



INSTITUT
EKONOMSKIH
NAUKA

UVOD U TEORIJU, ANALIZU I MJERENJE PRIVREDNOG RASTA I DIO

Milenko Popović

Mirjana Čizmović

Kruna Ratković

Beograd, 2019.



UVOD U TEORIJU, ANALIZU I MJERENJE PRIVREDNOG RASTA I DIO

Milenko Popović

Mirjana Čizmović

Kruna Ratković

Beograd, 2019.

Izdavač:

Institut ekonomskih nauka

Zmaj Jovina 12, Beograd

Tel. (011) 2622-357, 2623-055

Faks: (011) 2181-471

www.ien.bg.ac.rs

office@ien.bg.ac.rs

Za izdavača:

Dr Jovan Zubović, direktor

Recenzenti:

Profesor dr Nikola Fabris, Ekonomski fakultet, Beograd

Dr Željko Bogetić, World Bank, Lead Economist, Washington DC

Lektor:

Želidrag Nikčević

Štampa:

DonatGraf, Beograd

Tiraž:

150 primeraka

ISBN: 978-86-89465-47-1

© Institut ekonomskih nauka 2019. Sva prava zadržana. Bez pismene saglasnosti izdavača nije dozvoljen nijedan oblik reprodukcije, kopiranja ili prenošenja kako celine, tako i posebnih delova ove publikacije.

PREDGOVOR

U skladu sa vremenom koje gradimo, težili smo da napravimo spregu između, sa jedne strane istraživača, a sa druge pregršti ideja koje kroz temu teorije privrednog rasta traže da budu dohvaćene i ispunjene. Spregu kroz teme koje oblast teorije privrednog rasta sagledava sa različitih aspekata, trudeći se da generišemo snop znanja ili sintezu onoga što je već poznato. Samim tim, nastojali smo da pojednostavimo put do znanja mladim ljudima, studentima koji streme, nadolaze, postdiplomcima koji bude ideje i naučnom kadru koji širi vidike, ostavljajući nasleđe, ali i zadatak generacijama koje dolaze.

Ova knjiga predstavlja prikaz teorije, analize, empirijskih nalaza i zagonetki privrednog rasta, i suštinski se sastoji iz dva toma. U prvom tomu, koji je predstavljen u ovoj knjizi, daje se pregled modela rasta, a sama knjiga je tematski podijeljena na dva dijela. U prvom dijelu, teorija privrednog rasta predstavljena je kroz prikaz endogenih i egzogenih modela rasta uz primjenu principa optimalne kontrole, dok je u drugom dijelu, mjerenje privrednog rasta dato kroz analizu proksimativnih uzroka rasta, tj. preko uticaja heterogenog inputa obrazovanja i kapitala znanja na rast. Treba napomenuti da će u budućem, drugom tomu knjige biti posebno obrađeni fundamentalni faktori rasta i novija literatura koja uključuje institucionalne, istorijsko-kulturne, geografske i aleatorne faktore privrednog rasta.

Knjiga je primarno namijenjena studentima ekonomije i, posebno, studentima privrednog rasta na zahtjevnom magistarskom,

kao i na doktorskom i postdoktorskom nivou. Treba imati u vidu da je nivo knjige analitički visok i da se od čitaoca zahtijeva dobro poznavanje algebre, diferencijalnog računa kao i izloženost optimalnoj teoriji kontrole. Može biti korisna i širokoj akademskoj profesionalnoj publici i naprednim dodiplomskim studentima sa dobrim znanjem prvih nivoa više matematike i onima koji želi da se bliže upoznaju sa širokim poljem modela rasta, da osvježe prethodno znanje ili da bolje razumiju pojedine modele. Štaviše, studentima primijenjene matematike, inženjerstva i fizike, a koji su zainteresovani za ekonomsku nauku, ova knjiga može pružiti uvod u to kako se univerzalnim matematičkim jezikom mogu modelirati složeni dinamički procesi jedne privrede.

Nadamo se da ova knjiga, kao jedan vid sinteze literature privrednog rasta, može biti od koristi akademskim institucijama, istraživačima i studentima privrednog rasta. Takođe, nadamo se da može podstaći na razmišljanje i inspirisati nove generacije magistarskih i doktorskih studenata i istraživača da daju svoj doprinos ovoj izuzetno važnoj temi ekonomske nauke.

SADRŽAJ

PREDGOVOR	<i>i</i>
UVOD	1
I TEORIJA I MODELI RASTA	9
1 HARROD-DOMAROV MODEL RASTA	11
1.1 OPIS HARROD-DOMAROVOG MODELA RASTA . . .	12
1.2 PRETPOSTAVKE HARROD-DOMAROVOG MODELA	15
1.3 ODNOS STVARNE I ZAHTIJEVANE STOPE RASTA .	19
1.4 ODNOS ZAHTIJEVANE I PRIRODNE STOPE RASTA	20
1.5 HARROD-DOMAROV MODEL I OTVORENA EKO- NOMIJA	21
2 EGZOGENI MODELI RASTA	25
2.1 USLOVI KOJE ZADOVOLJAVA PROIZVODNA FUNK- CIJA	27
2.1.1 HOMOGENOST PRVOG STEPENA	28
2.1.2 PRIPADNOST KLASI C^2	29
2.1.3 MOGUĆNOST SUPSTITUCIJE FAKTORA PRO- IZVODNJE	30
2.1.4 POTPUNA KONKURENCIJA	32
2.2 RAVNOTEŽNO STANJE KAPITALNE OPREMLJENO- STI	34
2.2.1 KARAKTERISTIKE RAVNOTEŽNOG STANJA KAPITALNE OPREMLJENOSTI	36
2.2.2 UTICAJ STOPE ŠTEDNJE	39

2.3	TRANZICIONA DINAMIKA I BRZINA KONVERGENCIJE	41
2.4	SOLOWLJEV MODEL SA TEHNOLOŠKIM PROGRESOM	42
2.4.1	RAVNOTEŽNA PROIZVODNJA	45
2.4.2	TRANZICIJA KA RAVNOTEŽNOM STANJU	46
2.5	KONVERGENCIJA U MODELU SA TEHNOLOŠKIM PROGRESOM	49
2.6	ZLATNO PRAVILO AKUMULACIJE KAPITALA	51
2.7	OPTIMIZACIJA KORISNOSTI U NEOKLASIČNIM MODELIMA RASTA	54
2.7.1	O FUNKCIJI KORISNOSTI	56
2.7.2	OPTIMALNA PUTANJA RASTA	58
2.7.3	SLUČAJ COBB-DOUGLASOVE FUNKCIJE	64
2.8	EMPIRIJSKA OCJENA MODELA	66
2.8.1	DEKOMPOZICIJA NA OSNOVNE IZVORE RASTA	67
2.8.2	RAZLIKE U NIVOU PROIZVODNJE	68
2.8.3	RAZLIKE U STOPAMA RASTA	70
2.9	FUNDAMENTALNI FAKTORI PRIVREDNOG RASTA	72
3	ENDOGENI MODELI RASTA	75
3.1	AK MODELI RASTA	77
3.1.1	REBELOV MODEL	79
3.1.2	MODEL JONESA I MANUELLIJA	84
3.1.3	MODEL BARRO I SALA-I-MARTINA	88
3.2	MODELI ZASNOVANI NA AKUMULACIJI LJUDSKOG KAPITALA	93
3.2.1	OPIS LUCASOVOG MODELA RASTA	93
3.2.2	OPTIMALNA PUTANJA RASTA U LUCASOVOM MODELU	98
3.2.3	DINAMIČKI ASPEKT LUCASOVOG MODELA	102
3.2.4	LUCASOV MODEL U OTVORENOJ EKONOMIJI	104
3.2.5	VEZA LUCASOVOG I AK MODELA	105
3.3	MODELI ZASNOVANI NA ISTRAŽIVANJU I RAZVOJU	106
3.3.1	ROMEROV MODEL RASTA	109

3.3.2	OSNOVNE PRETPOSTAVKE ROMEROVOG MO- DELA	116
3.3.3	SEKTOR PROIZVODNJE U ROMEROVOM MO- DELU	121
3.3.4	SEKTOR POTROŠNJE U ROMEROVOM MO- DELU	123
3.3.5	RAVNOTEŽNO STANJE U ROMEROVOM MO- DELU	124
3.3.6	ODNOS ROMEROVOG I AK MODELA . . .	132
3.3.7	NEO-ŠUMPETERIJANSKI MODELI RASTA .	133
3.3.8	MODEL AGHIONA I HOWITTA	139
3.3.9	RAVNOTEŽNI NIVO ISTRAŽIVANJA U MO- DELU AGHIONA I HOWITTA	145
3.3.10	RAVNOTEŽNA STOPA RASTA U MODELU AGHIONA I HOWITTA	146
3.4	OGRANIČENJA SAVREMENE TEORIJE PRIVRED- NOG RASTA	152
4	OPTIMALNA KONTROLA U TEORIJI RASTA	157
4.1	O OPTIMALNOJ KONTROLI	159
4.2	INDIREKTNI PRISTUP U NEOKLASIČNOM MODELU RASTA	161
4.2.1	PRINCIP MAKSIMUMA	162
4.2.2	FAZNI DIJAGRAM	162
4.2.3	USLOVI TRANSVERZALNOSTI	165
4.3	DIREKTNI PRISTUP U MODELU LUCAS I UZAWA	166
II	ANALIZE I MJERENJA UTICAJA PROKSI- MATIVNIH FAKTORA	173
5	TOTALNA FAKTORSKA PRODUKTIVNOST	175
5.1	RAZLAGANJE STOPE RASTA PROIZVODNJE NA SA- STAVNE DJELOVE	176
5.2	RAZLAGANJE STOPE RASTA BDP-A PO GLAVI STANOVNIKA	181
5.3	ZAČUĐUJUĆI REZULTATI PRVIH MJERENJA: TFP KAO MJERA ZNANJA ILI KAO MJERA NEZNANJA	184

6	HETEROGENI INPUTI I RAST	187
6.1	INVESTICIJE I PRIVREDNI RAST: OPREDMEĆENI TEHNOLOŠKI PROGRES	193
6.1.1	OPREDMEĆENI TEHNOLOŠKI PROGRES I RAZLIČITE METODE IZRAŽAVANJA I MJE- RENJA FIZIČKOG KAPITALA	193
6.1.2	DA LI I KAKO INVESTICIJE I OPREDME- ĆENI TEHNOLOŠKI PROGRES UTIČU NA PRI- VREDNI RAST?	201
6.1.3	UTICAJ STEPENA KORIŠĆENJA KAPITALA U USLOVIMA OPREDMEĆENOG PROGRESA	212
6.2	UTICAJ HETEROGENOG INPUTA OBRAZOVANJA NA PRIVREDNI RAST	215
6.2.1	UTICAJ PROMJENA OBRAZOVNE STRUK- TURE NA STOPU RASTA PROIZVODNJE . .	216
6.2.2	UTICAJ TROŠKOVA OBRAZOVANJA KOJI SE ČINE KAKO BI SE OBRAZOVANJE RASTUĆE RADNE SNAGE ODRŽALO NA NEPROMIJE- NJENOM NIVOU	226
6.2.3	DOPRINOS OBRAZOVANJA FORMIRANOG NA RAZLIČITIM NIVOIMA ŠKOLOVANJA . . .	230
6.2.4	UTICAJ PROMJENA U STEPENU KORIŠĆE- NJA OBRAZOVANJA	234
6.3	RAZLAGANJE STOPE RASTA TOTALNE PRODUK- TIVNOSTI FAKTORA	236
7	KAPITAL ZNANJA I RAST	241
7.1	MIKROEKONOMSKA ANALIZA EFIKASNOSTI ULA- GANJA U ISTRAŽIVAČKO-RAZVOJNI (IR) KAPITAL	248
7.1.1	ANALIZA EFIKASNOSTI ULAGANJA U INO- VACIJE: TROŠKOVI I KORISTI	249
7.1.2	EKONOMSKO ZNAČENJE NAUKE	275
7.1.3	DIFUZIJA I TRANSFER TEHNOLOGIJE . . .	281
7.2	UTICAJ IR KAPITALA NA PRIVREDNI RAST . . .	287
7.2.1	METODA PERMANENTNE INVENTARIZACIJE KOD MJERENJA IR KAPITALA	287

7.2.2	UTICAJ IR FONDA NA STOPU RASTA PROIZVODNJE	293
7.2.3	UTICAJ TRANSFERA IR KAPITALA IZ INOSTRANSTVA NA PRIVREDNI RAST	303
8	KAPITAL OBRAZOVANJA I RAST	311
8.1	MIKROEKONOMSKA ANALIZA EFIKASNOSTI ULAGANJA U KAPITAL OBRAZOVANJA I LJUDSKI KAPITAL	312
8.1.1	EFIKASNOST ULAGANJA U FORMALNO OBRAZOVANJE: TROŠKOVI I KORISTI	313
8.1.2	NEFORMALNO (VANŠKOLSKO) OBRAZOVANJE I UČENJE NA RADU (ISKUSTVO): TROŠKOVI I KORISTI	342
8.2	MODEL RASTA SA HETEROGENIM KAPITALOM OBRAZOVANJA	358
8.2.1	PREDSTAVLJANJE I MJERENJE KAPITALA OBRAZOVANJA	359
8.2.2	MOGUĆI PRISTUPI U ANALIZI I MJERENJU UTICAJA KAPITALA OBRAZOVANJA NA STOPU RASTA EKONOMIJE	362
8.3	KAPITAL ZNANJA I TOTALNA PRODUKTIVNOST FAKTORA	381
9	VIŠE-SEKTORSKI PRISTUP U ANALIZI RASTA I PITANJE SUPSTITUCIJE FAKTORA	385
9.1	NEOKLASIČNA INTERPRETACIJA	386
9.2	INTERPRETACIJA EKONOMSKOG STRUKTURALIZMA	389
9.3	NIVO DEZAGREGACIJE SEKTORA I TFP	392
9.4	PROBLEM SUPSTITUCIJE FAKTORA	398
	BIBLIOGRAFIJA	405

UVOD

Fundamentalna pitanja ekonomskog rasta kao što su: zašto su neke zemlje bogate a druge siromašne, zašto neke zemlje rastu brže od drugih i šta pokreće ekonomski rast, nalaze se u centru pažnje kako klasičnih tako i današnjih ekonomista. Uviđajući veliki značaj koji tema ekonomskog rasta ima za razvoj ne samo ekonomske, već i ukupnih društvenih nauka, sveobuhvatnim opisom modela, mjerenja i analize rasta prikazanim u knjizi, nastojali smo da damo doprinos i podsticaj njenom daljem izučavanju.

Šezdesetih i sedamdesetih godina prošlog vijeka, veliki broj domaćih autora bavio se istraživanjem privrednog rasta dajući značajne doprinose u toj oblasti. Prvi radovi naših autora su se javili samo par godina nakon pokretanja odgovarajućih istraživanja rasta u zemljama koje su bile na fronti znanja iz ove oblasti. Međutim, ovi i kasniji doprinosi nalaze se u specijalizovanim monografijama, naučnim časopisima i zbornicima, bez adekvatne sistematizacije. Naš utisak je da je u poslednjih par decenija došlo čak i do slabljenja i usporavanja razvoja teorije rasta u regionu. I pored toga što postoje relevantni doprinosi autora iz regiona iz ove oblasti, mišljenja smo da ipak postoji nedostatak cjelovite literature na našem jeziku, uzimajući u obzir značaj ove teme. Iz tog razloga dodatan motiv za rad na ovoj knjizi predstavljala je i naša želja da kroz integralan pristup izučavanju sada već bogate materije privrednog rasta, proširimo teorijsku osnovu i damo podsticaj za njen dalji razvoj, naročito u zemljama u regionu.

Svjesni smo da je riječ o nimalo lakom poduhvatu, što je i

razlog zašto je ova knjiga proizvod kolektivnog rada troje autora. Takođe, zbog obimnosti i značaja teme, odlučili smo da naš predmet izučavanja bude obrađen kroz dva toma. Prvi tom predstavlja ova knjiga i očekujemo da će interesovanje čitalaca, bez obzira na ekskluzivnost ovog naučnog polja, biti dovoljno veliko, i da će buduće sugestije dati priliku da se u nekom narednom izdanju ona još više unaprijedi i učini korisnijom.

U ovom tomu je dato razmatranje dvije važne oblasti: moderne teorije i analize uticaja proksimativnih faktora rasta, tj. onih faktora koji direktno utiču na stopu rasta ekonomije. Teorije privrednog rasta predstavljene su kroz prikaz endogenih i egzogenih modela rasta uz primjenu principa optimalne kontrole, dok je mjerenje privrednog rasta dato kroz analizu proksimativnih uzroka rasta, tj. preko uticaja heterogenog inputa obrazovanja i kapitala znanja na rast. U nastavku dajemo kratak opis pojedinačnih djelova knjige.

U prvom dijelu knjige data je analiza najvažnijih teorijskih modela rasta. Naravno, oni su podijeljeni u grupu egzogenih i endogenih modela rasta. Sasvim prirodno, a u cilju ukazivanja na važnost prvog egzogenog modela razvijenog od Solowa, ovoj analizi prethodi kritički prikaz Harod-Domarovog modela rasta, koji je dat u prvom poglavlju. Harrod-Domarov model predstavlja prvi konzistentno razvijen model privrednog rasta. Takođe, baziran je na keynesijanskim modelima i predstavlja dio ovog nasleđa. Međutim, nedostatak ovog modela je u neprihvatljivoj pretpostavci o fiksnim faktorskim proporcijama na kojoj je on zasnovan. Ova pretpostavka je prihvatljiva za analizu kratkog, ali ne i za analizu dugog roka, kojoj više odgovara pretpostavka o mogućnosti supstitucije faktora, pa time i o promjenljivosti faktorskih proporcija. Uvodeći pretpostavku mogućnosti supstitucije faktora Robert Solow je razvio prvi egzogeni model rasta koji je u skladu sa onim empirijskim činjenicama koje ponekad nazivamo stilizovani faktori rasta. Detaljan opis Solowljevog modela dat je u drugom poglavlju.

Endogeni modeli rasta predstavljeni su u trećem poglavlju kroz opis AK modela, modela zasnovanih na akumulaciji ljudskog kapitala i modela zasnovanih na istraživanju i razvoju. U

takozvanoj staroj teoriji, koju nazivamo teorijom egzogenog tehnološkog progresa, napredak znanja javlja se egzogeno u modelu, dok se u novoj teoriji rasta napredak i rast relevantnog znanja pokušava endogenizovati, odnosno unijeti kao rezultat nastojanja privrednih agenata da maksimiziraju svoje koristi i profite. „Mašina rasta”, kako se to nekada nazivalo, javlja su u istraživačko-razvojnoj djelatnosti u endogenom modelu razvijenom još 1984. od strane Paula Romera. Ovaj model, iako vrlo sofisticiran i, što je još važnije, realističan, u početku jedva da je i notiran. Tek se kasnije, sa pojavom Lukasovog rada u kojem se kao „mašina rasta” javlja ljudski kapital, pažnja naučne javnosti okrenula ka novom teorijskom pristupu i novoj vrsti modela rasta. Od kraja osamdesetih do danas, veliki broj ovih teorijskih modela je razvijen i ekonometrijski testiran. Pored navedenih, u ovom dijelu dat je i opis neošumpeterijskih modela rasta, gdje smo zbog njegovog značaja najveću pažnju posvetili modelu Aghiona i Howitta.

U četvrtom poglavlju dat je opis različitih metoda optimalne kontrole koje se koriste u analizi teorije rasta. Primjena optimalne kontrole u ovoj oblasti počela je sa člankom Arrowa, a kasnije i u egzogenim i endogenim modelima rasta kao što su Ramsey, Solow, Uzawa, Lucas i Romer. Kako je korišćenje različitih tehnika optimalne kontrole široko zastupljeno u analizi modela ekonomskog rasta, smatrali smo značajnim da se dâ detaljan opis njene primjene, što je učinjeno i kroz konkretan primjer indirektnog i direktnog pristupa u neoklasičnom i modelu Lucasa i Uzawe.

Analiza i mjerenje uticaja proksimativnih faktora rasta objašnjeni su u drugom dijelu prvog toma ove knjige. Interesantno je da se istorijski gledano prvo javila analiza i mjerenje uticaja proksimativnih faktora, a da je sama moderna teorija rasta u dobroj mjeri slijedila rezultate ove analize. Sama analiza proksimativnih faktora u početku se zasnivala na analizi dinamike nacionalnih računa, pa odatle i potiče termin *growth accounting* koji se za nju često koristi. Robert Solow je u svojim člancima iz 1956. i 1957. utvrdio, a potom i mnogi drugi autori, da se rastom kapitala *per capita* može objasniti tek 10% do 20% rasta produktivnosti, pa time i životnog standarda. Iz ovoga proizlazi da se ostatak od

80% do 90% rasta produktivnosti mora objasniti nečim drugim, što je predstavljalo iznenađenje za ekonomsku javnost. Solow je taj ostatak od čitavih 80% do 90% nazvao tehnološkim progresom shvaćenim u širem smislu te riječi. Mozes Abramovitz je bio skeptičniji i on je taj ostatak nazvao mjerom našega neznanja o procesima rasta i razvoja. Istovremeno je sugerisao da bi budući razvoj nauke o ekonomskom rastu morao ići u pravcu razjašnjenja ovako velikog „neznanja”, odnosno u pravcu dekompozicije ove rezidualne veličine. I zaista, narednih trideset godina, tj. od početka šezdesetih do početka devedesetih, istraživanja privrednog rasta uglavnom su bila fokusirana na razjašnjavanje i dekompoziciju reziduala, odnosno mjere „našega neznanja” o privrednom rastu i razvoju. Krajnji rezultat ovih istraživanja krajem devedesetih godina je doveo do zaključka da je i Solow bio u pravu kada je ovaj veliki rezidual nazvao tehnološkim progresom. Ispostavilo se, naime, da se rezidual, dugoročno gledano, sastoji od različitih oblika znanja. Zajedno sa kapitalom i radom ovi oblici znanja poznati su kao proksimativni faktori rasta. Ovakav dinamičan razvoj analize uticaja proksimativnih faktora doprinio je našem boljem razumijevanju privrednog rasta, pa samim tim i razvoju same teorije rasta. Pojava nove teorije rasta ili teorije endogenog tehnološkog progressa, direktna je posledica uvida koje su analiza i mjerenje uticaja proksimativnih faktora donijeli.

Smatrajući da je analiza proksimativnih faktora jako važna za razumijevanje anatomije rasta privrede, mi smo joj posvetili mnogo više pažnje nego što se to danas čini. Ova materija je obrađena u pet poglavlja. Tema osnovnih uzroka rasta i neobičnih rezultata do kojih su prva mjerenja došla je obrađena u petom poglavlju. U šestom poglavlju se analizira metoda dekompozicije stope rasta koja polazi, ne kao prvi modeli od dva primarna faktora rasta, već od mnoštva heterogenih vrsta rada i kapitala. Sa ekonomskog stanovišta važni su oni izvori heterogenosti koji utiču da se različite vrste rada i kapitala razlikuju po svojoj graničnoj produktivnosti. Dekompozicija reziduala, odnosno totalne faktorske produktivnosti (TFP) koju dobijamo na ovaj način ukazuje na presudnu ulogu poboljšanja strukture kapitala i rada, pa tako dolazimo do pojmova kao što su doprinos

poboljšanja obrazovne strukture radne snage, doprinos poboljšanja starosne strukture kapitala i rada, doprinos opredmećenog tehnološkog progresa i slično.

Međutim, poboljšanje strukture bilo kojeg od primarnih faktora povezano je sa određenim izdacima odnosno investicijama. Recimo, poboljšanje kvaliteta novijih generacija kapitala povezano je sa ulaganjima u istraživačko-razvojnu djelatnost (IR). Takođe, poboljšanje obrazovne strukture je povezano sa privatnim i društvenim investicijama u obrazovanje. Slijedi da se dekompozicija rasta može vršiti polazeći i od modela kod kojih se umjesto heterogenih inputa rada i kapitala uvode novi koncepti neopipljivog kapitala, poput IR kapitala, kapitala obrazovanja i slično. Upravo je analiza uticaja IR kapitala na stopu rasta obrađena u sedmom poglavlju. S druge strane, poglavlje osam je posvećeno analizi uticaja kapitala obrazovanja na stopu rasta.

Važno je napomenuti da je u oba ova poglavlja, pored ovako opisane makroekonomske analize, data i mikroekonomska analiza efikasnosti ulaganja u IR kapital i kapital obrazovanja. Ovakav pristup nam omogućava da bolje razumijemo ne samo uticaj pomenutih faktora na privredni rast, već nam, što je još važnije, pruža osnov i za bolje razumijevanje uticaja institucionalnih i drugih fundamentalnih faktora rasta.

Konačno, u devetom poglavlju data je analiza uticaja promjena sektorske strukture privrede na privredni rast. Pored neoklasičnog pristupa, dali smo kratku komparaciju ovog pristupa sa pristupom starih ekonomskih strukturalista s početka pedesetih godina prošlog vijeka, kao i sa pristupom novih strukturalista.

Kako bi dali uvid u cjelokupnu materiju kojom ćemo se baviti kroz oba toma knjige, navodimo i najznačajnije teme koje će biti obrađene u drugom tomu, a koje bi trebalo da pokriju nekoliko važnih oblasti. Prva oblast je analiza fundamentalnih faktora rasta, koji utičući snažno na dinamiku i strukturu proksimativnih faktora, imaju presudni uticaj na privredni rast. Grubo govoreći, fundamentalni faktori se mogu podijeliti na tri grupe. Prvu čine institucionalni faktori koji, kao što znamo, mogu presudno uticati na dinamiku i strukturu proksimativnih faktora. Potom slijede geografski faktori, čiji je uticaj očigledan i dobro poznat. Treću

grupu čine oni faktori koje Dani Rodrik naziva „integracije”, a gdje je zapravo riječ o načinu na koji je neka zemlja uključena u odnose međunarodne trgovine, finansija i ekonomije u cjelini.

Nakon ove analize, prirodno slijedi analiza takozvanih dubokih korijena rasta i razvoja (*deep roots*) ili, možda još preciznije, analiza još fundamentalnijih faktora rasta. U ovoj analizi ispituje se uticaj dugoročnih historijskih kretanja na aktuelne institucionalne i proksimativne faktore, pa time i na privredni rast u cjelini. Neka istraživanja, u tom smislu, sugerišu da je ekonomski razvoj pod snažnim uticajem obilježja sadašnjih generacija koje su se dugo prenosile sa generacije na generaciju kroz historiju. Posebno važnu dilemu predstavlja pitanje da li ta obilježja direktno utiču na produktivnost sadašnjih generacija ili indirektno preko uspostavljanja barijera za širenje inovacija relevantnih za rast produktivnosti.

Sledeća tema je kritički pregled ekonometrijskih istraživanja privrednog rasta i uvidi koje smo na osnovu njih dobili. Dobijeni uvidi značajni su za analiziranje vrlo važnih dilema i kontroverzi, poput pitanja konvergencije rasta, validnosti endogenih u odnosu na egzogene modele rasta, načina na koji institucije i historija utiču na privredni rast i slično.

Konačno, poslednja ali i najintrigantnija tema čiji ćemo kritički pregled dati odnosi se na hipotezu o sekularnoj stagnaciji. Alvin Hansen je prvi elaborirao ovu hipotezu još davne 1939. godine, da bi je u decembru 2014. ponovo pokrenuo Larry Summers. U oba slučaja hipoteza je pokrenuta sa namjerom da se objasne dugoročne ekonomske teškoće sa kojima su se ekonomije suočavale, prvo u doba „Velike depresije” 1929. a potom i danas, u doba „Velike recesije”. Osnovna ideja se odnosi na tvrdnju da agregatna tražnja može ograničiti privredni rast ne samo na kratak i srednji rok, već i na vrlo dug rok. Moguće je da će budući razvoj događaja pokazati da se ni sadašnja stagnacija u razvijenim zemljama, baš kao ni kriza iz 1929., ne mogu objasniti ovom hipotezom. Međutim, ono što ovu hipotezu čini važnom jeste okolnost da scenario koji ona implicira jako liči nečemu do čega tehnološki progres tj. stalna supstitucija rada kapitalom neminovno vodi.

Na samom kraju ovih uvodnih napomena, nadamo se da smo u ovom prvom tomu, kroz cjeloviti opis modela, mjerenja i analize rasta, uspjeli u pokušaju da damo doprinos i podsticaj daljem izučavanju vrlo značajne teme ekonomskog rasta. Takođe, kroz budući drugi tom, odnosno analizu fundamentalnih faktora, dubokih faktora rasta, kroz kritički pregled ekonometrijskih istraživanja rasta i hipoteze o sekularnoj stagnaciji, nadamo se da ćemo uspjeti u namjeri da damo sveobuhvatan prikaz različitih aspekata problema privrednog rasta.

I

TEORIJA I MODELI RASTA

POGLAVLJE 1

HARROD-DOMAROV MODEL RASTA

Kompleksnost i multidimenzionalnost problema ekonomskog rasta bila je i ostala jedna od najaktuelnijih ekonomskih tema koja je podstakla razvoj velikog broja teorija. Najveći doprinos napretku teorije rasta dao je Solow pedesetih godina prošlog vijeka. On je u okvirima egzogene teorije pokušao da dâ objašnjenje za stilizovane činjenice rasta. S obzirom na jednostavnost, neoklasični Solowljev model je bio i ostao jedan od najznačajnijih i empirijski najprimjenjivijih modela. Ovo najviše proizlazi iz činjenice da, polazeći od agregatne proizvodne funkcije, on daje mogućnost utvrđivanja doprinosa različitih faktora ekonomskom rastu. Veliki pomak u odnosu na prethodne modele (u prvom redu Harrod-Domarov) napravljen je uvođenjem pretpostavki o konstantnoj elastičnosti supstitucije faktora proizvodnje i opadajućim prinosima kapitala. Međutim, najveće ograničenje modela je pretpostavka o egzogenosti tehnološkog progressa koja i sam rast čini egzogenim i u dugom roku.

Harrod-Domarov model nije imao toliki direktan i vidljiv uticaj na dalji razvoj teorije rasta kao što je to bio slučaj sa Solowljevim modelom. Teorijska i empirijska primjenljivost Harrod-Domarovog modela pretežno se odnosi na analizu kratkoročnih ekonomskih procesa. Međutim, osnovna pretpostavka ovog mo-

dela, o linearnoj vezi fizičkog kapitala i proizvodnje, zastupljena je i u novim endogenim modelima rasta. Pored toga, njegov spoljno-trgovinski multiplikator predstavlja osnovu za kasniji razvoj teorije rasta vođenog izvozom.

1.1. OPIS HARROD-DOMAROVOG MODELA RASTA

Evsey Domar [Domar, 1946] i Roy Harrod [Harrod, 1939], polazeći od kejnzijanske teorije, razvili su model koji bi trebao da dâ odgovor na pitanje pod kojim uslovima dolazi do održavanja jednakosti potencijalne i stvarne proizvodnje. Tačnije, analizirajući zavisnost između zaposlenosti i akumulacije kapitala, kao i kratkoročne recesije i investicija, oni su nastojali da odrede stopu rasta koja bi omogućila održavanje stanja pune zaposlenosti. Domar prilikom definisanja ravnotežne stope rasta polazi od toga da je zaposlenost funkcija racija društvenog proizvoda i nivoa potencijalne proizvodnje. Razlog ovakvog pristupa leži u tome što se polazi od dualnog karaktera investicija. Investicije, sa jedne strane, povećavaju agregatnu tražnju i generišu nacionalni proizvod u kratkom roku, ali, sa druge strane, povećavaju i proizvodne kapacitete u dugom roku. Na taj način se prevazilazi problem nepostojanja potražne strane u slučaju posmatranja samo rasta radne snage i rasta njene produktivnosti. Odnosno, rast radne snage i produktivnosti utiče na proizvodne kapacitete, ali i na stvaranje društvenog proizvoda. Pri tome, podrazumijeva se da produktivnost rada nije rezultat apstraktnog tehnološkog procesa već tehnološkog procesa sadržanog u kapitalnim dobrima. Promjene investicija $I(t)$ utiču na agregatnu tražnju preko procesa multiplikacije. U ovom procesu, za svaku datu marginalnu sklonost štednji, godišnji prirast dohotka $Y(t)$ je funkcija prirasta investicija. Tačnije, ako se pretpostavi da su investicije jedini izdatak koji utiče na stopu dohotka, potražna strana modela može se predstaviti kao [Domar, 1946]:

$$\frac{dY}{dt} = \frac{dI}{dt} \frac{1}{s} \quad (1.1)$$

pri čemu je multiplikator jednak recipročnoj vrijednosti granične sklonosti štednji.

Ukoliko posmatramo *stranu ponude modela*, uticaj investicija na kapacitet se može mjeriti promjenom stope potencijalne proizvodnje koju je ekonomija sposobna da proizvede. Ako se pretpostavi da je odnos potencijalnog kapaciteta (P) i kapitala (K) konstantan može se napisati da je:

$$\frac{P}{K} = \sigma$$

gdje σ predstavlja odnos potencijalnog kapaciteta privrede i ukupnog kapitala. Za njega se pretpostavlja da je jednak odnosu godišnjeg povećanja potencijalnog kapaciteta pod uticajem novih neto investicija i investiranog kapitala. Iz toga proizlazi da je potencijalna sposobnost za godišnju proizvodnju, pri datoj količini kapitala $K(t)$, jednaka $P = \sigma K$, na osnovu čega slijedi da je $dP = \sigma dK$, ili

$$\frac{dP}{dt} = \sigma \frac{dK}{dt} = \sigma I \quad (1.2)$$

Ravnoteža se definiše kao stanje u kome se proizvodni kapacitet potpuno iskorišćava. Ona predstavlja stanje u kome je agregatna tražnja jednaka potencijalnoj godišnjoj proizvodnji. Kako bi se zadržala navedena ravnoteža potrebna je jednakost promjena u kapacitetu i agregatnoj tražnji:

$$\frac{dY}{dt} = \frac{dP}{dt} \quad (1.3)$$

Kombinujući izraze 1.1, 1.2 i 1.3 dobija se fundamentalna jednačina:

$$\frac{dI}{dt} \frac{1}{s} = \sigma I \quad \text{odnosno} \quad \frac{dI}{dt} \frac{1}{I} = \sigma s$$

što omogućava da se pronađe ravnotežna putanja investicija¹

$$I(t) = I(0)e^{\sigma st} \quad (1.4)$$

Navedena jednakost upućuje na zaključak da održavanje ravnoteže između kapaciteta i tražnje zahtijeva da eksponencijalna stopa rasta iznosi tačno σs . Odnosno, održavanje stanja pune zaposlenosti zahtijeva da investicije rastu po navedenoj konstantnoj stopi. Ovo dovodi do toga da tražena putanja investicija ima veoma krut oblik. Pitanje na koje treba odgovoriti jeste šta se dešava sa privredom ukoliko stvarna stopa rasta investicija r odstupa od one koju zahtijeva model. Koeficijent iskorišćenja kapaciteta definiše se kao:

$$\theta = \lim_{t \rightarrow \infty} \frac{Y(t)}{P(t)} \quad (1.5)$$

gdje se podrazumijeva da ako je θ jednako jedinici tada postoji potpuno korišćenje kapaciteta, dok u slučaju kada je θ veće, odnosno manje od jedan postoji višak, odnosno manjak kapaciteta. Kako je $I(t) = I(0)e^{\sigma st}$ i $\frac{dI}{dt} = rI(0)e^{rt}$ na osnovu relacija 1.1 i 1.2 može se zaključiti da je:

$$\frac{dY}{dt} = \frac{dI}{dt} \frac{1}{s} = \frac{r}{s} I(0)e^{rt} \quad \text{i} \quad \frac{dP}{dt} = \sigma I = \sigma I(0)e^{rt}$$

Tako da je odnos te dvije relacije

$$\frac{dY/dt}{dP/dt} = \frac{r}{\sigma s} \quad \text{odnosno} \quad \theta = \frac{r}{\sigma s} \quad (1.6)$$

što pokazuje da zaključak o višku, odnosno manjku kapaciteta važi za bilo koje vrijeme t .

Navedena relacija predstavlja suštinu problema poznatog pod nazivom *oštrica noža*. Ako je stvarna stopa rasta veća od zahtijevane ($r > \sigma s$) onda je prirast dohotka veći od prirasta kapaciteta, što sa sobom povlači manjak kapaciteta i obrnuto, ukoliko

¹Određivanjem vrijednosti integrala lijeve i desne strane jednakosti dobija se da je $\ln |I| = \sigma st + c$, odakle korišćenjem pravila za logaritamsku funkciju dobijamo da je $|I| = Ae^{\sigma st}$. Da bi se riješili proizvoljne konstante uzimamo da je početni iznos investicija $I(0) = Ae^0 = A$.

je ($r < \sigma s$) onda postoji višak kapaciteta, odnosno dio kapaciteta ($1 - \theta$) se ostavlja neiskorišćen i postoji manjak agregatne tražnje. Situacija u kojoj dolazi do brže stope rasta investicija od zahtijevane prouzrokuje manjak umjesto viška kapaciteta i obrnuto. Zbog toga, ukoliko firme žele da prilagode stvarnu stopu rasta sa stanjem kapaciteta vrlo je vjerovatno da će izabrati pogrešan put. Tačnije, manjak kapaciteta uticaće na brži rast investicija, što bi dovelo da povećanja r . Ovo bi dalje uticalo na povećanje razlike između zahtijevane i stvarne stope rasta, i sve većeg udaljavanja od ravnoteže. Slično, kada u privredi postoji višak kapaciteta, prilagođavanje firmi takvoj situaciji dovelo bi do sve većeg udaljavanja od ravnotežnog stanja, samo u suprotnom smjeru. Jedini način da se izbjegne postojanje manjka, odnosno viška kapaciteta jeste da se utiče na kretanje investicija na takav način da se one kreću duž putanje sa stopom rasta $r = \sigma s$. Svako odstupanje od takve putanje dovodi do neiskorišćenih kapaciteta i udaljavanja od stanja pune zaposlenosti [Hoover, 2008].

1.2. PRETPOSTAVKE HARROD-DOMAROVOG MODELA

Harrod [Harrod, 1939] primjenjuje dinamički pristup u definisanju stope rasta ekonomije, koristeći princip akceleracije i teoriju multiplikatora. Na taj način, on dolazi do istog rezultata nestabilnog ravnotežnog rasta kao i Domar. Oslanjajući se na statički kejnzijanski model, Harrod nastoji da objasni proces ravnotežnog rasta u jednofaktorskom modelu ekonomije.

Pretpostavke modela su:

- (a) Proizvodna funkcija je Leontijevog tipa, što podrazumijeva pravougaone izokvante (odnosno da je elastičnost supstitucije faktora proizvodnje jednaka nuli). Stanje tehnologije je dato, i zahtijeva da faktorski inputi (kapital i rad) budu korišćeni u fiksnim proporcijama,

$$Y(t) = \min \left(\frac{L(t)}{\alpha}, \frac{K(t)}{\beta} \right)$$

pri čemu su $\alpha, \beta > 0$, i predstavljaju odnos rada, odnosno kapitala i društvenog proizvoda;

- (b) Podrazumijeva se zatvorena ekonomija, kao i da se proizvodi jedno dobro, koje se djelimično koristi za potrošnju a djelimično za investiranje;
- (c) Količnik kapitala i proizvodnje, odnosno kapitalni koeficijent, je konstantan. Kako je prosječni kapitalni koeficijent konstantan, onda je i marginalni kapitalni koeficijent konstantan i jednak prosječnom;
- (d) Smatra se da postoje neopadajući prinosi;
- (e) Radna snaga raste po unaprijed određenoj konstantnoj eksponencijalnoj stopi rasta n , tako da je veličina radne snage u trenutku t jednaka² $L(t) = L_0 e^{nt}$. Pretpostavlja se da je stopa štednje s konstantna, pri čemu je ukupna štednja $S = sY$, dok s , ($0 < s < 1$) predstavlja marginalnu stopu štednje;
- (f) Smatra se da su investicije proporcionalne promjeni društvenog proizvoda i.e. $I(t) = \nu \frac{dY}{dt}$, gdje ν predstavlja kapitalni koeficijent;
- (g) Firme imaju za cilj maksimiziranje profita.

Kako se u svom radu Harrod bavi dinamičkom ravnotežom, potreban uslov je da ex-post investicije u svakom trenutku budu jednake štednji³ ili $S(t) = I(t)$. Zamjenom izraza za štednju i

²Kako je stopa rasta varijable jednaka stopi promjene njenog prirodnog logaritma i.e. $\dot{X}(t)/X(t) = d \ln X(t)/dt$, onda se za stopu promjene stanovništva $\dot{L}(t) = nL(t)$ može napisati da je $\ln L(t) = \ln(L(0)) + nt$, odnosno $L(t) = L_0 e^{nt}$.

³Pod ex-post veličinom se ovdje podrazumijeva aktuelna, stvarno dostignuta vrijednost promjenljive. Pod ex-ante veličinom podrazumijeva se vrijednost koja bi trebalo da se ostvari pod datim tehnološkim i ostalim predušlovima.

investicije dobija se da je

$$\frac{dY}{dt} \frac{1}{Y} = \frac{s}{\nu}$$

Istim postupkom kao i kod Domarovog modela može se dobiti da je

$$Y(t) = Y(0)e^{\frac{s}{\nu}t} \quad (1.7)$$

Iz navedene relacije vidi se da je zahtijevana stopa rasta jednaka odnosu štednje i kapitalnog koeficijenta. Ako se u analizu uključe amortizacija (kroz relaciju da su neto investicije jednake razlici bruto investicija i amortizacije, dok je amortizacija proporcionalna stoku kapitala), i stopa rasta stanovništva, onda se dobija da je stopa ekonomskog rasta po stanovniku jednaka

$$g_y = \frac{s}{\nu} - d - n$$

Rješenje osnovne jednačine modela pokazuje da ekonomija, da bi zadržala ravnotežno stanje, ako zanemarimo amortizaciju, mora rasti po eksponencijalnoj stopi koja je jednaka odnosu štednje i kapitalnog koeficijenta. Pošto su i stopa štednje i kapitalni koeficijent pozitivne veličine, ravnotežni proizvod je monotono rastuća funkcija. Ovakav oblik funkcije je razlog hronične nestabilnosti ravnotežnog rasta ekonomije. Postojanje nestabilnosti Harrod objašnjava kroz odnos tri tipa stopa rasta: stvarne, zahtijevane i prirodne.

- (a) Stvarna stopa rasta g_a predstavlja stopu definisanu prethodnom jednačinom, odnosno relaciju stvarno dostignute marginalne sklonosti štednji i kapitalnog koeficijenta;
- (b) Zahtijevana (engl. *warranted*) stopa rasta g_w , primarno je vezana za maksimiziranje profita od strane firmi. Ona predstavlja stopu rasta ekonomije pri kojoj je tražnja dovoljna da omogući firmama da prodaju sva proizvedena dobra. Ukoliko bi se ostvarila, ona bi trebala da obezbijedi da svi učesnici budu potpuno zadovoljeni, odnosno da proizvode ni manje ni više od ravnotežne količine.

Ako sa ν_r definišemo kapitalni koeficijent potreban da se ostvari zahtijevana stopa rasta, onda se ona može zapisati: $g_w = s/\nu_r$. Ova stopa rasta indukuje tačno onoliko investicija koliko je potrebno da se izjednače sa planiranom štednjom, tako da ne dolazi ni do prekomjernog ni do slabijeg korišćenja kapaciteta. Posmatrajući relacije za stvarnu i zahtijevanu stopu rasta može se zaključiti da ukoliko proizvodnja raste po zahtijevanoj stopi rasta, tada je stvarni stok kapitala jednak željenom. Ovo će podstaći firme da i dalje nastave sa svojim aktivnostima koje će podržavati istu stopu rasta u budućnosti.

- (c) Prirodna stopa rasta, koja se naziva i socijalno optimalnom stopom rasta, sastoji se iz dvije komponente: stope rasta radne snage i stope rasta produktivnosti. Stopa rasta produktivnosti je definisana na osnovu egzogeno datog tehnološkog progresa. Dugoročna stopa rasta ekonomije determinisana je prirodnom stopom rasta. Stanje ekonomije u dugom roku zavisi od odnosa između nje, zahtijevane i stvarne stope, kao i od toga koliko brzo razni mehanizmi mogu uticati na njihovo izjednačavanje.

Kako je ključna pretpostavka modela fiksnost koeficijenata proizvodne funkcije, to podrazumijeva da su kapitalna opremljenost i kapitalni koeficijent konstante za svaki nivo proizvodnje. Ovakva situacija nije realna na dug rok. Da bi se ostvarila navedena pretpostavka, potrebno je da kapital, rad i proizvodnja rastu po istoj stopi, pa je neophodan uslov ravnotežnog rasta u uslovima pune zaposlenosti: $g_w = g_n = g_a$, odnosno $\frac{s}{\nu_r} = \frac{s}{\nu} = n + t$ gdje je t stopa egzogeno datog tehnološkog progresa. Međutim, s obzirom na to da su s , ν_r i n nezavisno određeni parametri, nema osnova za tvrdnju da će egzogena stopa rasta stanovništva (ukoliko zanemarimo stopu rasta tehnološkog progresa) biti jednaka g_a . Tačnije, s je određeno preferencijama firmi i domaćinstva, ν_r je određeno na osnovu pretpostavke o nepromjenljivosti tehnologije, dok je n egzogeno dato na osnovu demografskih karakteristika. Na osnovu ovoga može se zaključiti da se puna zaposlenost i potpuna iskorišćenost kapaciteta mogu ostvariti samo slučajno.

1.3. ODNOS STVARNE I ZAHTIJEVANE STOPE RASTA

Treba imati u vidu da promjene uslova fundamentalne jednačine imaju suprotan efekat na stvarnu i zahtijevanu stopu rasta. Tako, povećanje kapitalnog koeficijenta i sklonosti ka potrošnji ima stimulativan efekat na ekonomiju, ali isto tako utiče i na smanjenje zahtijevane stope rasta. Ukoliko se pođe od stanja u kome su stvarna i zahtijevana stopa rasta jednake, smanjenje zahtijevane stope rasta ispod stvarne, automatski dovodi stvarnu stopu rasta u stanje konstantnog udaljavanja na više, i navedeni stimulansi utiču na ekspanziju ekonomije. Iz tog razloga, smatra se da je dobro za ekonomiju da ima manju odgovarajuću zahtijevanu stopu rasta, sve dok ona ima tendenciju da bude iznad prirodne stope.

Drugi problem koji se javlja jeste održavanje ravnotežnog stanja. Ukoliko se pretpostavi da se privreda nalazi u stanju kada je $g_a > g_w$ tada je i $\nu < \nu_r$, onda dolazi do pojave manjka kapitala, i stvarne realizovane investicije biće manje od planiranih.⁴ Suočene sa ovakvom situacijom, firme reaguju tako što nastoje da nadomjeste ovaj manjak povećavajući nabavku opreme. Ovo dalje vodi ka još većem povećavanju stvarne stope rasta i njenog sve većeg udaljavanja od zahtijevane, odnosno do trajnog inflatornog jaza.

Sa druge strane, ukoliko je suprotna situacija, odnosno $g_a < g_w$, tada je i $\nu > \nu_r$, realizovane investicije su veće od planiranih. U ovoj situaciji firme nastoje da smanje nivo investicija, što dovodi do sve većeg snižavanja stvarne stope rasta i njenog sve većeg udaljavanja od zahtijevane, odnosno do deflatornog jaza.

⁴Tačnije, ex-ante investicije biće veće od ex-post investicija.

1.4. ODNOS ZAHTIJEVANE I PRIRODNE STOPE RASTA

Ukoliko se fokusiramo na relaciju između zahtijevane i prirodne stope rasta, može se zaključiti da ako je zahtijevana stopa rasta veća od prirodne ekonomija ide u stanje recesije. Ukoliko je suprotna situacija štednja je ograničena i postoje inflatorna kretanja povezana sa strukturalnom nezaposlenošću. U skoro svim nerazvijenim zemljama postoji situacija u kojoj je $g_n > g_w$ iz razloga visokog rasta radne snage, relativno visokog rasta produktivnost radne snage, niske sklonosti štednji i relativno visokog kapitalnog koeficijenta zbog niske produktivnosti investicija [Thirlwall, 2007]. Značajna razlika između stope rasta efektivne radne snage i stope akumulacije kapitala je važan uzrok nezaposlenosti u strukturnom smislu. Ona je prouzrokovana nedostatkom kapitala potrebnog da uposli radnu snagu.

U razvijenim zemljama postoji suprotna nejednakost $g_n < g_w$. Još prije pojave Harrodovog modela, [Keynes, 1937] izražava zabrinutost za takvo stanje, s obzirom na to da ukoliko rast stanovništva u razvijenim zemljama padne na nulu, neće biti dovoljno indukovanih investicija da bi se izjednačile sa planiranom štednjom. Tako može doći do disbalansa između prirodne stope rasta (koja u ovom slučaju zavisi samo od stope rasta produktivnosti ili tehničkog progressa) i veće zahtijevane stope, pod uticajem veće štednje i ponude kapitala. Ovakvo stanje vodi u stagnaciju i smanjenje populacije.

Ovaj okvir Harrodovog modela i Kejnzove teorije može poslužiti za razumijevanje različitih opcija ekonomske politike koje stoje na raspolaganju naročito u nerazvijenim zemljama. Kako se uslov $g_n > g_w$ može zapisati i kao $n + t > s/\nu_r$, mogu se posmatrati opcije za ekonomsku politiku i na lijevoj i desnoj strani navedenog izraza. Izjednačavanje ove dvije stope može se ostvariti preko uticaja na smanjenje n , što naravno nije izvodljivo u kratkom roku. U dugom roku postoji mogućnost da se institucionalnim mjerama utiče na kontrolu rasta stanovništva i postavljanje barijera na ulazak na tržište radne snage. Isto tako,

može se uticati na smanjenje stope rasta produktivnosti rada, ali treba imati u vidu da to utiče na smanjenje rasta životnog standarda. Sa druge strane, postoje opcije povećanja racija štednje, odnosno smanjenja kapitalnog koeficijenta, što bi podrazumijevalo korišćenje više radno intenzivne tehnologije. Naravno, sve ove opcije su teorijski posmatrane u skladu sa ograničenjima i karakteristikama nerazvijenih zemalja.

Dalji razvoj Harrod-Domarove teorije kretao se u pravcu razvoja modela finansijskog jaza. Ovaj model polazi od osnovne implikacije Harrod-Domarovog modela, da ekonomski rast zahtijeva politiku koja ohrabruje stopu štednje i/ili generiše tehnološki napredak koji snižava kapitalni koeficijent. Smatra se da je postojanje jaza između neophodnih investicija i nacionalne štednje osnovni problem za razvoj siromašnih zemalja. Kako bi se omogućile neophodne investicije i ostvario ciljni rast bruto domaćeg proizvoda, potrebna je strana pomoć koja je jednaka navedenom finansijskom jazu. Pri tome, razvojni ekonomisti (od kojih je najznačajniji Rostov) obično su uzimali u obzir kratak rok (pomoć u tekućoj godini utiče na investicije u narednoj), kao i vrijednost kapitalnog koeficijenta koji se kreće između dva i pet.

Empirijski podaci nisu podržali ni modelom predviđene relacije između strane pomoći i investicija, investicija i rasta, kao ni finansijskog jaza i strane pomoći. I pored toga, Harrod-Domarov model i njegove modifikacije se još uvijek koriste kao analitičko sredstvo. Ovo je posebno izraženo u analizama kratkoročnih procesa, što se može smatrati prihvatljivim.

1.5. HARROD-DOMAROV MODEL I OTVORENA EKONOMIJA

Harrod-Domarov model pretpostavlja zatvorenu ekonomiju. Sam model ne daje odgovor na pitanje šta se dešava u otvorenoj ekonomiji ukoliko odstupanje zahtijevane i prirodne stope rasta izazove neravnotežu platnog bilansa. Takođe, ne daje se odgovor

ni na pitanje kako ovo utiče na dalji odnos zahtijevane i prirodne stope rasta i unutrašnje stanje u ekonomiji.

U svojim prvim radovima [Harrod, 1933] definiše statički spoljnotrgovinski multiplikator preko izraza $Y = \frac{X}{m}$, gdje je Y nivo nacionalnog dohotka, X količina izvoza, a m marginalna sklonost ka uvozu. Prethodna relacija govori o tome da u uslovima kada nema dovoljno akumulacije i kada su relativne cijene u međunarodnoj trgovini konstantne, održavanje ravnotežnog trgovinskog bilansa se postiže usklađivanjem nacionalnog proizvoda. Dinamička verzija ovog multiplikatora može se predstaviti kao $g_b = \frac{\chi}{\pi}$, pri čemu je χ rast izvoza, a π elastičnost tražnje u odnosu na uvoz, dok g_b predstavlja stopu rasta u uslovima ravnoteže tekućeg računa plaćanja.

Kasnije [Harrod, 1936] ovaj statički multiplikator povezuje sa Kejnsovim multiplikatorom ($1/s$) u zajednički izraz, ali i dalje je veoma malo riječi o rastu u ovom kontekstu. Ono što se navodi jeste da je ravnotežni rast moguć ukoliko postoji suficit ili deficit platnog bilansa, koji je kompenziran odgovarajućim tokovima kapitala.

U radu o dinamičkoj teoriji [Harrod, 1939], pitanje otvorene ekonomije zastupljeno je samo kroz posmatranje bilansa plaćanja kao moguće determinante zahtijevane stope rasta i njegovog efekta na marginalnu sklonost štednji. Suficit platnog bilansa znači izvoz štednje, što smanjuje zahtijevanu stopu rasta. Sa druge strane, deficit znači priliv strane štednje i povećanje zahtijevane stope rasta. Ukoliko postoji višak ex-ante, štednja je kombinovana sa suficitom u platnom bilansu, što čini mogućim, mada ne i garantovanim, ravnotežni mehanizam.

Kod Harroda ne postoji eksplicitna analiza da rast može biti ograničen bilansom plaćanja i kakav to ima uticaj na dinamičku analizu. U svojim kasnijim radovima [Harrod, 1948] on djelimično modifikuje fundamentalnu jednačinu u oblik $g_w \nu_r = s - b$, pri čemu je b platni bilans kao udio nacionalnog proizvoda. Tako, u zemlji u kojoj zahtijevana stopa rasta ima tendenciju kretanja iznad prirodne stope, pozitivna vrijednost b može imati povoljan uticaj. I na kraju u svojoj knjizi iz 1973. godine [Harrod, 1973] on eksplicitno kaže da u analizi kretanja tri stope nije uzeo u ob-

zir eksternu ravnotežu. Time ostavlja otvorenim pitanje odnosa prirodne i zahtijevane stope rasta i stope rasta koja je u skladu sa ravnotežnim platnim bilansom. Takođe, on nije razmatrao povezanost statičkog i dinamičkog multiplikatora u analizi odstupanja zahtijevane i prirodne stope rasta, smatrajući da ograničenje rasta predstavlja samo prirodna stopa rasta.

Iako je model podložan hroničnoj nestabilnosti, on predstavlja jedan od prvih značajnih doprinosa teoriji rasta. Zasniva se na dinamičkoj analizi rasta, koja postaje jedan od važnih alata za analiziranje ravnotežne stope rasta kod ranih ekonomista kejnzijanske škole. Takođe, modelom je omogućeno analiziranje cikličnih fluktuacija u ekonomiji, koje su objašnjene postojanjem razlike između zahtijevane i stvarne stope rasta. Osnovna kritika modela je ignorisanje mogućnosti supstitucije faktora proizvodnje, i posledične nestabilnosti sistema [Arrow et al., 1961]. Ovaj problem prevazilazi se kod Solowa, koji mijenja pretpostavke proizvodne funkcije i smatra da ne treba ignorisati mogućnost supstitucije u dugom roku. Solow umjesto fiksnih faktora pretpostavlja mogućnost fleksibilnosti i pokazuje da će se kroz sistem cijena izjednačiti zahtijevana i prirodna stopa rasta ekonomije. Za datu stopu rasta stanovništva i stanje tehnologije, razlika između te dvije stope spontano nestaje. Time se pokazuje stabilnost sistema u dugom roku.

POGLAVLJE 2

EGZOGENI MODELI RASTA

Članak Robert Solowa iz 1956. godine [Solow, 1956] može se smatrati začetkom i osnovom neoklasične teorije rasta. Osnovno što karakteriše Solow-Swan model,¹ jeste neoklasična agregatna proizvodna funkcija koja je omogućila njegovo odvajanje od Harrod–Domarovog modela. Sam model predstavlja pojednostavljen i apstraktan prikaz kompleksnog ekonomskog sistema, posmatrajući ga kao ekonomiju sa jednim finalnim dobrom i sa pridavanjem malo značaja individualnim odlukama. Sa jedne strane, zasnovan je na mikroekonomskom principu opšte ravnoteže, a sa druge strane, predstavlja osnovu moderne makroekonomske analize. Upravo njegova jednostavnost i mogućnost mjerenja uticaja različitih faktora na ekonomski rast, učinili su ga u dugom vremenskom periodu veoma primjenljivim i uticajnim na ukupnu makroekonomsku teoriju. Takođe, on je imao veliki značaj i na dalja dešavanja na polju teorije rasta, gdje je predstavljao istovremeno i polazište i odskočnu dasku za kasnije modele.

Model polazi od pretpostavke zatvorene ekonomije, kao i odsustva uticaja države, odnosno javnog sektora. Kada je riječ o potrošačima, pretpostavlja se postojanje reprezentativnog domaćinstava. Ovo podrazumijeva da se tražnja i ponuda radne

¹Jednostavniji naziv je samo Solowljev model, po poznatijem od dvojice ekonomista.

snage u ekonomiji mogu predstaviti kao rezultat ponašanja identičnih aktera. Kako se u osnovnom modelu ne uzimaju u obzir preferencije domaćinstava, dovoljno je da se samo definiše konstantna i egzogeno data marginalna sklonost štednji. Slično kao i u Harrod-Domarovom modelu, ona ne zavisi od ostalih dešavanja u ekonomiji. Kao drugi glavni učesnik na tržištu definiše se reprezentativna kompanija, odnosno pretpostavlja se da sve firme u ekonomiji imaju pristup istoj proizvodnoj funkciji za finalnim dobrom.

Osnovu modela čini proizvodna funkcija koja se može predstaviti kao:

$$Y(t) = F[K(t), L(t), A(t)] \quad (2.1)$$

gdje $Y(t)$ predstavlja agregatnu proizvodnju (bruto društveni proizvod), odnosno ukupan iznos proizvodnje finalnog dobra u ekonomiji u trenutku t . Ukupna količina kapitala je označena sa $K(t)$, i predstavlja količinu mašina i opreme koja se koristi u proizvodnji. Ovdje se, zbog jednostavnosti modela, podrazumijeva da je količina kapitala jednaka finalnom proizvodu koji, umjesto da se troši, koristi se u proizvodnji. $L(t)$ je ukupna radna snaga, koja može biti mjerena na različite načine, kao što je broj efektivnih sati rada ili broj zaposlenih radnika. $A(t)$ predstavlja stanje, odnosno efikasnost preovlađujuće tehnologije u trenutku t .

Koncept efikasnosti tehnologije često se naziva ukupna, totalna ili globalna faktorska produktivnost ili prosto rezidual. On nema prirodnu jedinicu mjere,² i predstavlja više apstraktan koncept koji je najčešće multidimenzionalan. U ovom modelu rezidual se posmatra u širokom smislu, uključujući efekte organizacije proizvodnje i tržišta na efikasnost korišćenja faktora proizvodnje. Pretpostavka Solowljevog modela je da je tehnologija egzogeno određena, slobodno dostupna, i predstavlja neekskluzivno i nerivalno dobro. Kasniji endogeni modeli rasta ublažavaju pretpostavku o slobodnoj dostupnosti tehnologije, uzimajući u obzir značajne razlike u njenoj razvijenosti u različitim zemljama. Uzimanje tehnologije kao egzogeno date, kao i neobjašnjavanje njene strukture, predstavlja jedan od značajnih ograničavajućih faktora

²Iz razloga matematičke podobnosti predstavlja se indeksnim brojevima.

neoklasične agregatne proizvodne funkcije.

Najčešće korišćen oblik kojim se predstavlja proizvodna funkcija jeste Cobb–Douglasova funkcija koja ima sledeći oblik:

$$Y(t) = A(t)K(t)^\alpha L(t)^{1-\alpha} \quad \text{gdje je } 0 < \alpha < 1$$

Njen oblik u slučaju radno štedne tehnologije dat je sledećom izrazom:

$$Y(t) = K(t)^\alpha (A(t)L(t))^{1-\alpha} \quad \text{gdje je } 0 < \alpha < 1$$

Pretpostavlja se da efikasnost tehnologije raste po unaprijed određenoj eksponencijalnoj stopi g_a , dok koeficijenti α i $1 - \alpha$ predstavljaju elastičnost proizvodnje u odnosu na kapital i rad. Proizvodna funkcija se može napisati u obliku u kome je zavisna promjenjljiva predstavljena kao proizvodnja po radniku (odnosno efektivnom radniku u slučaju radno štedne tehnologije) ili produktivnost (y). Sa druge strane, nezavisno promjenjljivu predstavlja kapital po radniku ili kapitalna opremljenost (k). Pošto model pretpostavlja punu zaposlenost faktora proizvodnje, smatra se da je radna snaga jednaka populaciji.

$$y = \frac{Y}{AL} = K^\alpha (AL)^{-\alpha} = \left(\frac{K}{AL} \right)^\alpha = k^\alpha \quad (2.2)$$

2.1. USLOVI KOJE ZADOVOLJAVA PROIZVODNA FUNKCIJA

Kako bi se objasnila suština modela potrebno je na početku objasniti pretpostavke koje se odnose na proizvodnu funkciju. U nastavku su navedene osnovne pretpostavke agregatne proizvodne funkcije Solowljevog modela [Acemoglu, 2009]. Pretpostavlja se da je proizvodna funkcija $Y(t)$ *neprekidna i diferencijabilna* za sve nenegativne vrijednosti argumenta (K , L i A).³

³Pretpostavka nenegativnosti kapitala i rada je prirodna, a kako tehnologija nema prirodnu jedinicu mjere, njeno ograničavanje na nenegativne vrijednosti ne dovodi do gubitka opštosti zaključaka.

Ostale pretpostavke proizvodne funkcije koje ćemo detaljno objasniti u nastavku su: homogenost prvog stepena, pripadnost klasi \mathcal{C}^2 , mogućnost supstitucije faktora proizvodnje i potpuna konkurencija.

2.1.1. HOMOGENOST PRVOG STEPENA

Proizvodna funkcija je *linearno homogena* (prvog stepena) u odnosu na parametre rada i kapitala. Linearna homogenost podrazumijeva da proizvodnja ima *konstantne prinose* u odnosu na oba faktora, što znači da ukoliko dođe do proporcionalnog istovremenog povećanja količine rada i kapitala i proizvodnja će se povećati za isti iznos.⁴ Pretpostavka konstantnih prinosa zasniva se na tome da se posmatra ekonomija koja je dovoljno velika da ukoliko dođe do, na primjer, udvostručenja inputa rada i kapitala, oni će se u suštini koristiti na isti način kao postojeći inputi i dovesti do dupliranja proizvodnje. Takođe, pretpostavlja se da su svi ostali faktori, osim rada i kapitala, koji bi mogli narušiti pretpostavku konstantnih prinosa (kao prirodni resursi i slično) relativno nevažni. Osobina konstantnih prinosa proizvodne funkcije dodatno je značajna pošto omogućava primjenu Eulerove teoreme.⁵ Može se lako dokazati da Cobb-Douglasova funkcija zadovoljava navedene pretpostavke (neprekidnosti, diferencijabilnosti, linearne homogenosti, odnosno konstantnih prinosa). Tako, pretpostavka konstantnih prinosa u slučaju Cobb-Douglasove funkcije ispunjena je kroz činjenicu da je zbir koeficijenata elastičnosti proizvodnje u odnosu na rad i kapital α i $1 - \alpha$ jednak jedinici [Chiang, 1974].

⁴ $F(\lambda K, \lambda L) = \lambda^m F(K, L)$, za svako $\lambda, K, L > 0$. S obzirom na homogenost prvog stepena, $m = 1$.

⁵Ako je F neprekidna, diferencijabilna funkcija sa prvim parcijalnim izvodima F_K i F_L , kao i homogena stepena m u odnosu na promjenljive K i L onda važi da je: $mF(K, L, A) = F_K(K, L, A)K + F_L(K, L, A)L$, za svako K, L i $A \geq 0$. Takođe, F_K i F_L su linearno homogene funkcije stepena $m - 1$ u odnosu na K i L . Za neoklasičnu proizvodnu funkciju imamo $m = 1$.

2.1.2. PRIPADNOST KLASI \mathcal{C}^2

Proizvodna funkcija je *dvostruko neprekidno diferencijabilna* ($F \in \mathcal{C}^2$) u odnosu na parametre K i L i imamo:

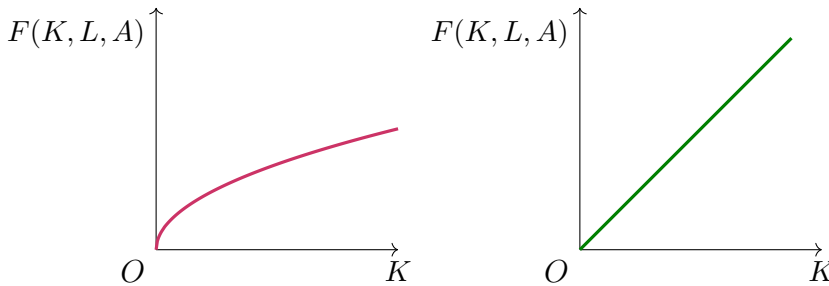
$$\begin{aligned} F_K(K, L, A) &\equiv \frac{\partial F_K}{\partial K} > 0 & F_L(K, L, A) &\equiv \frac{\partial F_L}{\partial L} > 0 \\ F_{KK}(K, L, A) &\equiv \frac{\partial^2 F_K}{\partial K^2} < 0 & F_{LL}(K, L, A) &\equiv \frac{\partial^2 F_L}{\partial L^2} < 0 \end{aligned}$$

Prve dvije nejednakosti pokazuju da su marginalni proizvodi faktora proizvodnje pozitivni, što implicira da rast bilo kojeg faktora proizvodnje rezultira rastom proizvodnje. Međutim, u drugom dijelu je data značajnija pretpostavka zakona opadajućih prinosa, koja podrazumijeva negativne druge parcijalne izvode kapitala i rada, odnosno opadajuće marginalne proizvode oba faktora proizvodnje. Proporcionalno povećanje jednog faktora proizvodnje (na primjer K), uz ostale neizmijenjene uslove (konstantno L i A), dovodi do manje od proporcionalnog povećanja proizvodnje. Pri tome, ista relacija važi i za drugi faktor proizvodnje, količinu rada. Opadajuća marginalna produktivnost kapitala je karakteristika koja razlikuje Solowljev model rasta od Harrod-Domarovog i kasnijih endogenih teorija rasta. Ona je značajna iz razloga što limitira mogućnost modela da dâ zadovoljavajuće objašnjenje osnovnih pitanja teorije rasta: razlike u nivou bruto društvenog proizvoda po stanovniku između zemalja kao i razlike u stopama rasta.

Postojanje opadajućih prinosa se može prikazati i kroz dodatne granične uslove, poznate kao Inada uslovi, koji predstavljaju i strožije uslove nego što je potrebno za osnovne rezultate modela:

$$\begin{aligned} \lim_{K \rightarrow 0} F_K(K, L, A) = \infty & \quad \lim_{K \rightarrow \infty} F_K(K, L, A) = 0 \quad \forall A, L > 0 \\ \lim_{L \rightarrow 0} F_L(K, L, A) = \infty & \quad \lim_{L \rightarrow \infty} F_L(K, L, A) = 0 \quad \forall A, K > 0 \end{aligned}$$

Osnovna uloga ovih uslova je u obezbjeđivanju unutrašnje ravnoteže, odnosno da obezbijede da ne dođe do divergencije putanje rasta ekonomije. Inada uslovi govore da su prve jedinice kapitala i rada visoko produktivne, a da u uslovima kada postoji obilje rada i kapitala, njihovi marginalni proizvodi se približavaju nuli. Na grafiku 2.1, na lijevoj strani je data proizvodna funkcija koja zadovoljava Inada uslove, dok dio grafika na desnoj strani pokazuje proizvodnu funkciju kada oni nisu zadovoljeni [Romer, 2012].



Grafik 2.1: *Proizvodna funkcija i marginalni proizvod kapitala*

2.1.3. MOGUĆNOST SUPSTITUCIJE FAKTORA PROIZVODNJE

Proizvodna funkcija polazi od pretpostavke *mogućnosti supstitucije faktora proizvodnje*. Isti obim proizvodnje može se ostvariti različitom kombinacijom faktora proizvodnje, što predstavlja realnu opciju ukoliko se cijene faktora proizvodnje mijenjaju. Elastičnost supstitucije predstavlja važnu činjenicu kod opisa tehnologije i naročito je značajna za mjerenje brzine opadajućih prinosa. Ako pođemo od opšteg oblika proizvodne funkcije i pretpostavimo da male promjene oba faktora proizvodnje dovode do male promjene ukupne proizvodnje

$$dY = \frac{\partial Y}{\partial K} dK + \frac{\partial Y}{\partial L} dL$$

i ako dalje pretpostavimo da je $dY = 0$, tada slijedi da je $\frac{dK}{dL} = -\frac{\partial Y/\partial L}{\partial Y/\partial K} dK$ ili $\frac{dK}{dL} = -\frac{F_L}{F_K}$. Poslednji izraz predstavlja mjeru nagiba izokvante, dok njegova apsolutna vrijednost predstavlja mjeru granične stope tehničke supstitucije između dva navedena faktora (pri čemu se proizvodnja smatra nepromijenjenom). Kako je elastičnost supstitucije između kapitala i rada jednaka odnosu između relativnih promjena u odnosima faktorskih proporcija (K/L) i promjena marginalne stope supstitucije faktora proizvodnje, ona se može zapisati kao:

$$e = \frac{\frac{\Delta(K/L)}{K/L}}{\frac{\Delta(F_L/F_K)}{F_L/F_K}} = \frac{\frac{\Delta(K/L)}{K/L}}{\frac{\Delta(w/r)}{w/r}} = -\frac{\partial \ln(F_K/F_L)}{\partial \ln(K/L)}$$

U slučaju Cobb-Douglasove proizvodne funkcije, elastičnost supstitucije jednaka je jedinici. Treba napomenuti da je Cobb-Douglasova proizvodna funkcija specijalni oblik CES proizvodne funkcije, kod koje je elastičnost supstitucije konstantna i kreće se u intervalu od 0 do $+\infty$. Kako je kod Cobb-Douglasove funkcije $\frac{dK}{dL} = -\frac{1-\alpha}{\alpha} \frac{K}{L}$, to je elastičnost supstitucije jednaka $e = \frac{\alpha}{1-\alpha}$, tako da jedinična vrijednost elastičnosti supstitucije proizlazi direktno i iz konstantnosti α i $1 - \alpha$. Naime,

$$\frac{1 - \alpha}{\alpha} = \frac{Y_{L_t} L_t / Y_t}{Y_{K_t} K_t / Y_t} = \frac{Y_{L_t} L_t}{Y_{K_t} K_t} = \frac{w_t L_t}{r_t K_t}$$

Ovakva relacija važi samo u slučaju kada su relativne promjene u faktorskim cijenama praćene istom veličinom odgovarajućih promjena u raciju faktora proizvodnje, samo u suprotnom smjeru.

Ukoliko se vratimo na domen koeficijenta elastičnosti supstitucije opšteg oblika CES funkcije $(0, +\infty)$, možemo posmatrati šta se dešava ukoliko je koeficijent različit od jedan. Tako, ukoliko je elastičnost supstitucije manja od jedan, što predstavlja realističniji slučaj, onda možemo očekivati da će se efekat opadajućih prinosa brže ostvariti, nego što je to slučaj kod Cobb-Douglasove funkcije. U slučaju kada elastičnost supstitucije teži nuli, onda CES funkcija konvergira Leontijevoj funkciji (na kojoj se zasniva

Harrod-Domarova proizvodna funkcija), i postoji trenutni efekat opadajućih prinosa. Sa druge strane, ukoliko je elastičnost veća od jedan onda se efekat opadajućih prinosa ostvaruje sve sporije, sve do graničnog slučaja koji teži ka beskonačnoj elastičnosti supstitucije. Poslednja situacija predstavlja nerealan slučaj kada efekat opadajućih prinosa u potpunosti nestaje. Naravno, sve druge varijante, u kojima elastičnost supstitucije nije jednaka jedinici, više ne podrazumijevaju pretpostavku o konstantnosti udjela faktora proizvodnje [Barro i Sala-i-Martin, 1995].

2.1.4. POTPUNA KONKURENCIJA

Proizvodna funkcija pretpostavlja *potpunu konkurenciju* i plaćanje faktora proizvodnje prema marginalnom proizvodu. Problem statičke maksimizacije profita reprezentativne firme može se zapisati kao:

$$\max [F(K, L, A) - w_t L - r_t K] \quad (2.3)$$

gdje w_t predstavlja cijenu jediničnog rada, a r_t cijenu jediničnog kapitala. Kako se pretpostavljaju uslovi savršene konkurencije, cijene faktora proizvodnje su egzogeno određene veličine, date za preduzeće. Na konkurentnom tržištu firme zapošljavaju radnike sve dok se plate ne izjednače sa marginalnom produktivnošću rada. Takođe, investiranje u kapital vrši se sve dok se prinos na kapital ne izjednači sa marginalnom produktivnošću kapitala, umanjenim za amortizaciju. Kako je proizvodna funkcija diferencijabilna, potrebni uslovi prvog reda za maksimum fukcije daju sledeće odnose:

$$\begin{aligned} w_t &= F_L(K, L, A) \\ r_t &= F_K(K, L, A) \end{aligned}$$

Na osnovu Eulerove teoreme, pretpostavke linearne homogenosti, te uzimajući u obzir uslove savršene konkurencije na tržištu faktora proizvodnje može se zaključiti da je:

$$Y = w_t L + r_t K \quad (2.4)$$

Ovaj rezultat upućuje na zaključak da firme ne ostvaruju profit, tako da nije neophodno definisanje vlasništva, već je dovoljno da se uzme u obzir činjenica da im je osnovni cilj maksimiziranje profita.

U slučaju Cobb-Douglasove funkcije jednakost marginalnih produktivnosti rada, odnosno kapitala, i njihovih cijena može se predstaviti kao:

$$F_L = \frac{dY}{dL} = (1 - \alpha)K^\alpha (AL)^{-\alpha} A = w_t$$

$$F_K = \frac{dY}{dK} = \alpha K^{(\alpha-1)} (AL)^{1-\alpha} = r_t$$

S obzirom na ove relacije, može se tvrditi da koeficijenti α i $1 - \alpha$ predstavljaju udio rada i kapitala u bruto domaćem proizvodu, odnosno

$$\frac{r_t K}{Y} = \frac{F_K K}{Y} = \frac{\alpha K^{(\alpha-1)} (AL)^{1-\alpha} K}{K^\alpha (AL)^{1-\alpha}} = \alpha \quad (2.5)$$

$$\frac{w_t L}{Y} = \frac{F_L L}{Y} = \frac{(1 - \alpha) K^\alpha (AL)^{-\alpha} AL}{K^\alpha (AL)^{1-\alpha}} = 1 - \alpha \quad (2.6)$$

Relacije 2.5 i 2.6 pokazuju da se ova dva koeficijenta mogu koristiti kao mjera opadajućih marginalnih prinosa svakog od inputa. Odnosno, manja vrijednost α vodi manjem iznosu povraćaja na investirani kapital, a isto tako manja vrijednost $1 - \alpha$ vodi manjoj koristi od povećane zaposlenosti.

Uzimajući u obzir gore navedene pretpostavke, modelom se može prikazati kako se kapital i bruto društveni proizvod mijenjaju u toku vremena.

2.2. RAVNOTEŽNO STANJE KAPITALNE OPREMLJENOSTI

Osnovna jednačina nacionalnog računa, pod pretpostavkom zatvorene privrede i isključivanja uticaja države, data je kao

$$Y(t) = C(t) + I(t)$$

U navedenoj relaciji, štednja predstavlja konstantan dio bruto društvenog proizvoda $S(t) = sY(t)$, a potrošnja je data kao $C(t) = (1 - s)Y(t)$. Takođe, ukupne investicije su jednake ukupnoj štednji $I(t) = S(t)$, odnosno postoji konstantna stopa investicija $I(t)/Y(t) = s$, koja predstavlja ključnu pretpostavku u formiranju stoka kapitala. Pretpostavlja se konstantna eksponencijalna stopa amortizacije kapitala δ , što znači da od jedne jedinice kapitala iz tekućeg perioda, samo $1 - \delta$ ostaje u narednom periodu. Tako je ukupna količina kapitala predstavljena sumom bruto investicija ostvarenih u prošlosti, a koje se još uvijek koriste u sadašnjem trenutku. Na osnovu ovoga može se zaključiti da su promjene u stoku kapitala jednake razlici između bruto štednje i amortizacije. Rast broja stanovnika, odnosno radne snage predstavljen je eksponencijalnom funkcijom $L = L(0)e^{nt}$. Ukoliko se model prikazuje u kontinuiranoj verziji, onda se promjena stoka kapitala može zapisati kao:

$$\dot{K} = sY - \delta K \quad (2.7)$$

Akumulaciju kapitala definišu dvije sile sa suprotnim dejstvom, stopa štednje i stopa amortizacije kapitala. Ako je štednja veća od amortizacije kapitala stok kapitala raste i obrnuto. Ravnotežno stanje se definiše kao stanje u kome se stopa rasta kapitala dalje ne mijenja. Kako je iznos kapitala po radniku dat relacijom $k = \frac{K}{L}$, a takođe, koristeći pravilo konstantnih prinosa, proizvodnja po zaposlenom je data kao

$$y = F \left[\frac{K}{L}, 1, A \right] = f(k)$$

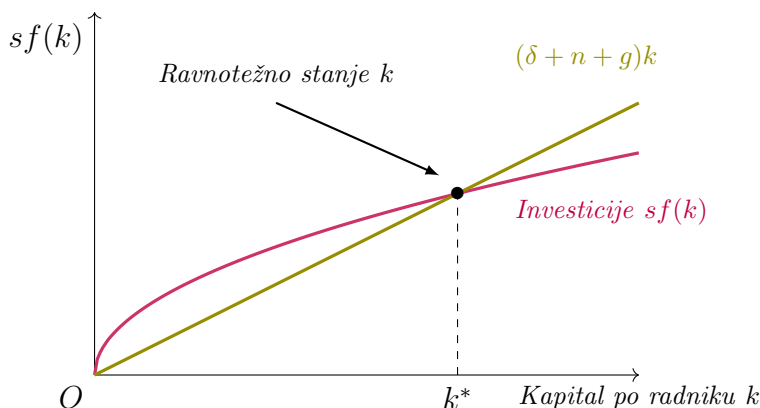
(pri čemu se smatra da nema tehnološkog progresa), stopa rasta kapitalne opremljenosti se može zapisati kao $\frac{\dot{k}}{k} = \frac{\dot{K}}{K} = \frac{\dot{L}}{L}$, odnosno $\frac{\dot{k}}{k} = \frac{\dot{K}}{K} - n$, odakle je $\dot{k} = \frac{\dot{K}}{L} - nk$. Koristeći relaciju 2.7, dobija se da je promjena kapitalne opremljenosti:

$$\dot{k} = sY - (n + \delta)k \quad (2.8)$$

Prethodna jednačina predstavlja osnovnu relaciju Solowljevog modela, koja pokazuje da stopa promjene kapitalne opremljenosti predstavlja razliku između stvarnih investicija po zaposlenom i iznosa novih investicija koje se moraju ostvariti da bi se kapitalna opremljenost održala konstantnom. Nove investicije su neophodne budući da amortizacija kapitala i porast broja stanovnika redukuju kapital po stanovniku. Kada su stvarne investicije veće od neophodnih novih investicija onda dolazi do povećanja kapitalne opremljenosti, dok u suprotnom slučaju ona opada [Romer, 2012]. Ravnotežno stanje, označeno sa k^* , u kome nema promjene kapitala po stanovniku, predstavlja tačku u kojoj se izjednačavaju štednja i zbir stope depresijacije i stope rasta stanovništva.

Kako pod uticajem opadajućih prinosa kapitala proizvodnja raste sporije od kapitala, proizvodna funkcija je konkavna u (Y, K) prostoru. Ovo dovodi do toga da je i funkcija štednje takođe konkavna, što znači da raste sporije od funkcija graničnih investicija. Takvo stanje traje do trenutka dok se ne dostigne ravnoteža, kada K i Y imaju nultu stopu rasta. Ova kretanja se mogu vidjeti na grafiku 2.2. Prema tome, u osnovnom modelu Solowa, sa pretpostavkom rasta stanovništva i zaposlenosti po istoj, konstantnoj eksponencijalnoj stopi n , bez tehničkog progresa i sa inicijalnim stokom kapitala $K(0)$, ravnotežnu putanju rasta karakterišu sledeće veličine:

- (a) Stopa rasta stanovništva n ;
- (b) Konstantnost kapitalnog koeficijenta na nivou k^* ;
- (c) Konstantnost proizvodnje po radniku na nivou $y^* = f(k^*)$, kao i potrošnje po radniku $c^* = (1 - s)f(k^*)$.



Grafik 2.2: *Aktuelne i prelomne investicije – ravnotežno stanje kapitalne opremljenosti*

Stope rasta kapitalne opremljenosti, produktivnosti i potrošnje su jednake nuli. Stopa rasta bruto društvenog proizvoda (agregatne proizvodnje) Y i agregatnog kapitala K iznosi n . Takođe, cijene rada i kapitala jednake su njihovim marginalnim proizvodima [Aghion et al., 2009].

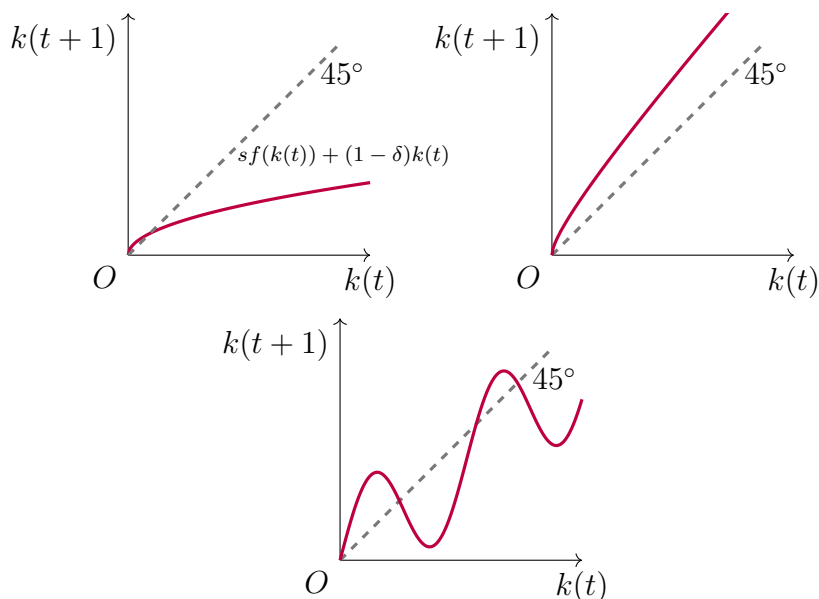
2.2.1. KARAKTERISTIKE RAVNOTEŽNOG STANJA KAPITALNE OPREMLJENOSTI

Prilikom definisanja ravnotežnog stanja značajno je istaći da ono definiše čitavu putanju alokacije i kretanja cijena. Ravnotežno stanje opisuje ponašanje ekonomije i ne posmatra se kao statička ravnoteža. Matematički gledano, ravnotežno stanje kretanja kapitalne opremljenosti predstavlja stacionarnu tačku relacije 2.8, ka kojoj ekonomija teži.

Ravnotežno stanje ima karakteristiku jedinstvenosti,⁶ koja

⁶Ukoliko se ne uzima u obzir trivijalno ravnotežno stanje u kome su k^* i y^* jednaki nuli.

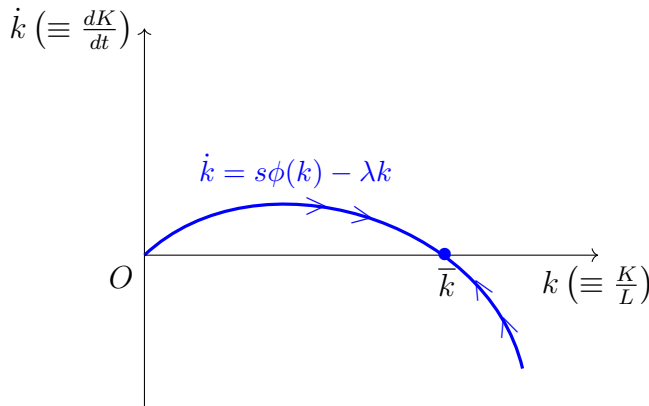
proizlazi iz ispunjenosti pretpostavke o postojanju opadajućih prinosa i strožih Inada uslova. Odnosno, na grafiku 2.3, u prva dva dijela, prikazana je situacija kada nezadovoljenje Inada uslova dovodi do nepostojanja ravnatežnog stanja. Situacija prikazana na trećem dijelu grafika podrazumijeva narušenu pretpostavku postojanja opadajućih prinosa, koja vodi ka nepostojanju jedin-stvenog rješenja.



Grafik 2.3: *Nepostojanje i nejedinstvenost ravnatežnog stanja*

Ravnatežno stanje u Solowljevom modelu predstavlja takođe i stabilno stanje, što se može prikazati pomoću faznog dijagrama prikazanog na grafiku 2.4, koji prikazuje odnos \dot{k} i k .

Fazna linija se dobija kao razlika udaljenosti između krive koja predstavlja štednju i krive graničnih investicija. Kako za $f(0) = 0$, postoji jednakost stvarnih i graničnih investicija za slučaj kada je $k = 0$. Uzimajući u obzir Inada uslove, kada je $k = 0$, $f'(k)$ ima veliku vrijednost, i kriva štednje je strmija od krive graničnih investicija. Ovo znači da je za male vrijednosti kapitalne opremljenosti štednja veća od graničnih investicija. Sa povećanjem kapitalne opremljenosti $f'(k)$ teži ka nuli, pa u



Grafik 2.4: Fazni dijagram promjene kapitalne opremljenosti

određenom trenutku nagib krive štednje postaje manji od nagiba krive graničnih investicija. Iz ovoga slijedi da se dvije linije moraju presjeći u određenom trenutku. Uzimajući u obzir karakteristiku opadajućih prinosa ($f''(k) < 0$), taj presjek predstavlja jedinstvenu ravnotežnu tačku. Iz ovoga proizlazi da ukoliko je kapitalna opremljenost inicijalno manja od ravnotežne, štednja je veća od graničnih investicija, odnosno promjena kapitalne opremljenosti je pozitivna, i obratno. Ukoliko je k jednako k^* tada je promjena kapitalne opremljenosti jednaka nuli. Kako fazna linija ima negativan nagib u tački k^* , ravnoteža se može definisati kao stabilna.⁷ To znači da uz zadatu bilo koju početnu vrijednost k , model dinamički konvergira ka ravnotežnom nivou. Kada se dostigne ravnoteža, u slučaju postojanja rasta stanovništva, kapi-

⁷Za linearnu diferencijalnu jednačinu oblika $\dot{x}(t) = ax(t)$ važi da je globalno asimptotski stabilna kad je $a < 0$. Ako je g neprekidna funkcija i ukoliko postoji x^* , takvo da je $g(x^*) = 0$, i ukoliko važi da je $g(x) < 0$, za svako $x > x^*$, i $g(x) > 0$ za svako $x < x^*$, tada je ravnotežno stanje nelinearne diferencijalne jednačine $\dot{x}(t) = g(x)$, x^* , globalno asimptotski stabilno (tj. počevši od $x(0)$, $x(t) \rightarrow x^*$). Uopštavajući navedeno pravilo na primjer diferencijalne jednačine za promjenu kapitalne opremljenosti može se tvrditi da počevši od neke vrijednosti $k(0) > 0$, $k(t) \rightarrow k^*$.

tal, neto investicije i agregatna proizvodnja moraju rasti po stopi n , što predstavlja karakteristiku stabilnog stanja (za detaljniji prikaz vidjeti [Chiang, 1974]).

Imajući u vidu da je $y = k^\alpha$ i $sy = k(\delta + n)$, ravnatežno stanje, za slučaj Cobb-Douglasove funkcije kada nema tehnološkog progresa, može se okarakterisati sledećim relacijama:

$$k^* = \left[\frac{s}{\delta + n} \right]^{\frac{1}{1-\alpha}} \quad (2.9)$$

koja predstavlja ravnatežnu kapitalnu opremljenost⁸ i

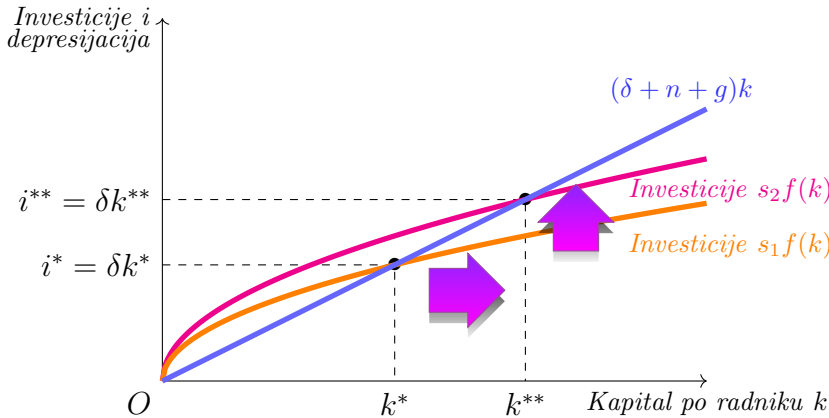
$$y^* = \left[\frac{s}{\delta + n} \right]^{\frac{\alpha}{1-\alpha}} \quad (2.10)$$

koja predstavlja ravnatežnu produktivnost. Ove relacije ukazuju na to da će zemlje koje imaju veću stopu štednje, odnosno investicija, uz ostale neizmijenjene uslove, biti bogatije. Do ovoga dolazi zbog akumuliranja veće količine kapitala po radniku, što znači da imaju i veću proizvodnju po radniku. Sa druge strane, zemlje sa višom stopom rasta stanovništva biće siromašnije jer akumuliraju sve manje kapitala po radniku.

2.2.2. UTICAJ STOPE ŠTEDNJE

Parametar u Solowljevom modelu na koji kreatori ekonomske politike najviše mogu da utiču jeste stopa štednje. Na grafiku 2.5 prikazano je šta se događa u privredi koja se nalazi u ravnatežnom stanju kada dođe do promjene s , kao i promjena δ i n .

⁸Kako je $sk^\alpha = k(n + \delta)$, slijedi $\frac{k}{k^\alpha} = \frac{s}{\delta+n}$, odakle se dobija izraz za k^* .



Grafik 2.5: Efekat povećanja štednje na investicije

Ukoliko se pretpostavi povećanje stope štednje, dolazi do pomjeranja krive sy na gore, tako da u tački k^* investicije po radniku premašuju količinu koja je potrebna da bi kapitalna opremljenost bila konstantna. Zbog toga kapitalna opremljenost raste do novog višeg ravnotežnog stanja k^{**} . To takođe povlači sa sobom veći nivo produktivnosti. Rast ravnotežnog nivoa kapitalne opremljenosti pod uticajem rasta stope štednje je privremen, dok privreda ne stigne do novog ravnotežnog stanja.

Ukratko, ako se pretpostavi povećanje stope štednje doći će do povećanja štednje u određenom trenutku, nakon čega ona ostaje konstantna. Promjena kapitalne opremljenosti raste od nule do određenog pozitivnog iznosa, dok kapitalna opremljenost raste postepeno sa početnog ravnotežnog stanja na novo ravnotežno stanje, uporedo sa opadanjem \dot{k} ka nuli.

Sa druge strane, povećanje stope rasta stanovništva rotira krivu $k(\delta + n)$ na gore, tako da u ravnotežnoj tački k^* investicije po radniku nisu dovoljne da bi održale kapitalnu opremljenost konstantnom. Zbog toga k^* pada ka novom nižem ravnotežnom stanju k^{**} u kome privreda ima manje kapitala nego ranije [Popović, 2005].

2.3. TRANZICIONA DINAMIKA I BRZINA KONVERGENCIJE

Tranziciona dinamika i brzina konvergencije ka ravnotežnom stanju može se jednostavno objasniti na primjeru Cobb-Douglasove funkcije. Ako se ima u vidu da je relacija za promjenu kapitalnog koeficijenta:

$$\dot{k} = sk^\alpha - (n + \delta)k \quad (2.11)$$

specifičan oblik Bernulijeve jednačine⁹ u varijabli k , onda se lako može dobiti njen linearizovani oblik. Uvodeći da je $x = k^{1-\alpha}$, dobija se da je¹⁰

$$\dot{x} = (1 - \alpha)s - (1 - \alpha)(n + \delta)x \quad (2.12)$$

što predstavlja linearnu diferencijalnu jednačinu čije je rješenje¹¹

$$x = \left[x(0) - \frac{s}{n + \delta} \right] e^{-(1-\alpha)(n+\delta)t} + \frac{s}{n + \delta}$$

i odakle dobijamo:

$$k = \left[\left(k(0)^{1-\alpha} - \frac{s}{n + \delta} \right) e^{-(1-\alpha)(n+\delta)t} + \frac{s}{n + \delta} \right]^{\frac{1}{1-\alpha}}$$

Ovdje je $k(0)$ početna vrijednost kapitalne opremljenosti, dok sama relacija pokazuje vremensku putanju za k . Kako u slučaju kada $t \rightarrow \infty$, eksponencijalni izraz teži nuli, onda slijedi da $k \rightarrow k^* = \left(\frac{s}{n + \delta} \right)^{\frac{1}{1-\alpha}}$, odnosno kapitalna opremljenost teži

⁹Opšti oblik Bernulijeve jednačine, koja predstavlja specifičan nelinearni oblik diferencijalne jednačine, glasi $\frac{dy}{dt} + ay = by^m$, gdje su a i b funkcije od t , a m bilo koji broj osim 0 i 1.

¹⁰Na osnovu uvedene smjene dobija se da je $k = x^{\frac{1}{1-\alpha}}$, odnosno $\dot{k} = \frac{1}{1-\alpha} x^{\frac{\alpha}{1-\alpha}} \dot{x}$, što zamjenom u 2.11 i sređivanjem izraza daje 2.12.

¹¹Opšti oblik rješenja linearne diferencijalne jednačine sa konstantnim koeficijentom i konstantnim članom glasi $y = (y(0) - \frac{b}{a}) e^{-at} + \frac{b}{a}$

konstanti ka svojoj ravnotežnoj vrijednosti. Razlika između početnog stanja $k(0)$ i ravnotežne vrijednosti se smanjuje po eksponencijalnoj stopi $(1 - \alpha)(n + \delta)$. Ovo znači da veće α utiče na manje opadajuće prinose kapitala. To smanjuje stopu po kojoj marginalni proizvod kapitala opada prilikom njegove akumulacije i smanjuje brzinu konvergencije. Dodatno, manja vrijednost δ znači manju zamjenu amortizovanog kapitala i zajedno sa manjom vrijednošću n , utiče na smanjenje brzine konvergencije ka ravnotežnom stanju. Može se lako pokazati da se i stopa približavanja produktivnosti ka ravnotežnom stanju može predstaviti istim izrazom [Barro i Sala-i-Martin, 1995].

Jednostavni model bez tehnološkog progresa prikazan u prethodnom dijelu, ne predviđa veoma važnu činjenicu održivog rasta bruto domaćeg proizvoda po stanovniku. Iz tog razloga u nastavku slijedi kratak prikaz modela sa uključenim tehnološkim progresom.

2.4. SOLOWLJEV MODEL SA TEHNOLOŠKIM PROGRESOM

Tehnologija se uvodi u model kroz dodavanje tehnološke varijable A u proizvodnu funkciju, čime se obezbjeđuje veća proizvodnja uz istu količinu rada i kapitala. Razlikuju se tri sledeće varijante [Dragutinović et al., 2012]:

$$Y = F(K, AL) \quad (2.13)$$

gdje je A Harrod-neutralna ili radno-štedna tehnologija;

$$Y = F(AK, L) \quad (2.14)$$

gdje je A Solow-neutralna ili kapitalno-štedna tehnologija;

$$Y = AF(K, L) \quad (2.15)$$

gdje je A Hicks neutralna tehnologija.

U slučaju Harrod neutralne tehnologije A predstavlja efikasnost rada, dok je AL broj efektivnih radnika, tako da povećava

nje efikasnosti rada ima isti efekat na proizvodnju kao povećanje radne snage. Ukoliko se posmatraju izokvante u $L - K$ prostoru proizvodne funkcije $Y = F(K, AL)$, tj. u slučaju Harrod neutralne tehnologije, primjećuje se da je nagib izokvante konstantan na presjeku sa pravama koje predstavljaju konstantan racio kapitala i bruto društvenog proizvoda.

Uvođenjem stope rasta tehnologije, model sada čine četiri funkcije: proizvodna, akumulacije kapitala, akumulacije rada i funkcija tehnologije. Proizvodna funkcija je data relacijom 2.13, dok su funkcije akumulacije rada $L = L(0)e^{nt}$ i promjene kapitala $\dot{K} = sY - \delta K$, iste kao u modelu bez tehnološkog progresa. U ovom obliku modela pretpostavlja se pozitivna stopa tehnološkog progresa $g_a > 0$. Kao što je navedeno, jedna od osnovnih pretpostavki Solowljevog modela je egzogenost tehnološkog progresa. Polazi se od činjenice da se tehnologija poboljšava tokom vremena po egzogeno određenoj eksponencijalnoj stopi g_A : $A = A_0 e^{g_A t}$.

Poboljšanje tehnologije se događa kao rezultat pronalazaka novih tehnologija ili ideja koje radnike sve više čine produktivnim. Analiza modela sa tehnologijom slična je prethodnoj, sa tom razlikom što će se ovdje posmatrati dvije nove varijable, proizvodnja i kapital po efektivnom radniku: $\tilde{k} = \frac{K}{AL}$ i $\tilde{y} = \frac{Y}{AL} = f(\tilde{k})$. Na osnovu ovih relacija stopa rasta kapitalne opremljenosti data je izrazom:

$$\frac{\dot{\tilde{k}}}{\tilde{k}} = \frac{\dot{K}}{K} - g - n \quad (2.16)$$

dok su proizvodnja po radniku i kapital po radniku dati kao $y = A\tilde{y}$ i $k = A\tilde{k}$. Jasno je da će, ukoliko je proizvodnja po efektivnom radniku konstantna, proizvodnja po radniku rasti u slučaju rasta tehnologije. Ovo ukazuje na činjenicu da se u modelima sa tehnološkim progresom ne posmatra više ravnotežno stanje u kome je produktivnost konstantna. U ovom slučaju posmatra se balansirana putanja rasta, gdje produktivnost raste po konstantnoj stopi. Takođe, transformisane varijable po efektivnom radniku (proizvodnja i kapital) ostaju konstante. S obzirom na to, balansirana putanja rasta može se posmatrati kao ravnotežno stanje navedenih transformisanih varijabli.

Kako je promjena kapitala data izrazom $\dot{K} = sF(K, AL) - \delta K$, i uzimajući u obzir relaciju $\tilde{k} = \frac{K}{AL}$ može se izvesti da je promjena kapitala po efektivnom radniku:

$$\dot{\tilde{k}} = sf(\tilde{k}) - (\delta + g_A + n)\tilde{k} \quad (2.17)$$

Jedina razlika između ove relacije i relacije 2.8, date u modelu bez tehničkog progresa, jeste postojanje stope g_A koja ukazuje na to da se radi o kapitalu po efektivnom radniku, i ravnotežno stanje se definiše kao stanje u kome je \tilde{k} konstantno.

Na osnovu ovoga se može zaključiti da u osnovnom Solow-ljevom modelu, sa Harrod neutralnim tehnološkim progresom sa stopom rasta g_A , postoji jedinstveno ravnotežno stanje, jednako: $\tilde{k}^* = sf(\tilde{k}^*) - (\delta + g_A + n)\tilde{k}^*$, gdje $\tilde{k} \in (0, \infty)$.

Pri tome se polazi od toga da važe pretpostavke o konstantnosti prinosa i opadajućem marginalnom proizvodu kapitala, i da kapital, proizvodnja i potrošnja po radniku rastu po egzogeno datoj stopi tehnološkog progresa.

Ukupna štednja je potrebna za zamjenu kapitalnog stoka iz tri razloga: amortizacije kapitala, rasta stanovništva i tehnološkog progresa. Kako je neophodno da iznos kapitala po efektivnom radniku ostane konstantan, čak i u situaciji kada je odnos kapitala i rada konstantan, kapitalna opremljenost opada zbog tehnološkog progresa. Izraz $(\delta + g_A + n)\tilde{k}$ označava prelomnu tačku investicija po radniku, i ukoliko je štednja veća od investicija na nivou prelomne tačke, stok kapitala po efektivnom radniku raste. U suprotnoj situaciji dolazi do njegovog pada.

Zaključci vezani za jedinstvenost i stabilnost ravnotežnog stanja ostaju kao kod modela bez tehnološkog progresa. Takođe, slično je i ponašanje po pitanju konvergencije, odnosno ukoliko se krene od nekog početnog stanja $k(0) > 0$, koje se razlikuje od ravnotežnog, racio kapitala i efektivnog rada konvergira ka ravnotežnom stanju \tilde{k}^* .

2.4.1. RAVNOTEŽNA PROIZVODNJA

Polazeći od Cobb-Douglasove funkcije, proizvodna funkcija po efektivnom radniku može se predstaviti kao $\tilde{y} = \tilde{k}^\alpha$. Na osnovu toga dobijamo:

$$\tilde{k}^* = \left(\frac{s}{\delta + n + g_A} \right)^{\frac{1}{1-\alpha}} \text{ ravnotežni kapital po efektivnom radniku;}$$

$$\tilde{y}^* = \left(\frac{s}{\delta + n + g_A} \right)^{\frac{\alpha}{1-\alpha}} \text{ proizvodnja po efektivnom radniku.}$$

Odnosno imamo:

$$k^* = A \left(\frac{s}{\delta + n + g_A} \right)^{\frac{1}{1-\alpha}} \text{ ravnotežna kapitalna opremljenost;}$$

$$y^* = A \left(\frac{s}{\delta + n + g_A} \right)^{\frac{\alpha}{1-\alpha}} \text{ ravnotežna produktivnost.}$$

Proizvodnja po radniku u ravnotežnom stanju određena je tehnologijom, stopom štednje i rastom stanovništva. Prema Solowljevom modelu zemlja je bogatija ukoliko ima veću stopu štednje, viši nivo tehnologije i manju stopu rasta stanovništva. Promjene tih vrijednosti utiču na dugoročni nivo proizvodnje po stanovniku, ali ne i na dugoročnu stopu rasta.

Da bi se došlo do relacije za stopu rasta produktivnosti polazi se od toga da je produktivnost data kao $y = k^\alpha A^{1-\alpha}$, odakle se dobija da je $\dot{y} = \alpha k^{\alpha-1} A^{1-\alpha} \dot{k} + (1-\alpha) A^{-\alpha} k^\alpha \dot{A}$, pa je stopa ekonomskog rasta:

$$\frac{\dot{y}}{y} = \alpha \frac{\dot{k}}{k} + (1-\alpha) \frac{\dot{A}}{A}$$

Ovo potvrđuje da rast produktivnosti zavisi od rasta tehnologije, čak i u slučaju kada je kapitalna opremljenost konstantna.

Kako je u dugom roku stopa rasta kapitala po efektivnom radniku jednaka nuli ($\frac{\dot{k}^*}{k^*} = 0$), onda je i stopa rasta proizvodnje po efektivnom radniku jednaka nuli ($\frac{\dot{y}^*}{y^*} = 0$). Uzimajući u obzir da je $y = A\tilde{y}$ i $k = A\tilde{k}$ onda je stopa rasta kapitalne opremljenosti i produktivnosti jednaka stopi rasta tehnologije ($\frac{\dot{y}}{y} = g_A$ i $\frac{\dot{k}}{k} = g_A$). Stopa rasta stoka kapitala i bruto društvenog proizvoda jednaka je zbiru stope rasta tehnologije i stope rasta stanovništva ($\frac{\dot{Y}}{Y} = g_A + n$ i $\frac{\dot{K}}{K} = g_A + n$).

Stopa rasta privrede u ravnotežnom stanju određena je egzogeno datom stopom rasta tehnologije. Činjenica da agregatna proizvodnja i kapital rastu po istoj stopi upućuje na nultu stopu rasta odnosa kapitala i proizvodnje, odnosno na konstantnost kapitalnog koeficijenta. Njegova konstantnost i konstantnost udjela kapitala u ukupnoj proizvodnji ukazuju na konstantnost profitne stope, odnosno njenu nultu stopu rasta [Mankiw, 1995]. Kako se povećanje proizvodnje usled tehnološkog progresa raspoređuje između profita i zarada, a već je definisana stopa rasta profita jednaka nuli, onda postoji jednakost između stope rasta tehnološkog progresa i stope rasta zarada. Sa druge strane, kako je učešće rada u ukupnoj proizvodnji konstantno, to dovodi do jednakosti između stopa rasta zarada, produktivnosti rada i tehnološkog progresa.¹²

2.4.2. TRANZICIJA KA RAVNOTEŽNOM STANJU

U toku tranzicije ka ravnotežnom stanju sve navedene varijable (kapital po efektivnom radniku, rast produktivnosti, rast kapitalne opremljenosti, stopa rasta potrošnje) mijenjaju se na više ili niže zavisno od početnog stanja. Ukoliko je početno stanje kapitalne opremljenosti ispod ravnotežnog, onda je stopa rasta kapitalne opremljenosti veća od stope tehnološkog progresa.

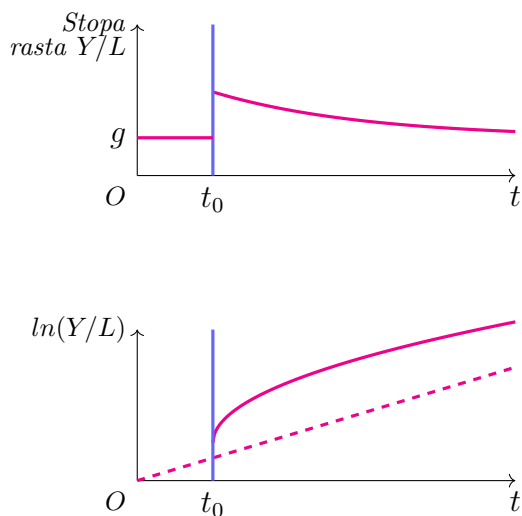
¹²Može se pokazati da ove relacije važe i za druge oblike funkcije pored Cobb-Douglasove, i takođe podržane su u najvećem dijelu statističkim podacima u razvijenim zemljama.

Ona se vremenom smanjuje dok ne dostigne vrijednost g_A . Razlika između početnog stanja $k(0)$ i ravnotežne vrijednosti se smanjuje po eksponencijalnoj stopi $(1 - \alpha)(n + \delta + g_A)$.¹³ Ovaj izraz ima slično značenje kao izraz u modelu bez tehničkog progressa, s tom razlikom što u ovom slučaju dodatno niža stopa tehnološkog progressa dovodi do manje brzine konvergencije ka ravnotežnom stanju.

Eksterni šokovi mogu uticati na promjenu ravnotežnog stanja. U tom kontekstu značajan je uticaj koji ima promjena stope štednje na kretanje dugoročnog nivoa proizvodnje po stanovniku, kao i njen efekat na stopu rasta produktivnosti. Kada je kapitalna opremljenost konstantna, produktivnost raste po stopi rasta tehnološkog progressa. Ukoliko dođe do povećanja štednje u određenom trenutku dolazi do toga da se kapitalna opremljenost povećava kako bi se prilagodila novom ravnotežnom stanju. Povećanje k dovodi do povećanja produktivnosti koja raste ujedno i zbog stope rasta tehnološkog progressa. Sve to čini da ukupna stopa rasta u ovom periodu tranzicije premašuje g_A .

Međutim, kada kapitalna opremljenost dostigne novo, više ravnotežno stanje, samo tehnološki progres doprinosi rastu produktivnosti, pa se stopa rasta proizvodnje po stanovniku vraća na nivo g_A . Inicijalna stopa rasta produktivnosti g_A se naglo povećava u trenutku povećanja štednje, da bi se potom postepeno smanjivala i kretala naniže dok ne dostigne početnu vrijednost. Zbog toga privremeno povećanje stope štednje ima vremenski ograničen uticaj na uvećanje stope rasta produktivnosti. Sa druge strane, sa povećanjem štednje, apsolutni nivo proizvodnje po stanovniku postepeno raste iznad nivoa na kome je bio u ravnotežnom stanju. Nivo proizvodnje po stanovniku zadržava se na novoj višoj putanji, koja je paralelna sa prethodnom (grafik 2.6). Brzina prilagođavanja zavisi od vrijednosti parametra α , odnosno određena je stepenom opadajućih prinosa kapitala.

¹³Do izraza za brzinu konvergencije ka ravnotežnom stanju dolazi se istim postupkom kao kod modela bez tehnološkog progressa.



Grafik 2.6: *Efekat povećanja stope štednje na stopu rasta i nivo produktivnosti*

Kao konačan zaključak može se konstatovati da povećanje štednje ima efekat na ravnotežnu putanju rasta i na nivo produktivnosti, ali ne i na njenu stopu rasta. Tačnije, veća stopa investicija, odnosno štednje, rezultira u više akumuliranog kapitala po radniku, što dovodi do povećanja proizvodnje po radniku. To navodi na zaključak da su dugoročne razlike u nivou proizvodnje po stanovniku i životni standard između zemalja u velikoj mjeri posledica razlika u nivou stopa štednje. Naravno, ovdje se moraju uzeti u obzir ostali faktori kao što su tehnološke mogućnosti, rast stanovništva i stopa amortizacije. Sa druge strane, s obzirom na činjenicu da visoke stope štednje ne znače i visoke dugoročne stope rasta, onda se razlika u proizvodnji po glavi stanovnika između zemalja ne može objasniti razlikama u stopama štednje. Razlike u stopama rasta između zemalja prema neoklasičnom modelu proizlaze iz različite pozicije na tranzicijskoj putanji. Ta pozicija je prouzrokovana promjenama u stopi štednje (investicija) i faktorima koji nju određuju.

2.5. KONVERGENCIJA U MODELU SA TEHNOLOŠKIM PROGRESOM

Usko povezan sa prethodnim zaključkom je pojam konvergenције. On podrazumijeva da bi zemlje koje imaju pristup sličnim proizvodnim mogućnostima, isti stepen amortizacije kapitala, istu stopu rasta stanovništva, kao i istu stopu štednje, trebale da konvergiraju istom ravnotežnom nivou proizvodnje po stanovniku. Kako bi dostigla nivo razvijenosti i životnog standarda targetirane razvijene zemlje, siromašna zemlja povećava nivo štednje, odnosno investicija. Zemlja sa nižim inicijalnim nivoom kapitalne opremljenosti ostvariće brži rast, tokom tranzicionog perioda ka nivou rasta razvijene zemlje. Pri tome, mora biti zadovoljena jednakost i svih drugih uslova između manje razvijenih zemalja, odnosno postojanje istih tehnoloških mogućnosti, iste stopa amortizacije kapitala i rasta stanovništva. Ukoliko je kod nekih od navedenih uslova jednakost ispunjena, onda će zemlje sa istom stopom štednje konvergirati ka njihovoj sopstvenoj ravnotežnoj putanji rasta proizvodnje po stanovniku. Ova vrsta konvergenције poznata je pod nazivom uslovna konvergencija, i logična je iz razloga što nivo razvijenosti nije determinisan samo nivoom stope štednje [Mankiw, 1995].

Da bi došli do izraza za jednačinu konvergenције [Romer, 2012], polazimo od funkcije proizvodnje po stanovniku u obliku $y = Af(k(t))$ i stope rasta kapitalne opremljenosti

$$\frac{\dot{k}}{k} = \frac{sf(k(t))}{k(t)} - n - g_A - \delta$$

Diferenciranjem jednačine za produktivnost i dijeljenjem sa y dobija se da je stopa rasta produktivnosti

$$\frac{\dot{y}}{y} = g_A + \frac{f'(k(t))k(t)}{f(k(t))} \frac{\dot{k}(t)}{k(t)} = g_A + \alpha \frac{\dot{k}(t)}{k(t)}$$

Kako je prvi uslov kod Taylorovog razvoja u okolini ravnotežnog

stanja za kapitalnu opremljenost dat u sledećem obliku:

$$\begin{aligned}\frac{\dot{k}(t)}{k(t)} &= \frac{sf(k(t))}{k(t)} - n - g_A - \delta + (\alpha - 1) \frac{sf(k^*)}{k^*} (\log k(t) - \log k^*) \\ &\approx (\alpha - 1) (n + g_A + \delta) (\log k(t) - \log k^*)\end{aligned}$$

onda je i stopa rasta produktivnosti data sa:

$$\frac{\dot{y}}{y} \approx g_A - \alpha (1 - \alpha) (n + g_A + \delta) (\log k(t) - \log k^*)$$

Uzimajući u obzir da se prvi uslov Taylorovog razvoja za $\log y$, u odnosu na $\log k(t)$, u okolini $\log k^*$ može napisati kao $\log y - \log y^* = \alpha (\log k(t) - \log k^*)$, onda dobijamo jednačinu konvergencije:

$$\frac{\dot{y}}{y} \approx g_A - \alpha (1 - \alpha) (n + g_A + \delta) (\log y - \log y^*)$$

Prethodna relacija govori da postoje dva izvora rasta produktivnosti: stopa tehnološkog progresa i konvergencija koja proizlazi iz negativnog uticaja razlike između trenutnog i ravnotežnog nivoa produktivnosti. Što je niža vrijednost produktivnosti u odnosu na ravnotežnu (odnosno niži kapitalni racio u odnosu na ravnotežni) to vodi ka bržem rastu kapitalne opremljenosti i produktivnosti. Takođe, izraz $n + g_A + \delta$ predstavlja iznos stope po kojoj treba izvršiti zamjenu kapitalne opremljenosti. Što je veća vrijednost navedene stope, veći je iznos investicija u zemlji i postoji prostor za brže prilagođavanje. Veći iznos koeficijenta α dovodi do sve većeg približavanja AK proizvodnoj funkciji, što podrazumijeva sporiju konvergenciju, do graničnog slučaja kada je $\alpha = 1$, kada konvergencija uopšte ne postoji.

Koristeći prethodnu relaciju za stopu rasta produktivnosti, može se doći do regresione jednačine rasta¹⁴ koju je dao [Barro, 1991]:

$$g_{i,t,t-1} = b_0 + b_1 \log y_{i,t-1} + \varepsilon_{i,t}$$

¹⁴Naravno, ovdje se moraju uzeti u obzir ograničenja koje ovakav regresioni pristup ima.

gdje $g_{i,t,t-1}$, predstavlja stopu rasta zemlje u periodu od $t-1$ do t , $\log y_{i,t-1}$ predstavlja inicijalnu logaritamsku vrijednost proizvodnje po stanovniku, dok je $\varepsilon_{i,t}$ stohastički član koji obuhvata sve uticaje koji nisu uključeni u model. Primjenjujući ovu regresionu jednačinu na skup zemalja sa sličnim karakteristikama (OECD zemlje) [Barro, 1991, Barro i Sala-i-Martin, 1995], primijećena je visoka negativna vrijednost koeficijenta b_1 . Međutim, u slučaju kad se posmatra širok skup zemalja nije primijećeno postojanje konvergencije. Ova druga situacija nazvana je apsolutna konvergencija. U slučaju kada sve zemlje imaju različite karakteristike (tehnološke mogućnosti, investicionu politiku i sl.) Solowljev model ne predviđa postojanje konvergencije u nivou proizvodnje po stanovniku. Ako se uzme da parametar b_0 predstavlja funkciju specifičnih karakteristika zemlje, dolazi se do zaključka postojanja uslovne konvergencije. Konvergencija se mnogo brže odvija u uslovima otvorene ekonomije. Ako se uzme u obzir da je kapitalna opremljenost u zemljama u razvoju dosta niska, onda je povraćaj na investicije u fizički kapital znatno veći nego u razvijenim zemljama (zbog opadajućih prinosa kapitala). Iz tog razloga ove zemlje bi trebale da budu atraktivne za investiranje razvijenim zemljama, što dovodi do priliva kapitala u nekom od oblika direktnog investiranja, portfolio investicija ili pozajmica. Upravo mogućnost priliva kapitala trebala bi da omogući bržu konvergenciju ka ravnotežnom stanju u otvorenim nego zatvorenim ekonomijama.

2.6. ZLATNO PRAVILO AKUMULACIJE KAPITALA

Blagostanje i životni standard domaćinstava ne mjeri se proizvodnjom nego potrošnjom po stanovniku. Zbog toga, prilikom uključivanja domaćinstava u model, pažnja se usmjerava na izbor optimalne visine štednje i odgovarajućeg nivoa kapitalne opremljenosti, ali na takav način da se omogućava maksimalna potrošnja. *Zlatno pravilo* podrazumijeva da je kolektivno izabrana

stopa štednje (ili nametnuta od strane kreatora ekonomske politike) takva da buduća generacija može uživati isti nivo potrošnje po stanovniku kao i sadašnja [Dragutinović et al., 2012]. S obzirom na to da se u Solowljevom modelu stopa štednje uzima kao egzogeni parametar i još uvijek nije definisana funkcija cilja domaćinstava, teško da se može dati precizan odgovor na pitanje da li je stopa štednje koja odgovara zlatnom pravilu bolja od neke druge. Međutim, može se definisati njeno značenje. U ravnotežnom stanju odnos između stope štednje i potrošnje po stanovniku dat je relacijom:

$$c^*(s) = (1 - s)f(k^*(s)) = f(k^*(s)) - \delta k^*(s) \quad (2.18)$$

pri čemu se uzima da je $g_A = 0$ i $n = 0$, što daje sledeće $sf(k) = \delta k$.

Kako je definisano da zlatno pravilo akumulacije predstavlja stanje u kome je potrošnja po stanovniku maksimalna, odgovarajući nivo štednje dobija se diferenciranjem relacije 2.18 po s i njenim izjednačavanjem sa nulom:

$$\frac{\partial c^*(s)}{\partial s} = (f'(k^*(s)) - \delta) \frac{\partial k^*}{\partial s} = 0$$

odakle dobijamo

$$f'(k^*(s)) = \delta \quad (2.19)$$

Sa s_G i k_G označeni su štednja i kapital koji odgovaraju zlatnom pravilu. Na osnovu dobijene jednakosti 2.19, najviši nivo ravnotežne potrošnje u Solowljevom modelu postiže se za vrijednosti s_G i k_G , takve da je zadovoljen uslov $f'(k_G^*) = \delta$.¹⁵ Ovo znači da postoji jedinstvena stopa štednje s_G i takođe odgovarajuća jedinstvena vrijednost kapitalnog racija k_G , koji maksimiziraju ravnotežni nivo potrošnje.

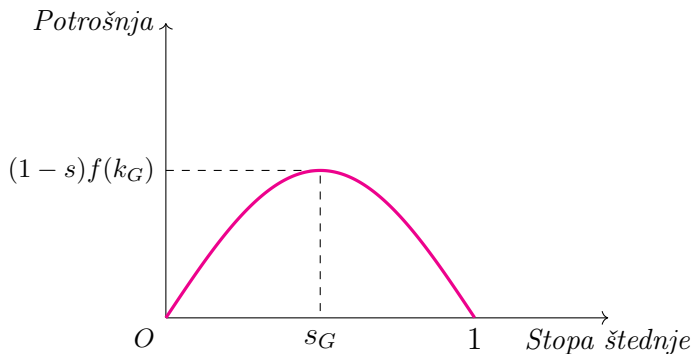
Ukoliko se u model uključi pozitivna stopa rasta tehnološkog progresa i stopa rasta stanovništva, onda uslov za zlatno pravilo

¹⁵Može se pokazati da važi i dovoljan uslov za lokalni maksimum, odnosno da je $\partial^2 c^*(s_G)/\partial s^2 < 0$. Takođe, iz osobine konkavnosti funkcije $f(k^*(s))$, slijedi da je ispunjen uslov za postojanje jedinstvenog globalnog maksimuma proizvodnje po stanovniku.

akumulacije kapitala glasi:

$$f'(k^*(s)) = \delta + n + g_A$$

Kako je $f'(k^*(s)) = MP_k$, gdje je MP_k marginalna produktivnost kapitala, onda je njena neto vrijednost data kao $MP_k - \delta = n + g_A$. Iz ovoga slijedi da je jednakost realne kamatne stope i realne stope ekonomskog rasta uslov za maksimalnu potrošnju.



Grafik 2.7: Zlatno pravilo štednje

Na grafiku 2.7, koji predstavlja odnos stope štednje i potrošnje po stanovniku, prikazana je optimalna stopa štednje koja dovodi do maksimizacije potrošnje po stanovniku. Ukoliko je stopa štednje jednaka nuli, onda je i kapitalna opremljenost, produktivnost i potrošnja jednaka nuli. U drugom graničnom slučaju kada je stopa štednje jednaka jedinici ona podrazumijeva visoku kapitalnu opremljenost i produktivnost, što dovodi do nepostojanja potrošnje. Kada se ekonomija nalazi ispod k_G^* , veća stopa štednje povećava potrošnju po stanovniku, i tada je marginalni proizvod kapitala umanjen za amortizaciju veći od stope rasta. Sa druge strane, ukoliko je kapitalna opremljenost iznad tog nivoa, odnosno marginalni proizvod kapitala umanjen za amortizaciju manji od stope rasta, ravnotežna potrošnja može biti povećana smanjivanjem stope štednje. Ova druga situacija se dešava zato što je

kapitalna opremljenost previše visoka, pa zbog većeg investiranja potrošnja nije na zadovoljavajućem nivou [Romer, 2012].

Sama tranzicija ka zlatnom pravilu akumulacije kapitala zavisi od početnog stanja ekonomije, odnosno od toga da li ekonomija inicijalno ima suviše ili malo kapitala. Tako, kada privreda na početku raspolaže sa kapitalom iznad vrijednosti koja je određena zlatnim pravilom, i odlučuje da smanji stopu štednje, onda kretanje ka optimalnoj potrošnji po stanovniku dovodi do rasta potrošnje u svim tačkama. Inicijalno smanjenje stope štednje dovodi do rasta potrošnje i pada investicija, dok u periodu tranzicije, usled pada kapitalne opremljenosti, i potrošnja i investicije i produktivnost se smanjuju. Novo ravnotežno stanje ima veću potrošnju u odnosu na početno.

Ukoliko se privreda nalazi u poziciji kada raspolaže sa manje kapitala, usled inicijalnog povećanja štednje dolazi do smanjivanja potrošnje i rasta investicija. U tranzicionom periodu potrošnja raste u skladu sa rastom produktivnosti. Ukratko, rast stope štednje utiče na rast potrošnje za buduće generacije, ali i pad za sadašnje. Tako, dostizanje zlatnog pravila zavisi od toga da li je primarni cilj maksimiziranje potrošnje sadašnje generacije ili se podjednako vrednuje blagostanje sadašnje i buduće generacije. U prvom slučaju zlatno pravilo neće biti dostignuto, dok će drugom slučaju privreda težiti njegovom postizanju kroz odgovarajući nivo potrošnje, kapitala i štednje.

2.7. OPTIMIZACIJA KORISNOSTI U NEOKLASIČNIM MODELIMA RASTA

Polazeći od toga da je dinamika ekonomskih agregata determinisana odlukama na mikroekonomskom nivou, može se izvršiti modifikacija Solowljevog modela. Ona se ogleda u tome da stopa štednje nije više egzogeno data i ne mora biti na konstantnom nivou.

Postoje dva značajna modela koja se bave posmatranjem ravnotežnog stanja u slučaju kada se ne uzima ograničenje konstantnosti i egzogenosti stope štednje. Prvi su razvili Ramsey [Ramsey, 1928], Cass [Cass, 1965] i Koopmans [Koopmans, 1963] i predstavlja model koji pretpostavlja neograničeno trajanje života pojedinca, dok je drugi model razvijen od strane Diamonda [Diamond, 1965] i pretpostavlja model koji podrazumijeva „preklapanje generacija”. Tačnije, osnovna razlika između njih je pretpostavka neprekidne mogućnosti ulaska novih domaćinstava u ekonomiju, koja postoji u Diamondovom modelu ali ne i u prvom modelu. Oba modela prikazuju način stvaranja stoka kapitala na konkurentnom tržištu, kroz interakciju firmi i domaćinstava koja maksimiziraju korisnost. Dalje u tekstu kroz prvi, konceptualno jednostavniji model, posmatraće se efekti koji se ostvaruju u Solowljevom modelu, relaksiranjem navedene pretpostavke o konstantnosti štednje. Sve druge pretpostavke navedene za osnovni model ostaju na snazi.

Ovdje treba napomenuti da se pretpostavlja postojanje reprezentativnog domaćinstva,¹⁶ i neograničenog životnog vijeka pojedinca, odnosno da individua ima neograničen horizont planiranja. Pretpostavka reprezentativnog domaćinstva znači da se potražna strana ekonomije može predstaviti kao da postoji veliki broj identičnih domaćinstava. Ovo omogućava da se odluke o agregatnoj potrošnji i štednji mogu predstaviti na osnovu jedinstvenog budžetskog ograničenja [Acemoglu, 2009]. Pretpostavka o neograničenom horizontu planiranja podrazumijeva da iako svaki pojedinac ima ograničan period trajanja života, on brine o korisnosti (blagostanju) svojih nasljednika, a oni o korisnosti svojih nasljednika i taj lanac se stalno nastavlja. To čini da svaki pojedinac u svoju funkciju korisnosti uključi i korisnost njegovih nasljednika. Krajnje altruističko ponašanje određene individue, koja bi uzimala u obzir korisnost čitave dinastije, podrazumijeva donošenje odluka na takav način kao da postoji neograničen period planiranja.

¹⁶Domaćinstva se u ovom slučaju izjednačuju sa individuama, kako bi se izbjegli eventualni konflikti različitih preferencija u okviru samog domaćinstva.

2.7.1. O FUNKCIJI KORISNOSTI

Ako se uzme da su zadovoljene osnovne pretpostavke teorije preferencija (refleksivnost, tranzitivnost i kompletnost), onda se preferencije domaćinstva mogu prikazati na osnovu funkcije korisnosti. Tačnije, pretpostavlja se da svako domaćinstvo ima funkciju korisnosti koja se može predstaviti kao $u(c(t))$.

Navedena funkcija je striktno rastuća, konkavna, dvostruko neprekidno diferencijabilna i zadovoljava sledeće Inada uslove:

$$\begin{aligned} u'(c) &> 0 & u''(c) &< 0 \\ \lim_{c \rightarrow 0} u'(c) &= \infty & \lim_{c \rightarrow \infty} u'(c) &= 0 \end{aligned}$$

Pretpostavlja se potpuno altruistično ponašanje pojedinaca, tj. pojedinac se ponaša kao da ima neograničen životni vijek. On maksimizira diskontovanu vrijednost sadašnje i buduće korisnosti (u periodu $t \in (0, \infty)$), pa se funkcija korisnosti za svako domaćinstvo može predstaviti sledećom relacijom:

$$U = \int_0^{+\infty} u(c(t)) e^{-\rho t} dt \quad \rho > 0$$

gdje je $c(t)$ potrošnja po stanovniku u trenutku t , dok je ρ odgovarajuća diskontna stopa. Što je diskontna stopa ρ veća, domaćinstva pridaju manje važnosti budućoj potrošnji u odnosu na sadašnju.

Osnovne karakteristike funkcije korisnosti podrazumijevaju da nema eksternalija u potrošnji domaćinstva, da je potrošnja u vremenu t nezavisna od nivoa potrošnje u prošlosti i budućnosti, kao i eksponencijalno diskontovanje. Sve navedene osobine omogućavaju primjenu modela dinamičke optimizacije.

Maksimalna vrijednost funkcije korisnosti se dobija iz sledeće relacije:

$$\max U = \int_0^{+\infty} u(c(t)) e^{-\rho t} dt$$

Pored već navedenih neophodnih uslova za ravnotežni rast u Solowljevom modelu, ovdje se uvodi dodatna pretpostavka vezana

za funkciju korisnosti. Tačnije, da bi se ostvario ravnotežni rast neophodno je da elastičnost intertemporalne supstitucije bude konstantna. Elastičnost intertemporalne supstitucije reguliše želju pojedinca da supstituiše potrošnju u toku vremena. Ona je jednaka recipročnoj vrijednosti elastičnosti marginalne korisnosti koja je data sledećim izrazom:

$$\varepsilon_u(c(t)) = -\frac{u''(c(t))c(t)}{u'(c(t))}$$

Elastičnost marginalne korisnosti, odnosno konkavnost funkcije korisnosti, određuje koliko su ljudi voljni da supstituišu potrošnju. Tako, prethodna pretpostavka je zadovoljena u slučaju kada $\varepsilon_u(c(t))$ teži konstanti ε_u .

Funkcija korisnosti koja zadovoljava navedeni uslov i koja se najčešće koristi u analizi rasta predstavlja CRRA¹⁷ funkciju. Pored prethodno navedene osobine, ona posjeduje osobinu konstantnog koeficijenta relativne averzije prema riziku. Tako je Arrow-Pratt koeficijent relativne averzije prema riziku za dvostruko neprekidnu diferencijabilnu funkciju korisnosti dat sledećim izrazom:

$$R = \frac{u''(c)c}{u'(c)}$$

U slučaju CRRA funkcije R je jednako konstanti θ koja je nezavisna od c , pa se nakon nalaženja integrala obje strane jednakosti dobija relacija za familiju CRRA funkcija:

$$u(c(t)) = \frac{c(t)^{1-\theta}}{1-\theta} \quad \text{gdje je} \quad \theta > 0$$

Pošto se modelom ne predviđa postojanje neizvjesnosti, odnos domaćinstava prema riziku nije direktno značajan. Međutim, kako koeficijent relativne averzije prema riziku predstavlja inverznu vrijednost intertemporalne elastičnosti supstitucije, onda θ određuje preferencije domaćinstva u pogledu promjena iznosa potrošnje u toku vremena. Kada je θ niže, marginalna korisnost opada sporije kako potrošnja raste, pa su domaćinstva više raspoložena da dozvole variranje potrošnje u toku vremena. Ukoliko

¹⁷CRRA - Constant Risk Aversion Utility.

je θ blizu nule, javljaju se linearne preferencije, tj. korisnost je skoro linearna u odnosu na potrošnju. U tom slučaju domaćinstava su spremna da prihvate velike promjene u potrošnji kako bi iskoristili prednost od male razlike između diskontne stope i stope povraćaja na štednju. U slučaju kada θ teži jedinici postoje logaritamske preferencije, tj. funkcija korisnosti dobija oblik $\ln c(t)$,¹⁸ dok u slučaju kada $\theta \rightarrow \infty$ postoji beskonačna averzija prema riziku, odnosno postoji beskonačna nesprennost da se supstituiše potrošnja u toku vremena.

Ukoliko je $\theta < 1$, onda je izraz $c(t)^{1-\theta}$ rastući u odnosu na $c(t)$, dok je u suprotnom slučaju kada je $\theta > 1$, izraz $c(t)^{1-\theta}$ opadajući u odnosu na $c(t)$. Tako da se dijeljenjem izraza $c(t)^{1-\theta}$ sa $1 - \theta$, osigurava pozitivna vrijednost marginalne korisnosti potrošnje $\left(\frac{dU}{dc(t)} = c(t)^{-\theta}\right)$ bez obzira na vrijednost θ .

Na osnovu navedenog, pretpostavljamo da je funkcija korisnosti reprezentativnog domaćinstva data preko CRRA funkcije:

$$U = \int_0^{+\infty} \frac{c(t)^{1-\theta}}{1-\theta} e^{-\rho t} dt$$

2.7.2. OPTIMALNA PUTANJA RASTA

Posmatraćemo problem optimalne putanje rasta, definisan kroz putanju kapitala i potrošnje izabranu od strane socijalnog planera, koji nastoji da dostigne Pareto optimalan proizvod. U ekonomiji koja pretpostavlja reprezentativno domaćinstvo, problem optimalnog rasta uključuje maksimizaciju korisnosti domaćinstva pod odgovarajućim budžetskim ograničenjima. Tako, optimalna putanja rasta u neprekidnom vremenu, kada se smatra da nema rasta stanovništva ni tehnološkog progressa, kao i da je

¹⁸Oduzimanjem izraza $\frac{1}{1-\theta}$ od funkcije korisnosti, ne utiče se na ponašanje, s obzirom na to da se korisnost mijenja za konstantnu vrijednost. Ako se nakon toga nađe granična vrijednost kada $\theta \rightarrow 1$ i primijeni Lopitalovo pravilo, dobije se kao rezultat $\ln c(t)$.

$\delta = 0$, može biti napisana kao:

$$\text{Maksimizirati} \quad U = \int_0^{+\infty} \frac{c(t)^{1-\theta}}{1-\theta} e^{-\rho t} dt \quad (2.20)$$

$$\text{tako da je} \quad \dot{k}(t) = f(k(t)) - c(t) \quad (2.21)$$

$$i \quad k(t) \geq 0 \quad k(0) > 0$$

Funkcija cilja je poznata i predstavlja diskontovanu sumu korisnosti reprezentativnog domaćinstva. Ograničenje 2.21, znači da ukupne raspoložive resurse u ekonomiji u trenutku t predstavlja proizvodnja po stanovniku stvorena na osnovu datog kapitalnog koeficijenta. Varijabla $c(t)$ predstavlja potrošnju u periodu t , tako da navedena razlika predstavlja promjenu kapitalnog koeficijenta u periodu t .¹⁹

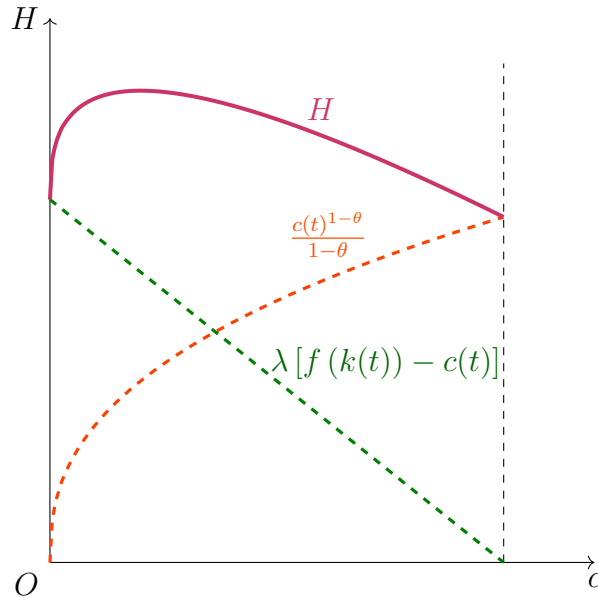
Pored definisanih inicijalnih uslova vezanih za kapitalni koeficijent $k(0) > 0$, da bi se došlo do rješenja ovog problema potrebno je definisati još jedan granični uslov u formi uslova graničnosti.

Da bi riješili postavljeni problem maksimizacije polazimo od trenutne vrijednosti Hamiltonian funkcije [Chiang, 1992, Dixit, 1990]:

$$H(k, c, \lambda) = \frac{c(t)^{1-\theta}}{1-\theta} + \lambda [f(k(t)) - c(t)] \quad (2.22)$$

gdje je varijabla stanja (engl. *state variable*) k , kontrolna varijabla c , dok je trenutna vrijednost adjungovane varijable data sa λ . Vidimo na grafiku 2.8 funkciju H i njene dvije aditivne komponente $\frac{c(t)^{1-\theta}}{1-\theta}$ i $\lambda [f(k(t)) - c(t)]$. Maksimum funkcije H odgovara vrijednosti c unutar kontrolne regije $[0, f(k)]$. Optimalna

¹⁹Koristeći rezultate prve i druge teorije blagostanja, rezultat koji se dobije na ovaj način biće isti kao kad bi se pošlo od budžetskog ograničenja za domaćinstvo. Po ovom ograničenju, sadašnja vrijednost potrošnje u toku cijelog trajanja života ne smije prelaziti zbir početnog bogatstva domaćinstva i sadašnje vrijednosti prihoda od rada ostvarenih u toku cijelog trajanja života (što predstavlja ujedno i zadovoljenje uslova ne-Ponzi igre).



Grafik 2.8: *Hamiltonian funkcija i dvije aditivne komponente*

alokacija podrazumijeva maksimiziranje $H(k, c, \lambda)$ u svakom trenutku vremena, pa je je uslov prvog reda:

$$\begin{aligned} \frac{\partial H}{\partial c(t)} &= \frac{(1-\theta)c(t)^{-\theta}}{1-\theta} - \lambda = 0 \\ \implies c(t)^{-\theta} &= \lambda \end{aligned}$$

Odatle dobijamo:

$$\frac{\dot{c}(t)}{c(t)} = -\frac{1}{\theta} \frac{\dot{\lambda}}{\lambda} \quad (2.23)$$

Relacije pokazuju da u svakom trenutku vremena trenutna cijena, u sjenci akumulacije kapitala po stanovniku, mora biti jednaka marginalnoj korisnosti potrošnje. Ovo znači da će u svakom momentu proizvod biti najbolje alociran između investicija i potrošnje ako je granična dobit od jedinice povećanja potrošnje jednaka graničnom gubitku od jedinice smanjenja investicija. Kako

je uslov za adjungovane varijable dat sa:

$$\begin{aligned}
 \dot{\lambda} &= -\frac{\partial H}{\partial k} + \rho\lambda \\
 \iff \frac{\partial H}{\partial k} &= \rho\lambda - \dot{\lambda} \\
 \iff \lambda f'(k(t)) &= \rho\lambda - \dot{\lambda} \\
 \iff \frac{\dot{\lambda}}{\lambda} &= \rho - f'(k(t)) \tag{2.24}
 \end{aligned}$$

kada se uzmu u obzir relacije 2.23 i 2.24, dobijamo Eulerovu jednačinu potrošnje:

$$g_c = \frac{\dot{c}(t)}{c(t)} = \frac{1}{\theta} [f'(k(t)) - \rho] \tag{2.25}$$

gdje $f'(k(t))$, u slučaju kada nema amortizacije, predstavlja realnu stopu rasta kapitala. Koeficijent θ predstavlja elastičnost marginalne korisnosti potrošnje. Relacija 2.25 pokazuje da će potrošnja rasti u toku vremena kada je diskontna stopa manja od stope rasta kapitala, dok brzina stope rasta zavisi i od veličine marginalne sklonosti potrošnji. Što je manja vrijednost θ (manje se mijenja marginalna korisnost sa promjenom potrošnje), utoliko je veća promjena u potrošnji kao odgovor na razliku između realne stope povraćaja i diskontne stope.

Pored ovoga, neophodno je navesti uslove graničnosti, koji će obezbijediti da vrijednost kapitala teži nuli na kraju beskonačnog perioda planiranja: $\lim_{t \rightarrow \infty} e^{-\rho t} \lambda k(t) = 0$. Ukoliko se posmatra ravnotežno stanje, ono je definisano kao ravnotežna putanja na kojoj su kapitalni ratio, potrošnja i proizvodnja po stanovniku konstantni: $\dot{c}(t) = 0$ ili $g_c = 0$. Na osnovu jednačine 2.25, bez obzira na oblik funkcije korisnosti, za ravnotežni nivo kapitalnog koeficijenta k^* , mora biti zadovoljeno da je $f'(k(t)) = \rho$, odnosno u slučaju kada se uzima da je $\delta = 0$, mora postojati jednakost stope povraćaja na kapital i diskontne stope. Ovakva relacija odgovara modifikovanom zlatnom pravilu, koje podrazumijeva ravnotežni nivo kapitala koji u ovom slučaju ne maksimizira ravnotežnu potrošnju, zato što se ranija potrošnja više preferira u

odnosu na kasniju. Do ovoga dolazi usled diskontovanja, koje podrazumijeva da cilj nije maksimiziranje ravnotežne potrošnje već uključuje stavljanje većeg pondera na raniju potrošnju.

U odnosu na Solowljev osnovni model, kada se posmatra komparativna statika, može se vidjeti da umjesto stope štednje, sada diskontni faktor utiče na stopu akumulacije kapitala. Postoji uska povezanost između stope štednje u bazičnom modelu i diskontnog faktora, tačnije, niži diskontni faktor utiče na veće strpljenje domaćinstava i veću štednju.

Isto tako, značajno je napomenuti da, ukoliko se posmatra slučaj gdje se ne podrazumijeva tehnološki progres, ravnotežna kapitalna opremljenost, kao ni ravnotežna potrošnja ne zavise od oblika funkcije korisnosti. Oblik funkcije korisnosti ima uticaja samo na tranzicionu dinamiku. Takođe, lako je dokazati da, ukoliko se pretpostavi da postoji rast stanovništva, stopa rasta stanovništva neće imati uticaja na ravnotežno stanje kapitalne opremljenosti.

Tranzicionu dinamiku ka ravnotežnom stanju možemo prikazati analitičkim putem. Ukoliko se izvrši linearizacija diferencijalnih jednačina²⁰ za promjenu kapitalnog koeficijenta $\dot{k}(t) = f(k(t)) - c(t)$ i potrošnje $\dot{c}(t) = \frac{c(t)}{\theta} [f'(k(t)) - \rho]$ dobijaju se sledeće relacije:

$$\begin{aligned} \dot{k} &= \alpha + f'(k^*)(k - k^*) - c(t) \\ \dot{c} &= \beta + \frac{c^* f''(k^*)}{\theta} (k - k^*) \quad \text{gdje su } \alpha \text{ i } \beta \text{ konstante} \end{aligned}$$

Kako je dato da je $f'(k) = \rho$, onda je karakteristična jednačina oblika $\Delta = \det(A - \mu I) = 0$ u slučaju ovog sistema linearizovanih diferencijalnih jednačina data sa:

$$\Delta = \begin{vmatrix} \rho - \mu & -1 \\ \frac{c^* f''(k^*)}{\theta} & 0 - \mu \end{vmatrix} = 0$$

²⁰Koristi se Taylorov razvoj u postupku linearne aproksimacije. Treba samo napomenuti da je prvi član u linearnoj aproksimaciji konstanta, s obzirom na činjenicu da je tačka razvoja ravnotežna tačka.

Rješenje determinante se može predstaviti karakterističnom jednačinom oblika $\mu^2 - \rho\mu + \frac{c^* f''(k^*)}{\theta} = 0$, na osnovu čijeg se rješenja, tj. karakterističnih korijena, može analizirati postojanje lokalne stabilnosti i tranzicije ka ravnoteži. Negativna vrijednost drugog izvoda kapitalnog koeficijenta $\frac{c^* f''(k^*)}{\theta} < 0$, govori da su rješenja karakteristične jednačine dva realna korijena suprotnog znaka. Takvo rješenje upućuje na postojanje ravnoteže oblika sedlaste tačke, koja podrazumijeva postojanje stabilne grane povezane sa negativnim karakterističnim korijenom. Dakle, možemo da tvrdimo da postoji jedinstvena ravnotežna putanja, i počevši od bilo koje vrijednosti $k(0) > 0$, ona konvergira ka ravnotežnom stanju (k^*, c^*) . Ovdje k^* zadovoljava uslov $f'(k) = \rho$. Ako je $k(0) < k^*$, onda će kapitalni koeficijent rasti ka višoj ravnotežnoj vrijednosti k^* i potrošnja će težiti višoj ravnotežnoj vrijednosti c^* . Ukoliko je $k(0) > 0$, situacija je obrnuta.

Ako se u modelu pretpostavi stopa rasta stanovništva n , stopa amortizacije δ i Harrod-neutralni tehnološki progres sa stopom rasta g_A , potrošnja po efektivnom radniku je definisana kao $\tilde{c}(t) = \frac{C(t)}{A(t)L(t)}$, odnosno $\tilde{c} = \frac{\dot{c}(t)}{A(t)}$. Pošto je ograničenje definisano kao

$$\dot{\tilde{k}}(t) = f(\tilde{k}(t)) - (n + \delta + g_A)\tilde{k}(t) - c(t)$$

onda se stopa rasta potrošnje može predstaviti kao²¹

$$\frac{\dot{\tilde{c}}(t)}{\tilde{c}(t)} = \frac{\dot{c}(t)}{c(t)} - g_A = \frac{1}{\theta} \left(f'(\tilde{k}(t)) - \delta - \rho - \theta g_A \right)$$

dok su uslovi graničnosti:

$$\lim_{t \rightarrow \infty} \tilde{k}(t) e^{-\int_0^t f'(\tilde{k}(s)) - g_A - \delta - n ds} = 0 \quad (2.26)$$

Kako je ravnotežna interesna stopa data sa $r_t = f'(\tilde{k}(t)) - \delta$ i s obzirom na to da u ravnotežnom stanju potrošnja po stanovniku mora ostati konstantna dobijamo $r_t = \rho + \theta g_A$. Preciznije, uslov za ravnotežni iznos kapitalnog koeficijenta je dat sa:

$$f'(\tilde{k}^*(t)) = \rho + \delta + \theta g_A \quad (2.27)$$

²¹Detaljan prikaz dat je u [Acemoglu, 2009], str. 12-160.

dok je ravnotežna potrošnja po stanovniku:

$$\tilde{c}^* = f(\tilde{k}^*) - (n + \delta + g_A)\tilde{k}^* \quad (2.28)$$

gdje je stopa rasta ravnotežne potrošnje jednaka g_A .

Zbog postojanja stope rasta potrebno je obezbijediti da su zadovoljeni uslovi graničnosti, što je ispunjeno ako u relaciji 2.26 integral u eksponentu teži nuli. Tačnije, ako se uzme u obzir relacija 2.28, potrebno je da je zadovoljen uslov $\rho - n > (1 - \theta)g_A$ ili $r > n + g_A$ gdje $n + g_A$ predstavlja stopu rasta proizvodnje.

U ravnotežnom slučaju može se primijetiti da \tilde{k}^* zavisi od preferencija potrošača, odnosno od elastičnosti marginalne korisnosti. S obzirom na to da postoji pozitivan rast produktivnosti i potrošnje po stanovniku, raspoloživost pojedinaca za supstituciju današnje za buduću potrošnju, određuje koliko će akumulirati, odnosno određuje veličinu kapitalnog koeficijenta.

Jedna od najvažnijih implikacija modela je, da iako je \tilde{k}^* određen endogeno, stopa rasta ekonomije je data egzogeno i jednaka je stopi rasta radno-štedne tehnologije. Prednost ovog modela je što je kapitalna opremljenost i ravnotežni nivo proizvodnje i potrošnje određen preferencijama pojedinaca umjesto egzogeno datom fiksnom stopom štednje, kako se pretpostavlja u osnovnom Solowljevom modelu. Zbog toga određivanje strukture stope rasta ekonomije i ovdje ostaje izvan domena analize.

2.7.3. SLUČAJ COBB-DOUGLASOVE FUNKCIJE

Ukoliko se proizvodna funkcija posmatra kroz konkretan oblik Cobb-Douglasove funkcije, uz iste navedene pretpostavke, budžetsko ograničenje se može predstaviti kao:

$$\dot{K} = Y - C = K^\alpha (AL)^{1-\alpha} - C \quad (2.29)$$

dok je trenutna vrijednost Hamiltonijan funkcije sada data kao:

$$H(K, C, \lambda) = \frac{C^{1-\theta}}{1-\theta} + \lambda [K^\alpha (AL)^{1-\alpha} - C] \quad (2.30)$$

Rezultat uslova prvog reda je sličan kao i u prethodnom slučaju pa je $\frac{\partial H}{\partial C} = 0$ iz čega slijedi da je $C^{-\theta} = \lambda$

$$\frac{\dot{C}}{C} = -\frac{1}{\theta} \frac{\dot{\lambda}}{\lambda} \quad (2.31)$$

a iz gore navedenog uslova za adjungovanu varijablu $\dot{\lambda} = -\frac{\partial H}{\partial K} + \rho\lambda$, imamo $\alpha\lambda K^{\alpha-1} (AL)^{1-\alpha} = \rho\lambda - \dot{\lambda}$. Dakle imamo

$$\frac{\dot{\lambda}}{\lambda} = \rho - \alpha K^{\alpha-1} (AL)^{1-\alpha} \quad (2.32)$$

što predstavlja Fisherovu jednačinu, odnosno govori da zbir marginalne produktivnosti kapitala i kapitalne dobiti po jedinici kapitala mora biti jednak čistoj stopi vremenskih preferencija. Pored ovoga, uslov graničnosti je dat sa $\lim_{t \rightarrow \infty} e^{-\rho t} \lambda K = 0$. Iz relacije 2.31 i 2.32 dobijamo $g_C = \frac{1}{\theta} [\alpha K^{\alpha-1} (AL)^{1-\alpha} - \rho]$, i koja ima isto značenje kao 2.25.

U ravnotežnom stanju je definisano da su u slučaju kada nema tehnološkog progresa, stope rasta kapitalne opremljenosti, potrošnje, bruto društvenog proizvoda i kapitala konstantne. To u stvari znači da je $\dot{g}_C = 0$, odnosno da je $\partial (\alpha K^{\alpha-1} (AL)^{1-\alpha}) / \partial t = 0$, a na osnovu toga dobija se da je

$$(\alpha - 1)g_K + (1 - \alpha)(g_A + g_L) = 0 \quad (2.33)$$

Ako posmatramo model u kome nema tehnološkog progresa, onda je poznato da je stopa rasta proizvodnje i kapitala jednaka nuli, odnosno $g_Y = 0$ i $g_K = 0$. Na osnovu relacije 2.33, imamo da je:

$$\begin{aligned} \frac{g_C\theta + \rho}{\alpha} &= K^{\alpha-1} (AL)^{1-\alpha} \\ &= \frac{K^\alpha (AL)^{1-\alpha}}{K} = \frac{Y}{K} \end{aligned} \quad (2.34)$$

Kako bi ova relacija bila zadovoljena neophodno je da izraz $\frac{g_C\theta + \rho}{\alpha}$ bude konstanta, odnosno da je stopa rasta potrošnje jednaka nuli ($g_C = 0$).

Ako se pretpostavi model u kome postoji pozitivna stopa rasta tehnološkog progresa $g_A > 0$, kao što je već navedeno, stope rasta

svih agregatnih varijabli jednake su g_A . Sa druge strane, ukoliko se pretpostavi pozitivna stopa rasta stanovništva, onda stope rasta per capita varijabli iznose $g_A + n$, ($g_Y = g_C = g_K = g_A$, kao i $g_y = g_c = g_k = g_A + n$). Takođe, još jedna značajna karakteristika ovakve ekonomije je da je na ravnotežnoj putanji rasta stopa štednje i investicija konstanta. Koristeći rezultate jednačine 2.34 i relaciju da je $\frac{Y}{K} = \frac{F_K}{\alpha}$, kao i gore navedene karakteristike ravnotežnog stanja, može se napisati da je:

$$s = \frac{I}{Y} = \frac{\dot{K}}{Y} = \frac{\dot{K}/K}{Y/K} = \frac{g_K}{F_K/\alpha} = \frac{\alpha g_K}{\partial Y/\partial K} = \frac{\alpha g_K}{\theta g_K + \rho}$$

Pošto su sve vrijednosti u konačnom izrazu konstante, onda slijedi da je i stopa štednje, odnosno investicija, takođe konstanta.

U slučaju kada postoji pozitivna stopa rasta tehnološkog progressa, kapital u dugom roku raste po pozitivnoj konstantnoj stopi. Do rasta kapitala dolazi bez smanjenja marginalne produktivnosti, odnosno tehnološki progres kompenzuje opadajuće prinose kapitala. Marginalna produktivnost kapitala se permanentno nalazi na nivou iznad diskontne stope, omogućavajući pozitivan rast produktivnosti. Posmatrajući relaciju $F_K = \frac{\partial Y}{\partial K} = \frac{\alpha A^{1-\alpha} L^{1-\alpha}}{K^{1-\alpha}}$ kada nema rasta stanovništva i kada je $g_A = g_K$, primjećuje se da je marginalna produktivnost konstantna.

2.8. EMPIRIJSKA OCJENA MODELA

Sve navedene karakteristike Solowljevog modela u suštini nisu sporne sa teorijske tačke gledišta, već se glavni problem javlja u empirijskoj potvrdi cijele teorije. Osnovno pitanje koje se postavlja je da li je model u mogućnosti da dâ odgovor na osnovna pitanja teorije rasta: da objasni velike razlike u razvijenosti zemalja u svijetu, kao i razlike u stopama rasta. Odnosno, model bi trebao da objasni zašto neke zemlje imaju ekspanzivne stope rasta dok druge stagniraju.

2.8.1. DEKOMPOZICIJA NA OSNOVNE IZVORE RASTA

Jedan od najznačajnijih doprinosa Solowljeve teorije rasta jeste dekompozicija ekonomskog rasta na osnovne izvore rasta, tradicionalne faktore rad i kapital, kao i uticaj tehnološkog progressa. Po modelu, polazeći od fundamentalne jednačine proizvodne funkcije, veći bruto domaći proizvod je rezultat većeg broja zaposlenih, bolje opremljenosti kapitalom i korišćenja rada i kapitala na produktivniji način. Prva važna karakteristika vezana za izvore rasta je nizak nivo koeficijenta α koji, kao što je poznato, predstavlja učešće kapitala u agregatnoj proizvodnji. Ta činjenica ukazuje da je u stvari niska elastičnost proizvodnje u odnosu na kapital, i da postoje snažni efekti opadajućih prinosa. Ukoliko se posmatraju stvarni podaci o odnosu između prihoda od rada i ukupne proizvodnje,²² primjećuje se konstantnost tog racija na nivou oko 0.7. Ovo dalje znači da je koeficijent α blizu $1/3$ [Mankiw, 2009]. I druga ekonometrijska mjerenja dala su slične rezultate, tako da je najčešće korišćena vrijednost koeficijenta $\alpha = 1/3$. Interesantno je i da postoje samo neznatna variranja vrijednosti koeficijenta u većini zemalja u kojima je vršeno mjerenje.

Značajna činjenica ustanovljena na osnovu empirijskih istraživanja je da samo 10–20% dugoročne stope rasta produktivnosti predstavlja posledicu povećanja kapitalne opremljenosti. Ovo se često ističe kao nedostatak modela i ukazuje na veliki značaj Solowljevog reziduala. I pored evidentno velikog značaja reziduala na rast produktivnosti, sam model ne definiše šta efektivnost rada predstavlja. Polazi se od toga da je to rezidual koji obuhvata sve faktore izvan kapitala i rada, koji utiču na proizvodnju, kao i da je egzogeno data veličina.

Da bi se cjelovitije mogla sagledati slika ekonomskog rasta, potrebno je definisati šta ta efektivnost može podrazumijevati. Pri tome se ona najčešće definiše kao apstraktno znanje, obra-

²²[Mankiw, 2009] je radio istraživanje na primjeru Sjedinjenih Američkih Država u periodu od 1960. do 1996. godine.

zovanje i vještina radne snage, prava vlasništva, kvalitet infrastrukture, kulturni obrazac ponašanja i slično, kao i kombinacija različitih faktora. Kako je totalna faktorska produktivnost jedan od glavnih uzroka postojanja razlike u razvoju zemalja, ona se mora posmatrati u širokom smislu. To podrazumijeva ne samo razliku u tehnologijama koje se koriste, već i razliku načina na koji se one koriste, zatim načina tržišnog organizovanja i sl. Definisane reziduala, kao i traženje odgovora na pitanje kako on utiče na proizvodnju, kako se mijenja u vremenu, zašto se razlikuje u različitim zemljama, bilo je osnova za razvoj novih endogenih teorija rasta. Dodatna objašnjenja su takođe potrebna i ako se uzme u obzir činjenica da globalna faktorska produktivnost značajno varira u toku vremena.²³

2.8.2. RAZLIKE U NIVOU PROIZVODNJE

Sledeći problem koji se javlja prilikom empirijskog mjerenja zasnovanog na ovom modelu jeste njegova *nemogućnost da objasni razlike između zemalja u nivou proizvodnje po stanovniku*. Ovakvo ograničenje modela je direktna posledica visokih opadajućih prinosa kapitala. Velike razlike u kapitalnoj opremljenosti dovode do malih razlika u proizvodnji po stanovniku (zbog male stope elastičnosti produktivnosti u odnosu na kapitalnu opremljenost). Razlike u akumulaciji kapitala ne mogu biti osnova za objašnjenje velikih razlika u proizvodnji između zemalja. Da bi se to dokazalo polazi se od pretpostavke da X predstavlja vrijednost razlike u proizvodnji po stanovniku između dvije posmatrane ekonomije, koja je nastala na bazi razlike u kapitalnim koeficijentima. Razlika u logaritmovanoj vrijednosti proizvodnje po stanovniku između dvije ekonomije je data sa $\ln X$. Kako je $\ln X = \ln k_d^\alpha = \alpha \ln k_d$, onda je $k_d = e^{\frac{\ln X}{\alpha}}$ i.e. $k_d = X^{\frac{1}{\alpha}}$. Dakle, kapital po radniku u dvije ekonomije se razlikuje za faktor

²³Za sve razvijene zemlje primjećuje se ubrzavanje rasta globalne faktorske produktivnosti u periodu od 1954. do 1974, u odnosu na prethodnih 50 godina kao i usporavanje rasta nakon tog perioda.

k_d , koji je jednak vrijednosti razlike u proizvodnji po stanovniku podignutoj na recipročnu vrijednost koeficijenta α .

Tako na primjer, udvostručavanje stoka kapitala, pošto se podrazumijeva da je $\alpha = 1/3$, dovodi do povećanja ravnotežnog stanja proizvodnje za samo 26%. Prema modelu, ukoliko je proizvodnja po stanovniku u razvijenoj zemlji veća oko 20 puta od nerazvijene, onda bi trebalo da je njena kapitalna opremljenost oko 8000 puta veća. Ovako nešto, naravno, ne odgovara stvarnim podacima. Odnos kapitala i proizvodnje je prilično konstantan u toku vremena i iako varira u određenom iznosu između zemalja, te varijacije nisu velikog opsega. Tako, odnos kapitala i proizvodnje je od 2 do 3 puta veći u razvijenim zemljama nego u nerazvijenim, pa je razlika u kapitalnoj opremljenosti između njih u razmjeri od 20 do 30 puta. Međutim, ono što treba naglasiti jeste da ukoliko bi se uzelo da je iznos koeficijenta α veći, onda se i veći dio razlika u nivou proizvodnje po stanovniku može objasniti razlikama u kapitalnoj opremljenosti. To sa sobom povlači redefinisane koncepta kapitala, koji bi u ovom slučaju bio shvaćen u širem kontekstu, čime bi bio povećan njegov udio u ukupnoj proizvodnji, odnosno došlo bi do povećanja stepena elastičnosti produktivnosti.

Indirektan način da se primijeti da model ne može da objasni velike razlike u produktivnosti na osnovu razlika u kapitalnoj opremljenosti, jeste činjenica da razlike koje bi bile potrebne u kapitalu impliciraju ogromne razlike u stopama povrata [Lucas, 1990]. Kao što je već navedeno, u slučaju tržišta savršene konkurencije povrat na kapital jednak je marginalnom proizvodu kapitala umanjenom za amortizaciju. Ako se uzme oblik Cobb-Douglasove funkcije, dobija se da je marginalni proizvod kapitala jednak

$$f'(k) = \alpha k^{\alpha-1} = \alpha y^{\frac{\alpha-1}{\alpha}}$$

tako da je elastičnost marginalnog proizvoda kapitala u odnosu na proizvodnju jednaka $-\frac{1-\alpha}{\alpha}$. Ako se pretpostavi da je elastičnost supstitucije jednaka jedinici i da je $\alpha = 1/3$, onda bi siromašna zemlja koja ima proizvod po stanovniku 10 puta manji od razvijene zemlje, trebalo da ima oko 100 puta veći prinos na kapital. U slučaju uključivanja amortizacije, ova razlika bi bila

još veća. Naravno, jasno je da se to značajno razlikuje od empirijskih podataka. Dodatno, ukoliko bi postojale ovolike razlike u povraćaju na kapital između razvijenih i nerazvijenih zemalja, to bi predstavljalo veoma značajan podsticaj za seljenje kapitala od razvijenih ka siromašnim zemljama. Razlike ovih razmjera učinile bi beznačajnim druge prepreke, kao što su problemi na tržištu kapitala, poreska politika, strah od eksproprijacije i slično. S obzirom na činjenicu da ovakvo kretanje kapitala nije potvrđeno, može se zaključiti da razlike u fizičkom kapitalu po stanovniku ne mogu dovesti do empirijski utvrđenih razlika u proizvodnji po stanovniku između zemalja.

2.8.3. RAZLIKE U STOPAMA RASTA

Dodatni problem je i nemogućnost modela da objasni *razlike u stopama rasta* između zemalja, oslanjajući se samo na položaj zemlje na tranzicionoj putanji. Uz pretpostavku da je $\alpha = 1/3$ i koristeći relaciju za elastičnost ravnotežnog nivoa proizvodnje u odnosu na stopu štednje

$$\frac{s}{y^*} \frac{\partial y^*}{\partial s} = \frac{\alpha}{1 - \alpha}$$

primjećuje se da je elastičnost proizvodnje u odnosu na štednju u dugom roku jednaka 0.5.²⁴ Tako, ukoliko se pretpostavi da zemlja poveća štednju za 50%, to će dovesti do povećanja proizvodnje po stanovniku u novom ravnotežnom stanju za oko polovinu te vrijednosti. Da male vrijednosti koeficijenta α čine da je uticaj štednje na nivo proizvodnje mali, može se vidjeti i ukoliko se posmatra izgled krive investicija. Kako je nagib aktuelnih investicija $sf(k)$ dosta blag, njeno pomjeranje na više dovodi do malog pomjeranja presjeka sa krivom prelomnih investicija. Posledično,

²⁴Do relacije se dolazi polazeći od potrebnog uslova $\frac{\partial y^*}{\partial s} = f'(k^*) \frac{\partial k(s, n, g_A, \delta)}{\partial s}$, uzimajući da je $\dot{k} = 0$ i koristeći pravilo implicitne derivacije. Opširnije u [Romer, 2012], str. 20-24.

ostvaruje se mali uticaj na povećanje ravnotežne kapitalne opremljenosti i u krajnjem mali uticaj na ravnotežnu proizvodnju [Popović, 2005].

Takođe, ukoliko se pođe od relacije za brzinu konvergencije $(1 - \alpha)(n + \delta + g_A)$ i ako se uzme da je stopa rasta stanovništva od 1 do 2%, stopa rasta proizvodnje po stanovniku 2%, i amortizacija od 3 do 4%, onda se dobija da izraz $n + \delta + g_A$ ima vrijednost oko 6% godišnje. Uzimajući poznatu vrijednost koeficijenta α dobija se da je brzina konvergencije oko 4%, odnosno da se kapitalni koeficijent i produktivnost pomjeraju za 4% godišnje ka ravnotežnim vrijednostima.

Da bismo odredili koliko je potrebno vremena da se pređe tranziciona putanja, polazimo od izraza koji se dobija na osnovu prvog uslova za Taylorovu seriju i koji predstavlja linearnu aproksimaciju jednačine za kapitalni koeficijent za ravnotežno stanje: $k(t) \approx k^* + e^{-\lambda t} (k(0) - k^*)$, gdje je λ stopa brzine konvergencije. Tako, da bi se prošla polovina tranzicione putanje potrebno je da je zadovoljen uslov $e^{-\lambda t} = 0.5$, odnosno potrebno vrijeme je $t = -\ln(0.5)/\lambda \approx 0.69/\lambda \approx 17$. Ovo znači da je potrebno 17 godina da bi zemlja bila na polovini vrijednosti njene ravnotežne putanje [Romer, 2012]. Tako, ukoliko se uzme primjer povećanja štednje od 10% onda će godišnje povećanje proizvodnje iznad prethodne ravnotežne putanje iznositi samo 0,2% nakon prve godine (proizvod 4% brzine konvergencije i 5% povećanja proizvodnje pod uticajem povećanja štednje). Taj procenat će biti 2,5% nakon 17 godina i asimptotski težiti ka 5% iznad prethodnog nivoa. Ovo pokazuje da promjena stope štednje ima mali uticaj ne samo na nivo proizvodnje po stanovniku, već i da se te promjene dešavaju vrlo sporo. Ovo znači da se razlike u stopama rasta pojedinih zemalja ne mogu objasniti različitom pozicijom pojedinih zemalja na putanjama rasta.

Dodatno, modelom se predviđa da bi godišnja stopa usklađivanja trebala da iznosi oko 4%. Međutim stvarni podaci pokazuju da je ona upola manja, a samim tim da je tranzicioni period duplo veći. Kako brzina usklađivanja najviše zavisi od koeficijenta α , njegovim povećavanjem sa nivoa 1/3 na 2/3 dobija se stopa usklađivanja i dužina tranzicionog perioda koja je bliska stati-

stičkim podacima.

2.9. FUNDAMENTALNI FAKTORI PRIVREDNOG RASTA

Solowljev model se fokusira na značaj fizičkog, ljudskog kapitala i egzogeno date tehnologije za ekonomski rast. Ovo predstavljaju takozvane proksimativne ili neposredne faktore ekonomskog rasta i razlika u nivou razvijenosti zemalja. Ne umanjujući njihov značaj, treba imati u vidu da rast zemlje u velikoj mjeri zavisi i od fundamentalnih faktora, koji podrazumijevaju institucionalne i druge uslove za razvoj zemlje. Fundamentalni faktori moraju biti uključeni u analizu rasta, kako bi se dobio potpuniji odgovor na pitanje koji su razlozi koji sprečavaju zemlju da više investira u fizički, ljudski kapital i tehnologiju.

Iako postoji veliki broj podjela fundamentalnih faktora ekonomskog rasta [Acemoglu, 2009], oni se mogu svrstati u četiri osnovne kategorije: faktori „sreće”, geografski faktori, faktori kulturnih uticaja i institucionalni faktori.

Pod faktorima „sreće”, podrazumijeva se čitava grupa fundamentalnih faktora koji objašnjavaju divergentne putanje ekonomskog razvoja inače identičnih zemalja. U ovom slučaju različit izbor zemlje u okviru višestruke ravnoteže dovodi do dalekosežnih posledica. Posledice se ogledaju u tome da vrlo često nije moguće precizno predvidjeti koja će ravnoteža biti izabrana od strane različitih zemalja, pa je moguće da dvije inače identične zemlje završe sa značajno različitom stopom rasta i životnog standarda.

Druga grupa podrazumijeva sve faktore koji utiču na individue kao dio geografskog, ekološkog i fizičkog okruženja u kome žive. Oni uključuju kvalitet zemljišta, prirodne resurse, klimu, topografiju. Tako na primjer, ako se posmatra proizvodna funkcija Solowljevog modela, slab kvalitet zemljišta, nedostatak prirodnih resursa i nepovoljni klimatski uslovi mogu uticati na efikasnost tehnologije.

Treća grupa predstavlja faktore kulturnog obrasca. Ovdje

se podrazumijevaju vrijednosti i preferencije koji utiču na ekonomsko ponašanje pojedinaca. Široko gledano, kultura može da ima uticaj na ekonomske performanse kroz dva značajna kanala: preko uticaja na sklonost pojedinca ka štednji i preko uticaja na stepen saradnje i povjerenja između individua, što zajedno utiče na proizvodne mogućnosti privrede.

Četvrtu grupu predstavljaju institucionalni faktori, koji se odnose na pravila, regulative, zakone i politike koje utiču na ekonomske podsticaje za investiranje u tehnologiju, fizički i ljudski kapital. Ono što ove faktore odvađa od prethodnih jeste da u širem smislu predstavljaju izbor samih članova društva. Oni predstavljaju endogene faktore koji su rezultat ravnotežnog izbora cijelog društva ili određenih moćnih grupa, za razliku od prethodnih faktora koji su egzogeno dati [Hirschman, 1970], [North, 1990]. To upućuje na činjenicu da, ukoliko se oni smatraju najznačajnijim faktorom ekonomskog razvoja, institucionalne reforme u zemljama mogu voditi ka značajnim promjenama u ekonomskom ponašanju i potencijalno dovesti do boljih performansi.

Bez obzira na sam način podjele fundamentalnih faktora, važno je imati u vidu nekompletnost svake od teorija koja se zasniva samo na osnovnim faktorima, a ne uključuje razumijevanje pokretačkih snaga koje utiču na njihovo oblikovanje. Tek nakon posmatranja cjelovite slike i uključivanja fundamentalnih faktora u analizu rasta može se dobiti jasnija slika osnovnih problema rasta: zašto su neke zemlje razvijene, a druge ne, i na koji način se može uticati na brži rast i viši životni standard.

POGLAVLJE 3

ENDOGENI MODELI RASTA

Neoklasični model rasta fokusira se na akumulaciji fizičkog i ljudskog kapitala, dok je ekonomski rast generisan egzogeno datom stopom tehnološkog progresa. Iako ovakav model predstavlja dobru polaznu osnovu za posmatranje razlika u proizvodnji između zemalja koje imaju pristup istoj tehnologiji, on ne objašnjava način generisanja održivog dugoročnog rasta. Takođe, neoklasični model veoma malo govori o izvorima tehnoloških razlika između zemalja. Može se zaključiti da problem nemogućnosti objašnjenja razlika u nivou produktivnosti i stopama rasta potiče iz dvije osnovne pretpostavke modela: opadajući prinosi kapitala i nemodelirana egzogena priroda stope tehnološkog progresa. Tehnološki progres je neobjašnjen i njegov stopa rasta na ravnotežnoj putanji data je kao konstantna vrijednost jednaka za sve zemlje.

Pokušaj eliminisanja ova dva problema doveo je do razvoja endogenih modela, koji predstavljaju preovlađujući pravac istraživanja teoretičara privrednog rasta u poslednjim decenijama. Nove teorije rasta nastoje da endogenizuju tehnološki progres i da ga objasne kao rezultat odluka kompanija i radne snage. One takođe ukazuju i na ulogu ekonomskih snaga i ekonomske politike koje utiču na oblikovanje tehnološkog progresa. Veliki broj teorija bavi se rješavanjem pitanja opadajućih prinosa kapitala, kako bi se na taj način eliminisala i većina drugih problema koji

iz njega proizlaze.

Zavisno od uzetih osnovnih pretpostavki kojima se pokušavaju eliminisati prethodna ograničenja neoklasične teorije, sve nove teorije rasta mogu se grubo podijeliti u tri kategorije. Prva grupa predstavlja modele čiji je osnovni cilj eliminisanje pretpostavke opadajućih prinosa kapitala. Određeni broj modela iz ove grupe za osnovu uzima širi koncept kapitala, koji uključuje pored fizičkog i druge forme, kao što je ljudski kapital (gdje je najpoznatiji model Rebela [Rebelo, 1991]). Kod drugih modela ove kategorije se kroz sam fizički kapital eliminišu opadajući prinosi. Njima se pokazuje da čak i modeli sa konveksnim oblikom proizvodne funkcije (ali koja ne zadovoljava pretpostavku Inada uslova), mogu biti u skladu sa održivim dugoročnim rastom (gdje je najpoznatiji model Jonesa i Manuellija [Jones i Manuelli, 1990]). Druga grupa predstavlja modele koji kao polaznu pretpostavku uzimaju da je akumulacija ljudskog kapitala osnovna mašina ekonomskog rasta. Ovdje se kao najznačajniji ističe model Lucasa [Lucas, 1988]. Treću grupu čine endogeni modeli rasta zasnovani na idejama, odnosno na istraživanju i razvoju (kao što su Romerov model [Romer, 1990]; model Grossmana i Helpmana [Grossman i Helpman, 1991] i model Aghiona i Howitta [Aghion i Howitt, 1992]). U ovim modelima ljudski kapital je od suštinskog značaja. Tehnološki progres predstavlja osnovu rasta i on je endogeniziran tako da predstavlja rezultat aktivnosti kompanija i pojedinaca, odnosno pronalazaka koji vode poboljšanjima u tehnologiji.

Novi modeli doveli su do redefinisanja koncepta kapitala. Koncept reproduktivnog kapitala je proširen tako da obuhvata sve njegove različite oblike, kao što su ljudski kapital i kapital koji se formira u istraživačko-razvojnoj delatnosti. Ljudski kapital obuhvata sve investicije koje su ugrađene u kvalitet radne snage, kroz podizanje kvaliteta rada. Ovdje spadaju investicije u formalno i neformalno obrazovanje, ulaganje u podizanje kvaliteta zdravlja populacije, promjene ponašanja i sl. Koncept kapitala zasnovan na istraživanju i razvoju podrazumijeva poboljšanje kvaliteta novih proizvoda i proizvodnih procesa kao i rezultat investicija u istraživačko-razvojnu djelatnost.

Treba imati u vidu da ono što čini održivim dugoročnu stopu rasta nije samo činjenica širenja koncepta kapitala. Tačnije, kako je makar određenu količinu kapitala moguće proizvesti bez korišćenja dodatnih inputa, to je onda održivi rast moguć kroz povećanje stope investiranja u tu vrstu kapitala. Time se, na neki način slično kao u Harrod-Domarovom modelu, investicije javljaju kao značajna determinanta rasta. Ovim se ističe značaj politika koje podstiču investiranje u različite forme kapitala, kao što su poreska politika, zaštita prava vlasništva i sl.

Drugi važan pojam koji se javlja u endogenoj teoriji rasta jeste pojam eksternalija. Kod oblika kapitala, kao što je kapital zasnovan na istraživanju i razvoju i ljudski kapital, najčešće je društvena stopa povrata veća od privatne. Ovo nastaje kao posledica činjenice da privatni investitori nijesu u mogućnosti da u potpunosti zadrže sve koristi od svojih investicija. Da li će neka ideja biti kreirana zavisi od veličine privatne koristi u odnosu na troškove pronalazaka. Zbog toga, i društveno korisne ideje mogu propasti ukoliko je privatna korist u odnosu na opštedruštvenu mala, i ukoliko nema uključivanja države. Sa stanovišta teorije rasta koja uvažava efekat eksternalija, značajno je da na opštem društvenom nivou ne moraju postojati opadajući prinosi kapitala, koji mogu postojati u pojedinačnim slučajevima. Postojanje eksternalija omogućava održivi rast, koji nastaje kao posledica konstantnih prinosa na sve akumulirane inpute.

3.1. AK MODELI RASTA

AK modeli su prva verzija endogene teorije rasta, i imajući u vidu njihovu jednostavnost, predstavljaju značajnu osnovu za njeno dalje razumijevanje. U suštini, oni pretpostavljaju da dugoročna stopa rasta zavisi od ekonomskih faktora kao što je stopa štednje, kao i ekonomskih politika koje utiču na efikasnost alokacije resursa u zemlji.

Jedan od prvih modela iz ove kategorije, Frankelov model

[Frankel, 1962], predstavlja pokušaj da se kroz AK model kombinuju osobine neoklasičnog modela¹ sa dugoročnim pozitivnim rastom štednje u Harrod-Domarovom modelu. Frankel polazi od ideje da je znanje, prije nego zaposlenost, faktor koji se automatski uvećava sa rastom kapitala, tako da i samo čini neki oblik kapitalnog dobra. Znanje se može koristiti u kombinaciji sa drugim proizvodnim faktorima u proizvodnji finalnog proizvoda. Ono se povećava se kao rezultat učenja, koje je posledica eksternalija između firmi koje akumuliraju fizički kapital. Zbog sličnosti između znanja i kapitala, AK struktura u ovom modelu ne zahtijeva fiksne koeficijente i stalno uvećavajuću nezaposlenost kao kod Harrod-Domarovog modela.

Frankelov model, slično kao Solowljev, podrazumijeva konstantnu stopu štednje, što je u kasnijim modelima zamijenjeno intertemporalnom maksimizacijom korisnosti potrošača. Dalji razvoj teorije AK modela nastavlja [Rebelo, 1991], [Jones i Manuelli, 1990], [Barro i Sala-i-Martin, 1995] i [Acemoglu i Ventura, 2002]. Osnovne karakteristike ovih modela su:

- (a) Rebelo koristi AK pristup da pokaže kako razlike u rastu zemalja mogu biti posledica razlika u javnim politikama;
- (b) Jones i Manuelli, kroz eliminisanje opadajućih prinosa fizičkog kapitala, posmatraju efekte makroekonomske nestabilnosti na rast;
- (c) Baro i Sala-i-Martin, kroz proizvodnu funkciju koja uključuje fizički i ljudski kapital pokazuju mogućnost postojanja održivog rasta;
- (d) Acemoglu i Ventura koriste AK model da analiziraju efekte platno bilansnih odnosa razmjene na rast.

Ono što je zajednička karakteristika svih modela je linearnost. Ona predstavlja osnovu za objašnjenje mogućnosti ostvarivanja

¹Ove osobine podrazumijevaju pretpostavke savršene konkurencije, mogućnosti supstitucije faktora proizvodnje i njihove pune zaposlenosti u ravnotežnom stanju.

održivog rasta, kao i za pokušaj eliminisanja pretpostavke neoklasičnog modela vezanog za opadajuće prinose. Kao primjer AK modela, u nastavku ćemo detaljnije prikazati model Rebelo.

3.1.1. REBELOV MODEL

Značajan doprinos AK pristupu u endogenoj teoriji rasta dao je Rebelo u svom članku iz 1991. godine [Rebelo, 1991]. On polazi od pretpostavke nepostojanja opadajućih prinosa kapitala. Ova pretpostavka je objašnjena kroz širenje koncepta kapitala, gdje se pored fizičkog kapitala uključuju i ljudski kapital i kapital zasnovan na istraživanju i razvoju. Logična posledica ove pretpostavke je jedinična elastičnost proizvodnje u odnosu na kapital, od koje se u ovom modelu i polazi.

Koncept ljudskog kapitala predstavlja veoma široku kategoriju, koja u suštini pokriva kumulativni doprinos investicija izvršenih u prošlosti u kvalitet i efikasnost radne snage, a koje još uvijek imaju efekta na marginalnu produktivnost rada. Generalno posmatrano, one se mogu podijeliti u dvije grupe-investicije u formalno i neformalno obrazovanje. Investicije u neformalno obrazovanje obuhvataju investicije u obuku, odnosno sticanje vještina u samom procesu rada, koje omogućavaju efikasnije korišćenje reprodukcionijskih dobara [Capolupo, 2008]. Treba napomenuti da se koncept ljudskog kapitala i investicija u obrazovanje ne pominje prvi put u ovim teorijama rasta, već da datira još iz perioda prije više od pola vijeka.²

U analizi koncepta kapitala i njegovog doprinosa ekonomskom rastu razvijena su dva pristupa: rad-uvećavajući i kapital-uvećavajući. Prvi od njih, koji analizira doprinos ljudskog kapitala, podrazumijeva da se input rada ne mjeri brojem zaposlenih

²U djelima autora kao što su [Schultz, 1960, Schultz, 1961c, Schultz, 1962], [Becker, 1964], [Mincer, 1958] i [Blaug, 1972] prvi put se koristi koncept ljudskog kapitala. U teoriju rasta koncept obrazovanja i ljudskog kapitala uvode [Denison, 1985], [Schultz, 1962], [Psacharopoulos, 1985], [Kendrick, 1973, Kendrick, 1981], [Jorgenson i Griliches, 1967].

ili časova rada, već indeksom kroz koji se iskazuju kvalitet i efikasnost rada. Ovaj indeks se najčešće računa kao ponderisana sredina količine rada radnika različitih obrazovnih nivoa. Ovdje su kao ponderi uzeti relativni nivoi zarada za pojedine oblike rada. Pored ovog pristupa, razvijen je i kapital-uvećavajući koncept [Mankiw, 1995, Mankiw et al., 1992], gdje je pojam kapitala proširen tako da uključuje i ljudski kapital. Pri tome je povećana elastičnost proizvodnje u odnosu na kapital, tako da uključuje udio i fizičkog i ljudskog kapitala u bruto društvenom proizvodu. Oba pristupa pripadaju neoklasičnoj teoriji rasta, i podrazumijevaju pretpostavku opadajućih prinosa kapitala.

U modelu Rebela kapital se posmatra u kapital-uvećavajućem obliku, tako da pored fizičkog kapitala obuhvata sve forme ljudskog i neopipljivog kapitala. Model podrazumijeva pretpostavku konstantnih prinosa proizvodne funkcije. Ravnotežne putanje rasta definisane modelom su u skladu sa Kaldorovim (1961) stilizovanim činjenicama o ekonomskom rastu. Rast je endogen i pored odsustva rastućih prinosa, pošto se najveći dio kapitalnih dobara može proizvesti pomoću tehnologije sa konstantnim prinosima. Ovo se ostvaruje bez direktnog ili indirektnog doprinosa faktora koji se ne mogu akumulirati (kao što je zemljište i sl.). Najjednostavniji model koji se ovdje posmatra je model jednosektorske ekonomije. On podrazumijeva standardne preferencije domaćinstava i linearnu proizvodnu funkciju u odnosu na stok kapitala.

Polazeći od osnovne proizvodne funkcije Solowljevog modela:

$$Y = AK^\alpha L^{1-\alpha}$$

gdje se podrazumijeva Hicks-neutralni tehnološki progres, ukoliko je $\alpha < 1$, onda marginalni proizvod kapitala pada i teži nuli kako se kapital povećava. Međutim, ukoliko se pretpostavi konstantna elastičnost proizvodnje u odnosu na kapital ($\alpha = 1$), marginalni proizvod kapitala postaje konstanta. Odavde slijedi da proizvodnja postaje linearna u odnosu na kapital, odnosno dobija se proizvodna funkcija oblika:

$$Y = AK \tag{3.1}$$

Iz ovako zapisane linearne veze kapitala i proizvodnje potiče i

sam naziv modela. Funkcija akumulacije kapitala data je izrazom $\dot{K} = sY - dK$. Proizvodna funkcija 3.1 se može posmatrati kao specijalan slučaj Cobb-Douglasove funkcije kod koje je $1 - \alpha = 0$. Ukoliko se podsjetimo fundamentalne jednačine u Harrod-Domarovom modelu, može se primijetiti njegova povezanost za prikazanom relacijom 1, u smislu podržavanja linearne veze kapitala i proizvodne funkcije. Tačnije, Harrod-Domarova proizvodna funkcija data je izrazom:

$$Y(t) = \min \left(\frac{L(t)}{\alpha}, \frac{K(t)}{\beta} \right)$$

Ona, kao što je poznato, podrazumijeva tehnologiju sa fiksnim koeficijentima faktorskih inputa, gdje proizvodnja jedne jedinice bruto društvenog proizvoda zahtijeva $1/\alpha$ jedinica rada i $1/\beta$ jedinica kapitala, i gdje se nedostatak jednog inputa ne može supstituisati drugim. Kada je $\frac{K(t)}{\beta} < \frac{L(t)}{\alpha}$, što predstavlja slučaj koji Harrod i Domar naglašavaju, onda je kapital limitirajući faktor proizvodnje. Ukupan iznos proizvodnje koje će kompanije proizvesti iznosi $Y = AK$, zapošljavajući $\beta Y = \beta AK < L$ radnika.

Za razliku od Harrod-Domarovog pristupa, u Rebelovom modelu se posmatra mnogo širi koncept kapitala koji podrazumijeva sve njegove gore navedene oblike, čime je omogućeno da se u analizu uvede veliki broj faktora proizvodnje. Kako se stopa rasta kapitala može predstaviti kao:

$$g_K = \frac{\dot{K}}{K} = s \frac{Y}{K} - d = sA - d \quad (3.2)$$

onda se jednostavno dobija da je stopa rasta bruto domaćeg proizvoda jednaka stopi rasta kapitala:

$$g_Y = \frac{\dot{Y}}{Y} = A \frac{\dot{K}}{K} = \frac{Y}{K} \frac{\dot{K}}{Y} = sA - d \quad (3.3)$$

Prethodne relacije ukazuju na to da je stopa ekonomskog rasta određena stopom štednje, odnosno investicija. To znači da, ukoliko se obezbjeđuje permanentno povećanje stope investicija, to za sobom povlači povećanje stope rasta. Tačnije, onoliko dugo

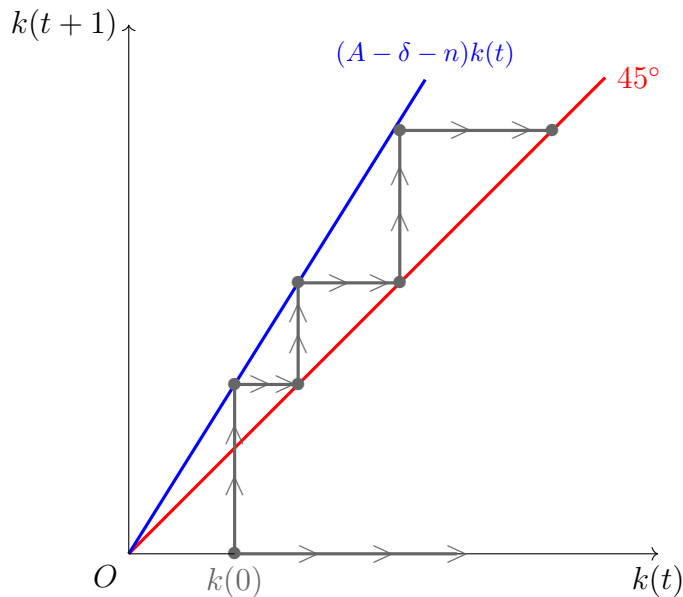
koliko je $sA > d$, proizvodnja i kapital rastu po konstantnoj stopi, pri čemu ne mora biti ispunjena pretpostavka o egzogenosti tehničkog progresa ili stope rasta stanovništva. Rast je obezbijeđen linearnošću fundamentalne jednačine modela, koja je posledica jedinične vrijednosti koeficijenta α .

Ukoliko se posmatraju veličine po glavi stanovnika, onda imamo da je opšta proizvodna funkcija data sa $y = Ak^\alpha$. Promjena kapitalne opremljenosti može se napisati kao $\dot{k} = sAk^\alpha - (d+n)k$. Za vrijednost $\alpha = 1$, što važi u slučaju AK funkcije, imamo $\dot{k} = sAk - (d+n)k$, dok je stopa rasta kapitalne opremljenosti i produktivnosti data sa:

$$g_k = g_y = \frac{\dot{k}}{k} = \frac{\dot{y}}{y} = sA - (n+d) \quad (3.4)$$

Ako je prosječna štednja veća od zbira stope rasta stanovništva i amortizacije, onda privreda ostvaruje permanentan rast. Do ovoga dolazi zbog činjenice da konstantni prinosi kapitala sprečavaju značajan pad proizvodnje po kapitalu. Tako, polazeći od osnovne jednačine AK modela, uz pretpostavku da je $sA - (n+d) > 0$, u ravnoteži postoji održiv rast produktivnosti po stopi $sA - (n+d)$. Počevši od nivoa kapitalne opremljenosti $k(0) > 0$, nivo kapitalne opremljenosti u trenutku t se može definisati kao $k = e^{(sA-n-d)t}k(0)$, a nivo produktivnosti kao $y = e^{(sA-n-d)t}Ak(0)$. Predviđena mogućnost endogenog rasta ne podrazumijeva i postojanje tranzicione dinamike. Dakle, produktivnost raste stalno po stopi $sA - (n+d)$, bez obzira na početni nivo kapitalne opremljenosti.

Na faznom dijagramu datom na grafiku 3.1 crvena linija predstavlja pravac sa nagibom jednakim jedinici (pod uglom od 45°), na kojoj su smještene tačke sa jednakim vrijednostima na apscisi i ordinati, a na kojima su predstavljene vrijednosti kapitala u dva sukcesivna perioda. Plavom linijom je predstavljena fazna linija koja predstavlja putanju kapitalne opremljenosti, ukoliko se ostvaruje rast po stopi $sA - (n+d) > 0$. Kako fazna linija ima nagib veći od jedan, dolazi do divergentne putanje, odnosno iz početne vrijednosti $k(0) > 0$, vrhovi strelice vode ka sve većim i većim vrijednostima k .



Grafik 3.1: Održivi rast u linearnom AK modelu

AK model u svom najjednostavnijem obliku ne predviđa konvergenciju, odnosno razlike u nivou proizvodnje su konstantne tokom vremena. To se može pokazati preko nulte vrijednosti relacije za brzinu konvergencije iz neoklasičnog modela $(1 - \alpha)(d + n + g_A)$, ako se uzme vrijednost $\alpha = 1$. Daljim razvojem teorije AK modela vrši se kombinovanje konvergencije neoklasičnog modela sa ovdje prisutnim dugoročnim rastom.

Rebelo ističe značaj povećanja stope štednje, odnosno investicija za dugoročni rast. Povećanje stope štednje u dugom roku dovodi do povećanja stope rasta produktivnosti i kapitalne opremljenosti. Ovo je u suprotnosti za zaključkom neoklasičnog modela, gdje povećanje stope štednje dovodi samo do promjene nivoa putanje rasta posmatranih varijabli. On u svom članku navodi da je, imajući u vidu prethodnu činjenicu, važno analizirati sve ekonomske politike koje mogu uticati na štednju ili investiranje

u bilo koju vrstu široko shvaćenog koncepta kapitala. Iz tog razloga, Rebelo se bavi pitanjem uticaja poreske politike na ekonomski rast, kao i efektima koje ta politika može imati na druge javne politike kao što je zaštita prava vlasništva. Ovdje se kao zaključak nameće da se niska stopa rasta ostvaruje u zemljama u kojima postoje visoke stope poreza na dohodak i gdje je slaba primjena zakona o pravu vlasništva [Rebelo, 1991].

Osnovne razlike Rebelovog AK modela u odnosu na Solowljev mogu se sumirati na sledeći način:

- (a) AK je endogeni model rasta, koji podrazumijeva da egzogeni tehnološki progres nije neophodan za generisanje ekonomskog rasta. Takođe, sve politike koje utiču na stopu štednje, stopu amortizacije, stopu rasta stanovništva i tehnologiju imaju efekat na ravnotežno stanje dugoročne stope rasta;
- (b) Ovaj model ne predviđa ni apsolutnu ni uslovnu konvergenciju;
- (c) Ne postoji tranziciona dinamika;
- (d) Efekti ekspanzije i recesija su permanentni. Preciznije, iznenadan pad kapitalne opremljenosti neće dovesti ekonomiju na tranzicionu putanju sa višim stopama rasta koje vode vraćanju ka prvobitnom nivou kapitalne opremljenosti.

3.1.2. MODEL JONESA I MANUELLIJA

Kako bi se uskladio endogeni rast sa konvergencijom [Jones i Manuelli, 1990] razvili su model u kome se posmatra modifikovana AK tehnologija. Polazi se od pretpostavke da sam fizički kapital ne pokazuje karakteristiku opadajućih prinosa u potpunosti kao u neoklasičnom smislu, odnosno da opadajući prinos na kapital mora biti ograničen sa donje strane, čime je omogućen održivi endogeni rast. Tako, opadajući marginalni proizvod

kapitala i pored rasta kapitala ostaje pozitivan. To podrazumijeva da su ispunjeni uslovi pozitivnog prvog i negativnog drugog izvoda proizvodne funkcije po kapitalu. Sa druge strane, ograničenost marginalnog proizvoda, odnosno njegova nemogućnost da teži nuli kada kapital teži beskonačnosti, dovodi do neispunjenosti prvog Inada uslova. Formalno, modifikovana AK funkcija u ovom slučaju može se zapisati kao:

$$Y = AK + BK^\alpha L^{1-\alpha} \quad (3.5)$$

odnosno u veličinama po stanovniku $y = Ak + Bk^\alpha$. U modelu se ne posmatraju eksternalije dok je ravnoteža koja se ostvaruje Pareto optimalna. Iz prethodnih relacija lako se može vidjeti da su zadovoljeni uslovi prvog i drugog izvoda za marginalnu produktivnost kapitala:

$$\begin{aligned} \frac{\partial Y}{\partial K} &= A + B\alpha \left(\frac{L}{K}\right)^{1-\alpha} \\ \frac{\partial^2 Y}{\partial K^2} &= \frac{-B\alpha(1-\alpha)L^{1-\alpha}}{K^{2-\alpha}} < 0 \end{aligned}$$

Međutim, kada su u pitanju Inada uslovi može se lako primijetiti da je zadovoljen uslov $\lim_{K \rightarrow 0} \frac{\partial Y}{\partial K} = \infty$, kao i da nije ispunjen drugi granični uslov $\lim_{K \rightarrow +\infty} \frac{\partial Y}{\partial K} = A > 0$. Ukoliko se posmatraju veličine po stanovniku može se primijetiti da je prosječna štednja po jedinici kapitala data sa

$$\frac{sy}{k} = s(A + Bk^{\alpha-1})$$

što znači da prosječna štednja opada sa porastom kapitala, odnosno kako $k \rightarrow +\infty$, ona teži ka sA .

Slično se dobija i u agregatnim veličinama. Jednačina promjene kapitala se kao i u neoklasičnom obliku može zapisati

$$\dot{K} = sY - \delta K = sAK + sBK^\alpha L^{1-\alpha} - \delta K$$

gdje kao i ranije s predstavlja stopu štednje, dok je δ stopa amortizacije kapitala. Na osnovu toga dobija se da je stopa rasta

kapitala:

$$\begin{aligned} g_K &= \frac{\dot{K}}{K} = \frac{sY}{K} - \delta \\ &= s \frac{AK + BK^\alpha L^{1-\alpha}}{K} - \delta = sA + s \frac{BL^{1-\alpha}}{K^{1-\alpha}} - \delta \end{aligned} \quad (3.6)$$

Ovaj izraz možemo podijeliti na dva dijela, odnosno na takozvanu „krivu amortizacije” i „krivu štednje”. Primjećuje se da je kriva amortizacije nezavisna od količine kapitala, dok kod krive štednje imamo

$$\lim_{K \rightarrow 0} s \frac{BL^{1-\alpha}}{K^{1-\alpha}} = \infty \quad \lim_{K \rightarrow +\infty} s \frac{BL^{1-\alpha}}{K^{1-\alpha}} = 0$$

Ako se pretpostavi da nema rasta stanovništva i da je stopa tehnološkog progresa jednaka nuli, a kako srednji dio jednačine 3.6 teži nuli kada kapital teži beskonačnosti, dobijamo da su stopa rasta kapitala u agregatnim i per capita vrijednostima jednake:

$$g_K = g_k = sA - \delta \quad (3.7)$$

Na osnovu dobijene relacije mogu se posmatrati dva slučaja: prvi kada je A veliko i samim tim $sA > \delta$ i drugi kada je $sA < \delta$. Ukoliko je $sA > \delta$, privreda ima samogenerišući endogeni rast, odnosno kriva štednje ne presjeca krivu amortizacije, i postoji uvijek pozitivan rast. Privreda će rasti brže u situaciji kada postoji manja količina kapitala, ili kapitalne opremljenosti, i rast će monotono opadati sa njegovim porastom. Imajući u vidu Inada uslov koji nije zadovoljen, štednja će asimptotski težiti liniji sAK koja je iznad linije δK . Time je jasno da amortizacija neće nikada dostići nivo štednje, čime je omogućena održiva stopa rasta proizvodnje i kapitala, kao i njihovih vrijednosti po stanovniku. Kada se dostigne dovoljno velika količina kapitala, privreda će rasti po konstantnoj stopi $sA - \delta > 0$, čime se dolazi na stanovište AK modela, ali samo u dugom roku. U slučaju kada je $sA < \delta$, kriva štednje sječe krivu amortizacije u ravnotežnom stanju kapitalne opremljenosti k^* , čime se model vraća na neoklasični Solowljev model, sa svim njegovim karakteristikama dinamike stope rasta. Ovaj slučaj podrazumijeva da ne postoji endogeni rast.

Modelom se predviđa uslovna konvergencija, odnosno u zavisnosti od politika koje utiču na nivo tehnologije, štednje i rasta stanovništva siromašne zemlje imaju tendenciju da brže rastu. Jones i Manuelli nastojali su da pokažu da je generalizacija standardne konveksne tehnologije koja se koristila u analizi prvih modela rasta dovoljna da generiše dugoročni održivi rast i dugoročno povećanje potrošnje po stanovniku. Da bi to objasnili oni su pošli od činjenice da su odluke o štednji pojedinca predstavljane diskontovanom vrijednošću funkcije korisnosti. U tom kontekstu potrebno je posmatrati odnos kamatne stope i recipročne vrijednosti diskontne stope. Ukoliko postoji njihova jednakost, onda je agregatna potrošnja stabilna u toku vremena i nema rasta, dok ukoliko je kamatna stopa veća postoji podsticaj za povećanje potrošnje u budućnosti, tako da veća kamatna stopa uzrokuje da potrošnja bude rastuća funkcija u vremenu. Tako, da bi se obezbijedio neograničen rast potrebno je da se obezbijedi da kamatna stopa ne padne ispod nivoa recipročne vrijednosti diskontnog faktora. Iz pretpostavke da je kamatna stopa jednaka marginalnom proizvodu kapitala, proizlazi činjenica da neoklasični model ne može obezbijediti dugoročni rast, odnosno, kako se povećava kapitalna opremljenost, marginalni proizvod kapitala opada bez donje granice i u jednom trenutku se izjednačava sa recipročnom vrijednošću diskontnog faktora, kada prestaje proces akumulacije kapitala. Međutim, tehnologije koje se ovdje posmatraju su proširenje pojma linearnih tehnologija i predstavljaju uopštenje ideje da je marginalni proizvod kapitala ograničen sa donje strane. Ovo slijedi iz činjenice da konveksna tehnologija podrazumijeva da marginalni proizvod kapitala jeste opadajuća funkcija kapitalnog stoka, ali ne i da on teži nuli kada se kapital beskonačno povećava.

Takođe, veliki značaj se pridaje objašnjavanju kako različite javne politike mogu uticati na ponašanje ekonomskih aktera. Kako bi se razumio njihov uticaj polazi se prvobitno od uticaja poreza na štednju, tačnije poreza na kapitalnu dobit. Odluke o akumulaciji kapitala su kontrolisane kroz smanjenje stope povraćaja na kapital nakon poreza, što dovodi do spuštanja željene putanje potrošnje. Međutim, i zaključci do kojih se dolazi da sve politike

koje vode povećanju stope povraćaja na kapital vode i ka većoj stopi rasta u dugom roku moraju se uzeti sa rezervom, s obzirom na činjenicu da se one moraju posmatrati u širem kontekstu uzajamnog uticaja sa drugim javnim politikama, kada određene promjene mogu imati efekat samo na kratak rok.

Takođe, ističe se da različite poreske politike dovode do takve heterogenosti među zemljama da je u uslovima otvorene liberalizovane ekonomije moguće da se ostvare konstantno različite stope rasta proizvodnje i potrošnje.

3.1.3. MODEL BARRO I SALA-I-MARTINA

Ovaj model koji je takođe imao za cilj eliminisanje opadajućih prinosa kapitala razvili su Barro i Sala-i-Martin [Barro i Sala-i-Martin, 1995], a pripada klasi jednosektorskih modela sa uključenim fizičkim i ljudskim kapitalom. Polazi se od Cobb-Douglasove proizvodne funkcije, koja ima konstantne prinose na fizički i ljudski kapital:

$$Y = AK^\alpha H^{1-\alpha} \quad (3.8)$$

pri čemu je $H = Lh$, odnosno predstavlja ljudski kapital koji se dobija kao proizvod broja radnika L i ljudskog kapitala po radniku h . Polazi se od pretpostavke da je kombinacija Lh važna za proizvodnju, odnosno da su kvantitet radnika L i kvalitet h perfektni supstituti. Radi jednostavnosti uzima se da je fiksna broj radnika L , što ne predstavlja uzrok opadajućih prinosa pošto uvećavanje K i h za određeni iznos vodi uvećavanju proizvodnje za isti iznos, s obzirom na to da se H uvećava zbog povećavanja kvaliteta rada.

Pretpostavka modela je da se proizvodnja koristi ili za potrošnju ili za investiranje u fizički ili ljudski kapital, kao i da je stopa amortizacije obje vrste kapitala jednaka. Uzimajući u obzir navedene pretpostavke budžetsko ograničenje u privredi može se napisati kao:

$$Y = C + I_K + I_H \quad (3.9)$$

Gdje I_K i I_H , predstavljaju bruto investicije u fizički, odnosno ljudski kapital, tako da se jednačine njihovih promjena mogu zapisati kao:

$$\begin{aligned}\dot{K} &= I_K - \delta K \\ \dot{H} &= I_H - \delta H\end{aligned}\quad (3.10)$$

Uzimajući pretpostavku da su domaćinstva i proizvođači dobara, da je funkcija korisnosti reprezentativnog domaćinstava data preko CRRA funkcije $U = \int_0^{+\infty} \frac{C^{1-\theta}}{1-\theta} e^{-\rho t} dt$ i da stopa rasta stanovništva jednaka nuli, može se napisati trenutna vrijednost Hamiltonian funkcije kao:

$$\begin{aligned}J &= \frac{C^{1-\theta}}{1-\theta} + u [I_K - \delta K] + v [I_H - \delta H] \\ &+ w [AK^\alpha H^{1-\alpha} - C - I_K - I_H]\end{aligned}\quad (3.11)$$

gdje su u i v cijene u sjenci, adjungovane varijable vezane za promjenu fizičkog i ljudskog kapitala, w je Lagranžev multiplikator, vezan za budžetsko ograničenje, dok su dvije varijable stanja K , odnosno H . Optimalna alokacija podrazumijeva maksimiziranje H u svakom trenutku vremena, pa je uslov prvog reda dat sa:

$$\begin{aligned}\frac{\partial J}{\partial C} &= \frac{(1-\theta)C^{-\theta}}{1-\theta} = 0 \Leftrightarrow C^{-\theta} = w \\ \frac{\dot{C}}{C} &= -\frac{1}{\theta} \frac{\dot{w}}{w}\end{aligned}\quad (3.12)$$

Uslov prvog reda za investiranje u fizički kapital je $\frac{\partial J}{\partial I_K} = 0$, odakle slijedi da je $u = w$, dok je uslov prvog reda za investiranje u ljudski kapital $\frac{\partial J}{\partial I_H} = 0$, odakle slijedi da je $v = w$. Kako bismo riješili Hamiltonijan funkciju potrebno je postaviti uslove za adjungovane varijable, što je za slučaj fizičkog kapitala dato sa $\dot{u} = -\frac{\partial J}{\partial K} + \rho u$, odnosno

$$\frac{\dot{u}}{u} = \rho + \delta - \alpha AK^{\alpha-1} H^{1-\alpha}\quad (3.13)$$

dok je u slučaju ljudskog kapitala uslov: $\dot{v} = -\frac{\partial J}{\partial H} + \rho v$, odakle se dobija da je

$$\frac{\dot{v}}{v} = \rho + \delta - (1-\alpha)AK^\alpha H^{-\alpha}\quad (3.14)$$

Pošto iz prethodnih relacija imamo da je $u = v = w$, onda slijedi i jednakost $\frac{\dot{u}}{u} = \frac{\dot{v}}{v}$, iz koje dobijamo:

$$\begin{aligned} \rho + \delta - \alpha AK^{\alpha-1} H^{1-\alpha} &= \rho + \delta - (1 - \alpha) AK^{\alpha} H^{-\alpha} \\ \frac{K}{H} &= \frac{\alpha}{1 - \alpha} \end{aligned} \quad (3.15)$$

Koristeći formulu za Eulerovu jednačinu potrošnje 2.25, stopa rasta se može zapisati kao:

$$g_C = \frac{1}{\theta} [\alpha AK^{\alpha-1} H^{1-\alpha} - \delta - \rho] \quad (3.16)$$

gdje $\alpha AK^{\alpha-1} H^{1-\alpha}$ predstavlja bruto marginalni proizvod kapitala, koji umanjen za amortizaciju predstavlja realnu stopu povraćaja na kapital, a koeficijent θ predstavlja elastičnost marginalne korisnosti potrošnje. Koristeći jednakost 3.15, dobijamo da je stopa rasta jednaka $\frac{1}{\theta} [A\alpha^{\alpha} (1 - \alpha)^{1-\alpha} - \delta - \rho]$. Na osnovu ovoga može se zaključiti da je neto stopa povraćaja na fizički i ljudski kapital jednaka $r^* = A\alpha^{\alpha} (1 - \alpha)^{1-\alpha} - \delta$, koja je konstantna zbog karakteristike konstantnih prinosa proizvodne funkcije. Time dokazujemo da se opadajući prinosi ne javljaju kada je odnos fizičkog i ljudskog kapitala konstantan, odnosno kada i K i H rastu istom stopom. Ako je odnos K/H konstantan tada je ravnotežna stopa rasta g_C^* konstantna ($g_C^* > 0$). Može se dokazati da ukoliko važe uslovi transverzalnosti, što podrazumijeva da je $r^* > g_C^*$, onda su stope rasta proizvodnje, fizičkog i ljudskog kapitala jednake navedenoj stopi rasta potrošnje.

Polazeći od osnovne jednačine modela i uslova 3.15, dobijamo sledeću relaciju za proizvodnju:

$$\begin{aligned} Y &= AK^{\alpha} H^{1-\alpha} \\ &= AK^{\alpha-1} H^{1-\alpha} K \\ &= A \left[\frac{\alpha}{1 - \alpha} \right]^{1-\alpha} K = BK \end{aligned} \quad (3.17)$$

Prethodna relacija predstavlja formu linearnog AK modela i ako se pretpostavi da nema stope rasta tehničkog progressa onda se dobija da je drugi izvod funkcije proizvodnje po kapitalu jednak

nuli, čime je narušena karakteristika opadajućih prinosa kapitala. Ovo je ostvareno kroz eliminisanje opadajućih prinosa fizičkog kapitala kroz konstantnost K/H racija. Model pokazuje postojanje dugoročnog održivog rasta i odsustvo tranzicione dinamike.

Linearnost koja postoji u AK modelima dovodi do otklanjanja tranzicione dinamike i do jednostavnije matematičke strukture modela. Ona ujedno predstavlja osnovnu karakteristiku modela koji podrazumijevaju mogućnost održivog ekonomskog rasta. Ukoliko su zadovoljeni uslovi stroge konkavnosti održivi rast nije moguć, zbog čega je asimptotska linearnost osnovni sastojak ovih modela. Iako ne tako vidljiva kao kod AK modela, linearnost postoji i kod endogenih tehnoloških modela, gdje je ona rezultat velikog broja ekonomskih interakcija koje utiču na funkciju agregatne proizvodnje.

Jedno od glavnih ograničenja ovih modela je da je kapital u suštini jedini faktor proizvodnje. Modeli pokazuju da udio kapitala u bruto društvenom proizvodu teži jedinici, što ne odgovara stvarnosti. Empirijska istraživanja pokazala su da širenjem koncepta kapitala, tako da on uključuje i fizički i ljudski kapital, ovaj koeficijent raste na $2/3$ ili $4/5$, što znači da model ipak nije linearan [Mankiw et al., 1992]. Takođe, kod AK modela se ne pravi jasna razlika između akumulacije kapitala i tehnološkog progressa. Fizički i ljudski kapital uzimaju se zajedno i njihova akumulacija posmatra se pomoću neoklasične teorije. Podrazumijeva se da poboljšanje kvaliteta ljudskog kapitala nastaje pod uticajem tehnološkog progressa.

Jedan od osnovnih problema Solowljevog modela predstavlja njegova nemogućnost da objasni velike razlike u produktivnosti između zemalja. Ovo je u literaturi dovelo do velikog broja njegovih modifikacija i novih modela, sa ciljem da se dobiju elastičnije reakcije produktivnosti na mjere ekonomske politike ili druge karakteristike koje postoje u različitim zemljama. AK modeli predstavljaju jedan od pokušaja da se riješi navedeni problem neoklasične teorije. Međutim, oni sami dovode do suprotnog problema. Tačnije, u AK modelima čak i male promjene u mjerama ekonomske politike, tehnološkim mogućnostima i drugim karakteristikama u zemlji vode ka konstantnim razlikama u stopama

rasta. Iako su u mogućnosti da na taj način objasne velike razlike u životnom standardu između zemalja, ovi modeli podrazumijevaju stalno rastuću nejednakost distribucije dohotka u svijetu. Ovo slijedi iz činjenice da će zemlje sa različitim karakteristikama uvijek rasti po različitim stopama.

3.2. MODELI ZASNOVANI NA AKUMULACIJI LJUDSKOG KAPITALA

Modeli zasnovani na akumulaciji ljudskog kapitala kao glavni izvor endogenog rasta uzimaju ljudski kapital, koji se smatra osnovnim mehanizmom preko koga se ostvaruje održivi pozitivni rast produktivnosti. U ovoj grupi modela, kao prvi a ujedno i najznačajniji, može se navesti model Lucasa [Lucas, 1988].

3.2.1. OPIS LUCASOVOG MODELA RASTA

Naslanjajući se na Solowljev model, Lucas razvija teoriju rasta, u kojoj nastoji da endogenizuje sve varijable, tako da jedinu egzogenu varijablu modela predstavlja stopa rasta stanovništva. On polazi od toga da neoklasična teorija, iako predstavlja suštinsku osnovu za razvoj ovog modela, nije u mogućnosti da da odgovor na pitanje razlike u razvijenosti i životnom standardu između zemalja. Takođe, neoklasična teorija sadrži nerealnu pretpostavku da međunarodna trgovina treba da dovede do brzog izjednačavanja kapitalnih koeficijenata i faktorskih cijena. Ove probleme Lucas pokušava da riješi kroz alternativni pristup definisanjem tehnološkog progresa preko koncepta ljudskog kapitala. On razvija model u kome se vrše dvije adaptacije neoklasičnog pristupa, kako bi se uključili efekti akumulacije ljudskog kapitala. Prvo se posmatra jednosektorska ekonomija, pri čemu se fokus stavlja na interakciju između fizičkog i ljudskog kapitala. Nakon toga se posmatra privreda koja proizvodi dva dobra, omogućavajući na taj način specijalizaciju različitih vrsta ljudskog kapitala, kao i posmatranje interakcija između trgovine i razvoja.

U osnovnom Lucasovom modelu se javljaju dvije vrste kapitala: fizički, čija je akumulacija i korišćenje u proizvodnji u skladu sa neoklasičnom teorijom, i ljudski kapital, koji povećava produktivnost i rada i fizičkog kapitala. Ljudski kapital nije di-

rektno mjerljiv, obuhvata veliki broj fenomena kao što su način na koji pojedinci alociraju svoje vrijeme na proizvodnju i sticanje znanja i vještina, način na koji dolazi do promjene vrijednosti nadnica i sl. Njegova akumulacija se u suštini zasniva na pravilu da konstantan nivo napora ili ulaganja u sticanje znanja proizvodi konstantnu stopu rasta stoka kapitala. Ova stopa rasta je nezavisna od nivoa koji je prethodno akumuliran i omogućava održive stope rasta [Uzawa, 1965].

Kao osnova modela uzima se teorija ljudskog kapitala koja se bavi proučavanjem kako odluke pojedinaca o ulaganju u akumuliranje znanja utiču na produktivnost [Schultz, 1963, Becker, 1964]. Lukas polazi od pretpostavke da ljudski kapital koji posjeduje pojedinac predstavlja opšti nivo njegovih vještina $h(t)$. Pri tome, ljudski kapital se smatra osnovnim izvorom rasta, odnosno tehnološki progres je definisan kroz akumulaciju kapitala. Pošto način na koji pojedinac vrši alokaciju svog vremena na pojedine aktivnosti utiče na njegovu trenutnu produktivnost, ali i na nivo $h(t)$ u budućnosti, u modelu moraju biti posmatrana oba uticaja.

Polazi se od pretpostavke da je ukupan broj zaposlenih predstavljen sa L , sa nivoom vještina koje se kreću u intervalu od 0 do beskonačno. Ako se pretpostavi da postoji $L(h)$ zaposlenih sa nivoom vještina h onda se ukupan broj zaposlenih može zapisati kao:

$$L = \int_0^{+\infty} L(h)dh$$

Pretpostavlja se da pojedinac sa nivoom vještina h , ima fiksni iznos slobodnog vremena, dok ostatak alocira na takav način da dio $u(t)$ koristi za trenutnu proizvodnju, a preostali dio $1 - u(t)$ za akumuliranje ljudskog kapitala. Na osnovu toga efektivna radna snaga u proizvodnji definiše se kao [Ribeiro, 2003]:

$$L^e = \int_0^{+\infty} u(h)L(h)h dh$$

što predstavlja broj časova rada posvećenih proizvodnji ponderisan nivoom vještina. Proizvodna funkcija je data tako da zavisi od kapitala i efektivnog rada $Y = F(K, L^e)$. Ukoliko se uzme

pojednostavljena pretpostavka da svi zaposleni imaju nivo vještina h i jednaku vremensku alokaciju u , onda se može zaključiti da je relacija za efektivnu radnu snagu data kao $L^e = uhL$. Da bi se u potpunosti mogla definisati proizvodna funkcija, za koju se pretpostavlja Cobb-Douglasova forma, potrebno je definisati i eksterne efekte ljudskog kapitala. Pored prethodno definisanog internog efekta, koji podrazumijeva uticaj ljudskog kapitala pojedinca na njegovu produktivnost, definiše se i njegov eksterni efekat kroz prosječan nivo vještina svih zaposlenih:

$$h_a = \frac{\int_0^{+\infty} hL(h)dh}{\int_0^{+\infty} L(h)dh}$$

U prethodnoj relaciji h_a predstavlja eksterni efekat kapitala, od koga svi akteri imaju koristi i koji doprinosi produktivnosti svih faktora proizvodnje. Ovaj koeficijent je teže mjerljiv i vidljiv je na agregatnom nivou. On obuhvata uticaje koje drugi ljudi imaju na produktivnost pojedinca i koji potiču od načina interakcije različitih grupa. Kako predstavlja prosječnu vrijednost, na njegovu veličinu nijedna pojedinačna odluka ne može imati značajan efekat. Isto tako nijedan pojedinac ga neće uzeti u obzir prilikom odlučivanja o sopstvenoj alokaciji vremena [Capolupo, 2008]. Mnogi teoretičari smatraju da akumulirani stok ljudskog kapitala radne snage ima direktni nemonetarni tehnološki uticaj na produktivnost svakog radnika.³ Eksternalije ljudskog kapitala su značajne i zato što u slučaju njihovog postojanja konkurentski sistem cijena može biti neefikasan, pošto najčešće nije u stanju da internalizuje ove eksterne efekte. Sa druge strane, kao najčešća aproksimacija za interne efekte ljudskog kapitala uzimaju se razlike u zaradama, koje su određene brojem godina školovanja pojedinca [Acemoglu, 2009].

Ukoliko se uzmu u obzir gore navedene pretpostavke, relacija

³Jedan od takvih primjera je stav, prvobitno razvijen od Jane Jacobs u *Economy of Cities* [Jacobs, 1969], prema kojem eksternalije ljudskog kapitala doprinose da dođe do koncentracije ekonomskih aktivnosti u gradovima. Kao takve one predstavljaju mehanizam ekonomskog rasta zbog uticaja koje imaju na razmjenu ideja između samih radnika.

za proizvodnu funkciju je data kao:

$$Y = AK^\alpha (L^e)^{1-\alpha} h_a^\gamma \quad (3.18)$$

gdje se pretpostavlja konstantna vrijednost tehnološkog nivoa A i γ predstavlja elastičnost proizvodnje u odnosu na eksterni efekat kapitala. Funkcija akumulacije kapitala definiše se kao u neoklasičnom modelu:

$$\dot{K} = Y - C \quad (3.19)$$

pri čemu se ukupna potrošnja može predstaviti kao $C = cL$.

Kako bi model bio potpun, potrebna je i relacija za promjenu nivoa ljudskog kapitala, koja zavisi od napora koji se ulažu u njegovu akumulaciju. To predstavlja ključnu modifikaciju neoklasičnog modela, gdje rast ljudskog kapitala zavisi od njegovog nivoa i alokacije vremena u njegovo dalje akumuliranje:

$$\dot{h}(t) = h^\omega(t)\sigma(1 - u(t)) \quad (3.20)$$

Iz prethodne relacije vidi se da ukoliko je eksponent w manji od jedinice, onda postoji efekat opadajućih prinosa kapitala. Ovo znači da će $h(t)$ težiti nuli bez obzira na napore koji se ulažu u akumulaciju kapitala. Iz tog razloga polazi se od pretpostavke linearnosti, odnosno da je $\omega = 1$, koja omogućava da akumulacija ljudskog kapitala bude izvor održivog rasta, bez potrebe za bilo kojim drugim eksternim izvorima.

Kako bi se opravdala pretpostavka linearnosti polazi se od toga da je životni vijek svakog pojedinca konačan, pa povrat od dodatnog ulaganja u znanje vremenom opada, zajedno sa silaznim trendom akumulacije znanja [Uzawa, 1965]. Međutim, ukoliko se umjesto pojedinca posmatra domaćinstvo, uz pretpostavku neograničenog trajanja njegovog životnog vijeka, onda se može zadovoljiti uslov linearnosti. U slučaju domaćinstva uslov linearnosti podrazumijeva da će relacija za akumulaciju ljudskog kapitala za svakog pojedinca zadovoljavati prethodno navedene uslove, uz zahtjev da početni nivo znanja svakog novog člana domaćinstva bude proporcionalan nivou znanja koji su stekli stariji članovi. Na taj način se izbjegava da količina ljudskog kapitala u domaćinstvu ostane nepromijenjena. Za razliku od akumulacije

fizičkog kapitala, akumulacija ljudskog kapitala je socijalna aktivnost, koja uključuje veliki broj aktera i grupa. Ako se primijene navedene pretpostavke može se zapisati da je:

$$\dot{h}(t) = h(t)\sigma(1 - u(t)) \quad (3.21)$$

Ova relacija pokazuje da dodatni procenat povećanja ljudskog kapitala zahtijeva jednaka ulaganja, bez obzira na inicijalni nivo, odnosno ne postoje opadajući prinosi. Takođe, primjećuje se da se u akumulaciji ljudskog kapitala kao input ne podrazumijeva fizički kapital. Iz relacije 3.21, može se jednostavno zaključiti da je stopa rasta akumulacije ljudskog kapitala data sa:

$$\frac{\dot{h}(t)}{h(t)} = \sigma(1 - u(t)) \quad (3.22)$$

Osim pretpostavke vezane za relacije 3.20, 3.21, 3.22, sve ostale osnovne karakteristike na kojima se zasniva neoklasični model ostaju na snazi: posmatra se zatvorena ekonomija, stopa rasta stanovništva je konstantna i preferencije domaćinstva su date preko funkcije korisnosti oblika⁴ $U = \frac{c^{1-\theta}(t)}{1-\theta}$. Pojednostavljen primjer proizvodne funkcije može odmah ukazati na osnovne implikacije modela [Lucas, 1993]. Pretpostavke od kojih se polazi su: Harrod-neutralna tehnologija neoklasičnog modela, gdje je tehnologija predstavljena akumulacijom ljudskog kapitala; zanemaruju se eksterni efekti ljudskog kapitala; koeficijent u i štednja su konstantni. Polazeći od navedenih pretpostavki može se zaključiti da je stopa tehnološke promjene (prosječna vrijednost Solowljevog reziduala), data sa $\mu = \sigma(1 - \alpha)(1 - u)$. Pri tome, inicijalni nivo tehnologije je dat sa $Ah^{1-\alpha}(0)$, a jasno je da je stopa rasta produktivnosti i kapitalne opremljenosti data sa $\sigma(1 - u)$.

Ako se vratimo na osnovnu jednačinu za proizvodnu funkciju 3.18, zbog postojanja eksternih efekata moramo posmatrati uporedo optimalnu i ravnotežnu putanju rasta. Osnovna razlika je

⁴Koeficijent θ predstavlja koeficijent relativne averzije prema riziku koji je jednak inverznoj vrijednosti intertemporalne elastičnosti supstitucije. On određuje preferencije domaćinstva u pogledu promjena iznosa potrošnje u toku vremena.

što se prilikom razmatranja optimalne putanje rasta uzima ograničenje jednakosti stvarnog i očekivanog društvenog prosječnog nivoa znanja (odnosno da je $h(t) = h_a(t)$), dok se kod određivanja ravnotežne putanje uzima da je putanja za $h_a(t)$ egzogeno data. Uzimajući u obzir ovo ograničenje i relacije 3.18 i 3.19, problem se svodi na izbor $k(t)$, $h(t)$, $c(t)$ i $u(t)$ koje će maksimizirati korisnost potrošača. U slučaju da su dobijene vrijednosti za stvarni i očekivani nivo vještina $h(t)$ i $h_a(t)$ jednake, onda je sistem u ravnoteži.

3.2.2. OPTIMALNA PUTANJA RASTA U LUCASOVOM MODELU

Da bi riješili postavljeni problem maksimizacije funkcije korisnosti, u cilju određivanja optimalne putanje rasta, polazimo od trenutne vrijednosti Hamiltonian funkcije [Chiang, 1992, Lucas, 1993, Popović, 2005]:

$$\begin{aligned} H(K, h, \theta_1, \theta_2, c, u, t) \\ = \frac{c^{1-\theta}(t)}{1-\theta} + \theta_1 (AK^\alpha (uhL)^{1-\alpha} h_a^\gamma - C) + \theta_2 h(t) \sigma (1-u(t)) \end{aligned} \quad (3.23)$$

pri čemu K i h predstavljaju varijable stanja, θ_1 i θ_2 predstavljaju adjungovane varijable (engl. *co-state*), dok su dvije kontrolne varijable c i u .

Optimalna alokacija podrazumijeva maksimiziranje $H(K, h, \theta_1, \theta_2, c, u, t)$ u svakom trenutku vremena u odnosu na obje kontrolne varijable, pa su uslovi prvog reda:

$$\frac{\partial H}{\partial C(t)} = \frac{(1-\theta)c^{-\theta}(t)}{1-\theta} - \theta_1 = 0 \quad (3.24)$$

$$\frac{\partial H}{\partial u(t)} = \theta_1(1-\alpha) (AK^\alpha (uhL)^{-\alpha} Lh_a^{\gamma+1}) - \theta_2 h(t) \sigma = 0 \quad (3.25)$$

Iz relacije 3.24, slično kao u neoklasičnom modelu imamo $c^{-\theta}(t) = \theta_1$ odakle imamo

$$\frac{\dot{c}(t)}{c(t)} = -\frac{1}{\theta} \frac{\dot{\theta}_1}{\theta_1} \quad (3.26)$$

Relacija 3.25 podrazumijeva da alokacija vremena mora biti jednako korisna u oba slučaja: u proizvodnji i u akumulaciji ljudskog kapitala.

Kako je uslov za adjungovanu varijablu θ_1 dat sa

$$\dot{\theta}_1 = -\frac{\partial H}{\partial K} + \rho\theta_1 = \rho\theta_1 - \theta_1\alpha AK^{\alpha-1} (uhL)^{1-\alpha} h_a^\gamma$$

imamo:

$$\frac{\dot{\theta}_1}{\theta_1} = \rho - \alpha AK^{\alpha-1} (uhL)^{1-\alpha} h_a^\gamma \quad (3.27)$$

Slično, u slučaju adjungovane varijable θ_2 , imamo:

$$\begin{aligned} \dot{\theta}_2 &= -\frac{\partial H}{\partial h} + \rho\theta_2 \\ &= \rho\theta_2 - \theta_1(1 - \alpha + \gamma)AK^\alpha (uL)^{1-\alpha} h^{-\alpha+\gamma} - \theta_2\sigma(1 - u(t)) \end{aligned} \quad (3.28)$$

Prethodne formule, koje su osnova za određivanje optimalne putanje rasta za obje vrste kapitala, takođe su u većem dijelu identične sa relacijama koje dovode do jednačina ravnotežnog rasta, gdje se uzima egzogeno data vrijednost $h_a(t)$. Osnovna razlika je u jednačini 3.28, pošto u procjeni ljudskog kapitala postoji razlika između optimalne i ravnotežne alokacije. Tako, za privatni sektor jednačina 3.28 je zamijenjena sa:

$$\dot{\theta}_2 = \rho\theta_2 - \theta_1(1 - \alpha)AK^\alpha (uL)^{1-\alpha} h^{-\alpha} h_a^\gamma - \theta_2\sigma(1 - u(t))$$

U slučaju da je ispunjen uslov $h(t) = h_a(t)$, onda se ista relacija može zapisati kao:

$$\dot{\theta}_2 = \rho\theta_2 - \theta_1(1 - \alpha)AK^\alpha (uL)^{1-\alpha} h^{-\alpha+\gamma} - \theta_2\sigma(1 - u(t)) \quad (3.29)$$

Može se primijetiti da u slučaju kada postoje eksterni efekti, odnosno kada je koeficijent $\gamma > 0$, javlja se razlika između takozvane društvene i privatne procjene ljudskog kapitala. U slučaju kada nema eksternih efekata formule 3.28 i 3.29 postaju identične.

Kako bi se došlo do rješenja postavljenog problema maksimizacije, bez obzira na to da li postoje eksterni efekti ili ne, uzimaju se osnovne pretpostavke neoklasičnog modela: konstantnost stopa rasta ljudskog i fizičkog kapitala, konstantnost stope

potrošnje i koeficijenta alokacije vremena na proizvodnju i akumuliranje znanja, postojanje opadajućih cijena obje vrste kapitala.

Uzimajući u obzir da je stopa rasta potrošnje data sa $g_C = \frac{\dot{C}}{C}$, kao i relacije 3.26 i 3.27, dobijamo:

$$g_C = -\frac{1}{\theta} \frac{\dot{\theta}_1}{\theta_1} = \frac{1}{\theta} (\alpha AK^{\alpha-1} (uhL)^{1-\alpha} h_a^\gamma - \rho)$$

pa je marginalni proizvod kapitala jednak

$$\alpha AK^{\alpha-1} (uhL)^{1-\alpha} h_a^\gamma = g_C \theta + \rho \quad (3.30)$$

Uzimajući u obzir da su vrijednosti A , L i u konstante, konstantnost marginalne produktivnosti, ukoliko se zanemare eksternalije, dovodi do jednakosti stope rasta fizičkog i ljudskog kapitala, odnosno:

$$\frac{\frac{\partial \dot{Y}}{\partial Y}}{\frac{\partial K}{\partial K}} = 0 \Leftrightarrow (\alpha - 1)g_K + (1 - \alpha)g_h = 0 \Leftrightarrow g_K = g_h$$

Takođe, ako se pođe od relacije za proizvodnu funkciju i stopu rasta produktivnosti, dobija se jednakost stope rasta produktivnosti i stope rasta ljudskog kapitala:

$$g_Y = \alpha g_K + (1 - \alpha)g_h = g_h$$

Što sve, uz prethodno navedene uslove, dovodi do jednakosti $g_Y = g_K = g_h$. Kako je navedeno u relaciji 3.22, stopa rasta ljudskog kapitala iznosi $g_h = \sigma(1 - u(t))$. Diferenciranjem relacije 3.30, koja sadrži uticaj eksternalija, dolazi se da relacije za stopu rasta potrošnje i kapitala po stanovniku. Tačnije, dobijamo $(\alpha - 1)g_C + (1 - \alpha)g_h + \gamma g_h = 0$, odnosno

$$g_C = \left[\frac{1 - \alpha + \gamma}{1 - \alpha} \right] g_h \quad (3.31)$$

Izraz $(1 - \alpha + \gamma)g_h$, predstavlja isto što i egzogena stopa rasta tehnološkog progressa u neoklasičnom modelu.

Da bi model bio zaokružen potrebno je da se definiše kako je stopa rasta ljudskog kapitala definisana samim modelom, odnosno na koji način je ovde izvršena endogenizacija rasta.

Ako se izvrši diferenciranje obje strane relacije 3.25 i primijeni uslov prvog reda dobijamo:

$$\frac{\dot{\theta}_1}{\theta_1} + \alpha \frac{\dot{K}}{K} - \alpha \frac{\dot{h}}{h} + (\gamma + 1) \frac{\dot{h}_a}{h_a} = \frac{\dot{\theta}_2}{\theta_2} + \frac{\dot{h}}{h}$$

Kako je $\frac{\dot{\theta}_1}{\theta_1} = -\theta g_C$, slijedi da je

$$\alpha g_C - \theta g_C + (\gamma + 1 - \alpha) g_h = \frac{\dot{\theta}_2}{\theta_2} + g_h$$

odnosno $\frac{\dot{\theta}_2}{\theta_2} = (\alpha - \theta) g_C - (\alpha - \gamma) g_h$.

Polazeći od relacija 3.25 i 3.28 i uzimajući u obzir da je

$$AK^\alpha (uL)^{1-\alpha} h^{\gamma-\alpha} = AK^\alpha u^{-\alpha} L^{1-\alpha} h^{\gamma-\alpha+1} \frac{u}{h} = \frac{\theta_2 h \sigma}{\theta_1 (1-\alpha)} \frac{u}{h}$$

što daje sledeći izraz:

$$\dot{\theta}_2 = \rho \theta_2 - \theta_1 (1 - \alpha + \gamma) \frac{\theta_2 h \sigma}{\theta_1 (1 - \alpha)} \frac{u}{h} - \theta_2 \sigma (1 - u(t))$$

koji kada pojednostavimo, dobijamo: $\frac{\dot{\theta}_2}{\theta_2} = \rho - \sigma - \frac{\gamma}{1-\alpha} \sigma u$. Zatim, nakon zamjene u sa $u = 1 - \frac{g_h}{\sigma}$, dobija se izraz za stopu rasta ljudskog kapitala u zavisnosti od stope rasta potrošnje, gdje se zamjenom relacije 3.26 za stopu rasta potrošnje, dobija konačno da je efikasna, optimalna stopa rasta ljudskog kapitala data sa:

$$g_h^* = \theta^{-1} \left[\sigma - \frac{1 - \alpha}{1 - \alpha + \gamma} \rho \right] \quad (3.32)$$

Kod ravnotežnog rasta, uzimajući u obzir relaciju 3.29, imamo $\frac{\dot{\theta}_2}{\theta_2} = \rho - \sigma$, pa je i ravnotežna stopa rasta ljudskog kapitala data sa:

$$g_h = \frac{(1 - \alpha)(\sigma - \rho)}{\theta(1 - \alpha + \gamma) - \gamma} \quad (3.33)$$

gdje se jednostavno može primijetiti da, ukoliko se zanemare eksterni efekti (i.e. $\gamma = 0$), važi da je stopa akumulacije ljudskog kapitala data sa:

$$g_h = \frac{1}{\theta}(\sigma - \rho) \quad (3.34)$$

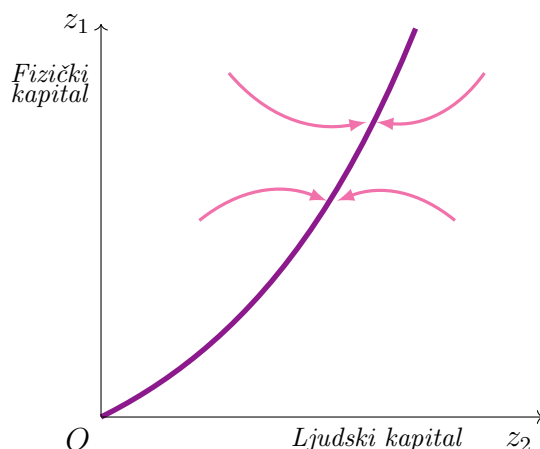
Iz prethodne pojednostavljene relacije može se vidjeti da postoji pozitivna zavisnost stope akumulacije ljudskog kapitala od efikasnosti investicija u ljudski kapital σ , dok je ekonomski rast negativno korelisan sa parametrima diskontne stope ρ i intertemporalne stope supstitucije θ . Isto važi i kada se posmatraju formule za akumulaciju ljudskog kapitala u koje su uključeni eksterni efekti. Kroz povezanost stope rasta i diskontnog faktora može se vidjeti veza rasta sa koeficijentom sklonosti štednji, što ukazuje na povezanost sa neoklasičnim modelom.

Ukoliko se vratimo na relaciju 3.31, može se primijetiti da postoji i održiva stopa rasta potrošnje, odnosno kapitala po stanovniku, bez obzira na postojanje eksternih efekata. Pri tome ukoliko je $\gamma = 0$ onda je $g_C = g_h$, dok ukoliko je $\gamma > 0$ onda je $g_C > g_h$, što ukazuje da eksterni efekti utiču na brži rast fizičkog od ljudskog kapitala.

3.2.3. DINAMIČKI ASPEKT LUCASOVOG MODELA

Pored datih relacija za stope rasta fizičkog i ljudskog kapitala, slično kao u neoklasičnom modelu, dugoročni nivoi kapitala mogu biti predstavljeni na sledeći način: $z_1(t) = e^{-g_h t} K(t)$ za fizički kapital i $z_2(t) = e^{-g_h t} h(t)$ za ljudski kapital. Prilikom razmatranja dinamike modela mora se uzeti u obzir kriva koja povezuje ove dvije vrste kapitala, koja je predstavljena na grafiku 3.2.

Zavisno od početnog stanja vrijednosti kapitala ($K(0), h(0)$), ravnotežne putanje ($z_1(t), z_2(t)$) konvergovace ka određenoj poziciji na zajedničkoj krivoj. Pri tome, asimptotska pozicija zavisi od početnog stanja. Tako će zemlje koje imaju inicijalno nizak nivo ljudskog i fizičkog kapitala permanentno biti ispod nivoa zemalja sa inicijalno kapitalno intenzivnijim ekonomijama.



Grafik 3.2: Zajednička dugoročna putanja fizičkog i ljudskog kapitala

Isto tako, povraćaj na kapital je konstantan, iako tokom vremena dolazi do porasta stoka obje vrste kapitala. Na ovaj način, ukoliko se posmatraju sve zatvorene ekonomije, stope rasta između zemalja postaće jednake i ostvariće se stabilna distribucija prihoda i bogatstva u toku vremena.

Ukoliko se u modelu pretpostavi mogućnost kretanja kapitalnih dobara, dok se rad smatra nemobilnim, neće postojati podsticaji za pozajmljivanje i kretanje kapitala između bogatih i siromašnih zemalja. Do ovoga dolazi zato što dugoročni odnos dvije vrste kapitala u svakoj zemlji dovodi do iste marginalne produktivnosti fizičkog kapitala, bez obzira na njegovu prethodno akumuliranu količinu.

Ukoliko se u modelu omogući mobilnost rada, efekat će zavisiti od toga da li postoje eksterni efekti ljudskog kapitala koji će se prenositi sa jedne individue na drugu. U slučaju da postoje, nadnice za određeni nivo sposobnosti će se povećavati u skladu sa porastom bogatstva ekonomije, pa će se kretanje kapitala usmjeriti sa siromašnih na bogate zemlje.

3.2.4. LUCASOV MODEL U OTVORENOJ EKONOMIJI

Prethodno prikazani model, gdje se akumulacija kapitala tretira kao odluka pojedinca da umjesto alociranja vremena u proizvodnju on ulaže napore u obrazovanje, nije u mogućnosti da objasni različite stope rasta između zemalja ili unutar određene zemlje. Kako bi otklonio navedeni problem Lukas polazi od jednostavnog primjera otvorene ekonomije koja proizvodi dva dobra, uz pretpostavku da ne postoji fizički kapital. Polazeći od Krugmanovog rada iz 1987. godine [Krugman, 1987], Lucas je dao predlog modela u kome su različita dobra povezana sa različitim stopama učenja u proizvodnji. Na taj način je nastojao da pokaže da izbor dobra koji će zemlja proizvoditi u stvari predstavlja izbor stope akumulacije ljudskog kapitala. I kod ovog modela ograničenje je što se vrši apstrakcija svih monetarnih činilaca i što se smatra da se razmjena vrši na principu dobro za dobro. Takođe, posmatra se funkcija korisnosti, koja podrazumijeva da će svjetska tražnja ostati fiksna sa porastom dohotka.

U ovoj varijanti modela uzima se pretpostavka da se akumulacija kapitala vrši u toku rada i da je vezana za proizvodni proces određenog dobra. Svaka zemlja ima komparativne prednosti u proizvodnji određenog dobra, dok proizvodnja svakog dobra zahtijeva različitu količinu ljudskog kapitala. Iz ovoga slijedi da isti preduslovi koji diktiraju komparativne prednosti utiču i na stopu rasta ljudskog kapitala. Na ovaj način se mogu objasniti velike i održive razlike u stopi rasta između zemalja, koje nijesu vezane za inicijalni nivo kapitala.⁵

U slučaju da postoji fiksni set dobara koje zemlja proizvodi, onda će komparativne prednosti koje diktiraju takav proizvodni miks biti vremenom ojačane sa akumulacijom odgovarajućeg ljudskog kapitala. Prilikom razmatranja proizvodno specifičnog stica-

⁵Slično kao i Krugman, Lucas ovdje polazi od pretpostavke da zemlja ima komparativne prednosti u određenom sektoru kao cjelini, dok se u sektorskoj intepretaciji Stokey i Younga [Stokey, 1988, Young, 1991] polazi od realističnije pretpostavke da se svaki sektor sastoji od velikog broja dobara i da se određivanje komparativnih prednosti vrši za svako pojedinačno dobro.

nja znanja, podrazumijeva se konstantno uključivanje novih dobara u proizvodni miks i opadajući potencijal za sticanje znanja za svako pojedinačno dobro sa povećanjem proizvodnje. Ovo daje mogućnost za pomjeranje stopa rasta u toku vremena. Ovakvim pristupom bi, jednim dijelom, bilo omogućeno razumijevanje brzog rasta novo-industrijalizovanih zemalja, zasnovanog na izvozu ali pretežno onih proizvoda čija proizvodnja nije ranije bila svojstvena ovim zemljama.

Prezentirani jednostavni model, pored toga što predstavlja početni teorijski okvir za rješenje pitanja razlika u stopama rasta između zemalja, omogućava i jednostavan kontekst za posmatranje dvije strategije ekonomskog razvoja: supstituciju uvoza (gdje je ekstreman primjer zatvorena ekonomija) i promociju izvoza. Pri tome, mogu se posmatrati različite opcije između ekstremnog izbora prosječne svjetske cijene p ili cijene u zatvorenoj ekonomiji q , kroz uticaj na poresku politiku subvencija.

3.2.5. VEZA LUCASOVOG I AK MODELA

Slično kao i u AK modelima, i u modelu sa akumulacijom ljudskog kapitala ostvaruje se konstantna marginalna produktivnost kapitala. Do ovoga dolazi iz razloga ostvarivanja održivog ekonomskog rasta. Jednostavnim transformacijama, polazeći od Cobb-Douglasove funkcije sa ljudskim kapitalom, može se vidjeti da se relacija za proizvodnu funkciju svodi na AK oblik [Ribeiro, 2003].

Kako proizvodna funkcija data na početku ima oblik:

$$Y = AK^\alpha (L^e)^{1-\alpha} h_a^\gamma = AK^\alpha (uhL)^{1-\alpha} h_a^\gamma$$

u slučaju kada se zanemare eksterni efekti i pretpostavi nulta stopa rasta stanovništva, ona se može zapisati $Y = AK^\alpha (uhL)^{1-\alpha}$ što se može dalje transformisati

$$Y = AK^{\alpha-1} (uL)^{1-\alpha} h^{1-\alpha} K = \frac{A (uL)^{1-\alpha} h^{1-\alpha}}{K^{1-\alpha}} K$$

i predstaviti kao $Y = BK$, gdje je $B = \frac{A(uL)^{1-\alpha}h^{1-\alpha}}{K^{1-\alpha}}$ i predstavlja konstantu, s obzirom na to da su A , u i L konstante, dok su stope rasta ljudskog i fizičkog kapitala jednake.

Proizvodna funkcija Lucasovog modela se svodi na proizvodnu funkcija AK tipa, pošto se opadajući prinosi fizičkog kapitala neutrališu akumulacijom ljudskog kapitala. Za razliku od njega, u prethodno prezentiranim AK modelima, opadajući prinosi fizičkog kapitala nijesu neutralisani djelovanjem nekog drugog faktora, kao što je u ovom slučaju ljudski kapital, već su eliminisani iz same proizvodne funkcije.

3.3. MODELI ZASNOVANI NA ISTRAŽIVANJU I RAZVOJU

Pravac u endogenim modelima, gdje se ističe značaj istraživanja i razvoja kao glavnog pokretača ekonomskog rasta, početno je razvio [Romer, 1986, Romer, 1990]. Kasnije modifikacije, sa izmijenjenim prepostavkama, ali sa istim pridavanjem značaja inovacijama, dali su [Grossman i Helpman, 1991] i [Aghion i Howitt, 1992].

Da bi se mogao razumjeti pojam endogenosti tehničkog progressa, proces istraživanja i razvoja mora se posmatrati kao svrshodna aktivnost, preduzeta radi ostvarivanja profita. Sa druge strane, znanje koje se generiše kao rezultat te aktivnosti ima uticaj na povećanje produktivnosti ostalih postojećih faktora proizvodnje. Svi modeli u ovom dijelu mogu se podijeliti na dva dijela. Prvi su modeli (kojima pripada i model Romera) koje karakterišu inovacije ugrađene u sam proces proizvodnje. Tačnije, suština uticaja istraživanja i razvoja ispoljava se kroz kreiranje novih verzija inputa proizvodnje, odnosno intermedijalnih dobara. Ova dobra će zatim uticati na povećanje produktivnosti u sektoru proizvodnje finalnih dobara. Kod Romera se pojam ideje najviše vezuje za proizvodni proces koji će dovesti do novog načina proizvodnje dobara, smanjenja troškova i povećanja kvaliteta.

Drugi pravac čine modeli koji se zasnivaju na inovacijama ugrađenim u proizvodima, i koji u suštini polaze od pretpostavke da istraživanja vode stvaranju novih proizvoda. Pošto potrošači preferiraju postojanje većeg izbora dobara, slijedi da oni imaju i veći stepen korisnosti prilikom potrošnje većeg broja različitih proizvoda. Jedan od značajnijih predstavnika ove grupe modela, koja je poznata kao šumpeterijanska škola, jeste model Aghiona i Howitta [Aghion i Howitt, 1992].

Prvi pokušaji definisanja stope rasta i Solowljevog reziduala korišćenjem nekog oblika kapitala istraživanja i razvoja imali su dva značajna nedostatka [Mansfield, 1968b, Mansfield, 1971a], [Kendrick, 1973, Kendrick, 1981], [Griliches, 1980b, Griliches, 1984]. Prvi je pretpostavka da investiranje u istraživanje i razvoj ima opadajuće prinose slično kao i investiranje u fizički kapital. Inovacije su uvedene u proizvodnu funkciju na isti način kao fizički kapital, odnosno kao novi faktor proizvodnje. Ovakav pristup nije omogućavao da faktor istraživanja i razvoja predstavlja izvor održivog rasta. Drugi problem je pogrešan način mjerenja ovog kapitala metodom permanentne inventarizacije i shvatanje da se inovacije amortizuju u toku vremena. Ovakav pristup može da dovede u nekim periodima i do nereálnih negativnih stopa rasta ideja. Iako je ovakvo mjerenje ovog kapitala primjenljivo na nivou pojedinačne firme, ono se ne može koristiti u analizi rasta. Promjene u distribuciji koristi od inovacija i slabljenje patentnih prava inicijalnih vlasnika ne predstavlja i slabljenje produktivnosti i kvantiteta znanja [Popović, 2005].

Romerov model iz 1990. godine [Romer, 1990] zasnovan na istraživanju i razvoju polazi od tri osnovne pretpostavke:

- (1) Tehnološke promjene, koje se smatraju poboljšanjima u procesu kombinovanja osnovnih inputa, nalaze se u osnovi ekonomskog rasta. U tom smislu ovaj model predstavlja razradu Solowljevog modela sa tehnološkim progresom;
- (2) Do tehnoloških promjena u najvećem dijelu dolazi zbog namjernih aktivnosti koje nastaju kao reakcija pojedinaca i firmi na tržišne podsticaje. Ova karakteristika čini tehnološki progres endogenim, pri čemu Romer ističe značaj

podjele na „mikro” i „makro” inovacije. On smatra da ulaganja u fundamentalna istraživanja stvaraju osnovu, odnosno inovacije koje će biti baza za istraživanja podstaknuta tržišnim mehanizmom. Tržišno podstaknute ideje imaju glavnu ulogu u procesu rasta pošto predstavljaju način na koji je novo znanje pretočeno u dobra koja imaju praktičnu vrijednost;

- (3) Tehnologija se po svojim osobinama razlikuje od ostalih ekonomskih dobara. Jednom kada se dođe do inovacije procesa rada, iste instrukcije se mogu koristiti neograničen broj puta bez dodatnih troškova.

Iz navedenih pretpostavki modela, proizlazi zaključak da ravnotežno stanje nije moguće u uslovima savršene konkurencije, već se mora uvesti monopolno okruženje. Kada bi svi inputi bili plaćeni prema marginalnom proizvodu, firma bi imala gubitke koji proizlaze iz fiksnih troškova inovacije.

Ovaj problem odstupanja od uslova savršene konkurencije se u ranijim modelima pokušao izbjeći na različite načine. U Solowljevom modelu tehnologija se smatra egzogenom, što je u skladu sa njenom karakteristikom nerivalitetnog dobra. Sa druge strane, kako se tehnologija smatra čistim javnim dobrom, što podrazumijeva potpunu neisključivost, Solowljev model nije u skladu sa pretpostavkom da su tehnološke promjene rezultat namjernih akcija ekonomskih aktera u cilju maksimiziranja profita [Romer, 1994]. Nerivalitet sprečava privatnu proizvodnju u uslovima savršene konkurencije, dok kompletna neisključivost sprečava privatnu proizvodnju uopšte. Slično, [Arrow, 1962a] smatra da povećanje kapitala dovodi do proporcionalnog povećanja znanja kroz učenje u toku procesa rada. On kao i Lukas smatra znanje javnim dobrom sa osobinama nerivaliteta i neisključivosti. Arrow smatra da se znanje obezbjeđuje preko privatnog sektora i nastaje kao sporedan efekat procesa proizvodnje konvencionalnih dobara.

Takođe, alternativni pristupi teorije rasta, koji podrazumijevaju uslove savršene konkurencije, jesu već navedeni AK modeli Rebelo i Jones & Manuellija, koji tretiraju sve forme znanja kao ljudski kapital i vještine što ga čini rivalitetnim i isključivim. Ro-

mer ističe da je jedini način da se prevaziđe ovaj problem, da se pođe od Šumpeterove sugestije o davanju značaja privremenoj monopolskoj moći kao motivacionoj snazi za inovativni proces. Pri tome, potrebno je uvažiti i činjenicu postojanja velikog broja tržišnih učesnika. Odgovarajuća tržišna decentralizovana teorija tehnološkog progressa zahtijeva bazične promjene u neoklasičnom modelu, kako bi postojala mogućnost uvođenja nesavršene konkurencije.

3.3.1. ROMEROV MODEL RASTA

Model Romera [Romer, 1986] se smatra jednim od prvih i svakako najznačajnijih doprinosa endogenoj teoriji rasta. Njegov osnovni cilj je modeliranje procesa akumulacije znanja, koji se smatra nusproduktom akumulacije kapitala. Model polazi od pretpostavke postojanja velikog broja preduzeća i uslova savršene konkurencije. Romer, među prvima, uvodi pojam tehnoloških eksternalija u endogene modele rasta. Osnovna pretpostavka je da, iako firme uzimaju nivo tehnologije kao datu veličinu, ovaj stok tehnologije ili znanja ima endogeni uticaj na ekonomiju kao cjelinu. Tačnije, preko „prelivanja” znanja između firmi dolazi do povećane produktivnosti kapitala. Egzogenost tehničkog progressa je napuštena, a model se posmatra kao ravnotežni model endogenih tehnoloških promjena. U njemu je dugoročni rast vođen primarno akumulacijom znanja od strane tržišnih učesnika, koji kao cilj imaju maksimiziranje profita.

Kako bi se uključio eksterni uticaj tehnologije povezan sa investicionim odlukama kompanija, pretpostavlja se da je znanje neopipljivi kapitalni input proizvodnje. Proizvodne mogućnosti dostupne firmi mogu se prikazati funkcijom $F(K, L, e) \Omega E$, gdje je pored kapitala K i rada L , sa e označen stok privatnog znanja, dok je E javno dostupno znanje. Pretpostavlja se da se E povećava u odnosu jedan na jedan sa povećanjem e i taj isti odnos važi za relaciju između e i K [Romer, 1987b].

Romer u ovom modelu polazi od hipoteze Arrowa [Arrow, 1962a] učenja kroz rad i dodaje joj pomenutu hipotezu o preli-vanju znanja. Ta druga hipoteza govori da, istovremeno s na-stankom novog znanja, ono postaje svima besplatno dostupno. Budući da su preduzeća nesvjesna proizvodnje znanja, ona uvi-jek smatraju nivo tehnologije A datim, a ujedno i faktorom koji mogu koristiti bez dodatnog troška.

Za razliku od fizičkog kapitala koji se proizvodi iz prije stvo-renog proizvoda uz konstantne prinose, pretpostavlja se da je novo znanje proizvod istraživačke tehnologije koja ima svojstvo opadajućih prinosa. Drugim riječima, uz dati nivo akumulira-nog znanja u određenom vremenu, udvostručenje ulaganja u is-traživanje neće udvostručiti proizvedenu količinu novoga znanja. Investicije u novo znanje, koje se poistovjećuju sa pojmom teh-nološkog napretka, stvaraju eksternalije. Odnosno, s obzirom na pretpostavku modela da se znanje ne može savršeno zaštititi (pa-tentna prava i sl.), ako jedno preduzeće stvara novo znanje, ono ima pozitivan eksterni efekat na mogućnosti proizvodnje ostalih preduzeća.

Uzimajući da je kapital koji posjeduju druga preduzeća dat, Romer pretpostavlja da proizvodna funkcija za svako preduzeće može da ima uobičajen neoklasični oblik. Istovremeno se pret-postavlja i da produktivnost kapitala koju ima svako preduzeće može rasti s agregatnim kapitalom koji posjeduju druga predu-zeća. Drugim riječima, investicije u kapital generiraju eksterna-lije, pa sva preduzeća uzeta zajedno nijesu suočena s opadajućim prinosima [Romer, 1986]. Proizvodnja finalnih dobara dobija se kao funkcija akumuliranog znanja i ostalih ulaganja i zbog toga ima rastuće prinose.

Tri navedene osobine-eksternalije, rastući prinosi u prozvod-nji finalnih dobara i opadajući prinosi u proizvodnji novog zna-nja, čine suštinu modela. I pored postojanja rastućih prinosa postoji ravnotežno stanje u konkurentskim uslovima u prisustvu eksternalija. Takvo decentralizovano ravnotežno stanje je Pareto suboptimalno. Stopa rasta je sporija nego što bi bila ostvarena kada bi postojala alokacija koja će maksimizirati korisnost reprezentativnog potrošača. Odnosno, društveno odgovoran planer uz-

ima u obzir da će akumulacijom kapitala povećati produktivnost u budućnosti. Kako je ovaj efekat eksteran za firme, decentralizovana ekonomija nije u stanju da internalizuje ove eksternalije. Prisustvo eksternalija znači da će ravnotežna stopa rasta K biti previše mala i da će se cijena rentiranja kapitala razlikovati od društvenog marginalnog proizvoda. Opadajući prinosi u proizvodnji znanja su potrebni kako bi se osiguralo da potrošnja i korisnost ne rastu previše brzo.

Slično kao u Lucasovom modelu,⁶ ovdje se koristi kao eksterna pretpostavka postojanje dovoljno jakih eksternalija, tako da stok znanja A može da ostvari konstantan rast. Tačnije, pretpostavlja se da je $A = BK$, odnosno da je stok znanja u određenoj ekonomiji proporcionalan stoku kapitala, što znači da veće investicije u određenim sektorima povećavaju iskustvo u proizvodnom procesu, čineći ga time produktivnijim [Acemoglu, 2009].

OSNOVNE ČINJENICE SVOJSTVENE EKONOMSKOM RASTU

Iako je Romer uspio da endogenizuje tehnološki napredak, model nije bio sasvim zadovoljavajući. Ovo slijedi i iz razloga što je tehnološki napredak prikazan kao slučajan rezultat ekonomske aktivnosti preduzeća, što ne odgovara stvarnim dešavanjima. Tačnije, u veoma malom obimu nova znanja su rezultat slučajne aktivnosti. Ona su u znatno većoj mjeri rezultat rada preduzeća u sektoru istraživanja i razvoja, koja se bave otkrivanjem novih znanja i pritom nastoje da ostvare monopolsku rentu.

Pretpostavka da je novo znanje besplatno i svima na raspolaganju, kao i pretpostavka savršene konkurencije su takođe problematične u ovom modelu (što i sam Romer ističe). U svojim kasnijim radovima on će se osloboditi ovih restrikcija. On navodi kao osnovne pet činjenica koje su svojstvene ekonomskom rastu [Romer, 1994]:

⁶Za razliku od Lucasa koji kao izvor eksternalija vidi nivo ljudskog kapitala, ovdje se kao izvor eksternalija uzima nivo akumuliranog znanja.

- (a) Mora se posmatrati tržište na kome postoji veliki broj kompanija;
- (b) Ideje se razlikuju od drugih inputa u smislu da ih više ljudi može koristiti istovremeno;
- (c) Proizvodna funkcija je homogena prvog stepena u odnosu na konvencionalne, rivalitetne inpute proizvodnje;
- (d) Tehnološki napredak je posledica prethodno akumuliranog znanja;
- (e) Veliki broj individua i firmi imaju tržišnu snagu i ostvaruju monopolske rente.

U početnom modelu kao i u narednom vezanom za specijalizaciju [Romer, 1987a], uključene su prve četiri činjenice, odnosno tehnologija je endogeno određena kao sporedan efekat privatnih investicionih odluka. Međutim, poslednja činjenica vezana za postojanje monopolskih renti nije uključena, već se tehnologija sa stanovišta njenih korisnika smatra čistim javnim dobrom, kao u neoklasičnom modelu. To znači da društveno suboptimalna ravnoteža postoji u uslovima savršene konkurencije. Veliki značaj u Romerovom modelu zasnovanom na istraživanju i razvoju, imaju pojmovi kao što su znanje, ljudski kapital, rivalitet i isključivost, kao i njihova uloga u teoriji rasta.

Pojmovi znanja i ljudskog kapitala, iako su često korišćeni kao sinonimi, u suštini se značajno razlikuju. Znanje je širi pojam vezan za društvo, a ne pojedinaca i predstavlja opšte shvatanje društva o načinu funkcionisanja svijeta. Sa druge strane, ljudski kapital predstavlja sve resurse posvećene transferu znanja na radnu snagu. Takođe, razlika se može uočiti kroz različit stepen rivaliteta i isključivosti⁷ kod ova dva pojma. Dok je ljudski kapi-

⁷Pojmovi rivalitetnih i isključivih dobara prvobitno su vezani za oblast javnih finansija, gdje se pod čistim javnim dobrom podrazumijeva dobro koje je nerivalitetno i neisključivo. Rivalitet predstavlja čisto tehnološku osobinu i podrazumijeva da korišćenje nekog dobra od strane jedne osobe ili firme ne dozvoljava njegovo korišćenje od strane druge osobe ili firme. Isključivost je vezana za tehnologiju i pravni sistem, a smatra se da je neko dobro isključivo ukoliko njegov vlasnik može spriječiti druge da ga koriste.

tal najvećim dijelom vezan za individuu, on je rivalitetno dobro koje se istovremeno ne može koristiti za više potreba i rješavanje više problema. Takođe, rivalitet ljudskog kapitala povlači i njegovu isključivost, tako da se može obezbijediti na tržišnim principima i na konkurentskom tržištu. Sa druge strane, znanje nije vezano za individuu ili fizički objekat i može se koristiti u većem broju različitih aktivnosti, što ga čini nerivalitetnim dobrom [Jones i Romer, 2010].

Pod nerivalitetom znanja podrazumijeva se da korišćenje ideje od strane jednog proizvođača u cilju povećanja njegove efikasnosti, ne ograničava njeno korišćenje od strane drugih proizvođača. Suprotna situacija postoji kod rada ili kapitala, koji predstavljaju rivalitetna dobra [Jones i Romer, 2010]. Ista ideja može biti višestruko korišćena, povećavajući opštu produktivnost. Ovo ima za posledicu da alokacija i proizvodnja znanja ne može biti u cjelini ostvarena na konkurentskom tržištu. Tačnije, kada se ideja proizvede, marginalni trošak ponude jedinice znanja dodatnom korisniku iznosi nula, pa je samim tim i visina rente za znanje jednaka nuli. Iz ovoga proizlazi da će se znanje prodavati po cijeni većoj od marginalnih troškova ili njegova proizvodnja nije tržišno motivisana. Odnosno, ukoliko se pretpostavi da je proizvodna funkcija data u obliku $F(A, X)$, pri čemu A predstavlja nerivalitetnu input-tehnologiju, a X predstavlja ostale rivalitetne inpute proizvodnje, slijedi da F ne može biti konkavna proizvodna funkcija, odnosno $F(\lambda A, \lambda X) > \lambda F(A, X)$. Iz ovoga slijedi, kao posledica osobina homogene funkcije, da firma koja proizvodi inovacije ne može opstati na konkurentskom tržištu ukoliko je prodajna cijena jedanka marginalnim troškovima. Formalno, kako je $F(A, X) = X \frac{\partial F}{\partial X}(A, X)$, imamo

$$F(A, X) < A \frac{\partial F}{\partial A}(A, X) + X \frac{\partial F}{\partial X}(A, X)$$

Navedene relacije pokazuju da će kompanija pretrpjeti troškove, ako se svi inputi proizvodnje vrednuju njihovim marginalnim proizvodima.

Nerivalitet ideja (tehnologije)⁸ ne čini inovacije u svakom slučaju i neisključivim. Iako neke od inovacija mogu biti po prirodi neisključive i time predstavljaju čisto javno dobro, druge najčešće imaju osobinu djelimične isključivosti. Bazična, fundamentalna istraživanja imaju osobinu nerivalitetnih i neisključivih dobara, koja predstavljaju osnovne inpute za primijenjena istraživanja. Potencijalni privatni investitori nemaju mogućnost prisvajanja benefita od investiranja u fundamentalna istraživanja. Kako je društvena stopa povrata u ovom slučaju nemjerljivo veća od privatne, investicije u ovu vrstu istraživanja ne mogu se obezbijediti tržišnim putem, već je neophodno uključivanje države. Ovu vrstu istraživanja karakterišu pozitivne eksternalije, koje karakterišu pozitivni efekti na unapređenje procesa proizvodnje, relativno slobodna dostupnost i nulti troškovi. Kako bi ova vrsta istraživanja bila stimulisana u dovoljnoj mjeri, potrebno je da budu subvencionisana.

Isključivost zavisi od prirode samog znanja i pravnog uređenja pitanja prava vlasništva, koje se odnosi na patentna prava, prava kopiranja i sl. Stepem isključivosti ima značajan uticaj na to kako razvoj i alokacija znanja odstupaju od uslova savršene konkurencije. U slučaju makar djelimične isključivosti proizvođači novih ideja mogu licencirati pravo da koriste novo znanje po pozitivnim cijenama. Na taj način mogu da ostvare pozitivne stope povrata na ulaganja u istraživanje. Treba imati u vidu da nikada ne postoji potpuna isključivost ideja proizvedenih u privatnom sektoru, pa je samim tim i prisvajanje koristi od istraživanja uvijek ispod optimalnog. Razlog za takvu situaciju je

⁸Postoji konceptualni problem definisanja šta obuhvata pojam tehnologije koja je dostupna firmama i pojedincima. Kompanije i individue moraju imati mogućnost izbora različitih oblika tehnologije i kroz ulaganje dodatnih napora i resursa u istraživanje i razvoj proizvoditi bolju tehnologiju od postojeće. To dovodi do zaključka da mora postojati takozvana meta proizvodna funkcija (proizvodna funkcija nad proizvodnim funkcijama), koja definiše kako se nove tehnologije generišu kao funkcije inputa. Ona se često naziva granica inovacionih mogućnosti ili proizvodna funkcija istraživanja i razvoja. Podrazumijeva se da ona nije deterministički određena, već da uključuje vjerovatnoću i neizvjesnost uspjeha istraživačkog procesa i kvaliteta proizvoda istraživanja.

postojanje eksternalija i mogućnosti kopiranja i imitiranja novih proizvoda i proizvodnih procesa od strane drugih proizvođača. Takođe, ukoliko se nakon inovacije proizvod prodaje po marginalnim troškovima onda je društvena vrijednost inovacije jednaka zbiru potrošačkog viška (zbog proširenja skupa proizvoda sa padom cijene) i uštede u troškovima već proizvedenih jedinica umanjeno za troškove inovacije. Zavisno od količine tražnje, smanjenja troškova proizvodnje zbog inovacije i troškova same inovacije, društvena vrijednost može biti prilično velika [Acemoglu, 2009]. Značajno veća društvena stopa povraćaja od privatne dovodi do suboptimalnog nivoa ulaganja u istraživanje od strane privatnog sektora, tako da je neophodno sufinansiranje od strane države i javnog sektora.

Značajna posledica nerivaliteta tehnologije (znanja) jeste da ona, kada je ona endogenizovana, dovodi do rastućih prinosa proizvodne funkcije u odnosu na sva tri inputa – znanje, kapital i rad. Ukoliko bi se pošlo od pretpostavke da tehnologija ima iste osobine kao i drugi faktori proizvodnje, onda bi se variranjem sva tri faktora proizvodnje ostvarili konstantni prinosi proizvodne funkcije. Međutim, kako je tehnologija nerivalitetno dobro, nema potrebe da se ponovo stvara u novom proizvodnom procesu. Odnosno, ona već postoji raspoloživa za korišćenje, pa se uvećavanjem ostala dva faktora proizvodnje ostvaruju konstantni prinosi u odnosu na rad i kapital, kao i rastući prinosi u odnosu na sva tri faktora proizvodnje. Takođe, značajna posledica nerivaliteta ideja podrazumijeva efekat ekonomije obima. Jednom stvorena nerivalitetna ideja može biti ugrađena u veliki broj jedinica proizvodnih dobara, bez dodatnih troškova, što ističe značaj veličine tržišta.

Nerivalitet ima dvije važne implikacije za teoriju rasta, gdje prva podrazumijeva da nerivalitetna dobra mogu biti akumulirana bez granice na *per capita* osnovi. Druga se odnosi na omogućavanje postojanja eksternalija, odnosno preliivanja znanja između ekonomskih aktera, što dovodi do djelimične isključivosti. Upravo osobina nerivalitetnosti i djelimične isključivosti čini znanje značajnim izvorom dugoročno održivog rasta.

3.3.2. OSNOVNE PRETPOSTAVKE ROMEROVOG MODELA

U modelu Romera iz 1990. godine [Romer, 1990] pretpostavlja se postojanje četiri osnovna faktora proizvodnje:

- (1) Fizički kapital K , koji se mjeri u jedinicama potrošnih dobara;
- (2) Rad L , koji se mjeri brojem stanovnika;
- (3) Ljudski kapital H koji je rivalitetan i mjeri se kumulativnim efektom aktivnosti kao što je formalno obrazovanje i učenje u procesu rada;
- (4) Tehnologija, odnosno znanje A , koja je nerivalitetno dobro i može rasti bez ograničenja. Svaka nova jedinica znanja odgovara dizajnu novog dobra, tako da se za A kao jedinica mjere uzima broj, kako ih Romer naziva, „novih dizajna”.

Takođe, pretpostavlja se da se nacionalna ekonomija sastoji iz tri sektora:

- (1) Prvi je istraživački sektor, koji kao inpute koristi ljudski kapital i postojeći nivo akumuliranog znanja (tehnologiju) u cilju proizvodnje novog znanja. Tačnije, taj sektor proizvodi nove dizajne za proizvodnju intermedijalnih kapitalnih dobara;
- (2) Drugi je sektor proizvodnje intermedijalnih kapitalnih dobara. On koristi kao input nove dizajne koje dobija iz istraživačkog sektora zajedno sa prije stvorenim proizvodima finalnog sektora (koji nijesu potrošeni, već su uštedeni) u svrhu proizvodnje različitih novih intermedijalnih kapitalnih dobara;
- (3) Treći je sektor finalnih dobara u kojem se kao inputi koriste rad, ljudski kapital i intermedijalna kapitalna dobra, kako bi se proizvela finalna potrošna dobra. Dobijeni finalni proizvod može biti upotrijebljen za potrošnju ili za štednju.

Naravno, i ovaj model predstavlja pojednostavljenu sliku stvarnosti. Tako, na primjer, jasno je da će sektor intermedijalnih dobara koristiti i ljudski kapital i rad, što je u modelu izostavljeno. Takođe, uzima se da su broj stanovnika i ponuda radne snage konstantni. Ukupan stok ljudskog kapitala u populaciji je fiksiran kao i dio koji je ponuđen tržištu, dok ukupan iznos ljudskog kapitala mora imati gornju granicu rasta. Najveći broj ovih pojednostavljenja uzima se kako bi bilo omogućeno sprovođenje dinamičke analize sistema.

Finalna proizvodnja u modelu predstavljena je kao funkcija rada L , dijela ljudskog kapitala posvećenog proizvodnji finalnog proizvoda H_Y i fizičkog kapitala. Ono što predstavlja specifičnost proizvodne funkcije finalnog sektora proizvodnje je disagregiranje kapitala na beskonačan broj trajnih, intermedijalnih dobara. Pri tome, u određenom trenutku je za korišćenje dostupan njihov konačan broj, odnosno ona dobra koja su do određenog trenutka proizvedena. Tačnije, ukoliko se lista svih inputa intermedijalnih dobara predstavi sa $x = (x_i)_{i=1..∞}$, onda postoji određena vrijednost A za koju važi da je $x_i = 0$, za svako $i \geq A$. Pri tome se A mijenja u skladu sa proizvodnjom novih intermedijalnih dobara.

Ukoliko se koristi forma Cobb-Douglasove proizvodne funkcije, i imajući u vidu gore navedene inpute, proizvodna funkcija finalnog sektora može se zapisati kao:

$$Y = H_Y^\alpha L^\beta \sum_{i=1}^{+\infty} x_i^{1-\alpha-\beta} \quad (3.35)$$

Kako na agregatnom nivou osobina nedjeljivosti kapitalnih dobara nije krucijalna za analizu tehnoloških promjena, radi pojednostavljenja indeks i za različite oblike intermedijalnih dobara može se tretirati kao neprekidna varijabla. Dakle, suma u izrazu 3.35 može se zamijeniti integralom:

$$Y = H_Y^\alpha L^\beta \int_{i=1}^{+\infty} x_i^{1-\alpha-\beta} di \quad (3.36)$$

Razlika između relacija 3.35 i 3.36 i uobičajene proizvodne funkcije je u tome što se ovdje proizvod smatra kao aditivno-separabilna

funkcija različitih vrsta kapitalnih intermedijalnih dobara. Kod ranije prikazanih proizvodnih funkcija smatra se da su sva intermedijalna dobra perfektni supstituti. Ovakva funkcionalna forma proizvodne funkcije, zbog osobine aditivne separabilnosti, podrazumijeva da novi proizvodi nijesu nikada bliski supstituti postojećim dobrima. Iako ovo u velikoj mjeri pojednostavljuje analizu, data pretpostavka nije realna zato što isključuje mogućnost zastarjelosti proizvoda. Ovim načinom pojednostavljenja rješava se dilema šta čini dizajn novog ili izmijenjenog proizvoda, odnosno kopije postojećeg dizajna.

Ukoliko se uzme da i ima gornju granicu A , koja je konstantna, onda navedena funkcija ima konstantne prinose u odnosu na rad i ljudski kapital i opadajuće prinose u odnosu na x_i za fiksnu vrijednost rada i ljudskog kapitala. Međutim, vrijednost A nije konstantna već predstavlja rastuću funkciju proizvoda sektora istraživanja i razvoja. Zbog toga, povećanje A neutrališe opadajuće prinose x_i , za fiksnu vrijednost rada i ljudskog kapitala. Ove relacije u stvari predstavljaju suštinu endogenog rasta u ovom modelu.

Kako je prethodno prikazana proizvodna funkcija homogena (prvog stepena), sektor finalnih dobara se može predstaviti u uslovima postojanja savršene konkurencije korišćenjem već ranije uvedenog pojma reprezentativnog potrošača. Sa druge strane, u sektoru proizvodnje intermedijalnih kapitalnih dobara to nije moguće. Ovdje se pretpostavlja da svaki proizvođač može imati patent na proizvodnju intermedijalnog kapitalnog dobra, bilo da je taj proizvođač uložio u istraživanje i razvoj i tako došao do novog dizajna koji je patentirao ili da je patent kupio. U oba slučaja individualni proizvođač ima jedini legalno pravo da koristi patent za proizvodnju odgovarajućeg kapitalnog dobra, pa je stoga i monopolist u njegovoj proizvodnji. Međutim, treba imati u vidu da vlasnik dizajna, iako ima pravo vlasništva nad proizvodnjom određenog intermedijalnog dobra, nema isključivo pravo njegovog korišćenja. Tačnije, on nema isključivo pravo korišćenja znanja koje je u njega ugrađeno, već je ono slobodno dostupno svima u sektoru istraživanja i razvoja. Ovo znanje čini nerivalitetnim, djelimično isključivim, ali privatno obezbijeđenim

dobrom.

Sektor intermedijalnih dobara se ne može predstaviti preko reprezentativnog potrošača. U ovom sektoru postoje različite firme i za svako intermedijalno dobro koje koriste η jedinica finalnog dobra za proizvodnju jedne njegove jedinice i . Ukoliko firma proizvodi $x(i)$ jedinica intermedijalnog dobra, ona ih rentira firmama iz sektora finalne potrošnje po cijeni $p(i)$. Pošto je ta firma jedini ponuđač tog intermedijalnog dobra onda će kriva tražnje biti opadajuća. Zbog pretpostavke nepostojanja amortizacije, vrijednost intermedijalnog dobra jednaka je sadašnjoj diskontovanoj vrijednosti budućih beskonačnih prihoda od rente.

Akumulacija kapitala je ovdje data kao i u prethodnim modelima: $\dot{K} = Y - C$. Kapital K predstavlja mjeru odricanja od potrošnje, gdje je potrebno η jedinica neostvarene potrošnje za proizvodnju jedne jedinice intermedijalnog dobra. Količina kapitala koja se stvarno koristi u proizvodnji može se predstaviti kao:

$$K = \eta \sum_{i=1}^{+\infty} x_i = \eta \sum_{i=1}^A x_i \quad (3.37)$$

što pokazuje da kapital raste sa povećavanjem stepena odricanja od potrošnje.

Da bi se definisao proces akumulacije novih dizajna polazi se od toga da rast A zavisi od količine ljudskog kapitala posvećenog istraživanju i razvoju, kao i stoka prethodno akumuliranog znanja dostupnog po istraživaču. Pretpostavka od koje se polazi je da svi koji rade u sektoru istraživanja i razvoja imaju slobodan pristup ukupnom stoku znanja. Ukoliko se sumiraju proizvodi svih istraživača u sektoru, dobija se da se agregatna količina dizajna mijenja u vremenu po sledećoj zakonitosti:

$$\dot{A} = \delta H_A A \quad (3.38)$$

gdje δ predstavlja parametar produktivnosti istraživača, dok je H_A dio ljudskog kapitala zaposlenog u sektoru istraživanja i razvoja. Tehnološki progres je ovdje shvaćen kao proces diferencijacije kapitalnih dobara korišćenih od strane sektora finalne proizvodnje, što je u skladu sa teorijom monopolske konkurencije. Iz

prethodne relacije može se zaključiti da, što je veći udio ljudskog kapitala u sektoru istraživanja i razvoja, veća je i stopa proizvodnje novih dizajna. Isto tako, što je veći ukupan stok dizajna i znanja u ekonomiji veća je produktivnost zaposlenih u sektoru istraživanja. Takođe, primjećuje se da postoji linearna zavisnost između proizvodnje novih dizajna i H_A i ista povezanost sa A . Dok je linearnost u odnosu na H_A pretpostavljena iz analitičkih razloga, i nije značajna za dinamičke osobine modela, linearnost u odnosu na parametar A u stvari čini održivi rast mogućim. Iz ovoga slijedi da je neograničeni održivi rast više pretpostavka modela nego njegov rezultat. Ovo se objašnjava time što je rast marginalnog proizvoda H_Y proporcionalan A . Ako bi u relaciji 3.38 zamijenili A sa konkavnom funkcijom desilo bi se da marginalni proizvod H_Y ne raste proporcionalno rastu A . U tom slučaju, sa povećanjem A ljudski kapital iz sektora istraživanja selio bi se u sektor finalne proizvodnje. S obzirom na činjenicu da nema empirijske potvrde da su mogućnosti u sektoru istraživanja opadajuće, uzima se kao razumna pretpostavka da je neograničeni rast po konstantnoj stopi moguć.

Osnovno obilježje prethodno izloženih relacija je da znanje ulazi u proizvodnu funkciju na dva različita načina. Novi dizajn omogućava proizvodnju novog dobra koje se može koristiti za proizvodnju finalnog proizvoda. On takođe i povećava ukupnu količinu znanja i time utiče na povećanje produktivnosti ljudskog kapitala u sektoru istraživanja i razvoja.

U sektoru istraživanja i razvoja, gdje se kao faktori proizvodnje koriste ljudski kapital i postojeći nivo znanja, postoji savršena konkurencija. Svako pojedinačno preduzeće koristi pomenuta dva faktora da bi proizvelo nove dizajne, pri čemu je tehnologija besplatna, ali ljudski kapital nije. Na tržištu postoje pojedinci koji posjeduju ljudski kapital i preduzeća koja ga potražuju, pa tržište ljudskog kapitala ima karakteristike savršene konkurencije. Kada preduzeće proizvede novi dizajn, pojavljuje se veliki broj potencijalnih kupaca patenta iz sektora intermedijalnih kapitalnih dobara, pa je cijena proizvoda tog sektora, tj. cijena novoga dizajna, baš kao i ljudskog kapitala, određena djelovanjem savršene konkurencije. Na agregatnom nivou važi sledeće ograničenje:

$H = H_Y + H_A$ koje podrazumijeva da svaka individua može da posveti ljudski kapital ili sektoru finalnih proizvoda ili sektoru istraživanja i razvoja. Pri tome se zanemaruje činjenica da se L i H moraju nuditi zajednički.

Da bi se objasnio funkcionisanje modela prvo će biti opisana dešavanja u sektoru proizvodnje (odnosno sva tri sektora – istraživanja i razvoja, intermedijalnih dobara i finalne proizvodnje), zatim u sektoru potrošnje i na kraju formiranje ravnotežnog stanja.

3.3.3. SEKTOR PROIZVODNJE U ROMEROVOM MODELU

Polazi se od sektora istraživanja i razvoja i već navedene pretpostavke da je znanje slobodno dostupno svim istraživačima. Sa P_A se označava cijena novog dizajna, dok se sa ω_{H_A} označava cijena jedinice ljudskog kapitala. Takođe, uzima se u obzir da se dobra mogu konvertovati u kapital u odnosu jedan na jedan, odnosno da je cijena kapitala jednaka jedinici uvećanoj za stopu povraćaja r . Na osnovu navedenih pretpostavki vrijednost jedinice rentiranja ljudskog kapitala može se predstaviti kao:

$$\omega_{H_A} = P_A \delta A \quad (3.39)$$

Kada se dizajn proizvede, javlja se veliki broj potencijanih proizvođača novog proizvoda u sektoru intermedijalnih dobara, koji uzimaju kao date cijenu P_A , jediničnu cijenu kapitalnog dobra, i kamatnu stopu, odnosno stopu povrata. Sa druge strane, oni određuju cijenu $p(i)$ intermedijalnog dobra na način da maksimiziraju profit.

Uzimajući u obzir sve cijene intermedijalnih dobara, pri tome uključujući i pretpostavku o neograničenim cijenama za dobra koja još nijesu proizvedena, reprezentativna firma u sektoru finalne potrošnje bira količinu svakog intermedijalnog dobra i na način da maksimizira profit. Za date vrijednosti H_Y i L moguće je doći do izraza za agregatnu tražnju za intermedijalnim

dobrima. U sektoru finalnih dobara pretpostavlja se tržište savršene konkurencije. Zbog toga proizvođač finalnog dobra rentira svako pojedinačno kapitalno dobro na osnovu sledeće relacije koja predstavlja uslov za maksimiziranje profita:⁹ $\frac{\partial Y}{\partial x(i)} = p(i)$ gdje $p(i)$ predstavlja cijenu rentiranja i -tog intermedijalnog dobra. Na osnovu ovoga se može zaključiti da je svaki proizvođač u sektoru finalnih dobara suočen sa sledećom krivom tražnje:

$$p(i) = (1 - \alpha - \beta)H_Y^\alpha L^\beta x_i^{-\alpha-\beta} \quad (3.40)$$

Svaki proizvođač intermedijalnih dobara uzima navedenu funkciju tražnje kao datu prilikom izbora cijene koja će dovesti do maksimiziranja profita. Kako su vrijednosti H_Y , L i r date, firma koja je već imala fiksne troškove investiranja u novi dizajn, izabraće količinu proizvodnje intermedijalnog dobra tako da maksimizira razliku prihoda i varijabilnih troškova u svakom trenutku vremena: $\pi = \max_x (p(x)x - r\eta x(i))$ gdje proizvod $p(x)x$ predstavlja prihod od rentiranja kapitalnog dobra, dok izraz $r\eta x(i)$ predstavlja troškove kamate na $\eta x(i)$ jedinica proizvoda potrebnih da se proizvede x jedinica kapitalnih dobara. Ako se uzme u obzir relacija 3.40 onda se dobija da je:

$$\pi = \max_x \left[(1 - \alpha - \beta)H_Y^\alpha L^\beta x_i^{1-\alpha-\beta} - r\eta x(i) \right] \quad (3.41)$$

Monopolistička firma na tržištu je suočena sa konstantnim marginalnim troškovima i konstantnom elastičnošću krive tražnje. Odavde slijedi da je rješenje problema u formiranju cijene koja uključuje monopolisku rentu. Tačnije, cijena je povećana u odnosu na marginalne troškove. Monopolska renta je određena elastičnošću tražnje $1 - \alpha - \beta$.

Prvi uslov za maksimizaciju profita je:

$$\begin{aligned} \frac{\partial \pi}{\partial x(i)} &= (1 - \alpha - \beta)^2 H_Y^\alpha L^\beta x_i^{-\alpha-\beta} - r\eta \\ &= (1 - \alpha - \beta)p(i) - r\eta = 0 \end{aligned} \quad (3.42)$$

⁹Isti rezultat dobija se na osnovu postavljene relacije za maksimizaciju profita $\max_x \int_{i=1}^{+\infty} H_Y^\alpha L^\beta x_i^{1-\alpha-\beta} - p(i)x(i) di$

odakle dobijamo

$$p(i) = \frac{r\eta}{1 - \alpha - \beta} \quad (3.43)$$

Kako firma prilikom proizvodnje novog kapitalnog dobra ima fikсне troškove, ona ih nadoknađuje kasnije kroz prodaju tog dobra po cijeni $p(i)$, koja je viša od konstantnih marginalnih troškova. Logično je da se odluka o proizvodnji donosi na osnovu upoređivanja vrijednosti fiksnih troškova i budućeg toka prihoda koje će donijeti patent na ovo dobro. Takođe, mora se uzeti u obzir i činjenica da se inicijalni troškovi moraju platiti na početku, prije nego što se ostvare prihodi.

Kako je pretpostavka da je tržište dizajna konkurentsko, onda će u svakom momentu cijena dizajna biti izjednačena sa sadašnjom vrijednošću budućih neto prihoda monopoliste. Na taj način proizvođači u sektoru intermedijalnih dobara imaju sadašnju vrijednost profita jednaku nuli [Grossman i Helpman, 1989], pa je dinamički uslov za slobodan ulazak na tržište dat kao: $P_A = \int_t^{+\infty} e^{-r(\tau-t)}\pi(i)d\tau$, odnosno $\dot{P}_A = rP_A - \pi(i)$ što se može zapisati i kao:

$$rP_A = \pi(i) + \dot{P}_A \quad (3.44)$$

Na osnovu ove relacije može se zaključiti da u svakom momentu vremena iznos prihoda iznad marginalnih troškova mora biti dovoljan da pokrije troškove kamate za inicijalnu investiciju u dizajn, kao i eventualni kapitalni gubitak (dobitak) od posjedovanja vrijednosti \dot{P}_A . Druga opcija koja postoji za firmu jeste da umjesto posjedovanja patenta ostvari prinos na depozit banci u vrijednosti od rP_A .

3.3.4. SEKTOR POTROŠNJE U ROMEROVOM MODELU

Kako bi model bio zaokružen potrebno je specificovati i preferencije potrošača, odnosno odnos između stope rasta potrošnje i marginalne stope intertemporalne supstitucije. Pretpostavlja se da reprezentativni potrošač, suočen sa budžetskim ograničenjima, maksimizira ranije navedenu funkciju korisnosti, sa

osobinama konstantne elastičnosti preferencija: $U(C) = \frac{C^{1-\theta}}{1-\theta}$, $\theta > 0$, sledećom funkcijom $\max \int_0^{+\infty} U(C)e^{-\rho t} dt$. Nakon primjene uslova intertemporalne optimizacije za potrošača koji uzima kao fiksnu vrijednost kamatnu stopu r , dobija se da potrošnja raste po konstantnoj stopi dobijenoj na osnovu Eulerove relacije:

$$g_C = \frac{\dot{C}}{C} = \frac{1}{\theta}(r - \rho) \quad (3.45)$$

Potrošači posjeduju fiksne količine rada i ljudskog kapitala. U početnom trenutku oni posjeduju postojeće firme za proizvodnju intermedijalnih kapitalnih dobara, pa se neto prihodi u obliku dividende isplaćuju potrošačima. Kako firme za proizvodnju finalnog proizvoda ne ostvaruju profit i ne posjeduju imovinu, one se ne uzimaju u razmatranje prilikom definisanja sredstava kojima raspolažu potrošači. Preferencije potrošača ulaze u rješenje modela samo kroz vezu između rasta stope potrošnje i kamatne stope.

3.3.5. RAVNOTEŽNO STANJE U ROMEROVOM MODELU

Za fiksne vrijednosti A , i samim tim fiksni stok intermedijalnih dobara, model pokazuje veliku sličnost sa Solowljevim modelom rasta. Ako se pođe od činjenice da svi proizvođači finalnih dobara imaju istu tehnologiju i suočavaju se sa istim uslovima na tržištu, onda će birati isto ravnotežno stanje. To znači da će važiti $p(i) = \bar{p} = p$. Zbog postojanja simetrije u modelu, sva kapitalna dobra se proizvode i nude u istim količinama koje se mogu označiti sa $x(i) = \bar{x}$. To znači da je $p = (1 - \alpha - \beta) H_Y^\alpha L^\beta \bar{x}^{-\alpha-\beta}$ odnosno na osnovu relacije 3.42 može se zaključiti da je

$$\bar{x} = (1 - \alpha - \beta) (H_Y^\alpha L^\beta)^{\frac{1}{\alpha + \beta}} \left[\frac{(1 - \alpha - \beta)^2}{r\eta} \right]^{\frac{1}{\alpha + \beta}}$$

odakle se može vidjeti da je na ravnotežnoj putanji rasta, uz konstantne vrijednosti ljudskog kapitala i rada u finalnoj potrošnji,

x takođe konstantno. Koristeći prethodno, može se napisati:

$$\int_0^A x_i^{1-\alpha-\beta} di = \int_0^A \bar{x}^{1-\alpha-\beta} di = \bar{x}^{1-\alpha-\beta} \int_0^A di = A\bar{x}^{1-\alpha-\beta}$$

pa se i ukupan iznos kapitala može prikazati kao $K = \eta A\bar{x}$, odnosno

$$\bar{x} = \frac{K}{\eta A} \quad (3.46)$$

Na osnovu navedenih relacija izraz 3.36 za funkciju produktivnosti može se predstaviti kao:

$$Y = H_Y^\alpha L^\beta \int_0^{+\infty} x_i^{1-\alpha-\beta} di = H_Y^\alpha L^\beta A\bar{x}^{1-\alpha-\beta} = H_Y^\alpha L^\beta A \left(\frac{K}{\eta A} \right)^{1-\alpha-\beta}$$

odakle se dobija konačna relacija za funkciju produktivnosti. Ona pokazuje da se model ponaša na sličan način kao neoklasični model sa rad i kapital uvećavajućim tehnološkim promjenama, sa uobičajenim opadajućim prinosima kapitala:

$$Y = (H_Y A)^\alpha (L A)^\beta (K)^{1-\alpha-\beta} \eta^{\alpha+\beta-1} \quad (3.47)$$

Ukoliko dolazi do rasta A po unaprijed određenoj eksponencijalnoj stopi rasta, onda će u ravnotežnom stanju i kapital i agregatni proizvod rasti po toj istoj stopi. U toku tranzicione putanje odnos A i K se može mijenjati. Na osnovu relacije za marginalni proizvod kapitala:

$$\frac{\partial Y}{\partial K} = (1 - \alpha - \beta) \frac{H_Y^\alpha L^\beta A^{\alpha+\beta} \eta^{\alpha+\beta-1}}{K^{\alpha+\beta}} \quad (3.48)$$

može se primijetiti da je za konstantne vrijednosti rada i ljudskog kapitala i iste stope rasta tehnologije i kapitala, marginalna produktivnost kapitala konstantna. S obzirom na iste rezultate održivog stabilnog rasta kao u Solowljevom modelu, potrebno je da se kroz tehnološki progres neutrališu negativni efekti opadajućih prinosa kapitala. Ovo je potrebno uraditi tako da se on definiše endogeno na osnovu parametara modela.¹⁰

¹⁰Prilikom definisanja ravnotežnog stanja modela, Romer polazi od karakteristika Solowljevog modela [Solow, 1956] i modela Uzawe [Uzawa, 1965], u kome je promjena tehnologije definisana alokacijom resursa između sektora istraživanja i razvoja i finalnih dobara.

Kao što je već navedeno, osnovna pokretačka snaga rasta data je jednačinom 3.38, koja omogućava eksponencijalnu stopu rasta A zbog linearne zavisnosti \dot{A} i A . Na osnovu iste relacije stopa rasta tehnologije je:

$$g_A = \frac{\dot{A}}{A} = \delta H_A \quad (3.49)$$

Prethodna relacija pokazuje da je stopa rasta tehnološkog progressa zavisna od broja zaposlenih u sektoru istraživanja i razvoja. Kako je ravnotežna putanja definisana kao stanje sa konstantnom stopom rasta, onda vrijednost ljudskog kapitala u ovom sektoru mora biti konstantna. Na taj način bi bile ostvarene konstantne eksponencijalne stope rasta A , K i Y . Iz ovoga slijedi da, da bi postojala ravnotežna putanja rasta, potrebno je da cijene i nadnice budu tako definisane da omoguće konstantne vrijednosti ljudskog kapitala u finalnom i sektoru istraživanja i razvoja, dok vrijednosti A , K , Y i C rastu po konstantnoj stopi.¹¹

Iz razloga tržišta savršene konkurencije zarade u oba sektora moraju biti iste. Tako, u sektoru proizvodnje finalnih dobara zarada po jedinici ljudskog kapitala je data sa:

$$\omega_{H_Y} = \frac{\partial Y}{\partial H_Y} = \alpha H_Y^{\alpha-1} L^\beta A \bar{x}^{1-\alpha-\beta} \quad (3.50)$$

dok je u sektoru istraživanja i razvoja, cijena po jedinici ljudskog kapitala data kao i u relaciji 3.39. Izjednačavanjem dvije prethodne relacije dobijamo: $\alpha H_Y^{\alpha-1} L^\beta A \bar{x}^{1-\alpha-\beta} = P_A \delta A$. Odakle

$$P_A = \frac{\alpha}{\delta} H_Y^{\alpha-1} L^\beta \bar{x}^{1-\alpha-\beta} \quad (3.51)$$

S obzirom na to da su L , H_Y i \bar{x} konstante onda i P_A mora biti konstanta, što znači da je njen prvi izvod jednak nuli. Preciznije, relacija 3.44 se može transformisati u $rP_A - \pi(i) = 0$, odnosno:

$$r = \frac{\pi(i)}{P_A} \quad (3.52)$$

¹¹U modelu je fokus stavljen na ravnotežnu putanju rasta, pri čemu se u drugi plan stavlja tranziciona dinamika koja se može objasniti na sličan način kao u modelu Solowa i Uzawe.

Koristeći relacije 3.40 i 3.43 može se zapisati izraz za profit kao:

$$\begin{aligned}\pi &= px - r\eta x = px - (1 - \alpha - \beta)x = px(\alpha + \beta) \\ &= (\alpha + \beta)(1 - \alpha - \beta)H_Y^\alpha L^\beta x_i^{1-\alpha-\beta}\end{aligned}\quad (3.53)$$

Zamjenom relacija 3.53 i 3.51 u relaciji 3.52 dobijamo:

$$\begin{aligned}r &= \frac{\pi(i)}{P_A} = \frac{(\alpha + \beta)(1 - \alpha - \beta)H_Y^\alpha L^\beta x_i^{1-\alpha-\beta}}{\frac{\alpha}{\beta}H_Y^{\alpha-1}L^\beta \bar{x}^{1-\alpha-\beta}} \\ &= \frac{\delta(\alpha + \beta)(1 - \alpha - \beta)}{\alpha}H_Y\end{aligned}$$

Dakle, ljudski kapital u sektoru finalne proizvodnje dat je relacijom:

$$H_Y = \frac{1}{\delta} \frac{\alpha}{(\alpha + \beta)(1 - \alpha - \beta)} r \quad (3.54)$$

Na osnovu prethodno navedene i relacije da je ukupan ljudski kapital jednak zbiru ljudskog kapitala u sektoru istraživanja i razvoja i finalnom sektoru, stopa rasta tehnologije može se zapisati kao:

$$\begin{aligned}g_A &= \delta H_A = \delta (H - H_Y) \\ &= \delta H - \frac{\alpha}{(\alpha + \beta)(1 - \alpha - \beta)} r \\ &= \delta H - \lambda r\end{aligned}\quad (3.55)$$

pri čemu je $\lambda = \frac{\alpha}{(\alpha + \beta)(1 - \alpha - \beta)}$, i predstavlja konstantu zavisnu od tehnoloških parametara α i β .

Kao što je već navedeno, agregatna proizvodnja i kapital imaju istu stopu rasta kao i tehnologija. Iz jednačine za akumulaciju kapitala $\dot{K} = Y - C$, može se zaključiti da potrošnja takođe ima istu stopu rasta. S obzirom na to da je racio kapitala i proizvodnje konstantan, onda racio $\frac{C}{Y} = 1 - \frac{\dot{K}}{Y} = 1 - \frac{\dot{K}}{K} \frac{K}{Y}$, mora biti konstantan. Ako se sa g označi stopa rasta A , K , Y i C , onda se zajednička stopa rasta g za sve četiri varijable može predstaviti kao $g = \frac{\dot{C}}{C} = \frac{\dot{Y}}{Y} = \frac{\dot{K}}{K} = \frac{\dot{A}}{A}$, a kako važi pretpostavka o konstantnosti populacije i radne snage, onda na ravnotežnoj putanji imamo:

$g_c = g_y = g_k = g_A = g_K = g_C = g_Y = g$ pa se polazeći od relacije 3.55 može se zapisati da je:

$$g = g_A = \delta H - \lambda r \quad (3.56)$$

Prethodna jednačina se može nazvati tehnološkom pravom, koja prikazuje negativan odnos stope rasta i kamatne stope na ravnotežnoj putanji rasta, posmatrano sa strane proizvodnje. Ova jednačina predstavlja suštinu modela sumiranu sa njegove tehnološke strane, uključujući i efekte nesavršene konkurencije na tržištu intermedijalnih dobara. Da bi se razumio negativan odnos između ovih varijabli, treba imati u vidu da se koristi firme od investiranja rada u istraživačko–razvojne aktivnosti mogu predstaviti sadašnjom vrijednošću diskontovanog toka neto prihoda koji će dizajn generisati u budućnosti. Sa druge strane, oportunitetni troškovi se mjere zaradama u finalnom sektoru proizvodnje. Ukoliko dolazi do rasta kamatne stope, onda se sadašnja vrijednost neto prihoda smanjuje, pa se rad seli iz sektora istraživanja i razvoja u sektor finalne proizvodnje i posledično dolazi do smanjenja stope rasta.

Takođe, može se primijetiti da ni parametar L ni parametar η nijesu prisutni u relaciji 3.56. Povećanje parametra L ili smanjenje parametra η što dovodi do povećanja \bar{x}), povećava povrat na ljudski kapital zaposlen u sektoru proizvodnje intermedijalnih dobara. U isto vrijeme povećava se povrat na ljudski kapital u sektoru istraživanja i razvoja, tako da se alokacija ljudskog kapitala između ova dva sektora ne mijenja promjenom navedenih parametara.¹²

Da bi se zaokružio model potrebno je uzeti u obzir odnos stope rasta i kamatne stope na strani potrošnje, odnosno relaciju 3.45. Ona se može nazvati krivom preferencija, koja pokazuje pozitivan odnos između stope rasta i kamatne stope.

Izjednačavajući jednačine 3.45 i 3.56 dolazi se do ravnotežne

¹²U djelimično izmijenjenim funkcionalnim oblicima jednačina, neto efekat promjena navedenih varijabli može imati uticaja na povećanje ili smanjenje ljudskog kapitala koji se koristi u sektoru istraživanja i razvoja. Ovo je bio predmet kasnije Romerove analize.

stope rasta, koja se dobija na mjestu presjeka ove dvije krive¹³

$$g = \frac{\delta H - \lambda \rho}{\theta \lambda + 1} \quad (3.57)$$

Iz prethodne relacije jasno je da stopa rasta zavisi od parametara preferencije, odnosno diskontne stope ρ i parametra intertemporalne stope supstitucije θ . Smanjenjem bilo kojeg od ova dva parametra dolazi do povećanja stope rasta. Takođe, stopa rasta zavisi i od parametra koji je vezan za tehnološku krivu (λ) i parametra efikasnosti sektora istraživanja i razvoja δ . Za razliku od prethodnog rada iz 1986. godine [Romer, 1986], Romer ovdje dolazi do zaključka da povećanje ljudskog kapitala, odnosno rast H , ima efekat na povećanje stope rasta.

Model pokazuje da su neophodne subvencije za akumulaciju tehnologije kako bi se dostigao socijalni optimum. Poređenjem ravnotežnih stopa rasta sa stopama rasta koje se dobijaju kao rješenje problema društvenog planiranja, može se primijetiti da je optimalna društvena stopa rasta veća od ravnotežne.

Ukoliko počemo od relacije $\dot{K} = Y - C$, zamijenimo izraz za agregatnu proizvodnju $Y = (H_Y A)^\alpha (L A)^\beta (K)^{1-\alpha-\beta} \eta^{\alpha+\beta-1}$, i koristeći relaciju $H_Y = H - H_A$ dobijamo:

$$\dot{K} = Y - C = \eta^{\alpha+\beta-1} A^{\alpha+\beta} (H - H_A)^\alpha L^\beta K^{1-\alpha-\beta} - C \quad (3.58)$$

Na nivou društva može se posmatrati problem optimalne kontrole, sa dvije varijable stanja, A i K , i dvije kontrolne varijable C i H_A . Polazeći od već definisane funkcije korisnosti $U(C) = \frac{C^{1-\theta}}{1-\theta}$, može se zapisati problem društvenog planiranja kao [Chiang, 1974]:

$$\begin{aligned} \text{Maksimizirati} \quad U &= \int_0^{+\infty} \frac{C^{1-\theta}}{1-\theta} e^{-\rho t} dt \\ \text{pod uslovom} \quad \dot{A} &= \delta H_A A \\ \dot{K} &= \eta^{\alpha+\beta-1} A^{\alpha+\beta} (H - H_A)^\alpha L^\beta K^{1-\alpha-\beta} - C \\ \text{i} \quad A(0) &= A_0 \quad \text{i} \quad K(0) = 0 \end{aligned} \quad (3.59)$$

¹³Kako bi se izbjeglo da stopa rasta bude veća od kamatne stope, odnosno da bi se izbjegla situacija beskonačne sadašnje vrijednosti benefita, potrebno je uvođenje određenih restrikcija na parametre. Tačnije, za $\theta \in]0, 1[$ važi $(1 - \theta)\delta H/(\lambda + 1) < \rho$.

Kako bismo pojednostavili postupak uvodimo skraćeni simbol za izraz koji predstavlja agregatnu proizvodnju

$$\Delta = \eta^{\alpha+\beta-1} A^{\alpha+\beta} (H - H_A)^\alpha L^\beta K^{1-\alpha-\beta}.$$

Na osnovu postavljenog problema može se lako definisati trenutna vrijednost Hamiltonian funkcije:

$$J(A, K, C, H_A, \lambda_A, \lambda_K) = \frac{C^{1-\theta}}{1-\theta} + \lambda_A (\delta H_A A) + \lambda_K (\Delta - C)$$

gdje su λ_A i λ_K cijene u sjenci za tehnologiju i kapital. Optimalna alokacija podrazumijeva maksimiziranje $J(A, K, C, H_A, \lambda_A, \lambda_K)$ u svakom trenutku vremena, pa je uslov prvog reda za kontrolne varijable:

$$\frac{\partial J(A, K, C, H_A, \lambda_A, \lambda_K)}{\partial C} = C^{-\theta} - \lambda_K = 0$$

$$\frac{\partial J(A, K, C, H_A, \lambda_A, \lambda_K)}{\partial H_A} = \lambda_A \delta A + \lambda_K \alpha (H - H_A)^{-1} \Delta = 0$$

Odakle dobijamo:

$$\lambda_K = C^{-\theta} \quad (3.60)$$

$$\Delta = \frac{\lambda_A \delta A}{\lambda_K \alpha} (H - H_A) \quad (3.61)$$

Kako je uslov za adjungovane varijable dat sa:

$$\dot{\lambda}_A = -\frac{\partial J}{\partial A} + \rho \lambda_A = -\lambda_A \delta H_A - \lambda_K (\alpha + \beta) A^{-1} \Delta + \rho \lambda_A \quad (3.62)$$

$$\dot{\lambda}_K = -\frac{\partial J}{\partial K} + \rho \lambda_K = -\lambda_K (1 - \alpha - \beta) K^{-1} \Delta + \rho \lambda_K \quad (3.63)$$

Kako postoje četiri diferencijalne jednačine, sistem ne može biti analiziran pomoću faznog dijagrama. Zbog toga se pristupa analitičkom razmatranju karakteristika balansiranog ravnotežnog rasta koje su sadržane u modelu, a odnose se na ravnotežno stanje sa Harrod-neutralnim tehnološkim progresom.

Već je ranije definisana jednaka stopa rasta varijabli Y , K , A i C , koja iznosi $g_A = \delta H_A$. Navedena stopa rasta sada treba

da bude određena pomoću parametara modela, odnosno sa zamijenjenom vrijednošću za varijablu ljudskog kapitala. Kako je definisano da je $\lambda_K = C^{-\theta}$, može se izračunati da je:

$$\frac{\dot{\lambda}_K}{\lambda_K} = \frac{-\theta C^{-\theta-1} \dot{C}}{C^{-\theta}} = -\theta \frac{\dot{C}}{C} = -\theta \delta H_A \quad (3.64)$$

Radi pojednostavljenja daljeg postupka¹⁴ rješavanja traži se odnos iz relacije 3.62 i koristi se osobina da u ravnotežnom stanju mora postojati jednakost stopa rasta cijena u sjenci za kapital i tehnologiju $\frac{\dot{\lambda}_K}{\lambda_K} = \frac{\dot{\lambda}_A}{\lambda_A}$. Tako se dijeljenjem 3.62 sa λ_A dobija:

$$\frac{\dot{\lambda}_A}{\lambda_A} = \rho - \delta \left(\frac{\alpha + \beta}{\alpha} H - \frac{\beta}{\alpha} H_A \right)$$

Izjednačavanjem sa relacijom 3.64 dobijamo izraz za H_A :

$$H_A = \frac{\delta(\alpha + \beta)H - \alpha\rho}{\delta(\alpha\theta + \beta)}$$

Odavde slijedi da je ravnotežna stopa rasta u uslovima društvenog optimuma data sa:

$$g^* = \delta H_A = \frac{\delta(\alpha + \beta)H - \alpha\rho}{\alpha\theta + \beta} \quad (3.65)$$

Da bi mogle da se jednostavnije uporede ravnotežna stopa rasta izražena relacijom 3.57 i stopa rasta društvenog optimuma definisana prethodnom relacijom, uvodi se transformacija $\Theta = \frac{\alpha}{\alpha + \beta}$, pa se relacija 3.65 može zapisati kao:

$$g^* = \frac{\delta H - \Theta\rho}{\Theta\rho + (1 - \Theta)} \quad (3.66)$$

dok je na osnovu relacije 3.57 ravnotežna stopa rasta jednaka $g = \frac{\delta H - \lambda\rho}{\theta\lambda + 1}$. Ako se vratimo na izraz za koeficijent $\lambda = \frac{\alpha}{(\alpha + \beta)(1 - \alpha - \beta)}$, može se primijetiti da je on jednak koeficijentu Θ , pomnoženom

¹⁴Do istog rješenja bi se moglo doći uz izračunavanje $\frac{\dot{\lambda}_K}{\lambda_K}$ iz relacije 3.63 ali taj način vodi ka komplikovanim postupku rješavanja.

sa koeficijentom koji se odnosi na monopolsku rentu, odnosno sa $\frac{1}{1-\alpha-\beta}$, iz čega proizlazi jedan dio razlike u ovim stopama rasta. Drugi dio razlike odnosi se na zamjenu jedinice u imeniocu izraza 3.57 sa $1 - \Theta$, što obuhvata korekciju za eksterne efekte nastale kao posljedica proizvodnje novih ideja. Sumarno oba efekta dovođe do veće stope rasta društvenog optimuma i veće optimalne alokacije ljudskog kapitala u sektor istraživanja i razvoja.¹⁵

3.3.6. ODNOS ROMEROVOG I AK MODELA

Kao u slučaju Lucasovog modela zasnovanog na akumulaciji ljudskog kapitala, uz pomoć jednostavnih transformacija osnovne jednačine proizvodne funkcije Romerovog modela, i ovaj model se može svesti na AK oblik [Ribeiro, 2003]. Ukoliko se pođe od proizvodne funkcije oblika $Y = H_Y^\alpha L^\beta A \bar{x}^{1-\alpha-\beta}$ imamo:

$$\begin{aligned} Y &= H_Y^\alpha L^\beta A \bar{x}^{1-\alpha-\beta} = H_Y^\alpha L^\beta A \left(\frac{K}{\eta A} \right)^{1-\alpha-\beta} \\ &= (H_Y A)^\alpha (L A)^\beta K^{1-\alpha-\beta} \eta^{\alpha+\beta-1} = H_Y^\alpha A^{\alpha+\beta} L^\beta K^{1-\alpha-\beta} \eta^{\alpha+\beta-1} \\ &= H_Y^\alpha L^\beta \eta^{\alpha+\beta-1} \frac{A^{\alpha+\beta}}{K^{\alpha+\beta}} K = BK \end{aligned}$$

gdje $B = H_Y^\alpha L^\beta \eta^{\alpha+\beta-1} \frac{A^{\alpha+\beta}}{K^{\alpha+\beta}}$ predstavlja konstantu s obzirom na to da su H_Y , L i η konstante, a K i A imaju istu stopu rasta. Na osnovu jednačine:

$$\frac{K}{A} = \eta \bar{x} = (1 - \alpha - \beta) (H_Y^\alpha L^\beta)^{\frac{1}{\alpha+\beta}} \left[\frac{(1 - \alpha - \beta)^2}{r} \right]^{\frac{1}{\alpha+\beta}} \eta^{\frac{-(1+\alpha+\beta)}{\alpha+\beta}}$$

može se zaključiti da odnos kapitala i tehnologije zavisi od ravnotežnih vrijednosti ljudskog kapitala i kamatne stope. Odnosno, za svaku pojedinačnu ravnotežnu putanju postoji različit rasio, koji je konstantan zbog jednakih stopa rasta te dvije varijable.

¹⁵Kao napomenu treba dodati da je zbog neophodnosti prikazivanja stope rasta kao bročane (ili procentualne) vrijednosti potrebno na adekvatan način definisati mjernu jedinicu ljudskog kapitala.

3.3.7. NEO-ŠUMPETERIJANSKI MODELI RASTA

U neo-šumpeterijanskim modelima ekonomski rast je zasnovan na slučajnom nizu „vertikalnih” inovacija. Ove inovacije se ogledaju u poboljšanju kvaliteta intermedijalnih dobara, proizvoda ili proizvodnog procesa. Kao primjer koji može prikazati suštinu ovog pravca može se uzeti model Aghion i Howitta [Aghion i Howitt, 1992]. Model se zasniva na modernoj teoriji industrijske organizacije, koja inovacije smatra značajnim činiocem industrijske konkurencije.

Ukoliko se vratimo na pet osnovnih činjenica vezanih za ekonomski rast, koje je definisao [Romer, 1994], može se primijetiti da se u modelima šumpeterijanske tradicije obuhvata i poslednja činjenica koja podrazumijeva postojanje velikog broja pojedinaca i firmi koji imaju tržišnu snagu i ostvaruju monopolske rente. Pri tom se ne narušava ni prva činjenica agregatnog modela u uslovima postojanja velikog broja firmi, iako je napušteno tržište savršene konkurencije.

U Romerovom modelu, inovacije podrazumijevaju stvaranje novih intermedijalnih dobara, koja nijesu ni bolja ni lošija od postojećih, i pri tom se pretpostavlja da će se ona neograničeno proizvoditi. Model se zasniva na tkz. „horizontalnim” inovacijama, koje se ogledaju u širenju varijabiliteta intermedijalnih dobara uključenih u proces proizvodnje i stvaranju novih proizvoda koji se koriste istovremeno sa postojećim. Rast nastaje kao posledica povećavanja skupa dostupnih intermedijalnih dobara. U slučaju da se omogući efekat zastarijevanja kroz zamjenu starih dobara novim, može doći i do eliminisanja mogućnosti rasta.

Ovakav opis procesa nije u skladu sa realnom situacijom, s obzirom na to da na tržištu najčešće inovacije povećavaju kvalitet postojećih proizvoda i smanjuju troškove proizvodnje. Ovo dovodi do promjena na tržištu, odnosno efekta zamjene postojećih firmi sa novim. Upravo uvođenje konkurentskog aspekta inovacija je jedna važna karakteristika koja odvađa neo-šumpeterijanske modele od prethodnih. Ovi modeli uključuju pojam kreativne

destrukcije kojim je ekonomski rast velikim dijelom vođen, kroz zamjenu i destrukciju postojećih proizvodnih jedinica. Kada se stvori novi i efikasniji dizajn za proizvodnju nekog dobra, preduzeće koje taj novi dizajn prvo počne da koristi osvojiće dio tržišta svojih konkurenata. Ono može da ponudi bolje dobro za istu cijenu ili isto dobro za manju cijenu. Konkurenti na to reaguju ili uvođenjem istog dizajna, ili još novijeg ili potpuno gube tržište. Svaki je proizvod moguće unaprijediti beskonačno mnogo puta, pri čemu nova generacija proizvoda uvijek osigurava više usluga po jedinici troška nego prethodna generacija. Monopolska renta se zadržava do pojave nove generacije proizvoda ili proizvodnog procesa.

Zastarijevanje proizvoda i proizvodnih procesa nije na adekvatan način uključeno u prethodnim modelima. Prethodno opisani modeli podrazumijevaju postojanje samo pozitivnih eksternalija, kroz tehnološka prelivanja i na taj način dovode do nižih stopa rasta. U neo-šumpeterijanskim modelima naglašena je činjenica da tehnološki progres dovodi do gubitaka jednako kao i koristi, kroz uticaj na zastarijevanje starih vještina, dobara, tržišne organizacije i procesa proizvodnje. Inovacije su vođene mogućnošću ostvarivanja monopolskog profita, i njihovo realizovanje dovodi do zamjene postojećih firmi i mogućeg potpunog uništavanja njihovih renti. Zbog efekta zamjene, kompanije koje žele da uđu na tržište više su motivisane i ulažu veći napor u istraživanje i razvoj i implementaciju inovativnog procesa od postojećih. Veća motivacija novih kompanija za istraživanje i razvoj može se objasniti pomoću komparacije profita koju ostvaruje postojeći monopolista i profita kompanije koja želi da uđe na tržište. Ovako definisan efekat zamjene je formulisao Arrow 1962. godine [Arrow, 1962a] i nalazi se u osnovi daljeg razvoja šumpeterijanske teorije [Acemoglu, 2009]. U suštini, polazi se od tvrdnje da postojeći monopolista ima manji podsticaj da se bavi istraživanjem i inovacijama nego kompanije na konkurentskom tržištu, iz razloga što bi sledećom inovacijom zamijenio svoj postojeći profit. Sa druge strane, kako kompanija na konkurentskom tržištu ostvaruje nulti profit ona nema šta da izgubi, pa su potencijalne kompanije koje žele da uđu na tržište više motivisane za istraživanje. Formalno, to se

može pokazati na sledeći način: ako se pretpostavi da se prvo posmatra monopolska kompanija sa već razvijenom tehnologijom, onda je uslov za maksimizaciju profita [Aghion i Howitt, 1992]:

$$\max \pi_1 = D(p_1)(p_1 - \Psi)$$

pri čemu je $D(p_1)$ tražnja pri cijeni p_1 , dok je Ψ marginalni trošak proizvodnje. Primjenjujući prvi uslov za maksimizaciju profita dobijamo

$$D'(p_1)(p_1 - \Psi) + D(p_1) = 0 \quad \text{odnosno} \quad p_1 = \frac{\Psi}{1 - \varepsilon_D(p_1)^{-1}}$$

gdje je $\varepsilon_D(p_1) = -\frac{pD'(p)}{D(p)}$ elastičnost tražnje u odnosu na cijenu, čije se vrijednosti kreću u intervalu $]0, +\infty[$. U slučaju da firma ulaže sredstva u cilju stvaranja inovacija, to će dovesti do smanjenja marginalnih troškova na nivo $\lambda^{-1}\Psi$, pri čemu je $\lambda > 1$. Ona će i dalje zadržati postojeću monopolsku poziciju,¹⁶ pa će njen profit π_1^1 i monopolska cijena \hat{p}_1^1 iznositi:

$$\begin{aligned} \pi_1^1 &= D(\hat{p}_1) (\hat{p}_1 - \lambda^{-1}\Psi) - \mu \\ \hat{p}_1^1 &= \frac{\lambda^{-1}\Psi}{1 - \varepsilon_D(\hat{p}_1)^{-1}} \end{aligned}$$

gdje je μ inicijalni trošak inovacije. Na osnovu ovoga može se dobiti vrijednost inovacije za postojeće preduzeće u uslovima monopolističke konkurencije:

$$\Delta\pi_1^1 = \pi_1^1 - \pi_1 = D(\hat{p}_1) (\hat{p}_1 - \lambda^{-1}\Psi) - D(p_1)(p_1 - \Psi) - \mu$$

Kada je λ dovoljno malo, firma je prinuđena da formira cijene niže od monopolskih zbog postojanja konkurencije. U tom slučaju, kada firma proizvodi po marginalnim troškovima, njen profit se može zapisati kao $\pi_1^2 = D(\Psi)\lambda^{-1}(\lambda - 1)\Psi - \mu$. Kako je $\Delta\pi_1^1 < \pi_1^2 < \pi_1^1$, slijedi da postojeći monopolista uvijek ima manje podsticaja da ulaže u inovacije od konkurentne firme.

¹⁶Treba napomenuti da se ovdje ne uzima u obzir neizvjesnost koja postoji kod inovativnog procesa.

Značajno je praviti razliku između drastičnih inovacija i inovacija koje nemaju takav intenzitet. U prvom slučaju firma je u mogućnosti da formira monopolsku cijenu bez ograničenja, dok je u drugom prinuđena da formira limitiranu cijenu jednaku marginalnim troškovima proizvodnje. Velike inovacije dovode do značajnih ušteda u troškovima proizvodnje λ , tako da firma postaje efektivni monopolista nakon njenog uvođenja. Ukoliko se pođe od prethodnog postojanja tržišta savršene konkurencije, firma koja uvodi drastičnu inovaciju formira monopolsku cijenu tako da je ona manja ili jednaka marginalnim troškovima. Kako se iz uslova maksimiziranja profita dobija standardna formula za monopolsku cijenu: $\hat{p}_1^1 = \frac{\lambda^{-1}\Psi}{1-\varepsilon_D(\hat{p}_1)^{-1}}$, onda znači da će taj uslov biti zadovoljen u slučaju kada je $\lambda > \lambda^* = \frac{1}{1-\varepsilon_D(\hat{p}_1)^{-1}}$.

Sa druge strane, ukoliko inovacija nema karakteristike drastične, onda je monopolaska cijena manja od marginalnih troškova, odnosno važi da je $\lambda < \lambda^*$. Tada ravnotežno stanje zahtijeva limitiranje cijena, odnosno uslov da je cijena jednaka marginalnim troškovima, kako bi se osiguralo pokrivanje čitavog tržišta. Ovaj slučaj se javlja u mnogim situacijama: kada firma ima pristup boljoj tehnologiji u odnosu na konkurente ili kada određeni broj firmi pokušava da imitira postojeću tehnologiju kompanije, pa je kompanija prinuđena da limitira cijenu kako bi spriječila preuzimanje kupaca od strane drugih firmi. Jasno je da će u slučaju limitirane cijene ostvareni profit biti manji nego u slučaju postojanja drastične inovacije. Treba napomenuti da u oba slučaja postoji podsticaj za inovacije zbog mogućnosti ostvarivanja *ex post* monopolskog profita.

U neo-šumpeterijanskim modelima, istraživanje i razvoj i posledična inovacija dovode do postojanja privremenih lidera na tržištu. Ulaganje u istraživanje ima kao reciprocitet ostvarivanje budućeg toka tehnološke rente. Same inovacije mogu se javiti u više oblika:

- (a) Inovacije koje dovode do poboljšanja kvaliteta intermedijalnih i finalnih proizvoda, što vodi povećanju relativnih cijena ili povećanju tržišnog učešća;
- (b) Inovacije koje dovode do stvaranja potpuno novog proi-

zvoda. One utiču na potpuno premještanje tražnje sa starih na nove proizvode, odnosno na zadovoljenje nove vrste potreba;

- (c) Inovacije koje dovode do poboljšanja postojećih proizvodnih procesa u smislu smanjenja troškova proizvodnje;
- (d) Inovacije koje dovode do stvaranja potpuno novih proizvodnih procesa.

Drastične inovacije, ako se pođe od najopštije podjele, najčešće su vezane za nove proizvode i inovacije u nove proizvodne procese. Manje drastične inovacije, odnosno sa limitiranim cijenama, vezane su za druge dvije grupe koje se odnose na poboljšanje kvaliteta proizvoda i proizvodnog procesa.

Privremenost monopolske rente objašnjava se nemogućnošću potpune zaštite prava vlasništva nad inovacijom, pri čemu treba imati u vidu da postoje i inovacije koje nisu patentabilne. Zbog postojanja eksternalija, dolazi do slabljenja prava vlasništva u toku vremena i do smanjenja rente do nivoa kada su rezultati istraživanja u potpunosti podijeljeni sa svim učesnicima na tržištu. Takođe i konkurentske firme su uključene u proces istraživanja i razvoja. Zbog toga dolazi do stvaranja novih profitabilnijih proizvoda i procesa, koji smanjuju udio ili čak potpuno zamjenjuju stare. Zbog toga, kompanije nemaju samo motivaciju da investiraju u istraživanje i razvoj zbog ostvarivanja monopolske rente, već i zbog opstanka na tržištu. I upravo zamjena ne samo proizvoda i procesa novim, nego i starih kompanija novim čini suštinu kreativne destrukcije [Aghion et al., 2009].

Povećanje nivoa istraživanja u budućnosti može imati i negativan uticaj na sadašnja istraživanja zbog bojazni od brzog zastarijevanja, a takođe i zbog činjenice da zastarijevanje ima navedene negativne eksternalije. Mogućnost zastarijevanja vodi do tendencija da slobodno tržište može generisati preveliki broj inovacija i previsoke stope rasta, zbog efekta „preuzimanja posla”. Ovaj efekat je djelimično neutralisan činjenicom da inovacije najčešće nijesu drastične, odnosno da su previše male u uslovima slobodnog tržišta.

Efekat „preuzimanja posla” je usko povezan sa efektom zamjene, imajući u vidu da preduzeće koje ulazi na tržište, zamjenjujući postojećeg monopolistu preuzima i njegov posao [Acemoglu, 2009]. Ovaj efekat pomaže da se zatvori jaz između privatne i društvene vrijednosti inovacije, i može voditi brzo rastućim inovacijama od strane novih učesnika na tržištu. Društveni planer vrednuje profit ostvaren od strane monopolista zbog postojanja potrošačevog viška. Sa druge strane, novo preduzeće jedino vrednuje profit koji će ostvariti ukoliko preduzme aktivnosti u inovativnom procesu. Ne postoji pravilo kada će ravnotežno stanje uključivati previše ili premalo inovacija. To zavisi od toga koliko je jak efekat „preuzimanja posla” u odnosu na efekat prisvajanja, koji podrazumijeva da su firme u mogućnosti da prisvoje samo dio potrošačkog viška.

U neo-šumpeterijanskim modelima se dozvoljava da tehnološki progres može dovesti i do negativnih eksternalija, odnosno gubitaka isto kao i koristi. Pored ove, dodatna činjenica koja ih odvaja od prethodnih modela je posmatranje ekonomskog rasta kao procesa koji ne mora biti kontinuiran. Po shvatanju Aghiona i Howitta, velika tehnološka dostignuća imaju agregatne efekte, i neizvjesnost inovacija se ne može uzeti u prosječnom iznosu po industrijama. To je podržano činjenicama da komponenta trenda u bruto nacionalnom proizvodu sadrži element slučajnosti. Ovo se u dosadašnjim modelima moglo ostvariti samo ukoliko se egzogeni tehnološki šok doda u postojeće modele [King et al., 1988].

Kako modeli šumpeterijanske tradicije nastoje da objasne ekonomske odluke koje su osnova akumulacije znanja, onda se tehnološki šokovi ne mogu smatrati egzogenim, već kao posledica tih odluka. Ovakve promjene, koje karakteriše konstantna nesigurnost, jesu suština rasta u kapitalizmu, i utiču na čitavu ekonomiju. Ta neizvjesnost je endogena za sistem jer na vjerovatnoću nastanka takvih tehnoloških promjena utiče prethodni nivo istraživanja, koji zavisi od mogućnosti obezbjeđivanja monopolske rente.

Modeli neo-šumpeterijanske škole pokazuju mogućnost postojanja održivog, dugoročnog rasta produktivnosti, koji zavisi od odnosa očekivanih troškova i koristi od investiranja u istraživa-

nje i razvoj. Tačnije, nivo investicija u istraživanje određen je prelomnom tačkom gdje se izjednačavaju marginalni trošak dodatne jedinice ulaganja u istraživanje i razvoj i očekivane koristi tog ulaganja. Promjena i ovim odnosima utiče na promjenu u motivaciji za investiranje, a samim tim i na stopu rasta.

Model Aghiona i Howitta može smatrati prototipom modela neo-šumpeterijanske škole. Sumirano iz prethodnog, kao i ostali modeli ovog pravca, ovaj model se zasniva na elementima neizvjesnosti, Šumpeterove ideje kreativne destrukcije i endogenim ciklusima prouzrokovanim procesom inovacija. Ekonomski rast je definisan kao slučajan hod poboljšanja kvaliteta vertikalnih inovacija, koje su rezultat neizvjesnih aktivnosti istraživanja i razvoja. Pored već pomenutih negativnih eksternalija, model generiše i dvije vrste pozitivnih eksternalija: monopolske rente su manje od potrošačevog viška i postojeće inovacije čine moguće stvaranje novih. Zbog njegovog najvećeg značaja u ovoj grupi modela, u nastavku je dat detaljan opis modela Aghiona i Howitta.

3.3.8. MODEL AGHIONA I HOWITTA

U modelu Aghion i Howitta pretpostavlja se postojanje tri sektora proizvodnje kao i u Romerovom modelu, pri čemu uspješni inovator prodaje patent¹⁷ firmi koja postaje monopolista u određenom sektoru sve do časa kada se pojavi nova inovacija. Podrazumijeva se da postoji tržište savršene konkurencije u svim sektorima izuzev u sektoru intermedijalnih dobara. Inovator nudi patent po cijeni koja je jednaka očekivanoj sadašnjoj vrijednosti monopolske rente koju donosi ta inovacija, dok kupac zadržava pravo neograničenog korišćenja patenta. Korišćenje novog intermedijalnog dobra u sektoru proizvodnje potrošnih dobara nije pokriveno patentom iz razloga što, naročito važne inovacije, imaju široku i višestruku upotrebu da bi bilo ko imao monopol nad njima.

¹⁷Objašnjenje je dato na primjeru patenta zbog pojednostavljenja analize.

U modelu se ne razmatra akumulacija fizičkog kapitala, pa održivi rast ne zahtijeva postojanje neopadajuće marginalne produktivnosti kapitala. Populacija je definisana preko broja identičnih L pojedinaca, koji imaju karakteristiku beskonačnog trajanja života. Linearna intertemporalna preferencija definisana za potrošnju u toku životnog vijeka je data relacijom

$$U(y) = \int_0^{+\infty} y(t)e^{-rt} dt$$

gdje je $r > 0$ i predstavlja stopu intertemporalne vremenske preferencije koja je jednaka kamatnoj stopi, pošto se pretpostavlja konstantna marginalna korisnost potrošnje u svakom momentu. Svaki pojedinac posjeduje jednu jedinicu rada, pa je L ujedno i agregatna ponuda radne snage. Podrazumijeva se da jedinica rada L proizvodi jedinicu kapitalnog dobra x , pa se ukupna količina rada može predstaviti kao zbir dva dijela, od kojih je jedan potreban za proizvodnju intermedijalnih dobara (x), a drugi se koristi u istraživanju i razvoju (n).

$$L = n + x \quad (3.67)$$

Finalna proizvodnja potrošnih dobara zavisi od inputa intermedijalnih dobara, pa ukoliko se pretpostavi Cobb-Douglasova forma, proizvodna funkcija je oblika¹⁸

$$Y = Ax^\alpha \quad \text{gdje je} \quad 0 < \alpha < 1 \quad (3.68)$$

Inovacije se sastoje od stvaranja nove varijante intermedijalnih dobara, koja ukoliko su uspješna, zamjenjuju prethodna, i čija upotreba povećava tehnološki parametar A za konstantan faktor $\gamma > 1$. Tačnije, imamo

$$\frac{A_{i+1}}{A_i} = \gamma \quad (3.69)$$

¹⁸Analiza daje iste rezultate ukoliko se sprovede na opštem obliku funkcije, odnosno $F = AF(x)$, pri čemu funkcija $F(x)$ ima pozitivan i opadajući marginalni proizvod, i gdje se na osnovu maksimizacije profita monopolske firme dobija da je marginalni prihod opadajući u odnosu na količinu x .

Posmatra se neprekidan vremenski tok gdje je i broj inovacija koje su ostvarene do trenutka t , dok je $i + 1$ broj inovacija neposredno prije završetka posmatranja jednog vremenskog intervala. Dužina intervala je slučajna veličina. Kada se konstantan dio radne snage n koristi u istraživanju i razvoju u jednom intervalu, onda će njegova dužina biti eksponencijalno distribuirana sa parametrom λn , koji predstavlja „stopu pojavljivanja”, definisanu preko Poissonovog procesa, gdje je λ parametar koji definiše produktivnost istraživačke tehnologije. Drugim riječima, može se definisati da je vjerovatnoća inovacije u određenoj jedinici vremena data sa λn . Pretpostavka da je slučajan događaj X opisan Poissonovim procesom sa stopom pojavljivanja μ , podrazumijeva da je vrijeme T koje je potrebno da protekne da bi se ostvario događaj X slučajna varijabla sa eksponencijalnom distribucijom sa parametrom μ . Tačnije, funkcija raspodjele data je sa $F(t) = 1 - e^{-\mu T}$, odnosno gustina vjerovatnoće je $f(t) = \mu e^{-\mu T}$. Pri tome je μ vjerovatnoća u jedinici vremena da će se događaj ostvariti u periodu dt od trenutka $T = 0$. Kako se u ovom konkretnom slučaju radi o nezavisnim događajima istraživanja n istraživača sa Poissonovom stopom ostvarenja inovacije λ , i ukoliko se uzme u obzir činjenica da je u slučaju nezavisnih varijabli ovaj proces aditivan, onda je stopa ostvarenja na nivou ekonomije jednaka sumi λn individualnih stopa ostvarenja. Koristeći zakon velikih brojeva može se tvrditi da je očekivani godišnji broj inovacija u stanju balansiranog ravnotežnog rasta upravo jednak Poissonovoj stopi pojavljivanja λn .

Što se tiče sektora istraživanja i razvoja, nivo radne snage posvećen istraživanju definisan je na osnovu relacije za visinu zarade:

$$w_i = \lambda V_{i+1} \quad (3.70)$$

gdje je V_{i+1} diskontovana vrijednost očekivanih isplata vezanih za $i + 1$ -vu inovaciju. Ova relacija, koja pokazuje dinamiku između dvije suksecivne inovacije, upućuje na to da radnik mora biti indiferentan između časa rada u intermedijalnoj proizvodnji, gdje je visina nadnice w_i , i časa rada u sektoru istraživanja. Vrijednost nadnice u intermedijalnom sektoru jednaka je oportunitetnim troškovima rada u sektoru istraživanja. Vrijednost

časa rada u proizvodnji definiše se preko proizvoda toka vjerovatnoće ostvarivanja inovacije λ , i vrijednosti same inovacije V_{i+1} . U stvari, desna strana ove relacije prikazuje očekivani prihod istraživača, koji će u kratkom vremenskom intervalu dt , ostvariti inovaciju vrijednosti V_{i+1} , sa vjerovatnoćom λdt . Relacije date izrazom 3.67 i 3.70 predstavljaju osnovu neo-šumpeterijanskog modela [Acemoglu, 2009].

Vrijednost V_{i+1} može se definisati pomoću sledeće relacije¹⁹

$$rV_{i+1} = \pi_{i+1} - \lambda n_{i+1} V_{i+1} \quad (3.71)$$

Relacija pokazuje da je očekivani prihod od posjedovanja licence za $i+1$ -vu inovaciju u toku jediničnog vremenskog intervala rV_{i+1} jednak razlici između toka profita koji $i+1$ -va inovacija donosi i očekivanog gubitka koji će se desiti kada naredna inovacija zamijeni postojeću. Ova funkcija vrijednosti inovacije razlikuje se od sličnih funkcija u modelima istraživanja i razvoja koji ne pripadaju šumpeterijanskoj školi, upravo zbog uključivanja mogućnosti da postojeći monopolista izgubi svoju poziciju i bude zamijenjen sa proizvođačem koji posjeduje kvalitetniju tehnologiju, što ovdje čini suštinu ekonomskog rasta. Ukoliko se pođe od efekta zamjene Arrowa, onda preduzeće koje tek ulazi na tržište zamjenjuje postojećeg monopolistu, pa je λ_{n+1} stopa po kojoj će se vršiti navedena zamjena, a ujedno i stopa smanjivanja profita sve do njegovog potpunog nestanka.

Drugačije rečeno, mora postojati jednakost između posjedovanja prava vlasništva za proizvodnju intermedijalnog dobra i polaganja iste količine novca u obliku depozita sa kamatnom stopom r .

Iz prethodne relacije može se izvesti relacija koja pokazuje efekat kreativne destrukcije:

$$V_{i+1} = \frac{\pi_{i+1}}{r + \lambda n_{i+1}} \quad (3.72)$$

Imenilac u gornjem izrazu se može shvatiti kao prilagođena kamatna stopa koja uključuje efekat zastarijevanja, jer je postojeći

¹⁹Ova relacija se može dobiti i na osnovu Hamilton-Jacobi-Bellmanove jednakosti koja definiše neto sadašnju vrijednost očekivanog monopolskog profita.

monopolista svjestan da će biti zamijenjen zbog pojavljivanja konkurentskih inovacija. Što je veći broj istraživača i što se više inovacija očekuje nakon naredne inovacije, to je kraće trajanje monopolskog profita koji će uživati kreator naredne inovacije.

Rješavanjem problema maksimizacije profita intermedijalnog proizvođača²⁰ koji koristi inovaciju stvorenu u vremenu t mogu se specifikovati nedostajuće relacije za tok profita i tražnje za radom u sektoru intermedijalnih dobara. Problem maksimizacije profita može se postaviti kao:

$$\max_x \pi_i = \max_x (p_i x - w_i x)$$

gdje je w_i nadnica, dok je p_i cijena po kojoj inovator ili firma iz intermedijalnog sektora može da proda intermedijalne inpute x sektoru finalnih dobara. Kako se pretpostavlja da u sektoru finalnih dobara postoje uslovi savršene konkurencije, onda je cijena p_i jednaka marginalnom proizvodu intermedijalnog dobra u proizvodnji finalnog potrošnog dobra. Na osnovu toga je $\frac{\partial Y}{\partial x_i} = p_i$, uzimajući u obzir relaciju 3.68 dobijamo:

$$\alpha A x^{\alpha-1} = p_i \quad \Rightarrow \quad x = \left(\frac{\alpha A}{p_i} \right)^{\frac{1}{1-\alpha}} \quad (3.73)$$

Ukoliko se izraz za cijenu iz relacije 3.73 zamijeni u jednačini za maksimizaciju profita $\max_x \pi_i = \max_x (\alpha A x^\alpha - w_i x)$ i primijeni prvi potreban uslov, dobija se vrijednost monopolske rente:

$$\begin{aligned} \alpha^2 A x^{\alpha-1} &= w_i \\ \text{odakle slijedi} \quad \alpha p_i &= w_i \quad \Rightarrow \quad p_i = \frac{w_i}{\alpha} \end{aligned} \quad (3.74)$$

Zamjenom relacije 3.74 u relaciju 3.73 dobijamo $\alpha A x^{\alpha-1} = \frac{w_i}{\alpha}$, pa se izraz za količinu intermedijalnih dobara može zapisati kao:

$$x_i = \left(\frac{\alpha^2}{w_i/A_i} \right)^{\frac{1}{1-\alpha}} \quad (3.75)$$

²⁰Proizvođač može biti sam inovator koji uspostavlja firmu za proizvodnju intermedijalnog dobra ili postojeća firma u tom sektoru koja kupuje patent vrijednosti V_i od inovatora.

Na osnovu prethodne relacije može se dobiti i izraz za profit:

$$\pi_i = p_i x - w_i x = (1 - \alpha)p_i x = (1 - \alpha)\alpha A \left(\frac{\alpha^2}{w_i/A_i} \right)^{\frac{\alpha}{1-\alpha}} \quad (3.76)$$

Može se primijetiti da su i profit i količina intermedijalnih dobara opadajuće funkcije u odnosu na vrijednost nadnice ponderisane produktivnošću. Kada je u pitanju profit, ovakav odnos ukazuje na negativnu zavisnost trenutnog istraživanja u odnosu na očekivana buduća istraživanja. Tačnije, veća tražnja za radom u istraživačkom sektoru u budućnosti dovodi do rasta vrijednosti nadnice, što smanjuje visinu toka profita koji prisvaja sledeći inovator, i na taj način obeshrabruje trenutna istraživanja. Ukoliko se vratimo na izraz 3.70 za visinu nadnice, i koristeći relaciju 3.72 dobija se da je:

$$w_i = \lambda V_{i+1} = \lambda \frac{\pi_{i+1}}{r + \lambda n_{i+1}} = \lambda \frac{(1 - \alpha)\alpha A_{i+1} \left(\frac{\alpha^2}{w_{i+1}/A_{i+1}} \right)^{\frac{\alpha}{1-\alpha}}}{r + \lambda n_{i+1}}$$

Uzimajući u obzir relaciju 3.69, dobijamo da je nadnica ponderisana produktivnošću:

$$\omega_i = \frac{w_i}{A_i} = \lambda \frac{\gamma(1 - \alpha)\alpha \left(\frac{\alpha^2}{w_{i+1}/A_{i+1}} \right)}{r + \lambda n_{i+1}}$$

pa je konačna vrijednost arbitražne nadnice koja odslikava činjenicu da rad može biti slobodno alociran između sektora intermedijalnih dobara i sektora istraživanja i razvoja:

$$\omega_i = \frac{\gamma\lambda\tilde{\pi}(\omega_{i+1})}{r + \lambda n_{i+1}} \quad \text{gdje je} \quad \tilde{\pi} = \frac{\pi_{i+1}}{A_{i+1}} \quad (3.77)$$

Uslov čišćenja tržišta rada definisan je sledećom relacijom:

$$L = n_i + \tilde{x}(\omega_i) \quad (3.78)$$

gdje je tražnja za radom u sektoru intermedijalnih dobara x_i opadajuća funkcija ω_i , odnosno nadnice usklađene sa stopom rasta, koja je funkcija rezidualne ponude rada intermedijalnog sektora $L - n_i$.

3.3.9. RAVNOTEŽNI NIVO ISTRAŽIVANJA U MODELU AGHIONA I HOWITTA

Ravnotežno stanje balansiranog rasta definiše se kao stacionarno rješenje sistema jednačina (relacije 3.77 i 3.78) pri čemu se podrazumijeva da je $\omega_i = \omega$ i $n_i = n$, odnosno da ω i n ostaju konstantni u toku vremena. To dalje znači da se w , π i y povećavaju po istoj stopi $\gamma > 1$, svaki put kada dođe do nove inovacije.

Sistem čije rješenje dovodi do ravnotežnih veličina je:

$$\omega = \frac{\gamma \lambda \tilde{\pi}(\omega)}{r + \lambda n}$$

$$L = n + \tilde{x}(\omega)$$

Ukoliko se posmatra prostor (ω, n) , može se primijetiti da je ostvareno rješenje (ω^*, n^*) jedinstveno. Naime, prva jednačina za visinu ponderisane nadnice ima negativan nagib, pošto rastom n dolazi do opadanja vrijednosti ω . U drugoj jednačini, ω raste, pošto u slučaju kada je L konstantno, porastom n vrijednost $\tilde{x}(\omega)$ mora opadati, što je moguće ukoliko ω raste.

Može se primijetiti da do povećanja ravnotežnog iznosa istraživanja dolazi:

- (a) smanjivanjem kamatne stope r , što utiče na povećanje marginalne koristi istraživanja kroz povećanje sadašnje vrijednosti monopolskog profita;
- (b) povećanjem obima tržišta rada L ;
- (c) povećanjem koeficijenta λ , koji predstavlja stepen produktivnosti istraživanja i razvoja, koji povećava marginalne koristi i smanjuje marginalne troškove istraživanja, smanjujući nadnice obučenim radnicima;
- (d) povećanjem obima inovacija γ , što ima dvostruki uticaj, sa jedna strane na povećanje efikasnosti jedinica istraživanja za bilo koji nivo zaposlenosti, a sa druge na povećavanje stopu kreativne destrukcije.

Kako bi se došlo do konačnog rješenja za ravnotežne vrijednosti (w^*, n^*) , prvo je potrebno da se preformuliše vrijednost za $\tilde{\pi}(\omega)$. Kako je $\pi = p_i x - w_i x = \frac{1-\alpha}{\alpha} w x$, imamo

$$\tilde{\pi} = \frac{\pi}{A} = \frac{1-\alpha}{\alpha} w \tilde{x} = \frac{1-\alpha}{\alpha} w (L - n)$$

Zamjenom u relaciji 3.77 dobija se ravnotežna vrijednost n :

$$\omega = \frac{\gamma \lambda \left(\frac{1-\alpha}{\alpha}\right) \omega (L - n)}{r + \lambda n} \Rightarrow n^* = \frac{\gamma \lambda \left(\frac{1-\alpha}{\alpha}\right) L - r}{\lambda \left(\frac{\alpha + \gamma(1-\alpha)}{\alpha}\right)} \quad (3.79)$$

Može se primijetiti da je ravnotežna vrijednost n opadajuća funkcija elastičnosti tražnje α sa kojom se suočava intermedijalni monopolista. Što je veći intenzitet konkurencije, niži je iznos monopolske rente koji će prisvojiti inovator, a time i manja motivacija za investiranje u istraživanje.

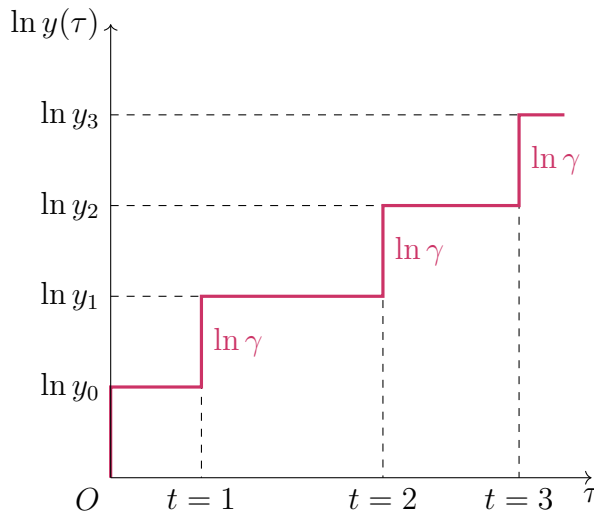
Ravnotežna vrijednost ω^* može se jednostavno dobiti zamjenom relacije 3.79 u jednačinu 3.78.

3.3.10. RAVNOTEŽNA STOPA RASTA U MODELU AGHIONA I HOWITTA

U ravnotežnom stanju količina potrošnih dobara proizvedena u intervalu između dvije inovacije definisana je kao $Y_i = A_i (x^*)^\alpha = A_i (L - n^*)^\alpha$, što ukazuje da je $Y_{i+1} = A_{i+1} (L - n^*)^\alpha$, odnosno

$$\frac{Y_{i+1}}{Y_i} = \frac{A_{i+1}}{A_i} = \gamma \quad (3.80)$$

Na osnovu prethodne jednačine može se zaključiti da prilikom pojave nove inovacije $\ln Y_i$ se povećava u iznosu od $\ln \gamma$. Kako je stvarno vrijeme koje protekne između dvije inovacije slučajna veličina, to će vremenska putanja $\ln Y_i$ biti stepenasta funkcija sa nejednakom (slučajnom) širinom podioka. Tačnije, vremenski intervali između svakog koraka su eksponencijalno distribuirani sa parametrom λn^* , dok je visina svakog podioka jednaka $\ln \gamma > 0$.



Grafik 3.3: Stepenasta funkcija vremenske putanje logaritmovane vrijednosti funkcije finalne proizvodnje

Uzimajući interval vremena između t i $t + 1$ dobija se

$$\ln Y(t + 1) = \ln Y(t) + (\ln \gamma) \varepsilon(t)$$

gdje je $\varepsilon(t)$ broj inovacija u navedenom intervalu i njegov raspored se može prikazati pomoću Poissonove distribucije sa parametrom λn^* . Odatle imamo da je očekivana vrijednost $E[\ln Y(t + 1) - \ln Y(t)] = \lambda n^* \ln \gamma$, odnosno

$$g_Y = \lambda n^* \ln \gamma \quad (3.81)$$

gdje izraz 3.81 predstavlja prosječnu stopu rasta finalne proizvodnje. Značajno je napomenuti da dodatna korist ovog modela, pored endogenizovanja prosječne stope rasta tako da zavisi od faktora koji utiču na inicijativu za istraživanje i posledične koristi smanjenja troškova proizvodnje, čini i endogenizovanje varijabiliteta stope rasta, koja zavisi od istih faktora kao i prosječna stopa rasta. U ekstremnim slučajevima, kada je podsticaj za istraživanje toliko mali da nema ni rasta, varijabilitet će takođe

biti jednak nuli. Varijabilitet rasta računa se kao varijansa od ocjene slučajne veličine $\varepsilon(t)$, odnosno $e(t) = \varepsilon(t) + \lambda n^* \ln \gamma$ i iznosi $Var [e(t)] = \lambda n^* (\ln \gamma)^2$.

Vraćajući se na prethodnu analizu ravnotežnog nivoa istraživanja može se zaključiti da povećanje tržišta rada, smanjenje kamatne stope i koeficijenta elastičnosti α , povećava ravnotežni nivo istraživanja pa samim tim i stopu rasta. Povećanje obima inovacija γ i faktora λ , utiče dvojako na povećanje stope rasta, direktno i preko uticaja na povećanje ravnotežnog nivoa istraživanja.

Iz ovoga se može primijetiti uticaj liberalizacije trgovine na dugoročni rast, pošto povećanjem veličine tržišta rada liberalizacija trgovine pozitivno utiče na povećanje stope rasta. Međutim, pošto liberalizacija trgovine može imati uticaj na povećanje konkurentnosti na tržištu finalnih dobara kao i mogućnosti kopiranja postojećih inovacija, ona može imati uticaj na smanjenje efekta apropiabilnosti, odnosno benefita od novih inovacija i demotivisati istraživanje i rast.

Da bi se uporedila dobijena prosječna ravnotežna stopa rasta sa stopom koja bi se ostvarila u okolnostima ispunjenja društvenog optimuma mora se poći od toga da je cilj društveno optimalnog rasta maksimiziranje očekivane sadašnje vrijednosti potrošnje, odnosno funkcije korisnosti $U(y) = \int_0^{+\infty} y(\tau) e^{-r\tau} d\tau$. Vjerovatnoća ostvarivanja tačnog broja t inovacija u intervalu (t, τ) definisana je Poissonovim rasporedom²¹ sa parametrom pojavljivanja λn , pa se funkcija korisnosti može prikazati kao

$$U(y) = \int_0^{+\infty} e^{-r\tau} \left(\sum_{t=0}^{+\infty} P(t, \tau) A_t x^\alpha \right) d\tau$$

Maksimiziranjem navedene funkcije korisnosti dobija se izraz koji sadrži društveno optimalni nivo istraživanja n [Aghion i Howitt, 1992]:

$$\frac{\lambda (\gamma - 1) \left(\frac{1}{\alpha}\right) (L - n)}{r - \lambda n (\gamma - 1)} = 1 \quad (3.82)$$

²¹Vjerovatnoća je data izrazom $P(t, \tau) = \frac{(\lambda n \tau)^t}{t!} e^{-\lambda n \tau}$

koji se može uporediti sa modifikovanim izrazom 3.79 za nivo istraživanja n^* :

$$\frac{\lambda\gamma\left(\frac{1-\alpha}{\alpha}\right)(L-n^*)}{r-\lambda n^*} = 1 \quad (3.83)$$

Na osnovu ove dvije relacije može se posmatrati uticaj tri efekta:

- (a) Efekat intertemporalnih eksternalija – koji se može primijetiti zbog razlike u imeniocima gornjih izraza. Kako je društvena diskontna stopa manja od kamatne stope, za razliku od privatne koja je veća, društveno odgovoran planer smatra da će koristi od sledeće inovacije trajati beskonačno, dok privatni istraživač ne pridaje značaj koristima koje se pojavljuju posle sledeće inovacije. Ovaj efekat dovodi do nedovoljno istraživanja u uslovima savršene konkurencije;
- (b) Efekat prisvajanja – koji se primjećuje u postojanju izraza $(1-\alpha)$ u relaciji 3.83. On ukazuje na nemogućnost privatnog monopoliste da prisvoji čitav tok koristi od inovacija, što može dovesti do, kao i u prethodnom slučaju, premalo inovacija u uslovima savršene konkurencije;
- (c) Efekat preuzimanja posla – primjećuje se da je zamijenjen faktor $(\gamma-1)$ u jednačini 3.82 sa faktorom γ u jednačini 3.83. On se objašnjava time što privatne firme koje se bave istraživanjem ne uzimaju u obzir gubitak prethodnog monopoliste izazvan inovacijom, dok društveno odgovoran planer uvažava činjenicu da nove inovacije dovode do uništavanja društvene stope povraćaja na prethodne inovacije. Na taj način može doći do generisanja previše istraživanja u uslovima savršene konkurencije.

Zavisno od odnosa tri efekta prosječna stopa rasta može biti veća ili manja od optimalne. Pri tome u slučaju velikog broja inovacija prva dva efekta su jača, dok u slučaju kada postoji značajna monopolska moć i inovacije nisu velikog obima javlja se dominacija trećeg efekta. U drugom navedenom slučaju, u uslovima savršene konkurencije može doći do pretjeranog rasta.

Priroda rasta u opisanom modelu ukazuje na to da budući rast smanjuje vrijednost postojećih inovacija, pošto dovodi do brže

zamjene postojeće tehnologije. Tačnije, veći nivo istraživanja u narednom vremenskom intervalu n_{i+1} , dovešće do veće kreativne destrukcije, odnosno porasta izraza $r + \lambda n_{i+1}$ i do smanjenja profita nakon pojave sledeće inovacije. To dovodi do obeshrabrivanja postojećih ulaganja u inovacije, što izaziva opadanje veličine n_t . Na osnovu toga, može se uspostaviti sledeći negativan odnos:

$$n_t = \psi n_{t+1} \quad \text{gdje je} \quad \psi' < 0 \quad (3.84)$$

Prethodno utvrđeno ravnotežno stanje može se definisati kao stacionarna tačka koja se nalazi na presjeku krive predstavljene relacijom 3.84 i prave koja predstavlja jednakost vrijednosti n_t i n_{t+1} . Međutim, pored toga mogu postojati i druga ravnotežna stanja, odnosno može se konstruisati varijanta modela sa cikličnim endogenim rastom, gdje ravnotežno stanje podrazumijeva perfektnost predviđanja. Pri tome, posmatra se ravnotežno stanje koje ima sledeće ciklične osobine: stopa pojavljivanja inovacija razlikuje se zavisno od toga da li je u pitanju neparna ili parna inovacija, pri čemu se smatra kao početak $t = 0$. Ako se sa n_0 označe neparne, a sa n_1 parne inovacije, onda važi da je $n_0 = \psi n_1$ kao i da je $n_1 = \psi n_0$ gdje, ako se pretpostave obje pozitivne vrijednosti, onda postoji realno dvociklično ravnotežno stanje sa karakteristikama perfektnog predviđanja. U suprotnom, ukoliko su jednake nuli, onda neće biti ostvaren rast. Vjerovatnoća velikog nivoa istraživanja u neparnim intervalima obeshrabruje istraživanje u parnim intervalima, dok izgledi za nizak nivo istraživanja u parnim intervalima stimulišu istraživanje u neparnim intervalima, što čini rast cikličnim. Zamka nepostojanja rasta javlja se u ekstremnom slučaju kada izgledi za veliku količinu istraživanja u neparnim intervalima u potpunosti destimulišu istraživanja u parnim, i dolazi do prestanka rasta zbog zaustavljanja inovacionog procesa. To sve ukazuje da rast zavisi od očekivanja istraživača, tako da je prvobitno definisano ravnotežno stanje samoodrživo u situaciji kada svi agenti očekuju da će ono postojati.

Još jedna značajna implikacija kreativne destrukcije je vezana za činjenicu da rast dovodi, pored smanjenja monopolske rente, i do uništenja postojećih proizvodnih jedinica, odnosno gubitka radne snage. Tačnije, dolazi do privremene nezaposlenosti pro-

uzrokovane kreativnom destrukcijom, dok dislocirani radnici ne nađu novo zaposlenje. Takođe, kreativna destrukcija dovodi do uništavanja i vještina koje su specifične za određene kompanije. Kao posledica može se javiti u slučaju visokih stopa rasta ekonomije, da su radnici manje voljni da akumuliraju veću količinu specifičnog ljudskog kapitala.

Iako prikazani model karakteriše sveobuhvatnije opisan ekonomski rast u odnosu na prethodne modele koje karakterišu horizontalne inovacije, matematička struktura, u redukovanoj formi je dosta slična. Osnovna razlika odnosi se na to da stopa rasta, kroz proces kreativne destrukcije, utiče na vrijednost inovacije. Kako se kreativna destrukcija posmatra kao osnova ekonomskog rasta, onda treba imati u vidu i političko-ekonomske uticaje koji nastaju kao njena posledica i njihov uticaj na rast. Kako se očekuje da su postojeći monopolisti ujedno i oni koji posjeduju političku i ekonomsku snagu, logično je očekivati da će mnogi ekonomski sistemi formirati snažne barijere ekonomskom rastu. Sve ovo ukazuje na značaj fundamentalnih faktora ekonomskog rasta, kao i shvatanja otpora prema tehnološkim promjenama. Takođe, model pokazuje značaj inovacija za industrijsku organizaciju, pošto inovativni proces može dovesti do endogenih promjena strukture tržišta.

U osnovnoj verziji modela mogu se primijetiti izvjesna ograničenja kao što je neslaganje stvarnih podataka sa činjenicom da je ukupan rast produktivnosti posledica procesa kreativne destrukcije i dolaska novih firmi na tržište. Podaci govore da je značajan iznos povećanja produktivnosti posledica inovativnog procesa koji sprovode postojeći monopolisti, pa je u kasnijim razradama modela uključena i ta mogućnost. Takođe, primjećuje se, slično kao i u modelima horizontalnih inovacija, da je prisutan uticaj efekta obima, odnosno da sa povećanjem populacije dolazi do povećanja stope rasta.²² Aghion i Howitt u početnom modelu ne

²²Problem se može riješiti time što se smatra da rastom populacije, širenje varijabiliteta proizvoda smanjuje efektivnost istraživanja usmjerenih na povećanje kvaliteta, što dovodi do toga da ona budu raširena na veliki broj različitih sektora, smanjujući uticaj na ukupnu stopu rasta produktivnosti [Young, 1991].

pridaju previše pažnje razvoju institucija i smanjenju transakci-
onih troškova, kao ni finansijskom aspektu istraživanja i razvoja.
Takođe, predviđa se postojanje perfektnog finansijskog tržišta,
dok su u realnosti firme koje se bave istraživanjem i razvojem u
velikoj mjeri zavisne od tržišta kapitala, koja različito funkcio-
nišu u različitim zemljama. U osnovnom modelu nije posvećena
pažnje ni pitanju konvergencije, dok se kasnije njegovom razra-
dom utvrđuje da se ona javlja kao posledica procesa transfera
tehnologije i akumulacije kapitala.

3.4. OGRANIČENJA SAVREMENE TEORIJE PRIVRED- NOG RASTA

Od prvog modela privrednog rasta, razvijenog od Harroda i
Domara, prošlo je skoro osam decenija. Već taj prvi model unio
je disciplinu i sistematičnost u analizu privrednog rasta. Uz to je
dao i prve značajne rezultate u nastojanju da se, kroz empirijska
istraživanja, opišu i objasne fenomeni vezani za privredni rast i
razvoj pojedinih zemalja. Javio se, naravno, i čitav niz teorijskih,
pa sledstveno i empirijskih problema sa ovim modelom, koji su
detaljnije opisani u prvom odjeljku ovog poglavlja.

Uvodeći pretpostavku o mogućnosti supstitucije između fak-
tora proizvodnje, model Roberta Solowa iz 1956. godine [So-
low, 1956] omogućio je da se čitav niz problema ovog modela
riješi. Pomenuta pretpostavka je, u tom smislu, bila presudna
jer je Harrod-Domarov model, sasvim suprotno, polazio od pret-
postavke o nultoj elastičnosti supstitucije faktora. Ova pretpo-
stavka se može smatrati realističnom u makroekonomiji kratkog
roka, ali nikako ne i u makroekonomskoj analizi dugog roka, od-
nosno u modeliranju privrednog rasta. Bila je to očita prednost
Solowljevog nad starim Harrod-Domarovim modelom rasta. Uz
to, zahvaljujući svojoj lakoj primjeni u analizi rasta pojedinih ze-
malja, novi model je vrlo brzo postao jako popularan, zbog čega
je uslijedila čitava serija empirijskih istraživanja koja su, svojim

rezultatima, dodatno zaintrigirala naučnu javnost. On je poslužio kao osnova za razvoj kasnijih modela rasta i ostao model koji se najviše empirijski primjenjuje. I u empirijskom dijelu ovog rada, njegove osnove će se koristiti prilikom razvijanja modela za mjerenje doprinosa osnovnih faktora proizvodnje ekonomskom rastu.

Posebno je bio zanimljiv rezultat prema kojem se prostom akumulacijom kapitala po zaposlenom može objasniti tek nekih 20% rasta BDP-a po zaposlenom, dok se ostatak mora objasniti nečim drugim. Sam Robert Solow je to „nešto drugo”, taj ostatak, ili prosto rezidual nazvao mjerom tehnološkog progresa shvaćenog u najširem smislu te riječi. Mozes Abramowitz je, međutim, tako utvrđen rezidual opravdano nazvao mjerom neznanja o privrednom rastu i razvoju u cjelini. Istina, mjerenja izvora rasta koja su nakon toga uslijedila, a koja su se sastojala u tome da se ovako dobijen rezidual razbije na sastavne djelove, dala su za pravo Robertu Solowu. Tačnije, pokazalo se da se doprinos reziduala sastoji iz sume doprinosa najrazličitijih oblika u kojima se znanje manifestuje: obrazovanje, radno iskustvo, tehnički progres koji se opredmećuje u opremi, promjena sektorske strukture koju karakteriše seljenje resursa u sektore sa naprednijom i produktivnijom tehnologijom i slično. Ipak, to je bilo daleko od cijele istine.

U modelu Solowa, kao i svim onima koji su zasnovani na njemu, tehnološki progres se javlja kao egzogena varijabla, tj. kao nešto što se unosi u model da bi se objasnila stopa rasta BDP-a. Tako nešto čime se objašnjava čitavih 80% rasta životnog standarda zahtijeva ozbiljniju analizu. Tačnije, potrebno je da se sam tehnološki progres preciznije i detaljnije objasni, da se njegova anatomija i dinamika bolje stilizuju.

Uz to, javio se kod ovih modela, koje nazivamo modelima sa egzogenim tehnološkim progresom, i određen broj važnih empirijskih problema. Oni, prije svega, nijesu bili u stanju da precizno objasne zašto se pojedine zemlje razlikuju u stepenu razvijenosti i u nivou stopa rasta. Potom, oni posebno nijesu bili u stanju da objasne proces konvergencije u privrednom rastu. Nastojanje da se riješe ovi teorijski i empirijski problemi stvorilo je sledeću generaciju modela rasta koji su poznati kao modeli sa endogenim

tehnološkim progresom. Kao što ime kaže, u njima se tehnološki progres javlja kao endogena varijabla, odnosno kao varijabla koja se objašnjava samim modelom polazeći od modela donošenja odluka. Svi se oni grubo mogu podijeliti u nekoliko kategorija. Prvu grupu čine oni koji polaze od pretpostavke konstantnih ili rastućih prinosa na kapital. Druga grupa je ona koja u središte stavlja ljudski kapital, tj. oni kod kojih je ljudski kapital glavna mašina rasta. Kod treće grupe je, kao što smo vidjeli, glavna mašina rasta istraživačko-razvojni rad. Konačno, poslednju grupu ovih modela čine oni koji su zasnovani na Šumpeterovoj ideji o kreativnoj destrukciji, koja nastaje kao rezultat unošenja inovacija u proces proizvodnje od strane klase preduzetnika. Nažalost, i pored zanimljivih i inspirativnih teorijskih uvida koje modeli endogenog rasta pružaju, oni do sada nijesu uspeli da obezbijede svoju nepobitnu empirijsku verifikaciju.

Glavni problem svih ovih modela je u tome što svi, gotovo redovno, polaze od pretpostavke zatvorene ekonomije i uravnoteženog trgovinskog bilansa. To je začuđujuće imajući u vidu da je već više od tri decenije ova pretpostavka krajnje nerealna, i to ne samo za male ekonomije, već isto tako i za velike i razvijene zemlje. Posebno je važno istaći da takozvana neoklasična egzogena teorija rasta, polazeći od pretpostavke zatvorene privrede ne uzima u obzir uticaj koji međunarodna trgovina i devizni kurs mogu imati na osnovne parametre dugoročne putanje rasta, štednju, investicije i tehnički progres. Jedini značajniji doprinos u okviru egzogenih teorija rasta daljem razvoju teorija međunarodnih finansija, međunarodne trgovine i novog strukturalizma, podrazumijeva Harrod-Domarov spoljnotrgovinski multiplikator.

S druge strane, nova ili endogena teorija rasta, iako nema još značajnih rezultata na ovom planu, izgleda da pruža mogućnost da u svom daljem razvoju generiše modele u kojima bi devizni kurs, zajedno sa ostalim institucionalnim, ekonomsko-političkim, kulturnim i ostalim fundamentalnim faktorima, dobio adekvatno mjesto u analizi privrednog rasta. Neki od prvih pokušaja uvažavanja pitanja otvorenosti ekonomija u teoriji rasta nalaze se u radovima Lucasa i teoretičara neo-šumpeterijanske škole. Lukas, kako bi objasnio različite stope rasta između zemalja ili unutar

određene zemlje, proširuje početni model zasnovan na akumulaciji ljudskog kapitala, uključivanjem otvorene ekonomije. On polazi od toga da svako dobro zahtijeva različitu količinu ljudskog kapitala od koje zavisi stopa rasta. Samim tim, različite komparativne prednosti zemlje dovode do razlika u akumuliranju ljudskog kapitala. Povećanje rasta može se ostvariti uvođenjem novih proizvoda, koji bi omogućili dodatnu akumulaciju ljudskog kapitala u procesu učenja u toku rada. Međutim, ovaj pristup ima svoja značajna ograničenja: svjetska tražnja se smatra fiksnom, razmjena se vrši po principu trampe i nigdje se direktno ne navodi uloga promjene cijena i deviznog kursa u cijelom procesu.

Prvi modeli neo-šumpeterijanske škole takođe se dijelom bave i pitanjem odnosa otvorenosti ekonomije i ekonomskog rasta, pri čemu se navode tri osnovna kanala uticaja. Prvi od njih podrazumijeva da trgovina, kroz povećanje tržišta, utiče na povećanje profitabilnosti istraživačko-razvojne djelatnosti. Time dolazi do povećanja dugoročnog ekonomskog rasta i rasta inovacija. Drugi podrazumijeva da otvorenost utiče na mogućnost veće razmjene inovacija, čime je omogućeno povećanje preliivanja znanja i veća produktivnost istraživača. Treći kanal podrazumijeva uticaj otvorenosti na dugoročnu stopu rasta preko uticaja na alociranje resursa između sektora manufakture i istraživanja i razvoja [Grossman i Helpman, 1991]. Kasniji modeli ove škole predviđaju dosta umjerenije efekte otvorenosti na ekonomski rast. Primarni kanali uticaja otvorenosti na ekonomski rast kod njih podrazumijevaju uticaj preko relativnih cijena i premještanja resursa između sektora manufakture i istraživanja i razvoja, za razliku od ranije pomenutih efekata ekonomije obima [Segerstrom i Dinopoulos, 1999].

I pored ovih pokušaja djelimičnog uvažavanja pitanja otvorenosti ekonomije za sada, nažalost, još nema značajnih rezultata na planu formulisanja sveobuhvatnih teorija rasta otvorene ekonomije. Kada je riječ o značaju deviznog kursa za privredni rast, ispostavilo se da je daleko više rezultata stvoreno u teoriji međunarodnih finansija i međunarodne trgovine, što će biti predmet sledećih razmatranja u ovom radu.

POGLAVLJE 4

OPTIMALNA KONTROLA U TEORIJI RASTA

Optimalna kontrola, kao nastavak varijacionog računa (eng. *calculus of variations*), predstavlja moderan pristup dinamičkoj optimizaciji. Zbog složenosti većine primjena, problemi optimalne kontrole (POK) najčešće se rješavaju numerički. Numeričke metode za rješavanje problema optimalne kontrole datiraju iz 1950-ih godina i rada Bellmana [Bellman, 1957]. Kako se kompleksnost i raznovrsnost primjena značajno povećala tokom poslednjih decenija, porasla je i složenost metoda optimalne kontrole, tako da je teorija optimalne kontrole postala disciplina koja je relevantna za mnoge oblasti ekonomije. Glavne primjene u ekonomiji su iz domena finansijske ekonomije, dinamične makroekonomske teorije i ekonomije resursa.

Primjena optimalne kontrole u teoriji rasta, počela je sa člankom Arrowa [Arrow i Kurz, 1970], a kasnije i u egzogenim i endogenim modelima rasta kao što su Ramsey [Ramsey, 1928], Solow [Solow, 1956], Uzawa [Uzawa, 1965], Lucas [Lucas, 1988] i Romer [Romer, 1994]. Različite tehnike optimalne kontrole, kao i ekonomsko tumačenje raspravljali su autori kao što su [Arrow, 1968], [Aghion i Howitt, 1998], [Barro i Sala-i-Martin, 1995], [Cass, 1965], [Chiang, 1992], [Dixit, 1990], [Dorfman, 1969], [Intriligator, 1971], [Kamien i Schwartz, 1991], [Koopmans, 1963] i

drugi. Pošto se isti principi primjenjuju na nove modele rasta, kao i u slučaju neoklasičnog modela rasta, postoji veliki izbor literature koja može da predstavlja uvod u tehnike optimalne kontrole (cf. [Acemoglu, 2009], [Aseev, 2009]).

Izučavanje dinamičkih modela rasta prati standardnu proceduru, koja se sastoji u primjeni Pontrijaginovog principa maksimuma i dobijanja potrebnih uslova optimalnosti, zajedno sa uslovima transverzalnosti (*eng. transversality conditions*). Ako definišemo početne vrijednosti za varijable stanja, dobićemo potpuni opis sistema, dovoljno da opišemo ekonomiju oko stanja statičke ravnoteže. Međutim, nelinearnost u proizvodnoj funkciji i funkciji korisnosti, kao i stabilne putanje oko sedlaste tačke, mogu uticati na analizu tranzicione dinamike nakon strukturalne promjene ili šoka ekonomske politike, kao što Atolia i dr. [Atolia et al., 2008] ističu. Jedan od načina za prevazilaženje ovog problema jeste *linearizacija* dinamičkog sistema oko stabilnog stanja (post-šoka), a potom proučavanje osobina ove linearne, dakle pojednostavljene verzije dinamičkog sistema kao analogne originalnom nelinearnom sistemu. Međutim, linearizacija može biti potencijalno pogrešna, kao što su primijetili [Wolman i Couper, 2003], iako i dalje predstavlja glavnu metodu koja se koristi u literaturi teorije rasta. Shodno tome, razvijene su numeričke metode koje nastoje da prevaziđu problem linearizacije, kao što su: metoda projekcije [Judd, 1992], metoda diskretizacije [Mercenier i Michel, 1994], metoda snimanja [Judd, 1998], metoda eliminacije vremena [Mulligan i Sala-i-Martin, 1991], procedura integracije unazad [Brunner i Strulik, 2002] i procedura relaksacije [Trimborn et al., 2004].

Sve ove numeričke metode, zajedno sa linearizacijom, oslanjaju se na *indirektne metode* za rješavanje POK modela rasta. Prema Betts [Betts, 2001], indirektne metode se ponekad mogu teško primijeniti i može biti vrlo zahtjevno odrediti potrebne uslove optimalnosti. Ekonomski modeli su vrlo često postavljeni imajući prethodno u vidu, a ponekad ih je potrebno dodatno pojednostaviti, kako bi se moglo naći analitičko rješenje.

Za razliku od indirektnih metoda, *direktne metode* rješavaju POK tako što se POK prvo diskretizuje, a zatim optimizuje. Pre-

ciznije, direktni pristup koristi sledeću proceduru: prvi korak se sastoji u transkripciji infinite-horizon problema u konačno dimenzionalni problem, drugi korak nastoji da dokaže da je dobijeni problem nelinearnog programiranja (NLP) ekvivalentni prikaz originalnog problema i na kraju, koristimo napredne softvere za rješavanje problema nelinearnog programiranja (*eng. NLP solver*) u cilju pronalaženja optimalnih trajektorija.

4.1. O OPTIMALNOJ KONTROLI

Teorija optimalne kontrole predstavlja moderan pristup dinamičkoj optimizaciji, sa početnim radom Lev Pontrijagina i njegovih saradnika [Pontryagin et al., 1962], kao i Richard Bellmana [Bellman, 1957]. U optimalnoj kontroli cilj je pronaći optimalnu putanju za *kontrolne varijable* bez ograničenja u odnosu na unutrašnja rešenja, iako se i dalje oslanja na diferencijabilnost datih funkcija u problemu optimalne kontrole. Pristup se razlikuje od varijacionog računa u činjenici da se koriste kontrolne varijable za optimizaciju funkcija, a ne varijable stanja. Kada se pronađe optimalna putanja ili vrijednost kontrolnih varijabli, odatle se izvode vrijednosti varijabli stanja ili njihove optimalne putanje. Postoji veliki izbor u literaturi iz oblasti teorije optimalne kontrole ([Kirk, 2004], [Sethi i Thompson, 2000], [Bryson i Ho, 1975], [Weber, 2011]).

Za rješavanje problema optimalne kontrole koristićemo numeričke metode koje su podijeljene u dvije klase: direktne i indirektne metode ([Sargent, 2000], [Rao, 2009]). U indirektnoj metodi, varijacioni račun se koristi za određivanje optimalnih uslova prvog reda problema optimalne kontrole. Za razliku od običnog računa (gdje je cilj odrediti tačke koje optimiziraju funkciju), varijacioni račun nastoji da odredi funkcije koje optimiziraju funkciju funkcije (takođe poznato kao funkcionalna optimizacija). Primjena varijacionog računa u POK daje potrebne uslove prvog reda. Ovaj pristup nas vodi do problema granične

vrijednosti dvije tačke (ili čak višestrukih tačaka). Zatim ćemo riješiti ovaj problem kako bismo odredili moguće optimalne putanje i ispitali svaku od njih kako bismo vidjeli da li je u pitanju lokalni minimum, maksimum ili sedlasta tačka. U direktnoj metodi, mi ćemo diskretizovati varijable stanja i/ili kontrolne varijable problema optimalne kontrole, kako bismo ga transformisali na nelinearni problem optimizacije ili problem nelinearnog programiranja (NLP). Zatim se NLP rješava pomoću dobro poznatih tehnika optimizacije (cf. [Gill et al., 2005], [Gill et al., 2015], [Betts, 2001]).

Direktne i indirektne metode potiču iz dvije različite filozofije. Sa jedne strane, indirektni pristup rješava problem indirektno, pretvaranjem POK u problem granične vrijednosti. Dakle, optimalno rješenje predstavlja rješenje sistema diferencijalnih jednačina koje zadovoljavaju uslove krajnjih tačaka i/ili unutrašnjih tačaka. Sa druge strane, direktnim pristupom nalazimo optimalno rješenje transformacijom beskonačnog problema optimizacije u konačan problem optimizacije. Iako se ova dva pristupa čini nepovezanim, imaju mnogo toga zajedničkog. Posljednjih godina istraživači su otkrili da optimalni uslovi iz mnogih direktnih metoda imaju dobro definisane smislene odnose. Stiče se utisak da se ove dvije metode metode spajaju kako vrijeme prolazi (cf. [von Stryk i Bulirsch, 1992]).

Proučavanje dinamičkih modela rasta uglavnom prati indirektni pristup koji se sastoji u primjeni Pontrijaginovog principa maksimuma ili dinamičkog programiranja kako bi se dobili potrebni uslovi prvog reda, kao i uslovi graničnosti. Polazna tačka metode dinamičkog programiranja je ideja uvođenja određenog POK u familiju problema optimalne kontrole, što ima za posledicu da u rješavanju zadatog problema u stvari rješavamo cijelu familiju problema. Srž dinamičkog programiranja čini Bellmanov princip optimalnosti i Hamilton-Jacobi-Bellmanova (HJB) jednačina. Ova jednačina predstavlja potreban uslov za POK i to je uglavnom parcijalna diferencijalna jednačina.

Pontrijaginov princip maksimuma i dinamičko programiranje mogu se posmatrati kao ekvivalentno alternativne metode. Uglavnom, koristićemo Pontrijaginov princip maksimuma u ne-

prekidnom vremenu i kada ne postoji nesigurnost, dok ćemo koristiti dinamičko programiranje u kontekstu diskretnog vremena i kada postoji nesigurnost. Iako se čini da proučavanje modela rasta u neprekidnom vremenu uglavnom koristi Pontrijaginov princip maksimuma, možemo koristiti i metodu dinamičkog programiranja (npr. [Stokey et al., 1989], [Ljungqvist i Sargent, 2012]), kao što [Fabbri i Gozzi, 2008] primjenjuju u slučaju endogenog modela rasta sa vintage kapitalom. Tehnike dinamičke optimizacije u modelima rasta zajedno sa numeričkim metodama proučavaju autori kao što su [Kryazhimskii i Taras'ev, 2016], [Tarasyev i Watanabe, 2001] i [Kryazhimskiy i Watanabe, 2004].

4.2. INDIREKTNI PRISTUP U NEOKLASIČNOM MODELU RASTA

Polazeći od POK u Cassovom modelu imamo:

$$\begin{aligned}
 \text{Maksimizirati} \quad & U = \int_0^{+\infty} u(c(t)) e^{-rt} dt \\
 \text{tako da je} \quad & \dot{k} = \phi(k) - c - (n + \delta)k \\
 & k(0) = k_0 \\
 \text{i} \quad & 0 \leq c(t) \leq \phi(k(t))
 \end{aligned} \tag{4.1}$$

gdje je k varijabla stanja i c kontrolna varijabla.

Treba napomenuti da smo POK u slučaju neoklasičnog modela rasta vidjeli u odjeljku 2.7, s tim da smo pretpostavili da je stopa amortizacije jednaka nuli ($\delta = 0$) i da nema rasta stanovništva ($n = 0$).

4.2.1. PRINCIP MAKSIMUMA

Kao i u pomenutom odjeljku polazimo od trenutne vrijednosti Hamiltonian funkcije:

$$H_c = He^{rt} = u(c) + m[\phi(k) - c - (n + \delta)k] \quad (4.2)$$

gdje je $m = \lambda e^{rt}$ Lagranžov multiplikator. U ovom slučaju, princip maksimuma zahtijeva

$$\frac{\partial H_c}{\partial c} = u'(c) - m = 0 \quad (4.3)$$

Primijetimo da funkcija H_c ima maksimum, pošto su drugi parcijalni izvodi $\frac{\partial^2 H_c}{\partial c^2} = u''(c) < 0$. Jednačine kretanja za varijablu stanja k kao i za Lagranžov multiplikator m su:

$$\dot{k} = \frac{\partial H_c}{\partial m} = \phi(k) - c - (n + \delta)k \quad (4.4)$$

$$\dot{m} = -\frac{\partial H_c}{\partial k} + rm = -m[\phi'(k) - (n + \delta + r)] \quad (4.5)$$

4.2.2. FAZNI DIJAGRAM

Možemo uraditi analizu faznog dijagrama za uslove trenutne vrijednosti maksimuma 4.3, 4.4 i 4.5. Fazni dijagram bi trebalo da bude u km prostoru, s obzirom na to da su dvije jednačine kretanja po varijablama k i m . Kako bi se konstruisao takav dijagram, bilo bi potrebno eliminisati varijablu c . Međutim, kako uslov 4.3 ima funkciju od c ($u'(c)$), postaje lakše eliminisati varijablu m i konstruisati fazni dijagram u kc prostoru. Prvo, diferenciramo uslov 4.3, u odnosu na t , $\dot{m} = u''(c)\dot{c}$. Sređujući izraz 4.5:

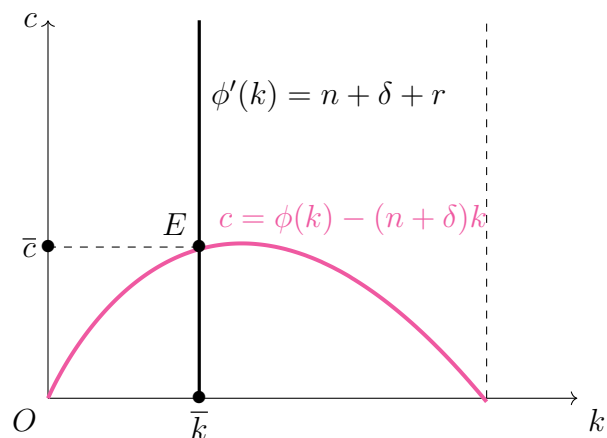
$$\dot{c} = -\frac{u'(c)}{u''(c)}[\phi'(k) - (n + \delta + r)] \quad (4.6)$$

dobijamo diferencijalnu jednačinu po varijabli c . Dakle, imamo sledeći sistem diferencijalnih jednačina:

$$\begin{aligned}\dot{k} &= \phi(k) - c - (n + \delta)k \\ \dot{c} &= -\frac{u'(c)}{u''(c)} [\phi'(k) - (n + \delta + r)]\end{aligned}\quad (4.7)$$

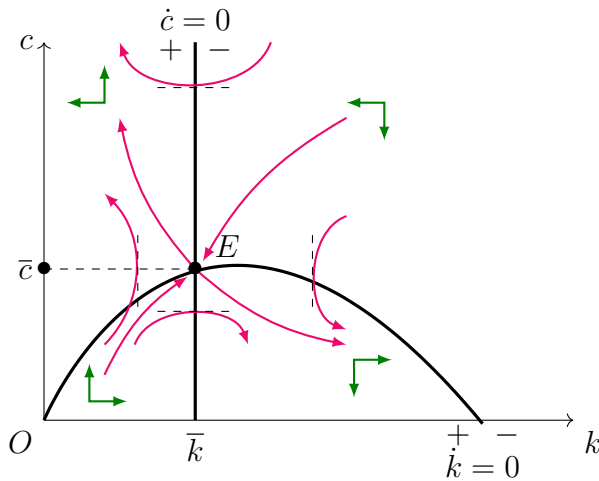
Kako bismo konstruisali fazni dijagram, crtamo grafike krivih $\dot{k} = 0$ i $\dot{c} = 0$ (grafik 4.1). Dobijamo dve jednačine:

$$\begin{aligned}c &= \phi(k) - (n + \delta)k \\ \phi'(k) &= n + \delta + r\end{aligned}$$



Grafik 4.1: Krive $\dot{k} = 0$ i $\dot{c} = 0$

Prva kriva je razlika između krive funkcije $\phi(k)$ i prave sa pozitivnim nagibom $(n + \delta)k$. Druga kriva zahtijeva da nagib funkcije $\phi(k)$ uzima vrijednost $n + \delta + r$. Kako je funkcija $\phi(k)$ monotono rastuća, postoji samo jedna tačka u kojoj je ovaj uslov zadovoljen. Dakle, druga kriva mora biti nacrtana kao vertikalna prava, sa horizontalnim presjekom \bar{k} . Presjek dvije krive određuje vrijednosti stanja statičke ravnoteže za k i c . Ove vrijednosti, koje označavamo sa \bar{k} i \bar{c} su u literaturi poznate kao vrijednosti modifikovanog zlatnog pravila odnosa kapitala i rada i *per capita* potrošnje.



Grafik 4.2: *Fazni dijagram*

Ukoliko pogledamo obrazac putanja na grafiku 4.2, čini se da je ravnotežna tačka $E(\bar{k}, \bar{c})$, sedlasta tačka. Ovo možemo provjeriti ispitivanjem karakterističnih korijena linearizacije sistema diferencijalnih jednačina modela 4.7. Kako bismo to uradili, formiramo Jakobijevu matricu iz 4.7 i evaluiramo je u tački stabilnog stanja E .

$$\begin{aligned}
J_{E(\bar{k}, \bar{c})} &= \begin{bmatrix} \frac{\partial \dot{k}}{\partial k} & \frac{\partial \dot{k}}{\partial c} \\ \frac{\partial \dot{c}}{\partial k} & \frac{\partial \dot{c}}{\partial c} \end{bmatrix} \\
&= \begin{bmatrix} \phi'(\bar{k}) - (n + \delta) & -1 \\ -\frac{u'(\bar{c})}{u''(\bar{c})} \phi''(\bar{k}) & \left(-\frac{u'(\bar{c})}{u''(\bar{c})}\right)'_c [\phi'(\bar{k}) - (n + \delta + r)] \end{bmatrix} \\
&= \begin{bmatrix} r & -1 \\ -\frac{u'(\bar{c})}{u''(\bar{c})} \phi''(\bar{k}) & 0 \end{bmatrix}
\end{aligned}$$

Kako $r_1 r_2 = |J_E| = -\frac{u'(\bar{c})}{u''(\bar{c})} \phi''(\bar{k}) < 0$, dva korijena r_1 i r_2 imaju suprotne znake i dakle stabilno stanje je lokalno sedlasta tačka.

4.2.3. USLOVI TRANSVERZALNOSTI

Izbor stabilne putanje iz familije putanja je skoro isti kao i izbor partikularnog rješenja iz porodice opštih rješenja pronađenjem određene konstante. Da bismo to uradili, koristićemo granične uslove koji mogu biti ili određeni početni uslov c_0 takav da je (k_0, c_0) na stabilnoj putanji ili odgovarajući uslov transverzalnosti. Budući da imamo opšte funkcije i dakle nemamo kvantitativna rješenja diferencijalnih jednačina, nije moguće opisati uslov transverzalnosti. Međutim, možemo koristiti analizu faznih dijagrama kako bismo verificovali da rješenje stabilnog stanja zadovoljava očekivane uslove transverzalnosti.

Prvi uslov transverzalnosti za koji možemo očekivati da će rješenje stabilnog stanja zadovoljiti je

$$\lim_{t \rightarrow \infty} \lambda = 0 \quad (4.8)$$

Naime, putanja rješenja λ je data sa $\lambda^* = u'(c)e^{-rt}$. Jasno je da je $\lim_{t \rightarrow \infty} e^{-rt} = 0$. Sa druge strane $\lim_{t \rightarrow \infty} u'(c)$ je konačan,

pošto smo prethodno pretpostavili da je $\lim_{c \rightarrow 0} u'(c) = \infty$ i u tom slučaju c^* ne teži ka nuli kada $t \rightarrow \infty$.

Drugi uslov transverzalnosti u rješenju je:

$$\lim_{t \rightarrow \infty} H = 0 \quad (4.9)$$

Znamo iz 2.22 da je putanja rješenja H data sa

$$H^* = u(c^*)e^{-rt} + \lambda^* [\phi(k^*) - c^* - (n + \delta)k^*]$$

Iz 4.8, $\lim_{t \rightarrow \infty} \lambda^* = 0$ i $\lim_{t \rightarrow \infty} u(c^*)e^{-rt} = 0$, kako je $\lim_{t \rightarrow \infty} u(c^*)$ konačan i $\lim_{t \rightarrow \infty} e^{-rt} = 0$. Izraz u zagradama $\phi(k^*) - c^* - (n + \delta)k^*$ je tačno \dot{k} koji je jednak nuli u stabilnom stanju. Dakle, ovaj uslov transverzalnosti je takođe zadovoljen.

4.3. DIREKTNI PRISTUP U MODELU LUCAS I UZAWA

U ovom odjeljku vidjećemo primjenu direktnog pristupa u slučaju endogenog modela Lucas i Uzawa. Pretpostavljamo da imamo sledeću proizvodnu funkciju $Y = AK^\alpha (uhL)^{1-\alpha}$ gdje fizički kapital K i ljudski kapital h prate zakone kretanja:

$$\dot{K} = Y - C - \delta K \quad (4.10)$$

$$\dot{h} = B(1 - u)h - \delta_h h \quad (4.11)$$

gdje B predstavlja stalno odražavanje produktivnosti kvalitetno prilagođenog napora u obrazovanju i δ_h ($0 \leq \delta_h < B$) stopu amortizacije ljudskog kapitala, za koju pretpostavljamo da je $\delta_h = 0$. Koristeći *per-capita* varijable k , y and c i bez rasta stanovništva ($n = 0$), možemo formirati sledeći POK:

$$\begin{aligned} & \text{Maksimizirati} && \int_0^{+\infty} \frac{C^{1-\theta}}{1-\theta} e^{-\rho t} dt \\ & \text{tako da je} && \dot{k} = Ak^\alpha (uh)^{1-\alpha} - c - \delta k \\ & && \dot{h} = B(1 - u)h \\ & \text{i} && k(0) = k_0 \quad h(0) = h_0 \end{aligned} \quad (4.12)$$

Okvir koji ćemo predstaviti proizlazi iz rada Fontesa [Fontes, 2001] i slijedi pristup koji koriste Lopes i sar. [Lopes et al., 2013]. Prvi korak se sastoji u transkripciji *infinite-horizon* problema u konačno dimenzionalni problem. U drugom koraku dokazujemo da je ovaj problem nelinearnog programiranja (NLP) ekvivalentan prikaz originala. Konačno, možemo da upotrijebimo napredni NLP solver kako bismo pronašli optimalne trajektorije. Za razliku od indirektnih metoda, prvo diskretizujemo, a zatim optimizujemo.

Počecemo sa izlaganjem teoreme koja nam omogućava da diskretizujemo *infinite-horizon* problem.

Teorema 4.3.1. [Lopes et al., 2013] *Pretpostavimo sledeći generički problem optimalne kontrole:*

$$\begin{aligned}
 P_\infty : \text{Minimizirati} & \int_0^{+\infty} L(x(t), u(t)) dt \\
 \text{tako da je} & \dot{x} = f(x, u) \\
 & x(0) = x_0 \\
 \text{i} & x(t) \in \Gamma(t) \quad u(t) \in \Omega(t) \quad (4.13)
 \end{aligned}$$

za koji postoji konačno rješenje. Dalje, pretpostavljamo da je nakon nekog vremena T , $X(t)$ pripada nekom invarijantnom skupu S (tj. $X(t) \in S, S \subset \Gamma(t), \forall t \geq T$) za koji POK i dalje ima konačno rješenje.

Onda postoji funkcija terminalnog troška W , tako da je problem optimalne kontrole ekvivalentan *finite-horizon* problemu:

$$\begin{aligned}
 P_T : \text{Minimizirati} & \int_0^T L(x(t), u(t)) dt + W(x(T)) \\
 \text{tako da je} & \dot{x} = f(x, u) \\
 & x(0) = x_0 \\
 \text{i} & x(t) \in \Gamma(t) \quad u(t) \in \Omega(t) \quad x(T) \in S \quad (4.14)
 \end{aligned}$$

Dokaz. Posmatrajmo problem P_∞ gdje je $\Gamma(t) = S$ za svako $t \geq T$. Onda je vrijednost P_∞ jednaka

$$V(0, x_0) = \min \left\{ \int_0^T L(x, u(t)) dt + V(T, x(T)) \right\}$$

Sada, možemo definisati

$$W(x(t)) = V(T, x(T)) = \min_{x \in S} \left\{ \int_T^{+\infty} L(x, u) dt \right\}$$

i diskretizovati P_∞ u P_T . □

Teorema 4.3.1 može se primijeniti samo ako je skup S takav da je karakterizacija rješenja problema moguća

$$W(x(T)) = \min_{x \in S} \left\{ \int_T^{+\infty} L(x(t), u(t)) dt \right\}$$

i dakle možemo eksplicitno izračunati $W(x)$ za bilo koji x in S .

Primjenjujemo sledeću proceduru:

- (a) Transkripcija infinite-horizon problema u ekvivalentni finite-horizon problem primjenjujući Teoremu 4.3.1;
- (b) Dodavanje potrebnih graničnih uslova za koje je skup S invarijantan (i zato $W(x)$ postoji za svako $x \in S$);
- (c) Upotreba NLP solvera kako bi se odredile putanje za kontrolne varijable i za varijable stanja.

Znamo da u ravnotežnom rastu imamo:

$$\frac{\dot{c}}{c} = \frac{\dot{y}}{y} = \frac{\dot{k}}{k} = \frac{\dot{h}}{h} = \gamma \quad (4.15)$$

Ukoliko definišemo

$$w = \frac{k}{h} \quad \text{and} \quad \chi = \frac{c}{k}$$

znamo da u stabilnom stanju, za $t \geq T$, imamo $\dot{w} = 0$ i $\dot{\chi} = 0$ (cf. [Barro i Sala-i-Martin, 1995]). Definišemo kontrolne funkcije

$$c(t) = \chi k(t) \quad \text{and} \quad k(t) = wh(t) \quad (4.16)$$

tako da su χ i w jednaki određenoj pozitivnoj konstanti.

Imamo

$$\frac{\dot{k}}{k} = Ak^{\alpha-1} (uh)^{1-\alpha} - \chi - \delta = \left(\frac{uh}{Ak} \right)^{1-\alpha} - \chi - \delta = \left(\frac{u}{Aw} \right)^{1-\alpha} - \chi - \delta$$

ali takođe

$$\frac{\dot{k}}{k} = \frac{w\dot{h}}{wh} = B(1-u) = \gamma$$

Dakle, 4.16 je postignut, gdje je $u(t) = u$ konstanta i imamo

$$\left(\frac{u}{Aw} \right)^{1-\alpha} - \chi - \delta = B(1-u)$$

Takođe, imamo

$$\frac{\dot{c}}{c} = \frac{\dot{k}}{k} = \frac{\dot{h}}{h} = B(1-u)$$

što implicira da je $\dot{c} = \gamma c$ u ravnotežnoj putanji rasta. Ako pretpostavimo da je $t = T$, potrošnja c će nastaviti da raste po stopi γ

$$c(t) = c(T)e^{\gamma(t-T)}, \quad t \in [T, +\infty)$$

što nam omogućava da izračunamo W . Korisnost će biti ograničena, kako je $\rho > \gamma(1-\theta)$ tako da imamo $U(\cdot, \infty) = 0$. Dakle, granični trošak je dat sa

$$W = - \int_T^{+\infty} \frac{(c(T)e^{\gamma(t-T)})^{1-\theta}}{1-\theta} e^{-\rho t} dt$$

Pronalaženjem integrala

$$W = - \frac{e^{\gamma(1-\theta)} - \rho}{\rho - \gamma(1-\theta)} \frac{(c(T)e^{-\gamma T})^{1-\theta}}{1-\theta} e^{-\rho T} \quad (4.17)$$

granični uslov postaje

$$S = \left\{ (k, h) \in \mathbb{R}^2 : \frac{\dot{k}}{k} = \frac{\dot{h}}{h} = 0 \right\} \quad \text{gdje } k(T), h(T) \in S \quad (4.18)$$

Sistem koji je definisao (4.12) zajedno sa graničnom cijenom W (4.17) i graničnim uslovom S (4.18) sada se može riješiti numerički pomoću NLP solvera. Lopes et al. [Lopes et al., 2013]

koriste softver ICLOCS koji rješava POK sa opštom putanjom i graničnim ograničenjima, kao i sa slobodnim ili fiksnim krajnjim vremenom (u stvari, ovaj softver koristi drugi pomoćni softver IPOPT za rješavanje transformisanog NLP problema).

Šire posmatrano, postoje brojni i jaki softverski alati (NLP solveri) koji se koriste za pronalaženje numeričkih rješenja POK. Neki od njih su: SNOPT, ICLOCS, DIRCOL, SOCS, OTIS, GE-SOP/ASTOS, DITAN i PyGMO/PyKEP.

Treba napomenuti da za ove numeričke rezultate treba napraviti evaluaciju kako bi se izmjerila tačnost numeričkih metoda. Postoje razne studije o evaluaciji ove procedure (cf. [Aruoba et al., 2006], [Ambler i Pelgrin, 2010] i [Heer i Maußner, 2008]).

Važno je primijetiti da se pomoću direktnog pristupa, numerički mogu odrediti optimalne putanje bez potrebe za linearizacijom sistema diferencijalnih jednačina. Ovakav pristup izbjegava probleme koji mogu nastati sa promjenom baze ili bilo kojom drugom manipulacijom. Takođe, dozvoljava proučavanje procesa tranzicije bez potrebnog uslova da sistem polazi od stabilnog stanja ili da bude u stabilnom stanju. Osim toga, predstavlja moćan alat za proučavanje složenih fenomena kao što su predviđeni ili višestruki, sekvencijalni šokovi. U opštem slučaju, kako bi se izučavali ovakvi šokovi koristeći indirektni pristup, autori kao što je [Trimborn, 2007] sugerišu preformulaciju problema optimizacije, koji se sastoji u dekompoziciji funkcionalnog oblika funkcije iz $f^{(1)}$ u $f^{(2)}$ i jednačina stanja iz $g^{(1)}$ u $g^{(2)}$ u trenutku \tilde{t} kada se javlja šok. Potrebnim uslovima optimizacije dodaju se uslovi koji proizlaze iz unutrašnjih uslova graničnosti. Štaviše, funkcije adjungovanih varijabli koje su uvedene principom maksimuma moraju zadovoljiti uslove neprekidnosti, koji su poznati i kao Weierstrass-Erdmann *corner* uslov. Koristeći direktan pristup, ne zahtijeva se preformulacija modela. Zaista, ne treba određivati, niti čak poznavati potrebne uslove za optimizaciju, što može biti posebno korisno u kontekstu problema čije je adjungovane funkcije teško odrediti. Zaista, direktna metoda trenutno predstavlja metodu izbora u oblasti optimalne kontrole za inženjerske aplikacije zbog svoje jednostavne primjenljivosti.

Indirektne i direktne metode za rješavanje POK mogu se kori-

stiti i za egzogene i za endogene modele rasta. Indirektne metode za rješavanje POK pružaju bolji uvid u srž procesa optimizacije u teoriji ekonomskog rasta, ali se ponekad vrlo teško rješavaju. Konkretno, linearizacija dinamičkog sistema diferencijalnih jednačina može postati vrlo teška. Zbog toga se često zahtijeva jednostavnost modela kako bi se moglo naći analitičko rješenje. Sa druge strane, čini se da su direktne metode brže i efikasnije, čak iako ne prate logičnu, standardnu proceduru optimizacije.

Štaviše, one omogućavaju proučavanje tranzicione dinamike modela koji nisu u njihovom stabilnom stanju, kao i proučavanje očekivanih i neočekivanih šokova. Međutim, proces diskretizacije (transkripcija infinite-horizon problema u konačno-dimenzionalni problem) POK u NLP može postati prilično vještački i ponekad vrlo težak za dokazivanje. Uopšteno govoreći, izbor metode za rješavanje POK će uglavnom zavisi od dvije glavne tačke: važnosti uvida u sam proces optimizacije, kao i složenosti datog POK.

II

ANALIZE I MJERENJA UTICAJA PROKSIMATIVNIH FAKTORA

ZAGONETKA TOTALNE FAKTORSKE PRODUKTIVNOSTI

Bez dobrog poznavanja teorije proizvodnje nije moguće čitati i razumjeti modernu teoriju privrednog rasta. Pored toga, bez ovako koncipirane teorije rasta nije moguće razumjeti ni osnove moderne makroekonomije. Ovo ne samo zato što danas, kod naprednijih kurseva makroekonomije, teorija rasta predstavlja dominantan dio gradiva iz makroekonomije, već i zato što ni klasične stare makroekonomske teme, poput onih koje se tiču stabilnosti, nije moguće razumjeti bez dobrog poznavanja teorije rasta koja je, opet, zasnovana na matematički koncipiranoj teoriji proizvodnje.

Iscrpan, detaljan i pregledan prikaz problema vezanih za analizu proizvodnje i privrednog rasta može se naći već u prvim knjigama Browna [Brown, 1966] i Fergusona [Ferguson, 1969]. U kasnijim radovima, poput onih Acemoglua [Acemoglu, 2009] i Barroa i Sala-i-Martina [Barro i Sala-i-Martin, 1995], daje se nešto kraća ali i konciznija ekspozicija ove materije. I na našem jeziku su najiscrpniji i najdetaljniji izvori takođe napisani ranije. U tom smislu su posebno poznati i korisni radovi Madžara [Madžar, 1972, Madžar, 1979], Horvata [Horvat, 1972], Bazler-Madžara [Bazler-Madžar, 1975a], Vujkovića [Vujković, 1972] i drugih.

5.1. RAZLAGANJE STOPE RASTA PROIZVODNJE NA SASTAVNE DJELOVE

U analizi i mjerenju proizvodnje i privrednog rasta već odavno je uobičajeno da se nivo proizvodnje u određenom trenutku, Q_t , posmatra kao funkcija angažovanih osnovnih sredstava tj. fizičkog kapitala, K_t , zaposlenosti, L_t , i protoka vremena, t , pri čemu potonja veličina izražava zbirni uticaj svih faktora koji utiču na mijenjanje produktivnosti angažovanih resursa, a nijesu eksplicitno specificirani. Još jednom apostrofiramo da kada je riječ o fizičkom kapitalu i zaposlenosti imamo u vidu angažovani, a ne korišćeni kapital i rad. Rečeno se može formalno predstaviti preko agregatne proizvodne funkcije opšteg oblika

$$Q_t = F(K_t, L_t, t) \quad (5.1)$$

I intuitivno je jasno, a može se i formalno pokazati,¹ da se stopa rasta ovako definisane proizvodnje raščlanjuje na

$$\frac{\dot{Q}}{Q} = a_t \frac{\dot{K}}{K} + b_t \frac{\dot{L}}{L} + \frac{\dot{A}}{A} = a_t r_K + b_t r_L + r_A \quad (5.2)$$

pri čemu $\frac{\dot{Q}}{Q} = r_Q$, $\frac{\dot{K}}{K} = r_K$ i $\frac{\dot{L}}{L} = r_L$ predstavljaju stope rasta proizvodnje, kapitala i zaposlenosti respektivno, dok $\frac{\dot{A}}{A} = r_A$ predstavlja stopu rasta globalne produktivnosti resursa, odnosno stopu tehnološkog progressa shvaćenog u najširem smislu te riječi.² Veličine a_t i b_t predstavljaju koeficijente elastičnosti proizvodnje u odnosu na kapital (a) i rad (b), koji nam pokazuju za koliko će se procenata povećati proizvodnja ako se, pri ostalim nepromijenjenim uslovima, posmatrani faktor poveća za jedan procenat.

¹Izraz 5.2 dobija se tako što se, prvo, izvrši totalno diferenciranje izraza 5.1 i što se, potom, tako dobijen rezultat podijeli sa Q . Uбудuće ćemo ponekad u notaciji za svaku stopu rasta koristiti izraz r dok će nam subskript uz r ukazivati na koju se veličinu ta stopa rasta odnosi.

²Ovo proizlazi otuda što je $\dot{K} = \frac{\partial K}{\partial t} \cong \Delta K$, $\dot{L} = \frac{\partial L}{\partial t} \cong \Delta L$, $\dot{A} = \frac{\partial A}{\partial t} \cong \Delta A$, $\dot{Q} = \frac{\partial Q}{\partial t} \cong \Delta Q$.

Imajući prethodno u vidu, možemo reći da prvi dio desne strane izraza 5.2 izražava uticaj porasta kapitala, odnosno uticaj akumulacije kapitala na stopu rasta proizvodnje ($a\dot{K}/K$). Analogno, drugi dio jednačine ($b\dot{L}/L$) izražava doprinos zapošljavanja, odnosno uticaj porasta zaposlenosti na prirast proizvodnje. Poslednji dio jednačine (\dot{A}/A) izražava doprinos svih onih faktora koji nisu specificirani u proizvodnoj funkciji, a koji utiču na porast proizvodnosti specificiranih faktora (tj. rada i kapitala), pa time i na porast proizvodnje. Ovaj dio izraza 5.2 obično nazivamo stopom rasta globalne ili totalne produktivnosti resursa, a pošto je totalna produktivnost u krajnjoj liniji determinisana instaliranom tehnologijom, često se (\dot{A}/A) označava i kao stopa tehnološkog progresa shvaćenog u najširem smislu te riječi.

Rekli smo da faktorske elastičnosti proizvodnje, a_t i b_t , izražavaju odnos relativnog prirasta proizvodnje i relativnog prirasta posmatranog faktora (pri ostalim nepromijenjenim uslovima). Formalno se mogu predstaviti kao

$$a_t = \frac{\frac{\Delta Q}{Q}}{\frac{\Delta K}{K}} \cong \frac{\frac{\partial Q}{Q}}{\frac{\partial K}{K}} = \frac{F_{K_t} K_t}{Q_t} \quad (5.3)$$

$$b_t = \frac{\frac{\Delta Q}{Q}}{\frac{\Delta L}{L}} \cong \frac{\frac{\partial Q}{Q}}{\frac{\partial L}{L}} = \frac{F_{L_t} L_t}{Q_t} \quad (5.4)$$

pri čemu $F_{K_t} = \frac{\partial Q}{\partial K}$ predstavlja marginalnu (graničnu) proizvodnost kapitala, dok $F_{L_t} = \frac{\partial Q}{\partial L}$ predstavlja graničnu proizvodnost rada. Matematički F_{K_t} i F_{L_t} su prvi parcijalni izvodi proizvodne funkcije 5.1, a ekonomski oni izražavaju odnos apsolutnog prirasta proizvodnje i apsolutnog (beskonačno malog) prirasta posmatranog faktora, pri ostalim nepromijenjenim uslovima.

Zbir faktorskih elastičnosti proizvodnje ($a + b$) predstavlja koeficijent ekonomije obima. Ovaj koeficijent nam pokazuje za koliko će se procenata povećati proizvodnja ako se, ceteris paribus, i rad i kapital istovremeno povećaju za jedan procenat. Ako je $a + b > 1$ govorimo o režimu ekonomije obima, tj. o stanju u kom

proizvodnja raste brže od porasta specifikovanih faktora. Kada je $a + b < 1$ privreda se nalazi u režimu disekonomije obima: proizvodnja raste sporije od rada i kapitala. Konačno, ako je $a + b = 1$, proizvodnja raste u istoj srazmeri u kojoj i specifikovani faktori.

Koeficijenti a_t i b_t ne moraju biti konstantne veličine, zbog čega smo, uostalom, i dodali subskript t uz njih. Promjene ovih koeficijenata određene su karakterom instalirane tehnologije i karakterom tehnološkog progresa. Karakter tehnologije najčešće se sintetički izražava preko *koeficijenta elastičnosti supstitucije faktora proizvodnje*. Ovaj koeficijent izražava odnos relativnog prirasta faktorskih proporcija (K/L) i relativnog prirasta odnosa graničnih proizvodnosti posmatranih faktora (F_K/F_L), pri ostalim nepromijenjenim uslovima. Formalno se elastičnost supstitucije može predstaviti kao

$$\sigma = \frac{\frac{dk}{k}}{\frac{dS}{S}} = \frac{d \ln k}{d \ln S}$$

pri čemu $k = \frac{K}{L}$ predstavlja koeficijent faktorskih proporcija, dok $S = \frac{F_K}{F_L}$ predstavlja marginalnu stopu supstitucije faktora.

Ako je elastičnost supstitucije jednaka jedinici tada imamo posla sa dobro poznatom Cobb Douglasovom proizvodnom funkcijom. Formalno se ova funkcija predstavlja izrazom $Q_t = A_t K_t^a L_t^b$, a prvi su je u analizu uveli C.W. Cobb i P.H. Douglas [Cobb i Douglas, 1928]. Jedinična elastičnost supstitucije implicira konstantnost faktorskih elastičnosti proizvodnje ($a_t = a$ i $b_t = b$), što znači da u uslovima CD funkcije promjene faktorskih proporcija imaju za posledicu promjenu marginalne stope supstitucije istog obima ali suprotnog smjera, što dalje ima za posledicu konstantnost koeficijenata a i b . Napomenimo da jedinična elastičnost supstitucije ($\sigma = 1$) podrazumijeva da su promjene odnosa marginalnih proizvodnosti (F_K/F_L) praćene promjenom odnosa faktora proizvodnje (K/L) istog intenziteta, ali različitog smjera. Imajući u vidu izraze 5.3 i 5.4, to implicira nepromjenljivost koeficijenata a_t i b_t . U svim ostalim slučajevima promjena

faktorskih proporcija vodi mijenjanju faktorskih elastičnosti proizvodnje.

Kod proizvodne funkcije koja ima beskonačnu elastičnost supstitucije, promjena faktorskih proporcija ostavlja odnos marginalnih proizvodnosti neizmijenjenim, što znači da se veličine a i b kod nje mijenjaju uvijek kada rad i kapital rastu nejednakim tempom. Ova funkcija se formalno predstavlja izrazom $Q_t = A_t(F_{K_0}K_t + F_{L_0}L_t)$ pri čemu su F_{K_0} i F_{L_0} konstantni i predstavljaju marginalne proizvodnosti kapitala i rada u nekom početnom, nultom trenutku. Ako kapital raste brže od rada koeficijent a_t će rasti, dok će b_t opadati, i obratno.

Kod funkcije sa fiksnim proizvodnim koeficijentima, koja implicira nultu elastičnost supstitucije, situacija je suprotna. Formalno se, podsjećamo, proizvodna funkcija sa nultom elastičnošću supstitucije može predstaviti izrazom $Q_t = \min\{cK_t, qL_t\}$ pri čemu $c = Q/K$ i $q = Q/L$ predstavljaju fiksne proizvodne koeficijente (koeficijent produktivnosti kapitala i koeficijent produktivnosti rada). Konstantnost c i q implicira konstantnost faktorskih proporcija ($q/c = K/L = k$).

Ako je elastičnost supstitucije konstantna, a različita od nulte, beskonačne i jedinične vrijednosti tada govorimo o CES (*constant elasticity of substitution*) proizvodnoj funkciji u užem smislu te riječi. Ovu proizvodnu funkciju su prvi u analizu uveli Solow, Minhas, Arrow i Chenery [Arrow et al., 1961], zbog čega je jedno vrijeme skraćenica za nju bila SMAC. Formalno se predstavlja preko izraza $Q_t = A_t(aK_t^{-\rho} + (1-a)L_t^{-\rho})^{-\frac{1}{\rho}}$ pri čemu a predstavlja parametar distribucije, ρ je koeficijent ekonomije obima, dok je u parametru ρ sadržana informacija o elastičnosti supstitucije $\sigma = (1-\rho)/\rho$. Kada je, kod CES funkcije, elastičnost supstitucije manja od jedinice, tada promjena faktorskih proporcija vodi smanjenju faktorske elastičnosti onog faktora koji brže raste i povećanju faktorske elastičnosti faktora koji sporije raste. Ako je elastičnost supstitucije veća od jedinice situacija je obrnuta.

Kada je elastičnost supstitucije varijabilna (VES proizvodna funkcija), tada se faktorske elastičnosti proizvodnje (a, b) mijenjaju ne samo usled mijenjanja faktorskih proporcija (K/L), već i usled mijenjanja same elastičnosti supstitucije. Postoji mnoštvo

različitih varijanti VES proizvodne funkcije. Jedna od poznatijih je ona koju su uveli [Zellner i Revankar, 1969]. Jedno vrijeme je u ekonometrijskim eksperimentima jako bila popularna varijanta tzv. translogaritamske proizvodne funkcije. Posebno je bila popularna njena dualna translogaritamska varijanta data raznim funkcijama troškova.³ Najjednostavniji oblik ove funkcije je $\ln Q = a \ln K + b \ln L + \mu \ln K \ln L$.

Rekli smo da su promjene koeficijenata a i b određene i karakterom tehnološkog progresa, a ne samo karakterom instalirane tehnologije. Drugim riječima, njihove promjene zavise ne samo od kretanja po proizvodnoj funkciji, već i od načina na koji se pomjera sama proizvodna funkcija. Ako je pomjeranje proizvodne funkcije izoelastično tada govorimo o Hicks neutralnom tehnološkom progresu.⁴ U tim uslovima marginalne proizvodnosti svih faktora, pri ostalim nepromijenjenim uslovima (K/L konstantno), rastu istim tempom. Dakle, pri nepromijenjenoj tehničkoj opremljenosti rada (K/L), odnosi marginalnih proizvodnosti (F_K/F_L) ostaju nepromijenjeni. U tim uslovima tehnički progres nema uticaja na kretanje koeficijenata a i b . Ako je, međutim, tehnološki progres pristrasan tada i pri nepromijenjenom odnosu faktora (K/L) dolazi do mijenjanja koeficijenata a i b . Kod kapitalno intenzivnog (u Hicksovom smislu) tehnološkog progresa granična proizvodnost kapitala raste, pri nepromijenjenom K/L , brže od granične proizvodnosti rada, što vodi porastu koeficijenta a . Kod radno intenzivnog progresa situacija je obrnuta. Upravo zbog dejstva pristrasnog tehnološkog progresa veličine a_t i b_t mogu varirati čak i kod CD funkcije čija jedinična elastičnost

³Detaljnije o dualnoj translogaritamskoj proizvodnoj funkciji vidjeti u [Berndt i Khaled, 1979], [Berndt i Wood, 1975], [Binswanger, 1974], [Brown et al., 1979] i [Eads, 1980].

⁴Šire o Hicksovom kriteriju pristrasnosti tehnološkog progresa pisali su Ferguson [Ferguson, 1969], Brown [Brown, 1966], Madžar [Madžar, 1979], Horvat [Horvat, 1972], Vujković [Vujković, 1972]. Međutim, pored Hicksovog kriterijuma pristrasnosti u ekonomskoj analizi se koriste i kriteriji Solowa i Harroda. Pored gore pomenutih autora ove kriterijume su razmatrali i Neher [Neher, 1971], Harrod [Harrod, 1937], Kennedy i Thirlwall [Kennedy i Thirlwall, 1972] i drugi.

supstitucije implicira nepromjenljivost a i b pri mijenjanju K/L .⁵

5.2. RAZLAGANJE STOPE RASTA BDP-A PO GLAVI STANOVNIKA

Prije nego što nastavimo sa daljim razmatranjem, vrlo je važno primijetiti da je, ako pretpostavimo konstantnu ekonomiju obima, moguće izvršiti još dvije interesantne i važne transformacije izraza 5.2. Prvo, ako od lijeve i desne strane ovog izraza oduzmemo stopu rasta angažovanog rada, r_L , novi izraz će i dalje biti tačan, ali će nam omogućiti dodatnu interesantnu dekompoziciju stope rasta. Znajući da pri konstantnoj ekonomiji obima važi $a_t + b_t = 1$ iz čega slijedi $a_t = 1 - b_t$ kao i $b_t = 1 - a_t$, dobijamo⁶

$$r_{\frac{Q}{L}} = a_t r_{\frac{K}{L}} + r_A \quad (5.5)$$

Kao što jednačina 5.5 pokazuje stopu rasta produktivnosti angažovanog rada, $r_{\frac{Q}{L}}$, ovdje se raščlanjuje na onaj dio koji mjeri i izražava doprinos porasta tehničke opremljenosti angažovanog rada, $a_t r_{\frac{K}{L}}$ i dio koji mjeri doprinos ranije definisane totalne (ili globalne) faktorske produktivnosti, za koju se često koristi skraćenica TFP (*Total Factor Productivity*), r_A .

S druge strane, ako od lijeve i desne strane izraza 5.2 oduzmemo stopu rasta stanovništva (P), koju ćemo označiti sa r_P , tada, imajući u vidu implikacije konstantne ekonomije obima, dobijamo⁷

$$r_{\frac{Q}{P}} = r_{\frac{L}{P}} + a_t r_{\frac{K}{L}} + r_A \quad (5.6)$$

⁵Prvi ekonometrijski eksperiment sa CD funkcijom koja pretpostavlja pristrasnost tehnološkog progresa (u smislu Hicksa) dali su Brown i Popkin [Brown i Popkin, 1962].

⁶ $r_Q - r_L = r_{\frac{Q}{L}} \equiv a_t r_K + b_t r_L - r_L + r_A = a_t r_K - (1 - b_t) r_L + r_A = a_t r_K - a_t r_L + r_A = a_t r_{\frac{K}{L}} + r_A$.

⁷ $r_Q - r_P = r_{\frac{Q}{P}} \equiv a_t r_K + b_t r_L - r_P + r_A = a_t r_K + (1 - a_t) r_L - r_P + r_A = a_t r_K - a_t r_L + r_P - r_L + r_A = r_{\frac{L}{P}} + a_t r_{\frac{K}{L}} + r_A$.

pri čemu lijeva strana jednačine predstavlja stopu rasta proizvodnje, odnosno BDP-a, po glavi stanovnika, r_Q , dok $r_{\frac{L}{P}}$ predstavlja uticaj participacije radne snage u ukupnoj populaciji na stopu rasta BDP-a per capita. Ostali simboli imaju isto značenje kao i ranije.

Obratimo pažnju da se ovdje radi o dekompoziciji stope rasta BDP-a po glavi stanovnika. To je važno jer nam BDP per capita najčešće služi kao najbolja aproksimacija stope rasta životnog standarda. Ova mjera je posebno dobra mjera životnog standarda kada je riječ o manje i srednje razvijenim zemljama, dok je u slučaju razvijenijih zemalja, kao što to pokazuju rezultati *Ekonomije sreće* (*Economics of Happiness*), ona problematična kao mjera životnog standarda.⁸

Kao što vidimo, ovako shvaćen rast životnog standarda je ne samo pod uticajem tehničke opremljenosti rada i TFP-a, već znatno zavisi i od porasta participacije radne snage u ukupnoj populaciji. Ovo bi trebao biti posebno važan izvor rasta kod manje razvijenih zemalja, posebno kod onih za koje se često kaže da imaju neograničenu ponudu rada [Lewis, 1954]. Nažalost, to se ne mora nužno desiti. Što je još zanimljivije, u mnogim razvijenim zemljama, sa padom stope rasta stanovništva i rastom očekivanog trajanja života dolazi do starenja populacije, što za posledicu ima, između ostalog, i slabljenje participacije pa i negativan uticaj učešća zaposlenih u ukupnoj populaciji na ukupni rast životnog standarda.

Daljom transformacijom izraza 5.6 lako dobijamo

$$r_Q = r_P + r_{\frac{L}{P}} + a_t r_{\frac{K}{L}} + r_A \quad (5.7)$$

koja prilično jasno ukazuje na moguće razloge zbog kojih je prirodno da stopa rasta proizvodnje razvijenih zemalja bude manja od one u manje razvijenim zemljama. Prije svega, rast TFP u razvijenim zemljama je sporiji jer se on kod njih zasniva isključivo na sasvim novim tehnologijama, dok manje razvijene zemlje

⁸Za detaljniji uvid u osnovne i za ovu temu relevantne rezultate iz domena Ekonomije sreće vidi Layard [Layard, 2003, Layard, 2005] i Graham [Graham, 2011].

prostom difuzijom postojećih tehnologija mogu ostvariti jači rast TFP. Drugo, već smo vidjeli da je zbog starenja stanovništva kod razvijenih zemalja uticaj participacije zaposlenih u populaciji vrlo često negativan, dok bi u manje razvijenim zemljama on trebao biti snažan i pozitivan. Konačno, dok je u razvijenim zemljama rast populacije ili negativan ili slab, dotle je u manje razvijenim zemljama rast stanovništva vrlo snažan.

Ako želimo da, polazeći od izraza 5.2 i ostalih izraza datih prethodno, raščlanimo stopu rasta na njene sastavne elemente, moramo utvrditi vrijednost koeficijenata a_t i b_t . Kao što znamo, u uslovima potpune konkurencije i nepostojanja specifičnih znanja marginalne proizvodnosti faktora su jednake njihovim cijenama, dok su veličine a_t i b_t , imajuću u vidu izraze 5.3 i 5.4, jednake učešćima datih faktora u raspodjeli proizvoda, mjenjenog BDP-om. Prema tome, tamo gdje postoji potpuna konkurencija vrijednost parametara a_t i b_t može se utvrditi na bazi podataka iz društvenog računovodstva.⁹ Tamo gdje ovi uslovi nijesu ostvareni pribegava se regresionoj analizi ili nekom drugom statističkom metodu njihove procjene. Ako je u pitanju CD proizvodna funkcija sa Hicks neutralnim tehnološkim progresom parametri a i b se direktno ocjenjuju.¹⁰ U svim ostalim slučajevima potrebno je prethodno ocijeniti koeficijent elastičnosti supstitucije i/ili pristrasnost tehnološkog progresa, pa tek potom na osnovu ovih veličina izračunati a_t i b_t za različite kombinacije K , L i t .

⁹Ovakav pristup koristili su [Lydall, 1968], [Abramovitz, 1956], [Reddaway i Smith, 1960] (kod funkcije sa beskonačnom elastičnošću supstitucije, tj. kod aritmetičkog indeksa utrošaka), [Solow, 1957], [Jorgenson i Griliches, 1967] (kod CD funkcije sa promjenjivim parametrima, tj. kod *Divisia* indeksa), te [Kendrick, 1979, Kendrick, 1980, Kendrick, 1981], [Tinbergen et al., 1959] i [Denison, 1974] (kod CD funkcije sa konstantnim parametrima, tj. kod geometrijskog indeksa utrošaka).

¹⁰Među prvim radovima ove vrste su radovi Aucrusta [Aucrust, 1959], Johansena [Johansen, 1961], Browna i Popkina [Brown i Popkin, 1962] i dr.

5.3. ZAČUĐUJUĆI REZULTATI PRVIH MJERENJA: TFP KAO MJERA ZNANJA ILI KAO MJERA NEZNANJA

Prva mjerenja izvora rasta, krajem pedesetih godina, donijela su niz začuđujućih rezultata. Kasnija istraživanja su najvažnije od tih zaključaka samo potvrdila. Pokazalo se, naime, da se preko 50% rasta većine razvijenih i srednje razvijenih zemalja mora tumačiti onim što je tada privremeno nazvano stopom tehnološkog progressa (\dot{A}/A). Još impresivniji je bio zaključak da se stopom rasta tehničke opremljenosti rada može objasniti tek nekih 10–20% rasta produktivnosti rada (pa time i životnog standarda), dok ostatak od 80–90% treba pripisati uticaju faktora povezanih sa tehnološkim napretkom. Sve to protivrečilo je opšteprihvaćenom vjerovanju da akumulacija kapitala i rast tehničke opremljenosti rada, koji ona indukuje, predstavljaju osnovne poluge privrednog rasta i napretka uopšte.

Odmah je shvaćeno da tih 80–90% rasta predstavljaju zapravo „mjeru našega neznanja” stvarnih procesa privrednog rasta i razvoja, kako je to tada slikovito izrazio Mozes Abramovitz [Abramovitz, 1956]. Isti autor je tada predvidio da će najveći dio budućih napora istraživača privrednog rasta biti posvećen upravo analizi prirode onog što je tada nazvano stopom tehnološkog progressa a što je on navao „mjerom neznanja”. I zaista, u narednih četrdesetak godina, tačnije negdje do početka devedesetih, učinjeni su ogromni naponi da se ova kategorija podrobnije objasni i da se zagonetka veličine i anatomije TFP riješi. Kvantitativna analiza i empirijska istraživanja rasta su, sa svoje strane, ovaj zadatak definisale kao nastojanje da se veličina (\dot{A}/A) razloži na svoje sastavne elemente. Rezultati različitih mjerenja su nakon nekoliko decenija pokazali da se stopa rasta TFP može razložiti na čitav niz sastavnih djelova. Ipak, pokazalo se da, kada eliminišemo uticaj promjena u stepenu korišćenja faktora proizvodnje, ono od čega se sastoji stopa rasta TFP su najrazličitiji

oblici znanja koje se ili opredmećuje u opremi ili se pak otelovljuje u ljudima. Ispostavilo se, dakle, da je Solow imao dosta razloga kada je rezidual, tj. ono što sada zovemo stopa rasta TFP, nazvao stopom rasta tehnološkog progresa. Poneko danas ovu veličinu naziva i stopom rasta rasta znanja shvaćenog u najširem smislu te riječi.

U samoj analizi i mjerenju TFP, formirala su se dva pristupa. Prvi, koji je više razvijen, polazi od činjenice da rad i kapital nijesu homogene veličine. Ekonomsko značenje njihove heterogenosti je njihova različita granična proizvodnost, koja i služi kao kriterij dezagregiranja rada i kapitala na pojedine vrste (obrazovne, starosne i sl. ako je riječ o radu, odnosno na starosne, tehničke i sl. ako je riječ o kapitalu). Ovako raščlanjene vrste utrošaka sada se unose u proizvodnu funkciju kao faktori proizvodnje, što omogućava da se rezidual (\dot{A}/A) razbije na pojedine elemente koji imaju značenje promene strukture resursa. Drugi pristup se zasniva na unošenju raznih oblika nematerijalnog kapitala (kapital obrazovanja, R& D kapital i sl.) u proizvodnu funkciju pored primarnih resursa (rada i kapitala). Rezidual (\dot{A}/A) se sada razlaže na doprinos kapitala obrazovanja, doprinos R& D kapitala i tako dalje. U naredna dva poglavlja ovog rada biće prezentirana dva pomenuta pristupa u analizi i mjerenju anatomije privrednog rasta.

Polazeći od pretpostavke da je proizvodna funkcija data izrazom 5.1 linearno homogena i primjenjujući Eulerovu teoremu pomenuti izraz možemo transformisati u izraz

$$Q_t = F_{K_t}K_t + F_{L_t}L_t \quad (5.8)$$

Pod pretpostavkom da su sva tržišta konkurentna, marginalne proizvodnosti rada i kapitala će biti jednake realnim cijenama faktora proizvodnje, tj. $F_{K_t} = \frac{\pi'_t}{p_t} = \pi_t$ i $F_{L_t} = \frac{w'_t}{p_t} = w_t$ pri čemu p_t predstavlja nominalne cijene proizvoda u trenutku t , π'_t predstavlja nominalne cijene kapitala u trenutku t , w'_t su nominalne cijene rada u trenutku t , dok π_t i w_t predstavljaju realne vrijednosti cijena kapitala i rada u posmatranom trenutku t . Zamje-

njujući ove rezultate u izraz 5.8 dobijamo sledeće transformacije

$$\begin{aligned} p_t Q_t &= \pi'_t K_t + w'_t L_t \\ Q_t &= \pi_t K_t + w_t L_t \end{aligned} \quad (5.9)$$

Polazeći od izraza 5.9 stopu rasta je sada moguće izraziti i dekomponovati na sledeći način

$$\begin{aligned} r_Q + r_p &= a_t r_K + (1 - a_t) r_L + a_t r_{\pi'} + (1 - a_t) r_{w'} \\ r_Q &= a_t r_K + (1 - a_t) r_L + a_t r_{\pi} + (1 - a_t) r_w \end{aligned} \quad (5.10)$$

Na osnovu ove jednačine i prethodnih razmatranja dobijamo relaciju

$$\begin{aligned} r_Q - a_t r_K - (1 - a_t) r_L &= a_t r_{\pi'} + (1 - a_t) r_{w'} - r_p = r_A \\ r_Q - a_t r_K - (1 - a_t) r_L &= a_t r_{\pi} + (1 - a_t) r_w = r_A \end{aligned} \quad (5.11)$$

koja nam ukazuje na to da stopu rasta totalne ili globalne faktorske produktivnosti (TFP) možemo izražavati i mjeriti na dva načina. Prvi je onaj koji smo već prethodno dali, a u kojem se TFP mjeri direktno kao razlika između stope rasta proizvodne i sume ponderisanih stopa rasta faktora proizvodnje. Ova metoda mjerenja se ponekad naziva i metoda primala. Druga je poznata kao metoda duala i u njoj se polazi od kretanja cijena faktora proizvodnje. Obratimo pažnju da na osnovu izraza 5.11 slijedi, kao prvo, da je stopa rasta TFP jednaka sumi stopa rasta realnih cijena faktora proizvodnje, što je i intuitivno za očekivati s obzirom na to da cijene faktora moraju biti u vezi sa njihovom parcijalnom produktivnošću. Drugo, ukoliko se usled stalne akumulacija kapitala i djelovanja zakona o opadajućim prinosima marginalna produktivnost kapitala ne mijenja, tj. ako je njena stopa rasta ravna nuli, slijedi da će stopa rasta TFP biti jednaka stopi rasta realnih nadnica. To i jeste ono što potvrđuju podaci za razvijene zemlje u periodu od 1870. do 1980. godine. Nakon toga stvari se značajno mijenjaju. O ovome je, između ostalog, pisao Piketty u svojoj poznatoj knjizi [Piketty, 2014]. No, o tome ćemo detaljnije govoriti u poglavlju o sekularnoj stagnaciji, koje će biti obrađeno u drugom tomu.

POGLAVLJE 6

PRISTUP KOJI SE ZASNIVA NA UVOĐENJU HETEROGENIH INPUTA RADA I KAPITALA

U prethodnom razmatranju smo, analizirajući osnovne činioce rasta, implicate pošli od pretpostavke da su primarni inputi, rad i kapital, homogene veličine. Na istoj pretpostavci, kao što smo vidjeli, bile su zasnovane i prve analize i merenja rasta pojedinih zemalja. Reći za jedan input da je homogen isto je, u ekonomskom pogledu, što i tvrditi da sve njegove vrste imaju istu relativnu proizvodnost. Ova pretpostavka je, očigledno, ne-realna. I rad i kapital su heterogene veličine. Drugim riječima, pojedine vrste rada i kapitala se međusobno razlikuju upravo po nivou marginalne proizvodnosti. Nivo proizvodnosti, štaviše, predstavlja ekonomski kriterijum raščlanjivanja primarnih inputa na pojedine kategorije. Vrlo rano je shvaćeno ([Domar, 1961, Domar, 1962, Massell, 1961, Massell, 1964] i dr.) da prihvatanje pretpostavke o heterogenosti primarnih inputa ima značajne implikacije za analizu izvora rasta, a posebno za razumijevanje prirode TFP, odnosno tehnološkog progressa shvaćenog u najširem smislu te riječi. U ovom poglavlju ćemo, polazeći od pretpostavke o heterogenosti rada i kapitala, izgraditi model rasta koji će nam omogućiti da razložimo stopu rasta tehnološkog progressa shva-

ćenog u najširem smislu na njene sastavne elemente. To ćemo postići tako što ćemo u opšti oblik proizvodne funkcije unijeti, umjesto homogenog rada i kapitala, više vrsta rada i više vrsta kapitala kao nezavisne faktore proizvodnje. Prije nego to učinimo moramo, naravno, vidjeti na koji način treba dezagregirati rad i kapital.

Mnogo je faktora koji determinišu proizvodnost rada. Saglasno tome, ima i mnogo načina na koje je moguće raščlaniti utrošak rada. Ipak, najvažnija je ona klasifikacija koja utrošak rada razvrstava prema obrazovanju i stručnoj spremi radnika. Relevantnost ovakvog dezagregiranja proizlazi iz činjenice da se najveći dio varijacije u marginalnoj proizvodnosti rada objašnjava upravo varijacijama u obrazovanju radnika. Imajući ovu činjenicu u vidu, a imajući u vidu i sam cilj našeg rada, jasno je zašto smo i mi ukupan rad raščlanili prema obrazovanju i stručnoj spremi njegovih nosilaca. Ovako raščlanjene obrazovne skupine sada unosimo u opšti oblik proizvodne funkcije kao posebne faktore proizvodnje. Pri tom ćemo ih unijeti kao utroške rada datih skupina, a ne kao angažovani rad, tj. zaposlenost datog nivoa obrazovanja. U uvodnom razmatranju smo, nasuprot tome, operisali sa angažovanim radom, tj. zaposlenošću. Ova izmjena je vrlo značajna jer će nam omogućiti da detaljnije izolujemo uticaj promjena u stepenu korišćenja rada i na privredni rast. U tom smislu, u daljem tekstu ćemo utrošak rada i -tog nivoa obrazovanja u određenom trenutku t označiti sa H_{it} . Pri tom je $i \in (0, n)$ gdje 0 označava najniži, a n najviši nivo obrazovanja.

Kapital je, takođe, moguće razvrstati na više načina. Najvažnije je, međutim, ono raščlanjivanje koje polazi od starosti, tj. vremena instaliranja kapitala. Važnost razvrstavanja kapitala po pojedinim starosnim skupinama proizlazi iz činjenice da se najveći dio tehnološkog progressa opredmećuje u novim generacijama kapitala, tj. u investicijama. Investicije unose u proces proizvodnje rezultate inovativne aktivnosti; one su nosioci opredmećenog tehnološkog progressa. Saglasno ovom, u opšti oblik proizvodne funkcije unosimo različite generacije kapitala kao posebne faktore proizvodnje. Kao i u slučaju imputa rada, i iz istih razloga, i ovdje operišemo sa korišćenim, a ne sa angažovanim kapitalom. U

tom smislu sa C_{vt} ćemo označiti utrošak kapitala instaliranog u trenutku v koji je još aktivan u sadašnjem trenutku, t . Očigledno je da će, usled dejstva opredmećenog tehnološkog progresa, marginalna proizvodnost biti veća kod mlađih nego kod starijih generacija kapitala: kapital instaliran u trenutku t imaće najveću, a kapital instaliran u trenutku 0 najnižu marginalnu proizvodnost. Da bi se ova činjenica apsolvirala potrebno je sve generacije kapitala izraziti u jedinicama efikasnosti početne, nulte generacije, i tek kao takve uneti ih u proizvodnu funkciju. Ako pretpostavimo da je stopa rasta opredmećenog tehnološkog progresa konstanta (p), tada kapital instaliran u trenutku v izražen u efektivnim jedinicama početne generacije kapitala ima oblik:

$$C_{vt}^* = e^{pv} C_{vt}$$

Naglašavamo da je sa C_{vt} označena količina posmatrane generacije kapitala u mjerena u nabavnoj vrijednosti koja je važila u tom trenutku (korigovanu za inflaciju).

Istu ideju moguće je apsolvirati polazeći, ne samo od vremena instaliranja, već i od starosti pojedinih skupina kapitala. U tom smislu u daljem tekstu ćemo sa C_{st} označiti kapital star s godina koji je još uvek u upotrebi u godini t . Sasvim je očigledno da je $s = t - v$. Takođe je očigledno da će za $s = t - v$ važiti relacija $C_{vt} = C_{st}$. Imajući ovu i prethodnu relaciju u vidu, moguće je formirati i agregat:

$$C_{st}^* = e^{pv} C_{vt}$$

koji predstavlja kapital star s godina izražen u efektivnim jedinicama početne, nulte generacije kapitala. Očigledno je da će za $s = t - v$ važiti relacija $C_{vt}^* = C_{st}^*$, čime je uspostavljena korespondencija između između ova dva koncepta izražavanja generacijske strukture kapitala.

Veličinu C_{st}^* moguće je, množenjem i dijeljenjem sa e^{pt} , izraziti i na sledeći način:

$$C_{st}^* = e^{pt} e^{-p(t-v)} C_{st} = e^{pt} e^{-ps} C_{st} = e^{pt} C'_{st}$$

Sasvim je očigledno da novodobijeni agregat:

$$C'_{st} = e^{-ps} C_{st}$$

predstavlja kapital star s godina mjerjen u efektivnim jedinicama mjere najmlađe generacije kapitala, dok, kao što smo vidjeli, agregat C_{st}^* predstavlja kapital star s godina mjerjen u efektivnim jedinicama početne, nulte generacije kapitala. Od nabavne vrijednosti osnovnih sredstava (C_{st}), koju koristi većina statističkih agencija ili procjenjivača vrijednosti fizičkog kapitala, agregat C'_{st} se razlikuje po tome što, kod izražavanja proizvodnog kapaciteta, uzima u obzir i efekat tehnološkog, odnosno kako je to Marx govorio, moralnog zastarevanja (e^{-ps}). Upravo zato on na bolji način izražava količinu, odnosno proizvodni kapacitet posmatranih generacija kapitala.

U našem modelu, dakle, različite generacije kapitala figuriraju kao posebni inputi u jednoj jedinstvenoj proizvodnoj funkciji. Nasuprot tome, prvi modeli sa opredmećenim tehnološkim progresom, koje je razvio R. Solow [Solow, 1960, Solow, 1962b, Solow, 1964], a koje su kasnije prihvatili i drugi istraživači, zasnovani su na pretpostavci da svaka generacija kapitala implicira posebnu proizvodnu funkciju. S druge strane, oba modela imaju zajedničku osobinu da pretpostavljaju mogućnost supstitucije rada i kapitala i prije i posle instaliranja opreme. Ova pretpostavka je dosta nerealna, ali je većina empirijski orijentisanih istraživača iz praktičnih razloga prihvatila. Bilo je, naravno, pokušaja da se razviju i modeli koji polaze od realističnije pretpostavke da prije instaliranja opreme postoji, a posle instaliranja ne postoji mogućnost supstitucije faktora [Johansen, 1959], [Phelps, 1963], [Solow, 1962a, Solow, 1963b]. Nažalost, ovi modeli nijesu bili predmet empirijskog, ekonometrijskog testiranja.

U novije vrijeme došlo je do ponovnog oživljavanja interesovanja za ovu vrstu modela rasta, koji su poznati i kao *Vintage Modeli*. O njima će biti nešto rečeno u narednom poglavlju, mada kada je riječ o njihovom značaju već sada možemo reći da je taj značaj još u domenu teorije i još uvijek nema nekih značajnijih implikacija za samu analizu i mjerenje anatomije rasta. Mišljenja smo da oni čak ne mogu ni imati takvog uticaja mada, istini za volju, svojim teorijskim uvidima značajno doprinose našem razumijevanju samog procesa privrednog rasta.

Imajući naprijed rečeno u vidu, opšti oblik proizvodne funkcije postaje

$$Q = F(H_{0t}, H_{1t}, H_{2t}, \dots, H_{it} \dots H_{nt}; e^{p(t-h)} C_{(t-h)t}, \dots, e^{pv} C_{vt} \dots e^{pt} C_{tt}; t)$$

odnosno, polazeći od koncepta u kojem se kapital raščlanjuje polazeći, ne od vremena instaliranja, već od starosti pojedinih generacija kapitala

$$\begin{aligned} Q &= F(H_{0t}, H_{1t}, H_{2t}, \dots, H_{it} \dots H_{nt}; e^{pt} e^{-ht} C_{ht}, \dots, e^{pt} e^{-ps} C_{st} \dots e^{pt} C_{0t}; t) \\ &= F(H_{0t}, H_{1t}, H_{2t}, \dots, H_{it} \dots H_{nt}; e^{pt} C'_{ht}, \dots, e^{pt} C'_{st} \dots e^{pt} C'_{0t}; t) \\ &= F(H_{0t}, H_{1t}, H_{2t}, \dots, H_{it} \dots H_{nt}; C^*_{ht}, \dots, C^*_{st} \dots C^*_{0t}; t) \end{aligned} \quad (6.1)$$

Pri čemu h predstavlja životni vijek kapitala.

Ako sada, polazeći od ovako definisane proizvodne funkcije, izračunamo stopu rasta¹ proizvodnje dobijamo

$$\frac{\dot{Q}}{Q} = \sum_{s=0}^h a_{st}^* \frac{\dot{C}_s^*}{C_s^*} + \sum_{i=0}^n b_{it} \frac{\dot{H}_i}{H_i} + \frac{\dot{B}}{B} = \sum_{s=0}^h a_{st} r_{C_{st}} + \sum_{i=0}^n b_{it} r_{H_{it}} + r_B \quad (6.2)$$

pri čemu \dot{B}/B predstavlja, na nov način definisanu, stopu rasta globalne ili totalne faktorske produktivnosti. Prvi i drugi dio izraza 6.2 biće u narednim redovima detaljno razmatrani, mada se njihovo značenje i sada intuitivno da naslutiti.

Polazeći, kao i ranije, od pretpostavke da je proizvodna funkcija data izrazom 6.1 linearno homogena i primijenjujući Eulerovu teoremu pomenuti izraz možemo transformisati u izraz

$$Q_t = \sum_{s=0}^h F_{C_{st}^*} C_{st}^* + \sum_{i=0}^n F_{H_{it}} H_{it} \quad (6.3)$$

Ako kao i ranije pretpostavimo da su sva tržišta konkurentna, marginalne proizvodnosti raznih vrsta rada i kapitala će biti jednake realnim cijenama faktora proizvodnje, tj. $F_{C_{st}^*} = \frac{\pi_{st}^*}{p_t} = \pi_{st}^*$ i $F_{H_{it}} = \frac{w'_{it}}{p_t} = w_{it}$, pri čemu p_t , kao i ranije, predstavlja nominalne

¹Izraz 6.2 dobija se, kao i ranije, totalnim diferenciranjem izraza 6.1 i njegovim dijeljenjem sa Q .

cijene homogenog proizvoda u trenutku t , π_{st}^{*l} predstavlja nominalne implicitne cijene kapitala u trenutku t , w'_{it} su nominalne cijene posmatrane vrste rada u trenutku t , dok π_{st}^* i w_{it} predstavljaju realne (implicitne) vrijednosti cijena date vrste kapitala i rada u posmatranom trenutku t . Zamjenjujući ove rezultate u izraz 6.3 dobijamo sledeće transformacije

$$\begin{aligned} p_t Q_t &= \sum_{s=0}^h \pi_{st}^{*l} C_{st}^* + \sum_{i=0}^n w'_{it} H_{it} \\ Q_t &= \sum_{s=0}^h \pi_{st}^* C_{st}^* + \sum_{i=0}^n w_{it} H_{it} \end{aligned} \quad (6.4)$$

Polazeći sada od izraza 6.4 stopu rasta je moguće izraziti i dekomponovati na sledeći način

$$\begin{aligned} r_Q + r_p &= \sum_{s=0}^h a_{st}^* r_{C_{st}^*} + \sum_{i=0}^n b_{it} r_{H_{it}} + \sum_{s=0}^h a_{st}^* r_{\pi_{st}^{*l}} + \sum_{i=0}^n b_{it} r_{w'_{it}} \\ r_Q &= \sum_{s=0}^h a_{st}^* r_{C_{st}^*} + \sum_{i=0}^n b_{it} r_{H_{it}} + \sum_{s=0}^h a_{st}^* r_{\pi_{st}^*} + \sum_{i=0}^n b_{it} r_{w_{it}} \end{aligned} \quad (6.5)$$

pri čemu, kao i do sada, $r_Q (= \frac{\dot{Q}}{Q})$, $r_{C_{st}^*} (= \frac{\dot{C}_{st}^*}{C_{st}^*})$, $r_{H_{it}} (= \frac{\dot{H}_{it}}{H_{it}})$, $r_{\pi_{st}^*} (= \frac{\dot{\pi}_{st}^*}{\pi_{st}^*})$ i $r_{w_{it}} (= \frac{\dot{w}_{it}}{w_{it}})$ predstavljaju stopu rasta proizvodnje, kapitala, ljudskog kapitala, profita i nadnica respektivno.

Na osnovu ove jednačine i prethodnih razmatranja možemo uspostaviti sledeću relaciju

$$\begin{aligned} r_Q - \sum_{s=0}^h a_{st}^* r_{C_{st}^*} - \sum_{i=0}^n b_{it} r_{H_{it}} &= \sum_{s=0}^h a_{st}^* r_{\pi_{st}^{*l}} + \sum_{i=0}^n b_{it} r_{w'_{it}} - r_p = r_B \\ r_Q - \sum_{s=0}^h a_{st}^* r_{C_{st}^*} - \sum_{i=0}^n b_{it} r_{H_{it}} &= \sum_{s=0}^h a_{st}^* r_{\pi_{st}^*} + \sum_{i=0}^n b_{it} r_{w_{it}} = r_B \end{aligned} \quad (6.6)$$

koja nam opet, kao u prethodnom razmatranju, ukazuje na to da stopu rasta, na novi način definisane, totalne ili globalne fak-

torske produktivnosti (TFP) možemo izražavati i mjeriti na dva načina.

Prvi je onaj koji smo već prethodno dali, a u kojem se TFP mjeri direktno kao razlika između stope rasta proizvodnje i sume ponderisanih stopa rasta faktora proizvodnje. Ova metoda mjerenja se, kao što smo već rekli, naziva i metodom primala. Druga je poznata kao metoda duala i u njoj se polazi od kretanja cijena dezagregiranih primarnih faktora proizvodnje. Opet primjećujemo, kao prvo, da je stopa rasta TFP jednaka sumi stopa rasta cijena faktora proizvodnje, što je i intuitivno za očekivati s obzirom na to da cijene faktora moraju biti u vezi sa njihovom sopstvenom marginalnom produktivnošću. Drugo, ukoliko se zbog stalne akumulacije kapitala i djelovanja zakona o opadajućim prinosima marginalna produktivnost kapitala ne mijenja, tj. ako je njena stopa rasta ravna nuli, slijedi da će stopa rasta TFP biti jednaka stopi rasta realnih nadnica.

6.1. INVESTICIJE I PRIVREDNI RAST: OPREDMEĆENI TEHNOLOŠKI PROGRES

6.1.1. OPREDMEĆENI TEHNOLOŠKI PROGRES I RAZLIČITE METODE IZRAŽAVANJA I MJERENJA FIZIČKOG KAPITALA

Objasnićemo najprije značenje prvog dela izraza 6.2, $\sum_{s=0}^h a_{st}^* \frac{C_s^*}{C_s^*}$. Očigledno je da se koeficijent a_{st}^* može predstaviti kao:

$$a_{st}^* = \frac{F_{C_{st}^*} C_{st}^*}{Q_t} \quad (6.7)$$

pri čemu $F_{C_{st}^*}$ predstavlja marginalnu proizvodnost kapitala starog s godina u trenutku t mjenjenog u jedinicama efikasnosti kapitala starog s godina u nekom početnom, 0-tom trenutku. Samim tim, a_{st}^* predstavlja elastičnost proizvodnje u odnosu na tako de-

finisan kapital. Naravno, riječ je o korišćenom, a ne angažovanom kapitalu. Imajući u vidu izraz 6.1, dobijamo da je:

$$F_{C_{st}} = \frac{\partial Q}{\partial C_{st}} = \frac{\partial Q}{\partial C_{st}^*} \frac{\partial C_{st}^*}{\partial C_{st}'} \frac{\partial C_{st}'}{\partial C_{st}} = F_{C_{st}^*} e^{pt} e^{-ps} = F_{C_{st}} e^{pv} \quad (6.8)$$

odakle slijedi:

$$F_{C_{st}^*} = F_{C_{st}} e^{-pt} e^{ps} = F_{C_{st}} e^{-pv} \quad (6.9)$$

zamjenjujući 6.9 u 6.7, i znajući od ranije da je $C_{st}^* = e^{pt} e^{-ps} C_{st}$, dobijamo:

$$a_{st}^* = \frac{(F_{C_{st}} e^{-pt} e^{ps}) (e^{pt} e^{-ps} C_{st})}{Q_t} = \frac{F_{C_{st}} C_{st}}{Q_t} = a_{st} \quad (6.10)$$

iz čega zaključujemo da je koeficijent a_{st}^* , koji predstavlja elastičnost proizvodnje u odnosu na kapital mjereno u efektivnim jedinicama, jednak koeficijentu elastičnosti proizvodnje u odnosu na kapital mjereno na konvencionalni način, a_{st} . Zamjenjujući ovaj rezultat u prvi dio izraza 6.2 dobijamo:

$$\sum_{s=0}^h a_{st}^* \frac{\dot{C}_s^*}{C_s^*} = \sum_{s=0}^h \frac{F_{C_{st}} C_{st}}{Q_t} \frac{\dot{C}_s^*}{C_s^*} = \sum_{s=0}^h a_{st} \frac{\dot{C}_s^*}{C_s^*} \quad (6.11)$$

Ako sada ovaj izraz pomnožimo i podijelimo sa $F_{C_t} C_t = \sum F_{C_{st}} C_{st}$ dobijamo

$$\sum_{s=0}^h a_{st}^* \frac{\dot{C}_s^*}{C_s^*} = a_t \sum_{s=0}^h \frac{F_{C_{st}} C_{st}}{F_{C_t} C_t} \frac{\dot{C}_s^*}{C_s^*} = a_t \frac{\sum F_{C_{st}} C_{st} \frac{\dot{C}_s^*}{C_s^*}}{\sum F_{C_t} C_t} \quad (6.12)$$

pri čemu $a_t = F_{C_t} \frac{C_t}{Q_t}$ predstavlja elastičnost proizvodnje u odnosu na ukupni (agregatni) korišćeni kapital.

Imajući u vidu da je $C_{st}^* = e^{pt} e^{-ps} C_{st}$, i znajući da je stopa rasta proizvoda dvije ili više veličina jednaka sumi stopa rasta tih veličina (kao i da je stopa rasta od e^{-ps} jednaka nuli) zaključujemo da važi relacija:

$$\frac{\dot{C}_s^*}{C_s^*} = p + \frac{\dot{C}_s}{C_s} \quad (6.13)$$

zamjenjujući ovaj rezultat u 6.12 dobijamo:

$$\begin{aligned} \sum_{s=0}^h a_{st}^* \frac{\dot{C}_s^*}{C_s^*} &= \sum_{s=0}^h a_{st} p + \sum_{s=0}^h a_{st} \frac{\dot{C}_s}{C_s} = a_t p + a_t \sum_{s=0}^h \frac{F_{C_{st}} C_{st}}{F_{C_t} C_t} \frac{\dot{C}_s}{C_s} \\ &= a_t \left[p + \sum_{s=0}^h \frac{F_{C_{st}} C_{st}}{F_{C_t} C_t} \frac{\dot{C}_s}{C_s} \right] \end{aligned} \quad (6.14)$$

Prema tome, ukupan doprinos korišćenog kapitala, tj. doprinos svih generacija efektivnog kapitala razložen je ovdje na dva dijela. Prvi dio, $a_t p$, izražava uticaj opredmećenog tehnološkog progresa na stopu rasta proizvodnje, dok drugi dio $\sum a_{st} \frac{\dot{C}_s}{C_s}$, izražava doprinos svih generacija kapitala skupa, pri čemu se kapital mjeri na konvencionalan način, tj. polazeći od njegove nabavne vrijednosti u trenutku kupovine i instaliranja.

Posmatrajmo sada ponder $\frac{F_{C_{st}} C_{st}}{F_{C_t} C_t} = \frac{F_{C_{st}} C_{st}}{\sum F_{C_{st}} C_{st}}$ u izrazima 6.12 i 6.14. Možemo ga definisati kao elastičnost ukupnog prinosa od kapitala u odnosu na s -tu generaciju kapitala. Ponašanje ove veličine zavisi od parcijalne elastičnosti supstitucije između pojedinih generacija kapitala. Parcijalna elastičnost supstitucije u ovom se slučaju definiše kao odnos relativnog prirasta odnosa količina dvije različite generacije kapitala, recimo generacija s i 0 , (C_s/C_0) i relativnog prirasta odnosa njihovih marginalnih proizvodnosti. Formalno

$$\sigma_{s0} = \frac{\frac{d(C_s/C_0)}{(C_s/C_0)}}{\frac{d(F_{C_s}/F_{C_0})}{(F_{C_s}/F_{C_0})}}$$

Najlogičnije je pretpostaviti, a tako se najčešće i čini, da između pojedinih starosnih skupina kapitala postoji beskonačna elastičnost zamjene.² To znači da odnosi marginalnih proizvodnosti

²Od ovakve pretpostavke polaze u svojim radovima [Solow, 1960, Solow, 1962b, Solow, 1963a, Solow, 1964], [Westfield, 1966], [McCarthy, 1965, McCarthy, 1966], [Phelps i Phelps, 1966], [Intriligator, 1965], [Berglas, 1965], [Cheng, 1970], [Nelson, 1984] kao i većina drugih istraživača.

pojedinih vrsta kapitala (na primjer $F_{C_{st}}/F_{C_{0t}}$) ostaju nepromijenjeni bez obzira na varijacije u odnosima količina pojedinih generacija kapitala (na primjer C_{st}/C_{0t}), i bez obzira na varijacije u odnosima i količinama drugih faktora (na primjer rada, C/L). Reći da odnosi marginalnih proizvodnosti dvije vrste kapitala ne zavise od učesća drugih faktora, na primjer rada ili „prirode”, isto je što i reći da je ispunjen uslov aditivne separabilnosti. Ovaj uslov neophodan je da bi bilo moguće agregiranje kapitala (ali i bilo kog drugog faktora proizvodnje).³ Ova pretpostavka je realna imajući u vidu činjenicu da se učesća pojedinih starosnih skupina kapitala nikada ne mogu toliko izmijeniti (bez obzira na varijacije u stopi investicija) da dovedu do značajnijeg djelovanja zakona opadajućih prinosa, što bi vodilo mijenjanju odnosa marginalnih proizvodnosti, $F_{C_{st}}/F_{C_{0t}}$.

Prema tome važiće relacija

$$\frac{F_{C_{st}}}{F_{C_{0t}}} = f_{st} = f_s \quad \text{za svako } s \quad (6.15)$$

Imajući ovo u vidu dio u zagradi kod izraza 6.14 postaje

$$p + \frac{\sum (F_{C_{st}}/F_{C_{0t}}) C_{st} \dot{C}_s}{\sum (F_{C_{st}}/F_{C_{0t}}) C_{st} C_s} = p + \frac{\sum f_s C_{st} \dot{C}_s}{\sum f_s C_{st} C_s} \quad (6.16)$$

Ako sada riješimo ovu diferencijalnu jednačinu dobićemo veličinu,⁴ obilježićemo je sa C_t^* , čija je stopa rasta jednaka izrazu 6.16. Veličina C_t^* će predstavljati putanju rasta određenu izrazom 6.16. Dakle imaćemo:

$$\int \frac{dC_t^*}{C_t^*} = \int p + \int \frac{\sum f_s C_{st} \frac{dC_s}{dt}}{\sum f_s C_{st} C_s}$$

što nakon skraćivanja daje:

$$\int \frac{dC_t^*}{C_t^*} = \int p dt + \int \frac{\sum f_s dC_{st}}{\sum f_s C_{st}} \quad (6.17)$$

³Vidi detaljnije članak Stojana Babića [Babić, 1982].

⁴Odvajeno rješavanje ovog dijela diferencijalne jednačine nezavisno od drugih dijelova izraza 6.14 moguće je upravo zato što smo pošli od pretpostavke da je ispunjen uslov aditivne separabilnosti.

Pošto je

$$\frac{1}{\sum f_s C_{st}} = \frac{d \ln (\sum f_s C_{st})}{d(\sum f_s C_{st})} = \frac{d \ln (\sum f_s C_{st})}{\sum f_s dC_{st}}$$

to izraz 6.17 postaje

$$\int \frac{dC_t^*}{C_t^*} = \int p dt + \int \frac{(\sum f_s dC_{st}) (d \ln (\sum f_s C_{st}))}{\sum f_s dC_{st}} \quad (6.18)$$

Skraćujući desni dio izraza 6.18, i imajući u vidu da je $\frac{dC_t^*}{C_t^*} = d \ln C_t^*$, dobijamo

$$\int d \ln C_t^* = \int p dt + \int d \ln \left(\sum_{s=0}^h f_s C_{st} \right) \quad (6.19)$$

Odavde dobijamo

$$\ln C_t^* = pt + \ln \left(\sum_{s=0}^h f_s C_{st} \right) + \ln z \quad (6.20)$$

pri čemu $\ln z$ predstavlja konstantu integracije. Konačno, antilogaritmovanjem ovog izraza, za $z = 1$, dobijamo:

$$C_t^* = e^{pt} \sum_{s=0}^h f_s C_{st} \quad (6.21)$$

što predstavlja ukupni korišćeni kapital mjereno u efektivnim jedinicama mjere u uslovima beskonačne elastičnosti supstitucije različitih generacija kapitala. Očigledno, ovdje su razne starske skupine kapitala kombinovane kao kod aritmetičkog indeksa utroška, tj. kao kod proizvodne funkcije sa beskonačnom elastičnošću supstitucije.

Da bi još bolje sagledali značenje agregata C_t^* razmotrimo još jednom ponder f_s . Vidjeli smo da on predstavlja odnos marginalnih proizvodnosti kapitala starog s godina i kapitala starog nula godina. Takođe smo rekli da je taj odnos konstantan. To ne znači da su marginalne proizvodnosti pojedinih skupina kapitala

istovjetne. Naprotiv, one su različite, ali se ta različitost u toku vremena ne mijenja bez obzira na promjene količina i učešća pojedinih faktora. Ključno pitanje koje se sada postavlja jeste pitanje izvora razlika u marginalnim proizvodnostima različitih starosnih skupina kapitala. Očigledno, glavni uzrok pomenutih razlika je opredmećeni tehnološki progres. Naime, isto kao što je proizvodnost kapitala starog s godina u trenutku t veća od proizvodnog kapitala starog s godina u početnom, 0-tom trenutku, tako će i proizvodnost kapitala starog 0 godina u trenutku t biti veća od proizvodnosti kapitala starog s ($s \neq 0$) godina u trenutku t . Najnovija generacija kapitala ima najveću proizvodnost od svih generacija koje su još u funkciji upravo zato što je u njoj opredmećeno najnovije znanje. Ova činjenica može se formalno obuhvatiti tako što ćemo marginalnu proizvodnost kapitala starog s godina u trenutku t predstaviti na sledeći način:

$$F_{C_{st}} = e^{-pt} F_{C_{0t}} \quad (6.22)$$

Zamjenjujući ovo u 6.15 dobijamo da se f_s može predstaviti kao:

$$f_s = \frac{F_{C_{st}}}{F_{C_{0t}}} = \frac{F_{C_{0t}} e^{-ps}}{F_{C_{0t}}} = e^{-ps} \quad (6.23)$$

Supstituišući 6.23 u 6.21 konačno dobijamo:

$$C_t^* = e^{pt} \sum_{s=0}^h e^{-ps} C_{st} = \sum_{s=0}^h e^{p(t-s)} C_{st} \quad (6.24)$$

Napominjemo da smo kod definisanja f_s mogli, umjesto $F_{C_{0t}}$, izabrati marginalnu proizvodnost bilo koje druge generacije kapitala (na primjer $F_{C_{kt}}$). Izraz 6.24 bi, u tom slučaju, izgledao nešto drugačije, ali bi njegova suština i značenje ostali isti.

Da bi lakše shvatili značenje prethodnog izraza, pretpostavićemo da postoji puno korišćenje kapitala, u kom slučaju će C_{st} predstavljati i količinu angažovanog kapitala. Drugim riječima, C_{st} će biti jednako nabavnoj vrijednosti kapitala u trenutku njegovog instaliranja (naravno u stalnim cijenama). Pogledajmo sada ponder $e^{p(t-s)}$ kojim je u izrazu 6.24 množena svaka starosna skupina kapitala. Očigledno je da $t - s = v$ predstavlja

trenutak u kom su pojedine generacije kapitala instalirane: za kapital star nula godina taj trenutak je t ; za kapital star jednu godinu to je $t - 1$; za kapital star 2 godine biće $t - 2$, itd. Samim tim uz mlađe generacije kapitala stavljen je veći ponder, čime se, na formalan način, izražava činjenica da su mlađe generacije nosioci najnovijih znanja (inovacija). Očigledno je da posmatrani ponderi nijesu ništa drugo do svojevrsni indeksi opredmećenog tehnološkog progresa od nekog početnog, nultog trenutka do trenutka instaliranja date generacije kapitala. Prema tome možemo reći da C_t^* , iz izraza 6.24, predstavlja kapital mjeren u jedinicama efikasnosti kapitala instaliranog u nekom početnom, nultom trenutku vremena.⁵ Izraz 6.24 moguće je napisati i na sledeći način:

$$C_t^* = e^{pt} C_t' \quad (6.25)$$

Značenje indeksa e^{pt} je očigledno: on predstavlja indeks opredmećenog tehnološkog progresa računat od početnog trenutka do trenutka t . Veličina C_t' , s druge strane, predstavlja kapital mjeren u jedinicama efikasnosti najmlađe generacije kapitala, tj. kapitala instaliranog u trenutku t . Ponder e^{-ps} kojim je, kod računanja ove veličine, množena svaka generacija kapitala izražava ono što se naziva stopom tehnološkog zastarijevanja (*obsolescence*), koja se u marksističkoj literaturi nazivala moralno rabaćenje opreme. Kod najmlađe generacije taj je ponder jednak jedinici, kod opreme stare jednu godinu on iznosi $e^{-p} < 1$, kod opreme stare dvije godine iznosi $e^{-2p} < e^{-p}$, itd. Iz rečenog se može izvući još jedan značajan zaključak. Očigledno je, naime, da se model sa opredmećenim tehnološkim progresom lako svodi na *Kapital ekspanzivni* (*Capital augmenting*) model rasta.⁶ Agregat C_t' je, u izvjesnoj mjeri, sličan veličini nabavne vrijednosti osnovnih sredstava (u stalnim cijenama) koja je u našoj staroj

⁵Do istog rezultata (do agregata C_t^*) dolazi i Solow [Solow, 1960, Solow, 1964], a i većina drugih autora koji su se bavili tzv. *Vintage* modelima, iako su polazne pretpostavke na kojima se njihovi modeli zasnivaju nešto drugačije, prije svega nepotrebno složenije.

⁶Ovo su svojevremeno, na nešto drugačiji način, pokazali [Jorgenson, 1966] i [McCarthy, 1965, McCarthy, 1966].

statistici nekada služila kao mjera količine kapitala.⁷ Formalno se ta nabavna vrijednost osnovnih sredstava može predstaviti kao:

$$C_t = \sum_{s=0}^h C_{st} \quad (6.26)$$

Očigledno, kod mjerenja količine kapitala, tj. kod mjerenja proizvodnog kapaciteta osnovnih sredstava, naša statistika, a takva je situacija i sa većinom metoda procjene kapitala baziranim na permanentnoj inventarizaciji, nije uzimala u obzir efekat tehnološkog zastarijevanja proizvodnih fondova, izuzev u mjeri u kojoj taj efekat utiče na smanjenje životnog vijeka kapitala (h).⁸ To se, naravno, odnosi i na one procjene vrijednosti kapitala kod kojih se koristi metoda permanentne inventarizacije. Ovakav postupak je, bez sumnje, neispravan: tehnološko zastarijevanje se mora uzeti u obzir prilikom izražavanja proizvodnog kapaciteta, tj. količine kapitala. Nažalost, zbog teškoća oko utvrđivanja stope rasta opredmećenog tehnološkog progresa (p), prinuđeni smo, kao i većina drugih zemalja, da na ovaj način mjerimo kapital. Pomenimo na kraju to da neki autori, kod računanja količine proizvodnih fondova, uzimaju u obzir i uticaj fizičkog rabaćenja na smanjenje proizvodnog kapaciteta starijih generacija. Formalno

$$C'_t = \sum_{s=0}^h e^{-s(p+q)} C'_{st} \quad (6.27)$$

pri čemu q predstavlja stopu depresijacije osnovnih sredstava.⁹

⁷Ponekad se umjesto izraza nabavna vrijednost kapitala koristi i izraz bruto vrijednost kapitala, odnosno bruto vrijednost osnovnih sredstava.

⁸Napomenimo ovdje da je naš model restriktivan u tom smislu što polazi od pretpostavke da je h (životni vijek kapitala) konstantno, iako h varira i to uglavnom usled dejstva opredmećenog tehnološkog progresa. Detaljnije vidi o ovome [Solow, 1962a, Solow, 1963b].

⁹U izrazima 6.27 i 6.25 je uticaj fizičkog zastarijevanja na proizvodni kapacitet kapitala opisan takozvanom odskočnom funkcijom: proizvodni kapacitet se u toku h godina ne mijenja da bi potom u godini $h + 1$ pao na nulu. Očigledno je da izraz 6.27 više odgovara realnosti jer uzima u obzir činjenicu da sa starenjem kapitala dolazi do smanjenja njegove proizvodnosti. Denison [Denison, 1974] u svojim istraživanjima uzima ovu činjenicu u obzir, pri čemu polazi od pretpostavke da je $q = 1/4h$.

Stopu depresijacije (q) treba, naravno, razlikovati od stope amortizacije (z). Dok prva služi za izražavanje smanjenja proizvodnog kapaciteta, dotle stopa amortizacije treba da izrazi smanjenje vrijednosti kapitala koje nastaje kao posledica starenja opreme.

Formalno se vrijednost kapitala može izraziti preko:

$$\bar{C}_t = \sum_{s=0}^h e^{-s(p+z)} C_{st} \quad (6.28)$$

Ovo je makroekonomski pristup mjerenju vrijednosti fizičkog kapitala i on bi trebao da bude najbolja aproksimacija načinu na koji se vrijednost kapitala mjeri u mikroekonomiji, a mjeri se kao suma diskontovanih tokova neto prinosa koje će u budućnosti ostvariti postojeći kapital.¹⁰ Primijetimo, takođe, i to da je veličina \bar{C}_t analogna, s jedne strane, veličini sadašnje vrijednosti osnovnih sredstava koja je nekada u našoj statistici služila za izražavanje vrijednosti kapitala i, s druge strane, neto vrijednosti stalne imovine (*Net Fixed Asset*) koja se sada najčešće koristi u svijetu. Razlika je jedino u tome što ni naša statistika ranije ni postojeća mjerenja u svijetu, iz već pomenutih razloga, ni ovdje nije uzimala u obzir efekat tehnološkog zastarijevanja.

6.1.2. DA LI I KAKO INVESTICIJE I OPREDMEĆENI TEHNOLOŠKI PROGRES UTIČU NA PRIVREDNI RAST?

Na osnovu svega što je naprijed rečeno, zaključujemo da je moguće redefinisati proizvodnu funkciju 6.1, tako da ona umesto h vrsta kapitala sadrži samo agregat C_t^* , tj. kapital mjeran u jedinicama efikasnosti kapitala instaliranog u nekom početnom trenutku vremena. Krucijalna pretpostavka o heterogenosti kapitala ovakvim postupkom nije narušena, što nam omogućava da izolujemo i izrazimo uticaj opredmećenog tehnološkog progressa na stopu privrednog rasta. Ponovimo da realističnost ovog postupka zavisi od realističnosti pretpostavke o beskonačnoj elastič-

¹⁰Za dokaz pogledati [Solow, 1960].

nosti supstitucije pojedinih generacija kapitala, te od realističnosti pretpostavke po kojoj su odnosi marginalnih proizvodnosti pojedinih generacija kapitala nezavisni od veličine drugih faktora (rada, zemlje i sl.). Kao što ćemo kasnije pokazati, na sličan način se može izvršiti i agregiranje različitih vrsta rada. U tom slučaju funkcija proizvodnje koja prolazi od mnoštva različitih vrsta rada i kapitala kao proizvodnih inputa svodi se na dvofaktornu proizvodnu funkciju u kojoj kao inputi figuriraju efektivni rad i efektivni kapital. S druge strane, od elastičnosti supstitucije između tako definisanih faktora, rada i kapitala, zavisice konkretan oblik proizvodne funkcije (CD, CES, VES, itd).¹¹

Polazeći od ovako definisane proizvodne funkcije, moguće je izraziti doprinos kapitala mjerenog u efektivnim jedinicama mjere $a_t(\dot{C}^*/C^*)$. Znajući da je veličina C_t^* dobijena polazeći od izraza 6.16 i 6.14, očigledno je da će doprinos ovako definisanog kapitala biti jednak doprinosu svih generacija kapitala (mjerenih u efektivnim jedinicama mere), tj. prvom dijelu izraza 6.2:

$$\sum_{s=0}^h a_{st}^* \frac{\dot{C}_s^*}{C_s^*} = a_t \frac{\dot{C}^*}{C^*} \quad (6.29)$$

Imajući u vidu izraz 6.24, ovo je dalje moguće transformisati u

$$\sum_{s=0}^h a_{st}^* \frac{\dot{C}_s^*}{C_s^*} = a_t p + a_t \frac{\sum e^{-ps} C_{st} \dot{C}_s^*}{\sum e^{-ps} C_{st} C_s^*} \quad (6.30)$$

Novodobijeni izraz 6.30 sličan je ranije dobijenom izrazu 6.14, s tom razlikom što su ovdje ponderi uz drugi dio izraza specificirani tako da impliciraju beskonačnu elastičnost supstitucija. Značenje pojedinih djelova izraza je isto kao i ranije: prvi dio predstavlja doprinos opredmećenog tehnološkog progressa, dok drugi dio

¹¹Tako definisane parametarske proizvodne funkcije su, u stvari, najčešće i bile predmet ekonometrijskih eksperimenata namjerenih da izmjere stopu rasta opredmećenog tehnološkog progressa. Od eksperimenata sa CD funkcijom poznati su oni koji potiču od Solowa [Solow, 1960, Solow, 1962b, Solow, 1963a], Westfielda [Westfield, 1966], Intriligator [Intriligator, 1965], Thurow [Thurow, 1968] i dr. Od mjerenja zasnovanih na CES funkciji poznata su mjerenja Solowa [Solow, 1964] i McCarthyja [McCarthy, 1965]. McCarthy [McCarthy, 1966] je dao i jedan zanimljiv eksperiment sa opštim oblikom proizvodne funkcije.

izražava doprinos svih generacija kapitala (mjenjenih na konvencionalan način) skupa.

Ako sada izrazu 6.14 i/ili 6.30 dodamo i oduzmemo izraz $a_t \frac{\dot{C}}{C}$, on neće promijeniti vrijednost, a omogućit će nam da još detaljnije razmotrimo stopu rasta. Imajući u vidu da je $a_t \frac{\dot{C}}{C} = a_t \sum \frac{F_{C_{st}} C_{st}}{F_{C_t} C_t} \frac{\dot{C}}{C}$, te dodajući i oduzimajući ovu veličinu izrazu desnoj strani izraza 6.14, dobijamo:

$$\sum_{s=0}^h a_{st}^* \frac{\dot{C}_s^*}{C_s^*} = a_t p + a_t \frac{\dot{C}}{C} + a_t \sum_{s=0}^h \frac{F_{C_{st}} C_{st}}{F_{C_t} C_t} \left(\frac{\dot{C}_s}{C_s} - \frac{\dot{C}}{C} \right)$$

Uzimajući u obzir da je razlika stopa rasta dvije veličine jednaka stopi rasta njihovog količnika i vršeci odgovarajuća skraćivanja u posljednjem dijelu gornjeg izraza on postaje:

$$\sum_{s=0}^h a_{st}^* \frac{\dot{C}_s^*}{C_s^*} = a_t p + a_t \frac{\dot{C}}{C} + a_t \sum_{s=0}^h \frac{F_{C_{st}}}{F_{C_t}} \left(\Delta \frac{C_s}{C} \right) \quad (6.31)$$

Na sličan način može se i izraz 6.30 transformisati u

$$\begin{aligned} \sum_{s=0}^h a_{st}^* \frac{\dot{C}_s^*}{C_s^*} &= a_t p + a_t \frac{\dot{C}}{C} + a_t \frac{\sum e^{-ps} C_{st}}{\sum e^{-ps} C_{st}} \left(\frac{C_s/C}{C_s/C} \right) \\ &= a_t p + a_t \frac{\dot{C}}{C} + a_t \frac{\sum e^{-ps} C_{st}}{\sum \frac{e^{-ps} C_{st}}{C_t} C_t} \left(\frac{\Delta C_s/C}{C_s/C} \right) \\ &= a_t p + a_t \frac{\dot{C}}{C} + a_t \frac{\sum e^{-ps}}{\sum C_{st}} \Delta \left(\frac{C_s}{C} \right) \\ &= a_t p + a_t \frac{\dot{C}}{C} + a_t \frac{\sum C_{st} \sum e^{-ps}}{\sum e^{-ps} C_{st}} \Delta \left(\frac{C_s}{C} \right) \end{aligned} \quad (6.32)$$

Sada je ukupan doprinos svih generacija kapitala (mjenjenih u efektivnim jedinicama mere) razložen na tri dijela. Prvi dio, kao i ranije, izražava uticaj konstantnog toka opredmećenog tehnološkog progressa. Značenje drugog dijela je, takođe, relativno jednostavno: on izražava doprinos korišćenog kapitala mjenjenog na uobičajeni način. Treći dio je novi element i on ima zanimljivo

značenje. Kao što vidimo iz izraza 6.31, ovdje je promjena učešća pojedinih starosnih skupina kapitala u ukupnom kapitalu, $\Delta(C_s/C)$, množena odnosom marginalne proizvodnosti date vrste kapitala i prosječne marginalne proizvodnosti kapitala, $F_{C_{st}}/F_{C_t}$. Ako dođe do povećanja učešća $\Delta(C_s/C) > 0$ onih vrsta kapitala čija je relativna proizvodnost nadprosječna ($F_{C_{st}}/F_{C_t} > 1$), a to su upravo najmlađe generacije kapitala, doći će do povećanja stope rasta proizvodnje: treći dio izraza 6.31 biće pozitivan. Ovo se, takođe, jasno vidi i iz trećeg dijela izraza 6.32. S druge strane, da bi došlo do povećanja učešća najmlađih, tj. najproduktivnijih generacija kapitala potrebno je da dođe do povećanja stope investicija. U suprotnom slučaju, tj. kada dolazi do smanjivanja stope investicija, smanjuje se učešće najmlađih (najproduktivnijih), a povećava učešće starijih (manje produktivnih) skupina kapitala što vodi smanjivanju stope privrednog rasta: treći dio izraza 6.31 i 6.32 postaje negativan. Prema tome, možemo reći da treći dio posmatranih izraza predstavlja uticaj promjena starosne strukture kapitala na stopu rasta proizvodnje. Kako, s druge strane, do promjena starosne strukture kapitala najčešće dolazi usled varijacija u stopi investicija, možemo reći da poslednji dio izraza 6.31 i 6.32, istovremeno, izražava i uticaj srednjoročnih promjena u stopi investicija na privredni rast.

I intuitivno je jasno, a može se i formalno pokazati,¹² da se treći dio prethodno razmatranih izraza može predstaviti i preko proizvoda stope rasta opredmećenog tehnološkog progressa (p) i promjene prosječne starosti kapitala (Δv). Ovo se posebno jasno vidi kada se posmatra izraz 6.32. Prema tome, izrazi 6.31 i 6.32

¹²Formalni dokaz za iznijeti stav dao je Nelson [Nelson, 1964]. Dokazaćemo relaciju 6.33, tako što ćemo slično Nelsonu, poći od izraza 6.24 i izvršiti sledeće transformacije:

$$\begin{aligned} C_t^* &= e^{pt} \sum_{s=0}^h e^{-ps} C_{st} \cong (1+p)^t \sum (1+p)^{-s} C_{st} \\ &= (1+p)^{-v_0} (1+p)^t \sum (1+p)^{-s+v_0} C_{st} \\ &\cong B(1+p)^t \sum (1+pv_0-sp) C_{st} \end{aligned}$$

moгу se svesti na izraz

$$\sum_{s=0}^h a_{st}^* \frac{\dot{C}_s^*}{C_s^*} = a_t p + a_t \frac{\dot{C}}{C} + a_t p \Delta v = a_t \frac{\dot{C}}{C} + a_t p (1 - \Delta v) \quad (6.33)$$

pri čemu je $\Delta v = v_t - v_{t-1}$, dok v_t predstavlja prosječnu starost kapitala u trenutku t . Formalno se v_t može predstaviti kao

$$v_t = \sum_{s=0}^h s \frac{C_{st}}{C_t} \quad (6.34)$$

Očigledno je da sa porastom stope investicija dolazi do povećanja učešća najmlađe generacije kapitala ($s = 0$), što, imajući u vidu izraz 6.34, vodi smanjenju prosečne starosti kapitala ($\Delta v < 0$), a imajući u vidu 6.33, porastu stope rasta proizvodnje. Smanjenje stope investicija, s druge strane, imaće suprotan efekat. Sve ovo u saglasnosti je sa prethodnim razmatranjem. Izraz 6.33 omogućava da dođemo do jednog zanimljivog rezultata. Vidimo, naime, da čak i kad pretpostavimo da je stopa rasta opredmećenog tehnološkog progressa konstantna, kao što smo mi učinili, ukupan doprinos opredmećenog progressa, $a_t p (1 - \Delta v)$, nije konstantan već varira sa promjenama prosječne starosti kapitala, odnosno sa variranjem stope investicija.

Postoji čitav niz drugih strukturnih karakteristika kapitala koje su relevantne za analizu izvora rasta. Ukazaćemo na one

pri čemu $B = (1 + p)^{-v_0}$, dok v_0 predstavlja prosječnu starost kapitala u početnom, nultom trenutku. Daljom transformacijom dobijamo:

$$\begin{aligned} C_t^* &= B(1 + p)^t C_t \sum (1 + p v_0 - s p) (C_{st} / C_t) \\ &= B(1 + p)^t C_t \left[1 + p v_0 - p \sum s (C_{st} / C_t) \right] \\ &= B(1 + p)^t C_t (1 + p v_0 - p v_t) \end{aligned}$$

pri čemu $v_t = \sum s (C_{st} / C_t)$ predstavlja prosječnu starost kapitala u trenutku t . Slijedi

$$C_t^* = B(1 + p)^t C_t [1 + p(v_0 - v_t)] = B(1 + p)^t C_t (1 + p \Delta v)$$

Očigledno je da je stopa rasta ovog izraza približno jednaka izrazu 6.33.

koje su u direktnoj ili indirektnoj vezi sa opredmećenim tehnološkim progresom. U tom smislu, najvažnije je, čini se, analizirati odnos opreme i građevina, kao i promjena koje se u tom odnosu javljaju. Značaj ovog odnosa proizlazi iz dobro poznate činjenice da su inovacije vezane za opremu, a ne za građevinske objekte; tehnološki progres se opredmećuje u novoj opremi, a ne u novim građevinama (osim ako se ne radi o turističkim djelatnostima, dijelu BDP-a koji nastaje u stanovima koje koriste njihovi vlasnici, uslugama lagerovanja robe ili nekim sličnim uslugama).

Imajući rečeno u vidu, čini se opravdanim zahtjev da se oprema i građevine unesu kao posebni inputi u agregatnu proizvodnu funkciju.¹³ Pri tom opremu treba raščlaniti po pojedinim starosnim skupinama kako bi se na taj način obuhvatio efekat tehnološkog progressa koji se u njima opredmećuje. Građevinske objekte, nasuprot tome, treba dati agregatno (u njihovoj nabavnoj vrijednosti) pošto oni nijesu nosioci tehnološkog progressa. Ako u ovim uslovima dođe do ubrzanja rasta građevina stopa rasta društvenog proizvoda će se povećati samo u mjeri u kojoj se povećava rast konvencionalno mjenenog agregatnog kapitala (prvi dio izraza 6.33, a ne i usled eventualnog podmlađivanja kapitala (drugi dio izraza 6.33)) izazvanog smanjenjem prosječne starosti građevinskih objekata. Samo ono podmlađivanje kapitala koje je posledica podmlađivanja opreme vodiće povećanju drugog dijela izraza 6.33. Postoje još radikalniji zahtjevi koji insistiraju na tome da se, kod specificiranja proizvodne funkcije, građevinski objekti uopšte ne unose kao poseban faktor proizvodnje. U tom slučaju ubrzan rast vrijednosti građevinskih objekata, *ceteris paribus*, nema uticaja ni na prvi ni na drugi dio izraza 6.33. Eventualno, tehnološki nedopustivo, smanjenje rasta građevina uticaće na smanjenje korišćenja instalirane opreme. Ovakvo specificiranje proizvodne funkcije zasnovano je na dosta realnoj pretpostavci da između građevinskih objekata i opreme postoji nulta elastičnost supstitucije.

No, na koji god od gore opisanih načina specificikovali proizvodnu funkciju suština će biti ista: povećanje učešća građevinskih objekata u ukupnoj strukturi osnovnih sredstava vodi, pri

¹³To u jednom od svojih eksperimenata čini i [Solow, 1962b].

ostalim nepromijenjenim uslovima, smanjenju stope rasta proizvodnje, i obratno, povećanje učešća opreme utiče na ubrzanje rasta privrede.¹⁴

Za analizu efikasnosti investicija bitno je znati i to koliki dio investicija ide na izgradnju novih objekata (preduzeća) na novoj lokaciji, a koliki dio na zamjenu, modernizaciju i proširenje starih preduzeća. Povećanje učešća novih objekata na novoj lokaciji utiče, pri ostalim nepromijenjenim uslovima, kratkoročno i srednjoročno gledano na smanjenje stope rasta proizvodnje, dok dugoročni uticaj može biti jako pozitivan. Dva su razloga negativnog srednjoročnog i kratkoročnog efekta.

Prvi razlog je već apsolviran u prethodnom razmatranju. Naime, poznato je da izgradnja novih preduzeća na novoj lokaciji pretpostavlja izgradnju određenih objekata privredne infrastrukture (putevi, vodovod, uređenje zemljišta, električna energija i sl.) koje kod izgradnje objekata na staroj lokaciji ne treba podizati jer oni već postoje. Kako objekti privredne infrastrukture predstavljaju uglavnom građevinske objekte, to povećanje onog dijela investicija koje su namijenjene novim preduzećima na novoj lokaciji vodi povećanju učešća građevinskih objekata, što na ranije opisan način, utiče na smanjenje stope rasta. Naravno, sve ovo važi pri ostalim nepromijenjenim uslovima.

Drugi razlog vezan je za niži nivo organizacije preduzeća. Novootvoreno preduzeće tek treba da definiše organizacionu šemu koja najviše odgovara ne samo njegovoj tehnologiji, već datom institucionalnom i kulturnom ambijentu. S druge strane, kada je organizaciona šema definisana potrebno je da bude akceptirana od strane radnog kolektiva. Oba ova procesa, definisanje i implementacija organizacione šeme, zahtijevaju određene finansijske i vremenske resurse. Kod izgradnje objekata na staroj lokaciji resursi koji se troše u ove svrhe su daleko manji, pa su zato ova

¹⁴Pojedini autori, na primjer, smatraju da je visoko učešće građevinskih radova u ukupnoj strukturi investicija jedan od važnijih faktora kojim se može objasniti retardacija tehnoloških procesa u SSSR-u u sedamdesetim i osamdesetim godinama prošlog vijeka [Hanson, 1986].

preduzeća i efikasnija.¹⁵

Jednom riječju, zamjena, rekonstrukcija, modernizacija, i uopšte izgradnja novih objekata na staroj lokaciji unose u proces proizvodnje ne samo viši nivo znanja opredmećenog u kapitalu, već i viši nivo neopredmećenog znanja (organizacione inovacije). Samim tim, ako se poveća učešće investicija namijenjenih za ove svrhe doći će do kratkoročno veće stope rasta.

Konačno, za analizu izvora rasta, posebno je značajno analizirati odnos domaće i strane opreme, te promjene koje se u tom odnosu javljaju.¹⁶ Ovo je posebno značajno kada se analizira rast zemalja u razvoju koje najveći dio svoje najsavremenije opreme nabavljaju upravo u inostranstvu. Značaj razmatranja odnosa domaće i strane opreme proizlazi iz činjenice da je stopa rasta opredmećenog tehnološkog progresa kod njih različita. Kod nerazvijenih i zemalja u razvoju efikasnost domaće opreme raste po daleko nižoj stopi rasta od efikasnosti opreme uvezene iz razvijenih zemalja. Razlog toga je ne samo u činjenici da one imaju slabije razvijenu istraživačko-razvojnu djelatnost, već i zbog njihove nepovoljne privredne strukture u kojoj uglavnom dominiraju inovativno saturirane privredne grane i tehnologije koje se ne mogu dalje značajno usavršavati.

U uvodnim razmatranjima smo već konstatovali da su prva mjerenja izvora rasta pokazala da čitavih 50 – 60% rasta razvijenih i srednje razvijenih zemalja treba tumačiti tehnološkim progresom shvaćenim u najširem smislu te riječi, a da zapošljavanjem i investicijama, za koje se vjerovalo da predstavljaju glavni generator napretka, može biti objašnjeno tek nekih 40 – 50% privrednog rasta. Polazeći od realne pretpostavke da se najveći dio tehnološkog progresa opredmećuje u investicijama, modeli sa opredmećenim tehnološkim progresom trebali su, između ostalog, da ponovo afirmišu ulogu investicija i kapitala kao nosioca

¹⁵Riječ je, dakle, o svojevrsnom organizacionom *learning by doing* efektu [Arrow, 1962a].

¹⁶Model rasta u kome je strana oprema unijeta kao poseban input u proizvodnu funkciju prvi je razvio i primijenio na primjeru Poljske Gomulka [Gomulka, 1986]. Kasnije je, na drugačiji način, ova ideja bila primjenjivana od čitavog niza drugih autora.

napretka. Naime, ako se u određenom trenutku poveća stopa investicija, povećaće se ne samo stopa rasta kapitala već će se poboljšati i kvalitet kapitala usled povećanja učešća najmlađe i ujedno i najproduktivnije generacije. Stopa rasta proizvodnje će se u tim uslovima povećati, ne samo zbog ubrzanja rasta kapitala, što i model sa homogenim kapitalom pokazuje, već i zbog pomenutog poboljšanja kvaliteta kapitala, što će se ispoljiti kao povećanje stope rasta tehnološkog progresa. Ovo se vrlo jasno vidi iz našeg izraza 6.33. Povećanje stope rasta investicija, naime, zbog povećanja učešća najmlađe generacije kapitala (vidi izraz 6.34, vodi smanjenju prosječne starosti kapitala, što utiče na povećanje drugog dijela izraza 6.33. Bez sumnje, pokazujući da stopa investicija utiče i na stopu rasta tehnološkog progresa, modeli sa opredmećenim tehnološkim progresom značajno su, bar u početku, doprinijeli ponovnoj afirmaciji investicija kao nosioca privrednog rasta.

Međutim, da bismo sagledali cijelu istinu potrebno je da sagledamo i kakav je uticaj povećanja stope investicija na dugoročnu stopu rasta, pošto je očigledno da prethodno razmatranje ukazuje samo na kratkoročne efekte. I intuitivno je jasno, a može se i formalno pokazati,¹⁷ da sa protokom vremena dolazi do stabilizovanja generacijske strukture kapitala. Naime, nekada najmlađe generacije kapitala vremenom postaju najstarije; učešće najstarijih generacija se, usled toga, povećava a učešće najmlađe se postepeno smanjuje. Prosječna starost kapitala se povećava i približava nivou na kom je bila prije povećanja stope investicija. Samim tim i drugi dio izraza 6.33 se približava nivou na kom je bio prije povećanja investicija, a koji je, očigledno, jednak konstantnoj stopi rasta opredmećenog tehnološkog progresa ($a_t p$); uticaj promjene starosne strukture kapitala postaje jednak nuli ($a_t p \Delta v = 0$) pošto je, na vrlo dug rok, prosječna starost kapitala nepromjenljiva ($\Delta v = 0$). Konsekventno, stopa rasta proizvodnje se smanjuje i približava svom ravnotežnom dugoročnom nivou. Dugoročna, ravnotežna stopa rasta je kod modela sa opredmećenim tehnološkim progresom [Phelps, 1962] ista kao

¹⁷Detaljnije o ovom vidjeti u [Phelps, 1962], [Matthews, 1964], [Phelps i Yaari, 1964]. Na našem jeziku je ovaj problem razmatrao [Popović, 1987b].

kod modela sa neopredmećenim tehnološkim progresom [Solow, 1956] i jednaka je sumi stopa rasta zaposlenosti i tehničkog progressa (opredmećenog i/ili neopredmećenog). Ona je, dakle, nezavisna od stope investicija. Ono što stopa investicija određuje je nivo putanje rasta na vrlo dug rok, a ne njen nagib (tj. stopa rasta).¹⁸

Prema tome, stopa rasta totalne faktorske produktivnosti, dugoročno posmatrano, nezavisna je od stope investicija. Na dug rok, ona zavisi od nivoa ukupnog tehnološkog progressa, opredmećenog (a_{tp}) ili neopredmećenog (\dot{B}/B), svejedno. Došli smo, dakle, do istog zaključka do kog smo došli polazeći od modela sa homogenim kapitalom: ekonomski i svaki drugi napredak određen je u krajnjoj liniji napretkom ljudskog znanja.

Zaključku da je napredak ljudskog znanja, a ne porast investicija, izvor ekonomskog i društvenog progressa moglo bi se prigovoriti da ne uvažava dovoljno očiglednu činjenicu da se veći dio tehnološkog progressa opredmećuje u investicijama. Zaista, investicije jesu *nosilac* tehnološkog progressa, ali samo nosilac, a ne i stvaralac progressa. One, drugim riječima, nijesu dovoljne da dođe do tehnološkog progressa. Da bi do progressa zaista došlo potrebno je da prethodno dođe do napretka primijenjenog znanja, tj. do inovacija koje će putem investicija biti unijete u proces proizvodnje. Prema tome, nije tehnološki progres određen investicijama u osnovna sredstva, već važi suprotna relacija: nivo investicija je određen nivoom tehnološkog napretka. Naime, određujući kretanje stope povraćaja na uloženi kapital, tehnološki napredak, *ceteris paribus*, određuje i sklonost pojedinačnih preduzeća ka ulaganjima u osnovna sredstva.¹⁹ S druge strane, sam nivo tehnološkog napretka, tj. inovativnost određene ekonomije određen je, pri ostalim nepromijenjenim uslovima, nivoom ulaganja u nauku, istraživanje i razvoj. Drugim riječima, veličina p nije egzogeno određena kao u izrazu 6.33, već je endogeno data kao funkcija ulaganja u R&D kapital.

¹⁸Detaljnije o ovome vidi takođe u [Popović, 1987b].

¹⁹Ovo je jedan od tri glavna argumenta koje je [Denison, 1964, Denison, 1980] uputio u prilog tezi o nevažnosti hipoteze o opredmećenom tehnološkom progresu.

Prije nego što nastavimo naše izlaganje, smatramo važnim istaći da je u posljednjih dvadesetak godina, nakon izvjesnog zastoja i zapostavljanja, došlo do ponovnog razvoja interesovanja za takozvane *vintage modele* rasta. Početkom šezdesetih su ovi modeli bili u jezgru teorije rasta ali su se, djelimično zbog kompleksnosti samih modela, a djelimično i zbog same kontroverze vezane za hipotezu o opredmećivanju progressa, vrlo brzo izgubili iz teorijske analize. Negdje početkom devedesetih ponovo se javljaju u teorijskoj i empirijskoj analizi zahvaljujući ponajviše podsticajima koje je tome dala primjena teorije optimalne kontrole kao i sofisticiranija analiza vremenskih serija koja se tada učinila dostupnom. Optimalna kontrola je omogućila razvoj *vintage* modela sa varijabilnom a ne fiksnom stopom investicija, na čemu se zasnivala stara generacija *vintage* modela. Slično je konstrukcija vremenskih serija relativnih cijena trajnih potrošnih dobara odigrala ključnu ulogu u ponovnom dinamičnom oživljavanju *vintage* modela. Pored ova dva prodora, adekvatne vremenske serije i primjena optimalne kontrole, treći važan prodor u razvoju ovih modela rasta tiče se nastojanja da se i ljudski kapital tretira na način koji razgraničava razne generacije i starosne skupine ljudskog kapitala.²⁰

Mnogi od modela razvijenih šezdesetih godina prošlog vijeka su modifikovani, tako što su prvo endogenizirani, a potom, ako je za to bilo prilike, i empirijski testirani primjenom novih vremenskih serija. Nažalost, prema našem saznanju, kolaborativni rad Solowa, Tobina, Von Weizsackera i Yaaria [Solow et al., 1966] još nije pretrpio ovakve modifikacije i adaptacije, što je prava šteta kada se ima u vidu činjenica da je upravo ovaj model zasnovan na najrealističnijim pretpostavkama kada je riječ o mogućnosti supstitucije faktora. Naime, ovaj model originalno polazi od pret-

²⁰Vidi posebno rad Gordona [Gordon, 1990] kao i nešto kasnije radove Greenwooda, Hercowitza i Krusella [Greenwood et al., 1997], Boucekkinea, Licandra i Paula [Boucekkine et al., 1997], Hercowitza [Hercowitz, 1998], Krusella [Krusell, 1998], Whelana [Whelan, 2002], Greenwood i Jovanovic [Greenwood i Jovanovic, 2001], Boucekkinea, del Ria i Licandroa [Boucekkine et al., 2003, Boucekkine et al., 2005], Harta [Hart, 2004], Bilsa [Bils, 2004], Fabbria i Gozzia [Fabbri i Gozzi, 2008], Boucekkine, Hritonenko i Yatsenko [Boucekkine et al., 2011a] i drugih.

postavke da mogućnost supstitucije faktora ne postoji ne samo poslije instaliranja, već ni prije instaliranja opreme. I prije i poslije instaliranja opreme faktorske proporcije su fiksne. Nerealni su i oni vintage modeli, poznati kao *putty-clay*, koji polaze od nazgled realne pretpostavke da prije instaliranja opreme, *ex-ante*, postoji a *ex-post* ne postoji mogućnost supstitucije faktora. Međutim ovi modeli kao da pretpostavljaju da je čovjek *iracionalna neznalica* koji će, pošto je takav, nastojati da u toku istraživačko-razvojne djelatnosti pronađe sve kombinacije faktora kojima se može proizvesti određeni obim proizvodnje. Tako nešto bi bilo prohibitivno skupo. Nasuprot tome, čovjek se ponaša kao *racionalna neznalica*. Mogućnost supstitucije faktora postoji samo u toku istraživačko razvojne djelatnosti i u okviru te djelatnosti racionalni agent nastoji da pronađe onu kombinaciju faktora proizvodnje koja će najviše štedjeti one faktore čije su cijene velike i / ili se očekuje da će rasti najjačim tempom.

6.1.3. UTICAJ STEPENA KORIŠĆENJA KAPITALA U USLOVIMA OPREDMEĆENOG PROGRESA

U svim prethodnim razmatranjima mi smo koristili stvarno korišćeni kapital $(C_{st}^*, C_{st}, C_t^*, C_t)$, a ne angažovani kapital (K) , kao u uvodnom dijelu rada. Moguće je, međutim, poći i od angažovanog kapitala kao inputa. U tom slučaju, dio stope rasta koji razlaže ukupni doprinos angažovanog kapitala imaće isti oblik kao i u prethodnim razmatranjima, s tim što ćemo umjesto korišćenog kapitala, C_{st} i C_t , imati angažovani kapital, K_{st} i K_t , a umjesto korišćenog kapitala mjereno u efektivnim jedinicama, C_{st}^* i C_t^* , imaćemo angažovani kapital mjereno, opet, u efektivnim jedinicama mjere, K_{st}^* i K_t^* . Takođe, umjesto prosječne starosti korišćenog kapitala, v_t i Δv , biće prosječna starost angažovanog kapitala, w_t i Δw . Koeficijenti a_t , a_{st} , a_{st}^* i f_s imaće istu vrijednost kao u prethodnom slučaju. Tvrdnja da će koeficijenti a_t , a_{st} , a_{st}^* i f_s imati istu vrijednost i kod modela sa angažovanim kapitalom kao i kod modela sa korišćenim kapitalom zasnovana

je na, dosta realističnoj, pretpostavci da sa promjenom stepena korišćenja određene vrste kapitala dolazi do promjene marginalne proizvodnosti tog kapitala istog intenziteta, ali različitog smjera. Ako je rečena pretpostavka realna onda bi formalni dokaz za iznjetu tvrdnju bio sličan onom kojim smo došli do relacije 6.10.

Prema tome, ako u proizvodnu funkciju 6.1 stavimo, umjesto korišćenog kapitala starog s godina (C_{st}^*), angažovani kapital star s godina (mjereno u efektivnim jedinicama) (K_{st}^*), možemo, vršeći apsolutno iste transformacije kao u prethodnom razmatranju, doći do sledećeg izraza

$$\sum_{s=0}^h a_{st}^* \frac{\dot{K}_s^*}{K_s^*} = a_t p + a_t \frac{\dot{K}}{K} + a_t p \Delta w = a_t \frac{\dot{K}}{K} + a_t p (1 - \Delta w) \quad (6.35)$$

Ovaj izraz je, očigledno, analogan prethodno dobijenom izrazu 6.33. Ukupan doprinos svih generacija angažovanog kapitala mjenog u efektivnim jedinicama mjere i ovdje je razložen na tri dijela. Prvi dio izražava doprinos porasta angažovanog kapitala, drugi predstavlja doprinos konstantne stope rasta opredmećenog tehnološkog progresa, dok treći dio mjeri uticaj promjene starosne strukture angažovanog kapitala. Ako sada izrazu 6.33 dodamo i oduzmemo novodobijeni izraz 6.35, prvi od njih neće promijeniti vrijednost, a omogućiće nam da doprinos korišćenog kapitala dalje dekomponujemo. Dobićemo:

$$\begin{aligned} \sum_{s=0}^h a_{st}^* \frac{\dot{C}_s^*}{C_s^*} &= \sum_{s=0}^h a_{st}^* \frac{\dot{K}_s^*}{K_s^*} + \sum_{s=0}^h a_{st}^* \frac{\dot{C}_s^*}{C_s^*} - \sum_{s=0}^h a_{st}^* \frac{\dot{K}_s^*}{K_s^*} \\ &= a_t \frac{\dot{K}}{K} + a_t p - a_t p \Delta w + a_t \left(\frac{\dot{C}}{C} - \frac{\dot{K}}{K} \right) \\ &\quad + a_t (p - p) - a_t p (\Delta v - \Delta w) \end{aligned}$$

Imajući u vidu da je razlika stopa rasta jednaka stopi rasta ko-

ličnika, ovaj izraz se dalje svodi na:

$$\sum_{s=0}^h a_{st}^* \frac{\dot{C}_s^*}{C_s^*} = a_t \frac{\dot{K}}{K} + a_t p - a_t p \Delta w + a_t \left(\frac{C/K}{C/K} \right) - a_t p (\Delta v - \Delta w) \quad (6.36)$$

Prema tome, ukupan doprinos korišćenog efektivnog kapitala ovdje je razložen na pet djelova. Značenje prvog, drugog i trećeg dijela je kao u izrazu 6.35. U četvrtom dijelu je, kao što vidimo, koeficijentom a_t pomnožena stopa rasta odnosa korišćenog i angažovanog kapitala. Ova stopa rasta, očigledno, predstavlja mjeru uticaja relativnih promjena u stepenu korišćenog kapitala na stopu rasta. Da bismo shvatili značenje petog dijela ovog izraza, primijetimo da će njegov uticaj na stopu rasta biti pozitivan samo ako je $\Delta w > \Delta v$. To će se desiti onda kada se brže povećava relativno korišćenje mlađih generacija kapitala ili kada je smanjenje korišćenja kapitala manje izraženo kod mlađih generacija kapitala, što je sasvim logično očekivati. Nažalost, mi često nijesmo u stanju da empirijski utvrdimo ni učešće pojedinih generacija kapitala, a kamo li njihovo relativno korišćenje. Usled toga, prinuđeni smo da pođemo od pretpostavke da je korišćenje kapitala isto kod svih generacija kapitala, što implicira da je $\Delta w = \Delta v$. U tom slučaju peti dio izraza 6.36 se svodi na nulu pa dobijamo:

$$\sum_{s=0}^h a_{st}^* \frac{\dot{C}_s^*}{C_s^*} = a_t \frac{\dot{K}}{K} + a_t \left(\frac{C/K}{C/K} \right) - a_t p (1 - \Delta w) \quad (6.37)$$

što predstavlja konačni rezultat našeg razlaganja doprinosa korišćenog kapitala.

6.2. UTICAJ HETEROGENOG INPUTA OBRAZOVANJA NA PRIVREDNI RAST

Da bismo što lakše razumjeli suštinu ovog pristupa u analizi i mjerenju doprinosa obrazovanja privrednom rastu, poći ćemo ponovo od multi-faktorske proizvodne funkcije 6.1, ali modifikovane tako što sada umjesto raznih generacija kapitala unosimo kapital agregiran kao u izrazu 6.24.

$$Q = F [H_{0t}, H_{1t}, H_{2t}, \dots, H_{it}, \dots, H_{nt}; C_t^*; t] \quad (6.38)$$

Napominjemo da bi se rezultat koji slijedi mogao dobiti i da smo pošli od proizvodne funkcije opšteg oblika u kojoj bi umjesto različitih vrsta rada uneli input rada mjenjenog u jedinicama iste efikasnosti, odnosno rada prilagođenog za kvalitet, H^* , koji je sam po sebi funkcija različitih vrsta rada, $H^* = h(H_0, H_1, H_2 \dots H_i \dots H_n)$.²¹ Nama se čini da je ovaj model manje generalan od onog koji mi ovdje iznosimo zato što se kod njega već u samom početku polazi od pretpostavke da parcijalna elastičnost supstitucije između različitih vrsta rada ne zavisi od količine fizičkog kapitala, već da zavisi samo od količine različitih vrsta rada.²²

Značenje pojedinih djelova izraza 6.38 je dato već ranije i nećemo ga ponavljati. Kombinujući rezultat dat u izrazu 6.2, i rezultat dat izrazom 6.29, dobijamo stopu rasta dekomponovanu na sledeći način:

$$\frac{\dot{Q}}{Q} = a_t \frac{\dot{C}^*}{C} + \sum_{i=0}^n b_{it} \frac{\dot{H}_i}{H_i} + \frac{\dot{B}}{B} \quad (6.39)$$

²¹Ovaj postupak je, na primjer, primijenjen od strane [Mulligan i Sala-i-Martin, 1995a]. Za jednostavan prikaz ove metode vidjeti takođe [Stevens i Weale, 2004].

²²Drugi, takođe, zanimljiv pristup u mjerenju doprinosa obrazovnog inputa, predložen od strane istih autora [Mulligan i Sala-i-Martin, 1995b], bazira se na pokušaju da se utvrdi optimalni indeks ljudskog kapitala, tj. indeks koji minimizira funkciju očekivane greške koja se dobija kada se indeks obrazovnog inputa poredi između različitih zemalja.

I ovdje su značenja pojedinih djelova i parametara već poznata iz ranijih razmatranja i nećemo ih ponavljati. Fokus naše dalje analize je na dijelu izraza predstavljenim sa $\sum_{i=0}^h b_{it} \dot{H}_i / H_i$, koji, kao što znamo, izražava uticaj svih vrsta rada na stopu rasta. Uticaj obrazovanja i ljudskog kapitala na privredni rast je u ovoj analizi donekle simplifikovan. Kao da se polazi od pretpostavke da obrazovanje ima samo direktan uticaj na proizvodnju. Međutim, njegov indirektan uticaj preko kreiranja i difuzije novih tehnologija i novog znanja uopšte, kako su to elaborirali Nelson i Phelps [Nelson i Phelps, 1966], može biti mnogo snažniji nego ovaj direktan efekat. Mnogi modeli iz nove teorije rasta, oslanjajući se na ideju eksternalija koje stvara obrazovanje, takođe apostrofiraju veću stopu kreiranja inovacija koju može generisati okolnost da zemlja ima bolje obrazovanu radnu snagu.²³

6.2.1. UTICAJ PROMJENA OBRAZOVNE STRUKTURE NA STOPU RASTA PROIZVODNJE

Posmatrani element je zapravo suma doprinosa svih vrsta rada, tj. svih obrazovnih kategorija rada, ukupnoj stopi rasta ekonomije. Ovaj poslednji dio izraza se dalje može transformisati tako da se dobije

$$\sum_{i=0}^n b_{it} \frac{\dot{H}_i}{H_i} = b_t \sum_{i=0}^n m_{it} \frac{\dot{H}_i}{H_i} \quad (6.40)$$

gdje se

$$b_t = \sum_{i=0}^n \frac{F_{H_{it}} H_{it}}{Q_t} = \frac{H_t}{Q_t} \sum_{i=0}^n F_{H_{it}} \frac{\dot{H}_{it}}{H_t} = \frac{F_{H_t} H_t}{Q_t} \quad (6.41)$$

može shvatiti kao elastičnost proizvodnje u odnosu na ukupan input rada, $\sum F_{H_{it}} (H_{it}/H_t)$ kao marginalna produktivnost ukup-

²³Za detaljniji prikaz vidi [Sianesi i van Reenen, 2000, Sianesi, 2002] i [Dowrick, 2002].

nog rada, dok se

$$m_{it} = \frac{F_{H_{it}} H_{it}}{\sum_{i=0}^n F_{H_{it}} H_{it}} = \frac{F_{H_{it}} H_{it}}{F_{H_t} H_t} \quad (6.42)$$

može opisati kao elastičnost agregatnog učešća rada u BDP-u u odnosu na određenu vrstu rada. Uvrštavanjem sada izraza 6.40 u izraz 6.39 dobija se

$$\frac{\dot{Q}}{Q} = a_t \frac{\dot{C}^*}{C} + b_t \sum_{i=0}^n m_{it} \frac{\dot{H}_i}{H_i} + \frac{\dot{B}}{B} \quad (6.43)$$

Ako sada pretpostavimo da je parcijalna elastičnost supstitucije između bilo kojeg para pojedinih faktora proizvodnje jednaka jedinici i nezavisna od količine drugih faktora, to će nam omogućiti da se pojednostavi i specifikuje početna proizvodna funkcija. Još konkretnije, to znači da je, kao prvo, elastičnost supstitucije između kapitala (C^*) i bilo koje vrste rada (H_{it} za bilo koji i) jednaka jedinici i nezavisna od količina drugih vrsta rada. Drugim riječima, svaka promjena granične stope supstitucije između kapitala i određene vrste rada (F_C/F_{H_i} za bilo koje i) praćena je sa promjenom odnosa kapitala i posmatrane vrste rada (C^*/H_i) jednakog intenziteta. Drugo, elastičnost supstitucije između različitih vrsta rada je jednaka jedinici i nezavisna od količine kapitala: svaka promjena u graničnoj stopi supstitucije između različitih vrsta rada (F_{H_i}/F_{H_j} za bilo koji i i j) praćena je isto toliko snažnom promjenom u odnosu te dve vrste rada (H_i/H_j za bilo koji i i j). Posledica tih dviju pretpostavki je konstantnost faktorskih elastičnosti proizvodnje, odnosno konstantnošću elastičnosti proizvodnje u odnosu na kapital, $a_t = a$, i konstantnošću elastičnosti proizvodnje u odnosu na bilo koju vrstu rada, $b_{it} = b_i$. Naravno, poslednji stav podrazumijeva i stalnost $b_t (= b)$ i $m_{it} (= m_i)$.

Imajući rečeno u vidu, prethodno dati izrazi 6.39 i 6.43 sada postaju

$$\begin{aligned} r_Q &= ar_{C^*} + \sum_{i=0}^n b_i r_{H_i} + r_B \\ &= ar_{C^*} + b \sum_{i=0}^n m_i r_{H_i} + r_B \end{aligned} \quad (6.44)$$

Rješavanjem bilo koje od ovih dviju diferencijalnih jednačina (integriranjem i antilogaritmovanjem) dobijamo proizvodnu funkciju sledećeg oblika

$$Q_t = B_t C_t^{*a} \prod_{i=0}^n H_{it}^{b_i} = B_t C_t^{*a} \left[\prod_{i=0}^n H_{it}^{m_i} \right]^b = B_t C_t^{*a} H_t^{*b} \quad (6.45)$$

Ovdje je, očigledno, $H_t^* = \prod_{i=0}^n H_{it}^{m_i}$ i predstavlja input rada mjereno u časovima rada iste efikasnosti.

Daljom transformacijom, tj. množenjem i dijeljenjem izraza 6.45 sa $H_t^{b_u}$, gdje $b_u = F_{H_0} H_t / Q_t$ predstavlja elastičnost proizvodnje u odnosu na neobrazovani dio radne snage („sirovog” rada), dobija se

$$Q_t = B_t H_t^{b_u} C_t^{*a} \left[\prod_{i=0}^n \frac{H_{it}^{m_i}}{H_t^{b_u/b}} \right]^b \quad (6.46)$$

Sada $H_t^{b_u}$ predstavlja input nekvalifikovanog ili „sirovog” rada, dok dio u zagradi, $\left[\prod_{i=0}^n \frac{H_{it}^{m_i}}{H_t^{b_u/b}} \right]^b$, predstavlja doprinos obrazovnog inputa. Očigledno je da treći i četvrti dio ovog izraza zajedno,

$C_t^{*a} \left[\prod_{i=0}^n \frac{H_{it}^{m_i}}{H_t^{b_u/b}} \right]^b$, predstavlja zajednički uticaj cjelokupnog

kapitala (konvencionalnog i obrazovnog) na privredni rast. Ovako izražen uticaj kapitala je, očito, mnogo veći nego u izvornom modelu Solowa.

U ovom slučaju mi smo, očigledno, potpuno u sferi Cobb-Douglas (CD) proizvodne funkcije: svi faktori proizvodnje agregirani su kao u CD proizvodnoj funkciji. Riječ je o multi-faktorskoj CD proizvodnoj funkciji. Drugim riječima, svi faktori su agregirani pomoću geometrijskog indeksa sa faktorskim učešćima u BDP-u kao ponderima. Iako je vrlo zgodna za primjenu, ova vrsta proizvodne funkcije nikada nije bila korišćena u empirijskim radovima koji se bave doprinosom obrazovanja ekonomskom rastu. Razlog je vrlo jasan. Dok se konstantnost učešća kapitala i ukupnog rada u BDP-u može smatrati realističnom, u suprotnosti

je sa realnošću pretpostaviti konstantnost udjela različitih vrsta rada u GDP-u, što je ovdje upravo slučaj. Učešće obrazovanih kategorija rada se, naime, konstantno povećavalo u poslednjih nekoliko dekada. Ovo se događalo upravo kao posledica tehnološkog napretka i konsekvantne rastuće tražnje za obrazovanim kategorijama radnika, s jedne strane, te usled rasta premija na nadnice visoko obrazovanih radnika, s druge strane.

Mnogo realističniji su modeli zasnovani na pretpostavkama od kojih polaze Denison i ostali iz iste tradicije.²⁴ Prvo, oni pretpostavljaju, implicitno ili eksplicitno, da granična stopa supstitucije između različitih vrsta rada (F_{H_i}/F_{H_j} za bilo koje i i j) ne zavisi od relativnog odnosa kapitala i posmatrane vrste rada (C^*/H_i za svako i). Ovo je poznato kao uslov aditivne separabilnosti. Pomenuti uslov je važan jer nam olakšava da riješimo diferencijalnu jednačinu 6.39 ili 6.43 rješavajući zasebno svaki pojedinačni dio tih jednačina. Druga pretpostavka je da su parcijalne elastičnosti supstitucije između bilo koje dvije vrste rada beskonačne i nezavisne od količine bilo koje druge vrste rada. Drugim riječima, promjene u odnosu bilo koje dvije vrste rada (H_{it}/H_{jt} za bilo koji i i j) nemaju nikakav uticaj na granične stope supstitucije između tih dviju vrsta rada (F_{H_i}/F_{H_j} za bilo koje i i j): Odgovarajuće granične stope supstitucije, F_{H_i}/F_{H_j} , su konstantne. Primijetimo, međutim, da konstantnost F_{H_i}/F_{H_j} može biti objašnjena ne samo beskonačnom elastičnošću supstitucije između različitih vrsta rada već takođe i sa pristrasnošću (ne-neutralnošću) tehnološkog progresa: Opadajući prinosi u rastuće investicije u obrazovanje se, u ovom slučaju, kompenziraju sa obrazovno pristrasnim tehnološkim progresom.

Uzimajući da je $j = 0$, tj. da j odgovara nekvalifikovanom „sirovom“) radu, možemo napisati:

$$\frac{F_{H_{it}}}{F_{H_{0t}}} = n_{it} = n_i \quad (6.47)$$

²⁴Vidi, na primjer, radove [Denison, 1962, Denison, 1967, Denison, 1974, Denison, 1985], [Kendrick, 1956, Kendrick, 1979, Kendrick, 1980, Kendrick, 1981], [Griliches, 1960, Griliches, 1963a], [Jorgenson i Griliches, 1967]. Vidi, takođe, [Maddison, 1972, Maddison, 1987], [Psacharopoulos, 1972]. Dobar pregled ove naučne oblasti može se naći u [Griliches, 1996]

Očigledno je da mi možemo izabrati bilo koje drugo j kao numerator.²⁵ U suštini upotreba marginalne produktivnosti (nadnica) nekvalifikovanih radnika, F_{H_0} , je najprirodnija pošto su „osobe sa nula godina obrazovanja, ekonomski gledano, iste uvijek i svuda”, dok „su osobe sa bilo kojim pozitivnim brojem godina školovanja nužno različite i zato ne mogu služiti kao numerator”.

Konačno, treća pretpostavka polazi od toga da je elastičnost supstitucije između kapitala i agregatnog rada jednaka jedinici. Posledica ovoga je konstantnost elastičnosti proizvodnje u odnosu na kapital i agregatni rad. Više formalno: $a_t = a$ i $b_t = b$.

Dijeljenjem imenioca i brojioca izraza 6.42 s F_{H_0} i vršeći odgovarajuću supstituciju u izrazu 6.43, on se može, imajući u vidu prethodno navedene pretpostavke, transformisati u

$$\begin{aligned} \frac{\dot{Q}}{Q} &= \frac{\dot{B}}{B} + a \frac{\dot{C}^*}{C^*} + b \sum_{i=0}^n \frac{(F_{H_{it}}/F_{H_{0t}})H_{it}}{\sum_{i=0}^n (F_{H_{it}}/F_{H_{0t}})H_{it}} \frac{\dot{H}_i}{H_i} \\ &= \frac{\dot{B}}{B} + a \frac{\dot{C}^*}{C^*} + b \sum_{i=0}^n \frac{n_i H_{it}}{\sum_{i=0}^n n_i H_{it}} \frac{\dot{H}_i}{H_i} \end{aligned} \quad (6.48)$$

Sada, rješavanjem ove diferencijalne jednačine (kao i ranije, integracijom i antilogaritmovanjem) dobijamo proizvodnu funkciju sledećeg oblika

$$Q_t = B_t C_t^{*a} \left[\sum_{i=0}^n n_i H_{it} \right]^b = B^t C_t^{*a} H_t^{*b} \quad (6.49)$$

gdje

$$H^* = \sum_{i=0}^n n_i H_{it} \quad (6.50)$$

predstavlja input rada mjereno u časovima rada iste efikasnosti. Tačnije, input rada ovdje je prikazan u jedinicama efikasnosti nekvalifikovanih radnika, tj. radnika sa 0 godina školovanja.

Imajući u vidu da se relativni nivo granične produktivnosti (nadnice) različitih stupnjeva obrazovanja, n_i , sledeći Mincerovu

²⁵Za detaljniju diskusiju o razlozima korišćenja $j = 0$ vidi [Mulligan i Sala-i-Martin, 1995a].

tradiciju, može predstaviti kao polu-logaritamska funkcija godina školovanja, i , zaključujemo da se izraz 6.50 može transformisati u

$$H^* = \sum_{i=0}^n e^{\Phi i} H_{it} \tag{6.51}$$

Ovdje koeficijent Φ mjeri uticaj nivoa obrazovanja (godina školovanja) na relativni nivo marginalne produktivnosti raznih vrsta rada (nadnica). Drugim riječima, relativne visine nadnica (graničnih produktivnosti rada) ovdje su predstavljene kao polu-logaritamske funkcije godina školovanja, $n_i = e^{\Phi i}$. Za $i = 0$ vrijednost $e^{\Phi i}$ će, naravno, biti jednaka 1. Ovo se može dodatno pojednostaviti i aproksimirati sa

$$H^* = e^{\Phi y} H_t = \varphi H_t \tag{6.52}$$

gdje $y = \sum i(H_i/H)$ prikazuje prosječne godine školovanja u posmatranoj ekonomiji i gdje se $\varphi = e^{\Phi y}$ može tumačiti kao ljudski (obrazovni) kapital po zaposlenom. Supstituisanjem ovoga u 6.49 dobijamo

$$Q_t = B_t C_t^{*a} (\varphi H_t)^b = B^t C_t^{*a} H_t^{*b} \tag{6.53}$$

To je upravo proizvodna funkcija predložena od [Hall i Jones, 1999], koja se sve češće koristi u posljednje vrijeme u različitim *time-section* i *cross-country* analizama.²⁶ Očigledno je da je ova proizvodna funkcija ista po svojoj „prirodi” onoj koju je još prije šezdesetak godina predložio Denison.

Izraz 6.49 može se dalje transformisati

$$Q_t = B_t H_t^{b_u} C_t^{*a} \left[\sum_{i=0}^n \frac{n_i H_{it}}{H_t^{\frac{b_u}{b}}} \right]^b = B^t H_t^{b_u} C_t^{*a} \left[\frac{H_t^*}{H_t^{\frac{b_u}{b}}} \right]^b \tag{6.54}$$

Očigledno, treći i četvrti dio ovog izraza, $C_t^{*a} \left[\frac{H_t^*}{H_t^{\frac{b_u}{b}}} \right]^b$, predstavljaju uticaj cjelokupnog kapitala (konvencionalnog i obrazovnog) na ekonomski razvoj.

Kao što vidimo, ukupni rad i kapital ovdje su kombinovani pomoću CD-proizvodne funkcije, tj. geometrijskim indeksom

²⁶Vidi [Caselli, 2004] i [Jones, 1996, Jones, 2004].

sa učešćima kapitala i rada u BDP-u kao ponderima. S druge strane, input rada je, u ovom slučaju, agregiran pomoću aritmetičkog indeksa sa fiksnim graničnim stopama supstitucije između i -te vrste rada i rada nekvalifikovanih radnika (0) kao ponderima. Ovi ponderi se obično izračunavaju kao odnosi između nadnica različitih vrsta rada i nadnica nekvalifikovanih radnika. Ovdje se pretpostavlja da je taj odnos konstantan i to je ovdje ključna pretpostavka. Iako je realnija od pretpostavki prethodnog modela, a vjerojatno je bila i realna i prihvatljiva u vrijeme kada je bila korišćena od strane Denisona i drugih, u današnje vrijeme se čini prilično nereálnim pretpostaviti konstantnost tzv. racija premija na nadnice. Ono čega smo svjedoci u posljednje tri decenije je konstantan i značajan porast racija premija na nadnice. Ova činjenica je široko dokumentovana podacima za većinu razvijenih zemalja. Zapravo, to povećanje premija na nadnice je jedno od najzanimljivijih pitanja u mnogim ekonomskim istraživanjima. Uprkos mnogim istraživanjima ova zagonetka se još uvijek može smatrati neriješenom.

Ako sada jednačini 6.43 dodamo i oduzmemo $b_{0t}(\dot{H}_0/H_0)$ ona se transformiše u sledeći oblik

$$\frac{\dot{Q}}{Q} = \frac{\dot{B}}{B} + a_t \frac{\dot{C}^*}{C^*} + b_{0t} \frac{\dot{H}_0}{H_0} + (b_t - b_{0t}) \sum_{i=0}^n m_{it} \frac{\dot{H}_i}{H_i}$$

Potom, nakon dodatnih manipulacija sličnih onima iz prethodnog paragrafa, podijelimo li brojilac i imenilac njegovog drugog, trećeg i četvrtog dijela sa F_{H_0} , dobijamo sledeću dekompoziciju stope rasta

$$\begin{aligned} \frac{\dot{Q}}{Q} &= \frac{\dot{B}}{B} + (a_t + b_{0t}) \\ &\left[\frac{\frac{F_{C_t^*} C_t^*}{F_{H_{0t}}} \left(\frac{\dot{C}^*}{C^*} \right)}{\frac{F_{K_t}}{F_{H_{0t}}} K_t + \frac{F_{H_{0t}}}{F_{H_{0t}}} H_{0t}} + \frac{\frac{F_{H_{0t}}}{F_{H_{0t}}} H_{0t}}{\frac{F_{K_t}}{F_{H_{0t}}} K_t + \frac{F_{H_{0t}}}{F_{H_{0t}}} H_{0t}} \left(\frac{\dot{H}_0}{H_0} \right) \right] \\ &+ (b_t - b_{0t}) \sum_{i=1}^n \frac{n_{it} \frac{\dot{H}_i}{H_i}}{\sum_{i=1}^n n_{it} \frac{\dot{H}_i}{H_i}} \end{aligned}$$

Pretpostavimo sada da su svi relevantni parametri konstantni, to jest da važi $a_t + b_{0t} = a + b_0$, $b_t - b_{0t} = b - b_0$, $F_{H_{it}}/F_{H_{0t}} = n_{it} = n_i$ i $F_{C_t^*}/F_{H_{0t}} = n_{Kt} = n_K$. Značenje ovih pretpostavki za ponašanje pojedinačnih parcijalnih elastičnosti supstitucije je očigledno. Ako se sada riješi ova diferencijalna jednačina dobijamo

$$Q_t = B_t (n_{C^*} C_t^* + H_{0t})^{a+b_0} \left[\sum_{i=1}^n n_i H_{it} \right]^{b-b_0} \\ = B_t (n_{C^*} C_t^* + H_{0t})^{a+b_0} H_t^{*(b-b_0)}$$

gdje $H_t^* = \sum_{i=1}^n n_i H_{it}$ i predstavlja input rada prilagođen za relativni nivo efikasnosti pojedinih obrazovnih skupina.

Ako sada pretpostavimo da postoje samo dvije vrste rada, ne-kvalifikovani tj. „sirov“ (H_{0t}) i kvalifikovani (H_{1t}), i potom pretpostavimo da $n_{C^*} = (F_{C^*}/F_{H_{0t}}) = 1$, što je zaista vrlo dubiozna pretpostavka, dobijamo

$$Q_t = B_t (C_t^* + H_{0t})^{a+b_0} H_{1t}^{b_1} = B_t (C_t^* + H_{0t})^\theta H_{1t}^{1-\theta} \quad (6.55)$$

gdje je $\theta = a + b_0$ i $1 - \theta = b_1$. Ono što smo dobili nije očito ništa drugo do varijanta poznate Grilichesove proizvodne funkcije [Griliches, 1969] koja podrazumijeva komplementarnost između fizičkog kapitala i kvalifikovanog inputa rada, a koja se u posljednjoj dekadi tako često koristila u objašnjavanju razloga za rastući trend premija na nadnice obrazovanih radnika.

Drugi i češće korišćen način na koji se može uhvatiti gore pomenuta ideja o komplementarnosti između fizičkog kapitala i znanja (vještina), a koji ima veću moć da objasni rast premija na nadnice obrazovanih radnika, jeste takozvani pristup ugniježdene CES proizvodne funkcije. Ovaj pristup je predložen i testiran u čuvenom radu Krusella i ostalih [Krusell et al., 2000]. Ako pretpostavimo konstantne parcijalne elastičnosti supstitucije između različitih faktora proizvodnje i da postoje samo tri faktora proizvodnje (fizički kapital, C^* , kvalifikovana radna snaga (H_1) i nekvalifikovana radna snaga (H_0)),²⁷ tada rješavanjem odgo-

²⁷U originalnom radu autori koriste 4 faktora proizvodnje tako što fizički kapital razlažu na opremu i građevinske radove. Oni takođe uvode i još neke inovacije o kojima će biti riječi kasnije.

varajuće diferencijalne jednačine dobijamo ugnežđenu CES proizvodnu funkciju sledećeg oblika

$$Q_t = B_t \left[\mu H_{0t}^\sigma + (1 - \mu) (\lambda C_t^{*\rho} + (1 - \lambda) H_{1t}^\rho) \frac{\sigma}{\rho} \right]^{\frac{1}{\sigma}} \quad (6.56)$$

Ako u jednačinu 6.43, zbog jednostavnosti supstituišemo $H_{(n+1)t}$ za C^* i $n_{(n+1)t}$ za $n_{C_t^*} = F_{C_t^*} / F_{H_0}$, tada znajući da je $a_t + b_t = 1$, nakon par prostih manipulacija dobijamo sledeću dekompoziciju stope rasta

$$\frac{\dot{Q}}{Q} = \frac{\dot{B}}{B} + (a_t + b_t) \sum_{i=0}^{n+1} m_{it} \frac{\dot{H}_i}{H_i} = \frac{\dot{B}}{B} + \sum_{i=0}^{n+1} m_{it} \frac{\dot{H}_i}{H_i}$$

Ako dalje podijelimo imenilac i brojilac uz m_{it} sa $F_{H_{0t}}$, tada ako pretpostavimo konstantnost parametra n_{it} , tj. $n_{it} = \frac{F_{H_{it}}}{F_{H_{0t}}} = n_i$, i riješimo ovu diferencijalnu jednačinu dobijamo

$$\begin{aligned} Q_t &= B_t \sum_{i=0}^{n+1} n_i H_{it} = B_t \left[n_{C^*} C_t^* + H_{0t} + \sum_{i=1}^n n_i H_{it} \right] \\ &= B_t (n_{C^*} C_t^* + H_{0t} + H_t^*) \end{aligned} \quad (6.57)$$

Ovo je očigledno linearna funkcija proizvodnje. Ako sada ispuštimo dio H_{0t} iz ove jednačine, ali i dalje zadržimo pretpostavku konstantne ekonomije obima dobijamo

$$Q_t = B_t (n_K C_t^* + H^*) = B \bar{C}_t^* \quad (6.58)$$

koji u stvari, po svojoj prirodi, predstavlja poznati model AK, gdje je ukupni kapital izražen u jedinicama iste efikasnosti, tj. u jedinicama efikasnosti „sirovog” rada.

S druge strane, ako pretpostavimo samo jednu vrstu rada (prosječnog rada) u izrazu 6.57, i uz to pretpostavimo jednakost granične proizvodnosti i cijena faktora, izraz 6.57 postaje

$$\begin{aligned} Q_t &= B_t \left[n_{C^*} C_t^* + \sum_{i=0}^n n_i \frac{H_{it}}{H_t} H_t \right] = B_t [n_{C^*} C_t^* + n H_t] \\ &= B_t \left[\frac{\pi}{w_0} C_t^* + \frac{w}{w_0} H_t \right] \end{aligned} \quad (6.59)$$

gdje π predstavlja cijenu kapitala, w_0 nadnice nekvalifikovanih radnika, dok w predstavlja prosječne nadnice. Ovaj rezultat je sličan poznatoj linearnoj proizvodnoj funkciji koju je u jednom od prvih mjerenja izvora rasta koristio Abramovitz, M. [Abramovitz, 1956]. Treba imati na umu, međutim, da u ovom izrazu koristimo relativni nivo cijena faktora, dok Abramowitz koristi apsolutni nivo cijena faktora, odnosno

$$Q_t = B_t [\pi C_t^* + w H_t] \tag{6.60}$$

Za potrebe dalje analize i kako bi dali puni pregled ovog pristupa sada ćemo razložiti stopu rasta u malo više detalja. Ako izrazu 6.40 dodamo i oduzmemo doprinos radne snage mjereno na uobičajeni način, $b_t(\dot{H}/H)$, time nećemo promijeniti vrijednost izraza, ali će nam to omogućiti da razložimo ukupan doprinos radu na detaljniji način:

$$\sum_{i=0}^n b_{it} \frac{\dot{H}_i}{H_i} \approx b_t \frac{\dot{H}}{H} + b_t \sum_{i=0}^n \frac{F_{H_{it}}}{F_{H_t}} \frac{\Delta H_i}{H} \tag{6.61}$$

Kao što vidimo, doprinos rada ovdje se razlaže na dva dijela. Prvi dio, $b_t(\dot{H}/H)$, odražava uticaj porasta homogenog rada, tj. doprinos ukupnih časova rada. Drugi dio, $b_t \sum_{i=0}^n (F_{H_{it}}/F_{H_t}) \Delta(H_i/H)$, mjeri očigledno doprinos promjena u obrazovnoj strukturi na privredni rast.

Sličan rezultat može se dobiti pomoću proizvodnih funkcija 6.45 ili 6.49. Prvo, stopa rasta proizvodnje u tim posebnim slučajevima može se prikazati kao

$$\frac{\dot{Q}}{Q} = \frac{\dot{B}}{B} + a \frac{\dot{C}^*}{C^*} + b \frac{\dot{H}^*}{H^*} \tag{6.62}$$

Značenje pojedinih djelova ovog izraza je očigledno. Primjenjujući isti postupak na dio kojim se mjeri ukupni doprinos radne snage, kao što je gore slučaj, dobili bi

$$b \frac{\dot{H}^*}{H^*} = b \frac{\dot{H}}{H} + b \left[\frac{\dot{H}^*}{H^*} - \frac{\dot{H}}{H} \right] = b \frac{\dot{H}}{H} + b \left[\frac{\Delta(H^*/H)}{H^*/H} \right] \tag{6.63}$$

Kao i u prethodnom slučaju, prvi dio izražava doprinos homogenog rada, dok drugi dio izražava doprinos promjena u obrazovnoj strukturi radne snage privrednom rastu.

6.2.2. UTICAJ TROŠKOVA OBRAZOVANJA KOJI SE ČINE KAKO BI SE OBRAZOVANJE RASTUĆE RADNE SNAGE ODRŽALO NA NEPROMIJENJENOM NIVOU

Moramo primijetiti da je doprinos obrazovanja privrednom rastu puno veći od doprinosa promjena u obrazovnoj strukturi. Osim uticaja strukturnih promjena trebalo bi uključiti i doprinose onih napora u vaspitanju i obrazovanju koji se čine kako bi se održao postojeći nivo obrazovanja u situaciji kada radna snaga raste. Ovaj dio obrazovnog učinka je posebno važan u onim zemljama koje su suočene sa visokim stopama rasta stanovništva i radne snage. Kako bi izrazili uticaj ovog dijela doprinosa obrazovanja, prvom dijelu izraza 6.61 ćemo dodati i oduzeti doprinos „sirovog” rada, $b_u(\dot{H}/H)$, to jest ukupan doprinos neobrazovanog dijela rada koji svi stičemo već samim rođenjem. Dobijamo:

$$\sum_{i=0}^n b_{it} \frac{\dot{H}_i}{H_i} = b_{ut} \frac{\dot{H}}{H} + \left[\frac{(F_{H_t} - F_{H_{0t}})H_t}{Q_t} \right] \frac{\dot{H}}{H} + b_t \sum_{i=0}^n \frac{F_{H_{it}}}{F_{H_t}} \frac{\Delta H_i}{H} \quad (6.64)$$

gdje $b_{ut} = \frac{F_{H_{0t}}H_t}{Q_t}$ predstavlja elastičnost proizvodnje u odnosu na nekvalifikovanu komponentu rada. Na sličan način se taj učinak može izraziti ako isti postupak primijenimo na izraz 6.63 koji se odnosi na specifičnu proizvodnu funkciju. U tom slučaju dobijamo

$$b \frac{\dot{H}^*}{H^*} = b \frac{H_t}{H_t^*} \frac{\dot{H}}{H} + b \left[1 - \frac{H_t}{H_t^*} \right] \frac{\dot{H}}{H} + b \left[\frac{\Delta(H^*/H)}{H^*/H} \right] \quad (6.65)$$

U oba izraza, 6.64 i 6.65, prvi dio izraza predstavlja doprinos „sirovog” rada. Važno je napomenuti da se ovdje ne radi o doprinosu nekvalifikovanih radnika, već o doprinosu nekvalifikovanog dijela rada svih radnika, nečemu što bi svako od radnika mogao doprinijeti i da se nije školovao. Drugi dio, očigledno, predstavlja doprinos napora da se održi postojeći obrazovni nivo rastuće radne snage. Konačno, poslednji dio, kao i prije, predstavlja uticaj promjene u obrazovnoj strukturi radne snage.

Dakle, ukupni doprinos obrazovanja privrednom rastu je dat kao suma drugog i trećeg dijela izraza 6.64 i 6.65. Ako sada sumiramo ova dva dijela obrazovnog doprinosa dobijamo još jednu zanimljivu i korisnu dekompoziciju doprinosa radne snage privrednom rastu. U slučaju opšte funkcije proizvodnje dobijamo

$$\begin{aligned} \sum_{i=1}^n b_{it} \frac{\dot{H}_i}{H_i} &= b_{ut} \frac{\dot{H}}{H} + b_t \sum_{i=1}^n \frac{(F_{H_{it}} - F_{H_{0t}}) H_{it}}{F_{H_t} H_t} \frac{\dot{H}_i}{H_i} \\ &= b_{ut} \frac{\dot{H}}{H} + \sum_{i=1}^n \frac{(F_{H_{it}} - F_{H_{0t}}) H_{it}}{Q_t} \frac{\dot{H}_i}{H_i} \end{aligned} \quad (6.66)$$

Isti rezultat može se dobiti dodavanjem i oduzimanjem $b_u(\dot{H}/H)$ od izraza 6.40 za ukupan doprinos radne snage. Ako sada razliku između granične produktivnosti i -te vrsti rada i granične proizvodnosti nekvalifikovanog rada označimo kao $dF_{H_{it}}$ ili formalnije

$$dF_{H_{it}} = F_{H_{it}} - F_{H_{0t}}$$

izraz 6.66 postaje

$$\sum_{i=1}^n b_{it} \frac{\dot{H}_i}{H_i} = b_{ut} \frac{\dot{H}}{H} + \sum_{i=1}^n \left(\frac{dF_{H_{it}} H_{it}}{Q_t} \right) \frac{\dot{H}_i}{H_i} \quad (6.67)$$

U slučaju specifičnih proizvodnih funkcija 6.45 i 6.49 koristeći sličan postupak dobijamo

$$b \frac{\dot{H}^*}{H^*} = b \left(\frac{H_t}{H_t^*} \right) \frac{\dot{H}}{H} + b \left(\frac{\dot{H}^*}{H^*} - \left(\frac{H_t}{H_t^*} \right) \frac{\dot{H}}{H} \right) \quad (6.68)$$

Posebno treba primijetiti da je u zadnjem dijelu izraza 6.67 data vrijednost doprinosa svake pojedinačne obrazovne kategoriju radnika. Dakle, možemo mjeriti obrazovni doprinos onih sa osnovnom školom, osoba sa srednjoškolskim obrazovanjem, sa visokom stručnom spremom i tako dalje.

Primijetimo sada da izraz 6.66 omogućava neke dodatne specifikacije proizvodne funkcije. Očigledno, zamjenom 6.66 u 6.39 dobijamo

$$\frac{\dot{Q}}{Q} = \frac{\dot{B}}{B} + a_t \frac{\dot{C}^*}{C} + b_{ut} \frac{\dot{H}}{H} + \sum_{i=1}^n \left(\frac{dF_{H_{it}} H_{it}}{Q_t} \right) \frac{\dot{H}_i}{H_i} \quad (6.69)$$

Ako sada pretpostavimo konstantnost učešća kapitala ($a_t = a$), „sirovog” rada ($b_{ut} = b_u$) i pojedinih obrazovanih kategorija rada u BDP-u ($\frac{dF_{H_{it}}H_{it}}{Q_t} = \delta_{it} = \delta_i$), tada rješavanjem diferencijalne jednačine dobijene unošenjem ovih pretpostavki u izraz 6.69 dobijamo Cobb-Douglasovu²⁸ proizvodnu funkciju sledećeg oblika

$$Q_t = B_t H_t^{b_u} C_t^{*a} \prod_{i=1}^n H_{it}^{\delta_i} = B_t H_t^{b_u} \left[C_t^{*\frac{a}{a+\delta}} \prod_{i=1}^n H_{it}^{\frac{\delta_i}{a+\delta}} \right]^{a+\delta} \quad (6.70)$$

gdje je $\delta = \sum_{i=1}^n \delta_i = \sum_{i=1}^n \frac{dF_{H_{it}}H_{it}}{Q_t}$.

Ovaj izraz je analogan prethodno izvedenom izrazu 6.45 (ili bolje njegovoj transformaciji u izrazu 6.54). Dok se pretpostavka o konstantnosti učešća kapitala u BDP-u ($a_t = a$) može smatrati relativno realističnom, konstantnost tog učešća za različite vrste obrazovnog kapitala ($\delta_{it} = \delta_i$) je vrlo nerealna i u suprotnosti sa rasprostranjenim činjenicama koje pokazuju porast učešća viših nivoa obrazovanja u BDP-u. Izraz 6.70, drugim riječima, ima iste probleme kao i prethodno izvedeni izraz 6.45 u analizi i mjerenju uticaja ljudskog / ED kapitala na privredni rast.

S druge strane, ako pretpostavimo konstantnost učešća u BDP-u za kapital ($a_t = a$), „sirov” rad ($b_{ut} = b_u$), ukupni obrazovni kapital ($\delta_t = \sum_{i=1}^n \delta_i = \sum_{i=1}^n \frac{dF_{H_{it}}H_{it}}{Q_t} = \delta$), te konstantnost relativnog nivoa granične produktivnosti različitih vrsta kapitala obrazovanja ($\frac{dF_{H_{it}}}{F_{H_{0t}}} = \gamma_{it} = \gamma_i$), a zatim riješimo diferencijalnu jednačinu dobijenu unošenjem ovih pretpostavki u izraz 6.69 do-

²⁸Da bi izveli ovaj izraz upotrebili smo manipulacije slične onima koje smo koristili ranije kod izvođenja izraza 6.45. Značenje ovdje pobrojanih pretpostavki je takođe slično onom koje smo imali kod izvođenja izraza 6.45.

bijamo sledeću proizvodnu funkciju²⁹

$$\begin{aligned}
 Q_t &= B_t H_t^{b_u} C_t^{*a} \left(\sum_{i=1}^n \gamma_i H_{it} \right)^\delta \\
 &= B_t H_t^{b_u} \left[C_t^{*\frac{a}{a+\delta}} \left(\sum_{i=1}^n \gamma_i H_{it} \right)^{\frac{\delta}{a+\delta}} \right]^{a+\delta} \quad (6.71)
 \end{aligned}$$

Ovaj izraz je, očito, analogan sa ranije dobijenim izrazom 6.49 (ili 6.64). Iz prethodnih razmatranja znamo da se zbog stalnog rasta premije na nadnice, pretpostavka konstantnosti relativnog nivoa granične produktivnosti različitih vrsta kapitala obrazovanja $\left(\frac{dF_{H_{it}}}{F_{H_{0t}}} = \gamma_{it} = \gamma_i \right)$ ne može smatrati realističnom. Prema tome, slijedi da izraz 6.71 ima isti problem kao i izraza 6.49 u objašnjenju doprinosa ljudskog kapitala privrednom rastu.

Izraz 6.69 dalje može biti transformisan dijeljenjem imenioca i brojioca njegovog drugog i trećeg dijela sa F_{H_0} , što će nam dati sledeću dekompoziciju stope rasta

$$\begin{aligned}
 \frac{\dot{Q}}{Q} &= \frac{\dot{B}}{B} + (a_t + b_{ut}) \\
 &\quad \left[\frac{n_{C_t^*} C_t^*}{n_{K_t} C_t^* + n_{0t} H_t} \left(\frac{\dot{C}^*}{C} \right) + \frac{n_{0t} H_t}{n_{K_t} K_t + n_{0t} H_t} \left(\frac{\dot{H}}{H} \right) \right] + \sum_{i=1}^n \delta_{it} \frac{\dot{H}_i}{H_i}
 \end{aligned}$$

gdje je, kao i prije, $n_{C_t^*} = \frac{F_{C_t^*}}{F_{H_{0t}}}$, a $n_{0t} = \frac{F_{H_{0t}}}{F_{H_{0t}}} = 1$. Ako sada pretpostavimo da su konstantni svi relevantni parametri, odnosno, $n_{C_t^*} = n_{C^*}$, $a_t + b_{ut} = a + b_u$ i $\delta_{it} = \delta_i$, tada rješavanjem diferencijalne jednačine dobijene unošenjem pobrojanih pretpostavki u izraz 6.69 dobijamo

$$Q_t = B_t [n_K C_t^* + H_t]^{a+b_u} \prod_{i=1}^n H_{it}^{\delta_i} \quad (6.72)$$

²⁹Da bi derivirali ovaj izraz upotrebili smo manipulacije slične onima koje smo koristili ranije kod izvođenja izraza 6.49. Značenje ovdje pobrojanih pretpostavki je takođe slično onom koje smo imali kod izvođenja izraza 6.49.

što u slučaju samo dvije vrste rada, „sirovi” (H_0) i kvalifikovani (H_1), postaje

$$Q_t = B_t [n_{C^*} C_t^* + H_{0t} + H_{1t}]^{a+b_u} H_{1t}^{\delta_1} \quad (6.73)$$

Ovaj izraz je sličan poznatom Grilichesovoj proizvodnoj funkciji [Griliches, 1969], i zbog tog razloga ima izvjesnu moć da objasni rastuće premije nadnica visoko obrazovanih radnika. Još više moći bi za te svrhe mogla imati ugniježđena CES funkcija koja bi se mogla derivirati iz sličnog okvira.

Ako, s druge strane, podijelimo sve djelove jednačine 6.69 sa F_{H_0} i pretpostavimo konstantnost svih relevantnih parametara, tj. $\gamma_{it} = \gamma_t$, $n_{C_t^*} = \frac{F_{C_t^*}}{F_{H_{0t}}} = n_{C^*}$, $\delta_t = \delta$, $b_{ut} = b_u$ i $a_t = a$, tada rješavanjem diferencijalne jednačine, dobijene unošenjem ovih pretpostavki u izraz 6.69, dobijamo

$$\begin{aligned} Q_t &= B_t(a + b_u + \delta) \left[n_K C_t^* + H_t + \sum_{i=1}^n \gamma_i H_{it} \right] \\ &= B_t \left[n_K C_t^* + H_t + \sum_{i=1}^n \gamma_i H_{it} \right] = B_t \bar{C}_t^* \end{aligned} \quad (6.74)$$

Dobijenu funkciju, očigledno, možemo tretirati kao specifičan oblik linearne proizvodne funkcije ili kao specifičan oblik AK funkcije.

6.2.3. DOPRINOS OBRAZOVANJA FORMIRANOG NA RAZLIČITIM NIVOIMA ŠKOLOVANJA

Još zanimljivije je predstaviti i izmjeriti doprinos obrazovanja i vještina formiranih na različitim nivoima školovanja, odnosno uticaj produktivne moći formirane na svakom pojedinačnom nivou školovanja na privredni rast.³⁰ Kako to učiniti? Imajmo na

³⁰Vidi, na primjer [Psacharopoulos, 1972]. Psacharopoulos i Patrinos [Psacharopoulos i Patrinos, 2004] daju i relativno recentan i sveobuhvatan uvid u nalaze dosadašnjih empirijskih istraživanja u pojedinim zemljama svijeta, baziran prevashodno na modelu koji je ovdje prezentiran.

umu, prvo, da

$$dF_{H_{it}} = F_{H_{it}} - F_{H_{0t}} = mdF_{H_{1t}} + mdF_{H_{2t}} + \dots + mdF_{H_{it}} = \sum_{\nu=1}^i mdF_{H_{\nu t}} \quad (6.75)$$

gdje $mdF_{H_{it}} = F_{H_{it}} - F_{H_{(i-1)t}}$ predstavlja razliku u marginalnoj produktivnosti (nadnicama) dva uzastopna nivoa (godine) obrazovanja. Imajući to u vidu, izraz 6.67 možemo transformisati u sledeći oblik³¹

$$\sum_{i=1}^n b_{it} \frac{\dot{H}_i}{H_i} = b_{ut} \frac{\dot{H}}{H} + \sum_{i=1}^n \left(\frac{mdF_{H_{it}} R_{it}}{Q_t} \right) \frac{\dot{R}_i}{R_i} \quad (6.76)$$

gdje $R_{it} = \sum_{\nu=1}^n H_{\nu t}$ predstavlja broj radnika sa i -tim i višim stepenima obrazovanja. Očigledno je da kada se pomnoži, kao što je u ovom izrazu slučaj, zbir svih radnika koji su završili određeni i -ti i više stepene obrazovanja (R_{it}) sa razlikom između granične

³¹Dio koji izražava doprinos obrazovanja može biti predstavljen na sledeći način

$$\begin{aligned} \sum_{i=1}^n \frac{dF_{H_{it}} H_{it}}{Q_t} \left(\frac{\dot{H}_i}{H_i} \right) &= \frac{1}{Q_t} \left[dF_{H_{1t}} H_{1t} \frac{\dot{H}_1}{H_1} + \dots + dF_{H_{nt}} H_{nt} \frac{\dot{H}_n}{H_n} \right] \\ &= \frac{1}{Q_t} \left[mdF_{H_{1t}} H_{1t} \frac{\dot{H}_1}{H_1} + \left(mdF_{H_{1t}} H_{2t} \frac{\dot{H}_2}{H_2} + mdF_{H_{2t}} H_{2t} \frac{\dot{H}_2}{H_2} \right) + \right. \\ &\quad \left. \dots + \left(mdF_{H_{1t}} H_{nt} \frac{\dot{H}_n}{H_n} + \dots + mdF_{H_{nt}} H_{nt} \frac{\dot{H}_n}{H_n} \right) \right] \\ &= \frac{1}{Q_t} \left[mdF_{H_{1t}} \left(H_{1t} \frac{\dot{H}_1}{H_1} + H_{2t} \frac{\dot{H}_2}{H_2} + \dots + H_{nt} \frac{\dot{H}_n}{H_n} \right) + \right. \\ &\quad \left. + mdF_{H_{2t}} \left(H_{2t} \frac{\dot{H}_2}{H_2} + \dots + H_{nt} \frac{\dot{H}_n}{H_n} \right) + mdF_{H_{nt}} H_{nt} \frac{\dot{H}_n}{H_n} \right] \\ &= \frac{1}{Q_t} \left[mdF_{H_{1t}} R_{1t} \frac{\dot{R}_1}{R_1} + mdF_{H_{2t}} R_{2t} \frac{\dot{R}_2}{R_2} + \dots + mdF_{H_{nt}} R_{nt} \frac{\dot{R}_n}{R_n} \right] \\ &= \sum_{i=1}^n \frac{mdF_{H_{it}} R_{it}}{Q_t} \left(\frac{\dot{R}_i}{R_i} \right) \end{aligned}$$

produktivnosti tog i prethodnog stepena obrazovanja ($mdF_{H_{it}}$) pa potom tako dobijenu vrijednost pomnožimo sa relativnim povećanjem R_{it} , ono što dobijamo predstavlja doprinos obrazovanja formiranog na tom nivou školovanja. Dakle, svaki dio u sumi datoj u posljednjem dijelu izraza 6.76, mjeri uticaj svakog pojedinačnog stepena obrazovnog sistema (ili, ako postoje podaci o tome, svake godine školovanja) na privredni rast.

Napomenimo na kraju da izraz 6.68 sada pruža mogućnost za neke dodatne specifikacije proizvodnih funkcija. Zamjenom 6.76 u 6.39 dobijamo

$$\frac{\dot{Q}}{Q} = \frac{\dot{B}}{B} + a_t \frac{\dot{C}^*}{C^*} + b_{ut} \frac{\dot{H}}{H} + \sum_{i=1}^n \left(\frac{mdF_{H_{it}} R_{it}}{Q_t} \right) \frac{\dot{R}_i}{R_i} \quad (6.77)$$

Ako sada ponovo pretpostavimo konstantnost udjela u BDP-u za kapital ($a_t = a$), „sirov“ rad ($b_{ut} = b_u$), i pojedine vrste kapitala obrazovanja ($\frac{mdF_{H_{it}} R_{it}}{Q_t} = \beta_{it} = \beta_i$) i riješimo diferencijalnu jednačinu koju dobijamo unošenjem pobrojanih pretpostavki u izraz 6.77 tada dobijamo Cobb-Douglasovu proizvodnu funkciju sledećeg oblika³²

$$Q_t = B_t H_t^{b_u} C_t^{*a} \prod_{i=1}^n R_{it}^{\beta_i} = B_t H_t^{b_u} \left[C_t^{*\frac{a}{a+\beta}} \prod_{i=1}^n R_{it}^{\frac{\beta_i}{a+\beta}} \right]^{a+\beta} \quad (6.78)$$

gdje $\beta = \sum_{i=1}^n \beta_i = \sum_{i=1}^n \frac{mdF_{H_{it}} R_{it}}{Q_t}$. Ovaj izraz je sličan sa prethodno dobijenim izrazima 6.45 i 6.70. Kao i u prethodnim slučajevima, dok se konstantnost udjela kapitala u BDP-u ($a_t = a$) može smatrati relativno realističnom i prihvatljivom, konstantnost učešća različitih vrsta obrazovnog kapitala u BDP-u ($\beta_{it} = \beta_i$) je vrlo nerealistična i u kontradiktornosti sa empirijskim činjenicama. Izraz 6.78, drugim riječjima, ima iste probleme kao i prethodno pomenuti izrazi 6.45 i 6.70 u analizi i mjerenju uticaja ljudskog i obrazovnog kapitala na privredni rast.

³²Kao i ranije, da bi derivirali ovaj izraz upotrebili smo manipulacije slične onim koje smo koristili kod deriviranja izraza 6.45. Takođe, značenje pobrojanih pretpostavki je slično onom koje smo dali u elaboraciji izraza 6.45 i 6.68.

S druge strane, međutim, ako pretpostavimo konstantnost učešća kapitala ($a_t = a$), „sirovog“ rada ($b_{ut} = b_u$), i ukupnog obrazovnog kapitala u BDP-u, ($\beta_t = \sum_{i=1}^n \beta_{it} = \sum_{i=1}^n \frac{m d F_{H_{it}} R_{it}}{Q_t} = \beta$), te potom takođe pretpostavimo konstantnost relativnog nivoa granične produktivnosti različitih vrsta kapitala obrazovanja ($\frac{m d F_{H_{it}}}{F_{H_{0t}}} = \alpha_{it} = \alpha_i$), a zatim riješimo ovako dobijenu diferencijalnu jednačinu, dobićemo sledeću proizvodnu funkciju³³

$$\begin{aligned}
 Q_t &= B_t H_t^{b_u} C_t^{*a} \left(\sum_{i=1}^n \alpha_i R_{it} \right)^\beta \\
 &= B_t H_t^{b_u} \left[C_t^{*\frac{a}{a+\beta}} \left(\sum_{i=1}^n \alpha_i R_{it} \right)^{\frac{\beta}{a+\beta}} \right]^{a+\beta} \quad (6.79)
 \end{aligned}$$

Ovaj izraz je, očito, analogan prethodno dobijenim izrazima 6.49 (ili 6.54) i 6.71. Znamo iz prethodnih razmatranja da gore navedene pretpostavke nijesu realistične, pa zato ni izraz 6.79 ne možemo smatrati prikladnim za analizu i mjerenje uticaja obrazovanja na privredni rast.

Na sličan način kao u prethodnom slučaju, moguće je derivirati i sledeći oblik proizvodne funkcije Grilichesovog tipa

$$Q_t = B_t (n_K C_t^* + H_t)^{a+b_u} \prod_{i=1}^n H_{it}^{\beta_i} \quad (6.80)$$

što u slučaju samo dvije vrste rada, „sirovi“ (H_0) i visoko kvalifikovani (H_1), postaje

$$Q_t = B_t (n_K C_t^* + H_{0t} + H_{1t})^{a+b_u} H_{1t}^{\beta_1} \quad (6.81)$$

Ovaj izraz, kao i u ranijim sličnim slučajevima, ima prednost što, pružajući mogućnost izražavanja i mjerenja efekta komplementarnosti znanja i fizičkog kapitala, omogućava da se na prikladan način analizira fenomen rastućih premija na nadnice visoko

³³Kao i ranije, da bi derivirali ovaj izraz upotrebili smo manipulacije slične onim koje smo koristili kod deriviranja izraza 6.49. Takođe, značenje pobrojanih pretpostavki je slično onom koje smo dali u elaboraciji izraza 6.49 i 6.71.

obrazovanih radnika. Na sličan način moguće je izvesti adekvatnu ugniježđenu CES proizvodnu funkciju koja na još bolji način omogućava da se objasni ovaj fenomen.

Na kraju, možemo, nakon sličnih manipulacija i pretpostavki kao u prethodnom odjeljku, derivirati i linearnu i / ili AK proizvodnu funkciju oblika

$$Q_t = B_t \left(n_{C^*} C_t^* + H_t + \sum_{i=1}^n \alpha_i H_{it} \right) = A_t \bar{C}_t^* \quad (6.82)$$

6.2.4. UTICAJ PROMJENA U STEPENU KORIŠĆENJA OBRAZOVANJA

U svim prethodnim razmatranjima smo operisali sa stvarno korišćenim utrošcima rada različitog stepena obrazovanja, tj. sa njihovim časovima rada ili sa časovima rada ukupne radne snage agregirane na različite načine (H_i, H, H^*). Nijesmo koristili, dakle, angažovani rad (L) sa kojim smo počeli naše razmatranje u uvodnom dijelu poglavlja II (vidi izraze 5.1 i 5.2. Međutim, sasvim je moguće da se u uvodnom dijelu poglavlja II, kao i u izrazima 6.1 i 6.2 pođe od angažovanog rada različitih nivoa obrazovanja (L_i), kao od ukupnog rada mjenenog na uobičajeni način (L) ili mjenenog u efektivnim jedinicama mjere (L^*). Polazeći od ovako definisanog inputa rada moguće je, koristeći apsolutno istu proceduru kao u prethodnim redovima ovog odjeljka, ukupan doprinos angažovanog rada rastaviti na potpuno isti način kao i u slučaju korišćenog rada, odnosno kao u izrazu 6.65

$$\sum_{i=0}^n b_{it} \frac{\dot{L}_i}{L_i} = b_t \frac{L_t}{L_t^*} \frac{\dot{L}}{L} + b_t \left[1 - \frac{L_t}{L_t^*} \right] \frac{\dot{L}}{L} + b_t \left[\frac{\Delta(L^*/L)}{L^*/L} \right] \quad (6.83)$$

pri čemu b_t ima isto značenje i istu vrijednost kao i u prethodnim razmatranjima u kojima se polazi od časa rada, što se može i formalno pokazati.

Značenje pojedinih djelova izraza 6.83 analogno je značenju u izrazu 6.65. Prvi dio izražava doprinos neobrazovane komponente

svih zaposlenih. Drugi dio izražava i mjeri doprinos napora da se održi postojeći nivo obrazovanja rastuće radne snage. Konačno, poslednji dio izraza mjeri uticaj poboljšanja obrazovne strukture zaposlenih na stopu rasta BDP-a.

Ako sada izrazu 6.65 dodamo i oduzmemo izraz 6.83 on neće promijeniti vrijednost ali će nam omogućiti da doprinos korišćenog rada razložimo na nešto složeniji način

$$\begin{aligned} \sum_{i=0}^n b_{it} \frac{\dot{H}_i}{H_i} &= b_t \frac{L_t}{L_t^*} \frac{\dot{L}}{L} + b_t \left[1 - \frac{L_t}{L_t^*} \right] \frac{\dot{L}}{L} + b_t \frac{\Delta(L^*/L)}{L^*/L} + b_t \left[\frac{H_t}{H_t^*} \frac{\dot{H}}{H} - \frac{L_t}{L_t^*} \frac{\dot{L}}{L} \right] \\ &+ b_t \left[\left(1 - \frac{H_t}{H_t^*} \right) \frac{\dot{H}}{H} - \left(1 - \frac{L_t}{L_t^*} \right) \frac{\dot{L}}{L} \right] + b_t \left[\frac{\Delta(H^*/H)}{H^*/H} - \frac{\Delta(L^*/L)}{L^*/L} \right] \end{aligned} \quad (6.84)$$

Pod pretpostavkom, koja i nije baš realna, ali koju zbog nedostatka podataka moramo često primjenjivati, da je stepen korišćenja rada (H_i/L_i) isti kod svih vrsta rada, važiće sledeća relacija: $(\Delta(H^*/H)/(H^*/H) = \Delta(L^*/L)/(H^*/H))$. Iz ovoga slijedi da će dio ovog izraza u poslednjoj zagradi biti jednak nuli. Imajući ovo u vidu i znajući da je razlika stopa rasta dvije veličine jednaka stopi rasta njihovog količnika, dolazi do sledeće transformacije prethodnog izraza

$$\begin{aligned} \sum_{i=0}^n b_{it} \frac{\dot{H}_i}{H_i} &= b_t \frac{L_t}{L_t^*} \frac{\dot{L}}{L} + b_t \left[1 - \frac{L_t}{L_t^*} \right] \frac{\dot{L}}{L} + b_t \frac{\Delta(L^*/L)}{L^*/L} \\ &+ b_t \left(\frac{L_t}{L_t^*} \right) \frac{(\dot{H}/L)}{(H/L)} + b_t \left[1 - \frac{L_t}{L_t^*} \right] \frac{(\dot{H}/L)}{(H/L)} \end{aligned} \quad (6.85)$$

Značenje prvog, drugog i trećeg dijela ovog izraza isto je kao i ranije, tj. kao u izrazu 6.83, dok je značenje dva novodobijena dijela na kraju izraza 6.85 donekle zamagljeno. Saberemo li ta dva poslednja elementa dobijamo

$$b_t \left(\frac{L_t}{L_t^*} \right) \frac{(\dot{H}/L)}{(H/L)} + b_t \left[1 - \frac{L_t}{L_t^*} \right] \frac{(\dot{H}/L)}{(H/L)} = b_t \frac{(\dot{H}/L)}{(H/L)} \quad (6.86)$$

Dobili smo stopu rasta odnosa korišćenog i angažovanog rada pomnoženu sa elastičnošću proizvodnje u odnosu na input rada.

Očigledno, ova veličina izražava uticaj promjena u stepenu korišćenja zaposlenih na stopu rasta proizvodnje. Sada nam postaje jasno i značenje poslednja dva dijela izraza 6.85 odnosno lijeve strane izraza 6.86. Prvi od dva izraza predstavlja uticaj u promjenama korišćenja „sirovog” rada, dok drugi dio mjeri uticaj u promjenama u stepenu korišćenja obrazovnog potencijala zaposlenih radnika.

Efekat promjena u stepenu korišćenja rada se može još detaljnije razložiti. Ako, polazeći od proizvodne funkcije 6.38 u kojoj umjesto časova rada kao inpute uzimamo zaposlene različitog stepena obrazovanja, koristimo isti postupak kao i za deriviranje izraza 6.67, dolazimo do

$$\sum_{i=0}^n b_{it} \frac{\dot{L}_l}{L_i} = b_{ut} \frac{\dot{L}}{L} + \sum_{i=0}^n \left(\frac{dF_{Lit} L_{it}}{Q_t} \right) \frac{\dot{L}_l}{L_i}$$

Dodajući i oduzimajući sada ovaj izraz od izraza 6.67 dobićemo izraz koji će nam pored djelova stope rasta objašnjenih kod razmatranja izraza 6.67 dati i djelove stope rasta koji za svaku vrstu zaposlenih utvrđuje i uticaj variranja u njihovom korišćenju na stopu rasta.

Slična bi se procedura mogla koristiti i kod izraza 6.76 u kojem bi slučaju kao polazni dobili izraz

$$\sum_{i=0}^n b_{it} \frac{\dot{L}_l}{L_i} = b_{ut} \frac{\dot{L}}{L} + \sum_{i=0}^n \left(\frac{mdF_{Lit} R_{it}}{Q_t} \right) \frac{\dot{L}_l}{L_i}$$

pri čemu $R_{it} = \sum_{\nu=1}^n L_{\nu t}$.

6.3. RAZLAGANJE STOPE RASTA TOTALNE PRODUKTIVNOSTI FAKTORA

Razmatranja data u prethodna dva odjeljka omogućila su nam da prvi i drugi dio izraza 6.2 razložimo na njihove sastavne elemente, i da, samim tim, bolje shvatimo njihovo značenje. Isti ti

rezultati sada će nam pomoći da objasnimo značenje stope rasta globalne produktivnosti angažovanih resursa (\dot{A}/A), o kojoj smo govorili u uvodnom razmatranju II dijela (vidi 5.2). U tom smislu, prvi dio ovog izraza možemo zamijeniti izrazom 6.36 ili 6.37, dok drugi dio može biti zamijenjen izrazom 6.85 ili 6.86. Izvršimo li pomenute supstitucije, vidimo da stopa rasta data prvobitnim izrazom 5.2, od koje smo počeli ovo razmatranje, postaje

$$\begin{aligned} \frac{\dot{Q}}{Q} = & a_t \frac{\dot{K}}{K} + a_t \frac{\dot{C}/K}{C/K} + a_t p(1 - \Delta w) + b_t \frac{\dot{L}}{L} \left(\frac{L_t}{L_t^*} \right) + b_t \frac{\dot{L}}{L} \left(1 - \frac{L_t}{L_t^*} \right) \\ & + b_t \frac{\dot{L}^*/L}{L^*/L} + b_t \frac{L_t}{L_t^*} \frac{\dot{H}/L}{H/L} + b_t \left(1 - \frac{L_t}{L_t^*} \right) \frac{\dot{H}/L}{H/L} + \frac{\dot{B}}{B} \end{aligned} \quad (6.87)$$

Značenje pojedinih djelova ovog izraza dato je ranije pa se na tome nećemo dalje zadržavati. Podsjetimo samo da smo ovaj rezultat dobili polazeći od proizvodne funkcije 6.1 u kojoj razne vrste rada i kapitala figurišu kao samostalni, heterogeni inputi. U prethodnim razmatranjima smo, međutim, vidjeli da se, uz određene pretpostavke, isti rezultat može dobiti polazeći i od proizvodne funkcije u kojoj postoje samo rad i kapital, ali rad i kapital mjereni u efektivnim jedinicama mjere. Ta bi proizvodna funkcija imala, kao što smo rekli, sledeći oblik

$$Q = F [C_t^*; H_t^*; t] \quad (6.88)$$

Uporedimo li novodobijeni izraz 6.87 sa njemu analognim izrazom 5.2 primećujemo da je on daleko složeniji, da je u njemu stopa rasta detaljnije razložena, te da nam, saglasno tome, izraz 6.87 omogućava da bolje objasnimo anatomiju rasta neke privrede. Poređenjem pomenutih izraza možemo doći do još jednog, daleko značajnijeg zaključka. Da bi poređenje olakšali, izraz 6.87 ćemo dalje transformisati tako što ćemo četvrti i peti dio izraza zamijeniti njihovom sumom, $b_t(\dot{L}/L)$. Posle određenog preuređivanja, dobićemo

$$\begin{aligned} \frac{\dot{Q}}{Q} = & a_t \frac{\dot{K}}{K} + b_t \frac{\dot{L}}{L} + a_t \frac{\dot{C}/K}{C/K} + b_t \frac{L_t}{L_t^*} \frac{\dot{H}/L}{H/L} + b_t \frac{\dot{H}/L}{H/L} \left(1 - \frac{L_t}{L_t^*} \right) \\ & + a_t p_t - a_t p_t \Delta w + b_t \frac{\dot{L}^*/L}{L^*/L} + \frac{\dot{B}}{B} \end{aligned} \quad (6.89)$$

Upoređujući ovaj izraz sa sa izrazom 5.2 primjećujemo da su im prva dva dijela jednaka, iz čega zaključujemo da treći dio izraza 5.2 mora biti jednak sumi preostalih sedam djelova novodobijenog izraza 6.89, ili formalno

$$\begin{aligned} \frac{\dot{A}}{A} = & a_t \frac{\dot{C}/K}{C/K} + b_t \frac{L_t}{L_t^*} \frac{\dot{H}/L}{H/L} + b_t \frac{\dot{H}/L}{H/L} \left(1 - \frac{L_t}{L_t^*} \right) \\ & + a_t p_t - a_t p_t \Delta w + b_t \frac{\dot{L}^*/L}{L^*/L} + \frac{\dot{B}}{B} \end{aligned} \quad (6.90)$$

Ova relacija omogućava nam da bolje shvatimo prirodu stope rasta globalne produktivnosti resursa, što je i bio jedan od glavnih ciljeva ovog dijela rada. Vidimo da su promjene globalne produktivnosti resursa rezultat dejstva čitavog skupa faktora. Prvi dio, znamo, izražava uticaj promjena u stepenu korišćenja kapitala. Drugi dio izraza, kao što smo to i ranije utvrdili, izražava uticaj promjena u stepenu korišćenja „neobrazovane” komponente zaposlenih, a treći dio uticaj promjena u stepenu korišćenja obrazovanja na stopu rasta globalne produktivnosti; skupa, ova dva dijela predstavljaju doprinos promjena u stepenu korišćenja rada mjenenog u efektivnim jedinicama mjere. Prema tome, prva tri dela izraza 6.90 skupa predstavljaju doprinos promjena u stepenu korišćenja svih resursa. Uticaj ovih promjena je kratkoročne prirode, pa je zato izolovanje prva tri dijela ovog izraza relevantno uglavnom za analizu izvora rasta u kraćim vremenskim periodima.

Kod analize rasta dužih vremenskih raspona mjerenje ovih djelova stope rasta vrlo često se izostavlja. Slično je i sa petim dijelom izraza 6.90, koji kao što smo vidjeli izražava doprinos poboljšanja ili pogoršanja starosne strukture kapitala. Četvrti dio izražava uticaj opredmećenog tehnološkog progresa, dok šesti mjeri doprinos poboljšanja obrazovne strukture zaposlenih. Zajedno, četvrti, peti i šesti dio mjere ukupan doprinos onog napretka znanja koje se ispoljava kao poboljšanje kvaliteta primarnih inputa.

Ostalo je nejasno značenje poslednjeg dijela našeg izraza, \dot{B}/B . U tom smislu možemo reći da, ako smo u ostalim djelovima stope rasta izdvojili doprinose svih onih oblika napretka znanja

koji se manifestuju kroz poboljšanje kvaliteta primarnih inputa, koji se, dakle, opredmećuju, tada dio označen sa \dot{B}/B predstavlja stopu rasta neopredmećenog tehnološkog progresa. Njome se izražava uticaj onog povećanja proizvodnosti resursa koje nastaje kao rezultat poboljšanja organizacije, tj. kao rezultat organizacionih inovacija shvaćenih tako da obuhvataju ne samo promjene organizacije na nivou firme, već i na nivou kompletne djelatnosti i cjelokupnog društva. Pri tom, nikako se ne smije zaboraviti da je odnos između tehnoloških i organizacionih inovacija komplementaran. Tehnološke inovacije, pogotovo one revolucionarne, kada se pojave nailaze na organizacionu strukturu, koja je nastala pod uticajem preovladavajućeg seta tehnologija nastalih u bliskoj ili daljoj prošlosti. Ta organizaciona struktura često ne odgovara u potpunosti ili je čak smetnja implementaciji novih tehnologija i, zato, one ne mogu ostvariti svoju maksimalno moguću efikasnost u tim usloviima. Upravo je zato njihova pojava praćena serijom socijalno-organizacionih inovacija koje povećavaju efikasnost ukupne ekonomije. Naravno, njihov se uticaj vremenom iscrpljuje za datu tehnologiju, ali kako nove tehnološke inovacije stalno nadolaze, to stalno imamo i ovaj tok organizacionih inovacija. Ne treba zaboraviti, međutim, da njih ne bi bilo kada ne bi bilo tehnoloških inovacija. Poslednjih četrdesetak godina, tačnije period nakon otkrića mikroprocesora 1973. godine, više nego očigledno svjedoče o tome.

POGLAVLJE 7

KAPITAL ZNANJA KOJI SE OPREDMEĆUJE U FIKSNIM FONDOVIMA I NJEGOV UTICAJ NA PRIVREDNI RAST

Iz prethodnih razmatranja smo vidjeli da se porast globalne produktivnosti resursa može objasniti preko promjene strukture primarnih resursa (rada i kapitala), odnosno preko poboljšanja kvaliteta primarnih inputa. Vidjeli smo da je glavni oblik poboljšanja kvaliteta rada vezan za poboljšanje obrazovne strukture radne snage. Takođe smo vidjeli da se kvalitet osnovnih sredstava uglavnom povećava preko povećanja učešća najnovijih generacija kapitala, generacija u kojima je opredmećeno najnovije znanje. Postoji čitav niz drugih strukturnih promjena i drugih oblika poboljšanja kvaliteta resursa koji mogu imati uticaja na globalnu produktivnost resursa, ali su naprijed pomenuti oblici, koje smo u ovom radu detaljno analizirali, bez sumnje, daleko najvažniji. Najveći dio rasta globalne produktivnosti se objašnjava upravo njima.

Međutim, do poboljšanja kvaliteta resursa može doći samo ako su prethodno učinjena određena ulaganja. Tako je, na primjer, poboljšanje obrazovne strukture zaposlenih praćeno povećanjem ulaganja u obrazovanje. Štaviše, ulaganja u obrazovanje

se moraju povećati i onda kada, u uslovima porasta zaposlenosti, želimo održati obrazovni nivo zaposlenih na istom nivou. Takođe, da bi nove generacije opreme bile produktivnije, odnosno da bi sadržale u sebi veći proizvodni potencijal znanja, potrebno je prethodno učiniti određena ulaganja u istraživačko-razvojnu djelatnost (IR), ulaganja koja će rezultirati inovacijama, tehnološkim poboljšanjima i drugim oblicima napretka primijenjenog znanja.

Činjenica da je poboljšanje kvaliteta osnovnih resursa uslovljeno odgovarajućim investicijama rezultirala je iniciranjem alternativnog pristupa u analizi izvora rasta, pristupa koji se zasniva na uvođenju koncepta nematerijalnog kapitala, a koji se nažalost nije razvio u onoj mjeri kao prethodno prezentirani pristup. Nematerijalni kapital obuhvata kapital obrazovanja (ED), istraživačko-razvojni kapital (IR), kapital formiran u zdravstvenoj djelatnosti itd. Svaki od oblika nematerijalnog kapitala može se predstaviti kao kumulativ svih onih ulaganja u dati kvalitet koja su još u funkcionalnoj upotrebi, tj. čiji se pozitivni uticaj na obim proizvodnje još osjeća. Prirast bilo kojeg oblika nematerijalnog kapitala vodiće, sasvim prirodno, prirastu proizvodnje. Ipak, daleko najvažniji značaj, kako u tumačenju razlika u nivou proizvodnje (firme, regiona, zemlje), tako i u tumačenju porasta proizvodnje ima analiza IR kapitala i kapitala obrazovanja. Skupa ova dva oblika kapitala možemo nazvati kapitalom znanja.

Formalno, suštinu ovog pristupa možemo predstaviti tako što ćemo u opšti oblik proizvodne funkcije unijeti, pored rada (H) i kapitala (C'), kao posebne inpute IR kapital i kapital obrazovanja. Pri tom, kapital obrazovanja možemo dezagregirati na razne kategorije, što će značajno obogatiti analizu. IR kapital ćemo unijeti kao homogenu veličinu, mada je raščlanjivanje i ovdje, u principu, moguće. Moguće je, na primjer, IR kapital raščlaniti po starosnim generacijama, kao što čini [Mansfield, 1965], čime se u model unosi realna pretpostavka da su nove generacije znanja produktivnije od starih. No, ovdje se ovaj problem može riješiti i na drugačiji način; kasnije ćemo pokazati da se proizvodni potencijal znanja može sasvim prikladno opisati ukupnim kumulativom investicija u istraživanje i razvoj.

Obim proizvodnje (Q_t) se sada može predstaviti kao

$$Q_t = F(C'_t; H_t; D_t; E_{1t}, E_{2t}, \dots, E_{it}, \dots, E_{nt}; t) \quad (7.1)$$

pri čemu sa D_t označavamo količinu IR kapitala u trenutku t , sa E_{1t} količinu kapitala obrazovanja „ugrađenu” u one koji su dosegli prvi stepen obrazovanja, sa E_{2t} količinu kapitala obrazovanja onih sa drugim stepenom stručnosti, i tako dalje, sve do n -tog stepena obrazovanja. Sa H_t ovdje označavamo prvobitnu snagu rada svih zaposlenih. Riječ je, naime, o onom proizvodnom potencijalu koji zaposleni stiču rođenjem, dakle, bez ikakvih dodatnih ulaganja i usavršavanja. Ranije smo ovaj resurs uslovno definisali kao „sirovi” rad, a njegovu marginalnu proizvodnost smo označili sa $F_{H_{0t}}$. Sa C'_t označavamo kapital mjereno u jedinicama efikasnosti najmlađe generacije kapitala. Riječ je, dakle, o konvencionalno shvaćenom materijalnom kapitalu, koji se od koncepta bruto vrijednosti osnovnih sredstava, koji se često koristi kada se kapital procjenjuje metodom permanentne inventarizacije i koji je nekad koristila i naša statistika, razlikuje utoliko što, kao što smo ranije vidjeli, uzima u obzir i tehnološko zastarijevanje, odnosno „moralno” rabaćenje kapitala, $C'_t = \sum C_{st} e^{-ps}$. Napomenimo na kraju da sa C'_t i H_t označavamo korišćeni kapital i korišćeni „sirovi” rad, a ne angažovani rad i kapital. Na sličan način se mogu shvatiti i inputi D_t i E_{it} . Mogli smo i ovdje poći i od angažovanih resursa, što bi nam kasnije omogućilo da, kao u prethodnoj glavi, izolujemo uticaj promjena u stepenu korišćenja resursa. Odustali smo od toga u namjeri da, što je moguće više, pojednostavimo razmatranje doprinosa kapitala znanja. S druge strane, sama analiza promjena u stepenu korišćenja resursa ne bi se mnogo razlikovala od one date u prethodnoj glavi.

Stopu rasta proizvodnje sada dobijamo tako što ćemo izraz 7.1 diferencirati i podijeliti sa Q . Dobićemo

$$\frac{\dot{Q}}{Q} = a_t \frac{\dot{C}}{C} + b_{ut} \frac{\dot{H}}{H} + c_t \frac{\dot{D}}{D} + \sum_{i=1}^n f_{it} \frac{\dot{E}}{E} + \frac{\dot{B}}{B} \quad (7.2)$$

Izrazi u količnicima predstavljaju stope rasta posmatranih veličina, dok koeficijenti uz njih označavaju odgovarajuće faktorske

elastičnosti proizvodnje. Kao i ranije a_t predstavlja elastičnost proizvodnje u odnosu na kapital; $b_{ut} = F_{L_0}L/Q$ predstavlja elastičnost proizvodnje u odnosu na „sirovi” rad. Sa $c_t = F_D D/Q$ predstavljena je elastičnost proizvodnje u odnosu na IR kapital, a sa $f_i = F_{E_i}E_i/Q$ elastičnost proizvodnje u odnosu na i -tu vrstu kapitala obrazovanja. Pri tom, F_D predstavlja marginalnu proizvodnost IR kapitala, a F_{E_i} marginalnu proizvodnost i -te vrste kapitala obrazovanja. Prema tome, prvi dio izraza 7.2 izražava doprinos kapitala, drugi dio, kao i u prethodnom poglavlju, mjeri doprinos „sirovog” rada, treći dio izražava doprinos IR kapitala, a četvrti dio ukupan doprinos svih vrsta kapitala obrazovanja. Poslednji, peti dio, kao i ranije, predstavlja uticaj neopredmećenog tehnološkog progresa, kao i uticaj ostalih, u funkciji, nespecificiranih faktora.

Ako prethodnom izrazu dodamo i oduzmemo $a_t \dot{C}/C$, pri čemu C predstavlja konvencionalno shvaćen kapital mjereno na uobičajeni način, tj. kao bruto vrijednost osnovnih sredstava, $C = \sum C_{st}$, dobićemo

$$\frac{\dot{Q}}{Q} = a_t \frac{\dot{C}}{C} + b_{ut} \frac{\dot{H}}{H} + c_t \frac{\dot{D}}{D} - a_t p \Delta \nu + \sum_{i=1}^n f_{it} \frac{\dot{E}}{E} + \frac{\dot{B}}{B} \quad (7.3)$$

Novi element u ovom izrazu je $a_t p \Delta \nu$ i izražava doprinos poboljšanja starosne strukture kapitala. Njegovo značenje objasnili smo u prethodnoj glavi, pa se na ovom nećemo dalje zadržavati. Recimo samo to da se ovdje stopa rasta opredmećenog tehnološkog progresa, p , javlja kao endogena veličina, tj. kao funkcija IR ulaganja ($c_t \dot{D}/D$), a ne kao egzogena veličina kao u prethodnoj glavi.

U narednim redovima detaljnije ćemo objasniti značenje pojedinih vrsta kapitala znanja, kao i značenje uticaja koje oni imaju na privredni rast. U tom smislu pojedine elemente rasta dobijene polazeći od modela sa kapitalom znanja upoređićemo sa njima analognim djelovima dobijenim polazeći od modela sa heterogenim primarnim inputima.

Međutim, u oba slučaja tj. i kod analize IR kapitala kao i kod analize kapitala obrazovanja (ED), prije nego što pređemo na analizu njihovog uticaja na privredni rast, daćemo kratku ali

dosta obuhvatnu mikroekonomsku analizu efikasnosti ulaganja u njih. Puno je razloga za ovakvo opredjeljenje. Potrebno je, prije svega, u potpunosti razumjeti investicionu prirodu ovih izdataka, što često nije slučaj kod onih koji se bave makroekonomskim razmatranjima privrednog rasta i značaja ulaganja u istraživačko-razvojnu i obrazovnu djelatnost. Ovo razumijevanje je, pak, od ključnog značaja za shvatanje uticaja ovih vrsta kapitala na rast i efikasnost ekonomije. Drugo, vrlo često smo prinuđeni da, u nedostatku drugih podataka, koristimo upravo rezultate mikroekonomskih istraživanja u samoj analizi i mjerenju uticaja kapitala znanja na privredni rast. Treće, svaka vrsta makroekonomske analize se od sedamdesetih godina prošlog vijeka smatra uspješnom u onoj mjeri u kojoj je fundirana na mikroekonomiji. Konačno, vjerovatno i najvažnije, mikro-ekonomska analiza, ukazujući na faktore koji determinišu efikasnost ulaganja u znanje, pruža najbolji mogući okvir za razumijevanje institucionalnih, kulturnih i drugih fundamentalnih faktora privrednog rasta. Naime, analiza rasta koju ovdje prezentiramo se dominantno bavi takozvanim proksimativnim faktorima rasta, tj. onim faktorima koji imaju direktan uticaj na rast BDP-a. Čitav niz drugih faktora, međutim, ima višestruk i višedimenzionalan uticaj na razvoj samih proksimativnih faktora, pa time, indirektno, i snažan uticaj na sam rast BDP-a. Mikro-ekonomska analiza efikasnosti ulaganja u znanje, sa svoje strane, upravo pruža ključ za razumijevanje fundamentalnih faktora koji određuju kretanje onog proksimativnog faktora koji smo označili kao rast TFP.

Uopšteno govoreći, funkcionisanje naučne, inovativne i obrazovne djelatnosti, i po tom osnovu nastalo formiranje instrumentalnog znanja, povezano je sa određenim troškovima. U tom smislu, potrebno je prvo uopšteno odrediti ekonomsku prirodu ovih troškova, odnosno ekonomsku prirodu znanja kao dobra koje se u ovim djelatnostima formira.

Sve troškove i sva dobra u principu možemo podijeliti u dvije velike grupe: investicione troškove i investiciona dobra, s jedne strane, te potrošna dobra i troškove potrošnje, s druge strane. Odnos vremenskih distribucija trošenja i koristi, koje ta trošenja indukuju, predstavlja kriterijum razgraničavanja investicija

od potrošnje. Kod potrošnje se period trošenja poklapa sa periodom „uživanja” koristi. Kod investicija, nasuprot tome, ubiranje koristi nastupa nakon perioda trošenja.

Polazeći od napred iznijetog kriterijuma, znanje možemo tretirati kao investiciono dobro, a troškove formiranja znanja kao investicione troškove. Saglasno tome, djelatnosti u kojima se formira instrumentalno znanje (naučna, inovativna i obrazovna djelatnost) treba smatrati investicionim djelatnostima. Da troškovi obrazovanja predstavljaju investicije sasvim je očigledno. U periodu školovanja, kada se stiče stručno znanje, nastaje čitav niz troškova: oportunitetnih, direktnih, porodičnih i sl. Koristi od obrazovanja javljaju se tek po završetku školovanja. Ispoljavaju se u vidu uvećane proizvodnosti radnika koji je završio dodatni nivo školovanja, odnosno u vidu uvećane nadnice tog istog radnika. Ovako nastale koristi društvo (odnosno radnik) uživa u toku cijelog radnog (odnosno životnog) vijeka radnika. Ubiranje koristi, dakle, traje čitavih 40 i više godina po završetku školovanja, pa zato troškovi obrazovanja predstavljaju investicije *par excellence*.

Slično je i sa troškovima vezanim za naučnu i inovativnu djelatnost. Konačni rezultat ovih dviju djelatnosti su, kao što znamo, novi proizvodi i novi proizvodni procesi. Koristi od uvođenja novih proizvoda i procesa javljaju se u vidu smanjenja troškova potrebnih da se zadovolje određene ljudske potrebe. Ovako generisane uštede u resursima traju sve dotle dok neki drugi inovatori ne uvedu superiornije proizvode i procese.

Ako znanje koje se formira u naučnoj, inovativnoj i obrazovnoj djelatnosti, tretiramo kao investiciono dobro, onda je sasvim umjesno fond znanja, koje je u prošlosti formirano, a još je u proizvodnoj upotrebi, tretirati kao kapital. U tom smislu govorimo o kapitalu obrazovanja, te o kapitalu formiranom kroz inovativnu djelatnost (koji se češće naziva istraživačko-razvojni kapital IR). Zajedno kapital obrazovanja i IR kapital pripadaju široj skupini kapitala znanja. U stvari, oni čine dominantne oblike kapitala znanja. Ponekad se sreće i izraz nematerijalni kapital, koji je, po našem mišljenju, širi jer pored kapitala znanja obuhvata i sve oblike ljudskog kapitala. Ljudski kapital, sa svoje strane, pored

kapitala obrazovanja obuhvata i sve oblike ulaganja u poboljšanje zdravlja i vitalnosti ljudi.

Kapital znanja moguće je i vrijednosno izraziti. On je jednak sumi svih troškova koji su u prošlosti učinjeni da bi se formirao fond znanja koje je još uvijek proizvodno angažovano. Kao i svaki kapital tako i ovaj ima svoju stopu depresijacije, stopu amortizacije, svoju bruto i neto vrijednost i slično. No o tome će biti više riječi u narednim djelovima ovog rada.

Imajući naprijed rečeno u vidu, moguće je klasičnu, tročlanu podjelu faktora proizvodnje - rad, kapital, „priroda” - zamijeniti prikladnijom četvoročlanom podjelom. Ova podjela dobija se ukrštanjem druge dvije dvočlane podjele. Po jednoj od njih, sve činioce proizvodnje dijelimo na stečene i stvorene, a po drugoj na materijalne i nematerijalne. Prema tome, dobićemo stečene materijalne faktore, stvorene materijalne faktore, stečene nematerijalne faktore i stvorene nematerijalne činioce. Očigledno je da prva kategorija obuhvata prirodne činioce, dok druga obuhvata tzv. fizički ili materijalni kapital. Naslijeđeni ili stečeni nematerijalni činioци obuhvataju onu proizvodnu snagu rada koju čovjek nasljeđuje rođenjem, tj. bez ikakvog usavršavanja i obrazovanja, bez ikakvih naknadnih ulaganja. Često se za ovaj proizvodni potencijal koriste izrazi „sirovi” rad, neobrazovana komponenta rada, prvobitna snaga rada i sl. Konačno, stečeni nematerijalni činioци obuhvataju ono što smo prethodno nazvali nematerijalnim kapitalom.

Kod konvencionalnih investicija, tj. kod investicija u materijalni kapital, analiza troškova i rezultata je relativno jednostavna. I troškove i rezultate je ovdje jednostavno i konceptualizovati i mjeriti. Oni, najčešće, imaju svoj tržišni izraz, pa ih je zato vrlo jednostavno monetarno izraziti. Sa ulaganjima u nematerijalni kapital nije takav slučaj. Dobar dio troškova i koristi od ovih ulaganja nema svoj tržišni, monetarni izraz. To je posledica činjenice da se dobar dio ovih dobara ne promeće preko tržišnog već preko drugih medija „prometa”. Veliko je prisustvo eksternih koristi i eksternih troškova. Oportunitetni troškovi koji nemaju direktni monetarni izraz, i kod obrazovanja i kod inoviranja, čine značajnu stavku, i pojedinačnih i društvenih troškova. Sve to

nameće potrebu detaljnijeg uvida u troškove i rezultate vezane za ova ulaganja. Značajan dio narednih razmatranja će, kao što je već rečeno, biti posvećen analizi troškova i koristi od ulaganja u naučnu, inovativnu i obrazovnu djelatnost. Pored objašnjenja i konceptualizacije pojedinih elemenata troškova i rezultata, biće ukazano i na metode njihovog mjerenja, čime će se sama konceptualizacija učiniti jasnijom i očiglednijom. Posebno ćemo ukazati i na različite metode mjerenja efikasnosti ulaganja u ove oblike znanja, tj. na različite metode sučeljavanja koristi i troškova. Posebno će se napraviti distinkcija između privatne i društvene efikasnosti ovih ulaganja. Diskrepancija između privatnih i društvenih stopa prinosa predstavlja, naime, jedan od osnovnih faktora neoptimalne strukture investicija. Drugi izvor neoptimalnosti u vezi je sa neizvjesnošću koji svako od ulaganja sa sobom nosi. Neizvjesnost je posebno izražena kod ulaganja u znanje, pa ćemo zato i na ovaj problem ukazati.

7.1. MIKROEKONOMSKA ANALIZA EFIKASNOSTI ULAGANJA U ISTRAŽIVAČKO-RAZVOJNI (IR) KAPITAL

Cost-Benefit analiza, tj. analiza troškova i rezultata, čiju ćemo primjenu na ulaganjima u znanje pokušati da interpretiramo, razvila se iz *Welfare* ekonomije početkom pedesetih godina prošlog vijeka. Zahvaljujući njenoj praktičnoj upotrebljivosti, međutim, *Cost-Benefit* analiza se autonomizirala i emancipovala od klasične *Welfare* ekonomije, koja je u međuvremenu pretrpjela mnogobrojne kritike, tako da danas *Cost-Benefit* analiza predstavlja analitičko oruđe ekonomista najrazličitijih teorijskih provenijencija. Iscrpan prikaz problema kojima se bavi *Cost-Benefit* analiza može se naći u [Boardman et al., 2011], [CEPS, 2013], [Londero, 2003], [The European Commission, 2015], [Jenkins et al., 2007], [Zerbe i Dively, 1994], [Florio, 2014], [Layard i Glaister, 1972], te konačno [Little i Mirrlees, 1968]. U litera-

turi na našim jezicima ove probleme su prvi detaljno i kompetentno obrađivali [Janković, 1979, Janković, 1985], [Jovanović, 1985], [Bendeković, 1984], i dr. U knjizi Jankovića [Janković, 1985] prvi put u literaturi na srpsko-hrvatskom jeziku nalazimo i dobar prikaz osnovnih postulata Welfare ekonomije. Postulati i principi Cost-Benefit analize se već dugo uspješno primjenjuju i na analizu ulaganja u obrazovanje kao i na analizu efikasnosti ulaganja u inovativnu i istraživačko-razvojnu (IR) djelatnost.

7.1.1. ANALIZA EFIKASNOSTI ULAGANJA U INOVACIJE: TROŠKOVI I KORISTI

Cost-Benefit analiza ulaganja u inovacije mnogo manje je razvijena od one kod analize ulaganja u obrazovanje. Razlog ovakvog stanja je u činjenici da ne postoje zvanični statistički podaci koji bi omogućili empirijsku analizu efikasnosti ulaganja u inovacije. Do ovakvih podataka je moguće doći jedino putem intervjua i anketa, koje su po svojoj prirodi vrlo kompleksne, a uz to često vrlo nepouzdanе. To ne treba da čudi kad znamo da se koristi od ulaganja u istraživačko-razvojnu i inovativnu djelatnost javljaju, u najrazličitijim oblicima i na najrazličitijim mjestima, tako da ih je gotovo nemoguće, i pored dobre volje, sve „pohvatati”. Upravo zato, u analizi efikasnosti ulaganja u istraživačko-razvojnu i inovativnu djelatnost mnogo više je primijenjen postupak u kome se polazi od proizvodne funkcije u kojoj kao jedan od utrošaka figuriraju izdaci za istraživanje i razvoj. Pri tom, moguće je ovakve proizvodne funkcije konstruisati i za nivo preduzeća u kom slučaju utvrđujemo privatnu stopu povraćaja na R & D ulaganja, a i za nivo grane ili nacionalne ekonomije, u kom slučaju utvrđujemo društvenu stopu povraćaja na ulaganja u inovacije.

U domenu *Cost-Benefit* analize ulaganja u istraživanje, razvoj i inovacije najveći doprinos dali su [Mansfield, 1968b, Mansfield, 1968a, Mansfield, 1971a, Mansfield et al., 1977, Mansfield et al., 1982, Mansfield, 1984], [Arrow, 1962b], [Matthews, 1973], [Griliches, 1958, Griliches, 1964] [Griliches, 1973, Griliches, 1980b],

[Mansfield et al., 1971], [Wagner, 1968]. Recentnije, o ovoj temi su pisali autori i institucije poput [Jaffe, 1996], [Jones i Williams, 1998], [Hall et al., 2010], [Bacchiocchi i Montobbio, 2009], [Bjørner i Mackenhauer, 2013], [Corderi i Lin, 2011], [COWI, 2009], [The European Commission, 2005, The European Commission, 2006, The European Commission, 2011, The European Commission, 2013], [JASPERS, 2009, JASPERS, 2012], [Martin i Tang, 2007]. Razmatranje koje slijedi u ovoj glavi biće uglavnom zasnovano na njihovim istraživanjima. Pristup koji polazi od proizvodne funkcije bio je, sa svoje strane, najviše primjenjivan u radovima [Mansfield, 1965, Mansfield, 1968b, Mansfield, 1968a, Mansfield et al., 1977], [Minasian, 1969], [Nordhaus, 1969], [Pakes i Griliches, 1984], [Pakes i Schankerman, 1984], [Clark i Griliches, 1982], [Denison, 1974], [Griliches, 1964, Griliches, 1973, Griliches, 1980a], [Kendrick, 1979, Kendrick, 1980, Kendrick, 1981], [Nelson, 1980], [Terleckyj, 1974, Terleckyj, 1980] i drugih. Ovaj pristup biće nešto detaljnije analiziran u sledećem odjeljku ovog rada kada budemo razmatrali uticaj ulaganja u IR na stopu privrednog rasta.

Važno je primijetiti da *Cost-Benefit* analiza, (kao i pristup koji polazi od proizvodne funkcije) daje mjeru eksterne efikasnosti ulaganja u inovacije. Ona nam ukazuje na koristi koje društvo i pojedinci imaju od ulaganja u inovacije, a da pri tom ne razmatra pitanje interne efikasnosti same inovativne djelatnosti. U *Cost-Benefit* analizi se, drugim riječima, sučeljavaju troškovi i koristi od inovacija, a da se pritom ne postavlja pitanje da li su se dosegnute koristi (rezultati) mogle ostvariti uz manje troškove, tj. uz manja ulaganja. Isto važi i za pristup koji polazi od proizvodne funkcije. Očigledno je, međutim, da pitanje interne efikasnosti nije ništa manje važno od pitanja eksterne efikasnosti ulaganja u inovacije. Zato kod razmatranja svake konkretne inovacije treba, uporedo sa sučeljavanjem troškova i koristi od te inovacije, detaljno analizirati strukturu troškova koje je ona indukovala, postavljajući pitanje dali su neki od tih troškova mogli biti manji, i za koliko su mogli biti manji. Da bi se na ovo pitanje odgovorilo potrebno je, međutim, dobro poznavati proizvodnu funkciju same inovativne djelatnosti, njenu društvenu organiza-

ciju i čitav niz drugih, vrlo komplikovanih pitanja. Neka od tih pitanja interne efikasnosti istraživao je [Mansfield, 1968b, Mansfield, 1968a, Mansfield, 1971a, Mansfield et al., 1977]. Koliko god bila važna, ova pitanja neće biti razmatrana u našem radu pošto bi time izašli iz okvira zadate teme.

POJEDINAČNI TROŠKOVI

Pod pojedinačnim (privatnim) troškovima određene inovacije podrazumijevamo one troškove koje snosi nosilac inovativne aktivnosti, bez obzira na to da li je u pitanju preduzeće ili samostalna istraživačko-razvojna jedinica. Pri tom, kada analiziramo rentabilnost neke komercijalne inovacije, a o tome će ovdje biti riječi, moramo imati u vidu ne samo direktne troškove vezane za njenu realizaciju, već i troškove nekomercijalizovanih projekata kao i razne privatne oportunitetne troškove.

Direktni troškovi inovativne aktivnosti obuhvataju troškove rada, materijala i kapitala angažovanog na tehnološkom kompletiranju i komercijalizaciji date inovacije. Troškovi rada jednaki su sumi ličnih dohodaka naučnika, inženjera i tehničkog osoblja angažovanog na izradi projekta. Materijal utrošen u toku eksperimenata, probne proizvodnje i sl. predstavlja materijalne troškove. I materijalne troškove i troškove rada je relativno jednostavno utvrditi. Sa troškovima osnovnih sredstava je nešto složenija stvar jer laboratorijska i druga oprema obično opslužuje više različitih projekata istovremeno. Kada se, na bazi intervjua ili nekim drugim postupkom, utvrdi vrijednost osnovnih sredstava korišćenih na datom projektu, pristupa se procjeni troškova kapitala, tako što se utvrđena vrijednost množi sumom stope amortizacije i interesne (kamatne) stope. Dobijena veličina predstavlja vrijednost usluga kapitala, što možemo vidjeti u [Mansfield, 1971a], [Mansfield et al., 1977].

Za svrhe ekonomske analize je neobično važno raščlaniti direktne troškove po pojedinim fazama, odnosno tehnološkim cjelinama od kojih se sastoji inovativna aktivnost. Nažalost, vrlo je

teško napraviti jedinstveno razgraničenje ove vrste pošto kreiranje svakog novog proizvoda ili procesa predstavlja samo po sebi složen i posve specifičan tehnološki proces. Ipak, možemo reći da inovativna aktivnost počinje fazom istraživanja usmjerenog ka nalaženju novog proizvoda ili procesa. Slijedi faza razvoja u kojoj dolazi do konačnog rešenja svih tehnoloških problema vezanih za novi proizvod ili proces. Nakon toga nastupa faza komercijalizacije novog proizvoda, odnosno primjene novog procesa. Konačno, i u fazi eksploatacije često dolazi do značajnih ulaganja usmjerenih u pravcu poboljšanja i modifikacije date inovacije [Mansfield et al., 1977], [Mansfield et al., 1971].

Kad je riječ o fazi *istraživanja* ovdje se najčešće imaju u vidu one aktivnosti i oni troškovi koji su vezani neposredno za kreiranje posmatrane inovacije. Dakle, riječ je o troškovima primijenjenih istraživanja koji su direktno vezani za tu inovaciju. Troškovi ostalih primijenjenih istraživanja i troškovi bazičnih istraživanja tretiraju se kao troškovi nekomercijalizovanih istraživanja [Mansfield et al., 1977].

U fazi *razvoja* dolazi do tehničkog kompletiranja inovacije. Riječ je, dakle, o procesu transformisanja rezultata dobijenih u fazi istraživanja, te drugih opštih naučnih znanja u konkretan proizvod ili proces. Proces razvoja se sastoji od čitavog niza najrazličitijih aktivnosti i faza (preliminarna inženjerska istraživanja, laboratorijska i druga istraživanja, testiranje prototipa, marketing istraživanja i razvoj i sl.), koje se ne odvijaju sukcesivno, već između njih postoji vremensko preklapanje, od čijeg karaktera zavisi uspješnost svake faze ponaosob i uspješnost razvoja u cjelini [Mansfield, 1971a, Mansfield et al., 1977].

U fazi *komercijalizacije i primjene* dolazi do izgradnje opreme i mašina neophodnih za proizvodnju novog proizvoda, obučavanja radnika, poboljšanja proizvoda i mašina do prihvatljivog nivoa kvaliteta, izrade studija tržišta, reklame, obučavanja prodavaca, izgradnje sistema distribucije i sl. Riječ je o vrlo značajnoj etapi inovativne aktivnosti, o čemu svjedoči činjenica da često preko 50% ukupnih direktnih troškova inovacija otpada upravo na ovu fazu [Mansfield, 1971a, Mansfield et al., 1977].

Učešće pojedinih faza u ukupnoj strukturi direktnih troškova zavisi od čitavog niza faktora. Logično je, na primjer, očekivati da učešće istraživačkih i razvojnih troškova bude veće kod tehnološki ambicioznijih poduhvata. Takođe će učešće ovih troškova biti veće kod većih preduzeća i korporacija. Na strukturu troškova utiče i to da li je u pitanju stvaranje novog proizvoda ili stvaranje novog procesa itd. [Mansfield et al., 1977].

Napomenimo na kraju da između troškova i vremena potrebnog da se stvori određena inovacija postoji odnos supstitucije (*Trade off* efekat). Sa porastom ukupnih troškova može se smanjiti vrijeme stvaranja inovacije, i obratno, sa produženjem vremena smanjuju se ukupni troškovi. Optimalna kombinacija vremena i troškova zavisiće, očigledno, od vremenske preferencije, tj. od interesne stope [Mansfield, 1971a, Mansfield et al., 1977, Mansfield et al., 1982].

Troškovi nekomercijalizovanih istraživanja (indirektni troškovi) predstavljaju izdatke vezane za one projekte koji nijesu ušli u fazu komercijalizacije. S jedne strane, to su troškovi onih istraživačko-razvojnih projekata koji nijesu urodili obećavajućim rezultatima, pa zato i nijesu ušli u fazu komercijalizacije. S druge strane, to su troškovi onih bazičnih i primijenjenih istraživanja koja nijesu ni imala za cilj neki konkretan proizvod ili proces. Riječ je, naime, o istraživanjima čiji rezultati predstavljaju opšti uslov za razvoj inovativne aktivnosti u okviru date organizacije. Rezultati ovih istraživanja predstavljaju izvor naučnih informacija relevantnih za nastanak više, često različitih, inovacija. Usled toga troškove nastale po ovom osnovu možemo označiti kao indirektno troškove. Ovo tim prije što i projekti iz prve kategorije, tj. neuspješni projekti mogu naknadno imati, i najčešće imaju, slične pozitivne efekte na razvoj određene inovacije.

Kada bi smo mogli tačno odrediti koliko je svaka od uspješnih, komercijalizovanih inovacija učestvovala u korišćenju rezultata ovih istraživanja, bilo bi moguće odrediti i vrlo precizan ključ za raspoređivanje indirektnih troškova na pojedine inovacije. Pošto je to nemoguće, indirektni troškovi se raspoređuju na pojedine komercijalizovane inovacije srazmjerno veličini njihovih direktnih troškova [Mansfield et al., 1977].

Pojedinačni (privatni) oportunitetni troškovi neke inovacije obuhvataju izgubljene koristi do kojih dolazi usled uvođenja novog proizvoda ili procesa. Ako je riječ o novom proizvodu, onda oportunitetni troškovi predstavljaju izgubljenu dobit (profit) od starog proizvoda koji se prestaje (smanjuje) proizvoditi sa uvođenjem novog proizvoda. Naravno, imamo u vidu izgubljenu dobit firme inovatora, a ne i drugih proizvođača. Na sličan način definišu se i oportunitetni troškovi koji nastaju sa uvođenjem novog procesa [Mansfield et al., 1977].

UKUPNI (DRUŠTVENI) TROŠKOVI

Ukupni ili društveni troškovi određene inovacije obuhvataju, pored naprijed razmatranih pojedinačnih troškova, i čitav niz drugih izdataka ili izgubljenih oportuniteta koje snose ostali članovi zajednice. Ukazaćemo na najvažnije od njih.

Često se dešava da pored inovatora, tj. onoga ko prvi uvodi inovaciju u život, postoje i druga preduzeća ili istraživačko-razvojne organizacije koje ulažu značajna sredstva u cilju nalaženja gotovo istog ili sličnog novog proizvoda (ili procesa). U tom smislu postavlja se pitanje tretiranja *troškova ovih paralelnih inovativnih aktivnosti*.

Kao prvo, potrebno je utvrditi da li se zaista radi o paralelnom radu na kreiranju iste inovacije ili je u pitanju naknadni rad na imitaciji ili modifikaciji već komercijalizirane inovacije. Samo u prvom slučaju ove troškove tretiramo kao troškove proizvodnje inovacije i shodno tome na poseban način ih obuhvatamo u analizi troškova i rezultata.

U daljem postupku potrebno je ocijeniti da li bi koji od tih paralelnih istraživačkih napora urodio plodom ili ne. Ako ocijenimo da paralelna aktivnost ne bi urodila plodom, tada troškove vezane za ova istraživanja jednostavno dodajemo pojedinačnim (privatnim) troškovima u nastojanju da utvrdimo ukupne troškove posmatrane inovacije.

Ako ocijenimo da bi neko od paralelnih istraživanja urodilo plodom, tada analiza postaje nešto drugačija. Očigledno je, naime, da je inovator u ovom slučaju samo doprinio da se inovacija (pa time i ukupni tok korisnosti od nje) javi ranije nego što bi se javila da je on nije prvi uveo. Prema tome, društvena korisnost od uvođenja takve inovacije jednaka je ne ukupnom toku koristi koje ona generiše, već razlici tog toka korisnosti i toka korisnosti koji bi se formirao u slučaju da je inovaciju nešto kasnije uveo drugi inovator. Prema tome, alternativni (kasniji) tok koristi ovde ima značenje troškova. Njegovo utvrđivanje, međutim, može biti vrlo komplikovano, jer je potrebno odrediti čitav niz vrlo teško mjerljivih parametara (vrijeme otpočinjanja, podjelu tržišta, tok društvenih korisnosti, itd.) [Mansfield, 1968b, Mansfield, 1968a, Mansfield et al., 1977].

Prema tome, kada utvrđujemo troškove paralelnih inovativnih aktivnosti polazimo od utrošenih resursa u toku istraživanja, ako je u pitanju neuspješno istraživanje, odnosno od procijenjenog alternativnog toka društvenih koristi, ako je u pitanju uspješno istraživanje.

Pomenuli smo i naknadne *troškove koje snose drugi proizvođači u cilju imitacije i modifikacije već uvedene inovacije*. Kao i troškovi neuspješnih paralelnih istraživanja, i troškovi imitacije se u cjelini dodaju pojedinačnim troškovima u cilju utvrđivanja ukupnih društvenih troškova. Ovi troškovi, baš kao i troškovi neuspješnih paralelnih inovacija, nijesu generator dodatnih društvenih korisnosti. Oni su u funkciji preraspodjele toka korisnosti koji je već pokrenula uvedena inovacija. Onaj ko ih preduzima (imitator) u mogućnosti je da na legalan način uz određene, često vrlo niske, troškove (troškove imitacije) prisvoji dio rezultata koji su rezultat ulaganja inovatora. Kao i troškovi inovacija i oni se sastoje od troškova primijenjenih istraživanja, troškova razvoja, te troškova uvođenja, tj. komercijalizacije. Njihova visina zavisi od čitavog niza faktora. Prema [Mansfield et al., 1982] troškovi imitacije zavise od karaktera inovacije (novi proizvod ili novi proces), od učešća istraživačkih troškova u ukupnim troškovima inoviranja (lakše se imitiraju inovacije kod kojih je veće učešće istraživačkih, a manje razvojnih troškova), od patentne

zaštite (koja povećava troškove imitacije) itd.

Ukupnim društvenim troškovima treba dodati i troškove modifikacije (poboljšanja) inovacije koje snose drugi proizvođači, baš kao što smo i troškove modifikacije, koje snosi inovator, dodali pojedinačnim troškovima. Primijetimo još da ovi troškovi, za razliku od troškova imitacije, generišu značajne dodatne društvene korisnosti.

Treću značajnu grupu troškova predstavlja izgubljena dobit (profit) drugih preduzeća do koje dolazi usled uvođenja inovacije. Riječ je, dakle, o svojevrsnim oportunitetnim troškovima. Tako, na primjer, uvođenje novog, kvalitetnijeg i jeftinijeg proizvoda u jednom preduzeću može voditi smanjenju (ili ukidanju) proizvodnje starog, nekonkurentnog proizvoda u drugim preduzećima. Dobit izgubljena po ovom osnovu predstavlja društveni oportunitetni trošak posmatrane inovacije. Do sličnih gubitaka dolazi i kod uvođenja novih procesa [Mansfield et al., 1977].

Novi proizvod ili proces može u toku eksploatacije generirati i čitav niz *ekoloških troškova*. Veličina ovih troškova najčešće se procjenjuje na bazi izdataka neophodnih da bi se sanirala životna i/ili radna sredina. Naravno, ovako računati troškovi ulaze u sumu ukupnih (društvenih) troškova date inovacije samo ako prethodno nijesu već obračunati kao pojedinačni troškovi proizvođača ili potrošača koji koristi novi proizvod (proces). S druge strane, ekološki troškovi ući će u račun pojedinačnih troškova onda kada je korisnik novog proizvoda ili procesa obavezan da sam osigura zaštitu životne sredine (na primjer zaštitni filteri kod aeropolucija), ili je obavezan da obezbijedi finansijska sredstva za saniranje šteta (porezi, prodaja prava polucija i sl.), [Pearce, 1976].

INOVATOROV PROFIT I POTROŠAČEV VIŠAK OD INOVACIJE

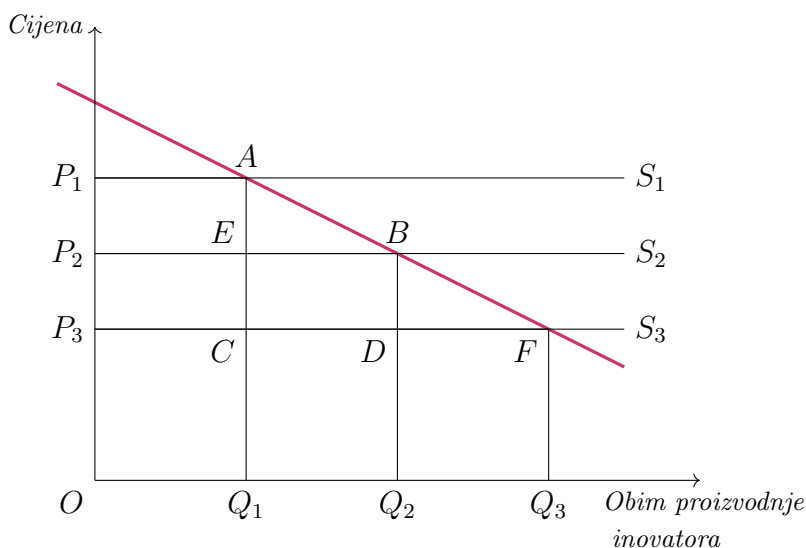
Svaka uspješna inovacija vodi sniženju troškova proizvodnje, što i čini motiv inovatora za ulaganje u istraživanje i razvoj. Istovremeno, ovako nastale uštede resursa predstavljaju ukupnu

društvenu korist od inovacije. Međutim, inovator ne prisvaja u cjelini rezultate svog ulaganja. Ukupna društvena korisnost od inovacije raspoređuje se između inovatora (inovatorov profit), potrošača (potrošačev višak *consumer surplus*) i imitatora koji preuzimaju dio profita od inovatora (*spillover* efekat). Prema tome, pojedinačne koristi od inovacije jednake su inovatorovom profitu, dok ukupne društvene koristi obuhvataju, pored inovatorovog profita, i eksterne efekte od inovacije, tj. potrošačev višak i profit imitatora. Ovdje ćemo, polazeći od interpretacije koja je data u [Mansfield et al., 1977], str. 145-190, ukratko objasniti kako se uštede u resursima raspodeljuju između potrošača i inovatora.¹

Ovaj fenomen najjednostavnije se može prikazati na primjeru *sniženja troškova proizvodnje nekog potrošnog dobra*, izazvanog uvođenjem novog procesa proizvodnje tog dobra. Dakle, u pitanju je *procesna inovacija*. Opisana situacija predstavljena je na grafiku 7.1.

Na apscisi koordinatnog sistema predstavljene su količine datog potrošnog dobra a na ordinati njegove cijene, odnosno troškovi proizvodnje po jedinici proizvoda. Kriva koja prolazi kroz AB predstavlja tražnju za posmatranim proizvodom, a kriva S_1 funkciju ponude prije uvođenja nove tehnologije. Naravno, tako definisana kriva graničnih troškova ponude uključuje u sebi i troškove usluga osnovnih sredstava. Prema tome, prije uvođenja novog procesa ravnoteža je u tački (P_1, Q_1) . Sa uvođenjem nove tehnologije troškovi po jedinici se smanjuju sa P_1 na nivo P_3 , pa površina između S_1 i S_3 predstavlja, u stvari, uštede u resursima izazvane ovom inovacijom. Kako će te uštede biti raspoređene između proizvođača i potrošača zavisi od politike cijena inovatora. Ono što inovator sigurno neće izabrati je da snizi cijene na nivo P_3 jer će u tom slučaju sve uštede u resursima (površina trapeza P_1P_3FA) pripisati potrošaču. Ako, nasuprot tome, zadrži cijene na ranijem nivou, P_1 , sve uštede u resursima, ovoga puta

¹Za širi uvid u ovaj i ostale probleme vezane za raspodjelu koristi od inovacija vidi takođe [Jones i Williams, 1998], [Audretsch et al., 2002], [Hall et al., 2010], [Jaffe, 1996], [JASPERS, 2012], [Bjørner i Mackenhauer, 2013], [Corderi i Lin, 2011] i dr.



Grafik 7.1: Inovatorov profit i potrošačev višak

date površinom pravougaonika P_1P_3CA , pripašće njemu, što je, dakako, mudrije rješenje od prethodnog. To, međutim, ne mora biti i najmudrija politika cijena.

Inovator, naime, može biti, i najčešće jeste, zainteresovan da osvoji (ili zadrži) dominirajuću poziciju na tržištu, u čemu mu politika sniženja cijena može itekako pomoći. S druge strane, sniženjem cijena inovator može učiniti inovaciju manje atraktivnom za imitatore, i na taj način obezbijediti da u budućnosti odlivanje (*spillover*) njegovog profita bude što manje. Pretpostavimo da je zbog ovih, ili još nekih drugih, razloga inovator (proizvođač) odlučio da cijene snizi na nivo P_2 . Očigledno, u ovoj situaciji se inovatorov profit od inovacije kratkoročno smanjuje (površina pravougaonika P_1P_2EA), ali mu se za uzvrat, usled smanjenja spillover-a i dominirajuće pozicije na tržištu, povećava budući tok profita (dobiti). Postoje, međutim, i kratkoročni razlozi za sniženje cijena. Naime, sa sniženjem cijena dolazi do povećanja prodaje (proizvodnje) datog proizvoda (Q_2), što utiče na povećanje profita (dobiti) preduzeća inovatora. Ovaj efekat povećanja profita dat je površinom pravougaonika $ECDB$ na našoj slici. U

našem primjeru je efekat kratkoročnog povećanja ($ECDB$) manji od efekta smanjenja profita (P_1P_2EA), ali on u određenim okolnostima može biti dovoljno veliki da kompenzuje, pa i prevaziđe, efekat kratkoročnog smanjenja profita, što samo po sebi može biti dovoljan razlog, bez ikakvih dugoročnih razloga, za sniženje cijena. Očigledno je da odnos ova dva kratkoročna efekta zavisi od elastičnosti tražnje (cjenovne) za datim proizvodom: sa povećanjem cjenovne elastičnosti povećava se pozitivni, a smanjuje negativni efekat sniženja cijena na profit, i obratno.

Prema tome, u novonastaloj ravnotežnoj poziciji (P_2, Q_2) ukupne uštede u resursima predstavljene su površinom P_1P_3DBA , pri čemu dio ušteta dat površinom P_1P_2BA predstavlja potrošačev višak (*consumer surplus*), tj. onaj dio koji prisvaja potrošač, dok dio ušteta dat površinom P_2P_3DB predstavlja dobit (profit) inovatora, tj. ono što prisvaja inovator [Mansfield et al., 1977].

Napomenimo na kraju da oblik krive tražnje za proizvodima inovatora dat na grafiku 7.1 implicira ili postojanje neperfektne tržišne strukture, ili postojanje diferencijacije proizvoda. Ovakav izbor smo izvršili ne samo zbog jednostavnije interpretacije, već i zato što ova situacija, po našem mišljenju, realnije opisuje stvarne uslove privređivanja, posebno kada imamo u vidu danas sveprisutnu diferencijaciju proizvoda na tržištu potrošnih dobara. Na kraju krajeva, svaka inovacija, čak i kad je procesna kao u našem primjeru, vodi daljoj diferencijaciji proizvoda.² S druge strane, uvođenje horizontalne krive tražnje, kojom se opisuje stanje per-

²Problem diferencijacije potrošenih proizvoda detaljno je prikazan u radovima [Varian, 1992], a na našem jeziku [Pjanić, 1971] i [Konstantinović, 1973]. Treba, međutim, imati u vidu da diferencijacija proizvoda nije samo karakteristična za potrošne proizvode, već se ona javlja i kod proizvoda koji čine reprodukciju potrošnju, tj. kod onih proizvoda čija je tražnja derivirana iz proizvodne, a ne iz potrošne funkcije. Dok osnov za diferencijaciju potrošnih proizvoda čine različiti ukusi pojedinaca, dotle osnov diferencijacije proizvoda reprodukcione potrošnje čine specifična obilježja instaliranih tehnologija. Specifična obilježja instaliranih tehnologija (*asset specificity*), s druge strane, utiču i na stvaranje niza inovacija vezanih za praksu ugovaranja (*Franchising* ugovori, na primjer). Ovi ugovori ne moraju imati, i najčešće nemaju, restriktivni (monopolski) karakter. Detaljnije o ovom vidu u [Williamson, 1985a, Williamson, 1985b].

fektne konkurencije na tržištu jednog proizvođača, dovelo bi nas do suštinski istih zaključaka.

Na sličan način se objašnjava raspodjela ušteda u resursima između inovatora i potrošača i onda *kad procesna inovacija nije direktno namijenjena proizvodnji potrošnog dobra*, kao u našem primjeru, već je, na primjer, namijenjena proizvodnji repromaterijala koji koristi industrija datog potrošnog dobra. U tom slučaju kriva koja prolazi kroz AB na grafiku 7.1 predstavlja krivu tražnje za potrošnim dobrom koje proizvodi data industrija kao cjelina, a ne samo jedan proizvođač, iz čega slijedi zaključak da nagnutost krive ne implicira nepotpunu konkurenciju. Analogno tome, apscisa predstavlja proizvodnju industrije koja upotrebljava repromaterijal proizveden novom, ekonomičnijom tehnologijom, dok ordinata izražava cijene, odnosno troškove proizvoda. Zahvaljući inoviranoj tehnologiji i konsekventnom padu cijena repromaterijala, došlo je i do smanjenja cijena datog potrošnog dobra sa P_1 na P_2 . To je rezultiralo potrošačevim viškom, predstavljenim kao i ranije površinom P_1P_2BA . Profit inovatora, tj. onaj deo ušteda u resursima koji prisvaja preduzeće inovatora, predstavljen je takođe kao i u ranijem primjeru površinom P_2P_3DB . Razlika je, naravno, u tome što u ovom primjeru ova površina predstavlja sa stanovišta preduzeća koja proizvode dato potrošno dobro dio njihovih troškova, tj. dio izdataka koje su, u prethodnoj transakciji sa preduzećem inovatorom, kroz cijenu repromaterijala isplatila na ime profita od inovacije. U našem primjeru, dakle, sve uštede u resursima su raspodijeljene između inovatora i potrošača. Nije isključeno, međutim, da, u uslovima tržišnih neperfektnosti, dio ušteda prigrabi i treći učesnik u transakciji, tj. proizvođač potrošnog dobra.

Sličnim rezonovanjem može se objasniti i efekat uvođenja novog proizvoda, bilo da je riječ o novom potrošnom dobru, novoj mašini ili novom repromaterijalu. Kad je riječ o *trajnom potrošnom dobru*, analiza se modifikuje u tom smislu što se umjesto tržišne tražnje za datim dobrom uvodi tražnja domaćinstva za godišnjim brojem korišćenja datog trajnog dobra pri različitim cijenama jedne godišnje upotrebe. U stvari, tražnja domaćinstva se ovdje derivira iz svojevrsne proizvodne funkcije domaćinstva, u

kojoj posmatramo trajno potrošno dobro (štednjak ili usisivač, na primjer), zajedno sa utrošenim radom (čišćenje ili kuvanje), predstavlja input, dok dobijena usluga (očišćena kuća) ili proizvod (skuvana hrana) predstavlja output date aktivnosti domaćinstva [Mansfield et al., 1977].

Za detaljniju analizu tražnje i koristi od, ne samo trajnih potrošnih dobara, već i svih ostalih dobara najdoslednije bi bilo primijeniti Beckerovu [Becker, 1965, Ghez i Becker, 1975, Becker, 1991, Becker, 1993] davno predloženu „novu teoriju ponašanja potrošača” i teoriju alokacije vremena. Ova teorija se u svojoj osnovi zasniva na uvođenju različitih proizvodnih funkcija domaćinstva. Različita dobra i usluge su inputi tih proizvodnih funkcija, dok su outputi različita zadovoljstva i potrebe koje zadovoljavamo (*commodities*) na ovaj način (vidi takođe Becker, Grossman i Murphy [Becker et al., 1991]).

U prethodnoj analizi smo pošli od pretpostavke da je preduzeće, tj. proizvodna jedinica jedini stvaralac inovacije, te da je, tako definisan, inovator jedini koji uvodi inovaciju u proizvodnju. Moguće je, međutim, da stvaralac inovacije bude samostalna istraživačko-razvojna jedinica, a korisnik inovacije proizvodna jedinica. U tom slučaju inovatorov profit biće jednak toku prihoda (ili jednokratnoj naplati) koji inovator, tj. razvojna jedinica stiže prodajom prava korišćenja inovacije datom preduzeću. Inovatorov profit biće, kao i u slučaju smanjenja cijene repromaterijala, jednak onom dijelu troškova preduzeća koji smo označili površinom P_2P_3DB . U ovom slučaju, međutim, riječ je o preduzeću koje uvodi inovaciju, dok je ranije to bilo preduzeće koje kupuje repromaterijal proizveden inoviranim procesom [Mansfield et al., 1977].

Moguće je, takođe, da određeno preduzeće stvara i uvodi inovaciju, ali istovremeno i prodaje pravo korišćenja inovacije drugim preduzećima. U tom slučaju pojedinačne (privatne) koristi, tj. inovatorov profit će obuhvatiti i ovako stečen prihod od prodaje inovacija.

Ostaje da vidimo kako je moguće, u analizi konkretne inovacije, izračunati veličinu inovatorovog profita i potrošačevog viška. Profit inovatora se relativno lako računa ako raspoložemo

odgovarajućim podacima. Dobijamo ga tako što, u slučaju da je inovator preduzeće, od prihoda novog proizvoda ili procesa odbijamo sve troškove proizvodnje i prodaje vezane za njih. Ako preduzeće uz to prodaje i pravo na korišćenje inovacije, onda i ovako stečeni prihod treba dodati prethodnoj veličini da bi dobili preciznu procjenu pojedinačnih koristi od inovacije. Ako je inovator samostalna istraživačko-razvojna organizacija, onda je profit jednak sumi prihoda dobijenih od prodaje prava na korišćenje inovacija. Relevantni podaci za obračun mogu se dobiti od inovatora (preduzeća ili IR jedinice).

Procjena potrošačevog viška je nešto složenija. Polazeći od ranije datog grafika 7.1, može se pokazati da je potrošačev višak (površina P_1P_2BA) jednak

$$P = (P_1 - P_2)Q \left[1 - \frac{n}{2} \frac{P_1 - P_2}{P_2} \right], \quad n = \frac{(P_1 - P_2)P_2}{(Q_2 - Q_1)Q_2} > 0 \quad (7.4)$$

pri čemu je n jednako cjenovnoj elastičnosti tražnje posmatranog proizvoda. Dakle, da bi smo ocijenili potrošačev višak moramo znati obim proizvodnje posle uvođenja inovacije (Q_2), cijene proizvoda prije i poslije uvođenja inovacije (P_1 i P_2), te elastičnost tražnje za posmatranim proizvodom (n).

RASPODJELA PROFITA (DOBITI) OD INOVACIJE IZMEĐU INOVATORA I IMITATORA

U prethodnom razmatranju smo analizirali raspodjelu, inovacijom induciranih, ušteta u resursima na profit od inovacije i potrošačev višak, pri čemu smo pošli od pretpostavke da inovator prisvaja cjelokupan profit od inovacije. Međutim, zahvaljujući mogućnosti imitiranja, profit od inovacije se u stvari raspodjeljuje između inovatora i imitatora. Imitator, drugim riječima, preuzima od inovatora dio rezultata njegovih ulaganja. Prema tome, kada računamo ukupne društvene koristi od neke inovacije moramo, pored inovatorovog profita i potrošačevog viška, uzeti u obzir i imitatorov profit.

Kao što smo rekli, sam poduhvat imitiranja povezan je sa određenim troškovima (troškovi imitiranja), koji su manji od troškova inoviranja, što i čini ovaj poduhvat atraktivnim. Iako imitiranje donosi velike koristi imitatoru, ono sa stanovišta društva ne generira nikakve neposredne i kratkoročne dodatne tokove ušteda i prihoda. Ono što nastaje kao posledica imitiranja jeste preraspodjela koristi od inovacije na razne privredne subjekte (inovatore i imitatore), s jedne strane, te izmjena vremenskog profila tih koristi, s druge strane. Tek preko ova dva efekta, imitiranje može, posredno i na dug rok, uticati na nivo koristi od inovacija(e). Taj je uticaj, međutim, protivrječan, a njegov konačni i ukupni efekat često neizvjestan i nejasan. Očigledno je, naime, da prelivanje profita (dobiti) iz ruku inovatora u ruke imitatora smanjuje pojedinačne koristi inovatora, što smanjuje sklonost ka ulaganju u inovacije, i na taj način, utiče na dugoročno smanjenje akumulacije ovog oblika znanja, pa time i toka dohotka koji on generira. S druge strane, imitiranje ubrzava difuziju inovacija, što utiče da se društvene koristi od inovacija što prije efektuiraju. Pri ovakvom vremenskom profilu tokova koristi veća je sadašnja vrijednost društvenih koristi od date inovacije, u čemu bi se i sastojao pozitivan srednjoročni efekat od imitiranja. Očigledno je da postoji neki optimalan nivo imitiranja pri kom je ukupni tok društvenih koristi najveći. Vrlo je teško, međutim, odrediti koji je to nivo, a posebno je teško odrediti način da se on dosegne (pravo vlasništva, ekonomska politika itd.), [Arrow, 1962b], [Mansfield et al., 1977, Mansfield et al., 1982], [Pakes i Schankerman, 1984].

Ako ne možemo odrediti optimalan nivo imitiranja, možemo ukazati na faktore koji određuju stvarni nivo, odnosno sklonost ka imitiranju. Očigledno je da sklonost ka imitiranju zavisi od odnosa troškova i koristi od imitiranja. Koristi su određene rentabilnošću same inovacije, dok su troškovi određeni i čitavim skupom faktora. Jedno od rijetkih empirijskih istraživanja ove vrste [Mansfield et al., 1982], sprovedeno na podacima za privredu SAD, pokazalo je da veličina troškova imitiranja zavisi od karaktera inovacije (proizvodna ili procesna), od učešća istraživačkih troškova u inovaciji, od postojanja ili nepostojanja patentne (ili druge) zaštite, od karaktera tržišne strukture itd. Postojanje

patentne zaštite, to treba posebno istaći, povećava troškove imitiranja, i na taj način značajno utiče na smanjenje sklonosti ka imitiranju, pa time i na smanjenje ovog oblika eksternih efekata.

Međutim, efekat prelivanja profita od inovacije ne iscrpljuje se samo kroz imitiranje novog proizvoda ili procesa u istoj industriji, već i kroz primjenu date inovacije u drugim industrijama na često sasvim različitim aktivnostima. Ovo posebno važi za značajne inovacije. Ilustrativan je primjer mikroprocesora čiji su eksterni efekti toliko veliki i toliko složeni da ih je nemoguće mjeriti. U vezi sa ovim treba napomenuti i to da svaka nova inovacija i svako novo istraživanje, čak i kad je neuspješno, djeluje fermentirajuće na razvoj novih pronalazaka i saznanja. Naravno, ove koristi nemoguće je mjeriti, iako one mogu biti vrlo značajne.

Konačno, kada računamo koristi od neke inovacije moramo uzeti u obzir i ono uvećanje profita (dobiti) nekih proizvođača koje nije posledica imitiranja inovacije, već je rezultat povezanosti tražnje za njihovim proizvodima sa tražnjom za inoviranim proizvodima. Imamo u vidu, naravno, odnos komplementarnosti roba. Ako, usled uvođenja inovacije, dođe do smanjenja cijene određenog proizvoda, povećaće se ne samo tražnja za tim proizvodom, već i tražnja za njemu komplementarnim proizvodom. Zbog toga će doći do povećanja prodaje komplementarnog proizvoda pa time i do povećanja njegovog profita. Ovo uvećanje profita treba uzeti u obzir prilikom utvrđivanja društvenih koristi date inovacije. Da bi utvrdili koliko iznosi to povećanje profita potrebno je da prethodno izračunamo koeficijente unakrsne cjenovne elastičnosti tražnje posmatranih roba (vidjeti [Varian, 1992],[Petrović, 1985]).

Ako, međutim, između inoviranog i nekog drugog proizvoda postoji odnos supstitucije koeficijent unakrsne tražnje imaće suprotan znak, pa će sniženje cijena inoviranog proizvoda voditi smanjenju prodaje, pa i smanjenju profita njegovog supstituta. Ovo smanjenje profita treba tretirati kao društveni oportunitetni trošak date inovacije, na isti način na koji smo tretirali smanjenje profita zamijenjenih proizvoda [Mansfield et al., 1977].³

³Za širi uvid vidjeti [Audretsch et al., 2002], [Jones i Williams, 1998], [Hall et al., 2010], [Jaffe, 1996], [JASPERS, 2012].

INTERNA STOPA PRINOSA NA ULAGANJA U INOVACIJE

Sučeljavanjem koristi i troškova od inovacija ocjenjujemo efikasnost ulaganja u ovaj oblik znanja. Raspoložive podatke potrebno je, naravno, razvrstati po godinama. Tako dobijamo tokove privatnih i društvenih troškova i koristi od date inovacije. Oduzimajući tokove troškova od tokova koristi dobijamo tokove privatnih i ukupnih (društvenih) neto koristi. Formalno neto društvene koristi u godini t (DN_t) možemo predstaviti preko izraza

$$DN_t = DK_t - DT_t \quad (7.5)$$

pri čemu DK_t predstavlja sumu svih društvenih koristi, a DT_t sumu svih društvenih troškova date inovacije u godini t . Analogno za neto privatne koristi (PN_t) ćemo imati

$$PN_t = PK_t - PT_t \quad (7.6)$$

pri čemu, naravno, PK_t predstavlja sumu svih privatnih koristi, a PT_t sumu svih privatnih troškova date inovacije u godini t .

Efikasnost ulaganja se, polazeći od ovako formiranih tokova, može mjeriti preko roka povrata, sadašnje vrijednosti neto koristi, te preko interne stope prinosa. Rok povrata predstavlja vrijeme za koje se, u fazi eksploatacije, nadoknade svi troškovi neke inovacije. Neto sadašnja vrijednost jednaka je diskontovanoj sumi neto koristi od date inovacije, pri čemu se diskontovanje vrši po važećoj interesnoj stopi. Najprikladnija od svih mjera je, ipak, interna stopa prinosa. Interna stopa prinosa predstavlja stopu kojom je potrebno diskontovati tok neto koristi od inovacije tako da njegova suma bude jednaka nuli. Svaka od ovih mjera ima, naravno, prednosti i nedostatke koje treba imati u vidu kada se vrši ocjena efikasnosti investicija. Tako rok povrata, na primjer, ima taj nedostatak što ne uračunava vrijeme na pravi način (pitanje vremenske preferencije), što ne mora uvijek dati nedvosmislen izbor. Na primjer, dvije investicije mogu imati isti rok povrata, a da se zbog različitog vremenskog rasporeda toka neto koristi ipak značajno razlikuju po svojoj efikasnosti. Kod interne

stope prinosa, s druge strane, varijabla vremena je akceptirana na pravi način, ali ni ona ne mora dati jedinstveno rješenje. Može se, naime, desiti da zbog osobenog oblika polinoma koji opisuje tok neto koristi dobijemo kao rješenje više internih stopa prinosa za ocjenu jedne te iste investicije. S druge strane, interna stopa prinosa ne uzima u obzir apsolutni nivo investicija i nivo koristi koje ona generiše, što, takođe, može biti nedostatak, itd.⁴

Pri tom, naravno, treba napraviti distinkciju između privatne i društvene interne stope prinosa. Formalno, njihovo značenje možemo predstaviti preko izraza

$$\sum_{t=0}^n \frac{DN_t}{(1+r_d)^t} = 0 \quad (7.7)$$

odnosno

$$\sum_{t=0}^n \frac{PN_t}{(1+r_p)^t} = 0 \quad (7.8)$$

pri čemu r_d predstavlja društvenu, a r_p privatnu internu stopu prinosa, dok smo sa 0 označili godinu otpočinjanja ulaganja u datu inovaciju, a sa n poslednju godinu u kojoj inovacija daje pozitivne neto koristi [Mansfield et al., 1977].

U cijelom dosadašnjem razmatranju mi smo, u stvari, analizirali pojedinačnu inovaciju. Govorili smo o troškovima i koristima od inovacije, te o privatnim i društvenim internim stopama prinosa od određene inovacije. Međutim, istu ovakvu analizu troškova i koristi moguće je napraviti za ulaganja u inovacije koja u određenom periodu čini preduzeće, grana ili čak čitava nacionalna ekonomija. U tom slučaju dobijene interne stope prinosa odnosiće se na dato preduzeće, granu, zemlju i sl.

Međutim, u ocjenjivanju efikasnosti ulaganja u inovacije može se početi ne samo od koncepta *Cost-Benefit* analize, već i od koncepta proizvodne funkcije u kojoj kao jedan od faktora figurira i kapital formiran u istraživačko-razvojnoj djelatnosti (IR kapital).

⁴Detaljnije o ovim problemima vidi u [Layard, 1973], [Little i Mirrlees, 1968], [Mansfield et al., 1977], [Musgrave, 1969], [Prest i Turvey, 1965]. U našoj literaturi prikaz ovih problema dat je u [Bendeković, 1984], [Jovanović, 1985], [Janković, 1979, Janković, 1985] i dr.

Određenim ekonometrijskim procedurama moguće je, polazeći od ovako definisane proizvodne funkcije, procijeniti vrijednost marginalne proizvodnosti IR kapitala kao alternativne mjere efikasnosti ulaganja u znanje. Marginalnu proizvodnost IR kapitala (F_I) možemo definisati kao prirast proizvodnje izazvan jediničnim prirastom IR kapitala, pri ostalim nepromijenjenim uslovima. Odnos između interne stope prinosa (r) i marginalne proizvodnosti ulaganja u IR kapital (F_I) grubo se može predstaviti relacijom [Pakes i Schankerman, 1984], str. 73-89)

$$r = F_I - b \quad (7.9)$$

pri čemu b predstavlja stopu „raspadanja” (depresijacije) IR kapitala.

Možemo reći da *privatna interna stopa prinosa* predstavlja determinantu ponašanja donosioca odluka o ulaganjima. Investitori će uvijek nastojati da plasiraju svoja sredstva u one oblike kapitala kod kojih je, ceteris paribus, privatna interna stopa prinosa najveća. Takvo ponašanje će, usled djelovanja opadajućih prinosa, voditi takvoj ravnotežnoj konfiguraciji kod koje postoji jednakost privatnih stopa prinosa na pojedine oblike kapitala.

Društvena interna stopa prinosa, s druge strane, određuje optimalnost ulaganja. Optimalnom se može smatrati ona struktura investicija (i kapitala) kod koje postoji jednakost društvenih stopa prinosa na pojedina ulaganja. Prema tome, imajući prethodno u vidu, možemo reći da će formirana struktura investicija biti optimalna samo ukoliko postoji korespondencija između društvenih i privatnih stopa prinosa na pojedina ulaganja. Ako ova korespondencija ne postoji formiraće se neracionalna struktura investicija. Tako, ako je kod određene vrste ulaganja društvena stopa prinosa veća od privatne dolazi do suboptimalnog nivoa investiranja u taj oblik kapitala. Dosegnuta ravnotežna struktura investicija (tj. stanje jednakosti privatnih stopa prinosa na razne vrste ulaganja) nije jednaka optimalnoj strukturi jer je, ceteris paribus, društvena stopa prinosa na posmatrani oblik ulaganja veća od društvene stope prinosa ostalih oblika investicija. Ako je, pak, društvena stopa prinosa na određeni oblik ulaganja manja od privatne stope, doći će do pretjeranog ulaganja u tu vrstu ka-

pitala, pa će u uslovima ravnoteže društvena stopa prinosa na taj kapital biti manja od društvene stope prinosa na ostale oblike ulaganja. Nejednakost društvenih stopa prinosa, na bilo koji od gore opisanih načina da je nastala, predstavlja sa stanovišta društva čist gubitak. Kada bi se, naime, u tim uslovima, mogao povećati obim produktivnijeg kapitala na račun smanjenja količine manje produktivnog kapitala do nivoa u kom bi njihove društvene stope prinosa bile izjednačene, došlo bi do povećanja proizvodnje bez ikakvih dodatnih izdataka. Prema tome, možemo reći da postojanje diskrepancije između pojedinačnih (privatnih) i društvenih stopa prinosa predstavlja jedan od glavnih razloga udaljenosti jedne ekonomije od granice njenih proizvodnih mogućnosti.

Istraživanje i razvoj predstavlja jedan od onih oblika ulaganja u kome je diskrepancija između privatnih i društvenih stopa prinosa najizrazitija. Upravo zbog toga ova oblast bila je predmet ogromnog interesovanja ekonomista.⁵ Većina njih ukazuje na *suboptimalan nivo ulaganja u inovacije* do kog dolazi usled toga što je privatna stopa prinosa daleko manja od društvene stope. Do ove razlike dolazi zato što inovativnu djelatnost karakteriše prisustvo visokih eksternih koristi, tj. onih koristi koje ne prisvaja stvaralac inovacije, tj. investitor, već šira društvena zajednica. U prethodnim redovima smo, analizirajući koristi od inovacija, već ukazali koji su to oblici eksternalija i ko ih prisvaja. Vidjeli smo da dio ušteda u resursima, koje smo označili kao potrošačev višak, prisvaja potrošač, te da dio profita od inovacije, pored inovatora, prisvaja onaj ko imitira datu inovaciju (imitator). Ovako definisane eksterne koristi (potrošačev višak i inovatorov profit) su daleko veće od takođe prisutnih, eksternih troškova, usled čega se i javlja razlika između privatnih i društvenih stopa prinosa, te suboptimalan nivo investicija u inovacije koje ona inducira. Da bi se, u tim uslovima, povećala sklonost preduzeća ka ovom obliku ulaganja, moderne, tehnološki razvijene države obično pribjegavaju djelimičnoj supstituciji tržišnog sa nekim drugim mo-

⁵Vidi, u tom kontekstu sledeće radove: [Arrow, 1962b], [Matthews, 1973], [Griliches, 1958, Griliches, 1973, Griliches, 1980b, Griliches, 1980a], [Mansfield, 1968b, Mansfield, 1968a, Mansfield, 1965, Mansfield, 1971a, Mansfield et al., 1977], [Pakes i Schankerman, 1984] i dr.

dalitetom prometa IR kapitala (subvencionisanje IR aktivnosti preduzeća, državne IR organizacije i sl.).

Dosadašnji, inače vrlo rijetki, pokušaji mjerenja efikasnosti ulaganja u istraživanje i razvoj u saglasnosti su sa teorijski očekivanim rezultatima. Ta istraživanja ukazuju na nekoliko stvari. Prvo, društvena stopa prinosa na ulaganja u inovacije izrazito je visoka i daleko je veća od odgovarajuće stope kod konvencionalnog, materijalnog kapitala, što je dokaz suboptimalnog nivoa investiranja u ovaj oblik kapitala. Tako [Mansfield et al., 1977] (str. 145-190) na slučajno izabranom uzorku od 17 inovacija uvedenih u privredi SAD, polazeći od detaljne analize njihovih troškova i koristi, dolazi do društvene interne stope prinosa od čitavih 56%, što daleko prevazilazi stopu prinosa materijalnog kapitala (oko 9%). Analizu troškova i rezultata primijenio je i Griliches [Griliches, 1958] na primjeru razvoja kukuruznih hibrida i došao do društvene interne stope prinosa od 37%, koja je takođe izrazito visoka. Mjerenja na bazi proizvodne funkcije dala su slične rezultate. Tako je Mansfield [Mansfield, 1968b] izmjerio, za IR ulaganja petrohemije SAD, marginalnu proizvodnost na nivou od 30 – 40%. Do sličnih rezultata došao je i Terleckyj [Terleckyj, 1974] polazeći od podataka za industriju SAD. Njegova procjena marginalne proizvodnosti je na nivou od 30%. Pri tom treba imati u vidu da ova istraživanja na bazi proizvodne funkcije obuhvataju samo one eksterne efekte koji se iscrpljuju u okviru date grane, a ne i preliivanja u druge privredne grane, što znači da dobijeni rezultati predstavljaju, u stvari, donju granicu društvene efikasnosti IR kapitala.

Drugo, privatna stopa prinosa je daleko manja od društvene stope prinosa, što je uzrok smanjene sklonosti ka IR ulaganjima. Tako su Mansfield i dr. [Mansfield et al., 1977] u već citiranom istraživanju došli do privatne stope prinosa od 25%, što je daleko ispod nivoa društvene efikasnosti istog skupa inovacija (56%). Pakes i Schankerman [Pakes i Schankerman, 1984] su polazeći od koncepta proizvodne funkcije došli do privatne stope prinosa (vidi 7.9) na nivou od 8 – 18%, što je takođe ispod nivoa društvene stope prinosa koju su, na sličan način, utvrdili [Mansfield, 1968b] i [Terleckyj, 1974] (od 30 – 40%).

Treće, privatna stopa prinosa na IR ulaganja (25%, odnosno 30 – 40%) je daleko iznad nivoa privatne stope prinosa na ulaganja u materijalni kapital (u prosjeku 9%). Vidjeli smo da bi u uslovima ravnoteže, *ceteris paribus*, ove veličine trebale biti izjednačene. Njihova nejednakost svjedoči o postojanju nekog posebnog faktora koji, pri ostalim jednakim uslovima, čini IR ulaganja manje atraktivnim od ulaganja u konvencionalni kapital. Drugim riječima, pored diskrepancije između privatnih i društvenih stopa prinosa (tj. eksternalija), mora da postoji još neki dodatni faktor koji doprinosi suboptimalnom nivou investiranja u IR kapital. O tom drugom faktoru biće riječi u sledećim redovima.

NEIZVJESNOST ULAGANJA

Pored eksternalija, visoko prisustvo neizvjesnosti predstavlja jednu od osnovnih karakteristika istraživačko-razvojne i inovativne djelatnosti. Zajedno ova dva svojstva, eksternalije i neizvjesnost, imaju odlučujući uticaj na ponašanje subjekata odlučivanja o ulaganjima u istraživanje i razvoj.

Za svrhe ekonomske analize bitno je napraviti razliku između vjerovatnoće tehničkog rješenja problema, vjerovatnoće komercijalizacije inovacije i vjerovatnoće ekonomskog uspjeha komercijalizovane inovacije. Vjerovatnoća tehničkog rešenja problema predstavlja vjerovatnoću da će jedan istraživačko-razvojni projekat biti tehnički riješen. Ako sa N označimo broj započelih, a sa N_t broj tehnički kompletiranih projekata u određenom periodu, tada se ova vjerovatnoća formalno može predstaviti preko izraza

$$V_t = \frac{N_t}{N} \quad (7.10)$$

Vjerovatnoća komercijalizacije predstavlja vjerovatnoću da će tehnički kompletiran projekat doživjeti komercijalizaciju, odnosno da će novi proizvod (ili proces) biti plasiran na tržište (ili primijenjen u procesu proizvodnje). Formalno se ova vjerovat-

noća može izraziti preko

$$V_k = \frac{N_k}{N_t} \quad (7.11)$$

pri čemu N_k predstavlja broj komercijalizovanih inovacija. Konkretno, vjerovatnoća ekonomskog uspjeha komercijalizovane inovacije predstavlja vjerovatnoću da će komercijalizovana, primijenjena inovacija dati pozitivne ekonomske rezultate. Formalno

$$V_e = \frac{N_e}{N_k} \quad (7.12)$$

pri čemu N_e predstavlja broj ekonomski uspješnih inovacija. Očigledno je da proizvod ovih triju vjerovatnoća,

$$V_t V_k V_e = \frac{N_e}{N} = V \quad (7.13)$$

predstavlja ukupnu vjerovatnoću, tj. vjerovatnoću da će započeti istraživačko-razvojni projekat dati ekonomski pozitivne rezultate.⁶

Moguće je, polazeći od prethodnih razmatranja, vrlo jednostavno uspostaviti vezu između pojedinih vrsta vjerovatnoća i stope prinosa na istraživačko-razvojna ulaganja. Ako sa R_e označimo prosječnu godišnju dobit (profit) po jednom ekonomski uspješnom projektu, tada će ukupna godišnja dobit od svih projekata (R) iznositi

$$R = N_e R_e \quad (7.14)$$

Imajući u vidu da je, polazeći od izraza 7.13, $N_e = VN$, te da je $V = V_t V_k V_e$ dobijamo da je

$$R = NV_t V_k V_e R_e \quad (7.15)$$

⁶Izrazi koje smo ovdje upotrebili da bi izrazili vjerovatnoću uspjeha inovativnih poduhvata su donekle pojednostavljeni. Oni, naime, ne uzimaju u obzir vrijednost pojedinih projekata, već svim projektima daju istu važnost. Problem se lako prevazilazi, ako se kao ponderi uzmu učešća posmatranih projekata u ukupnim troškovima svih projekata [Mansfield et al., 1977], strana 23.

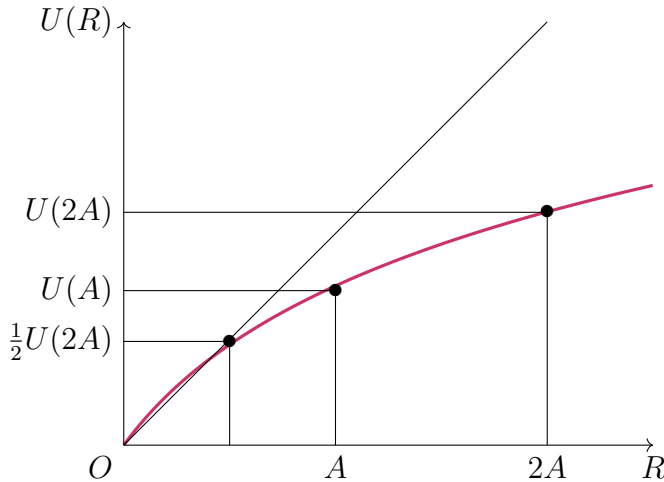
Konačno, označimo li sa I ukupne investicije u istraživačko-razvojnu djelatnost date privrede, grane ili preduzeća, dobijamo da prosječna godišnja stopa povrata na ove investicije iznosi

$$F_I = \frac{NV_t V_k V_e R_e}{I} = \frac{NV R_e}{I} \quad (7.16)$$

Očigledno je da, pri ostalim nepromijenjenim uslovima, porast bilo koje od prethodno definisanih vjerovatnoća povećava stopu povraćaja na uložena sredstva, što vodi povećanju sklonosti ka ulaganjima u istraživanje i razvoj.

Međutim, ovim se ne iscrpljuje uticaj stepena (ne)izvjesnosti na ponašanje donosioca odluka o investicijama. Poznato je, naime, da ljudi osjećaju posebnu averziju prema riziku i rizičnim poduhvatima, zbog čega se donosioci odluka o ulaganjima često opredjeljuju za poduhvate veće izvjesnosti čak i kad im je stopa povrata manja nego kod nekih drugih manje izvjesnih projekata. Ovaj opšte poznati fenomen [Layard i Glaister, 1972] može se uproščeno prezentovati na primjeru dva investiciona poduhvata iste očekivane (prosječne) stope prinosa, ali različitog rasporeda vjerovatnoća. Kod jednog od njih prosječna godišnja dobit od ekonomski uspešnog projekta iznosi $R_e = A$, dok je ukupna vjerovatnoća ekonomskog uspjeha $V = 1$. Dakle, postoji potpuna izvjesnost. U drugom slučaju je dobit (profit) od uspešno okončanog poduhvata dvostruko veća, $R_e = 2A$, ali je vjerovatnoća uspjeha dvostruko manja, $V = 1/2$, usled čega je očekivana vrijednost godišnje dobiti kod ovog projekta ista kao i kod prvog ($A = \frac{2A}{2}$). Pri implicitno datoj pretpostavci da je investiciona težina oba projekta ista, slijedi da će i njihove očekivane stope povrata biti iste. Opisana situacija data je na apscisi koordinantnog sistema na grafiku 7.2.

Apscisa na ovom grafiku (R) predstavlja dobit, a ordinata korisnost od dobiti. Kriva $U(R)$ prikazuje kretanje ukupne korisnosti pri različitim nivoima dobiti. Njena konkavnost izražava djelovanje zakona opadajućih korisnosti. Ako sada, polazeći od ove funkcije, utvrdimo nivoe korisnosti posmatranih nivoa dobiti, $U(A)$ i $U(2A)$, i na njih primijenimo date vjerovatnoće ($V = 1; 1/2$), što u stvari čini donosilac odluka, dobićemo očekivane korisnosti od posmatranih projekata, $U(A)$ i $\frac{U(2A)}{2}$. Na



Grafik 7.2: Kretanje ukupne korisnosti pri različitim nivoima dobiti

grafiku se jasno vidi da ove veličine nisu jednake. Očekivana korisnost prvog projekta veća je od očekivane korisnosti drugog projekta, $U(A) > \frac{U(2A)}{2}$, iako su očekivane dobiti oba projekta iste: $A = \frac{2A}{2}$. Pošto donosilac odluka polazi od očekivane korisnosti, a ne od očekivanog profita, on će se, naravno, opredijeliti za prvi, izvjesniji investicioni poduhvat. Razlika između ovako definisanih očekivanih korisnosti od dva projekta predstavlja, u stvari, svojevrsnu cijenu datog nivoa rizika.

Imajući u vidu da inovativnu aktivnost prati visok stepen nezvjesnosti, ne treba da čudi činjenica da je sklonost ka ovom obliku ulaganja manja nego što bi se moglo očekivati polazeći od visine njihove privatne stope prinosa. Kao što smo vidjeli, privatna stopa prinosa na IR ulaganja (oko 25%) veća je od iste stope kod konvencionalnog, materijalnog kapitala (9%). Pri ostalim jednakim uslovima, bilo bi logično očekivati da dođe do relativnog ubrzanja IR investicija, što bi, usled djelovanja opadajućih

prinosa, vodilo smanjenju privatne stope prinosa na ova ulaganja i njenom izjednačavanju sa privatnom stopom prinosa na materijalni kapital. Do tog izjednačavanja ne dolazi, što se upravo objašnjava činjenicom da su IR ulaganja daleko rizičnija od ulaganja u osnovna sredstva. Prema tome, suboptimalan nivo ulaganja u IR kapital, do kog dolazi u uslovima čisto tržišnog kretanja kapitala znanja, posledica je zajedničkog uticaja eksternalija i neizvjesnosti koje u izrazitoj mjeri opterećuju ova ulaganja. Pomenuta dislokacija resursa (udaljenost od fronta proizvodnih mogućnosti) najčešće se prevazilazi djelimičnom supstitucijom tržišnog sa nekim drugim medijem prometa znanja (državne subvencije, recimo).

O dimenzijama neizvjesnosti IR ulaganja svjedoče i određena empirijska istraživanja. Tako su Mansfield i dr. [Mansfield, 1971a] pokazali, na uzorku od 19 istraživačko-razvojnih jedinica velikih korporacija u SAD, da vjerovatnoća tehničkog kompletiranja iznosi $V_t = 0,57$, vjerovatnoća komercijalizacije $V_k = 0,55$, a vjerovatnoća ekonomske uspješnosti $V_e = 0,38$, što daje ukupnu vjerovatnoću $V = 0,12$. Drugo istraživanje [Mansfield et al., 1977] obavljeno na bazi intervju sa 20 glavnih američkih korporacija, dalo je nešto bolje rezultate: $V_t = 0,57$, $V_k = 0,65$, $V_e = 0,74$, što daje ukupnu vjerovatnoću $V = 0,27$. Nema sumnje, međutim, da oba mjerenja ukazuju na visoku rizičnost IR investicija. Ovome treba dodati i činjenicu da je kod ekonomski uspješnih inovacija ustanovljena velika varijacija privatnih stopa prinosa pojedinih projekata oko prosječne privatne stope. Pri tom, takođe, treba imati u vidu da se pomenuta istraživanja odnose na privredu SAD, koja bez sumnje ima najorganizovaniju i najproduktivniju IR djelatnost u svijetu.

Druga neracionalnost vezana za IR ulaganja ogleda se u relativno slaboj sklonosti preduzeća ka ulaganjima u one istraživačko-razvojne projekte koji su u tehnološkom pogledu ambiciozniji i složeniji u odnosu na tehnološki manje složene projekte. Razlog ovakvog ponašanja donosioca odluka leži u činjenici da je kod ovih projekata vjerovatnoća tehnološkog rješenja problema manja nego kod manje ambicioznih projekata. Međutim, kada su jednom tehnološki kompletirani, ovi projekti postaju atraktivniji

od ostalih, i to kako zbog veće vjerovatnoće njihovog ekonomskog uspeha (V_e), tako i zbog većeg godišnjeg toka dobiti koju obezbjeđuju (R_e). Možemo, dakle, govoriti o postojanju svojevrsnog *trade off* efekta između tehničke vjerovatnoće, s jedne strane, te vjerovatnoće ekonomskog uspjeha i veličine dobiti, s druge strane. Sa porastom (smanjenjem) složenosti projekta smanjuje se (raste) vjerovatnoća njegovog tehničkog kompletiranja, ali istovremeno raste (opada) vjerovatnoća ekonomskog uspjeha takvog projekta kao i visina dobiti koju on generiše [Mansfield et al., 1977, Mansfield et al., 1982].

7.1.2. EKONOMSKO ZNAČENJE NAUKE

Neposredni cilj i konačni rezultat inovativne aktivnosti je, kao što smo vidjeli, stvaranje novih i poboljšanje starih proizvoda i/ili procesa. Ekonomski efekat ulaganja u inovacije je stalno smanjenje resursa potrebnih da se zadovolji određena ljudska potreba, odnosno, što se svodi na isto, stalno povećanje količine zadovoljenih potreba pri datim resursima. Ujedno, to predstavlja osnovni motiv koji ljude, bilo kao pojedince bilo kao članove šire zajednice, pokreće na ova ulaganja. Sama inovativna djelatnost sastoji se iz faze istraživanja (najčešće aplikativnih i primijenjenih, ređe bazičnih), razvoja i komercijalizacije. Naučna djelatnost, s druge strane, nema za cilj neki konkretan, ekonomski koristan proizvod ili proces. Rezultati naučnih istraživanja sadržani su u raznim teorijama i teorijskim hipotezama kojima se nastoje objasniti pojave i zakonitosti u prirodi i ljudskom društvu. Shodno tome, naučna djelatnost obuhvata, uglavnom, fundamentalna, bazična istraživanja, i donekle primijenjena istraživanja. U ovom poglavlju ćemo pokušati, kako to i naslov kazuje, samo da definišemo ekonomsko značenje nauke, tj. da ukažemo na investicionu prirodu troškova koje ova djelatnost indukuje. Nećemo dakle ulaziti u čitav niz drugih, složenih ekonomskih, organizacijskih, razvoj-

nih i sl. problema vezanih za nauku.⁷

Prema tome, rezultati naučnog istraživanja nemaju neposrednog uticaja na proces proizvodnje i na proizvodnost korišćenih resursa, pa se, zato, postavlja pitanje definisanja ekonomskog značenja naučne djelatnosti. Dvije činjenice su, u tom smislu, od ključnog značaja. Prvo, rezultati naučne djelatnosti, tj. rezultati fundamentalnih istraživanja predstavljaju osnovni nematerijalni utrošak inovativne aktivnosti. Uspješnost inovativne djelatnosti je dugoročno determinisana rezultatima naučnih istraživanja. Pošto inovativna djelatnost daje osnovne nematerijalne inpute (znanje) proizvodnoj djelatnosti, to znači da nauka tek posredno, preko inovativnog sektora, utiče na proces proizvodnje. Taj je uticaj, naravno, pozitivan. Ove „transakcije” rezultata naučnih istraživanja između naučne i inovativne djelatnosti praćene su visokim stepenom neizvjesnosti, što je uticalo da se kod mnogih istraživača formira skeptičan stav u pogledu značaja bazičnih istraživanja za uspješnost inovativne aktivnosti. Drugo, pozitivan uticaj nauke na inovativnu djelatnost, pa time i na proces proizvodnje, javlja se, najčešće, sa značajnim kašnjenjem, i traje dugo nakon što su rezultati naučnog istraživanja stvoreni. Zato se i dešava da mnoge vrlo značajne inovacije nijesu zasnovane na najnovijim, već često na vrlo starim naučnim saznanjima, što takođe doprinosi gore pomenutom skepticizmu [Matthews, 1973], [Mansfield et al., 1982]. U razmatranjima o savremenoj kompjuterskoj tehnologiji, vrlo je malo autora koji uopšte pominju, recimo, značaj Bulove algebre ili Witgensteinove teorijske logike. Realno govoreći, gotovo je nezamisliva ideja kompjutera bez ovih teorijskih doprinosa.

Na osnovu naprijed rečenog možemo zaključiti da, ekonomski posmatrano, troškovi vezani za naučnu djelatnost predstavljaju investicije, a ne potrošnju kako se to često misli. Činjenica da su transakcije između naučne i proizvodne djelatnosti zaobilazne (da se odvijaju preko inovativne aktivnosti), da su neizvjesne, da

⁷Detaljniji uvid u te probleme i dileme koje se sa njima u vezi postavljaju može se naći u radovima [Audretsch et al., 2002], [Martin i Tang, 2007], [Bacchiocchi i Montobbio, 2009], [Arrow et al., 1961] [Dobrov, 1969], [Tomin, 1974], [Mladenović, 1969], [Mesarić, 1970] i drugih.

se javljaju obično sa značajnim kašnjenjem, te da je kod njih značajno prisustvo eksternih efekata doprinosi da se često ne uviđa njihova prava priroda. I pored toga, pozitivan i dugoročan uticaj naučne aktivnosti na proces proizvodnje je očigledan, pa je zato opravdano tretirati troškove naučne djelatnosti kao investicije. Visoko prisustvo neizvjesnosti i eksternalija, sa svoje strane, opredeljujuće utiče na društvenu organizaciju naučnih istraživanja, pa ćemo se u narednim redovima ukratko osvrnuti na ova pitanja.

Ekonomski posmatrano, neizvjesnost ulaganja u nauku se ispoljava na dva načina. Prije svega, postoji velika neizvjesnost u pogledu naučnih rezultata istraživanja, tj. u pogledu toga da li će neko naučno istraživanje uroditi odgovarajućim naučnim rezultatima, naučnim saznanjima. Drugo, kada se došlo do određenih naučnih rezultata, tj. naučnih saznanja krajnje je problematično da li će, kada će, i na koji način će oni imati pozitivnog uticaja na inovativnu, pa time i proizvodnu djelatnost.

Kad je riječ o prvom obliku neizvjesnosti, tj. o neizvjesnosti naučnog istraživanja, onda treba reći da ona predstavlja jedno od osnovnih obilježja nauke. Neizvjesnost je ovdje daleko veća nego kod inovativne djelatnosti, što odlučujuće utiče na karakter društvene organizacije nauke. Ne samo da je neizvjesno da li će neko istraživanje uroditi naučnim saznanjem, već je neizvjesno i kakvo će to saznanje biti.⁸ Neizvjesnost naučnog istraživanja je toliko velika da, čak i kad se ne bi postavljalo pitanje ekonomske upotrebljivosti dobijenih rezultata, pojedinačna preduzeća ne bi imala skoro nikakvog interesa za ulaganja u nauku. Zato se nauka i organizuje kao javna djelatnost: naučna dobra se promeću kao javna, slobodna dobra, a ne kao tržišna dobra. U suprotnom, nivo ulaganja u nauku bio bi skoro ravan nuli. S druge strane, pošto je vrlo teško predvidjeti pravce razvoja pojedinih naučnih

⁸Činjenica da je kod naučnih istraživanja neizvjesno, ne samo da li će neki poduhvat uroditi plodom, već i kakav će rezultat istraživanja biti i kakve će posledice imati, ukazuje da je neizvjesnost ulaganja u nauku gotovo nemoguće mjeriti. Pogotovu je ove neizvjesnosti nemoguće mjeriti na način kojim se meri neizvjesnost ulaganja u inovacije, o čemu je bilo riječi u prethodnom odjeljku.

disciplina, veći dio naučnih istraživanja, i dan danas, čine slobodna fundamentalna istraživanja, tj. ona istraživanja kod kojih sami naučnici i naučne ustanove određuju predmet izučavanja. Doduše, u posljednje vrijeme se čine određeni napori u pravcu razvoja metoda prognoze i predviđanja naučnog i tehničkog napretka [Vrcelj et al., 1973], koji bi trebalo da pomognu u definisanju osnovnih pravaca razvoja pojedinih naučnih disciplina, i na taj način doprinesu da se poveća učešće tzv. usmjerenih fundamentalnih istraživanja.

Drugi oblik neizvjesnosti, kao što smo rekli, tiče se ekonomske upotrebljivosti dobijenih naučnih rezultata. Postoji, naime, velika neizvjesnost oko toga da li određeno naučno saznanje može poslužiti kao direktni input inovativnog, pa time i proizvodnog procesa. Više je izvora ove neizvjesnosti. U tom smislu, prije svega, treba istaći činjenicu da dobar dio naučnih saznanja ne predstavlja, ekonomskim terminima govoreći, input inovativne djelatnosti, već predstavlja input same naučne djelatnosti. To su oni naučni rezultati i ona naučna saznanja koja povećavaju fond naših znanja o prirodi i ljudima, koja, drugim riječima, čine naučnu predstavu o svijetu izvjesnijom i jasnijom, a da pri tom ne induciraju, bar ne direktno, nikakve nove istraživačko-razvojne i inovativne poduhvate, tj. poduhvate koji bi urodili određenim ekonomskim efektima. To, naravno, ne znači da ovi rezultati nemaju ekonomskog značaja. To samo znači da se njihov ekonomski efekat osjeća tek na vrlo dug rok, i tek posredno preko onih naučnih saznanja i rezultata koji direktno induciraju inovativne poduhvate, a koja su saznanja, sama po sebi, indukovana ovim, nazovimo ih, opštim saznanjima. S druge strane, kad je riječ o naučnim rezultatima koji mogu poslužiti kao direktni input inovativne aktivnosti, treba istaći da i kod njih postoji neizvjesnost u pogledu mogućnosti njihove ekonomske evaluacije. Da li će, i kada će ovakvo naučno otkriće biti otjelovljeno u novim proizvodima ili procesima zavisi od čitavog niza vrlo složenih faktora. Postojanje tražnje za potencijalnim proizvodom, postojanje adekvatnih resursa i drugih komparativnih prednosti potrebnih za uvođenje novog proizvoda ili procesa, osposobljenost inovativne aktivnosti privrede da transformiše dosegnuta saznanja nauke u

opipljive rezultate predstavljaju neke od osnovnih uslova i faktora koji određuju nivo, ovako shvaćene, izvjesnosti ulaganja u nauku [Matthews, 1973]. Sve u svemu, visok nivo neizvjesnosti u pogledu ekonomske valorizacije naučnih rezultata, kao i visok nivo neizvjesnosti u pogledu dobijanja samih rezultata, doprinosi da sklonost pojedinačnih preduzeća ka ulaganju u nauku bude na vrlo niskom nivou. Da bi se u tim uslovima obezbijedio adekvatan nivo ulaganja u nauku, ova aktivnost se, kao što smo rekli, najvećim dijelom organizuje kao javna djelatnost. Izuzetak u tom pogledu čine ona fundamentalna istraživanja kod kojih postoji apsolutna izvjesnost i predvidivost u pogledu ishoda, i kod kojih dobijeni rezultat ima direktnu primjenu u određenom inovativnom poduhvatu. U tim slučajevima velika preduzeća i korporacije, tj. njihove istraživačko-razvojne organizacije, same organizuju bazična istraživanja [Mansfield et al., 1977]. Treba, međutim, imati u vidu da ova izdvajanja vrlo često nijesu derivirana iz proizvodne funkcije preduzeća, već iz transakcione funkcije (*image, public relations*), a nerijetko i iz potrošne funkcije vlasnika firme (altruizam, taština, i sl.).

Druga značajna karakteristika ulaganja u nauku je, kao što smo rekli, visoko prisustvo eksternih koristi. Vidjeli smo već, kod analize ulaganja u inovacije, da su eksterne koristi one koristi koje ubiraju oni koji nisu učestvovali u njihovom stvaranju. Kod naučne djelatnosti su eksternalije još izrazitije nego kod inovativne. U stvari, nauka predstavlja jednu od djelatnosti u kojoj su eksterne koristi najizrazitije, i u tom smislu ona ima paradigmatičko značenje. Ona se koristi kao zgodan primjer kada se studentima ekonomije objašnjava pojam eksternih efekata ili čistih javnih dobara. Za dobra poput onih koje stvara nauka kaže se i da predstavljaju slobodna dobra. Radi se, naime, o tome da je rezultate naučnog stvaralaštva nemoguće prisvojiti. Kada su jednom stvorena i objelodanjena, naučna saznanja postaju dostupna svima koji su za njih zainteresovani. Ona postaju javno vlasništvo. Naučnici ili naučne ustanove koje su učestvovali u njihovom stvaranju ne mogu ih „posjedovati” i njihovom prodajom na tržištu ubirati prihode od njih, prihode koji bi bili nadoknada za troškove i napore koje su uložili u stvaranje tih saznanja. Do-

duše, oni ih mogu držati u tajnosti i na taj način spriječiti druge da ubiraju koristi od njih. Ali na taj način stvaraoci naučnih dobara lišavaju i sebe koristi od tih dobara. Da bi dobila na vrijednosti naučna saznanja moraju biti objelodanjena, a onog momenta kada postanu objelodanjena ona prestaju biti vlasništvo onih koji su ih stvorili. Ona postaju javno vlasništvo. To je opšta karakteristika svih informacija kao dobara, a naučna saznanja predstavljaju jednu vrstu informacija [Arrow, 1962b].

Reći za jedno dobro da je slobodno ili javno dobro isto je što i reći da je privatna interna stopa prinosa na ulaganja u proizvodnju tog dobra jednaka, ili skoro jednaka nuli. Pri tom društvena stopa prinosa na ulaganja u ta dobra može biti čak izrazito visoka, što je upravo slučaj sa ulaganjima u nauku. Međutim, pošto je privatna stopa prinosa zanemarljiva, sklonost pojedinačnih preduzeća ka ulaganju u nauku bi, čak i kad se zanemari neizvjesnost tih ulaganja, bila takođe zanemarljiva. Prema tome, tržišno prometanje naučnih dobara vodilo bi suboptimalnom nivou ulaganja u nauku. Zato se ovdje umjesto tržišta uvodi država kao medij tog prometa. Dakle, čak i kad ne bi postojala neizvjesnost u pogledu ulaganja u nauku, društvo bi bilo prinuđeno da zbog postojanja eksternih efekata organizuje nauku kao javnu djelatnost.⁹

Činjenica da je nauka uglavnom organizovana kao javna djelatnost čini gotovo nemogućom analizu troškova i rezultata pojedinih naučnih otkrića i nauke u cjelini. Analiza ekonomske efikasnosti ulaganja u nauku bi, naime, zahtijevala kakve-takve podatke o „tržišnoj” vrijednosti toka usluga koje nauka daje inovativnoj, a preko nje i proizvodnoj djelatnosti. Takve podatke, nažalost, nije moguće dobiti. No, ova činjenica baca izvjesnu sumnju i na dosad vršene analize efikasnosti ulaganja u inovacije. U tim se analizama, naime, naučni input računa polazeći od poreskih davanja koja će u toku svog života novi proizvod ili proces dati za nauku, a ne polazeći od „tržišne” vrijednosti tog naučnog

⁹Na neke od osnovnih problema vezanih za „promet” javnih dobara među prvima je ukazao Tullock [Tullock, 1969]. Vidjeti, takođe, radove [Clark, 1973], [Hardin, 1968], [Samuelson i Nordhaus, 1985] i dr. Ipak, danas se najsystematičnija analiza ovih problema može naći u knjizi Josepha Stiglitz [Stiglitz, 2000].

inputa, kako bi trebalo.

7.1.3. DIFUZIJA I TRANSFER TEHNOLOGIJE

Vidjeli smo da inovativnost jedne ekonomije zavisi ne samo od nivoa ulaganja u istraživačko-razvojni i inovativnu djelatnost, već da je, u krajnjoj liniji i na dug rok, ona određena i ulaganjima u naučnu djelatnost. No, visoka ulaganja u naučnu, istraživačko-razvojni i inovativnu djelatnost i, njima indukovana, visoka inovativnost jedne ekonomije nijesu dovoljna garancija da će ta ekonomija imati i visoku stopu tehnološkog progresa, te visok nivo tehnološke razvijenosti. Nivo tehnološke razvijenosti i stopa tehnološkog progresa presudno zavise od brzine kojom se nova tehnološka znanja primjenjuju u procesu proizvodnje, tj. od brzine kojom preduzeća zamjenjuju staru tehnologiju novom. Upravo sporom difuzijom novih tehnologija objašnjava se činjenica da neke zemlje imaju nisku stopu tehnološkog progresa iako su naučno i inovativno vrlo produktivne. Bivši SSSR je u tom pogledu bio tipičan primjer [Gomulka, 1986], [Hanson, 1986], *A Survey of the Soviet Economy*, *The Economist*, 9 april, 1988). Nasuprot tome, čitav niz manjih zemalja, zahvaljujući uspješnom transferu i difuziji inovacija, a ne visokim ulaganjima u istraživanje i razvoj, ima visok nivo tehnološkog napretka [Klus i Korkeakoulu, 1986].

Brzina difuzije neke tehnologije može se na različite načine mjeriti. Često se, u tu svrhu, polazi od vremena koje protekne od otkrića neke inovacije do trenutka kada, recimo, 50% preduzeća posmatrane industrije počne da je primjenjuje. Analogno, tehnološki nivo grane u određenoj zemlji može se mjeriti procentom preduzeća koja u datom trenutku koriste najnoviju tehnologiju. Tehnološki nivo date grane moguće je izraziti i učešćem društvenog proizvoda proizvedenog najnovijom tehnologijom u njenom ukupnom društvenom proizvodu. Brzina difuzije u tom bi se slučaju mjerila vremenom potrebnim da prođe od prve upotrebe date tehnologije do trenutka kada se počne, na primjer,

50% proizvodnje date grane proizvoditi na toj tehnologiji. Takođe je moguće, u izražavanju brzine širenja inovacija, poći od procenta preduzeća koja u određenoj godini prihvate novu tehnologiju [Mansfield, 1968b, Mansfield, 1968a, Mansfield et al., 1977], [Hanson, 1986], [Vrcelj et al., 1973]. Na nivou nacionalne ekonomije tehnološki nivo se može izraziti učešćem najpropulzivnijih grana u ukupnom društvenom proizvodu privrede. U tom slučaju kao mjera brzine difuzije može poslužiti godišnja promjena učešća tih grana u društvenom proizvodu. Moguće je, zatim, poći i od starosne strukture kapitala, odnosno od promjene prosječne starosti kapitala [Hanson, 1986], [Vrcelj et al., 1973], [Dubonjić, 1983]. Konačno, možemo govoriti i o brzini kojom određeno preduzeće prihvata neku novu tehnologiju. Kao mjera ove brzine može, na primer, poslužiti prosječno vrijeme koje protekne od prve upotrebe neke inovacije do trenutka u kom posmatrana firma počne da proizvodi 50% svoje proizvodnje sa tom tehnologijom. U tu svrhu možemo koristiti i prosječno vrijeme koje prođe od prve upotrebe neke inovacije do trenutka kada posmatrano preduzeće prvi put primijeni tu inovaciju [Mansfield, 1968b, Mansfield, 1968a, Mansfield et al., 1977].

Transfer tehnološkog znanja iz jednog preduzeća u drugo povezan je sa određenim *troškovima i koristima*, kako za onog ko prima znanje, tako i za onog ko ga daje. Primalac novih tehnoloških znanja u početku snosi određene troškove po osnovu transfera da bi tek kasnije ubirao koristi iz njega. Sa stanovišta primaoca znanja, prema tome, troškovi transfera imaju značenje investicija. Koristi koje primalac nove tehnologije uživa su sasvim očigledne i sličnog su sadržaja kao kod ulaganja u inovacije: one se sastoje iz ušteda u resursima do kojih dolazi zahvaljujući primjeni nove tehnologije. Sadržaj troškova transfera je, međutim, drugačiji nego kod ulaganja u inovacije. I ne samo to, već u svakom pojedinačnom slučaju, struktura i sadržaj tih troškova mogu biti različiti, zavisno od oblika transfera. U svakom slučaju, ovi troškovi mogu biti značajni čak i onda kada neko preduzeće preuzima tuđe inovacije bez kupoprodajnog odnosa. Ako ništa drugo, ono će biti prinuđeno da uloži određena sredstva u istraživanje i razvoj kako bi dekodiralo datu inovaciju. Veličina

troškova transfera zavisice od čitavog niza faktora od kojih su svakako najznačajniji: karakter tehnološkog znanja koje se prenosi, oblik transfera, karakteristike preduzeća koje daje znanje, sposobnost preduzeća koje prima znanje itd. Posebno treba obratiti pažnju na poslednji od nabrojanih faktora, tj. na sposobnost preduzeća koje prima inovaciju. Sto je preduzeće kadrovski i tehnološki opremljenije, to će ovi troškovi biti niži, pa će i njegova sposobnost da prihvati nova znanja biti veća [Mansfield et al., 1977, Mansfield et al., 1982], [Arrow, 1969].

Sučeljavanjem troškova i koristi od transfera može se ustanoviti *privatna interna stopa prinosa* na ovaj oblik sticanja znanja. Ovako shvaćena stopa prinosa odlučujuće utiče na to da li će određeno preduzeće prihvatiti neku inovaciju ili ne. Međutim, to nije jedini faktor koji određuje brzinu širenja nove tehnologije u okviru određenog preduzeća. Stepem *izvjesnosti* transfernog poduhvata predstavlja drugi značajan faktor. Manje izvjesni poduhvati imaju manje šansi da budu prihvaćeni. Neizvjesnost je posebno visoka u početnoj fazi difuzije neke tehnologije, pa je zato u toj fazi širenje te tehnologije usporeno. Kasnije se, zahvaljujući tehnološkom usavršavanju tehnologije i zahvaljujući promjeni tržišnih ponašanja, stepen neizvjesnosti smanjuje, što doprinosi ubrzanju difuzije. Treći uticajan faktor je *veličina firme*. Veća preduzeća lakše prihvataju nove tehnologije, ne samo zbog većih finansijskih resursa kojima raspolažu, već i zbog činjenice da već raspolažu čitavim nizom znanja i drugih resursa koji su u datom momentu „slobodni” i mogu biti upotrebljeni za funkcionisanje novog, inovacijom indukovanog, sadržaja (sinergetski efekat). Četvrto, važan je i uticaj relativne *cijene* znanja koje se prenosi. Jeftinije inovacije imaju više izgleda da budu prihvaćene nego skupe. Peti faktor je *obrazovanje i starost radnika*, pogotovo onih na rukovodećim radnim mjestima. Obrazovaniji i mlađi ljudi lakše prihvataju inovacije, manje su odbojni prema rizičnim poduhvatima, imaju više odlučnosti i energičnosti, i sl. Šesti značajan faktor je *organizaciona struktura preduzeća*. Složenije strukture teže prihvataju inovacije i tehnološka poboljšanja. Kod njih postoji više nivoa odlučivanja koji treba da prihvate i dozvole uvođenje novina, pa je zato veća vjerovatnoća da će se na

nekom od tih nivoa odbiti zahtev za inovacijom. S druge strane, čak i kad je odluka pozitivna potrebno je duže vremena da se do nje dođe. Sedmo, brzina kojom određeno preduzeće prihvata novu tehnologiju srazmjerna je *razvijenosti istraživačko-razvojne djelatnosti* u toj radnoj organizaciji [Mansfield et al., 1977].

Na sličan način može se objasniti i *brzina širenja neke tehnologije u okviru određene grane u datoj zemlji*. Uticaj stope prinosa i stepena neizvjesnosti ulaganja u novu tehnologiju je očigledan, pa ga nećemo posebno obrazlagati. Slično je i sa stepenom istraživačko-razvojne intenzivnosti posmatrane grane, te sa uticajem relativne cijene nove tehnologije. Ovim faktorima treba dodati i određen broj drugih. Prije svega, treba uzeti u obzir dejstvo postojeće tržišne strukture, odnosno stepena koncentracije proizvodnje u datoj grani. Prema nekim autorima, visok nivo koncentracije pogoduje širenju novih proizvoda i procesa, dok po drugima jaka koncentracija usporava difuziju zbog nedovoljne konkurencije. Od uticaja može biti i to da li je, i koliko dugo je posmatrana inovacija prethodno bila primijenjena u nekoj drugoj privrednoj grani te zemlje. Lakše i brže se prihvataju one inovacije koje su prethodno već bile testirane u drugim granama. Zatim, treba uzeti u razmatranje i uticaj institucionalnih faktora, kao što je na primjer postojeća patentna i druga zaštita znanja. Logično je očekivati da se patentom zaštićene inovacije sporije šire od onih koje nijesu pod tim režimom. Slično je i sa drugim oblicima zaštite (*Trade Mark* i sl.).

U prethodnim redovima smo ukazali na transfer tehnološkog znanja iz jednog preduzeća u drugo i na faktore koji određuju dinamičnost tog transfera, tj. brzinu širenja neke tehnologije u okviru jedne zemlje. Tehnološki nivo neke zemlje, međutim, određen je ne samo nivoom ulaganja u nauku i inovacije, te brzinom širenja na taj način nastalih inovacija, već i *spособnošću posmatrane zemlje da prihvati i usvoji znanja formirana u drugim zemljama*. Kod nerazvijenih zemalja i zemalja u razvoju, šta više, transfer tehnologije iz razvijenih zemalja je od odlučujućeg uticaja na stopu rasta tehnološkog progresa. Naučna i istraživačko-razvojna djelatnost ovih zemalja je sama po sebi više u funkciji ubrzavanja i olakšavanja tog transfera, nego u funkciji

stvaranja sopstvenih novih tehnologija. Transfer tehnologije vrši se, međutim, i između razvijenih zemalja, a ne samo između razvijenih i nerazvijenih, što je posledica svojevrsne međunarodne podjele rada koja i kod stvaranja znanja postoji [Mansfield et al., 1982], [Dubonjić, 1983].

Postoji čitav niz najrazličitijih *kanala međunarodnog transfera tehnologije*. Prije svega, znanje se može prenositi besplatno bez ikakvog kupoprodajnog odnosa (susreti naučnika, čitanje literature, odliv mozgova i sl.). Drugo, nova tehnologija može se transferisati kroz uvoz, odnosno izvoz novih proizvoda (na primjer softvera). Treće, nove složene tehnologije mogu se pribaviti i preko direktnih ulaganja velikih stranih firmi, ili kroz proces zajedničkih ulaganja. Četvrti značajan kanal transfera je kupovina licenci i drugih prava, zatim tehnološka pomoć, itd. [Mansfield et al., 1982], [Dubonjić, 1983], [Hanson, 1986] i dr.

U doba prethodne, Bretton-Woodske globalizacije, dakle prije sadašnje hiperglobalizacije, zemlje uvoznice znanja najviše su preferirale kupovinu licenci, a najviše otpora su imale prema direktnim ulaganjima stranih korporacija. Razlog ovom otporu ležao je u činjenici da je funkcionisanje stranih firmi vrlo teško kontrolisati od strane države u koju se uvozi znanje. U tom smislu, zajednička ulaganja predstavljala su svojevrsan kompromis interesa zemlje uvoznice znanja i stranih firmi koje su znanje prenosile. Firme inovatori koje su prenosile znanje u drugu zemlju, sa svoje strane, najviše su preferirale direktne investicije, a najmanje licence kao oblike transfera znanja. Na taj način izvoznik znanja mogao je u značajnoj mjeri da iskoristi komparativne prednosti zemlje primaoca znanja. Takođe, on je u toj zemlji tada najčešće bio zaštićen od konkurencije, što je predstavljalo dodatni razlog za direktno investiranje. Ako je riječ o novom proizvodu, tada je direktno investiranje imalo i tu prednost za firmu inovatora što joj je omogućavalo da na siguran način održi standardni kvalitet tog proizvoda i tako očuva svoj imidž. Konačno, recimo i to da je sklonost vlasnika inovacije ka direktnom investiranju bila veća ukoliko je inovacija mlađa, tj. ako je pred njim bio duži period ubiranja profita [Mansfield et al., 1982].

Danas, u doba hiperglobalizacije, situacija je znatno drugačija. I firma izvoznica znanja, a i zemlja uvoznica znanja preferiraju strane direktne investicije. U nastojanju da se privuče što više stranih direktnih investicija, države čine takve institucionalne ustupke i izmjene vlastite regulative da to vodi onome što se ponekad naziva *race to the bottom*, odnosno „trka do dna” [Baldwin i Wyplosz, 2009]. Dani Rodrik [Rodrik, 2011], u tom smislu, govori o novoj formi nemogućeg trojstva do kojeg je dovela hiperglobalizacija. To je stanje u kojem je nemoguće u isto vrijeme koristiti enormne koristi od globalizacije, voditi nezavisnu ekonomsku politiku (ili bilo koju politiku) i praktikovati demokratsko ustrojstvo države.

Mnoštvo je faktora koji određuju brzinu i uspješnost kojom jedna zemlja usvaja tuđa znanja i tehnologiju. Razvijenost naučne i inovativne delatnosti, kadrovska opremljenost privrede, opšti kulturni nivo, karakteri tržišnih struktura, institucionalni uslovi, stepen organizovanosti privrede i sl. predstavljaju neke od faktora koji odlučujuće utiču na uspješnost transfera znanja. Ovi faktori određuju, zajedno sa tehnološkim svojstvima proizvoda ili procesa koji se osvaja, nivo i karakter troškova i koristi od uvoza znanja, pa time i internu stopu prinosa (privatnu i društvenu) na ovu vrstu ulaganja u znanje.

Koristi od uvoza tehnološkog znanja uglavnom su sadržane u uštedama resursa koje nova tehnologija indukuje. Pri tom treba imati u vidu i privatne, a i društvene uštede u resursima, o čemu je ranije bilo riječi. Uvoz novih tehnoloških znanja, međutim, indukuje i čitav niz drugih koristi. Jedna od njih je u ubrzavanju razvoja sopstvene istraživačko-razvojne djelatnosti zemlje uvoznice znanja. Druga značajna korist je u uvećanju obrazovnog i stručnog potencijala radnika zaposlenih na novoj tehnologiji, bilo da se to ostvaruje kroz formalno osposobljavanje, tj. kroz obuku ili kroz radno iskustvo. Zatim, treba imati u vidu čitav niz organizacionih prilagođavanja i drugih socijalnih inovacija koje uvoz novih tehnoloških znanja donosi zemlji uvoznici itd. [Mansfield et al., 1982].

Ipak, ono po čemu se kod transfera tuđeg znanja pojedine zemlje bitno razlikuju jesu ne toliko koristi, već *troškovi* koje svaka od njih treba da uloži kod transfera određene inovacije. Kod razvijenijih zemalja su ovi troškovi niži nego kod nerazvijenih, čime se uglavnom objašnjava zašto ove zemlje brže i uspješnije privlače tuđe znanje. Troškovi transfera su, takođe, manji kod transfera tehnologije unutar neke zemlje nego između različitih zemalja, što se objašnjava teritorijalnom distancom, jezičkim i ostalim kulturnim barijerama, institucionalnim barijerama, razlikama u jedinicama mere i standardima koje pojedine zemlje koriste i sl. Činjenica da su troškovi međunarodnog transfera veći od troškova transfera unutar određene zemlje uglavnom objašnjava zašto je difuzija znanja brža unutar zemalja nego između zemalja [Arrow, 1969].

Troškovi međunarodnog transfera znanja, prema Mansfieldu, obuhvataju troškove pred-inženjerske faze, troškove inženjeringa, istraživačko-razvojne troškove (za prilagođavanje i adaptaciju tehnologije), troškove obuke radnika i troškove probne proizvodnje. Oni, dakle, obuhvataju samo troškove transfera softvera, a ne i, eventualni, hardverski dio transfera tehnologije (uvoz opreme).

7.2. UTICAJ IR KAPITALA NA PRIVREDNI RAST

7.2.1. METODA PERMANENTNE INVENTARIZACIJE KOD MJERENJA IR KAPITALA

Kapital znanja formiran u istraživačko-razvojnoj djelatnosti vrlo uopšteno se za potrebe makroekonomske analize može predstaviti polazeći od izraza

$$D_t = \sum_{v=0}^t g_v I_v \quad (7.17)$$

pri čemu I_v predstavlja troškove istraživačko-razvojne aktivnosti u godini v , tj. procjenu vrijednosti bruto investicija u IR-kapital u godini v , dok g_v predstavlja proporciju IR-kapitala instaliranog u godini v koja je još u proizvodnoj funkciji u godini t .¹⁰ Izraz 7.17, očigledno, daje mjeru proizvodnog kapaciteta IR kapitala, a ne mjeru njegove vrijednosti kao sadašnje vrijednosti diskontovanog toka prinosa koji će on u budućnosti ostvariti.

Na prethodno opisan način često se mjeri i vrijednost konvencionalnog, materijalnog kapitala. Ovom postupku pribjegava se onda kada ne raspolažemo odgovarajućim podacima o nabavnoj vrijednosti osnovnih sredstava, već smo prinuđeni da polazeći od podataka o ostvarenim bruto investicijama konstruišemo seriju podataka o osnovnim sredstvima. Riječ je, naravno, o dobro poznatoj Goldsmithovoj metodi permanentne inventarizacije koja je korišćena i u nekim našim ranijim studijama.¹¹ Da bismo na ovaj način konstruisali seriju podataka o kapitalu potrebno je da, pored serije podataka o bruto investicijama, znamo i prosječno vrijeme koje je potrebno da prođe od početka ulaganja do puštanja u pogon osnovnih sredstava (*gestation lag*), kao i prosječan vijek trajanja osnovnih sredstava. Period od početka ulaganja do puštanja u pogon osnovnih sredstava (*gestation lag*) predstavlja vrijeme izgradnje objekata, vrijeme u kom ostvarene bruto investicije još nemaju nikakvog uticaja na proizvodnju. Samim tim, vrijednost pondera g_v , iz izraza 7.17, je u tom periodu ravna nuli. Sa puštanjem osnovnih sredstava u pogon, ranije učinjena ulaganja počinju da daju pozitivne proizvodne efekte; to traje sve dok se osnovna sredstva, usled zastarijevanja, ne izbace iz upotrebe. U tom periodu ponder g_v je pozitivan, a njegova veličina u pojedinim godinama određena je karakterom procesa zastarijevanja, tj. načinom na koji se smanjuje proizvodni kapa-

¹⁰Na ovaj način stok IR kapitala mjere i izražavaju, na primjer, u [Griliches, 1973, Griliches, 1980b], [Mansfield, 1965, Mansfield et al., 1982], [Minsian, 1969], [Kendrick, 1979, Kendrick, 1980, Kendrick, 1981] i dr. Zanimljiv je i članak E. Phelps [Phelps, 1966] u kome su dati alternativni oblici formalnog izražavanja uticaja IR aktivnosti na nivo proizvodnje.

¹¹Ovu metodu svojevrmeno je u ocjeni osnovnih sredstava naše privrede koristio I. Vinski [Vinski, 1959b, Vinski, 1959a, Vinski, 1965b, Vinski, 1966, Vinski, 1967, Vinski, 1980].

citet instaliranog kapitala. Proces zastarijevanja i vijek trajanja osnovnih sredstava određeni su kod osnovnih sredstava fizičkim karakteristikama opreme, odnosno karakterom fizičkog rabaćenja, s jedne strane, te karakterom moralnog (tehnološkog) rabaćenja, s druge strane. Većina autora kao i veći broj statističkih agencija polazi od pretpostavke da se uticaj fizičkog i moralnog rabaćenja na smanjenje proizvodnog kapaciteta može sasvim prikladno opisati takozvanom odskočnom funkcijom. Kod ove funkcije je, kao što znamo, vrijednost pondera g_v u toku cijelog vijeka trajanja osnovnih sredstava jednaka jedinici, da bi potom naglo pala na nulu. Moguće je izvršiti i određeno poboljšanje ovog mjerenja, tako što će se dozvoliti da i u toku života „mašina” (a ne samo sa njihovim otpisom), dolazi do blagog smanjenja pondera g_v . Tako na primjer Denison [Denison, 1974] u svojim mjerenjima polazi od pretpostavke da oprema već u toku svog životnog vijeka (tj. prije nego što se povuče iz upotrebe i izgubi kompletnu vrijednost) izgubi jednu četvrtinu svog prvobitnog proizvodnog kapaciteta.

Kod IR kapitala situacija je znatno drugačija. Prva, mada ne tako značajna, razlika ispoljava se već kod tretiranja prosječnog vremena koje je potrebno da protekne od početka ulaganja do šire komercijalne upotrebe IR-kapitala. Ovdje se ovo vrijeme sastoji ne samo iz vremena potrebnog da se stvori određena inovacija (*gestation lag*), već i iz vremena potrebnog da bi se stvorena inovacija uvela u proces proizvodnje, tj. od vremena njene difuzije (*application lag*). Logično bi bilo pretpostaviti da u toku *gestation lag*-a ponder g_v bude jednak nuli, a da u toku *application lag*-a on polako počinje da raste. Ipak većina autora, radi jednostavnijeg obračuna, polazi od pretpostavke da je u toku cijelog ovog perioda (*gestation i application lag*-a) ponder g_v jednak nuli.¹²

Druga, mnogo značajnija, i u stvari fundamentalna, razlika ispoljava se kod tretiranja prosječnog vijeka trajanja IR-kapitala.

¹²Većina dosadašnjih mjerenja pokazuju da suma *gestation i application* kašnjenja iznosi između 1, 5 i 2, 5 godine [Mansfield, 1968b], [Kendrick, 1979, Kendrick, 1980, Kendrick, 1981], [Griliches, 1980a], [Mansfield et al., 1971], [Wagner, 1968] i dr.

Prije svega, IR-kapital ne podliježe fizičkom zastarijevanju kao materijalni kapital: njegovi troškovi reprodukcije su ravni nuli. Drugim riječima, on nikada ne gubi svoju proizvodnu sposobnost, pa bi u tom smislu bilo logično očekivati da njegov vijek trajanja bude beskonačno velik, a ponder g_v stalno jednak jedinici.¹³ Ipak, i ovaj kapital vremenom ispada iz funkcionalne upotrebe i prestaje da odbacuje profit. Njegovo izbacivanje iz procesa proizvodnje nastaje kao posledica pojave superiornijih tehnoloških znanja koja su rezultat najnovijih ulaganja u istraživanje i razvoj. I ovdje, dakle, kao i kod materijalnog kapitala postoji moralno zastarijevanje. Sa moralnim zastarijevanjem, odnosno izbacivanjem IR kapitala iz procesa proizvodnje prestaje, naravno, i prisvajanje profita koji je on ranije odbacivao. Međutim, kod IR-kapitala prisvajanje profita po osnovu njegovog posjedovanja prestaje mnogo ranije nego je on prestao da funkcioniše u procesu proizvodnje, i to predstavlja sledeću značajnu razliku između materijalnog i istraživačko-razvojnog kapitala. Do ove pojave, kao što znamo iz prethodnih razmatranja, dolazi usled takozvanog *spillover* efekta, tj. usled mogućnosti imitacije novih inovacija od strane onih koji nijesu učestvovali u njihovom kreiranju. Ovaj proces doprinosi da, s jedne strane, prisvajanje profita od strane inovatora počinje da se smanjuje od samog uvođenja inovacije, i da, saglasno tome, s druge strane, period prisvajanja profita bude manji od perioda funkcionisanja date inovacije¹⁴ (bar najčešće).

Ove dvije okolnosti, moralno zastarijevanje i iščezavanje profita usled spillovera, po mišljenju većine autora moraju se uzeti u obzir prilikom izražavanja i računanja IR-kapitala. To se postiže tako što se, s jedne strane, polazi od pretpostavke da vijek trajanja IR-kapitala nije beskonačan, već je ograničen moralnim zastarijevanjem kao njegovom gornjom granicom. S druge strane, ponder g_v se u toku cijelog životnog vijeka IR-kapitala mora smanjivati u mjeri u kojoj se smanjuje prisvajanje profita. Odskočna funkcija, koja se koristi kod materijalnog kapitala, je ovdje, dakle,

¹³Prvo, nama poznato, mjerenje IR kapitala upravo polazi od takve pretpostavke [Minasian, 1969].

¹⁴Detaljnije o ovome u [Pakes i Schankerman, 1984].

skoro neupotrebljiva.¹⁵

Ovakav tretman IR-kapitala je, međutim, po našem mišljenju, krajnje problematičan, pogotovu kad je riječ o njegovoj primjeni u analizi i mjerenju izvora rasta privrede kao cjeline, odnosno u makroekonomskoj analizi efikasnosti ulaganja u IR kapital. Problematično je, prije svega, uzimanje u obzir *spillover* efekta u određivanju životnog vijeka i stope depresijacije (ponder g_v) IR-kapitala. Kada uzimamo u obzir gubitak profita, do kog dolazi usled besplatnog preuzimanja tuđih inovacija, mi, u stvari, računamo količinu onog dijela angažovanog IR-kapitala koja se još uvijek nalazi u privatnom vlasništvu onih koji su stvorili taj kapital. Riječ je, dakle, o privatnom IR-kapitalu, koji je, doduše, relevantan za analizu produktivnosti firme, ali ne i za analizu produktivnosti nacionalne ekonomije kao cjeline. Ono što je relevantno za analizu rasta globalne produktivnosti resursa privrede kao cjeline, u stvari je ukupni (društveni) IR-kapital koji je u proizvodnoj funkciji, bez obzira na to je li on vlasništvo onih koji su ga stvorili (inovatora) ili onih koji su ga kao polu-javno dobro samo prisvojili (imitatora). Očigledno je da kod mjerenja ovako definisanog IR-kapitala (ukupnog, društvenog) moramo uzeti u obzir samo moralno zastarijevanje znanja, a ne i spillover efekat. Pri tom, kretanje pondera g_v u okviru tako definisanog životnog vijeka kapitala može, sasvim solidno, biti dato odskočnom funkcijom; činjenica da do smjene tehnologije ne dolazi naglo može se apsolvirati određenim ublažavanjem odskočne funkcije.

Napomenimo i to da kod računanja ovako shvaćenog ukupnog (društvenog) IR-kapitala treba uzeti u obzir ukupne, dakle i privatne i društvene IR-troškove, a ne samo privatne kao kod analize IR-kapitala firme. Naprijed iznijeta primjedba nije sporna. Mjerenje društvenog IR-kapitala, kako smo ga prethodno opisali, adekvatno je konvencionalnom mjerenju materijalnog kapitala. Čini

¹⁵Jedino Kendrick [Kendrick, 1979, Kendrick, 1980, Kendrick, 1981] koristi odskočnu funkciju kod izražavanja IR kapitala. Ostali autori ([Pakes i Schankerman, 1984], [Wagner, 1968] i [Griliches, 1980a]) zasnivaju mjerenje IR kapitala na pretpostavci da se njegov potencijal smanjuje u toku cijelog životnog vijeka. Stopa depresijacije koju pri tome oni koriste implicira da je životni vijek ovog kapitala negdje između 8 i 11 godina.

se, međutim, da je ovdje potrebno imati još radikalniji pristup. Ima ozbiljnih razloga, naime, da se ukupan fond tehnološkog znanja jedne zemlje opiše ukupnim kumulativom bruto investicijama u istraživanje i razvoj bez ikakve depresijacije. Formalno

$$D_t = \sum_{v=0}^{t-l} I_v, \quad l = \text{application lag} + \text{gestation lag} \quad (7.18)$$

Kod ovakvog mjerenja ispada da nove generacije znanja ne čine fond, kako smo ih prethodno tretirali, već prirast fonda znanja. Opravdanje za ovakav pristup leži u očiglednoj činjenici da nove generacije znanja ulaze u proces proizvodnje samo zato što su u stanju da „proizvedu” sve ono što su „proizvodile” i stare, otpisane generacije znanja, i da povrh toga daju određeni „višak”. One to mogu zato što inkorporiraju u sebi i stara naučno-tehnološka znanja. Prema tome, iako stara tehnološka znanja ne funkcionišu u svom pojavnom obliku, ona su sadržana u novim znanjima koja su u funkciji proizvodnje. Primijetimo, takođe, da izraz 7.18 implicira da se stok tehnoloških znanja ne može smanjiti sa smanjenjem investicija u istraživanje i razvoj što je sasvim logično i očekivano. Sa smanjenjem stope investicija u istraživanje i razvoj, stok tehnološkog znanja se i dalje povećava, ali po umanjenoj stopi rasta. Ako se ulaganja u inovacije svedu na nulu, stok tehnološkog znanja, sasvim prirodno, ostaje nepromijenjen. Nasuprot tome, raniji koncept društvenog IR-kapitala implicira mogućnost da sa smanjenjem investicija u istraživanje i razvoj može doći i do smanjenja fonda znanja, što protivreči opštepoznatim činjenicama.

Za analizu proizvodnje i privrednog rasta nacionalne ekonomije relevantan je, dakle, fond znanja dat izrazom 7.18. Namjerno kažemo fond, a ne kapital da bismo, koliko je god moguće, i ako je uopšte moguće, izbjegli sve moguće asocijacije na raspodjelu dohotka koje izraz „kapital” neminovno za sobom povlači. Nas, dakle, ovdje zanima tehnološki nivo jedne privrede, a ne to kako je proizvod koji je rezultat tog tehnološkog nivoa raspoređen između inovatora i imitatora, između vlasnika IR-kapitala i vlasnika materijalnog kapitala (koji su najčešće, kao što smo vidjeli, iste osobe), te između vlasnika kapitala uopšte i vlasnika rada.

Primijetimo na kraju i to da isto kao što koncept ukupnog (društvenog) IR-kapitala korespondira sa konvencionalno mjerenim materijalnim kapitalom (C_t), tako isto i mjera stoka tehnološkog znanja data izrazom 7.18 korespondira sa ranije definisanim materijalnim kapitalom mjerenim u efektivnim jedinicama mjere (C_t^* iz izraza 6.24). U stvari, kada bi svi rezultati inovativne aktivnosti bili opredmećeni u novoj opremi (a dobar dio jeste), mogli bi reći da stok tehnološkog znanja dat izrazom 7.18 treba da izrazi isto što i indeks opredmećenog tehnološkog progressa, e^{pt} , iz izraza 6.24. Samim tim, dio stope rasta koji izražava doprinos prirasta IR stoka, $c_t \frac{D}{D}$, bio bi analogan doprinosu stope rasta opredmećenog tehnološkog progressa, $a_t p$. Dakle, i IR fond iz 7.18 i indeks opredmećenog tehnološkog progressa (e^{pt}) izražavaju tehnološki nivo jedne privrede. Razlika između njih je u tome što indeks opredmećenog tehnološkog progressa implicira da se nivo tehnološkog znanja povećava po egzogeno datoj konstantnoj proporcionalnoj stopi rasta (p), dok model sa IR stokom implicira da je tehnološki nivo endogeno dat kao funkcija investicija u istraživanje i razvoj, te da stopa njegovog rasta varira sa variranjem ovih investicija. Druga značajna razlika između ova dva modela proizlazi iz činjenice da model sa IR stokom nije restriktivan u pogledu pretpostavke da se sav tehnološki progres opredmećuje u materijalnom kapitalu. No, o tome će kasnije biti više riječi. Postoje između njih, naravno, i druge razlike (način na koji su unijeti u proizvodnu funkciju, na primjer), ali su one tehničke i formalne prirode pa ih ovdje nećemo razmatrati.

7.2.2. UTICAJ IR FONDA NA STOPU RASTA PROIZVODNJE

Da bismo izmjerili doprinos napretka tehnološkog znanja moramo prethodno konstruisati seriju IR fondova. Ovaj posao, međutim, kao što smo vidjeli iz prethodnih razmatranja, može biti vrlo složen, a krajnji rezultat izuzetno neizvjestan. Problemi se javljaju kako usled teškoće tačnog utvrđivanja aktivizacionog i aplikacionog kašnjenja, te životnog vijeka IR-kapitala, tako i

usled čestog nedostatka cjelovitih vremenskih serija podataka o investicijama u istraživanje i razvoj. Ovaj problem se može prevazići tako što ćemo dio izraza 7.2 i/ili 7.3, koji se odnosi na doprinos IR znanja transformisati na sledeći način:¹⁶

$$c_t \frac{\dot{D}}{D} = \frac{F_{D_t} D_t}{Q_t} \left(\frac{\dot{D}}{D} \right) = F_{D_t} \frac{\dot{D}}{Q} = F_{D_t} \frac{\Delta D}{Q} \quad (7.19)$$

Kao što znamo, F_D predstavlja marginalnu proizvodnost IR kapitala, dok \dot{D} predstavlja njegov prirast mjereno u kontinualnim jedinicama mjere, $\dot{D} \cong \Delta D$. Kada IR fondove mjerimo kao u izrazu 7.18, a to je mjerenje relevantno za analizu rasta privrede, tada je prirast IR stokova jednak bruto investicijama u istraživanje i razvoj u godini $t-l$, pri čemu l predstavlja sumu gestation i application lag-a.¹⁷ Prema tome, važiće relacija $\Delta D = I_{t-l}$, pa će izraz 7.19 biti transformisan u

$$c_t \frac{\dot{D}}{D} = F_{D_t} \left(\frac{I_{t-l}}{Q_t} \right) \quad (7.20)$$

Na ovaj način prevazilazi se problem nedostatka vremenske serije podataka o bruto investicijama u istraživanje i razvoj, a istovremeno se samo mjerenje značajno pojednostavljuje. Ostaje, međutim, problem utvrđivanja aktivizacionog i aplikacionog kašnjenja (l). Većina autora ovu veličinu zanemaruju i uzimaju kao aproksimaciju prirasta IR fonda iznos bruto investicija iz tekućeg perioda (I_t). U tom slučaju prethodni izraz se svodi na

$$c_t \frac{\dot{D}}{D} = F_{D_t} \left(\frac{I_t}{Q_t} \right) = F_{D_t} u_t \quad (7.21)$$

pri čemu $u_t = \frac{I_t}{Q_t}$ predstavlja učešće bruto investicija u istraživanje i razvoj u ukupnom društvenom proizvodu u periodu t .

¹⁶Većina autora primjenjuje ovu aproksimaciju: [Mansfield et al., 1982], [Griliches, 1973, Griliches, 1980b], [Clark i Griliches, 1982] i dr. Izuzetak je i ovdje Kendrick koji konstruiše seriju IR kapitala.

¹⁷Ako se pretpostavlja da IR kapital depresira u toku cijelog životnog vijeka, što čini većina autora, onda ovako shvaćene bruto investicije treba umanjiti i za iznos zamjene IR kapitala. Većina istraživača, međutim, ovu činjenicu zanemaruje. Detaljnije o ovome u [Mansfield et al., 1982].

Da bi sada izmjerili doprinos IR stoka stopi privrednog rasta potrebno je još da utvrdimo vrijednost marginalne proizvodnosti ovog resursa, F_D . Ovdje je nemoguće koristiti tržišne podatke o stopi povraćaja na IR kapital jer takvi podaci, usled posebnog načina prometanja ovog oblika kapitala, i ne postoje. Ako bismo stopu povraćaja nekako i utvrdili ona ne bi bila upotrebljiva, jer, zbog visokog prisustva eksternalija, ne bi bila jednaka marginalnoj proizvodnosti. No, o tome će još biti riječi. U svakom slučaju mora se pribjeći nekom od ekonometrijskih postupaka ukoliko želimo da utvrdimo veličinu F_D , i da potom pomoću nje izračunamo uticaj napretka tehnološkog znanja na stopu privrednog rasta.

Problem analize i mjerenja doprinosa IR-kapitala privrednom rastu ne završava se sa problemom izražavanja i mjerenja IR stoka. Uvođenje koncepta IR investicija, odnosno tretiranje istraživačko-razvojne aktivnosti kao proizvodne aktivnosti unosi čitav niz novih problema vezanih za mjerenje samog društvenog proizvoda čiju stopu rasta, u stvari, treba da objasnimo i razložimo. Ovaj problem, sa svoje strane, otvara novi krug problema vezanih za mjerenje IR-kapitala, njegove stope povrata i sl. Sve ove teškoće proizlaze iz posebnog načina prometanja „proizvoda” istraživačko-razvojne aktivnosti. Tri su osnovne karakteristike tog prometa. Prvo, najveći dio dobara stvorenih u IR aktivnosti razmjenjuje se u okviru same radne organizacije (preduzeća, korporacije), a ne na tržištu. Drugo, dobar dio tih dobara ima karakter slobodnih dobara, usled čega ovdje imamo visoko prisustvo eksternih koristi. I treće, da bi se, u uslovima visokih eksternalija, povećala sklonost ka ulaganju u IR kapital, šira društvena zajednica preuzima dio ovih investicija, bilo tako što sama organizuje dio IR aktivnosti ili što finansijski podstiče ostale subjekte, pa se usled toga proizvodi ove aktivnosti promeću i kao javna dobra. Jednom riječju, „proizvodi” IR aktivnosti se uglavnom razmjenjuju kao interna, slobodna ili javna dobra, a najmanje na tržištu kao tržišna dobra. Zbog toga je najveći dio njihove cijene i ukupne vrijednosti nevidljiv. Vrijednost IR dobara se, dakle, nalazi u sjenci.

Razmotrimo prvo probleme vezane za interne transakcije. Prva teškoća sa kojom se ovdje susrećemo proizlazi iz činjenice

da preduzeća najčešće ulaganja vezana za istraživanje i razvoj tretiraju kao troškove reprodukcije.¹⁸ IR aktivnost se, dakle, ne tretira kao proizvodna aktivnost, jer njeni troškovi ne ulaze u račun BDP-a. Samim tim, BDP će biti potcijenjen upravo za vrijednost „proizvodnje” koju daje IR djelatnost. Ovaj problem se samo donekle može prevazići dodavanjem troškova (rada, kapitala, materijala) IR aktivnosti računu bruto domaćeg proizvoda. Radi se, naime, o tome da je BDP bilo koje djelatnosti, pa time i istraživačko-razvojne, samo u uslovima ravnoteže jednak troškovima te djelatnosti. U svim ostalim okolnostima, a te okolnosti ovdje preovlađuju, vrijednost proizvodnje je veća od troškova proizvodnje. Ono što trebamo dodati računu ukupnog BDP-a je, dakle, vrijednost „proizvodnje” IR aktivnosti, a ne njeni troškovi. Uostalom, na taj način u kalkulaciju bruto domaćeg proizvoda ulaze i klasična investiciona dobra; u masu bruto domaćeg proizvoda unose se tržišne vrijednosti mašina, postrojenja, građevinskih objekata i sl., a ne njihovi troškovi proizvodnje. Prema tome, nastojanje da se neadekvatan knjigovodstveni tretman IR ulaganja i potcjenjivanje BDP-a koje on indukuje prevaziđe unošenjem troškova IR aktivnosti u račun društvenog proizvoda ne može u potpunosti razriješiti posmatrani problem; društveni proizvod će i dalje biti potcijenjen jer je vrijednost „proizvodnje” veća od vrijednosti troškova IR aktivnosti. Iz istih razloga biće potcijenjena i vrijednost IR kapitala. Kao što smo vidjeli, mi ovu veličinu dobijamo kao kumulativ prošlih troškova istraživačko-razvojne djelatnosti (pomaknuti ili nepomaknuti u vremenu), a trebalo bi da operišemo sa kumulativom vrijednosti njene „proizvodnje”, kao što se čini kada se računa materijalni kapital.

Sledeći problem, koji se javlja zbog interne realizacije ovog dobra, proizlazi iz činjenice da je nemoguće identifikovati tok prihoda koji je rezultat IR ulaganja. Samim tim, teško je utvrditi stopu povraćaja na IR kapital, pa je zato, kod računanja uticaja ovog kapitala na stopu rasta, teško primjenjljiva ona metoda koji polazi od cijena faktora i od faktorskih učešća. S druge strane, i iz istog razloga, primjena metoda faktorskih učešća precjenjuje doprinos materijalnog kapitala. Naime, učešće materijalnog kapi-

¹⁸Detaljnije o ovim problemima [Griliches, 1973] i [Matthews, 1973].

tala u raspodjeli se najčešće računa kao rezidual, tj. kao ono što ostaje kad se odbiju materijalni troškovi, troškovi rada i sl. Pošto je nemoguće izdvojiti i prihod IR-kapitala, to on najčešće ostaje u rezidualu: drugim riječima, tretira se kao prihod materijalnog kapitala, što kasnije vodi precjenjivanju njegovog doprinosa rastu.

Međutim, čak i ako bismo bili u stanju da nekako identifikujemo stopu povrata na IR kapital, metoda faktorskih učešća bi i dalje bila neupotrebljiva. To je posledica činjenice da se IR dobra promeću i kao slobodna dobra, tj. da je ovdje visoko prisustvo spilovera. Zbog toga je stopa povrata na IR-kapital uvijek manja od njegove marginalne proizvodnosti. Primjena metoda faktorskih učešća (cijena) vodila bi, prema tome, potcenjivanju doprinosa IR-kapitala i precjenjivanju doprinosa ostalih faktora (rada, kapitala).

Međutim, eksternalije se ovdje, kao što znamo, javljaju ne samo usled spilovera, već i usled činjenice da se profit od inovacije dijeli između proizvođača i potrošača, tj. usled *consumer surplus* efekta (efekat potrošačkog viška). To je dodatni razlog zbog koga je stopa povrata na IR ulaganja manja od marginalne proizvodnosti, i zbog koga primjena faktorskih cijena (učesća) u analizi rasta vodi potcenjivanju doprinosa IR-kapitala. Posebno, međutim, treba naglasiti činjenicu da prisustvo *consumer surplus* efekta komplikuje i obračun samog društvenog proizvoda čiju stopu rasta, u stvari, analiziramo. Problem se javlja onda kada, kao rezultat inovativne aktivnosti, dolazi do stvaranja novih, ili poboljšanja starih potrošnih dobara. Da li će se, i u kojoj mjeri, ovaj dio „proizvodnje” inovativne aktivnosti prikazati u računu društvenog proizvoda mjenenog u tekućim cijenama zavisi od toga da li je, i u kojoj mjeri je, prisutan *consumer surplus* efekat, tj. u kojoj mjeri potrošači prisvajaju „proizvodnju” inovativne djelatnosti. Međutim, čak i kada *consumer surplus* efekat ne bi bio prisutan, ovdje bi se javio problem adekvatnog obračuna obima proizvodnje u stalnim cijenama. Radi se o tome, naime, da je vrlo teško konstruisati takav indeks cijena koji bi potpuno tačno razgraničio monetarne od realnih promjena. Posebno je teško, rekli bismo čak gotovo neizvodljivo, uzeti u obzir one re-

alne promjene u BDP-u, tj. onaj porast obima proizvodnje koji se javlja u vidu poboljšanja kvaliteta potrošnih dobara. Drugim riječima, teško je utvrditi koliki dio povećanja cijena nekog dobra je rezultat inflacije a koliki dio je rezultat poboljšanja njegovog kvaliteta. Indeksi cijena se obično konstruišu tako da kompletno povećanje cijena tretiraju kao inflaciju, što vodi potcijenjanju obima proizvodnje mjerene u stalnim cijenama. Potcijenjeni dio BDP-a upravo je jednak onom dijelu „proizvodnje” inovativne aktivnosti koji se javlja u vidu kreiranja novih i poboljšanja starih potrošnih dobara.¹⁹

Pogledajmo konačno kako na analizu rasta utiče činjenica da se dio „proizvodnje” inovativne aktivnosti promeće kao javno dobro. Ukoliko javni sektor sam organizuje istraživačko-razvojnu aktivnost javlja se problem mjerenja BDP-a tako organizovane djelatnosti, pa otuda i problem mjerenja ukupnog društvenog proizvoda. Ovo zato što se BDP javno organizovane istraživačko-razvojne aktivnosti mjeri polazeći od njenih troškova, a ne od vrijednosti „proizvodnje” koju ona stvara, kako bi trebalo. Ukoliko rezultate te aktivnosti koriste proizvodna preduzeća, oni će biti sadržani u ukupnom prihodu tih preduzeća, pa time i u ukupnom BDP-u posmatrane privrede. U tom slučaju, dakle, ukupni obim proizvodnje neće biti potcijenjen. Ukoliko, međutim, rezultate istraživanja koristi sektor stanovništva (na primjer, poboljšanje zdravstvene zaštite nastalo kao rezultat medicinskih istraživanja), oni se neće prikazati u računu BDP-a, pa će on zato biti potcijenjen. Ukoliko javni sektor, odnosno šira društvena zajednica djelimično „kupuje” rezultate istraživanja od drugih organizacija, tj. ako finansijski podstiče rad IR djelatnosti, situacija je slična kao i u prethodnom slučaju.

Iz prethodnih razmatranja smo, između ostalog, mogli vidjeti da se rezultati rada istraživačko-razvojne aktivnosti ne iscrpljuju samo kroz poboljšanje kvaliteta, tj. kroz povećanje produktivnosti najnovijih generacija opreme, već i kroz poboljšanje kvaliteta proizvoda i kroz kreiranje novih proizvoda. Mogli bismo, dakle, govoriti i o proizvod-opredmećenom, kao i o kapital-opredmećenom tehnološkom progresu. I za jednu i za drugu vr-

¹⁹Na ovu je činjenicu ukazao i Jorgenson [Jorgenson, 1966].

stu tehničkog progressa mogli bismo reći da predstavljaju oblike hardverskih poboljšanja. Jedan dio istraživačkih napora, međutim, vezan je za softverska poboljšanja, tj. za dizajniranje optimalne organizacione strukture,²⁰ bilo da je riječ o organizaciji preduzeća ili o organizaciji privrede kao cjeline. Rezultati ovih istraživanja bili bi, očigledno, sadržani u onom dijelu stope rasta obima proizvodnje koji smo, u prethodnim razmatranjima, označili kao stopu rasta neopredmećenog tehnološkog progressa. Sve ovo ukazuje da bi bilo isuviše pojednostavljeno stavljati znak jednakosti, kako se ponekad radi, između doprinosa IR kapitala i doprinosa opredmećenog tehnološkog progressa, kojeg smo razmatrali u prethodnoj glavi. Između njih postoji korespodencija, ali ona nije tako stroga kako se to ponekad čini.

Problem analize uticaja IR kapitala se može analizirati i na nešto sofisticiraniji način ako se pođe od ranije razmatranog teorijskog modela rasta Romera [Romer, 1990]. U tom slučaju se analiza uticaja IR kapitala znanja može predstaviti kroz dvostepeni proces (vidjeti, na primjer, [Ulku, 2004]). Model Romera se sastoji iz dijela koji opisuje kretanje volumena finalne proizvodnje

$$Q(H_Y, L, x) = H_Y^\alpha L^\beta \int_0^\infty x(i)^{1-\alpha-\beta} di \quad (7.22)$$

i dijela koji opisuje kretanje nivoa aktivnosti u IR djelatnosti

$$\dot{A} = \delta H_A^\theta A \quad (7.23)$$

pri čemu Q , H , L i $x(i)$ označavaju obim proizvodnje, ljudski kapital, radnu snagu i fiksne fondove respektivno, dok A označava nivo tehnološkog znanja kreiranog u IR djelatnosti. Naravno α , β i θ označavaju odgovarajuće parametre.

Polazeći od aproksimacije prethodna dva izraza dolazi se do ekonometrijskog modela koji se sastoji iz sledeća dva izraza

$$\ln \dot{A} = \ln A + \theta \ln H_A \quad (7.24)$$

$$y_t = \alpha h_t + \gamma i_t + (1 - \alpha - \gamma)\chi_t + \epsilon_t \quad (7.25)$$

²⁰Svojevremeno je Mansfield [Mansfield, 1965] pokušao da i formalno izrazi ovu činjenicu.

gdje y_t , i_t i χ_t predstavljaju logaritme proizvodnje, investicija i obima proizvodnje industrije znanja sve po zaposlenom, dok h_t predstavlja ljudski kapital po zaposlenom.

Prva od ovih dviju funkcija je poznata kao funkcija inovacija i njenom ocjenom se dobijaju parametri relevantni za ocjenu uticaja ulaganja u IR aktivnost na nivo inovativnosti ekonomije, mjereno, na primjer, dinamikom broja patenata u nekoj zemlji. Druga funkcija očito predstavlja proizvodnu funkciju sa inputom inovacija kao dodatnim faktorom. Ocjenom njenih parametara utvrđujemo uticaj inovacija na dinamiku proizvodnje neke zemlje.

Ovdje se, kao što vidimo, uticaj IR ulaganja i kapitala na privredni rast određuje indirektno, prvo, preko određivanja njihovog uticaja na nivo inovacija i, potom, preko određivanja uticaja dinamike inovacija na dinamiku proizvodnje i / ili na dinamiku totalne faktorske produktivnosti. Pored ovdje već citiranog rada [Ulku, 2004] vrijedan pomena je u ovom pogledu i pokušaj Portera i Sterna [Porter i Stern, 2000] da polazeći od podataka o ulaganjima u IR utvrdi stepen inovativnosti ekonomije.

Jednostavniji način da se ekonometrijski ocijeni uticaj IR kapitala na GDP ili TFP je direktno na bazi podataka o ulaganjima u IR. Takav postupak, na primjer, primjenjuje [Jones, 1995] stavljajući u odnos stope rasta TFP sa stopama rasta naučnika, kao aproksimacije za kretanje IR kapitala, za razvijene zemlje poput Francuske, Njemačke, Japana i USA. Međutim, rezultati do kojih Jones dolazi na bazi vremenskih serija su bili dosta neobjedljivi. S druge strane, rezultati do kojih, koristeći podatke o IR ulaganjima i TFP, dolaze recimo [Scherer, 1982], [Griliches i Lichtenberg, 1984], [Aghion i Howitt, 1998] i [Zachariadis, 2003], krajnje su ohrabrujući kada je reč o uticaju IR ulaganja i kapitala na TFP. Slične, ohrabrujuće rezultate daju i istraživanja bazirana na panel analizama [Frantzen, 2000], [Griffith et al., 2004], [Blanco et al., 2016], na primjer.

Ova vrsta istraživanja je, takođe, pokazala da postoji i jak efekat spillovera, tj. pozitivnih eksternalija, od IR djelatnosti razvijenih zemalja prema manje razvijenim zemljama: [Coe i Helpman, 1995], [Griffith et al., 2004], [Savvides i Zachariadis, 2005],

[Blanco et al., 2016]. Nekoliko je nivoa analize na kojima se mogu identifikovati spilloveri/prelivanja. Prije svega možemo govoriti o spilloverima između različitih zemalja, tj. o prelivanju pozitivnih efekata iz jedne u drugu zemlju. U ovom pogledu su najinteresantniji i najvažniji gore pomenuti oblici prelivanja iz razvijenih u nerazvijene zemlje, odnosno takozvani North-South oblici prelivanja, kojima će biti posvećeni naredni paragrafi. Potom tu dođu međuregionalni oblici prelivanja. Treći oblik su prelivanja između različitih industrija. Konačno, četvrti oblik se odnosi na prelivanja između različitih firmi u okviru iste djelatnosti ili u okviru svih djelatnosti.

Imajući prethodno u vidu sasvim je razumljivo da je u mnogim empirijskim istraživanjima učinjen napor da se na svakom od mogućih nivoa analize utvrdi kako interna tako i eksterna pa time i ukupna elastičnost proizvodnje u odnosu na IR ulaganja. Interna elastičnost se ponekad naziva i direktna a ponekad i vlastita. Na osnovu ovih elastičnosti vrlo lako je utvrditi i stopu prinosa kako sa stanovišta datog nivoa posmatranja tako i eksternu i ukupnu stopu prinosa za taj nivo posmatranja. Dakle, baš kao i kod *Cost-Benefit* analize i ovdje, kod pristupa koji se zasniva na ekonometrijskoj procjeni proizvodne funkcije, u mogućnosti smo da utvrdimo i ukupnu i internu stopu prinosa, i to za različite nivoe posmatranja. Dobar i nadasve sveobuhvatan prikaz metoda mjerenja stopa prinosa na različitim nivoima posmatranja može se naći u [Sveikauskas, 2007].

U tom smislu na nivou firme su polazeći od ovakvog pristupa značajan doprinos dali sledeći autori [Audretsch i Feldman, 2004], [Cincera, 2005], [Fritsch i Franke, 2004], [Griliches, 1979, Griliches, 1986], [Kaiser, 2002], [Hanel, 2000], [Aiello i Cardamone, 2005] i [Khan, 2006]. Njihova su istraživanja potvrdila ono što već iz *Cost-Benefit* analiza znamo, a to je potvrda o snažnom uticaju IR ulaganja na nivo produktivnosti firme. Hall, Mairesse i Mohnen [Hall et al., 2010] u svom pregledu ovih istraživanja konstatuju da se na bazi istraživanja može zaključiti da je interna ili vlastita elastičnost proizvodnje u odnosu na IR ulaganja u rasponu od 0,01 do nekih 0,25, sa prosjekom od oko 0,08. To implicira da se interna ili vlastita stopa prinosa na ulaganja firmi

u IR mora kretati u rasponu od 20% do 30%, a ne rijetko iznosi i čitavih 75%. Istraživanja vezana za elastičnosti i stope prinosa na nivou industrijskih grana pokazala su da se ove veličine ne razlikuju na nivou grana od naprijed pomenutih veličina na nivou firmi. Najinteresantniji nalaz je onaj po kojem su vlastite elastičnosti i, njima implicirane, vlastite stope prinosa na nivou nacionalnih ekonomija, ili na nivou većih regiona, daleko veće od odgovarajućih elastičnosti i stopa prinosa na nivou firmi i industrija. Objašnjenje je sasvim jednostavno: na nivou države, naime, eksterni efekti se internalizuju pa je i normalno da stope prinosa ovdje budu veće nego na nivou firme ili industrijske grane.

Iz prethodnog slijedi da su na nacionalnom nivou vlastite stope prinosa i vlastite elastičnosti bliže ukupnim stopama prinosa, odnosno ukupnim elastičnostima. To je tačno ali je daleko od toga da su vlastite stope prinosa jednake ukupnim stopama prinosa. Naime, značajan dio spilovera nije moguće internalizovati jer se oni sada prelivaju kroz međunarodnu trgovinu, kroz strane direktne investicije i kroz ostale međunarodne ekonomske odnose. U narednim redovima biće više riječi o tome, kao i o ostalim oblicima difuzije znanja.

Pored toga što se rezultati istraživačko-razvojne djelatnosti ispoljavaju na različite načine, važno je ukazati i na činjenicu da sam napredak tehnologije ne mora biti indukovan samo organizovanom istraživačko-razvojnom djelatnošću. Postoji čitav niz drugih izvora napretka tehnologije. Tu najprije imamo u vidu rezultate rada samostalnih, usamljenih inovatora i pronalazača. Zatim, imamo u vidu i organizacione inovacije (kao najvažniji oblik socijalnih inovacija), pa zato grupi samostalnih pronalazača treba dodati i preduzetnike. Treće, do poboljšanja tehnologije dolazi i u fazi samog procesa proizvodnje; manja tehnološka poboljšanja i modifikacije već uvedene tehnologije nastaju kao nusproizvod glavne, proizvodne aktivnosti. Konačno, ogroman dio tehnološkog znanja se dobija kroz proces međunarodne tehnološke razmjene. Imajući u vidu da uvoz tehnološkog znanja predstavlja jedan od najvažnijih dodatnih izvora tehnološkog napretka, pa time i jedan od najvažnijih izvora rasta, ovom problemu ćemo

posvetiti nešto više prostora.²¹

7.2.3. UTICAJ TRANSFERA IR KAPITALA IZ INOSTRANSTVA NA PRIVREDNI RAST

Tehnološko znanje (*know-how*) može se uvoziti, prije svega, direktno, imitiranjem tuđih znanja od strane domaćih firmi. Pri tom, ovako stečena znanja mogu biti kupljena, u kom slučaju se podaci o tehnološkom transferu mogu naći u statistici patenata i odgovarajućem bilansu plaćanja (*royalty* plaćanja), a mogu biti i besplatno preuzeta (spiloveri). Zatim, transfer znanja se može obaviti i kroz zajednička ulaganja domaćih i stranih firmi, kao i kroz otvaranje stranih preduzeća u određenoj zemlji. Konačno, znanje se može uvesti i kupovanjem tuđe opreme i tehnologije u kojoj su opredmećena najnovija znanja. Jednom riječju, tehnološka znanja se mogu uvoziti ne samo u obliku uvoza softvera, već i u vidu uvoza hardvera.²²

Rečeno upućuje na zaključak da bismo u analizi izvora rasta morali, pored domaćeg IR-kapitala, unijeti i fond tehnološkog znanja stečenog kroz transfer stranih znanja, softverskih ili hardverskih, svejedno. Ovo posebno važi za nerazvijene zemlje i zemlje u razvoju koje najveći dio tehnološkog znanja stiču kroz proces međunarodne razmjene. Bez uzimanja u obzir ove komponente bilo bi nemoguće objasniti tehnološki nivo i privredni rast manje razvijenih zemalja. Njihovom sopstvenom IR aktivnošću može se objasniti samo mali dio varijacija u globalnoj produktivnosti resursa. Međutim, uvoz tehnološkog znanja relevantan je i za analizu rasta razvijenih zemalja, uključujući tu i SAD koje se, kao što znamo, nalaze na samoj fronti tehnoloških mogućnosti. U stvari, međunarodna razmjena znanja je ne samo način na koji

²¹O dodatnim izvorima tehnološkog napretka [Matthews, 1973], [Kendrick, 1979, Kendrick, 1980, Kendrick, 1981], [Gomulka, 1986] i dr.

²²Detaljnije o oblicima transfera tehnologije i problemima s tim u vezi vidi: [Matthews, 1973], [Gomulka, 1986], [Mansfield et al., 1982, Mansfield, 1984], [Kendrick, 1979, Kendrick, 1980, Kendrick, 1981], [Evenson, 1984], [Dubonjić, 1983] i dr.

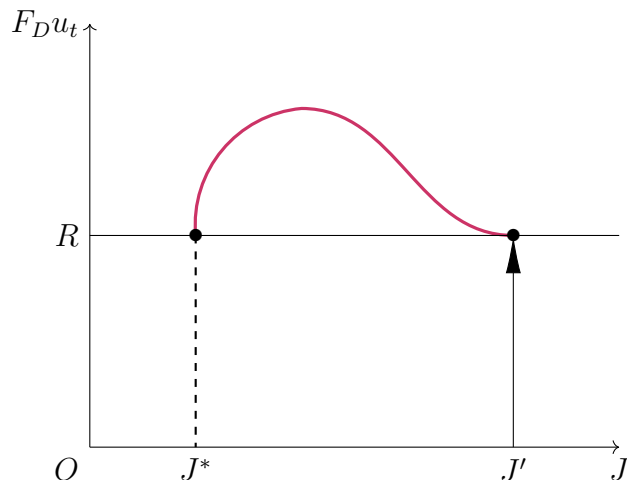
se nerazvijene zemlje približavaju tehnološkoj fronti, već i neophodan uslov koji razvijene zemlje moraju ostvariti da bi se na toj fronti održale. Radi se, naime, o tome da ni jedna zemlja, ma koliko bila razvijena, ne može sama razvijati podjednako uspješno sve oblasti nauke, istraživanja i razvoja, te se usled toga i u „proizvodnji” znanja nužno javlja međunarodna podjela rada, pa, zato, i međunarodna razmjena tako stvorenog znanja.

Nastojanje da se domaći i strani IR-kapital unesu kao posebni faktori u analizi izvora rasta nailazi na čitav niz teško rješivih problema mjerenja. Prije svega, dobar dio znanja se, kao što znamo, besplatno preuzima, pa je taj dio transfera gotovo nemoguće mjeriti. Drugo, kod uvoza hardvera je nemoguće utvrditi koji dio njegove vrijednosti predstavlja vrijednost „materijala”, a koji dio vrijednost samog znanja opredmećenog u njemu. Treće, čak i kad bi znali tržišnu vrijednost slobodno preuzetog znanja i vrijednost opredmećenog znanja, odnosno čak i tamo gdje tržišnu vrijednost unijetog znanja znamo (*royalty* plaćanja), pitanje je koliko tržišna vrijednost može izraziti stvarni nivo preuzetog znanja, tj. stvarni proizvodni potencijal koji je unijet u proces proizvodnje. Proizvodni potencijal znanja se, kao što smo ranije vidjeli, uspješno mjeri kumulativom IR ulaganja, a ne tržišnom vrijednošću IR-kapitala. Prema tome, nerazvijene zemlje sa uvozom tuđeg znanja unose u proces proizvodnje daleko veći proizvodni potencijal nego što to izražava tržišna vrijednost prenijetog znanja; one, drugim riječima, ne moraju da ponavljaju cio istorijski scenario IR ulaganja razvijenih da bi dosegle određeni tehnološki nivo, već ga relativno brzo mogu steći „jeftinim” uvozom tuđeg znanja. Uvezeni proizvodni potencijal znanja je, međutim, gotovo nemoguće izmjeriti polazeći od kumulativa tuđih IR ulaganja. Zato se ovde kao input, ipak, unosi tržišna vrijednost uvezenog znanja, a uticaj unijetog potencijala na rast se manifestuje preko visine marginalne proizvodnosti uvezenog IR-kapitala. Naime, logično je očekivati da, usled male količine ukupnog IR kapitala i velike (neograničene) ponude rada, granična proizvodnost IR kapitala koji uvozi nerazvijena zemlja bude u toj zemlji daleko veća od granične proizvodnosti istog tog IR kapitala u razvijenoj zemlji izvoznici. Sve to će, saglasno izrazu 7.19, imati uticaja

na doprinos IR kapitala rastu; ista količina ovog kapitala imaće daleko veći uticaj na rast zemlje uvoznice nego na rast zemlje izvoznice znanja. Pomenimo na kraju i to da se sličan problem javlja i kod mjerenja domaćeg IR kapitala zemalja u razvoju. Naime, ni ovdje nije potrebno da se ponavlja cio istorijski scenario IR investiranja da bi formirani IR kapital imao isti (ili približno isti) proizvodni potencijal kao kod razvijenih zemalja. Zemlje u razvoju dati proizvodni potencijal ostvaruju sa daleko manjim kumulativom IR ulaganja jer su u mogućnosti da skoro besplatno, ili čak besplatno preuzmu ogroman stok tehnoloških, a posebno fundamentalnih naučnih znanja, koja se nalaze u osnovi svih znanja. Prema tome, možemo reći da čak i domaći IR-kapital sadrži u sebi dio tuđeg, gotovo neizmjerljivog, IR-kapitala (u stvari, najveći dio istraživačko-razvojne aktivnosti ovih zemalja iscrpljuje se u modifikaciji i adaptaciji tuđih tehnologija). Ako u tim uslovima proizvodni potencijal domaćeg tehnološkog znanja izrazimo kumulativom investicijom u IR, imaćemo da je kod zemalja u razvoju F_D veće nego kod razvijenih zemalja, što će imati uticaja i na stopu rasta proizvodnje.

Kao što vidimo, marginalna proizvodnost IR-kapitala (kako uvezenog tako i sopstvenog) je u nerazvijenim zemljama i zemljama u razvoju veća nego u razvijenim zemljama koje se nalaze na samoj fronti tehnoloških mogućnosti. Usled toga će, saglasno izrazu 7.19, pri istoj stopi rasta IR kapitala, doprinos ovog kapitala stopi privrednog rasta biti veći kod nerazvijenih zemalja i zemalja u razvoju nego kod visoko razvijenih zemalja. Drugim riječima, tehnološki nivo zemalja u razvoju se, zahvaljujući transferu tuđih, već dosegnutih znanja, brže povećava od tehnološkog nivoa razvijenih zemalja, što doprinosi stalnom smanjenju tehnološkog jaza koji između njih postoji. Ovaj proces smanjivanja tehnološkog jaza, koji možemo nazvati tehnološkom tranzicijom, slikovito se može opisati putanjom rasta, datom na grafiku 7.3 koji je svojevremeno predložio [Gomulka, 1986].

Ordinatom je predstavljena stopa rasta tehnološkog nivoa neke zemlje ($F_D u_t$), dok je apscisom predstavljen nivo tehnološkog jaza između razvijenih i zemalja u razvoju u raznim fazama tehnološke tranzicije. Isprekidanom linijom R predstavljena je



Grafik 7.3: *Tehnološka tranzicija kroz putanju rasta*

dugoročna stopa rasta doprinosa IR kapitala kod razvijenih zemalja, dok je punom linijom „šesirastog” oblika predstavljena ista ta stopa rasta kod zemalja u razvoju u raznim fazama tranzicije. Početno stanje tranzicije dato je tačkom J' : u toj tački je tehnološki jaz najveći; to je trenutak napuštanja prirodne ekonomije (antropološkog društva) i otpočinjanja industrijalizacije. Tehnološka tranzicija je predstavljena kretanjem od početne tačke J' ka koordinatnom početku. U početku je, kao što vidimo, stopa rasta tehnološkog nivoa nerazvijenih zemalja (usled male količine formiranog IR-kapitala i usled nužnog perioda prilagođavanja) samo nešto malo veća od stope rasta tehnološkog nivoa razvijenih zemalja. Kasnije se ta razlika sve više povećava u korist zemalja u razvoju, usled čega se jaz između dvije grupe zemalja sve više smanjuje. Sa daljim smanjivanjem tehnološkog jaza zemlje u razvoju se polako približavaju fronti tehnoloških mogućnosti, što, sasvim prirodno, vodi smanjenju stope rasta tehnološkog nivoa zemalja u razvoju i njenom približavanju odgovarajućoj stopi ra-

sta tehnološkog nivoa razvijenih zemalja. U jednom trenutku te dvije stope rasta se izjednačavaju (tačka J^*), usled čega prestaje dalje smanjivanje tehnološkog jaza; on nadalje ostaje, bar srednjoročno posmatrano, konstantan. Prije nego što ukažemo na faktore koji određuju veličinu ovog „ravnotežnog” jaza (tj. distancu OJ^*), recimo i to da se sličnom putanjom rasta može opisati, ne samo kretanje stope rasta tehnološkog nivoa (tj. kretanje onog dijela stope rasta proizvodnje koji izražava doprinos IR-kapitala, F_{Du_t}), već i kretanje stope rasta totalne faktorske produktivnosti (TFP) kao cjeline. Ovo proizlazi otuda što između pojedinih djelova stope rasta globalne produktivnosti postoji čvrsta korelacija i međuzavisnost. Prirast IR-kapitala je, na primjer, praćen značajnim promjenama sektorske strukture privrede, pa time i porastom onog dijela stope rasta koji izražava doprinos promjene sektorske strukture; zatim, prirast tehnološkog nivoa opreme praćen je poboljšanjem obrazovne strukture zaposlenih, pa time i porastom onog dijela stope rasta koji izražava doprinos obrazovanja; slično se dešava i sa prirastom doprinosa onog dijela koji izražava uticaj promjene starosne strukture kapitala, itd. Sve to trebalo bi da utiče da i ukupna stopa rasta globalne produktivnosti bude veća kod zemalja u razvoju nego kod razvijenih zemalja, te da se, usled toga, smanjuje i ukupni jaz u nivou globalne produktivnosti resursa između razvijenih i nerazvijenih zemalja.

Prema tome, možemo zaključiti da transfer znanja iz razvijenih u nerazvijene zemlje predstavlja osnov smanjivanja jaza u razvijenosti uopšte. Ostaje da vidimo koji faktori određuju nivo „ravnotežnog” jaza, odnosno distancu OJ^* . Drugim riječima, interesuje nas zašto zemlje u razvoju ne uspijevaju tako lako da dosegnu tehnološki i proizvodni nivo razvijenih zemalja, čak i u onim slučajevima kada raspolažu najsavremenijom tehnologijom i znanjem (uključujući tu i znanje otjelovljeno u ljudima). Gomulka ukazuje na institucionalne i opštekulturne neprilagođenosti kao uzrok postojanja i faktor koji određuje veličinu „ravnotežnog” jaza pojedinih zemalja u razvoju. Radi se, naime, o tome da je prilagođavanje institucionalne i kulturne strukture zahtjevima modernog industrijskog i postindustrijskog društva proces

koji daleko duže traje od procesa transfera samog instrumentalnog znanja, tj. od transfera tehnologije i obrazovanja. Na pojavnom planu se rečena neprilagođenost manifestuje kao slaba organizacija rada, odnosno kao nizak nivo neopredmećenog tehnološkog progressa. Drugim riječima, slabom organizacijom se objašnjava zašto, čak i kad imaju najsavremeniju tehnologiju, zemlje u razvoju pokazuju niži nivo globalne produktivnosti. S druge strane, institucionalnom i kulturnom neprilagođenošću, odnosno slabom organizacijom, donekle se objašnjava i činjenica da ove zemlje, čak i kad nemaju finansijskih ograničenja, nijesu u stanju da akceptiraju najsavremenije tehnološke generacije, tj. one tehnologije koje još nijesu istraživački-razvojno saturisane, odnosno koje nijesu ni „hardverski” ni „softverski” (organizacijski) potpuno dekodirane. Prema tome, postojanje „ravnotežnog” tehnološkog jaza svjedoči o postojanju svojevrsne civilizacijske, kulturne tranzicije koja daleko duže traje od same tehnološke (hardverske) tranzicije.

Očigledno je, međutim, da se institucionalnom i kulturnom tranzicijom može objasniti samo jedan dio, doduše značajan, „ravnotežnog” jaza. Drugi, takođe značajan, dio objašnjenja leži u analizi uslova u kojima se ove zemlje nalaze u međunarodnoj razmjeni i međunarodnoj podjeli rada. Ovim se faktorom u značajnoj mjeri objašnjava aktuelna neravnomjerna raspodjela tehnološkog znanja između razvijenih i zemalja u razvoju.

Očigledno je, dakle, da dekompozicija stope rasta i mjerenje uticaja IR kapitala da bi bili što realističniji moraju, pored domaćeg IR kapitala, uzeti u obzir i svjetski stok IR kapitala koji nam stoji na raspolaganju. Takođe je očito da sposobnost jedne zemlje da izvuče koristi iz tog ogromnog svjetskog stoka IR kapitala zavisi od stepena njene ekonomske otvorenosti. Iako postoje mnogi kanali preko kojih se znanje može prenositi iz zemlje u zemlju, očigledno je da odnos između učešća trgovine u BDP-u predstavlja najbolji proxy za mjerenje stepena eksploatacije svjetskog stoka znanja i za veličinu preliivanja (spilovera) znanja koji na ovaj način neka zemlja dobija. Ali, kada želimo da konstruišemo model rasta koji, pored domaćeg IR, uzima u obzir i svjetski stok IR kapitala kako bi iskazali i izmjerili uticaj ovih spilovera

na rast, moramo uzeti u obzir i kvalitet, odnosno strukturu te otvorenosti ekonomije, odnosno međunarodne trgovine. Očito je da zemlje koje više uvoze iz zemalja koje su na fronti tehnoloških mogućnosti mogu očekivati i veći nivo transfera znanja iz svijeta od onih koje uvoze iz manje razvijenih zemalja.

Prethodno rečeno može biti formalizovano tako što ćemo, kao prvo, pretpostaviti da elastičnost globalne produktivnosti posmatrane zemlje i (B_i) u odnosu na strani IR kapital zavisi od učešća uvoza iz te zemlje u našem BDP-u (m_i) i, drugo, tako što ćemo za svaku od posmatranih zemalja konstruisati vrijednost njenog sopstvenog IR kapitala (F_i) na način koji će izraziti kvalitet otvorenosti naše ekonomije [Coe i Helpman, 1995], [Coe et al., 1997]. Odnos između totalne faktorske produktivnosti neke zemlje, na jednoj, i njenog domaćeg (D_i) i stranog (F_i) IR stoka može biti predstavljen Cobb-Douglasovom agregatnom proizvodnom funkcijom. Njenom logaritamskom transformacijom, koja se koristi u mjerenju, dobijamo

$$\ln B_i = \alpha_{i0} + \alpha_{id} \ln D_i + \alpha_{if} m_i \ln F_i \quad (7.26)$$

gdje i predstavlja posmatranu zemlju, α_{id} je elastičnost totalne faktorske produktivnosti u odnosu na domaći IR capital, $\alpha_{if} m_i$ je elastičnost totalne produktivnosti u odnosu na strani IR capital, dok α_{i0} predstavlja slobodni koeficijent. Stok domaćeg IR kapitala (D_i) može biti, kao što znamo iz prethodnih razmatranja, konstruisan kao kumulativ domaćih IR investicija učinjenih u prošlosti u zemlji koju posmatramo

$$D_i = \sum_{v=0}^t I_{iv} \quad (7.27)$$

S druge strane, strani IR kapital koji koristi ta zemlja se mjeri kao ponderisana suma IR kapitala svih ostalih zemalja svijeta sa kojima posmatrana zemlja ima ekonomske odnose gdje kao pondere koristimo učešća uvoza iz tih zemalja u njenom ukupnom uvozu. Formalno

$$F_i = \sum_{j=0}^n w_{ij} I_j \quad w_{ij} = \frac{m_{ij}}{m_i} \quad m_i = \sum_{j=1}^n m_{ij} \quad (7.28)$$

gdje m_{ij} predstavlja uvoz zemlje i iz zemlje j .

Naprijed dati izrazi dozvoljavaju još detaljniju dekompoziciju stope rasta. Prvo, omogućava se razgraničavanje doprinosa domaćeg od stranog IR kapitala. Drugo, omogućava se identifikovanje doprinosa IR kapitala svake strane zemlje rastu domaće ekonomije. Na primjer, možemo utvrditi koliki je doprinos IR kapitala SAD rastu kenijuskog BDP-a. Još interesantnije je da nam ova dekompozicija omogućava da izmjerimo dimenzije spillovera između razvijenih i manje razvijenih zemalja [Coe i Helpman, 1995, Coe et al., 1997], [Griffith et al., 2004], [Savvides i Zachariadis, 2005].

POGLAVLJE 8

KAPITAL OBRAZOVANJA I NJEHOV UTICAJ NA PRIVREDNI RAST

Razmatranje koje slijedi rezultat je poboljšanja, modifikacije i uopštavanja jednog ranijeg pokušaja da doprinos obrazovanja privrednom rastu predstavimo polazeći od koncepta kapitala obrazovanja [Popović, 1987c]. Inače, prvi i najcitiraniji pokušaj ove vrste potiče od [Schultz, 1961a]. Detaljnu kritičku analizu Schultzovog postupka nalazimo kod [Bowman, 1964]. U novije vrijeme ovu metodu koristio je [Kendrick, 1979, Kendrick, 1980, Kendrick, 1981], a nešto ranije i [Griliches, 1963b, Griliches, 1964]. Ipak, ovaj postupak mjerenja doprinosa obrazovanja je manje korišćen od Denisonovog strukturnog pristupa jer uzima daleko više vremena, a ako se konsekvntno primijeni, daje isti rezultat kao i strukturni pristup (pristup sa heterogenim radom). No, vidjećemo da ovaj pristup koji je gotovo bio potpuno zanemaren u analizi i mjerenju uticaja proksimativnih faktora kada se dosledno primijeni daje neke dodatne rezultate koje na osnovu strukturnog pristupa ne možemo dobiti i vidjeti.

8.1. MIKROEKONOMSKA ANALIZA EFIKASNOSTI ULAGANJA U KAPITAL OBRAZOVANJA I LJUDSKI KAPITAL

Kao i kod analize ulaganja u istraživanje i razvoj, tako je i kod analize efikasnosti investicija moguće primijeniti dva pristupa. Prvi, koji ćemo ovde razmatrati, jeste pristup *Cost-Benefit* analize. Drugi, makroekonomski pristup, koji ćemo razmatrati u kontekstu uticaja obrazovanja na privredni rast, zasniva se na proizvodnoj funkciji sa kapitalom obrazovanja kao posebnim faktorom proizvodnje. Prvi radovi u kojima se zagovara i primjenjuje *Cost-Benefit* analiza ulaganja u obrazovanje potiču od [Schultz, 1959, Schultz, 1961a, Schultz, 1982], [Hansen, 1963], [Becker, 1962], [Blaug, 1972], [Harmon et al., 2003] i dr. Na empirijskom planu je posebno značajan doprinos [Psacharopoulos, 1969, Psacharopoulos, 1972, Psacharopoulos i Hinchliffe, 1973, Psacharopoulos, 1975, Psacharopoulos, 1981], [Behrman i Birdsall, 1983], [Bowman i Anderson, 1973], [Eichner, 1973], [Mincer, 1962, Mincer, 1974], [Weisbrod, 1962, Weisbrod, 1964], [Psacharopoulos i Patrinos, 2004] i dr. U literaturi na srpsko-hrvatskom jeziku ovaj pristup je primjenjivan od strane [Ratković, 1983], [Bevc, 1989], [Popović, 1986b] i dr. Od radova u kojima se razmatra pristup koji polazi od proizvodne funkcije značajniji su [Schultz, 1961a], [Bowman, 1964], [Blaug, 1972], [Denison, 1974], [Griliches, 1964], [Kendrick, 1979, Kendrick, 1980, Kendrick, 1981], [Maddison, 1972, Maddison, 1987], [Psacharopoulos, 1972, Psacharopoulos, 1975], [Psacharopoulos i Hinchliffe, 1973] itd. U našoj literaturi ovaj pristup je razmatran i korišćen u radovima [Bajec, 1975, Bajec, 1977], [Puljić, 1979, Puljić, 1980] i [Popović, 1986d, Popović, 1987d]. Međutim, u ocjeni efikasnosti ulaganja u obrazovanje moguće je, pored ova dva teorijski vrlo fundirana i koherentna pristupa, primijeniti i pristup koji se zasniva na poređenju ponude i tražnje za pojedinim vrstama rada u pojedinim zemljama (regionima) ili djelatnostima

u odgovarajućim presjecima vremena (*Man Power Requirement Approach*). Iako nije toliko teorijski fundirana kao prethodna dva pristupa, ova metoda ocjene efikasnosti ulaganja u obrazovanje može na praktičnom planu biti daleko korisnija od njih. Posebno je to tačno kod srednjoročnog i dugoročnog planiranja potreba za obrazovanjem. Detaljnije o ovom vidi u [Blaug, 1972] i [Mingat i Tan, 1988].

8.1.1. EFIKASNOST ULAGANJA U FORMALNO OBRAZOVANJE: TROŠKOVI I KORISTI

POJEDINAČNI (PRIVATNI) I UKUPNI (DRUŠTVENI) TROŠKOVI FORMALNOG OBRAZOVANJA

Pojedinačni ili privatni troškovi obrazovanja obuhvataju one izdatke koje snose pojedinci koji se školuju (đaci/studenti) i njihove porodice, dok društveni ili ukupni troškovi obrazovanja, pored privatnih, obuhvataju i one troškove koji padaju na teret šire društvene zajednice. Kada obrazovanje posmatramo kao tehnološki proces, obično pravimo distinkciju između direktnih, porodičnih i oportunitetnih troškova. Svaka od ovih kategorija troškova može, u cjelini ili djelimično, biti alimentirana iz društvenih fondova. Tako se može značajno uticati na odnos privatnih i društvenih troškova obrazovanja, pa time i na sklonost pojedinaca ka investicijama u obrazovanje. Objasnićemo ukratko značenje pojedinih troškova obrazovanja.

Treba imati u vidu da i *Cost Benefit* analiza kao i pristup koji polazi od proizvodne funkcije daju kao rezultat mjeru *eksterne efikasnosti* ulaganja u obrazovanje: kao i kod IR ulaganja one nam ukazuju za koliko će se povećati privatne i društvene koristi pri jediničnom povećanju ulaganja u obrazovanje. One se, dakle, ne bave pitanjem *interne efikasnosti* ulaganja u obrazovanje. Analiza interne efikasnosti, sa svoje strane, treba da dà odgovor na pitanje da li su se postojeći rezultati obrazovanja mogli do-

segnuti uz niže troškove, pri nekoj drugačijoj organizacionoj ili proizvodnoj kombinaciji. Analiza interne efikasnosti ulaganja u obrazovanje izlazi iz okvira ovoga rada, pa zato u analizi troškova obrazovanja, koja slijedi, nećemo ići dalje od njihovog konceptualizovanja i ukazivanja na moguće metode njihovog mjerenja.¹

Direktni troškovi obuhvataju one izdatke koji su vezani za funkcionisanje obrazovne djelatnosti. Riječ je, dakle, o troškovima rada, materijala i kapitala nastalim u okviru škola, fakulteta i ostalih obrazovnih institucija. Značenje materijalnih troškova je očigledno. Isto važi i za troškove rada: oni su jednaki sumi ličnih dohodaka nastavnog i drugog osoblja zaposlenog u okviru obrazovnog sistema. Očigledno, ovako računati troškovi rada treba da predstavljaju procjenu vrijednosti usluga koje faktor rada daje obrazovnoj djelatnosti. Analogno, troškovi kapitala bi trebalo da budu jednaki vrijednosti usluga koje kapital daje obrazovanju. Procjena ove vrijednosti dobija se kao proizvod kapitala angažovanog u obrazovanju (zgrade, učila, oprema, zemljište i sl.) i „cijene” kapitala, koja je jednaka sumi stope amortizacije (depresijacije) posmatranog kapitala i interesne stope [Schultz, 1961a]. Neki autori ([Ratković, 1983], na primjer) pojednostavljaju ovaj proračun tako što uzimaju investicije u osnovne fondove obrazovanja kao mjeru troškova kapitala. Ovakav postupak je, očigledno, neispravan mada se, u nedostatku boljih podataka, može i on primijeniti, pošto bi u uslovima optimalnosti i na dug rok ove dvije mjere trebale biti istovjetne [Phelps, 1961].

Primjenjujući opisani postupak, moguće je na vrlo jednostavan način utvrditi ukupnu godišnju vrijednost direktnih troškova za pojedine stepene obrazovanja i pojedine vrste škola. Dijeljenjem dobijenih veličina sa brojem đaka/studenata utvrđujemo veličinu direktnih troškova po đaku/studentu za godinu dana. Odavde je vrlo jednostavno izračunati vrijednost dodatnih direktnih troškova koje je potrebno uložiti da bi pojedinac završio dodatni stepen obrazovanja (određene vrste), kao i ukupne direktne troškove neophodne da bi pojedinac dosegao određeni nivo stručnosti. Pri tom, naravno, treba imati u vidu stvarno, a

¹Detaljniji prikaz analize interne efikasnosti ulaganja u obrazovanje može se naći u knjizi Mingata i Jee-Peng Tana [Mingat i Tan, 1988].

ne propisano trajanje škole/fakulteta. Dakle, treba uzeti u obzir i izgubljene godine školovanja [Psacharopoulos i Hinchliffe, 1973], [Mingat i Tan, 1988], [Ratković, 1983].

U nekim zemljama direktni troškovi se u potpunosti financiraju iz društvenih fondova, zbog čega se i govori o „besplatnom” školovanju. Prema tome, u ovakvim zemljama oni ne ulaze u kalkulaciju privatnih troškova: oni su u cjelini društveni troškovi čime se, pored ostalog, i objašnjava visoka sklonost na ulaganju u obrazovanje, koja karakteriše ove zemlje. U ostalim zemljama je situacija nešto drugačija. U većini ovih zemalja osnovno i srednje obrazovanje se financira iz društvenih fondova, dok kod visokog obrazovanja, pored društvene zajednice, u alimentiranju direktnih troškova učestvuju i studenti, odnosno njihove porodice. Iznos godišnjih školarina koje se u tu svrhu uplaćuju kreće se na pojedinim fakultetima u SAD i do 100.000 USD. Prema tome, kod visokog obrazovanja u zemljama jače tržišne orijentacije direktni troškovi predstavljaju u značajnom dijelu privatne troškove. Interesantno je, međutim, da u poslednjih desetak godina u ovim zemljama dolazi do sve većih zahtjeva za otvaranjem privatnih škola na nivou srednjeg i osnovnog obrazovanja. Pojava je naročito karakteristična za SAD i Veliku Britaniju. Mnogi analitičari predviđaju da će ova pojava u budućnosti uzeti još više maha, što će, bez sumnje, uticati da sve veći deo direktnih troškova poprimi karakter privatnih izdataka.

Porodični troškovi obrazovanja su kao i direktni troškovi vezani neposredno za sam proces učenja i osposobljavanja. No, dok direktni troškovi pokrivaju aktivnost u školama i fakultetima, porodični troškovi obrazovanja su vezani za individualnu aktivnost đaka (studenata), usled čega je njihovo trošenje i organizovano u okviru porodica. Ovdje prije svega imamo u vidu troškove vezane za nabavku udžbenika i drugog školskog materijala, zatim troškove prevoza učenika (studenata) i troškove stanovanja ukoliko je nastavak školovanja vezan za promjenu mjesta boravka i sl. Troškovi ishrane, odjeće i sl. ne ulaze u ovaj račun pošto oni nisu posledica produžetka školovanja; ove troškove bi porodica snosila i kada učenik ne bi nastavio školovanje. Ako bi, s druge strane, potencijalni učenik odlučio da se zaposli, tada bi on sam iz za-

rađenog ličnog dohotka finansirao svoju ishranu, odjeću, obuću i ostale oblike tekuće potrošnje. Sa produžetkom školovanja, međutim, on se lišava mogućnosti da zaradi i lični dohodak, usled čega mi ovako izgubljene lične dohotke obračunavamo kao posebnu vrstu troškova obrazovanja (oportunitetni troškovi). Ako bi sada troškove tekuće potrošnje učenika uzeli u obzir prilikom računanja troškova obrazovanja, to ne bi značilo ništa drugo nego da smo ih dva puta obračunali, jednom kao troškove tekuće potrošnje, a drugi put u okviru oportunitetnih troškova.²

Preciznu mjeru porodičnih troškova obrazovanja nemoguće je dobiti bez anketa, koje, iako pouzdan, ponekad mogu biti vrlo skup oblik prikupljanja informacija. Stoga mnogi autori pribjegavaju približnoj procjeni ovih troškova polazeći, naravno, od rezultata nekih ranijih anketa i istraživanja. Tako se na primjer u [Ratković, 1983]) procjenjuje da ovi troškovi čine 10% direktnih troškova kod osnovnog i srednjeg obrazovanja, odnosno 20% direktnih troškova kod visokog obrazovanja. Iako u ukupnoj strukturi troškova obrazovanja porodični troškovi ne predstavljaju značajnu stavku, oni mogu predstavljati i te kako značajnu stavku u porodičnim budžetima siromašnijih slojeva stanovništva. To je glavni razlog zbog kojeg je kod ovih kategorija stanovništva sklonost ka školovanju manja nego kod bolje stojećih skupina u čijim porodičnim budžetima ovi troškovi ne predstavljaju tako značajnu stavku. Konačna posledica ovakvog ponašanja može biti smanjena socijalna mobilnost i povećanje socijalnih razlika. Problem se najčešće razrešava tako što društvo, dajući stipendije i kredite učenicima iz siromašnijih porodica, preuzima dio porodičnih troškova obrazovanja ovih slojeva i na taj način utiče na povećanje njihove sklonosti ka obrazovanju.

Gore opisani mehanizam socijalizacije porodičnih troškova obrazovanja putem stipendija i kredita primjenjuje se i u onim slučajevima kada je potrebno povećati sklonost ka upisu određenih vrsta škola i fakulteta, bilo zato što postoji deficit za tim kadrovima ili se predviđa da će se taj deficit u budućnosti javiti kao posledica tehnoloških promjena. Rečeno upućuje na zaključak da

²Vidjeti [Schultz, 1961a], [Blaug, 1972], [Psacharopoulos, 1969, Psacharopoulos, 1972, Psacharopoulos, 1975], [Ratković, 1983], [Bevc, 1989].

porodični troškovi obrazovanja nijesu u potpunosti privatni troškovi, mada njihov najveći dio jeste. Onaj dio ovih troškova koji se alimentira iz stipendija i sličnih davanja (jednokratne pomoći, subvencije studentskim domovima, saobraćajni popusti, i sl.) po svojoj prirodi je društveni trošak.

U naučnoj literaturi ovi troškovi se, gotovo bez izuzetka, označavaju kao *individualni*. Mi namjerno koristimo termine *porodični* jer na taj način želimo da ukažemo, ne samo na činjenicu da su oni u tehnološkom smislu vezani za porodicu, već i na okolnost da različiti tipovi porodica, zahvaljujući svojoj različitoj organizacionoj strukturi, na različit način akceptiraju ove troškove, što može doprinijeti njihovom različitom ponašanju u naizgled istim situacijama. Kod patrijarhalne, velike, seoske porodice (u kojoj po pretpostavci djeca ostaju u zajednici sa roditeljima) ima smisla tretirati ove troškove kao privatne. Ovo zato što će koristi od obrazovanja priticati ne samo djeci/djacima već i njihovim roditeljima, na čiji su teret i pali individualni troškovi. Krajnje je, međutim, problematično pretpostaviti da će neko ko se školovao, ko se, dakle, opredijelio za industrijski i urbani život, nastaviti da živi u velikoj (proširenoj) porodici. Za očekivati je da će takav pojedinac zasnovati sopstvenu inokosnu, gradsku porodicu (bračni par + djeca). Kod takve porodice je, međutim, nerealno tretirati individualne, odnosno porodične troškove kao privatne troškove. Oni jesu privatni troškovi, ali samo sa stanovišta roditelja, a ne i sa stanovišta njihove djece koja se školuju. Roditelji, očigledno, kod donošenja odluke o ulaganjima u obrazovanje njihove djece nijesu motivisani uvećanom nadnicom (pošto ih djeca sa završetkom škole napuštaju), već sasvim drugim motivima. Prema tome, kod demokratske, gradske, inokosne porodice sasvim je logično da se evaluacija troškova i koristi od obrazovanja koju vrše đaci/djeca razlikuju od evaluacije koju vrše roditelji. Kakve će te evaluacije biti, i kakva će odluka na osnovu njih biti donijeta, zavisi od čitavog niza složenih faktora o kojima u literaturi iz domena Cost Benefit analize ulaganje u obrazovanje gotovo da nema ni pomena. Ni mi se dalje ovim problemima ovdje nećemo baviti. Našu napomenu završićemo samo konstatacijom da bi ozbiljnija analiza ponašanja domaćinstva u pogledu ulaganja u

obrazovanje morala precizno definisati organizacionu strukturu porodice i skup institucionalnih ograničenja u kojima se donose odluke o obrazovanju, s jedne strane, te uticaj različitih kulturnih obrazaca (kulturnih tipova) na ove odluke, s druge strane. Dobar prikaz tipova porodica i ostalih problema iz domena sociologije porodice može se naći u [Mladenović, 1969].

Oportunitetni troškovi predstavljaju najvažniju kategoriju troškova obrazovanja; njihovo učešće u ukupnoj masi troškova se kreće oko 60%, pa ćemo ih zato nešto detaljnije razmatrati. Uopšteno govoreći, oni predstavljaju izgubljene dohotke ili koristi kojih se društvo i pojedinci lišavaju zato što se đaci/studenti školuju umjesto da se angažuju u procesu proizvodnje ili na neki drugi način (da se odmaraju, na primjer).³

Da bi odredili veličinu *ukupnih*, tj. *društvenih* oportunitetnih troškova moramo znati neke osnovne karakteristike procesa proizvodnje. Dvije situacije su u tom pogledu posebno zanimljive. Prvo je ekstremna neoklasična situacija u kojoj *postoji mogućnost supstitucije rada i kapitala* i na kratak i na dug rok, tj. stanje u kome je elastičnost supstitucije rada i kapitala različita od nule. U tako opisanim uslovima moguće je ostvariti punu zaposlenost bez obzira na intenzitet ponude rada. To drugim riječima znači da je u ovoj situaciji marginalna proizvodnost svakog novozaposlenog radnika veća od nule, te da bi eventualno proizvodno angažovanje (zapošljavanje) onih koji sada uče (đaka i studenata) urodilo odgovarajućim prirastom proizvodnje. Ovako definisan prirast proizvodnje predstavlja, u stvari, ukupnu vrijednost društvenih oportunitetnih troškova. S druge strane, marginalna proizvodnost odgovarajućih vrsta rada predstavlja društveni oportunitetni trošak po učeniku/studentu. Naravno, ova veličina je različita za različite nivoe i vrste obrazovanja. U uslovima potpune konkurencije na tržištu faktora proizvodnje marginalne proizvodnosti raznih vrsta rada biće jednake bruto ličnim dohocima (bruto nadnicama) tih vrsta rada. U tim uslovima tržišne informacije o bruto ličnim dohocima radnika mogu poslužiti kao

³Vidjeti detaljnije u [Blaug, 1972], [Psacharopoulos, 1969, Psacharopoulos, 1972, Psacharopoulos, 1975, Psacharopoulos, 1981], [Ratković, 1983], [Bevc, 1989].

pouzdana mjera društvenih oportunitetnih troškova po učeniku odnosno studentu. Tako se, na primjer, društveni oportunitetni trošak po učeniku kod srednjeg obrazovanja može mjeriti bruto ličnim dohotkom radnika sa osnovnim obrazovanjem starosti od 15 do 19 godina. Slično ćemo kod visokog obrazovanja koristiti tržišnu informaciju o bruto ličnim dohocima radnika sa srednjim obrazovanjem starosti od 19 do 23 godine. Kod osnovnog obrazovanja, međutim, obično se pretpostavlja da su oportunitetni troškovi ravni nuli, ne zato što je proizvodnost ovih kategorija jednaka nuli, već zato što, u uslovima obaveznog osnovnog obrazovanja i zabrane zapošljavanja lica mlađih od 15 godina, takav oportunitet ne postoji. Prema tome, da bismo u uslovima potpune konkurencije izmjerili društvene oportunitetne troškove potrebno je da imamo podatke o starosno dohodovnim profilima pojedinih vrsta rada. Međutim, ako uslovi potpune konkurencije na tržištu faktora nisu zadovoljeni tada podatke o bruto ličnim dohocima moramo na odgovarajući način korigovati kako bismo utvrdili marginalne proizvodnosti, tj. oportunitetne troškove raznih vrsta rada.

U prethodnim redovima analizirali smo situaciju u kojoj postoji mogućnost supstitucije faktora. Mnogo je realnije, ipak, poći od pretpostavke da, bar na kratak rok, *ne postoji mogućnost supstitucije rada i kapitala*, tj. da je elastičnost supstitucije faktora ravna nuli. Ako se, u tim uslovima, javi prevelika ponuda rada, a to upravo karakteriše mnoge manje razvijene zemlje, neće biti moguće ostvariti punu zaposlenost radnika i doći će do manje ili veće nezaposlenosti.⁴ Drugim riječima, marginalna proizvodnost novozaposlenog radnika ovdje je jednaka nuli, pa eventualni transfer učenika iz obrazovnog u proizvodni proces ne bi imao nikakvog uticaja na povećanje proizvodnje, tj. proizvodnja bi ostala na istom nivou. Vjerovatno je to razlog zbog kojeg neki autori smatraju da u zemljama sa velikom nezaposlenošću i ne treba računati društvene oportunitetne troškove. Oni su po njima u ovim uslovima jednaki nuli pošto upis učenika i stude-

⁴Model funkcionisanja i rasta nerazvijene privrede, tj. privrede sa neograničenom ponudom rada razvio je A. Lewis [Lewis, 1954]. U literaturi na našem jeziku je ovaj problem detaljno prezentirao Stipetić [Stipetić, 1969].

nata na škole i fakultete ne znači za društvo nikakvu izgublenu proizvodnju. Očigledno je, međutim, da se i ovdje rađaju određeni troškovi, te da se i u ovoj situaciji gube određene korisnosti. Tu, prije svega, mislimo na napor koji učenici i studenti ulažu u procesu učenja, kao i na izgublenu korisnost slobodnog vremena utrošenog u procesu obrazovanja.⁵ Prema tome, u uslovima nezaposlenosti društveni oportunitetni troškovi jednaki su vrijednosti, subjektivno shvaćenoj, izgubljenog slobodnog vremena i napora uloženog u procesu učenja. Ovako shvaćeni društveni oportunitetni troškovi očigledno su jednaki privatnim oportunitetnim troškovima. Problem mjerenja, ovako subjektivistički shvaćene, vrijednosti „uloženog napora” i „izgubljenog vremena” razrješava se upotrebom, na osnovu tržišnih podataka izračunatog, očekivanog neto-ličnog dohotka radnika posmatrane skupine. Naime, u uslovima ravnoteže, očekivani neto-lični dohodak (nadbica) mora biti jednak vrijednosti „uloženog napora” i „izgubljenog vremena”. S druge strane, očekivani neto-lični dohodak izračunavamo kao proizvod stvarnog neto ličnog dohotka i vjerovatnoće zapošljavanja, pri čemu za svaki nivo (vrstu) obrazovanja računamo posebne vjerovatnoće zapošljavanja. S druge strane, u uslovima „dualne” privrede i neograničene ponude rada, očekivana neto nadbica mora biti jednaka i „prihodu” (iz naturalnog sektora) kojeg se migrant lišava napuštanjem sela i odlaskom u grad.⁶ Tako se, na primjer, vjerovatnoća zapošljavanja kod srednjeg obrazovanja može izračunati kao odnos broja zaposlenih sa srednjim obrazovanjem i ukupnog broja radno sposobnih lica sa srednjim obrazovanjem (zaposlenih, nezaposlenih i onih koji su nastavili studije). Množenjem ovako dobijene vjerovatnoće sa neto ličnim dohocima radnika sa srednjom spremom starosti od 19 do 23 godine dobijamo traženu veličinu očekivanog neto ličnog dohotka, odnosno veličinu oportunitetnog troška visokog obrazovanja [Schultz, 1961a], [Bevc, 1989].

⁵Dobar pregled problem vezanih za analizu i mjerenje vrijednosti izgubljenog vremena može se naći u [Harrison i Quarmby, 1970].

⁶Problem evaluacije rada i ponašanja radnika u uslovima neograničene ponude rada detaljno je analiziran u [Sen, 1972].

Privatni oportunitetni troškovi su jednaki koristima kojih se pojedinci lišavaju zato što nastavljaju školovanje. Oni se mogu izraziti, prethodno prikazanom, veličinom očekivanih neto ličnih dohodaka. Pri tom, postojanje ili nepostojanje perfektne konkurencije nije od značaja upravo zato što nas ovdje interesuje privatni, a ne društveni oportunitet. Pri tom je ova mjera dovoljno opšta da važi i za situaciju kada postoji nezaposlenost i za stanje pune zaposlenosti. U uslovima nezaposlenosti ona se dobija kao proizvod odgovarajućih neto ličnih dohodaka i vjerovatnoća zapošljavanja, i, kao što smo vidjeli, jednaka je vrijednosti društvenog oportunitetnog troška u toj situaciji. S druge strane, u uslovima pune zaposlenosti veličina očekivanog neto ličnog dohotka se svodi na stvarne neto lične dohotke pošto je, u toj situaciji, vjerovatnoća zapošljavanja jednaka jedinici. Razlika između privatnih i društvenih oportunitetnih troškova ovdje se javlja usled intervencija poreske politike (*neto lični dohodak = bruto LD - doprinosi i porezi na LD*), s jedne strane, i usled eventualnog nepostojanja perfektne konkurencije (*bruto LD = marginalna proizvodnost ± „monopolski” prihodi*), s druge strane. Konačno, napomenimo i to da u uslovima ravnoteže očekivani neto lični dohoci učenika/studenata moraju biti jednaki subjektivno shvaćenoj vrijednosti „napora” i „vremena” koje pojedinci ulažu u procesu učenja. Rečeno važi bez obzira na to da li je puna zaposlenost ostvarena ili ne.

Privatni oportunitetni troškovi su različiti za različite nivoe obrazovanja i to kako zbog različitog nivoa neto ličnih dohodaka tako i zbog različite vjerovatnoće zapošljavanja. Međutim, oni su, iz istih razloga, različiti i kod različitih škola istog nivoa obrazovanja. U našem regionu je, na primjer, vjerovatnoća zapošljavanja srednjoškolaca neproizvodnog smjera manja nego proizvodnih struka. Njihov oportunitetni trošak je, dakle, manji pa zato oni, ceteris paribus, imaju veću sklonost ka upisu fakulteta. Time se djelimično objašnjava veliki pritisak na fakultete društvenog smjera prilikom upisa. Drugo čime se ovaj fenomen može objasniti jeste činjenica da je ove fakultete lakše završiti, odnosno da je potrebno uložiti manje časova rada i manje napora da bi se oni uspješno okončali. Drugim riječima, privatni oportunitetni

troškovi su kod fakulteta društvenog usmerenja manji nego kod tehničkih fakulteta ne samo zbog manje vjerovatnoće zapošljavanja, nego i zbog manjih stvarnih izgubljenih ličnih dohodaka (mjerenih nadnicama po času radnika).

Na sličan način se objašnjava i činjenica da je, pri ostalim jednakim uslovima, sklonost ka školovanju veća kod talentovanih i/ili obrazovanih učenika. Njima je, naime, potreban manji napor da savladaju programom predviđeno gradivo: njihov privatni oportunitetni trošak je manji nego kod prosječnih ili loših učenika.⁷

Ukažimo konačno i na činjenicu da je, zbog relativnog značaja koji izgubljeni lični dohoci imaju u strukturi porodičnih budžeta siromašnih slojeva, njihova sklonost ka školovanju manja nego kod bolje stojećih porodica, što može biti razlog smanjenja vertikalne socijalne mobilnosti stanovništva. Ova pojava je naročito karakteristična za siromašna seoska domaćinstva. Kod siromašnih seoskih domaćinstava, naime, djeca već sa 5 – 6 godina počinju da privređuju, usled čega su kod njih oportunitetni troškovi obrazovanja značajnija stavka u strukturi porodičnih budžeta nego kod odgovarajućih radničkih (gradskih) domaćinstava. Zato je kod seoskih domaćinstava sklonost ka obrazovanju manja nego kod gradskih domaćinstava istog nivoa prihoda (prinosna). Istim razlozima se objašnjava i činjenica da je stopa fertiliteta kod gradskih domaćinstava manja nego kod seoskih. Drugim riječima, „tražnja za djecom” je kod seoskih domaćinstava derivirana ne samo iz funkcije korisnosti, kao kod gradskih domaćinstava, već i iz proizvodne funkcije domaćinstva.⁸

U cilju ublažavanja ovog problema društvena zajednica može pribjeći stipendijama kao obliku socijalizacije ne samo porodičnih troškova obrazovanja, već i dijela privatnih oportunitetnih troškova. Treba na ovom mjestu reći da je upravo zahvaljujući eksploziji obrazovanja nakon Drugog svjetskog rata u skoro svim

⁷Problem evaluacije rada i ponašanja radnika u uslovima neograničene ponude rada detaljno je analiziran u [Sen, 1972].

⁸Detaljnije o ovom vidi u *World Bank Staff Report: Population Policies and Economic Development* (1974), [Chernichovsky, 1978], [Mladenović, 1969].

razvijenim zemljama do sredine sedamdesetih došlo do smanjenja socijalnih razlika stanovništva. Nakon toga pa sve do sada socijalne razlike se permanentno povećavaju, ali je sada upravo obrazovanje jedan od najboljih načina da se one prevaziđu. Posleratno smanjenje socijalnih nejednakosti, dakako, nije bila samo posledica socijalizacije troškova obrazovanja, o čemu je bilo riječi, već je to posledica i činjenice da je obrazovanje po svojoj prirodi najpristupačniji oblik investicija: kao što smo rekli, u strukturi troškova obrazovanja dominantno mjesto imaju „radni“ utrošci (oportunitetni troškovi), koji su, kao što znamo, najravnomyernije raspoređeni među ljudima od svih resursa. Prema tome, kada vršimo evaluaciju investicija u obrazovanje moramo posebno imati u vidu činjenicu da obrazovanje, uporedo sa porastom prinosa, raspoređuje te prinose tako da oni većim dijelom idu u ruke onih sa nižim dohotkom, tj. onih kod kojih ti prinosi imaju veću materijalnu korist. To doprinosi da se totalna korist od obrazovanja povećava brže od totalnog prinosa od obrazovanja. Ovako nastala razlika u prirastu totalne koristi i totalnog prinosa od ulaganja u obrazovanje mora se uzeti u obzir prilikom ocjenjivanja efikasnosti ulaganja u obrazovanje. Detaljnije o problemu evaluacije koristi od povećanja ravnomyernosti raspodjele prihoda vidi u [Layard i Glaister, 1972] i [Janković, 1985].

POJEDINAČNE (PRIVATNE) I UKUPNE (DRUŠTVENE) KORISTI OD OBRAZOVANJA

Prije nego što pristupimo razgraničenju privatnih i društvenih koristi od obrazovanja, ukazaćemo na činjenicu da obrazovanje, po karakteru koristi koje daje, može biti posmatrano i kao potrošno i kao investiciono dobro. Kada ga tretiramo kao potrošno dobro onda imamo u vidu da ono donosi čitav niz koristi već u samom trenutku kada se vrše ulaganja. Jedan od značajnih oblika ove vrste koristi, na koja se često zaboravlja, jesu zadovoljstva koja sam proces učenja i spoznaje donosi učeniku/studentu. Ovaj efekat može biti toliko jak, posebno na višim stepenima obrazovanja i kod talentovanih učenika, da sam po sebi bude

dovoljan motiv za nastavak obrazovanja. Kada o obrazovanju govorimo kao o investiciji onda imamo u vidu dvije stvari. Prvo, obrazovanje ima karakter proizvodne investicije jer povećava dohodak društva i pojedinaca preko povećanja proizvodnosti rada i konsekvantnog porasta nadnica. O ovome će kasnije biti više riječi. Drugo, obrazovanje ima i izvjesne karakteristike investicija u trajno potrošno dobro jer donosi pojedincu u budućnosti čitav niz tokova koristi potpuno nezavisnih od naprijed pomenutog povećanja prihoda. Ono, naime, omogućuje pojedincu da svoje resurse, tj. raspoloživi dohodak i slobodno vrijeme, koristi na autentičniji način, na način saglasniji njegovoj stvaralačkoj ljudskoj prirodi, čime povećava njegov tok blagostanja bez ikakvog povećanja ukupnih resursa (dohotka i slobodnog vremena). Prije svega, obrazovaniji pojedinac vrši kvalitetniji i racionalniji izbor potrošnih dobara: on ima širi uvid u raspoloživa potrošna dobra pa je zato njegov izbor raznovrsniji; on na adekvatniji način vrednuje ekološku i zdravstvenu komponentu kod izbora hrane; on je kritičniji u izboru potrošnih dobara, i sl. Drugo, obrazovaniji pojedinac, pri ostalim jednakim uslovima, ulaže više dohotka i slobodnog vremena u zadovoljenje tzv. kulturnih potreba, usled čega on više participira u korišćenju javnih kulturnih dobara. Konačno, on je više uključen u proces odlučivanja o svim onim dobrima koja se javno promeću. Drugim riječima, on je aktivniji kao političko biće [Schultz, 1959, Schultz, 1982], [Hansen, 1963], [Becker, 1962], [Psacharopoulos i Hinchliffe, 1973, Psacharopoulos, 1981], [Blaug, 1972], [Ratković, 1983], [Bevc, 1989].

Kada razmatramo *pojedinačne koristi* od obrazovanja onda se čini umjesnim napraviti distinkciju između onih koristi koje stiče pojedinac koji se školuje (koristi u užem smislu) i onih koristi koje uživaju i njegovi članovi porodice (koristi u širem smislu).

Glavni vid koristi i glavni motiv pojedinca koji se školuje predstavlja uvećani prihod (neto lični dohodak, neto nadnica) koji će u toku svog životnog veka ostvariti zahvaljujući dodatnom ulaganju u obrazovanje. Pri tom, pošto nas interesuju privatne, a ne društvene koristi, nije od značaja da li postoji korespondencija između marginalnih proizvodnosti i neto ličnih dohodaka pojedinih kategorija obrazovanja. Interesuje nas, dakle, ono što će u mone-

tarnoj formi pojedinac prisvojiti. Iz istih razloga, interesuje nas uvećani prinos koji će on ostvariti u toku cijelog životnog vijeka, a ne samo u toku radnog vijeka kao kod računanja društvenih korisnosti.

Samo mjerenje uvećanih prihoda od obrazovanja najčešće se vrši na osnovu podataka o neto ličnim dohocima (neto nadnicama) zaposlenih različitog nivoa obrazovanja i različite starosti. Ovako dobijeni presjeci poznati su kao starosno dohodovni profili.⁹ Njihova upotreba u mjerenju privatnih prinosa od obrazovanja zasnovana je na pretpostavci da će sada uposleni radnici određenog nivoa stručnosti imati u budućnosti u određenim godinama starosti isti dohodak kao što ga sada imaju radnici tog doba starosti i istog nivoa stručnosti. Privatni prinos od dodatnog obrazovanja (na primjer, srednjeg) sada se dobija tako što se od neto ličnog dohotka zaposlenih sa tim dodatnim nivoom obrazovanja (srednjim) oduzima neto lični dohodak zaposlenih bez tog dodatnog obrazovanja (neto lični dohodak onih sa osnovnim obrazovanjem). Obračun se vrši za svaku godinu starosti tako da dobijemo ukupan tok privatnih koristi [Schultz, 1961a], [Blaug, 1972], [Psacharopoulos, 1969, Psacharopoulos, 1972, Psacharopoulos, 1975, Psacharopoulos, 1981].

Pošto je gore pomenuta pretpostavka dosta restriktivna, mnogi autori pribjegavaju prethodnoj korekciji starosno dohodovnih profila sa ciljem da se anticipiraju buduće promjene u nivoima i odnosima ličnih dohodaka pojedinih kategorija obrazovanja. Promjene o kojima je riječ najčešće nastaju kao posljedica tehnološkog progresa (neutralnog ili pristrasnog), supstitucije rada i kapitala, međusobne supstitucije pojedinih vrsta rada, i slično. Ova korekcija je neophodna kada hoćemo da utvrdimo stvarne privatne i/ili društvene stope prinosa. Ako, pak, hoćemo da utvrdimo očekivane privatne stope prinosa, koje i definišu ponašanje pojedinaca, onda ona nije neophodna, pošto je kognitivni okvir pojedinca skučen za ovako racionalna dugoročna predviđanja.

⁹Detaljnu analizu starosno dohodovnih profila za bivšu Jugoslaviju i za pojedine njene republike dala je Maja Bevc [Bevc, 1989]. Analiza je data za 1976. i 1986. godinu.

Upotreba starosno-dohodovnih profila, takođe, implicira pretpostavku da ne postoji nezaposlenost, tj. da pojedinci po završetku željenog nivoa školovanja odmah zasnivaju radni odnos. Pošto je i ova pretpostavka dosta restriktivna potrebno je izvršiti korekciju, tako što će se ili na odgovarajući tok dohotka primijeniti odgovarajuća vjerovatnoća zapošljavanja, ili što će se pretpostaviti da je za određeno vrijeme po završetku školovanja, koje je jednako prosječnom broju godina čekanja posla, lični dohodak jednak nuli. Iz sličnih razloga, i na sličan način, potrebno je (koristeći stope mortaliteta) izvršiti korekciju za broj onih koji neće dočekati određene godine starosti. Obje korekcije je, čini se, potrebno koristiti i kod procjene očekivane i kod procjene stvarne privatne stope prinosa.

Posljednja, i najvažnija, korekcija koju je potrebno uraditi proizlazi iz saznanja da razlike u ličnim dohocima pojedinih nivoa obrazovanja nijesu samo posledica razlika u obrazovanju, već su pod uticajem i niza drugih faktora. Dejstvo nekih od tih faktora je eliminisano već zbog same činjenice da starosno dohodovni profili izražavaju prosječne odnose, a ne pojedinačne slučajeve. Sa jednom vrstom faktora to, međutim, nije slučaj pa je korekcija nužna. Tako je, na primjer, veći nivo dohotka obrazovanih skupina posledica ne samo njihovog većeg obrazovanja, već je i rezultat njihove veće prosječne inteligencije, pošto je, kao što smo rekli, kod talentovanih učenika sklonost ka produžetku školovanja veća jer su njihovi privatni oportunitetni troškovi niži. Pored ovog prirodnog nasleđa, jak je i uticaj porodičnog kulturnog nasleđa, uticaj različitih uslova života učenika i sl.

Pored prirodnog i kulturnog nasleđa, potrebno je eliminisati i uticaj onih faktora koji su vezani za starost i radno iskustvo radnika. Sa porastom starosti radnika, naime, dolazi do promjene njegove proizvodnosti i prinosa koje stiže. Te promjene nijesu ni u kakvoj vezi sa obrazovanjem koje je stekao dok se školovao. U početku njegova proizvodnost raste, što je posledica radnog iskustva, odnosno znanja stečenog u procesu neformalnog učenja. U poznijim godinama njegova proizvodnost (i prihodi) opada, što izražava uticaj psiho-fizičkog „rabaćenja” radne snage. Zbog dejstva ova dva faktora starosno-dohodovni profili imaju konkavan

oblik.¹⁰

Pored prethodno analiziranih direktnih finansijskih prinosa koje prisvaja pojedinac, treba ukazati i na to da obrazovanje povećava širinu finansijskih opcija (izbora) za pojedince koji se školuju. Onaj ko ulaže u svoje srednje obrazovanje, na primjer, ima mogućnost ne samo da prisvoji uvećani lični dohodak, već i da po završetku srednje škole nastavi sa studijama, što bi vodilo daljem povećanju njegovih prinosa. Očigledno, ova vrsta finansijske opcije (nastavak školovanja) je najveća kod osnovnog, a najmanja kod visokog obrazovanja (izuzetak su naučni radnici). Na jednu drugu vrstu finansijske opcije ukazao je [Mincer, 1962]. Obrazovanje, naime, omogućava lakše učenje na poslu i brže ovolopćenje radnog iskustva, što takođe može predstavljati značajan izvor uvećanja prinosa. Za razliku od prethodne, ova opcija je najjače izražena kod visokog, a najslabije kod osnovnog obrazovanja.

Takođe je važna i adaptivna opcija, koja je najizraženija kod visokog, a najslabija kod osnovnog obrazovanja. To je sposobnost visokoobrazovanih ljudi da se prilagode promjenama koje unosi tehnološki progres. U uslovima dinamičnih tehnoloških promjena, naime, dolazi stalno do uvođenja novih i ukidanja starih zanimanja, odnosno do izmjena profila postojećih zanimanja. Visoka adaptibilnost visoko obrazovanih kadrova im omogućava da se zaštite od, na ovaj način inducirane, nezaposlenosti, što se direktno odražava na njihove tokove prinosa. Efekat adaptivne opcije se ispoljava i kroz sposobnost obrazovanih pojedinaca da izvrše izbor zanimanja koja više odgovaraju njihovim preferencama.¹¹

Konačno, podsjetimo i na one efekte koje smo razmatrali na početku ovog poglavlja kada smo govorili o obrazovanju kao potrošnom i trajnom potrošnom dobru. Nažalost, ove efekte, koji po svom značaju mogu biti isto toliko važni kao i svi ostali skupa,

¹⁰Detaljnije o svim u tekstu pomenutim korekcijama vidi u [Psacharopoulos i Hinchliffe, 1973], [Psacharopoulos, 1969], [Ratković, 1983], [Bevc, 1989].

¹¹Detaljnije je problem evaluacije širine opcija razmatrao Weisbrod [Weisbrod, 1962].

gotovo da je nemoguće mjeriti. Zato, kada na osnovu mjerljivih tokova koristi izračunamo stope prinosa na ulaganja u obrazovanje, treba da imamo u vidu da tako izračunate stope predstavljaju donju granicu rentabilnosti obrazovnih investicija.

Pojedinačne koristi shvaćene u širem smislu te riječi obuhvataju, pored prethodno analiziranih, koristi koje prisvaja pojedinac koji se školuje i one koristi koje prisvajaju članovi njegove porodice. Ovi efekti su sa stanovišta đaka/studenata eksterne prirode. Ipak ih uzimamo u kalkulaciju pojedinačnih koristi iz istih razloga iz kojih porodične troškove i školarine tretiramo kao pojedinačne (privatne) troškove obrazovanja. Oni, naime, pritiču onima koji donose odluke o ulaganju u obrazovanje, a to su, pored učenika, i članovi njegove porodice, i na taj način definišu njihovo ponašanje.

Jedan od glavnih, uz to lako mjerljivih efekata, ove vrste proizlazi iz činjenice da škola, pored obrazovne funkcije, preuzima i čitav niz drugih tradicionalno porodičnih funkcija.¹² Jedna od takvih je i funkcija čuvanja djece, koju uglavnom vezujemo za rano predškolsko i osnovno obrazovanje. Čuvanje djece ima ovdje karakter nus proizvoda osnovnih škola. Posledica je oslobađanje rada žena, odnosno njihovo zapošljavanje na produktivnija radna mjesta u okviru tzv. tržišnog sektora. Ostvareni lični dohodak žena u onim godinama u kojima bi zbog čuvanja djece bile van radnog odnosa može poslužiti kao približna mjera ove kategorije privatnih koristi od obrazovanja [Weisbrod, 1962, Weisbrod, 1964].

Škola, takođe, preuzima od porodice i dio vaspitne funkcije, kao i dio, sa njom povezane, funkcije socijalizacije mlade ličnosti. Ona na taj način ne samo da oslobađa roditelje dijela napora koje bi inače morali uložiti, već pomenute funkcije trebala i mogla obavljati na kompetentniji način. Ovaj efekat je, nažalost, gotovo nemoguće mjeriti.

Pored ovih postoji čitav niz drugih koristi od obrazovanja koje pristižu roditeljima pojedinaca koji se školuju, i koji na taj način definišu njihovo ponašanje u procesu donošenja odluka o ulaganjima u obrazovanje. Njihova analiza bi nas odvela daleko

¹²Detaljnije o funkcijama porodice vidi u [Mladenović, 1969].

od materije koja je predmet ovog rada, pa ćemo zato ovde završiti analizu porodičnih koristi od obrazovanja.

Ukupne ili društvene koristi od obrazovanja se od privatnih razlikuju po tome što polaze ne od razlika u neto-ličnim dohocima, već od razlika u marginalnim proizvodnostima pojedinih vrsta obrazovanja, s jedne strane, i po tome što obuhvataju čitav niz tzv. eksternih efekata, s druge strane.

Pošto nas ovdje interesuju stvarni društveni efekti normalno je što umjesto razlika u neto-ličnim dohocima koristimo razlike u marginalnim proizvodnostima pojedinih vrsta i nivoa obrazovanja. Uvećana proizvodnost rada predstavlja najprikladniju mjeru doprinosa obrazovanja rastu proizvodnje. Ovaj efekat obrazovanja osjeća se, u manjoj ili većoj mjeri, u toku cijelog radnog vijeka radnika, koji, kao što znamo, iznosi od 35 do 40 godina. Rijetka je proizvodna investicija koja ima tako dug period efektuiranja. Sve to potvrđuje da ulaganja u obrazovanje predstavljaju proizvodne investicije *par excellence*.

I ovdje nam u mjerenju kao polazna osnova služe starosno-dohodovni profili. Prethodno je, međutim, potrebno izvršiti čitav niz korekcija kako bi oni zaista odgovarali starosnim profilima marginalnih proizvodnosti pojedinih kategorija obrazovanja. Prije svega, tokovima neto ličnih dohodaka potrebno je dodati srazmjeran iznos poreza i doprinosa koji se izdvajaju iz ličnih dohodaka. Novodobijeni starosno-dohodovni profili predstavljace tokove bruto-ličnih dohodaka (bruto nadnica). Bruto lični dohoci, kao što znamo, predstavljaju cijene odgovarajućih vrsta rada. Ako su ostvareni uslovi potpune konkurencije, cijene pojedinih vrsta rada će biti jednake njihovim marginalnim proizvodnostima, pa će tokovi bruto ličnih dohodaka odgovarati tokovima marginalnih proizvodnosti pojedinih kategorija obrazovanja. Ako uslovi potpunije konkurencije nijesu ispunjeni, tada vršimo dalje korekcije u cilju eliminisanja uticaja tržišnih imperfekcija. Kao konačan rezultat ove dvije korekcije, dobijamo profile marginalnih proizvodnosti raznih vrsta obrazovanja. Prije nego što pristupimo proračunu društvenih prinosa od obrazovanja, dobijene profile je potrebno još korigovati na način na koji smo korigovali profile neto ličnih dohodaka kod računanja pri-

vatnih prinosa. Potrebno je, dakle, uzeti u obzir nezaposlenost i smrtnost pojedinih grupa; potrebno je, dalje, anticipirati buduće promjene u marginalnim proizvodnostima; mora se eliminisati uticaj prirodnog (talenat) i kulturnog (porodičnog) nasljeđa na proizvodnost, i sl. Ove korekcije su potrebne zato što faktori koje one obuhvataju imaju isti uticaj na tokove društvenih koristi kao i na tokove privatnih koristi.

Kada su sve ove korekcije obavljene, pristupa se računanju uticaja svakog dodatnog stepena obrazovanja na prirast proizvodnje. Tako se, na primjer, doprinos srednjeg obrazovanja dobija tako što se od očekivane marginalne proizvodnosti radnika srednjeg obrazovanja oduzima marginalna proizvodnost onih sa osnovnim obrazovanjem. Ove razlike se računaju za svaku godinu u toku radnog vijeka radnika, a njihova diskontovana suma predstavlja ukupan doprinos srednjeg obrazovanja. Sličan je postupak i kod računanja doprinosa ostalih nivoa obrazovanja. Jednom riječju, procedura je ista kao kod računanja privatnih prinosa, sem što se ovdje koriste profili očekivanih marginalnih proizvodnosti pojedinih stepena stručnosti [Schultz, 1961a], [Hansen, 1963], [Blaug, 1972], [Becker, 1962] [Psacharopoulos, 1969, Psacharopoulos, 1972, Psacharopoulos i Hinchliffe, 1973, Psacharopoulos, 1981].

Kada je riječ o ostalim privatnim koristima od obrazovanja (finansijska opcija, adaptivna opcija, obrazovanje kao potrošno dobro, porodične koristi i sl.), treba reći da one bez ikakvih korekcija ulaze i u kalkulaciju ukupnih iznosa društvenih koristi.

Postoji čitav niz koristi od obrazovanja koje ne prisvajaju ni pojedinci koji se školuju, ni njihove porodice, već pripadaju široj društvenoj zajednici, ili pojedininim njenim djelovima. Riječ je, dakle, o *eksternim efektima obrazovanja*,¹³ koje šira društvena zajednica mora imati u vidu prilikom donošenja odluka o ulaganjima u obrazovanje koja su u njenom domenu.

Prije svega, treba istaći one eksterne efekte koji pripadaju najširoj društvenoj zajednici. Posebno se u tom smislu ističe opšte društveni značaj opismenjavanja. Bez pismenosti je, na

¹³Vrlo detaljna analiza eksternih koristi od obrazovanja data je u [Weisbrod, 1962, Weisbrod, 1964]. Vidjeti takođe [Harmon et al., 2003].

primjer, nemoguće zamisliti difuziju nekih informacija koje su od krucijalnog značaja za društvenu organizaciju. Takve su, recimo, informacije o pravima i dužnostima građana, tržišne informacije i sl. Pri ostalim jednakim uslovima, dakle, povećanje stepena pismenosti doprinosi boljoj društvenoj organizaciji, što je čisto društvena, a ne privatna korist. Slična je stvar i sa višim nivoima obrazovanja. Drugu grupu eksternih efekata predstavljaju one koristi od povećanog obrazovanja pojedinaca koje prisvaja radna organizacija u kojoj on radi. I ovaj efekat se ispoljava kroz povećanje stepena organizovanosti, ovog puta organizovanosti grupe, kompanije, ustanove i sl. u kojoj obrazovani pojedinac radi. Posledica je povećana proizvodnost ne samo onoga ko je stekao dodatno obrazovanje, već i njegovih neposrednih saradnika.

Treću grupu indirektnih efekata predstavljaju one koristi koje pritiču najbližem okruženju obrazovanog pojedinca. Tako, na primjer, obrazovani čovjek može imati i te kakav uticaj na stepen informisanosti svojih susjeda, na njihove vrijednosne stavove i sl. Posebno treba istaći uticaj obrazovanja roditelja na vaspitanje, kulturu i obrazovanje njihove djece. To je uostalom razlog zbog kojeg se kod računanja društvenih i privatnih koristi od obrazovanja vrši korekcija starosno-dohodovnih profila u cilju eliminisanja uticaja prirodnog i porodičnog (kulturnog) nasleđa, o čemu je ranije bilo riječi.

STOPA PRINOSA NA ULAGANJA U OBRAZOVANJE

Da bismo dobili potpunu sliku o efikasnosti ulaganja u obrazovanje potrebno je na odgovarajući način sučeliti troškove i koristi od ovih ulaganja.¹⁴ Prethodno je neophodno formirati godišnje

¹⁴O različitim metodama sučeljavanja troškova i koristi od obrazovanja, te o njihovim prednostima i nedostacima može se naći u sledećim radovima: [Harmon et al., 2003],[Hansen, 1963], [Psacharopoulos, 1969, Psacharopoulos, 1972, Psacharopoulos, 1975, Psacharopoulos, 1981], [Psacharopoulos i Hinchliffe, 1973], [Blaug, 1972] i drugi. U literaturi na našim jezicima su lijep prikaz dali [Ratković, 1983] i [Bevc, 1989].

tokove troškova i koristi po učeniku/studentu za pojedine nivoe (vrste) obrazovanja. Naravno, potrebno je posebno formirati tokove privatnih, a posebno tokove društvenih troškova i koristi. Oduzimanjem troškova od koristi dobijamo godišnju vrijednost neto koristi. Operacija se izvodi za svaku godinu života (radnog vijeka) tako da dobijemo ukupan tok neto koristi. Tako godišnju vrijednost društvenih neto koristi po đaku/studentu za određeni nivo dodatnog obrazovanja dobijamo polazeći od izraza

$$DN_t = DK_t - DT_t \quad (8.1)$$

pri čemu DT_t predstavlja društveni trošak po učeniku u godini t . Prema tome, DT_t je suma direktnih, porodičnih i društvenih oportunitetnih (marginalna proizvodnost radnika odgovarajućih godina starosti) troškova određenog dodatnog nivoa obrazovanja po učeniku u godini t . Zbir ovih troškova u toku svih godina dodatnog obrazovanja predstavlja ukupne društvene troškove koje je po jednom učeniku/studentu potrebno uložiti da bi se dosegao posmatrani dodatni nivo školske spreme. Riječ je dakle o vrijednosti nematerijalnog kapitala koji je, da tako kažemo, „instaliran” na datom nivou obrazovanja (ali ne i u prethodnom školovanju). S druge strane, DK_t predstavlja razliku u očekivanim marginalnim proizvodnostima radnika sa dodatnim, višim nivoom obrazovanjem i radnika bez tog dodatnog obrazovanja u godini t , te sumu svih ostalih društvenih koristi, o kojima smo ranije govorili, naravno, u godini t i po učeniku. Ovako definisane društvene koristi računaju se za svaku godinu u toku radnog vijeka radnika.

Slično ćemo za godišnju vrijednost privatnih neto koristi po učeniku/studentu za određeni nivo dodatnog obrazovanja imati

$$PN_t = PK_t - PT_t \quad (8.2)$$

pri čemu PK_t predstavlja privatne koristi po učeniku u godini t , dok PT_t izražava privatne troškove dodatnog obrazovanja po učeniku u godini t . Saglasno ranijim razmatranjima, PT_t predstavlja sumu privatnih direktnih (školarine), privatnih porodičnih (porodični stipendije i sl.) i privatnih oportunitetnih (očekivani neto lični dohoci u odgovarajućim godinama) troškova datog nivoa (vrste) obrazovanja po učeniku u godini t . S druge strane,

PK_t predstavlja razliku u očekivanim neto ličnim dohocima radnika sa posmatranim stepenom obrazovanja i radnika, za jedan stepen, nižeg obrazovanja u godini t , te sumu svih ostalih privatnih koristi (porodične koristi, razne opcije i sl.) po učeniku u godini t . Podsjetimo da se privatne koristi protežu u toku cijelog životnog vijeka radnika, za razliku od društvenih koje su najintenzivnije u toku radnog vijeka radnika, mada neke od njih traju i kasnije (eksterne koristi).

Polazeći od ovako formiranih tokova troškova i koristi, efikasnost investicija u obrazovanje moguće je izraziti preko poznatih indikatora roka povrata, ukupnog doživotnog uvećanja prihoda (prinosa), sadašnje vrijednosti toka neto koristi i interne stope prinosa. Prednosti i nedostaci pojedinih od ovih mjera su dobro poznate [Hansen, 1963] pa ih nećemo sve ponaosob razmatrati, već ćemo se zadržati na analizi interne stope prinosa, kao analitički najprikladnije mjere efikasnosti.

Kao što znamo, interna stopa prinosa predstavlja, u stvari, onu stopu kojom treba diskontovati određeni tok neto koristi tako da njegova suma (sadašnja vrijednost) bude jednaka nuli. Tako se društvena stopa prinosa (r_D) dobija polazeći od izraza

$$0 = \sum_{t=0}^{S+N} \frac{DK_t - DT_t}{(1 - r_D)^t} \cong \int_0^{S+N} (DK_t - DT_t)e^{-r_D t} dt \quad (8.3)$$

pri čemu S označava očekivano vrijeme trajanja posmatrane vrste obrazovanja, dok je N prosječni radni vijek radnika. Prihvatajući pretpostavku da su u toku školovanja koristi ravne nuli ($DK_t = 0$ za t koje pripada skupu $(0, S)$), što ne mora biti tačno zbog, na primjer, porodičnih koristi, i znajući da su u toku radnog vijeka troškovi formalnog obrazovanja jednaki nuli ($DT_t = 0$ za t element skupa $(S, S + N)$), izraz 8.3 možemo razložiti na sledeći način

$$\sum_{t=0}^S \frac{DT_t}{(1 - r_D)^t} = \sum_{t=S}^{S+N} \frac{DK_t}{(1 - r_D)^t} \quad (8.4)$$

odnosno u kontinuelnoj formi

$$\int_0^S DT_t e^{-r_D t} dt = \int_S^{S+N} DK_t e^{-r_D t} dt \quad (8.5)$$

Za privatnu internu stopu prinosa (r_P) ćemo, analogno, imati izraz

$$0 = \sum_{t=0}^{S+L} \frac{PK_t - PT_t}{(1 - r_P)^t} \cong \int_0^{S+L} (PK_t - PT_t)e^{-r_P t} dt \quad (8.6)$$

pri čemu S , kao i ranije, predstavlja očekivano vrijeme trajanja date vrste dodatnog obrazovanja, dok L sada predstavlja očekivano vrijeme trajanja života po završetku škole. Polazeći od sličnih pretpostavki i relacija kao i ranije, izraz 8.6 možemo razložiti na

$$\sum_{t=0}^S \frac{PT_t}{(1 - r_P)^t} = \sum_{t=S}^{S+N} \frac{PK_t}{(1 - r_P)^t} \quad (8.7)$$

$$\int_0^S PT_t e^{-r_P t} dt = \int_S^{S+N} PK_t e^{-r_P t} dt \quad (8.8)$$

Kada interpretiramo ovako definisanu/e internu stopu trebamo da imamo u vidu da ona mjeri efikasnost ulaganja u dodatne stepene obrazovanja: ona izražava efikasnost dodatnih ulaganja potrebnih da se dosegne neki nivo obrazovanja, a ne efikasnost ukupnih (dodatnih i svih prethodnih) investicija potrebnih da se određeno obrazovanje postigne. Ovakvo njeno značenje je i normalno kada imamo u vidu da smo poredili dodatne troškove obrazovanja sa dodatnim koristima od obrazovanja. Dakle, imamo posla sa marginalnom (privatnom i društvenom) internom stopom prinosa. Pomoću gornjih izraza, dakle, u mogućnosti smo da izmjerimo privatne i društvene stope prinosa na ulaganje u osnovno, srednje, visoko ili drugo obrazovanje [Psacharopoulos i Hinchliffe, 1973], [Ratković, 1983].

Pored marginalne, moguće je izračunati i prosječnu (privatnu i društvenu) internu stopu prinosa određenih nivoa stručnosti. Ova stopa nam izražava efikasnost ne samo dodatnih investicija, već efikasnost ukupnih ulaganja (i dodatnih i svih prethodnih) koje je potrebno učiniti da bi se dosegao neki stepen obrazovanja. Tako, prosječna interna stopa prinosa (privatna ili društvena) srednjeg obrazovanja izražava efikasnost ulaganja koja su učinjena u toku

osnovnog i srednjeg obrazovanja; prosječna interna stopa prinosa visokog obrazovanja mjeri prosječnu efikasnost investicija uložених u toku osnovnog, srednjeg i visokog obrazovanja i sl.

U formalnom pogledu, prosječna interna stopa prinosa se može izraziti na isti način kao i marginalna [Hansen, 1963], [Ratković, 1983], pri čemu će izrazi 8.3, 8.4 i 8.5 predstavljati društvenu, a izrazi 8.6, 8.7 i 8.8 privatnu prosječnu stopu prinosa. Razlika od marginalne je u tome što ćemo umjesto S , koje označava broj godina dodatnog školovanja (recimo, kod fakulteta je $S = 5$ godina), kod prosječne stope prinosa imati Z koje označava broj ukupnih godina školovanja (kod fakulteta je, na primjer $Z = 8$ godina za osnovno +4 za srednje +5 za fakultet = 17 godina). Na sličan način se mijenja značenje troškova ($\sum DT_t$ ili $\sum PT_t$): oni sada predstavljaju ukupne troškove uložene u toku Z godina školovanja. Ako je riječ o društvenim troškovima ($\sum DT_t$), oni istovremeno predstavljaju vrijednost ukupnog kapitala obrazovanja „ugrađenog” u pojedinca koji ima Z godina školovanja. Analogno, tokovi koristi izražavaju razliku ukupnih koristi koju stiče (kod privatnih), odnosno stvara (kod društvenih koristi) onaj ko ima Z godina školske sprema i koristi koje stiče/stvara onaj bez škole. Pošto potonja od ovih dviju veličina izražava prihod (prinos) od tzv. „sirovog” rada, normalno je da gornja razlika izražava doprinos ukupnog obrazovanja stečenog u toku Z godina školovanja. Ranije, kod računanja marginalne stope prinosa, polazili smo od razlike između ukupnih koristi koje stiče/stvara onaj sa Z godina škole i koristi koje stiče/stvara onaj sa $Z - S$ godina školovanja.

Često se u mjerenju privatnih koristi polazi od tzv. funkcije neto ličnih dohodaka (neto nadnica) koju je prvi predložio Jacob Mincer [Mincer, 1974]. U ovoj metodi se polazi od pretpostavke da po završetku školovanja ne dolazi do promjena u količini ljudskog kapitala, da radni vijek iznosi N godina i da ne zavisi od trajanja školovanja (Z), te da ne postoji averzija prema riziku. Posljedica ovih pretpostavki je konstantnost očekivanih neto ličnih dohodaka u toku cijelog radnog vijeka radnika. Ako bi bili u stanju da iz tokova neto ličnih dohodaka eliminišemo dejstvo svih ostalih faktora izuzev obrazovanja, onda bi novodobijeni profili

ličnih dohodaka bili paralelni, a lični dohoci konstantni, kao što i pretpostavlja Mincer.

Odlučujući o nivou investicija u obrazovanje, tj. o broju godina školovanja (Z), pojedinac, u stvari, bira između različitih očekivanih nivoa tokova ličnih dohodaka povezanih sa različitim nivoom obrazovanja. Privatni trošak dosezanja višeg nivoa obrazovanja i višeg nivoa ličnog dohotka je ovdje, očigledno, jednak toku ličnog dohotka kojeg se pojedinac lišava u toku školovanja. Odlučivanje o nivou obrazovanja, tj. o veličini Z , vodi takvoj ravnoteži u kojoj je sadašnja vrijednost toka ličnog dohotka onih sa Z godina školovanja (W_Z) jednaka sadašnjoj vrijednosti toka dohotka onih sa, recimo 0 godina škole (W_0). Dakle, pretpostavljajući da su W_0 i W_Z konstantni, dobijamo

$$W_0 \int_0^N e^{-rt} dt = W_Z \int_Z^{Z+N} e^{-rt} dt \quad (8.9)$$

odnosno, daljim sređivanjem

$$W_0 \frac{1 - e^{-rN}}{r} = W_Z e^{-rZ} \frac{1 - e^{-rN}}{r} \Leftrightarrow W_0 = W_Z e^{-rZ} \quad (8.10)$$

Logaritmovanjem dobijamo $\ln W_0 = \ln W_Z - rZ$, što daljim sređivanjem daje

$$\ln W_Z = a + rZ \quad (8.11)$$

pri čemu je $a = \ln W_0$. Izraz 8.11 predstavlja dobro poznatu Mincerovu polu-logaritamsku funkciju neto ličnih dohodaka (neto nadnica), u kojoj je nivo ličnih dohodaka određene obrazovne grupe (W_Z) funkcija trajanja njihovog školovanja (Z). Veličina r koju treba ekonometrijski utvrditi, kao što vidimo iz izraza 8.9, predstavlja diskontnu stopu koja izjednačava dva različita toka prihoda (W_Z i W_0). Ova veličina predstavlja mjeru efikasnosti ulaganja u obrazovanje.

Ekonometrijska ocjena vrijednosti r zasniva se na linearnoj regresiji izraza 8.11. Polazeći od podataka o nivou neto ličnih dohodaka pojedinaca različitog nivoa obrazovanja i broju godina njihovog obrazovanja (*cross-section* analiza), moguće je metodom najmanjih kvadrata ocijeniti na vrlo jednostavan način traženu

veličinu r . Međutim, pošto je pretpostavka o konstantnosti W_z i W_0 nerealna, i pošto je vrlo teško iz tokova W_Z i W_0 eliminisati dejstvo ostalih faktora, Mincer, za ekonometrijske svrhe, predlaže sledeću modifikaciju izraza 8.11

$$\ln W_Z = a + rZ + bE + CE^2 \quad (8.12)$$

pri čemu E izražava radno iskustvo posmatranog pojedinca, najčešće mjereno godinama radnog staža. Na taj način iz tokova ličnih dohodaka je ekonometrijskim putem eliminisan uticaj svih onih faktora koji su povezani sa starošću pojedinca (neformalno obrazovanje, učenje na radu, fizičko „rabaćenje” radnika i sl.). Bez sumnje, ovo poboljšanje značajno povećava tačnost izmjerenog r , i istovremeno daje dodatnu informaciju o uticaju radnog iskustva na prihode. Izbor kvadratne forme ($bE + CE^2$), s druge strane, reflektuje empirijski utvrđenu činjenicu da starosno dohodovni profili imaju konkavan oblik.

Da bi bolje shvatili značenje veličine r , izraz 8.9 možemo transformisati na sledeći način

$$W_0 \int_0^Z e^{-rt} dt + W_0 \int_Z^N e^{-rt} dt = W_Z \int_Z^{Z+N} e^{-rt} dt$$

Odnosno

$$W_0 \int_0^Z e^{-rt} dt = W_Z \int_Z^{Z+N} e^{-rt} dt - W_0 \int_Z^N e^{-rt} dt \quad (8.13)$$

Očigledno, lijevi dio izraza 8.13 predstavlja diskontovani tok ličnog dohotka kojeg se učenik u toku školovanja lišava, dok desni dio ovog izraza predstavlja razliku diskontovanih tokova prihoda koje u toku radnog vijeka ostvari radnik sa Z i radnik sa 0 godina škole. Prema tome, veličina r predstavlja svojevrsnu privatnu internu stopu prinosa. Poređenjem sa izrazom 8.8, za privatnu internu stopu prinosa, uočavamo nekoliko stvari. Prije svega, ovdje imamo Z (ukupan broj godina provedenih u školi), a ne S (trajanje dodatnog stepena školovanja), što ukazuje da se radi ne o marginalnoj, već o prosječnoj privatnoj stopi prinosa. Drugo, Mincer operiše sa tokom prinosa koji pojedinac prisvaja u toku

radnog vijeka (N), a ne u toku životnog vijeka (L). Usled toga je tok prihoda koje prisvaja pojedinac sa 0 godina škole umanjnjen, a ukupna korist od obrazovanja uvećana. Konsekventno, veličina r je precijenjena. Treće, izraz 8.13 uzima u obzir samo privatne oportunitetne troškove, a ne i ostale privatne troškove, što vodi daljem precjenjivanju stope prinosa (r). Pokušaj da unesemo ostale privatne troškove i da na mjesto N stavimo L vodio bi komplikovanju ekonometrijske procedure ocjene r . Konačno, iz tokova neto ličnih dohodaka nije eliminisan uticaj čitavog niza drugih faktora, tako da je veličina stope prinosa i zbog toga precijenjena. Doduše, uticaj radnog iskustva je eliminisan ekonometrijskim putem (vidi izraz 8.12), ali su tokovi očekivanih neto ličnih dohodaka i dalje precijenjeni zbog neuzimanja u obzir nezaposlenosti, mortaliteta, talenta, porodičnog kulturnog nasleđa itd.

Funkcija neto ličnih dohodaka može se iskoristiti i za mjerenje uticaja kvaliteta obrazovanja na neto lične dohotke. Normalno je očekivati, naime, da nivo ličnih dohodaka zavisi ne samo od broja godina provedenih u školi, već i od kvaliteta određenog nivoa obrazovanja. Pošto kvalitet obrazovanja zavisi od tehničke i kadrovske opremljenosti škola, to znači da će lični dohoci biti određeni i direktnim troškovima po učeniku (K), a ne samo nivoom obrazovanja (Z). Da bismo ovu činjenicu uzeli u obzir, izraz 8.12 možemo modifikovati na jedan od sledećih načina:

$$\ln W_{Z,K} = \ln W_{0,0} + (r_0 + r_1Z + r_2K) + bE + CE^2 \quad (8.14)$$

$$= \ln W_{0,0} + (r_0 + r_1Z + r_2K + r_3Z^2 + r_4K^2 + r_5ZK) + bE + CE^2 \quad (8.15)$$

$$= \ln W_{0,0} + (r_0Z + r_1ZK + r_2ZK^2) + bE + CE^2 \quad (8.16)$$

Izraz 8.14 je najčešće korišćen u dosadašnjim empirijskim istraživanjima.¹⁵ Ostala dva izraza 8.15 i 8.16 predložili su i testirali na primjeru Brazila [Behrman i Birdsall, 1983].

¹⁵Detaljan prikaz dosadašnjih mjerenja efikasnosti obrazovanja zasnovanih na izrazu 8.14 dat je u [Psacharopoulos, 1975]

Iz izraza 8.12 vidimo da je stopa prinosa na ulaganja u obrazovanje $r = \partial \ln W_Z / \partial Z$. Na isti način, polazeći od izraza 8.14, 8.15 i 8.16, možemo izraziti stopu prinosa na ona ulaganja u obrazovanje koja su vezana za produženje školovanja ($r_Z = \partial \ln W_{Z,K} / \partial Z$) i na ona ulaganja koja su vezana za poboljšanje kvaliteta obrazovanja ($r_K = \partial \ln W_{Z,K} / \partial K$). Polazeći od izraza 8.14 dobijamo

$$\begin{aligned} r_Z &= \frac{\partial \ln W_{Z,K}}{\partial Z} = r_1 \\ r_K &= \frac{\partial \ln W_{Z,K}}{\partial K} = r_2 \end{aligned} \quad (8.17)$$

Vidimo da izraz 8.14 polazi od pretpostavke da su obje stope prinosa nezavisne i od nivoa obrazovanja (Z) i od kvaliteta (K) obrazovanja, tj. da su konstantne. Ova pretpostavka je nerealna jer je očigledno da su stope r_K i r_Z različite kod različitih nivoa obrazovanja (Z) i pri različitim nivoima kvaliteta školovanja (K). Izrazi 8.15 i 8.16 uzimaju ovu okolnost u obzir. Tako polazeći od izraza 8.16 dobijamo

$$\begin{aligned} r_Z &= \frac{\partial \ln W_{Z,K}}{\partial Z} = r_0 + r_1 K + r_2 K^2 \\ r_K &= \frac{\partial \ln W_{Z,K}}{\partial K} = r_1 Z + 2r_2 Z K \end{aligned} \quad (8.18)$$

Na sličan način, polazeći od izraza 8.15 dobijamo

$$\begin{aligned} r_Z &= \frac{\partial \ln W_{Z,K}}{\partial Z} = r_1 + 2r_3 Z + r_5 K \\ r_K &= \frac{\partial \ln W_{Z,K}}{\partial K} = r_2 + 2r_4 K + r_5 Z \end{aligned} \quad (8.19)$$

Vidimo da je izraz 8.19 još manje restriktivan u odnosu na izraz 8.18 jer dopušta da obje stope prinosa (r_Z i r_K) variraju sa variranjem obje varijable (Z i K). Posebno je važno da ovi izrazi dopuštaju mogućnost opadajućih prinosa kod poboljšanja kvaliteta školovanja. Prema tome, vrijednosti stopa prinosa r_K i r_Z za određeni nivo obrazovanja, Z_i , i kvalitet školovanja, K_i , dobijamo tako što veličine K_i i Z_i zamijenimo u izraz 8.18, odnosno 8.19. Prethodno je, naravno, potrebno da regresionom analizom

jednačine 8.14, 8.15 ili 8.16 ocijenimo vrijednosti parametara r_1 , r_2 , r_3 , r_4 , r_5 .

Efikasnost ulaganja u kvalitet obrazovanja moguće je ocijeniti i klasičnom analizom troškova i rezultata. Analiza se vrši za svaki nivo obrazovanja ponaosob, tako da, kao u prethodnoj proceduri, za svaki nivo obrazovanja dobijamo posebnu stopu prinosa r_K . Suština ovog mjerenja je u sučeljavanju dodatnih troškova, vezanih za poboljšanje kvaliteta školovanja, sa dodatnim koristima, koje su posledica poboljšanja kvaliteta školovanja.

Moguće je izvršiti i čitav niz drugih mjerenja vezanih za efikasnost obrazovanja. Podrobna analiza mogućnosti koje u tom pogledu pruža analiza troškova i rezultata odveli bi nas daleko od našeg glavnog interesovanja. Prije nego što završimo izlaganje o mjerenju efikasnosti obrazovnih investicija ukažimo da je, pored mjerenja efikasnosti investicija pojedinih nivoa obrazovanja, moguće mjeriti i efikasnost investicija u razne vrste obrazovanja istog nivoa. Ovo je neobično važno kod donošenja odluka o vrsti obrazovanja u koju treba ulagati. Različite vrste obrazovanja imaju različitu efikasnost ne samo usled različitih tokova koristi koje one generišu (uglavnom tehnološki odredjenih), već i zbog različitih troškova koje zahtijevaju. Pri tom se tokovi troškova razlikuju ne samo zbog različitog učešća direktnih i porodičnih troškova, već i zbog različitih napora koje je potrebno uložiti u toku učenja, tj. zbog različitog nivoa stvarnih oportunitetnih troškova. Na ovu okolnost se, nažalost, u analizama često zaboravlja. Konačno, recimo i to, moguće je utvrditi i prosječnu i marginalnu, kao i privatnu i društvenu internu stopu prinosa na ulaganja u pojedine vrste škola.

Informacije o internim stopama prinosa su neobično važne kako za analizu ponašanja donosioca odluka (privatne stope), tako i za donošenje konkretnih odluka iz domena ekonomske politike obrazovanja (društvene stope).

Kada govorimo o ekonomskoj politici obrazovanja, onda je neobično važno ukazati na sledeće odluke. Prvo, potrebno je odrediti opšti nivo ulaganja u obrazovanje, tj. odnos investicija u obrazovanje i ostalih investicija. Optimalnim se može smatrati onaj nivo ulaganja, i ona struktura investicija pri kojoj postoji

jednakost društvenih internih stopa prinosa na ulaganja u obrazovanje i na ulaganja u konvencionalni kapital. Drugo, treba odrediti nivo ulaganja u pojedine stepene obrazovanja. Treće, mora se utvrditi struktura obrazovnih investicija različitih nivoa obrazovanja u pogledu vrsta škola. I u jednom (nivou) i u drugom (vrste) slučaju optimum se postiže onda kada su društvene interne stope (pojedinih nivoa i/ili vrsta) izjednačene. Četvrto, kod pojedinih vrsta (nivoa) obrazovanja potrebno je odlučiti o tome koliko investicija će ići na ekspanzivan (Z), a koliko na intenzivan (K) razvoj obrazovanja. I ovdje je jednakost društvenih stopa kriterijum donošenja odluka.

Međutim, da li će nivo i struktura obrazovnih investicija biti optimalni zavisice od nivoa privatnih stopa prinosa. Pojedinci, kao što znamo, maksimiziraju privatne tokove koristi, što vodi takvoj ravnotežnoj strukturi pri kojoj postoji jednakost očekivanih privatnih stopa prinosa kod raznih vrsta ulaganja. Prema tome, ravnotežna struktura ulaganja u obrazovanje će biti istovremeno i optimalna samo ako postoji korespodencija između privatnih i društvenih stopa prinosa. Na žalost, ta korespodencija najčešće ne postoji, što intervenciju šire društvene zajednice čini neizostavnom, o čemu će kasnije biti više riječi. Izvori diskrepancije između privatnih i društvenih stopa prinosa mogu biti najrazličitije prirode. Eksterni efekti mogu, u tom pogledu, i kod obrazovanja imati značajnu ulogu, mada ne onu koju imaju kod ulaganja u nauku, istraživanje i razvoj. Neprikladnost poreske politike može, takođe, biti značajan izvor diskrepancije. Neadekvatna struktura prava vlasništva i neperfektnost tržišta faktora predstavlja sledeći važan izvor razlike između društvenih i privatnih koristi. Čini se da, kod obrazovanja, posebnu pažnju treba obratiti na neizvjesnost budućih tokova koristi. Postojanje neizvjesnosti, naime, može u značajnoj mjeri smanjiti opšti nivo sklonosti ka ulaganju u obrazovanje. Već sama činjenica da je vrijeme efektuiranja kod ovih investicija neobično dugo (40 i više godina) ukazuje da je obrazovanje neobično rizičan poduhvat. Ta je rizičnost posebno izražena u onim istorijskim trenucima kada dolazi do dramatičnih tehnoloških mutacija. U tim trenucima prevrata tehnologije, gotovo bi rekli nastanka novih tehnologija,

nije jasna ni nomenklatura, ni profil zanimanja koja nova tehnologija zahtijeva, a kamoli veličina tražnje za pojedinim vrstama obrazovanja i njihova stopa prinosa.

8.1.2. NEFORMALNO (VANŠKOLSKO) OBRAZOVANJE I UČENJE NA RADU (ISKUSTVO): TROŠKOVI I KORISTI

Opšte poznata je činjenica da se znanje ne formira samo u djelatnostima specijalizovanim za to, tj. u školama i IR jedinicama, već i u samom procesu proizvodnje. Drugim riječima, znanje predstavlja jedan od nusproizvoda proizvodne djelatnosti. Za šire značenje ovog fenomena vidi čuveni tekst [Arrow, 1969]. U tom smislu, stručnost radnika se u procesu proizvodnje razvija, s jedne strane, kao rezultat radnog iskustva radnika, tj. kao rezultat učenja na radu, i s druge strane, kao rezultat organizovanih napora kompanija i pojedinaca da se putem raznih kurseva, seminara, treninga i slično radnici osposobe za određena nova zanimanja ili da inoviraju svoja ranija zanimanja [Klus i Korkeakoulu, 1986]. Značaj radnog iskustva i neformalnog obrazovanja, kao izvora formiranja stručnog znanja radnika, obično se zanemaruje, čemu doprinosi i činjenica da ne postoje ni statistički podaci, ni naučna istraživanja koja bi ukazala na dimenzije proizvodnog potencijala znanja koji se na ovaj način formira. Neka istraživanja sprovedena na primjeru američke privrede [Mincer, 1962] pokazala su, međutim, da bi proizvodni potencijal znanja koje se razvija na ovaj način mogao biti jednak, ako ne i veći, od potencijala koji se formira kroz formalni, školski sistem obrazovanja. Koliko god aproksimativni, rezultati ovog i sličnih istraživanja pokazuju da vaninstitucionalno obrazovanje i osposobljavanje radnika ima približno isti značaj kao i formalno, školsko obrazovanje. To nas obavezuje da u narednim redovima podrobnije objasnimo ekonomske dimenzije i damo ekonomsko značenje radnog iskustva i neformalnog obrazovanja.

Kao što smo rekli, pod neformalnim obrazovanjem podrazumijevamo ono osposobljavanje radnika koje je rezultat organi-

zovanih napora kompanija i pojedinaca zaposlenih u njima da putem raznih kurseva, obuke i sl. steknu nova ili inoviraju stara znanja. Ovaj oblik osposobljavanja radnika je, očigledno, vezan za određene, ne samo oportunitetne (izgubljeni prinos radnika koji se obučava), već i direktne troškove (lični dohoci instruktora, troškovi materijala i kapitala utrošenog u toku obuke i sl.). U tome bi bila, ekonomski posmatrano, glavna razlika između neformalnog obrazovanja i učenja na radu, koje ne iziskuje nikakve direktne troškove.

Uopšteno govoreći, možemo reći da je osnovni razlog zbog kog kompanije i ostali ekonomski agenti pribjegavaju neformalnom obrazovanju u tome što, u datom momentu ili u datoj situaciji, školski sistem ne pruža ili nije u stanju da pruži sva znanja i zanimanja koja su privredi potrebna. Ekonomsko opravdanje za ovu podjelu rada između škola i fabrika u osposobljavanju radnika leži, s jedne strane, u činjenici da za određena vrlo specijalizovana znanja ne postoji kritična masa tražnje neophodna da se u okviru školskog sistema racionalno organizuje „proizvodnja” posmatranih zanimanja, usled čega tu funkciju preuzimaju same privredne organizacije, i s druge strane, u činjenici da je sticanje tih specijalizovanih znanja najčešće vezano za određenu specifičnu opremu koja već postoji kod radnih organizacija. Jednom riječju, racionalna podjela rada između škola i fabrika u osposobljavanju radnika treba da polazi od nastojanja da se minimiziraju ukupni društveni troškovi osposobljavanja i obrazovanja. Međutim, nedostatak određenih zanimanja na tržištu rada može biti i rezultat neracionalne organizacije školskog sistema, tj. njegove nesposobnosti da ponudi ona zanimanja koja bi inače bilo racionalno „proizvoditi” u okviru školskog sistema. U tim uslovima logično je da preduzeća sama organizuju osposobljavanje radnika, iako bi, sa stanovišta društva, bilo racionalnije da to čini školski sistem. Konačno, povećano učešće fabrika u obrazovanju radnika javlja se i u onim trenucima kada dolazi do naglih, nepredvidivih tehnoloških promjena i, njima indukovanih, promjena strukture zanimanja, na koje školski sistem, upravo zbog njihove nepredvidivosti, nije u stanju da odmah reaguje.

Prethodno iznijeta razmatranja razloga zbog kojih preduzeća organizuju neformalno obrazovanje ukazuju na još jednu važnu činjenicu. Očigledno je, naime, da se u procesu neformalnog obrazovanja stiču ne samo krajnje specifična znanja, već i opšta znanja. Distinkcija između specifičnih i opštih znanja i zanimanja je neobično važna, rekli bi čak ključna, za razumijevanje distinkcije između privatnih i društvenih troškova i koristi od neformalnog obrazovanja, kao i za tumačenje ponašanja preduzeća i pojedinaca u pogledu ulaganja u neformalno obrazovanje. U tom smislu, krajnje specifičnim se, u ekonomskom pogledu, smatra ono znanje i ona sposobnost koja može biti djelotvorna samo u posmatranoj kompaniji u kojoj je i stečena kroz obuku. Odlaskom u drugu kompaniju radnik gubi ovako stečen proizvodni potencijal, njegova marginalna proizvodnost se smanjuje. Krajnje opšte znanje, nasuprot tome, djelotvorno je ne samo u organizaciji u kojoj je kroz obuku stečeno, već i u svim drugim radnim organizacijama. Krajnje opšte i krajnje specifično znanje su, naravno, samo teorijski korisni ekstremi. U stvarnosti mi smo suočeni sa znanjima raznih stepena specifičnosti, odnosno opštosti. Pri tom je stepen specifičnosti znanja određen specifičnošću instalirane tehnologije, ali i specifičnošću važeće organizacione šeme datog preduzeća.

Već smo rekli da se *troškovi neformalnog obrazovanja* sastoje iz direktnih i oportunitetnih troškova. Prvi od njih obuhvataju lične dohotke instruktora, bilo da su oni upošljenici date firme ili da su iznajmljeni sa strane, zatim troškove materijala utrošenog u toku obuke, kao i troškove kapitala, odnosno vrijednost usluga opreme korišćene u toku obuke radnika. Ovi troškovi, kao što ćemo vidjeti kasnije, mogu pasti i na teret pojedinca koji se obučava, ali i na teret preduzeća za čije se potrebe pojedinac obučava. Slično je i sa oportunitetnim troškovima, koji su, kao i kod formalnog obrazovanja, jednaki propuštenom prinosu koja bi radnik ostvario kada bi radio umjesto što se obučava. Sa stanovišta društva oportunitetni troškovi su određeni marginalnom proizvodnošću posmatranog radnika. Kao i direktni, tako i oportunitetni troškovi mogu pasti i na teret pojedinca koji se obučava, u kom slučaju su određeni veličinom propuštenog lič-

nog dohotka, kao i na teret preduzeća u kom taj pojedinac radi, u kom slučaju su jednaki razlici između ličnog dohotka koji radnik prima u toku obuke i stvarne marginalne proizvodnosti tog radnika u toku obuke (ukoliko je on u toku obuke uopšte angažovan u procesu proizvodnje). U stvarnosti rijetko samo jedan od partnera (radnik ili preduzeće) snosi sve troškove neformalnog obrazovanja: oni su najčešće podijeljeni između preduzeća i radnika. Moguće je čak da u alimentiranju ovih troškova uzme učešća i šira društvena zajednica, što se u stvarnosti i dešavalo u nekim razvijenim zemljama.

Koristi od neformalnog obrazovanja se, kao i kod formalnog obrazovanja, uglavnom ispoljavaju u vidu budućih uvećanih prinosa od rada radnika koji je prošao obuku. Ukupne, društvene koristi su, pri tom, određene razlikom između marginalne proizvodnosti radnika koji je prošao obuku i marginalne proizvodnosti radnika koji nije dodatno obučavan. Naravno, ova razlika, tj. ova uvećana proizvodnost se mora posmatrati u toku cijelog radnog vijeka radnika. Dakle, mora se imati u vidu čitav tok društvenih koristi. Tok koristi koje dobija obučeni pojedinac je, s druge strane, određen razlikom u tokovima ličnih primanja radnika koji su prošli obuku i onih koji nijesu prošli dodatno obučavanje. Sve ovo, naravno, važi pod pretpostavkom da se posmatrani radnici razlikuju samo u pogledu količine neformalnog obrazovanja, a ne i po ostalim, za proizvodnost, relevantnim osobinama (formalno obrazovanje, inteligencija, kulturno nasleđe i sl.). Određene koristi ubira, naravno, i preduzeće za čije se potrebe organizuje obuka radnika. U protivnom, preduzeća ne bi bila spremna da učestvuju u troškovima obučavanja. Kasnije ćemo vidjeti koje koristi, i na koji način, ubira preduzeće. Za sada ćemo se zadovoljiti samo time što ćemo reći da je tok koristi koje preduzeće dobija od neformalnog obrazovanja određen razlikom između marginalne proizvodnosti obučenog radnika, tj. prinosa koji preduzeće ima od tog radnika, s jedne strane, i ličnog dohotka obučenog radnika, tj. onoga što on preduzeće stvarno košta, s druge strane.

Na osnovu naprijed opisanih tokova troškova i koristi od neformalnog obrazovanja moguće je, polazeći od istih izraza koje smo koristili i za formalno obrazovanje, izračunati odgovarajuće

interne stope prinosa na ova ulaganja. Pri tom je moguće izračunati stopu prinosa pojedinca, preduzeća i društva kao cjeline. Društvena stopa prinosa dobija se, kao i u ostalim slučajevima, sučeljavanjem svih koristi i svih troškova, bez obzira na to ko ih snosi. Stopa prinosa pojedinca koji se obučavaju, naravno, dobija se sučeljavanjem samo onih troškova koje on snosi i onih koristi koje on uživa. Na analogan način dobija se i stopa prinosa preduzeća.

Ostaje da vidimo *kako se troškovi i rezultati raspoređuju između pojedinaca i preduzeća.* Odgovor na ovo pitanje olakšava nam da shvatimo ponašanje preduzeća i pojedinca u pogledu ulaganja u neformalno obrazovanje. Za razumijevanje ovog problema od ključnog je značaja ranije istaknuta distinkcija između opštih i specifičnih znanja i zanimanja. U tom smislu, možemo iznijeti sledeću opštu relaciju: učešće preduzeća u troškovima neformalnog obrazovanja radnika se povećava u onoj mjeri u kojoj se povećava mogućnost preduzeća da prisvaja koristi od tog ulaganja; pošto se ta mogućnost povećava sa povećanjem stepena specifičnosti znanja, zaključujemo da se sa povećanjem stepena specifičnosti znanja povećava učešće preduzeća u finansiranju neformalnog obrazovanja radnika. Naravno, važi i obratna relacija: sa porastom stepena opštosti znanja stečenog kroz obuku povećava se učešće pojedinaca u finansiranju neformalnog obrazovanja. Značenje ovih relacija najbolje se može shvatiti na primjeru krajnje opšteg i krajnje specifičnog znanja. Kao što smo rekli, krajnje opšte znanje je ono koje ima istu marginalnu proizvodnost u svim preduzećima. Ono, drugim riječima, može biti podjednako uspješno korišćeno ne samo u preduzeću u kom ga je radnik kroz obuku stekao, već i u bilo kom drugom preduzeću. Ako bi, u tim uslovima, matično preduzeće pokušalo da, po završetku obuke, održava lične dohotke obučenih radnika ispod nivoa njihove uvećane marginalne proizvodnosti, i na taj način prisvoji koristi od neformalnog obrazovanja, tada bi obučeni radnici napustili matično preduzeće i otišli u neko drugo, gdje bi njihovi lični dohoci bili jednaki njihovim marginalnim produktivnostima. U tim uslovima matično preduzeće neće ni pokušavati da drži lične dohotke ispod nivoa granične proizvodnosti, ali, očigledno

je, neće ni učestvovati u troškovima obučavanja radnika pošto nije u mogućnosti da prisvaja koristi od tih ulaganja. Sve koristi od ulaganja u krajnje opšte znanje, dakle, pripadaju pojedincima koji se obučavaju. Usled toga oni moraju snositi i sve troškove ove vrste obučavanja. Kod krajnje specifičnog znanja je situacija sasvim drugačija. Ovo znanje je najproduktivnije kada se koristi u firmi u kojoj je stečeno. Marginalna proizvodnost novoobučenog radnika se, u ovom slučaju, povećava samo ako on nastavi da radi u matičnoj firmi. Ako bi otišao u drugo preduzeće njegova bi se granična proizvodnost smanjila na niži nivo na kom je bila prije obuke. Samim tim smanjio bi se i nivo njegovog ličnog dohotka. Zahvaljujući tome, matično preduzeće je u mogućnosti da, po završetku obuke, održava lične dohotke novoobučenih radnika ispod nivoa marginalne proizvodnosti koju oni ostvaruju u toj firmi. Na taj način, preduzeće je u mogućnosti da prisvaja sve koristi od prirasta krajnje specifičnog znanja, pa je, usled toga, ono jedino i zainteresovano da ulaže u ovu vrstu znanja.

Naprijed iznijeto razmatranje može se i formalno prikazati kao što je to učinio Becker [Becker, 1962]. Ovaj autor je, naime, pokazao da je uobičajena teza o jednakosti marginalnih proizvodnosti (F_{L_t}) i nadnica (W_t), tj. ličnih dohodaka $F_{L_t} = W_t$, neodrživa, ne samo u uslovima nepotpune konkurencije na tržištu rada, već i zbog uticaja neformalnog obrazovanja na tokove prihoda radnika. Odnos između marginalnih proizvodnosti i nadnica, po njemu, se može mnogo realističnije opisati relacijom koja se koristi u analizi tržišta kapitala, a naime

$$\sum_{t=0}^n \frac{T_t}{(1+r)^t} = \sum_{t=0}^n \frac{K_t}{(1+r)^t} \quad (8.20)$$

pri čemu n predstavlja preostali radni vijek radnika, dok r predstavlja važeću interesnu stopu. K_t predstavlja koristi koje u trenutku t preduzeće prima od upošljenika, tj. marginalnu proizvodnost upošljenika u trenutku $t(F_{L_t})$. T_t predstavlja troškove koje u trenutku t preduzeće ima po osnovu datog upošljenika. Ti troškovi, pored nadnica (W_t), obuhvataju i troškove obučavanja radnika (k). Prema tome, naprijed iznijeta relacija pokazuje da se nadnice formiraju na tržištu rada tako da, u uslovima rav-

noteže, sadašnja vrijednost toka koristi koje od upošljenika preduzeće dobija, bude jednaka sadašnjoj vrijednosti toka troškova koje preduzeće snosi po osnovu upošljenika, a ne tako da u svakom pojedinačnom trenutku nadnice budu jednake marginalnim proizvodnostima radnika, kako se obično misli ($F_{L_t} = W_t$). Jednakost nadnica i marginalnih proizvodnosti postojaće samo pod pretpostavkom da ne postoji ulaganje preduzeća u neformalno obrazovanje, te pod pretpostavkom da postoje uslovi potpune konkurencije na tržištu rada. Relacija 8.20 je opštija od klasične relacije $F_{L_t} = W_t$ jer, pored toga što važi i u ovim restriktivnim uslovima, ona važi i u onim uslovima kada postoje investicije u neformalno obrazovanje. Sve to, naravno, važi pod pretpostavkom da se radnici i preduzeća ponašaju racionalno, što nije nerealno, te pod pretpostavkom da postoji izvjesnost u pogledu tokova troškova i koristi, što se već može dovesti u sumnju.

Da bismo bolje shvatili naprijed iznijete stavove pretpostavićemo da se obuka radnika odvija samo u početnom, nultom trenutku. Troškovi preduzeća u nultom trenutku će, samim tim, biti jednaki nadnicama i direktnim troškovima obuke (k). U svim ostalim trenucima oni će biti jednaki nadnicama. Koristi će, s druge strane, u svim trenucima biti jednake marginalnim proizvodnostima. Relacija 8.20 se, u tim uslovima, imajući u vidu da važi $\sum_{t=0}^n \frac{W_t}{(1+r)^t} = \sum_{t=0}^n \frac{F_{L_t}}{(1+r)^t}$, transformiše u

$$W_0 + k + \sum_{t=1}^n \frac{W_t}{(1+r)^t} = F_{L_0} + \sum_{t=1}^n \frac{F_{L_t}}{(1+r)^t}$$

odnosno u

$$W_0 + k = F_{L_0} + \sum_{t=1}^n \frac{F_{L_t} - W_t}{(1+r)^t} \equiv F_{L_0} + G \quad (8.21)$$

pri čemu G predstavlja višak budućih prinosa nad budućim troškovima rada, tj. mjeru koristi od obuke za preduzeće. Formalno

$$G = \sum_{t=1}^n \frac{F_{L_t} - W_t}{(1+r)^t}$$

No, ovdje nijesu uzeti u obzir svi troškovi obrazovanja. Nije uračunato vrijeme koje je onaj ko se obučava proveo na obuci, a koje se moglo korisno upotrebiti u proizvodne svrhe. Riječ je dakle o oportunitetnim troškovima koji su srazmjerni prinosu koji bi radnik ostvario da je radio umjesto što se obučavao. Označimo li ove troškove sa l , i dodamo li ih lijevoj i desnoj strani relacije 8.21 ona postaje

$$F'_{L_0} + G = W_0 + C \quad (8.22)$$

pri čemu ($F'_{L_0} = F_{L_0} + l$) predstavlja potencijalnu marginalnu proizvodnost radnika, tj. proizvodnost koju bi radnik ostvario da je cjelokupno vrijeme radio, dok ($C = k + l$) predstavlja ukupne troškove obuke (direktne i oportunitetne).

Posmatrajmo sada slučaj ulaganja u krajnje opšte obrazovanje. Kao što smo rekli, ovdje sve troškove i sve koristi od obuke snosi, odnosno prima radnik koji se obučava. Preduzeće nije u stanju da drži nadnice radnika ispod nivoa njihove marginalne proizvodnosti u periodu posle obuke. Oni će biti jednaki, pa će zato važiti $G = 0$. Samim tim, izraz 8.22 postaje

$$F'_{L_0} = W_0 + C \quad (8.23)$$

Stvarni iznos nadnica u periodu obuke, prema tome, jednak je potencijalnom marginalnom proizvodu u tom trenutku umanjenom za iznos ukupnih troškova. Formalno

$$W_0 = F'_{L_0} - C \quad (8.24)$$

Imajući u vidu da je $C = k + l$, a $F'_{L_0} = F_{L_0} + l$ gornja dva izraza se svode na $F_{L_0} = W_0 + k$ odnosno

$$W_0 = F_{L_0} - k \quad (8.25)$$

Rezultat je saglasan onom što smo ranije rekli: radnik ne samo da ubira sve koristi od obuke, već snosi i sve troškove. Preduzeće ne samo da ne snosi njegove oportunitetne troškove, već, kao što pokazuje izraz 8.25, odbija od ukupnog prinosa koji on daje (F_{L_0}) iznos direktnih troškova obuke (k). Nije isključeno, čak, da nadnica radnika u periodu obuke bude i negativna, ako su

direktni troškovi obuke veći od granične proizvodnosti rada u tom trenutku.

Sasvim je drugačija situacija ako se obukom stiče krajnje specifično znanje. Ovdje sve koristi od neformalnog obrazovanja prisvaja preduzeće ($G > 0$), pa će preduzeće snositi i sve troškove. U uslovima optimuma i ravnoteže će očigledno sadašnja vrijednost troškova biti jednaka sadašnjoj vrijednosti koristi koje od obuke stiče preduzeće, formalno $C = G$. Samim tim, imajući u vidu opštu relaciju 8.22, zaključujemo da mora važiti relacija

$$W_0 = F'_{L_0} = F_{L_0} + l \quad (8.26)$$

Nadnica koju radnik prima biće, dakle, jednaka potencijalnoj graničnoj proizvodnosti radnika, odnosno nadnici koju bi radnik ostvario kada bi radio puno radno vrijeme. Preduzeće, kao što pokazuje izraz 8.26, snosi ne samo direktne troškove obuke, već i oportunitetne troškove radnika. Marginalna proizvodnost će u periodu obuke biti manja od nadnice upravo za iznos ovih oportunitetnih troškova ili formalno $F_{L_0} = W_0 - l$. Krajnje opšte i krajnje specifično znanje su, naravno, samo teorijski korisni ekstremi. U realnom životu susrećemo se sa znanjima različitog nivoa opštosti, odnosno specifičnosti. Ako sa a označimo stepene specifičnosti neke obuke, tada, imajući u vidu ranija razmatranja, možemo zaključiti da će u uslovima optimuma korist koju ubira preduzeće biti jednaka

$$G = aC \quad (8.27)$$

što, zamjenom u 8.22, daje

$$F'_{L_0} + aC = W_0 + C \quad (8.28)$$

Nadnica, odnosno lični dohodak radnika će u periodu obuke, dakle, iznositi

$$\begin{aligned} W_0 &= F'_{L_0} - (1 - a)C = F_{L_0} + l - (1 - a)(k + l) \\ &= F_{L_0} - (1 - a)k + al = F_{L_0} + aC - k \end{aligned} \quad (8.29)$$

Pošto a izražava stepen specifičnosti znanja stečenog kroz obuku, $(1 - a)$ će izražavati stepen opštosti tog znanja. Iz izraza 8.29,

prema tome, slijedi da će nadnica u periodu obuke biti manja od potencijalne granične proizvodnosti radnika za onaj dio troškova obuke koji je srazmjeran stepenu opštosti stečenog znanja, što je u skladu sa ranijim razmatranjima. Kad je u pitanju krajnje opšte znanje biće $a = 0$, pa će se izraz 8.29 svesti na ranije dobijeni izraz 8.24. Suprotno, kada se obukom stiče krajnje specifično znanje važi relacija $a = 1$, pa se izraz 8.29 svodi na ranije izvedeni izraz 8.26. Prema tome, izrazi 8.27 do 8.29 pokrivaju sve relevantne situacije, i predstavljaju opšte izraze kojima se opisuje situacija na tržištu rada.

Očigledno je, dakle, da čak i u uslovima perfektne konkurencije ne mora postojati jednakost marginalne proizvodnosti rada i tržišne vrijednosti rada (nadnice). Da li će ta jednakost postojati ili ne zavisiće od toga u kojoj je mjeri znanje koje se stiče kroz neformalno obrazovanje specifično. Visok stepen specifičnosti neformalnog obrazovanja usloviće da dođe do nepodudaranja starosno-dohodovnih i starosno-produktivnih profila. Prisustvo specifičnog znanja uticaće na to da u ranijim godinama radnog staža radnika, kada se obuka najčešće stiče, njegovi lični dohoci budu veći od njegove marginalne proizvodnosti, a da u kasnijim godinama, tj. u periodu posle obuke njegovi lični dohoci budu manji od marginalne proizvodnosti koju on ostvaruje u toj firmi u kojoj je stekao obuku.

Becker je, polazeći od ove činjenice, došao do još jednog zaključka vezanog za ponašanje preduzeća u odnosu na upošljenike. U periodu smanjenja tražnje, bilo agregatne bilo parcijalne, preduzeća su, po ovom autoru, više sklona da otpuste one radnike čija su znanja opštijeg karaktera nego one koji posjeduju visok stepen specifičnih znanja. Naime, smanjenje realizacije i smanjenje proizvodne aktivnosti, nastalo kao rezultat pada tražnje, vodiće automatski i smanjenju marginalne proizvodnosti svih radnika. Ako je u pitanju pad parcijalne tražnje cijena rada će ostati nepromijenjena, pa će usled toga vrlo brzo doći do toga da marginalna proizvodnost padne ispod nivoa nadnica, što će motivisati preduzeća na otpuštanje radnika. Međutim, pošto je u normalnim okolnostima plata radnika sa visokim stepenom specifičnog znanja manja od njegove granične proizvodnosti, to pad realiza-

cije neće odmah oboriti njegovu proizvodnost ispod nivoa njegove nadnice, pa zato on neće odmah biti ni otpušten. Štaviše, preduzeće će imati motiva da ovakvog radnika zadrži i onda kada je razlika između njegove relativne proizvodnosti i nadnice negativna sve dotle dok je tok ovako nastalog gubitka manji od troškova koje preduzeće snosi za njegovu obuku. Sudbina upošljenika sa krajnje opštim znanjem je sasvim drugačija. Pošto je u uslovima pune zaposlenosti njegov marginalni proizvod jednak njegovoj nadnici, to već mali pad proizvodne aktivnosti i, njime induciran, pad granične proizvodnosti, dovodi preduzeće u poziciju da po osnovu ovakvog upošljenika trpi gubitke, što će, naravno, rezultirati vrlo brzim raskidom radnog odnosa. Kada je riječ o padu agregatne tražnje, tada sve što je naprijed rečeno o odnosu preduzeća prema opštem i specifičnom znanju i dalje važi, s tom razlikom što je u ovim uslovima cijena rada elastičnija, što može imati uticaja na veću ili manju brzinu kojom se otpuštaju radnici.

Na osnovu naprijed iznijetog razmatranja mogao bi se izvući zaključak po kom je ulaganje u specifično znanje sa stanovišta upošljenika daleko izvjesnije od ulaganja u opšte znanje, te da zato ta ulaganja, čak i kad su krajnje specifična, imaju određenu ekonomsku vrijednost i za one koji se obučavaju, a ne samo za preduzeća, kako smo ranije utvrdili. Moramo, međutim, istaći da, pored varijacija u agregatnoj ili parcijalnoj tražnji, postoji čitav niz drugih faktora koji mogu imati uticaja na stepen izvjesnosti ulaganja u opšte i specifično obučavanje. Posebno, u tom smislu, treba istaći tzv. sinergetski efekat koji ima sasvim drugačiji uticaj na stepen izvjesnosti ulaganja u dvije vrste obrazovanja. Ovaj efekat, naime, omogućava onima koji posjeduju veći stepen opšteg znanja da se daleko brže preorijentišu na nova zanimanja ukoliko se za to ukaže potreba. Oni, kao što smo i ranije vidjeli, imaju daleko veći broj opcija i veću adaptabilnost na nastale promjene. S druge strane, proces učenja u toku rada, tj. proces ovaploćivanja radnog iskustva daleko brže se odvija kod radnika sa većim stepenom opštih znanja, što takođe predstavlja značajnu prednost ulaganja u ovu vrstu kapitala znanja.

Na ekonomski značaj radnog iskustva ukazivali su mnogi autori [Mincer, 1962, Mincer, 1974], [Becker, 1962], [Arrow, 1962a, Arrow, 1969], [Schultz, 1982]. Kao što smo već rekli, ovaj oblik formiranja znanja ne zahtijeva nikakve troškove. Znanje ovdje nastaje kao nus-proizvod radne aktivnosti upošljenika. Sa porastom radnog iskustva radnika povećava se njegova proizvodnost, često do vrlo značajnih razmjera. U kojoj mjeri će efekat radnog iskustva djelovati na proizvodnost radnika zavisice od čitavog niza ličnih, profesionalnih i društvenih faktora. Karakter zanimanja, u tom smislu, predstavlja jedan od ključnih faktora. Kod nekih zanimanja radno iskustvo može, čak, imati daleko veći značaj od formalnog obrazovanja. Visoko stručna, pogotovo rukovodeća radna mjesta su u tom pogledu tipičan primjer.

Proizvodnost radnika se kroz radno iskustvo uglavnom povećava na dva načina. Prvo, povećava se njegova efikasnost u obavljanju neposrednih radnih operacija. Drugo, on sa radnim iskustvom postaje sposobniji da, u okviru date organizacione šeme preduzeća, saraduje i koordinira svoj rad sa radom drugih radnika. Kod određenih radnih mjesta, i kod određenih tehnologija, ova druga sposobnost može biti od odlučujućeg značaja. Očigledno je da lakoća kojom se pojedinac uklapa u kolektiv zavisi ne samo od njegovih ličnih sklonosti, već i od njegovog kulturnog nasleđa, kao i od prikladnosti organizacione strukture date radne organizacije. Neprikladna organizaciona šema preduzeća, bilo da je ona posledica loše strukture prava vlasništva i loše društvene organizacije ili je posledica nesposobnosti firme da dizajnira optimalnu organizaciju, može imati, kao što znamo, poguban uticaj na koordinaciju rada radnika, pa time i na domet ove vrste učenja na radu.

Treba, međutim, istaći da je fenomen učenja na radu (*Learning by Doing*) mnogo širi i višeznačajniji nego što bi se iz prethodnog razmatranja moglo zaključiti. Ovaj fenomen, kao što je ukazao [Arrow, 1962a, Arrow, 1969], pored gore opisanog učenja kojim se povećava proizvodni potencijal pojedinaca, obuhvata i razne oblike kolektivnog „učenja”, odnosno socijalnih inovacija. U tom smislu, prije svega, treba istaći da kao rezultat iskustva u okviru same djelatnosti nastaje čitav niz organizacionih inova-

cija. Preduzeća su, naime, u mogućnosti da, polazeći od svog poslovnog iskustva, permanentno poboljšavaju svoju organizacionu šemu, približavajući se tako fronti svojih tehnoloških mogućnosti. Organizacione inovacije najčešće ne nastaju u laboratorijama u istraživačkim centrima, kao što je to slučaj sa novim proizvodima i novim procesima. Njih su, bar u dosadašnjoj ekonomskoj istoriji, stvarali i uvodili u život veliki i moćni preduzimači i poslovni ljudi kakvi su bili Ford (linijski sistem, studije pokreta, visoke efikasne nadnice), Alfred Sloun (M-struktura organizacije) i drugi. U budućnosti, međutim, valja očekivati da sve veći broj organizacionih investicija bude dizajniran u istraživačkim centrima i naučnim ustanovama. Ovo tim prije jer savremena informaciona tehnologija, koja predstavlja organski dio moderne organizacije, nije, poput tradicionalnih informacionih tehnologija, dostupna intelektualcima „opšte prakse” i priučenim specijalistima iz drugih disciplina.¹⁶

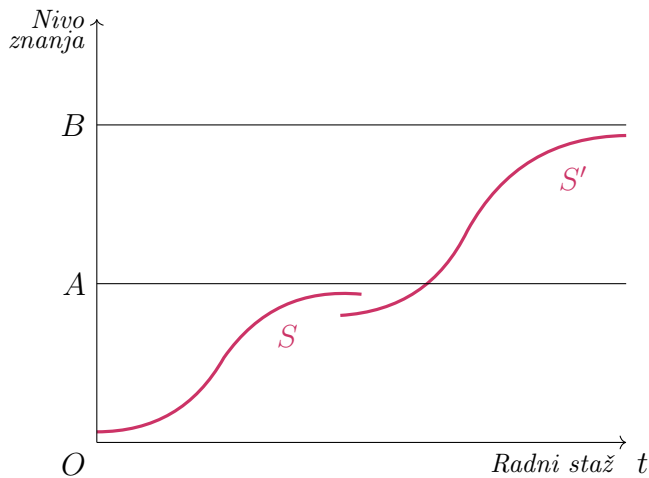
Drugo, ostvarena je i mogućnost za inoviranje društvene organizacije, tj. strukture prava vlasništva i modaliteta prometa prava vlasništva. Treće, industrijsko iskustvo doprinosi i izmjeni kulturnih obrazaca, tj. njihovom prilagođavanju datoj tehnološkoj i institucionalnoj strukturi.¹⁷ U daljem tekstu ograničavamo se samo na onaj dio učenja na radu koji se odnosi na učenje pojedinaca.

Kad je riječ o pojedincima važno je imati u vidu da se njihov fond znanja stečenog kroz radno iskustvo ne može prosto tretirati kao funkcija dužine radnog staža, već da, takođe, treba imati u vidu i strukturu tog radnog staža i iskustva. Potrebno je, naime, znati da li je posmatrani radnik cio radni vijek proveo na jednom radnom mjestu ili je u toku rada mijenjao poslove i aktivnosti. Promjena radnog mjesta, naravno posle određenog vremena, predstavlja preduslov kontinuiranog učenja na radu.

¹⁶Detaljnije o pojedinim značajnim organizacionim inovacijama vidi u [Williamson, 1981, Williamson, 1985b]. Uopšte o organizacionoj strukturi preduzeća, njegovom ponašanju i, posebno, o značaju informacija i znanja za njegovu efikasnost vidi u [Simon, 1960].

¹⁷Dobar prikaz problema vezanih za odnos organizacione strukture i kulturnih obrazaca ponašanja pojedinaca može se naći u [Weinshall, 1977].

Zadržavanje na jednom zadatku, s druge strane, vodi saturiranju rasta znanja. To je posledica cikličnog karaktera učenja na radu. Ovaj fenomen najbolje se može objasniti polazeći od krive učenja koju smo predstavili na grafiku 8.1.



Grafik 8.1: *Nivo znanja stečenog kroz iskustvo u odnosu na dužinu radnog staža*

Na ordinati je dat nivo znanja stečenog kroz iskustvo, a na apscisi dužina radnog staža. Kao što nam kriva S pokazuje, u početku je proces učenja vrlo spor, da bi se kasnije sve više ubrzavao. Nakon toga rast znanja počinje da se usporava da bi konačno došlo do potpune saturacije učenja na nekom nivou koji smo označili sa A . Dalje povećanje radnog staža nema nikakvog uticaja na nivo znanja i proizvodnog potencijala posmatranog radnika.

Da bi se u ovoj situaciji dalje pokrenuo proces učenja na radu potrebno je da posmatrani radnik promijeni radno mjesto. Ako do toga dođe on će u početku, kao što se na slici vidi, imati nižu proizvodnost, pa time i niži lični dohodak, nego na starom rad-

nom zadatku. U kojoj mjeri će njegova proizvodnost na novom mjestu biti niža od stare zavisi najvjerojatnije od toga u kojoj je mjeri učenje na starom radnom mjestu imalo opšti, a u kojoj mjeri specifični karakter. Što je veće učešće opšteg znanja pomenuta razlika dvije proizvodnosti će biti manja. S druge strane, zahvaljujući novom iskustvu, kao i sinergetskom odnosu starog i novog iskustva, doći će do toga da proizvodnost radnika na novom radnom mjestu brzo prevaziđe nivo proizvodnosti koju je ranije dosegao na starom zadatku. Konsekventno i njegova nova nadnica će prevazići raniju, što i motiviše radnike na promjenu radnih mjesta i zanimanja.

Prema tome, promjena zadataka i zanimanja ima odlučujući uticaj na nivo znanja stečenog kroz radno iskustvo. Zato je, kod analize proizvodne snage rada, neobično važno analizirati dimenzije, pravce i karakter fluktuacije radne snage, kao i one promjene koje se odvijaju u okviru same firme i koje zato statistika ne prati. Kod fluktuacije radne snage, s druge strane, mogu biti od velikog značaja ne samo ona kretanja radne snage koja se odvijaju između preduzeća, već i ona koja su vezana za promjenu regiona, države i sl. [Schultz, 1982].

Pogrešno bi, međutim, bilo zaključiti da se promjenom radnog mjesta mogu beskonačno probijati barijere dosegnute proizvodnosti, odnosno da se kroz radno iskustvo može u nedogled povećavati stručnost radne snage. Postoji mnoštvo barijera (bioloških, profesionalnih i dr.) koje utiču da posle određenog broja godina dođe do stagnacije, a potom, u poznim godinama života, i do smanjenja proizvodnosti radnika.

Već smo napomenuli da i znanje koje se stiče kroz radno iskustvo može biti opšte ili specifično. Upravo zahvaljujući činjenici da je dio znanja stečenog na radu opšteg karaktera objašnjava se zašto radnik kada počinje sa radom na novom radnom mjestu ima veću proizvodnost od one koju je imao kada je otpočinjao rad na starom radnom zadatku. Takođe smo vidjeli da se stepenom specifičnosti ranijeg iskustva objašnjava u kojoj mjeri će proizvodnost radnika u početnoj fazi rada na novom radnom mjestu biti manja od proizvodnosti tog istog radnika u poznoj fazi rada na starom radnom mjestu. Treba istaći da je pitanje opštosti

i specifičnosti znanja krajnje relativno. Drugim riječima, znanje stečeno na jednom radnom mjestu može imati vrlo visok nivo opštosti ako se upoređuje sa znanjem potrebnim za rad na nekom njemu vrlo sličnom radnom mjestu, a takođe može imati vrlo visok nivo specifičnosti ako se upoređuje sa znanjem potrebnim za rad na nekom potpuno različitom radnom zadatku.

Postoji čitav niz vrlo zanimljivih ekonomskih implikacija vezanih za pitanje opštosti i specifičnosti iskustva. Ukazaćemo na neke od njih. Posmatrajmo prvo uticaj iskustva na odnos nadnica i marginalnih proizvodnosti u toku rada na jednom radnom mjestu. U tom smislu možemo reći da su radna mjesta koja pružaju krajnje opšte iskustvo vrlo atraktivna sa stanovišta upošljenika jer mu pružaju mogućnost da u budućnosti ostvari u bilo kojoj drugoj firmi, pa time i u svojoj, veću ne samo marginalnu proizvodnost, već i veću nadnicu. Zbog toga su upošljenici spremni da u početnoj fazi rada na ovakvim radnim mjestima prihvate nadnice koje su nešto niže od njihove granične proizvodnosti. Ovako shvaćeno umanj enje nadnica predstavlja, sa stanovišta pojedinca, oportunitetni trošak, a sa stanovišta preduzeća korist od opšteg znanja koje nastaje kao nus proizvod procesa proizvodnje. Prema tome, iako znanje koje se stiče kroz radno iskustvo ne iziskuje nikakve direktne troškove, ono inducira određene oportunitetne troškove za upošljenike. Veličina tih troškova je, očigledno, određena stepenom opštosti znanja koje se kroz iskustvo stiče. S druge strane, prisustvo opšteg znanja stečenog kroz iskustvo utiče da se profili proizvodnosti i nadnica (ili ličnih dohodaka) radnika ne poklapaju, bar ne u početnoj fazi rada na određenom radnom mjestu. Vidjeli smo, međutim, da opšte znanje stečeno kroz obuku nema takav uticaj na profile graničnih proizvodnosti i zarada radnika. Tamo se ti profili potpuno poklapaju u svim fazama.

Kad je riječ o promjeni radnog mjesta vidjeli smo da ta promjena u početnoj fazi vodi smanjenju proizvodnosti posmatranog radnika. Tako nastalo smanjenje proizvodnosti predstavlja, u stvari, oportunitetni trošak koji novo iskustvo indukuje. Da li će taj trošak snositi preduzeće ili upošljenik zavisi od toga ko će od njih ubirati koristi od iskustva, a to će opet zavisiti od nivoa

opštosti znanja koje će se steći kroz novo iskustvo. Ako je znanje opšte, koristi će ubirati upošljenik, pa će on, zato, i snositi oportunitetne troškove. Suprotno, ako je znanje specifično, koristi i troškovi biće vezani za preduzeće. Kako je, s druge strane, nivo ovako shvaćenih oportunitetnih troškova obrnuto srazmjeran nivou opštosti ranijeg iskustva, koji je, kao što smo rekli, određen sličnošću ranijeg i novog radnog mesta, postojaće interes, i radnika i preduzeća, da, u cilju smanjenja troškova, upošljenici ne prelaze na ona radna mjesta koja se u velikoj mjeri razlikuju od starih.

Sve ovo što je rečeno važi, naravno, pod pretpostavkom da postoji potpuna izvjesnost u pogledu tokova koristi i troškova, te pod pretpostavkom da se preduzeća i pojedinci ponašaju na (društveno) racionalan način.

8.2. MODEL RASTA SA HETEROGENIM KAPITALOM OBRAZOVANJA

U cilju razvoja modela sa kapitalom obrazovanja kao inputom, poći ćemo od, ranije date (vidi 7.1), opšte proizvodne funkcije oblika

$$Q_t = F(C_t; H_t; D_t; E_{1t}, E_{2t}, \dots, E_{it}, \dots, E_{nt}; t)$$

Ovdje, kao i ranije, C_t predstavlja fizički kapital u sadašnjem trenutku t . Međutim, H_t sada predstavlja nekvalifikovani dio rada svih radnika, tj. onaj dio radnog potencijala koji svi stičemo već samim rođenjem, mjereno u časovima rada svih radnika. E_{it} je novi simbol i predstavlja količinu kapitala obrazovanja koji je, da tako kažemo, „u vlasništvu” onih i godina školovanja ili sa i -tom vrstom struke. Formalno

$$E_{it} = H_{it}l_i \quad (8.30)$$

gdje l_i predstavlja količinu kapitala obrazovanja po radniku posmatranog nivoa/vrste obrazovanja. Kako bi pojednostavili ana-

lizu, pretpostavićemo da je ta vrijednost konstantna tokom vremena. Obratimo pažnju, međutim, da, uprkos ovoj pretpostavci, prosječni kapital obrazovanja po zaposlenom nije konstantan i može se prikazati kao $l_t = \sum_{i=1}^n l_i \frac{H_{it}}{H_t}$. Očigledno, iako je l_i konstantno, l_t će se mijenjati zbog stalnog mijenjanja učešća pojedinih vrsta rada u ukupnom radu, $\frac{H_{it}}{H_t}$.

8.2.1. PREDSTAVLJANJE I MJERENJE KAPITALA OBRAZOVANJA

Na osnovu prethodnog je očigledno da vrijednost ukupnog kapitala obrazovanja možemo predstaviti kao

$$E_t = \sum_{i=1}^n E_{it} = \sum_{i=1}^n H_{it} l_i = H_t \sum_{i=1}^n l_i \frac{H_{it}}{H_t} = H_t l_t \quad (8.31)$$

Stopa rasta vrijednosti ukupnog kapitala obrazovanja se može, prema tome, predstaviti kao suma stopa rasta inputa rada i stope rasta, prethodno definisane, vrijednosti prosječnog kapitala obrazovanja po zaposlenom.

Što se tiče samog mjerenja obrazovnog i ljudskog kapitala, razvijena su tri pristupa ovom problemu. Prvi od njih, koji će biti primijenjen u ovom radu, poznat je kao pristup zasnovan na troškovima obrazovanja.¹⁸ U suštini, kapital obrazovanja se ovdje računa kao suma troškova koje treba učiniti da bi se dosegao posmatrani nivo ili vrsta obrazovanja. Ne samo da se, pri tom, moraju uzeti u obzir svi direktni društveni troškovi (školarina, budžetska izdvajanja knjige, transport i sl), već se moraju obuhvatiti i svi društveni oportunitetni troškovi obrazovanja (propuštene bruto nadnice onih koji su odlučili da se školuju umjesto da rade). U stvari, ovako shvaćeni oportunitetni troškovi su najvažniji dio troškova obrazovanja, jer oni čine oko 70% svih troškova potrebnih da se dosegne određeni nivo obrazovanja.

¹⁸Ovaj pristup je najsnažnije bio zastupan u radovima [Schultz, 1960, Schultz, 1961b, Schultz, 1961c, Schultz, 1962], [Kendrick, 1976] i [Eisner, 1985, Eisner, 1988]. Za dobar problemski i koncepcijski pregled i prikaz ovog pristupa vidi [Griliches, 1996].

Drugi pristup je onaj koji je zasnovan na prihodu od obrazovanja, tj. na prinostnom pristupu.¹⁹ Kapital obrazovanja i ljudski kapital se ovdje računaju kao sadašnja vrijednost toka koristi (prirasta nadnica) generisanog investicijama u posmatrane oblike obrazovanja ili ljudskog kapitala. Ono što nam je potrebno za ovaj način mjerenja je odgovarajuća diskontna stopa koja bi morala biti jednaka zahtijevanoj stopi prinosa za investicije u odgovarajući nivo ili vrstu obrazovanja. Zahtijevana stopa prinosa se, s druge strane, računa polazeći od premije na rizik za datu vrstu obrazovanja. Nažalost, ovu stopu premije na rizik nije lako izračunati, tako da različiti autori u svojim proračunima koriste često arbitrarno utvrđene stope premija na rizik.

Važno je primijetiti da bi ova dva pristupa mjerenju kapitala obrazovanja, troškovni i prinostni pristup, u uslovima ekvilibrijuma trebala dati isti rezultat i da bi zahtijevane stope prinosa morale biti jednake odgovarajućim internim stopama prinosa. Pošto su efekti investicija u obrazovanje dugoročnog karaktera (preko 40 godina) i pošto tehnološki progres konstantno mijenja tražnju za različitim vrstama obrazovanja, ekvilibrijum je skoro nemoguće dosegnuti u obrazovnoj delatnosti. Konsekventno, možemo očekivati postojanje permanentne diskrepancije između zahtijevanih stopa prinosa i odgovarajućih internih stopa rentabiliteta. S druge strane, zahvaljujući sveprisutnim i raznovrsnim eksternalijama koje imamo u ovoj djelatnosti, takođe možemo očekivati postojanje konstantne diskrepancije između društvenih i privatnih stopa prinosa na ulaganja u razne nivoe i vrste obrazovanja. Imajući sve ovo u vidu, očito je da je, za potrebe makroekonomske analize, pristup baziran na troškovima daleko pogodniji kod mjerenja kapitala obrazovanja. Takođe, eventualna procjena parametara proizvodne funkcije koja u sebi sadrži kapital obrazovanja računat polazeći od troškova obrazovanja bi, između ostalog, bila u stanju da obezbijedi i procjenu društvene stope prinosa na investicije u obrazovanje. Društvena stopa prinosa procijenjena na ovaj način bi trebalo da obuhvati

¹⁹Posebno su u ovom domenu važni radovi [Jorgenson i Fraumeni, 1989, Jorgenson i Fraumeni, 1992b, Jorgenson i Fraumeni, 1992a]. Vidjeti takođe [Fraumeni, 2000, Fraumeni et al., 2004b, Fraumeni et al., 2004a].

sve eksternalije, ne samo one obuhvaćene društvenom internom stopom prinosa koja se koristi u klasičnoj *Cost-Benefit* analizi, već i one koje proizlaze iz poboljšane koordinacije komplementarnih aktivnosti, recimo, i čitavog niza drugih koje pripadaju maršalijanskoj tradiciji.²⁰ Ovo nam sa svoje strane može pomoći da preciznije odredimo doprinos kapitala obrazovanja privrednom rastu.

Nažalost, vrlo često nema dovoljno podataka ni za proračun troškova ulaganja u obrazovanje pa, zato, mnogi autori koriste treći pristup koji polazi od prosječnog broja godina školovanja zaposlenih radnika kao proksija za kapital obrazovanja. Može se pokazati da ova aproksimacija krucijalno zavisi od validnosti pretpostavke da su, prvo, troškovi obrazovanja konstantni i, drugo, da su oni jednaki za sve godine (nivo) i vrste školovanja. Ako pretpostavimo da ove pretpostavke važe, imaćemo da je $g_{it} = l_{it} - l_{(i-1)t} = l_i - l_{i-1} = g_i = \bar{g}$ pri čemu g_{it} predstavlja dodatni trošak potreban da se završi dodatna i -ta godina školovanja. Imajući ovo u vidu, tada ukupni per capita troškovi doseganja i -te godine školovanja mogu biti aproksimizovani izrazom $l_i = \bar{i}\bar{g}$. Supstituišući sada ovaj izraz u izraz 8.31 za kapital obrazovanja po zaposlenom možemo pokazati da važi

$$l_t = \sum_{i=1}^n l_i \frac{H_{it}}{H_t} = \sum_{i=1}^n \bar{i}\bar{g} \frac{H_{it}}{H_t} = \bar{g} \sum_{i=1}^n i \frac{H_{it}}{H_t} = \bar{g}y_t \quad (8.32)$$

gdje, očigledno, $y_t = \sum_{i=1}^n i \frac{H_{it}}{H_t}$ predstavlja prosječan broj godina školovanja. Pošto je \bar{g} po pretpostavci konstantno, očito je da će stopa rasta kapitala obrazovanja po zaposlenom, u slučaju da su pretpostavke od kojih se polazi realistične, biti jednaka stopi rasta prosječnog broja godina školovanja zaposlenih radnika.

²⁰Za detaljniji uvid vidi [Sianesi i van Reenen, 2000, Sianesi, 2002].

8.2.2. MOGUĆI PRISTUPI U ANALIZI I MJERENJU UTICAJA KAPITALA OBRAZOVANJA NA STOPU RASTA EKONOMIJE

Sada smo u mogućnosti da ukažemo na čitav niz mogućih pristupa u analizi i mjerenju uticaja kapitala obrazovanja na stopu rasta ekonomije. Diferenciranjem izraza 8.30 u odnosu na t i dijeljenjem njegove obje strane sa Q_t dobijamo stopu rasta proizvodnje razloženu na sledeći način

$$\begin{aligned} \frac{\dot{Q}}{Q} &= \frac{\dot{B}}{B} + a_t \frac{\dot{C}}{C} + \frac{\dot{H}}{H} \left(\frac{F_{H_0} H_t}{Q_t} \right) + \sum_{i=1}^n f_{it} \frac{\dot{E}_i}{E_i} \\ &= \frac{\dot{B}}{B} + a_t \frac{\dot{C}}{C} + b_{ut} \frac{\dot{H}}{H} + \sum_{i=1}^n f_{it} \frac{\dot{E}_i}{E_i} \end{aligned} \quad (8.33)$$

Očigledno je da prvi element $\frac{\dot{B}}{B}$, predstavlja doprinos globalne faktorske produktivnosti stopi rasta BDP-a, drugi element $a_t \frac{\dot{C}}{C}$, mjeri doprinos akumulacije kapitala, treći dio, mjeri doprinos „sirovog“ rada, dok poslednji element, $\sum_{i=1}^n f_{it} \frac{\dot{E}_i}{E_i}$, izražava uticaj svih nivoa i vrsta kapitala obrazovanja na stopu rasta.

Kao i prije, koeficijent $a_t = F_{C_t} \frac{C_t}{Q_t}$ predstavlja elastičnost proizvodnje u odnosu na kapital, b_{ut} je elastičnost proizvodnje u odnosu na „sirovi“ rad, dok $f_{it} = F_{E_{it}} \frac{E_{it}}{Q_t}$ predstavlja elastičnost proizvodnje u odnosu na i -ti nivo ili vrstu obrazovnog kapitala. Kao i obično, $F_{C_t} = \frac{\partial Q}{\partial C}$ izražava marginalnu produktivnost kapitala, dok $F_{E_{it}} = \frac{\partial Q}{\partial E_i}$ izražava marginalnu produktivnost i -tog tipa kapitala obrazovanja. Imajući u vidu značenje izraza 8.30 i prethodna razmatranja, možemo konstatovati da važi

$$F_{E_{it}} = \frac{\partial Q}{\partial E_i} = \frac{F_{H_{it}} - F_{H_{0t}}}{l_i} = \frac{dF_{H_{it}}}{l_i} \quad (8.34)$$

što je čak i intuitivno razumljivo. Ovdje smo sa $dF_{H_{it}}$ označili razliku između marginalne produktivnosti radnika sa i godina školovanja i onoga sa 0 godina obrazovanja. Kada postoji jednakost marginalnih produktivnosti i nadnica, tada $dF_{H_{it}}$ predstavlja

razliku u nadnicama radnika sa i godina školovanja i radnika sa 0 godina školovanja ili prosto premiju na nadnice. Važno je primijetiti da, iako bi $dF_{H_{it}} = F_{H_{it}} - F_{H_{0t}}$ trebalo biti veći za više nivoe obrazovanja (za veće i), isto ne vrijedi za $F_{E_{it}}$. Ovo zato što se potonjom veličinom mjeri marginalna produktivnost (stopa povrata) novca uloženog u određeni nivo/vrstu obrazovanja, a ne marginalna produktivnost sati rada te kategorije obrazovanih radnika: lako se može dogoditi da je novac uložen u bazičnu pismenost produktivniji od novca uloženog u visoko obrazovanje.

Sada se na osnovu 8.31 i 8.34 može pokazati da je

$$f_{it} = \frac{F_{E_{it}} E_{it}}{Q_t} = \frac{\left(\frac{dF_{H_{it}}}{l_i}\right) H_{it} l_i}{Q_t} = \frac{dF_{H_{it}} H_{it}}{Q_t}$$

$$\frac{\dot{E}_i}{E_i} = \frac{\dot{H}_i}{H_i} + \frac{\dot{l}_i}{l_i} = \frac{\dot{H}_i}{H_i} \tag{8.35}$$

Kombinovanjem tih rezultata vidljivo je da važi

$$f_{it} \frac{\dot{E}_i}{E_i} = \frac{\dot{H}_i}{H_i} \left(\frac{dF_{H_{it}} H_{it}}{Q_t} \right)$$

$$\sum_{i=1}^n f_{it} \frac{\dot{E}_i}{E_i} = \sum_{i=1}^n \frac{\dot{H}_i}{H_i} \left(\frac{dF_{H_{it}} H_{it}}{Q_t} \right) \tag{8.36}$$

Sada dodajući doprinos „sirovog” rada na obje strane 8.36 dobijamo

$$b_{ut} \frac{\dot{H}}{H} + \sum_{i=1}^n f_{it} \frac{\dot{E}_i}{E_i} = b_{ut} \frac{\dot{H}}{H} + \sum_{i=1}^n \frac{\dot{H}_i}{H_i} \left(\frac{dF_{H_{it}} H_{it}}{Q_t} \right) \tag{8.37}$$

Upoređujući izraz 8.37 sa ranije izvedenim izrazom 6.67, možemo zaključiti da dekompozicija stope rasta koja polazi od heterogenog kapitala obrazovanja daje apsolutno isti rezultat kao i, ranije razmatrani, pristup dekompozicije koji polazi od časova rada heterogenih vrsta rada.

Činjenica da oba pristupa raščlanjuju doprinos obrazovanja ekonomskom rastu na potpuno isti način i činjenica da pristup zasnovan na kapitalu obrazovanja podrazumijeva mnogo više, često naizgled nepotrebnog računanja, objašnjava zašto pristup zasnovan na kapitalu obrazovanja skoro da nije uopšte korišćen u analizi izvora rasta. Što se mjerenja tiče, izuzetak je samo jedan krajnje rudimentarni i apsolutno neformalizovani pokušaj Schultza s početka šezdesetih. To ne znači da postoji nedostatak istraživanja o efikasnosti ulaganja u obrazovanje. Međutim, većina tih istraživanja su iz domena mikroekonomije i odnose se na analizu troškova i koristi od ulaganja u obrazovanje, a rijetko na područje makroekonomske analize.²¹

U narednim redovima ćemo pokazati da ovaj pristup ima i određene prednosti. On, naime, omogućava jedno specifično raščlanjivanje doprinosa obrazovanja, koje nije moguće sa tradicionalnim pristupom, te, zbog toga, ova vrsta analize izvora rasta može biti zaista vrlo korisna.

Ako sada dodamo i oduzmemo vrijednost $f_t \frac{\dot{E}}{E}$ od drugog dijela izraza 8.37, nakon određenih transformacija, dobijamo

$$b_{ut} \frac{\dot{H}}{H} + \sum_{i=1}^n f_{it} \frac{\dot{E}_i}{E_i} = b_{ut} \frac{\dot{H}}{H} + f_t \frac{\dot{H}}{H} + f_t \frac{\dot{l}}{l} + f_t \sum_{i=1}^n \frac{F_{E_{it}}}{F_{E_i}} \Delta \left(\frac{E_i}{E} \right) \quad (8.38)$$

gdje

$$f_t = \sum_{i=1}^n \frac{F_{E_{it}} E_{it}}{Q_t} = \frac{F_{E_t} E_t}{Q_t} \quad (8.39)$$

predstavlja elastičnost proizvodnje u odnosu na agregatni kapital

²¹Najraniji radovi koji koriste koncept ED kapitala za ove svrhe su radovi [Schultz, 1960, Schultz, 1962], [Kendrick, 1979, Kendrick, 1980, Kendrick, 1981], [Griliches, 1963b, Griliches, 1964] i [Bowman, 1964].

obrazovanja.²² Kao i prije, prvi dio mjeri doprinos „sirovog” rada. Imajući u vidu 8.39 i 8.35, drugi dio se može pretvoriti u

$$f_t \frac{\dot{H}}{H} = \sum_{i=1}^n \frac{F_{E_{it}} E_{it}}{Q_t} \frac{\dot{H}}{H} = \sum_{i=1}^n \frac{(F_{H_{it}} - F_{H_{0t}}) H_{it}}{Q_t} \left(\frac{\dot{H}}{H} \right) \quad (8.40)$$

Iz ranije izvedenog izraza 6.64 već znamo da ovaj izraz predstavlja doprinos onih troškova i napora koje treba učiniti da se održi obrazovni nivo radne snage. No, od posebnog je značaja sada videti šta je značenje poslednja dva dijela izraza 8.38.

Upoređujući sada izraze 8.38 i 6.64 možemo uspostaviti sledeću važnu relaciju

$$b_t \sum_{i=1}^n \frac{F_{H_{it}}}{F_{H_t}} \Delta \left(\frac{\dot{H}_i}{H} \right) = f_t \frac{\dot{l}}{l} + f_t \sum_{i=1}^n \frac{F_{E_{it}}}{F_{E_t}} \Delta \left(\frac{\dot{E}_i}{E} \right) \quad (8.41)$$

Kao što vidimo, doprinos promjena u obrazovnoj strukturi radne snage, izveden metodom heterogenog inputa rada, koristeći pristup baziran na obrazovnom (ED) kapitalu raščlanjuje se na dva

²²Očigledno je da važi relacija

$$\begin{aligned} \sum_{i=1}^n f_{it} \frac{\dot{E}_i}{E_i} &= f_t \frac{\dot{E}}{E} + f_t \sum_{i=1}^n \frac{F_{E_{it}} E_{it}}{F_{E_t} E_t} \left(\frac{\dot{E}_i}{E_i} - \frac{\dot{E}}{E} \right) \\ &\approx f_t \frac{\dot{E}}{E} + f_t \sum_{i=1}^n \frac{F_{E_{it}} E_{it}}{F_{E_t} E_t} \left(\frac{\Delta E_i / E}{E_i / E} \right) \\ &= f_t \frac{\dot{E}}{E} + f_t \sum_{i=1}^n \frac{F_{E_{it}}}{F_{E_t}} \Delta \left(\frac{E_i}{E} \right) \end{aligned}$$

Sada, pošto je $E = Hl$ sledi da $f_t \frac{\dot{E}}{E} = f_t \frac{\dot{H}}{H} + f_t \frac{\dot{l}}{l}$ tako da

$$\sum_{i=1}^n f_{it} \frac{\dot{E}_i}{E_i} = f_t \frac{\dot{H}}{H} + f_t \frac{\dot{l}}{l} + f_t \sum_{i=1}^n \frac{F_{E_{it}}}{F_{E_t}} \Delta \left(\frac{E_i}{E} \right)$$

Konačno

$$b_{ut} \frac{\dot{H}}{H} + \sum_{i=1}^n f_{it} \frac{\dot{E}_i}{E_i} = b_{ut} \frac{\dot{H}}{H} + f_t \frac{\dot{H}}{H} + f_t \frac{\dot{l}}{l} + f_t \sum_{i=1}^n \frac{F_{E_{it}}}{F_{E_t}} \Delta \left(\frac{E_i}{E} \right)$$

dijela. To je nešto što se ne može razložiti pomoću tradicionalnog pristupa u analizi izvora rasta i predstavlja važnu prednost ove metode analize i mjerenja. Značenje prvog dijela je i intuitivno jasno: on predstavlja doprinos povećanja kapitala obrazovanja po zaposlenom. No, povećanje kapitala obrazovanja po zaposlenom implicira i poboljšanje obrazovne strukture radne snage, što opet sa svoje strane implicira veću stopu rasta. To se mnogo jasnije vidi ako ovaj element transformišemo koristeći izraz 8.31²³

$$f_t \frac{\dot{l}}{l} = f_t \sum_{i=1}^n \frac{l_i}{l} \Delta \left(\frac{H_i}{H} \right)$$

Očigledno, povećanje udjela rada, $\Delta \frac{H_i}{H} > 0$, onih koji „posjeduju” veći kapital obrazovanja od prosjeka zaposlenih, $\Delta \frac{l_i}{l} > 1$, povećava stopu rasta i ima isto značenje kao i poboljšanje obrazovne strukture radne snage.

Ali to poboljšanje i odgovarajuće povećanje obrazovnog kapitala po zaposlenom se može obaviti na više ili manje efikasan način, a to je nešto na šta nam ukazuje drugi dio izraza 8.41. Kao što vidimo, ovaj dio mjeri doprinos poboljšanja strukture samog obrazovnog kapitala. Povećanje učešća, $\Delta \frac{E_i}{E} > 0$, onih kategorija obrazovnog kapitala koje imaju iznad prosječne relativne produktivnosti, $\frac{F_{E_{it}}}{F_E} > 1$, imaće pozitivan uticaj na ekonomski rast, i obrnuto. Kao što smo već ranije to sugerisali, sasvim je moguće da povećanje udjela onih s osnovnom pismenošću (praćeno sa smanjenjem nepismenih) bude ekonomski efikasniji način poboljšanju obrazovne strukture nego povećanje udjela onih sa univerzitetskim obrazovanjem (praćeno padom onih sa srednjom stručnom spremom).

Moguće je dati još jednu dodatnu analizu doprinosa obrazovanja privrednom rastu baziranu na konceptu obrazovnog kapitala.

²³Polazeći od $l = \sum l_i \frac{H_{it}}{H_t}$ možemo napisati

$$f_t \frac{\dot{l}}{l} \approx f_t \sum_{i=1}^n \frac{l_i H_{it}}{l H_t} \left[\frac{\dot{l}_i}{l_i} + \frac{\Delta(H_{it}/H_t)}{H_{it}/H_t} \right]$$

Sada, pošto je po definiciji $\frac{\dot{l}_i}{l_i} = 0$, slijedi da je $f_t \frac{\dot{l}}{l} \approx f \sum_{i=1}^n \frac{l_i}{l} \Delta \left(\frac{H_{it}}{H_t} \right)$.

Ovog puta koncept obrazovnog kapitala definisan je na nešto drugačiji način. Primijetimo, za početak, da se dodatni troškovi dozezanja dodatne i -te godine školovanja po glavi zaposlenog koji ima $(i - 1)$ godina školovanja mogu izraziti preko $g_i = l_i - l_{i-1}$. Pošto je po definiciji $\Delta \frac{l_i}{l_i} = 0$ za svako i , to slijedi da mora važiti

$$\frac{\dot{g}_i}{g_i} = 0 \tag{8.42}$$

Kapital obrazovanja dosegnut na određenom nivou obrazovanja (godini školovanja) je očigledno

$$G_{it} = g_i R_{it} \tag{8.43}$$

gdje $R_{it} = \sum_{\nu=1}^n H_{\nu t}$, kao i prije predstavlja broj radnika koji su i -tog i viših nivoa obrazovanja. Drugim riječima, on predstavlja broj svih radnika koji su završili i -ti nivo obrazovanja, bez obzira na to jesu li kasnije nastavili svoje obrazovanje ili ne. Iz 8.42 i 8.43 slijedi

$$\frac{\dot{G}_i}{G_i} = \frac{\dot{R}_i}{R_i} \tag{8.44}$$

Ako sada pođemo od raščlanjivanja doprinosa ukupnih radnih sati datog u izrazu 6.76

$$\sum_{i=1}^n b_{it} \frac{\dot{H}_i}{H_i} = b_{ut} \frac{\dot{H}}{H} + \sum_{i=1}^n \frac{mdF_{H_{it}} R_{it}}{Q_t} \left(\frac{\dot{R}_i}{R_i} \right) \tag{8.45}$$

i pomnožimo i podijelimo drugi dio ovog izraza sa g_i , tada, imajući u vidu 8.44, dobijamo

$$\sum_{i=1}^n b_{it} \frac{\dot{H}_i}{H_i} = b_{ut} \frac{\dot{H}}{H} + \sum_{i=1}^n \frac{\frac{mdF_{H_{it}} R_{it} g_i}{g_i}}{Q_t} \left(\frac{\dot{G}_i}{G_i} \right) \tag{8.46}$$

Sada je očigledno da novi termin u ovom izrazu $\frac{mdF_{H_{it}}}{g_i} = F_{G_{it}}$ predstavlja marginalnu produktivnost novodefinisanog kapitala obrazovanja. On predstavlja graničnu produktivnost kapitala

uloženog na određenom nivou ili godini školovanja. Uvrštavanjem u prethodni izraz i imajući na umu 8.43, dolazimo do

$$\sum_{i=1}^n b_{it} \frac{\dot{H}_i}{H_i} = b_{ut} \frac{\dot{H}}{H} + \sum_{i=1}^n \frac{F_{G_{it}} G_{it}}{Q_t} \left(\frac{\dot{G}_i}{G_i} \right) \quad (8.47)$$

Drugi dio ove formule sada predstavlja ukupan doprinos obrazovanja privrednom rastu. S druge strane, svaki dio unutar ove sume, $\frac{F_{G_i} G_i}{Q} \left(\frac{\dot{G}_i}{G_i} \right)$, predstavlja uticaj odgovarajućeg stepena obrazovanja na ekonomski rast.

Uvrštavanjem vrijednosti za $\sum_{i=1}^n b_{it} \frac{\dot{H}_i}{H_i}$ iz 8.47 u ranije dobijeni izraz 8.33, dobijamo sledeću dekompoziciju stope rasta proizvodnje

$$\begin{aligned} \frac{\dot{Q}}{Q} &= \frac{\dot{B}}{B} + a_t \frac{\dot{C}}{C} + b_{ut} \frac{\dot{H}}{H} + \sum_{i=1}^n \frac{F_{G_{it}} G_{it}}{Q_t} \left(\frac{\dot{G}_i}{G_i} \right) \\ &= \frac{\dot{B}}{B} + a_t \frac{\dot{C}}{C} + b_{ut} \frac{\dot{H}}{H} + \sum_{i=1}^n q_{it} \frac{\dot{G}_i}{G_i} \\ &= \frac{\dot{B}}{B} + a_t \frac{\dot{C}}{C} + b_{ut} \frac{\dot{H}}{H} + q_t \sum_{i=1}^n \frac{F_{G_{it}} G_{it}}{F_{G_t} G_t} \left(\frac{\dot{G}_i}{G_i} \right) \end{aligned} \quad (8.48)$$

gdje $q_{it} = \frac{F_{G_{it}} G_{it}}{Q_t}$ predstavlja elastičnost proizvodnje u odnosu na i -ti nivo obrazovnog kapitala, a $q_t = \sum_{i=1}^n \frac{F_{G_{it}} G_{it}}{Q_t} = \frac{F_{G_t} G_t}{Q_t}$ predstavlja elastičnost proizvodnje u odnosu na ukupan prinos kapitala obrazovanja. Značenje pojedinih djelova ovog izraza je prilično jasno: prvi dio mjeri doprinos ostalih oblika tehnološkog napretka na privredni rast, drugi dio izražava doprinos akumulacije kapitala, treći dio predstavlja uticaj „sirovog” rada, i, konačno, poslednji dio mjeri doprinos kapitala obrazovanja na ekonomski rast. Notirajmo, međutim, da je isti rezultat mogao biti uspostavljen i da smo počeli s opštom proizvodnom funkcijom sličnom onoj u izrazu na početku ovog poglavlja, ali sa kapitalom obrazovanja definisanim i agregiranim kao u izrazu 8.43 umjesto skupa inputa tipa E_{it} .

Zapazimo takođe da, koristeći sličan postupak kao i prije za E_{it} , možemo doprinos obrazovanja dalje raščlaniti i dobiti neke

druge zanimljive rezultate. Posebno je važna sledeća relacija

$$b_t \sum_{i=1}^n \frac{F_{H_{it}}}{F_{H_t}} \Delta \left(\frac{H_i}{H_t} \right) = f_t \frac{\dot{l}}{l} + f_t \sum_{i=1}^n \frac{F_{G_{it}}}{F_{G_t}} \Delta \left(\frac{G_i}{G_t} \right) \quad (8.49)$$

Ovo je vrlo slično, ranije utvrđenoj, relaciji 8.41. To ne treba da čudi pošto je 8.49 izvedeno na vrlo sličan način kao i izraz 8.41.²⁴

²⁴Dodajući i oduzimajući $q_t \frac{\dot{G}}{G} = \sum_{i=1}^n q_{it} \frac{\dot{G}}{G}$, izraz 8.47 može biti transformisan na sledeći način

$$\begin{aligned} \sum_{i=0}^n b_{it} \frac{\dot{H}_i}{H_i} &= b_{ut} \frac{\dot{H}}{H} + \sum_{i=1}^n \frac{F_{G_{it}} G_{it}}{Q_t} \left(\frac{\dot{G}_i}{G_i} \right) \\ &\approx b_{ut} \frac{\dot{H}}{H} + q_t \frac{\dot{G}}{G} + q_t \sum_{i=1}^n \frac{F_{G_{it}} G_{it}}{F_{G_i} G_t} \left(\frac{\Delta G_i / G}{G_i / G} \right) \\ b_{ut} \frac{\dot{H}}{H} + \sum_{i=1}^n q_{it} \frac{\dot{G}}{G} &+ q_t \sum_{i=1}^n \frac{F_{G_{it}}}{F_{G_i}} \Delta \left(\frac{G_i}{G} \right) \end{aligned}$$

Uprkos činjenici da $E_{it} \neq G_{it}$, znamo da važi

$$G_t = E_t = \sum_{i=1}^n E_{it} = \sum_{i=1}^n H_{it} l_{it} = H_t l_t$$

tako da $\frac{\dot{G}}{G} = \frac{\dot{H}}{H} + \frac{\dot{l}}{l}$.

Primijetimo takođe da, oslanjajući se na transformacije slične onima datim u jednoj ranijoj fusnoti (ovog puta krećući se u suprotnom smjeru) može biti dokazano da

$$\begin{aligned} q_t &= \sum_{i=i}^n q_{it} = \sum_{i=i}^n \frac{F_{G_{it}} G_{it}}{Q_t} = \sum_{i=1}^n \frac{(mdF_{H_{it}}/g_i) R_{it} g_i}{Q_t} = \sum_{i=1}^n \frac{mdF_{H_{it}} R_{it}}{Q_t} \\ &= \sum_{i=1}^n \frac{dF_{H_{it}} H_{it}}{Q_t} = \sum_{i=1}^n \frac{(dF_{H_{it}}/l_i) H_{it} l_i}{Q_t} = \sum_{i=1}^n \frac{F_{E_{it}} E_{it}}{Q_t} = \sum_{i=1}^n f_{it} = f_t \end{aligned}$$

Ako sada supstituišemo gornju relaciju u prvi izraz možemo dokazati da

$$\begin{aligned} \sum_{i=0}^n b_{it} \frac{\dot{H}_i}{H_i} &= b_{ut} \frac{\dot{H}}{H} + \sum_{i=1}^n \frac{F_{H_{it}} H_{it}}{Q_t} \left(\frac{\dot{H}}{H} \right) + \sum_{i=0}^n f_{it} \frac{\dot{l}}{l} + q_t \sum_{i=1}^n \frac{F_{G_{it}}}{F_{G_t}} \Delta \left(\frac{G_i}{G} \right) \\ &= b_{ut} \frac{\dot{H}}{H} + f_t \frac{\dot{H}}{H} + f_t \frac{\dot{l}}{l} + q_t \sum_{i=1}^n \frac{F_{G_{it}}}{F_{G_t}} \Delta \left(\frac{G_i}{G} \right) \end{aligned}$$

Što je još važnije, ova relacija ukazuje na istu ideju na još očigledniji način: doprinos poboljšanja obrazovne strukture radne snage može biti podijeljen na dva dijela: prvi dio, kao i prije, izražava doprinos povećanja kapitala obrazovanja po zaposlenom, dok drugi dio mjeri doprinos poboljšanja strukture kapitala obrazovanja. Značenje ovog drugog dijela je sada mnogo jasnije nego prije. Sada je mnogo jasnije da povećanje učešća onih s osnovnom pismenošću na uštrb smanjenja učešća nepismenih može biti bolji način za poboljšanje obrazovne strukture nego povećanje učešća univerzitetskih diplomaca na uštrb smanjenja učešća onih sa srednjom školom. Ovo je, naravno, moguće pod uslovom da je granična produktivnost ulaganja u pismenost veća od granične produktivnosti ulaganja u visoko obrazovanje.

Vratimo se sada izrazu 8.33

$$\begin{aligned} \frac{\dot{Q}}{Q} &= \frac{\dot{B}}{B} + a_t \frac{\dot{C}}{C} + \frac{\dot{H}}{H} \left(\frac{F_{H_0} H_t}{Q_t} \right) + \sum_{i=1}^n f_{it} \frac{\dot{E}_i}{E_i} \\ &= \frac{\dot{B}}{B} + a_t \frac{\dot{C}}{C} + b_{ut} \frac{\dot{H}}{H} + \sum_{i=1}^n f_{it} \frac{\dot{E}_i}{E_i} \end{aligned}$$

i pogledajmo šta se može dogoditi ako pođemo od različitih pretpostavki vezanih za ponašanje pojedinih njegovih parametara.

Ako, kao prvo, pretpostavimo da je parcijalna elastičnost supstitucije između bilo koje dvije vrste faktora proizvodnje jednaka jedinici i nezavisna od količina drugih faktora proizvodnje, to će nam omogućiti da krajnje pojednostavimo početnu proizvodnu funkciju. Preciznije, ova pretpostavka znači da je, kao prvo, parcijalna elastičnost supstitucije između fizičkog kapitala, C_t , i bilo koje vrste kapitala obrazovanja, E_{it} za bilo koje i , jednaka jedinici i nezavisna od količine drugih faktora. Drugim riječima, svaka promjena granične stope supstitucije između fizičkog kapitala i bilo koje vrste obrazovnog kapitala, F_C/F_{E_i} za bilo koje i , praćena je sa istom tolikom promjenom specifičnog odnosa te

Kao i ranije dobijamo da prvi dio izraza izražava doprinos „sirovog” rada dok drugi dio (vidi izraz 8.40) mjeri doprinos napora da se održi postojeći obrazovni nivo rastuće radne snage. Poređenjem ponovo ove relacije sa 6.76 lako dolazimo do izraza 8.49.

dvije vrste kapitala, C/E_i . Drugo, elastičnost supstitucije između različitih vrsta obrazovnog kapitala je jednaka jedinici i nezavisna od količine drugih vrsta kapitala: svaka promjena u graničnoj stopi supstitucije između različitih vrsta kapitala obrazovanja, F_{E_i}/F_{E_j} za bilo koje i i j , je praćena istom tolikom promjenom u odnosu na te dvije vrste kapitala obrazovanja, E_i/E_j za bilo koje i i j . Treće, elastičnost supstitucije između „sirovog” rada i bilo koje druge vrste kapitala (obrazovnog ili fizičkog) jednaka je jedinici i nezavisna od količine drugih faktora. Posljedica tih triju pretpostavki je konstantnost svih faktorskih elastičnosti proizvodnje. Implicira se, dakle, konstantnost elastičnosti proizvodnje u odnosu na fizički kapital, $a_t = a$, konstantnost elastičnosti proizvodnje u odnosu na bilo koju vrstu kapitala obrazovanja, $f_{it} = f_i$, i konstantnost elastičnosti proizvodnje u odnosu na „sirovi” rad, $b_{ut} = b_u$. To dalje podrazumijeva i konstantnost izvedenih vrijednosti $f_t (= f)$ i $f_{it} (= (F_{E_i} E_i) / (\sum F_{E_i} E_i) = f_i)$.

Uvrštavanjem ovih novih vrijednosti u 8.33 dobijamo sledeći izraz

$$\frac{\dot{Q}}{Q} = \frac{\dot{B}}{B} + a \frac{\dot{C}}{C} + b_u \frac{\dot{H}}{H} + \sum_{i=1}^n f_i \frac{\dot{E}_i}{E_i} \quad (8.50)$$

Ako riješimo ovaj izraz kao diferencijalnu jednačinu dobijamo

$$Q_t = B_t H_t^{b_u} C_t^a \prod_{i=1}^n E_{it}^{f_i} = B_t H_t^{b_u} C_t^a \left(\prod_{i=1}^n E_{it}^{r_i} \right)^f = B_t H_t^{b_u} C_t^a E_t^{*f} \quad (8.51)$$

gdje $E_t^* = \prod_{i=1}^n E_{it}^{r_i}$ predstavlja kapital obrazovanja mjereno u istim jedinicama efikasnosti. Kapital obrazovanja ovdje je agregiran pomoću geometrijskog indeksa. Svi ostali faktori proizvodnje takođe su kombinovani polazeći od geometrijskog indeksa. Drugim riječima, svi faktori proizvodnje su ovdje kombinovani kao u Cobb-Douglasovoj (CD) proizvodnoj funkciji. Ovdje je, dakle, riječ o multifaktorskoj CD proizvodnoj funkciji.

Sledeća transformacija izraza 8.51 je takođe zanimljiva

$$\begin{aligned} Q_t &= B_t H_t^{b_u} \left(C_t^{\frac{a}{a+f}} \prod_{i=1}^n E_{it}^{\frac{f_i}{a+f}} \right)^{a+f} = B_t H_t^{b_u} \left(C_t^{\frac{a}{a+f}} E_t^{*\frac{f}{a+f}} \right)^{a+f} \\ &= B_t H_t^{b_u} S_t^{a+f} \end{aligned} \quad (8.52)$$

gdje $S_t = C_t^{\frac{a}{a+f}} E_t^{*\frac{f}{a+f}}$ predstavlja ukupni kapital, opipljivi i neopipljivi, kombinovan koristeći geometrijski indeks. Ovaj kapital je dobijen tako što je svaka vrsta kapitala ponderisana njenim učesćem u ukupnom prihodu od svih vrsta kapitala. U ovom slučaju mi smo opet potpuno u svijetu CD proizvodne funkcije. Uočimo da izrazi 8.51 i 8.52 nalikuju jako puno izrazu koji koriste [Mankiw et al., 1992] u nastojanju da pokažu kako, kada se kapital razumije i mjeri na pravi način, njegova važnost za privredni rast postaje daleko veća nego u prvobitnim modelima i mjerenjima. Međutim, postoji ipak izvjesna razlika: ukupni obrazovni kapital je ovdje dobijen korišćenjem geometrijskog indeksa, dok je u radu [Mankiw et al., 1992] on dobijen prostim sumiranjem pojedinih vrsta obrazovnog kapitala, tj. korišćenjem prostog aritmetičkog indeksa. Tako dobijen obrazovni kapital je kasnije kombinovan sa fizičkim kapitalom polazeći od geometrijskog indeksa.

S druge strane, ako sada, zadržavajući prethodne pretpostavke, podijelimo drugi i treći dio izraza 8.50 sa F_C i dodatno pretpostavimo da su svi relevantni parametri konstantni, to jest $a_t + b_{ut} = a + b_u$, $F_{H_{0t}}/F_{C_t} = z_{H_t} = z_H$, i $f_{it} = f_i$, i riješimo ovako dobijenu diferencijalnu jednačinu, dobijamo

$$Q_t = B_t (z_H H_t + C_t)^{a+b_u} \prod_{i=1}^n E_{it}^{f_i} \quad (8.53)$$

Pod pretpostavkom da postoje samo dvije vrste rada, obrazovani (koje ćemo označiti sa 0) i neobrazovani (označen sa 1), ova transformacija se pretvara u proizvodnu funkciju sličnu onoj koju je predložio Griliches

$$\begin{aligned} Q_t &= B_t (z_H H_t + C_t)^{a+b_u} E_{1t}^{f_1} \\ &= B_t (z_H H_0 + z_H H_1 + C_t)^{a+b_u} (H_{1t} l_1)^{f_1} \end{aligned} \quad (8.54)$$

Ova funkcija, kao što već znamo, implicira komplementarnost fizičkog kapitala i visoko obrazovanog rada i na taj način omogućava da se objasne postojeći trendovi vezani za rast premija na nadnice visoko obrazovanih radnika.

U sličnom maniru, a pod pretpostavkom da je odnos marginalne produktivnosti raznih vrsta obrazovnog kapitala i marginalne produktivnosti fizičkog kapitala konstantan ($F_{E_{it}}/F_{C_t} = z_{it} = z_i$), te da su dalje konstantna učesća „sirovog” rada ($b_{ut} = b_u$), fizičkog kapitala ($a_t = a$), i agregatnog kapitala obrazovanja u BDP-u ($\sum F_{E_{it}} E_{it}/Q_t = F_{E_t} E_t/Q_t = f_t = f$) možemo izvesti sledeću proizvodnu funkciju²⁵

$$Q_t = B_t H_t^{b_u} C_t^a \left(\sum_{i=1}^n z_i E_{it} \right)^f = B_t H_t^{b_u} C_t^a E_t^{*f}$$

$$Q_t = B_t H_t^{b_u} \left(C_t^{\frac{a}{a+f}} E_t^{*\frac{f}{a+f}} \right)^{a+f} = B_t H_t^{b_u} S_t^h \quad (8.55)$$

$$\text{gdje je } a + f = h, \quad E_t^* = \sum_{i=1}^n z_i E_{it} \quad \text{i} \quad S_t = C_t^{\frac{a}{a+f}} E_t^{*\frac{f}{a+f}}$$

Očigledno, izraz 8.55 je takođe vrlo sličan izrazu koji su predložili i primjenjivali u [Mankiw et al., 1992]. Jedina razlika je u tome što se u njihovom izrazu ED kapital predstavlja kao običan zbir različitih vrsta kapitala obrazovanja, a ovdje je on izražen kao ponderisana suma različitih vrsta kapitala obrazovanja, pri čemu su kao ponderi korišćeni odnosi graničnih produktivnosti različitih vrsta kapitala obrazovanja i granične produktivnosti fizičkog kapitala.

Sada je moguće sa sličnim pretpostavkama i manipulacijama kao u prethodnim slučajevima izvesti i proizvodnu funkciju sličnu Grilichesovoj

$$Q_t = B_t (z_H H_t + C_t)^{a+b_u} \left(\sum_{i=1}^n z_i E_{it} \right)^f \quad (8.56)$$

²⁵Izvođenje izraza 8.55 kao i značenje polaznih pretpostavki je slično onom datom ranije za slične izraze.

što uz pretpostavku samo dvije vrste rada, sirovog i visoko obrazovanog, daje izraz

$$Q_t = B_t (z_{H_0} H_{0t} + z_{H_1} H_{1t} + C_t)^{a+b_u} z_1 E_{1t} \quad (8.57)$$

koji pruža mogućnost analize i tumačenja trenda rastućih premija na nadnice visoko obrazovanih radnika.

Pođimo sada od nešto drugačijih pretpostavki o ponašanju parametara. Pretpostavimo, kao prvo, da granična stopa supstitucije između različitih tipova kapitala obrazovanja, F_{E_i}/F_{E_j} za bilo koje i i j , ne zavisi od specifičnog odnosa fizičkog i ED kapitala, C/E_i za bilo koje i . Ovaj uslov, koji je poznat kao uslov aditivne separabilnosti, vrlo je važan jer nam omogućava da riješimo diferencijalnu jednačinu 8.50, rješavajući zasebno svaki dio te jednačine. Druga pretpostavka je da elastičnost supstitucije između bilo koje dvije vrste kapitala obrazovanja ima beskonačnu vrijednost i ne zavisi od količine bilo koje druge vrste kapitala obrazovanja. Drugim riječima, promjene u odnosu bilo koje dvije vrste kapitala obrazovanja, E_{it}/E_{jt} za bilo koje i i j , nemaju nikakav uticaj na graničnu stopu supstitucije između te dvije vrste kapitala obrazovanja, F_{E_i}/F_{E_j} za bilo koje i i j : odgovarajuća granična stopu supstitucije, F_{E_i}/F_{E_j} , je konstantna. Treće, granična stopa supstitucije između bilo koje vrste kapitala obrazovanja i fizičkog kapitala takođe se pretpostavlja da je beskonačna: promjene u odnosu E_{it}/C_t nemaju nikakav uticaj na graničnu stopu supstitucije između tih dviju vrsta faktora, F_{E_i}/F_C : odgovarajuća granična stopa supstitucije je konstantna. Konačno, peta je pretpostavka da je elastičnost supstitucije između ukupnog kapitala (fizičkog i obrazovnog agregisanih zajedno) i „sirovog” rada jednaka jedinici. Posljedica ove pretpostavke je konstantnost elastičnosti proizvodnje u odnosu na „sirovi” rad i ukupni kapital.

Ako sada radi jednostavnosti označimo $C_t = E_0$ tada izraz 8.50 možemo napisati kao

$$\frac{\dot{Q}}{Q} = \frac{\dot{B}}{B} + b_{ut} \frac{\dot{H}}{H} + \sum_{i=0}^n f_{it} \frac{\dot{E}_i}{E_i} \quad (8.58)$$

gdje očigledno $f_{0t} = \frac{F_{E_0} E_0}{Q} = \frac{F_C C}{Q}$ predstavlja elastičnost proizvodnje u odnosu na konvencionalni fizički kapital. Dijeljenjem

brojioca i imenioca izraza 8.58 sa F_{E_0} (to jest sa F_C) dobijamo

$$\frac{\dot{Q}}{Q} = \frac{\dot{A}}{A} + b_{ut} \frac{\dot{H}}{H} + h_t \sum_{i=0}^n \frac{\frac{F_{E_{it}}}{F_{E_{0t}}} E_{it}}{\sum_{i=0}^n \frac{F_{E_{it}}}{F_{E_{0t}}} E_{it}} \left(\frac{\dot{E}_i}{E_i} \right) \quad (8.59)$$

gdje novi simbol h_t ima sledeće značenje

$$h_t = \sum_{i=0}^n \frac{F_{E_i} E_i}{Q} = \frac{F_C C + \sum_{i=0}^n F_{E_i} E_i}{Q} = a_t + f_t \quad (8.60)$$

Očigledno, riječ je o sumi učešća kapitala obrazovanja i fizičkog kapitalu u BDP-u i razlikuje se od ranije definisanog f_t . Imajući ovo u vidu, prethodne opisane pretpostavke možemo formalno izraziti na sledeći način

$$b_{ut} = b_u \quad h_t = h \quad \frac{F_{E_{it}}}{F_{E_{0t}}} = z_{it} = z_i$$

Uvrštavanjem u 8.59 dobija se

$$\frac{\dot{Q}}{Q} = \frac{\dot{A}}{A} + b_u \frac{\dot{H}}{H} + h \sum_{i=0}^n \frac{z_i E_{it}}{\sum_{i=0}^n z_i E_{it}} \left(\frac{\dot{E}_i}{E_i} \right) \quad (8.61)$$

Rješavanjem ove diferencijalne jednačine dobijamo sledeću proizvodnu funkciju

$$Q_t = B_t H_t^{b_u} \left(\sum_{i=0}^n z_i E_{it} \right)^h = B_t H_t^{b_u} S_t^h = B_t H_t^{b_u} S_t^{a+f} \quad (8.62)$$

gdje

$$S_t = \sum_{i=0}^n z_i E_{it} \quad (8.63)$$

predstavlja ukupni kapital, fizički i obrazovni zajedno, definisan na novi način. Ukupni kapital je ovdje ukombinovan korišćenjem aritmetičkog indeksa. Svi oblici kapitala su izraženi u jedinicama efikasnosti fizičkog kapitala. Imajući u vidu kako je prethodno

definisano $E_{0t}(= Ct)$ i $F_{E_0}(= F_C)$ i znajući da $z_0 = F_{E_0}/F_{E_0} = F_C/F_C = 1$ izraz 8.63 možemo napisati

$$S_t = z_0 C_t + \sum_{i=1}^n z_i E_{it} = C_t + \sum_{i=1}^n z_i E_{it} \quad (8.64)$$

dok izraz 8.62 postaje

$$Q_t = B_t H_t^{b_u} S_t^{a+f} = B_t H_t^{b_u} \left[C_t + \sum_{i=1}^n z_i E_{it} \right]^{a+f} \quad (8.65)$$

Ako sada, zadržavajući prethodne pretpostavke, podijelimo brojilac i imenilac drugog dijela izraza 8.50 sa F_C i pretpostavimo da $F_{H_{0t}}/F_{C_t} = z_{H_t} = z_H$, onda rješavajući ovako dobijenu diferencijalnu jednačinu i znajući da $b_u + h = 1$, dobijamo linearnu funkciju proizvodnje i/ili AK oblik proizvodne funkcije

$$\begin{aligned} Q_t &= B_t (b_u + h) \left[z_H H_t + \sum_{i=1}^n z_i E_{it} \right] \\ &= B_t \left[z_H H_t + C_t + \sum_{i=1}^n z_i E_{it} \right] \end{aligned} \quad (8.66)$$

Uporedimo sada proizvodnu funkciju datu u izrazima 8.62 i 8.65, a posebno koncept ukupnog kapitala dat u njemu, sa onom koju je svojevremeno predložio [Mankiw, 1995]. Opšti oblik proizvodne funkcije 8.62 je, imajući u vidu značenje parametra h datog u izrazu 8.60, istovjetan sa onim koju je predložio Mankiw. Agregat kapitala, međutim, mjeran je na malo drugačiji način. On je ovdje, kao i u funkciji Mankiwa, računat kao suma fizičkog i obrazovnog kapitala. Međutim, kapital obrazovanja se ovdje mjeri na drugačiji način: on je dat kao ponderisana suma pojedinih vrsta kapitala obrazovanja, pri čemu se kao ponderi koriste odnosi graničnih produktivnosti date vrste kapitala obrazovanja i granične proizvodnosti fizičkog kapitala. Mankiwov koncept kapitala obrazovanja, s druge strane, bazira se na pretpostavci da su ti ponderi jednaki jedinici za svako i , te on zato obrazovni kapital dobija prostim sumiranjem različitih vrsta ED kapitala.

Drugim riječima, on implicitno pretpostavlja da je marginalna produktivnost bilo koje vrste kapitala obrazovanja jednaka graničnoj produktivnosti fizičkog kapitala, te da su stope prinosa na sve vrste investicija jednake. To je, kao što znamo, moguće samo u privredama u kojima tržišta funkcionišu savršeno, odnosno tamo gdje nema ni tržišnih mana, ni mana države, ni mana u ponašanju pojedinaca.

Koliko je blizu realnosti ova pretpostavka? Najmanje dva izvora teškoća se javljaju sa ovom slučajju. Prvo, proces prilagođavanja signalima sa obrazovnog tržištu kapitala traje jako dugo zbog činjenice da različite „berbe” (generacije) kapitala obrazovanja imaju dugi vijek trajanja od najmanje 40 godina i više. Jednom „instalirane”, one stare „berbe” obrazovnog kapitala se ne mogu promijeniti tako lako i na jeftin način. Nove „berbe”, s druge strane, mijenjaju obrazovnu strukturu vrlo sporo. Dakle, stanje neravnoteža i nejednakosti stopa povrata na ulaganja u obrazovanje može potrajati na duže vrijeme. Drugo, čak i ako taj problem ne bi postojao, čak i ako bi prilagođavanja na tržištu bila trenutna, ono što bi u tom slučaju mogli dobiti je jednakost privatnih stopa prinosa na različite vrste ulaganja. Ono što nam ovdje treba je, međutim, jednakost društvenih stopa prinosa na različite investicije. Društvene stope prinosa (i odgovarajuće granične produktivnosti) su ono od čega se polazi u makroekonomskoj analizi ove vrste. Dobro je poznato i dokumentovano u različitim empirijskim istraživanjima da su eksternalije svih vrsta široko rasprostranjene upravo u slučaju ulaganja u obrazovanje. Dakle, diskrepancije između stopa prinosa na investicije u različite vrste obrazovanja se mogu smatrati prilično trajnim i rasprostranjenim fenomenom. Ako je to tako, tada se agregiranje kapitala obrazovanja dato u izrazu 8.65 može smatrati superiornijim u odnosu na ono koje je predložio Mankiw. Dekompozicija stope rasta objašnjene ranije u izrazima 8.41 i 8.49 postaje u ovom slučaju zaista značajna i važna. Ova vrsta dekompozicije stope rasta nije moguća sa proizvodnom funkcijom Mankiwa.

Mora se priznati, međutim, da je za one vrste analiza kojima se pokušavaju otkriti izvori razlika u stepenu razvoja različitih regija i zemalja, a to je ono čemu je rad [Mankiw, 1995] posvećen,

njegov pristup možda jedini koji možemo priuštiti za empirijsku primjenu. Kao što znamo, vrlo je teško i skupo prikupiti sve podatke potrebne za računanje ovdje predložene mjere ukupnog kapitala datog u 8.65. To je posebno teško u slučaju manje razvijenih zemalja. U tom slučaju pristup Mankiwa je jedino rješenje: manje je zahtjevan u pogledu podataka i mnogo je lakši za primjenu. S druge strane, u slučaju analiza u kojima se porede pojedine zemlje/regioni, prethodni problemi i nisu obavezno toliko problematični. Ovo zbog činjenice da možemo sa velikom pouzdanošću pretpostaviti da diskrepancije između društvenih i privatnih stopa prinosa mogu imati sličan oblik u većini zemalja.

Napomena na kraju da možemo na sličan način izvesti neke dodatne specifikacije proizvodne funkcije sa kapitalom obrazovanja polazeći od prethodno razvijenog koncepta G_t kao što je već navedeno u izrazu 8.48

$$\begin{aligned} \frac{\dot{Q}}{Q} &= \frac{\dot{B}}{B} + a_t \frac{\dot{C}}{C} + b_{ut} \frac{\dot{H}}{H} + \sum_{i=1}^n q_{it} \frac{\dot{G}_i}{G_i} \\ &= \frac{\dot{B}}{B} + a_t \frac{\dot{C}}{C} + b_{ut} \frac{\dot{H}}{H} + q_t \sum_{i=1}^n \frac{F_{G_{it}} G_{it}}{F_{G_t} G_t} \left(\frac{\dot{G}_i}{G_i} \right) \end{aligned} \quad (8.67)$$

Ako napravimo određene pretpostavke, slične onima koje smo koristili za izvođenja u prethodnim paragrafima, koje se odnose na kretanja pojedinih parametara i riješimo ovako dobijene diferencijalne jednačine, možemo dobiti sledeće proizvodne funkcije.

Prvo, ako pretpostavimo konstantnost učešća fizičkog kapitala ($a_t = a$), „sirovog“ rada ($b_{ut} = b_u$) i raznih vrsta kapitala obrazovanja ($q_{it} = q_i$) u BDP-u, tada dobijamo sledeću CD proizvodnu funkciju

$$Q_t = B_t H_t^{b_u} C_t^a \prod_{i=1}^n G_{it}^{q_i} = B_t H_t^{b_u} \left[C_t^{\frac{a}{a+q}} \prod_{i=1}^n G_{it}^{\frac{q_i}{a+q}} \right]^{a+q} \quad (8.68)$$

Ovaj izraz je uporediv i sličan prethodno izvedenom izrazu 8.51. Oba pate od istog problema. Dok je pretpostavka konstantnosti učešća fizičkog kapitala donekle realna (bar je to bila u većem

dijelu dvadesetog vijeka), pretpostavka konstantnosti učešća pojedinih vrsta obrazovnog kapitalu u BDP-u je apsolutno nerealna i u suprotnosti sa empirijskim činjenicama.

Ako se, međutim, podijeli drugi i treći dio izraza 8.48 za granične produktivnosti kapitala i uz to pretpostavi konstantnost parametara, odnosno $\frac{F_{H0t}}{F_{Ct}} = \chi_{Ht} = \chi_H$, $\frac{F_{Kt}}{F_{Ct}} = 1$, $q_{it} = q_i$, i $a + b_{ut} = a + b_u$, tada rješavanjem ove diferencijalne jednačine dobijamo sledeći tip Grilichesove proizvodne funkcije

$$Q_t = B_t (\chi_H H_t + C_t)^{a+b_u} \prod_{i=1}^n G_{it}^{q_i} \quad (8.69)$$

Dalje, ako pretpostavimo konstantnost učešća fizičkog kapitala ($a_t = a$), „sirovog“ rada ($b_{ut} = b_u$) i ukupnog obrazovnog kapitala ($q_t = q$) u BDP-u i konstantnost odnosa granične proizvodnosti pojedinih vrsta kapitala obrazovanja i granične proizvodnosti fizičkog kapitala (za $i \in (1, n)$) ćemo imati $\frac{F_{G_{it}}}{F_C} = \chi_{it} = \chi_i$, tada ćemo dobiti sledeću funkciju proizvodnje

$$\begin{aligned} Q_t &= B_t H_t^{b_u} C_t^a \left[\sum_{i=1}^n \chi_i G_{it} \right]^q \\ &= B_t H_t^{b_u} \left[C_t^{\frac{a}{a+q}} \left[\sum_{i=1}^n \chi_i G_{it} \right]^{\frac{q}{a+q}} \right]^{a+q} \end{aligned} \quad (8.70)$$

Ovaj izraz je analogan prethodno izvedenom izrazu. Oni su bazirani na realnim pretpostavkama stalnosti odnosa granične produktivnosti pojedinih vrsta kapitala obrazovanja i granične produktivnosti fizičkog kapitala ($\frac{F_{E_{it}}}{F_{Ct}} = z_{it} = z_i$ i $\frac{F_{G_{it}}}{F_C} = \chi_{it} = \chi_i$). Dakle, oba ova pristupa se čine prihvatljivim za analizu uticaja obrazovnog i ljudskog kapitala na ekonomski razvoj.

Igrajući se dalje sa istim pretpostavkama kao u prethodnim slučajevima, možemo izvući sledeći oblik Grilichesove funkcije

$$Q_t = B_t (\chi_H H_t + C_t)^{a+b_u} \left[\sum_{i=1}^n \chi_i G_{it} \right]^q \quad (8.71)$$

Dalje, ako pretpostavimo postojanost učešća ukupnog kapitala, fizičkog i agregatnog obrazovnog, ($h_t = a_t + q_t = a + q = h$) i „sirovog” rada u BDP-u ($b_{ut} = b_u$), kao i konstantnost odnosa marginalne produktivnosti pojedinih vrsta kapitala (obrazovanja i fizičkog kapitala) i marginalne produktivnosti fizičkog kapitala (za $i \in (0, n)$ imaćemo $\frac{F_{G_{it}}}{F_{G_{0t}}} = \frac{F_{G_{it}}}{F_{C_t}} = \chi_{it} = \chi_i$), tada ćemo dobiti sledeću proizvodnu funkciju

$$Q_t = B_t H_t^{b_u} \left[\sum_{i=0}^n \chi_i G_{it} \right]^{a+q} = B_t H_t^{b_u} \left[C_t + \sum_{i=1}^n \chi_i G_{it} \right]^h \quad (8.72)$$

gdje $G_{0t} = C_t$, a $\chi_0 = 1$. Ovaj izraz se, očigledno, može uporediti s prethodno dobijenim izrazom 8.62. Isto kao i izrazi 8.55 i 8.69, i oni se baziraju na pretpostavkama koje su prilično realne i zbog toga su prihvatljivi za analizu uticaja ljudskog kapitala na ekonomski razvoj.

Ako sada podijelimo brojilac i imenilac trećeg dijela izraza 8.48 s graničnom produktivnosti fizičkog kapitala, i pored prethodnih pretpostavki, pretpostavimo da $\frac{F_{H_t}}{F_{C_t}} = \chi_{H_t} = \chi_H$, tada, znajući da je $a_t + q_t + b_u = 1$, dobijamo sledeću linearnu i/ili AK funkciju proizvodnje

$$Q_t = B_t \left[\chi_H H_t + C_t + \sum_{i=1}^n \chi_i G_{it} \right] = A_t \bar{K}_t \quad (8.73)$$

Na kraju, ako se u jednačini 8.33 ili 8.48, kao prvo, pretpostavi samo tri faktora proizvodnje (kapital obrazovanja visoko obrazovane radne snage, neobrazovani zaposleni i fizički kapital), i kao drugo pretpostavimo konstantnost parcijalne elastičnosti supstitucije između različitih faktora proizvodnja, tada dobijamo model koji je formalno sličan jednom koji je predložen u radu [Krusell et al., 2000]

$$\begin{aligned} Q_t &= B_t \left[\bar{\mu} H_t^{\bar{\sigma}} + (1 - \bar{\mu}) (\bar{\lambda} C_t^{\bar{\rho}} + (1 - \bar{\lambda}) E_{1t}^{\bar{\rho}})^{\frac{\bar{\sigma}}{\bar{\rho}}} \right]^{\frac{1}{\bar{\sigma}}} \\ &= B_t \left[\hat{\mu} H_t^{\hat{\sigma}} + (1 - \hat{\mu}) (\hat{\lambda} C_t^{\hat{\rho}} + (1 - \hat{\lambda}) G_{1t}^{\hat{\rho}})^{\frac{\hat{\sigma}}{\hat{\rho}}} \right]^{\frac{1}{\hat{\sigma}}} \end{aligned}$$

Ovdje je, očigledno, riječ o takozvanoj ugniježdenoj CES funkciji kojom se najprikladnije može opisati i objasniti trend rastućih premija na nadnice visoko obrazovanih radnika.

8.3. KAPITAL ZNANJA I TOTALNA PRODUKTIVNOST FAKTORA

Zaključak razmatranja o uticaju kapitala znanja na privredni rast možemo započeti tako što ćemo onaj dio stope rasta koji u izrazu 7.3 izražava doprinos kapitala obrazovanja zamijeniti nekim od prethodno dobijenih izraza za uticaj kapitala obrazovanja. Dobićemo stopu rasta razloženu na, recimo, sledeći način

$$\frac{\dot{Q}}{Q} = a_t \frac{\dot{C}}{C} + b_{ut} \frac{\dot{H}}{H} + f_t \frac{\dot{H}}{H} + f_t \frac{\dot{l}}{l} + f_t \frac{H^*/H}{H^*/H} + c_t \frac{\dot{D}}{D} - c_t \Delta \nu p + \frac{\dot{B}}{B} \quad (8.74)$$

Stopa rasta ovdje je, dakle, razložena na osam elemenata. Njihovo značenje je ranije definisano pa se time nećemo ponovo baviti.

U prethodnim razmatranjima smo mogli poći i od angažovanih umjesto od korišćenih faktora proizvodnje. U tom slučaju dobili bi, na potpuno isti način kao u prethodnim razmatranjima, sledeće rješenje

$$\frac{\dot{Q}}{Q} = a_t \frac{\dot{K}}{K} + b_{ut} \frac{\dot{L}}{L} + f_t \frac{\dot{L}}{L} + f_t \frac{\dot{l}}{l} + f_t \frac{L^*/L}{L^*/L} + c_t \frac{\dot{D}}{D} - c_t \Delta \nu p + \frac{\dot{B}}{B} \quad (8.75)$$

Ako sada desnoj strani izraza 8.74 oduzmemo i dodamo ovaj izraz 8.75 dobićemo još jednu dodatnu i zanimljivu dekompoziciju stope rasta. Pretpostavljajući, zbog jednostavnosti, a i zbog nedostatka podataka, da stepen korišćenja ljudskog kapitala varira

u istoj razmjeri kod svih vrsta obrazovanja, dobijamo

$$\begin{aligned} \frac{\dot{Q}}{Q} &= a_t \frac{\dot{K}/C}{K/C} + b_{ut} \frac{\dot{L}/H}{L/H} + f_t \frac{\dot{L}/H}{L/H} + a_t \frac{\dot{K}}{K} + b_{ut} \frac{\dot{L}}{L} \\ &+ f_t \frac{\dot{L}}{L} + f_t \frac{\dot{l}}{l} + f_t \frac{\dot{L}^*/L}{L^*/L} + c_t \frac{\dot{D}}{D} - c_t \Delta \nu p + \frac{\dot{B}}{B} \end{aligned} \quad (8.76)$$

Kao što vidimo, novodobijena tri prva elementa predstavljaju uticaj promjena u stepenu korišćenja resursa na stopu rasta. Prvi, pri tom, predstavlja uticaj varijacija u stepenu korišćenja kapitala, dok druga dva skupa izražavaju uticaj u variranju stepena korišćenja rada.

Moguće je međutim, slijedeći sličnu logiku, izvršiti još detaljniju dezagregaciju rasta. Kao prvo, možemo, kao što smo vidjeli, doprinos IR kapitala razložiti na onaj dio koji je rezultat domaćih IR ulaganja i onaj dio koji je rezultat transfera, tj. uvoza znanja, što je posebno značajno za analizu rasta zemalja u razvoju. Drugo, moguće je izdvojiti i uticaj onog napretka znanja koje je rezultat neformalnog obrazovanja i učenja na radu. Treće, moguće je ispitati i uticaj prirasta drugih oblika ljudskog kapitala, kao što je, na primjer, kapital formiran u zdravstvenoj djelatnosti, i sl.

Naprijed dati izraz 8.74 možemo dalje transformisati tako što ćemo njegov drugi i treći dio zamijeniti njihovom sumom. Isto ćemo uraditi i sa petim i šestim dijelom izraza i dobićemo, kao što znamo, na uobičajeni način mjeren doprinosi zapošljavanja. Formalno

$$\begin{aligned} \frac{\dot{Q}}{Q} &= a_t \frac{\dot{K}}{K} + b_t \frac{\dot{L}}{L} + a_t \frac{\dot{K}/C}{K/C} + b_t \frac{\dot{L}/H}{L/H} + f_t \frac{\dot{l}}{l} \\ &+ f_t \frac{\dot{L}^*/L}{L^*/L} + c_t \frac{\dot{D}}{D} - c_t \Delta \nu p + \frac{\dot{B}}{B} \end{aligned} \quad (8.77)$$

Uporedimo li sada ovaj izraz sa izrazom u kojem kao sastavni elementi figurišu samo doprinosi angažovanog kapitala, zaposlenosti i TFP-a vidjećemo da su kod njih identična samo njihova prva dva elementa. Zaključujemo da treći dio koji mjeri doprinos rasta TFP-i mora biti jednak sumi preostalih pet elemenata izraza

8.77. Formalno

$$\frac{\dot{A}}{A} = a_t \frac{\dot{K}/C}{K/C} + b_t \frac{\dot{L}/H}{L/H} + f_t \frac{\dot{i}}{i} + f_t \frac{\dot{H}^*/H}{H^*/H} + c_t \frac{\dot{D}}{D} - c_t \Delta \nu p + \frac{\dot{B}}{B} \quad (8.78)$$

Uporedimo li sada ovako dobijenu dekompoziciju stope rasta globalne produktivnosti resursa sa dekompozicijom koju smo dobili polazeći od modela sa heterogenim resursima, prvo što vidimo je da su prva dva elementa, koji izražavaju uticaj kratkoročnih varijacija u stepenu korišćenja resursa, potpuno identična. Kada je o ostalim elementima riječ, uočićemo velike sličnosti, ali i određene razlike u dekompoziciji stope rasta.

Prije svega, vidimo da je element koji izražava doprinos poboljšanja obrazovne strukture analogan i jednak sumi trećeg i četvrtog dijela izraza 8.78. On, kao što smo rekli, izražava uticaj poboljšanja obrazovne strukture zaposlenih na stopu privrednog rasta. Prednost novodobijenog izraza 8.78, i njegova razlika od izraza sa heterogenim imputima je u tome što, kao što smo vidjeli kod prethodnog razmatranja, efekat promjene obrazovne strukture razlaže na dva dijela. Pri tom prvi od njih izražava doprinos prostog prirasta kapitala obrazovanja po zaposlenom, odnosno doprinos prirasta obrazovne intenzivnosti (analogno kapitalnoj intenzivnosti) ili obrazovne opremljenosti (analogno kapitalnoj opremljenosti) zaposlenih. Drugi element, pak, izražava uticaj poboljšanja (ili pogoršanja) same strukture ulaganja u obrazovanje.

Drugo, četvrti element izraza koji imamo kod modela sa heterogenim imputima, koji izražava uticaj tehnološkog progressa opredmećenog u kapitalu, analogan je, ali ne i potpuno identičan, trećem elementu izraza 8.78, elementu koji izražava uticaj prirasta IR kapitala. Razlika između njih je u tome što je, s jedne strane, stopa rasta tehničkog progressa u modelu heterogenih inputa konstantna i egzogeno data, dok je u modelu 8.78 ona endogeno data i varira sa variranjem IR ulaganja, i što, s druge strane, napredak znanja koji je indukovao IR ulaganjima obuhvata ne samo znanja opredmećena u kapitalu već i organizacione inovacije, i sl.

Iz prethodne činjenice proizlazi i treća razlika između dva modela. Riječ je o različitom tumačenju elementa koji smo uslovno nazvali stopa rasta neopredmećenog tehnološkog progresu, a koji smo u oba modela označili sa $\frac{\dot{B}}{B}$. U modelu sa heterogenim inputima ovaj element obuhvata uticaj svih organizacionih inovacija, bez obzira na to jesu li one rezultat IR aktivnosti, ili su „spontane”, ili su indukovane institucionalnim promjenama. U modelu 8.78 obuhvaćene su samo spontane i institucionalno inducirane organizacione inovacije, a ne i one koje su rezultat IR ulaganja.

POGLAVLJE 9

VIŠE-SEKTORSKI PRISTUP U ANALIZI RASTA I PITANJE SUPSTITUCIJE FAKTORA

Do sada smo stalno polazili od agregatne proizvodne funkcije i posmatrali koji su to faktori koji utiču na ukupni nivo proizvodnje tj. na BDP. Polazili smo, dakle, od pretpostavke da je agregatni proizvod homogen. U stvarnosti, međutim, imamo mnoštvo najraznovrsnijih proizvoda i mnoštvo sektora odnosno grana u kojima se oni proizvode. Da bi prethodna razmatranja učinili realističnijim u ovom ćemo odjeljku napustiti tu restriktivnu pretpostavku. Pretpostavićemo da postoji mnoštvo različitih proizvoda i uvesti različite sektore u kojima se oni proizvode. Prateći prethodna razmatranja, u redovima što slijede prvo ćemo dati neoklasičnu interpretaciju ovog problema. Kasnije ćemo uvesti i interpretaciju istog problema datu u okviru starog i novog ekonomskog strukturalizma koji su poznatiji i kao teorija neuravnoteženog rasta.

9.1. NEOKLASIČNA INTERPRETACIJA

Da bi vidjeli efekte uvođenja ove realističnije pretpostavke poći ćemo od najjednostavnijeg modela u kojem se nivo proizvodnje u određenom sektoru objašnjava proizvodnom funkcijom opšteg oblika za posmatrani sektor, baš kao u uvodnim redovima ovog dijela rada

$$Q_{jt} = F [K_{jt}; L_{jt}; t] \quad (9.1)$$

Ovdje je značenje pojedinih veličina isto kao i u uvodnom razmatranju, osim što je sada dodat indeks j koji označava dati sektor. Pri tom ćemo pretpostaviti da ima k sektora. Na isti način kao i ranije stopa rasta sektora se sada može predstaviti kao

$$\frac{\dot{Q}_j}{Q_j} = a_{jt} \frac{\dot{K}_j}{K_j} + b_{jt} \frac{\dot{L}_j}{L_j} + \frac{\dot{A}_j}{A_j} = a_{jt} r_{K_j} + b_{jt} r_{L_j} + r_{A_j} \quad (9.2)$$

Značenje pojedinih djelova je analogno onom koje je dato u uvodnom dijelu, osim što se sve to sada odnosi na posmatrane sektore. Prvi dio predstavlja doprinos kapitala datog sektora, drugi doprinos zapošljavanja datog sektora, a treći doprinos totalne faktorske produktivnosti u posmatranom sektoru. Obratimo pažnju da se sada odgovarajuće faktorske elastičnosti proizvodnje mogu predstaviti sa

$$a_{jt} = \frac{F_{K_j} K_j}{Q_j} \quad \text{i} \quad b_{jt} = \frac{F_{L_j} L_j}{Q_j}$$

Polazeći od novodobijenog izraza 9.2 sada je moguće stopu rasta ukupne, agregatne proizvodnje predstaviti kao

$$\begin{aligned}
\frac{\dot{Q}}{Q} &= \frac{\sum_{j=1}^k \Delta Q_j}{Q} = \sum_{j=1}^k \left(\frac{Q_j}{Q} \right) \frac{\dot{Q}_j}{Q_j} \\
&= \sum_{j=1}^k \left[\left(\frac{Q_j}{Q} \right) \frac{F_{K_j} K_j}{Q_j} \left(\frac{\dot{K}_j}{K_j} \right) + \left(\frac{Q_j}{Q} \right) \frac{F_{L_j} L_j}{Q_j} \left(\frac{\dot{L}_j}{L_j} \right) + \left(\frac{Q_j}{Q} \right) \frac{\dot{A}_j}{A_j} \right] \\
&= \sum_{j=1}^k \frac{F_{K_j} K_j}{Q} \left(\frac{\dot{K}_j}{K_j} \right) + \sum_{j=1}^k \frac{F_{L_j} L_j}{Q} \left(\frac{\dot{L}_j}{L_j} \right) + \sum_{j=1}^k \left(\frac{Q_j}{Q} \right) \frac{\dot{A}_j}{A_j} \\
&= a_t \sum_{j=1}^k \frac{F_{K_j} K_j}{F_K K} \left(\frac{\dot{K}_j}{K_j} \right) + b_t \sum_{j=1}^k \frac{F_{L_j} L_j}{F_L L} \left(\frac{\dot{L}_j}{L_j} \right) + \sum_{j=1}^k \left(\frac{Q_j}{Q} \right) \frac{\dot{A}_j}{A_j}
\end{aligned}$$

Ako sada od desne strane ovako dobijenog izraza dodamo i oduzmemo desnu stranu izraza za agregatni nivo proizvodnje datog u izrazu 5.2, dobićemo sledeću važnu dekompoziciju stope rasta ukupne proizvodnje

$$\begin{aligned}
\frac{\dot{Q}}{Q} &= a_t \frac{\dot{K}}{K} + b_t \frac{\dot{L}}{L} + a_t \sum_{j=1}^k \frac{F_{K_j} K_j}{F_K K} \left(\frac{\dot{K}_j / K_j}{K_j / K} \right) \\
&\quad + b_t \sum_{j=1}^k \frac{F_{L_j} L_j}{F_L L} \left(\frac{\dot{L}_j / L_j}{L_j / L} \right) + \sum_{j=1}^k \left(\frac{Q_j}{Q} \right) \frac{\dot{A}_j}{A_j} \\
&= a_t \frac{\dot{K}}{K} + b_t \frac{\dot{L}}{L} + a_t \sum_{j=1}^k \frac{F_{K_j}}{F_K} \Delta \left(\frac{K_j}{K} \right) + b_t \sum_{j=1}^k \frac{F_{L_j}}{F_L} \Delta \left(\frac{L_j}{L} \right) \\
&\quad + \sum_{j=1}^k \left(\frac{Q_j}{Q} \right) \frac{\dot{A}_j}{A_j} \tag{9.3}
\end{aligned}$$

Ako konačno uporedimo ovaj izraz sa izrazom datim u uvodnom dijelu rada, 5.2, vidimo da su im istovjetna samo prva dva dijela izraza, iz čega slijedi da se prvobitno definisana vrijednost koja predstavlja rast TFP ukupne ekonomije može predstaviti na sledeći način

$$\frac{\dot{A}}{A} = a_t \sum_{j=1}^k \frac{F_{K_j}}{F_K} \Delta \left(\frac{K_j}{K} \right) + b_t \sum_{j=1}^k \frac{F_{L_j}}{F_L} \Delta \left(\frac{L_j}{L} \right) + \sum_{j=1}^k \left(\frac{Q_j}{Q} \right) \frac{\dot{A}_j}{A_j} \tag{9.4}$$

Važno je primijetiti da $\Delta \frac{K_j}{K}$ i $\Delta \frac{L_j}{L}$ predstavljaju promjene učešća kapitala i rada sektora j u ukupnom kapitalu i radu, dok $\frac{F_{K_j}}{F_K}$ i $\frac{F_{L_j}}{F_L}$ predstavljaju odnose marginalnih produktivnosti kapitala i rada sektora j i odgovarajućih marginalnih produktivnosti ukupne ekonomije.

Kao što vidimo, ovdje je stopa rasta TFP (totalne faktorske produktivnosti) razložena na tri dijela. Prvi dio nam očigledno pokazuje uticaj promjene sektorske strukture kapitala na rast TFP. Naime, ako dođe do povećanja učešća kapitala, $\Delta \frac{K_j}{K} > 0$, u sektorima u kojima je marginalna produktivnost kapitala veća od prosječne u privredi, $\frac{F_{K_j}}{F_K} > 1$, doći će do povećanja stope rasta TFP (totalne faktorske produktivnosti). U obrnutom slučaju, kada bi se povećavalo učešće kapitala u sektorima u kojima je nivo marginalne produktivnosti manji od prosječne marginalne produktivnosti, $\frac{F_{K_j}}{F_K} < 1$, to bi imalo negativnog uticaja na stopu rasta TFP. Slično, kada se smanjuje učešće kapitala manje kapitalno produktivnih sektora dolazi do pozitivnog uticaja na rast TFP, dok u slučaju smanjenja učešća kapitala u visoko produktivnim sektorima dolazi do negativnog uticaja na rast TFP.

Na sličan način se tumači i značenje drugog dijela izraza 9.4. On predstavlja uticaj promjene strukture radne snage na rast TFP. Tako na primjer, ako dolazi do povećanja učešća rada, $\Delta \frac{L_j}{L} > 0$, u sektorima u kojima je marginalna produktivnost rada veća od prosječne, $\frac{F_{L_j}}{F_L} > 1$, dolazi i do povećanja TFP. Nasuprot tome, kada bi se povećavalo učešće rada u sektorima u kojima je nivo marginalne produktivnosti rada manji od prosječne marginalne produktivnosti, $\frac{F_{L_j}}{F_L} < 1$, to bi imalo negativnog uticaja na stopu rasta TFP, pa time i na stopu rasta proizvodnje. Slično je i razmatranje i u ostalim situacijama koje možemo zamisliti.

Dakle, prva dva efekta nam zajedno izražavaju mjere i uticaj promjene sektorske strukture faktora proizvodnje na stopu rasta TFP i ukupne proizvodnje. U literaturi su ovi efekti poznati kao među-sektorski efekti ili prosto kao među-sektorska TFP, ponekad i kao inter-sektorska TFP, a ponekad i kao inter-sektorski tehnološki progres. Sasvim je normalno da kada nema eksterna-

lija i kada nema tržišnih mana, tj. kada tržište dobro funkcionira, dejstvo među-sektorskog tehnološkog progresa bude uvijek pozitivno. Naime, tržište je zahvaljujući tehnološkom progresu stalno u stanju neravnoteže, tj. u stanju nejednakosti marginalnih produktivnosti posmatranih faktora, a ne u stanju njihove jednakosti, što bi odgovaralo stanju tržišne ravnoteže. Upravo zbog ove nejednakosti dolazi do kretanja faktora proizvodnje iz sektora gdje im je marginalna produktivnost manja ka sektorima gdje je veća. To i jeste razlog zbog kojeg je inter-sektorski tehnološki progres uvijek pozitivan i uvek jako značajan dio rasta TFP.

Poslednji dio izraza 9.4 predstavlja ono što se u literaturi naziva unutar-sektorski efekat ili unutar-sektorski ili intra-sektorski tehnološki progres. Kao što sam izraz pokazuje, on izražava uticaj rasta totalne produktivnosti koji se događa u samim sektorima. On je prosto ponderisani prosjek stopa rasta totalnih faktorskih produktivnosti posmatranih sektora, pri čemu se kao ponderi koriste učešća posmatranih sektora u ukupnoj proizvodnji, odnosno u BDP-u date ekonomije. Možemo reći da kad god se u nekom od sektora počne primijenjivati nova i bolja tehnologija ili se poboljša obrazovni i stručni nivo radne snage, dolazi do rasta totalne faktorske produktivnosti unutar datog sektora. Svi ovakvi efekti se manifestuju kao rast unutar-sektorskog tehnološkog progresa.

9.2. INTERPRETACIJA EKONOMSKOG STRUKTURALIZMA

Obratimo pažnju na značajan uvid koji nam ova dekompozicija daje za analizu ekonomije koja posluje u uslovima neograničene ponude rada koju je davno dao Arthur Lewis [Lewis, 1954], a čiju su teoriju kasnije formalizovali Gustav Ranis i John Fei [Ranis i Fei, 1961, Fei i Ranis, 1964]. Ipak, fer je reći da je daleko prije Lewisa ovu teoriju razvio Evgenij Preobraženski u svom

djelu iz ranih dvadesetih godina XX vijeka pod naslovom *Novaja ekonomija*, te da je upravo zahvaljujući primjeni modela razvoja datog u njoj, bivši SSSR u prvih nekoliko decenija postojanja imao daleko najveće stope rasta od svih zemalja svijeta. Ovo uprkos donekle opravdanoj primjedbi Mizesa da su kada je riječ o sovjetskoj statistici jedine tačne cifre one koje se odnose na broj stranice. U ekonomijama sa neograničenom ponudom rada, a to su ekonomije nerazvijenih zemalja na početku industrijalizacije u kojima dominantno mjesto ima poljoprivreda i ruralna privreda, marginalna produktivnost rada je zapravo jednaka nuli. Seljenje ove radne snage sa nultom graničnom produktivnošću iz ruralnog sektora u industriju, gdje je relativna granična produktivnost izrazito visoka, neizbježno vodi enormnom rastu privrede.

Naš izraz 9.4 bi se za ove svrhe mogao modifikovati tako što bi, kao prvo, broj sektora sveli na dva: poljoprivredu i industriju. To znači da se radna snaga stalno seli iz sektora poljoprivrede u kojem je relativna produktivnost jednaka nuli, $\frac{F_{Lj}}{F_L} = 0$, u industriju gdje je relativna produktivnost enormno visoka, $\frac{F_{Lj}}{F_L} > 1$. Naravno, u toj fazi rane industrijalizacije povećava se enormno i učešće kapitala industrije, koji u ruralnom sektoru i poljoprivredi skoro i da ne postoji, pri čemu taj kapital može biti obezbijeđen ili uvozom pokrivenim izvoznim viškovima (uglavnom oprema) ili upotrebom samih viškova rada iz poljoprivrede (uglavnom za građevinske radove u okviru firmi, urbanizaciju i infrastrukturu). Imajući u vidu da se ovdje polazi od dva sektora, da je relativna marginalna prizvodnost poljoprivrede ravna nuli, $\frac{F_{Lp}}{F_L} = 0$, da je učešće kapitala u poljoprivredi ravno nuli, $\frac{K_p}{K} = 0$, te da je tehnološki progres u ranoj fazi industrijalizacije nužno ravan nuli, izraz 9.4 postaje

$$\frac{\dot{A}}{A} = a_t \frac{F_{K_i}}{F_K} \Delta \left(\frac{K_i}{K} \right) + b_t \frac{F_{L_j}}{F_L} \Delta \left(\frac{L_i}{L} \right) + \left(\frac{Q_i}{Q} \right) \frac{\dot{A}_i}{A_i} \quad (9.5)$$

gdje p i i u indeksu označavaju poljoprivredu i industriju respektivno. Faza rane urbanizacije i industrijalizacije, koja je tamo gdje se uspješno zametnula bila praćena visokim stopama rasta, može trajati neobično dugo.

No, kad tad dolazi do iscrpljivanja viškova radne snage, a počinje i modernizacija poljoprivrede. Modernizacija poljoprivrede vodi rastu marginalne proizvodnosti rada izazvane ne samo iscrpljivanjem viškova rada već i uvođenjem savremene tehnologije u samu poljoprivredu. U ovim uslovima ranije dati izraz 9.4 ponovo postaje relevantan za analizu anatomije rasta. No kako nove tehnologije i akumulacija kapitala vode stalnoj supstituciji rada kapitalom, to se i dalje generišu značajni viškovi rada, a sama marginalna proizvodnost rada u poljoprivredi je daleko niža od one u industriji. To, naravno, ostavlja i dalje značajan prostor za seljenje rada iz poljoprivrede u industriju i snažan rast induciran na ovaj način. To je druga faza industrijalizacije kako je nazivaju Ranis i Fei u svom, nešto drugačijem od ovdje datog, modelu rasta. Ova faza takođe može jako dugo trajati. Uz to, pored ekonomskih ona ima i čitav niz drugih, možda još značajnijih implikacija za društvo. Upravo zato, ne treba da čudi da je Edward Denison u skoro svim svojim ranije citiranim radovima stalno izolovao ovaj dio inter-sektorskog tehnološkog progressa u analizi rasta razvijenih zemalja poput SAD, Japana i slično. Podsjećamo, ti radovi se odnose na period od šezdesetih do osamdesetih godina XX vijeka, kada su ove zemlje već bile najrazvijenije industrijske zemlje svijeta.

Arthur Lewis je samo jedan od mnoštva autora škole koja se u to vrijeme zvala *teorija strategija razvoja* po, vjerovatno u to vrijeme, najuticajnijoj knjizi najuticajnijeg autora te škole Alberta Hirschmana [Hirschman, 1958]. Zanimljivo je da je među tim autorima bilo i onih koji su poput [Rosenstein-Rodan, 1943] nudili relevantne odgovore na mnogo složenija pitanja razvoja. Riječ je, prije svega, o pitanju koje se odnosi na razloge zbog kojih neke nerazvijene zemlje, i pored naprijed opisanih izuzetnih mogućnosti za rast i razvoj, nijesu uspjevale da izađu iz dvostrukog začaranog kruga nerazvijenosti i siromaštva, odnosno zašto nijesu uspjevale da učine taj „veliki pomak” (*big push*), kako je govorio Rosenstein-Rodan. Čitavih pet decenija je prošlo da bi značajan doprinos Rosenstein-Rodana dobio adekvatno priznanje kao i prikladnu matematičku stilizaciju u radu [Murphy et al., 1989].

Ipak, teorija strategija razvoja gotovo da je zamrla negdje krajem sedamdesetih, uglavnom zbog snažnog razvoja i dominacije teorije rasta inicirane modelom rasta Roberta Solowa. Međutim, u prvoj deceniji XXI vijeka, nakon serije radova napisanih od Housemana, Rodrika, Hidalgo, Velaska i drugih koji se bave analizom uticaja sofisticiranosti izvozne korpe na privredni rast (*Exy/Prody* analiza), razvija se čitava nova škola koja nastavlja tamo gdje je stara škola strategija razvoja stala. Nešto su izmijenjeni nazivi pa se sada stara škola zove *stari*, a nova *novi ekonomski strukturalizam*, dok se skupa obje ove teorije označavaju kao teorije neuravnoteženog (*unbalanced*) privrednog rasta. Posebno je u okviru ove nove škole važna takozvana analiza „proizvodnog prostora” (*product space* analiza). Prikaz konceptijskih osnova starog i novog ekonomskog strukturalizma može se naći u [Lin, 2013], [Lin et al., 2013] i [Sanchez-Ancochea, 2007]. Isto tako važni i za ove teorijske pristupe su ilustrativni radovi [Hausmann et al., 2007], [Krishna i Pérez, 2005], [Hidalgo et al., 2007], [Hidalgo i Hausmann, 2008], [Rodrik, 2015] i [Hausmann et al., 2013].

9.3. NIVO DEZAGREGACIJE SEKTORA I TFP

U prethodnom razmatranju smo imali slučaj sa samo dva sektora, poljoprivreda i industrija, i vidjeli koliko značajnih uvida možemo na osnovu toga dobiti. Da smo nastavili našu analizu dalje, sigurno bismo došli do stanja u kojem se izjednačavaju granične produktivnosti rada i kapitala u oba sektora i da je, zato, daljim seljenjem rada iz poljoprivrede u industriju nemoguće povećavati proizvodnju. Drugim riječima, došli bi do stanja u kojem je među-sektorski tehnološki progres ravan nuli. Dezagregacija na više od dva sektora pokazala bi, međutim, da stvari ne stoje baš tako, već da je inter-sektorski efekat i dalje vrlo snažan i značajan.

Dezagregaciju na sektore je, naravno, moguće napraviti na različitim nivoima. Moguće je, recimo, napraviti dezagregaciju na nivou grana, tj. do jednocifrene podjele djelatnosti, a moguće je ići i dalje sve do devetocifrene dezagregacije, gdje se maltene bavimo proizvodnjom pojedinih proizvoda kao sektorima. Pažljivom analizom izraza 9.4 možemo zaključiti da sa povećanjem stepena dezagregacije dolazi i do promjene relativnog značaja inter-sektorske i intra-sektorske komponente rasta totalne faktorske produktivnosti. Sa povećanjem stepena dezagregacije povećava se učešće i značaj inter-sektorske komponente, a smanjuje učešće i značaj intra-sektorske komponente u objašnjenju rasta TFP. Pri nižem nivou dezagregacije stvari stoje sasvim suprotno: značaj inter-sektorske komponente opada, a značaj intra-sektorske komponente raste. Ova relativnost i zavisnost nivoa „intra” i „inter” komponente od nivoa dezagregacije otvara neka dodatna, vrlo važna, pitanja i dileme.

Prije svega, pošto se pri detaljnom višecifarskom nivou dezagregacije pokazuje da se nivo unutar-sektorskog efekta svodi na vrlo malu vrijednost, mnogi su u početku bili skloni da tvrde kako je to upravo dokaz da tehnološki progres i napredak znanja i nijesu baš najvažniji izvor rasta TFP-a ekonomije kao cjeline, već da je taj rast dominantno pod uticajem među-sektorskog efekta. Međutim, ako obratimo pažnju na anatomiju među-sektorskog efekta vidjećemo da on proizlazi iz činjenice da su marginalne proizvodnosti faktora veće u nekim sektorima nego u drugim i da se, upravo zato, u tržišnoj ekonomiji faktori proizvodnje kreću od manje produktivnih ka produktivnijim sektorima. Ako, s druge strane, pogledamo zašto su u tim produktivnijim sektorima veće granične produktivnosti, vidjećemo da je to upravo zahvaljujući inovacijama unijetim u nekoj od prethodnih, možda baš prošloj, godina. Očito, među-sektorski efekti su takođe rezultat tehnološkog napretka. Kada ne bi bilo novih tehnologija i novog znanja u cjelini, marginalne produktivnosti svih faktora bi se izjednačile u svim sektorima, a među-sektorski efekat bi iščeznuo baš kao i unutar-sektorski. Rast TFP agregatne ekonomije bi iščezla. Možemo, u stvari reći, da među-sektorski efekat na izvjestan način mjeri difuziju ranije stvorenih tehnologija i znanja u cjelini.

Sledeće važno pitanje koje slijedi nakon prethodnog pojašnjenja odnosi se na pitanje odnosa između ovog višesektorskog pristupa, koji TFP tumači kao rezultat napretka znanja koje ulazi preko unutar-sektorskog i među-sektorskog efekta, i ranije datih pristupa koji u tumačenju rasta TFP polaze od doprinosa raznih oblika znanja koji se opredmećuju i otjelovljuju ili u kapitalu ili u ljudima. Odgovor na ovo pitanje dobijamo ako istu onu metodologiju za razlaganje stope rasta agregatne proizvodnje koju smo primijenili u poglavljima 6 i 7 primijenimo i na pojedinačne sektore. Ovo posebno ima smisla, a kasnije ćemo o tome nešto više, ako se radi o dezagregaciji na manji broj grana. Ako bi sada, radi jednostavnosti, primijenili postupak dekompozicije rasta dat u poglavlju 6 i ako bi, opet radi jednostavnosti, pretpostavili da ne postoje varijacije u stepenu korišćenja kapitala i rada, ono što bi dobili kao konačnu dekompoziciju rasta posmatrane djelatnosti je podjednaka izrazu 6.89 s tim što sada ne bi postojao dio koji izražava uticaj kratkoročnih varijacija u stepenu korišćenja resursa

$$\frac{\dot{Q}_j}{Q_j} = a_{jt} \frac{\dot{K}_j}{K_j} + b_{jt} \frac{\dot{L}_j}{L_j} + a_{jt} p_{jt} - a_{jt} p_{jt} \Delta w_j + b_{jt} \frac{L_j^*/L_j}{L_j^*/L_j} + \frac{\dot{B}_j}{B_j}$$

Indeks j odnosi se na odgovarajući sektor. Prvi i drugi dio izraza sada izražavaju doprinos osnovnih faktora proizvodnje rastu datog sektora, dok ostali elementi skupa predstavljaju raščlanjen doprinos TFP datog sektora. Treći dio te dekompozicije predstavlja doprinos proporcionalne stope rasta opredmećenog tehnološkog progresa, četvrti dio se odnosi na uticaj promjene starosne strukture kapitala posmatrane djelatnosti, peti mjeri doprinos poboljšanja obrazovne strukture zaposlenih u datom sektoru, dok poslednji dio izražava uticaj neopredmećenog tehnološkog progresa.

Polazeći od prethodnog izraza, sada je moguće, na sličan način kao i ranije i imajući u vidu da važi $a_{jt} = \frac{F_{K_j} K_j}{Q_j}$ i $b_{jt} = \frac{F_{L_j} L_j}{Q_j}$,

agregatnu stopu rasta proizvodnje raščlaniti na sledeći način

$$\begin{aligned}
 \frac{\dot{Q}}{Q} &= \frac{\sum_{j=1}^k \Delta Q_j}{Q} = \sum_{j=1}^k \left(\frac{Q_j}{Q} \right) \frac{\dot{Q}_j}{Q_j} \\
 &= \sum_{j=1}^k \left(\frac{Q_j}{Q} \right) \frac{F_{K_j} K_j}{Q_j} \left(\frac{\dot{K}_j}{K_j} \right) + \sum_{j=1}^k \left(\frac{Q_j}{Q} \right) \frac{F_{L_j} L_j}{Q_j} \left(\frac{\dot{L}_j}{L_j} \right) \\
 &+ \sum_{j=1}^k \left(\frac{Q_j}{Q} \right) \frac{F_{L_j} L_j}{Q_j} p_j - \sum_{j=1}^k \left(\frac{Q_j}{Q} \right) \frac{F_{L_j} L_j}{Q_j} \Delta w_j p_j \\
 &+ \sum_{j=1}^k \left(\frac{Q_j}{Q} \right) \frac{F_{L_j} L_j}{Q_j} \left(\frac{\dot{L}_j^*/L_j}{L_j^*/L_j} \right) + \sum_{j=1}^k \left(\frac{Q_j}{Q} \right) \frac{\dot{B}_j}{B_j} \\
 &= \sum_{j=1}^k \frac{F_{K_j} K_j}{Q} \left(\frac{\dot{K}_j}{K_j} \right) + \sum_{j=1}^k \frac{F_{L_j} L_j}{Q} \left(\frac{\dot{L}_j}{L_j} \right) + \sum_{j=1}^k \frac{F_{L_j} L_j}{Q} p_j \\
 &- \sum_{j=1}^k \frac{F_{L_j} L_j}{Q} \Delta w_j p_j + \sum_{j=1}^k \frac{F_{L_j} L_j}{Q} \left(\frac{\dot{L}_j^*/L_j}{L_j^*/L_j} \right) + \sum_{j=1}^k \left(\frac{Q_j}{Q} \right) \frac{\dot{B}_j}{B_j}
 \end{aligned}$$

Ako sada desnoj strani ovog izraza dodamo i oduzmemo isti ovakav izraz za agregatni nivo proizvodnje, tj. izraz 6.89 iz kojeg je eliminisan uticaj varijacija u stepenu korišćenja resursa, dobićemo

$$\begin{aligned}
 \frac{\dot{Q}}{Q} &= a_t \frac{\dot{K}}{K} + b_t \frac{\dot{L}}{L} + a_t p - a_t \Delta w p + b_t \frac{\dot{L}_j^*/L_j}{L_j^*/L_j} \\
 &+ a_t \sum_{j=1}^k \left(\frac{F_{K_j} K_j}{F_K K} \right) \left(\frac{\dot{K}_j/K}{K_j/K} \right) + b_t \sum_{j=1}^k \left(\frac{F_{L_j} L_j}{F_L L} \right) \left(\frac{\dot{L}_j/L}{L_j/L} \right) \\
 &+ b_t \sum_{j=1}^k \left(\frac{F_{L_j} L_j}{F_L L} \right) \left[\frac{\dot{L}_j^*/L_j}{L_j^*/L_j} - \frac{\dot{L}^*/L}{L^*/L} \right] + a_t \sum_{j=1}^k \frac{F_{K_j} K_j}{F_K K} (p_j - p) \\
 &- a_t \sum_{j=1}^k \frac{F_{K_j} K_j}{F_K K} (\Delta w_j p_j - \Delta w p) + \sum_{j=1}^k \left(\frac{Q_j}{Q} \right) \frac{\dot{B}_j}{B_j}
 \end{aligned}$$

Odnosno

$$\begin{aligned}
 \frac{\dot{Q}}{Q} &= a_t \frac{\dot{K}}{K} + b_t \frac{\dot{L}}{L} + a_t p - a_t \Delta w p + b_t \frac{L_j^*/L_j}{L_j^*/L_j} \\
 &+ a_t \sum_{j=1}^k \frac{F_{K_j}}{F_K} \Delta \left(\frac{K_j}{K} \right) + b_t \sum_{j=1}^k \frac{F_{L_j}}{F_L} \Delta \left(\frac{L_j}{L} \right) \\
 &+ b_t \sum_{j=1}^k \left(\frac{F_{L_j} L_j}{F_L L} \right) \left[\frac{L_j^*/L_j}{L^*/L} \right] + a_t \sum_{j=1}^k \frac{F_{K_j} K_j}{F_K K} (p_j - p) \\
 &- a_t \sum_{j=1}^k \frac{F_{K_j} K_j}{F_K K} (\Delta w_j p_j - \Delta w p) + \sum_{j=1}^k \left(\frac{Q_j}{Q} \right) \frac{\dot{B}_j}{B_j} \quad (9.6)
 \end{aligned}$$

Upoređujući ovaj izraz sa izrazom 9.3 dolazimo do sledeće dekompozicije stope rasta TFP:

$$\begin{aligned}
 \frac{\dot{A}}{A} &= a_t p - a_t \Delta w p + b_t \frac{L^*/L}{L^*/L} + a_t \sum_{j=1}^k \frac{F_{K_j}}{F_K} \Delta \left(\frac{K_j}{K} \right) \\
 &+ b_t \sum_{j=1}^k \frac{F_{L_j}}{F_L} \Delta \left(\frac{L_j}{L} \right) + b_t \sum_{j=1}^k \left(\frac{F_{L_j} L_j}{F_L L} \right) \left[\frac{L_j^*/L_j}{L^*/L} \right] \\
 &+ a_t \sum_{j=1}^k \frac{F_{K_j} K_j}{F_K K} (p_j - p) - a_t \sum_{j=1}^k \frac{F_{K_j} K_j}{F_K K} (\Delta w_j p_j - \Delta w p) \\
 &+ \sum_{j=1}^k \left(\frac{Q_j}{Q} \right) \frac{\dot{B}_j}{B_j} \quad (9.7)
 \end{aligned}$$

Kao što vidimo, stopa rasta TFP je ovdje razložena na devet delova. Da smo uzeli u obzir i varijacije u stepenu korišćenja faktora proizvodnje dobili bi čitavih 13 delova. To zaista predstavlja značajan rezultat jer naše „neznanje” o privrednom razvoju, kako je sugerisao Abramovitz, značajno smanjuje.

U razmatranju datom u odjeljku 6.3 već smo vidjeli značenje prvih pet elemenata novo-dobijenog izraza 9.6: doprinos angažovanog kapitala, zaposlenosti, opredmećenog tehnološkog progressa (konstantnog dijela i onog koji varira usled promjena starosti kapitala) i doprinos poboljšanja obrazovne strukture zaposlenih. U ranije datim izrazima 9.3 i 9.4 smo već objasnili značenje šestog i sedmog dijela ovog izraza: uticaj među-sektorskog efekta na rast agregatnog TFP-a.

Ostaje da objasnimo značenja preostalih djelova izraza 9.6. U osmom dijelu se, kao što vidimo, učešćima prinosa od rada pojedinih sektora u ukupnom prinosu od rada množi razlika u stopama rasta poboljšanja obrazovne strukture posmatranog sektora i stope rasta poboljšanja obrazovne strukture ukupne ekonomije. Treba očekivati da je razlika u ovim stopama rasta bude posebno visoka u propulzivnim sektorima, a mala ili čak negativna u sektorima koji su u fazi saturacije. Od učešća datih sektora u ukupnom prihodu od rada zavisi koji će efekat dominirati.

Slično je značenje i sledeća dva dijela, devetog i desetog dijela izraza 9.6, koji se odnose na uticaj opredmećenog tehnološkog progressa. U devetom dijelu se odgovarajuće razlike u konstantnim stopama rasta opredmećenog tehnološkog progressa pojedinih sektora i agregatne stope rasta opredmećenog progressa množe učešćima prihoda od kapitala datog sektora u ukupnom prihodu kapitala. Kao i u prethodnom slučaju, kod propulzivnih sektora su pomenute razlike u stopama rasta pozitivne, dok su kod saturisanih sektora one beznačajne ili čak negativne. Kao i u prethodnom slučaju, od učešća datih sektora u ukupnom prihodu od kapitala zavisi koji će efekat dominirati.

Analogno je i značenje desetog dijela izraza 9.6 koji se odnosi na onaj uticaj opredmećenog tehnološkog progressa koji se ispoljava kroz promjenu prosječne starosti kapitala. Za očekivati je, naravno, da smanjenje prosječne starosti kapitala prati one sektore koji su tehnološki propulzivni, tj. koji imaju visoku stopu rasta opredmećenog tehnološkog progressa, dok saturisane sektore prati saturacija, a može se desiti čak i starenje prosječne starosti kapitala. Kao što se iz izraza 9.6 vidi, podmlađivanje kapitala ima pozitivan, a starenje negativan uticaj na rast. Koji će od

efekata dominirati opet zavisi od učešća kapitala datog sektora u ukupnom prinosu od kapitala. Konačno, poslednji dio izraza 9.6 predstavlja uticaj neopredmećenog tehnološkog progresa na stopu rasta ekonomije. Obratimo pažnju na to da se ova veličina dobija kao ponderisana suma stopa rasta neopredmećenog progresa pojedinih sektora, pri čemu kao ponderi služe učešća posmatranih sektora u ukupnoj proizvodnji.

9.4. PROBLEM SUPSTITUCIJE FAKTORA

Naprijed iznijeta dekompozicija stope rasta djeluje impresivno kada se ima u vidu broj elemenata na koji se raščlanjuje stopa rasta TFP. No, dezagregacija na više sektora nas dovodi u situaciju u kojoj mogućnosti supstitucije faktora postaju krajnje problematične. Naime, što je nivo dezagregacije veći, to se više približavamo stanju u kojem je supstitucija između faktora u okviru posmatranih djelatnosti bliža nuli. U tim uslovima se može postaviti i pitanje same mogućnosti raščlanjivanja stope rasta na način koji smo u ovom radu sugerisali. Posebno je, u tom smislu, problematična pretpostavka jedinične elastičnosti supstitucije, koja u našem slučaju implicira konstantnost a_t ($= a$) i b_t ($= b$), a od koje se gotovo redovno polazi u analizi dugoročnog rasta ekonomije. Pogledajmo, zato, malo detaljnije kako stvari stoje sa supstitucijom na nivou sektora pri vrlo visokom nivou dezagregacije i pokušajmo sve to staviti u malo širi teorijski kontekst.

Do skoro se konstantnost faktorskih učešća u raspodjeli BDP-a smatrala jednim od najvažnijih i gotovo neupitnih stilizovanih fakata ekonomskog rasta [Kaldor, 1957, Kaldor, 1961]. Dobar dio podataka koji se odnose na XX vijek, izuzetak su podaci s početka vijeka i nakon devedesetih godina prošlog vijeka, u saglasju su sa ovim stilizovanim faktom. Cobb-Douglasova (CD) proizvodna funkcija i Solowljev model rasta [Solow, 1956, Solow, 1957] baziran na njoj su upravo zasnovani na ovakvoj pretpo-

stavci i to je glavni razlog za njihovu toliko raširenu upotrebu kako u teorijskim tako i u empirijskim razmatranjima ne samo agregatne ekonomije već i na nivou razmatranja pojedinih sektora.

Rijetko ko je notirao, međutim, da CD funkcija nije jedina koja zadovoljava pretpostavku o konstantnosti faktorskih učešća u tzv. funkcionalnoj raspodjeli. Koliko god zvučalo čudno, isti rezultat se može dobiti sa Leontievljevom proizvodnom funkcijom, odnosno sa funkcijom u kojoj imamo nultu elastičnost supstitucije i kod koje izokvante imaju uglast oblik slova L . Konstantnost faktorskih učešća će se sačuvati i kod ovakve proizvodne funkcije ako je tehnološki progres takav da pomjera izlomljenu izokvantu novih generacija kapitala tako da kapital-rad racio raste u istoj srazmjeri u kojoj raste i očekivani racio nadnice-profit. U tim uslovima će očigledno racio $\frac{a_t}{b_t} = \frac{a_t}{1-a_t} = \frac{K_t \pi_t}{L_t w_t}$ (pri čemu je w_t veličina nadnica, a π_t predstavlja cijenu kapitala) takođe biti konstantan, a samim tim i faktorska učešća koja su data imeniocem i brojiocem ovog racija.

Ovako nešto može upravo biti blisko realnosti koju imamo na nivou djelatnosti, pogotovo kada su one visoko dezagregirane. Na nivou djelatnosti mi u stvarnosti imamo nultu elastičnost supstitucije ne samo posle investicija i instaliranja tehnologije, već i prije nego što su investicije preduzete i izvršen izbor tehnologije. Jedino kada imamo mogućnost supstitucije, jeste prije nego što smo dizajnirali tehnologiju, tj. u procesu istraživačko-razvojne (IR) aktivnosti kojom se kreira nova generacija opreme, a koja će tek kada se razvije biti na raspolaganju za instaliranje u novu *vintage* investiciju. Ovdje dakle imamo neku vrstu Putty-Clay-Clay proizvodne funkcije, pri čemu za svaku novu *vintage* investiciju važi posebna Leontijevljeva funkcija. Već u toku samog dizajniranja tehnologije se polazi od toga koji faktori su najskuplji i kod kojih se očekuje najbrži rast njihovih cijena. Sve to sa ciljem da se dizajnira tehnologija koja će smanjiti upotrebu najskupljih faktora i faktora čije cijene najbrže rastu. Najčešće je to faktor rada i upravo zato tehnološki progres karakteriše stalna supstitucija rada kapitalom. Posledica je najčešće rast kapital-rad racija koji treba da kompenzuje rast racija nadnice-cijena kapitala, što

za posledicu ima konstantnost faktorskih učešća. Ova konstantnost se ne mora realizovati baš na nivou svake djelatnosti, ali vrlo vjerovatno hoće na nivou agregatne ekonomije.

Ovaj *Vintage Putty-Clay-Clay* model rasta, dozvoljavajući supstituciju samo u toku investicija u IR kapital, a ne i prije ili, još gore, posle instaliranja tehnologije, opisuje realnost, posebno na nivou djelatnosti, na mnogo realističniji način od CD funkcije, dozvoljavajući pri tom mogućnost, posebno na agregatnom nivou, konstantnih faktorskih učešća u funkcionalnoj raspodjeli dohotka. Neprihvatljivo je, naime, pretpostaviti, kao što se to čini sa CD funkcijom, da ekonomski agenti usmjeravaju IR aktivnost u pravcu „pronalaženja” svih mogućih kombinacija faktora (K i L u ovom slučaju) kojima je moguće proizvesti određeni nivo proizvodnje. Bilo bi toliko skupo kada bi se moralo raditi tako nešto da niko ne bi mogao ni priuštiti takvu IR aktivnost. Modeli zasnovani na CD funkciji upravo zato što dozvoljavaju mogućnost supstitucije prije i posle investicija u opremu su ekstremno nerealni: oni implicitno pretpostavljaju da je IR djelatnost beskrajno jeftina jer drugačije nije moguće „proizvesti” konveksnu izokvantu. Kao „racionalne neznalice” ekonomski agenti donose odluke o faktorskim kombinacijama već u toku IR aktivnosti na bazi očekivanja vezanih za budući rast i veličinu cijena pojedinih faktora.

Nedavno je Piketty [Piketty, 2014] doveo u pitanje između ostalih stvari čak i empirijsku validnost konstantnosti faktorskih učešća. Prezentirajući, pored mnoštva drugih, i podatke o faktorskim učešćima za 5 razvijenih zemalja u XIX vijeku, on je pokazao da je u takozvanom starom *belle époque* periodu, tj. u periodu posle industrijske revolucije u Evropi pa sve do Prvog svjetskog rata, učešće kapitala u BDP-u bilo daleko veće nego u najvećem dijelu XX vijeka. Inerentno je da je i u najnovijem *belle époque*, periodu od najnovije tehnološke revolucije do velike ekonomske krize iz 2008, učešće kapitala u BDP-u takođe dramatično poraslo, sa nekih 25% do 30% u sedamdesetim na 40% u periodu nakon devedesetih. Objašnjenje može biti zaista sasvim jednostavno ako imamo u vidu da je tehnološki progres aleatorna i neizvjesna djelatnost. Usled toga, ponekad tehnološki šokovi

moгу dovesti do toga da u određenom dužem periodu dođe do dramatičnog rasta kapital-rad racija. Takvi šokovi mogu za vrlo dug period učiniti rast kapital-rad racija mnogo jačim od rasta racija nadnice-profit, što će nužno voditi snažnom povećanju učesća kapitala u BDP-u. Ekonomske i socijalne posledice ovakvih šokova mogu biti zaista devastirajuće. Inovacije koje pokreću ovakve transformacije mogu, bar za one koji žive u tako „interesantnim” vremenima, prije djelovati kao „destruktivne kreacije” nego kao „kreativne destrukcije”. Izgleda da je upravo to ono što se desilo i u toku starog i u toku novog *belle époque*.¹ I jedan i drugi tehnološki šok vodio je dubokim ekonomskim i društvenim krizama.

Vratimo se ponovo pitanju supstitucije na nivou djelatnosti. Vidjeli smo da na nivou djelatnosti imamo nultu elastičnost supstitucije za svaki *vintage*, odnosno za svaku generaciju investicija. Pretpostavimo li da se tehnološki progres odvija kontinuirano, tada ćemo za svaku generaciju kapitala imati različit kapital-rad racio. Nove generacije će, sasvim logično, imati veći kapital-rad racio. Pri logičnoj pretpostavci da je cijena rada ista za sve generacije, slijedi da će dobiti biti veća kod mlađih generacija nego kod starijih. Ona će, u stvari, biti opadajuća. Neke starije generacije neće biti u stanju ni da pokriju troškove, proizvođiće gubitke, pa će zato ispasti iz procesa proizvodnje često daleko prije njihovog zastarijevanja. Životni vijek tehnologije će, dakle, biti određen, ne fizičkim zastarijevanjem, već brzinom tehnološkog progressa.

U naprijed opisanoj situaciji će spremnost da se plati (*willingness to pay*), koja predstavlja tražnju za opremom, biti opadajuća funkcija. Najveća spremnost da se plati, koja se ponekad naziva i rezervaciona cijena, biće kod najmlađe, a najniža kod najstarije generacije opreme. Pošto odnos spremnosti da se plati i cijena proizvoda datog sektora, koje moraju biti konstantne, predstavlja graničnu proizvodnost kapitala, zaključujemo da je i granična proizvodnost kapitala opadajuća. Imajući ovu okolnost u vidu zaključujemo da su prethodno data razmatranja metodologije analize i mjerenja rasta sasvim validna.

¹Za dalji i detaljniji uvid u rast nejednakosti i ostale socijalne mutacije nastale usled toga vidi [Stiglitz, 2012].

Obratimo pažnju na to da u opisanom slučaju i nagib tražnje i nagib marginalne produktivnosti zavise od brzine rasta opredmećenog tehnološkog progresa. Što je taj rast veći to je i ovaj nagib veći. Kod manje propulzivnih djelatnosti, tj. tamo gdje je napredak tehnologije slab, nagib krive, tražnje za kapitalom će biti vrlo mali. Kod određenih djelatnosti gdje je odsutan svaki napredak tehnologije ova kriva može čak biti horizontalna. To je upravo bio slučaj početkom osamdesetih godina prošlog vijeka sa tekstilnom industrijom u SAD, a zanimljiva posledica toga je da je, kada je riječ o generacijskoj strukturi kapitala, u inventaru bilo jako puno opreme iz perioda prije Drugog svjetskog rata. Ne potrebno je napominjati da je nakon toga ova industrija potpuno iščezla sa tla SAD. U stvari, sa izuzetkom dizajna, brendiranja i distribucije ona je potpuno outsourceovana iz SAD.

Važno je takođe napomenuti da pri visokom nivou dezagregacije nema previše smisla ni pretpostavka o konstantnoj proporcionalnoj stopi rasta opredmećenog tehnološkog progresa. Pri visokom nivou dezagregacije, inovacije u pojedinim djelatnostima se prije javljaju kao pozitivni i povremeni tehnološki pomaci ili šokovi nego kao konstantan tok napretka, kako smo to pretpostavili u prethodnim izrazima. Posledica ovoga je da funkcija tražnje nije neprekidno opadajuća, već ona ima i horizontalne djelove i povremene nagle padove na nove horizontalne djelove. Ipak, ona je i dalje opadajuća sa svim posledicama koje to ima za analizu i mjerenje rasta ekonomije.

Konačno, poznato je da sve djelatnosti nemaju isti kapital-rad racio i da, zato, nemaju ni isti oblik krive tražnje i krive granične produktivnosti kapitala. Ipak sve djelatnosti imaju naprijed opisano svojstvo opadajućeg karaktera tih krivih: spremnosti da se plati su rangirane prema starosti pojedinih generacija kapitala, odnosno po kapital-rad raciju posmatranih djelatnosti. Ako bi sada agregirali sve generacije svih djelatnosti zajedno na način da sve njihove *vintage* (generacije) rangiramo po veličini kapital-rad racija pojedinih generacija bez obzira na to kojoj djelatnosti pripadaju, što je ekvivalentno rangiranju po spremnosti da se plati, dobili bi agregatnu tražnju za kapitalom koja je neprekidnog oblika baš kao u udžbenicima ekonomije.

U ovim uslovima možemo reći da *iz ugla individualnog investitora* zaista prije instaliranja tehnologije postoji mogućnost supstitucije faktora, ali ne i nakon instaliranja tehnologije. Iz ugla *agregatne ekonomije*, međutim, mogućnost supstitucije je vrlo mala, bliska nuli, i prije instaliranja tehnologije, tj. na kratak rok od godinu dana. Naime, negdje do početka osamdesetih godina bilo je jako puno ekonometrijskih istraživanja kojima se testirala vrijednost parametra elastičnosti supstitucije. S jedne strane, *cross-section* analize (sa podacima za privredne grane, regione ili zemlje) su pokazale da bi elastičnost supstitucije trebalo da bude negdje oko dva. Ako pravilno protumačimo nalaz dobijen na osnovu *cross-section* analiza, možemo reći da bi na rok jednak prosječnom vijeku trajanja fiksnih fondova (oko 40 godina) elastičnost supstitucije bila oko dva, dok bi na rok od jednu godinu trebala biti oko 0,05 (= 2/40), dakle bliska nuli. S druge strane, međutim, većina ekonometrijskih istraživanja baziranih na analizi vremenskih serija, koja su inače bila mnogo češća od *cross-section* istraživanja, pokazala bi da bi ta elastičnost trebalo da bude ravna jedinici. Istovremeno, ta istraživanja su pokazala da su faktorske elastičnosti odgovarale upravo učešćima faktora u funkcionalnoj raspodjeli BDP-a. Konsekventno, uz prethodne, ovo je dodatni razlog koji potvrđuje da su sva razmatranja vezana za metodologiju analize i mjerenja izvora rasta validna, bar kada je riječ o pitanju supstitucije faktora proizvodnje.

BIBLIOGRAFIJA

- [Abramovitz, 1956] Abramovitz, M. (1956). Resource and output trends in the United States since 1870. In *Resource and Output Trends in the United States Since 1870*, pp. 1–23. National Bureau of Economic Research, Inc.
- [Abramovitz, 1962] Abramovitz, M. (1962). Economic growth in the United States. *The American Economic Review*, 52(4):762–782.
- [Abu-Ismaïl, 2003] Abu-Ismaïl, K. (2003). The Myth of Export-Led Growth. Working Papers 0335, Economic Research Forum.
- [Acemoglu, 2009] Acemoglu, D. (2009). *Introduction to Modern Economic Growth*. Princeton University Press. Princeton University Press.
- [Acemoglu i Ventura, 2002] Acemoglu, D. and Ventura, J. (2002). The world income distribution. *The Quarterly Journal of Economics*, 117(2):659–694.
- [Adhikari, 2013] Adhikari, N. (2013). A review on growth models. Technical report, Central Department of Economics Tribhuvan University.
- [Afonso, 2001] Afonso, O. (2001). The Impact of International Trade on Economic Growth. FEP Working Papers 106, Universidade do Porto, Faculdade de Economia do Porto.

- [Aghion et al., 2006] Aghion, P., Bacchetta, P., Ranciere, R., and Rogoff, K. (2006). Exchange rate volatility and productivity growth: The role of financial development. Working Paper 12117, National Bureau of Economic Research.
- [Aghion et al., 2009] Aghion, P., Bacchetta, P., Ranciere, R., and Rogoff, K. (2009). Exchange rate volatility and productivity growth: The role of financial development. *Journal of Monetary Economics*, 56(4):494–513.
- [Aghion i Howitt, 1992] Aghion, P. and Howitt, P. (1992). A Model of Growth through Creative Destruction. *Econometrica*, 60(2):323–351.
- [Aghion i Howitt, 1998] Aghion, P. and Howitt, P. (1998). *Endogenous Growth Theories*. MIT Press, Cambridge, MA.
- [Aiello i Cardamone, 2005] Aiello, F. and Cardamone, P. (2005). R&D spillovers and productivity growth: evidence from Italian manufacturing microdata. *Applied Economics Letters*, 12(10):625–631.
- [Aizenman et al., 2014] Aizenman, J., Cheung, Y. W., and Ito, H. (2014). International reserves before and after the global crisis: Is there no end to hoarding? NBER Working Papers 20386, National Bureau of Economic Research.
- [Aizenman et al., 2008] Aizenman, J., Chinn, M. D., and Ito, H. (2008). Assessing the emerging global financial architecture: Measuring the trilemma’s configurations over time. Working Paper 14533, National Bureau of Economic Research.
- [Aizenman i Lee, 2007] Aizenman, J. and Lee, J. (2007). International reserves: Precautionary versus mercantilist views, theory and evidence. *Open Economies Review*, 18(2):191–214.
- [Aizenman i Pasricha, 2013] Aizenman, J. and Pasricha, G. K. (2013). Why do emerging markets liberalize capital outflow

- controls? Fiscal versus net capital flow concerns. NBER Working Papers 18879, National Bureau of Economic Research, Inc.
- [Akyüz i Cornford, 1999] Akyüz, Y. and Cornford, A. (1999). Capital Flows To Developing Countries And The Reform Of The International Financial System. Technical report.
- [Akyüz, 2008] Akyüz, Y. (2008). Managing financial instability in emerging markets: A keynesian perspective. *METU Studies in Development*, 35:177–207.
- [Akyüz, 2009] Akyüz, Y. (2009). Exchange rate management, growth, and stability: national and regional policy options in asia. Technical report, Asia Pacific Trade and Investment Initiative UNDP Regional Centre for Asia Pacific Colombo Office.
- [Ambler i Pelgrin, 2010] Ambler, S. and Pelgrin, F. (2010). Time-consistent control in nonlinear models. *Journal of Economic Dynamics and Control*, 34(10):2215–2228.
- [Araujo i Lima, 2007] Araujo, R. and Lima, G. (2007). A structural economic dynamics approach to balance-of-payments-constrained growth. *Cambridge Journal of Economics*, 31(5):755–774.
- [Araujo, 2011] Araujo, R. A. (2011). New insights from a structural economic dynamic approach to balance of payments constrained growth. Technical report.
- [Arrow, 1962a] Arrow, K. J. (1962a). The economic implications of learning by doing. *Review of Economic Studies*, 29(3):155–173.
- [Arrow, 1962b] Arrow, K. J. (1962b). Economic welfare and the allocation of resources for invention. In *The Rate and Direction of Inventive Activity: Economic and Social Factors*, pp. 609–626. National Bureau of Economic Research, Inc.

- [Arrow, 1968] Arrow, K. J. (1968). Applications of control theory to economic growth. *American Mathematical Society, Providence*, pp. 85–119.
- [Arrow, 1969] Arrow, K. J. (1969). Classificatory notes on the production and transmission of technological knowledge. *American Economic Review*, 59(2):29–35.
- [Arrow et al., 1961] Arrow, K. J., Chenery, H. B., Minhas, B. S., and Solow, R. M. (1961). Capital-labor substitution and economic efficiency. *The Review of Economics and Statistics*, 43(3):225–250.
- [Arrow i Kurz, 1970] Arrow, K. J. and Kurz, M. (1970). *Public Investment, the Rate of Return and Optimal Fiscal Policy*. Johns Hopkins Press, Baltimore and London.
- [Aruoba et al., 2006] Aruoba, S. B., Fernandez-Villaverde, J., and Rubio-Ramirez, J. F. (2006). Comparing solution methods for dynamic equilibrium economies. *Journal of Economic Dynamics and Control*, 30(12):2477–2508.
- [Aseev, 2009] Aseev, S. (2009). Infinite-horizon optimal control with applications in growth theory (lecture notes).
- [Atolia et al., 2008] Atolia, M., Chatterjee, S., and Turnovsky, S. J. (2008). How Misleading is Linearization? Evaluating the Dynamics of the Neoclassical Growth Model. Working papers, Department of Economics, Florida State University.
- [Auboin i Ruta, 2011] Auboin, M. and Ruta, M. (2011). The relationship between exchange rates and International Trade: A review of economic literature. Technical report, World Trade Organization, Economic Research and Statistics Division.
- [Aucrúst, 1959] Aucrest, O. (1959). Investment and economic growth. *Productivity Measurement Review*, pp. 34–50.
- [Audretsch et al., 2002] Audretsch, D. B., Bozeman, B., Combs, K. L., Feldman, M., Link, A. N., Siegel, D. S., Stephan, P., Tassev, G., and Wessner, C. (2002). The economics of science and

- technology. *The Journal of Technology Transfer*, 27(2):155–203.
- [Audretsch i Feldman, 2004] Audretsch, D. B. and Feldman, M. P. (2004). Knowledge spillovers and the geography of innovation. In Henderson, J. V. and Thisse, J. F., editors, *Handbook of Regional and Urban Economics*, volume 4, chapter 61, pp. 2713–2739. Elsevier.
- [Ayen, 2014] Ayen, Y. (2014). The effect of currency devaluation on output: The case of ethiopian economy. *Journal of Economics and International Finance*, 6:103–111.
- [Babić, 1978] Babić, S. (1978). Agregatni kapital i neoklasična proizvodna funkcija. *Ekonomska misao*, (1):20–39.
- [Babić, 1981] Babić, S. (1981). Proizvodna funkcija, tehnološki progres i raspodela dohodka u jugoslovenskoj privredi u periodu 1961-1974. *Industrija*, (4):50–61.
- [Babić, 1982] Babić, S. (1982). Statističko metodološki problemi ocene agregatne proizvodne funkcije. *Ekonomska misao*, (1):7–19.
- [Bacchiocchi i Montobbio, 2009] Bacchiocchi, E. and Montobbio, F. (2009). Knowledge diffusion from university and public research. A comparison between US, Japan and Europe using patent citations. *The Journal of Technology Transfer*, 34(2):169–181.
- [Badia i Segura-Ubiergo, 2014] Badia, M. M. and Segura-Ubiergo, A. (2014). Real Exchange Rate Appreciation in Emerging Markets; Can Fiscal Policy Help? IMF Working Papers 14/1, International Monetary Fund.
- [Bajec, 1975] Bajec, J. (1975). Doprinos stručnog obrazovanja privrednom rastu - kvantitativni pristup. *Ekonomska misao*, (2):71–82.
- [Bajec, 1977] Bajec, J. (1977). Društveni razvoj i mogućnosti njegovog merenja. *Beograd: Savremena administracija*.

- [Bajt, 1966] Bajt, A. (1966). Jugoslovenski društveni proizvod i njegovi činioci u razdoblju 1947-1964. *Ekonomski pregled*, (6):339–359.
- [Bajt, 1968a] Bajt, A. (1968a). Proizvodna funkcija jugoslovenske privrede. *Ekonomski pregled*, (10):558–568.
- [Bajt, 1968b] Bajt, A. (1968b). Property in capital and in the means of production. *Journal of Law and Economics*, pp. 1–4.
- [Bajt, 1985] Bajt, A. (1985). Trideset godina privrednog rasta. *Ekonomist*, (1):1–21.
- [Bajt, 1986] Bajt, A. (1986). Economic growth and factor substitution: What happen to the yugoslav miracle some comments. *The Economic Journal*, pp. 1084–1089.
- [Baldwin i Wyplosz, 2009] Baldwin, R. and Wyplosz, C. (2009). *The Economics of European Integration*. McGraw-Hill Higher Education.
- [Barro i Sala-i-Martin, 1995] Barro, R. and Sala-i-Martin, X. (1995). *Economic Growth*. London: The MIT Press.
- [Barro, 1988] Barro, R. J. (1988). Government Spending in a Simple Model of Endogenous Growth. NBER Working Papers 2588, National Bureau of Economic Research, Inc.
- [Barro, 1991] Barro, R. J. (1991). Economic growth in a cross section of countries. *The Quarterly Journal of Economics*, 106(2):407–443.
- [Bazler-Madžar, 1975a] Bazler-Madžar, M. (1975a). Alokacija proizvodnih faktora u jugoslovenskoj privredi. Tehnološka osnova alokacionih procesa. *Institut ekonomskih nauka, Beograd*.
- [Bazler-Madžar, 1975b] Bazler-Madžar, M. (1975b). Proizvodna funkcija u kembridžskoj kontroverzi. *Ekonomska analiza*, (1):105–119.

- [Becker, 1962] Becker, G. (1962). Investment in human capital: A theoretical analysis. *Journal of Political Economy*, 70.
- [Becker, 1964] Becker, G. (1964). *Human Capital: A Theoretical and Empirical Analysis, with Special Reference to Education*. New York: National Bureau of Economic Research, Inc.
- [Becker, 1991] Becker, G. (1991). *A Treatise on the Family*. Harvard Univ. Press.
- [Becker, 1965] Becker, G. S. (1965). A Theory of the Allocation of Time. *The Economic Journal*, 75(299):493–517.
- [Becker, 1993] Becker, G. S. (1993). The Economic Way of Looking at Life. Technical Report 12, John M. Olin Law and Economic Working Paper.
- [Becker, 1994] Becker, G. S. (1994). *Human Capital*. Number 9780226041209 In University of Chicago Press Economics Books. University of Chicago Press.
- [Becker et al., 1991] Becker, G. S., Grossman, M., and Murphy, K. M. (1991). Rational Addiction and the Effect of Price on Consumption. *American Economic Review*, 81(2):237–241.
- [Behrman i Birdsall, 1983] Behrman, J. R. and Birdsall, N. (1983). The Quality of Schooling: Quantity Alone is Misleading. *American Economic Review*, 73(5):928–946.
- [Bellman, 1957] Bellman, R. (1957). *Dynamic Programming*. Princeton University Press, Princeton, NJ, USA, 1 edition.
- [Bendeković, 1984] Bendeković, J. (1984). Metodološko teorijski aspekti ocjene investicijskih projekata. *Ekonomski fakultet, Titograd*.
- [Berg i Miao, 2010] Berg, A. and Miao, Y. (2010). The real exchange rate and growth revisited: The washington consensus strikes back? Technical Report WP/10/58, IMF Working Paper.

- [Berglas, 1965] Berglas, E. (1965). Investment and Technical Change. *Journal of Political Economy*, pp. 173–181.
- [Berndt i Khaled, 1979] Berndt, E. R. and Khaled, M. S. (1979). Parametric productivity measurement and choice among flexible functional forms. *Journal of Political Economy*, 87(6):1220–1245.
- [Berndt i Wood, 1975] Berndt, E. R. and Wood, D. O. (1975). Technology, prices, and the derived demand for energy. *The Review of Economics and Statistics*, 57(3):259–68.
- [Betts, 2001] Betts, J. T. (2001). *Practical Methods for Optimal Control Using Nonlinear Programming*. Princeton University Press, Philadelphia: SIAM Press.
- [Bevc, 1989] Bevc, M. (1989). Izobraževanje kot dejavnik kvalitete delovne sile in analiza donosnosti naložb v izobraževanje v Jugoslaviji po republikah in avtonomnih pokrajina. Master's thesis, Ekonomska fakulteta, Ljubljana, Slovenia.
- [Bils, 2004] Bils, M. (2004). Measuring the Growth from Better and Better Goods. NBER Working Papers 10606, National Bureau of Economic Research, Inc.
- [Binswanger, 1974] Binswanger, H. P. (1974). The Measurement of Technical Change Biases with Many Factors of Production. *American Economic Review*, 64(6):964–976.
- [Bjørner i Mackenhauer, 2013] Bjørner, T. B. and Mackenhauer, J. (2013). Spillover from private energy research. *Resource and Energy Economics*, 35(2):171–190.
- [Blanco et al., 2016] Blanco, L. R., Gu, J., and Prieger, J. E. (2016). The Impact of Research and Development on Economic Growth and Productivity in the U.S. States. *Southern Economic Journal*, 82(3):914–934.
- [Blaug, 1972] Blaug, M. (1972). An introduction to the economics of education.

- [Bleaney i Greenaway, 2001] Bleaney, M. and Greenaway, S. D. (2001). The impact of terms of trade and real exchange rate volatility on investment and growth in sub-saharan africa. *Journal of Development Economics*, 65(2):491–500.
- [Blecker, 2002] Blecker, R. A. (2002). *The balance of payments-constrained growth model and the limits to export-led growth*. Cheltenham, UK.
- [Blecker, 2013] Blecker, R. A. (2013). Long-Run Growth in Open Economies: Export-Led Cumulative Causation or a Balance-of-Payments Constraint? Technical Report Vol. I, The Oxford Handbook of Post-Keynesian Economics.
- [Boardman et al., 2011] Boardman, A., Greenberg, D., Vining, A., and Weimer, D. (2011). *Cost-Benefit Analysis: Concepts and Practice*. Upper Saddle River, New Jersey: Pearson Prentice Hall.
- [Borio et al., 2001] Borio, C., Furfine, C., and Lowe, P. (2001). Procyclicality of the financial system and financial stability: issues and policy options. In *Marrying the macro- and micro-prudential dimensions of financial stability*, volume 01, pp. 1–57. Bank for International Settlements.
- [Boucekkine et al., 2005] Boucekkine, R., del Rio, F., and Licandro, O. (2005). Obsolescence and modernization in the growth process. *Journal of Development Economics*, 77(1):153–171.
- [Boucekkine et al., 2003] Boucekkine, R., del Río, F., and Licandro, O. (2003). Embodied Technological Change, Learning-by-doing and the Productivity Slowdown. *Scandinavian Journal of Economics*, 105(1):87–98.
- [Boucekkine et al., 2011a] Boucekkine, R., Hritonenko, N., and Yatsenko, Y. (2011a). Scarcity, regulation and endogenous technical progress. *Journal of Mathematical Economics*, 47(2):186–199.

- [Boucekkine et al., 2011b] Boucekkine, R., la Croix, D. D., and Licandro, O. (2011b). Vintage Capital Growth Theory: Three Breakthroughs. Working Papers 565, Barcelona Graduate School of Economics.
- [Boucekkine et al., 1997] Boucekkine, R., Licandro, O., and Paul, C. (1997). Differential-difference equations in economics: On the numerical solution of vintage capital growth models. *Journal of Economic Dynamics and Control*, 21(2-3):347–362.
- [Bound et al., 1984] Bound, J., Cummins, C., Griliches, Z., Hall, B., and Jaffe, A. (1984). Who does R & D and who patents? In *R & D, Patents, and Productivity*, pp. 21–54. National Bureau of Economic Research, Inc.
- [Bowman i Anderson, 1973] Bowman, M. and Anderson, C. (1973). O ulozi obrazovanja u razvoju. *Ekonomika obrazovanja*.
- [Bowman, 1964] Bowman, M. J. (1964). Schultz, Denison, and the Contribution of „Eds” to National Income Growth. *Journal of Political Economy*, 72(5):450–464.
- [Bresser-Pereira, 2013] Bresser-Pereira, L. (2013). The value of the exchange rate and the Dutch disease. *Brazilian Journal of Political Economy*, 33(3):371–387.
- [Breton i Breton, 1969] Breton, A. and Breton, R. (1969). An economic theory of social movements. *The American Economic Review*, 59(2):198–205.
- [Brinkman, 1981] Brinkman, R. L. (1981). Culture in neoinstitutional economics: An integration of myrdal and galbraith into the veblen-ayres matrix. *American Journal of Economics and Sociology*, 40(4):401–413.
- [Brown, 1966] Brown, M. (1966). *On the theory and measurement of technological change*. Cambridge: Cambridge University Press.

- [Brown i Popkin, 1962] Brown, M. and Popkin, J. (1962). A measure of technological change and return to scale. *The Review of Economics and Statistics*, pp. 402–412.
- [Brown et al., 1979] Brown, R. S., Caves, D. W., and Christensen, L. R. (1979). Modelling the structure of cost and production for multiproduct firms. *Southern Economic Journal*, 46(1):256–273.
- [Brown i Phillips, 1984] Brown, S. P. A. and Phillips, K. R. (1984). The effect of oil prices and exchange rates on world oil consumption. *Federal Reserve Bank of Dallas, Economic Review*, pp. 13–21.
- [Brunner i Strulik, 2002] Brunner, M. and Strulik, H. (2002). Solution of perfect foresight saddlepoint problems: a simple method and applications. *Journal of Economic Dynamics and Control*, 26(5):737–753.
- [Bryson i Ho, 1975] Bryson, A. E. and Ho, Y.-C. (1975). *Applied optimal control : optimization, estimation, and control*. Washington: Hemisphere Pub. Corp.
- [Burggraf, 1985] Burggraf, S. (1985). Demographic shift and productivity. *Economic Impact*, (4):74–79.
- [Calvo i Reinhart, 2002] Calvo, G. A. and Reinhart, C. (2002). Fear of floating. *The Quarterly Journal of Economics*, 117(2):379–408.
- [Capolupo, 2008] Capolupo, R. (2008). The New Growth Theories and Their Empirics after Twenty Years. Technical report.
- [Caselli, 2004] Caselli, F. (2004). Accounting for cross-country income differences. Working Paper 10828, National Bureau of Economic Research.
- [Cass, 1965] Cass, D. (1965). Optimum growth in an aggregative model of capital accumulation. *Review of Economic Studies*, 32(3):233–240.

- [Castiglione, 2011] Castiglione, C. (2011). Verdoorn-Kaldor's Law: an empirical analysis with time series data in the United States. *Advances in Management & Applied Economics*, 1(3):135–151.
- [CEPS, 2013] CEPS (2013). *Assessing the Costs and Benefits Of Regulation. Study for the European Commission, Secretariat General, Brussels*. CEPS.
- [Cheng, 1970] Cheng, J. M. (1970). Technical change measurement under the economic model including neutral and embodied technology. *Southern Economic Journal*, 37(2):215–217.
- [Chernichovsky, 1978] Chernichovsky, D. (1978). The economic theory of the household and impact measurement of nutrition and related health programs. Technical report.
- [Cheung, 1970] Cheung, S. N. S. (1970). The structure of a contract and the theory of a non-exclusive resource. *The Journal of Law & Economics*, 13(1):49–70.
- [Chiang, 1974] Chiang, A. C. (1974). *Fundamental methods of mathematical economics*. McGraw-Hill New York, international student ed. edition.
- [Chiang, 1992] Chiang, A. C. (1992). *Elements of Dynamic Optimization*. McGraw-Hill, New York.
- [Chinn i Ito, 2002] Chinn, M. and Ito, H. (2002). Capital account liberalization, institutions and financial development: Cross country evidence. NBER Working Papers 8967, National Bureau of Economic Research, Inc.
- [Chinn, 2006] Chinn, M. D. (2006). Real exchange rates. Technical report, New Palgrave Dictionary.
- [Cincera, 2005] Cincera, M. (2005). Firms' productivity growth and R&D spillovers: An analysis of alternative technological proximity measures. *Economics of Innovation and New Technology*, 14(8):657–682.

- [Clark, 1973] Clark, C. W. (1973). The economics of overexploitation. *Science*, 181(4100):630–634.
- [Clark i Griliches, 1982] Clark, K. B. and Griliches, Z. (1982). Productivity growth and R & D at the business level: Results from the pims data base. Working Paper 916, National Bureau of Economic Research.
- [Clemhout, 1963] Clemhout, S. (1963). The ratio method of productivity measurement. *The Economic Journal*, 73(290):358–360.
- [Coase, 1937] Coase, R. H. (1937). The nature of the firm. *Economica*, 4(16):386–405.
- [Cobb i Douglas, 1928] Cobb, C. W. and Douglas, P. H. (1928). A theory of production. *The American Economic Review*, 18(1):139–165.
- [Coe i Helpman, 1995] Coe, D. and Helpman, E. (1995). International R & D spillovers. *European Economic Review*, 39(5):859–887.
- [Coe et al., 1997] Coe, D., Helpman, E., and Hoffmaister, A. (1997). North-south R & D spillovers. *Economic Journal*, 107(440):134–49.
- [Coen i Hickman, 1980] Coen, R. M. and Hickman, B. G. (1980). Investment and Growth in an Econometric Model of the United States. *American Economic Review*, 70(2):214–219.
- [Cohen i Harcourt, 2003] Cohen, A. and Harcourt, G. (2003). Whatever Happened to the Cambridge Capital Theory Controversies? *Journal of Economic Perspectives*, 17(1):199–214.
- [Corderi i Lin, 2011] Corderi, D. and Lin, C. (2011). Measuring the social rate of return to R&D in coal, petroleum and nuclear manufacturing: A study of the OECD countries. *Energy Policy*, 39(5):2780–2785.

- [COWI, 2009] COWI (2009). *Cost-Benefit Analysis of R&D infrastructure projects – brief guideline, First Draft*. COWI.
- [Dasgupta, 2002] Dasgupta, D. (2002). Notes on optimal control theory for the neoclassical model of growth.
- [Deardorff, 1994] Deardorff, A. (1994). The possibility of factor price equalization, revisited. *Journal of International Economics*, 36(1-2):167–175.
- [Demsetz, 1967] Demsetz, H. (1967). Toward a theory of property rights. *The American Economic Review*, 57(2):347–359.
- [Denison, 1962] Denison, E. F. (1962). *The Sources of Economic Growth in The United States and the Alternatives Before Us*. New York: Committee for Economic Development.
- [Denison, 1964] Denison, E. F. (1964). The unimportance of the embodied question. *The American Economic Review*, 54(2):90–94.
- [Denison, 1967] Denison, E. F. (1967). *Why growth rates differ; postwar experience in nine western countries [by] Edward F. Denison, assisted by Jean-Pierre Poulhier*. Brookings Institution Washington.
- [Denison, 1974] Denison, E. F. (1974). *Accounting for United States Economic Growth, 1929-1969*. Brookings Institution Washington.
- [Denison, 1980] Denison, E. F. (1980). The contribution of capital to economic growth. *The American Economic Review*, 70(2):220–224.
- [Denison, 1985] Denison, E. F. (1985). *Trends in American Economic Growth 1929-82*. Brookings Institution Washington.
- [Döhring, 2008] Döhring, B. (2008). Hedging and invoicing strategies to reduce exchange rate exposure - a euro-area perspective. European Economy - Economic Papers 2008 - 2015 299, DG ECFIN, European Commission.

- [Diamond, 1965] Diamond, P. A. (1965). National debt in a neoclassical growth model. *The American Economic Review*, 55(5):1126–1150.
- [Diaz Alejandro, 1963] Diaz Alejandro, C. F. (1963). A note on the impact of devaluation and the redistributive effect. *Journal of Political Economy*, 71(6):577–580.
- [Dixit, 1990] Dixit, A. K. (1990). *Optimization in Economic Theory*. OUP Catalogue. Oxford University Press.
- [Dixon i Thirlwall, 1975] Dixon, R. and Thirlwall, A. P. (1975). A Model of Regional Growth-Rate Differences on Kaldorian Lines. *Oxford Economic Papers*, 27(2):201–214.
- [Dobrov, 1969] Dobrov, G. M. (1969). *Nauka o nauci*. Beograd: Institut za naučno tehničku dokumentaciju i informacije: Centar za proučavanje politike razvoja naučnog rada.
- [Domar, 1946] Domar, E. D. (1946). Capital expansion, rate of growth, and employment. *Econometrica*, 14(2):137–147.
- [Domar, 1961] Domar, E. D. (1961). On the measurement of technological change. *The Economic Journal*, 71(284):709–729.
- [Domar, 1962] Domar, E. D. (1962). On total productivity and all that. *Journal of Political Economy*, 70(6):597–608.
- [Dorfman, 1969] Dorfman, R. (1969). An Economic Interpretation of Optimal Control Theory. *American Economic Review*, 59(5):817–831.
- [Dowrick, 2002] Dowrick, S. (2002). The Contribution of Innovation and Education to Economic Growth. In *Towards Opportunity and Prosperity*. Melbourne Institute Economic and Social Outlook.
- [Dragutinović et al., 2012] Dragutinović, D., Filipović, M., and Cvetanović, S. (2012). *Teorija privrednog rasta i razvoja*. Beograd: Centar za izdavačku delatnost Ekonomskog fakulteta.

- [Dubonjić, 1983] Dubonjić, R. (1983). *Transfer tehnologije u industriji Jugoslavije*. Beograd: Poslovna politika.
- [Eads, 1980] Eads, G. C. (1980). Regulation and technical change: Some largely unexplored influences. *The American Economic Review*, 70(2):50–54.
- [Edwards, 1987] Edwards, S. (1987). Exchange Controls, Devaluations and Real Exchange Rates: The Latin American Experience. NBER Working Papers 2348, National Bureau of Economic Research, Inc.
- [Eichengreen, 2007] Eichengreen, B. (2007). The real exchange rate and economic growth. *Social and Economic Studies*, 56(4):7–20.
- [Eichengreen et al., 2011] Eichengreen, B., Gullapalli, R., and Panizza, U. (2011). Capital account liberalization, financial development and industry growth: A synthetic view. *Journal of International Money and Finance*, 30(6):1090–1106.
- [Eichengreen i Leblang, 2003] Eichengreen, B. and Leblang, D. (2003). Capital Account Liberalization and Growth: Was Mr. Mahathir Right? NBER Working Papers 9427, National Bureau of Economic Research, Inc.
- [Eichner, 1973] Eichner, J. (1973). Rentabilnost ulaganja u čoveka. *Ekonomika obrazovanja*.
- [Eisner, 1980] Eisner, R. (1980). Total income, total investment, and growth. *The American Economic Review*, 70(2):225–231.
- [Eisner, 1985] Eisner, R. (1985). The total incomes system of accounts. *Survey of Current Business*, 65(1):24–48.
- [Eisner, 1988] Eisner, R. (1988). Extended accounts for national income and product. *Journal of Economic Literature*, 26(4):1611–1684.

- [Ereimić, 1967] Ereimić, M. (1967). Jedan makroekonomski model odnosa amortizacije i zamene na bazi konstantne stope rasta osnovnih fondova. *Ekonomski pregled*, (7):115–130.
- [Ereimić, 1986] Ereimić, M. (1986). Obračun društvenog proizvoda u Jugoslaviji i iluzija rasta. *Ekonomist*, (2):119–134.
- [Evenson, 1984] Evenson, R. (1984). International invention: Implications for technology market analysis. In *R & D, Patents, and Productivity*, pp. 89–126. National Bureau of Economic Research, Inc.
- [Fabbri i Gozzi, 2008] Fabbri, G. and Gozzi, F. (2008). Solving optimal growth models with vintage capital: The dynamic programming approach. *Journal of Economic Theory*, 143(1):331–373.
- [Farrell, 1957] Farrell, M. J. (1957). The measurement of productive efficiency. *Journal of the Royal Statistical Society. Series A (General)*, 120(3):253–290.
- [Fei i Ranis, 1964] Fei, J. C. H. and Ranis, G. (1964). *Development of the labor surplus economy : theory and policy*. R. D. Irwin Homewood.
- [Ferguson, 1969] Ferguson, C. E. (1969). *The Neoclassical Theory of Production and Distribution*. Cambridge University Press.
- [Fisher, 2010] Fisher, E. O. (2010). Heckscher-Ohlin Theory when Countries have Different Technologies. CESifo Working Paper Series 3118, CESifo Group Munich.
- [Florio, 2014] Florio, M. (2014). *Applied welfare economics : cost-benefit analysis of projects and policies*. Routledge Abingdon, Oxon.
- [Fontes, 2001] Fontes, F. (2001). A general framework to design stabilizing nonlinear model predictive controllers. *Systems & Control Letters*.

- [Frankel, 2005] Frankel, J. A. (2005). Mundell-Fleming Lecture: Contractionary Currency Crashes in Developing Countries. *IMF Staff Papers*, 52(2):149–192.
- [Frankel, 1962] Frankel, M. (1962). The production function in allocation and growth: A synthesis. *The American Economic Review*, 52(5):996–1022.
- [Franković, 1973] Franković, V. (1973). Pokušaj kvantificiranja tehničkog napretka neutralnog tipa u industriji SFRJ i po republikama za period 1962-1965 i 1968-1970. *Naučni i tehničko tehnološki progres u privredi SFRJ*, pp. 765–800.
- [Frantzen, 2000] Frantzen, D. (2000). R&D, Human Capital and International Technology Spillovers: A Cross-country Analysis. *The Scandinavian Journal of Economics*, 102(1):57–75.
- [Fraumeni et al., 2004a] Fraumeni, B. M., Reinsdorf, M. B., Robinson, B. B., and Williams, M. P. (2004a). Price and real output measures for the education function of government: Exploratory estimates for primary & secondary education. In *Conference on Research in Income and Wealth*, Vancouver, BC, Canada.
- [Fraumeni et al., 2004b] Fraumeni, B. M., Reinsdorf, M. B., Robinson, B. B., and Williams, M. P. (2004b). Real output measures for the education function of government: A first look at primary & secondary education. In *Public Services Performance Workshop*, NIESR, London, United Kingdom.
- [Fraumeni, 2000] Fraumeni, M. B. (2000). The output of the education sector as determined by education's effect on lifetime income. In *In Workshop on Measuring the output of the education sector*, Brookings Program on Output and Productivity Measurement in the Service, Washington, D. C.
- [Frenkel, 2007] Frenkel, R. (2007). The sustainability of monetary sterilization policies. *Revista CEPAL*.

- [Frenkel i Rapetti, 2008] Frenkel, R. and Rapetti, M. (2008). Economic Development and the New Order in the International Financial System. Technical report.
- [Frenkel i Rapetti, 2014] Frenkel, R. and Rapetti, M. (2014). The real exchange rate as a target of macroeconomic policy. Technical report.
- [Frenkel i Taylor, 2006] Frenkel, R. and Taylor, L. (2006). Real Exchange Rate, Monetary Policy and Employment. Working Papers 19, United Nations, Department of Economics and Social Affairs.
- [Fritsch i Franke, 2004] Fritsch, M. and Franke, G. (2004). Innovation, regional knowledge spillovers and R & D cooperation. *Research Policy*, 33(2):245–255.
- [Furubotn, 1974] Furubotn, E. (1974). Bank credit and the labour managed firm : The Yugoslav case. *Canadian American Slavic Studies*, (8):89–106.
- [Furubotn i Pejovich, 1974a] Furubotn, E. and Pejovich, S. (1974a). The importance of incentives. In *Economics of Property Rights*. eds. Furubotn. E.G., Pejovich, S.
- [Furubotn i Pejovich, 1974b] Furubotn, E. and Pejovich, S. (1974b). The new property rights literature. In *Economics of Property Rights*. eds. Furubotn. E.G., Pejovich, S.
- [Furubotn i Pejovich, 1974c] Furubotn, E. and Pejovich, S. (1974c). Two essential concepts: Transaction costs and attenuation. In *Economics of Property Rights*. eds. Furubotn. E.G., Pejovich, S.
- [Furubotn i Pejovich, 1970] Furubotn, E. G. and Pejovich, S. (1970). Property rights and the behavior of the firm in a socialist state: The example of Yugoslavia. *Journal of Economics*, 30(3/4):431–454.

- [Garcimartin et al., 2010] Garcimartin, C., Rivas, L. A., and Martinez, P. G. (2010). On the role of relative prices and capital flows in balance-of-payments-constrained growth: the experiences of Portugal and Spain in the euro area. *Journal of Post Keynesian Economics*, 33(2):281–306.
- [Ghez i Becker, 1975] Ghez, G. and Becker, G. S. (1975). *A Theory of the Allocation of Time and Goods Over the Life Cycle*, pp. 1–45. NBER.
- [Gill et al., 2005] Gill, P. E., Murray, W., and Saunders, M. A. (2005). SNOPT: An SQP algorithm for large-scale constrained optimization. *SIAM Rev.*, 47:99–131.
- [Gill et al., 2015] Gill, P. E., Murray, W., Saunders, M. A., and Wong, E. (2015). User’s guide for SNOPT 7.5: Software for large-scale nonlinear programming. Center for Computational Mathematics Report CCoM 15-3, Department of Mathematics, University of California, San Diego, La Jolla, CA.
- [Gomulka, 1986] Gomulka, S. (1986). *Growth, innovation and reform in Eastern Europe*. Sussex : Harvester Press Brighton.
- [Gordon, 1990] Gordon, R. (1990). *The Measurement of Durable Goods Prices*. University of Chicago Press.
- [Graham, 2011] Graham, C. (2011). *The Pursuit of Happiness: An Economy of Well-Being*. Brookings Institution Press.
- [Greenwood et al., 1997] Greenwood, J., Hercowitz, Z., and Krusell, P. (1997). Long-Run Implications of Investment-Specific Technological Change. *American Economic Review*, 87(3):342–362.
- [Greenwood i Jovanovic, 2001] Greenwood, J. and Jovanovic, B. (2001). Accounting for Growth. In *New Developments in Productivity Analysis*, NBER Chapters, pp. 179–224. National Bureau of Economic Research, Inc.

- [Griffith et al., 2004] Griffith, R., Redding, S., and Reenen, J. V. (2004). Mapping the Two Faces of R&D: Productivity Growth in a Panel of OECD Industries. *The Review of Economics and Statistics*, 86(4):883–895.
- [Griliches, 1958] Griliches, Z. (1958). Research costs and social returns: Hybrid corn and related innovations. *Journal of Political Economy*, 66(5):419–431.
- [Griliches, 1960] Griliches, Z. (1960). Measuring inputs in agriculture: A critical survey. *Journal of Farm Economics*, 42(5):1411–1427.
- [Griliches, 1963a] Griliches, Z. (1963a). Production function, technical changes, and all that. Technical report, Netherland School of Economics, Econometric Institute, Report 6328, Rotterdam.
- [Griliches, 1963b] Griliches, Z. (1963b). The sources of measured productivity growth: United states agriculture, 1940-60. 71:331–346.
- [Griliches, 1964] Griliches, Z. (1964). Research expenditures, education, and the aggregate agricultural production function. *The American Economic Review*, 54(6):961–974.
- [Griliches, 1969] Griliches, Z. (1969). Capital-Skill Complementarity. *The Review of Economics and Statistics*, 51(4):465–468.
- [Griliches, 1973] Griliches, Z. (1973). Research expenditures and growth accounting. Technical report, Science and Technology in Economic Growth.
- [Griliches, 1979] Griliches, Z. (1979). Issues in Assessing the Contribution of Research and Development to Productivity Growth. *Bell Journal of Economics*, 10(1):92–116.
- [Griliches, 1980a] Griliches, Z. (1980a). R & D and the Productivity Slowdown. *American Economic Review*, 70(2):343–348.

- [Griliches, 1980b] Griliches, Z. (1980b). Returns to research and development expenditures in the private sector. In *New Developments in Productivity Measurement*, pp. 419–462. National Bureau of Economic Research, Inc.
- [Griliches, 1984] Griliches, Z. (1984). Introduction to R & D, patents and productivity. In *R&D, Patents, and Productivity*, NBER Chapters, pp. 1–20. National Bureau of Economic Research, Inc.
- [Griliches, 1986] Griliches, Z. (1986). Productivity, R & D, and the Basic Research at the Firm Level in the 1970's. *American Economic Review*, 76(1):141–154.
- [Griliches, 1996] Griliches, Z. (1996). Education, human capital, and growth: A personal perspective. Working Paper 5426, National Bureau of Economic Research.
- [Griliches i Lichtenberg, 1984] Griliches, Z. and Lichtenberg, F. (1984). Interindustry technology flows and productivity growth: A re-examination. *The Review of Economics and Statistics*, 66(2):324–29.
- [Grossman i Helpman, 1989] Grossman, G. M. and Helpman, E. (1989). Product development and international trade. *Journal of Political Economy*, 97(6):1261–1283.
- [Grossman i Helpman, 1991] Grossman, G. M. and Helpman, E. (1991). Quality ladders in the theory of growth. *The Review of Economic Studies*, 58(1):43–61.
- [Halkin, 1974] Halkin, H. (1974). Necessary conditions for optimal control problems with infinite horizons. *Econometrica*, 42(2):267–72.
- [Hall et al., 2010] Hall, B., Mairesse, J., and Mohnen, P. (2010). Measuring the returns to R&D. In *Handbook of the Economics of Innovation*, volume 2, chapter 24, pp. 1033–1082. Elsevier.

- [Hall i Jones, 1999] Hall, R. E. and Jones, C. I. (1999). Why do some countries produce so much more output per worker than others? *The Quarterly Journal of Economics*, 114(1):83–116.
- [Hanel, 2000] Hanel, P. (2000). R&D, Interindustry and International Technology Spillovers and the Total Factor Productivity Growth of Manufacturing Industries in Canada, 1974–1989. *Economic Systems Research*, 12(3):345–361.
- [Hansen, 1963] Hansen, W. L. (1963). Total and private rates of return to investment in schooling. *Journal of Political Economy*, 71(2):128–140.
- [Hanson, 1986] Hanson, P. (1986). *The Comparative Economics of Research, Development, and Innovation*. Birmingham: C R E S.
- [Harberger, 2004] Harberger, A. (2004). The real exchange rate: issues of concept and measurement. Technical report, A paper prepared for a Conference in honor of Michael Mussa, University of California, Los Angeles.
- [Hardin, 1968] Hardin, G. (1968). The tragedy of the commons. *Science*, 162(3859):1243–1248.
- [Harmon et al., 2003] Harmon, C., Oosterbeek, H., and Walker, I. (2003). The returns to education: Microeconomics. *Journal of Economic Surveys*, 17(2):115–156.
- [Harrison i Quarmby, 1970] Harrison, A. and Quarmby, D. (1970). The value of time in transport planning: A review. In *European Conference of Ministers of Transport*, Paris.
- [Harrod, 1933] Harrod, R. (1933). *International economics*. Cambridge economic handbooks. Nisbet & Co., Ltd.
- [Harrod, 1936] Harrod, R. (1936). *The Trade Cycle*. Oxford University Press.
- [Harrod, 1948] Harrod, R. (1948). *Towards a dynamic economics*. Macmillan & Co. Ltd.

- [Harrod, 1973] Harrod, R. (1973). *Economic Dynamics*. Palgrave Macmillan UK.
- [Harrod, 1937] Harrod, R. F. (1937). Essays in the theory of employment by Joan Robinson. *The Economic Journal*, 47(186):326–330.
- [Harrod, 1939] Harrod, R. F. (1939). An Essay in Dynamic Theory. *The Economic Journal*, 49(193):14–33.
- [Hart, 2004] Hart, R. (2004). Growth, environment and innovation—a model with production vintages and environmentally oriented research. *Journal of Environmental Economics and Management*, 48(3):1078–1098.
- [Hausmann et al., 2013] Hausmann, R., Hidalgo, C. A., Bustos, S., Coscia, M., Simoes, A., and Yildirim, M. A. (2013). *The Atlas of Economic Complexity: Mapping Paths to Prosperity*. MIT Press.
- [Hausmann et al., 2007] Hausmann, R., Hwang, J., and Rodrik, D. (2007). What you export matters. *Journal of Economic Growth*, 12(1):1–25.
- [Heer i Maußner, 2008] Heer, B. and Maußner, A. (2008). Computation Of Business Cycle Models: A Comparison Of Numerical Methods. *Macroeconomic Dynamics*, 12(05):641–663.
- [Henry, 2003] Henry, P. B. (2003). Capital Account Liberalization, The Cost of Capital, and Economic Growth. NBER Working Papers 9488, National Bureau of Economic Research, Inc.
- [Hercowitz, 1998] Hercowitz, Z. (1998). The embodiment controversy: A review essay. *Journal of Monetary Economics*, 41(1):217 – 224.
- [Hidalgo i Hausmann, 2008] Hidalgo, C. A. and Hausmann, R. (2008). A network view of economic development. *Developing Alternatives*, 12(1):5 – 10.

- [Hidalgo et al., 2007] Hidalgo, C. A., Klinger, B., Barabási, A.-L., and Hausmann, R. (2007). The Product Space Conditions the Development of Nations. *Science*, 317(5837):482–487.
- [Hirschman, 1958] Hirschman, A. (1958). *The Strategy of Economic Development*. A Yale paperbound. Yale University Press.
- [Hirschman, 1970] Hirschman, A. (1970). *Exit, Voice, and Loyalty: Responses to Decline in Firms, Organizations, and States*. ACLS Humanities E-Book. Harvard University Press.
- [Hogan, 1958] Hogan, W. P. (1958). Technical progress and production functions. *The Review of Economics and Statistics*, 40(4):407–411.
- [Hoover, 2008] Hoover, K. D. (2008). Was Harrod right? Technical report, Groupe de Recherche en Droit, Economie, GestionUMR CNRS 7321.
- [Horvat, 1962] Horvat, B. (1962). Ekonomski modeli. *Jugoslovenski institut ekonomskih nauka, Beograd*.
- [Horvat, 1969] Horvat, B. (1969). Tehnički progres u Jugoslaviji. *Ekonomska analiza*, (1):29–56.
- [Horvat, 1972] Horvat, B. (1972). Ekonomska analiza. *Jugoslovenski institut ekonomskih nauka, Beograd*.
- [Ickes, 2004] Ickes, B. (2004). Lecture note on the real exchange rate. Technical report, Department of Economics, Penn State University.
- [Inada, 1963] Inada, K.-i. (1963). On a two-sector model of economic growth: Comments and a generalization. *Review of Economic Studies*, 30(2):119–127.
- [Intriligator, 1965] Intriligator, M. D. (1965). Embodied technical change and productivity in the united states 1929-1958. *The Review of Economics and Statistics*, 47(1):65–70.

- [Intriligator, 1971] Intriligator, M. D. (1971). *Mathematical optimization and economic theory*. Prentice-Hall series in mathematical economics. Englewood Cliffs, N.J. Prentice Hall.
- [Ito et al., 1997] Ito, T., Isard, P., and Symansky, S. (1997). Economic Growth and Real Exchange Rate: An Overview of the Balassa-Samuelson Hypothesis in Asia. NBER Working Papers 5979, National Bureau of Economic Research, Inc.
- [Jacobs, 1969] Jacobs, J. (1969). *The economy of cities*. Vintage international. New York: Random House.
- [Jaffe, 1996] Jaffe, A. (1996). *Economic Analysis of Research Spillovers: Implications for the Advanced Technology Program*. National Institute of Standards and Technology. NIST GCR.
- [Janković, 1979] Janković, N. (1979). Osnovne karakteristike cost benefit analize i mogućnosti primene u Jugoslaviji. *Ekonomiska misao*, (2):46–56.
- [Janković, 1985] Janković, N. (1985). O ekonomskoj dobrobiti. *Istraživačko izdavački centar SSO Srbije*.
- [JASPERS, 2009] JASPERS (2009). *Background methodology for preparing feasibility and Cost-Benefit Analysis of R&D infrastructure projects in Czech Republic*.
- [JASPERS, 2012] JASPERS (2012). *Guidelines for the preparation and CBA of RDI projects*.
- [Jeanne, 2007] Jeanne, O. (2007). International Reserves in Emerging Market Countries: Too Much of a Good Thing? *Brookings Papers on Economic Activity*, 38(1):1–80.
- [Jekauc, 1981] Jekauc, A. (1981). Stanje i tendencije tehničko tehnološkog progressa u svetu. *Industrija*, (1):47–57.
- [Jelčić, 1973] Jelčić, B. (1973). Neki ekonomski aspekti obrazovanja u Jugoslaviji. *Ekonomika obrazovanja* (ed. Jelčić, B.).

- [Jenkins et al., 2007] Jenkins, G., Kuo, C.-Y., and Giraldez, J. (2007). Canadian Regulatory Cost-Benefit Analysis Guide. Development Discussion Papers 2007-03, JDI Executive Programs.
- [Jerovšek, 1986] Jerovšek, J. (1986). Organizaciona struktura radnih organizacija sa visokom tehnologijom i inovacijskom usmerenošću. *Ideje*, (1-2):15–29.
- [Johansen, 1959] Johansen, L. (1959). Substitution versus fixed production coefficients in the theory of economic growth: A synthesis. *Econometrica*, 27(2):157–176.
- [Johansen, 1961] Johansen, L. (1961). A method for separating the effects of capital accumulation and shifts in production functions upon growth in labour productivity. *The Economic Journal*, 71(284):775–782.
- [Jones, 1995] Jones, C. I. (1995). Time series tests of endogenous growth models. *The Quarterly Journal of Economics*, 110(2):495–525.
- [Jones, 1996] Jones, C. I. (1996). Human capital, ideas and economic growth. VII Villa Mondragone International Economic Seminar on Finance, Research, Education and Growth, Rome.
- [Jones, 2004] Jones, C. I. (2004). Growth and ideas. Working Paper 10767, National Bureau of Economic Research.
- [Jones i Romer, 2010] Jones, C. I. and Romer, P. M. (2010). The new kaldor facts: Ideas, institutions, population, and human capital. *American Economic Journal: Macroeconomics*, 2(1):224–45.
- [Jones i Williams, 1998] Jones, C. I. and Williams, J. C. (1998). Measuring the social return to R &D. *The Quarterly Journal of Economics*, 113(4):1119–1135.
- [Jones i Williams, 1999] Jones, C. I. and Williams, J. C. (1999). Too much of a good thing? The economics of investment in

- R & D. Working Paper 7283, National Bureau of Economic Research.
- [Jones i Manuelli, 1990] Jones, L. and Manuelli, R. (1990). A convex model of equilibrium growth: Theory and policy implications. *Journal of Political Economy*, 98(5):1008–38.
- [Jones, 2008] Jones, R. W. (2008). Heckscher–Ohlin trade theory. In Durlauf, S. N. and Blume, L. E., editors, *The New Palgrave Dictionary of Economics*. Palgrave Macmillan, Basingstoke.
- [Jorgenson i Fraumeni, 1989] Jorgenson, D. and Fraumeni, B. M. (1989). The Accumulation of Human and Nonhuman Capital, 1948–84. In *The Measurement of Saving, Investment, and Wealth*, NBER Chapters, pp. 227–286. National Bureau of Economic Research, Inc.
- [Jorgenson, 1966] Jorgenson, D. W. (1966). The embodiment hypothesis. *Journal of Political Economy*, 74(1):1–17.
- [Jorgenson i Fraumeni, 1992a] Jorgenson, D. W. and Fraumeni, B. M. (1992a). Investment in education and u.s. economic growth. *The Scandinavian Journal of Economics*, 94:S51–S70.
- [Jorgenson i Fraumeni, 1992b] Jorgenson, D. W. and Fraumeni, B. M. (1992b). The Output of the Education Sector. In *Output Measurement in the Service Sectors*, NBER Chapters, pp. 303–341. National Bureau of Economic Research, Inc.
- [Jorgenson i Griliches, 1967] Jorgenson, D. W. and Griliches, Z. (1967). The explanation of productivity change. *Review of Economic Studies*, 34(3):249–283.
- [Jovanović, 1985] Jovanović, P. (1985). Primena cost benefit analize u oceni investicionih projekata. *Produktivnost*, (4).
- [Judd, 1992] Judd, K. L. (1992). Projection methods for solving aggregate growth models. *Journal of Economic Theory*, 58(2):410–452.

- [Judd, 1998] Judd, K. L. (1998). *Numerical Methods in Economics*, volume 1 of *MIT Press Books*. The MIT Press.
- [Kaiser, 2002] Kaiser, U. (2002). Measuring knowledge spillovers in manufacturing and services: an empirical assessment of alternative approaches. *Research Policy*, 31(1):125 – 144.
- [Kaldor, 1957] Kaldor, N. (1957). A model of economic growth. *The Economic Journal*, 67(268):591–624.
- [Kaldor, 1961] Kaldor, N. (1961). *Capital Accumulation and Economic Growth*, pp. 177–222. Palgrave Macmillan UK, London.
- [Kaldor, 2013] Kaldor, N. (2013). The case for regional policies. *Scottish Journal of Political Economy*, 60(5):481–491.
- [Kalt, 1978] Kalt, J. P. (1978). Technological change and factor substitution in the united states: 1929- 1967. *International Economic Review*, 19(3):761–775.
- [Kamien i Schwartz, 1991] Kamien, M. I. and Schwartz, N. L. (1991). *Dynamic Optimization: The Calculus of Variations and Optimal Control in Economics and Management*. Elsevier Science, second edition.
- [Kamin i Klau, 1997] Kamin, S. B. and Klau, M. (1997). Some multi-country evidence on the effects of real exchange rates on output. BIS Working Papers 48, Bank for International Settlements.
- [Karp, 2006] Karp, L. (2006). The Heckscher-Ohlin-Samuelson model. *Berkeley, ECON 181*, Chapter 4:81–117.
- [Kasahara, 2013] Kasahara, S. (2013). The Asian Developmental State And The Flying Geese Paradigm. Technical report.
- [Kendrick, 1979] Kendrick, J. (1979). Productivity Trends and the Recent Slowdown: Historical Perspective, Casual Factors, and Policy Options. In *Contemporary Economics Problems*

- (ed. Felner, W.), pp. 22–69. American Enterprise Institute, Washington.
- [Kendrick, 1980] Kendrick, J. (1980). Survey of the Factors Contributing to the Decline in U S Productivity Growth. In *The Decline in Productivity Growth. Conference Series*, number 22. Federal Reserve Bank of Boston, Boston.
- [Kendrick, 1981] Kendrick, J. (1981). International comparisons of recent productivity trends. In (*William Fellner, ed.*) *Essays in Contemporary Economic Problems. Demand, Productivity and Population*, pp. 125–170. Washington: American Enterprise Institute.
- [Kendrick, 1956] Kendrick, J. W. (1956). Productivity trends: Capital and labor. *The Review of Economics and Statistics*, 38(3):248–257.
- [Kendrick, 1973] Kendrick, J. W. (1973). *Postwar Productivity Trends in the United States, 1948–1969*. National Bureau of Economic Research, Inc.
- [Kendrick, 1976] Kendrick, J. W. (1976). *The Formation and Stocks of Total Capital*. National Bureau of Economic Research, Inc.
- [Kendrick i Havrylyshyn, 1980] Kendrick, J. W. and Havrylyshyn, O. (1980). Discussion. *The American Economic Review*, 70(2):232–234.
- [Kendrick i Sato, 1963] Kendrick, J. W. and Sato, R. (1963). Factor prices, productivity, and economic growth. *The American Economic Review*, 53(5):974–1003.
- [Kennedy i Thirlwall, 1972] Kennedy, C. and Thirlwall, A. P. (1972). Surveys in applied economics: Technical progress. *The Economic Journal*, 82(325):11–72.
- [Keynes, 1936] Keynes, J. M. (1936). *The General Theory of Employment, Interest and Money*. Macmillan. 14th edition, 1973.

- [Keynes, 1937] Keynes, J. M. (1937). Some economic consequences of a declining population. *The Eugenics Review*, 29(1):13–17.
- [Khan, 2006] Khan, T. S. (2006). Productivity Growth, Technological Convergence, R & D, Trade, and Labor Markets: Evidence From the French Manufacturing Sector. IMF Working Papers 06/230, International Monetary Fund.
- [King et al., 1988] King, R. G., Plosser, C. I., and Rebelo, S. T. (1988). Production, growth and business cycles : I. The basic neoclassical model. *Journal of Monetary Economics*, 21(2-3):195–232.
- [Kirk, 2004] Kirk, D. E. (2004). *Optimal control theory : an introduction*. Dover Publications.
- [Klein i Olivei, 1999] Klein, M. W. and Olivei, G. (1999). Capital Account Liberalization, Financial Depth and Economic Growth. NBER Working Papers 7384, National Bureau of Economic Research, Inc.
- [Klus i Korkeakoulu, 1986] Klus, J. P. and Korkeakoulu, T. (1986). *Effective technology transfer : project for developing continuing engineering education in Finland*. Espoo : Teknillinen Korkeakoulu.
- [Knell, 2015] Knell, M. (2015). Schumpeter, Minsky and the financial instability hypothesis. *Journal of Evolutionary Economics*, 25(1):293–310.
- [Kojima, 2000] Kojima, K. (2000). The “flying geese” model of asian economic development: origin, theoretical extensions, and regional policy implications. *Journal of Asian Economics*, 11(4):375 – 401.
- [Komarov, 1973] Komarov, V. (1973). Odnos između ekonomskog razvoja i razvoja obrazovanja. In *Ekonomika obrazovanja*. ed. Jelčić, B., Zagreb.

- [Konstantinović, 1973] Konstantinović, G. (1973). *Teorija monopolističke konkurencije građanskih ekonomista*. Beograd: Savremena administracija.
- [Konya, 2004] Konya, L. (2004). Export-Led Growth, Growth-Driven Export, Both or None? Granger Causality Analysis on OECD Countries. *Applied Econometrics and International Development*, 4(1).
- [Koopmans, 1963] Koopmans, T. (1963). On the concept of optimal economic growth. Cowles Foundation Discussion Papers 163, Cowles Foundation for Research in Economics, Yale University.
- [Kovačević, 2012] Kovačević, R. (2012). International reserves as a factor of stability in times of crises. Technical Report 6, Udruženje banaka Srbije, Bankarstvo.
- [Kraay, 1998] Kraay, A. (1998). In search of the macroeconomic effects of capital account liberalization. Technical report, Mimeo, The World Bank Group.
- [Krishna i Pérez, 2005] Krishna, K. and Pérez, C. A. (2005). Unbalanced growth. *The Canadian Journal of Economics*, 38(3):832–851.
- [Krugman, 1979] Krugman, P. (1979). Increasing returns, monopolistic competition, and international trade. *Journal of International Economics*, 9(4):469–479.
- [Krugman, 1987] Krugman, P. (1987). The narrow moving band, the Dutch disease, and the competitive consequences of Mrs. Thatcher : Notes on trade in the presence of dynamic scale economies. *Journal of Development Economics*, 27(1-2):41–55.
- [Krugman, 2008] Krugman, P. (2008). Increasing returns revolution in trade and geography. Prize Lecture 2008-3, Nobel Prize Committee.

- [Krugman, 2015] Krugman, P. (2015). *Interregional and International Trade: Different Causes, Different Trends?*, pp. 27–34. Springer International Publishing, Cham.
- [Krugman i Taylor, 1978] Krugman, P. and Taylor, L. (1978). Contractionary effects of devaluation. *Journal of International Economics*, 8(3):445–456.
- [Krusell, 1998] Krusell, P. (1998). Investment-specific R&D and the decline in the relative price of capital. *Journal of Economic Growth*, 3(2):131–141.
- [Krusell et al., 2000] Krusell, P., Ohanian, L. E., Ríos-Rull, J.-V., and Violante, G. L. (2000). Capital-skill complementarity and inequality: A macroeconomic analysis. *Econometrica*, 68(5):1029–1053.
- [Kryazhimskii i Taras'ev, 2016] Kryazhimskii, A. V. and Taras'ev, A. M. (2016). Optimal control for proportional economic growth. *Proceedings of the Steklov Institute of Mathematics*, 293(1):101–119.
- [Kryazhimskiy i Watanabe, 2004] Kryazhimskiy, A. and Watanabe, C. (2004). *Optimization of Technological Growth*. Gendaitosho, Kanagawa.
- [Lawrence i Weinstein, 1999] Lawrence, R. Z. and Weinstein, D. E. (1999). Trade and growth: Import-Led or Export-Led? Evidence from Japan and Korea. Working Paper 7264, National Bureau of Economic Research.
- [Layard, 1973] Layard, R. (1973). Denison and the contribution of education to national income growth: A comment. *Journal of Political Economy*, 81(4):1013–1016.
- [Layard, 2003] Layard, R. (2003). Happiness: has social science a clue? Lecture 1: what is happiness? Are we getting happier? In *Lionel Robbins Memorial Lecture Series*. London, UK.
- [Layard, 2005] Layard, R. (2005). *Happiness: Lessons from a New Science*. New York: Penguin Books.

- [Layard i Glaister, 1972] Layard, R. and Glaister, S. (1972). *Cost-Benefit Analysis*. London: Penguin Books.
- [Leamer, 1995] Leamer, E. (1995). The Heckscher-Ohlin model in theory and practice. Princeton studies in international economics, International Economics Section, Departement of Economics Princeton University,.
- [Levhari i Sheshinski, 1970] Levhari, D. and Sheshinski, E. (1970). The factor price frontier with embodied technical progress. *The American Economic Review*, 60(5):807–813.
- [Levin i Reiss, 1984] Levin, R. and Reiss, P. C. (1984). Tests of a Schumpeterian model of R & D and market structure. In *R & D, Patents, and Productivity*, pp. 175–208. National Bureau of Economic Research, Inc.
- [Lewis, 1954] Lewis, W. (1954). Economic development with unlimited supplies of labour. *The Manchester School*, 22(2):139–191.
- [Lin, 2013] Lin, J. Y. (2013). New structural economics: the third wave of development thinking. *Asian-Pacific Economic Literature*, 27(2):1–13.
- [Lin et al., 2013] Lin, J. Y., Sun, X., and Jiang, Y. (2013). Endowment, industrial structure, and appropriate financial structure: a new structural economics perspective. *Journal of Economic Policy Reform*, 16(2):109–122.
- [Little i Mirrlees, 1968] Little, I. and Mirrlees, J. (1968). Manual of industrial project analysis in developing countries. Vol 2, Paris: O E C D.
- [Ljubaj i Martinis A. i Mrkalj, 2010] Ljubaj, I. and Martinis A. i Mrkalj, M. (2010). Priljev kapitala i učinkovitost sterilizacije – ocjena koeficijenta sterilizacije i ofset koeficijenta. Technical report, Hrvatska Narodna banka.

- [Ljungqvist i Sargent, 2012] Ljungqvist, L. and Sargent, T. J. (2012). *Recursive Macroeconomic Theory, Third Edition*, volume 1 of *MIT Press Books*. The MIT Press.
- [Londero, 2003] Londero, E. H. (2003). *Shadow Prices for Project Appraisal*. Number 3064. Edward Elgar Publishing.
- [Lopes et al., 2013] Lopes, M. A., Fontes, F. A. C. C., and Fontes, D. A. C. C. (2013). Optimal Control of Infinite-Horizon Growth Models — A direct approach. FEP Working Papers 506, Universidade do Porto, Faculdade de Economia do Porto.
- [Lucas, 1988] Lucas, R. E. (1988). On the mechanics of economic development. *Journal of Monetary Economics*, 22(1):3–42.
- [Lucas, 1990] Lucas, R. E. (1990). Why doesn't capital flow from rich to poor countries? *The American Economic Review*, 80(2):92–96.
- [Lucas, 1993] Lucas, R. E. (1993). Making a miracle. *Econometrica*, 61(2):251–272.
- [Lucas, 2009] Lucas, R. E. (2009). Ideas and Growth. *Economica*, 76(301):1–19.
- [Luxemburg, 1955] Luxemburg, R. (1955). *Akumulacija kapitala: prilog ekonomskom objašnjenju imperijalizma*. Beograd: Kultura.
- [Lydall, 1968] Lydall, H. F. (1968). Technical progress in australian manufacturing. *The Economic Journal*, 78(312):807–826.
- [Maddison, 1972] Maddison, A. (1972). Explaining Economic Growth. *Banca Nazionale del Lavoro Quarterly Review*, 25:211–263.
- [Maddison, 1987] Maddison, A. (1987). Growth and Slowdown in Advanced Capitalist Economies: Techniques of Quantitative Assessment. *Journal of Economic Literature*, 25(2):649–698.

- [Madžar, 1972] Madžar, Lj. (1972). Osnovi teorije proizvodnje. *Beograd: Institut Ekonomskih nauka.*
- [Madžar, 1973] Madžar, Lj. (1973). Funkcionalna raspodela dohotka u Jugoslaviji. *Ekonomiska misao*, (3):7–24.
- [Madžar, 1978] Madžar, Lj. (1978). Privredno sistemska dimenzija društvenog dogovaranja o osnovama plana. *Ekonomiska misao*, (2).
- [Madžar, 1985] Madžar, Lj. (1985). Revalorizacija zaliha, fiktivna akumulacija i iluzija rasta. *Ekonomist*, (3-4):327–346.
- [Madžar, 1986a] Madžar, Lj. (1986a). Dogradnja sistema planiranja kao komponenta tekućeg institucionalnog prilagođavanja. Naučni skup, Dugoročni program stabilizacije tri godine posle usvajanja, Beograd.
- [Madžar, 1986b] Madžar, Lj. (1986b). Iluzija rasta i iluzionizam njenih analitičara. *Ekonomist*, (3):237–250.
- [Madžar, 1979] Madžar, Lj. (1979). *Optimizacija u teoriji proizvodnje i privrednog rasta.* Beograd: Savremena administracija.
- [Magnabosco i Lima, 2014] Magnabosco, A. and Lima, G. (2014). Increasing returns to scale and verdoorn's law: a panel data investigation on labor productivity growth. Technical report, Department of Economics, University of Sao Paulo.
- [Magud i Sosa, 2010] Magud, N. and Sosa, S. (2010). When and Why Worry About Real Exchange Rate Appreciation? The Missing Link Between Dutch Disease and Growth. IMF Working Papers 10/271, International Monetary Fund.
- [Mankiw, 2009] Mankiw, N. (2009). *Macroeconomics, 7th Edition.* Worth Publishers.
- [Mankiw, 1995] Mankiw, N. G. (1995). The growth of nations. *Brookings Papers on Economic Activity*, 26(1):275–326.

- [Mankiw et al., 1992] Mankiw, N. G., Romer, D., and Weil, D. (1992). A contribution to the empirics of economic growth. *The Quarterly Journal of Economics*, 107(2):407–437.
- [Manne, 1971] Manne, H. (1971). The parable of the parking lots. *The Public Interest*, (23):10–15.
- [Mansfield, 1965] Mansfield, E. (1965). Rates of return from industrial research and development. *The American Economic Review*, 55(1/2):310–322.
- [Mansfield, 1968a] Mansfield, E. (1968a). *The Economics of Technological Change*. New York: W. W. Norton & Company Incorporated.
- [Mansfield, 1968b] Mansfield, E. (1968b). *Industrial Research and Technological Innovation*. New York: W. W. Norton & Company Incorporated.
- [Mansfield, 1971a] Mansfield, E. (1971a). *Technological change: an introduction to a vital area of modern economics*. New York: W. W. Norton & Company Incorporated.
- [Mansfield, 1984] Mansfield, E. (1984). R & D and innovation: Some empirical findings. In *R & D, Patents, and Productivity*, pp. 127–154. National Bureau of Economic Research, Inc.
- [Mansfield et al., 1977] Mansfield, E., Rapoport, J., and Romeo, A. (1977). *The Production and Application of New Industrial Technology*. New York: W. Norton & Company Incorporated.
- [Mansfield et al., 1972] Mansfield, E., Rapoport, J., and Schnee, J. (1972). *Research and Innovation in the Modern Corporation*. New York: W. Norton & Company Incorporated.
- [Mansfield et al., 1971] Mansfield, E., Rapoport, J., Schnee, J., Wagner, S., and Hamburger, M. (1971). *The Anatomy of the Product-Innovation Process: Cost and Time*, pp. 110–135. Palgrave Macmillan UK, London.

- [Mansfield et al., 1982] Mansfield, E., Romeo, A., Schwartz, M., Teece, D., Wagner, S., and Brach, P. (1982). *Technology Transfer, Productivity, and Economic Policy*. New York: W. Norton & Company.
- [Mansfield, 1971b] Mansfield, N. (1971b). The estimation of benefits from recreation sites and the provision of a new recreation facility. *Regional Studies*, 5(2):55–69.
- [Márquez-Velázquez, 2016] Márquez-Velázquez, A. (2016). Growth impacts of the exchange rate and technology. Discussion Paper, School of Business & Economics: Economics 2016/19, Berlin.
- [Marsenić, 1981] Marsenić, D. (1981). Relativni doprinos osnovnih proizvodnih fondova, zaposlenosti i tehničkog progresa privrednom rastu Jugoslavije. *Ekonomist*, (2):145–165.
- [Marsenić, 1982] Marsenić, D. (1982). *Ekonomska struktura i privredni rast Jugoslavije*. Beograd: Savremena administracija.
- [Martin i Tang, 2007] Martin, B. and Tang, P. (2007). The benefits from publicly funded research. SPRU Working Paper Series 161, SPRU, University of Sussex.
- [Massell, 1961] Massell, B. F. (1961). A disaggregated view of technical change. *Journal of Political Economy*, 69(6):547–557.
- [Massell, 1962a] Massell, B. F. (1962a). Investment, innovation, and growth. *Econometrica*, 30(2):239–252.
- [Massell, 1962b] Massell, B. F. (1962b). Is investment really unimportant? *Metroeconomica*, 14(1-2-3):65–85.
- [Massell, 1964] Massell, B. F. (1964). Aggregative and multiplicative production functions. *The Economic Journal*, 74(293):224–228.

- [Matthews, 1964] Matthews, R. C. O. (1964). The New View of Investment: Comment. *The Quarterly Journal of Economics*, 78(1):164–172.
- [Matthews, 1973] Matthews, R. C. O. (1973). The contribution of science and technology to economic development. In *Science and Technology in Economic Growth*, pp. 1–38. Williams, B.R. (eds), Palgrave Macmillan, London.
- [Matthews, 1986] Matthews, R. C. O. (1986). The economics of institutions and the sources of growth. *The Economic Journal*, 96(384):903–918.
- [McCarthy, 1965] McCarthy, M. D. (1965). Embodied and disembodied technical progress in the constant elasticity of substitution production function. *The Review of Economics and Statistics*, 47(1):71–75.
- [McCarthy, 1966] McCarthy, M. D. (1966). Quantity augmenting technical progress and two-factor production functions. *Southern Economic Journal*, 33(1):71–80.
- [McKean, 1968] McKean, R. (1968). The use of shadow prices. In *Problems in Public Expenditure Analysis*, pp. 33–52. Coase, S.B. (eds), Washington: The Brooking Institution.
- [McKean, 1970] McKean, R. N. (1970). Products liability: Implications of some changing property rights. *The Quarterly Journal of Economics*, 84(4):611–626.
- [Medina-Smith, 2001] Medina-Smith, E. J. (2001). Is the export-led growth hypothesis valid for developing countries? A case study of Costa Rica. Policy Issues in International Trade and Commodities Study Series 7, UNCTAD/ITCD/TAB/8.
- [Melo i Robinson, 1990] Melo, J. and Robinson, S. (1990). Productivity and externalities models of export-led growth. Technical Report WPS 387, The World Bank, Trade Policy Division, Country Economics Department.

- [Mercenier i Michel, 1994] Mercenier, J. and Michel, P. (1994). Discrete-Time Finite Horizon Approximation of Infinite Horizon Optimization Problems with Steady-State Invariance. *Econometrica*, 62(3):635–56.
- [Mesarić, 1970] Mesarić, M. (1970). *Uvod u analizu tehničkog napretka*. Ekonomski institut.
- [Mesarić, 1971] Mesarić, M. (1971). *Suvremena znanstveno tehnička revolucija*. Ekonomski institut.
- [Mihaljek, 1981] Mihaljek, D. (1981). „Ilirska teorija” samoupravnog poduzeća. *Ekonomski pregled*.
- [Milanović, 1983] Milanović, B. (1983). The investment behaviour of the labor managed firm: A property rights approach. *Economic Analysis*, (4):327–340.
- [Minasian, 1969] Minasian, J. R. (1969). Research and development, production functions, and rates of return. *The American Economic Review*, 59(2):80–85.
- [Mincer, 1958] Mincer, J. (1958). Investment in human capital and personal income distribution. *Journal of Political Economy*, 66(4):281–302.
- [Mincer, 1962] Mincer, J. (1962). On-the-job training: Costs, returns, and some implications. *Journal of Political Economy*, 70(5):50–79.
- [Mincer, 1974] Mincer, J. (1974). *Schooling, Experience, and Earnings*. National Bureau of Economic Research, Inc.
- [Mingat i Tan, 1988] Mingat, A. and Tan, J. (1988). Analytical tools for sector work in education. In *Education and training series, World Bank. Education and Training Dept.: Discussion paper*, number 61.
- [Minsky, 1992] Minsky, H. P. (1992). The financial instability hypothesis. Technical Report 74, The Jerome Levy Economics Institute Working Paper.

- [Mishan, 1971] Mishan, E. J. (1971). Evaluation of life and limb: A theoretical approach. *Journal of Political Economy*, 79(4):687–705.
- [Missio et al., 2015] Missio, F. J., Jayme, F. G., Britto, G., and Oreiro, J. L. (2015). Real Exchange Rate and Economic Growth: New Empirical Evidence. *Metroeconomica*, 66(4):686–714.
- [Mladenović, 1969] Mladenović, M. (1969). *Uvod u sociologiju porodice: Opšti i posebni deo*. Udžbenici za visoke škole. Beograd: Rad.
- [Mladenović, 1969] Mladenović, M. (1969). *Nauka u maloj zemlji*. Serija Nauka o nauci, 4. Institut za naučno tehničku dokumentaciju i informacije. Centar za proučavanje politike razvoja naučnog rada.
- [Mohanty i Turner, 2006] Mohanty, M. and Turner, P. (2006). Foreign exchange reserve accumulation in emerging markets: what are the domestic implications? *BIS Quarterly Review*.
- [Mulligan i Sala-i-Martin, 1991] Mulligan, C. B. and Sala-i-Martin, X. (1991). A Note on the Time-Elimination Method For Solving Recursive Dynamic Economic Models. NBER Technical Working Papers 0116, National Bureau of Economic Research, Inc.
- [Mulligan i Sala-i-Martin, 1995a] Mulligan, C. B. and Sala-i-Martin, X. (1995a). A labor-income-based measure of the value of human capital: An application to the states of the united states. Working Paper 5018, National Bureau of Economic Research.
- [Mulligan i Sala-i-Martin, 1995b] Mulligan, C. B. and Sala-i-Martin, X. (1995b). Measuring aggregate human capital. Working Paper 5016, National Bureau of Economic Research.
- [Murphy et al., 1989] Murphy, K. M., Shleifer, A., and Vishny, R. W. (1989). Industrialization and the Big Push. *Journal of Political Economy*, 97(5):1003–1026.

- [Musgrave, 1969] Musgrave, R. A. (1969). Cost-benefit analysis and the theory of public finance. *Journal of Economic Literature*, 7(3):797–806.
- [Nadiri, 1980] Nadiri, M. I. (1980). Sectoral productivity slowdown. *American Economic Review*, 70(2):349–52.
- [Neher, 1971] Neher, P. (1971). *Economic Growth & Development: A Mathematical Introduction*. Toronto: John Wiley & Sons.
- [Nelson, 1984] Nelson, R. A. (1984). Regulation, capital vintage, and technical change in the electric utility industry. *The Review of Economics and Statistics*, 66(1):59–69.
- [Nelson, 1964] Nelson, R. R. (1964). Aggregate production functions and medium-range growth projections. *The American Economic Review*, 54(5):575–606.
- [Nelson, 1980] Nelson, R. R. (1980). Production sets, technological knowledge, and R & D: Fragile and overworked constructs for analysis of productivity growth? *American Economic Review*, 70(2):62–67.
- [Nelson i Phelps, 1966] Nelson, R. R. and Phelps, E. S. (1966). Investment in humans, technological diffusion, and economic growth. *The American Economic Review*, 56(1/2):69–75.
- [Neuberger i Duffy, 1976] Neuberger, E. and Duffy, W. (1976). *Comparative Economic Systems: A Decision-Making Approach*. Allyn and Bacon.
- [Nordhaus, 1969] Nordhaus, W. (1969). An economic theory of technological change. *American Economic Review*, 59(2):18–28.
- [North, 1990] North, D. (1990). *Institutions, Institutional Change and Economic Performance*. Political Economy of Institutions and Decisions. Cambridge University Press.

- [Norton, 1986] Norton, R. D. (1986). Industrial policy and american renewal. *Journal of Economic Literature*, 24(1):1–40.
- [Obstfeld i Rogoff, 2000] Obstfeld, M. and Rogoff, K. (2000). The Six Major Puzzles in International Macroeconomics: Is There a Common Cause? NBER Working Papers 7777, National Bureau of Economic Research, Inc.
- [Ozawa, 2010] Ozawa, T. (2010). The (Japan-Born) „Flying-Geese” Theory of Economic Development Revisited and Reformulated from a Structuralist Perspective. Working Papers Series 291, Columbia Business School, Center on Japanese Economy and Business.
- [Pakes i Griliches, 1984] Pakes, A. and Griliches, Z. (1984). Patents and R & D at the firm level: A first look. In *R & D, Patents, and Productivity*, pp. 55–72. National Bureau of Economic Research, Inc.
- [Pakes i Schankerman, 1984] Pakes, A. and Schankerman, M. (1984). The Rate of Obsolescence of Patents, Research Gestation Lags, and the Private Rate of Return to Research Resources. In *R & D, Patents, and Productivity*, pp. 73–88. National Bureau of Economic Research, Inc.
- [Palić, 2005] Palić, M. (2005). Delotvornost povlačenja primarnog novca - rezultati empirijske analize. Radni papiri 3, Narodna banka Srbije.
- [Palley, 2002] Palley, T. (2002). Domestic demand-led growth: a new paradigm for development. Technical report, After Neoliberalism: Economic Policies That Work for the Poor, in Jacobs, Weaver and Baker (eds.), *New Rules for Global Finance*.
- [Palley, 2006] Palley, T. I. (2006). Rethinking trade and trade policy: Gomory, Baumol, and Samuelson on comparative advantage. Public policy brief, Jerome Levy Economics Institute of Bard College 86, New York.

- [Pascual et al., 2006] Pascual, A. G., Cayazzo, J., Heysen, S., and Gutierrez, E. (2006). Toward An Effective Supervision of Partially Dollarized Banking Systems. IMF Working Papers 06/32, International Monetary Fund.
- [Pasinetti, 1979] Pasinetti, L. (1979). *Lectures on the Theory of Production*. Palgrave Macmillan UK.
- [Pauković, 1967] Pauković, J. (1967). Jugoslovenski društveni proizvod i njegovi činioci u razdoblju 1947-1964 - komentar. *Ekonomski pregled*, (3-4):212–215.
- [Pearce, 1976] Pearce, D. (1976). *Environmental economics*. Modern economics. London: Longman Group.
- [Petrović, 1985] Petrović, P. (1985). *Uvod u ekonometriju Metodi i primena*. Beograd: Ekonomski fakultet.
- [Phelps, 1961] Phelps, E. S. (1961). The golden rule of accumulation: A fable for growthmen. *The American Economic Review*, 51(4):638–643.
- [Phelps, 1962] Phelps, E. S. (1962). The new view of investment: A neoclassical analysis. *The Quarterly Journal of Economics*, 76(4):548–567.
- [Phelps, 1963] Phelps, E. S. (1963). Substitution, fixed proportions, growth and distribution. *International Economic Review*, 4(3):265–288.
- [Phelps, 1966] Phelps, E. S. (1966). Models of technical progress and the golden rule of research. *The Review of Economic Studies*, 33(2):133–145.
- [Phelps i Phelps, 1966] Phelps, E. S. and Phelps, C. (1966). Factor-Price-Frontier Estimation of a „Vintage” Production Model of the Postwar United States Nonfarm Business Sector. *The Review of Economics and Statistics*, 48(3):251–265.

- [Phelps i Yaari, 1964] Phelps, E. S. and Yaari, M. E. (1964). „The new view of investment”: Reply. *The Quarterly Journal of Economics*, 78(1):172–176.
- [Piketty, 2014] Piketty, T. (2014). *Capital in the Twenty-First Century*. The Belknap Press of Harvard University Press.
- [Pina, 2015] Pina, G. (2015). The recent growth of international reserves in developing economies: A monetary perspective. *Journal of International Money and Finance*, 58:172 – 190.
- [Pjanić, 1971] Pjanić, Z. (1971). *Vrednost i cene*.
- [Pol, 1973] Pol, J. E. F. (1973). A note on the generalized production function. *The Review of Economic Studies*, 40(1):139–140.
- [Pontryagin et al., 1962] Pontryagin, L. S., Boltyanskii, V. G., Gamkrelidze, R. V., and Mishchenko, E. F. (1962). *The Mathematical Theory of Optimal Processes*. Interscience, New York.
- [Popović, 1978] Popović, M. (1978). Karakter konfliktnog odnosa produktivnosti i zaposlenosti u uslovima jugoslovenskog samoupravljanja. *Godišnjak Ekonomskog fakulteta u Titogradu*, (5).
- [Popović, 1985a] Popović, M. (1985a). Merenja izvora rasta jugoslovenske privrede. *Godišnjak Ekonomskog fakulteta u Titogradu*, (8).
- [Popović, 1985b] Popović, M. (1985b). Neopredmećeni tehnološki progres u uslovima nulte i beskonačne elastičnosti supstitucije. *Praksa*, (4).
- [Popović, 1986a] Popović, M. (1986a). Mladi kao nosioci obrazovno intenzivnog tehnološkog progressa. *Mladi u borbi za novi bolji svet*.
- [Popović, 1986b] Popović, M. (1986b). Neopredmećeni tehnološki progres u uslovima konstantne elastičnosti supstitucije faktora. *Praksa*, (5).

- [Popović, 1986c] Popović, M. (1986c). Uticaj obrazovanja na stopu privrednog rasta. *Ekonomika obrazovanja*, (11).
- [Popović, 1986d] Popović, M. (1986d). Uticaj obrazovanja na stopu rasta jugoslovenske industrije. *Ekonomiska misao*, (4).
- [Popović, 1986e] Popović, M. (1986e). Uticaj promena privredne strukture na stopu rasta proizvodnje. *Produktivnost*, (4).
- [Popović, 1986f] Popović, M. (1986f). Uzroci retardacije jugoslovenske industrije. *Economic Analysis*, (3).
- [Popović, 1987a] Popović, M. (1987a). Formiranje kapitala znanja. *Ideje*.
- [Popović, 1987b] Popović, M. (1987b). Investicije, opredmećeni tehnološki progres i stopa privrednog rasta. *Ekonomist*.
- [Popović, 1987c] Popović, M. (1987c). Kapital obrazovanja i njegov uticaj na stopu privrednog rasta. *Ekonomski pregled*, (1).
- [Popović, 1987d] Popović, M. (1987d). Kretanje prosečne, marginalne, i globalne produktivnosti resursa privrede SR Crne Gore. *Industrija*, (2).
- [Popović, 1987e] Popović, M. (1987e). Tehnički progres i privredni rast Crne Gore.
- [Popović, 2005] Popović, M. (2005). Capital Augmenting and Labor Augmenting Approach in Measuring Contribution of Human Capital and Education to Economic Growth. Development and Comp Systems 0502002, EconWPA.
- [Popović i Milenković, 2011] Popović, M. and Milenković, I. (2011). Politika deviznog kursa i stopa rasta u zemljama Jugoi-stočne Evrope (na primerima Srbije i Hrvatske) II. *Economics*, 18(2):487 – 525.
- [Popović i Čizmović, 2015] Popović, M. and Čizmović, M. (2015). Causes of growth in transition countries 1990-2012: Comparative analysis. *New Economic Policy Reforms: Belgrade, Banking Academy*.

- [Porter i Stern, 2000] Porter, M. E. and Stern, S. (2000). Measuring the „Ideas” Production Function: Evidence from International Patent Output. NBER Working Papers 7891, National Bureau of Economic Research, Inc.
- [Pralea, 2012] Pralea, S. (2012). References of the new theory of trade and economic growth. *CES Working Papers*, 4(4):824–836.
- [Prasad et al., 2006] Prasad, E. S., Rajan, R. G., and Subramanian, A. (2006). Patterns of international capital flows and their implications for economic development. *Proceedings - Economic Policy Symposium - Jackson Hole*, pp. 119–158.
- [Prest i Turvey, 1965] Prest, A. R. and Turvey, R. (1965). Cost-benefit analysis: A survey. *The Economic Journal*, 75(300):683–735.
- [Primožić, 1983] Primožić, M. (1983). Udio tehničkog progresa u razvoju saobraćaja u periodu 1959-1978. *Ekonomska Analiza*, (2):127–139.
- [Psacharopoulos, 1969] Psacharopoulos, G. (1969). *The Rate of Return in Education at the Regional Level : Estimates for the State of Hawaii*. Honolulu, University of Hawaii, Economic Research Center.
- [Psacharopoulos, 1972] Psacharopoulos, G. (1972). Measuring the marginal contribution of education to economic growth. *Economic Development and Cultural Change*, 20(4):641–658.
- [Psacharopoulos, 1975] Psacharopoulos, G. (1975). *Earnings and education in OECD countries*. Organisation for Economic Co-operation and Development. Paris : Washington, D.C.
- [Psacharopoulos, 1981] Psacharopoulos, G. (1981). Returns to education: An updated international comparison. *Comparative Education*, 17(3):321–341.

- [Psacharopoulos, 1985] Psacharopoulos, G. (1985). Returns to education: A further international update and implications. *Journal of Human Resources*, 20(4):583–604.
- [Psacharopoulos i Hinchliffe, 1973] Psacharopoulos, G. and Hinchliffe, K. (1973). *Returns to education: an international comparison*. Studies on education. Jossey-Bass.
- [Psacharopoulos i Patrinos, 2004] Psacharopoulos, G. and Patrinos, H. A. (2004). Returns to investment in education: a further update. *Education Economics*, 12(2):111–134.
- [Puljić, 1979] Puljić, A. (1979). *Utjecaj opredmećenog i neopredmećenog tehnološkog napretka na stopu rasta industrijske proizvodnje*. PhD thesis, Zagreb: Sveučilište u Zagrebu, Fakultet za vanjsku trgovinu.
- [Puljić, 1980] Puljić, A. (1980). Utjecaj tehnološkog napretka na rast društvenog proizvoda. *Economic Analysis and Worker's Management*, 14(2):181–217.
- [Puljić, 1982] Puljić, A. (1982). Kritički osvrt na članak A. Sapiro: Ekonomski rast i supstitucija faktora: što se dogodilo jugoslovenskom čudu. *Economic Analysis and Worker's Management*, 16(4):369–377.
- [Quinn i Toyoda, 2008] Quinn, D. P. and Toyoda, A. M. (2008). Does capital account liberalization lead to growth? *Review of Financial Studies*, 21(3):1403–1449.
- [Ramsey, 1928] Ramsey, F. P. (1928). A mathematical theory of saving. *The Economic Journal*, 38(152):543–559.
- [Ranis i Fei, 1961] Ranis, G. and Fei, J. C. H. (1961). A theory of economic development. *The American Economic Review*, 51(4):533–565.
- [Rao, 2009] Rao, A. V. (2009). A survey of numerical methods for optimal control. *Advances in the Astronautical Sciences*, 135(1):497–528.

- [Rapetti, 2013] Rapetti, M. (2013). The real exchange rate and economic growth: Some observations on the possible channels. Working Paper, University of Massachusetts, Department of Economics 2013-11, Amherst, MA.
- [Ratković, 2016] Ratković, K. (2016). Limitations in direct and indirect methods for solving optimal control problems in growth theory. *Industrija*, 44(4):19–45.
- [Ratković, 1983] Ratković, M. (1983). Efikasnost investicija u obrazovanje. *Beograd: Institut Ekonomskih nauka*.
- [Razin i Collins, 1997] Razin, O. and Collins, S. M. (1997). Real exchange rate misalignments and growth. Working Paper 6174, National Bureau of Economic Research.
- [Razmi, 2005] Razmi, A. (2005). The Contractionary Short-Run Effects of Nominal Devaluation in Developing Countries: Some Neglected Nuances. Technical report, University of Massachusetts Amherst, Department of Economics.
- [Razmi et al., 2012] Razmi, A., Rapetti, M., and Skott, P. (2012). The real exchange rate and economic development. *Structural Change and Economic Dynamics*, 23(2):151–169.
- [Rebelo, 1991] Rebelo, S. (1991). Long-Run Policy Analysis and Long-Run Growth. *Journal of Political Economy*, 99(3):500–521.
- [Reddaway i Smith, 1960] Reddaway, W. B. and Smith, A. D. (1960). Progress in british manufacturing industries in the period 1948-54. *The Economic Journal*, 70(277):17–37.
- [Rees, 1980] Rees, A. (1980). Improving productivity measurement. *The American Economic Review*, 70(2):340–342.
- [Ribeiro, 2003] Ribeiro, M. J. (2003). Endogenous Growth: Analytical Review of its Generating Mechanisms. Technical report.

- [Rodrik, 2006] Rodrik, D. (2006). The social cost of foreign exchange reserves. Working Paper 11952, National Bureau of Economic Research.
- [Rodrik, 2008] Rodrik, D. (2008). The real exchange rate and economic growth. *Brookings Papers on Economic Activity*, 39(2):365–439.
- [Rodrik, 2011] Rodrik, D. (2011). *The Globalization Paradox: Democracy and the Future of the World Economy*. W. W. Norton and Company, Inc.
- [Rodrik, 2015] Rodrik, D. (2015). Premature deindustrialization. Working Paper 20935, National Bureau of Economic Research.
- [Rogoff et al., 2003] Rogoff, K. S., Husain, A. M., Mody, A., Brooks, R., and Oomes, N. (2003). Evolution and performance of exchange rate regimes. In *IMF Working Paper WP/03/243, International Monetary Fund*.
- [Romer, 2012] Romer, D. (2012). *Advanced Macroeconomics*. McGraw-Hill/Irwin, New York.
- [Romer, 1986] Romer, P. M. (1986). Increasing returns and long-run growth. *Journal of Political Economy*, 94(5):1002–1037.
- [Romer, 1987a] Romer, P. M. (1987a). Crazy explanations for the productivity slowdown. In *NBER Macroeconomics Annual 1987, Volume 2*, pp. 163–210. National Bureau of Economic Research, Inc.
- [Romer, 1987b] Romer, P. M. (1987b). Growth based on increasing returns due to specialization. *American Economic Review*, 77(2):56–62.
- [Romer, 1990] Romer, P. M. (1990). Endogenous Technological Change. *Journal of Political Economy*, 98(5):S71–102.
- [Romer, 1994] Romer, P. M. (1994). The origins of endogenous growth. *The Journal of Economic Perspectives*, 8(1):3–22.

- [Rosenstein-Rodan, 1943] Rosenstein-Rodan, P. N. (1943). Problems of Industrialisation of Eastern and South-Eastern Europe. *The Economic Journal*, 53(210/211):202–211.
- [Rynn, 2001] Rynn, J. (2001). The power to create wealth: A systems-based theory of the rise and decline of the great powers in the 20th century. Technical report, Political Science Department, City University of New York.
- [Saborowski, 2009] Saborowski, C. (2009). Capital Inflows and the Real Exchange Rate; Can Financial Development Cure the Dutch Disease? IMF Working Papers 09/20, International Monetary Fund.
- [Sala-i-Martin, 2002] Sala-i-Martin, X. (2002). 15 Years of New Growth Economics : What Have we Learnt? *Journal Economía Chilena (The Chilean Economy)*, 5(2):5–15.
- [Samuelson, 1948] Samuelson, P. A. (1948). International trade and the equalisation of factor prices. *The Economic Journal*, 58(230):163–184.
- [Samuelson, 1949] Samuelson, P. A. (1949). International factor-price equalisation once again. *The Economic Journal*, 59(234):181–197.
- [Samuelson, 1962] Samuelson, P. A. (1962). Parable and realism in capital theory: The surrogate production function. *The Review of Economic Studies*, 29(3):193–206.
- [Samuelson i Nordhaus, 1985] Samuelson, P. A. and Nordhaus, W. D. (1985). *Economics*. New York McGraw-Hill, 12th edition.
- [Sanchez-Ancochea, 2007] Sanchez-Ancochea, D. (2007). Anglo-Saxon versus Latin American structuralism in development economics. In Pérez, E. and Vernengo, M., editors, *Ideas, Policies and Economic Development in the Americas*, chapter 10, pp. 208–226. Routledge, New York.

- [Sapir, 1980] Sapir, A. (1980). Economic growth and factor substitution: What happened to the yugoslav miracle? *The Economic Journal*, 90(358):294–313.
- [Sargent, 2000] Sargent, R. (2000). Optimal control. *Journal of Computational and Applied Mathematics*, 124(1–2):361–371. Numerical Analysis 2000. Vol. IV: Optimization and Nonlinear Equations.
- [Savvides i Zachariadis, 2005] Savvides, A. and Zachariadis, M. (2005). International Technology Diffusion and the Growth of TFP in the Manufacturing Sector of Developing Economies. *Review of Development Economics*, 9(4):482–501.
- [Scherer, 1982] Scherer, F. M. (1982). Inter-Industry Technology Flows and Productivity Growth. *The Review of Economics and Statistics*, 64(4):627–634.
- [Schultz, 1959] Schultz, T. W. (1959). Investment in man: An economist's view. *Social Service Review*, 33(2):109–117.
- [Schultz, 1960] Schultz, T. W. (1960). Capital Formation by Education. *Journal of Political Economy*, 68:571–571.
- [Schultz, 1961a] Schultz, T. W. (1961a). *Education and Economic Growth*. ed. Nelson B. Henry, University of Chicago Press, Chicago.
- [Schultz, 1961b] Schultz, T. W. (1961b). Investment in human capital. *The American Economic Review*, 51(1):1–17.
- [Schultz, 1961c] Schultz, T. W. (1961c). Investment in human capital: Reply. *The American Economic Review*, 51(5):1035–1039.
- [Schultz, 1962] Schultz, T. W. (1962). Reflections on investment in man. *Journal of Political Economy*, 70.
- [Schultz, 1963] Schultz, T. W. (1963). *The economic value of education*. Columbia University Press New York.

- [Schultz, 1982] Schultz, T. W. (1982). *Investing in People: The Economics of Population Quality*. University of California Press.
- [Schumpeter, 1934] Schumpeter, J. (1934). *The Theory of Economic Development: An Inquiry Into Profits, Capital, Credit, Interest, and the Business Cycle*. Economics Third World studies. Transaction Books.
- [Schumpeter, 1958] Schumpeter, J. (1958). Analiza ekonomskih promena. In *Privredni ciklusi u gradjanskoj ekonomskoj teoriji*. (Stojanović ed.) Nolit Beograd.
- [Schumpeter, 1976] Schumpeter, J. (1976). *Capitalism, Socialism and Democracy*. Routledge.
- [Segerstrom i Dinopoulos, 1999] Segerstrom, P. and Dinopoulos, E. (1999). A Schumpeterian model of protection and relative wages. *American Economic Review*, 89(3):450–472.
- [Sen, 1972] Sen, A. K. (1972). Control areas and accounting prices: An approach to economic evaluation. *The Economic Journal*, 82(325):486–501.
- [Senić, 1985] Senić, R. (1985). Teorijska razmatranja o inovacijama u industriji. *Industrija*, 12(1):5–11.
- [Sethi i Thompson, 2000] Sethi, S. P. and Thompson, G. L. (2000). *Optimal control theory : applications to management science and economics*. Kluwer Academic Publishers.
- [Setterfield, 2011] Setterfield, M. (2011). The remarkable durability of Thirlwall's Law. *PSL Quarterly Review*, 64(259).
- [Sharma et al., 2007] Sharma, S., Choi, W. G., and Strömqvist, M. (2007). Capital Flows, Financial Integration, and International Reserve Holdings; The Recent Experience of Emerging Markets and Advanced Economies. IMF Working Papers 07/151, International Monetary Fund.

- [Sianesi, 2002] Sianesi, B. (2002). The returns to education: a review of the empirical macro-economic literature. IFS Working Papers W02/05, Institute for Fiscal Studies.
- [Sianesi i van Reenen, 2000] Sianesi, B. and van Reenen, J. (2000). The returns to education: A review of the macro-economic literature. CEE discussion papers, Centre for the Economics of Education, LSE.
- [Simon, 1960] Simon, H. (1960). *Administrative Behavior*. New York: Macmillan company.
- [Slater i Kavanagh, 1980] Slater, J. R. and Kavanagh, N. J. (1980). A cross section analysis of U.K. census of production data, 1948-1977: Output per worker and the wage rate, a C.E.S. production function approach. Discussion Paper 65, Birmingham University. Faculty of Commerce and Social Science.
- [Sloek et al., 2002] Sloek, T. M., Klein, M. W., Ricci, L. A., and Edison, H. J. (2002). Capital Account Liberalization and Economic Performance: Survey and Synthesis. IMF Working Papers 02/120, International Monetary Fund.
- [Solow, 1960] Solow, R. (1960). Investment and Technical Progress. In *Mathematical Methods in the Social Sciences*, pp. 101–142. Stanford: Stanford University Press.
- [Solow, 1963a] Solow, R. (1963a). *Capital theory and the rate of return*. North-Holland Pub. Co.
- [Solow, 1964] Solow, R. (1964). Capital, Labor, and Income in Manufacturing. In *The Behavior of Income Shares: Selected Theoretical and Empirical Issues*, NBER Chapters, pp. 101–142. National Bureau of Economic Research, Inc.
- [Solow, 1956] Solow, R. M. (1956). A Contribution to the Theory of Economic Growth. *The Quarterly Journal of Economics*, 70(1):65–94.

- [Solow, 1957] Solow, R. M. (1957). Technical change and the aggregate production function. *The Review of Economics and Statistics*, 39(3):312–320.
- [Solow, 1959] Solow, R. M. (1959). Investment and economic growth—some comments. *Productivity Measurement Review*, 19(11):15–28.
- [Solow, 1962a] Solow, R. M. (1962a). Substitution and fixed proportions in the theory of capital. *The Review of Economic Studies*, 29(3):207–218.
- [Solow, 1962b] Solow, R. M. (1962b). Technical progress, capital formation, and economic growth. *The American Economic Review*, 52(2):76–86.
- [Solow, 1963b] Solow, R. M. (1963b). Heterogeneous capital and smooth production functions: An experimental study. *Econometrica*, 31(4):623–645.
- [Solow, 1994] Solow, R. M. (1994). Perspectives on Growth Theory. *Journal of Economic Perspectives*, 8(1):45–54.
- [Solow et al., 1966] Solow, R. M., Tobin, J., von Weizsäcker, C. C., and Yaari, M. (1966). Neoclassical growth with fixed factor proportions. *The Review of Economic Studies*, 33(2):79–115.
- [Šoškić, 1971] Šoškić, B. (1971). *Raspodela dohodaka u tržišnoj privredi: Savremena mikro-ekonomska analiza*. Savremena administracija, Institut za ekonomska istraživanja.
- [Šoškić, 1973] Šoškić, B. (1973). *Proizvodnja, zaposlenost i stabilizacija*. Institut za ekonomska istraživanja.
- [Srinivasan i Bhagwati, 1999] Srinivasan, T. N. and Bhagwati, J. (1999). Outward-Oriented and Development: Are Revisionists Right. Working Papers 806, Economic Growth Center, Yale University.

- [Stephens, 1971a] Stephens, K. J. (1971a). A growth model with capital and labor vintages. *Metroeconomica*, 23(2):103–118.
- [Stephens, 1971b] Stephens, K. J. (1971b). Non neutral technological progres and non homogenous labour in Cobb Douglas growth model. *Economia Internazionale*, pp. 446–454.
- [Stephens, 1973] Stephens, K. J. (1973). Input quality, obsolescence, and unemployment. *Kyklos*, 26(2):282–287.
- [Stevens i Weale, 2004] Stevens, P. and Weale, M. (2004). Education and Economic Growth. In *International Handbook on the Economics of Education*, chapter 4. Edward Elgar Publishing.
- [Stiglitz, 2000] Stiglitz, J. (2000). *Economics of the Public Sector*. W. W. Norton and Company, Inc.
- [Stiglitz, 2012] Stiglitz, J. E. (2012). *The price of inequality: how today's divided society endangers our future*. New York: W.W. Norton & Co.
- [Stipetić, 1969] Stipetić, V. (1969). *Poljoprivreda i privredni razvoj*. Ekonomska biblioteka. Informator.
- [Stipetić i Bojnec, 1985] Stipetić, V. and Bojnec, Š. (1985). Produkciona funkcija jugoslovenske poljoprivrede i izvodi za dugoročnu politiku poljoprivrednog razvoja. In *Strategija dugoročnog društveno-ekonomskog razvoja jugoslovenskog samoupravnog društva*. Kragujevac: Univerzitet u Kragujevcu.
- [Stojanović, 1960] Stojanović, R. (1960). *Teorija privrednog razvoja u socijalizmu*. Univerzitetski udžbenici. Naučna knjiga.
- [Stojanović, 1970] Stojanović, R. (1970). *Veliki ekonomski sistemi: Problemi optimizacije velikih ekonomskih sistema*. Institut za ekonomska istraživanja.
- [Stojanović, 1973] Stojanović, R. (1973). *Optimalna strategija privrednog razvoja: na primeru male socijalističke zemlje*. Savremena administracija.

- [Stojanović, 1976] Stojanović, R. (1976). *Planiranje u samoupravnom društvu*. Savremena administracija: Institut za ekonomska istraživanja.
- [Stokey, 1988] Stokey, N. L. (1988). Learning by Doing and the Introduction of New Goods. *Journal of Political Economy*, 96(4):701–717.
- [Stokey et al., 1989] Stokey, N. L., Lucas, R. E., and Prescott, E. C. (1989). *Recursive methods in economic dynamics*. Harvard University Press, Cambridge, Mass.
- [Suchanek i Vasishtha, 2009] Suchanek, L. and Vasishtha, G. (2009). The Evolution of Capital Flows to Emerging-Market Economies. *Bank of Canada Review*, 2009(Winter):19–31.
- [Šuvaković, 1977] Šuvaković, Đ. (1977). *Samoupravno i kapitalističko preduzeće*. Beograd: Savremena administracija.
- [Sveikauskas, 2007] Sveikauskas, L. (2007). R&D and productivity growth: A review of the literature. *U.S. Bureau of Labor Statistics, Working Papers 408*.
- [Tarasyev i Watanabe, 2001] Tarasyev, A. M. and Watanabe, C. (2001). Optimal dynamics of innovation in models of economic growth. *Journal of Optimization Theory and Applications*, 108(1):175–203.
- [Terleckyj, 1974] Terleckyj, N. E. (1974). *Effects of R & D on the productivity growth of industries : an exploratory study*. Washington: National Planning Association.
- [Terleckyj, 1980] Terleckyj, N. E. (1980). What do R & D numbers tell us about technological change? *The American Economic Review*, 70(2):55–61.
- [The European Commission, 2005] The European Commission (2005). *The Value of European Patents - Evidence from a Survey of European Inventors, Final Report of the PatVal EU project*. The European Commission.

- [The European Commission, 2006] The European Commission (2006). *Study on Evaluating the Knowledge Economy. What are Patents Actually Worth? The value of patents for today's economy and society, Final Report*. The European Commission.
- [The European Commission, 2011] The European Commission (2011). *Innovation Union Competitiveness report 2011. Analysis. Part III, Towards an innovative Europe – contributing to the Innovation Union, Brussels*. The European Commission.
- [The European Commission, 2013] The European Commission (2013). *Assessing the projects on the ESFRI roadmap, A high level expert group report, DG for Research and Innovation*. The European Commission.
- [The European Commission, 2015] The European Commission (2015). *Guide for Cost-Benefit Analysis of Investment Projects – Economic Appraisal Tool for Cohesion Policy 2014-2020*. The European Commission.
- [Thirlwall i Hussain, 1982] Thirlwall, A. and Hussain, M. N. (1982). The balance of payments constraint, capital flows and growth rate differences between developing countries. *Oxford Economic Papers*, 34(3):498–510.
- [Thirlwall, 2007] Thirlwall, A. P. (2007). Keynes and economic development. *Economia Aplicada*, 11:447 – 457.
- [Thirlwall, 2011] Thirlwall, A. P. (2011). Balance of Payments Constrained Growth Models: History and Overview. Studies in Economics 1111, School of Economics, University of Kent.
- [Thirlwall, 2013] Thirlwall, A. P. (2013). Commentary on Kaldor's 1970 Regional Growth Model. *Scottish Journal of Political Economy*, 60(5):492–494.
- [Thurow, 1968] Thurow, L. C. (1968). Disequilibrium and the marginal productivity of capital and labor. *The Review of Economics and Statistics*, 50(1):23–31.

- [Timmer, 1970] Timmer, C. P. (1970). Front Matter & On Measuring Technical Efficiency. *Food Research Institute Studies*, (02).
- [Tinbergen et al., 1959] Tinbergen, J., Klaassen, L., Koyck, L., and Witteveen, H. (1959). *Jan Tinbergen - Selected Papers, On the Theory of Trend Movement*. N.
- [Tomin, 1974] Tomin, U. (1974). *Uvod u nauku o nauci*. Beograd: Institut Ekonomskih nauka.
- [Trimborn, 2007] Trimborn, T. (2007). Anticipated Shocks in Continuous-time Optimization Models: Theoretical Investigation and Numerical Solution. Hannover economic papers, Leibniz Universität Hannover.
- [Trimborn et al., 2004] Trimborn, T., Koch, K.-J., and Steger, T. M. (2004). Multi-dimensional transitional dynamics : a simple numerical procedure. CER-ETH Economics working paper series 04/35, Center of Economic Research at ETH Zurich.
- [Tullock, 1969] Tullock, G. (1969). Social cost and government action. *The American Economic Review*, 59(2):189–197.
- [Ulasan, 2012] Ulasan, B. (2012). Cross-country growth empirics and model uncertainty: An overview. *Economics - The Open Access, Open-Assessment E-Journal*, 6:1–69.
- [Ulku, 2004] Ulku, H. (2004). R&D, Innovation, and Economic Growth; An Empirical Analysis. IMF Working Papers 04/185, International Monetary Fund.
- [Uni, 2007] Uni, H. (2007). Export-biased productivity increase and exchange rate regimes in East Asia and Europe. *The Kyoto economic review*, 76(1).
- [Uzawa, 1965] Uzawa, H. (1965). Optimum technical change in an aggregative model of economic growth. *International Economic Review*, 6(1):18–31.

- [Varian, 1992] Varian, H. (1992). *Microeconomic Analysis*. Norton International edition. W. W. Norton and Company, Inc.
- [Čizmović, 2016] Čizmović, M. (2016). *Privredni rast i devizni kurs*. PhD thesis, Beograd: Univerzitet Union, Beogradska Bankarska Akademija, Fakultet za bankarstvo, osiguranje i finansije.
- [Čizmović i Popović, 2013] Čizmović, M. and Popović, M. (2013). The sources of growth in the former SFRY countries: Comparative analysis. *Ekonomija/Economics*, 20(1):334–378.
- [Vinski, 1959a] Vinski, I. (1959a). Investicije na području Jugoslavije u razdoblju između dva svetska rata. *Ekonomski pregled*, (8-9):601–617.
- [Vinski, 1959b] Vinski, I. (1959b). Nacionalni dohodak i fiksni fondovi na području Jugoslavije 1909-1959. *Ekonomski pregled*, (11-12):832–863.
- [Vinski, 1965a] Vinski, I. (1965a). Pristup analizi globalne produktivnosti. *Ekonomski pregled*, (1):21–51.
- [Vinski, 1965b] Vinski, I. (1965b). Rast fiksnih fondova Jugoslavije od 1946. do 1964. *Ekonomist*, (4):667–680.
- [Vinski, 1966] Vinski, I. (1966). Rast fiksnih fondova po jugoslovenskim republikama od 1946 do 1964. *Ekonomist*, (1-4):417–439.
- [Vinski, 1967] Vinski, I. (1967). Rast fiksnih fondova Jugoslavije od reforme do početka 1967. *Ekonomski pregled*, (9-10):485–508.
- [Vinski, 1980] Vinski, I. (1980). Dugoročno kretanje osnovnih sredstava Jugoslavije. *Aktuelni problemi privrednih kretanja i ekonomske politike Jugoslavije*, (9-10).
- [von Stryk i Bulirsch, 1992] von Stryk, O. and Bulirsch, R. (1992). Direct and indirect methods for trajectory optimization. *Ann. Oper. Res.*, 37(1-4):357–373.

- [Vrcelj et al., 1973] Vrcelj, Đ. et al. (1973). *Mjerenje tehničko-tehnološkog napretka i metodi njegovog prognoziranja*. Beograd: Poslovna politika.
- [Vujković, 1967] Vujković, T. (1967). Funkcije proizvodnje za industriju SFRJ od 1952-1964. *Ekonomski pregled*, (7-8):112–118.
- [Vujković, 1968] Vujković, T. (1968). Proizvodna funkcija jugoslovenske privrede: odgovor. *Ekonomski pregled*, (10):568–576.
- [Vujković, 1972] Vujković, T. (1972). *Kvantitativna analiza tehničkog progressa*. Kvantitativne metode ekonomike. Zagreb: Informator.
- [Vukčević, 1987] Vukčević, R. (1987). Tehničko tehnološki i ekonomski kriterijumi ocene investicionih ulaganja. *Titograd: Institut za tehnička istraživanja*.
- [Wagner, 1968] Wagner, L. U. (1968). Problems in estimating research and development investments and stock. In *Proceedings of the Economic and Business Statistics Section*, pp. 189–197.
- [Weber, 1976] Weber, M. (1976). *Privreda i društvo*, volume 2. Beograd: Prosveta.
- [Weber, 2011] Weber, T. A. (2011). *Optimal Control Theory with Applications in Economics*, volume 1 of *MIT Press Books*. The MIT Press.
- [Weinshall, 1977] Weinshall, T. D. (1977). *Culture and management : selected readings*. Harmondsworth ; New York : Penguin.
- [Weisbrod, 1964] Weisbrod, B. (1964). *External Benefits of Public Education: An Economic Analysis*. External Benefits of Public Education. Industrial Relations Section, Department of Economics, Princeton University.

- [Weisbrod, 1962] Weisbrod, B. A. (1962). Education and investment in human capital. *Journal of Political Economy*, 70(5):106–123.
- [Westfield, 1966] Westfield, F. M. (1966). Technical progress and returns to scale. *The Review of Economics and Statistics*, 48(4):432–441.
- [Whelan, 2002] Whelan, K. (2002). Computers, obsolescence, and productivity. *The Review of Economics and Statistics*, 84(3):445–461.
- [Williamson, 1963] Williamson, O. E. (1963). Managerial discretion and business behavior. *The American Economic Review*, 53(5):1032–1057.
- [Williamson, 1981] Williamson, O. E. (1981). The Modern Corporation: Origins, Evolution, Attributes. *Journal of Economic Literature*, 19(4):1537–1568.
- [Williamson, 1985a] Williamson, O. E. (1985a). Assessing Contract. *Journal of Law, Economics, and Organization*, 1(1):177–208.
- [Williamson, 1985b] Williamson, O. E. (1985b). *The Economic Institutions of Capitalism: Firms, Markets, Relational Contracting*. New York: Free Press.
- [Wolman i Couper, 2003] Wolman, A. L. and Couper, E. A. (2003). Potential consequences of linear approximation in economics. *Economic Quarterly*, (Win):51–67.
- [Wyplosz, 2007] Wyplosz, C. (2007). The foreign exchange reserves build up: Business as usual? Technical report, Graduate Institute of International Studies and CEPR.
- [Yang, 2008] Yang, J. (2008). An Analysis of So-Called Export-led Growth. IMF Working Papers 08/220, International Monetary Fund.

-
- [Young, 1991] Young, A. (1991). Learning by doing and the dynamic effects of international trade. *The Quarterly Journal of Economics*, 106(2):369–405.
- [Zachariadis, 2003] Zachariadis, M. (2003). R&D, innovation, and technological progress: a test of the Schumpeterian framework without scale effects. *Canadian Journal of Economics*, 36(3):566–586.
- [Zellner i Revankar, 1969] Zellner, A. and Revankar, N. S. (1969). Generalized production functions. *Review of Economic Studies*, 36(2):241–250.
- [Zerbe i Dively, 1994] Zerbe, R. and Dively, D. (1994). *Benefit-cost analysis in theory and practice*. Harper Collins series in economics. New York: Harper Collins College Publishers.

CIP - Каталогизација у публикацији -
Народна библиотека Србије, Београд

330.35(075.8)

ПОПОВИЋ, Миленко, 1952-

Uvod u teoriju, analizu i mjerenje privrednog rasta. Dio 1 / Milenko Popović,
Mirjana Čizmović, Kruna Ratković. - Beograd : Institut ekonomskih nauka, 2019
(Beograd : DonatGraf). - graf. prikazi, tabele, VII, 467 str. ; 24 cm

Tiraž 150. - Napomene i bibliografske reference uz tekst. - Bibliografija: str. 405-
467.

ISBN 978-86-89465-47-1

1. Чизмовић, Мирјана, 1980- [аутор] 2. Ратковић, Круна, 1982- [аутор]
а) Привредни раст

COBISS.SR-ID 276102924



9 788689 465471