

Raunvísinda- og tæknimenntun:

# Staða íslenskra nemenda og framtíðarþörf samfélagsins

Skýrsla starfshóps á vegum Mennta- og  
menningarmálaráðuneytis, Samband  
íslenskra sveitarfélaga og Samtaka  
iðnaðarins.

Elsa Eiríksdóttir



MENNTA- OG  
MENNINGARMÁLARAÐUNEYTIÐ



SAMBAND ÍSLENSKRA SVEITARFÉLAGA

**Höfundur:** Elsa Eiríksdóttir

**Útgefandi:** Samtök iðnaðarins, Mennta- og menningarmálaraðuneyti og Samband íslenskra sveitarfélaga 2012.

**Hönnun:** Grafík - hönnun og framleiðsla ehf

Formáli		4
Samantekt		6
Inngangur		9
1.	<i>Mat á stöðu raunvísinda- og tæknimenntunar á Íslandi</i>	11
1.1.	<i>Mat á stöðu nemenda</i>	11
1.1.1.	<i>Frammistaða íslenskra nemenda í samanburði við nemendur í öðrum löndum</i>	12
1.1.2.	<i>Frammistaða íslenskra nemenda frá árinu 2000</i>	18
1.1.3.	<i>Þættir sem skýra frammistöðu íslenskra nemenda</i>	19
1.2.	<i>Mat kennara á stöðu raunvísinda- og tæknimenntunar</i>	20
1.2.1.	<i>Starfsreynsla og starfsþróun grunnskólakennara – TALIS</i>	21
1.2.2.	<i>Náttúru- og stærðfræðikennarar á Íslandi</i>	24
1.2.3.	<i>Náttúrufræðikennsla – Vilji og veruleiki</i>	24
1.3.	<i>Niðurstæða á mati á stöðu</i>	27
2.	<i>Þörfin fyrir raunvísinda- og tæknimenntað fólk á Íslandi</i>	30
2.1.	<i>Efning raunvísinda- og tæknimenntunar</i>	32
2.1.1.	<i>Sérhæfing eða almenn hæfni</i>	32
2.1.2.	<i>Tæknipróun, nýsköpun og ný kunnátta</i>	32
2.2.	<i>Staðan á Íslandi</i>	34
2.2.1.	<i>Lýðfræðileg samsetning íslensku þjóðarinnar</i>	34
2.2.2.	<i>Breytingar á vinnumarkaði</i>	34
2.2.3.	<i>Staða og þróun menntunarstígs</i>	36
2.2.4.	<i>Fjöldi nemenda í raunvísinda- og tæknigreinum</i>	36
2.2.5.	<i>Hugmyndir nemenda um framtíðarstörf og val á námi</i>	38
2.2.6.	<i>Kannanir á þörf fyrir menntað starfsfólk á Íslandi</i>	44
2.3.	<i>Forspá um þörf fyrir menntað starfsfólk í Evrópu</i>	45
2.3.1.	<i>Forspá fyrir Evrópu í heild</i>	46
2.3.2.	<i>Forspá fyrir Svíþjóð</i>	47
2.3.3.	<i>Forspá fyrir Finnland</i>	48
2.4.	<i>Niðurstöður á mati á þörf</i>	48
	<i>Heimildir</i>	50

## TÖFLUSKRÁ

Tafla 1.	<i>Hlutfall íslenskra nemenda á neðstu og efstu hæfniprepunum- í fyrri mælingum og mælingu 2009 á öllum þremur sviðum PISA</i>	18
Tafla 2.	<i>Eftirsóttustu störfin síðastliðinn áratug út frá mati 15 ára nemenda á því hvað þau muni starfa við um 30 ára aldur</i>	39

## MYNDASKRÁ

Mynd 1.	<i>Fjöldi þátttökuríkja með herra meðaltal en Ísland í PISA 2000 til 2009 í lesskilningi og læsi á stærðfræði og náttúrufræði</i>	13
Mynd 2.	<i>Meðaltal og staðalfrávik í stærðfræðihluta PISA 2009 fyrir lönd Evrópu</i>	14
Mynd 3.	<i>Meðaltal og staðalfrávik í lesskilningshluta PISA 2009 fyrir lönd Evrópu</i>	15
Mynd 4.	<i>Meðaltal og staðalfrávik í náttúrufræðihluta PISA 2009 fyrir lönd Evrópu</i>	16
Mynd 5.	<i>Hlutfall nemenda á Norðurlöndunum á hverju hæfniprepi á öllum þremur sviðum PISA 2009</i>	16
Mynd 6.	<i>Frammistaða íslenskra nemenda í PISA könnunum frá 2000 á öllum þremur sviðum PISA: Lesskilningi og læsi á stærðfræði og náttúrufræði</i>	17
Mynd 7.	<i>Hlutfall kennara eftir starfsreynslu í þátttökulöndum TALIS</i>	21
Mynd 8.	<i>Samanburður á hlutfalli þátttöku kennara í starfsþróunarverkefnum og þeim tíma sem varið er í starfsþróunarverkefni</i>	23
Mynd 9.	<i>Heildarniðurstöður SCIQ spurningalistans úr verkefninu Vilji og veruleiki: Núverandi staða borin saman við óskastöðu þeirra fimm þátta sem eru mældir</i>	25
Mynd 10.	<i>Fjöldi starfandi fólks innan atvinnugreina á Íslandi á fimm ára fresti á tímabilinu frá 1991 til 2011</i>	35
Mynd 11.	<i>Hlutfall starfandi fólks innan tiltekinnar starfsstétta á Íslandi árið 1991 og árið 2011</i>	35
Mynd 12.	<i>Menntunarstig yngsta aldurshópsins (25-29 ára) og elsta aldurshópsins (50-64 ára) á vinnumarkaði árin 2003 og 2011</i>	35
Mynd 13.	<i>Hlutfall brautskráðra nemenda á háskólastigi á Íslandi í raunvísindum, stærðfræði og tölvunarfræði annars vegar og verkfræði, framleiðslu og mannvirkjagerð hins vegar</i>	36
Mynd 14.	<i>Fjöldi brautskráðra nemenda á mismunandi stigum iðn- og starfsnáms</i>	37
Mynd 15.	<i>Hlutfall íslenskra nemenda í 9. og 10. bekk sem ætla sér að fara í mennta- eða fjölbrotarskóla, iðn- eða verknám eða vinna að loknum grunnskóla</i>	40
Mynd 16.	<i>Samanburður á hlutfalli svarenda sem telja sitt fyrirtæki muni hafa þörf fyrir starfsfólk með tiltekna menntun á næstu þremur árum</i>	43

# Formáli

**Þ**ær djúpstæðu breytingar sem átt hafa sér stað á síðustu árum vegna tækni-framfara og alþjóðavæðingar hafa vakið upp umræðu í fjölmörgum ríkjum um mikilvægi þess að horfa til framtíðar og huga að því hversu vel þjóðir, menntakerfi þeirra og atvinnulíf eru í stakk búin til að takast á við þær áskoranir sem framundan eru við að tryggja velmegun og velferð.

Þarfir og kröfur vinnumarkaðarins eru að breytast, ekki bara hér á landi heldur um allan heim og samkeppni verður harðari ríkja á milli um þekkingu, hæfni og nýsköpun.

Íslenskt atvinnulíf hefur á undanfórnum árum lagt mikla áherslu á styrkari starfsmenntun og að komið verði til móts við þörf vinnumarkaðarins á menntuðu starfsfólki og þá sérstaklega á sviði raunvísinda- og tæknimenntunar. Það sé forsenda aukinnar framleiðni og verðmæta-sköpunar á Íslandi. Veruleg umframeftirspurn er eftir slíku vinnuafli og má í því sambandi vísa til könnunar meðal iðnfyrirtækja innan Samtaka iðnaðarins um áramótin 2010-2011 þar sem fram kom að um 39% fyrirtækjanna töldu nokkurn eða mikinn skort vera á menntuðu eða þjálfuðu fólki til starfa.

Á sama tíma hafa íslensk stjórnvöld sett sér það markmið að færni íslenskra grunnskólánemenda verði sambærileg við færni nemenda þeirra tíu þjóða sem eru efstar í PISA rannsókn-um OECD á lesskilningi, læsi á stærðfræði og náttúrufræði<sup>1</sup>. Um þessar mundir er jafnframt unnið að innleiðingu nýrra námskráa á Íslandi þar sem lögð er áhersla á grunnþætti, s.s. læsi í víðum skilningi, stafrænt læsi þ.m.t. á stærðfræði og raungreinalæsi, og læsi á ýmsa tækni-miðla og verkunnáttu sem nemendur nota við nám sitt.

Það eru ríkir samfélagslegir hagsmunir fólgnir í því að menntastefna, atvinnustefna og velferðastefna séu í samræmi og unnar í víðtæku samstarfi. Á þessum grundvelli hafa Mennta- og menningarmálaráðuneytið, Samtök iðnaðarins og Samband íslenskra sveitarfélaga tekið höndum saman um að móta aðgerðir sem hafa að markmiði að efla grunnmenntun í raunvísindum og tækni. Verkefnið nær til menntunar á sviði raunvísinda og tækni í grunnskóla með sérstakri áherslu á miðstigi og unglingastigi, þ.e. nemendur á aldrinum 10 til 15 ára.

---

1) Sjá skýrslu um verkefnið Ísland 2020 gefið út af forsætisráðuneytinu 2011

**Markmið verkefnisins eru eftirfarandi:**

- Að leggja mat á stöðu íslenskra nemenda á sviði raunvísinda og tækni og á þörf skóla og vinnumarkaðar fyrir þá þekkingu og hæfni í framtíðinni. Þessi bakgrunnsskýrsla er niðurstaða þeirrar vinnu.
- Að vinna tímasetta aðgerðaáætlun með skilgreindum verkefnum sem miða að því að auka áhuga, árangur og námstækifæri grunnskólanema á námi á sviði raunvísinda og tækni. Markmið aðgerðaáætlunarinnar er að brúa bilið milli núverandi stöðu og framtíðarþarfa nemenda og vinnumarkaðar. Mikilvægt er að hægt sé að meta árangur einstakra verkefna og tryggja þannig markvissa eftirfylgni. Verður þessi skýrsla lögð til grundvallar þeirri vinnu.
- Að vinna að samstöðu og samábyrgð hagsmunaaðila og byggja þannig grunn að samstarfsvettvangi hagsmunaaðila til framtíðar.

**Verkefnisstjórn var skipuð í apríl 2012 til að vinna að þessum markmiðum en hana skipa:**

*Katrín Dóra Þorsteinsdóttir, fulltrúi Samtaka iðnaðarins*

*Björg Pétursdóttir, fulltrúi Mennta- og menningarmálaráðuneytisins*

*Svandís Ingimundardóttir, fulltrúi Sambands íslenskra sveitarfélaga*

*Júlíus Björnsson, fulltrúi Námsmatsstofnunar*

*Allyson Macdonald, fulltrúi Menntavísindasviðs Háskóla Íslands*

*Verkefnisstjóri var Steingrímur Sigurgeirsson ráðgjafi hjá Capacent og starfsmaður verkefnisstjórnar Elsa Eiríksdóttir PhD.*

**Yfirumsjón og ábyrgð verkefnisins var í höndum:**

*Ástu Magnúsdóttur, ráðuneytisstjóra Mennta- og menningarmálaráðuneytisins*

*Karls Björnssonar, framkvæmdastjóra Sambands íslenskra sveitarfélaga*

*Orra Haukssonar, framkvæmdastjóra Samtaka iðnaðarins. ■*

# Samantekt

**S**kýrsla þessi er hluti af verkefni sem hefur það að markmiði að leita leiða til að auka áhuga, árangur og námstækifæri grunnskólanema á sviðum raunvísinda og tækni. Skýrslunni er ætlað að veita bakgrunnsupplýsingar um stöðu raunvísinda- og tæknimenntunar á Íslandi og þörf á raunvísinda- og tæknimenntuðu fólki í framtíðinni. Hér á eftir fer samantekt á helstu niðurstöðum.

## **Staða raunvísinda- og tæknimenntunar: Frammistaða íslenskra nemenda**

Hér var að miklu leyti stuðst við niðurstöður PISA kannana sem eru stöðluð próf á vegum OECD. PISA kannanirnar eru lagðar fyrir 15 ára nemendur og meta frammistöðu á þremur sviðum: lesskilningi, læsi á stærðfræði og náttúrufræði og hafa verið gerðar á þriggja ára fresti frá 2000.

Almennt er frammistaða íslenskra nemenda á PISA góð og af sviðunum þremur er stærðfræðihlutinn sterkastur. Einkenni er að fáir íslenskir nemendur lenda á efstu stigum hæfni í öllum þremur greinunum en þó mest í náttúrufræði. Einnig er herra hlutfall sem ekki nær lágmarkskunna áttu í stærðfræði og náttúrufræði miðað við markmið Evrópusambandsins. Útkoma íslenskra nemenda í náttúrufræði hefur alltaf verið síðri en í stærðfræði og lesskilningi, og

alltaf undir OECD meðaltali. Breytileiki frammistöðu íslenskra nemenda skýrist einna mest af þáttum sem tengjast nemendunum sjálfum, s.s. góðu sjálfsáliti og trú á eigin getu.

Þegar íslenskir nemendur voru bornir saman við nemendur í OECD löndunum kom í ljós að íslenskir nemendur voru með minni áhuga á og ánægju af náttúrufræði. Einnig höfðu þeir minni innsýn í og áhyggjur af umhverfismálum og voru bjartsýnni um lausn á þeim. Samkvæmt niðurstöðum PISA felur náttúrufræðikennsla á Íslandi síður í sér verklegar athuganir, tækifæri til eigin rannsókna og samvinnu nemenda en í öðrum OECD ríkjum.

## **Staða raunvísinda- og tæknimenntunar: Viðhorf og mat kennara**

Niðurstöður alþjóðlegrar könnunar á stöðu og viðhorfum grunnskólakennara árin 2007-2008 (TALIS) sýndi á Íslandi er töluvert brottfall kennara eftir skamman tíma í starfi og hlutfallslega fleiri kennarar eru með litla starfsreynslu í samanburði við önnur þáttökulönd. Einnig eru hlutfallslega færri íslenskir kennarar með mikla starfsreynslu, þ.e. hafa kennt í meira en 20 ár.

Íslenskir grunnskólakennarar töldu almennt að starfsþróunarverkefni hefðu nokkur eða mikil áhrif á starfið og kennsluhæfni. Meiri-

hluti íslenskra grunnskólakennara tóku þátt í starfsþróunarverkefnum á 18 mánaða tímabili fyrir TALIS könnunina en þetta hlutfall er þó lægra en í öðrum þátttökulöndum. Niðurstöður gefa því til kynna að efla mætti þátttöku eða framboð á þeim starfsþróunarverkefnum sem kennarar telja mikilvæg fyrir starfið. Ástæður sem kennarar gáfu fyrir að taka ekki þátt í starfsþróunarverkefnum voru helst að ekki væri nægilegt framboð, árekstur við vinnutíma og skortur á fjárhagslegum stuðningi.

Samkvæmt íslenskri könnun meða náttúrufræðikennara, árin 2005-2007 er það helst hæfni, þekking og sjálfsöryggi kennara sem vantar upp á í náttúrufræðikennslu á Íslandi. Lágmarksbúnaður og aðstaða virðist vera til staðar í flestum skólum, en samkvæmt kennurum nægir það oft ekki. Gjarnan er skortur á yfirsýn yfir hvaða búnaður sé til og hvernig hægt er að nýta hann. Kennarar töldu tíma og skipulagi náttúrufræðikennslu víða ábótavant og sérstaklega þurfi meiri sveigjanleika fyrir verklega kennslu.

Íslenskir kennarar telja sig almennt hafa góða kennslufræðilega þekkingu en minni þekkingu á inn-taki náttúrufræðigreina. Kennarar töldu skorta aðgengi að ráðgjöf og sérþekkingu á náttúrufræðikennslu og margir lýstu margir yfir áhuga

á að fá fag- eða námstjóra í náttúrufræði. Einnig töldu margir skorta tækifæri í starfsþróun á þessu sviði.

### **Þörf fyrir raunvísinda- og tækni-menntað fólk: Aðsókn og nýliðun**

Innan Evrópusambandsins og OECD er talið að efling raunvísinda- og tækni-menntunar sé ein mikilvægasta forsenda þess að styrkja velsæld. Lögð er áhersla á raunvísindi og tækni því þessi fög eru talin undirstaða í tækniþróun og nýsköpun sem eru mikilvæg fyrir farsælan efnahag og hagstæða samkeppnisstöðu.

Samanburðarrannsóknir sýna að á Íslandi er lægra hlutfall af fólki sem útskrifast með háskólapróf í raunvísindum og tækni en í Evrópu að meðaltali. Á sama tíma hefur dregið hlutfallslega úr ásókn í framhalds- og háskólanám á sviðum raunvísinda og tækni þó svo að almennt hafi ásókn í framhaldsnám aukist. Hlutfall sveinsprófa í raunvísinda- og tæknigreinum og stúdenta frá náttúrufræðibrautum hefur einnig staðið í stað á undanförunum áratug.

Lítið hefur verið gert af áhugakönnunum á Íslandi en vísbendingar sýna að áhugi á iðn- og verknámi sé ekki mikill hjá nemendum í efstu bekkjum grunnskóla og flestir ætla sér í bóklegt framhaldsnám í mennta- og fjölbrautarskólum eftir grunnskóla. Leiða má líkum að þetta endurspegli þá almennu áherslu sem hefur verið

á bóknám á kostnað verknáms og bóknám virðist sjálfgefið val fyrir marga þrátt fyrir að hafa meiri áhuga á verknámi. Að auki virðist mikill kynjamunur vera á áhuga á iðngreinum og hafa strákar meiri áhuga en stelpur.

Neikvæð viðhorf til iðn- og starfsnáms virðast lífseig og þessi störf þykja óaðlaðandi og gefur ýmislegt til kynna að það megi efla kynningu á iðnnámi í grunn- og framhaldsskólum. Vinsældir starfa sem krefjast raunvísinda- og tæknimenntunar á háskólastigi virðast vinsælli hjá 15 ára strákum en stelpum en almennt sýna kannanir á áhugasviði grunn- og framhaldsskólanema að nemendur hafa meiri áhuga á félags-, lista- og athafnasviðum atvinnulífs en vísinda-sviði.

#### **Þörf fyrir raunvísinda- og tækni-menntað fólk: Forspár í Evrópu**

Erlendar forspárrannsóknir telja að helstu grunnforsendur þeirra breytinga sem hafa áhrif á þróun vinnnumarkaðar og efnahagslífs spretta af svipuðum meiði í flestum löndum Evrópu, s.s. lýðfræðilegar breytingar, alþjóðlegri samkeppni og tæknivæðingu og nýsköpun. Hér er gert ráð fyrir að sama eigi við um Ísland.

Greiningar frá Evrópu og Norður-löndunum sýna áætlaða fjölgun á störfum í þjónustugreinum, sérstaklega innan heilbrigðisþjónustu, ferðaþjónustu og upplýsingatækni. Á

sama tíma er reiknað með að störfum í framleiðslu, landbúnaði og fiskiðnaði fækki. Samskonar þróun hefur átt sér stað á Íslandi síðastliðin tíu ár.

Á Íslandi, eins og annars staðar í Evrópu, er framboð af menntuðu starfsfólki að aukast, en þeim fækkar sem aðeins hafa grunnmenntun. Hlutfall þeirra sem einungis hafa grunnmenntun á Íslandi er þó enn hærri en í N-Evrópu. Forspár gefa til kynna misgengi á milli þess hvaða menntunar er þörf í atvinnulífinu og menntunar sem nemendur sækja í.

Samkvæmt forspám má búast við að störf sem krefjast mikillar þekkingar og hæfni verði ríkjandi. Sérstaklega er gert ráð fyrir fjölgun starfa sem krefjast hæfni í raunvísindum og tækni. Ástæður eru taldar vera vegna framfara á þessum sviðum, mikilvægi nýsköpunar og bein áhrif í iðnaði og atvinnulífi. Á Íslandi hefur samsvarendi þróun á starfsstéttum orðið síðastliðin tíu ár.

Nú þegar eru vísbendingar um töluverðan skort á raunvísinda- og tæknimenntuðu fólk í atvinnulífinu og margt gefur til kynna að sá skortur verði áfram til staðar: Fleiri störf krefjast þekkingar á þessum sviðum, fækkun verður á starfsfólki þegar stórir árgangar fara á eftirlaun í þessum greinum og hlutfallsleg nýliðun hefur ekki haldist í hendur við þörf undanfarin ár. ■



# Inngangur

Í þessari skýrslu eru dregnar saman íslenskar og erlendar niðurstöður rannsókna er varða mat á stöðu raunvísinda- og tæknimenntunar á Íslandi og forspár um þörf á raunvísinda- og tæknimenntuðu fólki í framtíðinni. Niðurstöður þessarar bakgrunnsskýrslu eru notaðar til að skilgreina markmið fyrir aðgerðaráætlun sem gefin er út samhliða.

Raunvísindi og tækni eru fög sem gjarnan eru flokkuð saman þó ekki sé alltaf skýrt við hvað sé átt með þeim hugtökum. Í þessari skýrslu er hugtakið raunvísindi notað yfir þekkingu, leikni og hæfni í greinum og samþættum greinasviðum s.s. náttúrufræði, eðlisfræði, efnafræði, jarðfræði, líffræði, stærðfræði, tölvunarfræði, geimvísindi og umhverfisfræði. Á grunnskólastigi er hugtakið náttúrugreinar yfirleitt notað sem yfirhugtak yfir þessar greinar (en þar er stærðfræði aðskilin) en á framhaldsskóla- og háskólastigi er yfirleitt talað um raunvísindi. Að auki eiga nýsköpun og frumkvöðla-mennt heima undir þessu hugtaki að því marki sem þau fög eru kennd í samhengi við raunvísinda- og tæknigreinar.

Tækni er hér skilgreind í mjög víðum skilningi. Undir tækni falla ekki bara upplýsinga- og samskiptatækni (ICT – information and communications technology)

heldur líka verkfræði og iðngreinar sem snúa að tækni, s.s. málmíðnir, véltækni, rafiðnaður og bíliðnir.

Bakgrunnsskýrslan skiptist í tvo kafla: Sá fyrri fjallar um mat á stöðu raunvísinda- og tæknimenntunar á Íslandi og er þá litið til hæfni íslenskra nemenda í kjarnagreinum yfir tíma og í alþjóðlegum samamburði og mati kennara á stöðu raunvísinda og tæknimenntunar. Seinni kaflinn fjallar um mat á þörf fyrir raunvísinda- og tæknimenntað fólk á Íslandi í framtíðinni og þar er farið yfir forsendur eflingu raunvísinda og tæknimenntunar og forspár um þörf fyrir menntað starfsfólk. Undir lok hvors hluta eru dregnar saman niðurstöður úr þeim hluta. ■



# Mat á stöðu raunvísinda- og tækni-menntunar á Íslandi

Í þessum hluta skýrslunnar er metin staða raunvísinda- og tækni-menntunar á Íslandi. Hér er fyrst og fremst stuðst við niðurstöður PISA kannana (Program for International Student Assessment) sem gefa tækifæri til að bera íslenska nemendur saman við nemendur annarra þjóða. Einnig er farið yfir rannsóknir og kannanir á viðhorfum og mati grunnskólakennara á stöðu raunvísinda- og tækni-menntunar á Íslandi til að fá ítarlegri mynd af stöðu kennslu á grunnskólastigi í þessum fögum.

## 1.1. Mat á stöðu nemenda

**P**ISA kannanir eru alþjóðleg stöðluð próf sem unnin eru á vegum OECD og mæla hversu vel 15 ára nemendur eru búnir undir framtíðina þegar skyldunámi lýkur. PISA kannanirnar mæla þekkingu, kunnáttu og viðhorf með áherslu á notkun þekkingar í daglegu lífi, mati á möguleikum og ákvarðanatöku. Þannig er áherslan í PISA könnunum ekki á að mæla það sem nemendur kunna eða vita á ákveðnum tímapunkti heldur getu þeirra til að nota þekkingu skilvirkt (Almar M. Halldórsson, Ragnar F. Ólafsson, Óskar H. Níelsson & Júlíus K. Björnsson, 2010a).

PISA kannanirnar eru staðlað mat á frammistöðu 15 ára nemenda á þremur sviðum: lesskilningi, læsi á stærðfræði og náttúrufræði. Þær hafa verið gerðar á þriggja ára fresti síðan árið 2000 og í hvert skipti er lögð áhersla á eitt svið, þó öll þrjú séu alltaf mæld. Þannig bjóða niðurstöður PISA upp á samanburð við önnur lönd

og yfir tíma. Áhersla var á lesskilning 2000 og 2009, áhersla var á læsi í stærðfræði 2003 og náttúrufræði 2006<sup>2</sup>. Hér eru skilgreind þau þrjú svið sem eru metin í PISA:

- **Lesskilningur:** „Færni í að skilja, nota, meta og tileinka sér ritað mál, vera virkur lesandi til að ná eigin markmiðum, þróa þekkingu og frama sinn frekar og taka virkan þátt í þjóðfélaginu. Lesskilningur á einnig við um túlkun og ígrundun á innihaldi texta og framsetningu“ (Almar M. Halldórsson, et al., 2010a, bls. 12).
- **Læsi á stærðfræði:** „Færni í að greina, nota og túlka stærðfræði í fjölbreyttu samhengi. Þar með talið rökfærslufærni, hugtakanotkun, færni í að beita aðferðum, þekking á staðreyndum og tækjum til að lýsa, útskýra og spá fyrir um stærðfræðileg fyrirbæri. Að vera læs á stærðfræði þýðir að maður þekkir hlutverk hennar, sýnir dómgreind og tekur vel ígrundaðar ákvarðanir

2) Árið 2012 var áhersla á stærðfræði í PISA en ekki er von á þeim niðurstöðum fyrr en seinni hluta árs 2013.

sem uppbyggjandi, virkur og meðvitaður þjóðfélagsþegn“ (Almar M. Halldórsson, et al., 2010a, bls. 12).

- **Læsi á náttúrufræði:** „Að hve miklu leyti viðkomandi... ..býr yfir þekkingu á náttúrufræði og nýtir hana til að spyrja spurninga, afla sér frekari þekkingar, útskýra vísindaleg fyrirbæri og draga ályktanir út frá vísindalegum niðurstöðum. ...skilur eðli vísindalegrar þekkingar og aðferðar. ...er meðvitaður um hvernig vísindi og tækni móta efnislegt umhverfi okkar, hugmyndir og menningu. ...er reiðubúinn að taka virkan þátt í umræðum um vísindaleg mál-efni og hugmyndir sem tengjast vísindum, sem upplýstur borgari“ (Almar M. Halldórsson, et al., 2010a, bls. 12).

Mælikvarði PISA kannanna er normaldreifður skali, með meðaltalið 500 og staðalfrávik 100 (sem þýðir að tveir þriðju nemenda fá á milli 400 og 600 stig) og er stöðlunin unnin út frá gögnum sem er safnað þegar tiltekið svið er í forgrunni. Þannig er mælingargrunnur fyrir lesskilning unninn út frá niðurstöðum frá 2000 og grunnurinn fyrir náttúrufræði unninn út frá niðurstöðum PISA 2006. Einnig eru verkefni í PISA flokkuð í hæfnisþrep (e. proficiency level) á skalanum 1-6. Verkefni á hærri þrepum krefjast til dæmis skilnings, túlkunar og samþættingu upplýsinga, íhugunar og rökfærslu í svari, en verkefni á lægri þrepum krefjast beinnar notkunar þekkingar og síður túlkunar. Dreifing nemenda á hæfnisþrep gefur þannig til kynna getu þeirra til að nýta og vinna með þekkingu. Með því að skoða hvernig nemendur þjóðar dreifast á hæfnisþrep er hægt að fá vísbendingar um skólakerfið sem ekki væri hægt út frá meðaltalinu einu og sér (OECD, 2010b). Í PISA könnunum er að auki safnað upplýsingum um skýringaþætti samhliða frammistöðu í greinum þremur. Nemendur svara

spurningum um viðhorf þeirra, áhuga og aðferðir í námi, heimalærdóm, aðstæður í skóla og svo framvegis. Þessar upplýsingar eru síðan notaðar til þess að skýra frammistöðu í PISA og er markmiðið að finna hvað einkenni nemendur, skóla og menntakerfi sem sýna góða frammistöðu (Almar M. Halldórsson, Ragnar F. Ólafsson, Óskar H. Niésson & Júlíus K. Björnsson, 2010b). Erfitt er að hafa áhrif á þessa þætti við eflingu raunvísinda- og tæknimenntunar en mikilvægt er að hafa þá í huga.

Ekki er hægt að nýta samræmd próf á Íslandi í samanburðarskygni á sama hátt og PISA kannanirnar þar sem nýtt próf er samið á hverju ári og markmið þeirra er að meta hvort nemendur hafi náð að tileinka sér þá þekkingu sem til er ætlast samkvæmt námsskrám á tilteknum tímamarki (Almar M. Halldórsson, et al., 2010a; Guðrún B. Einarsdóttir & Sigurgrímur Skúlason, 2011).

### 1.1.1. Frammistaða íslenskra nemenda í samanburði við önnur lönd

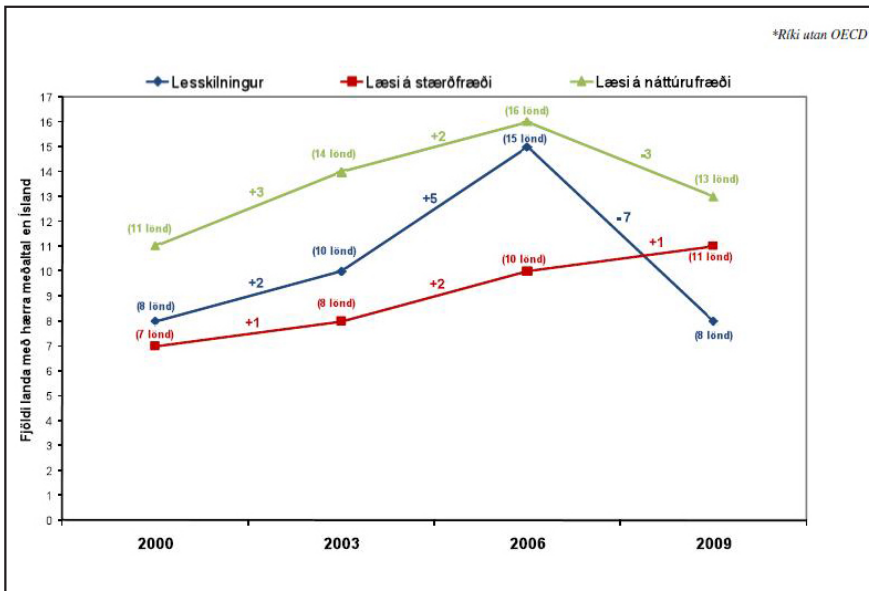
Þegar Ísland er borið saman við önnur lönd kemur í ljós að Ísland hefur oftast komið best út í stærðfræði. Í útkomu PISA 2009 voru aðeins 11 lönd, af þeim 31 sem tekið hafa þátt í PISA frá upphafi, fyrir ofan Ísland (sjá mynd 1). Þó hefur frammistaða íslenskra nemenda í stærðfræðihluta PISA versnað örlítið hvert skipti sem mælt er þegar frammistaðan er borin saman við þau lönd sem hafa tekið þátt frá upphafi (Almar M. Halldórsson, et al., 2010a).

Árangur íslenskra nemenda í lesskilningshluta PISA batnaði mikið á milli mælinga árin 2006 og 2009 og árið 2009 voru aðeins 8 lönd af þeim 31 sem hafa tekið þátt frá upphafi með betri frammistöðu í lesskilningshluta PISA (sjá mynd 1; Almar M. Halldórsson, et al., 2010a).

Útkoma íslenskra nemenda í náttúrufræðihluta PISA hefur verið slakari en í hinum tveimur greinunum og undir OECD meðaltali (sjá mynd 1). Frammistaða íslenskra nemenda batnaði á milli 2006 og 2009 og í könnuninni

Því koma íslenskir nemendur verst út í náttúrufræðihlutanum í samanburði við önnur lönd í mælingunni árið 2009.

Þegar litið er til þessara niðurstaðna verður að taka tillit til þess að sam-



**Mynd 1.** Fjöldi þátttökuríkja með hærra meðaltal en Ísland í PISA 2000 til 2009 fyrir lesskilning og læsi á stærðfræði og náttúrufræði. Athuga skal að hér er aðeins sýndur samanburður við þau 31 lönd sem hafa tekið þátt öll árin sem PISA kannanirnar hafa verið gerðar. Mynd fengin úr Almar M. Halldórsson et al. (2010a).

2009 voru 13 lönd, af þeim 31 sem hafa tekið þátt frá upphafi, með betri frammistöðu í náttúrufræðihluta PISA en Ísland (Almar M. Halldórsson, et al., 2010a).

Á heildina litið batnaði frammistaða íslenskra nemenda á árunum 2006-2009, miðað við önnur lönd sem tekið hafa þátt frá upphafi, í bæði lesskilningi og náttúrufræði en frammistaða í stærðfræðihluta PISA hefur dalað lítillega á hverju ári síðan mælingar hófust.

Þegar frammistaða íslenskra nemenda er skoðuð í samanburði við öll 65 löndin sem tóku þátt í PISA könnuninni árið 2009 kemur í ljós að aðeins 15 lönd voru með betri meðalframmistöðu í stærðfræðihlutanum og 10 í lesskilningi en Ísland. Aftur á móti voru 22 lönd með betri meðalframmistöðu í náttúrufræðihlutanum í samanburði við Ísland (Almar M. Halldórsson, et al., 2010a).

anburður við önnur lönd er afstæður: Ekki er hægt að fullyrða um hvort munurinn sé til kominn vegna breytinga á frammistöðu íslenskra nemenda (sem t.d. hafa þá bætt sig í náttúrufræði) eða erlendra (sem t.d. hafa þá hrakað í náttúrufræði; Almar M. Halldórsson, et al., 2010a).

Til að bera frekar saman árangur Íslendinga og önnur lönd er áhugavert að skoða saman meðaltal og dreifingu á útkomu landa í PISA (Eurydice network, 2011a, 2011b). Lönd með svipað meðaltal geta haft mjög ólíka dreifingu og því er mikilvægt að bera lönd saman á báðum þessum þáttum í einu. Mynd 2 sýnir meðaltal í stærðfræði í PISA 2009 á x-ás en dreifingu á y-ás en þessi mynd sýnir einungis útkomu Evrópulanda sem tóku þátt. Þetta þýðir að x-ás getur skoðast sem vísbending um árangur skólakerfis í heild, en y-ás sem vísbending um jöfnuð í skólakerfinu.

Lönd sem eru með hærra meðaltal og lægri dreifingu en Evrópa að meðaltali geta talist bæði hafa árangursríkt skólakerfi og jöfnuð í námi (sjá neðri fjórðung til hægri á mynd 2); í stærðfræðihluta PISA 2009 eru þetta meðal annars Noregur, Danmörk, Eistland, Holland, Finnland og Ísland (Eurydice network, 2011a). Þessar niðurstöður gefa til kynna að ekki bara sé frammistaða íslenskra nemenda góð í samanburði við önnur lönd, heldur sé hún almennt góð í öllu skólakerfinu og þar stendur íslenskt skólakerfi framar öðrum löndum með svipað meðaltal (t.d. Danmörku).

Í lesskilningi er útkoma íslenskra nemenda mjög svipuð meðaltalinu í Evrópu, bæði hvað varðar meðaltal og dreifingu (sjá mynd 3).

Þetta þýðir að í lesskilningi er Ísland ekki eitt af þeim löndum sem sýna mestan jöfnuð í skólakerfinu (eins og til dæmis Finnland, Noregur og Holland) en frammistaðan er þó betri en meðaltal Evrópulanda og

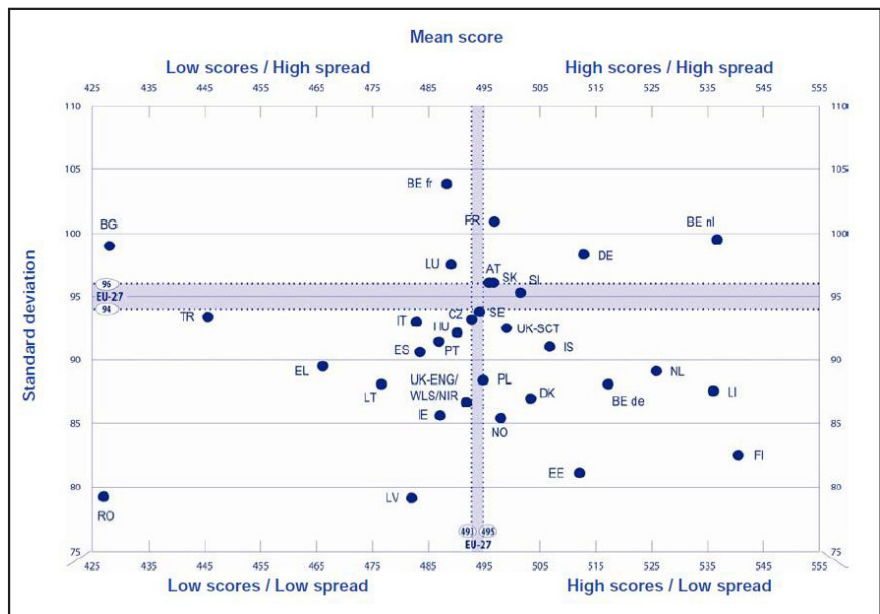
verður það að teljast ásættanlegur árangur (Eurydice network, 2011c).

Þegar samskonar samanburður fyrir útkomu úr náttúrufræðihluta PISA 2009 er skoðaður, kemur Ísland verr út (sjá mynd 4; Eurydice network, 2011b).

Bæði meðaltal og dreifing er fyrir neðan við meðaltal Evrópulanda, en það gefur til kynna að grunnskólanám á Íslandi sé ekki eins árangursríkt á þessu sviði og í öðrum löndum Evrópu og það gildi nokkuð jafnt um allt skólakerfið á Íslandi. Þetta sést meðal annars á því að á Íslandi útskýrir munur á milli skóla um 20% af dreifingu skora sem þykir lágt (en munur á milli skóla skýrir t.d. 55% af dreifingu frammistöðu nemenda í Frakklandi en aðeins 8% í Finnlandi; Eurydice network, 2011b).

## Hæfniprep

Önnur leið til að bera saman lönd er að skoða hvernig hæfni dreifist í nemendahópi landanna. Eins og



Mynd 2. Meðaltal og staðalfrávik í stærðfræðihluta PISA 2009 fyrir lönd Evrópu. Staðalfrávik eða dreifing er sýnd á x-ás, meðaltal er sýnt á y-ás og meðalútkoma Evrópulanda er sýnd með dökkum borða. Eftirsóknarvert er að lenda hægra megin á myndinni (frammistaða betri en Evrópulandanna að meðaltali) og í neðri helming (lítill dreifing gefur til kynna jöfnuð í skólakerfi). Myndin er fengin úr Eurydice network (2011a).



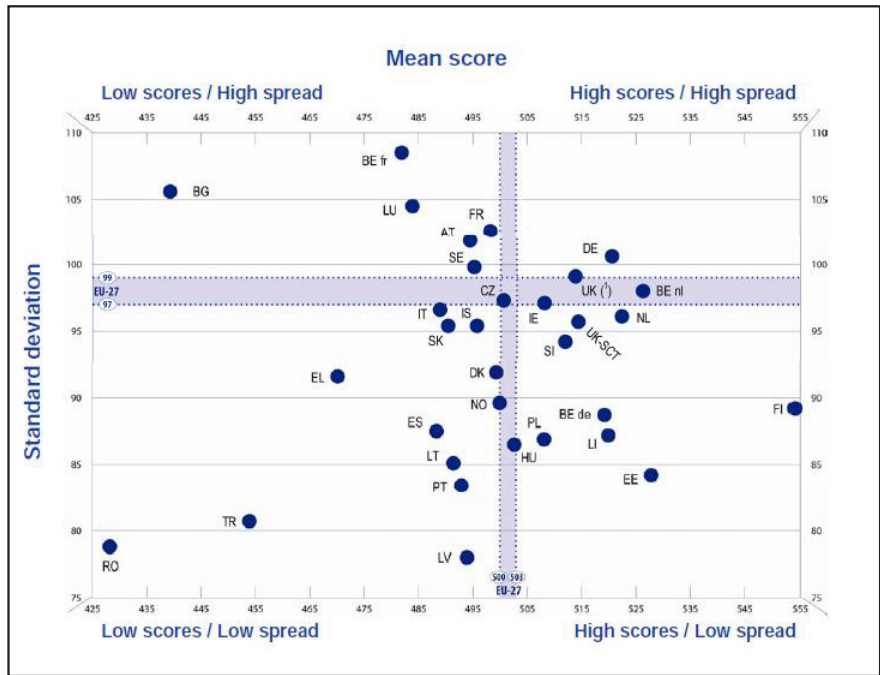
Mynd 3. Meðaltal og staðalfrávik í lesskilningshluta PISA 2009 fyrir lönd Evrópu. Staðalfrávik eða dreifing er sýnd á x-ás, meðaltal er sýnt á y-ás og meðalútkoma Evrópulanda er sýnd með dökkum borða. Eftirsóknarvert er að lenda hægra megin á myndinni (frammi-staða betri en Evrópulandanna að meðaltali) og í neðri helming (lítill dreifing gefur til kynna jöfnuð í skólakerfi). Myndin er fengin úr Eurydice network (2011c).

áður hefur komið fram eru verk-efni flokkuð í sex hæfniprep eftir því hversu mikla kröfu þau gera til nemenda. Eftirsóknarvert er að hafa hlutfallslega fáa nemendur á lægstu hæfniprepunum en marga á þeim efstu. Hæfnidreifing nemenda á Íslandi hefur hingað til einkennst af þröngri dreifingu þar sem hlutfallslega flestir falla á miðju kvarðans og hefur verið ályktað að á Íslandi séu of fáir nemendur á efstu hæfniprepunum (Almar M. Halldórsson, et al., 2010a).

Mynd 5 sýnir hlutfall íslenskra nemenda á hæfniprepum í PISA 2009 (OECD, 2010b). Frammistaða nemenda á hinum Norðurlöndunum og meðaltal OECD landanna eru einnig sýnd til samanburðar. Norðurlöndunum er raðað í lækandi röð eftir hlutfalli nemenda á þrepum 2, 3, 4, 5 og 6 í lækandi röð, sem þýðir að efsta landið er með hæsta hlutfall nemenda samanlagt á þessum stigum

en það neðsta er með lægsta (t.d. er Finnland með 92% nemenda á stigum 2-6 í stærðfræði en Svíþjóð 79%). Finnland er allsstaðar í efsta sæti, en Ísland í 2. sæti hvað varðar stærðfræði, en 4. sæti af 5 hvað varðar lesskilning og náttúrufræði. Svíþjóð liggur í neðsta sæti í öllum flokkum.

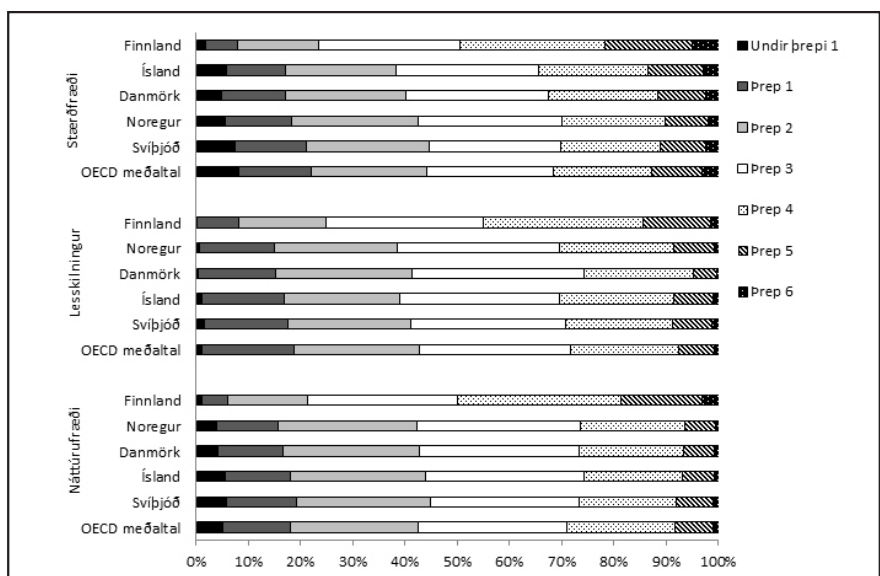
Evrópusambandið hefur sett sér það markmið að lækka hlutfall nemenda sem ekki ná öðru hæfniprepi á stærðfræðihluta PISA í 15% árið 2020. Aðeins Eistland, Finnland og Lichtenstein hafa þegar náð þessu takmarki í Evrópu, en þetta hlutfall er 20% á Íslandi í bæði stærðfræði og náttúrufræði. Þó að íslenskir nemendur hafi að meðaltali náð ágætum árangri, þá er ástæða til að athuga hvernig hægt væri að fækka þeim nemendum sem lenda á neðstu hæfniprepunum. Í lesskilningi er hlutfall íslenskra nemenda með lágmarkshæfni lægra en um 17% ná ekki öðru þrepi í lesskilningi.



**Mynd 4.** Meðaltal og staðalfrávik í náttúrufræðihluta PISA 2009 fyrir lönd Evrópu. Staðalfrávik eða dreifing er sýnd á x-ás, meðaltal er sýnt á y-ás og meðalútkoma Evrópulanda er sýnd með dökkum borða. Eftirsóknarvert er að lenda hægra megin á myndinni (frammistaða betri en Evrópulandanna að meðaltali) og í neðri helming (lítill dreifing gefur til kynna jöfnuð í skólakerfi). Myndin er fengin úr Eurydice network (2011b).

Eftirsóknarvert er að hafa hátt hlutfall nemenda á tveimur efstu hæfnisþrepunum. Um 9-10% af íslenskum nemendum sýna frammistöðu á 5.-6. hæfnisþrepum í stærðfræði og leskilning en aðeins um 5% lenda á efstu tveimur hæfnisþrepunum í nátt-

úrufræði. Það þykir frekar lágt hlutfall á efstu hæfnisþrepum og gæti bent til skorts á hæfu fólki á þessu sviði í framtíðinni (OECD, 2010b). Það ætti því að skoða hvernig hægt væri að styðja við bakið á hæfustu nemendum á Íslandi, en hafa ber í huga að



**Mynd 5.** Hlutfall nemenda á Norðurlöndunum á hverju hæfnisþrepi á öllum þremur sviðum PISA 2009. Löndum er raddað í lækkandi röð eftir hlutfalli nemenda á hæfnisþrepum 2, 3, 4, 5 og 6. Einnig er sýnd meðalframmistaða nemenda í OECD löndunum. Gögn fengin úr OECD (2010b).



hærra hlutfall íslenskra nemenda eru á hæstu hæfnisþrepunum í stærðfræði og lesskilningi en náttúrufræði og því ætti sérstaklega að skoða hvernig það yrði gert í náttúrufræði.

### 1.1.2. Frammistaða íslenskra nemenda frá árinu 2000

Þar sem PISA kannanirnar innihalda verkefni á þremur sviðum sem eru endurtekin í hvert skipti, er hægt að skoða hvernig heildarframmistaða landa breytist yfir tíma. Ísland hefur tekið þátt í PISA frá upphafi og því eru til gögn fyrir fjögur ólík mælitilvik. Aftur á móti er samanburðurinn ekki áreiðanlegur nema frá þeim tíma þegar tiltekið svið var í forgrunni í prófun (lesskilningur árið 2000, stærðfræði árið 2003 og náttúrufræði árið 2006). Mynd 6 sýnir frammistöðu íslenskra nemenda frá 2000 til 2009 í öllum þremur greinunum (Almar M. Halldórsson, et al., 2010a).

Frammistaða íslenskra nemenda hefur verið best í stærðfræði af greinunum þremur öll árin sem PISA kannanirnar hafa verið gerðar og alltaf hærri en OECD meðaltalið. Árangur íslenskra nemenda í stærðfræði

fræði versnaði á milli 2003 og 2006 en hefur síðan staðið í stað (Almar M. Halldórsson, et al., 2010a).

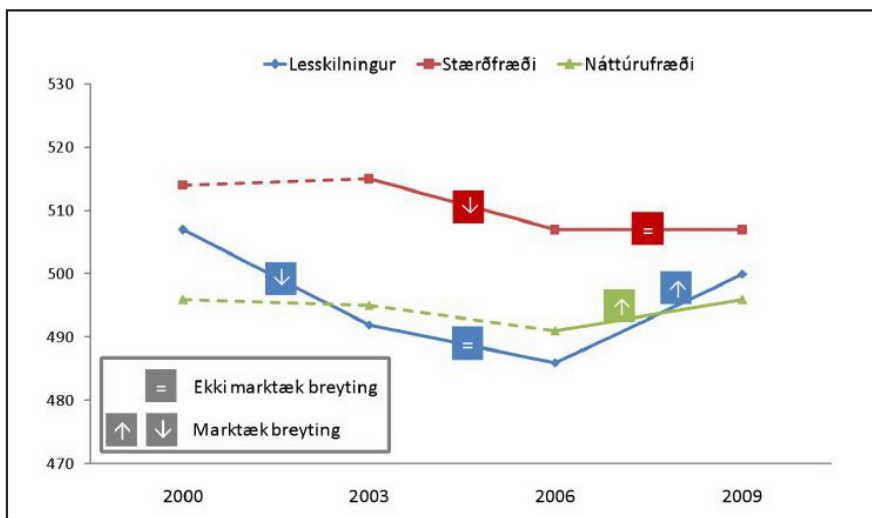
Frammistaða íslenskra nemenda í lesskilningi dalaði frá 2000 til 2006 en batnaði mikið árið 2009 og er aftur komin yfir OECD meðaltal. Þannig virðist hafa náðst að snúa við þeirri afturför í lesskilningi sem mældist frá árinu 2000 (Almar M. Halldórsson, et al., 2010a).

Frammistaða íslenskra nemenda í náttúrufræði hélst nokkuð jöfn frá 2000 til 2006, en hækkaði á milli árána 2006 og 2009. Frammistaða íslenskra nemenda í náttúrufræði hefur þó alltaf verið undir OECD meðaltali (Almar M. Halldórsson, et al., 2010a).

### Hæfniprep

Önnur leið til að skoða breytingu yfir tíma er að skoða breytingu á hlutfalli nemenda á mismunandi hæfniprepum. Það má teljast góð þróun að minnka hlutfall nemenda á neðstu þrepunum og auka hlutfall þeirra sem lenda á efstu hæfniprepunum.

Árið 2009 var hærra hlutfall íslenskra nemenda sem náði ekki öðru hæfniprepi í stærðfræði samanborið



Mynd 6. Frammistaða íslenskra nemenda á PISA könnunum frá 2000 á öllum þremur sviðum PISA: lesskilningi og læsi á stærðfræði og náttúrufræði. Aðeins er mögulegur áreiðanlegur samanburður frá þeim tíma þegar tiltekið svið var í forgrunni og er hann sýndur með heilum línur. Mynd er fengin úr Almar M. Halldórsson et al. (2010a).

við árið 2003 (sjá töflu 1). Á sama tíma var fækkun á íslenskum nemendum sem náðu 5. eða 6. hæfniprepi í stærðfræði. Það er, frá árunum 2003 til 2009 voru hlutfallslega fleiri íslenskir nemendur sem ekki sýndu lágmarkshæfni í stærðfræði og hlutfallslega færri sem sýndu afburðarfærni (OECD, 2010a).

Í samanburði við PISA könnunina 2000 voru hlutfallslega fleiri nemendur sem ekki náðu öðru hæfniprepi í lesskilningi árið 2009 en þó ber að taka fram að hlutfall íslenskra nemenda sem ekki ná öðru hæfniprepi er undir OECD meðaltali. Ekki var munur á hlutfallslegum fjölda íslenskra nemenda sem náðu efstu tveimur hæfniprepunum árið 2009 í samanburði við árið 2000 (OECD, 2010a).

Hlutfallslega færri nemendur á Íslandi náðu ekki öðru hæfniprepi í náttúrufræði árið 2009 samanborið við 2006. Engin breyting var á hlutfalli nemenda sem náðu 5.-6. hæfniprepi á milli árána 2006 og 2009 (OECD, 2010a).

Tafla 1. Hlutfall íslenskra nemenda á neðstu og efstu hæfniprepunum í

fyrri mælingum og mælingu 2009 á öllum þremur sviðum PISA. Síðasti dálkurinn sýnir breytingu á frammistöðu yfir tíma en grátt merkir að munurinn er ekki marktækur og telst því ekki breyting á frammistöðu. Í efri hluta töflunnar er eftirsóknarvert að hlutfall lækki (færri á neðstu hæfniprepunum) en í neðri hlutanum er eftirsóknarvert að það hækki (fleiri á efstu hæfniprepunum). Gögn fengin úr OECD (2010a).

## Hlutfall á hæfniprepum

	Fyrri mæling (2000/2003/2006)*	Mæling 2009	Breyting
<b>Neðstu: Hlutfall undir hæfniprepi 2</b>			
Stærðfræði	15%	17%	+ 2%
Lesskilningur	15%	17%	+ 2%
Náttúrufræði	21%	18%	- 3%
<b>Efstu: Hlutfall á hæfniprepum 5-6</b>			
Stærðfræði	16%	14%	- 2%
Lesskilningur	14%	16%	+ 2%
Náttúrufræði	6%	7%	+ 1%

Tafla 1. \* Miðað er við það ár þegar tiltekið svið var í forgrunni: Lesskilningur árið 2000, stærðfræði árið 2003 og náttúrufræði árið 2006. Á heildina litið gefa þessar niðurstöður til kynna að frammistaða íslenskra nemenda sé aðeins að batna í náttúrufræði en dala í stærðfræði.

### 1.1.3. Þættir til skýringar á frammistöðu íslenskra nemenda

Þegar PISA kannanirnar eru lagðar fyrir er einnig safnað upplýsingum frá nemendum og skólastjórnendum um bakgrunn heimilis, nemenda og skóla. Þessar upplýsingar lýsa einkennum skólakerfisins og eru notaðar til að varpa ljósi á frammistöðu í PISA könnunum. Árið 2003 var áhersla PISA á stærðfræði og þar af leiðandi voru upplýsingarnar sem safnað var þá notaðar til þess að skýra frammistöðu í stærðfræði, en árið 2006 var áhersla á náttúrufræði og því eru upplýsingar notaðar það árið til að skýra frammistöðu í náttúrufræði. Upplýsingar sem safnað var árið 2003 til skýringar á frammistöðu í stærðfræði eru ekki endilega sambærilegar eða snúa að sömu þáttum og þær upplýsingar sem var safnað árið 2006 til skýringar á frammistöðu í náttúrufræði. Hér er einungis fjallað um skýringarþætti í náttúrufræði og stærðfræði en ekki lesskilningi þar sem áherslan í þessu verkefni er á að skilja hvað hefur áhrif á frammistöðu í raunvísinda- og tæknigreinum. Rétt er að undirstrika að hér eru einungis skoðuð tengsl á milli skýringarþátta og frammistöðu en þau segja ekkert um orsakasamhengi hlutanna. PISA gögnin leyfa ekki slíkt þó þau gefi vissulega vísendingar. Einnig ber að hafa í huga að ekki er alltaf samsvörum á milli þátta þar sem það eru ekki endilega sömu þættirnir sem auka og minnka getu.

#### Skýringarþættir fyrir stærðfræði

Skýringarþættir sem skoðaðir voru fyrir stærðfræði 2003 sneru að fjórum sviðum: (1) Áhuga og ánægju varðandi skóla og stærðfræði, (2) sjálfsöryggi og trú á sjálfan sig í stærðfræði, (3) tilfinningalega þætti og þá sérstaklega hvort stærðfræði tengist kvíða, og (4) námsaðferðir. Einnig var spurt um aðstæður og stuðning í skóla (Júlíus K. Björnsson, Almar M. Halldórsson & Ragnar F. Ólafsson, 2004).

Almennt kom fram í tengingu á skýringarþáttum og frammistöðu í stærðfræði að gott sjálfsálit og sjálfstraust í stærðfræði fer saman með góðri frammistöðu á stærðfræðihluta PISA og á sama hátt var fylgni á milli slæmrar frammistöðu og kvíða gagnvart stærðfræði (Júlíus K. Björnsson, et al., 2004).

Aðhvarfsgreining var notuð til að skýra frammistöðu í stærðfræðihluta PISA og skýrðu skýringarþættirnir fjórir 36% af mun á frammistöðu nemenda (Júlíus K. Björnsson, et al., 2004). Nánari niðurstöður sýndu að nemendur sem trúa að þeir séu góðir í stærðfræði og hyggja á lengri námsferil standa sig almennt betur á stærðfræðihluta PISA en þeir sem hafa litla trú á eigin getu og sjá fyrir sér styttri námsferil (Júlíus K. Björnsson, et al., 2004).

#### Skýringarþættir fyrir náttúrufræði

Skýringarþættir sem safnað var fyrir náttúrufræði 2006 má skipta gróflega í þrjá þætti sem snúa að: (1) nemendum sjálfum, (2) heimilisaðstæðum og (3) skólum (Almar M. Halldórsson, et al., 2010b).

Aðhvarfsgreining leiddi í ljós að mest af þeim mun sem var á frammistöðu nemenda í náttúrufræðihluta PISA 2006 mátti skýra með þáttum tengdum nemendum en nemendaþættir skýrðu 46% af dreifingu. Skýringarþættir tengdir heimilisaðstæðum skýrðu 16% af dreifingu í frammistöðu en skýringarþættir tengdir skólanum skýrðu 23%.

Af nemendaþáttunum tengdist augin ánægja af náttúruvísindum og meðvitund um umhverfismál betri frammistöðu í náttúrufræðihluta PISA 2006. Aftur á móti tengdust meiri notkun á interneti og tölvuleikjum og meiri bjartsýni á þróun umhverfismála verri frammistöðu í náttúrufræði. Í þessu samhengi ber að taka fram að íslenskir nemendur virðast almennt lítið meðvitaðir um umhverfismál: Samkvæmt niðurstöðu PISA 2006 voru þeir

lægstir af öllum Norðurlöndunum og næst lægstir af öllum OECD þjóðunum (Macdonald, 2009).

Þegar upplýsingar um nemendabætti á Íslandi eru bornar saman við OECD löndin stendur upp úr að ánægja með náttúruvísindi og áhugi á að læra þau og starfa við þau er minni á Íslandi en í löndum OECD almennt. Þetta er áhyggjuefni því meiri áhugi á og ánægja af náttúruvísindum og meiri trú á notagildi náttúrufræði tengist betri frammistöðu í náttúrufræðihluta PISA. Einnig hafa íslenskir nemendur minni innsýn í og áhyggjur af umhverfismálum en jafnaldrar þeirra. Á sama tíma eru íslenskir nemendur bjartsýnni um lausnir á þeim málum – en ef til vill er þar þekkingarleysi um að kenna þar sem meiri bjartsýni í umhverfismálum tengist lægri einkunn í náttúrufræði. Að sama skapi er betri frammistaða í náttúrufræði tengd meiri meðvitund um umhverfismál og ábyrgð á sjálfbærri þróun (Almar M. Halldórsson, et al., 2010b).

Af *heimilisþáttum* tengdust menningarlegar eigur á heimili breytileikanum á frammistöðu í náttúrufræði þannig að því fleiri menningarlegar eigur voru á heimili nemenda því betri var frammistaða þeirra. Aftur á móti höfðu aukin efnisleg gæði (t.d. fleiri sjónvörp á heimili) neikvætt samband við frammistöðu (Almar M. Halldórsson, et al., 2010b).

Af *skólaþáttum* tengdist aukinn undirbúningur skólans betri frammistöðu í náttúrufræðihluta PISA 2006 en aukin stærð skóla tengdist verri frammistöðu. Aðrir þættir skóla með fylgni við betri frammistöðu í náttúrufræði voru betri aðbúnaður til kennslu, meiri menntun kennara og stuðningur skóla við náttúrufræðináms (Almar M. Halldórsson, et al., 2010b).

Niðurstöður skýringaþátta sýndu að þegar kemur að einkennum skóla-starfs þá eru verklegar athuganir í tímum óalgengari á Íslandi en í öðrum löndum OECD og svigrúm nemenda

til að rannsaka sjálfir minna. Á Íslandi virtist einnig minna um að kennslan feli í sér bein samskipti nemenda, sem gæti verið hægt að rekja til niðurstöðunnar um að minna sé um verklegar athuganir og sjálfstæðar rannsóknir í íslenskum grunnskólum. Þetta er áhugavert í ljósi þess að virk samskipti nemenda í kennslustundum og tenging náttúrufræðihugtaka við daglegt líf fylgist að við betri frammistöðu í náttúrufræðihluta PISA og gera má ráð fyrir að þetta minnki samskipti um náttúrufræðina (Almar M. Halldórsson, et al., 2010b).

## 1.2. Mat kennara á stöðu raunvísinda- og tæknimenntunar

Í þessum kafla eru teknar saman upplýsingar úr tveimur rannsóknum er skoða mat kennara á stöðu raunvísinda- og tæknimenntunar. Upplýsingarnar varða mat kennara á hvað þeir telja að gangi vel, hvað ekki og hvað hægt sé að gera til úrbóta. Önnur rannsóknin er TALIS könnun á vegum OECD þar sem kennarar svöruðu spurningum sem ætlað var að gefa ítarlega mynd af skólakerfum OECD landanna en fengist hefur í gegnum PISA kannanirnar. Hin rannsóknin kallast Vilji og veruleiki og var hún gerð var af rannsóknarhópi á vegum Kennaraháskóla Íslands (nú Menntavísindasvið Háskóla Íslands) á árunum 2005-2007. Rannsóknin snerist um að kanna náttúrufræði- og tæknimenntum á grunnskólastigi á Íslandi og þá sérstaklega gjánna á „milli vilja stefnumótunaraðila eins og hann kemur fram í opinberum skjölum og raunverulegs náms í náttúrufræði og tæknigreinum“ (Macdonald, 2007, bls. 2). Niðurstöður beggja þessara rannsókna liggja til grundvallar við mat á núverandi stöðu náms á þessum sviðum á Íslandi. Við lok vinnslu þessarar skýrslu barst hópnum úttekt mennta- og menningarmálaráðuneytis á stærðfræðikennslu á unglingastigi grunnskóla. Ekki gafst tími til að hagnýta þær upplýsingar með sama hætti en ljóst er að niðurstöður þeirrar úttekta ríma vel

við niðurstöður ofangreindra rannsókna auk þess að gefa viðbótar- upplýsingar sem gagnast munu við stefnumótun í raungreinum.

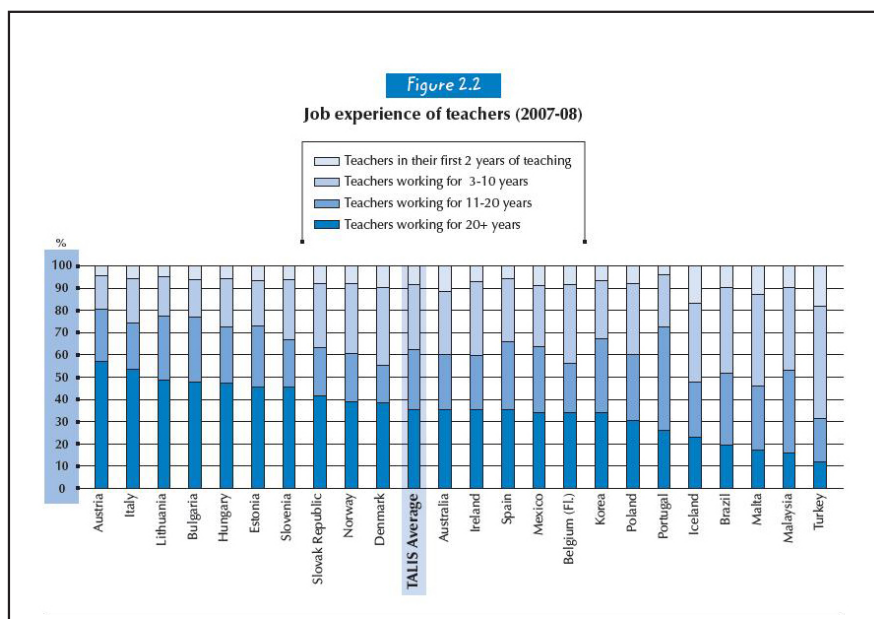
### 1.2.1. Starfsreynsla og starfsþróun grunnskólakennara – TALIS

Árið 2009 birti OECD niðurstöður fyrstu alþjóðlegu könnunarinnar á viðhorfum og aðstæðum kennara og skólastjórnenda, hér eftir kölluð TALIS könnunin (OECD, 2012; Ragnar F. Ólafsson & Júlíus K. Björnsson, 2009). Alls tóku 23 lönd þátt í könnuninni og var gögnum safnað á árunum 2007-2008. Af Norðurlöndunum tóku Ísland, Danmörk og Noregur þátt. Í könnuninni var aflað gagna frá kennurum og skólastjórnendum um mat og endurgjöf á störfum kennara, starfsþróun, viðhorf til kennslu og starfshætti skólastjórnenda. Alþjóðlega var aðeins horft til unglíngastígs grunnskóla en á Íslandi var ákveðið að könnunin skyldi jafnframt ná til kennara á yngsta og miðstigi grunnskóla. Könnunin var send öllum kennurum á landinu og svarhlutfall var 75%. Haustið 2007 voru 4990 kennarar í 4978 stöðugildum í 173 grunnskólum á Íslandi (gögn fengin frá Hagstofu Íslands). Þetta þýðir að um 3700 kennarar svöruðu TALIS könn-

uninni. Á unglíngastigi svöruðu 1394 kennarar úr 133 grunnskólum og má áætla að fjöldi kennara á yngsta og miðstigi sem svöruðu TALIS hafi verið um 2000 (OECD, 2009; Ragnar F. Ólafsson & Júlíus K. Björnsson, 2009). Árin 2007-2008 var mikill uppgangur í íslensku atvinnulífi sem reikna má með að hafi haft áhrif á starfsþróun og starfsvettvang kennaramenntaðs fólks. Ætla má að þrengingar á vinnumarkaði og sparnaður innan skólakerfisins hafi haft áhrif síðan þá. Því er ekki ólíklegt að aðstæður hafi breyst töluvert og varast skal að oftúlka niðurstöður könnunarinnar. Gert er ráð fyrir að leggja fyrir nýja TALIS-könnun árið 2013 og verður fróðlegt að sjá hvernig þróunin hefur orðið.

### Menntun og starfsreynsla

Samkvæmt könnuninni var algengast að lengd starfsreynslu grunnskólakennara á Íslandi væri 6-10 ár, en um fimmtingur hafði kennt í 20 ár eða lengur. Þetta hlutfall var með því lægra sem gerðist meðal þátttökuríkja, en aðeins fjögur lönd voru með lægra hlutfall af reyndum kennurum (sjá mynd 7).



Mynd 7. Hlutfall kennara eftir starfsreynslu í þátttökulöndum TALIS. Löndum er raðað eftir hlutfalli kennara með 20 ára starfsreynslu eða meira. Mynd fengin úr skýrslu OECD (2009a).

Ísland var sömuleiðis með hátt hlutfall kennara með litla starfsreynslu miðað við önnur þáttökulönd en 17% grunnskólakennara hafði starfað í tvö ár eða minna (OECD, 2009). Við nánari greiningu kom í ljós að á heildina litið virðist íslenskt skólakerfið missa marga kennara að loknu fyrsta starfsári en næstu fimm ár á eftir helst fólk frekar vel í starfi (Ragnar F. Ólafsson & Júlíus K. Björnsson, 2009). Hátt hlutfall kennara með litla starfsreynslu getur bent til þess að þörf sé á meira vettvangsnámi og starfsþjálfun og vanda megi betur til móttöku og aðlögunar nýrra kennara. Vandamál geta skapast ef skólar hafa hátt hlutfall af óreyndum kennurum en á móti getur þessi staða einnig boðið upp á tækifæri fyrir styrkingu og endurmenntun kennarastéttarinnar og breytinga á starfsháttum (OECD, 2012). Hér ber þó að hafa í huga að könnunin var gerð stuttu fyrir efnahagshrunið á Íslandi og á þeim tíma var úrval starfa fyrir kennaramenntað fólk meira en nú er og því gæti þessi staða hafa breyst.

Á Íslandi er nokkuð jöfn aldursdreifing grunnskólakennara, en 12% eru undir þrítugu, 29% eru á milli 30 og 39 ára, 28% á milli 40 og 49 ára og 31% yfir fimmtugu (Eurydice network, 2012). Þetta gefur til kynna að ekki er ástæða til að búast við að hátt hlutfall kennara fari á eftirlaun á næstu árum líkt og í t.d. Þýskalandi og Svíþjóð (þar sem 49% og 48% grunnskólakennara eru yfir fimmtugt).

## Starfsþróunarverkefni og símenntun

Mikilvægur liður í starfi kennara er eigin starfsþróun til að bæta hæfni og þekkingu eftir að formlegu kennaranámi lýkur. Í kjarasamningi Félags grunnskólakennara er þýðing starfsþróunar undirstrikuð og tiltekinn tími (102-150 klukkustundir af 1800 vinnustundum alls) af vinnutíma kennara ár hvert er skilgreindur til starfsþróunar og aukins undirbúnings undir kennslu. Hugtakið starfsþróun er notað hér yfir bæði þáttöku í þró-

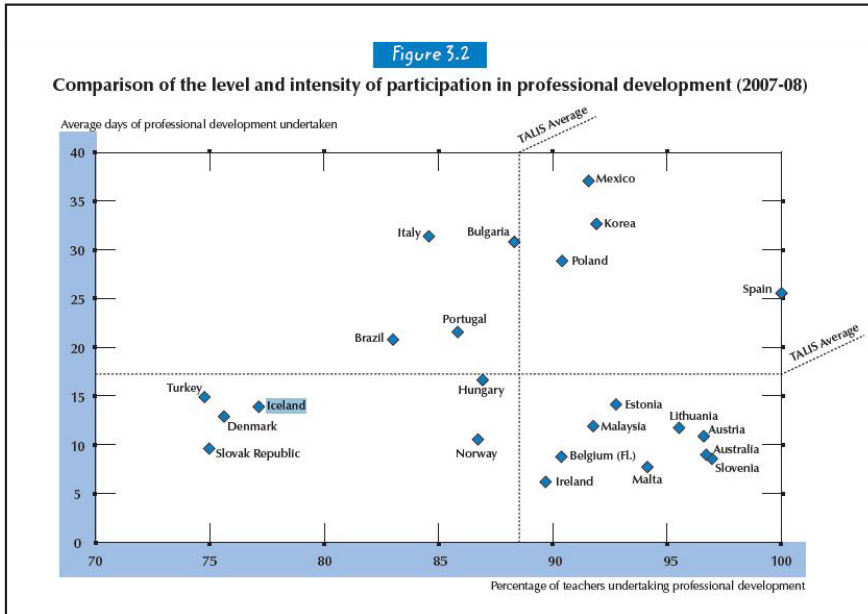
unarverkefnum og sí- og endurmenntun kennara.

Starfsþróun er nauðsynleg til að auka hæfni kennara til að takast á við síbreytileg verkefni starfsins. Kennurum er ætlað að undirbúa þjófélagsþegna framtíðarinnar og því nauðsynlegt að þeir hafi skilning, þekkingu og kunnáttu á framþróun á mörgum sviðum, meðal annars raunvísindum og tækni. Þetta er aðeins hægt að tryggja með árangursríkri símenntun og starfsþróun stéttarinnar (OECD, 2009; Ragnar F. Ólafsson & Júlíus K. Björnsson, 2009). Starfsþróunarverkefni bjóða því upp á mikilvægan grundvöll til að efla þekkingu og sjálfsöryggi í kennslu á raunvísindum og tækni.

Meirihluti íslenskra grunnskólakennara höfðu tekið þátt í starfsþróunarverkefnum síðustu 18 mánuðina áður en könnunin var lögð fyrir en í samanburði við önnur þáttökulönd TALIS tóku grunnskólakennarar á Íslandi sjaldnar þátt í starfsþróunarverkefnum að meðaltali. Um 78% kennara á Íslandi tóku þátt í a.m.k. einu starfsþróunarverkefni á þessu 18 mánuða tímabili á móti 89% kennara í öðrum TALIS löndum. Þetta þýðir að um fimmtungur kennara á Íslandi tók ekki þátt í neinu starfsþróunarverkefni á sama 18 mánaða tímabili og þetta hlutfall er með því hæsta af TALIS þáttökulöndunum (OECD, 2009; Ragnar F. Ólafsson & Júlíus K. Björnsson, 2009). Þessi niðurstaða kemur á óvart í ljósi fyrrnefndra stunda sem eyrnamerkta eru ár hvert til starfsþróunar kennara.

Þegar hlutfall þáttöku í þróunarverkefni er skoðað í samhengi við þann tíma sem fer í þáttöku í þróunarverkefnum (þ.e. tími sem vinna við þróunarverkefni tekur) kemur í ljós að kennarar á Íslandi verja minni tíma að meðaltali í þau starfsþróunarverkefni sem þeir taka þátt í en kennarar í öðrum þáttökulöndum TALIS að meðaltali (sjá mynd 8).

Eins og sést á mynd 8 er Ísland (ásamt Danmörku, Slóvakíu, Tyrklandi) með bæði lægra hlutfall af kennurum sem taka



**Mynd 8.** Samanburður á hlutfalli þátttöku kennara í starfsþróunarverkefnum (x-ás) og þeim tíma sem varið er í starfsþróunarverkefni (y-ás). Mynd fengin úr OECD (2009a).

Þátt í starfsþróunarverkefnum og lægra meðaltal af dögum varið í starfsþróun. Þetta þýðir að í þessum löndum eru færri sem taka þátt í starfsþróunarverkefnum en annars staðar og minni tíma varið í þessi verkefni þegar um þátttöku er að ræða.

Þegar skoðað er nánar hverskonar starfsþróun íslenskir kennarar stunda sést að þeir eru að meðaltali líklegri til að taka þátt í vettvangsferðum í aðra skóla (61%) og samstarfi kennara (83%) en kennarar í öðrum TALIS löndum (28% og 40%). Einnig voru íslenskir kennarar líklegir til að taka þátt í námskeiðum (72%). Aftur á móti eru íslenskir kennarar síður líklegir til að leggja stund á réttindanám (19%) eða taka þátt í rannsóknarverkefnum á sínu faglega áhugasviði (18%) í samanburði við kennara í öðrum þátttökulöndum (25% og 35%) (Ragnar F. Ólafsson & Júlíus K. Björnsson, 2009).

Kennarar töldu flestir starfsþróunarverkefni hafa nokkur eða mikil áhrif á kennsluhæfni. Þó var athyglisvert að aðeins um fimmtungur hafði tekið þátt í þeim starfsþróunarverkefnum sem talin voru hafa mestu áhrifin á kennsluhæfni (rannsóknarverkefni eða réttindanám) mánuðina 18 áður en könnunin fór fram. Sambandið á milli þátttöku í starfsþró-

unarverkefnum og mati kennara á áhrifum þessarar vinnu fyrir eigin þróun í starfi var skoðað nánar með því að reikna fylgni á milli röðunar á þátttöku í verkefnum og metið mikilvægi þeirra fyrir starfsþróun. Ísland var eitt af fáum löndum með neikvæða fylgni (um -0,1) sem gefur til kynna að íslenskir kennarar eru ekki að taka þátt í þeim starfsþróunarverkefnum sem þeir telja hafa mestu áhrifin á kennsluhæfni og efla mætti þátttöku í þeim tegundum starfsþróunarverkefna sem mest trú er á að skili sér í starfi (OECD, 2009). Þessar niðurstöður gætu tengst því að áhugi á þátttöku í starfsþróunarverkefnum virðist minni hjá grunnskólakennurum á Íslandi en öðrum þátttökulöndum TALIS, en um 40% íslenskra kennara sagðist langa til að taka þátt í frekari starfsþróunarverkefnum í samanburði við 55% kennara í þátttökulöndum TALIS (Ragnar F. Ólafsson & Júlíus K. Björnsson, 2009).

Algengustu ástæður íslenskra grunnskólakennara fyrir því að taka ekki þátt í starfsþróunarverkefnum eru að engin þjálfun sé í boði sem hentar (tæpur helmingur), árekstur við vinnutíma eða þeir hafi ekki haft efni á því (um fjórðungur; Jónína Ágústsdóttir & Auður Pálsdóttir, 2011; Ragnar F. Ólafsson & Júlíus K. Björnsson, 2009).

## 1.2.2. Náttúru- og stærðfræðikennarar á Íslandi

Á vegum Evrópusambandsins var kannaður skortur á hæfum (e. qualified) kennurum til að kenna kjarnagreinar, þar á meðal stærðfræði og náttúrufræði (Eurydice, 2012). Þar kom í ljós að á Íslandi eru 21% nemenda í grunnskólum þar sem skólastjórn segir vera skort á hæfum náttúrufræðikennurum en meðaltalið er 16% í Evrópu. Útkoman er betri í stærðfræðikennslu en aðeins um 8% íslenskra nemenda voru í skólum þar sem skólastjórn sagði skort á hæfum stærðfræðikennurum og er það hlutfall töluvert lægra en Evrópumeðaltalið sem er 15%. Í úttekt mennta- og menningarmálaráðuneytisins á stærðfræðikennslu á unglíngastigi grunnskóla (8 skólar) kemur í ljós að helmingur stærðfræðikennara er með sérmenntun í faginu (Þóra Þórðardóttir, Unnar Hermannsson, 2012, apríl).

Það er þó áhugavert í þessu samhengi að fjöldi þeirra sem kenna náttúrufræði í grunnskólum á Íslandi er talsverður eftir lítið er til niðurstaðna TALIS (Ragnar F. Ólafsson & Júlíus K. Björnsson, 2009). Um 19% af unglíngastígskennum kenna náttúrufræði a.m.k. 20% af kennslutíma sínum (u.þ.b. 265 kennarar af þeim 1394 sem svöruðu TALIS könnuninni) og 58% af yngsta- og miðstígskennum (sem mætti gróflega áætla að séu um 1100 kennarar<sup>3</sup>). Að sama skapi er fjöldi kennara sem kennir stærðfræði töluverður en 25% af unglíngastígskennum kenna stærðfræði a.m.k. 20% af tíma sínum (u.þ.b. 350 kennarar) og 77% af kennum á yngsta- og miðstígi (gróflega áætlað um 1500 kennarar).

Þegar aðsókn í sérhæfingu á þessum sviðum í kennaranámi er skoðuð kemur í ljós að það eru ekki margir sem velja kjörsvið í náttúrufræði- og stærðfræðikennslu í kennaranámi. Á Menntavísindasviði Háskóla Íslands býðst kennaranemum að sérhæfa sig á tveimur

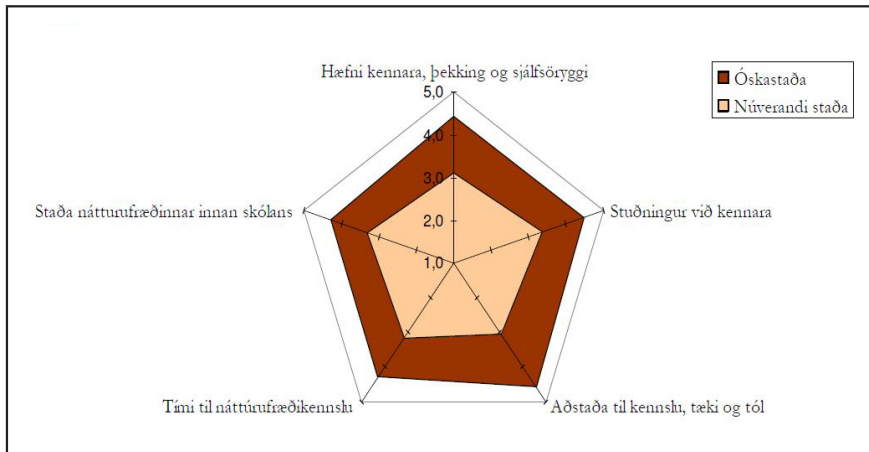
kjörsviðum í B.Ed. námi og kjörsviðin eru tengd námsgreinum grunnskólans, þ.m.t. náttúrufræði og stærðfræði. Samkvæmt gögnum frá Menntavísindasviði HÍ útskrifuðust um 20 kennarar með náttúrufræði sem kjörsvið á ári á árunum frá 2004 til 2006 frá Kennaraháskóla Íslands (nú Menntavísindasviði HÍ) en síðan hefur þessi fjöldi fallið í undir 10 á ári. Gögn um kennara með stærðfræði sem kjörsvið eru aðeins til frá 2009, en frá 2009-2012 hafa alls 19 kennarar útskrifast frá Menntavísindasviði HÍ með stærðfræði sem kjörsvið. Hér ber þó að hafa í huga að miklar breytingar hafa orðið á kennaranáminu síðustu árin og erfitt að meta ásókn nákvæmlega, t.d. býður kennaradeild Háskólans á Akureyri ekki lengur upp á sérhæfingu í kennslu náttúregreina og stærðfræði heldur hefur eftir áherslu á þessi fög inn í grunnnáminu. Þessar tölur segja því ekki alla söguna. Einnig hefur ásókn í kennaranám dregist töluvert saman á Íslandi síðan árið 2004 þegar 1223 nemar voru skráðir í grunnskólakennarafræði en 2011 voru aðeins 693 skráðir í þetta nám á Íslandi (gögn fengin frá Hagstofu Íslands). Samdráttur á kjörsviðum gæti því endurspeglad samdrátt í aðsókn í kennaranám.

## 1.2.3. Náttúrufræðikennsla – Vilji og veruleiki

Í bakgrunnsupplýsingum PISA kom fram jákvæð fylgni á milli frammistöðu í náttúrufræðihluta PISA, virkari samskiptum nemenda í kennslustundum og tengingu náttúrufræðihugtaka við daglegt líf. Jafnframt var jákvæð fylgni við betri aðbúnað til kennslu, meiri menntun kennara og stuðnings skóla við náttúrufræðinámið (Almar M. Halldórsson, et al., 2010b). Til að fá innsýn í mat íslenskra kennara á náttúrufræðikennslu var ákveðið að skoða sérstaklega niðurstöður verkefnisins Vilja og veruleika sem var unnið á vegum Kennaraháskóla Íslands á árunum 2005-2007 undir forystu

3) Miðað við að áætlaður fjöldi svarenda TALIS sem kenna yngsta- og miðstígi séu um 2000.





**Mynd 9.** Heildarniðurstöður SCIQ spurningalistans úr verkefninu vilji og veruleiki: Núverandi staða borin saman við óskastöðu á þeim fimm þáttum sem eru mældir. Mynd fengin úr Macdonald (2007).

Allyson Macdonald, og byggir að hluta til á verkefni með sama nafni sem unnið var á árunum 1991-1993. Meginrannsóknar-spurning verkefnisins snerist um að bera saman opinbera námskrá (aðalnámskrá) og raunverulega námskrá (námskrá útfærð í kennslu) í kennslu á raunvís-inda- og tæknigreinum. Í rannsókninni var unnið út frá greiningu á námskrám, könnunum, vettvangsrannsóknnum og greiningu á fyrirliggjandi gögnum úr samanburðarrannsóknnum (Macdonald, 2004, 2007; Macdonald & Auður Pálsdóttir, 2007).

## Mat kennara á útfærslu náttúrufræðikennslu

Til að fá yfirsýn yfir mat kennara á stöðu náttúrufræðikennslu voru valin fimm svæði á Íslandi með 17 skólum á 19 starfsstöðum. Kennurum í náttúrufræði var send íslenskuð útgáfa af spurningalistanum Science Curriculum Implementation Questionnaire (SCIQ) og svör bárust frá 105 kennurum. SCIQ gefur mynd af fimm þáttum sem tengjast stöðu náttúruvísinda og/eða nýsköpunar í skóla (Macdonald, 2007). Fyrir hvern þátt svara þátttakendur spurningum um óskastöðu og núverandi stöðu í skólanum og því gefa niðurstöðurnar kost á því að bera saman óskastöðu og núverandi stöðu á þessum fimm þáttum. Spurningum er svarað á kvarðanum 1 (mjög ósammála) til 5 (mjög sammála) og

hærra merkir betri stöðu (sjá mynd 9).

Niðurstöður sýndu að óskastaða á þessum fimm þáttum var hærri en núverandi staða og því meta kennarar almennt að eitthvað vanti upp á alla fimm þættina (sjá mynd 9). Mestur munur var annarsvegar á þættinum hæfni kennara, þekking og sjálfsöryggi og hinsvegar á þættinum aðstaða til kennslu, tæki og tól.

## Tími og skipulag náttúrufræðikennslu

Niðurstöður verkefnisins leiddu í ljós að almennt töldu náttúrufræðikennarar skorta tíma til undirbúnings kennslunnar og sveigjanlegri stundatöflu fyrir verklega kennslu. Kennarar bentu á að árangursrík verkleg kennsla krefst töluverðs undirbúnings. Dæmigerð stundatafla gerir ráð fyrir einni eða tveimur 40 mínútna kennslustundum í hvert sinn. Þröngur rammi stundatöflu gefur mörgum þeirra ekki tækifæri til að nýta möguleika í umhverfi utan skólans og gera flóknari verkleg verkefni. Þetta er óhagstæð staða þar sem niðurstöður sýndu einnig að nemendur vilja fá meiri verklega kennslu og útinám (Auður Pálsdóttir & Macdonald, 2008; Macdonald, 2007). Þó eru skólar sem hafa tekið upp aðferðir sem gefa kost á meiri sveigjanleika, til dæmis með því að kennarar sérhæfi sig á tilteknu

sviði náttúruvísinda og haldi stutt hnitmiðuð námskeið fyrir mismunandi hópa nemanda (Macdonald, Auður Pálsdóttir & Meyvant Thórólfsson, 2007). Flestir kennarar kvarta ekki undan skorti á tíma til kennslu á náttúrufræði en segja að kennslan myndi batna ef meiri tíma væri varið til kennslunnar (Macdonald, 2007). Almenn tölðu kennarar að þörf væri fyrir aðgang að sérþekkingu og ráðgjöf í náttúrufræðikennslu, t.d. á skólaskrifstofum. Að auki var algengt að enginn innan skólans væri með umsjón eða yfirsýn yfir búnað tengdan faginu og að kennslubækur stýrðu kennslunni mikið, sérstaklega hjá þeim sem ekki höfðu sérþekkingu á sviðinu. Því ætti það ekki að koma á óvart að margir kennarar settu fram óskir um að hafa fagstjóra náttúruvísinda innan skólans. Fagstjóri gæti haft yfirsýn yfir kennslu, kennslugögn og búnað tengdum faginu og hjálpað við að halda samræmi og samfellu í námi nemenda (Macdonald, 2007; Macdonald, et al., 2007).

## Aðbúnaður til náttúrufræðikennslu

Í flestum skólum sem rannsóknin tók til er lágmarksbúnaður til staðar (t.d. kennslutæki, námsgögn, áhöld, líkön, kort, myndefni og tölvubúnaður) en meirihluti kennara telur vanta upp á tækjakost og búnað til náttúrufræðikennslu. Mikill munur var þó á milli skóla. (Macdonald, 2007; Macdonald, et al., 2007). Í sumum skólum eru sérútbúnaðar náttúrufræðastofur en nemandur á unglíngastigi virðast oft hafa forgangi í þessar stofur. Í öðrum skólum eru opin rými skipulögð með hliðsjón af náttúrufræðinámi. Einnig eru dæmi um að náttúrufræði sé kennd í hefðbundinni kennslustofu en náttúrufræðistofan stendur auð á sama tíma.

Í skólum á Íslandi eru víðast góðir möguleikar til útikennslu náttúruvísinda og útikennsla virðist hafa aukist. En þó virðist vera mikið um vannýttta möguleika á þessu sviði og það sama gildir um nýtingu á þeim búnaði og aðstöðu sem til er í skólum. Einnig virtust kennarar

lítið nota sér möguleika til að nota sameiginleg rými skólans við tilraunir og verklega kennslu (Macdonald, 2007).

## Stuðningur við náttúrufræðikennslu

Meirihluti náttúrufræðikennara sem talað var við taldi sig ekki hafa aðgang að stuðningi og ráðgjöf við skipulag kennslu en sögðust þó hafa þörf á því. Kennurum fannst þeir almenn ekki mæta skilningi á því hvað felist í góðri náttúrufræðikennslu, sérstaklega varðandi þann tíma sem fari í undirbúning verklegrar kennslu og viðhaldi og endurnýjun á búnaði (Macdonald, 2007; Macdonald, et al., 2007).

Þegar kemur að þátttöku í starfsþróunarverkefnum virðist vilji til að styðja kennara til að taka þátt, en í raun er ýmislegt sem stendur í vegi. Til dæmis þurfa kennarar að taka frí til að fara á námskeið og víða er erfitt að koma því í kring og fá einhvern til að hlaupa í skarðið. Einnig þarf fjárhagsstuðning til að sækja námskeið, lítið framboð er af námskeiðum og námskeiðin eru flest haldin í Reykjavík sem getur gert þátttöku flóknari fyrir þá sem búa utan höfuðborgarsvæðisins (Jónína Ágústsdóttir & Auður Pálsdóttir, 2011; Macdonald, 2007; Macdonald, et al., 2007).

## Þekking, öryggi og færni kennara

Kennsla í náttúrufræði krefst ekki bara að kennarar hafi góða þekkingu á inn-taki greina heldur einnig á aðferðarfræði, vinnubrögðum og notkun tækja. Sérstaklega er þekking mikilvæg við verklega kennslu þar sem útkoman er oft ófyrirséð. Í þannig aðstæðum verður kennari að geta útskýrt og rætt efni út fyrir ramma kennslubókar. Almenn séð telja kennarar sig hafa trausta kennslufræðilega þekkingu á því hvernig þeir geta kennt náttúrufræði og fáir sögðust tregir til að kenna þessi fög. Aftur á móti voru kennarar ekki eins öryggir um eigin getu og þekkingu í faginu sjálfu, og þá

sérstaklega í eðlis- og efnafræði. Þetta er í samræmi við að fáir kennarar eru sérmenntaðir í kennslu á náttúrufræðigreinum og yfirleitt þá aðeins í einni tiltekinni grein. Þetta þýðir að fáir kennarar hafa góða yfirsýn yfir náttúrufræðisviðið í heild (Macdonald, 2007).

Kennarar í náttúrufræðigreinum sögðust flestir hafa litla vitneskju um nám í öðrum árgöngum skólans, hvernig aðrir kenna og hvað. Að sama skapi sögðust margir finna fyrir einangrun í starfi og vildu gjarnan vera í meira samstarfi við aðra kennara á sviðinu. Einnig vildu kennarar fá meiri upplýsingar um möguleika á samstarfi á milli skóla.

Faglega þekkingu á náttúrufræði virðist því skorta hjá kennurum að þeirra eigin mati, en á móti kemur að niðurstöðurnar sýndu almennt jákvætt viðhorf kennara til endurmenntunar og afdráttarlausan vilja til að styrkja sig í starfi (Macdonald, 2007).

## Viðhorf grunnskólanemenda

Í verkefninu Vilji og veruleiki var einnig rætt við nemendur um náttúrufræðikennslu eins og þeir upplifðu hana. Þar kom í ljós að á heildina litið voru nemendur hvorki með jákvætt né neikvætt viðhorf til náttúrufræði; þeir töldu náttúrufræði hvorki of erfiða né auðveld, ekki áhugaverðasta né leiðinlegasta (Macdonald, et al., 2007).

Niðurstöðurnar gáfu til kynna að sumir þættir virtust hafa áhrif á áhuga. Helst virtist neikvætt viðhorf nemenda stafa af því að finnast texti námsbóka á köflum illskiljanlegur, kennarar tregir við að taka tillit til áhuga og þekkingar nemenda, og of litið um verklega kennslu og vettvangsferðir. Sérstaklega virtist vera neikvætt viðhorf hjá nemendum til eðlis- og efnafræði. Stundum er kennsla í þessum fögum lituð af formúlureikningi og er þannig keimlík stærðfræði (Macdonald, 2007; Macdonald, et al., 2007).

Um 76% grunnskólanemenda á Íslandi virtust vera meðvitaðir um gildi vísinda, tækni og nýsköpun fyrir hagkerfið og er þetta samsvörun við flest OECD löndin (Macdonald, 2009). Aftur á móti eru færri á Íslandi (53%) sem sjá félagslegan ávinning af raunvísindum og tækni (sbr. 75% í OECD löndum) og virðast þar tækifæri til að auka áhuga nemenda á þessum sviðum. Sumir skólar leggja sig fram við að tengja náttúrufræði við listir, tækni og nýsköpunarmennt en árangur virðist háður því að skólayfirvöld og kennarar sýni þessu stuðning (Macdonald, 2007; Macdonald, et al., 2007). En fyrir utan stuðning kennara og skólastjórnar eru fleiri steinar í götunni. Rannsókn á nýsköpunarmennt í Ingunnarskóla sýndi að þegar kemur að eiginlegri framkvæmd og útfærslu nýsköpunarnáms þarf að leggja til aðstöðu við hæfi þar sem stærsti hluti þessa náms er verklegur, gera þarf ráð fyrir tíma fyrir nemendur til að prófa lausnir og klára verkefni og kennararnir þurfa að fá tækifæri til að tileinka sér tilheyrandi tækni og verkkunnáttu (Svanborg R. Jónsdóttir, 2007). Nýsköpunarmennt virðist því að einhverju leyti háð sömu annmörkum og náttúrufræðikennsla þegar kemur að aðstöðu, tíma og hæfni kennara.

### 1.3. Niðurstaða á mati á stöðu

Við mat á stöðu raunvísinda- og tækni-menntunar í grunnskólum á Íslandi var fyrst og fremst horft til frammistöðu íslenskra nemenda á PISA könnunum og hún borin saman við önnur lönd. Þá var farið yfir rannsóknir sem snúa að kennurum og mati þeirra á stöðu náttúrufræðikennslu.

Á heildina litið virðist sú mynd sem niðurstöðurnar draga upp af stöðu raunvísinda og tækni í grunnskólum á Íslandi benda til þess að almennt sé frammi- staða nemenda nokkuð góð, en ýmislegt megi bæta til að efla áhuga og hæfni þar sem brýnt er að fjölga nemendum í raunvísindum og tækni.

## Íslenskir nemendur koma betur út úr stærðfræði en náttúrufræði í PISA

Almennt er frammistaða íslenskra nemenda í PISA góð og af sviðunum þremur er stærðfræðihlutinn sterkastur, en einnig batnaði staða íslenskra nemenda í leskilningi töluvert við síðustu mælingu. Útkoma íslenskra nemenda í náttúrufræði hefur alltaf verið síðri en í stærðfræði og lesskilningi, og alltaf undir OECD meðaltali. Það er einnig áhyggjuefni að frammistaða íslenskra nemenda hefur dalað síðan árið 2000. Í ljósi þess að í stefnumörkun ríkisstjórnarinnar, Ísland 2020, er sett fram það markmið að Ísland verði eitt af efstu 10 löndunum í PISA könnuninni er ástæða til að leggja áherslu á betra gengi í stærðfræði og náttúrufræði. Ísland var í 16. sæti í stærðfræðihlutanum, 23. sæti í náttúrufræðihlutanum og 11. sæti í lesskilningi í PISA könnuninni 2009.

## Jöfnuður í námi

Útkoman á PISA könnunum gefur til kynna mikinn jöfnuð í íslensku skólakerfi og munur á milli skóla er almennt lítill. Þetta þýðir að íslenskir nemendur eigi kost á sambærilegri menntun, óháð í hvaða skóla þeir ganga. Það er talið jákvætt og því kostur íslensks skólakerfis. Af þessu leiðir þó að slakari árangur í náttúrufræði virðist kerfislægur og er grunnskólanám á Íslandi ekki eins árangursríkt á þessu sviði og að meðaltali í OECD löndum.

## Hæfnidreifing lítill: fáir nemendur í efstu og neðstu hæfniprepunum

Þegar skoðuð er frammistaða íslenskra nemenda eftir hæfniprepum kemur í ljós að frammistaðan dreifist helst um miðbik hæfniprepanna. Frekar fáir nemendur eru á lægstu þrepunum en þó er hlutfall nemenda sem ekki ná öðru hæfniprepi eða lágmarks-kunnáttu í stærðfræði og náttúrufræði (20%) hærra en það markmið sem sett hefur verið í Evrópu fyrir árið 2020 (15%).

Það er aftur á móti neikvætt hve fáir lenda á hæstu þrepunum og sérstaklega þykir vísbending um að það verði skortur á hæfu fólki á náttúrufræði í framtíðinni þar sem aðeins 5% íslenskra nemenda ná þar efstu hæfnistigunum. Aðeins fleiri nemendur eða 10% ná efstu hæfnisstigum í stærðfræði og leskilningi.

Á síðastliðnum árum hefur hlutfall á lægstu hæfniprepum lækkað í náttúrufræði, en í stærðfræði hefur þróunin verið sú að bæði hefur fjölgað hlutfallslega í lægstu hæfniprepunum og fækkað í þeim hæstu.

## Eiginleikar nemenda mikilvægir skýringarþættir

Þættir tengdir nemendum voru mikilvægir fyrir breytileika á frammistöðu íslenskra nemenda í stærðfræðihluta PISA en gott sjálfsálit, trú á eigin getu í stærðfræði og fyrirætlun um frekari menntun spáðu fyrir um góða frammistöðu. Að sama skapi var kvíði gagnvart stærðfræði tengdur verri frammistöðu í stærðfræði.

Skýringarþættir nemenda voru einnig mikilvægir til að skýra breytileikann frammistöðu í náttúrufræðihluta PISA. Ánægja af náttúrufræði og aukin meðvitund um umhverfismál tengd betri frammistöðu í náttúrufræðihlutanum en meiri notkun á interneti og tölvuleikjum og bjartsýni á umhverfismál tengdist verri frammistöðu.

## Áhugi nemenda á náttúrufræði

Þegar íslenskir nemendur voru bornir saman við nemendur í OECD löndunum kom í ljós að íslenskir nemendur voru með minni áhuga á námi og starfi við náttúrufræði, minni ánægju af náttúrufræði, minni innsýn í og áhyggjur af umhverfismálum og bjartsýnni um lausn á þeim. Á heildina litið virðast því íslenskir nemendur hafa lítinn áhuga á

og ánægju af náttúrufræði og umhverfismálum en þar sem þessir þættir spá fyrir um frammistöðu í náttúrufræðihluta PISA er ástæða til að skoða hvernig hægt væri að efla áhuga á þessum sviðum.

Meðal grunnskólanema var viðhorf til náttúrufræðigreina hvorki neikvætt né jákvætt og þeir virtust ekki nægilega meðvitaðir um tengingu náttúrufræða við vísindi, tækni og nýsköpun. Þessar niðurstöður gefa til kynna að hægt væri að nýta þessa tengingu til að efla áhuga nemenda á náttúrufræði.

Bakgrunnsupplýsingar sýndu að verklegar athuganir í náttúrufræðitímum eru óalgengari á Íslandi en í öðrum löndum og svigrúm nemenda til að rannsaka sjálfir minna. Einnig að náttúrufræðikennsla á Íslandi felur síður í sér bein samskipti og samvinnu nemenda. Þetta eru neikvæðar niðurstöður fyrir Ísland þar sem einnig kom fram almenn jákvæð fylgni á milli frammistöðu í náttúrufræðihluta PISA og virkra samskipta nemenda í kennslustundum og tengingu náttúrufræðihugtaka við daglegt líf.

## Menntun kennara og brottfall úr kennarastéttinni

Árin 2007-2008 var gerð alþjóðleg könnun um stöðu og viðhorf grunnskólakennara (TALIS). TALIS könnunin sýnir að íslenskt skólakerfi missir mikið af kennurum á fyrstu árum starfsins og hlutfallslega fleiri kennarar á Íslandi (tæp 20%) eru með litla starfsreynslu (undir tveimur árum) í samanburði við önnur þáttökulönd TALIS (tæp 10%). Einnig eru hlutfallslega færri íslenskir kennarar með mikla starfsreynslu, þ.e. hafa kennt í meira en 20 ár (um 25% á móti 35%). Þetta getur gefið til kynna að þörf sé á meiri þjálfun og starfsþróun og vandamál geta skapast ef tilteknir skólar hafa hátt hlutfall af óreynendum kennurum. Aftur á móti getur þessi staða einnig boðið upp á einstakt tækifæri til endurnýjunar og breytinga á starfsháttum. Hafa ber í huga við túlkun á niðurstöð-

unum að miklar samfélagsbreytingar hafa orðið síðan könnunin var gerð og starfsvettvangur og starfsþróun kennara breyst.

Mikill fjöldi íslenskra kennara kenna náttúrufræði og stærðfræði í grunnskólum en 20-25% af kennurum á unglingsstigi kenna þessi fög a.m.k. 20% af kennslutíma og það sama gildir um 58-77% kennara á yngsta- og miðstigi grunnskóla. Aftur á móti segja skólustjórar miklu frekar skort á náttúrufræðikennurum en stærðfræðikennurum og fáir kennarar útskrifast með sérhæfingu í kennslu náttúrufræðigreina.

## Þátttaka í starfsþróunarverkefnum

Meirihluti íslenskra grunnskólakennara (78%) tóku þátt í starfsþróunarverkefnum á þeim 18 mánuðum fyrir TALIS könnunina en þetta hlutfall er þó lægra en í öðrum þáttökulöndum. Af þeim sem tóku þátt í starfsþróunarverkefnum tóku hlutfallslega flestir þátt í námskeiðum (72%) eða samstarfi kennara (innan skóla eða utan; 83%). Alls vörðu íslenskir kennarar rúmlega 10 dögum á ári í starfsþróun en það er minna en meðaltal þáttökulandanna.

Íslenskir grunnskólakennarar töldu almennt að starfsþróunarverkefni hefðu nokkur eða mikil áhrif á starfið og kennsluhæfni. Aftur á móti virtist ekki gott samhengi á milli þátttöku í mismunandi tegunda starfsþróunarverkefna og metins mikilvægis þeirra af hálfu kennara. Það gefur til kynna að efla mætti þátttöku eða framboð á þeim starfsþróunarverkefnum sem kennarar telja mikilvægust fyrir starfið.

Ástæður sem kennarar gáfu fyrir að taka ekki þátt í starfsþróunarverkefnum voru að þau væru ekki í boði (42%), árekstur við vinnutíma (47%) eða þeir hefðu ekki efni á því (28%). Í verkefninu Vilji og veruleiki, töldu náttúrufræðikennarar að fá námskeið væru í boði,

að erfitt væri fyrir þá að fá frí til að taka þátt og það væri skortur á fjárhagslegum stuðningi.

Íslenskir kennarar eru líklegri til að taka þátt í vettvangsferðum í aðra skóla (61% í samanburði við 28% í TALIS-löndunum) og eiga samstarf og samskipti við aðra kennara (83% í samanburði við 40% í TALIS-löndunum). Jafnframt tóku um 19% kennara þátt í réttindanámi (í samanburði við 25% í TALIS-löndunum) og 18% í rannsóknaverkefnum (í samanburði við 35% í TALIS-löndunum).

## Aðbúnaður og stuðningur við náttúrufræðikennara

Niðurstöður úr rannsóknarverkefninu Vilji og veruleiki leiddu í ljós að þeir þættir sem helst vantaði upp á í náttúrufræðikennslu, að mati kennara, voru aðstaða og búnaður til kennslu, og hæfni, þekking og sjálfsöryggi kennara.

Samkvæmt rannsókninni virðist lágmarksbúnaður og aðstaða vera til staðar í flestum skólum, en kennarar telja upp á vanta og að ekki sé yfirsýn yfir hvaða búnaður sé til og hvernig væri hægt að nýta hann. Einnig kom fram að yngri nemendur fá oft ekki aðgang að náttúrufræðistofum.

Þegar kemur að hæfni kennara telja þeir sig almennt hafa góða kennslufræðilega þekkingu en minni þekkingu á inntaki náttúrufræðigreina. Þetta tengist því að fáir kennarar eru sérmenntaðir í náttúrufræði. Einnig töldu kennarar skorta aðgengi að ráðgjöf og sérþekkingu á náttúrufræðikennslu og lýstu margir yfir áhuga á að fá fag- eða náms- tjóra inn í skólana til að halda utan um kennslugögn, búnað og hafa yfirsýn yfir kennslu á fögunum hjá ólíkum árgöngum. Þetta sýnir að kennarar telja sig skorta þekkingu á inntaki náttúrufræðigreina og á sama tíma kalla eftir ráðgjöf og leiðbeiningu til að bæta úr stöðunni. Að auki töldu margir skorta tækifæri í starfsþróun á þessu sviði.

Tíma og skipulagi náttúrufræðikennslu virtist ábótavant víða, sérstaklega sögðu kennarar skorta tíma til að undirbúa kennslu og að hefðbundin stundatafla byði ekki upp á nauðsynlegan sveigjanleika fyrir verklega kennslu. Fæstir kennara kvarta yfir skorti á tímum til að kenna náttúrufræði samkvæmt námskrá.

## 2. Þörfin fyrir raunvísinda- og tæknimenntað fólk á Íslandi

Miklar og hraðar breytingar hafa átt sér stað á atvinnulífi og atvinnuháttum um allan heim á síðustu árum. Stöðugar tækni- framfarir og aukin samkeppni ekki bara milli fyrirtækja heldur á milli ríkja um hugmyndir og vinnuafli hefur kallað á endurnamat á því hvernig ríki geti treyst stöðu sína á næstu árum og áratugum. Flestir eru sammála því að þekking, hæfni og menntun séu þeir þættir er skipta sköpum í hinu alþjóðlega samkeppnisumhverfi. Evrópu- sambandið hefur til dæmis komist að þeirri niðurstöðu að skortur á raunvísinda- og tæknimenntuðu fólki sé helsti þröskuldurinn í vegi aukins hagvaxtar á komandi árum. Í Bandaríkjunum var það niðurstaða nefndar vísindamanna að nýsköpun, ekki síst á sviði vísinda og tækni, yrði megindríf- kraftur efnahagslífsins í framtíðinni.

Ísland er engin undantekning í þessum efnum en með tækni og nýsköpun hafa ekki einungis orðið til nýjar atvinnugreinar heldur hafa undirstöðuatvinnuvegir þjóð- arinnar orðið skilvirkari og arðbærari. Á komandi árum er ljóst að íslenskt atvinnu- líf verður að vera í stakk búið til að takast á við aukna samkeppni á flestum sviðum. Hér líkt og annars staðar er nægjanlegt framböð af raunvísinda- og tæknimenntuðu fólki ein forsenda þess að atvinnu- lífið dafni sem er forsenda þeirra líf skjara og velferðar sem við búum við. Ýmislegt bendir til að um nokkurt skeið hafi verið viðvarandi skortur á raunvísinda- og tækni- menntuðu fólki í íslensku atvinnulífi.

Þessi fyrirbyggjandi þörf og sameiginlegt mat á mikilvægi aðgerða er forsenda þessa

samstarfs hagsmunaaðila um eflingu raunvísinda- og tæknimenntunar og hefur það að markmiði að auka þekkingu nemenda almennt jafnt sem fjölga þeim sem leggja hana fyrir sig.

Í þessum kafla verður farið yfir gögn sem geta gefið vísendingar um hvernig þörfin fyrir raunvísinda- og tæknimenntað fólk geti þróast á Íslandi næstu árin og allt fram til ársins 2025.

Markmiðið með forspám um framtíðarþörf er m.a. að meta framboð og eftirspurn eftir starfsfólki í framtíðinni og koma í veg fyrir misgengi sem getur skapast þegar sérhæft starfsfólk fær ekki störf við hæfi og skortur er á hæfu fólk fyrir þau störf sem eru í boði. Ef ekki tekst að virkja menntun fólks á vinnumarkaði eða fá hæft fólk til starfa nýtist mannauður illa og áhrifin á afkomu þjóðarinnar eru neikvæð. Með því að safna upplýsingum og leggja mat á þróun til framtíðar á grundvelli þeirra er hægt að renna styrkari stoðum undir stefnu eins og gert er í þessu tilfelli á sviði raunvísinda- og tæknimenntunar og í framhaldi bregðast við með því að styrkja menntunar- og starfsþjálfunarkerfi.

Þar sem ekki er til formleg heildargreining á framtíðarþörf fyrir starfsfólk í íslensku atvinnulífi byggir greiningin á ýmsum tiltækum gögnum. Einnig er byggt á samanburði við hagfræðilegar forspár í Evrópu: greiningu á þörf í Evrópu fram til 2020 (CEDEFOP, 2010), greiningu á þörf í sænsku atvinnulífi fram til 2020/2030 (Arbetsförmedlingen, 2012; Statistics Sweden, 2012) og greiningu á menntunarþörf í Finnlandi fram til 2020 (Hanhijoki, Katajisto, Kimari, & Savioja, 2009).

Við samanburð á milli landa er mikilvægt að hafa hugfast að greiningar eru alla jafna unnar út frá sérstökum forsendum viðkomandi hagkerfis og niðurstöður því ekki að öllu leyti yfirfæranlegar frá einu landi til annars. Aftur á móti má gera ráð fyrir að spár um almenna þróun í Evrópu og Norðurlöndunum gefi sterkar vísendingar um hver þróunin geti orðið á Íslandi.

Við skoðun á þörf fyrir raunvísinda- og

tæknimenntað fólk þarf að hafa í huga tímaramma matsins. Með það að markmiði að beina aðgerðum í aðgerðaráætlun að nemendum í 5. - 10. bekk grunnskóla er verið að miða við þá árganga sem munu koma út í atvinnulífið á tímabilinu 2020-2025. Langtímaspár eru óneitanlega erfiðari viðfangs en spár til styttri tíma en stefnumótun í menntun verður að taka til lengri tímaramma þar sem áhrifa aðgerða gætir oftast ekki fyrir en eftir töluverðan tíma.

Í greiningum þar sem spáð er fyrir um framtíðarþörf vinnuafis, er oftast gerður greinarmunur á þremur hæfnistigum: Lágt, meðal og hátt (CEDEFOP, 2010). Samsvörun hæfni og menntunar (samkvæmt ISCED-97 flokkunarstaðli menntunar) er í grófum dráttum með eftirfarandi hætti:

- **Lágt** hæfnistig vísar til menntunar á grunnstigum skólakerfisins (ISCED 0-2). Á Íslandi vísar það til þess að hafa lokið grunnskóla eða gagnfræðiskóla.
- **Meðal** hæfnistig vísar til menntunar eftir skyldunám (ISCED 3-4). Á Íslandi er það sambærilegt við að hafa lokið framhaldsskóla eða námi sem leiðir til sérhæfingar en er ekki háskólastigi eins og til dæmis iðn- og verknám.
- **Hátt** hæfnistig vísar til menntunar á háskólastigi (ISCED 5-6), þ.e., háskólapróf á BA, meistara eða doktorsstigi.

Einnig hefur verið reynt að samræma upplýsingar um hæfni og tegund starfa (OECD, 2011a). Til dæmis eru verksmiðjustörf nefnd sem störf sem krefjast lítillar hæfni, skrifstofustörf og afgreiðslustörf talin krefjast meðal hæfni og störf stjórnanda og sérfræðinga talin krefjast mikillar hæfni.

Greiningu á þörf er skipt í þrjú megin-kafla: (1) yfirlit yfir forsendur þess að lögð er áhersla á mikilvægi raunvísinda- og tæknimenntunar erlendis, (2) staðan á Íslandi og (3) þróun á þörf á starfskröftum í framtíðinni eins og birtist í erlendum spám.

## 2.1. Efling raunvísinda- og tæknimenntunar

Víða hefur verið kallað á aðgerðir til að efla raunvísinda- og tæknimenntun í skólakerfinu og þær forsendur sem lagðar eru til grundvallar aðgerðum eru oftast hagfræðilegs eðlis. Þær byggja á mikilvægi tækniþróunar og nýsköpunar fyrir efnahagsþróun framtíðarinnar og að vinnumarkaðurinn verði í auknum mæli alþjóðlegur í þeim skilningi að ríki muni keppa um einstaklinga er búa yfir tiltekinni menntun og kunnáttu og sé aðgangur að slíkri þekkingu því mikilvægur þáttur í samkeppnishæfni hvíðrar þjóðar. Þá er vísað til þess að sú tæknivæðing sem á sér stað yti undir mikilvægi „nýrrar kunnáttu“ á vinnumarkaði framtíðarinnar.

### 2.1.1. Sérhæfing eða almenn hæfni

Þegar rætt er um eflingu raunvísinda- og tæknimenntunar eru iðulega tvö ólík en tengd markmið sem liggja að baki kalli til aðgerða: (1) Að auka fjölda þeirra sem sérhæfa sig í raunvísindum og tækni (sérhæfing). (2) Að efla almennt kunnáttu og þekkingu á þessum sviðum, það er, að fólk verði almennt hæfari í raunvísindum og tækni (almenn hæfni). Ekki falla þó aðgerðir endilega undir annað hvort þessara markmiða, til dæmis er líklegt að aðgerðir sem beinast að því að efla áhuga grunnskólabarna á raunvísindum og tækni geti aukið bæði almenna hæfni og orðið til þess að fleiri leggja fyrir sig sérhæfingu á þessum sviðum. Mikilvægi þess að efla raunvísinda- og tæknimenntun almennt byggist á svipuðum forsendum og efling sérhæfingar á þessum sviðum (t.d. aukin nýsköpun og tækni framfarir sem drífur áfram hagvöxt og sköpun nýrra starfa), en þó eru þar á einhver blæbrigði.

Í fyrsta lagi er áherslan á að breiður grunnur þekkingar á þessum sviðum sé

nauðsynlegur, ekki bara fyrir nýsköpun og hagvöxt, heldur líka til þess að fólk geti starfað og þrífist á vinnumarkaði sem byggist sífellt meira á þessum greinum. Á síðastliðnum áratug hefur farið vaxandi að störf geri auknar kröfur um menntun starfsfólks og margar þær starfsgreinar sem helst eru í vexti eru greinar þar sem raunvísindi og tækni eru í forgrunni. Þegar störf í Bandaríkjunum voru flokkuð í 16 starfssvið kom í ljós að 14 af sviðunum gerðu ráð fyrir að minnsta kosti þrem til fjórum árum af raunvísindamenntun. Niðurstaðan var sú að góður grunnur í raunvísindum hefði sjaldan verið mikilvægari til þess að ná árangri og auka tækifæri sín í framtíðinni (Rising above the gathering storm committee, 2010).

Í öðru lagi eru öll svið nútímalífs að einhverju leyti tengd raunvísindum og tækni og færa má rök fyrir því að góður þekkingargrunnur í þessum greinum sé einnig nauðsynlegur fólki til að taka virkan þátt í umræðum í samfélaginu (t.d. um nýtingu auðlinda) og taka upplýstar ákvarðanir í daglegu lífi (t.d. þegar valið er á milli læknismeðferða).

Í þriðja lagi gegna raunvísindi og tækni lykilhlutverki í að leysa mörg af helstu vandamálum samtímans, til dæmis í umhverfismálum, bættri framleiðslu og nýtingu orku og annarra auðlinda, og heilbrigðismálum. Lausnir á þessum málum þurfa samfélagslega, pólitíska og hagfræðilega nálgun sem byggir á góðum skilningi á raunvísindum og tækni (Committee on a conceptual framework for new K-12 science education standards, 2011). Þannig er almenn þekking á raunvísindum og tækni nauðsynleg fyrir fólk á öllum sviðum samfélagsins.

### 2.1.2. Tækniþróun, nýsköpun og ný kunnáttu

Mikilvægi raunvísinda- og tæknimenntunar byggir m.a. á þeim rökum að forsenda hagvaxtar sé aukin framleiðni, sem aftur byggir á uppfinningum og nýsköpun (Committee on conceptual framework for



new K-12 science education standards, 2012; Rising above the gathering storm committee, 2010).

Rannsóknir benda til þess að til lengri tíma litið er stór hluti nýrra starfa bein eða óbein afleiðing framfara í raunvísindum og tækni og ýtir það undir mikilvægi þessara greina (Committee on conceptual framework for new K-12 science education standards, 2012). Bandaríski nóbelsverðlaunahafinn í hagfræði, Robert Solow, sýndi fram á að meira en helming aukningar í framleiðslu á fyrri hluta síðustu aldar mætti rekja til aukinnar tækniþekkingar og nefnd sérfræðinga í Bandaríkjunum komst að þeirri niðurstöðu að flest ný störf í hagkerfi framtíðarinnar yrðu til vegna nýsköpunar og framþróunar í tækni, vísindum og verkfræði. Þannig stuðla þau 4% þjóðarinnar sem vinna við vísindi og verkfræði að atvinnusköpun fyrir alla aðra (Rising above the gathering storm committee, 2010).

„Nýsköpun“ getur haft margvíslega merkingu en segja má að í hugtakinu felist að búa til nýja þekkingu eða hagnýta þekkingu á nýjan hátt. Nýsköpun stuðlar að hagnýti með því að skapa störf og endurnýja greinar í iðnaði (Rising above the gathering storm committee, 2010). Það leiðir af ofangreindu að menntun í raunvísindum og tækni verður mikilvæg til þess að undirbúa fólk fyrir vinnu í nýsköpunartengdum störfum. Því er víða kallað eftir aðgerðum af hálfu stefnumótunaraðila og yfirvalda til að auka þátt nýsköpunar og tengdra greina í menntakerfinu.

Á síðustu misserum hefur hluti af þessari umræðu færst yfir á þátt sköpunar (e. creativity) í nýsköpun, og sérstaklega hvernig hægt er að efla, kenna og hvetja til sköpunar á öllum sviðum. Þannig er ekki einungis rætt um að efla raunvísinda- og tæknimenntun, heldur líka hvernig eigi að efla kennslu í hinum skapandi greinum. Á nýlegri ráðstefnu á vegum OECD „Educating for innovative societies“, var lögð áhersla á að auka kunnáttu í hlutaðeigandi greinum (s.s. raunvísindum og tækni) en jafnframt að skapandi og gagnrýnin hugsun, samskiptahæfni og geta til að vinna í teymi til að leysa flókin verkefni

væri nauðsynleg fyrir nýsköpun (OECD conference on Educating for innovative societies 2012; sjá <http://www.oecd.org/dataoecd/11/20/49937482.pdf>). Þessi umræða tengist sterklega hugmyndum um „nýja kunnáttu fyrir ný störf“ (e. new skills for new jobs) sem hefur verið áberandi á síðustu árum.

Innan Evrópusambandsins og OECD eru áhyggjur af misgengi á milli kunnáttu og menntunar fólks á vinnumarkaði og þess sem krafist er í atvinnulífinu. Sem dæmi áttu 40% atvinnurekenda í Ástralíu, Japan, Mexíkó og Póllandi erfitt með að finna starfsfólk með rétta kunnáttu árið 2009. Á sama tíma segir þriðjungur vinnufærra manna sig vera ofmenntaðan fyrir starfið sem hann gegnir og 13% telja sig skorta kunnáttu fyrir starfið (Archiron, 2011). Hér virðist vera komin upp ný staða, sem má að hluta til skýra með breytingum á störfum vegna tækni framfara og aukins hreyfanleika starfsfólks bæði innan og á milli starfsvettvangs. Þetta þýðir að fólk verður að vera fær um að höndla breytingar og óvssu í ríkara mæli en áður, en oft í meiri samkeppni. Af þessu leiðir að sú hæfni og kunnáttu sem fólk tileinkar sér verður að ná út fyrir starfsvettvang eða grein og vera almenn kunnáttu sem nýtist víða, svo sem færni í móðurmáli, læsi á tölur, rökvísni, samskiptahæfni og færni í notkun á upplýsinga- og samskiptatækni (Archiron, 2011). Þetta er megininntak í því sem nefnt er „ný kunnáttu“ (e. new skills) í þessari umræðu. Spurningin er hvernig er hægt að sjá til þess að vinnuafli framtíðarinnar tileinki sér þá færni, kunnáttu og þekkingu sem krafist er. Bæði OECD og Evrópusambandið hafa ýtt af stað áætlunum sem stefna að því að ná þessu markmiði.

Í þessum áætlunum er fjallað um kunnáttu á ákveðnum grunnsviðum (þ.e. vísindi, læsi á stærðfræði, lesskilning á móðurmáli) en einnig er lögð áhersla á hæfni sem ekki tilheyrir tilteknum fögum, eins og gagnrýna og skapandi hugsun, samskiptahæfni og námsfærni. Þessi umræða varpar því ljósi á að nýsköpun og tækniþróun eigi sér ekki stað í tómarúmi og mikilvægt er að skoða einnig hvaða eiginleikar eru þjálfaðir innan greina. Til dæmis er mikilvægt að innan

raunvísinda- og tæknikennslu sé einnig kennd gagnrýnin hugsun í þeim fögum og ekki er nóg að hvetja einungis til að meiri tíma sé varið í kennslu á þessum fögum eða farið sé yfir meira efni.

## 2.2. Staðan á Íslandi

Í þessum kafla eru dregnar saman upplýsingar sem saman gefa mynd af núverandi, og í sumum tilvikum væntri, stöðu á Íslandi og eru mikilvægar við mat á þörf fyrir raunvísinda- og tækni-menntað fólk. Þessar upplýsingar snúa að lýðfræðilegri samsetningu íslensku þjóðfélags, breytingum á vinnumarkaði, þróun menntunarstigs þjóðarinnar, fjölda nemenda í raunvísinda- og tækninámi, og núverandi þörf fyrir menntað starfsfólk á vinnumarkaði.

### 2.2.1. Lýðfræðileg samsetning íslensku þjóðarinnar

Fólksfjöldi og aldurssamsetning þjóða hafa mikil og víðtæk efnahagsleg áhrif. Það hversu margir eru á vinnufærum aldri í samhengi við atvinnuþátttöku er grundvallarþáttur í framleiðslugetu hagkerfisins. Þeir sem vinna þurfa að standa undir hagkerfinu og velferðasamfélaginu á hverjum tíma. Eftir því sem þjóðir eldast dregur til að mynda úr atvinnuþátttöku og fleiri þiggja lífeyri í stað þess að greiða inn í lífeyriskerfið. Lýðfræðileg samsetning þjóðarinnar hefur því áhrif á þróun og stöðu mikilvægra grunnkerfa og innviða samfélagsins. Lífeyriskerfi, skattkerfi, heilbrigðiskerfi, húsnæðismarkaður, mennta- og atvinnustefna eru allt þættir sem móta þarf með tilliti til mannfjölda og aldurssamsetningar. Gróflega má gera ráð fyrir að atvinnuþátttaka sé bundin við einstaklinga á aldrinum 24-70 ára. Á Íslandi er reyndar atvinnuþátttaka ungmenna (yngri en 24 ára) með því hæsta sem þekkt og skiptir umtalsvert miklu máli fyrir vinnumarkaðinn.

Íslendingar telja nú um 320 þúsund og

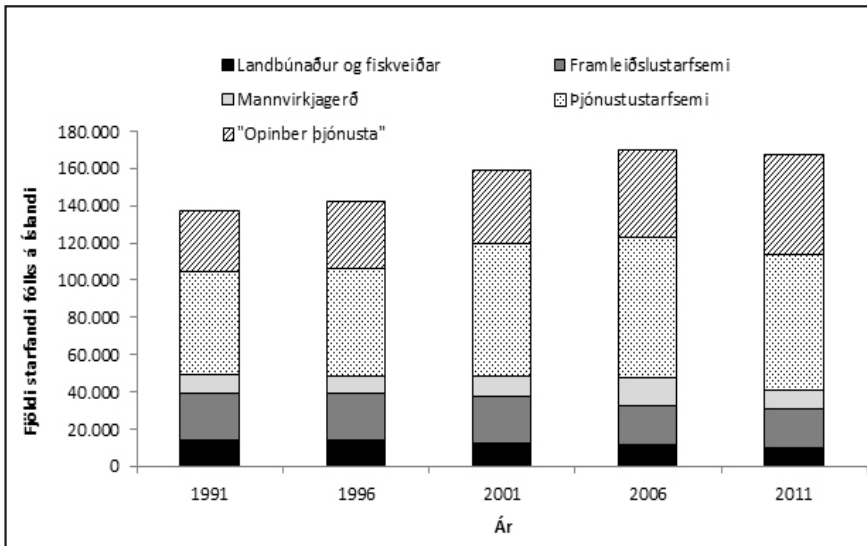
munu, miðað við miðgildismannfjöldaspá Hagstofunnar, verða 361 þúsund árið 2025. Aldurssamsetning þjóðarinnar mun hins vegar breytast nokkuð á þessu tímabili enda verða mjög stórir árgangar sjötta áratugar síðustu aldar þá farnir að nálgast eftirlaunaaldur. Þannig mun hlutfall þeirra sem eru komnir yfir sjötugt hækka úr 8% árið 2012 í 11% árið 2025. Á sama tíma er búist við að hlutfall þeirra sem eru yngri en 23 ára lækki úr 34% í 31% sem þýðir að hlutfallslega færri verða á skólaaldri.

Til ársins 2025 er þróun aldursdreifingar enn nokkuð hagfelld þar sem hlutfallslegur fjöldi fólks á vinnualdri breytist ekki. Hins vegar mun þetta hlutfall lækka á næstu áratugum og þá mun reyna á gæði og styrk vinnuafslins, þar sem færri einstaklingar munu standa undir velferð fleiri. Þessi þróun er svipuð því sem búist er við í Evrópu en er seinna á ferðinni og gætir því ekki verulega á umræddu tímabili.

### 2.2.2. Breytingar á vinnumarkaði

Íslenskur vinnumarkaður sker sig um sumt frá nágrannalöndunum. Atvinnuleysi hefur jafnan verið lágt og raunar oft lægra en það hlutfall sem samrýmist jafnvægi á vinnumarkaði. Atvinnuþátttaka hefur verið um og yfir 80% sem er meira en víðast hvar og í alþjóðlegu samhengi er mikil atvinnuþátttaka kvenna sömuleiðis eftirtektarverð. Eins einkennist íslenskur vinnumarkaður af miklum sveigjanleika raunlauna sem hefur haldið aftur af atvinnuleysi þegar kreppt hefur að í þjóðarbúskapnum. Vegna efnahagskreppu síðustu ára er langtíma atvinnuleysi hins vegar í sögulegu hámarki.

Á næstu árum og áratugum má vænta þess að nokkrar eðlisbreytingar eigi sér stað á íslenskum vinnumarkaði. Ef horft er til þróunar atvinnugreina m.t.t. fjölda starfandi á síðastliðnum tveimur áratugum má sjá að nokkrar breytingar hafa orðið á tímabilinu 1991 til 2011 (sjá



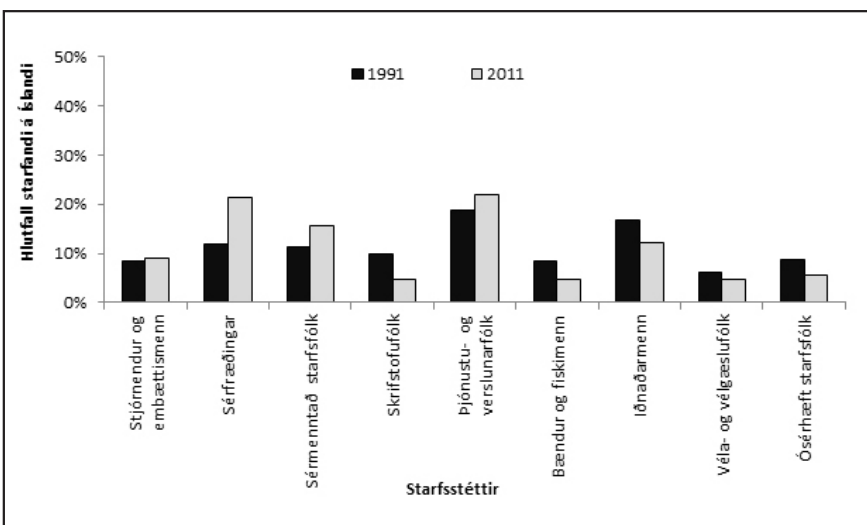
Mynd 10. Fjöldi starfandi fólks innan atvinnugreina á Íslandi á fimm ára fresti á tímabilinu frá 1991 til 2011. Gögn fengin frá Hagstofu Íslands.

mynd 10). Aðallega hafa þjónustugreinar vaxið á meðan störfum í framleiðslu, landbúnaði og fiskveiðum hefur fækkað.

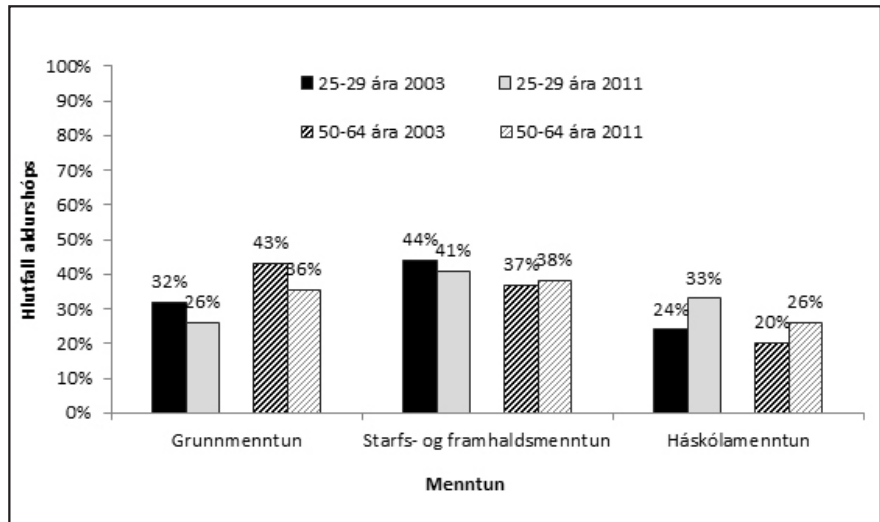
Langflestir starfa í þjónustugreinum eða um 76% þjóðarinnar árið 2011. Heldur hefur fjölgað í þjónustustarfsemi á tímabilinu 1991 til 2011 (þegar flokkarnir þjónustustarfsemi og opinber þjónusta eru lagðir saman en þar eru ekki alltaf skýr skil á milli) en árið 1991 störfuðu 64% í þjónustugreinum. Aukning á hlutfalli þjónustugeirans er sambærileg við þróunina annars staðar í Evrópu. Áhrif hrunsins á mannvirkjagerð er einnig hægt að greina í þessum tölum. Á sama tíma hefur starfsfólki í landbúnaði og

fiskveiðum fækkað úr 10% í 6% og úr 18% í 13% í framleiðslu.

Þegar skoðaðar eru helstu breytingar á starfsstéttum undanfarin 20 ár sést að sérfræðingum hefur fjölgað mest eða um 10% (sjá mynd 11). Sérmenntuðu starfsfólki og þjónustu- og verslunarfólki hefur einnig fjölgað (3 og 5% fjölgun) á sama tíma. Skrifstofufólki, bændum og fiskimönnum og ósérhæfðu starfsfólki hefur aftur á móti fækkað frá árinu 1991 (3-5% fækkun). Þessar tölur gefa til kynna að atvinnulífið er að ráða til sín fólk með herra menntunarstig og eins að störf þróast, breytast og hverfa vegna t.d. tækniþróunar.



Mynd 11. Hlutfall starfandi fólks innan tiltekinnar starfsstétta á Íslandi árið 1991 og árið 2011. Gögn fengin frá Hagstofu Íslands.



**Mynd 12.** Menntunarstig yngsta aldurshópsins (25-29 ára, vinstra megin fyrir hvert menntunarstig) og elsta aldurshópsins (50-64 ára, hægra megin fyrir hvert menntunarstig) á vinnumarkaði árin 2003 og 2011. Gögn fengin frá Hagstofu Íslands.

Á heildina litið hefur iðnaðarmönnum einnig fækkað hlutfallslega á síðustu 20 árum (um 5%) en staðan er þó flóknari þar sem skortur er á iðnmenntuðum starfsmönnum í sumum greinum á meðan atvinnuleysi er hátt í öðrum. Gætir þar m.a. þess mikla samdráttar sem orðið hefur í framkvæmdum í kjölfar efnahagshrunsins 2008 sérstaklega í byggingar- og mannvirkjagreinum en á sama tíma er skortur á starfsfólki í málm- og véltæknigreinum. Margar greinar glíma einnig við háan meðalaldur starfsmanna, en það getur orðið vandamál í framtíðinni ef ekki verður nægjanleg nýliðun innan þessara greina.

### 2.2.3. Staða og þróun menntunarstigs

Menntunarstaða segir ýmislegt um þekkingarauð þjóðarinnar. Á Íslandi eru fleiri sem eingöngu hafa grunnmenntun (lágt hæfnistig) en í OECD löndunum að meðaltali (OECD, 2011b). Sem dæmi höfðu um 29% Íslendinga 25-64 ára ekki lokið formlegu framhaldsnámi 2011 en sambærilegt hlutfall á öðrum Norðurlöndum á sama ári var á bilinu 16-23% (lægst í Finnlandi og hæst í Danmörku). Ástandið hefur þó farið batnandi á Íslandi síðastliðinn áratug og fólki með háskólamenntun hefur fjölgað (úr 28% í

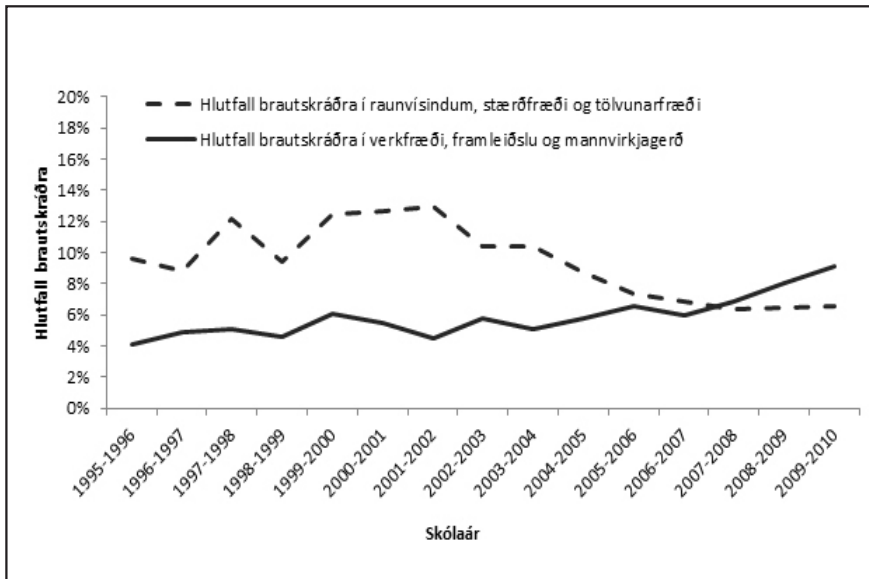
34%) á meðan þeim sem eingöngu hafa grunnmenntun hefur fækkað (úr 35% í 29%).

Þegar þessi breyting er skoðuð út frá aldurshópum kemur í ljós að menntun yngra fólks er meiri en eldra fólks, (sjá mynd 12).

### 2.2.4. Fjöldi nemenda í raunvísinda- og tæknigreinum

Á síðastliðnum áratug hefur ásókn í framhaldsnám aukist bæði á Íslandi og í Evrópu almennt. Þar af leiðandi hefur fjöldi nemenda í raunvísinda- og tæknigreinum á framhaldsskóla- og háskólastigi vissulega aukist. En þegar hlutfallslegur fjöldi er skoðaður kemur í ljós að ásókn í raunvísinda- og tæknigreinar hefur dregist saman (Rocard, et al., 2007; Svar mennta- og menningarmálaráðherra við fyrirspurn Guðmundar Steingrímssonar um tækni- og raungreinamenntun, 2011).

Á Íslandi eru hlutfallslega færri sem útskrifast með háskólapróf í raunvísinda- og tæknigreinum samanborið við meðaltal Evrópuríkja. Á Íslandi eru 15% af þeim sem útskrifast með háskólagráðu með gráðu í raunvísinda- og tæknigreinum en samsvarandi hlutfall



**Mynd 13.** Hlutfall brautskráðra nemenda á háskólastigi á Íslandi í raunvísindum, stærðfræði og tölvunarfræði annars vegar og verkfræði, framleiðslu og mannvirkjagerð hins vegar. Athuga skal að y-ás nær aðeins upp að 20% til að sýna betur mynstur þróunar. Gögn fengin frá Hagstofu Íslands.

er 21% í Evrópu að meðaltali (Eurydice, 2012). Ekki mun rætast úr þessari stöðu á næstu árum því hér á landi rétt eins og í Evrópu hefur hlutfall nemenda í háskólanámi á sviðum raunvísinda og tækni farið lækkanði (OECD, 2011a). Á síðasta áratug hefur hlutfall fólks sem útskrifast með háskólagráðu í raunvísindum lækkað um 3% í Evrópu og 6% á Íslandi (Eurydice, 2012).

Þegar hlutfall brautskráðra nemenda í raunvísindum og tækni á háskólastigi á Íslandi á tímabilinu 1995 til 2010 er skoðað kemur í ljós að á heildina litið er hlutfallið mest á árunum 1999-2002, eða 17-19% en minnst á árunum 2006-2008, eða 13% (sjá mynd 13).

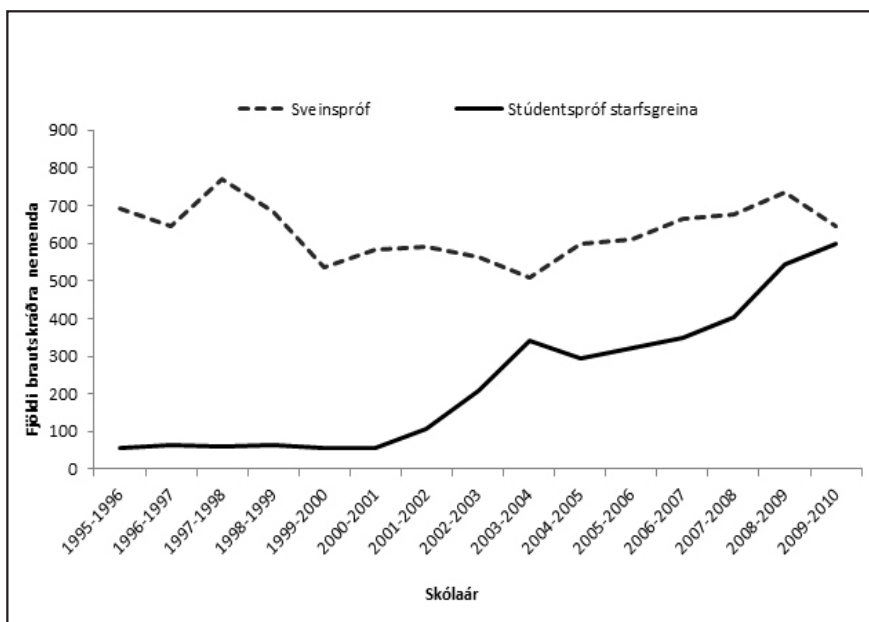
Við nánari greiningu kemur í ljós að það hefur orðið hlutfallsleg fækkun í brautskráningu á háskólastigi í raunvísindum, stærðfræði og tölvunarfræði frá 2001 en hlutfallsleg fjölgun í verkfræði, framleiðslu og mannvirkjagerð á sama tíma. Frá 2008 hefur hlutfall brautskráðra í raunvísindum, stærðfræði og tölvunarfræði þó staðið í stað.

Reyndar hefur umsóknum nemenda í BS-nám í tölvunarfræði, tölvu- og hugbúnaðarverkfræði fjölgað verulega frá 2009 eða um 85% (úr 328 í 607)

þegar teknar eru saman umsóknartölur frá Háskóla Íslands og Háskólanum í Reykjavík. Þessir nemendahópar eru enn ekki sýnilegir í brautskráningartölum en gefa vísbendingar um aukinn áhuga. Umsóknartölur í verkfræðigreinir Háskóla Íslands og Háskólans í Reykjavík sýna að líkur eru á áframhaldandi aukningu en á milli 2009 og 2011 fjölgaði umsóknum um 40% (úr 428 í 601; Gögn fengin frá Háskóla Íslands og Háskólanum í Reykjavík).

Á framhaldsskólastigi fjölgaði nemendum í iðn- og verknámi tengdu raunvísinda- og tæknigreinum nokkuð jafnt á árunum 1997-2009 úr tæplega 7.300 í um það bil 10.000, en fjöldinn hefur síðan staðið í stað. Ef fjölgunin er skoðuð í samhengi við heildarfjölda á framhaldsskólastigi (bæði í bóknámi og starfsnámi) kemur í ljós að frá árinu 2003 hefur nemendum í starfsnámi hlutfallslega fækkað úr 40% í 36% árið 2011.

Hlutfall sveinsprófa í greinum á sviði raunvísinda og tækni hefur haldist mjög stöðugt á tímabilinu 1999 til 2011, og verið um 60-70% af öllum sveinsprófum (af um 500-770 sveinsprófum alls). Eitt-hvað er brautskráning þó breytileg eftir greinum, til dæmis hefur sveinsprófum fækkað á sviðum byggingariðnaðar og



**Mynd 14.** Fjöldi brautskráðra nemenda á mismunandi stigum ið- og starfsnáms. Athuga skal að sami nemandi getur verið talinn oftari en einu sinni, til dæmis ef viðkomandi klárar bæði sveinspróf og stúdentspróf. Gögn fengin frá Hagstofu Íslands.

mannvirkjagerða eftir 2007 (eru þó enn um þriðjungur allra sveinsprófa) og síðan 2009 hefur sveinsprófum fjölgað í málmiðnum, véltækni, rafiðnaði og biliðnum.

Fjöldi brautskráðra nema úr starfsnámi (með sveinspróf eða stúdentspróf) hefur aukist jafnt og þétt síðan á miðjum tíunda áratugnum (sjá mynd 14).

Hlutfall nemenda með stúdentspróf frá náttúrufræði- og upplýsinga- og tæknibrautum hélt nokkuð stöðugt (30-35%) á tímabilinu 1995 til 2010. En á árunum 2002-2009 fjölgaði nemendum í almennu námi til stúdentsprófs á náttúrufræðibrautum (þar með talið skyldar raungreina- og tæknibrautir til stúdentsprófs) um 33% (úr 3814 í 5096). Þar sem hlutfall nemenda með stúdentspróf á þessum sviðum hefur staðið í stað virðist þessi fjölgun helst skýrast af almennri fjölgun nemenda í framhaldsskólum á síðtliðnum áratug.

Á heildina litið er hægt að áætla að um 500 manns útskrifist frá raunvísinda- og tæknigreinum á háskólastigi á hverju ári að meðaltali (ef litið er til síðustu 5-6 ára) og um 500-600 frá iðngreinatengdu námi. Þetta gerir að verkum að hægt er að gera ráð fyrir að um 1000-1100 manns með raunvísinda- og tæknimenntun fari

út í atvinnulífið á ári. Um 900 manns útskrifast af náttúrufræðibrautum framhaldsskólanna á ári en ekki er vítað hversu stórt hlutfall þeirra fari út í atvinnulífið á ári og leiða má líkur á því að stór hluti þeirra haldi áfram í námi.

### 2.2.5. Hugmyndir nemenda um framtíðarstörf og val á námi

Þar sem markmið verkefnisins er meðal annars að hvetja fleiri nemendur til að sérhæfa sig í raunvísindum og tækni er rétt að skoða hvað íslenskir nemendur sjá fyrir sér að starfa við í framtíðinni og hvað þeir velja að leggja fyrir sig.

#### Hvað sjá 15 ára nemendur fyrir sér að starfa við?

Árin 2000, 2003 og 2006 var spurningin „Hvers konar starf heldurðu að þú vinnir þegar þú ert orðin(n) 30 ára“ lögð fyrir 15 ára nemendur á Íslandi í tengslum við alþjóðlegu PISA könnunina (Ragnar F. Ólafsson & Almar M. Halldórsson, 2007). Svör nemenda við spurningunni voru tekin sem vísbendingar um vinsældir eða óvinsældir starfsgreina og svörin voru

kóðuð eftir alþjóðlegri starfaflokkun ISCO-88.

Niðurstöður sýndu að flest vinsælustu framtíðarstörfin hjá 15 ára ungmennum féllu í flokkinn Sérfræðingar (rúmur helmingur allra nefndra framtíðarstarfa), en aðrir vinsælir flokkar voru Tæknar og sérmenntað starfsfólk, Þjónustu- sölu- og afgreiðslufólk og Iðnaðarmenn (um þriðjungur vinsælla framtíðarstarfa). Í þessa fjóra flokka féllu því 93-96% allra starfa sem 15 ára ungmenni sáu fyrir sér að þeir myndu gegna um þrítugt (Ragnar F. Ólafsson & Almar M. Halldórsson, 2007).

Strákar sáu frekar fyrir sér að starfa sem iðnaðarmenn en stúlkur (um 15% á móti 3%) en áhugi stráka á iðnaðarstörfum jókst lítillega á milli árána 2000 og 2003. Þó er áhugavert að störf iðnaðarmanna eru ekki eins vinsæl og búast mætti við út frá raunverulegum fjölda á vinnumarkaði (Ragnar F. Ólafsson & Almar M. Halldórsson, 2007). Vinsælustu iðnaðarstörfin voru störf bifvélavirkja, smíða og rafvirkja.

Flokkurinn sérfræðingar inniheldur mjög fjölbreytt störf (alls um 58 undir-

flokka starfa) en fyrir flest sérfræðistörf þarf að ljúka háskólanámi eða sérskólanámi til að fá starfsréttindi. Ef litið var á áhuga á að starfa sem sérfræðingur í raunvísinda- og tæknigreinum kom fram að um 7-10% stúlkna nefndu störf á þessum sviðum öll árin sem mælt var. Aftur á móti var hærra hlutfall drengja sem sögðust sjá fyrir sér að starfa sem sérfræðingar á sviðum raunvísinda og tækni en þó dró töluvert úr áhuga drengja á milli 2000 og 2006 (úr úr u.þ.b. 30% í 17%). Nánari greining sýndi að helst hafði dregið úr áhuga á að starfa sem tölvunarfræðingur. Þegar þetta starf er tekið út fyrir greininguna var samdrátturinn á áhuga á þessum sviðum aðeins um 2%.

Hafa ber í huga að þessar tölur eru síðan 2006 þar sem samskonar greining hefur ekki verið gerð á PISA niðurstöðunum frá 2009. Aukinn fjöldi umsókna gefa vísbendingar eru um að áhugi á að starfa við tölvunarfræði hafi aukist aftur. Tafla 2 sýnir vinsælustu störf síðastliðin áratug út frá því hvaða störf 15 ára nemendur segjast sjá fyrir sér að starfa við um þrítugt en þar eru niðurstöður frá 2009 einnig með.

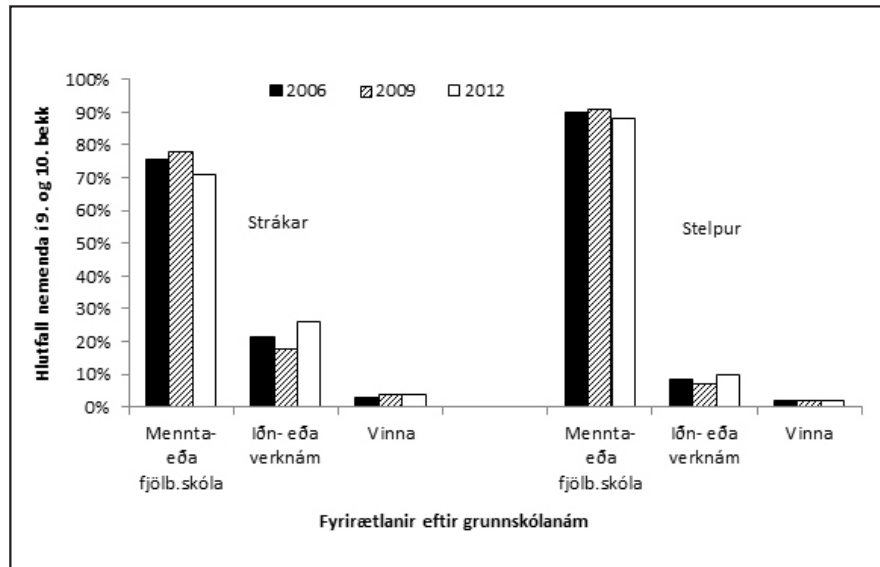
## Vinsælustu störfin

2000	2003	2006	2009
1. Tölvunarfræðingur og forritari	Læknir	Læknir	Læknir
2. Hársnyrtir og snyrtifræðingur	Hársnyrtir og snyrtifræðingur	Sálfræðingur	Atvinnumaður í íþróttum
3. Læknir	Tölvunarfræðingur og forritari	Hársnyrtir og snyrtifræðingur	Hársnyrtir og snyrtifræðingur
4. Sálfræðingur	Sálfræðingur	Atvinnumaður í íþróttum	Arkitekt
5. Viðskiptafræðingur	Viðskiptafræðingur	Arkitekt	Sálfræðingur
6. Flugmaður	Kokkur	Húsasmiður	Lögmaður
7. Lögmaður	Lögmaður	Flugmaður	Kokkur
8. Atvinnumaður í íþróttum	Kennari	Leikari og leikstjóri	Leikari og leikstjóri
9. Leikari og leikstjóri	Arkitekt	Tónlistarmaður og söngvari	Húsasmiður
10. Fatahönnuður	Leikari og leikstjóri	Kokkur	Flugmaður
11. Arkitekt	Húsasmiður	Tölvunarfræðingur og forritari	Bifvélavirki
12. Kokkur	Bifvélavirki	Dýralæknir	Tölvunarfræðingur og forritari
13. Kennari	Flugmaður	Bifvélavirki	Tónlistarmaður og söngvari
14. Hjúkrunarfræðingur og ljósmóðir	Atvinnumaður í íþróttum	Flugfreyja	Fatahönnuður
15. Bifvélavirki	Tónlistarmaður og söngvari	Eðlisfræðingur	Myndlistamaður
16. Húsasmiður	Rithöfundur	Rithöfundur	Ljósmyndari
17. Rithöfundur	Rafvirki	Fatahönnuður	Forstjóri
18. Flugfreyja	Hjúkrunarfræðingar og ljósmæður	Rafvirki	Dýralæknir
19. Rafvirki	Fatahönnuður	Viðskiptafræðingur	Viðskiptafræðingur
20. Tónlistarmaður og söngvari	Myndlistamaður	Tannlæknir	Sjúkrapjálffari

Tafla 2. Vinsælustu störfin síðastliðin áratug út frá mati 15 ára nemenda á því hvað þau muni starfa við um 30 ára aldur (spurningin var lögð fram sem hluti af PISA könnunum). Athuga skal að vinsælustu störfin eru þó aðeins nefnd af 7-12% nemenda og þau í 20. sæti er nefnd af um 1% nemenda. Gögn fengin frá Námsmatsstofnun.

Störfin læknir og hársnyrtir og snyrtifræðingur eru alltaf í efstu þremur sætunum, en áhugavert er að tölvunarfræðingur og forritari er vinsælasta starfið árið 2000 en fellur hratt á milli ára þar til 2006. Árið 2009 er starfið á svipuðum stað á listanum og árið 2006 og sama hlutfall nemenda (2,2%) sagðist sjá fyrir sér að starfa

rannsóknirnar Ungt fólk sem gerðar hafa verið frá árinu 1992; Álfgeir Logi Kristjánsson, Jón Sigfússon, Inga Dóra Sigfúsdóttir og Hrefna Pálsdóttir, 2012). Í könnunum eru nemendur spurðir um fyrirætlanir að loknu grunnskólanámi og samkvæmt nýjustu könnuninni ætla meirihluti 15 ára nemenda að fara á bóknámsbrautir mennta- eða fjölbrautarskóla (sjá mynd 15).



**Mynd 15.** Hlutfall íslenskra nemenda í 9. og 10. bekk sem ætla sér að fara í mennta- eða fjölbrautarskóla, iðn- eða verknám eða vinna að loknum grunnskóla. Gögn fengin frá úr skýrslum Rannsóknar og Greiningar, Ungt fólk, 2006, 2009 og 2012 (Álfgeir Logi Kristjánsson, Inga Dóra Sigfúsdóttir og Jón Sigfússon, 2006; Álfgeir Logi Kristjánsson, Jón Sigfússon, Inga Dóra Sigfúsdóttir og Hrefna Pálsdóttir, 2012; Margrét Lilja Guðmundsdóttir, Álfgeir Logi Kristjánsson, Inga Dóra Sigfúsdóttir og Jón Sigfússon, 2009).

sem tölvunarfræðingur og forritari árið 2006 og 2009.

## Val á námi

Þó að það hvað 15 ára ungmenni segist sjá fyrir sér að starfa við um þritugt gefi vísbendingu um hvaða störf eða greinar þykja spennandi og hvar áhugi liggur er val á námi betri vísir um hvað þessi ungmenni munu á endanum taka sér fyrir hendur.

Samkvæmt niðurstöðum Hagstofunnar um fjölda brautskráninga virðist meirihluti ungmenna velja bóknám fram yfir iðn- eða starfsnám á Íslandi en um þriðjungur nemenda á framhaldsskólastigi eru í iðn- eða starfsnámi. Kannanir gerðar á högum og líðan ungs fólks í 8-10 bekk grunnskóla á Íslandi staðfesta þetta (hér er vísað í

Mynd 15. Hlutfall íslenskra nemenda í 9. og 10. bekk sem ætla sér að fara í mennta- eða fjölbrautarskóla, iðn- eða verknám eða vinna að loknum grunnskóla. Gögn fengin frá úr skýrslum Rannsóknar og Greiningar, Ungt fólk, 2006, 2009 og 2012 (Álfgeir Logi Kristjánsson, Inga Dóra Sigfúsdóttir og Jón Sigfússon, 2006; Álfgeir Logi Kristjánsson, Jón Sigfússon, Inga Dóra Sigfúsdóttir og Hrefna Pálsdóttir, 2012; Margrét Lilja Guðmundsdóttir, Álfgeir Logi Kristjánsson, Inga Dóra Sigfúsdóttir og Jón Sigfússon, 2009).

Almennt hafa strákar í 9. og 10. bekk meiri áhuga á að fara í iðn- og verknám en stelpur og er sérstaklega athyglisvert að hlutfall stráka sem ætla sér í iðn- eða verknám er hærra árið 2012 en árin á undan. Samskonar aukning á áhuga á að fara í iðn- eða verknám sést einnig hjá



stelpum en í minna mæli. Hlutfall stelpna sem sögðust ætla í iðn- eða verknám var hærra í 8. bekk en 9-10. bekk árið 2012 eða 18%. Þessi munur kom ekki fram hjá strákunum.

Samskonar niðurstöður komu fram í MA rannsókn Svanhildar Svavarsdóttur (2010) þar sem 23% stráka í 10. bekk ætluðu sér í iðnnám að loknum grunnskóla en aðeins 4% af stelpum. Stærsti hlutinn eða 70% aðspurðra nemenda í 10. bekk grunnskóla (af 248 alls) ætlaði sér að fara í bóklegt nám á framhaldsskólastigi. Þetta er sérstaklega athyglisvert í ljósi þess að í rannsókninni kom einnig fram að 54% stráka og 49% stelpna sagðist hafa meiri áhuga á verklegu námi en bóklegu. Aðeins 19% nemendanna sagðist hafa meiri áhuga á bóklegu en verklegu námi (30% gátu ekki gert upp á milli) og stelpur voru líklegri til að hafa meiri áhuga á bóklegu námi en strákar. Því virðist ásókn í bóknám ekki stýrast af áhuga einum saman og það sést einnig á því að af þeim nemendum sem hafði meiri áhuga á verklegu námi en bóklegu, ætlaði rúmlega helmingur þrátt fyrir það í bóknám. Af þeim sem ekki gátu gert upp á milli bóknáms og verknáms sagðist stærsti hlutinn ætla í bóknám.

Rannsókn þar sem tveir sjö manna rýnihópar ungmenna voru fengnir til að ræða um viðhorf sín til iðn- og starfsnáms gaf til kynna að neikvæð viðhorf til þessara greina séu lífseig og töluvert vanti upp á kynningu á iðnnámi í grunn- og framhaldsskólum og starfsmöguleikum á þeim sviðum (Arney Einarssdóttir & Sigríður Þ. Stefánsdóttir, 2006). Þátttakendur í öðrum rýnihópnum voru í iðn- eða starfsnámi en þátttakendur í hinum hópnum voru í bóknámi á framhaldsskóla- eða háskólastigi. Þátttakendur sem ekki voru í iðn- eða starfsnámi sögðu flestir að ekki hefði komið til greina að fara í iðnnám og viðhorf til starfa í iðngreinum var að þetta væru óaðlaðandi störf með erfiðan og langan vinnutíma og líkamlega slítandi. Einnig þótti þessum hópi ímynd iðnnáms neikvæð vegna lélegra nemalauna og lífseigra viðhorfa um að iðngreinar væru aðeins fyrir þá sem ekki gætu stundað

bóknám. Á sama tíma virtust þessum þátttakendum oft ekki ljóst hvað iðnnám væri og báðir hóparnir voru sammála um að meiri kynningu þurfi á verknámi og starfsmöguleikum á þeim sviðum. Nemendurnir í iðn- eða starfsnámi voru einnig sammála því að nokkrir gallar væru á störfum í iðngreinum og bentu t.d. á langan vinnutíma, líkamlegt erfiði í starfi, minna starfsöryggi og lág nemalaun (Arney Einarssdóttir & Sigríður Þ. Stefánsdóttir, 2006).

Nemendur í iðn- eða starfsnámi sögðust hafa valið það nám því það væri skemmtilegra en bóknám og þótti bjóða upp á góða framtíð þar sem mikil eftirspurn er eftir fólki og tekjumöguleikar eru góðir. Einnig töldust kostir að störf iðnmenntaðra væru skapandi og fjölbreytileg. Þátttakendur sem ekki voru í iðnnámi töldu einnig jákvætt að störf í iðngreinum byðu upp á góða tekjumöguleika ef mikið væri unnið og væru skemmtileg og skapandi og árangur þeirra væri sýnilegur (Arney Einarssdóttir & Sigríður Þ. Stefánsdóttir, 2006).

Athyglisvert var að hópurinn sem var í iðn- eða starfsnámi gaf upp skýrari mynd af ástæðum fyrir námsvali heldur en hópurinn sem ekki var í iðn- eða starfsnámi en í báðum hópnum virtist námsval fara mjög snemma fram og þar virtist fjölskylda hafa mikil áhrif (bæði vegna skoðana og eigin starfa; Arney Einarssdóttir & Sigríður Þ. Stefánsdóttir, 2006). Rannsókn Svanhildar Svavarsdóttur (2010) gefur þó til kynna að upplýsingar frá vinum, úr skólaheimsóknum og á heimasíðum framhaldsskólanna skipti meira máli fyrir val nemenda í 10. bekk en 60-70% þeirra sagðist helst afla sér upplýsinga með þessum leiðum á meðan rúm 40% sögðust fá miklar eða frekar miklar upplýsingar um framhaldsskólanám hjá foreldrum eða eldri systkinum.

Á heildina litið virðist slæmur orðstír iðn- og verknáms meðal ungmenna vera viðverandi vandamál. Jafnvel þó þau hafi meiri áhuga á verknámi þá velja þau frekar að fara í bóknám og oft virðist það val vera sjálfgefið.

Þegar skoðaður er áhugi á að leggja fyrir sig raunvísinda- og tæknigreinar sérstaklega hefur Sif Einarsdóttir gert rannsóknir á starfsáhuga grunn- og framhaldsskólana til að reyna að skilja hvers vegna nemendur velja síður að stunda nám í raunvísinda- og tæknigreinum. Hún hefur lagt áhugasviðskannanir, sem eru notaðar til að aðstoða fólk við að velja sér nám og störf, til að athuga hvar áhugi nemenda liggur á eftirfarandi sex sviðum: handverkssvið, vísindasvið, listasvið, félagssvið, athafnasvið og skipulagssvið (Sif Einarsdóttir, 2006).

Niðurstöður sýna að áhugi framhaldsskólana liggur frekar á félags-, lista- og athafnasviðum atvinnulífs heldur en á vísindasviði. Á heildina litið voru aðeins 12% framhaldsskólana sem höfðu áhuga á vísindasviði (þ.e. áhugi þeirra lá helst á þessu sviði) en það var töluverður munur eftir kyni (aðeins 8% stelpna en 16% stráka töldust hafa áhuga á vísindasviði). Á handverkssviði var einnig töluverður kynjamunur (1% stelpna en 16% stráka töldust hafa áhuga á handverkssviði) og að meðaltali voru 8% framhaldsskólana með starfsáhuga á handverkssviði (Sif Einarsdóttir, 2006). Athyglisvert var að áhugi grunnskólana á vísindasviði var almennt meiri en framhaldsskólana en ekki er ljóst hvort áhugi minnkar þegar nemendur fara í framhaldsskóla eða hvort um kynslóðarmun er að ræða (Sif Einarsdóttir, 2006).

### 2.2.6. Kannanir á þörf fyrir menntað starfsfólk á Íslandi

Á síðastliðnum áratug hafa Samtök iðnaðarins (SI) í tvígang látið kanna þörf atvinnulífsins fyrir menntað starfsfólk. Var fyrri könnunin gerð í kringum áramótin 2003-2004 (Capacent Gallup, 2004) og sú síðari um áramótin 2010-2011 (Capacent Gallup, 2011). Í fyrri

könnuninni var úrtakið 400 fyrirtæki innan vébanda SI og 500 í þeirri síðari (200-300 af stærstu fyrirtækjunum og 200 af þeim smærri) og voru fulltrúar þeirra meðal annars beðnir um að meta áætlaða þörf fyrir starfsmenn eftir um það bil þrjú ár.

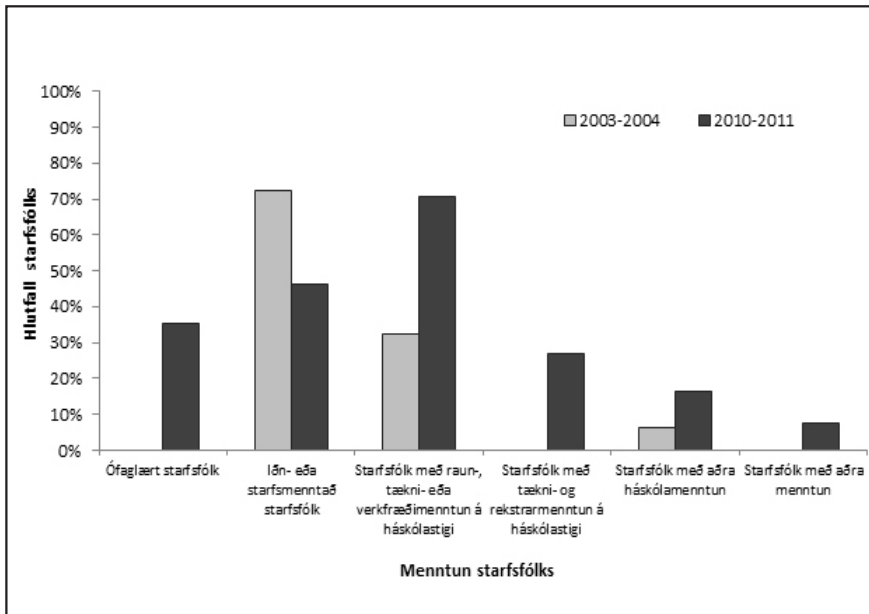
Niðurstaða nýrri könnunarinnar var sú að um 40% fyrirtækja töldu sig búa við skort á menntuðu eða þjálfuðu starfsfólki (Capacent Gallup, 2011).

Þegar áætluð þörf fyrir starfsfólk var skoðuð nánar eftir tegund menntunar kom í ljós að þörf fyrir iðn- eða starfsmenntað fólk var meiri hjá stærri fyrirtækjum og fyrirtækjum í mál- og skipasmíðaiðnaði<sup>5</sup> (Capacent Gallup, 2011). Þörf fyrir starfsfólk með raunvísinda- og tæknimenntun á háskólastigi var mest hjá fyrirtækjum í pappírs- og prentiðnaði/upplýsingatækni, fyrirtækjum í mál- og skipasmíðaiðnaði og sprotafyrirtækjum. Þörf fyrir starfsfólk með sambland af tækni- og rekstrar-menntun á háskólastigi var einnig mest hjá fyrirtækjum í pappírs- og prentiðnaði eða upplýsingatækni og sprotafyrirtækjum.

Í báðum könnunum var grennslast fyrir um hvað fyrirtækin teldu að þau myndu hafa þörf fyrir marga starfsmenn á næstu árum. Í seinni könnuninni var sérstaklega spurt um tegund menntunar (Capacent Gallup, 2011). Niðurstöður sýndu að á heildina litið töldu fyrirtækin sig þurfa að meðaltali einn iðnmenntaðan og tvo háskólamenntaða starfsmenn á ári næstu þrjú árin. Þegar fjöldi svarenda er skoðaður í samhengi við fjölda fyrirtækja innan Samtaka iðnaðarins reiknast að það þurfi um 2000 tækni- og háskólamenntað starfsfólk á ári. Af háskólamenntuðu starfsfólki var talin mest þörf fyrir starfsfólk með raun-, tækni- eða verkfræðimenntun.

Þar sem til eru sambærilegar upplýsingar úr báðum könnunum um áætlaðan

5) Fyrirtæki voru flokkuð eftir stærð, staðsetningu, hvort þau væru srotafyrirtæki og tegund iðnaðar. Tegund iðnaðar skiptist í eftirfarandi fimm flokka: byggingariðnaður/jarðvinnustarfsemi, mál- og skipasmíðaiðnaður, matvælaíðnaður, pappírs- og prentiðnaður/upplýsingatækni og annar iðnaður.



**Mynd 16.** Samanburður á hlutfalli svarenda sem telja sitt fyrirtæki muni hafa þörf fyrir starfsfólk með tiltekna menntun á næstu þremur árum. Athuga skal að aðeins eru til sambærileg gögn úr könnuninni 2003-2004 í þremur tilfellum, en þar sem ekki eru til gögn er engin súla fyrir könnunina gerða 2003-2004 (Capacent Gallup, 2004, 2011).

skort á starfsfólki kemur áhugaverð þróun í ljós (sjá mynd 16): Í fyrri könnuninni var séð fram á hlutfallslega meiri þörf fyrir iðn- eða starfsmenntað starfsfólk en í þeirri seinni kom aftur á móti fram hlutfallslega meiri ætluð þörf fyrir starfsfólk með raunvísinda- og tæknimenntun á háskólastigi eða aðra háskólamenntun.

Hafa verður hugfast að aðstæður í atvinnulífinu voru mjög mismunandi þegar þessar kannanir voru framkvæmdar og að þær aðstæður eru mikill áhrifavaldur um þarfir atvinnulífsins á hverjum tíma. Þar sem línuritð sýnir hæst hlutfall í tveimur flokkum bæði árin, þ.e. iðn- eða starfsmenntað starfsfólk og starfsfólk með raunvísinda- og tæknimenntun á háskólastigi má fullyrða að þarna sé sterk vísing um að þeim fyrirtækjum fer fjölgandi sem hafa þörf fyrir þessa tvo flokka starfsfólks. Að auki sýna kannanirnar að samsetning menntunar þeirra sem þegar starfa hjá fyrirtækjunum sem tóku þátt hefur breyst. Ófaglærðu starfsfólki hefur fækkað en starfsfólki með háskólamenntun hefur fjölgað (Capacent Gallup, 2004, 2011) og er það í takt við evrópskar forspár sem fjallað er um hér á eftir.

### 2.3. Forspár um þörf fyrir menntað starfsfólk í Evrópu

Evrópusambandið og Efnahags- og framfarastofnunin (OECD) hafa unnið ítarlegar greiningar þar sem spáð er fyrir um hvaða þekkingu, leikni og hæfni vinnuafli framtíðarinnar þarf að búa yfir. Samskonar greiningarvinna hefur einnig verið unnin af stjórnvöldum og sérfræðingum einstakra ríkja.

Tilgangurinn með gerð slíkra framtíðarspálikananna er að átta sig á hugsanlegu misgengi sem líklegt er að eigi sér stað í framtíðinni milli framboðs á vinnumarkaði og þarfa atvinnulífsins m.v. gefnar forsendur verði ekki gripið til aðgerða. Þetta getur þannig orðið mikilvægt stýritæki til stefnumörkunar. Mörg ríki hafa tekið upp aðferðir til að greina, spá fyrir um og meta kunnáttuþörf í framtíðinni og nýta sem grundvöll fyrir atvinnu- og menntastefnu. Einnig er í flestum tilfellum lögð mikil áhersla á samvinnu við atvinnulífið til að tryggja að menntun og þjálfun sé í

samræmi við áætlaða þróun efnahagslífsins í landinu.

Nýlega setti Evrópusambandið fram áætlunina „New Skills for New Jobs“ sem hefur að markmiði að stuðla að betri spá um kunnáttu sem þörf verður fyrir í framtíðinni, koma á betri samsvörun á milli kunnáttu fólks og þarfa atvinnulífsins og brúa bilið á milli menntakerfis og atvinnulífsins. Til að fylgja áætluninni eftir voru sett af stað hagnýt verkefni og var European Centre for the Development of Vocational Training (CEDEFOP) t.d. falið að spá fyrir um eftirspurn eftir vinnuafli og greina ætlað framboð á starfsfólki. Nýjasta skýrsla stofnunarinnar kom út árið 2010 og er þar spáð fyrir um þróun fram til ársins 2020 (CEDEFOP, 2010).

Hafa ber í huga að spárnar byggja á hagfræðilegum líkönum sem eru flókin þar sem eftirspurn eftir kunnáttu ræðst af mörgum þáttum sem erfitt er að spá fyrir um með nákvæmni, til dæmis tækniframförum, alþjóðlegri efnahagsþróun og stefnumótun stjórnvalda (sem aftur ræðst af kosningahegðun). Spárnar geta gefið til kynna almenna þróun á vinnumarkaði en þegar kemur að því að spá fyrir tiltekinn störf eða þróun tiltekins iðnaðar eru spárnar ekki eins áreiðanlegar enda fjölmargar breytur sem hafa áhrif á hina endanlegu þróun (Field, Hoeckel, Kis, & Kuczera, 2010).

### 2.3.1. Forspá fyrir Evrópu í heild

Í skýrslu CEDEFOP er því spáð að breytingar á eftirspurn eftir menntun og kunnáttu fylgi svipuðu munstri um álfuna alla enda sömu breytur sem liggja að baki, s.s. tækniþróun, alþjóðlegar gæðakröfur og efnahagslegar forsendur. Almenn gefur spáin til kynna að þróun á framboði og eftirspurn er að verða svipaðra á milli landa í Evrópu (CEDEFOP, 2010).

## Störfum sem krefjast mikillar þekkingar og kunnáttu mun fjölga

Að mati CEDEFOP (2010) munu ný störf í Evrópu á komandi árum verða störf þar sem aukin krafa er gerð um hæfni eins og til dæmis stöður í tæknigeiranum. Spáin gerir ráð fyrir að krafan um þekkingu og hæfni muni aðeins aukast með tímanum og að um 2020 muni nær helmingur allra starfa gera kröfur um mikla hæfni og menntun. Sérstaklega mun eðli breytinga í iðnaði og tækni hafa í för með sér meiri þörf fyrir starfsfólk með mikla hæfni og menntun. Greiningar á vegum OECD staðfesta þessa þróun (OECD, 2011a). Á sama tíma er spáð fækkun á störfum sem aðeins krefjast grunnmenntunar.

## Framboð af starfsfólki með mikla hæfni eykst

Ef horft er til framboðs á starfsfólki sýna greiningar CEDEFOP skýra þróun í flestum löndum Evrópu. Bæði heildarfjöldi og hlutfallslegur fjöldi þeirra sem eru með formlega skilgreinda menntun eða hæfni (e. qualifications) eykst stöðugt, og sérstaklega mun hlutfall þeirra sem teljast á háu hæfnisstigi aukast. Hlutfall fólks með lágt og meðal hæfnisstigi minnkar aftur á móti jafnt og þétt (CEDEFOP, 2009, 2010). Samkvæmt greiningum CEDEFOP eru líkur á að þessi þróun muni halda áfram og leiða til þess að betur menntað fólk muni í auknum mæli leita í störf sem áður voru mönnum fólk með minni menntun. Það mun á móti stuðla að eðlisbreytingu viðkomandi starfa.

## Breytingar á atvinnugreinum: Fleiri störf í þjónustu og færri í framleiðslu

Í greiningu CEDEFOP er því spáð að störfum muni halda áfram að fjölga í þjónustugeirum en störfum í framleiðslu (e. manufacturing) fækki. Ekki síst mun þjónustustörfum fjölga í ferðaþjónustu, heilbrigðisþjónustu og upplýsingatækni.

Því er talin hætt á að skortur verði á starfsfólki þar sem krafist er tækni- menntunar og annarrar sérfræðikunn- áttu. Nánar tiltekið er spáð skorti á sviðum þar sem þörf er á fólki með mjög sérhæfða þjálfun á háskólastigi, eins og til dæmis í líf- og heilbrigðisvísindum (CEDEFOP, 2010). Einnig er spáð skorti á fólki með sérhæfingu í upplýsinga- og samskiptatækni, jafnvel strax um 2015 og mun það hafa áhrif á flest svið efnahagslífsins (European Commission, 2010). Fyrirsjáanlegur skortur á hæfu fagfólki í stjórnun og tæknistörfum er talið áhyggjuefni og þá sérstaklega á sviðum sem eru mikilvæg fyrir nýsköpun eins og í raunvísindum og tækni.

## Samvinna atvinnulífs og vettvangs menntunar

Innan Evrópusambandsins er lögð áhersla á að tryggja góða samvinnu starfsvettvangs og vettvangs náms og þjálfunar til að sjá til þess að starfsfólk framtíðarinnar hafi þá kunnáttu og þekkingu sem efnahagslífið þarfnast og, á sama tíma, til þess að kunnáttu og þekking einstaklinga nýtist (European Commission, 2010). Í stefnumótun Evrópusambandsins er mælt til þess að gagnsæi á vinnumarkaði verði aukið og teknar verði upp aðferðir til að mæla hæfni með fleiri aðferðum en prófgráðum og formlegu hæfnimati (European Commission, 2010).

Í skýrslu sérfræðinga ESB um „New skills for new jobs“ (Expert group on new skills for new jobs, 2010) er einnig lögð mikil áhersla á að tryggja nánari samvinnu vinnumarkaðarins og þeirra sem sjá um nám og þjálfun. Samkvæmt skýrslunni er nauðsynlegt að tryggja að báðir aðilar sjái sér hag í þess háttar samvinnu, vinni út frá markmiðum um útkomu náms (í stað áherslu á tíma og inntak) og að tækifærum til símenntunar verði fjölgað. Síðasta atriðið er sérstaklega mikilvægt með tilliti til þess að störf munu í framtíðinni almennt krefjast meiri þekkingar og hæfni og nauðsynlegt er að starfsfólk geti fengið tækifæri til þess að halda í við þróun

á aðferðum og þekkingargrunni síns starfssviðs.

### 2.3.2. Forspá fyrir Svíþjóð

Fyrr á þessu ári gaf sænska vinnumála- stofnunin út greiningu á því í hvaða geirum mætti búast við skorti á starfsfólki/umsækjendum næstu 5-10 árin (Arbetsförmedlingen, 2012). Niðurstaða greiningarinnar var að skortur væri á starfsfólki í tæknigreinum í Svíþjóð og myndi skorturinn aukast næstu 5-10 árin. Nýliðun í þessum greinum er ekki nægileg til lengri tíma lítið og þrátt fyrir aukningu á síðustu árum nægir það ekki til að mæta aukinni eftirspurn. Það eykur á vandann að töluverður hluti yngri verkfræðinga fer yfir í tölvugeirann á meðan eldri og reyndari verkfræðingar yfirgefa greinina fyrir stjórnunarstöður.

Sænska vinnumálastofnunin spáir sömuleiðis skorti í þjónustugeiranum, bæði hjá hinu opinbera og á almennum vinnumarkaði. Ekki síst er spáð skorti í ákveðnum greinum innan heilbrigðis- geirans sem krefjast háskólamenntunar eða sérhæfingar. Sem dæmi um stéttir þar sem skortur er talinn framundan má nefna lækna, tannlækna og hjúkrunarfræðinga.

Sænsk stjórnvöld hafa einnig nýlega unnið spá um lýðfræðilegar breytingar og breytingar á atvinnulífinu fram til ársins 2030 (Statistics Sweden, 2012). Líkt og annarsstaðar í Evrópu er því spáð að atvinnuþátttaka muni dragast saman vegna þess að þjóðin er að eldast. Það þýðir að fleiri störf verða í boði fyrir þá sem eftir eru á vinnumarkaði.

Væntingar eru um að bæði eftirspurn og framboð á háskólamenntuðu fólki muni aukast fram til 2030 í Svíþjóð. Þar sem eftirspurn mun ekki aukast eins mikið og framboð er hins vegar búist við offramboði af háskólamenntuðum atvinnuleitendum árið 2030. Á sama tíma mun eftirspurn eftir ómenntuðu eða lítið menntuðu starfsfólki minnka

töluvert. Þetta þýðir að á tímabili er líklegt að fólk með meiri menntun muni sækja í störf sem áður voru mönnum af fólk með minni menntun. Af því leiðir að störfín eru líkleg til að breytast í kjölfarið og erfiðara verður fyrir ómenntað eða lítið menntað fólk að fá vinnu.

### 2.3.3. Forspá fyrir Finnland

Í Finnlandi gefa menntamálayfirvöld út forspá fyrir væntanlega þörf vinnu- markaðarins fyrir starfsfólk með tiltekna menntun (Hanhijoki, et al., 2009). Árið 2009 var gefin út forspá fram til 2020 og var markmiðið að styðja við stefnumótun í menntun þar sem finnsk stjórnvöld nýta spána m.a. til að meta hvaða námsgreinar eða skólar þurfi að líkindum að taka inn fleiri nemendur, hvar þurfi að takmarka inntöku og hvar þurfi að auka útskriftarhlutfall.

Það er áhugavert hvernig Finnar setja spána upp út frá bæði sem „grunnspá“ (basic scenario) og „stefnumiðaða spá“ (target scenario) þar sem ákveðnar efnahagslegar forsendur eru gefnar, t.d. gerir grunnspáin ráð fyrir 2,2% hagvexti en stefnumiðaða spáin 2,5%. Þetta er lyklatríðið við spár af þessari gerð, þ.e. að forsendur séu skýrar og að nýta þær sem leið til að ná betri árangri með því að grípa til „réttra“ aðgerða.

Þegar lítið er til einstakra atvinnugreina er því spáð að frá 2005 til 2020 muni fjöldi starfa aukast í þjónustugeiranum. Fækkun starfa er spáð í landbúnaði, veiðum og fiskiðnaði og framleiðslu- iðnaði.

Þá mun þjónustu- og sérfræðistörfum fjölga, en hefðbundnum verkamanna- störfum fækka. Einnig munu ný störf í öðrum greinum (til dæmis störf tengd náttúruvísindum) krefjast meiri sérhæfingar og kunnáttu og því mun aukning á störfum helst nýtast þeim sem hafa mikla kunnáttu, þekkingu og menntun. Almenn mun vinnu- markaðurinn

krefjast meiri menntunar og sérhæfingu.

Þegar kemur að einstökum námsgreinum er rætt sérstaklega um nokkur fög í raunvísindum og tækni. Í tölvunarfræði virðast störf vera að breytast þannig að eftirsókn verður eftir fólk með æðri menntun og sérhæfingu á sviðinu, en störfum þar sem ekki er gerð eins mikil krafa um háskólamenntun fækkar (t.d. við viðhald). Fólk með háskólamenntun í náttúruvísindum mun fá vinnu á sérhæfðum sviðum vísinda, sem stjórnendur og sérfræðingar og innan opinberrar stjórnsýslu.

### 2.4. Niðurstöður á mati á þörf

Flest ríki Evrópu hafa áhyggjur af samkeppnisstöðu sinni til framtíðar lítið og telja að efling raunvísinda- og tæknimenntunar sé ein mikilvægasta forsenda þess að styrkja stöðu sína.

Mat á framtíðarþörf fyrir raunvísinda- og tæknimenntað fólk sýnir að á Íslandi, eins og í Evrópu almennt, sé skortur á fólk með sérhæfða menntun og kunnáttu á þessum sviðum og hann muni aukast verði ekki gerðar breytingar í menntamálu því hér er augljóslega gjá sem verður að brúa. Samkvæmt spánni þarf að fjölga einstaklingum sem velja raunvísinda- og tæknimenntun um að lágmarki 82% næstu árin eða úr 1100 í 2000 manns til að mæta þörf íslensks atvinnulífs (sjá áætlað framböð bls. 39 og áætlaða eftirspurn bls. 443). Sterkar vísibendingar eru um að alvarlegt misgengi verði á íslenskum vinnu- markaði ef ekki verður brugðist hratt við og gripið til viðeigandi aðgerða.

### Samkeppnishæfni þjóða byggir á tækniþróun og nýsköpun

Hugmyndir um hvaða hæfni þjóðfélagsþegna framtíðarinnar muni reynast mikilvæg fyrir velsæld og hagvöxt spretta annars vegar úr umræðu um mikilvægi

tækniþróunar og nýsköpunar fyrir farsæl-  
an efnahag og hagstæða samkeppnisstöðu  
þjóða og hins vegar umræðu um mikil-  
vægi þess að þjálfa fólk fyrir störf fram-  
tíðarinnar (ný kunnátta fyrir ný störf). Í  
báðum tilvikum er lögð áhersla á nauðsyn  
þess að þjálfa fólk í raunvísindum og  
tækni: Þessi fög eru talin vera undirstaða  
í tækniþróun og nýsköpun og skilgreind  
sem hluti af þeirri grunnfærni sem allir  
þurfi að hafa til að þrífast í samfélagi  
fram tíðarinnar, til dæmis skapandi og  
gagnrýna hugsun, samskipta-, náms- og  
aðlögunarhæfni.

Í Evrópu eins og á Íslandi er hlut-  
fallsleg fækkun aðsóknar í háskólanám á  
þessum sviðum áhyggjuefni og samræm-  
ist áherslum um eflingu á raunvísinda- og  
tæknimenntun, þar sem iðulega er fjallað  
um mikilvægi þess að fá fleira fólk til að  
sérhæfa sig á þessum sviðum. En ekki er  
talið síður mikilvægt að efla raunvísinda-  
og tæknimenntun almennt þar sem góður  
grunnur í þessum greinum er nauðsyn-  
legur á mörgum sviðum meðal annars  
vegna tæknivæðingar í mörgum greinum.

## **Þróun á vinnumarkaði og lýðfræðilegar breyting- ar áþekkar á Íslandi og Evrópu**

Helstu grunnforsendur þeirra breytinga  
sem hafa áhrif á þróun vinnumarkaðar og  
efnahagslífs spretta af svipuðum meiði í  
flestum löndum Evrópu; lýðfræðilegum  
breytingum, þekkingarauð, alþjóðlegri  
samkeppni, tæknivæðingu, nýsköpun  
og skipulagi. Það er því ekki ástæða til  
annars en að ætla að þessir þættir eigi  
almennt við um Ísland líka. Samsvarandi  
þróun á vinnumarkaði og lýðfræðilegar  
breytingar í Evrópu og á Íslandi gera að  
verkum að hægt er í grófum dráttum að  
yfirfæra forspár fyrir Evrópu og Norður-  
löndin á Ísland.

## **Þjónustugreinar vaxa en framleiðslustörfum fækkar**

Greiningar frá Evrópu og Norðurlönd-  
unum sýna áætlaða fjölgun á störfum í

þjónustugreinum, sérstaklega innan heil-  
brigðisþjónustu (að miklum hluta vegna  
breyttrar aldursamsetningar þjóðarinnar),  
ferðaþjónustu og upplýsingatækni. Á  
sama tíma er reiknað með að störfum í  
framleiðslu, landbúnaði og fiskiðnaði  
fækki. Samskonar þróun hefur átt sér stað  
á Íslandi síðastliðin tíu ár.

## **Menntunarstig fer hækkandi**

Á Íslandi, eins og í annars staðar í Evrópu,  
er framboð af menntuðu starfsfólki að  
aukast, en þeim fækkar sem aðeins hafa  
grunnmenntun, þ.e. hafa grunnskólaþróu  
eða lokið stuttum námsbrautum í fram-  
haldsskóla. Hlutfall þeirra sem einungis  
hafa grunnmenntun á Íslandi er þó enn  
hærra en í N-Evrópu.

Aftur á móti kemur fram í forspám í  
Evrópu og Norðurlöndunum að framboð  
af háskólamenntuðu starfsfólki muni  
aukast hraðar en eftirspurn sem skapar  
ójafnvægi innan einhverra greina og mun  
jafnvel breyta greinum þar sem betur  
menntað fólk mun taka við stöðum sem  
áður voru mannaðar af fólki með minni  
menntun. Einnig er misgengi á milli þess  
hvaða menntunar er þörf í atvinnulífinu  
og menntunar sem nemendur sækja í, þ.e.  
nemendur virðast ekki sækja sér mennt-  
unar í þeim greinum sem mest er þörf á í  
atvinnulífinu.

## **Störfum sem krefjast mik- illar menntunar og hæfni fjölga, sérstaklega í raun- vísindum og tækni**

Samkvæmt forspám má búast við að störf  
sem krefjast mikillar þekkingar og hæfni  
verði ríkjandi. Sérstaklega munu störf  
aukast sem krefjast hæfni í raunvísindum  
og tækni vegna framfara á þessum sviðum  
og mikilvægi nýsköpunar í þessum  
greinum, og það mun hafa bein áhrif á  
iðnað og atvinnulíf.

Þegar litið er til þróunar á starfs-  
stéttum síðastliðin tíu ár á Íslandi kemur  
fram að hlutfallslega mesta aukningin  
hefur orðið á sérfræðingum, sem sam-

svarar þeirri þróun að störfum sem gera kröfu um sérhæfingu og hátt menntunarstig sé að fjölga á Íslandi.

## Lágt hlutfall starfsfólks með raunvísinda- og tækni-menntun og ónæg nýliðun

Á Íslandi er lægra hlutfall af fólki sem útskrifast með háskólapróf í raunvísindum og tækni en í Evrópu að meðaltali (15% á móti 21% í Evrópu). Á sama tíma hefur dregið hlutfallslega úr ásókn í framhalds- og háskólanám á sviðum raunvísinda og tækni þó svo að almennt hafi ásókn í framhaldsnám aukist.

Á síðastliðnum árum hefur orðið sú breyting á Íslandi að hlutfall brautskráðra í verkfræði, framleiðslu og mannvirkjagerð hefur aukist á meðan brautskráning í raunvísindum, stærðfræði og tölvunarfræði hefur staðið í stað. Frá árinu 2010 hefur þó verið töluverð aukning í umsóknum og inn-töku í tölvunarfræði. Hlutfall sveinsprófa í raunvísinda- og tæknigreinum og stúdenta frá náttúrufræðibrautum hefur einnig staðið í stað á undanförunum áratug.

## Auka þarf áhuga nemenda á störfum á sviði raunvísinda og tækni

Áhugi á iðn- og verknámi virðist ekki mikill hjá nemendum í efstu bekkjum grunnskóla og ætla sér flestir í bóklegt framhaldsnám í mennta- og fjölbrautarskólum eftir grunnskóla. Þetta endurspeglar þá almennu áherslu sem hefur verið á bóknám á kostnað verknáms. Að auki virðist mikill kynjamunur vera hvað varðar áhuga á iðngreinum en aðeins 26% stráka og 18% stelpna í 9-10. bekk árið 2012 ætluðu sér í iðn- eða verknám. Þó er athyglisvert að sjá vísbendingar um breytingar hvað þetta varðar þar sem hærra hlutfall stelpna stefna á iðn- eða verknám árið 2012 en árið 2009.

Ungmennirnir virðast velja bóknám fram

yfir iðn- og verknám þrátt fyrir að hafa meiri áhuga á verklegu námi, en af 248 ungmönnum í 10. bekk var helmingur sem sagðist hafa meiri áhuga á verknámi á sama tíma og 70% þeirra ætlaði sér í bóknám. Því virðist ásókn í bóknám ekki stýrast af áhuga einum saman og það sést á því að af þeim sem hafði meiri áhuga á verknámi var samt helmingur sem ætlaði sér í bóknám. Bóknám virðist þannig sjálfgefið val fyrir marga nemendur í efstu bekkjum grunnskóla.

Niðurstöður rýnihópa gáfu til kynna að neikvæð viðhorf til iðn- og starfsnáms væru lífseig og þessi störf þyki óaðlaðandi. Þar sem jákvæð viðhorf til iðn- og starfsnáms komu fram voru þau helst tengd breytingu á náminu, meiri eftirspurn og var skapandi hluti starfsins talinn eftirsóknarverður. Viðmælendur töldu allir mikið vanta upp á kynningar á iðnnámi í grunn- og framhaldsskólum.

Þegar 15 ára ungmenni voru spurð hvað þau sæju fyrir sér að starfa við um þrítugt voru störf sem krefjast raunvísinda- og tæknimenntunar á háskólastigi vinsælli hjá strákum en stelpum. Þó dró úr vinsældum starfa á þessum sviðum hjá strákum á milli 2000 og 2006 en nánari athugun sýndi að um var að ræða minnkun vinsælda þess að starfa sem tölvunarfræðingur og forritari. Nýrri tölur gefa vísbendingar um að dregið hafi úr þessari þróun og jafnvel sé aftur að glæðast áhugi á störfum tengdum tölvunarfræði. Kannanir á áhugasviði grunn- og framhaldsskólanema sýna að nemendur hafa meiri áhuga á félags-, lista- og athafnasviðum atvinnulífs en vísindasviði og er áhugavert að framhaldsskólanemar hafa síður áhuga á vísindasviði en grunnskólanemar þó ekki sé ljóst af hverju það stafar.

## Skortur á starfsfólki með hæfni í raunvísindum og tækni

Nú þegar er skortur á raunvísinda- og tæknimenntuðu fólki þrátt fyrir atvinnuleysi og spár í Evrópu og Norður-



löndunum gefa til kynna að sá skortur verði áfram til staðar: Fleiri störf krefjast þekkingar á þessum sviðum, fækkun verður á starfsfólki þegar stórir árgangar fara á eftirlaun í þessum greinum og léleg hlutfallsleg nýliðun hefur verið miðað við þörf undanfarin ár.

Gögn frá atvinnulífinu sýna að tæp 40% aðspurðra fyrirtækja töldu sig skorta menntað eða þjálfað starfsfólk, og sérstaklega töldu fyrirtækin sig þurfa háskólamenntað fólk með sérhæfingu í raunvísindum og tækni. Samanburður á framboði á raunvísinda- og tæknimenntuðu fólki og áætlaðri þörf atvinnulífsins bendir til þess að það muni vanta um 900-1000 manns á ári með þessa sérhæfingu. Allt bendir því til þess að skortur á hæfu starfsfólki með kunnáttu í raunvísindum og tækni verði vandamál á Íslandi eins og annarsstaðar. Langvarandi skortur er mikið alvörumál þar sem það hefur í för með sér að fyrirtækin hætti að sækjast eftir því að stækka í viðkomandi landi og leitast við að stofna dótturfyrirtæki erlendis eða flytja jafnvel alfarið. ■

## Heimildaskrá

Almar M. Halldórsson, Ragnar F. Ólafsson, Óskar H. Nielsson & Júlíus K. Björnsson (2010a). Íslenskir nemendur við lok grunnskólans: Helstu niðurstöður PISA 2009 rannsóknarinnar um lesskilning og læsi í stærðfræði og náttúrufræði. Reykjavík: Námsmatsstofnun.

Almar M. Halldórsson, Ragnar F. Ólafsson, Óskar H. Nielsson & Júlíus K. Björnsson (2010b). Staða íslenskra grunnskóla: Námsárangur og skýringarþættir í PISA 2006. Reykjavík: Námsmatsstofnun.

Arbetsförmedlingen (2012). Var finns jobben? Bedömning för 2012 och en långsiktig utblick (Ura 2012:1). Stockholm: Arbetsförmedlingen. Fengið á [www.arbetsformedlingen.se/download/18.6880-a4dd130790d556980004328/ura2011\\_6.pdf](http://www.arbetsformedlingen.se/download/18.6880-a4dd130790d556980004328/ura2011_6.pdf)

Archiron, M. (2011). Taking stock of skills. OECD Observer, 287(4). Fengið á [http://oecdobserver.org/news/fullstory.php/aid/3739/Taking\\_stock\\_of\\_skills\\_.html](http://oecdobserver.org/news/fullstory.php/aid/3739/Taking_stock_of_skills_.html).

Arney Einarsdóttir & Sigríður Þ. Stefánsdóttir (2006, maí). Námsval ungs fólks: Hvernig fer það fram? Glærur af niðurstöðum könnunar gerð af HRM Rannsóknnum & Ráðgjöf fyrir Samtök Iðnaðarins. Fengið á <http://www.si.is/upplýsingar-og-utgafa/skyrslur-og-rit/nr/3655>

Auður Pálsdóttir & Macdonald, A. (2008). Náttúrufræðimenntun í grunnskólum á Snæfellsnesi: Samantekt og tillögur. Reykjavík: Háskóli Íslands, Menntavísindasvið.

Álfgeir Logi Kristjánsson, Inga Dóra

Sigfúsdóttir & Jón Sigfússon (2006). Ungt fólk 2006: Menntun, menning, tómstundir og íþróttaiðkun ungmenna á Íslandi. Reykjavík: Rannsóknir og Greining

Álfgeir Logi Kristjánsson, Jón Sigfússon, Inga Dóra Sigfúsdóttir & Hrefna Pálsdóttir (2012). Ungt fólk 2012: Menntun, menning, íþróttir, tómstundir, hagir og líðan nemenda í 8. 9. og 10. bekk grunnskóla. Reykjavík: Rannsóknir og Greining

Capacent Gallup (2004). Samtök iðnaðarins: Þörf iðnaðar fyrir menntun (desember 2003 – janúar 2004). Reykjavík: Capacent Gallup.

Capacent Gallup (2011). Samtök iðnaðarins: Þörf fyrir menntað starfsfólk (desember 2010 – janúar 2011). Reykjavík: Capacent Gallup.

CEDEFOP (2009). Future skill supply in Europe: Medium-term forecast up to 2020. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities. Fengið á [http://www.cedefop.europa.eu/EN/Files/4086\\_en.pdf](http://www.cedefop.europa.eu/EN/Files/4086_en.pdf)

CEDEFOP (2010). Skills supply and demand in Europe: Medium-term forecast up to 2020. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities. Fengið á [http://www.cedefop.europa.eu/en/Files/3052\\_en.pdf](http://www.cedefop.europa.eu/en/Files/3052_en.pdf)

Committee on a conceptual framework for new K-12 science education standards (2012). A framework for K-12 science education: Practices, crosscutting concepts, and core ideas. Washington, DC: National Research Council of the National Academies.

European Commission (2010). *Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the regions - An agenda for new skills and jobs: A European contribution towards full employment (682)*. Strasbourg: European Commission.

Eurydice network (2011a). *Mathematics education in Europe: Common challenges and national policies*. Brussels: Education, Audiovisual and Culture Executive Agency. Fengið á [http://eacea.ec.europa.eu/education/eurydice/documents/thematic\\_reports/132EN.pdf](http://eacea.ec.europa.eu/education/eurydice/documents/thematic_reports/132EN.pdf)

Eurydice network (2011b). *Science education in Europe: National policies, practices and research*. Brussels: Education, Audiovisual and Culture Executive Agency. Fengið á [http://eacea.ec.europa.eu/education/eurydice/documents/thematic\\_reports/133EN.pdf](http://eacea.ec.europa.eu/education/eurydice/documents/thematic_reports/133EN.pdf)

Eurydice network (2011c). *Teaching reading in Europe: Contexts, policies and practices*. Brussels: Education, Audiovisual and Culture Executive Agency. Fengið á [http://eacea.ec.europa.eu/education/eurydice/documents/thematic\\_reports/130EN.pdf](http://eacea.ec.europa.eu/education/eurydice/documents/thematic_reports/130EN.pdf)

Eurydice network (2012). *Key data on education in Europe 2012*. Brussels: Education, Audiovisual and Culture Executive Agency. Fengið á [http://eacea.ec.europa.eu/education/eurydice/documents/key\\_data\\_series/134EN.pdf](http://eacea.ec.europa.eu/education/eurydice/documents/key_data_series/134EN.pdf)

Expert group on new skills for new jobs (2010). *New skills for new jobs: Action now*. European Union.

Field, S., Hoeckel, K., Kis, V., & Kuczera, M. (2010). *Learning for jobs: OECD reviews of vocational education and training - Initial report*. OECD.

Guðrún B. Einarsdóttir & Sigurgrímur Skúlason (2011). *Skýrsla um samræmd könnunarpróf 2011*. Reykjavík: Námsmatsstofnun.

Hanhijoki, I., Katajisto, J., Kimari, M., & Savioja, H. (2009). *Education, training and demand for labour in Finland by 2020*. Helsinki: Finnish National Board of Education.

Jónína Ágústsdóttir & Auður Pálsdóttir (2011). *Skólaþróun í skugga kreppu: Sýn fjögurra skólastjóra í grunnskólum Reykjaneshæjar á áhrifum efnahagskreppunnar á skólaþróun*. Ráðstefnurit Netlu – Menntakvika 2011, Menntavísindasvið Háskóla Íslands, Reykjavík. Fengið á <http://netla.hi.is/menntakvika2011/015.pdf>

Júlíus K. Björnsson, Almar M. Halldórsson & Ragnar F. Ólafsson (2004). *Stærðfræði við lok grunnskóla: Stutt samantekt helstu niðurstaðna úr PISA 2003 rannsókninni*. Reykjavík: Námsmatsstofnun.

Macdonald, A. (2004). *Science and technology education - intentions and reality*. Ísland: RANNÍS.

Macdonald, A. (2007). *Vilji og veruleiki: Náttúrufræði- og tæknimenntun á Íslandi: Nokkrar niðurstöður*. Reykjavík: Menntavísindasvið Háskóla Íslands.

Macdonald, A. (2009). *The alphabet soup agenda: What can Iceland learn from global programmes?* Ráðstefnurit Netlu, Vef tímarit um uppeldi og menntun, Háskóli Íslands – Menntavísindasvið. <http://netla.khi.is/grein-ar/2009/007/01/index.htm>.

Macdonald, A., & Auður Pálsdóttir (2007, október). *Vilji og veruleiki: Staða náttúrufræðimenntunar á landsbyggðinni*. Glærur af fyrirlestri fluttum á málþingi Kennaraháskóla Íslands.

Macdonald, A., Auður Pálsdóttir & Meyvant Thórólfsson (2007, ágúst). *Changing constraints on science teaching activity in Icelandic schools. Fyrirlestur fluttur á ráðstefnu European Science Education Research Association, Malmö, Svíþjóð.*

Margrét Lilja Guðmundsdóttir, Álfgeir Logi Kristjánsson, Inga Dóra Sigfúsdóttir og Jón Sigfússon (2009). *Ungt fólk 2009, 8, 9, og 10. bekkur: Menntun, menning, tólmstundir, íþróttaiðkun og framtíðarsýn ungmenna á Íslandi.* Reykjavík: Rannsóknir og Greining.

OECD (2009a). *Creating effective teaching and learning environments: First results from TALIS.* OECD.

OECD (2010b). *PISA 2009 results: What students know and can do - student performance in reading, mathematics and science (vol 1).* OECD.

OECD (2011a). *Skills for innovation and research.* OECD.

OECD (2011b). *Education at a glance 2011: OECD indicators.* OECD.

OECD (2012). *The experience of new teachers: Results from TALIS 2008.* OECD.

Ragnar F. Ólafsson & Almar M. Halldórsson (2007). *Hvað ætlarðu að verða? Hugmyndir 15 ára ungmenna árin 2000, 2003 og 2006 um framtíðarstarf.* Reykjavík: Násmatsstofnun.

Ragnar F. Ólafsson & Júlíus K. Björnsson (2009). *TALIS: Staða og viðhorf kennara og skólastjórnenda.* Reykjavík: Násmatsstofnun.

*Rising above the Gathering Storm Committee (2010). Rising above the gathering storm, revisited: Rapidly approaching category 5.* Washington, D.C.: The National Academies Press. Fengið á [http://www.nap.edu/catalog.php?record\\_id=12999](http://www.nap.edu/catalog.php?record_id=12999)

Rocard, M., Csermely, P., Jorde, D., Lenzen, D., Walberg-Henriksson, H., & Hemmo, V. (2007). *Science education now: A renewed pedagogy for the future of Europe: Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities.*

Statistics Sweden (2012). *Trends and forecast 2011: Population, education, and labour market in Sweden - outlook to year 2030.* Stockholm: Statistics Sweden, Forecast Institute.

Sif Einarsdóttir (2006, október). *Hafa grunn- og framhaldsskólanemar áhuga á náttúruvísindum og tæknigreinum? Glærur af fyrirlestri fluttum á málþingi á vegum Rannsóknarstofnunar Kennaraháskóla Íslands, Reykjavík.*

Svanborg R. Jónsdóttir (2007). *Nýsköpunarmennt - Ingunnarskóli: Reykjavík: Símenntun-Rannsóknir-Ráðgjöf Kennaraháskóla Íslands.*

Svanhildur Svavarsdóttir (2010). *Á hverju byggja 10. Bekkingar val sitt á framhaldsskólanámi? Skólaheimsóknir og önnur upplýsingaöflun 10. Bekkinga um framhaldsskóla og námsbrautir (MA-ritgerð í náms- og starfsráðgjöf, Háskóla Íslands).* Fengið á <http://hdl.handle.net/1946/4774>

Dóra Þórðardóttir, Unnar Hermansson (2012, apríl). *Úttekt á stærðfræðikennslu á unglíngastigi grunnskóla. Mennta- og menningarmálaráðuneytið.* <http://www.menntamalaraduneyti.is/nyrit/nr/6880>



