

# Langtímasamband fjárfestingar og atvinnuleysis

Jósef Sigurðsson

Hagfræði- og peningastefnusvið  
Rannsóknar- og spádeild  
Seðlabanki Íslands

Málstofa í Seðlabanka Íslands  
12. mars 2013

- Efni málstofunnar byggir á grein höfundar um sama efni:  
Capital Investment and Equilibrium Unemployment, Central Bank of Iceland *Working Paper* No. 61, February 2013
- Þær skoðanir sem koma fram eru höfundar og þurfa ekki að endurspegla skoðanir Seðlabanka Íslands

Blanchard (2000) – the “Modigliani puzzle”:

*Franco Modigliani has shown that there is a **surprisingly strong time-series relation between the net investment rate and the unemployment rate over the last 30 years** both for the European Union as a whole as well as for many of the individual European countries (Modigliani, 2000). Modigliani’s interpretation of this relation is in terms of aggregate demand, with investment demand determining demand, output, and by implication, unemployment. **Given that the relation seems to hold at low frequency as well, I feel another explanation is needed.***

Empírískar rannsóknir á langtímasambandi fjárfestingar og atvinnuleysis:

- Herbertsson and Zoega (2002) - OECD lönd
- Karanassou et al. (2003, 2004) - EU lönd
- Karanassou et al. (2008) - Norðurlöndin
- Smith and Zoega (2009) - OECD lönd

⇒ Niðurstöður sýna marktækt langtímasamband á milli fjárfestingar og atvinnuleysis, jafnvel þegar tekið er tillit til framleiðni, olíuverðs, stofnanaumhverfi vinnumarkaðar o.fl.

### Vinnumarkaðslíkö:

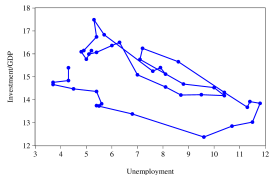
- Líkan Diamond-Mortensen-Pissarides af leit og þörun á vinnumarkaði (Pissarides, 2000):
  - Vinnuafli eini framleiðsluþátturinn í grunnútgáfu líkansins
  - Engar útvíkanir á líkaninu sem sína neikvætt langtímasamband fjárfestingar og atvinnuleysis
- Líkan Layard, Nickell og Jackman (1991):
  - Aukin framleiðni leiðir til aukinnar fjárfestingar, en hækkun launa og staðkvæmd á milli fjármagns og vinnuafli við framleiðslu leiðir til þess að áhrifin á atvinnuleysi eru engin

### Phelps (1994):

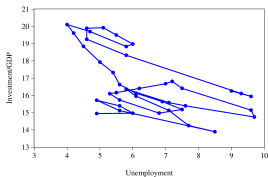
- Aukin eftirspurn hins opinbera eftir fastafjármunum, t.d. á stríðstímum, leiðir til aukinnar fjárfestingar og lækkunar atvinnuleysis

# Hvatar að rannsókn

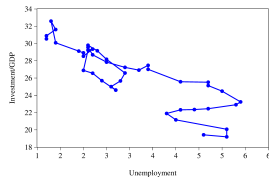
## Langtímasamband fjárfestingar og atvinnuleysis



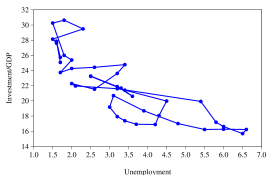
(a) UK



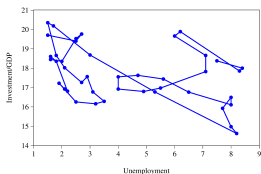
(b) US



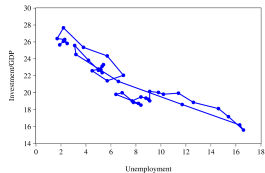
(c) Japan



(d) Norway



(e) Sweden

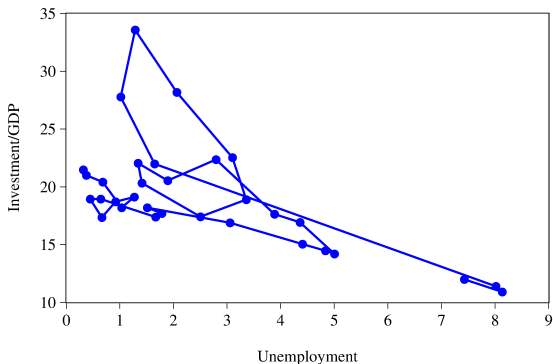


(f) Finland

Mynd 1 : Langtímasamband fjárfestingar og atvinnuleysis: 1970-2011

# Hvatar að rannsókn

## Langtímasamband fjárfestingar og atvinnuleysis



Mynd 2 : Ísland: Langtímasamband fjárfestingar og atvinnuleysis, 1980-2011

- Til þess að leggja mat á langtímasamband fjárfestingar og atvinnuleysis var framkvæmd aðfallsgreining með gögnum fyrir 15 lönd (panel regression)
- Tökum tillit til breytinga í framleiðni vinnuafls sem er megin drifkraftur breytinga í atvinnuleysi í líkani Diamond-Mortensen-Pissarides
- Metin var eftirfarandi jafna:

$$u_{it} = \alpha_i + \beta \Delta q_{it} + \gamma l_{it} + \epsilon_{it}$$

þar sem  $u_{it}$  er atvinnuleysi í landi  $i = 1, 2, \dots, 15$ , á tíma  $t = 1970, 1971, \dots, 2011$ ,  $\Delta q_{it}$  er vöxtur framleiðni vinnuafls, og  $l_{it}$  fjárfesting, mæld sem hlutfall heildar fjármunamyndunar af landsframleiðslu.

- Til þess að taka tillit til landabundinna þátta – t.d. stofnanaumhverfis – þá er jafnan metin með *fixed effect* fyrir hvert land,  $\alpha_i$



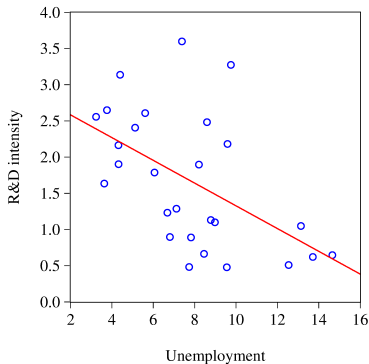
Tafla 1 : Unemployment, productivity growth and investment

	(1)	(2)	(3)
Labor productivity growth	-0.268* (0.132)	-	-0.202* (0.091)
Investment	-	-0.524* (0.051)	-0.512* (0.055)
Country fixed effects	Yes	Yes	Yes
Observations	630	630	630
Adjusted $R^2$	0.46	0.56	0.57

*Notes:* Panel estimation with country fixed effects. Standard errors are in parenthesis. White cross-section standard errors & covariance. \* denotes significance at the 5% level.

Nær engin vinnumarkaðslíkön þar sem langtímasamband fjárfestingar og atvinnuleysis er til staðar

- **Hugmynd:** Framleiðsla á vélum og tækjum til nota við framleiðslu á neysluvörum er vinnuaflsfrekt ferli
- Einn hluti af slíku ferli eru rannsóknir og þróunarstarf (R&D)
- Tækniframfarir leiða til aukinnar framleiðslu á vélum og tækjum vegna aukinnar hagkvæmni við framleiðslu á neysluvörum



## Mynd 3 : Rannsóknir og Þróun - Atvinnuleysi

*Notes:* R&D intensity is total R&D expenditure relative to GDP. Numbers are averages for the period 1995-2010. Countries: Austria, Belgium, Bulgaria, Czech Republic, Denmark, Finland, France, Germany, Hungary, Iceland, Ireland, Italy, Japan, Latvia, Lithuania, Netherlands, Norway, Poland, Portugal, Romania, Russia, Slovakia, South Korea, Spain, Sweden, UK, US.

Sett er upp líkan af vinnumarkaði í anda Diamond-Mortensen-Pissarides þar sem tregða í atvinnuleit leiðir til atvinnuleysis í jafnvægi

- Fleiri en einn starfsmaður í hverju fyrirtæki
- Framleiðsluþættir eru bæði vinnuafli og fjármagn
- CES framleiðslufall við framleiðslu á neysluvöru  $\Rightarrow$  ekki jöfn staðkvæmd á milli vinnuafli og fjármagns við framleiðslu
- Fyrirtæki framleiða:
  - Fastafjármuni ( $k$ ), þ.e. vélar og tæki
  - Vöru til endanlegra nota ( $y$ )
- Líkanið sett upp á vaxtarferli (e. balanced growth path) þar sem við höfum áhuga á langtímasambandi fjárfestingar og atvinnuleysis

Pörun atvinnulausra og lausra starfa má lýsa með eftirfarandi pörunarjöfnu:

$$\mathcal{M}_t(u_t, v_t) = \Omega u_t^\xi v_t^{1-\xi}$$

þar sem  $u_t$  fjöldi atvinnulausra,  $v_t$  er fjöldi lausra starfa og  $\Omega$  er skilvirkni í pörun. Spenna á vinnumarkaði er skilgreind sem  $\theta_t = \frac{v_t}{u_t}$

Líkur á að fyrirtæki fylli laust starf:

$$\frac{\mathcal{M}_t}{v_t} = q(\theta_t)$$

Líkur á að atvinnulausir finni starf:

$$\frac{\mathcal{M}_t}{u_t} = \theta_t q(\theta_t)$$

Fyrirtæki eru einsleit og stór í þeim skilningi að þau ráða til sín fleiri en einn starfsmann

Fyrirtæki framleiða vöru til endanlegra nota,  $y_t$ , og nota til þess bæði fjármagn ( $k$ ) og vinnuafli ( $l$ ):

$$y_t = A \left[ \alpha k_t^{\frac{\sigma-1}{\sigma}} + (1 - \alpha) l_t^{\frac{\sigma-1}{\sigma}} \right]^{\frac{\sigma}{\sigma-1}}$$

þar sem  $A$  er heildarframleiðni,  $\alpha$  er hlutdeild fjármagns í framleiðslu, og  $\sigma$  staðkvæmdarteygni vinnuafls og fjármagns.

$l_t$  er sá hluti vinnuaflsins sem vinnur við framleiðslu á  $y_t$

Þróun fjármagnsstofnsins:

$$k_{t+1} = (1 - \delta)k_t + j_t$$

Framleiðsla á vélum og tækjum til framleiðslu bætir  $j_t$  við fjármagnsstofninn á hverjum tíma:

$$j_t = \Phi_t m_t^\pi$$

þar sem  $m_t$  er sá hluti vinnuafldsins sem starfar við framleiðslu á vélum og tækjum, og  $\Phi_t$  er núverandi stig tækni og þekkingar við framleiðsluna. Gert er ráð fyrir að tækniframfarir eigi sér rætur í ferli utan líkansins og að þróun  $\Phi_t$  sé:

$$\Phi_t = \Phi e^{gt}$$

þar sem  $g$  er vöxtur tæknistigsins, eða tilkoma nýrra hugmynda og þekkingar

Stærð vinnuaflsins er normalíseruð við einn svo atvinnuleysi er:

$$u_t = 1 - n_t$$

þar sem  $n_t$  er heildarfjöldi starfandi. G.r.f. að fullkomin staðkvæmd sé í vinnuaflsnotkun við framleiðslu á  $y_t$  og  $k_t$ :

$$n_t = l_t + m_t$$

svo fyrirtækin ráðstafa vinnuaflinu til að hámarka afraksturinn af vinnunni. Þróun í atvinnu yfir tíma ( $\lambda$  eru líkur á atvinnumissi):

$$n_{t+1} = (1 - \lambda)n_t + v_t q(\theta_t)$$

Kostnaður við atvinnuleit og ráðningar:

$$C(v_t) = \frac{\psi v_t^2}{2}$$



Fyrirtæki hámarka hagnað sinn með því að stýra fjölda starfa sem þau auglýsa, hvernig þau ráðstafa vinnuafli í framleiðslu og þar með báðum framleiðsluþáttum við framleiðslu á neysluvörunni.

Tímatengt hámörkunarvandamál fyrirtækja má lýsa með eftirfarandi Bellman jöfnu:

$$V_t = \max_{v_t, m_t} \left\{ A \left[ \alpha k_t^{\frac{\sigma-1}{\sigma}} + (1-\alpha) l_t^{\frac{\sigma-1}{\sigma}} \right]^{\frac{\sigma}{\sigma-1}} - w_t(l_t + m_t) - \frac{\psi v_t^2}{2} + \beta V_{t+1} \right\}$$

Hliðarskilyrði:

$$n_t = l_t + m_t$$

$$n_{t+1} = (1-\lambda)n_t + v_t q(\theta_t)$$

$$k_{t+1} = (1-\delta)k_t + \Phi_t m_t^\pi$$

Starfsmenn eru annað hvort með vinnu eða atvinnulausir

- Ef starfsmaður er atvinnulaus þá fær hann atvinnuleysisbætur,  $z$
- Ef starfsmaður er með vinnu fær hann greidd laun,  $w_t$

Virði vinnandi starfsmanns,  $W_t$ , má lýsa með eftirfarandi Bellman jöfnu:

$$W_t = w_t + \beta[\lambda U_{t+1} + (1 - \lambda)W_{t+1}]$$

Bellman jafna fyrir virði atvinnulausra:

$$U_t = z + \beta[\theta_t q(\theta_t)W_{t+1} + (1 - \theta_t q(\theta_t))U_{t+1}]$$

Laun ákvarðast í samningaviðræðum fyrirtækja og starfsmanna og eru laun á eftirfarandi samningavandamáli (Nash bargaining):

$$w_t = \arg \max_{w_t} (W_t - U_t)^\gamma (V_{n,t})^{(1-\gamma)}$$

þar sem  $\gamma$  er samningamáttur starfsmanna

Af fyrstu gráðu skilyrðum samningavandamálsins fæst eftirfarandi regla fyrir skiptingu afraksturs (*wage-sharing rule*):

$$W_t - U_t = \gamma (V_{n,t} - U_t + W_t)$$

Jafnvægi:

- Höfum áhuga á langtímasambandi fjárfestingar og atvinnuleysis
- Skoðum jafnvægisvaxtarferli (e. steady-state balanced growth equilibrium) þar sem allar breytur líkansins vaxa á hraðanum  $g$ .

Í jafnvægi fást jákvæð lausnargildi fyrir:

- Vinnumarkaðsspennu,  $\theta$
- Laus störf,  $v$
- Fjármagnsstofn,  $k$
- Laun,  $w$
- Atvinnu,  $n$
- Hlutfall vinnandi í framleiðslu á  $y$ ,  $l$
- Hlutfall vinnandi í framleiðslu á  $k$ ,  $m$
- Atvinnuleysi

## Meginjöfnur jafnvægislausnarinnar:

- Atvinnuleysi:

$$u = \frac{\lambda}{\lambda + \theta q(\theta)}$$

- Fjármunamyndun (*Optimal capital-production condition*):

$$\frac{w}{\pi \Phi m^{\pi-1}} = \frac{\beta}{1 - \beta(1+g)(1-\delta)} \left[ A \left( \alpha k^{\frac{\sigma-1}{\sigma}} + (1-\alpha)l^{\frac{\sigma-1}{\sigma}} \right)^{\frac{1}{\sigma-1}} \alpha k^{-\frac{1}{\sigma}} \right]$$

- Atvinnusköpun (*Job creation condition*):

$$\frac{\Phi \psi v}{q(\theta)} = \frac{\beta}{1 - \beta(1+g)(1-\lambda)} \left[ A \left( \alpha k^{\frac{\sigma-1}{\sigma}} + (1-\alpha)l^{\frac{\sigma-1}{\sigma}} \right)^{\frac{1}{\sigma-1}} (1-\alpha)l^{-\frac{1}{\sigma}} \right]$$

- Laun (*Equilibrium wage equation*):

$$w = (1-\gamma)\Phi z + \gamma\theta\Phi v + \gamma \left[ p \left( \alpha k^{\frac{\sigma-1}{\sigma}} + (1-\alpha)l^{\frac{\sigma-1}{\sigma}} \right)^{\frac{1}{\sigma-1}} (1-\alpha)l^{-\frac{1}{\sigma}} \right]$$

Númerískum aðferðum er beitt til að finna jafnvægislausn líkansins

- Líkanið er kvarðað (e. calibrate) þannig að jafnvægislausn líkansins passi við gögn fyrir Bandaríkin
- Val á stikagildum byggir á bandarískum gögnum
- Framkvæmum samanburðarjafnvægisgreiningu til að kanna áhrif örari tæknibreytinga

Tafla 2 : Parameter Values

Parameter	Description	Value
$\beta$	Discount factor	0.953
$\delta$	Capital depreciation rate	0.10
$\alpha$	Production function parameter	0.33
$\sigma$	Elasticity of substitution in production	0.75
$A$	Aggregate productivity factor	1.0
$\xi$	Elasticity of matches to unemployment	0.5
$\Omega$	Scale parameter in the matching function	0.70
$\psi$	Parameter in vacancy posting cost equation	4.8
$\lambda$	Exogenous rate of separation	0.036
$\gamma$	Bargaining power	0.5
$z$	Unemployment flow value	0.8
$\pi$	Returns to labor in capital production	0.95
$g$	Growth rate of technology in capital production	0.01
$\Phi$	Technology parameter in capital production	1.0

Tafla 3 : Model Steady-State Equilibrium Solutions

Variable	Description	Solution
$\theta$	Labor market tightness	0.720
$v$	Vacancy rate	0.041
$k$	Capital	2.035
$w$	Wage	0.970
$n$	Total employment	0.943
$l$	Employment in final-good production	0.758
$m$	Employment in production of capital	0.185
$u$	Unemployment rate	0.057

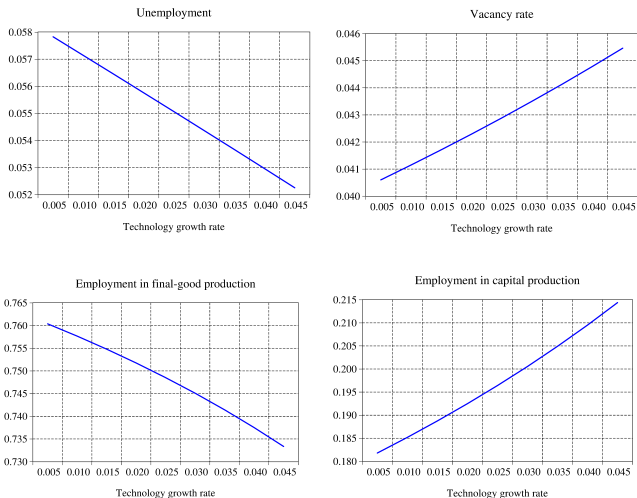


Hver eru áhrif örari tæknivaxtar,  $g$ , á fjárfestingu og atvinnuleysi?

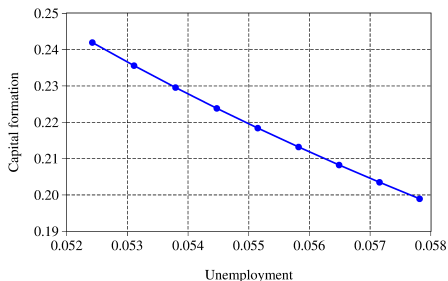
- Tvenn áhrif vegast á:

- \* *Atvinnusköpunaráhrif* (e. *job creation effect*): Örari tækniframfarir leiða til aukinnar hagkvæmni notkunar  $k$  við framleiðslu. Kostnaður við ráðningar starfsmanna til framleiðslu á  $k$  fellur til strax, en aukinn afrakstur verður um alla framtíð. Fyrirtæki hafa hag af því að ráða til sín fleira starfsfólk
- \* *Tilfærsluáhrif* (e. *reallocation effect*): Aukin hagkvæmni  $k$  í framleiðslu á  $y$  skapar hvata fyrir fyrirtækin að draga úr  $l$ . Af þeim sökum munu fyrirtæki færa til starfsmenn þangað sem nýting þeirra er hagkvæmust – úr framleiðslu á  $y$  yfir í framleiðslu á  $k$  – sem dregur úr þörf á sköpun nýrra starfa

⇒ Þar sem að atvinnusköpunaráhrifin vinna upp tilfærsluáhrifin og meira til þá leiðir örari tæknivöxtur til lægra atvinnuleysis í jafnvægi



Mynd 4 : Comparative statics for the technology growth rate



Mynd 5 : Investment-Unemployment relationship

⇒ Aukning tæknivaxtar um eina prósentu – frá 1% ársvexti í 2% – leiðir til 4,5% aukningar fjármunamyndunar í jafnvægi og lækkunar jafnvægisatvinnuleysis um 0.13 prósentur

Könnum næmni niðurstaðna fyrir:

- Forsendu um heildarþáttaframleiðni  $A$
- Vali á gildum fyrir  $\sigma$  og  $\pi$

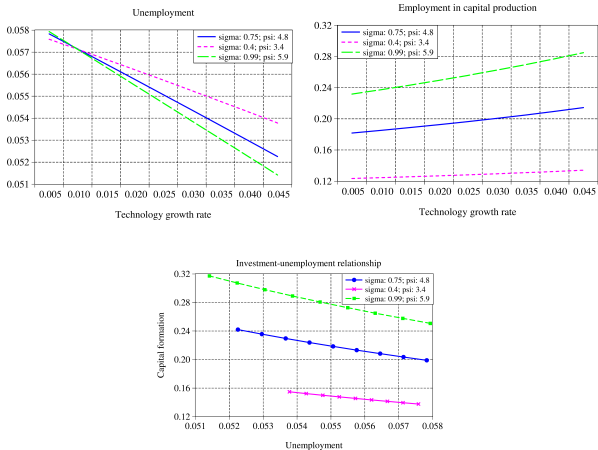
Höfum gert ráð fyrir að heildarþáttaframleiðnin  $A$  sé fasti. Gerum nú ráð fyrir að:

$$A_t = Ae^{gt}$$

Áhrif aukins vaxtarhraða:

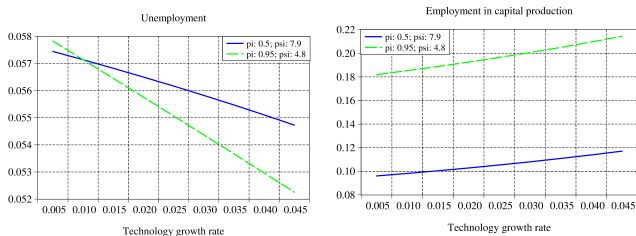
- \* *Atvinnusköpunaráhrif* verða sterkari
  - \* *Tilfærsluáhrif* verða veikari
- ⇒ Heildaráhrif á atvinnuleysi verða sterkari: Aukning vaxtar á  $g$  um eina prósentu – frá 1% ársvexti í 2% – leiðir til lækkunar jafnvægisatvinnuleysis um 0,5 prósentur

# Næmni niðurstaðna fyrir vali á $\sigma$



Mynd 6 : Sensitivity to elasticity of substitution in final-good production,  $\sigma$

Note: The parameter  $\psi$  is chosen for each specification of the parameter  $\sigma$  in order to generate the same unemployment rate and vacancy rate under 1% growth of technology.



## Mynd 7 : Sensitivity to returns to labor in capital production, $\pi$

*Note:* The parameter  $\psi$  is chosen for each specification of the parameter  $\pi$  in order to generate the same unemployment rate and vacancy rate under 1% growth of technology.

- Empírískar rannsóknir sýna að sterkt neikvætt langtímasamband er á milli fjárfestingar og atvinnuleysis
  - Takmarkaðar rannsóknir sem skýra hvað liggur að baki þessu sambandi né líkön þar sem slíkt samband virðist vera til staðar
  - Sett var upp líkan með það að markmiði að varpa ljósi á eina mögulega skýringu
    - Í líkaninu leiða örari tækniframfarir í framleiðslu á vélum og tækjum til:
      - Tilfærslu starfsmanna milli framleiðslugeira, frá framleiðslu á endanlegri vöru til framleiðslu á vélum og tækjum
      - Aukin atvinna í framleiðslu á  $k$  og lægra jafnvægisatvinnuleysis
- ⇒ Í líkaninu skýra beytingar í vexti tæknistigsins neikvætt langtímasamband milli fjárfestingar og atvinnuleysis

## Rými fyrir áframhaldandi rannsóknir:

- Möguleikar á frekari rannsóknum á þáttum sem liggja að baki þessu langtímasambandi sem svo skýrt má greina í gögnum
- Mögulegar útfærslur á líkaninu:
  - Tækniframfarir – þ.e. breytingar í  $g$  – eiga sér stað utan líkansins
  - Einsleitni starfsmanna í framleiðslu á  $y$  og  $k$  – engin sérhæfing, engin sérfræðikunnátta
- Byggja nákvæmari lýsingu á tækniframförum, t.d. rannsóknar og þróunarstarfsemi, inn í líkan af vinnumarkaði
  - *Process innovation*: Nýjar aðferðir við framleiðslu  
⇒ Óræð áhrif á atvinnu (Bogliacino and Vivarelli, 2010)
  - *Product innovation*: Nýjar vörur, vélar og tæki  
⇒ Jákvæð áhrif á atvinnu (Bogliacino and Vivarelli, 2010)