

# Helstu niðurstöður PISA 2015



MENNTAMÁLASTOFNUN

Menntamálastofnun  
Janúar 2017

Útgefandi: Menntamálastofnun  
Víkurbær 3  
203 Kópavogur  
Sími: 514 7500  
Netfang: [postur@mms.is](mailto:postur@mms.is)  
Veffang: [www.mms.is](http://www.mms.is)

Umbrot og textavinnsla: [Prenttækni.ehf](http://Prenttækni.ehf)

Kápuhönnun: [Prenttækni.ehf](http://Prenttækni.ehf)

Prentun: [Prenttækni.ehf](http://Prenttækni.ehf)

© 2017 Menntamálastofnun

ISBN 978-9979-0-2102-5

## Efnisyfirlit

---

Formáli .....	1
Samantekt .....	2
Um PISA .....	6
Læsi á náttúruvísindi .....	16
Náttúrufræðilæsi: Vísbendingar úr PISA 2015 .....	36
Læsi á stærðfræði .....	44
Um frammistöðu íslenskra nemenda í stærðfræðilæsi .....	58
Lesskilningur .....	66
Skýringar á lesskilningi íslenskra nemenda í PISA .....	82
Tillögur um úrbætur í ljósi niðurstaðna PISA 2015 .....	90
Viðauki 1	
Dæmi um spurningar í PISA 2015 .....	100
Viðauki 2	
Matsþættir í spurningalistum í PISA 2015 .....	126
Viðauki 3	
Flokkun á þéttleika byggðar .....	128





## Formáli

Niðurstöður úr PISA-könnuninni eru nú lagðar fram í sjötta sinn með ítarlegri skýrslu fyrir árið 2015. Flest þátttökulönd hafa frá því að könnunin var fyrst lögð fyrir árið 2000 nýtt sér niðurstöður hennar til að leggja mat á árangur stefnu sinnar og aðgerða í menntamálum og stöðu sinna menntakerfa. Á öðrum Norðurlöndum má sjá þess merki að stjórnvöld hafa tekið mið af niðurstöðum PISA og ráðleggingum Efnahags- og framfarastofnunarinnar (OECD) sem stendur að könnuninni. Frá því síðustu niðurstöður birtust árið 2012 hafa íslensk stjórnvöld einnig sett sér markmið í menntamálum sem taka mið af niðurstöðum hvað varðar lesskilning nemenda.

Eftir því sem fleiri mælingar á frammistöðu nemenda í lestri, stærðfræði og náttúrufræði koma fram því skýrari mynd fæst af stöðu einstakra menntakerfa og þróun þeirra yfir lengri tíma. Þar veldur þróunin hér á landi áhyggjum en í öllum þeim greinum sem mældar eru hefur árangur íslenskra nemenda dalað mikið frá því að fyrstu mælingar komu fram. Hins vegar virðast vera vísbendingar um að í þeim löndum þar sem gripið hefur verið til markvissra aðgerða hafi tekist að snúa slíkri þróun við. Er mikilvægt að Ísland skoði hvað hægt sé að læra af reynslu þeirra landa, svo sem nágranna okkar á Norðurlöndum.

Til þess að fá fram víðari sýn á niðurstöður PISA-könnunarinnar leitaði Menntamálastofnun eftir samstarfi við Menntavísindasvið Háskóla Íslands og rita fræðimenn þaðan kafla í þessa skýrslu. Auður Pálsdóttir skrifar um niðurstöður í náttúrufræði, Freyja Hreinsdóttir um niðurstöður í stærðfræði og þau Sigríður Ólafsdóttir og Baldur Sigurðsson um lesskilning. Er mikill fengur að framlagi þeirra sem eykur frekar skilning okkar á þýðingu niðurstaðna PISA fyrir íslenskt menntakerfi og setur þær í samhengi við innlendar og erlendar rannsóknir. Í niðurstöðum fræðimannanna kemur skýrt fram að ekki er í hendi nein einföld lausn til að bæta árangur íslenskra nemenda. Horfa þarf til margra þátta og vinna samkvæmt skýrri stefnumörkun til lengri tíma eigi að takast að snúa neikvæðri þróun við.

Niðurstöður íslensku fræðimannanna ríma vel við nýleg skrif rannsakenda, m.a. á vettvangi OECD, þar sem fjallað er um flókið samspil ólíkra þátta í menntakerfum. Til þess að ná árangri í umbótum þarf að marka skýra stefnu, byggja upp getu ólíkra aðila til að fylgja henni eftir og fylgjast með árangri með reglubundnu mati. Birting og greining PISA-niðurstaðna er mikilvægur liður í að stjórnvöld geri grein fyrir stöðu menntakerfisins. Þeim þarf síðan að fylgja eftir með aðgerðum í þágu nemenda með þátttöku sveitarfélaga, skólastjórnenda og kennara. Þegar má sjá merki um að samstilltar aðgerðir þessara aðila séu að skila árangri með stórbættum árangri nemenda í lestri í nokkrum sveitarfélögum.

Rétt er að halda á lofti þeim styrkleikum íslensks menntakerfis sem fram koma í PISA-könnuninni. Jöfnuður er hér mikill sem kemur fram í því að munur í árangri milli skóla er minnstur af öllum OECD ríkjum. Hér á landi skiptir það litlu máli í hvaða skóla nemendur ganga ef skýra á árangur þeirra. Sama má segja um þjóðfélagsstöðu. Hún hefur minnst vægi hér á landi af öllum OECD ríkjum sem skýringarþáttur á árangri nemenda. Mikilvægt er að byggja á þessum styrkleikum þegar unnið er að því að bæta árangur íslenskra nemenda. Loks er vert að minna á það traust sem almennt ríkir á skólum og menntun hér á landi. Traustið myndar sterkan grunn til að byggja á.

Ég vil þakka þeim mörgu starfsmönnum Menntamálastofnunar sem lögðu hönd á plóginn við gerð skýrslunnar. Almar M. Halldórsson og Ragnar F. Ólafsson höfðu umsjón með úrvinnslu og greiningu gagna en að gerð skýrslunnar komu einnig þau Auðun Valborgarson, Auður Bára Ólafsdóttir, Bjartey Sigurðardóttir, Gunnhildur Jónatansdóttir, Gylfi Jón Gylfason, Sveinbjörn Y. Gestsson og Þóra Björk Jónsdóttir. Einnig vil ég þakka ofanefndum fræðimönnum á Menntavísindasviði og þeim Jóhönnu Einarsdóttur, sviðsforseta, Önnu Kristínu Sigurðardóttur og Kristínu Erlu Harðardóttur fyrir ánægjulegt samstarf.

  
Arnór Guðmundsson, forstjóri

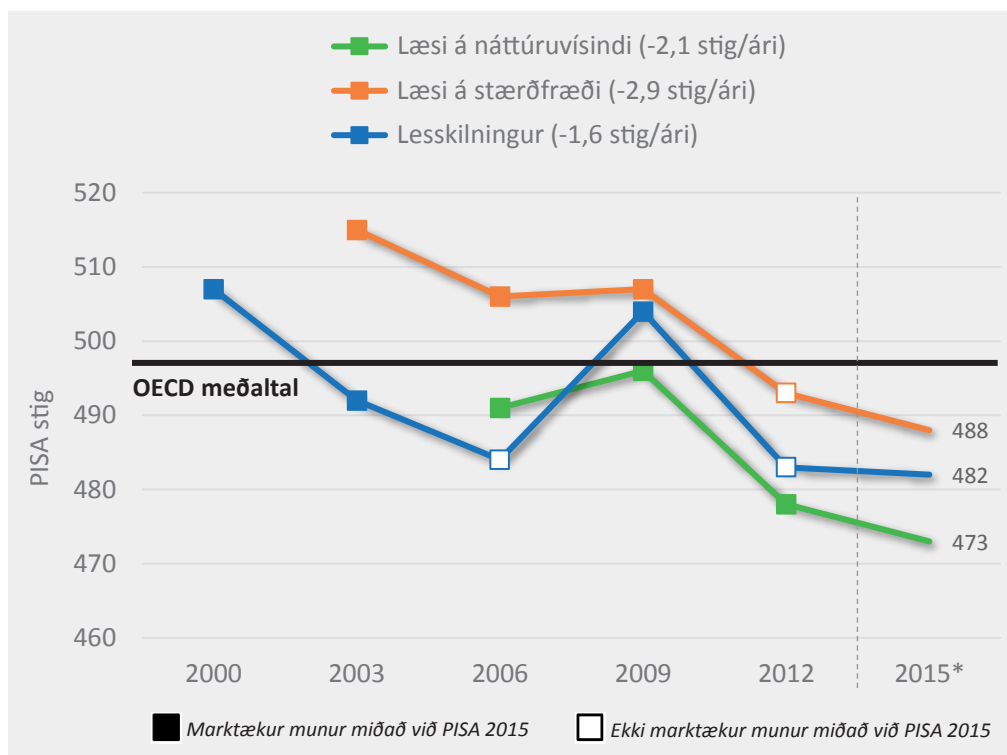
## Samantekt

Niðurstöður úr PISA 2015 benda til þess að læsi íslenskra nemenda á náttúruvísindi hafi hrakað mikið á síðastliðnum áratug. Læsi á stærðfræði hefur einnig hrakað stöðugt frá því það var fyrst metið árið 2003. Lesskilningur minnkaði frá 2000 til 2006 en eftir það hefur hann ekki lækkað marktækt. Þetta er mikil breyting á stöðu íslenskra nemenda til hins verra og hefur hún aldrei verið verri á öllum þremur sviðum PISA, áberandi verri en á hinum Norðurlöndunum. Í Noregi, Danmörku og Svíþjóð hefur þróunin í PISA heldur batnað síðustu ár en í Finnlandi hefur staðan versnað mikið ár frá ári á öllum þremur sviðum PISA-könnunarinnar. Finnland er þó enn með mun betri útkomu en hin Norðurlöndin en

Noregur, Danmörk og Svíþjóð raðast núna þétt í kringum meðaltal OECD.

Myndin að neðan sýnir þróun á niðurstöðum PISA-könnunarinnar frá upphafi fyrir Ísland. Á myndinni er staðan fyrri ár borin saman við stöðuna 2015. Kassarnir eru fylltir ef staðan það árið er marktækt frábrugðin 2015 en þeir eru tómir ef staðan er ekki marktækt frábrugðin 2015. Í töflunni fyrir ofan myndina er sýnd staðan ár hvert. Þau ár sem viðkomandi svið hafði aðeins örfáar spurningar er meðaltalið sett innan sviga þar sem samanburðurinn við PISA 2015 er þá mun ónákvæmari vegna breytinga sem gerðar voru á könnuninni 2015 Þessum breytingum er lýst í kafla 1.

	2000	2003	2006	2009	2012	2015*
Læsi á náttúruvísindi (-2,1 stig/ári)			491	(496)	(478)	473
Læsi á stærðfræði (-2,9 stig/ári)		515	(506)	(507)	493	488
Lesskilningur (-1,6 stig/ári)	507	(492)	(484)	500	(483)	482



Á myndinni eru niðurstöður PISA í þremur greinum frá 2000 til 2015 (\*Árið 2015 eru ýmsar breytingar á forsendum, fyrirlögn og tölfræði að baki mælingunni miðað við fyrri ár, þeim er lýst í kafla 1).

### Lesskilningur

Ísland er nú neðst Norðurlanda í lesskilningi en var um miðjan hóp árið 2000. Lesskilningur hefur lækkað um sem nemur tæpu skólaári hér á landi á þessum 15 árum, álíka mikið og í Finnlandi, og hafa fá þátttökuríki PISA lækkað jafnmikið á þessu tímabili. Ísland er neðarlega í hópi OECD ríkja í lesskilningi. Fjölgað hefur í lægri hæfniprepum og fækkað á efri getustigum. Nú (árið 2015) eiga 22% nemenda erfitt með að lesa sér til gagns (ná ekki hæfniprepi 2) en voru 15% árið 2000. Dreifing stúlkna á hæfniprep lesskilnings er svipuð og í OECD löndum að meðaltali. Hærra hlutfall drengja er á lægri hæfniprepum en í OECD löndunum almennt. Staðan er almennt lakari í dreifbýli í samanburði við höfuðborgarsvæðið. Á höfuðborgarsvæðinu er dreifing nemenda á hæfniprep áþekkt því sem almennt gerist í OECD ríkjum. Lesskilningur innflytjenda er lakari en lesskilningur innfæddra og hefur bilið breikkað á milli þessara hópa.

### Læsi á stærðfræði

Stærðfræðilæsi við lok grunnskóla er lakara á Íslandi en í meirihluta OECD ríkjanna og lægra hér en á hinum Norðurlöndunum. Stærðfræðilæsi hér á landi hefur látið undan síga frá PISA fyrirloðuninni árið 2003 þegar megináhersla var á mælingu stærðfræðilæsis í fyrsta sinn í PISA. Sú lækkun nemur tæpu skólaári og birtist í fjölgun nemenda á lægri hæfniprepum og fækkun í efri hæfniprepum. Ekki varð þó marktæk lækkun á stærðfræðilæsi milli árunna 2012 og 2015. Kynjamunur er nú lítill sem enginn hér á landi sem rekja má til þess að stúlkur sýna nú lakari árangur en áður, fremur en að piltar hafi bætt sig. Höfuðborgarsvæðið er svipað meðaltali OECD en utan þess er stærðfræðilæsi mun lakara.

### Læsi á náttúruvísindi

Læsi á náttúruvísindi er minna hér á landi en á öðrum Norðurlöndum og gildir það um alla undirþætti, þekkingarsvið og efnissvið náttúruvísinda. Læsi á náttúruvísindi er nú nokkru minna en það var 2006 þegar það var fyrst aðalviðfangsefni PISA. Mikill meirihluti OECD ríkja stendur betur en Ísland á þessu sviði. Staðan á höfuðborgarsvæðinu er almennt betri en á landsbyggðinni. Lækkun meðaltals hefur verið meiri í dreifbýli milli árunna 2006 og 2015 (35 stig) en lækkunin í þétt-

býliskjörnum utan höfuðborgarsvæðisins (22 stig) en á höfuðborgarsvæðinu er lækkunin aðeins lítilsháttar (10 stig). Viðhorf til náttúruvísinda eru jákvæð hér á landi í samanburði við Norðurlöndin, þ. á m. ánægja af náttúruvísindum, áhugi, trú á eigin getu og trú á notagildi náttúrufræði í framtíðinni. Staða Íslands á þessum viðhorfaþáttum hefur batnað milli árunna 2006 og 2015 og meðvitund um umhverfismál líka aukist mikið. Hins vegar hefur bjartsýni á þróun umhverfismála í heiminum lækkað á sama tímabili hér á landi. Á Íslandi er góður stuðningur frá kennurum í náttúrufræðitímum að mati nemendanna en jafnframt má ráða af svörum þeirra, eins og í Finnlandi, að kennslan hér sé frekar hefðbundin, kennarastýrð og lítið um tilraunir og rannsóknir eða endurgjöf um árangur.

Ríki sem hafa tekið þátt í PISA öll árin (2000, 2003, 2006, 2009, 2012 og 2015) eru samtals 30 þar af 24 í OECD og 6 utan þess.<sup>1</sup>

Í töflunni á næstu síðu kemur fram hvaða lönd af þessum 30 hafa hærra meðaltal en Ísland ár hvert, þ.e. sýna marktækt betri frammistöðu en Ísland það árið. Heildarfjöldi þátttökuríkja er breytilegur milli ára (sjá nánar í kafla 1) en hópurinn sem notaður er í samanburðinum hér er sá sami öll árin. Í lesskilningi voru 8 af þessum 30 löndum fyrir ofan Ísland árið 2000 þegar mælingar PISA hófust. Þeim fjölga árið 2003 og svo aftur árið 2006 í 14 lönd. Þeim fækkar aftur í 8 árið 2009 en eftir það fjölga þeim hratt aftur, í 17 árið 2012 og eru orðin 19 árið 2015.

Í stærðfræðilæsi hefur löndunum sem eru fyrir ofan Ísland fjölgað hægt og stöðugt öll árin. Þau eru 7 árið 2003 og eru orðin 15 árið 2015.

Hliðstæða sögu má segja um náttúruvísindalæsi. Árið 2006, þegar náttúruvísindalæsi var fyrst metið, eru 16 lönd hærri en Ísland, þeim fækkar aðeins árið 2009 en eftir það fjölga þeim hratt, í 21 árið 2012 og eru 23 árið 2015.

Í íslensku skýrslunni um PISA 2015 eru nú í fyrsta skipti kaflar þar sem fjallað er um niðurstöðurnar í ljósi rannsókna og frá sjónarhorni fræðimanna í menntavísindum. Einnig er í sérstökum umbótakafla gerð grein fyrir stefnuáherslum og aðgerðum Norðurlanda og áherslum OECD og

<sup>1</sup> Austurríki, Ástralía, Belgía, Brasíla\*, Danmörk, Finnland, Frakkland, Grikkland, Hong Kong\*, Indónesía\*, Írland, Ísland, Ítalía, Japan, Kanada, Kórea, Lettland\*, Mexíkó, Noregur, Nýja-Sjáland, Portúgal, Pólland, Rússland\*, Spánn, Sviss, Svíþjóð, Tailand\*, Tékkland, Ungverjaland og Þýskaland (\* Ríki utan OECD)

## Lönd með hærra meðaltal en Ísland í PISA árin 2000 til 2015

	PISA 2000	PISA 2003	PISA 2006	PISA 2009	PISA 2012	PISA 2015
<b>Lesskilningur</b>	<b>8 lönd:</b> Ástralía Finnland Hong Kong Kína* Írland Kanada Kórea Nýja-Sjáland Svíþjóð	<b>9 lönd:</b> Ástralía Finnland Hong Kong Kína* Írland Kanada Kórea Svíþjóð Belgía	<b>14 lönd:</b> Ástralía Belgía Danmörk Finnland Hong Kong* Írland Kanada Nýja-Sjáland Pólland Sviss Svíþjóð Þýskaland	<b>8 lönd:</b> Ástralía Belgía Finnland Hong Kong Kína* Írland Kanada Kórea Nýja-Sjáland	<b>17 lönd:</b> Ástralía Belgía Danmörk Finnland Frakkland Hong Kong* Írland Ítalía Japan Kanada Kórea Noregur Nýja-Sjáland Pólland Sviss Tékkland Þýskaland	<b>19 lönd:</b> Ástralía Belgía Danmörk Finnland Frakkland Hong Kong Kína* Írland Japan Kanada Kórea Noregur Nýja-Sjáland Portúgal Pólland Rússland* Spánn Sviss Svíþjóð Þýskaland
<b>Læsi á stærðfræði</b>		<b>7 lönd:</b> Ástralía Belgía Finnland Hong Kong Kína* Japan Kanada Kórea	<b>9 lönd:</b> Ástralía Belgía Finnland Hong Kong Kína* Japan Kanada Nýja-Sjáland Sviss	<b>10 lönd:</b> Ástralía Belgía Finnland Holland Hong Kong Kína* Japan Kanada Kórea Nýja-Sjáland Sviss	<b>12 lönd:</b> Austurríki Ástralía Belgía Finnland Hong Kong Kína* Írland Japan Kanada Kórea Pólland Sviss Þýskaland	<b>15 lönd:</b> Austurríki Ástralía Belgía Finnland Danmörk Finnland Hong Kong Kína* Írland Japan Kanada Kórea Noregur Nýja-Sjáland Pólland Sviss Þýskaland
<b>Læsi á náttúruvísindi</b>			<b>15 lönd:</b> Austurríki Ástralía Belgía Finnland Hong Kong Kína* Írland Japan Kanada Kórea Nýja-Sjáland Sviss Svíþjóð Tékkland Ungverjaland Þýskaland	<b>12 lönd:</b> Ástralía Belgía Finnland Hong Kong Kína* Írland Japan Kanada Kórea Nýja-Sjáland Pólland Sviss Þýskaland	<b>21 lönd:</b> Austurríki Ástralía Belgía Danmörk Finnland Frakkland Hong Kong Kína* Írland Ítalía Japan Kanada Kórea Lettland Noregur Nýja-Sjáland Pólland Spánn Sviss Tékkland Ungverjaland Þýskaland	<b>23 lönd:</b> Austurríki Ástralía Belgía Danmörk Finnland Frakkland Hong Kong Kína* Írland Ítalía Japan Kanada Kórea Lettland Noregur Nýja-Sjáland Portúgal Pólland Rússland* Spánn Sviss Svíþjóð Tékkland Þýskaland

\* Ríki utan OECD

íslensku fræðimannanna. Settar eru fram tillögur um aðgerðir sem mikilvægt er að ríki, sveitarfélög og skólar beiti sér fyrir. Áhersla er lögð á að ríkið styðji frekar við umbótastarf á landsvísi m.a. með menntun ráðgjafa og gerð vefnámskeiða er tengjast umbótaaðgerðum. Lagt er til að sett verði skýr viðmið um árangur í aðalnámskrá og unnið verði staðlað stöðumat í stærðfræði og náttúrufræði sem kennurum standi til boða.

Loks er lagt til að ríkið beiti sér fyrir endurskoðun á menntun og starfsþróun kennara.

Til sveitarfélaga er því beint að endurskoða áherslur í stoðþjónustu við skóla, efla kennslu-ráðgjöf í skólastarfi, leggja áherslu á kennslufræðilegt forystuhlutverk skólastjóra og styrkja þátt þeirra í umbótastarfi. Einnig er lagt til að sveitarfélög stuðli að markvissri starfsþróun kennara.

Að lokum er því beint til skólastofnana að leggja áherslu á að stjórnendur séu leiðandi í umbótum samhliða því að efla faglega forystu kennara og möguleika þeirra til að nýta bestu þekkingu og gögn til þróunar og umbóta.

## Um PISA

PISA (Programme for International Student Assessment) er könnun á vegum OECD sem er ætlað að meta lesskilning og læsi nemenda við 15 ára aldur á stærðfræði og náttúruvísindi. Á þessum aldri eru þau að ljúka skyldunámi í flestum ríkjum. Hér á landi er könnunin lögð fyrir í mars-apríl við lok 10. bekkjar og sýna niðurstöðurnar því stöðu nemenda við lok grunnskólans.

Þátttökuríkjum hefur fjölgað hratt frá árinu 2000 þegar PISA-könnunin var fyrst gerð. Öll OECD ríkin hafa tekið þátt frá upphafi en þátttökuríkjum utan OECD hefur fjölgað jafnt og þétt. Nú eru þátttökuríkin 72 talsins (34 OECD ríki og 38 ríki utan OECD). Árið 2000 tóku 32 ríki þátt, árið 2003 voru þau 41, árið 2006 voru þau 57 og árin 2009 og 2012 voru þau 65. Í töflunni er listi yfir þátttökuríkin 72 sem tóku þátt árið 2015.

Tafla 1.1. Þátttökuríki í PISA árið 2015

Albanía* (ALB)	<b>Holland</b> (HOL)	Kýpur* (KÝP)	Sameinuðu furstadæmin* (SAM)
Alsír* (ALS)	Hong Kong Kína* (HON)	<b>Lettland</b> (LET)	Singapúr* (SIN)
Argentína* (ARG)	Indónesía* (IND)	Litháen* (LIT)	<b>Slóvakía</b> (SLK)
<b>Austurríki</b> (AUS)	<b>Írland</b> (ÍRL)	Líbanon* (LÍB)	<b>Slóvenía</b> (SLN)
<b>Ástralía</b> (ÁST)	<b>Ísland</b> (ÍSL)	<b>Lúxemborg</b> (LÚX)	<b>Spánn</b> (SPÁ)
<b>Bandaríkin</b> (BAN)	<b>Ísrael</b> (ÍSR)	Makaó Kína* (MKK)	Svartfjallaland* (SVA)
<b>Belgía</b> (BEL)	<b>Ítalía</b> (ÍTA)	Makedónía* (MAK)	<b>Sviss</b> (SVI)
Brasilía* (BRA)	<b>Japan</b> (JAP)	Malasía* (MAL)	<b>Svíþjóð</b> (SVÍ)
<b>Bretland</b> (BRE)	Jórdanía* (JÓR)	Malta* (MLT)	Tailand* (TAÍ)
Búlgaría* (BÚL)	<b>Kanada</b> (KAN)	<b>Mexíkó</b> (MEX)	Taípei* (TAP)
<b>Chile</b> (CHI)	Kasakstan* (KAS)	Moldóva* (MOL)	<b>Tékkland</b> (TÉK)
<b>Danmörk</b> (DAN)	Katar* (KAT)	<b>Noregur</b> (NOR)	Trínid og Tób.* (TRÍ)
Dóminíska lýðveldið* (DÓM)	Kína P-S-J-G* (KÍN)	<b>Nýja-Sjáland</b> (NÝJ)	Túnís* (TÚN)
<b>Eistland</b> (EIS)	Kosóvó* (KOS)	Perú* (PER)	<b>Tyrkland</b> (TYR)
<b>Finnland</b> (FIN)	Kosta Ríka* (KTR)	<b>Portúgal</b> (POR)	<b>Ungverjaland</b> (UNG)
<b>Frakkland</b> (FRA)	Kólumbía* (KÓL)	<b>Pólland</b> (PÓL)	Úrugvæ* (ÚRU)
Georgía* (GEO)	<b>Kórea</b> (KÓR)	Rúmenía* (RÚM)	Víetnam* (VÍE)
<b>Grikkland</b> (GRI)	Krótía* (KRÓ)	Rússland* (RÚS)	<b>Þýskaland</b> (ÞÝS)

\* Utan við OECD

Í PISA-könnuninni er lagt mat á hversu vel nemendur við lok grunnskóla hafa tileinkað sér þekkingu og hæfni sem þeir þurfa á að halda í nútíma samfélagi. Sviðin þrjú sem OECD leggur áherslu á með PISA eru lesskilningur, læsi á stærðfræði og læsi á náttúruvísindi. Undirstöðuhæfni á þessum

sviðum er talin forsenda farsællar þátttöku í samfélaginu eftir skyldunám.

Í PISA 2015 var lögð áhersla á læsi á náttúruvísindi, með læsi á stærðfræði og lesskilning sem auka-greinar. Fleiri spurningar mæla læsi á náttúruvísindi en hin sviðin. Einnig var metin færni nemenda í að leita lausna í samvinnu við aðra (e. collaborative problem solving) en niðurstöður þessa mats verða birtar í nóvember 2017. Síðast var læsi á náttúruvísindi aðalgrein í PISA árið 2006. Þróun læsis á náttúruvísindi verður því einkum metin með samanburði á stöðunni árin 2006 og 2015.

Í PISA er ekki einungis metið hvort nemendur geti rifjað upp þekkingu úr skólanum heldur hvort þeir geti nýtt þekkinguna við nýjar aðstæður. Könnunin leggur áherslu á nýtingu þekkingar, skilning á hugtökum og getu til þess að beita þekkingunni við mismunandi aðstæður.

PISA-könnunin er byggð á kenningaramma um hvert matssvið sem fjölmennur hópur sérfræðinga um allan heim hefur smíðað fyrir OECD. Hægt er að lesa nánar um hann í skýrslu OECD um PISA 2015 og sérstöku riti um kenningarammana, *PISA 2015 Assessment and Analytical*

Framework: Science, Reading, Mathematic and Financial Literacy. Í töflunni hér fyrir neðan koma helstu atriðin fram fyrir hvert matssvið.

Í skýrslu OECD um PISA 2015 er hugmyndafræði rannsóknarinnar lýst í kafla 1 og framkvæmd hennar lýst í kafla 2.

Í fyrri skýrslum um PISA hefur hugtakið Science literacy verið þýtt „læsi á náttúrufræði“, en færa

má rök fyrir því að „fræði“ hafi nokkuð aðra merkingu en enska orðið „science“. Fleiri þýðingar hafa tíðkast í umræðunni um PISA hér á landi svo sem „vísindalæsi“. Í þessari skýrslu er þýðingunni breytt frá fyrri skýrslum og fjallað um *læsi á náttúruvísindi* í stað læsis á náttúrufræði. Þýðingin á *Math literacy* og *Reading literacy* er óbreytt frá fyrri skýrslum um PISA og sviðin kölluð hér læsi á stærðfræði og *lesskilningur*.

Tafla 1.2 Skilgreiningar, innihald og ferli fyrir matssvið PISA: Læsi á náttúruvísindi, læsi á stærðfræði og lesskilning.

	Læsi á náttúruvísindi	Læsi á stærðfræði	Lesskilningur
<b>Skilgreining</b>	Þekking á náttúruvísindum og nýting á þeirri þekkingu til að spyrja spurninga og útskýra vísindaleg fyrirbæri og einnig að draga ályktanir byggðar á upplýsingum um vísindatengt efni. Það felur í sér skilning á einkennum vísinda sem birtingarmynd mannlégrar þekkingarleitar, vitund um hvernig vísindi og tækni móta hið efnislega, vitsmunalega og menningarlega umhverfi okkar og viljann til að glíma við málefni með vísindalegri aðferð sem virkur borgari.	Færni í að setja fram, beita og túlka tölur í margs konar samhengi. Að álykta með aðferðum stærðfræðinnar og nota stærðfræðihugtök, aðferðir, staðreyndir og tækni til að lýsa, útskýra og spá fyrir um töluleg fyrirbæri. Skilningur á hlutverki stærðfræði í heiminum og við ákvarðanatöku sem byggir á traustum gögnum.	Geta til að skilja, nota, íhuga og fást við ritaðan texta til að ná markmiðum sínum, þroska þekkingu sína og hæfileika til að geta tekið virkan þátt í samfélaginu.
<b>Innihald</b>	Læsi á náttúruvísindi tengist eðlis- og efnafræði, líf- og vistfræði og jarð- og stjörnufræði.  Þekking á náttúruvísindum og þekking á vísindalegri aðferð.	Fjórir meginflokkar sem lúta að tölum, algebru og rúmfræði sem skarast og tengjast á ýmsan hátt:  - Magn  - Rými og lögum  - Breytingar og tengsl  - Óvissa og gögn	Leseefnið er:  - Samfelldur texti eða prósi sem settur er fram í setningum og efnisgreinum (t.d. frásögn, greinargerð, rökfærsla, lýsing eða leiðbeiningar)  - Ósamfelldur texti þar sem upplýsingar eru settar fram á annan hátt, eins og listi, eyðublöð, línurit eða skýringarmyndir
<b>Ferli</b>	Þrjú færnisvið:  Að útskýra á vísindalegan hátt  Að meta og nota vísindalega aðferð  Að túlka á vísindalegan hátt	- Aðstæður settar fram á stærðfræðilegan hátt  - Beiting stærðfræðilegra hugtaka, staðreynda, aðferða og rökfærslu  - Túlka, beita og meta stærðfræðilegar niðurstöður	- Finna og afla upplýsinga í texta  - Sýna almennan skilning á texta  - Túlka texta  - Velta fyrir sér innihaldi, formi og einkennum texta

### Nemendur

Árið 2015 tók yfir hálf milljón nemenda þátt í PISA. Það er úrtak um 30 milljóna nemendabúðis í þátttökuríkjunum. Nemendur eru á aldrinum 15 ára og þriggja mánaða til 16 ára og 2 mánaða. Þessi aldur er valinn vegna þess að í flestum menntakerfum lúgur skyldunámi á þessum aldri. Niðurstöður sýna þannig stöðuna við lok grunnskóla hjá jafnöldrum í þátttökuríkjunum óháð skipulagi námsins fram að þeim tíma. Mikill munur er á milli landa varðandi framgang nemenda í gegnum skyldunám. Það tíðkast t.d. sumstaðar að nemendur endurtaki nám í einstökum námsgreinum eða taki jafnvel heilt skólaár upp á nýtt. Aldurssamsetning bekkja í þeim löndum er því dreifðari en í öðrum löndum. Ákveðinn aldur er valinn til þátttöku til að útiloka áhrif af slíkum kerfisáherslum. PISA metur stöðu nemenda sem fæddir eru sama árið og eru enn þá í skóla. Þátttakendur í PISA árið 2015 voru allir fæddir árið 1999.

Mjög skýrar og strangar reglur gilda um þátttöku og undanþágur frá þátttöku og er þeim aðferðum lýst í sérstökum ritum um aðferðafræði PISA sem OECD gefur út. Undanþágur frá þátttöku í hverju landi eru um eða undir 5% og er gert ráð fyrir að einungis þeir nemendur sem ekki geta tekið þátt vegna fötlunar eða takmarkaðrar þekkingar á tungumálinu séu undanþegnir. Ef lágmarksþátttaka næst ekki í fyrstu tilraun í tilteknum skóla er skipulögð önnur fyrirliðing fyrir þá sem ekki gátu mætt. Nánar má lesa um þær reglur í skýrslu OECD um PISA 2015 (sjá [www.oecd.org/pisa](http://www.oecd.org/pisa)).

Í flestum þátttökuríkjum eru tekin úrtök nemenda, á bilinu 4-6 þúsund nemendur. Þá er fyrst tekið lagskipt handahófsúrtak 100-150 skóla og innan hvers skóla valdir 30-40 nemendur af handahófi. Í sumum ríkjum er bætt verulega við úrtakið til þess að hægt sé að skoða áreiðanlegar niðurstöður fyrir einstök svæði eða minnihlutahópa innan þeirra. Í fámönnum ríkjum eins og Íslandi, Liechtenstein og Lúxemborg er ekki um úrtak að ræða heldur er óskað eftir þátttöku allra nemenda sem uppfylla aldursskilyrði. Það er nauðsynlegt til að tryggja samanburðarhæfni við úrtök annarra ríkja. Afleiðingin er sú að úrtaksskekkja þessara landa er lítil miðað við önnur lönd en hefur engin áhrif á alhæfingargildi niðurstaðna í öðrum löndum eða það hve samanburðarhæf mæligildin eru alþjóðlega.

### Framkvæmd

Framkvæmdaraðilar í hverju landi eru tilnefndir af menntamálaráðuneyti viðkomandi lands. Við framkvæmdina er farið eftir nákvæmum reglum sem settar eru af OECD og í hverjum skóla er fylgt stöðluðu verklagi við fyrirliðingina. Sérþjálfaðir starfsmenn á vegum Menntamálastofnunar sjá um framkvæmdina hér á landi. Nánar má lesa um framkvæmdina í skýrslu OECD um niðurstöður PISA 2015 á vefsíðu verkefnisins [www.oecd.org/pisa](http://www.oecd.org/pisa).

Spurningar eru blanda fjölvalsspurninga og opinna spurninga þar sem nemandinn þarf að skrifa svör sín. Í PISA 2015 er læsi á náttúruvísindi metið með samtals 183 spurningum, en það svarar til 6 klukkustunda í fyrirliðing. Auk þess er læsi á stærðfræði metið með 69 spurningum og lesskilningur með 88 spurningum. Spurningarnar spanna samtals um 10 klukkustundir en fyrirliðingin er aðeins tveggja klukkustunda löng fyrir hvern nemanda og fær því hver nemandi aðeins brot af spurningunum sem notaðar eru til þess að meta stöðu landanna á viðkomandi sviði. Allir nemendur svöruðu tveggja klukkustunda könnun og allir fengu a.m.k. eina klukkustund um náttúruvísindi árið 2015.

Að könnuninni lokinni svara nemendur einnig spurningalista sem tekur um 30 mínútur. Þar er aflagð upplýsinga um viðhorf þeirra til skólans, kennslunnar, um heimilið og reynslu þeirra af náminu. Þar að auki eru nemendur spurðir um tölvunotkun og áætlanir sínar um nám í framtíðinni. Skólastjórnendur svara einnig spurningalista um ýmsa rekstarþætti tengda skólanum og námsumhverfinu. Í sumum ríkjum er einnig lagður spurningalisti fyrir foreldra og kennara.

### Mikilvægar breytingar á framkvæmd PISA 2015 miðað við fyrri kannanir

Ein mikilvægasta breyting á PISA-könnuninni frá upphafi var innleidd í PISA 2015. Í fyrri fyrirliðingnum (á þriggja ára fresti frá 2000 til 2012) hefur könnunin verið lögð fyrir á pappír í öllum þátttökulöndum. Árið 2015 var könnunin hins vegar lögð fyrir rafrænt í fyrsta skipti í 59 ríkjum en 13 ríki nota áfram prentuð spurningahefti.

Þar að auki hafa verið gerðar fjölmargar breytingar sem tengjast bæði aðferðafræði og tölfræði



sem notuð er í PISA og einnig raunverulegri framkvæmd könnunarinnar, sem hafa hugsanlega áhrif á breytingar á mældri frammistöðu milli 2015 og fyrri ára.

1. Fimm breytingar á mælikvarða. Þessar breytingar eru útskýrðar í viðauka við skýrslu OECD um PISA 2015 og tölurnar í töflum þar sýna hvaða áhrif þessar breytingar hafa haft á niðurstöður landanna. Heildaráhrif þessara breytinga á samanburð niðurstaðna eru mældar með sérstakri tengivillu.
  - 1.1. Breytingar á úrvinnsluaðferð frá tölfræðilíkani með einni breyту yfir í tölfræðilíkan með tveimur breytum.
  - 1.2. Breytingar á gildi spurninga sem nemendur náðu ekki að svara í könnuninni fyrir útreikning á stigum.
  - 1.3. Breytingar úr mælikvarða fyrir eina könnun í einu yfir í kvarða sem mun ná yfir fleiri kannanir.
  - 1.4. Í stað þess að nota aðeins hluta af spurningunum fyrir hvern mælikvarða er nú notað allt spurningaúrtakið í útreikningum.
  - 1.5. Breytingar frá því að meðhöndla gallaðar spurningar í hverju landi með því að sleppa þeim í útreikningum viðkomandi lands yfir í að ákveða fyrir þessar spurningar sérstakar breytistærðir (e. item parameters) í hverju landi en sleppa þeim ekki í útreikningum.
2. Breytingar á yfirferð á svörum nemenda, úr úrvinnslu á pappír yfir í tölvuúrvinnslu.
3. Breytingar á skipulagi könnunarinnar frá því að nota 13 hefti á pappír í 396 ólíkar samsetningar á könnuninni sem lögð er fyrir á tölvu. Allar spurningar á sama sviði (þ.e. leskilningi, læsi á stærðfræði og læsi á náttúrufræði) voru hafðar saman í tímasettum hluta og hlutum var útdelt til nemenda einum og einum í senn. Enginn nemandi gat varið meira en einni klukkustund í að svara spurningum á einu sviði.
4. Breytingar á skipulagi könnunar: Líkt og í

PISA 2000 (þó frábrugðið könnunum fram að 2012) þurftu allir nemendur að taka hlé eftir fyrri helming könnunarinnar áður en þeir byrjuðu á seinni hlutanum og höfðu ekki lengri tíma en eina klukkustund til að leysa hvorn hluta fyrir sig. Nemendur gátu sem sagt ekki klárað að svara öllum spurningum á fyrstu klukkustundinni. Þetta dregur úr áhrifum á röðun einstakra hluta.

5. Breytingar á íbúadreifingu í úrtökum og breytingar á svarhlutfalli. Þótt engar breytingar hafi orðið á úrtaksvali og farið hafi verið vandlega yfir íbúadreifingu í skilgreiningu á úrtaki hvers lands og svarhlutfalli í úrvinnsluferlinu, gætu örlitlar breytingar á íbúadreifingu í úrtaki og svarhlutfall haft áhrif á mat á frammistöðu. Óvissan í mæligildum vegna úrtaks er skilgreind með áætluðum úrtaksskekkjum, sem eru stærsti hluti staðalvillu mæligilda sem skráðar eru um spágildi fyrir löndin. Úrtaksskekkjur eru óháðar á milli kannana. Þannig minnkar óvissan vegna úrtaks úr samanburði niðurstaðna þegar margar kannanir eru bornar saman samtímis. Ítarlegar upplýsingar um íbúadreifingu í úrtaki og svarhlutfall má finna í viðauka A2 við skýrslu OECD um PISA 2015 (sjá [www.oecd.org/pisa](http://www.oecd.org/pisa)).

Þær breytingar sem taldar eru upp í liðum 6 til 8 hér á eftir eru breytingar sem PISA getur ekki haft áhrif á.

6. Breytingar á íbúadreifingu í PISA-úrtaki landanna. Markhópur PISA er 15 ára nemendur í 7. bekk eða ofar í skólum þáttökulandanna. Í sumum menntakerfum jókst fjöldi 15 ára nemenda í skólum vegna þess að brotthvarf minnkaði eða að nemendur hafa þurft að endurtaka bekk í ríkara mæli en áður.
7. Breytingar á íbúasamsetningu. Í sumum löndum gætu verið breytingar á íbúasamsetningu hjá 15 ára nemendum. Til dæmis gæti nemendum úr hópi innflytjenda hafa fjölgað verulega síðustu árin.
8. Breytingar á hæfni nemenda. Að lokum þá gæti hæfni 15 ára nemenda árið 2015 verið betri eða lakari en nemenda árið 2012 eða í fyrri skipti.

Breytingar á mælikvarða eru gefnar upp í nýrri tengivillu og breytingar vegna breytileika í úrtaksvali eru sýndar í úrtaksskekkju mælinganna. Aðrar breytingar á aðferðafræði (s.s. breytingar á skipulagi könnunar, breytingar á tímasetningum og breytingar á útliti könnunarinnar) koma ekki að fullu fram í spátölum um óvissu. Breytingar á skipulagi eru jafnaðar út milli landa með nýju tölfræðilíkani. Þetta tekur ekki tillit til frávika hjá einstökum löndum í fyrirkomulagi framkvæmdar. Breytingar á tímasetningu, skipulagi og á útliti kannana eru algengar í PISA-könnunum og skal líta á sem endurbætur á fyrirkomulagi sem til staðar er. Þessar breytingar eru líklega aukaatriði þegar kemur að niðurstöðum.

Nánar má lesa um þessar breytingar á PISA í skýrslu OECD um PISA 2015 á [www.oecd.org/pisa](http://www.oecd.org/pisa).

#### Mælikvarði

Í könnuninni fá nemendur stig fyrir rétt svör en niðurstöður eru birtar á stöðluðum mælivarða þar sem meðaltalið 500 stig er meðaltal OECD ríkjanna og staðalfrávik 100 stig lýsir dreifingunni í kringum það. Um það bil 2/3 nemenda fá niðurstöðu á milli 400 og 600 stig og um 95% nemenda raðast á bilið 300 til 700 stig. Þess ber að geta að heildarmeðaltal OECD ríkjanna er ekki alveg hið sama öll árin. Það var 500 árin 2000 fyrir lesskilning, 2003 fyrir læsi á stærðfræði og 2006 fyrir læsi á náttúruvísindi. Það er nú aðeins lægra þar sem OECD ríkjunum hefur fjölgað og eins hefur heildarárangur í könnuninni farið aðeins aftur í OECD ríkjunum.

Mælikvarðinn sem stigagjöf PISA byggir á inniheldur ekki einingar með hlutstæða merkingu (ólíkt áþreifanlegum einingum eins og metrum og grömmum), heldur er gildi þeirra ákvarðað með tilliti til þeirra breytilegu niðurstæðna sem komið hafa í ljós hjá öllum þáttökulöndum. Fræðilega séð er enginn hámarks eða lágmarks stigafjöldi í PISA-könnuninni; öllu heldur eru niðurstöður kvarðaðar nokkurn veginn eftir normaldreifingu, með meðaltal um 500 stig og staðalfrávik í kringum 100 stig.

Í skýrslu OECD um PISA 2015 er lýst leið til þess að sýna mismun í stigagjöf í PISA-könnuninni sem væri að túlka stigin þannig að þau samsvari skólaárum: Hversu mikið fer fimmtán ára nemendum

fram á einu skólaári með tilliti til PISA stiga?

Í sumum löndum eru fimmtán ára gamlir nemendur sem taka PISA-könnunina í bekkjum með nemendum sem eru 1-2 árum yngri eða eldri en þeir sjálfir. Á grundvelli þess hafa fyrri skýrslur um PISA áætlað meðalstigamun milli samliggjandi árganga hjá löndum þar sem umtalsverður fjöldi fimmtán ára nemenda er skráður í að minnsta kosti tvo mismunandi árganga. Þessar áætlanir taka með í reikninginn félagslegar, efnahagslegar og lýðfræðilegar breytur sem einnig hafa komið í ljós á milli árganga. Þessi aðferð hefur leitt það í ljós að þvert yfir öll lönd er munurinn á einu skólaári til þess næsta að meðaltali 40 stig. Þessi tala hefur hingað til verið notuð sem viðmið í skýrslum OECD og í almennri umræðu um PISA niðurstöðurnar.

En samanburður á frammistöðu nemenda á sama aldri í mismunandi árgöngum nýtist ekki nema að takmörkuðu leyti til þess að lýsa því hversu mikið nemendunum fer fram, í PISA-stigum talið, á einu skólaári. Í raun eru fimmtán ára nemendur, sem eru í lægri bekkjum en við er að búast af fimmtán ára nemendum, um margt frábrugðin jafnöldrum sínum. Það sama má segja um þá fimmtán ára nemendur sem eru í efri bekkjum en algengast er í viðkomandi landi. Jafnvel greiningar sem taka mið af félagslegri, efnahagslegri og menningarlegri stöðu nemenda, kyni þeirra og uppruna geta ekki nema að takmörkuðu leyti gert grein fyrir ólíkum áhuga þeirra, metnaði, þátttöku og mörgum öðrum þáttum sem hafa áhrif á hvað nemendur vita, hvaða árgangi þeir eru í og hversu vel þeir standa sig í PISA-könnuninni.

Tvær tegundir rannsókna geta betur mælt jafngildi eins skólaárs í PISA-stigum: Langtímarannsóknir með eftirfylgni þar sem nemendur sem tekið hafa PISA-könnunina eru metnir aftur seinna á námsferlinum og þversniðsrannsóknir þar sem borin eru saman dæmigerð úrtök nemenda þvert yfir samliggjandi aldurshópa og árganga.

Í Þýskalandi var gerð langtímarannsókn með eftirfylgni á nemendum 9. bekkjar sem tóku PISA-könnunina árið 2003 með því að leggja hana aftur fyrir þegar þeir voru í 10. bekk. Samanburðurinn sýndi að á þessu eins árs tímabili (sem

er í samræmi bæði við mismunandi aldur og árgang) bættu nemendur sig að meðaltali um 25 stig í stærðfræðihluta PISA-könnunarinnar og um 21 stig í náttúruvísindahlutanum.

Í Kanada tók rannsóknin *Youth in Transition Study* (YITS) fyrir fyrsta árganginn sem tók PISA-könnunina árið 2000 og fylgdi eftir í námsferli og starfsferli þeirra. Gögnum var safnað saman árið 2009, þegar ungmennin voru orðin 24 ára, og innihélt meðal annars endurmat á lesskilningi þeirra. Meðalárangurinn í lesskilningi hjá 24 ára gömlu fólki árið 2009 var 598 stig en meðalárangurinn var 541 stig hjá sömu ungmennum þegar þau voru fimmtán ára gömul og í skóla. Þessar niðurstöður sýna að nemendur halda áfram að taka framförum á þeim sviðum sem metin eru í PISA eftir fimmtán ára aldur. Á sama tíma verður að hafa í huga að PISA-könnunin mælir ekki sérhæfðari þekkingu og kunnáttu sem ungmenni tileinka sér eftir 15 ára aldur.

Í Frakklandi árið 2012 voru fjórtán ára nemendur í 8. bekk (sem viðbótarúrtak innanlands) látnir taka PISA-könnunina á sama tíma og fimmtán ára nemendur sem voru hluti af alþjóðlega PISA-úrtakinu. Samanburðurinn á fjórtán ára nemendum í 8. bekk (sem er hefðbundinn bekkur fyrir þennan aldur í Frakklandi) við nemendur sem voru skráðir á almenna bóknámsbraut í 9. bekk (fimmtán ára nemendur) leiddi í ljós 44 stiga mun í stærðfræðihlutanum. Þessi niðurstaða sýnir efri mörk meðalframfara milli 8. og 9. bekkjar í Frakklandi, því sumir hinna fjórtán ára gömlu nemenda sem voru teknir með í samanburðinum þurftu að endurtaka 8. bekk eða færðu sig yfir á starfsnámsbraut í 9. bekk, og þeir nemendur voru líklega meðal þeirra sem stóðu sig hvað verst í þessum hópi.

Aðrar niðurstöður úr alþjóðlegum prófum og prófum innanlands benda til að framfarir á einu ári jafngildi milli fjórðungi og þriðjungi staðalfrá-

viks. Samkvæmt því og þeim vísbendingum byggðum á PISA sem lýst er hér að ofan leggur OECD núna 30 stig að jöfnu við eitt skólaár. Í þessari skýrslu er það einnig gert. Tekið skal fram að þetta er áætlað jafngildi sem tekur ekki með í reikninginn frávik innan þjóða eða breytileika milli viðfangsefna.

#### Útgáfur OECD um PISA 2015

OECD gefur út fimm skýrslur um PISA 2015. Tvær koma út 6. desember 2016, tvær vorið 2017 og ein um haust 2017. Skýrslurnar eru:

PISA 2015 Results (Volume I): Excellence and Equity in Education (kemur út 6. desember 2016 kl. 10.00)

PISA 2015 Results (Volume II): Policies and Practices for Successful Schools (kemur út 6. desember 2016 kl. 10)

PISA 2015 Results (Volume III): Students' Well-Being (kemur út 25. apríl 2017)

PISA 2015 Results (Volume IV): Students' Financial Literacy (kemur út 24. maí 2017)

PISA 2015 Results (Volume V): Collaborative Problem Solving (kemur út nóvember 2017)

Þar að auki er hægt að nálgast allar upplýsingar um PISA á vefsvæði OECD á [www.oecd.org/pisa](http://www.oecd.org/pisa), þ.á m. dæmi um PISA-spurningar, upplýsingar um kenningaramma að baki mælingunni, um forsendur og framkvæmd á könnuninni sjálfri, einfalda leið til að gera eigin greiningar á niðurstöðunum beint í gegnum nýtt netviðmót, hlaða niður gagnagrunnum PISA og fá sérhannað úrvinnsluforrit og leiðbeiningar. Einnig eru þar svör við algengum spurningum um verkefnið. Kynningar á PISA er hægt að finna á Youtube og umræður um PISA á Twitter, #oecd-pisa.

## Svör við algengum spurningum um PISA verkefnið

- 1. Hvað er PISA?**

PISA er könnun, gefin út af Efnahags- og framfarastofnuninni (OECD), sem kannar lesskilning fimmtán ára gamalla nemenda og læsi þeirra á náttúruvísindi og stærðfræði. Sjöttíu og tvö ríki tóku þátt í könnuninni árið 2015, þar sem náttúruvísindi voru í brenni-depli. Gögn sem unnin voru upp úr könnuninni eru aðgengileg á heimasíðunni [www.oecd.org/pisa](http://www.oecd.org/pisa) frá og með 6. desember 2016.
- 2. Hvernig eru skólar valdir til þátttöku í PISA?**

PISA beitir nákvæmum viðmiðum þegar kemur að því að velja skóla og nemendur innan þeirra til þátttöku. Aðferðir við val á úrtökum eru gæðatryggðar og fengin úrtök og samsvarandi svarhlutföll eru sett í matsferli sem sannreynir hvort þau hafi mætt settum viðmiðum eða ekki. Ef svarhlutfall einhvers lands nær ekki settu marki, er það tilkynnt. Frekari upplýsingar um svörunarhlutföll fyrir PISA er hægt að finna á PISA-vefsíðu OECD, og nákvæmar upplýsingar um þátttökuhlutföll einstakra landa má finna í 1. og 2. bindi skýrslu OECD um PISA-könnunina 2015.
- 3. Hvernig hefur PISA hjálpað löndum að bæta menntakerfi sín?**

Í könnun á vegum OECD frá 2012 í þátttökuríkjum PISA kemur fram að mikill meirihluti svarenda sagði að stefnur þeirra ríkja, sem standa sig vel í könnuninni eða sýna miklar framfarir, hefðu haft áhrif á þeirra eigin ákvörðunartöku þegar kemur að stefnumótun. Svipaður fjöldi svarenda gaf líka í skyn að PISA hefði haft áhrif á þróun nýrra þátta í námsmati. Þegar kom að námsskrágerð og stöðlun vísuðu margir svarendur í þau áhrif sem PISA-kenningarnar hafa haft, m.a. samanburð á aðalnámskrá við PISA-ramma og námsmat, mótun á sameiginlegum stöðlum á landsvísu, áhrif á þeirra eigin viðmið um lestur, innleiðingu hæfniviðmiða í þeirra eigin námsskrám sem svipar til PISA og við að setja upp hæfnistaðla á landsvísu.
- 4. Hvað er það sem PISA metur og hvers vegna?**

PISA einbeitir sér fyrst og fremst að mati á frammistöðu nemenda í lesskilningi, stærðfræði og náttúruvísindum, því það eru undirstöðugreinar í skyldunámi nemenda. PISA safnar líka mikilvægum upplýsingum um viðhorf nemenda og áhuga, metur færni á formlegan hátt, eins og til dæmis getu til samvinnu við þrautaúrlausnir og kannar tækifæri til þess að meta aðra mikilvæga hæfni sem er til dæmis tengd almennri færni, sköpunargáfu og frumkvæði. PISA notast við efni sem finna má í námskrám um allan heim og lýtur að getu nemenda til að beita þekkingu og færni og til að greina, rökstyðja og miðla upplýsingum á skilvirkan hátt á meðan þeir skoða, túlka og leysa verkefni. PISA mælir hvorki fyrir um né styður neina eina námskrá, né er könnuninni beitt til að finna samnefnara. Markmið PISA fyrir árið 2015 var að meta þekkingu og færni á sviði náttúruvísinda sem sérfræðingar í þátttökuríkjunum töldu vera hvað mikilvægasta fyrir framtíðarvelgengi nemenda í veröld sem reiðir sig æ meira á náttúruvísindi.
- 5. Hvernig stuðlar PISA að endurbótum innan menntakerfa?**

OECD leitast við að bera kennsl á hvaða stefnur og starfshættir það eru sem virðast virka í löndum sem sýna góða frammistöðu eða hafa sýnt merki um miklar framfarir í PISA-könnunum gegnum árin. Stofnunin gefur út skýrslu um athuganir sínar og styður við bakið á þeim löndum sem vilja skoða hversu mikið þau gætu hagnast af svipuðum framkvæmdaráætlunum. Efnahags- og framfarastofnunin er mjög meðvituð um mismunandi aðstæður í hinum ýmsu löndum (þar sem meira en 80 lönd munu taka þátt í PISA árið 2018). Það er ekki til neitt eitt kennslulíkan sem hentar öllum löndum. Það er hvorki mögulegt né við hæfi að taka menntakerfi eins lands og troða því upp á annað.

## 6. Hvers konar dæmi eru notuð í PISA og hvers vegna?

PISA notast fyrst og fremst við krossaspurningar í könnunum sínum því þær eru áreiðanlegar, skilvirkar og auðveldar vísindalegar greiningar. Krossaspurningar PISA eru margbreytilegar í sniði, allt frá því að beina athygli að einu orði í texta, tengja saman upplýsingar eða velja rétt svar úr lista yfir mörg möguleg svör. Um þriðjungur spurninga í PISA-könnunum eru opnar spurningar þar sem nemandinn þarf að tjá svar sitt í eigin orðum og sérþjálfað starfsfólk metur svo samkvæmt stöðluðum viðmiðum.

## 7. Hvernig get ég aflað mér frekari upplýsinga um PISA-könnunina og hver þróar hana?

Á vefsíðu OECD ([www.oecd.org/pisa](http://www.oecd.org/pisa)) og í útgefnu efni stofnunarinnar er að finna allar lykilupplýsingar um þær aðferðir og úrvinnslu sem liggja að baki PISA-könnunum og er efnið gert aðgengilegt almenningi sem og sérfræðingum. Þar á meðal má finna kenningaramma sem útskýra hvað meta skal og hvernig, dæmi um prófspurningar og spurningarlista, ítarlega skýrslu fyrir hvert tímabil sem inniheldur nákvæmar tæknilegar upplýsingar um allar hliðar mats og greiningar, gagnagrunna og leiðbeiningar um notkun þeirra sem aðstoðar rannsóknarmenn við frekari greiningar og athuganir á gögnunum, handbækur fyrir framkvæmd könnunarinnar og gæðatryggingu málnotkunar og mikilvægar staðreyndir og upplýsingar. Auk starfsmanna og verktaka OECD eru hundruð sérfræðinga, fræðimanna og rannsóknarmanna frá löndum sem taka þátt í PISA viðriðin þróun kannananna, greiningu þeirra og skýrslugerð. Ítarefni um þessa aðila má finna bæði í PISA-skýrslum og á vefsíðu OECD um PISA.

## 8. Árið 2015 var PISA-könnunin á rafrænu formi. Hvaða merkingu hefur það?

Tölvur og tölvutækni eru partur af daglegu lífi og það var því við hæfi og blátt áfram óhjákvæmilegt að PISA tæki það skref að gera kannanir sínar rafrænar. Mikill meirihluti landa sem tóku þátt í PISA-könnuninni árið 2015 lét nemendur sína taka prófið í tölvu. Þó var mögulegt fyrir þau fáu lönd sem ekki voru

tilbúin fyrir rafræn próf að fá könnunina á pappír. Það er að sjálfsögðu hægt að bera saman frammistöðu nemenda sem tóku könnunina annars vegar á tölvutæku formi og hins vegar á pappír og eins er hægt að bera saman niðurstöður úr þessari könnun við kannanir fyrri ára sem allar voru teknar á pappír. Ítarlegar upplýsingar um samanburðarhæfni rafrænna kannana og kannana á pappír er hægt að nálgast á vefsíðu OECD um PISA.

## 9. Hvernig var gagnagreining betrubætt árið 2015?

Nokkrar umbætur voru gerðar á aðkomu og ferli gagnagreiningar á niðurstöðum PISA-könnunarinnar frá 2015. Reynsla af könnunum fyrri ára var undirstaða þessara umbóta, sem og skilningur á því hvernig nýjar aðferðir gætu aukið nákvæmni mælinga, gildi og áreiðanleika gagna og stöðugleika gagna milli kannana. Ítarlegar upplýsingar um þessar umbætur er hægt að nálgast á vefsíðu OECD um PISA.

## 10. Hver er helsti greinarmunurinn á PISA og TIMSS?

Munurinn felst aðallega í úrtaki nemenda og því sem athyglin beinist helst að hjá hvorri könnun fyrir sig. Úrtak PISA einskorðast við aldur (fimmtán ára gamla nemendur) en úrtak TIMSS einskorðast við ákveðinn árgang (8. bekk eða átta ár af skólagöngu). Auk þess byggist TIMSS könnunin á námskráratríðum en ekki PISA-könnunin. Annar munur sem vert er að nefna varðar tilgang. PISA snýr meira að stefnumálum en TIMSS frekar að rannsóknnum. TIMSS leitast við að rannsaka áhrif kennsluaðferða í skólum en PISA sinnir frekar mælingum á afrakstri kennslu til þess að geta ráðlagt stjórnvöldum hvernig best sé að móta menntastefnur. Engu að síður hefur TIMSS áhrif á stefnumótun og PISA rannsakar kennsluaðferðir. Munurinn á þessum tveimur könnunum liggur í mismunandi aðaláherslum.

## 11. Hvers vegna er PISA-könnunin lögð fyrir á þriggja ára fresti og hvers vegna eru fimmtán ára gamlir nemendur metnir?

Aðalmarkmið PISA er að veita yfirlit um

Þátttökulöndum upplýsingar og stuðning við ákvarðanatöku sem snýr að stefnumótun menntamála. Könnun sem lögð er fyrir á þriggja ára fresti sér löndum fyrir tímabærum upplýsingum sem innihalda gögn og greiningar til þess að ihuga áhrif stefnu-ákvarðana og annarra skyldra framkvæmda-áætlana. Ef könnunin væri oftár lögð fyrir myndi ekki nægur tími veitast til þess að sjá þær fram- eða afturfarir sem breytingar og nýjungar koma til leiðar og ef hún væri sjaldnar lögð fyrir myndi það þýða að ekki væri hægt að taka snögglega í taumana varðandi hnignandi frammistöðu. Meðalaldurinn fimmtán ár var valinn vegna þess að á þessum aldri nálgast flestir unglingar í aðildarríkjum OECD lok skyldu-náms. Val á skólum og nemendum er eins víðtækt og hægt er til þess að nemendaúr-takið endurspegli sem víðastan bakgrunn og getu.

#### Nokkrar sögusagnir um PISA hraktar

[Byggt á útskýringum Andreas Schleicher nýlega á netmálstofu Alliance for Excellent Education. Sjá: <http://all4ed.org/debunking-seven-myths-about-pisa/>]

#### 1. Þau ríki sem tróna á toppi PISA-listans standa sig vel vegna þess að þau láta ekki alla nemendur sína taka þátt.

**Staðreynd:** Öll úrtök PISA eru fullkomlega dæmigerð fyrir þá fimmtán ára unglunga sem eru skráðir í skóla og eru úrtökin valin á vísindalegum grundvelli til þess að tryggja að þau sýni jafnt þversnið allra nemenda.

#### 2. Þetta snýst allt um mjög afmarkaðan menningarheim.

**Staðreynd:** Niðurstöður PISA-könnunarinnar í gegnum árin sýna að fjöldi ríkja gat eflt frammistöðu sína án þess að valda neinum breytingum á þjóðmenningu sinni. Milli árána 2000 og 2012 bætti fjöldi mennta-kerfa stöðu nemenda sinna um meira en sem nemur einu skólaári. Þessi menntakerfi breyttu stefnum sínum og starfsháttum og sáu mikla aukningu í námsárangri.

#### 3. Heimurinn skiptist í ríkar, vel menntaðar þjóðir og fátækar, illa menntaðar þjóðir.

**Staðreynd:** Minna en fjórðung frammistöðufrávika innan aðildarríkja OECD er hægt að skýra með vergri landsframleiðslu á mann. Með öðrum orðum eru nokkur lönd sem ekki teljast rík sem bjóða upp á frábæra menntun og nokkur lönd sem teljast rík sem koma ekki vel út í PISA-könnuninni. Það sem læra má af þessu er að peningar duga aðeins upp að vissu marki þegar kemur að því að skara fram úr í menntamálum, margir aðrir mikilvægir þættir koma þar að líka.

#### 4. Skortur er óumflýjanlegt hlutskipti.

**Staðreynd:** PISA sýnir skýrt og greinilega að fátækt er ekki óumflýjanlegt hlutskipti og að menntun og opinber stefnumál geta skipt sköpum fyrir nemendur sem búa við bág kjör. Í PISA-könnuninni árið 2012 náðu verst settu 10% nemenda í Sjanghæ svipuðum árangri í stærðfræði og þau 10% nemenda sem mestra forréttinda nutu í Bandaríkjunum. Niðurstöður úr PISA benda til þess að í jafnvel erfiðustu aðstæðum sé mögulegt að bjóða upp á framúrskarandi menntun, að laða hæfileikaríkustu kennarana að erfiðustu bekkjunum og að tryggja það að hver einasti nemandi njóti góðs af frábæru námi.

#### 5. Yfirburðir og jöfnuðir eiga ekki samleið.

**Staðreynd:** Niðurstöður úr PISA sýna að gæði menntunar og sanngirni gagnvart nemendum eru samrýmanleg stefnumarkmið. Í niðurstöðum PISA-könnunarinnar frá 2012 sést að það eru menntakerfi í Asíu, Evrópu og Norður-Ameríku sem sýna bæði góðan námsárangur og jöfnuð í námsárangri.

#### 6. Yfirburðir krefjast þess að valið sé úr.

**Staðreynd:** Þau menntakerfi sem best standa sig eru í raun þau sem flokka ekki nemendur heldur bjóða upp á svipuð tækifæri fyrir alla.

#### 7. Gæði menntunar og menntun sem sniðin er að þörfum hvers og eins er háð bekkjastærð.

**Staðreynd:** Þau menntakerfi sem best standa sig taka gæði kennara fram yfir stærð bekkja. Þegar valið stendur á milli betri kennara og smærri bekkja verður gæðakennsla alltaf ofan á.

## Útgáfur OECD um PISA 2015

OECD gefur út fimm skýrslur um PISA 2015. Tvær koma út 6. desember 2016, tvær vorið 2017 og ein um haust 2017. Skýrslurnar eru:

PISA 2015 Results (Volume I): Excellence and Equity in Education  
(kemur út 6. desember 2016 kl. 10.00)

PISA 2015 Results (Volume II): Policies and Practices for Successful Schools  
(kemur út 6. desember 2016 kl. 10.00)

PISA 2015 Results (Volume III): Students' Well-Being  
(kemur út 25. apríl 2017)

PISA 2015 Results (Volume IV): Students' Financial Literacy  
(kemur út 24. maí 2017)

PISA 2015 Results (Volume V): Collaborative Problem Solving  
(kemur út nóvember 2017)

Þar að auki er hægt að nálgast allar upplýsingar um PISA á vefsvæði OECD á [www.oecd.org/pisa](http://www.oecd.org/pisa), þ.á m. dæmi um PISA-spurningar, upplýsingar um kenningaramma að baki mælingunni, um forsendur og framkvæmd á könnuninni sjálfri, einfalda leið til að gera eigin greiningar á niðurstöðunum beint í gegnum nýtt netviðmót, hlaða niður gagnagrunnum PISA og fá sérhannað úrvinnsluforrit og leiðbeiningar. Einnig eru þar svör við algengum spurningum um verkefnið. Kynningar á PISA er hægt að finna á Youtube og umræður um PISA á Twitter, #oecd\_pisa.

## Læsi á náttúruvísindi

### Skilgreining

Notkun hugtaksins „læsi á náttúruvísindi“ undirstríkar það markmið PISA-könnunarinnar að meta ekki einungis þekkingu nemenda á sviði náttúruvísinda, heldur einnig hvernig þeir geti beitt þekkingu sinni og nýtt hana á skapandi hátt í daglegu lífi. Eins og því er lýst hér, er læsi á náttúruvísindi ekki eiginleiki sem nemandi annaðhvort býr yfir eða ekki, heldur er það eiginleiki sem hægt er að öðlast að meira eða minna leyti, fyrir tilstilli þekkingar á náttúruvísindum og viðhorfa til þeirra.

### Færni í náttúruvísindum

Samkvæmt skilgreiningu PISA er einstaklingur, sem er læs á náttúruvísindi, bæði fær um og fús til að taka þátt í rökstuddum samræðum um tækni og vísindi en slíkt krefst færni í að:

Útskýra fyrirbrigði á vísindalegan hátt (e. explain phenomena scientifically) – að þekkja, veita og meta útskýringar á margs konar náttúrulegum og tæknilegum fyrirbrigðum.

Meta og beita vísindalegri nálgun (e. evaluate and design scientific inquiry) – að lýsa og meta að verðleikum vísindalegar rannsóknir og leggja til aðferðir við að nálgast spurningar á vísindalegan hátt.

Túlka gögn á vísindalegan hátt (e. interpret data and evidence scientifically) – að greina og meta gögn, staðhæfingar og röksemdarfærslur í margvíslegri mynd og draga viðeigandi vísindalegar ályktanir.

Það að gera þessar þrjár hæfnikröfur að miðpunkti skilgreiningarinnar á læsi í náttúruvísindum endurspeglar það álit að best sé að líta á náttúruvísindi sem samansafn starfshátta sem algengir eru í öllum geirum náttúruvísinda og nýtast til þess að meta, ræða og koma til leiðar þekkingu. Leikni í þessum starfsháttum endurspeglar meiri færni og skilur sérfróða vísindamenn frá nýgræðingum. Þó svo að það væri óraunhæft að búast við því að fimmtán ára gamall nemandi búi yfir sérfræðiþekkingu atvinnu-vísindamanns, þá ætti nemandi, sem læs er á

náttúruvísindi, að geta gert sér grein fyrir hlutverki og gildi þessara starfshátta og reynt að notfæra sér þá.

### Þekkingarflokkar

Færnikröfurnar þrjár krefjast nokkurrar efnisþekkingar (þekkingar á kenningum, rannsóknnum, tilraunum og staðreyndum) en einnig skilnings á því hvernig slík þekking er til komin (verklagsþekking) og hvert eðli hennar er (þekkingarfræði). Þessi þekking er aðgreind í PISA í tvö þekkingarsvið: Þekking á náttúruvísindum (e. content knowledge) og þekking á vísindalegri aðferð (e. procedural and epistemic knowledge).

Efnisþekkingu er hægt að flokka eftir því hvaða aðalgrein náttúruvísindanna hún tilheyrir. Ætlast er til að fimmtán ára gamlir nemendur skilji meiri háttar rannsóknir og kenningar á sviði eðlisfræði, efnafræði, líffræði, jarðvísinda og geimvísinda og hvernig hægt er að nýta þær þverfaglega. Verkefni könnunarinnar eru flokkuð eftir þremur efnissviðum: Eðlis- og efnafræði, líf- og vistfræði og jarð- og geimvísindi. Dæmi um efnisþekkingu sem ætlast er til að nemendur búi yfir eru skilningur á uppbyggingu frumeinda (eðlis- og efnafræði), skilningur á þróunarkenningunni (líffræði) og skilningur á sögu og stærð alheimsins (jarð- og geimvísindi).

Verklagsþekking vísar til þekkingar á þeim hugtökum og verklagi sem eru undirstaða söfnunar, greiningar og túlkunar vísindalegra gagna, og nauðsynlegt er að búa yfir til þess að skilja og geta stundað vísindalegar rannsóknir. Náttúruvísindi leitast við að útskýra ýmis fyrirbrigði í efnisheiminum og það er gert með því að prófa kenningar með rannsóknnum með reynslugögnum. Rannsóknir með reynslugögnum (e. empirical enquiry) reiða sig á staðlaðar aðferðir til þess að verða sér úti um gild og áreiðanleg gögn. Ætlast er til að nemendur þekki þessar aðferðir og hugtök þeim tengd, eins og til dæmis hugmyndir um háðar og óháðar breytur, muninn á ólíkum tegundum mælinga (eigindlegum og meginlegum mælingum, flokkabreytum og mælingum á samfelldum kvarða), aðferðir við að meta óvissu og halda henni í lágmarki (með því t.d. að endurtaka



Tafla 2.1. Stutt lýsing á þeirri færni sem gert er ráð fyrir að nemendur á ólíkum hæfniprepum hafi á valdi sínu, dæmi um einstök verkefni á viðkomandi þrepi og lýsing á færni sem þarf til að leysa þau.

Prep	Lægri mörk þreps	Lýsing á þrepi	Dæmi um spurningar sem nemendur á þrepinu geta svarað rétt
6	708	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.	Viðauki 1 – Dæmi: SJÁLFBÆRT FISKELDI – spurning 1 – þyngd 740 stig  Þessi spurning krefst þess að nemendur átti sig á hlutverki nokkurra lífvera innan ákveðins kerfis. Nemendur verða að nota upplýsingar sem fram koma í skýringarmyndinni, að meðtaldri neðanmálgrein undir myndinni. Það sem eykur á erfðeigandi þessarar spurningar er að það er hægt að draga lífverurnar í hvaða ker sem er, og það eru engin takmörk fyrir því hversu margar lífverur má draga yfir í hvert ker. Þar af leiðandi er hægt að svara þessari spurningu rangt á marga vegu.
5	633	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 vísindaleg gögn til notkunar við raunverulegar aðstæður. Nemendur á þessu þrepi geta notað þróaðar matsaðferðir, geta tengt saman ólíka þekkingu á viðeigandi hátt og beitt gagnrýnni hugsun á vandamálin. Þeir geta búið til skýringar byggðar á vísindum og fært rök fyrir svörum sínum byggt á gagnrýnni greiningu.	
4	559	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 samþætt skýringar úr mismunandi greinum vísinda og tækni og tengt við raunverulegar aðstæður. Nemendur á þessu þrepi geta dregið ályktanir byggðar á eigin gjörðum og tjáð ákvarðanir með því að nota vísindalega þekkingu og vísindendingar.	Viðauki 1 – Dæmi: FARFUGLAR – spurning 2 – þyngd 630 stig  Til þess að svara þessari spurningu rétt verða nemendur að nota verklagsþekkingu sína til þess að benda á þætti sem gætu valdið ónákvæmni í talningu fuglanna og þar af leiðandi gagnasöfnuninni. Það að þekkja og geta útskýrt mögulegar takmarkanir í gagnasöfnun er mikilvægur þáttur í læsi á náttúruvísindi og því er þessi spurning á efsta þrepi.
3	484	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 fyrirbyggjandi 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.	Viðauki 1 – Dæmi: FARFUGLAR – spurning 1 – þyngd 501 stig  Þessi spurning krefst þess að nemendur komist að viðeigandi niðurstöðu varðandi þessa þróun og þá kosti sem fylgja slíkri hegðun.
2	410	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.	Viðauki 1 – Dæmi: REIKISTEINAR OG GÍGAR – spurning 4 – þyngd 438 stig  Spurning 4 er eilítd erfiðari en spurning 3 því nemendur verða að bera saman þrjú gíga sem sýndir eru á myndinni og ákvarða í hvaða röð þeir mynduðust, frá þeim elsta til þess yngsta, byggt á því hvernig þeir skarast á myndinni – t.d. hlýtur gígur C að hafa myndast fyrst vegna þess að gígur A liggur að hluta til yfir gíg C, og gígur B hlýtur að vera yngstur því hann liggur alfarið innan gígs A.
1a	335	Nemendur á þrepi 1a geta nýtt einfaldar vísindalegar upplýsingar til setja fram skýringar á einföldum vísindlegum fyrirbærum. Þeir geta, með stuðningi, gert skipulagðar vísindalegar athuganir með einni eða tveimur breytum. Þeir þekkja einföld orsakatengsl eða fylgni og geta túlkað myndrit sem krefjast lítillar ígrundunar. Þeir geta valið úr skýringum á niðurstöðum og beitt við þekktar aðstæður.	
Undir þrepi 1a	261	Nemendur sem ekki ná þrepi 1a geta nýtt einfaldar vísindalegar upplýsingar til að þekkja kunnugleg og einföld fyrirbæri. Þeir geta dregið einfaldar ályktanir af gögnum, þekkja einföld hugtök og geta fylgt skýrum fyrirætlum við að framkvæma athuganir.	Viðauki 1 – Dæmi: REIKISTEINAR OG GÍGAR – spurning 3 – þyngd 299 stig  Spurning 3 er einföld gagnatúlkunarspurning og var sú auðveldasta í náttúruvísindahluta könnunarinnar. Hún krefst þeirrar einföldu þekkingar að stærri hlutir mynda stærri gíga og minni hlutir mynda minni gíga.

mælingar), það að stýra breytum og móta tilraunir eftir því og algengar leiðir við að kynna gögn og niðurstöður. Til dæmis er ætlast til að nemendur viti að vísindapekking er misjafnlega traust, sem fer eftir tegund og magni þeirra reynslugagna sem safnast hafa í gegnum tíðina.

Þekkingarfræði er skilningur á eðli og uppruna vísindapekkingar og endurspeglar hún getu nemenda til þess að hugsa og taka þátt í vel rökstuddum samræðum, rétt eins og vísindamenn gera. Þörf er á þekkingarfræði til þess að geta gert greinarmun á athugunum, staðreyndum, tilraunum, líkönum og kenningum en líka til þess að skilja hvers vegna sumar aðferðir, eins og til að mynda tilraunir, eru forsenda þess að hægt sé að afla þekkingar í vísindum.

Um það bil helmingur spurninganna í PISA-könnuninni 2015 (98 atriði af 183) krefjast aðallega efnisþekkingar, 60 spurningar krefjast verklagsþekkingar og 25 atriði krefjast þekkingar á þekkingarfræði vísindanna.

### Samhengi í dæmum

Þær raunverulegu aðstæður sem notast er við í dæmum könnunarinnar má flokka í þrennt eftir því í hvaða samhengi þær birtast: „Persónulegt samhengi“ sem tengist daglegu lífi nemendanna sjálfra og fjölskyldna þeirra, „staðbundið/þjóðbundið samhengi“ sem tengist samfélaginu sem nemendur búa í og „alþjóðlegt samhengi“ sem tengist heimssamfélaginu. Til að mynda getur spurning sem tengist jarðefnaeldsneyti talist vera í persónulegu samhengi ef það snýr að orkusparnaði einstaklinga, í staðbundnu samhengi ef það snýr að áhrifum á gæði loftsins í umhverfinu en í alþjóðlegu samhengi ef það snýr að sambandinu milli bruna jarðefnaeldsneytis og samansöfnunar koltvísýrings í andrúmsloftinu.

PISA-könnunin 2015 á læsi á náttúruvísindi snýst ekki um að meta ákveðnar aðstæður, heldur eru þessar aðstæður notaðar til þess að setja fram sértæk vísindatengd verkefni. margvíslegar aðstæður af persónulegum, staðbundnum og alþjóðlegum toga.

Tafla 2.2. Listi yfir PISA-spurningar í viðauka 1, þýngd spurninga í PISA-stigum.

Þrep	Neðri mörk þreps	Spurning	Þýngd spurningar (PISA stig)
6	708	SJÁLFBÆRT FISKELDI – Spurning 1	740
5	633		
4	559	FARFUGLAR – Spurning 2	630
		RANNSÓKN Á YFIRBORÐI HLÍÐA – Spurning 3	589
		SJÁLFBÆRT FISKELDI – Spurning 3	585
3	484	FARFUGLAR – Spurning 3	574
2	410	RANNSÓKN Á YFIRBORÐI HLÍÐA – Spurning 1	517
		FARFUGLAR – Spurning 1	501
		REIKISTEINAR OG GÍGAR – Spurning 1	483
		SJÁLFBÆRT FISKELDI – Spurning 2	456
1a	335	REIKISTEINAR OG GÍGAR – Spurning 2	450
		REIKISTEINAR OG GÍGAR – Spurning 4	438
Undir 1a	261	REIKISTEINAR OG GÍGAR – Spurning 3	299

### Hæfniprep

Árangur nemenda í könnuninni er einnig flokkaður í hæfniprep eftir því hve þung verkefni þeir ná að leysa. Færni á hverju þrepi er lýst í töflu 2.2 hér fyrir neðan. Birt er hlutfall nemenda sem ná hverju þrepi. Hæfniprep 2 vísar til lágmarksfærni í náttúruvísindum sem nemandi getur nýtt sér til gagns eftir að grunnskólagöngu lýkur. Nemendur sem ekki ná því þrepi munu eiga erfitt með að nýta læsi sitt við úrlausnir á verkefnum daglegs lífs sem bíða þeirra eftir útskrift.

### Niðurstöður

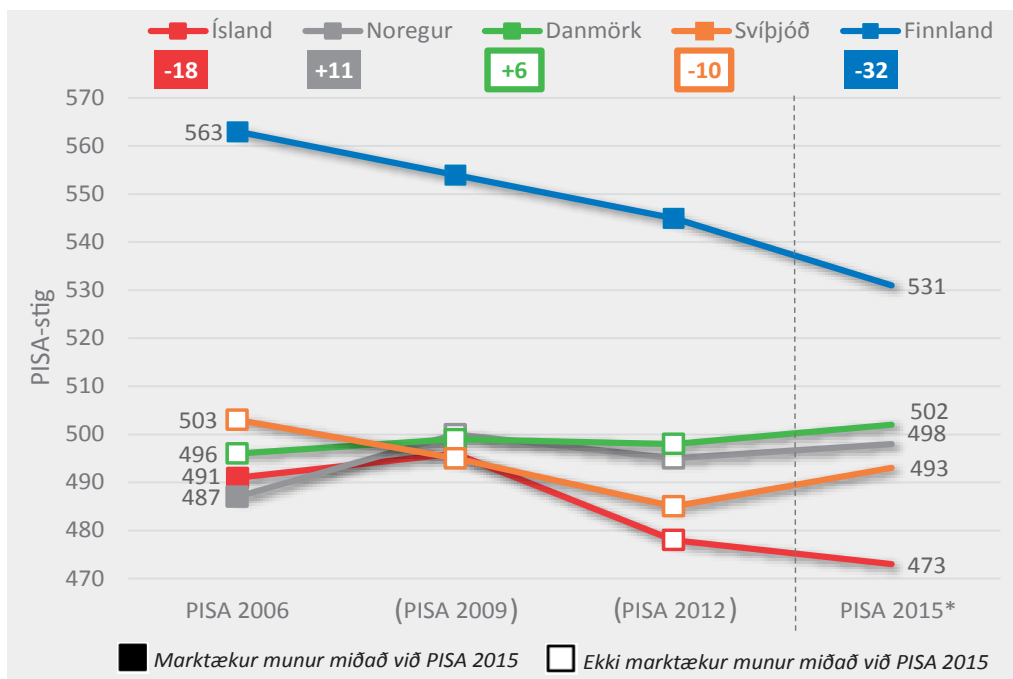
#### Læsi á náttúruvísindi á Norðurlöndum

Hér er niðurstöðum í læsi á náttúruvísindi lýst með samanburði við hin Norðurlöndin. Sýnd er meðalstaða Norðurlandanna á undirþáttum, þekkingarsviðum og efnissviðum.

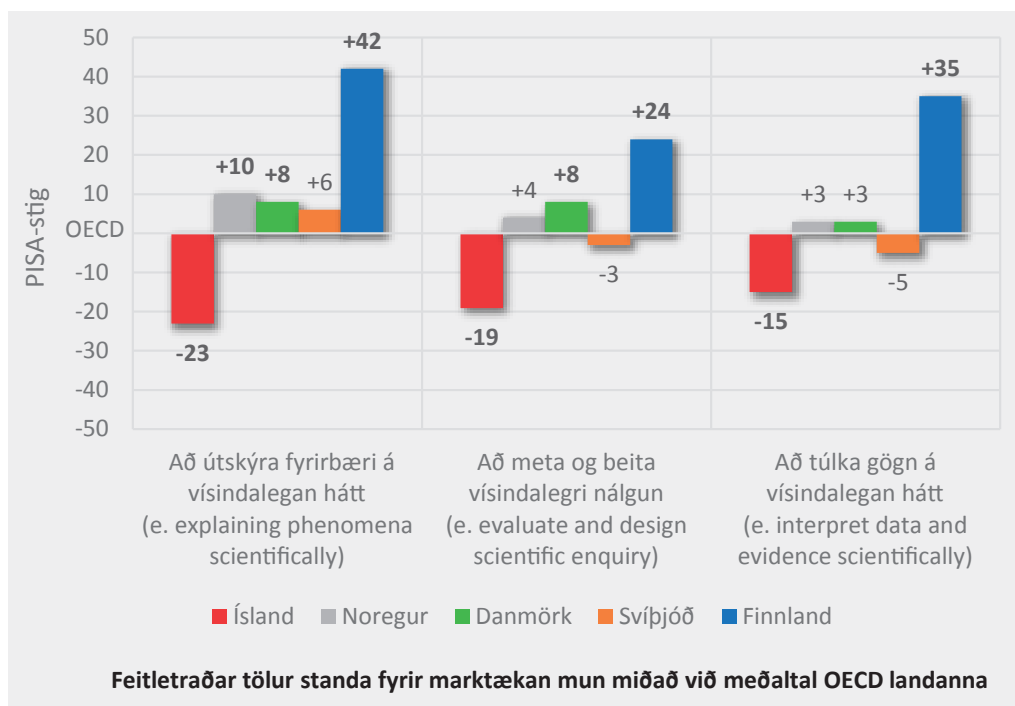
Á mynd 2.1 má sjá stöðu Íslands í læsi á náttúruvísindi í PISA árið 2015. Ísland er með 473 stig, vel fyrir neðan meðaltal OECD, sem er 493 árið 2015. Norðurlöndin eru marktækt hærri en Ísland. Danmörk, Noregur og Svíþjóð eru saman í hópi, við meðaltal OECD. Finnland er sér á parti, vel fyrir ofan meðaltal OECD.

Athugið að myndin sýnir endurreiknuð meðaltöl fyrir samanburð aftur í tímann út frá nýrri aðferð við útreikning sem notuð var fyrst í PISA 2015. Þessi nýja aðferð kemur til vegna ýmissa breytinga á aðferðafræði og framkvæmd 2015 sem lýst er í kafla 1 hér að framan. Meðaltölin í myndinni eru því lítið eitt frábrugðin þeim sem koma fram í samatektartöflunni um PISA 2015 hér á eftir enda hefur OECD beitt annarri aðferð við þann útreikning. Nýju aðferðinni er lýst nánar í skýrslu OECD um PISA 2015.

Læsi á náttúruvísindi hefur batnað nokkuð í Noregi og Danmörku frá 2006 til 2015 en versnað til muna á Íslandi, í Finnlandi og Svíþjóð á sama tímabili. Mest er lækkunin í Finnlandi. Læsi finnskra 15 ára nemenda á náttúruvísindi árið 2015 er lakara sem nemur heilu skólaári í samanburði við finnska 15 ára nemendur árið 2006 en gert er ráð fyrir að nemandi bæti sig að jafnaði um sem nemur 30 stigum í PISA á hverju ári. Á Íslandi er lækkunin um hálf ári á sama mælikvarða. Finnar eru engu að síður hæstir Norðurlanda. Ísland stendur veikast meðal Norðurlanda og er vel fyrir neðan meðaltal OECD, eða sem nemur heilu skólaári.



Mynd 2.1. Læsi á náttúruvísindi á Norðurlöndum skv. PISA árið 2015 samanborið við fyrri ár, ásamt stígatölu sem sýnir breytinguna í hverju landi yfir heildartímabilið. (\*Árið 2015 eru ýmsar breytingar á forsendum, fyrirlögn og tölfræði að baki mælingunni miðað við fyrri ár, þeim er lýst í kafla 1.)



Mynd 2.2. Staða Norðurlandanna á undirþáttum læsis á náttúruvísindi: Að útskýra fyrirbæri á vísindalegan hátt, meta og beita vísindalegri nálgun og túlka gögn á vísindalegan hátt.

#### Undirþættir, þekkingarvið og efnissvið læsis á náttúruvísindi á Norðurlöndunum

Á mynd 2.2 sést staða Íslands á einstökum undirþáttum læsis á náttúruvísindi í samanburði við Norðurlöndin.

Hæfni á undirþáttunum þremur er lakari hér á landi en á öllum hinum Norðurlöndunum. Finnland stendur best að vígi. Lítil munur er á hinum Norðurlöndunum þremur. Hæfni íslenskra nemenda til þess að túlka vísindaleg gögn virðist betri en hæfni þeirra í að útskýra á vísindalegan hátt. Þessu er öfugt farið á hinum Norðurlöndunum. Þau eru almennt við OECD meðaltalið eða yfir því.

Tæplega er þó hægt að segja að íslensk ungmenni standi sig betur eða verr á einum undirþætti náttúruvísindalæsis fremur en öðrum.

Á mynd 2.3 sést að fyrir þekkingarviðin tvö er röðin sú sama, Ísland er neðst í báðum tilfellum. Finnar standa best á báðum þekkingarviðum.

Lítil munur er á einstökum efnissviðum (sjá mynd 2.4). Staða Íslands í líf- og vistfræði virðist hvað best og jarð- og stjörnufræði hvað verst en staðan á öllum efnissviðum er verri en á hinum Norðurlöndunum.

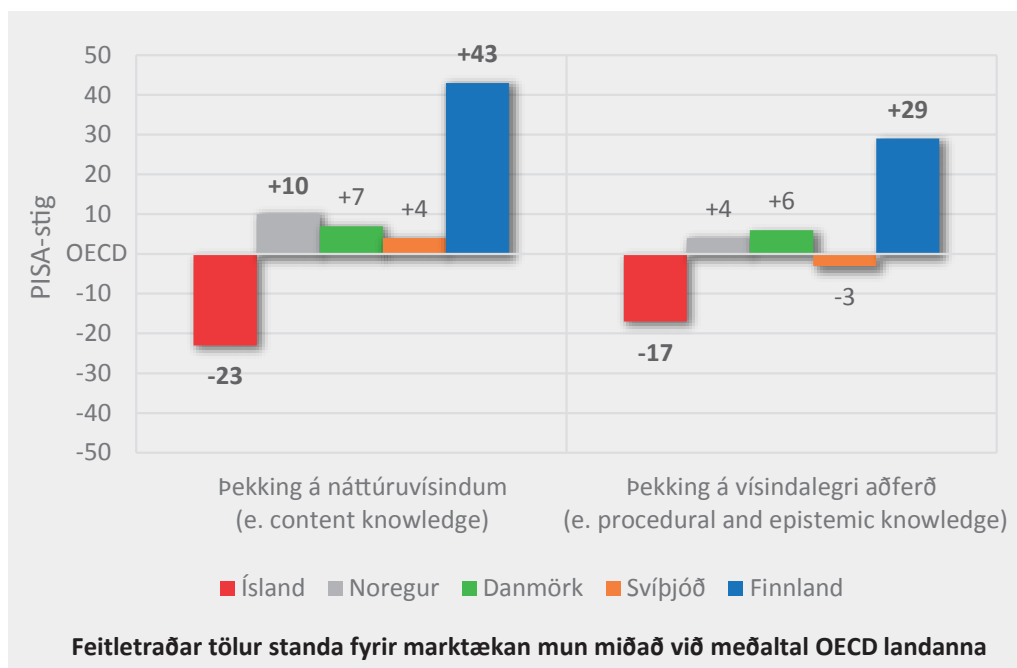
#### Alþjóðlegt samhengi: Læsi á náttúruvísindi í OECD og öðrum þáttökulöndum

Hér er greint frá stöðu Norðurlandanna á undirþáttum læsis á náttúruvísindi, sem eru þrjú: Að útskýra fyrirbæri á vísindalegan hátt, meta og beita vísindalegri nálgun og túlka gögn á vísindalegan hátt er niðurstöðum í læsi á náttúruvísindi lýst með samanburði við OECD ríkin og önnur þáttökulönd.

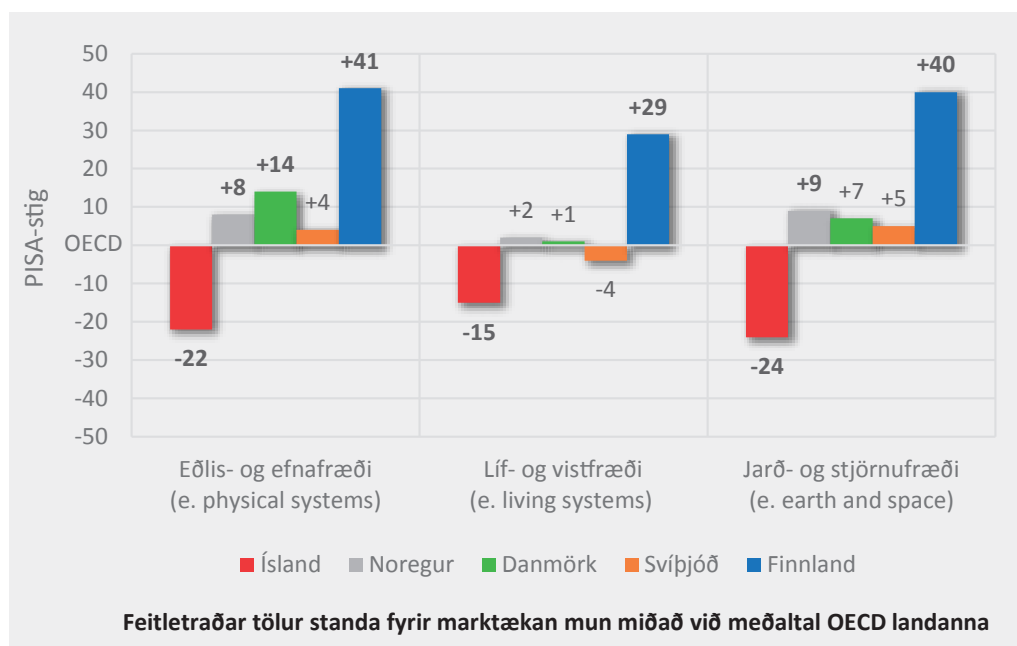
Allmörg OECD lönd standa í þéttum hópi í kringum OECD meðaltalið og er Ísland neðst í þessum hópi (sjá mynd 2.5). Meðaltal náttúruvísindalæsis er marktækt lægra en það íslenska í aðeins 5 af OECD löndunum 35. Fyrir neðan Ísland dreifist meira úr löndunum, þar til komið er niður að 400-430 stigum en þar stendur annar hópur nokkuð þétt saman, skipaður OECD löndunum Tyrklandi og Mexíkó og fjölmörgum löndum utan OECD.

Í töflu 2.3 sést að frá 2006 til 2015 dregur hvergi meira úr náttúruvísindalæsi en í Finnlandi. Meðal þáttökulanda eru nokkrir hástökkvarar, þ.á.m. lönd utan OECD eins og Katar sem hækkar um 68 stig frá 2006 og lönd innan OECD eins og Portúgal sem hækkar um 27 stig á þessu tímabili.

Almennt eru OECD löndin mun hærri en önnur þáttökulönd. Nokkur Asíulönd eru mjög há í



Mynd 2.3. Staða Norðurlandanna á þekkingarsviðum læsis á náttúruvísindi: Þekking á náttúruvísindum og vísindalegri aðferð.



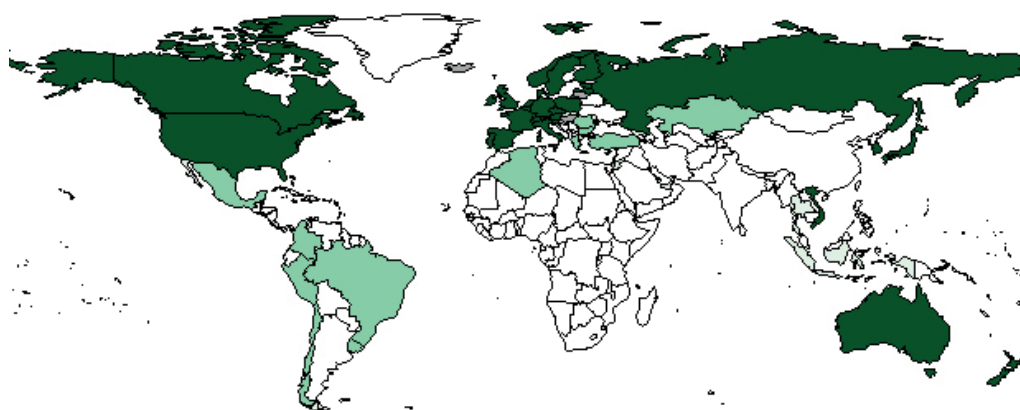
Mynd 2.4. Staða Norðurlandanna á efnissviðum læsis á náttúruvísindi: Eðlis- og efnafræði, líf- og vistfræði og jarð- og stjörnufræði.

Þessum samanburði. Þessi sterku Asíulönd eru Singapúr, Japan, Taipei, Makaó, Víetnam, Hong Kong, Kína (Peking, Shanghai, Jiangsu og Guangdong) og Kórea.

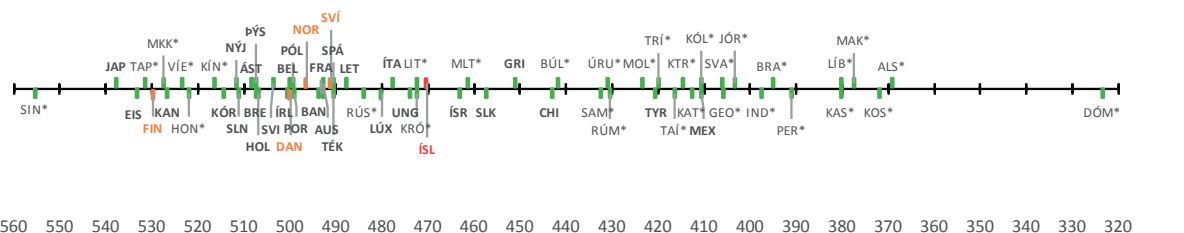
Fyrir utan Asíulöndin er eitt land utan OECD

(Rússland) með marktækt betra læsi á náttúruvísindi en Ísland. Einu OECD ríkin sem standa verr að vígi en Ísland eru Slóvakía, Grikkland, Chile, Tyrkland og Mexíkó (samtals 5 ríki) en 27 OECD ríki standa betur en Ísland. Ekki er marktækur munur á milli Íslands, Ungverjalands og Ísraels.

## Læsi á náttúruvísindi



■ Hærra meðaltal en Ísland ■ Sambærilegt meðaltal og Ísland ■ Lægra meðaltal en Ísland



\* Utan OECD

PISA

stig 560 550 540 530 520 510 500 490 480 470 460 450 440 430 420 410 400 390 380 370 360 350 340 330 320

Mynd 2.5. Læsi á náttúruvísindi í þáttökulöndum PISA: OECD ríkin og önnur lönd. Nöfnin á löndunum að baki skammstöfununum eru í töflu 2.3.

Tvö lönd hafa svipað meðaltal og Ísland bæði árin, 2006 og 2015, Litháen og Króatía (bæði lönd utan OECD). Þróunin í þessum löndum er sem sagt sú sama og á Íslandi. Staða tveggja landa versnaði í samanburði við stöðu Íslands: Annars vegar Slóvakía, sem hafði svipað meðaltal og Ísland 2006 en 2015 er það lægra og hins vegar Ungverjaland, sem hafði hærra meðaltal en Ísland árið 2006 en 2015 er það svipað. Í samtals ellefu löndum hefur þróunin verið jákvæð miðað við stöðu Íslands. Ísrael hafði lægra meðaltal en Ísland 2006 en er svipað 2015. Sex lönd sem höfðu svipað meðaltal og Ísland 2006 hafa hærra meðaltal 2015: Danmörk, Noregur, Bandaríkin, Frakkland, Spánn og Lettland. Loks höfðu fjögur lönd lægra meðaltal en Ísland 2006 en hafa hærra meðaltal en Ísland 2015: Portúgal, Rússland (utan OECD), Lúxemborg, Ítalía.

### Efnissvið (fög) náttúruvísinda

Í seinni hluta töflu 2.3 er sýndur fjöldi landa fyrir ofan Ísland í eðlis- og efnafræði, líf- og vistfræði og jarð- og stjörnufræði.

Af efnissviðum náttúruvísinda í PISA 2015 er staða íslenskra nemenda slökust í jarð- og stjörnufræði. Á Íslandi er 13 stiga munur á milli jarð- og stjörnufræði (465) annars vegar og líf- og vistfræði (478) hins vegar. Það er ekki mikill munur og í takt við niðurstöðuna í flestum löndum; það er almennt lítill munur á stöðu hvers lands í ólíkum fögum náttúruvísinda.

### Skipting nemenda á hæfniprep í læsi á náttúruvísindi árin 2006 og 2015 á Norðurlöndum.

Greint er frá hlutfalli nemenda á hverju hæfniprepi í Norðurlöndunum fimm og samanburður

Tafla 2.3. Læsi á náttúruvísindi í þátttökulöndum PISA í samanburði við Ísland, meðaltal, staðalfrávik og staðalvilla, ásamt þróun frá 2006 til 2015, staða á undirþáttum PISA, færni- og þekkingarsvið læsis á náttúruvísindi.

Læsi á náttúruvísindi					Þróun 2006-2015**	Undirþættir læsis á náttúruvísindi								
Staða m.v. Ísland	Meðalt.	Staðalvilla	Staðalfráv.	Staðalvilla st.fráv.		Staða m.v. Ísland	Meðalt.	Staðalvilla	Staða m.v. Ísland	Meðalt.	Staðalvilla	Staða m.v. Ísland	Meðalt.	Staðalvilla
Singapúr* (SIN)	▲	556 (1,2)	104 (0,9)			▲	551 (1,5)	▲	562 (1,4)	▲	▲	551 (1,4)		
Japan (JAP)	▲	538 (3,0)	93 (1,6)		+7 (6,3)	▲	534 (3,3)	▲	538 (3,4)	▲	▲	538 (3,2)		
Eistland (EIS)	▲	534 (2,1)	89 (1,1)		+3 (5,6)	▲	535 (2,1)	▲	538 (2,7)	▲	▲	534 (2,8)		
Taipei Kína* (TPK)	▲	532 (2,7)	100 (1,9)		0 (6,3)	▲	541 (2,9)	▲	523 (3,1)	▲	▲	525 (3,0)		
Finland (FIN)	▲	531 (2,4)	96 (1,3)		-33 (5,5)	▲	533 (2,4)	▲	519 (2,8)	▲	▲	526 (2,8)		
Makáo Kína* (MAK)	▲	529 (1,1)	81 (1,0)		+18 (4,7)	▲	523 (1,4)	▲	524 (1,9)	▲	▲	526 (1,3)		
Kanada (KAN)	▲	528 (2,1)	92 (0,9)		-7 (5,3)	▲	526 (2,2)	▲	534 (2,8)	▲	▲	523 (2,7)		
Vietnam* (VÍE)	▲	525 (3,9)	77 (2,3)			▲								
Hong Kong Kína* (HON)	▲	523 (2,5)	81 (1,4)		-19 (5,7)	▲	536 (2,7)	▲	526 (3,1)	▲	▲	520 (2,8)		
Kína P-S-J-G†* (KÍN)	▲	518 (4,6)	103 (2,5)			▲	522 (4,8)	▲	512 (5,1)	▲	▲	509 (4,9)		
Kórea (KÓR)	▲	516 (3,1)	95 (1,5)		-6 (6,4)	▲	501 (3,3)	▲	515 (3,2)	▲	▲	522 (3,3)		
Nýja-Sjáland (SJÁ)	▲	513 (2,4)	104 (1,4)		-17 (5,7)	▲	509 (2,7)	▲	520 (3,3)	▲	▲	507 (2,5)		
Slóvenía (SLÓ)	▲	513 (1,3)	95 (1,1)		-6 (4,8)	▲	516 (1,7)	▲	515 (2,1)	▲	▲	506 (2,1)		
Ástralía (ÁST)	▲	510 (1,5)	102 (0,9)		-17 (5,2)	▲	505 (1,6)	▲	514 (2,1)	▲	▲	505 (1,8)		
Bretland (BRE)	▲	509 (2,6)	100 (1,0)		-6 (5,6)	▲	512 (2,8)	▲	516 (2,9)	▲	▲	504 (2,6)		
Þýskaland (ÞYS)	▲	509 (2,7)	99 (1,5)		-7 (6,5)	▲	508 (2,8)	▲	511 (2,9)	▲	▲	507 (3,0)		
Holland (HOL)	▲	509 (2,3)	101 (1,5)		-16 (5,7)	▲	504 (2,6)	▲	514 (2,7)	▲	▲	501 (2,6)		
Swiss (SVI)	▲	506 (2,9)	100 (1,5)		-6 (6,2)	▲	504 (3,2)	▲	509 (3,7)	▲	▲	503 (3,1)		
Írland (ÍRL)	▲	503 (2,4)	89 (1,3)		-6 (6,2)	▲	502 (2,5)	▲	507 (2,7)	▲	▲	500 (2,7)		
Belgía (BEL)	▲	502 (2,3)	100 (1,2)		-8 (5,6)	▲	493 (2,4)	▲	509 (2,6)	▲	▲	501 (2,6)		
Danmörk (DAN)	▲	502 (2,4)	90 (1,1)		+6 (5,9)	▲	499 (2,8)	▲	503 (2,6)	▲	▲	494 (2,7)		
Pólland (PÓL)	▲	501 (2,5)	91 (1,3)		+4 (5,6)	▲	501 (2,8)	▲	502 (3,1)	▲	▲	500 (2,7)		
Portúgal (POR)	▲	501 (2,4)	92 (1,1)		+27 (5,9)	▲	495 (2,6)	▲	503 (2,8)	▲	▲	503 (2,7)		
Noregur (NOR)	▲	498 (2,3)	96 (1,3)		+12 (5,9)	▲	501 (2,3)	▲	499 (2,7)	▲	▲	494 (2,8)		
Bandaríkin (BAN)	▲	496 (3,2)	99 (1,4)		+7 (6,9)	▲	492 (3,4)	▲	503 (3,7)	▲	▲	497 (3,4)		
Austurríki (AUS)	▲	495 (2,4)	97 (1,3)		-16 (6,4)	▲	498 (2,7)	▲	496 (2,7)	▲	▲	489 (2,6)		
Frakkland (FRA)	▲	495 (2,1)	102 (1,4)		0 (6,0)	▲	484 (2,2)	▲	500 (2,6)	▲	▲	501 (2,6)		
Svíþjóð (SVI)	▲	493 (3,6)	102 (1,4)		-10 (6,2)	▲	497 (3,7)	▲	492 (4,1)	▲	▲	486 (3,7)		
<b>OECD MEÐALTAL</b>	▲	<b>493 (0,4)</b>	<b>94 (0,2)</b>			▲	<b>491 (0,5)</b>	▲	<b>495 (0,5)</b>	▲	▲	<b>491 (0,5)</b>		
Tékkland (TEK)	▲	493 (2,3)	95 (1,4)		-20 (6,1)	▲	494 (2,4)	▲	485 (2,7)	▲	▲	488 (2,6)		
Spánn (SPÁ)	▲	493 (2,1)	88 (1,1)		+4 (5,6)	▲	494 (2,2)	▲	495 (2,7)	▲	▲	491 (2,5)		
Lettland (LET)	▲	490 (1,6)	82 (1,1)		+1 (5,6)	▲	481 (1,7)	▲	494 (2,1)	▲	▲	492 (1,7)		
Rússland* (RÚS)	▲	487 (2,9)	82 (1,1)		+7 (6,5)	▲	484 (3,3)	■	482 (3,4)	▲	▲	485 (3,1)		
Lúxemborg (LÚX)	▲	483 (1,1)	100 (1,1)		-4 (4,7)	▲	479 (1,1)	■	480 (1,7)	▲	▲	484 (1,9)		
Ítalía (ÍTA)	▲	481 (2,5)	91 (1,4)		+5 (5,5)	▲	479 (2,8)	■	480 (2,8)	■	■	481 (3,0)		
Ungverjaland (UNG)	■	477 (2,4)	96 (1,6)		-27 (5,8)	▲	478 (2,5)	■	478 (2,9)	■	■	476 (2,8)		
Litháen* (LIT)	■	475 (2,7)	91 (1,4)		-13 (5,9)	▲	478 (2,7)	▲	483 (2,8)	▲	▲	469 (3,1)		
Krótía* (KRÓ)	■	475 (2,5)	89 (1,2)		-18 (5,7)	▲	476 (2,4)	■	475 (2,9)	■	■	474 (2,8)		
<b>Ísland (ÍSL)</b>		<b>473 (1,7)</b>	<b>91 (1,2)</b>		<b>-18 (5,1)</b>		<b>468 (2,0)</b>		<b>476 (2,5)</b>			<b>476 (2,1)</b>		
Ísrael (ÍSR)	■	467 (3,4)	106 (1,6)		+13 (6,8)	▼	460 (3,5)	■	479 (4,0)	▼	▼	466 (3,7)		
Malta* (MAL)	▼	465 (1,6)	118 (1,5)			▼								
Slóvakía (SLÓ)	▼	461 (2,6)	99 (1,5)		-28 (5,8)	▼	462 (2,6)	▼	458 (3,1)	▼	▼	456 (2,9)		
Grikkland (GRI)	▼	455 (3,9)	92 (1,8)		-19 (6,8)	▼	451 (4,0)	▼	456 (4,3)	▼	▼	452 (4,1)		
Chile (CHI)	▼	447 (2,4)	86 (1,3)		+9 (6,7)	▼	450 (2,5)	▼	442 (3,0)	▼	▼	445 (2,8)		
Búlgaría* (BÚL)	▼	446 (4,4)	102 (2,1)		+12 (8,7)	▼	448 (4,6)	▼	439 (4,9)	▼	▼	443 (4,7)		
Samein. ar. furstad.* (SAM)	▼	437 (2,4)	99 (1,1)			▼	437 (2,6)	▼	430 (2,8)	▼	▼	435 (2,9)		
Úrúgvæ* (ÚRU)	▼	435 (2,2)	87 (1,3)		-7 (5,7)	▼	435 (2,3)	▼	438 (3,0)	▼	▼	435 (2,5)		
Rúmenía* (RÚM)	▼	435 (3,2)	79 (1,7)		+16 (6,9)	▼								
Moldóva* (MOL)	▼	428 (2,0)	86 (1,4)			▼								
Tyrkland (TYR)	▼	425 (3,9)	79 (1,9)		+2 (7,1)	▼	428 (4,1)	▼	434 (4,3)	▼	▼	419 (4,3)		
Trínidad og Tób.* (TRÍ)	▼	425 (1,4)	94 (1,1)			▼								
Taíland* (TAÍ)	▼	421 (2,8)	78 (1,6)		0 (5,7)	▼	419 (3,0)	▼	420 (3,5)	▼	▼	421 (3,2)		
Kosta Ríka* (KOS)	▼	420 (2,1)	70 (1,2)			▼	422 (2,4)	▼	425 (3,0)	▼	▼	414 (2,8)		
Katar* (KAT)	▼	418 (1,0)	99 (0,7)		+68 (4,7)	▼	419 (1,2)	▼	412 (1,6)	▼	▼	416 (1,0)		
Kólumbía* (KÓL)	▼	416 (2,4)	80 (1,3)		+28 (6,1)	▼	411 (2,6)	▼	423 (3,0)	▼	▼	414 (2,5)		
Mexíkó (MEX)	▼	416 (2,1)	71 (1,1)		+6 (5,7)	▼	412 (2,3)	▼	415 (3,0)	▼	▼	415 (2,3)		
Svartfjallaland* (SVA)	▼	411 (1,0)	85 (0,9)		0 (4,7)	▼	412 (1,3)	▼	409 (1,6)	▼	▼	410 (1,7)		
Georgía* (GEO)	▼	411 (2,4)	91 (1,3)			▼								
Jórdanía* (JÓR)	▼	409 (2,7)	84 (1,6)		-13 (5,9)	▼								
Indónesía* (IND)	▼	403 (2,6)	68 (1,6)		+10 (7,7)	▼								
Brasília* (BRA)	▼	401 (2,3)	89 (1,3)		+10 (5,8)	▼	404 (2,9)	▼	403 (3,0)	▼	▼	401 (2,7)		
Perú* (PER)	▼	397 (2,4)	77 (1,4)			▼	393 (2,6)	▼	395 (3,2)	▼	▼	398 (2,8)		
Libanon* (LÍB)	▼	386 (3,4)	90 (1,8)			▼								
Túnís* (TÚN)	▼	386 (2,1)	65 (1,6)		+1 (5,8)	▼	385 (2,4)	▼	379 (2,7)	▼	▼	390 (2,8)		
Makedónía* (MAK)	▼	384 (1,2)	85 (1,3)			▼								
Kosóvó* (KOS)	▼	378 (1,7)	71 (1,1)			▼								
Alsír* (ALS)	▼	376 (2,6)	69 (1,5)			▼								
Dóminíska lýðv.* (DÓM)	▼	332 (2,6)	72 (1,8)			▼	342 (2,5)	▼	331 (3,5)	▼	▼	333 (2,9)		

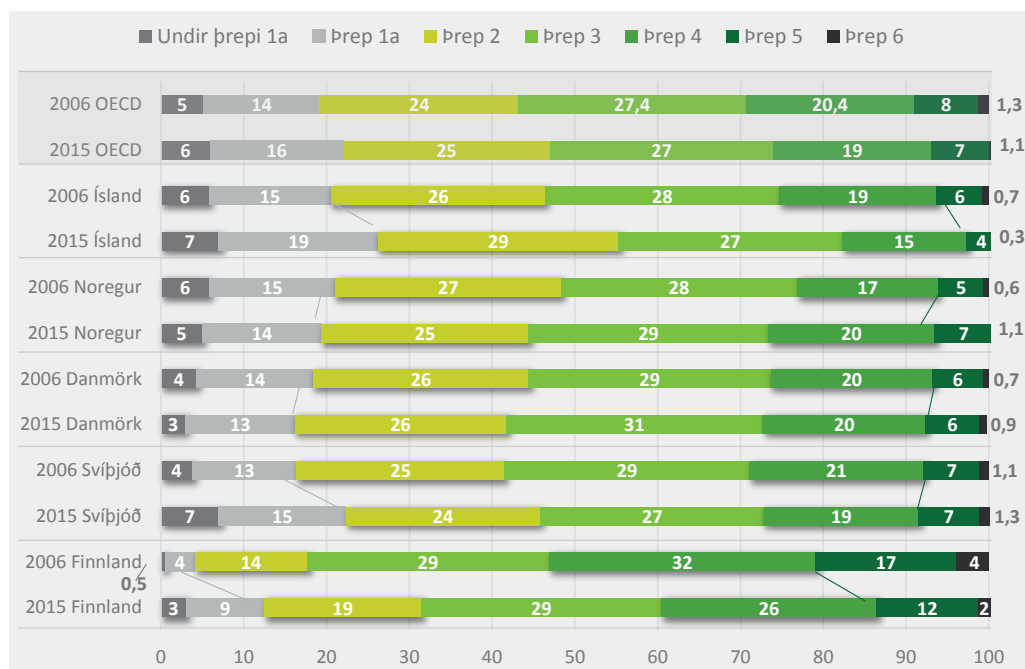
▲	Meðaltal tölfraðilega marktækt <b>hærra</b> en meðaltal Íslands
■	EKKI tölfraðilega marktækt ólíkt meðaltali Íslands
▼	Meðaltal tölfraðilega marktækt <b>læggra</b> en meðaltal Íslands
* Ríki utan OECD	
** Ríki sem tóku þátt bæði árin 2006 og 2015, feitletraðar tölur tákna marktæka breytingu.	
† Fjögur svæði í Kína: Peking, Sjanghai, Jiangsu og Guangdong	



(tafla 2.3, framhald)

Læsi á náttúruvísindum	Þekkingarsvið læsis á náttúruvísindum						Efnissvið læsis á náttúruvísindum						
	Þekking á náttúruvísindum (e. Content knowledge)			Þekking á vísindalegri aðferð (e. Procedural and epistemic knowledge)			Eðlis- og efnisfræði (e. Physical systems)		Líf- og vistfræði (e. Living systems)		Jarð- og stjörnufræði (e. Earth and space)		
	Staða m.v. Ísland	Meðalt.	Staðal-villa	Staða m.v. Ísland	Meðalt.	Staðal-villa	Staða m.v. Ísland	Meðalt.	Staða m.v. Ísland	Meðalt.	Staða m.v. Ísland	Meðalt.	
Singapúr* (SIN)	▲	556 (1,2)		▲	550 (1,6)	▲	557 (1,2)	▲	555 (1,7)	▲	556 (1,4)	▲	548 (1,6)
Japan (JAP)	▲	538 (3,0)		▲	540 (3,2)	▲	533 (3,1)	▲	534 (3,4)	▲	537 (3,1)	▲	537 (3,4)
Eistland (EIS)	▲	534 (2,1)		▲	539 (2,1)	▲	532 (2,3)	▲	536 (2,4)	▲	537 (2,2)	▲	534 (2,3)
Taipei* (TAP)	▲	532 (2,7)		▲	546 (3,0)	▲	521 (2,9)	▲	528 (3,1)	▲	532 (2,7)	▲	536 (3,3)
Finnland (FIN)	▲	531 (2,4)		▲	537 (2,4)	▲	519 (2,5)	▲	533 (2,5)	▲	522 (2,5)	▲	529 (3,0)
Makaó Kína* (MKK)	▲	529 (1,1)		▲	526 (1,2)	▲	524 (1,3)	▲	529 (1,5)	▲	522 (1,4)	▲	525 (1,2)
Kanada (KAN)	▲	528 (2,1)		▲	527 (2,2)	▲	526 (2,5)	▲	525 (2,4)	▲	528 (2,5)	▲	525 (2,5)
Vietnam* (VIE)	▲	525 (3,9)		▲		▲		▲		▲		▲	
Hong Kong Kína* (HON)	▲	523 (2,5)		▲	538 (2,7)	▲	521 (2,7)	▲	528 (3,0)	▲	529 (2,8)	▲	526 (2,6)
Kína P-S-J-G* (KÍN)	▲	518 (4,6)		▲	522 (4,7)	▲	511 (4,9)	▲	521 (5,4)	▲	519 (4,6)	▲	503 (4,8)
Kórea (KÖR)	▲	516 (3,1)		▲	507 (3,2)	▲	515 (3,1)	▲	511 (3,7)	▲	507 (3,1)	▲	517 (3,4)
Nýja-Sjáland (NÝJ)	▲	513 (2,4)		▲	512 (2,7)	▲	510 (2,6)	▲	513 (2,8)	▲	513 (2,9)	▲	505 (2,7)
Slovenía (SLN)	▲	513 (1,3)		▲	520 (1,5)	▲	506 (1,5)	▲	512 (1,6)	▲	514 (1,7)	▲	509 (1,8)
Ástralía (ÁST)	▲	510 (1,5)		▲	505 (1,9)	▲	508 (1,8)	▲	507 (1,8)	▲	509 (1,9)	▲	504 (2,2)
Bretland (BRE)	▲	509 (2,6)		▲	513 (2,8)	▲	508 (2,6)	▲	507 (3,1)	▲	516 (2,6)	▲	507 (2,8)
Þýskaland (ÞÝS)	▲	509 (2,7)		▲	513 (2,9)	▲	504 (2,8)	▲	505 (2,8)	▲	510 (2,9)	▲	507 (2,8)
Holland (HOL)	▲	509 (2,3)		▲	503 (2,6)	▲	507 (2,4)	▲	511 (2,8)	▲	501 (2,6)	▲	505 (2,9)
Swiss (SVI)	▲	506 (2,9)		▲	508 (3,1)	▲	502 (3,1)	▲	504 (3,2)	▲	507 (3,4)	▲	502 (3,2)
Írland (ÍRL)	▲	503 (2,4)		▲	504 (2,4)	▲	502 (2,5)	▲	500 (2,8)	▲	505 (2,6)	▲	502 (2,5)
Belgía (BEL)	▲	502 (2,3)		▲	495 (2,5)	▲	504 (2,5)	▲	497 (2,5)	▲	503 (2,5)	▲	496 (2,7)
Danmörk (DAN)	▲	502 (2,4)		▲	501 (2,7)	▲	496 (2,5)	▲	506 (2,8)	▲	494 (2,7)	▲	496 (2,6)
Pólland (PÓL)	▲	501 (2,5)		▲	504 (2,8)	▲	498 (2,6)	▲	503 (2,7)	▲	502 (2,9)	▲	496 (2,9)
Portúgal (POR)	▲	501 (2,4)		▲	499 (2,6)	▲	501 (2,7)	▲	494 (2,8)	▲	505 (2,6)	▲	498 (3,0)
Noregur (NOR)	▲	498 (2,3)		▲	504 (2,5)	▲	494 (2,5)	▲	500 (2,6)	▲	495 (2,6)	▲	498 (2,7)
Bandaríkin (BAN)	▲	496 (3,2)		▲	490 (3,5)	▲	501 (3,4)	▲	494 (3,4)	▲	498 (3,5)	▲	496 (3,3)
Austurríki (AUS)	▲	495 (2,4)		▲	504 (2,8)	▲	488 (2,5)	▲	497 (2,8)	▲	495 (2,7)	▲	491 (2,9)
Frakkland (FRA)	▲	495 (2,1)		▲	488 (2,2)	▲	497 (2,2)	▲	490 (2,4)	▲	497 (2,3)	▲	492 (2,6)
Svíþjóð (SVI)	▲	493 (3,6)		▲	498 (3,7)	▲	487 (3,7)	▲	496 (3,9)	▲	489 (3,8)	▲	494 (4,2)
<b>OECD MEÐALTAL</b>		<b>493 (0,4)</b>		<b>494 (0,5)</b>		<b>490 (0,5)</b>		<b>492 (0,5)</b>		<b>493 (0,5)</b>		<b>489 (0,5)</b>	
Tékkland (TÉK)	▲	493 (2,3)		▲	500 (2,3)	▲	481 (2,2)	▲	493 (2,4)	▲	488 (2,3)	▲	488 (2,5)
Spánn (SPÁ)	▲	493 (2,1)		▲	498 (2,3)	▲	490 (2,3)	▲	488 (2,4)	▲	498 (2,4)	▲	492 (2,4)
Lettland (LET)	▲	490 (1,6)		▲	487 (1,7)	▲	490 (1,8)	▲	488 (1,7)	▲	491 (1,7)	▲	483 (1,9)
Rússland* (RÚS)	▲	487 (2,9)		▲	488 (3,4)	▲	481 (3,0)	▲	484 (3,5)	▲	486 (2,9)	▲	479 (3,3)
Lúxemborg (LÚX)	▲	483 (1,1)		▲	483 (1,4)	▲	479 (1,1)	▲	477 (1,4)	▲	486 (1,3)	▲	476 (1,7)
Ítalía (ÍTA)	▲	481 (2,5)		▲	486 (2,8)	▲	476 (2,7)	▲	479 (2,9)	▲	484 (2,8)	▲	477 (2,8)
Ungverjaland (UNG)	■	477 (2,4)		▲	483 (2,6)	■	472 (2,8)	▲	481 (2,9)	■	474 (2,7)	▲	477 (2,9)
Litháen* (LIT)	■	475 (2,7)		▲	481 (2,8)	■	472 (2,7)	▲	478 (2,8)	■	480 (2,8)	▲	466 (3,0)
Krótía* (KRÓ)	■	475 (2,5)		■	478 (2,5)	■	473 (2,8)	■	473 (2,5)	■	478 (2,7)	▲	473 (2,7)
<b>Ísland (ÍSL)</b>		<b>473 (1,7)</b>		<b>471 (1,8)</b>		<b>473 (2,0)</b>		<b>470 (1,9)</b>		<b>478 (2,0)</b>		<b>465 (1,9)</b>	
Ísrael (ÍSR)	■	467 (3,4)		▼	461 (3,6)	■	471 (3,6)	■	470 (3,9)	■	476 (3,6)	▼	448 (3,8)
Malta* (MLT)	▼	465 (1,6)		▼		▼		■		▼		▼	
Slóvakía (SLK)	▼	461 (2,6)		▼	463 (2,7)	▼	455 (2,6)	■	464 (2,7)	▼	458 (2,8)	▼	454 (2,7)
Grikkland (GRI)	▼	455 (3,9)		▼	454 (4,1)	▼	452 (4,1)	▼	450 (4,1)	▼	457 (4,1)	▼	448 (4,4)
Chile (CHI)	▼	447 (2,4)		▼	451 (2,6)	▼	443 (2,6)	▼	442 (3,0)	▼	452 (2,8)	▼	443 (2,5)
Búlgaría* (BÚL)	▼	446 (4,4)		▼	447 (4,6)	▼	442 (4,5)	▼	446 (4,6)	▼	445 (4,6)	▼	440 (4,8)
Samein. ar. fyrst. ad.* (SAM)	▼	437 (2,4)		▼	437 (2,6)	▼	434 (2,7)	▼	434 (2,9)	▼	436 (2,6)	▼	435 (2,9)
Úrugvæ* (ÚRU)	▼	435 (2,2)		▼	437 (2,3)	▼	436 (2,5)	▼	435 (2,7)	▼	439 (2,5)	▼	432 (2,6)
Rúmenía* (RÚM)	▼	435 (3,2)		▼		▼		▼		▼		▼	
Moldóva* (MOL)	▼	428 (2,0)		▼		▼		▼		▼		▼	
Tyrkland (TYR)	▼	425 (3,9)		▼	425 (4,1)	▼	427 (4,1)	▼	432 (4,4)	▼	426 (4,0)	▼	419 (4,3)
Trínidad og Tób.* (TRÍ)	▼	425 (1,4)		▼		▼		▼		▼		▼	
Taíland* (TAÍ)	▼	421 (2,8)		▼	422 (2,9)	▼	418 (3,2)	▼	420 (3,3)	▼	424 (3,2)	▼	413 (3,3)
Kosta Ríka* (KTR)	▼	420 (2,1)		▼	423 (2,7)	▼	417 (2,4)	▼	419 (2,6)	▼	423 (2,7)	▼	417 (2,5)
Katar* (KAT)	▼	418 (1,0)		▼	418 (1,2)	▼	416 (1,2)	▼	412 (1,5)	▼	424 (1,2)	▼	410 (1,3)
Kólumbía* (KÓL)	▼	416 (2,4)		▼	411 (2,5)	▼	418 (2,6)	▼	413 (2,7)	▼	422 (2,6)	▼	407 (2,7)
Mexíkó (MEX)	▼	416 (2,1)		▼	415 (2,2)	▼	414 (2,4)	▼	411 (2,3)	▼	415 (2,4)	▼	417 (2,4)
Svartfjallaland* (SVA)	▼	411 (1,0)		▼	410 (1,6)	▼	412 (1,2)	▼	407 (1,6)	▼	415 (1,4)	▼	408 (2,1)
Georgía* (GEO)	▼	411 (2,4)		▼		▼		▼		▼		▼	
Jórdanía* (JÓR)	▼	409 (2,7)		▼		▼		▼		▼		▼	
Indónesía* (IND)	▼	403 (2,6)		▼		▼		▼		▼		▼	
Brasíla* (BRA)	▼	401 (2,3)		▼	402 (2,7)	▼	404 (2,6)	▼	398 (2,7)	▼	408 (2,7)	▼	397 (3,2)
Perú* (PER)	▼	397 (2,4)		▼	394 (2,7)	▼	397 (2,5)	▼	390 (2,8)	▼	403 (2,8)	▼	389 (3,1)
Líbanon* (LÍB)	▼	386 (3,4)		▼		▼		▼		▼		▼	
Túnís* (TÚN)	▼	386 (2,1)		▼	385 (2,6)	▼	384 (2,3)	▼	375 (2,5)	▼	391 (2,5)	▼	383 (3,5)
Makedónía* (MAK)	▼	384 (1,2)		▼		▼		▼		▼		▼	
Kosóvó* (KOS)	▼	378 (1,7)		▼		▼		▼		▼		▼	
Alsír* (ALS)	▼	376 (2,6)		▼		▼		▼		▼		▼	
Dómíníská lýðv.* (DÓM)	▼	332 (2,6)		▼	338 (3,0)	▼	337 (2,6)	▼	335 (3,1)	▼	348 (2,7)	▼	322 (3,5)





Mynd 2.6. Skipting nemenda á hæfniprep í læsi á náttúruvísindi árin 2006 og 2015 á Norðurlöndunum og OECD.

gerður milli 2006 og 2015 en þau árin var megin-áhersla lögð á að meta læsi á náttúruvísindi. Á mynd 2.6 má sjá skiptingu nemenda á hæfniprep árin 2006 og 2015 á Norðurlöndunum.

Umtalsverð fjölgun hefur orðið í lægstu hæfniprepunum á Íslandi. Um 7% eru nú undir þrepi 1 (voru 6%) og tæplega þriðjungsfjölgun hefur orðið á þrepi 1 (úr 15% í 19%). Samsvarandi fækkun hefur orðið á efstu tveimur hæfniprepunum. Nemendum á þrepi 5 hefur fækkað um þriðjung og nemendum á þrepi 6 (sem voru fáir árið 2006) hefur nú fækkað um ríflega helming (eru nú aðeins 0,3%).

Í Noregi hefur fjölgað í efstu þremur þrepunum, hlutfallið í efsta þrepi hefur tvöfaldast þar (úr 0,6% í 1,1%).

Í Danmörku er breytingin mjög lítil á hlutfalli nemenda í hverju hæfniprepi milli þessara ára. Athyglisvert er þó að fjölgun hefur átt sér stað í efsta hæfniprepi (6. þrepi), úr 0,7% í 0,9%.

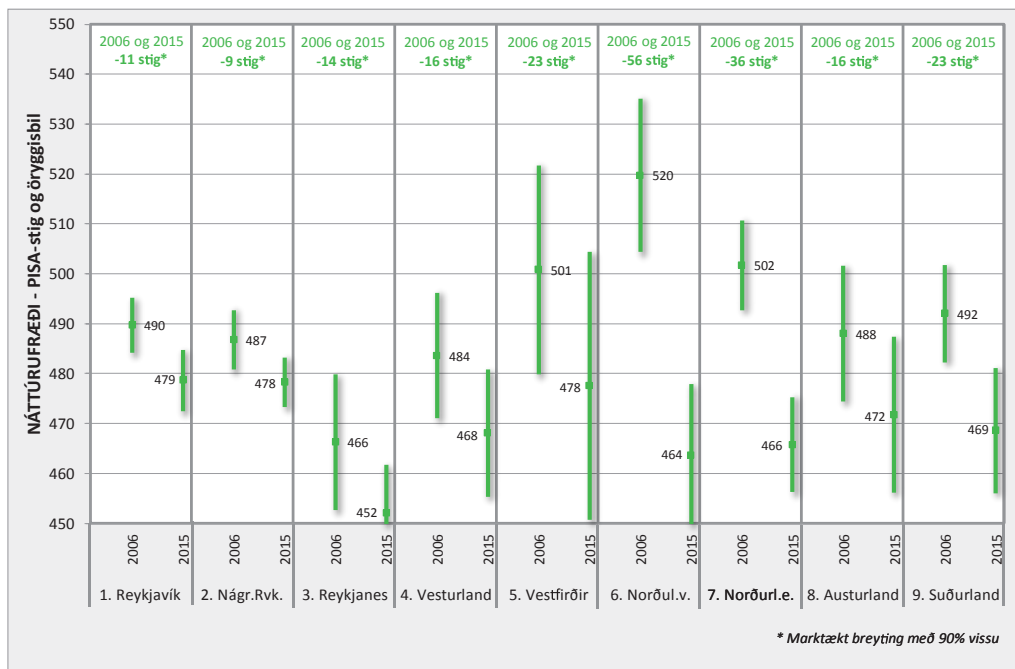
Meðaltal þriggja Norðurlanda lækkar, eins og komið hefur fram, og í Finnlandi og á Íslandi birt-

ist hún þannig að það fjölgar í lægri þrepum og fækkar í efri þrepum. Meðaltalið í Svíþjóð hefur lækkað á þessum 9 árum, með tilheyrandi fjölgun á neðstu þrepum en engu að síður hefur orðið lítilsháttar fjölgun á hæsta þrepi (úr 1,1% í 1,3%).

Það er aðeins í Svíþjóð sem hækkun sést á efsta þrepi þótt heildarmeðaltal landsins lækki. Það má gera að því skóna, að eitthvað í sænsku menntakerfi efli afburðanemendur að nokkru marki, þótt það vanræki einnig verulega nemendur í neðstu þrepunum. Þetta gæti bent til áherslubreytinga í sænsku menntakerfi. Í Finnlandi og á Íslandi lækkar heildarmeðaltalið einnig og þar er lækkunin yfir línuna, á meðan Svíum tekst að hækka efsta þrepið, þrátt fyrir fjölgun á neðstu þrepum.

#### Þróun eftir búsetu

Hér eru birtar niðurstöður eftir búsetu og þéttleika byggðar. Ólíkir landshlutar hér á landi eru bornir saman og samanburður gerður milli höfuðborgarsvæðisins, þéttbýliskjarna utan höfuðborgarsvæðisins og dreifbýlisins. Einnig er bakgrunnsmenntun kennara skoðuð.



Mynd 2.7. Læsi á náttúruvísindi í níu landshlutum árin 2006 og 2015.

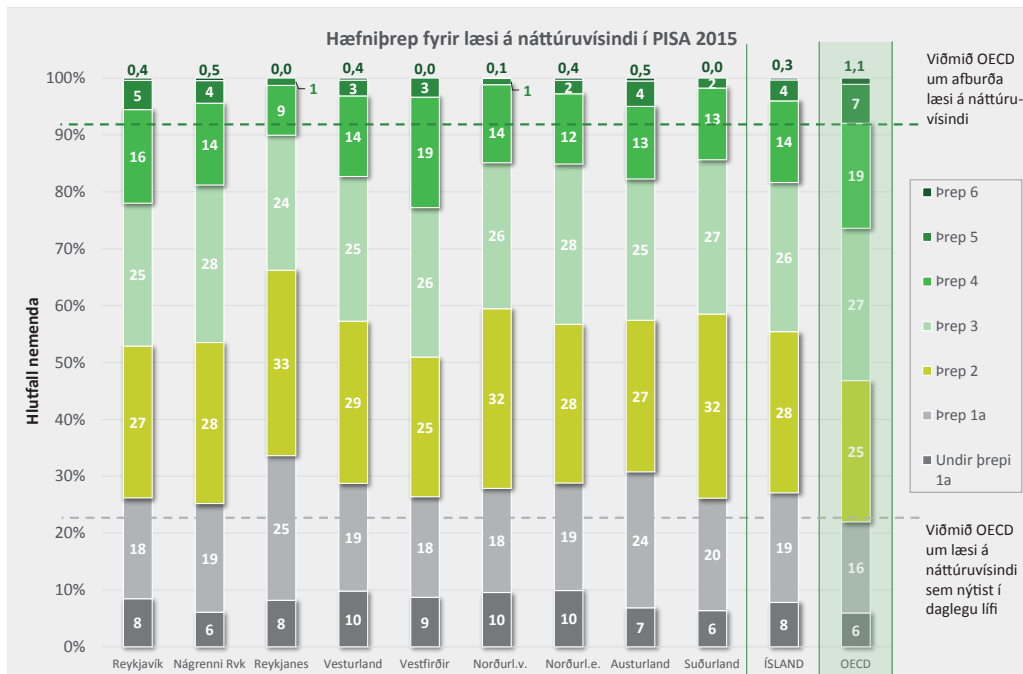
Á Íslandi hefur læsi á náttúruvísindi hrakað í öllum landshlutum (sjá mynd 2.7). Stuðst er við eldri skiptingu við skoðun á einstökum svæðum á landinu til samanburðar við eldri greiningu. Lóðréttu strikin á myndinni við hvern punkt sýna 90% vikmörk viðkomandi meðaltals. Með 90% vissu er hægt að segja að meðaltalið sé á því bili sem strikið sýnir en meðaltalið sem er gefið er líklegasta gildið. Því fámennari sem hópurinn er að baki meðaltalinu því meiri óvissa er í áætluðu gildi hópsins.

Mynd 2.7 sýnir að minnst hefur lækkunin orðið í Reykjavík og í nágrenni Reykjavíkur. Á Norðurlandi vestra og á Vestfirðum, sem stóðu fremur vel að vígi árið 2006, hefur læsi á náttúruvísindi hrakað mikið, eða um tæplega tvö skólaár á Norðurlandi vestra, sé gert ráð fyrir að 30 stig bætist við læsi á hverju ári. Hafa ber í huga að þessir landshlutar eru tiltölulega fámennir og erfitt að útiloka að um árgangasveiflur sé að ræða. Allir landshlutarnir eru undir 480 stigum 2015 en voru nær allir yfir 480 stigum 2006. Eins er áberandi að svæðin utan Reykjavíkur og nágrennis eru líkari hverju öðru nú en áður.

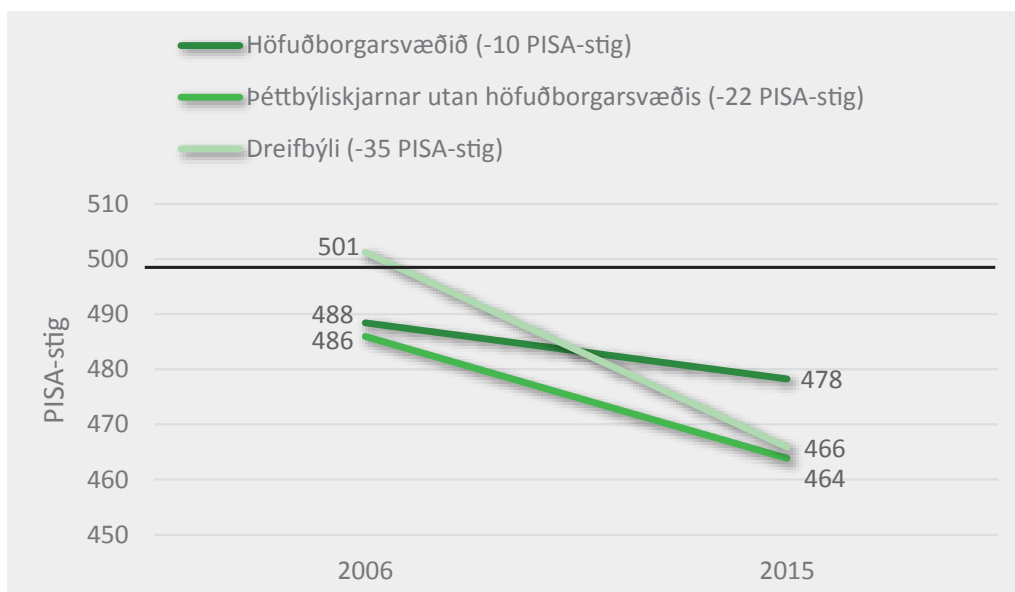
Á mynd 2.8 má sjá skiptingu nemenda í hæfniprep læsis á náttúruvísindi eftir landshlutum. Skiptingin í hæfniprep endurspeglar heildarniðurstöðu fyrir landið allt og er lakari en OECD meðaltalið í öllum landshlutum.

Á mynd 2.9 hefur landinu verið skipt í þrjú hluta eftir þéttleika byggðar. Höfuðborgarsvæðið er borið saman við þéttbýliskjarna utan þess og svo dreifbýlið. Skiptingin byggir á flokkun Hagstofu og er nánar lýst í viðauka 3. Sjá má að dreifbýlið hefur lækkað mest frá 2006 til 2015 (um 35 stig). Aðrir þéttbýliskjarnar hafa lækkað um 22 stig. Höfuðborgarsvæðið hefur aðeins lækkað um 10 stig. Niðurstöður virðast því benda til þess að í dreifbýlinu hafi læsi á náttúruvísindi hrakað mest, eða um sem nemur rúmlega einu skólaári, samkvæmt viðmiðum OECD sem lýst er í kafla 1.

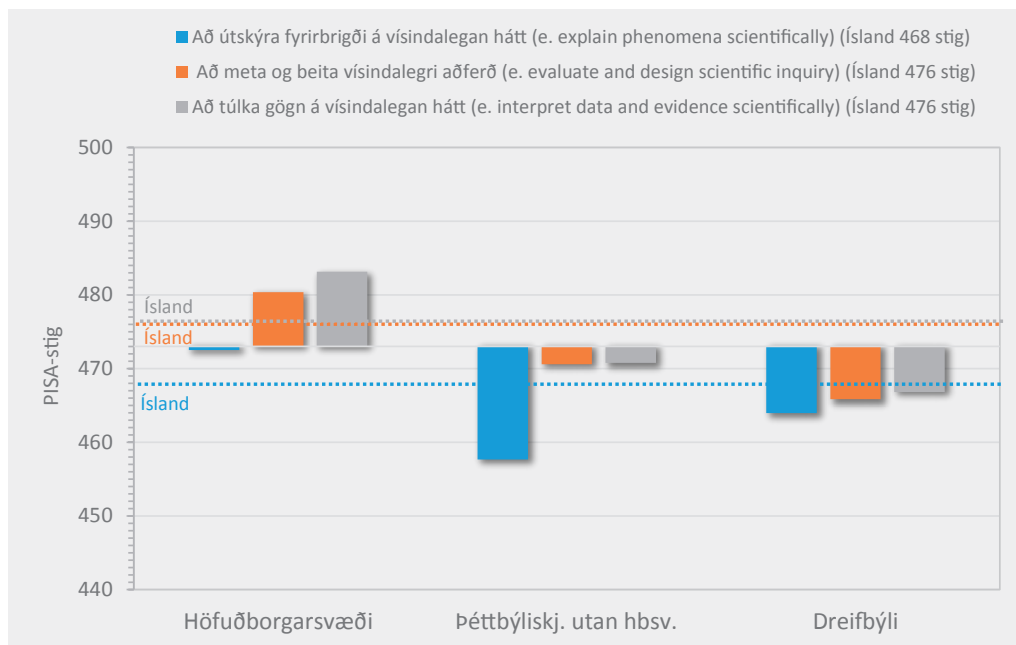
Hæfni til að meta og beita vísindalegri aðferð og túlka gögn á vísindalegan hátt er áberandi best á höfuðborgarsvæðinu, en hæfni til að útskýra á vísindalegan hátt er lökust í þéttbýliskjörnum utan höfuðborgarsvæðisins (sjá mynd 2.10). Lítil munur er á þekkingarsviðum náttúruvísindalæsis innan hvers búsetusvæðis (sjá mynd 2.11). Í þéttbýlis-



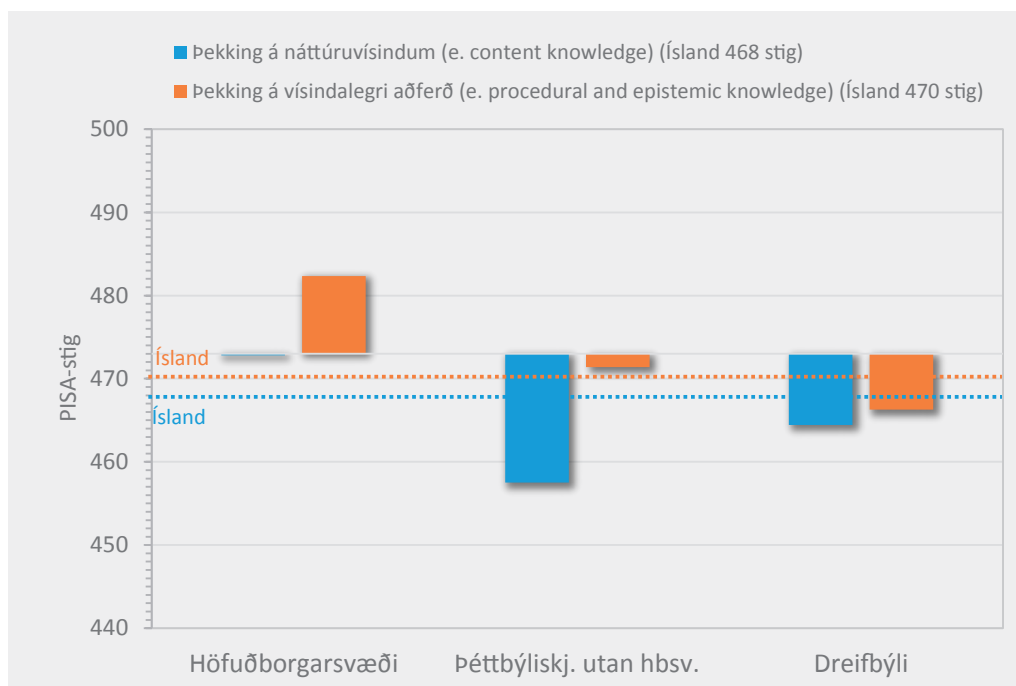
Mynd 2.8. Skipting nemenda á hæfniþrep í læsi á náttúruvísindi árið 2015 í níu landshlutum, á Íslandi í heild og í OECD ríkjum.



Mynd 2.9. Læsi á náttúruvísindi á höfuðborgarsvæðinu, í þéttbýliskjörnum utan höfuðborgarsvæðisins og í dreifbýli árin 2006 og 2015.



Mynd 2.10. Meðaltal Íslands á hverjum undirþætti.



Mynd 2.11. Þekkingarvið: Þekking á náttúruvísindum og á vísindalegri aðferð á höfuðborgarsvæðinu, í þéttbýli, utan höfuðborgarsvæðis og í dreifbýli. Punktalínur sýna meðaltal Íslands á hverju þekkingarviði.

kjörnum utan höfuðborgarsvæðis virðist þekking á vísindalegri aðferð nokkru betri en þekking á náttúruvísindum en enginn munur í dreifbýli.

Á öllum efnissviðum stendur höfuðborgarsvæðið best en fremur lítill munur er milli þéttbýlis utan höfuðborgarsvæðis og dreifbýlis (sjá mynd 2.12). Dreifbýlið stendur þó lítið eitt betur en þéttbýliskjarnar utan höfuðborgarsvæðis í eðlis- og efnifræði og í jarð- og stjörnufræði en sá munur er ekki tölfærðilega marktækur. Á höfuðborgarsvæðinu stendur líf- og vistfræði best.

### Bakgrunnsmenntun kennara

Ekki er marktækur munur á læsi nemenda á náttúruvísindi eftir því hvort kennarar þeirra eru með háskólagráðu í náttúruvísindagrein eða ekki (sjá töflu 2.4). Ekki er heldur marktækur munur á læsi nemenda eftir starfshlutfalli kennara þeirra, hvort þeir eru í fullu starfi eða ekki.

### Kynjamunur í læsi á náttúruvísindi

Kynjamunur í náttúruvísindalæsi er varla nokkur hér á landi (sjá mynd 2.13). Meðal þáttökulanda er ívið algengara að drengir séu betri en munurinn er lítill, mest 18 stig drengjum í hag í Austurríki og áberandi mestur stúlkum í hag í Jórdaníu, um 40 stig. Á Íslandi er ekki marktækur kynjamunur. Það er ekki marktækur kynjamunur á hinum Norðurlöndunum nema í Finnlandi þar sem stúlkur hafa miklu sterkari stöðu, heil 20 stig umfram drengi, eða sem nemur 2/3 hlutum úr skólaári.

Á öllum Norðurlöndum nema Finnlandi eru fleiri drengir í hæstu þrepunum og í öllum löndum nema Danmörku eru færri stúlkur á neðstu þrepunum (sjá mynd 2.14). Þessa tilhneingingu sjáum við ekki í lesskilningi. Þar eru stelpur fjölmennar í hæstu þrepunum og fámennar í lægstu þrepunum. Nemendur á Íslandi eru fámennari í efstu hæfniprepum og fjölmennari á neðri hæfniprepum en nemendur á öllum hinum Norðurlöndunum.

Fjölgunin á neðstu hæfniprepum milli 2006 og 2015 er meiri hér á landi hjá báðum kynjum í samanburði við OECD (sjá mynd 2.15). Að sama skapi hefur lækkunin á hlutfalli nemenda af báðum kynjum á hæstu hæfniprepunum verið meiri hér á landi en í OECD að meðaltali.

Í OECD löndum að meðaltali eru fleiri drengir á efstu hæfniprepunum en stúlkur. Á Íslandi er þessi kynjamunur ekki jafn áberandi og í OECD ríkjunum að meðaltali. Þótt aðeins fleiri drengir séu í efstu þrepum náttúruvísindalæsis, þá er í heild ekki marktækur munur á meðaleinkunum kynjanna. Á hinn bóginn eru fleiri drengir á neðstu hæfniprepunum.

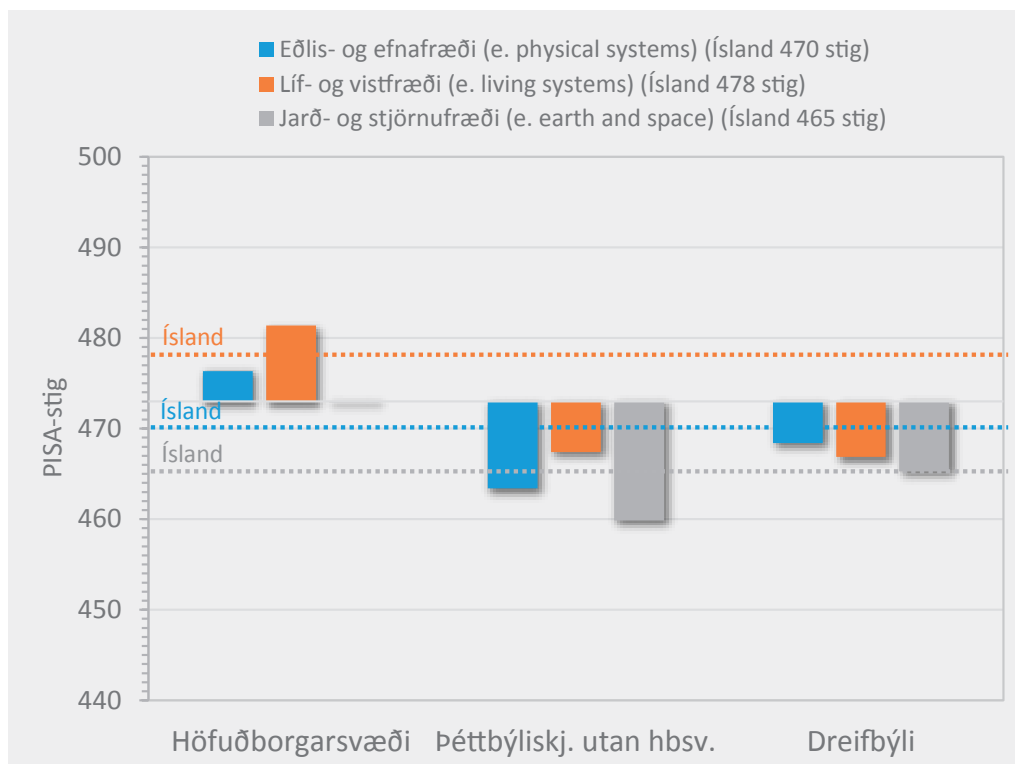
### Viðhorf nemenda til náttúruvísinda

Spurningalisti er lagður fyrir nemendur eftir PISA-könnunina. Nemendur svara þar m.a. spurningum um viðhorf til náttúruvísinda og um upplifun sína af kennslu í náttúrufræði í skólanum. Matsþættir eru myndaðir úr spurningasöfnum og er mælikvarðinn á þessa þætti normaldreifður. Hann er stilltur þannig að meðaltal OECD er alltaf 0,00 stig og staðalfrávikíð 1,00. Þannig eru mæligildin á mælikvörðunum frá -3 til +3. Munur á meðaltölum landa á þessum mælikvörðum minni en 0,10 stig telst lítill munur, munur upp á 0,20 stig er þó nokkur munur og munur upp á 0,40 stig eða meira er mikill munur.

Viðhorf nemenda til náttúruvísinda var kannað og niðurstöður eru sýndar á myndum 2.16 og 2.17 fyrir Norðurlöndin. Viðhorfin eru sýnd á átta mælikvörðum: Ánægja af náttúruvísindum, áhugi á þeim, mat nemenda á notagildi náttúruvísinda í framtíðinni, mat þeirra á þekkingarfræðilegu gildi náttúruvísinda, tíðni hversdagslegra athafna er tengjast náttúruvísindum, vitund um umhverfisvitund og bjartsýni á þróun umhverfismála í framtíðinni. Spurningar að baki hverri mælingu eru í viðauka 2.

Einnig eru kynntar niðurstöður um einkenni náttúrufræðikennslu á Norðurlöndunum út frá vitnisburði nemenda, þ.e. aga í náttúrufræðitímum, stuðningi frá kennurum, aðlögun náttúrufræðikennslu að nemendum, umfangi tilrauna og rannsókna í náttúrufræðikennslu, að hve miklu leyti nemendur telji að náttúrufræðinám sé kennarastýrt og endurgjöf um árangur frá náttúrufræðikennurum (sjá mynd 2.18).

Í samanburði við önnur Norðurlönd eru ungmenni á Íslandi fremur jákvæð í garð náttúruvísinda. Við höfum mest Norðurlanda ánægju af náttúruvísindum, áhuga á þeim, trú á þekkingarfræðilegt gildi náttúruvísinda og trú á eigin getu á því sviði.



Mynd 2.12. Efnissvið læsis á náttúruvísindi á höfuðborgarsvæðinu, í þéttbýli, utan höfuðborgarsvæðis og í dreifbýli. Punktalínur sýna meðaltal Íslands á hverju efnissviði.

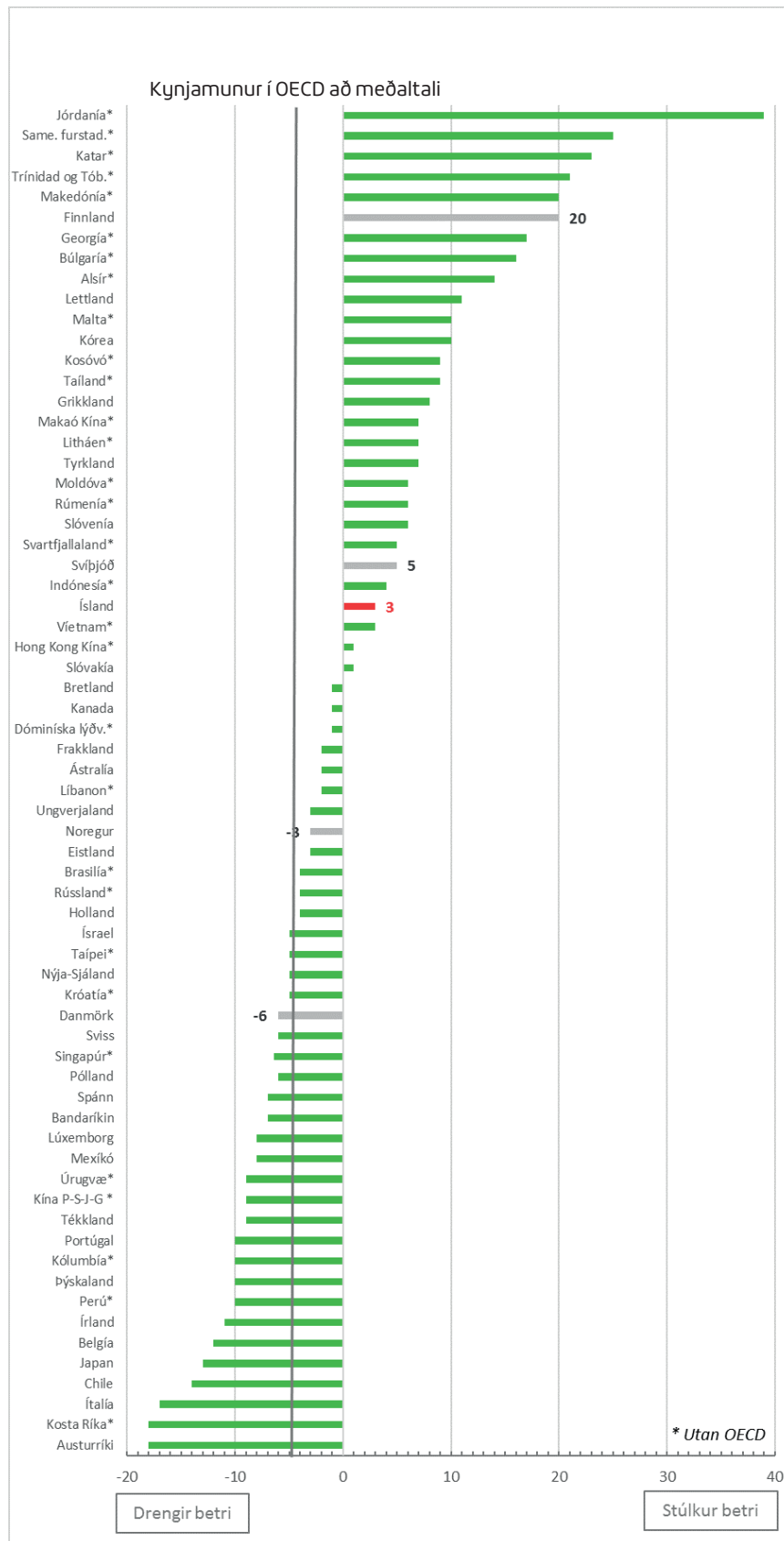
Tafla 2.4. Meðal stigafjöldi þátttakenda í PISA eftir menntun og starfshlutfalli kennara.

Náttúrufræðikennarar skólans eru . . .	Náttúrufræðikennarar					
	í fullu starfi			í hlutastarfi		
	Læsi nemenda á náttúruvísindi (PISA-stig)	Staðalvilla	Fjöldi nemenda	Læsi nemenda á náttúruvísindi (PISA-stig)	Staðalvilla	Fjöldi nemenda
. . . allir með háskólagráðu í náttúruvísindum	477	(2,6)	1232	469	(5,9)	309
. . . sumir með háskólagráðu í náttúruvísindum	468	(3,6)	640	460	(8,5)	148
. . . ekki með háskólagráðu í náttúruvísindum	479	(3,2)	948	475	(3,8)	461
<b>Samtals:</b>	<b>478</b>	<b>(1,8)</b>	<b>2453</b>	<b>474</b>	<b>(3,0)</b>	<b>918</b>

Á þessum sviðum eru Norðurlöndin, utan Finnlands, yfirleitt fyrir ofan meðaltal OECD. Finnar hafa minnsta ánægju og áhuga á náttúruvísindum en gera sér grein fyrir notagildi þeirra í framtíðinni. Sjónarhorn þeirra er því praktískt, fremur en að fræðin veiti þeim ánægju eða veki áhuga þeirra. Í Svíþjóð koma nemendur einnig auga á notagildi náttúruvísinda, þótt ánægja þeirra og áhugi sé hlutfallslega takmarkaður á greininni.

Hversdagslegar athafnir nemenda tengdar vísindum eru á Norðurlöndum fátíðari en í OECD löndunum að meðaltali. Dæmi um athafnir sem spurt er um eru hvort nemendur skoða efni á internetinu sem tengist náttúruvísindum, fái lánaðar eða kaupi bækur um vísindalegar uppgötvanir eða hvort þau mæti í vísindaklúbb.

Það er athyglisvert að trú á eigin getu í náttúruvísindum er mest á Íslandi og minnst í Finnlandi,



Mynd 2.13. Kynjamunur í læsi á náttúruvísindi í þátttökulöndum.

en niðurstöður PISA sýna að árangri er öfugt farið í raunveruleikanum. Nemendur í löndunum tveimur hafa þó ekki samanburð milli þessara tveggja landa í huga þegar þeir svara spurningunni.

Vitund og bjartsýni á þróun umhverfismála í heiminum er hófleg á Norðurlöndum og svipuð OECD meðaltalinu. Þó er bjartsýnin minnst á Íslandi en mest í Noregi.

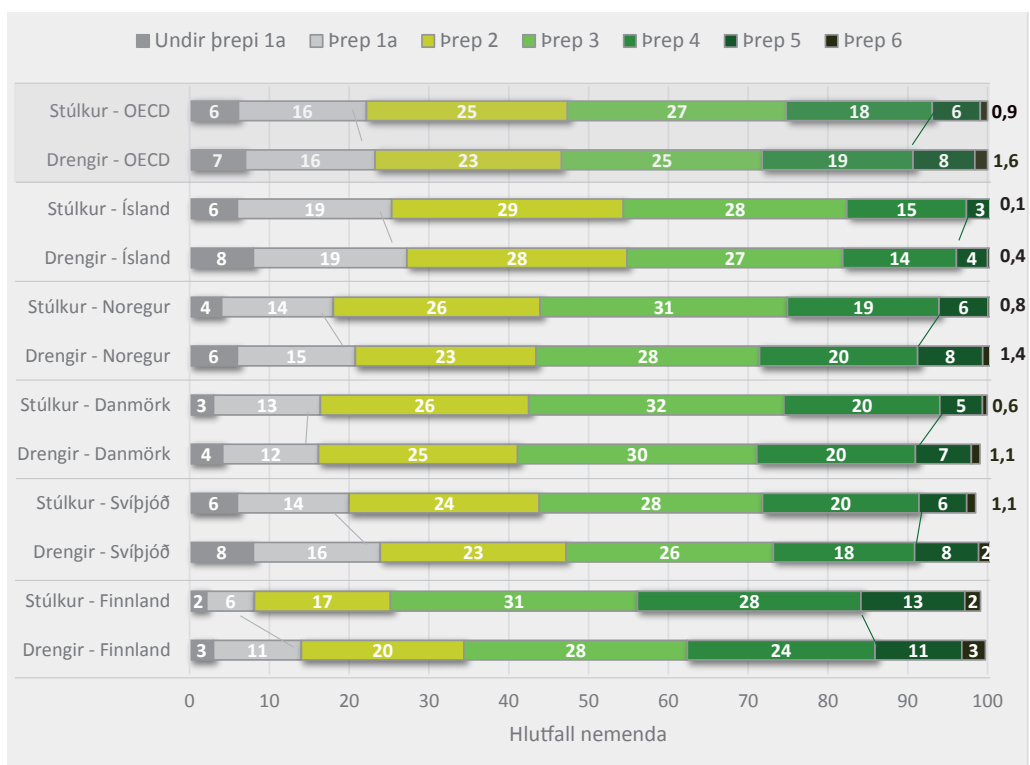
Sex af þessum átta matsþáttum á viðhorf í PISA 2015 voru einnig metnir í PISA 2006 en þá voru náttúruvísindi einnig meginviðfangsefni könnunarinnar. Mynd 2.17 sýnir hvernig þessi viðhorf hafa þróast á Íslandi undanfarinn áratug. Viðhorfin eru jákvæðari í flestum tilfellum nú en áður, sérstaklega vitund á umhverfismál og viðhorf til notagildis náttúruvísinda í framtíðinni. Undantekningin er þó bjartsýnin á þróun umhverfismála í heiminum en hún fer lækkandi.

**Einkenni náttúrufræðikennslu að mati nemenda**

Nemendur svara nokkrum spurningum um upplifun sína af kennslu í náttúrufræði í skólanum.

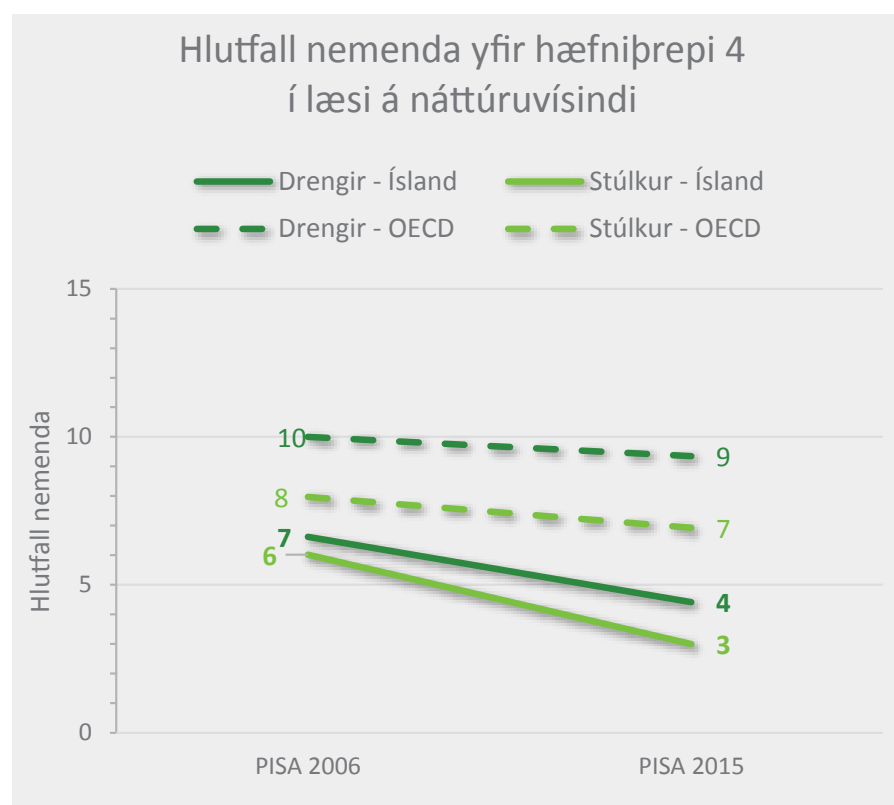
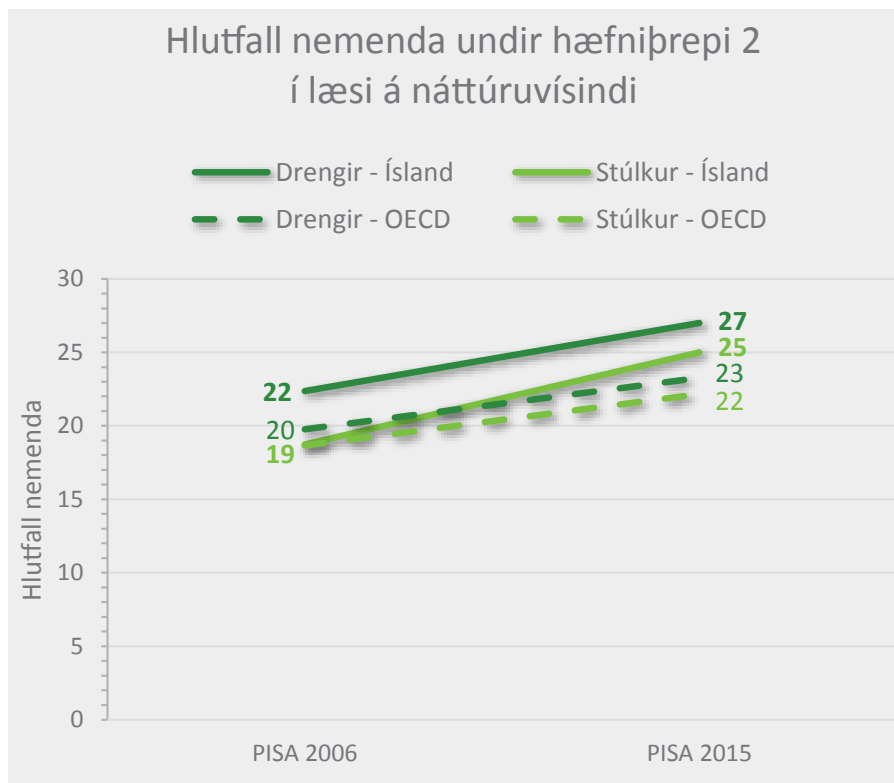
Það er áhugavert að sjá muninn á stuðningi frá kennurum (sem er almennt hár á Norðurlöndum) og endurgjöf frá kennurum, sem er almennt lítil (sjá mynd 2.18). Þetta á einkum við á Íslandi. Stuðningur og endurgjöf eru enda ekki sami hluturinn. Í stuðningi felst það (samkvæmt mælingunni) að sýna áhuga á námi nemendanna, veita aukaaðstoð ef þarf, aðstoða þá við að læra og útskýra þar til þeir skilja. Jafnframt felur það í sér að gefa nemendum tækifæri til þess að tjá skoðanir sínar. Endurgjöf hins vegar felur í sér að kennari segi nemanda hvernig hann/hún stendur sig í náminu, hvar styrkleikar hans/hennar liggja, á hvaða sviðum nemandi geti bætt sig og hvernig hann geti náð því.

Finnland og Ísland virðast svipuð að því leyti að í báðum löndum er kennslan kennaramiðuð, fremur en rannsóknarmiðuð. Aðlögun á kennslunni og

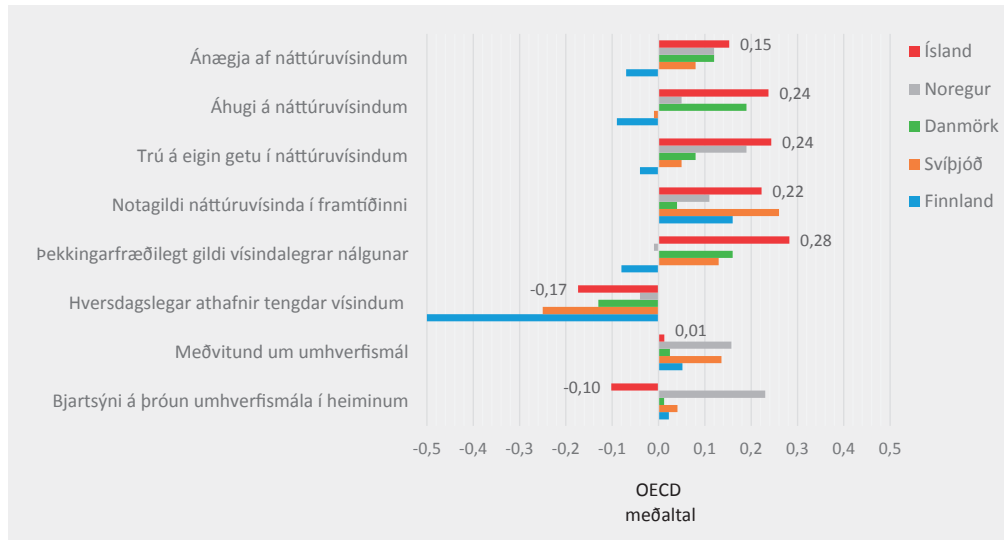


Mynd 2.14. Kynjamunur í skiptingu á hæfniprep læsis í náttúruvísindum á Norðurlöndum.





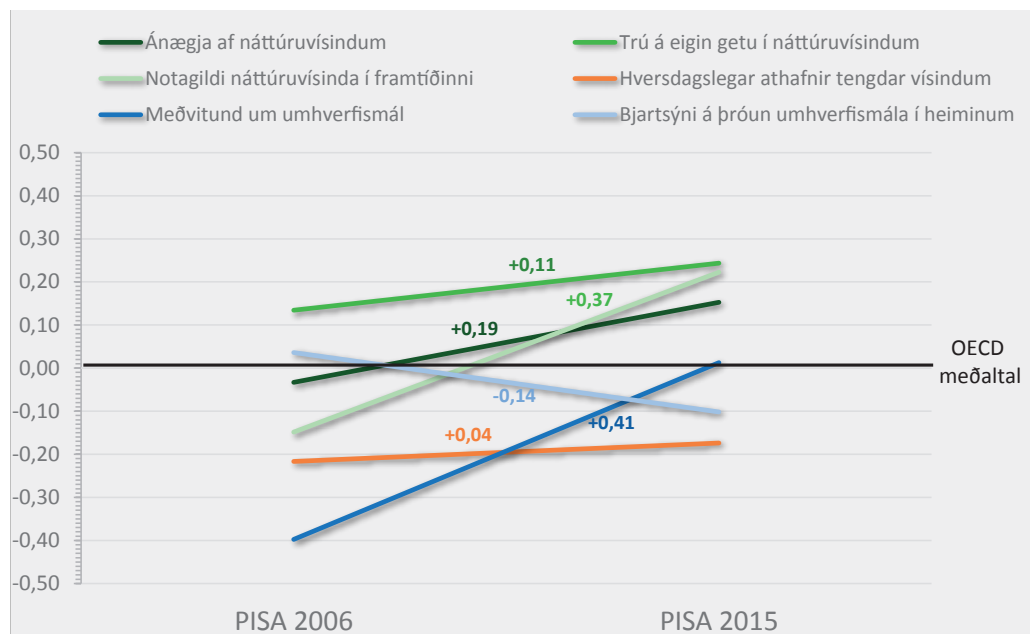
Mynd 2.15. Þróun á hlutfalli stúlkna og drengja undir hæfniprepi 2 og yfir hæfniprepi 4 fyrir læsi á náttúruvísindi á Íslandi samanborið við meðaltal OECD ríkjanna milli PISA 2006 og 2015.



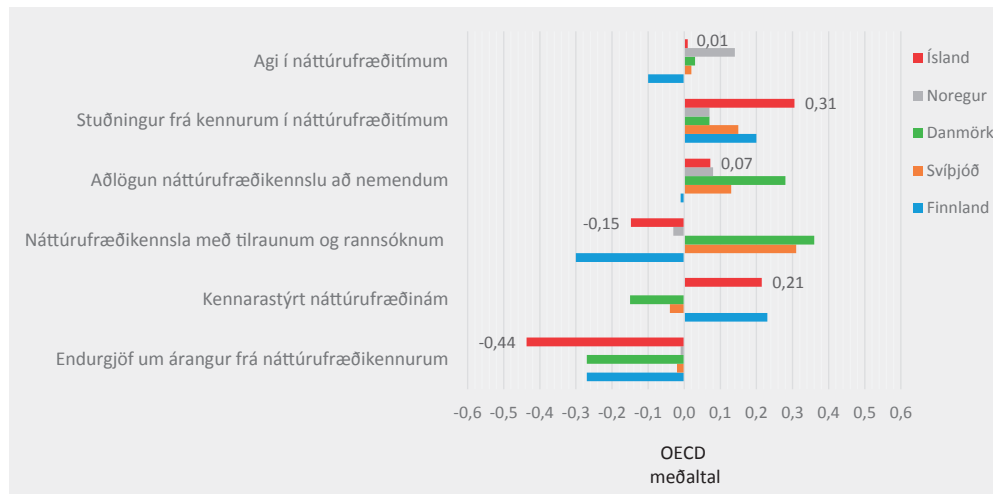
Mynd 2.16. Viðhorf til náttúruvísinda á Norðurlöndum.

rannsóknarmiðuð kennsla er hins vegar meiri í Danmörku og Svíþjóð. Dæmi um spurningar sem nemendur fá um aðlögun kennslu er hve oft

kennarinn breyti uppbyggingu kennslutímans þegar farið er í efni sem flestum nemendum finnst erfitt að skilja.



Mynd 2.17. Þróun á viðhorfum til náttúruvísinda og umhverfismála meðal íslenskra nemenda frá PISA 2006 til 2015.



Mynd 2.18 Einkenni náttúrufræðikennslu að mati nemenda á Norðurlöndum.

### Samantekt um læsi á náttúruvísindi

Læsi á náttúruvísindi er minna hér á landi en á öðrum Norðurlöndum og gildir það um alla undirþætti, þekkingarsvið og efnissvið náttúruvísinda. Læsi á náttúruvísindi er nú nokkru lægra en það var 2006 þegar það var fyrst aðalviðfangsefni PISA. Mikill meirihluti OECD ríkja stendur betur að vigi en Ísland á þessu sviði. Staðan á höfuðborgarsvæðinu og í nágrenni þess er almennt betri en á landsbyggðinni. Lækkun meðaltals hefur verið meiri í dreifbýli milli árána 2006 og 2015 (35 stig) en lækkunin í þéttbýliskjörnum utan höfuðborgarsvæðisins (22 stig) en á höfuðborgarsvæðinu er lækkunin aðeins lítilsháttar (10 stig).

Kynjamunur er lítill. Viðhorf til náttúruvísinda eru jákvæð hér á landi í samanburði við Norðurlöndin, þ. á m. ánægja af náttúruvísindum, áhugi, trú á eigin getu og trú á notagildi náttúrufræði í framtíðinni. Staða Íslands á þessum viðhorfapáttum hefur batnað milli árána 2006 og 2015. Hins vegar hefur bjartsýni á þróun umhverfismála í heiminum lækkað á sama tímabili hér á landi. Á Íslandi er góður stuðningur frá kennurum í náttúrufræðitímum að mati nemendanna en jafnframt má ráða af svörum þeirra, eins og í Finnlandi, að kennslan hér sé frekar hefðbundin, kennarastýrð og lítið um tilraunir og rannsóknir eða endurgjöf um árangur.

## Læsi á náttúruvísindi

Vísbendingar úr PISA 2015  
Auður Pálsdóttir, lektor Menntavísindasviði  
Háskóla Íslands

Niðurstöður PISA 2015 benda til þess að hæfni íslenskra nemenda í læsi á náttúrufræði hafi farið aftur, hvort sem litið er til undirþátta náttúruvísindalæsis eða færni- og þekkingarsviða læsis á náttúruvísindi. Þegar skoðaðar eru niðurstöður fyrir einkenni náttúrufræðikennslu að mati nemenda upplifa þeir ríkari stuðning frá kennurum í náttúrufræðitímum en jafnaldrar þeirra á Norðurlöndum og eru í hópi þeirra sem hafa einna mesta trú á eigin getu í náttúruvísindum í sama samamburðarhópi. Íslenskir unglingar virðast stunda talsvert minna af tilraunum og rannsóknum en nemendur í Noregi, Svíþjóð og Danmörku. Viðhorf íslenskra nemenda til náttúruvísinda er jákvætt og hefur vitund þeirra um umhverfismál aukist. Hins vegar benda niðurstöður PISA 2015 til þess að íslenskir nemendur fái lang minnsta endurgjöf um árangur sinn frá náttúrufræðikennurum miðað við jafnaldra þeirra á Norðurlöndunum.

Ef viðfangsefni PISA-rannsóknarinnar eru skoðuð með hliðsjón af því sem segir í aðalnámskrá grunnskóla (bæði í almennum hluta frá 2011 og hlutanum um greinasvið frá 2013) má greina skýran samhljóð þar á milli. Áherslur í PISA og hæfni sem lýst er í aðalnámskrá, til dæmis í umfjöllun um grunnþætti menntunar og hæfniviðmið fyrir náttúrugreinar, ríma vel saman.

Niðurstöður fyrir Ísland sýna fjölgun nemenda í lægstu hæfniprepum fyrir læsi á náttúruvísindi og fækkun í efstu hæfniprepunum, hvort sem litið er til niðurstaðna PISA árið 2006, þegar náttúrufræði var síðast meginviðfangsefnið, eða til árána 2009 og 2012, þegar náttúruvísindi voru ekki meginviðfangsefnið í PISA-rannsóknunum. Hæfniprep 2 er séð sem lágmarksfærni til að nemandi geti nýtt færni sér til gagns við úrlausnir á verkefnum daglegs lífs sem biða þeirra eftir grunnskóla. Hlutfall íslenskra nemenda á hæfniprepi 2 eða neðar jókst úr 47% árið 2006 í 55% árið 2015. Veldur það áhyggjum að rúmur

helmingur íslenskra 15 ára nemenda nái ekki hæfniprepi 3 og að hlutfall nemenda á efsta hæfniprepi (prepi 6) lækkar úr 6% í 4%. Þetta kallar bæði á rannsóknir á áskorunum og tækifærum í náttúrufræðinámi unglunga og nánari rýni í niðurstöður PISA 2015.

Spyrja má hvernig þessar vísbendingar PISA 2015 ríma við rannsóknir á íslensku skólasterfi og þá sérstaklega rannsóknir sem hafa beinst að kennsluháttum og náttúrufræðinámi.

### Rannsóknir á íslensku skólasterfi

Ef litið er til rannsókna á íslensku skólasterfi síðasta áratug eru tvö rannsóknarverkefni þar líklega umfangsmest. Annað er rannsóknarverkefnið *Vilji og veruleiki* (2007) sem Allyson Macdonald veitti forystu og fól í sér viðamikla rannsókn á stöðu náttúrufræðimenntunar hérlendis. Hitt er rannsóknin *Starfshættir í grunnskólum í upphafi 21. aldar* sem Gerður G. Óskarsdóttir (2014) fór fyrir. Í báðum tilvikum var um hóp rannsakenda að ræða á sviði uppeldis- og kennslufræða sem aflaði upplýsinga um og í íslenskum skólum.

Í rannsóknarverkefninu *Vilja og veruleika* (2007) fór gagnasöfnun fram stuttu eftir að 15 ára nemendur svöruðu PISA-rannsókninni 2006 og því ekki óeðlilegt að skoða niðurstöður þeirra í samhengi. Á þessum tíma var aðalnámskrá frá 1999 í gildi. Í *Vilja og veruleika* var sjónum beint að því hvers eðlis gjáin milli vilja stefnumótunaraðila eins og hann kemur fram í opinberum skjölum og raunverulegs náms í náttúrufræði og tæknigreinum væri. Athyglinni var beint að tveimur forsendum árangursríks skólasterfs, annars vegar skipulagi og aðstæðum til kennslu og hins vegar þekkingu og sjálföryggis kennara.

Vilji og veruleiki byggði á samstarfi við nítján skóla á fimm svæðum á landinu. Gagnaöflun fól í sér svörun 105 náttúrufræðikennara við rafrænum spurningalista og viðtöl við skólastjórnendur og kennara sem kenndu náttúrufræði og/eða nýsköpun og/eða koma að skipulagi slíkrar kennslu.

Einnig voru tekin viðtöl við nemendur. Þá voru aðstæður og umhverfi úti og inni skoðað og fylgst var með kennslu náttúrufræði í mismunandi árgöngum. Niðurstöður Vilja og veruleika leiddu m.a. í ljós að kennarar kvörtuðu ekki undan skorti á tíma til kennslu náttúrufræða en sögðu að kennslan myndi batna ef meiri tíma væri varið til kennslunnar. Lítið virtist vera um samþættingu viðfangsefna, bæði innan náttúrufræðigreina og náttúrufræði við aðrar námsgreinar. Kennarar töldu skorta aðgang að sérþekkingu og ráðgjöf í náttúrufræðikennslu og óskuðu eftir fagstjóra innan skólanna sem hefði yfirsýn yfir kennslu og kennslugögn. Skýrt kom fram í niðurstöðum Vilja og veruleika (2007) að efni og uppbygging útgefinna kennslubóka stýrði kennslu kennara mikið og sýnu meira hjá þeim sem ekki hafa sérþekkingu í náttúrufræðum. Í annarri rannsókn komu fram svipaðar vísbendingar um að í náttúrufræðikennslu ráði yfirferð námsefnis miklu, en sveigjanleiki og tími til verklegs náms virðist að sama skapi minni (Meyvant Þórólfsson, Allyson Macdonald og Eggert Lárusson, 2007).

Í Vilja og veruleika var hlutfall þeirra sem kenndu náttúrufræði og höfðu einhvers konar sérhæfingu á einhverju sviða náttúrufræða innan við 40%. Algengasta sérhæfingin fól í sér nám í líffræði, þá annaðhvort sem kjörsvið í B.Ed.-kennaranámi eða B.S.-próf í líffræði. Í viðtölum við nemendur komu fram mjög skýrar óskir um meira verklegt nám, bæði úti og inni. Þá töldu kennararnir að útikennsla gæti verið mun meiri en raun bar vitni og að fjölmargir vannúttir möguleikar væru í umhverfi og aðstæðum skólanna bæði innandyra og utan. Víðast var vilji til að gera betur en fjármagn, tími og fagþekking, t.d. í eðlis- og efnafræði, virtust stærstu hindranirnar. Meirihluti kennara taldi sig ekki hafa kost á stuðningi eða ráðgjöf við skipulag náms og kennslu í náttúruvísindum en þeir voru sammála um mikilvægi slíks stuðnings, hvort sem hann kæmi frá samkennum, stjórnendum eða aðilum utan skólans. Flestir þeir sem kenndu náttúrufræði voru áhugasamir um kennsluna, en mismikið þó eftir undirgreinum náttúrufræða en fáir töldu sig ná vel markmiðum námskrárinnar. Í viðtölum við eldri nemendur kom fram að þeir tengja náttúrufræðigreinar, eins og eðlis- og efnafræði, fyrst og fremst við stærðfræði og formúlureikning og því sé náttúrufræði síður áhugavekjandi fyrir þá sem

finnst stærðfræði fráhrindandi. Sjálfstraust og öryggi kennara virðist aukast með vaxandi starfsaldri en vera einna minnst í eðlis- og efnafræði. Vilji kennara til að styrkja sig í starfi var skýr og viðhorf til endurmenntunar jákvætt.

Umfangsmikil rannsókn á grunnskólastarfi hér á landi er kynnt í bókinni *Starfshættir í grunnskólum við upphaf 21. aldar* (Gerður G. Óskarsdóttir, 2014). Gagna var aflað árunum 2009–2011 þar sem sjónum var beint að viðhorfum til náms, námsumhverfi, skipulagi og stjórnun, kennsluháttum, námi nemenda, tengslum skóla við foreldra og grenndarsamfélag, námi í list- og verkgreinum og nýtingu upplýsingatækni. Þátttakendur voru tuttugu grunnskólar í fjórum sveitarfélögum. Niðurstöður leiddu m.a. í ljós að algengustu kennsluhættir voru bein kennsla sem fylgt var eftir með einstaklingsverkefnum og að áhrif nemenda á starfshætti voru lítil. Algengasta verklagið í kennslustundum var að vinna í vinnubækur eða verkefnabækur eða að kennari flytur fyrirlestur eða útskýringar frá töflu. Í Starfháttarannsókninni komu fram vísbendingar um að rúmlega 70% nemenda í 7.–10. bekk hélendis meta sjálfa sig sem góða eða mjög góða námsmenn og um 65% þeirra finnst þeir ráða vel við nám sitt. Svipaða tilhneingingu í svörum má sjá í niðurstöðum PISA 2015. Ef horft er á endurgjöf frá kennurum til nemenda benda niðurstöðurnar úr Starfsháttarannsókninni til þess að 46% nemenda fái leiðbeiningar frekar oft eða mjög oft um hvernig þeir geti bætt sig í náminu (Rúnar Sigþórsson, Anna-Lind Pétursdóttir og Þóra Björk Jónsdóttir, 2014). Í ljósi þessara niðurstæðna þyrfti að rýna betur í og afla frekari upplýsinga því niðurstöður PISA 2015 benda til að nemendur upplifi mikinn stuðning frá kennurum í náttúrufræði en minnsta endurgjöf frá kennurum um árangur sinn miðað við jafnaldra sína á Norðurlöndum. Þegar rýnt var í kennsluaðferðir þátttakenda í Starfsháttarannsókninni bentu gögnin til þess að kennsluaðferðir sem gera meiri kröfur um þátttöku og ábyrgð nemenda væru fátíðari en aðferðir þar sem kennarinn var í aðalhlutverki. Regluleg nemendasamtöl um nám og líðan virðast undantekning og bent var á að rannsaka þyrfti skráningu á framförum og úrvinnslu slíkra gagna (Ingvar Sigurgeirsson, Amalía Björnsdóttir, Gunnhildur Óskarsdóttir og Kristín Jónsdóttir, 2014).

Í Starfsháttarannsókninni voru kennarar beðnir um að leggja heildamat á eigin kennslu. Töldu yfir 90% kennara kennsluna vera í heild mjög góða eða yfirleitt góða. Þá kom einnig í ljós að meirihluti kennara var allsáttur við námsmatsaðferðir sem notaðar voru (Ingvar Sigurgeirsson, Amalía Björnsdóttir, Gunnhildur Óskarsdóttir og Kristín Jónsdóttir, 2014). Þetta var mat kennaranna á eigin vinnubrögðum en ekki kom fram hvort og þá á hvers konar endurgjöf kennararnir byggðu þetta mat sitt.

Út frá þeim upplýsingum um íslenskt skólustarf sem greint er frá hér að framan má sjá að niðurstöður úr PISA 2015 eru um margt samhljóma niðurstöðum rannsókna síðustu ára.

#### Hver er þá staðan ?

Menntun í náttúrufræði er á ábyrgð margra aðila. Meðal þeirra sem hafa áhrif á skilyrði til náms og kennslu eru stefnumótunaraðilar, kennarar, skólustjórnendur, nemendur, námsefnishöfundar og sveitarfélög. PISA mælir ekki eingöngu árangur nemenda heldur gefur vísbendingar um aðstæður til náms og kennslu.

Samkvæmt hæfniprepum PISA teljast eðlilegar framfarir nemenda vera um 30 stig á ári. Þegar rúnt er í þekkingarsvið læsis á náttúruvísindi má sjá að íslensku nemendurnir eru einu til tveimur árum á eftir jafnöldrum sínum í Noregi, Svíþjóð og Danmörku í eðlis- og efnafræði. Þá benda niðurstöðurnar til þess að læsi íslenskra unglinga virðist slakast og að þeim hafi farið mest aftur á þekkingarsviði jarðvísinda og stjörnufræði (e. earth and space). Fjöldi ríkja sem sýnir marktækt hærrí árangur á sviði jarðvísinda og stjörnufræði en Ísland fer úr 16 ríkjum árið 2006 í 26 ríki árið 2016. Í niðurstöðum PISA 2006 kom þáttur jarðvísinda einna skást út af þekkingarsviðunum og því birtast hér teikn um allnokkra breytingu. Með hliðsjón af sterkri stöðu kennslubóka í íslensku skólustarfi (Gerður G. Óskarsdóttir, 2014; Vilji og veruleiki, 2007) er nærtækast að spyrja um tilvist kennslubóka á sviði jarðvísinda og stjörnufræði fyrir unglinga og hvort þær séu í takt við áherslur aðalnámskrár og mælingar sem PISA 2015 snerust um. Þá má einnig beina sjónum að undirbúningi kennara til kennslu á þessu sviði og hvort mæling PISA á sviði jarðvísinda og stjörnufræði hafi breyst það mikið að slíkt skýri þessa breytingu.

#### Stuðningur og endurgjöf

Rannsóknir á skólaþróun og hvers konar stuðning kennarar telja árangursríkan benda til þess að kennarar vilji endurgjöf og leiðsögn við rúni í eigið starf (Auður Pálsdóttir, 2014). Þetta birtist skýrt í TALIS-rannsókninni frá 2013 sem er alþjóðleg samanburðarrannsókn á starfsaðstæðum, viðhorfi og kennsluháttum kennara og skólustjóra. Niðurstöður TALIS 2013 benda til að kennarar á Íslandi fái endurgjöf um færri atriði og frá færri aðilum en tíðkast í þáttökulöndunum að meðaltali (Ragnar F. Ólafsson, 2014).

Íslenskir nemendur sem svöruðu PISA 2015 upplifa stuðning kennara sinna í meira mæli en nemendur á hinum Norðurlöndunum og eru í hópi þeirra sem hafa einna mesta trú á eigin getu í náttúruvísindum, en sýna lang slakastan árangur í námi í norrænum samanburði. Í mælingum PISA 2015 felst *stuðningur* í að nemendur upplifa að námi þeirra sé sýndur áhugi, þeir fá aukaaðstoð ef þarf og fái að tjá skoðanir sínar. *Endurgjöf*, samkvæmt mælingum PISA 2015, felur hins vegar í sér að kennari segir nemanda hvernig hann/hún stendur sig í námi, hvar styrkleikarnir liggi, á hvaða sviðum nemandinn geti bætt sig og hvernig hann geti farið að því. Í niðurstöðum PISA 2015 birtist því mótsögn sem felur í sér að nemendur upplifa mikinn stuðning náttúrufræðikennara sinna, hafa mikla trú á eigin getu en upplifa litla endurgjöf um hvernig þeir standa sig í náminu. Upplifun íslenskra nemenda bendir til að hér þurfi að bregðast ákveðið við.

Í samantektum á rannsóknum um hvers konar endurgjöf eykur árangur nemenda kemur fram að leiði endurgjöfin ekki til þess að minnka bilið milli þess sem stefnt er að (markmiðið) og þess sem nemandinn getur (staða í námi) eru nemendur líklegir til að ofmeta eigin hæfni eða tileinka sér yfirborðskennnda nálgun viðfangsefna (Hattie og Timperley, 2007).

Við nánari rúni í TALIS 2013 og PISA 2015 virðist hefð fyrir endurgjöf og stuðningi í kjölfar hennar takmörkuð hér á landi. Virðist þá skipta litlu hvort um er að ræða endurgjöf til nemenda um árangur þeirra og stöðu í námi eða endurgjöf til kennara um hvernig gengur. Kallar þetta á frekari rannsóknir á endurgjöf til nemenda frá kennurum og skráningu á framförum og úrvinnslu slíkra gagna.

Þá þarf að rannsaka hvers konar stuðning er vænlegt að veita kennurum sem efli þá í þessu hlutverki.

#### Næstu skref

Það er gömul saga og ný að ef efla eigi náttúrufræðikennslu þurfi að draga úr áherslunni á miðlun upplýsinga og beina sjónum að orðaforða og lesskilningi nemenda og gefa þeim færi á að öðlast reynslu af því sem námsbækur kynna (Hafþór Guðjónsson, 2011). En ef marka má vísendingar þær sem birtast í gögnum PISA 2015 um stöðu læsis 15 ára unglunga í náttúruvísindum á Íslandi þarf að horfa til nokkurra þátta.

Í samantekt um Vilja og veruleika (2007) kom fram að ef efla á nám nemenda í náttúrufræði þarf kennarinn að fá þann stuðning sem hann þarf til að kenna á skilvirkan og áhrifamikinn hátt. Ef kennarinn er óöruggur eða telur eitthvað hindra það að hann nái sem mestu og bestu úr samverutímum með nemendum er það ekki bara mál hans, heldur einnig mál skólans og sveitarfélagsins. Ef kennarann vantar þekkingu og reynslu og trú á eigin getu til að kenna náttúrufræði má færa fyrir því rök að réttur nemenda til náms sé skertur og því þurfi allir að taka saman höndum um að leita úrbóta eftir því sem aðstæður leyfa. Gæði skólastarfs standa og falla með þeim náms- og kennsluskilyrðum sem nemendum og kennurum er boðið upp á.

#### Efla þarf orðaforða og lesskilning unglunga

Ef íslensku nemendurnir eru bornir saman við jafnaldra sína á Norðurlöndunum kemur í ljós að þeir eru slakastir í öllum undirþáttum læsis á náttúruvísindi og sýnu slakastir í að útskýra fyrirbæri á vísindalegan hátt. Til að greina orsakir þess hljóta spjótin að beinast að orðaforða og lesskilningi nemenda. Slakur orðaforði hamlar nemendum í námi enda er hann mikilvægur áhrifaþáttur þegar kemur að slökum lesskilningi (Freyja Birgisdóttir, 2016). Þá er minnkandi áhugi á náttúrufræði m.a. rakinn til þess að nemendur eigi stöðugt erfiðara með námið því orðaforði og málskilningur er slakur og margir nemendur vanbúnir að afla sér frekari þekkingar á þessu sviði (Hafþór Guðjónsson, 2008, 2011; Ólafur Örn Pálmarrsson, 2011). Til að forðast yfirborðsnálgun og efla djúpan lesskilning benda rannsóknir til svo ekki verður um villst að efla þurfi hærra stigs

orðaforða nemenda og beita þurfi lesskilningsaðferðum í öllum námsgreinum (Sigríður Ólafsdóttir, 2015).

Í þessu ljósi verður í rannsóknum að beina sjónum að kennsluháttum í náttúrugreinum og með hvaða hætti þær stuðli að hærra stigs orðaforða nemenda. Þá verða kennarar, fræðimenn og yfirvöld menntamála að sameinast um að efla faglegt starfsumhverfi náttúrufræðikennara og leggja áherslu á leiðir sem auka orðaforða og lesskilning nemenda.

#### Styrkja þarf endurgjöf til nemenda

Í aðalnámskrá grunnskóla frá 2011 segir að megin-tilgangur námsmats sé að veita leiðbeinandi upplýsingar um námið og að hve miklu leyti markmiðum þess hefur verið náð (mennta- og menningarmálaráðuneyti, 2011). Námsmatið á því að snúast um að fylgjast með því hvernig nemendum tekst að ná almennum hæfniviðmiðum aðalnámskrár og stuðla að námshvatningu nemenda og örva þá til framfara, en líka gefa mynd af því hvaða aðstoð þeir þurfa. Ef horft er til þeirrar mótsagnar sem birtist í niðurstöðum PISA 2015 um mikla trú íslenskra nemenda á eigin hæfni og að þeir sýni slakastan árangur á Norðurlöndunum þarf að rannsaka hvers konar endurgjöf nemendur fá í náttúrufræðinámi sínu. Spyrja þarf hvort endurgjöfin sé líkleg til að gefa nemandanum raunsæja mynd af eigin stöðu og þannig auka líkur á árangri, en minnka líkur á ofmati á eigin stöðu og hættu á yfirborðsnálgun í námi.

Í þessu ljósi mætti horfa til Noregs, Svíþjóðar og Danmerkur en niðurstöður PISA 2015 benda til að hlutafall í efstu hæfniprepum hjá þeim hækki í læsi á náttúruvísindi frá 2006 og væri fróðlegt að vita hvað þeir hafa gert og hvernig sem skýrt gæti þessa jákvæðu þróun þar.

#### Styðja þarf kennara í að veita nemendum endurgjöf um árangur

Þegar skipuleggja á þróun skólastarfs í tiltekna átt þarf að hafa skýrt í huga að breytingar taka tíma og ekki er nóg að leggja fram stefnu heldur þarf slíkri stefnu að fylgja stuðningur og endurgjöf um hvernig gengur með reglulegum hætti. Ábyrgð á breytingum og endurgjöf um hvernig þær ganga liggur því bæði hjá þeim sem skipuleggja skólstarfið utan og innan skólastofunnar.

Hafa þarf í huga að breytingar sem eiga að stuðla að bættu námi nemenda í náttúrufræði eru samofnar úr mörgum þráðum. Með því að gera breytingar á einum þræði getur það kallað á eða valdið hindrunum í öðrum. Ef efla á og styðja náttúrufræðikennara er þannig ekki nóg að beina sjónum að ytri þáttum eins og aðbúnaði til náttúrufræðikennslu (tækjum og tólum), tímaramma og námsgögnum, heldur þarf einnig að hafa til hliðsjónar innri þætti eins og þekkingu, færni og viðhorf náttúrufræðikennara (Allyson Macdonald, Auður Pálsdóttir og Meyvant Þórólfsson, 2007). Ekki er nóg að setja fram niðurstöður þess að hve miklu leyti nemendur hafi náð tilteknum hæfni- viðmiðum námskrár heldur þarf að varða leiðina milli þess sem nemandi getur og þess sem stefnt er að. Með slíkum vörðum og viðeigandi endurgjöf um stöðuna á hverjum stað má styðja hvern og einn til aukins þroska og framfara.

Skipuleggja þarf (sí)menntun kennara á sviði endurgjafar til nemenda í námi náttúrugreina og í kjölfarið veita kennurum stuðning sem geri þeim kleift að skoða hvort og hvers konar nám hefur átt sér stað hjá nemendum. Markmið slíkrar (sí)menntunar yrði ávalt að styrkja menningu fjölbreyttrar endurgjafar í skólastarfi svo nemendur og kennarar fái vandaðar upplýsingar um hvað gengur vel og hvar megi breyta.

#### Gefa þarf út námsefni og kennsluleiðbeiningar með tillögum að endurgjöf um stöðu nemenda í námi

Ef efla á nám nemenda í náttúrufræði í grunnskólum benda rannsóknir til þess að styrkja þurfi stuðning við kennara, sérstaklega í ljósi þess að margir þeirra sem kenna náttúrugreinar á mið- og unglíngastigi í íslenskum grunnskólum hafa takmarkaða sérþekkingu á því sviði náttúrufræða umfram það sem þeir lögðu stund á í framhaldsskóla, eða sérmenntunar á sviði kennslufræði náttúrufræða (Vilji og veruleiki, 2007).

Í ljósi þess að áhrif kennslubóka á skólastarf eru mikil og fá teikn á lofti um að það breytist mikið þarf að tryggja nemendum námsefni og kennurum kennsluleiðbeiningar sem fela í sér skýrar tillögur um námsmat er veiti nemendum endurgjöf um stöðu sína í námi með hliðsjón af hæfni- viðmiðum aðalnámskrár.

Með hliðsjón af slakri stöðu íslenskra unglíngastigi á sviði jarðvísinda og stjörnufræði þarf að kortleggja hvaða námsefni eða önnur námsgögn standa nemendum og kennurum til boða á því sviði. Í ljósi þeirra niðurstæðna þarf að bæta úr þar sem skórinn kreppir. Viðfangsefni náttúrugreina á unglíngastigi má finna í ýmiskonar námsefni, t.d. frá Menntamálastofnun (áður Námsgagnastofnun). Í kennslubókum, kennsluleiðbeiningum og rafrænu efni er gjarnan hvatt til notkunar fjölbreyttra kennsluaðferða og námsmats, gjarnan með almennum tillögum um hvaða hátt mætti hafa á því. Hins vegar geta slíkar leiðbeiningar reynst haldlitlar fyrir kennara þegar kemur að því að útfæra endurgjöf sína til nemenda um hvernig þeir standa í námi í náttúrugreinum.

Því þarf að gefa út og/eða endurskoða þær kennsluleiðbeiningar sem til eru með námsefni sem notað er svo tryggt sé að þær hafi ríkulegar tillögur um endurgjöf til nemenda um stöðu þeirra í námi.

#### Styrkja þarf teymiskennslu og styðja unglíngastigi kennara

Þegar horft er fram á við og hafðar í huga rannsóknir á kennsluháttum sem eru árangursríkir og hafa sýnt að efla nám nemenda virðist gagnlegt að efla teymiskennslu kennara og áhrif nemenda á nám sitt enn frekar (Ingvar Sigurgeirsson, Amalía Björnsdóttir, Gunnhildur Óskarsdóttir og Kristín Jónsdóttir, 2014, OECD, 2016). Vísbendingar um að teymiskennsla skili auknum árangri nemenda og efla fagmennsku kennara má finna í vaxandi mæli í rannsóknnum á skólastarfi. Virðist ekki skipta máli hvort litið er til almennrar bekkjarkennslu (Ronfeldt, Farmer, McQueen, og Grissom, 2015), kennslu í náttúrufræði (Bolaji og Adesina, 2011) eða kennslu á efri stigum mennta- kerfsins (Leavitt, 2006). Þá benda rannsóknir til þess að teymiskennsla geri kröfu um eflingu fagmennsku og feli í sér starfshætti sem eru kennurum hvatning (Sandholtz, 2000).

Í umfangsmikilli samantekt OECD (2016) á hvaða þættir efla fagmennsku kennara er byggt á ítarlegri rýni í niðurstöður TALIS 2013. Niðurstöður greiningarinnar benda til að jákvæð tengsl séu milli fagmennsku kennara og aukinnar ánægju kennara, sérstaklega þegar stuðningur við þá er á forni aukinnar fagþekkingar eða aukins sam-



starfs kennara innan og milli skóla. Því sé mikilvægt að veita kennurum stuðning sem eflir fagmennsku þeirra.

Í skýrslu OECD (2016) er fagmennska kennara skilgreind á þrenns konar grunni. Hún er sú *þekking* og *færni* sem kennarar þurfa að búa yfir og þeir *starfshættir* sem þeir þurfa að ástunda til að verða árangursríkir í starfi. Í tillögum til stefnumótunaraðila er í skýrslunni lögð áhersla á að veita kennurum beinan stuðning til símenntunar og þróunar þekkingar sinnar. Koma þurfi á kerfisbundnum stuðningi við samstarfsnet kennara innan og milli skóla sem veiti kennurum endurgjöf um starf þeirra, bjóði námstækifæri og stuðning við innleiðingu, handleiðslu og jafningjasamstarf. Í skýrslu OECD (2016) í umræðu um forgangsröðun verkefna kemur fram að beina þurfi stuðningi við fagmennsku kennara fyrst þangað sem þörfin er mest. Útskýrt er hvernig faglegir starfshættir virtust verða meira áberandi eftir því sem nemendur væru yngri. Er það í samræmi við niðurstöður Starfsháttarannsóknarinnar (Ingvar Sigurgeirsson, Amalía Björnsdóttir, Gunnhildur Óskarsdóttir og Kristín Jónsdóttir, 2014). Í þessu ljósi þyrfti því fyrst að efla stuðning við fagmennsku kennara unglinga (í grunn- og framhaldsskólum) því stuðningurinn þar hefði mest áhrif á árangur nemenda. Þar skiptir kennslufræði faggreina miklu því ekki er nóg að kennari á eldri stigum hafi góða þekkingu í faggrein (e. content knowledge) heldur þurfi hann þekkingu og færni á kennslufræði faggreinarinnar (e. pedagogical content knowledge) til að skapa nemendum aðstæður til árangursríks náms (OECD, 2016).

Ef auka á teymiskennslu og efla fagmennsku kennara unglinga í náttúrufræðum þarf að skipuleggja starfsþróunartilboð þeim til handa sem gerir þeim kleift að stunda starfsþróunina á starfstíma skóla, samhliða starfi svo þeir geti þrætt það sem rætt og lært er um í starf sitt jafnóðum.

### Samantekt

Rannsóknir á skólastarfi benda eindregið til þess að notkun upplýsinga um og úr skólastarfi eflir kennara og trú þeirra á eigin getu og stuðli að meiri árangri nemenda. Því er mikilvægt að tryggja kennurum vettvang til samstarfs og aðgengi þeirra að upplýsingum og endurgjöf um hvernig gengur.

Niðurstöður PISA 2015 á læsi á náttúruvísindibenda til svo ekki verður um villst að íslenskir nemendur þurfa stuðning til að efla orðaforða sinn og lesskilning á náttúrufræðitextum. Efla þarf endurgjöf til nemenda um stöðu sína í námi og styðja kennara í að veita endurgjöf. Þarf slík endurgjöf að hjálpa nemendum að öðlast meðvitund um hæfni þá sem þeir búa yfir og veita þeim upplýsingar sem varða leiðina til aukins árangurs. Í þessu ljósi er mikilvægt að þróa enn frekar íslenska menningu um endurgjöf og stuðning til kennara.

### Heimildaskrá

- Allyson Macdonald, Auður Pálsdóttir, & Meyvant Þórólfsson. (2007). *Changing constraints on science teaching activity in Icelandic schools*. Grein kynnt á ráðstefnu Evrópsku samtakanna um rannsóknir á náttúrufræðimenntun [European Science Education Research Association, ESERA] í Malmö, ágúst 2007. Sótt af <http://naserv.did.gu.se/ESERA2007/pdf/270C.pdf>
- Auður Pálsdóttir. (2014). *Sustainability as an emerging curriculum area in Iceland. The development, validation and application of a sustainability education implementation questionnaire* (Doctoral dissertation). University of Iceland, Reykjavík.
- Bolaji, O. A., & Adesina, A. E. (2011). Reforming basic science teaching and learning in primary schools through mutual team teaching: A study of Oyo East Local Government Area of Oyo State. *International Journal of Academic Research in Business and Social Sciences*, 1(3), 456–466.
- Gerður G. Óskarsdóttir (ritstjóri). (2014). *Starfshættir í grunnskólum við upphaf 21. aldar*. Reykjavík: Háskólaútgáfan.
- Freyja Birgisdóttir. (2016). Orðaforði og lestrarfærni. Tengsl við gengi nemenda í lesskilningshluta PISA. *Netla – Vef tímarit um uppeldi og menntun*. Sótt af [http://netla.hi.is/serrit/2016/um\\_laesi/04\\_16\\_laesi.pdf](http://netla.hi.is/serrit/2016/um_laesi/04_16_laesi.pdf)

- Hattie, J., & Timperley, H. (2007). The power of feedback. *Review of Educational Research*, 77(1), 81–112.
- Hafþór Guðjónsson. (2008). PISA, læsi og náttúrufræðimenntun. *Netla – Vef tímarit um upphældi og menntun*. Sótt af <http://netla.hi.is/greinar/2008/015/>
- Hafþór Guðjónsson. (2011). Að verða læs á náttúrufræðitexta. *Netla – Vef tímarit um upphældi og menntun*. Sótt af <http://netla.hi.is/greinar/2011/ryn/004.pdf>
- Ingvar Sigurgeirsson, Amalía Björnsdóttir, Gunnhildur Óskarsdóttir og Kristín Jónsdóttir. (2014). Kennsluhættir. Í Gerður G. Óskarsdóttir (ritstjóri). *Starfshættir í grunnskólum við upphaf 21. aldar*. Bls. 113–158. Reykjavík: Háskólaútgáfan.
- Leavitt, M. (2006). Team teaching: Benefits and challenges. *Newsletter, The center for teaching and learning, Stanford University*, 16(1), 1–4.
- Mennta- og menningarmálaráðuneytið. (2011). *Aðalnámskrá grunnskóla. Almennur hluti*. Sótt af <https://www.menntamalaraduneyti.is/utgefid-efni/namskrar/adalnamskra-grunnskola>
- Mennta- og menningarmálaráðuneytið. (2013). *Aðalnámskrá grunnskóla. Greinasvið*. Sótt af <https://www.menntamalaraduneyti.is/utgefid-efni/namskrar/adalnamskra-grunnskola>
- Meyvant Þórólfsson, Allyson Macdonald & Eggert Lárusson. (2007). Sýn fimm grunnskólakennara á nám í náttúruvísindum. *Tímarit um menntarannsóknir*, 4, 83–99.
- OECD (2016). *Supporting teacher professionalism. Insights from TALIS 2013*, Paris: OECD Publishing. Sótt af [http://www.keepeek.com/Digital-Asset-Management/oeecd/education/supporting-teacher-professionalism\\_9789264248601-en#page125](http://www.keepeek.com/Digital-Asset-Management/oeecd/education/supporting-teacher-professionalism_9789264248601-en#page125)
- Ólafur Örn Pálmarsson. (2011). *Skýrsla um náttúrufræðináms og læsi*. Reykjavík: Menntasvið Reykjavíkur. Sótt af <http://lesvefurinn.hi.is/node/169>
- Ragnar F. Ólafsson. (2014). *TALIS 2013: Starfsaðstæður, viðhorf og kennsluhættir kennara og skólustjóra á Íslandi í alþjóðlegum samanburði*. Reykjavík: Námsmatsstofnun. Sótt af [https://rafhladan.is/bitstream/handle/10802/9567/talis\\_skyrsla\\_2014.pdf?sequence=1](https://rafhladan.is/bitstream/handle/10802/9567/talis_skyrsla_2014.pdf?sequence=1)
- Ronfeldt, M., Farmer, S. O., Mcqueen, K., & Grissom, J. A. (2015). Teacher collaboration in instructional teams and student achievement. *American Educational Research Journal*, 52(3), 475–14.
- Rúnar Sigþórsson, Anna-Lind Pétursdóttir & Þóra Björk Jónsdóttir. (2014). Nám, þátttaka og samskipti nemenda. Í Gerður G. Óskarsdóttir (ritstjóri). *Starfshættir í grunnskólum við upphaf 21. aldar*. Bls. 161–196. Reykjavík: Háskólaútgáfan.
- Sandholtz, J. H. (2000). Interdisciplinary team teaching as a form of professional development. *Teacher Education Quarterly*, 27(3), 39–54.
- Sigríður Ólafsdóttir. (2015). *The development of vocabulary and reading comprehension among Icelandic second language learners* (Doctoral dissertation). University of Iceland, Reykjavík.
- Vilji og veruleiki (2007). *Vilji og veruleiki, náttúrufræði- og tæknimenntun á Íslandi. Nokkrar niðurstöður desember 2007*. Sótt af <http://menntavisindastofnun.hi.is/raun/skrif>



## Læsi á stærðfræði

### Skilgreining

Læsi á stærðfræði (e. mathematics literacy) hefur verið metið af OECD með PISA-könnuninni á þriggja ára fresti frá árinu 2003. Í þessum kafla er fjallað um stöðu læsis á stærðfræði árið 2015 og hún borin saman við stöðuna fyrri ár. Árin 2003 og 2012 var áhersla lögð á stærðfræði og fjallaði meirihluti prófatriðanna um stærðfræði. Árin 2006 og 2009 voru aðeins fá verkefni sem mátu læsi á stærðfræði. Samanburður við 2015 er því traustari fyrir árin 2003 og 2012 en fyrir árin 2006 og 2009.

PISA-könnunin í stærðfræði beinir sjónum að því að mæla getu nemenda til að setja skipulega fram, nota og túlka stærðfræði í tengslum við margvíslega hluti. Til þess að ná árangri í PISA-könnuninni verða nemendur að geta dregið ályktanir viðvíkjandi stærðfræði og notað stærðfræðihugtök, aðferðir, staðreyndir og fleira til þess að lýsa, útskýra og spá fyrir um útmis fyrirbrigði.

Frammistaða í stærðfræði sem lýst er á þennan hátt felur meira í sér en það að geta endurfrakkallað þá kunnáttu á stærðfræðihugtökum og aðferðum sem fengin er í skóla. PISA leitast við að mæla hversu vel nemendur geta dregið ályktanir af því sem þeir vita og beitt stærðfræðikunnáttu sinni, einnig í nýjum og framandi aðstæðum. Með þetta markmið í huga byggja flestir stærðfræðihlutar í PISA á skírskotunum í daglegt líf þar sem stærðfræðigetna er forsenda þess að hægt sé að leysa ákveðin verkefni. Þær skírskotanir endurspeglast líka í því að gefnir eru möguleikar á að nota tæki á borð við reiknivél, reglustiku eða töflureikni til þess að leysa verkefni, rétt eins og gert er í daglegu lífi.

### Hæfniprep

Mikilvægur mælikvarði á frammistöðu nemenda, auk stigakvarðans, er hlutfallsleg skipting þeirra á fyrirfram skilgreind hæfniprep. Það getur gefið mikilsverðar upplýsingar að skoða dreifingu nemenda á hæfniprepin og þróun milli ára. T.d. getur lækun milli ára stafað af fjölgun á neðstu þrepum og fækkun á þeim efri en hún getur líka stafað af fjölgun á neðri þrepum þótt einnig hafi fjölgað í hæstu hæfniprepum. Slíkar upplýsingar geta verið gagnlegar við mótun aðgerðaáætlunar til eflingar stærðfræðilæsis.

Lýsingu OECD á hæfniprepum má sjá í töflu 4.1. Einnig er gagnlegt til þess að öðlast tilfinningu fyrir því hvers konar færni er krafist á hverju þrepi, að skoða dæmi og verkefni, sem nemendur spreyta sig á og veita stig á ólíkum hæfniprepum. Í töflunni má sjá nokkur dæmi sem notuð voru í PISA-könnuninni og sýnt er við hvert þeirra hversu mörg PISA stig þau gefa. Spurningarnar sjálfar eru í viðauka 1.

### Dæmi um spurningar

Tafla 4.2 sýnir fjögur verkefni með samtals 13 spurningum sem notaðar hafa verið við mat á læsi á stærðfræði í PISA og tilgreinir lágmarks-hæfniprep nemenda sem geta svarað viðkomandi spurningu rétt. Þyngd hvorrar spurningar er enn frekar skilgreind með PISA stigum sem nemandi þarf að hafa náð til að svara rétt. Þessar spurningar eru misþungar og gefa góða mynd af þeim verkefnum sem nemendur á ólíkum hæfniprepum ráða við.

### Niðurstöður

Hér er niðurstöðum lýst með samanburði við hin Norðurlöndin, OECD ríkin og önnur þáttökulönd. Útkoman nú er borin saman við eldri fyrirliagnir PISA, einkum 2003 og 2012, en þau ár var megináhersla lögð á að meta stærðfræðilæsi. Hlutfall nemenda á einstökum hæfniprepum verður sýnt, kynjamunur, ólíkir landshlutar verða bornir saman og samanburður gerður milli höfuðborgarsvæðisins, þéttbýliskjarna utan höfuðborgarsvæðisins og dreifbýlisins.

### Ísland í samanburði við Norðurlönd

Á mynd 4.1 er stærðfræðilæsi á Norðurlöndunum sýnt frá 2003 á þriggja ára fresti til ársins 2015. Árin 2003 og 2012 var megináhersla á stærðfræðilæsi. Tiltölulega fáar spurningar mátu stærðfræðilæsi árin 2006 og 2009. Áreiðanlegustu mælingarnar á stærðfræðilæsi eru því árin 2003 og 2012. Athugið að myndin sýnir endurreiknuð meðaltöl fyrir samanburð aftur í tímann út frá nýrri aðferð við útreikning sem notuð var fyrst í PISA 2015. Þessi nýja aðferð kemur til vegna ýmissa breytinga á aðferðafræði og framkvæmd 2015 sem lýst er í kafla 1 hér að framan. Mynd 4.1 sýnir þróun á læsi á stærðfræði á Norðurlöndunum frá 2003 til 2015 á þriggja ára fresti. Í skýringum er sýnd breytingin sem orðið hefur í viðkomandi landi á þessum 12 árum. Staðan fyrri ár

Tafla 4.1. Stutt lýsing á þeirri færni sem gert er ráð fyrir að nemendur á ólíkum hæfniprepum hafi á valdi sínu, vísun í dæmi um einstök verkefni á viðkomandi þrepi og lýsing á færni sem þarf til að leysa þau.

Prep	Lægri mörk preps	Lýsing á þrepi	Dæmi um spurningar sem nemendur á þrepinu geta svarað rétt
6	669	<p>Nemendur á 6. þrepi í stærðfræðiþrófi PISA geta lokið erfiðustu verkefnum með góðum árangri. Nemendur á þessu þrepi hafa stærðfræðihugsun og ályktunarhæfni á háu stigi. Þeir geta dregið ályktanir og notað upplýsingar byggðar á rannsóknum sínum og líkönum til að leysa flókin vandamál og sett þekkingu sína í tiltölulega nýtt samhengi. Þeir geta tengt saman upplýsingar með ólíka framsetningu og lagað að fjölbreyttum aðstæðum. Þessir nemendur geta beitt innsæi og skilningi ásamt því að búa yfir afburðaleikni í táknrænum og formlegum (e. symbolic and formal) stærðfræðilegum aðgerðum og tengslum til að þróa nýja nálgun og aðferðir við að takast á við nýstárlegar aðstæður.</p> <p>Nemendur á þessu þrepi geta miðlað svörum sínum nákvæmlega ásamt vangaveltum um uppgötvanir sínar, túlkanir og rök og geta útskýrt hvers vegna ákveðnum aðgerðum var beitt við að færa stærðfræðilegar þrautir úr daglegu máli yfir á stærðfræðilegt form.</p>	<p>Viðauki 1 – Dæmi: BÍLSKÚR – spurning 2 – þyngd 687</p> <p>Spurning 2 í verkefninu BÍLSKÚR er á 6. þrepi. Lausn hennar gerir kröfu um flóknari útreikninga, skilning á skýringamyndunum og þekkingu á Pypagórasarreglunni. Nemandinn þarf að átta sig á að vegna hallans á þakinu eykst flatarmál þess og að ekki sé unnt að reikna flatarmálið með því að margfalda lengd þess (6 m) með breiddinni (breiddin er 2 x 2,5 m). Nemandinn þarf að finna skáhlíð þaksins með því að beita Pypagórasarreglunni og margfalda hana með tveimur – og margfalda þá útkomu með 6. Gefin eru hlutastig þótt rangt sé reiknað ef ráða má af útreikningum að þátttakandi hafi skilið aðgerðirnar rétt. Gefið er rétt fyrir svar á tilteknu bili.</p>
5	607	<p>Á 5. þrepi geta nemendur mótað og unnið með líkөн af flóknum aðstæðum, komið auga á takmarkanir og metið forsendur. Þeir geta valið, borið saman og metið viðeigandi aðferðir við lausnir á stærðfræðiþrautum til að takast á við flókin vandamál.</p> <p>Nemendur á þessu þrepi geta unnið á skipulegan hátt með táknræn og formleg sérkenni (e. symbolic and formal) með því að nota vel þroskaða rökfærni og viðeigandi framsetningu. Þeir hefja lausnaleytið með því að hugleiða vinnu sína og geta sett skýrt fram og tjáð túlkun sína á stærðfræðilegum vandamálum og rökfærslu.</p>	<p>Viðauki 1 – Dæmi: AÐ KLÍFA MOUNT FUJI – spurning 3 – þyngd 610</p> <p>Spurning 3 í verkefninu AÐ KLÍFA MOUNT FUJI er dæmigerð fyrir þrep 5. Þarna eru ein megin-tengsl: Vegalengd sem gengin er = fjöldi skrefa sinnum meðalskreflengd. Ef nota á þessi tengsl til að svara spurningunni eru tvær hindranir: Umröðun formúlunnar (sem nemendur gera líklega óformlega frekar en formlega með því að nota skriflegu tengslin) til að hægt sé að reikna meðalskreflengd út frá vegalengd og fjölda skrefa með viðeigandi umbreytingu eininga. Í þessari spurningu var það metið sem svo að meginkraftan sé að framkvæma þessi skref.</p>
4	545	<p>Á 4. þrepi geta nemendur unnið á árangursríkan hátt með skýr líkөн af flóknum, raunverulegum aðstæðum sem geta falið í sér hindranir eða krafist þess að nemandinn dragi óbeinar ályktanir. Þeir geta valið og samþætt mismunandi framsetningar, þar á meðal táknrænar framsetningar og tengt þær beint við raunverulegar aðstæður.</p> <p>Nemendur á þessu þrepi geta rökstutt aðgerðir með nokkru innsæi í einföldu samhengi. Þeir geta byggt upp og sett fram útskýringar og rök byggð á túlkun og rökfærslu.</p>	<p>Viðauki 1 – Dæmi: HRINGHURÐ – spurning 3 – þyngd 561</p> <p>Spurning 3 í HRINGHURÐ felur í sér hlutföll og rökstuðning og er á þrepi 4. Á einni mínútu snýst hurðin 4 sinnum og opnar <math>4 \times 3 = 12</math> geira inn í innganginn sem gerir <math>12 \times 2 = 24</math> manns kleift að fara inn í bygginguna. Á 30 mínútum geta <math>12 \times 30 = 720</math> manns farið inn (þar með er rétta svarið D). Sá mikli fjöldi PISA-verkefna sem krefst útreikninga á hlutföllum undirstrikar mikilvægi þeirra í stærðfræðilæsi, sérstaklega fyrir nemendur sem hafa náð þeirri stærðfræðipekkingu sem er dæmigerð fyrir 15 ára nemendur. Margar raunverulegar aðstæður fela í sér bein hlutföll og prósentur sem, eins og í þessu tilfalli, eru oft notaðar í rökfærslu í mörgum liðum. Samræming slíkrar röksemdarfærslu krefst þess að nemandinn hugsi upp verkáætlun til að draga upplýsingarnar saman í rökraena lotu.</p> <p>Þessi spurning gerir líka nokkuð miklar kröfur til grundvallargetu í stærðfræði, sérstaklega framsetningar á vandamálum. Nemandi verður að skilja raunverulegu aðstæðurnar, kannski að sjá fyrir sér hvernig hurðin snýst, hugsa sér einn geira í einu, sem er eina leiðin fyrir fólk að komast inn í bygginguna. Þessi skilningur á raunverulegum aðstæðum gerir nemandanum kleift að vinna úr fyrirbyggjandi gögnum á réttan hátt.</p>

(tafla 4.1, framhald)

Prep	Lægri mörk preps	Lýsing á þrepi	Dæmi um spurningar sem nemendur á þrepinu geta svarað rétt
3		<p>Á 3. þrepi geta nemendur framfylgt aðgerðum sem er lýst á skýran hátt, þar á meðal þeim sem krefjast raðbundinna ákvarðana. Túlkun þeirra dugir sem grunnur að einföldu líkani eða til að velja og beita einföldum aðferðum við að finna lausn á stærðfræðilegum verkefnum.</p> <p>Nemendur á þessu þrepi geta túlkað og notað tölulega framsetningu sem byggist á upplýsingum úr ólíkum áttum. Þeir sýna venjulega getu til að fást við prósentur, brot og tugabrot og til að vinna með samband hlutfalla. Lausnir þeirra sýna að þeir hafi notað grundvallartúlkun og rökfærslu.</p>	<p><i>Viðauki 1 – Dæmi: HRINGHURÐ – spurning 1 – þyngd 512</i></p> <p><i>Spurning 1 í verkefninu HRINGHURÐ krefst færni á þrepi 3. Þessi spurning virðist einföld: Að finna 120 gráðu horn milli tveggja hurðarvængja en svör nemenda gefa til kynna að spurningin sé þó á þrepi 3. Þetta er sennilega vegna þess að spurningin krefst miðlunar upplýsinga, framsetningar og umbreytingar á stærðfræðiform ásamt sértækri þekkingu á rúmfræði hrings. Það þarf að skilja samhengi þrívíddar snúningshurða út frá skriflegum lýsingum. Það þarf líka að skilja að skýringarmyndirnar þrjár í textanum veita ólíkar tvívíddarupplýsingar um aðeins eina snúningshurð (ekki þrjár hurðir) – fyrst þvermálið, síðan áttirnar sem fólkjó fer inn og út um dymar og loks að tengja vængina sem nefndir eru í textanum við línurnar á skýringarmyndinni.</i></p>
2		<p>Á 2. þrepi geta nemendur túlkað og þekkt aðstæður í samhengi sem krefst aðeins beinnar ályktunar. Þeir geta unnið viðeigandi upplýsingar úr einni heimild og nýtt sér eina tegund framsetningar. Nemendur á þessu þrepi geta beitt grundvallarreikniriti (e. algorithms), formúlum, aðferðum eða viðteknum reglum til að leysa vandamál með heilum tölum. Þeir geta túlkað niurstöður dæma á bókstaflegan hátt.</p>	<p><i>Viðauki 1 – Dæmi: AÐ KLÍFA MOUNT FUJI – spurning 1 – þyngd 464</i></p> <p><i>Spurning 1 í verkefninu AÐ KLÍFA MOUNT FUJI krefst færni á þrepi 2. Í dæminu þarf nemandinn að reikna út fjölda opnunardaga út frá uppgæfnum dagsetningum. Síðan þarf að deila heildarfjöldi þeirra sem klífa fjallið á tímabilinu með fjölda daga til þess að finna hve margir klífa fjallið á dag á tímabilinu.</i></p>
1		<p>Á 1. þrepi geta nemendur svarað spurningum sem fela í sér talnasamband sem er vel þekkt þar sem allar viðeigandi upplýsingar eru til staðar og spurningarnar eru skýrar. Þeir geta komið auga á upplýsingar og framkvæmt rútinuadgerðir samkvæmt beinum fyrirmælum í skýrum aðstæðum. Þeir geta framkvæmt aðgerðir sem eru næstum alltaf augljósar og eru í beinu framhaldi af upplýsingum sem koma fram í texta verkefnisins.</p>	<p><i>Viðauki 1 – Dæmi: BILSKÚR – spurning 1 – þyngd 420</i></p> <p><i>Spurning 1 í verkefninu BILSKÚR er efst á þrepi 1, hvað erfiðleika snertir mjög nálægt mörkunum á þrepi 1 og 2. Nemendur sem geta leyst þetta verkefni flokkast á þrep 1 en eru nálægt mörkunum að þrepi 2. Í spurningunni þurfa nemendur að bera kennsl á byggingu aftan frá, eftir að hafa bara sé framhlið hennar. Það verður að túlka skýringarmyndina í samhengi við raunverulega staðsetningu „aftan frá“. Sumt fólk snýr hlutum í huganum, eins og í þessu verkefni, með því að nota innsæi sitt til að sjá fyrir sér rýmið. Aðrir styðjast við skýra rökfærslu. Þeir greina kannski staðsetningu margra þátta miðað við aðra (dyr, glugga, næsta horn) og útiloka valmöguleikana þannig einn af öðrum. Enn aðrir teikna myndina séða úr lofti og snúa henni svo hreinlega við. Þetta er eitt dæmi um hvernig ólíkir nemendur nota algjörlega ólíkar aðferðir við að leysa PISA-dæmi: Í þessu tilfalli er það skýr rökfærsla hjá sumum nemendum en innsæi hjá öðrum.</i></p>
Undir þrepi 1	Minna en 358	<p>Nemendur undir þrepi 1 geta mögulega leyst mjög einföld stærðfræðiverkefni, eins og að lesa einfalt gildi út úr skýringarmynd sem er skýrt merkt eða töflu þar sem merkingar samsvara orðum í kynningartextanum og spurningunni. Þannig sé valið skýrt og sambandið milli línuritsins og þess sem lýst er virðist augljóst. Einnig geta þeir leyst stærðfræðidæmi með heilum tölum með því að fylgja skýrum og greinilegum leiðbeiningum.</p>	<p><i>Viðauki 1: HVAÐA BÍLL – spurning 1 – þyngd 328</i></p> <p><i>Spurning 1 í verkefninu HVAÐA BÍLL er undir þrepi 1. Í þessu dæmi þarf nemandinn að geta fundið út hvaða bíll af fjórum mögulegum uppfyllir þrjú skilyrði sem lmyndaður kaupandi setur. Skilyrðin lúta að árgærd, uppsettu verði og hámarksfjölda ekinna kílómetra.</i></p>

Tafla 4.2. Listi yfir PISA-spurningar í viðauka 1, þýngd spurninga í PISA-stigum.

Prep	Neðri mörk preps	Spurning	Þýngd spurningar (PISA stig)
6	670	HRINGHURÐ – Spurning 2	840
		BÍLSKÚR – Spurning 2, hámarksstig	687
5	607	BÍLSKÚR – Spurning 2, hlutastig	663
		AÐ KLÍFA MOUNT FUJI – Spurning 2	642
		AÐ KLÍFA MOUNT FUJI – Spurning 3, hámarksstig	610
4	545	AÐ KLÍFA MOUNT FUJI – Spurning 3, hlutastig	591
		HRINGHURÐ – Spurning 3	561
		HVAÐA BÍLL? – Spurning 3	553
3	483	HRINGHURÐ – Spurning 1	512
		HVAÐA BÍLL? – Spurning 2	491
2	421	AÐ KLÍFA MOUNT FUJI – Spurning 1	464
1	358	BÍLSKÚR – Spurning 1	420
Undir þrepi 1		HVAÐA BÍLL? – Spurning 1	328

er borin saman við stöðuna 2015. Kassarnir eru fylltir ef staðan það árið er marktækt frábrugðin 2015 en kassarnir eru tómir ef staðan er ekki marktækt frábrugðin 2015. PISA 2006 og 2009 er sett innan sviga þar sem þau ár voru fáar stærðfræðispurningar notaðar miðað við 2015.

Ísland er hér neðst Norðurlanda árið 2015. Nokkru ofar eru Svíþjóð og Noregur. Danmörk og Finnland hafa nú nánast sama stigafjölda en um 30 stig skildu þessi tvö lönd að árið 2003. Stærðfræðilæsi í Finnlandi er mun lakara nú en það var árið 2003 og Finnland er ekki lengur langt fyrir ofan önnur Norðurlönd í stærðfræðilæsi. Á sama tíma hefur stærðfræðilæsi í Danmörku haldist nánast óbreytt.

Ekkert þáttökulanda PISA lækkar meira en Finnland á tímabilinu frá 2003 til 2015 (33 stig). Á síðustu þremur árum (frá 2012 til 2015) lækka Norðurlöndin þó ekki marktækt og þrjú þeirra bæta sig marktækt, Svíþjóð, Noregur og Danmörk.

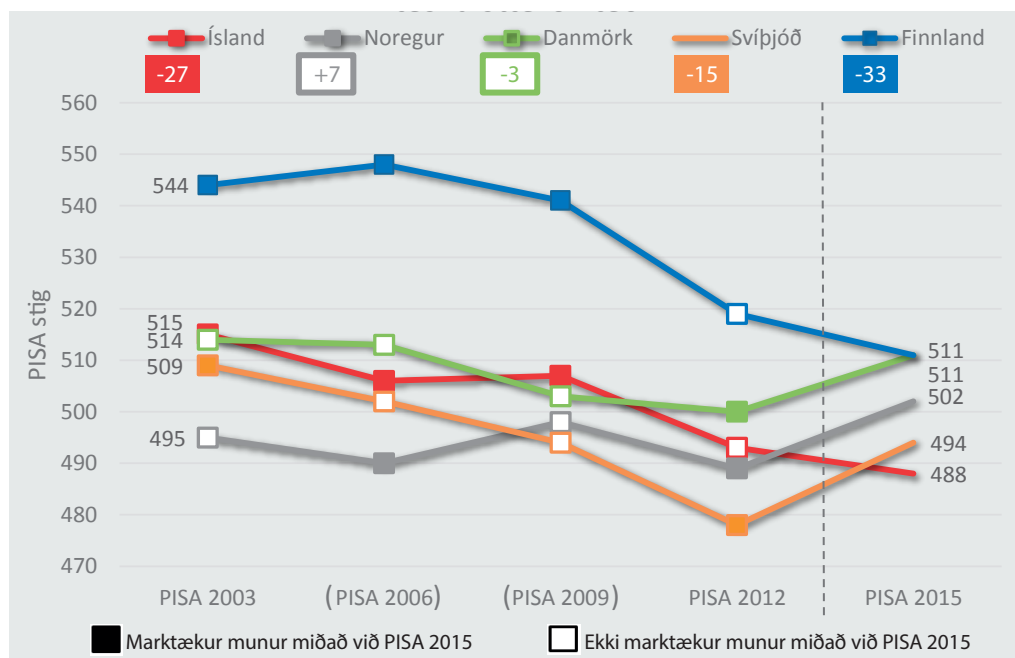
#### Alþjóðlegt samhengi: Stærðfræðilæsi í OECD og öðrum þáttökulöndum.

Áhugavert er að skoða stöðu Íslands í samhengi við OECD ríki og önnur þáttökulönd PISA. Kvarðinn á mynd 4.2 sýnir hvernig meðaltöl þáttökulanda í PISA 2015 dreifast. Þar sést að munur milli tveggja samliggjandi landa getur verið mjög misjafn. Skipta má löndum í tvo hópa eftir niðurstöðunni. OECD löndin (feitletruð) hópast í kringum OECD meðaltalið í vinstri hluta myndarinnar. Hægra megin eru flest önnur þáttökulönd.

Ísland er fyrir neðan miðju í stærðfræðilæsi í efri hópnum en þar eru nánast öll OECD ríkin. Af öllum löndunum sýnir Singapúr bestan árangur með 564 stig og Dóminíska lýðveldið er langneðst með 328 stig. Áberandi er að Asíuríki skipa efstu sjö sætin í listanum, með 524 til 564 stig.

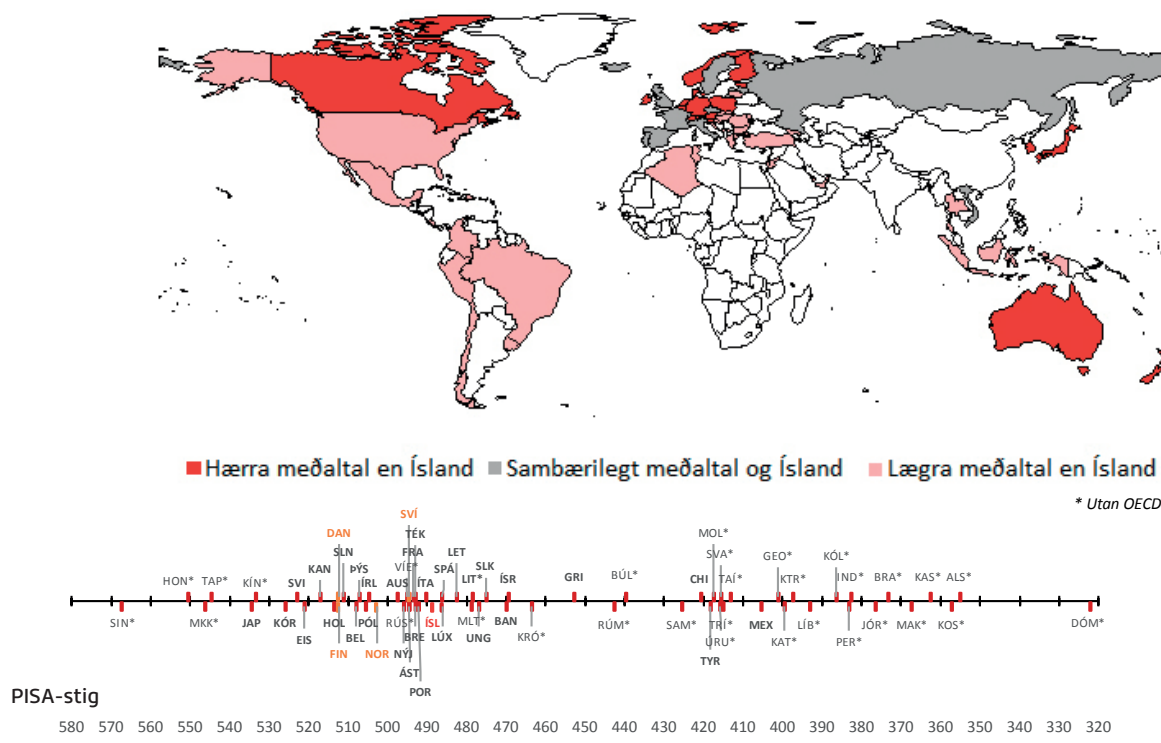
Í töflu 4.3 er sýnt stærðfræðilæsi í einstökum þáttökulöndum PISA í samanburði við Ísland, meðaltal, staðalfrávik og staðalvilla hvers lands, ásamt





Mynd 4.1. Læsi á stærðfræði á Norðurlöndum skv. PISA árið 2015 samanborið við fyrri ár ásamt stigatölu sem sýnir breytinguna í hverju landi yfir heildartímabilið. (\*Árið 2015 eru ýmsar breytingar á forsendum, fyrirlögn og tölfræði að baki mælingunni miðað við fyrri ár, þeim er lýst í kafla 1.)

### Læsi á stærðfræði



Mynd 4.2. Læsi á stærðfræði í þátttökulöndum PISA. Nöfnin á löndunum að baki skammstöfununum eru í töflu 4.3.



breytingunni í stigafjölda frá 2003 til 2015 frá 2012 til 2015. Meðaltal OECD hefur lækkað um tæp 10 stig frá 2003 en sú breyting er ekki marktæk. Staða Íslands er sú að 22 lönd eru með marktækt betri árangur í PISA en 33 lönd með lakari árangur.

Umtalsverðar framfarir milli 2003 og 2015 má sjá í

Rússlandi, Portúgal og Indónesíu eða um 26 stig. Meðal landa sem lækka mest eru Finnland (33 stig), Ástralía (30 stig), Nýja-Sjáland (28 stig) og Ísland (27 stig). Sú lækkun nemur um heilu skólaári á rúmum áratug. Á síðasta þriggja ára tímabili hefur Kórea lækkað mest (30 stig) en Katar hækkað mest (26 stig).

Tafla 4.3. Stærðfræðilæsi í þáttökulöndum PISA í samanburði við Ísland, meðaltal, staðalfrávik og staðalvilla, ásamt þróun frá 2003 til 2015 og 2012 til 2015.

	Læsi á stærðfræði					Þróun 2003-2015**		Þróun 2012-2015***	
	Staða m.v. Ísland	Meðaltal	Staðalvilla	Staðalfrávik	Staðalvilla Staðalfr.	Stig	Staðalvilla	Stig	Staðalvilla
Singapúr* (SIN)	▲	564	(1,5)	95	(0,8)			-9	(4,1)
Hong Kong* (HON)	▲	548	(3,0)	90	(1,5)	-2	(7,8)	-13	(5,6)
Makaó* (MAK)	▲	544	(1,1)	80	(1,1)	+17	(6,4)	+6	(3,8)
Taipei Kína* (TPK)	▲	542	(3,0)	103	(1,9)			-18	(5,7)
Japan (JAP)	▲	532	(3,0)	88	(1,7)	-2	(7,5)	-4	(5,9)
Kína P-S-J-G+* (KÍN)	▲	531	(4,9)	106	(2,5)				
Kórea (KÓR)	▲	524	(3,7)	100	(1,8)	-18	(7,5)	-30	(6,9)
Sviss (SVI)	▲	521	(2,9)	96	(1,6)	-5	(7,2)	-10	(5,5)
Eistland (EIS)	▲	520	(2,0)	80	(1,1)			-1	(4,6)
Kanada (KAN)	▲	516	(2,3)	88	(1,1)	-17	(6,3)	-2	(4,6)
Holland (HOL)	▲	512	(2,2)	92	(1,5)	-26	(6,8)	-11	(5,4)
Danmörk (DAN)	▲	511	(2,2)	81	(1,2)	-3	(6,6)	+11	(4,8)
Finnland (FIN)	▲	511	(2,3)	82	(1,3)	-33	(6,3)	-8	(4,7)
Slóvenía (SLÓ)	▲	510	(1,3)	88	(1,3)			+9	(4,0)
Belgía (BEL)	▲	507	(2,4)	97	(1,5)	-22	(6,5)	-8	(4,8)
Þýskaland (ÞÝS)	▲	506	(2,9)	89	(1,4)	+3	(7,1)	-8	(5,4)
Pólland (PÓL)	▲	504	(2,4)	88	(1,7)	+14	(6,6)	-13	(5,6)
Írland (ÍRL)	▲	504	(2,1)	80	(1,4)	+1	(6,5)	+2	(4,7)
Noregur (NOR)	▲	502	(2,2)	85	(1,1)	+7	(6,5)	+12	(5,0)
Austurríki (AUS)	▲	497	(2,9)	95	(1,8)	-9	(7,1)	-9	(5,3)
Nýja-Sjáland (SJÁ)	▲	495	(2,3)	92	(1,3)	-28	(6,5)	-5	(4,8)
Víetnam* (VÍE)	-	495	(4,5)	84	(2,7)			-17	(7,5)
Rússland* (RÚS)	-	494	(3,1)	83	(1,3)	+26	(7,7)	+12	(5,6)
Svíþjóð (SVÍ)	-	494	(3,2)	90	(1,7)	-15	(6,9)	+16	(5,3)
Ástralía (ÁST)	▲	494	(1,6)	93	(1,2)	-30	(6,2)	-10	(4,2)
Frakkland (FRA)	-	493	(2,1)	95	(1,5)	-18	(6,5)	-2	(4,8)
Bretland (BRE)	-	492	(2,5)	93	(1,4)			-1	(5,4)
Tékkland (TÉK)	-	492	(2,4)	91	(1,7)	-24	(7,1)	-7	(5,1)
Portúgal (POR)	-	492	(2,5)	96	(1,3)	+26	(7,0)	+5	(5,8)
OECD MEÐALTAL	-	490	(0,4)	89	(0,3)	-8	(5,7)	-5	(3,6)
Ítalía (ÍTA)	-	490	(2,8)	94	(1,7)	+24	(7,0)	+4	(5,0)
Ísland (ÍSL)	-	488	(2,0)	93	(1,3)	-27	(6,1)	-5	(4,4)
Spánn (SPÁ)	-	486	(2,2)	85	(1,3)	+1	(6,5)	+2	(4,6)
Lúxemborg (LÚX)	-	486	(1,3)	94	(1,2)	-7	(5,8)	-4	(3,9)
Lettland (LET)	-	482	(1,9)	78	(1,2)	-1	(7,0)	-8	(4,9)
Malta* (MAL)	▼	479	(1,7)	110	(1,4)				
Litháen* (LIT)	▼	478	(2,3)	86	(1,4)			0	(5,0)
Ungverjaland (UNG)	▼	477	(2,5)	94	(1,7)	-13	(6,8)	0	(5,4)
Slóvakía (SLÓ)	▼	475	(2,7)	95	(1,6)	-23	(7,1)	-6	(5,6)
Bandaríkin (BAN)	▼	470	(3,2)	88	(1,5)	-13	(7,1)	-12	(6,0)
Ísrael (ÍSR)	▼	470	(3,6)	103	(2,2)			+3	(6,9)
Krótía* (KRÓ)	▼	464	(2,8)	88	(1,6)			-7	(5,7)
Grikkland (GRI)	▼	454	(3,8)	89	(1,8)	+9	(7,8)	+1	(5,7)

(tafla 4.3, framhald)

	Læsi á stærðfræði				Þróun 2003-2015**		Þróun 2012-2015***		
	Staða m.v. Ísland	Meðaltal	Staðalvilla	Staðalfrávik	Staðalvilla	Stig	Staðalvilla	Stig	Staðalvilla
Rúmenía* (RÚM)	▼	444	(3,8)	86	(2,1)			-1	(6,4)
Búlgaría* (BÚL)	▼	441	(4,0)	97	(2,4)			+2	(6,6)
Samein. ar. furstad.* (SAM)	▼	427	(2,4)	97	(1,3)			-7	(4,9)
Chile (CHI)	▼	423	(2,5)	85	(1,4)			0	(5,3)
Tyrkland (TYR)	▼	420	(4,1)	82	(2,3)	-3	(9,7)	-28	(7,3)
Moldóva* (MOL)	▼	420	(2,5)	90	(1,5)				
Úrugvæ* (ÚRU)	▼	418	(2,5)	87	(1,7)	-4	(7,0)	+9	(5,1)
Svartfjallaland* (MON)	▼	418	(1,5)	87	(1,4)			+8	(4,0)
Trínidad og Tób.* (TÓB)	▼	417	(1,4)	96	(1,2)				
Taíland* (TAÍ)	▼	415	(3,0)	82	(1,9)	-2	(7,0)	-11	(5,8)
Mexíkó (MEX)	▼	408	(2,2)	75	(1,3)	+23	(7,1)	-5	(4,4)
Georgía* (GEO)	▼	404	(2,8)	94	(2,2)				
Katar* (KAT)	▼	402	(1,3)	99	(1,0)			+26	(3,8)
Kosta Ríka* (KOS)	▼	400	(2,5)	68	(1,4)			-7	(5,3)
Líbanon* (LÍB)	▼	396	(3,7)	101	(2,0)				
Kólumbía* (KÓL)	▼	390	(2,3)	77	(1,3)			+13	(5,1)
Perú* (PER)	▼	387	(2,7)	83	(1,4)			+18	(5,8)
Indónesía* (IND)	▼	386	(3,1)	80	(2,0)	+26	(7,5)	+11	(6,2)
Jórdanía* (JÓR)	▼	380	(2,7)	86	(2,1)			-5	(5,4)
Brasilía* (BRA)	▼	377	(2,9)	89	(1,7)	+21	(7,9)	-11	(5,0)
Makedónía* (MAK)	▼	371	(1,3)	96	(1,6)				
Túnís* (TÚN)	▼	367	(3,0)	84	(2,3)	+8	(6,8)	-21	(6,1)
Kosóvó* (KOS)	▼	362	(1,6)	75	(1,4)				
Alsír* (ALS)	▼	360	(3,0)	71	(1,5)				
Dóminíska lýðv.* (DÓM)	▼	328	(2,7)	69	(2,0)				

▲	Meðaltal tölfraðilega marktækt <b>hærra</b> en meðaltal Íslands
■	Ekki tölfraðilega marktækt ólíkt meðaltali Íslands
▼	Meðaltal tölfraðilega marktækt <b>læggra</b> en meðaltal Íslands
*	Ríki utan OECD
**	Ríki sem tóku þátt bæði árin 2003 og 2015, feitlettraðar tölur tákna marktæka breytingu.
***	Ríki sem tóku þátt bæði árin 2012 og 2015, feitlettraðar tölur tákna marktæka breytingu.
†	Fjögur svæði í Kína: Peking, Sjanghæ, Jiangsu og Guangdong

### Skipting nemenda á hæfniprep í stærðfræðilæsi árin 2003, 2012 og 2015

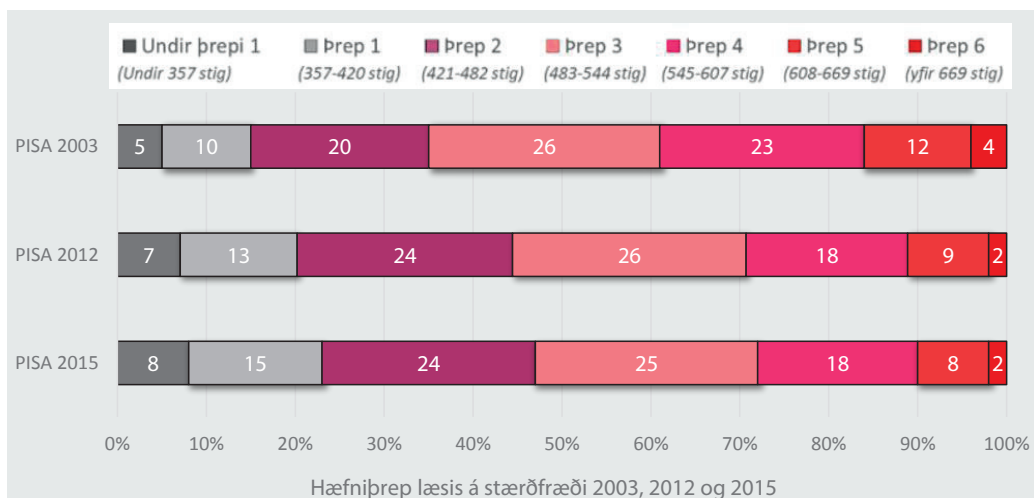
Hæfniprepin endurspeglar misjafnt stærðfræðilæsi nemenda og gagnlegt er að kanna skiptingu nemenda á hæfniprep og þróunina milli ára. Á mynd 4.3 eru árin 2003 og 2012 sýnd til samanburðar því þá var megináhersla lögð á að meta læsi á stærðfræði og þær mælingar því traustar fyrir slíkan samanburð en árin 2006 og 2009 voru aðeins notaðar 20 spurningar til að meta stærðfræði og samanburður við 2015 á hæfniprepa-skiptingu því ónákvæmur.

Á tímabilinu frá 2003 til 2012 fækkaði verulega í efstu þrepunum. Til dæmis fækkaði um helming í efsta þrepi. Á sama tíma fjölga í 1. þrepi (úr 10% í 13%) og í hópi þeirra sem ekki ná þrepi 1 (úr 5% í

7%). Minni breytingar verða milli áronna 2012 og 2015 eins og vænta má, enda styttra tímabil. Fjöldinn í efstu þremur þrepunum (þrepum 4, 5 og 6) helst nokkuð óbreyttur frá 2012 en þriggja prósentustiga fjölgun verður samtímis á þrepi 1 og þar fyrir neðan.

### Samanburður stærðfræðilæsis á Íslandi eftir búsetu og þróun milli áronna 2003, 2012 og 2015.

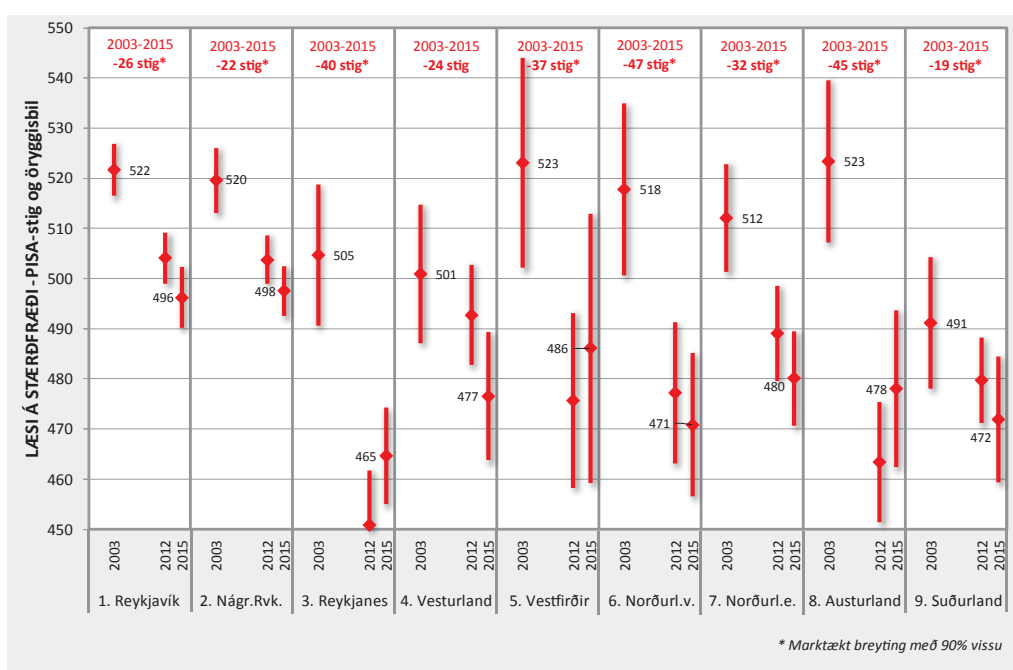
Ástæða er til þess að bera saman stærðfræðilæsi í ólíkum landshlutum til þess að komast að því hvort staðan sé hin sama um landið allt. Hér er stuðst við eldri landshlutaskiptingu til samanburðar við fyrri greiningar en hún hefur verið notuð frá fyrstu mælingu árið 2003 og gefur ágæta mynd af því hvernig stærðfræðilæsi hefur þróast í landinu.



Mynd 4.3. Skipting nemenda á hæfniprep í læsi á stærðfræði á Íslandi árin 2003, 2012 og 2015.

Líkt og með hæfniprepin að ofan eru eingöngu árin 2003 og 2012 sýnd á mynd 4.4 til samanburðar við árið 2015 því þau árin var megináhersla lögð á að meta stærðfræðilæsi. Öryggismörk í kringum meðaltölin eru einnig birt til að undirstrika að mikil óvissa er í mati á svo fámennum hópum jafnvel þau ár sem megináhersla var á stærðfræðilæsi.

Lóðréttu strikin á myndinni við hvern punkt sýna 90% vikmörk viðkomandi meðaltals. Með 90% vissu er hægt að segja að meðaltalið sé á því bili sem strikið sýnir en meðaltalið sem er gefið er líklegasta gildið. Því fámennari sem hópurinn er að baki meðaltalinu því meiri óvissa er í áætluðu gildi hópsins.

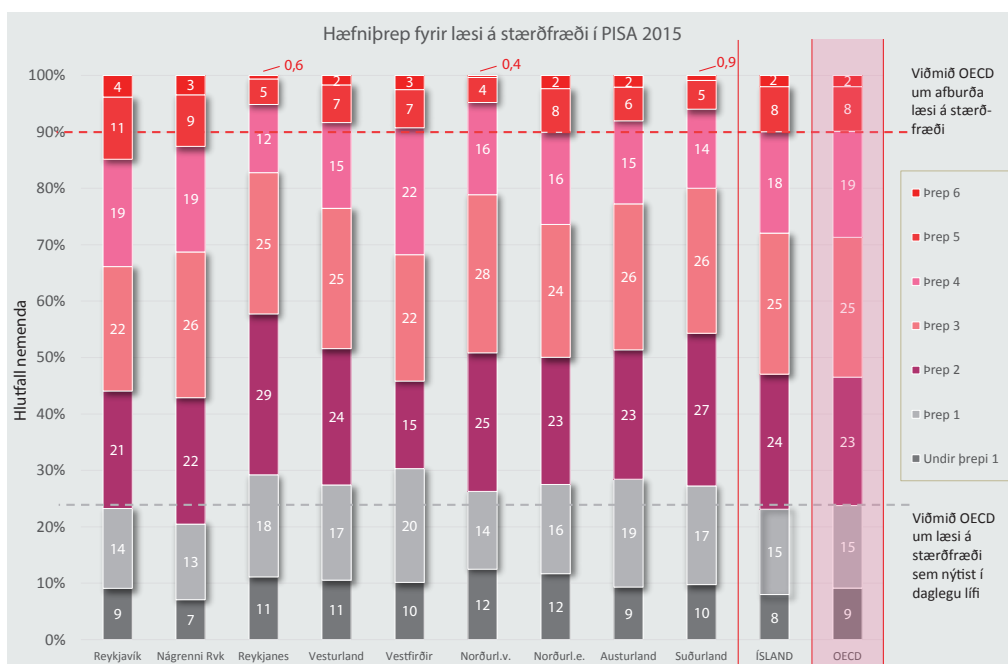


Mynd 4.4. Læsi á stærðfræði í níu landshlutum árin 2003, 2012 og 2015, ásamt stigatölu sem sýnir breytinguna í hverjum landshluta yfir heildartímabilið.

Í öllum landshlutum lækkar frammistaðan umtalsvert á árabílinu frá 2003 til 2015. Lækkunin er minnst á Suðurlandi (18 stig) og á höfuðborgarsvæðinu (22 og 25 stig) og ekki marktæk á Vesturlandi. Í þremur landshlutum virðist örlítill viðsnúningur til batnaðar eiga sér stað milli ára 2012 til 2015, þó ekki alltaf marktækur. Þetta

gerist á Reykjanesi, Vestfjörðum og á Austurlandi. Í heildina spannar lækkunin frá 2003 til 2015 mest 46 stig, á Norðurlandi vestra.

OECD lítur svo á að 30 stig samsvari almennt framförum nemenda á einu skólaári (sjá nánar í kafla 1). Lækkunin í stærðfræðilæsi nemur því



Mynd 4.5. Skipting nemenda á hæfniprep í læsi á stærðfræði árið 2015 í níu landshlutum, á Íslandi í heild og í OECD ríkjum að meðaltali.

sem svarar hálfu skólaári á Suðurlandi upp í u.þ.b. eitt og hálfu skólaár á Norðurlandi vestra og á Austurlandi.

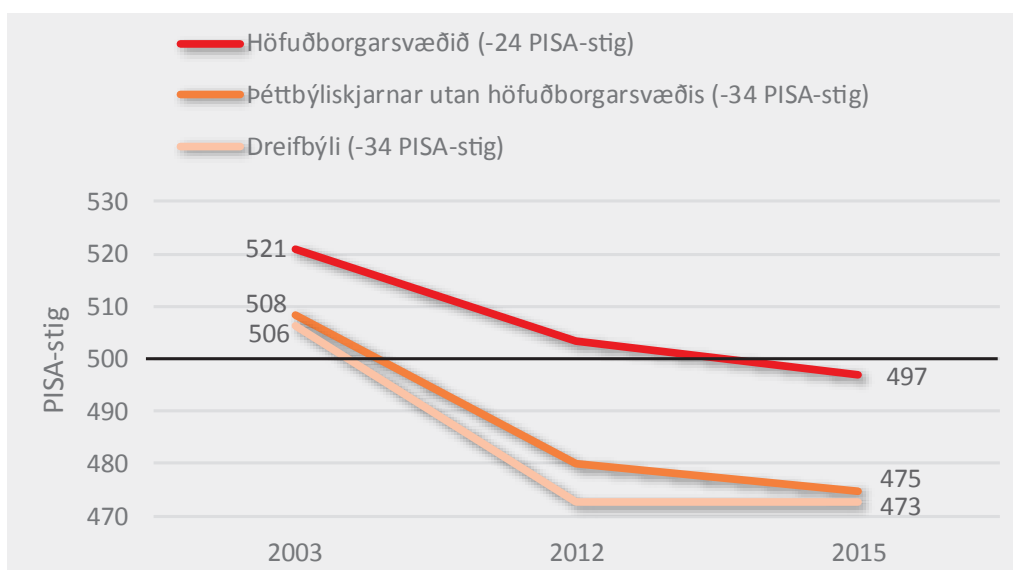
Á mynd 4.5 er sýnd hæfniprepaskipting nemenda í stærðfræðilæsi í landshlutunum níu árið 2015.

Samanburður við önnur OECD ríki sýnir að hlutfallslegur fjöldi nemenda á efstu þrepum er meiri í Reykjavík og í nágrenni Reykjavíkur en í OECD ríkjum að meðaltali. Svipaða sögu má segja af neðstu þrepunum, þar standa Reykjavík og nágrenni Reykjavíkur jafnfætis eða betur en OECD lönd að meðaltali, með hlutfallslega færri nemendur þar. Í landshlutum utan höfuðborgarsvæðisins eru hins vegar fleiri nemendur á lægri þrepum og færri á efstu þrepum. Vandinn er því

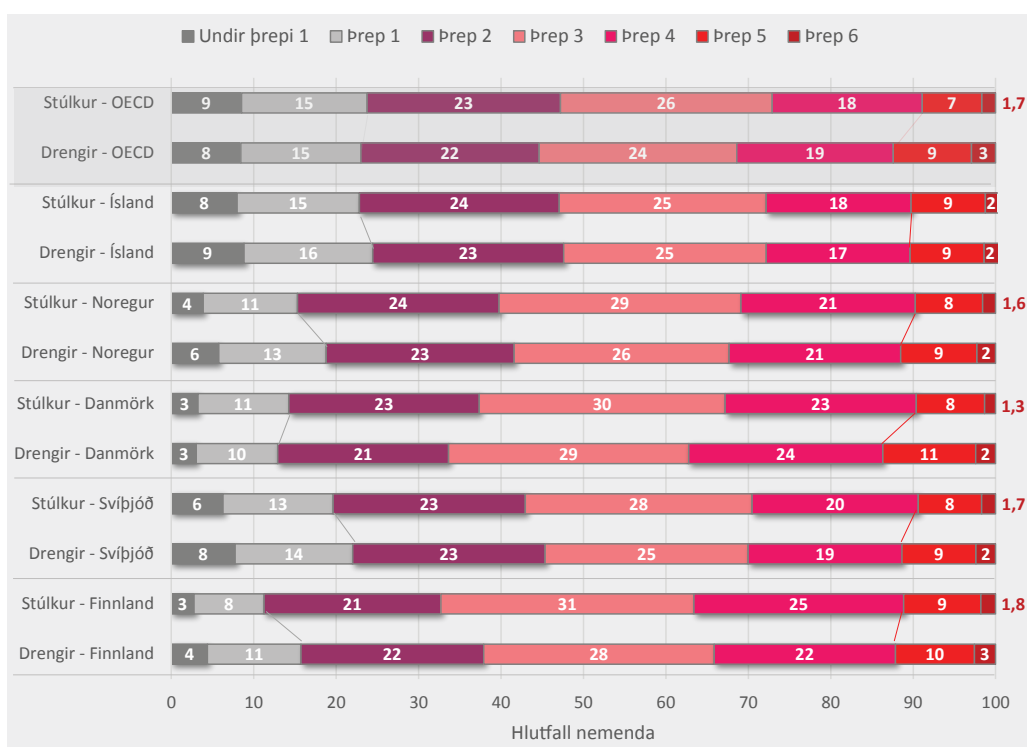
áberandi meiri utan höfuðborgarsvæðisins í stærðfræðilæsi.

Á mynd 4.6 er stærðfræðilæsi borið saman milli höfuðborgarsvæðisins, þéttbýliskjarna utan Reykjavíkur og dreifbýlis árin 2003, 2012 og 2015 (sjá nánar um skiptingu í þessa flokka í viðauka 3).

Höfuðborgarsvæðið er svipað meðaltali OECD árið 2015 en þéttbýliskjarnar utan höfuðborgarsvæðis og dreifbýlið eru umtalsvert neðar en meðaltal OECD. Það er athyglisvert að lækkunin á stærðfræðilæsi er minnst á höfuðborgarsvæðinu en 10 stigum meiri í þéttbýliskjörnum utan höfuðborgarsvæðis og í dreifbýli. Lækkunin samsvarar tæpu skólaári á höfuðborgarsvæðinu en rúmlega skólaári utan þess.



Mynd 4.6. Læsi á stærðfræði á höfuðborgarsvæðinu, í þéttbýliskjörnum utan höfuðborgarsvæðisins og í dreifbýli árin 2003, 2012 og 2015 og breyting á tímabilinu í heild.



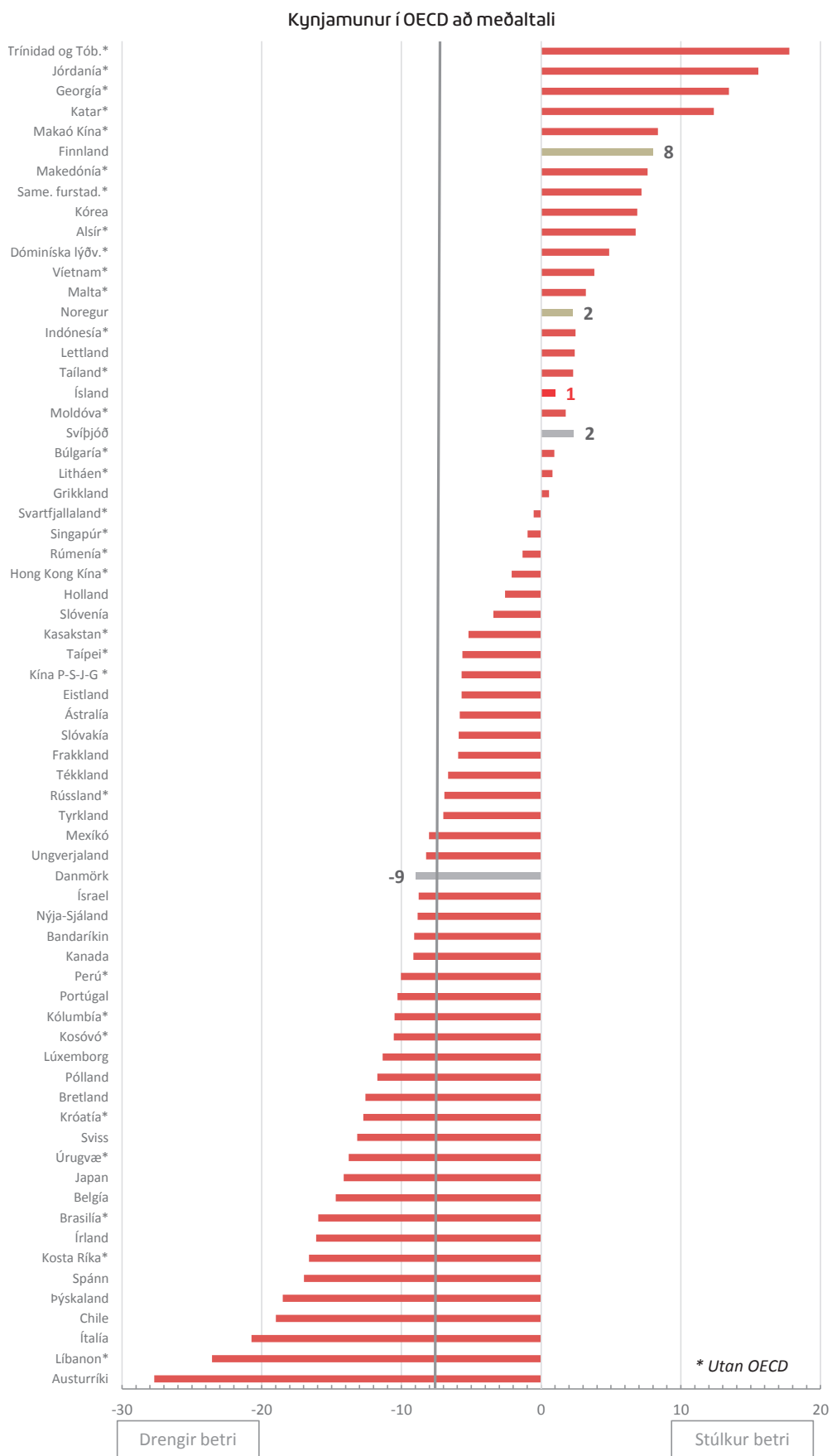
Mynd 4.7. Hlutfall stúlkna og drengja á hverju hæfniprepi læsis á stærðfræði á Norðurlöndum í samanburði við meðaltal OECD ríkjanna í PISA 2015.

#### Kynjamunur í læsi á stærðfræði

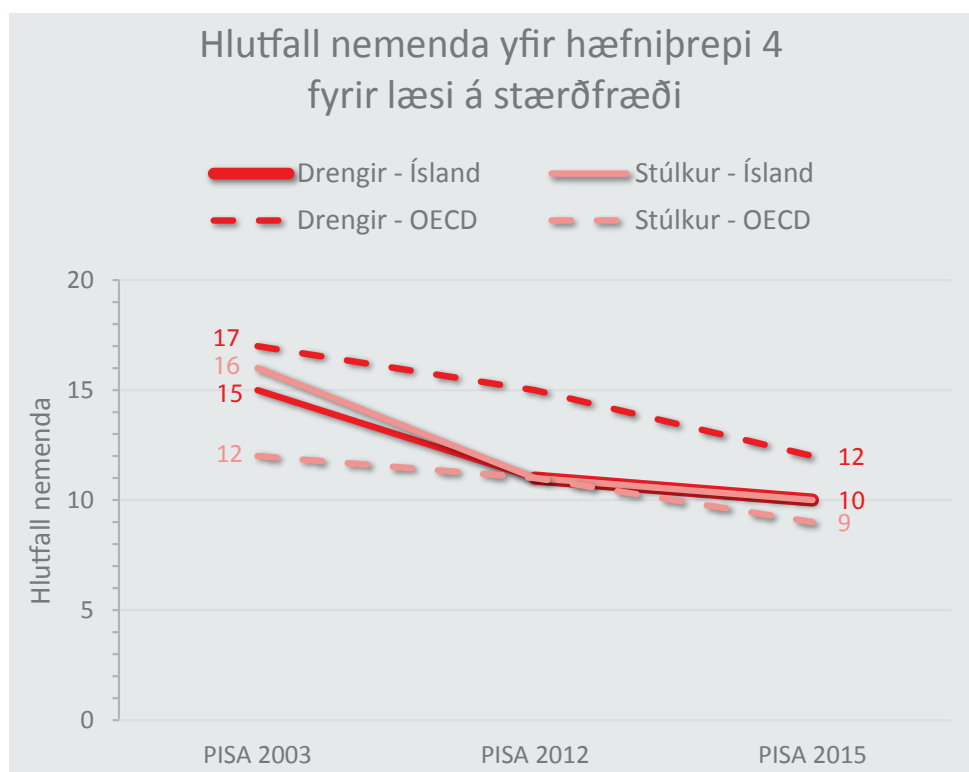
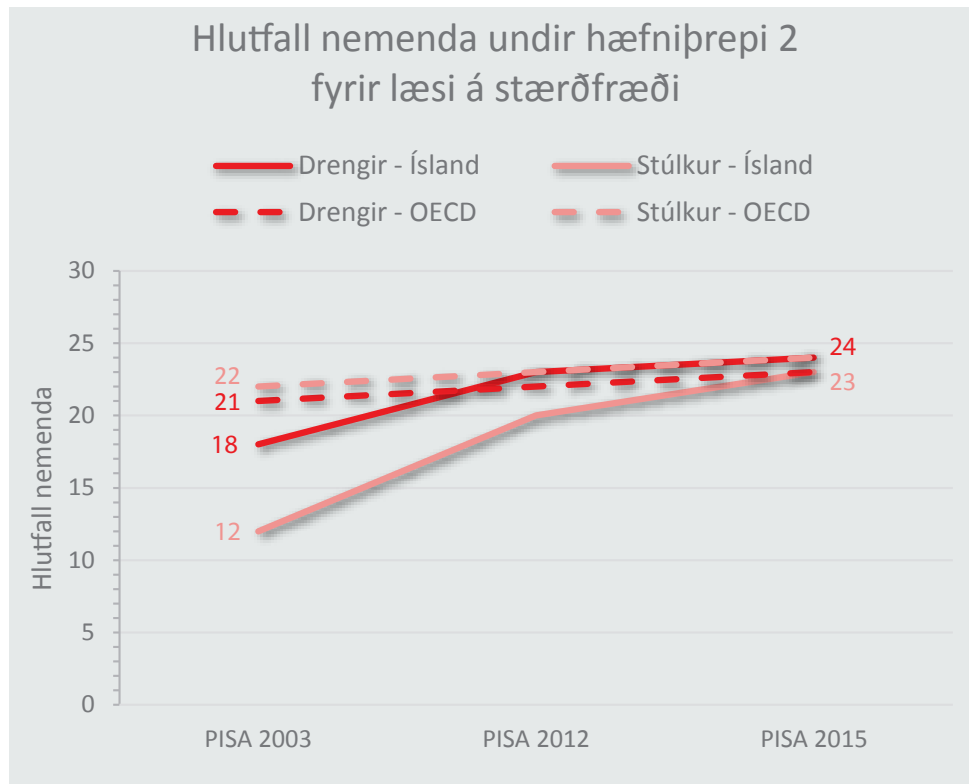
Í ríflega tvöfalt fleiri ríkjum er stærðfræðilæsi drengja betra en hjá stúlkum (sjá mynd 4.8). Af OECD ríkjunum er munurinn mestur drengjum í hag í Austurríki, um 28 stig og mestur stúlkum í hag í Finnlandi en aðeins um 8 stig. Á Íslandi er

kynjamunurinn aðeins 1 stig og ekki tölfræðilega marktækur.

Í Danmörku, einu Norðurlandanna, eru drengir betri en stúlkur (um 9 stigum).



Mynd 4.8. Kynjamunur í læsi á stærðfræði í þáttökulöndum PISA 2015.



Mynd 4.9. Þróun á hlutfalli stúlkna og drengja undir hæfniprepi 2 og yfir hæfniprepi 4 í læsi á stærðfræði á Íslandi samanborið við meðaltal OECD ríkjanna milli PISA 2003 og 2015.

Á mynd 4.7 er birt hlutfall drengja og stúlkna á ólíkum hæfniprepum fyrir stærðfræðilæsi í PISA 2015 á Norðurlöndunum. Á öllum Norðurlöndum nema á Íslandi eru fleiri drengir en stúlkur á efstu tveimur þrepunum. Á hinn bóginn eru drengir einnig fleiri í neðstu þrepunum, nema í Danmörku. Kynjamunurinn drengjum í hag í Danmörku skýrist með því að þar eru færri drengir á neðstu þrepum en á hinum Norðurlöndunum. Þeir draga því ekki góðan árangur kynbræðra sinna í efstu þrepunum niður.

Það er athyglisvert að bera saman Norðurlöndin og OECD ríkin í heild varðandi skiptingu kynjanna á hæfniprep. Bæði á Norðurlöndum í heild og í OECD í heild eru fleiri drengir á efstu þrepunum. Á Norðurlöndum eru hins vegar einnig fleiri drengir en stúlkur á neðstu þrepunum og draga þeir þar með meðaltal kynbræðra sinna niður, svo það verður stúlkum í hag á endanum. Þetta má orða sem svo að stúlkur á Norðurlöndunum haldi sig betur frá botninum í samanburði við drengina. Raunar má segja að bæði kynin í Danmörku, Finnlandi og Noregi séu fremur fámenn í lægstu þrepunum, í samanburði við OECD. Á Íslandi og e.t.v. Svíþjóð er hlutfall beggja kynja á neðstu þrepum hins vegar svipað og í OECD.

Hlutfall nemenda á lægri þrepum hér á landi hefur

aukist á tímabilinu frá 2003 til 2015, einkum hefur stúlkum fjölgað og er nú minni munur á hlutfalli drengja og stúlkna á þessum þrepum (sjá mynd 4.9). Á sama tíma hefur lítil breyting orðið í OECD að meðaltali. Fjöldinn á lægstu þrepunum er svipaður þar nú og þá og lítill kynjamunur. Hins vegar hefur orðið á sama tímabili fækkun á hæstu hæfnisþrepum í læsi á stærðfræði. Þar er umtalsverð fækkun að meðaltali í OECD ríkjum frá 2003 til 2015. Á Íslandi varð fækkunin í hæstu hæfnisþrepunum mest frá 2003 til 2012 en hlutfallið breytist ekki eftir það.

#### Samantekt um stærðfræðilæsi

Stærðfræðilæsi við lok grunnskóla er lakara á Íslandi en í meirihluta OECD ríkjanna og lægra hér en á hinum Norðurlöndunum. Stærðfræðilæsi hér á landi hefur látið undan síga frá PISA fyrirlögninni árið 2003 þegar megináhersla var á mælingu stærðfræðilæsis í fyrsta sinn í PISA. Sú lækkan nemur tæpu skólaári og birtist í fjölgun nemenda á lægri hæfniprepum og fækkun í efri hæfniprepum. Ekki varð þó marktæk lækkan á stærðfræðilæsi milli árána 2012 og 2015. Kynjamunur er nú lítill sem enginn hér á landi sem rekja má til þess að stúlkur sýna nú lakari árangur en áður, fremur en að piltar hafi bætt sig. Höfuðborgarsvæðið er svipað meðaltali OECD en utan þess er stærðfræðilæsi mun lakara.





## Stærðfræðilæsi

### Um frammistöðu íslenskra nemenda í stærðfræðilæsi

Freyja Hreinsdóttir, dósent við Mennta-  
vísindasvið Háskóla Íslands

Í þessum kafla er fjallað um hugsanleg tengsl árangurs í stærðfræðilæsi PISA við aðra þætti í íslensku skólakerfi eins og þau hafa birst í ýmsum rannsóknum. Einnig verður gerð grein fyrir ýmsum niðurstöðum PISA 2012 þar sem megináhersla var á stærðfræði. Inn í þetta verða svo fléttaðar tillögur um hugsanlegar umbætur og í lokaorðum eru þær dregnar saman.

### Um hugsanlegar ástæður versnandi árangurs

Eins og fram kemur í kaflanum á undan þá hefur árangur íslenskra unglunga í stærðfræðilæsi, sem PISA mælir, farið versnandi frá því við tókum fyrst þátt. Það er þó ekki marktækur munur á frammistöðu árin 2012 og 2015. Til að leita skýringa er nærtækast að horfa til námskrár, námsefnis og menntunar kennara, þ.e.a.s. að hugsanlega mæli PISA þætti sem ekki er unnið með í stærðfræðinámi í íslenskum grunnskólum, mögulega sé ósamræmi milli þeirra námsbóka sem eru notaðar og þess sem PISA mælir og loks má velta því fyrir sér hvort menntun kennara sé ábótavant.

Varðandi námskrá þá bar Guðrún Hallsteinsdóttir stærðfræðikennari saman lokamarkmið um aðferðir í aðalnámskrám stærðfræði 1999 og 2007 og kenningaramma PISA um stærðfræðilæsi (Guðrún Hallsteinsdóttir, 2016). Ein meginniðurstaða hennar var sú að þarna væri ekki verulegur munur á, skýringa á versnandi gengi í PISA væri ekki að leita þarna. Guðrún skoðaði einnig óbirt PISA verkefni og kannaði hvort þar væru gerðar kröfur um þekkingu og færni sem ekki væri hægt að gera ráð fyrir að íslenskir nemendur hefðu. Niðurstaða hennar var að svo væri ekki.

Rósa Ingvarsdóttir stærðfræðikennari gerði rannsókn þar sem hún bar saman námsefni í stærðfræði við verkefni í PISA (Rósa Ingvarsdóttir, 2016). Hún skoðaði þetta fyrir árin 2003 og 2012 en á þeim tíma hefur námsefni unglíngastigs

grunnskóla breyst töluvert. Niðurstaða Rósu var að námsefni hefur á þessum árum þróast í átt að PISA verkefnum, m.ö.o. glímdu nemendur árið 2012 í ríkara mæli við verkefni sem líktust PISA verkefnum en nemendur gerðu árið 2003. Rósa skoðaði einnig óbirt verkefni PISA og komst að því að lítill eða enginn munur væri á þeim verkefnum og þeim verkefnum sem fyrir koma í námsefni unglíngastigs grunnskóla.

Niðurstöður þeirra Rósu og Guðrúnar benda til þess að skýringa á versnandi gengi íslenskra nemenda í PISA sé ekki að leita í óraunhæfum kröfum sem eru úr takti við það sem fer fram í íslenskum grunnskólum. Rétt er þó að geta þess að í námskrá, námsefni og á samræmdum prófum hér á landi er hluti algebru mun stærri en hann er í PISA þannig að ekki er rétt að nota PISA sem allsherjar mælingu á árangur í stærðfræði í íslensku skólakerfi. En hér að ofan er verið að bera saman þá þætti sem PISA prófar við námskrá og námsefni.

Menntun almennra grunnskólakennara hér á landi fer að mestu leyti fram á tveimur stöðum, við Háskólann á Akureyri og við Háskóla Íslands. Allir kennaranemar í 5 ára grunnskólakennaranámi við Háskóla Íslands ljúka 10 einingum í stærðfræði og þeir sem velja stærðfræðikjörsvið ljúka að auki um 80 einingum á sviði stærðfræði og stærðfræðimenntunar. Fjöldi eininga á stærðfræðikjörsviði hefur verið nokkuð breytilegur milli ára en ofangreindar tölur miðast við þá kennsluskrá HÍ sem nú er í gildi (Kennsluskrá Háskóla Íslands. e.d.). Við Háskólann á Akureyri er 6 eininga stærðfræðinámskeið í kjarna sem allir varðandi grunnskólakennarar ljúka (Kennsluskrá Háskólans á Akureyri. e.d.).

Á árunum 2009–2012 útskrifuðust samtals 19 nemendur á Menntasvísindasviði HÍ með stærðfræði sem sérhæfingu en á árunum áður voru þeir nokkru fleiri (Friðrik Diego 2003, Elsa Eiríksdóttir 2012). Sá fjöldi nægir engan veginn til að hægt sé að manna stærðfræðikennslu í öllum grunnskólum landsins enda er staðan víðast

Þannig að bekkjarkennarar kenna flest bókleg fög í 1.–7. bekk en á unglíngastigi kenna þeir oftast ákveðnar greinar, eina eða fleiri. Leyfisbréf grunnskólakennara á Íslandi eru almenn þannig að það er ekkert sem formlega hindrar að kennari með litla sem enga sérhæfingu í stærðfræði kenni fagið á hvaða skólastigi grunnskólans sem er.

Það skiptir líka máli í þessu samhengi að stærðfræðigrunnur þeirra sem útskrifast af félagsfræðibraut framhaldsskóla minnkaði um helming þegar ný aðalnámskrá tók gildi 1999, þannig fór skyldan á þessari braut úr 12 einingum í 6 einingar. Meirihluti þeirra sem fara í kennaranám er af félagsfræðibraut. Það þyrfti því hugsanlega að auki vægi stærðfræði í kennaranámi hjá almennum kennurum.

Á árunum 2014–2015 var gerð rannsókn þar sem samband skólastærðar (byggt á fjölda þátttakenda í PISA-rannsókn) og árangurs í stærðfræðilæsi sem PISA mælir var skoðað (Freyja Hreinsdóttir og Kristín Bjarnadóttir, 2016). Helsta niðurstaða rannsóknarinnar var að stórir skólar (með fleiri en 41 þátttakanda í PISA) voru með marktækt betri árangur í PISA 2012 en minni skólar (með færri þátttakendum). Sömu niðurstöðu fékk Egelund (2006) í Danmörku en hann komst að þeirri niðurstöðu um PISA 2003 í Danmörku að árangur hefði verið betri í stórum skólum en litlum. Freyja og Kristín leituðu skýringa um ástæður fyrir þessum mun út frá menntun og reynslu stærðfræðikennara á unglíngastigi í skólum af þremur mismunandi stærðarflokkum, með 11–25, 26–40 og yfir 40 þátttakendum í PISA. Haft var samband við alla stærðfræðikennara í um 30 skólum af þessum stærðarflokkum og þeir spurðir um menntun, reynslu, námsefni o.fl. Skólarnir sem um var að ræða voru dreifðir um allt land enda bæði að finna litla skóla á höfuðborgarsvæðis og stóra skóla utan höfuðborgarsvæðis. Þessi rannsókn sýndi ekki fram á neinn mun á menntun kennara eftir stærð skóla og reyndust flestir þeirra (um 75%) hafa lokið stærðfræðikjörsviði eða samsvarandi menntun. Það er með öðrum orðum ekki hægt að fullyrða að menntun stærðfræðikennara á unglíngastigi sé ábótavant. Það sem helst var öðruvísi í stórum skólum en litlum var að þar höfðu kennarar meiri möguleika á faglegu samstarfi við aðra kennara, þeir kenndu í ríkara mæli mörgum

bekkjum sama námsefnið og höfðu þannig fleiri tækifæri til að ígrunda það. Í stóru skólunum voru kennarar líka í meira mæli í fullu starfi við stærðfræðikennslu (Freyja Hreinsdóttir og Kristín Bjarnadóttir, 2016).

Ekki hefur verið rannsakað hver menntun miðstigs-kennara er í stærðfræði en með hliðsjón af fjölda þeirra sem útskrifast með sérhæfingu í stærðfræði er ólíklegt að margir með hana séu miðstigs-kennarar. Þetta er mikilvægt því það er á miðstigi sem stærðfræðin fer að þyngjast nokkuð og farið er að vinna með flóknari hugtök.

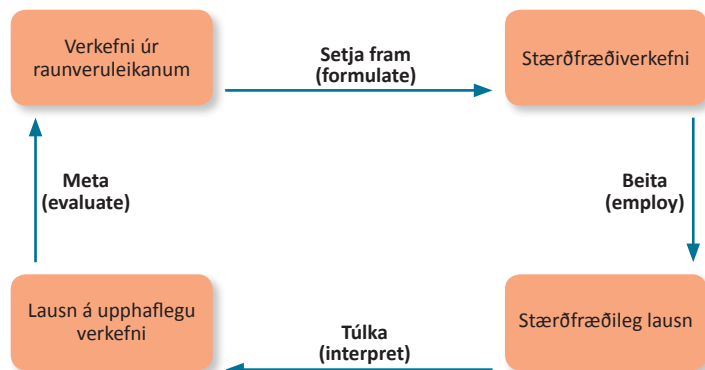
Við Háskóla Íslands hefur verið í gangi stærðfræðiáttak frá árinu 2015. Átakið er í samstarfi Menntavísindasviðs og Verk- og náttúruvísindasviðs og meðal annars hafa verið stofnaðar námsleiðir fyrir starfandi kennara í grunn- og framhaldsskólum með góðri þátttöku kennara af þessum skólastigum. Það er reynsla okkar sem komum að kennslu á þessum námsleiðum að flestir þátttakendur séu í fullu starfi og þurfi að nota frítíma sinn í námið. Okkar mat er að það væri æskilegt að kennarar í námi fengju stuðning þannig að kennsluskylda þeirra yrði minnkuð meðan á náminu stendur.

Lagt er til að sveitarfélög geri rannsókn á því hvernig kennsla á miðstigi í stærðfræði sé mönnuð og eftir atvikum verði stutt við starfsþróun þeirra kennara sem hafa áhuga og þörf fyrir meiri menntun í stærðfræði. Mynduð verði svæðisbundin teymi stærðfræðikennara sem geta verið í faglegu samstarfi.

Lagt er til að Menntamálaráðuneytið setji fram viðmið um menntun kennara í stærðfræði við kennslu á hverju aldurstigi. Mögulegt væri að hafa hliðsjón af slíkum viðmiðum í öðrum löndum. Skipuleggjendur kennaranáms gætu tekið mið af þessum viðmiðum svo lágmarksþekking verðandi kennara í stærðfræði væri tryggð.

#### Vaxandi fjöldi nemenda er í neðstu þrepum PISA

Ef skoðuð er mynd um þrepaskiptingu í læsi á stærðfræði sést að milli árunna 2003 til 2015 hefur orðið tölverð fjölgun á neðstu þrepunum. Árið 2003 eru 15% nemenda á þrepi 1 eða neðar en árið 2015 eru 23% nemenda á þrepi 1 eða neðar.



Mynd 5.1: Stærðfræðilæsi

Þessa fjölgun ber að taka alvarlega því þetta þýðir að allt að fjórðungur nemenda sem klára grunn-skóla ráða ekki við mjög einföld hagnýt verkefni í stærðfræði og geta því ekki nýtt sér kunnáttu sína í stærðfræði í daglegu lífi og eiga líklega mjög erfitt með alla stærðfræðiáfanga í framhalds-skólum.

Þetta ber að skoða í samhengi við þann mikla fjölda nemenda sem nýtur sérkennslu í grunn-skólum landsins en samkvæmt tölum Hagstofu Íslands njóta 28% nemenda sérkennslu skólaárið 2014-2015 og heildarstundir sérkennslu eru tæplega 50 þúsund, um 38% þeirra skilgreindar sem kennslustundir sérkennara en 62% sem kennslustundir stuðningsfulltrúa (Hagstofa Íslands, e.d.). Þetta bendir til að mjög stór hluti sérkennslu sé í höndum stuðningsfulltrúa sem ekki hafa formlega kennaramenntun. Ekki liggja fyrir nákvæmar upplýsingar um það hversu mikill tími fer í sérkennslu í stærðfræði á landsvísu en fram kemur í skýrslu um framkvæmd sérkennslu í Reykjavík

	Niðurbrot á færnisvið			Heildarstig
	Að setja fram (formulate)	Að beita (employ)	Að túlka (interpret)	
OECD	492	493	497	494
Ísland	500	490	492	493
Danmörk	502	495	508	500
Finnland	519	516	528	519
Noregur	489	486	499	489
Svíþjóð	479	474	485	478

Tafla 5.1. Færnisvið og samanburður á niðurstöðum Norðurlanda og meðaltali OECD.

að í 25 skólum (af 36) var yfir 40% af sérkennslustundum á unglingsáttum varið í stærðfræði (Hildur B. Svavarsdóttir, Sara Björg Ólafsdóttir og Hrund Logadóttir, 2011).

Lagt er til að sveitarfélög skoði hvaða ástæður liggja að baki tilvísunum í sérkennslu í stærðfræði, hversu mikill tími fer í sérkennslu í stærðfræði, hvernig hún fer fram, (hvernig hún nýtist nemendum) hversu árangursrík hún er og hver sjái um hana.

### Færnisvið læsis í stærðfræði

Eins og fram kemur í fyrri kafla mælir PISA fyrst og fremst hæfni nemenda til að leysa ýmis hagnýt verkefni. Ef skoðuð eru sýnishorn af PISA verkefnum sést að sá texti sem nemendur þurfa að lesa og skilja er misþungur. Stærðfræðin sem nemendur þurfa að beita er í flestum tilfellum ekki mjög erfið. Áhugavert er að velta fyrir sér hvort það sé fyrst og fremst lestur textans eða beiting stærðfræðinnar sem einkum vefst fyrir nemendum. Á mynd 5.1 er líkan af ferli stærðfræðilæsis sem sett er fram í OECD skýrslunni, PISA 2012 Assessment and Analytical Framework. Mathematics, Reading, Science, Problem Solving and Financial Literacy (2013).

Með „setja fram“ er átt við það ferli þegar nemandi tekur þær upplýsingar sem gefnar eru í verkefninu og setur fram einhvers konar stærðfræðilegt líkan og þýðir þannig verkefnið yfir í stærðfræðiverkefni. Með „beita“ er átt við að nemandinn beiti ýmis konar stærðfræðipækkingu til að fá stærðfræðilega lausn á verkefninu. Til að fá lausn á upphaflega verkefninu þarf síðan að „túlka“ hina stærðfræðilegu lausn aftur yfir á hinar raunverulegu aðstæður sem gefnar voru í verkefninu og fá þannig lausn á upphaflega verkefninu. Þessir þrjú þættir kallast færnisvið. Að lokum er lausnin metin.

Með því að setja fram verkefni sem reyna mismikið á hvern þeirra þátta sem koma fram á myndinni má reikna út niðurbrot í færnisvið fyrir hvert land. Í OECD skýrslunni *PISA 2012 Results: What Students Know and Can Do. Student Performance in Mathematics, Reading and Science, Vol. 1* eru gefin upp meðalstig í PISA 2012 fyrir hvert land á hverju færnisviði. Í töflu 5.1 eru þessi stig gefin fyrir Ísland og hin Norðurlöndin.

Hér eru íslenskir nemendur marktækt yfir OECD meðaltali í því að „setja fram“. Þeir eru nálægt OECD meðaltalinu í „beitingu“ stærðfræði en undir meðaltalinu í því að „túlka“ niðurstöðuna. Með öðrum orðum standa íslenskir unglingar sig frekar vel í því að lesa og skilja texta verkefna og þýða hann yfir í stærðfræðilegt verkefni. Þeir eru í meðallagi við að beita stærðfræði á verkefni en eru undir meðallagi í því að túlka hina stærðfræðilegu niðurstöðu aftur yfir á raunverulegar aðstæður sem fjallað er um í verkefninu. Það er athyglisvert að þetta mynstur er ekki almennt í heiminum því mörg lönd koma verr út í því að „setja fram“. Norðurlöndin koma ekki öll eins út í þessu samhengi eins og fram kemur í töflu 1. Erfitt er að fullyrða nokkuð um ástæður þessa mismunar en þetta þyrfti að rannsaka frekar og huga að kennsluefni og kennsluháttum í þessu samhengi. Spyrja má hvort lögð sé minni áhersla í stærðfræðikennslu í grunnskóla á þetta atriði (túlkunina) en í öðrum löndum.

Lagt er til að fræðimenn skoði þetta atriði nánar

og grennlist fyrir um hugsanlegar ástæður þessa munar. Einnig að upplýsingar um þennan mun verði kynntar kennurum.

#### Hvað segir PISA um aðferðir við stærðfræðináám?

Það getur verið snúið að greina út frá gögnum um árangur hvernig nemendur hugsa þegar þeir vinna að stærðfræði því í mörgum stærðfræðiverkefnum má beita mismunandi hugsun og vinnulagi og komast engu að síður að sömu og réttari niðurstöðu.

Echazarra o.fl. (2016), fjalla um svör nemenda við spurningum, um kennsluaðferðir og námsaðferðir sem þeir nota, sem lagðar voru fyrir nemendur árið 2012 þegar áhersla var á stærðfræði í PISA. Í niðurstöðum koma ekki fram sterk tengsl námsaðferða og árangurs en það er engu að síður áhugavert að skoða þann mun sem kemur fram milli landanna. Í Echazarra o.fl. (2016). eru námsaðferðir greindar í þrennt: minnisaðferðir (*e. memorisation strategies*), tengingaraðferðir (*e. elaboration strategies*) og stjórnunaraðferðir

#### Box 4.1. Learning strategies in the PISA student questionnaire

For each group of three items, please choose the item that best describes your approach to mathematics.  
Labels (not shown in the questionnaire): (m) memorisation (e) elaboration (c) control

a) Please tick only one of the following three boxes.

- 1 When I study for a mathematics test, I try to work out what the most important parts to learn are. (c)
- 2 When I study for a mathematics test, I try to understand new concepts by relating them to things I already know. (e)
- 3 When I study for a mathematics test, I learn as much as I can off by heart. (m)

b) Please tick only one of the following three boxes.

- 1 When I study mathematics, I try to figure out which concepts I still have not understood properly. (c)
- 2 When I study mathematics, I think of new ways to get the answer. (e)
- 3 When I study mathematics, I make myself check to see if I remember the work I have already done. (m)

c) Please tick only one of the following three boxes.

- 1 When I study mathematics, I try to relate the work to things I have learnt in other subjects. (e)
- 2 When I study mathematics, I start by working out exactly what I need to learn. (c)
- 3 When I study mathematics, I go over some problems so often that I feel as if I could solve them in my sleep. (m)

d) Please tick only one of the following three boxes.

- 1 In order to remember the method for solving a mathematics problem, I go through examples again and again. (m)
- 2 I think about how the mathematics I have learnt can be used in everyday life. (e)
- 3 When I cannot understand something in mathematics, I always search for more information to clarify the problem. (c)

Mynd 5.2. Spurningar um námsaðferðir í stærðfræði.

(*e. control strategies*). Minnisaðferðir eru skilgreindar sem aðferðir þar sem nemandi lærir atriði utan að til að geta síðar rifjað þau upp. Undir þetta falla t.d. „drill“ æfingar og endurtekingar. Nemendi sem notar tengingaraðferðir tengir meðvitað saman þekkingu og reynslu úr fyrri verkefnum, notar mismunandi lausnarleiðir og skapandi hugsun. Nemandi sem notar stjórnunaraðferðir lærir með því að setja skýr markmið og fylgjast vel með hvernig honum gengur að uppfylla þau (Echazarra o.fl. 2016, bls. 71–72).

#### Nemendur voru beðnir um að svara spurningum um hvaða aðferðir þeir nota eins og lesa má í mynd 5.2.

Svör nemendanna eru flokkuð miðað við hvert þeir nota mest:

- Minnisaðferðir (*e. memorisation strategies*)
- Tengingaraðferðir (*e. elaboration strategies*)
- Stjórnunaraðferðir (*e. control strategies*)

Niðurstaða þessarar flokkunar er áhugaverð fyrir íslenskt skólakerfi því íslenskir nemendur segjast:

- nota minnisaðferðir undir meðaltali OECD
- nota tengingaraðferðir langt undir meðaltali OECD
- nota stjórnunaraðferðir langt yfir meðaltali OECD

Þetta kemur ekki eins út á hinum Norðurlöndunum. Norskir nemendur nota minnisaðferðir í meira mæli en OECD meðaltalið segir til um, sænskir og finnskir nemendur jafnmikið og meðaltalið en danskir nemendur nota minnisaðferðir í minna mæli eins og þeir íslensku.

Íslenskir nemendur segjast nota tengingaraðferðir minna en meðaltalið segir til um (eru þar næstneðstir á eftir Bretlandi) en nemendur á öðrum Norðurlöndum nota slíkar aðferðir í sama mæli og OECD meðaltalið.

Þegar kemur að stjórnunaraðferðum nota íslenskir unglingar þær langmest af öllum og vel yfir OECD meðaltali, Noregur, Svíþjóð og Finnland eru nálægt OECD meðaltali en Danmörk yfir meðaltali.

Eins og áður sagði þá eru ekki sterk tengsl milli árangurs í PISA og þeirra námsaðferða sem nemendur segjast beita í stærðfræði því mismunandi námsaðferðir virðast gefast vel fyrir mismunandi lönd og í mismunandi verkefnum. Í greininni eru skoðuð tengsl námsaðferða við lausnir á þremur verkefnum. Þessi verkefni eru svokölluð birt verkefni sem gefin eru út af PISA. Í ljós kemur að fyrir Austurríki, Kanada og Ísland þá eykur notkun tengingaraðferða líkur á að ganga illa með ákveðið létt dæmi (*Charts Q1*) og eykur einnig líkur á að ganga vel með ákveðið erfitt dæmi (*Revolving door Q2*) (Echazarra o.fl. 2016, bls. 84).

Niðurstöðurnar hér að framan gefa innsýn í það hvernig nemendur segjast læra stærðfræði. Það væri áhugavert að gera frekari rannsóknir á þessu og kanna hvort þetta hafi tengsl við velgengni í stærðfræðinámi á seinni stigum skólakerfis.

Lagt er til að fræðimenn skoði þetta atriði nánar. Einnig að upplýsingar um þennan mun verði kynntar kennurum.

#### Getum við lært af öðrum þjóðum?

Í kjölfar birtingar PISA-niðurstaðna fyrir árið 2012 hófst mikil umræða á Norðurlöndum um úrbætur á stærðfræðikennslu og í framhaldi af því var farið í ýmsar aðgerðir. Í Svíþjóð fór ríkisstjórnin þess á leit við OECD að gefin yrðu ráð til úrbóta í sænska skólakerfinu og voru þau birt í sérstakri skýrslu (OECD 2014). Í formála skýrslunnar eru ráðleggingarnar dregnar saman í þrjú atriði:

- Skapa skilyrði fyrir bæði jöfnuð og gæði í sænskum skólum.
- Auka gæði náms og kennslu með langtíma áætlunum varðandi þann mannauð sem þarf í skólakerfinu.
- Styrkja stefnumótun og auka eftirfylgni með það fyrir augum að auka gæði.

Í skýrslunni sjálfri er lagt til að gerðar verði meiri kröfur til nemenda, að stutt sé við þá sem þurfa á sérstakri aðstoð að halda og að skólum sé tryggt nægt fjármagn til að inna þetta af hendi. Einnig er lagt til að kennurum séu greidd samkeppnishæf laun svo unnt sé að tryggja æskilegan mannauð fyrir farsælt skólastarf og að eftirfylgni með skólastarfi verði aukin í samræmi við langtíma-markmið. Þótt íslenskt skólakerfi sé að vissu leyti frábrugðið sænsku skólakerfi má ætla að þessar

ráðleggingar gætu einnig nýst okkur til að bæta stærðfræðináms og kennslu.

Í Svíþjóð hefur á undanförunum árum verið í gangi átakið *Matematiklyftet*, <https://matematiklyftet.skolverket.se> sem hefur það að markmiði að styðja stærðfræðikennslu á öllum skólastigum. Sumar af þessum aðgerðum væri með einföldum hætti hægt að innleiða á Íslandi til að bæta stærðfræðikennslu.

Viss lönd (t.d. Þýskaland) hafa bætt árangur sinn verulega á þeim tíma sem liðinn er eftir að PISA prófið var fyrst lagt fyrir (OECD, 2015). Ef til vill gætu einhverjar af þeim aðgerðum sem þessi lönd hafa farið í nýst okkur hér á Íslandi.

#### Lokaorð og samantekt um aðgerðir

Fyrir utan reynslu og úttektir annarra þjóða sem kynnu að nýstast okkur til úrbóta á stærðfræðikennslu hafa nýlega verið gerðar tvær úttektir á stærðfræðikennslu á unglingsstigi og í framhaldsskóla (Þóra Þórðardóttir og Unnar Hermannsson 2012, Anna Helga Jónsdóttir o.fl. 2014). Í báðum þessum skýrslum eru lagðar til ýmsar úrbætur sem Mennta- og menningarmálaráðuneytið gæti haft frumkvæði að. Margar þessara úrbóta hafa að gera með betra utnumhald, betri starfsþróunartækifæri fyrir stærðfræðikennara og betri möguleika á faglegu samstarfi milli skóla. Einnig var stungið upp á því að skipað væri fagråd um stærðfræðikennslu sem myndi hafa frumkvæði að og sinna ýmsum umbótamálum. Það væri því æskilegt að ríki og sveitarfélög sem hafa áhuga á að bæta stærðfræðikennslu kynntu sér þessar úrbótatillögur og hrintu þeim í framkvæmd ef möguleiki er á.

Þær aðgerðir sem stungið er upp á (sjá nánar í texta) eru eftirfarandi:

- Menntun stærðfræðikennara (einkum á miðstigi) verði kortlögð og stutt verði betur við starfsþróunarmöguleika kennara sem hafa áhuga og þörf á því.
- Stutt verði við svæðisbundið faglegt samstarf stærðfræðikennara svo þeir tilheyri allir teymi stærðfræðikennara sem þeir geta unnið með.
- Rannsakad verði hvernig sérkennsla á unglingsstigi fer fram og hvernig hún nýtist nemendum.
- Fyrir utan niðurstöður um árangur í PISA verði

niðurstöður um námsaðferðir og færnisvið einnig kynntar í skólakerfinu.

## Heimildir

Anna Helga Jónsdóttir, Eggert Briem, Freyja Hreinsdóttir, Freyr Þórarinnsson, Jón Ingólfur Magnússon og Rögnvaldur G. Möller. (2014). *Úttekt á stærðfræðikennslu í framhaldsskólum*. Sótt af <https://www.menntamalaraduneyti.is/media/frettir2014/Uttekt-a-staerdfraedikennslu-i-framhaldsskolum-2014.pdf>

Elsa Eiríksdóttir. (2012). *Raunvísinda og tækni-menntun: Staða íslenskra nemenda og framtíðarþörf samfélagsins*. Skýrsla starfshóps á vegum Mennta- og menningarmálaráðuneytis, Sambands íslenskra sveitarfélaga og Samtaka iðnaðarins. Sótt af <http://www.si.is/media/menntamal-og-fraedsla/GERT-Skyrsla-2012-nytt.pdf>

Echazarra, A., Salinas, D., Méndes, I., Denis, V. og Rech, G. (2016). *How teachers teach and students learn: Successful strategies for school*, OECD Education Working Papers, No. 130. OECD Publishing, Paris. Sótt af [http://www.oecd.org/officialdocuments/publicdisplaydocumentpdf/?cote=EDU/WKP\(2016\)4&docLanguage=En](http://www.oecd.org/officialdocuments/publicdisplaydocumentpdf/?cote=EDU/WKP(2016)4&docLanguage=En)

Egelund, N. (2006). Skolestørrelser og PISA-resultater. *Pædagogisk Psykologisk Tidsskrift*, 43(4), 309–314.

Freyja Hreinsdóttir og Kristín Bjarnadóttir. (2016). Mismunandi gengi nemenda í PISA 2012 í stærðfræði eftir stærð skóla: Hefur menntun og starfsreynsla kennara áhrif? *Tímarit um uppeldi og menntun* 25(1), 85-107.

Friðrik Diego. (2003). Nýtt skipulag stærðfræðikennslu í kennaranámi. *Tímarit um raunvísindi og stærðfræði*, 1(2), 133-135. Sótt af <http://www.raust.is/2003/2/18/>

Guðrún Hallsteinsdóttir. (2016). *Er samhljómur með PISA og aðalnámskrá grunnskóla?*

- (Meistararitgerð, Háskóli Íslands). Sótt af [http://skemman.is/stream/get/1946-26016/57594/1/M.Ed\\_ritger%C3%B0\\_Gu%C3%B0ru%20301n\\_Hallsteinsdo%20301ttir.pdf](http://skemman.is/stream/get/1946-26016/57594/1/M.Ed_ritger%C3%B0_Gu%C3%B0ru%20301n_Hallsteinsdo%20301ttir.pdf)
- Hagstofa Íslands. (e.d.). Sótt af [http://px.hagstofa.is/pxis/pxweb/is/Samfelag/Samfelag\\_\\_skolamal\\_\\_2\\_grunnskolestig\\_\\_2\\_gsSkolahald/SK002206.px/table/tableViewLayout1/?-rxid=8421af1d-1894-416e-ab9c-470255db8a6b](http://px.hagstofa.is/pxis/pxweb/is/Samfelag/Samfelag__skolamal__2_grunnskolestig__2_gsSkolahald/SK002206.px/table/tableViewLayout1/?-rxid=8421af1d-1894-416e-ab9c-470255db8a6b)
- Hildur B. Svavarsdóttir, Sara Björg Ólafsdóttir og Hrunn Logadóttir. (2011). *Framkvæmd sérkennslu í almennum grunnskólum*, skýrsla Menntasviðs Reykjavíkur. Sótt af [http://reykjavik.is/sites/default/files/skjoL\\_thjonustulysingar/Framkv\\_md\\_s\\_rkennslu\\_2010.pdf](http://reykjavik.is/sites/default/files/skjoL_thjonustulysingar/Framkv_md_s_rkennslu_2010.pdf)
- Kennsluskra Háskóla Íslands. (e.d.). Sótt af <http://www.hi.is/>
- Kennsluskra Háskólans á Akureyri. (e.d.). Sótt af <http://www.unak.is/>
- OECD. (2013). *PISA 2012 Assessment and Analytical Framework. Mathematics, Reading, Science, Problem Solving and Financial Literacy*. Sótt af [http://namsmat.is/vefur/rannsoknir/pisa/pisa\\_2012/PISA\\_2012\\_framework.pdf](http://namsmat.is/vefur/rannsoknir/pisa/pisa_2012/PISA_2012_framework.pdf)
- OECD. (2014). *PISA 2012 Results: What Students Know and Can Do – Student Performance in Mathematics, Reading and Science* (Volume I, Revised edition, February 2014), PISA, OECD Publishing.
- OECD. (2015). *How has student performance evolved over time?* Sótt af [https://www.oecd.org/pisa/pisaproducts/pisainfocus/pisa-in-focus-n47-\(eng\)-final.pdf](https://www.oecd.org/pisa/pisaproducts/pisainfocus/pisa-in-focus-n47-(eng)-final.pdf)
- OECD. (2015). *Improving Schools In Sweden: An Oecd Perspective*. Sótt af <http://www.oecd.org/edu/school/Improving-Schools-in-Sweden.pdf>
- Rósa Ingvarsdóttir. (2016). *Íslenskt námsefni í stærðfræði borið saman við spurningar í PISA prófum* (Meistararitgerð, Háskóli Íslands). Sótt af [http://skemman.is/stream/get/1946/26049/57679/1/Sni%C3%B0m%C3%A1t\\_meistara-verkefna\\_%202830.5.16%2029.pdf](http://skemman.is/stream/get/1946/26049/57679/1/Sni%C3%B0m%C3%A1t_meistara-verkefna_%202830.5.16%2029.pdf)
- Póra Þórðardóttir og Unnar Hermannsson (2012). *Úttekt á stærðfræðikennslu á unglिंगastigi grunnskóla*. Sótt af <http://brunnur.stjr.is/mrn/utgafuskra/utgafa.nsf/RSSPage.xsp?documentId=65CD2638DCA4FDD500257A07005652F5&action=openDocument>





## Lesskilningur

### Skilgreining

Lesskilningur (e. reading literacy) hefur verið metinn með PISA-könnuninni á þriggja ára fresti frá árinu 2000. Hér er borin saman staða lesskilnings árið 2015 við stöðuna árin 2000 til 2012. Árin 2000 og 2009 var megin áhersla lögð á lesskilning og var meirihluti verkefna á því sviði.

Lesskilningur er geta nemenda til að nýta sér ritaðar upplýsingar í daglegu lífi. PISA skilgreinir lesskilning sem það að skilja texta, nýta þá, ígrunda og tengjast þeim með það í huga að ná settum markmiðum, þróa þekkingu sína og möguleika og taka virkan þátt í samfélaginu. Þessi skilgreining er yfirgrípsmeiri en það hefðbundna viðhorf að lesskilningur felist í afkóðun upplýsinga og bókstaflegri túlkun á því sem ritað stendur. Hugmyndir PISA um lesskilning ná yfir ýmiskonar aðstæður þar sem fólk les, mismunandi leiðir sem rituðum textum er miðlað eftir og þær fjölbreytilegu aðferðir sem fólk notar til þess að nálgast texta og nýta sér þá, allt frá því að þjóna hagnýtum tilgangi, eins og þegar leitað er að tilteknum gagnlegum upplýsingum, í það að vera djúphugað og víðtækt, eins og þegar leitast er við að skilja nýjar leiðir til þess að gera, hugsa og vera.

Lesskilningur var aðalgreinin sem metin var árið 2000, í fyrstu PISA-könnuninni, sem og árið 2009. Í þessari sjöttu PISA-könnun 2015 er læsi á náttúruvísindi aðalgreinin og því er minni tíma varið í að meta lesskilning nemenda. Þar af leiðandi er einungis mögulegt að uppfæra heildarframmi-stöðu nemenda en ekki framkvæmd ítarleg greining á þekkingu þeirra og færni líkt og gert var í skýrslu Námsmatsstofnunar um PISA-könnunina 2009.

### Hæfniprep

Frammistaða nemenda er flokkuð eftir hæfniprepum og fer sú niðurröðun eftir eðli og þyngd þeirra verkefna sem nemandinn getur leyst. Hæfniprepin eru sex talsins og hvert dæmi gefur stig á tilteknu hæfniprepi. Í töflu 6.1 er þeirri færni lýst sem þarf til að leysa verkefni á hverju prepi. Einnig eru þar lýsingar á dæmum um verkefni en verkefni sjálf eru í viðauka 1. Þessar spurningar eru misþungar og gefa góða mynd af þeim verkefnum sem nemendur á ólíkum hæfniprepum ráða við. Tafla 6.2 þar fyrir neðan sýnir lágmarks-hæfniprep nemenda sem geta svarað viðkomandi spurningu rétt. Þyngd spurningarinnar er enn frekar lýst sem stigum sem nemandi þarf að hafa náð í lesskilningi til að gefa rétt svar.



Tafla 6.1. Stutt lýsing á þeirri færni sem gert er ráð fyrir að nemendur á ólíkum hæfniprepum hafi á valdi sínu, vísun í dæmi um einstök verkefni á viðkomandi þrepi og lýsing á færni sem þarf til að leysa þau.

Prep	Neðri mörk þreps	Lýsing	Dæmi um spurningar sem nemendur á þrepinu geta svarað rétt
6	698	<p>Í verkefnum á þessu þrepi þarf nemandinn að draga ályktanir, bera saman og meta andstæðar upplýsingar í texta sem eru bæði ítarlegar og nákvæmar. Til að leysa verkefni rétt þurfa nemendur að hafa fullan skilning á einum eða fleiri textabrotum og geta samþætt upplýsingar úr þeim. Í verkefnunum þurfa nemendur að takast á við framandi hugmyndir, sérstaklega flóknar upplýsingar og óhlutbundinn texta. Nemendur þurfa að setja fram tilgátur um eða meta á gagnrýninn hátt flókinn texta eða efni þeim framandi. Við mat á textanum þurfa þeir að taka tillit til fjölda viðmiða eða sjónarmiða og sýna fram á háþróaðan skilning á textanum. Endurheimt upplýsinga úr texta verður að vera nákvæm og fylgja smáatriðum sem ekki eru augljós af mikilli nákvæmni.</p>	<p>Viðauki 1 – Dæmi: LEIKRITID ER MÁLID – spurning 3 – þyngd 730</p> <p>Í þessari spurningu er að finna margt af því erfiðasta í lesskilningskönnun PISA. Textinn sem lesa á er langur á mælikvarða PISA, sögusviðið og þemað er líklega mörgum framandi og aðstæður koma aðeins smátt og smátt í ljós í gegnum samtölin sjálf. Lesandinn verður að vera á varðbergi þegar kemur að því að greina á milli persóna og leikenda. Lesandinn er beðinn um að svara því hvað persónur í leikriti hafi verið að gera rétt áður en tjaldinu var lyft. Svarið er þó ekki að finna í blábyrjun textans, eins og margir myndu ef til vill telja rökrétt, heldur koma upplýsingarnar fram um miðbik textans þegar ein persónanna minnst á það að þeir hafi verið „að koma úr borðstofunni“. Það krefst mikillar túlkunarhæfni að geta skilgreint orðalag spurningarinnar í tengslum við textann. Það að ætlast til að unnið sé úr upplýsingum sem ganga þvert á fyrirfram mótaðar væntingar er mjög einkennandi fyrir mest krefjandi lesskilningsspurningar PISA.</p>
5	626	<p>Í verkefnum á þessu þrepi eru hugtök oft sett í samhengi sem ekki er í samræmi við væntingar lesandans. Verkefni á þessu þrepi sem fela í sér endurheimt upplýsinga, krefjast þess af nemandanum að hann finni og raði saman upplýsingum sem koma fram í textanum og meti hverjar þeirra eigi við hverju sinni. Við lausn verkefna þar sem nemendur þurfa að meta texta þurfa þeir að beita gagnrýninni hugsun og setja fram eigin tilgátur sem krefjast sérhæfðrar þekkingar. Túlkun og mat á texta þarf að byggja á nákvæmum skilningi á því sem lesið er þar sem innihald og gerð textans er ókunnugt.</p>	<p>Viðauki 1 – Dæmi: VINNUAFL – spurning 3 – þyngd 631</p> <p>Til þess að hljóta fullt hús stiga í þessari spurningu verða nemendur að finna ákveðnar talnaupplýsingar í aðaltextanum (trjáskefnum) og tengja þær við upplýsingar í neðanmálgreinum – þ.e. upplýsingar sem liggja utan við aðaltextann. Auk þess verða nemendur að beita upplýsingunum í neðanmálgreinunum til þess að ákvarða rétt svar. Þessir tveir liðir stuðla saman að erfiðleikastigi spurningarinnar, sem er einhver erfiðasta spurningin í PISA-lesskilningskönnuninni sem felur í sér endurheimt upplýsinga.</p>
4	553	<p>Í verkefnum á þessu þrepi sem fela í sér endurheimt upplýsinga þarf að finna og raða saman upplýsingum sem fólgnar eru í textanum. Sumar þeirra fela í sér túlkun á blæbrigðamun tungumálsins í hluta textans í samhengi við heildina. Í öðrum verkefnum þar sem nemendur fást við að túlka textann reynir á skilning og flokkun upplýsinga í áður óþekktu samhengi. Verkefni krefjast þess af lesandanum að hann geti notað þekkingu sína, jafnt almenna og sérstæka, til þessa að álykta eða meta lesefnið á gagnrýninn hátt. Lesendur verða að sýna nákvæman skilning á löngum eða flóknum texta þar sem innihald eða form getur verið framandi.</p>	<p>Viðauki 1 – Dæmi: LOFTBELGUR – spurning 3.2 (hámarksstig) – þyngd 595</p> <p>Í þessari spurningu fæst fullt hús stiga fyrir að nefna tvær gerðir samgöngutækja sem léðu loftbelgsflugmanninum tækni sína, þ.e. flugvél og geimfar. Hér skiptir öllu máli að lesandi geti nálgast réttar upplýsingar og endurheimt þær, því ef aðeins annað þessara samgöngutækja er nefnt fær nemandinn einungis hlutastig fyrir spurninguna og lækkar um tvö þrep. Umbrot textans, sem inniheldur mikið af myndum og myndatextum sem ekki eru settir skipulega upp, gerir það að verkum að erfitt getur verið að finna ákveðnar upplýsingar sem láta lítið á sér bera, sérstaklega þar sem engin fyrirsagnanna í textanum beinir lesandanum inn á rétta braut. Þegar lesandinn hefur loks fundið upplýsingarnar verður hann að átta sig á því að „byggð úr áli, líkt og flugvélar“ og „var í geimbúningi“ eru upplýsingar sem tengjast samgöngutækjum. Að lokum verður lesandinn að haga svari sínu þannig að það vísi til gerða samgöngutækja og sé ekki bara beinar tilvitnanir í textann. Svarið „geimbúningur“ er því ekki rétt en stig fæst fyrir „geimfar“.</p>

(tafla 6.1, framhald)

Prep	Neðri mörk preps	Lýsing	Dæmi um spurningar sem nemendur á þrepinu geta svarað rétt
3	480	<p>Til að leysa verkefni á þessu þrepi þarf að geta staðsett og í sumum tilfellum þekkt samband milli margra ólíkra staðreynda í texta og setja í viðeigandi samhengi. Túlkun texta á þessu þrepi felst í því að tengja saman nokkra textahluta í því skyni að geta greint aðalatriði, skilið samband þar á milli eða finna merkingu orðs eða setningar í samhengi textans. Nemendur þurfa að geta tekið tillit til fjölda ólíkra efnisatriða þegar kemur að samanburði á andstæðum upplýsingum eða flokkun. Oft eru svörin sem óskað er eftir ekki augljós eða aðrar upplýsingar notaðar til að villa um fyrir nemandanum þannig að í textanum séu hindranir, s.s. staðhæfingar sem eru í andstöðu við væntingar lesandans eða neikvæða orðun texta. Túlkun á texta felst í því að geta tengt, borið saman og útskýrt lesmál. Við lausn sumra verkefna þarf nemandinn að túlka textann í tengslum við almenn þekkingaratriði. Önnur verkefni krefjast þess ekki að sýnt sé fram á nákvæman skilning á textanum heldur þurfa svörin að byggja á sérhæfðari þekkingu.</p>	<p>Viðauki 1 – Dæmi: NIRFILLINN – spurning 5 – þyngd 548</p> <p><i>Þessi spurning er sett upp í formi samtals tveggja ímyndaðra lesenda til þess að sýna fram á tvær mismunandi túlkanir á sögunni sem stangast á. Í rauninni er það einungis afstaða seinni mælandans sem er í takt við megininntak sögunnar og með því að setja fram rök til stuðnings þeirri afstöðu sýnir lesandinn að hann hefur skilið boðskap þessarar dæmisögu. Það sem gerir þetta verkefni tiltölulega erfitt er að lesandinn verður að leggja á sig heilmikla vinnu til þess að geta svarað á fullnægjandi hátt. Það er til að mynda enga visbendingu að finna í spurningunni sjálfri („Hvað gæti persóna 2 sagt til að rökstyðja sína skoðun?“). Til þess að hljóta fullt hús stiga í þessu verkefni urðu nemendur að geta sett fram þá lykilhugmynd að auðæfi séu einskis virði nema þau séu notuð og því skipti það máli að nágranninn hafi stungið upp á því við nírfillinn að grafa vitaverðlausan stein í gullsins stað. Óljósar tilraunir til túlkunar á borð við „steinninn hafði tilfinningalegt gildi“ hlutu engin stig.</i></p>
2	407	<p>Í verkefnum á þessu þrepi þarf lesandinn að finna upplýsingar í texta sem stundum þarf að túlka eða meta hvort uppfylli mögulega einhver skilyrði. Í sumum verkefnum þarf að skilja megininntak textans, tengsl efnis á ólíkum stöðum í textanum eða móta sér skoðun sem byggir á hluta textans þar sem upplýsingarnar eru minnst áberandi. Verkefni geta falið í sér samanburð eða mat á andstæðum sem byggja þarf á einu tilteknu atriði í textanum. Dæmigert verkefni á þessu þrepi er að bera saman efnisatriði innan textans eða milli textabrota og byggja samanburðinn á eigin reynslu og viðhorfum.</p>	<p>Viðauki 1 – Dæmi: LEIKRITID ER MÁLIÐ – spurning 4 – þyngd 474</p> <p><i>Spurningin beinir lesandanum beint að þeim hluta textans sem máli skiptir fyrir úrlausnina, og vísar meira að segja til hans með beinni tilvitnun, þannig að lesandinn þarf ekki að hafa fyrir því að finna upplýsingarnar sjálfur. Lesandinn þarf samt sem áður að skilja samhengi tilvitnunarinnar til þess að geta svarað á fullnægjandi hátt. Og þar sem framvinda textans byggist að miklu leyti á innihaldi þessarar tilvitnunar, getur lesandinn reitt sig á endurtekningar og áherslur í textanum við að samþætta og túlka tilvitnunina.</i></p>
1a	335	<p>Verkefni á þessu þrepi krefjast þess af lesandanum að hann geti staðsett í textanum upplýsingar sem eru skýrt settar fram. Hann getur þurft að benda á megin-efni frásagnar eða tilgang höfundar með texta um kunnuglegt efni eða setja fram einfalda tengingu á milli upplýsinga í textanum og almennra þekkingaratriða. Venjulega eru upplýsingarnar í textanum sem óskað er eftir áberandi og lítið ef nokkuð sem keppir um athygli lesandans. Lesandanum er sérstaklega bent á að meta þann hluta textans sem lausn verkefnisins á við.</p>	<p>Viðauki 1 – Dæmi: LOFTBELGUR – spurning 8 – þyngd 370</p> <p><i>Meginhugmyndin í þessum ósamfellda texta er skýrt tekin fram á mörgum stöðum, þar á meðal í titlinum, „hæðarmet fyrir loftbelgi“. Það að upplýsingarnar sem beðið er um skuli vera svo áberandi og siendurteknar útskýrir hversu auðveld spurningin er. Þó svo að meginhugmyndin sé skýrt tekin fram felur spurningin í sér ákveðna samþættingu og túlkun, auk þess sem hún krefst viðtæks skilnings, því nemendur verða að geta greint mikilvægustu og almennustu upplýsingarnar í textanum frá þeim sem undirliggjandi eru. Fyrsti valkosturinn – „Singhanía var í hættu á meðan á ferðalagi hans í loftbelgnum stóð“ – er trúverðugur en það er ekkert í textanum sem styður hann og því getur hann ekki talist vera meginhugmyndin. Þriðji valkosturinn – „Singhanía ferðaðist yfir bæði sjó og land“ – er umorðun á upplýsingum sem óneitanlega má finna í textanum en verða þó að teljast aukaatriði fremur en meginhugmynd. Fjórdi valkosturinn – „loftbelgur Singhanía var gríðarlega stór“ – vísar í áberandi og myndrænan part textans, sem er samt sem áður undirskipaður meginhugmyndinni.</i></p>

(tafla 6.1, framhald)

Prep	Neðri mörk þreps	Lýsing	Dæmi um verkefni á hverju sviði og þyngd þess í PISA-stigum
1b	262	<p>Í verkefnum á þessu þrepi þarf lesandinn að finna ákveðið efnisatriði í skýrt framsettu upplýsingum í stuttum einföldum kunnuglegum texta svo sem í frásögn eða einföldum lista. Textinn sjálfur aðstoðar yfirleitt lesandann, t.d. með endurtekningu eða notkun á þekktum eða auðskiljanlegum táknum eða myndum. Það er lítið um upplýsingar sem keppa um athygli við þann texta sem lesinn er. Við túlkun þarf lesandinn að gera einfalda tengingu milli aðliggjandi textahluta.</p>	<p>Viðauki 1 – Dæmi: NIRFILLINN – spurning 7 – þyngd 310</p> <p>Þetta er ein af auðveldari spurningunum í PISA-leskilningskönnuninni. Lesandinn þarf að nálgast upplýsingar sem eru skýrt teknar fram í fyrstu setningu mjög stutts texta og vinna úr þeim. Til þess að hljóta fullt hús stiga getur svarið annaðhvort verið bein tilvitnun upp úr textanum – „hann seldi allar eigur sínar“ – eða umorðun á borð við „hann seldi allt sem hann átti“. Það er ólíklegt að formlegur still textans hafi mikil áhrif á erfiðleikastig spurningarinnar (þótt sú sé líklega raunin í öðrum spurningum þessa hluta), því upplýsingarnar sem beðið er um má finna í blábyrjun textans. Þó svo að þessi spurning teljist einstaklega auðveld miðað við aðrar spurningar í PISA-könnuninni, krefst hún samt ákveðinnar ályktunarhæfni: lesandinn verður að draga þá ályktun að það séu orsakatengsl milli fyrstu fullyrðingarnar (að nirfillinn hafi selt allar eigur sínar) og þeirrar næstu (að hann hafi keypt gullklump).</p>

Tafla 6.2. Listi yfir PISA-spurningar í viðauka 1, þyngd spurninga í PISA-stigum.

	Neðri mörk þreps	Spurning	Þyngd spurningar (PISA-stig)
6	698	LEIKRITID ER MÁLID – Spurning 3	730
5	626	VINNUAFL – Spurning 3	631
4	553	LOFTBELGUR – Spurning 3.2 (hámarksstig)	595
		LEIKRITID ER MÁLID – Spurning 7	556
3	480	NIRFILLINN – Spurning 5	548
		LOFTBELGUR – Spurning 4	510
2	407	LEIKRITID ER MÁLID – Spurning 4	474
		LOFTBELGUR – Spurning 3.1 (hlutastig)	449
		LOFTBELGUR – Spurning 6	411
1a	335	NIRFILLINN – Spurning 1	373
		LOFTBELGUR – Spurning 8	370
1b	262	NIRFILLINN – Spurning 7	310

## Niðurstöður

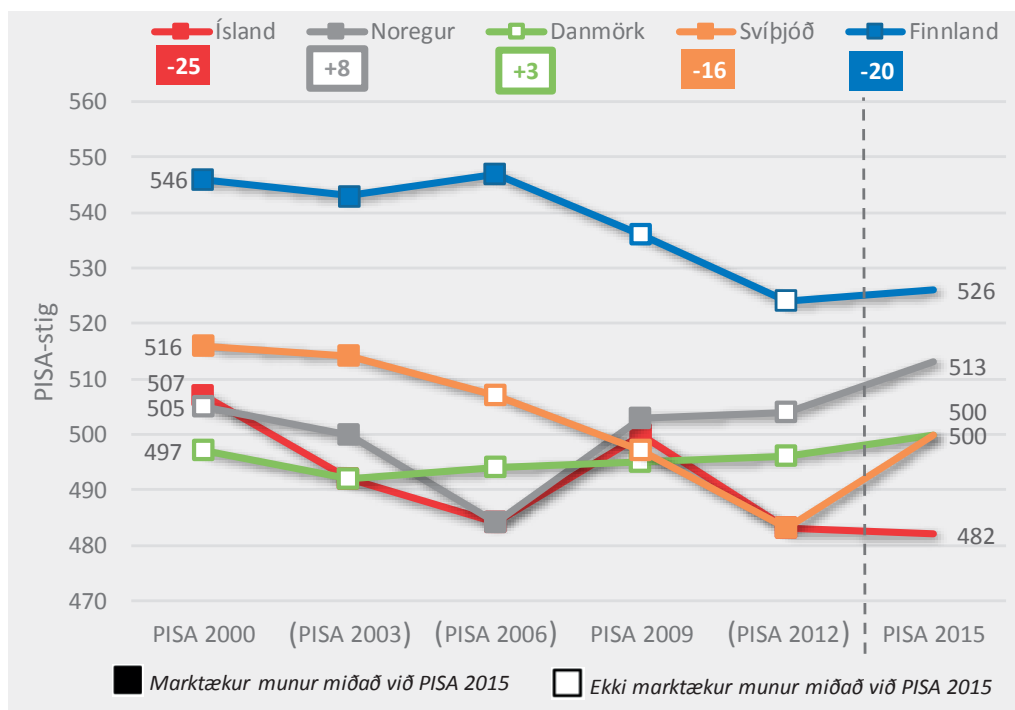
Hér er niðurstöðum fyrir lesskilning lýst með samanburði við hin Norðurlöndin, OECD-ríkin og önnur þáttökulönd. Útkoman er borin saman við eldri fyrirlagnir PISA, einkum 2000 og 2009 en þau árin var megináhersla lögð á að meta lesskilning í PISA könnuninni. Hlutfall nemenda á einstökum hæfniprepum er sýnt, ólíkir landshlutar bornir saman og samanburður gerður milli höfuðborgarsvæðisins, þéttbýliskjarna utan höfuðborgarsvæðisins og dreifbýlis. Sýndur er kynjamunur í lesskilningi og staða nemenda af erlendum uppruna.

### Ísland í samanburði við Norðurlöndin

Lesskilningur á Íslandi er fyrir neðan meðaltal OECD, Svíþjóð og Danmörk eru rétt yfir meðaltalinu, Noregur er nokkru ofar og Finnland er um 44 stigum fyrir ofan Ísland, eða sem svarar einu og hálfu skólaári, miðað við viðmið OECD um að eðlilegar framfarir á hverju skólaári séu almennt um 30 stig (sjá nánar í kafla 1).

Á mynd 6.1 má sjá stöðu í lesskilningi á Norðurlöndum. Myndin sýnir endurreiknuð meðaltöl aftur í tímann út frá nýrri aðferð við útreikning sem notuð var fyrst í PISA 2015. Aðferðinni er lýst í skýrslu OECD um PISA 2015. Á myndinni kemur fram að lesskilningi 15 ára unglunga á Íslandi hefur hrakað um 25 stig á árunum 2000 til 2015 og svarar sú lækkun til tæplega eins árs afturfarar samkvæmt því viðmiði að framfarir um 30 stig verði að jafnaði á einu skólaári.

Finnland lækkar álíka mikið og Ísland á þessu tímabili en Svíþjóð lækkar minna, Danmörk stendur í stað og Noregur hækkar. Finnland er þó áfram efst Norðurlandanna, enda var frammi- staða þeirra langt fyrir ofan OECD meðaltali árið 2000. Þeir eru þó ekki jafnlangt fyrir ofan næsta land og var áður. Árið 2015 eru þeir aðeins 13 stigum fyrir ofan næsta Norðurland (Noreg) en árið 2000 munaði 30 stigum á þeim og næsta landi, sem var þá Svíþjóð.



Mynd 6.1. Lesskilningur á Norðurlöndum skv. PISA árið 2015 samanborið við fyrri ár ásamt stigatölu sem sýnir breytinguna í hverju landi yfir heildartímabilið. (\*Árið 2015 eru ýmsar breytingar á fyrirlögn og tölfræði að baki mælingunni miðað við fyrri ár, þeim er lýst í kafla 1).



Á fyrri hluta tímabilsins sem myndin sýnir (frá 2000 til 2009) lækkuðu öll Norðurlöndin eða stóðu í stað. Á síðari hluta tímabilsins (2009 til 2015) hefur Noregur rétt úr kútnum, en Danmörk og Svíþjóð staðið í stað. Í Finnlandi og á Íslandi hefur lækkunin hins vegar haldið áfram milli 2009 og 2012 en stöðugleiki er frá 2012 til 2015.

**Alþjóðlegt samhengi: Lesskilningur í OECD og öðrum þáttökulöndum.**

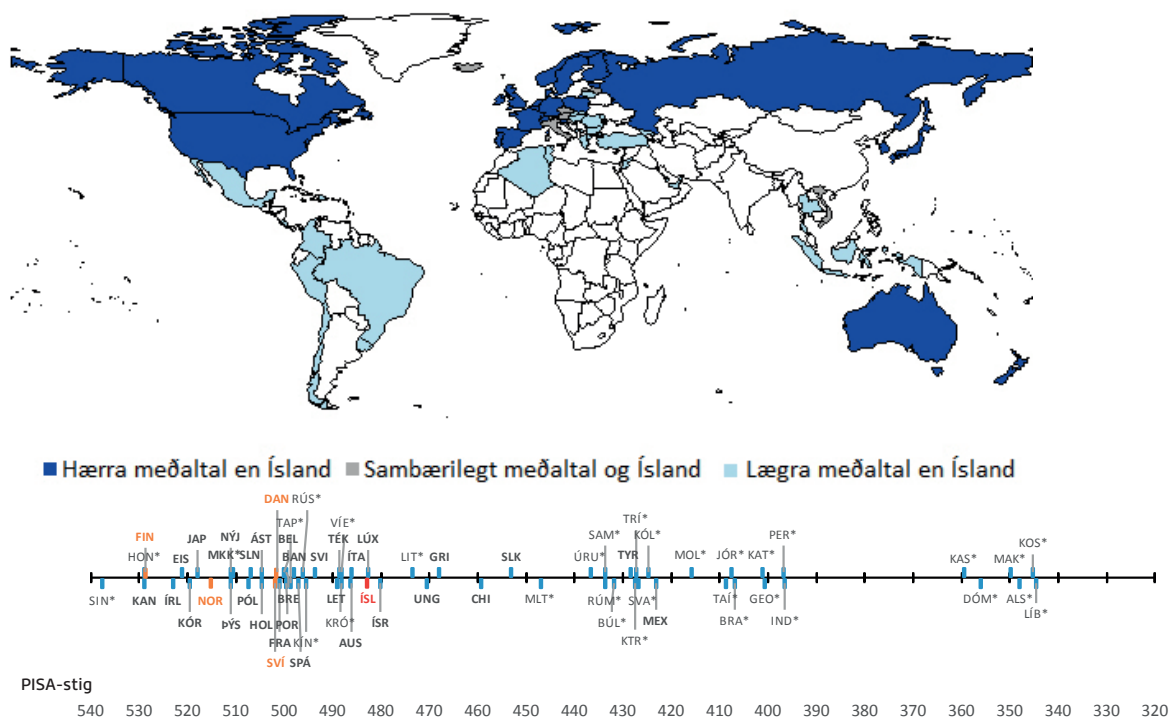
Á kvarðanum á mynd 6.2 sést að löndunum má skipta gróflega í þrjá hópa eftir frammistöðu á lesskilningshluta PISA:

1. Flest OECD-löndin (28 af 34) raðast ofarlega á heildarkvarðann, á 60 stiga bili, 480 til 540 stig.
2. Mexíkó og Tyrklandi ásamt fjölda landa utan OECD mynda hóp á bilinu 400-440 stig.
3. Lang neðst eru 6 lönd (öll utan OECD) með um 350 stig.

Hér er rétt að minna á viðmið OECD um að hvert skólaár bæti um 30 stigum við læsi nemenda að meðaltali. Ísland er meðal neðstu landa í fyrsta hópnum. Ekkert OECD land sýnir áberandi bestan árangur heldur raðast löndin nokkuð jafnt í þetta röð en ofarlega í samanburðinum má finna Finnland og Noreg. Hæsta meðaltalið er í Singapúr, aðeins 8-9 stigum ofar en næstu lönd í röðinni sem eru Hong Kong, Kína og OECD ríkin Kanada og Finnland.

Í töflu 6.3 má sjá lesskilning hjá þáttökulöndum PISA í samanburði við Ísland, meðaltal, staðalfrávik og staðalvillu hvers lands, ásamt breytingunni í stigafjölda frá 2000 til 2015 og frá 2009 til 2015. Í fyrsta dálki töflunnar má sjá að 29 lönd eru marktækt hærrí en Ísland en 30 lönd fyrir neðan.

Mesta lækkunin í OECD ríkjum er á Íslandi, í Svíþjóð, Finnlandi, Nýja-Sjálandi og Ástralíu á tímabilinu frá 2000 til 2015. Mest hækkun er í Perú (70 stig) en meðal OECD ríkanna er mest hækkun í Chile (49 stig). Á skemmra tímabilinu (frá 2009 til



Mynd 6.2. Lesskilningur í þáttökulöndum PISA: OECD ríkin og önnur lönd (Nöfnin á löndunum að baki skammstöfununum eru sýnd í töflu 6.3)

Tafla 6.3. Lesskilningur í þátttökulöndum PISA í samanburði við Ísland, meðaltal, staðalfrávik og staðalvillu, ásamt þróun frá 2000 til 2015 og 2009 til 2015.

	Lesskilningur					Þróun 2000-2015**		Þróun 2009-2015***	
	Staða m.v. Ísland	Meðaltal	Staðalvillu	Staðalfrávik	Staðalvilla Staðalfr.	Stig	Staðalvilla	Stig	Staðalvilla
Singapúr* (SIN)	▲	535	(1,6)	99	(1,1)			+9	(3,9)
Hong Kong Kína* (HON)	▲	527	(2,7)	86	(1,5)	+1	(7,9)	-6	(4,8)
Kanada (KAN)	▲	527	(2,3)	93	(1,3)	-8	(7,4)	+2	(4,4)
Finnland (FIN)	▲	526	(2,5)	94	(1,5)	-20	(7,7)	-9	(4,8)
Írland (ÍRL)	▲	521	(2,5)	86	(1,5)	-6	(7,9)	+25	(5,2)
Eistland (EIS)	▲	519	(2,2)	87	(1,2)			+18	(4,9)
Kórea (KÓR)	▲	517	(3,5)	97	(1,7)	-7	(8,0)	-22	(6,0)
Japan (JAP)	▲	516	(3,2)	92	(1,8)	-6	(9,1)	-4	(5,8)
Noregur (NOR)	▲	513	(2,5)	99	(1,7)	+8	(7,8)	+10	(5,0)
Nýja-Sjáland (NÝJ)	▲	509	(2,4)	105	(1,7)	-20	(7,7)	-12	(4,8)
Þýskaland (ÞÝS)	▲	509	(3,0)	100	(1,6)	+25	(7,8)	+12	(5,3)
Makaó Kína* (MKK)	▲	509	(1,3)	82	(1,1)			+22	(3,8)
Pólland (PÓL)	▲	506	(2,5)	90	(1,3)	+27	(8,5)	+5	(5,0)
Slóvenía (SLN)	▲	505	(1,5)	92	(1,3)			+22	(3,9)
Holland (HOL)	▲	503	(2,4)	101	(1,6)			-5	(6,6)
Ástralía (ÁST)	▲	503	(1,7)	103	(1,1)	-25	(7,8)	-12	(4,5)
Svíþjóð (SVÍ)	▲	500	(3,5)	102	(1,5)	-16	(8,0)	+3	(5,7)
Danmörk (DAN)	▲	500	(2,5)	87	(1,2)	+3	(7,6)	+5	(4,7)
Frakkland (FRA)	▲	499	(2,5)	112	(2,0)	-5	(7,7)	+4	(5,5)
Belgía (BEL)	▲	499	(2,4)	100	(1,5)	-9	(8,0)	-7	(4,8)
Portúgal (POR)	▲	498	(2,7)	92	(1,1)	+28	(8,6)	+9	(5,3)
Bretland (BRE)	▲	498	(2,8)	97	(1,1)			+4	(5,0)
<b>OECD MEÐALTAL</b>	▲	493	(0,5)	96	(0,3)	-3	(6,9)	-2	(3,5)
Taípei* (TAP)	▲	497	(2,5)	93	(1,7)			+2	(5,0)
Bandaríkin (BAN)	▲	497	(3,4)	100	(1,6)	-7	(10,4)	-3	(6,1)
Spánn (SPÁ)	▲	496	(2,4)	87	(1,4)	+3	(7,7)	+15	(4,6)
Rússland* (RÚS)	▲	495	(3,1)	87	(1,4)	+33	(8,5)	+35	(5,7)
Kína P-S-J-G+* (KÍN)	▲	494	(5,1)	109	(2,9)				
Sviss (SVI)	▲	492	(3,0)	98	(1,7)	-2	(8,6)	-8	(5,2)
Lettland (LET)	-	488	(1,8)	85	(1,5)	+30	(8,8)	+4	(4,9)
Tékkland (TÉK)	-	487	(2,6)	100	(1,7)	-4	(7,7)	+9	(5,2)
Króatía* (KRÓ)	-	487	(2,7)	91	(1,6)			+11	(5,2)
Víetnam* (VÍE)	-	487	(3,7)	73	(2,0)				
Austurríki (AUS)	-	485	(2,8)	101	(1,5)	-22	(7,8)		
Ítalía (ÍTA)	-	485	(2,7)	94	(1,6)	-3	(7,9)	-1	(4,6)
<b>Ísland (ÍSL)</b>		482	(2,0)	99	(1,7)	-25	(7,2)	-19	(4,2)
Lúxemborg (LÚX)	-	481	(1,4)	107	(1,0)			+9	(3,9)
Ísrael (ÍSR)	-	479	(3,8)	113	(2,0)	+27	(11,5)	+5	(6,3)
Litháen* (LIT)	▼	472	(2,7)	94	(1,5)			+4	(5,0)
Ungverjaland (UNG)	▼	470	(2,7)	97	(1,7)	-10	(8,3)	-25	(5,4)
Grikkland (GRI)	▼	467	(4,3)	98	(2,4)	-7	(9,5)	-16	(7,0)
Chile (CHI)	▼	459	(2,6)	88	(1,7)	+49	(8,1)	+9	(5,3)
Slóvakía (SLK)	▼	453	(2,8)	104	(1,8)			-25	(5,1)
Malta* (MLT)	▼	447	(1,8)	121	(1,5)			+5	(4,2)
Úrugvæ* (ÚRU)	▼	437	(2,5)	97	(1,6)			+11	(5,0)



(tafla 6.3, framhald)

	Lesskilningur					Þróun 2000-2015**		Þróun 2009-2015***	
	Staða m.v. Ísland	Meðaltal	Staðalvilla	Staðalfrávik	Staðalvilla Staðalfr.	Stig	Staðalvilla	Stig	Staðalvilla
Rúmenía* (RÚM)	▼	434	(4,1)	95	(2,1)	+6	(8,7)	+9	(6,7)
Samein. ar. furstad.* (SAM)	▼	434	(2,9)	106	(1,4)				
Búlgaría* (BÚL)	▼	432	(5,0)	115	(2,6)	+1	(9,8)	+3	(9,0)
<b>Tyrkland</b> (TYR)	▼	428	(4,0)	82	(2,0)			<b>-36</b>	(6,3)
Kosta Ríka* (KTR)	▼	427	(2,6)	79	(1,6)			<b>-15</b>	(5,4)
Trínidad og Tób.* (TRÍ)	▼	427	(1,5)	104	(1,3)			<b>+11</b>	(3,9)
Svartfjallaland* (SVA)	▼	427	(1,6)	94	(1,2)			<b>+19</b>	(4,1)
Kólumbía* (KÓL)	▼	425	(2,9)	90	(1,5)			<b>+12</b>	(5,9)
<b>Mexíkó</b> (MEX)	▼	423	(2,6)	78	(1,5)	+1	(8,0)	-2	(4,7)
Moldóva* (MOL)	▼	416	(2,5)	98	(1,5)			<b>+28</b>	(5,1)
Taíland* (TAÍ)	▼	409	(3,3)	80	(1,7)	<b>-22</b>	(8,2)	<b>-12</b>	(5,5)
Jórdanía* (JÓR)	▼	408	(2,9)	94	(1,8)			+3	(5,6)
Brasília* (BRA)	▼	407	(2,8)	100	(1,5)	+11	(8,0)	-4	(5,2)
Katar* (KAT)	▼	402	(1,0)	111	(1,0)			<b>+30</b>	(3,7)
Georgía* (GEO)	▼	401	(3,0)	104	(1,8)			<b>+27</b>	(5,4)
Perú* (PER)	▼	398	(2,9)	89	(1,6)	<b>+70</b>	(8,6)	<b>+28</b>	(6,0)
Indónesía* (IND)	▼	397	(2,9)	76	(1,8)	<b>+27</b>	(8,4)	-4	(5,8)
Túnis* (TÚN)	▼	361	(3,1)	82	(1,9)			<b>-43</b>	(5,4)
Dómíníska lýðv.* (DÓM)	▼	358	(3,1)	85	(1,9)				
Makedónía* (MAK)	▼	352	(1,4)	99	(1,2)	<b>-21</b>	(7,2)		
Alsír* (ALS)	▼	350	(3,0)	73	(1,6)				
Kosóvó* (KOS)	▼	347	(1,6)	78	(1,1)				
Líbanon* (LIB)	▼	347	(4,4)	115	(2,6)				

2015) hefur lækkun orðið mest í Túnis (43 stig) og OECD ríkjunum Tyrklandi (36 stig) og Slóvakíu (25 stig). Mestar framfarir urðu á tímabilinu í Rússlandi (35 stig).

#### Skipting nemenda á hæfniprep í lesskilningi árin 2000, 2009 og 2015

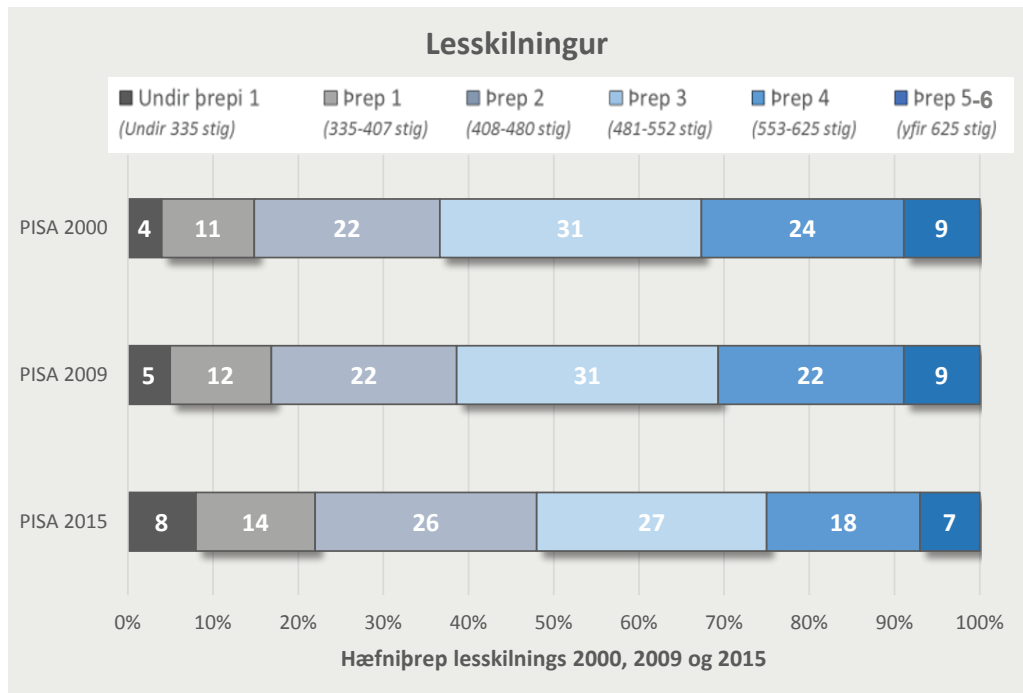
Athugun á skiptingu nemenda á hæfniprep veitir annars konar upplýsingar en meðaltöl. Á mynd 6.3 má sjá hvernig þátttakendur í PISA 2000, 2009 og 2015 skiptust á hæfniprep lesskilnings á Íslandi. Framan af (frá 2000 til 2009) fækkaði á þrepi 4 lítillega og fjölgaði í neðstu tveimur þrepunum. Óbreyttur fjöldi var í efstu þrepunum (þrepum 5 og 6). Á síðari hluta tímabilsins hefur lækkunin hins vegar einnig náð til efsta þrepsins (fór úr 9% í 7%) og umtalsverð fækkun hefur líka orðið í næstu tveimur þrepum þar á eftir (þrepum 3 og 4). Hlutfall nemenda undir þrepi 2 hefur aukist frá 2000 úr 15% í 22%.

#### Samanburður lesskilnings á Íslandi eftir búsetu og þróun

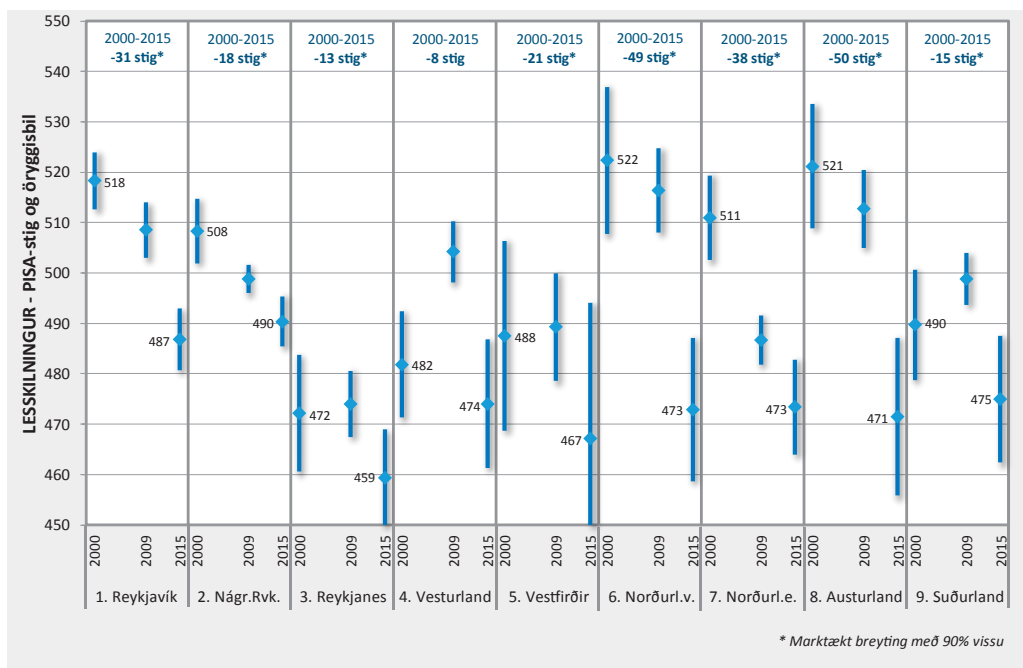
Stuðst er við eldri landshlutaskiptingu við samanburðinn vegna tengingar við fyrri greiningar.

Á mynd 6.4 sýna lóðréttu strikin við hvern punkt 90% vikmörk viðkomandi meðaltals. Með 90% vissu er hægt að segja að meðaltalið sé á því bili sem strikið sýnir en meðaltalið sem er gefið er líklegasta gildið. Því fámennari sem hópurinn er að baki meðaltalinu því meiri óvissa er í áætluðu gildi hópsins.

Allir landshlutar standa verr að vígi nú árið 2015 í samanburði við árið 2000. Lækkunin er þó ekki alls staðar marktæk. Lækkunin er ómarktæk á Vesturlandi (7 stig) á tímabilinu og lítil en marktæk á Reykjanesi (11 stig), nágrenni Reykjavíkur (16 stig) og Suðurlandi (13 stig). Í fjórum þessara landshluta var lækkunin ekki samfelld á tímabilinu, því frammistaðan hafði hækkað nokkuð



Mynd 6.3. Skipting nemenda á hæfniprep lesskilnings árin 2000, 2009 og 2015 á Íslandi. Í PISA 2015 eru þrep 5 (625-697 stig) og þrep 6 (frá 698 stigum) aðskilin en fyrri árin var þrep 5 efsta þrepið (frá 625 stigum). Til að gera samanburð við fyrri ár mögulegan er þrepum 5 og 6 árið 2015 slegið saman.



Mynd 6.4. Lesskilningur í níu landshlutum árin 2000, 2009 og 2015, ásamt stigatölu sem sýnir breytinguna í hverjum landshluta yfir heildartímabilið.

2009 áður en hún lækkaði aftur 2015 á Vesturlandi, Suðurlandi, Reykjanesi og Vestfjörðum. „Sveiflan“ er þó ekki í öllum tilfellum tölfræðilega marktæk.

Annars konar mynstur sést á Norðurlandi eystra og vestra, Austurlandi og á höfuðborgarsvæðinu, þ.e. Reykjavík og nágrenni. Í þessum landshlutum er lækkunin samfelld og víða veruleg, mest á Austurlandi (47 stig) og litlu minni á Norðurlandi eystra og Norðurlandi vestra (37 og 43 stig). Í Reykjavík nemur lækkunin svo um 30 stigum. Það má túlka þannig að lesskilningur reykviskra nemenda í lok 10. bekkjar árið 2015 sé álíka og hann var í lok 9. bekkjar árið 2009, samkvæmt því viðmiði OECD að um 30 stig bætist við lesskilning nemenda að meðaltali á hverju skólaári. Á Austurlandi og Norðurlandi má segja að lesskilningur nemenda í lok 10. bekkjar árið 2015 sé sambærilegur því sem hann var hjá nemendum um miðjan 8. bekk árið 2000.

Á mynd 6.5 er sýnd hæfniprepaskipting nemenda í lesskilningi árið 2015. Þar sést að hlutfall nemenda á efstu þrepum (þrepum 5 og 6) er svipað í Reykjavík og nágrenni og í OECD ríkjum almennt. Í öðrum landshlutum eru hins vegar mun færri nemendur í efstu þrepunum en gerist almennt í OECD. Til dæmis eru 0,1% nemenda eða færri í efsta þrepi á Vestfjörðum, Reykjanesi og Norðurlandi vestra en 1,1% innan OECD almennt og 1,4% í Reykjavík. Aðrir landshlutar utan höfuðborgarsvæðisins þyrftu að leggja aukna áherslu á að bæta frammistöðu efstu nemendanna enn frekar til þess að hlutfallið í efstu getustigunum yrði sambærilegt við OECD. Ef litið er til neðstu þrepanna, þá stendur nágrenni Reykjavíkur álíka vel að vígi og OECD ríkin almennt. Í hinum landslutunum er hlutfall nemenda undir þrepi 2 hærra en í OECD ríkjum almennt.

Landshlutar sem þyrftu að leggja aukna áherslu á að bæta færni nemenda á allra neðstu hæfniprepunum eru Reykjanes, Norðurland eystra, Vestfirðir og Vesturland.

Á mynd 6.6 er lesskilningur borinn saman milli höfuðborgarsvæðisins, þéttbýliskjarna utan Reykjavíkur og dreifbýlis árin 2003, 2009 og 2015 (sjá nánar um skiptingu í þessa flokka í viðauka 3).

Myndin sýnir að lækkunin er mest í dreifbýlinu, um 37 stig á 15 árum sem er rúmt skólaár en hún er einnig umtalsverð á hinum svæðunum, sem nemur um hálfu skólaári.

#### Kynjamunur í lesskilningi

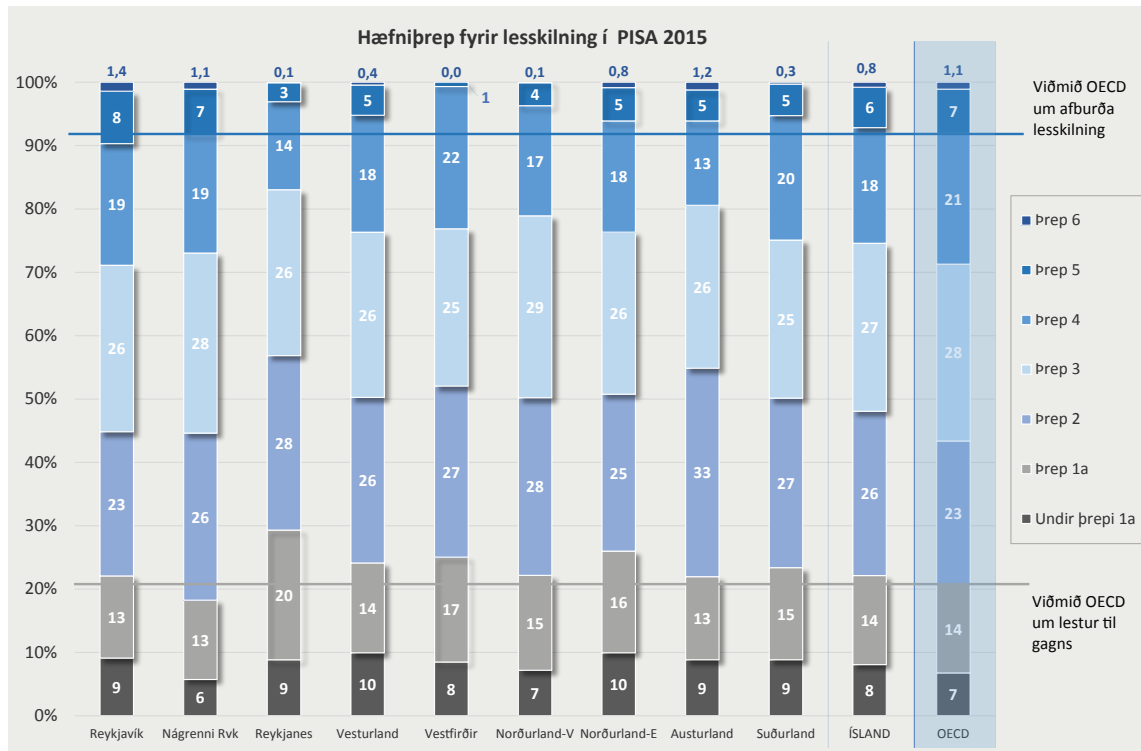
Í öllum þáttökulöndum er lesskilningur stúlkna meiri en drengja (sjá mynd 6.7). Meðal OECD ríkjanna er hann mestur í Finnlandi en minnstur á Írlandi, Japan og Chile. Kynjamunur á Íslandi er 42 stig stúlkum í hag. Í aðeins ellefu löndum, þ. á m. Finnlandi, er kynjamunur meiri í lesskilningi. Á Norðurlöndum er hann minnstur í Danmörku (22 stig).

Á mynd 6.8 er birt hlutfall drengja og stúlkna á ólíkum hæfniprepum fyrir lesskilning í PISA 2015 á Norðurlöndunum. Drengir eru færri á efstu hæfniprepunum í OECD ríkjum í heild og á öllum Norðurlöndunum einnig. Jafnframt eru þeir fleiri í lægstu þrepunum.

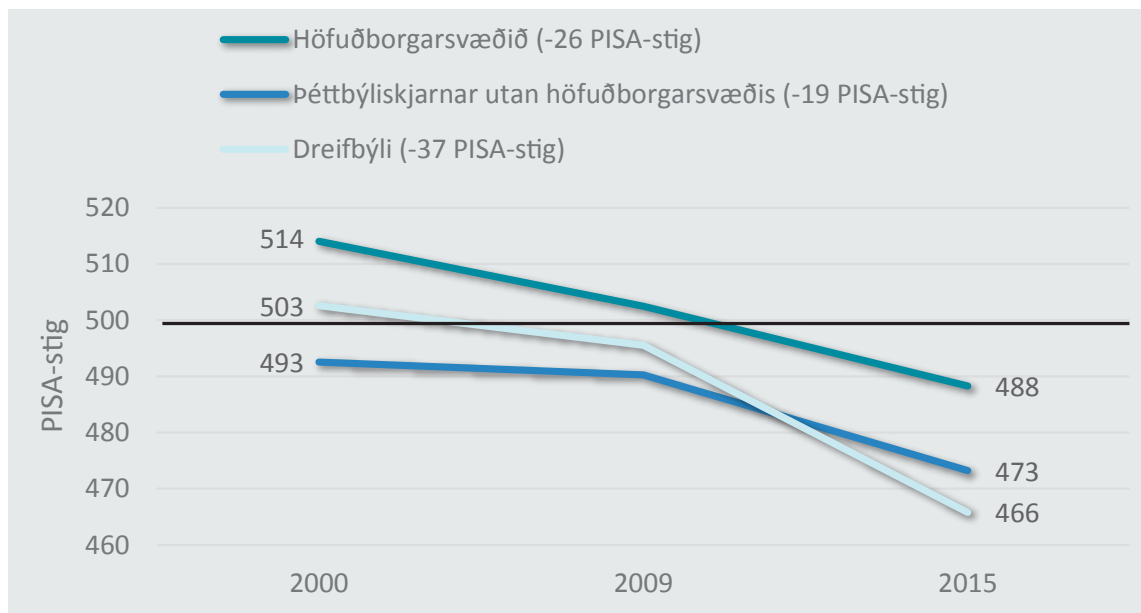
Dreifing milli þrepa hjá stúlkum hér á landi er svipuð dreifingu stúlkna í OECD löndunum að meðaltali. Hins vegar er dreifing drengja hér á landi mun óhagstæðari en dreifing þeirra hjá OECD. Á Íslandi eru 29% drengja á þrepi 1a eða neðar, miðað við 25% í OECD. Á Íslandi eru 18,5% drengja á efstu þremur þrepunum, miðað við 25,1% í OECD ríkjum að meðaltali. Það má því segja að slök frammistaða drengja sérstaklega dragi meðaltal lesskilnings niður hér á landi, bæði skortur á drengjum í efstu þrepunum og meiri fjöldi á þeim lægstu.

Í OECD hefur fjölgað lítillega á neðstu þrepum hjá báðum kynjum (sjá mynd 6.9). Punktalínan á mynd 6.9 efri mynd sýnir það. Heila línan (Ísland) á sömu mynd sýnir hins vegar að þessi þróun er mun skarpari hér á landi eftir árið 2009.

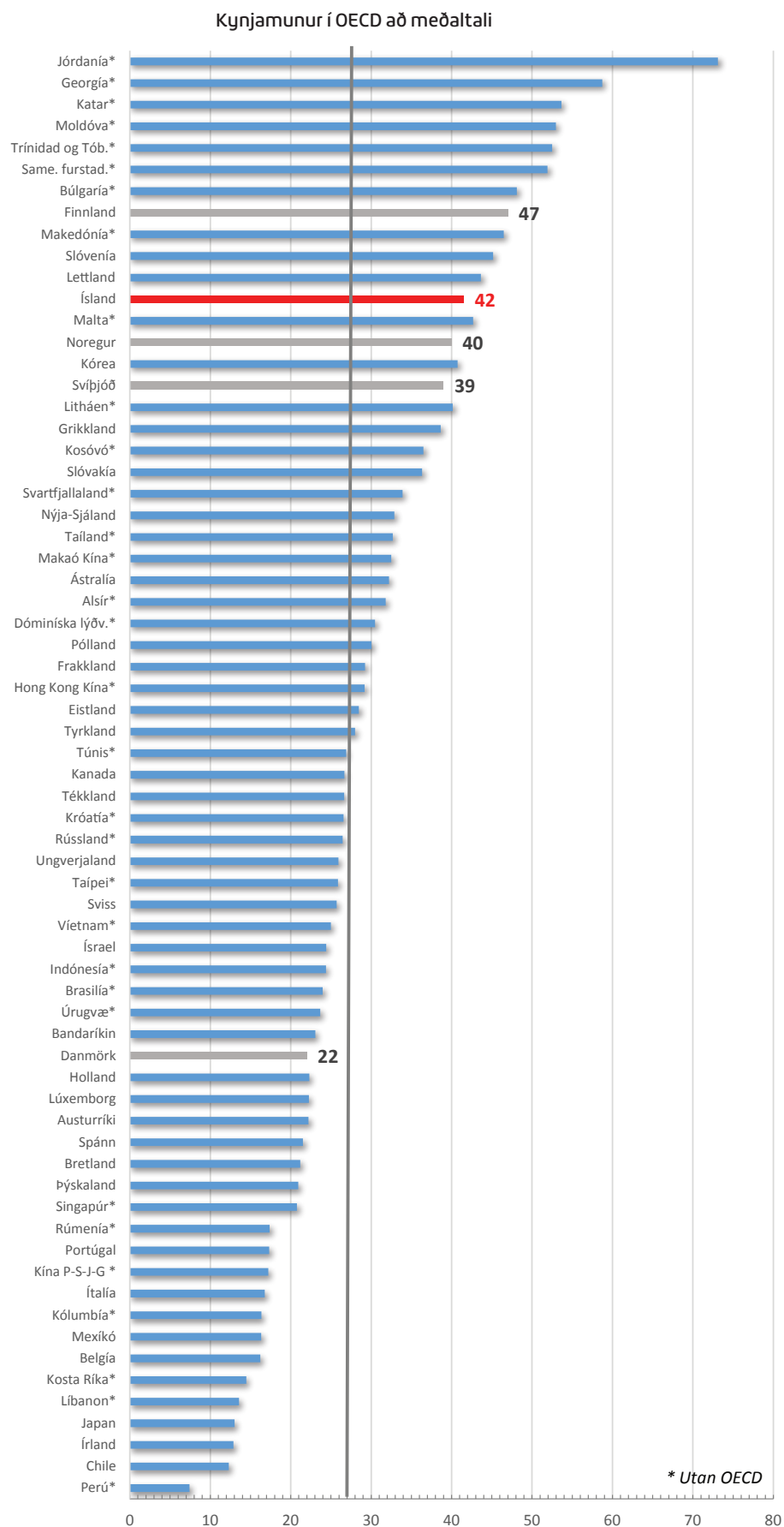
Á meðan fjölgað hefur í efstu hæfniprepunum hjá báðum kynjum í OECD að meðaltali frá 2009, þá hefur fækkað í efstu þrepunum á Íslandi 2015 miðað við 2009 (neðri mynd 6.9). Stúlkum með afbragðs lesskilning hefur fækkað hér á landi miðað við 2009. Breytingar frá árinu 2000, þegar mælingar hófust, til ársins 2009 höfðu verið mjög litlar. Örlítil lækkun var hjá drengjum en hlutfall framúrskarandi stúlkna stóð nánast í stað. Þessi óheillaþróun á efstu stigum kemur fram eftir 2009, miðað við gögnin í mynd 6.9.



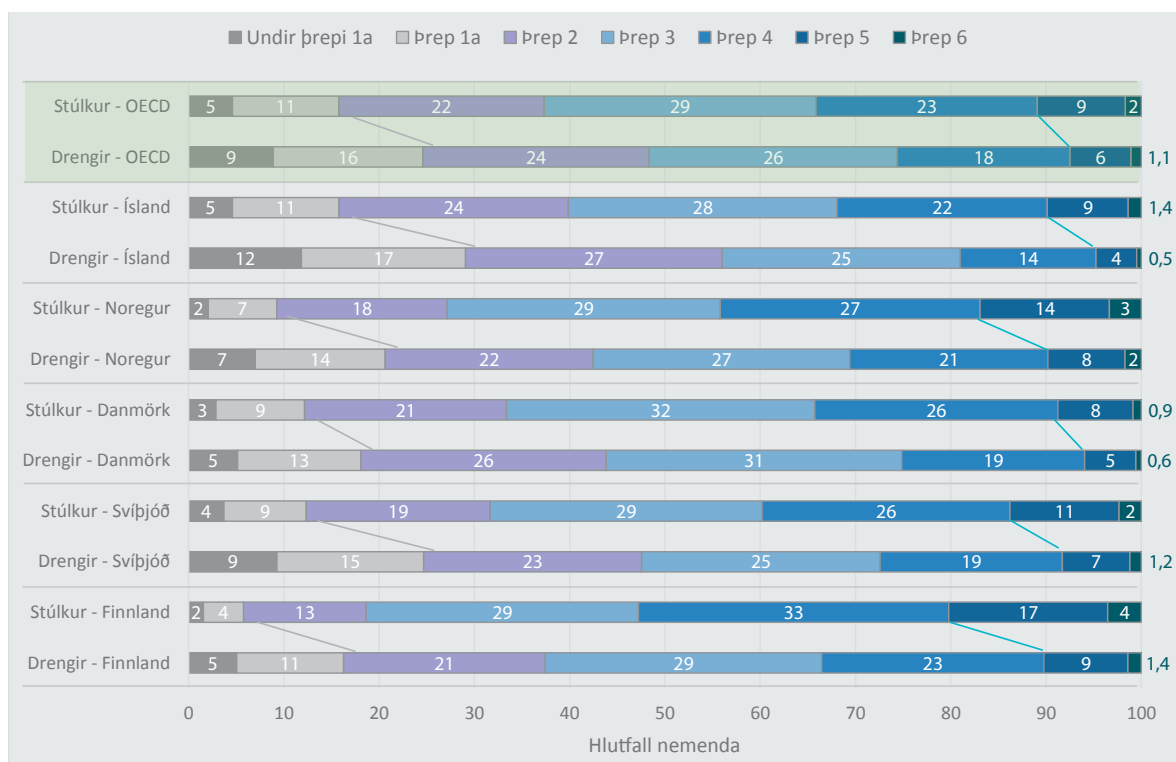
Mynd 6.5. Skipting nemenda á hæfniprep í lesskilningi árið 2015 í níu landshlutum, á Íslandi í heild og í OECD ríkjunum að meðaltali.



Mynd 6.6. Lesskilningur á höfuðborgarsvæðinu, í þéttbýliskjörnum utan höfuðborgarsvæðisins og í dreifbýli árin 2000, 2009 og 2015 og breyting á tímabilinu í heild.



Mynd 6.7. Kynjamunur í lesskilningi í þátttökuöndum PISA 2015.



Mynd 6.8. Hlutfall stúlkna og drengja á hverju hæfniprepi lesskilnings á Norðurlöndum í samanburði við meðaltal OECD ríkjanna í PISA 2015.

### Innflytjendur og lesskilningur

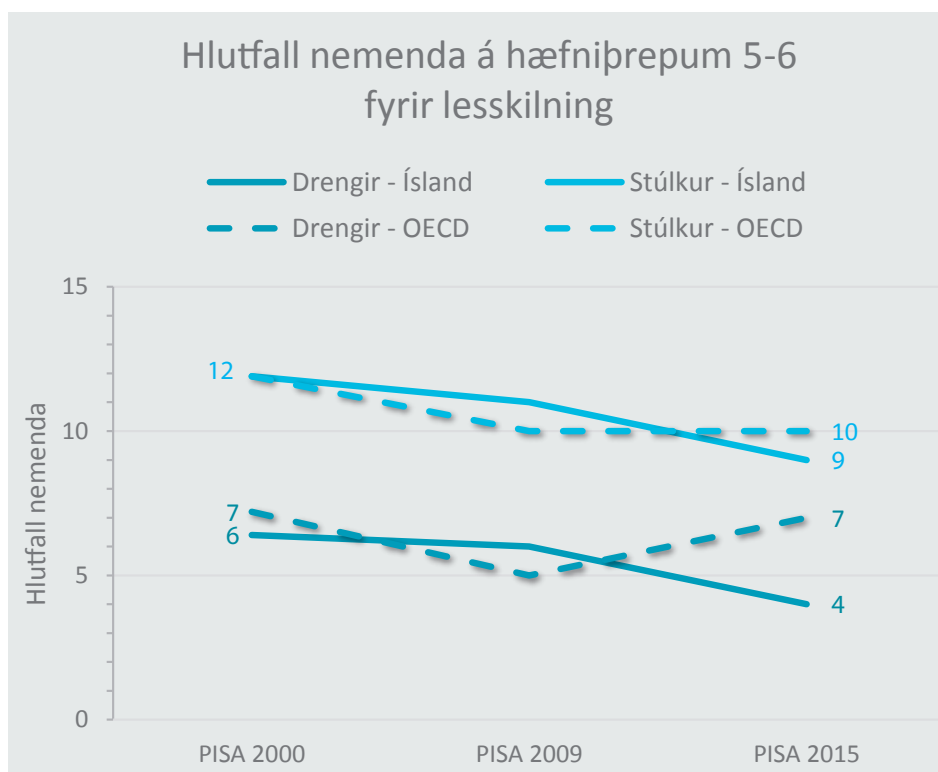
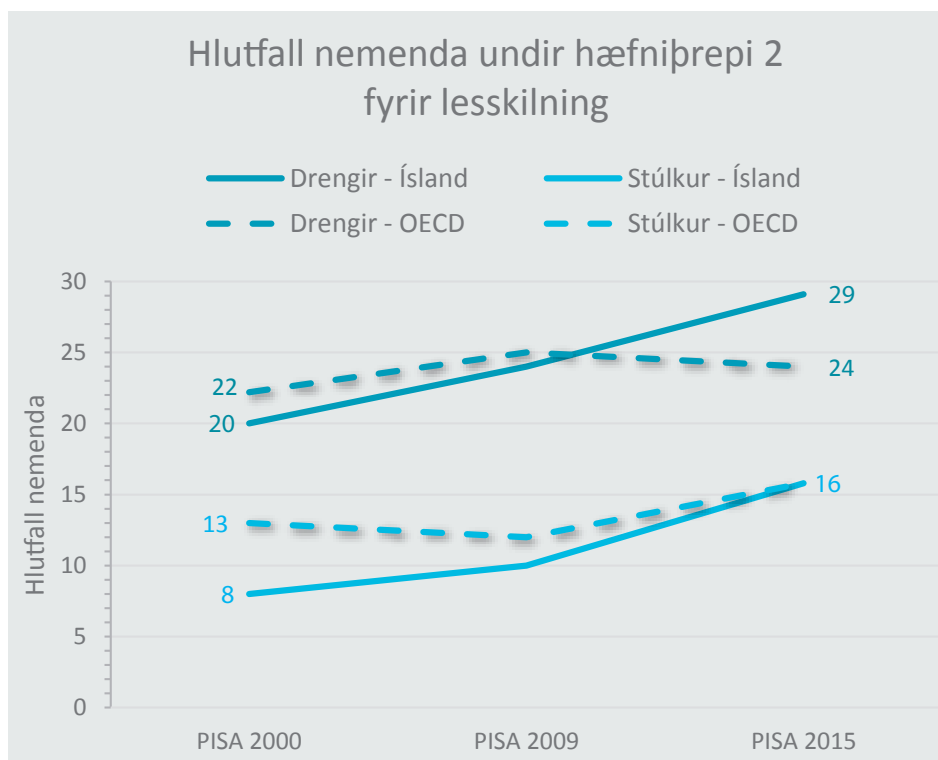
Tafla 6.4 sýnir fjölda nemenda af erlendum uppruna sem taka þátt í PISA frá árinu 2000. Fjórða röðin sýnir fjölda nemenda sem eru innflytjendur af fyrstu kynslóð, bæði nemandi og foreldrar eru fædd erlendis. Mikil aukning hefur orðið í fjölda nemenda með erlendan bakgrunn síðustu 15 ár. Þó er fjöldi þeirra aðeins brot af heildarfjölda nemenda í hverjum árgangi.

Í myndum 6.10 og 6.11 er átt við fyrstu kynslóðar innflytjendur þegar rætt er um innflytjendur. Innfæddir eru nemendur sem fæddir eru á Íslandi og eiga íslenska foreldra.

Á mynd 6.10 eru nemendur sem fæddir eru erlendis og eiga erlenda foreldra bornir saman við innfædda. Lesskilningur innflytjenda árið 2015 er mun lakari en lesskilningur þeirra fyrri ár og munar allt að 71 stigi miðað við árið 2000, sem sam-

svarar rúmlega tveimur skólaárum. Á mynd 6.11 er sýnt hlutfall af heildarfjölda nemenda sem eru undir hæfniprepi 2 fyrir lesskilning 2000, 2009 og 2015. Lesskilningur var aðalsviðið í PISA 2000 og 2009. Þau ár voru u.þ.b. 100 spurningar sem mátu lesskilning og gefa niðurstöður fyrir þau ár því áreiðanlegan samanburð við 2015.

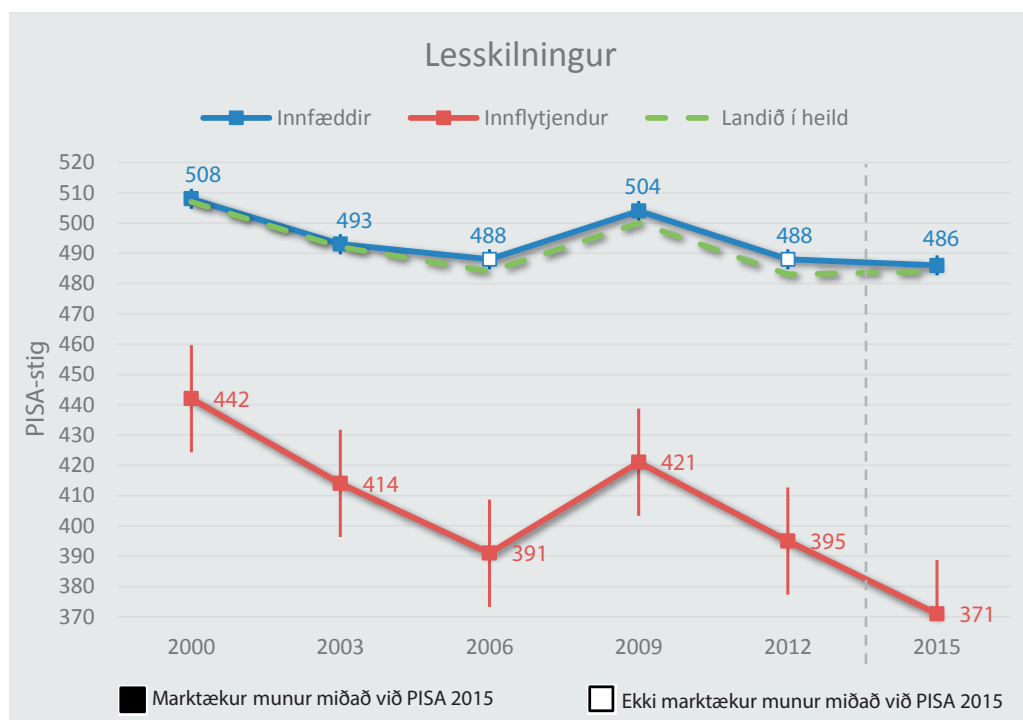
Myndin sýnir að mikil aukning hefur orðið á fjölda innflytjenda undir þrepi 2, en það er í takt við hlutfall og fjölgun innflytjenda í skólakerfinu á þessum tíma (sjá töflu 6.4). Fjöldi nemenda sem tala annað tungumál en íslensku á heimili hefur t.d. þrefaldast síðastliðin 15 ár. Aukning í fjölda innflytjenda í grunnskólum síðastliðinn áratug skýrir hins vegar ekki aukninguna í heildarfjölda nemenda undir þrepi 2 í lesskilningi eins og sést á mynd 6.11.



Mynd 6.9. Þróun á hlutfalli stúlkna og drengja undir hæfniprepi 2 og yfir hæfniprepi 4 í lesskilningi á Íslandi samanborið við meðaltal OECD ríkjanna milli PISA 2000 og 2015.

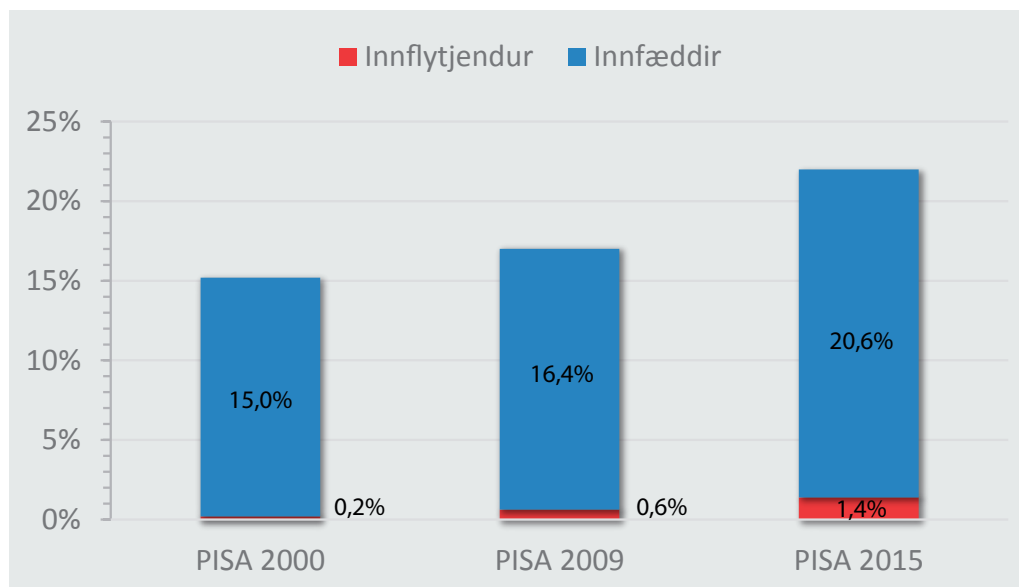
Tafla 6.4. Hlutfall nemenda í PISA 2000 til 2015 sem eru fæddir erlendis eða eiga föður/móður sem eru fædd erlendis og hlutfall nemenda sem býr á heimili þar sem talað er annað mál en íslenska; fjölgun frá 2000 til 2015.

Fædd/ur erlendis	2000	2003	2006	2009	2012	2015	Fjölgun frá 2000 til 2015
Nemandi	193 5,8%	196 5,9%	255 6,9%	222 6,2%	300 8,8%	279 8,6%	45%
Móðir	106 3,2%	126 3,9%	182 4,9%	232 6,5%	283 8,4%	295 9,1%	278%
Faðir	128 3,9%	131 4,0%	167 4,5%	191 5,4%	235 7,0%	281 8,7%	220%
Öll fjölskyldan fædd erlendis	19 0,6%	22 0,7%	59 1,6%	48 1,3%	86 2,5%	95 2,9%	500%
Á heimili er talað annað tungumál en íslenska	63 1,9%	54 1,6%	80 2,2%	106 3,0%	131 3,9%	173 5,4%	275%



Mynd 6.10. Meðaltal lesskilnings innfæddra, innflytjenda og landsins í heild árin 2000 til 2015.





Mynd 6.11. Hlutfall innflytjenda og innfæddra undir hæfniprepi 2 í lesskilningi árin 2000, 2009 og 2015.

#### Samantekt um lesskilning

Ísland er nú neðst Norðurlanda í lesskilningi en var um miðjan hóp árið 2000. Lesskilningur hefur lækkað um sem nemur tæpu skólaári hér á landi á þessum 15 árum, álíka mikið og í Finnlandi, og hafa fá þátttökuríki PISA lækkað jafnmikið á þessu tímabili. Ísland er neðarlega í hópi OECD ríkja í lesskilningi. Fjölgað hefur í lægri hæfniprepum og fækkað á efri getustigum. Nú (2015) eiga 22% nemenda erfitt með að lesa sér til gagns (ná ekki hæfniprepi 2) en voru 15% árið 2000. Dreifing stúlkna á hæfniprep lesskilnings er

svipuð og í OECD löndum að meðaltali. Hærra hlutfall drengja er á lægri hæfniprepum en í OECD löndunum almennt. Ekki er marktækur munur í lesskilningi hér á landi milli ára 2006, 2012 og 2015. Staðan er almennt lakari í dreifbýli í samanburði við höfuðborgarsvæðið. Á höfuðborgarsvæðinu er dreifing nemenda á hæfniprep áþekk því sem almennt gerist í OECD ríkjum. Lesskilningur innflytjenda er lakari en lesskilningur innfæddra og hefur bilið breikkað á milli þessara hópa.

## Lesskilningur

**Skýringar á lesskilningi íslenskra nemenda í PISA. Sigríður Ólafsdóttir, nýdoktor, Menntavísindasviði Háskóla Íslands og Baldur Sigurðsson, dósent Menntavísindasviði Háskóla Íslands.**

Undanfarin ár hafa fræðimenn leitast við að kanna hvað útskýrir mismunandi færni 15 ára unglinga í að leysa lesskilningsverkefni PISA. Þannig hafa rannsóknir í auknum mæli beinst að þeim stigvaxandi kröfum sem hæfniprepin endurspeglar og færniþáttum sem þar liggja til grundvallar.

### Misjöfn frammistaða nemenda á lesskilningshluta PISA

Hópur fræðimanna í Bandaríkjunum (LaRusso o.fl., 2016) kannaði nýlega forspárgildi þriggja breyta fyrir djúpan lesskilning (e. deep reading comprehension) af þeim toga sem lesskilningsverkefni PISA útheimta, með nemendum í 4. – 7. bekk. Ein breytan var skilningur þeirra á hærra stigs tungumáli, sem einkennir ritaðan texta af ýmsu tagi (e. *academic language*): hærra stigs orðaforði og tengiorð sem gefa til kynna samband á milli setninga og efnisgreina (*þannig að, af því leiðir, í fyrsta lagi* o.s.frv.) (Uccelli o.fl., 2015). Önnur breytan var færni nemenda í að setja sig inn í og taka mið af ólíkum sjónarhornum (e. *perspective taking*) og sú þriðja fangaði flókna rökhugsun, þ.e. hæfileikann til að nýta sér bakgrunnsþekkingu sína til að ígrunda og túlka texta (e. *complex reasoning*). Niðurstöður leiddu í ljós að allar þessar breytur höfðu forspárgildi fyrir lesskilning en sterkustu spána gaf skilningur nemenda á hærra stigs tungumáli (LaRusso o.fl., 2016, bls. 215).

Arnbak (2010) gerði rannsókn samhliða PISA-könnuninni í Danmörku árið 2009 og kannaði hvort orðaforði (fjölvalspróf sem mældi orðskilning) og lesskilningsaðferðir, ásamt ánægju af lestri og fjölbreytni lesefnis, spáðu fyrir um gengi í lesskilningi. Niðurstöðurnar leiddu í ljós að orðaforði nemenda skýrði einn og sér meira af dreifingu einkunna en allar hinar breytur samtals.

Freyja Birgisdóttir (2016) leitaði skýringa á slakri frammistöðu íslenskra nemenda á PISA 2012 og beindi athyglinni sérstaklega að lægsta hæfniprepinu (þepi 1a og 1b) þar sem íslenskum nemendum hafði fjölgað mest. Þátttakendur voru 280 nemendur af landinu öllu. Lögð voru fyrir próf sem meta orðaforða (*Orðalykill* sem mælir færni í að útskýra merkingu orða) (Eyrún Kristína Gunnarsdóttir, Daníel Þór Ólason og Jörgen L. Pind, 2004), sjónrænan lestur (nemendur aðgreina eins mörg orð og þeir geta í stafastrengjum), sjálfstjórn í námi, ánægju af lestri, lestrartíðni og námsaðferðir í lesskilningi. Það síðastnefnda byggði á spurningalista sem lagður var fyrir þátttakendur og var metinn á fjögurra punkta kvarða: hversu oft þeir notuðu aðferðir til þess að draga saman texta, leggja atriði á minni, draga út aðalatriði út frá tilgangi lestursins, fylgjast með eigin skilningi og tengja efnið við reynslu sína og bakgrunnsþekkingu. Meginniðurstöður voru þær að orðaforði veitti langsterkustu forspána um þá nemendur sem lentu undir hæfniprepi 2, jafnvel eftir að tekið hafði verið tillit til annarra áhrifsbreyta. Grunnjafna sem innihélt mat á lestrarvenjum og viðhorfum, auk lesskilningsaðferða og sjálfstjórnar í námi, spáði fyrir um 13% þeirra nemenda sem lentu undir hæfniprepi 2. Þegar orðaforða var bætt við jöfnuna hækkaði hlutfallið upp í 51%.

Allar þessar niðurstöður undirstrika mikilvægi orðaforða fyrir lesskilning nemenda á mið- og unglíngastigi og sérstaklega á meðal þeirra sem standa höllum fæti á því sviði. Það er auðskiljanlegt því varla er hægt að gera ráð fyrir að nemendur geti ígrundað texta, túlkað, safnað saman upplýsingum og nýtt sér bakgrunnsþekkingu sína ef þeir skilja ekki stóran hluta af orðum í textanum.

Hlutfall orða í texta sem nemendur í grunn- og framhaldsskóla þurfa að þekkja til að geta nýtt sér innihald hans hefur verið rannsóknarefni Batia Laufer um árabíl (Laufer, 1989, 1992; Laufer og Ravenhorst-Kalovski, 2010). Hún dregur þá álykt-

un að til þess að geta áttað sig á meginatriðum í texta þurfi nemendur að skilja að minnsta kosti 95% orða en að þekking á 98% orða sé nauðsynleg fyrir góðan lesskilning. Af þessu leiðir að ef hlutfall óþekktra orða í texta fer yfir 2-5% lendi lesendur í vandræðum. Því gefur auga leið að orðaforði liggur til grundvallar góðum lesskilningi og að misjafn orðaforði barna veldur mismunandi gengi í lesskilningi.

#### Þróun orðaforða og lesskilnings frá ungum aldri

Þegar PISA-könnunin var lögð fyrir í fyrsta sinn árið 2000 voru fimm ár liðin frá því Hart og Risley (1995) birtu niðurstöður rannsóknar sinnar, sem vörpuðu ljósi á ástæður þess að börn eru svo misjafnlega stöð hvað stærð orðaforða varðar strax á unga aldri. Þau sýndu fram á að það var tungumálið sem börnin ólust upp við á heimilum sínum sem mótaði orðaforða þeirra og málkunn-áttu. Hart og Risley höfðu fylgst með 42 fjölskyldum barna á aldrinum 7 mánaða til 3ja ára. Þau börn sem fengu mesta örvun af tungumáli, þ.e. heyrðu flest orð á viku, fengu margfalt fleiri orð en þau sem fengu minnst. Stærð orðaforða barnanna við 3ja ára aldur endurspegladi þennan mun. Átta árum síðar birtu þau niðurstöður framhaldsrannsóknar sinnar (Hart og Risley, 2003) þar sem kom fram að stærð orðaforða barnanna við 3ja ára aldur spáði fyrir um tungumálafærni þeirra við 9 ára aldur en það er einmitt á þeim aldri sem fer að reyna á lesskilning nemenda í náminu. Síðar hafa fjölmargar rannsóknir staðfest þessar niðurstöður og sýnt mikinn mun á orðaforða ungra barna (Hrafnhildur Ragnarsdóttir, Steinunn Gestsdóttir og Freyja Birgisdóttir, 2009; Sigríður Ólafsdóttir og Hrafnhildur Ragnarsdóttir, 2010) sem síðan hefur forspárgildi um þróun lesskilnings þeirra (t.d. Carlo o.fl., 2004; National Center for Educational Statistics, 2011; Sigríður Ólafsdóttir, Freyja Birgisdóttir, Hrafnhildur Ragnarsdóttir og Sigurgrímur Skúlason, 2016).

Rannsóknir hafa einmitt leitt í ljós að munur á milli barna í orðaforða og lesskilningi hefur tilhneigingu til að aukast með hverju ári (Sigríður Ólafsdóttir o.fl. 2016; Stanovich, 1986). Það stafar af þeirri staðreynd að því fleiri orð sem lesandinn skilur í texta, þeim mun betur áttar hann sig á innihaldi textans ásamt merkingu óþekktra orða sem bætast smám saman í safnið (Laufer, 1989) sem síðan hefur jákvæð áhrif á þróun lesskilnings.

Þá er líklegt að börn með góðan lesskilning hafi meiri ánægju af lestri og lesi því gjarnan meira en þau sem hafa slakan lesskilning. Fleiri og fjölbreyttari orð verða þannig á vegi þeirra og þau auka orðaforða sinn og lesskilning hraðar en hin og þannig breiðkar bilið eftir því sem á skólagoðgunguna líður.

Sigríður Ólafsdóttir o.fl. (2016) leiddu í ljós að þessi tilhneiging kemur greinilega fram á miðstigi grunnskólans hjá íslenskum börnum. Þau fylgdu þróun orðaforða og lesskilnings 90 barna í 4.-8. bekk sem eiga annað móðurmál en íslensku og 96 jafnaldra með íslensku að móðurmáli. Niðurstöður leiddu ótvírætt í ljós að því meiri orðaforða sem börnin höfðu í 4. bekk þeim mun hraðar juku þau lesskilning sinn sem leiddi til vaxandi munar á lesskilningi barna miðað við stærð orðaforða þeirra í upphafi miðstigs.

Orðaforðinn er því forsenda þess að lesandinn geti ráðið í merkingu textans, skilið tungumálið sem þar er sett fram. En lestur texta felur einnig í sér þá tæknilega færni að geta tengt saman stafi og hljóð og kalla fram orð og setningar, þ.e. umskráningarfærni. Samkvæmt einfalda lestrarlíkaninu (Hoover og Grough, 1990) felst lesskilningur í grundvallaratriðum í þessum tveim aðskildu færniþáttum: umskráningu og málskilningi. Orðaforði og málskilningur þróast alla ævi en hins vegar þarf umskráningarfærnin að vera komin við 9 ára aldur þannig að nemendur hafi náð góðri lesfimi, að þeir geti lesið hratt og örugglega. Því það er einmitt á þeim aldri sem nemendur hætta *að læra að lesa* og fara *að lesa til að læra*. Af þessu leiðir að óásættanlegt er að munur sé á 15 ára nemendum í umskráningarfærni sem ætti því alls ekki að skýra mismunandi gengi þeirra í lesskilningi.

#### Áhrif lesfimi

Niðurstöður Freyju Birgisdóttur (2016) sýna þó að það er ekki aðeins lítil orðaforði sem skýrir að verulegu leyti ástæðu þess að stór hópur íslenskra unglunga lendir undir hæfniprepi 2 heldur einnig slök færni í lesfimi. Sú breyta spáði réttilega fyrir um 33% þeirra sem sýndu svo slaka frammi-stöðu í lesskilningi. Það er sannarlega áhyggju-efni að tæknileg hlið er svo breytileg hjá 15 ára unglingum. Í lok grunnskóla ættu nemendur að hafa nýtt sér lestur sem mikilvæga leið til þekk-

ingaröflunar í um það bil 6 ár, eða allt frá því þeir voru 9 ára gamlir. Ef ungmenni ná ekki að lesa fyrirhafnarlaust geta þau tæplega einbeitt sér að innihaldi texta. Því verður grundvallarfærnin, rétt eins og orðaforðinn, þröskuldur sem erfitt er að yfirstíga til að geta nýtt sér lestur til að finna, velja, túlka og meta upplýsingar. Ástæður geta sannarlega verið af ýmsum toga. Við upphaf lestrarnáms virðast þó erfiðleikar við hljóðræna úrvinnslu og slök hljóðkerfisvitund vera helsta ástæða erfiðleika við umskráningu og þar með leshraða (Amalía Björnsdóttir, Ingibjörg Símonardóttir og Jóhanna Einarsdóttir, 2003). Til að viðhalda leikni í lestri þarf þjálfun og iðkun.

Í þessu sambandi ber að geta að lestrariðkun er forsenda þess að nemendur nái tókum á grunnþáttum lestrar og í gegnum lestur eykst orðaforði og lesskilningur (McKeown og Curtis, 2014; Freyja Birgisdóttir, 2016). Því er það athyglivert að í ljós kom að stór hluti íslenskra nemenda les aldrei sér til gamans, (Freyja Birgisdóttir, 2016) eða 57% þeirra sem lentu á hæfniprepi 1. Þá sögðust 80% þeirra sem lentu á hæfniprepum 2 og 3 aldrei lesa sér til ánægju eða í minna en 30 mínútur á dag og 60% þeirra sem lentu ofar. Hér var ekki skoðað sérstaklega hvort eða hversu mikið nemendur lasu stafrænt efni eða dvöldu á veraldarvefnum.

#### Lakari árangur íslenskra grunnskólanema frá árinu 2000 til ársins 2015

Þá komum við að því hvað veldur svo hröðum afturförum íslenskra unglunga á milli árána 2000 og 2015 í lesskilningi. Ef við skoðum frammi-stöðu íslenskra nemenda árið 2000 kemur í ljós að meðalstigafjöldi þeirra á lesskilningshluta PISA er sambærilegur meðalstigafjölda OECD-rikkjanna þannig að á því ári eru íslensk ungmenni með nokkuð ásættanlegan lesskilning. En síðan fer frammi-stöðu þeirra stöðugt hnignandi. Þessi þróun kemur einnig, eins og áður segir, skýrt fram í hækkandi hlutfalli þeirra sem lenda á lágsta hæfniprepinu.

Ástæðurnar eru vafalítið margar en Freyja Birgisdóttir (2016) sýndi með rannsókn sinni að orðaforði skýrði slaka frammi-stöðu þeirra að verulegu leyti. Að því má leiða líkum að því að orðaforði hjá íslenskum ungmönnum hafi minnkað síðustu 15 ár. Ástæðurnar eru vafalítið margar, og geta tengst skólum, heimilum og samfélaginu í heild.

Þegar við leitum skýringa á því hvað það er í samfélaginu sem getur hafa valdið þessari afturför er athugunarvert að líta til þeirrar byltingar sem notkun snjalltækja hefur valdið.

#### Notkun snjalltækja

Það er nokkuð ljóst að notkun netmiðla og snjalltækja hefur aukist jafnt og þétt undanfarin ár, í raun allt frá árinu 2000 þegar PISA-könnunin var lögð fyrir í fyrsta sinn. Ekki er nokkur vafi á því að börn og unglingar verja miklum hluta tíma síns á veraldarvefnum, í tölvuleikjum á samskiptamiðlum eða við að horfa á horfa á ótextað sjónvarpsefni. Í nýrri rannsókn (Rannsóknir og greining, 2016) kom í ljós að um það bil þriðjungur ungmenna í 8., 9. og 10. bekk telur sig verja að jafnaði 2 - 3 klukkustundum á dag á veraldarvefnum. Auk þess segist fjórðungur verja 4 klukkutímum við slíka iðju á hverjum degi. Ekki er nokkur vafi á því að efni á veraldarvef er að miklu leyti á ensku (sjá Eiríkur Rögnvaldsson, Kristín M. Jóhannsdóttir, Sigrún Helgadóttir og Steinþór Steingrímsson, 2012). Því ber að fagna að íslensk ungmenni þrói færni sína í ensku sem er svo mikið notuð í samskiptum á milli þjóða, alla vega í hinum vestræna heimi og einnig síðar í náminu og sérstaklega þegar komið er í háskóla. Ef þessi þróun kemur hins vegar niður á færni þeirra í eigin móðurmáli, til dæmis eins og hún endurspeglast í slökum lesskilningi þeirra á PISA-prófunum, er ástæða til að staldra við.

Stafrænt efni af ýmsum toga býður upp á óteljandi möguleika til þekkingaröflunar og þróunar hæfni á fjölbreytilegum sviðum. Í raun má telja að þessir nýju möguleikar valdi byltingu að þessu leyti og flest má teljast verulega jákvætt hvað varðar þroska einstaklingsins. Því fleiri gáttir sem við opnum fyrir börnum þeim mun betri möguleika hafa þau til að fóta sig í framtíðinni við nýjar aðstæður.

Þess ber að geta að notkun upplýsingatækninnar hefur líka aukist í öðrum löndum OECD og þar á meðal annars staðar á Norðurlöndum. Því má spyrja hvers vegna ekkert hinna Norðurlandanna lækkar jafnmikið og Ísland frá árinu 2000 til ársins 2015. Ísland er nú neðst Norðurlanda í lesskilningi, en var um miðjan hóp árið 2000.

Í þessu sambandi er mikilvægt að huga að fámennu málsamfélagi okkar Íslendinga en málsamfélög

hinna Norðurlandanna eru margfalt stærri. Gera má ráð fyrir að á öðrum Norðurlöndum sé meira afþreyingarefni af ýmsum toga af ýmsum toga aðgengilegt á veraldarvefnum á máli heimanna. Hér á landi vaknar sú spurning hvort íslensk börn og unglingar verji í meira mæli frítíma sínum á ensku en á íslensku og að í þessu efni séu þau mun verr á vegi stödd en ungmenni annarra Norðurlanda. Ef svo er má leiða líkum að því að íslensk börn séu að jafnaði tvítýngd og málþróun þeirra beri því keim af málþróun tvítýngdra barna. Það sem einkennir framvindu tungumálafærni tvítýngdra barna, í samanburði við þau sem aðeins nota eitt tungumál, er að hætta er á að orðaforði verði takmarkaður í báðum málunum og að í hvorugu málinu nái þau viðhlítandi færni (Sigríður Ólafsdóttir o.fl., 2016; Sigríður Ólafsdóttir og Hrafnhildur Ragnarsdóttir, 2010). Ef stór hluti íslenskra barna nær takmörkuðum framförum í íslensku er hætta sú að íslenskan hopi smám saman fyrir enskunni, þó það tryggi að engu leyti góðar framfarir íslenskra ungmenna í ensku.

#### Mismunandi árangur íslenskra nemenda eftir landshlutum og uppruna

Þá er áhugavert að bera saman landshlutana en stöðug afturför kemur fram hjá börnum á höfuðborgarsvæðinu á milli árunna 2000 og 2015. Hins vegar kemur fram mjög hægt afturför hjá nemendum fyrir utan höfuðborgarsvæðið á milli árunna 2000 og 2009 en síðan hrap frá árinu 2009 til ársins 2015. Þessi þróun kemur skýrt fram hjá börnum á þéttbýlisstöðum utan höfuðborgarsvæðisins og enn sterkar fram hjá þeim sem búa í dreifbýli. Þá vaknar sú spurning hvort börn utan Reykjavíkur og nágrennis hafi almennt verið seinni til að nýta sér upplýsingatæknina og því hafi hrap í frammistöðu þeirra í lesskilningi komið fram síðar en hjá hinum eða ekki fyrir en árið 2009.

Þegar lítið er til innflytjenda kemur í ljós að meðalstigafjöldi þeirra hrapar stöðugt frá árinu 2000 til ársins 2015. Munur á milli innflytjenda og innfæddra er breytilegur en er þó næstum tvöfalt meiri árið 2015 en árið 2000, fer úr 66 stigum í 115 stig. Munur á milli hópanna samsvarar næstum einu og hálfu skólaári árið 2000 (OECD gerir ráð fyrir 40-45 stiga mun á milli skólaára) en árið 2015 er þessi munur á við tvö og hálf skólaár. Því má leiða líkum að því að róður 15 ára ungmenna

af fyrstu kynslóð innflytjenda sé þungur hvað varðar möguleika þeirra til að uppfylla persónulegar, námslegar og samfélagslegar þarfir sínar hér á landi.

Í skýrslu OECD (2015), þar sem fjallað er um frammistöðu barna af erlendum uppruna í PISA-könnunum árið 2012 í hinum ýmsu þátttökulöndum, er leitast við að finna hugsanlegar skýringar á mismunandi gengi þeirra. Þó þessi nemendahópur hafi almennt vaxið gífurlega síðustu ár hafa ekki komið fram nein tengsl á milli hlutfalls þessara barna í hverju landi og frammistöðu landanna á prófunum. Komið hefur fram að væntingar innflytjendabarna – og foreldra þeirra – um langskólanám eru alls ekki minni en þeirra innfæddu og mælast jafnvel meiri í sumum löndum.

Til að koma til móts við slíkar væntingar er mikilvægt að styðja þau til námsárangurs. Rannsókn OECD (2015) leiddi í ljós að börn af erlendum uppruna sýna betri frammistöðu ef foreldrar þeirra eru upplýstir um menntakerfið, eru meðvitaðir um það hversu mikilvægt er fyrir börnin að ná árangri í náminu og hvernig þeir geta best stutt við börnin sín.

Skýrslan (OECD, 2015) sýnir jafnframt að sumum löndum tekst sérstaklega vel að minnka mun á frammistöðu innfæddra og innflytjenda í PISA-könnunum (í Þýskalandi minnkaði munur á milli innfæddra og annarrar kynslóðar innflytjenda í stærðfræði um 46 stig á milli árunna 2003 og 2012). Það sem er einkennandi í þeim löndum og þeim skólum sem skara fram úr á þessu sviði er að þar eru nemendur af erlendum uppruna ekki settir í sérstaka hópa með börnum sem gengur illa í námi eða eru aðskildir sem sérhópur. Ef hlutfall þessa nemendahóps innan sama skóla fer yfir 25% gengur þeim marktækt verr á prófunum. Þá kom í ljós marktækur munur á innflytjendabörnum sem höfðu gengið í leikskóla og þeim sem ekki höfðu verið í leikskóla. Árangursríkast reynist að bjóða nemendum af erlendum uppruna eins fljótt og hægt er upp á gæðakennslu í nýja málinu í viðbót við góða kennslu í öllum námsgreinum – burtséð frá því hve lengi barnið hefur dvalið í landinu. Í ljós kom að enginn munur var á þeim börnum sem höfðu flust til nýja landsins fyrir 5 ára aldur og þeim sem komu 6–11 ára.

Hins vegar gekk þeim börnum verst sem höfðu komið 12 ára eða eldri. Það er talið skýrast af þeirri staðreynd að þau þurfa að læra nýja málið samtímis því að læra hinar ýmsu námsgreinar á því tungumáli, sem getur hægt á almennri námsframvindu þeirra. Skýrsluhöfundar (OECD, 2015) leggja áherslu á mikilvægi þess að allir kennarar geti unnið faglega með nemendum af erlendum uppruna, að þeir gefi þeim stuðning sem dugar til farsæls námsárangurs.

Í þessu sambandi ber að líta til niðurstaðna sem fjallað er um hér framar og sýna að það er umfram allt orðaforði sem útskýrir mismunandi gengi nemenda á lesskilningshluta PISA. Hvað tvítýngd börn varðar hafa rannsóknir leitt í ljós að þau tileinka sér orðaforða í tungumálum sínum í hlutfalli við þann fjölda orða sem þau heyra, lesa og nota sjálf í hvoru máli fyrir sig. Þessar niðurstöður hafa meðal annars fengist í bandarískum rannsóknum á tvítýngdum börnum á aldrinum 2ja til 10 ára (t.d. Hoff, Core, Place og Rumiche, 2012; Oller o.fl., 2007; Proctor, August, Snow og Barr, 2010; Quiroz, Snow og Zhao, 2010). En það sem einkennir tungumálþróun tvítýngdra barna, eins og kemur fram hér á undan, er að þeim hættir til að þróa minni orðaforða í hvoru máli en börn sem verja tíma sínum á aðeins einu máli (Droop og Verhoeven, 2003; Hulda Patricia Haraldsdóttir, 2013; Sigríður Ólafsdóttir o.fl., 2016; Sigríður Ólafsdóttir og Hrafnhildur Ragnarsdóttir, 2010).

#### Leiðir til að jafna muninn

Catherine Snow, prófessor við Harvard háskóla í Bandaríkjunum, hefur um árábil rannsakað orðaforða og lesskilning nemenda þar í landi. Hún hefur ásamt samstarfsmönnum sínum sérstaklega beint sjónum að þeim sem fara halloka og þar á meðal börnum sem eiga annað móðurmál en ensku. Í samvinnu við hóp annarra fræðimanna hrinti hún af stað átaki, *Word Generation Program* (Snow og Lawrence, 2011) í þeim tilgangi að lyfta sérstaklega þeim sem höllum fæti standa í lesskilningi. Markviss áhersla er lögð á hærra stigs orðaforða þar sem nemendur fá tækifæri til að vinna með orðin í umræðum og ritunarverkefnum. Árangurinn hefur verið mjög góður og síðan hafa þessar aðferðir verið teknar upp víða í Bandaríkjunum. Með áframhaldandi rannsóknum, í samstarfi við grunnskóla, hefur kennsluáferðin

þróast (SERP Institute, e.d.) og enn birtast niðurstöður um góðan árangur. Tekist hefur að minnka bilið á milli þeirra færustu og þeirra sem höllum fæti standa (Lawrence, Francis, Paré-Blagoev og Snow, 2016).

#### Tillögur um umbætur og aðgerðir til að auka gæði menntunar og efla námsárangur

Gæði menntunar eru ekki eingöngu á valdi skóla og menntayfirvalda, heldur er þörf á samstilltu átaki allra sem koma að velgengni og námsárangri barna og unglunga og hefur hver aðili ákveðið hlutverk í því skyni. Hér verður því fjallað um nokkrar mikilvægar leiðir til úrbóta sem unnt er að framfylgja á ýmsum sviðum þjóðfélagsins.

#### Umgjörð máls og menningar í landinu

Námsefni í hefðbundnum skilningi er mjög lítil hluti þess efnis sem mótar uppeldi og menntun nýrrar kynslóðar og þjálfar notkun tungumáls. Íslendingar standa frammi fyrir því að þurfa að taka afstöðu til þess að hvaða marki þeir vilja viðhalda íslenskri tungu í samfélaginu og styrkja þróun hennar. Fjárfesta þarf í íslenskri tungu á mörgum sviðum:

- Auka þarf framleiðslu á íslensku efni fyrir alla aldurshópa: yndislestrarbækur, kvikmyndir, efni á veraldarvef og fleira. Enn fremur er mikilvægt að halda þeim metnaði sem skapast hefur við talsetningu barnaefnis í sjónvarpi og bíóhúsum.
- Styrkja þarf þróun tungutækni á íslensku svo íslenska verði gjaldgeng í samskiptum við hvers kyns snjalltæki og hugbúnað og að íslenskt viðmót sé sjálfgefið í hugbúnaði, í tölvum og snjalltækjum sem seld eru hér á landi.
- Endurskoða þarf Aðalnámskrá með því að skerpa á mikilvægum þáttum sem lúta að grundvallarþáttum læsis á öllum aldursstigum. Þetta felur m.a. í sér áherslu á hljóðkerfisvitund og orðaforða, einkum hærra stigs orðaforða og þjálfun tjáningar í ræðu og riti. Enn fremur er mikilvægt að leggja áherslu á markvissar aðgerðir til að efla námsaðferðir nemenda til að draga fram skilning á texta: að finna, velja, túlka og meta upplýsingar, að setja sig inn í og

taka mið af ólíkum sjónarmiðum og að nýta sér bakgrunnsþekkingu til að ígrunda og túlka texta.

### Grunnmenntun kennara og tækifæri til starfsþróunar

Mikilvægt er að líta ekki á læsi sem einangraðan hæfnipátt sem bundinn er við byrjendastig grunnskóla, eða íslenskukennslu á öðrum skólastigum. Lestur og lesskilningur er sameiginlegt verkefni allra kennara á öllum skólastigum. Því er mikilvægt að efla vægi læsis í kennaramenntun og starfsþróun.

- Áhersla sé á að allir kennarar leik- og grunnskóla hafi þekkingu á undirstöðupáttum læsis. Kennarar faggreina, til dæmis samfélagsfræði, landafræði og náttúrufræði, öðlist færni í að þjálfa nemendur og að hvetja þá til að beita lesskilningsaðferðum sem hér hefur verið fjallað um. Aukin færni kennara á þessu sviði ætti að skila sér í framförum nemenda í viðkomandi námsgreinum og einnig í lesskilningi.
- Allir kennarar þurfa að öðlast kunnáttu og færni í því að gefa börnum af erlendum uppruna viðunandi stuðning á öllum stigum námsins og í öllum námsgreinum. Vandaðir náms- og kennsluhættir sem stuðla að auknum lesskilningi barna eiga við bæði ein- og tvítyngd börn.
- Efla þarf fjölbreytta símenntun kennara á sviði læsis þannig að hún nái til sem flestra starfandi kennara í leik- og grunnskólum. Þetta þarf að gera í samstarfi við fagfélög kennara og fræðasamfélagið. Símenntunin þarf að skapa kennurum möguleika til að auka þekkingu sína, miðla henni sín á milli, rannsaka og þróa eigið starf. Starfsfólk skóla, skólastjórar og kennarar, eigi þess kost að taka virkan þátt í faglegum umræðum og stuðli þannig að öfluglu lærdóms-samfélagsi, jafnt innan skóla sem utan.

### Fagleg ráðgjöf og stuðningur við kennara og foreldra

Yfirvöld menntamála geta stutt sveitarfélög og kennara á öllum skólastigum til að efla læsi:

- Sveitarfélög og einstakir skólar móti sér læsis-

stefnu, markmið og leiðir til að bæta stöðu læsis. Mikilvægt er að gæta sjálfstæðis kennara og skóla og hvetja til skapandi starfshátta. Skólar hafi aðgang að faglegri ráðgjöf og stuðningi við að þróa starfshætti sína til aukins árangurs.

- Styrkja þarf undirstöðupætti læsis strax í leikskólum; s.s. með markvissri málörvun og með því að skima fyrir frávikum – þannig að unnt sé að veita snemmtæka íhlutun.
- Gæta þarf þess að nemendur af erlendum uppruna séu ekki aðskildir, heldur sé þeim dreift á skóla og í bekk.
- Fræða þarf foreldra um mikilvægi málörvunar og hvernig best er að efla málþroska og upplýsa um tengsl málþroska og námshæfni. Þessi fræðsla þarf annars vegar að fara fram í samskiptum við skólana og hins vegar með því að bjóða foreldrum aðgengilegt fræðsluefni í máli og myndum.
- Útgáfa námsefnis í öllum faggreinum verði endurskoðuð með það í huga að auka vægi verkefna sem þjálfa hærra stigs orðaforða, lesskilningsaðferðir og tjáningu í ræðu og riti. Æskilegt er að vinna undir ákveðnum þemum og jafnvel þvert á námsgreinar. Vanda þarf texta námsefnis þannig að hann uppfylli gæðakröfur, bæði til þess að nemendur geti nýtt sér hann til skilnings og einnig til að gefa þeim góða fyrirmynd að gæðatexta.

Að lokum vekjum við athygli á mikilvægi rannsóknna á sviði læsis og bendum á nokkur brýn rannsóknarverkefni. Í fyrsta lagi eru ekki til upplýsingar um að hve miklu leyti íslensk ungmenni nota annað mál en íslensku og hvernig það tengist íslenskum orðaforða þeirra og lesskilningi – eða frammistöðu þeirra á PISA-prófinu. Í öðru lagi þarf að auka rannsóknir á íslenskum orðaforða, ekki síst hærra stigs orðaforða sem liggur til grundvallar lesskilningi og námsárangri. Slíkar upplýsingar er hægt að nota sem viðmið í náms-efnisgerð og kennslu. Í þriðja lagi væri æskilegt að hafa betri upplýsingar um hvernig sérkennsla fer fram, hvaða nemendur fá slíka kennslu og hvaða árangur hún ber á sviði læsis.



## Heimildir

- Amalía Björnsdóttir, Ingibjörg Símonardóttir og Jóhanna Einarsdóttir. (2003). Þróun HLJÓM-2 og tengsl þess við lestrarfærni og ýmsa félagslega þætti. *Uppeldi og menntun.*, 12, 9–13.
- Arnbak, A. (2010). To what extent do basic skills predict students' PISA reading score? Í N. Egelund (ritstj.), *Northern Lights on PISA 2009 - focus on reading* (bls. 23–43). Copenhagen: Nordic Council of Ministers.
- Carlo, M. S., August, D., McLaughlin, B., Snow, C. E., Dressler, C., Lippman, D., . . . White, C. E. (2004). Closing the gap: Addressing the vocabulary needs of English-language learners in bilingual and mainstream classrooms. *Reading Research Quarterly*, 39(2), 188–215. Sótt af <http://search.proquest.com/docview/212100745?accountid=177961>
- Cervetti, G. N., Wright, T. S. og Hwang, H. i. (2016). Conceptual coherence, comprehension, and vocabulary acquisition: A knowledge effect? *Reading and Writing*, 29, 761–779.
- Droop, M. og Verhoeven, L. (2003). Language proficiency and reading ability in first and second-language learners. *Reading Research Quarterly*, 38(1), 78–103. Sótt af <http://search.proquest.com/docview/212121355/fulltext/13895120A1532C090C3/1?accountid=28822>
- Eiríkur Rögnvaldsson, Kristín M. Jóhannsdóttir, Sigrún Helgadóttir og Steinþór Steingrímsson. (2012). Íslensk tunga á stafrænni öld. Í G. Rehm og H. Uszkoreit (ritstj.), *Hvítbókarröð*. Heidelberg: Springer.
- Eyrún Kristína Gunnarsdóttir, Daníel Þór Ólason og Jörgen L. Pind. (2004). Orðalykill: Staðlað orðaforðapróf fyrir börn á grunnskólaaldri. *Sálfræðiritið*, 9, 141–149. Sótt af <http://hdl.handle.net/2336/79453>
- Freyja Birgisdóttir. (2016). Orðaforði og lestrarfærni: Tengsl við gengi nemenda á lesskilningshluta PISA. *Netla - Veftímarit um uppeldi og menntun: Sérarit um læsi*. Sótt af: [http://netla.hi.is/wp-content/uploads/2016/09/04\\_16\\_serarit.pdf](http://netla.hi.is/wp-content/uploads/2016/09/04_16_serarit.pdf)
- Hart, B. og Risley, T. R. (1995). *Meaningful differences in the everyday experience of young American children*. Baltimore: Paul H. Brookes.
- Hart, B. og Risley, T. R. (2003). The early catastrophe the 30 million word gap by age 3. *American Educator*, Spring. Sótt af [http://www.aft.org/pubs-reports/american\\_educator/spring2003/catastrophe.html](http://www.aft.org/pubs-reports/american_educator/spring2003/catastrophe.html)
- Hoover, W. A. og Gough, P. B. (1990). The simple view of reading. *Reading and Writing*, 2, 127–169.
- Hrafnhildur Ragnarsdóttir, Steinunn Gestsdóttir og Freyja Birgisdóttir. (2009). Málþroski, sjálfstjórn og læsi fjögurra og sex ára barna: Kynning á nýrri rannsókn og fyrstu niðurstöður. Í Gunnar Þór Jóhannesson og Helga Björnsdóttir (ritstj.), *Rannsóknir í félagsvísindum X* (bls. 645–659). Reykjavík: Félagsvísindastofnun Háskóla Íslands. Hulda Patricia Haraldsdóttir. (2013). *Þátiðarmyndun og stærð íslensks orðaforða tvítýngdra leikskólabarna*. University of Iceland, Reykjavík.
- LaRusso, M., Kim, H. Y., Selman, R., Uccelli, P., Dawson, T., Jones, S., . . . Snow, C. (2016). Contributions of academic language, perspective taking, and complex reasoning to deep reading comprehension. *Journal of Research on Educational Effectiveness*, 9(2), 201–222.
- Laufer, B. (1989). What percentage of text-lexis is essential for comprehension. Í C. Lauren og M. Nordman (ritstj.), *Special language: From humans thinking to thinking machine* (bls. 69–75). Clevedon: Multilingual Matters.
- Laufer, B. (1992). How much lexis is necessary for reading comprehension? Í P. J. L. Arnaud og H. Béjoint (ritstj.), *Vocabulary and Applied Linguistics* (bls. 126–132). London: Macmillan.



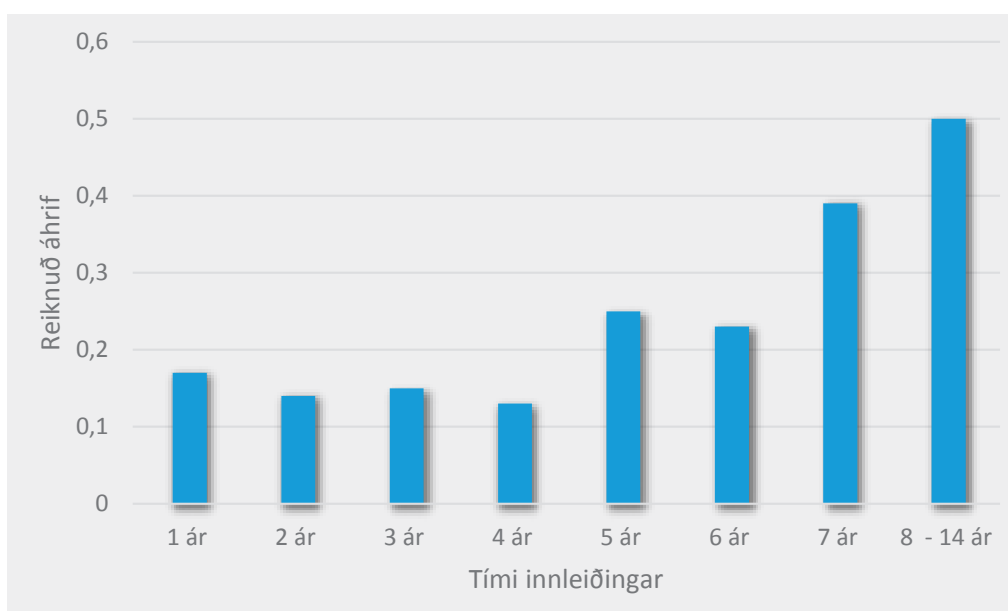
- Laufer, B. og Ravenhorst-Kalovski, G., C. (2010). Lexical threshold revisited: Lexical text coverage, learners' vocabulary size and reading comprehension. *Reading in a Foreign Language*, 22(1), 15–30.
- Lawrence, J. F., Francis, D., Paré-Blagoev, J. og Snow, C. E. (2016). The poor get richer: Heterogeneity in the efficacy of school-level intervention for academic language. *Journal on Research on Educational Effectiveness*, (1–27)
- McKeown, M. G. og Curtis, M. E. (2014). *The nature of vocabulary acquisition*. New York: Psychology Press.
- National Center for Educational Statistics. (2011). National Assessment of Educational Progress. Sótt af [http://nationsreportcard.gov/reading\\_2011/voc\\_summary.asp](http://nationsreportcard.gov/reading_2011/voc_summary.asp)
- OECD. (2015). *Immigrant students at school: Easing the way to integration*. Sótt af <http://dx.doi.org/10.1787/9789264249509-en>
- Rannsóknir og greining. (2016). Ungt fólk 2016: *Lýðheilsa ungs fólks í Reykjavík. Niðurstöður rannsóknar meðal nemenda í 8., 9. og 10. bekk árið 2016*. Reykjavík: Rannsóknir og greining. Sótt af [http://reykjavik.is/sites/default/files/yomis\\_skjol/skjol\\_utgefid\\_efni/reykjavik\\_heild\\_2016\\_.pdf](http://reykjavik.is/sites/default/files/yomis_skjol/skjol_utgefid_efni/reykjavik_heild_2016_.pdf)
- Roessingh, H. (2013). A look at Grade 2 writing: Successes and challenges in early literacy development. *Learning Landscapes*, 7(1), 269–281. Sótt af <http://www.learninglandscapes.ca/images/documents/ll-no13/roessingh.pdf>
- SERP Institute. (e.d.). Strategic Education Research Partnership. Sótt af <http://serpinstitute.org/>
- Sigríður Ólafsdóttir, Freyja Birgisdóttir, Hrafnhildur Ragnarsdóttir og Sigurgrímur Skúlason. (2016). Orðaforði og lesskilningur hjá börnum með íslensku sem annað mál: Áhrif aldurs við komuna til Íslands. *Netla - Veftímarit um uppeldi og menntun: Sérít um læsi. Mennta- vísindasvið Háskóla Íslands*, 1–25. Sótt af [http://netla.hi.is/serrit/2016/um\\_laesi/003.pdf](http://netla.hi.is/serrit/2016/um_laesi/003.pdf)
- Sigríður Ólafsdóttir og Hrafnhildur Ragnarsdóttir. (2010). Íslenskur orðaforði íslenskra grunnskólanema sem eiga annað móðurmál en íslensku. *Ráðstefnurit Netlu*. Sótt af <http://skemman.is/handle/1946/7850>
- Snow, C. E. og Lawrence, J. F. (2011). *Word generation in Boston Public Schools: Natural history of a literacy intervention*. Washington DC. Sótt af <http://www.eric.ed.gov/ERICWebPortal/contentdelivery/servlet/ERICServlet?accno=ED518090>
- Stanovich, K. E. (1986). Matthew effects in reading: Some consequences of individual differences in the acquisition of literacy. *Reading Research Quarterly*, 21(4), 360–407. Sótt af: <http://www.jstor.org/stable/747612>
- Stofnun Árna Magnússonar í íslenskum fræðum. (2012–2016). Málköng fyrir íslensku. Sótt af <http://malkong.is/>
- Stofnun Árna Magnússonar í íslenskum fræðum. (2016). Málið.is. Sótt af <http://malið.is/>
- Uccelli, P., Barr, C. D., Dobbs, C. L., Phillips Galloway, E., Meneses, A. og Sánchez, E. (2015). Core academic language skills (CALS): An expanded operational construct and novel instrument to chart school-relevant language proficiency in pre-adolescent and adolescent learners. *Applied Psycholinguistics*, 36, 1077–1109. Sótt af: <http://nrs.harvard.edu/urn-3:HUL.InstRepos:1138018>

## Tillögur um úrbætur í ljósi niðurstaðna PISA 2015

Umbætur í menntamálum taka tíma og áhrif þeirra koma ekki strax í ljós. Menntakerfi einkennast af flóknu samspili margra þátta og breytingar sem snerta einhverja þeirra geta haft ófyrirséð áhrif sem jafnvel vinna gegn upphaflegum tilgangi breytinga. Eftirfarandi mynd gefur vísbendingu um hversu langan tíma það tekur umbætur í menntun að hafa áhrif en hún byggir á samantekt á rannsóknum á menntaumbótum í skyldunámi í Bandaríkjunum (Borman o.fl. 2003).

og sveitarstjórna á mótun áherslna í menntun og skólastarfi og hæfni nemenda lögð til grundvallar. Með aðalnámskrám sem gefnar voru út 2011 og 2013 og með Hvítbók um umbætur í menntun eru síðan lagðar áherslur um hvernig fylgja eigi eftir markaðri stefnu í skólastarfi og aðgerðum stjórnvalda.

Niðurstöður PISA eru einungis einn mælikvarði á gæði menntunar og mikilvægt er að gera sér grein



Mynd 8.1. Samspil tíma og áriða menntaumbóta.

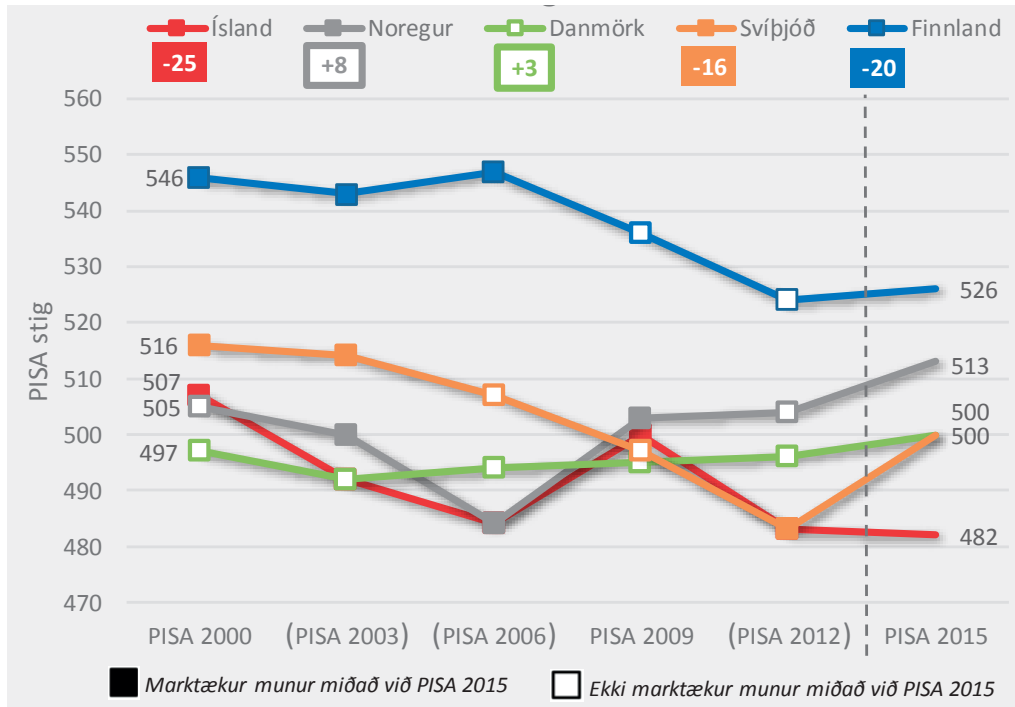
Að sjálfsgögðu eru aðstæður ólíkar eftir löndum og mismunandi er hvernig staðið er að breytingum. Með því að taka saman niðurstöður fjölmargra rannsókna líkt og liggja til grundvallar í myndinni má sjá að þolinmæði og úthald þarf til að ná fram bættum árangri.

Lykilatriði er að mótuð sé sameiginleg sýn um hvernig efla eigi menntun og henni sé fylgt eftir. Hér á landi hefur í meginatriðum verið sátt um þá menntastefnu sem mörkuð var með lögum um leik-, grunn- og framhaldsskóla og menntun og ráðningu kennara frá árinu 2008. Þar er lögð áhersla á að auka áhrif kennara, skólastjórna

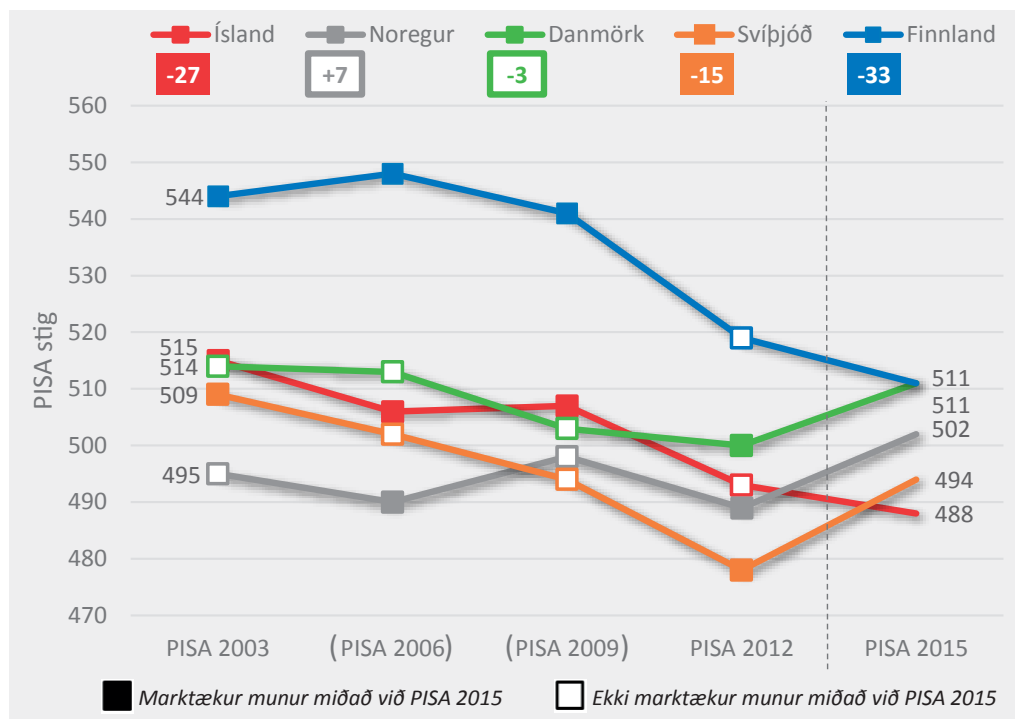
fyrir að einnig þarf að horfa til annarra þátta í menntun. Í flestum löndum sem Ísland hefur tekið mið af í menntamálum hafa þó niðurstöður í PISA-rannsókninni verið lagðar til grundvallar aðgerðum til úrbóta og við mat á þeim.

Ef litið er til niðurstaðna í PISA fyrir Norðurlöndin og áhrifa af umbótaðgerðum þar koma ákveðnar vísbendingar í ljós.

Eins og sjá má á eftirfarandi mynd hefur lesskilningur farið batnandi. Sömu þróun má sjá í stærðfræði. Frá árinu 2003 til 2012 dalar árangur allra Norðurlanda í stærðfræði en fer þá batnandi í



Mynd 8.2. Lesskilningur á Norðurlöndunum skv. PISA árin 2000 til 2015, ásamt stígatölu sem sýnir breytinguna í hverju landi yfir heildartímabilið.



Mynd 8.3. Stærðfræðilæsi á Norðurlöndum skv. PISA árin 2003 til 2015, samanburður ársins 2015 við hin árin, ásamt stígatölu sem sýnir breytinguna í hverju landi yfir heildartímabilið.

Danmörku, Noregi og Svíþjóð á meðan hann dalar á Íslandi og í Finnlandi. Staða Íslands og Finnlands er þó mjög ólík í upphafi. Sömu þróun má sjá í stærðfræði. Frá árinu 2003 dalar árangur allra Norðurlanda í stærðfræði en frá árinu 2012 batnar árangur Danmerkur og Svíþjóðar og Noregs miðað við 2006 á meðan hann dalar á Íslandi og í Finnlandi.

Þó svo að varlega verði að fara í að draga einhlítar ályktanir af þessari þróun á hún sér þó nokkuð skýra samsvörun í stefnu og aðgerðum þessara landa í menntamálum sem beinst hafa að lestri og stærðfræði. Í sameiginlegri skýrslu norrænna fræðimanna um niðurstöður Norðurlandanna sem gefin var út í kjölfar á PISA árið 2009 er samantekt um menntaumbætur á Norðurlöndum til þess tíma (Egelund, 2012). Í samantektinni kemur í ljós að í Danmörku, Noregi og Svíþjóð höfðu niðurstöður PISA á árunum 2003 til 2009 mikil áhrif í menntastefnu hvað varðar lesskilning og stærðfræði.

Þegar árið 2003 gerðu Danir breytingar á námskrám. Sameiginleg markmið (*d: fælles mål*) voru sett um kennslu í ólíkum greinum sem lögð voru til grundvallar mati á árangri. Árið 2006 voru tekin upp samræmd próf í tilteknum greinum í grunnskólum og sérstakt lokapróf í lestri var innleitt árið 2007. Árið 2009 voru sameiginleg markmið í námskrám endurskoðuð og þau gerð bindandi í grunnskólum. Danir hafa lagt sérstaka áherslu á að efla lestrarkennslu og ráðið lestrarráðgjafa í skóla (Egelund, 2012). Nýlega hafa Danir síðan sett á fót námsmiðstöð fyrir grunnskóla, *Resourcecenter for Folkeskolen*, þar sem þekkingu og gögnum er miðlað til kennara og skóla (Undervisningsministeriet, 2016).

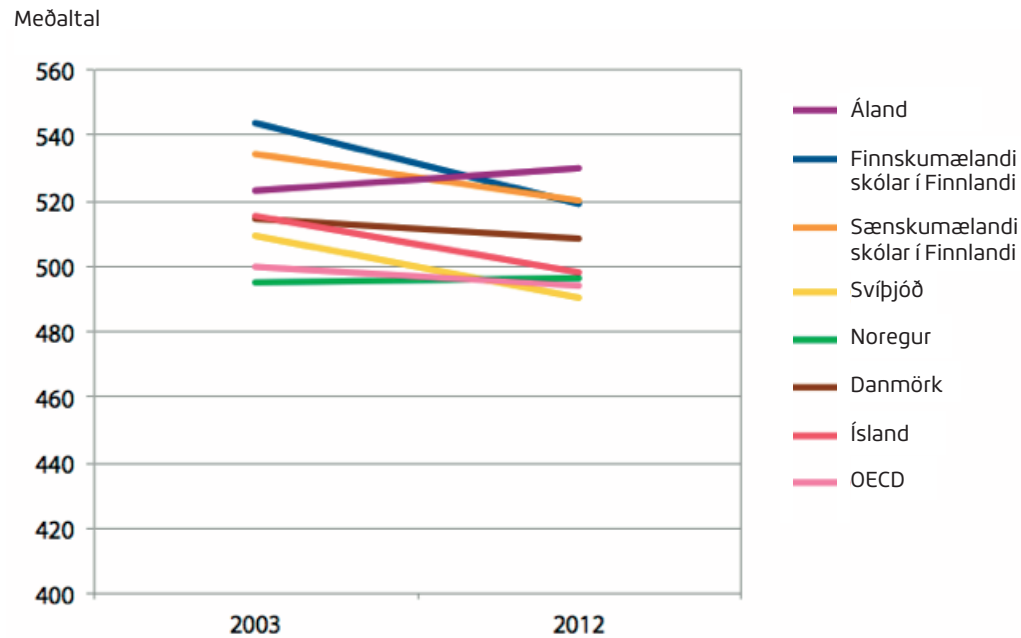
Norðmenn skipulögðu, þegar árið 2003, aðgerðir til að efla læsi með sérstakri áætlun um lestur 2003-2007 og í grunnmenntun kennara var nám í lestri, ritun og stærðfræði gert að skyldu. Heildstætt gæðakerfi fyrir menntun, *NKVS* var innleitt í Noregi árið 2004 með prófum, upplýsingamiðlun til nemenda, foreldra og sveitarfélaga. Árið 2006 hófu Norðmenn síðan að innleiða nýja stefnu um eflingu þekkingar *Kunnskapsløftet* þar sem áhersla var á að efla færni í grunnfögum og skýrari viðmið voru sett í námskrá. Árið 2007 voru ný samræmd könnunarpróf innleidd og 2008 var sett ný greinanámskrá með aukinni áherslu á

lestur og ritun. Sama ár voru tekin upp skimunarpróf í lestri og kennslustundum í norsku fjölgað (Egelund, 2012).

Nýlegar áherslur í menntaumbótum Norðmanna eru að efla endurmenntun kennara og skólastjórnenda, *Kompetanse for kvalitet* sem mun standa frá 2009 til 2025 (Egelund, 2012). *Læreryfted* hófst 2014 með áherslu á að efla kennslufræði kennara í stærðfræði og náttúruvísindum og umbætur með áherslu á hæfni kennara við námsmat. Sammerkt með þessu er að ríkið tekur virkan þátt í að móta og kosta umbæturnar og menntamálastofnun Norðmanna, Utdanningsdirektoratet, hefur umsjón og heldur úti vefsvæðum tengdum þeim (Utdanningsdirektoratet, 2016).

Svíar fóru síðar af stað með umbótastarf á landsvísi, eða upp úr 2009. Árið 2010 voru tekin upp samræmd próf í móðurmáli og stærðfræði og árið eftir var endurskoðuð námskrá gefin út. Þar voru líkt og í Danmörku og Noregi sett fram skýrari viðmið um árangur á ólíkum námsstigum. Stórt umbótaverkefni *stærðfræðiefling, matematiklyfted*, hófst árið 2012 og er þar áhersla lögð á símenntun kennara og stuðning ráðgjafa við þá innan skólanna. Fræðslustjórar og skólastjórar bera ábyrgð á að veita kennurum svigrúm til símenntunar. Menntamálastofnun Svía, Skolverket, styður við umbæturnar m.a. með því að mennta kennsluráðgjafa og hanna námskeiðsþæningar sem eru aðgengilegar öllum á sérstökum námskeiðsvef fyrir stærðfræði. Sambærilegt verkefni um eflingu kennslu í læsi og ritun hófst 2015 sem og í kennslu í náttúruvísindum og tækni. Einnig menntar Skolverket ráðgjafa sem starfa hjá sveitarfélögum við þessi verkefni (Skolverket, 2016).

Í þessu yfirliti um umbætur á Norðurlöndum kemur fram að hvorki Íslendingar né Finnar gripu til sérstakra aðgerða líkt og Danir, Norðmenn og Svíar. Þetta hefur þó breyst því á síðasta ári hófst á Íslandi verkefni um læsi og Menntamálastofnun var komið á fót. Gegnir hún um margt sama hlutverki og sambærilegar stofnanir í Noregi og Svíþjóð. Finnar hafa ekki brugðist sérstaklega við niðurstöðum PISA enda árangur þeirra í því mati lengst af mjög góður. Þó var á Álandseyjum gripið til sérstakra aðgerða sem skilað hafa athyglisverðum árangri.



Mynd 8.4. Þróun niðurstaðna í stærðfræði á Norðurlöndum yfir lengri tíma.

Árið 2003 voru Álendingar með hvað slakastan árangur í PISA innan Finnlands. Í PISA 2012 var hins vegar svo komið að álenskir nemendur stóðu sig einna best af öllum nemendum í Finnlandi og þar fór frammistaða batnandi öfugt við það sem hefur gerst hjá finnskum nemendum almennt (Harju-Lukkainen, H., Nissinen, K., Stolt, S. og Vettenranta, J., 2014).

Álendingar endurskoðuðu viðmiðunarstundaskrána og gerðu öllum sveitarfélögum að fylgja sömu námskrá. Endurmenntun kennara var samhæfð, gerðir voru nýir samningar við skólastjórnendur þar sem þróunarvinna er skilgreind í starfslýsingum þeirra og endurmenntun þeirra eflid. Skólustjórum var uppálagt að fylgjast með kennslu og ræða síðan við kennara um framgang náms og kennslu. Loks hafa Álendingar kannað þekkingu og líðan nemenda markvisst og fjölgað samræmdum prófum í sænsku og stærðfræði (Sundqvist 2016 og Wiklund 2016).

Álendingar lögðu sérstaka áherslu á þátt stjórnenda í umbótastarfi og mikilvægi kennslufræðilegrar forystu þeirra. Rannsakendur og fræðimenn hafa dregið fram mikilvægi kennslufræðilegrar forystu við þróunar- og umbótavinnu og að forysta stjórnenda um breytingar sem bæta eiga nám nemenda séu lyklatríði

(Louis, Leithwood, Walstrom og Anderson, 2010). Rúnar Sigþórssson (2016) lýsir hlutverki kennslufræðilegrar forystu: „Slík forysta beinist að starfinu í skólastofunni; að því að móta sýn um kennsluhætti og þróun þeirra og fylgja henni eftir með starfsþróun kennara, mati á árangri hennar og störfum kennara, heimsóknum í kennlustofur og endurgjöf og tillögum til breytinga“. Rannsóknir á störfum skólustjóra á Íslandi benda til að efla þurfi verulega þennan þátt forystu hjá stjórnendum (Birna Sigurjónsdóttir og Börkur Hansen, 2014, Trausti Þorsteinsson og Amalía Björnsdóttir, 2016). Talis rannsókn á störfum kennara og skólustjóra og úrvinnsla gagna ytra mats á grunnskólum leiðir í ljós að innlit stjórnenda grunnskóla í kennslustundir með það að markmiði að veita endurgjöf á störf eru fátíð og mun minna um þau á Íslandi en í löndum sem við berum okkur saman við (Ragnar F. Ólafsson, 2014, Þóra Björk Jónsdóttir, 2015).

#### Almennt um umbætur

Sú stefnmótun og aðgerðir í Danmörku, Noregi og Svíþjóð sem lýst er hér að ofan eiga það sammerkt að áhersla er lögð á að setja skýr viðmið um árangur, þeim fylgt eftir með gagnaöflun og prófum og loks er kennurum, skólum og sveitarstjórnnum veittur viðeigandi stuðningur. En þar má enn fremur sjá merki um heildstæða hugsun þar

sem horft er til lengri tíma, leitast við að virkja sem flesta til þess að vinna að breytingum og efla getu þeirra og þekkingu. Slíkt er ekki einfalt. Það er langur vegur frá stefnu stjórnvalda til kennslustofunnar og sjónarmið þeirra mörgu aðila sem að menntun koma eru fjölbreytileg. Að finna jafnvægi á milli þess að ná fram stefnumiðum sem sett eru af stjórnvöldum og þeirrar fjölbreytni sem ríkir í starfi sveitarfélaga, skóla, kennara og í námi nemenda er stöðug áskorun. Til þess að stuðla að slíku jafnvægi þarf stjórnun sem stuðlar að festu í framkvæmd en veitir jafnframt svigrúm til fjölbreytni í útfærslu.

Í nýlegu verkefni OECD, sem sum Norðurlandanna hafa verið þátttakendur í, er þetta jafnvægi einmitt viðfangsefnið og þar er fjallað um hvernig megi viðhalda dreifðri stjórnun þar sem ólíkar þarfir nemenda eru í forgrunni og foreldrar, kennarar, skólastjórnendur, sveitarfélög og aðrir þeir sem að menntun koma geti haft áhrif. Með meiri upplýsingum og gögnum um skólastarf og árangur þess hafa fleiri aðilar möguleika á að hafa áhrif þar á. Þetta hefur orðið til þess að í ríkara mæli er nú horfið frá lóðréttu boðvaldi til verka-skiptingar þar sem ólíkir aðilar vinna saman en hafa ákveðna sjálfstjórn. Þannig er stjórnun menntakerfa í ríkara mæli lagskipt þar sem tengsl og hlutverk þeirra sem vinna á ólíkum stigum, hvort sem það er ríki, sveitarfélög, samtök, skólastjórnendur eða kennarar eru sveigjanleg og breytileg (Burns og Köster, 2016, bls. 11).

Eins og áður hefur verið lýst koma sterkust áhrif af umbótum fram átta til fjórtán árum eftir að til þeirra er efnt. Eins geta áhrifin verið mismunandi og ófyrirséð eftir því hvernig aðstæður eru hverju sinni. Til þess að vinna að umbótum og byggja upp getu til þess að bregðast af skynsemi við ólíkum kringumstæðum er því nauðsynlegt að afla gagna, þróa þekkingu og nýta það til að stuðla að jákvæðum breytingum. Ef stjórnunin er dreifð þurfa aðilar að geta nýtt sér gögn, svo sem niðurstöður prófa og tölfræðilega greiningu á þeim þáttum sem máli skipta. Einnig þurfa þeir að fá stuðning og leiðsögn þannig að þeir hafi getu til að skilja þau og nýta þau í sínum tilgangi (*e: capacity building*).

Með því að aðilar hafa meira sjálfðæmi um framkvæmd þurfa þeir jafnframt að sýna ábyrgð og

gera grein fyrir hverju þær aðgerðir sem þeir beita sér fyrir eru að skila (*e: accountability*). Það að standa skil á og gera grein fyrir gæðum og stöðu menntunar kallar á að sett séu viðmið um gæði og skilgreindar leiðir til að vinna að þeim. Kröfur um slík skil mega þó ekki vera of þvingandi eða koma í veg fyrir nýsköpun og fjölbreytileika í skólastarfi. Þannig má hugsa sér að skólar geri grein fyrir stöðu nemenda sinna með því að nýta sér próf og önnur gögn sem stjórnvöld láta í té. Þeir geta einnig átt samstarf við haghafa svo sem foreldra og nærsamfélag, aðra skóla, sveitarfélög, svo dæmi séu nefnd, um að veita upplýsingar og gera grein fyrir sínu starfi og árangri þess.

Loks er nauðsynlegt að hugsa stefnumiðað til lengri tíma (*e: strategic thinking*). Í því felst að bregðast þarf við því sem mest brennur á hverju sinni og sinna þörfum dagsins í dag með langtímasjónarmið í huga. Til að svo megi verða þurfa stjórnvöld að vinna að því að ná samstöðu um lengri tíma markmið, kalla fram og taka tillit til ólíkra sjónarmiða, miðla upplýsingum og jafnframt leiða breytingar út frá tiltekinni framtíðarsýn. Á endanum byggir árangur umbóta á því trausti sem tekst að byggja milli þeirra fjölmörgu aðila sem að menntun koma.

Gegnumgangandi í umræðu um aðgerðir til umbóta í skólastarfi er að veita stuðning til að efla getu. Það hlutverk er hægt að telja samstarfsverkefni ríkis og sveitarfélaga en höfuðábyrgð á skólastarfi og þjónustu við skóla er hjá sveitarfélögum sem reka skólaskrifstofur m.a. til að sinna því. Með yfirfærslu grunnskóla 1996 tóku sveitarfélög yfir stuðnings- og kennsluráðgjafarhlutverk sem var áður hjá fræðsluskrifstofum ríkisins. Við flutninginn voru skrifstofurnar átta á landinu í jafn mörgum fræðsluumdæmum. Skrifstofurnar höfðu byggt upp sérfræðiþjónustu við skóla sem fól í sér kennslufræðilega ráðgjöf við kennara og skólastjóra, ráðgjöf við þróunarstarf, starfsþróun kennara og faglega umsjón sérkennslu. Einnig var sálfræðiþjónusta á vegum fræðsluskrifstofa. Nú tuttugu árum síðar eru starfandi 30 skólaskrifstofur á landinu og 22 grunnskólar eru utan skólaskrifstofu. (Samband íslenskra sveitarfélaga, 2016). Könnun á starfsemi sérfræðiþjónustu sveitarfélaga eins og hún birtist í opinberum stefnuskjölum tíu sveitarfélaga leiddi það í ljós að dregið hefur úr kennslufræðilegum áherslum í

ráðgjöf við skóla. Fram kom að sérfræðipjónusta sveitarfélaga eins og skólaskrifstofur kynna hana snúst að stórum hluta um greiningu á vanda eða frávikum einstakra nemenda, ráðgjöf og sérúr-ræði en minna um að styrkja og þróa skólastarf og fagmennsku og starfshæfni kennara (Rúnar Sigþórsson, 2013).

OECD greindi flutning grunnskóla til sveitarfélaga í Svíþjóð í lok síðustu aldar. Þar kemur fram að dreifstýring er flókið ferli sem krefst stefnumið-aðrar hugsunar og skipulags til að tryggja að þeir sem að skólastarfi koma hafi nauðsynlega getu og stuðning til að takast á við nýtt hlutverk sitt. Ef það er ekki fyrir hendi getur komið til ómark-vissra og tilviljanakenndra aðgerða hjá sveitarfé-lögum og skólaýfirvöldum og ójafnvægis valds og ábyrgðar (Burns og Köster, 2016, bls. 67). Reynsl-an hér á landi er að eftir tilfærslu frá ríki til sveitar-félaga virðist vera tilhneiging til að skólaskrif-stofur starfi hver með sínum áherslum og getu. Að áhersla sé lögð á greiningu á vanda einstakra nemenda en síður á kennslufræðilega ráðgjöf og stuðning við kennara. Velta má fyrir sér hvort ekki sé eðlilegt að gera kröfur um lágmarksfjölda íbúa á bak við hverja fræðsluskrifstofu líkt og nú er gert fyrir málefni fatlaðra.

#### Tillögur að umbótum í ljósi PISA

Í ljósi reynslu annarra Norðurlanda og lærdóms af verkefni OECD um stjórnun menntakerfa má draga fram áherslur sem líkur eru á að muni skila bættum árangri í lestri og stærðfræði eins og þau eru mæld í PISA-rannsókninni. Ætla má að hægt sé að ná fram svipuðum árangri í náttúrufræði þó svo að reynslan sé ekki eins skýr hvað það varðar. Tillögur sérfræðinga á Menntavísindasviði sem þátt tóku í að greina niðurstöður úr PISA og skrifa kafla í þessa skýrslu veita einnig mikilvæga inn-sýn í hvað betur má fara í námi og kennslu í lestri, stærðfræði og náttúrufræði hér á landi.

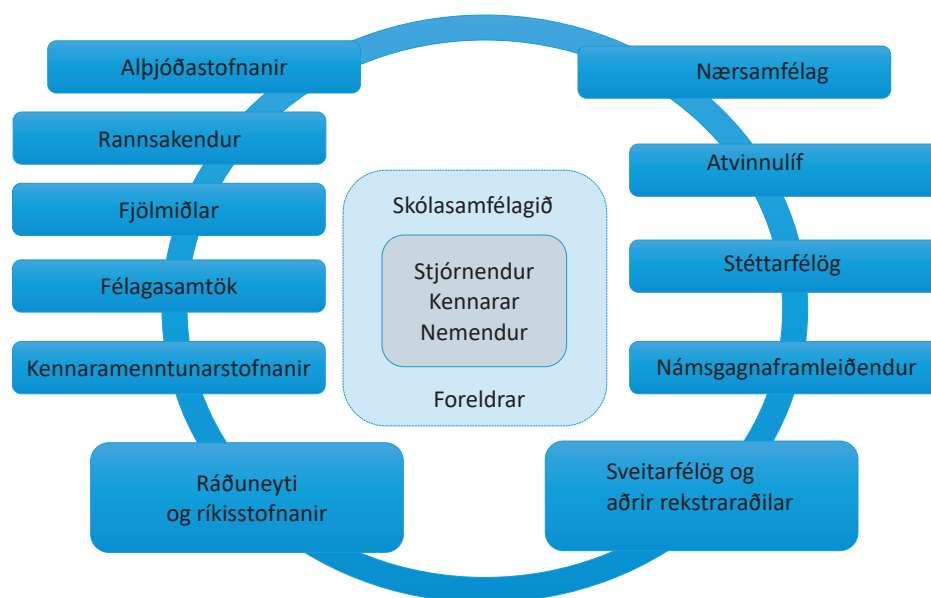
Þegar er hafin vinna við eflingu læsis með þróun stöðuprófa og að sett séu viðmið um lestur og þeim fylgt eftir með starfi læsiráðgjafa hjá Menntamálastofnun. Byggir það verkefni á reynslu Norðurlanda og þeirra skóla og sveitarfé-laga sem náð hafa árangri í að bæta lestur nem-enda hér á landi. Mæling á PISA 2015 var gerð áður en læsisverkefnið hófst en sterkar vísbendingar eru um það með öðrum mælingum að þær að-

ferðir sem beitt er í læsisverkefninu skili árangri. Má þar nefna miklar framfarir sem tókst að ná í skólum í Hafnarfirði á einu ári með því að fylgja eftir mælingum á lesfimi með markvissum að-gerðum til að örva lestur. Að einhverju leyti ætti að vera unnt að yfirfæra reynslu af læsisverk-efninu á aðgerðir til eflingar hæfni í stærðfræði og náttúrufræði.

Í umfjöllun fræðimanna á Menntavísindasviði Háskóla Íslands koma fram tillögur sem um margt ríma við reynslu annarra Norðurlanda sem lýst er hér að ofan. Má þar nefna áherslu á að setja skýrari viðmið í aðalnámskrá um lestur og náttúrufræði. Einnig kemur fram að efla þarf stuðning við kennara. Á það t.d. við um íslensku-kennslu barna af erlendum uppruna, að beita viðeigandi kennslufræðilegum aðferðum við kennslu viðkomandi greina og veita viðeigandi endurgjöf til nemenda. Kallað er eftir nýju og betra námsefni í náttúrufræði og íslensku og að sérstaklega sé horft til kennslu á unglingsstigi í náttúrufræði og að styrkja undirstöðuþætti læsis strax í leikskólum. Loks sé horft sérstaklega til áherslna í stærðfræðinámi og túlkun á niður-stöðum gefið meira vægi.

Í tillögum fræðimannanna er jafnframt kallað eftir endurskoðun á símenntun kennara, t.d. með að skipuleggja starfsþróunartilboð þeim til handa sem gerir þeim kleift að stunda símenntun á starfstíma skóla, samhliða starfi. Hugað sé að menntun kennara á ólíkum stigum grunnskólans og sett viðmið um hana. Skapa þurfi vettvang fyrir faglega umræðu skólastjóra, kennara og annars starfsfólks skóla, t.d. með svæðabundnu samstarfi. Einnig þurfi að opna fyrir virkara sam-starf við foreldra og aðra aðila sem að menntun koma og vinna á landsvísi að því að efla íslenska tungu og meðvitund um mikilvægi menntunar.

Áherslur sem settar eru fram um tillögur að að-gerðum ríma við margt sem fram kemur hjá fagraði um símenntun og starfsþróun kennara í nýlegri skýrslu til mennta- og menningarmála-ráðherra (Fagrað um símenntun og starfsþróun kennara, 2016). Í ljósi umræðunnar hér að ofan um stefnumörkun á öðrum Norðurlöndum, tillögur OECD og íslenskra fræðimanna við Menntavís-indasvið Háskóla Íslands má draga fram ákveðnar línur um hvað beri að gera og hvernig að því skuli



Mynd 8.5. Mögulegir haghafar í menntun.

staðið. Mikilvægt er að huga að því hvert ábyrgðarsvið ólíkra aðila er og einnig hvernig samstarfi þeirra sé háttað. Jafnframt að geta ólíkra aðila til að takast á við umbætur verði markvissst byggð upp og stutt við framlag þeirra.

Með hliðsjón af þessari mynd má skipta haghöfum eftir því hvort þeir hafa beina aðkomu og bera ábyrgð á umbótum. Segja má að rannsakendur og alþjóðlegar stofnanir, fjölmiðlar, frjáls félagasamtök og stéttarfélag og einnig atvinnulíf, foreldrar og nærsamfélag hafi óbein áhrif á menntaumbætur með því að styðja við, móta tillögur og vinna að afmörkuðum verkefnum. Hins vegar koma ríkið og stofnanir þess (þ.m.t. kennaramenntunarstofnanir), sveitarfélög, rekstraraðilar skóla, auk skólasamfélagsins með beinum hætti að menntun með aðföngum og starfi.

Sé litið til þeirra sem koma beint að umbótum má skipta tillögum um aðgerðir til umbóta í kjölfar PISA 2015 á ábyrgðaraðila með eftirfarandi hætti:

a. Ríki

i. Beiti sér fyrir aðgerðum til eflingar stöðu íslenskrar tungu í stafrænum heimi

ii. Setji skýr viðmið um árangur í aðalnámskrá

iii. Leggi kennurum til staðlað stöðumat í viðkomandi greinum

iv. Styðji við umbótastarf á landsvísu m.a. með menntun ráðgjafa og gerð vefnámskeiða

v. Beiti sér fyrir endurskoðun á menntun og starfspróun kennara

b. Sveitarfélög

i. Endurskoði áherslur í stoðþjónustu við skóla

ii. Efli kennslufræðilegt forystuhlutverk skólustjóra og þátt þeirra í umbótastarfi

iii. Efli kennsluráðgjöf í skólustarfi

iv. Stuðli að markvissri starfspróun kennara

c. Skólastofnanir



- i. Stjórnendur séu leiðandi í umbótum
- ii. Efla faglega forystu kennara og möguleika þeirra til að nýta bestu þekkingu og gögn til þróunar og umbóta

Hér hafa einungis verið nefndir helstu þættir í mögulegum umbótum sem útfæra þarf betur í samstarfi þessara aðila. Ekki er hægt að kenna neinum einum um þá stöðu sem nú er uppi en allir bera sameiginlega ábyrgð á að koma að uppbyggingu í íslensku menntakerfi. Ábyrgðarsviðin skarast og mikilvægt er að traust skapist á milli aðila þannig að þeir geti unnið sameiginlega að

því að viðhalda þeim góða jöfnuði sem er til náms á Íslandi samhliða því að bæta það sem þarf. Þar skiptir miklu að traust viðhaldist á störfum kennara og skóla. Hargreaves o.fl. (2009) benda á að það getur verið liður í að efla traust almennings á kennurum sem fagstétt og á menntun almennt að hægt sé að sýna fram á að árangur sé að batna til lengri tíma. Engin ástæða er til að ætla annað en að með markvissum aðgerðum sem ríki og sveitarfélög koma sameiginlega að með kennurum og skólum sé hægt að snúa við þeirri þróun sem átt hefur sér stað hér á landi.

## Heimildir

- Birna Sigurjónsdóttir og Börkur Hansen. (2014). Gildi og áherslur skólustjóra í grunnskólum í Reykjavík. *Netla – Vef tímarit um uppeldi og menntun*. Sótt af <http://netla.hi.is/greinar/2014/ryn/001.htm>
- Borman, G. D. o.fl. (2003). Comprehensive School Reform and Achievement: A Meta – Analysis. *Review of Educational Research, 2003(73)*. 125-230.
- Burns. T. and F. Köster. (ritstj.). (2016), *Governing Education in a Complex World*. Educational Research and Innovation. Paris: OECD Publishing. Sótt af [http://www.oecd-ilibrary.org/education/governing-education-in-a-complex-world\\_9789264255364-en](http://www.oecd-ilibrary.org/education/governing-education-in-a-complex-world_9789264255364-en)
- Burns. T., F. Köster and M. Fuster. (2016), *Education Governance in Action; Lessons from Case Studies*. Paris: OECD Publishing. Sótt af [http://www.oecd-ilibrary.org/education/education-governance-in-action\\_9789264262829-en](http://www.oecd-ilibrary.org/education/education-governance-in-action_9789264262829-en)
- Egelund, N. (ritstjóri). (2012). *Northern Lights on PISA 2009- focus on reading*. Kaupmannahöfn: Norræna ráðherranefndin.
- Hargreaves, A. .fl. (2009), *The Learning Mosaic: A multiple perspective review of the Alberta Initiative for School Improvement (AISI)*, Edmonton: Alberta Education. Fagráð um símenntun og starfsþróun kennara. (2016). Skýrsla til mennta- og menningarmálaráðherra. Sótt af <http://starfsthrounkennara.is/wp-content/uploads/2014/02/skyrsla160310.pdf>
- Mennta- og menningarmálaráðuneyti. (2014). *Hvítbók um umbætur í menntun*. Reykjavík: Höfundur.
- Harju-Lukkainen, H., Nissinen, K., Stolt, S. Og Vettenranta, J. (2014). *PISA 2012: Resultat i de åländska skolorna*. Jyväskylä: Jyväskylä universitet.
- Louis, K. S., Leithwood, K, Walstrom, K. L. og Anderson, S. E. (2010). *Investigating the Links to Improved Student Learning. Final report of research Findings*. Minnesota: University of Minnesota.
- Mennta- og menningarmálaráðuneyti. (2016). *Staða og horfur í menntastefnu Íslands*. Sótt af <https://www.menntamalaraduneyti.is/media/frettatengt2016/Samantekt-EPO-Island-2016.pdf> OECD. (2016). *Education policy outlook: Iceland*. Sótt af <http://www.oecd.org/iceland/Education-Policy-Outlook-Country-ProfileIceland.pdf>
- Ragnar F. Ólafsson. (2014). *TALIS 2013: Starfsaðstæður, viðhorf og kennsluhættir kennara og skólustjóra á Íslandi í alþjóðlegum samanburði*. Reykjavík: Námsmatsstofnun.

- Rúnar Sigbórsson. (2013). Sérfræðiþjónusta við leik- og grunnskóla. Í Rúnar Sigbórsson, Rósa Eggertsdóttir og Guðmundur Heiðar Frímansson (ritsjórar), *Fagmennska í skólastarfi. Skrif að til heiðurs Trausta Þorsteinssyni*. Reykjavík: Háskólaútgáfan.
- Rúnar Sigbórsson. (2016). *Sýnd veði en ekki gefin. Hæfnimiðuð námskrá, fagleg ábyrgð og ávinningur nemenda*. Erindi á námstefnu Skólastjórafélags Íslands Reykjavík, 14. október 2016 - Menntun til framtíðar og faglegt sjálfstæði.
- Samband íslenskra sveitarfélaga. (2016). *Skóla-skrifstofur*. Sótt af <http://www.samband.is/verkefningin/skolamal/grunnskoli/skolaskrifstofur>
- Skolverket. (2016). Sótt af <http://www.skolverket.se/kompetens-och-fortbildning/larare>
- Sundqvist, R. (2016). *Skolutveckling i spänningen mellan policy, praktik och forskning*. Erindi á ráðstefnu Nordiskt läroplansseminarium, Helsingfors, 22-23 september 2016 – Från läroplan till lärande – lärarens roll i implementeringen.
- Trausti Þorsteinsson og Amalía Björnsdóttir. (2016). Stjórnun og fagleg forysta í grunnskólum. (biður birtingar). *Stjórnsmál og stjórn-sýsla (Fræðigreinar) 2016:2*.
- Undervisningsministeriet. (2016). Sótt af <http://www.uvm.dk/Uddannelser/Folkeskolen/Viden-og-kompetencer/Ressourcecenter-for-folkeskolen>
- UNESCO/IIEP. (2012). System-wide improvement in education. Sótt af <http://unesdoc.unesco.org/images/0021/002180/218001E.pdf>
- Utdanningsdirektoratet. (2016). Sótt af <http://www.udir.no/kvalitet-og-kompetanse/nasjonale-satsinger/lesestrategi/>
- Wiklund, A. (2016). Tölvusamskipti 14.10.2016
- Póra Björk Jónsdóttir. (2015). *Ytra mat á grunnskólastarfi. Notkun viðmiða um gæði skólastarfs við ytra mat á grunnskólum 2013-2015*. Skýrsla til Jöfnunarsjóðs og stýrihóps. (Óútgefin skýrsla).



## Dæmi um spurningar í mati PISA 2015 á læsi á náttúruvísindi, stærðfræði og lesskilning

### A. Læsi á náttúruvísindi

prep	Neðri mörk preps	Spurning	Þyngd spurningar (PISA stig)
6	708	<i>SJÁLFBÆRT FISKELDI – Spurning 1 (CS601Q01)</i>	740
5	633		
4	559	<i>FARFUGLAR – Spurning 2 (CS656Q02)</i>	630
		<i>RANNSÓKN Á YFIRBORÐI HLÍÐA – Spurning 3 (CS637Q05)</i>	589
		<i>SJÁLFBÆRT FISKELDI – Spurning 3 (CS601Q04)</i>	585
		<i>FARFUGLAR – Spurning 3 (CS656Q04)</i>	574
3	484	<i>RANNSÓKN Á YFIRBORÐI HLÍÐA – Spurning 1 (CS637Q01)</i>	517
		<i>FARFUGLAR – Spurning 1 (CS656Q01)</i>	501
2	410	<i>REIKISTEINAR OG GÍGAR – Spurning 1 (CS641Q01)</i>	483
		<i>SJÁLFBÆRT FISKELDI – Spurning 2 (CS601Q02)</i>	456
		<i>REIKISTEINAR OG GÍGAR – Spurning 2 (CS641Q02)</i>	450
		<i>REIKISTEINAR OG GÍGAR – Spurning 4 (CS641Q04)</i>	438
1a	335		
Undir 1a	261	<i>REIKISTEINAR OG GÍGAR – Spurning 3 (CS641Q03)</i>	299

## SJÁLFBÆRT FISKELDI – Inngangur

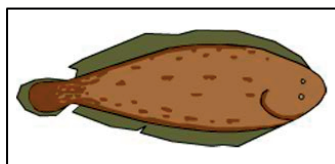
### Sjálfbært fiskeldi Inngangur

Lestu innganginn. Smelltu síðan á NÆST örina.

#### SJÁLFBÆRT FISKELDI

Aukin eftirspurn eftir sjávarfangi hefur leitt til aukinnar ásóknar í villta fiskistofna. Til að draga úr þessari ásókn eru rannsakendur að kanna leiðir til að auka sjálfbærni í fiskeldi.

Til að skapa sjálfbært fiskeldi þarf að takast á við tvær áskoranir sem fela í sér (1) að fóðra fiskinn í eldinu og (2) að viðhalda vatnsgæðunum. Fiskur í eldi þarf mikið fóður. Sjálfbært fiskeldi mun rækta fóðrið sem þarf til að fóðra fiskinn í eldinu. Úrgangur frá fiskinum getur safnast upp í fiskeldinu í þeim mæli að það sé hættulegt fiskinum. Í sjálfbæru fiskeldi flæðir sjór stöðugt í gegnum eldið. Úrgangur og umframfæða (fæða sem þörungar þurfa til að vaxa) er fjarlægð úr sjónum áður en honum er dælt aftur út í hafid.



## SJÁLFBÆRT FISKELDI – Spurning 1 (CS601Q01) – Prep 6 (740 stig)

### Sjálfbært fiskeldi Spurning 1 / 4

Vísar til upplýsinganna fyrir neðan. Dragðu og slepptu til að svara spurningunni.

Skýringarmyndin sýnir hönnun fyrir tilraunafiskeldi með þremur stórum kerjum. Sjór er síaður og honum dælt úr hafinu áður en hann flæðir milli kerja þar honum er dælt aftur út í hafid. Aðalmarkmiðið með fiskeldinu er að rækta sólkola sem má síðra á sjálfbæran hátt.

- Sólkoli:** Fiskurinn sem er ræktaður. Helsta fæða þeirra eru fjöruskerar.

Eftirfarandi lífverur eru einnig notaðar í fiskeldinu:

- Örpörungur:** Örmáar lífverur sem þurfa aðeins ljós og næringu til að vaxa.
- Fjöruskerar:** Hryggleysingjar sem vaxa mjög hratt og lifa á örpörungum.
- Skelfiskur:** Lífverur sem lifa á örpörungum og öðrum smáum lífverum í sjónum.
- Fítjapráðgras:** Grös sem taka til sín næringu og úrgang úr sjónum.

Sjórinn er hreinsaður í þessu kerri. Fiskinum er síðrað úr þessu kerri.

Sjór er dælt inn í fiskeldið úr hafinu. Næring er sett í þetta ker.

Sjórinn er dælt aftur út í hafid.

Sjór sem leyfa aðeins örpörungum að berast með sjónum milli kerja.

Rannsakendurnir þurfa að finna út í hvaða ker hver lífvera skuli sett. Dragðu og slepptu hverri lífveru undir rétta kerid til að tryggja að sólkolinu fái fóður og að sjónum sé dælt út í hafid í því ástandi sem hann var upphaflega. Örpörungarnir eru þegar í rétta kerinu.

Sólkoli	Fjöruskerar	Skelfiskur	Fítjapráðgras

Fullt hús stiga hlýst fyrir að draga fjöruskerar og sólkola í ker 2 (neðst til hægri) og fítjapráðgras og skelfisk í ker 3 (til vinstri). Þessi spurning krefst þess að nemendur átti sig á hlutverki nokkurra lífvera innan ákveðins kerfis. Nemendur verða að nota upplýsingar sem fram koma í skýringarmyndinni, að meðtaldri neðan-

málgrein undir myndinni. Það sem eykur á erfiðleikastig þessarar spurningar er að það er hægt að draga lífverurnar í hvaða ker sem er og það eru engin takmörk fyrir því hversu margar lífverur má draga yfir í hvert ker. Þar af leiðandi er hægt að svara þessari spurningu rangt á marga vegu.

## SJÁLFBÆRT FISKELDI – Spurning 2 (CS601Q02) – Prep 2 (456 stig)

Vísar til upplýsinganna fyrir neðan. Smelltu á valmöguleika til að svara spurningunni.

Skýringarmyndin sýnir hönnun fyrir tilraunafiskeldi með þremur stórum kerjum. Sjór er síaður og honum dælt úr hafinu áður en hann flæðir milli kerja þar honum er dælt aftur út í hafid. Aðalmarkmiðið með fiskeldinu er að rækta sólkota sem má slátra á sjálfbæran hátt.

- **Sólkoti:** Fiskurinn sem er ræktaður. Helsta fæða þeirra eru fjöruskerar.

Eftirfarandi lífverur eru einnig notaðar í fiskeldinu:

- **Örpörungur:** Orsmáar lífverur sem þufa aðeins ljós og næringu til að vaxa.
- **Fjöruskerar:** Hryggleysingjar sem vaxa mjög hratt og lifa á örpörungum.
- **Skelfiskur:** Lífverur sem lifa á örpörungum og öðrum smáum lífverum í sjónum.
- **Fitjapráðgras:** Grös sem taka til sín næringu og úrgang úr sjónum.

Rannsakendur hafa tekið eftir því að í sjónum sem er dælt aftur út í hafid er mikið af næringu. Hvað af eftirfarandi myndi laga þetta ef því væri bætt út í kerin?

Meira af næringu

Meira af fjöruskerum

Meira af skelfiski

Meira af fitjapráðgrasi

Sjórinn er hreinsaður í þessu ker. Fisknum er slátrað úr þessu ker.

Síur sem leyfa aðeins örpörungum að berast með sjónum milli kerja.

Rétt svar er „Meira af fitjapráðgrasi“.

Til þess að svara rétt þarf nemandi aðeins að lesa lýsingar á lífverunum og átta sig á því hver þeirra myndi hjálpa til við að minnka næringarmagn

sjávarins. Þessi spurning krefst ekki útskýringar af hálfu nemandans, aðeins þess að hann geti túlkað gögn sem hann hefur undir höndum.

## SJÁLFBÆRT FISKELDI – Spurning 3 – Prep 4 (585 stig)

Smelltu á valmöguleika til að svara spurningunni.

Hvaða ferli myndi gera fiskeldi sjálfbærara?

Að auka flæði sjávar sem rennur um kerin.

Að auka fódurgjöf í fyrsta kerid.

Að nota síur sem hleypa stærri lífverum á milli kerja.

Að nota úrgang frá lífverunum til að búa til eldsneyti til að knýja vatnsdælurnar.

Rétt svar er „Að nota úrgang frá lífverunum til að búa til eldsneyti til að knýja vatnsdælurnar“. Í þessari spurningu þarf nemandi að sýna að hann

skilji hvernig kerfið, sem lýst er í þessum hluta, virkar og hvað það þýðir að vera „sjálfbær“ í þessu samhengi.

## FARFUGLAR – Spurning 1 – Prep 3 (501 stig)

Vísar til „Farfuglar“ til hægri. Smelltu á valmöguleika til að svara spurningunni.

Flestir farfuglar hópa sig og fljúga síðan í stórum hópum en ekki hver fyrir sig. Þessi hegðun er árangur þróunar. Hvað af eftirtöldu er besta vísindalega skýringin á þessari þróun í hegðun flestra farfugla?

- Fuglar sem flugu hver fyrir sig eða í litlum hópum höfðu minni möguleika á að lifa af og koma upp afkvæmi.
- Fuglar sem flugu hver fyrir sig eða í litlum hópum voru líklegri til að finna nægilegt æti.
- Með því að fljúga í stórum hópum gátu aðrar fuglategundir slegist í hópinn.
- Með því að fljúga í stórum hópum hafði hver fugl betri möguleika á að finna hreiðurstæði.

Rétt svar er „Fuglar sem flugu hver fyrir sig eða í litlum hópum höfðu minni möguleika á að lifa af og koma upp afkvæmi“. Þessi spurning krefst þess að nemendur komist

að viðeigandi niðurstöðu varðandi þessa þróun og þá kosti sem fylgja slíkri hegðun

### FARFUGLAR

Farfuglar eru fuglar sem fljúga í stórum stíl til og frá varpstöðvum sínum á vissum árstímum. Á hverju ári telja sjálfbóðaliðar farfugla á vissum svæðum. Vísindamenn fanga nokkra fugla og merkja þá með lituðum hringjum og merkjum sem eru sett um fætur þeirra. Vísindamennirnir nota það þegar merktir fuglar sjást, ásamt talningu sjálfbóðaliða, til að ákvarða farleiðir fugla.



## FARFUGLAR – Spurning 2 – Prep 4 (630 stig)

Vísar til „Farfuglar“ til hægri. Skriðu svarið þitt við spurningunni.

Nefndu eitt atriði sem gæti gert talningu sjálfbóðaliðanna ónákvæma og útskýrðu hvernig þetta atriði mynda hafa áhrif á talninguna.

### FARFUGLAR

Farfuglar eru fuglar sem fljúga í stórum stíl til og frá varpstöðvum sínum á vissum árstímum. Á hverju ári telja sjálfbóðaliðar farfugla á vissum svæðum. Vísindamenn fanga nokkra fugla og merkja þá með lituðum hringjum og merkjum sem eru sett um fætur þeirra. Vísindamennirnir nota það þegar merktir fuglar sjást, ásamt talningu sjálfbóðaliða, til að ákvarða farleiðir fugla.



Nemendur nefna a.m.k. eitt atriði sem getur gert talninguna ónákvæma:

- Sjálfbóðaliðunum gæti sést yfir nokkra fugla sem fljúga of hátt.
- Talan gæti orðið of há ef sömu fuglarnir eru taldir oftar en einu sinni.
- Sjálfbóðaliðarnir verða að giska á fjölda fugla sem eru í stórum hóp.
- Sjálfbóðaliðarnir gætu farið tegundavillt og þar með myndi talning fyrir þá tegund skekkjast.
- Fuglarnir flytja sig um set að nóttu til.
- Sjálfbóðaliðarnir eru ekki á öllum þeim stöðum

sem fuglarnir fljúga til.

- Sjálfbóðaliðarnir gætu talið vitlaust.
- Ský eða regn gætu hulið suma fuglana.

Til þess að svara þessari spurningu rétt verða nemendur að nota verklagsþekkingu sína til þess að benda á þætti sem gætu valdið ónákvæmni í talningu fuglanna og þar af leiðandi gagnasöfnuninni. Það að þekkja og geta útskýrt mögulegar takmarkanir í gagnasöfnun er mikilvægur þáttur í læsi á náttúruvísindi og því er þessi spurning á efsta þrepi.

### FARFUGLAR – Spurning 3 – Þrep 4 (574 stig)

Vísar til „Farfuglar“ til hægri. Smeltu á einn eða fleiri reiti til að svara spurningunni.

Hvaða staðhæfingar um ferðir heiðlóunnar eru studdar af kortunum?

✓ Mundu að velja **einn eða fleiri** reiti.

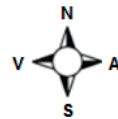
- Kortin sýna að heiðlóum sem hafa flogið suður á bóginn síðustu tíu árin hefur fækkað.
- Kortin sýna að ferðir sumra heiðlóa norður á bóginn eru frábrugðnar ferðum þeirra suður á bóginn.
- Kortin sýna að heiðlóur velja sér vetrardvalarstað sem er fyrir sunnan og suðvestan svæðin þar sem þær verpa eða gera sér hreiður.
- Kortin sýna að ferðir heiðlóunnar hafa færst frá ströndinni síðustu tíu árin.

#### FARFUGLAR Heiðlóur

Heiðlóur eru farfuglar sem verpa í Evrópu norðanverðri. Á haustin fljúga fuglarnir þangað sem er hlýrra og meira um æti. Á vorin flýgur fuglinn aftur á varpstöðvar sínar.

Kortin fyrir neðan byggja á meira en tíu ára rannsóknum á ferðum heiðlóunnar. Á korti 1 má sjá ferðir heiðlóunnar suður á bóginn að hausti, og á korti 2 má sjá ferðir hennar norður á bóginn að vori. Gráa svæðið er landsvæði og hvíta svæðið er sjór. Þykkt örvanna sýnir stærð farfuglahópanna.

#### Ferðir heiðlóunnar



Kort 1: Ferðir suður á bóginn að hausti



Kort 2: Ferðir norður á bóginn að vori

Fullt hús stiga hlýst fyrir að velja **HVORT TVEGGJA** þessara svara:

- Kortin sýna að ferðir sumra heiðlóa norður á bóginn eru frábrugðnar ferðum þeirra suður á bóginn.
- Kortin sýna að heiðlóur velja sér vetrardvalarstað

sem er fyrir sunnan og suðvestan svæðin þar sem þær verpa og gera sér hreiður.

Þessi spurning krefst þess að nemendur geti greint gögn og valið rétt svör úr lista af uppgefnum niðurstöðum.



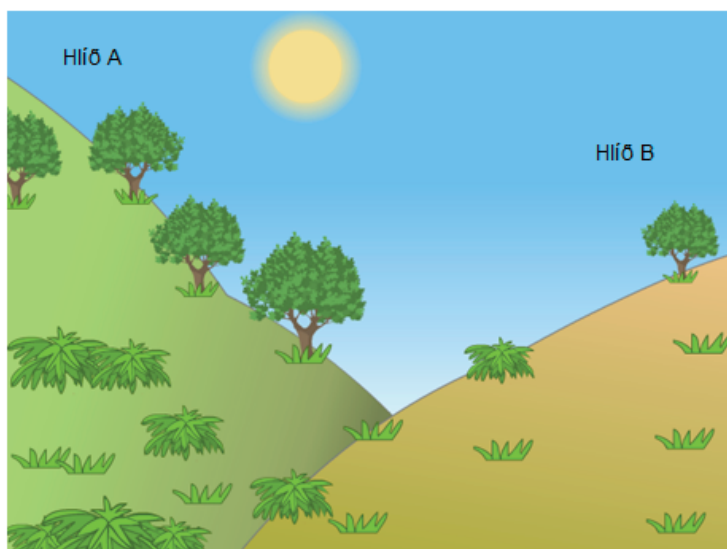
## RANNSÓKN Á YFIRBORÐI HLÍÐA – Inngangur

### RANNSÓKN Á YFIRBORÐI HLÍÐA

Hópur nemenda tekur eftir talsverðum mun á gróðurfari í báðum hlíðum í dal nokkrum: í hlíð A vex meiri gróður og hann er mun grænni en í hlíð B. Mismunurinn er sýndur á myndinni til hægri.

Nemendurnir rannsaka af hverju gróður í hlíðunum tveimur er svo mismunandi. Hluti af rannsókninni er að mæla þrjá umhverfispætti yfir ákveðið tímabil:

- **Sólargeislun:** hve mikið sólarljós skín á ákveðinn stað
- **Jarðvegsraki:** hve rakur jarðvegurinn er á ákveðnum stað
- **Úrcoma:** hve mikið rignir á ákveðnum stað



## RANNSÓKN Á YFIRBORÐI HLÍÐA – Spurning 1 – Prep 3 (517 stig)

Vísar til „Gagnasöfnun“ til hægri. Skrifðu svar þitt við spurningunni.

Af hverju settu nemendurnir tvö af hverju mælitæki í hvora hlíð í rannsókn sinni á mismunandi gróðurfari hlíðanna?

### RANNSÓKN Á YFIRBORÐI HLÍÐA

#### Gagnasöfnun

Nemendurnir setja tvö af hverju eftirfarandi þriggja mælitækja í hvora hlíð eins og sýnt er fyrir neðan.



**Sólgeislunarmælir:** mælir magn sólarljóss í megajúlum á fermetra ( $\text{MJ}/\text{m}^2$ )



**Mælir fyrir jarðvegsraka:** mælir hlutfall vatns í vissu magni af jarðvegi



**Úrkomumælir:** mælir úrkomumagn í millimetrum (mm)



Fullt hús stiga hlúst fyrir að gefa útskýringu sem lýsir kostum þess að koma fyrir fleiri en einu mælitæki í hvorri hlíð, t.d. til þess að stilla af breytur innan hvorrar hlíðar og auka nákvæmni mælinga fyrir hvora hlíð.

- Til þess að geta ákvarðað hvort munur milli hlíða sé marktækur.
- Vegna þess að það er líklegt að breytur felist innan hvorrar hlíðar.
- Til þess að auka nákvæmni mælinga fyrir hvora hlíð.

- Gögnin verða nákvæmari.
- Ef vera skyldi að annað tveggja tækjanna bili.
- Til þess að bera saman mismunandi magn sólarljóss á annarri hlíðinni [Samanburður bendir til þess að þar gætu falist breytur].

Þessi spurning leyfir nemendum að sýna að þeir skilji undirliggjandi ástæður þess að tvær óháðar mælingar séu af því sem rannsaka skal. Þekking á þessum ástæðum er sá þáttur spurningarinnar sem metur þekkingarfræði.

## RANNSÓKN Á YFIRBORÐI HLÍÐA – Spurning 3 – Þrep 4 (589 stig)

Vísar til „Greining gagna“ til hægrri. Smelltu á valmöguleika og skrifaðu síðan útskýringu til að svara spurningunni.

Tveir nemendur eru ósammála um ástæður fyrir mismunandi rakastigi jarðvegsins milli hlíða.

- Nemandi 1 telur að munurinn á rakastigi jarðvegsins sé vegna mismikillar sólargeislunar í hlíðunum tveimur.
- Nemandi 2 telur að munurinn á rakastigi jarðvegsins sé vegna mismikillar úrkomu í hlíðunum tveimur.

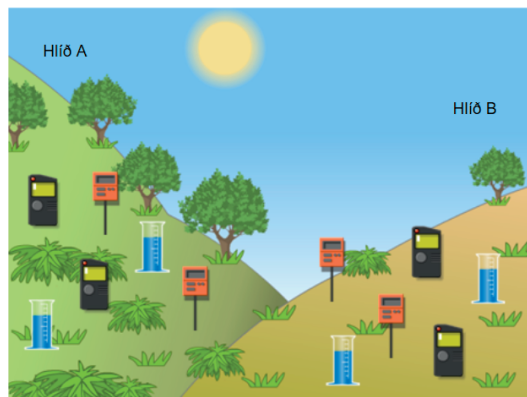
Hvor nemandinn hefur rétt fyrir sér samkvæmt gögnum?

- Nemandi 1  
 Nemandi 2

Útskýrðu svar þitt.

### RANNSÓKN Á YFIRBORÐI HLÍÐA Greining gagna

Nemendurnir skoða meðaltal mælinganna sem gerðar voru á ákveðnu tímabili úr hverju pari af mælitækjum í hvorri hlíð og reikna út óvissupáttinn í þessum meðaltalstölum. Niðurstöður þeirra eru skráðar í eftirfarandi töflu. Óvissupátturinn stendur fyrir aftan „±“ táknið.



	Meðalsólargeislun	Meðaljarðvegsraki	Meðalúrcoma
Hlíð A	3800 ± 300 MJ/m <sup>2</sup>	28 ± 2%	450 ± 40 mm
Hlíð B	7200 ± 400 MJ/m <sup>2</sup>	18 ± 3%	440 ± 50 mm

Rétt svar er „Nemandi 1“

Útskýringin verður að benda á að það sé munur á magni sólargeislunar á milli hlíðanna tveggja og/eða að það sé ekki munur á úrkomumagni.

-Hlíð B verður fyrir mun meiri sólargeislun en hlíð A en fær sama magn úrkomu.

-Það er enginn munur á úrkomumagni í hlíðunum tveimur.

-Það er mikill munur á hversu mikið sólarljós hlíð A fær í samanburði við hlíð B.

Í þessari spurningu verða nemendur að meta tvær fullyrðingar með því að túlka gögnin sem þeir fá í hendurnar. Nemendur eru beðnir um að sýna að þeir skilji hvernig skekkja í mælingum hefur áhrif á það traust sem leggja má á mælingar, sem er stór þáttur í þekkingarfræði.

## REIKISTEINAR OG GÍGAR – Spurning 1 – Prep 2 (483 stig)

Vísar til „Reikisteinar og gígar“ til hægri. Smelltu á valmöguleika til að svara spurningunni.

Þegar reikisteinn nálgast jörðu og lofthjúp hennar eykst hraði hans. Af hverju gerist þetta?

- Snúningur jarðar togar til sín reikisteininn.
- Ljós sólarinnar þrýstir áfram reikisteininum.
- Massi jarðar dregur að sér reikisteininn.
- Tómið í geimnum hrindir frá sér reikisteininum.

### REIKISTEINAR OG GÍGAR

Geimgrýti sem berst inn í lofthjúp jarðar kallast reikisteinar. Reikisteinar hitna og glóa þegar þeir hrapa í gegnum lofthjúp jarðar. Flestir reikisteinar brenna upp áður en þeir ná til jarðar. Þegar reikisteinn skellur á jörðinni getur hann myndað holu sem kallast gígur.



Rétt svar er „Massi jarðar dregur að sér reikisteininn“. Í þessari spurningu þurfa nemendur að beita einfaldri náttúruvísindapekkingu til þess að velja rétta útskýringu fyrir því hvers vegna hraði hluta

eykst eftir því sem þeir nálgast jörðu. Þessi spurning metur efnisþekkingu nemenda og krefst þess að þeir geti útskýrt ákveðið fyrirbæri á vísindalegan hátt.

## REIKISTEINAR OG GÍGAR – Spurning 2 – Prep 2 (450 stig)

Vísar til „Reikisteinar og gígar“ til hægri. Veldu úr fellivalmyndunum til að svara spurningunni.

Hver eru áhrif andrúmslofts plánetu á fjölda gíga í yfirborði plánetunnar?

Eftir því sem andrúmsloft plánetu er þykkara, eru  
 gígar á yfirborði hennar af því að  
 reikisteinar munu brenna upp í andrúmsloftinu.

### REIKISTEINAR OG GÍGAR

Geimgrýti sem berst inn í lofthjúp jarðar kallast reikisteinar. Reikisteinar hitna og glóa þegar þeir hrapa í gegnum lofthjúp jarðar. Flestir reikisteinar brenna upp áður en þeir ná til jarðar. Þegar reikisteinn skellur á jörðinni getur hann myndað holu sem kallast gígur.



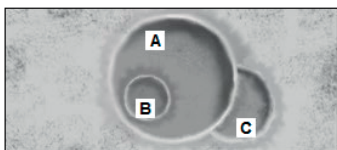
Rétt svar er „Eftir því sem andrúmsloft plánetu er þykkara, eru fleiri/færri gígar á yfirborði hennar af því að fleiri/færri reikisteinar munu brenna upp í andrúmsloftinu“.  
 Í þessari spurningu verða nemendur að velja tvö

svör sem útskýra sambandið milli þess hve þykkt andrúmsloft plánetu er, hve líklegt það er að reikisteinar brenni upp í andrúmsloftinu og þar af leiðandi hve margir gígar eru á yfirborði plánetunnar.

### REIKISTEINAR OG GÍGAR – Spurning 3 – Undir þepri 1a (299 stig) / Spurning 4 – Prep 2 (438 stig)

Vísar til „Reikisteinar og gígar“ til hægri. Dragðu og slepptu til að svara spurningunni.

Skoðaðu eftirfarandi þrjá gíga.



Settu gígana í rétta röð eftir stærð reikisteinana sem mynduðu þá, frá stærsta til minnsta.

	Stærsti	→	Minnsti
A			
B			
C			

Settu gígana í rétta röð eftir því hvenær þeir mynduðust, frá elsta til nýjasta.

	Elsti	→	Nýjasti
A			
B			
C			

#### REIKISTEINAR OG GÍGAR

Geimgrýti sem berst inn í lofthjúp jarðar kallast reikisteinar. Reikisteinar hitna og glóa þegar þeir hrapa í gegnum lofthjúp jarðar. Flestir reikisteinar brenna upp áður en þeir ná til jarðar. Þegar reikisteinn skellur á jörðinni getur hann myndað holu sem kallast gígur.



Spurning 3 – Rétt svar er röðin A, C, B.  
 Spurning 4 – Rétt svar er röðin C, A, B.  
 Spurning 3 er einföld gagnatúlkunarspurning og var sú auðveldasta í náttúruvísindahluta könnunarinnar. Hún krefst þeirrar einföldu þekkingar að stærri hlutir mynda stærri gíga og minni hlutir mynda minni gíga.  
 Spurning 4 er eilítið erfiðari því nemendur verða

að bera saman þrjá gíga sem sýndir eru á myndinni og ákvarða í hvaða röð þeir mynduðust, frá þeim elsta til þess yngsta, byggt á því hvernig þeir skarast á myndinni – t.d. hlýtur gígur C að hafa myndast fyrst vegna þess að gígur A liggur að hluta til yfir gíg C, og gígur B hlýtur að vera yngstur því hann liggur alfarið innan gígs A.

## B. Læsi á stærðfræði

prep	Neðri mörk þreps	Spurning	Þyngd spurningar (PISA stig)
6	670	HRINGHURÐ – Spurning 2	840
		BÍLSKÚR – Spurning 2, hámarksstig	687
5	607	BÍLSKÚR – Spurning 2, hlutastig	663
		AÐ KLÍFA MOUNT FUJI – Spurning 2	642
		AÐ KLÍFA MOUNT FUJI – Spurning 3, hámarksstig	610
4		AÐ KLÍFA MOUNT FUJI – Spurning 3, hlutastig	591
		HRINGHURÐ – Spurning 3	561
	545	HVAÐA BÍLL? – Spurning 3	553
3		HRINGHURÐ – Spurning 1	512
	483	HVAÐA BÍLL? – Spurning 2	491
2	421	AÐ KLÍFA MOUNT FUJI – Spurning 1	464
1	358	BÍLSKÚR - Spurning 1	420
Undir þrepi 1		HVAÐA BÍLL? - Spurning 1	328

AÐ KLÍFA MOUNT FUJI – Lestexti

## AÐ KLÍFA MOUNT FUJI

Mount Fuji er frægt óvirkt eldfjall í Japan.



### AÐ KLÍFA MOUNT FUJI – Spurning 1 – Prep 2 (464 stig)

Mount Fuji er aðeins opið almenningi frá 1. júlí til 27. ágúst ár hvert. Um það bil 200 000 manns klífa Mount Fuji á þessu tímabili.

Um það bil hve margir að meðaltali klífa Mount Fuji á hverjum degi?

- A 340
- B 710
- C 3400
- D 7100
- E 7400

Í dæminu þarf nemandinn að reikna út fjölda opnunardaga út frá uppgefnum dagsetningum. Síðan þarf að deila heildarfjölda þeirra sem klífa

fjallið á tímabilinu með fjölda daga til þess að finna hve margir klífa fjallið á dag á tímabilinu. Rétt svar er C.

### AÐ KLÍFA MOUNT FUJI - Spurning 2 - Prep 5 (642 stig)

Gönguslóðin Gotemba upp Mount Fuji er um það bil 9 kílómetra (km) löng.

Göngufólk þarf að koma til baka úr 18 km göngunni klukkan 20:00.

Toshi áætlar að hann geti gengið upp fjallið á hraðanum 1,5 kílómetrar á klukkustund að meðaltali og niður á tvöföldum þeim hraða. Þessi hraði gerir ráð fyrir matarhléum og hvíldartímum.

Með því að nota áætlaðan hraða Toshis, hvenær getur hann lagt af stað í síðasta lagi svo hann nái til baka klukkan 20:00?

.....

Í þessu tiltölulega flókna dæmi er margt sem nemandinn þarf að átta sig á:

- brottfarartími = komutími – tímalengd
- tímalengd = göngutími upp fjall + göngutími niður fjall
- göngutími upp (eða niður) = fjarlægð ÷ gönguhraði
- göngutími niður = göngutími upp ÷ 2

Rétt svar er 11 (f.h.), 11:00 eða annað svipað.

### AÐ KLÍFA MOUNT FUJI - Spurning 3 - Hlutastig þrep 4 (591 stig) og hámarksstig þrep 5 (610 stig)

Toshi notaði skrefmæli til að telja skrefin á göngu sinni á Gotemba-gönguslóðinni.

Skrefmælirinn sýndi að hann hafði gengið 22 500 skref á leiðinni upp.

Áætlaðu meðalskreflengd Toshis á göngu hans upp eftir 9 km Gotemba-gönguslóðinni. Sýndu svar þitt í sentímetrum (cm).

Svar: ..... cm

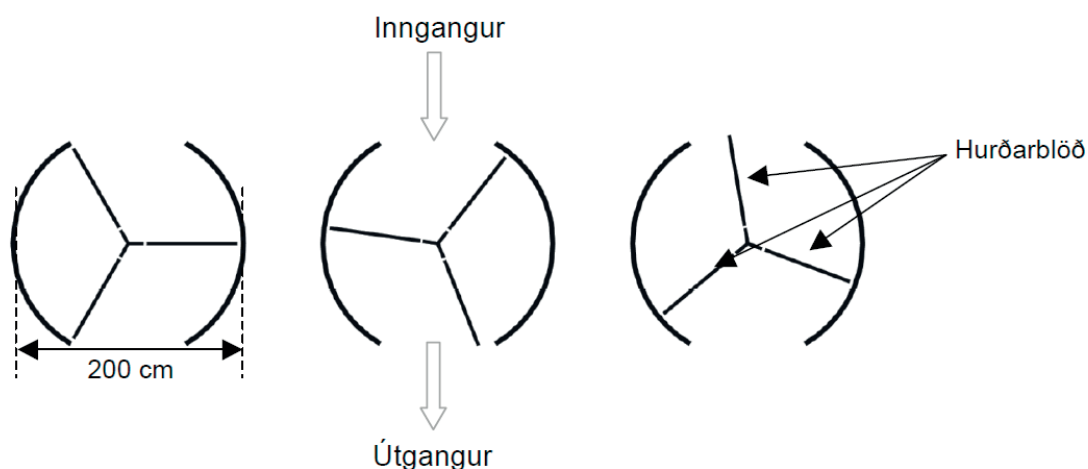
Spurning 3 í verkefninu AÐ KLÍFA FJALLIÐ FUJI (viðauka 1) er dæmigerð fyrir þrep 5. Þarna eru ein megintengsl: Vegalengd sem gengin er = fjöldi skrefa sinnum meðalskreflengd. Ef nota á þessi tengsl til að svara spurningunni eru tvær hindranir: Umröðun formúlunnar (sem nemendur gera líklega óformlega frekar en formlega með því að

nota skriflegu tengslin) til að hægt sé að reikna meðalskreflengd út frá vegalengd og fjölda skrefa með viðeigandi umbreytingu eininga. Í þessari spurningu var það metið sem svo að meginkraftan sé að framkvæma þessi skref. Rétt svar fyrir hámarksstig er 40 cm en gefin eru hlutastig fyrir 0,4 (ekki rétt breytt úr km í cm).

### HRINGHURÐ - Lestexti

#### HRINGHURÐ

Í hringhurð eru þrjú hurðarblöð sem snúast innan í hringlaga rými. Innra þvermál rýmisins er 2 metrar (200 sentímetrar). Hurðarblöðin þrjú skipta rýminu í þrjú jafn stór svæði. Teikningin fyrir neðan sýnir hurðarblöðin á þremur mismunandi stöðum séð ofan frá.





### HRINGHURÐ - Spurning 1 - Þrep 3 (512 stig)

Hve stórt er hornið sem tvö hurðarblöð mynda, mælt í gráðum?

Stærð hornsins: ..... °

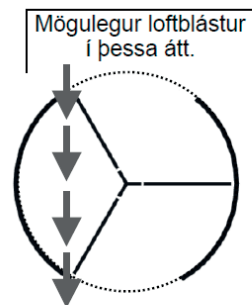
Spurning 1 í verkefninu HRINGHURÐ krefst færni á þrepi 3. Þessi spurning virðist einföld: Að finna 120 gráðu horn milli tveggja hurðarvængja en svör nemenda gefa til kynna að spurningin sé þó á þrepi 3. Þetta er sennilega vegna þess að spurningin krefst miðlunar upplýsinga, framsetningar

og umbreytingar á stærðfræðiform ásamt sér-tækri þekkingu á rúmfræði hrings. Það þarf að skilja samhengi þrívíddar snúningshurða út frá skriflegum lýsingum. Það þarf líka að skilja að skýringarmyndirnar þrjár í textanum veita ólíkar upplýsingar. Rétt svar er 120.

### HRINGHURÐ - Spurning 2 - Þrep 6 (840 stig)

**Dyraopin** tvö (punktabogarnir á myndinni) eru jafn stór. Ef þessi eru of breið geta hurðarblöðin ekki myndað lokað rými og loft getur því blásið auðveldlega milli inngangs og útgangs. Þetta leiðir af sér óæskilegt hitatap eða hitaaukningu. Þetta er sýnt á myndinni til hliðar.

Hver getur lengd boganna í hvoru dyraopi verið að hámarki í sentímetrum (cm) þannig að loft blási aldrei auðveldlega gegnum inngang og útgang.



Hámarks lengd boga: ..... cm

Þessi spurning var ein sú erfiðasta í allri könnuninni, á efri hluta sjötta þreps. Spurningin krefst þess að nemandinn sé vel að sér í rúmfræði og geti beitt ályktanahæfni sinni á því sviði. Þar sem úrlausn þessa dæmis er svo margslungin var ákveðið að veita ekki hlutastig fyrir háflklárað dæmi, heldur annaðhvort fullt hús stiga eða ekkert stig.

Til þess að hljóta fullt hús stiga verður nemandinn að átta sig á því að bilið milli tveggja hurðarblaða er  $1/3$  af ummáli hringsins. Til þess að hurðarblöðin geti myndað lokað rými báðum megin dyraopanna, verður því  $2/3$  ummálsins að fara undir lokuð rými. Þá stendur eftir  $1/3$  af ummálinu sem

getur farið undir dyraopin og þar sem þau eru tvö nær hvort um sig yfir  $1/6$  af ummálinu, að því gefnu að bæði dyraopin séu jöfn að stærð. Því næst verður nemandinn að reikna út ummál hringsins út frá gefnu þvermáli ( $2\pi r$ ) og deila svo útkomunni í sex.

Þar sem munur getur verið á því hversu marga aukastafi  $\pi$  nemandur nota, er rétt svar á bilinu 103-105. Svarið 100 er einnig samþykkt, ef skýrt er að það sé útkoma úr útreikningum þar sem  $\pi = 3$ . Svarið 100 án útreikninga gæti verið fengið með því að giska á að það sé það sama og radíusinn (lengd eins vængs) og því er ekki gefið rétt fyrir það.



### HRINGHURÐ - Spurning 3 - Prep 4 (561 stig)

Hurðin fer 4 heila snúninga á mínútu. Það er pláss fyrir tvær manneskjur í hverju af svæðunum þremur.

Hvað getur margt fólk að hámarki gengið um dyrnar inn í bygginguna á 30 mínútum.

- A 60
- B 180
- C 240
- D 720

Spurning 3 í HRINGHURÐ felur í sér hlutföll og rökstuðning og er á þrepi 4. Á einni mínútu snúst hurðin 4 sinnum og opnar  $4 \times 3 = 12$  geira inn í innganginn sem gerir  $12 \times 2 = 24$  manns kleift að fara inn í bygginguna. Á 30 mínútum geta  $12 \times 30 = 720$  manns farið inn (þar með er rétta svarið D). Sá mikli fjöldi PISA verkefna sem krefjast útreikninga á hlutföllum undirstrikar mikilvægi þeirra í stærðfræðilæsi, sérstaklega fyrir nemendur sem hafa náð þeirri stærðfræðipækkingu sem er dæmigerð fyrir 15 ára nemendur. Margar raunverulegar aðstæður fela í sér bein hlutföll og prósentur sem, eins og í þessu tilfalli, eru oft notaðar í rökfærslu í mörgum liðum. Samræming slíkrar

röksemdarfærslu krefst þess að nemandinn hugsi upp verkáætlun til að draga upplýsingarnar saman í rökræna lotu.

Þessi spurning gerir líka nokkuð miklar kröfur til grundvallargetu í stærðfræði, sérstaklega framsetningar á vandamálinu. Nemandi verður að skilja raunverulegu aðstæðurnar, kannski að sjá fyrir sér hvernig hurðin snúst, hugsa sér einn geira í einu, sem er eina leiðin fyrir fólk að komast inn í bygginguna. Þessi skilningur á raunverulegum aðstæðum gerir nemandanum kleift að vinna úr fyrirbyggjandi gögnum á réttan hátt. Rétt svar er D.

### HVAÐA BÍLL? - Lestexti

#### HVAÐA BÍLL?

Kristín er nýbúin að fá öskuskírteinið sitt og hana langar að kaupa sinn fyrsta bíl.

Taflan fyrir neðan sýnir upplýsingar um fjóra bíla sem hún finnur á bílasölu.



Gerð:	Alpha	Bolte	Castel	Dezal
Árgerð	2003	2000	2001	1999
Auglýst verð (setur)	4800	4450	4250	3990
Ekinn (kílómetrar)	105 000	115 000	128 000	109 000
Vélarafköst (lítrar)	1,79	1,796	1,82	1,783

### HVAÐA BÍLL? - Spurning 1 – Undir þrepi 1 (328 stig)

Kristínu langar í bíl sem uppfyllir **öll** þessi skilyrði:

- Að hann sé **ekki** ekinn meira en 120 000 kílómetra.
- Að hann sé framleiddur árið 2000 eða síðar.
- Að auglýst verð sé **ekki** hærra en 4500 setur.

Hvaða bíll uppfyllir skilyrði Kristínar?

- A Alpha
- B Bolte
- C Castel
- D Dezal

Í þessu dæmi þarf nemandinn að geta fundið út hvaða bíll af fjórum mögulegum uppfyllir þrjú skilyrði sem ímyndaður kaupandi setur. Skilyðrin

lúta að árgerð, uppsettu verði og hámarksfjölda ekinna kílómetra. Rétt svar er B.

### HVAÐA BÍLL? - Spurning 2 - Þrep 3 (491 stig)

Hvaða bíll er með minnstu vélarafköst?

- A Alpha
- B Bolte
- C Castel
- D Dezal

Hér þarf nemandinn að átta sig á gildi tugabrota, en jafnvel fimmtán ára gamlir nemendur geta átt

erfitt með það, sérstaklega þegar tugabrotin eru sett fram á óreglulegan hátt. Rétt svar er D.

### HVAÐA BÍLL? - Spurning 3 - Þrep 4 (553 stig)

Kristín þarf að borga aukalega 2,5% af auglýstu verði bílsins í skatt.

Hversu hár er aukaskatturinn af Alpha?

Aukaskattur í setum: .....

Í þessari spurningu þarf nemandinn að reikna út prósentur af uppgefnu verði, án nokkurra valmöguleika, og því krefst þessi spurning

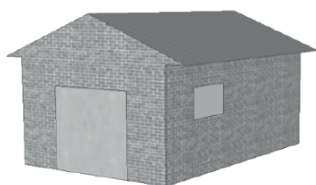
meiri færni en það að finna réttar upplýsingar á töflu. Rétt svar er 120 setur.

## BÍLSKÚR - Lestexti

### BÍLSKÚR

Í „einföldu“ línunni hjá framleiðanda bílskúra er ein gerð með aðeins einn glugga og einar dyr.

Grettir velur sér eftirfarandi gerð úr „einföldu“ línunni. Glugginn og dyrnar eru staðsett eins og hér er sýnt.

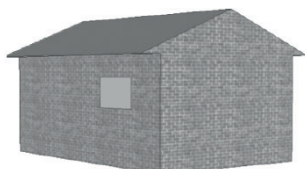


## BÍLSKÚR - Spurning 1 - Þrep 1 (420 stig)

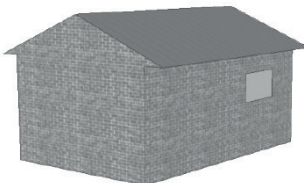
Skýringarmyndirnar að neðan sýna „einfaldar“ gerðir eins og þær sjást aftan frá. Aðeins ein af þessum myndum passar við gerðina sem Grettir valdi og sýnd er að ofan.

Hvaða gerð valdi Grettir? Dragðu hring utan um A, B, C eða D.

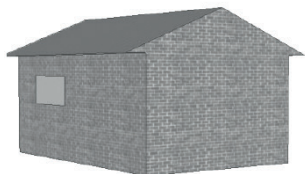
A



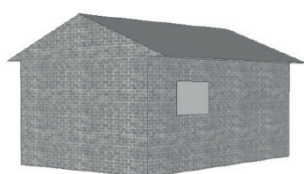
B



C



D

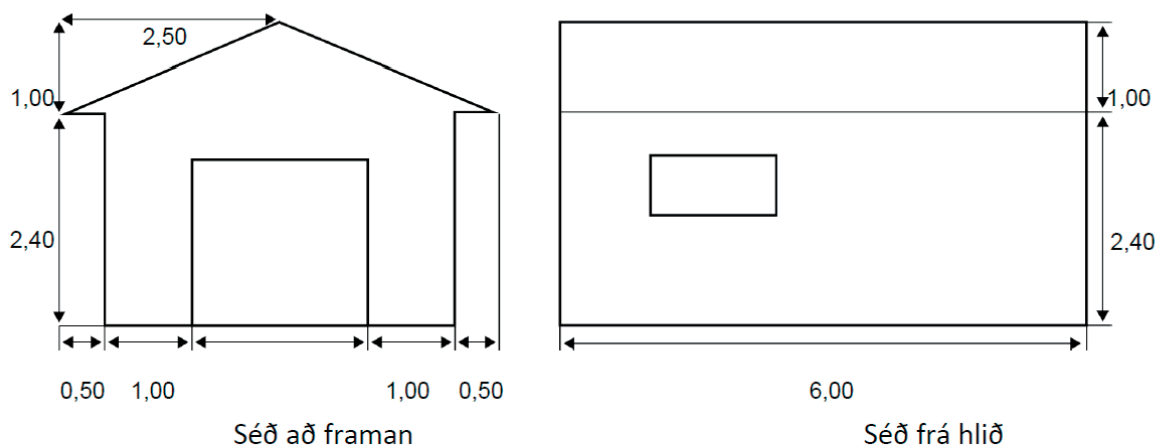


Spurning 1 í verkefninu BÍLSKÚR er efst á þrepi 1, hvað erfiðleika snertir mjög nálægt mörkunum á þrepi 1 og 2. Nemendur sem geta leyst þetta verkefni flokkast á þrep 1 en eru nálægt mörkunum að þrepi 2. Í spurningunni þurfa nemendur að bera kennsl á byggingu aftan frá, eftir að hafa bara sé framhlið hennar. Það verður að túlka skýringarmyndina í samhengi við raunverulega staðsetningu á „aftan frá“. Sumt fólk snýr hlutum í huganum, eins og í þessu verkefni, með því að

nota innsæi sitt til að sjá fyrir sér rýmið. Aðrir styðjast við skýra rökfærslu. Þeir greina kannski staðsetningu margra þátta miðað við aðra (dyr, glugga, næsta horn) og útiloka valmöguleikana þannig einn af öðrum. Enn aðrir teikna myndina séða úr lofti og snúa henni svo hreinlega við. Þetta er eitt dæmi um hvernig ólíkir nemendur nota gjörólíkar aðferðir við að leysa PISA dæmi: Í þessu tilfalli er það skýr rökfærsla hjá sumum nemendum en innsæi hjá öðrum. Rétt svar er C.

## BÍLSKÚR - Spurning 2 - Hlutastig á þrepi 5 (663 stig) og hámarksstig á þrepi 6 (687 stig)

Teikningarnar tvær fyrir neðan sýna stærðirnar á bílskúrnum sem Grettir valdi, í metrum.



Þakklæðningin er sett saman úr tveimur eins rétthyrndum einingum.

Reiknaðu út **heildar**-flatarmál þaksins.

Spurning 2 í verkefninu BÍLSKÚR er á 6. þrepi. Lausn hennar gerir kröfu um flóknari útreikninga, skilning á skýringamyndunum og þekkingu á Þýðagórasarreglunni. Nemandinn þarf að átta sig á að vegna hallans á þakinu eykst flatarmál þess og að ekki sé unnt að reikna flatarmálið með því að margfalda lengd þess (6 m) með breiddinni (breiddin er  $2 \times 2,5$  m). Nemandinn þarf að finna skáhlíð þaksins með því að beita Þýðagórasarreglunni og margfalda hana með tveimur – og margfalda þá útkomu með 6. Gefin eru hlutastig þótt rangt sé reiknað ef ráða má af útreikningum

að þátttakandi hafi skilið aðgerðirnar rétt. Gefið er rétt fyrir svar á tilteknu bili.

Rétt svar er á bilinu 31 til 33, með eða án réttra útreikninga. Gefin eru hlutastig ef útreikningar sýna rétta notkun Þýðagórasarreglu en með reiknivillu, með ranga lengd eða þakflötur er ekki tvöfaldaður. Einnig eru gefin hlutastig ef útreikningar sýna ekki notkun Þýðagórasarreglu en notkun á skynsamlegri tölu fyrir breidd þaksins (t.d. frá 2,6 til 3,0) og útreikningar eru réttir þar eftir.

## C. Lesskilningur

	Neðri mörk þreps	Spurning	Þyngd spurningar (PISA stig)
6	698	LEIKRITID ER MÁLIÐ – Spurning 3	730
5	626	VINNUAFL – Spurning 3	631
4	553	LOFTBELGUR – Spurning 3.2 (hámarksstig)	595
		LEIKRITID ER MÁLIÐ - Spurning 7	556
3	480	NIRFILLINN - Spurning 5	548
		LOFTBELGUR – Spurning 4	510
2	407	LEIKRITID ER MÁLIÐ - Spurning 4	474
		LOFTBELGUR – Spurning 3.1 (hlutastig)	449
		LOFTBELGUR - Spurning 6	411
1a	335	NIRFILLINN - Spurning 1	373
		LOFTBELGUR - Spurning 8	370
1b	262	NIRFILLINN - Spurning 7	310

## NIRFILLINN – Lestexti

## Nirfillinn og gullið hans

Ríkur maður seldi allar eigur sínar. Meðal þeirra var margt fallett og verðmætt og græddi hann mikið á þeirri sölu. En í stað þess að eyða peningunum eða leggja þá inn á banka keypti hann stóran gullklump og gróf hann djúpt í jörðu. Á hverjum degi læddist hann á felustaðinn, gróf ofurlítið niður til að fullvissa sig um að gullið væri á sínum stað og haldi það svo vandlega að nýju. Dag nokkurn bar svo við að maður sem var að vinna í garðinum sá til hans. Þetta er undarlegt háttarlag af ríkum manni að vera, sagði hann við sjálfan sig. Hann er ekki að taka upp kartöflur, svo mikið er víst. Daginn eftir hafði garðyrkjumaðurinn gát á öllu. Þarna hlýtur að vera fjársjóður falinn, hugsaði hann, og sá á fund sem finnur. Þegar myrkt var orðið tók garðyrkjumaðurinn skóflu sína og gróf upp gullið. Daginn eftir kom ríki maðurinn að vanda til að líta eftir gullinu. Honum til skelfingar var holan tóm, auðlegð hans var glötuð. Meðan hann sat þarna stynjandi yfir tómrí holunni kom nágranni hans að og spurði hvað hefði komið fyrir. „Ég myndi ekki ergja mig lengi yfir þessu”, sagði hann þegar hann sá hvað í efni var. „Hérna, taktu þennan stein. Grafðu hann vandlega niður á sama staða og láttu sem að hann sé gullklumpurinn þinn. Þú ætlaðir hvort eð er aldrei að gera neitt við gullið og því mun steinn koma þér að sömu notum.”

Dæmisögur eru vinsæl og virt bókmenntagrein í mörgum menningarheimum og henta einkar vel sem textar í lesskilningskönnunum af svipuðum ástæðum: þær eru stuttar, mynda sjálfstæða heild, bera með sér ákveðinn siðferðisboðskap og hafa staðist tímans tönn. Þó svo að dæmisögur séu ef til vill ekki algengasta lesefni unglinga í OECD-löndunum er samt líklegt að þeir kannist

við þær úr barnæsku, og kjarnyrta og oft tíðum skorinorðar athugasemdir dæmisagna geta komið jafnvel torhrifnustu unglungum skemmtilega á óvart. Nirfillinn er dæmigerð dæmisaga: hún fangar tiltekinn mannlegan veikleika og ve fur úr honum snyrtilega háðsádeilu sem kemst fyrir í einni efnisgrein..

## NIRFILLINN – Spurning 1 (R031Q01) – Prep 1a (373 stig)

### NIRFILLINN – Spurning 1 (R031Q01) – Prep 1a (373 stig)

Lestu lýsingarnar hér fyrir neðan og raðaðu þeim í þeirri röð sem þær koma fyrir í sögunni með því að skrifa númer í hólfið fyrir framan.

- Nirfillinn ákvað að breyta öllum peningunum sínum í gullklump.
- Gulli nirfilsins var stolið.
- Nirfillinn gróf holu og faldi fjársjóðinn sinn þar.
- Nágranni nirfilsins sagði honum að setja stein í staðin fyrir gullið.

Þar sem frásagnir byggjast á því hvernig eiginleikar viðfangsefna breytast í tíma, er við hæfi að könnunin innihaldi spurningu um frásagnartexta sem snýst um að raða atburðum í rétta tímaröð. Þar sem textinn er stuttur og orðalag lýsinganna í spurningunni er mjög svipað orðalagi textans, er

þetta auðveld spurning. Á hinn bóginn er málsnið textans frekar formlegt og inniheldur nokkur gamaldags orðatiltæki (þýðendur voru beðnir um að endurskapa dæmisagnastil upprunalegu útgáfunnar). Þetta einkenni textans mun líklega auka erfiðleikastig spurningarinnar.

## NIRFILLINN – Spurning 5 (R031Q05) – Prep 3 (548 stig)

Hér birtist hluti af samræðum á milli fólks sem las söguna **Nirfillinn og gullið hans**.



Hvað gæti persóna 2 sagt til að rökstyðja sína skoðun?

Þessi spurning er sett upp í formi samtals tveggja ímyndaðra lesenda til þess að sýna fram á tvær mismunandi túlkanir á sögunni sem stangast á. Í rauninni er það einungis afstaða seinni mælandans sem er í takt við megininntak sögunnar og með því að setja fram rök til stuðnings þeirri afstöðu sýnir lesandinn að hann hefur skilið boðskap þessarar dæmisögu. Það sem gerir þetta verkefni tiltölulega erfitt er að lesandinn verður að leggja á sig heilmikla vinnu til þess að geta svarað á fullnægjandi hátt. Það er til að mynda

enga vísbendingu að finna í spurningunni sjálfri („Hvað gæti persóna 2 sagt til að rökstyðja sína skoðun?“). Til þess að hljóta fullt hús stiga í þessu verkefni urðu nemendur að geta sett fram þá lykilhugmynd að auðæfi séu einskis virði nema þau séu notuð og því skipti það máli að nágranninn hafi stungið upp á því við nirfillinn að grafa vitaverðlausan stein í gullsins stað. Óljósar tilraunir til túlkunar á borð við „steinninn hafði tilfinningalegt gildi“ hlutu engin stig.

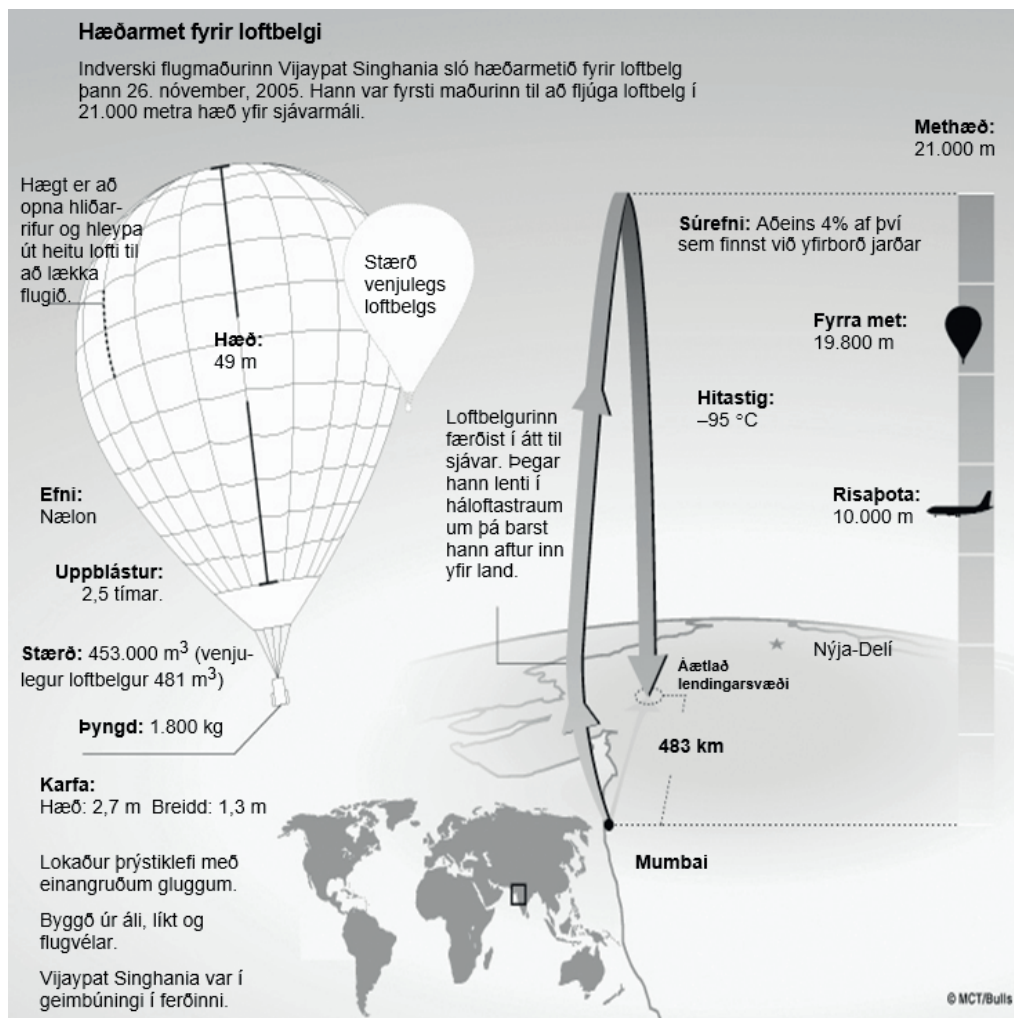
## NIRFILLINN – Spurning 7 (R031Q07) – Þrep 1b (310 stig)

Hvernig eignaðist nirfillinn gullklump?

Þetta er ein af auðveldari spurningunum í PISA-leskilningskönnuninni. Lesandinn þarf að nálgast upplýsingar sem eru skýrt teknar fram í fyrstu setningu mjög stutts texta og vinna úr þeim. Til þess að hljóta fullt hús stiga getur svarið annaðhvort verið bein tilvitnun upp úr textanum – „hann seldi allar eigur sínar“ – eða umorðun á borð við „hann seldi allt sem hann átti“. Það er ólíklegt að formlegur stíll textans hafi mikil áhrif á erfiðleikastig spurningarinnar (þótt sú sé líklega raunin

í öðrum spurningum þessa hluta), því upplýsingarnar sem beðið er um má finna í blábyrjun textans. Þó svo að þessi spurning teljist einstaklega auðveld miðað við aðrar spurningar í PISA-könnuninni, krefst hún samt ákveðinnar ályktunarhæfni: lesandinn verður að draga þá ályktun að það séu orsakatengsl milli fyrstu fullyrðingarnar (að nirfillinn hafi selt allar eigur sínar) og þeirrar næstu (að hann hafi keypt gullklump).

## LOFTBELGUR – Lestexti

LOFTBELGUR – Spurning 3 (R417Q03) – Hámarksstig:  
Prep 4 (595 stig) / Hlutastig: Prep 2 (449 stig)

Vijaypat Singhania notaði tækni sem notuð er í tveimur öðrum gerðum af samgöngutækjum. Hvaða samgöngutæki eru það?

1. \_\_\_\_\_

2. \_\_\_\_\_



Hlutastig fæst fyrir þessa spurningu ef lesandinn nefnir aðeins eina gerð samgöngutækja. Svar í formi beinnar tilvitnunar, þ.e. „geimbúningur“, telst rangt. Einn þáttur textans flækir málið þó eilítið og það er risapotán sem kemur fyrir annars staðar í textanum. Jafnvel þótt svör á borð við „flugvél“ og „þota“ teljist rétt, telst svarið „risa-þota“ rangt, því það vísar sérstaklega til myndarinnar og yfirskriftarinnar hægra megin í textarammanum sem hefur ekkert með upplýsingarnar, sem beðið er um í spurningunni, að gera.

Í þessari spurningu fæst fullt hús stiga fyrir að nefna tvær gerðir samgöngutækja sem léðu loftbelgsflugmanninum tækni sína, þ.e. flugvél og geimfar. Hér skiptir öllu máli að lesandi geti nálgast réttar upplýsingar og endurheimt þær, því ef

aðeins annað þessara samgöngutækja er nefnt fær nemandinn einungis hlutastig fyrir spurninguna og lækkar um tvö þrep. Umbrot textans, sem inniheldur mikið af myndum og myndatextum sem ekki eru settir skipulega upp, gerir það að verkum að erfitt getur verið að finna ákveðnar upplýsingar sem láta lítið á sér bera, sérstaklega þar sem engin fyrisagnanna í textanum beinir lesandanum inn á rétta braut. Þegar lesandinn hefur loks fundið upplýsingarnar verður hann að átta sig á því að „byggð úr áli, líkt og flugvélar“ og „var í geimbúningi“ eru upplýsingar sem tengjast samgöngutækjum. Að lokum verður lesandinn að haga svari sínu þannig að það vísi til gerða samgöngutækja og sé ekki bara beinar tilvitnanir í textann. Svarið „geimbúningur“ er því ekki rétt, en stig fæst fyrir „geimfar“.

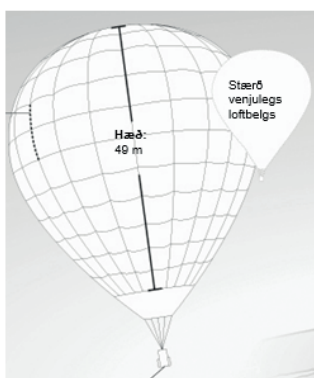
## LOFTBELGUR – Spurning 4 (R417Q04) – Þrep 3 (510 stig)

Hver er tilgangur þess að hafa teikningu af risapotu í textanum?

Meginhugmyndin í textanum er að lýsa hæðar-meti sem Vijaypat Singhania setti í hinum stórmærkilega loftbelg sínum. Skýringarmyndin hægra megin í rammanum, þar sem gefur að líta risapotu, undirstrikar hversu tilkomumikið hæðarmet Singhania var með því að bera það saman við flughæð risapotu, eitthvað sem við tengjum

yfirleitt við mikla hæð. Til þess að hjóta stig fyrir þessa spurningu verða nemendur að skilja tilganginn með því að láta mynd af risapotu fylgja í skýringarmyndinni. Spurningin reynir því á getu nemenda til að ígrunda og meta ákveðna hluti, og þá sérstaklega innihald texta.

## LOFTBELGUR – Spurning 6 (R417Q06) – Þrep 2 (411 stig)



Hvers vegna eru tvær teikningar af loftbelgjum?

- A Til að bera saman stærðina á loftbelg Singhania fyrir og eftir uppblástur.
- B Til að bera saman stærðina á loftbelg Singhania við stærð annarra loftbelgja.
- C Til að sýna að loftbelgur Singhania virðist lítil frá jörðinni séð.
- D Til að sýna að loftbelgur Singhania rakst næstum því á annan loftbelg.

Hér reynir á getu lesanda til að túlka og meta, í þessu tilviki ásetning höfundar. Mikilvægt er að lesendur séu meðvitaðir um það að textar birtist ekki af handahófi, heldur séu samsettir með ákveðinn tilgang í huga. Í þessu tilfalli er efnið myndrænt – teikning af tveimur loftbelgjum – og lesandinn er beðinn um að velta fyrir sér hver

tilgangurinn með því sé. Myndatextinn við minni loftbelginn („stærð venjulegs loftbelgs“) gerir það augljóst að þetta sé ekki loftbelgur Singhanía, og því ættu eftirtektarsamir lesendur að geta úti-lokað valkosti A og C. Ekkert í textanum rennir stöðum undir valkost D og því telst þessi spurning tiltölulega auðveld.

### LOFTBELGUR – Spurning 8 (R417Q08) – Þrep 1a (370 stig)

Hver er meginhugmyndin í þessum texta?

- A Singhanía var í hættu á meðan á ferðalagi hans í loftbelgnum stóð.
- B Singhanía setti nýtt heimsmet.
- C Singhanía ferðaðist yfir bæði sjó og land.
- D Loftbelgur Singhanía var gríðarlega stór.

Meginhugmyndin í þessum ósamfellda texta er skýrt tekin fram á mörgum stöðum, þar á meðal í titlinum, „hæðarmet fyrir loftbelgi“. Það að upplýsingarnar sem beðið er um skuli vera svo áberandi og síendurteknar útskýrir hversu auðveld spurningin er.

Þó svo að meginhugmyndin sé skýrt tekin fram felur spurningin í sér ákveðna samþættingu og túlkun, auk þess sem hún krefst víðtæks skilnings, því nemendur verða að geta greint mikilvægustu og almennustu upplýsingarnar í textanum frá þeim sem undirliggjandi eru. Fyrsti

valkosturinn – „Singhanía var í hættu á meðan á ferðalagi hans í loftbelgnum stóð“ – er trúverðugur, en það er ekkert í textanum sem styður hann og því getur hann ekki talist vera meginhugmyndin. Þriðji valkosturinn – „Singhanía ferðaðist yfir bæði sjó og land“ – er umorðun á upplýsingum sem óneitanlega má finna í textanum en verða þó að teljast aukaatriði fremur en meginhugmynd. Fjórði valkosturinn – „loftbelgur Singhanía var gríðarlega stór“ – vísar í áberandi og myndrænan part textans sem er samt sem áður undirskípaður meginhugmyndinni.

## LEIKRITIÐ ER MÁLIÐ – Lestexti

## LEIKRITIÐ ER MÁLIÐ

Sviðið er kastali við ströndina á Ítalíu.

## FYRSTI ÞÁTTUR

- Íburðarmikið gestaherbergi í mjög fallegum kastala við ströndina. Dyr til hægrí og vinstri.
- 5 Stofuhúsgögn eru á miðju sviðinu: sófi, borð, og tveir hægindastólar. Stórir gluggar í bakgrunni. Stjórnuhjart kvöld. Það er myrkur á sviðinu. Þegar tjaldíð lyftist heyrum við menn í háværum samræðum bak við dyrnar til vinstri. Dyrnar opnast og þrjár smókingklæddir herra menn ganga inn. Einn kveikir samstundis ljós. Þeir ganga þegjandi inn að miðju og standa kringum borðið. Þeir setjast niður samtímis. Gál í hægindastólinni vinstra megin.
- 10 Turai í þann hægri megin. Adám í sófann í miðjunni. Mjög löng, næstum vandræðaleg þögn. Makindalegar teygjur. Stöðan:

## GÁL

Því ertu svona þungt hugsi?

## TURAI

- 20 Ég er að hugsa um hve erfitt sé að byrja á leikriti. Að kynna allar aðalpersónurnar í upphafi, þegar allt byrjar.

## ÁDÁM

- 25 Ég býst við að það hjósti að vera erfitt.

## TURAI

- Það er það – andskoti erfitt. Leikritið byrjar. Áhorfendur þagna. Leikararnir koma á sviðið og kvöldin byrjar. Það er eilífð, stundum allt upp í stundarfjórðungur áður en áhorfendur komast að því hver er hver og hvað þau eru öll að bralla.

## GÁL

- Þú hefur svei mér sérkennilegt heilabú.
- 35 Geturðu ekki gleymt vinnunni þinni eina einustu mínútu?

## TURAI

Það er ekki hægt.

## GÁL

- 40 Það líður ekki hálf tími án þess að þú ræðir leikhúsi, leikara, leikrit. Það eru til aðrir hlutir í þessum heimi.

Þessa elskulegu herra menn fyrir síðustu óperettuna þeirra. Þetta er fyrsta verk mitt fyrir

90 leiksvið. Þessir tveir rosknu englar hafa uppgötvað mig og nú, með hjálp þeirra, langar mig að verða frægur. Þeir létu bjóða mér í þennan kastala. Þeir létu sauma á mig frakkann og smókingfötin. Með öðrum orðum,

95 ég er fátækur og óþekktur, eins og er. Þar fyrir utan er ég munaðarlaus og amma mín ól mig upp. Amma mín er fallin frá. Ég er aleinn í heiminum. Ég á ekkert nafn, ég á enga peninga.

- 100 En þú ert ungur.

## GÁL

Og hæfileikaríkur.

## ÁDÁM

- 105 Og ég er ástfanginn af einleikaranum.

## TURAI

Þú hefur ekki átt að bæta því við. Allir í áhorfendahópnum mundu hvort eð er átta sig á því.

- 110 Þeir setjast allir niður.

„Leikritið er málið“ er byrjunin á leikriti eftir ungverska leikskáldið Ferenc Molnár.

Notaðu „Leikritið er málið“ á næstu tveimur blaðsíðum á undan til að svara eftirfarandi spurningum. (Taktu eftir að línunúmer eru gefin á spá síu handritsins til að hjálpa þér að finna þá hluta sem er vísað til í spurningunum.)

## TURAI

- 45 Það er ekki rétt. Ég er leikskáld. Það er mín bólvun.

## GÁL

Þú átt ekki að verða slíkur þræll atvinnu þinnar.

## TURAI

- 50 Ef maður er ekki á valdi hennar þá er maður þræll hennar. Það er enginn millivegur. Trúðu mér, það er ekkert grín að byrja leikrit vel. Það er eitt erfiðasta vandamál sviðsetningarinnar. Að kynna persónur sínar hiklaust. Litum á þetta atriði hér, okkur þrjá. Þrjár herra menn í smókingfötum. Segjum að þeir komi ekki inn í þetta herbergi í þessum fyrirmannlega kastala, heldur á svið.
- 60 einmitt þegar leikrit byrjar. Þeir þyrftu að rabba um fullt af óspennandi unnræðuefnum þar til fram kæmi hverjir við erum. Væri ekki miklu auðveldara að byrja þetta allt með því að standa upp og kynna okkur? *Stendur upp.* Gott kvöld.
- 65 Við þrjár erum gestir í þessum kastala. Við vorum að koma úr borðstofunni þar sem við fengum framúrskarandi kvöldverð og drukkum tvær flöskur af kampavíni. Ég heiti Sándor Turai, ég er leikskáld, ég hef skrifað leikrit í þrjátíu ár, það er atvinnna mín. Punktur. Þú ert næstur.

## GÁL

- 75 *Stendur upp.* Nafn mitt er Gál, ég er líka leikskáld. Ég skrifa líka leikrit, öll í samvinnu við þennan herra mann hér. Við erum frægt leikskáldapar. Á öllum auglýsingaskiltum fyrir góð gamanleikrit og óperettur stendur: Samið af Gál og Turai. Að sjálfsögðu er þetta atvinnna mín líka.

## GÁL og TURAI

*Saman.* Og þessi ungi maður ...

## ÁDÁM

- 85 *Stendur upp.* Þessi ungi maður er, með leyfi. Albert Ádám, tuttugu og fimm ára gamall, tónskáld. Ég samdi tónlistina fyrir

## TURAI

Væri þetta ekki auðveldasta leiðin til að byrja leikrit?

## GÁL

- 115 Ef við mættum gera þetta þá væri auðvelt að semja leikrit.

## TURAI

Trúðu mér, það er ekki svo erfitt. Ímyndaðu þér bara að þetta sé allt eins og ...

## GÁL

Svona, svona, svona, byrjaðu bara ekki að tala um leikhúsið aftur. Ég er dauðleitur á því. Við tölum saman á morgun ef þú vilt.

### LEIKRITID ER MÁLIÐ – Spurning 3 (R452Q03) – Prep 6 (730 stig)

Hvað voru persónurnar í leikritinu að gera rétt áður en tjaldinu var lyft?

Í þessari spurningu er að finna margt af því erf-  
iðasta í lesskilningskönnun PISA. Textinn sem lesa  
á er langur á mælikvarða PISA, sögusviðið og  
þemað er líklega mörgum framandi og aðstæður  
koma aðeins smátt og smátt í ljós í gegnum sam-  
tölin sjálf. Lesandinn verður að vera á varðbergi  
þegar kemur að því að greina á milli persóna og  
leikenda. Lesandinn er beðinn um að svara því  
hvað persónur í leikriti hafi verið að gera rétt áður  
en tjaldinu var lyft. Svarið er þó ekki að finna í

blábyrjun textans, eins og margir myndu ef til vill  
telja rökrétt, heldur koma upplýsingarnar fram  
um miðbik textans þegar ein persónanna minnst  
á það að þeir hafi verið „að koma úr borðstofunni“.  
Það krefst mikillar túlkunarhæfni að geta skil-  
greint orðalag spurningarinnar í tengslum við  
textann. Það að ætlast til að unnið sé úr upp-  
lýsingum sem ganga þvert á fyrirfram mótaðar  
væntingar er mjög einkennandi fyrir mest krefj-  
andi lesskilningsspurningar PISA.

### LEIKRITID ER MÁLIÐ – Spurning 4 (R452Q04) – Prep 2 (474 stig)

„Það er eilífð, stundum allt upp í stundarfjórðungur ...“ (línur 29-30)

Samkvæmt Turai, af hverju er stundarfjórðungur „eilífð“?

- A Það er langur tími fyrir áhorfendur að sitja kyrrir í fullu leikhúsi.
- B Það virðist taka óendanlegan tíma að skýra aðstæður í upphafi leikrits.
- C Það virðist alltaf taka langan tíma fyrir leikskáld að semja byrjunina á leikriti.
- D Það virðist sem tíminn liði hægar þegar mikilvægur atburður gerist í leikriti.

Spurningin beinir lesandanum beint að þeim hluta  
textans sem máli skiptir fyrir úrlausnina, og vísar  
meira að segja til hans með beinni tilvitnun, þann-  
ig að lesandinn þarf ekki að hafa fyrir því að finna  
upplýsingarnar sjálfur. Lesandinn þarf samt sem  
áður að skilja samhengi tilvitnunarinnar til þess

að geta svarað á fullnægjandi hátt. Og þar sem  
framvinda textans byggist að miklu leyti á inni-  
haldi þessarar tilvitnunar, getur lesandinn reitt  
sig á endurtekningar og áherslur í textanum við  
að samþætta og túlka tilvitnunina.

### LEIKRITID ER MÁLIÐ – Spurning 7 (R452Q07) – Prep 4 (556 stig)

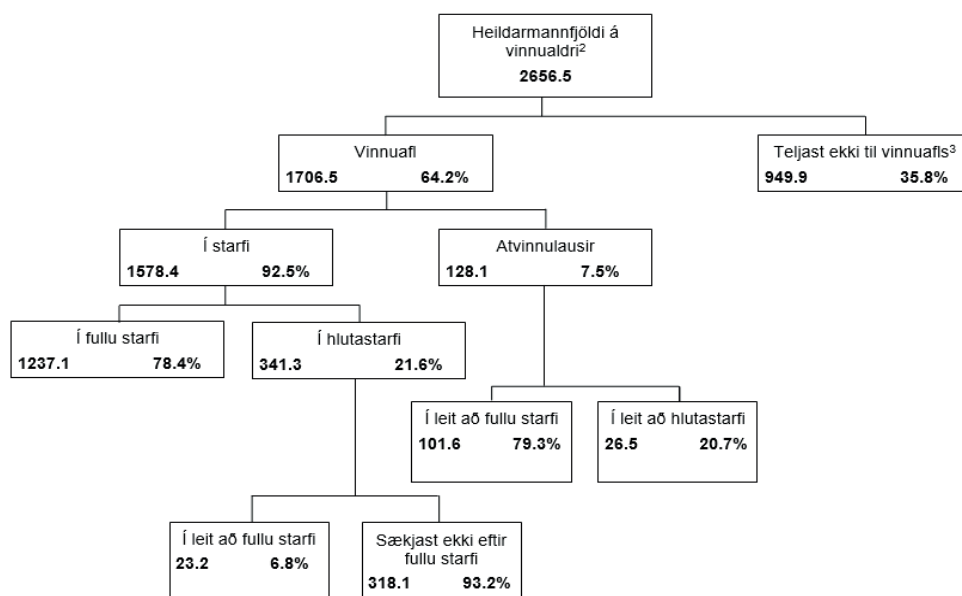
Á heildina litið, hvað er leikskáldið Molnár að gera í þessum kafla?

- A Hann er að sýna hvernig hver persóna muni leysa sín eigin vandamál.
- B Hann er að láta persónurnar sínar sýna hvernig eilífð í leikriti sé.
- C Hann er að sýna með dæmi venjulegt og hefðbundið upphafsatriði í leikriti.
- D Hann er að nota persónurnar til að lýsa sínum eigin listræna vanda.

Í þessari spurningu er lesandinn beðinn um að  
sýna víðtækan skilning með því að samþætta og  
túlka það sem samtalið felur í sér handan textans.  
Lesandinn verður að átta sig á hugmyndinni á bak  
við þema leikþáttar, þar sem þemað er bók-  
menntalegt og óhlutbundið. Þetta svið er tiltölu-

lega framandi flestum fimmtán ára unglíngum  
og það eykur því á erfiðleikastig spurningarinnar.  
Rétt tæplega helmingur nemenda í OECD lönd-  
unum völdu réttan svarmöguleika en aðrir deildu  
sér nokkuð jafnt niður á hina þrjá svarmögu-  
leikana.

### Samsetning vinnuafis 31. mars 1995 (x 1000)<sup>1</sup>



Athugasemdir

1. Mannfjöldi er gefinn í þúsundum (x 1000).

2. Vinnualdur er frá 15 ára til 65 ára.

3. Þeir sem teljast ekki til vinnuafis eru þeir sem eru ekki að leita sér að starfi og/eða eru ekki vinnufærir.

### VINNUAFL – Spurning 3 (R088Q03) – Prep 5 (631 stig)

Hversu margt fólk á vinnualdri taldist ekki til vinnuafis? (**Skrifaðu fjölda fólks, ekki hlutfall þess.**)

Til þess að hljóta fullt hús stiga í þessari spurningu verða nemendur að finna ákveðnar tölupplýsingar í aðaltextanum (trjáskemanu) og tengja þær við upplýsingar í neðanmálsgreinum – þ.e. upplýsingar sem liggja utan við aðaltextann. Auk þess verða nemendur að beita upp-

plýsingunum í neðanmálsgreinunum til þess að ákvarða rétt svar. Þessir tveir liðir stuðla saman að erfiðleikastigi spurningarinnar, sem er einhver erfiðasta spurningin í PISA-lesskilningskönnuninni sem felur í sér endurheimt upplýsinga.

## Matsþættir í spurningalístum í PISA 2015

### A. Viðhorf nemenda til náttúruvísinda

Ánægja af náttúruvísindum (e. Enjoyment of science)

Nemendur voru spurðir hve sammála þeir væru eftirfarandi staðhæfingum (mjög sammála, sammála, ósammála, mjög ósammála): Mér finnst yfirleitt gaman að læra eitthvað sem tengist náttúruvísindum. Mér finnst gaman að lesa um náttúruvísindi, mér finnst gaman að leysa þrautir sem tengjast náttúruvísindum, mér finnst gaman að öðlast nýja þekkingu í náttúruvísindum, ég hef áhuga á að læra um náttúruvísindi.

### Áhugi á náttúruvísindum (e. Interest in science topics)

Nemendur voru spurðir hve mikinn áhuga þeir hefðu á eftirfarandi (mikinn áhuga, nokkurn áhuga, varla neinn áhuga, engan áhuga, ég veit ekki hvað þetta er): Lífhvolfið (t.d. vistkerfi, sjálfbærni), hreyfing og kraftar (t.d. hraði, núningur, segulkraftar og þyngdarafli), orka og umbreyting hennar (t.d. varðveisla, efnahvörf), alheimurinn og saga hans, hvernig vísindi geta hjálpað við að koma í veg fyrir sjúkdóma.

### Notagildi náttúruvísinda fyrir nemandann í framtíðinni (e. Instrumental motivation to learn science)

Nemendur voru spurðir hve sammála þeir væru eftirfarandi staðhæfingum (mjög sammála, sammála, ósammála, mjög ósammála): Það borgar sig fyrir mig að leggja mig fram í námsgreinum í náttúrufræði því það mun hjálpa mér í því starfi sem ég vil vinna við síðar, Það sem ég læri í námsgreinum í náttúrufræði er mikilvægt fyrir mig vegna þess að ég þarf á því að halda í námi mínu síðar, Það er þess virði að læra náttúrufræðigreinar af því að það sem ég læri mun koma starfsframa mínum til góða, Ég á eftir að læra margt í námsgreinum í náttúrufræði sem mun hjálpa mér að fá vinnu.

### Trú á eigin getu í náttúruvísindum (e. Science self-efficacy)

Nemendur voru spurðir hversu auðvelt þeir héldu

það vera fyrir þá að gera eftirfarandi (ég gæti auðveldlega gert þetta, ég þyrfti að leggja mig fram til að geta þetta, ég ætti erfitt með að gera þetta, ég gæti ekki gert þetta): Koma auga á þá vísindaspurningu sem liggur til grundvallar frétt um heilbrigðismál í dagblaði, útskýra hvers vegna jarðskjálftar verða oft á sumum svæðum en öðrum, útskýra hvernig sýklalyf virka við meðhöndlun á sjúkdómum, átta mig á hvaða vísindaspurning tengist ólíkum aðferðum við losun á rusli, spá fyrir um það hvernig breytingar í náttúrunni hafi áhrif á möguleika tiltekinna dýrategunda á að lifa af, skilja vísindalegar upplýsingar á matvælaumbúðum, ræða um hvernig nýjar vísindalegar niðurstöður geta breytt hugmyndum manns um möguleika á lífi á Mars, finna hvor af tveimur skýringum á því hvernig súrt regn myndast sé betri.

### Þekkingarfræðilegt gildi vísindalegrar nálgunar (e. Epistemological beliefs - valuing scientific approaches to enquiry)

Nemendur voru spurðir hve sammála þeir væru eftirfarandi staðhæfingum (mjög sammála, sammála, ósammála, mjög ósammála): Góð leið til að vita hvort eitthvað sé satt er að gera tilraun, hugmyndir í vísindum breytast stundum, góð svör eru byggð á niðurstöðum úr mörgum tilraunum, það er gott að gera tilraunir oft en einu sinni til að vera viss um niðurstöður sínar, stundum skipta vísindamenn um skoðun á því sem þeir telja að sé satt í vísindum, hugmyndir í bókum um vísindi breytast stundum.

### Hversdagslegar athafnir tengdar vísindum (e. Science activities)

Nemendur voru spurðir hve oft þeir gerðu eftirfarandi (mjög oft, reglulega, stundum, aldrei eða næstum aldrei): Horfi á vísindaþætti í sjónvarpinu, fæ lánaðar eða kaupi bækur um vísindalegar uppgötvanir, skoða efni á Internetinu sem tengist náttúruvísindum, les tímarit um náttúruvísindi eða vísindagreinar í dagblöðum, mæti í vísindaklúbb, hermi eftir náttúrufyrirbærum með forriti eða í, sýndarveruleika hermi eftir tækni ferlum með forriti eða í sýndarveruleika, skoða vefsíður

hjá umhverfisverndarsamtökum, fylgist með fréttum um vísindi, umhverfismál, eða fylgist með bloggi hjá umhverfisverndarsamtökum.

#### Meðvitund um umhverfismál (e. Awareness of environmental issues)

Nemendur eru spurðir um það hve vel þeir telja sig þekkja til eftirfarandi: Hnatræn hlúnun (hlúnun andrúmslofts), hagnúting erfðabreyttra lífvera, súrt regn, geislavirkur úrgangur, afleiðingar þess að skógum er eytt til að nýta landið í annað.

#### Þjarsýni á þróun umhverfismála í heiminum (e. Environmental optimism)

Nemendur voru spurðir hve oft þeir teldu að vandamál sem tengjast eftirfarandi málefnum myndu minnka, standa í stað eða aukast á næstu 20 árum: Loftmengun, skortur á orku, útdauði plöntu- og dýrategunda, eyðing skóga til að nýta landið í annað, vatnsskortur og kjarnorkuúrgangur.

## B. Kennsla í náttúrufræði

#### Sveigjanleiki í kennslu í náttúrufræðitímum (e. Adaptive instruction in science lessons)

Nemendur voru spurðir hve oft eftirfarandi gerist í náttúrufræðitímum (í öllum eða næstum öllum tímum, í mörgum tímum, í sumum tímum, aldrei eða næstum aldrei): Kennarinn aðlagar kennsluna að þörfum og þekkingu bekkjarins, kennarinn veitir einstaklingsaðstoð þegar nemandi á erfitt með að skilja námsefnið eða verkefni, kennarinn breytir uppbyggingu kennslutímans þegar farið er í efni sem flestum nemendum finnst erfitt að skilja.

#### Kennaramiðuð kennsla í náttúrufræðitímum (e. Teacher-directed science instruction)

Nemendur voru spurðir hve oft eftirfarandi gerist í náttúrufræðitímum (í öllum eða næstum öllum tímum, í mörgum tímum, í sumum tímum, aldrei eða næstum aldrei): Kennarinn útskýrir vísindaleg hugtök, allur bekkurinn tekur þátt í umræðum með kennaranum, kennarinn ræðir spurningar okkar, kennarinn er með sýnikennslu um ákveðið efni.

#### Rannsóknatengd kennsla í náttúrufræðitímum (e. Enquiry-based science teaching and learning practices)

Nemendur voru spurðir hve oft eftirfarandi gerist í náttúrufræðitímum (í hverjum tíma, í flestum

tímum, í sumum tímum, aldrei eða næstum aldrei): Nemendur fá tækifæri til að útskýra hugmyndir sínar, nemendur eru í tilraunastofu að gera tilraunir, nemendur eiga að ræða um vísindalegar spurningar, nemendur eru beðnir að draga ályktanir af tilraun sem þeir hafa sjálfir gert, Kennarinn útskýrir hvernig hægt er að nota eina hugmynd í náttúrufræði til að skýra fjölmörg ólík fyrirbæri (t.d. hreyfingu hluta, efni með svipaða eiginleika, eða einkenni lífandi vera), nemendur fá að setja upp sínar eigin tilraunir, efnt er til umræðu um rannsóknir, kennarinn úrskýrir vel hvernig hugtök í vísindum eiga við um margt í okkar daglega lífi, nemendur eru beðnir að gera athuganir til að prófa hugmyndir eða tilgátur.

#### Endurgjöf frá náttúrufræðikennurum (e. Perceived feedback from science teachers)

Nemendur voru spurðir hve oft eftirfarandi gerist í náttúrufræðitímum (í öllum eða næstum öllum tímum, í mörgum tímum, í sumum tímum, aldrei eða næstum aldrei): Kennarinn segir mér hvernig ég stend mig í náminu, kennarinn segir mér hvar styrkleikar mínir í náttúrufræði liggja, kennarinn segir mér á hvaða sviðum ég geti enn bætt mig, kennarinn segir mér hvernig ég geti bætt árangur minn, kennarinn ráðleggur mér hvernig ég geti náð námsmarkmiðum mínum.

#### Stuðningur frá kennurum í náttúrufræðitímum (e. Teacher support in a science classes of students choice)

Nemendur voru spurðir hve oft eftirfarandi gerist í náttúrufræðitímum (í öllum eða næstum öllum tímum, í mörgum tímum, í sumum tímum, aldrei eða næstum aldrei): Kennarinn sýnir áhuga á námi sérhvers nemanda, kennarinn veitir aukaaðstoð þegar nemendur þurfa á henni að halda, kennarinn aðstoðar nemendur við að læra, kennarinn heldur áfram að útskýra þar til nemendurnir skilja, kennarinn gefur nemendum tækifæri til að tjá skoðanir sínar.

#### Agí í náttúrufræðitímum (e. Disciplinary climate in science classes)

Nemendur voru spurðir hve oft eftirfarandi gerist í náttúrufræðitímum (í hverjum tíma, í flestum tímum, í sumum tímum, aldrei eða næstum aldrei): Nemendur hlusta ekki á það sem kennarinn segir, það er hávaði og læti, kennarinn þarf að biða lengi þar til nemendur hafa þagnað, nemendur geta ekki unnið vel, nemendur fara ekki að vinna fyrr en löngu eftir að tíminn er byrjaður.



## Flokkun á þéttleika byggðar

### BÚSETUFLOKKAR

Mannfjöldi eftir þéttbýlisstöðum, kyni og aldri 2011-2016, tekið af vef Hagstofunnar 10. sept 2016 (www.hagstofa.is)

Mannfjöldi 1.jan 2015

#### 1. Höfuðborgarsvæðið:

Stór-Reykjavík	207.174
Álftanes	2.498
<b>Samtals:</b>	<b>209.672</b>

#### 2. Þéttbýliskjarnar utan höfuðborgarsvæðis:

Akureyri og nágr.	18.014
Keflavík og Njarðvík	14.821
Selfoss	6.826
Akranes	6.814
Vestmannaeyjar	4.272
Grindavík	2.991
Sauðárkrókur	2.536
Ísafjörður	2.525
Hveragerði	2.417
Egilsstaðir	2.319
Húsavík	2.184
Borgarnes	1.865
<b>Samtals:</b>	<b>65.719</b>

#### 3. Dreifbýli:

Strjálbýli á Suðurlandi	4.859
Strjálbýli á Norðurlandi eystra	3.228
Strjálbýli á Vesturlandi	2.499
Strjálbýli á Norðurlandi vestra	2.389
Strjálbýli á Austurlandi	1.733
Höfn í Hornafirði	1.665
Sandgerði	1.545
Neskaupstaður	1.510
Þorlákshöfn	1.460
Garður	1.425



Dalvík	1.370
Siglufjörður	1.219
Reyðarfjörður	1.180
Stykkishólmur	1.103
Vogar	1.035
Eskifjörður	1.026
Ólafsvík	976
Hvolsvöllur	934
Bolungarvík	906
Grundarfjörður	855
Hella	830
Strjálbýli á höfuðborgarsvæði	820
Blönduós	793
Ólafsfjörður	782
Strjálbýli á Vestfjörðum	720
Patreksfjörður	682
Fáskrúðsfjörður	671
Seyðisfjörður	639
Grundarhverfi á Kjalarnesi	565
Hvammstangi	543
Vopnafjörður	528
Eyrbakki	495
Skagaströnd	480
Stokkseyri	441
Flúðir	419
Fellabær	404
Hellissandur	378
Þórshöfn	358
Hólmavík	337
Djúpivogur	331
Svalbarðseyri	306
Vík í Mýrdal	293
Tálknafjörður	286
Suðureyri	278
Hrafnagil	276
Búðardalur	274
Grenivík	274
Hvanneyri	260
Þingeyri	252
Reykholt í Biskupstungum	236
Byggðakjarni í Mosfellsdal	225

Bifröst	208
Flateyri	206
Stöðvarfjörður	198
Bíldudalur	196
Hnífsdalur	194
Raufarhöfn	183
Súðavík	173
Hrísey	172
Rif	163
Laugarvatn	163
Hofsós	161
Reykjahlíð	156
Kirkjubæjarklaustur	140
Reykhólar	132
Laugar	128
Breiðdalsvík	128
Varmahlíð	121
Melahverfi í Hvalfirði	120
Kópasker	114
Sólheimar í Grímsnesi	111
Hauganes	110
Strjálbýli á Suðurnesjum	109
Litli-Árskógssandur	108
Tjarnabyggð	104
Laugarás	103
Hafnir	100
Borg í Grímsnesi	96
Borgarfjörður eystri	88
Bakkafjörður	86
Drangsnes	83
Grímsey	76
Nesjahverfi í Hornafirði	76
Hólar í Hjaltadal	67
Brúnahlíð í Eyjafirði	58
Rauðalækur	57
Brautarholt á Skeiðum	57
Kristnes	55
Byggðakjarni í Þykkvabæ	53
Kleppjárnsreykir	51
Laugarbakki	47
<b>Samtals:</b>	<b>51.844</b>



