

Frammistöðumat á umfangsmiklum nemendateymum

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

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

Fyrirspurnir:

Guðmundur V. Oddsson

gvo@hi.is

Greinin barst 5. október 2020.

Samþykkt til birtingar 14. desember 2020

Ágrip

Höfundar hafa þróað aðferðafræði fyrir kennara til að hjálpa þeim við að meta frammistöðu í umfangsmiklum nemendateymum í verkfræðinámskeiðum. Í þessari grein munum við sýna aðferðafræðina með tilviksrannsókn. Viðfangsefnið er verkefnanámskeið sem kennt hefur verið við Háskóla Íslands í 10 ár. Í námskeiðinu hanna nemendur eins sætis rafmagnskappakstursbíl, smíða hann og keppa á honum á erlendum keppnum. Markmið námskeiðsins hvert ár er það sama – að endurbæta hönnun síðasta vetrar. Frammistaða nemenda – metin útfrá stigum sem þeir hafa fengið á keppnunum – hefur nánast verið sú sama öll árin. Tilraunir kennara til að bæta frammistöðuna hafa ekki skilað árangri. Niðurstöður sýna að með því að beita aðferðafræðinni sem höfundar hafa þróað þá geta kennarar fengið gott yfirlit yfir þá þætti sem hafa áhrif á frammistöðu nemendanna og öðlast góðan skilning á því hvað mögulega kemur í veg fyrir framþróun. Aðferðafræðin er öflugt tól sem er auðvelt að nota til að greina kerfisbundið frammistöðu nemenda og bera kennsl á vandamál. Notandinn verður að meta hvern þátt og gefa einkunn með rökum. Þessi kerfisbundna nálgun veitir góðan skilning á virkni teymisins, hún hjálpar til við að sjá hvar vandamál liggja og hjálpar til við að ákveða hvaða þætti þarf að skoða frekar. Þó að aðferðafræðin hafi verið hönnuð til að meta teymi nemenda þá bendir allt til þess að hún gæti verið nýtsamleg til að meta frammistöðu annarra teyma – til dæmis í atvinnulífinu.

Lykilorð: Frammistaða, teymi, nemendur, mat.

Abstract

A methodology has been developed aimed at helping teachers to evaluate the performance of extensive student teams in engineering courses. The paper demonstrates the methodology with a case study. The case is a project course that has been taught at the University of Iceland for 10 years. In the course, students design a one-seater electric race car, build it and compete in it at foreign competitions. The aim of the course each year is the same - to improve the last design. The students' performance - judged on the points received in the competitions - has been nearly the same all these years. Attempts by teachers to help the students to improve their performance have not been successful. The results show that

by applying the methodology developed by the authors, teachers can get a good overview of the factors that affect students' performance and gain a good understanding of what possibly hinders progress. The methodology is a powerful tool that is easy to use to systematically analyse student performance and identify problems. The user must evaluate each factor and give a rating with arguments. This systematic approach provides a good understanding of the workings of the team, it helps to see where the problems lie and helps to decide which aspects need to be examined further. Although the methodology has been designed to evaluate student teams, all indications are that it could be useful for evaluating the performance of other teams – e.g. in industry.

Keywords: *Performance, team, students, assessment.*

Inngangur

Síðustu áratugina hefur fjöldi nemendakeppna aukist umtalsvert. Í dag eru í boði keppnir fyrir nemendur á öllum skólastigum – frá leikskólastiginu yfir á háskólastigið. Almenna hugmyndin sem liggur á bak við keppnirnar – sem eru flestar miðaðar við nemendateymi – er að vekja áhuga hjá nemendum á að læra með því að fá þau til að leysa áskoranir. Flestar keppnirnar eru fjölfræðilegar verkfræðilegar hönnunarkeppnir fyrir teymi háskólanema. Keppnirnar gagnast nemendum jafnt sem skipuleggjendum og styrktaraðilum eins og má almennt gera þegar samstarf er á milli akademíu og atvinnulífs [1]. Skipuleggjendur hafa hag af tengslum við unga, klára og metnaðarfulla nemendur – sem leiðbeint er af prófessorum – því þeir hafa oft önnur sjónarhorn á áskoranirnar og koma því oft fram með ferskar nýjar hugmyndir til að leysa þær. Þetta er einnig mikils virði fyrir alla sjálfboðaliðana sem starfa sem dómara í keppnunum. Þeir eru mjög oft atvinnumenn úr greininni og sumir þeirra vinna fyrir styrktaraðilana.

Nemendurnir njóta góðs af þátttöku á margvíslegan hátt og bjóðast tækifæri sem ekki eru í hefðbundnum verkfræðinámskeiðum Til viðbótar við nauðsynlegra tækniþekkingu sem þarf til að leysa viðfangsefni keppinnar verða nemendur einnig að tileinka sér mjúka færni.

Í rannsókn Aslandies o.fl. [2] voru þátttakendur sammála um að liðsandinn væri ein mikilvægasta hæfnin sem og að læra að vinna innan teymis, eiga samskipti, stjórna eigin tíma og viðhalda sveigjanleika og afköstum á meðan unnið er undir álagi. Hins vegar er árangur liða margþætt hugtak og það að greina frammistöðuvandamál innan teymis getur verið krefjandi.

Það þarf góða aðferðafræði til að meta frammistöðu og til að greina hugsanleg frammistöðuvandamál í teyimum. Höfundar enduðu á að þróa kerfisbundna nálgun til að meta frammistöðu og greina hugsanleg frammistöðuvandamál teymis.. Í þessari grein sýnum við hvernig beita má henni með tilviksrannsókn.

Tilvikið er þverfaglegt hönnunarnámskeið í verkfræði og mest af vinnu nemenda fer fram utan stundaskrár. Námskeiðið hefur verið kennt í tíu ár. Í námskeiðinu - sem stendur yfir eitt skólaár – (endur) hanna nemendur og smíða eins sætis rafknúinn kappakstursbíl fyrir

evrópsku nemenda formúlukeppnina (Formula Student, og einnig þekkt sem Formula SAE¹ í Bandaríkjunum). Nemendateymið hvert ár samanstendur af um það bil 40 nemendum, aðallega vélaverkfræði-, iðnaðarverkfræði- og rafmagnsverfræðinemum. Nemendur úr öðrum greinum hafa einnig tekið þátt, til dæmis tölvunarfræði, eðlisfræði, viðskiptafræði og jafnvel stjórn málafræði. Meirihluti nemendanna er á fyrsta eða öðru ári í BS-námi.

Árið 2011 var fyrst boðið upp á þetta námskeið og árið eftir keppti nemendateymið undir merkjum Háskóla Íslands með sinn fyrsta bíl á Formula Student keppninni á Silverstone í Bretlandi. Rafkerfi bílsins var ekki í lagi og því ók hann ekki. En bíllinn vakti engu að síður athygli bæði fyrir útlit og smíði. Boðið hefur verið upp á námskeiðið árlega síðan 2011 og fyrir hverja keppni, nema keppnina 2013, var nýr bíll endurhannaður og smíðaður. Allir bílarnir þessi ár fengu athygli dómara og liða frá öðrum háskólum fyrir bæði útlit og smíði. Fram til 2015 tók liðið aðeins þátt í kyrrstöðu hluta keppinnar. Árið 2016 fékk liðið fjögur stig fyrir þolakstur en síðan hafa engin stig fengist fyrir þolakstur. Árið 2020 mætti liðið ekki til keppni vegna COVID-19.

Fyrstu 3-4 árin einkenndust af því að nemendur þurftu að læra tiltölulega hratt allt sem þarf til að smíða kappakstursbíl fyrir keppnina (fræðin, hagnýtu þættina), læra reglur keppinnar, koma upp aðstöðu fyrir vinnu vetrarins og öll atriðin sem þarf að huga að í undirbúningi fyrir keppnina. Á þessum árum var hver nýr bíll hannaður frá grunni og smíðaður - án þess að hönnun bílsins á undan væri greind með verkfræðilegum aðferðum. Sem var kannski eðlilegt þar sem nemendur voru að læra hvað þurfti til að smíða bíl. Næstu árin á eftir, þegar nemendur höfðu náð tökum á því að smíða bíl, þá beitti liðið sömu vinnubrögðum. Engar mælingar voru gerðar á fyrri bíl (fyrir utan þyngdarmælingar) og einkenndust þessi ár af stöðnun. Frammistaða liðsins - metin út frá stigum sem fengust í keppnum - sveiflaðist upp og niður hvert ár um sama svipað gildi en lagaðist ekki. Tafla 1 sýnir keppnisgreinar og heildarfjöldi stiga sem hægt er að fá í hverri grein. Mynd 1 sýnir stigin sem nemendur hafa fengið í gegnum árin. Appelsínu gulu tíglarnir sýna stigin sem fengust frá kyrrstæðu keppnisgreinum keppinnar og bláir hringir sýna heildareinkunn (að meðtöldum bæði kyrrstæðum og hreyfanlegum keppnisgreinum). Vegna refsistiga þá eru heildarstigin fyrir nokkrar keppnir lægri en stigin sem fengust úr kyrrstæða flokknum

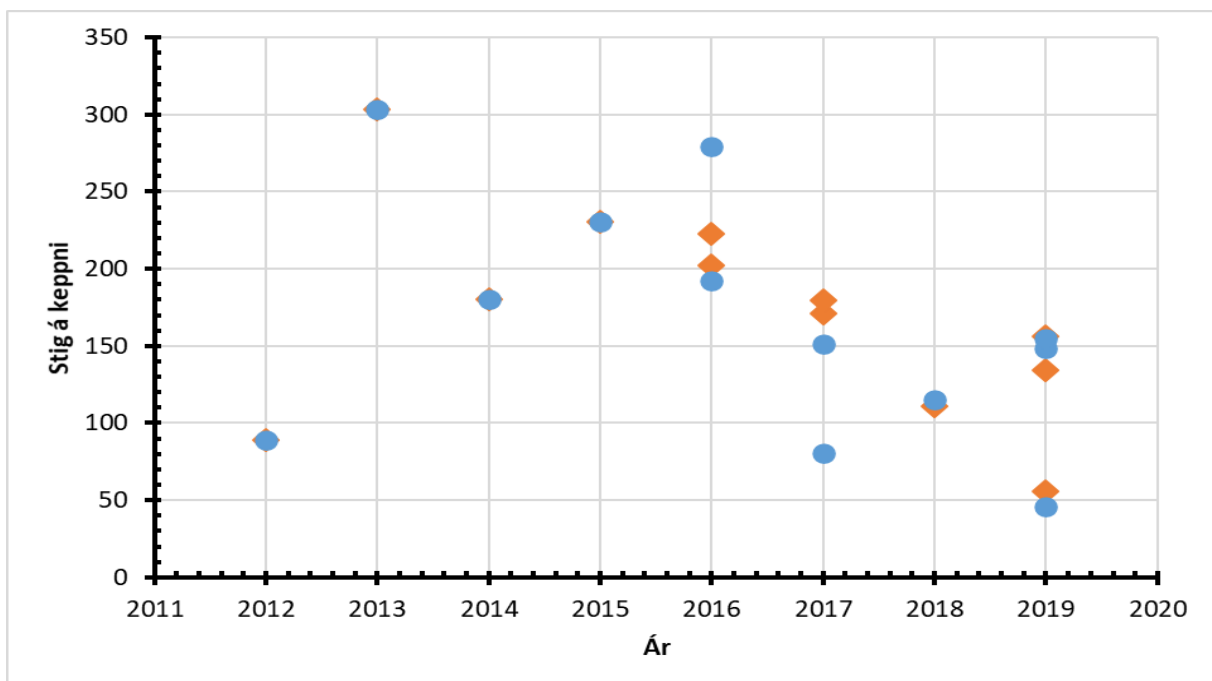
Tafla 1 – Keppnisatriði á Formula Student keppnum og heildarstigin sem hægt er að fá fyrir þau.

Kyrrstæð keppnisatriði	Stig	Hreyfanleg keppnisatriði	Stig
Verkfræðileg hönnun	150	Veggripsprófun	75
Greining á kostnaði og sjálfbærni	100	1km tímataka í þrautabraut	100
Viðskiptaáætlun	75	75m upptaksprófun	75
Tæknileg úttekt	0	22km þolakstur	325
		Eldsneytisnýtni	100
Samtals	325	Samtals	675

¹ <https://www.fsaeonline.com/>

Fyrstu þrjú árin var námskeiðið einungis í boði hjá iðnaðarverkfræði, vélaverkfræði og tölvunarfræðideild en síðustu sjö árin hefur rafmagns- og tölvuverkfræðideild einnig boðið sínum nemendum upp á námskeið tengt smíði rafkerfis bílsins. Tveir kennarar, frá sitt hvorri deildinni, hafa verið nemendum innan handar við vinnu vetrarins. Kennararnir voru meðvitaðir um að nemendur þurftu að taka þátt í nokkur skipti þar til að þeir væru búnir að ná tókum á öllum þáttum hönnunar bílsins og prófana á honum, en Jennifer Dawson og Stephen Kuchnicki hafa einmitt bent á þetta [4]. Eftir fyrstu 5 keppnirnar töldu kennararnir, sem voru þeir sömu allan tíman, að það væri tími til kominn að breyta aðferðafræðinni – nemendur kynnu að smíða bíl en þeir þyrftu að endurbæta hönnun fyrra árs með því að beita skiplögðum verkfræðilegum aðferðum. En hugmyndum kennaranna um að nemendur myndu taka upp formlegri verkfræðilega árangursmiðaða nálgun með því að setja sér skýr og mælanleg markmið og byggja hönnunarákvarðanir á mælingum; var mætt með trega og mótstöðu[5]. Mótstaðan var óbein, nemendur mótmæltu ekki hugmyndunum beint heldur héldu óbreyttum vinnubrögðum utan stundaskrár.

Andstaða nemenda gagnvart breytingum var að mestu vegna eldri nemenda sem annað hvort voru að taka þátt í námskeiðinu í annað (eða þriðja) sinn eða veittu nemendum aðstoð á kvöldin. Flestir þessara eldri nemenda höfðu sterkar skoðanir á því hvernig liðið ætti að starfa – eins og þeir voru vanir – og sumir (oftast nemendur sem tóku þátt í 2.- 3. skiptið) lögðu persónulegan metnað sinn fram yfir markmið og hagsmuni liðsins. Þessir eldri nemendur eru mjög góðir í að sannfæra yngri og óreynda nemendur. Til viðbótar þessu var nemendateymið að fást við önnur smærri vandamál en það var mjög erfitt að bera kennsl á þau og segja til um hvort rekja mætti frammistöðustöðnunina til þeirra.



Mynd 1 – Stig sem nemendur fengu á Formula Student keppnum. Appelsínu tíglarnir sýna stig frá kyrrstæðum keppnisgreinum og bláu hringirnir sýna heildarstig (bæði kyrrstæðar og hreyfanlegar keppnisgreinar). Ástæða fyrir því að heildarstig eru lægri en stig fyrir kyrrstæðu keppnisgreinarnar – t.d. 2017 – er vegna refsistiga.

Þess ber þó að geta að nemendur hafa verið óhemju duglegir öll árin þannig að stöðnunina var ekki hægt að rekja til þess að nemendur væru ekki að leggja sig fram. Í raun notuðu

nemendur töluvert meiri tíma en úthlutað er í námskeiðið, eða um 150-180 klst. yfir veturinn (6 ECTS einingar). Þetta er þekkt þegar nemendur vinna að verkefnum sem þeir hafa áhuga á. Benjamin og Keenan [6] sögðu frá svipaðri þátttöku nemenda í verkfræðilegu hönnunarnámskeiði þar sem stuðst var við verkefnamiðað nám

Í næsta kafla, kafla 2, munum við stuttlega kynna aðferðafræðina. Áhugasömum lesendum er bent á Oddsson og Unnþórsson [3] ef þeir vilja fá nánari upplýsingar um hvernig aðferðafræðin var búin til. Í kafla 3 förum við í gegnum aðferðafræðina, gefum hópþáttum einkunn og gefum lýsingar á stöðu þeirra. Í kafla 4 tökum við einkunnagjöfina saman og skoðum niðurstöður aðferðafræðinnar. Í kafla 5 tökum við saman og ræðum niðurstöður greinarinnar.

Aðferðafræði

Til að meta frammistöðu nemendateymisins notuðum við aðferðafræði sem við höfum þróað [3]. Hún er kerfisbundin aðferð og byggir á niðurstöðum fjölda ritrýndra vísindagreina um mat á árangri teyma í kennslu. Við höfðum í huga að útbúa tól sem gæti hjálpað við að bera kennsl á og draga fram hvar frammistöðuvandamál nemendateymis liggja – nokkurs konar hitamælir á frammistöðu teymisins. Við notkun aðferðafræðinnar þarf að fara í gegnum 43 mismunandi frammistöðupætti og meta þá. Þættirnir voru síðan í sjö hópa til að auðvelda sjónræna framsetningu niðurstaðna (Tafla 2). Niðurstöðurnar má þá rýna í töflu eða með ratsjárri.

Upplýsingunum um frammistöðu liðsins var safnað með ítarlegum viðtölum við kennarana tvo sem hafa leiðbeint nemendum í námskeiðinu frá upphafi. Viðtalsniðurstöðurnar voru notaðar til að gefa hverjum frammistöðupætti einkunn. Við ákváðum að nota einfaldan þriggja stiga kvarða – Í lagi gefur 2 stig, viðunandi gefur 1 stig og ekki í lagi gefur ekkert stig. Heildarstig hvers þáttahóps er summa allra þátta hans. Tvær leiðir eru til að gefa heildareinkunn fyrir frammistöðuna. Annars vegar að gefa öllum þáttum jafnt vægi eða gefa þáttahópnum jafnt vægi. Í fyrri tilvikinu þá er heildareinkunnin reiknuð þannig að deilt er í summu allra þátta með 86 – sem er hámarkssumma sem hægt er að fá. Í seinna tilvikinu er heildareinkunnin meðaltal einkunna þáttahópanna – þar sem einkunn úr hverjum þáttahóp er reiknuð með því að deila í summu allra þátta viðkomandi þáttahóps með hámarkssummu hans. Í þessari grein gefum við öllum þáttunum jafnt vægi (fyrri tilvikið). Ástæðan er að þáttahóparnir hafa ekki sama fjölda þátta og engin rök fyrir að hóparnir gildi jafnt. Niðurstöður eru svo birtar bæði sem tafla og sem ratsjárri.

Tafla 2 – Frammistöðupættirnir 43 og þáttahóparnir 7 [3].

<p>Liðsstjórnun (e. team management)</p> <p>Liðssamhæfing (e. team coordination) er hversu vel teymi vinnur saman og hvernig liðsmeðlimir hugsanlega víkja frá leikreglum eins og sumir vilja ekki vinna með öðrum eða fara út fyrir verksvið sitt (e. go off on tangents). Ákvörðunartaka (e. decision making) er hvernig liðið tekur ákvarðanir. Þessar ákvarðanir munu hafa misvísandi markmið, eru teknar í breytilegu umhverfi, krefjast forystu, eru ígræddar í skipuheilð og oft í fjölmennum teyimum. Liðsihugun (e. team reflexivity) er hvernig meðlimir velta sameiginlega fyrir sér markmiðum, aðferðum og ferlum liðs. Liðsendurgjöf (e. team feedback) er miðlun upplýsinga sem veittar er af utanaðkomandi aðila varðandi aðgerðir, atburði, ferla eða hegðun í samhengi við verklok eða teymisvinnu. Liðsstjórnunarferli (e. team management processes) eru um að koma á fót, miðla og skilja markmið liðsins sem sameiginlega dagskrá liðsins sem og að koma á rekstrarhóppskipulagi sem gerir kleift að auðvelda þverfagleg samskipti (e. cross-functional inter-relationships). Þessir ferlar þurfa að takast á við mál eins og: félagslegt leti, gagnkvæman tilgang, sérstök markmið, skilvirkni teymis (e. team self-efficiency) og átök. Markvirkni liðs (e. team effectiveness) er mat á árangri ferlanna (e. outcomes of the processes). Markmið & sýn (e. mission & vision) er að leggja fram skýr markmið og stöðuga sýn fyrir verkefnið. Skýr markmið snúast um það að hve miklu leyti meðlimir telja markmið liðs síns mikilvæg, skilja markmið liðs síns og afleiðingar árangurs liðs. Árangursendurgjöf (e. performance feedback) er að nota endurgjöf sem fékkst til að útskýra hvers vegna árangur náðist (eða skortur á slíkum), gefa dæmi um aðferðir sem geta skýrt þetta, velta fyrir sér hvort aðrir möguleikar séu til staðar til að bæta árangur og að lokum að setja sér markmið og þróa áætlanir fyrir næsta verkefni.</p>
<p>Liðsumhverfi (e. team environment)</p> <p>Skipuheildarígræðsla (e. organizational embedding) er hvernig samtökin nota teymi til að leysa vandamál, bæta ferla og virkja starfsmenn í teymisvinnu. Nægar auðlindir (e. sufficient resources) snýst um það hvort skipuheildin úthluti fullnægjandi auðlindum til að hjálpa liðinu að starfa og ná markmiðum sínum. Tilvist trausts (e. existence of trust) milli skipuheldar og liðs. Árangursmælingarkerfi (e. system for performance) bæði til að mæla og meta árangur teymisins í skipulagslegu samhengi. Mat og þóknun (e. evaluation and remuneration) fyrir liðið og meðlimi þess.</p>
<p>Innri virkni liðs (e. team inner workings)</p> <p>Liðsfélagsmótun (e. team socialization) er hvernig félagsleg og menningarleg hegðun hefur áhrif á frammistöðu liðs. Félagsmótun teymis og liðamenningin er hve vel gildi og viðhorf liðsmanna falla saman innan teymisins. Þvingunaráhrif (e. coercive influence) er þegar liðsmenn beita þvingunaraðferðum (e. coercive means) eða ráðskast (e. manipulate) til að hafa áhrif á aðra liðsmenn til að fá vilja sinn. Félagsleg leti & meðvirkni (e. social loafing & compensation) er þegar liðsmaður flýtur með flæðinu án þess að leggja sitt af mörkum í teymisvinnunni. Þetta krefst þess að aðrir liðsmenn taki upp félagslegar bætur, eða leysi félagslettingjana af hólmi og vinni þá vinnu sem ekki hefur verið unnin, þ.e. sýni meðvirkni. Aðlögunarerfiðleikar (e. adaptation difficulty) er þegar ekki allir liðsmenn falla á sinn stað og búast má við einhverjum aðlögunarerfiðleikum. Liðslærdómur (e. team learning) er þegar teymi byggir upp og viðheldur sameiginlegri hugmynd (e. conception) um verkefni sín. Liðsvitund (e. team cognition) er heildræn vitund innbyrðis tengsl ferla í teyminu. Liðseinkenni (e. team characteristics) eru þrjúþætt: tilhneigingu til samstarfs (vilji meðlima til samstarfs), sveigjanleika teymisins (mælir að hve miklu leyti allir liðsmenn gætu framkvæmt ýmsar aðgerðir í teyminu) og forgangssamhljóða (mælir að hve miklu leyti teymin hafa þróað sameiginlega heildstæða nálgun til að vinna verk sín). Þættir trausts (e. trust factors) eru þættir sem hafa áhrif á teymið og má líta á það sem verkefnaferlaþætti (hugrænt (e. cognitive-based) traust, traust byggt á áhrifum (e. affective-based), samvinnu og eftirlit) eða sem uppbyggingu og samhengi þátta liðs (fjölbreytni teymis, langlífi teymis, nálægð teymis og málsmeðferðar & gagnvirkir réttlæti. Liðsþjálfun (e. team training) er hvernig liðið eykur hæfni sína á fimm sviðum: (i) rauntímamálum, (ii) einbeita sér að því að þróa þakklæti fyrir sérstöðu, (iii) þróa reiknirit (e. algorithms) og uppbyggingu fyrir hópfunði, (iv) búa til hugmyndastjórnunarkerfi fyrir hópinn og að lokum, (v) og þróa kerfi innri ráðgjafa.</p>
<p>Liðsskipulag (e. team structure)</p> <p>Liðseiginleikar (e. team attributes) er tengt hæfileikum liðsmanna, óskum liðsmanna, sveigjanleika liðsmanna og persónuleika þeirra. Liðssamsetning (e. team compositions) tengjast því hvers konar bakgrunn meðlimir hefa, fjölbreytileiki þeirra eða hversu þverfagleg liðin eru, hvernig uppbygging umbunar er í teyminu, stærð teymisins, mismunandi hlutverk í liðinu, hvernig þessum hlutverkum er úthlutað og að lokum, hvernig liðið er valið. Skipulagðir ferlar (e. systematic processes) eru hvernig innri ferlar eru kerfisbundnir að uppbyggingu. Upplýsingageymsla (e. recording and filing information) er hvort viðeigandi upplýsingar séu geymdar og aðgengilegar. Starfsemi á mörgum tímalinum (e. operate on multiple time horizons) er hvort liðið hafi mörg mismunandi tímamörk. Samstaðsetning (e. team colocation) er hvort lið séu á sama stað eður ei. Þáttökutími í liði (e. team tenure) er hversu lengi fólk vinnur saman í liðinu.</p>
<p>Liðsmeðlimir (e. team members)</p> <p>Fyrirbyggjandi félagsmótunarhegðun (e. proactive socialization behaviors) er hegðun liðsmanna er getur haft áhrif á frammistöðu liðs. Hvatning (e. motivation) er drifkrafturinn sem hjálpar okkur að ná markmiðum. Hvatning getur komið að innan (e. intrinsic) eða að utan (e. extrinsic). Þessi þáttur fjallar einnig hvað er gert til að auka hvatningu. Verkhæfni (e. task skills) eru nauðsynleg færni liðsmanna sam þarf til að leysa verk á fullnægjandi hátt. Mannleg hæfni (e. interpersonal skills) eru nauðsynleg færni sem liðsmenn þurfa til að eiga samskipti á áhrifaríkan hátt. Viðhorf (e. attitudes) er skilgreint sem vilji einstaklingsins til að vinna áfram með sama teymi, traustið sem þarf milli liðsmanna og viljinn til að starfa í öðrum teyimum. Hugrænir þættir (e. cognitive factors) fjalla um hugræna fjölbreytni (e. cognitive diversity), örvitæna þætti (e. micro-cognitive factors) mannhugans (eins og athyglisstjórnun, minni osfrv.) og vitæna getu (e. cognitive ability) sem er almenn andleg geta sem felur í sér rökhugsun, lausn vandamála, skipulagningu, óhlutbundna hugsun, flókna hugmynd skilningur og að læra af reynslu.</p>
<p>Verk (e. task)</p> <p>Umfang (e. scope) er rétt val og samsvörun verka við hæfni liðsmanna, samþætting auðlinda og árangur teymisins. Vinnuálag (e. workload) er skilgreind út frá tveimur þáttum: tímapressu og eftirspurn eftir auðlindum. Samhengi verka og skjala (e. task coherence) er hversu vel skjöl samræmast við hönnunarverkefni. Flækjustig verka (e. complexity of task) er samansafn hvers konar eiginleika verka er hefa áhrif á frammistöðu verks. Verk einkennum (e. task characteristics) er hægt að skipta í sex hópa: markmið, inntak, ferli, framleiðsla, tími og framsetning. Hver hópur hefur nokkra þætti sem hafa jákvæð (+) eða neikvæð (-) áhrif á flækjustig (sjá alla þætti í Töflu 1). Gagnvirkni verka (e. task interdependence) visar til þess að hve miklu leyti liðsmenn þurfa upplýsingar, efni og stuðning hver frá öðrum til að geta sinnt verkum sínum.</p>
<p>Samskipti (e. communication)</p> <p>Innri samskipti (e. internal communication) eru samskiptin innan teymisins. Tengist tíðni samskipta, verkferum sem eru veitt til að hjálpa til við samskipti, eðli samskipta og hversu mikil samskipti eru. Misræmi í samskiptum (e. miscommunications) fjallar um ekki gagnleg samskipti og misskilning. Misræmi getur verið allt frá því hvernig yfirfærsla merkingar er í eðli sínu gölluð, minniháttar misskilningur, talinn (e. presumed) persónulegri annmarkar, mismunandi tilvísanir í markmið, munur á hópa- / menningarlegu viðmiði (e. group/cultural norm) í máli og samskiptum, hugmyndafræðilegur rammi tals upp í félags-menningarlegt valdamisvægi (e. socio-cultural</p>

power imbalances). **Ytri samskipti (e. external communication)** vísar til samskipta utan teymisins, til skipuheldarinnar eða viðskiptavina.

Mat á frammistöðupáttum nemenda verkefnisnámskeiði í verkfræði

Markmið þessarar greinar er að sýna fram á hvernig beita má aðferðafræðinni sem höfundar hafa þróað [3] til að meta og greina á skilvirkan máta frammistöðu nemendateymis í verkefnadrifnu verkfræðinámskeiði. Þó aðferðafræðin virki sem nokkurs konar hitamælir til að meta frammistöðuna, þá nýtist einkunnagjöfin fyrir þætti hennar (alls 43 þættir) upp að ákveðnu marki til að greina hana. Höfundar fóru í gegnum alla þættina og gáfu þeim einkunn út frá meðaltali síðustu tíu ára með því að nota þriggja stiga kvarða. Árin 2011 og 2020 eru ekki með þar sem nemendur fengu engin stig árið 2011 og engar keppnir voru haldnar árið 2020 vegna COVID-19. Árið 2011 skráði nemendur sig til keppni en það var einungis formsins vegna – ferðin á keppnina var farin til að kynna keppninni, framkæmd hennar. Niðurstöður einkunnagjafar eru sýndar í Tafla 3 og stigagjöfin verður útskýrð hér að neðan.

Tafla 3 – Niðurstöður einkunnagjafar fyrir alla 43 frammistöðupættina sem aðferðafræðin byggir á og heildarstig hvers þáttarhóps.

Liðsstjórnun	Liðssamhæfing	2	Liðsskipulag	Liðseiginleikar	2
	Ákvörðunartaka	0		Liðssamsetning	2
	Liðsíhugun	0		Skipulagðir ferlar	1
	Liðsendurgjöf	0		Upplýsingageymsla	1
	Liðsstjórnunarferli	1		Starfsemi á mörgum tímalínum	0
	Markvirkni liðs	0		Samstaðsetning	2
Liðsumhverfi	Markmið / sýn	0	Þátttökutími í liði	0	
	Árangursendurgjöf	0	Samtals (hámark 14)	8	
	Samtals (hámark 16)	3	Fyrirbyggjandi félagsmótunarhegðun	2	
	Skipuheldarígræðsla	0	Hvatning	2	
	Nægar auðlindir	1	Verkhæfni	0	
	Tilvist trausts	1	Mannleg hæfni	1	
Innri virkni liðs	Árangursmælikerfi	1	Viðhorf	2	
	Mat og þóknun	2	Hugrænir þættir	2	
	Samtals (hámark 10)	5	Samtals (hámark 12)	9	
	Liðsfélagsmótun	2	Umfang	0	
	Þvingunaráhrif	0	Vinnuálag	0	
	Félagsleg leti og meðvirkni	2	Samhengi verka og skjala	0	
Samskipti	Aðlögunarerfiðleikar	2	Flækjustig verka	1	
	Liðslærdómur	1	Gagnvirkni verka	1	
	Liðsvitund	1	Samtals (hámark 10)	2	
	Liðseinkenni	1	Innri samskipti	2	
	Þættir trausts	2	Misræmi í samskiptum	1	
	Liðsþjálfun	1	Ytri samskipti	2	
Samtals (hámark 18)	12	Samtals (hámark 6)	5		

1.1. Liðsstjórnun (3/16)

Námskeiðið er valnámskeið og nemendur sem velja það eru fullir af eldmóði og tilbúnir að taka þau auka skref sem þarf til að mæta tilbúin með nýjan bíl til keppni sumarið eftir. Vegna sameiginlegs áhuga vinna nemendurnir venjulega mjög vel saman.

Samhæfing verkefnisins og stjórnunarstöður hafa breyst í gegnum árin, byggt á hugmyndum fyrri nemenda. Skólaárið 2019-2020 voru fimm tæknilegir hópar og tveir stjórnunarhópar. Tæknilegu hóparnir fimm sjá um drifkerfið, fjöðrunina, loftflæðið, burðarvirki og rafkerfið. Stjórnunarhóparnir tveir sjá um þætti sem snúa að framkvæmd verkefnisins og stjórnun. Hver hópur samanstendur af fjórum til sex nemendum. Hópstjórar funda með stjórninni í hverri viku til að ræða hvernig vinnunni hefur miðað áfram, næstu verk og taka á þeim málum sem hafa komið upp. Kennarar hitta stjórnarhópinn í hverjum mánuði til að fylgjast með stöðu mála, ræða næstu skref og veita ráðgjöf (Liðssamhæfing = 2).

Almennt má segja að heildarmarkmið verkefnisins sé öllum nemendum ljóst – að smíða nýjan, betri bíl og keppa á honum næsta sumar. Hins vegar eru tæknileg markmið ekki skýr og til að mynda þá ákveða hóparnir sjálfir hver markmið þeirra eru fyrir nýja bílinn – án samræmingar. Einn nemandi í stjórnendateyminu gegnir hlutverki tæknistjóra sem heldur utan um þróunarvinnu nýja bílsins. Skipulag í kringum tæknistjóran er ekki í föstum skorðum og sama gildir um aðrar stöður stjórnunarteymisins (Markmið / sýn = 0).

Ferli við ákvarðanatöku í verkefninu er ekki í föstum skorðum og byggir að litlu leyti á gögnum – mælingum og endurgjöf frá dómurum/leiðbeinendum (Ákvörðunartaka = 0). Ígrundun og sjálfsgagnrýni á markmið, stefnu og ferla í upphafi verkefnisins hvert skólaár er vart merkjanleg (Liðsígugun = 0).

Almennt má segja að það sé skortur á gagnrýnni hugsun – nemendur hafa til að mynda ekki talið þörf á að prófa styrk eða endingu hannaðra íhluta við notkunaraðstæður. Í raun hafa nemendur aldrei gert tilraun til þess að meta krafta sem virka á bílinn og íhluti hans í notkun – þrátt fyrir að leiðbeinendur hafi marg oft minnst á það. Í staðinn hafa þeir stuðst við hönnunarupplýsingar sem þeir hafa fengið frá öðrum liðum (Liðsendurgjöf = 0).

Eldri nemendur hafa haft sterkar skoðanir varðandi vinnubrögð og það sem þeim finnst að ætti að leggja áherslu við endurbætur á nýjum bíl. Þessir eldri nemendur hafa ýmist verið útskrifaðir eða verið að taka þátt í verkefninu í 2.-3. sinn. Í krafti virðingar yngri nemenda hafa eldri nemendur mjög oft stjórnað ákvarðanatöku í verkefninu. Eitt árið höfðu kennarar átt góðan fund með stjórnendateymi verkefnisins og sammælst um markmið vetrarins en eftir fundinn unnu eldri nemendur á bak við tjöldin og sannfærðu hluta af stórnendateyminu um að breyta markmiðum verkefnisins – jafnvel eftir að þau höfðu verið kynnt fyrir stjórnendum skólans þar á meðal rektor. Yngri nemendurnir vildu forðast átök og samþykktu breytingarnar – upplýsingum um breytt markmið var ekki miðlað til leiðbeinenda fyrr en nokkrum vikum síðar (Markvirkni liðs = 0).

Vinnan sem felst í því að smíða nýjan bíl og mæta með á keppni er umtalsverð. Hún skiptist í marga mismunandi áfanga. Þar sem liðið er tiltölulega fámennt og nemendur búa yfir lítilli fræðilegri þekkingu og takmarkaðri verkþekkingu þá hefur verkáætlun liðsins verið knappt áætluð og liðið þurft að sleppa mikilvægum prófunum til að geta mætt á keppni. All flest árin hefur bíllinn ekki verið tilbúinn þegar út í keppni var komið og nemendur þurft að nýta 1-3 daga til að klára bílinn – sem ekki náðist fyrstu fimm árin (Árangursendurgjöf = 0).

Skipulag verkefnisins og stöður innan stjórnunarteymisins hafa breyst í gegnum árin, byggt á hugmyndum fyrri nemenda. Sumar breytinganna hafa ekki leitt til betra skipulags og árangur liðsins hefur lítið batnað. Í raun má segja að verkefnið/liðið sé staðnað því vinnubrögðin eru þau sömu og í upphafi, stig sem liðið fær á keppnum flökta um svipað gildi og í upphafi og jafnvel neðar. Nemendur hafa hins vegar ekki áttað sig á þessu og virðast trúa því að allt sé í fínu lagi en sjá ekki heildar samhengið. Þeir sjá framþróun. Síðustu tveir bílar voru með koltrefjaskrokk, vængi og fleiri viðbætur. Það að þeir sjá ekki heildarsamhengið lýsir sér í því að nemendur hafa talað um nauðsyn þess að framkvæma prófanir á bíl fyrir keppni. En öll árin hafa prófanir þurft að víkja vegna vanáætlana á smíði bíls. Sum árin hafa verið framkvæmdar prufukeyrslur til að sýna að bíllinn geti keyrt en í þeim tilvikum var hann ekki fullkláraður og ólöglegur í keppni (Liðsstjórnunarferli = 1).

1.2. Liðsumhverfi (5/10)

Eigandi liðsins, Háskóli Íslands, nýtir verkefnið til að bjóða nemendum viðbótarhæfni sem ekki er hægt að fá í öðrum námskeiðum. Háskólinn nýtir verkefnið einnig í kynningarstarfi. Verkefnið, eða námskeiðið, er ekki fyllilega ígreipt í skipulag Háskólans. Það er aðallega vegna þess hversu sjálfstæðu verkefninu var upphaflega leyft að vera og erfitt hefur reynst að snúa af þeirri braut. Þetta hefur endurspeglast í viðhorfi nemenda til fjármögnunar verkefnisins og kennara. Staðreyndin er hins vegar sú að verkefnið er rekið við Háskóla Íslands og öll störf nemenda eru unnin í nafni Háskólans. Þessi staðreynd er ein meginástæðan fyrir þeim stuðningi sem verkefnið hefur hlotið innan Háskólans, frá stjórnvöldum sem og frá atvinnulífinu (Skipuheimildarígræðsla = 0).

Nemendur hafa rekið verkefnið á sér kennitölu með sér bankareikning sem nemendur hafa fulla stjórn á án aðkomu Háskólans. Tveir leiðbeinendur hafa sinnt nemendum, annar frá IVT deild og hinn frá RTV deild. Í forsvari fyrir nemendahópnum er framkvæmdastjórn sem skipuð er eldri nemendum. Þessi stjórn sé um heildarskipulag verkefnisins og helstu samskipti út á við.

Verkefnið hefur hlotið ríkulegan stuðning frá Háskólanum. Styrkirnir hafa komið frá skrifstofu rektors og þá í formi peningastyrkja og IVT deild hefur greitt keppnisgjöld fyrir eina keppni á ári, greitt fyrir húsnæði liðsins ásamt því að veita verkefninu minni styrki og stuðning. Auk þessa þá hefur Verkfræði og Náttúruvísindasvið Háskólans veitt verkefninu stuðning með því að bjóða nemendum greiðslu fyrir ýmis viðvik. Frá Háskóla Íslands hefur verkefnið til afnota um 80m² aðstöðu fyrir smíðavinnu á háskólasvæðinu og að auki hefur verkefnið um 30m² skrifstofuhúsnæði. Aðstaðan er í um fjögurra mínútna göngufjarlægð frá húsnæði deildanna. Þessu til viðbótar þá hefur atvinnulífið einnig veitt verkefninu mikinn stuðning. Stuðningurinn hefur verið með ýmsu móti – frá beinum peningastyrkjum, efnisstyrkjum, afsláttum yfir í vinnuframlag og aðstöðu fyrir þróunar og smíðavinnu (Nægar auðlindir = 1).

Traust milli nemenda og kennara hefur verið breytilegt milli ára og fer mikið eftir einstaklingunum sem veljast í stjórnendateymið. Á tímabili voru samskiptin mjög yfirborðskennd og þegar verst lét þá var leiðbeinendum einungis sagt það sem nemendur töldu að kennarar vildu heyra en nemendur framkvæmdu annað. Aðspurðir þá sögðu nemendur sig vera sjálfstæða einingu, með kennitölu og eigin fjárhag (Tilvist trausts = 1).

Eigandi liðsins, Háskóli Íslands, hefur ekki skilgreint skipulagsviðmið fyrir liðið. Þess vegna eru engir ferlar til að mæla og meta árangur liðsins í skipulagslegu samhengi. Liðið hefur hins

vegur tekið mjög virkan þátt í hinum ýmsu viðburðum á vegum Háskólans (Árangursmælikerfi = 1).

Fyrir þátttöku í verkefninu fá nemendur margvíslega umbun og endurgjöf. Frá Háskólanum fá nemendur ECTS einingar og stjórnendur skólans hrósa nemendum reglulega við ýmis tækifæri. Nemendur fá einnig ákveðna umbun og upphafningu. Umbun á keppnum þegar liðið fær fleiri keppnisstig en önnur lið sem hafa úr að spila meiri fjármunum. Þetta gildir einnig þegar liðið fær verðlaun, en liðið hefur fengið tvisvar liðsheildarverðlaun, og þegar liðsmenn annarra liða – sem og dómara – veita þeim viðurkenningu með því að sýna smíði þeirra (þ.e. bílnum) athygli (Mat og þóknun = 2).

1.1. Innri virkni liðs (12/18)

Það tekur nemendur ákveðinn tíma að tengjast og mynda liðsheild. Tvö ár náðist ekki að myndast liðsheild fyrr en síðustu tvo mánuði fyrir keppni -en nemendur sem hafa farið út til keppni hafa myndað sterkustu tengingarnar. Næstu ár þar á eftir var lögð sérstök áhersla á að mynda liðsheild fyrr um veturinn. Það var gert með sérstökum hópeflisviðburðum og með að halda viðburði þar sem nemendur skemmtu sér saman sem hópur (Liðsfélagsmótun = 2).

Liðstjóri verkefnisins hefur mikið að segja um stjórnun verkefnisins. Tveir liðstjórar beittu hótunum og þvingunum til að ýta verkefninu áfram en það gengur illa því nemendur hafa skráð sig í verkefnið vegna áhuga. Hjá seinni liðstjóranum fór allt í háaloft og eftir það hefur stjórnunin verið meira á jafningjagrunni. Jafningjastjórnun er mikilvæg því námskeiðið er valnámskeið og nemendur sem skrá sig eru mjög áhugasamir (Þvingunaráhrif = 0).

Flestir nemendur gera sitt besta miðað við getu og aðstæður. Stakir hópar vinna þétt saman og andrúmsloftið einkennist af hjálpssemi, áhuga og metnaði fyrir því að mæta með nýjan betri bíl í næstu keppni (Þættir trausts = 2).

En ekki eru allir nemendur sammála um hvaða atriði á að bæta fyrir næstu keppni – oftast hafa eldri nemendur náð að stjórna því. Upp hafa komið einstaka tilvik um félagslega leti, þ.e. nemendur hafa ekki lagt sig fram í hópvinnum, en hún hefur ekki verið liðin af samnemendum því þá eykst álagið á hina meðlimi hópsins, sem er mikið fyrir. Í öllum tilvikum hefur þetta verið leyst, annað hvort með tiltali, með því að færa nemanda í annan hóp, eða með því að vísa nemanda úr verkefninu (Félagsleg leti og meðvirkni = 2).

Í gegnum árin hefur einhvers konar liðsmenning mótast hjá nemendum. Nemendurnir – sem lið – hafa mótað sameiginlega hugmynd um hluta þeirra verka sem þarf að vinna og innbyrðis tengsl þeirra. En þeir hafa ekki endurmetið verkin og tengsl þeirra út frá fyrri frammistöðu, tiltækum úrræðum og markmiðum liðsins. Þess vegna hafa nemendur aðeins sinnt hluta nauðsynlegra verka og stór hluti af þeim er að koma nýjum nemendum inn í verkefnið.

Nemendurnir hafa í upphafi skólaársins mjög takmarkaða þekkingu á verkefninu, takmarkaða verkreynslu og verkþekkingu. Yfir skólaárið öðlast þessir nemendur – í gegnum eljusemi og dugnað – óhemjumikla reynslu og þekkingu. Það er því mikill munur á getu og skilningi liðsins í upphafi og enda skólaársins. Í upphafi vetrar gert átak í að koma nýjum nemendum sem hraðast inn í verkefnið. Það krefst töluverðrar vinnu af hálfu eldri nemenda en vinnan hefur verið gerð auðveldari með skipulagðri kennsluáætlun þar sem til að mynda er farið yfir reglur

keppninnar og nemendur þjálfaðir í notkun hönnunarhugbúnaðarins Inventor (Liðsþjálfun = 1).

Reynsla síðustu ára hefur sýnt að liðið er samheldið og sveigjanlegt þegar á reynir. Í tvö skipti hefur komið upp sú staða að nánast allir nemendur í ákveðnum hópi hættu í verkefninu. – Í þeim tilvikum stóð liðið saman og sýndi sveigjanleika með því að færa nemendur úr öðrum hópum yfir í viðkomandi hóp til að tryggja að verkefnið yrði ekki fyrir skaða (Liðseinkenni = 1, Aðlögunarerfiðleikar = 2).

Nemendurnir hafa komið sér upp kerfi til að takast á við rauntímamál (vikulegir fundir) og þeir hafa einnig þróað kerfi innri ráðgjafa (hópstjórar og meðlimir hópa). Þeir hins vegar hafa ekki þróað skilning á sérstöðu – þ.e. að standa sig vel í keppnum og koma sér upp ferli fyrir hugmyndir. Skilningur liðsins á sérstöðu er að vekja athygli í keppni burtséð frá því hvort bílinn keyrir eða ekki. Metnaðurinn hefur aðallega gengið út á að liðið mæti með sérstakan bíl, bíl sem tekið verður eftir, á næstu keppni – t.a.m. með koltrefjaskrokk, fjórhjóladrif o.fl. Allt spennandi hugmyndir – sem stóru og vel fjármögnuðu skólarnir eru að vinna að – en ekki viðeigandi fyrir lið Háskóla Íslands þar sem nemendur hafa ekki enn náð tökum á að búa til áreiðanlegan bíl og klára alla keppnisþætti erlendu keppnanna.

Ekkert formlegt ferli er fyrir hugmyndir. Tæknileg markmið eru óskilgreind og hóparnir ákveða sjálfir markmið sín fyrir nýja bílinn. Að mestu út frá tilfinningu og án samræmingar milli hópa. Þannig að ferlið við ákvarðanatöku er ekki í föstum skorðum. Það byggir ekki á heildarmarkmiði liðsins og að litlu til á gögnum – þ.e. mælingum og endurgjöf frá dómurum og leiðbeinendum (Liðslærdómur = 1).

Markmið liðsins á hverju ári stjórnast að mestu af eldri nemendum – sem oftast taka þátt sem hópstjórnendur. Metnaður þessara nemenda er að mæta með bíl sem stendur jafnfætis bílum erlendu háskólanna. Erlendu háskólarnir sem þeir miða við hafa mun betri aðstöðu, fleiri nemendur, meiri fjármuni og aðgang að fyrirtækjum í bílaiðnaðinum. Metnaður þessara nemenda er mikill, í raun miklu meiri en geta liðsins. Þetta má mögulega rekja til skorts á hugrænni færni (Liðsvitund = 1).

Liðið hefur öll árin – fyrir utan eitt – smíðað frumgerðir af bíl en ekki náð að prófa þær. Skortur á prófunum – fyrir og eftir keppnir – á bílnum og íhlutum hans hefur orðið til þess að lítill þekking hefur byggst upp í gegnum árin. Vegna þess þá hefur framþróunin verið mjög hæg. Það var ekki fyrr en 2018 og 2019 að fyrstu bílarnir keyrðu löglega á erlendum keppnum. Bílarnir voru hins vegar ekki tilbúnir þegar þeir voru sendir út og þurfti að vinna í þeim á keppnisstað til að koma þeim í gegnum reglu- og öryggisprófanir.

1.1. Liðsskipulag (8/14)

Langflestir nemendanna eru nemendur á fyrsta og öðru ári í grunnnámi. Örfáir nemendur hafa reynslu og/eða fræðilega þekkingu sem nýtist í verkefninu. Vegna þessa fer stór hluti af tíma þeirra, yfir veturinn, í að kynna verkefninu – læra keppnisreglurnar, kröfurnar og fyrirkomulagið – sem og læra á hugbúnaðartólin og öðlast yfirborðspekkingu á þeim fræðum sem þau þurfa að nýta til að endurhanna og endurbæta bíl síðasta árs (Liðseiginleikar = 2).

Í upphafi vetrar er nemendahópnum skipt upp í 3-5 manna hópa sem hver vinnur að ákveðnum viðfangsefnum yfir veturinn; til dæmis, fjöðrunarhópur sem sér um að endurbæta og smíða nýtt fjöðrunarkerfi og drifkerfishópur sem sér um að endurbæta og smíða nýtt

drifkerfi. Nemendur velja sjálfir hópa eftir áhugasviði nema þegar sárlega vantar í ákveðinn hóp. Þegar það kemur upp þá aðstoðar stjórnin við finna nemendur til að manna hópinn (Liðssamsetning = 2). Verkefnið hefur aðstöðu á háskólasvæðinu til að vinna að verkefninu en hluti af smíði bílsins fer fram í húsnæði fyrirtækja sem styðja verkefnið (Samstaðsetning = 2).

Fyrir þátttöku í verkefninu fá nemendur þrjár ECTS einingar á haustönn og aðrar þrjár ECTS einingar á vorönn. Nemendur sem taka þátt aftur sitja námskeiðin aftur. Þátttaka í verkefninu gefur nemendum einnig tækifæri á að fylgja liðinu á keppnir erlendis. Flestir nemendanna taka þátt í verkefninu í eitt skólaár (tvö misseri). Nemendur sem taka þátt aftur verða í flestum tilfellum hópstjórar eða hluti af stjórnunarhópunum. Þessir nemendur þekkja því til verkefnisins en þeir hafa litla sem enga reynslu eða fræðilega þekkingu í verkefnastjórnun.

Margir þeirra ferla sem eru notaðir í verkefninu eru vegna stutts þátttökutíma nemenda í verkefninu. Eldri útskrifaðir nemendur hafa haldið tengslum við verkefnið og verið nemendum innan handar – oft lítið við á kvöldin eftir vinnu til að aðstoða. Þetta hefur reynst verkefninu og nemendum vel. Annars vegar er þetta mikilvægur þáttur í að viðhalda þekkingu (sem er ekki skráð í dag) og hins vegar hefur þetta hjálpað nemendum að ná fyrir tókum á viðfangsefnum vetrarins. Sterk tenging við eldri nemendur hefur einnig neikvæða hlið því hún torveldar leiðbeinendum að innleiða nýja og bætta vinnuferla (Skipulagðir ferla = 1).

Nemendur hafa unnið að því að koma upp skráningu og skipulagi en vinnan hefur aldrei verið kláruð. Vinnan hefur oft verið endurvakin, því nemendur átta sig á þörfinni, en tími nemenda er takmarkaður og því hefur vinnan fallið fljótt í skuggann fyrir meira aðkallandi verkefnum. Skortur er á skipulögðum ferlum við ákvarðanatöku og vinnu liðsins. Að auki eru engir ferlar til fyrir mat á eldri og nýrri hönnun eða fyrir endurbætur. Vegna þessa hefur meðal annars verið skortur á notkun mælinga við staðfestingu á hönnun, mat á fyrri hönnun og við endurhönnun. Skortur á skráningu hefur orðið til þess að þekking byggist hægt og illa upp, sem dæmi má nefna að endurgjöf frá keppnum hefur ekki skilað sér á milli ára og endurteknar athugasemdir dómara frá fyrri árum hafa hljómað í eyrum nýrra liðsmanna sem nýjar athugasemdir (Upplýsingageymsla = 1).

Fyrst var boðið upp á námskeiðið 2011 og síðustu árin hefur verið lítil frampróun – fyrir utan að vandamál sem tengdust rafkerfinu hafa verið leyst. Töluverðan tíma tók að finna út úr vandamálunum – sem má skrifast á skort á skipulögðum verkfræðilegum vinnubrögðum – og komu þau í veg fyrir að bíllinn gæti keyrt á keppnum erlendis í nokkur ár. Helsta ástæða fyrir stöðnun er að það eru engin skipulögð endurmats- og endurhönnunarferli til staðar – nýtt lið sem tekur við á haustin framkvæmir engar mælingar. Hvert lið hefur týnt til ógrynni afsakana þegar kennarar hafa spurt út í endurmat og mælingar (Starfsemi á mörgun tímálinum = 0).

Ekki er til staðar kerfi sem tryggir að vinna næsta skólaárs geti gengið snurðulaust fyrir sig. Helsta ástæðan fyrir þessu er hversu stuttan tíma hver nemandi tekur þátt í verkefninu (flestir eitt skólaár). Þessu til viðbótar, vegna stutts líftíma í verkefninu, þá vilja nemendur sem taka þátt fara með bílinn á keppnir í lok skólaársins (yfir sumarið). Eitt skólaár er hins vegar ekki nægur tími til að: meta fyrri hönnun, endurhanna bílinn, smíða endurhannaða íhluti, prófa íhluti, setja saman bílinn, prófa bílinn og fleira (Þátttökutími í liði = 0).

1.2. Liðsmeðlimir (9/12)

Fjölmarginar ástæður eru fyrir því að nemendur velja að taka þátt í verkefninu. Meðal innri hvata má nefna að nemendur sjá að í verkefninu gefst þeim tækifæri til þess að a) hanna og smíða hluti í höndunum, b) taka þátt í hópavinnu sem snýr að því að framkvæma þeirra eigin hugmyndir, c) læra og gera eitthvað nýtt og d) vinna með atvinnulífinu. Helsti ytri hvati er áhuginn og viðurkenningin sem nemendur fá frá fjölskyldu, vinum, jafningjum, fjölmiðlum, atvinnulífinu og háskólaumhverfinu. Auk þess þá virka keppnisferðirnar einnig sem mikilvægur ytri hvati (Hvatning = 2).

Kunnátta nemenda sem taka þátt í verkefninu er takmörkuð. All flestir liðsmenn eru á fyrsta og öðru ári í BS námi (þ.e. hafa nýlokið menntaskóla) og hafa litla sem enga verkþekkingu, fræðilega þekkingu eða reynslu sem nýtist í verkefninu. Hópstjórnarnir hafa flestir eins árs reynslu af verkefninu þannig að þeir hafa betri heildarsýn yfir verkefni vetrarins en þeir hafa litla sem enga reynslu í verkstjórn og hafa einnig takmarkaða verklega og fræðilega þekkingu. Sökum þess hversu stutt nemendur í verkefninu eru komnir áleiðis í námi sínu þá geta lítið beitt verkfræðilegri þekkingu. Þess í stað treysta þeir mikið á hugbúnaðarlausnir við lausn verkefna. En þekkingar- og reynsluleysi nemenda í notkun hugbúnaðarlausna hefur endurspeglast í því að nemendur hafa ekki fundið sig knúna til að leita staðfestingar á niðurstöðunum heldur treysta þeim í blindni (Verkhæfni = 0).

Ein afleiðing reynsluleysis nemendanna er að margir þeirra fá fljótlega ofurtrú á eigin getu þegar þeir sjá að þeir geta hannað vélarhluti í bíl og annað hvort smíðað þá sjálf eða fengið vélsmiðju til að smíða hlutina fyrir sig.

Í gegnum árin hafa nemendur sýnt að þeir meta þekkingu og reynslu eldri nemenda (sem lokið hafa námskeiðinu) sem og starfsmanna iðnfyrirtækjanna sem þeir eru í sambandi við meira en akademískra starfsmanna Háskólans. Kennarar hafa margoft upplifað að leiðbeining þeirra um bætt vinnubrögð hefur lotið lægra haldi fyrir ráðleggingu eldri nemenda um að viðhalda vinnubrögðum.

Nemendur hafa verið duglegir að lesa sér til um viðfangsefnið og gera mikið af því að leita til jafningja varðandi hjálp við úrlausnarefnum. Þeir hafa leitað til samnemenda, eldri nemenda og jafnvel nemenda í öðrum háskólum sem þeir hafa kynnst á keppnum. Í upphafi leituðu nemendur töluvert til leiðbeinenda en síðustu ár hafa þeir lítið sem ekkert leitað til þeirra. Ekki er ljóst í hverju vandinn liggur en mögulega má leita skýringa í að nemendur vilja halda ákveðinni ímynd gagnvart leiðbeinendum og ekki koma upp um vankunnáttu sína á efninu. Einnig kann að vera að nemendur geti fengið svör við flestum spurningum sínum frá jafningjum – þar sem búið er að smíða nokkra bíla í gegnum árin. Nemendur ráðfæra sig reglulega við hvern annan sem og fyrri nemendur og nemendur í liðum erlendra háskóla (Fyrirbyggjandi félagsmótunarhegðun = 2).

Það má því segja að mannleg færni nemenda sé mjög góð og það ríki gott traust milli nemendanna og að þeir hafi jákvætt viðhorf til samstarfsins (Viðhorf = 2). Nemendahópurinn samanstendur af nemendum með mismunandi bakgrunn og hlutfall kvenkyns nemenda hefur sveiflast á milli 20-40% - sem er mun hærra en hjá erlendu liðunum. Samkvæmt þessu má fullyrða að nemendahópurinn hafi næga hugræna fjölbreytni til að byggja upp og viðhalda nýstárlegu og blómlegu teymi (Mannleg hæfni = 1). Einnig er hægt að fullyrða að nemendurnir hafi almennt gott minni, góða athygli og góð skynjunarferli - þ.e.a.s. góða

örhugræna þætti. Hins vegar skortir á hugræna getu þeirra, til dæmis þegar kemur að lausnum vandamála, rökhugsun og að læra af reynslunni. Þetta er líklegast vegna þess að nemendur hafa ekki fengið almennilega kennslu og þjálfun í þessum þáttum (Hugrænir þættir = 2).

1.1. Verk (2/10)

Fjöldi nemenda sem taka þátt í námskeiðinu hefur verið á bilinu 30 til 40. Af þeim eru iðulega einn eða tveir nemendur sem hafa viðeigandi reynslu, eða menntun, og 5-6 nemendur sem hafa áður tekið þátt í námskeiðinu. Nemendahópurinn er mun minni en lið evrópsku háskólanna sem nemendurnir vilja bera sig saman við og etja kappi við. Tiltölulega fámennt lið með reynslulitla nemendur getur ómögulega samræmt færni nemenda við verkefni og úrræði. Umfangið er því hverfandi. Ennfremur, sú staðreynd að lið Háskóla Íslands samanstendur af fámennu teymi reynslulítilla nemenda sem hafa stuttan þátttökutíma í verkefninu þýðir að nemendurnir eru undir miklu vinnuálagi - miklu meira en sex ECTS einingar sem þeir fá yfir veturinn (sem samsvara 150-180 tímum á hvern nemanda). Verkefnin sem nemendur þurfa að ljúka á skólaárinu eru mörg, krefjandi og umfangsmikil. Á innan við einu ári þurfa nemendur að skipuleggja vinnuna þannig að þeir geti: Klárað að meta hönnun síðasta bíls, endurhannað nýjan bíl, aflað fjár til að smíða endurbættan bíl, prófað og hugsanlega lagað nýja hönnun, skipulagt og undirbúið sig fyrir keppnir og keppt á keppnum erlendis. Þessu til viðbótar verða nemendurnir að standast próf keppnishaldara til að öðlast keppnisrétt og nemendur þurfa einnig að skila skýrslum til dómara til að fá hönnun sína samþykkt (Umfang = 0).

Eins og áður segir þá eru nemendurnir undir miklu vinnuálagi. Fæstir nemendanna búa yfir reynslu eða menntun á sviðinu sem gerir alla áætlanagerð erfiða. Þeir geta illa metið hversu mikill tími fer í ákveðin verk (reynsluleysi einkennist oft af bjartsýni). Vegna þessa þá hefur nánast öll árin verið of knappur tími áætlaður í verk. Of knappur tími og sú staðreynd að nemendur eru of fáir miðað við öll verkefni sem þarf að klára hefur orðið til þess að ákveðnum verkefnum hefur verið sleppt. Til að mynda prófunum á bíl áður en hann fer á keppni. Skortur á skjölun verkefnisins – heildarhönnun, prófunaráætlun og endurgjöf frá keppnum – hefur orðið til þess að framþróun verkefnisins hefur verið mjög hæg (Vinnuálag = 0).

Áætlanagerð er mjög erfið því reynsluleysi nemenda veldur því að þeir geta illa metið, á raunsæjan hátt, þann tíma sem þarf í verk. Reynsla síðustu ára hefur einnig sýnt að reynsluleysi nemenda einkennist oft af bjartsýni og vegna þessa þá hefur nánast öll árin verið of knappur tími áætlaður í verk – þó nemendur hafi upplýsingar frá fyrri árum. Of knappur tími til viðbótar við galla í áætlun (til dæmis þegar verk vantar) og þá staðreynd að nemendahópurinn er of fámennur miðað við öll verkefni sem þarf að klára, hefur orðið til þess að ákveðnum verkefnum hefur verið sleppt. Til dæmis prófunum á bíl áður en hann fer í keppni. Í nokkur skipti hefur bíllinn verið sendur í keppni áður en hann var fyllilega settur saman (Samhengi verka og skjala = 0).

Vegna skorts á almennilegum hönnunargögnum er samræmi verka hverfandi. Flækjustig verka er mjög hátt vegna þeirra fjölda verka sem þarf að klára, þ.e.a.s. frá hönnun, smíði, samsetningu, prófunum og kappakstri á bílum. Fjölbreytni og ónákvæmni upplýsinga sem og tímappressan bæta enn frekar við flækjustigið (Flækjustig verka = 1).

Vegna þess að tæknihóparnir fimm vinna að verkum sem eru háð hvort öðru, til dæmis burðarvirkið, fjöðrun, raf- og drifkerfið, þá þurfa þeir að eiga náin og góð samskipti á meðan þeir vinna að hönnun. Það er mikilvægt til að tryggja að allir íhlutir passi og það sé gert ráð fyrir þeim. Þess vegna verður að miðla skýrt heildar hönnunarmarkmiðinu til hópanna og allar hönnunarbreytingar verða að vera ræddar og samþykktar af öllum viðkomandi hópum (Gagnvirkni verka =1).

1.2. Samskipti (5/6)

Samskipti nemenda eru mjög virk – innan hópa, milli hópstjóra og milli hópstjóra og stjórnendateymisins. Samskiptin eru öll á jafningjagrundvelli, oftast milli tveggja einstaklinga og snúa aðallega að tæknilegum úrlausnarmálum og verkáætlunum. Samskiptin fara að mestu fram munnlega og í gegnum samskiptaforrit eins og Slack. Samskipti nemenda í verkefninu eru mikil, innan hópa sem og milli hópa. Til viðbótar þá eru hópstjórar og stjórnendahópur verkefnisins í daglegum samskiptum. Samskipti nemenda við leiðbeinendur fara aðallega í gegnum stjórnendahóp verkefnisins. Nemendur hafa hins vegar nefnt í kennslukönnunum að þeir hefðu viljað hafa meira samband við leiðbeinendur (Innri samskipti = 2).

Fundagerðir hafa verið mjög takmarkaðar. Misræmi í samskiptum nemenda er eðlilegt og leysist í langflestum innan nokkurra mínútna. Oft hefur mátt rekja misræmi til misheyrnar en misræmið hefur stundum verið vegna þekkingar og reynsluleysis. Alvarlegra misræmi kemur upp þegar stjórnendur og jafnvel hópstjórar ná ekki að miðla ákvörðunum sínum til allra nemendanna í verkefninu þannig að þeir skilji þær. Þetta getur orðið til misskilnings varðandi heildarmarkmið verkefnisins sem og markmið og væntingar til hópa (Misræmi í samskiptum = 1).

Samskipti stjórnendahópsins við leiðbeinendur hafa verið brottgeng í gegnum árin. Flest árin hafa samskiptin verið mjög góð en í tvö ár urðu þau mjög slæm. Að hluta til má segja að slæmu samskiptin hafi verið vegna misskilnings nemenda. Samkvæmt stjórnendahópunum þessi tvö ár þá töldu þeir að verkefnið væri sjálfstætt – það hefði haft sína kennitölu og sinn bankareikning – og samskipti við leiðbeinendur vera sama eðlis og önnur samskipti við aðila innan skólans. Það verður látið liggja á milli hluta hvort þessi eftir á skýring sé rétt ástæða fyrir samskiptaörðugleikunum. Önnur samskipti nemenda út fyrir Háskólann; þ.e., við atvinnulífið og önnur lið hafa verið til fyrirmyndar (Ytri samskipti = 2).

Mat á heildarframmistöðu nemenda í verkefnisnámskeiði í verkfræði

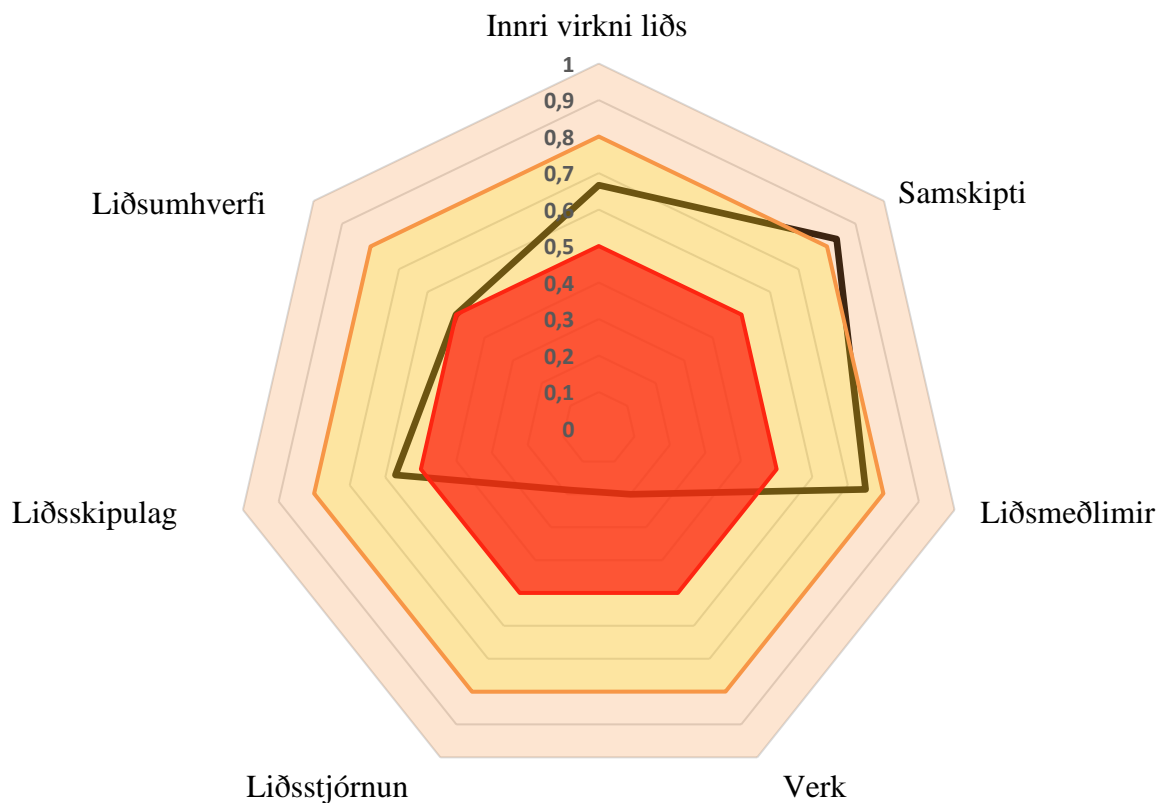
Þegar öllum frammistöðupáttum hefur verið gefin einkunn er hægt að meta heildarframmistöðuna. Það eru margar leiðir til þess. Eins og áður segir hafa allir frammistöðupættir jafnt vægi. Heildarframmistöðueinkunnin er 50%. Hún er fæst með því að leggja saman stig allra frammistöðupátta og deila með hámarksstigum. Tafla 4 sýnir niðurstöðurnar. Dálkur 2 sýnir stigin sem nemendur fengu í hverjum þáttahóp, alls 43 stig. Dálkur 3 sýnir hámarksstig sem hægt er að fá, alls 86 stig. Dálkur 4 sýnir frammistöðueinkunn í hverjum þáttahóp. Litirnir standa fyrir lágmarks (rautt), meðal (gult) og góða (hvítt) frammistöðu.

Tafla 4 – Heildarstig þáttahópa, hámarksstig sem hægt er að fá í hverjum hóp, einkunn fyrir hvern hóp og mat á heildarframmistöðu með því að leggja jafnt vægi á frammistöðupætti.

	Jöfn vigtun frammistöðupátta		
Páttahópar	Stig	Hámark	Einkunn %
Liðsstjórnun	3	16	19%
Liðsumhverfi	5	10	50%
Innri virkni liðs	12	18	67%
Liðsskipulag	7	14	50%
Liðsmeðlimir	9	12	75%
Verk	2	10	20%
Samskipti	5	6	83%
	43	86	50%

Heildareinkunnina má einnig ákvarða með því að leggja jafnt vægi á þáttahópana og þá verður einkunnin 52%. Munurinn er ekki mikill en með því að leggja jafnt vægi á hópana er einstaka frammistöðupáttum gefið mismunandi vægi – því hóparnir hafa mismarga þætti. Höfundar telja frekari þróun þurfi á aðferðafræðinni og rannsóknir á mikilvægi þáttahópa á heildarframmistöðuna áður en jafnt vægi megi setja á hópana.

Mynd 2 sýnir niðurstöðurnar á ratstjárriti, en ratsjárrit henta vel fyrir myndræna framsetningu á fjölpátta niðurstöðum. Litirnir standa, eins og áður, fyrir lágmarks (rautt), meðal (gult) og góða (hvítt) frammistöðu. Aðferðafræðin gefur, eins og sjá má útfrá Tafla 4 og Mynd 2, að það er einungis viðunandi frammistaða í þremur þáttahópum af sjö, þ.e. innri virkni liðs, samskiptum og liðsmeðlimum. Niðurstöðurnar benda til þess að nemendateymið eigi við alvarleg frammistöðuvandamál í tveimur þáttahópum, þ.e., Liðsstjórnun og Verkum, og að ýmislegt megi lagfæra í þáttahópunum Liðsumhverfi og Liðsskipulag.



Mynd 2 – Ratsjármynd sem sýnir þáttahópana 7 og einkunnir þeirra.

Samantekt

Í þessari grein er beitt tilviksrannsókn til að sýna hvernig hægt er að nota aðferðafræði sem höfundar hafa þróað til að meta frammistöðu nemendateyma í viðamiklum verkefnisnámskeiðum. Tilvikið sem við notuðum var nemendadrifið verkefnisnámskeiði verkfræði sem hefur verið kennt í tíu ár samfleytt. Námskeiðið er valnámskeið sem nær yfir heilt skólaár. Um 40 nemendur taka þátt í námskeiðinu og yfir veturinn sjá nemendurnir um að (endur)hanna og smíða eins sætis kappakstursbíl og undirbúa sig fyrir keppni á Formula Student nemendakeppnum erlendis. Námskeiðið var fyrst kennt skólaárið 2010-2011 og þurftu nemendur að læra hratt reglur keppinnar, lykilfræðin, handverkið við að smíða bíl og auk þess að skipuleggja erlendar keppnisferðir. Á um tveimur árum höfðu nemendur aflað sér nægjanlegrar þekkingar og reynslu til að smíða bíl sem uppfyllti reglur keppinnar og öryggiskröfur.

Markmið námskeiðsins hvert skólaár hefur verið það sama í gegnum árin - að bæta síðustu hönnun. Hins vegar hefur frammistaða nemenda á keppnum – mæld í stigum sem fengust á keppnunum – flókt í kringum sama gildi öll árin og síðustu árin farið örlítið lækkandi. Í gegnum árin lögðu kennararnir sig fram um að bæta árangur liðsins með því að fá nemendur til að breyta starfsaðferðum sínum sem höfðu verið óbreyttar frá fyrstu árunum. Kennararnir lögðu áherslu á að nemendur settu sér skýr og mælanleg markmið og byggðu hönnunarákvarðanir sína á mælingum. Þessum tillögum mættu nemendur með tregðu og mótstöðu. Kennararnir voru meðvitaðir um nokkur frammistöðuvandamál innan

nemendahópsins en þeir höfðu ekki framkvæmt kerfisbundið mat og höfðu þar af leiðandi ekki heildarsýn á vandamálið.

Kennararnir ákváðu að framkvæma kerfisbundið mat á frammistöðu nemendanna en fundu enga heilstæða aðferðafræði fyrir frammistöðumat og enga fyrir nemendaverkefni. Það varð til þess að höfundar ákváðu þróa þannig matsramma til að greina nemendaverkefni. Niðurstaðan er aðferðafræði fyrir kennara sem kenna í verkefnaíðuðum námskeiðum – sérstaklega þar sem nemendur vinna að viðamiklum nemendadrifnum hönnunarverkefnum. Oft eru þessi verkefni skipulögð þannig að kennarinn getur ómögulega fylgst fyllilega með vinnu nemenda – til dæmis getur fjöldi nemenda verið það mikill að nemendum er skipt í hópa og stór hluti hópavinnunnar fer fram fyrir utan stundatöflu. Auðvitað hafa kennarar oftast tilfinningu fyrir því hvar frammistöðuvandamálin liggja. En höfundar þróuðu kerfisbundna aðferðafræði sem byggir á niðurstöðum fjölda ritrýndra vísindagreina um mat á árangri teyma í kennslu. Niðurstöðurnar má síðan nýta til að taka ákvarðanir um aðgerðir.

Niðurstöðurnar sem fengust með því að greina námskeiðið í þessari grein eru í samræmi við tilfinningu kennaranna um í hverju frammistöðuvandamálin lágu og munu nýtast þeim til að taka ákvarðanir. Eins og kemur fram í þessari grein þá er aðferðafræðin tiltölulega öflugt tól til að greina kerfisbundið frammistöðu nemendateyma og bera kennsl á möguleg vandamál. Þegar farið er í gegnum aðferðafræðina er hver frammistöðuþáttur metinn, útfrá skilgreiningu hans, og rök gefin fyrir einkunn hans. Aðferðin er fljótleg í notkun og gefur vísbendingar um frammistöðu teymis. Þessi kerfisbundna nálgun veitir góðan skilning á gangverki nemendahópsins. Aðferðafræðin tekur á bæði innri og ytri þáttum og því nýtist hún skólastjórnendum, kennurum og nemendum. Aðferðafræðin dregur fram möguleg vandamál og auðveldar að ákvarða aðgerðir. Mikilvægt er að endurtaka frammistöðumatið reglulega – því að ræða, hugleiða og meta frammistöðuþættina er lykilatriði í að ná betri árangri. Þó að aðferðafræðin hafi verið hönnuð til að meta nemendateymi er hún það almenn að hana ætti að nýtast til að meta frammistöðu annarra teyma, t.d. í atvinnulífinu.

Heimildir

- [1] R. Unnthorsson, "On Improving Academic-Industry Collaboration," in *2018 28th EAEEIE Annual Conference (EAEEIE)*, 2018, pp. 1-9.
- [2] Aslanides C.D., Athanasiadou S., Kalfa V., Karapatsias V., and G. Z., "Advantages, Disadvantages and the Viability of Project-Based Learning Integration in Engineering Studies Curriculum: The Greek Case, ," presented at the Société Européenne pour la Formation des Ingénieurs (SEFI) Annual Conference, Tampere, Finland, 2016.
- [3] G. V. Oddsson and R. Unnthorsson, "Hitamælir á frammistöðu nemendateyma," *Verktækni*, vol. í ritrýningu, 2020.
- [4] J. Dawson and S. Kuchnicki, "Experiences of Using Formula SAE as a Capstone Design Project," presented at the American Society for Engineering, Education Annual Conference and Exposition, Kentucky, USA, 20-23 June 2010, 2010.
- [5] R. Unnthorsson and C. P. Richter, "On Authority in Academia," in *2018 28th EAEEIE Annual Conference (EAEEIE)*, 2018, pp. 1-9.
- [6] Christopher Benjamin and C. Keenan, "Implications of introducing problem-based learning in a traditionally taught course," *Engineering Education*, vol. 1, no. 1, pp. 2-7, 2006.