



# Orkuþox

Greinagerð fyrir verkefni til kennslu um orku

Brynja Stefánsdóttir

Lokaverkefni til B.Ed.-prófs

Kennaradeild



**HÁSKÓLI ÍSLANDS**  
**MENNTAVÍSINDASVIÐ**



# **Orkuþox**

***Greinagerð fyrir verkefni til kennslu um orku***

Brynja Stefánsdóttir

Lokaverkefni til B.Ed-prófs í Grunnskólakennarafræði

Leiðbeinandi: Haukur Arason

Kennaradeild

Menntavísindasvið Háskóla Íslands

Júní 2014

Orkuþox, greinagerð fyrir verkefni til kennslu um orku

Ritgerð þessi er 10 eininga lokaverkefni til B.Ed-prófs  
í Grunnskólakennarafræði við Kennaradeild,  
Menntavísindasviði Háskóla Íslands

© Brynja Stefánsdóttir 2014

Óheimilt að afrita ritgerðina á nokkurn hátt nema með leyfi höfundar.

Prentun: Bóksala kennaranema

Reykjavík, 2014

## Ágrip

Kennsla á orku og öðrum hugtökum eðlisvísindanna getur reynst þrautinni þyngri ef skortur er á leiðum til að nálgast efnið á fjölbreyttan máta. Hætta er á að námsbækur yfirtaki kennsluna og áherslan verði meiri á hversu mörgum köflum er lokið, í stað þess að kanna hvaða skilningur er hjá nemendum á efninu. Minnka þarf áherslu á að komast yfir allt efnið og, í staðinn kenna hugtök og skilgreiningar þannig að nemendur myndi góðan og djúpan skilning á þeim. Það þarf að huga vel að öllum grunni þegar byggt er. Nám nemenda þarf að standa á sterkum stöðum góðrar og skilvirkrar kennslu. Grunnþættir Aðalnámskrár grunnskóla (2011) gefa kennurum kost á að nálgast námsefnið á nýjan hátt. Út frá vettvangsnámi höfundar er það mat hans að verklegt námsefni tengt orku sé af skornum skammti. Í þeim skólum sem hann kenndi óskuðu nemendur eftir meiri fjölbreytni verklegra viðfangsefna. Lokaverkefni þetta samanstendur af greinagerð, kennsluhefti og nemendahefti sem innihalda verklegar athuganir og stutta fræðitexta tengdum hugtökum um orku. Verkefnin í nemendahefti má fjölríta til notkunar í kennslustofu. Verkefni heftisins taka mið af fjölbreyttum nálgunum á viðfangsefninu og eru tengd við grunnþættina *sköpun og læsi* úr Aðalnámskrá grunnskóla. Nálganir að hugtökum eru unnin í gegnum einfaldar athuganir sem krefjast þess að nemendur velta viðfangsefninu fyrir sér og stíga út fyrr rammann í leit að útskýringum. Grunnþættirnir veita tækifæri til nýrrar nálgunar á viðfangsefnum náttúruvísinda og tekur greinagerð þessi á mikilvægi sköpunar í kennslu og vísindalæsi.

## Efnisyfirlit

<b>Ágrip .....</b>	<b>3</b>
<b>Formáli .....</b>	<b>6</b>
<b>1 Inngangur .....</b>	<b>7</b>
<b>2 Tildrög, markmið og gagnsemi lokaverkefnis .....</b>	<b>8</b>
<b>3 Orka og forhugmyndir .....</b>	<b>10</b>
<b>4 Sköpun.....</b>	<b>11</b>
4.1 Sköpun og orka .....	12
<b>5 Læsi .....</b>	<b>14</b>
5.1 Sköpun og læsi.....	15
<b>6 Mikilvægi verklegra athuganna .....</b>	<b>16</b>
<b>7 Kennsluhefti.....</b>	<b>17</b>
7.1 Innblástur og hugmyndavinna.....	17
7.2 Tilgangur og markmið.....	18
7.3 Uppsetning verkefna .....	19
7.4 Notkun kennsluheftis .....	20
<b>8 Lokaorð.....</b>	<b>21</b>
<b>Heimildaskrá .....</b>	<b>22</b>



## Formáli

Hugmynd um útfærslu verkefna tengt orku komu út frá vettvangsnámi höfundar í námi við Menntavísindasvið Háskóla Íslands. Því það námsefni sem til er í tengslum við orku hefur fáar athuganir og verkefni þar sem vinna má með hugtök og skilning á þeim. Þegar höfundur komst í kynni við erlenda bók sem setti upp athuganir fyrst og útskýringar svo fannst honum vanta slíkt efni á íslensku fyrir grunnskólanemendur. Kennsluheftið sem er afrakstur þessa lokaverkefnis er uppsett fyrir unglingadeild en einnig er hægt að nýta efnið fyrir 7. bekk. Það er von höfundar að verkefnin nýtist í kennslu og auðveldi kennurum að fjalla um orku á fjölbreyttan máta. Ég vil þakka fjölskyldu minni fyrir alla þá aðstoð sem þau veittu í gegnum verkefnaskrifin ásamt leiðsögukennara mínum Hauki Arasyni fyrir góðar ábendingar og leiðsögn. Anítu Berglindi Einarsdóttur þakka ég sérstaklega fyrir myndskreytingar í kennsluhefti. Guðrúnu Björgu Ragnarsdóttur þakka ég fyrir að lesa yfir verkefnið oft en einu sinni og gefa góð ráð og ábendingar.

Þetta lokaverkefni er samið af mér undirritaðri. Ég hef kynnt mér *Síðareglur Háskóla Íslands* (2003, 7. nóvember, <http://www.hi.is/is/skolinn/sidareglur>) og fylgt þeim samkvæmt bestu vitund. Ég vísa til alls efnis sem ég hef sótt til annarra eða fyrri eigin verka, hvort sem um er að ræða ábendingar, myndir, efni eða orðalag. Ég þakka öllum sem lagt hafa mér lið með einum eða öðrum hætti en ber sjálf ábyrgð á því sem missagt kann að vera. Þetta staðfesti ég með undirskrift minni.

Reykjavík, \_\_\_\_\_. \_\_\_\_\_ 20\_\_

---



## 1 Inngangur

Kennsla eðlisvísinda líkt og annarra faga náttúrufræðanna krefst þess að farið sé yfir mikið og oft þungt efni. Ef ætlunin er að fylgja þeim kröfum að kenna allt námsefnið og fylgja öllum markmiðum er hætt við að námsbókin taki völdin og gæði kennslunnar minnki. Ef slíkt gerist er hætt á að við gleymum að fylgjast með því sem nemendur eru í raun að meðtaka (Hafþór Guðjónsson, 1991).

Aðalnámskrá grunnskóla (2011) gefur kennurum meira svigrúm til að endurskoða og skipuleggja kennslu sína. Settir hafa verið fram sex grunnþættir menntunar sem eiga að fléttast inn í allt skólastarf. Þessir grunnþættir gefa kost á fjölbreyttum kennsluháttum og nýrri nálgun á viðfangsefnið. Í þessari greinagerð verða grunnþættirnir sköpun og læsi teknir fyrir og tengdir kennslu um orku. Að hafa sköpun að leiðarljósi í kennslu eðlisvísinda getur skapað hvetjandi og jákvætt andrúmsloft. Nemendur verða vísindamenn, þeir gera athuganir og ræða niðurstöður sín á milli. Stuðningur frá kennara verður markvissari, námið verður lifandi og námsefnið áhugaverðara. Lokaverkefnið er kennsluhefti ásamt nemendabók, sem inniheldur verkefni og athuganir þar sem sköpun og læsi er haft að leiðarljósi. Þau taka mið af fyrri hugmyndum nemenda og reyna að hjálpa þeim að tileinka sér nýja þekkingu. Við gerð kennsluheftis var innblástur sóttur í bók eftir William C. Robertson (2002) um orku þar sem efnið er nálgast á einfaldan og áhugaverðan máta.

Til að geta sett saman kennsluhefti sem tekur mið af sköpun og læsi þarf að skilgreina hvaða skilningur er lagður í hugtökin. Greinagerð þessi ræðir hugtökin og mikilvægi þeirra í kennslu eðlisvísinda og spurt er af hverju mikilvægt sé að hafa fjölbreytni að leiðarljósi.

## 2 Tildrög, markmið og gagnsemi lokaverkefnis

Markmið þessa lokaverkefnis er að auka fjölbreytileika í verklegum athugunum tengdum orku þar sem sköpun er höfð að leiðarljósi. Orðið sköpun er hægt að túlka á mismunandi vegu. Með tilkomu sköpunar sem hluta af grunnþáttum menntunar í Aðalnámsskrá grunnskóla (2011), þarf að flétta hana inn í allt skólastarf. Mikilvægt er að kennarar leggi sína túlkun á orðið. Einnig hvernig sköpun mun koma fyrir í námi þeirrar fræðigreinar sem kennd er hverju sinni. Fjölbreytt nálgun, á viðfangsefni líkt og orku, er hagur fyrir nemendur og kennara. Kennurum gefst færi á að útskýra hugtök á mismunandi máta og gætu líkur þannig aukist á að skilningur náist á viðfangsefninu (Hafþór Guðjónsson, 1993).

Við ákvörðun á efni lokaverkefnis höfundar var tekið mið af vettvangsnámi síðustu þriggja ára í kennaranáminu. Á þeim tíma fann höfundur fyrir óöryggi þegar það kom að kennslu eðlisvísinda sökum mikillar yfirferðar texta og lítills uppbrots. Nemendur óskuðu ítrekað eftir verklegum athugunum en það voru fáar slíkar í boði í þeirri námsbók sem kennt var eftir. Því var leitað að efni sem gæti hentað án þess að krefjast mikils umstangs. Einfaldar athuganir juku bæði öryggi höfundar og nemenda gagnvart námsefninu. Það eitt að rúlla kúlu eftir gólfi hentaði betur til útskýringar á hugtakinu hreyfiorka en að lesa einungis um það í bók. Þessi upplifun sat í huga höfundar. Í kjölfarið var tekin sú ákvörðun að útbúa kennsluhefti með verklegum athugunum tengdum orku með sköpun að leiðarljósi. Markmið verkefnanna, sem finna má í kennsluheftinu, er að ýta undir áhuga á námsefni um orku. Að auka hæfni nemenda til að ræða um hugtök því tengdu og tengja sinni reynslu, ásamt því að auka vísindalæsi og skilning á fræðatextum. Náttúrufræðitextar hafa sérstaka uppsetningu og nemendur hafa oft ekki fengið mikla kennslu eða þjálfun við að lesa slíka texta (Hafþór Guðjónsson, 2011). Flestir læra að lesa með textum sem innihalda flæði og söguþráð þar sem lesandinn er leiddur áfram skref fyrir skref með lýsingum á umhverfi og aðstæðum (Stefán Jökulsson, 2012). Textar í náttúruvísindum eru byggðir upp á annan máta, þeir eru kaflaskiptir þar sem hverju hugtaki er lýst með dæmum og myndum. Enginn greinilegur söguþráður er í gegnum textann og því oft erfitt fyrir nemendur að átta sig á samhengi og aðalatriðum (Hafþór Guðjónsson, 2011). Það gæti verið stór þáttur fyrir því að vísindalæsi hefur dalað á milli PISA kannanna (Almar M. Halldórsson, Ragnar F. Ólafsson og Júlíus K. Björnsson, 2013). Verkefni kennsluheftisins fela í sér það markmið að nemendur öðlist skilning á orkuhugtökum sem tengja má við lestur í námsbókum. Einnig að nemendur öðlist reynslu

til að tengja við þær upplýsingar sem gefnar eru um hvert hugtak og hafi þannig fleiri verkfæri til að öðlast skilning á hugtökunum.

Kennsluheftið gagnast öllum náttúrufræðikennurum. Einnig gagnast það kennurum sem hafa lítinn bakgrunn í kennslu um orku, og upplifa jafnvel að sínar eigin hugmyndir um orku séu ekki réttar. Umræðuefni og spurningar sem settar eru fram í öllum liðum verkefna aðstoða þannig kennarann að halda utan um markmið kennslustundar. eru þær settar fram til að aðstoða kennara að hafa kennsluna hnitmiðaða með áherslu á rétt málefni. Þannig er hægt að nálgast viðfangsefnið á jákvæðum og gamansömum nótum. Sum verkefnanna eru einmitt sett upp þannig að hlátur og skemmtun er í hávegum höfð. Þeir fræðatextar sem koma fram eru settir saman þannig að nemandinn eigi auðvelt með að tengja athuganirnar við fræðiorðin.

Uppsetning verkefna er þannig að verkleg kennsla hefst á undan lestri. Umræður og spurningar fara fram á meðan athugun stendur, sem kennari leiðir. Í lokin er athuginin dregin saman í formi umræðna þar sem vonast er til þess að allir taka þátt. Nemendur skrá niður upplýsingar og niðurstöður verkefna í vinnubók. Skýrslur eru ekki notaðar sem formlegt form í athugununum þar sem áherslan er á skilning nemenda gagnvart viðfangsefninu. Nemendur setja þess í stað saman vinnubók sem skilað er inn reglulega til kennara. Það gefur tækifæri á að fara yfir skilning nemenda og vinnulag þeirra. Námsmat sem hentar slíkri kennslu er leiðsagnarmat. Leiðsagnarmati er ætlað að auka stuðning við nemendur og er skipulagður hluti af námi nemenda (Eygló R. Sigurðardóttir, 2007). Slík kennsla gefur kennurum færi á að endurskoða kennsluhætti sína og veita nemendum þann stuðning sem þeir þarfnast. Matið fer fram á námstíma og er heildstætt. Vandkvæði geta þó reynst og má nefna að huga þarf að því að matið verður meira huglægt og óformlegt (Meyvant Þórólfsson, Ingvar Sigurgeirsson og Jóhanna Karlsdóttir, 2009). Með þessari aðferð getur kennari aðstoðað nemendur sína að auka merkingasköpun þeirra gagnvart viðfangsefninu (Hafþór Guðjónsson, 2011).

Verkefnin má nota ein og sér en heppilegast er að tengja þær fræðitextum. Stuðst var við námsbækurnar Orka (Hurd, Johnson, Matthias, McLaughlin, Snyder og Wright, 1998) og Eðlis- og Stjörnufræði I (Haukur Arason, Kjartan Örn Haraldsson og Sverrir Guðmundsson, 2013) sem er komin út að hluta til á vef Námsgagnastofnunar. Með því að tengja athuganirnar við fræðatexta í nemendahefti þessa lokaverkefnis er það von höfundar að vísindalæsi nemenda aukist.

### 3 Orka og forhugmyndir

Í allri kennslu náttúruvísinda er kennsla með þau markmið að auka skilning og getu nemenda til að útskýra hugtök og fyrirbrigði með nýjum orðum. Til að slíkt sé hægt þarf kennari að gera sér grein fyrir fyrri hugmyndum nemenda. Hugtakið orka getur reynst þeim erfitt að skilja og hafa verið gerðar athuganir á hugmyndum nemenda gagnvart orku. Ein sú algengasta er að nemendur telja orku einungis í lifandi hlutum eða hlutum sem hreyfast. Heilsa, hreyfing og matur eru lykilorð í huga þeirra hvað orku varðar. Nemendur hafa einnig tilhneigingu til að trúá því að hlutir sem hafa í sér orku geti einungis stuðlað að orkubreytingum og að orka og kraftur séu nátengd, eða sami hluturinn (Driver, Rushworth og Squires, 1994). Mikilvægt er að hjálpa þeim að átta sig á muninum til að forða frekari ruglingi.

Þegar hugað er að hugmyndum nemenda er ekki nóg að vera með verkefni sem taka á mismunandi orkuformum, en skauta yfir þann skilning sem nemendur telja sig hafa nú þegar. Ef skilningur nemenda er ekki skoðaður við upphaf kennslu, eru litlar líkur á því að kennari geti unnið markvisst að því að auka skilning þeirra. Erfiðara verður fyrir vikið að leiðrétta fyrri hugmyndir sem gjarnan vilja festast í huga þeirra. Því er það kennarans að athuga hvað nemendur telja sig vita áður en hafist er handa við að fara yfir námsefnið. Orka sem hugtak inniheldur fjölda annarra hugtaka sem tengjast að miklu leyti huglægum skilningi. Kennari þarf því að skoða fræðiorð viðfangsefnis út frá þremur sjónarhornum: efnisheiminum, hugmyndaheiminum og tákneheiminum. Það er efnisheimurinn sem er veruleikinn sjálfur. Hugmyndaheimurinn, sem samanstendur af þeim hugtökum og hugmyndum sem nemendur hafa um efnisheiminn. Að lokum er það tákneheimurinn, sem stendur fyrir þau tákni sem við notum til að gera grein fyrir hugmyndum. Til að stuðla að sem bestum skilningi hjá nemendum þarf að flétta þessa heima saman við orðræðu fræðatexta (Hafþór Guðjónsson, 1993). Við slíka vinnu kemur fas kennara sterkt inn, hvernig svarar hann nemendum sem þora að segja hug sinn. Eru svörin uppbyggileg, eru þau neikvæð, eru leiðréttingar þurrar og þuldar upp eftir bókinni án frekari útskýringa (Leach og Scott, 2002). Mikilvægt er að kennslan sé uppbyggileg og að nemendur fái tækifæri til að tjá skoðanir sínar og hugmyndir. Þá fyrst er hægt að vinna með hugmyndir nemenda og byggja upp hugtakaskilning (Hafþór Guðjónsson, 1993; Leach og Scott, 2002).

## 4 Sköpun

Þegar hugsað er um sköpun er oft það fyrsta sem kemur upp í huga fólks listræninir hlutir. Skapandi hugur er það sem hefur komið mannum áfram í gegnum tímann, og er hann nauðsynlegur á öllum sviðum starfs og náms. Því skiptir miklu máli að þjálfarar slíka huga í nemendum (Ingibjörg Jóhannsdóttir, Elísabet Indra Ragnarsdóttir og Torfi Hjartarson, 2012). Það er mikilvægt að virkja sköpun í öllu skólasterfi þar sem nemendur þurfa að læra að takast á við viðfangsefni með innsæi og ímyndun. Námssefni sem áður þótti þungt getur þannig orðið að áhugaverðum vettvangi uppgötvunar. Mikilvægt er þó að skilgreina sköpun sem hugtak áður en lagt er af stað í kennslu með það að leiðarljósi.

Sköpun er hugtak sem nefnt er í Aðalnámskrá grunnskóla (2011) og er flokkað sem einn af sex grunnþáttum menntunar. En hvað er sköpun? Hugtakið kemur inn á öll svið grunnskólans og er það kennarans að mynda skilgreiningu á því hvernig það fellur að námsefninu. Eitt er víst að sköpun er þýðingarmikið hugtak og allir einstaklingar, ungir sem aldnir, þurfa að geta skapað á einn eða annan máta. Sköpun er stór partur af því að geta staðst straum endalausra breytinga samfélagsins, styrkt sjálfan sig sem einstakling, öðlast lífsgleði og fullnægju (Ingibjörg Jóhannsdóttir o.fl., 2012). Það er því mikilvægt að vinna með sköpun í kennslu hvort sem um ræðir list- og verkgreinar, tungumál, sögu eða náttúrufræði svo eitthvað sé nefnt. Að geta veitt nemendum tækifæri til að skapa getur einungis styrkt þá og undirbúið fyrir framtíðina á hinum ýmsu sviðum. Sköpun, samkvæmt Ingibjörgu o.fl. (2012), er því að gera eitthvað eða búa til eitthvað sem er frumlegt. Að gera eitthvað sem tekur mið af hugmyndaflugi þínu og ígrundun ásamt tilraunum, könnun á fyrirbrigðum eða hlutum, teiknun, ljósmyndun, handverk eða hvað sem kemur fyrir og stuðlar að einhverju nýju. Að nemendur og aðrir einstaklingar eru að búa eitthvað til sem hefur þýðingu eða gildi fyrir einstaklinginn sjálfan ásamt nærumhverfi hans. Ásamt því að sköpun þýði að skapa eða búa til eitthvað er það einnig sköpun að virða fyrir sér verk eða hugmyndir með gagnrýnum augum (Ingibjörg Jóhannsdóttir o.fl., 2012).

Að þessu sögðu er ekki alltaf hægt að staðsetja nemandann í sæti uppfinningarmanns í kennslu eðlisvísinda. Því er ekki hægt að vera markvisst með ríkjandi nýsköpun í kennslu þó svo hún eigi vissulega erindi inn í ákveðna hluta eðlisvísinda. Mikilvægt er að hafa fjölbreytileika í kennsluaðferðum þar sem hver og ein þeirra er ólík með mismunandi markmið. Nemendur eru misjafnir og ekki hentar ein aðferð öllum (Ingvar Sigurgeirsson, 2011). Sköpun birtist einnig í verklegum athugunum. Svo lengi sem nemendur fá tækifæri

til að framkvæma þær sjálfir og ræða um tilgang hennar og niðurstöður sín á milli með stuðningi frá kennara.

#### 4.1 Sköpun og orka

Þegar sköpun er höfð að leiðarljósi við kennslu á orku þarf að huga að mörgu. Sköpun er hægt að nota með mismunandi kennsluaðferðum. Það er engin ein rétt leið í kennslu á orku en hún þarf að hafa fjölbreyttar nálganir sem taka mið af fyrri hugmyndum nemenda (Cheng, 2004). Innlögn á námsefninu er mikilvæg í byrjun til að kynna það hugtak sem verið er að fjalla um. Kennari þarf að velja og hafna hverju miðlað er til nemenda. Aðalatriðið er að nemendur læri það sem mikilvægt er, frekar en að komast yfir allt námsefnið. Nemendur þurfa tíma til að tileinka sé nýjan lærdóm.

Orka er viðamikil hugtak og það getur reynst erfitt fyrir nemendur að grípa allan þann fróðleik sem kemur fram í kennslu. Gagnlegra er að fara hægar og ítarlega í gegnum námsefni með fjölbreyttum verkefnum til að nemendur átti sig á þeim hugtökum sem kennd eru.

Þegar sköpun er aðalatriði í kennslustund sem ætlar nemendum að vera hönnuðir verkefna þarf að hafa sex atriði í huga. Frelsi til framkvæmda skiptir miklu máli, passa þarf að segja nemendum ekki of mikið til verka, nóg er að vera til staðar og aðstoða þá í að komast af stað en láta þeim eftir vinnuna. Gefa þarf nemendum tíma til að hugsa. Það getur gagnast að fara yfir verkefni í tímanum á undan og gefa þannig færi á hugmyndavinnu (Ed Sobey, 1996). Spurningar sem kveikjur er hugsanlega mikilvægasta hlutverk kennarans í verkefnavinnu sem tekur á hugmyndavinnu nemenda. Að gefa þeim tækifæri til að finna svarið í stað þess að mata þau á réttum svörum ýtir undir jákvætt viðmót á þeim forsendum að þau vita meira en þau halda. Í gegnum allt ferlið þarf einnig að huga að jákvæðri endurgjöf á því sem nemendur eru að gera. Afrakstur þeirra getur verið ófullkominn, en hann er hugmyndavinna þeirra, ekki má kæfa niður sköpunargleði þeirra í fyrstu tilraun. Allt sem nemendur hafa lagt til og unnið þarf að vera viðurkennt (Ed Sobey, 1996). Einnig þarf að hvetja nemendur til að klára verk sitt. Þó kennslustundinni sé lokið þarf að gefa þeim tækifæri á að ljúka vinnu sinni, annað hvort heima eða í næsta tíma. Það er mikilvægara að horfa á markmið kennslunnar heldur en tímamörk hennar. Að lokum þarf að huga að utanaðkomandi innblæstri. Geta nemendur sótt hann á öðrum stöðum en heima við eða í skólanum? Nærumhverfi skólans getur gagnast í þessum skilningi (Ed Sobey, 1996). Ef hugað er að þessum atriðum getur skapast jákvætt umhverfi til þess að læra með öðrum hætti en nemendur eru kannski vanir.

Hægt er að nálgast viðfangsefnið með mismunandi hætti en mikilvægt er að kennari stígi til hliðar og leiðbeini af hliðarlínunni svo nemendur hafi tækifæri til að vinna

sjálfstætt og mynda þannig sinn skilning á viðfangsefninu (Leach og Scott, 2002). Verkefni sem kveikja áhuga eru þannig gífurlega mikilvæg. Nálgun sem vekur upp löngun til að læra um viðfangsefnið getur því gert staðreyndir, sem nemendur eru ósammála um, auðveldari yfirferðar. Nota þarf fjölbreyttar aðferðir til að auka skilning nemenda í verklegu og bóklegu námi.

## 5 Læsi

Upphaflega var litið á læsi sem getuna til að mynda hljóð og orð út frá stöfum sem ritaðir voru kerfisbundið niður. Í dag er læsi skilgreint að geta skilið og meðtekið skilaboð frá hinum ýmsu formum miðlunar. Hvort sem er í textaformi, myndrænt, hljóðrænt eða listrænt (Stefán Jökulsson, 2012). Í skýrslu um niðurstöður PISA rannsóknar sem gerð var árið 2012 kemur fram að náttúrufræðilæsi íslenskra unglinga hefur hrakað verulega á seinustu 12 árum. Samkvæmt niðurstöðum erum við 20 stigum fyrir neðan OECD meðaltal í læsi á náttúrufræði. Okkur hefur hrakað um 13 stig seinustu 6 árin (Almar M. Halldórsson, Ragnar F. Ólafsson og Júlíus K. Björnsson, 2013). Niðurstöðurnar gefa slæma mynd af stöðu okkar til læsis í náttúruvísindum. Tekið er fram í greinasviðum Aðalnámskrá grunnskóla (2013) að nemendur eigi að hafa getu til að lesa náttúrufræðitexta sér til gagns og geta tengt hugtök náttúrugreina við daglegt líf. Við þurfum því að snúa vörn í sókn til að vinna gegn þeirri lækkun sem hefur orðið í náttúrufræðilæsi til að ná markmiðum Aðalnámskrá. Til að stuðla að skilningi nemenda sem gagnast þeim áfram í námi þarf nemandi að geta tengt upplýsingar úr námsbókum við reynslu sína. Þannig hefur hann verkfæri til að útbúa nýjan skilning (Stefán Jökulsson, 2012). Það er því vandasamt verk kennara að tengja þessa tvo þætti saman.

Textar náttúruvísindanna eru ólíkir því sem við erum vön. Þær bækur sem við lesum fyrstu árin innihalda stífganda eða beinan söguþráð sem leiðir okkur áfram. Þessu er þó ekki eins farið í náttúruvísindunum. Textarnir eru oft á tíðum þungir og erfiðir viðureignar fyrir nemendur þar sem þeir hafi ekki hlotið þjálfun í lestri slíkra texta á yngri árum (Wellington og Osborne, 2001). Hlaðborð fróðleiks og staðreynda blasir við nemendum með myndum og töflum í eftirrætt. Að þræða sig í gegnum textana getur verið eins erfitt og að velja hvaða rétt á að smakka fyrst. Þú þarft að flakka á milli aðalatriða og mynda sem skýra hugtök og staðreyndir ítarlega og getur það reynst erfitt fyrir nemendur að tileinka sér slíka lestrargetu ef þeir hafa ekki kynnst slíkum textum áður. Í grunninn eru textar eðlisvísindanna eins og nýtt tungumál, nemendur læra orð og hugtök um fyrirbrigði sem þeim er ekki tamt að nota í venjulegri orðræðu sinni. Samt tekst flestum nemendum að smokra sér áfram í yfirferð þeirra, svara spurningum og þylja upp atriði sem vert er að muna. En eru nemendur virkilega að skilja það sem er verið að læra? Eru þeir einungis að leita kerfisbundið að svörum í textum sem þau skilja ekki (Hafþór Guðjónsson, 2011; Wellington og Osborne, 2001)? Þegar læsi er haft að leiðarljósi þarf kennarinn að stíga til hliðar og setja kastljósið á nemendur. Þeirra túlkun og skilningur er það sem vinna á með



og ekki má slökkva á neista hugmynda og þors til að segja frá. Ekki er ein rétt leið í átt að skilningi, kennari þarf að hafa það hugfast að nemendur eru ólíkir og mikilvægt er að leyfa þeim að tjá skoðanir sínar (Stefán Jökulsson, 2012).

Textar eðlisvísinda hafa oft reynst nemendum þungir yfirferðar en á síðari tímum hefur verið unnið að því að uppfæra kennslubækur. Þær hafa verið einfaldaðar og textinn gerður skiljanlegri. Þrátt fyrir þessar breytingar er ekki hægt að breyta faglegri orðræðu í tengslum við hugtök. Það er því mikilvægt fyrir kennarann að vinna markvisst með hugtakanotkun og skilning í gegnum ýmis fjölbreytt verkefni. Grunnmarkmiðið að því að verða læs á náttúrufræðitexta ætti því að vera að nemendur nái valdi á orðræðu náttúruvísinda og geti miðlað með nýjum orðum þeim upplýsingum sem þar er að finna. (Hafþór Guðjónsson, 2011; Wellington og Osborne, 2001). Einnig þarf að hafa í huga að orðræða eðlisvísindanna er oft ekki það sem veldur ruglingi hjá nemendum. Dagleg orðræða í bland við framandi tungumál vísindanna geta ruglað nemendur þar sem merking þeirra er önnur en nemendur eru vanir (Wellington, og Osborne, 2001). Það skiptir því máli að kennari einangri hvaða orð það eru sem nemendur eru ekki að skilja nægilega vel, í stað þess að drekkja þeim í glósum á fræðilegum hugtökum og útskýringum. Verkefni sem stuðla að auknu læsi nemenda eiga að vera krefjandi en jafnframt fjölbreytt og í bland við verklegar athuganir.

## **5.1 Sköpun og læsi**

Fjölbreytileiki verkefna er mikilvægur liður í átt að hugtakaskilningi nemenda. Sá skilningur getur þó aldrei átt sér stað ef nemendur eru ekki læsir á náttúrufræðitexta. Flestir geta lesið sér til gamans, en erfiðara er að lesa sér til gagns. Sköpun og læsi eiga vel saman í kennslu eðlisvísinda. Nemendur vinna verkefni sem krefjast þess að þeir nái skilningi, með slíkri vinnu verður lestur fræðitexta auðveldari þar sem þeir ná að tengja skilning sinn við hugtök og útskýringar. Þannig ýtir sköpun undir læsi (Hafþór Guðjónsson, 2011). Einfaldar athuganir þar sem nemendur eru athugendur eru áhrifamestar. Þegar nemendur fá tækifæri til að velta fyrir sér hvað sé í raun að gerast og hvað þeir fundu fyrir sjálfir í athuguninni, hjálpar það þeim að tengja upplýsingar af blaði við hugarheim sinn (Hafþór Guðjónsson, 2011). Að því sögðu er kennarinn í lykilaðstöðu til að hjálpa nemendum að tengja saman fræði og reynslu með spurningum um verkefni og niðurstöður þeirra (Wellington og Osborne, 2001).

## 6 Mikilvægi verklegra athuganna

Það skiptir miklu máli að nemendur fái að vinna verklega vinnu jafnt á móti því sem þeir lesa um fræðin í textabókum. Einnig skiptir máli að kennarinn sé til staðar og leiði nemendur áfram með spurningum um verkefnið og tengi það við fræðin (Wellington og Osborne, 2001). En ef verklegur hluti krefst flókinna tækja og mikilla leiðbeininga er hætt á að markmið kennslunnar gleymist. Áherslan beinist þess í stað að tækjunum og skráningu gagna. Einnig er hættan sú að nemendur einblíni á það sem þau eiga von á að sjá í stað þess að sjá það sem athuguninni er ætlað að sýna (Bennett, 2003). Einfaldar æfingar þar sem kennari kemur inn reglulega í gegnum athugunina með opnar spurningar eru líklegri til að brúa bilið á milli þess að framkvæma athugun og öðlast þekkingu út frá henni.

Verklegar athuganir gagnast vel í að tengja saman efnisheiminn, táknheiminn og hugmyndaheiminn. Í vel heppnuðum verklegum tímum gefst tækifæri til að skoða efnisheiminn þar sem athugunin sjálf er framkvæmd. Táknheimurinn bætist við þar sem hugtök og staðreyndir tengjast athuguninni og að lokum er reynt á hugmyndaheim nemenda. Skilningur þeirra og rökstuðningur þarf að koma fram í úrvinnslu athugunar og gefst kennurum þannig tækifæri til að leiðrétta eða dýpka skilning nemenda sinna (Hafþór Guðjónsson, 1993). Góð kennsla sem byggir á verklegum athugunum inniheldur fjölbreytta kennsluhætti og mismunandi nálganir á viðfangsefnin með markvissum hætti (Ingvar Sigurgeirsson, 2011).

Samkvæmt Aðalnámskrá grunnskóla (2013) eiga nemendur við lok 10. bekkjar að geta beitt vísindalegum vinnubrögðum í tilraunum og athugunum á gagnrýnninn hátt. Mikilvægi verklegra athugana þarf því að taka mið af þeim hæfniviðmiðum sem ætlast er til að nemendur hafi öðlast við lok grunnskóla. Verklegar athuganir, umfram það að kenna vísindaleg vinnubrögð og gagnrýna hugsun, hafa fleiri kosti í för með sér. Lausnaleyti er einn þeirra liða sem nemendur læra og er viðamikil hæfni að hafa út í samfélagið (Bennett, 2003). Fjölbreytni er lykilorð verklegra athuganna þar sem nemendur uppgötva nýjar hliðar og nálganir á þau viðfangsefni sem lesin eru í námsbók.

## 7 Kennsluhefti

Kennsluheftið sem fylgir þessari greinagerð kallast Orkubox. Ástæða þessarar nafngiftar er sú að heftið hefur að geyma ýmis verkefni sem ekki endilega þarf að kenna í heild sinni eða í röð. Um er að ræða gagnabanka verkefna ásamt tveimur stuttum fræðatextum þar sem unnið er með hugtökin hreyfiorka, stöðuorka, þyngdarstöðuorka, varmaorka og fjaðurstöðuorka. Því er heftið í raun lítið box gersema til kennslu um orku þar sem gersemarnar eru hugtökin sjálf. Heftið hefur að geyma fræðatexta, stuttar athuganir og verkefni sem vinna með læsi. Verkefnin gagnast hverjum þeim sem kennir eðlisfræði á unglingsstigi og mögulega 7. bekk.

Allar myndir á verkefnablöðum sem ætluð eru nemendum eru teiknaðar upp af Anítu Berglindi Einarsdóttur nema í grafískri miðlun. Notast var við forritið Illustrator og setja þær léttan blæ á verkefnin. Myndirnar gefa til kynna hvað er verið að gera hverju sinni eða upplýsingar um hvaða áhöld á að nota. Þannig verður sýnileiki athuganna meiri áður en nemendur hefjast handa.

### 7.1 Innblástur og hugmyndavinna

Við gerð boxins voru námsbækur skoðaðar og farið yfir þær athuganir sem nefndar eru þar. Höfundur komst fljótt að því að lengi má gott bæta því ekki voru margar athuganir tengdar hverju viðfangsefni. Mikilvægt er að viðhalda fjölbreytileika í kennslu og því þarf kennari að geta valið hvað hentar hverjum nemendahóp. Eins og staðan er í námsefni eðlisvísindanna í dag er ekki af miklu að taka hvað varðar verklegar athuganir. Námsbækur á unglingsstigi fyrir orku eru tvær. Orka (Hurd, Johnson, Matthias, McLaughlin, Snyder og Wright, 1998) og nýútkomnir kaflar úr bókinni Eðlis- og Stjörnufræði I (Haukur Arason, Kjartan Örn Haraldsson og Sverrir Guðmundsson, 2013). Stuðst var við þessar námsbækur við gerð kennsluheftis. Tengingar í þær eru nefndar í kennaraupplýsingum. Ásamt þessum bókum var innblástur og hugmyndavinna að mestu fengin úr bók William C. Robertson (2002) *Energy: Stop Faking It! Finally Understanding Science So You Can Teach It*. Í námi við Menntavísindasvið Háskóla Íslands uppgötvaði höfundur nýja nálgun á viðfangsefni eðlisvísinda í bók Robertsons.

Hún og aðrar bækur eftir Robertson eru settar upp á áhugaverðan og einfaldan máta. Efniviður hvers kafla er hólfaður niður og efnið er brotið upp með athugunum sem gerðar eru áður en fræðin eru lesin (William C. Robertson, 2002).

Út frá bók Robertson var farið í að útbúa verkefni. Það er sýn höfundar að það vanti fjölbreytileika í verkefni tengd eðlisvísindunum. Stuttar athuganir sem hægt er að framkvæma án þess að krafan sé að fara yfir mikinn fræðitexta áður, er það sem kennsluheftið vinnur út frá. Ákveðið var að hafa sköpun sem rauðan þráð í gegnum athuganirnar. Unnið var út frá því að sköpun markaði vinnu nemenda, hugsanagang og merkingasköpunar. Sum verkefnin krefjast þess að nemendur útbúi eða byggji áhöldin sem þau nota svo til að framkvæma athugun. Dæmi um slíkt verkefni er athugun þar sem nemendur smíða risa-baunabyssu til að koma bréfsnepli ákveðna vegalengd. Verið er að einblína á fjaðurstöðuorku og hreyfiorku í þessu tilfalli. Önnur virkja sköpun nemenda þannig að þeir framkvæma athugun sem áhöldin sjálf. Dæmi um slíkt er verkefnið *Innilokaða súrefnisfrumeindin*. Nemendur leika súrefnisfrumeindir í afmörkuðu rými sem fá aukna hreyfiorku þegar utanaðkomandi varmi hefur áhrif. Það þarf ekki alltaf þó að vera með nýsköpun í kennslu. Öll hugmyndavinna og tenging nemenda við námsefnið er að mati höfundar eitt af mörgum formum sköpunar. Þegar uppi er staðið er það ásetningur höfundar að útbúa verkefni sem stuðla að jákvæðni og fjölbreytni í námi.

## 7.2 Tilgangur og markmið

Ætlunin er að veita fjölbreyttar nálganir í verklegum athugunum um viðfangsefnið orku. Náms efni sem getur virkað þurrt og þungt er lítið hvetjandi fyrir nemendur. Af reynslu höfundar í vettvangsnámi vilja nemendur aukinn fjölbreytileika og meira verklegt í öllum viðfangsefnum náttúruvísindanna. Þannig er reynt að koma fram áhugaverðum, skemmtilegum en jafnframt krefjandi athugunum sem taka á hugtakaskilningi byggðum á reynslu nemenda. Þau orkuform sem eru tekin fyrir í kennsluheftinu eru þau sem mikilvægt er að fjalla vel um til að byggja upp grunnskilning nemenda á orku. Verkefnin taka á hverju þeirra þar sem niðurstöðurnar gefa skýra mynd af því efni sem markar hverja athugun.

Markmið þessa heftis er að þjálfa nemendur í að hugsa út fyrir rammann. Unnið er með einfaldar verklegar athuganir áður en farið er að lesa fræðatexta í von um að hjálpa nemendum að tengja reynslu við fræði. Með hverri athugun fylgja umræðuspurningar og verkefni sem fá nemendur til að hugsa og velta fyrir sér mögulegum útskýringum á viðfangsefnum. Þannig verða verkefnin krefjandi gagnvart fyrri hugmyndum þeirra og vonandi auðveldar það þeim að öðlast nýjan skilning. Þannig kemur sköpun að námsefninu. Nemendur eru að uppgötva og þreifa sig áfram í leit að niðurstöðum sem þeir skilja. Einnig er vonast eftir því að orðaforðinn sem ritaður er í textum verði skiljanlegri fyrir nemendur og þeim reynist léttara að nálgast það efni sem lesa á.

### 7.3 Uppsetning verkefna

Verkefnin eru flest sett upp þannig að nemendur vinna saman í 3-5 manna hópum. Nokkrar gera þó ráð fyrir því að bekkurinn í heild vinni saman. Að geta rætt sín á milli og komist að niðurstöðu er mikilvægur partur þess að framkvæma verklegar athuganir. Gagnsemi slíkrar aðferðar er að nemendur geti hjálpast að við lærdóm sinn, aukið skilning og þjálfað sig í að útskýra efnivið athugunnar fyrir samnemendur sína (Ingvar Sigurgeirsson, 2011). Þannig ná nemendur að hvetja hvorn annan, en kennari þarf að hópa nemendur saman af samvisku og lesa í félagslegar og námslegar þarfir þeirra.

Orkuboxið inniheldur 15 verkefni. Þau eru sett upp þannig að nemandi ætti að geta útskýrt hugtök tengd athugun og ástæður þess sem er að gerast hverju sinni, á meðan henni stendur. Verklegar athuganir er eitthvað sem flestum nemendum þykir gaman af en huga þarf að jafnvægi á milli þess og vinnu með fræðilegar hugmyndir. Spurningar skipta miklu máli þegar vinna á athuganir og því er mikilvægt að kennarinn átti sig á hvað þarf að gera og hvers sé ætlast til af nemendum. Með það í huga að markmið verði að vera skýr voru verkefnin sett upp í þremur hlutum. Kennsluheftið er ætlað kennurum en með hverju kennsluleiðbeiningarblaði er nemendablað sem má fjölrita til notkunar í kennslustofu. Kennsluleiðbeiningarnar taka á markmiðum, tímasetningu og atriðum sem taka þarf sérstaklega fram í byrjun eða í umræðum.

Fyrsti hlutinn fjallar um hreyfiorku og stöðuorku. Sá hluti er viðamestur og inniheldur flestar athuganir ásamt umræðuverkefnum til að kanna hugmyndir nemenda og ritaðan texta. Textinn tekur á þeim athugunum sem koma á undan og útskýrir þær þannig að auðvelt sé að mynda tengsl á milli þeirra og textans. Með hverri athugun eru umræður og spurningar sem ætlaðar eru til að dýpka skilning nemenda á viðfangsefninu. Markmið þessa hluta heftisins er að kennari átti sig á hugmyndum nemenda gagnvart hugtakinu orku. Kynna orku sem hugtak og kveikja áhuga á námsefninu, ásamt því að nemendur:

- geti tjáð hugmyndir sínar um orku
- geti beitt orkuhugtökum til að útskýra fjölbreytt eðlisfræðileg fyrirbæri
- átti sig á orkuumbreytingum þegar núningur hefur áhrif á hreyfingu
- geti beitt hugtökum tengd mismunandi orkuformum til að útskýra orkuumbreytingar
- geti útskýrt fyrir öðrum merkingu orkuhugtaka í lesnum texta

Hluti tvö tekur á fjaðurstöðuorku. Þessi hluti er minnstur í smíðum en er hannaður þannig að hægt sé að kanna heildarskilning nemenda á orku. Markmið þessa hluta er að nemendur:

- átti sig á tengslum fjaðurstöðuorku við önnur orkuform
- viti að fjaðurstöðuorka er eitt form stöðuorku
- átti sig á sambandi mismunandi orkuforma

Þriðji hlutinn fjallar um varmaorku. Athuganir í þessum hluta miða að sýnileika og að setja hugtök í tengsl við raunveruleikann. Hér eru nemendurnir í aðalhlutverki þar sem allir þurfa að upplifa og taka þátt til að mynda skilning á því sem kemur á eftir í fræðatexta. Markmið þessa hluta er að nemendur:

- átti sig á því að með aukinni varmaorku fá frumeindir aukna hreyfiorku
- átti sig á því að það er munur á milli hugtakanna varma og hita
- átti sig á að maðurinn sjálfur er ekki gott mælitæki á hitastig
- geti lesið af kvikasilfursmæli
- átti sig betur á hreyfingum sameinda og geti útskýrt hvað sé að gerast með hugtökum orkunnar að leiðarljósi
- öðlist innsýn í varma og varmaorku

Í öllum hlutum eru verkefni sérhönnuð með sköpun og nýsmíði í huga. Þar vinna nemendur saman í hópum að settu marki. Þeir þurfa að hanna, smíða, prufukeyra og fá afurð sína til að standast þær þrautir sem lagt er upp með í byrjun. Nemendur notast við efnivið sem finnst á flestum heimilum og venjulega væri ekki í huga þeirra að nýta í verkefnavinnu. Þeir þurfa að rökstyðja tengsl sköpunar sinnar við þau hugtök sem við á hverju sinni. Það gefur kennara tækifæri á að kanna skilning þeirra og getu til að nota ný orð í stað orðræðu sem finnst í fræðslutextum.

#### **7.4 Notkun kennsluheftis**

Ekki náðist að reyna athuganirnar í heild sinni með nemendum meðan á lokaverkefnisskrifum stóð. Þó var athugað hvernig nemendur myndu bregðast við umræðu þar sem kúla er notuð til að leggja áherslu á hugtök. Einnig voru nemendur látnir negla nagla í spýtu, og um leið og verkleg vinna hófst fóru nemendur að tengja lestexta við hugtökin og skilningur þeirra jókst. Það er því skoðun höfundar að kennsluverkefni líkt og hannað hefur verið fyrir þetta lokaverkefni eigi vel heima í kennslu um orku.

## 8 Lokaorð

Þegar öllu er á botninn hvolft er það hvað nemendur hafa meðtekið af efninu það mikilvægasta í kennslu um orku. Fjölbreytt verkefni sem ýta undir sköpun nemenda í náttúrufræðum setja jákvæðan brag á kennslustundirnar. Það er hagur kennara og nemenda að áhugi sé gagnvart námsefninu, og mikilvægt að viðhalda jákvæðu andrúmslofti í kennslu með fjölbreyttum kennsluháttum. Sköpun á svo sannarlega heima í stofu náttúrufræðanna. Með henni er ekki annað hægt en að bjóða upp á fjölbreytt verkefni og nýjar nálganir á viðfangsefni sem oft eru torskyld og þung. Að því sögðu þarf að flétta sköpun við aðra kennsluaðferðir. Það er ekki magn námsefnis sem farið er yfir, heldur skiptir máli að hafa margar og mismunandi aðferðir til að hjálpa nemendum að skilja það sem þarft er að hugsa um. Fjölbreytileikinn er því mikilvægur þar sem nemendur eru jafn mismunandi og þeir eru margir. Kennsluheftinu er ætlað til hugarfarsbreytingar kennara til nálgunar á viðfangsefnum og þjálfar nemendur í að hugsa út fyrir rammann. Jafnvægi þarf að ríkja á milli fræðitexta og verklegra athugana og nemandinn sjálfur þarf tækifæri til að láta ljós sitt skína, bæði í umræðum og verklegri vinnu.

Sköpun sem grunnþáttur menntunar er ekki einungis tengd listrænum hlutum. Það að skapa sinn skilning út frá verklegum þáttum er einnig sköpun. Sköpun í kennslu er góð viðbót við þær kennsluaðferðir sem notaðir eru í dag. En séu þær einungis notaðir án annarra aðferða er hættu á að kennsla verði einhæf. Fjölbreyttar kennsluaðferðir geta ýtt undir jákvætt námsumhverfi. Það verða því meiri líkur en minni, að mati höfundar, að ná til meirihluta nemenda og aðstoða þá við að ná skilningi á námsefninu.

## Heimildaskrá

- Almar M. Halldórsson, Ragnar F. Ólafsson og Júlíus K. Björnsson. (2013). *Helstu niðurstöður PISA 2012. Læsi nemenda á stærðfræði og náttúrufræði og lesskilningi*. Reykjavík: OECD. Sótt af [http://www.namsmat.is/vefur/rannsoknir/pisa/pisa\\_skyrslur/PISA\\_2012.pdf](http://www.namsmat.is/vefur/rannsoknir/pisa/pisa_skyrslur/PISA_2012.pdf)
- Bennett, J. (2003). *Teaching and Learning Science*. New York: Continuum.
- Cheng, V. MY. (2004). Developing Physics learning for fostering student creativity in Hong Kong context. *Asia-Pasific Forum on Science Learning and Teaching*, 5(2). Sótt af [http://www.ied.edu.hk/apfslt/v5\\_issue2/chengmy/chengmy2.htm#b](http://www.ied.edu.hk/apfslt/v5_issue2/chengmy/chengmy2.htm#b)
- Driver, R., Rushworth, P. og Squires, A. (1994). *Making sense of secondary science: Research into Children's Ideas*. London: Leeds City Council Department of Education og University of Leeds.
- Ed Sobey. (1996). *Inventing Stuff*. Bandaríkin: Pearson Education.
- Eygló R. Sigurðardóttir. (2007). *Fjölbreytt námsmat*. Sótt af <http://www.eyglo.com/PEEL/peelfjolbrnamsmat.htm>
- Hafþór Guðjónsson. (2011). Að verða læs á náttúrufræðitexta. *Netla – vef tímarit um uppeldi og menntun*. Sótt af <http://netla.hi.is/greinar/2011/ryn/004.pdf>
- Hafþór Guðjónsson. (1993). *Hugtakanám og hugtakakennsla í efnafræði*. Sótt af [http://mennta.hi.is/vefir/grunnsk/nattvis\\_og\\_umhv/hugtakanam\\_og\\_hugtakakennsla.PDF](http://mennta.hi.is/vefir/grunnsk/nattvis_og_umhv/hugtakanam_og_hugtakakennsla.PDF)
- Hafþór Guðjónsson. (1991). Raungreinar – til hvers? *Ný menntamál*, 2(9),14-22.
- Haukur Arason, Kjartan Örn Haraldsson og Sverrir Guðmundsson. (2013). *Eðlis- og Stjörnufræði I*. Reykjavík: Námsgagnastofnun. Sótt af [http://vefir.nams.is/flettibaekur/namsefni/edlis\\_stjorn/](http://vefir.nams.is/flettibaekur/namsefni/edlis_stjorn/)
- Hurd, D., Johnson, S. M., Matthias, G. F., McLaughlin, C. W., Snyder, B. E. og Wright, J. D. (1998). *Orka. Kennarahandbók* (Hálfán Ómar Hálfánarson þýddi og staðfærði). Reykjavík: Námsgagnastofnun.
- Ingibjörg Jóhannsdóttir, Elísabet Indra Ragnarsdóttir og Torfi Hjartarson. (2012). *Ritröð um grunnþætti menntunar: Sköpun*. Mennta- og Menningarmálaráðuneytið:



Námshagnastofnun. Sótt af <http://nams.is/lisalib/getfile.aspx?itemid=304ef5d2-d87b-4e0a-88c2-0408e4ec1a4d>

Ingvar Sigurgeirsson. (2011). *Litróf kennsluáðferðanna (8. prentun)*. Reykjavík: IÐNÚ.

Leach, J. og Scott, P. (2002). Designing and evaluating science teaching sequences: An approach drawing upon the concept of learning demand and a social constructivist perspective on learning. *Studies in Science Education* 38(1), 115-142.

Aðalnámskrá grunnskóla. (2013). Reykjavík: Mennta- og menningarmálaráðuneyti.

Aðalnámskrá grunnskóla. (2011). Reykjavík: Mennta- og menningarmálaráðuneyti.

Meyvant Þórólfsson, Ingvar Sigurgeirsson og Jóhanna Karlsdóttir. (2009). Tilgangur námsmats. Rannsókn á stefnumörkun grunnskóla. *Ráðstefnurit Netlu: Rannsóknir – Nýbreytni – Þróun*. Menntavísindasvið Háskóla Íslands. Sótt af <http://skemman.is/stream/get/1946/10874/26881/1/tilgangur.pdf>

Robertson, W. C. (2002). *Energy: Stop Faking It! Finally Understanding Science So You Can Teach IT*. Arlington VA: NSTA Press.

Stefán Jökulsson. (2012). *Ritröð um grunnþætti menntunar: Læsi*. Mennta- og Menningarmálaráðuneytið: Námsgagnastofnun. Sótt af <http://nams.is/lisalib/getfile.aspx?itemid=5ef5d2b4-2771-4ecf-bae4-584b4186294a>

Wellington, J. og Osborne, J. (2001). *Language and Literacy in Science Education*. Buckingham; Philadelphia: Open University.