

<https://doi.org/10.33112/ije.27.1>

Frammistöðumælir tækniteyma

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

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

Fyrirspurnir/Correspondance

Guðmundur V. Oddsson
gvo@hi.is

Greinin barst 17. desember 2020.
Samþykkt til birtingar 28. júní 2021.
Birt á vef 28. júní 2021.

Ágrip

Kynnt er aðferðafræði sem er þróuð fyrir kennara til að hjálpa þeim að meta frammistöðu teymis nemenda í verkfræðiverkefni. Aðferðafræðin er verkfæri sem hjálpar kennaranum að bera kennsl á þá þætti sem koma í veg fyrir að teymið nái hámarks frammistöðu. Aðferðafræðin byggir á ítarlegri heimildarannsókn á frammistöðumati nemendateyma. Aðferðir til að mæla árangur nemendateyma og þeir þættir sem hafa áhrif á frammistöðu voru kortlagðir og notaðir sem grunnur að þróun aðferðafræðinnar sem kynnt er í greininni. Aðferðin er nokkurs konar hitamælir á frammistöðu teyma. Með því að nota aðferðafræðina fá kennarar betri skilning á þeim málum sem koma í veg fyrir að teymið nái betri árangri. Aðferðafræðin er mjög gagnlegt tæki fyrir kennara sem hafa umsjón með flóknu teymi nemenda og þurfa að geta greint frammistöðuvandamál á kerfisbundinn hátt. Aðferðafræðin gæti verið gagnleg til að meta árangur annarra tegunda teyma – t.d. starfandi verkfræðinga og tæknifólks.

Lykilorð: Frammistaða, teymi, nemendur, liðaframmistöðumat.

Abstract

Presented is a methodology developed for teachers to help them to evaluate the performance of a team of students in an engineering project-based course. The methodology is a tool that will help the teacher to identify the components that are preventing the team from advancing to a high-performance level. The methodology is based on a thorough study of the literature on the performance of teams. Methods for measuring the performance of teams and the factors that impact performance were mapped and used as foundation for developing the presented methodology. Using the methodology teachers get a much better understanding of the issues that are preventing the team from advancing. The methodology is a very useful tool for teachers that are supervising a complex team of students and need to be able to identify performance issues in a systematic manner. The methodology has the potential to be useful for evaluating the performance of other types of teams – e.g. in industry.

Keywords: Performance, team, students, team evaluation.

Inngangur

Árangur liða er margþætt hugtak og því getur verið erfitt að greina frammistöðuvandamál innan teymanna. Þetta á sérstaklega við um flókin námskeið sem byggjast á verkefnum þar sem nemendateymið samanstendur af 30 einstaklingum eða fleiri og mest af vinnu teymisins fer fram utan kennslustundanna. Dæmi um slíkt verkefni – og hvatinn að þessu starfi – er verkfræðilegt verkefnabundið námskeið sem hefur verið í boði hjá Háskóla Íslands í 10 ár, þar af 8 ár undir umsjón annars höfundar. Í námskeiðinu hanna nemendur og framleiða eins sætis rafknúinn kappakstursbíl fyrir Formula Student / Formula SAE keppnirnar. Nemendateymið samanstendur árlega af um það bil 40 nemendum, aðallega véla-, iðnaðar- og rafmagnsverkfræðinemum. Nemendur úr öðrum greinum hafa einnig tekið þátt; t.d. úr tölvunarfræði, eðlisfræði, viðskiptafræði og jafnvel stjórnmálafræði. Meirihluti nemenda er á fyrsta eða öðru ári í grunnnámi. Tilgangur þessarar vinnu er að búa til ramma fyrir mat á mögulegum umbótasvæðum í frammistöðu teymis í námi. Aðalatriðið er að búa til ramma er gefur yfirsýn en fer ekki í smáatriði fyrir hvern þátt, né gefur ramminn ráð til að leysa þau mál sem greind eru. Þessi grein miðar að því að finna viðeigandi þætti sem hafa áhrif á frammistöðu teymanna og að smíða umræddan ramma á þann hátt að hann eigi auðveldlega við um teymisvinnu í námi og það þurfi ekki mikla fyrirhöfn né mjög sérhæfða þjálfun til að nota hann. Aðferðafræðin sem við kynnum hér tekur saman helstu þætti sem þarf til að meta frammistöðu þannig að gagnasöfnun verður markvissari í gegnum athuganir og viðtöl. Hún hjálpar einnig við úrvinnslu gagnanna. Þessi grein sýnir hvernig þættirnir voru ákvarðaðir og gefur tillögu að úrvinnslu. Beitingu aðferðarinnar má sjá í (Unnthorsson & Oddsson, 2020). Þar er aðferðinni beitt á Formula Student þátttöku Háskóla Íslands.

Aðferðafræði

Rannsókn þessi er heimildarýni þar sem stuðst var við Web of Science gagnagrunninn, sem hefur sérstaka stöðu í vísindasamfélaginu og er viðhaldið af Clarivate Analytics. Leitað var að fyrri rannsóknum um þætti er hafa áhrif á liðavinnu nemenda. Leitað var að greinum með eftirfarandi leitarskilyrðum: TI = (team NEAR/2 performance) AND SU=("EDUCATION SCIENTIFIC DISCIPLINES" OR "EDUCATION EDUCATIONAL RESEARCH" OR Engineering). Leitin skilaði 147 niðurstöðum (31. Maí 2019). Útdrættir þessara greina voru lesnir með það að markmiði að finna greinar sem tengdust efni þessarar rannsóknar. Grein var valin í rýni ef hún lagði til eða taldi upp þætti sem höfðu áhrif á frammistöðu liðsins. Eftir lesturinn fækkaði greinunum niður í 46 sem fóru í heildarlestur. Lesturinn leiddi í ljós að 45 af þessum greinum innihéldu upplýsingar um þætti sem hafa áhrif á árangur. Við lestur greinanna var leitað eftir þáttum sem sagðir voru hafa áhrif á frammistöðu. Allir þættir voru skrifaðir niður. Síðan voru allir þættir rýndir með tilliti til verkfræðinemendavinnu og þeir valdir sem voru viðeigandi. Þáttur var talinn viðeigandi ef hann tengdist verkefni, verkfræðivinnu, fólki, skipuheild og viðhorfum. Þáttur var ekki valinn ef hann var of sértækur eða tengdist beint ákveðinni aðferð (t.d. Belbin Self-perception inventory). Þættir sem voru svipaðir voru sameinaðir í einn þátt. Lesturinn sýndi tvö meginþemu, greiningu á þáttum sem hafa áhrif á frammistöðu og hvernig árangur er mældur. Flokkarnir sem notaðir voru til að flokka þættina voru innblásnir af heimildum, svo og því hvernig þættirnir voru settir fram. Flokkarnir eru ekki niðurstaða sem slík heldur aðeins hjálpartæki til að búa til hugarkort yfir það sem hefur áhrif á frammistöðu liðsins. Þættirnir voru flokkaðir í: Teymisskipan, liðsmenn, teymisstjórnun, innri starfshóp liðs, umhverfi teymis, verkefni og samskipti. Kerfin sem mæla árangur reyndust fá, sértæk og frekar flókin. Ekkert þeirra tók á öllum þáttum. Þau eru ekki kynnt hér en allir þættir sem þau taka á eru með í eftirfarandi samantekt. Þáttum og hópum sem fundust í heimildarannsókninni var raðað til að mynda ramma og tillögur að framsetningu voru gerðar, báðar töflur með möguleika á að reikna út eitt stig og sjónrænt sem ratsjálínurit.

Staða þekkingar

Ritryndar greinar voru lesnar til að bera kennsl á þætti sem fullyrt er að hafi áhrif á frammistöðu teymisins. Þessir þættir voru síðan flokkaðir í rökrétta hópa til að auðvelda framsetningu þeirra. Eftirfarandi er niðurstaða heimildarynninnar á þeim 45 greinum sem voru viðeigandi og eru niðurstöðurnar kynntar í hópunum sem þættirnir tilheyra.

Liðsmeðlimir (e. team members)

Að mæla eiginleika liðsmanna og nota sem mælikerfi hefur verið gert út frá mismunandi aðferðum. Notuð hafa verið persónuleikapróf (e. Big five personality test) (Kichuk & Wiesner, 1997), Myers-Briggs flokkun (e. Myers-Briggs Type indicator) (Culp & Smith, 2001), Kolb reynslunám (e. the Kolb experiential learning theory) (Lau, Beckman, & Agogino, 2012), lærdómstílslíkan Felder og Silverman (e. the Felder and Silverman learning style model) (Goswami, Walia, & Singh, 2015) og sjálfsskynjunarlíkan Belbins (e. the Belbins' Self-Perception inventory) (Nukic, Galic, & Dolacek-Alduk, 2015). Þessi mælikerfi hafa verið notuð til að reyna að tengja frammistöðu liðs við ákveðna eiginleika innan hvers líkans. Aðrir liðaárangursþættir (eiginleiki meðlima) eru hvatning (e. motivation) (Salas, Cooke og Rosen, 2008), menningarlegir þættir (e. cultural factors) (Salas o.fl., 2008), færni (e. skills) (Driskell, Salas og Hughes, 2010), viðhorf (e. attitudes) (Driskell o.fl., 2010) og vitrænir þættir (e. cognitive factors). Vitrænir þættir eins og vitrænir fjölbreytileikar (e. cognitive diversity) (Sauer, Felsing, Franke og Ruttinger, 2006), örvitrænir þættir (micro-cognitive factors) mannshugans (eins og athyglisstjórnun (e. attention management), minni osfrv.) (Palmqvist, Bergstrom og Henriqson, 2012) og vitræn geta (e. cognitive ability) (Salas et al., 2008). Hegðun liðsmanna, eins og frumkvæðis félagsleg hegðun (e. proactive socialization) (Pennaforte, 2017) getur haft áhrif á frammistöðu.

Samskipti (e. communication)

Líta má á samskipti sem innri eða ytri samskipti (Sivasubramaniam, Liebowitz, & Lackman, 2012). Hægt er að meta innri samskipti út frá samskiptatíðni (Patrashkova-Volzdoska, McComb, Green, & Compton, 2003), verkfærum sem veitt eru til að auðvelda samskipti, eðli samskipta og stig samskipta (DeFranco, Neill, & Clariana, 2011). Líta má á munnleg samskipti sem eina gerð samskipta eða safn orðaskipta (e. verbal episodes) (Menekse, Purzer, & Heo, 2019). Til eru þrjár gerðir af þáttum: spurningar, átök og rökhugsunarskipti (e. reasoning episodes) (Menekse et al., 2019). Munnleg samskipti má magntaka t.d. með: fjölda framsagna (e. utterance), fjölda orða í framsögn eða lengd framsagna en ekki sem tónfall eða líkamsmál (Macht & Nembhard, 2015). Ekki eru öll samskipti gagnleg og misskilningur kemur ítrekað fram. Misræmi í samskiptum má flokka í 6 stig, frá I til VI. Stig I er að yfirfærsla merkingar er í eðli sínu gölluð (e. meaning-transfer inherently flawed), stig II er minni háttar misskilningur eða mistúlkun venja (e. minor misunderstandings or misreadings routine), stig III er álitnir persónulegir annmarkar (e. presumed personal deficiencies), stig IV er markmiðatenging (stjórn, tengsl, sjálfsmynd, verkfærni) (e. Goal-referenced (control, affiliation, identity, instrumentality)), stig V er menningarlegur munur á tungumáli og samskiptamynstri (e. Group/cultural norm differences in language and communication) og að lokum er stig VI hugmyndafræðilegur rammi samskipta; félags-menningarlegt valdaójafnvægi (e. Ideological framings of talk; socio-cultural power imbalances) (Brewer & Holmes, 2016).

Innri samskiptin er einnig hægt að meta með samstarfsgæðum (e. Collaboration Quality) sem bjóða upp á heildstætt mat sem sameinar: umfang umræðna, dýpt sameiginlegs framlags sem byggir á hugmyndum liðsmanna, útfærslu hugmynda liðsmanna, notkun á hvernig/ hvers vegna spurningum við að kanna hugmyndir liðsmanna og sameiginlegt eðli ákvarðana (Menekse, Higashi, Schunn, & Baehr, 2017). Með ytri samskiptum er átt við samskipti utan teymisins, til skipuheildarinnar eða viðskiptavina. Forysta getur haft mikil áhrif á samskipti innan hópsins og er t.d. umbreytingarforysta (e. Transformational leadership) með persónulegri viðurkenningu,

stuðningi, vitsmunalegri örvun, hvetjandi samskiptum og framtíðarsýn (Menegazzo, Cruz-Ortiz, Ortega-Maldonado, & Salanova, 2015) fær um slík áhrif.

Liðaskipulag (e. team structure)

Liðið er skipað meðlimum og bæði eiginleikar meðlima og samstarf þeirra hafa áhrif á frammistöðu liðsins. Eiginleikar teymis geta tengst hæfileikum liðsmanna (Nukic et al., 2015; Rouse, Cannonbowers, & Salas, 1992), óskum liðsmanna (Nukic et al., 2015), sveigjanleika liðsmanna (Nukic et al., 2015) og persónuleika þeirra (Nukic et al., 2015). Liðasamsetningar tengjast því hvers konar bakgrunn meðlimur hefur, fjölbreytileika þeirra (Nukic et al., 2015) eða hversu þverfagleg liðin eru (DeFranco et al., 2011), hvernig uppbygging umbunar er í teyminu (Rouse et al., 1992), stærð teymisins (Guastello, 2010; Nukic et al., 2015; Rouse et al., 1992), mismunandi hlutverk í liðinu (Rouse et al., 1992), hvernig þessum hlutverkum er úthlutað (Nukic et al., 2015) og loks hvernig liðið er valið (Sinclair, Siemieniuch, Haslam, Henshaw, & Evans, 2012). Sýnt hefur verið fram á að þátttökutími meðlima (e. tenure) (hversu lengi fólk vinnur saman) hefur áhrif á frammistöðu teymisins og verður það að teljast mikilvægur þáttur (Sivasubramaniam et al., 2012). Lið getur verið á mismunandi stöðum svo samstaðsetning (e. colocation) liða (Patrashkova-Volzdoska et al., 2003) skiptir máli. Lið starfar einnig á mörgum tímalínnum eða tímaumhverfum (e. time ecologies) (Guastello, 2010). Annar þáttur í teymisskipaninni eru innri ferlar þess, þeir verða að vera kerfisbundnir (Lynn & Reilly, 2000) og hafa ferla til að skrá og geyma upplýsingar (Lynn & Reilly, 2000).

Liðsumhverfi (e. team environment)

Liðsumhverfi er umhverfið sem teymi starfar í. Samhengið felur í sér: nægilegt fjármagn, forystu og skipulag, tilvist trausts, kerfi fyrir frammistöðu og mat og þóknun (Nukic et al., 2015). Skipuheild sem liðið er hluti af hefur einnig áhrif á frammistöðu teymisins bæði út frá notkun liðsins (hvernig það notar teymi til að leysa vandamál, bæta ferla og virkja starfsmenn í teymisvinnu) og stuðningi sem það býður upp á (úthlutar viðunandi auðlindum (e. resources) til að hjálpa liði að starfa og ná markmiðum sínum sem og að meta framlag liða sinna) (Lee, To, & Yu, 2013).

Verk (e. tasks)

Verk eru kjarninn í teymisvinnunni. Þau verða að vera tilgreind í umfangi (e. scope) til að passa við liðið. Hönnun verka (Sinclair et al., 2012) sem og vinnuhönnunin (sjálfræði, fjölbreytni færni, verkaauðkenning og mikilvægi verka) (Nukic et al., 2015) er í fyrirrúmi fyrir teymið. Verk eru af mismunandi gerðum (Salas, Cooke, & Rosen, 2008) og ein verkaflokkun (Driskell, Salas, & Hughes, 2010) býður upp á fjóra aðalverkaflokka: val á eða ákvarðanatökuverk (e. choosing or decision-making tasks), samningaviðræðnaverker (e. negotiating tasks), framkvæmd verkefna (e. executing tasks) og að búa til verk (e. generating tasks).

Vinnuálag getur haft áhrif á afköst og má líta á það sem tvöfalt: tímapressu og eftirspurn eftir auðlindum (Urban et al., 1996). Hversu mikið liðsmaður getur unnið út af fyrir sig, eða einstaklingsbundið verk (Salas, Cooke, et al., 2008) á móti hve mikið verk eru tengd innbyrðis (hvernig liðsmenn þurfa upplýsingar, efni og stuðning hvert frá öðru) (Bron, Endedijk, van Veelen, & Veldkamp, 2018; Salas, Cooke, et al., 2008) hefur áhrif á árangur. Einnig geta skjöl haft áhrif á hönnunarverk í formi samræmingar hönnunarskjala (Dong, Hill, & Agogino, 2004).

Innri virkni liða (e. team inner workings)

Hægt er að mæla eiginleika liðs (e. team characteristics) á þremur ásum: 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) (Grant & Hallam, 2016). Traustþættir

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 eftirliti) eða sem uppbyggingu og samhengi þátta liðs (fjölbreytni teymis, langlífi teymis, nálægð teymis og málsmeðferðar og gagnvirkt réttlæti (e. procedural and interactional justice)) (Zhang & Zhang, 2015).

Liðsþjálfun er að auka hæfni liðanna (Salas, DiazGranados, et al., 2008). Mælt er með því að vinna að fimm hlutum: (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) þróa kerfi innri ráðgjafa (Grossman, 1997). Félagsleg og menningarleg hegðun hefur áhrif á frammistöðu liðsins. Félagsmótun liða (Pennaforde, 2017) og liðamenningin er hversu vel gildi og viðhorf falla saman innan teymisins (Hodgson, Hubbard, & Siemieniuch, 2013). Sum hegðun hefur áhrif á virkni hópa. Sumir liðsmenn nota þvingunaráhrif sem þvingunarleið til að hafa áhrif á aðra liðsmenn (Lee et al., 2013). Aðrir fara með straumnum án þess að leggja sitt af mörkum í teymisvinnunni, slíkt nefnist félagsleg leti (Schippers, 2014). Þetta krefst þess oft að aðrir liðsmenn taki upp slakann, oft með meðvirkni og vinni þá vinnu sem ekki hefur verið unnin (Schippers, 2014). Ekki falla allir liðsmenn á sinn stað og búast má við einhverjum aðlögunarferðileikum (Lee et al., 2013).

Liðshæfni er samanlögð færni til að takast á við teymisvinnuna, þar með talin reynsla (Sivasubramaniam et al., 2012). Liðsnám er þegar lið byggir upp og viðheldur sameiginlegri hugmynd (e. conception) um verkefni sín (Bron et al., 2018). Teymisvitund er heildarvitund (e. macro cognition) innbyrðis tengsla ferla í teyminu (Salas, Cooke, et al., 2008). Fjölbreytni teymis í mismunandi þáttum eins og (i) lýðfræðilegum eiginleikum; (ii) verktengdri þekkingu, færni og hæfileikum (einnig kölluð hagnýtur fjölbreytileiki (e. functional diversity) (Sivasubramaniam et al., 2012)); (iii) gildum, skoðunum og viðhorfum (e. values, beliefs and attitudes); (iv) persónuleika, hugræns- og hegðunarstílum (e. cognitive and behavioural styles) (og námstílum (Lau et al., 2012)); (v) staða vinnuhópsins í skipuheit (Sauer, Felsing, Franke, & Ruttinger, 2006).

Samheldni teymis (Rouse et al., 1992) eða samheldni hópsins er hversu mikla persónulega tengingu liðsfélagar finna hver við annan (esprit de corps) (Sivasubramaniam et al., 2012). Samheldni er hægt að meta af hópstjórum með þriggja atriða kvarða Seashore (Patrashkova-Volzdoska et al., 2003). Samhæfing teymis, hversu vel teymi vinnur saman og hvernig liðsmaður vikur sér undan verki eins og sumir vilja ekki vinna með öðrum eða liðsmaður fer af leið (e. scope creep) (Culp & Smith, 2001). Sameiginleg stefnumörkun er hversu vel teymi vinnur saman, liðsmenn hjálpa hverjir öðrum og halda áfram með hugmyndir hver annars (Driskell et al., 2010). Samstarfsandrúmsloft er mælt með fjölda þátta, svo sem trausti, stuðningi, upplýsingamiðlun, gagnkvæmri virðingu, þátttöku og samkennd (Lee et al., 2013).

Hvernig liðsmaður skilur heiminn fer eftir hugmyndalegum fyrirmyndum (e. mental models) þeirra. Hugmyndalíkan er aðferð þar sem menn geta gert lýsingar á tilgangi og formi kerfisins, skýringar á virkni kerfisins og athuguðu (e. observed) kerfisástandi (Rouse et al., 1992). Hugmyndalíkon fjalla um ytri heim, kerfið sem er í gangi og hvernig menn takast á við það kerfi í hugum sínum. Hinn ytri heim er hægt að sýna á fjórum stigum: tilgangi – hvers vegna kerfi er til, virkni – hvernig kerfi starfar, segir – hvað kerfi gerir og myndast – hvernig kerfi lítur út (Rouse et al., 1992).

Liðsstjórnun (e. team management)

Þættir sem hafa áhrif á frammistöðu teymis í gegnum liðsstjórnun eru margir. Til þess að teymi vinni rétt þarf að leggja fram markmið eða framtíðarsýn fyrir verkefnið. Markmiðið þarf að vera skýrt og stefnan stöðug (e. vision stable) (Lynn & Reilly, 2000). Skýrleika markmiða er hægt að mæla með markmiðasamstöðu innan teymisins (Sivasubramaniam et al., 2012). Skýr markmið snúast um það að hve miklu leyti liðsmenn telja markmið liðs síns þýðingarmikil, skilja verkefni liðsins og

afleiðingar árangurs þess (Lee et al., 2013). Markmið ætti að tengjast árangri teymisins (e. team effectiveness) sem er mat á árangri ferlanna (Salas, Cooke, et al., 2008).

Ákvarðanataka er hvernig liðið tekur ákvarðanir. Þessar ákvarðanir munu hafa mótverkandi markmið (e. conflicting goals), eru teknar í breytilegu umhverfi, munu krefjast forystu, eru innbyggðar í skipulagslegt samhengi og oft í fjölmönnum teyimum (Rouse et al., 1992). Til þess að meta ákvarðanirnar er hægt að nota liðsígugun (e. team reflexivity) þ.e. hvernig liðsmenn velta sameiginlega fyrir sér markmiðum, aðferðum og ferlum liðsins (Gabelica, Van den Bossche, De Maeyer, Segers, & Gijsselaers, 2014). Endurgjöf teymis (e. team feedback) er skilgreind sem miðlun upplýsinga, veitt af utanaðkomandi aðila, er varðar aðgerðir, atburði, ferla eða hegðun tengda verklokum eða teymisvinnu (Gabelica et al., 2014).

Árangursendurgjöf (e. performance feedback) (Guastello, 2010) er nauðsynleg fyrir lið svo það geti samræmt störf sín. Ein nálgunin er að nota þrjú skref: (i) byggja á endurgjöf og útskýra (a) hvers vegna árangur náðist (eða skortur er á honum) og (b) gefa dæmi um aðferðir (e. tactics) sem geta skýrt árangur, (ii) eru aðrir möguleikar til að bæta árangur? Að lokum, (iii) settu markmið og þróaðu áætlanir fyrir næsta verkefni (Gabelica et al., 2014).

Lokapáttur liðsstjórnunar eru ferli hennar. Á hæsta stigi verður stjórnunin að vera tvískipt (Daniel & Davis, 2009); (i) koma á, miðla og skilja markmið teymis sem sameiginlega teymissýn og (ii) stofna rekstrarhópsumsýslu (e. operational team structure) sem auðveldar víxlverkandi innbyrðis tengsl (e. cross-functional inter-relationships) (Daniel & Davis, 2009). Á ítarlegra stigi þurfa ferlin að takast á við mál eins og: félagslega leti, gagnkvæman tilgang, sérstök markmið, sjálfvirkni liða og átök (Nukic et al., 2015). Nákvæmari skilgreining á stjórnun teymis væri: Liðsstjórnun kemur fram við samspil manna – verka – hluta (e. human–task–artefact), hún er markmiðsmiðuð og háð samhengi starfseminnar (Palmqvist, Bergstrom, & Henriqson, 2012).

Gerð frammistöðumælis tækniteyma

Strax í upphafi heimildarannsóknarinnar kom í ljós að þættir sem hafa áhrif á frammistöðu teyma eru fjölmargir og ekki væri hægt að taka tillit til allra. Þessi grein fjallar um hönnun aðferðafræði til að meta frammistöðu tækniteyma – með áherslu á teymisvinnu nemendadrifinna nemendaverkefna í verkfræðinámi. Höfundar fóru í gegnum alla þættina og völdu þá sem skipta máli fyrir nemendadrifin verkfræðiverkefni. Framsetning þessara þátta er sú sama og í greinunum sem þeir voru teknir úr. Við frekari úrvinnslu þáttanna kom í ljós að nokkra þætti vantaði til að geta metið frammistöðuna. Nýjum þáttum var því bætt við eða þáttum breytt. Aðferðafræðin inniheldur sex þætti sem koma ekki beint frá heimildunum. Þátturinn „félagsleg leti og meðvirkni“ í „Innri virkni liða“ er samsettur af þáttunum „félagsleg leti“ og „meðvirkni“. Þátturinn „færni“ í „liðsmeðlima“ hópnun er ónákvæmur og var skipt í „verkhæfni“ og „mannleg hæfni“ til að endurspegla tæknilegt eðli starfsins. Síðan eru þrjú þættir sem fundust ekki í heimildunum. Flækjustig verka og hvernig verk eru innbyrðis háð eru mikilvægir þættir flókinnar verkfræðivinnu. Þættinum „liðssamhæfing“ var bætt við hópin „liðsstjórnun“ til að tengja stjórnun liðanna betur við innri vinnuna. Gagnvirkni verka (e. task interdependence) vísar til þess að hve miklu leyti liðsmenn þurfa upplýsingar, efni og stuðning hver frá öðrum til að leysa verkið sitt (Liu & Li, 2012). Flækjustig verka (e. task complexity) er samansafn hvers konar einkenna verka (e. task characteristics) sem hefur áhrif á frammistöðu verks (Liu & Li, 2012). Einkenni verka eru þættir í sex hópum: markmið, ílag, ferli, frálág, tími og framsetning. Í sérhverjum hópi eru þættir sem hafa jákvæð (+) eða neikvæð (-) áhrif á flækjustig og eru sýndir í Tafla 1.

Tafla 1 – Þættir er hafa áhrif á flækjustig verka (e. Complexity contributory factors).

Einkenna hópur	Áhrif á flækjustig: (+) eykur og (-) minnkar flækjustig
Markmið/frálag	Skýrleiki (-), Magn (+), Árekstrar (+), Varakerfi (-), breytingar (+)
Ílag	Skýrleiki (-), Magn (U-laga), margbreytileiki (+), ónákvæmni (+), hraði breytinga (+), Varakerfi (-), Árekstrar (+), Vanskipulögð aðstoð (+), Misræmi (-), Ekki vanabundnir atburðir (+)
Ferli	Skýrleiki (-), Fjöldi leiða (+), fjöldi aðgerða (+), Endurtekning (-), Vitsmunalegt álag af aðgerð (+), Líkamlegt álag af aðgerð (+)
Tími	Samtímakeyrsla (+), Þrýstingur (+)
Framsetning	Uppsetning (veltur á verktegund), Misleitni (+), Samhæfni (-)

Frammistöðumælirinn

Markmið þessarar greinar er að koma með matsramma sem auðveldar mat á frammistöðu teymisvinnu í verkfræðikennslu og er ætlað að bera kennsl á vandamálasvæði. Höfundar tóku saman alla þætti sem taldir eru hafa áhrif á frammistöðu liða og skilgreindu safn þátta sem eru mikilvægastir í samhengi við verkfræðivinnu. Samantekt af öllum þáttum og skilgreiningu á þeim má sjá í Tafla 2. Til að fá yfirlit yfir frammistöðu liðs þarf að meta alla þessa 43 þætti.

Tafla 2 – Samantekt og skilgreining á öllum 42 þáttum í 7 hópum.

<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 þegar 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 skipuheild og oft í fjölmönnum teyrum.</p> <p>Liðsíhugun (e. team reflexivity) er hvernig meðlimir velta sameiginlega fyrir sér markmiðum, aðferðum og ferlum liðs. Liðsendurgjöf (e. team feedback) er miðlun upplýsinga sem veittar eru 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 rekstrarhópsskipulagi sem gerir kleift að auðvelda þverfagleg samskipti (e. cross-functional inter-relationships). Þessir ferlar þurfa að takast á við mál eins og: félagslega 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 skipuheildar og</p>
--

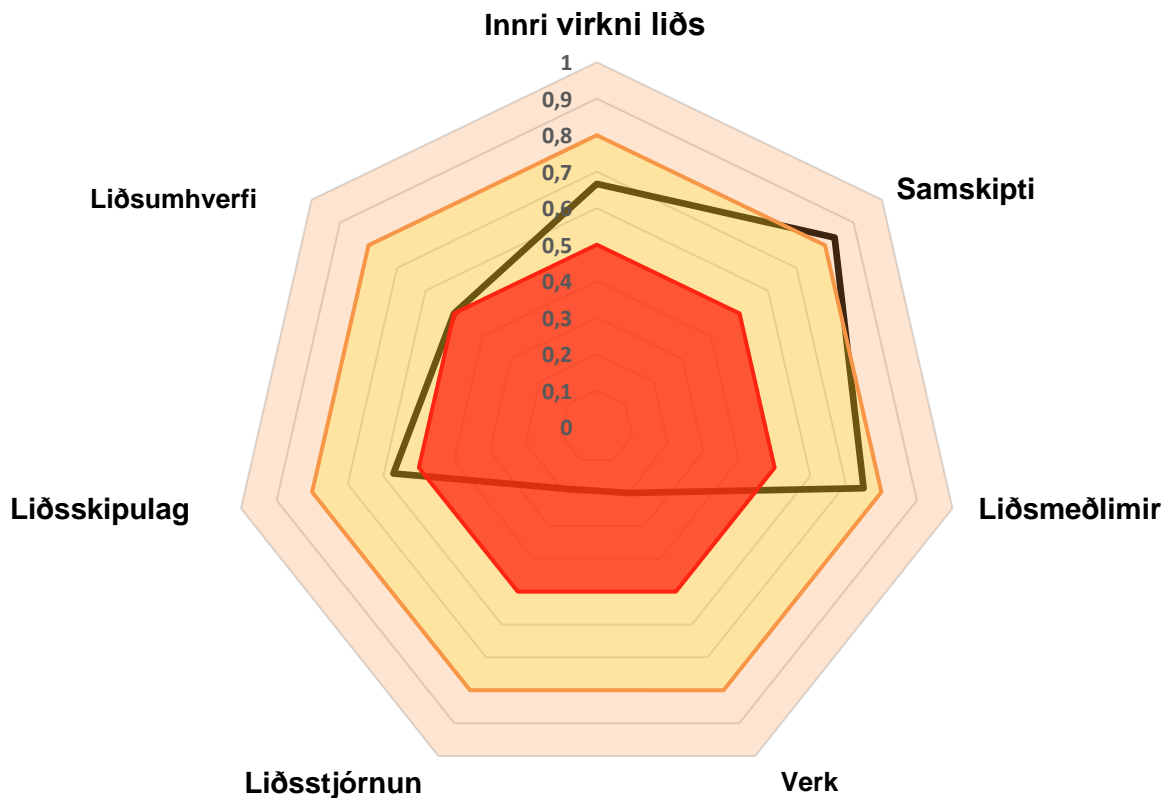
liðs. Árangursmælingarkerfi (e. system for performance) bæði til að mæla og meta árangur teymisins í skipulagslegu samhengi. Mat og þóknun (e. evaluation and remuneration) fyrir liðið og meðlimi þess.
Innri virkni liðs (e. team inner workings)
Liðsfélagsmótun (e. team socialization) er hvernig félagsleg og menningarleg hegðun hefur áhrif á frammistöðu liðs. Félagsmótun teymis og liðamanningin 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 félagsletingjana 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 þríþætt: tilhneiging til samstarfs (vilji meðlima til samstarfs), sveigjanleiki teymisins (mælir að hve miklu leyti allir liðsmenn gætu framkvæmt ýmsar aðgerðir í teyminu) og forgangssamhljóð (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 & gagnvirkt réttlæti. Liðspjálfun (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) þróa kerfi innri ráðgjafa.
Liðsskipulag (e. team structure)
Liðseiginleikar (e. team attributes) er tengt hæfileikum liðsmanna, óskum liðsmanna, sveigjanleika liðsmanna og persónuleika þeirra. Liðsamsetning (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 tímalínunum (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. Þátttökutími í liði (e. team tenure) er hversu lengi fólk vinnur saman í liðinu.
Liðsmeðlimir (e. team members)
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 sem 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),

örvitræna þætti (e. micro-cognitive factors) mannshugans (eins og athyglisstjórnun, minni o.s.frv..) og vitræna getu (e. cognitive ability) sem er almenn andleg geta sem felur í sér rökhugsun, lausn vandamála, skipulagningu, óhlutbundna hugsun, skilning á flókinni hugmynd og að læra af reynslu.
Verk (e. task)
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 Tafla 1). Gagnvirkni verka (e. task interdependence) vísar til þess að hve miklu leyti liðsmenn þurfa upplýsingar, efni og stuðning hver frá öðrum til að geta sinnt verkum sínum.
Samskipti (e. communication)
Innri samskipti (e. internal communication) eru samskiptin innan teymisins. Tengist tíðni samskipta, verkfærum 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 power imbalances). Ytri samskipti (e. external communication) vísar til samskipta utan teymisins, til skipuheildarinnar eða viðskiptavina.

Tillagan er að nota viðtöl við kennara og liðsmenn til að fá yfirsýn yfir stöðuna. Þættirnir 43 sem áður voru skilgreindir (sjá Tafla 2) eru leiðbeinandi við framkvæmd viðtalsins. Við mat á þáttum er nauðsynlegt að hafa skilgreiningarnar við höndina. Þar sem ramminn er ekki hannaður til að vera mjög nákvæmur er nóg að meta hvern þátt á einfaldan þriggja stiga tölukvarða; núll fyrir að þáttur virkar ekki fullnægjandi, einn fyrir fullnægjandi frammistöðu og tveir fyrir góða frammistöðu. Tafla 3 sýnir dæmi um niðurstöður úr mati þar sem stuðst er við þess konar einkunnakvarða, sjá ítarlegri umfjöllun í Unnthorsson og Oddsson (2020).

Tafla 3 – Dæmi um niðurstöður einkunnagjafar fyrir alla 43 frammistöðuþættina 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	
	Markmið / sýn	0		Þátttökutími í liði	0	
	Árangursendurgjöf	0		Samtals (hámark 14)	8	
	Samtals (hámark 16)	3		Liðs	Fyrirbyggjandi félagsmótunarhegðun	2
	Skipuheildarígræðsla	0			Hvatning	2



Mynd 1 – Ratsjármynd sem sýnir þáttahópana 7 og hvernig myndrænt má sjá einkunnir sem fást með aðferðinni.

Umræða

Aðferðafræðin sem hér var kynnt veitir ekki ítarlegt mat á frammistöðu heldur gefur hún vísbendingar – hún er einhvers konar hitamælir á frammistöðuna. Við heimildarýnina fundust nokkrar aðferðir sem nota má til að meta frammistöðu teyma og er gaman að setja aðferðafræðina sem kynnt var hér í samhengi við nokkrar þeirra. Til að byrja með er heimspekileg nálgun (Soltanzadeh & Mooney, 2016). Aðferðafræðin sem kynnt er hér er blanda af kerfisbundinni nálgun þar sem heildin er skoðuð og stigveldi. Heildstæða nálgunin tekur á umbreytingarferlinu frá ílagi, umbreytingu yfir í frálág en stigveldisnálgunin í eðli sínu brýtur kerfið niður í viðráðanlega búta sem hægt er að meta og draga saman í lokin. Grundvallarmælikerfið (Rouse et al., 1992) í aðferðafræðinni sem kynnt er í þessari grein er í flokknum munnleg / skrifleg skýrsla en ekki reynslu (e. empirical)- eða greiningarlíkan (e. analytical modelling). Aðferðin miðar að því að finna vandamálasvæði og viðtöl henta mjög vel til að fá skjóta innsýn. Sama gildir um grundvallarsviðin sem aðferðin fjallar um. Það eru þrjú meginsvið, nýmyndun gilds hugtaks (e. the synthesis of a valid concept) stjórnun auðlinda og innri starfsemi teymis (Keefe, Glancey, & Cloud, 2007) og fjallar PAINTER um þau öll. Aðferðin beinist að því að greina hvort markmið viðskipta og hönnunar séu þekkt og notuð við framkvæmd verkefnisins (Dong et al., 2004). Og svo hvort þessi markmið séu í takt við innri starfsemi teymisvinnunnar. Aðferðin tekur bæði tillit til ytri og innri frammistöðu teymisins (Zhang & Zhang, 2015). Aðferðin fjallar þó ekki um ítarlegri þætti eins og mæliaðferðir (Andersson, Rankin, & Diptee, 2017), mælingarvandamál (Mendibil & Macbryde, 2005) eða hvernig

eigi að smíða mælikerfi fyrir teymisvinnuna (Mendibil & Macbryde, 2005). Aðferðin fer heldur ekki í smáatriði varðandi vinnuafslnýtingu (Grant & Hallam, 2016), jafningjamat (Williams, He, Elger, & Schumacher, 2007) eða einstaklingsvitund (Dong et al., 2004).

Aðferðin ætti að vera gagnleg við greiningu á almennum teymum sem og tækniteymum, sem fyrsta vísbendingartæki á hugsanlegum vandamálssvæðum í teymisvinnu. Mat á árangri og skilvirkni aðferðarinnar er einnig áhugavert. Höfundar hafa notað aðferðina til að meta nemendadrifið, þverfaglegt verkefni í háskólanum þar sem erfitt hefur reynst að bæta árangur árangur í lengri tíma (Unnthorsson & Oddsson, 2020). Með því að vinna með lykilpersónum sem þekkja til teymisins er hægt að beita aðferðinni á fljótlegan hátt til að fá heildaryfirsýn yfir frammistöðupætti teymis og til að greina hvar helstu frammistöðuvandamálin liggja. Eins og áður segir var aðferðafræðin hugsuð sem einhvers konar hitamælir á frammistöðu teymis. Vegna þess var einkunnagjöfin höfð gróf, þ.e. einungis þrjár einkunnir gefnar, og því er í lagi þó að lykilpersónurnar sem unnið er með við greininguna þekki ekki fyllilega til allra frammistöðupáttanna – aðferðin gefur engu að síður vísbendingar um stöðuna.

Höfundar sjá fyrir sér framtíðarvinnu þar sem hægt væri að gera ítarlegri leiðbeiningar um hvernig mætti safna gögnum til að meta þættina 43. Það mundi fela í sér gerð spurningalista fyrir sérhvern þátt. Sem dæmi um spurningar þá eru þættirnir liðsihugun (e. team reflexivity) og liðsendurgjöf (e. team feedback) tengdir (Gabelica et al., 2014). Fyrir liðsendurgjöf gæti spurning verið: *Hefurðu fengið endurgjöf á frammistöðu liðsins tengda einstaka einingum verksins?* Á meðan spurning fyrir þáttinn liðsihugun gæti verið: *Er skipulög úrvinnsla á endurgjöf á frammistöðu liðs þar sem liðið íhugar a) hvernig árangur eða vandamál liðsins tengjast við hegðun þess, b) hvort liðið gat náð sama árangri á annan hátt og c) hvernig verður liðið betra í næsta verkefni?* Framkvæmd gæti verið á nokkra vegu, til dæmis: liðsmenn svara sjálfir, matsaðili ræðir við liðsmenn, matsaðili metur án viðræðu eða teymið íhugar og svarar spurningum saman.

Samantekt

Kynnt var kerfisbundin aðferðafræði til að meta frammistöðu nemendateyma í umfangsmiklum verkefnaámskeiðum. Aðferðin var þróuð út frá niðurstöðum ítarlegrar heimildarvinnu um aðferðir til að meta frammistöðu nemendateyma. Aðferðin tekur á 43 frammistöðupáttum sem skipt var í sjö hópa eftir eðli þeirra. Gögnin sem aðferðin byggir á eru fengin með viðtölum við lykilpersónur, sem þekkja vel til teymisins og starfsumhverfis þess. Allir frammistöðupættirnir hafa verið skilgreindir og nýtast skilgreiningarnar til leiðbeiningar í viðtölunum. Aðferðin er fljótleg í notkun og gefur vísbendingar um frammistöðu teymis. Niðurstöðurnar má rýna á töfluformi eða á ratsjarkorti. Niðurstöðurnar nýtast síðan til að meta hvort ástæður séu til breytinga og til að taka ákvarðanir um forgangsroðun aðgerða.

Aðferðafræðin byggir á því að viðmælendur fara kerfisbundið í gegnum frammistöðupættina 43 og ræða þá, hugleiða og meta. Er það mat höfunda að til að teymi geti bætt frammistöðu sína þurfi reglulega að ræða, hugleiða og meta frammistöðupættina. Þar sem aðferðafræðin tekur á fjölmörgum þáttum sem hafa áhrif á frammistöðuna, þ.e. innri þáttum sem og ytri þáttum, nýtist hún bæði stjórnendum sem og teymunum sjálfum. Í framtíðinni væri fróðlegt að prófa aðferðina utan menntageirans því frammistöðupættirnir 43 eiga einnig við teymi í atvinnulífinu.

Heimildir

Andersson, D., Rankin, A., & Diptee, D. (2017). Approaches to team performance assessment: a comparison of self-assessment reports and behavioral observer scales. *Cognition Technology & Work*, 19(2-3), 517-528. doi:10.1007/s10111-017-0428-0

- Brewer, E. C., & Holmes, T. L. (2016). Better Communication = Better Teams: A Communication Exercise to Improve Team Performance. *Ieee Transactions on Professional Communication*, 59(3), 288-298. doi:10.1109/tpc.2016.2590018
- Bron, R., Endedijk, M. D., van Veelen, R., & Veldkamp, B. P. (2018). The Joint Influence of Intra- and Inter-Team Learning Processes on Team Performance: A Constructive or Destructive Combination? *Vocations and Learning*, 11(3), 449-474. doi:10.1007/s12186-018-9197-z
- Culp, G., & Smith, A. (2001). Understanding psychological type to improve project team performance. *Journal of Management in Engineering*, 17(1), 24-33. doi:10.1061/(asce)0742-597x(2001)17:1(24)
- Daniel, L. J., & Davis, C. R. (2009). WHAT MAKES HIGH-PERFORMANCE TEAMS EXCEL? *Research-Technology Management*, 52(4), 40-45.
- DeFranco, J. F., Neill, C. F., & Clariana, R. B. (2011). A Cognitive Collaborative Model To Improve Performance in Engineering Teams-A Study of Team Outcomes and Mental Model Sharing. *Systems Engineering*, 14(3), 267-278. doi:10.1002/sys.20178
- Dong, A., Hill, A. W., & Agogino, A. M. (2004). A document analysis method for characterizing design team performance. *Journal of Mechanical Design*, 126(3), 378-385. doi:10.1115/1.1711818
- Driskell, J. E., Salas, E., & Hughes, S. (2010). Collective Orientation and Team Performance: Development of an Individual Differences Measure. *Human Factors*, 52(2), 316-328. doi:10.1177/0018720809359522
- Gabelica, C., Van den Bossche, P., De Maeyer, S., Segers, M., & Gijssels, W. (2014). The effect of team feedback and guided reflexivity on team performance change. *Learning and Instruction*, 34, 86-96. doi:10.1016/j.learninstruc.2014.09.001
- Goswami, A., Walia, G., & Singh, A. (2015). Using Learning Styles of Software Professionals to Improve Their Inspection Team Performance. *International Journal of Software Engineering and Knowledge Engineering*, 25(9-10), 1721-1726. doi:10.1142/s0218194015710060
- Grant, K. P., & Hallam, C. R. A. (2016). Team performance in a lean manufacturing operation: it takes the will and a way to succeed. *International Journal of Technology Management*, 70(2-3), 177-192. doi:10.1504/ijtm.2016.075161
- Grossman, S. (1997). Turning technical groups into high-performance teams. *Research-Technology Management*, 40(2), 9-11.
- Guastello, S. J. (2010). Nonlinear Dynamics of Team Performance and Adaptability in Emergency Response. *Human Factors*, 52(2), 162-172. doi:10.1177/0018720809359003
- Hodgson, A., Hubbard, E. M., & Siemieniuch, C. E. (2013). Toward an Understanding of Culture and the Performance of Teams in Complex Systems. *Ieee Systems Journal*, 7(4), 606-615. doi:10.1109/jsyst.2012.2206153
- Keefe, M., Glancey, J., & Cloud, N. (2007). Assessing student team performance on industry sponsored design projects. *Journal of Mechanical Design*, 129(7), 692-700. doi:10.1115/1.2722791
- Kichuk, S. L., & Wiesner, W. H. (1997). The Big Five personality factors and team performance: implications for selecting successful product design teams. *Journal of Engineering and Technology Management*, 14(3-4), 195-221. doi:10.1016/s0923-4748(97)00010-6
- Lau, K., Beckman, S. L., & Agogino, A. M. (2012). Diversity in Design Teams: An Investigation of Learning Styles and their Impact on Team Performance and Innovation. *International Journal of Engineering Education*, 28(2), 293-301.
- Lee, P. K. C., To, W. M., & Yu, B. T. W. (2013). Team attributes and performance of operational service teams: An empirical taxonomy development. *International Journal of Production Economics*, 142(1), 51-60. doi:10.1016/j.ijpe.2012.05.005

- Liu, P., & Li, Z. (2012). Task complexity: A review and conceptualization framework. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 42(6), 553-568. doi:<https://doi.org/10.1016/j.ergon.2012.09.001>
- Lynn, G. S., & Reilly, R. R. (2000). Measuring team performance. *Research-Technology Management*, 43(2), 48-56.
- Macht, G. A., & Nembhard, D. A. (2015). Measures and models of personality and their effects on communication and team performance. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 49, 78-89. doi:10.1016/j.ergon.2015.05.006
- Mendibil, K., & Macbryde, J. (2005). Designing effective team-based performance measurement systems: an integrated approach. *Production Planning & Control*, 16(2), 208-225. doi:10.1080/09537280512331333101
- Menegazzo, J. S., Cruz-Ortiz, V., Ortega-Maldonado, A., & Salanova, M. (2015). Positive Institutions and their relationship with transformational leadership, empathy and team performance. *Multidisciplinary Journal for Education Social and Technological Sciences*, 2(2), 38-64. doi:10.4995/muse.2014.3694
- Menekse, M., Higashi, R., Schunn, C. D., & Baehr, E. (2017). The Role of Robotics Teams' Collaboration Quality on Team Performance in a Robotics Tournament. *Journal of Engineering Education*, 106(4), 564-584. doi:10.1002/jee.20178
- Menekse, M., Purzer, S., & Heo, D. (2019). An investigation of verbal episodes that relate to individual and team performance in engineering student teams. *International Journal of Stem Education*, 6, 13. doi:10.1186/s40594-019-0160-9
- Nukic, I. S., Galic, M., & Dolacek-Alduk, Z. (2015). IMPACT OF CHANGES IN A PROJECT TEAM STRUCTURE ON THE TEAM PERFORMANCE. *Electronic Journal of the Faculty of Civil Engineering Osijek-E-Gfos*, 10, 47-57. doi:10.13167/2015.10.7
- Palmqvist, H., Bergstrom, J., & Henriqson, E. (2012). How to assess team performance in terms of control: a protocol based on cognitive systems engineering. *Cognition Technology & Work*, 14(4), 337-353. doi:10.1007/s10111-011-0183-6
- Patrashkova-Volzdoska, R. R., McComb, S. A., Green, S. G., & Compton, W. D. (2003). Examining a curvilinear relationship between communication frequency and team performance in cross-functional project teams. *Ieee Transactions on Engineering Management*, 50(3), 262-269. doi:10.1109/tem.2003.817298
- Pennaforte, A. (2017). The influence of proactive socialization behaviors and team socialization on individual performance in the team. *Asia-Pacific Journal of Cooperative Education*, 17(4), 413-421.
- Rouse, W. B., Cannonbowers, J. A., & Salas, E. (1992). THE ROLE OF MENTAL MODELS IN TEAM PERFORMANCE IN COMPLEX-SYSTEMS. *Ieee Transactions on Systems Man and Cybernetics*, 22(6), 1296-1308. doi:10.1109/21.199457
- Salas, E., Cooke, N. J., & Rosen, M. A. (2008). On teams, teamwork, and team performance: Discoveries and developments. *Human Factors*, 50(3), 540-547. doi:10.1518/001872008x288457
- Salas, E., DiazGranados, D., Klein, C., Burke, C. S., Stagl, K. C., Goodwin, G. F., & Halpin, S. M. (2008). Does Team Training Improve Team Performance? A Meta-Analysis. *Human Factors*, 50(6), 903-933. doi:10.1518/001872008x375009
- Sauer, J., Felsing, T., Franke, H., & Ruttinger, B. (2006). Cognitive diversity and team performance in a complex multiple task environment. *Ergonomics*, 49(10), 934-954. doi:10.1080/00140130600577502
- Schippers, M. C. (2014). Social Loafing Tendencies and Team Performance: The Compensating Effect of Agreeableness and Conscientiousness. *Academy of Management Learning & Education*, 13(1), 62-81. doi:10.5465/amle.2012.0191

-
- Sinclair, M. A., Siemieniuch, C. E., Haslam, R. A., Henshaw, M., & Evans, L. (2012). The development of a tool to predict team performance. *Applied Ergonomics*, 43(1), 176-183. doi:10.1016/j.apergo.2011.05.004
- Sivasubramaniam, N., Liebowitz, S. J., & Lackman, C. L. (2012). Determinants of New Product Development Team Performance: A Meta-analytic Review. *Journal of Product Innovation Management*, 29(5), 803-820. doi:10.1111/j.1540-5885.2012.00940.x
- Soltanzadeh, S., & Mooney, M. (2016). Systems Thinking and Team Performance Analysis. *International Sport Coaching Journal*, 3(2), 184-191. doi:10.1123/iscj.2015-0120
- Unnthorsson, R., & Oddsson, G. V. (2020). Frammistöðumat á umfangsmiklum nemendateymum. *Verktækni*, 26(1).
- Urban, J. M., Weaver, J. L., Bowers, C. A., & Rhodenizer, L. (1996). Effects of workload and structure on team processes and performance: Implications for complex team decision making. *Human Factors*, 38(2), 300-310. doi:10.1518/001872096779048101
- Williams, B. C., He, B. B., Elger, D. F., & Schumacher, B. E. (2007). Peer evaluation as a motivator for improved team performance in Bio/Ag engineering design classes. *International Journal of Engineering Education*, 23(4), 698-704.
- Zhang, L. Y., & Zhang, X. (2015). SVM-Based Techniques for Predicting Cross-Functional Team Performance: Using Team Trust as a Predictor. *Ieee Transactions on Engineering Management*, 62(1), 114-121. doi:10.1109/tem.2014.2380177