

# Færni og þekking nemenda við lok grunnskóla

Helstu niðurstöður PISA 2006 í náttúrufræði, stærðfræði og lesskilningi



Almar Miðvík Halldórsson • Ragnar F. Ólafsson • Júlíus K. Björnsson

Rit nr. 6. 2007

Námsmatsstofnun desember 2004.

# Um Námsmatsstofnun

Námsmatsstofnun er sjálfstæð stofnun sem heyrir stjórnarfarslega undir menntamálaráðherra.

Hlutverk stofnunarinnar er að annast framkvæmd samræmdra prófa á grunn- og framhaldsskólastigi, svo sem mælt er fyrir um í lögum, reglugerðum og aðalnámskrám, auk annarra verkefna á sviði námsmats og rannsókna sem tengjast því.

Helstu verkefni Námsmatsstofnunar eru að:

- sjá um samningu, framkvæmd og úrvinnslu samræmdra prófa og könnunarprófa í grunn- og framhaldsskólum,
- sjá um birtingu niðurstaðna samræmdra prófa gagnvart nemendum, skólum og fræðsluyfirvöldum og útgáfu heildaryfirlits með niðurstöðum í hverju prófi og prófþáttum eftir skólum og á landsvísu og öðrum upplýsingum sem skýra niðurstöður samræmdra prófa,
- miðla upplýsingum til skóla um nýtingu og túlkun á niðurstöðum prófa í einstökum skólum þannig að þau nýtist til þróunar skólastarfs þar og
- vinna að námsmatsrannsóknum og samanburðarrannsóknum við árangur skólastarfs í öðrum löndum.

Til viðbótar við ofangreint vinnur stofnunin að stöðlun og útgáfu ýmissa prófa fyrir kennara, sérkennara, talmeinafræðinga, sálfræðinga o.fl., svo sem greindarprófa, ýmissa skimunarprófa, áhugasviðsprófa, þroskaþrófa og annarra mælitækja sem nýtast í skólastarfi á Íslandi. Enn fremur stundar stofnunin sjálfstæðar rannsóknir á skólastarfi, námsframvindu og líðan nemenda og vinnur að ýmsum úttektum og mati á skólastarfi, ein sér og í samstarfi við bæði menntamálaráðuneyti, háskóla og aðrar rannsóknastofnanir.

Námsmatsstofnun er til húsa að Borgartúni 7, 105 Reykjavík. S: 5502400.

## Þakkarorð:

Rannsókn þessi er unnin í samvinnu við menntamálaráðuneytið sem stendur straum af kostnaði við hana. Að rannsókninni hafa komið mjög margir starfsmanna Námsmatsstofnunar, kennarar og aðrir sem starfað hafa við yfirferð verkefna og frágang gagna og fjöldi skólastjórnenda, kennara og annarra starfsmanna í grunnskólum landsins sem hafa aðstoðað við prófanir, eftirlit og framkvæmd rannsóknarinnar. Stærsta framlagið til þessa verks kemur frá þeim nemendum sem tóku þátt í rannsókninni.

Öllum þessum aðilum eru færðar þakkir.

ISBN 978-9979-9776-7-4

**EFNISYFIRLIT**

MYNDASKRÁ .....	3
TÖFLUSKRÁ .....	4
FORMÁLI .....	5
<b>KAFLI 1. INNGANGUR</b> .....	<b>7</b>
Hvað er PISA? .....	7
PISA 2006 - Nokkur aðalatriði .....	8
Nýungar 2006 .....	8
Hvernig frammistaðan í náttúrufræði var mæld .....	8
Náttúrufræðiverkefni, einkunnir og hæfnisþrep .....	10
<b>KAFLI 2. SAMANTEKT Á MEGIN NIÐURSTÖÐUM OECD UM PISA 2006</b> .....	<b>13</b>
Þekking á mismunandi sviðum náttúrufræðinnar:	
Almennar niðurstöður allra þátttökulandanna .....	13
Eru nemendur fylgjandi vísindalegum rannsóknum? .....	13
Kynjamunur í viðhorfum til raungreina/náttúrufræði .....	14
Hvaða máli skiptir munur á skólum? .....	14
Stór munur er á frammistöðu eftir félags- og efnahagslegum aðstæðum nemenda .....	16
Inntaka í skólana, val nemenda og röðun eftir getu .....	16
Prýstingur frá foreldrum og val á skóla .....	17
Mat á frammistöðu kerfisins, skóla og nemenda .....	18
Sjálfstæði skóla .....	19
Breytingar frá PISA 2000 .....	19
Meðalframmistaða í stærðfræði .....	20
<b>KAFLI 3. NIÐURSTÖÐUR PISA 2006 FYRIR ÍSLAND</b> .....	<b>21</b>
Þróunin .....	21
Nýtt námsefni .....	22
Staða íslenskra nemenda árið 2006 miðað við aðrar þjóðir .....	22
Marktækur munur á landsmeðaltölum .....	24
Tveir ríkjahópar .....	26
Tengsl milli ólíkra greina og undirþátta .....	26
Hæfnisþrep náttúrufræði í þátttökulöndunum .....	27
Hæfnisþrep á Íslandi í lesskilningi undanfarin ár .....	27
Hæfnisþrep á Íslandi á undirþáttum náttúrufræði í PISA 2006 .....	28
<b>KAFLI 4. SAMANBURÐUR MILLI NORÐURLANDA</b> .....	<b>31</b>
Dreifing á frammistöðu nemenda á Norðurlöndunum .....	32
Samanburður milli Norðurlanda á undirþáttum náttúrufræðinnar .....	32
Munur á milli skóla og einstaklingsmunur innan skóla á Norðurlöndum .....	35
<b>KAFLI 5. KOSTNAÐUR AF MENNTUN OG FRAMMISTAÐA Í PISA 2006</b> .....	<b>37</b>
<b>KAFLI 6. FRAMMISTAÐA Í PISA 2006 EFTIR LANDSHLUTUM</b> .....	<b>39</b>
Marktækur munur og marktæk breyting á milli ára .....	40
Nánar um breytingu á færni milli ára eftir landshlutum .....	40
<b>KAFLI 7. KYNJAMUNUR</b> .....	<b>43</b>
Kynjamunur á heildarkvarða, undirþáttum og undirfögum náttúrufræði í þátttökulöndum PISA rannsóknarinnar .....	45
Hæfnisþrep á Íslandi og í OECD meðalríki á undirþáttum náttúrufræði eftir kyni .....	46
Meðalfærni á Íslandi í undirfögum náttúrufræði eftir kyni .....	48
Kynjamunur í þátttökulöndum PISA .....	48
<b>KAFLI 8. INNFLYJTJENDUR OG INNFÆDDIR</b> .....	<b>55</b>
Aldur nemenda við komu til Íslands og breytileiki í frammistöðu .....	57
<b>KAFLI 9. BAKGRUNNSÞÆTTIR</b> .....	<b>59</b>
Meðaltal nemenda á Norðurlöndum og í OECD ríkjum að meðaltali .....	60
Tengsl bakgrunnspátta við færni náttúrufræði í PISA .....	68
Heimili .....	69
Skólastofan .....	70

---

Sjálfsmat .....	71
Viðhorf til náttúruvísinda .....	71
Frami í náttúruvísindum .....	73
Tölvur .....	74
<b>KAFLI 10 TÖLVUPRÓF Í NÁTTÚRUFRAEÐI</b> <b>(COMPUTER BASED ASSESSMENT OF SCIENCE, CBAS)</b> .....	<b>75</b>
Framkvæmd og verkefni .....	75
CBAS og lesskilningur .....	76
Úrvinnsla CBAS .....	76
Niðurstöður .....	76
Hvað fannst nemendum um CBAS? .....	77
<b>KAFLI 11 FREKARI RANNSÓKNIR</b> .....	<b>81</b>
<b>HEIMILDIR</b> .....	<b>83</b>
<b>VIÐAUKI 1: DÆMI UM NÁTTÚRUFRAEÐIVERKEFNI Í PISA 2006</b> .....	<b>84</b>
Hæfnisþrep íslenskra 15 ára nemenda samkvæmt PISA 2006 .....	85
Dæmi um röðun spurninga eftir hæfnisþrepum .....	86

## MYNDASKRÁ

Mynd 2.1. Breytileiki í árangri í náttúrufræði. Hve mikill er hann hlutfallslega innan skóla og á milli skóla.....	15
Mynd 3. 1. Meðaleinkunnir íslenskra nemenda í PISA öll árin þrjú í þremur greinum PISA.....	21
Mynd 3.2. Fjöldi þáttökulanda PISA sem hafa tekið þátt öll árin þar sem lesskilningur, stærðfræðikunnáttu og náttúrufræðiþekking 15 ára nemenda er marktækt betri en á Íslandi .....	23
Mynd 3.3. Hæfnisprepadreifing í náttúrufræði 2006. Ísland í samanburði við aðrar þjóðir.....	27
Mynd 3.4. Hlutfallsleg dreifing nemenda í hæfnisprep lesskilnings á Íslandi í PISA 2000, 2003 og 2006 .....	28
Mynd 3.5. Hlutfall nemenda á hæfnisprepum undirþátta náttúrufræði á Íslandi í PISA 2006 .....	28
Mynd 4.1. Dreifing náttúrufræðiþekkingar á Norðurlöndunum og í Hong Kong, hlutfall nemenda í hæfnisprepum.....	31
Myndir 4.2. a) b) c). Dreifing á færni nemenda á undirþáttum náttúrufræði á Norðurlöndunum, hlutfall nemenda eftir hæfnisprepum .....	33
Mynd 4.3. Meðaltöl nemenda á Norðurlöndunum í þremur undirfögum náttúrufræði: Jarð- og stjórnufræði, líf- og vistfræði, eðlis- og efnafræði.....	34
Mynd 5.1. Samband milli náttúrufræðiþekkingar í PISA 2006 og útgjöldum til grunnskóla á hvern nemanda frá 6 til 15 ára í Bandaríkjadöllum (purchasing power parties, PPP) .....	37
Mynd 5.2. Samband náttúrufræðiþekkingar í PISA 2006 og árleg landsframleiðsla á íbúa í bandaríkjadöllum (purchasing power parties, PPP).....	38
Mynd 6.1. Þróun lesskilnings, stærðfræðikunnáttu og náttúrufræðiþekkingar eftir landshlutum síðustu 6 .....	39
Mynd 6.2. Þróun lesskilnings, stærðfræðikunnáttu og náttúrufræðiþekkingar eftir landshlutum, breyting.....	41
Mynd 7.1. Kynjamunur í lesskilningi í PISA 2000, 2003 og 2006.....	43
Mynd 7.2. Kynjamunur í stærðfræðikunnáttu í PISA 2000, 2003 og 2006.....	44
Mynd 7.3. Kynjamunur í náttúrufræðiþekkingu í PISA 2000, 2003 og 2006.....	44
Mynd 7.4. Dreifing á lesskilningi drengja árin 2000, 2003 og 2006.....	45
Mynd 7.5. Dreifing á lesskilningi stúlkna árin 2000, 2003 og 2006.....	45
Mynd 7.6 a) b) c): Framistaða kynjanna á undirþáttum náttúrufræði á Íslandi og í Meðalríki OECD: a) Að bera kennsl á vísindaleg viðfangsefni; b) Að útskýra, túlka og álykta á vísindalegan hátt; c) Að nota vísindaleg rök og gögn.....	46
Mynd 7.7. Kynjamunur á færni nemenda í undirfögum náttúrufræði í PISA 2006 .....	48
Myndir 7.8. a) og b). Kynjamunur í náttúrufræði og undirþáttum í PISA 2006 eftir löndum .....	49
Myndir 7.8. c) og d). Kynjamunur í náttúrufræði og undirþáttum í PISA 2006 eftir löndum .....	50
Myndir 7.8. e) og f). Kynjamunur í undirfögum náttúrufræði í þáttökulöndum PISA 2006 .....	51
Myndir 7.8. g) og h). Kynjamunur í undirfögum náttúrufræði í þáttökulöndum PISA 2006 .....	52
Mynd 8.1. Meðalfærni innfæddra og innflytjenda í lesskilningi, stærðfræði og náttúrufræði í PISA 2006. Til samanburðar er sýnd meðalfærni fyrir Ísland í heild. ....	56
Mynd 8.2. Tengsl aldurs nemanda þegar hann kom til Íslands og lesskilnings hans á íslensku .....	57
Mynd 9.1. Þættir á spurningalista nemenda um heimili og fjölskyldu. Meðaltöl á Norðurlöndunum og meðaltal allra OECD ríkja samanlagt .....	61
Mynd 9.2. Þættir á spurningalista nemenda um sjálfsöryggi í náttúruvísindum. Meðaltöl á Norðurlöndunum og meðaltal allra OECD ríkja samanlagt.....	62
Mynd 9.3. Þættir á spurningalista nemenda um ánægju, áhuga og athafnir tengd náttúruvísindum. Meðaltöl á Norðurlöndunum og meðaltal allra OECD ríkja samanlagt .....	63
Mynd 9.4. Þættir á spurningalista nemenda um gildi náttúruvísinda fyrir nemandann og samfélagið. Meðaltöl á Norðurlöndunum og meðaltal allra OECD ríkja samanlagt .....	64

Mynd 9.5. Þættir á spurningalista nemenda um frama í náttúruvísindum. Meðaltöl á Norðurlöndunum og meðaltal allra OECD ríkja samanlagt. ....	65
Mynd 9.6. Þættir á spurningalista nemenda um viðhorfu til umhverfisverndar. Meðaltöl á Norðurlöndunum og meðaltal allra OECD ríkja samanlagt. ....	66
Mynd 9.7. Þættir á spurningalista nemenda um náttúrufræðikennslu, það sem gerist í náttúrufræðitímum. Meðaltöl á Norðurlöndunum og meðaltal allra OECD ríkja samanlagt.....	67
Mynd 9.8. Þættir á spurningalista nemenda um tölvunotkun. Meðaltöl á Norðurlöndunum og meðaltal allra OECD ríkja samanlagt.....	68
Mynd 9.9. Tengsl a) þjóðfélagsstöðu fjölskyldu nemenda og b) efnislegra gæða fjölskyldu við frammistöðu í náttúrufræði .....	69
Mynd 9.10. Tengsl a) tengingar náttúrufræðihugtaka við daglegt líf og b) virkra samskipta nemenda í tímum við frammistöðu í náttúrufræði .....	70
Mynd 9.11. Tengsl a) trúar á eigin getu í náttúruvísindum og b) sjálfsmýndar í náttúruvísindum við frammistöðu í náttúrufræði.....	71
Mynd 9.12. Tengsl sex viðhorfskvarða við frammistöðu í náttúrufræði. ....	72
Mynd 9.13. Tengsl þriggja þátta um a) upplýsingar sem nemandi hefur fengið um störf í náttúruvísindum, b) undirbúning skóla fyrir störf í náttúruvísindum og c) áhuga nemenda á að starfa að náttúruvísindum í framtíðinni við frammistöðu í náttúrufræði.....	73
Mynd 9.14. Tengsl a) notkunar á forritum og hugbúnaði og b) notkunar á interneti og tölvuleikjum við frammistöðu í náttúrufræði .....	74
Mynd 10.1. Dæmi um verkefni úr CBAS .....	75

## TÖFLUSKRÁ

Tafla 2.1. Lönd þar sem nemendur fá að meðaltali að minnsta kosti 15 stigum hærra eða lægra á ákveðnu efnissviði en í meðaltali hinna tveggja .....	13
Tafla 3.1. Lönd með hærri meðaltal en Ísland ár hvert í greinunum þremur.....	23
Tafla 3.2. Greining á marktækum mun milli meðaltals Íslands og annarra landa í náttúrufræði, undirþáttum og fögum náttúrufræðinnar, lesskilningi og stærðfræði .....	25
Tafla 3.3. Undirþættir náttúrufræði, lesskilningur og stærðfræði – Innbyrðis fylgni á Íslandi .....	26
Tafla 4.1. Skipting breytileika á milli skóla og einstaklingasmunar innan skóla .....	35
Tafla 8.1. Innflytjendur: Aldur nemenda þegar þeir fluttu til Íslands .....	55
Tafla 8.2. Breytileiki í færni innflytjenda og innfædda (95% af miðfærni) .....	58
Tafla 8.3. Röðun íslenskra nemenda miðað við önnur lönd, innfæddir eingöngu og allir nemendur .....	58
Tafla 9.1. Þættir sem metnir eru í PISA 2006 með tölfræðilegum kvörðum .....	59
Tafla 9.2. Spurningalisti foreldra, þátttaka .....	60
Tafla 9.3. Fylgni heimilisþátta við frammistöðu í náttúrufræði .....	69
Tafla 9.4. Fylgni skólastofupátta við frammistöðu í náttúrufræði .....	70
Tafla 9.5. Fylgni sjálfsmatsþátta við frammistöðu í náttúrufræði .....	71
Tafla 9.6. Fylgni viðhorfa til náttúruvísinda við frammistöðu í náttúrufræði .....	71
Tafla 9.7. Fylgni þátta um frama í náttúruvísindum við frammistöðu í náttúrufræði .....	73
Tafla 9.8. Fylgni þátta um frama í náttúruvísindum við frammistöðu í náttúrufræði .....	74
Tafla 10.1: Frammistaða í náttúrufræði – PISA 2006 og CBAS 2006 .....	76
Tafla 10.2. Fylgni á milli frammistöðu á CBAS og pappírspöfunum eftir kyni og landi .....	77
Tafla 10.3. Niðurstöður um hvernig nemendum þótti að svara náttúrufræðiprófi á tölvu.....	78

## FORMÁLI

Í þessari skýrslu er kynnt frumniðurstaða PISA 2006 rannsóknarinnar og er þetta í þriðja sinn sem niðurstaða PISA, þessarar stærstu alþjóðlegu samanburðarrannsóknar á frammistöðu menntakerfa er birt. Fyrsta rannsóknin var gerð árið 2000 með áherslu á lestur, önnur árið 2003 með áherslu á stærðfræði og sú þriðja 2006 með áherslu á náttúrufræði. Þegar þetta verkefni fór af stað á síðasta áratug síðustu aldar, vissu menn ekki hvort það myndi lifa lengi eða hversu mikinn stuðning það fengi. Það hefur nú sýnt sig að mikilvægi verkefnisins og niðurstaðnanna eykst í hvert sinn sem niðurstöður eru birtar og má segja að PISA verkefnið sé nú orðið viðurkenndur alþjóðlegur mælikvarði á framgang menntunar og þróun menntakerfa.

Verkefni af þessu tagi kostar bæði mikla fjármuni og fyrirhöfn að framkvæma. Samræma þarf aðgerðir í öllum þáttökulöndunum, þannig að sá samanburður sem á sér stað verði réttlátur og taki tillit til mismunandi menningar, hefða og skólakerfa þáttökulandanna. Að flestra dómi hefur þetta tekist vel enda er byggt á áratuga gamalli hefð og rótgróinni aðferðafræði.

En það er mikið átak í hverju landi að framkvæma viðamikla rannsókn eins og PISA. Að verkinu koma fjöldi manna. Sérfræðingar í því sem mæla á, bæði í hverju landi og alþjóðlega, próffræðingar sem skipuleggja mælingarnar sjálfar og stýra þeim, að ógleymdum öllum þeim sem vinna við sjálfa framkvæmd prófana, prófendur, yfirferðarfólk, tölvumenn og svo mætti lengi telja. Á Íslandi hefur Námsmatsstofnun framkvæmt þetta verk þrisvar sinnum og hafa starfsmenn stofnunarinnar lyft Grettistaki, í það minnsta saman borið við þann mannafla og fjármagn sem notað er til verksins í öðrum löndum. Hér hefur verkið verið framkvæmt með verulega færri starfsmönnum og á mun skilvirkari hátt en í mörgum öðrum löndum. Það er þess vegna við hæfi að þakka öllum þeim sem hafa komið að þessu verki, verkefnisstjóranum á Íslandi Almari M. Halldórssyni, sem hefur haldið í alla þræði PISA 2006, Ragnari F. Ólafssyni sem hefur sinnt úrvinnslu og skrifum og svo auðvitað öllum öðrum starfsmönnum Námsmatsstofnunar sem hafa aðstoðað við verkið og án hvers þetta hefði ekki tekist.

Jafnframt ber að þakka Menntamálaráðherra fyrir að styðja verkið og öðrum starfsmönnum menntamálaráðuneytisins sem hafa fylgt því eftir og gert það mögulegt.

Að lokum skal öllum nemendum 10. bekkjar og skólum þeirra þökkúð samvinnan við úrvinnslu þessarar rannsóknar, án þeirra allra hefði þetta auðvitað ekki tekist.

Námsmatsstofnun vonar að þetta verk muni nýtast til þess að gera hið íslenska skólakerfi betra fyrir alla sem í því eru, þar sem fátt er dýrmætara en góð menntun. Ef takast á að gera menntunina enn betri, er lífsnauðsynlegt að hafa handbæra góða mælikvarða á hvernig gengur. PISA er slíkur mælikvarði og nú þegar starfi Námsmatsstofnunar við rannsóknina lýkur, þurfa allir aðilar sem koma að skólum landsins að taka þessar niðurstöður og nýta til góðra verka.

F.h. Námsmatsstofnunar

Júlíus K. Björnsson forstöðumaður





## 1

**INNGANGUR**

Þessi skýrsla er samantekt helstu niðurstaðna úr PISA 2006 rannsókninni. Fjallað verður um helstu niðurstöður frá OECD um PISA og sérstök áhersla lögð á að skýra þær niðurstöður þar sem Ísland kemur við sögu. Jafnframt eru hér kynntar frumniðurstöður íslenskrar greiningar á niðurstöðunum. Myndin af hinu íslenska menntakerfi, samanborið við önnur menntakerfi sem tóku þátt í PISA rannsókninni, er hvorki svört né hvít, rannsóknin leiðir í ljós að sumt er í góðu horfi á Íslandi og önnur atriði virðast vera þess eðlis að þau megi bæta verulega.

**Hvað er PISA?**

PISA stendur fyrir “Programme for International Student Assessment” og er rannsókn sem endurtekin er á þriggja ára fresti á meðal 15 ára nemenda í öllum OECD löndunum ásamt fjöldamörgum öðrum löndum.

Helstu eiginleikar rannsóknarinnar eru:

- Áhersla á stefnumótun, þannig að skipulag, uppsetning og úrvinnsla rannsóknarinnar er sérstaklega gerð til þess að auðvelda og bæta stefnumótun og umbætur í menntakerfinu.
- Ný nálgun varðandi kunnáttu, þannig að áherslan er á getu nemenda til þess að nýta það sem þeir hafa lært í skólanum og beita þeirri þekkingu við nýjar aðstæður, og meta geta nemenda til þess að greina, færa rök fyrir og tjá þau vandamál og svör sem þeir þurfa að leysa. Réttmæti þessarar nálgunar má sjá í fjölmörgum nýlegum rannsóknum sem fylgjast með framförum og afdrifum þess unga fólks sem hefur tekið þátt í PISA rannsókninni.
- Að niðurstöðurnar verði viðeigandi fyrir nám alla ævi, nokkuð sem takmarkar ekki PISA rannsóknina við að meta núverandi kunnáttu og getu nemenda, heldur leggur einnig áherslu á mat á áhuga þeirra á ýmsum viðfangsefnum, trú þeirra á eigin framtíð og viðhorf þeirra til náms og starfa.
- Áhersla á auk mats á getu nemenda fari fram tenging við bakgrunnspætti og aðstæður nemenda þannig að hægt sé að spá fyrir um og skilja betur tengsl þeirra við námsárangur.
- Breidd varðandi þátttökupjóðir, en þátttökulöndin í PISA 2006 eru fulltrúar meira en 90% af hagkerfum heimsins.

PISA er stærsta og víðamesta alþjóðlega rannsóknin sem fæst við árangur grunnskólans og safnar upplýsingum um nemendann, fjölskyldu hans og jafnframt kerfisupplýsingum um hvert menntakerfi, allt upplýsingar sem geta nýst við að skilja og skýra hvers vegna ólíkar þjóðir og menntakerfi ná mismunandi árangri. Ákvarðanir um hvernig skuli mæla og hvað skuli mæla eru teknar af færustu sérfræðingum í öllum þátttökulöndunum og stjórnað sameiginlega af öllum þjóðunum. Mjög mikil vinna hefur verið lögð í að tryggja að það efni sem notað er sé viðeigandi í öllum löndum, hvað varðar menningarlegan mismun, tungumálamismun og fleiri þætti sem getur haft áhrif á mælinguna. Mjög strangar kröfur eru gerðar til þeirra aðila í hverju landi sem framkvæma rannsóknina um kunnáttu, vinnubrögð og framkvæmd verksins. Því hefur PISA hátt réttmæti og áreiðanleika og gefur möguleika á mun betri skilningi á menntakerfum heims auk þess að vera ómetanleg uppspretta upplýsinga fyrir hvert land sem tekur þátt í rannsókninni.

PISA rannsóknin hefur nú verið framkvæmd þrisvar sinnum, árin 2000, 2003 og 2006 með breyttri áherslu í hvert sinn, lesskilning árið 2000, stærðfræði árið 2003 og náttúrufræði árið 2006. Um 2/3 prófsins eru tileinkaðir því fagi sem lögð er áhersla á hverju sinni. Ætlunin er að halda áfram með nýrri aðalrannsókn á lesskilningi árið 2009, stærðfræði árið 2012 og náttúrufræði árið 2015. Árið 2015 verður búið að meta hverja grein sem aðalgrein tvisvar sinnum.

Þrátt fyrir hinar endurteknu mælingar hefur einnig verið lögð rík áhersla á þróun nýrra mælitækja og mæliaðferða. Meðal annars hefur verið lögð talsverð áhersla á að safna upplýsingum um mismunandi stefnumótun og framkvæmd í menntamálum hjá þátttökulöndunum, nokkuð sem getur hjálpað hverju landi við að ákvarða hver stefnumálanna virka vel og hver ekki. Jafnframt hefur verið lögð áhersla á að nota nýjustu upplýsingatækni við mælingarnar og tók Ísland meðal annarra þátt í sérstakri prófun á náttúrufræði með aðstoð tölvutækninnar, þar sem nemendur voru prófaðir í náttúrufræði með tölvu og svöruðu beint á hana. Með slíkum aðferðum er hægt að gera verkefni og mun fjölbreyttari og þar að auki áhugaverðari fyrir nemendur, ásamt því að nota þá tækni sem nú um stundir er að hafa hvað mest áhrif á nemendur og skólustarf. Hér er því ekki aðeins um að ræða að prófa hvernig nemendur nota tölvutæknina, heldur einnig hvernig hin hefðbundna færni í lestri, stærðfræði og náttúrufræði breytist með tilkomu tölvutækninnar og hvernig hæfnin á þessum sviðum tengist innbyrðis. Þessi áhersla er ákaflega mikilvæg fyrir framtíðarþróun skólustarfs.

### **PISA 2006 - Nokkur aðalatriði**

- Allar 30 OECD þjóðirnar tóku þátt í rannsókninni, ásamt 27 öðrum löndum.
- Um það bil 400.000 nemendur í öllum þátttökulöndunum tóku þátt í PISA árið 2006. Á Íslandi tóku um 80% af öllum 15 ára nemendum þátt í könnuninni.
- Nemendur svöruðu 30 mínútna löngum spurningalista og skólastjórnendur svöruðu þar að auki spurningalista um hvern skóla. Í 16 löndum, þar á meðal á Íslandi, svöruðu foreldrar þar að auki spurningalista um nám barna þeirra og höfðu þar tækifæri til þess að tjá áherslur sínar varðandi menntun þeirra og störf í framtíðinni.
- Áherslan í rannsókninni árið 2006 var á náttúrufræði í víðri merkingu, með minni prófhlutum í lestri og stærðfræði.

### **Nýungar 2006**

- Rannsóknin gefur mynd af þróun yfir tíma, sérstaklega í lestri og gefur til kynna hvernig sú færni hefur verið að þróast meðal 15 ára nemenda frá árinu 2000.
- Rannsóknin kannar viðhorf til náttúrufræði og vísinda, viðhorf til náms í þessum greinum, hve vel meðvitaðir nemendur eru um þá möguleika sem staðgöð kunnáttu í náttúrufræði gefur þeim síðar á ævinni.
- Rannsóknin notaði spurningalista til þess að safna viðbótarupplýsingum frá hverjum skóla varðandi það hvernig náttúrufræðin er kennd og í mörgum löndum var jafnframt safnað upplýsingum um tölvunotkun bæði í skólanum og á heimilum nemendanna.
- Með þessari þriðju rannsókn opnast því möguleikar á að mæla breytingar í frammistöðu yfir tíma, þ.e. yfir sex ára tímabil í lesskilningi og fyrir þriggja ára tímabil í stærðfræði. Mikilvægi þessara mælinga yfir tíma eykst sífellt þar sem órar þjóðfélagsbreytingar endurspeglast í skólustarfi og skipulagning og framtíðarstefnumótun menntakerfisins verða að taka mið af slíku stöðumati á skólakerfinu í heild og þeim breytingum sem mælingarnar gefa til kynna.

### **Hvernig frammistaðan í náttúrufræði var mæld**

Undirstöðukunnáttu í náttúrufræði og vísindum skiptir máli fyrir alla í dag og þetta gerir að verkum að það hvernig þessar greinar eru kenndar og það hvaða árangri menn ná í þeim er ákaflega mikilvægt fyrir öll nútímasamfélög. Nálgun PISA rannsóknarinnar að mælingu á þessum þáttum byggir á því sem mætti kalla færni og þekkingu í vísindum/náttúrufræði (e. *Science literacy*). Það er skilgreint út frá því að hve miklu leyti:

- Nemandinn býr yfir náttúrufræðiþekkingu og getur notað hana til þess að þekkja náttúrufræðileg viðfangsefni, afla sér nýrrar þekkingar á þessu sviði, skýra og skilja náttúrufræðileg fyrirbæri og draga ályktanir byggðar á sannreynanlegum staðreyndum og þekkingu.
- Nemandinn skilur eiginleika náttúrufræði/vísinda sem sérsvið mannglegrar þekkingar og upplýsingaöflunar.
- Nemandinn sýnir skilning og meðvitund um hvernig vísindi og tækni skapa og móta hið efnislega og huglæga umhverfi mannsins.
- Nemandinn tekur þátt í að ræða og takast á við náttúrufræðileg álitamál og spurningar.

PISA setur ekki sérstök mörk varðandi það hvenær nemandi telst vera læs á náttúrufræði, en leitast við að mæla kunnáttu og getu nemenda miðað við ákveðnar skilgreiningar á því hversu mikla þekkingu á aðferðum og innihaldi náttúrufræðinnar nemandinn hefur og hvernig honum gengur að beita þessari þekkingu við lausn raunverulegra verkefna.

Í PISA 2006 er metin geta nemenda í að takast á við og leysa náttúrufræðileg viðfangsefni við margvíslegar aðstæður, allt frá vandamálum hins daglega lífs upp í stór viðfangsefni sem skipta alla jarðarbúa miklu máli. Hér var um að ræða mælingar bæði á þekkingu á náttúrufræði og færni í að beita náttúrufræðilegri/vísindalegri aðferð við að leysa ýmis vandamál. PISA 2006 leggur áherslu á þrjú breið svið (undirþætti) náttúrufræðiþekkingar og getu:

- **Að bera kennsl á vísindaleg viðfangsefni** (e. *Identifying scientific issues*). Metið er hversu vel nemendur þekkja hvaða viðfangsefni megi leysa með vísindalegum aðferðum og hversu vel þeir þekkja megineinkenni vísindalegra rannsókna.
- **Að útskýra, túlka og álykta á vísindalegan hátt** (e. *Explaining phenomena scientifically*). Metið er hversu vel nemendur geta notað þekkingu sína í náttúrufræði til þess að lýsa eða túlka fyrirbæri við fjölbreyttar aðstæður á vísindalegan hátt og spá fyrir um breytingar á þeim.
- **Að nota vísindaleg rök og gögn** (e. *Using scientific evidence*). Metin er færni nemenda í að nota niðurstöður til þess að draga ályktanir, útskýra ályktanir, skilja hvaða forsendur liggja að baki ályktunum og tilgreina viðeigandi vísindaleg rök og gögn sem þær byggja á, ásamt því að álykta um afleiðingar vísindalegra niðurstaðna.

PISA verkefnið krefjast þekkingar af tvennu tagi:

1. **Þekkingu á undirfögum náttúrufræði** (e. *Knowledge of science*). Þetta felur í sér skilning á grundvallaratriðum vísindalegra hugtaka og kenninga á eftirfarandi fjórum megin sviðum vísinda: Eðlis- og efnafræði (e. *Physical systems*), líf- og vistfræði (e. *Living systems*), jarð- og stjörnufræði (e. *Earth and space systems*) og almenn tæknikunnáttu (e. *Technology systems*).

Efni verkefna á prófinu er tekið jafnt úr þessum undirfögum náttúrufræði og eru efnistösk eftirfarandi:

#### **Eðlis- og efnafræði**

- Uppbygging efnis (t.d. efniseindir, líkón og efnasambönd)
- Eiginleikar efna (t.d. fasabreyting og breyting á rafleiðni)
- Umbreyting efna (t.d. efnahvörf, orkuflutningur, sýrur/basar)
- Hreyfing og kraftar (t.d. hraði og viðnám)
- Orka og umbreyting orku (t.d. ljós og útvarpsbylgjur, hljóð og jarðskjálftabylgjur)

#### **Líf- og vistfræði**

- Frumur (t.d. uppbygging og virkni, kjarnsýrur, plöntur og dýr)
- Maðurinn (t.d. heilsa, næring, sjúkdómar, viðhald tegundarinnar og líkaminn (s.s. melting, öndun, blóðrás, losun úrgangsefna og tengsl á milli ólíkra ferla)
- Tegundir (t.d. þróun tegundanna, líffræðileg fjölbreytni, erfðafræðileg fjölbreytni)
- Afmörkuð vistkerfi (t.d. fæðukeðjan)
- Stærri vistkerfi (t.d. samvirkni, sjálfbær kerfi)

#### **Jarð- og stjörnufræði**

- Samsetning jarðarinnar (t.d. jarðskorpa, andrúmsloft, vatnshvolf)
- Orka jarðarinnar (t.d. uppsprettur, hnattrænt loftslag)
- Breytingar á jörðinni (t.d. jarðskorpuhreyfingar, hringrás efna á jörðinni, uppbyggjandi öfl og niðurrifsöfl)
- Jarðsagan (t.d. steingervingar, upphaf og þróun)
- Jörðin í geimnum (t.d. þyngdaraflið, sólkerfið)

#### **Tæknikerfi**

- Hlutverk vísindalegrar tækniþekkingar (t.d. við að leysa vandamál, hjálpa mönnum að koma til

- móts við þarfir og væntingar, skipuleggja og framkvæma rannsóknir)
  - Tengsl milli vísinda og tækni (t.d. hvernig tækniþróun styður við vísindalegar framfarir)
  - Hugtök (t.d. bestun, kostnaður, áhætta, ávinningur)
  - Mikilvæg undirstöðuatriði tækniþróunar (t.d. viðmið, takmarkanir, kostnaður, nýsköpun, uppfinningar, þrautalausnir)
2. **Þekking á vísindalegri aðferð** (e. *Knowledge about science*). Þetta felur í sér skilning á tilgangi og eðli vísindalegra nálgana, aðferða og spurninga (e. *Science enquiry*) og skilning á eðli skýringa sem eru vísindalegar og byggðar á vísindalegum rannsóknum (e. *Scientific explanations*). Hægt er að hugsa sér þetta sem annars vegar þekkingu á *vísindalegri nálgun* (hvernig vísindamenn afla gagna) og hins vegar þekkingu á *eðli vísindanna* (hvernig vísindamenn nota gögnin sem þeir afla í rannsóknum). Prófverkefnum sem fjalla um þekkingu á vísindalegri aðferð er dreift jafnt milli þessara tveggja flokka.

### **Náttúrufræðiverkefni, einkunnir og hæfnisþrep**

Á prófinu fengu nemendur röð verkefna sem byggð voru á þeirri tegund náttúrufræðilegra/vísindalegra vandamála sem þeir geta þurft að leysa innan skóla sem utan. Dæmi um prófverkefni sem nemendur á ólíkum hæfnisþrepum ráða við eru sýnd í viðauka 1.

Prófið árið 2006 innihélt 108 verkefni af mismunandi þyngd. Nokkur verkefni og spurningar voru yfirleitt tengd hverju viðfangsefni sem lýst var í texta eða með mynd. Í mörgum tilvikum þurftu nemendur að skrifa eigin svör við spurningum, skýra niðurstöður sínar og röksemdir. Náttúrufræðiverkefnum var skipt í sjö 30 mínútna langa prófhluta. Hver nemandi svaraði samtals 2 tíma prófi. Þar af var a.m.k. helmingi tímans varið í náttúrufræðiverkefni, þ.e. tveir til fjórir 30 mínútna prófhlutar. Flestir nemendur fengu einnig verkefni sem meta lesskilning og stærðfræði.

Hver nemandi fékk skor miðað við þyngd þeirra verkefna sem hann eða hún gat leyst rétt. Niðurstaða fékkst þannig um hvern hinna þriggja undirþátta náttúrufræði ásamt heildarniðurstöðu í náttúrufræði. Stigakvarðinn er þannig að meðaltal OECD landanna er 500 stig og staðalfrávik 100 stig. Heildardreifing árangurs í OECD löndunum er normaldreifð þannig að um það bil 2/3 nemenda fá niðurstöðu á milli 400 og 600 stig.

Frammistöðu nemenda er skipt í sex hæfnisþrep. Færni nemenda sem flokkast á hvert þrep er lýst í töflunni hér fyrir neðan.

Prep	Lægri mörk preps	Hlutfall nemenda	Lýsing
6	708 stig	1.3% nemenda í OECD ráða við verkefni á þessu þrepi	Á þrepi 6 eru nemendur sem þekkja, geta skýrt og nýtt sér þekkingu um vísindin við flóknar og mismunandi aðstæður á áreiðanlegan hátt. Þeir geta tengt saman upplýsingar úr ólíkum áttum og notað þær til þess að færa rök fyrir svörum sínum. Þeir nota vísindalega röksemdafærslu og skilning til þess að skýra og skilja ókunnar vísindalegar og tæknilegar aðstæður. Nemendur á þessu þrepi geta notað vísindalega þekkingu og byggt upp röksemdafærslu sem styður niðurstöður og ákvarðanir um persónulegar, félags- og efnahagslegar eða hnattrænar aðstæður.
5	633 stig	9.0% nemenda í OECD ráða við verkefni á þessu þrepi og léttari.	Á þrepi 5 eru nemendur sem þekkja vísindalegar hliðar á margvísilegum flóknum aðstæðum. Þeir geta notað bæði vísindaleg hugtök og þekkingu um vísindin við þessar aðstæður og geta borið saman, valið og metið viðeigandi vísindalegar vísbendingar (e. evidence) til notkunar við raunverulegar aðstæður. Nemendur á þessu þrepi geta notað þróaðar matsaðferðir, geta tengt saman ólíka þekkingu á viðeigandi hátt og beitt gagnrýninni hugsun á vandamálin. Þeir geta búið til skýringar byggðar á vísbendingum og fært rök fyrir svörum sínum byggt á gagnrýninni greiningu.
4	559 stig	29,3% nemenda í OECD löndunum ráða við þessu verkefni	Nemendur á þrepi 4 geta unnið á skilvirkan hátt með aðstæður og málefni sem innihalda auðsæ fyrirbæri og krefja þá um að draga ályktanir um hlutverk vísinda og tækni. Þeir geta valið og sambætt skýringar úr mismunandi greinum vísinda og tækni og tengt þær við raunverulegar aðstæður. Nemendur á þessu þrepi geta dregið ályktanir byggðar á eigin gjörðum og tjáð ákvarðanir með því að nota vísindalega þekkingu og vísbendingar.
3	484 stig	56,7% nemenda í OECD löndunum ráða við verkefni á þessu þrepi	Nemendur á þrepi 3 þekkja vísindaleg málefni á ýmsum sviðum ef þau eru skýr og þeim vel lýst. Þeir geta beitt einföldum líkönum og skýrt vísindaleg fyrirbæri með vísun í fyrirliggjandi staðreyndir og þekkingu. Nemendur á þessu þrepi geta túlkað og notað vísindaleg hugtök úr mismunandi greinum. Þeir geta sett fram stuttar fullyrðingar og stuðst við staðreyndir og tekið ákvarðanir byggðar á vísindalegri þekkingu.
2	410 stig	80,8% nemenda í OECD ráða við verkefni á þessu þrepi	Nemendur á þrepi 2 hafa nægilega vísindalega þekkingu til þess að setja fram hugsanlegar skýringar ef aðstæður eru kunnuglegar eða þeir geta dregið ályktanir byggðar á mjög einföldum athugunum. Þeir geta fært einföld rök og geta túlkað bókstaflega niðurstöður vísindalegra athugana eða tæknilegra lausna.
1	335 stig	94,8% nemenda í OECD löndunum ráða við verkefni á þessu þrepi	Nemendur á þrepi 1 hafa svo takmarkaða vísindalega þekkingu að henni verður einungis beitt við fáar þekktar aðstæður. Þeir geta sett fram vísindalegar skýringar sem eru augljósar og leiða má beint af gefnum staðreyndum.



## 2

## SAMANTEKT Á MEGINNIÐURSTÖÐUM OECD UM PISA 2006

### ***Pekking á mismunandi sviðum náttúrufræðinnar: Almennar niðurstöður allra þáttökulandanna***

Í þessum kafla er birt samantekt úr yfirliti OECD yfir niðurstöður PISA 2006. Nánari greining á niðurstöðum fyrir Ísland er í köflum 3.-10.

Pekking nemenda í náttúrufræði er brotin niður í efnissviðin (undirfögin) eðlis- og efnafræði, líf- og vistfræði og jarð- og stjörnufræði. Þau lönd sem sýna marktækt betri frammistöðu í einu efnissviði fram yfir annað má sjá í eftirfarandi töflu:

**Tafla 2.1. Lönd þar sem nemendur fá að minnsta kosti 15 stigum hærra eða lægra á ákveðnu efnissviði miðað við hin tvö efnissviðin (lönd utan OECD eru sýnd með bláum lit).**

<i>Efnissvið</i>	<i>Frammistaða nemenda betri en meðaltal hinna efnissviðanna</i>	<i>Frammistaða lakari en meðaltal hinna efnissviðanna</i>
<i>Jarð- og stjörnufræði</i>	ÍSLAND, Kórea, Bandaríkin	Austurríki, Brasilía, Aserbaíjan, Danmörk, Frakkland, Hong Kong, Ísrael*, Jórdanía, Kirgistan, Lúxemborg, Macaó, Rúmenía, Svíþjóð, Taipei, Túnis*, Úrúgvæ*.
<i>Líf- og vistfræði</i>	Brasilía, Finnland, Frakkland, Hong Kong, Ísrael, Jórdanía, Lúxemborg, Svartfjallaland, Túnis, Stóra-Bretland, Úrúgvæ.	Aserbaíjan, ÍSLAND, Kórea*, Slóvenía, Holland
<i>Eðlis- og efnafræði</i>	Aserbaíjan*, Ungverjaland, Kirgistan, Holland, Túnis.	Spánn, Taíland

\* sýnir að minnsta kosti 30 stigum hærri/lægri frammistöðu

Þessi breytileiki í efnissviðum er ábending um hugsanlega styrk- og veikleika í námsskrám viðkomandi landa. Í heildina eru nemendur hlutfallslega sterkari í líf- og vistfræði og hlutfallslega veikari í spurningum um jarð- og stjörnufræði og eðlis- og efnafræði. Raunar er þessi almenna tilhneiging í hina áttina á **Íslandi** og einnig í Kóreu. Ísland sker sig því úr að þessu leyti.

### ***Eru nemendur fylgjandi vísindalegum rannsóknum?***

Almennt eru þeir nemendur sem tóku þátt í rannsókninni mjög fylgjandi vísindalegum rannsóknum. Að meðaltali hafa nemendur í OECD löndunum eftirfarandi skoðanir:

- 93% þeirra álíta að vísindi séu mikilvæg til þess að skilja veröldina og náttúruna.
- 92% þeirra segja að framfarir í vísindum og tækni bæti að öllu jöfnu lífsskilyrði fólks.
- 75% nemendanna álíta að vísindin hjálpi þeim að skilja umhverfi sitt.
- En aðeins 57% nemenda segja að vísindin skipti þá máli persónulega.

Þessi jákvæðu viðhorf nemenda til vísinda eru ríkjandi í öllum þáttökulöndum rannsóknarinnar. Þetta viðhorf endurspeglast hins vegar mun síður í skoðunum nemenda á áhrifum vísindanna á félagslega og efnahagslega þætti.

Að meðaltali eru 25% nemenda í OECD löndunum (og yfir 40% nemenda á **Íslandi** og í Danmörku) ósammála fullyrðingunni „framfarir í vísindum hafa venjulega í för með sér félagslegar umbætur“. Um 90% nemenda í Kóreu, Aserbaíjan, Chile, Hong Kong, Makaó, Taipei og Tailandi eru hins vegar sammála þessu.

### **Kynjamunur í viðhorfum til náttúrufræði/vísinda**

Á sama tíma og kynjamunur í náttúrufræði er tiltölulega lítil, er ljóst að ólík viðhorf piltar og stúlkna geta haft áhrif á hvort nemendur velja frekara nám í náttúrufræði og hvort þeir velja sér störf á því sviði.

PISA 2006 leiðir í ljós að í sumum löndum eru piltar og stúlkur ekki aðeins lík varðandi frammistöðu í náttúrufræði heldur einnig í viðhorfum gagnvart greininni. Í öðrum löndum er hins vegar munur á þessu eftir kyni.

- Kynjamunur í viðhorfum til náttúrufræði er ekki marktækur, til dæmis í Portúgal og í Aserbaíjan, Ísrael og Svartfjallalandi. Í öðrum löndum er lítil munur á einu eða tveimur sviðum, þetta á við um Írland, Mexíkó, Pólland, Slóvakíu og Spán ásamt<sup>1</sup> Argentínu, Brasilíu, Columbíu, Króatíu, Eistland, Indónesíu, Rúmeníu, Rússlandi, Serbíu, Túnis og Úrúgvæ.
- Kynjamunur í viðhorfum til náttúrufræði er mest áberandi í Þýskalandi, á **Íslandi**, í Japan, Kóreu, Hollandi, Bretlandi, Taipei, Hong Kong og Macao, en í öllum þessum löndum eru piltar mun jákvæðari gagnvart náttúrufræði en stúlkur.
- Kynjamunur er einnig talsverður í Frakklandi, á Ítalíu og í Bandaríkjunum.
- Skýrasti munurinn á kynjunum varðar sjálfsmynd nemenda í náttúrufræði. Í 22 af 30 OECD löndum eru piltar mun öruggari með eigin getu og þekkingu í náttúrufræði en stúlkur.

### **Hvaða máli skiptir munur á skólum?**

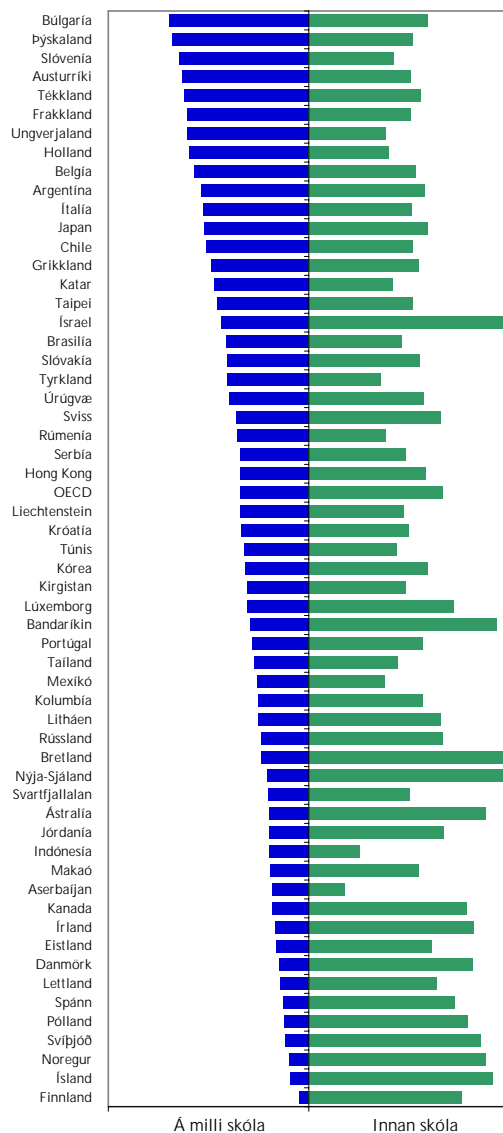
Innan hvers lands er veruleg dreifing á frammistöðu nemenda og því vaknar spurningin: Að hversu miklu leyti má skýra þennan breytileika með mismun skóla?

Mynd 2.1 sýnir að hve miklu marki breytileika á árangri nemenda má rekja til þess að árgangur þeirra er mismunandi eftir skólum. Að öðru leyti má rekja breytileika til mismunar á árangri innan hvers skóla. Myndin sýnir hlutfall breytileikans sem er milli skóla (**blá lína**) annars vegar og innan skóla (**græn lína**) hins vegar í hverju landi miðað við meðaldreifingu í öllum OECD löndunum.

Með því að leggja saman grænu og bláu línuna á mynd 2.1 má bera saman heildarbreytileika í árangri innan hvers lands miðað við hin löndin. Breytileikinn er afar ólíkur eftir löndum. Þá sést t.d. að breytileiki (dreifing) á árangri milli nemenda er minnstur í Aserbaíjan og Indónesíu af öllum þáttökulöndum. Miðað við OECD löndin er dreifing á árangri í Finnlandi einna minnst og af Norðurlöndunum er dreifingin mest á **Íslandi**.

<sup>1</sup> Þegar talin eru hér upp lönd er yfirleitt byrjað á OECD löndunum og önnur þáttökulönd talin upp síðar, t.d. svona: "Í Danmörku, Svíþjóð, ásamt Túnis og Indónesíu." Löndin sem nefnd eru á eftir orðinu ásamt eru ekki OECD lönd.





Mynd 2.1. Breytileiki í árangri í náttúrufræði. Hve mikill er hann hlutfallslega innan skóla og á milli skóla?

Skoðun á breytileika í PISA 2006 sýnir að:

- Að meðaltali er þriðjungur af breytileikanum í frammistöðu nemenda (34%) er rekjanlegur til skóla, en þetta er þó mjög breytilegt eftir löndum.
- Í Þýskalandi og Búlgaríu er breytileikinn á milli skóla um það bil tvisvar sinnum meiri en að jafnaði í OECD löndunum. Hann er yfir 50% meiri en meðaltal OECD í Tékklandi, Austurríki, Ungverjalandi, Hollandi, Belgíu, Japan og Ítalíu ásamt Slóveníu, Argentínu og Chile. Í flestum þessara landa er notuð einhvers konar flokkun nemenda í mismunandi skóla, í sumum tilvikum er sú flokkun byggð á árangri eða ákveðnum námsbrautum.
- Í öðrum löndum skiptir mismunur skóla mjög litlu máli. Í Finnlandi er minna en 5% af heildarbreytileikanum rekjanlegur til mismunar á milli skóla og **á Íslandi** og í Noregi er þetta hlutfall undir 10%. Önnur lönd þar sem frammistaða er ekki mjög tengd mismun skóla eru Írland, Danmörk, Spánn, Pólland og Svíþjóð, ásamt Eistlandi og Lettlandi. Það er eftirtektarvert að Finnland sýnir jafnframt bestu frammistöðuna í náttúrufræði, þannig að foreldrar þar geta treyst því að frammistaða nemenda sé að mestu óháð því í hvaða skóla þeir ganga. Hið sama gildir um **Ísland** og önnur þau lönd þar sem munur skóla er lítil.

- Félagslegar og efnahagslegar aðstæður skólanna sjálfra skipta miklu máli í sumum löndum. Þessi þáttur skiptir mestu varðandi breytileika í árangri á milli skóla í Bandaríkjunum, Tékklandi, Lúxemborg, Belgíu, Slóvakíu, Þýskalandi, Grikklandi og Nýja-Sjálandi, ásamt Búlgaríu, Chile, Argentínu og Úrúgvæ. Á **Íslandi** er þessi munur hvað minnstur í allri rannsókninni.

### **Stór munur er á frammistöðu eftir félags- og efnahagslegum aðstæðum nemenda**

Spurningin um hvort menntakerfið eigi að beina sjónum sínum sérstaklega að þeim sem gengur illa í námi og standa illa að vígi félagslega og efnahagslega er mikilvæg. Þessi tengsl á milli frammistöðu og aðstæðna skipta miklu máli. Tengslunum má lýsa með hallatölu og styrkleika hennar.

- Í löndum með tiltölulega lága hallatölu, þ.e. þar sem frammistaða virðist vera svipuð þvert á félagslega og efnahagslega þætti, er líklegt að aðgerðir sérstaklega sniðnar að þeim lökustu hafi tiltölulega lítil áhrif. Í Kanada er munurinn 33 stig á milli hæstu og lægstu félags- og efnahagslegu hópanna. Kórea (32), Spánn (31), Finnland (31), Tyrkland (31), Ítalía (31), **Ísland** (29), Portugal (28), og Mexíkó (25) eru allt lönd með „flatari“ dreifingu (minni áhrif félags- og efnahagslegra þátta) en OECD meðaltalið sem er 40 stig.
- Lönd þar sem tengslin á milli frammistöðu og félags- og efnahagslegra þátta eru veik, þ.e. þar sem bakgrunnur og aðstæður nemenda skýra einungis lítinn hluta af breytileikanum í frammistöðu, gætu komist að því að stefnumótun og aðgerðir sem byggja á því að breyta og bæta félags- og efnahagslega stöðu nemenda, hafi lítil sem engin áhrif.
  - Minna en 10% af breytileika frammistöðunnar má skýra með aðstæðum og bakgrunni nemenda á **Íslandi**, í Japan, Kóreu, Kanada, Finnlandi og Noregi, ásamt Macaó, Aserbaíjan, Hong Kong, Svartfjallalandi, Rússlandi, Kirgistan, Eistlandi, Túnis og Lettlandi.
  - Í Austurríki, Tékklandi og Bretlandi er hallatalan verulega stærri en meðaltalið, en styrkur hennar aðeins í meðallagi. Þetta þýðir að óháð félags- og efnahagslegum aðstæðum nemenda má finna nokkurn fjölda sem stendur sig bæði mjög vel og mjög illa.
- Í löndum þar sem hallatalan er há og hefur mikinn styrk, þ.e. dreifing umhverfis hana er lítil, er líklegast að aðgerðir sem beinast að ákveðnum þjóðfélagshópum eða hópum með ákveðna félags- og efnahagslega eiginleika, hafi mest áhrif.
  - Í Ungverjalandi, Frakklandi, Belgíu, Slóvakíu, Þýskalandi, Bandaríkjunum og Nýja-Sjálandi ásamt í Búlgaríu er hallatalan bæði brattari og styrkur hennar meiri en að meðaltali í OECD löndunum.

### **Inntaka í skólana, val nemenda og röðun eftir getu.**

Hvernig fara skólar í mismunandi löndum að því að leysa það erfiða verkefni að flokka nemendur þannig að hver fái kennslu og verkefni við hæfi? Verulegur munur er á milli landanna varðandi hversu mikið nemendum er skipt í mismunandi hópa, bæði innan hvers skóla og á milli skóla.

- Þrátt fyrir að búseta sé lang mikilvægasta ástæðan fyrir vali nemenda á ákveðnum skólum, þá er um það bil fjórðungur 15 ára nemenda í OECD löndunum í skólum sem velja nemendur eftir fyrri frammistöðu þeirra.
- Aldur nemenda þegar þeirra fyrsta val í skólakerfinu fer fram er á bilinu frá 10 til 17 ára í þáttökulöndum í PISA. Í Austurríki, Þýskalandi, Tékklandi, Ungverjalandi, Slóvakíu og Tyrklandi, ásamt Búlgaríu og Liechtenstein fer þetta val fram við 11 ára aldur eða fyrr, en ekki fyrr en eftir 16 ára aldur í Ástralíu, Kanada, Danmörku, Finnlandi, **Íslandi**, Nýja-Sjálandi, Noregi, Póllandi, Spáni, Svíþjóð, Bretlandi og Bandaríkjunum, ásamt Brasilíu, Jórdaníu, Lettlandi, Taílandi og Túnis.

- Um 14% allra nemenda í OECD löndunum eru í skólum sem flokka nemendur eftir frammistöðu í öllum fögum, annað hvort innan hvers bekkjar eða á milli bekkja og 54% nemenda eru í skólum sem flokka eftir frammistöðu í sumum fögum en ekki öllum.

Í PISA 2006 rannsókninni var skoðuð frammistaða nemenda í náttúrufræði eftir því hvaða aðferðum skólar beita við val nemenda.

- Það kemur ekki á óvart að skólar sem velja sér nemendur byggt á fyrri frammistöðu standa sig að jafnaði betur. En einnig er skýrt að skólakerfi þar sem meirihluti skóla velur nemendur á þennan hátt standa sig hvorki betur né verr en önnur skólakerfi þegar á heildina er litið.
- Val skólanna á nemendum er jafnframt nátengt áhrifum félags- og efnahagslegra aðstæðna skólanna sjálfra á frammistöðu. Því fyrr sem nemendur eru flokkaðir í mismunandi skóla eða námsbrautir, þess meiri eru áhrifin af mismunandi félagslegri og efnahagslegri stöðu skólanna á frammistöðu nemenda.
- Skólar sem flokka nemendur eftir frammistöðu í öllum greinum sýna að jafnaði lægri meðalframmistöðu en þeir skólar sem ekki gera slíkt.
- Í löndum þar sem verulegur hluti nemenda gengur í einkaskóla er staðan sú að nemendur einkaskólanna standa sig að jafnaði betur en hinir. Það á við um 21 land, en í fjórum löndum standa almennir skólar sig betur en einkaskólar. Myndin breytist hins vegar þegar tekið er tillit til félagslegra og efnahagslegra aðstæðna skólanna. Opinberir skólar hafa þá forskot á einkaskólana sem nemur 12 stigum að jafnaði í OECD löndunum.

Þróunin í OECD löndunum hefur lengi verið sú að reynt hefur verið að minnka val námsbrauta og aðgreiningu á unglिंगastiginu. Nýjasta dæmið um þessa þróun er í Póllandi, en vísbendingar um áhrif breytinga af þessu tagi koma fram í PISA rannsókninni. Árangur lókustu nemendanna í Póllandi batnaði verulega strax eftir breytinguna, án þess að það hefði áhrif á árangur þeirra bestu.

### **Þrýstingur frá foreldrum og val á skóla**

Á síðustu árum hafa mörg lönd aukið valmöguleika foreldra um hvaða skóla börn þeirra sækja og sérstaklega á þetta við um unglिंगastigið. En að hvaða marki keppa skólarnir um nemendur og hefur þetta áhrif á frammistöðu?

- Í OECD löndunum eru 60% nemenda í skólum þar sem skólastjórar segja að þeir verði að keppa við tvo eða fleiri aðra skóla um nemendur.
- Skólaval af þessu tagi er mest áberandi í 10 löndum, þar sem 80% skólastjóra greina frá því að nemendur hafi a.m.k. tvo aðra skóla sem þeir geti sótt. Í Ástralíu, Slóvakíu, Bretlandi, Nýja-Sjálandi og Japan, ásamt Indónesíu, Hong Kong, Taipei, Macao og Lettlandi er þetta val áberandi. Staðan er önnur á **Íslandi**, í Noregi og Sviss, ásamt Katar og Úrúgvæ þar sem að minnsta kosti helmingur foreldra hefur í raun ekkert val um skóla, samkvæmt svörum skólastjóra.
- Að jafnaði eru um 21% nemenda í OECD löndunum í skólum þar sem skólastjórar greina frá stöðugum þrýstingi frá foreldrum um að skólarnir geri miklar námskröfur og að nemendur standist þessar kröfur. Þessi þrýstingur er mestur á Nýja-Sjálandi, í Svíþjóð og á Írlandi.
- Foreldrar í 16 löndum voru spurðir um afstöðu til skóla barna þeirra og eru almennt jákvæðir og upplýstir um skólastarfið, en þó er mikill breytileiki varðandi þetta atriði eftir löndum. Til dæmis tiltaka færri en 50% foreldra í Þýskalandi, en yfir 90% foreldra í Póllandi og Kólumbíu að skólinn láti þeim í té reglubundnar og notadrjúgar upplýsingar um framfarir nemenda.

Eykur samkeppni árangurinn? PISA 2006 sýnir að innan ákveðinna landa, standa skólar sem eru í harðri samkeppni sig betur en þó skal undirstrikað að þetta má skýra að fullu með betri félags- og efnahagslegri stöðu nemenda þeirra. Ef litið er á þetta þvert á öll þáttökulöndin má hins vegar sjá að þau lönd sem hafa fleiri skóla sem keppa við aðra skóla um nemendur fá yfirleitt betri frammistöðu og niðurstöður, jafnvel þegar leiðrétt er fyrir aðstæður nemenda.

## Mat á frammistöðu kerfisins, skóla og nemenda

Leitin að frammistöðuviðmiðum hefur leitt til þess að margháttuð og flókin matskerfi hafa verið sett upp í mörgum OECD löndum til þess að fylgjast með frammistöðu kerfisins, skólanna og nemenda. En í PISA 2006 kemur fram að þessi kerfi eru mjög mismunandi eftir löndum.

- Að meðaltali eru 65% 15 ára nemenda í OECD löndunum í skólum þar sem yfirvöld fylgjast með frammistöðu nemenda. En þetta hlutfall er allt frá 90% eða hærra í Bandaríkjunum, Bretlandi, Nýja-Sjálandi, Mexíkó, Kanada og á **Íslandi**, ásamt Rússlandi, og Kirgistan, allt að 80% í Austurríki, Hollandi, Svíþjóð, Tyrklandi og Luxemborg, ásamt Svartfjallalandi, Eistlandi, Brasilíu, Katar, Króatíu, Taílandi, Túnis, Jórdaníu og Kólumbíu. Hlutfallið er allt að 36% í Sviss, á Ítalíu og í Japan. Miklar breytingar eru jafnframt að eiga sér stað hvað þetta varðar nú um stundir, t.d. hafa verið tekin upp samræmd próf í Danmörku á árinu 2006 í 12 greinum fyrir alla aldurshópa þar sem ætlunin er að prófa yfir 700.000 nemendur á ári.
- Í OECD löndunum er frammistöðumat notað til þess að meta störf kennara hjá 43% af öllum 15 ára nemendum. Í Bretlandi, Ungverjalandi og Tékklandi ásamt Rússlandi, Kirgistan, Aserbaíjan, Rúmeníu, Indónesíu, Ísrael, Katar og Lettlandi er þetta hlutfall hærra en 90%. Í Póllandi og Mexíkó, ásamt Taílandi, Eistlandi, Litháen, Jórdaníu og Túnis er þetta hlutfall rúmlega 80%. En í Luxemborg, Sviss og Grikklandi gerist þetta í færri en 10% skóla og í Finnlandi, Belgíu og Kanada í færri en 20% skóla. Í flestum löndum er mat á frammistöðu nemenda fremur notað til þess að meta frammistöðu kennara fremur en skólastjóra.
- Notkun á frammistöðumati til þess að deila úr fjármunum eða öðrum verðmætum til skóla en enn sjaldgæfara. 30% 15 ára nemenda eru í skólum sem gefa slíkt til kynna, en þetta er breytilegt allt frá 85% í Chile og Indónesíu niður í 10% í Grikklandi, á **Íslandi**, í Japan, Luxemborg, Finnlandi, Ungverjalandi og Tékklandi. Taka ber fram að þetta mat byggir á svörum skólastjóra við spurningalista, og rétt er að undirstrika að þetta á sér varla stað á **Íslandi**.

Það eru því mjög mismunandi skoðanir uppi varðandi það hvernig nota meggi og nota skuli niðurstöður frammistöðumats. Í sumum löndum er litið á það sem fyrst og fremst tæki til þess að skoða hvaða aðferðir virka best, þannig að skólar og kennarar geti notað niðurstöðurnar til þess að finna bestu aðferðirnar og einangra þau vandamál sem enn þarf að finna lausnir á. Aðrir leggja áherslu á að frammistöðumatið meggi og hugsanlega eigi einnig að nota til þess að meta frammistöðu skólanna í heild, að birta eigi niðurstöðurnar opinberlega þannig að foreldrar geti valið bestu skólana og nota meggi þær niðurstöður matsins til þess að tryggja að fjármunir fari þangað sem mest þörf er fyrir þá. Jafnframt er mikil umræða í gangi um það hvort og hvernig eigi að birta og sýna niðurstöður frammistöðumatsins.

- Meirihluti nemenda í OECD löndunum (54%) eru í skólum þar sem skólastjórar segja að foreldrar fái upplýsingar um frammistöðu barna sinna miðað við frammistöðu alls nemendahópsins í skólanum. Í Slóvakíu ásamt Indónesíu, Aserbaíjan, Rúmeníu, Serbíu, Jórdaníu, Kirgistan og Rússlandi, gildir þetta um meira en 90% nemenda, á sama tíma og þetta gildir aðeins um á milli 12 og 19% nemenda í Svíþjóð, Finnlandi og á Ítalíu. Tekið skal fram að á **Íslandi** er skólum eingöngu skylt að afhenda foreldrum einkunnir nemenda í samræmdum prófum en ekki stöðu hans miðað við aðra nemendur í skólanum.
- Í mörgum OECD löndum eru upplýsingar um frammistöðu nemenda til foreldra oftast miðaðar við námskrárviðmið viðkomandi lands fremur en að þær séu samanburður við aðra nemendur skólans. Til dæmis má nefna að í Svíþjóð eru einungis 12% 15 ára nemenda í skólum sem segjast bera frammistöðu nemenda saman innbyrðis, á meðan 94% nemenda eru í skólum sem greina frá niðurstöðum út frá viðmiðum námskrár. Þetta mynstur er svipað í Japan, Finnlandi, Bretlandi, Nýja-Sjálandi, og Bandaríkjunum, ásamt Eistlandi.
- Það er mun óalgengara að foreldrar fái upplýsingar um frammistöðu miðað við nemendur annarra skóla.

Að gefa foreldrum upplýsingar um frammistöðu er ein hlið málsins, en mun meiri umræða fer fram um að hversu miklu leyti skuli birta opinberlega mat á heildarframmistöðu skóla.

- Í Bretlandi og í Bandaríkjunum segja skólastjórar hjá fleiri en 90% 15 ára nemenda að

frammistöðumat skólans í heild sé birt opinberlega. Í Hollandi ásamt Svartfjallalandi og Aserbaijan gildir þetta um meira en 80% skóla. Aftur á móti má sjá á svörum skólastjórnenda að í Finnlandi, Belgíu, Sviss og Austurríki ásamt Argentínu gildir þetta einungis um færri en 10% nemenda og í Japan, á Spáni, í Þýskalandi, Kóreu og á Írlandi ásamt Macaó, Úrúgvæ, Indónesíu og Túnis gerist þetta í færri en 20% tilvika. Á **Íslandi** birta fjölmiðlar meðaltöl skóla en yfirvöldum menntamála er ekki skylt að birta slíkar upplýsingar.

Greiningin á PISA gögnunum sýnir verulegan breytileika í hvernig niðurstöður frammistöðumats nemenda er notað. Sumt af þeim breytileika tengist mismunandi menningu og aðferðum sem notaðar eru, ásamt hefðum í menntakerfinu og fleiri þáttum, en almenna niðurstaðan er engu að síður sú að í skólakerfum þar sem frammistöðumatið er birt opinberlega er árangur að öllu jöfnu betri en þar sem ekkert er birt.

### **Sjálfstæði skóla**

Aukið sjálfstæði á mörgum sviðum skólastjórnunar hefur orðið mun algengara síðustu 20 árin, á sama tíma og mörg lönd leitast við að auka árangur skólakerfisins m.a. með því að auka sjálfstæði skólanna. En þeir skólastjórar sem tóku þátt í PISA rannsókninni greina frá mismiklu sjálfstæði. Í flestum löndum hafa þeir til dæmis ekkert að segja um launamál kennara og annarra starfsmanna.

Skólastjórar voru spurðir um hvað það væri sem skólarnir ákvæðu sjálfir. Niðurstöðurnar voru:

- Ráðning kennara virðist vera alfarið á hendi skólanna í 12 löndum en alls ekki á verksviði þeirra í sjö löndum. 95% skóla hafa þetta verkefni með höndum í Skóvakíu, Nýja-Sjálandi, Hollandi, Tékklandi, **Íslandi**, Svíþjóð, Bandaríkjunum og Ungverjalandi ásamt í Litháen, Svartfjallalandi, Makaó og Eistlandi. Minna en 10% nemenda eru hins vegar í skólum af þessu tagi í Tyrklandi, Grikklandi, á Ítalíu og í Austurríki ásamt Rúmeníu, Túnis og Jórdaníu.
- Fjárhagsáætlanir eru á ábyrgð skólanna hjá þeim skólum sem meira en 90% nemenda sækja í Hollandi og Nýja-Sjálandi ásamt Jórdaníu, Makaó, Indónesíu og Hong Kong, en hjá færri en 10% í Póllandi og Aserbaijan. Á **Íslandi** eru fjárhagsáætlanir skóla á ábyrgð skólanefndar í 78,3% tilvika samkvæmt svörum skólastjóra.
- Innihald námskrár skólans er á ábyrgð hans sjálfs í skólum sem meira en 90% nemenda sækja í Japan, Póllandi og Kóreu ásamt Makaó og Taílandi. En í Lúxemborg, Grikklandi og Tyrklandi ásamt í Túnis, Serbíu, Svartfjallalandi, Úrúgvæ, Króatíu, Jórdaníu og Búlgaríu, hafa færri en 10% skólanna nokkuð að segja um innihald námskrárinnar. Nokkuð erfitt er að flokka **Ísland** samkvæmt framangreindu þar sem **íslenskir** skólar hafa aðalnámskrá sem þeir hafa lítið sem ekkert um að segja, en jafnframt þá skyldu að gera sínar eigin skólanámskrá sem er alfarið á þeirra eigin ábyrgð. Því virðist **íslenska** kerfið falla mitt á milli þess sem hér er upptalið.

Ef lítið er á frammistöðu nemenda innan landanna virðast skólar sem hafa meira sjálfstæði ekki standa sig betur en skólar með minna sjálfstæði. En á hinn bóginn er ljóst að í löndum þar sem sjálfstæði skóla er algengara, virðast nemendur standa sig betur í náttúrufræði, burtséð frá því hvort þeir sjálfir eru í skóla sem greinir frá sjálfstæði eða ekki. Þetta virðist gilda jafnvel eftir að leiðrétt hefur verið fyrir félags- og efnahagslega stöðu nemenda og skóla.

Þessar niðurstöður benda til þess að aukið sjálfstæði skóla hafi áhrif á allt skólakerfið til hins betra.

### **Breytingar frá PISA 2000**

Nú er mögulegt að horfa á breytingar á frammistöðu í lesskilningi yfir sex ára tímabil. Sjá má að OECD meðaltalið hefur lækkað um sex stig og þó svo að sú breyting sé ekki marktæk, eru marktækar breytingar í all nokkrum löndum. Þó ber að taka þessum samanburði með nokkurri varúð þar sem sex ár eru ekki nægilega langur tími til að hægt sé að draga ályktanir um langtíma breytingar.

Tvö OECD lönd (Kórea og Pólland) og fimm önnur þáttökulönd í rannsókninni (Chile, Lichtenstein, Indónesía, Lettland og Hong Kong) bæta árangur sinn í lesskilningi verulega frá árinu 2000.

- Kórea bætir frammistöðu sína á milli PISA 2000 og 2006. Frammistaðan var mjög góð árið

2000 og hækkar um 31 stig. Kórea er þá hæst allra þátttökulanda árið 2006, hærri en Finnland sem heldur þó sínum góða fyrri árangri. Kórea náði þessum árangri fyrst og fremst með því að bæta árangur bestu nemendanna, á sama tíma og frammistaða þeirra lökustu í Kóreu var óbreytt.

- Hong Kong er annað land þar sem sjá má verulega bætingu á meðalframmistöðu í lesskilningi um 11 stig síðan árið 2000. Hér var breytingin fyrst og fremst því að þakka að lökustu nemendurnir eru nú verulega færri en áður, en fjöldi hinna bestu var að mestu óbreyttur.
- Pólland bætti frammistöðu sína um 17 stig á milli PISA 2000 og PISA 2003 í lestri og um önnur 11 stig frá PISA 2003 til PISA 2006 og er í fyrsta sinn marktækt yfir OECD meðaltalinu. Þessi hækkun er fyrst og fremst vegna þess að lökustu nemendunum í landinu fækkaði verulega milli 2000 og 2003. Pólverjar settu af stað víðtæka umbótaáætlun árið 1999 sem hefur haft áhrif á öll skólastig, en hækkunin í Póllandi hefur síðan 2003 verið jafnari og á öllum hæfnisþrepum.
- Önnur lönd sem hafa fengið marktækt betri niðurstöðu í lestri frá PISA 2000 til PISA 2006 eru Chile (33 stiga hækkun frá 2000 til 2006), Liechtenstein (28 stig), Indónesía (22 stig) og Lettland (21 stig), en þessi lönd eru, að Liechtenstein undanskildu, samt sem áður með niðurstöðu sem er marktækt lægri en OECD meðaltalið.

Nokkur fjöldi landa fengu talsverða lækkun í lestrarframmistöðu á milli PISA 2000 og PISA 2006, þar af eru níu OECD lönd (í lækkandi röð) – Spánn (mest lækkun), Japan, **Ísland**, Noregur, Ítalía, Frakkland, Ástralía, Grikkland og Mexíkó, ásamt Argentínu, Rúmeníu, Búlgaríu, Rússlandi og Taílandi (mínst lækkun). Í Frakklandi, Japan og Mexíkó ásamt í Taílandi varð niðurstaðan aðeins lakari á meðal bestu nemendanna þ.e. þeim fækkaði lítillega en versnaði verulega á meðal lökustu nemendanna, þ.e. þeim fjölgaði talsvert. Það er eftirtektarvert að á meðal þeirra landa sem hafa frammistöðu yfir meðallagi, er það aðeins Ástralía sem varð fyrir marktækri lækkun um 15 stig sem má rekja til fækkunar á meðal þeirra bestu fyrst og fremst. Önnur lönd sem urðu fyrir lækkun á milli PISA 2000 og PISA 2006 eru flest með frammistöðu nálægt OECD meðaltalinu. Af þessum hópi landa voru Japan og **Ísland** áður marktækt yfir OECD meðaltalinu en eru það ekki lengur. Í Tékklandi sjást framfarir á meðal þeirra bestu á sama tíma og fjölgað hefur þar í lakasta hópnum og í Sviss hefur fækkað í lakasta hópnum.

### **Meðalframmistaða í stærðfræði**

Í stærðfræði rétt eins og í lesskilningi er hægt að draga niðurstöðuna saman í meðalframmistöðu.

Í PISA 2006:

- Voru fjögur lönd verulega betri en öll önnur: Finnland og Kórea ásamt Taipei og Hong Kong.
- Önnur lönd með niðurstöðu sem var marktækt hærri en OECD meðaltalið voru Holland, Sviss, Kanada, Japan, Nýja-Sjáland, Belgía, Ástralía, Danmörk, Tékkland, **Ísland** og Austurríki ásamt Makaó, Liechtenstein, Eistlandi og Slóveníu.
- Af OECD löndunum sýna Finnland og Írland minnstu dreifinguna umhverfis meðaltalið. Lítil dreifing kemur líka í ljós hjá nokkrum löndum sem hafa lága meðaleinkunn svo sem Aserbaíjan, Indónesíu, Taíland og einu landi með hærri meðaleinkunn, Eistlandi. Mesta dreifingin í frammistöðu í stærðfræði meðal OECD landanna er hjá Belgíu, Tékklandi, Þýskalandi, Sviss og Austurríki.

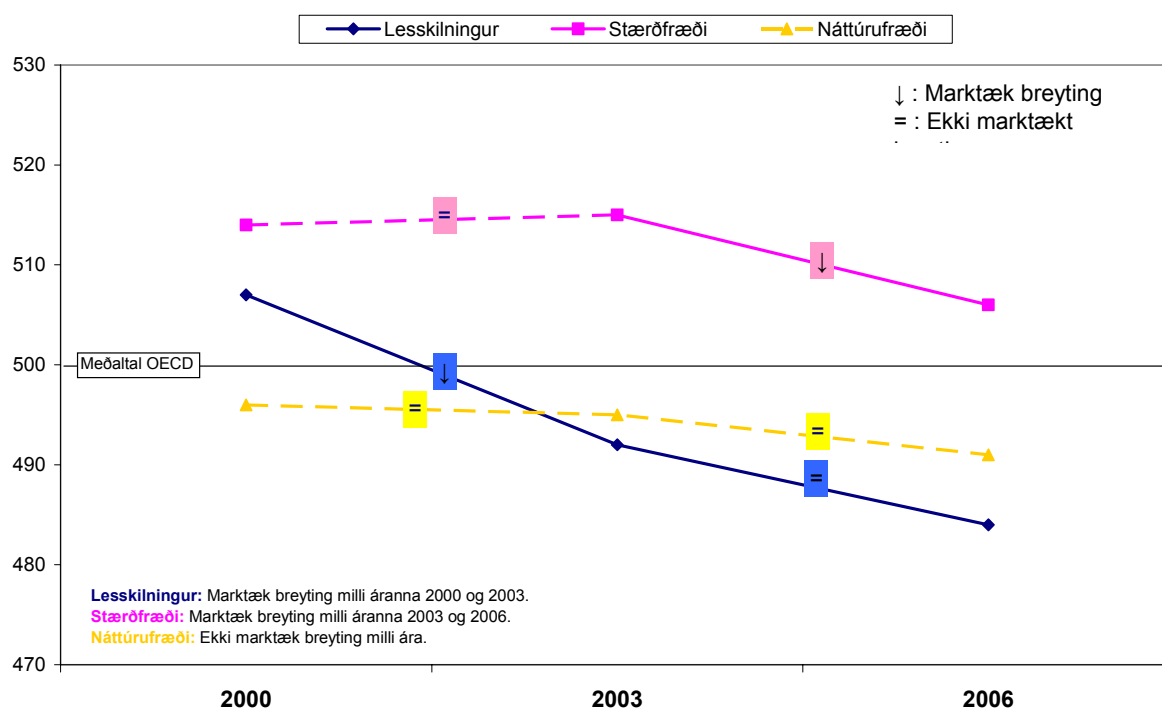
## 3

## NIÐURSTÖÐUR PISA 2006 FYRIR ÍSLAND

Ísland hefur tekið þátt í PISA frá upphafi, árin 2000, 2003 og 2006. Í þessum kafla eru birtar niðurstöður aðallega úr PISA 2006 en einnig er sýnd þróun á færne undanfarin ár.

### Þróunin

Á mynd 3.1 er sýnd þróun á frammistöðu 15 ára nemenda síðustu ár, meðaltal Íslands í lesskilningi, náttúrufræði og stærðfræði í PISA.



Mynd 3.1. Meðaleinkunnir íslenskra nemenda í PISA öll árin þrjú í þremur greinum PISA.

Um miðja myndina er lína sem sýnir meðaltal OECD landanna. Eins og sjá má er Ísland fyrir ofan það meðaltal öll árin í stærðfræði, en fyrir neðan það í náttúrufræði öll árin og hin síðari ár (2003 og 2006) í lesskilningi. Í heild hefur frammistaða íslenskra ungmenna versnað í samanburði við meðaltal OECD. Lækkunin er þó ekki marktæk í náttúrufræði og því má segja að í náttúrufræði hafi engin breyting orðið. En lækkunin er marktæk í lesskilningi og milli árunna 2003 og 2006 í stærðfræði. Í lesskilningi eru íslenskir nemendur bæði á niðurleið og undir meðallagi. Í stærðfræði eru þeir yfir meðallagi en á niðurleið. Í náttúrufræði eru íslenskir nemendur undir meðallagi, en árangurinn er nokkuð jafn milli árunna sem prófað var.



Við túlkun myndarinnar þarf að hafa í huga að prófin milli tímabila innan hversrar greinar eru misjafnlega sambærileg. Það stafar af því að prófþættir sem mældir eru í hvert skipti eru ekki ávallt þeir sömu. Heil lína milli tveggja punkta sýnir að prófin sem um ræðir eru mjög sambærileg (sömu prófþættir eru mældir bæði árin), en punktalína milli ára sýnir að prófin eru síður sambærileg. Í seinna tilfallinu hefur verið prófað úr ólíkum þáttum greinarinnar hvert ár. Þetta á t.d. við um náttúrufræðina öll árin, en kenningarrámminn sem notaður er til grundvallar við gerð náttúrufræðiprófanna hefur tekið breytingum milli ára. Þess vegna er ástæða til þess að fara varlega þegar dregnar eru ályktanir um breytingar á frammistöðu íslenskra unglunga milli ára á grundvelli meðaltala sem tengd eru með punktalínu. Heilar línur gefa hins vegar traustan samanburð milli ára því þar er stuðst við sama kenningaramma öll árin.

### **Nýtt námsefni**

Árið 1996 var byrjað að nota nýtt námsefni í náttúrufræði fyrir unglingastig. Síðasta bókin, Erfðir og þróun, kom út 1999. Flestir skólar höfðu tekið nýju bækurnar í notkun árið 2000. Í stærðfræði var nýtt námsefni gefið út árið 2000 fyrir unglingastig og höfðu flestir skólar tekið það í notkun um 2003 til 2004. Í kjölfar þessara breytinga á námsefni hefur náttúrufræðipekking eins og hún er skilgreind af OECD í PISA haldist tiltölulega óbreytt á Íslandi á meðan hún hefur batnað í mörgum öðrum OECD löndum, en í stærðfræði hefur kunnátta minnkað.

Vert er að athuga í komandi rannsóknnum hvort breytingar á námsefni tengjast árangri í þessum greinum. Fjölmargar aðrar skýringar geta hér komið við sögu sem athuga þarf nánar.

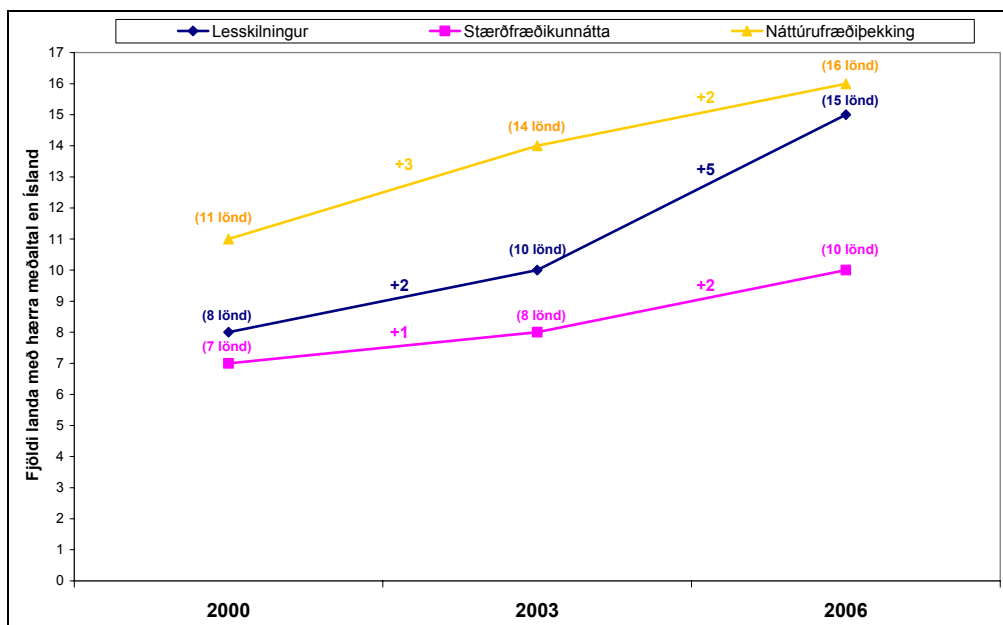
### **Staða íslenskra nemenda árið 2006 miðað við aðrar þjóðir**

Önnur leið til þess að fá yfirsýn yfir þróunina í árangri Íslands á þessu árabili er að athuga hve mörg lönd standa betur að vígi en Ísland og hvort slíkum löndum fjölga eða fækka á tímabilinu. Á mynd 3.2 má sjá að í öllum greinum hefur fjölgað löndum með hærri meðalárangur en Ísland. Í töflu 3.1 sést svo hvaða lönd þetta eru.

Við þessa greiningu eru eins og gefur að skilja aðeins talin lönd sem tekið hafa þátt í PISA öll árin þrjú (2000, 2003 og 2006). Þau lönd eru 31, þar af 24 í OECD og 7 utan þess. Löndin eru þessi<sup>2</sup>: Austurríki, Ástralía, Belgía, Brasilía\*, Danmörk, Finnland, Frakkland, Grikkland, Hong Kong\*, Indónesía\*, Írland, Ísland, Ítalía, Japan, Kanada, Kórea\*, Lettland\*, Liechtenstein, Mexíkó, Noregur, Nýja Sjáland, Portúgal, Pólland, Rússland\*, Spánn, Sviss, Svíþjóð, Taíland\*, Tékkland, Ungverjaland og Þýskaland. Lönd utan OECD eru auðkennd með stjörnu.

<sup>2</sup> Auk þeirra hafa Bretland, Bandaríkin og Holland tekið þátt öll árin en ýmis tæknileg vandamál í framkvæmd PISA í þeim löndum hafa gert það að verkum að samanburður við þau er ekki áreiðanlegur. Þeim er því sleppt í þessari greiningu. Lönd utan OECD eru auðkennd með stjörnu.





Mynd 3.2. Fjöldi þátta með hærri meðaltal en Ísland árið 2000, 2003 og 2006 er marktækt betri en á Íslandi.

Tafla 3.1. Lönd með hærri meðaltal en Ísland ár hvert í greinum þremur. (+ og - táknar breytingu frá fyrri mælingu)

	PISA 2000	PISA 2003	PISA 2006
<b>Náttúrufræði</b>	<b>11 lönd:</b> Austurríki Ástralía Finnland Hong Kong* Írland Japan Kanada Kórea Nýja Sjáland Svíþjóð Tékkland	<b>14 lönd:</b> Ástralía Finnland Hong Kong* Írland Japan Kanada Kórea Nýja Sjáland Svíþjóð Tékkland <b>+ Belgía</b> <b>+ Frakkland</b> <b>+ Liechtenstein*</b> <b>+ Sviss</b> <b>- Austurríki</b>	<b>16 lönd:</b> Ástralía Belgía Finnland Hong Kong* Írland Japan Kanada Kórea Liechtenstein* Nýja Sjáland Sviss Svíþjóð Tékkland <b>+ Austurríki</b> <b>+ Ungverjaland</b> <b>+ Þýskaland</b> <b>- Frakkland</b>
<b>Lesskilningur</b>	<b>8 lönd:</b> Ástralía Finnland Hong Kong* Írland Kanada Kórea Nýja Sjáland Svíþjóð	<b>10 lönd:</b> Ástralía Finnland Hong Kong* Írland Kanada Kórea Nýja Sjáland Svíþjóð <b>+ Belgía</b> <b>+ Liechtenstein*</b>	<b>15 lönd:</b> Ástralía Belgía Finnland Hong Kong* Írland Kanada Kórea Liechtenstein* Nýja Sjáland Svíþjóð <b>+ Danmörk</b> <b>+ Japan</b> <b>+ Pólland</b> <b>+ Sviss</b> <b>+ Þýskaland</b>
<b>Stærðfræði</b>	<b>7 lönd:</b> Ástralía Finnland Hong Kong* Japan Kanada Kórea Nýja Sjáland	<b>8 lönd:</b> Ástralía Finnland Hong Kong* Japan Kanada Kórea <b>+ Belgía</b> <b>+ Liechtenstein*</b> <b>- Nýja Sjáland</b>	<b>10 lönd:</b> Ástralía Belgía Finnland Hong Kong* Japan Kanada Kórea Liechtenstein* <b>+ Nýja-Sjáland</b> <b>+ Sviss</b>

\* = Utan við OECD

Tafla 3.1 sýnir þátttökulönd í PISA sem hafa tekið þátt öll árin þar sem lesskilningur, stærðfræði og náttúrufræðikunnátta er marktækt betri en á Íslandi. Þeim löndum fjölga stöðugt á milli ára. Lönd sem fara upp fyrir Ísland eru auðkennd í töflunni með plús og feititletruð en lönd sem fara niður fyrir Ísland eru auðkennd með mínus og rauðu letri.

Eins og sjá má á niðurstöðum á mynd 3.2 og í töflu 3.1 fyrir náttúrufræði þá færðust 4 lönd (Liechtenstein, Sviss, Frakkland og Belgía) upp fyrir Ísland árið 2003 miðað við árið 2000, en eitt land (Austurríki) fór niður fyrir Ísland. Árið 2006 færðust svo önnur 4 ríki upp fyrir Ísland, en eitt land (Frakkland) fór aftur niður fyrir Ísland. Í heildina hafa fimm ríki skotist upp fyrir Ísland í náttúrufræði á þeim 6 árum sem liðu milli mælinga 2000 og 2006, úr 11 í 16.

Í lesskilningi er staðan mun verri. Samtals hafa sjö ríki skotist upp fyrir Ísland á milli árunna 2000 og 2006 til viðbótar við þau átta lönd sem voru hærrí en Ísland árið 2000. Það þýðir að fjöldi landa með betri lesskilningi en Íslenskir nemendur hefur tvöfaldast frá því fyrir sex árum.

Í stærðfræði hefur Ísland hins vegar aðeins fallið niður um þrjú sæti miðað við stöðuna árið 2000 og er því staða Íslands miðað þróun í öðrum löndum stöðugust í þessari grein.

Á heildina litið hefur staða Íslands (röðun miðað við aðrar þjóðir) versnað milli árunna 2000 og 2006, mest í lesskilningi en minnst í stærðfræði. Þess ber þó að geta að munur á stigafjölda Íslands og þeirra landa sem skutust upp fyrir okkur er oft fremur lítill. Fallið í náttúrufræði er til dæmis aðeins um fimm stig, eða minnst þessara þriggja greina. Lækkunin í stærðfræði er um 7 stig, en langmest í lesskilningi, eða 21 stig.

### **Marktækur munur á landsmeðaltölum**

Á næstu síðu má sjá töflu (tafla 3.2) þar sem löndum er raðað eftir meðalrangri í náttúrufræði. Staðalvilla fyrir heildarkvarða í náttúrufræði er einnig gefin. Taflan sýnir hvaða lönd eru með marktækt hærrí og lægri stig en Ísland. Ef þríhyrningur í fyrsta dálki vísar upp (▲) þýðir það að viðkomandi land er marktækt hærrí en Ísland. Ef þríhyrningurinn vísar niður (▼) er landið marktækt lakara en Ísland. Bandstrik sýnir að frammistaða viðkomandi lands er ekki marktækt frábrugðin Íslandi. Þessar upplýsingar eru einnig gefnar fyrir 3 undirþætti og fjögur undirfög náttúrufræði. Auk þess má sjá stöðu Íslands á sama hátt miðað við önnur lönd í lesskilningi og stærðfræði.

Tafla 3.2. Greining á marktækum mun milli meðaltals Íslands og annarra landa í náttúrufræði, undirþáttum og fögum náttúrufræði, lesskilningi og stærðfræði

	Náttúrufræði		Undirþættir				Fög				Lesskilningur Stærðfræði	
			Að bera kennsl á vísindaleg viðfangsefni	Að útskýra, túlka og álykta á vísindalegan hátt	Að nota vísindaleg rok og gögn	Þekking á vísindalegri aðferðafræði	Jarð- og stjórnufræði	Lif- og vistfræði	Eðlis- og efnafræði			
										Meðaltal		
Finland	▲	563	(2,0)	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲
Hong Kong	▲	542	(2,5)	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲
Kanada	▲	534	(2,0)	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲
Taípei	▲	532	(3,6)	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲
Eistland	▲	531	(2,5)	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲
Japan	▲	531	(3,4)	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲
Nýja Sjáland	▲	530	(2,7)	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲
Ástralía	▲	527	(2,3)	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲
Holland	▲	525	(2,7)	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲
Liechtenstein	▲	522	(4,1)	▲	▲	▲	▲	-	▲	▲	▲	▲
Kórea	▲	522	(3,4)	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲
Slóvenía	▲	519	(1,1)	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	▲	-
Þýskaland	▲	516	(3,8)	▲	▲	▲	▲	-	▲	▲	-	-
Bretland	▲	515	(2,3)	▲	▲	▲	▲	-	▲	▲	▲	▼
Tékkland	▲	513	(3,5)	-	▲	▲	-	▲	▲	▲	-	-
Sviss	▲	512	(3,2)	▲	▲	▲	▲	-	▲	▲	▲	▲
Makaó	▲	511	(1,1)	-	▲	▲	▲	-	▲	▲	▲	▲
Austurríki	▲	511	(3,9)	▲	▲	▲	▲	-	▲	▲	-	-
Belgía	▲	510	(2,5)	▲	▲	▲	▲	-	▲	▲	▲	▲
Írland	▲	508	(3,2)	▲	▲	▲	▲	-	▲	▲	▲	-
Ungverjaland	▲	504	(2,7)	▼	▲	-	-	▲	▲	▲	-	▼
Svíþjóð	▲	503	(2,4)	-	▲	-	-	▲	▲	▲	▲	-
MEÐALTAL OECD	▲	500	(0,5)	▲	▲	▲	▲	-	▲	▲	▲	▼
Pólland	▲	498	(2,3)	▼	▲	-	-	▲	-	▲	▲	▼
Danmörk	-	496	(3,1)	-	▲	-	-	▼	▲	▲	-	-
Frakkland	-	495	(3,4)	-	▼	▲	▲	▼	-	▼	-	▼
Króatía	-	493	(2,4)	-	-	-	-	-	▲	-	-	▼
Ísland		491	(1,6)									
Lettland	-	490	(3,0)	-	-	-	-	-	-	-	-	▼
Bandaríkin	-	489	(4,2)	-	-	-	-	-	-	-	m	▼
Slóvakía	-	488	(2,6)	▼	▲	▼	▼	-	▲	▲	▼	▼
Spánn	-	488	(2,6)	-	-	-	-	▼	▲	▼	▼	▼
Litháen	-	488	(2,8)	▼	-	-	-	▼	▲	-	▼	▼
Noregur	-	487	(3,1)	-	▲	▼	▼	▼	▲	-	-	▼
Lúxemborg	▼	486	(1,1)	▼	▼	-	-	▼	▲	-	-	▼
Rússland	▼	479	(3,7)	▼	-	▼	▼	▼	-	▼	▼	▼
Ítalía	▼	475	(2,0)	▼	▼	▼	▼	▼	-	▼	▼	▼
Portúgal	▼	474	(3,0)	▼	▼	▼	▼	▼	-	▼	▼	▼
Grikkland	▼	473	(3,2)	▼	▼	▼	▼	▼	-	▼	▼	▼
Ísrael	▼	454	(3,7)	▼	▼	▼	▼	▼	▼	▼	▼	▼
Chile	▼	438	(4,3)	▼	▼	▼	▼	▼	▼	▼	▼	▼
Serbía	▼	436	(3,0)	▼	▼	▼	▼	▼	▼	▼	▼	▼
Búlgaría	▼	434	(6,1)	▼	▼	▼	▼	▼	▼	▼	▼	▼
Úrúgvæ	▼	428	(2,7)	▼	▼	▼	▼	▼	▼	▼	▼	▼
Tyrkland	▼	424	(3,8)	▼	▼	▼	▼	▼	▼	▼	▼	▼
Jórdanía	▼	422	(2,8)	▼	▼	▼	▼	▼	▼	▼	▼	▼
Taíland	▼	421	(2,1)	▼	▼	▼	▼	▼	▼	▼	▼	▼
Rúmenía	▼	418	(4,2)	▼	▼	▼	▼	▼	▼	▼	▼	▼
Svartfjallaland	▼	412	(1,1)	▼	▼	▼	▼	▼	▼	▼	▼	▼
Mexíkó	▼	410	(2,7)	▼	▼	▼	▼	▼	▼	▼	▼	▼
Indónesía	▼	393	(5,7)	▼	▼	▼	▼	▼	▼	▼	▼	▼
Argentína	▼	391	(6,1)	▼	▼	▼	▼	▼	▼	▼	▼	▼
Brasilía	▼	390	(2,8)	▼	▼	▼	▼	▼	▼	▼	▼	▼
Colombía	▼	388	(3,4)	▼	▼	▼	▼	▼	▼	▼	▼	▼

Framhald á  
næstu síðu

Túnis	▼	386	(3,0)	▼	▼	▼	▼	▼	▼	▼	▼	▼
Aserbaíjan	▼	382	(2,8)	▼	▼	▼	▼	▼	▼	▼	▼	▼
Katar	▼	349	(0,9)	▼	▼	▼	▼	▼	▼	▼	▼	▼
Kirgistan	▼	322	(2,9)	▼	▼	▼	▼	▼	▼	▼	▼	▼
▲	Tölfræðilega marktækt <i>hærra</i> en á Íslandi											
-	Ekki marktækt ólíkt meðaltali Íslands.											
▼	Tölfræðilega marktækt <i>læggra</i> en á Íslandi.											
<b>Tölfræðilega marktækt ofan en meðaltal OECD ríkjanna</b>												
Ekki tölfræðilega marktækt frábrugðið meðaltali OECD ríkjanna												
<b>Tölfræðilega marktækt neðar en meðaltal OECD ríkjanna</b>												
<i>m</i>	Ekki metið í PISA 2006 af tæknilegum ástæðum.											

Greining einkunnna eftir undirflokkum náttúrufræðinnar sýnir að Ísland stendur um miðjan hóp þáttökulanda í þessum greinum, best í vísindalegri aðferð (í 24. sæti) en slakast í líf- og vistfræði (e. living systems) (36. sæti). Í líf- og vistfræði eru 2/3 hlutar þáttökulanda fyrir ofan Ísland, þar með talin öll hin Norðurlöndin. Sérstaklega er þörf úrbóta í líf- og vistfræði miðað við hin fögin. Undirfög náttúrufræðinnar voru ekki sundurgreind frekar og því er ekki unnt að greina milli t.d. efnafræði og eðlisfræði en frekari greiningar er þörf til að meta þær greinar sérstaklega.

### Tveir ríkjahópar

Þótt raðeinkunn Íslands sé ekki góð, þá ber þess að geta að stigafjöldinn sem skilur að Ísland og efsta landið (Finnland) er oftast mun minni en stigafjöldinn sem skilur Ísland frá neðsta landinu (Kirgistan). Skipta má þáttökulöndum gróft í tvo hópa: (1) Vestur-Evrópulönd, þróuð Asíulönd og Austur-Evrópulönd með aðild að ESB eru almennt skör hærra en fjölbreyttari hópur slakari ríkja, sem samanstendur af (2) fátækari Asíuríkjum, fjarlægum fyrrum Sovétlýðveldum, Austur-Evrópuríkjum utan ESB og Suður-Ameríkuríkjum. Árangur ríkja í fyrri hópnum er betri og einsleitari (færri stig skilja á milli þeirra efstu og lægstu) en ríkja í síðari hópnum, þar sem einkunnir spanna mun stærra bil. Í fyrri hópnum eru um 2/3 þáttökupjóða. Þessi skipting er byggð á dreifingu meðaleinkunnna þessara landa, en einskona stallur skilur að einkunnir ríkja í þessum hópnum, þegar þeim er raðað í stíglækkandi röð. Stallinn má t.d. staðsetja við Chile eða Ísrael því meðaleinkunnir þessara landa eru talsvert miklu lakari en einkunn næsta lands á undan (Grikklands).

Þótt vissulega séu það góð tíðindi að Ísland tilheyrir efri hópnum, þá ber að hafa það í huga að landið er meðal þeirra slökustu í þeim hóp, en það eru þau ríki sem við vildum helst bera okkur saman við.

### Tengsl milli ólíkra greina og undirþátta

Áhugavert er kanna sambandið milli þeirra þátta sem mest eru notaðir í rannsókninni, það er frammistöðu í lesskilningi, stærðfræði og náttúrufræði. Tafla 3.3 sýnir tengsl þeirra á Íslandi.

Tafla 3.3. Undirþættir náttúrufræði, lesskilningur og stærðfræði – Innbyrðis fylgni á Íslandi.

	Náttúrufræði	Áhugi á vísindum	Stuðningur við vísindin	Að útskýra, túlka og álykta	Að bera kennsl á viðfangsefni	Að nota vísindaleg rök og gögn	Lesskilningur
Áhugi á vísindum	0,293						
Stuðningur við vísindin	0,460	0,657					
Að útskýra, túlka og álykta	0,901	0,295	0,432				
Að bera kennsl á vísindaleg viðfangsefni	0,858	0,257	0,404	0,892			
Að nota vísindaleg rök og gögn	0,906	0,284	0,431	0,934	0,896		
Lesskilningur	0,853	0,215	0,409	0,773	0,798	0,802	
Stærðfræðikunnátta	0,875	0,244	0,355	0,801	0,776	0,827	0,811

**Viðhorfskvarðar:**

- Áhugi á vísindum
- Stuðningur við framgang vís.

**Undirþættir náttúrufræðiþekkingar:**

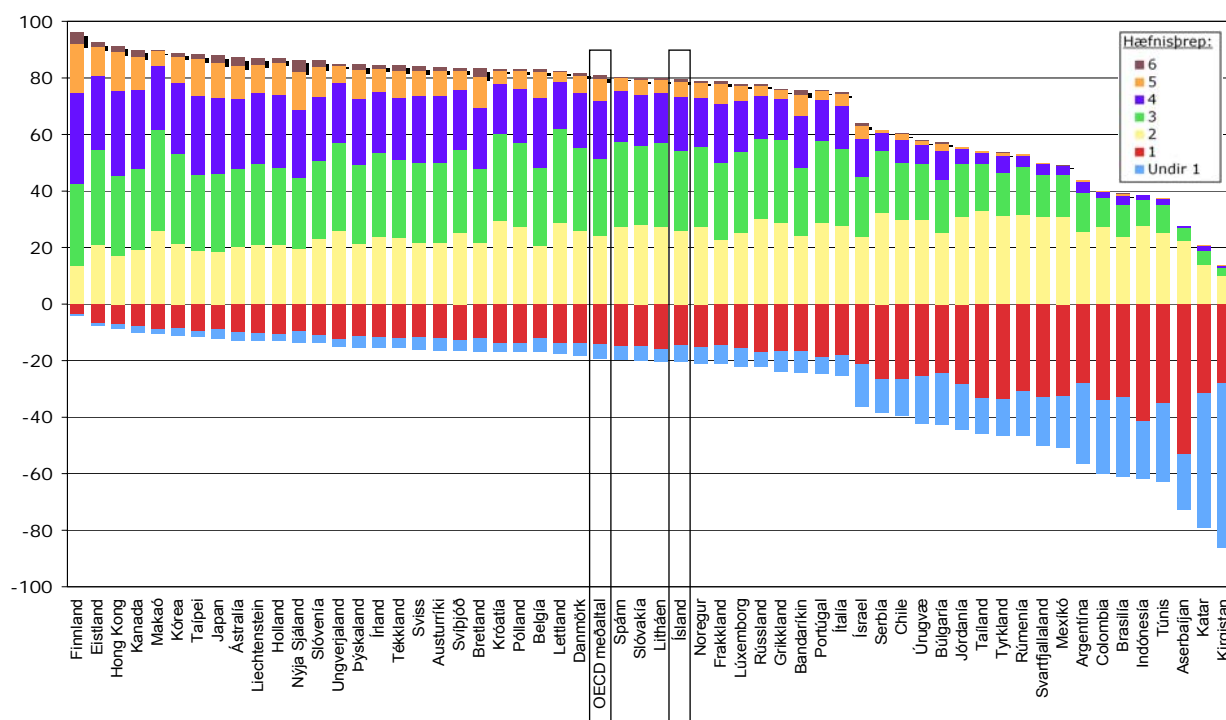
- Að útskýra, túlka og álykta á vísindalegan hátt
- Að bera kennsl á vísindaleg viðfangsefni
- Að nota vísindaleg rök og gögn

Sjá má einnig fylgni milli frammistöðu í náttúrufræði, þremur undirþáttum náttúrufræði og tveggja mælinga á gildi vísinda<sup>3</sup>. Taflan sýnir í fyrsta lagi að sterk tengsl eru á milli viðhorfakvarðanna tveggja sem mæla gildi vísinda, því fylgni milli áhuga á vísindum og stuðnings við vísindarannsóknir er  $r=0,66$ . Ennþá sterkari fylgni er milli undirþáttanna þriggja sem mæla frammistöðu í náttúrufræði og svo við heildarkvarðann sem mælir heildarframmistöðu í náttúrufræði. Fylgnitölur milli þessara breyta eru á bilinu  $r=0,89$  til  $0,93$ .

Einnig kemur fram nokkur fylgni milli viðhorfakvarðanna annars vegar og frammistöðukvarðanna hins vegar. Mikill áhugi á vísindum tengist frammistöðu í náttúrufræði með fylgni á bilinu  $r=0,26$  til  $0,30$  og stuðningur við vísindarannsóknir tengist frammistöðu með fylgni á bilinu  $r=0,40$  til  $0,43$ . Því má ætla að viðhorf til vísinda skipti máli varðandi kennslu og frammistöðu nemenda í náttúrufræði.

### Hæfnisþrep náttúrufræði í þáttökulöndunum

Önnur leið til þess að meta frammistöðu Íslands landanna í samanburði við önnur lönd er að athuga hvernig nemendur skiptast á hæfnisþrep í náttúrufræði. Þannig sést hvernig árangur dreifst innan landanna.



Mynd 3.3. Hæfnisþrepadreifing í náttúrufræði 2006. Ísland í samanburði við aðrar þjóðir.

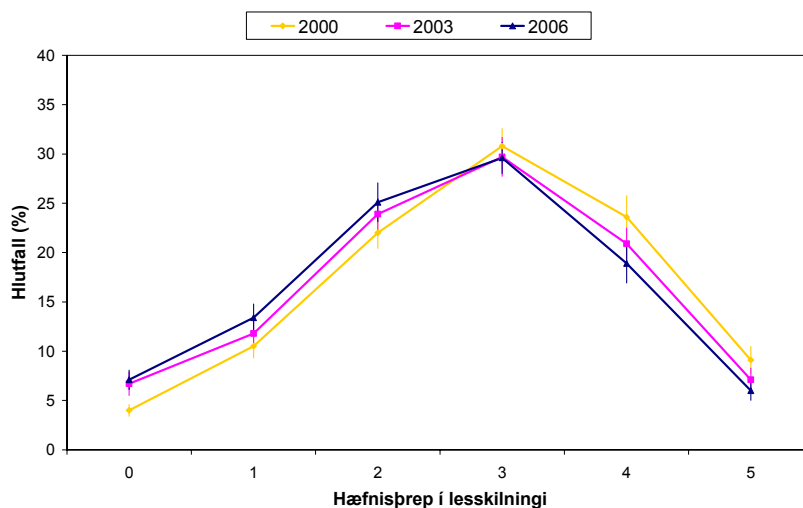
Á mynd 3.3 má sjá skiptingu þátttakenda í hverju landi eftir hæfnisþrepum. Dreifing árangurs í hæfnisþrep á Íslandi er mjög svipuð þeim löndum sem standa næst okkur hvað varðar heildarframmistöðu í náttúrufræði. Á þessari mynd er áberandi skipting landanna í tvo hópa eftir getu, sem minnst var á að ofan. Þriðjungur landanna (til hægri) stendur sig talsvert verr en löndin til vinstri, þar sem OECD löndin eru fjölmennust og er það einna helst vegna þess hve hátt hlutfall nemenda er undir hæfnisþrepi 1.

### Hæfnisþrep á Íslandi í lesskilningi undanfarin ár

Á mynd 3.4 má sjá skiptingu íslenskra nemenda eftir hæfnisþrepum lesskilnings. Dökka línan (2006) er talsvert lengra til vinstri en sú ljósa (2000), sem sýnir að hærra hlutfall nemenda er á neðri

<sup>3</sup> Gagnagrunnur PISA 2006 sem gefinn er út 4. desember 2007 bíður ekki uppá að reiknuð sé fylgni milli undirfaga náttúrufræði.

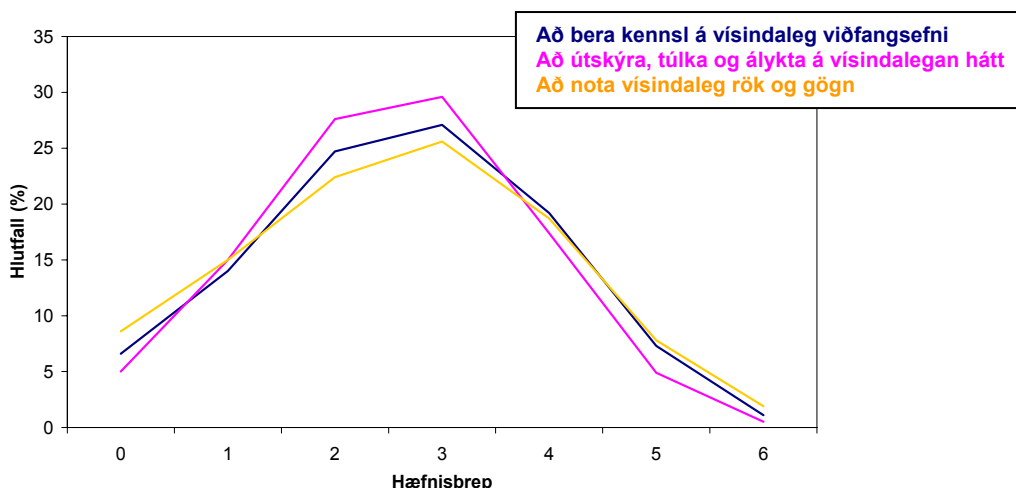
hæfnisþrepum árið 2006 í samanburði við árið 2000. Líkt og fyrri myndir sýnir þessi flokkun á hlutfalli nemenda eftir hæfnisþrepum að lesskilningi íslenskra nemenda hrakar stöðugt milli árunna 2000, 2003 og 2006. Þróunin er sú að nemendum í hæfnisþrepum 3, 4 og 5 fækkar og nemendum í þrepum 2, 1 og 0 fjölgar. Í heildina er það tilfærsla um 8% nemenda úr efri þremur þrepunum í þrjú neðri þrepin á sex ára tímabili. Þess má geta að tilfærslan í stærðfræði milli árunna 2003 og 2006 er á sömu leið, á þriggja ára tímabili fækkar um 4% nemenda á efstu þremur hæfnisþrepunum og fjölgar um 4% í þremur neðstu.



Mynd 3.4. Hlutfallsleg dreifing nemenda í hæfnisþrep lesskilnings á Íslandi í PISA 2000, 2003 og 2006.

### Hæfnisþrep á Íslandi á undirþáttum náttúrufræði í PISA 2006

Á mynd 3.5 sést að íslenskir nemendur standa sig best í að bera kennsl á vísindaleg viðfangsefni (e. *Identifying scientific issues*), því næst í að nota vísindaleg rök og gögn (e. *Using scientific evidence*) og verst í að útskýra, túlka og álykta á vísindalegan hátt (e. *Explaining phenomena scientifically*). Þetta endurspeglast líka í meðaleinkunn Íslands á þessum kvörðum.



Mynd 3.5. Hlutfall nemenda á hæfnisþrepum undirþátta náttúrufræði á Íslandi í PISA 2006.

Samanburður sýnir að nemendur dreifast ólíkt á hæfnisþrepin eftir kvörðum. Tilhneiging til þess að safnast á miðjuna (hæfnisþrep 2 og 3) er mest á kvarðanum um hæfni til að útskýra fyrirbæri vísindalega. Flestir eru í miðjunni en fáir til beggja enda og því minnsta dreifingin á færni nemenda á

þeim kvarða. Á hinum kvörðunum tveimur er kúrfan flatari og því dreifing meiri. Færri eru í miðjunni, en fleiri þátttakendur eru í hæstu og lágstu þrepunum, í samanburði við kvarðann sem mælir hæfni til að útskýra, túlka og álykta á vísindalegan hátt.

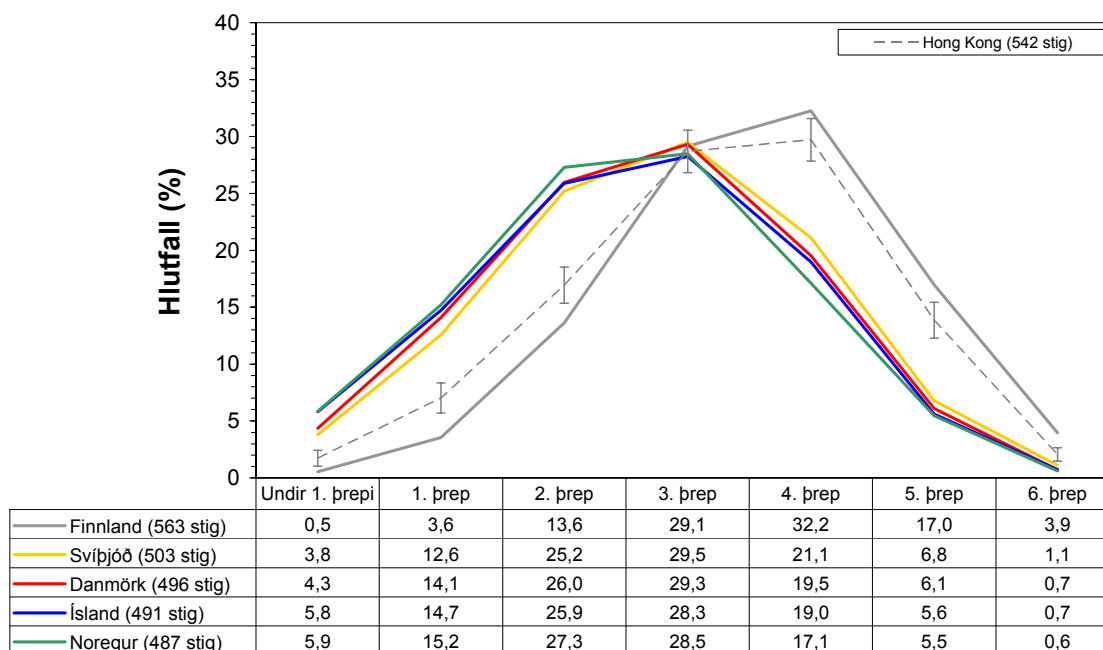




## 4

## SAMANBURÐUR MILLI NORÐURLANDA

Gerður var samanburður á frammistöðu Norðurlanda á hæfnisþrepaskiptingu í náttúrufræði. Hong Kong er haft með til viðmiðunar, enda var Hong Kong í öðru sæti, næst á eftir Finnlandi, sem var hæst allra þátttökupjóða í náttúrufræði. Á mynd 4.1 er sýnd dreifing náttúrufræðipekkingar á Norðurlöndum og í Hong Kong eftir hæfnisþrepum.



Mynd 4.1. Dreifing náttúrufræðipekkingar á Norðurlöndunum og í Hong Kong, hlutfall nemenda í hæfnisþrepum.

Meðaltal náttúrufræðipekkingar á Norðurlöndunum er birt innan sviga við nöfn landanna í töflunni á mynd 4.1. Meðaltal Noregs er 487 stig sem er marktækt lægra en meðaltal OECD ríkjanna, þ.á.m. annarra Norðurlanda. Meðaltal Íslands er 491 stig, marktækt lægra en meðaltal OECD ríkjanna, þ.á.m. Svíþjóðar og Finnlands, hærra en meðaltal Noregs en ekki frábrugðið meðaltali Danmerkur. Meðaltal Danmerkur er 496 stig sem er lægra en meðaltal Finnlands og marktækt hærra en meðaltal Noregs en ekki frábrugðið meðaltali Íslands og Svíþjóðar. Meðaltal Svíþjóðar er 503 stig, lægra en meðaltal Finnlands og hærra en meðaltal Noregs og Íslands en ekki marktækt frábrugðið meðaltali Danmerkur. Meðaltal Finnlands er 563 stig sem er mun hærra en meðaltal annarra þátttökupjóða PISA 2006, heilu 21 stigi hærra en meðaltal næsta ríkis í PISA 2000, Hong Kong, og 60 stigum hærra en næsthæst Norðurlandanna.

Á myndinni er einnig birt hlutfall nemenda á Norðurlöndunum í hverju hæfnisþrepi náttúrufræðipekkingar. Líkt og í fyrri PISA rannsóknum 2000 og 2003 er færni nemenda skilgreind í hæfnisþrepum. Myndin sýnir að á Norðurlöndunum er jafnt hlutfall nemenda í hæfnisþrepi 3 sem er miðlungsfærni, um 29% nemenda. Fyrir utan Finnland er einnig jafnt hlutfall nemenda á Norðurlöndunum á öðrum hæfnisþrepum ( $p > 0,05$ ). Dreifing náttúrufræðipekkingar í þýði 15 ára nemenda á Íslandi, Danmörku, Noregi og Svíþjóð er sú sama. Eingöngu heildarmeðaltalið skilur löndin að.

Munurinn á þessari hæfnidreifingu í Finnlandi og á hinum Norðurlöndunum er gríðarlegur. *Fimmti hver* nemandi í Finnlandi mælist í efstu tveimur þrepunum, en á Íslandi mælist eingöngu fimmtándi hver nemandi þar. Aftur á móti mælist *fimmti hver* nemandi á Íslandi í hæfnisþrepi 1 eða undir (sem er mjög nálægt meðaltali í OECD landanna) en eingöngu einn af hverjum *tuttugu og fimm* nemendum í Finnlandi, um það bil einn í hverjum bekk.

Vert er að taka fram að náttúrufræðipækking nemandi á lægsta hæfnisþrepi er hægt að lýsa m.a. sem færni til að velja viðeigandi heimildir til að leita gagna, benda á breytingar sem eiga sér stað á magni ólíkra efna í tilraun og þegar mælitækin eru vel þekkt og segja til um hvort viðeigandi sé að nota þau til að mæla tiltekna breytni. Þeir skilja einföld tengsl orsaka og afleiðingar ef vísbendingar sem gefnar eru tengjast einföldum staðreyndum úr þeirra eigin reynsluheimi eða úr mjög almennri þekkingu.

Til samanburðar eru nemendur á fimmta þrepi færir um að skilja alla meginþætti vísindalegrar aðferðar og velja þær aðferðir sem henta í tiltölulega flóknum rannsóknum við bæði raunverulegar og tilbúnar aðstæður. Þeir eru auk þess færir um að greina þær rannsóknasurningar sem tilteknu tilraunsníði er ætlað að svara og útskýra á hvern hátt sniðið getur svarað þeim. Þeir geta unnið með flókin tengsl tveggja til þriggja vísindalegra hugtaka og úrskýrt samvirkni þeirra.

### ***Dreifing á frammistöðu nemenda á Norðurlöndunum***

Af Norðurlöndunum er marktækt mesti jöfnuður í náttúrufræðipækkingu 15 ára nemenda í Finnlandi. Þar er minnsta dreifing einkunna, með staðalfrávik 86 stig en mest dreifing er hins vegar á þeim Norðurlöndum sem hafa lægstan meðalrangur, Íslandi og Noregi, með staðalfrávik 97 og 96 stig.

Til að sýna betur þá miklu yfirburði sem 15 ára nemendur í Finnlandi hafa umfram nemendur í öðrum löndum er á mynd 3 sýnt hvernig hæfni nemenda dreifist í því landi sem hefur næst hæst meðaltal hinna 57 þáttökulanda, Hong Kong (brotin lína á myndinni). Frávikid frá Finnlandi dreifist líkt og fyrir hin Norðurlöndin, jafn margir meðalnemendur en fleiri slakir nemendur og færri afbragðsnemendur er í Hong Kong .

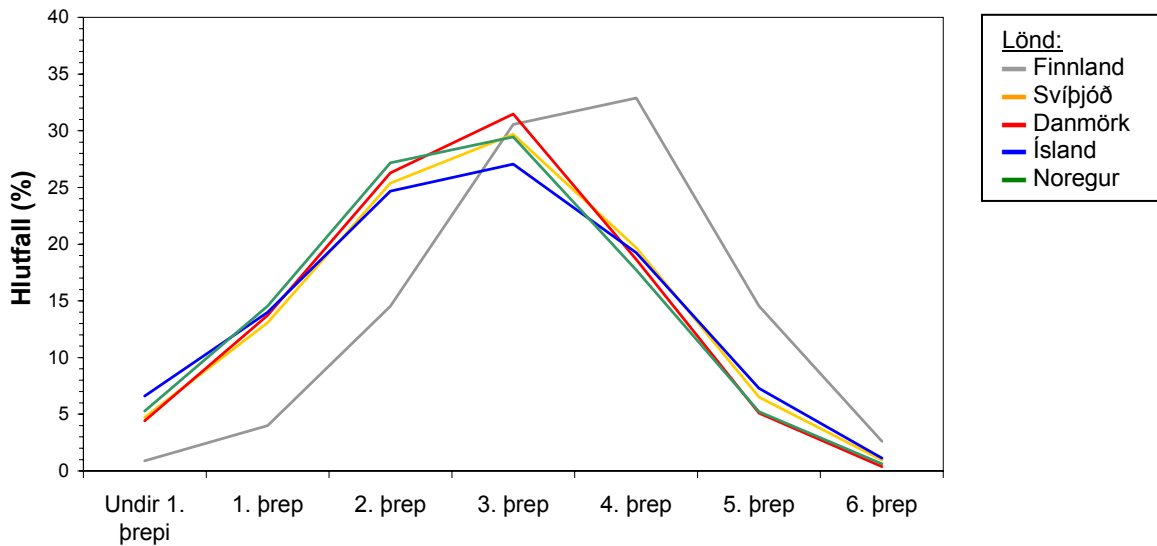
### ***Samanburður milli Norðurlanda á undirþáttum náttúrufræðinnar***

Verkefni í PISA eru flokkuð í þrennt eftir færni sem þeim er ætlað að meta. Þrjú undirþættir náttúrufræði eru færni í að: 1. útskýra, túlka og spá fyrir um viðfangsefni á vísindalegan hátt, 2. greina vísindalegt eðli viðfangsefnis og 3. vinna með vísindaleg rök og gögn. Niðurstöður fyrir undirþætti segja sömu sögu og annar samanburður á Norðurlöndum.

Á myndum 4.2 a), b) og c) eru birtar niðurstöður um hæfnisþrep nemenda á Norðurlöndunum á undirþáttum náttúrufræði. Þar sést að hlutfall nemenda á lægstu hæfnisþrepum er mest á Íslandi á fyrstu tveimur þáttunum en á þriðja þættinum mest í Noregi. Þessi munur er ekki marktækur en gefur vísbendingu um á hvaða undirþáttum náttúrufræði íslenskir nemendur standa verst að vígi miðað við hin Norðurlöndin. Þegar myndirnar þrjár eru bornar saman sést að meiri dreifing er á hlutföllum nemenda í hæfnisþrepum á þriðja þættinum miðað við hina tvo. Hlutfallslega fleiri nemendur á öllum Norðurlöndunum eru á slakir í að vinna með vísindaleg rök og gögn en að útskýra, túlka og spá fyrir um vísindaleg viðfangsefni og greina vísindalegt eðli viðfangsefnis.

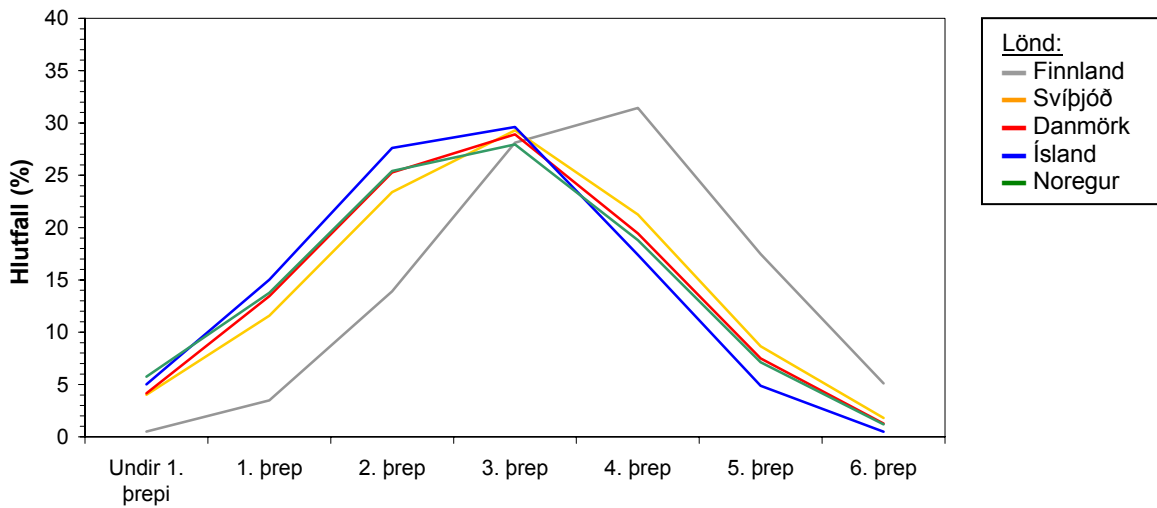
a)

Færni í að bera kennsl á vísindaleg viðfangsefni



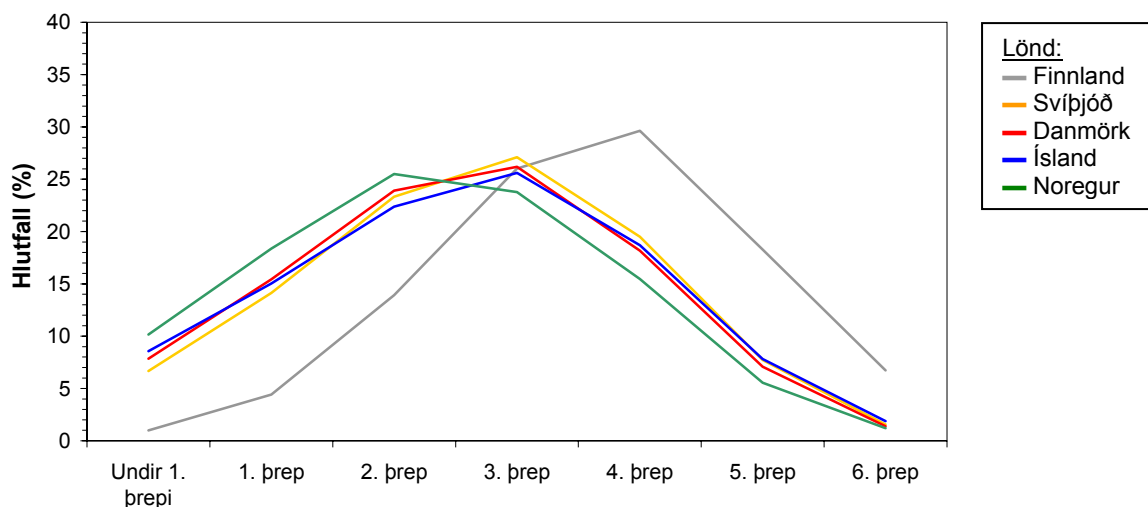
b)

Færni í að útskýra, túlka og spá fyrir um viðfangsefni á vísindalegan hátt



c)

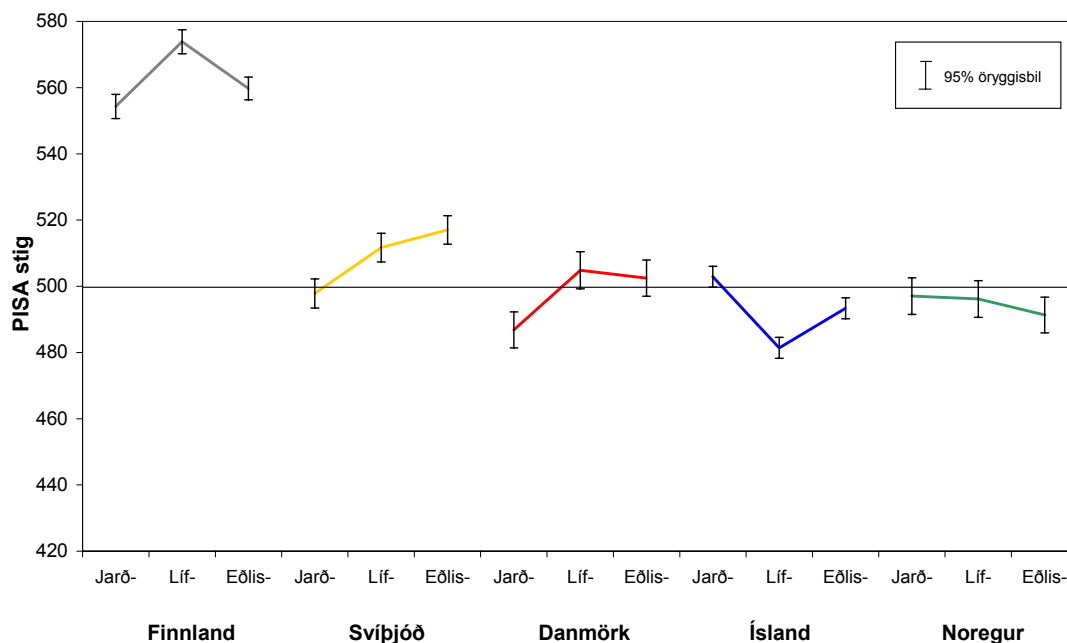
## Færni í að vinna með vísindaleg rök og sannanir



Myndir 4.2 a) b) c). Dreifing á færni nemenda á undirþáttum náttúrufræði á Norðurlöndunum, hlutfall nemenda eftir hæfnisþrepum.

### Samanburður milli Norðurlanda á undirfögum náttúrufræðinnar

Verkefni í náttúrufræðihluta PISA 2006 eru flokkuð í undirfög eftir viðfangsefni (eða fögum) í þrjá megin flokka: Jarð- og stjörnufræði, líf- og vistfræði og loks eðlis- og efnafræði. Niðurstöður fyrir nemendur á Norðurlöndum eru birtar á mynd 4.3. Í Finnlandi eru nemendur marktækt betri í líffræði en í jarðfræði og eðlisfræði. Í Svíþjóð og í Danmörku eru nemendur marktækt betri í líffræði og í eðlisfræði heldur en í jarðfræði. Besta undirfag íslenskra nemenda er marktækt jarðfræði, svo eðlisfræði og loks líffræði. Í Noregi eru nemendur álíka færir í jarðfræði, eðlisfræði og í líffræði.



Mynd 4.3. Meðaltöl nemenda á Norðurlöndunum í þremur undirfögum náttúrufræði: Jarð- og stjörnufræði, líf- og vistfræði, eðlis- og efnafræði.

## Munur á milli skóla og einstaklingsmunur innan skóla á Norðurlöndum

Mikilvæg spurning í PISA fjallar um það hve miklu skólinn sjálfur skiptir varðandi námsframvindu einstakra nemenda í samanburði við svokölluð áhrif einstaklingsins. Með því að tala um áhrif skóla verður að hafa í huga að ýmis atriði önnur geta haft áhrif og birst sem áhrif skóla, þótt þau tengist ekki starfi skólans í sjálfu sér. T.d. getur hverfið sem nemandinn býr í skýrt margt og birst sem áhrif skóla, enda komi flest börnin í skólanum úr því hverfi.

Af öllum þáttökulöndum PISA eru áhrif skóla á einkunn nemenda minnst á Norðurlöndunum. Það í hvaða skóla nemandi á Norðurlöndum gengur skýrir lítið af færni hans en einstaklingsmunur innan hvers skóla skýrir mjög mikið. Á það við um lesskilning, stærðfræði og náttúrufræði. Af því er ljóst að færnidreifing á Norðurlöndum er mikil innan hvers skóla en það í hvaða skóla nemandinn er sendur spáir lítið fyrir um færni hans að skólagöngu lokinni.

Á Norðurlöndunum, utan Danmerkur, skýrir skóli ekki nema 4-13% af dreifingu einkunna, misjafnt eftir löndum og greinum. Í öðrum evrópuríkjum er hlutfallið mun hærra, t.d. um 20% í Bretlandi, um 30% í Lúxemborg, um 50% á Ítalíu og í Grikklandi og **yfir 70%** í Belgíu og Þýskalandi. Í fjórum síðastnefndu löndunum skýrir það í hvaða skóla nemendur ganga hærra hlutfall af heildardreifingu á færni 15 ára nemenda í landinu í lesskilningi, stærðfræði og náttúrufræði en einstaklingsmunur innan skólanna. Að hafa kost á að ganga í góðan skóla skiptir þannig meira máli fyrir heildarfærni nemenda við lok námsins. Þó að á Norðurlöndunum ríki mestur jöfnuður í menntunartækifærum milli skóla í heiminum er nokkur munur á löndunum innbyrðis.

Á Norðurlöndunum er breytileiki í færni innan skóla minnstur í Finnlandi og Danmörku en mestur í Noregi og Svíþjóð og Ísland er þar á milli. Það má því segja að breytileiki í færni innan íslenskra skóla er í meðallagi miðað við það sem gerist á Norðurlöndum. Hins vegar er breytileiki í færni milli skóla (það hve miklu máli skiptir í hvaða skóla nemandi er fyrir árangur hans) lang minnstur í Finnlandi og á Íslandi miðað við hin Norðurlöndin og í raun miðað við öll þáttökuríki PISA öll árin. Breytileiki milli skóla, þ.e. munur á frammistöðu nemenda milli skóla, hefur þó aukist mjög mikið á Íslandi undanfarin sex ár en aðeins að litlu leyti í Finnlandi á sama tíma. Miðað við meðaltal OECD árið 2000 var á Íslandi um 4-7% breytileikans rekjanlegur til skóla en árið 2006 hefur hlutfallið nánast tvöfaldast, í 9-12%. Mest er breytingin í stærðfræði, úr 4% í 9%.

Tafla 4.1. Skipting breytileika á milli skóla og einstaklingsmunar innan skóla.

		2000		2003		2006		Meðaltal greinanna	
		Skóli	Einst.l.m.	Skóli	Einst.l.m.	Skóli	Einst.l.m.	Skóli	Einst.l.m.
Lesskilningur	Ísland	7%	87%	4%	102%	12%	85%	8%	91%
	Finnland	5%	79%	3%	70%	7%	61%	5%	70%
	Noregur	12%	107%	9%	107%	13%	97%	11%	103%
	Svíþjóð	9%	87%	9%	91%	17%	81%	12%	86%
	Danmörk	17%	89%	16%	72%	16%	67%	16%	76%
Stærðfræði	Ísland	4%	78%	4%	91%	9%	85%	6%	85%
	Finnland	3%	72%	4%	77%	6%	72%	4%	74%
	Noregur	9%	90%	7%	92%	11%	89%	9%	90%
	Svíþjóð	8%	95%	11%	93%	14%	82%	11%	90%
	Danmörk	13%	73%	13%	84%	15%	73%	14%	77%
Náttúrufræði	Ísland	6%	81%	4%	88%	9%	95%	6%	88%
	Finnland	4%	80%	4%	79%	5%	77%	4%	78%
	Noregur	9%	93%	8%	100%	10%	89%	9%	94%
	Svíþjóð	8%	91%	10%	104%	12%	86%	10%	94%
	Danmörk	17%	102%	13%	63%	15%	82%	15%	82%

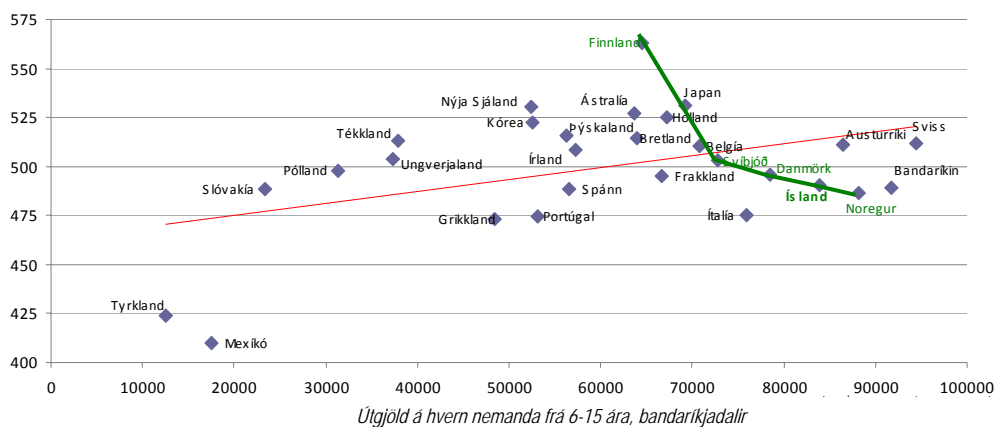


## 5

## KOSTNAÐUR AF MENNTUN OG FRAMMISTAÐA Í PISA 2006

Í skýrslu OECD um PISA 2006 er að finna athugun á tengslunum á milli útgjalda til grunnskóla og náttúrufræðipækkingar nemenda við lok grunnskóla. Hér er borið saman fjármagn sem varið er í menntun nemenda frá 6 til 15 ára og náttúrufræðipækking þeirra við 15 ára aldur, í 28 löndum sem taka þátt í PISA 2006 og eru niðurstöðurnar birtar í mynd 5.1. Upplýsingar hafa ekki verið unnar fyrir önnur þátttökulönd PISA.

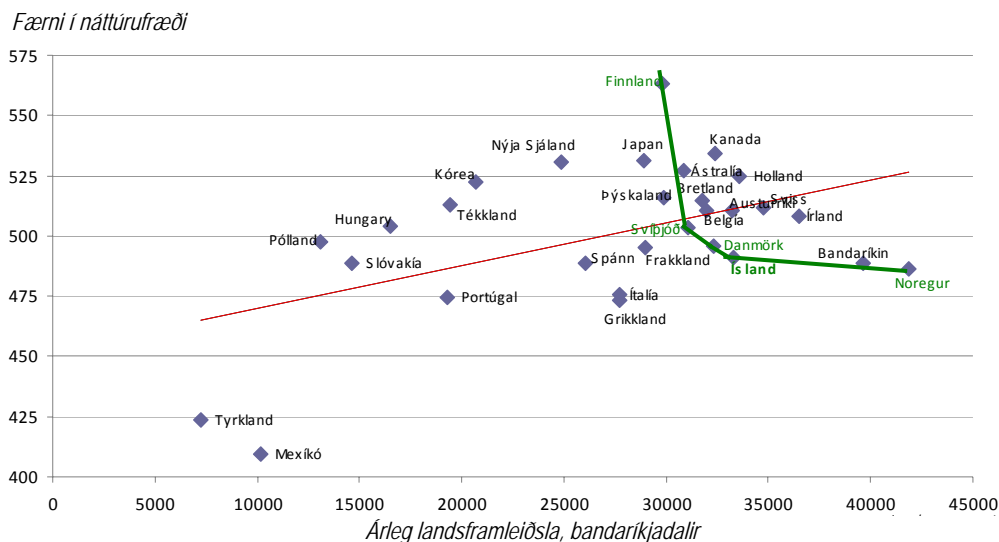
Færni í náttúrufræði



Mynd 5.1. Samband milli náttúrufræðipækkingar í PISA 2006 og útgjöldum til grunnskóla á hvern nemanda frá 6 til 15 ára í Bandaríkjadöllum (purchasing power parity, PPP) (sjá mynd í aðalskýrslu OECD um PISA 2006).

Áberandi er að þegar öll löndin eru skoðuð er veikt jákvætt samband á milli kostnaðar og árangurs (rauð lína), fylgnin er  $r=0,194$ . Það þýðir að fyrir hverja 10.000 Bandaríkjadali eykst meðalárangur nemenda um 6 stig en skekkja í þeirri spá er mjög mikil. Eins og sést á mynd 5.1 eru mikil frávik frá þessu sambandi enda skýrir það aðeins 3,6% af dreifingu landsmeðaltala. En þegar aðeins eru skoðuð Norðurlöndin kemur í ljós skýrt neikvætt samband á milli kostnaðar og árangurs (græn lína). Á Norðurlöndum með meiri útgjöld til grunnskóla er náttúrufræðipækking við lok grunnskóla lægri en á Norðurlöndum sem hafa minni útgjöld. Þetta er nokkuð jöfn tröppuganga fyrir Noreg, Ísland, Danmörku og Svíþjóð en Finnland sker sig þar úr sem áður.

Útgjöld Íslands á hvern grunnskólanema eru næst mest af Norðurlöndunum og náttúrufræðipækking þeirra við lok grunnskólans er næst minnst af Norðurlöndunum. Ljóst er að miklir yfirburðir 15 ára nemenda í Finnlandi miðað við önnur lönd eru engan vegin í samræmi við lág útgjöld á hvern nemanda. Svipað má segja um meðaltal Íslands, miðað við útgjöld mætti búast við að meðalnáttúrufræðipækking íslenskra 15 ára nemenda ætti að vera a.m.k. lík meðaltali sænskra nemenda, þ.e.a.s. jöfn meðaltali OECD í stað þess að vera undir því.



Mynd 5.2. Samband náttúrufræðiþekkingar í PISA 2006 og árleg landsframleiðsla á íbúa í bandaríkjadöllum (purchasing power parity, PPP) (sjá mynd í aðalskýrslu OECD um PISA 2006).

Annað sem skoðað er í skýrslu OECD um PISA 2006 er stig náttúrufræðiþekkingar við lok grunnskóla samanborið við árlega landsframleiðslu. OECD hefur birt upplýsingar um 29 þáttökulönd PISA. Á mynd 5.2 sést að þegar löndin öll eru skoðuð er nokkuð jákvætt samband milli landsframleiðslu og náttúrufræðiþekkingar. En líkt og með mælingar á mynd 5.1, ef Norðurlöndin eru borin saman eingöngu sést að neikvætt samband er á milli þessara þátta.

Ljóst er af myndum 5.1 og 5.2 að ríkari lönd nota að jafnaði meiri fjármuni til að mennta hvern grunnskólanema. Draga má saman upplýsingar á myndum 5.1 og 5.2 á þá leið að á Norðurlöndum er færni nemenda í náttúrufræði við lok grunnskólans lægri því meiri sem árleg landsframleiðsla landsins er og því meiru sem varið er til grunnmenntunar hvers nemanda.

Varðandi tengslin milli fjármags og árangurs má benda á að þau tvö ríki sem verja minnstu til menntunar (Tyrkland og Mexíkó) sýna einnig minnstan árangur. Þau mynda tvennd sem er vel aðgreind frá hinum ríkjunum. Hallinn á línunni sem dreginn er gegnum löndin er ekki síst til kominn vegna þeirra. Samkvæmt fyrri myndinni virðist sem framlög lands umfram 20 þúsund bandaríkjadali til að mennta hvern nemanda til 15 ára aldurs, breyti sáralitlu um meðalárangur nemenda í landinu. Kostnaður við grunnskólanám er eftir sem áður afar breytilegur milli landa, átta sinnum meiri í því landi sem hefur mestan kostnað miðað við það land sem hefur minnstan kostnað. Ljóst er að þessi mikli munur tengist öðrum þáttum en árangri nemenda. Benda má á að ekki er við því að búast að öll útgjöld skili sér í betra námsgengi. Fjárframlög til skóla fara til málefna sem tengjast ekki námsframmistöðu beint, heldur öðrum þáttum svo sem húsakosti, tækjakosti, aðbúnaði o.fl. Miklu nánari greiningu á einstökum útgjaldþáttum og stöðu annarra mikilvægra þátta en námsárangurs þarf, til þess að kanna þátt fjármagns og námsárangurs í hverju landi og löndunum í heild.

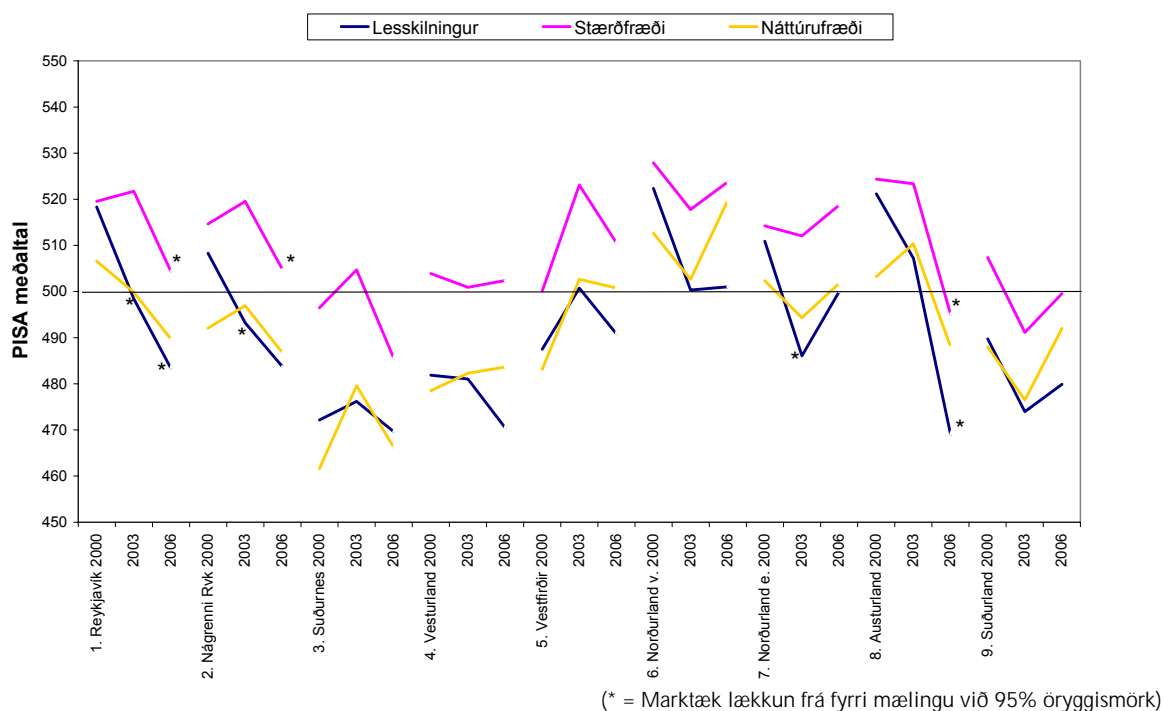


## 6

**FRAMMISTAÐA Í PISA 2006 EFTIR LANDSHLUTUM**

Á mynd 6.1 er sýnd frammistaðan í þremur greinum PISA rannsóknarinnar í níu landshlutum á Íslandi og breytingar milli ára 2000, 2003 og 2006. Byggt er á gömlu kjördæmaskipaninni til þess að frammistöðutölur árinna þriggja séu sambærilegar. Líkt og með samanburð á meðaltölum íslenskra nemenda milli ára, er hér gerður sá fyrirvari við niðurstöðurnar að eingöngu er um sambærilega mælingu að ræða öll árin í lesskilningi, í stærðfræði árin 2003 og 2006 en ekki árið 2000 og í náttúrufræði er ekki um sambærilegar mælingar að ræða milli ára. Kemur það til vegna þess að kenningarammi PISA fyrir lesskilning var þróaður árið 2000, fyrir stærðfræði 2003 og fyrir náttúrufræði 2006. Þó hér sé í grunninn um að ræða sömu aðferðafræði og meðaltöl séu samanburðarhæf í öllum fögum eru mælingar fyrir þróun kenningarammans í viðkomandi fagi ekki fullkomlega sambærilegar mælingum sem byggja á rammanum.

Á mynd 6.1 má sjá þróun meðalfærni milli ára í einstökum landshlutum. Þar sést að lesskilningi hrakar eða hann stendur í stað í öllum landshlutum en eykst hvergi. Hið sama á við um stærðfræði en breytingin er mun minni í þeirri grein. Í náttúrufræði eru sveiflurnar einnig mjög litlar milli ára.



Mynd 6.1. Þróun lesskilnings, stærðfræðikunnáttu og náttúrufræðipækkingar eftir landshlutum síðustu 6 árin.

Þróunin milli ára er greinilega mismunandi eftir landshlutum (sjá mynd 6.1). Í Reykjavík, Nágrenni Reykjavíkur og á Austlandi versnar frammistaðan meira frá 2000 til 2006 en í öðrum landshlutum. Það er enn fremur eingöngu í þessum þremur landshlutum sem marktæk breyting er á færni á milli ára (við 95% öryggismörk). Ein undantekning á því er sú að á Norðurlandi eystra minnkar lesskilningur marktækt milli ára 2000-2003 en eykst svo aftur árið 2006 þannig að ekki er marktæktur munur á lesskilningi þar frá 2000 til 2006.

### **Marktækur munur og marktæk breyting á milli ára**

Niðurstöður fyrir þá þrjá landshluta þar sem marktæk lækkun er á meðaltölum milli ára eru eftirfarandi:

- Í Reykjavík minnkar lesskilningur marktækt milli ára 2000-2003 og 2003-2006 en heildarlækkun meðaltals er 35 stig, eða þriðjungur úr staðalfráviki kvarðans. Í Reykjavík dregur úr færni nemenda í stærðfræði marktækt milli 2003-2006 og í náttúrufræði milli 2000-2006.
- Líkt og í Reykjavík minnkar lesskilningur nemenda í nágrenni Reykjavíkur marktækt milli 2000-2003 en milli 2003-2006 er lækkunin ómarktæk. Heildarlækkun meðaltals frá 2000 til 2006 er 25 stig eða fjórðungur úr staðalfráviki kvarðans. Í nágrenni Reykjavíkur dregur marktækt úr færni nemenda í stærðfræði milli 2003-2006 líkt og í Reykjavík. Í náttúrufræði er hins vegar ekki marktæk breyting milli ára.
- Á Austurlandi minnkar lesskilningur nemenda og færni í stærðfræði marktækt milli 2003-2006. Munur á meðaltölum nemenda í lesskilningi frá 2003 til 2006 er 38 stig og í stærðfræði 28 stig, eða um þriðjungur og fjórðungur úr staðalfráviki. Lækkun á meðaltali í náttúrufræði er þó ekki marktæk milli ára.

Fljótt á litið sýna sex landsvæði talsvert betri árangur en hin þrjú árið 2006. Slökust eru Suðurnes, Suðurland og Vesturland en frammistaðan er betri í öðrum landshlutum. Munur á færni nemenda eftir landshlutum árið 2006 er hins vegar ekki marktækur nema í nokkrum tilfellum. Þau eru:

Lesskilningur nemenda á Norðurlandi eystra er marktækt betri en lesskilningur nemenda í öðrum landshlutum nema Norðurlandi vestra og Vestfjörðum. Munurinn er 16-31 stig eftir landshlutum.

Lesskilningur nemenda á Norðurlandi vestra er marktækt betri en lesskilningur nemenda á Vesturlandi, Suðurnesjum og á Austurlandi. Þess ber að geta að meðaltal Norðurlands vestra er nánast það sama og meðaltal Norðurlands eystra en vegna fámennis þar er staðalvilla mælingar meiri. Þegar Norðurland er skoðað saman kemur í ljós sami marktæki munur og fyrir Norðurland eystra að ofan. Það er áberandi í mynd 6.1 að meðallesskilningur nemenda á Norðurlandi árið 2006 er 500 stig sem er meðaltal OECD, á meðan meðallesskilningur nemenda í öðrum landshlutum er fyrir neðan það.

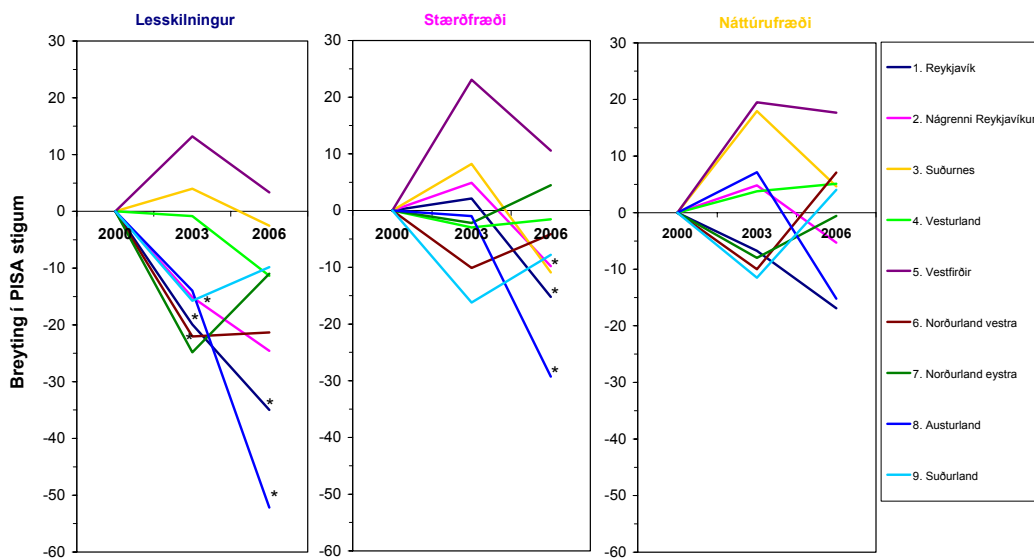
Munur á meðalfærni nemenda í stærðfræði eftir landshlutum er á sömu leið og munur á lesskilningi. Nemendur á Norðurlandi vestra og eystra standa sig best í stærðfræði, marktækt betur en nemendur í Reykjavík, nágrenni Reykjavíkur, á Suðurlandi, Austurlandi og Suðurnesjum. Munurinn er 14-38 stig eftir landshlutum. Auk þess er meðaltal nemenda á Suðurnesjum marktækt lægra en nemenda í Reykjavík, nágrenni Reykjavíkur og á Norðurlandi eystra.

Í náttúrufræði er meðalfærni nemenda marktækt betri á Norðurlandi vestra en í öðrum landshlutum, fyrir utan Norðurland eystra og Vestfirði. Nemendur á Suðurnesjum hafa áberandi lægsta meðaltal í náttúrufræði, marktækt lægra en í öðrum landshlutum fyrir utan Austurland og Vesturland.

### **Nánar um breytingu á færni milli ára eftir landshlutum**

Á mynd 6.2 eru sömu upplýsingar og á mynd 6.1 settar fram með öðru móti. Hér er hver prófgrein sýnd sértaklega og línurnar sýna hvert landssvæði. Línur fyrir hvert landssvæði stefna í flestum tilfellum niður á við milli ára í lesskilningi. Er það í samræmi við heildarþróunina á Íslandi eins og lýst var að framan.

Breytileiki í árangri milli árganga (ára) er svo mikill að hann er engan vegin hægt að skýra sem úrtaksvillu. Það eru greinilega að verki kraftar og áhrifabættir í samfélaginu sem hafa þau áhrif að námsárangur er ólíkur ár frá ári, þótt upplag nemenda ætti að vera hið sama. Mjög lítil skilningur er á því hverjir þessir áhrifabættir geta verið.



Mynd 6.2. Þróun lesskilnings, stærðfræðikunnáttu og náttúrufræðiþekkingar eftir landshlutum, breyting í PISA stigum frá árinu 2000 (\* = Marktæk breyting milli ára miðað við 95% öryggismörk).



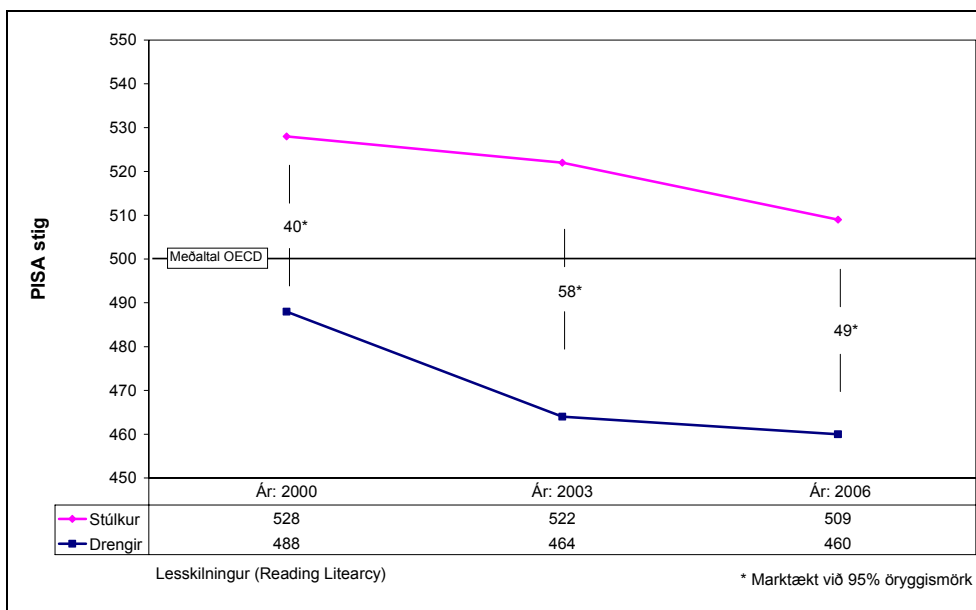
## 7

## KYNJAMUNUR

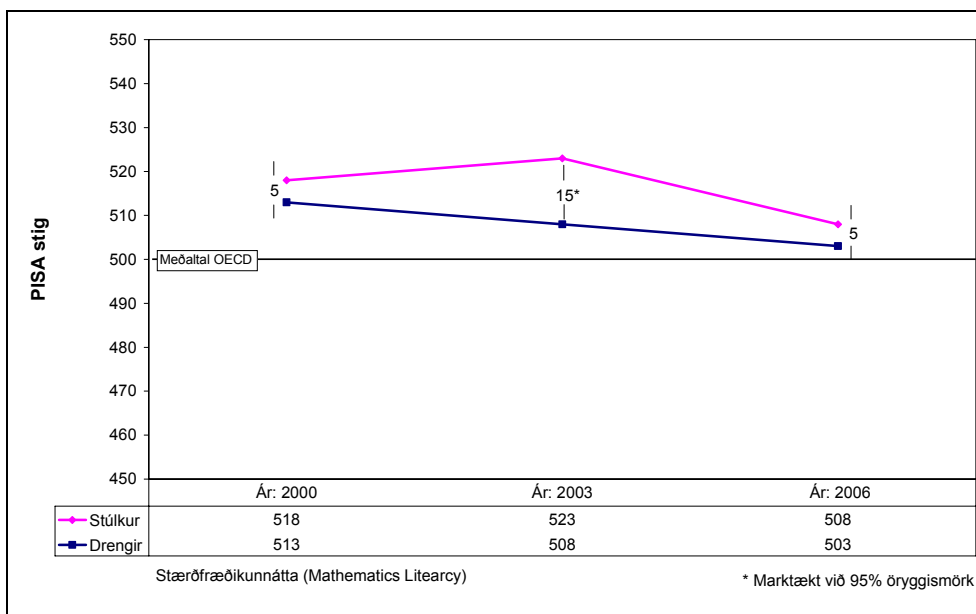
Áhugavert er að athuga hvort frammistaða pílta og stúlkna hefur þróast á sama hátt frá 2000 til 2006. Í kafla 3 kemur fram að frammistaða íslenskra nemenda hefur lækkað eða staðið í stað á þessum árum. Spurningin er nú hvort þessi þróun er eins hjá báðum kynjum. Meðaleinkunn kynjanna og hlutföll kynjanna á ólíkum getustigum eru athuguð hér.

Á myndum 7.1, 7.2 og 7.3 eru birtar niðurstöður um þróun kynjamunar í lesskilningi, stærðfræði og náttúrufræði í PISA rannsókninni.

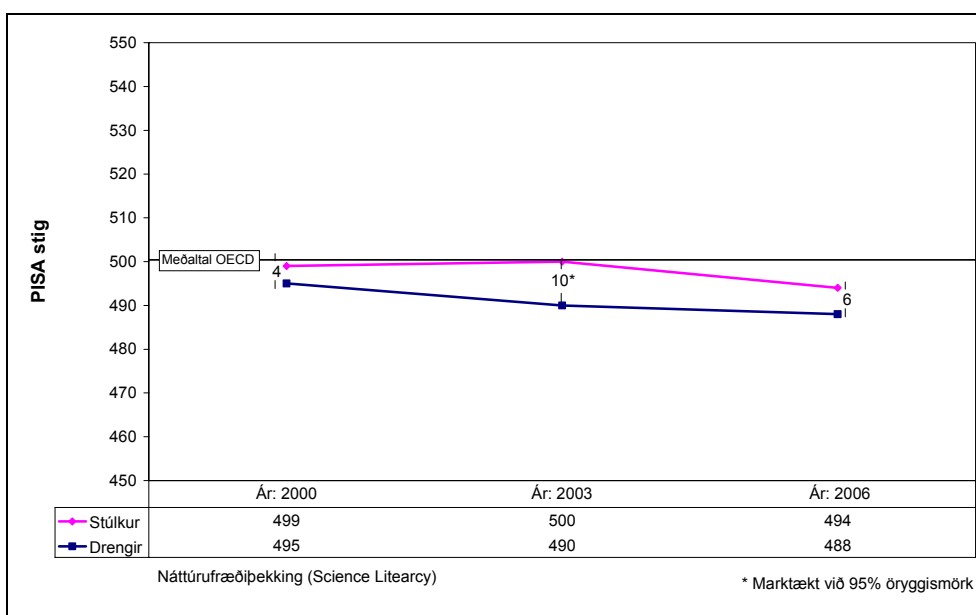
Líkt og með samanburð á meðaltölum íslenskra nemenda milli ára er hér gerður sá fyrirvari við niðurstöðurnar að eingöngu er um sambærilega mælingu að ræða öll árin í lesskilningi, í stærðfræði árin 2003 og 2006 en ekki árið 2000 og í náttúrufræði er ekki um sambærilegar mælingar að ræða milli ára. Kemur það til vegna þess að kenningarammi PISA fyrir lesskilning var þróaður árið 2000, fyrir stærðfræði 2003 og fyrir náttúrufræði 2006. Þó hér sé í grunninn um að ræða sömu aðferðafræði og meðaltöl séu samanburðarhæf í öllum fögum eru mælingar fyrir þróun kenningarammans í viðkomandi fagi ekki fullkomlega sambærilegar mælingum sem byggja á rammanum.



Mynd 7.1. Kynjamunur í lesskilningi í PISA 2000, 2003 og 2006.



Mynd 7.2. Kynjamunur í stærðfræðikunnáttu í PISA 2000, 2003 og 2006.



Mynd 7.3. Kynjamunur í náttúrufræðipekkingu í PISA 2000, 2003 og 2006.

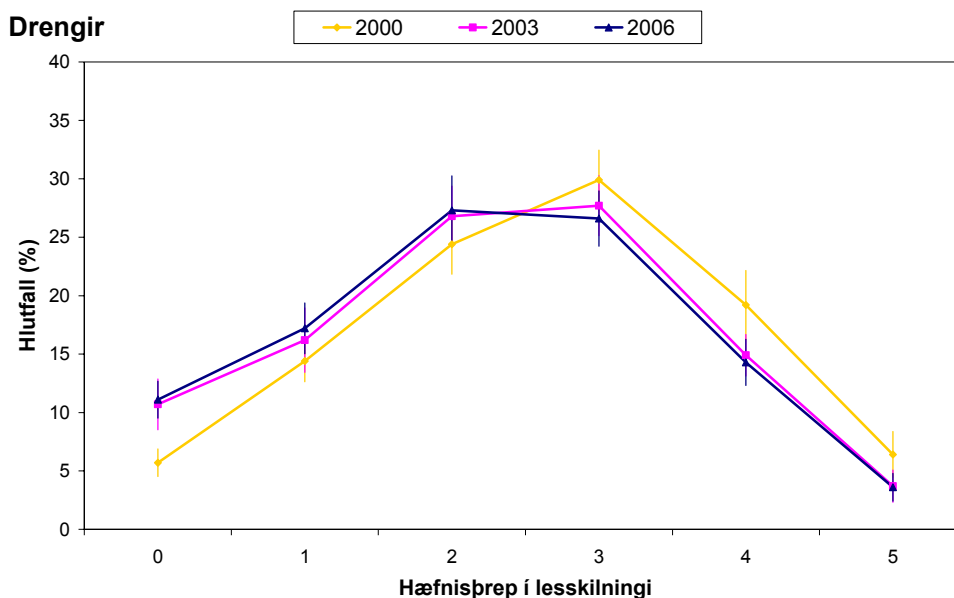
Lesskilningur og færni íslenskra nemenda í stærðfræði og náttúrufræði minnkar á tímabilinu 2000 til 2006, bæði hjá stúlkum og hjá drengjum. Meira hefur dregið úr lesskilningi hjá drengjum en stúlkum á þessu tímabili en ekki er kynjamunur á því hve mikið hefur dregið úr færni nemenda í stærðfræði og náttúrufræði milli árana 2000 og 2006. Miðað við hinar tvær greinarnar hefur bæði stúlkum og drengjum farið mest aftur í lesskilningi.

Kynjamunur er mestur árið 2003, marktækur í öllum fögum en mun minni árin 2000 og 2006. Hin mikla aukning í kynjamun árið 2003 kemur fram í því að það árið voru stúlkur áberandi sterkari í stærðfræði og í náttúrufræði en hin árin hrakar drengjum stöðugt í þessum fögum ár frá ári.

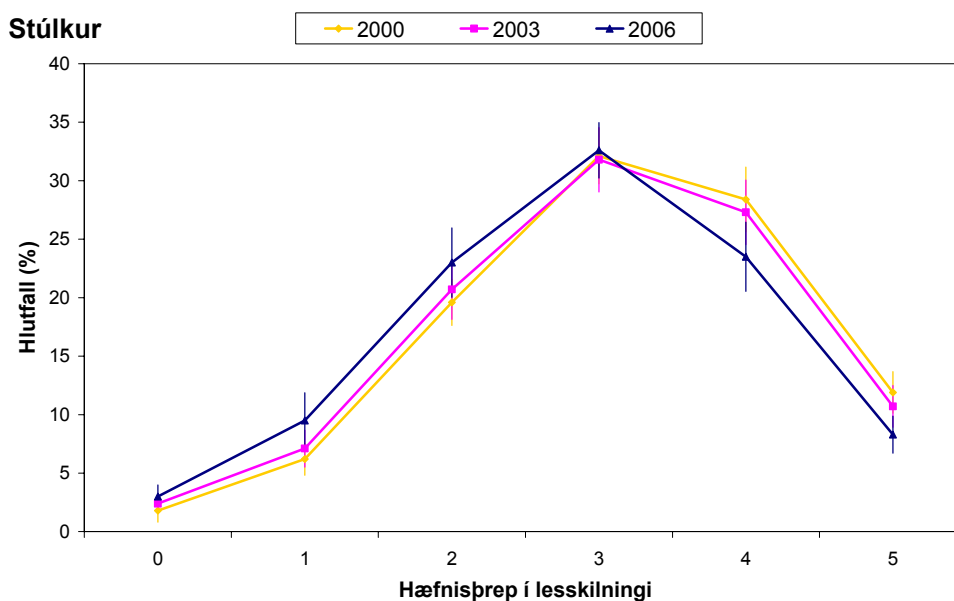
Þegar niðurstöður fyrir árin þrjú eru dregnar saman sést að á Íslandi, líkt og í öllum öðrum löndum, er skýr kynjamunur í lesskilningi stúlkna í hag. Ekki er marktækur munur á færni stúlkna og drengja í stærðfræði og náttúrufræði. Yfirburðir stúlkna á Íslandi í námsárangri í lok grunnskóla virðast því ekki vera eins afgerandi einkenni á íslenskum nemendum og niðurstöður PISA 2003 gáfu til kynna. Það er hins vegar áhyggjuefni að nemendum af báðum kynjum hefur hrakað í öllum fögum og þá sérstaklega í lesskilningi á síðustu 6 árum. Kynjamunur sem var til staðar hefur minnkað vegna þess að stúlkum hefur hrakað líka, ekki vegna þess að drengir hafi bætt sig.

### **Kynjamunur á heildarkvarða, undirþáttum og undirfögum náttúrufræði í þáttökulöndum PISA rannsóknarinnar**

Myndir 7.4 og 7.5 sýna hlutfall drengja og stúlkna í hæfnisþrepum lesskilnings árin 2000, 2003 og 2006.



Mynd 7.4. Dreifing á lesskilningi drengja árin 2000, 2003 og 2006.

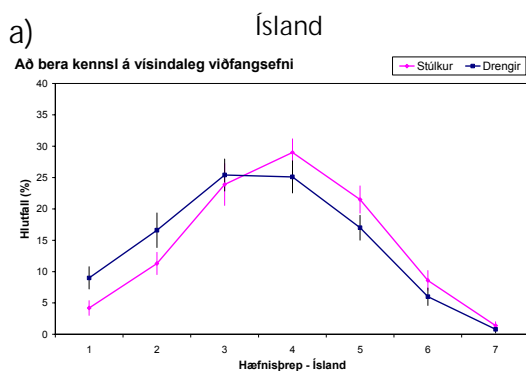


Mynd 7.5. Dreifing á lesskilningi stúlkna árin 2000, 2003 og 2006.

Lesskilningur drengja hin síðari ár (2003 og 2006) er slakari en drengja árið 2000. Hjá stúlkum varð þetta skrið niður á við ekki verulegt fyrr en milli árunna 2003 og 2006, þótt örlítinn vott um það megi finna milli 2000 og 2003. Það sést á því að hlutfall drengja í lægstu þremur hæfnisþrepunum eykst mest milli 2000 og 2003 en hlutfall stúlkna í þessum þrepum eykst mest milli 2003 og 2006. Hlutfall drengja í lægstu þremur hæfnisþrepunum var 45% árið 2000, 9% bættust við árið 2003 og 2% árið 2006. Þá er hlutfallið komið í 56%. Hlutfall stúlkna í lægstu þremur þrepunum er lágt miðað við drengi en hefur aukist álíka hratt undanfarin ár. Árið 2000 voru 28% stúlkna í þessum þrepum, 3% bættust við árið 2003 og 5% árið 2006. Þá er hlutfallið orðið 36%.

### Hæfnisþrep á Íslandi og í OECD meðalríki á undirþáttum náttúrufræði eftir kyni

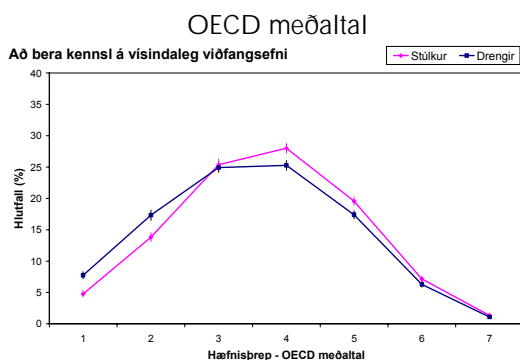
Á myndum 7.6 a), b) og c) hér fyrir neðan má sjá hvernig kynin standa sig á þremur undirþáttum náttúrufræði árið 2006, sem greina færni nemenda til að a) bera kennsl á vísindaleg viðfangsefni, b) útskýra, túlka og álykta á vísindalegan hátt og c) nota vísindaleg rök og gögn.



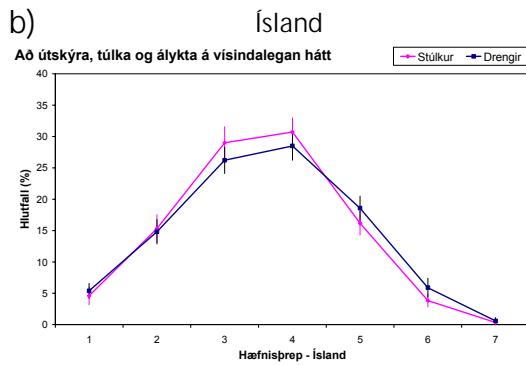
Að bera kennsl á vísindaleg viðfangsefni

Meðaltal (staðalvilla)

	Ísland	OECD
Stúlkur	509 (2,4)	508 (0,6)
Drengir	479 (2,9)	490 (0,7)



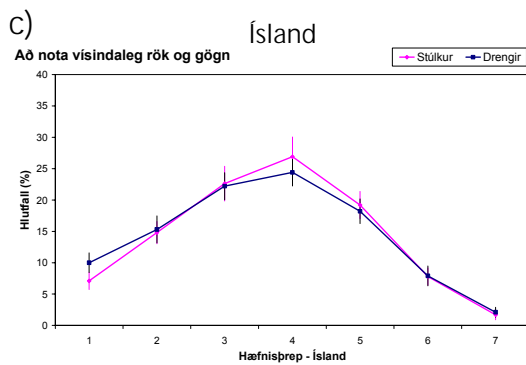
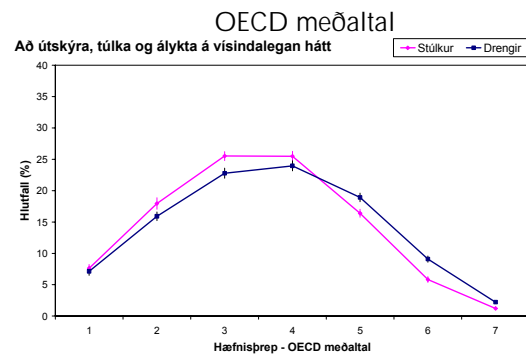




Að útskýra, túlka og álykta á visindalegan hátt

Meðaltal (staðalvilla)

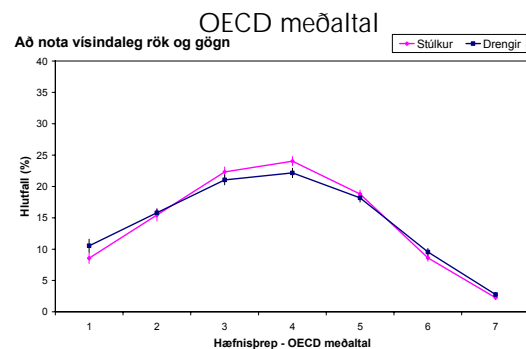
	Ísland	OECD
Stúlkur	485 (2,1)	493 (0,6)
Drengir	491 (2,6)	508 (0,7)



Að nota visindaleg rök og gögn

Meðaltal (staðalvilla)

	Ísland	OECD
Stúlkur	495 (2,5)	501 (0,7)
Drengir	487 (3,1)	498 (0,8)



Mynd 7.6 a) b) c): Framistaða kynjanna á undirþáttum náttúrufræði á Íslandi og í meðalríki OECD: a) Að bera kennsl á visindaleg viðfangsefni; b) Að útskýra, túlka og álykta á visindalegan hátt; c) Að nota visindaleg rök og gögn.

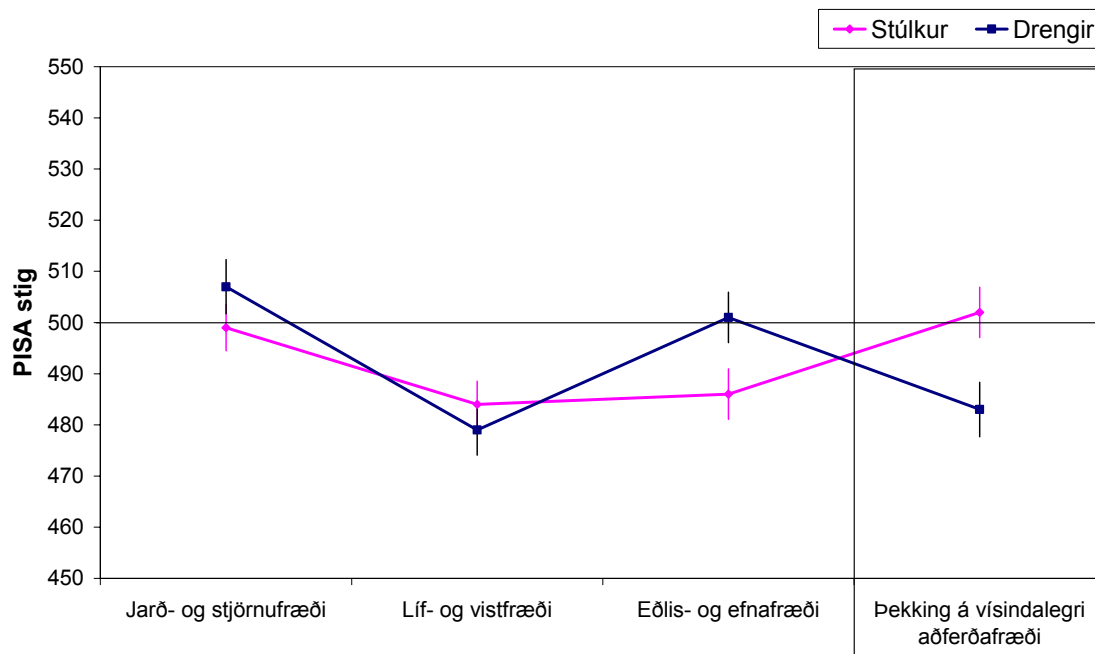
Íslenskar stúlkur standa sig áberandi betur en drengir í að bera kennsl á visindaleg viðfangsefni. Munurinn á meðaltölum kynjanna er 30 stig. Þessi munur kemur skýrt frá í því að hlutfall stúlkna í lægri hæfnisþrepum er mun minna en hjá drengjum og hlutfall stúlkna í efri hæfnisþrepum er mun hærra. Í hinum OECD ríkjunum í heild er kynjamunur á þessu sviði mun minni en á Íslandi. Það skýrist af því að færni íslenskra stúlkna í **að bera kennsl á visindaleg viðfangsefni** er jöfn færni stúlkna í

OECD að meðaltali en íslenskir drengir eru marktækt slakari á því sviði en drengir í OECD að meðaltali.

Lítil munur er á færni íslenskra stúlkna og drengja á hinum tveimur undirþáttunum, aðeins 6 og 8 stig og er sá munur ekki marktækur. Á þessum þáttum eru íslenskir nemendur af báðum kynjum marktækt slakari en nemendur í OECD ríkjunum að meðaltali.

### **Meðalfærni á Íslandi í undirfögum náttúrufræði eftir kyni**

Á mynd 7.7 má sjá að drengir standa sig betur en stúlkur í eðlis- og efnafræði, en stúlkur hafa meiri þekkingu á vísindalegri aðferðafræði.



Mynd 7.7. Kynjamunur á færni nemenda í undirfögum náttúrufræði í PISA 2006.

Þekking á vísindalegri aðferð felur í sér skilning á tilgangi og eðli vísindalegra nálgana, aðferða og spurninga og skilning á eðli skýringa sem eru vísindalegar og byggðar á vísindalegum rannsóknum. Það virðist vera tilhneiging í þá átt að strákar standi sig betur á „harðari“ sviðum raunvísinda, þ.e. eðlis-, efna-, jarð- og stjörnufræði, á meðan tilhneiging er í þá átt að stúlkur séu betri í líf- og vistfræði auk vísindalegrar aðferðafræði. Mismunandi geta kynjanna í þessum undirfögum endurspeglar kynjaskiptingu í námi í raungreinum á háskólastigi, en algengt er að fleiri karlar stundi nám í eðlis- og efnafræði og fleiri konur stundi nám í líffræði. Niðurstöður um kynjamun benda til þess að strax í grunnskóla greinist frammistaða nemenda eftir kyni að talsverðu leyti eftir hefðbundinni kynjaskiptingu sem er í háskólanámi.

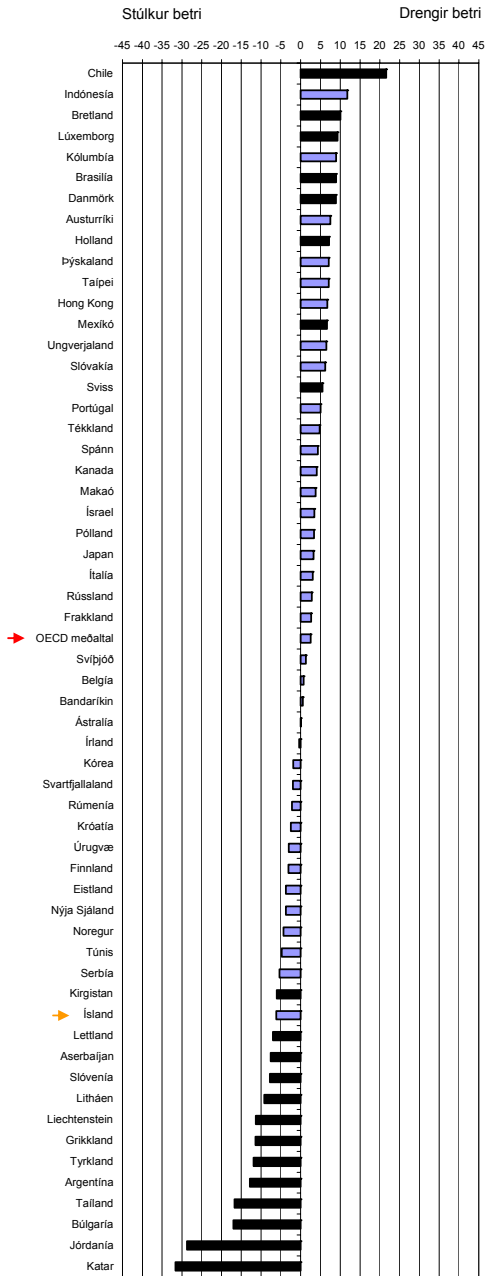
Kynjamunurinn í færni í ólíkum undirfögum náttúrufræði færir heim sanninn um það prófræðilega atriði að kynjamunur í náttúrufræði í heild ráðist að miklu leyti af samsetningu prófverkefna, þ.e. vægi einstakra undirfaga á prófinu.

### **Kynjamunur í þáttökulöndum PISA**

Á næstu myndum (myndir 7.8 a,b,c,d,e,f,g og h) eru birtar niðurstöður um kynjamun í þáttökulöndum PISA 2006 fyrir heildarkvarða náttúrufræði, undirþætti og undirfög. Á myndunum er staða Íslands tilgreind með gulri ör (→) og meðaltal OECD með rauðri ör (→).

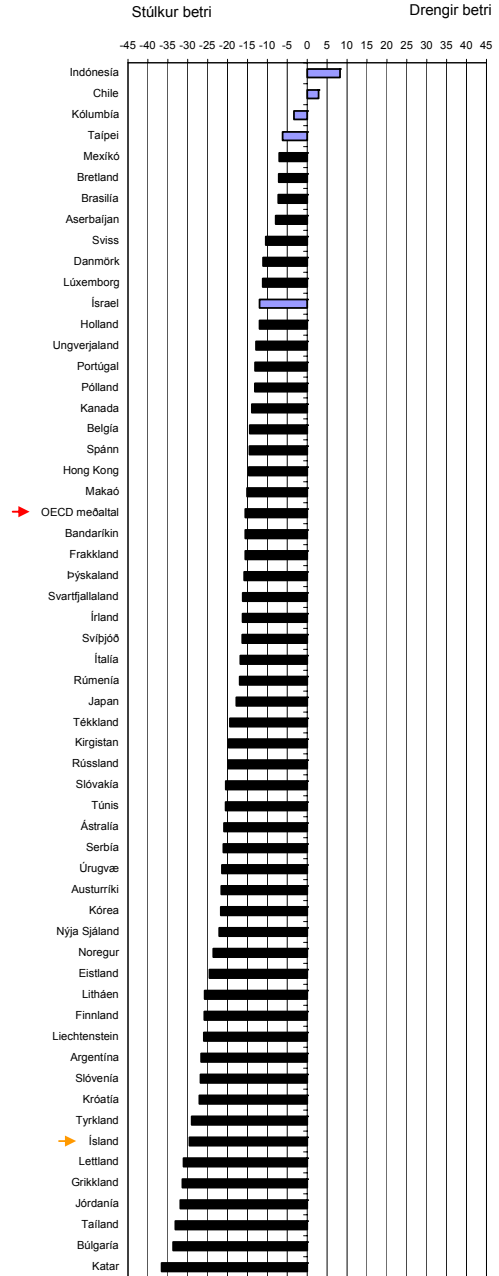
a)

Náttúrufræði - heildarkvarði



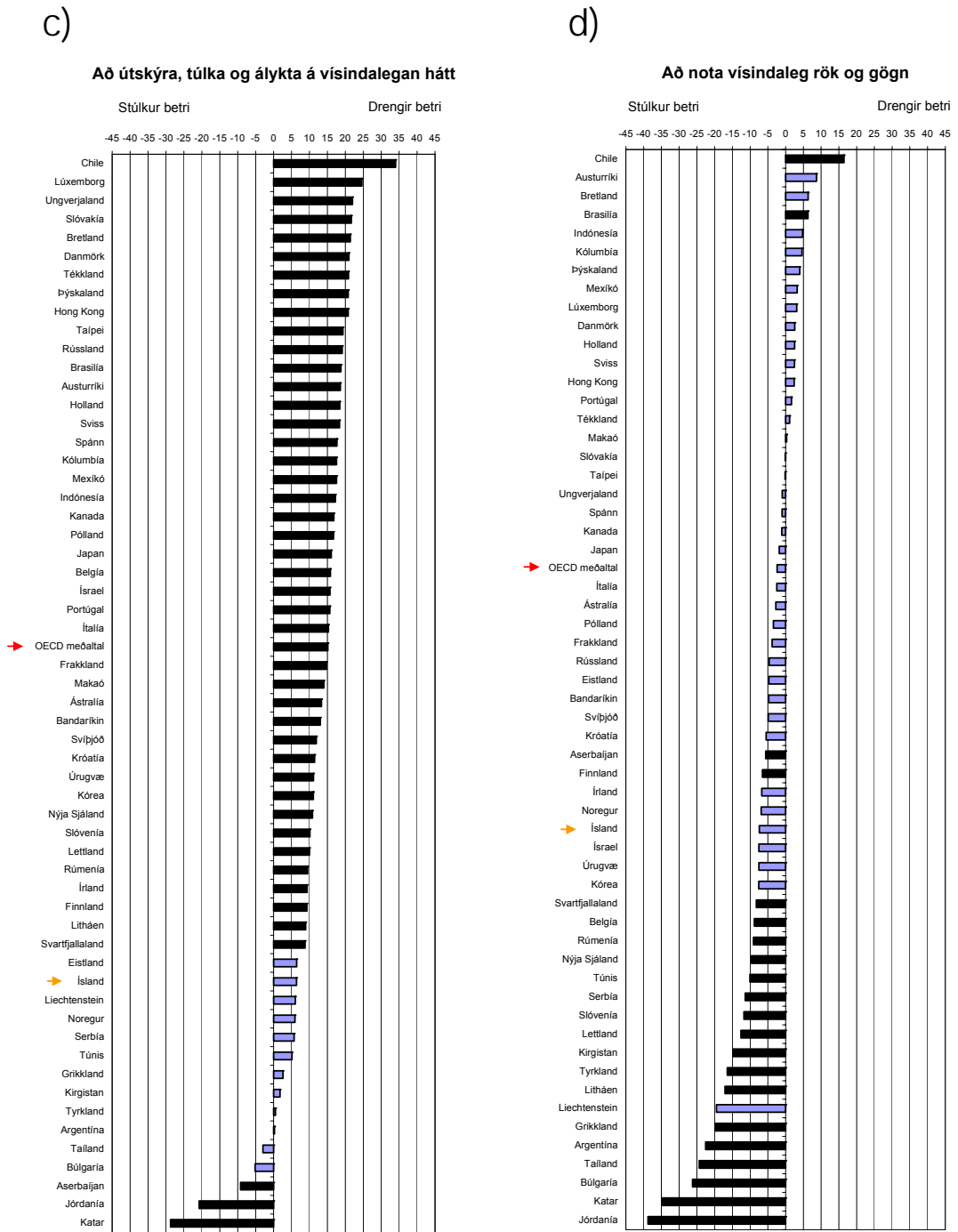
b)

Að bera kennsl á vísindaleg viðfangsefni



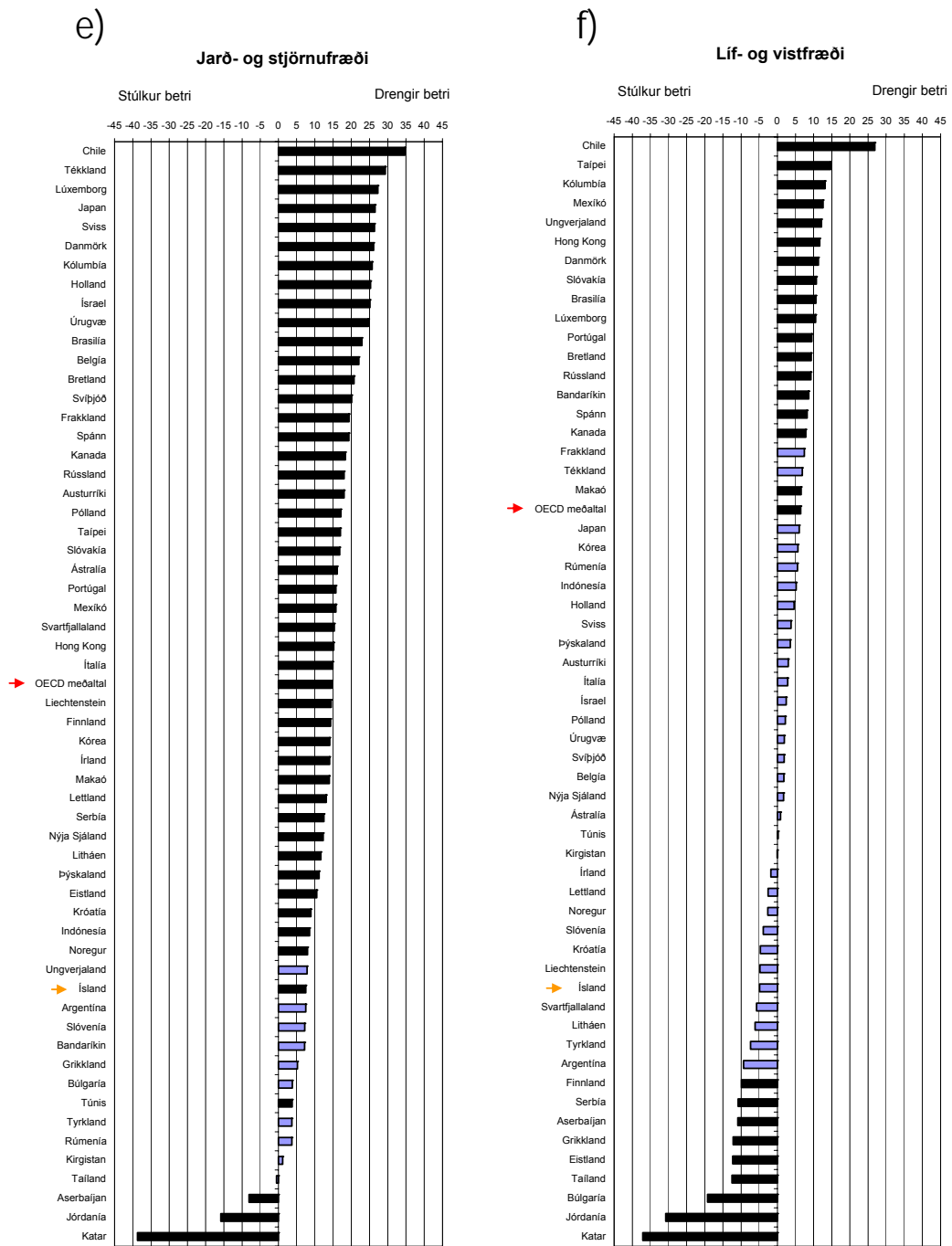
( / = Marktækur munur / = Ekki marktækur munur)

Myndir 7.8 a) og b). Kynjamunur í náttúrufræði og undirpáttum í PISA 2006 eftir löndum.



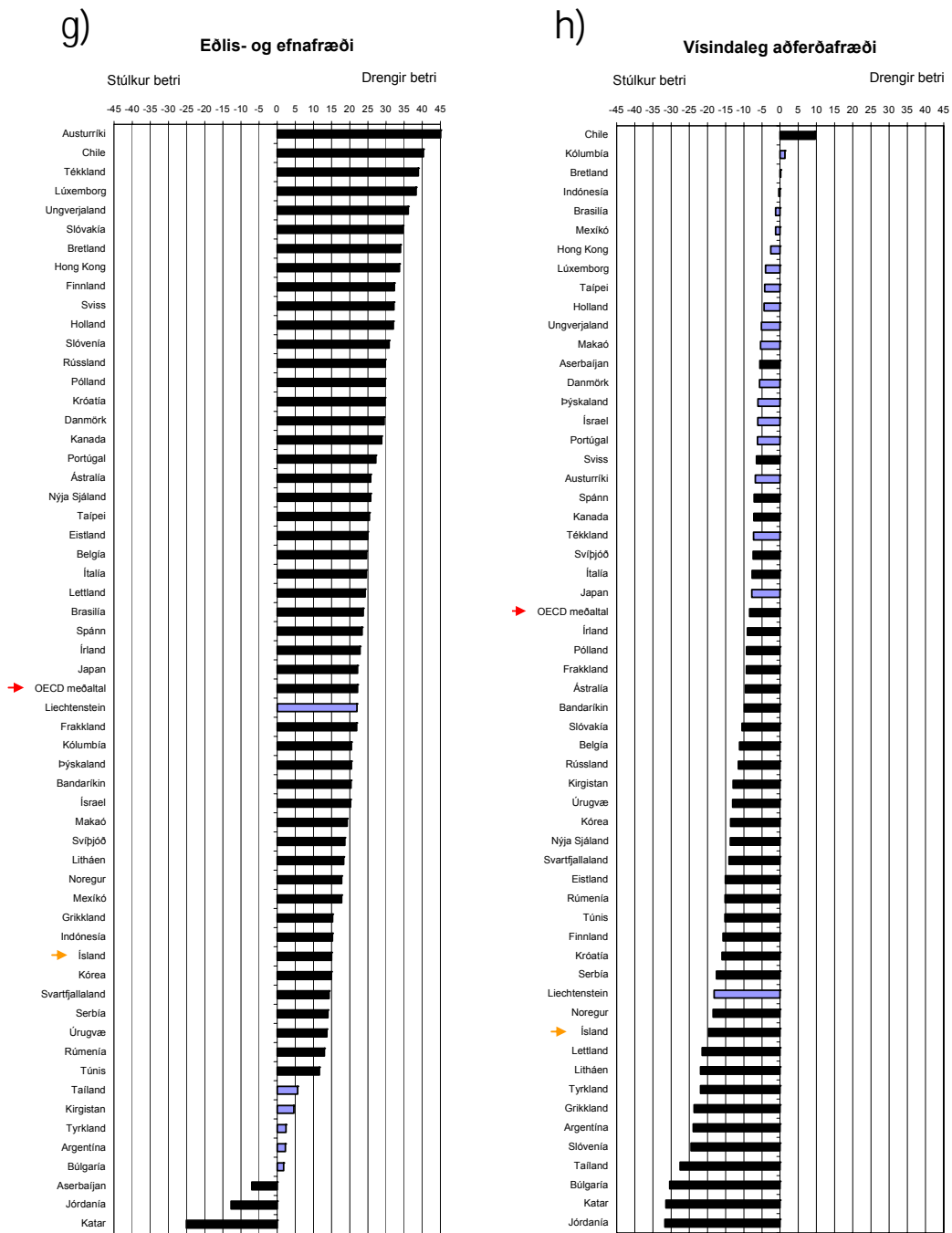
( / = Marktækur munur / = Ekki marktækur munur)

Myndir 7.8 c) og d). Kynjamunur í náttúrufræði og undirþáttum í PISA 2006 eftir löndum.



( / = Marktækur munur / = Ekki marktækur munur)

Myndir 7.8 e) og f). Kynjamunur í undirfögum náttúrufræði í þáttökulöndum PISA 2006.



( / = Marktækur munur / = Ekki marktækur munur)

Myndir 7.8 g) og h). Kynjamunur í undirfögum náttúrufræði í þáttökulöndum PISA 2006.

Myndirnar að ofan sýna að á heildarkvarða náttúrufræði eru lönd þar sem stúlkur standa sig betur en drengir mun fleiri en lönd þar sem drengir standa sig betur eða 13 á mót 8. Í flestum löndum er þó ekki marktækur kynjamunur á heildarfærni í náttúrufræði. Ísland er meðal þeirra landa, en sjá má að stúlkur virðast þó standa sig betur þó munurinn sé ekki marktækur. Áberandi er að Ísland er meðal þeirra ríkja þar sem færni á öllum undirþáttum og fögum náttúrufræði er töluvert meira stúlkum í hag en meðaltal OECD.

Frammistaða kynjanna er breytileg eftir undirþáttunum þremur. Í nánast öllum löndum standa stúlkur sig betur en drengir í að bera kennsl í vísindaleg viðfangsefni, þ.á.m. á Íslandi. Yfirburðir stúlkna eru einnig greinilegir í hæfni til þess að nota vísindaleg rök og gögn, eða í um þriðjung lands. Drengir standa sig hins vegar betur í flestum löndum í að útskýra, túlka og álykta á vísindalegan hátt.

Frammistaða kynjanna í undirfögum náttúrufræði eru einnig misjöfn eftir kynjum. Í langflestum löndum standa drengir sig betur í jarð- og stjörnufræði og eðlis- og efnafræði en lítill munur er á heildina í líf- og vistfræði. Stúlkur þekkja hins vegar víðast hvar betur til vísindalegrar aðferðafræði. Almennt má segja að stúlkur séu betri í vísindalegri aðferðafræði en strákar standi betur eða jafnt að vígi í efnislegu innihaldi greinarinnar.





## 8

**INNFLYTJENDUR OG INNFÆDDIR**

Frammistaða barna sem flytjast hingað með foreldrum sínum á unga aldri er mikilvæg vísbending um árangur grunnskólanna í að taka á móti innflytjendum. Nauðsynlegt er að fylgjast með árangri þessara barna í samanburði við innfædd börn. Árið 2003 tóku helmingi færri innflytjendur PISA prófið en árið 2006 (28 á móti 51). Vegna fjölgunar innflytjenda er árið 2006 fyrst mögulegt að bera saman meðaltöl innflytjenda og innfæddra. Í PISA er ekki spurt um frá hvaða landi nemandi kemur. Í töflu 8.1 má sjá á hvaða aldri þeir voru þegar þeir komu til landsins.

**Tafla 8.1. Innflytjendur: Aldur nemenda þegar þeir fluttu til Íslands.**

Aldur nemanda þegar hann kom til Íslands	PISA 2006		PISA 2003	
	Fjöldi	Uppsafnaður fjöldi	Fjöldi	Uppsafnaður fjöldi
0	4	4	3	3
1	6	10	1	4
2	1	11	1	5
3	3	14	3	8
4	1	15	2	10
5	0	15	1	11
6	3	18	0	11
7	3	21	1	12
8	5	26	1	13
9	2	28	2	15
10	7	35	2	17
11	4	39	3	20
12	2	41	5	25
13	5	46	0	25
14	2	48	2	27
15*	0	48	0	27
16*	0	48	0	27
Ekki vitað	3	51	1	28
Samtals:	51		28	

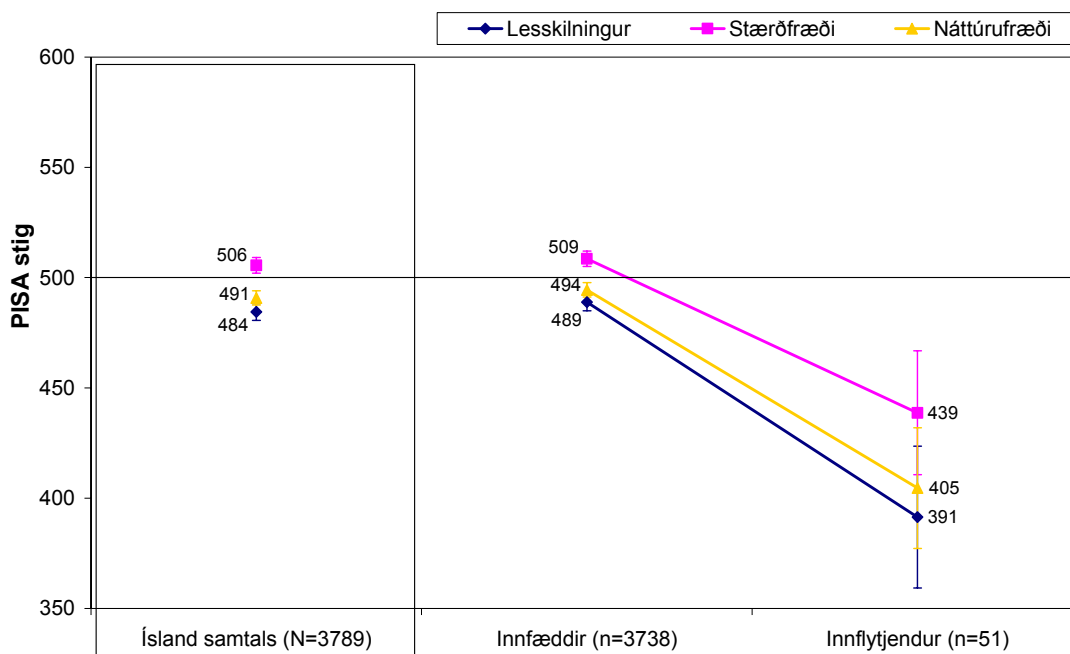
\*Ástæðan fyrir því að engir af þeim nemendum sem komu til landsins 15-16 ára tóku þátt í PISA er sú að einungis þeir nemendur sem hafa lært tungumálið sem PISA prófið er lagt fyrir á í a.m.k eitt ár mega taka prófið. Sú regla gildir í öllum þátttökulöndum.

Um þriðjungur barnanna í innflytjendahópnum kom til landsins áður en þau urðu sex ára. Meirihluti innflytjenda er því menntaður héraðs og erlendis, en mismikið.

Af þeim 3789 nemendum sem tóku prófið 2006 eru 51 innflytjandi (1,3%), einn af hverjum 74 þátttakendum. Að auki eru 15 þátttakendur börn innflytjenda en fæddust hér á landi. Staðalvilla meðaltals svo fámenns hóps er mjög há, um 32-39 stig í greinunum þremur og öryggisbil (95%) meðaltals spannar því 128-154 stig. Svo mikil ónákvæmni gerir allan samanburð við aðra hópa óraunhæfan. Þessir nemendur eru því flokkaðir með innfæddum.

Staðalvilla meðaltals barna sem eru innflytjendur (N=51) er nokkuð há, 14-16 stig, en þó nógu lág til að gera samanburð við innfædd börn mögulegan.

Á mynd 8.1 að neðan má sjá meðalfærni innfæddra og innflytjenda í lesskilningi, stærðfræði og náttúrufræði í PISA 2006. Til samanburðar er sýnd meðalfærni fyrir Ísland í heild.



**Mynd 8.1. Meðalfærni innfæddra og innflytjenda í lesskilningi, stærðfræði og náttúrufræði í PISA 2006. Til samanburðar er sýnd meðalfærni fyrir Ísland í heild.**

Munur á meðalfærni innflytjenda og innfæddra er um 100 stig í lesskilningi, um 70 stig í stærðfræði og um 90 stig í náttúrufræði. Þessi munur er marktækur í öllum tilfellum. Skekkja í mælingunni vegna þess hve fáir nemendur eru í hópi innflytjenda gerir það að verkum að með 95% vissu er hægt að segja að munur á meðaltölum þessara hópa sé á bilinu 61 til 137 stig í lesskilningi, 38-101 stig í stærðfræði og 59-120 stig í náttúrufræði. Þetta segir ekki til um mun á einstaklingum heldur eingöngu hver meðaltalsmunurinn er þegar tekið er tillit til skekkju í mælingunni vegna þess hve annar hópurinn er fámennur. Megin niðurstaðan er sú að mikill munur er á færni í öllum greinunum milli innflytjenda og innfæddra, mun minni þó í stærðfræði en í lesskilningi og náttúrufræði.

Niðurstöður benda til þess að um helmingur innfluttra nemenda sé á hæfnisþrepi 1 eða neðar í náttúrufræði í PISA 2006, en um 20% nemenda á Íslandi í heild flokkast á hæfnisþrep 1 eða undir því. Það er sama hlutfall og að meðaltali í OECD ríkjunum.

Efri mörk hæfnisþreps 1 eru 409 stig sem þýðir að nemendur með 409 eða lægri stigafjölda flokkast neðar en hæfnisþrep 2 (sjá nánari útskýringu á hæfnisþrepum í náttúrufræði í inngangi). Þar sem meðaltal innflytjenda er við efri mörk hæfnisþreps 1 (405 stig) má ætla að u.þ.b. helmingur þeirra (um 25 manns) sé á hæfnisþrepi 2 eða ofar og helmingur á hæfnisþrep 1 eða undir því. Um 20% nemenda á Íslandi flokkast á hæfnisþrep 1 eða undir og því er ljóst að 900 nemendur með þá færni eru innfæddir.

Meðal innflytjenda er ekki marktækur munur á færni í greinunum þremur, það sést á því að öryggisbil meðaltala innflytjendahópsins skarast. Þó benda niðurstöður til þess að færni innflytjenda í stærðfræði sé meiri en í lesskilningi og náttúrufræði. Styrkleiki innflytjenda í greinunum þremur fylgir því sömu röð og hjá innfæddum.

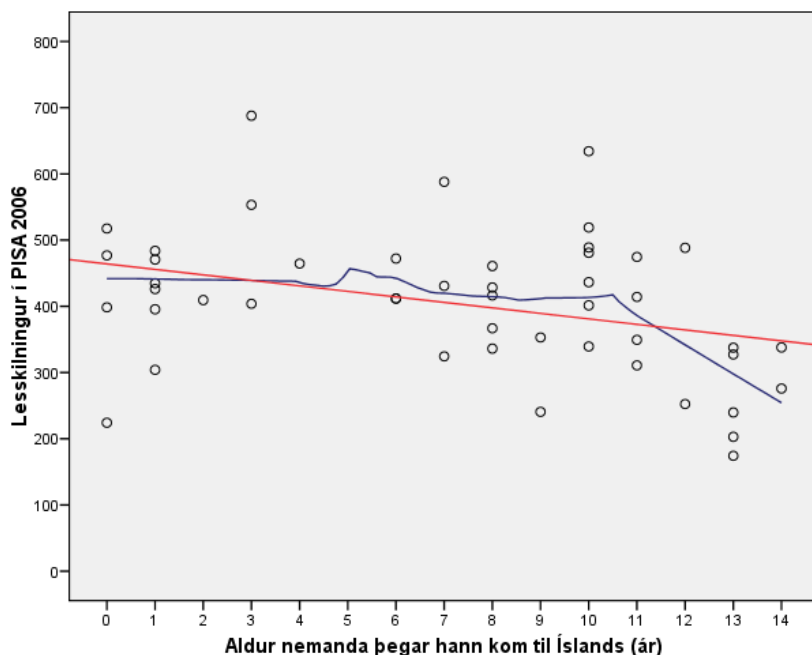
Ástæður þess að munurinn milli innfæddra og innflytjenda er minni í stærðfræði en í lesskilningi og í náttúrufræði gætu verið þær að tungumálið, íslenskan, komi minna við sögu í stærðfræðinámi en í lesskilningi og í náttúrufræði. Aðrar ástæður koma einnig til greina og vafalaust er samspili margra þátta að verki.

Ástæður þessa mismunar gætu einnig átt rætur að rekja til skólakerfisins sem þessir nemendur koma úr. Einnig þyrfti að kanna tengsl einkunnna innfluttra barna við aldur þeirra þegar þeir komu til landsins og mismunandi samsetningar eftir stéttum.

### ***Aldur nemenda við komu til Íslands og breytileiki í frammistöðu***

Kannað var hvort fylgni er á milli aldurs þegar viðkomandi nemandi kom til Íslands og getu í lesskilningi. Búast má við að árangur innflytjanda í íslensku skólakerfi um 15 ára aldur sé betri ef hann hefur komið tiltölulega ungar til landsins þannig að hann hafi haft tækifæri til þess að tileinka sér tungumálið og menningu.

Niðurstöður má sjá á mynd 8.2. Aldur innflytjenda þegar þeir koma til landsins skýrir 12,6% af breytileika í einkunnum þeirra í lesskilningi. Börnum vegnar betur sem hafa komið ung til landsins. Raunar sýnir rauða línan (forspárgildin) að einkunnir innfluttra nemenda eru mjög svipaðar landsmeðaltali ef þeir koma til landsins á fyrstu árum ævinnar. Rauða línan sker y-ásinn mjög nærri meðaltalsgildi Íslands í heild í lesskilningi, en það er 484 stig. Þess ber þó að geta að vegna þess hve þátttakendur eru fáir í hópi innfluttra nemenda, þá eru hallatala og skurðpunktur með mikla staðalvillu, 3,5 stig fyrir hallatölu og 29 stig fyrir skurðpunkt. Neðri skekkjumörk spágildi þeirra sem komu til landsins fyrir 1 árs aldur eru 399 stig en efri skekkjumörk spágildis fyrir nemendur sem komu 14 ára til landsins eru 401 stig. Það er aðeins hægt að fullyrða með 95% vissu að munur á árangri eftir komualdri milli 0 og 14 ára sé á bilinu 0 til 226 stig. Vegna þess hve fáir innflytjendur eru er ekki hægt að fullyrða um áhrifin af komualdri með vissu en vísbendingin sem þessi greining gefur er sú að munurinn milli innfluttra og innfæddra hverfur að mestu leyti ef gert er ráð fyrir því að innflytjendur hafi komið til landsins áður en grunnskólinn hefst. Nánari athugana er þörf.



Mynd 8.2. Tengsl aldurs nemenda þegar hann kom til Íslands og lesskilnings hans á íslensku (rauð lína er spálína og blá lína er lowess lína með vægi punkta 50%).

Það er töluvert meiri breytileiki á færni innflytjenda en innfæddra. Dreifing á færni þessara hópa er birt í töflu 8.2. Efstu og neðstu 2,5% nemenda (samtals 5%) er sleppt hér enda má búast við að það fáist raunsannari mynd af hópnum ef öfgagildum er sleppt.

Tafla 8.2. Breytileiki í færni innflytjenda og innfædda (95% af miðfærni).

	<i>Innfæddir</i>						
	Meðaltal	SE	Staðalfrávik	SE	Frá	Til	Spönn
Lesskilningur	489	(2,0)	93	(1,3)	307	671	364
Stærðfræði	509	(1,8)	87	(1,1)	338	680	342
Náttúrufræði	494	(1,7)	95	(1,1)	308	680	372
	<i>Innflytjendur</i>						
	Meðaltal	SE	Staðalfrávik	SE	Frá	Til	Spönn
Lesskilningur	391	(16,4)	106	(11,0)	183	599	416
Stærðfræði	439	(14,3)	94	(10,0)	255	623	368
Náttúrufræði	405	(13,9)	95	(10,8)	219	591	372

Í töflunni sést að breytileiki í lesskilningi meðal innflytjenda er 14% meiri en hjá innfæddum, í stærðfræði 7% meiri en í náttúrufræði er enginn munur á dreifingu á frammistöðu.

Í mörgum þáttökulöndum PISA hafa niðurstöður sýnt mun á frammistöðu milli innflytjenda og innfæddra. Kannað var hver staða íslenskra innfæddra barna er miðað við innfædd börn í öðrum löndum. Innfæddir eru skilgreindir hér sem nemendur sem fæddust í landinu og eiga foreldra sem fæddust í landinu. Niðurstöður eru í töflu 8.3. Þar sést að meðalárangur íslenskra nemenda miðað við nemendur í öðrum löndum **færist niður** um eitt sæti (fleiri lönd eru fyrir ofan) í greinunum þremur þegar eingöngu eru skoðaðir nemendur sem eru innfæddir í öllum löndunum. Innflytjendur á Íslandi draga því meðaltal landsins minna niður en samsvarandi hópar í öðrum löndum.

Tafla 8.3. Röðun íslenskra nemenda miðað við önnur lönd, innfæddir eingöngu og allir nemendur.

<i>Greinar</i>	<i>Staða íslenskra nemenda</i>	<i>Innfæddir eingöngu</i>	<i>Allir nemendur</i>	<i>Mismunur</i>
<i>Stærðfræði</i>	Fjöldi landa með hærra meðaltal en Ísland	15	14	1
	Fjöldi landa með jafnt meðaltal og Ísland	8	7	1
	Fjöldi landa með lægra meðaltal en Ísland	34	36	-2
<i>Lesskilningur</i>	Fjöldi landa með hærra meðaltal en Ísland	20	19	1
	Fjöldi landa með jafnt meðaltal og Ísland	9	9	0
	Fjöldi landa með lægra meðaltal en Ísland	25	26	-1
<i>Náttúrufræði</i>	Fjöldi landa með hærra meðaltal en Ísland	24	23	1
	Fjöldi landa með jafnt meðaltal og Ísland	9	9	0
	Fjöldi landa með lægra meðaltal en Ísland	22	24	-2

## 9

**BAKGRUNNSÞÆTTIR**

Í PISA 2006 eru metnir ýmsir bakgrunnsþættir sem skýrt geta ólíka frammistöðu nemenda. Yfirlit yfir þessa bakgrunnsþætti er að finna í töflu 9.1. Spurt er meðal annars um heimilisaðstæður, viðhorf nemandans til náttúruvísinda, um framtíðarstörf í náttúruvísindum, viðhorf tengd umhverfisvernd, náttúrufræðikennslu og tölvunotkun. Um 80% nemenda svöruðu spurningalistanum.

Tafla 9.1. Þættir sem metnir eru í PISA 2006 með tölfræðilegum kvörðum.

<i>Titill, íslensk þýðing</i>	<i>Titill á ensku</i>
Foreldrar og heimili nemandans:	
Þjóðfélagsstaða fjölskyldunnar (fjárhags-, félags- og menningarleg)	Index of economic, social and cultural status
Efnisleg gæði fjölskyldunnar	Family wealth
Veraldlegar eigur á heimili	Index of home possessions
Menningarlegar eigur á heimili	Cultural possessions at home
Aðstæður á heimili fyrir heimanám	Home educational resources
Sjálfsmat á eigin færni í náttúruvísindum:	
Trú á eigin getu í náttúruvísindum	Science self-efficacy
Sjálfsmynd í náttúruvísindum	Science self-concept
Sköðanir og hegðun tengd vísindum:	
Ánægja af náttúruvísindum	Enjoyment of science
Áhugi á að læra náttúruvísindi	General interest in learning science
Hversdagslegar athafnir tengdar vísindum	Science activities
Notagildi náttúruvísinda fyrir nemandann í framtíðinni	Instrumental motivation in science
Persónulegt gildi náttúruvísinda fyrir nemandann	Personal value of science
Samfélagslegt gildi náttúruvísinda	General value of science
Umhverfismál:	
Meðvitund um umhverfismál	Awareness of environmental issues
Þjarsýni á þróun umhverfismála í heiminum	Environmental optimism
Áhyggjur af umhverfismálum	Perception of environmental issues
Ábyrgð gagnvart sjálfbærri þróun	Responsibility for sustainable development
Frami í vísindum:	
Áhugi á að starfa að náttúruvísindum í framtíðinni	Future-oriented science motivation
Upplýsingar sem nemandi hefur fengið um störf í náttúruvísindum	Student information on science-related careers
Undirbúningur skólans fyrir störf í náttúruvísindum	School preparation for science-related careers
Náttúrufræði í skólanum:	
Tenging náttúrufræðihugtaka við daglegt líf	Science Teaching - Focus on applications or models
Virk samskipti nemenda í tímum	Science Teaching - Interaction
Verklegar athuganir í tímum	Science Teaching - Hands-on activities
Svigrúm nemenda til að rannsaka sjálfir	Science Teaching - Student investigations

Nánari upplýsingar um kvarðana, s.s. skólun og spurningar sem liggja til grundvallar, er að finna í viðauka A í ritinu PISA 2006: Competencies for Tomorrow's World (Vol. 1 - Analysis) (OECD, 2007) á heimasíðu PISA, [www.pisa.oecd.org](http://www.pisa.oecd.org)

Ekki eru birtar hér niðurstöður spurningalista sem lagður var fyrir foreldra. Svarhlutfall á þeim lista var 63% á Íslandi. Um þriðjungur foreldra valdi að taka ekki þátt og með svo lágt þátttökuhlutfall eru verulegar líkur á valáhrifum, þ.e. að foreldrar sem svara ekki séu á mikilvægan hátt ólíkir þeim foreldrum sem svara. Þátttaka foreldra í öllum löndum sem lögðu fyrir spurningalista fyrir foreldra er sýnd í töflu 9.2.

Tafla 9.2. Spurningalisti foreldra, þátttaka.

	Fjöldi þátttakenda	Fjöldi Í úrtaki	Þátttaka Hlutfall
Pólland	5.465	5.547	99%
Kórea	5.035	5.176	97%
Tyrkland	4.766	4.942	96%
Króatía	4.989	5.213	96%
Hong Kong	4.424	4.645	95%
Makaó	4.508	4.760	95%
Búlgaría	4.046	4.498	90%
Portúgal	4.415	5.109	86%
Kólumbía	3.867	4.478	86%
Ítalía	18.441	21.773	85%
Þýskaland	3.743	4.891	77%
Lúxemborg	3.213	4.567	70%
Nýja-Sjáland	3.259	4.823	68%
<b>Ísland</b>	<b>2.384</b>	<b>3.789</b>	<b>63%</b>
Danmörk	2.751	4.532	61%
Katar	3.699	6.265	59%
<b>Samtals</b>	<b>79.005</b>	<b>95.008</b>	<b>83%</b>

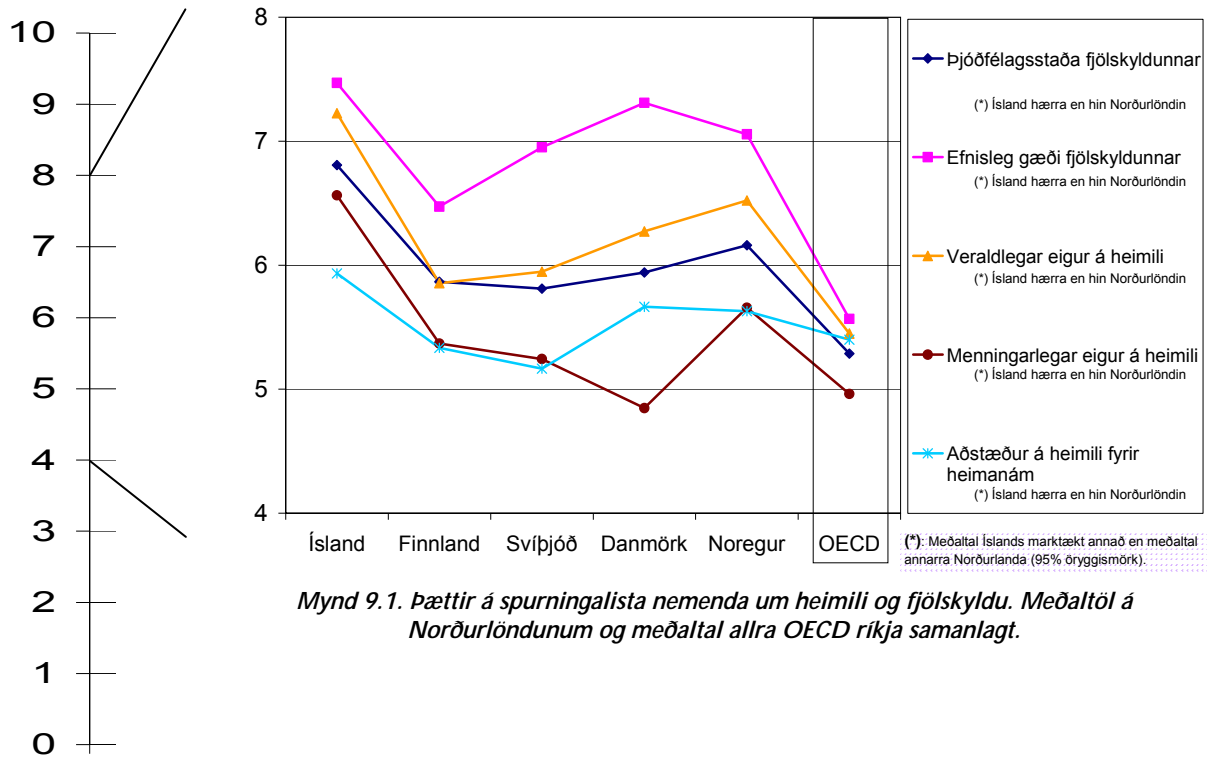
Einnig svöruðu allir skólastjórar skóla sem tóku þátt í PISA 2006, spurningalista um ýmsa þætti tengda skólanum, um rekstur skólans, aðbúnað, um kennara, og námsmat. Þær niðurstöður eru ekki birtar hér að svo stöddu. Rétt er að benda á að jöfnuður milli skóla er mestur á Íslandi og í Finnlandi af öllum þáttökulöndum PISA (það í hvaða skóla nemendur stunda nám skýrir minnst í þessum löndum af dreifingu á færni í náttúrufræði). Samanburður á milli svara íslenskra skólastjóra og skólastjóra í öðrum löndum bíða frekari greiningar.

### **Meðaltal nemenda á Norðurlöndum og í OECD ríkjum að meðaltali**

Í myndum hér fyrir neðan eru niðurstöður um íslenska nemendur sem safnað var með spurningalista nemenda skoðaðar í samhengi við niðurstöður hinna Norðurlandanna. Einnig er sýnt meðaltal OECD ríkjanna (30 lönd) til samanburðar. Meðaltal allra þátttakenda í löndunum 57 sem tóku þátt (um 400.000 ungmenni) er umbreytt í þessari greiningu á kvarða með meðaltal 5 stig og staðalfrávik 2 stig. Með því er unnt að sjá stöðu Norðurlandanna fimm og OECD ríkjanna í samanburði við öll þáttökuríki í PISA 2006 og bera saman meðaltöl milli ólíkra þátta.

Myndirnar gefa kost á að bera saman stöðu Norðurlandanna og OECD ríkja á ýmsum þáttum sem líklegt má telja að tengist námsárangri í hverju landi. Tekið er fram ef marktækur munur var á Íslandi og öðrum Norðurlöndum.

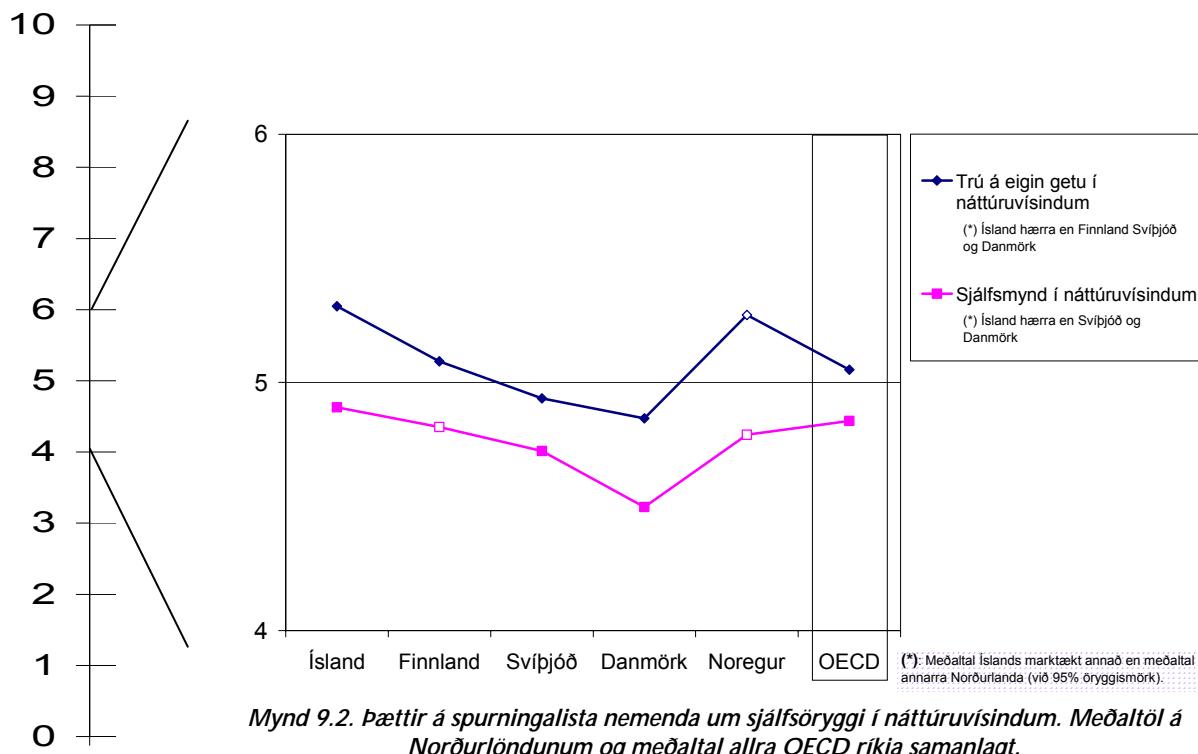
Í PISA rannsókninni voru metnir ýmsir þættir sem geta haft áhrif á frammistöðu í náttúrufræði, lesskilningi og stærðfræði. Þeir tengjast heimili, skólastofunni, viðhorfum nemenda, sjálfsmati, frama í náttúruvísindum og tölvunotkun. Í þessum kafla er kannað hversu vel þeir spá fyrir um færni í náttúrufræði á Íslandi, en fyrst er staða Íslands skoðuð í samhengi við hin Norðurlöndin og meðaltal OECD ríkjanna.



Mynd 9.1. Þættir á spurningalista nemenda um heimili og fjölskyldu. Meðaltöl á Norðurlöndunum og meðaltal allra OECD ríkja samanlagt.

Á mynd 9.1 er sjónum beint að stöðu Íslands á kvörðum sem tengjast heimili nemandans. Það eru þjóðfélagsleg staða fjölskyldunnar (fjárhags-, félags- og menningarleg), efnisleg gæði, menningarlegar eigur á heimili (t.d. myndlistarverk og bókmenntir), námsgögn og aðstæður til heimanáms (t.d. skrifborð, reiknivél og orðabækur) o.fl.

Myndin sýnir að Ísland er hærra en öll hin Norðurlöndin og meðaltal OECD ríkja á öllum kvörðunum. Mælikvarði á þjóðfélagsstöðu fjölskyldunnar, fjárhagslega, félagslega og menningarlega, efnisleg gæði, mælingar á veraldlegum og menningarlegum eigum hníga allar í sömu átt, einnig aðstæður til náms á heimili. Alls staðar stendur Ísland best að vígi miðað við hin Norðurlöndin. Sérstaklega er áberandi að meðaltal efnislegra gæða íslenskra heimila er heilum 2 stigum (heilu staðalfrávik) hærra en meðaltal OECD ríkjanna. Hin efnislega umgjörð heimilisins er mjög góð fyrir íslenska nemendur samanborið við nemendur í öðrum löndum.

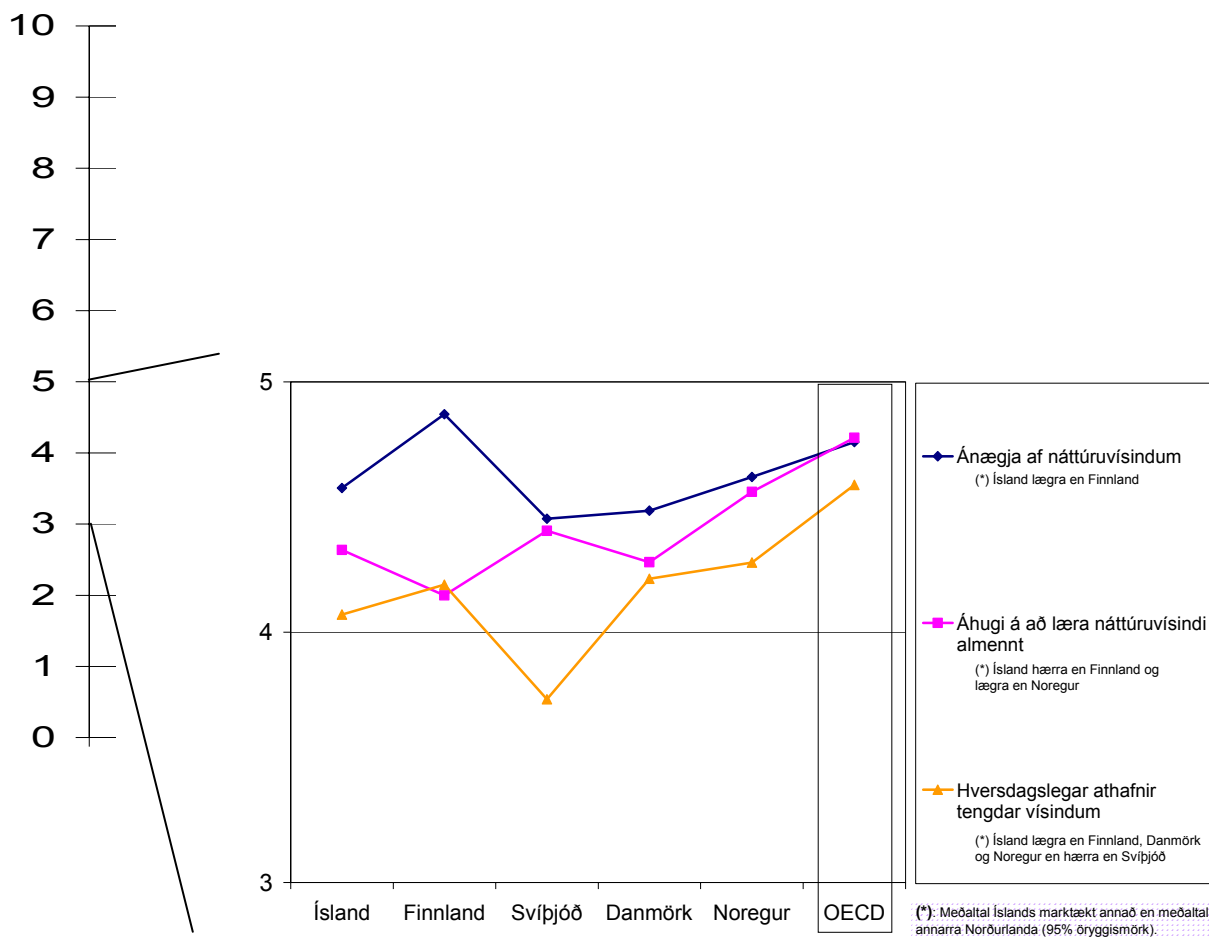


Ísland er einnig ofarlega miðað við hin Norðurlöndin á tveimur kvörðum sem mæla sjálfsmat nemenda á eigin þekkingu og færni í náttúruvísindum.

Kvarðinn trú á eigin getu mælir hversu auðvelt nemandinn telur það vera fyrir sjálfan sig að útskýra, skilja og ræða ýmis náttúrufræðileg málefni svo sem jarðskjálfta, virkni sýklalyfja, upplýsingar á matvælaumbúðum og vísindaleg álitamál sem finna má í blaðagreinum um náttúrufræði. Kvarðinn um sjálfsmynd mælir hversu auðveldlega nemandanum finnst hann/hún skilja, læra og miðla námsefni um náttúrufræði í skólanum.

Íslenskir nemendur telja sig standa nokkuð vel að vígi í náttúrufræðilegum viðfangsefnum innan sem utan skóla. Íslenskir nemendur hafa að meðaltali sterkari sjálfsmynd og meiri trú á eigin getu í náttúruvísindum en nemendur í Svíþjóð og Danmörk og auk þess hafa þeir meiri trú á eigin getu en nemendur í Finnlandi. Noregur er á svipuðum stað og Ísland á báðum kvörðum.



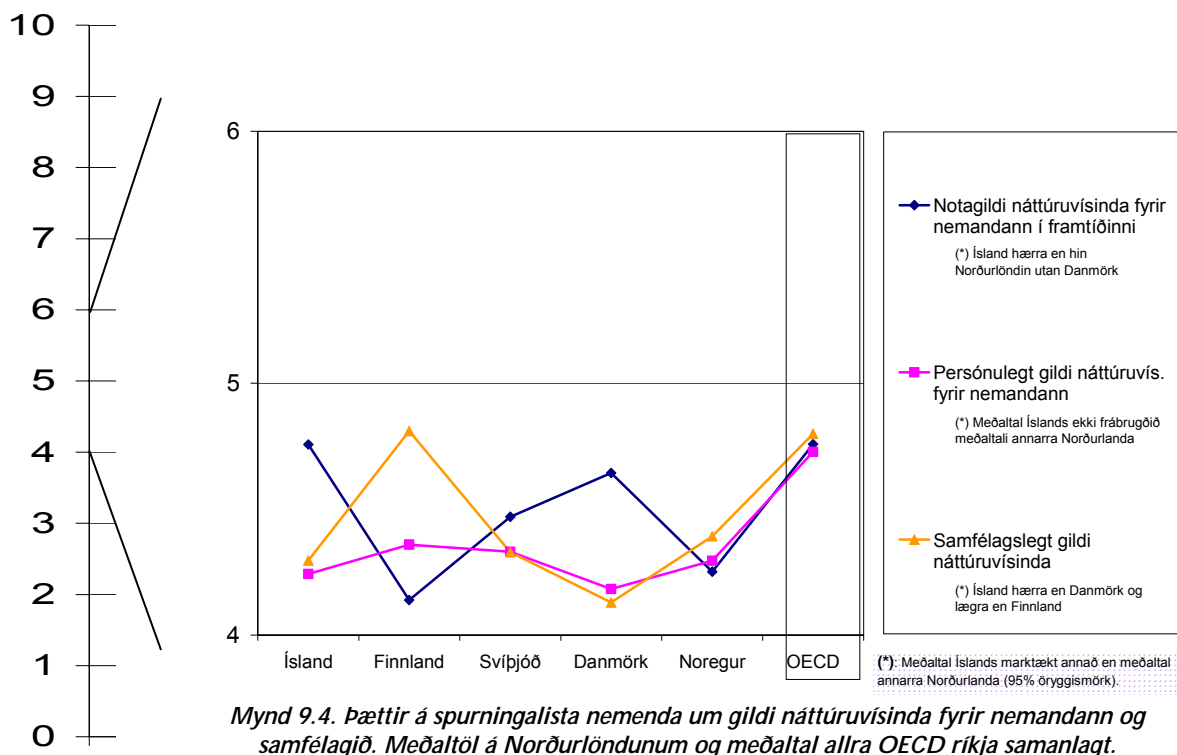


Mynd 9.3. Þættir á spurningalista nemenda um ánægju, áhuga og athafnir tengd náttúruvísindum. Meðaltöl á Norðurlöndunum og meðaltal allra OECD ríkja samanlagt.

Þrjú kvarðar mæla áhuga á náttúruvísindum, ánægju af náttúruvísindum og tíðni athafna tengdum vísindum dags daglega.

Ánægja íslenskra nemenda af náttúruvísindum er minni en ánægja nemenda í Finnlandi og í OECD ríkjum að meðaltali en ekki marktækt minni eða meiri en nemenda á öðrum Norðurlöndum. Áhugi íslenskra nemenda á að læra náttúrufræði er heldur ekki ólíkur áhuga nemenda á öðrum Norðurlöndum, þó marktækt hærri en nemenda í Finnlandi. Áberandi er að áhugi nemenda á Norðurlöndum á að læra náttúrufræði er minni en áhugi nemenda í OECD ríkjum almennt. Munurinn er hins vegar ekki mikill.

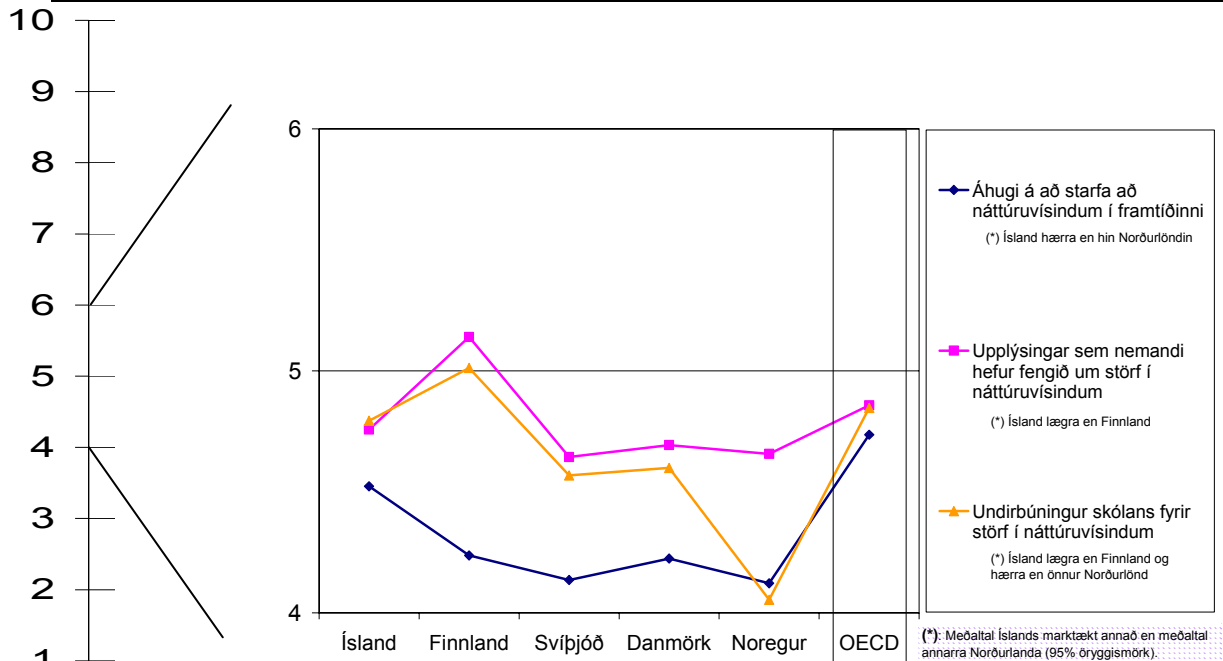
Á Norðurlöndunum er einnig minna um hversdagslegar athafnir hjá nemendum tengdar vísindum en í OECD ríkjum almennt og minna á Íslandi og í Svíþjóð en á hinum Norðurlöndunum. Meðaltal Svíþjóðar er áberandi lægst Norðurlandanna. Á þessum kvarða var spurt m.a. um hvort nemandinn horfir á vísindapætti í sjónvarpi, lesi bækur, tímarit, blaðagreinar og vefsíður um vísindaleg málefni.



Kvarðinn sem mælir persónulegt gildi náttúruvísinda fyrir nemandann er frábrugðinn mælikvarða á mati á notagildi náttúruvísinda fyrir nemandann í framtíðinni að því leyti að á þeim fyrrnefnda er áherslan á auðgandi þátt náttúruvísinda í nútímanum, ekki bara í framtíðinni. Nemendur taka afstöðu til þess meðal annars hvort náttúruvísindi auki skilning þeirra á mannlegum samskiptum og á umhverfinu. Skiptingin tengist e.t.v. skiptingunni milli þess sem er gott í sjálfu sér og hins sem er gott sem tæki til þess að ná einhverjum öðrum ávinningi síðar meir.

Nemendur á Íslandi meta notagildi náttúruvísinda fyrir þá sjálfa í framtíðinni að meðaltali hærra en nemendur á hinum Norðurlöndunum, fyrir utan danska nemendur og álíka mikið og gerist í meðal OECD ríki. Íslenskir nemendur skera sig hins vegar ekki verulega úr hvað varðar mat þeirra á gildi náttúruvísinda bæði persónulega fyrir þá sjálfa og fyrir samfélagið í heild.

Norðurlöndin eru öll mjög lík hvað varðar mat á persónulegu gildi náttúrufræði en nemendur þar telja gildi náttúruvísinda fyrir þá sjálfa áberandi minna en gerist almennt í ríkjum OECD. Það sama á við um samfélagslegt gildi náttúruvísinda, fyrir utan finnska nemendur en að meðaltali meta þeir það á svipaðan hátt og nemendur í meðal OECD ríki. Það er hins vegar Finnland, auk Noregs, sem sker sig úr hvað notagildi náttúruvísinda í framtíðinni snertir en þar er mat nemenda á því lægra en á Íslandi, í Svíþjóð, Danmörku og meðalríki OECD.

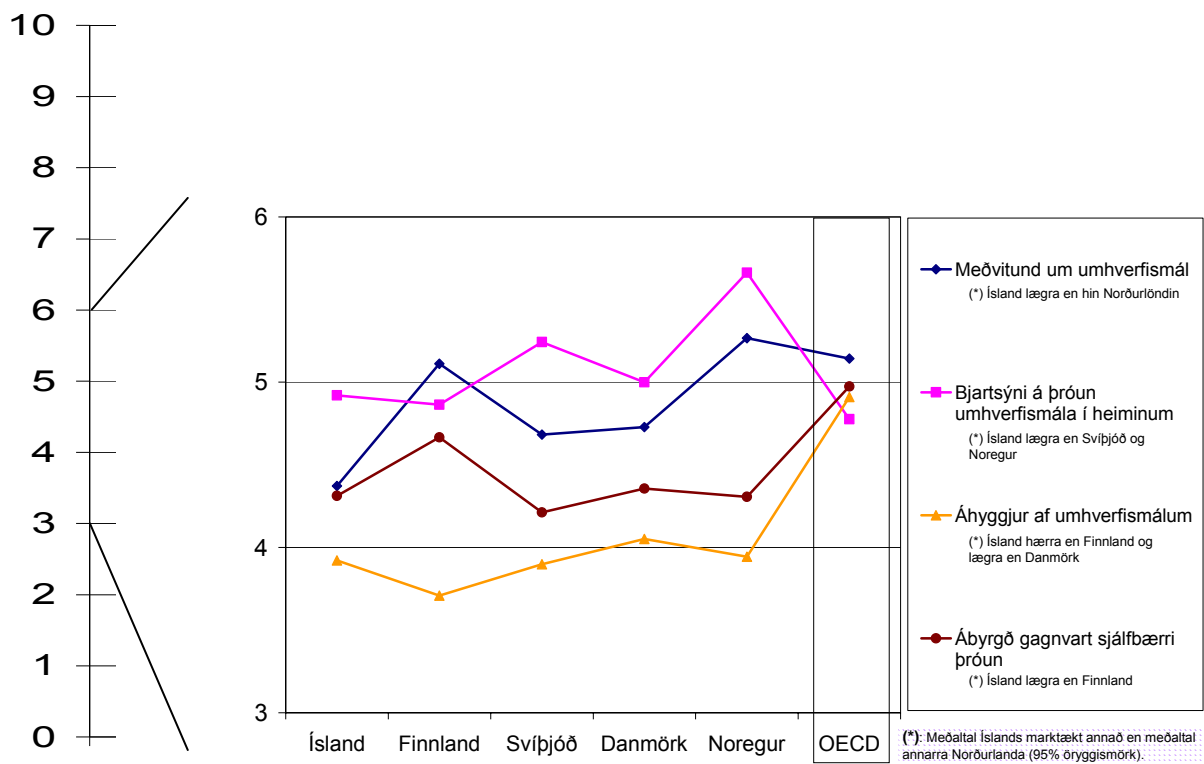


Mynd 9.5. Þættir á spurningalista nemenda um frama í náttúruvísindum. Meðaltöl á Norðurlöndunum og meðaltal allra OECD ríkja samanlagt.

Áhugi á að starfa í náttúruvísindum er áberandi lægri á Norðurlöndunum en í öðrum OECD ríkjum að meðaltali. Af Norðurlöndunum er þó áhugi nemenda á að starfa að náttúruvísindum í framtíðinni mestur hér á landi.

Ísland er mun hærra en flest Norðurlöndin hvað varðar mat nemenda á því hvort undirbúningurinn sem skólinn veitir fyrir störf í náttúruvísindum sé nógu mikill. Upplýsingar sem þeir fá um störf í náttúruvísindum eru þó álíka miklar hér og í hinum Norðurlöndunum, aðeins Finnland er hærra. Áberandi er að finnskir nemendur fá bæði mun meiri upplýsingar um störf í náttúruvísindum og undirbúningur skólans fyrir störf í náttúrufræði er einnig mun meiri en á hinum Norðurlöndunum og í ríkjum OECD almennt.

Á heildina litið eru íslenskir nemendur mun jákvæðari á störf í náttúruvísindum og fá góðan undirbúning í skólanum miðað við hin Norðurlöndin fyrir utan Finnland.



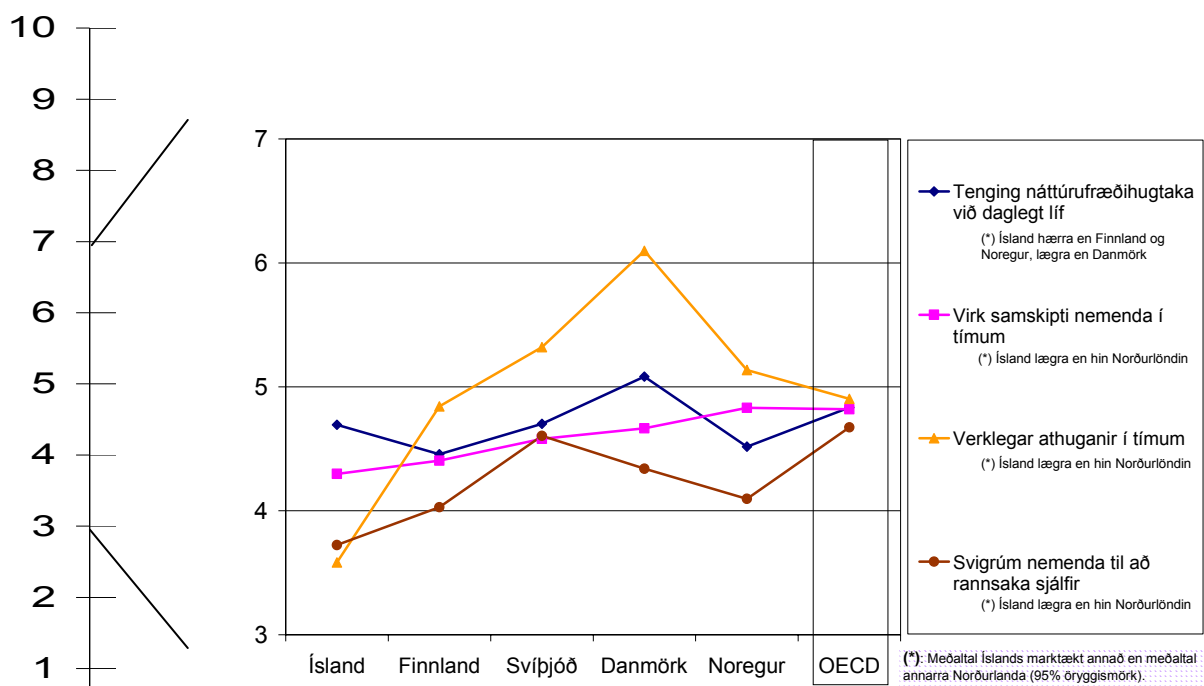
Mynd 9.6. Þættir á spurningalista nemenda um viðhorfu til umhverfisverndar. Meðaltöl á Norðurlöndunum og meðaltal allra OECD ríkja samanlagt.

Á kvarðanum **Meðvitund um umhverfismál** er spurt hversu upplýstir nemendur telja sig vera um ýmis mál svo sem súrt regn, gróðurhúsaáhrif og kjarnorkuúrgang. Íslenskir nemendur eru mun minna meðvitaðir en nemendur á hinum Norðurlöndunum um umhverfismál.

**Bjartsýni á þróun í umhverfismálum í heiminum** er mæld með því að spyrja hvort nemendur telji að vandamál varðandi mengun, vatnsskort, útrýmingu dýrategunda o.fl. muni versna eða batna á næstu 20 árum. Bjartsýni íslenskra nemenda er minni en nemenda í Svíþjóð og Noregi en svipuð og hjá nemendum í Finnlandi og Danmörku.

Á kvarðanum sem mælir **áhyggjur af umhverfismálum** er svo spurt hvort staða mála á þessum sviðum sé alvarlegt áhyggjuefni. Ekki er skýr munur á áhyggjum íslenskra nemenda og nemenda á hinum Norðurlöndunum, niðurstaðan er lítið eitt hærri en í Finnlandi og lægri en í Danmörku. Hins vegar er áberandi hve miklu minni áhyggjur nemendur á Norðurlöndum hafa miðað við það sem gerist almennt í OECD ríkjum. Munurinn er u.þ.b. eitt stig á kvarðanum, eða sem nemur hálfu staðalfráviki.

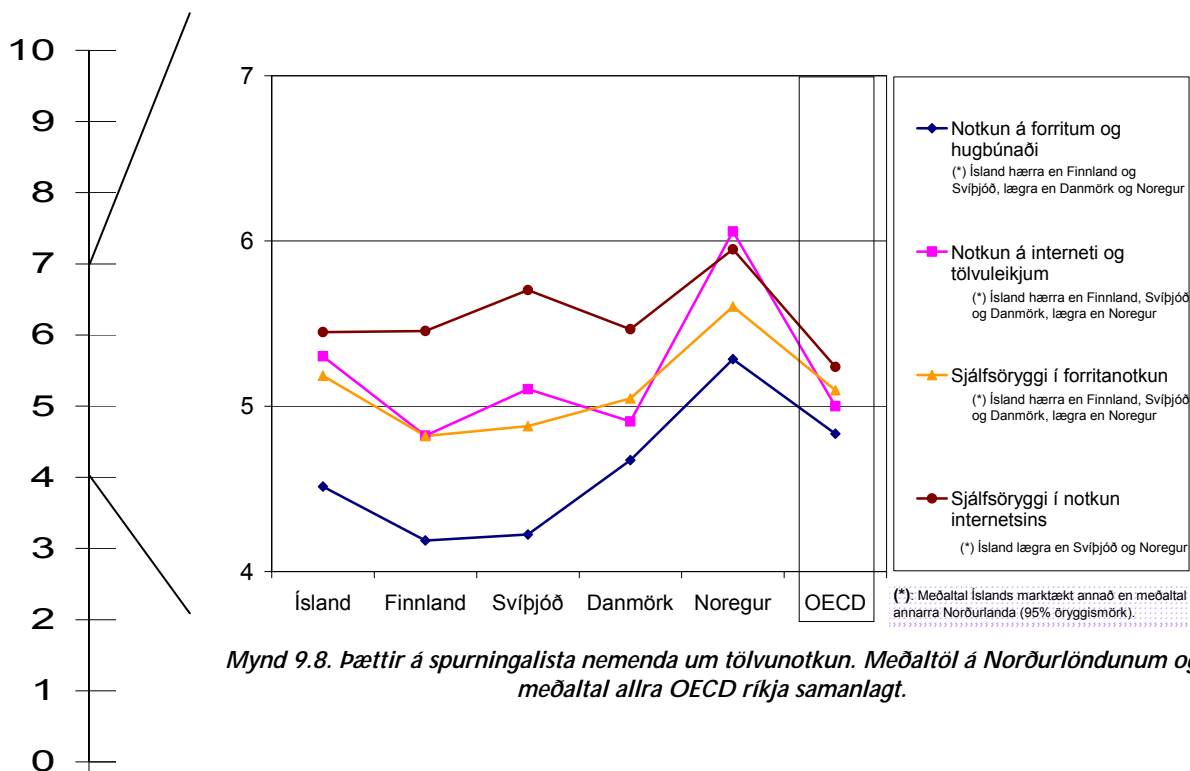
Á kvarðanum **Ábyrgð gagnvart sjálfbærri þróun** er spurt m.a. um mikilvægi eftirlits og lagasetningar um umhverfismál og endurnýtingu til verndar umhverfinu. Íslenskir nemendur eru ekki frábrugðnir nemendum á öðrum Norðurlöndum en eru lægri en finnskir nemendur.



Mynd 9.7. Þættir á spurningalista nemenda um náttúrufræðikennslu, það sem gerist í náttúrufræðitímum. Meðaltöl á Norðurlöndunum og meðaltal allra OECD ríkja samanlagt.

Fjórir kvarðar mæla aðferðir við náttúrufræðikennslu, það sem fram fer í skólastofunni, frá sjónarhóli nemandans. Áberandi munur kemur fram á þessum þáttum milli Íslands og hinna Norðurlandanna. Á Íslandi eru virk samskipti nemenda í náttúrufræðitímum minni, frelsi þeirra til að uppgötva á eigin spýtur minna og verklegar athuganir miklu minni partur af kennslunni en á hinum Norðurlöndunum og almennt í ríkjum OECD. Munurinn á virkum samskiptum nemenda og svigrúmi þeirra til að rannsaka sjálfir er reyndar enn meiri þegar Ísland er borið saman við meðal OECD ríki.

Það hve mikið hugtök í náttúrufræði eru tengd við atburði daglegs lífs er ekki mjög frábrugðið í íslenskum kennslustundum samanborið við kennslustundir á hinum Norðurlöndunum eða í OECD ríkjum almennt. Ísland er þar lítið eitt hærra en Finnland og Noregur en lægra en Danmörk.



Mynd 9.8. Þættir á spurningalista nemenda um tölvunotkun. Meðaltöl á Norðurlöndunum og meðaltal allra OECD ríkja samanlagt.

Á spurningalista nemenda með prófi PISA 2006 voru spurningar um tölvunotkun og atriði tengd sjálfsöryggi í tölvunotkun. Fjórir kvarðar mæla notkun og sjálfsöryggi í notkun á forritum, interneti og tölvuleikjum. Niðurstöður fyrir Norðurlöndin og meðaltal OECD ríkjanna eru birtar í mynd 9.8. Þar sést að mest er notkunin og sjálfsöryggið í Noregi miðað við hin Norðurlöndin og miðað við OECD ríkin almennt.

Notkun íslenskra nemenda á interneti og tölvuleikjum er meiri en nemenda í Finnlandi, Svíþjóð og Danmörku. Sú notkun er svipuð í Finnlandi, Svíþjóð og Danmörku og í OECD ríkjum en meiri á Íslandi og í Noregi. Hins vegar er notkun á forritum og hugbúnaði minni á Íslandi, í Finnlandi, Svíþjóð og Danmörku en almennt gerist í OECD ríkjum.

### Tengsl bakgrunnspáttta við færni náttúrufræði í PISA

Hér eru birtar niðurstöður um fylgni bakgrunnspáttta við frammistöðu íslenskra nemenda í náttúrufræði í PISA 2006. Dreifing skora á bakgrunnspáttum er misjöfn, á sumum eru þau normaldreifð en á öðrum ekki. Könnuð er fylgni þeirra bakgrunnspáttta þar sem kvarðinn er normaldreifður. Fylgnin er birt hér á eftir í töflum og í myndum með töflunum eru tengslin sýnd fyrir hvern þátt. Dregin er lína (Lowess, 50%) gegnum gagnapunktana. Línan er næm fyrir frávikum frá línulegri forspá og endurspeglar tengsl (jákvæð eða neikvæð) kvarðans á hverjum stað við færni í náttúrufræði.

Normaldreifðir kvarðar:

Þjóðfélagsstaða fjölskyldunnar (heimilið), Efnisleg gæði fjölskyldunnar (heimilið), Tenging náttúrufræðihugtaka við daglegt líf (skólastofan), Virk samskipti nemenda í tímum (skólastofan), Trú á eigin getu í náttúruvísindum (sjálfsmat), Sjálfsmynd í náttúruvísindum (sjálfsmat), Ánægja af náttúruvísindum (skoðanir og hegðun), Áhugi á að læra náttúruvísindi (skoðanir og hegðun), Hversdagslegar athafnir tengdar vísindum (skoðanir og hegðun), Notagildi náttúruvísinda fyrir nemandann í framtíðinni (skoðanir og hegðun), Persónulegt gildi náttúruvísinda fyrir nemandann (skoðanir og hegðun), Samfélagslegt gildi náttúruvísinda (skoðanir og hegðun), Meðvitund um umhverfismál (umhverfismál), Áhugi á að starfa að náttúruvísindum í framtíðinni (frami í náttúruvísindum), Upplýsingar sem nemandi hefur fengið um störf í náttúruvísindum (frami í náttúruvísindum), Undirbúningur skólans fyrir störf í náttúruvísindum (frami í náttúruvísindum), Notkun á forritum og hugbúnaði (tölvur) og notkun á interneti og tölvuleikjum (tölvur).

Þeir 18 þættir sem reiknuð er fylgni fyrir skýra sameiginlega 37,5% af dreifingu á færni íslenskra nemenda í náttúrufræði ( $r = 0,61$ ). Tveir þriðju af færninni er óskýrð af þessum þáttum. Hér fyrir neðan er greint frá fylgni einstakra bakgrunnspátta við náttúrufræði.

Ekki er reiknuð fylgni fyrir eftirfarandi þætti:

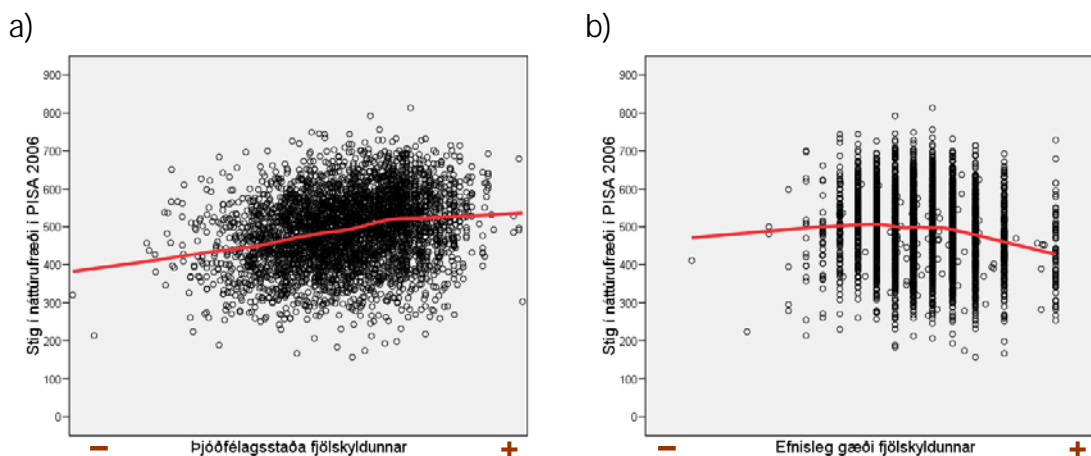
Veraldlegar eigur á heimili, Menningarlegar eigur á heimili, Aðstæður á heimili fyrir heimanám, Verklegar athuganir í tímum, Svigrúm nemenda til að rannsaka sjálfir, Bjartsýni á þróun umhverfismála í heiminum, Áhyggjur af umhverfismálum, Ábyrgð gagnvart sjálfbærri þróun.

## Heimili

Tafla 9.3. Fylgni heimilisþátta við frammistöðu í náttúrufræði.

	Færni og þekking í náttúrufræði	Þjóðfélagsstaða fjölskyldu
Þjóðfélagsstaða fjölskyldu	0,253	
Efnisleg gæði fjölskyldunnar	-0,112	0,438

Allir fylgnistuðlar eru marktækir við 99% öryggismörk



Mynd 9.9. Tengsl a) þjóðfélagsstöðu fjölskyldu nemenda og b) efnislegra gæða fjölskyldu við frammistöðu í náttúrufræði.

Línuritið sýnir tengslin milli þjóðfélagsstöðu fjölskyldunnar og árangurs nemanda í náttúrufræði í PISA 2006. Hallinn á línunni sýnir að betri þjóðfélagsstöðu foreldra fylgir betri árangur í náttúrufræði ( $r=0,25$ ), en þetta samband hverfur þegar ofar dregur á þjóðfélagsstöðukvarðanum (í efsta þriðjungnum). Þá hættir frammistaðan að batna með betri þjóðfélagsstaðu. Línan sem lýsir sambandinu verður flöt. Því má segja að betri frammistaða tengist hærri þjóðfélagsstöðu – upp að vissu marki en þegar því marki sé náð tengist frekari hækkun á þjóðfélagsstöðu ekki frekari hækkunum á frammistöðu í náttúrufræði.

Sambandið sem þarna kemur fram er engu að síður mjög veikt hér á landi (skýringin er aðeins um 5%). Það sést á dreifingu punktanna umhverfis línuna, að einstaklingar í sömu þjóðfélagsstöðu hafa mjög mismunandi einkunn í náttúrufræði.

Einnig var kannað sambandið milli efnislegra gæða sem fjölskylda nemandans hefur yfir að ráða og árangurs í náttúrufræði PISA. Fylgni milli þessara kvarða er lág og neikvæð ( $r=-0,11$ ) sem bendir til

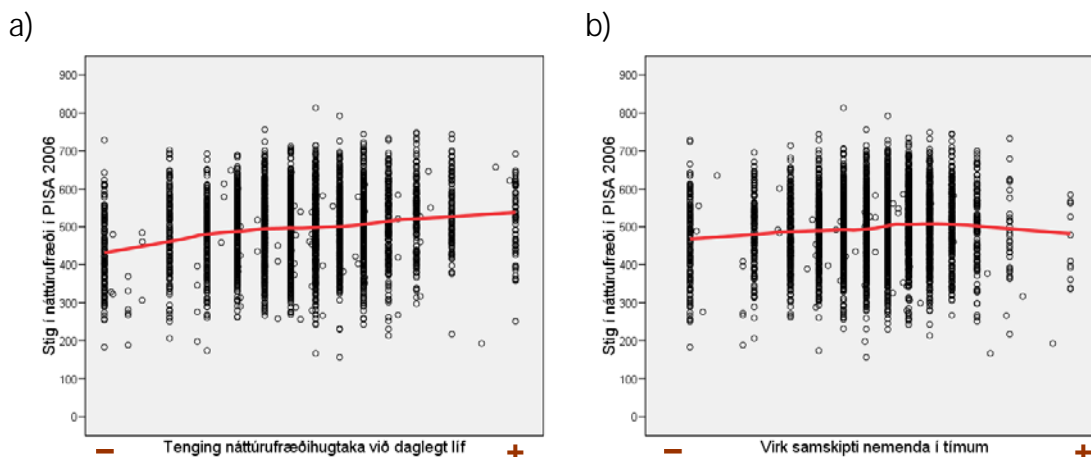
Þess að meiri efnislegum gæðum fylgi slakari einkunn í náttúrufræði. Þetta neikvæða samband milli efnislegra gæða og árangurs í náttúrufræði er þó eingöngu til staðar í efsta hluta kvarðans sem mælir efnisleg gæði. Línan sem lýsir sambandinu er flöt lengi vel ( $r=0,0$ ), en við efsta hluta kvarðans stefnir hún niður á við ( $r=0,15$ ), sem sýnir að þegar vissu magni efnislegra gæða er náð, þá fer frekari aukning þeirra að tengjast verri námsárangri nemandans.

## Skólastofan

Tafla 9.4. Fylgni skólastofupátta við frammistöðu í náttúrufræði.

	Færni og þekking í náttúrufræði	Tenging náttúrufræðihugtaka við daglegt líf
Tenging náttúrufræðihugtaka við daglegt líf	0,174	
Virk samskipti nemenda í tímum	0,088	0,583

Allir fylgnistuðlar eru marktækir við 99% öryggismörk



Mynd 9.10. Tengsl a) tengingar náttúrufræðihugtaka við daglegt líf og b) virkra samskipta nemenda í tímum við frammistöðu í náttúrufræði.

Könnuð voru áhrif tveggja þátta sem lúta að kennsluháttum, þ.e. virkni samskipta nemenda í tímum og að hve miklu leyti hugtök í náttúrufræði eru tengd við daglegt líf í kennslunni. Fylgni þessara þátta er lág við árangur í náttúrufræði en marktæk. Tenging náttúrufræðihugtaka við daglegt líf skýrir um 3% af breytileika í náttúrufræði en virkni samskipta nemenda í tímum skýrir innan við 1%. PISA rannsóknin hefur leitt í ljós að mjög litlu máli skiptir í hvaða skóla nemendur stunda nám sitt. Lítil munur er á árangri eftir skólum. Lítil áhrif þessara tveggja þátta, sem talist gætu til einkenna skólanna, eru í samræmi við þær niðurstöður.

Línan á myndinni sem sýnir tengsl milli virkni samskipta nemenda í tímum og árangurs í náttúrufræði virðist stefna upp á við í fyrstu, en þegar ákveðnu stigi í virkni er náð stefnir línan aftur niður á við. Þetta er vísbending um það að virkni í samskiptum nemenda hafi jákvæð áhrif á árangur upp að vissu marki, en áhrifin verði neikvæð ef samskiptin aukast umfram æskilegt stig.

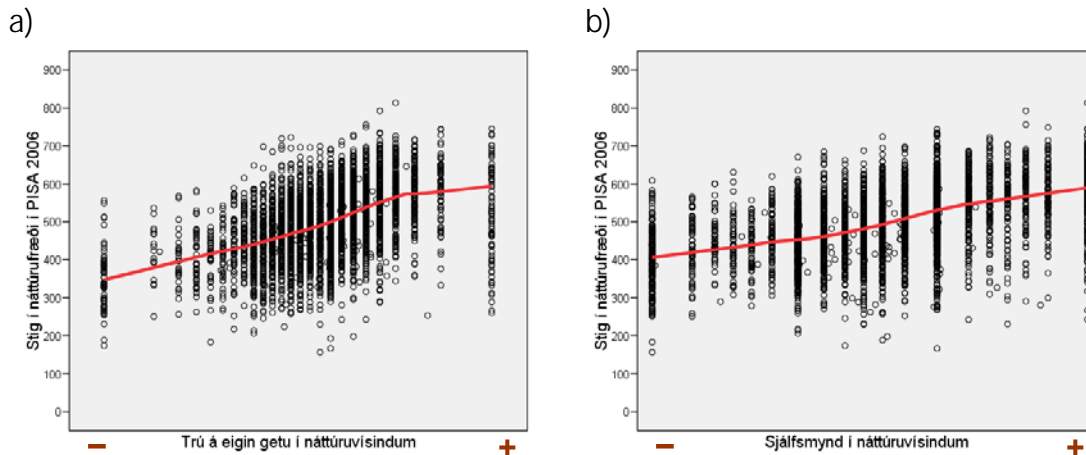


## Sjálfsmat

Tafla 9.5. Fylgni sjálfsmatsþátta við frammistöðu í náttúrufræði.

	Færni og þekking í náttúrufræði	Trú á eigin getu í náttúruvísindum
Trú á eigin getu í náttúruvísindum	0,463	
Sjálfsmynd í náttúruvísindum	0,475	0,580

Allir fylgnistuðlar eru marktækir við 99% öryggismörk



Mynd 9.11. Tengsl a) trúar á eigin getu í náttúruvísindum og b) sjálfsmyndar í náttúruvísindum við frammistöðu í náttúrufræði.

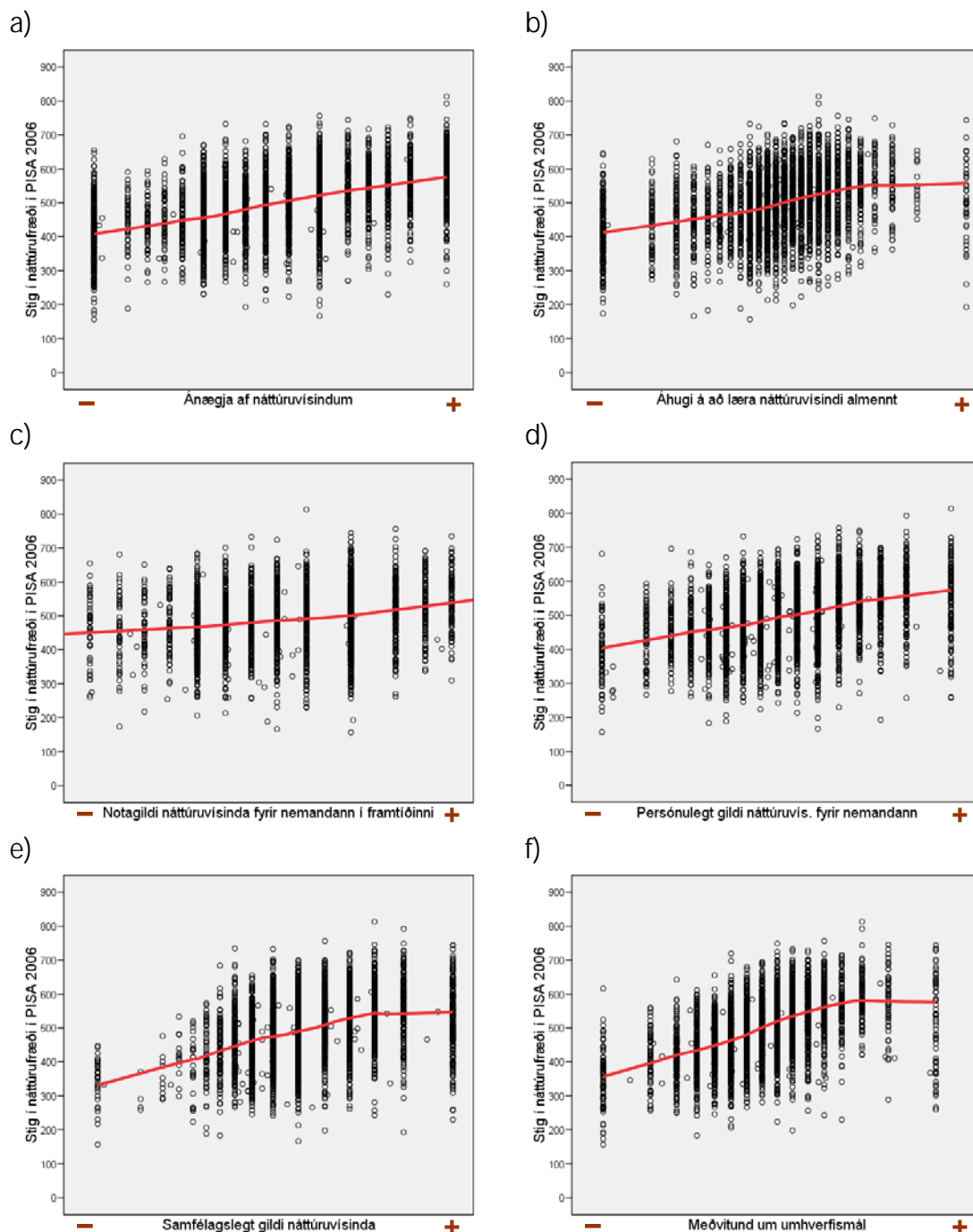
Tenging náttúrufræði við sjálfsmatskvarða eru veruleg og greinileg. Trú á eigin getu í náttúruvísindum skýrir um 21% af breytileika í náttúrufræði og sjálfsmynd í náttúruvísindum skýrir 23%. Innbyrðis tengsl þessara kvarða eru nokkuð sterk eins og við er að búast, enda skyldar hugsmíðar.

## Viðhorf til náttúruvísinda

Tafla 9.6. Fylgni viðhorfa til náttúruvísinda við frammistöðu í náttúrufræði.

	Færni og þekking í náttúrufr.	Ánægja af náttúruvís.	Áhugi á að læra náttúruvís. almennt	Hversd.l. afhafnir tengdar vísindum	Persónul. gildi náttúruvís. fyrir nemandann	Samfélagsl. gildi náttúruvís.	Notagildi vísinda fyrir nem. í framt.
Ánægja af náttúruvísindum	0,473						
Áhugi á að læra náttúruvísindi almennt	0,344	0,713					
Hversdagslegar athafnir tengdar vísindum	0,319	0,624	0,530				
Persónulegt gildi náttúruvís. fyrir nemandann	0,365	0,735	0,642	0,553			
Samfélagslegt gildi náttúruvísinda	0,364	0,535	0,464	0,426	0,695		
Notagildi vísinda fyrir nemandann í framtíðinni	0,243	0,487	0,461	0,297	0,514	0,311	
Meðvitund um umhverfismál	0,484	0,465	0,394	0,451	0,432	0,383	0,213

Allir fylgnistuðlar eru marktækir við 99% öryggismörk



Mynd 9.12. Tengsl sex viðhorfskvarða við frammistöðu í náttúrufræði. Kvarðarnir eru: a) ánægja af náttúrufræði, b) áhugi á náttúruvísindum, c) viðhorf nemenda til notagildis náttúruvísinda í framtíðinni, d) viðhorf nemenda til persónulegs gildis náttúruvísinda, e) viðhorf nemenda til samfélagslegs gildis náttúruvísinda og f) meðvitund um umhverfismál.

Viðhorf nemenda til náttúruvísinda eru mæld á nokkrum kvörðum. Af þeim henta sex kvarðar til fylgniútreikninga. Þar af hafa meðvitund um umhverfismál og ánægja af náttúruvísindum hafa sterkust tengslin við árangur í náttúrufræði. Þeir skýra 23% og 22% af dreifingu í frammistöðu í náttúrufræði. Trú á samfélagslegt gildi náttúruvísinda, persónulegt gildi náttúruvísinda fyrir nemandann, áhugi á að læra náttúruvísindi almennt og hversdagslegar athafnir tendar vísindum hafa einnig skýr tengsl við árangur í náttúrufræði, skýra hvert fyrir sig 10-13% af dreifingu í frammistöðu í náttúrufræði. Veikust eru tengsl árangurs í náttúrufræði við trú nemandans á notagildi náttúruvísinda í framtíðinni en skýringin er tæp 6%.

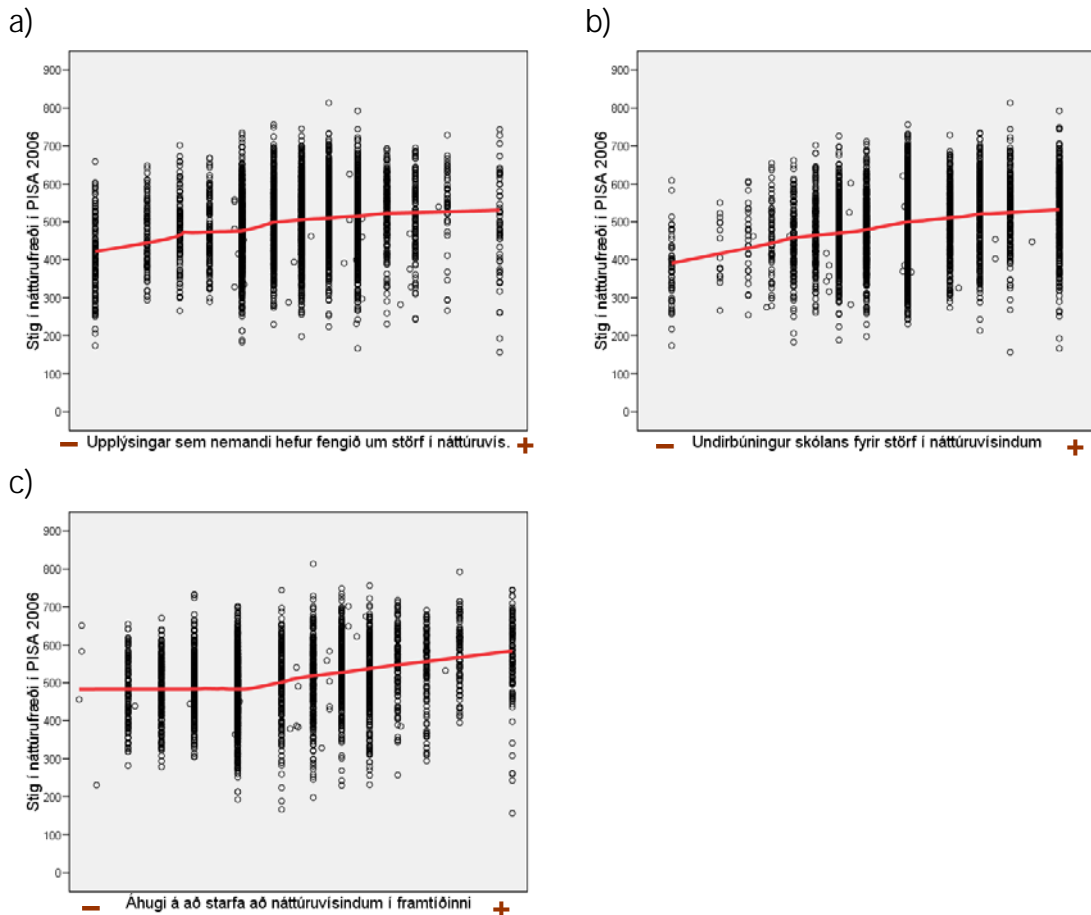
Ljóst er að viðhorf til náttúruvísinda, hvort heldur sem lýtur að persónulegu gildi eða samfélagslegu, tengjast árangri í náttúrufræði. Línan á myndunum að framan, bera vott um það. Þær hækka allar eftir því sem lengra dregur til hægri, sem þýðir að með jákvæðari viðhorfum til gildis náttúruvísinda eykst árangur í náttúrufræði. Á nokkrum myndum verður línan flöt þegar vissum punkti er náð, sem þýðir að jákvæð viðhorf tengjast betri árangri upp að vissu marki, en mjög jákvæð viðhorf umfram það tengist ekki enn betri árangri.

### Frami í náttúruvísindum

Tafla 9.7. Fylgni þátta um frama í náttúruvísindum við frammistöðu í náttúrufræði.

	Færni og þekking í náttúrufræði	Upplýsingar sem nemandi hefur fengið um störf í náttúruvísindum	Undirbúningur skólans fyrir störf í náttúruvísindum
Upplýsingar sem nemandi hefur fengið um störf í náttúruvísindum	0,214		
Undirbúningur skólans fyrir störf í náttúruvísindum	0,259	0,356	
Áhugi á að starfa að náttúruvísindum í framtíðinni	0,274	0,331	0,300

Allir fylgnistuðlar marktækir við 99% öryggismörk



Mynd 9.13. Tengsl þriggja þátta um a) upplýsingar sem nemandi hefur fengið um störf í náttúruvísindum, b) undirbúningur skóla fyrir störf í náttúruvísindum og c) áhuga nemenda á að starfa að náttúruvísindum í framtíðinni við frammistöðu í náttúrufræði.

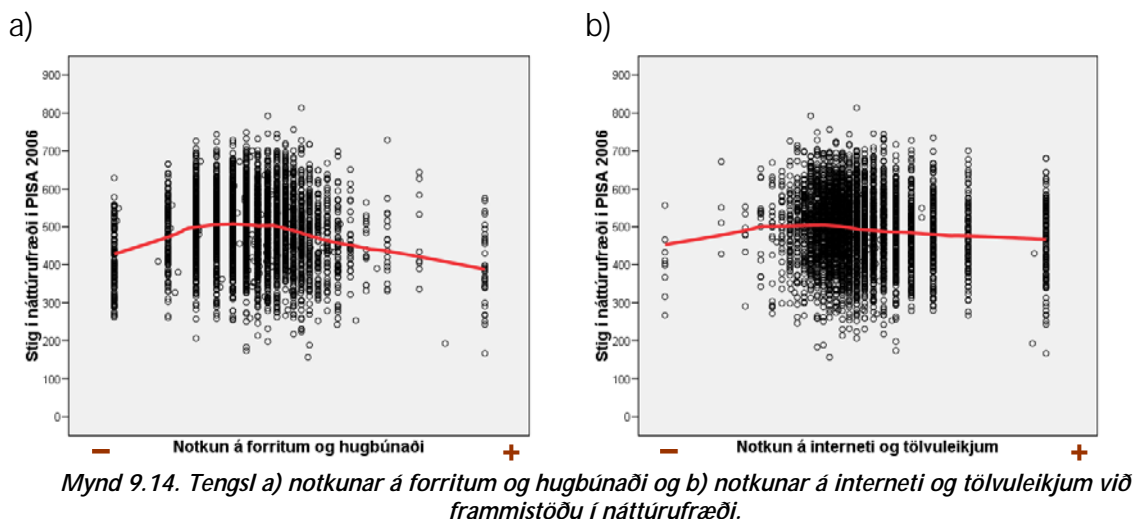
Þrír kvarðar mældu þætti sem lúta að fyrirætlunum nemandans um að starfa sjálfur í náttúruvísindum. Þessir kvarðar höfðu allir lága en marktæka fylgni við árangur í náttúrufræði. Áhugi á að starfa í náttúruvísindum í framtíðinni skýrði tæplega 8% af árangri í náttúrufræði, en undirbúningur skólans fyrir störf í náttúruvísindum og uppýsingar sem nemandi hefur fengið um slík störf skýrðu tæp 7% og 5% af dreifingu á frammistöðu í náttúrufræði.

## Tölvur

Tafla 9.8. Fylgni þátta um frama í náttúruvísindum við frammistöðu í náttúrufræði.

	Færni og þekking í náttúrufræði	Notkun á forritum og hugbúnaði
Notkun á forritum og hugbúnaði	-0,034	
Notkun á interneti og tölvuleikjum	-0,082	0,532*

\*Fylgnistuðull marktækur við 99% öryggismörk



Notkun íslenskra nemenda á forritum og hugbúnaði og á interneti og tölvuleikjum er normaldreifð. Því hentar vel að reikna fylgni milli notkunar og færni í PISA 2006.

Á heildina litið benda niðurstöður til þess að tölvunotkun tengist lítið sem ekkert námsfærni samkvæmt PISA 2006. Á mynd 9.15 sést að fyrir hóp nemenda sem notar aldrei eða sjaldan forrit eða hugbúnað (samtals um 560 nemendur) eru jákvæð tengsl en fyrir nemendur sem nota forrit eða hugbúnað meira er sambandið neikvætt. Ef fyrri hópnun er sleppt kemur fram veik neikvæð fylgni milli notkunar á forritum og hugbúnaði og frammistöðu í náttúrufræði,  $r=-0,167$ . Fyrir nemendur, aðra en þá sem aldrei eða sjaldan nota forrit og hugbúnað, skýrir notkunin því 2,8% af dreifingu á frammistöðu í náttúrufræði. Fylgni milli notkunar á interneti og tölvuleikjum og frammistöðu í náttúrufræði er hins vegar ekki breytileg eftir notkun.

Til samanburðar var kannað hvort tölvunotkun tengdist lesskilningi og færni í stærðfræði og leiddi sú athugun í ljós að mjög veik neikvæð fylgni er milli lesskilnings og internet- og tölvuleikjanotkunar ( $r=-0,134$ ). Skýrð dreifing er 1,8% (marktæk við 99% öryggismörk). Að öðru leyti tengist tölvunotkun ekki lesskilningi eða stærðfræði (fylgnistuðlar  $r=0,008$  til  $-0,087$ ). Ekki er munur á þeim tengslum hjá stúlkum og drengjum.

## 10

## TÖLVUPRÓF Í NÁTTÚRUFRAEÐI (COMPUTER BASED ASSESSMENT OF SCIENCE)

Í PISA 2006 var þátttökupjöðunum gefinn kostur á að taka þátt í náttúrufræðiprófi sem tekið var beint á tölvu. Þetta próf kallast CBAS sem stendur fyrir Computer Based Assessment of Science. Tólf lönd tóku þátt í forprófun allra verkefna en þrjú lönd, Danmörk, Ísland og Kórea, voru með í aðalprófun vorið 2006.

Markmið CBAS er að bera saman frammistöðu nemenda þegar spurningar um náttúrufræði eru lagðar fyrir á tölvuformi og á pappírformi. Með því má sjá hvaða áhrif mismunandi prófaðferðir hafa á árangur. Hér verður stuttlega greint frá helstu niðurstöðum þeirrar prófunar.

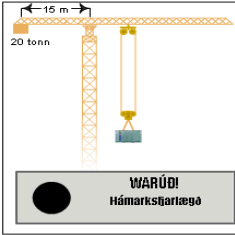
### Framkvæmd og verkefni

CBAS prófið var lagt fyrir lagð fyrir fimm nemendur í senn í hverjum skóla. Prófundur ferðuðust á milli skóla með staðlað tölvuver sem var sett upp sérstaklega í hverjum skóla. Þannig tóku allir nemendur prófið á eins tölvur sem voru nettengdar við tölvu stjórnandans. Þessi vinnuaðferð tryggði sambærilegar prófaðstæður, sömu tölvur, sömu skjástærð og sama hraða á nettengingum. Samtals tóku 783 nemendur á Íslandi þátt í prófinu. Þessir nemendur höfðu áður tekið PISA 2006 pappírsprófið ásamt öllum öðrum nemendum 10. bekkjar þann 15. mars 2006. Tölvuprófið var lagt fyrir yfir 2,5 mánaða tímabil, frá 16. mars til 1. júní 2006.

Leitast var við að nota verkefni sem reyndu á sambærilega kunnáttu og fengist er við í náttúrufræðihluta pappírsprófs PISA 2006. Í CBAS var reynt að nýta margmiðlunartækni eins og frekast var kostur og fengu nemendur ekki einungis verkefni á textaformi og með myndum, eins og í pappírsprófinu, heldur einnig sem hreyfimyndir og jafnvel á formi tilrauna þar sem þeir gátu prófað sig áfram á rökrænan hátt þar til niðurstaða fékkst. Á mynd 10.1 má sjá dæmi um verkefni úr CBAS prófinu.

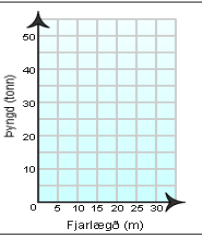
**Spurning 42 Byggingakrani**

Smelltu á massann sem á að lyfta og síðan á hnappinn „Lyfta“ til að sjá hver hámarksfjarlægðin frá turninum má vera án þess að kraninn velti um koll. Svartaðu spurningunni fyrir neðan þegar þú hefur gert fjórar tilraunir.



- 10 tonn
- 20 tonn
- 30 tonn
- 40 tonn
- 50 tonn

Þyngd (tonn)	Hámarksfjarlægð (m)



Hver má mesta fjarlægð vera frá turninum þegar kraninn lyftir 25 tonna massa?

- A 11
- B 12
- C 13
- D 14

Mynd 10.1. Dæmi um verkefni úr CBAS.

Hér er um er að ræða verkefni þar sem nemandinn á að gera tilraun (vinstri hluti myndarinnar) og niðurstöðurnar sjást jafnóðum á grafi (hægra megin á myndinni).

### **CBAS og lesskilningur**

Rétt er einnig að taka fram að til viðbótar við hina nýju aðferð við að setja fram verkefnin sem notuð var í CBAS, hafði prófið einnig aðra eiginleika. Sá mikilvægasti, fyrir utan tölvuframsetninguna sjálfa, var að lestrarþungi eða lengd þessa texta sem nemandinn þurfti að lesa var verulega minni en í pappírprófi PISA 2006. Búist var við því að þessi eiginleiki myndi hafa í för með sér breytingar á kynjamun í náttúrufræði, þar sem vitað er að stúlkur eru yfirleitt mun betri í lestri en piltar. Því gæti þetta haft áhrif á kynjamuninn í CBAS á þann hátt að frammistaða piltanna yrði betri. Greint er frá niðurstöðum hér fyrir neðan.

### **Úrvinnsla CBAS**

Úrvinnsla niðurstaðna var í höndum ACER í Ástralíu og lokaúrvinnsla hjá Námsmatsstofnun. Til að hægt væri að bera saman frammistöðu nemenda sem tóku bæði pappírprófið og CBAS var nauðsynlegt að endurgera mælikvarða pappírprófsins fyrir þessa nemendur. Niðurstöður þeirra eru staðlaðar miðað við þau þrjú lönd sem tóku þátt í CBAS. Með þessu móti gefst kostur á að bera saman niðurstöður þessara þriggja landa á pappírprófinu og CBAS. Meðaltöl sem greint er frá hér varðandi pappírpróf PISA 2006 eru því önnur og ekki sambærileg meðaltölum sem greint er frá í öðrum köflum skýrslunnar og byggja á kvarða allra 30 OECD landanna.

Meðaltal landanna þriggja er sett á 500 í báðum prófum og staðalfrávikid á 100. Með þessu móti er unnt að bera saman frammistöðu sömu nemenda í PISA 2006 pappírprófinu og í CBAS prófinu.

### **Niðurstöður**

Einkunnir landanna þriggja, Íslands, Danmerkur og Kóreu, í pappírprófinu og CBAS prófinu koma fram í töflu 10.1.

*Tafla 10.1: Frammistaða í náttúrufræði – PISA 2006 og CBAS 2006-Meðaltöl og staðalvilla í sviga.*

	PISA 2006			CBAS 2006		
	KVK	KK	Samtals	KVK	KK	Samtals
Danmörk	469 (8,2)	492 (6,9)	480 (6,2)	440 (7,4)	485 (6,2)	462 (5,3)
Ísland	474 (2,5)	467 (2,6)	470 (1,7)	459 (2,2)	484 (2,5)	471 (1,6)
Kórea	502 (6,4)	501 (6,1)	502 (4,3)	489 (7,2)	515 (6,5)	503 (4,8)

Í töflunni má sjá að frammistaðan á CBAS prófinu er mismunandi í löndunum þremur og í takt við PISA 2006 pappírprófið, en sjá má að í Danmörku standa nemendur sig verulega betur á pappírprófinu, sem nemur 18 stigum. Á Íslandi og í Kóreu er munurinn hins vegar einungis eitt stig og ekki marktækur. Kynjamunur er talsverður á pappírprófinu í Danmörku en lítil sem enginn á Íslandi og í Kóreu. Stúlkur eru nokkuð betri í PISA 2006 náttúrufræðiprófinu á Íslandi en sá munur er ekki marktækur. Á CBAS prófinu hins vegar er myndin önnur, þar eru piltar alls staðar betri og munurinn er mestur í Danmörku eða 45 stig piltum í hag. Á Íslandi er hann 25 stig piltum í hag og 26 stig í Kóreu. Það er því ljóst að þrátt fyrir að verkefnin væru eins sambærileg í báðum prófum og mögulegt var, fá piltar ákveðið forskot við að taka próf á tölvu og jafnframt við það að lestrarmagnið í prófinu minnkar. Ekki er unnt að greina þessi tvenns konar áhrif hvort frá öðru hér.

Mjög sterk tengsl eru á milli frammistöðu í CBAS og frammistöðu í lestri, stærðfræði og náttúrufræði á PISA 2006 pappírprófinu, þó tengslin séu veikari en ef skoðuð er fylgnin í pappírprófinu einu sér. Tafla 10.2 sýnir þessi tengsl á milli CBAS og pappírprófsins.

Tafla 10.2. Fylgni á milli frammistöðu á CBAS og pappírprófunum eftir kyni og landi.

	Náttúrufræði PISA 2006		Lestur PISA 2006		Stærðfræði PISA 2006	
	KVK	KK	KVK	KK	KVK	KK
Danmörk	0,89	0,90	0,81	0,77	0,83	0,84
Ísland	0,78	0,79	0,71	0,73	0,73	0,76
Kórea	0,88	0,89	0,77	0,77	0,86	0,87

*Allir fylgnistuðlar eru marktækir við 99% öryggismörk*

Eins og búast mátti við, er fylgnin sterkust við náttúrufræði í PISA 2006, sem undirstrikar að bæði CBAS og pappírprófið sem mæla sömu færni. Þetta er samt nokkuð mismunandi eftir löndum og er fylgnin áberandi minnst á Íslandi. Sömu tengsl koma fram á pappírprófinu þó munurinn þar sé minni á löndunum þremur. Fylgnin við lesskilning er einnig mjög há, en þó nokkuð lægri á heildina litið en fylgnin á milli lesskilnings og náttúrufræði í pappírprófinu einu sér. Í PISA 2006 aðalprófinu er heildarfylgnin á milli frammistöðu í náttúrufræði og lestri 0,83, en fylgnin á milli CBAS og lesturs í PISA 2006 er 0,73 fyrir öll þrjú löndin. Því er ljóst að áhrif þess að minnka lestrarálag og lengd lestexta í náttúrufræðiprófinu eru nokkur.

### **Hvað fannst nemendum um CBAS?**

Í kjölfar CBAS prófunarinnar voru nemendur beðnir um að svara nokkrum spurningum um prófið og einnig beðnir um að bera það saman við hið hefðbundna pappírpróf sem þeir höfðu allir tekið. Í Töflu 10.3 hér á eftir koma fram helstu spurningarnar og hlutfall svara við þeim í hverju landanna þriggja.

Þegar svörin eru skoðuð er ljóst að allt að 30% nemenda í Danmörku og Kóreu voru mjög sammála því að gaman væri að taka tölvuprófið. Á Íslandi var þetta hlutfall hins vegar miklu lægra, eða aðeins 4,6% hjá stúlkum og 9,4% hjá piltum. Þetta segir þó að helmingi fleiri piltum finnst þetta mjög skemmtilegt en stúlkum. Nærri 80% nemenda í Danmörku og Kóreu fannst þetta skemmtilegt prófform, en einungis um 50% nemenda á Íslandi. Á bilinu 40-60% nemenda fannst gaman að taka PISA pappírprófið í Danmörku og Kóreu en einungis rúmlega 20% á Íslandi. Þetta prófform höfðar frekar til pilla í öllum löndum samkvæmt niðurstöðum í töflu 10.3.

Tafla 10.3. Niðurstöður um hvernig nemendum þótti að svara náttúrufræðiprófi á tölvu (hlutföll, %).

Mér fannst gaman að taka tölvuprófið								
	Mjög sammála		Sammála		Ósammála		Mjög Ósammála	
	KVK	KK	KVK	KK	KVK	KK	KVK	KK
Danmörk	29,6	35,7	57,2	49,1	8,7	8,7	4,5	6,5
Ísland	4,6	9,4	46,6	40,4	33,6	27,3	15,2	22,9
Kórea	30,1	34,6	55,2	48,8	12,0	11,2	2,7	5,4

Mér fannst gaman að taka PISA prófið sem lagt var fyrir 15. mars.								
	Mjög sammála		Sammála		Ósammála		Mjög Ósammála	
	KVK	KK	KVK	KK	KVK	KK	KVK	KK
Danmörk	4,3	4,6	40,1	31,6	41,1	38,7	14,6	25,2
Ísland	2,8	2,7	21,7	19,4	39,7	39,1	35,8	38,8
Kórea	6,8	8,0	55,2	48,8	12,0	11,2	2,7	5,4

Ég myndi taka próf í náttúrufræði á tölvuformi mér til skemmtunar (t.d. ef það væri á Internetinu eða á geisladiski og það gæfi rétt svör).

	Mjög sammála		Sammála		Ósammála		Mjög Ósammála	
	KVK	KK	KVK	KK	KVK	KK	KVK	KK
Danmörk	8,9	14,4	35,1	23,6	34,8	37,2	21,2	24,8
Ísland	5,7	9,1	20,9	23,7	34,7	29,2	38,8	38,0
Kórea	4,8	9,4	20,9	27,6	49,5	44,4	24,8	18,6

Ég myndi taka próf í náttúrufræði á blaði mér til skemmtunar (t.d. ef það væri í bók eða tímariti og það gæfi upp rétt svör).

	Mjög sammála		Sammála		Ósammála		Mjög Ósammála	
	KVK	KK	KVK	KK	KVK	KK	KVK	KK
Danmörk	3,6	4,3	20,4	9,5	42,2	41,3	33,9	45,0
Ísland	2,7	4,7	18,7	18,0	34,7	37,0	43,9	40,4
Kórea	5,3	8,5	31,1	31,3	41,5	41,1	22,1	19,1

Hugsaðu nú um hversu mikið þú lagðir þig fram við að svara spurningum á hvoru prófi fyrir sig. Hver af eftirfarandi staðæfingum lýsir því best?

	Ég lagði meira á mig í prófinu 15. mars sem var lagt fyrir á <u>blaði</u> heldur en á prófinu sem var lagt fyrir á <u>tölvu</u> .		Ég lagði álíka mikið á mig í báðum þessum prófum.		Ég lagði miklu meira á mig í prófinu sem lagt var fyrir á <u>tölvu</u> heldur en á prófinu 15. mars sem var lagt fyrir á <u>blaði</u> .	
	KVK	KK	KVK	KK	KVK	KK
Danmörk	19,2	12,6	61,5	65,2	19,2	22,2
Ísland	15,7	14,7	68,0	61,7	16,3	23,6
Kórea	18,5	18,8	59,8	57,1	21,8	24,0

Ef þú þyrftir að taka próf í tvo klukkutíma í viðbót hvorn valmöguleikann myndir þú velja.

	Tveggja klukkutíma próf sem lagt er fyrir á blaði og ekkert próf á tölvu.		Próf sem lagt er fyrir á blaði í einn klukkutíma og próf sem lagt er fyrir á tölvu í einn klukkutíma.		Tveggja klukkutíma próf sem lagt er fyrir á tölvu og ekkert próf á blaði.	
	KVK	KK	KVK	KK	KVK	KK
Danmörk	7,1	4,2	39,6	37,8	53,3	58,0
Ísland	11,9	18,6	42,8	32,8	45,3	48,6
Kórea	5,7	8,0	42,2	30,3	52,1	61,7

Nemendur fengu einnig spurningar um hvort þeir gætu hugsað sér að taka svona próf sér til skemmtunar, og þar eru nemendur allra þriggja landa sammála um að það myndu þeir fæstir gera, rúmlega 30% þeirra gætu þó hugsað sér þetta. Það eru þó heldur fleiri sem gætu hugsað sér að taka tölvuprófið sér til skemmtunar. Flestir nemendur sögðust hafa lagt álíka mikið á sig í báðum tegundum prófa, þó stúlkurnar greindu frá heldur meira álagi. Að lokum voru nemendur spurðir um hvora tegund prófs þeir kysu frekar og þar er niðurstaðan afdráttarlaus í öllum löndunum. Flestir kjósa tölvuprófið, eða nálægt helmingi nemenda. Eftirtektarvert er þó að af þeim sem kjósa heldur



pappírsp próf, er hlutfallið hæst á Íslandi eða 12% stúlkna og nærri 19% pílta. Meira en helmingi færri kjósa slíkt próf í Danmörku og Kóreu.

Þessar frumniðurstöður verða að teljast uppörvandi fyrir áframhaldandi þróun á prófum á tölvutæku formi hér á landi. Eitt af vandamálunum við prófanir eins og PISA rannsóknina er að nemendur fá engar einkunnir og raunar enga endurgjöf varðandi það hvernig þeir hafa staðið sig. Það segir sig því sjálft að áhuginn á að standa sig vel er líkast til ekki sérlega mikill og því mætti búast við því að sömu nemendur fengju talsvert betri niðurstöðu ef um væri að ræða próf sem skipti þá máli, eða hefði afleiðingar fyrir þá. Raunar hefur skoðun á samræmi á milli frammistöðu í PISA og á samræmdum prófum 10. bekkjar sýnt að fylgnin á milli þessara tveggja tegunda mælinga er verulega há, en hún væri eflaust hærrí ef bæði próf gæfu af sér niðurstöður sem nemendur fengju í hendur og skiptu þá jafn miklu máli. Þess vegna er það ákaflega mikilvægt að finna leiðir til þess að auka áhuga nemenda á mælingunum og hvetja þá til þess að gera sitt besta.

CBAS tilraunin hefur sýnt að hægt er að búa til að flestu leyti sambærilegar mælingar á tölvutæku formi. Hin háa fylgni á milli frammistöðunnar á CBAS og í náttúrufræði í PISA 2006 sýnir þetta, en þessi rannsókn hefur einnig sýnt að jafnvel þótt nemendur fái enga endurgjöf og engar einkunnir, gengur betur að fá þá til þátttöku í tölvuvæddum mælingum. Síðast en ekki síst er ljóst að nemendum finnst þessi tegund mælinga miklu skemmtilegri en hefðbundið pappírsp próf.

Piltar standa sig betur en stúlkur í þessari tegund mælinga. Frekari athuganir þarf til þess að skera úr um hvort þetta má rekja einvörðungu til miðilsins sem notaður er eða hvort þennan ávinning er hægt að skýra einungis með minna lestrarálagi, eins og áður var minnst á. Ljóst er samt að í prófi eins og CBAS kemur í ljós hér á landi sami eða mjög svipaður kynjamunur og finnst í öðrum löndum.

Í PISA 2009 rannsókninni er ætlunin að halda áfram á þessari braut en þá verður hluti prófunarinnar mat á lesskilningi rafræns texta (ERA-Electronic Reading Assessment). Á því prófi er texti birtur á gagnvirku vefsíðuformi og eiga nemendur að svara spurningum úr honum. Ísland hefur þegar ákveðið þátttöku í þeim hluta PISA 2009 rannsóknarinnar og þá mun koma í ljós hvort sú breyting sem verður vart við mælingu á náttúrufræðigetun þegar farið er frá pappírsp prófi yfir í CBAS, sýnir sig einnig í beinni mælingu á lestri.

Námsmatsstofnun mun skoða CBAS niðurstöðuna frekar og er ætlunin að gefa út sérstaka skýrslu um þetta efni innan tíðar og hugsanlega verður sú skýrsla unnin í samvinnu við Danmörku.



## 11

**FREKARI RANNSÓKNIR**

Í þessari skýrslu er nokkuð ítarlegt yfirlit yfir helstu niðurstöður PISA 2006 fyrir Ísland. Þetta er fyrsta skýrslan um niðurstöðurnar og kemur hún út samtímis ítarlegri yfirlitsskýrslu OECD, 4. desember 2007. Um leið er gagnagrunnur allra þátttökuríkja aðgengilegur á heimasíðu PISA ([www.pisa.oecd.org](http://www.pisa.oecd.org)).

Niðurstöðurnar vekja margar spurningar sem krefjast frekari athugunar á gögnum sem fyrirliggjandi eru úr PISA rannsóknum, úr samræmdum prófum og víðar. Hér er bent á nokkrar slíkar spurningar.

- PISA er framkvæmt á þriggja ára fresti. Á Íslandi eru samræmd próf lögð fyrir 4., 7. og 10. bekk ár hvert. Hvernig tengist árangur á þessum prófum árangri í PISA og að hvaða leyti eru niðurstöðurnar ólíkar?
- Náttúrufræðiverkefni í PISA tengjast náttúrufræði í daglegu lífi og eru ekki bundin námskrá heldur kenningaramma sem þróaður hefur verið af OECD undanfarin ár. Íslensk samræmd próf 10. bekkjar í náttúrufræði prófa þá þekkingu sem íslensk námskrá gerir ráð fyrir að nemendur hafi tileinkað sér við lok grunnskóla. Hversu mikil eru stýriáhrif samræmdra prófa? Áhugavert er að bera saman árangur nemenda á verkefnum PISA sem líkjast spurningum á samræmdum prófum annars vegar og hins vegar árangur þeirra á verkefnum PISA sem eru ólík spurningum á samræmdum prófum. Niðurstöður slíks samanburðar gefa vísbendingu um það hvort og að hve miklu leyti samræmd próf stýra því á hvaða sviðum náttúrufræði nemendur standa sig best.
- Fram kemur að í PISA náttúrufræðiprófinu nær fimmti hver nemandi á Íslandi ekki hæfnisþrepi 2. Hvað einkennir íslenska nemendur á lægstu hæfnisþrepum. Hvaða leiðir eru færar til að efla náttúrufræðipekkingu þeirra?
- Kynjamunur á samræmdum prófum í undirfögum náttúrufræði. Hvar greinist kynjamunur mestur? Er kynjamunur eftir landshlutum stöðugur milli ára í undirfögum og undirþáttum náttúrufræði í PISA og á samræmdum prófum?
- Athyglisvert væri að tengja upplýsingar um áhuga nemenda á að starfa í náttúruvísindum við það hvaða starfi nemendur telja líklegast að þeir gegni um þrítugt, en spurning þess efnis er einnig á spurningalista PISA.
- Ástæður þess að munurinn milli innfæddra og innflytjenda er minni í stærðfræði en í lesskilningi og í náttúrufræði gætu verið þær að tungumálið, íslenskan, komi minna við sögu í stærðfræðinámi en í lesskilningi og í náttúrufræði. Í því samhengi þarf að skoða einkunnir samræmra prófa. Ástæður þessa mismunar gætu einnig átt rætur að rekja til skólakerfisins sem þessir nemendur koma úr. Aðrar ástæður koma einnig til greina. Kanna þarf frekar tengsl einkunna innfluttra barna við aldur þeirra þegar þeir komu til landsins og mismunandi samsetningar eftir stéttum.
- Í fimmta kafla er fjallað um kostnað við grunnskólamenntun í ólíkum löndum og frammistöðu nemenda í PISA 2006. Þar sést að kostnaður á Íslandi er hár. Hvað veldur því? Einstakir útgjaldaliðir landanna kunna að vera ólíkir og endurspegla ólíkar áherslur í aðbúnaði barna og ungmenna. Meta þarf frekar hvaða þættir eru dýrastir og mikilvægastir fyrir árangur, s.s. húsakostur, tækjakostur, laun o.s.frv.

- Áhrif fjölmiðla á árangur í náttúrufræði. Nám í náttúrufræði fer ekki aðeins fram í kennslustofunni. Innihald fjölmiðla og umræða í fjölmiðlum hefur þar einnig áhrif. Hve sterk eru þau?
- Í þessari skýrslu eru ekki birtar niðurstöður spurningalista foreldra og spurningalista skóla. Svör foreldra og skólastjóra gefa mikilvægar vísbendingar um einkenni skóla, svæða, landshluta og geta jafnframt hjálpað við að greina hvernig ólíkir ytri þætti tengjast árangri grunnskólanemenda.
- Sá bakgrunnspáttur sem hafði besta fylgni við frammistöðu í náttúrufræði mældi meðvitund nemenda um umhverfismál. Kanna nánar á hvern hátt mikilvæg dægurmál af þessu tagi hafa áhrif á myndun þekkingar á náttúrufræði.
- Nánari skoðun á spurningum sem liggja að baki bakgrunnspáttum á spurningalista nemenda. Hvaða þættir tengjast árangri mest á Íslandi miðað við önnur lönd.
- Bakgrunnspættir sem metnir eru með spurningalista nemenda geta haft ólík tengsl við árangur nemenda eftir landshlutum. Þessir þættir geta nýst við að meta hvers vegna þróun á færni nemenda er ólík eftir landshlutum. Hvað einkennir ólík svæði, hvaða áhrifaþættir skipta máli eftir landshlutum? Hvað veldur því að færni nemenda á höfuðborgarsvæðinu og á Austurlandi hefur hrakað meira en færni nemenda á öðrum svæðum?
- Kanna þarf kynjamun á bakgrunnspáttum og tengsl þeirra við árangur í náttúrufræði eftir kyni. Hvernig tengjast sjálfsmat og áhugi árangri í náttúrufræði?
- Kynjamunur er greinilegur á árangri nemenda í náttúrufræði eftir því hvort þeir leysa verkefni á pappír eða á tölvu. Áhugavert væri að sjá hvort jákvæð áhrif tölvuprófsins á drengi séu jafn mikil á öllum hæfnisþrepum.
- Hvernig tengist tölvunotkun nemenda utan skóla árangri á skólaprófum og á samræmdum prófum? Tengist betri árangur pílta á tölvuprófi í náttúrufræði (CBAS) meiri notkun þeirra á tölvum utan skólatíma?
- Hvers vegna hefur meðvitund um umhverfismál sterk tengsl við árangur í náttúrufræði?
- Í PISA 2006 eru ólík fög náttúrufræði sameinuð í þrjá kvarða: Jarð- og stjörnufræði, líf- og vistfræði og eðlis- og efnafræði. Hver er færni íslenskra nemenda ólík í einstökum námsgreinum?

## *HEIMILDIR*

OECD (2007). PISA 2006: Science Competencies for Tomorrow's World. OECD: París.  
Gagnagrunnur PISA 2006 á [www.pisa.oecd.org](http://www.pisa.oecd.org).

## VIÐAUKI 1: DÆMI UM NÁTTÚRUFRAEÐIVERKEFNI Í PISA 2006

Hér eru birt 8 verkefni með samtals 23 spurningum sem eru meðal þeirra verkefna sem þróuð voru til að meta náttúrufræðipekkingu í PISA. Þessar spurningar voru notaðar í forprófi en ekki í aðalprófinu en eru áþekkar þeim sem notaðar voru. Þær eru birtar hér til að sýna aðferðafræði og nálgun PISA að ólíkum færnisviðum og undirfögum náttúrufræði, uppbyggingu spurninganna og svarform sem notuð eru.

Númer spurn. <sup>4</sup>	Verkefni	Undirþættir (færnisvið)	Þekking á undirfögum náttúrufræði	Þekking á vísindalegri aðferðafræði	Svarform
S114Q03	Gróðurhúsaáhrif	Að nota vísindaleg rök og gögn		Vísindalegar skýringar	OPIN SPURN.
S114Q04	Gróðurhúsaáhrif	Að nota vísindaleg rök og gögn		Vísindalegar skýringar	OPIN SPURN.
S114Q05	Gróðurhúsaáhrif	Að útskýra, túlka og álykta á vísindalegan hátt	Jarð- og stjörnufræði		OPIN SPURN.
S213Q01	Föt	Að bera kennsl á vísindaleg viðfangsefni		Vísindaleg nálgun	SAMSETT FJÖLVASSP.
S213Q02	Föt	Að útskýra, túlka og álykta á vísindalegan hátt	Tækni		FJÖLVASSP.
S426Q07	Miklagljúfur	Að bera kennsl á vísindaleg viðfangsefni		Vísindaleg nálgun	SAMSETT FJÖLVASSP.
S426Q03	Miklagljúfur	Að útskýra, túlka og álykta á vísindalegan hátt	Jarð- og stjörnufræði		FJÖLVASSP.
S426Q05	Miklagljúfur	Að útskýra, túlka og álykta á vísindalegan hátt	Jarð- og stjörnufræði		FJÖLVASSP.
S426Q10S	Miklagljúfur	--- viðhorfaspurning --- (ekki prófspurning)			
S447Q02	Sólarvörn	Að bera kennsl á vísindaleg viðfangsefni		Vísindaleg nálgun	FJÖLVASSP.
S447Q03	Sólarvörn	Að bera kennsl á vísindaleg viðfangsefni		Vísindaleg nálgun	FJÖLVASSP.
S447Q04	Sólarvörn	Að bera kennsl á vísindaleg viðfangsefni		Vísindaleg nálgun	FJÖLVASSP.
S447Q05	Sólarvörn	Að nota vísindaleg rök og gögn		Vísindalegar skýringar	OPIN SP.
S477Q02	Mary Montagu	Að útskýra, túlka og álykta á vísindalegan hátt	Líf- og vistfræði		FJÖLVASSP.
S477Q03	Mary Montagu	Að útskýra, túlka og álykta á vísindalegan hátt	Líf- og vistfræði		FJÖLVASSP.
S477Q04	Mary Montagu	Að útskýra, túlka og álykta á vísindalegan hátt	Líf- og vistfræði		OPIN SPURN.
S477Q10S	Mary Montagu	--- viðhorfaspurning --- (ekki prófspurning)			
S485Q02	Súrt regn	Að útskýra, túlka og álykta á vísindalegan hátt	Eðlis- og efnafræði		OPIN SPURN.
S485Q03	Súrt regn	Að nota vísindaleg rök og gögn	Eðlis- og efnafræði		FJÖLVASSP.
S485Q05	Súrt regn	Að bera kennsl á vísindaleg viðfangsefni		Vísindaleg nálgun	OPIN SPURN.
S485Q10N	Súrt regn	--- viðhorfaspurning --- (ekki prófspurning)			
S485Q10S	Súrt regn	--- viðhorfaspurning --- (ekki prófspurning)			

<sup>4</sup> Spurningar með númer sem endar á „N“ eru ekki hluti af prófinu heldur tilheyra þær flokki spurninga á viðhorfakvarðanum *Áhugi á vísindum*. Spurningar með númer sem endar á „S“ eru heldur ekki hluti af prófinu. Þær tilheyra flokki spurninga á viðhorfakvarðanum *Stuðningur við framgang vísinda*.

S493Q01	Líkamsrækt	Að útskýra, túlka og álykta á vísindalegan hátt	Líf- og vistfræði		SAMSETT FJÖLVALSSP.
S493Q03	Líkamsrækt	Að útskýra, túlka og álykta á vísindalegan hátt	Líf- og vistfræði		SAMSETT FJÖLVALSSP.
S493Q05	Líkamsrækt	Að útskýra, túlka og álykta á vísindalegan hátt	Líf- og vistfræði		OPIN SPURN.
S508Q02	Erfðabreyttar plöntur	Að bera kennsl á vísindaleg viðfangsefni		Vísindaleg nálgun	SAMSETT FJÖLVALSSP.
S508Q03	Erfðabreytt plöntur	Að bera kennsl á vísindaleg viðfangsefni		Vísindaleg nálgun	FJÖLVASSP.
S508Q10N	Erfðabreytt plöntur	--- viðhorfaspurning --- (ekki prófspurning)			

### *Hæfnisþrep íslenskra 15 ára nemenda samkvæmt PISA 2006*

Hæfnisþrep PISA 2006 fyrir náttúrufræði eru bundin við stigafjölda sem nemendur ná á prófinu og við þyngd verkefna. Meðaltal prófsins yfir öll OECD ríkin er 500. Staðalfrávikidið er 100, sem þýðir að 68% nemenda í OECD ríkjunum hafa einkunn frá 400 – 600 og 95% þeirra hafa einkunn frá 300 – 700.

Á Íslandi raðast 15 ára nemendur á hæfnisþrep náttúrufræði á eftirfarandi hátt:

Hæfnisþrep	Spönn stiga á hverju þrepi	Hlutfall nemenda á Íslandi (Staðalvilla innan sviga)	Fjöldi nemenda árið 2006 í 10. bekk, samtals 4.494 nem.
6. þrep	Hærra en 708 stig	0,7% (0,2)	31
5. þrep	634 – 708 stig	5,6% (0,5)	252
4. þrep	559 – 633 stig	19,0% (0,7)	854
3. þrep	485 – 558 stig	28,3% (0,9)	1272
2. þrep	410 – 484 stig	25,9% (0,7)	1164
1. þrep	335 – 409 stig	14,7% (0,8)	660
Undir 1. þrepi	Undir 335 stig	5,8% (0,5)	261

### **Dæmi um spurningar á ólíkum hæfnisþrepum**

Í PISA 2006 er náttúrufræðipækking skilgreind á 6 hæfnisþrepum. Lýsing á þrepunum er í inngangi skýrslunnar og ítarlegri lýsing í skýrslu OECD um PISA 2006. Bæði eru lýsingar á heildarkvarða náttúrufræðipækkingar og þremur undirþáttum hennar, sem eru færni í Að bera kennsl á vísindaleg viðfangsefni, Að útskýra, túlka og álykta á vísindalegan hátt, Að nota vísindaleg rök og gögn. Öll verkefni á prófinu eru flokkuð á einn af undirþáttunum.

Nemendur á efri hæfnisþrepum eiga að geta leyst verkefni sem nemendur á lægri þrepum geta leyst. Þannig eiga t.d. nemendur á hæfnisþrepi 3 að geta leyst verkefni sem nemendur á hæfnisþrepi 2 og 1 geta leyst. Nemendur sem mælast undir hæfnisþrepi 1 geta ekki leyst einföldustu verkefni hæfnisþreps 1.

Í töflunni hér fyrir neðan eru tilgreind dæmi um verkefni á PISA náttúrufræðiprófinu 2006 sem nemendur á ólíkum hæfnisþrepum geta leyst.

Hæfnisþrep	<i>Að bera kennsl á vísindaleg viðfangsefni</i>	% nemenda á Íslandi*	<i>Að útskýra, túlka og álykta á vísindal. hátt</i>	% nemenda á Íslandi	<i>Að nota vísindaleg rök og gögn</i>	% nemenda á Íslandi
6. þrep	SÚRT REGN spurning 5	1,1	GRÓÐUR- HÚSAÁHRIF spurning 5	0,5		1,9
5. þrep		8,4		5,4	GRÓÐUR- HÚSAÁHRIF spurning 4	9,7
4. þrep	SÓLARVÖRN Spurn. 2 spurning 4 FÖT spurning 1	27,7	LÍKAMSRÆKT spurning 5	22,7	SÓLARVÖRN spurning 5 GRÓÐUR- HÚSAÁHRIF sp. 4 hlutastig	28,4
3. þrep	SÚRT REGN sp. 5 hlutastig SÓLARVÖRN spurning 3	54,7	MARY MONTAGU spurning 4 SÚRT REGN spurning 2	52,4	GRÓÐUR- HÚSAÁHRIF spurning 3	54,0
2. þrep	ERFDABR. PLÖNTUR spurning 3	79,4	MIKLAGLJÚFUR spurning 3 MARY MONTAGU spurn. 2 og 3	80,0	SÚRT REGN spurning 3	76,4
1. þrep		93,4	LÍKAMSRÆKT spurning 3 FÖT spurning 2	95,0		91,4

\*Hlutfall 15 ára nemenda á Íslandi sem geta leyst verkefni á þessu hæfnisþrepi. Hér er um að ræða uppsafnað hlutfall þar sem nemendur á efri hæfnisþrepi teljast geta leyst öll verkefni á lægri hæfnisþrepum.



---

## GRÓÐURHÚSAÁHRIF

*Lesið textana og svarið eftirfarandi spurningum.*

### **GRÓÐURHÚSAÁHRIFIN: STAÐREYND EÐA HUGARBURÐUR?**

Lífverur þurfa orku til að lifa. Orkan sem viðheldur lífi á jörðinni kemur frá sólinni, sem geislar orku út í geiminn vegna þess að hún er svo heit. Örlítið brot af þessari orku nær til jarðarinnar.

Lofthjúpur jarðar virkar sem varnarlag yfir yfirborði plánetu okkar og kemur í veg fyrir hitastigssveiflur sem myndu eiga sér stað í loftlausum heimi.

Megnið af geislaorkunni sem kemur frá sólinni fer í gegnum lofthjúpinn. Jörðin dregur hluta orkunnar í sig og hluti hennar endurkastast af yfirborði jarðar. Hluta þessarar orku sem endurkastast dregur lofthjúpurinn í sig.

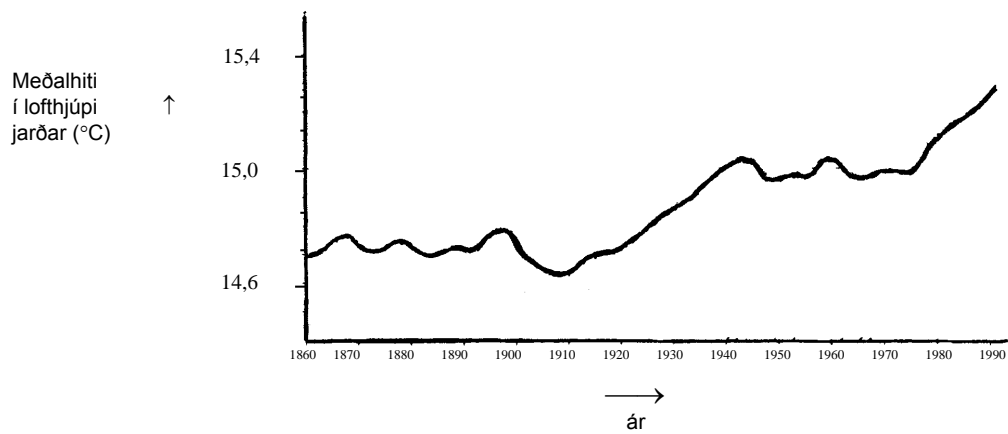
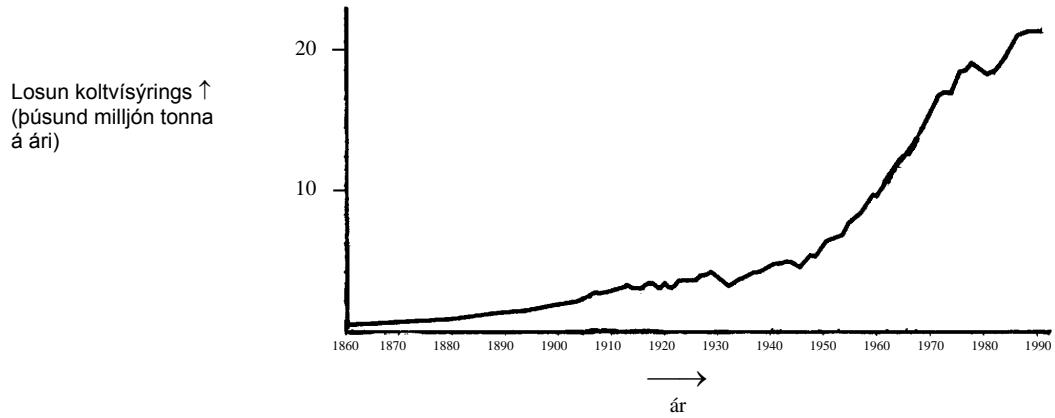
Afleiðing þessa er að meðalhiti fyrir ofan yfirborð jarðar er hærri en hann væri ef ekkert andrúmsloft væri til staðar. Lofthjúpur jarðar hefur sömu áhrif og gróðurhús og því er talað um *gróðurhúsaáhrif*.

Talið er að gróðurhúsaáhrifin hafi orðið meira áberandi á tuttugustu öldinni.

Það er staðreynd að meðalhiti andrúmslofts jarðar hefur hækkað. Í blöðum og tímaritum er oft haldið fram að aukinn útblástur koltvísýrings sé meginorsök hækkunar hitastigs á tuttugustu öldinni.

Nemandi nokkur sem heitir Andri fær áhuga á mögulegu sambandi milli meðalhita í lofthjúpi jarðar og losun koltvísýrings á jörðinni.

Á bókasafninu rekst hann á tvö eftirfarandi línurit.



Andri dregur þá ályktun út frá þessum tveim línuritum að öruggt sé að hækkun meðalhita í lofthjúpi jarðar stafi af aukinni losun koltvísýrings.

**Spurning 3: GRÓÐURHÚSAÁHRIF**

S114Q03-01 02 11 12 99

Hvað er það í línuritunum sem styður ályktun Andra?

.....

.....

**GRÓÐURHÚSAÁHRIF STIGAGJÖF 3****Hámarksstig**

Kóði 11: Fjallar um aukningu bæði (meðal-) hitastigs og losunar koltvísýrings.

- Þegar losunin jókst hækkaði hitastigið.
- Bæði línuritin eru að hækka.
- Því árið 1910 byrjuðu bæði línuritin að hækka.
- Hitastig hækkar þegar CO<sub>2</sub> er losað.
- Upplýsingalínurnar á línuritunum hækka saman.
- Allt er að aukast.
- Því meiri CO<sub>2</sub> losun, því hærra hitastig.

Kóði 12: Fjallar (almennt) um jákvæð tengsl milli hitastigs og koltvísýringslosunar.

*[Takið eftir: þessum kóða er ætlað að ná yfir notkun nemenda á hugtökum eins og „jákvæð tengsl“, „svipuð lögun“ eða „í beinu hlutfalli“; þótt að síðasta svarið sé strangt til tekið ekki rétt, sýnir það nægan skilning til að gefa stig fyrir hér.]*

- Magn CO<sub>2</sub> og meðalhiti jarðar eru í beinu hlutfalli.
- Þær hafa svipaða lögun sem gefa til kynna tengsl.

**Engin stig**

Kóði 01: Fjallar um aukningu annað hvort (meðal-) hitastigs eða losunar koltvísýrings.

- Hitastigið hefur farið upp.
- CO<sub>2</sub> er að aukast.
- Það sýnir afdrifaríka breytingu á hitastigi.

Kóði 02: Fjallar um hitastig og losun koltvísýrings án þess að fjalla skýrt um eðli einhverskonar tengsla.

- Losun koltvísýrings (línurit 1) hefur áhrif á hækkandi hitastig jarðar (línurit 2).
- Koltvísýringurinn er meginorsök fyrir aukningu á hitastigi jarðar.

EÐA

Önnur svör.

- Losun koltvísýrings er að hækka mun meira en meðalhitastig jarðar. *[Takið eftir: Þetta svar er rangt því nemandinn telur að spurningin snúist um hversu mikil (þ.e. magnið) CO<sub>2</sub> losunin og hækkun hitastigs var en ekki að þetta tvennt sé að aukast.]*
- Aukning CO<sub>2</sub> í gegnum tíðina er vegna hækkunar hitastigs í lofthjúpi jarðar.
- Það hvernig línuritið fer upp.
- Það er hækkun.

Kóði 99: Spurningu sleppt.

**Spurning 4: GRÓÐURHÚSAÁHRIF**

S114Q04-0129

Annar nemandi, Jóhanna, er ósammála ályktun Andra. Hún ber saman línuritinn tvö og segir að sumir hlutar línuritanna styðji ekki ályktun hans.

Gefið dæmi um þá hluta línuritanna sem styðja ekki ályktun Andra. Útskýrið svarið.

.....

.....

.....

**GRÓÐURHÚSAÁHRIF STIGAGJÖF 4****Hámarksstig**

- Kóði 2: Fjallar um einn tiltekinn hluta línuritanna þar sem línurnar eru ekki báðar að lækka eða hækka og gefur samsvarandi útskýringu.
- Árin 1900–1910 (um það bil) jókst CO<sub>2</sub>, á meðan hitastigið var að lækka.
  - Árin 1980–1983 fór koltvísýringur niður og hitastigið upp.
  - Hitastigið á 19. öld er um það bil það sama en fyrsta línuritið heldur áfram að hækka.
  - Milli 1950 og 1980 jókst hitastig ekki en CO<sub>2</sub> gerði það.
  - Frá 1940 til 1975 hélst hitastig hér um bil eins en losun koltvísýrings sýnir mikla hækkun.
  - Árið 1940 er hitastigið mun hærra en árið 1920 og þau hafa svipaða koltvísýringslosun.

**Hlutastig**

- Kóði 1: Nefnir rétt tímabil, án neinnar útskýringar.
- 1930–1933.
  - Fyrir 1910.

Nefnir aðeins eitt tiltekið ár (ekki tímabil), með viðunandi útskýringu. (ATH: það þarf að vera skýrt að mistök voru gerð, þ.e. svæði þar sem greinilega er merkt rétt svar á grafinu og síðan mistök gerð í að færa þessar upplýsingar í textaform.)

- Árið 1980 var losunin lítil en hitastigið hækkaði samt.

Nefnir dæmi sem styður ekki ályktun Andra en gerir mistök við að nefna tímabilið.

- Milli 1950 og 1960 lækkaði hitastigið og losun koltvísýrings jókst.

Fjallar um muninn á línunum tveimur, án þess að nefna tiltekið tímabil.

- Á sumum stöðum hækkar hitastigið jafnvel þótt losunin minnkar.
- Fyrr var lítil losun en engu að síður hátt hitastig.

- Þegar það er stöðug aukning á línuriti 1, er ekki aukning á línuriti 2, það helst stöðugt. [Takið eftir: það helst stöðugt „á heildina litið“.]
- Vegna þess að í upphafi var hitastigið samt sem áður hátt á meðan koltvísýringurinn var mjög lágur.

Fjallar um óreglu í öðru línuritinu.

- Um 1910 þegar hitastig hefur lækkað og það hélt áfram í ákeðið tímabil.
- Í seinna línuritinu er lækkun á hitastigi í lofthjúpi jarðar rétt fyrir árið 1910.

Bendir á mismun í línuritunum, en útskýringin er léleg.

- Á 5. áratugnum var hitinn mjög hár en koltvísýringurinn mjög lágur. [*Takið eftir: Útskýringin er mjög léleg, en munurinn sem gefinn er til kynna er augljós.*]

### **Engin stig**

Kóði 0: Fjallar um óreglu í línunni án þess að vísa sérstaklega í línuritin tvö.

- Það fer smá upp og niður.
- Það fór niður árið 1930.

Vísar í illa skilgreint tímabil eða ár án neinnar útskýringar.

- Miðhlutinn.
- 1910.

Önnur röng svör.

- 1940 jókst meðalhitastigið, en ekki koltvísýringslosunin.
- Um 1910 hafði hitastigið hækkað en ekki losunin.

Kóði 9: Spurningu sleppt.

**Spurning 5: GRÓÐURHÚSAÁHRIF**

S114Q05-01 02 03 11 12 99

Andri heldur fast við þá ályktun sína að aukin losun á koltvísýringi valdi hækkun meðalhita í lofthjúpi jarðar. En Jóhanna telur að ályktun hans sé ótímabær. Hún segir: „Áður en hægt er að taka undir þessa ályktun verður þú að vera viss um að öðrum þáttum, sem gætu haft áhrif á gróðurhúsaáhrifin, sé haldið stöðugum.”

Nefnið einn þátt sem Jóhanna á við.

.....

.....

**GRÓÐURHÚSAÁHRIF STIGAGJÖF 5****Hámarksstig**

Kóði 11: Nefnir þátt sem vísar til orku/geislunar frá sólinni.

- Hitun sólarinnar og kannski breytileg staða jarðarinnar.
- Orka sem endurkastast frá jörðinni.

Kóði 12: Nefnir þátt sem snýst um náttúrulegan efnisþátt eða hugsanlegan mengunarvald.

- Vatnsgufa í andrúmsloftinu.
- Ský.
- Hlutir eins og eldgos.
- Mengun í andrúmsloftinu (bensín, eldsneyti).
- Magn bensínútblasturs.
- CFC efni.
- Fjöldi bíla.
- Óson (sem efnisþáttur loft) [*Takið eftir: notið kóða 03 fyrir tilvísanir í eyðingu ósónlagsins*].

**Engin stig**

Kóði 01: Fjallar um orsök sem hefur áhrif á styrkleika koltvísýrings.

- Eyðing regnskóganna.
- Magn CO<sub>2</sub> sem er sleppt út.
- Jarðefnaeldsneyti.

Kóði 02: Fjallar um ósértækan þátt.

- Áburður.
- Sprey.
- Hvernig veðrið hefur verið.

Kóði 03: Aðrir rangir þættir eða önnur röng svör.

- Magn súrefnis.
- Köfnunarefni.
- Gatið í ósonlaginu er líka að stækka.

Kóði 99: Spurningu sleppt.

Lestu textann og svaraðu spurningunum sem fylgja í kjölfarið.

## FÖT

Hópur breskra vísindamanna er að þróa „skynsöm“ föt sem munu gera fötluðum börnum kleift að „tala“. Börn sem klæðast vestum sem gerð eru úr sérstöku rafeindavirku efni, sem tengt er við talgervil, munu geta gert sig skiljanleg einfaldlega með því að klappa á snertinæmt efnið.

Efnið er gert úr venjulegu klæði og hugvitsamlega hönnuðu neti úr kolefnismettuðum trefjum sem geta leitt rafmagn. Þegar þrýst er á efnið breytist mynstur rafboða, sem berast um leiðandi trefjarnar og tölvukubbur getur fundið út hvar flíkin hefur verið snert. Hann getur þá sett af stað hvaða rafeindatæki sem tengt er við hann og þarf það ekki að vera stærra en tveir eldspýtustokkar.

„Snilldin er fólgin í því hvernig við vefum efnið og hvernig við sendum boðin um það – og við getum ofið það inn í mynstur sem þegar eru til staðar þannig að það sést ekki“ segir einn vísindamannanna.

Án þess að það skemmist má þvo efnið, sveipa því um hluti eða kuðla saman. Vísindamennirnir fullyrða einnig að unnt sé að fjöldaframleiða það á ódýran hátt.

Heimild: Steve Farrer, 'Interactive fabric promises a material gift of the garb', *The Australian*, 10 ágúst 1998.

**Spurning 1: FÖT**

S213Q01

Er hægt að prófa þessar fullyrðingar sem settar eru fram í greininni með vísindalegri rannsókn á rannsóknastofu?

Dragðu hring um annað hvort „Já” eða „Nei” fyrir hverja fullyrðingu.

Efnið má:	Er hægt að prófa fullyrðinguna með vísindalegri rannsókn á rannsóknastofu?
Þvo án þess að það skemmist.	Já / Nei
sveipa um hluti án þess að það skemmist.	Já / Nei
kuðla saman án þess að það skemmist.	Já / Nei
fjöldaframleiða á ódýran hátt.	Já / Nei

**FÖT STIGAGJÖF 1****Hámarksstig**

Kóði 1: Já, Já, Já, Nei, í þessari röð.

**Engin stig**

Kóði 0: Önnur svör.

Kóði 9: Spurningu sleppt.

**Spurning 2: FÖT**

S213Q02

Hvaða búnaður á rannsóknarstofu væri meðal þess búnaðar sem þú þyrftir til að athuga hvort efnið leiðir rafmagn?

- A Voltmælir.
- B Ljósbox.
- C Örkvarði.
- D Hljóðmælir

**FÖT STIGAGJÖF 2****Hámarksstig**

Kóði 1: A. Voltmælir.

**Engin stig**

Kóði 0: Önnur svör.

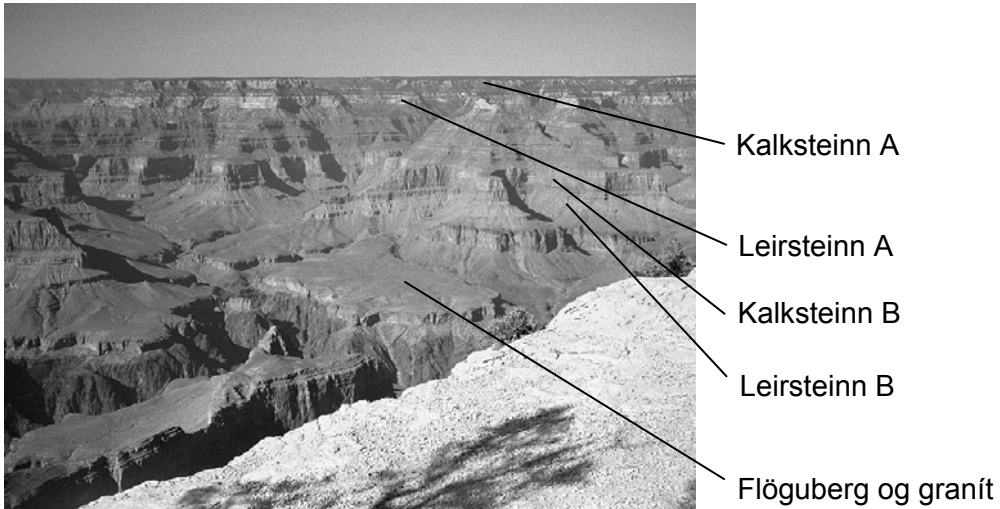


Kóði 9: Spurningu sleppt.

## MIKLAGLJÚFUR

Miklagljúfur er í eyðimörk í Bandaríkjum Norður-Ameríku. Gljúfrið er mjög stórt og djúpt og skerst niður í gegnum mörg berglög. Einhvern tíma í fyrndinni ollu jarðskorpuhreyfingar því að berglögin lyftust upp. Sumir hlutar Miklagljúfurs eru 1,6 km á dýpt. Kóloradóain rennur um botn gljúfursins.

Skoðu myndina af Miklagljúfri hér fyrir neðan sem er tekin af syðri barmi þess. Sjá má nokkur mismunandi berglög í veggjum gljúfursins.



**Spurning 7: MIKLAGLJÚFUR**

S426Q07

Um fimm milljónir manna heimsækja Miklagljúfursþjóðgarð á hverju ári. Þetta er áhyggjuefni vegna skemmda sem svo margir gestir valda í þjóðgarðinum.

Er hægt að finna svör við eftirfarandi spurningum með vísindalegum rannsóknum? Dragðu hring um „Já“ eða „Nei“ í hverri spurningu.

Er hægt að svara þessari spurningu með vísindalegri rannsókn?	Já eða Nei?
Hversu mikið rof stafar af göngustígunum?	Já / Nei
Er svæðið innan þjóðgarðsins jafnfallett og það var fyrir 100 árum?	Já / Nei

**MIKLAGLJÚFUR STIGAGJÖF 7****Hámarksstig**

Kóði 1: Bæði svörin eru rétt: Já, Nei, í þessari röð.

**Engin stig**

Kóði 0: Önnur svör.

Kóði 9: Spurningu sleppt.

**Spurning 3: MIKLAGLJÚFUR**

S426Q03

Hitastigið í Miklagljúfri getur farið undir 0 °C og orðið meira en 40 °C. Þótt þetta sé eyðimerkursvæði er stundum vatn í bergsprungunum. Hvernig flýta þessar hitabreytingar og vatnið í bergsprungum fyrir niðurbroti bergsins?

- A Vatn, sem frýs, leysir upp heitt berg.
- B Vatn límir berg saman.
- C Ís sléttar yfirborð bergsins.
- D Vatn, sem frýs, þenst út í bergsprungum.

**MIKLAGLJÚFUR STIGAGJÖF 3****Hámarksstig**

Kóði 1: D. Vatn, sem frýs, þenst út í bergsprungum.

**Engin stig**

Kóði 0: Önnur svör.

Kóði 9: Spurningu sleppt.

**Spurning 5: MIKLAGLJÚFUR**

S426Q05

Í kalksteinslagi A í Miklagljúfri eru margir steingervingar sjávardýra, svo sem skelfiska, fiska og kóraldýra. Hvað gerðist fyrir milljónum ára sem skýrir að þessir steingervingar finnast þarna?

- A Í fornöld dró fólk sjávarfang á land þarna.
- B Ágangur sjávar var einu sinn miklu meiri en nú og sjávarlífverur skuluðust á land með risastórum öldum.
- C Sjórinn huldi þetta svæði á þeim tíma og hörfaði síðan til baka.
- D Sum sjávardýr lifðu fyrr á landi en færðu sig svo til sjávar.

**MIKLAGLJÚFUR STIGAGJÖF 5****Hámarksstig**

Kóði 1: C. Sjórinn huldi þetta svæði á þeim tíma og hörfaði síðan til baka.

**Engin stig**

Kóði 0: Önnur svör.

Kóði 9: Spurningu sleppt.

**Spurning 10S: MIKLAGLJÚFUR**

S426Q10S

Hversu sammála ertu eftirfarandi fullyrðingum?

*Merktu aðeins í einn reit í hverri röð.*

	<i>Mjög sammála</i>	<i>Sammála</i>	<i>Ósammála</i>	<i>Mjög ósammála</i>
a) Kerfisbundnar rannsóknir á steingervinum eru mikilvægar.	<input type="checkbox"/> <sub>1</sub>	<input type="checkbox"/> <sub>2</sub>	<input type="checkbox"/> <sub>3</sub>	<input type="checkbox"/> <sub>4</sub>
b) Aðgerðir til að vernda þjóðgarða fyrir skemmdum ættu að byggjast á niðurstöðum vísindalegra rannsókna.	<input type="checkbox"/> <sub>1</sub>	<input type="checkbox"/> <sub>2</sub>	<input type="checkbox"/> <sub>3</sub>	<input type="checkbox"/> <sub>4</sub>
c) Vísindalegar rannsóknir á jarðlögum eru mikilvægar.	<input type="checkbox"/> <sub>1</sub>	<input type="checkbox"/> <sub>2</sub>	<input type="checkbox"/> <sub>3</sub>	<input type="checkbox"/> <sub>4</sub>

## SÓLARVÖRN

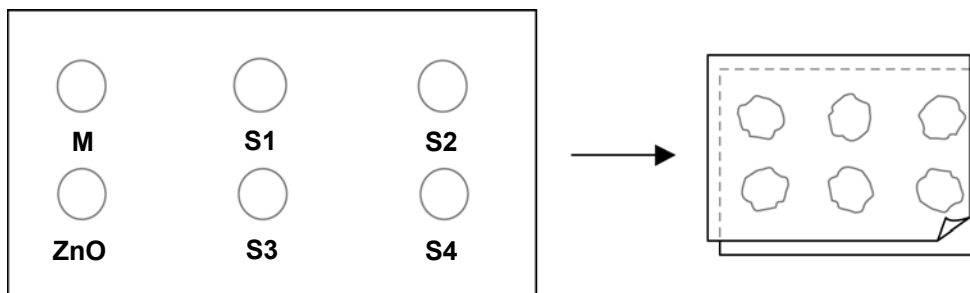
Magga og Davíð voru að velta því fyrir sér hvaða sólvarnaraburður veitti húðinni bestu vörnina. Sólvarnaraburðir hafa mismunandi *sólvarnarstuðul* sem sýnir hversu vel hver áburður gleypir útfjólubláa geisla sólarljóssins. Sólvarnaraburður með háum sólvarnarstuðli ver húðina lengur en sólvarnaraburður með lágum sólvarnarstuðli.

Magga hugsaði upp aðferð til að bera saman nokkrar mismunandi tegundir sólvarnaraburðar. Hún og Davíð náðu sér í eftirfarandi:

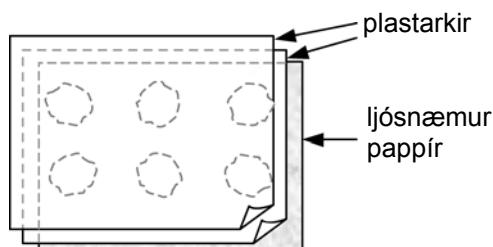
- tvær arkir af glæru plasti sem hleypir gegnum sig sólarljósi,
- eina örk af ljósnæmum pappír,
- jarðefnaolíu (M) og krem með sinkoxíði (ZnO) og
- fjórar tegundir af sólvarnaraburði sem þau kölluðu S1, S2, S3 og S4.

Magga og Davíð ákváðu að nota jarðefnaolíu vegna þess að hún hleypir nær öllu sólarljósi gegnum sig og sinkoxíð vegna þess að það hleypir nær engu sólarljósi gegnum sig.

Davíð setti dropa af hverju efni í hring sem hafði verið dreginn á aðra plastörkina og setti síðan hina plastörkina yfir. Hann tók síðan stóra bók og setti hana ofan á báðar arkirnar og pressaði þær niður.



Magga setti svo plastarkirnar ofan á örk af pappír sem er næmur fyrir ljósi. Pappír sem er næmur fyrir ljósi er dökkgrár en hann lýsist eftir því sem hann er lengur í sólarljósi og verður hvítur (eða mjög ljósgrár). Síðan setti Davíð arkirnar á sólríkan stað.



**Spurning 2: SÓLARVÖRN**

S447Q02

Hver eftirfarandi fullyrðinga er vísindaleg lýsing á hlutverki jarðefnaolíunnar og sinkoxíðsins í samanburði á virkni mismunandi tegunda af sólvagnaraburði?

- A Bæði jarðefnaolía og sinkoxíð eru þættir sem er verið að prófa.
- B Jarðefnaolían er þáttur, sem er verið að prófa, og sinkoxíðið er viðmiðunarefni.
- C Jarðefnaolían er viðmiðunarefni og sinkoxíðið er þáttur sem er verið að prófa.
- D Jarðefnaolían og sinkoxíðið eru bæði viðmiðunarefni.

**SÓLARVÖRN STIGAGJÖF 2****Hámarksstig**

Kóði 1: D. Jarðefnaolían og sinkoxíðið eru bæði viðmiðunarefni.

**Engin stig**

Kóði 0: Önnur svör.

Kóði 9: Spurningu sleppt.

**Spurning 3: SÓLARVÖRN**

S447Q03

Hvaða spurningu voru Magga og Davíð að reyna að svara?

- A Hvernig vernd veitir hver tegund sólvagnaraburðar í samanburði við hinar tegundirnar?
- B Hvernig verndar sólvagnaraburður húðina gegn útfjólublárrí geislun?
- C Veitir einhver tegund sólvagnaraburðar minni vernd en jarðefnaolía?
- D Veitir einhver tegund sólvagnaraburðar meiri vernd en sinkoxíð?

**SÓLARVÖRN STIGAGJÖF 3****Hámarksstig**

Kóði 1: A. Hvernig vernd veitir hver tegund sólvagnaraburðar í samanburði við hinar tegundirnar?

**Engin stig**

Kóði 0: Önnur svör.

Kóði 9: Spurningu sleppt.

**Spurning 4: SÓLARVÖRN**

S447Q04

Hvers vegna var síðari plastörkin pressuð niður?

- A Til að koma í veg fyrir að droparnir þorni.
- B Til að dreifa eins vel úr dropunum og hægt er.
- C Til að halda dropunum innan merktu hringanna.
- D Til að fá sömu þykkt á alla dropana.

**SÓLARVÖRN STIGAGJÖF 4*****Hámarksstig***

Kóði 1: D. Til að fá sömu þykkt á alla dropana.

***Engin stig***

Kóði 0: Önnur svör.

Kóði 9: Spurningu sleppt.

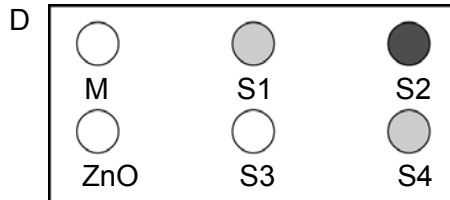
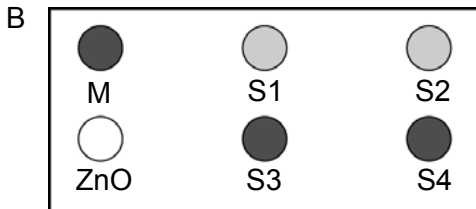
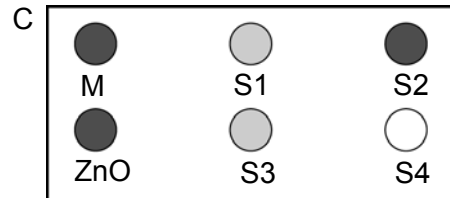
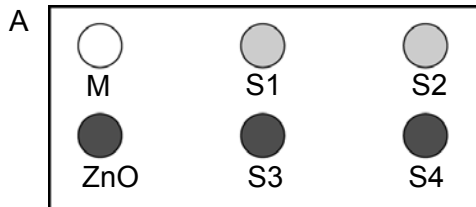


**Spurning 5: SÓLARVÖRN**

S447Q05 – 0 1 2 9

Ljósnaemi pappírinn er dökkgrár og lýsist og verður ljósgrárri þegar á hann fellur eitthvert sólarljós og verður hvítur ef hann fær á sig mikið sólarljós.

Á hverri af eftirfarandi skýringarmyndum er mynstur sem gæti komið fram? Útskýrðu hvers vegna þú valdir hana.



Svar: .....

Útskýring: .....

.....

.....

**SÓLARVÖRN STIGAGJÖF 5****Hámarksstig**

Kóði 2: A. Með útskýringu í þeim dúr að bletturinn með ZnO verði áfram dökkgrár (vegna þess að hann hleypir ekki sólarljósi gegnum sig) **og** bletturinn með M hafi orðið hvítur (vegna þess að jarðefnaolían hleypir nær öllu sólarljósinu gegnum sig).

*[Ekki er nauðsynlegt (þótt það megi) að láta fylgja frekari útskýringar sem eru gefnar í svigunum]*

- ZnO hefur varnað því að sólarljósið komist í gegn eins og það ætti að gera en M hefur hleypst því í gegnum sig.
- Ég valdi A vegna þess að jarðefnaolían verður að vera ljósust en sinkoxíðið verður að vera dekkst.

**Hlutastig**

Kóði 1: A. Rétt útskýring er annaðhvort á blettinum með ZnO **eða** blettinum með M, en **ekki** á báðum, **og** gefur ekki ranga skýringu á hinum blettinum.

- Jarðefnaolían veitir minnstu mótstöðu gegn útfjólubláu ljósi. Því yrði pappírinn ekki hvítur með öðrum efnum.
- Sinkoxíð gleypir nánast alla geislana og það kemur fram á skýringarmyndinni.

### ***Engin stig***

Kóði 0: Önnur svör.

- A. Vegna þess að ZnO varnar því að sólarljósið komist í gegn og M gleypir það.
- B. ZnO varnar því að sólarljósið komist í gegn og jarðefnaolían hleypir því í gegn.

Kóði 9: Spurningu sleppt.

## MARY MONTAGU

Lestu eftirfarandi blaðagrein og svaraðu meðfylgjandi spurningum.

### SAGA BÓLUSETNINGA

Mary Montagu var falleg kona. Hún fékk bólusótt árið 1715 og lifði sjúkdóminn af en var alsett örum eftir hann. Hún dvaldist í Tyrklandi árið 1717 og kynntist þá aðferð sem var algengt að nota þar og kallaðist sáning (eiginlega ísetning). Meðferðin var fólgin í að rispa húðina á heilbrigðu, ungu fólki og setja smit með vægri tegund bólusóttarveiru í rispurnar. Fólkið varð veikt en í flestum tilvikum varð sjúkdómurinn mjög vægur.

Mary Montagu var svo sannfærð um öryggi þessara sáninga að hún lét bæði son sinn og dóttur gangast undir sáningu.

Árið 1796 notaði Edward Jenner sáningu þar sem smitefni skylds sjúkdóms, kúabólu, var notað til að mynda mótefni gegn bólusótt. Þessi meðferð hafði færri aukaverkanir í för með sér en sáning með smitefni bólusóttar og sá sem fékk meðferðina gat ekki smitað aðra. Þessi meðferð var síðar kölluð bólusetning.

### Spurning 2: MARY MONTAGU

S477Q02

Gegn hvers konar sjúkdómum er hægt að bólusetja fólk?

- A. Erfðasjúkdómum á borð við dreyrasýki.
- B. Sjúkdómum, sem veirur valda, svo sem mænusótt (lömunarveiki).
- C. Sjúkdómum, sem stafa af rangri líkamsstarfsemi, svo sem sykursýki.
- D. Ýmiss konar ólæknandi sjúkdómum.

### MARY MONTAGU STIGAGJÖF 2

#### *Hámarksstig*

Kóði 1: B. Sjúkdómum, sem veirur valda, svo sem mænusótt (lömunarveiki).

#### *Engin stig*

Kóði 0: Önnur svör.

Kóði 9: Spurningu sleppt.

**Spurning 3: MARY MONTAGU**

S477Q03

Ef dýr eða menn veikjast af smitandi sjúkdómi sem gerlar (bakteríur) valda og ná síðan bata þá veikjast þau yfirleitt ekki af sömu tegund gerils og olli sjúkdóminum.

Hver er skýringin á þessu?

- A Líkaminn drap alla gerlana sem geta valdið sama sjúkdómi.
- B Líkaminn hefur myndað mótefni sem drepa þessa tegund gerla áður en þeir ná að fjölga sér.
- C Rauðu blóðkornin drepa alla gerla sem geta valdið sama sjúkdómi.
- D Rauðu blóðkornin grípa þessa tegund gerla og losa líkamann við þá.

**MARY MONTAGU STIGAGJÖF 3****Hámarksstig**

Kóði 1: B. Líkaminn hefur myndað mótefni sem drepa þessa tegund gerla áður en þeir ná að fjölga sér.

**Engin stig**

Kóði 0: Önnur svör.

Kóði 9: Spurningu sleppt.

**Spurning 4: MARY MONTAGU**

S477Q04 – 0 1 9

Nefndu eina ástæðu fyrir því að mælt er með því að ung börn og einkum gamalt fólk sé bólusett gegn influensu (flensu).

.....

.....

.....

**MARY MONTAGU STIGAGJÖF 3****Hámarksstig**

Kóði 1: Svör sem vísa til þess að börn og/eða aldraðir hafi veikara ónæmiskerfi en aðrir, eða svipuð svör.

**Athugið:** Ástæðan eða ástæðurnar sem eru gefnar verða að vísa *sérstaklega* til ungs eða gamals fólks – ekki til allra yfir höfuð. Svörin verða líka að vísa beint eða óbeint til þess fólks sem hefur veikara ónæmiskerfi en annað fólk – ekki aðeins að það sé almennt „veikara”.

- Þetta fólk hefur minni mótstöðu gegn sjúkdómum.
- Mjög ungt fólk og gamalt fólk getur síður varist sjúkdómum en aðrir.
- Þessir hópar fólks fá frekar flensu.
- Ef fólk í þessum hópum fær flensu verða afleiðingarnar verri en hjá öðrum.
- Af því að lífverur í ungum börnum og gömlu fólki eru veikari.
- Gamalt fólk veikist frekar en aðrir.

### Engin stig

- Kóði 0: Önnur svör.
- Til að þau fái ekki flensuna.
  - Þau eru veikari.
  - Þau þurfa hjálp til að berjast gegn flensuni.

Kóði 9: Spurningu sleppt.

### Spurning 10S: MARY MONTAGU

S477Q10S

Hversu sammála ertu eftirfarandi fullyrðingum?

*Merktu aðeins í einn reit í hverri röð.*

	<i>Mjög sammála</i>	<i>Sammála</i>	<i>Ósammála</i>	<i>Mjög ósammála</i>
a) Ég er fylgjandi rannsóknum sem miða að því að búa til bóluefni gegn nýjum stofnum inflúensuveiru.	<input type="checkbox"/> <sub>1</sub>	<input type="checkbox"/> <sub>2</sub>	<input type="checkbox"/> <sub>3</sub>	<input type="checkbox"/> <sub>4</sub>
b) Það er eingöngu hægt að finna orsök sjúkdóms með vísindalegum rannsóknum.	<input type="checkbox"/> <sub>1</sub>	<input type="checkbox"/> <sub>2</sub>	<input type="checkbox"/> <sub>3</sub>	<input type="checkbox"/> <sub>4</sub>
c) Rannsaka ætti vísindalega áhrif óhefðbundinna meðferða gegn sjúkdómum.	<input type="checkbox"/> <sub>1</sub>	<input type="checkbox"/> <sub>2</sub>	<input type="checkbox"/> <sub>3</sub>	<input type="checkbox"/> <sub>4</sub>

## SÚRT REGN

Hér fyrir neðan er ljósmynd af styttum (súlum) með konumynd sem voru reistar í Akropolis í Aþenu fyrir rúmlega 2500 árum. Styttur eru úr bergtegund sem kallast marmari. Marmari er úr kalki.

Árið 1980 voru upprunalegu stytturnar fluttar inn í safnið í Akropolis og í stað þeirra voru settar upp eftirlíkingar þeirra. Upprunalegu stytturnar voru farnar að étast upp vegna súrs regns.



### Spurning 2: SÚRT REGN

S485Q02 – 0 1 2 9

Venjuleg rigning er lítið eitt súr vegna þess að hún tekur í sig svolítið koltvíoxíð úr andrúmsloftinu. Súrt regn er súrara en venjuleg rigning vegna þess að það hefur tekið í sig lofttegundir á borð við brennisteinsoxíð og nituroxíð.

Hvaðan koma þessi brennisteinsoxíð og nituroxíð sem eru í andrúmsloftinu?

.....

.....

## SÚRT REGN STIGAGJÖF 2

### Hámarksstig

- Kóði 2: Úr útblæstri bíla, útblæstri frá verksmiðjum, *brennslu* á jarðefnaeldsneyti eins og olíu og kolum, eldfjallagasi eða öðru sambærilegu.
- Þegar kol og gas er brennt.
  - Oxíð í andrúmsloftinu stafa af mengun frá verksmiðjum og öðrum iðnfyrirtækjum.
  - Eldfjöll.
  - Útblástur frá orkuverum. [*„Orkuver” eru nefnd til að ná til orkuvera sem brenna jarðefnaeldsneyti.*]
  - Þau myndast við bruna efna sem innihalda brennistein og nitur.

### Hlutastig

- Kóði 1: Svör sem fela bæði í sér rangan og réttan uppruna mengunarinnar.
- Jarðefnaeldsneyti og kjarnorkuver. [*Kjarnorkuver valda ekki súru regni.*]
  - Oxíðin myndast úr ósoni, andrúmsloftinu og loftsteinum sem koma til jarðar. Líka brennsla jarðefnaeldsneytis.

Svör sem vísa til „mengunar” en tilgreina ekki uppruna mengunar sem er mikilvægur orsakapáttur fyrir súrt regn.

- Mengun.
- Frá umhverfinu almennt, andrúmsloftinu sem við lifum í – t.d. mengun.
- Gösun, mengun, eldar, sígarettur. [*Ekki ljóst hvað er átt við með „gösun”; „eldar” er ekki nógu hnitmiðað; sígarettureykur er ekki mikilvægur orsakapáttur fyrir súrt regn.*]
- Mengun, til dæmis frá kjarnorkuverum.

**Athugið:** Bara það að nefna „mengun” nægir fyrir kóða 1. Dæmi sem fylgja eru aðeins metin til að kanna hvort svarið verðskuldi frekar kóða 2.

### Engin stig

- Kóði 0: Önnur svör, m.a. svör þar sem ekki er minnst á „mengun” og tilgreina ekki mikilvægan orsakapátt fyrir súrt regn.
- Þau losna úr plastefnum.
  - Þau eru náttúrlegir efnispættir andrúmsloftsins.
  - Sígarettur.
  - Kol og olía. [*Ekki nógu hnitmiðað – engin tilvísun í „bruna”.*]
  - Kjarnorkuver.
  - Úrgangur frá iðnaði. [*Ekki nógu hnitmiðað.*]

- Kóði 9: Spurningu sleppt.

Hægt er að líkja eftir þeim áhrifum sem súrt regn hefur á marmara með því að láta marmaraflísar liggja í ediki yfir nótt. Edik og súrt regn eru með svipað sýrustig. Þegar marmaraflís er sett í edik myndast loftbólur. Hægt er að mæla massa marmaraflísarinnar bæði við upphaf tilraunarinnar og í lok hennar.

### Spurning 3: SÚRT REGN

S485Q03

Marmaraflís vegur 2,0 grömm áður en hún er látin liggja í ediki yfir nótt. Flísin er tekin upp og þurrkuð næsta dag. Hver verður massi þurrkuðu marmaraflísarinnar þá?

- A Innan við 2,0 grömm
- B Nákvæmlega 2,0 grömm
- C Milli 2,0 og 2,4 grömm
- D Meira en 2,4 grömm

#### SÚRT REGN STIGAGJÖF 3

##### *Hámarksstig*

Kóði 1: A. Innan við 2,0 grömm

##### *Engin stig*

Kóði 0: Önnur svör.

Kóði 9: Spurningu sleppt

### Spurning 5: SÚRT REGN

S485Q05 – 0 1 2 9

Nemendurnir, sem gerðu þessa tilraun, settu líka marmaraflísar í hreint (eimað) vatn og létu þá standa þar yfir nótt.

Skýrðu hvers vegna nemendurnir létu þetta vera hluta af tilraun sinni.

.....

.....



**Hlutastig**

Kóði 1: Til að bera saman við tilraunina með sýru (edik) og marmara en ekki er útskýrt að þetta er gert til að sýna að sýran (edikið) er nauðsynleg fyrir efnahvarfið.

- Til að bera saman við hin tilraunaglösin.
- Til að kanna hvort marmaraflísín breytist í hreinu vatni.
- Nemendur bæta við þessu skrefi til að sýna hvað gerist þegar venjuleg rigning fellur á marmarann.
- Vegna þess að eimað vatn er ekki sýra.
- Til að hafa sem samanburð.
- Til að kanna hvort mismunur er á venjulegu vatni og súru vatni (ediki).

**Engin stig**

Kóði 0: Önnur svör.

- Til að sýna að eimaða vatnið var ekki sýra.

Kóði 9: Spurningu sleppt.

**Spurning 10N: SÚRT REGN**

S485Q10N

Hversu mikinn áhuga hefur þú á eftirfarandi upplýsingum?

*Merktu aðeins í einn reit í hverri röð.*

	<i>Mikill áhugi</i>	<i>Áhugi í meðallagi</i>	<i>Lítill áhugi</i>	<i>Enginn áhugi</i>
a) Að vita hvaða aðgerðir mannsins stuðla helst að súru regni	<input type="checkbox"/> <sub>1</sub>	<input type="checkbox"/> <sub>2</sub>	<input type="checkbox"/> <sub>3</sub>	<input type="checkbox"/> <sub>4</sub>
b) Að læra um tækni sem stuðlar að því að draga úr losun lofttegunda sem valda súru regni.	<input type="checkbox"/> <sub>1</sub>	<input type="checkbox"/> <sub>2</sub>	<input type="checkbox"/> <sub>3</sub>	<input type="checkbox"/> <sub>4</sub>
c) Að skilja þær aðferðir sem eru notaðar til að gera við byggingar sem súrt regn hefur skemmt	<input type="checkbox"/> <sub>1</sub>	<input type="checkbox"/> <sub>2</sub>	<input type="checkbox"/> <sub>3</sub>	<input type="checkbox"/> <sub>4</sub>

**Spurning 10S: SÚRT REGN**

S485Q10S

Hversu sammála ertu eftirfarandi fullyrðingum?

*Merktu aðeins í einn reit í hverri röð.*

	<i>Mjög sammála</i>	<i>Sammála</i>	<i>Ósammála</i>	<i>Mjög ósammála</i>
a) Varðveisla gamalla rústa á að byggjast á niðurstöðum rannsókna á þeim þáttum sem orsaka skemmdirnar.	<input type="checkbox"/> <sub>1</sub>	<input type="checkbox"/> <sub>2</sub>	<input type="checkbox"/> <sub>3</sub>	<input type="checkbox"/> <sub>4</sub>
b) Staðhæfingar um orsakir súrs regns skulu styðjast við niðurstöður vísindarannsókna.	<input type="checkbox"/> <sub>1</sub>	<input type="checkbox"/> <sub>2</sub>	<input type="checkbox"/> <sub>3</sub>	<input type="checkbox"/> <sub>4</sub>

## LÍKAMSRÆKT

Regluleg og hófleg líkamsrækt er góð fyrir heilsuna.



### Spurning 1: LÍKAMSRÆKT

S493Q01

Hvaða kostur fylgir því að stunda líkamsrækt reglulega? Dragðu hring um „Já“ eða „Nei“ fyrir hverja fullyrðingu.

Er þetta kostur sem fylgir reglulegri líkamsrækt?	Já eða Nei?
Líkamsrækt á þátt í að koma í veg fyrir hjarta- og æðasjúkdóma.	Já / Nei
Líkamsrækt leiðir til heilbrigðs mataræðis.	Já / Nei
Líkamsrækt á þátt í að koma í veg fyrir ofþyngd.	Já / Nei

#### LÍKAMSRÆKT STIGAGJÖF 1

##### *Hámarksstig*

Kóði 1: Öll þrjú svör rétt: Já, Nei, Já, í þessari röð.

##### *Engin stig*

Kóði 0: Önnur svör.

Kóði 9: Spurningu sleppt.

**Spurning 3: LÍKAMSRÆKT**

S493Q03

Hvað á sér stað þegar vöðvar eru þjálfaðir? Dragðu hring um „Já“ eða „Nei“ fyrir hverja fullyrðingu.

Gerist þetta þegar vöðvar eru þjálfaðir?	Já eða Nei?
Meira blóðflæði verður um vöðvana.	Já / Nei
Fita myndast í vöðvunum.	Já / Nei

**LÍKAMSRÆKT STIGAGJÖF 3****Hámarksstig**

Kóði 1: Bæði svör rétt: Já, Nei í þessari röð.

**Engin stig**

Kóði 0: Önnur svör.

Kóði 9: Spurningu sleppt.

**Spurning 5: LÍKAMSRÆKT**

S493Q05 – 01 11 12 99

Hvers vegna verður öndunin meiri þegar maður stundar líkamsrækt en þegar líkaminn hvílist?

.....

.....

**LÍKAMSRÆKT STIGAGJÖF 5****Hámarksstig**

Kóði 11: Til að losna við aukið magn af koltvíoxíði **og** sjá líkamanum fyrir meira súrefni. *[Takið ekki gilt „loft“ í staðinn fyrir „koltvíoxíð“ eða „súrefni“]*

- Í líkamsrækt þarf líkaminn meira súrefni og hann myndar meira koltvíoxíð. Öndunin veldur þessu.
- Ef við öndum hraðar berst meira af súrefni í blóðið og meira koltvíoxíð er fjarlæggt.

Kóði 12: Til að fjarlægja aukið magn koltvíoxíðs úr líkamanum **eða** til að sjá líkamanum fyrir meira súrefni en ekki hvort tveggja. *[Takið ekki gilt „loft“ í staðinn fyrir „koltvíoxíð“ eða „súrefni“]*

- Af því að við þurfum að losna við koltvíoxíðið sem safnast upp.
- Af því að vöðvarnir þurfa súrefni. *[Vísað er til þess að líkaminn þarfnast meira súrefnis við líkamsþjálfun (þegar við notum vöðvana).]*
- Af því að súrefni eyðist við líkamsrækt.
- Öndun verður meiri vegna þess að við tökum upp meira súrefni í lungunum. *[Léleg skýring en bendir á að líkaminn fær meira súrefni.]*
- Vegna þess að við notum svo mikla orku þarf líkaminn að taka inn tvöfalt eða þrefalt meira loft. Hann þarf líka að fjarlægja koltvíoxíðið úr líkamanum. *[Kóði 12 fyrir seinni setninguna hér – vísað er til þess að fjarlægja þarf meira koltvíoxíð úr líkamanum en venjulega; fyrri setningin er ekki mótsögn þó að hún ein og sér verðskuldaði kóða 01.]*

### **Engin stig**

Kóði 01: Önnur svör.

- Til að fá meira loft í lungun.
- Vegna þess að vöðvarnir þurfa meiri orku. *[Ekki nógu hnitmiðað.]*
- Vegna þess að hjartað slær hraðar.
- Líkaminn þarf súrefni. *[Vísar ekki til þess að líkaminn þarf meira súrefni.]*

Kóði 99: Spurningu sleppt.

## ERFÐABREYTTAR PLÖNTUR

### BANNA ÆTTI ERFÐABREYTTAN MAÍS

Náttúruverndarsamtök hafa krafist þess að nýtt afbrigði af maís, sem er erfðabreytt, verði bannað.

Þessi erfðabreytti maís er þess eðlis að hann verður ekki fyrir áhrifum af nýjum, öflugum illgresiseyði sem drepur venjulegar maísplöntur. Þessi nýi illgresiseyðir drepur mest allt illgresi sem vex á maísökum.

Náttúruverndarsinnar halda því fram að vegna þess að smádyr, einkum skordýr, lifi á þessu illgresi sé notkun nýja illgresiseyðisins með erfðabreytta maísnum slæmt fyrir náttúruna. Þeir sem eru hlyntir notkun erfðabreytts maíss halda því fram að rannsóknir hafi sýnt fram á að svo muni ekki verða.

Hér er lýsing á þeirri rannsókn sem minnst er á í greininni fyrir ofan:

- Maís var sáð í 200 akra víðs vegar um landið.
- Hverjum akri var skipt í tvennt. Erfðabreytti maísinn var ræktaður á öðrum helmingnum og nýi, öflugi illgresiseyðirinn notaður þar, en venjulegur maís ræktaður á hinum helmingnum og þar notaður venjulegur illgresiseyðir.
- Fjöldi skordýra sem fannst í erfðabreytta maísnum, sem meðhöndlaður var með nýja illgresiseyðinum, var næstum sá sami og í venjulega maísnum sem meðhöndlaður var með venjulega illgresiseyðinum.

### Spurning 2: ERFÐABREYTTAR PLÖNTUR

S508Q02

Hvaða þáttum var breytt viljandi í rannsókninni sem nefnd er í greininni? Dragðu hring um „Já“ eða „Nei“ fyrir hvern af eftirfarandi þáttum.

Var þessum þætti breytt viljandi í rannsókninni?	Já eða Nei?
Fjöldi skordýra á svæðinu	Já / Nei
Tegund illgresiseyðis sem var notaður	Já / Nei

### ERFÐABREYTTAR PLÖNTUR STIGAGJÖF 2

#### Hámarksstig

Kóði 1: Bæði svörin er rétt: Nei, Já.

#### Engin stig

Kóði 0: Önnur svör.

Kóði 9: Spurningu sleppt.

**Spurning 3: ERFÐABREYTTAR PLÖNTUR**

S508Q03

Maís var sáð í 200 akra víðs vegar um landið. Hvers vegna notuðu rannsakendurnir fleiri en einn stað?

- A Svo að margir bændur gætu prófað nýja, erfðabreytta maísinn.
- B Til að sjá hve mikinn erfðabreyttan maís þeir gætu ræktað.
- C Til að þekja eins mikið land og hægt var með erfðabreyttu plönturnar.
- D Til að geta ræktað maís við mismunandi vaxtarskilyrði.

**ERFÐABREYTTAR PLÖNTUR STIGAGJÖF 3****Hámarksstig**

Kóði 1: D. Til að geta ræktað maís við mismunandi vaxtarskilyrði.

**Engin stig**

Kóði 0: Önnur svör.

Kóði 9: Spurningu sleppt.

**Spurning 10N: ERFÐABREYTTAR PLÖNTUR**

S508Q10N

Hversu mikinn áhuga hefur þú á eftirfarandi upplýsingum?

*Merktu aðeins í einn reit í hverri röð.*

	<i>Mikill áhugi</i>	<i>Áhugi í meðallagi</i>	<i>Lítill áhugi</i>	<i>Enginn áhugi</i>
a) Að fræðast um hvernig erfðabreyting á plöntum fer fram	<input type="checkbox"/> <sub>1</sub>	<input type="checkbox"/> <sub>2</sub>	<input type="checkbox"/> <sub>3</sub>	<input type="checkbox"/> <sub>4</sub>
a) Að fræðast um hvers vegna illgresiseyðir hefur ekki áhrif á sumar plöntur	<input type="checkbox"/> <sub>1</sub>	<input type="checkbox"/> <sub>2</sub>	<input type="checkbox"/> <sub>3</sub>	<input type="checkbox"/> <sub>4</sub>
b) Að skilja betur muninn á kynblöndun og erfðabreytingum plantna	<input type="checkbox"/> <sub>1</sub>	<input type="checkbox"/> <sub>2</sub>	<input type="checkbox"/> <sub>3</sub>	<input type="checkbox"/> <sub>4</sub>





# PISA 2006 – Nokkur aðalatriði:

---

- Íslenskir 15 ára nemendur sýna frammistöðu í náttúrufræði sem er við meðaltal OECD landanna.
- Í heildina hefur staða Íslands (miðað við aðrar þjóðir) versnað nokkuð milli árunna 2000 og 2006 í öllum greinum, sérstaklega á síðustu 3 árum. Þeim löndum sem standa sig betur en Ísland hefur fjölgað, sérstaklega í lesskilningi.
- Hjá íslenskum nemendum hefur lesskilningi hrakað marktækt frá 2000 til 2006. Frammistaða í stærðfræði er einnig marktækt lægri 2006 en 2003. Frammistaða íslenskra nemenda í náttúrufræði hefur ekki marktækt breyst frá 2000 til 2006.
- Hins vegar hefur fjölgað íslenskum nemendum í lægstu þremur hæfnisþrepum lesskilnings og fækkað í efstu tveimur þrepunum. Árið 2000 voru 37% nemenda samtals í lægstu þremur þrepunum en 2006 eru það 46%. Í efstu tveimur þrepunum voru 33% árið 2000 en 25% árið 2006. Tilfærsla þessi milli efri og lægri hæfnisþrepa nemur því um 8-9 % eða nálægt 400 nemendum.
- Þegar undirfög náttúrufræði eru borin saman á Íslandi eru nemendur marktækt slakastir í líf- og vistfræði, næstbestir í eðlis- og efnafræði en sterkastir í jarð- og stjörnufræði. Meðaltal einungis 13 landa er marktækt hærra en það íslenska í jarð- og stjörnufræði en um tvöfalt fleiri eru hærri í hinum fögunum, 24 í eðlis- og efnafræði og 30 í líf- og vistfræði.
- Frammistaða nemenda eftir landshlutum á Íslandi hefur breyst milli ára. Reykjavík og nágrenni Reykjavíkur hafa ekki lengur bestu frammistöðuna. Vestfirðir og Norðurland eystra og vestra sýna bestu frammistöðuna, en á Austurlandi, Reykjavík og nágrenni Reykjavíkur hefur henni hrakað mest síðustu sex ár, sérstaklega í lesskilningi.
- Kynjamunur í öllum greinum hefur minnkað frá árinu 2003 og er ekki marktækur 2006 í náttúrufræði og stærðfræði. Innan náttúrufræðinnar eru piltar marktækt betri í eðlis- og efnafræði en stúlkur hafa meiri þekkingu á vísindalegri aðferð. Piltar standa sig marktækt betur en stúlkur í náttúrufræði þegar þeir eru prófaðir með tölvuprófi. Kynjamunur í náttúrufræði er áberandi mestur á Austurlandi árið 2006.
- Viðhorf íslenskra nemenda til náttúrufræði og vísinda almennt eru frekar jákvæð en ekki eins jákvæð og á hinum Norðurlöndum.
- Þjóðfélagsleg staða fjölskyldu, efnisleg gæði, veraldlegar og menningarlegar eigur og aðstæður á heimili fyrir heimanám er allt marktækt mun betra á Íslandi en almennt á hinum Norðurlöndunum og í öðrum OECD löndum.
- Á Íslandi er trú nemenda á eigin getu í náttúrufræði meiri og sjálfsmynd á því sviði betri en nemenda í Svíþjóð og Danmörku.
- Áhyggjur af umhverfismálum eru miklu minni á Norðurlöndunum en í OECD að meðaltali. Á Norðurlöndunum eru íslenskir nemendur minnst meðvitaðir um umhverfismál.
- Verklejarathuganir, virksamskipti nemenda og svigrúm þeirra til að rannsaka sjálfir í náttúrufræðitímum, er mun minna á Íslandi en á hinum Norðurlöndunum.
- Þrátt fyrir að á Íslandi séu of fáir nemendur innflytjendur til að OECD birti niðurstöður um þá sérstaklega, má samt sjá að þeim fjölga miðað við fyrri PISA rannsóknir. Frammistaða þeirra í PISA 2006 er marktækt slakari í öllum greinum en annarra íslenskra nemenda og munar 70-100 stigum á meðaltölum.