

Tímarit um uppeldi og menntun / Icelandic Journal of Education | 34(1), 2025, 43-62

Sérít um niðurstöður PISA 2022

BERGLIND GÍSLADÓTTIR | MENNTAVÍSINDASVIÐI HÁSKÓLA ÍSLANDS

JÓHANN ÖRN SIGURJÓNSSON | MIÐSTÖÐ MENNTUNAR OG SKÓLAPJÓNUSTU

GUÐMUNDUR BJARKI ÞORGRÍMSSON | MENNTA- OG BARNAMÁLARÁÐUNEYTI

FREYJA HREINSDÓTTIR | MENNTAVÍSINDASVIÐI HÁSKÓLA ÍSLANDS

<https://doi.org/10.24270/tuum.2025.34.3>

TRÚ NEMENDA Á EIGIN GETU OG FRAMMI- STAÐA Í STÆRÐFRÆÐILÆSI PISA 2022

Erlendar rannsóknir hafa sýnt að trú nemenda á eigin getu í stærðfræði hefur veruleg jákvæð tengsl við námsárangur. Í þessari rannsókn var kannað hver tengsl trúar á eigin getu, stærðfræðikvíða og stuðnings kennara voru við frammistöðu íslenskra nemenda í stærðfræðilæsi PISA 2022. Lagt var mat á hvernig trú nemenda á eigin getu í stærðfræði spáði fyrir um frammistöðu þeirra í stærðfræðilæsi, sem og hvernig stærðfræðikvíði og stuðningur kennara tengdist þessu. Niðurstöður sýna að trú á eigin getu í stærðfræði hafði jákvæð og marktæk tengsl við frammistöðu nemenda í PISA en stærðfræðikvíði hafði neikvæð tengsl við bæði trú á eigin getu og frammistöðu. Stuðningur kennara hafði aðeins veik jákvæð tengsl við frammistöðu og bætti litlu við að teknu tilliti til trúar á eigin getu og stærðfræðikvíða. Niðurstöðurnar varpa ljósi á mikilvægi þess að leita leiða í umhverfi nemenda til að styrkja trú þeirra á eigin getu og efla þannig árangur þeirra í stærðfræði.

Efnisorð: trú á eigin getu, stærðfræðilæsi, stærðfræðikvíði, stuðningur kennara, PISA 2022

INNGANGUR

Ýmiss vanda hefur orðið vart í námi og kennslu í stærðfræði á Íslandi síðustu ár, en niðurstöður PISA-könnunarinnar sýna að árangur nemenda hefur farið versnandi. Þessi þróun hefur kallað á viðbrögð frá menntakerfinu, þar sem mikilvægt er að varpa ljósi á þá þætti sem tengjast frammistöðu í stærðfræðilæsi og stuðla þannig að markvissum úrbótum (Menntamálastofnun, 2023). Með PISA-gögnum gefst kostur á að skoða frammistöðu nemenda í stærðfræðilæsi í samhengi við þætti sem gætu haft áhrif á árangur, eins og trú þeirra á eigin getu í stærðfræði og stærðfræðikvíða.

Hversu vel nemendur treysta sér til að takast á við stærðfræðileg viðfangsefni er breytilegur eiginleiki sem mótast í tilfinningalegu og félagslegu samhengi. Nemendur sem skortir trú á eigin getu geta átt erfitt með að viðhalda áhuga og áræðni í námi sem getur leitt til lakari námsárangurs og hamlað áframhaldandi námi (Bandura, 1986). Rannsóknir hafa einnig sýnt að trú á eigin getu í stærðfræði hefur jákvæð tengsl við árangur, áhuga og þrautseigju (Pajares og Kranzler, 1995; Usher og Pajares, 2008) á meðan stærðfræðikvíði

getur hamlað árangri (Ashcraft og Ridley, 2005; Barroso o.fl., 2021; Timmerman o.fl., 2017).

Markmið þessarar rannsóknar var annars vegar að kanna þá tilgátu að trú á eigin getu tengist frammistöðu í stærðfræðilæsi PISA hjá nemendum á Íslandi og hins vegar að upplýsa um samspil trúar á eigin getu í stærðfræði og stærðfræðikvíða og hvernig þessir þættir spá fyrir um frammistöðu nemenda í stærðfræðilæsi. Einnig var markmiðið að skoða hvort upplifun nemenda af stuðningi kennara tengist frammistöðu þeirra í stærðfræðilæsi að teknu tilliti til trúar á eigin getu og stærðfræðikvíða.

Þátttaka og gengi íslenskra nemenda í PISA-könnuninni

PISA (Programme for International Student Assessment) er umfangsmikil alþjóðleg könnun sem metur hæfni og getu 15 ára nemenda á þremur sviðum: lesskilningi, læsi á stærðfræði og læsi á náttúruvísindi. Könnunin er alla jafna lögð fyrir á þriggja ára fresti á vegum Efnahags- og framfarastofnunarinnar (OECD) og hefur Ísland verið þátttakandi í könnuninni frá upphafi árið 2000. Frá fyrstu þátttöku í PISA-könnuninni hefur frammistaða íslenskra ungmenna í stærðfræðilæsi farið versnandi. Á árunum 2000–2009 voru íslenskir nemendur að jafnaði yfir OECD-meðaltalinu í stærðfræðilæsi. Frá 2012 til 2018 voru þeir nálægt meðaltalinu en árið 2022 féll árangurinn verulega undir meðaltalið. Sambærileg þróun hefur sést annars staðar á Norðurlöndum, en þó eru Danmörk, Finnland og Svíþjóð enn yfir meðaltalinu, á meðan Noregur er undir meðaltali OECD eins og Ísland (Menntamálastofnun, 2023).

Ef einungis er litið til stærðfræðilæsis lækkuðu íslenskir nemendur að meðaltali um 36 stig á milli fyrirlagnanna 2018 og 2022, samanborið við 15 stiga lækkun að meðaltali í OECD-löndunum. Hér er um umtalsverða hnignun að ræða þar sem rannsóknir benda til þess að 20–30 stig svari til meðalframfara 15 ára nemenda á einu skólaári (Avvisati og Givord, 2021, 2023). Við sumar fyrirlagnir hefur frammistaða stúlkna og drengja á Íslandi verið nokkuð jöfn en árið 2018 voru stúlkur með 500 stig að meðaltali en drengir með 490 stig, sem er marktækur munur (OECD, 2023b). Hnignunin í stærðfræðilæsi hjá íslenskum stúlkum milli 2018 og 2022 var því sérstaklega áberandi þar sem árangur þeirra versnaði um 43 stig en um 30 stig hjá drengjum. Frammistaða kynjanna í PISA-könnuninni 2022 var sambærileg. Þessi dvínandi árangur íslenskra nemenda í stærðfræðilæsi fylgir að hluta til alþjóðlegri þróun sem tengd hefur verið við heimsfaraldur COVID-19 (OECD, 2023b). Þó er ljóst að hnignunin á Íslandi er ívið meiri en víðast hvar annars staðar og verður ekki einungis skýrð af áhrifum heimsfaraldurs, sérstaklega í ljósi þess að neikvæð þróun í frammistöðu íslenskra nemenda í PISA-könnuninni hófst fyrir árið 2018 (Menntamálastofnun, 2017).

Trú á eigin getu í stærðfræði

Hugtakið trú á eigin getu (e. self-efficacy) á sér rætur í kenningu Bandura (1986) um það hvernig fólk lærir og mótar hegðun sína í félagslegu samhengi (e. social cognitive theory). Kenningin er byggð á þeirri forsendu að umhverfi, hegðun og persónulegir þættir eins og hugsanir og tilfinningar hafi gagnkvæm áhrif hvert á annað. Samkvæmt Bandura er trú á eigin getu lykilþáttur í því hvernig einstaklingar nálgast áskoranir og viðfangsefni. Trú á

eigin getu vísar þannig til þess hvernig einstaklingar meta eigin hæfni til að ná árangri í ákveðnum viðfangsefnum, sem aftur hefur áhrif á áhuga þeirra, úthald og frammistöðu. Þeir sem hafa sterka trú á eigin getu eru líklegir til að taka að sér krefjandi verkefni, mæta erfiðleikum með seiglu og ná auknum árangri á meðan þeir sem hafa litla trú á eigin getu forðast frekar slíkar áskoranir.

Samkvæmt Bandura (1997) mótast trú á eigin getu með samspili margra þátta sem byggjast á reynslu og upplifun einstaklings. Þegar einstaklingur tekst á við verkefni og nær árangri styrkist trú hans á eigin getu en að sama skapi geta mistök dregið úr henni. Óbein reynsla, þar sem einstaklingar sjá aðra sem ná árangri, hefur einnig áhrif, sérstaklega ef einstaklingurinn getur samsamað sig að einhverju leyti fyrirmyndinni. Þá getur hvatning og jákvæð endurgjöf frá öðrum, til dæmis frá kennurum, foreldrum eða jafnöldrum, aukið trú á eigin getu. Tilfinningaleg upplifun, eins og kvíði eða spennu, getur að sama skapi haft neikvæð áhrif en ef einstaklingur nær að stjórna slíkum tilfinningum verður trú hans á eigin getu meiri (Bandura, 1997). Þannig er trú á eigin getu, samkvæmt kenningu Bandura, byggð á reynslu, fyrirmyndum, hvatningu frá umhverfinu og getu einstaklings til að stjórna tilfinningalegum viðbrögðum sínum.

Trú á eigin getu er gjarnan aðgerðabundin út frá tilteknu sviði, svo sem trú á eigin getu í stærðfræði. Hackett og Betz (1989) skilgreindu trú á eigin getu í stærðfræði sem aðstæðubundið eða sértækt mat einstaklinga á því hversu vel þeir treysta sér til að leysa eða ljúka ákveðnu stærðfræðilegu verkefni eða viðfangsefni með góðum árangri. Í rannsóknum er trú á eigin getu í stærðfræði gjarnan metin með nokkrum spurningum um það hversu vel eða illa nemendur treysta sér til þess að leysa ákveðin viðfangsefni, eins og að leysa jöfnuna $3x + 5 = 17$ eða nota tímatöflu til að finna út hversu langan tíma það tekur að ferðast frá einum stað til annars (OECD, 2024; Pampaka o.fl., 2011).

Trú nemenda á eigin getu í stærðfræði hefur reynst vera sterkur forspárþáttur um árangur þeirra í námsgreininni. Rannsóknir hafa sýnt að nemendur sem hafa góða trú á eigin hæfni til að takast á við stærðfræðileg verkefni eru líklegir til að ná betri árangri en þeir sem skortir trú á eigin getu í greininni (Bandura, 1997; Pajares og Kranzler, 1995). Vísbendingar eru um að trú á eigin getu í stærðfræði auki ekki aðeins áræðni nemenda til að takast á við flóknari verkefni heldur auki hún einnig úthald þeirra þegar þeir mæta áskorunum, og það leiði til betri frammistöðu (Schunk og Pajares, 2009). Til að mynda sýndi stór alþjóðleg rannsókn sem var byggð á PISA-gögnum að trú á eigin getu var sterkari forspárþáttur um árangur en stærðfræðikvíði (Stankov og Lee, 2017). Þó ítrekað hafi verið sýnt fram á jákvæð tengsl milli trúar á eigin getu í stærðfræði og námsárangurs (Pietsch o.fl., 2003; Timmerman o.fl., 2017) sýndu niðurstöður Kaskens og félaga (2020) að hvorki trú á eigin getu í stærðfræði né stærðfræðikvíði spáði fyrir um getu hollenskra nemenda í 4. bekk til að leysa stærðfræðileg viðfangsefni. Þau benda á að mögulega séu niðurstöður þeirra í mótsögn við fyrri rannsóknir vegna þess að aðrar rannsóknir á trú á eigin getu hafi að mestu beinst að eldri nemendum. Mögulegt sé því að trú á eigin getu í stærðfræði hafi sterkari tengsl við árangur hjá eldri börnum þegar þau verða færari í að meta eigin getu og aðlaga væntingar sínar að því sem þau telja sig geta í tilteknum stærðfræðiverkefnum. Þá má benda á að í íslenskri rannsókn mældist trú á eigin getu í stærðfræði með marktæka fylgni við árangur ($r = 0,3$) þar sem árangur á samræmdu prófi í 7. bekk var borinn saman við ýmsa þætti (Amalía Björnsdóttir o.fl., 2010).

Ekki er til einfalt svar við því hvort trú á eigin getu leiði almennt til betri árangurs í námi eða hvort góður árangur í námi eflir trú á eigin getu. Að hluta til er það vegna þess að rannsóknir á þessu sviði reiða sig oftast á þversniðsrannsóknir sem henta illa til að meta hvort kom á undan, árangurinn eða trúin á eigin getu. Bandura (1997) setur fram þá hugmynd að milli trúar á eigin getu og námsárangurs séu gagnkvæm tengsl, þar sem frammi-staða sé stöðugt að móta trú á eigin getu og öfugt. Í niðurstöðum nýlegrar safngreiningar Talsma og félaga (2018) mátti sjá vísbendingar um slíkt gagnkvæmt samband en á ólíka vegu eftir aldri nemenda. Fyrir eldri námsmenn var sambandið fullkomlega gagnkvæmt, þar sem trú á eigin getu stuðlaði að námsárangri, sem aftur styrkti trúna á eigin getu. Hjá yngri nemendum var sambandið meira í aðra áttina; fyrri árangur spáði sterklega fyrir um trú á eigin getu en ekki öfugt. Talsma og félagar (2018) vilja því meina að með aldrinum verði trúin á eigin getu virkari þáttur í því að móta árangur en hjá yngri nemendum byggist trúin á eigin getu frekar á fyrri árangri. Aðrir fræðimenn hafa jafnframt velt því fyrir sér hvort yfirhöfuð sé hægt að fjalla um trú á eigin getu og árangur sem tvo aðskilda þætti eða hvort þeir séu í raun óaðskiljanlegir hlutar sama ferlis. Í grein Gunnlaugs Sigurðssonar og Kristjáns Kristjánssonar (2012) fjalla þeir um efasemdir Jan Smedslund um að það séu raunveruleg orsakatengsl á milli trúar á eigin getu og árangurs í námi, starfi og lífi, eins og Bandura hélt fram. Smedslund taldi að um röktengsl væri að ræða frekar en rauntengsl milli þess að reyna við eitthvað og að ná árangri í því. Hann taldi því að það væri ekki rétt að segja að trú á eigin getu „auki líkurnar á“ árangri, heldur væri trúin á eigin getu hluti af árangrinum sjálfum því ekkert takist nema maður reyni (bls. 15).

Stærðfræðikvíði

Stærðfræðikvíði er í rannsóknum skilgreindur sem neikvæðar tilfinningar, eins og streita, vanmáttur eða ótti, sem vakna þegar einstaklingur hugsar um eða fæst við stærðfræðileg viðfangsefni. Þetta getur birst í því að nemandinn upplifi spennu, áhyggjur, eða sýni jafnvel líkamleg viðbrögð (svitni t.d. í lófum eða fái aukinn hjartslátt) þegar hann tekst á við stærðfræði (Richardson og Suinn, 1972). Stærðfræðikvíði er frábrugðinn öðrum tegundum kvíða að því leyti að hann hefur sérstaklega áhrif á stærðfræðilega hugsun og getur hindrað vinnsluminni, sem er nauðsynlegt til að leysa stærðfræðileg verkefni (Ashcraft og Moore, 2009; Hopko o.fl., 1998). Rannsóknir hafa sýnt neikvæð tengsl stærðfræðikvíða við árangur í stærðfræði, þar sem nemandur með mikinn kvíða forðast stærðfræðileg viðfangsefni og það hefur neikvæð áhrif á frammistöðu þeirra í greininni (Barroso o.fl., 2021; Dowker o.fl., 2016). Í safngreiningu Barroso og félaga (2021), sem byggðist á rannsóknum gerðum á tímabilinu 1992 til 2018 sem greindu samband stærðfræðikvíða og árangurs í stærðfræði, kom í ljós neikvæð veik til miðlungs fylgni (meðalfylgni $r = -0,28$) milli stærðfræðikvíða og árangurs í stærðfræði. Þetta samband var að finna í öllum aldurshópum og á öllum skólastigum, þó að styrkleiki þess hafi verið mismunandi eftir þáttum eins og aldri, stærðfræðikunnáttu, hvers konar kvíðakvarði var notaður og hvaða stærðfræðinámsmat var nýtt.

Nokkrar vísbendingar eru um neikvæð tengsl stærðfræðikvíða og trúar á eigin getu í stærðfræði. Nemandur með mikinn stærðfræðikvíða hafa þannig gjarnan litla trú á eigin getu til að leysa stærðfræðileg verkefni, og það eykur kvíða enn frekar (Ashcraft og

Ridley, 2005; Pajares og Kranzler, 1995). Við þetta getur skapast nokkurs konar vítahringur þar sem nemendur forðast stærðfræðileg verkefni vegna kvíða, sem aftur hamlar námsframvindu þeirra, færni og sjálfstrausti í greininni. Til að mynda hafa niðurstöður PISA og TIMSS bent til þess að nemendur með sterkari trú á eigin getu í stærðfræði upplifi minni kvíða við stærðfræðileg viðfangsefni og nái betri árangri (OECD, 2023; Stankov og Lee, 2017). Fylgnin milli stærðfræðikvíða og árangurs hefur mælst á bilinu -0,32 til -0,56, sem gefur til kynna að með auknum stærðfræðikvíða aukist almennt líkur á slakri frammistöðu (Lee og Stankov, 2013). Þetta bendir til þess að vert sé að vinna að því að draga úr stærðfræðikvíða meðal nemenda til að stuðla að betri árangri í stærðfræði.

Stuðningur kennara

Fjölmargar rannsóknir hafa sýnt að stuðningur kennara hefur jákvæð áhrif á námsframvindu nemenda í stærðfræði sem og almennt í námi (Granziera o.fl., 2022; Hughes o.fl., 2014; Lei o.fl., 2018; Tao o.fl., 2022). Áhrifin af stuðningi kennara á námsárangur eru þó oft óbein, þar sem stuðningurinn eykur áhuga og þátttöku og það stuðlar að betri námsárangri (Tao o.fl., 2022; Yıldırım, 2012). Þá er það alls ekki einhlítt hvernig stuðningur kennara við nemendur er skilgreindur og mældur í rannsóknum og það hefur leitt til misvísandi niðurstaðna. Til að mynda sýndi safngreining Tao og félaga (2022) á 71 rannsókn frá árabílinu 2000 til 2022 að lítil til miðlungs tengsl ($r = 0,16$) voru milli stuðnings kennara og námsárangurs. Áhrifin voru jafnframt að einhverju leyti háð aldri nemenda, því hvernig stuðningur var skilgreindur og því hvernig námsárangur var metinn. Sömu leiðis mátti sjá í skýrslu OECD (2023a) að nemendur sem fengu meiri stuðning frá kennurum í stærðfræði náðu betri árangri og þeim leið betur í skólanum. Á kvarða OECD yfir stuðning kennara jókst árangur nemenda að meðaltali um fimm stig fyrir hverja einingu sem stuðningur kennara jókst. Einnig jók stuðningur kennara trú nemenda á eigin getu og dró úr stærðfræðikvíða þeirra (OECD, 2023a).

Aðrar rannsóknir hafa bent til þess að stuðningur kennara hafi takmörkuð áhrif á árangur nemenda í stærðfræði. Til að mynda sýndi rannsókn Lazarides og Ittel (2013) að stuðningur kennara tengdist neikvætt árangri nemenda sem voru sterkir námslega en jákvæð veik tengsl voru við árangur nemenda sem stóðu hallari fæti, auk þess sem stuðningur kennara var með sterkari tengsl við árangur hjá drengjum en stúlkum. Að sama skapi sýndi rannsókn Mercer og félaga (2011) að stuðningur kennara hafði mismunandi áhrif á námsárangur í stærðfræði eftir því hversu mikla trú nemendur höfðu á eigin getu. Rannsókn þeirra sýndi að nemendur með mikla trú á eigin getu sem jafnframt upplifðu lítinn stuðning frá kennurum sýndu meiri framfarir í stærðfræði yfir skólaárið en þeir sem voru með minni trú á eigin getu og upplifðu mikinn stuðning kennara. Þetta gefur til kynna að nemendur með mikla trú á eigin getu þurfi minna að treysta á stuðning kennara og mögulega að stuðningur kennara sé markvissari við nemendur sem standa höllum fæti í stærðfræði.

Orsakir versnandi gengis íslenskra nemenda í stærðfræðilæsi í PISA-könnuninni eru líkast til flóknar og margvíslegar og PISA-könnunin gefur aðeins mynd af menntakerfinu á tilteknum tímapunkti án þess að veita fyllilega skýringu á öllum áhrifaþáttum (Menntamálastofnun, 2023). Til að mynda er ekkert sem bendir til þess að íslenska nemendur

skorti vilja eða áhuga til að læra stærðfræði. Raunar er hlutfall nemenda á Íslandi sem segir stærðfræði vera eina af sínum uppáhaldsgreinum 40%, sem er hæst meðal OECD-ríkja (Guðmundur Bjarki Þorgrímsson, 2024). Að sama skapi segist mikill meirihluti íslenskra nemenda (88%) vilja standa sig vel í stærðfræðitímum, sem er svipað hlutfall og hjá öðrum þátttökupjóðum (Guðmundur Bjarki Þorgrímsson, 2024). Því virðast forsendur hér á landi góðar fyrir því að nemendur nái betri árangri. Þar af leiðandi er það þess virði að skilja betur tengsl frammistöðu við aðra þætti sem geta stuðlað að eða hamlað framförum.

Í rannsókninni leituðum við svara við eftirfarandi spurningum:

1. Hvert er sambandið milli trúar á eigin getu í stærðfræði og frammistöðu íslenskra nemenda í stærðfræðilæsi PISA?
2. Hvert er sambandið milli stærðfræðikvíða og frammistöðu íslenskra nemenda í stærðfræðilæsi PISA að teknu tilliti til trúar þeirra á eigin getu?
3. Hvert er sambandið milli stuðnings kennara og frammistöðu íslenskra nemenda í stærðfræðilæsi PISA að teknu tilliti til trúar þeirra á eigin getu og stærðfræðikvíða?

AÐFERÐ

Þessi rannsókn er byggð á gögnum úr PISA-könnuninni (e. Programme for International Student Assessment) árið 2022. Menntamálastofnun sá um framkvæmd PISA 2022 á Íslandi. Í flestum löndum sem taka þátt er úrtakið um það bil fjögur til sex þúsund þátttakendur, en á Íslandi, þar sem nemendafjöldi í hverjum árgangi er innan við 5000, er óskað eftir þátttöku allra nemenda sem uppfylla aldursskilyrði. Árið 2022 tóku 3364 íslenskir nemendur þátt í rannsókninni.

Meðaltal OECD-ríkja fyrir hvert svið var sett sem 500 stig með staðalfrávik 100 stig þegar hvert svið var fyrst í aðalhlutverki. PISA-kvarðinn fyrir stærðfræðilæsi miðast því við meðaltal OECD-ríkja sem tóku þátt í PISA 2003 (Menntamálastofnun, 2023). Árið 2022 var aðaláherslan í PISA-könnuninni á stærðfræðilæsi sem tók til um helmings prófverkefna. Auk stærðfræðilæsis var einnig lesskilningur og náttúrufræðilæsi metið og var um það bil fjórðungur verkefna af hvoru sviði. Verkefnin samanstóðu af fjölvalsspurningum og opnum spurningum sem áttu að meta getu nemenda til að beita þekkingu sinni í raunverulegum aðstæðum á þessum þremur sviðum. Í verkefnum í stærðfræðilæsi var lögð áhersla á að meta getu til að nota stærðfræðilega rökhugsun og til að setja fram, beita og túlka stærðfræði við lausn raunverulegra viðfangsefna af ýmsu tagi (OECD, 2024). Auk þess að leysa prófverkefni svara nemendur í PISA ýmsum almennum spurningum sem tengjast m.a. félags- og efnahagslegri stöðu, trú á eigin getu og stuðningi kennara. Hluti þessara spurninga tengist beint áherslusviði hverju sinni og þannig svöruðu nemendur í PISA 2022 spurningum tengdum stærðfræðikvíða og trú á eigin getu í stærðfræði. Um 690.000 nemendur frá 81 landi, þar af 37 OECD-löndum og 41 landi utan OECD, tóku þátt í PISA 2022.

Mælingar

Spurningalistakvarðar í gagnagrunni PISA 2022 byggjast á svarferlalíkani og eru reiknaðir með vegnu sennileikamati (e. weighted likelihood estimates). Flestir kvarðarnir eru staðlaðir þannig að meðaltal þeirra þvert á OECD-ríki standi á núlli og staðalfrávik taki gildið 1. Ef hins vegar er um að ræða kvarða sem lagðir hafa verið fyrir áður í PISA eru þeir staðlaðir út frá meðaltali OECD-ríkja í þeirri fyrirlögn þar sem þeir voru lagðir síðast fyrir. Í þessari grein eru notaðir tveir kvarðar, trú á eigin getu í stærðfræði (MATHEFF) og stærðfræðikvíði (ANXMAT), sem lagðir hafa verið fyrir áður í svipaðri mynd og eru því staðlaðir út frá meðaltölum í fyrirlögn PISA árið 2012. Áherslan í þessari rannsókn er á svör nemenda í PISA 2022 og því var hráum gildum á þessum kvörðum umbreytt þannig að meðaltal OECD-ríkja í PISA 2022 stæði á núlli. Spurningakvarðarnir byggjast eingöngu á svörum þátttakenda sem svöruðu að minnsta kosti þremur spurningum úr viðkomandi kvarða. Nánari upplýsingar um spurningakvarða í PISA 2022 er að finna í kafla 19 í tæknilegri skýrslu PISA 2022 (OECD, 2024).

Trú á eigin getu í stærðfræði (MATHEFF) var metin með sex staðhæfingum. Þátttakendur voru beðnir að taka afstöðu á fjögurra punkta *raðkvarða* (mjög vel/vel/ekki mjög vel/allt ekki vel) til þess hversu vel þeir treystu sér til að leysa eftirfarandi stærðfræðiverkefni: (1) Finna út með tímatöflu strætó hve langan tíma það tæki að ferðast frá einum stað til annars, (2) Reikna út hve miklu dýrari tölva yrði að viðbættum skatti, (3) Reikna út hve marga fermetra af flísum þarf til að þekja gólf, (4) Skilja vísindalegar töflur í blaðagrein, (5) Leysa jöfnu eins og $6x^2 + 5 = 29$, (6) Finna raunverulega fjarlægð milli tveggja staða á korti í kvarðanum 1:10.000, (7) Leysa jöfnu eins og $2(x + 3) = (x + 3)(x - 3)$, (8) Reikna út orkunotkun raftækis á viku og (9) Leysa jöfnu eins og $3x + 5 = 17$. Innra samræmi kvarðans fyrir Ísland var gott ($\alpha = 0,86$).

Stærðfræðikvíði (ANXMAT) var metinn með sex staðhæfingum. Þátttakendur voru beðnir að taka afstöðu á fjögurra punkta Likert-kvarða til þess hversu *sammála* eða *ósammála* þeir væru eftirfarandi: (1) Ég hef oft áhyggjur af því að stærðfræðitímanir verði erfiðir fyrir mig, (2) Ég verð mjög taugaspennt(ur) þegar ég þarf að vinna heimaverkefni í stærðfræði, (3) Ég verð mjög taugaóstyrk(ur) þegar ég leysi stærðfræðidæmi, (4) Mér finnst ég ósjálfbjarga þegar ég reikna stærðfræðidæmi, (5) Ég hef áhyggjur af því að fá lélegar einkunnir í stærðfræði og (6) Ég er hrædd(ur) um að falla í stærðfræði. Innra samræmi kvarðans fyrir Ísland var gott ($\alpha = 0,90$).

Upplifun þátttakenda af stuðningi kennara (TEACHSUP) var metin með fjórum staðhæfingum. Þátttakendur voru beðnir um að taka afstöðu til þess á fjögurra punkta *raðkvarða* (í hverjum tíma/í flestum tímum/í sumum tímum/aldrei eða næstum aldrei) hversu oft eftirfarandi gerðist í stærðfræðitímum: (1) Kennarinn sýnir áhuga á námi allra nemenda, (2) Kennarinn veitir aukaaðstoð þegar nemendur þurfa á því að halda, (3) Kennarinn aðstoðar nemendur við námið og (4) Kennarinn heldur áfram að útskýra þar til allir nemendur skilja. Innra samræmi kvarðans fyrir Ísland var gott ($\alpha = 0,91$).

Í PISA er farin sú leið að mæla félags- og efnahagslegan bakgrunn (ESCS) nemenda með kvarða sem sameinar efnahags-, félags- og menningarstöðu foreldra (e. index of economic, social and cultural status). Hærri gildi á kvarðanum gefa til kynna hærri félags- og efnahagslega stöðu foreldra. ESCS er samfelldur kvarði þriggja þátta: Menntun

foreldra (hæsta menntunarstig foreldris kvarðað í ár í skóla (PARED)) og atvinnustaða foreldra (HISEI), ásamt mælingu á eignum heimilis (staðgengismæling á tekju- og eignastöðu (HOMEPOS)) (sjá Menntamálastofnun, 2023).

Tölfræðileg úrvinnsla

Við tölfræðilega úrvinnslu voru gögn úr PISA 2022 færð inn í tölfræðiforritið R (útgáfu 4.4.1), þar sem greiningarnar voru framkvæmdar með R-pakkanum *Rrepst* (Ilizaliturri o.fl., e.d.). Markmið úrvinnslunnar var að kanna tengsl trúar á eigin getu í stærðfræði, stærðfræðikvíða og stuðnings kennara við frammistöðu íslenskra nemenda í stærðfræðilæsi PISA-könnunarinnar.

Til að gefa yfirlit yfir samband forspárbreytanna var sett fram fylgnifylki sem sýnir tengsl trúar á eigin getu, stærðfræðikvíða og stuðnings kennara. Aðhvarfsgreining var síðan framkvæmd til að greina hvernig trú á eigin getu spáir fyrir um frammistöðu í stærðfræðilæsi og hvernig stærðfræðikvíði og stuðningur kennara hefur áhrif á þetta samband.

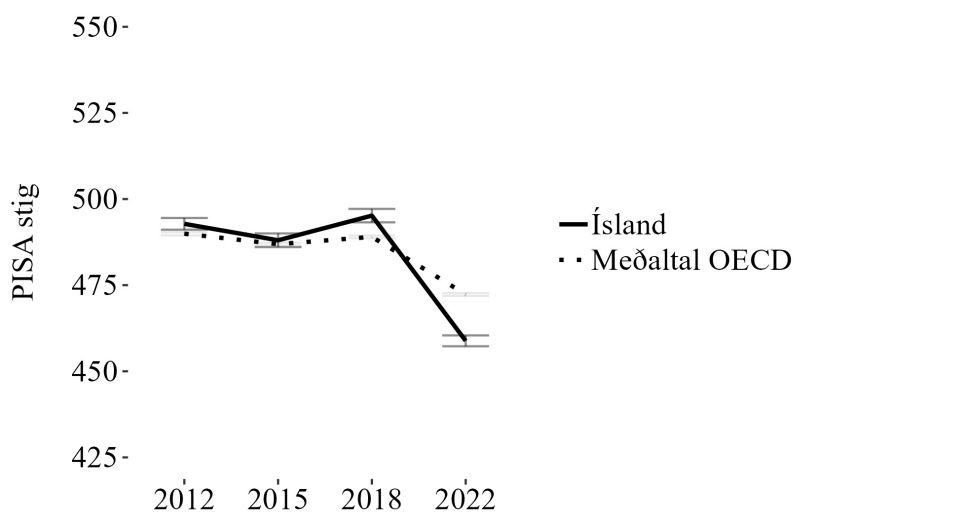
Í fyrsta aðhvarfslíkaninu voru aðeins stjórnbreytur (sjá töflu 3) þ.e. kyn og félagsleg staða, þar sem fyrri rannsóknir hafa sýnt að félagsleg staða tengist námsárangri (Berglind Gísladóttir o.fl., 2019; Ding o.fl., 2024) auk þess sem við vissar fyrirlagnir hefur verið töluverður munur á frammistöðu kynja á Íslandi (Menntamálastofnun, 2019). Í öðru líkani var skoðað hvernig trú á eigin getu tengdist frammistöðu í stærðfræðilæsi. Í líkani þrjú var stærðfræðikvíða bætt í greininguna til að meta hvort tengsl trúar á eigin getu við frammistöðu héldust óbreytt þegar tekið væri tillit til stærðfræðikvíða. Í fjórða og síðasta líkaninu var stuðningi kennara bætt við til að kanna hvort hann hefði sjálfstæð tengsl við frammistöðu í stærðfræðilæsi að teknu tilliti til trúar nemenda á eigin getu og stærðfræðikvíða.

NIÐURSTÖÐUR

Þróun meðalframmistöðu íslenskra nemenda í stærðfræðilæsi í PISA-könnuninni frá 2012 til 2022 má sjá á mynd 1. Frammistæða nemenda hefur breyst töluvert yfir tímabilið, með tiltölulega stöðugu gengi frá 2012 til 2018, en svo er greinileg lækkun í árangri árið 2022.

Mynd 1

Meðalframmistaða íslenskra nemenda í stærðfræðilæsi í PISA-könnuninni frá 2012–2022



Árið 2012 var meðalframmistaða íslenskra nemenda í stærðfræðilæsi 492,8 stig (SF = 91,9 stig) sem var sambærilegt meðaltali OECD-ríkja. Smávægileg lækkun var 2015, þá var meðaltalið 488 stig (SF = 92,92 stig) en árið 2018 batnaði frammistaðan aftur og var þá 495,2 stig (SF = 90,15 stig) sem var örlítið yfir meðaltali OECD-ríkja. Töluverð hnignun varð á frammistöðu íslenskra nemenda í stærðfræðilæsi árið 2022 en þá var meðalárangur íslenskra nemenda 458,84 stig (SF = 87,78 stig) sem er undir meðaltali OECD-ríkja í fyrsta sinn frá því að Ísland tók fyrst þátt.

Forspárþættirnir, trú á eigin getu, stærðfræðikvíði, félags og efnahagsleg staða og stuðningur kennara, voru kvarðaðir þannig að meðaltal OECD-ríkja var núll, sem gerir samanburð milli landa auðveldari. Í töflu 1 má sjá lýsandi tölfræði fyrir þessa forspárþætti. Niðurstöður benda til þess að meðal íslenskra nemenda hafi trú á eigin getu, félags- og efnahagsleg staða og stuðningur kennara verið yfir meðaltali OECD. Stærðfræðikvíði var einnig lítillega yfir meðaltali OECD.

Tafla 1

Forspárþættir	<i>n</i>	<i>M</i>	Staðalvilla	Spönn
Trú á eigin getu	2788	0,12	0,02	-3,14–2,73
Stærðfræðikvíði	2765	0,06	0,02	-2,40–2,64
Félags- og efnahagsleg staða	3280	0,38	0,01	-6,07–2,18
Stuðningur kennara	3000	0,18	0,02	-2,90–1,56

Í töflu 2 má sjá samband milli breytanna trúar á eigin getu í stærðfræði, stærðfræðikvíða, félags- og efnahagslegrar stöðu (ESCS) og stuðnings kennara. Miðlungs neikvæð fylgni var milli trúar á eigin getu og stærðfræðikvíða ($r = -0,37$). Félags- og efnahagsleg staða (ESCS) hafði veik jákvæð tengsl við trú á eigin getu ($r = 0,20$) en nánast engin tengsl við stærðfræðikvíða ($r = -0,09$). Stuðningur kennara hafði veik jákvæð tengsl við trú á eigin getu ($r = 0,17$) og veik neikvæð tengsl við stærðfræðikvíða ($r = -0,13$).

Tafla 2

Samband milli breytanna trú á eigin getu í stærðfræði, stærðfræðikvíða, félags- og efnahagslegrar stöðu (ESCS) og stuðnings kennara

	Trú á eigin getu	Stærðfræðikvíði	ESCS
Trú á eigin getu	1		
Stærðfræðikvíði	-0,37	1	
Félags- og efnahagsleg staða	0,20	-0,09	1
Stuðningur kennara	0,17	-0,13	0,01

Í töflu 3 má sjá niðurstöður úr aðhvarfsgreiningu þar sem keyrð voru fjögur líkön til að meta áhrif félags- og efnahagsstöðu, trúar á eigin getu, stærðfræðikvíða og stuðnings kennara á frammistöðu í stærðfræðilæsi í PISA 2022.

Tafla 3

Aðhvarfsgreining á forspárbáttum á frammistöðu nemenda í stærðfræði í PISA 2022

	Stuðull β	Staðal- villa	t-gildi	df	95% öryggismörk neðri efri		p	R ²
Líkan 1 – Kyn og Félags- og efnahagsleg staða (ESCS)				3277				0,09
Skurðpunktur	0	0,02	-0,07		-0,04	0,04	0,94	
Kyn	0,03	0,02	1,68		-0,01	0,07	0,09	
Félags- og efnahagsleg staða (ESCS)	0,31	0,02	16,67		0,27	0,35	< 0,001	
Líkan 2 –ESCS og trú á eigin getu				2769				0,24
Skurðpunktur	0	0,02	0,08		-0,04	0,04	0,94	
Félags- og efnahagsleg staða (ESCS)	0,19	0,02	10,47		0,15	0,23	< 0,001	
Trú á eigin getu	0,41	0,02	19,33		0,37	0,45	< 0,001	
Líkan 3 –ESCS, trú á eigin getu og stærðfræðikvíði				2627				0,26
Skurðpunktur	0	0,02	0,08		-0,04	0,04	0,94	
Félags- og efnahagsleg staða (ESCS)	0,2	0,02	10,49		0,16	0,24	< 0,001	
Trú á eigin getu	0,36	0,02	16,92		0,32	0,40	< 0,001	
Stærðfræðikvíði	-0,13	0,02	-5,98		-0,17	-0,09	< 0,001	
Líkan 4 –ESCS, trú á eigin getu, stærðfræðikvíði og stuðningur kennara				2602				0,27
Skurðpunktur	0	0,02	0,12		-0,04	0,04	0,90	
Félags- og efnahagsleg staða (ESCS)	0,21	0,02	10,57		0,17	0,25	< 0,001	
Trú á eigin getu	0,34	0,02	15,72		0,30	0,38	< 0,001	
Stærðfræðikvíði	-0,12	0,02	-5,6		-0,16	-0,08	< 0,001	
Stuðningur kennara	0,11	0,02	5,83		0,07	0,15	< 0,001	

Í líkani 1 voru breyturnar kyn og félags- og efnahagsleg staða (ESCS) teknar með til að meta áhrif þeirra á frammistöðu í stærðfræðilæsi. Félags- og efnahagsleg staða hafði marktæk jákvæð tengsl við frammistöðu ($\beta = 0,31$, $p < 0,001$). Tengsl kyns við frammistöðu voru hins vegar ómarktæk ($\beta = 0,03$, $p = 0,09$) og það réttlætti að sú breyta var ekki tekin með í seinni líkönum. Skýrð dreifing í líkani 1 var $R^2 = 0,09$ sem þýðir að þessar breytur skýrðu um 9% af breytileika í frammistöðu í stærðfræðilæsi.

Í líkani 2 var trú á eigin getu bætt við greininguna. Eins og sjá má í töflu 3 jókst skýrð dreifing í 24%. Trú á eigin getu hafði sterk jákvæð tengsl við frammistöðu í stærðfræðilæsi ($\beta = 0,41$, $p < 0,001$) þannig að fyrir hvert staðalfrávik sem trú nemenda á eigin getu jókst mátti búast við að árangur ykist um 36 stig.

Í líkani 3 var stærðfræðikvíða bætt við greininguna. Samband stærðfræðikvíða við frammistöðu var neikvætt ($\beta = -0,13$, $p < 0,001$). Trú á eigin getu hélt áfram að vera sterk jákvæð forspá um frammistöðu í stærðfræðilæsi ($\beta = 0,36$, $p < 0,001$) þó að tengslin hefðu minnkað lítillega eftir að stærðfræðikvíða var bætt í líkanið. Skýrð dreifing jókst einnig lítillega, í 26%, sem bendir til þess að tengsl stærðfræðikvíða við frammistöðu í stærðfræðilæsi séu tiltölulega lítil þegar tekið er tillit til trúar á eigin getu.

Í líkani 4 var stuðningi kennara bætt við til að kanna tengsl hans við frammistöðu í stærðfræðilæsi að teknu tilliti til félags- og efnahagslegrar stöðu, trúar á eigin getu og stærðfræðikvíða. Stuðningur kennara hafði marktæk jákvæð tengsl við frammistöðu ($\beta = 0,11$, $p < 0,001$). Trú á eigin getu var enn sterkasti forspárþátturinn um frammistöðu í stærðfræðilæsi ($\beta = 0,34$, $p < 0,001$) sem jókst um 29,8 stig fyrir hvert staðalfrávik sem trú á eigin getu jókst. Stærðfræðikvíði hélt áfram að hafa neikvæð áhrif ($\beta = -0,12$, $p < 0,001$) og dró úr árangri sem samsvarar 10,45 stigum fyrir hvert staðalfrávik sem stærðfræðikvíði jókst. Í líkani 4 jókst skýrð dreifing aðeins í 27%, sem sýnir að stuðningur kennara bætir tiltölulega litlu við skýrða dreifingu frammistöðu í stærðfræðilæsi, eða aðeins 1%.

UMRÆÐA

Markmið þessarar rannsóknar var að kanna samband trúar á eigin getu við frammistöðu í stærðfræðilæsi PISA hjá nemendum á Íslandi og að upplýsa um samspil trúar á eigin getu við stærðfræðikvíða og stuðning kennara. Niðurstöðurnar hafa varpað ljósi á samband þessara þátta. Í fyrsta lagi var sterkt samband á milli trúar á eigin getu í stærðfræði og frammistöðu íslenskra 15 ára nemenda í stærðfræðilæsi PISA, sem er í samræmi við fyrri niðurstöður meðal nemenda í öðrum löndum (Schunk og Pajares, 2009; Stankov og Lee, 2017). Í öðru lagi var neikvætt en veikt samband milli stærðfræðikvíða og frammistöðu sömu nemenda eftir að stjórnað var fyrir trú á eigin getu. Það samræmist fyrri rannsóknarniðurstöðum um að með auknum stærðfræðikvíða fer árangur að jafnaði minnkandi (Ashcraft og Ridley, 2005; Barroso o.fl., 2021) en sýnir að auki að trú á eigin getu skýrði breytileika í frammistöðu íslenskra nemenda afgerandi betur. Eitt af því sem kann að tengjast þessari niðurstöðu er tvívirkt hlutverk kvíða, þar sem hóflegur kvíði getur verið til gagns og stutt það að nemandi leggi sig fram en óhóflegur kvíði getur skaðað frammistöðu vegna áhrifa á vinnsluminni (Ashcraft og Moore, 2009). Með vísan til spurningakvarða PISA um stærðfræðikvíða getur upp að vissu marki verið eðlilegt að hafa áhyggjur

af einkunnum sínum eða óttast að falla, svo lengi sem þær áhyggjur eru ekki fram úr hófi. Í vinnu gegn stærðfræðikvíða kann að vera vænlegra að stilla kvíðann í átt að meðalhófi og reyna að skilja rætur hans fremur en að uppræta hann með öllu. Í þriðja lagi er jákvætt en veikt samband milli stuðnings kennara og frammistöðu íslenskra nemenda í stærðfræðilæsi PISA ef stjórnað er fyrir bæði trú á eigin getu og stærðfræðikvíða. Sú niðurstaða er einnig í samræmi við fyrri rannsóknir (Tao o.fl., 2022) og vekur upp þá spurningu hvernig stuðningur kennara á Íslandi kann að gagnast nemendum mismikið eftir því hversu mikla trú á eigin getu þeir hafa (Mercer o.fl., 2011).

Vert er að ræða niðurstöðurnar með tilliti til þróunar yfir tíma miðað við fyrri skýrslur PISA af sviði stærðfræðimenntunar á Íslandi. Stærðfræðikvíði mældist undir OECD-meðaltali á Íslandi í fyrri fyrirliðnum PISA þegar stærðfræði var áherslusvið, það er 2003 og 2012 (Almar M. Halldórsson o.fl., 2013). Í PISA 2022 mældist stærðfræðikvíði á Íslandi hins vegar við OECD-meðaltalið og marktækt meiri en á hinum Norðurlöndunum, að Noregi undanskildum. Á sama tíma hefur stærðfræðilæsi nemenda á Íslandi hrakað verulega síðan 2018, mikið hjá drengjum en enn meira hjá stúlkum (Menntamálastofnun, 2023). Á Íslandi virðist af einhverjum orsökum hafa orðið þróun í námi og kennslu í stærðfræði sem hefur ekki síður haft neikvæð áhrif á stærðfræðilæsi stúlkna en drengja við lok skyldunáms. Tilfni er til frekari rannsókna á samspili námsárangurs við þróun stærðfræðikvíða og trú á eigin getu yfir tíma.

Rannsóknin hefur takmarkanir. Ein takmörkun er hvernig stuðningur kennara er einungis mældur út frá upplifun nemenda af tímum í stærðfræði. Stuðningur kennara hefur verið skilgreindur og mældur á ólíkan hátt (Tao o.fl., 2022). Þá ber að hafa í huga að PISA-könnun er ávallt mæling á einum tímapunkti og það hefur einnig í för með sér takmarkanir. Svör þessara 15 ára nemenda munu fyrst og fremst miðast við þá kennara sem þeir höfðu þegar könnuninni var svarað. Fyrri rannsóknir benda einnig til að trú á eigin getu byrji að mótast á unga aldri, mun fyrr en við 15 ára aldur, og að þar gegni kennsla á yngri stigum og stuðningur foreldra hlutverki (Amalía Björnsdóttir o.fl., 2010).

Á sviði menntunar eru ótal kraftar að verki. Margir þættir spila saman og skapa þær útkomur sem mælast. Í einhverjum tilfellum getur verið um tvíhliða verkun að ræða. Til að mynda geta tengsl kvíða við stærðfræðilæsi í heildarmyndinni verið bland beggja – að kvíði valdi lökum árangri hjá einum hópi nemanda og að lakur árangur valdi kvíða hjá öðrum. Einnig er vert að staldra við hvaða merkingu það hefur að trú á eigin getu hafi sterk tengsl við stærðfræðilæsi. Eru það rauntengsl eða merkingartengsl? Eins og Gunnlaugur og Kristján (2012) benda á felst nokkur ónákvæmni í því að segja að trú á eigin getu auki árangur. Líta megi á trúna sem hluta af árangrinum; nemandi sem býr yfir miklu stærðfræðilæsi sé líklegri til að hafa þá trú að svo sé. Þó eru einnig hugsanleg dæmi þess að trú á eigin getu hjá nemanda mælist mikil þó árangur sé lakari. Þá eru vissulega ýmsir fleiri áhrifaþættir sem ekki voru til skoðunar hér.

Félagslegt samhengi skólastarfs er vítt og þörf er á að skilja betur fleiri þætti sem tengjast árangri. Nú, á tímum örra samfélagsbreytinga, er sú þörf jafnvel meiri en áður. Þegar horft er yfir lengri tíma mætti líta til ýmissa ytri þátta, eins og þjóðfélagsbreytinga, breytinga á námskrá og starfsumhverfi kennara. Þrátt fyrir það er ljóst að verk er að vinna í að snúa við óheillapróun á sviði stærðfræðimenntunar á Íslandi; draga úr stærðfræðikvíða og samhliða því auka bæði trú nemenda á eigin getu og bæta árangur þeirra í stærðfræði.

Þar geta innri þættir skólastarfs, svo sem stuðningsnet nemenda, kennarar þeirra og foreldrar, og athafnir sem hver og einn í umhverfi barns hefur stjórn á, verið drifkraftur framfara og jákvæðra breytinga.

HEIMILDIR

- Almar M. Halldórsson, Ragnar F. Ólafsson og Júlíus K. Björnsson. (2013). *Helstu niðurstöður PISA 2012: Læsi nemenda á stærðfræði og náttúrufræði og lesskilningur*. https://mms.is/sites/mms.is/files/pisa_2012_island.pdf
- Amalía Björnsdóttir, Baldur Kristjánsson og Bórkur Hansen. (2010). Tengsl námsárangurs við viðhorf nemenda og foreldra til skólagöngu og við félagslegan bakgrunn. *Tímarit um menntarannsóknir*, 7(1), 60–76. <https://timarit.is/page/6485533#page/n60/mode/2up>
- Ashcraft, M. H. og Moore, A. M. (2009). Mathematics anxiety and the affective drop in performance. *Journal of Psychoeducational Assessment*, 27(3), 197–205. <https://doi.org/10.1177/0734282908330580>
- Ashcraft, M. H. og Ridley, K. S. (2005). Math anxiety and its cognitive consequences: A tutorial review. Í J. I. D. Campbell (ritstjóri), *The handbook of mathematical cognition* (bls. 315–327). Psychology Press.
- Avvisati, F. og Givord, P. (2021). *How much do 15-year-olds learn over one year of schooling? An international comparison based on PISA*. *OECD Education working papers*, 257. <https://doi.org/10.1787/a28ed097-en>
- Avvisati, F. og Givord, P. (2023). The learning gain over one school year among 15-year-olds: An international comparison based on PISA. *Labour Economics*, 84, 102365. <https://doi.org/k5hf>
- Bandura, A. (1986). *Social foundations of thought and action: A social cognitive theory*. Prentice-Hall.
- Bandura, A. (1997). *Self-efficacy: The exercise of control*. Freeman.
- Barroso, C., Ganley, C. M., McGraw, A. L., Geer, E. A., Hart, S. A. og Daucourt, M. C. (2021). A meta-analysis of the relation between math anxiety and math achievement. *Psychological Bulletin*, 147(2), 134–168. <https://doi.org/10.1037/bul0000307>
- Berglind Gísladóttir, Hans Haraldsson og Amalía Björnsdóttir. (2019). Samband menntunar foreldra við frammistöðu þátttakenda í PISA-könnuninni á Norðurlöndum. *Sérnit Netlu 2019 – Alþjóðlegar menntakannanir*. <https://doi.org/10.24270/serritnetla.2019.32>
- Ding, Y., Klapp, A. og Yang Hansen, K. (2024). The importance of mathematics self-concept and self-efficacy for mathematics achievement: A comparison between public and independent schools in Sweden. *Educational Psychology*, 44(8), 872–892. <https://doi.org/10.1080/01443410.2024.2410217>
- Dowker, A., Sarkar, A. og Looi, C. Y. (2016). Mathematics anxiety: What have we learned in 60 years? *Frontiers in Psychology*, 7. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2016.00508>
- Granziera, H., Liem, G. A. D., Chong, W. H., Martin, A. J., Collie, R. J., Bishop, M. og Tynan, L. (2022). The role of teachers' instrumental and emotional support in students' academic buoyancy, engagement, and academic skills: A study of high school and

- elementary school students in different national contexts. *Learning and Instruction*, 80, 101619. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2022.101619>
- Guðmundur Bjarki Þorgrímsson. (2024, 15. janúar). *Stærðfræðilæsi í PISA – viðhorf og metnaður nemenda og upplifun þeirra af kennslu* [erindi á fundi]. Þælt í PISA – greining á stöðu læsis á stærðfræði, Reykjavík. https://hi.is/vidburdir/paelt_i_pisa_greining_a_stodu_laesis_a_staerdfraedi
- Gunnlaugur Sigurðsson og Kristján Kristjánsson. (2012). Rauntengsl eða merkingartengsl? *Tímarit um menntarannsóknir*, 9(1), 11–32. <https://timarit.is/page/6679906#page/n9/mode/2up>
- Hackett, G. og Betz, N. E. (1989). An exploration of the mathematics self-efficacy/mathematics performance correspondence. *Journal for Research in Mathematics Education*, 20(3), 261–273. <https://doi.org/10.2307/749515>
- Hopko, D. R., Ashcraft, M. H., Gute, J., Ruggiero, K. J. og Lewis, C. (1998). Mathematics anxiety and working memory: Support for the existence of a deficient inhibition mechanism. *Journal of Anxiety Disorders*, 12(4), 343–355. [https://doi.org/10.1016/S0887-6185\(98\)00019-X](https://doi.org/10.1016/S0887-6185(98)00019-X)
- Hughes, J. N., Im, M. H. og Wehrly, S. E. (2014). Effect of peer nominations of teacher-student support at individual and classroom levels on social and academic outcomes. *Journal of School Psychology*, 52(3), 309–322. <https://doi.org/10.1016/j.jsp.2013.12.004>
- Ilizaliturri, R., Avvisati, F. og Keslair, F. (e.d.). *Rrepest: An analyzer of international large scale assessments in education*. <https://CRAN.R-project.org/package=Rrepest>
- Kaskens, J., Segers, E., Goei, S. L., van Luit, J. E. H. og Verhoeven, L. (2020). Impact of children's math self-concept, math self-efficacy, math anxiety, and teacher competencies on math development. *Teaching and Teacher Education*, 94, 103096. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2020.103096>
- Lazarides, R. og Ittel, A. (2013). Mathematics interest and achievement: What role do perceived parent and teacher support play? A longitudinal analysis. *International Journal of Gender, Science and Technology*, 5(3), 196–217. <https://genderandset.open.ac.uk/index.php/genderandset/article/view/301>
- Lee, J. og Stankov, L. (2013). Higher-order structure of noncognitive constructs and prediction of PISA 2003 mathematics achievement. *Learning and Individual Differences*, 26, 119–130. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2013.05.004>
- Lei, H., Cui, Y. og Chiu, M. M. (2018). The relationship between teacher support and students' academic emotions: A meta-analysis. *Frontiers in Psychology*, 8, 2288. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2017.02288>
- Menntamálastofnun. (2017). *Helstu niðurstöður PISA 2015*. https://mms.is/sites/mms.is/files/helstu_nidurstodur_pisa_2015_prent_-_loka_0.pdf
- Menntamálastofnun. (2019). *PISA 2018: Helstu niðurstöður á Íslandi*. https://mms.is/sites/mms.is/files/pisa_2019_0.pdf
- Menntamálastofnun. (2023). *PISA 2022: Helstu niðurstöður á Íslandi*. https://mms.is/sites/mms.is/files/pisa_2022_helsta_island.pdf
- Mercer, S. H., Nellis, L. M., Martínez, R. S. og Kirk, M. (2011). Supporting the students most in need: Academic self-efficacy and perceived teacher support in relation to within-year academic growth. *Journal of School Psychology*, 49(3), 323–338. <https://doi.org/10.1016/j.jsp.2011.03.006>

- OECD. (2023a). *PISA 2022 results (volume I): The state of learning and equity in education*. <https://doi.org/10.1787/53f23881-en>
- OECD. (2023b). *PISA 2022 results (volume II): Learning during – and from – disruption*. <https://doi.org/10.1787/a97db61c-en>
- OECD. (2024). *PISA 2022 technical report*. <https://doi.org/10.1787/01820d6d-en>
- Pajares, F. og Kranzler, J. (1995). Self-efficacy beliefs and general mental ability in mathematical problem-solving. *Contemporary Educational Psychology*, 20(4), 426–443. <https://doi.org/10.1006/ceps.1995.1029>
- Pampaka, M., Kleanthous, I., Hutcheson, G. D. og Wake, G. (2011). Measuring mathematics self-efficacy as a learning outcome. *Research in Mathematics Education*, 13(2), 169–190. <https://doi.org/10.1080/14794802.2011.585828>
- Pietsch, J., Walker, R. og Chapman, E. (2003). The relationship among self-concept, self-efficacy, and performance in mathematics during secondary school. *Journal of Educational Psychology*, 95(3), 589–603. <https://doi.org/10.1037/0022-0663.95.3.589>
- Richardson, F. C. og Suinn, R. M. (1972). The Mathematics anxiety rating scale: Psychometric data. *Journal of Counseling Psychology*, 19(6), 551–554. <https://doi.org/10.1037/h0033456>
- Schunk, D. H. og Pajares, F. (2009). Self-efficacy theory. Í K. R. Wentzel og A. Wigfield (ritstjórar), *Handbook of motivation at school* (bls. 35–53). Routledge.
- Stankov, L. og Lee, J. (2017). Self-beliefs: Strong correlates of mathematics achievement and intelligence. *Intelligence*, 61, 11–16. <https://doi.org/10.1016/j.intell.2016.12.001>
- Talsma, K., Schüz, B., Schwarzer, R. og Norris, K. (2018). I believe, therefore I achieve (and vice versa): A meta-analytic cross-lagged panel analysis of self-efficacy and academic performance. *Learning and Individual Differences*, 61, 136–150. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2017.11.015>
- Tao, Y., Meng, Y., Gao, Z. og Yang, X. (2022). Perceived teacher support, student engagement, and academic achievement: A meta-analysis. *Educational Psychology*, 42(4), 401–420. <https://doi.org/10.1080/01443410.2022.2033168>
- Timmerman, H. L., Toll, S. W. M. og Van Luit, J. E. H. (2017). The relation between math self-concept, test and math anxiety, achievement motivation and math achievement in 12 to 14-years old typically development adolescents. *Psychology, Society, & Education*, 9, 89–103. <https://ojs.ual.es/ojs/index.php/psy/article/view/465>
- Usher, E. L. og Pajares, F. (2008). Sources of self-efficacy in school: Critical review of the literature and future directions. *Review of Educational Research*, 78(4), 751–796. <https://doi.org/10.3102/0034654308321456>
- Yildirim, S. (2012). Teacher support, motivation, learning strategy use, and achievement: A multilevel mediation model. *The Journal of Experimental Education*, 80(2), 150–172. <https://doi.org/10.1080/00220973.2011.596855>

Greinin barst tímaritinu 11. nóvember 2024 og var samþykkt til birtingar 3. apríl 2025.

UM HÖFUNDANA

Berglind Gísladóttir (berglingd@hi.is) er dósent við Menntavísindasvið Háskóla Íslands. Hún lauk B.Ed.-gráðu frá Kennaraháskóla Íslands 2002, M.Ed.-gráðu í stærðfræðimenntun frá Háskólanum í Reykjavík árið 2007 og doktorsprófi í stærðfræðimenntun frá Columbia-háskóla í New York árið 2013. Rannsóknaráhugi Berglindar beinist að námslegum og félagslegum þáttum sem hafa áhrif á námsárangur nemenda. Einnig beinist áhuginn að kennaramenntun, fagþekkingu kennara, gæðum kennslu og þróun skólastarfs.

Jóhann Örn Sigurjónsson (johannorn@midstodmenntunar.is) er nýdoktor og sérfræðingur í stærðfræðimenntun við Miðstöð menntunar og skólaþjónustu. Hann lauk doktorsprófi frá Háskóla Íslands árið 2023 og hefur þaðan einnig menntun á sviði faggreinakennslu og tölvunarfræði. Rannsóknarsvið hans beinist að þróun stærðfræðikennslu, notkun náms-efnis og gæðapáttum í kennslu á borð við hugræna virkjun og stuðning við nám.

Guðmundur Bjarki Þorgrímsson (gudmundurb@mrn.is) er sérfræðingur alþjóðlegra rannsókna hjá mennta- og barnamálaráðuneytinu og verkefnisstjóri PISA 2022. Hann lauk doktorsprófi í þroskasálfræði frá Radboud University árið 2016.

Freyja Hreinsdóttir (freyjah@hi.is) er prófessor í stærðfræði við Menntavísindasvið Háskóla Íslands. Hún lauk BS-prófi í stærðfræði frá Háskóla Íslands árið 1986, MS-prófi í stærðfræði frá Northwestern University árið 1988 og doktorsprófi í stærðfræði frá Stokkhólmsháskóla árið 1997. Helstu áhugasvið hennar eru víxlin algebra og stærðfræðimenntun, einkum notkun hugbúnaðar við nám og kennslu í stærðfræði og starfsþróun kennara. Hún hefur unnið að þýðingu frjálsa hugbúnaðarins GeoGebru.

MATHEMATICS SELF-EFFICACY, MATHEMATICS ANXIETY, AND TEACHER SUPPORT: PREDICTORS OF ICELANDIC STUDENTS' PERFORMANCE IN PISA 2022

ABSTRACT

Mathematics education in Iceland has faced increasing challenges in recent years, as evidenced by the declining performance of Icelandic students in the Programme for International Student Assessment (PISA). The 2022 results revealed a significant drop in mathematical literacy scores, placing Iceland below the OECD average (OECD, 2023a). This study examines the role of self-efficacy in mathematics, mathematics anxiety, and teacher support in shaping Icelandic students' performance in PISA 2022.

Bandura (1997) defines self-efficacy as an individual's belief in their capacity to organize and execute the actions required to manage prospective situations. In the domain of mathematics, self-efficacy has been linked to higher motivation, persistence,

and overall achievement (Schunk & Pajares, 2009). Self-efficacy is often operationalized within a specific domain, such as mathematics self-efficacy. In research, mathematics self-efficacy is commonly measured with several questions assessing how well students feel equipped to tackle specific tasks, such as solving the equation $3x + 5 = 17$ or using a timetable to determine travel time between two locations.

Research has shown that students with high self-efficacy in mathematics tend to engage more actively in problem-solving and achieve better academic outcomes (Pajares & Kranzler, 1995; Stankov & Lee, 2017). Conversely, students with low confidence in their mathematical abilities are more likely to experience frustration and disengagement, leading to poorer performance (Usher & Pajares, 2008).

Mathematics anxiety, defined as the emotional distress and apprehension associated with performing mathematical tasks (Richardson & Suinn, 1972), has been identified as a significant barrier to learning. High levels of mathematics anxiety impair cognitive processing by overloading working memory, thus reducing the efficiency of problem-solving (Ashcraft & Moore, 2009). Students with high mathematics anxiety tend to avoid mathematical activities, which in turn reduces their exposure to mathematical concepts and further weakens their competence (Dowker et al., 2016). Studies have found a consistent negative correlation between mathematics anxiety and performance, with meta-analyses indicating a medium to strong negative effect (Barroso et al., 2021). Furthermore, research suggests that self-efficacy and mathematics anxiety are inversely related, with students who have high self-efficacy experiencing lower levels of anxiety (Timmerman et al., 2017).

Studies on teacher support indicate that supportive teacher-student relationships are associated with increased student engagement and improved learning outcomes (Granziera et al., 2022; Tao et al., 2022). Teachers who provide clear explanations, encouragement, and constructive feedback can help build students' confidence in their mathematical abilities (Mercer et al., 2011). However, the direct impact of teacher support on mathematics performance has been debated, as some research suggests that its effects are primarily indirect, mediated through increased motivation and engagement (OECD, 2023b; Yildirim, 2012).

This study builds on data from PISA 2022, an international assessment measuring 15-year-old students' proficiency in reading, mathematics, and science. In Iceland, all eligible students were invited to participate in the survey, allowing for a comprehensive analysis of the national student population. The study focuses on three key variables: self-efficacy in mathematics, mathematics anxiety, and teacher support, measured using standardized PISA survey scales. More detailed information about the survey scales in PISA 2022 can be found in Chapter 19 of the PISA 2022 Technical Report (OECD, 2024). Data analysis included correlation tests and multiple regression models to examine the relationships between self-efficacy, mathematics anxiety, teacher support, and mathematics performance in PISA 2022.

The findings confirm that self-efficacy is a strong predictor of mathematics performance among Icelandic students. Students with higher self-efficacy scores demonstrated significantly better results in the PISA mathematics assessment. The results also reveal a negative correlation between mathematics anxiety and performance, suggesting that

higher levels of anxiety are associated with lower achievement. However, the effect size of mathematics anxiety was smaller than that of self-efficacy, indicating that confidence in one's mathematical abilities is a more influential factor than anxiety in predicting academic success.

Interestingly, teacher support showed only a moderate correlation with mathematics performance. While there was a weak positive correlation between self-efficacy and teacher support, the direct impact of teacher support on performance was weaker than expected. This aligns with previous research suggesting that teacher support primarily influences learning through indirect pathways, such as fostering motivation, engagement, and self-efficacy (OECD, 2023a; Tao et al., 2022).

The findings underscore the importance of self-efficacy in mathematics achievement. Given its strong predictive value, educational strategies should focus on students' confidence in their mathematical abilities. Furthermore, the role of mathematics anxiety should not be overlooked. While its impact on performance was weaker than that of self-efficacy, reducing mathematics anxiety could still lead to meaningful improvements in student engagement and achievement.

Keywords: self-efficacy, mathematics literacy, mathematics anxiety, teacher support, PISA 2022

ABOUT THE AUTHORS

Berglind Gísladóttir (berglindg@hi.is) is an associate professor at the Faculty of Subject Teacher Education at the School of Education, University of Iceland. She completed a B.Ed. from the University of Iceland in 2002, an M.Ed. in mathematics education from Reykjavík University in 2007 and a Ph.D. in mathematics education from Columbia University in New York in 2013. Her main research interests are teacher education, teaching quality and educational and social factors that affect student achievement.

Jóhann Örn Sigurjónsson (johannorn@midstodmenntunar.is) is a postdoctoral researcher and specialist in mathematics education at the Directorate of Education and School Services. He completed his Ph.D. in educational science at the University of Iceland in 2023 and also holds degrees in mathematics teaching and computer science from the same university. His research focuses on the development of mathematics teaching, the use of educational materials, and quality aspects in teaching such as cognitive activation and support for learning.

Guðmundur Bjarki Þorgrímsson (gudmundurb@mrn.is) is a specialist in international studies at the Ministry of Education and the project manager for PISA 2022. He completed his Ph.D. in developmental psychology at Radboud University in 2016.

Freyja Hreinsdóttir (freyjah@hi.is) is a professor of mathematics at the School of Education, University of Iceland. She completed a B.S. degree in mathematics at the

University of Iceland in 1986, an M.S. degree in mathematics at Northwestern University in 1988 and a fil.dr. in mathematics at Stockholm University in 1997. Her main interests are commutative algebra and mathematics education, especially the use of ICT in the teaching and learning of mathematics. She is a translator of the free software GeoGebra into Icelandic.