

Vendikennsla bætir árangur nemenda á lokaprófi í fyrsta árs verkfræðinámskeiði

Guðmundur V. Oddsson^a, Rúnar Unnpórsson^a.

^aIðnaðarverkfræði-, vélaverkfræði- og tölvunarfræðideild, Háskóla Íslands,
Hjarðarhaga 2-6, 107 Reykjavík.

Fyrirspurnir:

Guðmundur V. Oddsson

gvo@hi.is

Greinin barst 6. ágúst 2019

Samþykkt til birtingar 20. desember 2019

Ágrip

Markmið þessarar rannsóknar var að meta hvað þarf til að bæta skilning nemenda á námsefni sem kennt er í fyrsta árs verkfræðinámskeiði. Tvær vendikennsluaðferðir voru bornar saman við hefðbundna kennslu – byggða á fyrirlestrum. Samanburðurinn var byggður á árangri nemenda í skriflegu lokaprófi og ánægju nemenda með námskeiðið út frá árlegu kennslumati námskeiðsins. Vendikennslan fór fram árin 2015 og 2016 og voru niðurstöðurnar bornar saman við viðmið fyrir 10 ára hefðbundna kennslu sem sett voru í annarri rannsókn. Fyrirkomulag vendikennslunnar var þannig að fyrirlestrar voru teknir upp með skjáupptökuhugbúnaði sem tók upp bæði rödd kennara og aðgerðir hans á skjánum. Með tilkomu upptakanna gátu nemendur horft á fyrirlestra eftir hentugleika. Fyrirlestrarnir voru haldnir af sama kennara, námsefnið var það sama og einnig kennslubókin. Vendikennslan árið 2015 fór fram þannig að fyrirlestratímar voru nýttir í að svara spurningum nemenda úr fyrirlestrum vikunnar. Árið 2016 var fyrirkomulaginu breytt þannig að fyrirlestratímarnir voru nýttir til að fara yfir valin hugtök og aðferðir auk þess að æfa nemendur í að beita námsefninu. Niðurstöður sýna að það er jákvæð fylgni milli vendikennslu og meðalárangurs á lokaprófi og sterk vísbending um að nemendum sem æfa sig í að beita námsefninu í fyrirlestratíma gangi betur á lokaprófi.

Lykilorð: einkunnir; nemendamat; vendikennsla; spegluð kennsla

Abstract

The aim of this study was to evaluate what is needed to improve students' understanding of the material taught in a first-year engineering course. Two flipped classroom methods were compared to traditional teaching method – based on lectures. The comparison was based on the students' achievements in the written final exam and student satisfaction with the course based on the annual teaching evaluation. The flipped classroom took place in 2015 and 2016, and the results were compared with a baseline for 10-year traditional teaching set in another study. The course teaching arrangement was such that lectures were recorded using screen capture software that recorded both the voice of the teacher and his actions on the screen. The recordings enabled the students to watch the lectures at a time convenient to them. The lectures were given by the same teacher, the study material was the same and also the textbook. The flipped classroom in

2015 was arranged so that normal lecture hours were used to answer students' questions from the week's recorded lectures. In 2016, the arrangement was changed so that lecture hours were used to review selected concepts and methods as well as train students to apply the study material. The results show that there is a positive correlation between flipped classroom and the average performance of a final exam, and a strong indication that students who practice the course material during lecture hours will have improved exam grades.

Keywords: grades, student ratings, flipped classroom, reversed teaching

Inngangur

Rannsóknin sem kynnt er í þessari grein er framhald rannsóknar höfunda þar sem samhengi milli verkefnaálags og prófseinkunna í fyrsta árs verkfræðinámskeiði var kannað (Unnthorsson & Oddsson, 2015). Sú rannsókn náði yfir 10 ára sögu kennslu námskeiðs í verkfræði, frá 2004 til 2014, og samanlagt úrtak var 827 nemendur. Niðurstöðurnar sýndu að það var ekki marktækt samhengi milli breytanna þriggja: Verkefnaálags, ánægju nemenda og prófseinkunnar. Út frá niðurstöðunum ákváðu höfundar að rannsaka frekar hvernig breyta megi högun kennslu þannig að árangur nemenda á lokaprófi yrði betri.

Yfir 12 ára reynsla kennara af því að kenna þetta námskeið er að þó nemendur telji sig skilja námsefni vikunnar í fyrirlestratímum þá gera þeir það ekki í tölvuverstímum daginn eftir. Þetta verður til þess að aðstoðarkennarar verða að nýta mikilvægan tíma sinn í að fara aftur yfir námsefnið sem kennarinn fór yfir daginn áður. Höfundar hafa ekki einfalt svar við þessu en mögulega er þetta blanda af eftirfarandi: Nemendur mæta ekki undirbúnir í fyrirlestra, nemendur fylgjast ekki með í fyrirlestrum og spyrja því ekki spurninga, nemendur eru vanir því að vera óvirkir í tímum og sjá ekki gildi þess að geta spurt kennara spurninga og einnig að efnið kann hljóma einfalt þegar kennari útskýrir það en þegar nemendur byrja að beita aðferðunum þá vakna spurningar.

Höfundar ákváðu að breyta kennsluáðferðum til að takast á við þetta vandamál og höfðu að leiðarljósi að auðvelda nemendum að læra námsefnið, að nemendur myndu hafa gaman af námskeiðinu og að þeim myndi ganga betur á lokaprófi. Ákveðið var að skipta yfir í vendikennslu (e. Flipped teaching) og taka upp fyrirlestra með skjáupptökuhugbúnaði. Meginástæðan fyrir þeirri ákvörðun var að gera nemendum kleift að stjórna því hvenær og hvernig þeir horfa á fyrirlestrana. Að auki þá geta nemendur spilað aftur hluta fyrirlesturs ef þeir þurfa þess og gert hlé og haldið áfram síðar. Með þessari nýbreytni var nemendum gert mögulegt að nýta fyrirlestrana þegar þeir unnu að heimaverkefnum og einnig í tölvuverstímum – þ.a. aðstoðarkennarar gátu bent nemendum á fyrirlestraupptök og náð þá betur að sinna nemendum sem höfðu spurningar sem ekki var svarað í fyrirlestraupptökunum. Að auki þá var með þessu fyrirkomulagi komið á móts við nemendur sem ekki hefðu getað – vegna mismunandi ástæðna – mætt í hefðbundnu fyrirlestratímum.

Tvær útfærslur af vendikennslu voru prófaðar á tveimur árum. Vendikennslan fyrra árið fór fram þannig að fyrirlestratímur voru nýttir í að svara spurningum nemenda úr fyrirlestrum vikunnar. Árið eftir var fyrirkomulaginu breytt þannig að fyrirlestratímarnir voru nýttir til að fara yfir valin hugtök og aðferðir auk þess að æfa nemendur í að beita námsefninu.

Rannsóknaspurning

Markmið rannsóknarinnar var að ákvarða hvort nemendum gangi betur á lokaprófi ef stuðst er við vendikennsluaðferðir en þegar stuðst er við hefðbundna fyrirlestra; þ.e., að ákvarða hvort það sé samhengi milli kennsluaðferðar og einkunnar á lokaprófi. Markmiðið var einnig að kanna áhrif verkefna í lok fyrirlestrátíma á einkunnir á lokaprófi. Við prófuðum eftirfarandi tvær tilgátur:

H1: Það er samhengi á milli kennsluaðferðar og meðaleinkunnar á lokaprófi.

H2: Í vendikennslu þá er samhengi milli verkefna í fyrirlestrátímum og meðaleinkunnar á lokaprófi.

Aðferðafræði

Þessi rannsókn var framkvæmd annars vegar með greiningu á ritrýndum greinum til að finna fyrri rannsóknir á þessu sviði og hins vegar með greiningu á gögnum sem safnað var á þeim 12 árum sem fyrsta árs námskeiðið „Tölvuteikning og framsetning“ var kennt í véla- og iðnaðarverkfræði við Háskóla Íslands.

Staða þekkingar

Stuðst var við Web of Science gagnagrunninn, sem hefur sérstaka stöðu í vísindasamfélaginu og er viðhaldið af Clarivate Analytics, þegar leitað var að fyrri rannsóknum á tengslum vendikennslu og árangurs nemenda. Leitað var að greinum með tveimur leitarskilyrðum. Skilyrðin sem notuð voru við fyrri leitina voru:

```
TS = (Student* NEAR (perc* OR asses* OR measur* OR eval*) AND ((revers* OR flip* OR invert*) NEAR/2 (classroom* OR teach*) )) AND SU=("EDUCATION SCIENTIFIC DISCIPLINES" OR "EDUCATION EDUCATIONAL RESEARCH").
```

Leitin skilaði 83 niðurstöðum (6. júní 2016). Leitarskilyrðin sem notuð voru fyrir seinni leitina voru:

```
TS = (((revers* OR flip* OR invert*) NEAR/2 (classroom* OR teach*)) AND engineering* ) AND SU=("EDUCATION SCIENTIFIC DISCIPLINES" OR "EDUCATION EDUCATIONAL RESEARCH")
```

Leitin skilaði 16 niðurstöðum (6. júní 2016). Samanlagt fengust því 91 leitarniðstöður. Útdrættir þessara greina voru lesnir með það að markmiði að finna greinar sem tengdust efni þessarar rannsóknar. Eftir lesturinn fækkaði greinunum niður í 53 og stuðst var við þær við skrif þessarar greinar.

Gagnasöfnun

Til að sannreyna tilgáturnar þá voru notuð þrjú sett af gögnum. Gögnin komu frá 12 ára sögu fyrsta árs verkfræðinámskeiðs í tækniteikningu. Á árunum 2004-2016, þá var fjöldi nemenda í lokaprófi á bilinu 70 og 90, samtals 945 nemendur öll árin. Flöktið í fjölda nemenda sem þreyttu lokaprófið á hverju ári má rekja til margra þátta; t.d. fjölda nemenda sem hefja nám í verkfræði á hverju ári og fjölda nemenda sem hætta námi á fyrsta ári. Það má benda hér á að þar sem

engin skólagjöld eru innheimt í Háskóla Íslands – einungis skráningargjöld – þá er mögulegt að skuldbinding nemenda sé ekki eins mikil og ef þeir greiddu skólagjöld.

Öll 12 árin sá sami fyrirlesari um fyrirlestrana, skipulagi námskeiðsins var haldið óbreyttu, markmiðum námskeiðsins haldið óbreyttum og kennslubókin (á ensku) var einnig sú sama. Skipt var þrisvar um aðstoðarkennara á tímabilinu og komu þeir úr röðum fyrrverandi nemenda. Hluti af mati nemenda var 3 klukkutíma lokapróf þar sem nemendur voru prófaðir í teikniaðferðum. Á hverju ári höfðu nemendur aðgang að lokaprófum síðustu ára og vikuverkefni hvers árs byggðu á lokaprófum síðasta árs.

Námskeiðið sitja nemendur í iðnaðar- og vélaverkfræði á öðru misseri (1. ár) í BS námi. Námskeiðið er 6 ECTS (150-180 klst.) og er haldið hvert vor og kennt á íslensku. Námskeiðið kynnir grunnhugtök og aðferðir við gerð verkfræðilegra teikninga og framsetningu á tæknilegum upplýsingum. Í hverri viku voru haldnir tveir fyrirlestrar (80 mín.) og tveir tölvuverstímar (80 mín.). Í 10 vikur unnu nemendur vikuleg heimaverkefni sem skilað var útþrentuðum. Nemendur gátu valið um að vinna verkefnið sem einstaklingsverkefni eða hópverkefni í litlum hópum (2 til 3 nemendur). Verkefni voru metin til einkunnar af aðstoðakennurum og skilað aftur í tölvuverstíma þegar unnið var að næstu verkefnaskilum. Vikuverkefnið og lokaprófið voru á íslensku.

Árið 2015 var skipt yfir í vendikennslu. Hefðbundnu fyrirlestrunum var skipt út fyrir tveggja tíma upptökur sem gerðar voru aðgengilegar á vefsíðu námskeiðsins. Upptökurnar samanstóðu af rödd kennara og aðgerðum hans á skjánum. Kennarinn útskýrði fyrir nemendum með því að teikna á skjáinn – bæði útskýringamyndir og dæmi um hvernig beita á aðferðunum (stuðst var við Wacom skrifskjá). Tíminn sem hefði annars farið í hefðbundna fyrirlestra var nýttur til þess að svara spurningum nemenda sem höfðu horft á upptökurnar og höfðu spurningar sem ekki var svarað í fyrirlestraupptökunum. Einungis 3-4 nemendur nýttu sér fyrirlestratímuna í hverri viku.

Breytingar voru gerðar á fyrirkomulagi vendikennslunnar vorið 2016. Tíminn sem hefði annars farið í hefðbundna fyrirlestra var nýttur til þess að útskýra valin hugtök og aðferðir sem voru tekin fyrir í upptökum fyrir hverja viku. Efni fyrirlestranna var valið af nemendum sem mættu eða af kennara ef nemendur höfðu engar óskir. Óskir nemenda fengu hærra forgang. Í lok annars hvers fyrirlesturs lagði kennari fyrir verkefni úr efni vikunnar sem nemendur leystu með því að teikna á blöð. Í lok tímans skiluðu nemendur inn lausnum sínum og fengu þeir full skil fyrir að hafa reynt við verkefnið – úrlausnir þeirra voru ekki metnar. Nemendur voru hvattir til þátttöku í tímaverkefnunum með því að láta þau gilda 5% af lokaekinn fyrir námskeiðið.

Gagnasett 1 inniheldur lokaekinnir allra 12 áranna. Gagnasett tvö inniheldur upplýsingar um verkefnið sem nemendur skiluðu inn í lok fyrirlestratímanna. Gagnasett þrjú inniheldur niðurstöður árlegru kennslukannana sem nemendur taka þátt í.

Greining gagna

Tölfræðileg próf eru notuð í greininni til þess að athuga tvær tegundir tilgáta. Annars vegar hvort tvö meðalgildi séu tölfræðilega frábrugðin og hins vegar hvort hallatala bestu línu í gegnum ákveðin gildi sé tölfræðilega frábrugðin núlli (línun sé lárétt). Þegar meðaltöl eru borin

saman er Tukey's HSD (honestly significant difference) prófið notað. Tukey HSD prófið prófar tvíhliða tilgátupróf (e. two-tailed):

$$H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \dots = \mu_m, \quad (1)$$

Þar sem m er fjöldi meðaltala sem eru borin saman. Prófið gerir ráð fyrir því að gildin í hverjum hópi fylgi normal dreifingu og hafi hafi sömu dreifni.

Tukey HSD prófið er t-próf með aðlöguðum p -gildum. Aðlögunin er vegna type I villa sem eru líklegri í pöruðum prófum. Í þessari grein er 95% öryggisbil notað sem þýðir að núll tilgátunni er hafnað ef aðlöguðu p -gildin eru undir 0,05.

Þegar prófað er hvort hallatala bestu línu, gefin með $Y = \beta_0 + \beta_1 X$, sé tölfraðilega frábrugðin núlli þá er núll tilgátan:

$$H_0: \beta_1 = 0, \quad (2)$$

þar sem β_1 er hallatala línunnar og β_0 er skurðpunktur línunnar við Y ás. Meta þarf hallatölu línunnar, metillinn kallast $\hat{\beta}_1$. Prófunarstiki fyrir metnu hallatöluna fylgir t-dreifingu ef núll tilgátan gildir og hefur $n - 2$ frelsisgráður þar sem n er fjöldi gilda sem notuð eru til að meta hallatöluna.

Þegar prófunarstiki hefur verið reiknaður þá er hann borinn saman við gildi úr Student t-dreifingunni sem er háð öryggisbilinu sem valið er og gefið er upp skv. APA sniði; t.d. $t(\nu) = X$, þar sem ν er fjöldi frelsisgráða og X er gildi úr Student t dreifingunni. Í greininni er 95% öryggisbil notað; þ.a., núlltilgátunni er hafnað ef p er minna en 0,05 og/eða $|t(\nu)| > 2$. Til einföldunar þá er $t(\nu)$ borið saman við töluna 2. Talan ætti að liggja á bilinu 2-3 þegar frelsisgráðurnar eru fleiri. Í þessari grein er notuð talan 2 sem þýðir kröfurnar eru örlítið strangari.

Breytur og mælingar

Breyturnar sem notaðar eru í þessari rannsókn eru einkunnir á lokaprófi, einkunnir þeirra sem ná ekki lágmarkseinkunn og niðurstöður árlegs námskeiðsmats sem nemendur tóku þátt í. Lokaprófið var þriggja tíma skriflegt próf sem gildir 40% af lokaekinnun og nemendur verða að ná prófinu til að standast námskeiðið. Uppbygging lokaprófsins var eins í 16 ár þar sem lykilhugtök og aðferðir voru prófaðar með sjálfstæðum viðfangsefnum sem hvert var um 20% af prófinu. Heimaverkefni annarinnar voru samansett af eldri prófdæmum og lágmarkseinkunn til að ná námskeiðinu var 5.0. Samanburðurinn sem framkvæmdur er í þessari rannsókn styðst einungis við einkunn á lokaprófi og er reiknað meðaltal fyrir hvert ár. Í gegnum árin var aldrei átt við prófeinkunnir; þ.e., þær voru aldrei skalaðar né hliðrað til að uppfylla ákv. „dreifnihugleiðingar“. Færni og þekking nemenda á teiknihugbúnaðinum sem notaður var í námskeiðinu var ekki metin á lokaprófinu. Vikuleg heimaverkefni og lokaverkefni námskeiðsins voru notuð til að meta þá færni og þekkingu.

Ánægja nemenda var metinn út frá árlegu mati nemenda á námskeiðinu. Spurningarnar í námskeiðsmatinu breyttust á tímabilinu þannig að til að fá sambærilegar mælingar fyrir öll 12 árin voru fjórir þættir úr matinu notaðir og vigtaðir saman. Þeir fjórir þættir sem voru til staðar

Í námskeiðsmati allra ára voru: kennsla, skipulag námskeiðs, gagnsemi námskeiðs og fræðileg hvatning. Þættirnir eru gerðir úr nokkrum spurningum sem hver var metin á Likert kvarða (frá 1 til 5). Gögnin sem rannsóknin byggir á eru meðaltöl hverrar spurningar fyrir hvert ár.

Forsendur

Niðurstöður þessarar rannsóknar byggja á nokkrum forsendum. Gert er ráð fyrir að lokapróf mæli kunnáttu nemenda á viðeigandi hátt og gert ráð fyrir að niðurstöður kennslukannanna sé hægt að nota sem stika á gæði námskeiða. Í Háskólanum er það valkvætt að svara kennslukönnunum. Þannig aðferðafræði við söfnun gagna getur vart talist viðunandi þegar spurningar eru lagðar fyrir hóp sem á að standa fyrir heildina. Hins vegar sýndu Felder og Brent (2008) að þrátt fyrir gallana sé vel hægt að nota kennslukannanir sem mat á gæði námskeiða. Þessu til viðbótar er gert ráð fyrir að þeir fjórir þættir úr námskeiðsmatinu sem vigtaðir voru saman gefi rétta mynd af ánægju nemenda.

Staða þekkingar

Leitarniðurstöður í Web of Science gáfu 53 ritrýndar greinar sem taka á vendikennslu. Greinarnar voru frá mismunandi sviðum og fjölluðu um mismunandi efni. Greinarnar komu frá heilbrigðisþjónustu (H - 26), verkfræði (Verk - 9), vísindum (Vís - 11), menntun (M - 2), viðskiptum (Við - 3), félagsvísindum (F - 1) og óþekkt (1). Flestar greinanna fjölluðu um ánægju nemenda (e. satisfaction) eða frammistöðu þeirra (Tafla 1).

Tafla 1 Greinar um vendikennslu sem rýndar voru í verkefnum.

Grein	Viðfangsefni + = jákvæð áhrif - = neikvæð áhrif 0 = engin áhrif	Niðurstöður			Svið
		Innihald	Ánægja	Fallhlutfall	
(Mason, Shuman, & Cook, 2013)	Markvirkni	+	+		Verk
(Porcaro, Jackson, McLaughlin, & O'Malley, 2016)	Hönnun námskrár		+	+	H
(Weaver & Sturtevant, 2015)	Árangur nemenda			+	Vís
(Kiviniemi, 2014)	Árangur nemenda			+	H
(Chiang & Wang, 2015)	Einstaklingsaðlögn að nemendum		+		Verk
(Hotle & Garrow, 2016)	Árangur nemenda			0	Verk
(Gilboy, Heinerichs, & Pazzaglia, 2015)	Val nemenda		+		H
(Betihavas, Bridgman, Kornhaber, & Cross, 2016)	Kerfisbundin skoðun		+	0/+	H
(Er, Kopcha, Orey, & Dustman, 2015)	Netaðstoð				Vís
(Wilson, 2013)	Viðhorf		+		Vís
(Tanner & Scott, 2015)	Viðhorf		+		Verk
(Wakabayashi, 2015)	Námsaðferðir			+	H
(Fautch, 2015)	Nám		+	+	Vís
(Peterson, 2016)	Árangur nemenda			+	Vís
(Tune, Sturek, & Basile, 2013)	Markvirkni			+	H
(Schlairet, Green, & Benton, 2014)	Þróun námskeiðs				H
(McLaughlin et al., 2014)	Þróun námskeiðs				H
(McLean, Attardi, Faden, & Goldszmidt, 2016)	Námsaðferðir		+		Vís
(Yelamarthi & Drake, 2015)	Áhugi nemenda	+	+	+	Verk
(Munson & Pierce, 2015)	Árangur nemenda			+	H
(Moraros, Islam, Yu, Banow, & Schindelka, 2015)	Markvirkni		+	0	H
(Swart & Wuensch, 2016)	Þróun námskeiðs		+	+	Við
(Missildine, Fountain, Summers, & Gosselin, 2013)	Markvirkni		-	+	H
(Simpson & Richards, 2015)	Áhugi nemenda		+		H
(Della Ratta, 2015)	Námsaðferðir		0	+	H
(Hoole, Sivasuthan, Karthik, & Hoole, 2015)	Hönnun námskrár	+	+		Verk
(Al-Zahrani, 2015)	Sköpun nemenda		+		M
(Battaglia & Kaya, 2015)	Markvirkni		+		Verk
(Koo et al., 2016)	Árangur nemenda		+	+	H
(Ryan & Reid, 2016)	Árangur nemenda			+	Vís
(Park & Howell, 2015)	Áhugi nemenda		+		H
(Ho, Bidwal, Lopes, Shah, & Ip, 2014)	Nám		+	+	H
(Gross, Pietri, Anderson, Moyano-Camihort, & Graham, 2015)	Árangur nemenda			+	Vís
(Li, Zhang, Bonk, & Guo, 2015)	Stuðningtöl		+		M
(Baepler, Walker, & Driessen, 2014)	Minni setutími			0	Vís

(Galway, Corbett, Takaro, Tairyan, & Frank, 2014)	Stuðningtöl	0/+	H
(Petrillo, 2016)	Þróun námskeiðs	+ +	Vís
(Gonzalez-Gomez, Su Jeong, Airado Rodriguez, & Canada-Canada, 2016)	Árangur nemenda	+ +	Vís
(Wanner & Palmer, 2015)	Nám	+	F
(Kim, Patrick, Srivastava, & Law, 2014)	Árangur nemenda	+ +	Verk
(McLaughlin et al., 2013)	Árangur nemenda	+ 0	H
(Wong, Ip, Lopes, & Rajagopalan, 2014)	Árangur nemenda	0/+	H
(Gorres-Martens, Segovia, & Pfefer, 2016)	Nám	0/+	H
(Morgan et al., 2014)	Árangur nemenda	+ +	H
(Balan, Clark, & Restall, 2015)	Námsaðgerðir		Við
(Nguyen, Yu, Japutra, & Chen, 2016)	Leiðbeiningar um framkvæmd		Við
(Khanova, McLaughlin, Rhoney, Roth, & Harris, 2015)	Skynjun nemenda		H
(Bossaer, Panus, Stewart, Hagemeyer, & George, 2016)	Árangur nemenda	-	H
(Boesner, Pickert, & Stibane, 2015)	Skynjun nemenda	+	H
(Gandhi, 2016)	Nám með líkönnum		Verk
(Oh, 2015)	Skynjun nemenda		?
(Critz & Knight, 2013)	Þróun námskeiðs		H
(Pierce & Fox, 2012)	Þróun námskeiðs	+	H

Flestar rannsóknirnar komust að þeirri niðurstöðu að vendikennsla hefur jákvæð áhrif á upplifun nemenda. Það er þó einungis að hluta til rétt. Við greiningu á greinunum 53 þá kom í ljós að þær sem fjalla um ánægju nemenda greina all flestar frá jákvæðum niðurstöðum en yfir helmingur þeirra meta ekki ánægjuna (Tafla 2).

Tafla 2 Ánægja nemenda með vendikennslu.

Ánægja	Fjöldi	Greinar
Jákvæð	23	(Al-Zahrani, 2015; Battaglia & Kaya, 2015; Boesner et al., 2015; Chiang & Wang, 2015; Fautch, 2015; Gilboy et al., 2015; Gonzalez-Gomez et al., 2016; Hoole et al., 2015; Koo et al., 2016; Li et al., 2015; Mason et al., 2013; McLaughlin et al., 2013; McLean et al., 2016; Moraros et al., 2015; Morgan et al., 2014; Park & Howell, 2015; Porcaro et al., 2016; Simpson & Richards, 2015; Swart & Wuensch, 2016; Tanner & Scott, 2015; Wanner & Palmer, 2015; Wilson, 2013; Yelamarthi & Drake, 2015)
Jákvæð & neikvæð	1	(Betihavas et al., 2016)
Hlutlaus	1	(Della Ratta, 2015)
Neikvæð	1	(Missildine et al., 2013)
Ekki metin	27	
Samtals	53	

Greinarnar sem ekki taka fyrir ánægju nemenda (Tafla 2) fjalla um árangur nemenda. Þær segja all flestar frá jákvæðum (eða hlutlausum) áhrifum vendikennslu á árangur nemenda – en þær eru tæpur helmingur allra greinanna sem rýndar voru.

Tafla 3 Áhrif vendikennslu á frammistöðu nemenda.

Árangur	
Jákvæð	19
Jákvæð eða neikvætt	4
Hlutlaus	4
Neikvæð	1
Ekki metin	25
Samtals	53

Rannsakendur nefndu ýmis atriði sem hafa haft áhrif á frammistöðu nemenda: Nemendur geta ekki beðið um hjálp á meðan þeir fylgjast með fyrirlestraupptöku (Hotle & Garrow, 2016), frammistaðan er háð góðum heimaverkefnum og fyrirlestrasprungum (e. in-class quizzes) (Tune et al., 2013), fyrirlestratíminn þarf að vera nýttur til að virkja nemendur í að beita námsefninu (McLaughlin et al., 2014) og nemendur koma ekki nægjanlega undirbúnir í tíma (Al-Zahrani, 2015).

Rannsakendurnir nálgudust einnig frammistöðu nemenda á mismunandi máta. Sumir rannsakendur lögðu áherslu á nemendur sem höfðu einkunnir í lægsta þriðjungnum. Í grein Ryan and Reid (2016) var frammistaða nemenda í lægsta þriðjungnum einungis tölfræðilega marktæk og niðurstöður þeirra sýndu einnig að með því að skipta frá hefðbundnum fyrirlestrum yfir í vendikennslu þá varð umtalsverð fækkun (56%) í hópi nemenda sem sögðu sig úr námskeiðinu eða fengu einkunnirnar D og F. Þessar niðurstöður eru samhljóma niðurstöðum Gross et al. (2015) sem sýndu að jákvæð áhrif vendikennslu var helst að greina hjá nemendum sem höfðu lága meðaleinkunn og einnig kvenkyns nemendum.

Fimm greinar fjalla um námsárangur (Kim et al., 2014; Petrillo, 2016; Porcaro et al., 2016; Ryan & Reid, 2016; Swart & Wuensch, 2016). Nokkrir rannsakendur komast að því að aukin ánægja verði til þess að nemendur muni námsefnið betur (Swart & Wuensch, 2016), á meðan Porcaro et al. (2016) sjá aukningu í fjölda nemenda sem ná prófi (frá 47% með hefðbundnum fyrirlestrum yfir í um 56–65% þegar skipt var yfir í vendikennslu). Ryan and Reid (2016) sáu 56% fækkun í fjölda nemenda sem sögðu sig úr námskeiðinu eða fengu einkunnirnar F og D. Kim et al. (2014) komust að sambærilegum niðurstöðum þar sem fjöldi nemenda sem fékk einkunnina C eða lægra minnkaði úr 44% niður í 17%.

Greinar um vendikennslu eru almennt sammála um að áhrif vendikennslu eru í flestum tilvikum jákvæð eða hlutlaus. Einnig hefur verið greint frá öðrum ávinningi eins og að það verður minna um að nemendur séu að sinna mörgum verkefnum á sama tíma en þegar stuðst er við hefðbundna fyrirlestraformið (McLean et al., 2016).

Greinum um vendikennslu, sem tengjast þessari rannsókn, má skipta í tvennt. Annars vegar er vendikennsla þar sem fyrirlestrar eru teknir upp og fyrirlestratímarnir eru nýttir til að beita námsefninu á verkefni en nemendur skila ekki niðurstöðum sínum í lok tímans. Hins vegar er

sambærileg vendikennsla þar sem nemendur skila niðurstöðum sínum í lok tímans. Báðar aðferðirnar geta haft skilaverkefni sem unnin eru fyrir utan fyrirlestratímans.

Battaglia and Kaya (2015) og Hotle and Garrow (2016) tilheyra fyrri hópnum en sjá engan ávinning með vendikennslu. Hoole et al. (2015) tilheyra einnig fyrri hópnum og nýttu fyrirlestrana til að ræða erfið hugtök en mældu ekki frammistöðu nemendanna. Allir þessir höfundar lögðu fyrir heima- og skilaverkefni en þau voru ekki unnin í fyrirlestratímum.

Kim et al. (2014) tilheyra seinni hópnum. Þeir bera vendikennslu saman við hefðbundna fyrirlestra og greina frá því að mun fleiri nemendur náí prófinu en meðal frammistaðan jókst ekki. Mason et al. (2013) lögðu fyrir verkefni í fyrirlestratímum og greina frá því að frammistaða nemenda var annað hvort betri eða sú sama og þegar stuðst var við hefðbundna fyrirlestra. Tanner and Scott (2015) lögðu einnig fyrir verkefni í fyrirlestratímum sem skilað var inn í lok tímans en þeir greina ekki frá áhrifum á frammistöðu einungis frá aukinni ánægju nemenda. Út frá greinunum þá virðast vera jákvæð fylgni milli þess að nemendur vinni verkefni í tímum og betri frammistöðu þeirra.

Niðurstöður

Rannsóknin er framhald rannsóknar þar sem höfundar könnuðu samhengið milli verkefnaálags og prófseinkunna (Unnthorsson & Oddsson, 2015). Niðurstöðurnar væri hægt að setja fram á tvo vegu. Annars vegar með því að bera niðurstöðurnar saman við fyrri rannsóknina og hins vegar með því að skoða áhrif vendikennslunnar. Samanburður við eldri rannsóknina er ekki gerður hér því það myndi draga athygli frá markmiði rannsóknarinnar.

Markmiðið er að sjá hvort það sé ávinningur fyrir nemendur að nota vendikennslu í stað hefðbundinna fyrirlestra – mælt með frammistöðu á prófi og ánægju nemenda með námskeiðið. Til þess að greina þetta eru notuð gögn frá 12 ára kennslu fyrsta árs verkfræðinámskeiðs í tækniteikningu og einkunnir og endurgjöf 945 nemenda. Tafla 4 inniheldur samantekt á breytunum.

Tafla 4 Samantekt á öllum breytum fyrir hvert ár.

	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Fj. nemenda	69	72	64	55	62	65	89	96	96	79	80	51	67
Meðal prófseinkunn [af 100]	55	58	55	57	59	50	50	55	54	56	54	61	60
Meðal mat nemenda á námskeiðinu [af 100]	70	60	67	70	69	76	68	74	76	69	67	65	80

Einkunnir og ánægja nemenda síðustu tvö árin (2015 og 2016) eru borin saman við 10 ár þar á undan (2004 til 2014).

Vendikennsla

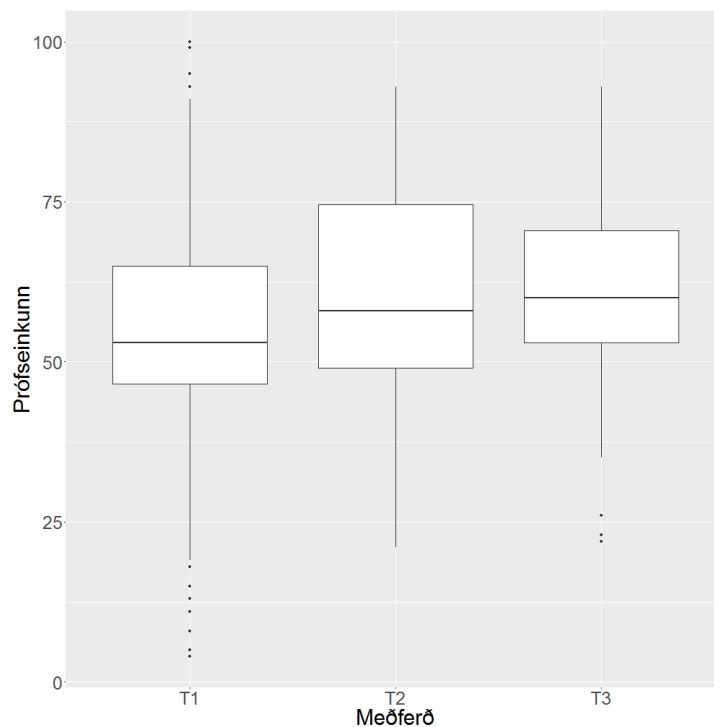
Vendikennsla var innleidd árið 2015 með því að skipta út hefðbundnum fyrirlestrum fyrir skjáupptökur af fyrirlestrum og nýta tímann sem annars hefði farið í fyrirlestra í að svara spurningum nemenda, sem höfðu horft á fyrirlestrana, varðandi námsefnið.

Til að auðvelda vísindalega framsetningu, var ákveðið að líta á kennsluáðferðirnar þrjár sem mismunandi meðferðir (e. treatment) sem spegla kennsluáðferðir; þ.e. hefðbundinn fyrirlestur, vendikennsla og vendikennsla með tímaæfingum (Tafla 5).

Tafla 5 Meðferðir og lýsing þeirra

Meðferð	Lýsing	Fjöldi nemenda	Gögn	Meðal lokaekinn
T1	Hefðbundnir fyrirlestrar	827	Árin 2004 til 2014	55
T2	Fyrirlestraupptökur aðgengilegar á vef námskeiðs.	67	Árin 2015 - 2016 (nemendur sem mættu ekki)	61
T3	T2 með mætingu og verkefnavinnu	51	Árið 2016 (nemendur sem mættu 1 to 6 sinnum)	61

Fyrstu 10 árin voru haldnir hefðbundir fyrirlestrar sem við nefnum fyrstu meðferðina (T1 – meðalprófseinkunn 54,68). Tölfræðileg próf í fyrri rannsókn höfunda (Unnthorsson & Oddsson, 2015) leiddu í ljós að ekki var hægt að hafna því að meðaltals prófseinkunnir þessara ára voru þær sömu (95% öryggisbil). Við notum þær niðurstöður til að réttlæta það að taka þessi 10 ár saman í eina meðferð. Meðferð tvö (T2 – meðalprófseinkunn 60,58) er nemendahópurinn sem fékk vendikennslu árið 2015 og þriðja meðferðin (T3 – meðalprófseinkunn 60,90) er nemendahópurinn sem fékk árið 2016 vendikennslu og til viðbótar æfingar í fyrirlestratímum. Tölfræðilegar upplýsingar um einkunnir þessara meðferða eru sýndar á Mynd 1.



Mynd 1 Kassamynd af einkunnum með mismunandi meðferðum

Með sjónskoðun á Mynd 1 má sjá að miðgildi einkunna hækkaði eftir að skipt var yfir í vendikennslu og að síðasta útfærslan hefur hæsta miðgildið. Tukey HSD próf var notað til að prófa hvort meðalprófseinkunn meðferðanna þriggja séu tölfræðilega frábrugðnar, Tafla 6 sýnir niðurstöðurnar.

Tafla 6 Tukey HSD (95% öryggisbil)

Meðferð	p leiðr.	p leiðr.
	T1	T2
T2	0,01	
T3	0,01	0,99

Nákvæmari gildi á p-gildunum voru $p = 0,0064$ þegar T2 var borið saman við T1 og $p = 0,0128$ þegar T3 var borið saman við T1. Samkvæmt þessum niðurstöðum þá er ekki hægt að hafna núll tilgátunni fyrir tilgátu H1, það er að vendikennsla leiðir af sér betri prófseinkunnir.

Munur á T2 og T3 er ekki tölfræðilega marktækur ($p = 0,99$) sem þýðir að við höfnum núll tilgátu fyrir tilgátu H2, þ.e., að það sé sambandi milli verkefna í fyrirlestrátímum og meðaleinkunnar á lokaprófi. Höfnun tilgátu H2 kom á óvart þar sem tilgáta H2 var í samræmi við tilfinningu höfunda. Höfundar ákváðu því að kanna þetta frekar því þeir töldu að ná mætti betri árangri en í T2, með viðbótarfyrirlestrum og fyrirlestraefingum, sem varð aðferð T3.

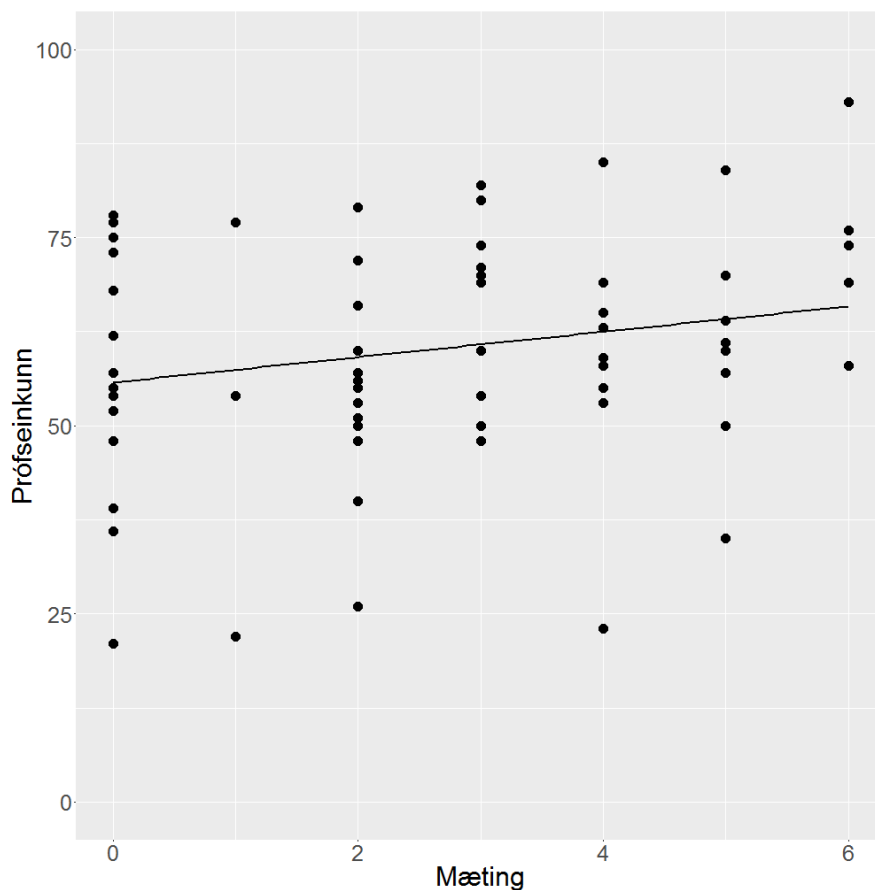
Vendikennsla með æfingum

Árið 2016 var gerð breyting á vendikennslufyrirkomulaginu þannig að í stað þess að vera einungis með fyrirspurnatíma þá var tíminn nýttur til að fara yfir valin hugtök og aðferðir (oft eftir óskum nemenda) ásamt því að í annarri hverri viku voru lögð verkefni fyrir nemendur í lok tímans til að æfa þá í að beita námsefninu. Nemendurnir merktu lausnir sínar og skiluðu inn. Þetta köllum við þriðju meðferðina (T3). Nemendur fengu full skil fyrir að skila inn lausnum en ekki var farið yfir úrlausnirnar. Við notum úrlausnirnar sem mælikvarða á mætingu, en mætinganiðurstöður (Tafla 7).

Tafla 7 Áhrif þátttöku í fyrirlestraefingum í lok fyrirlestrátíma á prófseinkunn (2016).

Fj. mætinga	Fj. nemenda	Meðal prófseinkunn
0	16	58
1	3	51
2	10	59
3	13	61
4	12	60
5	8	60
6	5	74

Mynd 2 sýnir einkunnir sem fall af mætingu og aðhvarfslína er teiknuð í gegnum gögnin. Nemendur sem mættu aldrei tilheyrta T2 en nemendur sem mættu í fyrirlestrátíma og leystu fyrirlestraverkefni oftast en einu sinni tilheyrta T3.



Mynd 2 Einkunnir á lokaprófi sem fall af mætingu í fyrirlestrátíma og þátttöku í fyrirlestraefingum. Aðhvarfslína er teiknuð inná myndina.

Sjónskoðun bendir til þess að því oftari sem nemendur mættu (leystu fyrirlestraverkefni) því hærri einkunn þeir fengu á lokaprófi. T-próf var notað til að prófa hvort hallatala aðhvarfslínunnar væri frábrugðin núlli. Prófstíkurinn var ákvarðaður sem $|t(65)| = 1.74$ og p-gildið $p = 0.087$. Samkvæmt þessu þá getum við ekki hafnað núll tilgátunni – að hallatalan sé núll – því prófstíkurinn sem $|t(65)| = 1.74$ er ekki hærri en 2. Ennfremur, þar sem p-gildið er hærra en 0.05 þá getum við ekki hafnað tilgátunni ef stuðst er við 95% öryggisbil. Hinsvegar, ef stuðst er við 90% öryggisbil þá er hægt að hafna tilgátunni. Þessi niðurstaða er hvetjandi og kallar á frekari rannsókn.

Umræða

Niðurstöðurnar sýna að með vendkennsluáferðunum tveimur fékkst fram betri frammistaða hjá nemendum á lokaprófi en með hefðbundnum fyrirlestrum (T1). Höfundar hafa birt greiningu á 10 ára sögu námskeiðsins þar sem var stuðst við hefðbundna fyrirlestra. Niðurstöðurnar bentu til þess að verkefnaálagið væri ekki rétta breytan – eða meðferðin – til að bæta frammistöðu nemenda á lokaprófinu. Hinar meðferðirnar tvær (T2 og T3), sem voru rannsakaðar í þessari rannsókn bættu hins vegar frammistöðu nemenda.

Meðferð tvö (T2) gekk út á að skipta hefðbundnum fyrirlestrum út fyrir upptökur af fyrirlestrum sem voru gerðar aðgengilegar á vef námskeiðsins. Tímenn sem annars hefði farið í hefðbundna fyrirlestra var nýttur til þess að svara spurningum nemenda um námsefnið – þessir tímar voru kallaðir fyrirspurnatímar. Athyglivert er að þessi meðferð, þ.e. að nota vendikennslu, gefur

tölfræðilega marktækar niðurstöður í fyrsta skipti sem henni var beitt. En allar breytingarnar sem gerðar voru á vinnuálagi nemenda í 10 ár (Unnthorsson & Oddsson, 2015) gáfu ekki marktækar niðurstöður. Með því að skipta yfir í vendikennslu var einungis breytt hvernig námsefninu var miðlað til nemenda af kennara – námsefninu og innihaldi fyrirlestranna var haldið óbreyttu og kennarinn var sá sami og áður. Þetta bendir til þess að ástæðan fyrir því að frammistaða nemenda batnar með T2 felist í fyrirlestrunum og að hefðbundnir fyrirlestrar henti ekki námsvenjum nemenda. Reynsla höfunda er að það er algengt að nemendur mæti ekki undirbúnir í fyrirlestra sem verður til þess að þeir eiga erfitt með að fylgja kennara eftir og hætta þá að hlusta og snúa sér að öðru – t.a.m. hverfi í heim samfélagsmiðla. Það eru einnig dæmi um að nemendur missi þráðinn en vilji ekki trufla og snúi sér að öðru. Niðurstöður M2 sýna að með því að skipta einungis út hefðbundnum fyrirlestrum fyrir upptökur af fyrirlestrum þá ná nemendur betur að tileinka sér námsefnið – sem er þó vel framsett í kennslubókinni (á ensku). Yfir önnina fengu höfundar einnig jákvæða endurgjöf frá nemendum varðandi að bjóða upp á upptökur af fyrirlestrum. En meðferðin fékk einnig neikvæða endurgjöf frá nokkrum nemendum í kennslukönnun. Nokkrir nemendur kvörtuðu yfir því að hitta ekki kennarann á meðan þeir væru að horfa á fyrirlesturinn því þeir þyrftu að spyrja strax til að geta haldið áfram. Aðrir sögðu að kennarinn hefði engan áhuga á námskeiðinu – að kennarinn nenni ekki að kenna og gerði bara upptökur. Leiða má líkur að því að þessir nemendur hafi ekki mætt í fyrirspurnatímama. Nemendur sem nýttu sér fyrirspurnatímama í hverri viku voru um 5 (10% af nemendum). Einn nemandi fann þörf á því að kvarta yfir reglulegum 1-2 sekúndu þögnum milli setninga í upptökunum því samanlagt yrðu þessar sekúndur að dýrmætum mínútum. Þriðja meðferðin (T3) var hönnuð með það að markmiði að gera nemendur virkari í náminu. Til að auka virkni nemendanna var annarri meðferðinni (T2) breytt örlítið. Ákveðið var að nota fyrirspurnatímama (sem í T1 voru nýttir í hefðbundna fyrirlestra) til að fara yfir valin hugtök og aðferðir auk þess að þjálfar nemendur í að leysa teikniverkefni í höndunum. Efnið sem var farið yfir var valið af þeim nemendum sem mættu í tímama en ef engar sérstakar óskir voru bornar upp þá fór kennarinn yfir efni sem hann valdi sjálfur. Í lok annars hvers tíma voru lögð verkefni fyrir nemendur sem þeir voru beðnir um að leysa og skila inn í lok tímans. Nemendur máttu hjálpast að og biðja kennara um hjálp. Niðurstöðurnar sýna að ekki er hægt að hafna því að frammistaða nemenda var betri með þriðju meðferðinni (T3) en með annarri meðferðinni (T2). Munurinn er tölfræðilega marktækur með 90% öryggisbili. Niðurstöðurnar sýna einnig að ánægja nemenda með námskeiðið var mun meiri en með T2 – í raun var það mesta ánægja sem hafði mælst fyrir námskeiðið öll árin.

Þær niðurstöður okkar sem hér eru kynntar eru í takt við fyrri rannsóknir (Battaglia & Kaya, 2015; Hoole et al., 2015; Hotle & Garrow, 2016; Kim et al., 2014; Mason et al., 2013; Tanner & Scott, 2015) þrátt fyrir að þær séu fengnar með öðrum hætti en hér var gert. Þessum rannsóknum ber saman um að æfingar eru nauðsynlegur hluti vendikennslunnar en að þær leiði ekki endilega til betri frammistöðu nemenda. Niðurstöður þessarar rannsóknar benda til þess að vendikennsla með tímaverkefnum auki ánægju nemenda og tímaverkefnið virðast bæta frammistöðu nemenda. Við heimildaleit fannst engin rannsókn sem gerði mælingar á áhrifum tímaverkefna eins og hér var gert. Prófanir á þessum áhrifum bíða frekari rannsóknar.

Kennarinn var einnig ánægðari með fyrirlestratímama vegna þess að ekki þurfti að fara yfir allt námsefnið, nemendur voru virkari í að spyrja og betra andrúmsloft myndaðist í tímanum. Það var meðal annars vegna þess að hann upplifði minni pressu á að komast yfir allt námsefni

vikunnar í fyrirlestratímunum – upptökur af fyrirlestrum sem tóku á öllu námsefninu voru aðgengilegar nemendum á vef námskeiðsins. Kennarinn gat því nýtt tímana til að taka ítarlegra fyrir erfið hugtök og aðferðir en áður sem varð örugglega til þess að kennarinn virkaði vingjarnlegri gagnvart nemendum.

Samantekt

Megintilgáttan hér er að að kennsluaðferð hafi áhrif á frammistöðu nemenda. Höfundar breyttu kennsluaðferð frá hefðbundnum fyrirlestrum yfir í vendikennslu; þ.e. upptökur af fyrirlestrum voru gerðar aðgengilegar nemendum á vef námskeiðsins. Tölfræðilega marktækar niðurstöður sýna að vendikennsla hefur jákvæð áhrif á frammistöðu nemenda á lokaprófi. Hins vegar fékkst ekki tölfræðilega marktækur munur á vendikennsluaðferðunum tveimur en frekari greining leiddi í ljós að það eru sterk tengsl á milli góðrar einkunnar á lokaprófi og að taka þátt í fyrirlestraæfingum. Álykta má út frá niðurstöðum þessarar rannsóknar að vendikennsla með fyrirlestraupptökum og æfingum í lok fyrirlestrátíma er betri nálgun en aukin heimaverkefni þegar markmiðið er að bæta frammistöðu nemenda í lokaprófi. Þessi kennsluaðferð bætir einnig upplifun nemenda; þ.e. ánægja nemenda jókst þó svo að heimaverkefnaálaginu væri haldið óbreyttu. Út frá niðurstöðum þessarar rannsóknar þá hafa höfundar gert smávægilegar breytingar á meðferð M3. Meginbreytingarnar eru að æfingar verða í lok hvers fyrirlestrátíma – í stað þess að hafa þær í helmingi þeirra – og einungis raunverulegar tilraunir til úrlausnar verða samþykktar sem skil. Höfundar ætla sér að prófa þessar breytingar og birta niðurstöðurnar síðar.

Heimildir

- Al-Zahrani, A. M. (2015). From passive to active: The impact of the flipped classroom through social learning platforms on higher education students' creative thinking. *British Journal of Educational Technology*, 46(6), 1133-1148. doi:10.1111/bjet.12353
- Baepler, P., Walker, J. D., & Driessen, M. (2014). It's not about seat time: Blending, flipping, and efficiency in active learning classrooms. *Computers & Education*, 78, 227-236. doi:10.1016/j.compedu.2014.06.006
- Balan, P., Clark, M., & Restall, G. (2015). Preparing students for Flipped or Team-Based Learning methods. *Education and Training*, 57(6), 639-657. doi:10.1108/et-07-2014-0088
- Battaglia, D. M., & Kaya, T. (2015). How Flipping Your First-Year Digital Circuits Course Positively Affects Student Perceptions and Learning. *International Journal of Engineering Education*, 31(4), 1126-1138.
- Betihavas, V., Bridgman, H., Kornhaber, R., & Cross, M. (2016). The evidence for 'flipping out': A systematic review of the flipped classroom in nursing education. *Nurse Education Today*, 38, 15-21. doi:10.1016/j.nedt.2015.12.010
- Boesner, S., Pickert, J., & Stibane, T. (2015). Teaching differential diagnosis in primary care using an inverted classroom approach: student satisfaction and gain in skills and knowledge. *Bmc Medical Education*, 15. doi:10.1186/s12909-015-0346-x
- Bossaer, J. B., Panus, P., Stewart, D. W., Hagemeyer, N. E., & George, J. (2016). Student Performance in a Pharmacotherapy Oncology Module Before and After Flipping the Classroom. *American Journal of Pharmaceutical Education*, 80(2).
- Chiang, Y.-H., & Wang, H.-C. (2015). Effects of the In-flipped Classroom on the Learning Environment of Database Engineering. *International Journal of Engineering Education*, 31(2), 454-460.

- Critz, C. M., & Knight, D. (2013). Using the Flipped Classroom in Graduate Nursing Education. *Nurse Educator*, 38(5), 210-213.
- Della Ratta, C. B. (2015). Flipping the Classroom With Team-Based Learning in Undergraduate Nursing Education. *Nurse Educator*, 40(2), 71-74. doi:10.1097/nne.0000000000000112
- Er, E., Kopcha, T. J., Orey, M., & Dustman, W. (2015). Exploring college students' online help-seeking behavior in a flipped classroom with a web-based help-seeking tool. *Australasian Journal of Educational Technology*, 31(5), 537-555.
- Fautch, J. M. (2015). The flipped classroom for teaching organic chemistry in small classes: is it effective? *Chemistry Education Research and Practice*, 16(1), 179-186. doi:10.1039/c4rp00230j
- Felder, R. M., & Brent, R. (2008). STUDENT RATINGS OF TEACHING: MYTHS, FACTS, AND GOOD PRACTICES. *Chemical Engineering Education*, 42(1), 33-34.
- Galway, L. P., Corbett, K. K., Takaro, T. K., Tairyan, K., & Frank, E. (2014). A novel integration of online and flipped classroom instructional models in public health higher education. *Bmc Medical Education*, 14. doi:10.1186/1472-6920-14-181
- Gandhi, K. I. (2016). A Teaching-Learning Model for Software Engineering Courses through Sensor-Based Cognitive Approach. *International Journal of Engineering Education*, 32(2), 915-926.
- Gilboy, M. B., Heinerichs, S., & Pazzaglia, G. (2015). Enhancing Student Engagement Using the Flipped Classroom. *Journal of Nutrition Education and Behavior*, 47(1), 109-114. doi:10.1016/j.jneb.2014.08.008
- Gonzalez-Gomez, D., Su Jeong, J., Airado Rodriguez, D., & Canada-Canada, F. (2016). Performance and Perception in the Flipped Learning Model: An Initial Approach to Evaluate the Effectiveness of a New Teaching Methodology in a General Science Classroom. *Journal of Science Education and Technology*, 25(3), 450-459. doi:10.1007/s10956-016-9605-9
- Gorres-Martens, B. K., Segovia, A. R., & Pfefer, M. T. (2016). Positive outcomes increase over time with the implementation of a semiflipped teaching model. *Advances in Physiology Education*, 40(1), 32-37. doi:10.1152/advan.00034.2015
- Gross, D., Pietri, E. S., Anderson, G., Moyano-Camihort, K., & Graham, M. J. (2015). Increased Preclass Preparation Underlies Student Outcome Improvement in the Flipped Classroom. *Cbe-Life Sciences Education*, 14(4). doi:10.1187/cbe.15-02-0040
- Ho, J., Bidwal, M. K., Lopes, I. C., Shah, B. M., & Ip, E. J. (2014). Implementation of an Accelerated Physical Examination Course in a Doctor of Pharmacy Program. *American Journal of Pharmaceutical Education*, 78(10).
- Hoole, S. R. H., Sivasuthan, S., Karthik, V. U., & Hoole, P. R. P. (2015). Flip-Teaching Engineering Optimization, Electromagnetic Product Design, and Nondestructive Evaluation in a Semester's Course. *Computer Applications in Engineering Education*, 23(3), 374-382. doi:10.1002/cae.21607
- Hotle, S. L., & Garrow, L. A. (2016). Effects of the Traditional and Flipped Classrooms on Undergraduate Student Opinions and Success. *Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice*, 142(1). doi:10.1061/(asce)ei.1943-5541.0000259
- Khanova, J., McLaughlin, J. E., Rhoney, D. H., Roth, M. T., & Harris, S. (2015). Student Perceptions of a Flipped Pharmacotherapy Course. *American Journal of Pharmaceutical Education*, 79(9).
- Kim, G. J., Patrick, E. E., Srivastava, R., & Law, M. E. (2014). Perspective on Flipping Circuits I. *Ieee Transactions on Education*, 57(3), 188-192. doi:10.1109/te.2014.2298218
- Kiviniemi, M. T. (2014). Effects of a blended learning approach on student outcomes in a graduate-level public health course. *Bmc Medical Education*, 14. doi:10.1186/1472-6920-14-47

- Koo, C. L., Demps, E. L., Farris, C., Bowman, J. D., Panahi, L., & Boyle, P. (2016). Impact of Flipped Classroom Design on Student Performance and Perceptions in a Pharmacotherapy Course. *American Journal of Pharmaceutical Education*, 80(2).
- Li, Y., Zhang, M., Bonk, C. J., & Guo, Y. (2015). Integrating MOOC and Flipped Classroom Practice in a Traditional Undergraduate Course: Students' Experience and Perceptions. *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, 10(6), 4-10. doi:10.3991/ijet.v10i6.4708
- Mason, G. S., Shuman, T. R., & Cook, K. E. (2013). Comparing the Effectiveness of an Inverted Classroom to a Traditional Classroom in an Upper-Division Engineering Course. *Ieee Transactions on Education*, 56(4), 430-435. doi:10.1109/te.2013.2249066
- McLaughlin, J. E., Griffin, L. M., Esserman, D. A., Davidson, C. A., Glatt, D. M., Roth, M. T., . . . Mumper, R. J. (2013). Pharmacy Student Engagement, Performance, and Perception in a Flipped Satellite Classroom. *American Journal of Pharmaceutical Education*, 77(9).
- McLaughlin, J. E., Roth, M. T., Glatt, D. M., Gharkholonarehe, N., Davidson, C. A., Griffin, L. M., . . . Mumper, R. J. (2014). The Flipped Classroom: A Course Redesign to Foster Learning and Engagement in a Health Professions School. *Academic Medicine*, 89(2), 236-243. doi:10.1097/acm.0000000000000086
- McLean, S., Attardi, S. M., Faden, L., & Goldszmidt, M. (2016). Flipped classrooms and student learning: not just surface gains. *Advances in Physiology Education*, 40(1), 47-55. doi:10.1152/advan.00098.2015
- Missildine, K., Fountain, R., Summers, L., & Gosselin, K. (2013). Flipping the Classroom to Improve Student Performance and Satisfaction. *Journal of Nursing Education*, 52(10), 597-599. doi:10.3928/01484834-20130919-03
- Moraros, J., Islam, A., Yu, S., Banow, R., & Schindelka, B. (2015). Flipping for success: evaluating the effectiveness of a novel teaching approach in a graduate level setting. *Bmc Medical Education*, 15. doi:10.1186/s12909-015-0317-2
- Morgan, H., Marzano, D., Lanham, M., Stein, T., Curran, D., & Hammoud, M. (2014). Preparing medical students for obstetrics and gynecology milestone level one: a description of a pilot curriculum. *Medical education online*, 19, 25746-25746. doi:10.3402/meo.v19.25746
- Munson, A., & Pierce, R. (2015). Flipping Content to Improve Student Examination Performance in a Pharmacogenomics Course. *American Journal of Pharmaceutical Education*, 79(7).
- Nguyen, B., Yu, X., Japutra, A., & Chen, C.-H. S. (2016). Reverse teaching: Exploring student perceptions of "flip teaching". *Active Learning in Higher Education*, 17(1), 51-61. doi:10.1177/1469787415616727
- Oh, J. (2015). University Students' Experiences and Perceptions towards Flipped Classroom. [플립드 수업에 대한 대학생들의 경험과 인식]. *Korean Education Inquiry*, 33(4), 1-23.
- Park, S. E., & Howell, T. H. (2015). Implementation of a Flipped Classroom Educational Model in a Predoctoral Dental Course. *Journal of Dental Education*, 79(5), 563-570.
- Peterson, D. J. (2016). The Flipped Classroom Improves Student Achievement and Course Satisfaction in a Statistics Course: A Quasi-Experimental Study. *Teaching of Psychology*, 43(1), 10-15. doi:10.1177/0098628315620063
- Petrillo, J. (2016). On flipping first-semester calculus: a case study. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 47(4), 573-582. doi:10.1080/0020739x.2015.1106014
- Pierce, R., & Fox, J. (2012). Vodcasts and Active-Learning Exercises in a "Flipped Classroom" Model of a Renal Pharmacotherapy Module. *American Journal of Pharmaceutical Education*, 76(10).

- Porcaro, P. A., Jackson, D. E., McLaughlin, P. M., & O'Malley, C. J. (2016). Curriculum Design of a Flipped Classroom to Enhance Haematology Learning. *Journal of Science Education and Technology*, 25(3), 345-357. doi:10.1007/s10956-015-9599-8
- Ryan, M. D., & Reid, S. A. (2016). Impact of the Flipped Classroom on Student Performance and Retention: A Parallel Controlled Study in General Chemistry. *Journal of Chemical Education*, 93(1), 13-23. doi:10.1021/acs.jchemed.5b00717
- Schlairet, M. C., Green, R., & Benton, M. J. (2014). The Flipped Classroom Strategies for an Undergraduate Nursing Course. *Nurse Educator*, 39(6), 321-325. doi:10.1097/nne.0000000000000096
- Simpson, V., & Richards, E. (2015). Flipping the classroom to teach population health: Increasing the relevance. *Nurse Education in Practice*, 15(3), 162-167. doi:10.1016/j.nepr.2014.12.001
- Swart, W., & Wuensch, K. L. (2016). Flipping Quantitative Classes: A Triple Win. *Decision Sciences-Journal of Innovative Education*, 14(1), 67-89. doi:10.1111/dsji.12088
- Tanner, M., & Scott, E. (2015). A Flipped Classroom Approach to Teaching Systems Analysis, Design and Implementation. *Journal of Information Technology Education-Research*, 14, 219-241.
- Tune, J. D., Sturek, M., & Basile, D. P. (2013). Flipped classroom model improves graduate student performance in cardiovascular, respiratory, and renal physiology. *Advances in Physiology Education*, 37(4), 316-320. doi:10.1152/advan.00091.2013
- Unnthorsson, R., & Oddsson, G. V. (2015). Er samhengi milli verkefnaálags og prófseinkunna í fyrsta árs verkfræðinámskeiði? *The Icelandic Journal of Engineering*, 20.
- Wakabayashi, N. (2015). Flipped classroom as a strategy to enhance active learning. *Kokubyo Gakkai zasshi. The Journal of the Stomatological Society, Japan*, 81(3)-82(1), 1-7.
- Wanner, T., & Palmer, E. (2015). Personalising learning: Exploring student and teacher perceptions about flexible learning and assessment in a flipped university course. *Computers & Education*, 88, 354-369. doi:10.1016/j.compedu.2015.07.008
- Weaver, G. C., & Sturtevant, H. G. (2015). Design, Implementation, and Evaluation of a Flipped Format General Chemistry Course. *Journal of Chemical Education*, 92(9), 1437-1448. doi:10.1021/acs.jchemed.5b00316
- Wilson, S. G. (2013). The Flipped Class: A Method to Address the Challenges of an Undergraduate Statistics Course. *Teaching of Psychology*, 40(3), 193-199. doi:10.1177/0098628313487461
- Wong, T. H., Ip, E. J., Lopes, I., & Rajagopalan, V. (2014). Pharmacy students' performance and perceptions in a flipped teaching pilot on cardiac arrhythmias. *American Journal of Pharmaceutical Education*, 78(10), 185-185. doi:10.5688/ajpe7810185
- Yelamarthi, K., & Drake, E. (2015). A Flipped First-Year Digital Circuits Course for Engineering and Technology Students. *Ieee Transactions on Education*, 58(3), 179-186. doi:10.1109/te.2014.2356174