



TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOL
INSENERITEADUSKOND
Ehituse ja arhitektuuri instituut

**TIMMITUD JUHTIMINE PROJEKTEERIMISE
PROTSESSI AJAJUHTIMISE JA
KOMMUNIKATSIOONI PARENDAMISEKS
ETTEVÖTTE NÄITEL**

**LEAN DESING MANAGEMENT FOR IMPROVING PROJECT
TIME AND COMMUNICATION MANAGEMENT PRACTICES
IN THE CONSTRUCTION COMPANY**

MAGISTRITÖÖ

Üliõpilane: Markus Veersoo

Üliõpilaskood 165187EAEI

Juhendaja: Ergo Pikas

Tallinn 2022

AUTORIDEKLARATSIOON

(trükitakse tiitellehe pöördele)

Olen koostanud lõputöö iseseisvalt.

Lõputöö alusel ei ole varem kutse- või teaduskraadi või inseneridiplomit taotletud.

Kõik töö koostamisel kasutatud teiste autorite tööd, olulised seisukohad,

kirjandusallikatest ja mujalt pärinevad andmed on viidatud.

24. mai 2021

Autor:
/ allkiri /

Töö vastab magistritööle esitatud nõuetele.

"....." 20.....

Juhendaja:
/ allkiri /

Kaitsmisele lubatud

"....."20... .

Kaitsmiskomisjoni esimees:

.....
/ nimi ja allkiri /

LIHTLITSENTS LÕPUTÖÖ REPRODUTSEERIMISEKS JA LÕPUTÖÖ ÜLDSUSELE KÄTTESAADAVAKS TEGEMISEKS

Mina, Markus Veersoo,

1. Annan Tallinna Tehnikaülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) enda loodud teose

Timmitud juhtimine projekteerimise protsessi ajajuhtimise ja kommunikatsiooni parendamiseks ettevõtte näitel,

mille juhendaja on Ergo Pikas

1.1 reprodutseerimiseks lõputöö säilitamise ja elektroonse avaldamise eesmärgil, sh Tallinna Tehnikaülikooli raamatukogu digikogusse lisamise eesmärgil kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni;

1.2 üldsusele kättesaadavaks tegemiseks Tallinna Tehnikaülikooli veebikeskkonna kaudu, sealhulgas Tallinna Tehnikaülikooli raamatukogu digikogu kaudu kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni.

2. Olen teadlik, et käesoleva lihtlitsentsi punktis 1 nimetatud õigused jäävad alles ka autorile.

3. Kinnitan, et lihtlitsentsi andmisega ei rikuta teiste isikute intellektuaalomandi ega isikuandmete kaitse seadusest ning muudest õigusaktidest tulenevaid õigusi.

20.05.2022

Lihtlitsents ei kehti juurdepääsupiirangu kehtivuse ajal vastavalt üliõpilase taotlusele lõputööle juurdepääsupiirangu kehtestamiseks, mis on allkirjastatud teaduskonna dekaani poolt, välja arvatud ülikooli õigus lõputööd reprodutseerida üksnes säilitamise eesmärgil. Kui lõputöö on loonud kaks või enam isikut oma ühise loomingulise tegevusega ning lõputöö kaas- või ühisautor(id) ei ole andnud lõputööd kaitsvale üliõpilasele kindlaksmääratud tähtajaks nõusolekut lõputöö reprodutseerimiseks ja avalikustamiseks vastavalt lihtlitsentsi punktidele 1.1. ja 1.2, siis lihtlitsents nimetatud tähtaja jooksul ei kehti.

LÕPUTÖÖ ÜLESANNE

Üliõpilane: **MARKUS VEERSOO**

Üliõpilaskood **165187**

Õppekava: **EAEI02 Ehitiste projekteerimine ja ehitusjuhtimine**

Peaeriala: Ehitustehnika

Lõputöö teema:

TIMMITUD JUHTIMINE PROJEKTEERIMISE PROTSESSI AJAJUHTIMISE JA KOMMUNIKATSIOONI PRAKTIKATE PARENDAMISEKS ETTEVÕTTE NÄITEL

Lean design management for improving project time and communication management practices in the construction company

Juhendaja: **Ergo Pikas**

Ergo.pikas@taltech.ee

Lõputöö konsultandid:

Tiitel või ametikoht, Ees- ja Perekonnanimi	Kontakt (e-post või telefon)	Allkiri ja kuupäev
---	------------------------------	--------------------

Lõputöö põhieesmärgid:

1. Hinnata tänaseid ajajuhtimise ja kommunikatsiooni praktikaid projekteerimise juhtimises
2. Timmitud kavandamise põhimõtetest ja meetoditest lähtudes ajajuhtimise ja kommunikatsiooni praktikate parendamine

Töö keel: eesti keel

NB! (Trükitakse kahepoolsest)

Lõputöö etapid ja ajakava:

Ülesande kirjeldus	Tähtaeg
1. Kirjanduse ülevaade: Kavandamine, projekteerimise juhtimine ja timmitud kavandamine ja juhtimine	08.03.2021
2. Kommunikatsiooniprobleemide tuvastamine ettevõttes intervjuude abil	22.03.2021
3. Ettevõtte hetkeolukorra analüüs küsitluse abil	05.04.2021
4. Ettevõtte kommunikatsioonipraktikate parendamise raamistik, ettepanekud, hindamine. Viimase plaanija süsteemi rakendamise kokkuvõtte projekti näitel.	18.04.2022
5. Lõputöö arutelu, olulisemad järeldused ja vormistamine	25.04.2022
6. Kokkuvõtte eesti keeles	25.04.2022
7. Kokkuvõtte inglise keeles	25.04.2022

Lõputööde 95% ülevaatus, mille läbimine on kaitsmise eelduseks

02.05.2022

Esitlusmaterjalid kaitsmisel: Powerpoint esitlus ja jaotusmaterjalid

Kirjeldus	Tähtaeg
1 Esitlus ja kaitsmiskõne	16.05.2022

Lõputöö esitamise tähtaeg:

16. mai 2022

Lõputöö ülesanne välja antud: 14.02.2022

Juhendaja:

Ergo Pikas

Ülesande vastu võtnud:

Markus Veersoo

Avalikustamise
piirangu tingimused: puuduvad

SISUKORD

Lihtlitsents lõputöö reprodutseerimiseks ja lõputöö üldsusele kättesaadavaks tegemiseks.....	3
SISUKORD	6
EESSÕNA.....	8
LÜHENDITE JA TÄHISTE LOETELU	9
JOONISTE LOETELU.....	10
SISSEJUHATUS	12
1. KIRJANDUSE ÜLEVAADE	15
1.1 Projekteerimine ja projekteerimise juhtimine	15
1.2 Timmitud juhtimine.....	17
1.2.1 Visuaalne juhtimine.....	20
1.2.2 A3 meetodika	22
1.2.3 Digitaliseerimine.....	23
1.3 Ajajuhtimise meetodid ja praktikad	24
1.3.1 Viimase plaanija süsteem	24
1.3.2 Mõõdikud planeerimisprotsessi edukuse hindamiseks	28
1.4 Lühikokkuvõte	29
2. UURIMISTÖÖ METOODIKA.....	30
3. ETTEVÕTTE PROJEKTEERIMISE JUHTIMISE HETKEOLUKORD JA PRAKTIKAD	33
3.1 Timmitud ehituse teemalised töötoad.....	33
3.1.1 Osakondade ülene töötuba.....	33
3.1.2 Projekteerimisosakonna töötuba.....	35
3.2 Intervjuude tulemused.....	37
3.2.1 Projekteerimise projektijuhtimise väljakutsed	37
3.3 Küsimustiku tulemused	38
3.3.1 Vastajate taust ja praktikad.....	38
3.3.2 Projektide graafikus ja eelarves püsimine.....	40
3.3.3 Ettevõtte töötajate koormatus	41
3.3.4 Ettevõttes esinevate probleemide hinnangud	42
3.3.5 Töötajate ettepanekud probleemide lahendamiseks	44
3.3.6 Lühikokkuvõte	46
4. LAHENDUSTE KAVANDAMINE, TESTIMINE JA HINDAMINE	48
4.1 Lahenduse välja töötamine	48

4.2	Testimine ja tulemuste analüüs	51
4.2.1	Pilootprojekti esimene iteratsioon – Maru Ehitus AS	51
4.2.2	Pilootprojekti teine iteratsioon - Sirkel&Mall OÜ	52
4.2.3	Fookusgrupi intervjuu	59
	ARUTELU.....	66
	KOKKUVÕTE	68
	SUMMARY	70
	KASUTATUD KIRJANDUSE LOETELU	72
	LISAD	75
	Lisa 1 Osakondade vahelise töötoa A3 meetodikal probleemid.....	76
	Lisa 2 Projekteerimisosakonna töötoas väljatoodud probleemid	78
	Lisa 3 Projekteerimisosakonna töötoa A3 meetodikal probleemid.....	79
	Lisa 4 Sprintide plaanide muutuste põhjused.....	81
	Lisa 5 Üldised viimase plaani süsteemi küsimused	84
	Lisa 6 Digitaalse viimase plaani süsteemi küsimused	87
	Lisa 7 Sisu ja keskkonna küsimused	89

EESSÕNA

Uurimistöö eesmärk on kaardistada Maru Ehitus AS ettevõttes projekteerimise juhtimise hetkeolukord ja väljakutsed ning töötada välja ja testida võimalike lahendusi probleemide leevendamiseks või eemaldamiseks. Testimise käigus mõõdeti lahenduse mõjusid ja kasu pilootprojektides.

Lõputöö teema sõnastati Maru AS kontserni tütarettevõtte Maru Ehituse arendusjuhi (praeguse tegevjuhi) Margo Dengo algatusel. Algandmete korjamine ning olukorra kaardistamine toimus Maru Ehituses. Andmete kogumisega aitasid TalTech poolt lõputöö juhendaja Ergo Pikas, ettevõtte poolt arendusjuht Margo Dengo, projekteerimise projektijuhid Juss Jäger, Sergei Avdejev, objektijuhid Silver Leppik ja Juri Fjodorov ning ehituse projektijuht Rauno Lõhmus. Lisaks küsimustikule vastasid veel paljud ettevõtte töötajad erinevatelt ametipositsioonidelt, sh projekteerijad, eelarvestajad, tehnikud, konstruktorid jne. Soovin kõiki asjaosalisi tänada nende panuse eest selle töö tekkimisse.

Lisaks soovin tänada US Real Estate OÜ esindajaid ja Sirkel&Mall OÜ projekteerimise projektijuhte Janek Tšuškini ning Simo Sirki, et andsid mulle võimaluse väljatöötatud lahendust testida enda projektis.

Võtmesõnad: kavandamine, kavandamise juhtimine, timmitud ehitus, viimase plaanija süsteem, magistritöö

LÜHENDITE JA TÄHISTE LOETELU

VK – vesi, kanalisatsioon

KVJ – küte, ventilatsioon ja jahutus

EK – ehituskonstruktsioonid

AR – arhitektuur

LPS, VPS – Viimase plaanija süsteem (Last Planner System)

PPJ – projekteerimise projektijuhid/projekteerimise projektijuhtimine

PPC – Tööülesannete teostumisprotsent (Plan Percent Complete)

TMR – Tagatud eeldustega ülesannete protsent (Tasks Made Ready)

TA – Eeldatud ülesannete protsent (Tasks Anticipated)

JOONISTE LOETELU

Joonis 1.1 Kavandamise ja kavandamise juhtimise olulisus (Walasek & Barszcz, 2017)	16
Joonis 1.2 Ressursitõhusa tootmiskäsituse põhimõte (Pikas, 2020).....	18
Joonis 1.3 Planeeritud töö ning realselt haardealas paiknevad töölised (Pikas, 2020)	19
Joonis 1.4 Väärtustõhususe käsitlus (Pikas, 2020).....	19
Joonis 1.5 Pidev parendamine ja raiskamise minimeerimine (Pikas, 2020)	20
Joonis 1.6 Viimase plaanija süsteemi ajakava. Toob lihtsasti esile osapoolte ülesanded ning tähtajad (Koskenvesa & Mäki, 2020)	21
Joonis 1.7 A3 meetodika aruande näide (Coln & Do, 2017)	22
Joonis 1.8 Digitaalne LPS ajakava (Koskenvesa & Mäki, 2020)	24
Joonis 1.9 Plaanimine algab projekti vahe-eesmärkidest (Koskenvesa & Mäki, 2020)	25
Joonis 1.10 Ehitusprojektide infosulud ja -puudused (Koskenvesa & Mäki, 2020)	26
Joonis 1.11 6. nädala tulevikuvaade (Ballard & Tommelein, 2021)	28
Joonis 1.12 TMR ning TA mõõdikud (Ballard & Tommelein, 2021).....	29
Joonis 2.1 Uurimustöö protsess.....	30
Joonis 3.1 Probleemid kategooriate kaupa jaotatud	34
Joonis 3.2 Vastajate jagunemine töö valdkondade kaupa.....	39
Joonis 3.3 Vastajate tegevusalad	39
Joonis 3.4 Asutused kus vastajad omandasid kõrghariduse	40
Joonis 3.5 Projektide graafikus ja eelarves püsimumised	40
Joonis 3.6 Töötajate koormatus.....	42
Joonis 3.7 PPJ ja objektimeskonna kogemused	43
Joonis 3.8 Kontoritöötajate kogemused	44
Joonis 4.1 Virtuaalse tahvli ülesehitus	49
Joonis 4.2 Töö märkmepaber	50
Joonis 4.3 Ülesanded ja tähised	50
Joonis 4.4 Ülesannete teostumisprotsent.....	52
Joonis 4.5 Kortermaja projekteerimise graafik	53
Joonis 4.6 Ülesannete teostumisprotsent.....	54
Joonis 4.7 Lõpetamata jäänud ülesanded.....	55
Joonis 4.8 Sprindi jooksul toimunud muutus	56
Joonis 4.9 Tagatud eeldustega ülesanded	57
Joonis 4.10 Eeldatud ülesanded.....	57
Joonis 4.11 Hinnang virtuaalsetele koosolekutele.....	59
Joonis 4.12 Varasem kogemus sellist tüüpi koosolekutega	60
Joonis 4.13 Sektsioon 2 Üldised VPS vastused.....	62
Joonis 4.14 Sektsioon 2 digitaalse VPS vastused.....	63
Joonis 4.15 Sektsioon 3 sisu ja keskkond vastused	64
Joonis 4.16. Kortermaja muutuste põhjused	81
Joonis 4.17. Büroohoone muutuste põhjused	81
Joonis 4.18. Sõjakooli büroohoone muutuste põhjused.....	82
Joonis 4.19. Tellija sisend/tagasiside.....	82
Joonis 4.20. Sisend teistelt distsipliinidelt/osapooltelt.....	83
Joonis 4.21. Muud põhjused	83
Joonis 4.22. Üldised küsimused 1.....	84
Joonis 4.23. Üldised küsimused 2.....	85

Joonis 4.24. Üldised küsimused 3.....	86
Joonis 4.25. Digitaalse LPS küsimused 1	87
Joonis 4.26. Digitaalse LPS küsimused 2	88
Joonis 4.27. Sisu ja keskkonna küsimused 1	89
Joonis 4.28. Sisu ja keskkonna küsimused 2	90
Joonis 4.29. Sisu ja keskkonna küsimused 3	91

SISSEJUHATUS

Ehitussektoril ja selle efektiivsel toimimisel on ühiskonnas oluline roll ja arvestatav majanduslik mõju. Ehitussektoril on suur vastutus ressurside jätkusuutlikul kasutamisel, sest ehitusvaldkonnas tekib üks kolmandik jäätmetest globaalselt ja hoonetes tarbitakse rohkem kui 40% kogu energiatoodangust. See tähendab, et ehitatud keskkonnal on tähelepanuväärne mõju keskkonnale. Hästi ehitatud hooned on aga energiatõhusad ja jätkusuutlikud ehk nende ehitamisel ja projekteerimisel peab olema eesmärgiks võetud minimaalne inim- ja loodusressursi raiskamine. Pool kogu Eesti energiatoodangust tarbitakse hoonetes (Pikas, 2020).

Hea kavandamise tegevuse tulemusena sünnib hästi projekteeritud hoone või rajatis. Sellised ehitised on minimaalse jalajäljega kogu elukaare jooksul ja nende ehitamise käigus esineb vähe probleeme ning vigu, mis võivad põhjustada olulist raiskamist. Selle eelduseks on tõhus projekteerimise juhtimine, mille peamiseks ülesandeks on valdkondade ja spetsialistide paljususest tulenevalt meeskonna edukas juhtimine. Seda raskendab asjaolu, et projekteerimine on oma olemuselt kompleksne tegevus.

Jätkuv spetsialiseerumine ehitusvaldkonnas on tingitud üha kasvavast teadmiste ja info hulgast ehitiste rajamisel – üks inimene ei suuda enam kogu infot teada ega omandada. Sellest tulenevalt on tekkinud mitmed spetsialiseerunud distsipliinid. See tähendab, et kaasaegsed ehitusprojektid on muutunud aina keerulisemaks, hõlmates lisaks projekteerijatele, omanikele, töövõtjatele ja spetsialistele ka tootjaid ning erinevaid teisi toodete ja teenuste pakkujaid (Ballard et al., 2002). Samuti on ehitised üha suurenevate nõuete ja teadmiste tõttu muutumas üha keerukamaks (Ko & Chung, 2014).

Seetõttu on projekteerimise juhtimise võtmeülesandeks saanud erinevate valdkondade spetsialiste ja esindajate töö juhtimine, koordineerimine ja intergreerimine ajas (Pikas et al., 2020). Sellest johtub ka projekteerimise juhtimise põhiline väljakutse, milleks on suure infohulga haldamine selliselt, et töö käigus ei läheks infot kaduma ja kõigil osapooltel oleks kõige viimasem teave. Ehitusprojektide efektiivsete protsesside eelduseks on hästi läbimõeldud ja korraldatud protsess ja teabehealdus (Wikforss & Löfgren, 2007).

Siit tuleneb ka projekteerimise juhtimise põhiline probleem, milleks on suuremahulise infovoo haldamine piisavalt efektiivselt nii, et läheks võimalikult vähe infot kaduma ja projekteerimise osapooled oleksid viimasest infost teadlik. Ehitusprojektide efektiivsete

protsesside eelduseks on vahetu ligipääs reaalarajas informatsioonile (Wikforss & Löfgren, 2007).

Hetkelolukorras esineb projekteerimise juhtimises liigset inimressursi raiskamist. Oma jälje on jätnud sellele koroonapandeemia viimase kahe aasta jooksul. Need probleemid projekteerimises toovad kaasa probleeme omakorda ehitusplatsil, mistõttu tööd võivad jääda jõude või venima. See omakorda tähendab suurenevaid ehituskulusid ja venima hakanud projektitähhtaegu (Xu & Luo, 2014). Sageli on see tingitud sellest, et ehitusplatsi meeskond ei saa õigeaegselt sisendit projekteerijatelt tööde korraldamiseks. Sama probleem esineb projekteerimises. Kui projekteerijad ei saa õigeaegselt sisendit tellijalt, ametkondadelt või teistelt projekteerimise valdkondadelt, tehakse töödega edasiliikumiseks sageli valesid eelduseid, mis omakorda võib viia hilisemate ümbertegemiseni nii projekteerimises ja halvemal juhul ehituse töömaal (Tribelsky & Sacks, 2011).

Eelnevast johtub, et projekteerimise juhtimisel on vaja rohkem tähelepanu pöörata kavandamise tegevuse ja protsessi ajaplaanimisele ning kommunikatsioonile. Seejuures tuleb arvesse võtta koroonapandeemiast tingitud kaugtööle üleminemise asjaolusid. Hästi juhitud ja hallatud projekteerimise protsess kaugtööna või mitte loob eeldused kvaliteetse projektlahenduse saavutamiseks. See motiveeris sõnastama selle magistritöö eesmärki, et millesed on kavandamisel ja projekteerimise juhtimisel ajajuhtimise ja kommunikatsiooni tänased praktikad ja probleemid ettevõtte näitel ning kuidas timmitud kavandamise ja juhtimise põhimõtete rakendamine aitab parendada kaugtöös protsesside juhtimist. Sõnastatud uurimistöö eesmärgi täitmiseks on sõnastatud neli uurimistöö küsimust:

1. Mis on hetkel parimad teadmised projekteerimise ajajuhtimisel ja kommunikatsiooni korraldamisel, võttes arvesse kaugtöö vajadusi?
2. Milline on ettevõtte projekteerimise, projekteerimise juhtimise, ajaplaanimise ning kommunikatsioonipraktikate hetkeolukord?
3. Kuidas timmitud kavandamise ja juhtimise põhimõtted, meetodid ja vahendid aitavad parendada ajajuhtimise ja kommunikatsiooni juhtimist?
4. Millist kasu ja piiranguid toob kaasa väljatöötatud lahenduste rakendamine?

Uurimistöö eesmärgi täitmiseks ja küsimustele vastamiseks on töö jagatud neljaks staadiumiks: (1) kirjanduse ülevaade, (2) uurimistöö metoodika, (3) ettevõtte hetkeolukorra kaardistamine ja (4) lahenduste väljatöötamine, testimine ja hindamine. Kirjanduse ülevaates leitakse vastus esimesele küsimusele. Ettevõtte hetkeolukorra

kaardistamise staadiumis leitakse vastus teisele küsimusele. Selles staadiumis viiakse läbi kaks töötuba, kus töötajad saavad välja tuua ja käsitleda enda tööga seotud probleeme. Samuti viiakse läbi intervjuud projekteerimise projektijuhtidega ning ehituse objekti- ja projektijuhtidega. Intervjuude põhjal koostati pikem küsimustik struktureeritud andmete kogumiseks. Viimases staadiumis leitakse vastus viimasele kahele küsimusele ehk töötatakse välja ajajuhtimise ja kommunikatsiooni meetod, mida testitakse kahes projektis. Analüüsimiseks kasutatakse pilootprojektidest kogutud andmeid ning pilootprojektis osalenute fookusgrupi intervjuude vastuseid.

1. KIRJANDUSE ÜLEVAADE

Kirjanduse ülevaate peatükis antakse ülevaade projekteerimisest ja selle juhtimisest ning kommunikatsiooni meetoditest. Käsitletakse kuidas timmitud kavandamise põhimõtetest lähtuvalt võiks parendada projekteerimise juhtimist.

1.1 Projekteerimine ja projekteerimise juhtimine

Projekteerimise protsessi mõistmiseks defineeritakse kõigepealt projekt ning projekt ehituse kontekstis. Samuti kirjeldatakse kavandamise ja kavandamise juhtimist üldisemalt. Projekti defineeritakse üldiselt ainulaadse tegevuste kompleksina. Projektidel on kindel algus ja lõpp ning on üldjuhul ette võetud üksikisiku või ettevõtte poolt kindlate eesmärkide saavutamiseks. Lisaks on projektidel piirangud, näiteks ajakava ja eelarve. (Kirkham et al., 2016)

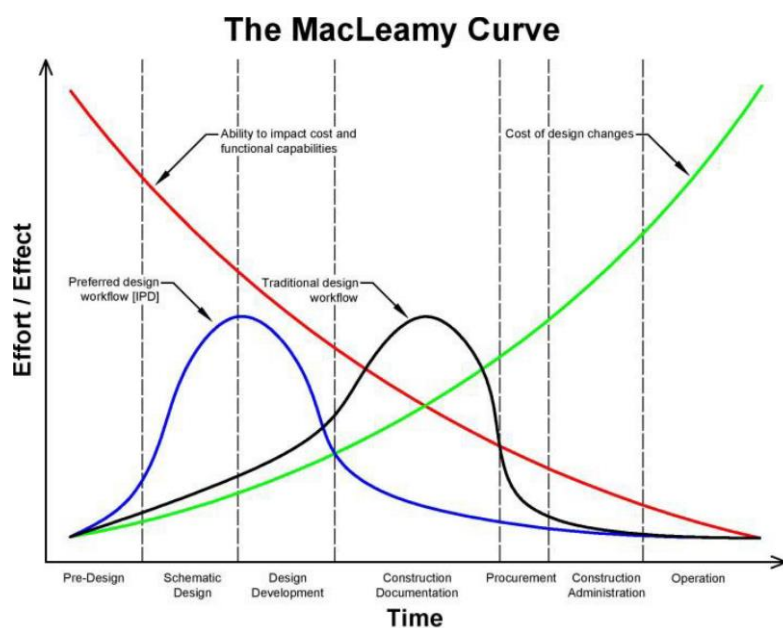
Eesti seadusandluses on ehitusprojektile olemas ka teine tähendus. Ehitusseadustikus määratletakse ehitusprojekti kui kavandamise käigus koostatud dokumentide kogumit, mis hõlmab ehitustööde läbiviimiseks vajalikku teavet. Samuti on selles ehitise kasutamiseks ja haldamiseks vajalikud juhised (riigiteataja.ee, 2022). Antud töös mõeldakse ehitusprojekti all esimest käsitlust ehk ehitusprojekt on ajaliselt ja muul viisil piiritletud tegevuste kompleks, et saavutada kindlaid projekti algataja poolt seatud eesmärke. Võrreldes muude valdkondade projektidega on ehitusprojektid ainulaadsed, erinedes neist järgmiselt (Kirkham et al., 2016):

- Üldiselt on iga ehitus ainulaadne.
- Ehitusprojekti ellu viivad meeskonnad on enamasti ainulaadsed ja ühekordsed.
- Ehitusprojektidega kaasnevad enamasti oluliselt suuremad riskid ja ebakindlus.

See tähendab, et ehitusprojektides luuakse sisuliselt prototüüpe ja neid viivad ellu ajutised projektipõhised organisatsioonid. Samuti tulenevalt ehitiste keerukusest ja eelnevatest asjaoludest, kaasnevad ehitusprojektidega suured riskid ja teadmatus, mis on sageli põhjus vähesele usaldusele ja partnerlusele ehitusprojektides. Seetõttu on eriti oluline projekteerimise juhul projekti meeskonna ühiste eesmärkide seadmisel ja protsesside juhtimisel (Pikas, 2020). Meeskonnal peab olema projekteerimise projekti eesmärkidest, tegevuskavast ja osapoolte motivatsioonist üheselt mõistetav arusaam. Edukas meeskonna töö on korrelatsioonis projektijuhi teadmiste ja oskustega (Oberlender, 2000).

Kuid kavandamise juhtimist raskendab asjaolu, et tegemist intellektuaalse ja keeruka inimtegevusega. Selleks, et kavandamise tegevust hästi juhtida, peab mõistma ja mõtestama kavandamise tegevuse olemust. Timmitud kavandamise ja juhtimise kontekstis on kavandamist mõtestatud kolmest erinevast vaatest: (1) sisendite teisendamisenä väljunditeks ehk ressursitõhusus, (2) info ja materjalide voona läbi aja ja ruumi ehk vootõhusus ning (3) kliendile väärtuse loomisena ehk väärtustõhusus (Freire & Alarcón, 2002)(Pikas et al., 2020). Just viimane käsitlus ütleb, et kavandamise eesmärk ei ole lihtsalt projektdokumentatsiooni koostamine vaid ehitise lõppkasutajale maksimaalse väärtuse loomine. Kavandamise staadiumis peavad saama sõnastatud tellija visioon ja lahendatud olulisemad probleemid, vältimaks hilisemaid ümbertegemisi (Pikas et al., 2020).

Lõppkasutajale maksimaalse väärtuse loomiseks ning raiskamise vähendamiseks tehakse kõige olulisemad otsused just projekti kavandamise ehk esimeses projekteerimise ajaperioodis (Joonis 1.1). Eestis teatakse seda sageli eskiisi nimetuse all. Õigete otsuse tegemise oluliseks aluseks on projekti alguses õigesti tehtud eeldused ja kliendi läbimõeldud lähteülesanne. Samas ei tohi projekteerimise meeskond eeldada kliendilt teadmisi ja oskuseid vajaliku lähteülesande koostamisel. Sellest tulenevalt on projekteerijad sunnitud tellijalt täpsustavaid küsimusi küsima, et mõista tema suuremaid eesmärke ja sõnastada need projekteerimise tehniliseks sisendinformatsiooniks (Kirkham et al., 2016). Nendest asjaoludest tingituna on hakatud välja töötama kavandamise juhtimise ja parendamise meetodikad (Pikas et al., 2020).



Joonis 1.1 Kavandamise ja kavandamise juhtimise olulisus (Walasek & Barszcz, 2017)

1.2 Timmitud juhtimine

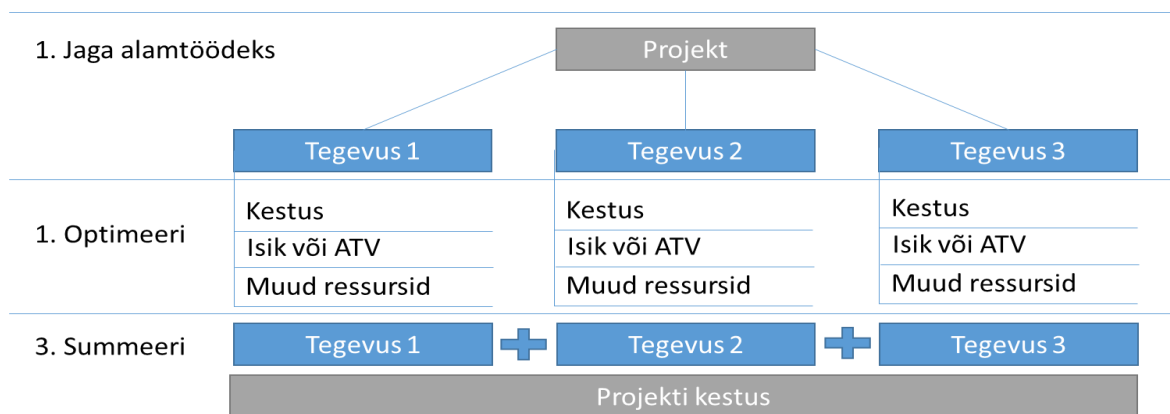
Timmitud ehituse põhiideed said alguse Toyotas välja arendatud timmitud tootmise ideedest (Koskenvesa & Mäki, 2020). Toyotas mõisteti, et nad ei suuda Ameerika autotootjatega konkureerida ega võistelda nende masstootmise mahu tõttu. Seetõttu otsisid nad muid lahendusi ning lootsid hakata konkurentsi pakkuma läbi ressursside ja vahendite arukamale kasutamisele. Esialgvalt keskenduti pigem vaid ehituse ajaperioodi lühendamisele siis hiljem võeti põhimõtted üle ka projekteerimise ning projekteerimise juhtimise etapis. (Salentijn et al., 2021)

Kavandamise/projekteerimise staadiumis lähtutakse lisaks üldistele timmitud ehituse põhimõtetele ka kavandamise tegevuse eripäradest ja põhimõtetest (Freire & Alarcón, 2002). Olulisemad põhimõtted kavandamise staadiumis on näiteks kliendi korrapärase ja varajane kaasamine kavandamisesse, eesmärkide ja nõuete süsteemne kaardistamine, projekti osapoolte vajaduste jooksev hindamine ja übertegemiste vältimine, lükates olulisi otsuseid viimasele hetkele. Viimasele hetkele lükkamine on näiliselt vastuolus klassikalise juhtimise põhimõtetega, kuid sisuliselt oluline timmitud kavandamises. Otsuste viimasele hetkele lükkamine, kuid siiski õigeaegselt tehtud, aitab tagada läbimõeldud otsuste tegemist (Herrera et al., 2021).

Traditsioonilise kavandamise juhtimisega kaasneb palju määramatust, vigu ja probleeme. Enamasti käsitletakse kavandamise tegevust sotsiaalse tegevuse asemel tehnilise tegevusena (Pikas et al., 2020). Timmitud kavandamise juhtimise filosoofias käsitletakse kavandamise tegevust nii tehnilise kui ka sotsiaalse tegevusena. Timmitud kavandamise juhtimine keskendub varieeruvuse vähendamisele ja riskide ning probleemide ennetamisele (Pikas, 2020). Varieeruvust põhjustavaid tegureid saab üldiselt jagada kolme kategooriasse (Modig & Ahlström, 2013): ressurssidest, vooühikust ja välistest mõjuritest tingitud varieeruvused.

Timmitud kavandamine, ehitus ja juhtimine põhineb ressursi-, voo- ja väärtustõhususe teorial (Koskela, 2000). Ressursitõhususe vaade on välja kujunenud majandusteaduste valdkonnast (Pikas, 2020). Ühiskonna industrialiseerimise aegade algusest on selles vaates keskendunud ressursside võimalikult tõhusale kasutamisele (Modig & Ahlström, 2013). Selles käsituses vaadeldakse kavandamist kui sisendite muutmist väljunditeks. Eesmärgiks on väljundite saavutamine minimaalse ressursikuluga. Selle vaate kõige olulisemad juhtimise põhimõtted on ehitusprotsesside jaotamine alamtöödeks ja nende eraldiseisev optimeerimine (Joonis 1.2). Näiteks projekteerijate, ehitajate ja alltöövõtjate madalaima hinna põhjal valimine. Probleemide

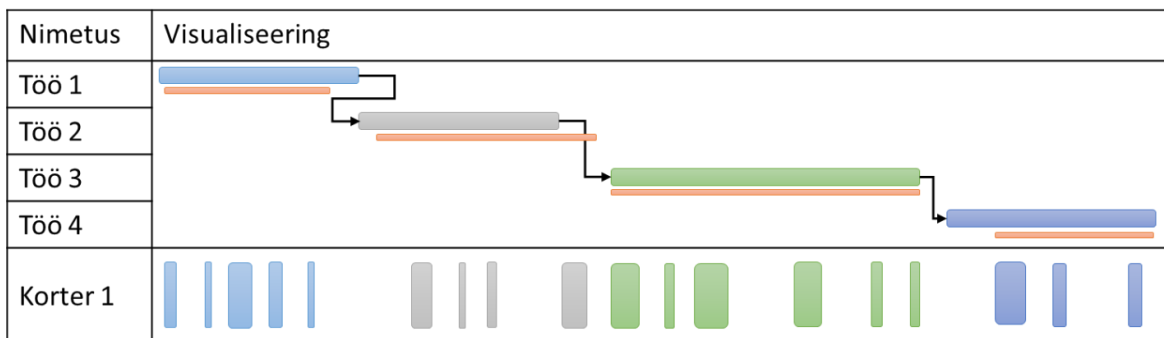
ennetamiseks ja vältimiseks kasutatakse sageli ajapuhvreid. Tootlikkuse tõstmise ülesandena nähakse peamiselt uute tehnoloogiate kasutusele võtmist, et vähendada inimtööjõu osakaalu. (Pikas, 2020)



Joonis 1.2 Ressursitõhusa tootmiskäsituse põhimõte (Pikas, 2020)

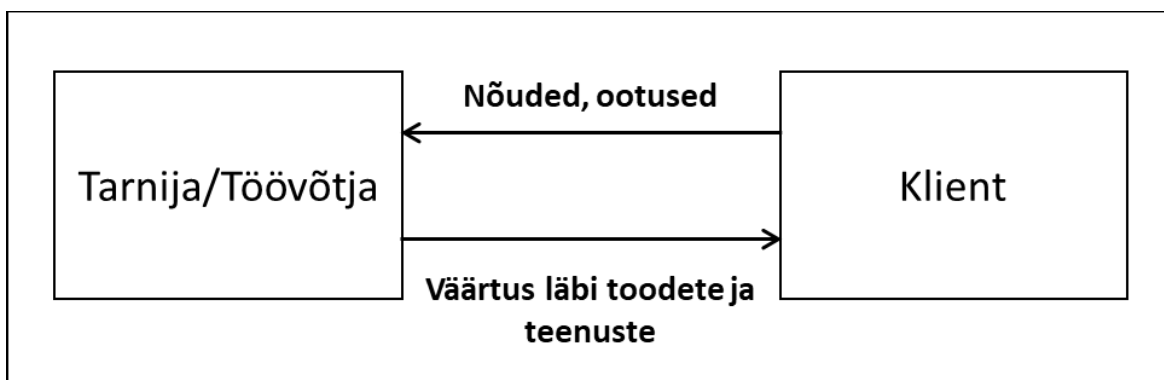
Projekteerimise projektide käsitlemine ainult ressursitõhususe vaatest toob kaasa teatud probleeme. Näiteks lihtsustab antud käsitlus üleliigselt tellija vajaduste ja aja mõiste tähendust. Olulisemad eeldused, mida antud käsitluse puhul kasutatakse on järgmised: (1) projekti eesmärgid on antud ja arusaadavad, (2) meetmed eesmärkide saavutamiseks on ilma probleemideta plaanitavad ning (3) projektijuhtimise ülesanne on tagada tööde edenemine läbi keskse plaanimise. (Pikas, 2020)

Probleemi näitlikustamiseks on esitatud Joonis 1.3 kus on näidatud ühe ruumi ehitamise lihtsustatud ajakava. Neli järjestikku tööd on selles näites plaanitud võrkgraafiku mudeli alusel ja visualiseeritud Gantti graafikul. Plaanitud tööde all olev oranž joon näitab ehitustööde tegelikku algust ja lõppu. Üldiselt on need peaaegu üksühele plaanitud tööde alguste ja lõppudega, mistõttu võiks ressursitõhususe vaates hinnata protsessi väga heaks. Samas ei näita see tegelikku aja kasutamist. Viimasel real "Korter 1" on näidatud haardealade tegelik ajaline koormatus töömeeste poolt ehk millal ja kui kaua nad viibisid antud ruumis. Sellest johtub, et haardealas kasuliku tegevuse aeg on tegelikkuses palju väiksem plaanitud ja raporteeritud ajast. (Pikas, 2020)



Joonis 1.3 Planeeritud töö ning realselt haardealas paiknevad töölised (Pikas, 2020)

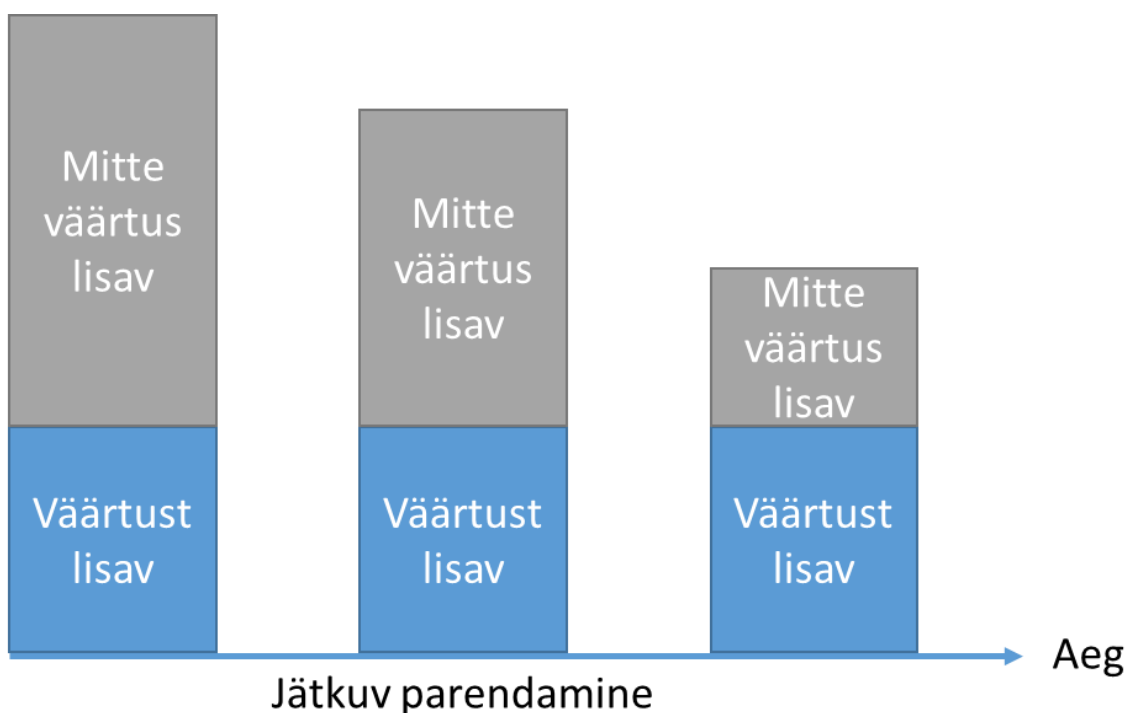
Väärtustõhususe võtmes tähendab kavandamine ja ehitamine tellija eesmärkide ja soovide maksimaalset saavutamist (Joonis 1.4) (Pikas, 2020). Selles käsituses on kesksel kohal juhtimises kliendi visioon, eesmärgid ja soovid. Ehitusprojektis tuleks selle käsitluse järgi fookus suunata ehitamise optimeerimiselt tellija väärtuspakkumuse määratlemisele. Projekteerimise projektid saavad alguse soovide ning nõuete analüüsimisest (Ballard & Koskela, 2014). Soovid ja nõuded omakorda on tingitud tellija vajadusest vähendada millegi puudumist või luua uusi võimalusi ärieesmärkide või eraisiku hüvede saavutamiseks. (Pikas, 2020)



Joonis 1.4 Väärtustõhususe käsitlus (Pikas, 2020)

Vootõhususe võtmes tähendab kavandamine ja ehitamine tööde teostamisele kuluva kogu aja lühendamist läbi raiskavate tegevuse kõrvaldamise (Pikas, 2020). Vootõhususe suurim vaenlane on igasugune varieeruvus ehk mittestabiilsus (Thomas et al., 2002). Olulisemad põhimõtted vootõhususe saavutamiseks on katkematu voo loomine, tõmbemeetodid rakendamine ja jätkuv parendamine. Vootõhususes hinnatakse ressursside poolt väärtuse ülekandmise aega vooühikule. Kõik ülejäänud aeg tellija vaatest on raiskamine ning tuleb eemaldada. Tööde toppamise põhjuseks on enamasti näiteks vajalike sisendite puudumine, eeldustööde mitte õigeaegselt ega

korrekselt lõpetamine või vigane projektdokumentatsioon (Pikas, 2020). Lisaks nendele on takistuseks vale või kehvasti hooldatud tööseadmete kasutamine ja puudulik või vale teave (Thomas et al., 2002). Kokkuvõtlikult tähendab see varieeruvust ideaalist, mis tähendab et vootõhususe sisu on mitte väärtust lisava aja elimineerimine läbi jätkuva parendamise (Joonis 1.5). (Pikas, 2020)



Joonis 1.5 Pidev parendamine ja raiskamise minimeerimine (Pikas, 2020)

1.2.1 Visuaalne juhtimine

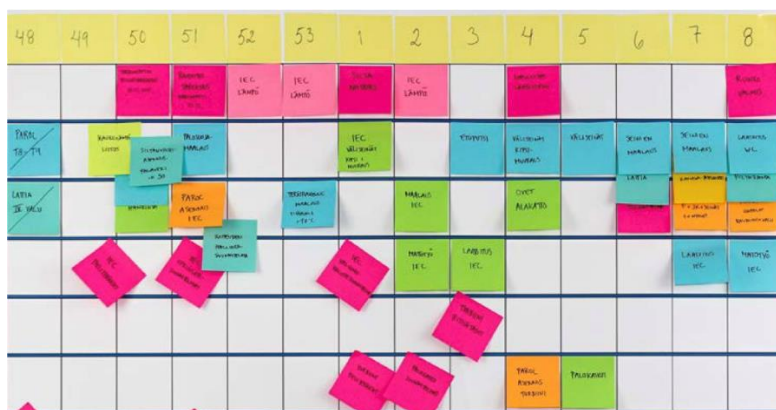
Visuaalne juhtimine on üks tähtsaim timmitud juhtimise kontseptsioon (Liker, 2004). Visuaalse juhtimise töövahendid annavad teoorias silmapilguga info kuidas ja millal tööd vaja teha on (Liker, 2004). Selle eesmärgiks on välja filtreerida oluline ning õige informatsioon ja muuta see lihtsasti kättesaadavaks ning koheselt hoomatavaks. Sisuliselt on see juhtimissüsteem millega proovitakse parendada organisatsiooni suutlikust läbi organisatsiooni visiooni ja eesmärkide lõimimise teiste juhtimissüsteemidega ja töövõtjatega (Tezel et al., 2009). Kavandamise protsesside varieeruvuse vähendamiseks saab kasutada visuaalse juhtimise vahendeid (Koskela & Tezel, 2018), mis aitab muuta protsesse läbipaistvamaks (Tezel & Aziz, 2017).

Visuaalset juhtimist saab kasutada kahes erinevas valdkonnas – (1) informatsiooni visualiseerimiseks ja (2) lisaks informatsiooni visualiseerimisele ka juhendada tegevusi. See meetod (Eaidgah et al., 2016):

- Lihtsustab informatsiooni voogu
- Annab õige informatsiooni selle vajaminemise hetkel ehk üleliigse ja kasutu informatsiooni müra puudub
- Annab ettevõtte töötajatele võimaluse osaleda otsuste tegemises ja parendamises
- Loob võimaluse pidevaks tagasisideks ja eesmärkide kaardistamiseks
- Tõstab planeerimise läbipaistvust
- Tõstab distsiplineeritust
- Võimaldab juhtida rohkem faktipõhiselt mitte ennustamise ja sisetunde järgi
- Soodustab pidevat parendamist ja väärtuse loomist

Visuaalsete meetodite arendamisel on oluliseks sisendiks konteksti mõistmine, mistõttu arendatakse visuaalseid vahendeid praktikas paralleelselt tööde tegemisega (Koskela & Tezel, 2018).

Visuaalse juhtimise tulevik on tugevalt seotud info- ja kommunikatsioonitehnoloogia arenguga ja ka targad materjalid (temperatuuri mõjul värvi muutvad materjalid, deformatsiooni tõttu värvi muutvad materjalid jne). Praeguse uurimistöö kontekstis on ehitusvaldkonna visuaalse juhtimise töövahenditest enamlevinumad näited: kanban ja viimase plaanija süsteem, milles kasutatakse palju mitmeid visuaalseid vahendeid (nt Joonis 1.6) (Tezel et al., 2009). Täpsemalt käsitletakse ajajuhtimise visuaalseid tehnikaid järgmises alapeatükis.



Joonis 1.6 Viimase plaanija süsteemi ajakava. Toob lihtsasti esile osapoolte ülesanded ning tähtajad (Koskenvesa & Mäki, 2020)

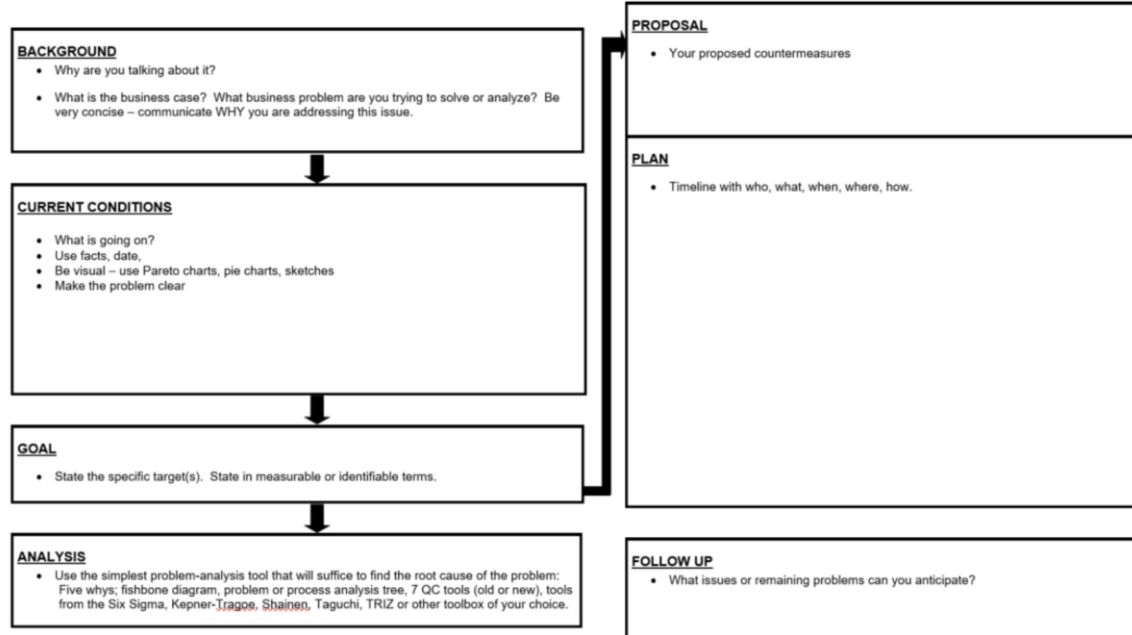
1.2.2 A3 metoodika

Ehitusprojektides esineb sageli probleeme ja väljakutseid mida meeskonna peavad koos lahendama. Timmitud juhtimises on ühiseks probleemide lahendamiseks välja töötatud visuaalne A3 probleemide lahendamise metoodika ja informatsiooni kommunikeerimise vahend. A3 on kombinatsioon probleemilahendamise mõtteviisist ning üheleheküljelisest aruandest. See metoodika tõstab andmete paljususe asemel esile pigem mõtteprotsessi. Selline mõtteprotsessi läbipaistvus aitab kiiremini jõuda ühisele arusaamisele (Flinchbaugh, 2017).

Timmitud kavandamise meeskonnad kasutavad seda pidevaks õppimiseks ja parendamiseks (nt Joonis 1.7). Aruanne hõlmab hetkeolukorra kirjeldust, probleemi määratlemist, probleemi analüüsi, kavandatud vastumeetmeid ning hindamiskriteeriumeid tulemuste analüüsimiseks. A3 aruannete ja probleemi lahendamise metoodika aitavad ellu viia selliseid timmitud ehituse põhimõtteid nagu läbipaistev otsustamine, sisendite kaasamine kõigilt huvigrupidelt, otsuste tegemise aluste kirjeldamine ning pidev parendamine (Tommelein & Ballard, 2016).

Title: *What are you talking about?*

Date: Latest Draft	Owner: Preparer of the A3
Approval Date:	Manager Approval:



Joonis 1.7 A3 metoodika aruande näide (Coln & Do, 2017)

1.2.3 Digitaliseerimine

Koroona pandeemia tekkega on lisaks eelnevalt nimetatud põhimõtetele ja meetoditele oluliseks muutunud kavandamisprotsesside digitaliseerimine. Digitaliseerimine loob eeldused kaugtöö tegemiseks, kuid samas ka tekitab uusi väljakutseid meeskondadele. Digitehnoloogiaid saab liigitada mitmeti erinevat moodi, kuid üks võimalus on liigitada vastavalt tehnoloogia funktsioonile. Näiteks võib tehnoloogiad ehituse kontekstis jagada nelja kategooriasse: (1) tehnoloogiad andmete korjeks mõõdistamise ja kaardistamise teel; (2) toorandmete konverteerimise ja analüüsi tehnoloogiad; (3) lahenduste kavandamiseks (nt BIM) ja ehituse ettevalmistamiseks (kalendergraafikud) mõeldud tehnoloogiad; ja (4) viimaseks tegevuse juhtimise tehnoloogiad (nt masinjuhtimine). (Pikas, 2020)

Antud uurimistöös keskendutakse aga ajajuhtimise meetoditele ja tehnoloogilistele võimalustele. Näiteks on tavapärase ajaplaanimise töövahendite asemel loodud lisaks virtuaalseid viimase plaanija lahendusi (VPS) (Joonis 1.8). Need vahendid võimaldavad osapooltel lihtsamini vahetada infot. Samuti muudab nende kasutamine füüsilise asukoha ebaoluliseks ehk võimaldab kaugtööd. Kuid idee ise jääb samaks. Joonis 1.8 üks ruut vastab mingile ajaühikule. Vasakpoolsetes lahtrites on igal real erinevad projekteerimise distsipliinid ja muud projekti osapooled. Tabeli kohal on vaheeesmärgid ja tööülesannete ühised eeldused, mis tuleb tagada enne tööde alustamist. Ajakavasse märgitakse ka tööülesannete lähteandmete ja koostöö vajadused eri osapoolte vahel. (Koskenvesa & Mäki, 2020)

Viimase plaani süsteemi juhtimiseks												
Projekt nimi											Arhitekt	Ehituskonstruktor
Märkmepabereid võib lisada ->												
Vahe-eesmärgid												
Nädal ja päev												
20							21					
Osaline	E	T	K	N	R	L	P	E	T	K	N	R
	13/5	14/5	15/5	16/5	17/5	18/5	19/5	20/5	21/5	22/5	23/5	24/5
Arhitekt				Arhitekt DWG				Liitumispunkti otsus (*Soomes lupapiste.fi, Eestis ehr.ee)	Postimoodulid	KVVK ja elektrilised ruumibron		Kinnitatud arh. põhiplaanid
Arhitekt										Riigiplaanid, liitumised		
Ehituskonstruktor					Tarinditüübid			Tarindid ok	Tarinditüübid	Esialgne vundamendi looste		Tarinditüübid
KVVK								Liitumispunkti otsus	KVVK ruumibron	Löörid ok		Tarinditüübid
Elekter								Liitumispunkti otsus	Elektrikeskuse/ side ruumibron			

15/05/2019				
Arhitekt	Ehituskonstruktor	KVVK	Elekter	Geotehnika
- 16/5 Arhitekti DWG	- 17/5 Tarinditüübid	- 20/5 Liitumispunkti otsus (palve)	- 20/5 Liitumispunkti otsus (palve)	- 17/5 Esialgset vundamendi lahendusviisid
- 20/5 Ehituslubade keskkond (*Soomes lupapiste.fi, Eestis ehr.ee)	- 20/5 Tarindid ok	- 21/5 KVVK ruumibron	- 21/5 Elektrikeskuse/ side ruumibron	
- 21/5 Postimoodulid	- 21/5 Tarinditüübid	- 22/5 Löörid ok		

Joonis 1.8 Digitaalne LPS ajakava (Koskenvesa & Mäki, 2020)

1.3 Ajajuhtimise meetodid ja praktikad

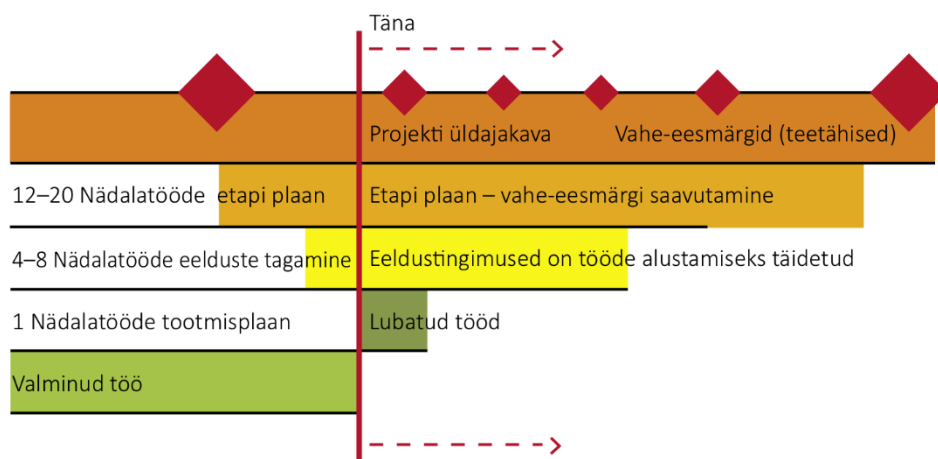
Järgnevalt käsitletakse viimase plaani süsteemi ning plaanimise ja protsessi mõõdikuid. Viimase plaani süsteemi on edukalt rakendatud ehitusprojektides ja selle abil oluliselt vähendatud mitmesugust raiskamist. Plaanimise ja protsessi mõõdikute abil saab hinnata meetodi rakendamise tõhusust.

1.3.1 Viimase plaani süsteem

Viimase plaani süsteemi meetod on arendatud projekti ajaliseks ja sisuliseks juhtimiseks. Samuti selle põhimõtted on saanud alguse Toyota minimaalselt raiskavast tootmissüsteemist. Meetod sobib ehitusprojektide kavandamiseks nii üldiselt kui ka jooksvaks juhtimiseks. (Koskenvesa & Mäki, 2020)

Kõik ajakavad on sisuliselt ennustused, mistõttu on vastuolud tegelikkusega paratamatud. Viimase plaani süsteem on meetod, mis aitab luua ja tagada

usaldusväärseid lubadusi (Fosse & Ballard, 2016). VPS kohaselt on oluline lasta töö tegijatel endal oma tööd plaanida ning seda teha ajagraafikus tähtaegadele lähemale jõudes üha täpsemalt. Samuti on selles protsessis oluline välja selgitada töö tegemise takistused ja elimineerida neid süsteemselt ning õppida koos protsessi ebaõnnestumistest. (Koskenvesa & Mäki, 2020)

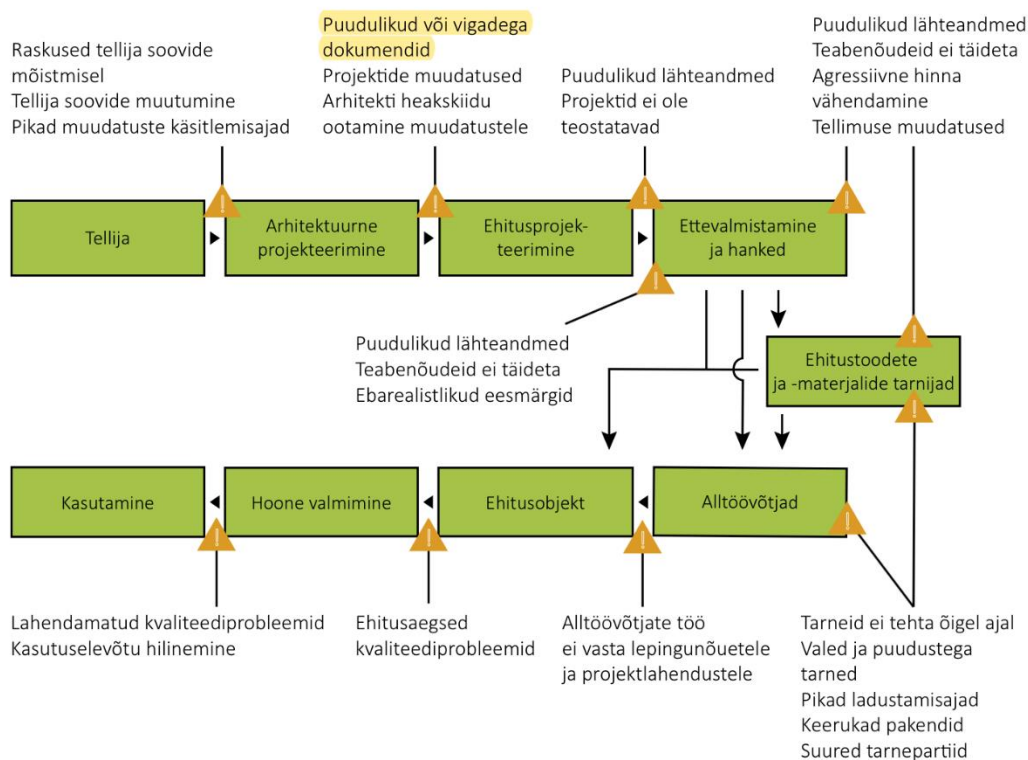


Joonis 1.9 Plaanimine algab projekti vahe-eesmärkidest (Koskenvesa & Mäki, 2020)

Raiskamine ja probleemid projekteerimises on sageli seotud ebapiisava, -täpse või väärade informatsiooniga (Tribelsky & Sacks, 2010). Kuigi see tundub triviaalseks eksimuseks, siis samuti on probleemiks sageli vale informatsiooni jagamine osapoolte vahel. Just neid samu probleeme katsutakse viimase plaani süsteemi rakendamisega vältida või vähendada. Selleks määratakse üheselt mõistetavad projekti eesmärgid ja edukuse mõõtmise kriteeriumid (Koskenvesa & Mäki, 2020). Sellest tulenevalt kehtestatakse üldajakava koos etapid, verstapostide ja ülekatedega. Järgmises plaanimise staadiumis jagatakse etapid sprintideks ja igale sprintile määratakse eeldatavad väljundid, tegevused ja vajalikud sisendid nende tegevuste teostamiseks. Just viimane on oluline, sest sisendite õigeaegne ja kvaliteetne tagamine loob eeldused stabiilseks töövooks projekteerimises. Ehk eesmärgiks on projekteerimise ülesannete teostamise käigus esinevate takistuste ennetamine. (Koskenvesa & Mäki, 2020)

Viimase plaani süsteemi rakendamise kasudest on tehtud mitmeid uuringuid. Üldiselt on näidatud, et VPS rakendamisel paraneb projektide prognoositavus ja nendes osalevate osapoolte omavaheline suhtlus, koostöö ja usaldus (Fosse & Ballard, 2016). Usaldus on koostööd tegevate osapoolte vaheline üks olulisemaid eelduseid projekti edukaks ellu viimiseks, sest usalduse puudumine tingib raikamist (Uusitalo et al.,

2021).



Joonis 1.10 Ehitusprojektide infosulud ja -puudused (Koskenvesa & Mäki, 2020)

Eeldused keskkonna kohta, kus projekte ellu viiakse (Ballard & Tommelein, 2021):

- Tootmissüsteemid on nii tehnilised kui ka sotsiaalsed.
- Kõik plaanid on sisuliselt prognoosid ning kõik prognoosid osutuvad mingil määral valeks. Vea määr sõltub prognoosi pikkusest ja detailsusest
- Tööde planeerimine on dünaamiline ja muutuv ning ei lõpe enne projekti lõpetamist.
- Tööde teostajate kaasamine tööde planeerimisse annab parema tulemuse ning võimekuse plaane vajadusel jooksvalt parandada.
- Planeerimise panustamise motivatsioon on seotud töövoo usaldusväärsusega. Kui tehtud tööde protsent on ikka madal siis ei ole motivatsiooni palju aega kulutada planeerimisse, sest tulemust ei ole näha.
- Avalikult lubaduste andmine tõstab sotsiaalset vastutust, ehk motiveerib pingutama nende lubaduste täitmist.
- Oluliseks usaldusväärsete lubaduste andmise eelduseks on võimalus keelduda päringust või soovist.

- Ideaalne planeerimine ei ole võimalik, kuid on võimalik vigadest õppida ning neid mitte enam korrata.
- Kõrvalekaldeid ideaalsest tootmisest ei ole võimalik täielikult kõrvaldada, kuid on võimalik minimeerida.

Nende eeldustega arvestades tuleb projekte teostada teatud raamistiku ja reeglite järgi. Nendeks eelnevalt kirjeldatud eeldustega kooskõlas reegliteks on näiteks (Ballard & Tommelein, 2021):

- Plaane ja ajakavasi tuleb hoida ajakohasena ning projekti osapooltele kättesaadavalt.
- Projekti alguses tuleb üldajakava hoida vaheeesmärkide tasemel detailsuses.
- Ajakava tuleb muuta ajas aina täpsemaks, ehk tähtaegade lähenemisel planeeritakse aina detailsemalt.
- Planeerida tuleb tööde teostajate ja juhtidega koostöös.
- Plaane tuleb dünaamiliselt ajakohastada ja muuta vastavalt uutele asjaoludele
- Ülesannetele tuleb eeldused tagada meeskonnaga ühiselt.
- Ei tasu alustada ülesannetega mida ei ole võimalik veel lõpuni viia. Esmajärjekorras teha need, mis on korralikult defineeritud ja kõik eeldused tagatud.
- Anna usaldusväärseid lubadusi ning kohe kui tundub, et enam ei ole planeeritud ülesanne teostatav siis tuleb kohe teada anda.

Viimase plaanija süsteemi põhimõtte vastab eelnevalt kirjeldatud reeglitele. Lisaks koostööle on viimase plaanija süsteemi tugevuseks veel ka tööde eelduste tagamine. Viimase plaanija süsteem tagab stabiilsema projekti fokuseerides tähelepanu terviklikule tootmisele mitte ainult üksikutele tööülesannetele.

Süsteemi kasutamine (Koskenvesa & Mäki, 2020):

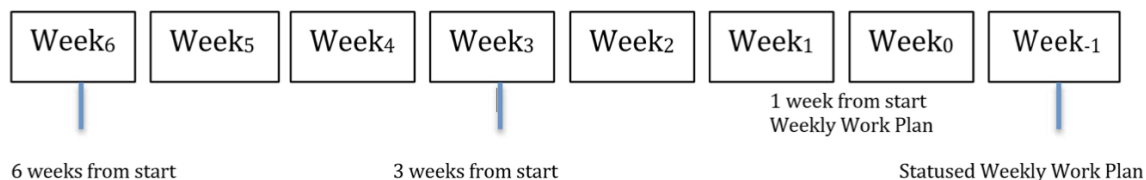
- Aitab tagada ajakava paremini täitmist. Töö teostajad ja tööde juhid plaanivad aega igal etapil koos.
- Juhib tähelepanu probleemidele, kui planeerimisel kasutatakse LPS ajakava malle.
- Tõstab esile probleemide kõrvaldamiseks võimalusi.
- Tööd algavad ideaalis õigel ajal ning toimuvad ilma katkestusteta. Tootlikus paraneb.

- Tööde kvaliteetse teostamise eelduseks olevad lähteandmed ja ressursid on õiged.
- Töödevaheline ajaaken väheneb.
- Suurendab läbi ühise tegutsemise osapoolte vahelist usaldust.

Viimase plaanija süsteemi kasutamine eeldab projekti osapoolte suhtlemist ning lubaduste täitmist kogu projekti vältel selle edukaks sooritamiseks. Selle tulemusel tõuseb töövõtjate vaheline usaldus ja väheneb killustatus.

1.3.2 Mõõdikud planeerimisprotsessi edukuse hindamiseks

Viimase plaanija süsteemi rakendamise protsesside mõõtmiseks on mitmeid mõõdikuid. Tööülesannete teostumisprotsent (Percent Plan Complete ehk PPC) mõõdab tööde teostamise usaldusväarsust. Üldiselt mõõtmise täpsuseks või resolutsiooniks üks nädal, kuid teoreetiliselt on võimalik mõõta väiksemas intervallis. Kõrge PPC on eduka nädalaplani tagajärg aga see ei tähenda, et projekteerimisperiod on lühem (Samad et al., 2017). Teostumisprotsent mõõdab siis Week-1 teostatud ülesandeid võrreldes Week0 plaanitutega (Joonis 1.11). Protsent arvutatakse siis suhestades teostatud ülesanded nädala alguses planeeritud ülesannetega. (Ballard & Tommelein, 2021)



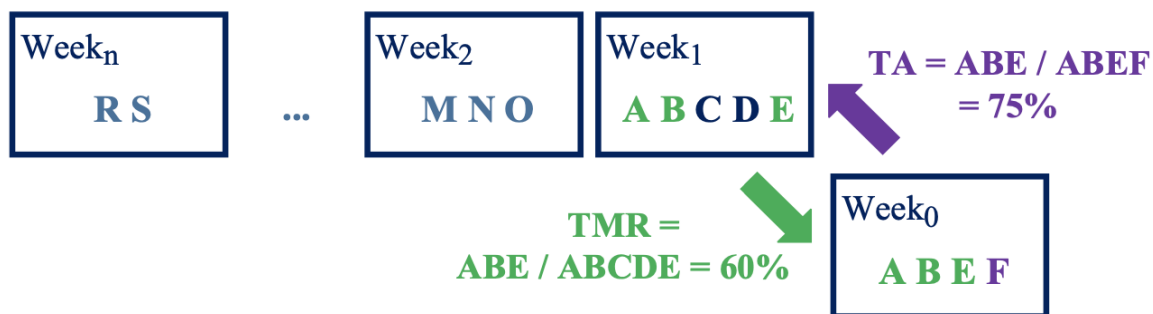
Joonis 1.11 6. nädala tulevikuvaade (Ballard & Tommelein, 2021)

Tagatud eeldustega ülesannete protsent (Tasks Made Ready ehk TMR) on sisuliselt sama mõõdik mis PPC, aga seda mõõdetakse varasemalt (Ballard & Tommelein, 2021). TMR mõõdab planeerimise võimekust tagada ülesannete eelduseid (Samad et al., 2017). Võrreldakse nädala Week0 plaane varasema nädala tulevikuvaatega. Sisuliselt mõõdab see meeskonna võimekust ülesannete eelduseid tagada ja takistusi kõrvaldada. (Ballard & Tommelein, 2021)

Eeldatud ülesannete protsent (Tasks Anticipated ehk TA) on mõnevõrra teise sisuga. TA mõõdab planeerimise protsessis neid ülesandeid, mida eeldatavasti tegema hakatakse (Samad et al., 2017). Selle sisuks on tagatud eeldustega ülesannete arvu suhtestamine

nende ülesannete ning sprindi jooksul juurde tulnud ülesannete summasse. (Ballard & Tommelein, 2021)

Joonis 1.12 selgitab veel lisaks TMR ja TA sisu. Tööd A, B ning E on ülesanded mille eeldused tagati.



Joonis 1.12 TMR ning TA mõõdikud (Ballard & Tommelein, 2021)

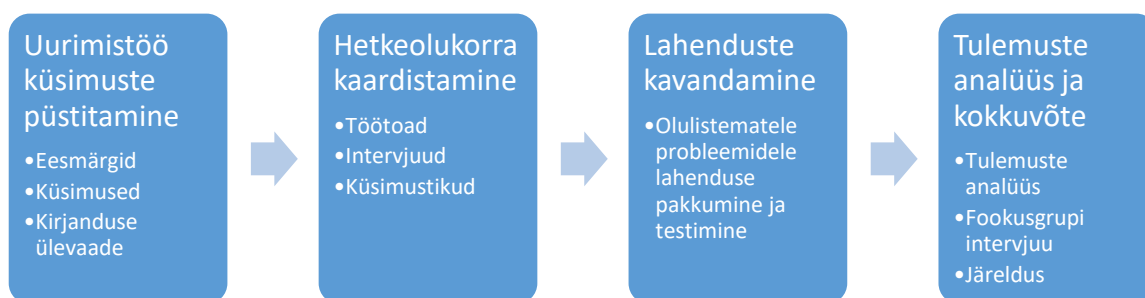
1.4 Lühikokkuvõte

Kirjanduse ülevaates käsitleti projekteerimist ja projekteerimise juhtimist, timmitud juhtimist ja ajajuhtimise meetodeid. Samuti anti ülevaade timmitud kavandamise positiivsetest mõjudest projekteerimise protsessile. Kavandamise mõju projektile eriti selle alguses on väga suur. Projekteerijate vahelise pideva infovoo saavutamiseks on küll olemas tehniline võimekus, kuid sellest üksi ei piisa. Projekteerijate intensiivne koostöö ja ühine kavandamine aitab tõsta usaldust ning vältida projekteerimise projektijuhi ülekoormatusest tekkivat pudelikaela efekti.

2. UURIMISTÖÖ METOODIKA

Uurimistöõ teemaks on projekteerimise juhtimise valdkonna probleemide uurimine juhtumiuuringu meetodil ning võimalike lahenduste väljapakkumine ja testimine. Eesmärgi täitmiseks püstitatakse sissejuhatuses neli uurimistöõ küsimust, millele otsitakse vastuseid kasutades kvalitatiivseid ja kvantitatiivseid meetodeid ja andmeid. Uurimistöõ viidi läbi Eesti ehitusettevõttes. Maru Ehitus AS asutati 2000. aastal ning on spetsialiseerunud peatöövõtu teenuse osutamisele ning üldehituse projektijuhtimisele. Ettevõtte pakub ehituse peatöövõttu, projekteerimis-ehitustöövõttu ning ehituse projektijuhtimist.

Uurimistöõ protsessi oli jagatud neljaks staadiumiks: (1) uurimistöõ küsimuste püstitamine; (2) hetkeolukorra kaardistamine; (3) lahenduste väljatöötamine; ning (4) testimine ja hindamine. Järgnevalt kirjeldatakse neis etappides kasutatud meetodeid ja materjale.



Joonis 2.1 Uurimistöõ protsess

Uurimistöõ eesmärkide ja küsimuste püstitamiseks lähtus autor isiklikust ettevõttes töötamise kogemusest ja esialgselt kirjanduse ülevaatest. Kuna autor osales Maru Ehitus ettevõttes projekteerimise projektijuhtimise töös, siis autoril oli isiklik kogemus ja ettekujutus projekteerimise projektijuhtide tööst. Peale uurimistöõ eesmärgi ja küsimuste püstitamist, teostati põhjalikum kirjanduse ülevaade, eesmärgiga saada ülevaade projekteerimise juhtimise kaasaegsetest mõttemallidest, meetodiest ja vahenditest.

Ettevõtte olemasoleva olukorra hindamiseks ja analüüsiks kasutati töötubasid, intervjuusid ja küsimustikke. Kokku korraldati kaks timmitud ehituse teemalist töötuba. Esimene töötuba oli osakondade ülene ja teine ainult projekteerimisosakonnale. Mõlemal päeval käsitleti timmitud ehituse ja kavandamise põhimõtteid ja kaardistati

probleeme töötajate vaatest. Esimesel päeval olid kaasatud projekteerimis- ja ehitusosakonnad ja ligikaudu 12 inimest igast osakonnast. Teisel päeval projekteerimise osakonna inimesed, kokku ligikaudu 25 inimest.

Järgnevalt koostati intervjuud, mis viidi läbi ehituse objekti- ja projektijuhtidega ning projekteerimise projektijuhtidega. Intervjuud olid inspireeritud kirjanduse ülevaates tuvastatud projekteerimise juhtimise probleemidest. Kokku viidi läbi 5 intervjuud, kellest kolm olid objekti- ja projektijuhid ning kaks olid projekteerimise projektijuhid. Kõik intervjuud kestsid keskmiselt üks tund.

Töötubade ja intervjuude tulemuste alusel koostati põhjalikum küsimustik andmete struktureeritud kogumiseks. Sellele vastasid lisaks objekti ja projektijuhtidele ettevõtte muude valdkondade töötajad, et saada ettevõtte väljakutsetest laiem ülevaade. Küsimustik oli jaotatud kolmeks suuremaks osaks: vastaja taust, väljakutsed ja probleemid projektides ja kommunikatsiooni praktikad ja soovid. Vastaja tausta osas annab vastaja ülevaate enda haridusest ja töökogemusest. Projekti väljakutsete osas koguti andmeid erinevate probleemide tõsiduse hindamiseks ja ettepanekuid nende väljakutsete lahendamiseks. Viimasel osas küsiti vastajatelt milliseid vahendeid nad hetkel kasutavad kommunikatsiooni korraldamiseks ja milliseid tööriistu sooviksid tulevikus kasutama hakata. Küsimustikule vastas 20 ettevõtte töötajat.

Ettevõttest, selle projekteerimise juhtimise väljakutsetest, praktikatest ja probleemidest arusaamine oli eelduseks järgmisele uurimistöo etapile. Ehk selle põhjal valiti välja probleemid, millele hakati lahendust otsima ja testima. Lahenduste valmisel ja koostamisel lähtuti kirjanduse ülevaates tuvastatud võimalustest. Testimiseks valiti välja pilootprojektid ja rakendatud lahenduse edukust mõõdeti. Esimene pilootprojekti iteratsioon viidi läbi Maru Ehituse projektis ja teine Sirkel&Mall OÜ-s.

Esimeseks pilootprojektiks, kus katsetati esmakordselt väljatöötatud lahendust, sai valitud Püssi sünkroonkompensaatorjaam. Objekt asub Lüganuse vallas Ida-Virumaal. Tellijaks on Siemens Energy Oy Eesti filiaal. Projekteerimises osales igapäevaselt seitse projekteerimise töövõtjat ja üks projektijuht. Teiseks pilootprojektiks sai valitud soodsa ajastuse ja võimaluse tõttu Park Tondi, mida arendab US Real Estate Tallinnasse Tondi linnaosas. See projekt polnud küll seotud Maru Ehitusega (peaprojekteerijaks on Sirkel&Mall OÜ), kuid oli suurepärane kandidaat uurimistöös pakutud lahenduse testimiseks. Projekt on osa suuremast arendusprojektist, milles rajatakse uus linnaosa koos kontori ja elamuhoonetega. Pilootprojektis kavandati kahte korterelamut ühise maa-aluse garaažiga, restorani hoone ning kaks renoveeritud kontorihoonet.

Renoveeritavad hooned on 20. sajandi alguses ehitatud sauna-ja vahtkonnahoone ning kasarmu.

Üldisemaks lahenduse hindamiseks viidi teise pilootprojekti järel läbi projekti mõõdikute analüüs ja fookusgrupi intervjuu. Ehk kasutati nii kvantitatiivseid kui ka kvalitatiivseid hindamismeetodeid, et saada terviklikum ülevaade lahenduse rakendamisest ja selle kasudest.

3. ETTEVÖTTE PROJEKTEERIMISE JUHTIMISE HETKEOLUKORD JA PRAKTIKAD

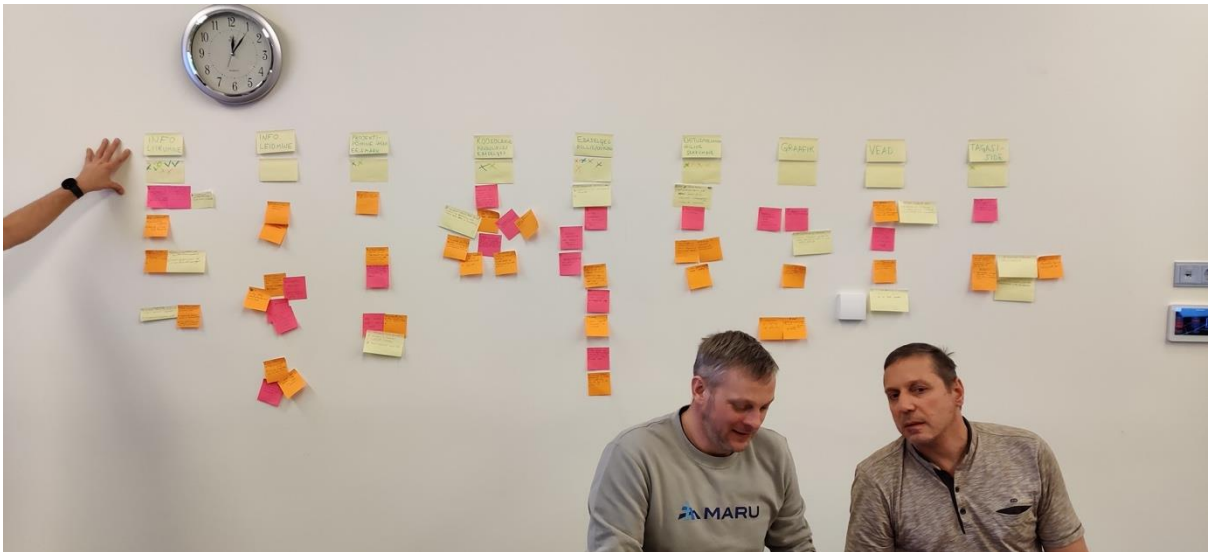
Selles peatükis vastatakse uurimistöö teisele küsimusele. Peatükis antakse ülevaade hetkeolukorrast Maru Ehitus AS ettevõttes. Spetsiifilisemalt keskendutakse projekteerimise juhtimise väljakutsetele. Selleks kasutati töötubade, intervjuude ja küsimustike meetodeid.

3.1 Timmitud ehituse teemalised töötoad

3.1.1 Osakondade ülene töötuba

Ühepäevase töötoa eesmärgiks oli parendada ühist arusaamist ettevõttes olevatest väljakutsetest ja probleemidest, mis omakorda on oluliseks sisendiks koostöö parandamiseks. Töötuppa tulnud 25 inimest jagati kuni viieliikmelistesse gruppidesse. Kokku tekkis viis gruppi ja kõigis gruppides oli esindatud erinevate osakondade inimesed. Viimane on oluline probleemide käsitlemiseks erinevatest vaadetest. Päev ise oli jagatud neljaks suuremaks osaks. Esimene osa käsitles probleemide määratlemist, teine timmitud ehituse aluseid, kolmas võimalike lahenduste genereerimist ja neljas tegevusplaani koostamist probleemidega tegelemiseks.

Esimeses osas pidid kõik töötoas osalevad inimesed panema enda isiklikust kogemusest kirja kaks kuni kolm konkreetset probleemi, mida on kogenud hiljutistes projektides. Ülesanne oli antud selliselt seetõttu, et kirja pandud probleem oleks võimalikult konkreetne ja ilma oluliste tõlgendusteta. Peale probleemi tuvastamist, pidid kõigi gruppide liikmed tutvustama teistele oma grupi liikmetele nende kirja pandud probleeme. Järgnevalt pidid inimesed gruppides grupeerima probleemid ja vajadusel andma ühte kategooriasse kuuluvatele probleemidele ühine nimetaja. Esimeses osas lõpus tutvustasid kõik grupid oma probleeme teistele gruppidele, mis omakorda oli aluseks gruppide üleselt probleemide kategoriseerimiseks (Joonis 3.1). Viimase ülesandena, esimeses osas, pidid kõik töötoas osalevad valima ühe, nende jaoks kõige olulisema probleemi. See aitas probleeme prioritseerida, mis omakorda oli aluseks valikute tegemisel ehk milliste probleemidega päeva järgmises osades tegelema hakatakse.



Joonis 3.1 Probleemid kategooriate kaupa jaotatud

Töötoas osalejad pidasid kõige olulisemaks väljakutseks valdkondade ülest infoliikumist ja kommunikatsiooni (Tabel 3.1). See on oodatud tulemus, sest osakondade üleselt ühistööd tehakse pigem harva. Pigem on osakondade sees oleva töö koordineerimiseks ja integreerimiseks vajalik osakondadevaheline info liikumine ja kommunikatsioon. Teiseks olulisemaks väljakutseks hinnati olevate rollide selgused ja vastutus. Samuti see on oodatud tulemus. Ühes osakonnas töötavad inimesed ei pruugi olla kursis teises osakonnas töötavate inimeste töökorralduse, rollide, ülesannete ja vastutustega. Kolmandaks oluliseks probleemiks tuvastati ehitusmeeskonna hiline sekkumine. Peamiselt pidasid seda oluliseks projekteerijad, sest ehitaja hilisel kaasamisel pea alati tekib vajadus muudatusteks ja ümber tegemiseks, sest kas ei osata või poldud arvestatud ehitusprotsessist tulenevate piirangute või võimalustega. Neljandaks ja viiendaks ehk võrdselt oluliseks peeti projektipõhise ühiste eesmärkide puudumist ja kehvasti juhitud koosolekuid.

Tabel 3.1 Meeskondade valitud probleemide ühine nimetaja

Probleemide kategooriad	Mitu häält sai
Info liikumine ja kommunikatsioon	10
Ebaselged rollid/ootused	6
Ehitusmeeskonna hiline sekkumine	4
Projektipõhine ühine eesmärk	2
Koosolekud puudulikud/ebaselged	2
Tagasiside	1
Info leidmine	0
Ajaraafik	0
Vead	0

Töötoa teises osas tehti ülevaade timmitud kavandamise ja ehitamise filosoofiast, põhimõtetest ja praktikatest. Täpsemalt käsitleti timmitud kavandamise, ehitamise ja juhtimise ressursi-, voo- ja väärtustõhususe teooriat, erinevaid juhtimisprotsesse ja -tehnikaid. See toimus seminari vormis ning viidi läbi kolmandale osale sisendi andmiseks ehk sellest pidid töötoas osalised saama inspiratsiooni, kuidas mingeid väljakutseid võiks ettevõttes lahendada.

Töötoa kolmandas osas valis iga meeskond tuvastatud probleemidest ühe ja võttis aluseks A3 probleemi lahendamise tehnika. Kolmandas osas keskenduti probleemi sõnastamisele ja analüüsimisele. Analüüsimiseks soovitati kasutada erinevaid tehnikad, näiteks „5 miksi“, „kalaluu“ meetodit või grupi enda poolt vabalt valitud meetodit. Eesmärk oli jõuda probleemi juurpõhjusteni. See on oluline lahenduste tuvastamiseks ja tegevuskava koostamiseks probleemi lahendamisel.

Neljandas osas jätkus kolmanda osa töö, kuid rõhk liikus probleemi lahendamise meetmete, tegevuskava ja edukuse mõõtmise kriteeriumite sõnastamisele. Kõik grupid tutvustasid nii jooksvalt kui ka lõpus enda tehtud tööd teistele gruppidele. Töötoa A3 tulemused on esitatud Lisa 1.

3.1.2 Projekteerimisosakonna töötuba

Teine töötoa päev oli Maru projekteerimise osakonnale. Töötoa päevakava ja ülesehitus oli sarnane esimesele töötoale valdkondadeülesest. Peamine erinevus oli see, et teooria osas keskenduti ettekandes kavandamise ja projekteerimise juhtimise teemadele.

Samuti harjutati töötoas eelistepõhise otsustamise meetodi kasutamist. Töötubades said meeskonnad jälle mõelda enda jaoks olulistele ning lahendamata probleemidele.

Töötoas osalejad jaotati samuti viide gruppi nii, et igas meeskonnas oleks esindatud võimalikud mitmed valdkonnad. Neljas grupis oli üks projekteerimise projektijuht ning ühes oli endine projekteerimise projektijuht. Kahes grupis oli arhitekt ning ülejäänud olid tehnosüsteemide ja konstruktsioonide projekteerijad ja tehnikud. Kuna päeva ülesehitus oli sarnane esimesele töötoale, siis seda rohkem siin kordama ei hakata ja eelkõige keskendutakse probleemide kirjeldamisele. Lisas 2 on kõik esimeses osas tuvastatud probleemid ja nende lühiselgitused. Peale teise teoreetilise osa, jätkasid rühmad A3 meetodikat järgides tööd.

Tabel 3.2 on esitatud töötoas tuvastatud ja prioritseeritud probleemid. Võrdset oluliseks hindasid projekteerijad ja projekteerimise projektijuhid vähest efektiivsust, koostööd ja info liikumist. Samas on efektiivsus sümptom aga mitte probleemi allikas. Samakehtib osaliselt ka koostöö ja info liikumise kohta. See tähendab, et töötoas osalejad on kirjeldanud enda kogetud ja pole sisuliselt hinnanud nende tagamaad. Järgmiseks kaheks võrdset oluliseks probleemiks hinnati puudulikku lähteülesannet ja projekti kvaliteeti. Järgnes ajajuhtimine, mis sai küll ainult ühe hääle. Ülejäänud tuvastatud probleemidele hääli ei antud. Töötoa kolmandas ja neljandas osas otsustati ühiselt, et hakatakse tegelema aja plaanimise, efektiivsusega, koostööga, info liikumise ja lähteülesandega seotud väljakutsetega. Lisas 3 on esitatud töötoa olulisemad tulemused A3 tehnikast lähtudes.

Tabel 3.2 Meeskondade probleemide prioritseeritud nimetaja

Ühine nimetaja	Selle alla kuuluvad probleemid	Mitu häält sai
Efektiivsus	Koosolekute efektiivsus, töö planeerimine	4
Koostöö	Koostöö, suhtlus, ehitusmeeskonna ja projekteerijate vahelisest suhtlusest tingitud ümbertegemised	4
Info	Info edastamine, talletamine, sisene infovahetus	4
Lähteülesanne	LÜ ebaselgus ja muutumine, kvaliteet	2
Kvaliteet	Puuduolevad programmide täisversioonid	2
Aja planeerimine	Aja juhtimine, töö ajagraafik, aja planeerimine	1
Töökorraldus	Tööjaotus, tööprotsessi korraldus, tööaja efektiivsem kasutamine mitme projekti vahel	0
Eelarvestus	Ebatäpne eelarvestus	0
Tagasiside	Üldine vähene tagasiside, tehnikutele tagasiside ei jõua platsilt	0

3.2 Intervjuude tulemused

Töötoad olid esimeseks sammuks probleemide tuvastamisel. Lisaks sellele teostati intervjuud viie töötajaga, et täpsustada ja paremini aru saada ettevõtte hetkeolukorrast ja olulisematest probleemidest just projekteerimise projektijuhtimise kontekstis. Intervjuude küsimused olid inspireeritud töötubadest ja kirjanduse ülevaates selgunud probleemidest. Selles alapeatükis esitatakse intervjuudes esile kerkinud probleemidest lühike kokkuvõte.

3.2.1 Projekteerimise projektijuhtimise väljakutsed

Intervjuude käigus nimetati mitmeid olulisi probleeme, järgnevalt on kokkuvõtlikult ülevaade enam esile kerkinud probleemidest. Ühe olulise probleemina toodi välja kehv infovahetust. Näiteks ei leita õiget viisi tellijaga suhtlemiseks, millest tulenevalt ei pruugi osapoolte eesmärgid enam kattuda. Kõigi osapoolte viimase teabe ja otsustega kursis hoidmine on projekteerimise projektijuhtidele pidev väljakutse, mis tekitab projektijuhtide ülekoormatust. Viimane omakorda võib viia selleni, et projektijuhid muutuvad protsessis pudelikaelaks. Projektijuhid peavad tihti hakkama saama rohkem kui kahe projekti juhtimisega korraga. Projektijuhti ülekoormamist tekitab lisaks projekteerijate töö korduv üle kontrollimine. Projekteerijad peaksid olema iseseisvad spetsialistid ning tegutsema vastavalt kokkulepetele.

Samuti on väljakutseks tellijate poolt koostatud lähteülesanded või siis nende puudumine. Tellijad poolt andud lähteülesanded on sageli ebatäpsed ja mitmeti mõistetavad. Samuti kipuvad nad tegema hiliseid muudatusi. Parem oleks tellija integreerida protsessi nii varakult ja hästi kui võimalik. See tähendab eelkõige tellija huvide ja eesmärkide süsteemset kaardistamist ja nende tõlgendamist projekteerimise jaoks tehnilisse keelde. Ei tohi eeldada, et tellija teab ja oskab oma vajadusi selgitada. Süsteemsem tellija kaasamine võib vähendada oluliselt hiliseid märkusi ja ümbertegemisi.

Kui töövõtu vormiks on projekteeri-hangi-ehita töövõtt, siis sageli selguvad vead ja puudujäägid projektlahendustes alles ehitusjärgus. Samuti toob see kaasa seda, et alles ehituse käigus hakatakse otsima alternatiive odavamate lahenduste näol. Selle vastu aitaks ehitusjuhtide varajane kaasamine projekteerimise protsessi kas või konsultantidena. Siis nad saavad anda projekteerimisse vajalikku sisendit ja hinnata mõju ajakavale ja eelarvele koos projekteerijatega ning anda tagasisidet valitud

tehnoloogia ja lahenduste sobivuse kohta. Lisaks töid ehituse objekti- ja projektijuhid välja seda, et projekti enda selgeks tegemiseks võiks olla rohkem aega. Kiirustatud ehituse ettevalmistus võib viia puudusteni tarnegraafikutes, hankeplaanides, eelarves ja ajakavas.

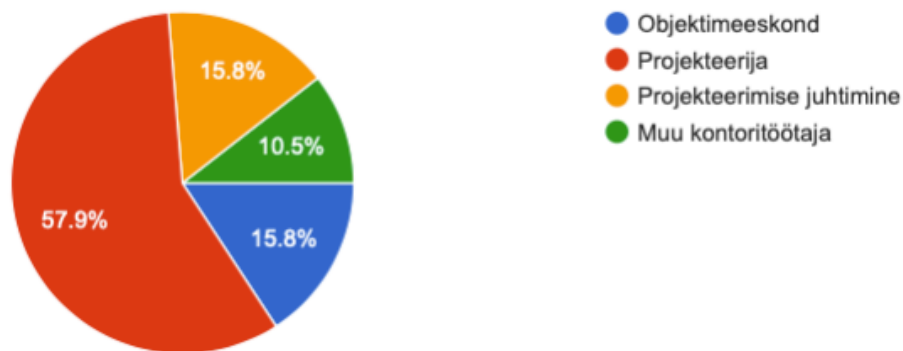
Lisaks eelnevalt nimetatud probleemidele, toodi välja hulk teisi olulisi väljakutseid. Läbiv probleem projektide üldajakava, alltöövõtja ajaplaanimine ja enda töö juhtimine. Tulemuseks on see, et projekteerijad ei saa anda usaldusväärseid lubadusi, näiteks ei jõua tootejooniseid õigeks ajaks valmis. Projekteerimise staadiumis lahendatakse läbi liiga vähe erinevaid alternatiive, mistõttu on mõned lahendused keerulised ja läbimõttlemata. See on vale koht kust säästa, sest ehituse staadiumis tehtavad muudatused on kordades kallimad ja suurema mõjuga. Projekti lahendused võiks olla põhjalikumalt läbi mõeldud ja koostatud. Näiteks tuleks tehnosüsteemide osa projekteerida tööprojekti staadiumi. Samuti ei ole eelarvestajatel korralikult aega riskide analüüsimiseks, mille tõttu pakutakse sageli liiga madalaid hindasi.

3.3 Küsimustiku tulemused

Töötubade ja intervjuude tulemused olid sisendiks põhjalikuma küsimustiku koostamiseks, et koguda struktureeritud andmeid. Küsimustikule vastasid projektijuhid, objekti-, projekteerimise juhid ja ettevõtte muude valdkondade töötajad. Küsimustik oli jaotatud kolmeks osaks, kuid vastuste kokkuvõtte on esitatud pigem olulisemate väljakutsete kaupa.

3.3.1 Vastajate taust ja praktikad

Selles osas esitatakse tulemused vastajate tausta ja ettevõttes kasutusel olevate praktikate kohta. Allolevatelt diagrammidelt on näha kes vastasid ja kus omandasid kõrghariduse. Vastajatest ligi 58% olid projekteerijad, võrdselt ligi 16% olid objekti meeskonna liikmed (projekti- ja objektijuhid) ja 11% muude valdkondade töötajad (Joonis 3.2).



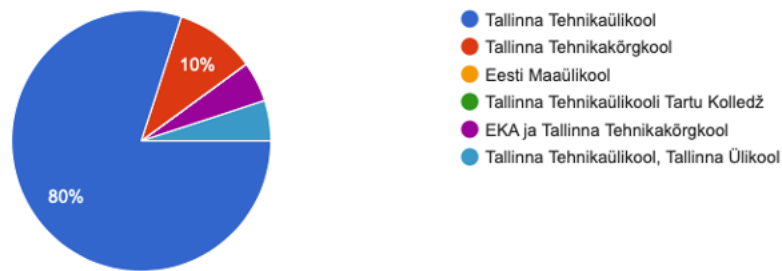
Joonis 3.2 Vastajate jagunemine töö valdkondade kaupa

Joonis 3.3 on esitatud täpsem jaotus vastavalt rollidele. Kõige rohkem vastasid küsimustikule projekteerimise tehnikud (20%), järgmisena projekteerijad ja kolmandana objektijuhid (10%). Muud rollid jagunesid enam-vähem võrdselt.



Joonis 3.3 Vastajate tegevusalad

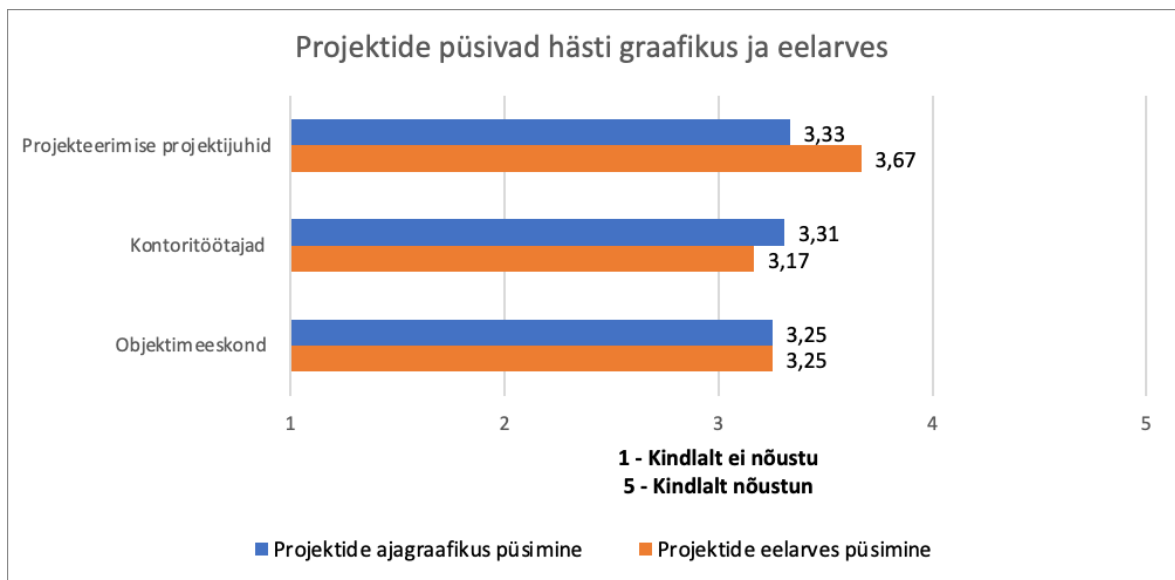
Enamus vastajatest on kõrghariduse omandanud Tallinna Tehnikaülikoolis (Joonis 3.4). See on oodatud tulemus, sest üle poole vastajatest olid projekteerimisega tegelevad töötajad. Selletõttu saab küsimustiku vastustest rohkem nende vaatenurkade ja mõtete kohta teada.



Joonis 3.4 Asutused kus vastajad omandasid kõrghariduse

3.3.2 Projektide graafikus ja eelarves püsimine

Küsimustiku teises osas paluti vastajatel hinnata Likerti skaalal (1 – Kindlasti ei nõustu; 5 – Kindlalt nõustun), kui hästi nende kogemusele tuginedes projektid püsivad esialgses eelarves ja ajagraafikus. Projekteerimise projektijuhtide, kontoritöötajate ja objektimeeskonna liikmete hinnangud projektide eelarves ja ajagraafikus püsimisele olid keskmiselt üsna sarnased. Kontoritöötajate all mõistetakse kõiki muudest valdkondadest vastajaid, kes pole projekteerimise projektijuhid ega objektimeeskonna liikmed. Hinnangud jäid keskmiselt 3,17 ja 3,7 vahele (Joonis 3.5).



Joonis 3.5 Projektide graafikus ja eelarves püsimised

3.3.3 Ettevõtte töötajate koormatus

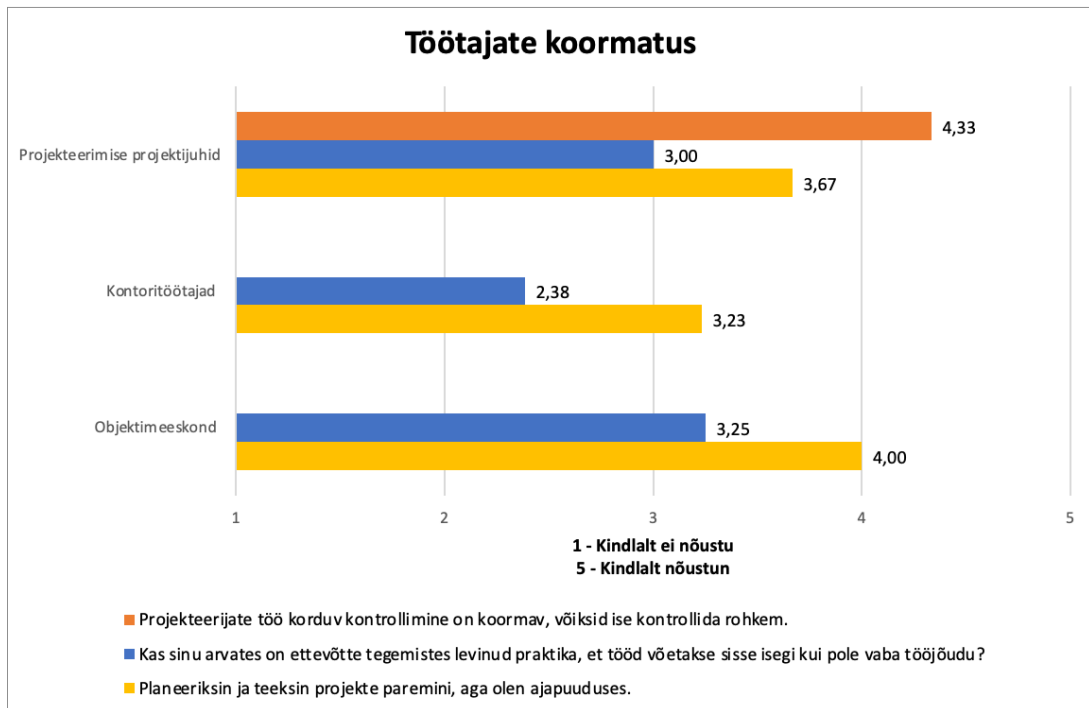
Järgnevalt uuriti töötajate töökoormuse kohta. Üldine hinnang varieerus vastavalt valdkonnale ja rollile ettevõttes. Osad pidasid liigset töökoormust olulisemaks kui teised. Osaliselt on liigse töö sissevõtmine tingitud ettevõtte kasvustrateegiast. Üldiselt vastasid kõik valdkonnad, et plaaniks ja teeks enda tööd paremini, kui oleks rohkem aega.

Projekteerimise projektijuhid hindasid liigset töökoormust kõrgemaks kui teiste valdkondade esindajad. Näiteks pidasid projekteerimise projektijuhid liigse töökoormuse oluliseks põhjustajaks projekteerijate töö mitmekordset üle kontrollimist (keskmiselt 4.33). Projekteerimise projektijuhid viitasid, et kõigepealt võiks projekteerijad kontrollida tööd omavahel ja siis saata projekteerimise projektijuhile. Samuti viitasid projekteerimise projektijuhid asjaolule, et kui neil oleks rohkem aega, siis nad plaaniks enda tööd paremini (keskmise 3.67). Probleem selles, et projekteerimise ajakulu hindamine on väga keeruline, sest see sõltub paljudest muutujatest ja kui võetakse liiga palju projekte korraga sisse, siis see raskendab seda omakorda.

Kontoritöötajaid pigem ei tunneta, et töid võetakse liiga palju sisse ka vaba tööjõu puudumisel. Samuti juhtisid nad tähelepanu, et vahepeal võibki olla üle jõu käiv töömaht, kui loetud nädalate jooksul meeskond vabaneb. Samas projekteerijate vaatest tekivad projekti venima jäänud sabad tihti ehitaja soovide tõttu. Seda seetõttu, et lahendused pole sobilikud ehitamiseks maksumuse või muude asjaolude tõttu. See on tingitud sellest, et ehitajad kaasatakse liiga hilja projekteerimisse, mistõttu ehitamise vajadused selguvad liiga hilja.

Ehitusmeeskonna vastajad ei näinud tööde liigses sissevõtmises suurt probleemi (keskmise 3.23), kui tööjõu puudus on lühiajaline. Ülekoormatust peab analüüsima ka ettevõtte majanduslikust vaatest. Näiteks kui väiksema koormuse korral oleks ühes projektis kasum suurem, aga kahes projekti ajapuuduse tõttu mõlema projekti kasum väiksem, siis sellisel juhul toimub teadlik ülekoormamine. Äriliselt on teine lähenemine sageli kasumlikum.

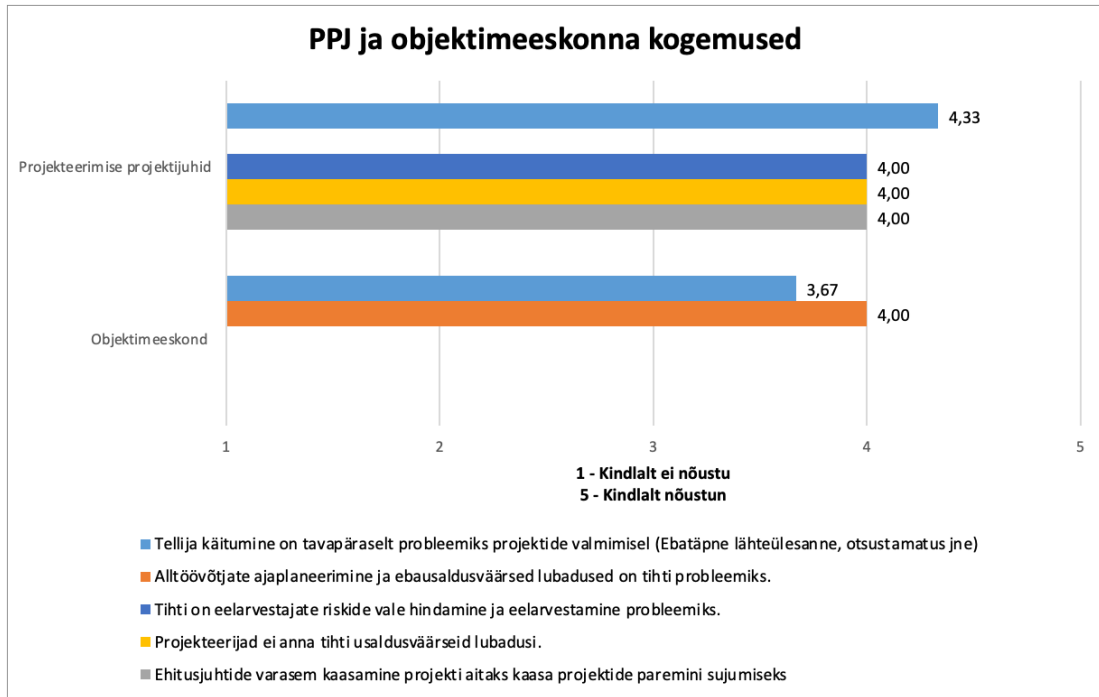
Ajapuudus on kõigil töötajatel samuti pigem takistuseks enda töö paremini tegemiseks (Joonis 3.6).



Joonis 3.6 Töötajate koormatus

3.3.4 Ettevõttes esinevate probleemide hinnangud

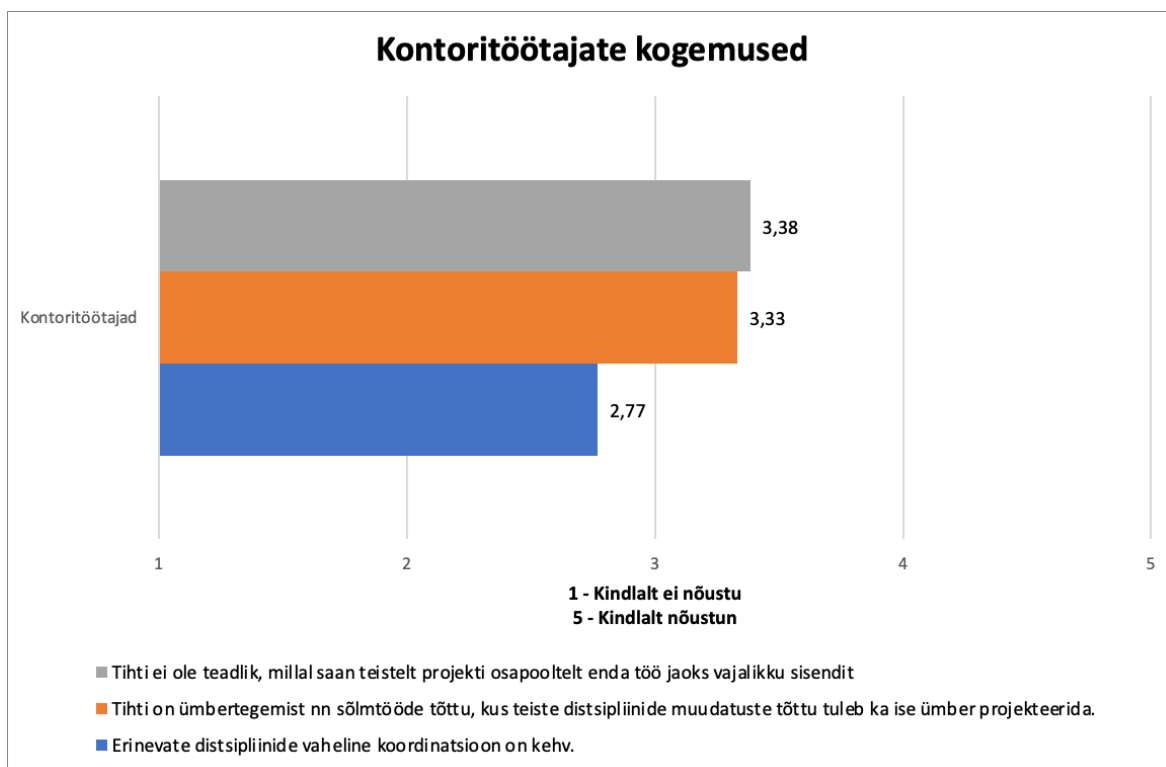
Vastajatel paluti hinnata probleeme Likerti skaalal (1 – üldse ei nõustu ja 5 – vägagi nõustun). Projekteerimise projektijuhtidel ja ehituse objektimeeskonnal paluti hinnata selliste probleemide tõsidust nagu (1) tellija käitumine (otsustega venitamine, muudatused, lähteülesande puudumine), (2) alltöövõtjate ajaplaneerimine ja lubadused, (3) eelarvestajate vead ning riskide puudulikud hindamised, (4) projekteerijate lubadused ning (5) ehitusmeeskonna liiga hiline kaasamine. Üldiselt jäid kõik tulemused hinnanguliselt 4 ligidale ehk nõustuti et need probleemid esinevad üsna tihti. Ehitusjuhtide varasem kaasamine projekteerimise-ehituse töövõtu puhul aitaks kaasa projektide paremini sujumiseks, sest siis saaksid projekteerijad juba projekteerimise staadiumis sisendit headest ja praktilistest lahendustest ning ei peaks enam ehituse järgus ümber projekteerima. Esimeses peatükis Joonis 1.1 näitas kuidas kavandamise faasis on kordades odavam viia muudatusi projekti sisse. Samuti saaksid nad valida 1-2 partnerit olulisematele tööloikudele ning saada ka nende alltöövõtjate sisend projekti. Ehitusjuhid saaksid teha ka pidevat eelarve hinnavõrdlust. Läbiv probleem on ajaplaneerimine ning ebausaldusväärsed lubadused nii ettevõtte siseselt kui ka ettevõtete üleselt (Joonis 3.7).



Joonis 3.7 PPJ ja objektimeeskonna kogemused

Projekteerimise projektijuhid hindavad suurimateks takistusteks projektide heal tasemel, eelarves ning tähtaegselt valmimisel näiteks tellija poolset projekteerimise protsessi mitte mõistmist. Soovitakse muudatusi läbi suruda ilma lisatöö tellimusega. Ei mõisteta või ei soovita mõista muudatuste mõju ajale ja rahale.

Läbiv probleem on interdistsiplinaarne puudulik koordinatsioon ja kommunikatsioon. See hõlmab endas infosulgu, kus ei olda teadlik millal saab teistelt projekti osapooltelt enda töö jaoks vajalikku sisendit või ka sõlmtööde puhul muudatuste tegemist nii, et see pole kõigi vajalike osapooltega korralikult koordineeritud (Joonis 3.8).



Joonis 3.8 Kontoritöötajate kogemused

3.3.5 Töötajate ettepanekud probleemide lahendamiseks

Projekti kavandamise staadiumi parendamise kohta tehti mitmeid ettepanekuid. Mõistetakse, et projekti alguses tehtud otsustel on suur mõju kogu projekti edukusele ning selle tõttu oleks vajalik just eskiis- ja eelprojekti staadiumisse rohkem aega, et teha korralikult läbikaalutud otsuseid.

Lubaduste usaldusväärsemaks andmiseks tuleks nädala alguses koostada enda nädala plaan, abiks oleks ka projektisiseste vahetähtaegade ja -eesmärkide fikseerimine. Ajagraafik peab pidevalt ajas uuenema ja täpsustuma vastavalt olukorrale ning seda peaks uuendama koos kõigi töid tegevate osapooltega koostöös, et see püsiks asjakohane.

Objektimeskondadele jääb kohati mulje, et projekteerijate omavaheline suhtlus on puudulik. Selle tõttu pakuti, et tuleks korraldada rohkem koosolekuid projekteerijate vahel. Samas on probleemiks covid'i ajal kujunenud virtuaalsete koosolekute üleküllus, sest väga lihtne on neid korraldada ja kutseid saata. Kaasamise lihtsuse läbi tekkinud ülekülluse tõttu on raske hinnata, millistel koosolekutel on esmatähtis osaleda. Seetõttu

on väljakutseks on info vahendamine piisavalt efektiivselt, et sellega ei koormaks üle ning et kogu tööaeg ei kuluks koosolekutele. Mingi perioodi tagant soovitakse Big Room koosolekuid teha, kus projekti erinevad osapooled saavad teha ühes ruumis intensiivset koostööd.

Korduvaid projektkeerimisvigu, puuduseid ja nende tõttu ümbertegemisi saaks vältida sisekontrolli läbi. Ehitusmeeskonnad peaksid andma projekteerijatele konstruktiivset tagasisidet töötavatest lahendustest. Hetkel selline tagasisidestamise süsteem puudub.

Projekteerimise-ehituse töövõtu puhul tuleks ideaalis kaasata ka ehitajad ning nende alltöövõtjad võimalikult varakult projekteerimise protsessi, sest just nemad teavad mis lahendusi realselt soovivad ehitada. Vastasel korral võib olla kindel et ehituse faasis tulevad muudatussoovid ning hakatakse ümber projekteerima. Nende kaasamise takistuseks on kavandamise faasis ehituse alltöövõtjate puudumine.

Töötajate arvates saab infovoogu parendada selge ülesannete haldusega, et ei peaks ülesandeid otsima protokollist. Bauhubi lahendus, kus protokollist saab tekitada to-do nimekirja, võib täitsa toimida. Siis võiksid ka kõik osapooled, ka tehnikud, omada ligipääsu Bauhubi. Samuti aitaks projektis tehtud otsuste n-ö logi pidamine näiteks Exceli tabelina, kus on viited otsustele ja protokollidele ning nende kuupäevadele ja teostajatele.

Kommunikatsiooniks ning projektide infovoos haldamiseks on kasutusel veel mitmeid erinevaid tarkvarasi ja keskkondi. Mõnedeks näideteks on Bauhub (koosolekute protokollid, kanban), Trello, projekti server, Outlook, Microsoft Teams, Excel, One Note, ja Microsoft Project. Informatsioon on selle tõttu killustatud ja laiali erinevate tarkvarade vahel, mille tõttu on raske üldpilti selgena hoida ja tagant järgi infot leida. Ideaalis on graafik, ülesanded, kokkulepped, protokollid, riskid ja analüüs kõik omavahel seoses

Ettepanekute põhjal väljendub vajadus töötajatele tutvustada timmitud kavandamise ja kavandamise juhtimise põhimõtteid ning viimase plaanija süsteemi. See suurendab ajaplaneerimise usaldusväarsust, soodustaks projekteerijate vahelist koostööd ja aitaks pärast teha tehtud vigadest tähendusrikkamaid järeldusi.

3.3.6 Lühikokkuvõte

Ettevõtte Maru Ehitus AS hetkeolukorra ja probleemide kaardistamiseks kasutati kolme erinevat meetodit: töötoad, intervjuud ja küsimustik. Esimene töötuba andis ülevaate väljakutsetest osakondade üleselt ja vaheliselt. Olulisemate probleemidena toodi välja info liikumist/kommunikatsiooni osakondade vahel, ebaselged rollid/vastutused, hiline ehitusmeeskonna sekkumine projekteerimisse, ühiste eesmärkide puudumist jne. Teine töötuba andis ülevaate olulisematest väljakutsetest projekteerimise ja projekteerimise juhtimise osakonnas. Olulisemateks probleemideks peeti ebaefektiivsust, koostöö puudumist, info liikumist, lähteülesande madalat kvaliteeti jne. Samas selgus asjaolu, et projekteerimise töötoas osalejad ei tee sageli vahet sümptomitel ja juurpõhjustel, mis võis olla näiteks põhjuseks, mis puudulikku efektiivsust peeti oluliseks probleemiks.

Intervjuude tulemused osaliselt kinnitasid töötubasid ja töid esile järgmised probleemid: puudulik info liikumine, lähteülesanne ja ehitaja kaasamine projekteerimise ajaperioodil. Lisaks toodi välja puudulikku aja juhtimist ja alternatiivide kaalumist projekteerimise staadiumis. Erinevalt töötubades tuvastatud probleemidest, on kõik intervjuudes oluliste probleemidena välja toodud probleemid juurprobleemid. Samas on võimalik minna veel sügavamale.

Puudused info liikumises, lähteülesandes, ehitaja hilises kaasamises, ajajuhtimises ja alternatiivide kaalumises võivad omakorda olla tingitud sellest, kuidas ehitusprojekte mõtestatakse ja käsitletakse. Tuvastatud probleemid viitavad sellele, et ehitusprojekti on peamiselt mõtestatud ressursitõhususe vaatest ja voo- ning väärtustõhususest on loobutud. Seda ilmestab ressursitõhususe vaatest tehtavad eeldused/lihtsustused: (1) projekt tuleb jagada osadeks ja iga osa optimeerida iseseisvalt; (2) projekti eesmärgid on antud ja iseenesest arusaadavad; (3) meetmed eesmärkide saavutamiseks on ilma probleemideta plaanitavad; ning (4) projektijuhtimise ülesanne on tagada tööde edenemine läbi keskse plaanimise. Neid eelduseid tehes kerivad esile eelpool nimetatud probleemid.

Samas ei ole ühes magistritöös võimalik kõiki neid probleeme ühekorraga lahendada. See tähendab, et tuleb teha valik. Antud töös keskendutakse ehitusprojektide ehk projekteerimise projekti toimesüsteemile, täpsemalt ajajuhtimise aspektile. Lahendus peaks olema kavandatud selliselt, et see aitaks leevendada järgnevaid hetkeolukorra analüüsi käigus tuvastatud väljakutseid: projektid püsimine ajagraafikus ja eelarves; pingelised ajakavad; iganenud töömeetodid ja -vahendid; suur info hulk; ebausaldusväärsed lubadused; teadmatus, millal saadakse enda tööks vajalik sisend;

enda töö parem plaanimine; tellija ja ehitaja süsteemne kaasamine protsessi; tellija ebaselged kohustused ja ülesanded; ja venima minevad koosolekud.

4. LAHENDUSTE KAVANDAMINE, TESTIMINE JA HINDAMINE

Eelnevas osas tuvastatud väljakutsed ja probleemid on sisendiks lahenduste kavandamisel, testimisel ja hindamisel. Väljavalitud puudulik projekteerimise projekti toimesüsteem on osakondi ja valdkondi ületav probleem.

4.1 Lahenduse välja töötamine

Projekteerimise projekti toimesüsteemi arendamiseks lähtutakse timmitud kavandamise ja juhtimise, visuaalse juhtimise ja digitaliseerimise lähtekohtadest. Timmitud kavandamise ja juhtimise vaatest seatakse eesmärgiks väärtus-, vootõhususe ja ressursitõhususe tasakaalustatud rakendamisele projektides. Projekti toimesüsteemi aluseks võetakse viimase plaanija süsteem. Selles on olemas mehhanismid projekti kui terviku käsitlemiseks kui ka protsesside kavandamiseks, tegevuste plaanamiseks, ettevalmistamiseks, jälgimiseks ja probleemidest õppimiseks. Pandeemia kontekstis seati eraldi eesmärgiks visuaalse juhtimise ja kaugtöö tegemise võimalus digitaliseerimise abil. Täpsemalt keskenduti projekteerimise etappide üheskoos plaanamisele ehk etapi plaanamisele ja tööde ettevalmistamisele.

Etapi tõmbe põhimõttel plaanamiseks meeskondlikult valiti virtuaalseks keskkonnaks Miro tahvel. See on virtuaalne tahvel, mis võimaldab kasutajatel sisse logida samaaegselt, näha nende paiknemist tahvlil (indikeeritud kursorina) ja üheskoos sisestada ja teha muudatusi tahvlil. Sarnaseid keskkondi on veel, näiteks Mural, kuid antud keskkond valiti seetõttu, et see on Eestis juba tuntud ja kasutatud lahendus. Koosoleku suhtlus ise viidi läbi Microsoft Teamsis. Ehk meeskondlik etapi plaanamise koosolek oli üles ehitatud selliselt, et projekteerimise projektijuht saadab kõigile osalejatele Teamsi veebikõne ja Miro tahvli kutsed. Koosoleku alguses liituvad kõik meeskonna liikmed Teamsi kõnega ja sisenevad paralleelselt Miro keskkonda. Kõne ajal jagab projekteerimise projektijuht enda erkaani, et arutamise käigus oleks kõigi tähelepanu samas kohas. Miro tahvlil oli autori kaasabil ja projektjuhtide eesvedamisel ette valmistatud põhi koosoleku läbiviimiseks.

Põhjal on igal projekti osapoolel oma rida ning oma värviga märkmepaberid, mille abil saab oma reale ülesandeid lisada (Joonis 4.1). Märkmepaberile märgitakse töö nimetus, töö kestus, lõppkuupäev, vajalikud sisendid teistelt ning ka initsiaalid (Joonis 4.2). Tulbad on jagatud nädalasteks sprintideks. Projekti alguses alustatakse projekti lõpp-

ja vahetähtaegade ning eesmärkide läbi arutamisest ning plaanimisest. Selliste suuremate vahe-eesmärkide põhjal minnakse plaanimisega aina detailsemaks.

	Valdkond	Nädal 1	Nädal 2
Arhitektuur			
Välisruum			
Ehituskonstruksioon			
Küte-Vent-Jahutus			
Vesi-Kanal			
Tugevpool			
Nõrkvool			
BIM			
Tellijaja			
Projektijuht			

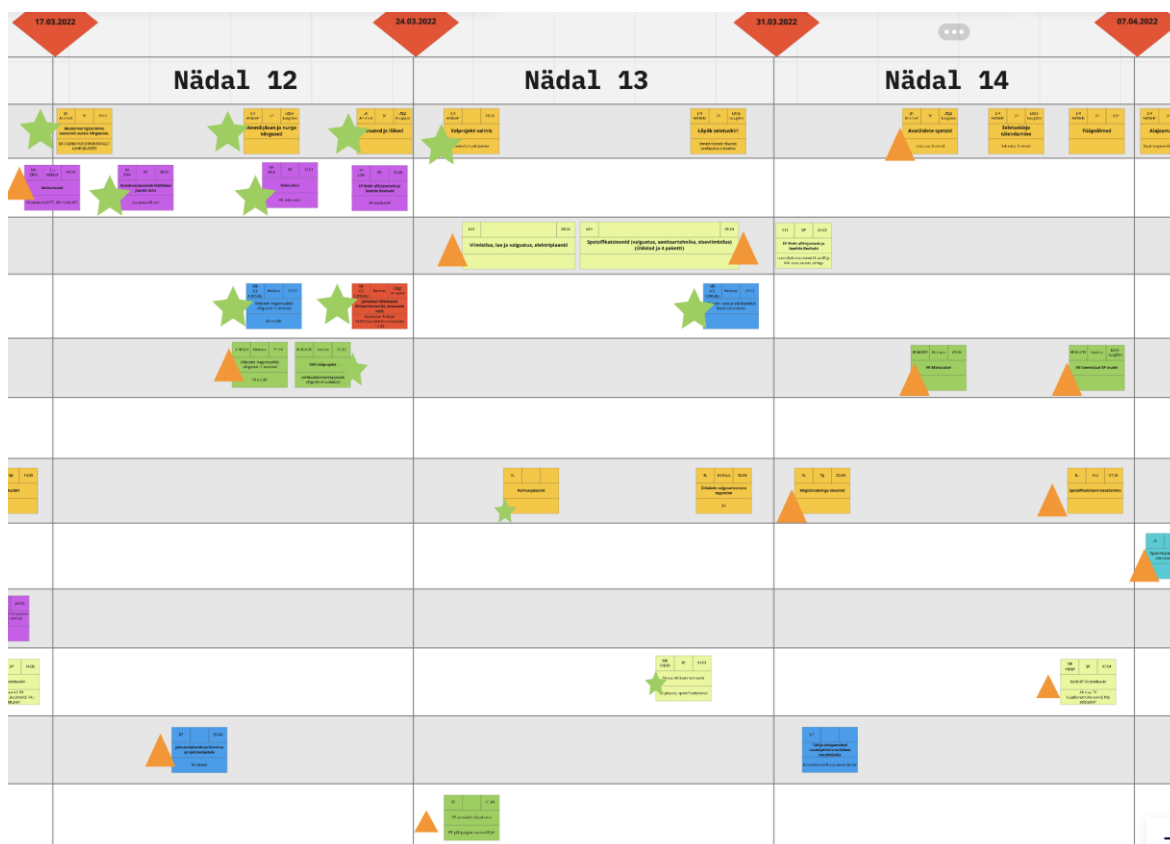
Joonis 4.1 Virtuaalse tahvli ülesehitus

Koosoleku alguses lisavad erinevad valdkonnad oma ülesanded tahvlile. Järgnevalt hakatakse koos läbi arutama ülesannete omavahelisi seoseid. Ülesanded peavad moodustama loogilise terviku ning olema sellises järjekorras, et kõigi distsipliinide ülesannete eeludused oleks tagatud ja takistused kõrvaldatud. Samuti vaadatakse üle ka möödunud töönadalate ehk sprintide ülesanded ning märgitakse kas veel lõpetamata ülesanneteks või tehtud ülesanneteks.

Initstaalid	Kestus	Lõppkuupäev
Töö nimetus		
Sisendid		

Joonis 4.2 Töö märkmepaber

Joonis 4.3 on näha märgid mis on lisatud ülesannetele. Tehtud ülesanded on tähistatud rohelise tähega ning pooleli ülesanded oranži kolmnurgaga. Alustamata ülesannetel pole tähist. Informatsiooni jagamiseks, küsimiseks ja meeldetuletuseks kasutatakse kommentaare. Igale ülesandele saab lisada kommentaari koos adressaadiga, et talle tuleks ka teade kommentaari kohta.



Joonis 4.3 Ülesanded ja tähised

Sellise planeerimisega saab selgeks kui hästi erinevate distsipliinide ülesanded omavahel klapiavad ning kas kokku tuleb loogiline sprindi tervik. Kõik projekteerijad saavad enda ülesannete täitmiseks vajalikud sisendid välja tuua ning arutada teistega läbi kas suudetakse need tagada. Kui mingid planeeritud ülesanded või nende järjekorrad vajavad muutmist siis seda ka tehakse. Planeerimise usaldusväarsuse tagamiseks peavad kõik osapooled oma lubadusi täitma ning ette hoiatama kui ei jõuta oma ülesannetega valmis. Siis on võimalik ümber planeerida.

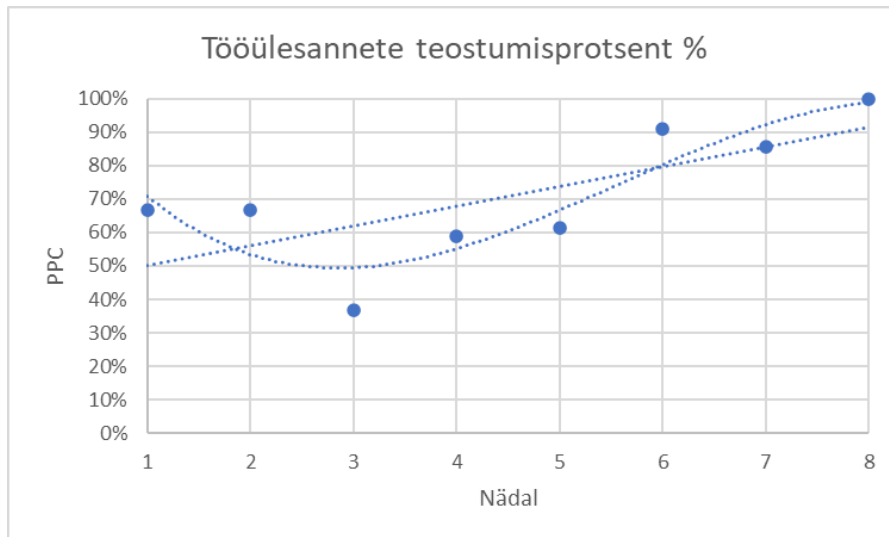
4.2 Testimine ja tulemuste analüüs

4.2.1 Pilootprojekti esimene iteratsioon – Maru Ehitus AS

Esimeseks pilootprojektiks, kus katsetada väljatöötatud lahendust, sai valitud Püssi sünkroonkompensaatori jaam. Objekt asub Lüganuse vallas Ida-Virumaal. Tellijaks on Siemens Energy Oy Eesti filiaal. Projekteerimisega tegeleb igapäevaselt 7 töövõtjat.

Projekti käigus koostati ehitusprojektid eelprojekti ja tööprojekti mahus. Kuna projekt hakkas ebatavaliselt suure tempoga, siis ühist ajaplaanimist kasutati alles tööprojekti staadiumis. Peaprojekteerijaks oli Maru Ehitus AS.

Pilootprojekti esimeses iteratsioonis tutvustati projekteerijatele Miro keskkonda ning viimase plaani süsteemi põhimõtet. Projekti ajakava oli harukordselt pingeline ning viimase plaani süsteemi digitaalset tahvlit tutvustati peale eelprojekti staadiumit ehk oli tunda et väga ei oldud huvitatud selle keskkonna kasutamisest. Tundus ajakulukas uue keskkonna kasutama õppimine selles staadiumis. Seetõttu toimusid koosolekud mitte täiesti ideaalsel viisil vaid nii, et projekteerimise projektijuht täitis enamasti ise Miro VPS tahvlit. Samuti mõõdeti vaid tööülesannete teostumisprotsenti ehk PPC-d. See aga andis üsna hea tulemuse (Joonis 4.4). Tegemist oli ka tööprojekti staadiumiga, ehk ettekujutus projektist oli suhteliselt heal tasemel ning põhimõttelisi muudatusi sellises mahus enam ei esinenud.



Joonis 4.4 Ülesannete teostumisprotsent

4.2.2 Pilotprojekti teine iteratsioon - Sirkel&Mall OÜ

Teiseks pilotprojektiks sai valitud soodsa ajastuse ja võimaluse tõttu Park Tondi, mida arendab US Real Estate Tallinnasse Tondi linnaosasse. See projekt pole küll seotud Maru Ehitusega (peaprojekteerijaks on Sirkel&Mall OÜ), kuid oli suurepärase kandidaati uurimistöös pakutud meetodikate katsetamiseks. Projekt on osa suuremast arendusprojektist milles rajatakse uus linnaosa koos kontori ja elamuhoonetega. Pilotprojektis kavandatakse kahte korterelamut ühise maa-aluse garaažiga, restorani ning kahte renoveeritud kontorihoonet. Renoveeritavad hooned on 20. sajandi alguses ehitatud sauna- ja vahtkonnahoone ning kasarmu.

Projekti kavandamisest võtavad igapäevaselt osa ligikaudu 15 erinevat alltöövõtjat. Projekti plaani ja töö organiseerimise välja töötamiseks kohtusid projekteerimise projektijuhid ja ülikooli poolelt akadeemikud mõned korrad. Projekt jagati kolmeks alamprojektiks mille moodustasid esiteks kortermajad, teiseks vana sauna ja vahtkonnahoone ning kolmandaks vana kasarmu ja restoran. Jagamiseks oli mitu põhjust, ühest küljest tehti seda korraldusliku poole lihtsustamiseks ning teisest küljest, osad projekteerijad tegelesid ainult ühe konkreetse alam-mahuga. Seega oli koosolekuid lihtsam läbi viia. Projekti ajaplaanimise avakoosolek viidi läbi füüsilise kohalolekuga ning päris märkmepaberitega seinal. Kuna projekt jagati kolmeks alam-mahuks siis koostati ka kõigile kolmele eraldi tõmbegraafik.

Peale koosolekut kirjutasid projekteerimise projektijuhid füüsilise graafiku ümber Miro keskkonda, mis oli eelduseks edaspidi iganädalaste 1,5 tundi virtuaalsete

koosolekute toimumisele. Miro keskkonda kasutati ajagraafiku pidevaks täiendamiseks ning Microsoft Teams-i suhtlemisvahendiks. Koosolekute eesmärgiks oli takistusteta töövoogu maksimeerimine ehk takistuste ettenägelik kõrvaldamine. Tellija esindajad olid samuti koosolekutel ning tänu sellele olid nad paremini kursuses projekteerimise protsessiga, mõistsid paremini muudatuste mõju ajagraafikule ning said ka ise otse ülesandeid.

Joonis 4.5 on näha viimase plaanija süsteemi kogu eelprojekti graafik Miro keskkonnas ühe alamprojekti näitel. Joonis 4.3 näitas lähemalt kuidas ülesanded nädalatel on ja kuidas neid märgitakse. Antud juhul joonisel vasakpoolse kolmandiku peal näha olev roosa kast graafikul tähendab tellija muudatust, mille tõttu seisab tehnosüsteemide projekteerimise alustamine. See annab kõigile tunnetuse projekti olukorrast ning kuna koosolekutest võtavad osa ka tellija esindajad, siis saavad ka nemad ülevaate oma muudatuste mõjust.



Joonis 4.5 Kortermaja projekteerimise graafik

Lisaks kasutas meeskond jooksvate küsimuste lahendamiseks ning informatsiooni jagamiseks Microsoft Teams-i keskkonda, kuhu loodi grupp ning iga allmahu jaoks eraldi kanal. Seal sai samuti sprindi jooksul arutada jooksvaid küsimusi.

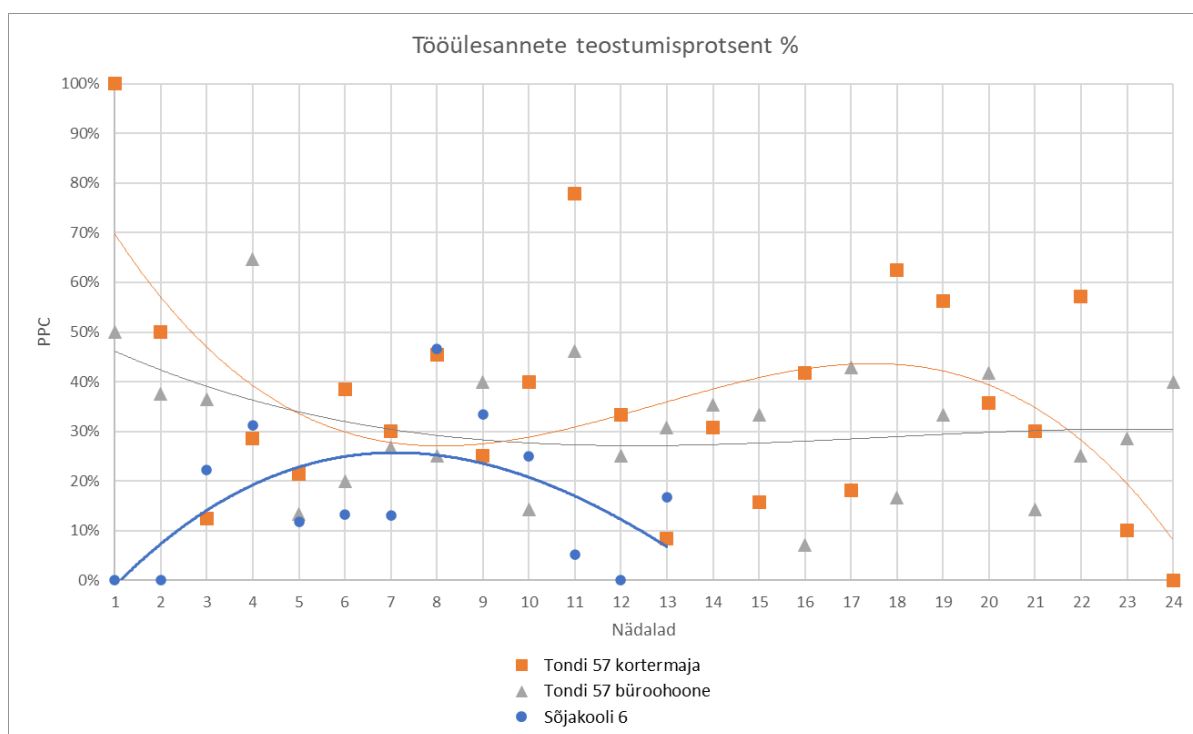
Koosolekute efektiivsuse hindamiseks kasutasime erinevaid parameetreid ja mõõdikuid. Mõõtmised teostati iganädalastel ajaplaneerimise koosolekutel ehk nõ sprindi põhiselt. Põhilisteks parameetriteks olid sprindi teostatud tööde protsent (PPC – Percent Plan Complete %), sprindis lõpetamata ülesannete protsent, sprindi jooksul toimunud ajakava muutus, tagatud eeldustega ülesannete protsent ning eeldatud ülesannete protsent. Esimeses pilootprojekti iteratsioonis mõõdeti vaid teostatud tööde protsenti.

Kõigi kolme alamprojekti andmed on toodud mõõdikute kaupa samadel graafikutel. Ehk siis näiteks kõigi kolme projekti tööülesannete teostumisprotsent on võrdlemiseks ühel graafikul jne. Sõjakooli 6 büroohoone LPS tahvli aktiivne kasutamine Miros ja ülesannete märkimine toimus ligikaudu poole lühema perioodi jooksul, seetõttu ka graafikutel kajastub lühemana. See alamprojekt oligi ka väiksem mahult.

Lõpetamata ülesannete protsent on sisuliselt sama mis teostatud tööde protsent aga lõpetatud ülesannete asemel suhestatakse alustatud tööd plaanitud töödesse. See tähendab siis neid töid mis on märgistatud oranži kolmnurgaga.

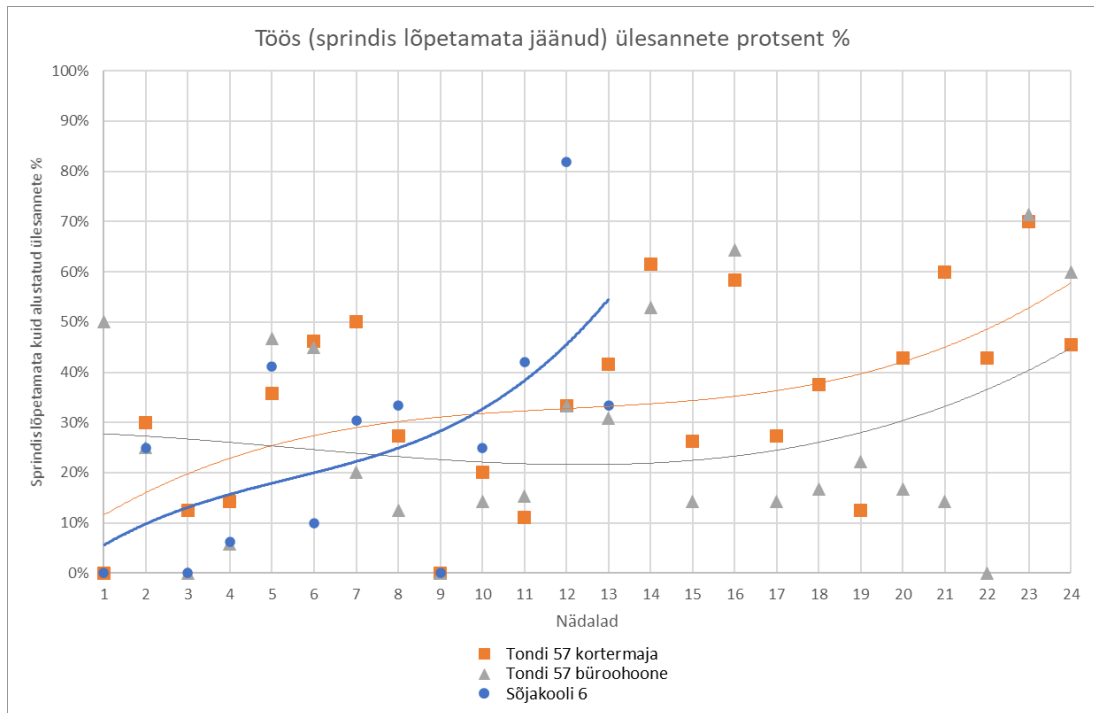
Sprindi ehk tööädala jooksul toimunud ajakava muutuse protsent arvestab sprindi jooksul juurde tulnud ülesannete ning edasi lükkunud ülesannete suhet planeeritud ülesannete arvu.

Tööülesannete teostumisprotsent (PPC) jääb üldiselt alla 50% (Joonis 4.6). See tundub esmapilgul madal, kuid tuleb arvestada et tegemist on eelprojekti staadiumiga, kus on veel palju tundmatut ning sisuliselt luuakse alles lähteülesannet ennast. Eeldatavasti tõuseb see protsent põhi- ja tööprojekti staadiumis märgatavalt. Vahet on märgata võrreldes pilootprojekti esimese iteratsiooniga kus oli tööprojekti staadium.



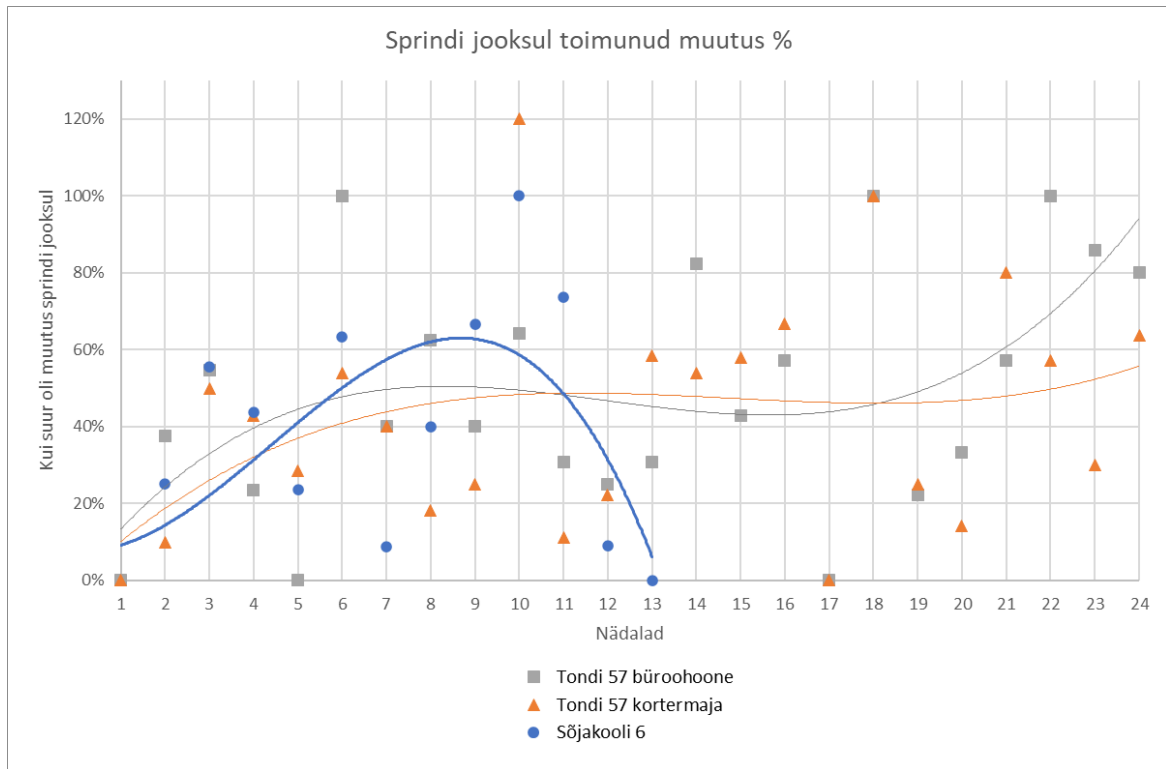
Joonis 4.6 Ülesannete teostumisprotsent

Sprindi jooksul alustatud kuid veel lõpetamata jäetud ülesannete protsent jääb samuti üldiselt alla 50% (Joonis 4.7). Kokkuvõttes on täiesti alustamata jäänud ülesanded üldiselt vähemuses võrreldes lõpetatud ning töösse jäänud ülesannete summaga ehk siis enamuse ülesannetega siiski mingisugune progress oli.



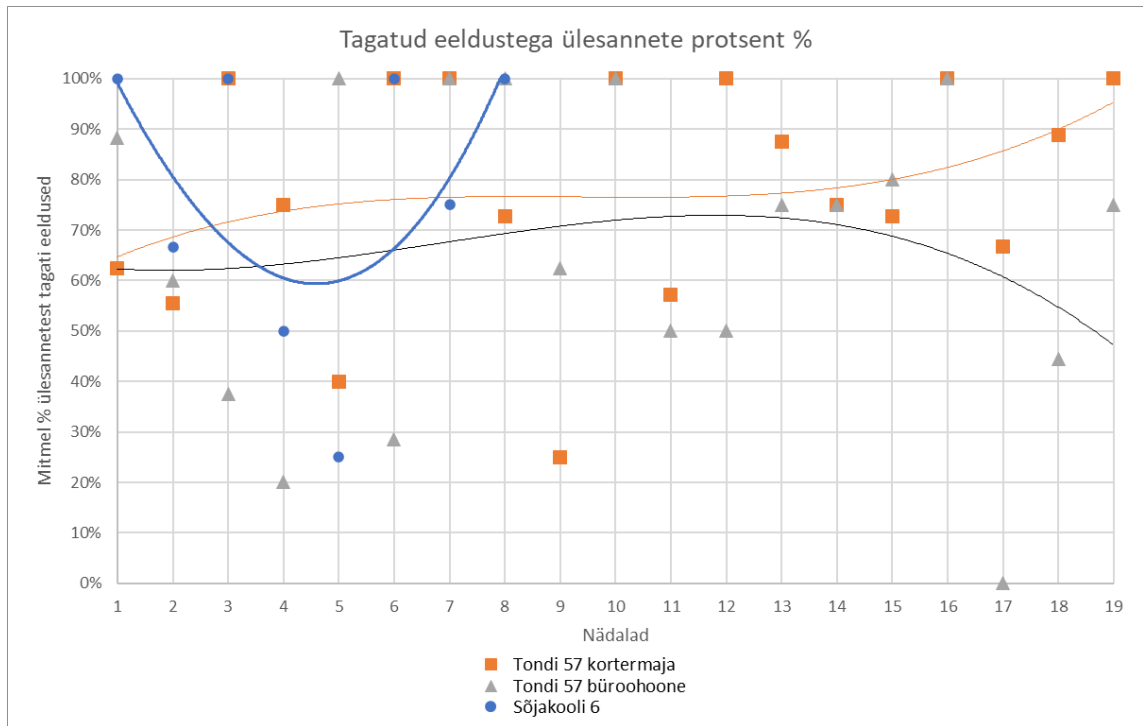
Joonis 4.7 Lõpetamata jäänud ülesanded

Sprindi jooksul toimunud käesoleval sprindil teostatavate ülesannete muutus on ka keskmiselt sisuliselt 50% kandis või veidi alla selle (Joonis 4.8). Keskmise tulemus on aga eelprojekti kohta üsna hea tulemus. Siia sisse on arvestatud ka need ülesanded mis olid varasematel sprintidel jäänud tegemata ning võeti nüüd ette. Küll aga on näha ka üks töönaädal, kus kortermaja alamprojektis oli muutus 120%. See tähendab, et sprindi jooksul tuli juurde ja lükkus edasi kokku rohkem ülesandeid kui sprindieelsel koosolekul üldse ülesandeid ette võeti. See on aga ainulaadne juhtum ning seda saab seletada sellega, et tegemist oli aasta esimese nädalaga, kohe peale jõulupühasi ning aastavahetust. Osapooled olid rohkem eemal ning jooksvalt oli ka teisi tegemisi. Kuigi on ka 100% juhtumeid siis enamuse jäävad siiski alla 50%. Sõjakooli 6 büroohoone alamprojektis toimusid suuremad muutused perioodil nädal 51 kuni nädal 2 ehk periood jõulupühadest kuni poole jaanuarini. Antud periood on kindlasti ka veidi kiirem ning määramatum aeg aastas. See alammaht oli võrreldes teiste mahtudega ka väiksema tähelepanu all ehk sellevõrra veidi võimendus ka mõnevõrra ajagraafiku muutumine.

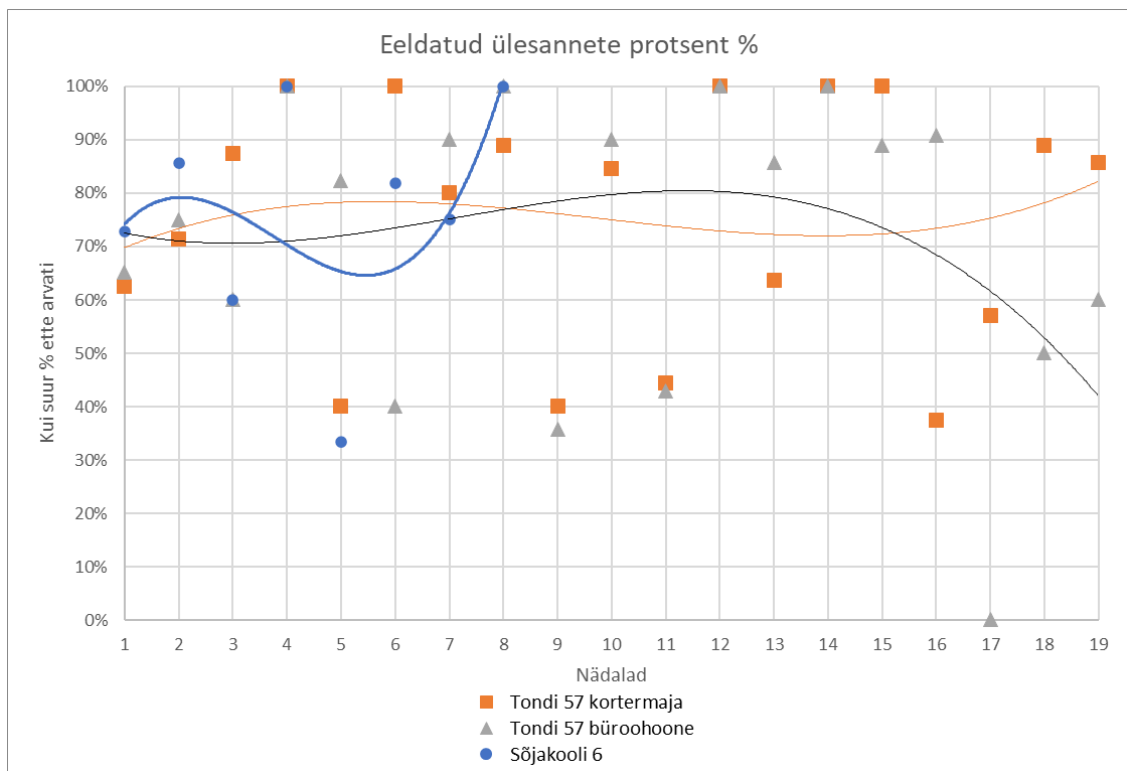


Joonis 4.8 Sprindi jooksul toimunud muutus

Tagatud eeldustega ülesannete ning eeldatud ülesannete protsent on üsna kõrge ning jääb keskmiselt tugevalt üle 50% (Joonis 4.9, Joonis 4.10). Üsna hästi suudeti tagada eeldused ning kõrvaldada takistused sprindiks planeeritud ülesannetel. Samuti suudeti üsna hästi näha ette sprindi plaani. Lihtsalt erinevatel põhjustel jäid sprindi jooksul mingi osa ülesandeid poolikuks või muutusid.



Joonis 4.9 Tagatud eeldustega ülesanded



Joonis 4.10 Eeldatud ülesanded

Kogu projekti vältel kokku kujunesid summaarselt kolme alamprojekti plaanide muutuste põhjused protsentuaalselt üsna sarnaseks (Lisa 4). Tellija sisendi ja tagasiside jaoks on toodud eraldi graafik, sest see on üsna konkreetne plaanide muutumise põhjuste kategooria mida õnnestub mõõta. Muud põhjused omavad sedavõrd suurt osakaalu, sest seal on palju erinevaid põhjuseid taga. Samas rohkemateks kategooriateks ka ei olnud mõtet otseselt jaotatada sest need põhjused olid niivõrd erinevad. Tellija sisendi/tagasiside mõju üldiselt vähenes kavandamise vältel, mis on ka loogiline, sest suuremad otsused tehakse ideaalis pigem varem ära. Muude põhjuste osakaal aga kasvab. Seda saab seletada sellega, et mida lõpu poole projekt liigub, seda vähem on vaja teistele osapooltele anda sisendit ning erinevad distsipliinid ei mõjuta enam üksteist sellises mahus. Selle tõttu saab tunda ennast natuke vabamalt ja vormistada oma maht lõpuni nii, et jõuaks õigeks lõpptähtajaks. Muud põhjused kategooriasse langes mitmeid erinevaid takistusi.

Mõned näited muudest põhjustest:

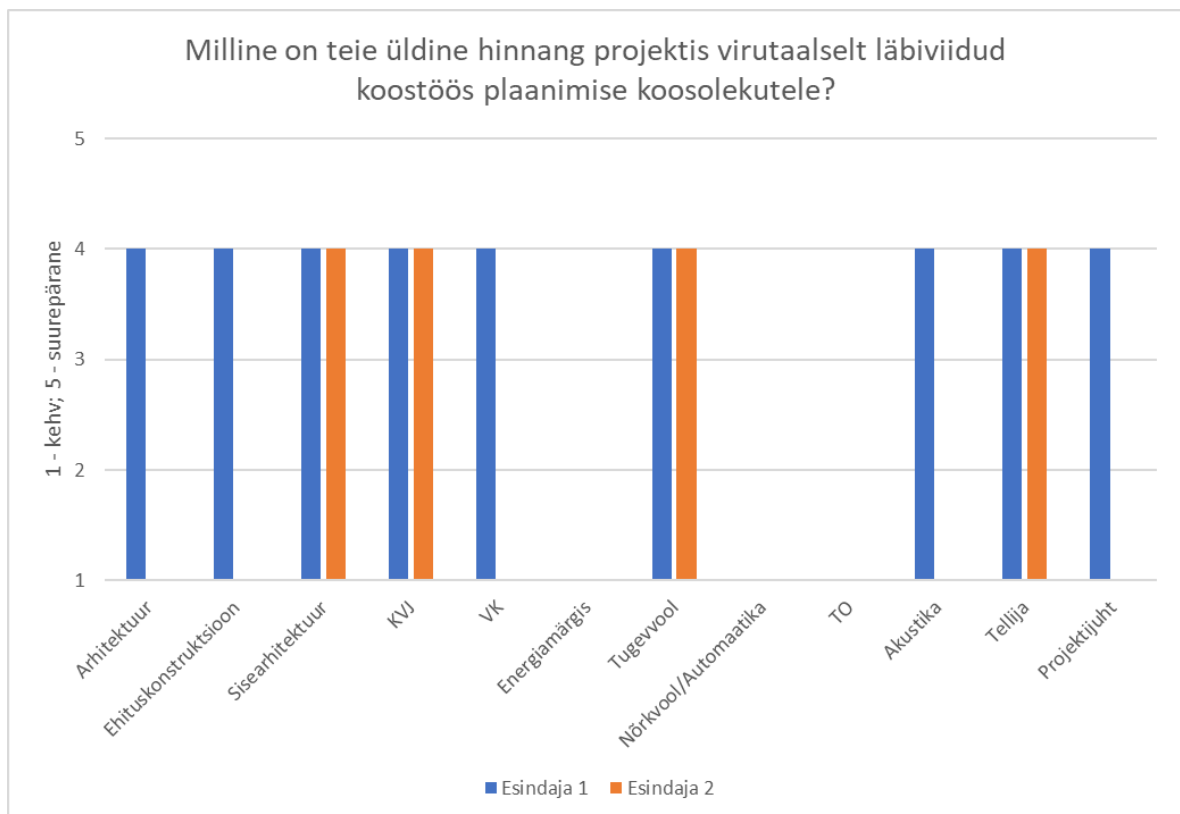
- Keskenduti parasjagu mõnele teisele alamprojekti mahule
- Saab valmis varsti peale koosolekut (koosolek neljapäeval ehk nädal veel käib peale seda. See oli natuke ebamäärane ja kõikuv, et kas sprint oli neljapäevast neljapäevani või esmaspäevast pühapäevani)
- Selgusid uued asjaolud – töö osutus mahukamaks
- Projekteerija oli vahepeal haige, jäänud maha oma ülesannetega
- Otsustati, et ülesanne ei ole siiski hetkel kriitiline ning liigub edasi laiendatud eelprojekti mahtu.
- Tuli ette ka kordi, kus projekteerija ei osalenud koosolekul ja puudus info ülesande seisust. Siis jäeti ülesande staatus muutmata.

Uurimistöö ajapuuduse tõttu oli vaid kaks pilootprojekti iteratsiooni, mis olid kumbi erinevas faasis ning üsna võrreldamatud. Puudub ka võrdlusmaterjal sellega, et kui palju paranes kavandamine võrreldes ilma rakendatud meetodeid kasutamata. Sellele aitab vastata Park Tondi arenduse projekti osapooltega läbi viidud fookusgrupi intervjuu. Siis saavad nii projekteerijad kui ka tellija kognitiivselt võrrelda praegust kogemust varasemate projektidega.

4.2.3 Fookusgrupi intervjuu

Park Tondi projekti osalistega viidi läbi fookusgrupi intervjuu, kus osalised said anda hinnangu kasutatud meetodite edukusele. Intervjuust võtsid osa konstruktor, sisearhitektid, KVJ, VK ja tugevvoolu projekteerijad, akustika spetsialist, tellija esindajad ning projekteerimise projektijuhid. Intervjuu oli jaotatud kolmeks sektsiooniks – [1] üldised küsimused, [2] üldised ja digitaalse viimase plaanija süsteemi küsimused ning [3] sisu ja Miro keskkonna kohta käivad küsimused.

1. Eranditult kõik osalejad hindasid koosolekuid heaks ehk hindega 4 (Joonis 4.11). Järelikult probleeme pigem ei esinenud. Samas ei julgetud hinnata ka maksimaalse hindega, mis on ka arusaadav, sest mingil määral saab alati parendada.



Joonis 4.11 Hinnang virtuaalsetele koosolekutele

2. Ligi kolmveerand vastanutest ei olnud osalenud varem sellist tüüpi koosolekutest (Joonis 4.12). See on uurimistöö aspektist hea, sest seda parem on osalistel võrrelda praeguse projekti kogemust kognitiivselt varasemate kogemustega.



Joonis 4.12 Varasem kogemus sellist tüüpi koosolekutega

3. Mis oli teie hinnangul nende läbiviidud koosolekute kõige positiivsem aspekt?

Koosolekute kõige positiivsemaks aspektiks hinnati nende kiirut ja konkreetsust. Mainiti ka, et see koosoleku vorm aitas luua tiimipõhist ühtlasemat tervikut, sest oli võimalik kuulda millega teised osapooled projektis parasjagu tegelevad. Seatud lühemad vaheeesmärgid ning ülesanded olid kirjalikult kõigil näha, mille tõttu ei ununenud ära. Ka tellijaga suhtlus paranes. Koosolekud olid samaaegselt ülevaatlikud kuid samas fookuseeritud ajagraafikule ja tegevuste planeerimisele ehk ajaliselt efektiivsed. Puudusena toodi välja kirjaliku jälje puudumist, ehk protokollis otseselt ei teki.

4. Mis oli teie hinnangul nende sessioonide kõige vähem positiivsem aspekt?

Siin mainisid mõned eelnevaga vastuoluliselt, et koosolekud võtsid liiga kaua aega ja olid liiga sagedasti. Küll aga tuleb pidada meeles, et tegu oli sisuliselt kolme projektiga korraga, ehk 1,5h-ga suudeti ära planeerida kolme projekti tööd. Vahepeal siiski kadus fookus ajaplaneerimisest ja hakati rääkima projekteerimisprobleemidest. Kuid õnnestus siiski tagasi juhtida õigele rajale koosolek. Kohati oli probleemiks, kui mõni osapool ei osanenud ja ei olnud ka enda tegevustest märku andnud eelnevalt. Siis oli raske hinnata kui kaugel vastav osapool oma tegemistes oli. Enne koosolekut oleks võinud lisada oluliste tegevuste info tahvlile ära.

5. Mida arvate virtuaalselt koostöös plaanimise koosolekutest võrreldes näost-näku füüsiliste koosolekutega?

Virtuaalsed koosolekud säästavad aega kohale tulemise arvelt ning osalemise tõenäosus on ka selletõttu suurem. Saab samaaegselt tegeleda ka tööga (näiteks seletuskirja kirjutamisega). Negatiivse aspektina toodi välja, et mingi osa kommunikatsioonist jääb siiski puudu võrreldes reaalsel füüsilisel kohtumisega.

6. Kas Miro ja viimase plaanija süsteemi õppimine oli väljakutse? Miks?

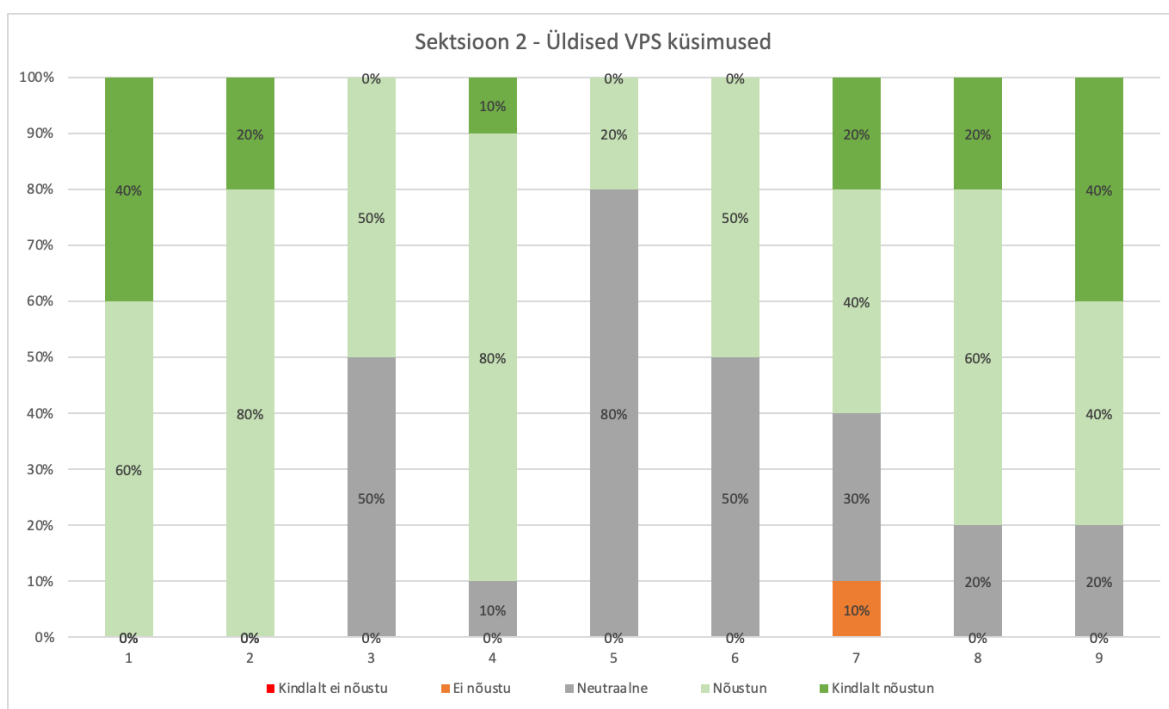
Alguses võttis osalejatel veidi aega harjumiseks, nagu uute süsteemidega ikka. Samas ei olnud keeruline, vormistus ja kujundus oli ka valmis tehtud.

Teise ja kolmanda sektsiooni küsimused baseerusid Likerti skaalal, kus vastajad pidid hindama väiteid vahemikus „kindlalt nõustun-kindlalt ei nõustu“. Tulemused on näha väidete kaupa lisas 5 kuni 7 ja ka alljärgnevatel graafikutel Joonis 4.13 kuni Joonis 4.15.

Sektsioon 2 - üldised osalejatele esitatud VPS küsimused:

1. Protsessi läbipaistvus ja sellest arusaamine parenes.
2. Omasin head ülevaadete eesmärkidest, hetkeolukorrast ja eesootavatest tegevustest
3. Usaldusväärsus meeskonna liikmete vahel tõusis
4. Töö tegemise lubaduste usaldusväärsus parenes
5. Tehtud tööde kvaliteet parenes
6. Tellija arusaam projekteerimise protsessist parenes
7. Minu võime oma tööaega plaanida parenes
8. Projekt püsib paremini graafikus
9. Projekti protsessis tekkinud hiline misid ja põhjustest arusaamine parenes

Hinnangud nendele väidetele on toodud Joonis 4.13 (iga tulp esindab ühte küsimust).

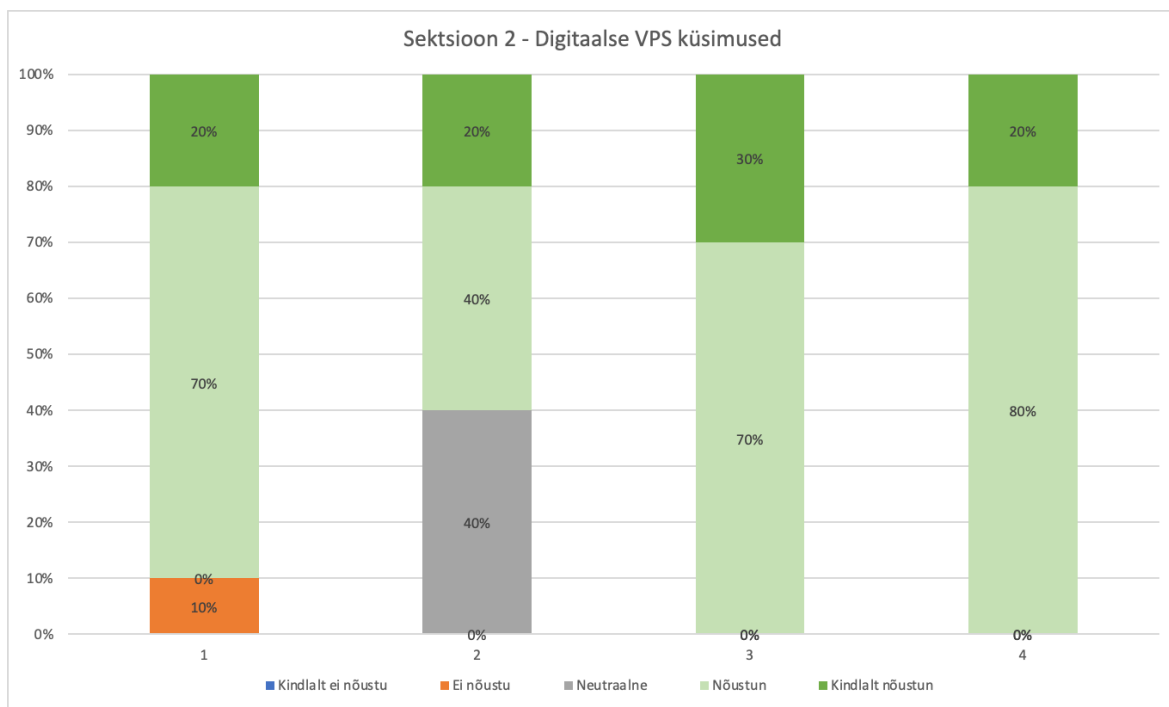


Joonis 4.13 Seksioon 2 Üldised VPS vastused

Seksioon 2 digitaalse VPS küsimused:

1. Virtuaalsed sessioonid parendasid valdkondade vahelist kaasatust vahetähtaegade kokku leppimisel või vaidlustamises võrreldes traditsiooniliste sessioonidega
2. Virtuaalsed sessioonid parendasid valdkondadevahelist suhtlust üksteisest sõltuvate tööde tuvastamisel võrreldes traditsiooniliste meetoditega
3. Viimase plaanija meetodi virtuaalne tahvel aitas hoida koosolekute struktuuri ja fookust
4. Võimekus Miro tahvil lihtsalt uuendada ajakava aitas osapooltel olla kursis hetkeseisuga

Hinnangud nendele väidetele on toodud Joonis 4.14.

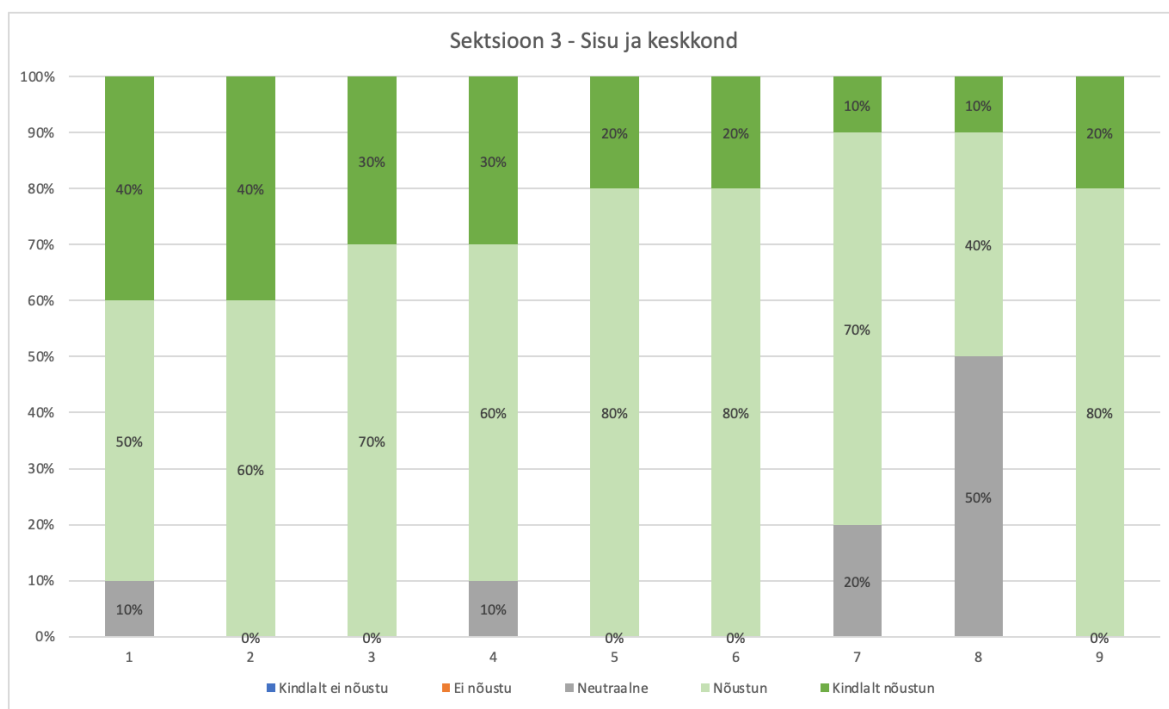


Joonis 4.14 Seksioon 2 digitaalse VPS vastused

Seksioon 3 sisu ja keskkonna küsimused:

1. Virtuaalset tahvlit on lihtne kasutada
2. Tahvli eesmärk lihtsasti mõistetak
3. Tahvlile ligipääs on lihtne (info õiges kohas)
4. Infot on lihtne värskendada
5. Muudatuste tegemine on lihtne
6. Lihtne on leida infot õigel hetkel
7. Lihtne on talletada infot
8. Lihtne on tekkinud põhja kasutada uutes projektides
9. Lihtne on õiget infot jälgida

Hinnangud nendele väidetele on toodud Joonis 4.15.



Joonis 4.15 Seksioon 3 sisu ja keskkond vastused

Joonis 4.13 kuni Joonis 4.15 näitavad protsentuaalselt, et kõige rohkem oldi väidetega nõus. See kinnitab veel lisaks, et koosolekutega jäädi rahule, nagu järeldas juba Joonis 4.11.

Virtuaalsete koosolekute läbiviimise parendamiseks pakkus Ergo Pikas välja, et LPS tahvlile teha eraldi rida uute koosolekute kokkuleppimise jaoks. Kui koosolekul läheb liiga pikalt fookus projekteerimisprobleemidele siis saab koheselt kokku leppida eraldi koosoleku ning lisada selle vastava rea peale. Praegu projekti puhul oli selline poolik lahendus, et lisati kellegi reale koosolek. Seda oli siis sellevõrra raskem näha ja otsida. Tellija esindaja hinnangul püsisid koosolekud üsna hästi fookuses. Projekteerimisküsimustele liiga pikalt keskendudes tuletati tavaliselt koheselt meelde, et selleks pole hetkel õige aeg.

Akustika spetsialist tõi välja asjaolu, et sellise koosoleku vormiga ei kaasne traditsioonilist projekteerimiskoosoleku protokoll. Virtuaalseid koosolekuid saab salvestada ning lisada projektipanka Bauhubi. Video pealt raskem küll leida üles õiget infot kuid praegune projekt oli ainulaadne, sest sisuliselt koosnes kolmest alamprojektist. Kolme projekti kohta pole 1,5h ajaplaneerimise koosolekut halb tulemus. Tellija projekteerimisvaldkonna juht lisas, et siiski võiks tekkida mingisugune koondprotokoll, kuid mitte selline mida projekteerimise projektijuht peab 8h kirjutama.

Pikase arvates peaks olema Miros võimalik arendada kirja pandu põhjal automaatselt genereeritav raport.

Tellija vaatenurgast on puuduseks, et ei lepita kokku olulisemaid koosoleku väliseid vaheesitlusi (näitekus kui sisearhitekt teeb mingeid viimistluse valikuid jne). Sellised tegevused võiks ka edaspidi lisada graafikusse. Samuti võiksid projekteerijad omale olulisi teemasi presenteerida kui tunnevad et on õige hetk ning pole veel oma lahendustega liiga kaugele läinud.

Akustika spetsialisti arvates tuleks ka tellija otsused fikseerida, et hiljem oleks lihtne leida. Tellija nõustub, et hetkel on informatsioon laiali, kas meilides, Bauhubis, Miros, Teams-is või mõnes muus keskkonnas. Ühe lahendusena oleks võimalik teha projekteerimise projektijuhi poolt iganädalane memo otsuste kohta. Memo oleks siis lühem ja konkreetsem kui tavaline koosoleku protokoll ning projektijuht ei kulutaks selle peale ebaproportsionaaselt palju aega.

Akustika spetsialist tõi veel välja viimasel ajal levinud probleemi, et kasutusel olevaid tarkvarasi on juba nii palju et nende haldamine kujuneb eraldi väljakutseks. Erinevates ettevõtetes on kasutusel kas Fleep, Asana, Trello, Miro, Microsoft Teams, Skype jne. Sellist kogu sektorit läbivat probleemi on keeruline lahendada.

ARUTELU

Maru Ehitus AS hetkeolukorra kaardistamises tuli välja mitmeid valdkondi ja probleeme, mida tuleb lahendada hakata. Uurimustöö käigus valiti välja neist mõned, millele kavandati lahendust ning ka testiti seda.

Lõplike järelduste tegemiseks on kindlasti vaja rohkemate projektide ning veelgi põhjalikumate testimiste järele. Uurimistöö oli ajaliselt piiratud ning oli võimalus lahendusmeetmeid katsetada vaid kahes iteratsioonis projektiga. Samuti ei saanud kummaski projektis vaatlusi teha kogu kavandamise vältel.

Esimeses Püssi sünkroonkompensaatorjaama pilootprojektis ei olnud osapooled ebatavaliselt kiire graafiku tõttu väga motiveeritud kasutama digitaalselt tahvlit, mille tõttu täitis projektijuht seda mõnede projekteerijate eest ise. Arutluskäigust võeti enamasti osa ikka, kui ei puudunud just koosolekult. Mõõdetud tööülesannete teostumisprotsent oli kõrge, mis oli osaliselt vähemalt tingitud tööprojekti staadiumist. Pilootprojekti teises park Tondi iteratsioonis mõõdetud tulemused ei andnud päris selliselt tasemel tulemusi mida oodati, seda eelprojekti staadiumi tõttu. Küll aga osalistega läbiviidud fookusgrupi intervjuust järeldub, et hetkeolukorra kaardistamisest väljavalitud probleemid on saanud leevendust.

- Projekt püsib paremini graafikus
- Põhiliseks töövahendiks projekteerimise projektijuhtidele on aastakümneid vana e-kirjade tehnoloogia – Miro digitaalsel VPS tahvlil adresseeritud kommentaaride kasutamine, võimekus tahvlit pideavlt uuendada ka sprindi jooksul ning paralleelselt Microsoft Teamsis jooksvate küsimuste arutamise hoiab kõiki osapooli kursis värskema infoga.
- Projektijuhtidele pakub virtuaalne VPS leevendust info haldamisele.
- Projekteerijad tunnevad, et annavad usaldusväärsemaid lubadusi ning mõistetakse ka paremini viivitamise mõju kogu projektile.
- Ollakse paremini teadlikud teistelt osapooltelt tulevate vajalik sisendite ajastusest.
- Tellija kaasati koheselt projekti alguses projekteerimise protsessi. Võeti ka iganädalaselt osa, ehk tekkis hea arusaam projekteerimise käekäigust ning viivituste põhjustest ja tagajärgedest
- Üldiselt nõustuti et, koosolekud olid konkreetseid ja fokuseeritud. Sisuliselt alati olid koosolekud kas kokkulepitud pikkusega või isegi lühemad ning planeeritud teemad said läbi arutatud.

Kuigi tagasiside oli positivne siis alati on ruumi ka arendamiseks, nagu ka intervjuust selgus. Kokkuvõttes oli meetodite rakendamine edukas, osapooled tuli ideega kaasa ning jäid ise ka sellega rahule.

KOKKUVÕTE

Uurimistöö eesmärgiks oli kaardistada Maru Ehitus AS kavandamise ja selle juhtimise hetkeolukord. Lisaks siis hetkeolukorrale vastavalt pakkuda välja võimalikke lahendusi ning neid siis testida ja hinnata. Kirjanduse ülevaatega anti ülevaade projekteerimisest ning selle juhtimisest ja koos timmitud ehituse filosoofiatega ka ajaplaneerimise parendamise võimalustest.

Kaardistamiseks viidi läbi kaks timmitud ehituse teemalist töötuba ning teostati viis intervjuud, nii projekteerimise projektijuhtide kui ka ehituse objekti- ja projektijuhtidega. Töötubade ning intervjuude tulemuste põhjal loodi mahukam küsimustik, millele said ettevõtte töötajad vastata. Kokkuvõttes sai üsna põhjaliku ning laiaulatusliku arusaama ettevõtte hetkeolukorrast. Väljatoodud probleemidest valiti välja mõned, et rohkem fokuseerida käsitletavaid teemasi ning millele siis lahendust välja pakkuda. Selgus, et tõesti on vaja parendada ajaplaneerimist ning läbi selle aidata projektidel paremini graafikus ja eelarves püsida. Projekteerijad annavad ebausaldusväärseid lubadusi ning projekteerimise projektijuhtidel on keeruline toime tulla info haldamisega. Koosolekud saaksid olla konkreetsemad ning tellija arusaam projekteerimise protsessist ning ajakulust vajaks parendamist. Sellist tüüpi probleemidele sai potentsiaalse lahendusena testitud digitaalne viimase plaanija süsteem koos selle visuaalse juhtimise põhimõttega. Meetodi edukust mõõdeti erinevate mõõdikutega ning need andsid üsna hea selguse kavandamise protsessist ja efektiivsusest. Parema selguse saamiseks meetodite edukusest viidi läbi Park Tondi projekti osapooltega eelprojekti lõpus fookusgrupi intervjuu. Sellest võtsid osa nii tellija esindajad kui ka projekteerijad.

Kuigi pilootprojekti teisele iteratsioonile rakendatud mõõdikud näitasid üsna madalaid tulemusi siis fookusgrupi intervjuust saadud rakendatud meetodite tagasiside oli hea. Kiideti koosolekute konkreetsetust ning läbinähtavuse ja usaldusväärse tõusu nii teiste osapoolte kui ka enda ajaplaneerimise suhtes. Viimase plaanija süsteemi meetod ja Miro keskkond on ka lihtsasti õpitav. Väljakutseks jääb veel protokollide või memode lahenduse välja mõtlemine ning erinevate tarkvarade tugevam integreerimine. Hetkel kipub info jääma laiali erinevatesse kanalitesse nagu Teams, email ja Miro. Lisaks siis veel lahendada mõned lihtsamini teostatavad ideed nagu tahvli täiendamine selliselt, et saaks koosolekud märkida eraldi reale. Samuti ka rohkem protseduurilised ettepanekud projekteerijatele, et koosoleku väliseid vajalikke vaheeesitlusi ja ideede presenteerimisi ka lisataks graafikusse ning arutataks läbi.

Uurimustöös väljavalitud probleemid said kavandatud lahendustest leevendust. Olukorra kaardistamises selgus veel mitmeid probleeme millega tuleb samuti tulevikus tegelema hakata, kuid mis ei jäänud praeguse töö mahtu.

SUMMARY

The objective of this research was to map the current situation of design and design management in Maru Ehitus AS. Then to offer possible solutions according to the mapped situation. Final step was to test and evaluate these offered solutions. Literature review gave overview of design, design management and also lean design and time planning improvement methods.

To map the current situation of the company, author and instructor of the research organized two workshops days on the subject of lean construction. Author also interviewed five employees – design managers, object- and project managers. Based on the workshops and interviews the author of the research put together larger questionnaire for the company employees to answer. In conclusion, author got quite extensive understanding of the current management situation of the company. As the mapping was quite extensive it was then narrowed down by focusing on some of the problems. Turned out that there was indeed a need to improve time planning and through that to help projects to stay better on schedule and in budget. Designers give unreliable promises and design managers have hard time to manage the abundance of information. Meetings should get more focused and clients should get better understanding of design processes and time cost. Digital Last Planner System and visual management were tested as a potential solution to these kind of mentioned problems. The effectiveness and success of these methods were measured with different metrics that gave quite good overview of design process and it's effectiveness. Research author and instructor conducted a focus group interview with Park Tondi project participants at the end of preliminary desing to draw an even better conclusion. Both the client representatives and designer participated in the interview.

Although the metrics used in the second iteration of the pilot project did not show best result then the focus group interview feedback for the used methods was good. The concreteness of the meetings and improved transparency and reliability of other participants and respondent's own time planning was praised. Last Planner method and Miro environment was easy to learn. Some of the remaining challenges are to come up with possible solutions to the creation of minutes of meeting protocol or memo and also tighter integration between different softwares. There are also some simpler problems to improve like creating separate row for newly planned meetings. There are also some procedural propositions for designers, like also adding intermediate presentation (for presenting ideas or concepts to be still worked on to client) tasks to the timeline.

Problems that were chosen to be dealt with in this research got resolved to some extent. There were also many problems identified in the mapping process that were not taken on to be resolved in this research but which have to be dealt with in the future.

KASUTATUD KIRJANDUSE LOETELU

- Ballard, G., & Koskela, L. (2014). *On the Agenda of Design Management Research*. 14.
- Ballard, G., & Tommelein, I. D. (2021). *2020 CURRENT PROCESS BENCHMARK FOR THE LAST PLANNER® SYSTEM OF PROJECT PLANNING AND CONTROL*. 125.
- Ballard, G., Tommelein, I., Koskela, L., & Howell, G. (2002). *Lean construction tools and techniques*. 29.
- Eaidgah, Y., Maki, A. A., Kurczewski, K., & Abdekhodae, A. (2016). Visual management, performance management and continuous improvement: A lean manufacturing approach. *International Journal of Lean Six Sigma*, 7(2), 187–210.
<https://doi.org/10.1108/IJLSS-09-2014-0028>
- Ehitusseadustik*. (2022, mai 7). <https://www.riigiteataja.ee/akt/105032015001?leiaKehtiv>
- Flinchbaugh, J. (2017). *A3 Problem Solving: Applying Lean Thinking*. 17.
- Fosse, R., & Ballard, G. (2016). *LEAN DESIGN MANAGEMENT IN PRACTICE WITH THE LAST PLANNER SYSTEM*. 10.
- Freire, J., & Alarcón, L. F. (2002). Achieving Lean Design Process: Improvement Methodology. *Journal of Construction Engineering and Management*, 128(3), 248–256.
[https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)0733-9364\(2002\)128:3\(248\)](https://doi.org/10.1061/(ASCE)0733-9364(2002)128:3(248))
- Herrera, R. F., Mourgues, C., Alarcón, L. F., & Pellicer, E. (2021). Analyzing the Association between Lean Design Management Practices and BIM Uses in the Design of Construction Projects. *Journal of Construction Engineering and Management*, 147(4), 04021010.
[https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)CO.1943-7862.0002014](https://doi.org/10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0002014)
- Kirkham, R., Besford, I., & Cook, M. (2016). *Civil Engineering Procedure* (7. tr). ICE Publishing.
- Ko, C.-H., & Chung, N.-F. (2014). Lean Design Process. *Journal of Construction Engineering and Management*, 140(6), 04014011. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)CO.1943-7862.0000824](https://doi.org/10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0000824)

- Koskela, L. (2000). *An exploration towards a production theory and its application to construction*.
Technical Research Centre of Finland.
- Koskela, L., & Tezel, A. (2018). *Why Visual Management?*
- Koskenvesa, A., & Mäki, T. (2020). *Viimase plaanija süsteem*. Premedia Helsinki Oy.
- Liker, J. K. (2004). *Toyota way: 14 management principles from the world's greatest manufacturer*. McGraw-Hill Education.
- Modig, N., & Ahlström, P. (2013). *This is lean. Resolving the Efficiency Paradox*. Rheologica Publishing.
- Oberlender, G. D. (2000). *Project Management for Engineering and Construction* (2. tr).
- Pikas, E. (2020). *EHITISE ELUKAARE ÕIGUSRUUMI DIGITALISEERIMISEKS KOHANDAMINE I ETAPI ANALÜÜS*.
- Pikas, E., Koskela, L., & Seppänen, O. (2020). *Improving Building Design Processes and Design Management Practices: A Case Study*. 18.
- Salentijn, W., Beijer, S., & Antony, J. (2021). Exploring the dark side of Lean: A systematic review of the lean factors that influence social outcomes. *The TQM Journal, ahead-of-print*(ahead-of-print). <https://doi.org/10.1108/TQM-09-2020-0218>
- Samad, G. E., Hamzeh, F. R., & Emdanat, S. (2017). *Last Planner System – the Need for New Metrics*. 637–644. <https://doi.org/10.24928/2017/0218>
- Tezel, A., & Aziz, Z. (2017). *From conventional to IT based visual management: A conceptual discussion for lean construction*.
- Tezel, A., Koskela, L., & Tzortzopoulos, P. (2009). *Visual Management – A General Overview*. 8.
- Thomas, H. R., Horman, M. J., de Souza, U. E. L., & Zavřski, I. (2002). Reducing Variability to Improve Performance as a Lean Construction Principle. *Journal of Construction Engineering and Management*, 128(2), 144–154. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)0733-9364\(2002\)128:2\(144\)](https://doi.org/10.1061/(ASCE)0733-9364(2002)128:2(144))

- Tommelein, I. D., & Ballard, G. (2016). *Target value design: Introduction, framework & current benchmark*.
- Tribelsky, E., & Sacks, R. (2010). Measuring information flow in the detailed design of construction projects. *Research in Engineering Design*, 21(3), 189–206.
<https://doi.org/10.1007/s00163-009-0084-3>
- Tribelsky, E., & Sacks, R. (2011). An Empirical Study of Information Flows in Multidisciplinary Civil Engineering Design Teams using Lean Measures, Architectural Engineering and Design Management. *ARCHITECTURAL ENGINEERING AND DESIGN MANAGEMENT*, 18.
<https://doi.org/10.1080/17452007.2011.582332>
- Uusitalo, P., Lappalainen, E., Seppänen, O., Menzhinskii, N., & Piitulainen, M. (2021). *To trust or not to trust: Is trust a prerequisite for solving design quality problems?* 20.
<https://doi.org/10.1080/01446193.2020.1865553>
- Walasek, D., & Barszcz, A. (2017). Analysis of the Adoption Rate of Building Information Modeling [BIM] and its Return on Investment [ROI]. *Procedia Engineering*, 172, 1227–1234.
<https://doi.org/10.1016/j.proeng.2017.02.144>
- Wikforss, Ö., & Löfgren, A. (2007). *RETHINKING COMMUNICATION IN CONSTRUCTION*.
- Xu, S., & Luo, H. (2014). *The Information-Related Time Loss on Construction Sites: A Case Study on Two Sites*. 12. <https://doi.org/10.5772/58444>

LISAD

Lisa 1 Osakondade vahelise töötoa A3 metoodikal probleemid

Tabel 4.1. A3 metoodikal probleemide arutamine

Ehitusmeeskonna hiline sekkumine	
Probleem	Ressursi puudumine, ei saa osaleda projekteerimise koosolekutel
Hetkeolukord	Õigel ajal ei ole ATV-de kaasamiseks piisavalt infot. Projekteerijad ei küsi sisendit.
Eesmärk	Küik osapooled on koheselt kaasatud. Koostöös jõutakse kohe õigete lahendusteni ning välditakse sellega ümber tegemist. Projektide staadiumite põhjendamine. Leppida kokku BIM koordinatsiooni tase projekti alguses. Julgus küsida. Ehituse projektijuhid kaasata alguses ning pühenduda ka projekteerimise LÜ-sse.
Plaan	-
Järelhindamise meetodid ja mõõdikud	-
Ebaselged rollid/ootused	
Probleem	Vastutus ebaselge
Hetkeolukord	Igas projektis on uus meeskond ning osapooled eeldavad millsied ülesanded on kellegil täita. Ei kooskõlastata omavahel. Meeskonna tiimiüritusi vähe.
Eesmärk	Meeskond jagab rollid. Iga liige teab oma kohustusi ning enda ja teiste volituste piire. ANP1 – protsessimuudatus, kõigi vastutusosalade jagamine ja kinnitamine. Projektimeeskonna regulaarsed välkkoosolekud – selgitada ootuseid, rollide ülevaatamine. Koosolekute läbiviimisel ning kirjade saatmisel lähtuda heast tavast – Siseveeb->dokumendid->"Ajajuhtimise ja infovahetuse hea tava"
Plaan	-
Järelhindamise meetodid ja mõõdikud	-
Projektipõhine ühine eesmärk	
Probleem	Projekti alguses ei panda selgelt kirja projekti eesmärki ja vastutusmaatrikseid
Hetkeolukord	Ei ole kindlat arusaama, et millised on prioriteedid (raha/aeg/võimalikult head lahendused). Liikmed vaatavad ainult oma osa ning ei adu lõppeesmärki. PPJ ei ole suutnud/saanud omale selgeks teha LÜ ning lepingust tulenevat tellija soovi. ANP1 koosoleku osalejate koosseis ebapiisav ja koosolek ei mahu ajaraami. Läbi käibe suurendamise üritatakse suurendada kasumit. Võetakse liiga palju tööd sisse.
Eesmärk	Jääb aega üle eraelu jaoks. On selge arusaam mida, miks ja millal tehakse. Vähem tulekahjusi.
Plaan	Võtta piisavalt vähem tööd sisse, et kõigil oleks aega süveneda projektidesse ja enda tööd planeerida.

Järelhindamise meetodid ja mõõdikud	Käibe ja kasumi suhe: 100mln ja 5mln -> 80mln ja 5mln. Raiskamise vähendamine 15%-ni.
Tagasiside	
Probleem	Puudub läbimõeldud tagasiside süsteem (andmine/vastuvõtmine/analüüs/muudatused)
Hetkeolukord	Tagasiside antakse emotsioonina mitte sisuna. Ei anta üldse tagasisidet, et mitte haiget teha. Tagasiside andmiseks ei ole oskust ja/või julgust. Tagasiside on liiga üldine. Tehakse viga aga vea tegija ei saa sellest teada. Peab ise küsima tagasisidet. Võetakse emotsionaalselt halba tagasisidet.
Eesmärk	Toimiv ja läbimõeldud tagasiside süsteem. Kokkuvõttev tagasiside. Vahetu tagasiside.
Plaan	Kaasata personaliosakond ning aktiivsed kolleegid plaani väljatöötamiseks.
Järelhindamise meetodid ja mõõdikud	-
Info liikumine	
Probleem	Info liikumise kvaliteet ja kiirus puudulik.
Hetkeolukord	Info liikumine->(õige adressaadi valik vs kiirus)->adressaadi valikud->(kaasatus+tagasiside selgitus)->osapooled projektis
Eesmärk	Aja vs rahulolu efektiivsus - rahulolu tellija vs töövõtja. Töö vs vaba aeg. Vaheetapid ja nende kontroll. Töökoormuste jaotamine. Vajalike ressursside kaardistamine Info liikumise ajaline vajadus
Plaan	-
Järelhindamise meetodid ja mõõdikud	-

Lisa 2 Projekteerimisosaakonna töötoas väljatoodud probleemid

Tabel 4.2. Meeskondade väljatoodud probleemid

Meeskond	Probleem	Selgitus
1.	Aja juhtimine	Enda aja planeerimine keeruline, palju on ka endast sõltumatuid tegureid.
	Info edastamine	Kommunikatsioon ja teabehaldus. Näiteks tehnikud pole Bauhub keskkonda lisatud mille tõttu sõltuvad nad projekterija ja konstruktori sisendist.
	Eelarvestus	Vahel on raske või ei saa üldse hinnata õigesti projekti keerukust. Projekti ja aja eelarvestamine.
	Tööjaotus	
	Inimesed spetsialiseeruvad ühele teemale	Kiputakse tegema näiteks kas ainult betooni või ainult kilehalli.
	Tehnikutele tagasiside	Näiteks platsilt ei jõua tagasiside tehnikuteni.
2.	Info edastus	Võimalikult täpne ja lakooniline võiks olla.
	Töö ajagraafik	Tellijad muudavat lähteülesannet, mis tekitab muudatustöid.
	Tööprotsessi korraldus	Tagasiside andmine. Tehnikud saaksid orienteeruda paremini probleemistikus. Lihtne ja läbipaistev tööprotses.
3.	Tagasiside	Objektidelt tagasiside kui ka omavaheline puudulik.
	Koosolekute efektiivsus	Nädal on täis Teams-i koosolekuid. Pole aega tööd teha. Teams on tekitanud liiga lihtsa võimaluse kaasata koosolekule ja arvata, et nüüd on informeeritud kõik.
	Info talletamine	Kasutusel on Bauhub, Teams, e-mail. Igalt poolt info otsimine ja selgeks tegemine on ajamahukas.
	Koostöö	Eelarvestajad, ehitusmeeskonnad ja projekterijad teevad oma tööd eri aegadel.
	Aja planeerimine	Konkurentsi eelis on kiirus.
4.	Sisene infovahetus, Tellija LÜ	Eesmärk minimeerida tühja tööd. Kokkulepete küsimus pigem.
	Ajaplaneerimine	Projekteerimine ja kavandamine on suur põhjus ehitusplatsi probleemidest.
5.	Töö planeerimine	Küsimuste küsimine ja vastamine
	Programmi täisversioon	Vahel on sellised olukorrad, kus täisversiooni puudumine on takistus
	Suhtlus	Kaugtöö ning selles olukorras meeskonna tunnetuse soosimine.
	Siseprotsessid	Kes teeb mida ja millal.
	Kompetentside arendamine	Kas uue teema omandamine annab piisavalt kasu võrreldes pingutusega.

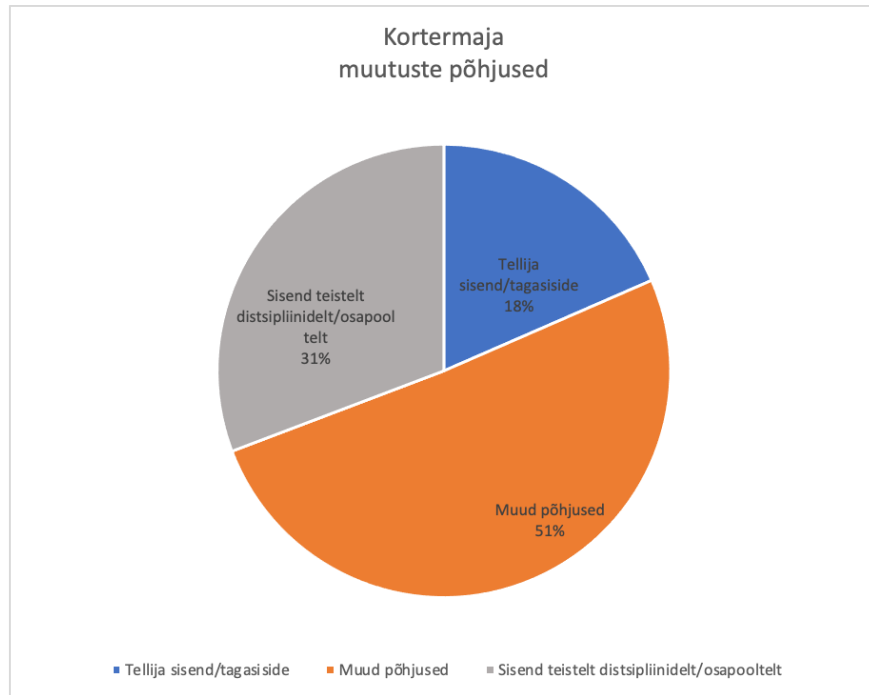
Lisa 3 Projekteerimisosakonna töötoa A3 metoodikal probleemid

Tabel 4.3. A3 metoodikaga kaardistatud olukord probleemidest ning nende võimalikud lahendused

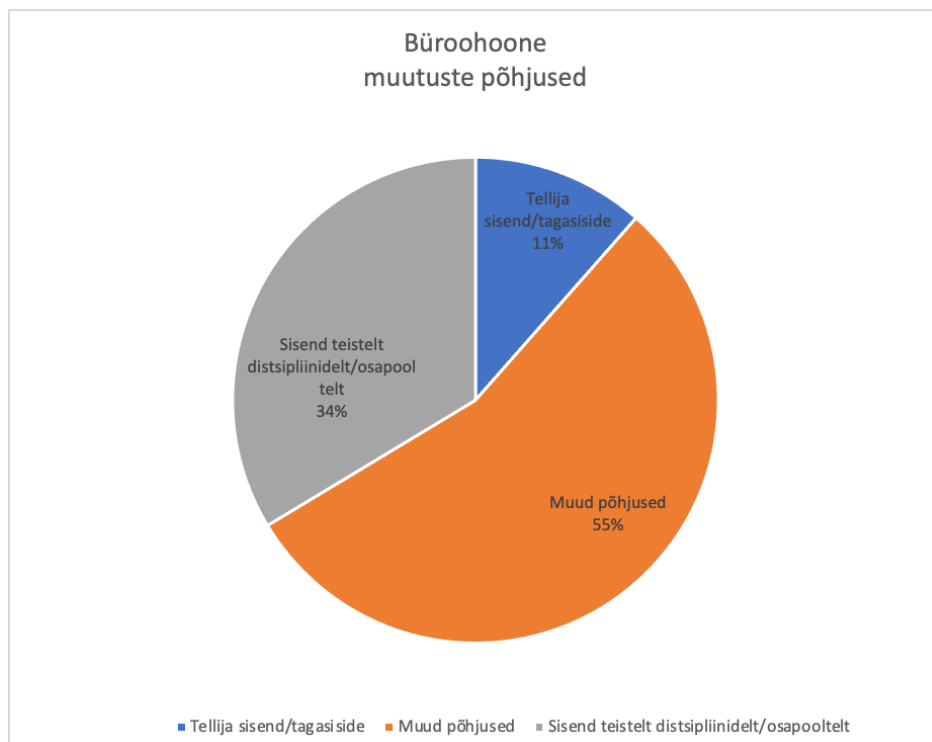
Aja planeerimine	
Probleem	Ei tehta õiged asju õigel ajal
Hetkeolukord	Ebaselge ja ebapiisav info, kokkulepete puudumine
Eesmärk	Teha õiged asju õigel ajal
Plaan	Iteratsioon- ajakava uuendamine vastavalt olukorrale Sõlmtööde planeerimine Välkkoosolek – kiire tegevuskava 1-2x nädalas
Järelhindamise meetodid ja moodsikud	Optimeeritud, kulutõhus ajagraafik. Siis realiseerub ühine kokkulepitud tegevuskava
Efektiivsus	
Probleem	Efektiivne tööde planeerimine
Hetkeolukord	Rööprähklemine Liiga palju koosolekuid
Eesmärk	Koosolekute „hea tava“ uuendatud ja järgitakse Inimeste koosolekute läbiviimise harimine, koolitamine Vajalike inimeste kaasamine koosolekule
Plaan	
Järelhindamise meetodid ja moodsikud	
Koostöö	
Probleem	Vähene suhtlus Ühised sihid Usalduse puudus
Hetkeolukord	Eraldatus ehitus/projekt/kontor/kodukontor Kokkulepe töömahust ja vastutuse piirist puudub Osapoolte huvi teise poole töö vastu
Eesmärk	Aktiivne suhtlus, mis ei ole ainult vertikaalne Ühised kokkulepped projekti alguses Usaldusväärsed projektid vastavalt kokkuleppele
Plaan	Rohkem rühmaharjutusi meeskonna tunde kasvatamiseks Projektipõhised suhtlusrühmad (rohkem horisontaalsis korraldatud) Tagasiside ehitusmeeskonnalt ja meeskonna sees Läbipaistev suhtlus
Järelhindamise meetodid ja moodsikud	Rahulolu test
Info	
Probleem	Info edastamine ja kättesaadavus on ebasüsteemiline ja puudulik
Hetkeolukord	Palju erinevaid info liikumise kanaleid Inimesed on ülekoormatud Kaugtöö teeb infovahetuse ebaefektiivsemaks Info liigub läbi paljude inimeste Pole BIM koordinaatorit ja see suurendab projektijuhtide ja projekteerijate info töötlemise vajadust
Eesmärk	Koondanda info ühte kohta Kõik osapooled töötavad ühiste põhimõtete järgi Töötajate suhtlemisoskus on paranenud Infoedastuse lahendused on välja töötatud kaugtöö jaoks

Plaan	Koondame info ühte kohta ja koostame selle kasutamise juhendi Projektide alguses teha kogu meeskonnaga alguskoosolek koos ajagraafiku analüüsimisega Põhiliselt kaugtööna projektide puhul viia sisse stand up koosolekud Mõeldakse läbi keda on mõtet/vaja koosolekule kaasata
Järelhindamise meetodid ja mõõdikud	Infovahetuse maht on vähenenud Projekti osaliste informeeritus on paranenud
Lähteülesanne	
Probleem	Puudulik tellija suunamine
Hetkeolukord	Puudub LÜ põhi. Eeldatakse, et tellija teab mida ta tahab
Eesmärk	Kliendi suunamine vettpidava LÜ koostamiseks selliselt, et LÜ ei oleks vastuolus kliendi enda ootustega ja vajadustega ning jätaks ruumi professionaalidele parimate lahenduste pakkumiseks. LÜ peab olema protsessi vältel mitte muutuv aga pidevalt täiustuv dokument.
Plaan	Kliendi suunamine Väärtuse määratlemine Peame omavahel defineerima küsimused, mis on vastava etapi koostamiseks vajalik, kuid ei fikseeiks küsimusi, mida saab otsustada järgmistes etappides (kujundada vajalik otsuste jada, mis on kooskõlas projekti ajagraafikuga). Ettevaatav plaanimine
Järelhindamise meetodid ja mõõdikud	Ümberprojekteerimise vajaduse vähenemine Parem püsimine ajagraafikus ja eelarves

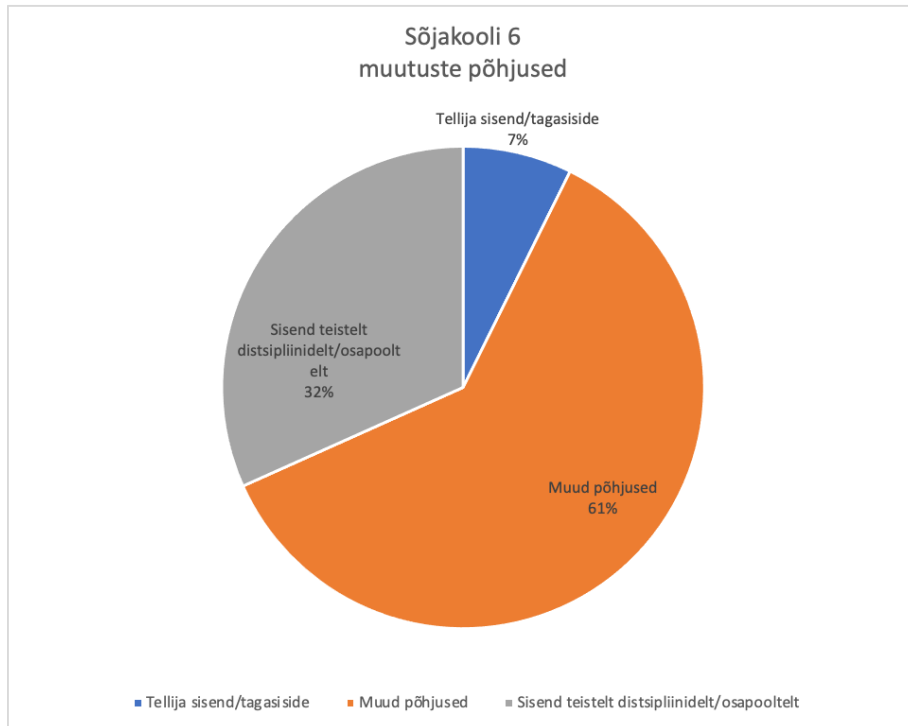
Lisa 4 Sprintide plaanide muutuste põhjused



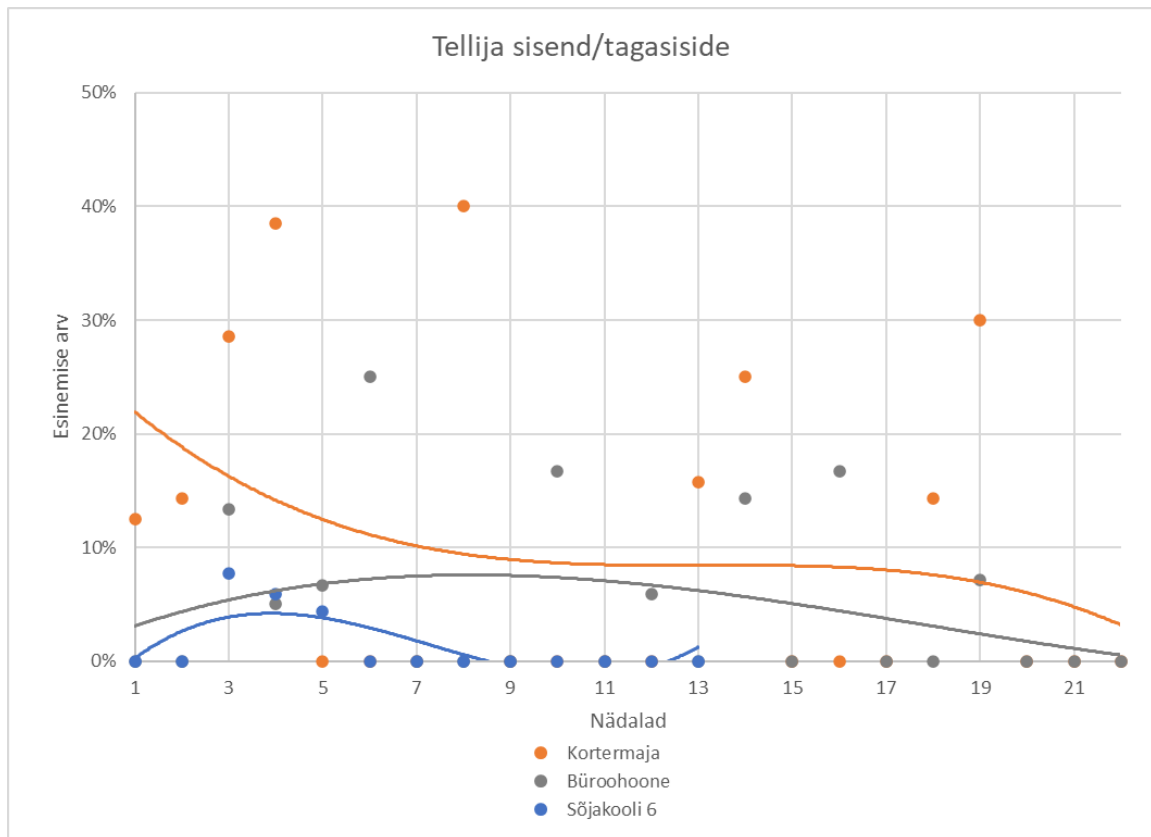
Joonis 4.16. Korterimaja muutuste põhjused



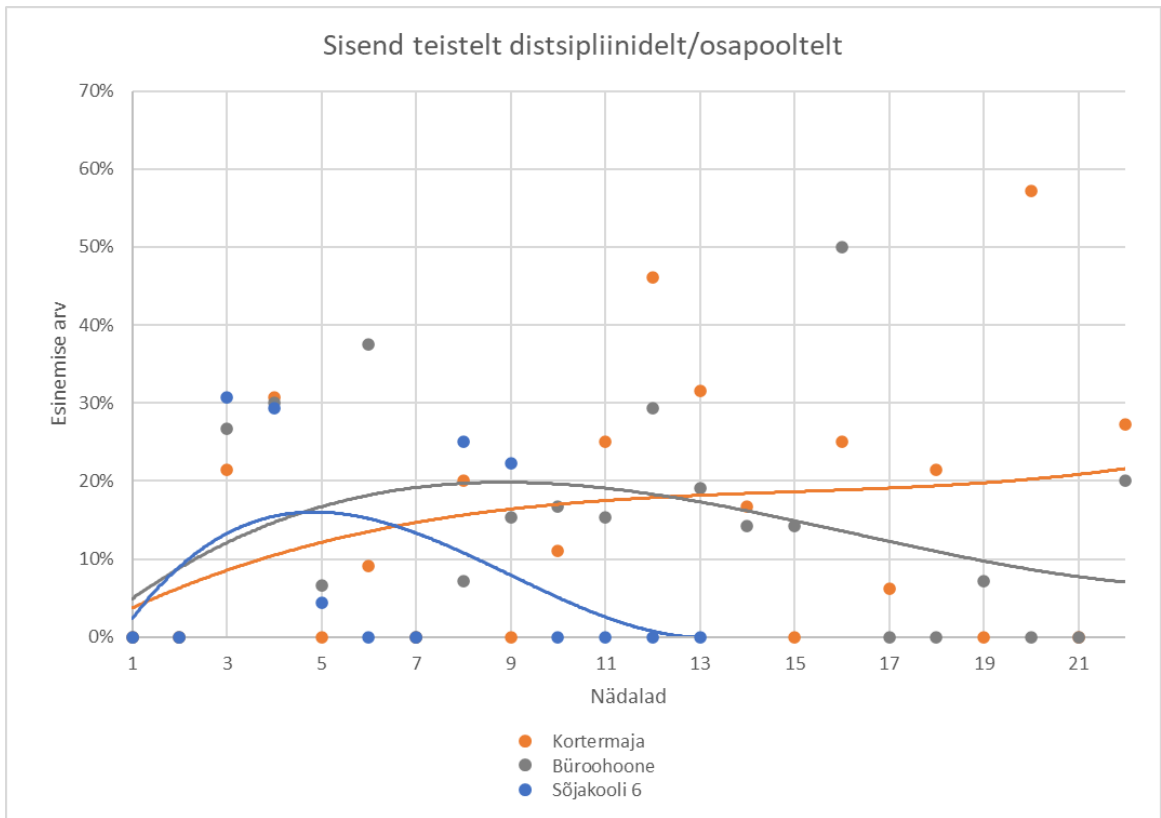
Joonis 4.17. Büroohoone muutuste põhjused



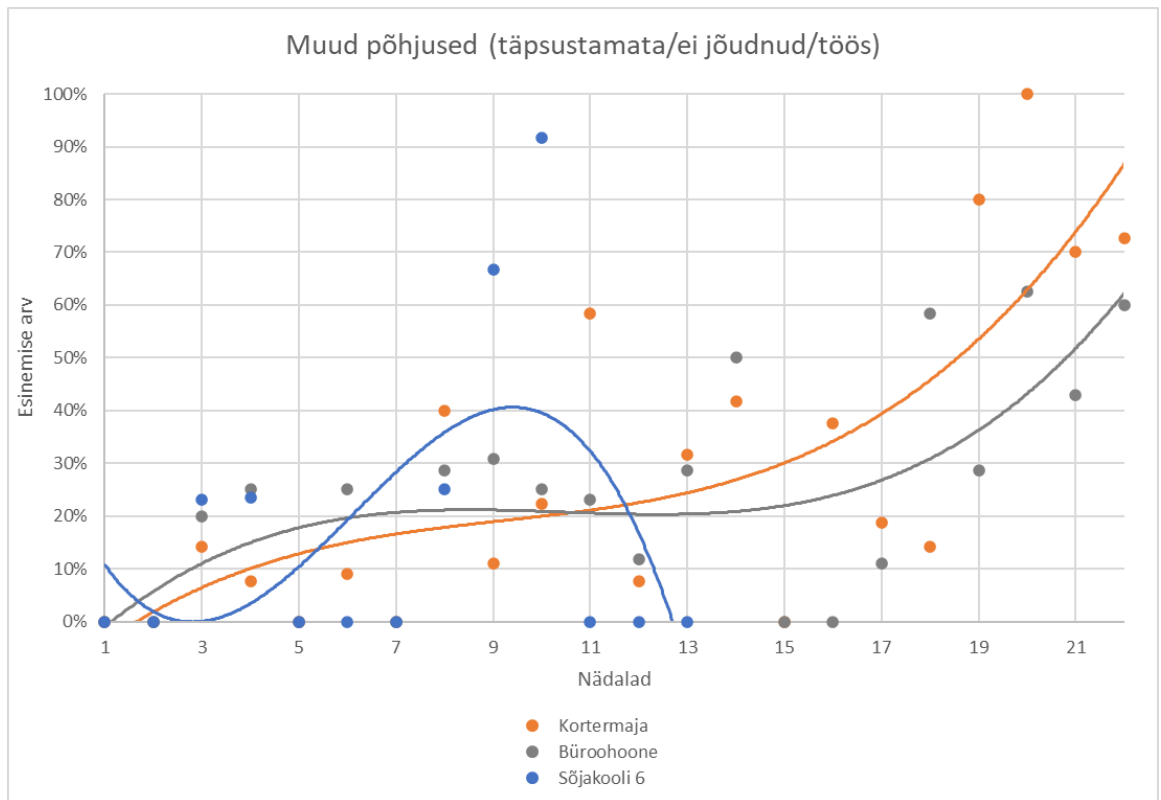
Joonis 4.18. Sõjakooli büroohoone muutuste põhjused



Joonis 4.19. Tellija sisend/tagasiside

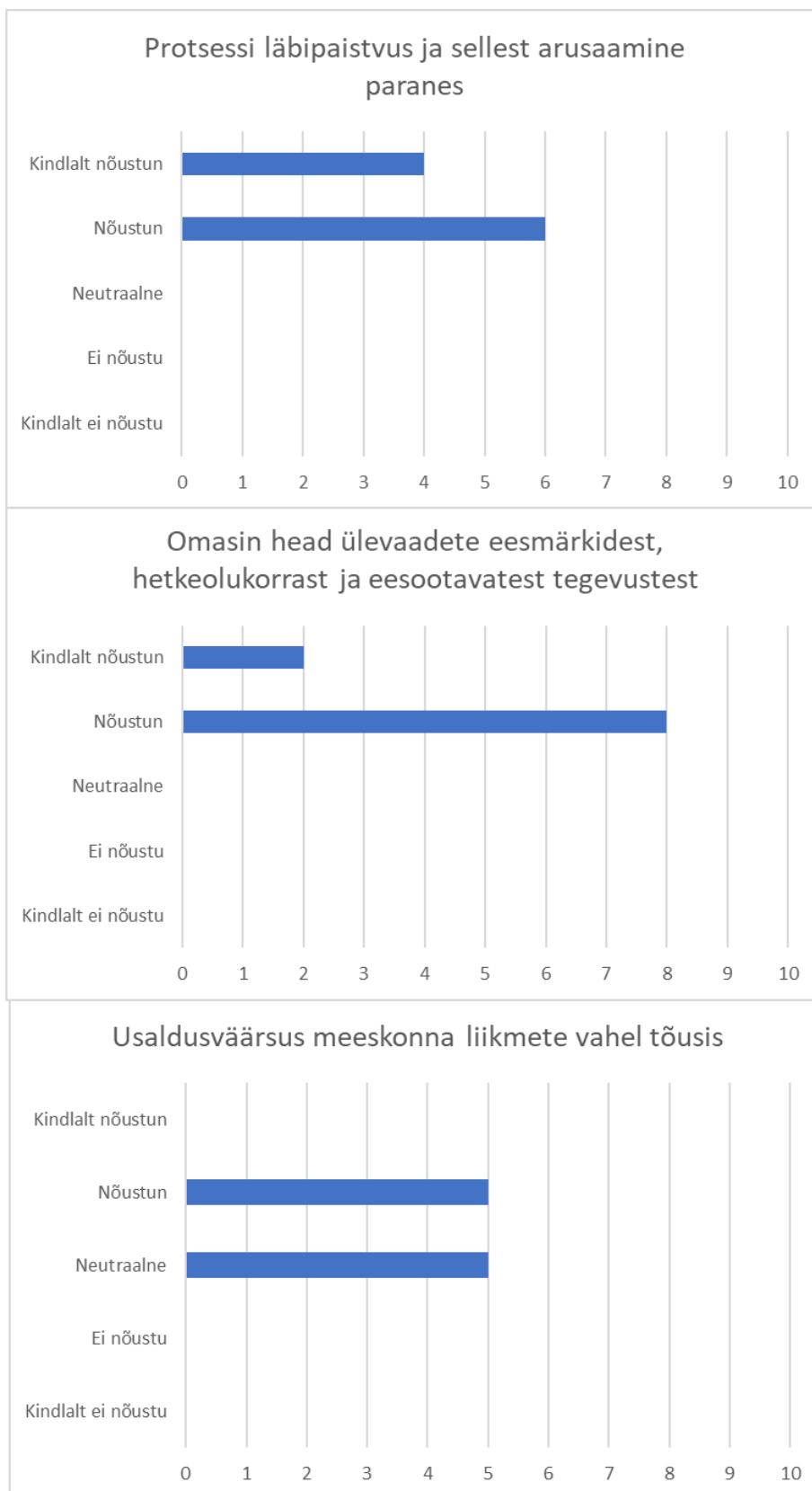


Joonis 4.20. Sisend teistelt distsipliinidelt/osapooltelt

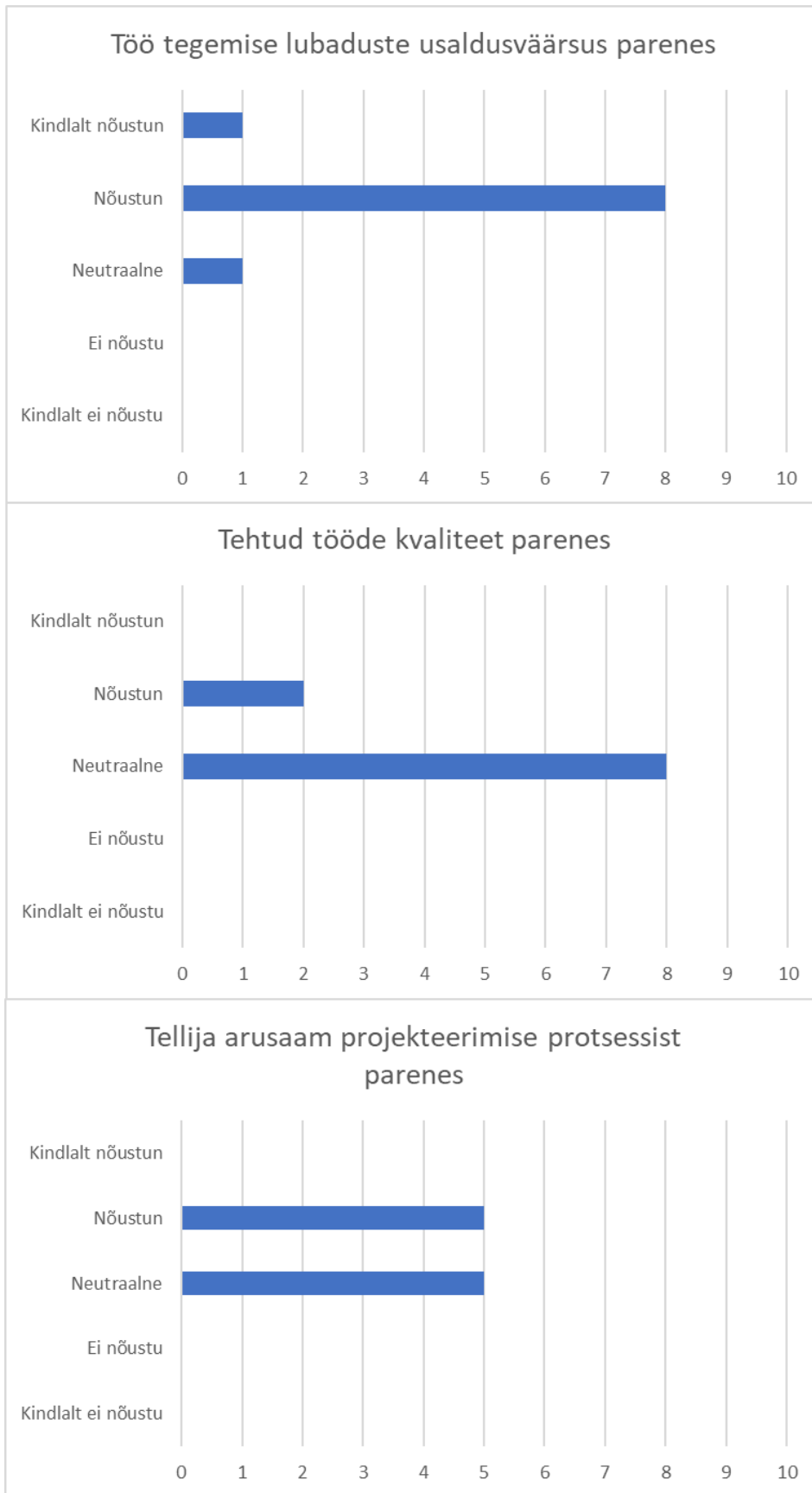


Joonis 4.21. Muud põhjused

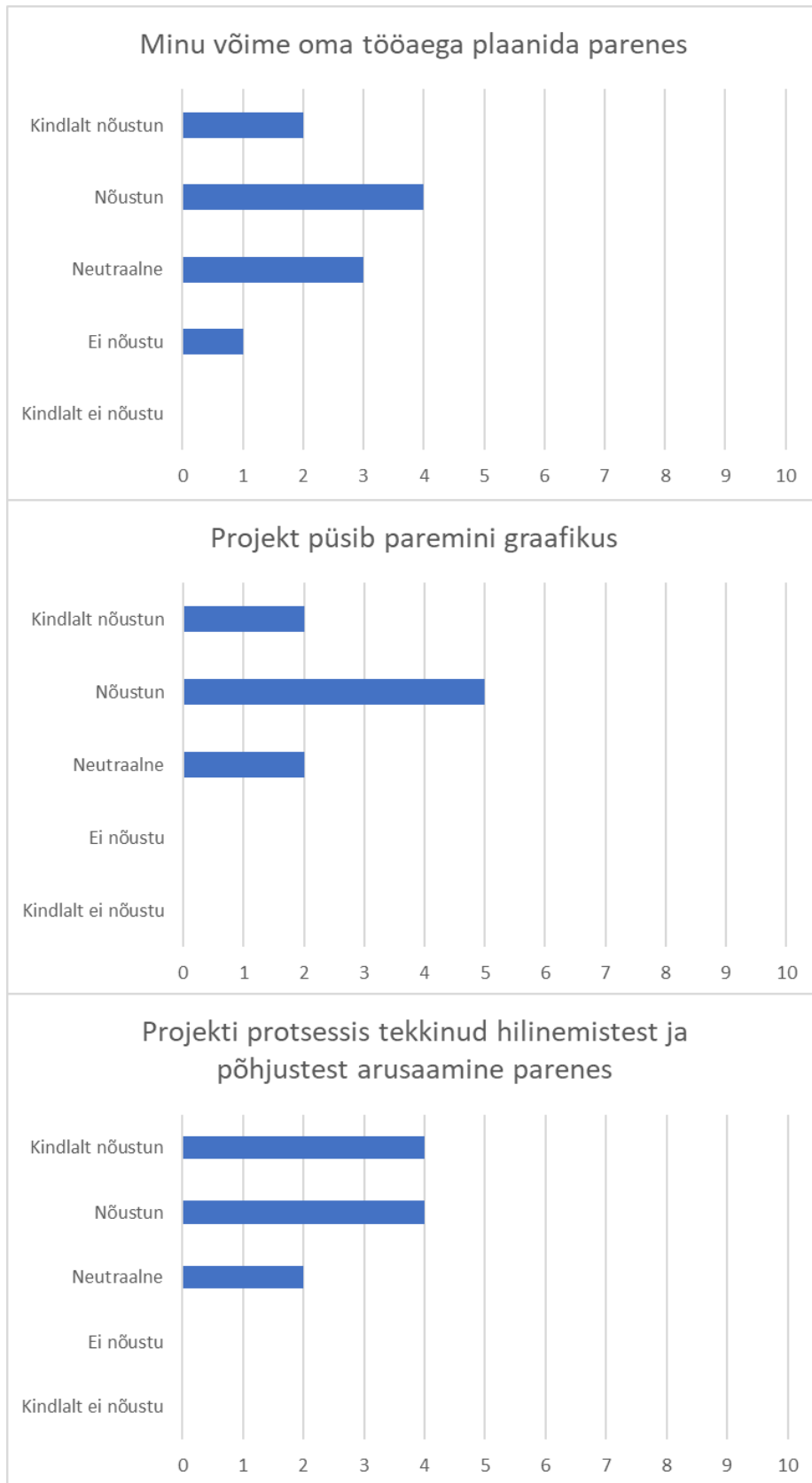
Lisa 5 Üldised viimase plaani süsteemi küsimused



Joonis 4.22. Üldised küsimused 1

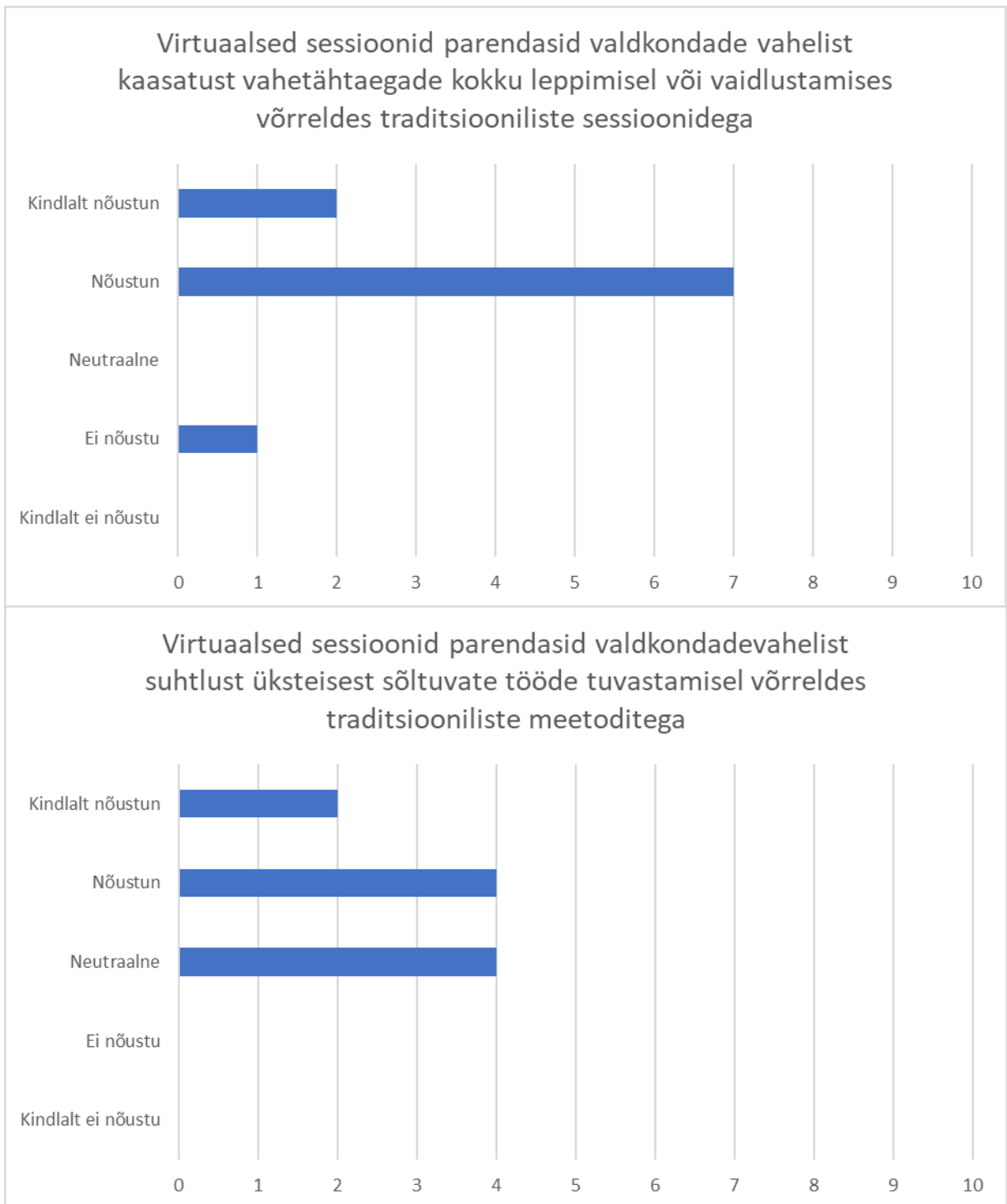


Joonis 4.23. Üldised küsimused 2

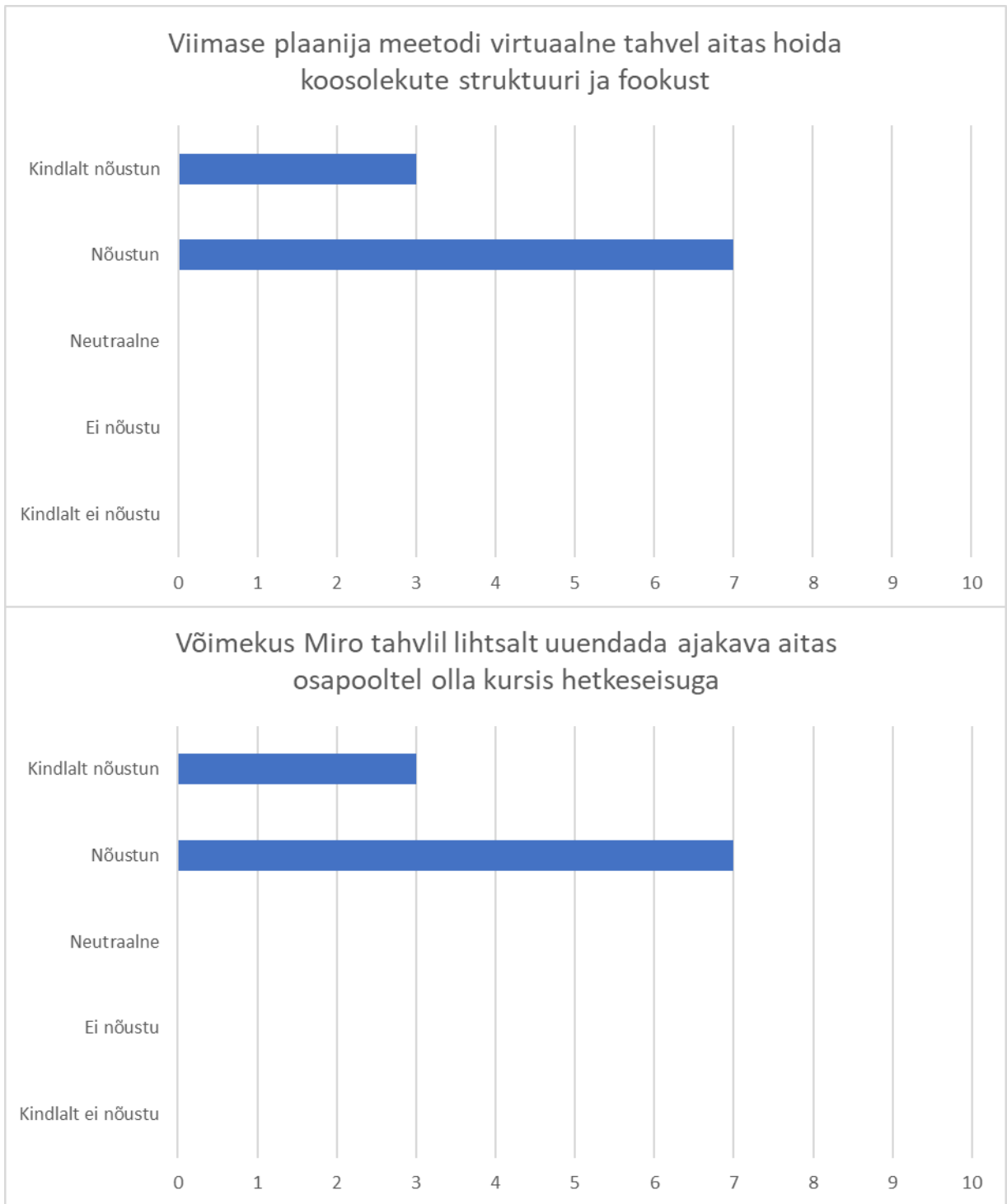


Joonis 4.24. Üldised küsimused 3

Lisa 6 Digitaalse viimase plaani süsteemi küsimused

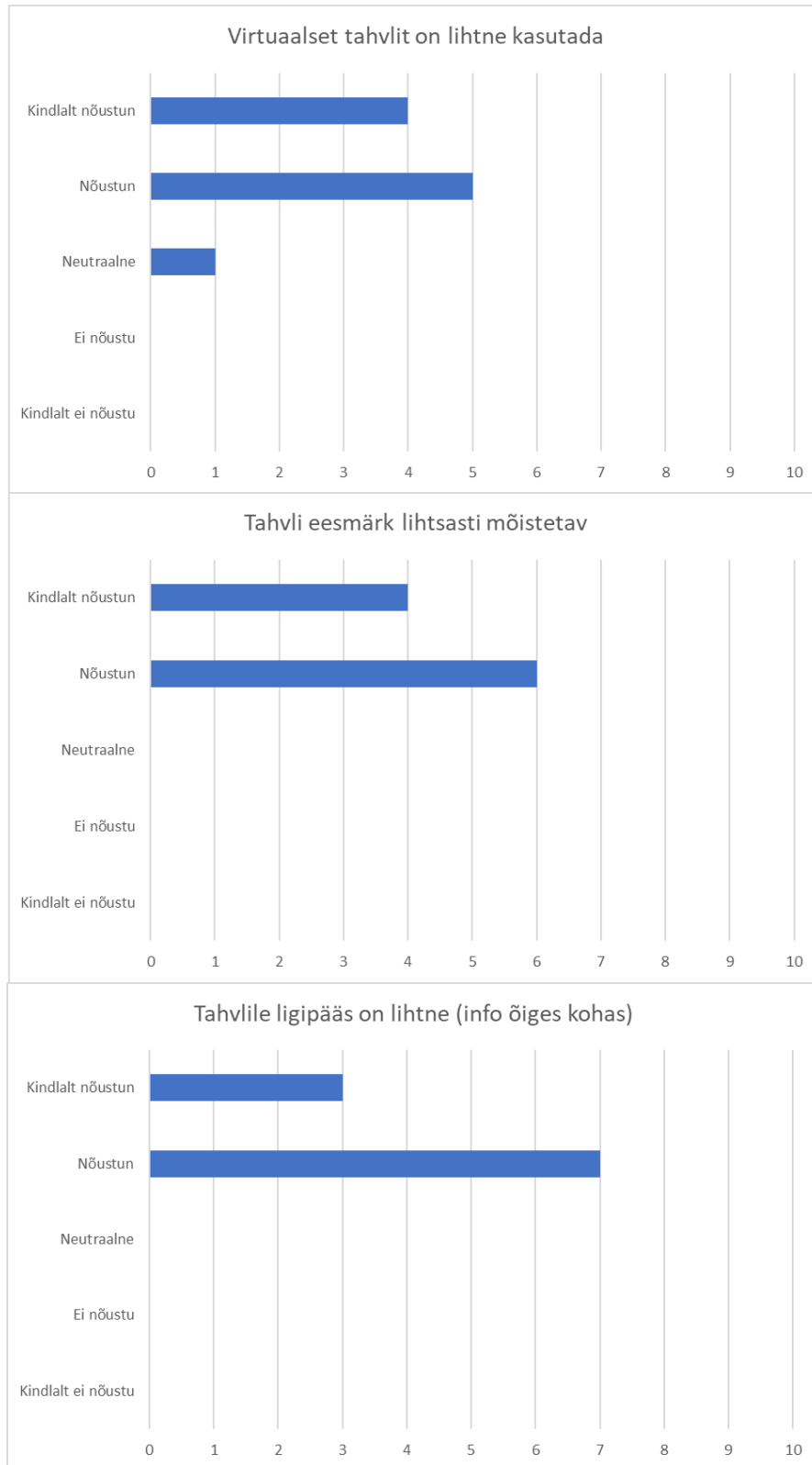


Joonis 4.25. Digitaalse LPS küsimused 1

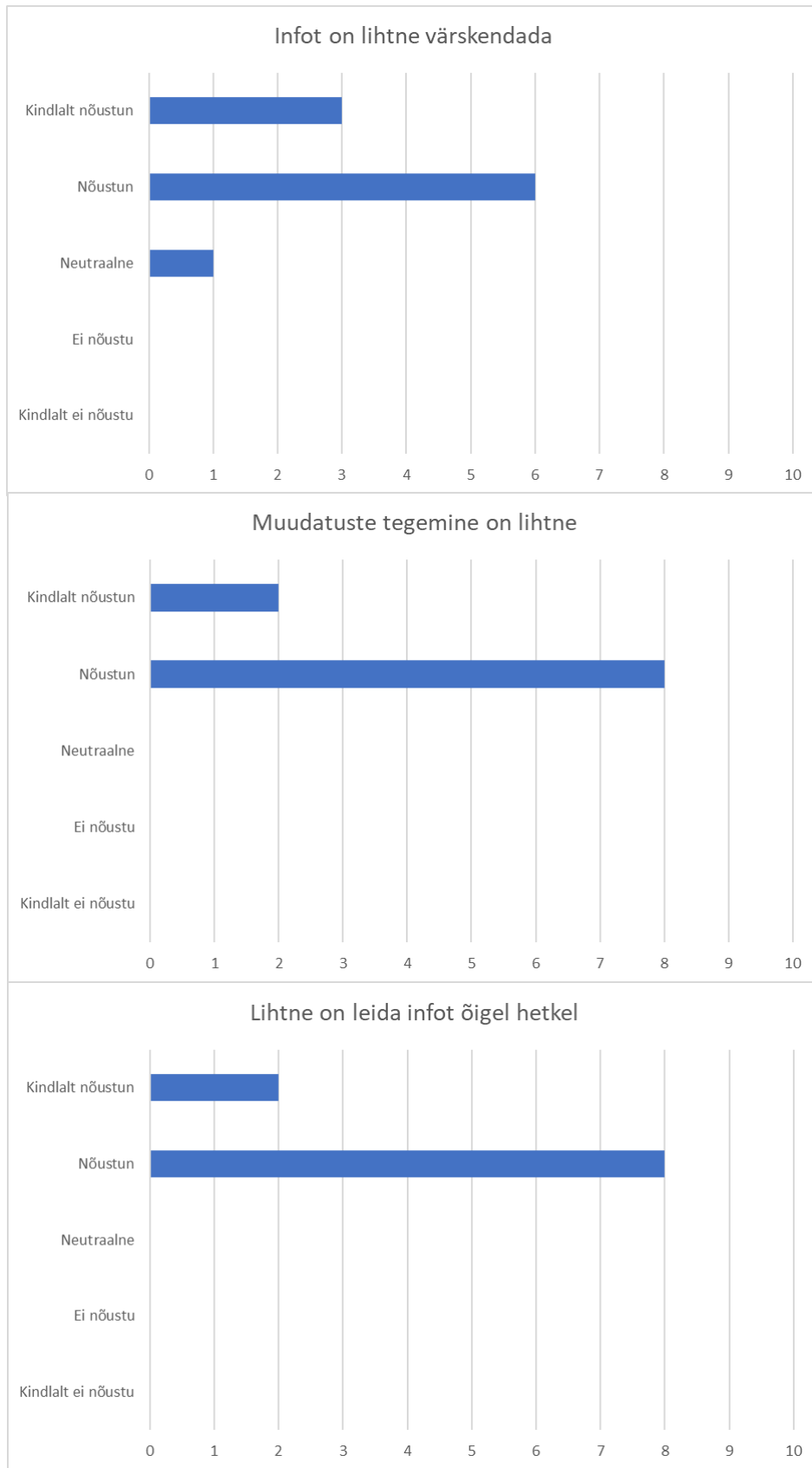


Joonis 4.26. Digitaalse LPS küsimused 2

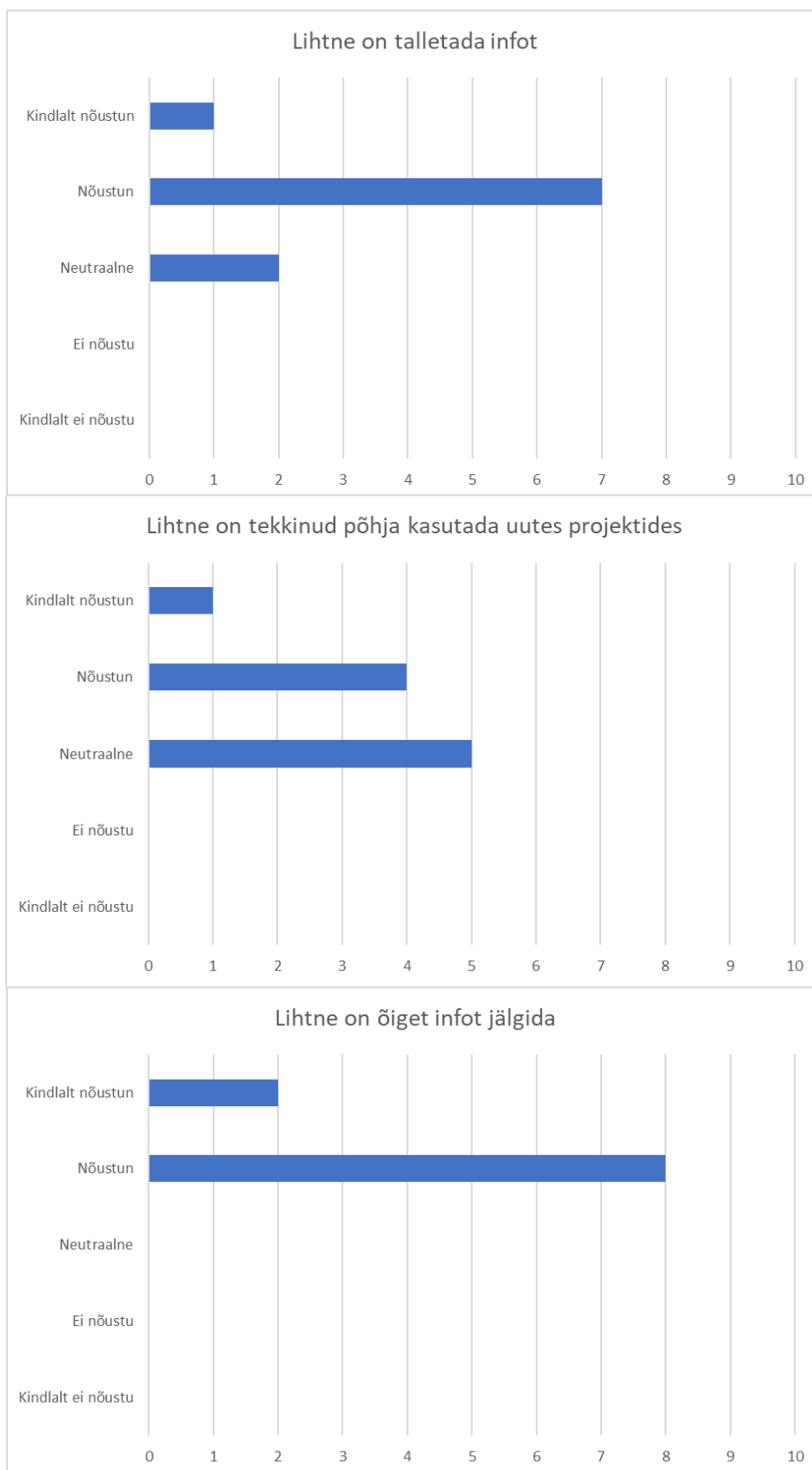
Lisa 7 Sisu ja keskkonna küsimused



Joonis 4.27. Sisu ja keskkonna küsimused 1



Joonis 4.28. Sisu ja keskkonna küsimused 2



Joonis 4.29. Sisu ja keskkonna küsimused 3