

Makroekonomija

Predavanje 4: Dolgoročna gospodarska rast

Sašo Polanec

Fakulteta za matematiko in fiziko in
Ekonomski fakulteta
Univerza v Ljubljani

Oktober 2013

Zakaj nas zanima dolgoročna gospodarska rast?

- Na dolgi rok je cilj vsakega gospodarstva čim večja rast BDP na prebivalca.
- Zasedovanje tega cilja pomeni, da se agregatna proizvodnja trajno povečuje.
- Rast BDP na prebivalca je povezana z rastjo blaginje ljudi (npr. potrošnja, življenjsko pričakovanje), a ne nujno vsemi indikatorji blaginje (npr. delež kohorte vpisane na različne ravni izobraževanja; umrljivost dojenčkov)
- Cilj teorije gospodarske rasti je poiskati vzroke dolgoročne gospodarske rasti in s tem poiskati odgovore na dejstva glede dolgoročne gospodarske rasti
- Na podlagi ugotovitev predlagati ukrepe ekonomski politiki

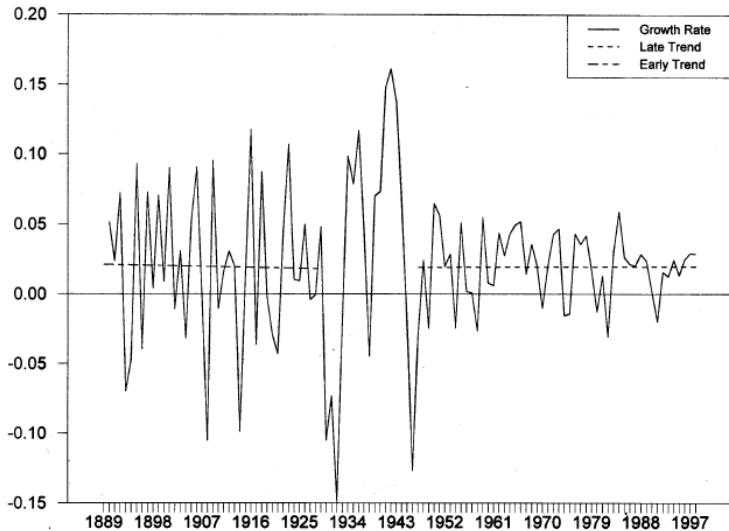
Kaldorjeva stilizirana dejstva

Nicholas Kaldor (1961) je povzel 4 osnovna stilizirana dejstva (na spodnjem seznamu), ki naj bi jih izpolnjevala vsaka teorija. Poleg teh je pogosto dodan peti pogoj stabilne stopnje varčevanja.

1. Rast agregatne proizvodnje na prebivalca ima stabilno povprečje (angl. mean stationary).
2. Razmerje med kapitalom in obsegom proizvodnje ima stabilno povprečje.
3. Donosnost kapitala ima stabilno povprečje.
4. Delež dohodka kapitala (in dela) ima stabilno povprečje.
5. Delež investicij (varčevanja) ima stabilno povprečje.

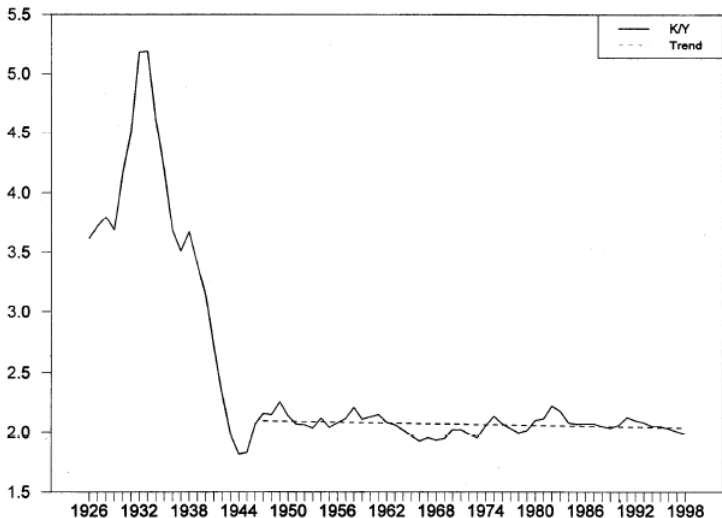
Poleg teh je včasih dodano še šesto dejstvo – ki pravi, da se stopnje rasti BDP na prebivalca razlikujejo med državami.

Rast BDP na prebivalca v ZDA, 1889-1998



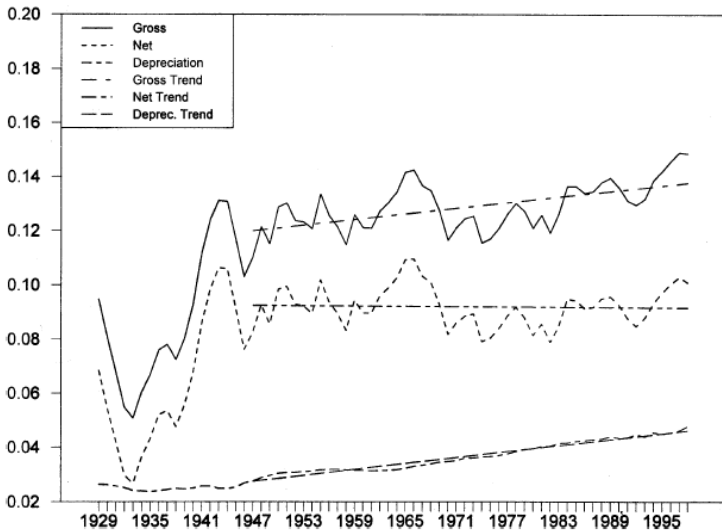
Vir: P. Evans, US Stylized Facts and Their Implications for Growth Theory, Marec 2000.

Razmerje med kapitalom in BDP v ZDA, 1926-1998



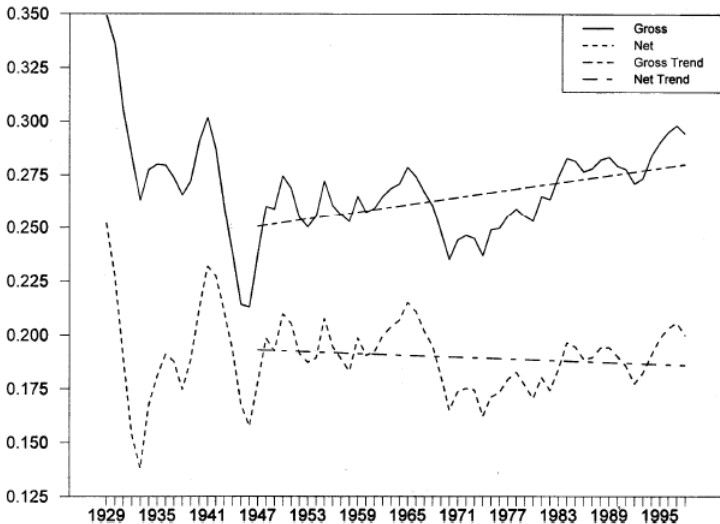
Vir: P. Evans, US Stylized Facts and Their Implications for Growth Theory, Marec 2000.

Komponente stopnje donosa na kapital v ZDA, 1929-1998

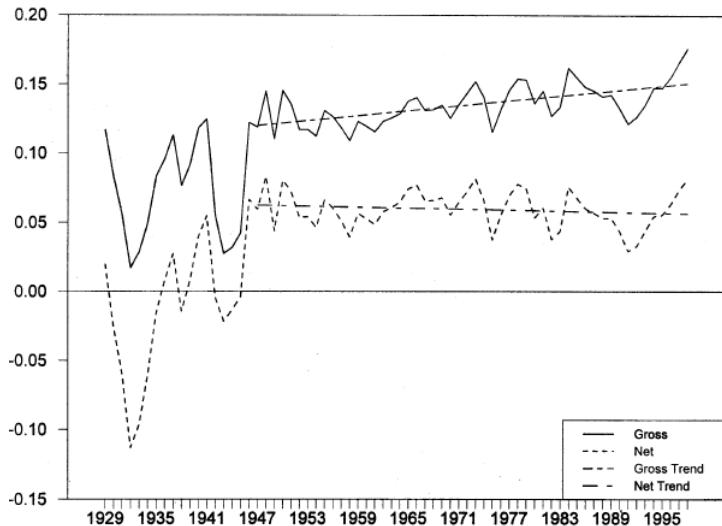


Vir: P. Evans, US Stylized Facts and Their Implications for Growth Theory, Marec 2000.

Bruto in neto deleži dohodka kapitala v BDP v ZDA, 1929-1998

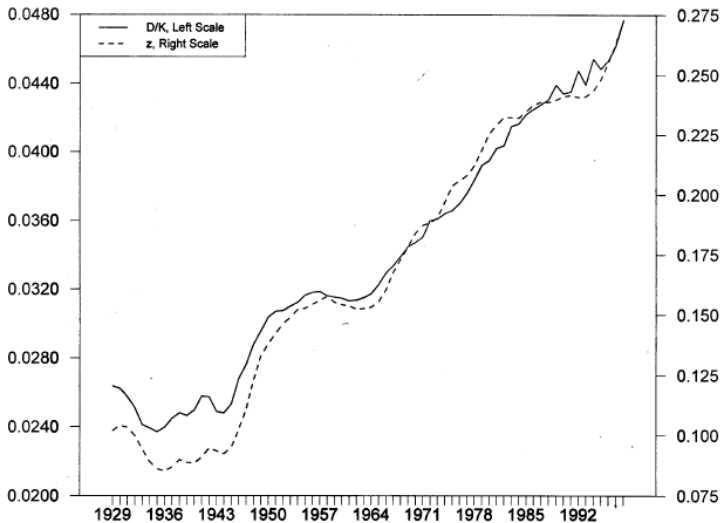


Bruto in neto investicije v BDP v ZDA, 1929-1998



Vir: P. Evans, US Stylized Facts and Their Implications for Growth Theory, Marec 2000.

Delež porabe fiksnega kapitala v BDP v ZDA, 1929-1998



Vir: P. Evans, US Stylized Facts and Their Implications for Growth Theory, Marec 2000. Opomba. Desna os ima delež opreme v BDP.

Vloga kapitala za gospodarsko rast

- Kakšna je vloga kapitala za dolgoročno rast BDP? Ali je pomembno investirati?
- Za ilustracijo si zamislimo preprost model gospodarstva:
 - gospodarstvo sestavlja eno samo gospodinjstvo (član gospodinjstva je Robinson Crusoe), ki živi na izoliranem otoku; količina dela je $L = 1$
 - gospodinjstvo proizvaja kokosove orehe (edini proizvod, Q); proizvodna tehnologija se v času ne spreminja
 - kapital so palme na katerih rastejo kokosovi orehi (K)
 - za investiranje v nove palme je potrebno žrtvovati kokosove orehe (namesto potrošnje jih investiramo)
- Zanima nas dinamika obsega proizvodnje na prebivalca v času?

Vloga kapitala za gospodarsko rast II

- Obseg proizvodnje (število kokosovih orehov) je določen s Cobb-Douglasovo produkcijsko funkcijo in količino produkcijskih faktorjev:

$$Q_t = f(K_t, L_t) = K_t^\alpha (A_t L_t)^{1-\alpha}.$$

- Zaenkrat predpostavimo, da se število prebivalcev (delavcev; L) v času ne spreminja in je enako 1. Enako naj velja za tehnologijo (A). Zato se obseg proizvodnje (in hkrati proizvodnje na prebivalca) poenostavi v običajno potenčno funkcijo:

$$Q_t = K_t^\alpha.$$

- V letu t je število palm (obseg kapitala) eksogeno dan, K_t , kar pomeni, da je obseg proizvodnje kar Q_t .
- Robinson Crusoe je na otoku sam in ne trguje. Zato se odloča le o tem, koliko kokosov bo pojedel (potrošil) in koliko jih bo privarčeval in investiral. Tako velja enakost varčevanja in investicij:

$$Q_t = C_t + S_t = C_t + I_t \longrightarrow S_t = I_t.$$

Vloga kapitala za gospodarsko rast III

- Predpostavimo, da se Robinson Crusoe odloča v skladu z dolgoročno Keynezijsko teorijo varčevanja:

$$C_t = cQ_t,$$

$$S_t = sQ_t = (1 - c)Q_t.$$

- Obseg investij je enak:

$$I_t = S_t = sQ_t = sK_t^\alpha.$$

- Obseg kapitala pa je (brez ovir prilagajanju) enak vsoti bruto investicij in začetnemu obsegu kapitala zmanjšanem za amortizacijo (δ je stopnja amortizacije):

$$K_{t+1} = K_t(1 - \delta) + I_t.$$

Vloga kapitala za gospodarsko rast IV

- Kapital se tako v času spreminja v skladu z naslednjo nelinearno deterministično diferenčno enačbo:

$$K_{t+1} = K_t(1 - \delta) + sK_t^\alpha.$$

- Stopnja rasti kapitala je:

$$\gamma_{K,t} = \frac{K_{t+1} - K_t}{K_t} = sK_t^{\alpha-1} - \delta,$$

in stopnja rasti obsega proizvodnje (na prebivalca) je:

$$\begin{aligned} \frac{Q_{t+1} - Q_t}{Q_t} &= \frac{K_{t+1}^\alpha - K_t^\alpha}{K_t^\alpha} = \frac{K_t^\alpha \left(\left(1 + \frac{K_{t+1} - K_t}{K_t}\right)^\alpha - K_t^\alpha \right)}{K_t^\alpha} \\ &= \left(1 + \frac{K_{t+1} - K_t}{K_t}\right)^\alpha - 1 \approx \alpha \frac{K_{t+1} - K_t}{K_t} \\ &\approx \alpha(sK_t^{\alpha-1} - \delta). \end{aligned}$$

Dve vrsti modelov gospodarske rasti

- V teoriji rasti ločimo dva teoretična modela, ki se primarno razlikujeta v izbiri produkcijske funkcije.
 - Solow-Swanov model uporablja neoklasično produkcijsko funkcijo:

$$Q = K^\alpha (AL)^{1-\alpha} = K^\alpha, 0 < \alpha < 1,$$

za katero je značilen padajoč mejni produkt.

- AK model uporablja produkcijsko funkcijo za katero velja $\alpha = 1$

$$Q = AK.$$

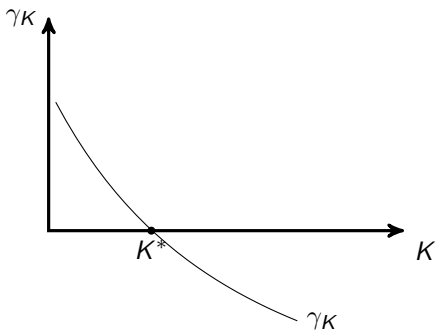
pri čemer je A tehnološka konstanta.

- Za AK produkcijsko funkcijo je značilen konstanten mejni produkt:

$$\frac{Q - Q'}{K - K'} = \frac{K - K'}{K - K'} = 1,$$

medtem ko za neoklasično produkcijsko funkcijo velja padajoč mejni produkt z obsegom proizvodnje.

Diferenčna enačba Solow-Swanovega modela



Opomba. Če je $\alpha < 1$, govorimo o padajočem mejnem produktu kapitala. V tem primeru stopnja rasti kapitala pada z obsegom kapitala, $\gamma_{K,t} = \frac{K_{t+1} - K_t}{K_t} = sK_t^{\alpha-1} - \delta$, saj je $\frac{\partial \gamma_{K,t}}{\partial K_t} = s(\alpha - 1)K_t^{\alpha-2} < 0$.

Solow-Swanov model: ustaljeno stanje

Na srednji rok se gospodarska rast v Solow-Swanovem modelu znižuje in ko na dolgi rok doseže ustaljeno stanje se kapital ne spreminja več ($\frac{K_{t+1}-K_t}{K_t} = 0$). Kapital v ustaljenem stanju je določen z enačbo:

$$\frac{K_{t+1} - K_t}{K_t} = 0 = s(K^*)^{\alpha-1} - \delta = 0.$$

Kapitala v ustaljenem stanju je določen s stopnjo varčevanja, stopnjo amortizacije in parametrom α produkcijske funkcije:

$$K^* = \left(\frac{s}{\delta}\right)^{\frac{1}{1-\alpha}}.$$

- Sklenemo lahko:
 1. Povečanje stopnje varčevanja poveča obseg kapitala v ustaljenem stanju.
 2. Povečanje stopnje amortizacije zmanjša obseg kapitala v ustaljenem stanju.

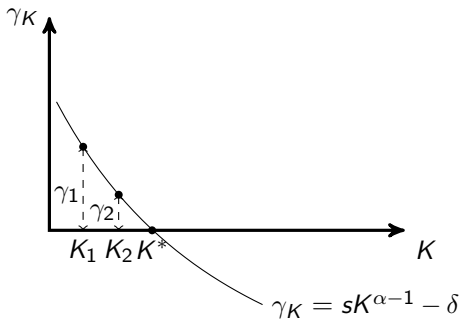
Solow-Swanov model in konvergenca

- Solow-Swanov model napoveduje, da je proizvodnja (na otoku Robinsona Crusoeja) naraščala le do umiritve v ustaljenem stanju. Tej napovedi pravimo **pogojna konvergenca**.
 - Če velja Solow-Swanov model, naj bi revne države z manj kapitala na prebivalca (= kapitala na delavca, ker je $L = N$) hitreje povečevale BDP na prebivalca kot bogate države z več kapitala na prebivalca.
 - Trditev velja le za države, ki imajo enako ustaljeno stanje (enako stopnjo varčevanja, stopnjo amortizacije in utež α v produkcijski funkciji).
- Na dolgi rok je rast BDP ob navedenih predpostavkah enaka nič:

$$\frac{Q_{t+1} - Q_t}{Q_t} = \alpha \frac{K_{t+1} - K_t}{K_t} = 0.$$

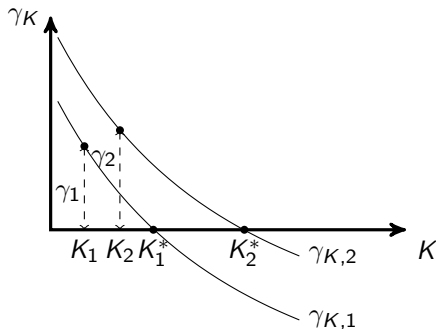
- Rast BDP naj bi se ob navedenih predpostavkah zniževala v času.

Solow-Swanov model in pogojna konvergenca I



Opomba. Pogojna konvergenca pomeni, da revnejše države rastejo hitreje ob predpostavki, da tako revne kot bogate države težijo k enakemu ustaljenemu stanju. Slika kaže, da je rast kapitala (in posledično rast BDP) višja v državi 1, ker ima manj kapitala (na delavca) in posledično dosega višjo mejno produktivnost kapitala.

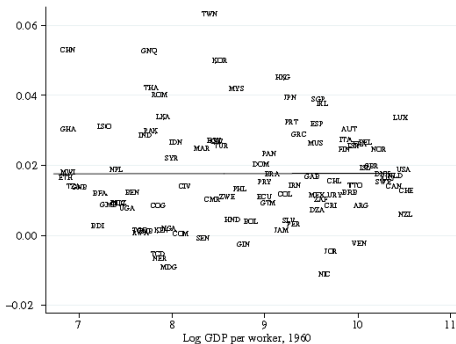
Solow-Swanov model in pogojna konvergenca II



Opomba. Slika prikazuje dve državi z različnim ustaljenim stanjem: država 1 ima nižjo stopnjo varčevanja (s_1) kot država 2 (s_2) in zato ima prva ustaljeno stanje K_1^* , druga pa K_2^* . Kljub temu, da je država 1 revnejša ($K_1 < K_2$), je rast države 2 pri K_2 višja.

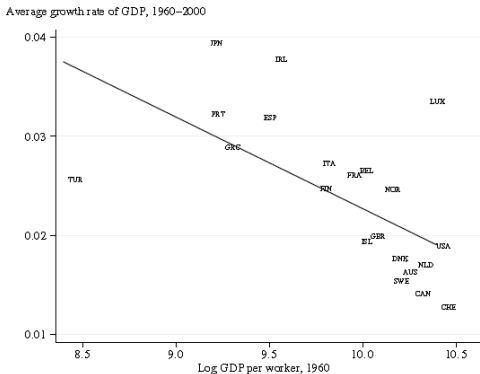
Test brezpogojne konvergence

Average growth rate of GDP, 1960–2000



Vir: Daron Acemoglu, Introduction to Modern Economic Growth
Opomba. Povprečna rast BDP in začetni BDP na delavca (log) v vseh državah sveta (z razpoložljivimi podatki).

Test pogojne konvergence za razvite države



Vir: Daron Acemoglu, Introduction to Modern Economic Growth. Opomba Povprečna rast BDP in začetni BDP na delavca (log) za države z enako tehnologijo

Dejanski podatki in pogojna konvergenca

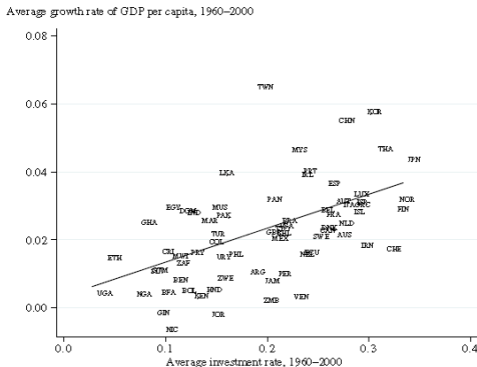
- Pogojna konvergenca med državami je empirično potrjena za večino vzorcev držav. Brezpogojna konvergenca ni empirično potrjena.
- Brezpogojna konvergenca med
 - evropskimi regijami
 - japonskimi regijami
 - zveznimi državami v ZDA
 - najbolj razvitimi državami sveta

je prav tako potrjena. Vendar pa dejstvo, da pogojujemo z razvitostjo pomeni prav tako pogojno konvergenco - te države delijo enako ustaljeno stanje..

Rast BDPpc in investicije

- Solow-Swanov model napoveduje tudi, da bodo države, ki imajo višjo stopnjo varčevanja v ustaljenem stanju (na dolgi rok) imele:
 - višjo raven kapitala (na delavca - število delavcev je 1, zato je dovolj kapital)
 - višjo raven BDP na prebivalca (in delavci, ker so vsi prebivalci delavci)
- Če kapital na delavca ni v ustaljenem stanju (srednji rok), bodo države, ki imajo višjo stopnjo varčevanja tudi
 - hitreje povečevale kapital (in kapital na delavca)
 - hitreje povečevale BDP na prebivalca
- Ali podatki podpirajo to napoved Solow-Swanovega modela? Poglejmo ilustracijo za
 - Prva slika kaže povezavo med rastjo BDPpc v obdobju 1960-2000 in povprečnim deležem investicij v BDP ($\frac{I}{BDP}$ v istem obdobju) za vzorec držav
 - Druga slika kaže povezavo med rastjo BDPpc v obdobju 1960-2000 in povprečnim številom let šolanja.

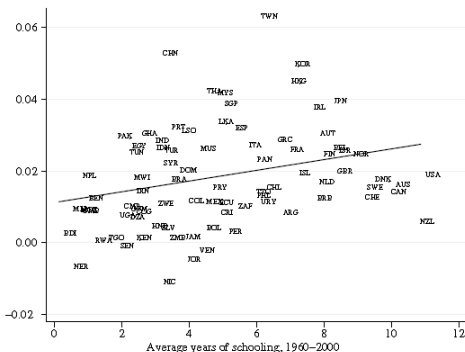
Povezava med povprečno rastjo BDPpc in povprečnim deležem investicij v BDP



Vir: Daron Acemoglu, Introduction to Modern Economic Growth

Povezava med povprečno rastjo BDPpc in povprečnim deležem investicij v človeški kapital

Average growth rate of GDP per capita, 1960–2000



Vir: Daron Acemoglu, Introduction to Modern Economic Growth

Opomba: Število let šolanja je spremenljivka, ki meri investicije v človeški kapital.

Kako se model rasti spremeni v odprtem gospodarstvu?

- Doslej smo predpostavljali, da je na **trgu kapitala** ravnotežje med domačimi investicijami in varčevanjem:

$$S = I,$$

kar drži le v primeru, ko velja $T = G$ in $X = Z$.

- Iz trga kapitala vemo, da je tekoči račun enak (če še vedno velja $T = G$)

$$CA_t = B_t^t - B_{t-1}^* = S_t - I_t = rB_{t-1}^* + X_t - Z_t,$$

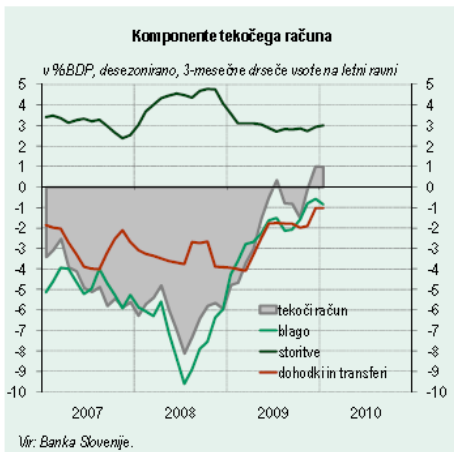
kar pomeni, da so lahko investicije tudi večje od varčevanja. Če so, to pomeni, da je $Z > X$, oziroma da je uvoz večji od izvoza.

- Sklenemo lahko, da lahko država poveča investicije nad obseg varčevanja, če uvozi več kot izvozi (neto zunanjo pozicijo oziroma obresti, rB_{t-1}^* , naj bi bile majhne..):

$$I_t = S_t + Z_t - X_t + rB_{t-1}^* = S_t - CA_t$$

- Država lahko s pomočjo tujega kapitala **raste hitreje**. Če pa je donos kapitala v tujini višji, gre za hitrejši odliv kapitala. Konvergenca je še hitrejša, saj jo podpirajo tokovi kapitala!

Komponente tekočega računa v Sloveniji , 2007-2010 (januar)



Vir: Banka Slovenije.

Opombe. Zunanjetrgovinske bilance so podane kot odstotni delež BDP.

Komentar slike in povezava z dinamiko gospodarske rasti

- Sloveniji je bila v letih 2004-2008 prejemnica tujega kapitala, kar se je kazalo v negativnem tekočem računu oziroma večjem uvozu od izvoza.
- Slovenija je imela v tem obdobju tudi hitrejšo gospodarsko rast, kar je dosegla tudi s financiranjem investicij s posojili iz tujine.
- To pomeni, da smo uvozili več kot izvozili in to razliko so financirali mednarodni investitorji. Na kakšen način? Npr. banke so si izposojale v tujini in posojale domačim agentom.
- V času krize se je obseg tujih finančnih virov zmanjšal, zato je prišlo tudi do zmanjšanja investicij in posledično do zmanjšanja primanjkljaja na tekočem računu.
- Obenem pa je zaradi finančne krize prišlo tudi do zmanjšanja investicij, saj je obseg povpraševanja iz tujine močno upadel. Zato je zmanjšanje investicij tudi smiselno in ustrezen odziv gospodarstva.

Dolgoročna rast v Solow-Swanovem modelu

- Solow-Swanov model ob predpostavki konstantne tehnologije napoveduje prenehanje gospodarske rasti in investicije, ki zgolj nadomestijo amortizirano opremo (odmrle palme).
- Zgodovinski podatki Angusa Maddisona (za najbolj razvite države sveta) kažejo, da je na dolgi rok gospodarska rast pozitivna in da se celo nekoliko povečuje.

Obdobje	Stopnje rasti BDP_{pc}	Število držav
1870-1890	1.2	13
1890-1910	1.5	14
1910-1930	1.3	16
1930-1950	1.4	16
1950-1970	3.7	16
1970-1990	2.2	16

Vir: Angus Maddison (1995).

Opomba. Povprečna rast BDP_{pc} je v odstotkih na leto.

Dolgoročna rast v Solow-Swanovem modelu II

- Kaj pa če v model dodamo rast tehnologije? V tem primeru je
 - rast BDP na prebivalca pozitivna **tudi na dolgi rok** in
 - kapital se povečuje in ohranja stabilno razmerje do obsega proizvodnje (K/Q se v času ne spreminja), kar je eno izmed znanih Kaldorjevih empiričnih dejstev.
- Naj bo sedaj produkcijska funkcija:

$$Q_t = K_t^\alpha (A_t L_t)^{1-\alpha},$$

kjer je A_t tehnološki indeks, ki zajema dejavnike kot so proizvodna tehnologija, načrti za produkte (patenti), pravna urejenost države (angl. rule of law), demokratičnost izbire predstavnikov, itd.

Dolgoročna rast v Solow-Swanovem modelu III

- Predpostavimo, da prebivalstvo raste po stopnji n , kar pomeni $L_t = (1 + n)^t L_0 = (1 + n)^t$.
- Tehnološki napredek, ki dopolnjuje delo (angl. labor-augmenting technological progress):

$$A_{t+1} = A_t(1 + \gamma_A).$$

pri čemer je γ_A konstantna rast tehnologije. Proizvodna funkcija je v tem primeru:

$$Y_t = K_t^\alpha (A_t L_t)^{1-\alpha}.$$

- Opredelimo **proizvodnjo** in **kapital na efektivno delo**:

$$\tilde{q}_t \equiv \frac{Q_t}{A_t L_t} \text{ in } \tilde{k}_t \equiv \frac{K_t}{A_t L_t}.$$

- Dinamiko kapitala še vedno opisuje naslednja diferenčna enačba:

$$K_{t+1} - K_t = sQ_t - \delta K_t.$$

Dolgoročna rast v Solow-Swanovem modelu IV

- Dinamika kapitala na enoto efektivnega dela, k , opisuje:

$$(1 + \gamma_A)(1 + n)\tilde{k}_{t+1} - k_t = s\tilde{k}_t^\alpha - \delta\tilde{k}_t,$$

- Enačbo lahko aproksimiramo z:

$$\begin{aligned}\tilde{k}_{t+1} &= s\tilde{k}_t^\alpha + (1 - \delta)\tilde{k}_t - (\gamma_A + n + n\gamma_A)\tilde{k}_{t+1} \\ \tilde{k}_{t+1} - \tilde{k}_t &\approx s\tilde{k}_t^\alpha - (\delta + \gamma_A + n)\tilde{k}_t,\end{aligned}$$

pri čemer smo predpostavili, da je $(\gamma_A + n)(\tilde{k}_{t+1} - \tilde{k}_t)$ majhna. Slika dinamike kapitala na efektivno delo proti ustaljenemu stanju ali po ustaljeni poti rasti je enaka kot zgoraj.

- Ustaljeno stanje je:

$$\tilde{k}_{t+1} - \tilde{k}_t = 0 \Leftrightarrow \tilde{k}^* = \left(\frac{s}{\delta + \gamma_A + n}\right)^{\frac{1}{1-\alpha}}.$$

Lastnosti ustaljene poti rasti I

- Vzdolž ustaljene poti je kapital na efektivno delo konstanten, \tilde{k} , konstanten.
- Rast fizičnega kapitala na delavca/prebivalca raste po enaki stopnji kot tehnologija:

$$\gamma_k = \frac{k_{t+1} - k_t}{k_t} = \frac{A_{t+1}\tilde{k}^* - A_t\tilde{k}^*}{A_t\tilde{k}^*} = \frac{A_{t+1} - A_t}{A_t} = \gamma_A,$$

- Rast outputa na prebivalca je :

$$\gamma_q = \frac{q_{t+1} - q_t}{q_t} = \frac{(\tilde{k}^*)^\alpha A_{t+1} - (\tilde{k}^*)^\alpha A_t}{(\tilde{k}^*)^\alpha A_t} = \gamma_A$$

Uravnotežena rast pomeni, da vse spremenljivke na zaposlenega (vključno s potrošnjo) rastejo po enaki konstantni stopnji, le-ta pa je določena z eksogeno rastjo tehnološkega indeksa (γ_A).

- Rast kapitala, outputa in potrošnje je:

$$\gamma_Y = \gamma_K = \gamma_A + n.$$

Lastnosti ustaljene poti rasti II

- Realna obrestna mera, ki je bruto donos kapitala je konstantna: constant:

$$r_t = \alpha(\tilde{k}^*)^{\alpha-1} = \frac{\alpha(\delta + n + \gamma_A)}{s}$$

To je posledica tega, da kapital raste po stalni stopnji, ki je enaka tehnološkemu napredku. Delež dohodka kapitala je konstanten.

- Urna plača je:

$$w_t = (1 - \alpha)K_t^\alpha(A_t L_t)^{-\alpha}A_t = (1 - \alpha)(\tilde{k}^*)^\alpha A_t$$

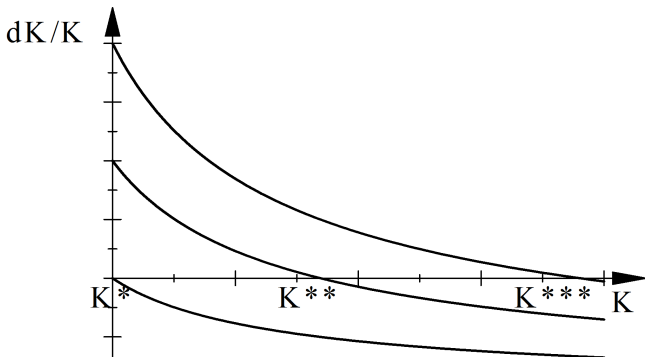
njena rast pa:

$$\frac{w_{t+1} - w_t}{w_t} = \frac{(1 - \alpha)(\tilde{k}^*)^\alpha A_{t+1} - (1 - \alpha)(\tilde{k}^*)^\alpha A_t}{(1 - \alpha)(\tilde{k}^*)^\alpha A_t} = \gamma_A.$$

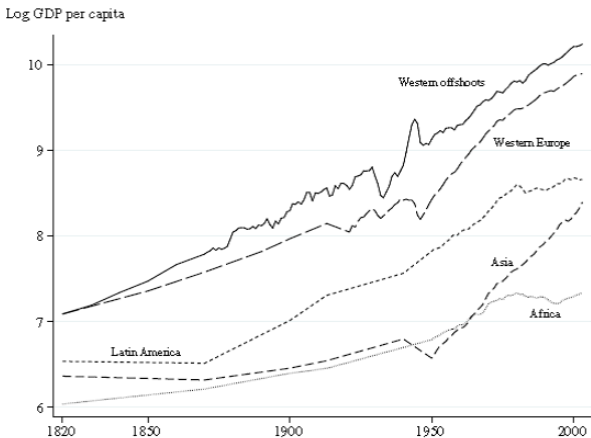
- Problem Solow-Swanega modela: Rast tehnologije, γ_A , je določena eksogeno – zato model ne more pojasniti opaženih razlik v dohodkih med državami.

Pomen tehnologije na dolgi rok

- Izboljšanje tehnologije povečuje motiv za povečanje obsega kapitala, kar se v sliki kaže kot premikanje krivulj rasti in povečevanje kapitala ustaljenega stanja.
- Sklenemo lahko, da na dolgi rok **ni mogoče** povečevati BDP na prebivalca brez tehnološkega napredka. Prav tako pa brez tehnološkega napredka **ni motiva** za povečanje obsega kapitala.

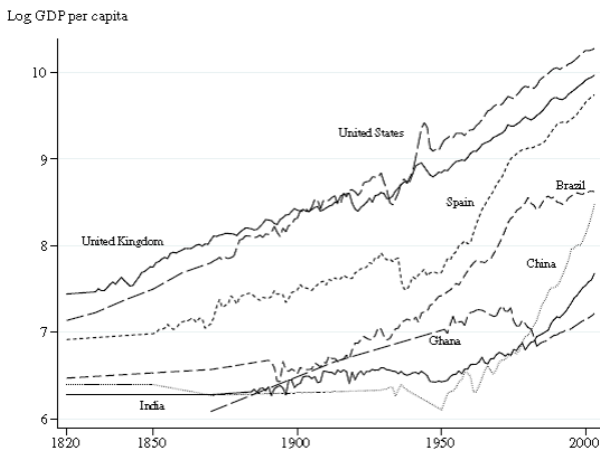


Ilustracija: Države s tehnološkim prebojem I



Vir: Daron Acemoglu, Introduction to Modern Economic Growth

Ilustracija: Države s tehnološkim prebojem II



Vir: Daron Acemoglu, Introduction to Modern Economic Growth

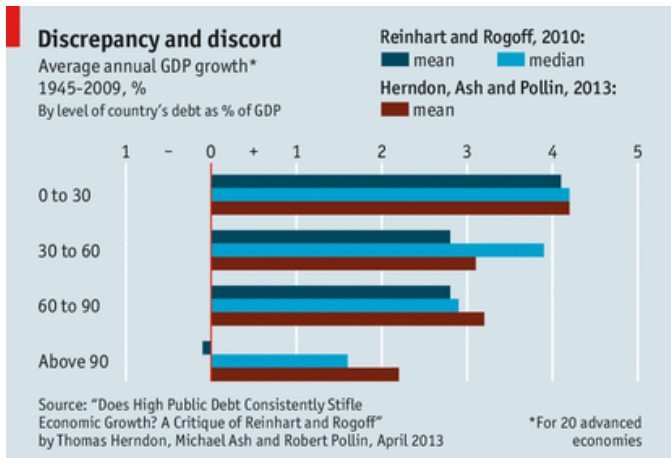
Model z endogeno rastjo: AK model

- Če spremenimo produkcijsko funkcijo v $Q = AK$, pa je dolgoročna rast modela:

$$\gamma_{K,t} = sA - \delta \quad (1)$$

- Če je $sA - \delta > 0$, potem je rast pozitivna.
- Takšen model ne izkazuje pogojne konvergence.
- Vendar pa akumulacija kapitala zadošča za večno rast – s povečanjem stopnje varčevanja, lahko država poveča dolgoročno rast.
- Produkcijska funkcija na ravni podjetij ni AK – vendar pa bi lahko agregatno AK funkcijo utemeljimo na več načinov. Romer (1986) jo je utemeljil na Cobb-Douglasovi produkcijski funkciji, v kateri je tehnologija odvisna od agregatnega kapitala. Ta agregatni kapital povzroča pozitivne eksterne učinke investicij v kapital. To je, $A = \sum_i K_i$, pri čemer je i indeks podjetij.

Delež javnega dolga v BDP in gospodarska rast



Vir: The Economist, Free exchange: The 90% question