



www.ibr.hi.is

Í Viðskiptum með vísindahugsun – Líftækni á Íslandi

Bjargey Anna Guðbrandsdóttir
Margrét Sigrún Sigurðardóttir

Ritstjórar:

Auður Hermannsdóttir

Jón Snorri Snorrason

Þóra Christiansen

Vorráðstefna Viðskiptafræðistofnunar Háskóla Íslands:
Erindi flutt á ráðstefnu í apríl 2011

Ritrýnd grein

Reykjavík: Viðskiptafræðistofnun Háskóla Íslands

ISSN 1670-8288

ISBN 978-9979-9933-2-2



HÁSKÓLI ÍSLANDS
VIÐSKIPTAFRÆÐIDEILD

Í VIÐSKIPTUM MEÐ VÍSINDAHUGSUN – LÍFTÆKNI Á ÍSLANDI

Bjargey Anna Guðbrandsdóttir, MS í stjórnun og stefnumótun
Margrét Sigrún Sigurðardóttir, lektor, Háskóli Íslands

SAMANTEKT

Líftækni (*biotechnology*) varð til sem iðnaður á seinni hluta tuttugustu aldarinnar og er óvenjuleg að því leyti að hún þróaðist sem iðnaður innan háskólasamfélagsins og akademískir vísindamenn tóku virkan þátt í uppbyggingu líftækniyrirtækja. Fræðilegur bakgrunnur rannsóknarinnar byggir á kenningum um skoðanakerfi (*institutional logics*) sem eru grein innan nýju stofnanakenninganna (*new institutional theory*). Kenningar um skoðanakerfi fjalla um hvernig ólík (andstæð) skoðanakerfi hafa áhrif á skipulag. Með tilkomu líftækniíðnaðar sameinast skoðanakerfi akademískra rannsókna og viðskipta og í kjölfarið eru háskólasamfélagið og einkageirinn, áður aðskildar stofnanir, talin hafa færst nær hvort öðru og skoðanakerfin blandast. Rannsóknin fór fram með eigindlegum viðtölum og leitast var við að greina skoðanakerfi í líftækniíðnaði á Íslandi. Niðurstöðurnar benda til minni samleitni milli akademíu og einkageira hér á landi en annars staðar.

INNGANGUR

Líftækni er óvenjuleg atvinnugrein að því leyti að hún þróaðist sem iðnaður innan háskólasamfélagsins og fyrstu fyrirtækin voru stofnuð af akademískum vísindamönnum (Powell og Owen-Smith, 1998). Í líftækni hafa skilin milli grunnrannsókna og hagnýtra rannsókna orðið óskýrari (Vallas og Kleinman, 2008) eða jafnvel horfið alveg (Powell og Owen-Smith, 1998). Vísindamenn hafa getað nýtt tækifæri til að hagnast á þekkingu sem verður til með grunnrannsóknum (Etzkowitz, 1998) og verðmæti grunnrannsókna hefur aukist (Þráinn Eggertsson, 2007).

Segja má að með líftækniyrirtækjum hafi rannsóknarstarf og vísindi sem áður fór fram í háskólum færst yfir í einkageirann og verið stundað í hagnaðarskyni. Hefðbundnar venjur í vísindum fordæma gróðavon (Ziman, 1996) og mikil áhersla er lögð á frjálst flæði þekkingar og að vísindamenn eigi ekki eignarrétt á niðurstöðum sínum (Merton, 1942/1973). Á sama tíma og líftækniyrirtækni eru rekin í hagnaðarskyni og sækja um einkaleyfi á þekkingu og tækni, sækjast þau eftir virðingu og trúverðugleika í háskólasamfélaginu meðal annars með birtingu greina í vísindatímaritum (Vallas og Kleinman, 2008).

Með líftækniyrirtækjum hafa opnast tækifæri fyrir vísindamenn til að sameina markmið um að stunda góð vísindi og að hagnast um leið á rannsóknum sínum en þurfa á sama tíma að takast á við togstreitu á milli vísindalegra og viðskiptalegra sjónarmiða (Etzkowitz, 1998). Jafnframt þurfa vísindamenn að takast á við eldri hugmyndir um að alvöru vísindamenn starfi við háskóla og að starf í einkageira sé aldrei fyrsta val (Smith-Doerr, 2005). Með líftækni er háskólasamfélagið og einkageirinn, áður aðskildar stofnanir, talin hafa færst nær hvort öðru og skoðanakerfi þeirra blandast (Smith-Doerr, 2005; Vallas og Kleinman, 2008).

FRÆÐILEG VIÐMIÐ

Fræðilegur bakgrunnur rannsóknarinnar byggir á kenningum um skoðanakerfi (*institutional logics*) sem er grein innan nýju stofnanakenninganna (*new institutional theory*) (Thornton og Ocasio, 2008). Með stofnunum er átt við að til dæmis kapítalismi, fjölskyldan og vísindi eru stofnanir (Alford og Friedland, 1985; Merton, 1942/1973) en ekki átt við veraldlegar ríkisstofnanir.

Kenningar um skoðanakerfi leggja áherslu á að skoða hvernig menningarlegar reglur og hugrænir ramar móta uppbyggingu eða skipulag (*structures*) líkt og stofnanakenningar en munurinn er að áherslan er ekki lengur á einsleitni (Thornton og Ocasio, 2008). Innan stofnanakenninga hefur mesta áherslan verið að innan tiltekins vettvangs sé ein ríkjandi hugmynd um skipulag en kenningar um skoðanakerfi leggja til að innan hvers vettvangs séu margar hugmyndir eða skoðanakerfi um skipulag innan hans (Margrét Sigrún Sigurðardóttir, 2010).

Skoðanakerfi lýsa sambandi markmiða og leiða og skilgreina um leið innihald og tilgang stofnana. Ein af grunnforsendum kenninga um skoðanakerfi er að áhugasvið, sjálfsmynd og hugmyndir einstaklinga og skipulagsheilda séu samofin ríkjandi skoðanakerfi. Vegna fjölda skoðanakerfa og mótsagna þeirra á milli veita þau einstaklingum um leið tækifæri á ólíkum leiðum og markmiðum og þar með umboð til athafna (*agency*) (Thornton og Ocasio, 2008).

Skoðanakerfi í líftækni

Líftækni þróaðist sem iðnaður innan háskólasamfélagsins og fyrstu uppgötvanirnar voru gerðar af vísindamönnum innan háskóla sem gegndu lykilhlutverki í að þróa þær áfram í fyrirtæki (Powell og Owen-Smith, 1998). Í líftækni eru einkafyrirtæki mjög tengd vísindum í háskólum (Smith-Doerr, 2005) og rökrétt er að kanna skoðanakerfi líftækni í samhengi við skoðanakerfi akademískra vísinda.

Starf vísindamanna í grunnrannsóknum hefur löngum talið vera mótað af grunngildum (*ethos*) Mertons (1942/1973) sem stýri samvisku þeirra en önnur lögmál hafi hins vegar gilt um hagnýtar rannsóknir í iðnaði (Ziman, 1996). Samkvæmt grunngildum Mertons er stofnanalegt markmið vísinda útbreiðsla þekkingar og leit að þekkingu er markmið í sjálfu sér (Merton, 1942/1973). Sambærileg gildi má finna í skrifum Polanyi (1962/2000) sem lagði áherslu á að vísindamenn nálgist viðfangsefni sín samkvæmt stöðlum um vísindalegan verðleika (*scientific merit*). Polanyi lagði að auki mikla áherslu á sjálfsforræði (*autonomy*) vísindamannsins og akademískt frelsi, það er að ekki eigi að stýra rannsóknum í átt að ákveðnum tilgangi, til dæmis þjóðhagslegum, en það ógni framförum vísindanna.

Hefðbundnar venjur vísinda fordæma gróðavon og vísindamenn virðast hafa átt að starfa vegna köllunar en ekki hefur verið litið á rannsóknir sem arðbært starf (Ziman, 1996). Með nýjum tækifærum í líftækni hafa opnast tækifæri fyrir vísindamenn til að breiða út þekkingu um leið og þeir hagnast á henni. Það er, að vísindamenn þurfi ekki að velja á milli að stunda góð vísindi og að hagnast heldur geti sameinað þessi tvö markmið. Telja sumir að sameining venja (*norms*) um útbreiðslu þekkingar og að græða á þekkingu (*capitalisation of knowledge*) feli í sér djúpa breytingu á gildum vísinda (Etzkowitz, 1998).

Hvort sem siðareglur Mertons eru mýta eða stofnanavæddar venjur, má telja að venjum akademískra vísinda sé viðhaldið með birtingum niðurstaðna í ritvörðum vísindatímaritum (Bjerregaard, 2010). Rannsóknir innan fyrirtækja stýrist fremur af gróðavon og frumkvöðlar innan fyrirtækja sjái sér fremur hag í að leyna rannsóknaniðurstöðum og þekkingu til að viðhalda samkeppnisforskoti (Þráinn Eggertsson, 2007). Rannsóknir benda til að í líftækni hafi skoðanakerfi (venjur og gildi) akademíu verið innlimuð í fyrirtækjum og skoðanakerfi fyrirtækja innlimuð í háskólum. Með samruna

skoðanakerfa milli áður aðskilinna stofnana bendir til að um sé að ræða einn samtengdan vettvang vísinda (Vallas og Kleinman, 2008).

Samleitni akademíu og einkageira í líftækni

Hefðbundin skipting milli einkageira og opinbera geirans, auk hefðbundinnar skiptingar milli grunnrannsókna og hagnýtra rannsókna, er ekki talin eiga lengur við í líftækni (Colyvas og Powell, 2006; Kleinman og Vallas, 2001; Owen-Smith og Powell, 2001; Powell, Koput og Smith-Doerr, 1996; Powell og Owen-Smith, 1998; Vallas og Kleinman, 2008). Tengsl milli háskóla og einkageirans eru meiri, samstarf á milli hefur aukist, rannsóknir háskóla orðið hagnýtari og grunnrannsóknir fara einnig fram í einkageira (Colyvas og Powell, 2006; Owen-Smith og Powell, 2001; Vallas og Kleinman, 2008). Með líftækni hafa vísindamenn innan háskóla nýtt tækifæri til að hagnast á þekkingu sem verður til með grunnrannsóknum (Etzkowitz, 1998) og markaðsvirði eða verðmæti grunnrannsókna hefur aukist (Þráinn Eggertsson, 2007).

Fyrstu líftæknifyrirtækin voru lítil sprotafyrirtæki sem oft spruttu upp úr rannsóknastofum háskóla eða öðrum opinberum rannsóknastofnunum (Powell o.fl., 1996) og vísindamenn innan háskóla gegndu lykilhlutverki í uppbyggingu þeirra (Zucker og Darby, 1996). Tengsl og samstarf milli fyrirtækja, háskóla og rannsóknastofnana varð fljótt álitid nauðsynlegt en telja má ómögulegt fyrir eitt fyrirtæki að hafa til staðar alla þá þekkingu og færni sem þarf til að vera samkeppnishæft í atvinnugreininni (Powell o.fl., 1996).

Vísindalegt ágæti og færni er grundvallaratriði fyrir líftæknifyrirtæki til að vera samkeppnishæft og leggja þau áherslu á að fá vísindamenn til starfa. Með miklum fjárfestingum í rannsóknum og þróunarstarfi auk skipulags sem minnir á rannsóknastofur háskóla, töluvert sjálfsforræði vísindamanna yfir eigin verkefnum og leyfi til að birta greinar í vísindatímaritum, hafa líftæknifyrirtæki laðað vísindamenn til starfa. Þessir þættir hjálpa við að skapa sameiginlegt tæknilegt samfélag milli háskóla og líftæknifyrirtækja (Powell o.fl., 1996). Til urðu svokallaðir akademískir frumkvöðlar (*academic entrepreneurs*), vísindamenn sem störfuðu innan háskóla en tengdust líftæknifyrirtækjum sterkum böndum, oft sem stofnendur, starfsmenn eða ráðgjafar (Etzkowitz, 1998; Powell og Owen-Smith, 1998).

Með sífellt óskýrari skilum á milli áður aðskildra stofnana, það er einkageira og akademíu, hafa heyrst gagnrýnisraddir sem vilja meina að skoðanakerfi einkageira og akademíu séu ósamrýmanleg í grundvallaratriðum (Slaughter og Leslie, 1997). Sú gagnrýni kemur að mestu frá sjónarhorni háskóla og telja fræðimenn að með aukinni þátttöku vísindamanna innan háskóla í viðskiptalegum athöfnum, til dæmis með stofnun sprotafyrirtækja eða einkaleyfisumsóknum á niðurstöðum, bendi til verulegrar breytingar á hefðbundnu skoðanakerfi akademískra rannsókna. Óttast er að háskólar starfi of mikið eftir lögmálum markaðarins og hafi færst nær einkageiranum í skipulagi (Slaughter og Leslie, 1997).

Aðrir fræðimenn benda á að í líftækni hafi myndast flókið tengslanet milli sprotafyrirtækja, stórfyrirtækja, áhættufjárfesta og vísindamanna innan háskóla, sem bendi til að skoðanakerfi akademíu og einkageira séu ekki ósamrýmanleg (Powell og Owen-Smith, 1998) þrátt fyrir mótsagnir (Vallas og Kleinman, 2008). Myndast hafi nýr vettvangur með fjölbreyttum skipulagsformum og ekki sé um einfalda breytingu að ræða þar sem háskólarnir færast sífellt nær einkageira (Powell, White, Koput og Owen-Smith, 2005) heldur sé samspilið flóknara og venjur færast í báðar áttir á milli einkageira og akademíu (Vallas og Kleinman, 2008).

Telja megi að um samleitni (*convergence*) milli akademíu og einkageira sé að ræða þar sem venjur upprunnar í fyrirtækjum með hagnaðarsjónarmið að leiðarljósi eru teknar upp í háskólum og einkafyrirtæki hafa lagað sig að akademískari venjum. Ekki sé um að ræða að samleitni í þeim

skilningi akademía og einkageiri séu nú óaðgreinanleg, heldur að hvor vettvangur sýni hliðstæða togstreitu og mótsagnir. Að auki virðist þessir tveir vettvangar virka sem hluti af sameiginlegum þekkingarlegum vettvangi (*knowledge regime*) (Vallas og Kleinman, 2008).

Þátttaka vísindamanna innan háskóla í einhvers konar viðskiptalegum athöfnum er talin vera orðin sjálfsgöð og stofnanavædd (að minnsta kosti í Bandaríkjunum) (Colyvas, 2007; Colyvas og Powell, 2006; Etzkowitz, 1998). Samstarf háskóla við líftæknifyrirtæki virðist ekki minnka trúverðugleika þeirra heldur vera leið til að auka lögmæti sem nauðsynlegt er meðal annars við öflun opinberra styrkja og annars fjármagns. Margt bendir til að háskólum sem gengur vel á viðskiptalegum vettvangi, gangi einnig vel innan vísindasamfélagsins og séu virtir rannsóknaháskólar (Powell og Owen-Smith, 1998) auk þess sem frami vísindamanna virðist fara saman við velgengni á viðskiptalegum vettvangi (Zucker og Darby, 1996).

Lögmæti fyrirtækja í vísindaheiminum sendir merki um trúverðugleika til fjárfesta og segja má að með upptöku akademískra venja geti fyrirtæki bætt efnahagslega stöðu sína (Powell og Owen-Smith, 1998; Vallas og Kleinman, 2008). Rannsóknir benda til að fyrirtæki sem hafa virta vísindamenn innanborðs, það er hafa birt mikið í virtum tímaritum, séu líklegri að ná betri árangri í frumhlutafjárútbóði (*initial public offering*) (Zucker og Darby, 1996). Aukið lögmæti fyrirtækja í vísindaheiminum sýni einnig trúverðugleika og auki möguleika þeirra á að fá aðra til samstarfs (Bjerregaard, 2010). Niðurstöður Luo, Koput og Powell (2009) benda til að vísindamenn gegni bæði hlutverki sem þekkingarauður (*intellectual capital*) í fyrirtækjum og gefi merki um lögmæti þeirra. Fjöldi starfandi vísindamanna innan fyrirtækisins gefi merki um hæfni þess og laði að rannsóknasamstarfsaðila og fjárfestingaaðila. Segja má að akademískar venjur séu teknar upp í fyrirtækjum í hagnaðarsjónarmiði, þekkingarmiðlun og þekkingarsköpun eru ekki markmið í sjálfu sér heldur leið til að skapa söluvöru og gróða (Vallas og Kleinman, 2008). Rannsóknir benda enn fremur til að of mikil áhersla á vísindin í starfsemi fyrirtækja geti haft neikvæð áhrif á árangur þeirra (Gurdon og Samsom, 2009; Maurer og Ebers, 2006).

Með líftækni hafa starfsmöguleikar vísindamanna breyst og störf í einkageira eru eftirsóknarverðari (Smith-Doerr, 2005). Starfsframi vísindamanna hefur breyst og rannsóknir benda til að flæði vísindamanna á milli einkageira og akademíu sé meira en áður var, það er að þeir fari fram og til baka en takmarki sig ekki við störf annað hvort í akademíu eða í fyrirtækjum (Dietz og Bozeman, 2005; Powell og Owen-Smith, 1998). Að auki hefur verið bent á að með auknu flæði vísindamanna milli akademíu og einkageira sé ekki lengur augljóst hvað sé sérstakt og eftirsóknarvert við akademískan starfsframa (Powell og Owen-Smith, 1998; Vallas og Kleinman, 2008).

Erlendar rannsóknir benda til að skoðanakerfi akademíu og einkageira hafi runnið saman í líftækni án þess að eldri skoðanakerfum sé ýtt til hliðar. Starfsframi í líftæknifyrirtækjum hafi orðið til sem lögmætt val við hlið starfsframa í akademíu án þess að akademískur frami sé þar með ólögmættur. Vegna flókinna tengsla og samspils fyrirtækja og akademíu geti vísindamenn stutt sig við mótsagnakennd sjónarhorn sem myndi lögmætt skoðanakerfi við val á starfsframa (Smith-Doerr, 2005).

Að ofangreindu má sjá að lögmæti og réttlætningar eru mikilvægar er vísindamenn velja að starfa annars staðar en í akademíunni og vísindamenn virðast ýmist styðja sig við skoðanakerfi viðskipta eða vísinda. Ofangreint leiddi að eftirfarandi rannsóknarspurningu við könnun og greiningu á skoðanakerfum vísinda og viðskipta í íslenskum líftækniíðnaði:

Hvernig finna íslenskir vísindamenn lögmæti í störfum sínum innan líftæknifyrirtækja og hvaða réttlætningar nota þeir?

LÍFTÆKNI Á ÍSLANDI

Líftækni er ekki skilgreind sem sérstök atvinnugrein á Íslandi, hún er hins vegar skilgreind sem hluti af hátækniidnaði. Í raun er erfitt að skilgreina líftækni sem eina atvinnugrein vegna þess að hún er fremur samansafn tækniaðferða sem hafa gífurlegt mikilvægi í ólíkum atvinnugreinum eins og til dæmis lyfjaiðnaði, læknisfræði, efnaidnaði og landbúnaði (Powell o.fl., 1996).

Líftækni kom fyrst til sögunnar á Íslandi á áttunda áratug síðustu aldar með vísindamönnum innan líffræðiskorar Háskóla Íslands, sem stofnuð var árið 1970, og breiddist fljótlega út í aðrar deildir háskólans (OECD, 2004). Vísindamenn sem stundað höfðu framhaldsnám erlendis voru helstu talsmenn fyrir framgangi rannsókna í líftækni hér á landi. Þeir voru einnig öflugir talsmenn fyrir hagnýtingarmöguleikum hennar og bentu á tækifæri meðal annars í fiskiðnaði, læknisfræði og landbúnaði (Guðmundur Eggertsson, Guðni Á. Alfreðsson og Jakob K. Kristjánsson, 1984).

Tímamót urðu í líftækni á Íslandi árið 1996 þegar Íslensk erfðagreining var stofnuð og Urður, Verðandi, Skuld (UVS) tveimur árum síðar, en bæði fyrirtækin byggðu á erfðafræðirannsóknum og hversu vel sjúkdómasaga og ættfræði Íslendinga er þekkt (Benedikt Jóhannesson, 2006; OECD, 2004). Stofnendur beggja fyrirtækjanna voru íslenskir vísindamenn sem starfað höfðu við bandaríska háskóla en með fyrirtækjunum varð til þörf fyrir vel menntað starfsfólk í líftækni og lífvísindum á Íslandi. Íslenskir vísindamenn sem starfað höfðu í akademíunni erlendis sáu tækifæri til að snúa aftur heim og vinna að rannsóknum hér á landi (OECD, 2004).

Líftækni er talin með hátækniidnaði sem átti um 4% hlutdeild í landsframleiðslu og yfir 7% gjaldeyrstekna árið 2004 (Samtök iðnaðarins, 2005b). Hlutdeild hátækniidnaðar í landsframleiðslu hefur aukist stöðugt og var 0,3% árið 1993 og 0,6% árið 1998 (Samtök iðnaðarins, 2005a). Útflutningur þjónustu í líftækni var um þrjú og hálfur milljarður króna árið 2004 og var Íslensk erfðagreining stærsti útflytjandi þjónustu (Samtök iðnaðarins, 2005b).

Fjöldi starfandi líftæknifyrirtækja á landinu er í kringum tuttugu talsins en fjöldi skráðra félaga og fyrirtækja sem stunda rannsóknir og þróunarstarf í líftækni (samkvæmt ÍSAT2008 atvinnugreinaflokkun) er 27 árið 2009 en hafa ber í huga að talan endurspeglar ekki fjölda fyrirtækja í atvinnustarfsemi (Hagstofa Íslands, 2010). Mörg starfandi líftæknifyrirtækja eru tengd heilbrigðisgeiranum á einhvern hátt (Vilhjálmur Lúðvíksson, 2009) en önnur eru tengdari sjávarútvegi og nýtingu annarra auðlinda (Hólmar Svansson, Hjörleifur Einarsson og Jóhann Örlygsson, 2004).

Menntunarstig starfsmanna innan líftækni er mjög hátt og í könnun Samtaka iðnaðarins frá 2005 kemur fram að menntunarstig starfsfólks í líftækni er hæst af greinum innan hátækniidnaðar. Árið 2005 voru 19,7% starfsmanna í líftæknifyrirtækjum með doktorspróf og 70,1% með háskólamenntun (Samtök iðnaðarins, 2005b).

Samstarf íslenskra vísindamanna við fyrirtæki og stofnanir erlendis kemur fram í auknum fjölda birtinga og tilvísana í vísindagreinar, sem hafa sérstaklega vaxið á sviði líftækni og klínískra rannsókna (Rannís, 2010b). Einkaleyfisumsóknum á sviði líftækni hefur einnig fjölgað, á árunum 1994-1996 var aðeins ein einkaleyfisumsókn í líftækni en þær voru 13 á árunum 2004-2006 (van Beuzekom og Arundel, 2009) og árið 2009 voru 9 íslenskar einkaleyfisumsóknir í líftækni hjá Evrópsku einkaleyfastofunni (European Patent Office, 2009). Afrakstur líftækniidnaðar á Íslandi virðist vera meiri þegar kemur að birtingum í ritrýndum vísindatímaritum en í einkaleyfum á tækni. Ísland er eftirbátur Norðurlandanna þegar kemur að einkaleyfisumsóknum (Rannís, 2010a) en hlutur Íslands er mun betri þegar kemur að birtingum (Rannís, 2010b).

AÐFERÐ

Markmið rannsóknarinnar var að greina skoðanakerfi í líftæknifyrirtækjum á Íslandi. Rannsóknin byggir á eigindlegri aðferðafræði, en í rannsóknum á skoðanakerfum er markmiðið einmitt að skoða hvaða skilning viðmælendur leggja í umhverfi sitt (Powell og Colyvas, 2008). Tilgangur eigindlegra rannsókna er að leita nýrrar þekkingar og byggja upp kenningu með aðleiðslu fremur en að prófa tilgátu líkt og gert er í megindegum rannsóknum (Bryman og Bell, 2007). Eigindlegar rannsóknir geta að auki veitt innsýn sem erfitt er að ná með megindegum aðferðum og ná fram tilgangi og skilningi sem einstaklingar leggja í athafnir sínar (Gephart, 2004). Byggt var á hálf opnum viðtölum (Kvale, 1996) við níu stofnendur eða lykilstjórnendur í líftæknifyrirtækjum á Íslandi, auk þátttökuathugunar þar sem einn viðmælenda kynnti niðurtöður rannsókna sinna. Viðmælendur voru tvær konur og sjö karlar, allir yfir fertugt, flestir á fimmtugs- og sextugsaldri.

Viðmælendur voru valdir út frá stöðu þeirra innan líftæknigeirans, en þeir höfðu annað hvort stofnað fyrirtækið sem þeir unnu í sjálfir eða töldust til lykilstjórnenda. Þeir eru allir með doktorspróf í líf- og/eða heilbrigðisvísindum og hafa allir reynslu af störfum innan háskólasamfélagsins og/eða rannsóknarstofnana, bæði innanlands og utan. Viðmælendum var lofað fullum trúnaði og að sértækar upplýsingar um fyrirtæki þeirra yrðu ekki settar fram í niðurstöðum. Rannsóknin var hluti af meistaraaritgerð Bjargeyjar Önnu Guðbrandsdóttur. Viðtölin fóru fram í mars og apríl 2010 og voru frá tæpri klukkustund upp í tvær. Í viðtölunum var spurt um bakgrunn viðkomandi sem og tilurð fyrirtækisins og viðmælendur hvattir til að lýsa aðstæðum með eigin orðum. Rannsakandi hefur áður unnið í líftæknigeiranum og ríkti trúnaðar í öllum viðtölum, og viðmælendur eru hér auðkenndir með bókstaf. Viðtölin voru afrituð að fullu, auk þess sem lýsingar á aðdraganda og aðstæðum viðtalanna var lýst. Við greiningu viðtalanna voru skoðanakerfin tvö, það akademíska og einkageirans höfð til hliðsjónar, og réttlætning viðmælenda á störfum fyrirtækisins skoðuð út frá skoðanakerfunum. Greining viðtala var unnin í samræmi við grundaða kenningu á þann hátt að stöðugur samburður var milli gagna og kenninga (Strauss og Corbin, 1998) þó að rannsóknin byggi í sjálfu sér ekki á grundaðri kenningu.

NIÐURSTÖÐUR

Drifkraftur var áberandi þema hjá öllum viðmælendum. Flestir viðmælenda töluðu um að þekkingarþorsti og áhugi á vísindum, tækni og/eða náttúrunni hefði haft áhrif á hvers vegna þeir völdu lífvísindi. Viðmælendur lögðu flestir mikla áherslu á mikilvægi þekkingarleitar, þekkingarsköpunar og miðlun þekkingar en það eitt og sér virtist ekki vera nægjanlegur tilgangur. Hér á eftir verður fjallað um drifkrafta í líftækni á Íslandi, fyrst út frá rannsóknarhugsjón og því næst út frá hagnýtingarmöguleikum. Að lokum verður gerð grein fyrir því hvernig þessi tvö sjónarhorn mætast í birtingu rannsóknarniðurstaðna í ritrýndum akademískum tímaritum, en með þeim mætti segja að skoðanakerfin tvö mætist þegar starfsmenn einkafyrirtækja birta niðurstöður sínar.

Rannsóknir af hugsjón

Hjá sumum viðmælendum kom fram að þeir telji tilgang vísindanna fyrst og fremst vera að koma samfélaginu eða mannkyninu til góða og virðast vera drifnir áfram af einhvers konar hugsjón. Þeir lögðu áherslu á að þekkingarleit og akademískt frelsi væri nauðsynlegt, það er frelsi til að „rannsaka hluti bara vegna þess að þeir eru áhugaverðir“ (I). Eins lögðu þeir áherslu á mikilvægi þekkingarleitar og að vísindin snúist um uppgötvanir, það er „að þetta er spurning um að finna upp nýja hluti... eyðileggja gamlar kenningar og finna betri kenningar“ (E). Á sama tíma töluðu viðmælendur um að þekkingarleitin væri líka það sem gerði vísindin spennandi og áhugaverð:

... það er það móment sem er mjög skemmtilegt við vísindin [...] þessi sífellda leit að einhverju nýju [...] það er mjög spennandi (H).

Á viðmælendum mátti skilja að akademískt frelsi væri nauðsynlegt þar sem að ekki væri hægt að segja til um gagnsemi eða gildi rannsókna fyrirfram og því mætti ekki takmarka frelsi vísindamanna til að velja viðfangsefni sín. Eða eins og einn viðmælandi orðaði það:

Ég held að það sé það [sem] rekur okkur áfram ... þekkingarleitin rekur okkur áfram, af því að það verður eitthvað hægt að gera við þetta. Við viljum ekki bara vita [...]

... og kannski sér maður ekki augljóslega hvar við ætlum að nýta það, en samt á endanum þá náttúrulega hugsar maður, setur maður þetta alltaf í samhengi við hvað gagnast okkur þessi þekking (I).

Hér má sjá að leit þekkingar, einungis þekkingarinnar vegna væri ekki nóg heldur yrði að vera einhver æðri tilgangur eða hugsjón sem drifi vísindamanninn áfram. Þessir viðmælendur töluðu ekki um hagnýtingu vísindanna og hagnýtar rannsóknir en töluðu um að einhver tilgangur yrði að vera með rannsóknunum. Skilin milli grunnrannsókna og hagnýtra rannsókna eru greinilega óskýr í þeirra augum. Velta má fyrir sér hvort skilin milli grunnrannsókna og hagnýtra rannsókna séu svo óskýr í líftæknifyrirtækjum eða hvort þessir viðmælendur kjósi fremur að líta á sig sem vísindamenn í grunnrannsóknunum og líti framhjá að störf þeirra hafi á endanum hagnýtan tilgang. Áhugavert væri að ræða við vísindamenn sem starfa eingöngu innan akademíunnar og kanna hvort þekkingarleit ein og sér drífi þá áfram eða hvort þeir reyni einnig að sjá æðri tilgang með störfum sínum.

Hagnýting vísindanna

Hjá öðrum viðmælendum kom skýrt fram að þeir vildu hagnýta vísindin og skapa verðmæti eða eins og einn viðmælandi sagði: „ég vil gera eitthvað með vísindin“ (A). Hjá flestum þeirra kom skýrt fram að tilgangurinn væri „að reyna að skapa eitthvað sem að nýtist á markaði“ (D) og „að brúa ... bilið milli vísinda og viðskipta“ (G). Á þeim mátti heyra að það sem drifi þá áfram væri tækniþróun og að koma vörum á markað. Þekkingarleit, rannsóknir og hugsanleg gagnsemi eru ekki markmið heldur leið til að skapa seljanlega vöru. Þeir töluðu þó um að vísindin væru nauðsynleg forsenda vöruþróunarinnar en að tilgangurinn á endanum sé að skapa eitthvað hagnýtt og seljanlegt. Þeir eru nálægt vísindunum á þeim grunni að tækniþróun er yfirleitt studd af vísindalegum niðurstöðum og eitthvert rými er til beinnar þekkingarleitar.

Athyglisvert var að þó þessir viðmælendur segðust hafa meiri áhuga á hagnýtingu vísindanna, töluðu þeir um að hafa farið í gegnum hugarfarsbreytingu við að flytjast úr akademíu til fyrirtækja. Þeir töluðu um að „maður kynntist í sjálfu sér að einhverju leyti nýrri hugsun svona hagnýtingarhugsun“. Einnig lögðu þeir áherslu á að „fyrst náttúrulega þarf maður sjálfur að breytast og [...] þannig að ég núna þegar ég sé eitthvað fyrir framan mig, hugsa ég, erum við eitthvað að græða á þessu?“. Aðrir gerðu minna úr hugsanabreytingu og töluðu um að málið væri einfalt því:

... að þegar ég er sestur í þennan stól þá hef ég allt önnur markmið heldur en sem vísindamaður (D).

Velta má fyrir sér hvort viðmælendurnir hafi verið með hagnýtingarhugsun frá upphafi en átt erfitt með að finna réttlætingu fyrir henni innan akademíunnar eða hvort þessi nýja hagnýtingarhugsun hafi einfaldlega átt betur við þá. Sumir þessara viðmælenda töluðu einnig um að hagnýting vísindanna gæti haft þann tilgang að skapa:

... eitthvað sem að gæti orðið að framleiðsluvöru og stutt við efnahaginn og verið hluti af atvinnulífinu og efnahagslífinu (E).

og ræddu um mikilvægi fyrirtækja sinna fyrir íslenskt efnahagslíf:

Og virði sprotafyrirtækja, sem að eru þau fyrirtæki sem að í rauninni keyra hagkerfið [...] að það eru lítil og meðalstór fyrirtæki sem að eru vélin í hagkerfinu (B).

Á þessum viðmælendum mátti heyra að sköpun verðmæta fyrir fyrirtæki væri ekki nægjanlegur tilgangur heldur væri hann að hafa efnahagslegt gildi fyrir Ísland. Velta má fyrir sér hvort mikill munur sé með tilgangi þessara viðmælenda og þeirra sem vildu á einhvern hátt koma að gagni fyrir samfélagið eða hvort með umræðu um efnahagslegt mikilvægi séu þeir að réttlæta störf sín innan fyrirtækja. Misjafnt var hvort þeir ræddu um hagnaðarvon en sumir mjög bjartsýnir og töldu hugmyndina vera „bullandi bissness“ (C) og sögðust hafa valið ákveðna tækniþróunarleið vegna þessa að í öðru væri „enginn peningur“ (A). Aðrir töldu hagnaðarvonina vera litla og einn viðmælendi sagðist „ekkert [vera] í þessu til þess að verða ríkur“ (D).

Forsendur rannsókna og birtingar niðurstaðna

Starfsemi líftækniyrirtækja byggist á vísindarannsóknum og flestir viðmælendur töluðu um að forsendur rannsókna væru aðrar en í akademíu. Í huga flestra viðmælenda virtist vera skýrt að:

... viðskipti og peningar koma á þeirri forsendu að þú græðir á þeim og þeir eru ekki að styðja einhver þjóðþrifamál.

... og í fyrirtækjum er ekki endilega háskólaídeal að vera öflug þekking og dreifing hennar [...] það er ekki markmið fyrirtækis [...] og þannig er náttúrulega innbyggð togstreita (F).

Fleiri viðmælendur tóku í sama streng og lögðu áherslu á að markmið fyrirtækja væri að koma vöru á markað og vísindin væru leiðin að því markmiði. Forsendur rannsókna innan fyrirtækja séu að „vísindin eru bónus en ekki öfugt og hérna [er] hagnýtingin fyrst og vísindin bónus“ (C) og að innan fyrirtækja séu „önnur lögmál sem að gilda“ (B).

Á sama tíma lögðu viðmælendur áherslu á að „góð vísindi“ ætti að stunda innan fyrirtækjanna og að:

... fyrirtæki eru ekki að gera hlutina neitt öðruvísi heldur en bara akademískir aðilar út um allt og það er engin ástæða til þess að við séum að vera eitthvað öðruvísi heldur en þeir (I).

Hins vegar mátti ráða af orðum sumra viðmælenda að „mikill vísindalegur metnaður“ og „mjög rannsóknamiðuð“ áhersla hjá fyrirtækjum gæti komið niður á viðskiptalegum árangri þeirra. Velta má fyrir sér hvort þversögn felist í að fyrirtæki eigi að stunda vísindi á sama hátt og akademían en með ólík markmið að leiðarljósi. Spurningin um hvort hægt sé að samræma ólík markmið vísinda og gróða innan fyrirtækja hlýtur að vakna og telja má mikla áskorun felast í samræmingu þeirra.

Nokkur tvískipting kom fram þegar viðmælendur voru spurðir um mikilvægi birtinga fyrir sig persónulega. Sumir viðmælendur lögðu áherslu á að í dag skiptu birtingar litlu máli fyrir þá því þeir hefðu verið búnir „að birta svo mikið“ eða komnir „með góða publication“. Þeir lögðu áherslu á að þeir hefðu verið búnir að sanna sig, bæði fyrir sjálfum sér og öðrum, og orðnir lögmætir vísindamenn eða eins og einn sagði:

... ég vildi sanna mig í vísindaheiminum, ég var náttúrulega kominn með mjög góða pappíra, þannig að ég var orðinn saddur ... ég var alveg búin að fullnægja þeirri þörf minni að ég gæti þetta og allt þetta (A).

Aðrir viðmælendur lögðu meiri áherslu á að innan fyrirtækja skiptu birtingar minna máli fyrir framgang í starfi eða:

Það er búið að aftengja þörfina sem að er í háskólaumhverfinu. Að birta ritrýndar greinar, það hefur ekkert með þinn starfsframa að gera lengur (B).

Flestir viðmælendur töluðu um að birtingar gætu verið mikilvægar fyrir starfsmenn því þeir eru flestir vísindamenn í grunninn:

... vísindafólk náttúrulega hugsar öðruvísi og finnst gaman að vísindunum og vill birta [...] en fólk skilur samt alveg forganginn, forgangsröðunina.

... og það er auðvitað gott að vissu leyti en þetta birtingamál verður alltaf mikið vandamál (C).

Viðmælendur töluðu einnig um að starfsmenn væru að taka áhættu því ef þeir vildu snúa aftur í akademíuna væri gat í ferilsskránni þeirra. Þessir viðmælendur töluðu um að eitt af markmiðum birtinga fyrirtækja gæti verið „umbun fyrir starfsmanninn“. Viðmælendur vildu flestir meina að erfitt gæti verið að fara aftur til baka í akademíuna og fólk yrði að velja á milli þessara geira:

Það er bara að gera upp við sig [...] hversu mikilvægt er það fyrir einstaklinginn að vera að birta vísindagreinar, ætlar hann sér að komast til metorða innan akademíunnar, eða er maður frekar að reyna að þróast innan hérna einkageirans (H).

Af orðum viðmælenda mátti ráða að þeir teldu flestir að velja þyrfti á milli akademíu eða einkageira, með þeirri undantekningu ef einstaklingurinn birti nægjanlega mikið á meðan hann væri hjá fyrirtæki. Viðmælendur töluðu um nokkur markmið með birtingum fyrirtækja. Þeir lögðu margir áherslu á að birtingar væru mikilvægar upp á trúverðugleika og þar skipti ritrýningin öllu máli:

... því að það er besta kerfi sem að er til, upp á trúverðugleika rannsókna er kerfið með ritrýndu greinarnar (B).

Athyglisvert er að viðmælendur sem töluðu mikið um hagnaðarsjónarmið og vildu skapa verðmæti með vísindunum lögðu um leið áherslu á að birting niðurstaðna í ritrýndum vísindatímaritum væri nauðsynlegur mælikvarði á gæði rannsókna í fyrirtækjum. Þetta bendir til að viðmælendur sem telja sig vera orðnir algjörir viðskiptamenn og aðeins horfa á hagnað fylgi um leið skoðanakerfi vísinda. Innan sömu fyrirtækja virðast bæði sjónarmið viðskipta og vísinda gilda.

UMRÆÐA

Íslenskur líftækniönaður var vettvangur rannsóknarinnar, það er að segja vísindamenn í líftækniyrirtækjum sem starfa á Íslandi. Kannað var hvað drífur vísindamenn áfram í störfum sínum og hvaða ástæður lágu að baki vali þeirra fyrir störfum í líftækniyrirtækjum. Við greiningu á skoðanakerfum í líftækni var leitað svara við eftirfarandi rannsóknarspurningu með viðtölum við nýu stofnendur og lykilstarfsmenn í líftækniyrirtækjum á Íslandi.

Hvernig finna íslenskir vísindamenn lögmati í störfum sínum innan líftækniyrirtækja og hvaða réttlætningar nota þeir?

Niðurstöður rannsóknarinnar benda til að íslenskir vísindamenn styðjist við mótsagnakennd skoðanakerfi akademíu og einkageira í störfum sínum og er það í samræmi við aðrar rannsóknir á vísindamönnum í líftækniyrirtækjum (Smith-Doerr, 2005).

Niðurstöður rannsóknarinnar benda til að vísindamenn innan líftækniyrirtækja geri lítinn greinarmun á grunnrannsóknnum og hagnýtum rannsóknnum en það er í samræmi við kenningar um að

skilin milli grunnrannsóknna og hagnýtra rannsóknna í líftækni séu óskýr (Vallas og Kleinman, 2008) eða jafnvel alveg horfin (Powell og Owen-Smith, 1998). Viðmælendur lögðu áherslu á mikilvægi þekkingarleitar en leit að þekkingu virtist ekki vera nægjanlegt markmið í sjálfu sér líkt og grunnildi Mertons (1942/1973) leggja til, heldur lögðu þeir áherslu á gagnsemi rannsóknna sinna. Spyrja má hvort skilin milli grunnrannsóknna og hagnýtra rannsóknna séu í raun svo óskýr í líftæknifyrirtækjunum eða hvort viðmælendur kjósi að líta fyrst og fremst á sig sem vísindamenn og vilji ekki leggja of mikla áherslu á hagrænt gildi rannsóknna sinna, en hefðbundnar venjur vísinda fordæma gróðavon (Ziman, 1996). Einnig má velta fyrir sér hvort viðmælendur horfi framhjá að markmið rannsóknna þeirra sé á endanum að skapa söluvæna vöru og gróða líkt og aðrar rannsóknir benda til (Smith-Doerr, 2005).

Athygli vakti að stofnendur líftæknifyrirtækja töluðu um að of mikil áhersla á gróðavon væri slæm. Viðmælendur virtust eiga erfitt með að sameina markmið um að stunda góð vísindi og að græða og velta má fyrir sér hvort sameining venja um útbreiðslu þekkingar og það að græða á þekkingu (*capitalisation of knowledge*) (Etzkowitz, 1998) sé raunveruleg. Sameining markmiðanna virðist að minnsta kosti vera mjög erfið og viðmælendur virtust flestir ekki vilja leggja áherslu á gróðavon, þó einstaka viðmælendur töluðu um að vilja hagnast.

Viðmælendur lögðu áherslu á að í fyrirtækjum þeirra væru stunduð góð vísindi og töluðu um nauðsyn birtinga í ritrýndum vísindatímaritum til að auka trúverðugleika og lögmæti fyrirtækja sinna. Þetta er í samræmi við rannsóknir sem benda til samleitni akademíu og einkageira sem sést meðal annars í upptöku akademískra venja í fyrirtækjum (Vallas og Kleinman, 2008). Viðmælendur töluðu um að litið væri á birtingar í vísindatímaritum sem auglýsingu og merki um trúverðugleika, birtingar væru einnig hugsaðar sem umbun fyrir starfsmenn. Tilgangur með upptöku akademískra venja, líkt og birtinga, virðist vera til að fyrirtæki geti bætt efnahagslega stöðu sína, líkt og fræðimenn hafa bent á (Powell og Owen-Smith, 1998).

Viðmælendur bentu á að of mikil áhersla á vísindin og of rannsóknamiðuð stefna gæti komið niður á hagrænum árangri fyrirtækja. Þetta er í samræmi við rannsóknir sem benda til að of mikil áhersla á vísindi og tengsl við háskólasamfélagið í stað áherslu á viðskiptaþróun og að byggja upp sterk fyrirtæki geti komið niður á árangri fyrirtækja (Gurdon og Samsom, 2009; Maurer og Ebers, 2006). Margir viðmælendur töluðu um að of mikil áhersla á vísindalegan metnað gæti hamlað hagrænum árangri líftæknifyrirtækja. Velta má fyrir sér hvort það eigi við um einhver líftæknifyrirtæki á Íslandi en ekki er hægt að segja til um það út frá niðurstöðum rannsóknarinnar.

Vert er að hafa í huga að líftæknin er ung á Íslandi og starfsmöguleikar í fyrirtækjum voru ekki til staðar þegar viðmælendur hófu sitt nám og eini lögmæti starfsframinn á Íslandi var hjá ríkinu (innan Háskóla Íslands eða rannsóknastofnana ríkisins). Líftæknifyrirtæki á Íslandi voru varla til fyrr en eftir að þeir höfðu lokið doktorsnámi og telja má að í huga þeirra hafi lögmætur starfsframi hérlendis verið innan akademíunnar. Áhugavert væri að kanna hvernig yngri kynslóðir íslenskra vísindamanna líta á starfsframa innan líftæknifyrirtækja og hvort hann sé orðinn að lögmætu vali við hlið starfsframa í akademíu.

Að ofangreindu má sjá að íslenskir vísindamenn styðjast við mótsagnakennd skoðanakerfi viðskipta og vísinda í störfum sínum innan líftæknifyrirtækja. Sérstaka athygli vekur að íslenskir vísindamenn virðast upplifa akademíu og einkageira sem aðskildar stofnanir, erfitt sé að fara á milli þeirra og að vísindamenn þurfi að takmarka sig við störf annað hvort í akademíu eða einkageira. Þetta bendir til að samleitni einkageira og akademíu sé minni hér en annars staðar í heiminum og vekur upp spurningar um ástæður þess. Velta má fyrir sér hvort þróunin sé einfaldlega styttra á veg komin hér á landi en starf í líftæknifyrirtækjum virðist ekki hafa verið raunverulegur kostur hér fyrr en með

stofnun Íslenskrar erfðagreiningar og UVS rétt fyrir aldamót. Í Bandaríkjunum urðu fyrstu líftæknifyrirtækin hins vegar til á áttunda áratugnum og þar hafa störf innan líftæknifyrirtækja verið í boði mun lengur.

Af niðurstöðum rannsóknarinnar sést að íslenskir vísindamenn hafa þörf fyrir að réttlæta störf sín innan líftæknifyrirtækja og svo virðist að akademískur starfsframi sé lögmætari og forskrift um „hvernig eigi að gera hlutina“ (Garud, Hardy og Maguire, 2007). Eftir stendur spurningin um hvort vísindi og viðskipti séu ósamrýmanlegar stofnanir og hvort líftæknifyrirtæki þurfi á endanum að velja á milli markmiða um að stunda góð vísindi eða góð viðskipti.

HEIMILDIR

- Alford, R. R. og Friedland, R. (1985). *Powers of theory: Capitalism, the state, and democracy*. Cambridge, New York: Cambridge University Press.
- Benedikt Jóhannesson. (2006). Vísindi og viðskipti. *Vísbending*, 24(41).
- Bjerregaard, T. (2010). Industry and academia in convergence: Micro-institutional dimensions of R&D collaboration. *Technovation*, 30(2), 100-108.
- Bryman, A. og Bell, E. (2007). *Business research methods*. Oxford: Oxford University Press.
- Colyvas, J. A. (2007). From divergent meanings to common practices: The early institutionalization of technology transfer in the life sciences at Stanford University. *Research Policy*, 36(4), 456-476.
- Colyvas, J. A. og Powell, W. W. (2006). Roads to institutionalization: The remaking of boundaries between public and private science. *Research in Organizational Behavior*, 27, 305-353.
- Dietz, J. S. og Bozeman, B. (2005). Academic careers, patents, and productivity: Industry experience as scientific and technical human capital. *Research Policy*, 34(3), 349-367.
- Etzkowitz, H. (1998). The norms of entrepreneurial science: Cognitive effects of the new university-industry linkages. *Research Policy*, 27(8), 823-833.
- European Patent Office. (2009). *European patent applications filed in 2009 per technical field and origin*. Sótt 8. janúar 2011 af [http://documents.epo.org/projects/babylon/eponet.nsf/0/ED4AEC31E831BE24C125755B005DDE5C/\\$File/applications_2009_per_origin_and_technology_en.pdf](http://documents.epo.org/projects/babylon/eponet.nsf/0/ED4AEC31E831BE24C125755B005DDE5C/$File/applications_2009_per_origin_and_technology_en.pdf).
- Garud, R., Hardy, C. og Maguire, S. (2007). Institutional entrepreneurship as embedded agency: An introduction to the special issue. *Organization Studies*, 28(7), 957-969.
- Gephart, R. P. (2004). Qualitative research and the Academy of Management Journal. *Academy of Management Journal*, 454-462.
- Guðmundur Eggertsson, Guðni Á. Alfredsson og Jakob K. Kristjánsson. (1984, 10. júní). Líftækni á Íslandi. *Morgunblaðið*, bls. 20-22.
- Gurdon, M. A. og Samsom, K. J. (2009). A longitudinal study of success and failure among scientist-started ventures. *Technovation*, 30(3), 207-214.
- Hagstofa Íslands. (2010). *Fjöldi fyrirtækja og félaga eftir atvinnugreinum*. Sótt 19. mars 2010 af <http://hagstofa.is/?PageID=638&src=/temp/Dialog/varval.asp?ma=FYR01001%26ti=Fj%F6ldi+fyrirt%E6kja+og+f%E9laga+eftir+atvinnugreinum+2008%2D2009%26path=../Database/fyrirtaeki/fjoldi/%26lang=3%26units=Fj%F6ldi>.

- Hólmar Svansson, Hjörleifur Einarsson og Jóhann Örlygsson. (2004). *Líftækninet í auðlindanýtingu: Frá þróunarsamstarfi til markaðsárangurs*. Akureyri: Iðnaðar- og viðskiptaráðuneytin, Háskólinn á Akureyri.
- Kleinman, D. L. og Vallas, S. P. (2001). Science, capitalism, and the rise of the "knowledge worker": The changing structure of knowledge production in the United States. *Theory and Society*, 30(4), 451-492.
- Kvale, S. (1996). *Interviews: an introduction to qualitative research interviewing*. London: Sage.
- Luo, X. R., Koput, K. W. og Powell, W. W. (2009). Intellectual capital or signal? The effects of scientists on alliance formation in knowledge-intensive industries. *Research Policy*, 38(8), 1313-1325.
- Margrét Sigrún Sigurðardóttir. (2010). Dependently independent: Co-existence of institutional logics in the recorded music industry, *PhD Series 3.2010*: Copenhagen Business School.
- Maurer, I. og Ebers, M. (2006). Dynamics of social capital and their performance implications: Lessons from biotechnology start-ups. *Administrative Science Quarterly*, 51(2), 262-292.
- Merton, R. K. (1973). The normative structure of science. Í R. K. Merton (Ritstj.), *The sociology of science. Theoretical and empirical investigations*. Edited and with an Introduction by Norman W. Storer (bls. 267-278). Chicago, London: University of Chicago Press. (Frumútgáfa 1942).
- OECD. (2004). *Analysis of R&D in biotechnology in Iceland 2001 to 2003*. Paris: OECD, Directorate for science, technology and industry.
- Owen-Smith, J. og Powell, W. W. (2001). Careers and contradictions: Faculty responses to the transformation of knowledge in the life sciences. *Research in the Sociology of Work*, 10, 109-140.
- Polanyi, M. (2000). The republic of science: Its political and economic theory. *Minerva*, 38(1), 1-21. (Frumútgáfa 1962).
- Powell, W. W. og Colyvas, J. A. (2008). Microfoundations of institutional theory. Í R. Greenwood, C. Oliver, K. Andersen og R. Suddaby (Ritstj.), *The Sage Handbook of Organizational Institutionalism*. Los Angeles, London, New Delhi, Singapore: Sage Publications.
- Powell, W. W., Koput, K. W. og Smith-Doerr, L. (1996). Interorganizational collaboration and the locus of innovation: Networks of learning in biotechnology. *Administrative Science Quarterly*, 41(1), 116-145.
- Powell, W. W. og Owen-Smith, J. (1998). Universities and the market for intellectual property in the life sciences. *Journal of Policy Analysis and Management*, 17(2), 253-277.
- Powell, W. W., White, D. R., Koput, K. W. og Owen-Smith, J. (2005). Network dynamics and field evolution: The growth of interorganizational collaboration in the life sciences. *American Journal of Sociology*, 110(4), 1132-1205.
- Rannís. (2010a). *Frammistaða Íslands í nýsköpun 2009: European Innovation Scoreboard (EIS)*. Reykjavík: Rannsóknamiðstöð Íslands - Rannís.
- Rannís. (2010b). *Ritryndar birtingar og áhrif þeirra - samantekt um árangur Íslands*. Reykjavík: Rannsóknamiðstöð Íslands - Rannís.
- Samtök iðnaðarins. (2005a). *Hátækniíðnaður - Framtíðarsýn og spá Samtaka iðnaðarins - Nóvember 2005*. Reykjavík: Samtök iðnaðarins.

- Samtök iðnaðarins. (2005b). *Hátækni iðnaður. Þróun og staða á Íslandi. Staða og stefna á Norðurlöndum og Írlandi. Auðlind framtíðarinnar*. Reykjavík: Iðnaðar- og viðskiptaráðuneyti, Samtök iðnaðarins, Nýsköpunarsjóður atvinnulífsins.
- Slaughter, S. og Leslie, L. L. (1997). *Academic capitalism: Politics, policies, and the entrepreneurial university*. Baltimore, Md., London: Johns Hopkins University Press.
- Smith-Doerr, L. (2005). Institutionalizing the network form: How life scientists legitimate work in the biotechnology industry. *Sociological Forum*, 20(2), 271-299.
- Strauss, A. L. og Corbin, J. (1998). *Basics of qualitative research: techniques and procedures for developing grounded theory [Rafræn útgáfa]* (2. útgáfa). Thousand Oaks, California, London: Sage. Sótt 10. maí 2010 af http://books.google.com/books?id=wTwYUnHYsmMC&printsec=frontcover&source=gbs_slider_thumb#v=onepage&q&f=false
- Thornton, P. H. og Ocasio, W. (2008). Institutional logics. Í R. Greenwood, C. Oliver, K. S. Andersen og R. Suddaby (Ritstj.), *The Sage Handbook of Organizational Institutionalism*. Los Angeles, London, New Delhi, Singapore: Sage Publications.
- Vallas, S. P. og Kleinman, D.L. (2008). Contradiction, convergence and the knowledge economy: The confluence of academic and commercial biotechnology. *Socio - Economic Review*, 6(2), 283.
- van Beuzekom, B. og Arundel, A. (2009). *OECD Biotechnology statistics*. Paris: OECD.
- Vilhjálmur Lúðvíksson. (2009). *Heilsa og hagsæld með nýsköpun: Úttekt á aðstæðum til nýsköpunar í tengslum við heilbrigðisrannsóknir, nefndarálit*. Reykjavík: Menntamálaráðuneytið, Heilbrigðisráðuneytið og Iðnaðarráðuneytið.
- Ziman, J. (1996). "Post-academic science": Constructing knowledge with networks and norms. *Science Studies*, 9(1).
- Zucker, L. G. og Darby, M. R. (1996). Star scientists and institutional transformation: Patterns of invention and innovation in the formation of the biotechnology industry. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 93(23), 12709-12716.
- Þráinn Eggertsson. (2007). Nýja hagkerfið. *Fjármálatíðindi*, 54, 33-45.