

Ráðstefnurit Netlu – Menntakvika 2010

Menntavísindasvið Háskóla Íslands



Grein birt 31. desember 2010

Bryndís Garðarsdóttir og Guðbjörg Pálsdóttir

Á sömu leið

Stærðfræði og leikur

Starfendarannsóknin *Stærðfræði og leikur* fór fram í leikskólanum Dvergasteini og Vesturbæjarskóla árin 2009–2010. Rannsóknin er hluti af stærri rannsókn, *Á sömu leið*, sem Rannsóknarstofa í menntunarfræðum ungra barna stóð fyrir. Markmið hennar var að stuðla að samstarfi kennara í leik- og grunnskólum, auka tengsl skólastiganna og skapa samfellu í námi ungra barna. Í rannsóknarteyminu voru leikskólakennarar, grunnskólakennari og meistaranemi og sérfræðingar af Menntavísindasviði Háskóla Íslands. Greint er frá bakgrunni rannsóknarinnar og hvernig unnið var að markmiðum stærðfræðináms á mótum leik- og grunnskóla. Áhersla var lögð á að greina og þróa möguleika byggingarleiks með kaplakubbum. Helstu niðurstöður eru að byggingarleikur felur í sér tækifæri barnanna til að efla skilning sinn á fjölbreyttum stærðfræðilegum viðfangsefnum. Íhlutun kennara í leikinn hefur áhrif á hvernig leikurinn þróast, hvaða stærðfræði börnin glíma við og hvernig rætt er um þá stærðfræði. Í frjálsum leik með kaplakubba byggja börnin nú flóknari byggingar og hafa náð valdi á ýmsum byggingarfræðilegum atriðum.

Höfundar eru lektorar við Kennaradeild á Menntavísindasviði Háskóla Íslands.

Math and play

The action research Math and play was performed in the preschool Dvergasteinn and Vesturbæjarskóli primary school in 2009–2010. This research is part of a larger action research project, “On the same path”, which The Centre for Research in Early Childhood Education has established. The goal of the research was to encourage cooperation between the teachers in the schools and create continuity in the learning of the young children. The research team consisted of preschool and primary school teachers, an MA student and specialists from the School of Education, University of Iceland. The research team developed methods for using Kapla building blocks as a way to learn. The main conclusions are that play with building blocks provides children with opportunities to develop their understanding of mathematical challenges. Teachers’ intervention in the children’s play affects how children think and talk about their buildings. In free play with the Kapla building blocks the children now build more complex buildings and have increased their understanding of new building techniques.

Starfendarannsóknin *Stærðfræði og leikur* er hluti af rannsókninni *Á sömu leið* sem Rannsóknarstofa í menntunarfræðum ungra barna, RannUng stóð fyrir í samstarfi við Leikskólasvið og Menntasvið Reykjavíkurborgar árin 2009–2010. Meginmarkmið rannsóknarinnar var að þróa leiðir til að skapa betri samfellu milli skólastiganna og stuðla að

auknu samstarfi milli kennara um nám ungra barna. Sjá nánar um starfendarannsóknina í heild sinni í grein Jóhönnu Einarsdóttur (2010) *Á sömu leið – Starfendarannsókn á mótum leik- og grunnskóla*. Þátttakendur í rannsókninni *Stærðfræði og leikur* voru kennarar í leikskólanum Dvergasteini og grunnskólanum Vesturbæjarskóla ásamt meistaranema og sérfræðingum af Menntavísindasviði Háskóla Íslands. Hér er greint frá samstarfi þeirra, þróun hugmynda og tilraunum til að byggja upp markvisst stærðfræðinám í gegnum byggingarleik.

Bakgrunnur – staðan í upphafi

Vesturbæjarskóli og Dvergasteinn hafa um árabíl átt með sér gott samstarf. Starfendarannsóknin *Á sömu leið* er því enn ein varðan á þeirri leið að bæta samstarfið, dýpka það og auðga enn frekar. Hefð hefur verið fyrir gagnkvæmum heimsóknum á milli skólanna auk þess sem leikskólabörnin hafa reglulega fengið afnot af íþróttasal Vesturbæjarskóla og tekið þátt í val- og söngstundum auk hefðbundinnar skólaheimsóknar að vori. Á Dvergasteini hefur verið lögð megináhersla á að tengja daglegt starf og nám við málörvun og skapandi starf. Þar var áhugi á að vinna markvissar með stærðfræðinám í gegnum leik. Í Vesturbæjarskóla hefur verið lögð áhersla á fjölbreytni í stærðfræðikennslu og var áhugi þar á að þróa þann þátt enn frekar og tengja við leik.

Kennarar í Vesturbæjarskóla og Dvergasteini völdu að fjalla um stærðfræðinám í leik og fengu því til liðs við sig sérfræðinga í stærðfræðinámi og leik. Kennararnir voru sammála um að þeir vildu beina sjónum að þróun stærðfræðináms og þá sérstaklega að því hvernig stærðfræðinám fer fram í leik. Í upphafi voru sett eftirfarandi markmið:

- Að gera stærðfræði sýnilegri með því að nota leik sem kennsluáferð
- Að kennarar verði sér meðvitaðir um hvernig þeir ræða stærðfræðilega við börnin
- Að ýta undir stærðfræði í leik
- Að samræma hugtakanotkun

Á fyrstu fundum hópsins var rætt um ýmsa þætti stærðfræðináms sem áhugavert gæti verið að skoða nánar sem grunn til að styrkja samfellu milli skólastiganna. Góður tími var gefinn í ígrundun og umræður um hver ættu að vera viðfangsefni og á hvað ætti að leggja áherslu þegar stærðfræðinám byggt á leik væri markmiðið. Stærðfræðilegt læsi, uppbygging hugtakaskilnings og mikilvægi þess að allir geti tekið þátt eru dæmi um svið sem rætt var um. Sérfræðingur fjallaði um inntak stærðfræðináms fyrir ung börn. Í þeirri umfjöllun var lögð áhersla á að börn fáist við að þróa stærðfræðihugmyndir sínar í gegnum rannsóknir og á mikilvægi þess að kennarar skapi gjöfult námsumhverfi og taki þátt í samræðum við börnin um hugmyndir þeirra (Clements, 1999; Copley, 2000; Perry og Dockett, 2008; Pound, 2006). Í framhaldi af því fór af stað umræða um að börnin væru oft að glíma við stærðfræði í leik og daglegum störfum í leikskólanum þó hvorki þau né kennararnir væru meðvitaðir um það. Í leikskólanum er mikil áhersla á frjálstan leik með opinn efnivið svo sem margs konar byggingarefni sem börnin nýta vel í leik. Í grunnskólanum er líka til fjölbreytt efni sem nýtist við stærðfræðinám svo sem kubbar, form, talningarefni og spil auk Montessori-námsgagna. Í báðum skólunum eru til kaplakubbar og því var fljótlega ákveðið að nota þá í að þróa leiðir til að nýta byggingarleik við stærðfræðikennslu. Það skapaði tækifæri til að myndu samfellu og byggja upp sameiginlega menningu á báðum skólastigum (Broström, 2005). Einnig væri þarna möguleiki á að tengja saman stærðfræðinám og kennslufræðilegan leik (e. educational play) þannig að börnin lærðu í gegnum leik með því að gera tilraunir og skapa merkingu á eigin forsendum. Kennslufræðilegur leikur byggir á því að tengja saman leik og ákveðin námsmarkmið í þeim tilgangi að börnin fái tækifæri til að byggja upp þekkingu út frá eigin áhuga og því sem þeim finnst skemmtilegt (Edwards, Cutter-Mackenzie og Hunt, 2010; Jóhanna Einarsdóttir, 2010).

Í leik og námi barna er mikilvægt að huga að jafnvægi á milli sjálfræðis og stjórnunar í leik, þ.e. milli tækifæra barnanna til að kanna og finna lausnir og íhlutunar kennara. Hlutverk kennarans var mikið rætt þar sem stefnt var að því að leikur með kaplakubbana væri frjálst en á sama tíma væri tryggt að börnin væru að glíma við stærðfræði. Sérfræðingur fjallaði um stuðning kennara við leik barna og í framhaldi af því var leitað svara við spurningum eins og:

- Hvenær stjórna ég og hvenær stjórna börnin?
- Hvernig ýti ég undir ígrundun, uppgötvun og nám barnanna?
- Hvernig ýti ég undir sjálfstæði barnanna og eigin uppgötvanir?
- Hvar er stærðfræðin í kubbavinnu?

Kennararnir völdu að leggja áherslu á að skapa börnunum leikumhverfi þar sem þau væru hvött til að rannsaka, prófa sig áfram og ræða um eigin tilraunir og annarra. Þeir vildu líka beina athygli sinni betur að því að greina hvaða stærðfræðihugmyndir börnin væru að glíma við og styðja þau áfram við þróun þeirra. Viðfangsefni barnanna voru valin með þetta og sett markmið rannsóknarinnar í huga.

Aðferð og ferli rannsókna

Þátttakendur í rannsókninni *Stærðfræði og leikur* voru tveir leikskólakennarar ásamt hópi 5 ára barna í leikskólanum Dvergasteini og einn grunnskólakennari ásamt hópi 6 ára barna í Vesturbæjarskóla. Tveir kennarar frá kennaradeild á Menntavísindasviði Háskóla Íslands veittu sérfræðiráðgjöf og fylgdu rannsókninni eftir. Aðrir sem komu að verkefninu voru meistaranemi, sem var tengiliður við kennara á vettvangi og aðstoðaði við skráningu og gagnaöflun, og verkefnisstjóri rannsóknarinnar *Á sömu leið* sem hélt utan um og stýrði rannsókninni í heild. Þegar kennararnir höfðu ákveðið að beina rannsókninni að stærðfræði og leik komu sérfræðingar á sviði leikskólafræði og stærðfræðináms að ferlinu. Kennarar og sérfræðingar mynduðu rannsóknarteymi sem hittist reglulega, ýmist á sameiginlegum fundum með öllum þátttakendum í starfendarannsókninni *Á sömu leið* eða í heimsóknum sérfræðinganna út í skólana.

Gagnaöflun fólst í vettvangsathugunum, viðtölum við kennara í upphafi og lok rannsóknarinnar, frásögnum kennara, sem skráðar voru í vikulegum heimsóknum tengiliðar, fundargerðum og myndskráningum á vettvangi. Kennararnir sjálfir söfnuðu einnig gögnum, tóku ljósmyndir og skráðu í dagbók til að fylgja ferlinu eftir, ígrunda það og meta.

Viðfangsefni

Í upphafi léku börnin sér í litlum hópum frjálst með kaplakubbana. Nokkrar stundir voru teknar upp á myndband og við skoðun á þeim kom í ljós að börnin byggðu endurtekið sömu byggingarnar.



Mynd 1 – Háir turnar í byggingu.

Einkennandi fyrir leik þeirra var að þau stefndu að því að byggja sem hæst og láta þannig reyna á hvort og hvenær byggingarnar féllu. Einnig notuðu þau kubbana mikið til að afmarka svæði t.d. í leik með dýrin sem var algengt að notuð væru í leik með kaplakubba. Því var ákveðið að kennarar kæmu markvissar að leik barnanna og settu fram ramma um leikinn en markmiðið með því var að gefa börnunum hugmyndir um hvað væri hægt að byggja úr kubbunum. Fyrsta viðfangsefnið fólst í að börnin byggðu hús handa dýrunum.



Mynd 2 – Hús fyrir dýrin.

Kennari var til staðar og tók þátt í samræðum barnanna. Hann spurði um fyrirætlanir þeirra, um bygginguna, til dæmis hvort hún væri hæfilega stór, hvort ætti að vera þak á henni og hvort dýrið eða dýrin geti komist inn í hana.

Í framhaldi af dýrahúsunum fengu börnin það viðfangsefni að búa til dýr úr kubbunum. Til að kveikja hugmyndir hjá börnunum gátu þau skoðað dýrabækur og myndir af dýrum sem byggð höfðu verið úr kaplakubbum. Hvert barn fékk 20 kubba til að byggja úr og haldin var sýning á dýrunum og teknar myndir sem sem hengdar voru upp.



Mynd 3 – Skordýr.



Mynd 4 – Dýr í þrívídd.

Kennarar höfðu undirbúið lista af spurningum sem þeir gátu gripið til í samræðum við börnin eftir því sem við átti. Dæmi um spurningar voru:

- Úr hvaða formum er dýrið þitt?
- Í hvaða hluta greindir þú dýrið þitt?
- Hvernig byggðir þú dýrið þitt?
- Hver er hæðin og breiddin?
- Eru stærðarhlutföllin eins og í alvörudýri?

- Hvernig fórstu að því að tengja saman fætur og bók?
- Lítur byggingin út eins og hundur ef horft er frá hlið?

Þannig var lögð áhersla á að börnin byggðu en jafnframt voru þau hvött til að skoða byggingu sína og velta fyrir sér hvernig þau hefðu farið að.



Mynd 5 – Líf og fjör á Atlantshafinu.

Eitt viðfangsefnið fólst í að *sviðið var sett*. Á Dvergasteini sagði kennarinn börnunum að gólfíð í einu herberginu væri Atlantshafið og þau voru beðin um að byggja það sem passaði að hafa þar. Börnin byggðu þá Heimaey, báta, hvalveiðiskip með byssu, öldur o.fl.

Síðasta viðfangsefnið fólst í að byggja eigið hús. Áður skoðuðu börnin húsin í nágrenninu og ræddu um ólík þök og svalir. Mikið hugvit kom fram við húsbyggingarnar og lausn vandamála, sem upp komu, eins og að búa til hurðarop og hurð og tengja byggingar saman og glíman við þökin og svalirnar gerði miklar kröfur til barnanna. Þau prófuðu sig áfram ræddu saman um viðfangsefnin, sýndu mörg gott úthald, og lærðu hvert af öðru.



Mynd 6 – Húsið mitt með svölum.

Niðurstöður og ígrundun

Í rannsókninni þróuðu kennarar starfið með börnunum út frá mati á stöðunni hverju sinni miðað við sett markmið með starfendarannsókninni. Markmiðin voru að gera stærðfræði sýnilegri með því að nota leik sem kennsluáferð, efla stærðfræðilegar umræður milli

kennara og barna, ýta undir stærðfræði í leik og samræma hugtakanotkun í stærðfræði milli kennara. Á fundum greindu þeir frá reynslu sinni og í samræðum við sérfræðinga var stefnan tekin og ákveðið hvað yrði gert næst. Unnið var á svipaðan hátt á báðum skólastigum en nálgun var ólík vegna aðstæðna og hefða á hvoru skólastigi. Ákveðið var strax frá upphafi að afmarka vinnuna við kaplakubba og leggja áherslu á hvernig mætti þróa starf með þann efnivið. Börnin voru vön að byggja frjálst með slíka kubba en þegar skoðuðu voru fyrstu gögnin, sem voru myndbandsupptökur og viðtöl við börnin, kom í ljós að þau byggðu endurtekið svipaðar byggingar og tilraunir þeirra gengu fyrst og fremst út á að ná sem mestri hæð. Auk þess notuðu þau kubbana sem viðbótarefni til dæmis í leik með dýr.

Áhugi var á að nýta þennan efnivið, kaplakubba, til að gefa börnunum möguleika til að þróa stærðfræðihugmyndir sínar, til dæmis um form, samsetningar, staðsetningar, orsakasamhengi og tengsl, en einnig til að hvetja börnin til að rannsaka, taka frumkvæði, sýna þrautseigju, læra af reynslunni og deila hugsunum og hugmyndum sínum með öðrum, bæði kennurum og börnum. Kennarar vildu því styðja á markvissari hátt við þróun stærðfræðihugmynda barnanna. Á sama tíma vildu þeir þróa leiðir til að nota leik í starfi sínu. Í ferlinu veltu kennarar fyrir sér hvernig þeir gætu stutt við hugmyndir og hugsanaferli barnanna án þess að taka yfir stjórnina. Spurt var spurninga eins og: Hvað er leikur? Hvað er stærðfræði? Hvernig er hægt að tengja stærðfræði og leik? En einnig var spurt spurninga sem lúta að hlutverki kennarans í námi barna því kennararnir vildu hafa áhrif á nám barnanna án þess að leikurinn hætti að vera á forsendum þeirra. Þeir veltu fyrir sér hvaða breytingar það hefði í för með sér að kennari hefði sett sér markmið um stærðfræðinámið í leik barna. Leitað var leiða til að tryggja að í leik, sem kennari hefur frumkvæði að eða stýrir á einhvern hátt, hefðu börnin jafnframt sjálf tækifæri til að leika sér, kanna og finna lausnir, ein eða í samstarfi við önnur börn og fullorðna. Í þessum vangaveltum og leit átti sér stað góð umræða í rannsóknarteyminu og kennararnir voru tilbúnir til að gera tilraunir og greina á gagnrýninn hátt eigið starf.

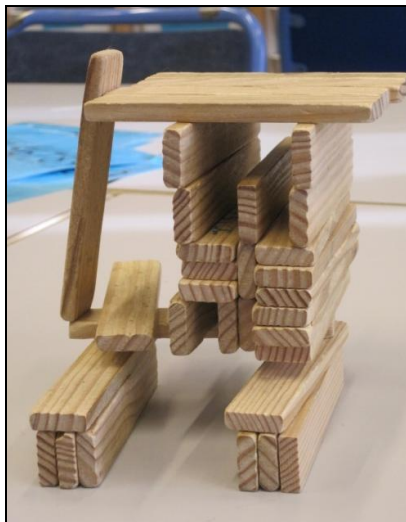
Tilraunir kennara snéru bæði að skoðun á eigin hlutverki og því hvernig mætti setja kubbaleikinn upp með það í huga að örva börnin til stærðfræðilegra athugana. Í rannsóknargögnum má sjá að hópurinn taldi þrjá þætti vera mikilvæga til að börnin þróuðu kubbaleikinn áfram. Þessir þrjú þættir eru að börnin geri tilraunir með notkun kubbanna, reyni að tjá sig með kubbunum og greini heildir í hluta. Í rannsóknarferlinu voru prófaðar nokkrar leiðir við að skapa ramma um kubbaleikinn:

- Engin íhlutun í leikinn – Val um að fara í kubbaleik.
- Efniviður gefinn – Hópur barna fær kaplakubba og dýr.
- Viðfangsefni afmarkað – Börn eru beðin um að byggja hús fyrir dýr.
- Undirbúnar spurningar – Kennari fylgist með leik barnanna og spyr og spjallar til að styrkja börnin í þróun stærðfræðihugmynda þeirra.
- Einstaklingsvinna og hópvinna – Börnin fá svipuð fyrirmæli í leik, bæði um að búa til dýr ein og með öðrum.
- Hugmyndagjafir – Börnin skoða bækur með kaplakubbabyggingum og nánasta umhverfi sitt samhliða umræðum um kubbabyggingar.
- Sviðið sett – Gefið er hugtak, sem börnunum er ætlað að byggja út frá, eins og Atlantshafið og húsið mitt.

Áhrif þess hverjir rammar um leikinn væru og hvernig íhlutun kennaranna var háttað komu mjög skýrt fram hjá kennurunum. Leikurinn þróaðist mjög eftir því hvernig hann var settur af stað. Þegar stýring kennara varð of mikil, að mati barnanna, misstu þau áhugann, ef til vill vegna þess að þá var leikurinn hættur að vera leikur fyrir þeim. Á Dvergasteini brást kennarinn við með því að gefa þeim ákveðið leiksvið, Atlantshafið, og bað

börnin um að byggja það sem passaði að hafa þar. Börnin tóku þá til við að byggja út frá sögu sem þau þekkjá, um Herjólf og Vilborgu sem sagt er að hafi búið í Herjólfsdal. Þar kom í ljós hæfni þeirra til að nota kubbana til að tjá ákveðna sögu, prófa sig áfram og byggja bæði í tvívídd og þrívídd. Í byggingunum nýttu þau speglun, flóknar samsetningar og gerðu tilraunir til að raða kubbunum saman á nýjan hátt. Þannig hafði upphafið og reynsla barnanna áhrif á hvaða tilraunir þau gerðu og hvaða stærðfræði þau glímdu við. Kennararnir hafa þróað vinnubrögð sín og hugmyndir um notkun kennslufræðilegs leiks. Þeir segja að í gegnum þessa starfendaránsókn hafi þeir getað hlúð að starfspróun sinni og byggt upp aukid öryggi í að nota leik til að styðja börn í að þróa stærðfræðihugmyndir sínar og ná betra valdi vinnubrögðum stærðfræðinnar.

Í þessari rannsókn hefur verið safnað miklu af gögnum sem áhugavert verður að greina frekar. Þessar fyrstu niðurstöður sýna að mikið stærðfræðinám hefur átt sér stað hjá börnunum. Á ljósmyndum má sjá hvernig byggingar þeirra hafa þróast og vald þeirra á notkun kubbanna hefur aukist. Í frjálsum leik með kaplakubbana má sjá breytingar á þann veg að börnin byggja flóknari byggingar og prófa sig áfram. Byggingarnar eru nú mun nákvæmari, kubbarnir notaðir til að mynda skýrar heildir og börnin hafa náð valdi á ýms-um byggingarfræðilegum atriðum, svo sem hvernig byggja má halla, auka stöðugleika og byggja svalir.



Mynd 7 – Kisa snýr höfði til hliðar.



Mynd 8 – Þrautabraut dýranna.



Mynd 9 – Páfuglinn breiðir út stélið.



Mynd 10 – Krókódílahús.

Í frásögnum kennara kemur líka fram að orðræðan hefur breyst og áræðni barnanna til tilrauna og tjáningar eflst. Börnin hafa að mati kennaranna styrkst í að:

- Átta sig á að heild er samsett úr hlutum.
- Greina orsök og afleiðingu.
- Þróa og ræða hugmyndir við þrautalausnir.
- Sýna úthald og hafa frumkvæði við að skapa eigin stærðfræði.
- Rökstyðja eigin hugmyndir.
- Skilja stærðfræðileg hugtök.
- Nota flutningana, hliðrun, speglun og snúninga.
- Greina form og setja þau saman.
- Telja og ákvarða fjölda.
- Skilja og nota staðsetningarhugtök.
- Bera saman stærðir.

Kennararnir greina skýrt að börnin fást við ofangreinda þætti stærðfræðinnar. Þeir hafa í rannsókninni eftt hæfni sína til að greina stærðfræðinám barna í kubbaleik og jafnframt þróað leiðir til að styðja við byggingarleik þeirra.

Lokaorð

Þátttakan í starfendarannsókninni var lærdómsrík, bæði fyrir kennarana og sérfræðingana. Samstarfið í rannsóknarteyminu gekk vel og umræður voru bæði einlæggar og faglegar. Kennararnir þekktust fyrir og höfðu átt gott samstarf. Þeir voru jákvæðir og opnir gagnvart ráðgjöf og hugmyndum sérfræðinganna. Í umræðum var staðan greind og hópurinn leitaði saman að leiðum að markmiðum. Oft óskuðu þátttakendur þess að þeir hefðu meiri tíma, bæði til umræðna og ekki síður til að vinna með börnunum. Áhersla var því snemma lögð á að afmarka verkefnið vel og gefa þróun vinnunar með börnunum góðan tíma. Sú ákvörðun var að mati þátttakenda farsæl og gaf tækifæri til dýpkunar. Þessi rannsókn hefur fullvissað þátttakendur um að starfendarannsóknir henta þeim vel til að tengja saman fræði og starf í eigin starfspróunarferli.

Þakkir

Leikskólasvið og Menntasvið Reykjavíkurborgar veittu styrk til þessarar rannsóknar sem hér með er þakkaður. Kennararnir sem þátt tóku í rannsókninni voru: Hera Sigurðardóttir, Jóhanna Ragnarsdóttir og Sólveig Arnardóttir. Tengiliður rannsóknarinnar var Hrafnhildur Eiðsdóttir. Greinarhöfundar þakka þeim fyrir ánægjulegt og gott samstarf.

Heimildir

Broström, S. (2005). Transition problems and play as transitory activity. *Australian Journal of Early Childhood*, 30(3), 17–25,

Clements, D.H. (1999). Playing math with young children. *Curriculum Administrator*. 35(4), 25–29.

Copley, J.V. (2000). *The young child and mathematics*. Washington D.C.: National Association of the Education of Young Children.

Edwards, S., Cutter-Mackenzie, A. og Hunt, E. (2010). Framing play for learning: Professional reflections on the role of open-ended play in early education. Í L. Brooker og S. Edwards (ritstjórar), *Engaging play* (bls.136–151). Maidenhead: Open University Press.

Jóhanna Einarsdóttir. (2010). Á sömu leið: Starfendarannsókn á mótum leik- og grunnskóla. *Ráðstefnurit Netlu – Menntakvika 2010*. Sótt 31. desember 2010 af <http://netla.khi.is/menntakvika2010/alm/017.pdf>

Jóhanna Einarsdóttir. (2010). Leikur og nám á mótum skólastiga. Sótt 24. október 2010 af http://www.stofnanir.hi.is/rannung/sites/files/rannung/BæklingurLeikurNám_0.pdf

Perry, B. og Dockett, S. (2008). Young children's access to powerful mathematical ideas. Í L. D. English (ritstjóri), *Handbook of international research in mathematics education* (2. útgáfa) (bls. 75–108). New York: Routledge.

Pound, L. (2006). *Supporting mathematical development in the early years*. New York: Open University Press.



Bryndís Garðarsdóttir og Guðbjörg Pálsdóttir. (2010). Á sömu leið: Stærðfræði og leikur. *Ráðstefnurit Netlu – Menntakvika 2010*. Menntavísindasvið Háskóla Íslands. Sótt af <http://netla.khi.is/menntakvika2010/gar/006.pdf>