



TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOL  
INSENERITEADUSKOND  
Ehituse ja arhitektuuri instituut

**EHITUSTEHNOLÓGIA JA PLATSIKORRALDUSE  
ANALÜÜS TALLINNAS, VESILENNUKI-  
LENNUSADAMA KOMPLEKSI ÄRIPINDADEGA  
KORTERELAMU E HITUSE NÄITEL**

**ANALYSIS OF CONSTRUCTION TECHNOLOGY AND  
BUILDING SITE MANAGEMENT BASED ON THE CASE  
STUDY OF THE CONSTRUCTION OF THE APARTMENT  
AND BUSINESS COMPLEX VESILENNUKI-  
LENNUSADAMA IN TALLINN**

MAGISTRITÖÖ

Üliõpilane: Karl Treial

Üliõpilaskood 182273

Juhendaja: Professor Irene Lill

Tallinn 2023

# AUTORIDEKLARATSIOON

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.

1. mai 2023

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, **Karl Treial**, sünd. 07.10.1998

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

## **EHITUSTEHNOLOGIA JA PLATSIKORRALDUSE ANALÜÜS TALLINNAS, VESILENNUKI-LENNUSADAMA KOMPLEKSI ÄRIPINDADEGA KORTERELAMU EHITUSE NÄITEL,**

mille juhendaja on Irene Lill.

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.

09.05.2023 (kuupäev)



## LÕPUTÖÖ ÜLESANNE

Üliõpilane: **KARL TREIAL**

Üliõpilaskood **182273**

Õppekava: **EAEI02 Ehitiste projekteerimine ja ehitusjuhtimine**

Peaeriala: Ehitusjuhtimine

Lõputöö teema:

### **EHITUSTEHNOLÓGIA JA PLATSIKORRALDUSE ANALÜÜS TALLINNAS, VESILENNUKI-LENNUSADAMA KOMPLEKSI ÄRIPINDADEGA KORTERELAMU EHITUSE NÄITEL**

Analysis of construction technology and building site management based on the case study of the construction of the apartment and business complex Vesilennuki-Lennusadama in Tallinn

Juhendaja: **Professor Irene Lill**

irene.lill@taltech.ee

Lõputöö konsultandid:

Tiitel või ametikoht, Ees- ja Perekonnanimi	Kontakt (e-post või telefon)	Allkiri ja kuupäev
Lektor Johannes Pello	Johannes.pello@ttu.ee	..... ..... .....

Lõputöö põhieesmärgid:

1. Töötada välja ehituse tehnoloogilised ja korralduslikud lahendused
2. Analüüsida tööde normeerimise variantlahendusi

Töö keel: eesti keel

## Lõputöö etapid ja ajakava:

Ülesande kirjeldus	Tähtaeg
1. Sissejuhatus: lähteandmed, eritingimused	01.05.2023
2. Arhitektuurne osa	01.05.2023
3. Konstruktsiooniosa: keldri laetala kontrollarvutus	01.05.2023
4. Ehitusplatsi üldplaan	01.05.2023
5. Koondkalenderplaan	01.05.2023
6. Tehnoloogilised kaardid	01.05.2023
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vaiatööd (vaiad ja rostvärgid)</li> <li>• Maaaluse osa ehitamine (betoonitööd)</li> <li>• Maapealse osa ehitamine ühe hoone kohta (montaaži- ja betoonitööd)</li> </ul>	01.05.2023
7. Majandus- ja uurimuslik osa: erinevate normatiivide (RATU) kasutamine. Õõnespaneelide ja seinaelementide normatiivse tööjõukulu võrdlus Ratu järgi tükikaupa arvestatuna versus ruutmeetri kaupa ning mõlema ligikaudne võrdlus reaalse platsi olukorraga	01.05.2023
8. Töö- ja keskkonnakaitse	01.05.2023
Kokkuvõtte eesti keeles	01.05.2023
Kokkuvõtte inglise keeles	01.05.2023
	....
	....
	....
	....
<b>Lõputööde 95% ülevaatus, mille läbimine on kaitsmise eelduseks</b>	<b>01.05.2023</b>

## Esitlusmaterjalid kaitsmisel: A1 joonised

Kirjeldus	Tähtaeg
1 Arhitektuursed joonised – 2 lehte	01.05.2023
2 Ehitusplatsi üldplaan – 1 leht	01.05.2023
3 Koondkalenderplaan – 1 leht	01.05.2023
4 Konstruktsiooniosa – 1 leht	01.05.2023
5 Tehnoloogilised kaardid – 3 lehte	01.05.2023

**Lõputöö esitamise tähtaeg: 22. mai 2023**

Lõputöö ülesanne välja antud: 18.01.2023

Juhendaja: **Irene Lill**

Ülesande vastu võtnud: **Karl Treial**

Avalikustamise  
piirangu tingimused: puuduvad

# SISUKORD

Lihtlitsents lõputöö reprodutseerimiseks ja lõputöö üldsusele kättesaadavaks tegemiseks.....	3
SISUKORD .....	7
TABELITE LOETELU .....	10
JOONISTE LOETELU.....	11
ESITLUSJOONISTE LOETELU.....	12
SISSEJUHATUS .....	13
1. LÄHTEANDMED .....	14
1.1 Hoonete kompleksi asukoht ning selle ajalooline otstarve .....	14
1.2 Ehitusgeoloogilised tingimused ja pinnase omadused .....	14
1.3 Pinnasevesi.....	15
1.4 Muinsuskaitsest tulenevad täiendavad eritingimused .....	15
2. ARHITEKTUURNE OSA .....	16
2.1 Hoone paiknemine .....	16
2.2 Arhitektuurne idee .....	16
2.3 Ruumid .....	17
2.4 Radooniohutus .....	17
2.5 Energiatõhusus ja sisekliima .....	17
2.6 Projekteeritud kasutusiga .....	18
2.7 Tarindid .....	18
2.7.1 Vundamendid.....	18
2.7.2 Vertikaalsed ja horisontaalsed kandekonstruksioonid .....	18
2.7.3 Trepid .....	18
2.7.4 Vahelaed.....	18
2.7.5 Katus, katuslagi.....	19
2.7.6 Välisseinad.....	19
2.7.7 Siseseinad .....	19
2.7.8 Lodžad, rõdud, terrassid.....	19
2.8 Hoone tehnilised näitad .....	20
3. KONSTRUKTSIOONIOSA .....	21
3.1 Koormused peatalale teljel 6 vahemikus B-C ja C-D .....	21
3.2 Koormused peatalale teljel 6 vahemikus D-F ja F-G.....	23

3.3	Arvutuslikud avad.....	25
3.4	Arvutuslikud paindemomendid ja põikjõud erinevates tala osades.....	25
3.5	Peatala pikiarmatuuri kontroll .....	27
3.6	Peatala paindekandevõime kontroll .....	28
3.7	Peatala põikarmatuuri kandevõime kontroll .....	30
3.8	Tala kontrollarvutuste kokkuvõte .....	34
4.	EHITUSPLATSI ÜLDPLAAN.....	35
4.1	Kraanade valimine.....	35
4.1.1	Kraande 1.1 ja 3.1 valimine .....	35
4.1.2	Kraande 1, 2 ja 3 valimine .....	36
4.1.3	Kraanade samaaegne töötamine .....	38
4.2	Ajutised ehitised.....	39
4.3	Ajutised teed ja platsid.....	40
4.4	Jäätmed .....	40
4.5	Majade liitumise punktid .....	40
4.6	Ehitusplatsi valgustus.....	40
5.	KOONDKALENDERPLAAN .....	41
5.1	Koondkalenderplaani koostamine .....	41
5.2	Ehitustegevuse kulg ja kestus.....	41
5.3	Ehituseelarve.....	42
6.	TEHNOLOOGILISED KAARDID .....	44
6.1	Hoonete kompleksi vundamendi ehitus .....	44
6.1.1	Ehitusgeoloogilised tingimused ja pinnase omadused .....	44
6.1.2	Vundamendiks kasutatavad vaiad.....	45
6.1.3	CFA vaia tehnoloogia ja taustainfo.....	46
6.1.4	Rostvärgid.....	48
6.1.5	Vaiatööde teostamise etapid .....	48
6.1.6	Vaiade ja rostvärkide rajamiseks kuluv tööjõu- ja masinaajakulu .....	49
6.1.7	Vaiade tehnoloogilised arvutused.....	51
6.1.8	Vaia- ja rostvärgitööde kalendergraafik koos tööjõu-, masinate- ja betoonivajadusega .....	52
6.1.9	Hoonete kompleksi vundamendi ehitusest kokkuvõtlikult.....	53
6.2	Maaaluse osa ehitamine .....	54
6.2.1	Maaaluse osa tööetapid ja teostamise järjekord.....	54



6.2.2	Haardealade valik erinevate tööde lõikes .....	54
6.2.3	Maaaluse osa ehitamiseks kuluv tööjõu- ja masinaajakulu .....	56
6.2.4	Maaaluse osa tehnoloogilised arvutused.....	61
6.2.5	Maaaluse osa kalendergraafik koos tööjõu-, masinate- ja betoonivajadusega .....	64
6.2.6	Hoone maaaluse osa ehitusest kokkuvõtlikult.....	66
6.3	Maapealse osa ehitamine ühe hoone kohta.....	66
6.3.1	Maapealse osa tööetapid ja teostamise järjekord.....	66
6.3.2	Maapealse osa ajanormi tegurid, mis pole Ratu kaartidelt leitavad .....	67
6.3.3	Selgitused tehnoloogiliste arvutuste kohta.....	67
6.3.4	Maapealse osa tööjõu- ja masinaajakulu ühe hoone kohta .....	69
6.3.5	Maapealse osa tehnoloogilised arvutused ühe hoone kohta .....	71
6.3.6	Maapealse osa ehitamise kalendergraafik koos tööjõu- ja masinatevajadusega ühe hoone kohta .....	72
6.3.7	Maapealse osa ehitamisest kokkuvõtlikult ühe hoone kohta.....	73
7.	Õõnespaneelide ja seinaelementide ajanormide analüüs .....	74
7.1	Idee.....	74
7.2	Tööjõu- ja masinaajakulu võrdlus ühe hoone maapealse osa montaažitööde põhjal .....	74
7.3	Tehnoloogilised arvutused võrrelduna reaalse platsi olukorraga.....	77
7.4	Järeldus.....	79
8.	TÖÖ- JA KESKKONNAKAITSE.....	80
8.1	Ohutsoonis kohustuslikud isikukaitsevahendid .....	80
8.2	Kõrgustes töötamine .....	80
8.3	Lõikeseadmete kasutamine.....	81
8.4	Tolmustes tingimustes töötamine .....	81
8.5	Keevitustööd .....	81
8.6	Esmaabi .....	81
8.7	Covid-19 .....	81
8.8	Jäätmekäitlus.....	82
	KOKKUVÕTE .....	83
	SUMMARY .....	85
	KASUTATUD KIRJANDUS.....	87

## TABELITE LOETELU

Tabel 2.1 Hoone tehnilised näitajad .....	20
Tabel 4.1 Kraana 1 ja 2 valik.....	36
Tabel 4.2 Kraanaga 1 ja 2 kõige kriitilisema elemendi tõstmise tagamine .....	37
Tabel 4.3 Kraana 3 valik.....	37
Tabel 4.4 Kraanaga 3 kõige kriitilisema elemendi tõstmise tagamine.....	38
Tabel 5.1 Ehitusobjekti eelarve .....	43
Tabel 6.1 Ehitusobjekti Vesilennuki 18/Lennusadama 3 maapinna geoloogilise lõike ülesehitus ..	45
Tabel 6.2 Vaia- ja rostvargitööde normatiivne tööjõu- ja masinaajakulu .....	49
Tabel 6.3 Vaia- ja rostvargitööde tehnoloogilised arvutused .....	51
Tabel 6.4 Vaia- ja rostvargitööde graafik koos tööjõu-, masinate- ja betoonivajadusega.....	52
Tabel 6.5 Maaaluse osa ehitamiseks kuluv normatiivne tööjõu- ja masinaajakulu.....	56
Tabel 6.6 Maaaluse osa tehnoloogilised arvutused.....	61
Tabel 6.7 Maaaluse osa kalendergraafik koos tööjõu-, masinate- ja betoonivajadusega .....	64
Tabel 6.8 Maapealse osa ehitamiseks kuluv normatiivne tööjõu- ja masinaajakulu.....	69
Tabel 6.9 Maapealse osa tehnoloogilised arvutused.....	71
Tabel 6.10 Maapealse osa kalendergraafik koos tööjõu-, masinate- ja betoonivajadusega .....	72
Tabel 7.1 Tööjõu- ja masinaajakulu võrdlustabel .....	75
Tabel 7.2 Tööde kestuste võrdlus erinevaid normatiive kasutades.....	78

## **JOONISTE LOETELU**

Joonis 3.1 F-tool programmis joonestatud arvutusmudel .....	25
Joonis 3.2 F-tool'iga leitud talas tekkiv painedemomendiepüür .....	26
Joonis 3.3 F-tool'iga leitud talas tekkiv põikjõuepüür .....	26
Joonis 4.1 Kraana 1.1 ja kraana 3.1 samaaegne töö .....	39
Joonis 4.2 Kraana 1, kraana 2 ja kraana 3 samaaegne töö .....	39
Joonis 6.1 CFA vaiamasina skeem .....	47

## **ESITLUSJONISTE LOETELU**

Lõputöö koosseisu kuulub 8 esitlusjoonist formaadis A1:

Joonis 1: Hoonete vaated

Joonis 2: Hoonete lõige ja tüüpkorruse plaan

Joonis 3: Konstruksiooniosa: Tala teljel 6 vahemikus B-G

Joonis 4: Ehitusplatsi üldplaan

Joonis 5: Vaiatööde tehnoloogiline kaart

Joonis 6: Maaaluse osa ehituse tehnoloogiline kaart

Joonis 7: Ühe maapealse hooneosa ehituse tehnoloogiline kaart

Joonis 8: Koondkalenderplaan

## SISSEJUHATUS

Magistritöö eesmärgiks on ehitustehnoloogia ja platsikorralduse analüüs Tallinnas, Vesilennuki-Lennusadama kompleksi äripindadega korterelamu näitel. Peamiseks ülesandeks on välja töötada kolm tehnoloogilist kaarti ning ehitusplatsi üldplaan. Hoone ehitust raskendavad muinsuskaitsetingimused ning halvad pinnaseomadused. Magistritöös analüüsitakse radooniohutust ning hoone sobivust antud piirkonda ja põhjendatakse ka hoone sobivust antud piirkonda. Konstruktsiooni osa ülesandeks on analüüsida keldri vahelaes paikneva tala kandevõimet lähtuvalt talale mõjuvust põikjõust ja paindemomendist. Magistritöö raames koostatakse ka ehitusobjekti üldplaan ning kirjeldatakse seda. Samuti valitakse tööde teostamiseks sobivad tornkraanad. Koostatakse ka kalendergraafik ning leitakse ehitustegevuse kestus. Eesmärgiks on ka eelarve analüüs lähtuvalt suurematest tööloikudest. Plaanis on koostada kolm tehnoloogilist kaarti. Tehnoloogilised kaardid peaksidki töö lõpuks moodustama töö peamise mahu. Esimeseks tehnoloogiliseks kaardiks on vaiatööd, teiseks hoonete kompleksi maaaluse osa ehitus ning kolmandaks ühe maapealse hoone ehitus. Iga tehnoloogilise kaardi tegemisel on eesmärgiks kirjeldada lahti töökulg ning teostatud tehnoloogilised arvutused tuginedes Ratu kaartidele. Uurimusliku osa eesmärgiks on võrreldud õõnespaneelide ja seinaelementide normatiivseid tööjõukulusid tükikaupa versus ruutmeetri kaupa arvestatuna Ratu kaartide järgi ning võrreldud mõlemat normatiivset väärtust reaalse platsi olukorraga. Viimases osas käsitletakse ehitusobjekti töö- ja keskkonnakaitse tingimusi. Tingimuste käsitlemise käigus on plaanis antud ehitusobjekti näitel kohustuslike isikukaitsevahendite kasutamise reeglid lahti kirjeldada, analüüsida ohtlikes tingimustes töötamist ning kirjeldatud ka esmaabi osutamist. Lisaks eelnevale plaanitakse antud peatükis põgusalt rääkida ka Covid-19 reeglitest ehitusobjektil ning jäätmekäitlusest antud ehitusobjekti näitel.

Võtmesõnad: vaiatööd, montaažitööd, kalendergraafik, ehitusobjekti üldplaan, magistritöö

## **1. LÄHTEANDMED**

Antud peatükk on kirjutatud OÜ Neoprojekti poolt koostatud konstruktsiooniosa tööprojekti seletuskirja [1], KOKO arhitektid OÜ arhitektuurse tööprojekti seletuskirja [2] ja Eensalu&Pihel OÜ poolt valminud muinsuskaitse eritingimuste [3] põhjal.

### **1.1 Hoonete kompleksi asukoht ning selle ajalooline otstarve**

Hoonekompleks asub Tallinnas, Noblessneri kvartalis, Vesilennuki tn 18 ja Lennusadama tn 3 kruntidel. Käsitletav ala on osa Tsaari-Venemaa ajal rajatud Noblessneri laevaehitustehasest, mis paikneb ajaloolise laevatehase ellingu ääres. Tallinna linna kasvamisega seonduvalt on hakatud krundil olevaid arhitektuuriliselt väheväärtuslikke tööstushooneid asendama uute kortermajade ja ärihoonetega. See on osa Tallinna merele avanemise protsessist. Nimelt ei vaja Tallinna linn enam linnas asuvaid tööstushooneid, kuna tänaseks päevaks on tööstused enamasti linnast välja kolinud ning vanad tööstushooned on tühjana seisma jäänud. Tööstushooned, mis ei oma linnapildis enam esteetilist või majanduslikku eesmärki asendatakse uute kasulikumaid otstarbeid tänapäevases linnapildis omavate hoonetega.

### **1.2 Ehitusgeoloogilised tingimused ja pinnase omadused**

Komplekshoone asukohas on läbi viidud ehitusgeoloogiline uurimistöö IPT Projektijuhtimine OÜ poolt ning samuti on teostatud täiendav ekspertarvamus vaiade pikkuse ja kandevõime kohta OÜ IPT Projektijuhtimise poolt. Uuringute kohaselt on peamine pinnasekiht savimõll, millele järgneb paksuselt teine kiht mõllsavi. Seetõttu on tegemist üpriski keeruka ja väikse kandevõimega pinnasega. Projektikohaselt tuleb hoone rajada pikkadele rostvärgi alapinnast vähemalt 10 meetri pikkustele vaiadele. Täpsemalt analüüsin pinnase tingimusi ning nendest lähtuvalt valitud vaiasid tehnoloogiliste kaartide peatükis.

### **1.3 Pinnasevesi**

Ehitusgeoloogilistele uuringutele tuginedes on pinnaseveetase ca 1,3-2,5 meetri sügavusel maapinnast (abs. kõrgusel + 0,45...1,60 m). Varasemate uuringu andmetele tuginedes võib veetase tõusta isegi absoluutkõrgusele + 1,85 meetrit. Seetõttu on tegemist üpriski niiske pinnasega.

### **1.4 Muinsuskaitsest tulenevad täiendavad eritingimused**

Muinsuskaitse väärtuslike detailide loendis olevatest rajatistest avaldatakse ehitustöödega minu hinnangul kõige rohkem ohtu staapliplatside algselt säilinud paarisrööbastele: pikistaaplil 21 paari, põikstaaplil 17 paari ning põikstaapli platsi liikuvale sillale, juhtimiskabiinile ning käivitamismehhanismile. Kuna linnal on plaanis staapliplatsid ja slipid restaureerida, siis on väga oluline, et praeguse ehitusprotsessi käigus kuidagi kaitse all ning väärtuslike detailide nimekirjas olevaid rajatisi ei kahjustataks. Kindlasti ei tohiks ehitusprotsessi vältel rööbastele, sillale või juhtimiskabiinile ladustada raskekaalulisi esemeid. Lisaks eelnevale on väga oluline, et rajatistest ei sõidetakse üle, sest see võib konstruktsioone lõhkuda või halvemal juhul täielikult hävitada.

## **2. ARHITEKTUURNE OSA**

Arhitektuuriosa on kirjutatud KOKO arhitektid OÜ arhitektuurse tööprojekti seletuskirja [2] põhjal.

### **2.1 Hoone paiknemine**

Hoone paiknemine lähtub detailplaneeringu ideest luua muinsuskaitse all oleva Noblessneri laevatehase ellingu äärde atraktiivse ilmega hooned. Vesilennuki tänava äärde rajatakse komplekshoone, mis koosneb läbiva maa-aluse parklakorrusega ühendatud viiest maapealsest hooneosast. Maapealse osa mahust 2 hoonet asub Vesilennuki tänava osas ning 3 hoonet Lennusadama tänava mahus. Kõik maapealsed osad on 6-korruselised. Maapealsete hooneosade esimestel korrustel on äripinnad. Teisest kuuenda korruseni on tegemist kortermajaga.

### **2.2 Arhitektuurne idee**

Detailplaneeringu järgselt on lubatud tänava poolisel küljel konsoolide maksimaalseks pikkuseks 4,7 meetrit ning ellingupargi pool suisa 15 meetrit. See võimaldab luua visuaalselt väga efektse hoone välisilme. Projekti käigus kasutatakse ära tänava poolt lubatud konsoolide mahust 3,3 meetrit ning ellingupargi poolt 7,7 meetrit. Ellingu pargi poolsetel korteritel on enamikul ellingute kohale avanevad rõdud. Osa rõdust on eraldatud klaasitud lodžaga. Rõdud on pikisuunas välja venitatud, et lubada kõikidesse korteritesse võimalikult palju naturaalselt valgust. Rõdude kandekonstruktsioon moodustub terasest raamidest, tõmbidest ja teraspostidest. Selliselt ehitatud rõdud sobivad jahisadama mastide ja vantide miljööga ning on inspireeritud laevatehase telfritest ja kraanadest. Tänavapoolses küljes on suured klaasitud lodžad. Väiksemad lodžad paiknevad hoonete külgedel sissepääsude kohal. Kõik lodžad on klaasitud, et võimaldada inimestel neid ka tuulise ilmaga mugavalt kasutada. Välisfassaadiga proovitakse edasi anda kvaliteetsete materjalide abil hoone soliidust ja samas tagada ka selle vastupidavus ja funktsionaalsus. Hoone korruseid eraldab horisontaalne triip, mis on kaetud paekivist plaadiga. Horisontaalsete triipude vahelises osas on vaheldumisi aknad ja akendevaheline seinosa, mis on omakorda kaetud alumiiniumplekist vertikaalsete fassaadipaneelidega.



## 2.3 Ruumid

Hoone peamiseks kasutusotstarbeks on elamu, kuid lisaks on hoone esimesele korrusele kavandatud toitlustus-, kaubandus-, büroo- ja teeninduspinnad. Äripindade lõplik otstarve täpsustub kasutusloa taotlemise ajaks. Igal hoonel on oma liftiga trepikoda, mis ühendab kõiki korruseid. Keldrikorrusel on viiele majale ühine parkimine 196-le autole. Keldrikorrusel paiknevad lisaks parkimiskohtadele ka korterite panipaigad (kokku 80 tükki) ja hoonete tehno ruumid: vee- ja soojasõlmed ning kilbiruumid.

Kortermajade sissepääsud on igal majal kahelt paralleelselt küljelt.

Korterid on enamasti 1- kuni 4-toalised. Vesilennuki 18/2 majas asuvad ka mõned suuremad 5-toalised korterid ja üks 6-toaline korter. Viie maja peale on kokku ka 2.-3. korrusel asuvad 8 bürood. Korteriid on nimetatud büroodeks, sest insolatsioon nõuded ei ole nendes täidetud ning seetõttu ei saa neid korteriteks nimetada.

6. korruse maht on vastavalt detailplaneeringule tagasiastega, seal asuvad katuseterrassidega suuremad korterid. Merepoolsetel 6. korruse korteritel on lisaks katuseterrassile ka lodža ja konsoolne rõdu.

## 2.4 Radooniohutus

Vastavalt uuringute käigus saadud tulemustele jääb radooni sisaldus pinnaseõhus piiranguteta ehitustegevuseks lubatud piiridesse ehk alla 50 kBq/m<sup>3</sup>. Radooni tasemeks mõõdeti 38kBq/m<sup>3</sup>. Keldris asuvad vaid hoone tehnilised ruumid, autode parkla ja panipaigad. Eluruume keldris ei paikne ja projekteeritud on ventilatsioon.

## 2.5 Energiatõhusus ja sisekliima

Siseruumide projekteeritud temperatuurid on korterite ruumides +19°C kuni +22°C, äripindadel +21°C, trepikodades ja panipaikades +17°C ja parkla ja tehnilistes ruumides +10°C. Hoone projektijärgne energiaklass on B. B klassil ruumiõhutemperatuur talvel peab olema 21°C ja suvel 26°C. Ruumide suhteline õhuniiskus peab olema suvel 40-60% ja talvel min. 25%. Õhu suurim liikumiskiirus suvel 0,25m/s ja talvel 0,2m/s.

## **2.6 Projekteeritud kasutusiga**

Hoone kasutuseaks on projekteeritud 50 aastat.

## **2.7 Tarindid**

### **2.7.1 Vundamendid**

Hoone rajatakse vaivundamendile. Vaivundamendiks kasutatakse nii CFA vaiasid kui ka mikrovaiasid.

### **2.7.2 Vertikaalsed ja horisontaalsed kandekonstruktsioonid**

Keldri- ja 1. korruse kandekonstruktsioonid on monoliitsetest raudbetoonist (osaliselt on monoliitsetest raudbetoonist ka 2. korruse kandekonstruktsioonid) ning alates 2. korrusest moodustavad kandekonstruktsiooni monteeritavad raudbetoonist kandeseinad ning õõnespaneelidest vahe- ja katuslaed. Lisaks annavad hoonetele jäikust trepikojad ja liftišahtid.

### **2.7.3 Trepid**

Hoonesisesed trepimarsid ning vahepodestid on kavandatud monteeritavatest raudbetoonelementidest, korrusepodestid ehitatakse monoliitsetest raudbetoonist kohtvaluna. Trepimarsid ja vahepodestid kaetakse keraamiliste plaatidega.

### **2.7.4 Vahelaed**

Keldrikorruse ja esimese korruse vahelaed on monoliitsetest raudbetoonist. Samuti on osaliselt monoliitsetest raudbetoonist ka teise korruse vahelaed. Alates teisest korrusest ehitatakse vahelaed monteeritavast raudbetoonist õõnespaneelidest. Parkla sissesõidu lagi on kaetud 150mm soojustusplaatidega ja lisaks paigaldatakse lakke

mürasummutusmatid. Mürasummutusmatid paigaldatakse ka sissesõidu kohal oleva korteri põrandale.

### **2.7.5 Katus, katuslagi**

Hoone 6. korruse katuslagi on sisemise veeäravooluga. Katuseterrass 6. korrusel on kavandatud põhiliselt sisemise veeäravooluga ja külgmiste väikeste lodžade juures vihmaveetorudega läbi lodžade.

### **2.7.6 Välisseinad**

Keldri välisseinad on paksusega 250mm. 1. korruse fassaad on peaaegu kogu perimeetris kavandatud klaasfassaadina. Hoone korterelamu osa sissepääsude ümber on fassaad projekteeritud enamasti kergfassaadina. 2.-6. korrusel on välisseinadeks kasutusel monteeritavast raudbetoonist välisseinad, kuid kasutatakse osaliselt ka mittekandvaid termoroovidest kandekarkassiga välisseinasid.

### **2.7.7 Siseseinad**

Hoone sisemised kande- ja jäigastusseinad on 1. korrusel monoliitbetoonist paksusega 200-300mm. Hoone piki- ja põikkandeseinad ning jäigastusseinad alates 2. korrusest on monteeritavatest raudbetoonpaneelidest. Mittekandvad korterisisesed seinad ehitatakse kipsist, šahtide ja märgade ruumide seinad ehitatakse kergblokkidest ning korteritevahelised seinad täisbetoneeritus õõneplokkidest.

### **2.7.8 Lodžad, rõdud, terrassid**

Lodžade, rõdude ja terrasside põrandad ning rõdude ja lodžade laed on kaetud laudisega. Nii alusroovitus kui ka pealmine laudis on termomännist. Kõik puitelemendid peavad olema töödeldud tulekaitsevahendiga, millel on Päästeameti aktsepteering.

## 2.8 Hoone tehnilised näitad

Tabelis 2.1 on esitatud hoone tehnilised näitajad.

Tabel 2.1 Hoone tehnilised näitajad

Tehnilised näitajad	Ühik	Lennusadama tn 3/1	Lennusadama tn 3/2	Lennusadama tn 3/3	Vesilennuki tn 18/1	Vesilennuki tn 18/2	Kokku
Maapealse osa alune pind	m2	798,7	899,3	899,3	899,3	899,3	4395,9
Maa-aluse osa alune pind	m2						6106
Maapealsete korruste arv	korrust	6	6	6	6	6	
Maa-aluste korruste arv	korrust						1
Absoluutne kõrgus	m	24,73	24,73	24,73	24,73	24,73	
Kõrgus	m	21,75	21,75	21,75	21,75	21,75	
Maapealse osa pikkus	m	41,85	41,85	41,85	41,85	41,85	
Maapealse osa laius	m	26,24	19,9	19,9	19,9	19,9	
Maa-aluse osa pikkus	m						178,5
Maa-aluse osa laius	m						41,77
Sügavus	m	3,58	3,58	3,58	3,58	3,58	
Maapealse hooneosa maht	m3	13890	13910	13910	13910	13910	69530
Maa-aluse hooneosa maht	m3						20632
Hoone maht kokku	m3						90162
Suletud netopind maapealne	m2	3342,6	3331,9	3331,9	3331,9	3307,7	16646
Suletud netopind maa-alune	m2						5732,6
Suletud netopind kokku	m2						22378,6
Kõnetav pind	m2	3236,9	3311,9	3311,9	3311,9	3287,7	16460,3
Üldkasutatav pind maapealne	m2	353,5	313,6	313,6	313,6	313,7	1608
Üldkasutatav pind maa-alune	m2						5691,8
Tehnopind maapealne	m2	0	0	0	0	0	0
Tehnopind maa-alune	m2						40,8

### 3. KONSTRUKTSIOONIOSA

Magistritöö konstruktsiooniosa kontrollarvutus käsitleb maa-aluse korruse laetala põikjõu- ja paindekandevõime kontrolli. Antud töö raames teostasin kontrollarvutusi hoone teljel 6 vahemikus B-G asetseva tala kohta, mille mõõtudeks on 800x900mm. Tala pikkuseks on 29,7 meetrit. Tala joonis on esitatud esitlusjoonisel number 3. Arvutused on teostatud kõige kriitilisemate kohtade osas nii paindemomendi kui ka põikjõu seisukohalt.

Arvutuste teostamiseks on kasutatud betoonkonstruktsioonide projekteerimise standardit [4], ehituskonstruktsioonide koormuste standardit [5] ning Vello Otsmaa õpikut „Betonkonstruktsioonide arvutamine“ [6]. Samuti on arvutuskoormuste leidmiseks kasutatud konstruktsiooni tööprojekti -1-korruse vahelae koormuste plaani [1].

#### 3.1 Koormused peatalale teljel 6 vahemikus B-C ja C-D

**Normkoormused, mis rakenduvad talale vahemikus joonkoormusena:**

Kasuskoormus	$Q_k = 5 * (5,45/2 + 8,6/2) = 35,1 \text{ kN/m}$
Raudbetoon vahelaeplaadi omakaal	$G_{k1} = 25 * 0,22 * (5,45/2 + 8,6/2) = 38,6 \text{ kN/m}$
Projektijärgne määratud omakaal	$G_{k2} = 3,52 * 8,6/2 + 14 * 5,45/2 = 53,3 \text{ kN/m}$
Projektijärgne klaasfassaadi omakaal	$G_{k3} = 4,5 \text{ kN/m}$
Normatiivne omakaal kokku	$G_k = 96,4 \text{ kN/m}$

$Q_k$ -muutuva koondatud koormuse normsuurus

$q_k$ -ühtlaselt jaotatud koormuse või joonkoormuse normsuurus

$G_k$ -kaal pikkusühiku kohta

Arutusloogika peitub selles, et koormused on läbi korrutatud mõlemale poole talast jääva poole silde summaga. Poole silde koormusest kannab antud arvutatav tala ning teise poole koormusest võtab vastu teine kandev tarind.

**Arvutuskoormused, mis rakenduvad talale vahemikus joonkoormusena:**

Kasuskoormus	$Q_d = 35,1 * 1,5 = 52,7 \text{ kN/m}$
Omakaalukoormus	$G_d = 96,4 * 1,2 = 115,7 \text{ kN/m}$
Arvutuskoormus kokku	$P_d = 52,7 + 115,7 = 168,4 \text{ kN/m}$

$Q_d$ -muutuvkoormuse arvutuslik väärtus

$G_d$ -alaliskoormuse arvutusväärtus

$P_d$ -arvutuskoormus kokku

Kasuskoormus on läbi korrutatud 1,5 ja omakaalukoormus 1,2. Need on osavarutegurid, mida soovitab kasutada betoonkonstruktsioonide projekteerimise standard.

Tala toetub antud vahemikus kolmele postile diameetriga 600mm.

Vahemikus B-C mõjub talale ka tala peal asetsevalt postilt punktkoormusena üle kanduv koormus. Järgnevalt leian posti kaudu talale kanduva koormuse suuruse.

**Normkoormused, mis rakenduvad talale toetuva posti kohas punktkoormusena:**

Kasuskoormus	$Q_k = 5 * (8,6/2) * 8,4/3 = 60,2 \text{ kN}$
Raudbetoon vahelaeplaadi omakaal	$G_{k1} = 25 * 0,22 * (8,6/2) * 8,4/3 = 66,2 \text{ kN}$
Raudbetoon posti omakaal	$G_{k2} = 25 * 0,25 * 0,25 * 3,14 * 3,3 = 16,2 \text{ kN}$
Raudbetoon tala omakaal	$G_{k3} = 25 * 0,8 * 0,85 * 9,35/3 = 53,0 \text{ kN}$
Normatiivne omakaal kokku	$G_k = 135,4 \text{ kN}$

**Arvutuskoormused, mis rakenduvad talale toetuva posti kohas punktkoormusena:**

Kasuskoormus	$Q_d = 60,2 * 1,5 = 90,3 \text{ kN}$
Omakaalukoormus	$G_d = 135,4 * 1,2 = 162,5 \text{ kN}$

Arvutuskoormus kokku

$$P_d = 90,3 + 162,5 = 252,8 \text{ kN}$$

## 3.2 Koormused peatalale teljel 6 vahemikus D-F ja F-G

### Normkoormused, mis rakenduvad talale vahemikus joonkoormusena:

Kasuskoormus

$$Q_k = 5 * (5,45/2 + 8,6/2) = 35,1 \text{ kN/m}$$

Raudbetoon vahelaeplaadi omakaal

$$G_{k1} = 25 * 0,22 * (5,45/2 + 8,6/2) = 38,6 \text{ kN/m}$$

Projektijärgne määratud omakaal

$$G_{k2} = 3,52 * 8,6/2 + 16 * 5,45/2 = 58,7 \text{ kN/m}$$

Projektijärgne klaasfassaadi omakaal

$$G_{k3} = 4,5 \text{ kN/m}$$

Normatiivne omakaal kokku

$$G_k = 101,8 \text{ kN}$$

### Arvutuskoormused, mis rakenduvad talale vahemikus joonkoormusena:

Kasuskoormus

$$Q_d = 35,1 * 1,5 = 52,7 \text{ kN/m}$$

Omakaalukoormus

$$G_d = 101,8 * 1,2 = 122,2 \text{ kN/m}$$

Arvutuskoormus kokku

$$P_d = 52,7 + 122,2 = 174,9 \text{ kN/m}$$

Tala toetub antud vahemikus kahele postile ning väliseinale. Tala toetub väliseinale 250mm ulatuses teljel G. Tala toetub nelinurksele postile mõõtudega 500x500mm teljel F ning ümmargusele postile diameetriga 600mm teljel D.

Teljel E mõjub talale ka tala peal asetsevalt postilt punktkoormusena üle kanduv koormus. Järgnevalt leian posti kaudu talale kanduva koormuse suuruse.

### Normkoormused, mis rakenduvad talale E-teljel punktkoormusena:

1. korruse vahelaekasuskoormus

$$Q_{k1} = 5 * (3,55/2 + 4,3/2) * 8,6/2 = 84,4 \text{ kN}$$

Raudbetoon 1. korruse vahelaeplaadi omakaal

$$G_{k1} = 25 * 0,22 * (3,55/2 + 4,3/2) * 8,6/2 = 92,8 \text{ kN}$$

Raudbetoon posti omakaal

$$G_{k2} = 25 * 0,25 * 0,25 * 3,14 * 3,3 = 16,2 \text{ kN}$$

Raudbetoon tala omakaal

$$G_{k3} = 25 * 0,8 * 0,85 * (3,55/2 + 4,3/2) = 66,7 \text{ kN}$$

2. korruse vahelaekasuskoormus	$Q_{k2} = 5 * (3,55/2 + 4,3/2) * 8,6/2 = 84,4 \text{ kN}$
Raudbetoon 2. korruse vahelaekplaadi omakaal	$G_{k4} = 25 * 0,22 * (3,55/2 + 4,3/2) * 8,6/2 = 92,8 \text{ kN}$
2. korruse kandva sein omakaal	$G_{k5} = 25 * 0,2 * (8,6/2) * 2,825 = 60,7 \text{ kN}$
3. korruse vahelaekasuskoormus	$Q_{k3} = 5 * 8,6/2 * 8,4/2 = 90,3 \text{ kN}$
Raudbetoon õõnespaneelidest 3. korruse vahelaekplaadi omakaal	$G_{k6} = 3,5 * 8,6/2 * 8,4/2 = 63,2 \text{ kN}$
3. korruse kandva sein omakaal	$G_{k7} = 25 * 0,2 * (8,6/2) * 3,31 = 71,2 \text{ kN}$
4. korruse vahelaekasuskoormus	$Q_{k4} = 5 * 8,6/2 * 8,4/2 = 90,3 \text{ kN}$
Raudbetoon õõnespaneelidest 4. korruse vahelaekplaadi omakaal	$G_{k8} = 3,5 * 8,6/2 * 8,4/2 = 63,2 \text{ kN}$
4. korruse kandva sein omakaal	$G_{k9} = 25 * 0,2 * (8,6/2) * 2,86 = 61,5 \text{ kN}$
5. korruse vahelaekasuskoormus	$Q_{k5} = 5 * 8,6/2 * 8,4/2 = 90,3 \text{ kN}$
Raudbetoon õõnespaneelidest 5. korruse vahelaekplaadi omakaal	$G_{k10} = 3,5 * 8,6/2 * 8,4/2 = 63,2 \text{ kN}$
5. korruse kandva sein omakaal	$G_{k11} = 25 * 0,2 * (8,6/2) * 2,86 = 61,5 \text{ kN}$
6. korruse vahelaekasuskoormus	$Q_{k6} = 5 * (8,4/2 + 8,13/2) * 4,8 = 198,4 \text{ kN}$
Raudbetoon õõnespaneelidest 6. korruse vahelaekplaadi omakaal	$G_{k12} = 3,5 * (8,4/2 + 8,13/2) * 4,8 = 138,9 \text{ kN}$

Arvutuskoormused, mis rakenduvad talale E-teljel punktkoormusena:

Kasuskoormus	$Q_d = 638,1 * 1,5 = 957,2 \text{ kN}$
Omakaalukoormus	$G_d = 851,9 * 1,2 = 1022,3 \text{ kN}$



Arvutuskoormus kokku

$$P_d = 957,2 + 1022,3 = 1979,5 \text{ kN}$$

### 3.3 Arvutuslikud avad

$$l_{\text{eff},B-C} = 8,4 \text{ m}$$

$$l_{\text{eff},C-D} = l_{n,1} = 8,6 \text{ m}$$

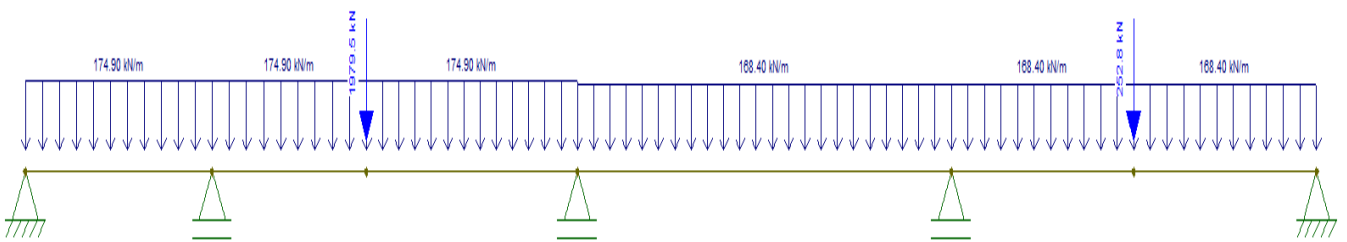
$$l_{\text{eff},D-E} = 4,85 \text{ m}$$

$$l_{\text{eff},E-F} = 3,55 \text{ m}$$

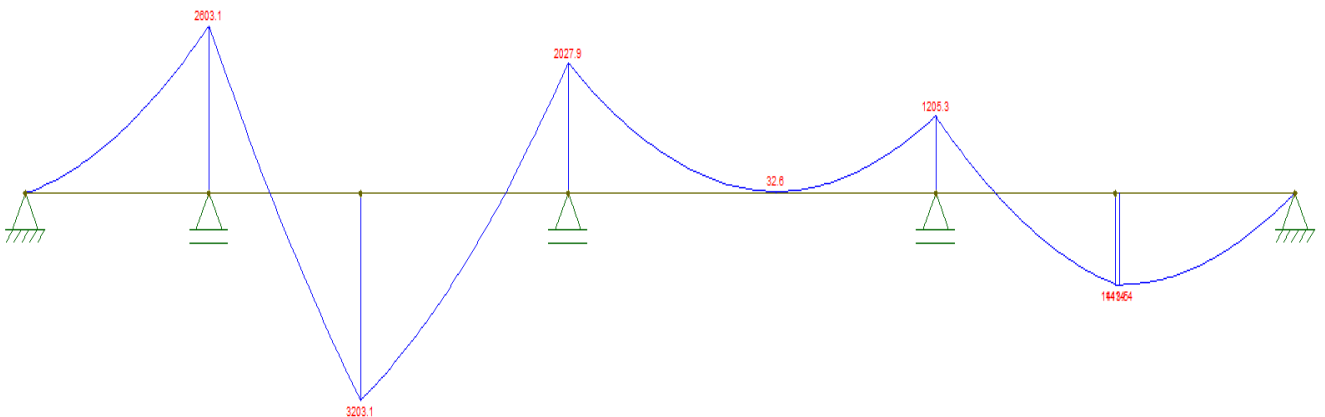
$$l_{\text{eff},F-G} = 4,3 + 0,125 = 4,425 \text{ m}$$

### 3.4 Arvutuslikud paindemomendid ja põikjõud erinevates tala osades

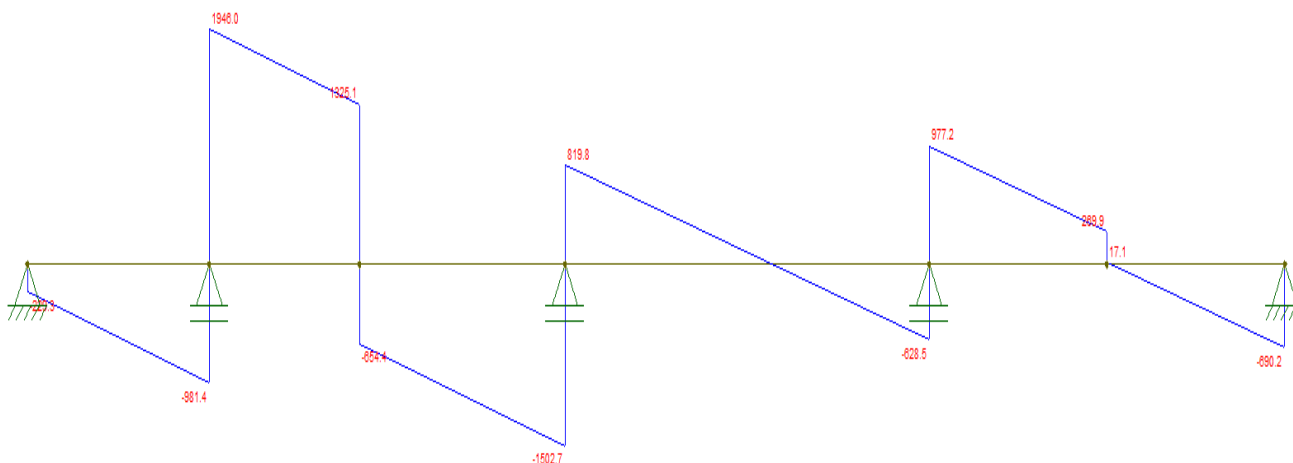
Kasutades eelnevalt arvatud talale rakenduvaid arvutuslikke koormuseid, tegin ma F-tool'i programmi kasutades mudeli (joonis 3.1), et leida talas tekkivad paindemomendi- (joonis 3.2) ja põikjõuepüürid (joonis 3.3).



Joonis 3.1 F-tool programmis joonestatud arvutusmudel



Joonis 3.2 F-tool'iga leitud talas tekkiv paindemomendiepüür



Joonis 3.3 F-tool'iga leitud talas tekkiv põikjõuepüür

Suurimad peatala toereaktsioonid:

$$F_{Ed,B} = 690,2 \text{ kN}$$

$$F_{Ed,C} = 1605,7 \text{ kN}$$

$$F_{Ed,D} = 2322,5 \text{ kN}$$

$$F_{Ed,F} = 2927,4 \text{ kN}$$

$$F_{Ed,G} = 229,3 \text{ kN}$$

$F_{Ed}$ -arvutuslik põikjõud

Punktkoormuste rakendumis kohtades mõjuvad maksimaalsed põikjõud:

$$\text{Teljel E-} F_{Ed,E} = 1979,5 \text{ kN}$$

$$\text{Telgede C ja B vahel } F_{Ed,CB} = 252,8 \text{ kN}$$

Armatuuri kontroll tuleb seega teha lähtudes järgmistest arvutuslikest paindemomentidest:

$$\text{Esimeses avas: } M_{Ed,1} = 2603,1 \text{ kNm}$$

$$\text{Esimesel vahetoel: } M_{Ed,F} = 2603,1 \text{ kNm}$$

Teises avas:  $M_{Ed,2} = 3203,1 \text{ kNm}$

Teisel vahetoel:  $M_{Ed,D} = 2027,9 \text{ kNm}$

Kolmandas avas:  $M_{Ed,3} = 32,6 \text{ kNm}$

Kolmandal vahetoel:  $M_{Ed,C} = 1205,3 \text{ kNm}$

Neljandas avas:  $M_{Ed,4} = 1414,4 \text{ kNm}$

$M_{Ed}$ -arvutuslik paindemoment

### 3.5 Peatala pikiarmatuuri kontroll

#### Kasuskõrgused:

1. avas:

$$d_1 = 800 - 15 - 10 - 16 - 25/2 = 746,5 \text{ mm}$$

$$d_2 = 15 + 10 + 16 + 32 + 10 + 32/2 = 99 \text{ mm}$$

1. toel:

$$d_1 = 800 - 15 - 10 - 16 - 32 - 10 - 32/2 = 701 \text{ mm}$$

$$d_2 = 15 + 10 + 16 + 32 + 10 + 32/2 = 99 \text{ mm}$$

2. avas:

$$d_1 = 800 - 15 - 10 - 16 - 32 - 10 - 32/2 = 701 \text{ mm}$$

$$d_2 = 15 + 10 + 16 + 32 + 10 + 32/2 = 99 \text{ mm}$$

2. toel:

$$d_1 = 800 - 15 - 10 - 16 - 32 - 10 - 32/2 = 701 \text{ mm}$$

$$d_2 = 15 + 10 + 16 + 32 + 10 + 32/2 = 99 \text{ mm}$$

3. avas:

$$d_1 = 800 - 15 - 10 - 16 - 25/2 = 746,5 \text{ mm}$$

$$d_2=15+10+16+32+10+32/2=99\text{mm}$$

3. toel:

$$d_1=800-15-10-16-32-10-32/2=701\text{mm}$$

$$d_2=15+10+16+32+10+32/2=99\text{mm}$$

4. avas:

$$d_1=800-15-10-16-32-10-32/2=701\text{mm}$$

$$d_2=15+10+16+32+10+32/2=99\text{mm}$$

$d_1$ -töötava armatuuri kasuskõrgus

$d_2$ -konstruktiivse armatuuri kasuskõrgus

### 3.6 Peatala paindekandevõime kontroll

**Lõigul G-F:**

$$18\text{Ø}32 \quad A_{s1}=18*804=14472\text{mm}^2$$

$$x=f_{yd}*A_{s1}/(0,8*f_{cd}*b_{\text{eff},1})=435*14472/(0,8*20*4425)=88,9\text{mm}$$

$$\xi=x/d_1=88,9/746,5=0,119<0,617$$

$$y=0,8*x=0,8*88,9=71,1\text{mm}$$

$$M_{Rd}=f_{cd}*b_{\text{eff},1}*y*(d_1-0,5*y)=20*4425*71,1*(746,5-0,5*71,1)/1000000=4473,9\text{kNm}$$

$$M_{Rd}=4473,9\text{kNm}>M_{Ed,1}=2603,1\text{kNm}$$

$A_{s1}$ -tõmberarmatuuri ristlõikepindala

x-survetsooni kõrgus

y-survetsooni arvutuskõrgus

$f_{yd}$ -armatuuri arvutustugevus

$f_{cd}$ -betooni arvutustugevus

$b_{eff,1}$ -arvutuslaius normaal

$\xi$ -normaalarmeerimistegur

$M_{Rd}$ -paindekandevõime

### **Teljel F:**

$$\text{Ülal } 18\text{Ø}32 \quad A_{s1}=18 \cdot 804=14472\text{mm}^2$$

$$\text{All } 12\text{Ø}32 \quad A_{s2}=12 \cdot 804=9648\text{mm}^2$$

$$x=(f_{yd} \cdot A_{s1}-f_{yd} \cdot A_{s2})/(0,8 \cdot f_{cd} \cdot b)=(435 \cdot 14472-435 \cdot 9648)/(0,8 \cdot 20 \cdot 900)=145,7\text{mm}$$

$$\xi=x/d_1=145,7/701=0,208 < 0,617$$

$$y=0,8 \cdot x=0,8 \cdot 145,7=116,6\text{mm}$$

$$M_{Rd}=f_{cd} \cdot b \cdot y \cdot (d_1-0,5 \cdot y)+A_{s2} \cdot f_{cd} \cdot (d_1-d_2)=[20 \cdot 900 \cdot 116,6 \cdot (701-0,5 \cdot 116,6)+9648 \cdot 435 \cdot (701-99)]/1000000=3875,4\text{kNm}$$

$$M_{Rd}=3875,4\text{kNm} > M_{Ed,1}=2603,1\text{kNm}$$

$A_{s2}$ -survearmatuur ristlõikepindala

### **Lõigul F-D:**

$$24\text{Ø}32 \quad A_{s1}=24 \cdot 804=19296\text{mm}^2$$

$$x=f_{yd} \cdot A_{s1}/(0,8 \cdot f_{cd} \cdot b_{eff,1})=435 \cdot 19296/(0,8 \cdot 20 \cdot 8400)=62,5\text{mm}$$

$$\xi=x/d_1=62,5/701=0,089 < 0,617$$

$$y=0,8 \cdot x=0,8 \cdot 62,5=50,0\text{mm}$$

$$M_{Rd}=f_{cd} \cdot b_{eff,1} \cdot y \cdot (d_1-0,5 \cdot y)=20 \cdot 8400 \cdot 50,0 \cdot (701-0,5 \cdot 50,0)=5678,4\text{kNm}$$

$$M_{Rd}=5678,4\text{kNm} > M_{Ed,1}=3203,1\text{kNm}$$

### 3.7 Peatala põikarmatuuri kandevõime kontroll

#### Teljel E:

Vertikaalse põikarmatuuriga elemendi põikjõukandevõime  $V_{Rd}$  on väikseim väärtustest:

$$V_{Rd,s} = A_{sw}/s * z * f_{ywd} * \cot\theta$$

$$V_{Rd,max} = b_w * z * v * f_{cd} / (\cot\theta + \tan\theta)$$

kus:

$z = 0,9 * d = 0,9 * 0,701 = 0,63\text{m}$ -sisejõudude õlg;

$A_{sw}$ -ühes tasandis paikneva põikarmatuuri ristlõikepindala;

s-rangide samm;

$f_{ywd}$ -põikarmatuuri arvutuslik volavustugevus;

v-põikjõust pragunenud betooni tugevuse vähendustegur;

$b_w$ -tala seina arvutuslik laius.

Vähima põikarmatuuri kulu saamiseks määratakse tinglike kaldvarraste kaldenurk  $\theta$  tingimusest  $V_{Ed,max} = V_{Rd,max}$ , millest saadakse  $\theta$  jaoks avaldis:

$$\theta = 1/2 \arcsin * 2V_{Ed,max} / (b_w * z * v * f_{cd})$$

Kus  $\cot \theta$  võetakse piires  $1 \leq \cot\theta \leq \cot\theta_{max} = 2,5$ .

Soovituslik on  $\cot\theta_{max}$  suurimaks väärtuseks võtta 2,0.

Arvutan  $\theta$  lähtudes talas esineda võivast suurimast põikjõust:

$$v = 0,6 * (1 - f_{ck}/250) = 0,6 * (1 - 30/250) = 0,528;$$

$$\theta = 1/2 \arcsin * 2V_{Ed,max} / (b_w * z * v * f_{cd}) = 1/2 \arcsin * [2 * 1979,5 / (900 * 0,63 * 0,528 * 20)] = 19,3$$

kraadi

$\cot 19,3$  kraadi = 2,86, valin  $\cot\theta = 2,0$

### Arvutan rangid teise ava keskel vahetult punktkoormuse rakendamise kohas:

$$A_{sw}/s = V_{Ed,A} / (f_{ywd} * z * \cot\theta) = 1979500 / (435 * 630 * 2) = 3,61 \text{ mm}^2/\text{mm}$$

Projektis on valitud kahelõikelised topelt rangid 4Ø16 B500B, mille ristlõikepindala on  $A_{sw} = 804 \text{ mm}^2$ ; arvutan rangide sammu:

$$s = A_{sw} / a_{sw} = 804 / 3,61 = 222 \text{ mm. Kuna } s_{\max} = 0,75 * d = 0,75 * 630 = 472,5 \text{ mm,}$$

Projektijärgne samm on 125mm ehk pea poole tihedam.

Kontrollime valitud põikarmatuuriga 4Ø16 B500B s125 armeeritud tala põikjõukandevõimet:

$$V_{Rd,s} = A_{sw} / s * z * f_{ywd} * \cot\theta = (804 / 125 * 630 * 435 * 2) / 1000 = 3525 \text{ kN}$$

$$V_{Rd,\max} = b_w * z * v * f_{cd} / (\cot\theta + \tan\theta) = (900 * 630 * 0,528 * 20 / (2 + 0,5)) / 1000 = 2395 \text{ kN}$$

$$V_{Ed,A} = 1979,5 \text{ kN} < V_{Rd,\max} = 2395 \text{ kN}$$

Põikjõukandevõime on tagatud.

### Teljel F vahetult toe kõrval teise ava poolel:

Vertikaalse põikarmatuuriga elemendi põikjõukandevõime  $V_{Rd}$  on väikseim väärtustest:

$$V_{Rd,s} = A_{sw} / s * z * f_{ywd} * \cot\theta$$

$$V_{Rd,\max} = b_w * z * v * f_{cd} / (\cot\theta + \tan\theta)$$

kus:

$$z = 0,9 * d = 0,9 * 0,701 = 0,63 \text{ m-sisejõudude õlg;}$$

$A_{sw}$ -ühes tasandis paikneva põikarmatuuri ristlõikepindala;

s-rangide samm;

$f_{ywd}$ -põikarmatuuri arvutuslik voolavustugevus;

v-põikjõust pragunenud betooni tugevuse vähendustegur;

$b_w$ -tala seina arvutuslik laius.

Vähima põikarmatuuri kulu saamiseks määratakse tinglike kaldvarraste kaldenurk  $\theta$  tingimusest  $V_{Ed,max} = V_{Rd,max}$ , millest saadakse  $\theta$  jaoks avaldis:

$$\theta = 1/2 \arcsin * 2V_{Ed,max} / (b_w * z * v * f_{cd})$$

Kus  $\cot \theta$  võetakse piires  $1 \leq \cot \theta \leq \cot \theta_{max} = 2,5$ .

Soovituslik on  $\cot \theta_{max}$  suurimaks väärtuseks võtta 2,0.

Arvutan  $\theta$  lähtudes talas esineda võivast suurimast põikjõust:

$$v = 0,6 * (1 - f_{ck} / 250) = 0,6 * (1 - 30 / 250) = 0,528;$$

$$\theta = 1/2 \arcsin * 2V_{Ed,max} / (b_w * z * v * f_{cd}) = 1/2 \arcsin * [2 * 1946,0 / (900 * 0,63 * 0,528 * 20)] = 20,2 \text{ kraadi}$$

$$\cot 20,2 \text{ kraadi} = 2,72, \text{ valin } \cot \theta = 2,0$$

**Arvutan rangid teise ava keskel vahetult punktkoormuse rakendamise kohas:**

$$A_{sw}/s = V_{Ed,A} / (f_{ywd} * z * \cot \theta) = 1946000 / (435 * 630 * 2) = 3,55 \text{ mm}^2/\text{mm}$$

Projektis on valitud kahelõikelised topelt rangid 4Ø16 B500B, mille ristlõikepindala on  $A_{sw} = 804 \text{ mm}^2$ ; arvutan rangide sammu:

$$s = A_{sw} / a_{sw} = 804 / 3,55 = 226 \text{ mm}. \text{ Kuna } s_{max} = 0,75 * d = 0,75 * 630 = 472,5 \text{ mm},$$

Projektijärgne samm on 125mm on pea kaks korda tihedam.

Kontrollime valitud põikarmatuuriga 4Ø16 B500B s125 armeeritud tala põikjõukandevõimet:

$$V_{Rd,s} = A_{sw} / s * z * f_{ywd} * \cot \theta = (804 / 125 * 630 * 435 * 2) / 1000 = 3525 \text{ kN}$$

$$V_{Rd,max} = b_w * z * v * f_{cd} / (\cot \theta + \tan \theta) = (900 * 630 * 0,528 * 20 / (2 + 0,5)) / 1000 = 2395 \text{ kN}$$

$$V_{Ed,A} = 1946,0 \text{ kN} < V_{Rd,max} = 2395 \text{ kN}$$

Põikjõukandevõime on tagatud.



### Teljel F vahetult toe kõrval esimese ava poolel:

Vertikaalse põikarmatuuriga elemendi põikjõukandevõime  $V_{Rd}$  on väikseim väärtustest:

$$V_{Rd,s} = A_{sw}/s * z * f_{ywd} * \cot\theta$$

$$V_{Rd,max} = b_w * z * v * f_{cd} / (\cot\theta + \tan\theta)$$

kus:

$$z = 0,9 * d = 0,9 * 0,7465 = 0,67 \text{ m - sisejõudude õlg;}$$

$A_{sw}$ -ühes tasandis paikneva põikarmatuuri ristlõikepindala;

s-rangide samm;

$f_{ywd}$ -põikarmatuuri arvutuslik voolavustugevus;

v-põikjõust pragunenud betooni tugevuse vähendustegur;

$b_w$ -tala seina arvutuslik laius.

Vähima põikarmatuuri kulu saamiseks määratakse tinglike kaldvarraste kaldenurk  $\theta$  tingimusest  $V_{Ed,max} = V_{Rd,max}$ , millest saadakse  $\theta$  jaoks avaldis:

$$\theta = 1/2 \arcsin * 2V_{Ed,max} / (b_w * z * v * f_{cd})$$

Kus  $\cot \theta$  võetakse piires  $1 \leq \cot\theta \leq \cot\theta_{max} = 2,5$ .

Soovituslik on  $\cot\theta_{max}$  suurimaks väärtuseks võtta 2,0.

Arvutan  $\theta$  lähtudes talas esineda võivast suurimast põikjõust:

$$v = 0,6 * (1 - f_{ck}/250) = 0,6 * (1 - 30/250) = 0,528;$$

$$\theta = 1/2 \arcsin * 2V_{Ed,max} / (b_w * z * v * f_{cd}) = 1/2 \arcsin * [2 * 964 / (900 * 0,67 * 0,528 * 20)] = 8,81 \text{ kraadi}$$

$$\cot 8,81 \text{ kraadi} = 6,45, \text{ valin } \cot\theta = 2,0$$

Arvutan rangid teise ava keskel vahetult punktkoormuse rakendamise kohas:

$$A_{sw}/s = V_{Ed,A} / (f_{ywd} * z * \cot\theta) = 981400 / (435 * 670 * 2) = 1,68 \text{ mm}^2/\text{mm}$$

Projektis on valitud kahelõikelised topelt rangid 4Ø16 B500B, mille ristlõikepindala on  $A_{sw}=804\text{mm}^2$ ; arvutan rangide sammu:

$$s=A_{sw}/a_{sw}=804/1,68=478\text{mm. Kuna } s_{\max}=0,75*d=0,75*670=502,5\text{mm,}$$

Projektijärgne samm on 250mm on pea kaks korda tihedam.

Kontrollime valitud põikarmatuuriga 4Ø16 B500B s250 armeeritud tala põikjõukandevõimet:

$$V_{Rd,s}=A_{sw}/s*z*f_{ywd}*\cot\theta=(804/250*670*435*2)/1000=1874\text{kN}$$

$$V_{Rd,\max}=b_w*z*v*f_{cd}/(\cot\theta+\tan\theta)=(900*670*0,528*20/(2+0,5))/1000=2547\text{kN}$$

$$V_{Ed,A}=981,4\text{kN}<V_{Rd,s}=1874\text{kN}$$

Põikjõukandevõime on tagatud.

### 3.8 Tala kontrollarvutuste kokkuvõte

Kõikides hoone teljel 6 vahemikus B-G asetseva tala ristlõigetes on tala põikjõukandevõime ja paindekandevõime tagatud suure varuga. Enamikes kontrollitud punktides on kandevõime tagatud pea kahekordse varuga. Kontrollarvutustest minimaalse varuga oli põikjõukandevõime E-telje punktkoormuse rakendumise asukohas, kuid ka seal oli kandevõimel 17,3% varu.

## 4. EHITUSPLATSI ÜLDPLAAN

Magistritöö raames tehtud ehitusplatsi üldplaan hõlmab kogu hoonekompleksi ehitamiseks vajaminevaid kraanasid. Ülejäänud soojakute ja laoplatside asetus arvestab vaid vaiatööde, maaaluse osa ehitamise ning kõige vasakpoolsema hoone montaaži- ja betoonitöödega. Lõputöö raames koostatud ehitusplatsi üldplaan on esitatud esitlusjoonisel number 4. Antud peatüki kirjutamisel on lähtematerjalina kasutatud ehitusobjekti üldplaani [7].

### 4.1 Kraanade valimine

Objekti rajamiseks kasutatakse kokku 5 tornkraanat. Loomulikult pole kõik 5 kraanat korraga kasutusel. Näiteks maaaluse osa rajamiseks ning vaiatööde ajal kasutatakse vaid kahte kraanat. Ehitusplatsi üldplaani (esitlusjoonis nr 4) on need kraanad tähistatud numbritega 1.1 ja 3.1. Hoone maaaluse osa valmimisel monteeritakse kolm uut kraanat numbritega 1, 2 ja 3. ning kraanad 1.1 ja 3.1 demonteeritakse. 1 ja 2 kraana asuvad tegelikult hoones sees. Selleks, et kraanad saaksid hoones sees paikneda, on projekteeritud -1. korruse vahelakke kraana avad, mis suletakse peale kogu hoonekompleksi montaažitööde lõppu.

#### 4.1.1 Kraande 1.1 ja 3.1 valimine

Nende kraanade valikul on oluline, et kraana noole tõsteulatus oleks vähemalt 70 meetrit. Nii saame maaaluse osa ehitamisel ja vaiatöödel piisava osa ehitusplatsis kraana tõsteulatusega ära katta, et teostada töid paralleelselt mitmel haardealal ja mõlema kraanaga korraga. Seetõttu osutub vaiatööde ja maaaluse osa ehitamisel valituks kaks **Liebherr 280 EC-H 16 Litronic** kraanat. Need kraanad suudavad tõsta 70 meetri kaugusele korraga kuni 3,1 tonni materjali. Kuna maaaluse osa ja vaiatööde ajal tõstavad kraanad vaid puitmaterjali ja sarruseid, et lihtsustada töömeeste tööd, siis korraga väga raskeid tõsteid pole vaja teha ning saab kenasti arvestada maksimaalse 3,1 tonni kandevõimega 70 meetri kaugusel tornkraana teljest.

#### 4.1.2 Kraande 1, 2 ja 3 valimine

Ehitusplatsi üldplaani (esitusjoonis nr 4) vasakult kahe esimese hoone monteerimiseks kasutatakse kraanat 1, vasakult kolmanda ja neljanda hoone monteerimiseks kraanat 2 ning vasakult viiendat hoonet monteeritakse kraanaga number 3. Valin kraanaks 1 ja 2 kaks **Liebherr 250 EC-B 12** kraanat. Maksimaalne vajalik tõsteraadius antud hooneid teenindavatel kraanadel on ligikaudu 38,5 meetrit. Seda siis merepoolsete terasrõdude monteerimisel. Kõige kriitilisemaks elemendiks on seinapaneel V2\_SS-505, mille kaaluks on 8,36 tonni. Antud element tuleb kraana telje suhtes tõsta ligikaudu 30 meetri kaugusele. Kraana tõstevõimeks 30 meetri kaugusel ja 45 meetrise maksimaalse tõsteulatusega on 9,09 tonni. Kraana 1 ja 2 valikul on kasutatud kraana teljest kõige kaugemale tõstetavat elementi ning kõige raskemat kraana teljest võimalikult kaugel paiknevat elementi. Täpsemalt on kraana 1 ja 2 valikut kahele kriitilisele elemendile tuginedes kirjeldatud tabelis 4.1.

Tabel 4.1 Kraana 1 ja 2 valik

Jrk nr	Monteeritav element	Elemendi montaažiparameetrid								Valitud kraana tõsteparameetrid					
		Montaažimass [t]			Montaažikõrgus					Tornikõrgus [m]	Max tõsteraadius [m]	Tõöraadius [m]	Tõstevõime [t]	Tõstekõrgus [m]	
		Element [t]	Haardeseade [t]	Kokku [t]	Paigalduskõrgus [m]	Ohutusvahe [m]	Element [m]	Haardeseade [m]	Kokku [m]						Montaažiraadius [m]
1	Seinapaneel, V2_SS-505	8,26	0,4	8,66	21	0,5	2,9	2,5	27	30			30	9,09	
2	Rõdu, RDU-04	1,42	0,5	1,92	14	0,5	2,9	5	23	38,5	33,42	45	40	6,47	29,19

Tabelis 4.2 on ära näidatud kõige raskema kriitilise elemendi tõstmine tabelis 4.1 näidatud tõsteparameetritega kraanaga.

Tabel 4.2 Kraanaga 1 ja 2 kõige kriitilisema elemendi tõstmise tagamine

m	r	m/kg	250 EC-B 12											
			m/kg											
			19,0	22,0	25,0	30,0	35,0	40,0	45,0	50,0	55,0	60,0	65,0	70,0
70,0	(r = 71,8)	2,6–17,6 12000	10970	9260	7970	6400	5290	4460	3820	3310	2890	2540	2250	2000
65,0	(r = 66,8)	2,6–19,0 12000	12000	10160	8760	7060	5850	4950	4250	3700	3250	2870	2550	
60,0	(r = 61,8)	2,6–20,3 12000	12000	10950	9440	7630	6340	5380	4630	4040	3550	3150		
55,0	(r = 56,8)	2,6–21,5 12000	12000	11700	10110	8180	6810	5790	5000	4360	3850			
50,0	(r = 51,8)	2,6–22,8 12000	12000	12000	10790	8740	7290	6210	5370	4700				
45,0	(r = 46,8)	2,6–23,6 12000	12000	12000	11210	9090	7590	6470	5600					
40,0	(r = 41,8)	2,6–24,2 12000	12000	12000	11590	9400	7850	6700						
35,0	(r = 36,8)	2,6–24,1 12000	12000	12000	11510	9340	7800							
29,4	(r = 31,2)	2,6–23,9 12000	12000	12000	11380	9450								
24,4	(r = 26,2)	2,6–23,9 12000	12000	12000	11700									

LM1

Kraana 3 valimisel on kriitiliseks elemendiks seinapaneel L1\_SS-503. Elemendi ligikaudne tõsteraadius on 40 meetrit ning kaal 7,7 tonni. Kuna Kraana 3 ja 3.1 asetsevad samas kohas, siis ilmselt on kulukokkuhoiu mõistes kasutada sama kraanat ehk valida kraanaks 3 samuti **Liebherr 280 EC-H 16 Litronic**. Sellisel juhul saab hoonete maapealsete osade monteerimise alguses kraana osad jupid rendifirmale tagastada ning ka monteerimistöö on kiirem ja odavam. **Liebherr 280 EC-H Litronic** suudab 40 meetri kaugusele 45 meetrise poomiga tõsta 8,42 tonni. Kõige kriitilisemale elemendile tuginedes valitud kraana 3 parameetrid ja elemendi montaažiparameetrid on esitatud tabelis 4.3.

Tabel 4.3 Kraana 3 valik

Jrk nr	Monteeritav element	Elemendi montaažiparameetrid							Valitud kraana tõsteparameetrid						
		Montaažimass [t]			Montaažikõrgus				Montaažiraadius [m]	Tornikõrgus [m]	Max tõsteraadius [m]	Tõöraadius [m]	Tõstevõime [t]	Tõstekõrgus [m]	
		Element [t]	Haardeseade [t]	Kokku [t]	Paigalduskõrgus [m]	Ohutusvane [m]	Element [m]	Haardeseade [m]							Kokku [m]
1	Seinapaneel, L1_SS-503	7,7	0,4	8,1	17	0,5	2,9	2,5	23	40	38,73	45	40	8,42	28

Tabelis 4.4 on ära näidatud kõige raskema kriitilise elemendi tõstmine tabelis 4.3 näidatud tõsteparameetritega kraanaga.

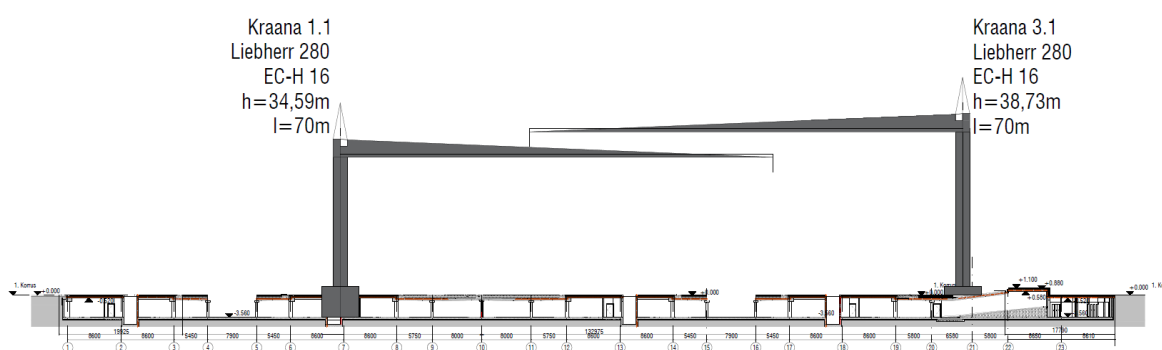
Tabel 4.4 Kraanaga 3 kõige kriitilisema elemendi tõstmise tagamine

m	r	m/kg	280 EC-H 16 Litronic®										
			20,0	25,0	30,0	35,0	40,0	45,0	50,0	55,0	60,0	65,0	70,0
70,0	(r=71,6)	2,6–21,3 14000	14000	11640	9410	7820	6640	5720	4980	4380	3880	3460	3100
65,0	(r=66,6)	2,6–22,3 14000	14000	12270	9930	8270	7030	6060	5290	4670	4140	3700	
60,0	(r=61,6)	2,6–20,7 16000	16000	12890	10450	8710	7410	6410	5600	4950	4400		
55,0	(r=56,6)	2,6–21,4 16000	16000	13460	10920	9110	7760	6720	5880	5200			
50,0	(r=51,6)	2,6–22,3 16000	16000	14100	11450	9570	8160	7070	6200				
45,0	(r=46,6)	2,6–22,9 16000	16000	14510	11800	9860	8420	7300					
40,0	(r=41,6)	2,6–23,3 16000	16000	14800	12040	10070	8600						

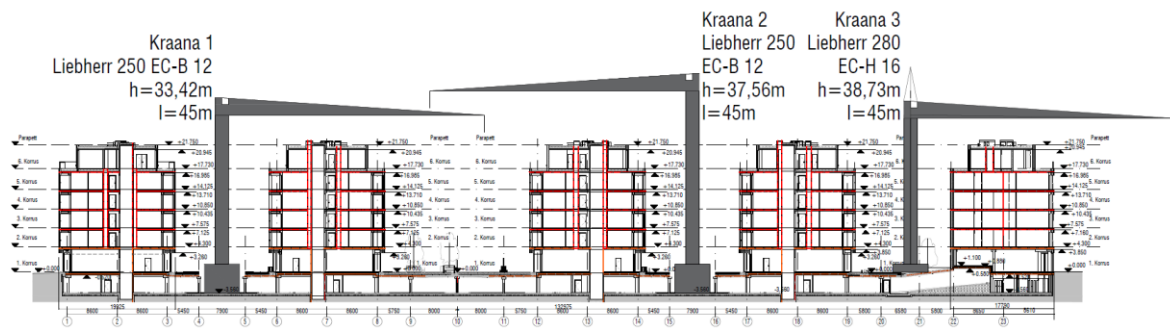


### 4.1.3 Kraanade samaaegne töötamine

Tornkraanade juhid suhtlevad omavahel raadioside abil ning samuti saab nendega raadioside abil suhelda platsimeeskond. Lisaks raadiosidele saavad kraanajuhid teineteisele märku anda ka helisignaali abil. Samal ajal töötavad kraanad on paigutatud nii, et nende nooled asuvad erinevatel kõrgustel ning kraana nool ei saa ristuda teise kraana mastiga. Järgnevate skemaatiliste joonistega (joonis 4.1 ja joonis 4.2) on näidatud samal ajal töötavate kraanade kõrgused. Kraanade paiknemise kohta täpsemat infot saab esitlusjooniselt 4.



Joonis 4.1 Kraana 1.1 ja kraana 3.1 samaaegne töö



Joonis 4.2 Kraana 1, kraana 2 ja kraana 3 samaaegne töö

## 4.2 Ajutised ehitised

Ehitusobjektidel kasutatakse tööliste riietumis ja tööriistade hoiustamiseks soojakutena 2,4x6 meetriseid merekonteinertüüpi soojakuid. Soojakute arv sõltub parasjagu käimasolevatest töödest ning personali arvust ehitusobjektidel. Esitlusjooniselt 4 on võimalik näha soojakute paiknemiseks mõeldud maaala. Vajadusel saab soojakuid ka üksteise peale paigutada. Lisaks töömeeste soojakutele on platsil ka üks WC soojak ning üks dušši soojak. Objektimeeskond kasutab 2,9x8,4 meetriseid soojakuid oma kontoripargi loomiseks. Need on sellised merekonteinertüüpi soojakud, mida saab vajadusel ka omavahel ühendada, et luua suurem ruum. Ehitusplatsil on madala 1,1 meetri kõrguse piirdeajaga eraldatud ohutsooni piir. Ohutsoon on ala, kus kõik töövõtjad on kohustatud kandma isikukaitsevahendeid ehk kiivrit, turvajalanõusid ning helkurvesti. Objektimeeskonna kui ka alltöövõtjate soojakud paiknevad ohutsooni alast välja ehk seal ei ole isikukaitsevahendite kasutamine kohustuslik. Ohutsooni piir ja soojakute paiknemine on valitud nõnda, et kraanade tööraadiused lõikaksid võimalikult vähe seda ala. Ainult kraana 1.1 tõsteraadiusesse jäävad kõik soojakud, kuid üle ohutsooni tõstmise pole vajalik, sest tõsteid saab teha ka teisele poole kraana noolt keerates. Kraana 1 nool lõikab ka osaliselt ohutsoonipiiri, kuid ka sel kraanal pole põhjust üle ohutsoonipiiri tõsteid teha. Soojakute paiknemine arvestab ka tööliste mugavust, sest turnikee paikneb kohe soojakute kõrval ning nõnda, et töölised saavad hoida oma isikukaitsevahendeid soojakus ning ei pea kohe platsile saabudes turvavarustust kandma.

### **4.3 Ajutised teed ja platsid**

Hoone ehituse ajaks luuakse kaks liikumiskoridori ehituse teenindamiseks. Üks teedest on 6 meetrit lai ning kasutusel ehitust teenindava transpordi jaoks. Antud tee on kahe-suunaline ning ligipääs on väravast 1, kuid vajadusel saab siseneda ka väravast 2. Üldiselt on värav 2 mõeldud siiski vaid varuväravana, kust sisenevad ehitusobjektile näiteks tellija esindajad ning teised väiksemad masinad. Teine liikumiskoridor asub maja põhjaküljel ning on vaid 4 meetrit lai ja liiklus on ühesuunaline. Teisele liikumiskoridorile pääseb ligi vaid väravast 3 ning tee on mõeldud teenindama ehitust vaid häda korral ning varuvariandina. Ehitusobjektist välja poole haljasalale luuakse alltöövõtjatele tasuta parkla, kuna objekti lähistel mujal tasuta parkimise võimalus puudub. Nii liikumiskoridorid kui ka alltöövõtjate parkla tehakse killustikkatendiga. Vahetult peale väravast 1 sisenemist on liikumiskoridoril ka auto rataste pesemise ala, et vältida linnateedele pinnase sattumist.

### **4.4 Jäätmed**

Ehitusobjektile sorteeritakse ehituse käigus tekkivaid jäätmeid. Ehitusplatsil on pidevalt olemas olmejäätmete, ohtlike jäätmete ja üldehitusjäätmete konteinerid. Vastavalt ehitusetapile tellitakse veel juurde ka puidujäätmete ning metallijäätmete konteinerid. Konteinerid on paigutatud pea liikumiskoridori äärde, et neid oleks võimalikult lihtne tühendada. Puidu- või metallikonteineri lisandumisel paigutatakse need üldehitusjäätmete konteineri kõrvale.

### **4.5 Majade liitumise punktid**

Igal maapealsel osal on oma olmekanaliseerimisega, sademevee kanalisatsiooniga ja kaugküttega liitumise punkt. Need asetsevad iga maapealse osa kahe-suunalise liikumiskoridori poolisel küljel.

### **4.6 Ehitusplatsi valgustus**

Ehitusplatsi perimeeter on valgustatud kuni hoone maapealse osa põhjapoolse küljeni. Seal edasi on ehitusplats valgustamata, kuna seal ehitustegevust ei toimu, küll aga on seal varu liikumiskoridor, mida kasutatakse väga harva. Lisaks perimeetri valgustusele on täiendavad valgustid ka tööliste kui ka objektimeeskonna soojakute katsel. Nende eesmärgiks on valgustada soojakute ümbrust ning ohutsooni piiri.



## **5. KOONDKALENDERPLAAN**

Koondkalenderplaani on esitatud esitlusjoonisel number 8.

### **5.1 Koondkalenderplaani koostamine**

Koondkalenderplaani koostamise aluseks on võetud Merko Ehitus Eesti AS poolt loodud ehituseelarve [8] ning koondkalendergraafik [9]. Suurte tööloikude nagu vaiatööd, maaaluse osa ehitamine ning maapealsete osade kandekonstruksioonide ehitamiste kestused on võetud vastavalt magistritöös koostatud tehnoloogilistele kaartidele.

### **5.2 Ehitustegevuse kulg ja kestus**

Ehitustegevus algas 2021. aasta 1. märtsil ehk 2021. aasta 9. nädalal. Koondkalenderplaani on jagatud 39 tööloiguks, millest iga maapealse osa montaažitööd ja fassaaditööd on eraldiseisvad tööloigud. Monteeritakse korruga alguses kolme kraanaga ning hiljem kahe kraanaga. Esmalt valmivad kolme maja karbid ning siis alustatakse töid viimase kahe maja monteerimiseks. Esimesed kolm maja on valmis klientidele üleandmiseks 2022. aasta 28. detsembril. Hiljem monteerimisega alustatavad hooned valmivad 2023. aasta 21. juuliks. Monteerimistöode ja fassaaditööde ajad on võetud identseteks esimese hoone maapealse osa ehitamise ajaga. Neli esimest maja ongi sisuliselt kandevtarindite poolest identsed. Viies maja erineb küll neljast esimesest majast kuju poolest, kuid kandevtarindite poolest on majad ülesehituslikult ikkagi väga sarnased. Seetõttu on magistritöös arvestatud, et montaažitööd ja fassaaditööd kõigil viiel hoonel vältavad sama kaua. Kõige pikemalt vältavad tööd on hoonete tugevoolupaigaldiste ning nõrkvoolu ja automaatika tööd, mis kestavad viie maapealse osa peale kokku 286 tööpäeva. Kõige kiiremini läheb koondkalendergraafikus välja toodud töödest siseuste paigaldus, mis kestab kokku 30 päeva. Kuigi peale esimese kolme maja valmimist töökoormus kõigi tööde lõikes väheneb, kuna ehitatakse vaid kahte maja, siis on jäätud tööde kestused kolme majaga võrdseteks. Viimase kahe maja valmimise ajal ei pea alltöövõtu ettevõtteid nii palju ressursi antud ehitusobjektile hoidma ning saab töid ka pingevabamalt organiseerida. Koondkalendergraafikus on osade tööde keskmine arv päevas värvitud punaseks. Punased arvud on keskmised, mis on arvutatud tehnoloogiliste kaartide põhjal, mida antud magistritöö käsitleb. Seetõttu on tööjõukulu [in-vah] number mitte keskmine tööliste arv päevas korda päevade arv, vaid konkreetne number tehnoloogilistest arvutustest antud tööloigu ulatuses. Ehitustegevus kestab kokku 612 päeva ning

maksimaalselt on korraga ehitusobjektile 87 töömeest. Ehitustegevuse vältel kasutatakse kokku viite tornkraanat. Korraga teenindab ehitust maksimaalselt kolm kraanat. Vaiamasin on ehitusobjektile 22 päeva. Enamik betoneerimistöid teostatakse ajavahemikus kevad kuni sügis. Ainukesed betoneerimistööd mida teostatakse ka talvel on kolme hoone maapealse osa betoneerimis- ja montaažitööd.

### **5.3 Ehituseelarve**

Ehituseelarve read on koondatud üldistemateks tööloikudeks. Koondkalendergraafikus on kandetarindite kulurida jagatud omakorda viie maja ja keldrikorruse vahel mahu järgi proportsionaalselt. Fassaaditööde kulurida on jagatud viie maja vahel koondkalendris võrdselt. Kuna kasutatud eelarve oli ehituslik prognooselarve, siis tegelikud maksumused võivad antud eelarvetabelist (tabel 5.1) suuremal või vähemal määral erineda. Lisaks sellele on kõik tabelis 5.1 esitatud kuluread läbi korrutatud ainult magistritöö autorile teadaoleva koefitsiendiga vahemikus 1-1,5, et tagada ehitusettevõtte konfidentsiaalsus ehituseelarve osas. Ehituseelarvest lähtudes on kõige kulukam kandekonstruktsioonide rajamine, millele järgneb kütte, ventilatsiooni ja jahutuse tööd. Kõige väiksem tööloik eelarvelist maksumusest lähtudes on tule-tõrjeveetorustiku rajamine. Tabelist 5.1 on välja toodud ka individuaalsete tööde maksumuse protsendid kogueelarvega võrreldes. Nende protsentide põhjal on ligikaudselt võimalik hinnata ka tulevaste sarnaste korterelamute ehitusmaksumust. Küll aga tuleb arvestada sellega, et hinnad on ajas muutuvad suurused ning seetõttu võib muutuda ka kulujaotus võrreldes objekti eelarvega.

Tabel 5.1 Ehitusobjekti eelarve

Jrk nr	Töö nimetus	Maksumus [€]	% maksumusest
0	ETTEVALMISTUSTÖÖD	108 755	0,3
1	VÄLISRAJATISED	1 108 501	3,1
1.1	Hoonealuse süvendi pinnasetööd	341 760	1,0
1.2	Tagasitäite tööd	114 701	0,3
1.3	Tugimüürid ja piirded haljastusele	96 066	0,3
1.4	Välisvalgustus	96 556	0,3
1.5	Haljastus ning teede ja platside katted	272 698	0,8
1.6	Mänguväljakud, piirded ja dekoratiivsed elemendid	186 721	0,5
2	ALUSED JA VUNDAMENDID	1 938 023	5,4
2.1	Rostvärgid	351 826	1,0
2.2	Vaiad	763 062	2,1
2.3	Keldrikorruse põrand	823 134	2,3
3	KANDESTARINDID	8 256 652	23,0
3.1	Kandekonstruksioonid	7 797 150	21,7
3.2	Kraana tööga seotud kulud	459 502	1,3
4	FASSAADIELEMENDID JA KATUSED	5 986 816	16,7
4.1	Klaasfassaadid ja katusaeknad	438 155	1,2
4.2	Aknad	1 527 538	4,3
4.3	Välisuksed ja väravad	54 640	0,2
4.4	Rödu, terrassi ja lodža piirded	988 105	2,8
4.5	Katusetarindid	1 512 687	4,2
4.6	Fassaaditööd	1 465 691	4,1
5	RUUMITARINDID JA PINNAKATTED	5 710 950	15,9
5.1	Vaheseinad	1 191 866	3,3
5.2	Kattelaed	295 776	0,8
5.3	Siseuksed	1 077 367	3,0
5.4	Viimistlustööd	1 185 611	3,3
5.5	Plaatimistööd	876 948	2,4
5.6	Parketipaigaldus	1 083 382	3,0
6	SISUSTUS, INVENTAR, SEADMED	522 737	1,5
6.1	Sisustus ja mööbel	275 209	0,8
6.2	Liftid	247 528	0,7
7	TEHNOSÜSTEEMID	8 891 143	24,8
7.1	Veevarustus ja kanalisatsioon ning sanitaartechnika	2 468 871	6,9
7.2	Küte, ventilatsioon ja jahutus	3 293 399	9,2
7.3	Tuletõrjesevõrustus	38 107	0,1
7.4	Tugevoolupaigaldis	1 648 770	4,6
7.5	Nõrkvoolupaigaldis ja automaatika	1 441 997	4,0
0...7	KOKKU	32 523 577	90,7
8	EHITUSPLATSI KORRALDUSKULUD	406 942	1,1
9	EHITUSPLATSI ÜLDKULUD	2 942 462	8,2
	EHITUSPLATSI KULUD KOKKU	3 349 404	9,3
	KOKKU	35 872 981	100,0
	Käibemaks 20%	7 174 596	
	KOKKU KOOS KÄIBEMAKSUGA	43 047 577	

## **6. TEHNOLOOGILISED KAARDID**

Lõputöö käigus käsitleti järgnevaid loetelus üles tähendatud tehnooloogilisi kaarte:

- Vaiatööd (vaiad ja rostvargid)
- Maaluse osa ehitamine (betoonitööd)
- Maapealse osa ehitamine ühe hoone kohta (montaaži- ja betoonitööd)

Tehnooloogiliste kaartide eesmärk on määrata tööde ligikaudne arvutuslik ajakulu, materjalikulu, tööjõuvajadus ning masinate vajadus. Samuti kirjeldatakse tehnooloogiliste kaartide käsitusel lahti antud tööloikude etapid ning taustainfo.

### **6.1 Hoonete kompleksi vundamendi ehitus**

Arvutuste tegemiseks on kasutatud konstruktsiooni tööprojekti [1], RATU kaarte [10,11,12,13,14] ning CFA vaiasid tootva ettevõtte kodulehe informatsiooni [15] ja samuti Eesti Vabariigis käibel olevat standardit CFA vaiade kohta [16]. Arvutuste teostamiseks kasutatud mahud on jooniste abil käsitsi läbi arvutatud ning ei pärine ehitusprojekti olevatest kokkuvõtte tabelitest, et veenduda mahtude õigsuses.

#### **6.1.1 Ehitusgeoloogilised tingimused ja pinnase omadused**

Ehitusgeoloogilised tingimused ja pinnase omadused on määratud IPT Projektijuhtimine OÜ poolt (töö nr. 19-09-1516) 25. oktoobril 2019. Lisaks eelnevale on 25. veebruaril 2020. aastal OÜ IPT Projektijuhtimise poolt teostatud täiendav ekspertarvamus „Vaiade pikkusest ja kandevõimest objektil Vesilennuki 18/Lennusadama 3, töö nr. 19-09-15146“. Vastavalt uuringute tulemustele on objektialuse maapinna geoloogiline lõige krundil esitatud tabelis 6.1.

Tabel 6.1 Ehitusobjekti Vesilennuki 18/Lennusadama 3 maapinna geoloogilise lõike ülesehitus

Kihi nr	Nimetus	Kihi paksus, [m]
Kiht 1, 1A	Täide: liiv või kruus	0,15...1,75
Kiht 2	Täide: muld ehitusprahiga	0,4...0,9
Kiht 3A, 3B	Täide: savimöll	0,5...3,65
Kiht 4	Muda, turvas	0,1...0,3
Kiht 5	Liiv	0,45...0,55
Kiht 6	Möllsavi ja liiv	0,5...1,65
Kiht 7	Savimöll	0,7...2,3
Kiht 8A, 8B	Möllsavi	
Kiht 9A, 9B, 9C	Sinisavi	

Uuringute teostamise ajal oli pinnaseveetase 1,3-2,5 meetri sügavusel maapinnast, kuid varasematele uuringutele tuginedes võib eeldada, et veetase võib tõusta 1,05 meetri sügavusele maapinnast. Kuna vaia kandevõimet mõjutavad peamiselt pinnase omadused ehk pinnase erivastupanu vaia otsa all ja vaia külje erivastupanu, siis on tegemist üpris kehvaga pinnasega. Võrreldes kruusliivaga on mölline pinnas vaia otsa erivastupanult ligi 7 korda kehvem ning peenliivaga võrreldes on mölline pinnas 2 korda nõrgema erivastupanuga. Samuti on jäme- ja keskliivaga võrreldes ka vaia külje erivastupanu ligi 2 korda väiksem kui möllisel pinnasel. Seetõttu on ilmselt ka projekteerijad otsustanud antud hoone rajada suuremal määral, 6-korruselise hoonemahu ulatuses, vaivundamendile. Hoonetevahelised ühekorruselised keldrimahud vundeeritakse madalvundamendile ning ankurdatakse vee üleslükke vastu pinnaseankrutega.

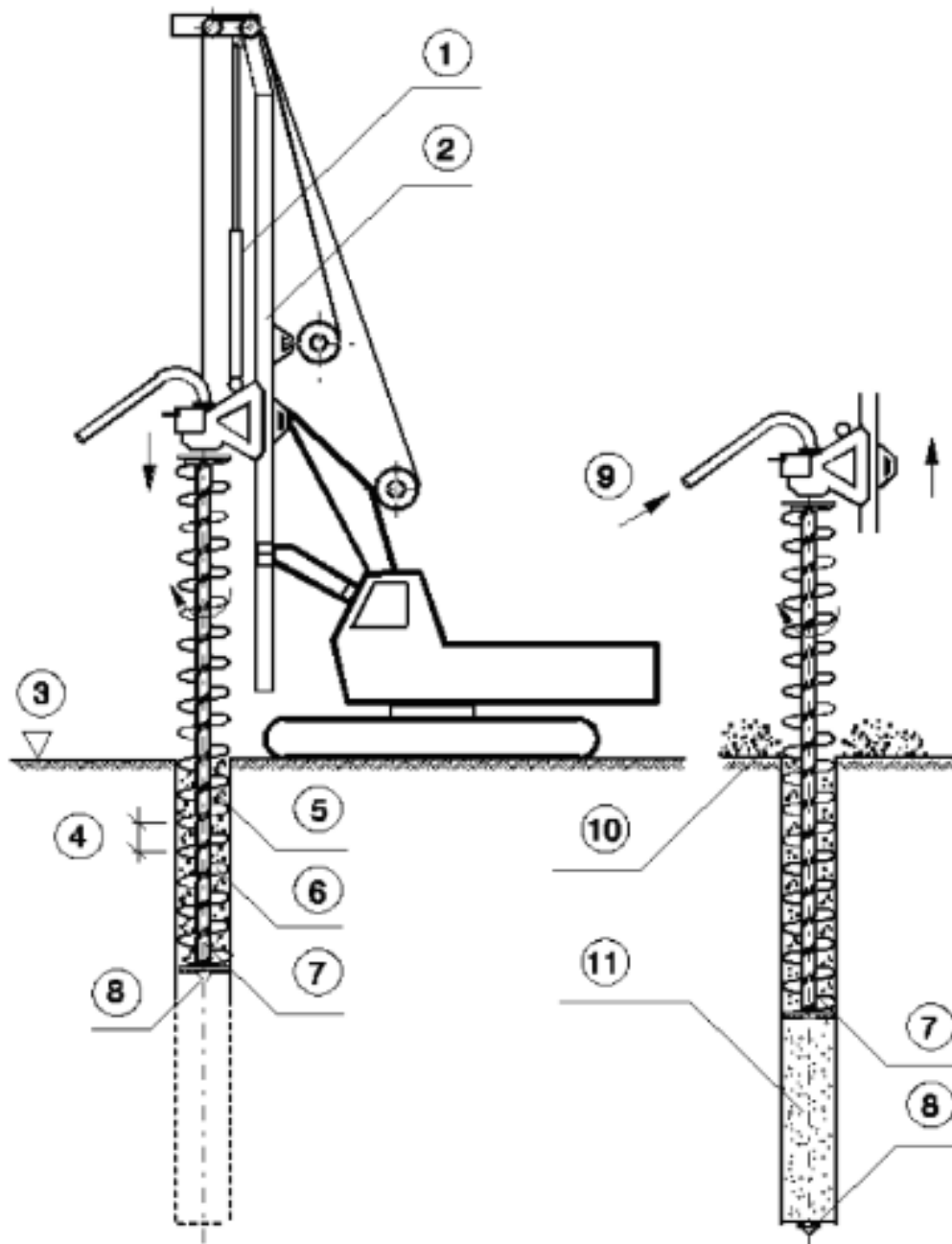
### 6.1.2 Vundamendiks kasutatavad vaiad

Vundamendiks kasutatakse kahte tüüpi vaiasid. CFA-tüüpi vaiasid kasutatakse suurema koormusega hoonestuse alades ehk aladel, kus maapealses osas on kuus korrust. Väiksema koormusega aladel ehk aladel, kus maapealses osas on vaid haljastus kasutatakse mikroviaasid. Kahte tüüpi vaiade kasutamise tingib erinev koormuse jagunemine vaiadele ning samuti on vaiade projekteerimisel lähtutud majanduslikust aspektist. CFA-vaiasid on kahe erineva läbimõõduga. Kasutatakse nii 820mm kui ka 630mm läbimõõduga CFA-vaiasid. CFA-vaiade arvutuslikud ligikaudsed pikkused jäävad

vahemikku 8,5-11,67m. Mikrovaiade korral on vaia läbimõõduks 200mm ning ligikaudne arvutuslik pikkus on 10m. Antud hoonete rajamisel kasutatakse vundamendi rajamiseks kokku 196 CFA-vaia ning 8 mikrovaia. Tulenevalt maapinna geoloogilisest läbilõikest on suurima koormusega vaiade puhul nõutud, et vai oleks süvistatud 9C kihti vähemalt 1,7m ulatuses. See omakorda on tingitud sellest, et väikese lasuva pinnase kaalu tõttu on sinisavi paisunud ning imab pinnakihti ümbritsevast keskkonnast vett. Teadagi aga savipinnaste kandevõime väheneb kui nende veesisaldus suureneb. Seega 1,7m ulatuses 9C kihti tunginud vaiaga püütakse saavutada olukorda, kus vai on piisavas ulatuses ka loodusliku struktuuriga sinisavis, mille veesisaldus pole oluliselt muutunud. Loodusliku struktuuriga sinisavi kandevõime tagab ka lõplikult vaia kandevõime, kuna loodusliku struktuuriga sinisavi omadused on üpriski täpselt teada.

### **6.1.3 CFA vaia tehnoloogia ja taustainfo**

CFA vaiad on Eestis veel üpriski vähe levinud. Antud vaiad erinevad Eestis enam levinud Fundex vaiadest seetõttu, et puurimisel ei kasutata manteltoru ning vaia rajamise tehnoloogia põhineb pinnase väljatõrjumisel. Kuna CFA vaia rajamisel kerkib pinnas maapinnale on seda vaja ka pidevalt eest ära vedada. CFA vaiade eeliseks võib pidada seda, et neid saab rajada ilma vibratsioonita ja löögita. CFA vaia rajamiseks kasutatakse spetsiaalselt vaia puuri, mille skeem on nähtav jooniselt 6.1. Masina puur on seest õõnes ja väljast kruvijas. Esmalt puurib vaiamasin puuri maasse nii sügavale kui antud vaia on vaja rajada. Seejärel hakkab masin puuri maast välja tõstma, samal ajal betooni maasse pumbates. Puuraugu sein kindlustab puuri spiraalikeerude vahele jääv pinnas. Puuri maapinnale tõstes asendatakse pinnas betooniga ning pinnas langeb puuri spiraalikeerdude vahelt maapinnale. Maapinnale langenud pinnas tuleb kohe eest ära vedada, et vaiamasin ei kuhjuks pinnasesse. Peale puuraugu betooniga täitumist tõstab sama masin puurauku vaia sarruse. Sarrused on üldiselt vähemalt 6 meetrit pikad, kuid võivad olla ka oluliselt pikemad. Sarrused on iga vaia jaoks individuaalselt valmistatud. CFA vaiade puhul on plussiks veel see, et masin teeb väga vähe müra ning ka vibratsioonid on väikesed. CFA vaiasid kasutataksegi seetõttu tihtipeale kohtades, kus pinnasevesi on kõrge, on tiheasustus või on nõrgad savised pinnased. Võrreldes Fundex vaiadega on CFA vaiade rajamine oluliselt kiirem, kuna vaia rajamine on pidevalt jooksev protsess. CFA vaia tehnoloogia võimaldab rajada ka pikemaid vaiasid kui 30 meetrit ning peamiselt kasutatavad diameetrid jäävad vahemikku 300-1000mm, kuigi on võimalik vajadusel rajada ka suurema diameetriga vaiasid.



Joonis 6.1 CFA vaiamasina skeem

Joonis 6.1 skeem pärineb EVS-EN 1536:2010+A1:2015, lk62 [16].

Selgitused: 1-surusilinder, 2-mast, 3-tööplatvormi tase, 4-samm, 5-puuritud materjal, 6-pikk tigupuur, 7-õõnes vars, 8-punn, 9-surutav betoon, 10-puuritud materjal, 11-betoon

#### **6.1.4 Rostvärgid**

Peale CFA vaiade rajamist ehitatakse vaiadele rostvärgid. Rostvärgid on raudbetoonist ning kasutusel on nii sein- kui ka postirostvärgid. Rostvärkide ehitamisel tuleb kasutada C35/45 XC2 betooni. Rostvärgi nimikaitsekiht on projektjärgselt 50mm. Rostvärkide betooni keskkonnaklassiks on XC2. See on antud pinnasetingimusi ning kõrget pinnaseveetaset arvestades asjakohane. Nimelt tähendab XC2 keskkonnaklass seda, et betoonis on lisand, mis aitab takistada betooni karboniseerumist. XC2 keskkonnaklass on mõeldud kaua veega kontaktis olevatele betoon pindadele. Seda kasutatakse enamasti vundamentide korral, mis on märjas pinnases. Kokku ehitatakse 138 rostvärki. Rostvärgid moodustavad hilisema ehitusprotsessi käigus veekindla keldripõrandaga ühtse terviku.

#### **6.1.5 Vaiatööde teostamise etapid**

Vaiatöösid teostatakse haardealade kaupa. Kokku on vaiatööde teostamisel 5 haardeala. Esmalt märgitakse maha vaiade asukohad ning seejärel puuritakse ja betoneeritakse vaiad. Kuna CFA vaiade puurimisel kerkib maapinnale palju pinnast, siis pinnase äravedu on jooksev töö kogu vaiade puurimise protsessi vältel. Igal haardealal alustatakse 820mm diameetriga CFA vaiadest, siis vahetatakse vaiamasina puurimiskomplekti ning rajatakse 630mm diameetriga vaiad. Peale CFA vaiade puurimist tehakse teise vaiamasina abil mikrovaiad. Peale vaiade puurimist saab haardealal alustada rostvärkide mahamärkimisega. Peale mahamärkimistööd rakestatakse rostvärgid puitraketistega. Puitraketistega just seetõttu, et rostvärgid on üpriski erikujulised ning valmis kilpide kasutamine ei tundunud seetõttu otstarbekas ning majanduslikult õigustatud. Peale rakestamist armeeritakse rostvärgid ning siis toimub juba rostvärkide betoneerimine. Rostvärgid on üpriski madalad mistõttu võib juba peale 24 tundi nende raketised eemaldada.



## 6.1.6 Vaiade ja roostvarkide rajamiseks kuluv tööjõu- ja masinaajakulu

Tabelis 6.2 on esitatud vaia- ja roostvargitööde normatiivne tööjõu- ja masinaajakulu

Tabel 6.2 Vaia- ja roostvargitööde normatiivne tööjõu- ja masinaajakulu

Jrk nr	Töö nimetus	Ühik	Ajanorm	Normatiivne tööjõukulu vaia ja roostvargi töödel												Kokku	
				Haardealade kaupa													
				1		2		3		4		5		Ühikuid	in-h		
in-h/üh	mas-h/üh	in-h	mas-h	in-h	mas-h	in-h	mas-h	in-h	mas-h	in-h	mas-h						
1	2	3	4	5.1	6.1	5.2	6.2	5.3	6.3	5.4	6.4	5.5	6.5	7	8		
<b>1</b>	<b>VAIADE MAHAMÄRKIMINE</b>																
1.1	Mahamärgimine ja teostusmöödistus	tk	0,11 0,11	39,00	4,29 4,29	40,00	4,40 4,40	39,00	4,29 4,29	38,00	4,18 4,18	48,00	5,28 5,28	204,00	22,44 22,44		
<b>1</b>	<b>VAIADE MAHAMÄRKIMINE KOKKU</b>																
			in-h		4,29		4,40		4,29		4,18		5,28		22,44		
			mas-h		4,29		4,40		4,29		4,18		5,28		22,44		
			in-vah		0,54		0,55		0,54		0,52		0,66		2,81		
			mas-vah		0,54		0,55		0,54		0,52		0,66		2,81		
<b>2</b>	<b>VAIA PUURIMINE JA BETONEERIMINE</b>																
2.1	Vaia puurimine, betoneerimine ja armatuurkarkassi paigaldamine	jm	0,19 0,095	403,87	76,74 38,37	413,89	78,64 39,32	400,89	76,17 38,08	393,89	74,84 37,42	496,62	94,36 47,18	2109,16	400,74 200,37		
<b>2</b>	<b>VAIA PUURIMINE JA BETONEERIMINE KOKKU</b>																
			in-h		76,74		78,64		76,17		74,84		94,36		400,74		
			mas-h		38,37		39,32		38,08		37,42		47,18		200,37		
			in-vah		9,59		9,83		9,52		9,35		11,79		50,09		
			mas-vah		4,80		4,91		4,76		4,68		5,90		25,05		
<b>3</b>	<b>VAIA PUURIMISEL ERALDUVA MULLA ÄRAVEDU</b>																
3	Mulla äravedu	t/tunnis	0,020 0,020	276,89	5,54 5,54	271,13	5,42 5,42	274,13	5,48 5,48	274,94	5,50 5,50	332,10	6,64 6,64	1429,17	28,58 28,58		
<b>3</b>	<b>VAIA PUURIMISEL ERALDUVA MULLA ÄRAVEDU KOKKU</b>																
			in-h		5,54		5,42		5,48		5,50		6,64		28,58		
			mas-h		5,54		5,42		5,48		5,50		6,64		28,58		
			in-vah		0,69		0,68		0,69		0,69		0,83		3,57		
			mas-vah		0,69		0,68		0,69		0,69		0,83		3,57		
<b>4</b>	<b>ROOSTVÄRKIDE MAHAMÄRKIMINE</b>																
4.1	Mahamärgimine ja teostusmöödistus	m2	0,03 0,03	274,52	8,65 8,65	270,99	8,54 8,54	317,99	10,02 10,02	281,14	8,86 8,86	246,12	7,75 7,75	1390,75	43,81 43,81		
<b>4</b>	<b>ROOSTVÄRKIDE MAHAMÄRKIMINE KOKKU</b>																
			in-h		8,65		8,54		10,02		8,86		7,75		43,81		
			mas-h		8,65		8,54		10,02		8,86		7,75		43,81		
			in-vah		1,08		1,07		1,25		1,11		0,97		5,48		
			mas-vah		1,08		1,07		1,25		1,11		0,97		5,48		
<b>5</b>	<b>ROOSTVÄRKIDE RAKESTAMINE</b>																
5.1	Raketiskilpide ehitamine	m2	0,33 0,06	274,52	90,59 15,10	270,99	89,43 14,90	317,99	104,94 17,49	281,14	92,78 15,46	246,12	81,22 13,54	1390,75	458,95 76,49		
<b>5</b>	<b>ROOSTVÄRKIDE RAKESTAMINE KOKKU</b>																
			in-h		90,59		89,43		104,94		92,78		81,22		458,95		
			mas-h		15,10		14,90		17,49		15,46		13,54		76,49		
			in-vah		11,32		11,18		13,12		11,60		10,15		57,37		
			mas-vah		1,89		1,86		2,19		1,93		1,69		9,56		
<b>6</b>	<b>ROOSTVÄRKIDE ARMEERIMINE</b>																
6.1	Roostvarkide sarrustamine	1000kg	4,40 0,11	19,57	86,11 2,15	20,75	91,28 2,28	21,69	95,44 2,39	19,53	85,93 2,15	15,97	70,27 1,76	97,51	429,02 10,73		
<b>6</b>	<b>ROOSTVÄRKIDE ARMEERIMINE KOKKU</b>																
			in-h		86,11		91,28		95,44		85,93		70,27		429,02		
			mas-h		2,15		2,28		2,39		2,15		1,76		10,73		
			in-vah		10,76		11,41		11,93		10,74		8,78		53,63		
			mas-vah		0,27		0,29		0,30		0,27		0,22		9,56		
<b>7</b>	<b>ROOSTVÄRKIDE BETONEERIMINE</b>																
7.1	Betooni etteandmine autobetoonipumbaga	m3	0,10 0,05	152,94	15,29 7,65	157,37	15,74 7,87	158,97	15,90 7,95	151,89	15,19 7,59	124,52	12,45 6,23	745,69	74,57 37,28		
7.2	Betooni laotamine ja vibreerimine	m3	0,30 0,00	152,94	45,88 0,00	157,37	47,21 0,00	158,97	47,69 0,00	151,89	45,57 0,00	124,52	37,36 0,00	745,69	223,71 0,00		
<b>7</b>	<b>ROOSTVÄRKIDE BETONEERIMINE KOKKU</b>																
			in-h		61,18		62,95		63,59		60,76		49,81		298,28		
			mas-h		7,65		7,87		7,95		7,59		6,23		37,28		
			in-vah		7,65		7,87		7,95		7,59		6,23		37,28		
			mas-vah		0,96		0,98		0,99		0,95		0,78		4,66		
<b>8</b>	<b>LAHTIRAKESTAMINE</b>																
8.1	Roostvarkide lahtirakestamine	m2	0,165 0,06	274,52	45,30 15,10	270,99	44,71 14,90	317,99	52,47 17,49	281,14	46,39 15,46	246,12	40,61 13,54	1390,75	229,47 76,49		
<b>8</b>	<b>LAHTIRAKESTAMINE KOKKU</b>																
			in-h		45,30		44,71		52,47		46,39		40,61		229,47		
			mas-h		15,10		14,90		17,49		15,46		13,54		76,49		
			in-vah		5,66		5,59		6,56		5,80		5,08		28,68		
			mas-vah		1,89		1,86		2,19		1,93		1,69		9,56		

Tabelis 6.2 on esitatud vaiade ja rostvarkide rajamiseks kuluv tööjõu- ja masinaajakulu haardealade lõikes. Kuna Ratu kaardid ei anna CFA vaiade tegemiseks mingisugust ajanormi ette, siis on arvutustes kasutatud Baltpile firma poolt välja kujunenud ajanormi arvestades seda, et igal haardealal vahetatakse korra ka vaia tööorganit ehk muudetakse rajatavate vajade diameetrit. Vaiade süvistamisel maapinnale kerkiva pinnase kaaluks on arvestatud 1,5 tonni/m<sup>3</sup>. Tabelis 6.2 märgitud ajanormid sisaldavad nii Ratu ajanormi kui ka Ratu kaartides soovitatud lisaajategurit. Lisategur hõlmab endas tööde plaanimisest, korraldusest ja töötingimustest tingitud töö seisakuid ning tööaja pikenemist. Vaiade mahamärkimisel kasutasin lisategurit 1,1, mulla äraveol 1,4, rostvarkide mahamärkimisel 1,05, rostvarkide rakestamisel 1,1, rostvarkide armeerimisel 1,1 ja rostvarkide lahtirakestamisel 1,1. Eeldasin, et tingimused on üpriski head ning kasutasin peale mulla äraveo kõigil töödel minimaalset Ratu kaardil väljapakutud lisategurit. Kuna mulla äravedu on jooksev protsess ning sõltub vaiamasina tööst, siis selle töö korral kasutasin maksimaalset võimalikku lisategurit.

## 6.1.7 Vaiade tehnoloogilised arvutused

Tabelis 6.3 on esitatud vaia- ja rostvãrgitõõde tehnoloogilised arvutused

Tabel 6.3 Vaia- ja rostvãrgitõõde tehnoloogilised arvutused

TEHNOOLOGLISED ARVUTUSED																							
Jrk nr	Tõõ nimetus	Tõõliste/masinate		Haardealade kaupa																			
		Eriala/mark	Arv	1				2				3				4				5			
				Normatiivne		Normi täitmis e tegur	Valitud vah	Normatiivne		Normi täitmis e tegur	Valitud vah	Normatiivne		Normi täitmis e tegur	Valitud vah	Normatiivne		Normi täitmis e tegur	Valitud vah	Normatiivne		Normi täitmis e tegur	Valitud vah
				Tõõjõukulu	Kestus			Tõõjõukulu	Kestus			Tõõjõukulu	Kestus			Tõõjõukulu	Kestus			Tõõjõukulu	Kestus		
in-vah mas-vah	in-vah mas-vah	in-vah mas-vah	in-vah mas-vah	in-vah mas-vah	in-vah mas-vah	in-vah mas-vah	in-vah mas-vah	in-vah mas-vah	in-vah mas-vah	in-vah mas-vah	in-vah mas-vah	in-vah mas-vah	in-vah mas-vah	in-vah mas-vah	in-vah mas-vah	in-vah mas-vah	in-vah mas-vah	in-vah mas-vah	in-vah mas-vah	in-vah mas-vah			
1	2	3	4	5.1	5.2	5.3	5.4	6.1	6.2	6.3	6.4	7.1	7.2	7.3	7.4	8.1	8.2	8.3	8.4	9.1	9.2	9.3	9.4
1	VAIADE MAHAMÄRKIMINE	Geodeet	1	0,54	0,54	0,54	1,00	0,55	0,55	0,55	1,00	0,54	0,54	0,54	1,00	0,52	0,52	0,52	1,00	0,66	0,66	0,66	1
		Teodoliit	1	0,54	0,54	0,54	1,00	0,55	0,55	0,55	1,00	0,54	0,54	0,54	1,00	0,52	0,52	0,52	1,00	0,66	0,66	0,66	
2	VAIA PUURIMINE JA BETONEERIMINE	Vaiamasina operaator	2	9,59	4,80	0,96	5,00	9,83	4,91	0,98	5,00	9,52	4,76	0,95	5,00	9,35	4,68	0,94	5,00	11,79	5,90	0,98	6
		Vaiamasin	1	4,80	4,80	0,96	5,00	4,91	4,91	0,98	5,00	4,76	4,76	0,95	5,00	4,68	4,68	0,94	5,00	5,90	5,90	0,98	
3	VAIA PUURIMISEL ERALDUVA MULLA ÄRAVEDU	Kopajuht	1	0,69	0,69	0,14	5,00	0,68	0,68	0,14	5,00	0,69	0,69	0,14	5,00	0,69	0,69	0,14	5,00	0,83	0,83	0,17	5
		Kopp	1	0,69	0,69	0,14		0,68	0,68	0,14		0,69	0,69	0,14		0,69	0,69	0,14		0,83	0,83	0,17	
		Kallurijuht	1	0,69	0,69	0,14		0,68	0,68	0,14		0,69	0,69	0,14		0,69	0,69	0,14		0,83	0,83	0,17	
4	ROOSTVÄRKIDE MAHAMÄRKIMINE	Geodeet	1	1,08	1,08	1,08	1,00	1,07	1,07	1,07	1,00	1,25	1,25	1,25	1,00	1,11	1,11	1,11	1,00	0,97	0,97	0,97	1
		Teodoliit	1	1,08	1,08	1,08	1,00	1,07	1,07	1,07	1,00	1,25	1,25	1,25	1,00	1,11	1,11	1,11	1,00	0,97	0,97	0,97	
5	ROOSTVÄRKIDE RAKESTAMINE	Rakestaja	6	11,32	1,89	0,94	2,00	11,18	1,86	0,93	2,00	13,12	2,19	1,09	2,00	11,60	1,93	0,97	2,00	10,15	1,69	0,85	2
		Kraana	1	1,89	1,89	0,94		1,86	1,86	0,93		2,19	2,19	1,09		1,93	1,93	0,97		1,69	1,69	0,85	
6	ROOSTVÄRKIDE ARMEERIMINE	Armeerija	5	10,76	2,15	1,08	2,00	11,41	2,28	1,14	2,00	11,93	2,39	1,19	2,00	10,74	2,15	1,07	2,00	8,78	1,76	0,88	2
		Kraana	1	0,27	0,27	0,13		0,29	0,29	0,14		0,30	0,30	0,15		0,27	0,27	0,13		0,22	0,22	0,11	
7	ROOSTVÄRKIDE BETONEERIMINE	Betoneerija	7	7,65	1,09	1,09	1,00	7,87	1,12	1,12	1,00	7,95	1,14	1,14	1,00	7,59	1,08	1,08	1,00	6,23	0,89	0,89	1
		Betoonipump	1	0,96	0,96	0,96	1,00	0,98	0,98	0,98	1,00	0,99	0,99	0,99	1,00	0,95	0,95	0,95	1,00	0,78	0,78	0,78	
8	LAHTIRAKESTAMINE	Rakestaja	3	5,66	1,89	0,94	2,00	5,59	1,86	0,93	2,00	6,56	2,19	1,09	2,00	5,80	1,93	0,97	2,00	5,08	1,69	0,85	2
		Kraana	1	1,89	1,89	0,94		1,86	1,86	0,93		2,19	2,19	1,09		1,93	1,93	0,97		1,69	1,69	0,85	

Tabelis 6.3 on esitatud vaia- ja rostvãrgitõõde tehnoloogilised arvutused. Tabelis 6.3 on kollasena välja toodud kolmanda haardeala kaks valitud kestust seetõõtu, et tabelist nähtu justkui kraana tõõjõudlust ületatakse, kuid tegelikult tõõtab sellel haardealal kaks kraanat. Seetõõtu on normi täitmis e teguri ületamine vaid arvutuslik.



### **6.1.9 Hoonete kompleksi vundamendi ehitusest kokkuvõtlikult**

Antud hoonete kompleks rajatakse 196 CFA vaiale ning kaheksale mikrovaiale. Vaiade peale ehitatakse nii posti- kui ka seinarostvärgid. CFA vaiade diameetriteks on 630mm ja 820mm. Mikrovaiade diameeter on 200mm. Rostvärke rajatakse kokku 138 tükki. Kuigi CFA vaiade kasutamine Eestis pole kuigi levinud, sobivad antud vaiad selle hoonete kompleksi rajamiseks ideaalselt. Nimelt ei tekitata vaiade rajamisega suurt lärmi ning ka ehitusprotsess kulgeb Fundex vaiadega võrreldes kiiremini. Samuti kuna pinnasevesi on kõrgel ning pinnas üpriski kehvade kandevõime omadustega, siis ilma vibreerimata või rammimata vaiasid rajades säilitatakse ka parimad loodusliku pinnase omadused. Tööde arvutuslik pikkus on 47 tööpäeva. Iga tööpäeva kestuseks on 8 tundi. Maksimaalselt on antud tööde teostamise ajal platsil 11 töölist ning keskmiselt on päevas ehitusplatsil 7 töömeest. Maksimaalselt läheb päevas vaja 159m<sup>3</sup> betooni rostvärkide betoneerimiseks ning kui samal päeval valatakse ka vaiasid, siis suisa 194 m<sup>3</sup> betooni.

## **6.2 Maaaluse osa ehitamine**

Arvutuste tegemiseks on kasutatud konstruktsiooni tööprojekti [1] ning RATU kaarte [12,13,14,17]. Arvutuste teostamiseks kasutatud mahud on jooniste abil käsitsi läbi arvutatud ning ei pärine ehitusprojekti olevatest kokkuvõtte tabelitest, et veenduda mahtude õigsuses.

### **6.2.1 Maaaluse osa tööetapid ja teostamise järjekord**

Maaaluse osa tehnoloogiline kaart käsitleb viie erineva konstruktsioonitüübi ehitusprotsessi, milleks on põhjaplaadi ehitamine, seinade ehitamine, postide ehitamine, trepielementide monteerimine ja monolitiseerimine ning -1. korruse vahelae ehitamine. Põhjaplaadi pindalaks on ligikaudu 5935 m<sup>2</sup>. Seinade kogupindala on ligikaudu 1927 m<sup>2</sup>. Hoone maaaluses osas kasutatakse kokku 81 posti. Maaaluses osas on 15 trepimarsi elementi ning 6 trepipodesti elementi. -1. korruse vahelae pindalaks on nagu hoone põhjaplaadilgi ligikaudu 5935 m<sup>2</sup>. Esmalt ehitatakse hoone põhjaplaad, seda juba eelnevalt ettevalmistatud pinnasele ning pinnase ettevalmistamiseks kuluvat aega antud tehnoloogiline kaart ei käsitle. Järgmisena ehitatakse hoone maaaluse osa seinad. Seejärel ehitatakse postid. Peale postide ehitamist monteeritakse trepielemendid ning viimase tööna valatakse -1. korruse vahelagi.

### **6.2.2 Haardealade valik erinevate tööde lõikes**

Põhjaplaadi ja -1. korruse vahelae ehitamiseks otsustasin 19 haardeala kasuks. Seda just sel põhjusel, et nõnda tarindeid ehitades kasutatakse 20 m<sup>3</sup>/h tootlusega betoonipumpa peaaegu maksimaalse tootlusega. Muidugi oleks võinud kasutusele võtta veelgi tootlikuma betoonipumba või isegi mitu betoonipumpa ning rohkem töömehi, kuid Ratu kaartide põhjal tehtud arvutustest selgus, et veelgi tootlikuma töö käigus saab takistavaks faktoriks tornkraanade jõudlus materjali ette ja eest ära tõstmisel. Seetõttu otsustasin tööde pikkust rohkem mitte lühendada. Haardealadel on vahetuste pikkused valitud just nõnda, et armeerimis ning rakestamistöid saaks mitmel haardealal sama kraanaga sama tööpäeva jooksul teostada. Selline võimalus on tingitud sellest, et kraana normitaitmise tegur on mõlema töö korral alla 1 ning ka kahe töö summeerimisel jääb veidi alla 1. Küll aga tingituna sellest, et rakestamis- ja

lahtirakestamisetööde korral on kraanade normitaitmise tegurid viidud arvutuslikult 1 lähedale, siis ei saa neid töid sama kraanaga erinevatel haardealadel korruga teostada.

Seinade ehitamise ajal kasutan ma nelja haardeala. Haardealadeks on hoone ülemine külg, hoone alumine külg, hoone parem külg ning hoone vasak külg koos hoones sees olevate väiksemate seinade mahtudega. Seinade haardealade valimisel on samuti lähtutud sellest, et 20 m<sup>3</sup>/h tootlusega betoonipump oleks maksimaalselt rakendatud ning jälgides samal ajal tornkraanade normitaitmise tegurit.

Trepielementide montaažitööd jagasin ma algselt viieks osaks, sest maapealseid osasid on kokku viis ning sellest tingituna on maaaluses mahus viis treppi. Hilisemate kalkulatsioonide käigus selgus, et teatavate korrektureid on võimalik treppide montaažitööd ka ühe päeva sisse mahutada ning viiete haardeala vaja ei lähegi.

Postide ehitamise jagasin ma viieks haardealaks. Seda jällegi tingituna 20 m<sup>3</sup>/h tootlusega betoonipumba maksimaalsest rakendamisest ning jälgides samal ajal tornkraanade normitaitmise tegurit.

Kõikide tööde tööjõu- ja masinaajakulu on esitatud tabelis 6.5. Tehnoloogilised arvutused ning tööde valitud kestused haardealade kaupa on esitatud tabelis 6.6 ning tööde teostamise graafik koos masinate-, tööjõu- ja betoonivajadusel tabelis 6.7.

Tabelis 6.5 märgitud ajanormid sisaldavad nii Ratu ajanormi kui ka Ratu kaartides soovitatud lisaajategurit. Lisategur hõlmab endas tööde plaanimisest, korraldusest ja töötingimustest tingitud töö seisakuid ning tööaja pikenemist. Kõikide tööloikude korral peale seinade armeerimise on rakendatud Ratu kaartide kõige väiksemat lisaajategurit. Seinade armeerimisel on kasutatud lisategurina väärtust 1,2, kuna Ratu kaardid ei anna keskmisel 16mm armatuuriga seinale ajanormi. Seinade armeerimise ajanormiks on võetud 5 in-h/üh. Selline väärtuse valik on suure tõenäosusega varuga, kuid kuna 16mm pikad vardad on üpriski rasked, siis on arvestatud just 5 in-h/üh kohta.

### 6.2.3 Maaaluse osa ehitamiseks kuluv tööjõu- ja masinaajakulu

Tabelis 6.5 on esitatud maaaluse osa ehitamiseks kuluv normatiivne tööjõu- ja masinaajakulu.

Tabel 6.5 Maaaluse osa ehitamiseks kuluv normatiivne tööjõu- ja masinaajakulu

Jrk nr	Töö nimetus	Ühik	Ajanorm	Normatiivne tööjõukulu maaaluse osa ehitustöödel																			
				Haardealade kaupa																			
				1		2		3		4		5		6		7		8		9		10	
in-h/üh mas-h/üh	Ühikuid	in-h mas-h	Ühikuid	in-h mas-h	Ühikuid	in-h mas-h	Ühikuid	in-h mas-h	Ühikuid	in-h mas-h	Ühikuid	in-h mas-h	Ühikuid	in-h mas-h	Ühikuid	in-h mas-h	Ühikuid	in-h mas-h	Ühikuid	in-h mas-h			
1	2	3	4	5.1	6.1	5.2	6.2	5.3	6.3	5.4	6.4	5.5	6.5	5.6	6.6	5.7	6.7	5.8	6.8	5.9	6.9	5.10	6.10
<b>1</b>	<b>PÕHJAPLAADI MAHAMÄRKIMINE</b>																						
1.1	Mahamärkimine ja teostusmõõdistus	m2	0,02415 0,02415	338,72	8,18 8,18	307,76	7,43 7,43	335,44	8,10 8,10	335,44	8,10 8,10	307,76	7,43 7,43	307,76	7,43 7,43	328,52	7,93 7,93	325,06	7,85 7,85	328,52	7,93 7,93	307,76	7,43 7,43
<b>1</b>	<b>PÕHJAPLAADI MAHAMÄRKIMINE KOKKU</b>		in-h mas-h in-vah mas-vah		8,18 8,18 1,02 1,02		7,43 7,43 0,93 0,93		8,10 8,10 1,01 1,01		8,10 8,10 1,01 1,01		7,43 7,43 0,93 0,93		7,43 7,43 0,93 0,93		7,93 7,93 0,99 0,99		7,85 7,85 0,98 0,98		7,93 7,93 0,99 0,99		7,43 7,43 0,93 0,93
<b>2</b>	<b>PÕHJAPLAADI RAKESTAMINE</b>																						
2.1	Raketiskilpide ehitamine	m2	0,1890 0,0525	30,24	5,72 1,59	17,92	3,39 0,94	18,48	3,49 0,97	18,48	3,49 0,97	17,92	3,39 0,94	17,92	3,39 0,94	18,34	3,47 0,96	18,27	3,45 0,96	18,34	3,47 0,96	17,92	3,39 0,94
<b>2</b>	<b>PÕHJAPLAADI RAKESTAMINE KOKKU</b>		in-h mas-h in-vah mas-vah		5,72 1,59 0,71 0,20		3,39 0,94 0,42 0,12		3,49 0,97 0,44 0,12		3,49 0,97 0,44 0,12		3,39 0,94 0,42 0,12		3,39 0,94 0,42 0,12		3,47 0,96 0,43 0,12		3,45 0,96 0,43 0,12		3,47 0,96 0,43 0,12		3,39 0,94 0,42 0,12
<b>3</b>	<b>PÕHJAPLAADI ARMEERIMINE</b>																						
3.1	Põhjaplaadi sarrustamine	1000kg	4,95 0,11	19,08	94,44 2,10	17,84	88,28 1,96	16,94	83,86 1,86	16,94	83,86 1,86	18,17	89,96 2,00	18,17	89,96 2,00	15,81	78,25 1,74	16,38	81,08 1,80	16,56	81,97 1,82	17,76	87,91 1,95
<b>3</b>	<b>PÕHJAPLAADI ARMEERIMINE KOKKU</b>		in-h mas-h in-vah mas-vah		94,44 2,10 11,81 0,26		88,28 1,96 11,04 0,25		83,86 1,86 10,48 0,23		83,86 1,86 10,48 0,23		89,96 2,00 11,24 0,25		89,96 2,00 11,24 0,25		78,25 1,74 9,78 0,22		81,08 1,80 10,13 0,23		81,97 1,82 10,25 0,23		87,91 1,95 10,99 0,24
<b>4</b>	<b>PÕHJAPLAADI BETONEERIMINE</b>																						
4.1	Betooni etteandmine autobetoonipumbaga	m3	0,10 0,05	109,48	10,95 5,47	102,34	10,23 5,12	111,86	11,19 5,59	111,86	11,19 5,59	102,34	10,23 5,12	102,34	10,23 5,12	109,48	10,95 5,47	108,29	10,83 5,41	109,48	10,95 5,47	102,34	10,23 5,12
4.2	Betooni laotamine ja vibreerimine	m3	0,30 0,00	109,48	32,84 0,00	102,34	30,70 0,00	111,86	33,56 0,00	111,86	33,56 0,00	102,34	30,70 0,00	102,34	30,70 0,00	109,48	32,84 0,00	108,29	32,49 0,00	109,48	32,84 0,00	102,34	30,70 0,00
<b>4</b>	<b>PÕHJAPLAADI BETONEERIMINE KOKKU</b>		in-h mas-h in-vah mas-vah		43,79 5,47 5,47 0,68		40,94 5,12 5,12 0,64		44,74 5,59 5,59 0,70		44,74 5,59 5,59 0,70		40,94 5,12 5,12 0,64		40,94 5,12 5,12 0,64		43,79 5,47 5,47 0,68		43,32 5,41 5,41 0,68		43,79 5,47 5,47 0,68		40,94 5,12 5,12 0,64
<b>5</b>	<b>PÕHJAPLAADI LAHTIRAKESTAMINE</b>																						
5.1	Põhjaplaadi lahtirakestamine	m2	0,210 0,0525	30,24	6,35 1,59	17,92	3,76 0,94	18,48	3,88 0,97	18,48	3,88 0,97	17,92	3,76 0,94	17,92	3,76 0,94	18,34	3,85 0,96	18,27	3,84 0,96	18,34	3,85 0,96	17,92	3,76 0,94
<b>5</b>	<b>PÕHJAPLAADI LAHTIRAKESTAMINE KOKKU</b>		in-h mas-h in-vah mas-vah		6,35 1,59 0,79 0,20		3,76 0,94 0,47 0,12		3,88 0,97 0,49 0,12		3,88 0,97 0,49 0,12		3,76 0,94 0,47 0,12		3,76 0,94 0,47 0,12		3,85 0,96 0,48 0,12		3,84 0,96 0,48 0,12		3,85 0,96 0,48 0,12		3,76 0,94 0,47 0,12



Tabel 6.5 järg 1

Jrk nr	Töö nimetus	Ühik	Ajanorm	Normatiivne tööjõukulu maaaluse osa ehitustöödel																			
				Haardealade kaupa																		Kokku	
				11		12		13		14		15		16		17		18		19		7	8
in-h/üh	in-h	Ühikuid	in-h	Ühikuid	in-h	Ühikuid	in-h	Ühikuid	in-h	Ühikuid	in-h	Ühikuid	in-h	Ühikuid	in-h	Ühikuid	in-h	Ühikuid	in-h	Ühikuid	in-h		
mas-h/üh	mas-h	5.11	6.11	5.12	6.12	5.13	6.13	5.14	6.14	5.15	6.15	5.16	6.16	5.17	6.17	5.18	6.18	5.19	6.19	7	8		
1	2	3	4	5.11	6.11	5.12	6.12	5.13	6.13	5.14	6.14	5.15	6.15	5.16	6.16	5.17	6.17	5.18	6.18	5.19	6.19	7	8
1	PÕHJAPLAADI MAHAMÄRKIMINE																						
1.1	Mahamärgimine ja teostusmöödistus	m2	0,02415 0,02415	307,76	7,43 7,43	335,44	8,10 8,10	335,44	8,10 8,10	307,76	7,43 7,43	307,76	7,43 7,43	324,71	7,84 7,84	324,71	7,84 7,84	373,54	9,02 9,02	409,92	9,90 9,90	6249,79	150,93 150,93
1	PÕHJAPLAADI MAHAMÄRKIMINE KOKKU																						
			in-h	7,43		8,10		8,10		7,43		7,43		7,84		7,84		9,02		9,90		150,93	
			mas-h	7,43		8,10		8,10		7,43		7,43		7,84		7,84		9,02		9,90		150,93	
			in-vah	0,93		1,01		1,01		0,93		0,93		0,98		0,98		1,13		1,24		18,87	
			mas-vah	0,93		1,01		1,01		0,93		0,93		0,98		0,98		1,13		1,24		18,87	
2	PÕHJAPLAADI RAKESTAMINE																						
2.1	Raketiskilpide ehitamine	m2	0,1890 0,0525	17,92	3,39 0,94	18,48	3,49 0,97	18,48	3,49 0,97	17,92	3,39 0,94	17,92	3,39 0,94	18,26	3,45 0,96	18,26	3,45 0,96	22,93	4,33 1,20	20,64	3,90 1,08	364,64	68,92 19,14
2	PÕHJAPLAADI RAKESTAMINE KOKKU																						
			in-h	3,39		3,49		3,49		3,39		3,39		3,45		3,45		4,33		3,90		68,92	
			mas-h	0,94		0,97		0,97		0,94		0,94		0,96		0,96		1,20		1,08		19,14	
			in-vah	0,42		0,44		0,44		0,42		0,42		0,43		0,43		0,54		0,49		8,61	
			mas-vah	0,12		0,12		0,12		0,12		0,12		0,12		0,12		0,15		0,14		2,39	
3	PÕHJAPLAADI ARMEERIMINE																						
3.1	Põhjaplaadi sarrustamine	1000kg	4,95 0,11	17,76	87,91 1,95	16,94	83,86 1,86	16,94	83,86 1,86	17,76	87,91 1,95	17,76	87,91 1,95	16,39	81,12 1,80	16,39	81,12 1,80	20,80	102,95 2,29	23,05	114,10 2,54	337,43	1670,30 37,12
3	PÕHJAPLAADI ARMEERIMINE KOKKU																						
			in-h	87,91		83,86		83,86		87,91		87,91		81,12		81,12		102,95		114,10		1670,30	
			mas-h	1,95		1,86		1,86		1,95		1,95		1,80		1,80		2,29		2,54		37,12	
			in-vah	10,99		10,48		10,48		10,99		10,99		10,14		10,14		12,87		14,26		208,79	
			mas-vah	0,24		0,23		0,23		0,24		0,24		0,23		0,23		0,29		0,32		4,64	
4	PÕHJAPLAADI BETONEERIMINE																						
4.1	Betooni etteandmine autobetoonipumbaga	m3	0,10 0,05	102,34	10,23 5,12	111,86	11,19 5,59	111,86	11,19 5,59	102,34	10,23 5,12	102,34	10,23 5,12	108,17	10,82 5,41	108,17	10,82 5,41	123,86	12,39 6,19	137,28	13,73 6,86	2078,03	207,80 103,90
4.2	Betooni laotamine ja vibreerimine	m3	0,30 0,00	102,34	30,70 0,00	111,86	33,56 0,00	111,86	33,56 0,00	102,34	30,70 0,00	102,34	30,70 0,00	108,17	32,45 0,00	108,17	32,45 0,00	123,86	37,16 0,00	137,28	41,18 0,00	2078,03	623,41 0,00
4	PÕHJAPLAADI BETONEERIMINE KOKKU																						
			in-h	40,94		44,74		44,74		40,94		40,94		43,27		43,27		49,54		54,91		831,21	
			mas-h	5,12		5,59		5,59		5,12		5,12		5,41		5,41		6,19		6,86		103,90	
			in-vah	5,12		5,59		5,59		5,12		5,12		5,41		5,41		6,19		6,86		103,90	
			mas-vah	0,64		0,70		0,70		0,64		0,64		0,68		0,68		0,77		0,86		12,99	
5	PÕHJAPLAADI LAHTIRAKESTAMINE																						
5.1	Põhjaplaadi lahtirakestamine	m2	0,210 0,0525	17,92	3,76 0,94	18,48	3,88 0,97	18,48	3,88 0,97	17,92	3,76 0,94	17,92	3,76 0,94	18,26	3,84 0,96	18,26	3,84 0,96	22,93	4,81 1,20	20,64	4,33 1,08	364,64	76,57 19,14
5	PÕHJAPLAADI LAHTIRAKESTAMINE KOKKU																						
			in-h	3,76		3,88		3,88		3,76		3,76		3,84		3,84		4,81		4,33		76,57	
			mas-h	0,94		0,97		0,97		0,94		0,94		0,96		0,96		1,20		1,08		19,14	
			in-vah	0,47		0,49		0,49		0,47		0,47		0,48		0,48		0,60		0,54		9,57	
			mas-vah	0,12		0,12		0,12		0,12		0,12		0,12		0,12		0,15		0,14		2,39	



Tabel 6.5 järg 3

Jrk nr	Töö nimetus	Ühik	Ajanorm	Normatiivne tööjõukulu maaaluse osa ehitustöödel																			
				Haardealade kaupa																			
				1		2		3		4		5		6		7		8		9		10	
in-h/üh mas-h/üh	Ühikuid	in-h mas-h	Ühikuid	in-h mas-h	Ühikuid	in-h mas-h	Ühikuid	in-h mas-h	Ühikuid	in-h mas-h	Ühikuid	in-h mas-h	Ühikuid	in-h mas-h	Ühikuid	in-h mas-h	Ühikuid	in-h mas-h	Ühikuid	in-h mas-h			
<b>19</b>	<b>VAHELAE MAHAMÄRKIMINE</b>																						
19.1	Mahamärkimine ja teostusmöödistus	m2	0,02415 0,02415	338,72	8,18 8,18	307,76	7,43 7,43	335,44	8,10 8,10	335,44	8,10 8,10	307,76	7,43 7,43	307,76	7,43 7,43	328,52	7,93 7,93	325,06	7,85 7,85	328,52	7,93 7,93	307,76	7,43 7,43
<b>19</b>	<b>VAHELAE MAHAMÄRKIMINE KOKKU</b>		in-h mas-h in-vah mas-vah		8,18 8,18 1,02 1,02		7,43 7,43 0,93 0,93		8,10 8,10 1,01 1,01		8,10 8,10 1,01 1,01		7,43 7,43 0,93 0,93		7,43 7,43 0,93 0,93		7,93 7,93 0,99 0,99		7,85 7,85 0,98 0,98		7,93 7,93 0,99 0,99		7,43 7,43 0,93 0,93
<b>20</b>	<b>VAHELAE RAKESTAMINE</b>																						
20.1	Raketiskilpide ehitamine	m2	0,1890 0,0525	338,72	64,02 17,78	307,76	58,17 16,16	335,44	63,40 17,61	335,44	63,40 17,61	307,76	58,17 16,16	307,76	58,17 16,16	328,52	62,09 17,25	325,06	61,44 17,07	328,52	62,09 17,25	307,76	58,17 16,16
<b>20</b>	<b>VAHELAE RAKESTAMINE KOKKU</b>		in-h mas-h in-vah mas-vah		64,02 17,78 8,00 2,22		58,17 16,16 7,27 2,02		63,40 17,61 7,92 2,20		63,40 17,61 7,92 2,20		58,17 16,16 7,27 2,02		58,17 16,16 7,27 2,02		62,09 17,25 7,76 2,16		61,44 17,07 7,68 2,13		62,09 17,25 7,76 2,16		58,17 16,16 7,27 2,02
<b>21</b>	<b>VAHELAE ARMEERIMINE</b>																						
21.1	Vahelae sarrustamine	1000kg	4,95 0,11	23,52	116,40 2,59	21,98	108,81 2,42	20,25	100,23 2,23	20,25	100,23 2,23	21,98	108,81 2,42	21,98	108,81 2,42	18,18	89,97 2,00	17,98	88,99 1,98	18,18	89,97 2,00	21,98	108,81 2,42
<b>21</b>	<b>VAHELAE ARMEERIMINE KOKKU</b>		in-h mas-h in-vah mas-vah		116,40 2,59 14,55 0,32		108,81 2,42 13,60 0,30		100,23 2,23 12,53 0,28		100,23 2,23 12,53 0,28		108,81 2,42 13,60 0,30		108,81 2,42 13,60 0,30		89,97 2,00 11,25 0,25		88,99 1,98 11,12 0,25		89,97 2,00 11,25 0,25		108,81 2,42 13,60 0,30
<b>22</b>	<b>VAHELAE BETONEERIMINE</b>																						
22.1	Betooni etteandmine autobetoonipumbaga	m3	0,10 0,05	93,84	9,38 4,69	87,72	8,77 4,39	95,88	9,59 4,79	95,88	9,59 4,79	87,72	8,77 4,39	87,72	8,77 4,39	93,84	9,38 4,69	92,82	9,28 4,64	93,84	9,38 4,69	87,72	8,77 4,39
22.2	Betooni laotamine ja vibreerimine	m3	0,30 0,00	93,84	28,15 0,00	87,72	26,32 0,00	95,88	28,76 0,00	95,88	28,76 0,00	87,72	26,32 0,00	87,72	26,32 0,00	93,84	28,15 0,00	92,82	27,85 0,00	93,84	28,15 0,00	87,72	26,32 0,00
<b>22</b>	<b>VAHELAE BETONEERIMINE KOKKU</b>		in-h mas-h in-vah mas-vah		37,54 4,69 4,69 0,59		35,09 4,39 4,39 0,55		38,35 4,79 4,79 0,60		38,35 4,79 4,79 0,60		35,09 4,39 4,39 0,55		35,09 4,39 4,39 0,55		37,54 4,69 4,69 0,59		37,13 4,64 4,64 0,58		37,54 4,69 4,69 0,59		35,09 4,39 4,39 0,55
<b>23</b>	<b>VAHELAE LAHTIRAKESTAMINE</b>																						
23.1	Vahelae lahtirakestamine	m2	0,2100 0,0525	338,72	71,13 17,78	307,76	64,63 16,16	335,44	70,44 17,61	335,44	70,44 17,61	307,76	64,63 16,16	307,76	64,63 16,16	328,52	68,99 17,25	325,06	68,26 17,07	328,52	68,99 17,25	307,76	64,63 16,16
<b>23</b>	<b>VAHELAE LAHTIRAKESTAMINE KOKKU</b>		in-h mas-h in-vah mas-vah		71,13 17,78 8,89 2,22		64,63 16,16 8,08 2,02		70,44 17,61 8,81 2,20		70,44 17,61 8,81 2,20		64,63 16,16 8,08 2,02		64,63 16,16 8,08 2,02		68,99 17,25 8,62 2,16		68,26 17,07 8,53 2,13		68,99 17,25 8,62 2,16		64,63 16,16 8,08 2,02

Tabel 6.5 järg 4

Jrk nr	Töö nimetus	Ühik	Ajanorm	Normatiivne tööjõukulu maaaluse osa ehitustöödel																			
				Haardealade kaupa																Kokku			
				11		12		13		14		15		16		17		18		19		Ühikuid	in-h
in-h/üh	Ühikuid	in-h	Ühikuid	in-h	Ühikuid	in-h	Ühikuid	in-h	Ühikuid	in-h	Ühikuid	in-h	Ühikuid	in-h	Ühikuid	in-h	Ühikuid	in-h	Ühikuid	in-h			
mas-h/üh	Ühikuid	mas-h	Ühikuid	mas-h	Ühikuid	mas-h	Ühikuid	mas-h	Ühikuid	mas-h	Ühikuid	mas-h	Ühikuid	mas-h	Ühikuid	mas-h	Ühikuid	mas-h	Ühikuid	mas-h			
<b>19</b>	<b>VAHELAE MAHAMÄRKIMINE</b>																						
19.1	Mahamärgimine ja teostusmöödistus	m2	0,02415	307,76	7,43	335,44	8,10	335,44	8,10	307,76	7,43	307,76	7,43	324,71	7,84	324,71	7,84	373,54	9,02	409,92	9,90	6249,79	150,93
			0,02415		7,43		8,10		8,10		7,43		7,43		7,84		7,84		9,02		9,90		150,93
<b>19</b>	<b>VAHELAE MAHAMÄRKIMINE KOKKU</b>				7,43		8,10		8,10		7,43		7,43		7,84		7,84		9,02		9,90		150,93
					7,43		8,10		8,10		7,43		7,43		7,84		7,84		9,02		9,90		150,93
					0,93		1,01		1,01		0,93		0,93		0,98		0,98		1,13		1,24		18,87
					0,93		1,01		1,01		0,93		0,93		0,98		0,98		1,13		1,24		18,87
<b>20</b>	<b>VAHELAE RAKESTAMINE</b>																						
20.1	Raketiskilpide ehitamine	m2	0,1890	307,76	58,17	335,44	63,40	335,44	63,40	307,76	58,17	307,76	58,17	324,71	61,37	324,71	61,37	373,54	70,60	409,92	77,47	6249,79	1181,21
			0,0525		16,16		17,61		17,61		16,16		16,16		17,05		17,05		19,61		21,52		328,11
<b>20</b>	<b>VAHELAE RAKESTAMINE KOKKU</b>				58,17		63,40		63,40		58,17		58,17		61,37		61,37		70,60		77,47		1181,21
					58,17		63,40		63,40		58,17		58,17		61,37		61,37		70,60		77,47		1181,21
					16,16		17,61		17,61		16,16		16,16		17,05		17,05		19,61		21,52		328,11
					7,27		7,92		7,92		7,27		7,27		7,67		7,67		8,82		9,68		147,65
					2,02		2,20		2,20		2,02		2,02		2,13		2,13		2,45		2,69		41,01
<b>21</b>	<b>VAHELAE ARMEERIMINE</b>																						
21.1	Vahelae sarrustamine	1000kg	4,95	21,98	108,81	15,80	78,19	15,80	78,19	21,98	108,81	21,98	108,81	19,71	97,59	19,71	97,59	27,88	138,01	27,47	135,98	398,59	1973,04
			0,11		2,42		1,74		1,74		2,42		2,42		2,17		2,17		3,07		3,02		43,85
<b>21</b>	<b>VAHELAE ARMEERIMINE KOKKU</b>				108,81		78,19		78,19		108,81		108,81		97,59		97,59		138,01		135,98		1973,04
					108,81		78,19		78,19		108,81		108,81		97,59		97,59		138,01		135,98		1973,04
					2,42		1,74		1,74		2,42		2,42		2,17		2,17		3,07		3,02		43,85
					13,60		9,77		9,77		13,60		13,60		12,20		12,20		17,25		17,00		246,63
					0,30		0,22		0,22		0,30		0,30		0,27		0,27		0,38		0,38		5,48
<b>22</b>	<b>VAHELAE BETONEERIMINE</b>																						
22.1	Betooni etteandmine autobetoonipumbaga	m3	0,10	87,72	8,77	95,88	9,59	95,88	9,59	87,72	8,77	87,72	8,77	92,72	9,27	92,72	9,27	106,17	10,62	117,67	11,77	1781,17	178,12
			0,05		4,39		4,79		4,79		4,39		4,39		4,64		4,64		5,31		5,88		89,06
22.2	Betooni laotamine ja vibreerimine	m3	0,30	87,72	26,32	95,88	28,76	95,88	28,76	87,72	26,32	87,72	26,32	92,72	27,82	92,72	27,82	106,17	31,85	117,67	35,30	1781,17	534,35
			0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00
<b>22</b>	<b>VAHELAE BETONEERIMINE KOKKU</b>				35,09		38,35		38,35		35,09		35,09		37,09		37,09		42,47		47,07		712,47
					35,09		38,35		38,35		35,09		35,09		37,09		37,09		42,47		47,07		712,47
					4,39		4,79		4,79		4,39		4,39		4,64		4,64		5,31		5,88		89,06
					4,39		4,79		4,79		4,39		4,39		4,64		4,64		5,31		5,88		89,06
					0,55		0,60		0,60		0,55		0,55		0,58		0,58		0,66		0,74		11,13
<b>23</b>	<b>VAHELAE LAHTIRAKESTAMINE</b>																						
23.1	Vahelae lahtirakestamine	m2	0,2100	307,76	64,63	335,44	70,44	335,44	70,44	307,76	64,63	307,76	64,63	324,71	68,19	324,71	68,19	373,54	78,44	409,92	86,08	6249,79	1312,46
			0,0525		16,16		17,61		17,61		16,16		16,16		17,05		17,05		19,61		21,52		328,11
<b>23</b>	<b>VAHELAE LAHTIRAKESTAMINE KOKKU</b>				64,63		70,44		70,44		64,63		64,63		68,19		68,19		78,44		86,08		1312,46
					64,63		70,44		70,44		64,63		64,63		68,19		68,19		78,44		86,08		1312,46
					16,16		17,61		17,61		16,16		16,16		17,05		17,05		19,61		21,52		328,11
					8,08		8,81		8,81		8,08		8,08		8,52		8,52		9,81		10,76		164,06
					2,02		2,20		2,20		2,02		2,02		2,13		2,13		2,45		2,69		41,01

## 6.2.4 Maaaluse osa tehnoloogilised arvutused

Tabelis 6.6 on esitatud maaaluse osa tehnoloogilised arvutused.

Tabel 6.6 Maaaluse osa tehnoloogilised arvutused

Jrk nr	Töö nimetus	Tööriista/masinate			Haardealade kaupa																																		
		Eriala/mark	Arv	1			2			3			4			5			6			7			8			9											
				Normatiivne		Normi täitmise tegur	Valitud kestus	Normatiivne		Normi täitmise tegur	Valitud kestus	Normatiivne		Normi täitmise tegur	Valitud kestus	Normatiivne		Normi täitmise tegur	Valitud kestus	Normatiivne		Normi täitmise tegur	Valitud kestus	Normatiivne		Normi täitmise tegur	Valitud kestus	Normatiivne		Normi täitmise tegur	Valitud kestus	Normatiivne		Normi täitmise tegur	Valitud kestus				
				Tööjõukulu	Kestus			Tööjõukulu	Kestus			Tööjõukulu	Kestus			Tööjõukulu	Kestus			Tööjõukulu	Kestus			Tööjõukulu	Kestus			Tööjõukulu	Kestus			Tööjõukulu	Kestus			Tööjõukulu	Kestus	Tööjõukulu	Kestus
1	2	3	4	5.1	5.2	5.3	5.4	6.1	6.2	6.3	6.4	7.1	7.2	7.3	7.4	8.1	8.2	8.3	8.4	9.1	9.2	9.3	9.4	10.1	10.2	10.3	10.4	11.1	11.2	11.3	11.4	12.1	12.2	12.3	12.4	13.1	13.2	13.3	13.4
1	PÕHJAPLAADI MAHAMÄRKIMINE	Geodeet	1	1,02	1,02	1,02	1,00	0,93	0,93	0,93	1,00	1,01	1,01	1,01	1,00	1,01	1,01	1,01	1,00	0,93	0,93	0,93	1,00	0,93	0,93	0,93	1,00	0,99	0,99	0,99	1,00	0,98	0,98	0,98	1,00	0,99	0,99	0,99	1,00
2	PÕHJAPLAADI RAKESTAMINE	Teodoliit	1	1,02	1,02	1,02	1,00	0,93	0,93	0,93	1,00	1,01	1,01	1,01	1,00	1,01	1,01	1,01	1,00	0,93	0,93	0,93	1,00	0,93	0,93	0,93	1,00	0,99	0,99	0,99	1,00	0,98	0,98	0,98	1,00	0,99	0,99	0,99	1,00
3	PÕHJAPLAADI ARMEERIMINE	Rakestaja	1	0,71	0,71	0,71	1,00	0,42	0,42	0,42	1,00	0,44	0,44	0,44	1,00	0,44	0,44	0,44	1,00	0,42	0,42	0,42	1,00	0,42	0,42	0,42	1,00	0,43	0,43	0,43	1,00	0,43	0,43	0,43	1,00	0,43	0,43	0,43	1,00
4	PÕHJAPLAADI BETONEERIMINE	Kraana	1	0,20	0,20	0,20	2,00	0,12	0,12	0,12	2,00	0,12	0,12	0,12	2,00	0,12	0,12	0,12	2,00	0,12	0,12	0,12	2,00	0,12	0,12	0,12	2,00	0,12	0,12	0,12	2,00	0,12	0,12	0,12	2,00	0,12	0,12	0,12	2,00
5	PÕHJAPLAADI LAHTIRAKESTAMINE	Armeerija	5	11,81	2,36	1,18	2,00	11,04	2,21	1,10	2,00	10,48	2,10	1,05	2,00	10,48	2,10	1,05	2,00	11,24	2,25	1,12	2,00	11,24	2,25	1,12	2,00	9,78	1,96	0,98	2,00	10,13	2,03	1,01	2,00	10,25	2,05	1,02	2,00
6	PÕHJAPLAADI BETONEERIMINE	Kraana	1	0,26	0,26	0,13	2,00	0,25	0,25	0,12	2,00	0,23	0,23	0,12	2,00	0,23	0,23	0,12	2,00	0,25	0,25	0,12	2,00	0,25	0,25	0,12	2,00	0,22	0,22	0,11	2,00	0,23	0,23	0,11	2,00	0,23	0,23	0,11	2,00
7	PÕHJAPLAADI BETONEERIMINE	Betoneerija	6	5,47	0,91	0,91	1,00	5,12	0,85	0,85	1,00	5,59	0,93	0,93	1,00	5,59	0,93	0,93	1,00	5,12	0,85	0,85	1,00	5,12	0,85	0,85	1,00	5,47	0,91	0,91	1,00	5,41	0,90	0,90	1,00	5,47	0,91	0,91	1,00
8	PÕHJAPLAADI RAKESTAMINE	Betoonipump	1	0,68	0,68	0,68	0,20	0,64	0,64	0,64	0,20	0,70	0,70	0,70	0,15	0,70	0,70	0,70	0,15	0,64	0,64	0,64	0,15	0,64	0,64	0,64	0,15	0,68	0,68	0,68	0,15	0,68	0,68	0,68	0,15	0,68	0,68	0,68	0,15
9	PÕHJAPLAADI RAKESTAMINE	Rakestaja	4	0,79	0,20	0,99	0,15	0,47	0,12	0,78	0,15	0,49	0,12	0,81	0,15	0,49	0,12	0,81	0,15	0,47	0,12	0,78	0,15	0,47	0,12	0,78	0,15	0,48	0,12	0,80	0,15	0,48	0,12	0,80	0,15	0,48	0,12	0,80	0,15
10	PÕHJAPLAADI RAKESTAMINE	Kraana	1	0,20	0,20	0,99	0,20	0,12	0,12	0,78	0,15	0,12	0,12	0,81	0,15	0,12	0,12	0,81	0,15	0,12	0,12	0,78	0,15	0,12	0,12	0,78	0,15	0,12	0,12	0,80	0,15	0,12	0,12	0,80	0,15	0,12	0,12	0,80	0,15

Tabel 6.6 järg 1

Jrk nr	Töö nimetus	Tööliste/masinate		Haardealade kaupa																			
		Eriala/mark	Arv	1				2				3				4				5			
				Normatiivne		Normi täitmise tegur	Valitud kestus	Normatiivne		Normi täitmise tegur	Valitud kestus	Normatiivne		Normi täitmise tegur	Valitud kestus	Normatiivne		Normi täitmise tegur	Valitud kestus	Normatiivne		Normi täitmise tegur	Valitud kestus
				Tööjõu- kulu	Kestus			Tööjõu- kulu	Kestus			Tööjõu- kulu	Kestus			Tööjõu- kulu	Kestus			Tööjõu- kulu	Kestus		
				in-vah	vah			in-vah	vah			in-vah	vah			in-vah	vah			in-vah	vah		
mas-vah		mas-vah		mas-vah		mas-vah		mas-vah		mas-vah		mas-vah		mas-vah		mas-vah		mas-vah					
1	2	3	4	5.1	5.2	5.3	5.4	6.1	6.2	6.3	6.4	7.1	7.2	7.3	7.4	8.1	8.2	8.3	8.4	9.1	9.2	9.3	9.4
6	SEINADE MAHAMÄRKIMINE	Geodeet	3	2,61	0,87	0,87	1,00	2,38	0,79	0,79	1,00	2,53	0,84	0,84	1,00	2,76	0,92	0,92	1,00	0,00	0,00	0,00	1,00
		Teodoliit	3	2,61	0,87	0,87	1,00	2,38	0,79	0,79	1,00	2,53	0,84	0,84	1,00	2,76	0,92	0,92	1,00	0,00	0,00	0,00	1,00
7	SEINADE RAKESTAMINE	Rakestaja	4	26,09	6,52	0,82	8,00	23,81	5,95	0,85	7,00	25,26	6,32	0,79	8,00	27,59	6,90	0,86	8,00	0,00	0,00	0,00	3,00
		Kraana	1	6,52	6,52	0,82	8,00	5,95	5,95	0,85	7,00	6,32	6,32	0,79	8,00	6,90	6,90	0,86	8,00	0,00	0,00	0,00	3,00
8	SEINADE ARMEERIMINE	Armeerija	5	14,71	2,94	0,98	3,00	14,27	2,85	0,95	3,00	8,94	1,79	0,89	2,00	18,71	3,74	0,94	4,00	0,00	0,00	0,00	3,00
		Kraana	1	0,29	0,29	0,10	3,00	0,29	0,29	0,10	3,00	0,18	0,18	0,09	2,00	0,37	0,37	0,09	4,00	0,00	0,00	0,00	3,00
9	SEINADE BETONEERIMINE	Betoneerija	6	6,44	1,07	1,07	1,00	6,17	1,03	1,03	1,00	6,22	1,04	1,04	1,00	5,98	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	1,00
		Betoonipump	1	0,99	0,99	0,99	1,00	0,95	0,95	0,95	1,00	0,96	0,96	0,96	1,00	0,92	0,92	0,92	1,00	0,00	0,00	0,00	1,00
10	SEINADE LAHTIRAKESTAMINE	Rakestaja	4	26,09	6,52	0,82	8,00	23,81	5,95	0,85	7,00	25,26	6,32	0,79	8,00	27,59	6,90	0,86	8,00	0,00	0,00	0,00	1,00
		Kraana	1	6,52	6,52	0,82	8,00	5,95	5,95	0,85	7,00	6,32	6,32	0,79	8,00	6,90	6,90	0,86	8,00	0,00	0,00	0,00	1,00
11	POSTIDE MAHAMÄRKIMINE	Geodeet	1	0,28	0,28	0,94	0,3	0,31	0,31	1,02	0,3	0,31	0,31	1,04	0,3	0,27	0,27	0,89	0,3	0,24	0,24	0,79	0,30
		Teodoliit	1	0,28	0,28	0,94	0,3	0,31	0,31	1,02	0,3	0,31	0,31	1,04	0,3	0,27	0,27	0,89	0,3	0,24	0,24	0,79	0,30
12	POSTIDE RAKESTAMINE	Rakestaja	2	2,25	1,12	1,12	1,00	2,44	1,22	1,22	1,00	2,49	1,25	1,25	1,00	2,13	1,07	1,07	1,00	1,89	0,94	0,94	1,00
		Kraana	1	0,56	0,56	0,56	1,00	0,61	0,61	0,61	1,00	0,62	0,62	0,62	1,00	0,53	0,53	0,53	1,00	0,47	0,47	0,47	1,00
13	POSTIDE ARMEERIMINE	Armeerija	5	4,84	0,97	0,97	1,00	4,74	0,95	0,95	1,00	5,37	1,07	1,07	1,00	4,77	0,95	0,95	1,00	4,19	0,84	0,84	1,00
		Kraana	1	0,06	0,06	0,06	1,00	0,06	0,06	0,06	1,00	0,07	0,07	0,07	1,00	0,06	0,06	0,06	1,00	0,05	0,05	0,05	1,00
14	POSTIDE BETONEERIMINE	Betoneerija	3	0,54	0,18	0,90	0,20	0,62	0,21	1,03	0,20	0,62	0,21	1,03	0,20	0,54	0,18	0,89	0,20	0,49	0,16	0,82	0,20
		Betoonipump	1	0,07	0,07	0,34	0,20	0,08	0,08	0,39	0,20	0,08	0,08	0,39	0,20	0,07	0,07	0,34	0,20	0,06	0,06	0,31	0,20
15	POSTIDE LAHTIRAKESTAMINE	Rakestaja	2	2,25	1,12	1,12	1,00	2,44	1,22	1,22	1,00	2,49	1,25	1,25	1,00	2,13	1,07	1,07	1,00	1,89	0,94	0,94	1,00
		Kraana	1	0,56	0,56	0,56	1,00	0,61	0,61	0,61	1,00	0,62	0,62	0,62	1,00	0,53	0,53	0,53	1,00	0,47	0,47	0,47	1,00
16	TREPIELEMENTIDENING	Geodeet	1	0,08	0,08	0,41	0,20	0,08	0,08	0,41	0,20	0,08	0,08	0,41	0,20	0,08	0,08	0,41	0,20	0,10	0,10	0,52	0,20
		Teodoliit	1	0,08	0,08	0,41	0,20	0,08	0,08	0,41	0,20	0,08	0,08	0,41	0,20	0,08	0,08	0,41	0,20	0,10	0,10	0,52	0,20
17	TREPIELEMENTIDENING	Monteerija	3	0,59	0,20	0,98	0,20	0,59	0,20	0,98	0,20	0,59	0,20	0,98	0,20	0,59	0,20	0,98	0,20	0,68	0,23	1,13	0,20
		Kraana	1	0,11	0,11	0,56	0,20	0,11	0,11	0,56	0,20	0,11	0,11	0,56	0,20	0,11	0,11	0,56	0,20	0,11	0,11	0,56	0,20
18	TREPIELEMENTIDENING	Betoneerija	1	0,17	0,17	0,83	0,20	0,17	0,17	0,83	0,20	0,17	0,17	0,83	0,20	0,17	0,17	0,83	0,20	0,21	0,21	1,03	0,20
		Betoonipump	1	0,17	0,17	0,83	0,20	0,17	0,17	0,83	0,20	0,17	0,17	0,83	0,20	0,17	0,17	0,83	0,20	0,21	0,21	1,03	0,20

Tabel 6.6 järg 2

Jrk nr	Töö nimetus	Tööliste/masinate		Haardealade kaupa																																											
				1						2				3				4				5				6				7				8				9									
				Normatiivne		Valitud kestus	Normi täitmise tegur	Normatiivne		Normi täitmise tegur	Valitud vah	Normatiivne		Normi täitmise tegur	Valitud vah	Normatiivne		Normi täitmise tegur	Valitud vah	Normatiivne		Normi täitmise tegur	Valitud vah	Normatiivne		Normi täitmise tegur	Valitud vah	Normatiivne		Normi täitmise tegur	Valitud vah	Normatiivne		Normi täitmise tegur	Valitud vah	Normatiivne		Normi täitmise tegur	Valitud vah								
				Tööjõukulu	Kestus			Tööjõukulu	Kestus			Tööjõukulu	Kestus			Tööjõukulu	Kestus			Tööjõukulu	Kestus			Tööjõukulu	Kestus			Tööjõukulu	Kestus			Tööjõukulu	Kestus			Tööjõukulu	Kestus			Tööjõukulu	Kestus	Tööjõukulu	Kestus	Tööjõukulu	Kestus	Tööjõukulu	Kestus
in-vah	mas-vah	in-vah	mas-vah	in-vah	mas-vah			in-vah	mas-vah			in-vah	mas-vah			in-vah	mas-vah			in-vah	mas-vah			in-vah	mas-vah			in-vah	mas-vah			in-vah	mas-vah			in-vah	mas-vah			in-vah	mas-vah	in-vah	mas-vah	in-vah	mas-vah	in-vah	mas-vah
5.1	5.2	5.3	5.4	6.1	6.2	6.3	6.4	7.1	7.2	7.3	7.4	8.1	8.2	8.3	8.4	9.1	9.2	9.3	9.4	10.1	10.2	10.3	10.4	11.1	11.2	11.3	11.4	12.1	12.2	12.3	12.4	13.1	13.2	13.3	13.4												
19	VAHELAE MAHAMÄRKIMINE	Geodeet	1	1,02	1,02	1,02	1,00	0,93	0,93	0,93	1,00	1,01	1,01	1,01	1,00	0,93	0,93	0,93	1,00	0,93	0,93	1,00	0,99	0,99	0,99	1,00	0,98	0,98	0,98	1,00	0,99	0,99	0,99	1,00													
20	VAHELAE RAKESTAMINE	Rakestaja	3	8,00	2,67	0,89	3,00	7,27	2,42	0,81	3,00	7,92	2,64	0,88	3,00	7,27	2,42	0,81	3,00	7,92	2,64	0,88	3,00	7,27	2,42	0,81	3,00	7,68	2,56	0,85	3,00	7,76	2,59	0,86	3,00												
21	VAHELAE ARMEERIMINE	Kraana	1	2,22	2,22	0,74	3,00	2,02	2,02	0,67	3,00	2,20	2,20	0,73	3,00	2,02	2,02	0,67	3,00	2,20	2,20	0,73	3,00	2,16	2,16	0,72	3,00	2,13	2,13	0,71	3,00	2,16	2,16	0,72	3,00												
22	VAHELAE BETONEERIMINE	Armeerija	4	14,55	3,64	1,21	3,00	13,60	3,40	1,13	3,00	12,53	3,13	1,04	3,00	13,60	3,40	1,13	3,00	12,53	3,13	1,04	3,00	11,25	2,81	0,94	3,00	11,12	2,78	0,93	3,00	11,25	2,81	0,94	3,00												
23	VAHELAE LAHTIRAKESTAMINE	Rakestaja	3	8,89	2,96	0,99	3,00	8,08	2,69	0,90	3,00	8,81	2,94	0,98	3,00	8,08	2,69	0,90	3,00	8,81	2,94	0,98	3,00	8,62	2,87	0,96	3,00	8,53	2,84	0,95	3,00	8,62	2,87	0,96	3,00												

Haardealade kaupa																																																	
10				11				12				13				14				15				16				17				18				19													
Normatiivne		Normi täitmise tegur	Valitud vah	Normatiivne		Normi täitmise tegur	Valitud vah	Normatiivne		Normi täitmise tegur	Valitud vah	Normatiivne		Normi täitmise tegur	Valitud vah	Normatiivne		Normi täitmise tegur	Valitud vah	Normatiivne		Normi täitmise tegur	Valitud vah	Normatiivne		Normi täitmise tegur	Valitud vah	Normatiivne		Normi täitmise tegur	Valitud vah	Normatiivne		Normi täitmise tegur	Valitud vah														
Tööjõukulu	Kestus			Tööjõukulu	Kestus			Tööjõukulu	Kestus			Tööjõukulu	Kestus			Tööjõukulu	Kestus			Tööjõukulu	Kestus			Tööjõukulu	Kestus			Tööjõukulu	Kestus			Tööjõukulu	Kestus			Tööjõukulu	Kestus	Tööjõukulu	Kestus	Tööjõukulu	Kestus	Tööjõukulu	Kestus	Tööjõukulu	Kestus	Tööjõukulu	Kestus	Tööjõukulu	Kestus
in-vah	mas-vah			in-vah	mas-vah			in-vah	mas-vah			in-vah	mas-vah			in-vah	mas-vah			in-vah	mas-vah			in-vah	mas-vah			in-vah	mas-vah			in-vah	mas-vah			in-vah	mas-vah	in-vah	mas-vah	in-vah	mas-vah	in-vah	mas-vah	in-vah	mas-vah	in-vah	mas-vah	in-vah	mas-vah
14.1	14.2	14.3	14.4	15.1	15.2	15.3	15.4	16.1	16.2	16.3	16.4	17.1	17.2	17.3	17.4	18.1	18.2	18.3	18.4	19.1	19.2	19.3	19.4	20.1	20.2	20.3	20.4	21.1	21.2	21.3	21.4	22.1	22.2	22.3	22.4	23.1	23.2	23.3	23.4										
0,93	0,93	0,93	1,00	0,93	0,93	0,93	1,00	1,01	1,01	1,01	1,00	1,01	1,01	1,01	1,00	0,93	0,93	0,93	1,00	0,93	0,93	0,93	1,00	0,98	0,98	0,98	1,00	0,98	0,98	0,98	1,00	1,13	1,13	1,13	1,00	1,24	1,24	1,24	1,00										
0,93	0,93	0,93	1,00	0,93	0,93	0,93	1,00	1,01	1,01	1,01	1,00	1,01	1,01	1,01	1,00	0,93	0,93	0,93	1,00	0,93	0,93	0,93	1,00	0,98	0,98	0,98	1,00	0,98	0,98	0,98	1,00	1,13	1,13	1,13	1,00	1,24	1,24	1,24	1,00										
7,27	2,42	0,81	3,00	7,27	2,42	0,81	3,00	7,92	2,64	0,88	3,00	7,92	2,64	0,88	3,00	7,27	2,42	0,81	3,00	7,27	2,42	0,81	3,00	7,67	2,56	0,85	3,00	7,67	2,56	0,85	3,00	8,82	2,94	0,98	3,00	9,68	3,23	1,08	3,00										
2,02	2,02	0,67	3,00	2,02	2,02	0,67	3,00	2,20	2,20	0,73	3,00	2,20	2,20	0,73	3,00	2,02	2,02	0,67	3,00	2,02	2,02	0,67	3,00	2,13	2,13	0,71	3,00	2,13	2,13	0,71	3,00	2,45	2,45	0,82	3,00	2,69	2,69	0,90	3,00										
13,60	3,40	1,13	3,00	13,60	3,40	1,13	3,00	9,77	2,44	0,81	3,00	9,77	2,44	0,81	3,00	13,60	3,40	1,13	3,00	13,60	3,40	1,13	3,00	12,20	3,05	1,02	3,00	12,20	3,05	1,02	3,00	17,25	4,31	1,08	4,00	17,00	4,25	1,06	4,00										
0,30	0,30	0,10	3,00	0,30	0,30	0,10	3,00	0,22	0,22	0,07	3,00	0,22	0,22	0,07	3,00	0,30	0,30	0,10	3,00	0,30	0,30	0,10	3,00	0,27	0,27	0,09	3,00	0,27	0,27	0,09	3,00	0,38	0,38	0,10	4,00	0,38	0,38	0,09	4,00										
4,39	0,88	0,88	1,00	4,39	0,88	0,88	1,00	4,79	0,96	0,96	1,00	4,79	0,96	0,96	1,00	4,39	0,88	0,88	1,00	4,39	0,88	0,88	1,00	4,64	0,93	0,93	1,00	4,64	0,93	0,93	1,00	5,31	1,06	1,06	1,00	5,88	1,18	1,18	1,00										
0,55	0,55	0,55	3,00	0,55	0,55	0,55	3,00	0,60	0,60	0,60	3,00	0,60	0,60	0,60	3,00	0,55	0,55	0,55	3,00	0,55	0,55	0,55	3,00	0,58	0,58	0,58	3,00	0,58	0,58	0,58	3,00	0,66	0,66	0,66	3,00	0,74	0,74	0,74	3,00										
8,08	2,69	0,90	3,00	8,08	2,69	0,90	3,00	8,81	2,94	0,98	3,00	8,81	2,94	0,98	3,00	8,08	2,69	0,90	3,00	8,08	2,69	0,90	3,00	8,52	2,84	0,95	3,00	8,52	2,84	0,95	3,00	9,81	3,27	1,09	3,00	10,76	3,59	1,20	3,00										
2,02	2,02	0,67	3,00	2,02	2,02	0,67	3,00	2,20	2,20	0,73	3,00	2,20	2,20	0,73	3,00	2,02	2,02	0,67	3,00	2,02	2,02	0,67	3,00	2,13	2,13	0,71	3,00	2,13	2,13	0,71	3,00	2,45	2,45	0,82	3,00	2,69	2,69	0,90	3,00										

### 6.2.5 Maaaluse osa kalendergraafik koos tööjõu-, masinate- ja betoonivajadusega

Tabelis 6.7 on esitatud maaaluse osa kalendergraafik koos tööjõu-, masinate- ja betoonivajadusega.

Tabel 6.7 Maaaluse osa kalendergraafik koos tööjõu-, masinate- ja betoonivajadusega

TÖÖDE TEOSTAMISE GRAAFIK																																																																								
Haardeala	[Grid with colored cells and numbers 1.1, 3.1, etc.]																																																																							
Tööpäevad	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72
Tähistus	[Legend: Põhjaplaadi mahamärkimine, Seinade mahamärkimine, Postide mahamärkimine, Vahelae mahamärkimine, Trepielementide mahamärkimine, Põhjaplaadi raketamine, Seinade raketamine, Postide raketamine, Vahelae raketamine, Trepielementide paigaldamine, Põhjaplaadi armeerimine, Seinade armeerimine, Postide armeerimine, Vahelae armeerimine, Trepielementide monoliitimine, Põhjaplaadi betoneerimine, Seinade betoneerimine, Postide betoneerimine, Vahelae betoneerimine, Põhjaplaadi lahtiraketamine, Seinade lahtiraketamine, Postide lahtiraketamine, Vahelae lahtiraketamine]																																																																							
Geodeet	[Grid with numbers]																																																																							
Rakestaja	[Grid with numbers]																																																																							
Armeerija	[Grid with numbers]																																																																							
Kraanajuht	[Grid with numbers]																																																																							
Betoneerija	[Grid with numbers]																																																																							
Monteerija	[Grid with numbers]																																																																							
Tööpäevad	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72
TÖÖJÕU VAIADUS, päevas																																																																								
[Empty]	[Grid showing manpower requirements]																																																																							
Tööpäevad	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72
EHIJUSMASINATE VAIADUS, päevas																																																																								
[Empty]	[Grid showing machine requirements]																																																																							
Tööpäevad	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72
BETOOINI VAIADUS, m³																																																																								
[Empty]	[Grid showing concrete requirements]																																																																							
Tööpäevad	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72





## **6.2.6 Hoone maaaluse osa ehitusest kokkuvõtlikult**

Maaaluse osa ehitus vältab kokku 133 päeva, seda juhul kui tööpäevad on 8 tunnised ning ühes tööpäevas tehakse vaid üks vahetus. Selle aja jooksul ehitatakse maaaluse korruse põhjaplaad, seinad, postid, -1. korruse vahelagi ning monteeritakse trepielemendid maaaluse korruse mahus. Maksimaalselt läheb ühe tööpäeva jooksul maaaluse osa rajamiseks vaja 190 m<sup>3</sup> betooni. Kõige rohkem on 26 töömeest ühes vahetuses korraga objektil tööl. Keskmiselt on ühe tööpäeva jooksul objektil 13 töömeest.

## **6.3 Maapealse osa ehitamine ühe hoone kohta**

Arvutuste tegemiseks on kasutatud konstruktsiooni tööprojekti [1] ning RATU kaarte [12,13,14,17,18,19,20]. Arvutuste teostamiseks kasutatud mahud on jooniste abil käsitsi läbi arvutatud ning ei pärine ehitusprojektis olevatest kokkuvõtte tabelitest, et veenduda mahtude õigsuses.

### **6.3.1 Maapealse osa tööetapid ja teostamise järjekord**

Maapealse osa ehitamine käsitleb ühe maapealse osa ehitust betoonitööde ja montaažitööde osas. Hoone esimesel korrusel on monoliitsed postid ja kandevad seinad, mille peale valatakse 1. korruse monoliitne vahelagi. Teisel korrusel on samuti monoliitsed postid ja kandvad seinad, kuid lisaks monoliitsetele kandvatele seintele kasutatakse ka monteeritavaid kandvaid seinasid. 2. korruse vahelagi on samuti monoliitsetest raudbetoonist. Alates kolmandast korrusest kuni kuuenda korruseni välja on hoone kandevkarkass, nii kandvad seinad kui ka vahelagi, monteeritavatest elementidest. Peale iga korruse seinte, postide ja vahelae vastavalt monteerimist või betoneerimist monteeritakse ka antud korruse trepi- ja podestielemendid. Esimesel ja teisel korrusel monteeritakse lisaks trepi- ja podestielementidele ka terasest kandvad postid, mis hakkavad hiljem kandma kolmandast korrusest hakkavat hoone konsoolest osa. Alates kolmandast korrusest on iga korruse kohta lisaks kandvatele seintele ka kaks L-kujulist terastala, mis kinnituvad kandvate seinte külge ning millele toetuvad hiljem järgmise korruse soojakute poolsed lodža põranda elemendid. Peale kogu hoone

raudbetootarindite montaaži ja betoonitööde lõppu monteeritakse alates tesisest korrusest iga korruse merepoolsesse külge ka kaks teraskarkass rõdu.

### **6.3.2 Maapealse osa ajanormi tegurid, mis pole Ratu kaartidelt leitavad**

Kuna antud hoone puhul kasutatakse unikaalseid, ainult antud hoonetele mõeldud terasrõdukonstruktsioone, siis nende tarindite paigaldamiseks kuluvat aega Ratu kaartide põhjal adekvaatselt hinnata polnud võimalik. Seega konsulteerisin ühe hoone ehituse eest vastutanud objektijuhiga, millised olid antud tarindite montaaži ajad. Saadud kommentaaride põhjal on lõputöös kajastatud ajanormid välja arvatud. Samuti on toimitud ka teraspostide monteerimise puhul, mis hoiavad üleval kolmanda korruse vahelae konsoolest osa ning soojakute poolsete L-terasdetailide monteerimise ajanormiga.

### **6.3.3 Selgitused tehnoloogiliste arvutuste kohta**

Hoone maapealne osa on tehnoloogiliste arvutuste tegemiseks jaotatud korruste kaupa haardealadeks. Kokku on seega kuus haardealat. Haardealadel pole aga tööde maht iga korruse lõikes sama, mistõttu kajastab tehnoloogiliste arvutuste tabel maksimaalset vajaminevat tööliste arvu antud tööde lõikes kõigi haardealade ulatuses. Kollasega on tähistatud valitud kestused, kus tegelik tööliste arv ei ühti arvutustes esitatavatega. Seinade ja postide armeerimisel kasutatakse teisel haardealal tegelikult 6 armeerijat. Seinade ning vahelae kandeelementide monteerimisel kasutatakse esimesel ja teisel haardealal 4 monteerijat ning kuuendal haardealal 2 monteerijat. Seinade ja postide betoneerimisel kasutatakse teisel kuni kuuendal haardealal 2 betoneerijat. Vahelae/katuslae mööditustöid teostab kolmandal kuni kuuendal haardealal 1 geodeeti. Monteeritava vahelae/katuslae sarrustamisel, rakestamisel ja raketise eemaldamisel kasutatakse kolmandal kuni kuuendal haardealal 1 rakestajat. Monoliitse vahelae armeerimisel kasutatakse teisel haardealal 9 armeerijat. Tabelis 6.8 märgitud ajanormid sisaldavad nii Ratu ajanormi kui ka Ratu kaartides soovitatud lisaajategurit. Lisategur hõlmab endas tööde plaanimisest, korraldusest ja töötingimustest tingitud töö

seisakuid ning tööaja pikenemist. Monoliitsete seinade ja postide korral on kasutatud lisategurina 1,05, monteeritavate seinade mahamärkimisel 1,1, seinade ja postide sarrustamisel 1,2, välis- ja siseseinaelementide montaažil 1,2, püstvuukide rakestamisel, armeerimisel ja monoliitmisel betoonipumbaga 1,2, monteeritava ja monoliitse vahelae moodsustöödel 1,1, vahelae monteerimisel 1,1, katuslage kandvate terastalade paigaldusel 1,2, raketiskilpide ehitamisel monoliitse vahelae osajooks 1,1, vahelae/katuslae rakestamisel, sarrustamisel ja raketise eemaldamisel monteeritava osal 1,1, monoliitse vahelae sarrustamisel 1,2, õõnespaneelide vuukide monoliitmisel betoonivalu pumbaga 1,1, vahelae lahtirakestamisel 1,1 ning trepielementidega seotud töödel 1,2.

### 6.3.4 Maapealse osa tööjõu- ja masinaajakulu ühe hoone kohta

Tabelis 6.8 on esitatud maapealse osa ehitamiseks kuluv normatiivne tööjõu- ja masinaajakulu

Tabel 6.8 Maapealse osa ehitamiseks kuluv normatiivne tööjõu- ja masinaajakulu

Jrk nr	Töö nimetus	Ühik	Aja- norm in-h/üh mas-h/üh	Normatiivne tööjõukulu ühe maapealse osa ehitustöödel														Kokku	
				Koruste kaupa															
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12			13	14
<b>1</b>	<b>POSTIDE JA SEINADE MAHAMÄRKIMINE</b>			5.1	6.1	5.2	6.2	5.3	6.3	5.4	6.4	5.5	6.5	5.6	6.6	7	8		
1.1	Monoliitsete seinade mahamärkimine	m2	0,0210 0,0210	299,40	6,29 6,29	219,61	4,61 4,61	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	519,01	10,90 10,90		
1.2	Monoliitsete postide mahamärkimine	m2	0,0263 0,0263	138,94	3,65 3,65	32,90	0,86 0,86	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	171,84	4,51 4,51		
1.3	Monteeritavate seinade mahamärkimine	m2	0,0165 0,0165	0,00	0,00	192,43	3,18 3,18	407,47	6,72 6,72	407,47	6,72 6,72	409,35	6,75 6,75	69,50	1,15 1,15	1486,22	24,52 24,52		
<b>1</b>	<b>SEINADE JA POSTIDE MAHAMÄRKIMINE KOKKU</b>		in-h mas-h in-vah mas-vah		9,93 9,93 1,24 1,24		8,65 8,65 1,08 1,08		6,72 6,72 0,84 0,84		6,72 6,72 0,84 0,84		6,75 6,75 0,84 0,84		1,15 1,15 0,14 0,14		39,93 39,93 4,99 4,99		
<b>2</b>	<b>MONOLIITSETE POSTIDE JA SEINADE RAKESTAMINE</b>																		
2.1	Seinade rakestamine	m2	0,231 0,053	299,40	69,16 15,72	219,61	50,73 11,53	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	519,01	119,89 27,25		
2.2	Postide rakestamine	m2	0,210 0,053	138,94	29,18 7,29	32,90	6,91 1,73	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	171,84	36,09 9,02		
<b>2</b>	<b>SEINADE JA POSTIDE RAKESTAMINE KOKKU</b>		in-h mas-h in-vah mas-vah		98,34 23,01 12,29 2,88		57,64 13,26 7,20 1,66		0,00 0,00 0,00 0,00		0,00 0,00 0,00 0,00		0,00 0,00 0,00 0,00		0,00 0,00 0,00 0,00		155,98 36,27 19,50 4,53		
<b>3</b>	<b>MONOLIITSETE POSTIDE JA SEINADE ARMEERIMINE</b>																		
3.1	Seinade sarrustamine	1000kg	6,0000 0,1200	8,08	48,48 0,97	6,55	39,30 0,79	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	14,63	87,78 1,76		
3.2	Postide sarrustamine	1000kg	11,4000 0,1200	4,74	54,04 0,57	0,77	8,78 0,09	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5,51	62,81 0,66		
<b>3</b>	<b>SEINADE JA POSTIDE ARMEERIMINE KOKKU</b>		in-h mas-h in-vah mas-vah		102,52 1,54 12,81 0,19		48,08 0,88 6,01 0,11		0,00 0,00 0,00 0,00		0,00 0,00 0,00 0,00		0,00 0,00 0,00 0,00		0,00 0,00 0,00 0,00		150,59 2,42 18,82 0,30		
<b>4</b>	<b>SEINADE JA VAHELAE/KATUSLAE KANDEELEMENTIDE MONTEERIMINE</b>																		
4.1	Välisseinaelementide montaaž	m2	0,216 0,030	0,00	0,00	53,37	11,53 1,60	128,58	27,77 3,86	128,58	27,77 3,86	128,58	27,77 3,86	0,00	0,00	439,11	94,85 13,17		
4.2	Siseseinaelementide montaaž	m2	0,192 0,030	0,00	0,00	139,06	26,70 4,17	278,89	53,55 8,37	278,89	53,55 8,37	280,77	53,91 8,42	69,50	13,34 2,08	1047,10	201,04 31,41		
4.3	3. korruse põranda kandepostide montaaž	tk	10,650 2,663	3,00	31,95 7,99	3,00	31,95 7,99	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	6,00	63,90 15,98		
<b>4</b>	<b>SEINADE JA VAHELAE/KATUSLAE KANDEELEMENTIDE MONTEERIMINE KOKKU</b>		in-h mas-h in-vah mas-vah		31,95 7,99 3,99 1,00		70,18 13,76 8,77 1,72		81,32 12,22 10,16 1,53		81,32 12,22 10,16 1,53		81,68 12,28 10,21 1,54		13,34 2,08 1,67 0,26		359,79 60,56 44,97 7,57		
<b>5</b>	<b>POSTIDE JA SEINADE BETONEERIMINE</b>																		
5.1	Betooni etteandmine autobetonipumbaga, monoliitsete seinad	m3	0,10 0,05	53,69	5,37 2,68	29,91	2,99 1,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	83,60	8,36 4,18		
5.2	Betooni laotamine ja vibreerimine, monoliitsete seinad	m3	0,30 0,00	53,69	16,11 0,00	29,91	8,97 0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	83,60	25,08 0,00		
5.3	Püstvuukide rakestamine, armeerimine ja monoliitimine betonipumbaga	m2	0,04 0,04	0,00	0,00	192,43	6,93 6,93	407,47	14,67 14,67	407,47	14,67 14,67	409,35	14,74 14,74	69,50	2,50 2,50	1486,22	53,50 53,50		
<b>5</b>	<b>SEINADE JA POSTIDE BETONEERIMINE KOKKU</b>		in-h mas-h in-vah mas-vah		21,48 2,68 2,68 0,34		18,89 8,42 2,36 1,05		14,67 14,67 1,83 1,83		14,67 14,67 1,83 1,83		14,74 14,74 1,84 1,84		2,50 2,50 0,31 0,31		86,94 57,68 10,87 7,21		
<b>6</b>	<b>MONOLIITSETE POSTIDE JA SEINADE LAHTIRAKESTAMINE</b>																		
6.1	Seinade lahtirakestamine	m2	0,210 0,053	299,40	62,87 15,72	219,61	46,12 11,53	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	519,01	108,99 27,25		
6.2	Postide lahtirakestamine	m2	0,210 0,053	138,94	29,18 7,29	32,90	6,91 1,73	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	171,84	36,09 9,02		
<b>6</b>	<b>MONOLIITSETE POSTIDE JA SEINADE LAHTIRAKESTAMINE KOKKU</b>		in-h mas-h in-vah mas-vah		92,05 23,01 11,51 2,88		53,03 13,26 6,63 1,66		0,00 0,00 0,00 0,00		0,00 0,00 0,00 0,00		0,00 0,00 0,00 0,00		0,00 0,00 0,00 0,00		145,08 36,27 18,13 4,53		
<b>7</b>	<b>VAHELAE/KATUSLAE MÕÖDISTUSTÖÖD</b>																		
7.1	Teostusmöödistus, monoliitne osa	m2	0,0253 0,0253	617,00	15,61 15,61	750,00	18,98 18,98	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1367,00	34,59 34,59		
7.2	Teostusmöödistus, monteeritav osa	tk	0,1320 0,1320	0,00	0,00	0,00	0,00	71,00	9,37 9,37	71,00	9,37 9,37	55,00	7,26 7,26	46,00	6,07 6,07	243,00	32,08 32,08		
<b>7</b>	<b>VAHELAE/KATUSLAE MÕÖDISTUSTÖÖD KOKKU</b>		in-h mas-h in-vah mas-vah		15,61 15,61 1,95 1,95		18,98 18,98 2,37 2,37		9,37 9,37 1,17 1,17		9,37 9,37 1,17 1,17		7,26 7,26 0,91 0,91		6,07 6,07 0,76 0,76		66,66 66,66 8,33 8,33		
<b>8</b>	<b>VAHELAE/KATUSLAE MONTEERIMINE</b>																		
8.1	Vahelae/katuslae monteerimine	m2	0,0275 0,0275	0,00	0,00	0,00	0,00	684,59	18,83 18,83	684,59	18,83 18,83	659,17	18,13 18,13	374,56	10,30 10,30	2402,91	66,08 66,08		
8.2	Lodža kande teraste paigaldus	kmpl	2,0000 2,0000	0,00	0,00	0,00	0,00	2,00	4,00 4,00	2,00	4,00 4,00	2,00	4,00 4,00	0,00	0,00	6,00	12,00 12,00		
8.3	Katuslage kandvad terastalad	tk	0,7800 0,7800	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	16,00	12,48 12,48	16,00	12,48 12,48		
<b>8</b>	<b>VAHELAE/KATUSLAE MONTEERIMINE KOKKU</b>		in-h mas-h in-vah mas-vah		0,00 0,00 0,00 0,00		0,00 0,00 0,00 0,00		22,83 22,83 2,85 2,85		22,83 22,83 2,85 2,85		22,13 22,13 2,77 2,77		22,78 22,78 2,85 2,85		90,56 90,56 11,32 11,32		

Tabel 6.8 järg 1

Jrk nr	Töö nimetus	Ühik	Aja- norm	Normatiivne tööjõukulu ühe maapealse osa ehitustöödel														
				Korruste kaupa												Kokku		
				1		2		3		4		5		6				
				in-h/üh mas-h/üh	Ühikuid	in-h mas-h	Ühikuid	in-h mas-h	Ühikuid	in-h mas-h	Ühikuid	in-h mas-h	Ühikuid	in-h mas-h	Ühikuid	in-h mas-h	Ühikuid	in-h mas-h
<b>9</b>	<b>MONOLIITSE VAHELAE RAKESTAMINE VÕI MONTEERITAVA VAHELAE/KATUSLAE SARRUSTAMINE, RAKESTAMINE JA RAKETISE EEMALDAMINE</b>																	
9.1	Raketiskilpide ehitamine monoliitne osa	m2	0,275 0,055	617,00	169,68 33,94	750,00	206,25 41,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1367,00	375,93 75,19	
9.2	Vahelae/katuslae rakestamine, sarrustamine ja raketise eemaldamine, monteeritav osa	m2	0,033 0,033	0,00	0,00	0,00	0,00	684,59	22,59	684,59	22,59	22,59	659,17	21,75	374,56	12,36	2402,91	79,30 79,30
<b>9</b>	<b>MONOLIITSE VAHELAE RAKESTAMINE VÕI MONTEERITAVA VAHELAE/KATUSLAE SARRUSTAMINE, RAKESTAMINE JA RAKETISE EEMALDAMINE KOKKU</b>		in-h mas-h in-vah mas-vah		169,68 33,94 21,21 4,24		206,25 41,25 25,78 5,16		22,59 22,59 2,82 2,82		22,59 22,59 2,82 2,82		21,75 21,75 2,72 2,72		12,36 12,36 1,55 1,55		455,22 154,48 56,90 19,31	
<b>10</b>	<b>MONOLIITSE VAHELAE ARMEERIMINE</b>																	
10.1	Monoliitse vahelae sarrustamine	1000kg	5,40 0,12	43,00	232,18 5,16	30,03	162,14 3,60	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	73,02	394,32 8,76	
<b>10</b>	<b>MONOLIITSE VAHELAE ARMEERIMINE KOKKU</b>		in-h mas-h in-vah mas-vah		232,18 5,16 29,02 0,64		162,14 3,60 20,27 0,45		0,00 0,00 0,00 0,00		0,00 0,00 0,00 0,00		0,00 0,00 0,00 0,00		0,00 0,00 0,00 0,00		394,32 8,76 49,29 1,10	
<b>11</b>	<b>VAHELAE/KATUSLAE BETONEERIMINE</b>																	
11.1	Betooni etteandmine autobetoonipumbaga	m3	0,10 0,05	220,64	22,06 11,03	224,77	22,48 11,24	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	445,41	44,54 22,27	
11.2	Betooni laotamine ja vibreerimine	m3	0,30 0,00	220,64	66,19 0,00	224,77	67,43 0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	445,41	133,62 0,00	
11.3	Õõnespaneelide vuukide monoliitimine betoonivalu pumbaga	m2	0,011 0,011	0,00	0,00	0,00	0,00	684,59	7,53	684,59	7,53	7,53	659,17	7,25	374,56	4,12	2402,91	26,43 26,43
<b>11</b>	<b>VAHELAE/KATUSLAE BETONEERIMINE KOKKU</b>		in-h mas-h in-vah mas-vah		88,26 11,03 11,03 1,38		89,91 11,24 11,24 1,40		7,53 7,53 0,94 0,94		7,53 7,53 0,94 0,94		7,25 7,25 0,91 0,91		4,12 4,12 0,52 0,52		204,60 48,70 25,57 6,09	
<b>12</b>	<b>VAHELAE LAHTIRAKESTAMINE</b>																	
12.1	Vahelae lahtirakestamine	m2	0,22 0,06	617,00	135,74 33,94	750,00	165,00 41,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1367,00	300,74 75,19	
<b>12</b>	<b>VAHELAE LAHTIRAKESTAMINE KOKKU</b>		in-h mas-h in-vah mas-vah		135,74 33,94 16,97 4,24		165,00 41,25 20,63 5,16		0,00 0,00 0,00 0,00		0,00 0,00 0,00 0,00		0,00 0,00 0,00 0,00		0,00 0,00 0,00 0,00		300,74 75,19 37,59 9,40	
<b>13</b>	<b>TREPIELEMENTIDE NING PODESTIELEMENTIDE MAHAMÄRKIMINE</b>																	
13.1	Mahamärgimine ja teostusmöödistus	tk	0,18 0,18	5,00	0,90 0,90	3,00	0,54 0,54	4,00	0,72	4,00	0,72	4,00	0,72	0,00	0,00	20,00	3,60 3,60	
<b>13</b>	<b>TREPIELEMENTIDE NING PODESTIELEMENTIDE MAHAMÄRKIMINE KOKKU</b>		in-h mas-h in-vah mas-vah		0,90 0,90 0,11 0,11		0,54 0,54 0,07 0,07		0,72 0,72 0,09 0,09		0,72 0,72 0,09 0,09		0,72 0,72 0,09 0,09		0,00 0,00 0,00 0,00		3,60 3,60 0,45 0,45	
<b>14</b>	<b>TREPIELEMENTIDE NING PODESTIELEMENTIDE PAIGALDAMINE JA KINNITAMINE</b>																	
14.1	Trepiementide paigaldamine ja kinnitamine	tk	1,20 1,20	3,00	3,60 3,60	2,00	2,40 2,40	2,00	2,40	2,00	2,40	2,00	2,40	0,00	0,00	11,00	13,20 13,20	
14.2	Podestielementide paigaldamine ja kinnitamine	tk	0,66 0,66	2,00	1,32 1,32	1,00	0,66 0,66	2,00	1,32	2,00	1,32	2,00	1,32	0,00	0,00	9,00	5,94 5,94	
<b>14</b>	<b>TREPIELEMENTIDE NING PODESTIELEMENTIDE PAIGALDAMINE JA KINNITAMINE KOKKU</b>		in-h mas-h in-vah mas-vah		4,92 3,60 0,62 0,45		3,06 2,40 0,38 0,30		3,72 2,40 0,47 0,30		3,72 2,40 0,47 0,30		3,72 2,40 0,47 0,30		0,00 0,00 0,00 0,00		19,14 19,14 2,39 2,39	
<b>15</b>	<b>TREPIELEMENTIDE NING PODESTIELEMENTIDE MONOLIITIMINE</b>																	
15.1	Trepiementide ja podestielementide monoliitimine	tk	0,36 0,36	5,00	1,80 1,80	3,00	1,08 1,08	4,00	1,44	4,00	1,44	4,00	1,44	0,00	0,00	20,00	7,20 7,20	
<b>15</b>	<b>TREPIELEMENTIDE NING PODESTIELEMENTIDE MONOLIITIMINE KOKKU</b>		in-h mas-h in-vah mas-vah		1,80 1,80 0,23 0,23		1,08 1,08 0,14 0,14		1,44 1,44 0,18 0,18		1,44 1,44 0,18 0,18		1,44 1,44 0,18 0,18		0,00 0,00 0,00 0,00		7,20 7,20 0,90 0,90	
<b>16</b>	<b>MEREPOOLSETE TERASRÕDUDE PAIGALDUS</b>																	
16.1	Merepoolsete terasrõdude paigaldus	tk	4,00 4,00	0,00	0,00	2,00	8,00	2,00	8,00	2,00	8,00	2,00	8,00	2,00	8,00	10,00	40,00 40,00	
<b>16</b>	<b>MEREPOOLSETE TERASRÕDUDE PAIGALDUS KOKKU</b>		in-h mas-h in-vah mas-vah		0,00 0,00 0,00 0,00		8,00 8,00 1,00 1,00		8,00 8,00 1,00 1,00		8,00 8,00 1,00 1,00		8,00 8,00 1,00 1,00		8,00 8,00 1,00 1,00		40,00 40,00 5,00 5,00	



### 6.3.6 Maapealse osa ehitamise kalendergraafik koos tööjõu- ja masinatevajadusega ühe hoone kohta

Tabelis 6.10 on esitatud maapealse osa kalendergraafik koos tööjõu-, masinate- ja betoonivajadusega.

Tabel 6.10 Maapealse osa kalendergraafik koos tööjõu-, masinate- ja betoonivajadusega

Korrused	TÖÖDE TEOSTAMISE GRAAFIK																																																												
1	[Gantt chart for floor 1]																																																												
2	[Gantt chart for floor 2]																																																												
3	[Gantt chart for floor 3]																																																												
4	[Gantt chart for floor 4]																																																												
5	[Gantt chart for floor 5]																																																												
6	[Gantt chart for floor 6]																																																												
Tööpäevad	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61
Tähistus	Seinade ja postide mahamärkimine Vahelae/katuslae moodsustööd Trepielementide ja podestielementide paigaldus (mahamärkimine, paigaldus, monoliitimine) Monoliitse vahelae rakestamine või monteeritava vahelae/katuslae sarrustamine, rakestamine ja raketise eemaldamine Seinade ja postide lahtirakestamine Seinte ja postide rakestamine Monoliitse vahelae lahtirakestamine Seinade ja postide armeerimine Monoliitse vahelae armeerimine Seinade ning vahelae/katuslae kandevelementide monteerimine Seinade ja postide betoneerimine Vahelae/katuslae betoneerimine Trepielementide ning podestielementide monoliitimine Merepoolsete terasrõdude paigaldus Vahelae/katuslae monteerimine																																																												
Geodeet	[Resource usage for Geodeet]																																																												
Rakestaja	[Resource usage for Rakestaja]																																																												
Armeerija	[Resource usage for Armeerija]																																																												
Kraanajuht	[Resource usage for Kraanajuht]																																																												
Betoneerija	[Resource usage for Betoneerija]																																																												
Monteerija	[Resource usage for Monteerija]																																																												
Tööpäevad	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61
TÖÖJÕU VAJADUS, päevas																																																													
[Bar chart showing daily labor requirements]																																																													
Tööpäevad	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61
EHITUSMASINATE VAJADUS, päevas																																																													
[Bar chart showing daily equipment requirements]																																																													
Teodoliit	[Resource usage for Teodoliit]																																																												
Betoonipump	[Resource usage for Betoonipump]																																																												
Kraana	[Resource usage for Kraana]																																																												
Tööpäevad	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61





## **7. ÕÕNESPANEELIDE JA SEINAELEMENTIDE AJANORMIDE ANALÜÜS**

Antud peatükk analüüsib Ratu ajanormide põhjal leitud õõnespaneelide ja seinaelementide montaažitööde normatiivse tööjõukulu muutust sõltuvalt kas tööde ajakulu hinnatakse ruutmeetril baseeruvalt või elementide tükgede hulga järgi. Kõik peatükis käsitletavat ajanormid on võetud Ratu kaartidelt [18,20].

### **7.1 Idee**

Lõputöö viimast ehk ühe maapealse osa betoonitööde ja montaažitööde tehnoloogilist kaarti koostades avastasin, et Ratu kaartide järgi saab montaažitööde ajanorme leida kas elemendi arvu või ruutmeetri põhiselt. Oma lõputöös otsustasin kasutada viimast varianti ning koostasin tehnoloogilise kaardi arvutused kõik ruutmeetri põhjal antava ajanormi põhjal. Sellest tulenevalt tekkis aga küsimus, et kui palju oleks prognoositav montaažitööde pikkus olnud pikem või lühem kui oleksin kasutanud tükipõhist ajanormi ning mil määral erinevad mõlemad tööjõukulud reaalsest tööde teostamise kiirusest lõputöös käsitletava objekti näitel.

### **7.2 Tööjõu- ja masinaajakulu võrdlus ühe hoone maapealse osa montaažitööde põhjal**

Tabelis 7.1 on välja toodud kollaselt töö nimetused, kus on kasutatud tükipõhist ajanormi ning valgelt kohe nende all ruutmeetripõhise arvestusega antud tööloikude tööjõu- ja masinaajakulud.

Tabel 7.1 Tööjõu- ja masinaajakulu võrdlustabel

Jrk nr	Töö nimetus	Ühik	Aja-norm	Korrused								Kokku	
				3		4		5		6		Ühikuid	in-h
				in-h/ üh	in-h	Ühikuid	in-h	Ühikuid	in-h	Ühikuid	in-h		
				mas-h/ üh	mas-h	mas-h	mas-h	mas-h	mas-h	mas-h	mas-h	mas-h	
1	2	3	4	5.3	6.3	5.4	6.4	5.5	6.5	5.6	6.6	7	8
1.3	Monteeritavate seinade mahamärkimine	tk	0,1320 0,1320	33,00	4,36 4,36	33,00	4,36 4,36	33,00	4,36 4,36	9,00	1,19 1,19	108,00	14,26 14,26
1.3	Monteeritavate seinade mahamärkimine	m2	0,0165 0,0165	407,47	6,72 6,72	407,47	6,72 6,72	409,35	6,75 6,75	69,50	1,15 1,15	1293,79	21,35 21,35
4.1	Välisseinaelementide montaaž	tk	1,740 0,240	10,00	17,40 2,40	10,00	17,40 2,40	10,00	17,40 2,40	0,00	0,00 0,00	30,00	52,20 7,20
4.2	Siseseinaelementide montaaž	tk	1,560 0,240	23,00	35,88 5,52	23,00	35,88 5,52	23,00	35,88 5,52	9,00	14,04 2,16	78,00	121,68 18,72
4.1	Välisseinaelementide montaaž	m2	0,2160 0,0300	128,58	27,77 3,86	128,58	27,77 3,86	128,58	27,77 3,86	0,00	0,00 0,00	385,75	83,32 11,57
4.2	Siseseinaelementide montaaž	m2	0,1920 0,0300	278,89	53,55 8,37	278,89	53,55 8,37	280,77	53,91 8,42	69,50	13,34 2,08	908,04	174,34 27,24
5.3	Püstvuukide raketamine, armeerimine ja monoliitimine betoonipumbaga	tk	0,30 0,30	33,00	9,90 9,90	33,00	9,90 9,90	33,00	9,90 9,90	9,00	2,70 2,70	108,00	32,40 32,40
5.3	Püstvuukide raketamine, armeerimine ja monoliitimine betoonipumbaga	m2	0,04 0,04	407,47	14,67 14,67	407,47	14,67 14,67	409,35	14,74 14,74	69,50	2,50 2,50	1293,79	46,58 46,58
8.1	Vahelae/katuslae monteerimine	tk	0,4400 0,2200	71,00	31,24 15,62	71,00	31,24 15,62	69,00	30,36 15,18	47,00	20,68 10,34	258,00	113,52 56,76
8.1	Vahelae/katuslae monteerimine	m2	0,03 0,03	684,59	18,83 18,83	684,59	18,83 18,83	659,17	18,13 18,13	374,56	10,30 10,30	2402,91	66,08 66,08
9.2	Vahelae/katuslae raketamine, sarrustamine ja raketise eemaldamine	tk	0,275 0,275	71,00	19,53 19,53	71,00	19,53 19,53	69,00	18,98 18,98	47,00	12,93 12,93	258,00	70,95 70,95
9.2	Vahelae/katuslae raketamine, sarrustamine ja raketise eemaldamine	m2	0,03 0,03	684,59	22,59 22,59	684,59	22,59 22,59	659,17	21,75 21,75	374,56	12,36 12,36	2402,91	79,30 79,30
11.3	Õõnespaneelide vuukide monoliitimine betoonivalu pumbaga	tk	0,110 0,110	71,00	7,81 7,81	71,00	7,81 7,81	69,00	7,59 7,59	47,00	5,17 5,17	258,00	28,38 28,38
11.3	Õõnespaneelide vuukide monoliitimine betoonivalu pumbaga	m2	0,01 0,01	684,59	7,53 7,53	684,59	7,53 7,53	659,17	7,25 7,25	374,56	4,12 4,12	2402,91	26,43 26,43

Tabeli 7.1 andmetele tuginedes saame järeldada, et:

- tükipõhisel arvestusel oleks monteeritavate seinade mahamärgimise kestus 33% lühem kui ruutmeetripõhisel arvestusel.
- välisseinaelementide montaaž kestaks tükipõhisel arvestusel 37% vähem aega kui ruutmeetripõhisel arvestusel ning sisseinaelementide montaaž kestaks tükipõhisel arvestusel 30% vähem aega.
- Püstvuukide rakestamine, armeerimine ja monoliitimine betoonipumbaga kestaks tükipõhisel arvestusel 30% vähem aega.
- vahelae/katuslae monteerimine kestaks tükipõhisel arvestusel 71% kauem kui ruutmeetripõhisel arvestusel.
- vahelae/katuslae rakestamine, sarrustamine ja raketise eemaldamine kestaks tükipõhisel arvestusel 10% vähem aega.
- õõnepaneelide vuukide monoliitimine betoonivalu pumbaga kestaks 7% kauem kui kasutada tükipõhist arvestust.

### **7.3 Tehnoloogilised arvutused võrrelduna reaalse platsi olukorraga**

Tabel 7.2 esitab tööloikude kestused tüki ja ruutmeetri põhiselt arvutatud ajanormide põhjal. Kollase taustaga on tähistatud tööd, mille ajanorm on leitud tükipõhiselt. Valge taustaga on tähistatud tööd, mille kestus on leitud ruutmeetripõhise ajanormiga ning rohelise taustaga on samas tabelis välja toodud ka antud tööloigu umbkaudne pikkus reaalsel ehitusplatsil. Tööloikude reaalsed pikkused põhinevad ehitustööde päevikutel ning võivad seetõttu olla ebatäpsed. Seinade ning vahelae kandeelementide monteerimine on viimase ehk kuuenda korruse haardeala kestus märgitud kollase taustaga seetõttu, et selle haardeala normi täitmise tegur ei ole reaalne, kuna antud haardealal teevad tööd tegelikult kaks monteeriijat, mitte 6 nagu teistel haardealadel.

Tabel 7.2 Tööde kestuste võrdlus erinevaid normatiive kasutades

Jrk nr	Töö nimetus	Tööliste/masinate		Korrused															
		Eriala/mark	Arv	3				4				5				6			
				Normatiivne		Normi täitmise tegur	Valitud kestus	Normatiivne		Normi täitmise tegur	Valitud kestus	Normatiivne		Normi täitmise tegur	Valitud kestus	Normatiivne		Normi täitmise tegur	Valitud kestus
				Tööjõu-kulu	Kestus			Tööjõu-kulu	Kestus			Tööjõu-kulu	Kestus			Tööjõu-kulu	Kestus		
in-vah	mas-vah	in-vah	mas-vah	in-vah	mas-vah	in-vah	mas-vah	in-vah	mas-vah	in-vah	mas-vah	in-vah	mas-vah	in-vah	mas-vah				
1	2	3	4	7.1	7.2	7.3	7.4	8.1	8.2	8.3	8.4	9.1	9.2	9.3	9.4	9.5	9.6	9.7	9.8
1	SEINADE JA POSTIDE MAHAMÄRKIMINE	Geodeet	1	0,54	0,54	0,54	1,00	0,54	0,54	0,54	1,00	0,54	0,54	0,54	1,00	0,15	0,15	0,15	1,00
		Teodoliit	1	0,54	0,54	0,54		0,54	0,54	0,54		0,54	0,54	0,54		0,15	0,15	0,15	
1	SEINADE JA POSTIDE MAHAMÄRKIMINE	Geodeet	1	0,84	0,84	0,84	1,00	0,84	0,84	0,84	1,00	0,84	0,84	0,84	1,00	0,14	0,14	0,14	1,00
		Teodoliit	1	0,84	0,84	0,84		0,84	0,84	0,84		0,84	0,84	0,84		0,14	0,14	0,14	
4	SEINADE NING VAHELAE KANDELEMENTIDE MONTEERIMINE	Monteerija	6	6,66	1,11	1,11	1,00	6,66	1,11	1,11	1,00	6,66	1,11	1,11	1,00	1,76	0,29	0,29	1,00
		Kraana	1	0,99	0,99	0,99		0,99	0,99	0,99		0,99	0,99	0,99		0,27	0,27	0,27	
4	SEINADE NING VAHELAE KANDELEMENTIDE MONTEERIMINE	Monteerija	5	10,16	2,03	1,02	2,00	10,16	2,03	1,02	2,00	10,21	2,04	1,02	2,00	1,67	0,33	0,33	1,00
		Kraana	1	1,53	1,53	0,76		1,53	1,53	0,76		1,54	1,54	0,77		0,26	0,26	0,26	
4	SEINADE NING VAHELAE KANDELEMENTIDE MONTEERIMINE						2,00				2,00				3,00				0,50
5	SEINADE JA POSTIDE BETONEERIMINE	Betoneerija	2	1,24	0,62	0,31	2,00	1,24	0,62	0,31	2,00	1,24	0,62	0,31	2,00	0,34	0,17	0,17	1,00
		Betoonipump	1	1,24	1,24	0,62		1,24	1,24	0,62		1,24	1,24	0,62		0,34	0,34	0,34	
5	SEINADE JA POSTIDE BETONEERIMINE	Betoneerija	2	1,83	0,92	0,46	2,00	1,83	0,92	0,46	2,00	1,84	0,92	0,46	2,00	0,31	0,16	0,16	1,00
		Betoonipump	1	1,83	1,83	0,92		1,83	1,83	0,92		1,84	1,84	0,92		0,31	0,31	0,31	
5	SEINADE JA POSTIDE BETONEERIMINE						1,00				1,00				1,00				0,50
8	VAHELAE/KATUSLAE MONTEERIMINE	Monteerija	2	4,41	2,20	0,73	3,00	4,41	2,20	0,73	3,00	4,30	2,15	0,72	3,00	4,15	2,07	0,41	5,00
		Kraana	1	2,45	2,45	0,82		2,45	2,45	0,82		2,40	2,40	0,80		2,85	2,85	0,57	
8	VAHELAE/KATUSLAE MONTEERIMINE	Monteerija	2	2,85	1,43	0,48	3,00	2,85	1,43	0,48	3,00	2,77	1,38	0,46	3,00	2,85	1,42	0,47	3,00
		Kraana	1	2,85	2,85	0,95		2,85	2,85	0,95		2,77	2,77	0,92		2,85	2,85	0,95	
8	VAHELAE/KATUSLAE MONTEERIMINE						2,50				2,00				1,50				3,00
9	MONOLIITSE VAHELAE RAKESTAMINE VÕI MONTEERITAVA VAHELAE/KATUSLAE SARRUSTAMINE, RAKESTAMINE JA RAKETISE	Rakestaja	1	2,44	2,44	0,81	3,00	2,44	2,44	0,81	3,00	2,37	2,37	0,79	3,00	1,62	1,62	0,81	2,00
		Kraana	1	2,44	2,44	0,81		2,44	2,44	0,81		2,37	2,37	0,79		1,62	1,62	0,81	
9	MONOLIITSE VAHELAE RAKESTAMINE VÕI MONTEERITAVA VAHELAE/KATUSLAE SARRUSTAMINE, RAKESTAMINE JA RAKETISE	Rakestaja	1	2,82	2,82	0,94	3,00	2,82	2,82	0,94	3,00	2,72	2,72	0,91	3,00	1,55	1,55	0,77	2,00
		Kraana	1	2,82	2,82	0,94		2,82	2,82	0,94		2,72	2,72	0,91		1,55	1,55	0,77	
9	MONOLIITSE VAHELAE RAKESTAMINE VÕI MONTEERITAVA VAHELAE/KATUSLAE SARRUSTAMINE, RAKESTAMINE JA RAKETISE						2,50				6,50				6,50				5,00
11	VAHELAE/KATUSLAE BETONEERIMINE	Betoneerija	5	0,98	0,20	0,20	1,00	0,98	0,20	0,20	1,00	0,95	0,19	0,19	1,00	0,65	0,13	0,13	1,00
		Be+C29:G29toonipump	1	0,98	0,98	0,98		0,98	0,98	0,98		0,95	0,95	0,95		0,65	0,65	0,65	
11	VAHELAE/KATUSLAE BETONEERIMINE	Betoneerija	5	0,94	0,19	0,19	1,00	0,94	0,19	0,19	1,00	0,91	0,18	0,18	1,00	0,52	0,10	0,10	1,00
		Betoonipump	1	0,94	0,94	0,94		0,94	0,94	0,94		0,91	0,91	0,91		0,52	0,52	0,52	
11	VAHELAE/KATUSLAE BETONEERIMINE						1,00				0,50				0,50				1,00

## 7.4 Järeldus

Kuna objekti ehitustööde päevikute põhjal ei olnud võimalik fikseerida, kui mitu meest teatud töid teostas, siis on raske hinnata tööjõu- ja masinaajakulu reaalsel ehitusobjektil. Küll aga on võimalik Ratu kaartidele tuginedes öelda, et seinaelementide monteerimine antud platsi andmete põhjal kestaks keskel läbi 30% kauem kui kasutada tükipõhist arvestust. Vahelae monteerimisel aga oleks ajakulu tükikaupa arvestatuna tulnud ligi 70% pikem. Tabelist 7.2 aga on näha, et leides masinaajakulu järgi mõlema süsteemi järgi minimaalne tööde kestus, on tööde kestus päevades mõlema süsteemi järgi sama. Küll aga on eelnevas peatükis lahti kirjutatud tööjõukulu muutus erinevaid süsteeme kasutades. Võrreldes tööde reaalseid ja arvutuslikke kestuseid on seinade ja vahelae kandeelementide monteerimise kestuse erinevus pool päeva pikem kui arvutuslikult. Seinade ja postide betoneerimine võttis ehitusobjektil poole vähem aega kui arvutuslikult. Vahelae/katuslae monteerimine kestis reaalselt objektil 3 päeva vähem kui arvutuslikult. Monteeritava vahelae/katuslae sarrustamine, raketamine ja raketise eemaldamine kestis reaalsuses 9,5 päeva kauem. Vahelae katuselae betoneerimine kestis reaalsuses 1 päeva vähem kui arvutuslikult. Objekti andmete võrdlemine arvutuslikega pole arvestatav, kuna pole teada mitu inimest konkreetset tööd ehitusobjektil teostas. Ratu normide kasutamine vahelae ja seinaelementide montaažitööde tööjõukulu hindamisel on õigustatud. Küll aga tasuks eelistada antud objekti näite põhjal kindlasti ruutmeetripõhist arvestust realistlikumate tulemite saavutamiseks. Tükipõhist arvestust võib kasutada antud objekti näite põhjal pigem üldise hinnangulise ajakulu arvutamiseks. Tükisarvu- ja ruutmeetripõhise ajanormi arvestuse kohta võiks aga öelda nii, et ruutmeetripõhine arvestus on seinaelementide korral konservatiivsem ning vahelae/katuslae monteerimisel on tükisarvestus jällegi oluliselt konservatiivsem.

## **8. TÖÖ- JA KESKKONNAKAITSE**

Selles peatükis kirjeldan ma magistritöö käigus käsitletava ehitusobjekti kõige tähtsamaid töö ja keskkonnakaitse tingimusi, mida rakendati antud ehitusobjektile.

### **8.1 Ohutsoonis kohustuslikud isikukaitsevahendid**

Ehitusobjekti ohutsoonis viibides on kohustuslik kanda turvajalanõusid, helkurvesti ning kiivrit. Isikukaitsevahendite puudumisel on peatöövõtjal õigus töömeest trahvida ning korduval rikkumisel määrata ka ehitusobjekti keeld. Keeldusid ja trahve määrab antud ehitusobjektile haldusjuht. Uute tööliste objektile saabumisel viiakse nendega läbi töökorraeeskirjade instruktaaž. Antud instruktaaži viib meie ehitusobjektile läbi haldusjuht. Instrueerimine toimub peatöövõtja soojakus. Töökorraeeskirjadest kinni pidamist kontrollib eelkõige haldusjuht, kuid ka kõik teised objektimeeskonna liikmed aitavad teda selle ülesande täitmisel.

### **8.2 Kõrgustes töötamine**

Antud ehitusobjektile töötatakse kuni 22 meetri kõrgusel tellingutel, korvtõstukitel, käärtõstukitel, montaaži ajal lahtistel betoontarinditel ja ehituse hilisemas faasis lahtisel või osaliselt piiramata 6. korruse terrassil. Tellingute puhul tuleb veenduda, et tellingud on korrektselt paigalduseeskirjade kohaselt kinnitatud. Ehitusobjektile kasutatakse Layher SpeedyScaffing tellinguid. Tellingute piirded on paigaldatud 1 meetri ja 0,5 meetri kõrgusele ning kogu tellingu perimeetri ulatuses, et vältida tellingutelt alla kukkumist. Korvtõstukite ja käärtõstukite korral peab töötaja enne tööle asumist veenduma masina tehnilises seisukorras ning tööde teostamise ajal kinni pidama kõigist tootja poolsetest turvameetmetest. Montaaži ajal kannavad kõik töölised turvatrakse, mille külge on kinnitatud turvaköis, mis omakorda on kinnitatud nõuetekohaselt fikseeritud tarindisse. Fikseeritud tarindiks sobib näiteks monoliitsesse põrandasse keemilise ankruga kinnitatud aas. Kui peale monteerimist on vahelaes avasid, kust võib alla kukkuda, tuleb need peale montaaži lõppu katta näiteks OSB-plaadiga. Väga oluline on, et ava kattevahend kinnitatakse kruvidega ava kõrval olevasse vahelakke, et vältida kattevahendi liikumist. 6. korruse klaaspiirete paigaldamisel peavad töömehed ennast trakside abil kinnitama katusel asetseva turvatrossi külge, et vältida raskete klaaspiirete paigaldamisel alla kukkumist.



### **8.3 Lõikeseadmete kasutamine**

Ketaslõikurite ja muude lõikeseadmete kasutamisel tuleb kanda kaitseprille ning kindlasti peavad seadmetel olema küljes ka kõik tehase poolt ette nähtud turvaabinõud. Ketaslõikuri puhul on turvaabinõudeks näiteks ketta kaitse ning turvalüliti, et seade ei rakenduks tahtmatult.

### **8.4 Tolmustes tingimustes töötamine**

Tolmustes tingimustes, näiteks betoonpõrandat või parketti lihvides, peab kandma vastava kaitsetasemega respiraatorit, et vältida püsivate kopsukahjustuste tekkimist. Betoonitölm on raske ning tuleb sisse hingates meie kopsudest väga halvasti välja.

### **8.5 Keevitustööd**

Keevitustöid teostades tuleb veenduda, et läheduses ei oleks kergesti süttivaid esemeid või vedelikke. Kindlasti peab keevitustööde teostamisel olema vahetus läheduses ka nõuetekohane tulekustuti. Keevitajal peab olema keevitus kaitsemask, keevitaja kindad ning tulekindlad riided.

### **8.6 Esmaabi**

Esmaabi osutab ehitusobjektile üks kindlaks määratud objektiohutuse koordinaator, kelleks antud objektile on objektijuht. Tema ülesanne on koordineerida ka täiendava abi kutsumine ning esmaabi kuni kiirabi saabumiseni. Objektikontoris on ka esmaabivahendid ning silmadušš, mida on võimalik vajadusel kasutada. Esmaabivahendid ning silmadušš asuvad kontorisoojaku peaukse kõrval ning on vastavalt tähistatud.

### **8.7 Covid-19**

Ehitusobjektile kehtivad Eesti Vabariigis kehtestatud Covid-19 piirangud. See tähendab, et ka töid teostades peavad erinevate firmade inimesed hoidma kinni kaks pluss kaks reeglist. Täiendavalt on kohustus objektikontorisse sisenedes kanda maski ning enne sisenemist desinfitseerida oma käed. Desinfitseerimisvahendite eest vastutab peatöövõtja. Desinfitseerimisvahendid on olemas WC-, dušši- ja objektikontori soojakute välisuste ees, lisaks on desinfitseerimisvahendid olemas ka vahetult peale turnikeest sisenemist.

## **8.8 Jäätmekäitlus**

Objektile sorteeritakse prügi. Sõltuvalt teostavatest töödest on ehitusobjektile olemas olmejäätmete prügikonteiner, puidukonteiner, metallikonteiner, üldehitusjäätmete prügikonteiner ning ohtlike jäätmete prügikonteiner. Konteinerite õigeaegse platsile tellimise eest ning ka nende vajaduspõhise tühendamise eest vastutab ehitusobjekti haldusjuht.

## KOKKUVÕTE

Magistritöö eesmärgiks oli ehitustehnoloogia ja platsikorralduse analüüs Tallinnas, Vesilennuki-Lennusadama kompleksi äripindadega korterelamu näitel. Peamiseks ülesandeks oli välja töötada kolm tehnoloogilist kaarti ning ehitusplatsi üldplaan.

Esimeses ehk lähteandmete peatükis leiti, et antud hoonete kompleks sobib ideaalselt asendama oma eesmärgi minetanud tööstushooneid antud piirkonnas. Ehitustingimused on üpriski keerukad tulenevalt kõrgest pinnaseveetasemest kui ka muinsuskaitsetingimustest.

Teises peatükis kirjeldati lahti graafilises osa joonisel 1 ja joonisel 2 nähtavad tarindid ning toodi välja hoone tehnilised näitajad. Antud hoone kompleksi suletud netopinna maht on 22378,6 m<sup>2</sup> ehk tegemist on suure kompleksiga.

Kolmandas ehk konstruktsiooni peatükis leiti, et maaaluse korruse vahelaes asuv peatala teljel 6 vahemikus B-G on põikjõust ja paindemomendist lähtuvalt vähemalt 17,3% üle dimensioneeritud.

Neljandas ehk ehitusplatsi üldplaani peatükis valiti ehitusplatsil töid teostama kolm Liebherr 280 EC-H 16 Litronic kraanat ning kaks Liebherr 250 EC-B 12 kraanat. Peatükis kirjeldati ka ehitusplatsi üldplaani ning sellel paiknevat.

Viiendas peatükis kirjeldati koonkalendergraafiku ülesehitust ning analüüsiti eelarvet. Ehitusprotsess vältab kokku 612 päeva ning kõige suurem kuluallikas on kandekonstruktsioonide ehitamine. Korruga on ehitusobjektile maksimaalselt 87 töömeest.

Magistritöö raames valmis kolm tehnoloogilist kaarti. Esimene tehnoloogiline kaart oli vaiatöödest. Vaiatööd koos rostvarkide ehitamisega kestavad kokku 47 päeva.

Teise tehnoloogilise kaardina valmis maaaluse osa ehitamise tehnoloogiline kaart. Maaaluse osa ehitamiseks kulub 133 päeva.

Kolmanda tehnoloogilise kaardina tehti hoone ühe maapealse osa montaaži- ja betoonitööde tehnoloogiline kaart. Ühe maapealse osa ehitamiseks kulub 126 päeva.

Seitsmendas magistritöö osas uuriti Ratu kaartide tüki- ja ruutmeetrikaupa seinaelementide ja õõnespaneelide tööjõukulu arvestamist. Selgus, et antud objekti

puhul oli seinaelementide tükikaupa tööjõukulu arvestamisel 30% tööjõukulu väiksem kui ruutmeetrikaupa arvestades. Samas õõnespaneelide montaažitööd tükikaupa arvestatuna oleks kestnud normatiivselt ligi 70% kauem kui ruutmeetripõhiselt arvestatuna. Sellest lähtuvalt võiks edasi uurida, miks Ratu normatiivsed arvutusmeetodid niivõrd erinevaid tulemusi annavad ning millist väärtust tuleks normatiivina tõesema tulemuse saavutamiseks eelistada.

Kaheksandas peatükis on kirjeldatud peamiste isikukaitsevahendite kasutamist ning ohtlike töötingimusi, kus tuleb kasutada täiendavaid isikukaitsevahendeid. Samuti on viimases peatükis kirjeldatud jäätmekäitlust ning Covid-19 tingitud piiranguid.

## SUMMARY

The aim of this master's thesis was the analysis of construction technology and site organization in Tallinn, using the example of an apartment building with commercial premises in the Vesilennuki-Lennusadama complex. The main task was to develop three technological maps and a general plan of the construction site.

In the first chapter, or the source data, it was found that this complex of buildings is ideal for replacing industrial buildings that have lost their purpose in this area. The construction conditions are extremely complex due to the high ground water level as well as the heritage protection conditions.

In the second chapter, the structures visible in the graphic part in Figure 1 and Figure 2 were described and the technical characteristics of the building were presented. The closed net surface area of this building complex is 22378.6 m<sup>2</sup>, so it is a large complex.

In the third or construction chapter, it was found that the main beam located in the ceiling of the underground floor on axis 6 in the range of B-G is over dimensioned by at least 17.3% based on the transverse load and bending moment.

In the fourth chapter, the general plan of the construction site, three Liebherr 280 EC-H 16 Litronic cranes and two Liebherr 250 EC-B 12 cranes were chosen to perform work on the construction site. The chapter also described the general plan of the construction site and what and where is located on it.

The fifth chapter described the structure of the consolidated calendar schedule and analyzed the budget. The construction takes in total of 612 days to complete, and the largest source of cost is the construction of the supporting structures. There are a maximum of 87 workers on the construction site at any one time.

Three technological maps were made as part of the master's thesis.

The first technological map was of pile works. The piling works together with the construction of the pile caps will take a total of 47 days.

As the second technological map, the technological map of the construction of the underground part was made. It takes 133 days to build the underground part.

As the third technological map, a technological map of the assembly and concrete works of one of the above-ground parts of the building was made. It takes 126 days to build one of the above-ground parts of the building.

In the seventh part of the master's thesis, the calculation of the labor times of wall elements and hollow panels according to Ratu cards by piece and by square meter were studied. It turned out that in the case of this construction site, when considering the labor cost per piece of wall elements, the labor cost was 30% lower than when considering it per square meter. At the same time, the assembly work of hollow panels, calculated per piece, would normatively have lasted almost 70% longer than calculated on a per square meter basis. Based on this, one could further investigate why Ratu's normative calculation methods give such different results and which value should be preferred as a norm to achieve a truer result.

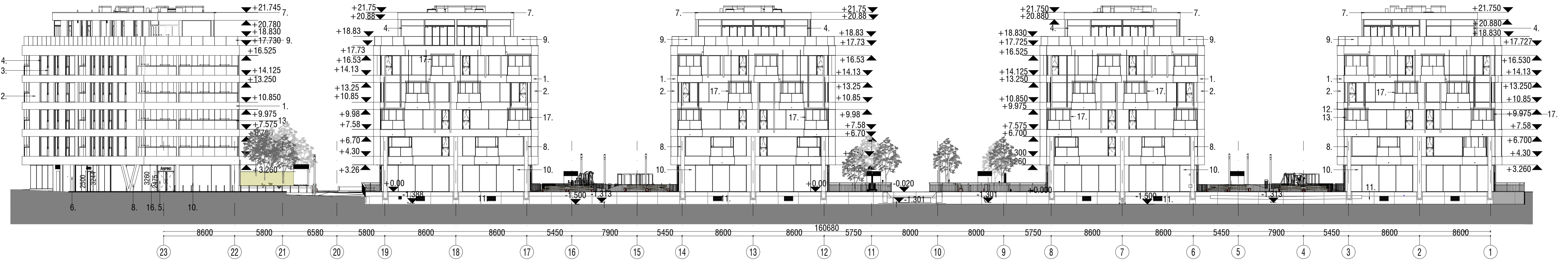
The eighth chapter describes the use of the main personal protective equipment and dangerous working conditions where additional personal protective equipment must be used. Waste management and restrictions due to Covid-19 are also described in the last chapter.

## KASUTATUD KIRJANDUS

1. Konstruksiooni tööprojekt, Äripindadega kortermajad Vesilennuki tn 18 ja Lennusadama tn 3, Põhja-Tallinna linnaosa, Tallinn, töö nr. 19251, OÜ Neoprojekt, Tallinn 2021
2. Arhitektuuri tööprojekt, Äripindadega kortermajad Vesilennuki tn 18 ja Lennusadama tn 3, Põhja-Tallinna linnaosa, Tallinn, töö nr. 19-15, KOKO arhitektid OÜ, Tallinn 2021
3. Muinsuskaitse eritingimused Noblessneri laevatehase (ellingu) staapliplatside ja rääbasliipi restaureerimiseks. töö nr. 10-17, Eensalu&Pihel OÜ, Tallinn 2017
4. Eurokoodeks 2: Betoonkonstruktsioonide projekteerimine Osa 1-1: Üldreeglid ja reeglid hoonetele. EVS-EN 1992-1-1:2005+A1:2015+NA:2015
5. Eurokoodeks 1: Ehitus-konstruktsioonide koormused Osa 1-1: Üldkoormused Mahukaalud, omakaalud, hoonete kasuskoormused. EVS-EN 1991-1-1:2002+NA:2002
6. Otsmaa, V. „Betoonkonstruktsioonide arvutamine“. Tallinn, 2014
7. Ehitusobjekti üldplaan, Noblessneri korteriarenduse II etapp. Tööde organiseerimise plaan I etapp, Tallinn 2021
8. Vesilennuki-Lennusadama äripindadega korterelamu ehituseelarve
9. Vesilennuki-Lennusadama äripindadega korterelamu koondkalendergraafik
10. Kaevetööd. Ratu 12-0248, 2003
11. Vaiatööd. Ratu 14-0250, 2003
12. Rakestamine, puitraketised. Ratu 21-0269, 2005
13. Sarrustamine. Ratu 22-0274, 2004
14. Betoneerimine. Ratu 23-0275, 2004
15. CFA (auger cast) piles. Keller firma kodulehekülg [WWW] <https://www.kellerna.com/expertise/techniques/cfa-auger-cast-piles> (11.04.2023).
16. Geotehnilise eritöö teostamine. Puurvaiad. EVS-EN 1536:2010+A1:2015
17. Šahti- ja trepielementide montaaž. Ratu 25-0282, 2004
18. Öönes- ja TT-paneelide montaaž. Ratu 25-0278, 2004
19. Postide ja talade montaaž, Ratu 25-0280, 2004
20. Seinapaneelide montaaž, Ratu 25-0281, 2004

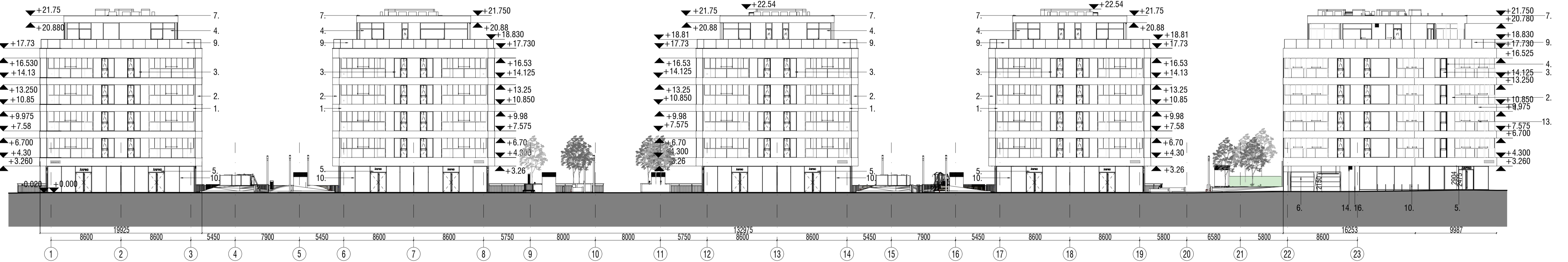
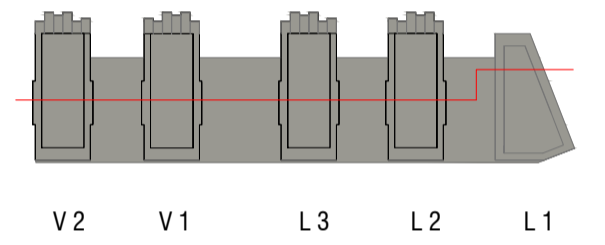
# Merepoolne vaade

## 1:250



# Soojakutepoolne vaade

## 1:250



1. Paekiviplaat - Kaarma dolomiit, kivi paksus 30 mm. Plaatide vahel vuuk 10 mm, mis on silikoonitud värvitu silikooniga. Vt ka joonis ARD-08
2. Alumiiniumipaneelid - Parmet P-106, toon: X-Wall Mill Finish Copper 40, rütmilised paneelid või analoogne. Paneelid on kinnitatud roostevabade peitkinnitustega. Paneelide vahelise vuugi laius 15 mm. Fassaadipaneelide fragment vt joonis ARD-09
3. Prantsuse rõdu - klaasist piire - karastatud ja lamineeritud kirkas turvaklaas, kinnitatud külgedelt alumiinium klamberprofiiliga (RAL 7016, tumehall), horisontaalne käsipuu sama profiil, mis külgedel kinnitus (kandiline värvitud alumiiniumprofiil RAL 7016)
4. Raam väljast - RAL 7016, pubervärvitud anodeering Stemeseder RAL Premium 30 värvikaardi järgi, seest valgeks peitsitud mänd, kirkas klaas. Akende veeplekid - RAL 7016 (tumehall)
5. Klaasuste profiilid klaasfassaadis - toon RAL 7016 (tumehall)
6. Uksed suletud fassaadipinnas - ukseleht kaetud alumiiniumplekiga, toon: X-Wall Mill Finish Copper 40
7. Parapetplekk - 8 cm, toon RAL 7016 (tumehall)
8. L1 - Betoonpostid - naturaalne betoon, betooni pind katta matt graafikaitse vahendiga / V1, V2, L2, L3 - Terasest kaldpostid ja tõmbid - toon valge RAL 9003

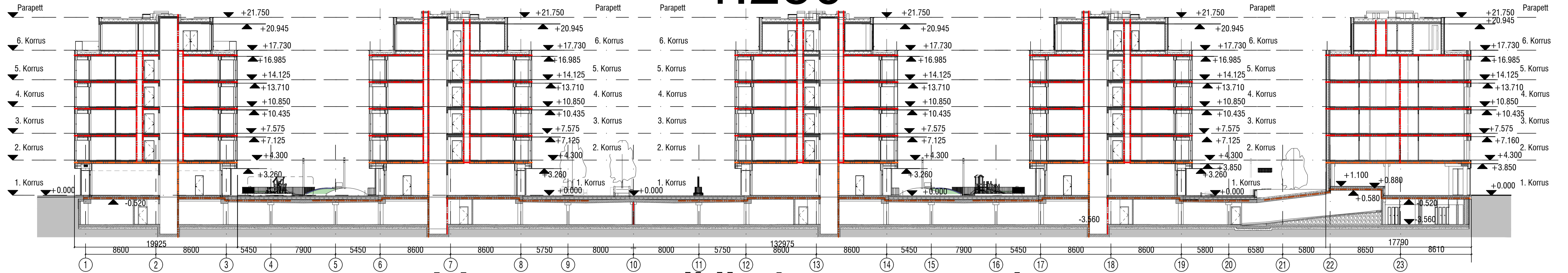
9. Rõdu/terassi piirid - 12+12 mm karastatud lamineeritud klaas
10. Alumiinium klaasfassaadsüsteem: kattelistud RAL 7016 Raam seest - anodeeritud CO.
11. Betoonist väliskoorik, pinnaviimistlusklass MUO-A, naturaalne betooni pind kaetud matt graafikaitse kihiga, vuugid täidetud betoonihalli vuugimassiga
12. Valtsitud plekist katusekatel, toon RAL 7016 (tumehall)
13. Alumiiniumist lodzakaaside süsteem, raamid RAL 7016 (tumehall)
14. Ventilatsiooniretid ja Fresh-klapid, toon RAL 7016 (tumehall)
15. Peauksed- soojustatud puitk, viimistletud puiduõliga (OSMO kaitse puiduõli + peale OSO UV-kaitseõli toon 425 Tamm). Uste kaitseplekid messingust.
16. Vihmaveetorud ja metallidetailid, toon RAL 7016 (tumehall), merepoolses seinas vihmaveetorud valge RAL 9003 (valge)

<b>TTÜ INSENERITEADUSKOND</b>		Magistritöö	Leht/Lehti: 1/8
Koostaja: Karl Treial	Allkiri ja kuupäev: 09.05.2023	<b>Hoonete vaated</b>	
Juhendaja: Irene Lill	Allkiri ja kuupäev: 09.05.2023		
Ehituse ja arhitektuuri instituut		Ehitustehnoloogia ja platsikorralduse analüüs Tallinnas, Vesilennuki-Lennusadamade kompleksi äripindadega korterelamu ehituse näitel	



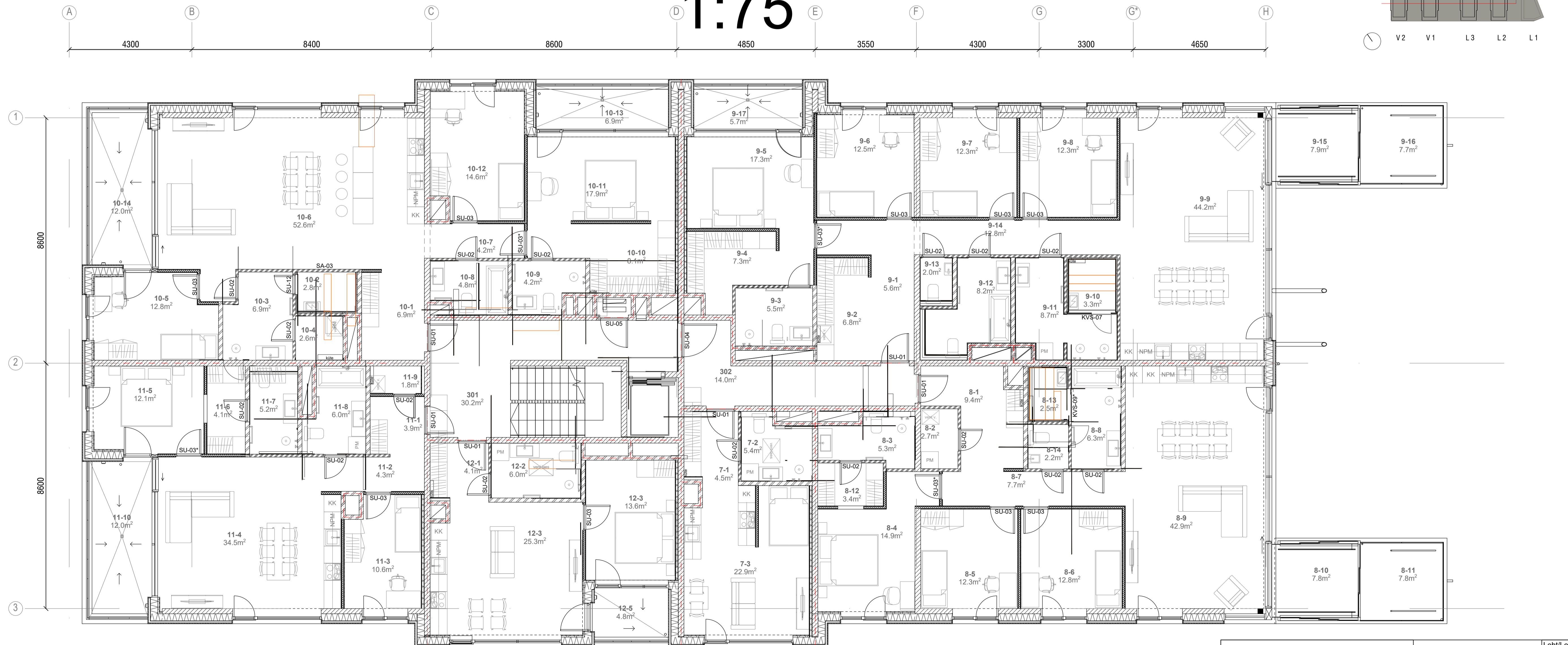
# Hoonete lõige

## 1:250



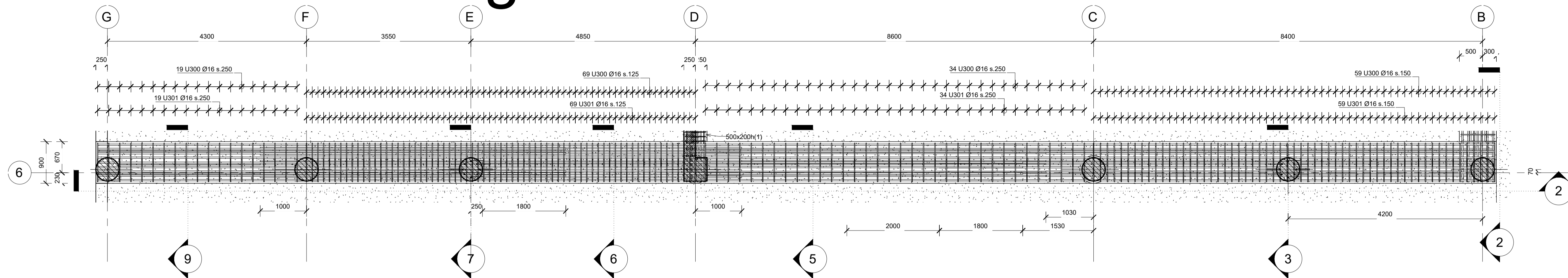
# Hoonete tüüpkorruse plaan

## 1:75

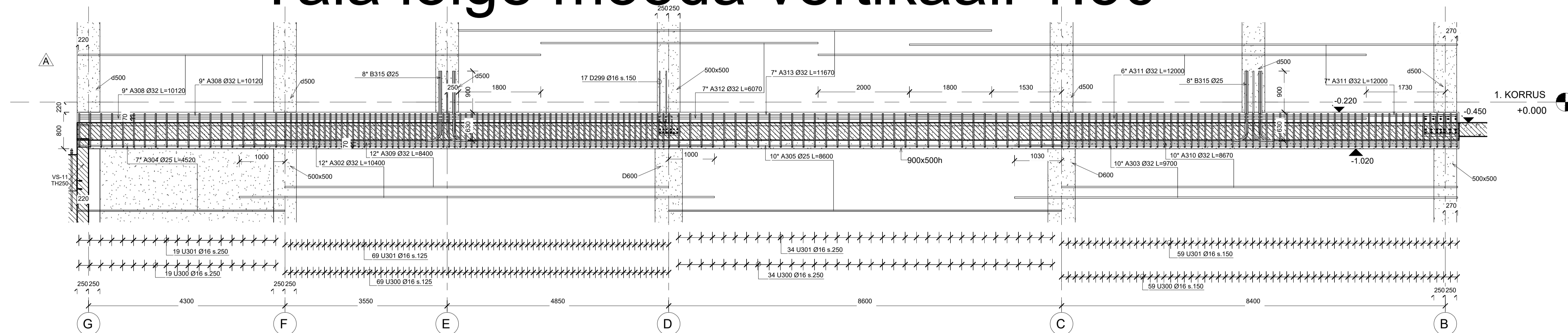


<b>TTÜ INSENERITEADUSKOND</b>		Magistritöö	Leht/Lehti: 2/8
Koostaja: Karl Treial	Alkiri ja kuupäev: 09.05.2023	<b>Hoonete lõige ja tüüpkorruse plaan</b>	
Juhendaja: Irene Lill	Alkiri ja kuupäev: 09.05.2023		
Ehituse ja arhitektuuri instituut		Ehitustehnoloogia ja platsikorralduse analüüs Tallinnas, Vesitennuki-Lennusadama kompleksi äripindadega korterelamu ehituse näitel	

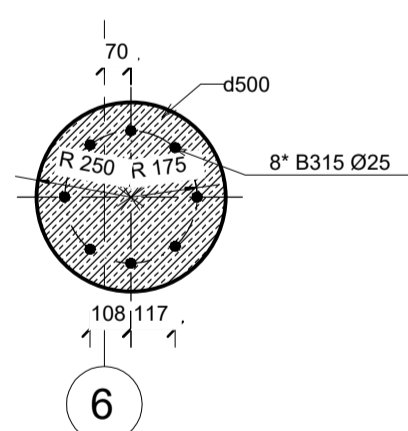
# Tala lõige mööda horisontaali 1:50



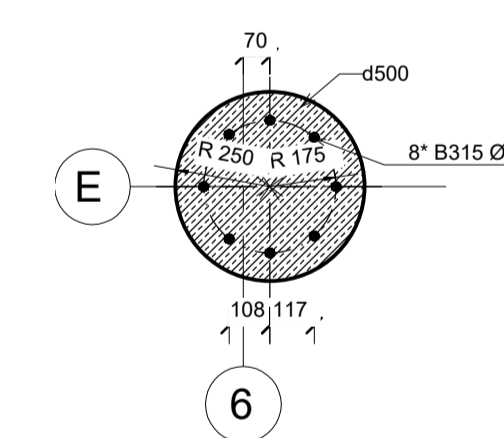
# Tala lõige mööda vertikaali 1:50



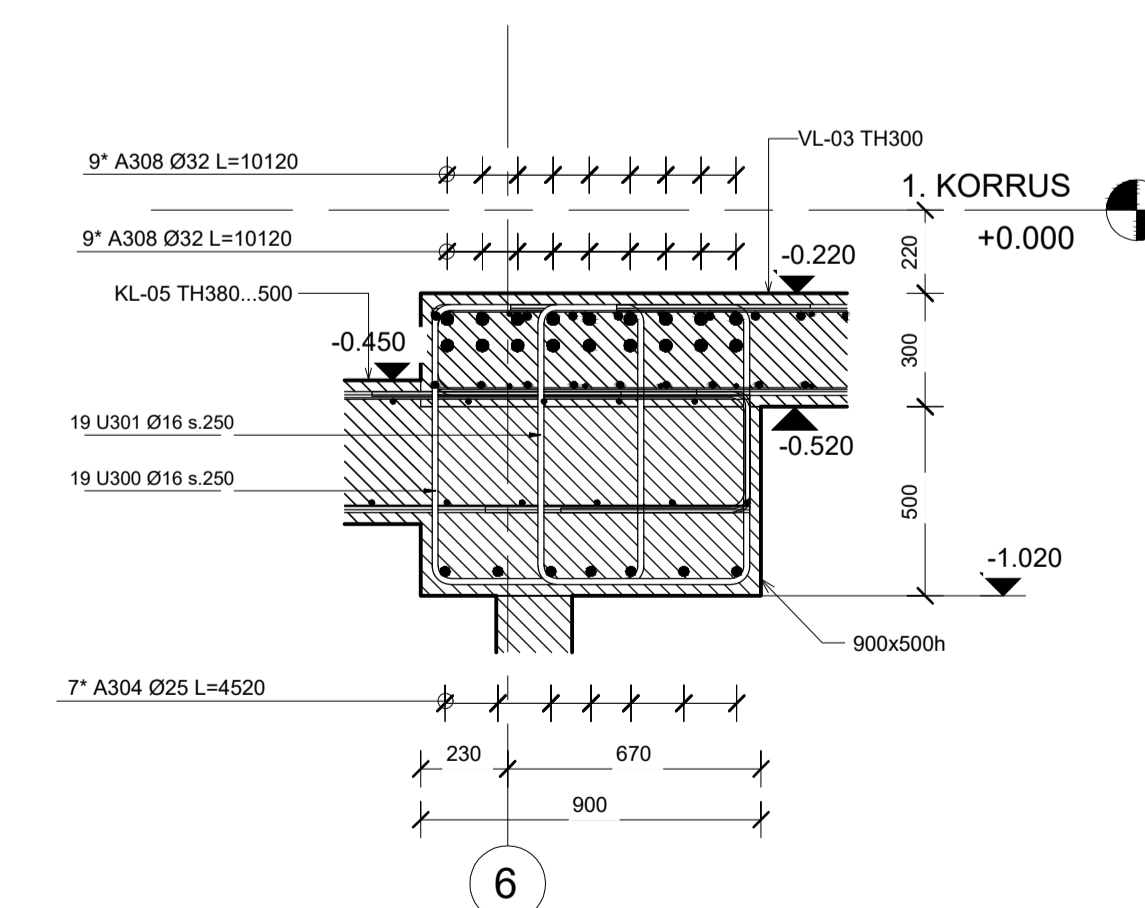
Posti lõige 4-4  
1:20



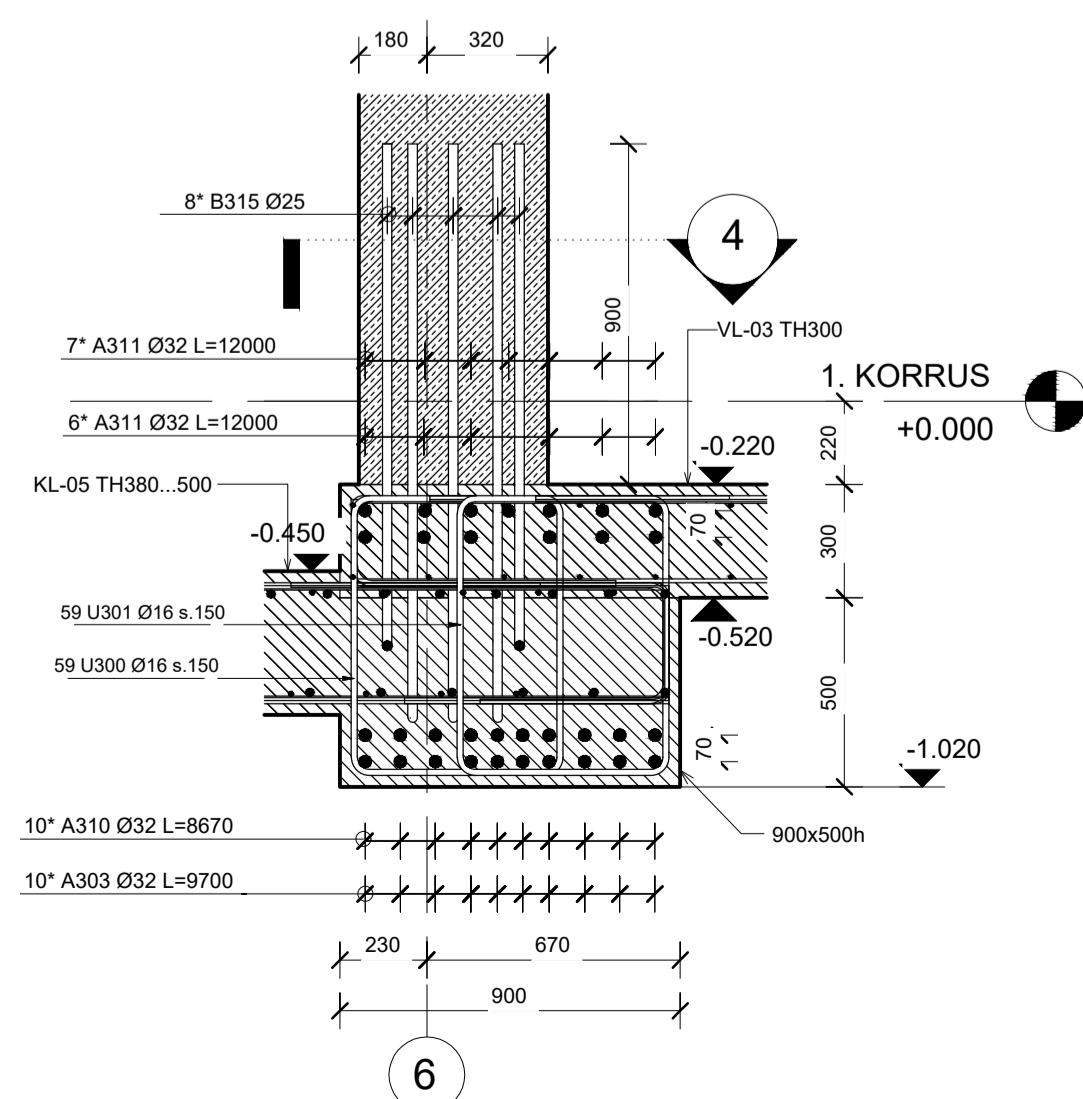
Posti lõige 8-8  
1:20



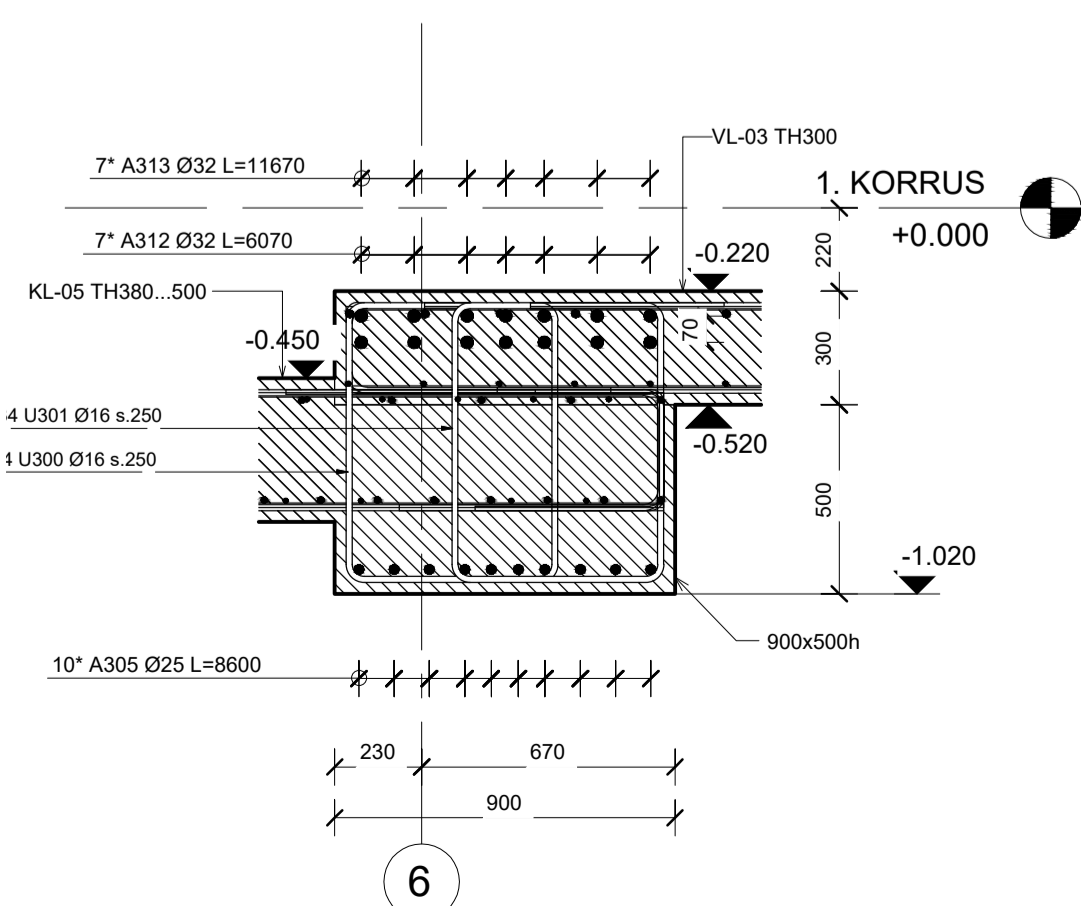
Tala lõige 9-9  
1:20



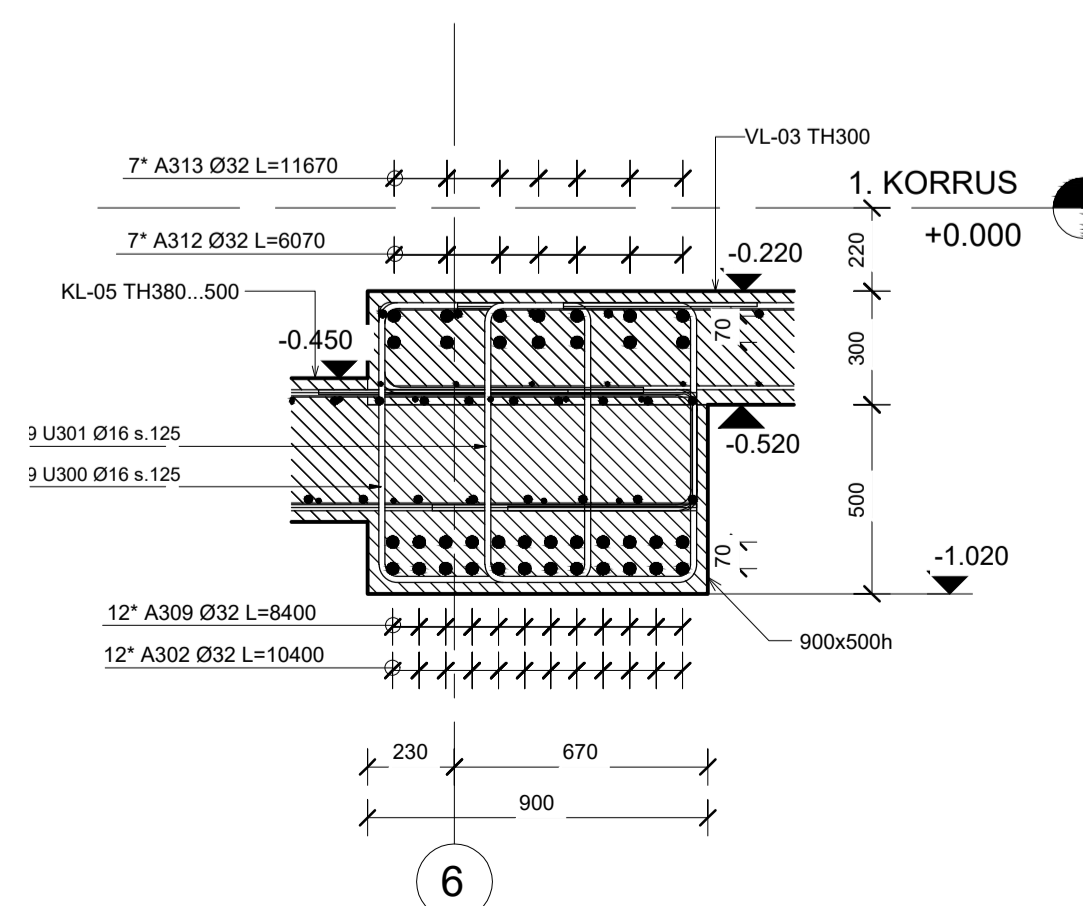
Tala lõige 3-3  
1:20



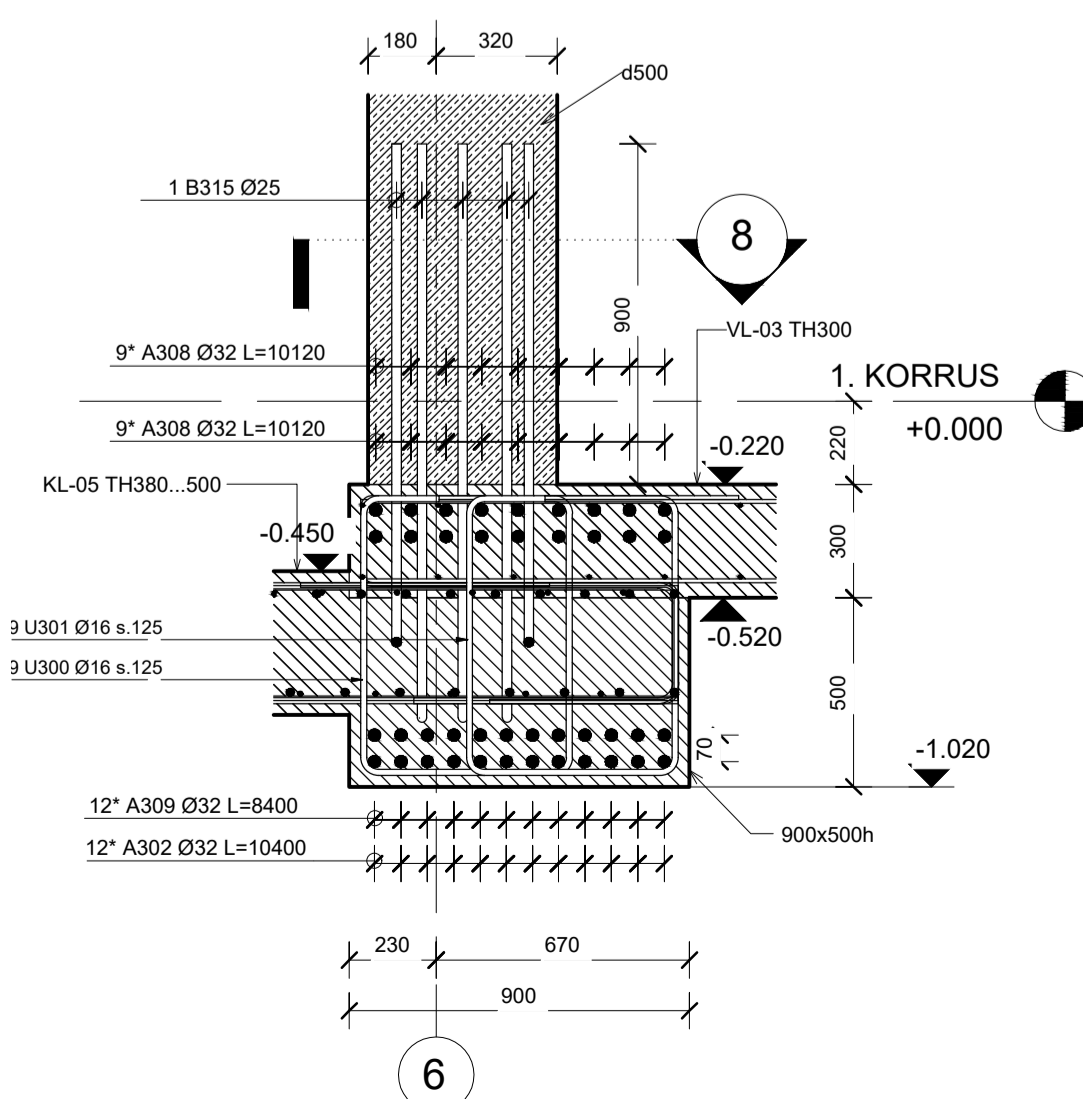
Tala lõige 5-5  
1:20



Tala lõige 6-6  
1:20



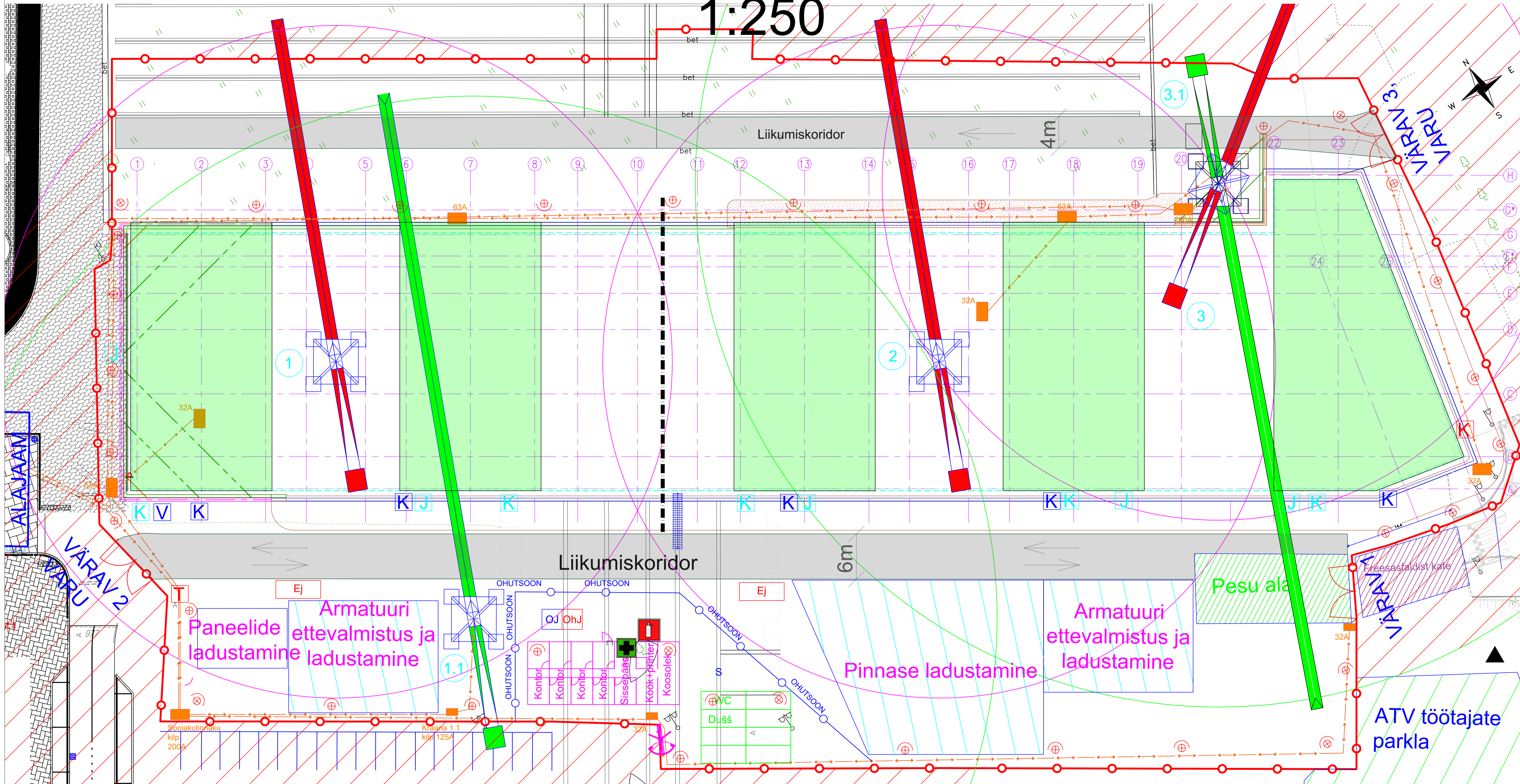
Tala lõige 7-7  
1:20



TTÜ INSENERITEADUSKOND		Magistritöö	Leht/Lehti: 3/8
Koostaja: Karl Treial Juhendaja: Johannes Pello	Allkiri ja kuupäev: 09.05.2023 Allkiri ja kuupäev: 09.05.2023	Tala teljel 6 vahemikus B-G	
Ehituse ja arhitektuuri instituut		Ehitustehnoloogia ja platsikorralduse analüüs Tallinnas, Vesitennuki-Lennusadama kompleksi äripindadega korterelamu ehituse näitel	

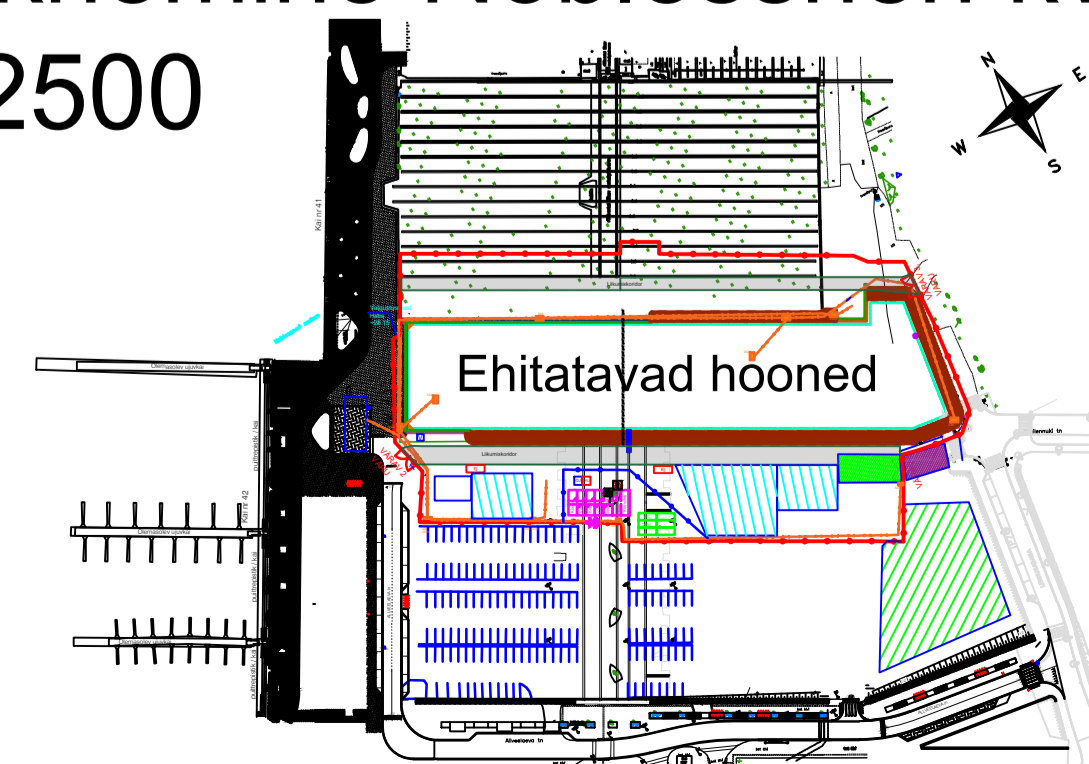
# Ehitusplatsi üldplaan

1:250



## Ehitusplatsi paiknemine Noblessneri kvartali suhtes

1:2500



### TINGMÄRGID:

- |   |   |  |
|---|---|--|
| <b>K</b> - Kaugküttega liitumise punkt  | <b>KJ</b> - Olmekanalatsiooniga liitumise punkt | <b>K</b> - Sademevee kanalisatsiooniga liitumise punkt |
| <b>OhJ</b> - Ohtlike jäätmete konteiner | <b>OhJ</b> - Ohtlike jäätmete konteiner         | <b>OhJ</b> - Ohtlike jäätmete konteiner                |
| <b>Ej</b> - Üldehitusjäätmete konteiner | <b>Ej</b> - Üldehitusjäätmete konteiner         | <b>Ej</b> - Üldehitusjäätmete konteiner                |
| <b>J</b> - Joogiveega liitumise punkt   | <b>K</b> - Olmekanalatsiooniga liitumise punkt  | <b>K</b> - Sademevee kanalisatsiooniga liitumise punkt |
| <b>+</b> - Objekti valgustus            | <b>+</b> - Objekti valgustus                    | <b>+</b> - Objekti valgustus                           |
| <b>+</b> - Objekti valgustus            | <b>+</b> - Objekti valgustus                    | <b>+</b> - Objekti valgustus                           |
| <b>+</b> - Objekti valgustus            | <b>+</b> - Objekti valgustus                    | <b>+</b> - Objekti valgustus                           |
| <b>+</b> - Objekti valgustus            | <b>+</b> - Objekti valgustus                    | <b>+</b> - Objekti valgustus                           |
| <b>+</b> - Objekti valgustus            | <b>+</b> - Objekti valgustus                    | <b>+</b> - Objekti valgustus                           |

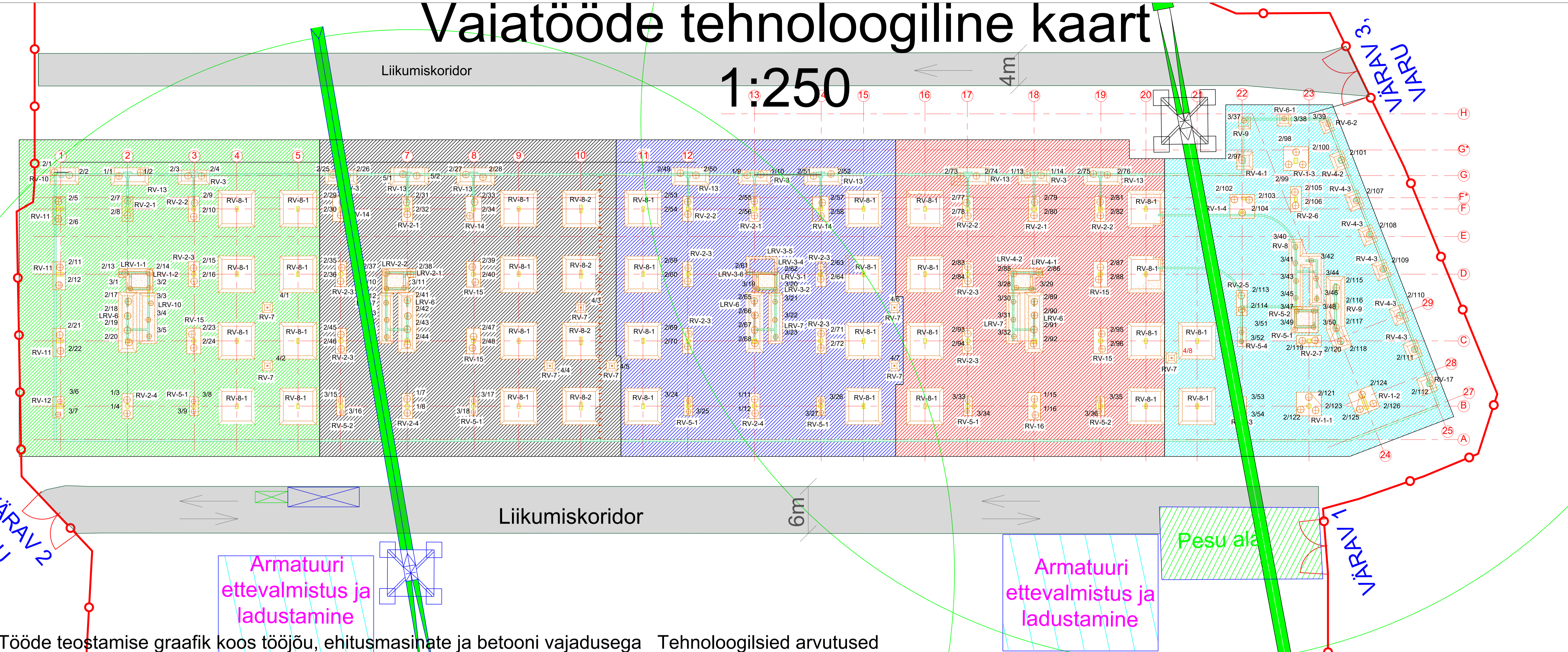
Kommentaariid:

- Maksimaalselt on korraga objektil vaid sama värviga tähistatud kraanad ehk 1.1 ja 3.1 on platsil maaluuse ja -1 korruse tööde ajal ning maapealse osa ehitamise vältel on objektile kraanad 1, 2 ja 3.
- Kraanad 1.1, 3 ja 3.1 on Liebherr 280 EC-H 16 Litronic ja kraanad 1 ja 2 on Liebherr 250 EC-B 12.

<b>TALTECH</b> TTÜ INSENERITEADUSKOND		Magistritöö	Leht/Lehti: 4/8
Koostaja: Karl Treial	Allikri ja kuupäev: 09.05.2023	<b>Ehitusplatsi üldplaan</b>	
Juhendaja: Irene Lill	Allikri ja kuupäev: 09.05.2023		
Ehituse ja arhitektuuri instituut		Ehitustehnoloogia ja platsikorralduse analüüs Tallinnas, Vesitennuki-Lennusadama kompleksi äripindadega korterelamu ehituse näitel	

# Vaiatööde tehnoloogiline kaart

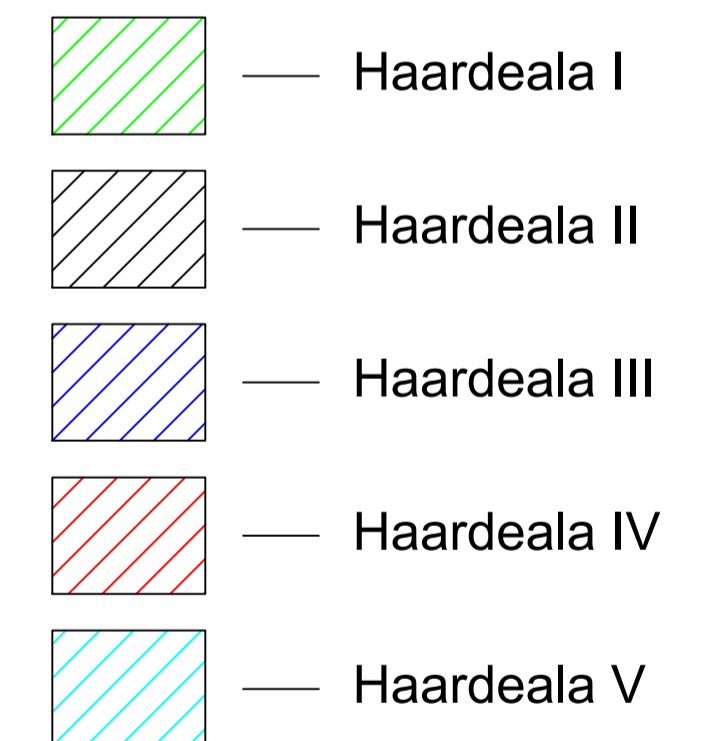
## 1:250



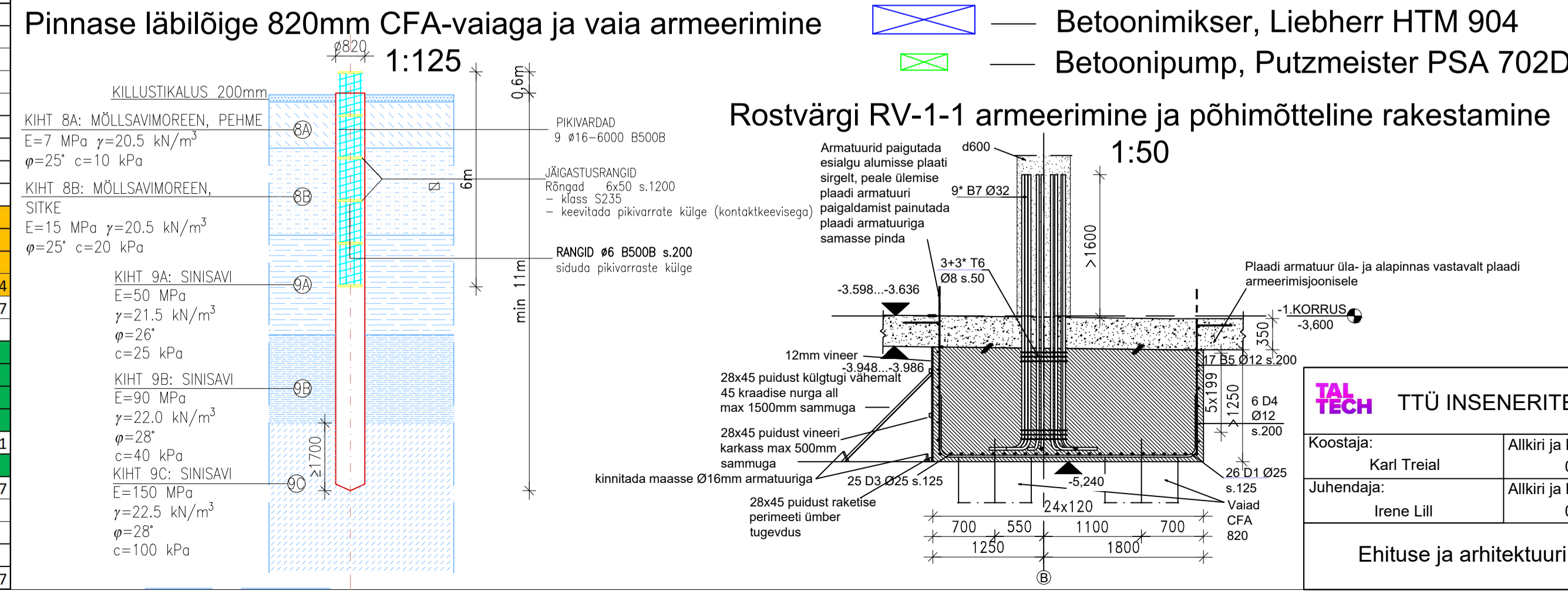
Tööde teostamise graafik koos töjõu, ehitusmasinate ja betooni vajadusega Tehnoloogilsied arvutused

Haardeala		TÖÖDE TEOSTAMISE GRAAFIK																																														
1		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47
Jooksev töö valade puurimise vältel		[Color-coded grid showing work progress]																																														
Tööpäevad		[Color-coded grid showing work progress]																																														
Tähistus		[Color-coded grid showing work progress]																																														
Geodeet		[Color-coded grid showing work progress]																																														
Vaia masin operaator		[Color-coded grid showing work progress]																																														
Kopajuh		[Color-coded grid showing work progress]																																														
Kallurjuht		[Color-coded grid showing work progress]																																														
Kraanajuht		[Color-coded grid showing work progress]																																														
Rakestaja		[Color-coded grid showing work progress]																																														
Armeerija		[Color-coded grid showing work progress]																																														
Betoneerija		[Color-coded grid showing work progress]																																														
Tööpäevad		[Color-coded grid showing work progress]																																														

Jrk nr	Töö nimetus	Erial/mark	Arv	1		2		3		4		5							
				Normatiivne	Valitud	Normatiivne	Valitud	Normatiivne	Valitud	Normatiivne	Valitud								
1	VAIADE MAHAMÄÄRMINE	Geodeet	1	0,54	0,54	0,54	1,00	0,55	0,55	0,55	1,00	0,52	0,52	0,52	1,00	0,66	0,66	0,66	1
2	VAIA PUURIMINE JA BETONEERIMINE	Vaia masin operaator	2	9,59	4,80	0,96	5,00	9,83	4,91	0,98	5,00	9,52	4,76	0,95	5,00	9,35	4,68	0,94	6
3	VAIA PUURIMISEL ERALDUVA MULLA ÄRAVEDU	Vaia masin	1	4,80	4,80	0,96	5,00	4,91	4,91	0,98	5,00	4,76	4,76	0,95	5,00	4,68	4,68	0,94	6
4	ROOSTVÄRKIDE MAHAMÄÄRMINE	Geodeet	1	1,08	1,08	1,08	1,00	1,07	1,07	1,07	1,00	1,11	1,11	1,11	1,00	0,97	0,97	0,97	1
5	ROOSTVÄRKIDE RAKESTAMINE	Rakestaja	6	11,32	1,86	0,93	2,00	11,18	1,86	0,93	2,00	11,60	1,93	0,97	2,00	10,15	1,69	0,85	2
6	ROOSTVÄRKIDE ARMEERIMINE	Armeerija	5	10,76	2,15	1,08	2,00	11,41	2,28	1,14	2,00	11,93	2,39	1,19	2,00	10,74	2,15	1,07	2
7	ROOSTVÄRKIDE BETONEERIMINE	Betoneerija	7	7,65	1,09	1,09	1,00	7,97	1,12	1,12	1,00	7,95	1,14	1,14	1,00	6,23	0,89	0,89	1
8	LAHTIRAKESTAMINE	Rakestaja	3	5,66	1,89	0,94	2,00	5,59	1,86	0,93	2,00	6,56	2,19	1,09	2,00	5,08	1,69	0,85	2



TÖÖJÕU VAIADUS, päevas	
Tööseisakud	[Color-coded grid showing work progress]
Tööpäevad	[Color-coded grid showing work progress]
EHITUSMASINATE VAJADUS, päevas	
Teodolit	[Color-coded grid showing work progress]
Vaia masin	[Color-coded grid showing work progress]
Kopp	[Color-coded grid showing work progress]
Kallur	[Color-coded grid showing work progress]
Kraana	[Color-coded grid showing work progress]
Betoonipump	[Color-coded grid showing work progress]
Tööpäevad	[Color-coded grid showing work progress]
BETOOINI VAJADUS, m³	
Tööpäevad	[Color-coded grid showing work progress]



- Kommentaarid:
- Kõik vajad on tähistatud numbritega.
  - Kõik roostvärgid kannavad lisaks numbrile ka eesolevat tähist RV või LRV.
  - Kõik haardeala viirutuse sisse jäävad roostvärgid ja vaiaid kuuluvad antud haardeala mahtu välja arvatud mikrovaia 4/8, mis on tähistatud punase kirjaga ning kuulub IV haardeala mahtu.
  - 1- või 2-ga algavad vaia tähised tähistavad CFA-vaiaid, mille diameeter on 820mm.
  - 3-ga algavad vaia tähised tähistavad CFA-vaiaid, mille diameeter on 630mm.
  - 4-ga algavad vaia tähised tähistavad mikrovaiaid.
  - Igal haardealal alustatakse 820mm diameetriga CFA-vaiaidest, seejärel vahetatakse vaia masina puurimiskomplekti ning tehakse 630mm vaiaid ning lõpuks tehakse mikrovaiaid.
  - CFA-vaiaid tehakse vaia masinaga Bauer BG 28H.
  - Mikrovaiaid tehakse vaia masinaga Klemm KR 802-1.

**TTÜ INSENERITEADUSKOND**

Magistritöö

Leht/Lehti: 5/8

Coostaja: Karl Treial | Alkiri ja kuupäev: 09.05.2023

Juhendaja: Irene Lill | Alkiri ja kuupäev: 09.05.2023

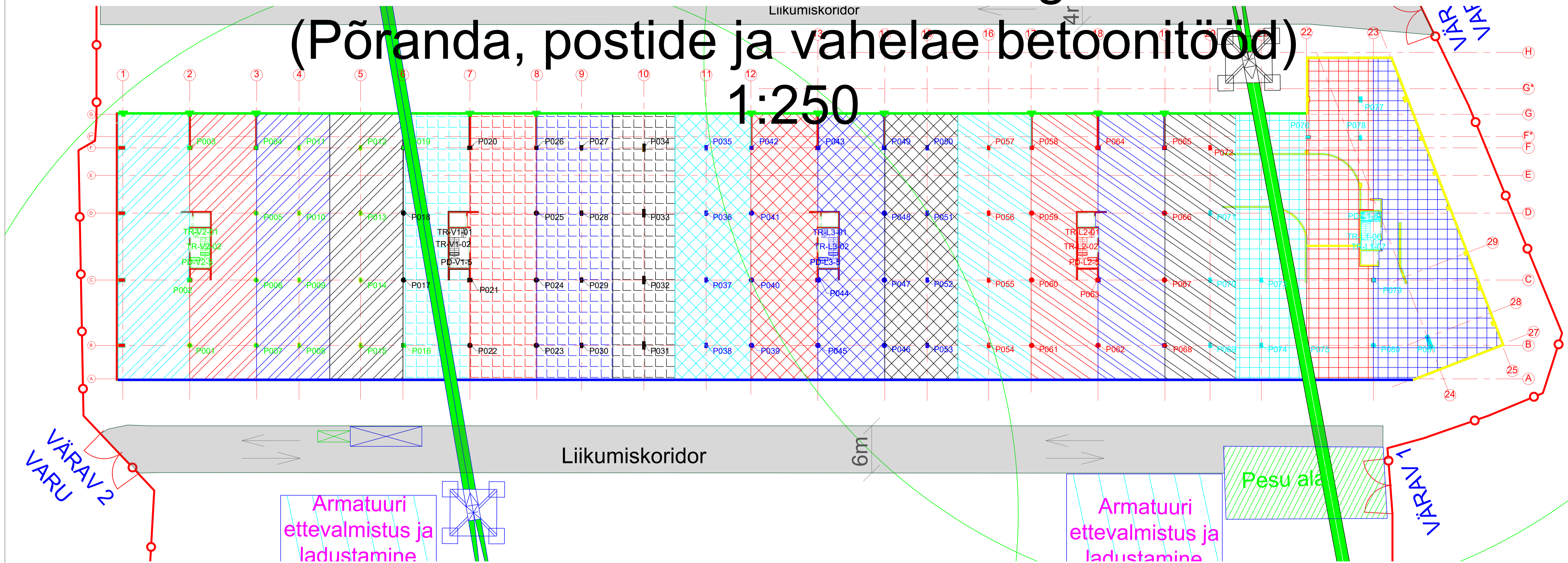
Ehituse ja arhitektuuri instituut

Vaiatööde tehnoloogiline kaart

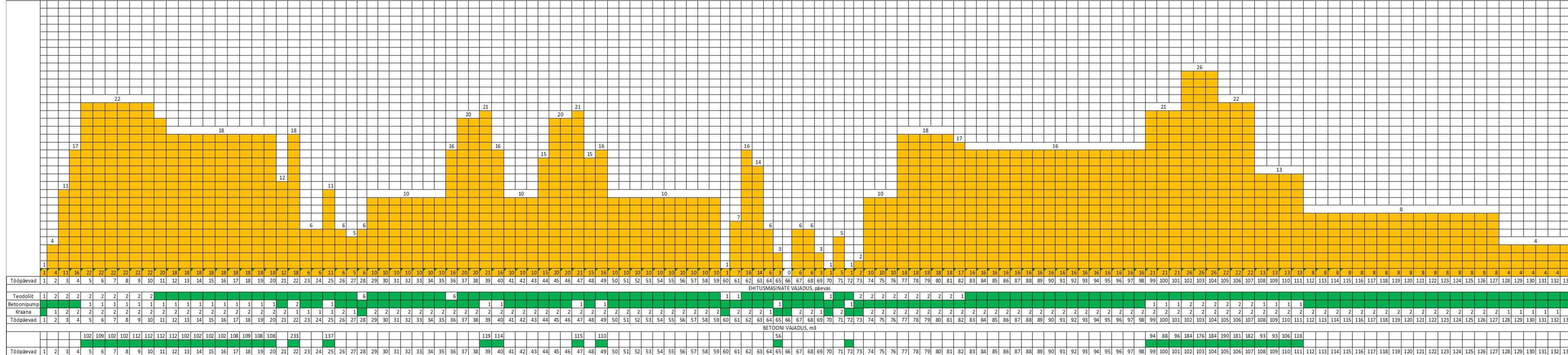
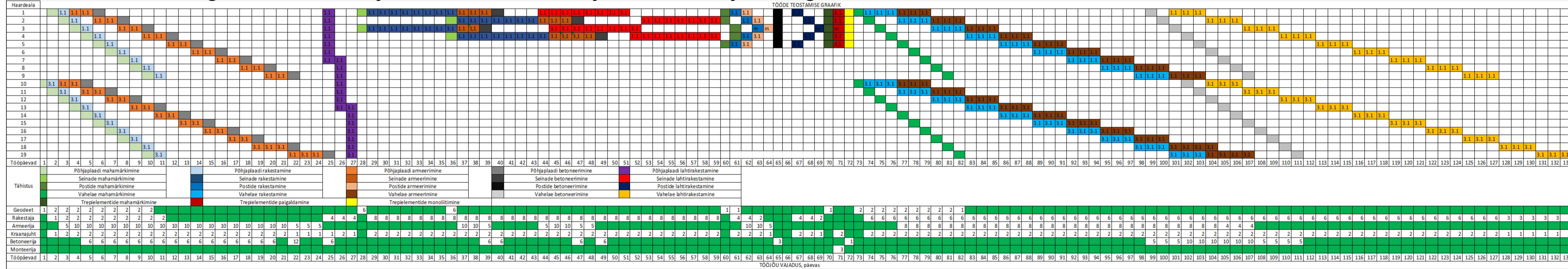
Ehitustehnoloogia ja platsikordluse analüüs Tallinnas, Vesilennuki-Lennusadamaga kompleksi äripindadega korterelamu ehituse näitel

# Maaaluse osa ehituse tehnoloogiline kaart (Põranda, postide ja vahelae betoonitööd)

1:250

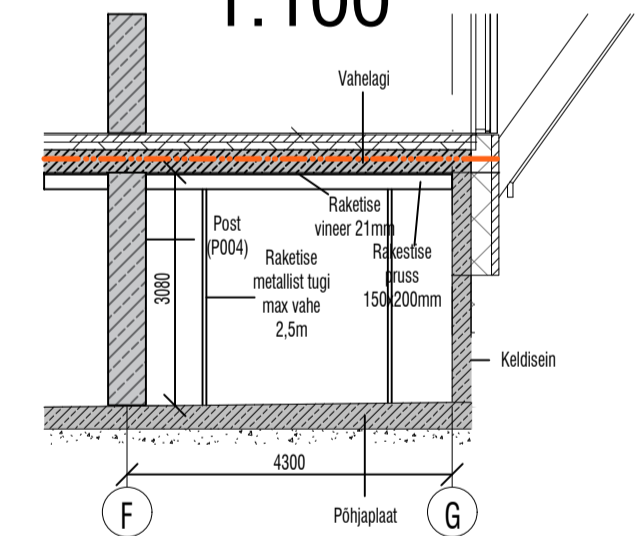


Tööde teostamise graafik koos tööjõu, ehitusmasinate ja betooni vajadusega



Fragment lõikest teljel 3

1:100



- Kommentaariid:
- Kõik postid on tähistatud numbritega.
  - Kõik postid kannavad lisaks numbrite ka eesolevat tähist P.
  - Kõik trepielemeid on tähistatud numbritega.
  - Kõik postid kannavad lisaks numbrite ka eesolevat tähist TR-V, TR-L, PD-V või PD-L.

PÕHJAPLAADI JA VAHELAE HAARDEALAD

-HAARDEALA I	-HAARDEALA VII	-HAARDEALA XIII
-HAARDEALA II	-HAARDEALA VIII	-HAARDEALA XIV
-HAARDEALA III	-HAARDEALA IX	-HAARDEALA XV
-HAARDEALA IV	-HAARDEALA X	-HAARDEALA XVI
-HAARDEALA V	-HAARDEALA XI	-HAARDEALA XVII
-HAARDEALA VI	-HAARDEALA XII	-HAARDEALA XVIII
		-HAARDEALA XIX

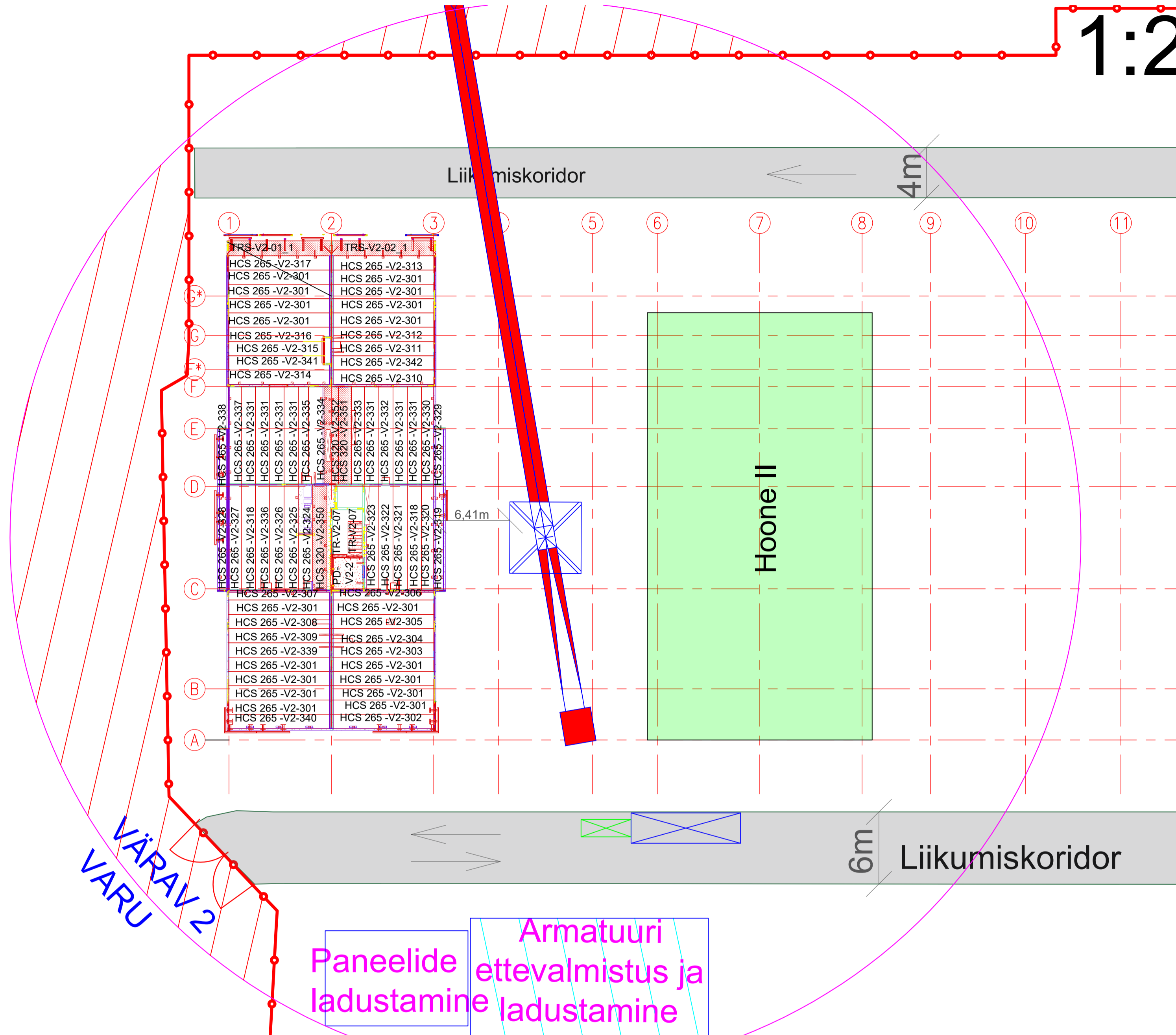
SEINADE HAARDEALAD	POSTIDE HAARDEALAD	TREPIELEMENTIDE HAARDEALAD
-HAARDEALA I	-HAARDEALA I	-HAARDEALA I
-HAARDEALA II	-HAARDEALA II	-HAARDEALA II
-HAARDEALA III	-HAARDEALA III	-HAARDEALA III
-HAARDEALA IV	-HAARDEALA IV	-HAARDEALA IV
-HAARDEALA V	-HAARDEALA V	-HAARDEALA V

- Betoonimikser, Liebherr HTM 904
- Betoonipump, Putzmeister PSA 702D

		Magistritöö	Leht/Lehti: 6/8
Koostaja: Karl Treial	Alkiri ja kuupäev: 09.05.2023	Maaluse osa ehituse tehnoloogiline kaart	
Juhendaja: Irene Lill	Alkiri ja kuupäev: 09.05.2023	Ehitustehnoloogia ja platsikordluse analüüs Tallinnas, Vesilennuki-Lennusadama kompleksi äripindadega korterelamu ehituse näitel	
Ehituse ja arhitektuuri instituut			

# Esimese hoone maapealse osa ehitamine

## 1:250



### Tööde tehnoloogilised arvutused

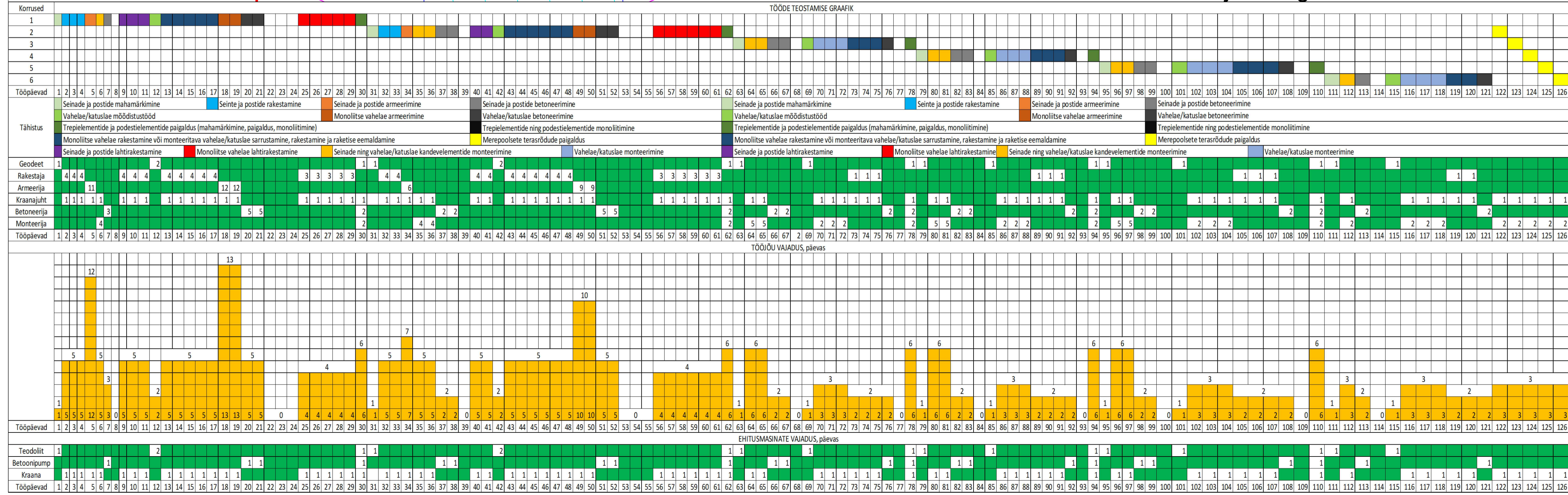
Jrk nr	Töö nimetus	Tööliste/masinat		Haardealade kaupa																								
		Eriala/mark	Arv	Normatiivne		1		2		3		4		5		6												
				Tööjü-kulu	Kestus	Normi täitmise tegur	Valitud vah	Normatiivne	Normi täitmise tegur	Valitud vah	Normatiivne	Normi täitmise tegur	Valitud vah	Normatiivne	Normi täitmise tegur	Valitud vah	Normatiivne	Normi täitmise tegur	Valitud vah									
1	SEINADE JA POSTIDE MAHAMÄRKIMINE	Geodeet	3	5.1	5.2	5.3	5.4	6.1	6.2	6.3	6.4	7.1	7.2	7.3	7.4	8.1	8.2	8.3	8.4	9.1	9.2	9.3	9.4	9.5	9.6	9.7	9.8	
2	SEINADE JA POSTIDE RAKESTAMINE	Rakestaja	4	12.29	3.07	1.02	1.00	7.20	1.80	0.90	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3	SEINADE JA POSTIDE ARMEERIMINE	Armeerija	11	12.81	1.16	1.16	1.00	6.01	0.55	0.55	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4	SEINADE NING VAHELAE KANDEELEMENTIDE MONTEERIMINE	Monteerija	5	3.99	0.80	0.80	1.00	8.77	1.75	0.88	2.00	10.16	2.03	1.02	2.00	10.16	2.03	1.02	2.00	10.21	2.04	1.02	2.00	1.67	0.33	0.33	1.00	1.00
5	SEINADE JA POSTIDE BETONEERIMINE	Betoneerija	3	2.68	0.89	0.89	1.00	2.36	0.79	0.39	2.00	1.83	0.61	0.31	2.00	1.83	0.61	0.31	2.00	1.84	0.61	0.31	2.00	0.31	0.10	0.10	1.00	1.00
6	SEINADE JA POSTIDE LAHTIRAKESTAMINE	Rakestaja	4	11.51	2.88	0.96	3.00	6.63	1.66	0.83	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
7	VAHELAE/KATUSLAE MÕÖDUSTÜÖD	Geodeet	2	1.95	0.98	0.98	1.00	2.37	1.19	1.19	1.00	1.17	0.59	0.59	1.00	1.17	0.59	0.59	1.00	0.91	0.45	0.45	1.00	0.76	0.38	0.38	1.00	1.00
8	VAHELAE/KATUSLAE MONTEERIMINE	Monteerija	2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.85	1.43	0.48	3.00	2.85	1.43	0.48	3.00	2.77	1.38	0.46	3.00	2.85	1.42	0.47	3.00	3.00
9	MONOLIITSE VAHELAE RAKESTAMINE VÕI MONTEERITAVA VAHELAE/KATUSLAE SARRUSTAMINE, RAKESTAMINE JA RAKETISE EEMALDAMINE	Rakestaja	4	21.21	5.30	1.06	5.00	25.78	6.45	1.07	6.00	2.82	0.71	0.24	3.00	2.82	0.71	0.24	3.00	2.72	0.68	0.23	3.00	1.55	0.39	0.19	2.00	2.00
10	MONOLIITSE VAHELAE ARMEERIMINE	Armeerija	12	29.02	2.42	1.21	2.00	20.27	1.69	0.84	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
11	VAHELAE/KATUSLAE BETONEERIMINE	Betoneerija	5	11.03	2.21	1.10	2.00	11.24	2.25	1.12	2.00	0.94	0.19	0.19	1.00	0.94	0.19	0.19	1.00	0.91	0.18	0.18	1.00	0.52	0.10	0.10	1.00	1.00
12	VAHELAE LAHTIRAKESTAMINE	Rakestaja	3	16.97	5.66	1.13	5.00	20.63	6.88	1.15	6.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
13	TREPIELEMENTIDE NING PODESTIELEMENTIDE MAHAMÄRKIMINE	Geodeet	1	0.11	0.11	0.56	0.20	0.07	0.07	0.34	0.20	0.09	0.09	0.45	0.20	0.09	0.09	0.45	0.20	0.09	0.09	0.45	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
14	TREPIELEMENTIDE NING PODESTIELEMENTIDE PAIGALDAMINE JA KINNITAMINE	Monteerija	2	0.62	0.31	0.77	0.40	0.38	0.19	0.48	0.40	0.47	0.23	0.58	0.40	0.47	0.23	0.58	0.40	0.47	0.23	0.58	0.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
15	TREPIELEMENTIDE NING PODESTIELEMENTIDE MONOLIITIMINE	Betoneerija	2	0.23	0.11	0.28	0.40	0.14	0.07	0.17	0.40	0.18	0.09	0.23	0.40	0.18	0.09	0.23	0.40	0.18	0.09	0.23	0.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
16	MEREPOOLSETE TERASRÕUDE PAIGALDUS	Monteerija	2	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

### Kraana tõstegraafik

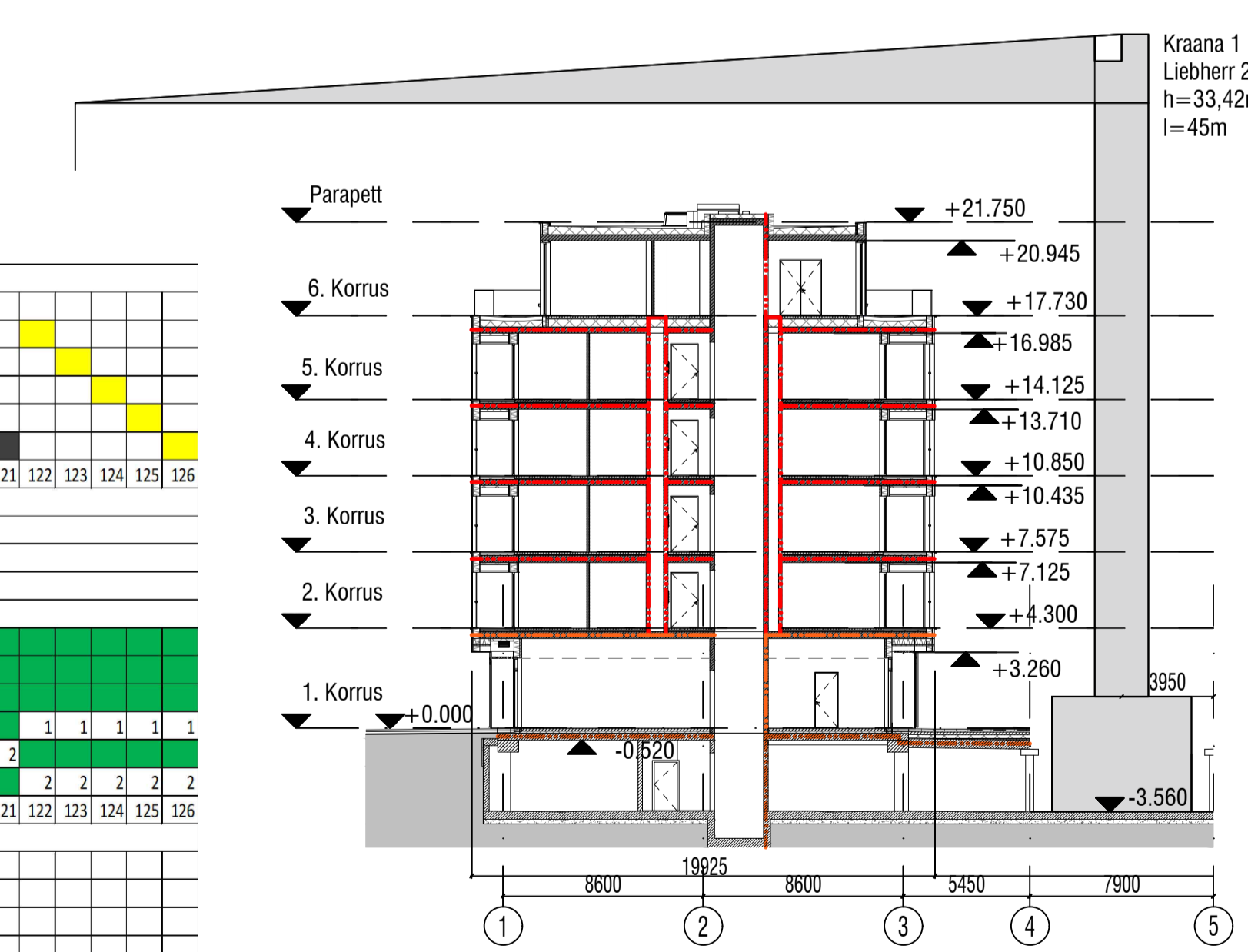
m	mk	250 EC-B 12
70.0 (p=71.8)	10070	2000
65.0 (p=66.8)	10000	1800
60.0 (p=61.8)	10000	1600
55.0 (p=56.8)	10000	1400
50.0 (p=51.8)	10000	1200
45.0 (p=46.8)	10000	1000
40.0 (p=41.8)	10000	800
35.0 (p=36.8)	10000	600
30.0 (p=31.8)	10000	400
25.0 (p=26.8)	10000	200

Raskeim element  
m=8,66 [t]  
l=38,5 [m]  
h=27 [m]

### Tööde teostamise graafik koos tööjõu ja ehitusmasinate vajadusega



### Kraana paiknemine monteritava hoone suhtes 1:250



**TALTECH TTÜ INSENERITEADUSKOND** Leht/Lehti: 7/8

Magistritöö

Koostaja: Karl Treial, Alkiri ja kuupäev: 09.05.2023  
Juhendaja: Irene Lill, Alkiri ja kuupäev: 09.05.2023

**Ühe maapealse hoonese ehituse tehnoloogiline kaart**

Ehituse ja arhitektuuri instituut

Ehitustehnoloogia ja platiskorralduse analüüs Tallinnas, Vesilennuki-Lennusadamade kompleksi äripindadega korterelamu ehituse näitel

