TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOL
INSENERITEADUSKOND
Ehituse ja arhitektuuri instituut

TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOL

EHITUSTEHNOLOOGIA JA PLATSIKORRALDUSE ANALÜÜS TALLINNAS, PÄRNU MNT 21 EHITATAVA BÜROO- JA KORTERHOONE EHITUSE NÄITEL

ANALYSIS OF CONSTRUCTION TECHNOLOGY AND BUILDING SITE MANAGEMENT BASED ON THE CASE STUDY OF THE CONSTRUCTION OF THE OFFICE AND APARTMENT BUILDING AT 21 PÄRNU ROAD IN TALLINN

MAGISTRITÖÖ

Üliõpilane: Karl Sauemägi

Üliõpilaskood 165169

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.

22. 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 Sauemägi**, sünd. 11.07.1996

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

EHITUSTEHNOLOOGIA JA PLATSIKORRALDUSE ANALÜÜS TALLINNAS, PÄRNU MNT 21 EHITATAVA BÜROO- JA KORTERHOONE 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.

…….(kuupäev)

Ehituse ja arhitektuuri instituut

LÕPUTÖÖ ÜLESANNE

Üliõpilane: **KARL SAUEMÄGI** Üliõpilaskood **165169**

Õppekava: **EAEI02 Ehitiste projekteerimine ja ehitusjuhtimine**
Peaeriala: Ehitusmajandus ja juhtimine

Lõputöö teema:

EHITUSTEHNOLOOGIA JA PLATSIKORRALDUSE ANALÜÜS TALLINNAS, PÄRNU MNT 21 EHITATAVA BÜROO- JA KORTERHOONE EHITUSE NÄITEL

ANALYSIS OF CONSTRUCTION TECHNOLOGY AND BUILDING SITE MANAGEMENT BASED ON THE CASE STUDY OF THE OFFICE AND APARTMENT BUILDING AT 21 PÄRNU ROAD 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@taltech.ee	*allkirjastatud digitaalselt*
Dotsent Tiina Nuuter	tiina.nuuter@taltech.ee	*allkirjastatud digitaalselt*

Lõputöö põhieesmärgid:

1. Töötada välja ehituse tehnoloogilised ja korralduslikud lahendused
2. Analüüsida tööde normeerimise variantlahendusi
3. Eelarve analüüs: tööde mahtude jaotus

Töö keel: eesti keel

Lõputöö etapid ja ajakava:

	Ülesande kirjeldus	Tähtaeg
1.	Sissejuhatus: lähteandmed, eritingimused	21.03.2023
2.	Arhitektuurne osa	21.03.2023
3.	Konstruktsiooniosa: posti kontrollarvutus	18.04.2023
4.	Ehitusplatsi üldplaan	21.03.2023
5.	Koondkalenderplaan	28.03.2023
6.	Tehnoloogilised kaardid	11.04.2023
	• Vaiatööd	11.04.2023
	• Rostvärkide ehitus	
	• Hoone betoonitööd	
	• Katusekattetööd	11.04.2023
7.	Majandus- ja uurimuslik osa: erinevate normatiivide (RATU) kasutamine. Erinevate normatiivide analüüs võrreldes tegeliku olukorraga. Töömahtude ja töövijakusnormatiivide analüüs. Eelarve analüüs	25.04.2023
8.	Töö- ja keskkonnakaitse	25.04.2023
	Kokkuvõte eesti keeles	30.04.2023
	Kokkuvõte inglise keeles	30.04.2023

Lõputööde ülevaatus, mille läbimine on kaitsmise eelduseks	**11.05.2023**

Esitlusmaterjalid kaitsmisel: A1 joonised

	Kirjeldus	Tähtaeg
1	Arhitektuursed joonised – 2 lehte	31.03.2023
2	Ehitusplatsi üldplaan – 1 leht	31.03.2023
3	Koondkalenderplaan – 1 leht	11.04.2023
4	Konstruktsiooniosa (A2) – 1 leht	18.04.2023
5	Tehnoloogilised kaardid – 5 lehte	18.04.2023

Lõputöö esitamise tähtaeg: 22. mai 2023

Lõputöö ülesanne välja antud: 16.09.2021

Juhendaja: **Irene Lill** .....

Ülesande vastu võtnud: **Karl Sauemägi** .....

Avalikustamise piirangu tingimused: puuduvad

SISUKORD

TABELITE LOETELU 11
JOONISTE LOETELU 12
ESITLUSJOONISTE LOETELU 13
SISSEJUHATUS 14
1. LÄHTEANDMED 15
1.1 Asukoht 15
1.2 Ehitise lühikirjeldus 15
1.3 Pinnasetingimused 16
1.3.1 Olemasolev reljeef 16
1.3.2 Geoloogiline ehitus 16
1.3.3 Pinnasevesi 16
1.4 Alusdokumendid 17
1.4.1 Lähteandmed 17
1.4.2 Ehitusuuringud 17
2. Arhitektuurne osa 18
2.1 Arhitektuuri üldlahendus 18
2.2 Hoone konstruktsioonid ja pinnakatted 18
2.2.1 Hoone kandeskelett 18
2.2.2 Maa-alused konstruktsioonid 19
2.2.3 Maapealsed konstruktsioonid 20
2.3 Hoone tehnilised näitajad 22
2.4 Tuleohutus 22
2.4.1 Tuleohutusklass, kasutusviis ja -otstarve 22
2.4.2 Tuleohutuse tagamise põhimõtted 23
2.4.3 Tuletõkkesektsioonid, tulepüsivus 23
2.4.4 Evakuatsiooniteed 24
2.4.5 Tuleohutuspaigaldised 24
3. Konstruktsiooniosa 25
3.1 Posti arvutus 25
3.1.1 Koormused 25
3.1.2 Postis mõjuva pikijõu arvutuslik ekstsentrilisus 26
3.1.3 Posti kandevõime 29

3.2 Uue posti konstrueerimine ... 30
3.2.1 Postis mõjuva pikijõu arvutuslik ekstsentrilisus ... 30
3.2.2 Posti kandevõime ... 33
3.2.3 Posti armatuuri konstrueerimine ... 34
4. Ehitusplatsi üldplaan ... 36
4.1 Ajutised teed ja platsid ... 36
4.2 Materjalide ladustamine ... 36
4.3 Ajutised hooned ... 36
4.4 Ajutine elektri-, vee- ja soojavarustus ... 37
4.5 Objekti valve ja sidevarustus ... 38
4.6 Tornkraana ... 38
5. Koondkalenderplaan ... 40
5.1 Üldandmed ... 40
5.2 Ehitustööde maksumus ... 40
6. Tehnoloogilised kaardid ... 42
6.1 Vaiatööd ... 42
6.1.1 Lähteandmed ... 42
6.1.2 Ettevalmistustööd ... 43
6.1.3 Tööde korraldus ... 43
6.1.4 Materjalide vajadus ... 44
6.1.5 Tehnoloogilised arvutused ... 44
6.2 Rostvärkide ja keldri põrandaplaadi ehitustööd ... 48
6.2.1 Lähteandmed ja ettevalmistustööd ... 48
6.2.2 Tööde korraldus ... 49
6.2.3 Materjalide ja raketiste vajadus ... 50
6.2.4 Tehnoloogilised arvutused ... 51
6.3 Hoone betoonitööd ... 53
6.3.1 Lähteandmed ... 53
6.3.2 Ettevalmistustööd ... 56
6.3.3 Tööde korraldus ... 56
6.3.4 Materjalide ja raketiste vajadus ... 59
6.3.5 Tehnoloogilised arvutused tüüpkorruse kohta ... 61
6.4 Katusekattetööd ... 66
6.4.1 Lähteandmed ja ettevalmistustööd ... 66
6.4.2 Tööde korraldus ... 67

6.4.3 Materjalide vajadus ... 68
6.4.4 Tehnoloogilised arvutused ... 68
7. Majanduslik osa ... 71
7.1 Tehnoloogiliste arvutuste analüüs võrreldes tegeliku olukorraga ... 71
7.2 Eelarve analüüs ... 73
8. Töö- ja keskkonnakaitse ... 75
8.1 Tööohutus ... 75
8.2 Keskkonnakaitse ... 76
KOKKUVÕTE ... 77
SUMMARY ... 78
KASUTATUD KIRJANDUS ... 79

TABELITE LOETELU

Tabel 2.1 Hoone tehnilised andmed ... 22
Tabel 3.1 Postide lähteandmed ... 25
Tabel 3.2 Vahelagede ning katuslae lähteandmed ... 25
Tabel 4.1 Elektritarbijate võimsus ... 37
Tabel 5.1 Ehitustööde maksumus ... 41
Tabel 6.1 Materjalide vajadus vaiatööde teostamiseks haardealade kaupa ... 44
Tabel 6.2 Vaiatööde tööjõukulu arvutused (I – IV haardeala) ... 46
Tabel 6.3 Vaiatööde tööjõukulu arvutused (V haardeala) ... 47
Tabel 6.4 Vaiatööde tehnoloogiline arvutus ... 47
Tabel 6.5 Materjalide vajadus haardealade kaupa ... 50
Tabel 6.6 Moodulraketiste vajadus haardealade kaupa ... 50
Tabel 6.7 Kilpraketiste vajadus haardealade kaupa ... 51
Tabel 6.8 Rostväkide ja põrandaplaadi ehituse tööjõukulu arvutused ... 52
Tabel 6.9 Rostvärkide ja põrandaplaadi ehituse tehnoloogiline arvutus ... 53
Tabel 6.10 Materjalide vajadus haardealade kaupa tüüpkorruse betoonitöödeks ... 59
Tabel 6.11 Moodulraketiste vajadus tüüpkorruse betoonitöödeks haardealade kaupa ... 60
Tabel 6.12 Kilpraketise vajadus tüüpkorruse vahelae ja trepi betoonitöödeks ... 60
Tabel 6.13 Tööjõukulu arvutused tüüpkorruse betoonitöödeks (I – II haardeala) ... 62
Tabel 6.14 Tööjõukulu arvutused tüüpkorruse betoonitöödeks (III – IV haardeala) ... 63
Tabel 6.15 Tööjõukulu arvutused tüüpkorruse betoonitöödeks (V – VI haardeala) ... 64
Tabel 6.16 Tüüpkorruse betoonitööde tehnoloogiline arvutus (I – IV haardeala) ... 65
Tabel 6.17 Tüüpkorruse betoonitööde tehnoloogiline arvutus (V – VI haardeala) ... 66
Tabel 6.18 Katusekatte materjalide vajadus haardealade kaupa ... 68
Tabel 6.19 Tööjõukulu arvutused katusekattetöödeks ... 69
Tabel 6.20 Katusetööde tehnoloogiline arvutus ... 70
Tabel 7.1 Arvutusliku ja tegeliku tööde kestuste võrdlus ... 71
Tabel 7.2 Arvutusliku ja tegeliku tööde kestuste võrdlus ... 72
Tabel 7.3 Mehaanilise töö maksumuse muutus tööliikide kaupa ... 73

JOONISTE LOETELU

Joonis 3.1 Betooni roometeguri määramine 32
Joonis 4.1 Tornkraana Liebherr 50 K tõsteparameetrid..... 39

ESITLUSJOONISTE LOETELU

Lõputöö koosseisu kuulub 7 esitlusjoonist formaadis A1 (konstruktsiooni joonis formaadis A2):

Joonis 1: Arhitektuurne joonis (1/2)

Joonis 2: Arhitektuurne joonis (2/2)

Joonis 3: Konstruktsiooni joonis

Joonis 4: Ehitusplatsi üldplaan

Joonis 5: Koondkalenderplaan

Joonis 6: Vaiatööde tehnoloogiline kaart

Joonis 7: Rostvärkide ja põhjaplaadi ehituse tehnoloogiline kaart

Joonis 8: Betoonitööde tehnoloogiline kaart (1/2)

Joonis 9: Betoonitööde tehnoloogiline kaart (2/2)

Joonis 10: Katusekattetööde tehnoloogiline kaart

SISSEJUHATUS

Magistitöö eesmärgiks on töötada välja Pärnu mnt 21 ehitatava korter- ja büroohoone ehituse tehnoloogilised ja korralduslikud lahendused. Teema valiku ajendiks on autori tööalane kogemus antud objekti ehitustööde korraldamisega. Magistritöö kirjutamise ajal on enamus ehitustöödest lõpetatud ning töö raames välja töötatud lahendusi saab reaalsete olukordadega võrreldes analüüsida.

Magistritöö on sisuliselt jagatud kaheksaks osaks. Esimeses kahes peatükis antakse ülevaade lähteandmetest, teostatud uuringutest ning kirjeldatakse ehitatava hoone arhitektuurseid ja konstruktiivseid lahendusi ning sellele esitatavaid nõudeid.

Konstruktsiooniosas käsitletakse ühte projektijärgset väliskeskkonnas paiknevat raudbetoonposti. Hinnatakse selle kandevõimet, optimaalsust ja vastupanuvõimet keskkonnamõjudele.

Ehitusplatsi üldplaani peatükk kirjeldab ehitusplatsi paiknevust ning selle kasutust. Plaanil näidatakse ajutiste teede, laoplatside ja hoonete paigutus, kommunikatsiooniliinide asukohad ning muud olulised positsioonid. Valitakse sobiv kraana ja märgitakse ehitusmasinate tööpositsioonid.

Viiendas peatükis koostatakse koondkalenderplaan, milles esitatakse ehitustööde kestus ja maksumus. Lisaks tuuakse välja tööliste ja ehitusmasinate vajadus ehitustegevuse vältel.

Tehnoloogilised kaardid koostatakse vaiatöödele, rostvärkide- ja põhjaplaadi ehitustöödele, hoone betoonitöödele ja katusekattetöödele. Antud tööde jaoks arvestatakse materjalide vajadus, arvutatakse vajaminev tööjõukulu ning koostatakse tööde ajagraafik.

Majanduslikus osas võrreldakse tehnoloogilistes arvutustes saadud tulemusi tegeliku olukorraga. Analüüsitakse nende erinevusest tulenevat mõju ehitusmaksumusele.

Viimases osas kirjeldatakse töö- ja keskkonnaohutu ehitamise nõudeid. Selgitatakse antud objektil kasutatavaid meetmeid nende tagamiseks.

Võtmesõnad: ehitus, ehitustehnoloogia, platsikorraldus, analüüs, magistritöö

1. LÄHTEANDMED

Lähteandmete peatüki koostamisel on lähtutud Osaühing Rein Murula Arhitektibüroo seletuskirjast. Pinnasetingimuste peatüki 1.3 koostamisel on lähtutud OÜ REI Geotehnika ehitusgeoloogilise uuringu aruandest. [1], [3]

1.1 Asukoht

Projekteeritud büroo- ja korterhoone asukohaks on Tallinna Kesklinna linnaosas Pärnu mnt 21 katastriüksus (78401:106:0210). Kinnistu sihtotstarbeks on 65% elamumaa ja 35% ärimaa.

Pärnu mnt 21 katastriüksus külgneb idast hoonestamata elamu- ja ärimaa otstarbega Tatari 6a katastriüksusega, lõunast viiekorruselise äriruumidega korterelamuga hoonestaud Pärnu mnt 23 katastriüksusega, läänest Pärnu maanteega ning põhjast viiekorruselise äriruumidega hoonega Pärnu mnt 19 katastriüksusega.

Katastriüksusel paiknevad olemasolevad tehnovõrgud (kaugküttetrass, madalpingekaablid, olmekanalisatsioonitoru) naaberkruntidel paiknevate hoonete teenindamiseks.

Juurdesõidutee Pärnu mnt 21 hoovialale kulgeb vastavalt Tallinna Linnavolikogu poolt 26.01.2012 otsusega nr. 10 kehtestatud kinnistu detailplaneeringule Tatari tänavalt, läbi Tatari tn 6a katastriüksuse.

1.2 Ehitise lühikirjeldus

Käesolevas töös käsitletakse kuue maapealse korrusega ning ühe keldrikorrusega äripindadega ja kahe korteriga hoone ehitust. Hoonel on hoovipoolne väljaulatuv osa, tagasiastetega esimesel ja kuuendal korrusel. Uus hoone ehitatakse lammutatava kolme maapealse korrusega hoone asemele, säilitades samal katastriüksusel paiknev kuue maapealse korrusega hoone.

Ehitis ehitatakse vahetult vastu põhja ja lõuna pool asetsevaid olemasolevaid hooneid. Põhja pool on selleks samal katastriüksusel säiliv kuue maapealse korrusega hoone ning lõuna pool Pärnu mnt 23 katastriüksusel paiknev viie maapealse korrusega hoone.

1.3 Pinnasetingimused

Ehitusgeoloogilised uuringud on teostanud Osaühing REI Geotehnika 2016. aasta aprillis, töö nr 3836-16. [3]

1.3.1 Olemasolev reljeef

Pärnu mnt 21 katastriüksus on lääne-ida suunalise kaldega, langusega ida suunas. Maapinna absoluutsed kõrgused EH2000 süsteemis on 19,34 – 17,94 m. Kõrguste erinevus Pärnu mnt piiri ja hooviala vahel on umbes 0,9 kuni 1,3 m.

1.3.2 Geoloogiline ehitus

Uuringuala jääb Kesklinna mattunud ürgoru lääneveerule ja ühtlasi Toompea-Tõnismäe kõrgendiku idajalamile.

Pinnasekihid on järgnevad:

- kiht 1 – täitepinnas, kihi paksus 3,0 m;
- kiht 2 – mölline peenliiv, kihi paksus kuni 1,8 m;
- kiht 3 - väga kohev rohke liivaga savimöll, kihi paksus 1,4…2,0 m;
- kiht 4 – koheva rohke liivaga savimöll, kihi paksus 0,6…2,0 m;
- kiht 5 – kesktihe rohke liivaga savimöll, kihi paksus 0,7…2,0 m;
- kiht 6 – peenliiv (väga tihe peenliiv), kihi paksus kuni 1,4 m;
- kiht 7 – liivaga keskmöll (väga tihe möll);
- kiht 8 – aleuroliit.

1.3.3 Pinnasevesi

06.04.2016 oli pinnasevesi 2,8 m sügavusel maapinnast. Tegemist on aasta keskmisele lähedase veeseisuga. Veetase võib tõusta mõõdetust ca 1,0 m kõrgemale.
Ülalt esimene põhjaveekihind asub meretekkelises liivas (kiht 2). Paiguti ja/või sesoonselt võib pinnasevesi ulatuda ka täitepinnasesse (kiht 1). Savimölli kompleks (kihid 3…6) on suhteliselt veepide, kuigi seal võib esineda väiksemaid gravitatsioonilist vett sisaldavaid läätsi.

1.4 Alusdokumendid

1.4.1 Lähteandmed

Tellijapoolne lähteülesanne hoone mugavuse, tehnilise varustuse, viimistlusmaterjalide kvaliteedi ning krundi heakorrastuse osas on esitatud 14.03.2016.

Tallinna Linnaplaneerimise Ameti poolt 11.11.2016 väljastatud projekteerimistingimused 1611002/01038.

Tallinna Linnavolikogu poolt 26.01.2012 otsusega nr. 10 kehtestatud Pärnu mnt 21 kinnistu detailplaneering.

Tallinna Linnaplaneerimise Ameti poolt 17.01.2018 väljastatud ehitusluba nr. 1812271/00796 Pärnu mnt 21 hoone ehitamiseks.

1.4.2 Ehitusuuringud

Tehnovõrkudega geodeetilise alusplaani on koostanud AS Amaate AKM 21.02.2019, töö nr. T-013-19 (kõrgused EH2000 süsteemis).

Pinnase geoloogilise uuringu on koostanud OÜ Rei Geotehnika aprillikuus 2016, töö nr. 3836-16.

Pärnu mnt liiklusmürast põhjustatud müratasemete hinnangu on koostanud Akukon OY Eesti Filiaal augustikuus 2016, töö nr. 160679-1.

Pärnu mnt 21 hoonestuse (säiliv hooneosa ja lammutatav hooneosa) ajaloolise väärtuse kohta on arhitektuuriajaloolise õiendi koostanud prof. Karin Hallas-Murula 01.07.2016.

Enne ehitustööde algust tuleb krundil läbi viia arheoloogilised uuringud.

2. ARHITEKTUURNE OSA

Arhitektuurse osa peatükk on kirjutatud lähtuvalt Osaühing Rein Murula Arhitektibüroo seletuskirjast ning Osaühing Selektor Projekt seletuskirjast. [1], [2]

2.1 Arhitektuuri üldlahendus

Projekteeritud hoone fassaadi nurgad ühtivad olemasolevate naaberhoonete nurkadega. Hoone fassaad haakub arhitektuuriliselt kõrvalolevate hoonetega. Peafassaad, mis paikneb Pärnu mnt poolsel krundipiiril, järgib ühtset tänavaäärset ehitusjoont. Hoovipoolsel küljel on hoone liigendatud, moodustades krundi sügavusse suunatud, postidele tõstetud mahu. Kuuendal korrusel on vastavalt detailplaneeringule tagasiasted, Pärnu mnt poolsel küljel 2,4 m ning hoovipoolsel küljel 5,2 m. Maa-alune korrus paikneb maa-pealsest osast laiemalt, ulatudes hoone laiuses hoovipoolsel küljel Tatari tn 6a krundipiirini.

Hoones on äriruumid ning kaks avarat korterit. Maa-alune korrus on ette nähtud parkimiseks 14-le sõiduautole, kahele tehnilisele ruumile, ühele panipaigale, liftišahtile koos selle esise tamburiga ning esimest ja teist korrust ühendavale trepile. Sissesõit keldrikorrusele on lahendatud läbi Tatari tn 6a projekteeritava hoone panduse ja keldrikorruse. Hoone esimene korrus on projekteeritud kõrgemana (põrandast põrandani 4,3 m) ja on sobilik kaubandus-teenindusruumidena. Ülemiste äriruumide kõrgus on väiksem (põrandast põrandani 3,2 m), mis on sobilik büroodele. Korterid on projekteeritud läbi kahe ülemise korruse. Mõlemal korteril on terrassid kuuendal korrusel nii ida, kui lääne pool. Trepikoda ning liftišaht on hoone keskosas.

2.2 Hoone konstruktsioonid ja pinnakatted

Hoone konstruktiivse osa projekti on koostanud Selektor Projekt OÜ, töö nr P16018. [2]

2.2.1 Hoone kandeskelett

Hoone rajatakse vaivundamendile. Naabervundamentide kindlustamiseks on projekteeritud puurvaiadest tugimüür (lahendatud eraldiseisva projektina). Maa-alused konstruktsioonid rajatakse veekindlast monoliitsest raudbetoonist. Maapealsed konstruktsioonid rajatakse monoliitsest betoonist. Katusekorus on projekteeritud kergkonstruktsioonidest.

Hoone kandva skeleti moodustavad monoliitsest raudbetoonist postid, trepikoja seinad ja vahelaed. Keldrikorrusel on ka monoliitsest raudbetoonist talad.

Hoone üldjäikus on tagatud raudbetoonist seinte ja vahelagede koostööga. Hoonel ei ole deformatsioonivuuke.

2.2.2 Maa-alused konstruktsioonid

Vundament ja põrandaplaat

Hoone on keeruliste ehitusgeoloogiliste tingimuste tõttu projekteeritud vaivundamendile. Projekteeritud on puurvaiad läbimõõtudega Ø880 mm ja Ø620 mm. Osaliselt on kasutatud mikrovaiu. Vaiad tuleb süvistada väga tihedasse mölli (kiht 7) või aleuroliiti (kiht 8) vähemalt ühekordse vaia läbimõõdu ulatuses.

Röstvärk ja põrandaplaat valatakse veekindlast betoonist. Põrandaplaat on 300 mm paksusest monoliitsest raudbetoonist, millega on antud ka kalded 1:100. Kõrvalolevaid hooneid kindlustavatele vaiadest tugimüüridele rajatakse rostvärgid, millele toetuvad osaliselt põrandaplaat ja keldri seined.

Keldrikorruse postid, talad, seinad

Hoone keldrikorrusel on monoliitsest raudbetoonist kandvad postid ristlõigetega 400x400 mm, 400x600 mm, 400x650 mm, 500x500 mm, 500x570 mm, 500x600 mm, 500x620 mm ja 500x700 mm. Monoliitsest raudbetoonist talad on ristlõigetega 600x940 mm ning 400x340 mm.

Keldrikorruse seinad on 200 mm kuni 250 mm paksusest veekindlast monoliitsest raudbetoonist. Maa-alused seinad soojustatakse 150 mm paksuse XPS soojustusega ja kaetakse drenaažimatiga.

Keldrikorruse lagi

Keldrikorruse raudbetoonist lagi on paksusega 260 mm kuni 280 mm. Väljspool hoonet on keldri lagi lahendatud pööratud katusena. Kandvale raudbetoonist kihile valatakse kergetoonist kaldekiht kalletega 1:80. Sellele paigaldatakse hüdroisolatsioon ning 100 mm paksune EPS soojustuskiht. Seejärel paigaldatakse filterkangas ning valatakse 100 mm paksune armeeritud betoonplaat. Keldrikorruse lagi on siseruumides pealt viimistletud keraamilise plaadiga.

Trepid ja pandused

Keldrikorrusele sissesõit toimub projekteeritava, hiljem ehitatava Tatari tn 6a hoone parklakorruse panduse kaudu. Keldrikorruselt esimesele korrusele viiv trepp on monoliitsest raudbetoonist viimistlemata pinnaga.

2.2.3 Maapealsed konstruktsioonid

Kandvad ja jäigastavad konstruktsioonid

Hoone maapealse osa kandvateks elementideks on postid, trepikoja seinad ja vahelaed. Piirdetarindid on ennastkandvad karkass-seinad (v.a. kuuendal korrusel, kus kannavad ka osaliselt katust). Kuuenda korruse kandekarkassi moodustavad teraspostid ja -talad, trepikoja seinad, termoprofiil karkass-seinad ning profiilplekk.

Esimesest viienda korruseni on kandvateks postideks monoliitsest raudbetoonist postid erinevate ristlõike mõõtmetega (peamiselt 400x400 mm ja 500x500 mm). Kuuenda korruseni on trepikoja kandvad raudbetoonist seinad paksusega 200 mm.

Maapealsete korruste vahelaed on 280 mm paksusest raudbetoonist. Esimese kuni kolmanda korruse vahelaele tuleb viimistlusplaat ilma nn ujuva põrandata. Neljanda ja viienda korruse vahelaele tuleb 30 mm isolatsioonimaterjali, millele valatakse armeeritud 90 mm põrandaplaat. Pealevaluplaadi mahukahanemisvuugid paiknevad sammuga 4x4 m.

Viienda korruse katuslae kandvale osale, ehk kuuenda korruse terrassi põrandale, paigaldatakse soojustuseks EPS60, mis on minimaalse paksusega 250 mm ning kalletega 1:80. Sellele valatakse plastikkiudbetoon paksusega kuni 50 kuni 70 mm. Kuuenda korruse katuslage kannab profiilplekk, millele paigaldatakse soojusisolatsioon EPS60 Silver minimaalse paksusega 300 mm. Kalded antakse 1:80 kuni 1:60.

Põhilised piirdetarindid

Esimese kuni viienda korruse välisseinad on mittekandvad 200 mm laiuse termoprofiiliga karkassist. Karkassi vahel on 200 mm mineraalvilla. Vertikaalne karkass kinnitub vahelae plaatide külge. Väljast poolt kinnitub karkassile 13 mm paksune tuuletõkkeplaat ja seestpoolt aurutõkkekile ning 50 mm laiune terasroov, mille vahel on 50 mm mineraalvilla. Roovile paigaldatakse kahekordne kipsplaat.

Välisseinad, mis paiknevad vastu kõrvalolevaid olemasolevaid hooneid, laotakse 150 mm Fibo 5 plokkidest. Olemasoleva hoone ja Fibo plokkmüüritise vahele jääb 50 mm vahe, mis täidetakse mineraalvillaga.

Pärnu mnt pool on esimene kuni viies korrus väljast viimistletud looduskiviplaadiga. Esimesel korrusel on selleks 30 mm paksune must graniit ning teisest viienda korruseni 30 mm paksune hele marmorplaat. Looduskivi paigaldatakse metallist riputussüsteemile, mis kinnitub karkassi külge.

Hoovipoolse fassaadi (v.a. postidele toetuva väljaastuva osa) ning Pärnu mnt poolse kuuenda korruse fassaadiks on valtsitud tsinkplekk Rheinzink. Fassaadiplekk kinnitub horisontaalsele laudisele 25x100 mm, sammuga 300 mm. Laudis kinnitub vertikaalsele 25 mm metallroovitusele sammuga 600 mm.

Hoovipoolne väljaulatuv osa krohvitakse. Krohv paigaldatakse 50 mm pooljäigale mineraalvillale.

Lift ja sisetrepid

Liftišahti seinad on 200 mm paksusest monoliitsest raudbetoonist. Šahti ava mõõdud on 1500x1750 mm.

Trepikoja trepid on monoliitsest raudbetoonist. Astmed kaetakse 30 mm paksuse loduskiviplaadiga.

Mittekandvad seinakonstruktsioonid ja šahtid

Mittekandvad büroode ja korterite vahelised seinad ning kommunikatsioonide šahtide seinad laotakse 150 mm Fibo 5 pokkidest.

Lisatingimused

Kõrvalolevate olemasolevate Pärnu mnt 21 ja Pärnu mnt 23 hoonete otsaseinte külge kinnituvad Pärnu mnt tänavavalgustuse kandetrossid. Lammutatava hoone fassaadile kinnitub trammiliin, millele lammutuse käigus on ette nähtud ümberpaigutamine ajutisele mastile. Ehitatavale hoonele tuleb kinnitada kolm kinnitusankrut tänavavalgustite kandetrossi ning kontaktliini ümberpaigutamiseks. Kontaktliini kinnitusankur on ette nähtud teise korruse vahelae külge ning kaks tänavavalgustuse kandetrossi kinnitusankrut kolmanda korruse vahelae külge.

2.3 Hoone tehnilised näitajad

Hoone põhilised tehnilised andmed on esitatud tabelis 2.1.

Tabel 2.1 Hoone tehnilised andmed

Põhinäitajad	Arvväärtus	Ühik
Pärnu mnt 21 katastriüksuse pindala	808,0	m^2
Maapealse osa ehitisealune pind	342.5	m^2
Maa-aluse osa ehitisealune pind	450,0	m^2
Suletud netopind kokku	2032	m^2
Maapealse osa suletud netopind	1650	m^2
Maa-aluse osa suletud netopind	382,9	m^2
Maapealse osa korruste arv	6	
Maa-aluse osa korruste arv	-1	
Hooneosade abs. kõrgus EH2000 süsteemis	36,82 5. korrus 40,27 6. korrus	m
Pikkus maa peal	20,71	m
Laius maa peal	19,00	m
Maht	8485	m^3
Maapealse osa maht	6805	m^3
Maa-aluse osa maht	1680	m^3
Köetav pind (maa peal)	1650	m^2
Korterite arv	2	tk

2.4 Tuleohutus

Tuleohutuse osa on käsitletud Rein Murula Arhitektibüroo OÜ arhtitektuurse osa seletuskirjas. [1]

2.4.1 Tuleohutusklass, kasutusviis ja -otstarve

Hoone kuulub tuleohutusklassi TP-1 (tulepüsiv).

Kasutusliigid tuleohutuse seisukohast:

- esimene korrus IV kasutusviis (kauplus, teenindus);
- tervenisti teine kuni neljas ning osaliselt viies korrus V kasutusviis (büroo);
- osaliselt viies ning tervenisti kuues korrus I kasutusviis (kolme ja enama korteriga elamu).

2.4.2 Tuleohutuse tagamise põhimõtted

Tuleohutuskujad

Projekteeritud hoone otsasein on lõuna pool plokistatud vastu Pärnu mnt 23 krundil paiknevat olemasoleva hoone kivikonstruktsioonist otsaseina, mis vastab tulemüüri tulepüsivusklassi REI120 nõuetele.

Projekteeritud hoone põhjapoolne otsasein on plokistatud vastu Pärnu mnt 21 krundil paikneva säiliva hoone kivikonstruktsioonist otsaseina, mis vastab tulemüüri tulepüsivusklassi REI60 nõuetele.

Projekteeritud Pärnu mnt 21 hoone maa-aluse korruse idapoolne sein, mis paikneb vastu projekteeritud Tatari tn 6a hoone maa-aluse parkla seina, peab vastama tulepüsivusklassi REI120 nõuetele. Keldrikorruseid ühendavas ukseavas on tuletõkkeuks, mis peab vastama tulepüsivusklassi EI120 nõuetele.

Projekteeritud Tatari tn 6a hoone (OÜ Alver Arhitektid, töö nr 14171) maapealne osa paikneb Pärnu mnt 21 projekteeritud hoone maapealsest osast kaugemal, kui 8 m.

Kande- ja tuletõkkekonstruktsioonide tulepüsivusnäitajad

Ehitatava hoone kandetarindite ja jäigastavate tarindite tulepüsivus peab vastama R60 nõuetele. Kandvas või jäigastavas tarindis tohib kasutada vähemalt A2-s1,d0 klassi kuuluvaid materjale. Tuletõkke konstruktsioonid peavad vastama REI60 nõuetele.

Hoone põlemiskoormus on alla 600 MJ/m^2.

2.4.3 Tuletõkkesektsioonid, tulepüsivus

Hoone tuletõkkesektsioonide piirdekonstruktsioonide tulepüsivus on vähemalt REI60/EI60. Pärnu mnt 23 vastas oleva tulemüüri ning maa-aluse korruse piirdekonstruktsiooni, mis paikneb vastu projekteeritava Tatari tn 6a hoone keldrikorrust, tulepüsivus täidab REI120 nõuet.

Eraldi tuletõkkeseksiooni moodustab:

- keldrikorrus koos esimesele korrusele toova trepi ja koridoriga;
- keldrikorrusel paiknev ventilatsioonikamber;

- keldrikorrusel paiknev soojasõlme ruum;
- keldrikorrusel paiknev panipaik;
- maapealseid korruseid ühendav evakuatsioonitrepikoda;
- eraldiseisvad äripinnad, bürood, korterid, šahtid

Tuletõkkekonstruktsioonides paiknevad uksed kuuluvad tulepüsivusklassi EI30, v.a. keldrikorruse automaatselt sulguv tuletõkkeuks, mille tulepüsivusklass on EI120. Kõikide äripindade, büroode ja korterite uksed avanevad evakuatsioonitrepikotta.

2.4.4 Evakuatsiooniteed

Hoones on maapealseid korruseid ühendav evakuatsioonitrepikoda. Keldrikorruselt esimesele korrusele pääseb evakuatsioonitrepikojast eraldiseisva trepi kaudu. Kõikidest äriruumidest, büroodest ja korteritest on tagatud vahetu väljapääs evakuatsioonitrepikotta.

Igas eluruumis, büroo- ja äriruumis on vähemalt üks avatav aken või rõduuks, mis on kasutatav hädaväljapääsuna. Keldrikorruselt on hädaväljapääs mööda metallredelit läbi katuseluugi.

2.4.5 Tuleohutuspaigaldised

Hoonet on varustatud automaatse tulekahjusignalisatsiooniga, turvavalgustusega, piksekaitsega, tuletõrje voolikusüsteemiga ja infopunktiga. Automaatse tulekahjusignalisatsiooni keskseade asub esimese korruse fuajees, infopunkti kõrval.

Trepikojas on suitsueemaldus tagatud kuuenda korruse katuslaes paikneva automaatselt avaneva suisuluugi. Suitsueemaldus garaažist toimub mehaanilise suitsueemaldussüsteemiga. Äripindadest, büroodest ja korteritest on suitsueemaldus läbi avatavate akende. Suitsuluugi ning suitsueemaldussüsteemi juhtimiskeskus asub infopunkti kõrval.

3. KONSTRUKTSIOONIOSA

3.1 Posti arvutus

Konstruktsiooniosa lähteülendeks on monoliitse raudbetoon posti tugevusarvutus. Kontrollitav post P-14 asub esimesel korrusel telgede C ja 5 lõikepunktis. Projektijärgselt on post mõõtmetega 500x500 mm ning 2,63 m kõrge. Pikiarmatuuriks on valitud 4Ø20 mm B500B.

Konstruktsiooniosa koostamisel on lähtutud V. Otsmaa raamatust „Betoonkonstruktsioonide arvutamine" ning Eurokoodeks 2-st. [4], [5]

3.1.1 Koormused

Posti omakaal korruste kaupa on toodud tabelis 3.1. Postile toetuvate vahelegede omakaal ning kasuskoormused on tabelis 3.2.

Tabel 3.1 Postide lähteandmed

Korrus	Maht, m^3	Kaal, kN	Betooni klass
1.	0,6575	16,44	C 25/30
1. antresool	0,5850	14,63	C 25/30
2.	0,4672	11,68	C 25/30
3.	0,4672	11,68	C 25/30
4.	0,4480	11,20	C 25/30
5.	0,4832	12,08	C 25/30

Tabel 3.2 Vahelagede ning katuslae lähteandmed

Korrus	Maht, m^3	Pindala, m^2	Omakaal, kN	Kasuskoormus, kN/m^2	Betooni klass
1.	4,925	17,59	123,1	3,0	C 25/30
1. antresool	4,925	17,59	123,1	3,0	C 25/30
2.	4,925	17,59	123,1	3,0	C 25/30
3.	4,925	17,59	123,1	3,0	C 25/30
4.	4,925	17,59	123,1	3,0	C 25/30
5. (katuslagi)	2,639	17,59	66,0	4,0	C 25/30

Osavaru tegurid: γ_g = 1,2; γ_q = 1,5.

Arvutuslik alaline koormus:

$$G_d = \left(g_{d1,p} + g_{d1,vl} + g_{d1a,p} + g_{d1a,vl} + \sum_{i=2}^{5}(g_{di,p} + g_{di,vl})\right) * \gamma_g \quad (3.1)$$

$$G_d = (16{,}4 + 123 + 14{,}6 + 123 + 11{,}7 + 123 + 11{,}7 + 123 + 11{,}2 + 123 + 12{,}1 + 66{,}0) * 1{,}2 =$$

= 910 kN

Arvutuslik kasuskoormus:

$$Q_d = (q_{d,1} + q_{d,1a} + q_{d,2} + q_{d,3} + q_{d,4} + q_{d,5}) * \gamma_q \quad (3.2)$$

$Q_d = (3{,}0 * 17{,}6 + 3{,}0 * 17{,}6 + 3{,}0 * 17{,}6 + 3{,}0 * 17{,}6 + 3{,}0 * 17{,}6 + 4{,}0 * 17{,}6) * 1{,}5 =$ 502 kN

Arvutuskoormus kokku:

$$P_d = G_d + Q_d \quad (3.3)$$

$P_d = 910 + 502 =$ 1410 kN

3.1.2 Postis mõjuva pikijõu arvutuslik ekstsentrilisus

Horisontaalkoormused hoonele võtavad vastu raudbetoonist seinad. Võib arvestada, et vahelagedelt kandub koormus postile tsentriliselt. Posti arvutamisel võib lähtuda, et tegemist on juhusliku ekstsentrilisusega normaaljõuga koormatud surutud elemendiga. Järelikult pole vaja arvestada esimest järku ekstsentrilisusega.

Armatuuri nimikaitsekiht:

$$c_{nom} = c_{min} + \Delta c_{dev} \quad (3.4)$$

Posti keskkonnaklass on XC3 ning konstruktsiooniklass S4. Vastavalt standardile EVS-EN 1992-1-1:2005 on minimaalne kaitsekiht c_{min} 25 mm.

$c_{nom} = 25 + 10 =$ 35 mm

Eeldades posti pikiarmatuuriks Ø20 mm ning rangideks Ø8 mm, on kasulikud kõrgused:

$d_1 = 500 - 25 - 8 - 10 - 10 =$ 447 mm

$d_2 = 25 + 8 + 10 + 10 =$ 53 mm

Posti betooni arvutustugevus: f_{cd} = 16,7 Mpa

Armatuuri arvutustugevus: f_{yd} = 435 Mpa

Posti ristlõige: 500 x 500 mm

Posti pikkus: l_{col} = 2,63 m

Posti arvutuspikkus:

$$l_0 = \beta * l_{col} \tag{3.5}$$

$l_0 = 0{,}7 * 2{,}63 =$ 1,84 m

Konstruktsioonihälve:

$$\theta_i = \theta_0 * a_h * a_m \ , \tag{3.6}$$

kus θ_0 - baasväärtus,

a_h - kõrgust arvestav vähendustegur,

a_m - elementide arvu arvestav tegur.

$$a_h = \frac{2}{\sqrt{l}} \text{ , ning } \frac{2}{3} \leq a_h \leq 1{,}0 \ , \tag{3.7}$$

kus l – posti pikkus.

$a_h = \frac{2}{\sqrt{2{,}63}} =$ 1,23 => $a_h = 1{,}0$

$$a_m = \sqrt{0{,}5 * (1 + \frac{1}{m})} \ , \tag{3.8}$$

kus m – koostöötavate elementide arv.

$a_m = \sqrt{0{,}5 * (1 + \frac{1}{1})} =$ 1

$\theta_i = \frac{1}{200} * 1{,}0 * 1{,}0 =$ 0,005

Konstruktsiooni geomeetriliste hälvete arvestamiseks tuleb suurendada pikijõu ekstsentrilisust lisaekstsentrilisuse e_i võrra.

$$e_i = \frac{\theta * l_0}{2} \tag{3.9}$$

$e_i = \frac{0{,}005 * 1{,}84}{2} =$ 0,00460 m = 4,60 mm

Kontrollime, kas vaja arvestada teist järku ekstsentrilisusega.

Inertsiraadius:

$$i = \sqrt{\frac{I}{A}} = \frac{h}{\sqrt{12}} \tag{3.10}$$

$i = \frac{0,5}{\sqrt{12}} = 0,144$ m

Posti saledus:

$$\lambda = \frac{l_0}{i} \tag{3.11}$$

$\lambda = \frac{1,84}{0,144} = 12,8$

Posti piirsaledus:

$$\lambda_{lim} = \frac{10,8}{\sqrt{n}}\ , \tag{3.12}$$

kus n – suhteline normaaljõud.

$$n = \frac{N_{Ed}}{A_c * f_{cd}} \tag{3.13}$$

$n = \frac{1410*10^3}{500*500*16,7} = 0,338$

$\lambda_{lim} = \frac{10,8}{\sqrt{0,338}} = 18,6$

$\lambda < \lambda_{lim}$, seega ei ole vaja arvestada teist järku ekstsentrilisusega.

Summaarne ekstsentrilisus:

$$e_{tot} = e_0 + e_i + e_2\ ;\ e_{tot} \geq \frac{h}{30}\ ;\ e_{tot} \geq 20 \text{ mm} \tag{3.14}$$

$e_{tot} = 0 + 4,60 + 0 = 4,60$ mm => $e_{tot} = 20$ mm

3.1.3 Posti kandevõime

Esialgne survetsooni kõrgus:

$$x = \frac{N_{Ed}}{0{,}8 * f_{cd} * b} \tag{3.15}$$

$x = \frac{1410*10^3}{0{,}8*16{,}7*500} = 211$ mm $< \xi_c * d_1 = 0{,}617 * 447 = 276$ mm

Tegemist on suure ekstsentrilisusega.

$x > \xi_{c2} * d_2 = 2{,}33 * 53 = 123$ mm

Leitud survetsooni kõrgus on lõplik.

Survetsooni arvutuskõrgus:

$$y = 0{,}8 * x \tag{3.16}$$

$y = 0{,}8 * 211 = 169$ mm

Arvutuslik kandevõime:

$$(N * e)_{Rd} = f_{cd} * b * y * (d_1 - 0{,}5 * y) + f_{ycd} * A_{s2} * (d_1 - d_2) \tag{3.17}$$

$(N * e)_{Rd} = 16{,}7 * 500 * 169 * (447 - 0{,}5 * 169) + 435 * 628 * (447 - 53) = 619 * 10^6$ Nmm =

= 619 kNm

Pikijõu ekstsentrilisus tõmbearmatuuri raskuskeskme suhtes:

$$e = e_{tot} + d_1 - 0{,}5 * h \tag{3.18}$$

$e = 0{,}020 + 0{,}447 - 0{,}5 * 0{,}500 = 0{,}217$ m

Arvutuslik moment tõmbearmatuuri suhtes:

$$(N * e)_{Ed} = N_{Ed} * e \tag{3.19}$$

$(N * e)_{Ed} = 1410 * 0{,}217 = 306$ kNm $< (N * e)_{Rd} = 619$ kNm

Arvutuslik kandevõime on tagatud.

Posti arvutuslik kandevõime 619 kNm on ligi kaks korda suurem sellele rakenduvast koormusest 306 kNm. Seega võib öelda, et post on üledimensioneeritud.

3.2 Uue posti konstrueerimine

Valime posti ristlõikega 400x400 mm. Pikiarmatuuriks valime 4Ø12 mm B500B.

3.2.1 Postis mõjuva pikijõu arvutuslik ekstsentrilisus

Posti ristlõige 400x400 mm

Kasulikud kõrgused: $d_1 = 400 - 25 - 8 - 10 - 6 =$ 351 mm; $d_2 =$ 49 mm

Posti pikkus l_{col} = 2,63 m

Posti arvutuspikkus l_0 = 1,84 m

Konstruktsioonihälve θ_i = 0,005

Konstruktsiooni geomeetriliste hälvete arvestamiseks tuleb suurendada pikijõu ekstsentrilisust lisaekstsentrilisuse e_i võrra.

e_i = 4,60 mm

Kontrollime, kas vaja arvestada teist järku ekstsentrilisusega.

Inertsiraadius:

$i = \frac{0,4}{\sqrt{12}} =$ 0,115 m

Posti saledus:

$\lambda = \frac{1,84}{0,115} =$ 16,0

Suhteline normaaljõud:

$n = \frac{1410*10^3}{400*400*16,7} =$ 0,528

Piirsaledus:

$\lambda_{lim} = \frac{10,8}{\sqrt{0,528}} =$ 14,9 $< \lambda =$ 16,0

Vajalik on arvestada teist järku sisejõudusid.

Teist järku ekstsentrilisus:

$$e_2 = \frac{l_0^2}{\pi^2} * \frac{1}{r} \tag{3.20}$$

Posti telje kõverus:

$$\frac{1}{r} = K_r * K_\varphi * \frac{1}{r_0} \tag{3.21}$$

kus K_r – normaaljõust olenev parandustegur,

K_φ – roomet arvesse võttev tegur.

$$\frac{1}{r_0} = \frac{f_{yd}}{E_s * 0{,}45d} \tag{3.22}$$

$$\frac{1}{r_0} = \frac{435}{2{,}1*10^5*0{,}45*0{,}349} = 0{,}0132 \text{ m}^{-1}$$

$$K_r = \frac{n_u - n}{n_u - n_{bal}} \leq 1 \tag{3.23}$$

kus $n_u = 1 + \omega$,

n_{bal} – maksimaalsele paindekandevõimele vastav n väärtus, võib kasutada suurust 0,4.

$$\omega = \frac{A_s * f_{yd}}{A_c * f_{cd}} \tag{3.24}$$

$$\omega = \frac{452*435}{400*400*16{,}7} = 0{,}0736$$

$$n_u = 1 + 0{,}0736 = 1{,}07$$

$$K_r = \frac{1{,}07 - 0{,}528}{1{,}07 - 0{,}4} = 0{,}809$$

$$K_\varphi = 1 + \beta * \varphi_{ef} \geq 1 \tag{3.24}$$

kus φ_{ef} – tegelik roometegur

$$\beta = 0{,}35 + \frac{f_{ck}}{200} - \frac{\lambda}{150} \tag{3.25}$$

$$\beta = 0{,}35 + \frac{25{,}0}{200} - \frac{16{,}0}{150} = 0{,}368$$

$$\varphi_{ef} = \varphi(\infty, t_0) * \frac{M_{0Eqp}}{M_{0Ed}} \tag{3.26}$$

kus $\varphi(\infty, t_0)$ – lõplik roometegur,

M_{0Eqp} – esimest järku paindemoment kasutuspiirseisundi tõenäolises koormuskombinatsioonis,

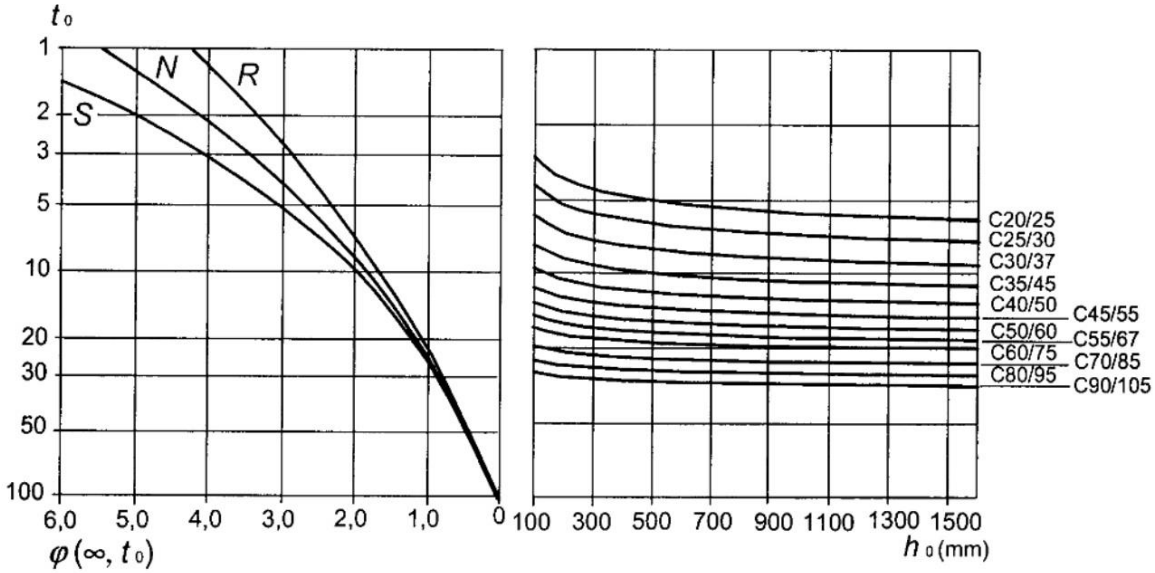
M_{0Ed} – esimest järku paindemoment kandepiirseisundi koormuskombinatsioonis.

Lõplik roometegur on leitav Eurokoodeks 2 joonise 3.1 abil (joonis 3.1). Post kivineb välistingimustes (RH = 80%) ning betooni vanus koormamisel t_0 on 28 päeva.

Joonise kasutamiseks on vajalik arvutada tinglik mõõde h_0:

$$h_0 = \frac{2*A_c}{u} \tag{3.27}$$

$h_0 = \frac{2*400*400}{2*400+2*400}$ = 200 mm



Joonis 3.1 Betooni roometeguri määramine

Betooni tugevusklass on C25/30 ja kuulub klassi R. Jooniselt saame, et lõplik roometegur $\varphi(\infty, t_0)$ = 2,1.

Esimest järku paindemoment puudub, seega

$\varphi_{ef} = \varphi(\infty, t_0)$ = 2,1

$K_\varphi = 1 + 0{,}368 * 2{,}1$ = 1,77

$\frac{1}{r} = 0{,}809 * 1{,}77 * 0{,}0132$ = 0,0189 m^{-1}

$e_2 = \frac{1{,}84^2}{\pi^2} * 0{,}0189 = 0{,}00648$ m = 6,48 mm

$e_{tot} = 0 + 4{,}60 + 6{,}48 = 11{,}1$ mm => $e_{tot} = 20$ mm

3.2.2 Posti kandevõime

Esialgne survetsooni kõrgus:

$x = \frac{1410*10^3}{0{,}8*16{,}7*400} = 264$ mm $> \xi_c * d_1 = 0{,}617 * 349 = 215$ mm

Tegemist on väikese ekstsentrilisusega.

Abiparameetrite leidmine.

$$\rho = \frac{A_{s1}}{b*d_1} \tag{3.28}$$

$\rho = \frac{226}{400*349} = 0{,}00162$

$$\alpha_n = \frac{N_{Ed}}{f_{cd}*b*d_1} \tag{3.29}$$

$\alpha_n = \frac{1410*10^3}{16{,}7*400*349} = 0{,}605$

$$\alpha_s = \frac{f_{yd}*\rho}{f_{cd}} \tag{3.30}$$

$\alpha_s = \frac{435*0{,}00162}{16{,}7} = 0{,}0422$

$$\sigma_{sc,u} = 0{,}0035 * E_s \tag{3.31}$$

$\sigma_{sc,u} = 0{,}0035 * 200 * 10^3 = 700$ Mpa

$$\alpha_{sc,u} = \frac{\sigma_{sc,u}*\rho}{f_{cd}} \tag{3.32}$$

$\alpha_{sc,u} = \frac{700*0{,}00162}{16{,}7} = 0{,}0679$

$$\lambda_1 = 0{,}625 * (\alpha_n - \alpha_s - \alpha_{sc,u}) \tag{3.33}$$

$\lambda_1 = 0{,}625 * (0{,}605 - 0{,}0422 - 0{,}0679) = 0{,}309$

$$\lambda_2 = 1{,}25 * \alpha_{sc,u} \tag{3.34}$$

$\lambda_2 = 1{,}25 * 0{,}0679 =$ 0,0849

$$\xi = \lambda_1 + \sqrt{\lambda_1^2 + \lambda_2} \tag{3.35}$$

$\xi = 0{,}309 + \sqrt{0{,}309^2 + 0{,}0849} =$ 0,734

Survetsooni kõrgus:

$x = 0{,}734 * 349 =$ 256 mm

$y = 0{,}8 * 256 =$ 205 mm

Arvutuslik kandevõime:

$(N * e)_{Rd} = 16{,}7 * 400 * 205 * (349 - 0{,}5 * 205) + 435 * 226 * (349 - 51) =$ 367 $*$ 10^6 Nmm =

= 367 kNm

Pikijõu ekstsentrilisus tõmbearmatuuri raskuskeskme suhtes:

$e = 0{,}020 + 0{,}349 - 0{,}5 * 0{,}400 =$ 0,169 m

Arvutuslik moment tõmbearmatuuri suhtes:

$(N * e)_{Ed} = 1410 * 0{,}169 =$ 238 kNm $<$ $(N * e)_{Rd} =$ 367 kNm

Arvutuslik kandevõime on tagatud ning kandevõimest on kasutatud 65%.

3.2.3 Posti põikarmatuuri konstrueerimine

Pikiarmatuuriks on valitud 4Ø12 mm B500B vardad ning põikarmatuuriks Ø8 mm B500B rangid. Rangide samm ei tohi ületada väärtust $S_{cl,max}$.

$$S_{cl,max} = min \begin{cases} 20 * (pikivarda\ läbimõõt) \\ (posti\ ristlõike\ vähim\ mõõt) \\ 400\ mm \end{cases} \tag{3.36}$$

$$S_{cl,max} = min \begin{cases} 20 * 12\ mm \\ 400\ mm \\ 400\ mm \end{cases} = 240 \text{ mm}$$

Posti otstes (vahelaeplaadi all ja peal) tuleb lubatud sammu vähendada teguriga 0,6. Posti otstes on rangide samm 140 mm.

4. EHITUSPLATSI ÜLDPLAAN

Ehitusplatsi üldplaan on esitatud graafilises osas. Üldplaan on koostatud ehitustööde sellise etapi kohta, kus on püstitatud tornkraana ning toimub kandekonstruktsioonide ehitus. Kuna ehitatav hoone võtab suure osa Pärnu mnt 21 krundist, on ehitustegevuseks kasutusel külgnev Tatari 6a krunt. Ehitusplatsi üldplaani koostamisel ja peatüki kirjutamisel on abimaterjalina kasutatud ehitusplatsi korralduse kavandamise käsiraamatut. [14]

4.1 Ajutised teed ja platsid

Ehitusmasinate sissesõit objektile toimub Tatari tänavalt ning masinate tööpositsioon on võimalusel alati Tatari 6a krundi pool, et vältida Pärnu mnt sulgemisega kaasnevaid kulusid. Kitsaste olude tõttu puudub objektil läbiv sõidutee, et saada pinda materjalide ladustamiseks ning soojakute paigutamiseks. Sissesõidutee pikkuseks on arvestatud, et autobetoonipump koos segurautoga platsile ära mahuks. Pärnu mnt 23 elanikele peab säilima sõiduautoga läbipääs Tatari 6a krundilt Pärnu mnt 23 hoovi. Samuti peab hoovi poolt säilima ligipääs sõiduautoga Pärnu mnt 21 olemasolevale hoonele.

4.2 Materjalide ladustamine

Betoonitööde ajal on peamisteks ladustatavateks materjalideks hoone armatuur, raketiskilbid, kergbetoonist ehitusplokid ja soojustusmaterjalid. Hoone armatuur ja raketiskilbid ladustatakse Tatari 6a krundil tornkraana haardealas. Pärast keldrikorruse katuslae valmimist saab vajadusel materjale ladustada ka parkla katusel. Tööriistade ning ilmastikukindlalt ladustatavate materjalide hoiustamiseks on platsil ka laokonteiner. Kui keldrikorruse ajutised toestuspostid demonteeritakse, on võimalik mõnesid materjale ja seadmeid hoida ka parklakorrusel.

4.3 Ajutised hooned

Objektil on kaks kontorisoojakut mõõtmetega 8,4x2,9 m. Betoonitööde perioodil on objektil keskmiselt 10-14 töölist. Töölistele on kokku kaks soojakut riietumiseks, üks mõõtmetega 8,4x2,9 m ning teine 6,0x2,4 m. Lisaks on materjalide ja tööriistade hoiustamiseks üks 6,0x2,4 m-ne laokonteiner. Kraanajuhile on kraana lähedusse ette nähtud väike 2x2 m soojak. Platsil on kokku kaks kuivkäimlat.

4.4 Ajutine elektri-, vee- ja soojavarustus

Elektrivarustus on ette nähtud kinnistu olemasolevast elektrivõrgust. Olemasoleva Pärnu mnt 21 hoone kõrvale paigaldatakse kaks liitumiskilpi mõlema hoone liitumise tarbeks. Ehitatava hoone igal korrusel on jaotuskilp, millest saavad toite ajutised valgustid ning käsitööriistad. Ajutiste valgustitena on hoones kasutatud igal korrusel kahte LED valgustit, kokku 14 tk. Vajadusel kasutatakse töökohtade valgustamiseks lisavalgusteid. Tornkraana saab toite peakilbist. Ajutiste elektritarbijate võimsused on näidatud tabelis 4.1.

Tabel 4.1 Elektritarbijate võimsus

Jrk nr	Elektritarbija nimetus	Nimivõimsus, kW	Kogus, tk	Võimsus kokku, kW
1	Tornkraana Liebherr 50 K	25,0	1	25,0
2	Käsitööriistad	1,7	10	17,0
3	Ajutine valgustus	0,1	16	1,6
4	Olmeelekter	2,0	1	2,0
5	Veepump	1,1	2	2,2
6	Armatuuri painutuspink	2,0	1	2,0
			Kokku:	49,8

Arvutusliku võimsuse arvutamisel tuleb arvesse võtta tarvikute üheaegselt töötamise tegurit 0,65.

Arvutuslik võimsus: $P = 0{,}65 * 49{,}8 =$ 32,4 kW

Ehituseks vajalik voolutugevus amprites kolmefaasilise voolu puhul:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} * PF * U} \tag{4.1}$$

kus $PF =$ 0,8 – võimsuse tegur,

$U =$ 380 V – Pinge.

$$I = \frac{32{,}4 * 10^3}{\sqrt{3} * 0{,}8 * 380} = 61{,}5 \text{ A}$$

Peakaitsme vajalik suurus ehituse ajal on 3x100 A.

Pärnu mnt ääres paikneb veetrass, kust tuleb projektijärgselt välja ehitada sisend ehitatava hoone alalise veevarustuse jaoks. Sellest veetrassist saab ka veevarustuse ehitustegevuse ajal.

Betoonitöid tehakse suures osas suvekuudel ning lisanduvat soojavarustust sellel ajal vaja ei ole. Kütmise vajaduse korral tuuakse ehitusplatsile vastavad seadmed. Soojakud on varustatud elektriküttega.

4.5 Objekti valve ja sidevarustus

Objekti valvet teostab turvafirma, kes paigaldab valveseadmed ja vajadusel reageerib häiretele. Ehitusplats on piirestatud kahe meetri kõrguste piirdeaedadega. Perimeetris paiknevad liikumisanduriga valvekaamerad. Töölistel on olemas kiip objekti valve aktiveerimiseks ja maha võtmiseks.

Töötamiseks on kontori soojakutes interneti püsiühendus. Ehitusplatsil kraanajuhi ja tööliste vaheline suhtlus toimub raadioside teel.

4.6 Tornkraana

Tornkraanaks on valitud Liebherr 50 K, mille tõsteparameetrid on nähtavad joonisel 4.1 ja tabelis 4.3. Tõsteparameetrid vastavad tabelis 4.2 toodud elementide montaažiparameetritele. Kraana paigaldatakse ehitusplatsile betoonitööde ning kõrgemate korruste teras-kandekonstruktsioonide monteerimise ajaks. Peamiseks ülesandeks tornkraanal on ehitusmaterjalide (sh raketiskilpide, armatuurpakkide, betooniseguga täidetud kolu, teraskonstruktsioonielementide) tõstmine.

Tabel 4.2 Elemendi montaažiparameetrid

Jrk nr	**Elemendi montaažiparameetrid**									
	Monteeritav element	**Montaažimass, (t)**			**Montaažikõrgus, (m)**					**Montaaži-raadius, (m)**
		Element	Haardeseade	**Kokku**	Paigalduskõrgus	Ohutusvahe	Element	Haardeseade	**Kokku**	
		g_1	g_2	G_{max}	h_1	h_2	h_3	h_4	H_{max}	R_{max}
1	Armatuurpakk	1,1	0,4	**1,5**	17	0,5	0,3	5	**22,7**	**26,0**
2	Kolu, täidetud	1,3	0,2	**1,5**	17	0,5	1,9	2,5	**21,8**	**32,0**
3	Terastala TT-3	0,8	0,4	**1,2**	17	0,5	0,3	5	**22,5**	**31,4**
4	Terastala TT-14	0,4	0,4	**0,8**	20	0,5	0,3	5	**26,2**	**27,4**
5	Raketiskilp, Manto G3 GP 240/330	0,4	0,2	**0,6**	17	0,5	3,3	2,5	**23,6**	**26,7**

Tabel 4.3 Tornkraana Liebherr 50 K tõsteparameetrid

Jrk nr	Kraana tõsteparameetrid						
			Valitud tööparameetrid				
	Monteeritav element	Kraana Liebherr 50 K tehnilised andmed	Torni kõrgus, (m)	Max tõsteraadius, (m)	Tööraadius, (m)	Tõstevõime, (t)	Tõstekõrgus, (m)
1	Armatuurpakk	tööraadius: • max 35 m (piiraja 34,0 m) • min 3,3 m tõstevõime vastavalt tõstegraafikule: • max raadiuse (34 m) puhul 1,4 t • min raadiuse puhul 2,3 t tõstekõrgus max 27,9 m	34	35	26	1,96	27,9
2	Kolu, täidetud				32	1,51	
3	Terastala TT-3				32	1,51	
4	Terastala TT-14				28	1,79	
5	Raketiskilp, Manto G3 GP 240/330				27	1,87	

Ausleger-länge Length of jib Longueur de flèche m	max. kg m/kg	m/kg																				
		20,0	21,0	22,0	23,0	24,0	25,0	26,0	27,0	28,0	29,0	**30,0**	31,0	32,0	33,0	34,0	**35,0**	36,0	37,0	38,0	39,0	**40,0**
40,0	3,3–20,8 **2300**	2300	2270	2140	2030	1920	1830	1740	1660	1580	1520	1450	1390	1340	1290	1240	1190	1150	1100	1070	1035	**1000**
35,0	3,3–22,8 **2300**	2300	2300	2300	2270	2160	2050	1960	1870	1790	1710	1650	1570	1510	1460	1400	**1350**					
30,0	3,3–24,0 **2300**	2300	2300	2300	2300	2300	2190	2090	1990	1900	1830	**1750**										

Joonis 4.1 Tornkraana Liebherr 50 K tõsteparameetrid

5. KOONDKALENDERPLAAN

Koondkalenderplaan on esitatud magistritöö graafilises osas. Pärnu mnt 21 ettevalmistustöödega ning olemasoleva hoone lammutustöödega alustati 02.11.2020 (nädal 45). Koostatud plaani põhjal on ehitustegevuse kestuseks 100 nädalat ning ehitustööde lõppemise ajaks 30.09.2022 (nädal 39).

5.1 Üldandmed

Koondkalenderplaani koostamisel on lähtutud Pärnu mnt 21 ehitustööde graafikust ja ehitustööde päevikutes esitatud andmetest. Kuuendas peatükis kirjeldatud tööliikide kohta on aluseks võetud tehnoloogilistel kaartidel esitatud ajagraafikud. Betoonitööde puhul on esitatud tehnoloogiline kaart ühe tüüpkorruse kohta. Koondkalenderplaani koostamisel on eeldatud, et iga korruse ning antresoolkorruse betoontarindite valmimine nõuab sama palju aega ja tööjõudu.

Koondkalenderplaanil on tööliigiti ja/või -lõikude kohta esitatud:

- maksumus - €,
- tootlus - €/in-vah,
- tööjõukulu - in-vah,
- tööliste arv vahetuses - in,
- kestus - vah,
- ehitusmasinate vajadus - tk.

5.2 Ehitustööde maksumus

Ehitustööde maksumuse arvestamiseks on lähtutud ehituseelarvest. Ehituseelarves esitatud maksumused on konfidentsiaalsuse tõttu magistritöös mõnevõrra muudetud. Maksumused tööliigiti ning nende osakaal kogumaksumusest on esitatud tabelis 5.1.

Tabel 5.1 Ehitustööde maksumus

Jrk nr	Töö nimetus	Maksumus	Osakaal
		€	%
1	Ettevalmistus- ja lammutustööd	69399	2,6
2	Kaeved, vaiad, alused, tagasitäide	381740	14,6
3	Maa-aluse osa betoonkarkass, rostvärgid	201035	7,7
4	Maapealse osa betoonkarkass	390174	14,9
5	Fassaaditööd	282984	10,8
6	Katuse profiilpleki paigaldus	11019	0,4
7	Katusekattetööd	56248	2,1
8	Välisavatäited	152448	5,8
9	Müüritööd	45085	1,7
10	Põrandate tasandusvalud	10930	0,4
11	Kipsist ruumitarindid	90437	3,4
12	Siseseinte-, lagede- ja põrandakatted	190080	7,2
13	Inventar, lift, sisetrepid, piirded	107653	4,1
14	Hoonesisesed tehnosüsteemid	574788	21,9
15	Koristus	4975	0,2
16	Välistrassid	31645	1,2
17	Maa-ala pinnakatted ja väikeehitised	21747	0,8
	Kokku:	**2622387**	

6. TEHNOLOOGILISED KAARDID

Käesolevas magistritöös on koostatud tehnoloogilised kaardid järgmistele töölõikudele:

- vaiatööd,
- rostvärgid,
- hoone betoonitööd,
- katusekattetööd.

Tehnoloogiliste kaartide koostamisel on lähtutud Osaühing Selektor Projekt (registrikood 10377556) poolt koostatud konstruktsioonide projektist. Vaiatööde osas on lisaks lähtutud Osaühing Johannes Pello IB ehitussüvendi projektist. [2], [6]

6.1 Vaiatööd

Vaiatööde tehnoloogilise kaardi koostamisel on arvestatud ehitussüvendi puurvaiade rajamisega ning hoone vundamenti kandvate puurvaiade ja mikrovaiade rajamisega. Tehnoloogilise kaardi koostamisel ei ole arvestatud naaberhoonete vundamentide toestamiseks mõeldud injektsioonvaiade rajamist ega hilisemas etapis sulundseina toestamist injektsioonankrutega.

6.1.1 Lähteandmed

Projekteeritud vaivundamendi puhul on lähtutud ehitusgeoloogilisest uuringust. Uuringust selgunud ehitusgeoloogilised tingimused ja pinnaseomadused on kirjeldatud peatükis 1.3 – pinnasetingimused. Ehitusgeoloogilise aruande kohaselt tuleks vaiad süvistada eelistatult väga tihedasse mölli (kiht 7). [3]

Konstruktiivses projektis on projekteeritud puurvaiad läbimõõtudega 880 mm ja 620 mm. Olemasolevate hoonete vahetus läheduses on kasutatud ka mikrovaiu. Vaiade betooni klass on C25/30 ja keskkonnaklass XC2 ning vaiade armatuuri klass B500B. Vaiade sarruskarkass on jäigastatud ribaterasega S235. Vaiad tuleb süvistada väga tihedasse mölli (kiht 7) või aleuroliiti (kiht 8) vähemalt ühekordse vaia läbimõõdu ulatuses.

Lisaks hoonet kandvatele vaiadele on ehitussüvendi toestuseks projekteeritud lõikuvatest 620 mm läbimõõduga puurvaiadest tugiseinad, mis rajatakse süvendi vahetus läheduses olevate hoonete kõrvale. Vaiadest tugiseinad on hiljem ette nähtud

toestada injektsioonankrutega. Süvendi projektis on ette nähtud ka naaberhoonete ehitussüvendi poolsete vundamentide toestamine injektsioonvaiadega.

6.1.2 Ettevalmistustööd

Vaiatöödele eelneb olemasoleva kolmekordse hoone lammutamine. Maa-aluste olemasolevate trasside asukoht vaiatööde alas tuleb tuvastada ning teostada nende ümbertõstmine vastavate instantsidega kooskõlastatult. Seejärel tuleb vajumite vältimiseks tugevdada olemasolevate Pärnu mnt 21 ja Pärnu mnt 23 hoonete ehitussüvendi poolsed vundamendid injektsioonvaiadega. Osaliselt süvistatakse pinnasesse HEA terastalad berliini seina rajamiseks ning tehakse osalised kaevetööd. Enne süvendi kaevamist paigaldatakse kõrval olevatele hoonetele reeperid nende liikumiste kindlakstegemiseks.

6.1.3 Tööde korraldus

Vaiatööd teostatakse enne põhilisi kaevetöid, kuna kaevetööde tegemine eeldab vaiadest tugiseinte olemasolu. Süvendi tugiseinad ja hoone kandevaiad (välja arvatud mikrovaiad) rajatakse ühe ja sama vaiamasinaga. Pärast kaevetöid piigatakse kandevaiade otsad õigele kõrgusele.

Teljel A rajatakse 620 mm läbimõõduga 10 m pikkustest puurvaiadest tugisein. Selles on 15 armeerimata puurvaia betooniga C12/15 ning 15 armeeritud vaia betooniga C25/30, armatuurkarkassiga K-10.

Seejärel alustatakse telg F piirkonnas 620 mm läbimõõduga 12 m pikkustest puurvaiadest tugiseina rajamist. Teljel F on 16 armeerimata puurvaia betooniga C16/20 ning 16 armeeritud vaia betooniga C25/30, armatuurkarkassiga K-12.

Alustatakse hoone kandvate puurvaiade rajamist vastavalt vaiaplaanile ning tööjoonistele. Puurvaiad süvistatakse kõrgusmärgini, mis tagab vajaliku arvutuskandevõime. Vaiade katsetamine tuleb teha, kui vaiade kandevõime, süvistamise sügavus või viisid erinevad analoogsetes tingimustes katsetatud vaiade omadest. Puurvaiad süvistatakse väga tihedasse mölli või aleuroliiti vähemalt 1,0 m ulatuses.

Kontrollida armatuurkarkassi vastavust tööjoonistele, eriti karkassi jätkude tegemisel. Vaiade betoneerimisel ei tohi teha valukatkestusi. Kõikidele vaiadele tuleb teha terviklikkuse kontroll.

Pärast ehitussüvendi kaevetööde lõpetamist piigatakse vaiad õigele kõrgusele. Vaiade piikamisel tuleb jätta vähemalt 500 mm ulatuses armatuuri vaia otstest välja. Vältida suuri vibratsioone ja lööke, et vaiu mitte vigastada.

Vaiatööd kuuluvad tolerantsiklassi 1 vastavalt standardile EVS-EN 13670:2010. Vaia asukoha lubatud hälve on 50 mm, vaia pea kõrguse lubatud hälve 30 mm ning telje vertikaalsuse lubatud hälve kuni 2,0 %. Peale vaiatööde lõppu teha vaiavälja ülesmõõdistus täpsusega 10 mm.

6.1.4 Materjalide vajadus

Materjalide vajadus on tabelis 6.1 välja toodud eraldi erinevate tehnoloogilisel kaardil kirjeldatud haardealade ning vaiatüüpide jaoks.

Tabel 6.1 Materjalide vajadus vaiatööde teostamiseks haardealade kaupa

Materjal	Ühik	Haardeala					Kokku
		I	II	III	IV	V	
Betoon C35/45	m^3	12	13				25
Betoon C12/15	m^3	57					57
Betoon C16/20	m^3		76				76
Betoon C25/30 XC2	m^3	55	64	57	74		250
Armatuurkarkass K-10	tk	15					15
Armatuurkarkass K-12	tk		16				16
Armatuurkarkass d420, L = 6 m	tk			13			13
Armatuurkarkass d680, L = 6 m	tk				7		7
Armatuurkarkass d680, L = 12 m	tk				4		4
Injektsioonpuurvai R51N	jm					224	224
CEM II 42,5 N (35 kg)	tk					112	112

6.1.5 Tehnoloogilised arvutused

Ajanormid ja tööliste vajadus vaiakohtade väljamõõtmise ja mahamärkimise ning vaiapeade piikamise jaoks on võetud RATU-juhendmaterjalist, mis käsitleb teras- ja raudbeoonvaiade rammimist. Juhendmaterjal puurvaiade ja mikrovaiade ajanormide arvestamiseks puudub, seega on ülejäänud tööetappide puhul lähtutud vaiatööde

ehituspäevikutest. Tööjõukulu kalkulatsioon on toodud tabelites 6.2 ja 6.3. Tabelis 6.4 on arvutatud tööde kestus. [7]

Tabel 6.2 Vaiatööde tööjõukulu arvutused (I – IV haardeala)

Puurvaiadest tugiseina vaiade rajamine (I - II HA):								
Tööetapp	Ühik	Ajanorm (T3)	Tööjõukulu					
			Haardeala				Kokku	
			I		II			
		in-h/üh	Maht	in-h	Maht	in-h	Maht	in-h
		mas-h/üh		mas-h		mas-h		mas-h
Seadmete kokkupanek	tk	3	1	3	-		1	3
Vaiade asukoha märkimine	tk	0,10	30	3	32	3	62	6
Armeerimata puurvaiade süvistamine (konduktorvöö rajamine, puurimine, betoneerimine, pinnase äravedu)	m	0,45	150	68	192	86	342	154
		0,15		23		29		51
Armeeritud puurvaiade süvistamine (puurimine, armetuurkarkassi paigaldamine, betoneerimine, pinnase äravedu)	m	0,39	150	59	192	75	342	133
		0,13		20		25		44
Kogutööjõukulu puurvaiadest tugiseina vaiade rajamiseks (lisaajategur TL3 = 1,2)		in-h	158		197		356	
		mas-h	50		65		115	
		in-vah	20		25		44	
		mas-vah	6		8		14	
Raudbetoonist kandvate puurvaiade rajamine (III - IV HA):								
Tööetapp	Ühik	Ajanorm (T3)	Haardeala				Kokku	
			III		IV			
Vaiade asukoha märkimine	tk	0,10	13	1	11	1	24	2
620 mm puurvaiade süvistamine (puurimine, armetuurkarkassi paigaldamine, betoneerimine, pinnase äravedu)	m	0,60	156	94	-		156	94
		0,20		31				31
880 mm puurvaiade süvistamine (puurimine, armetuurkarkassi paigaldamine, betoneerimine, pinnase äravedu)	m	0,60	-		132	79	132	79
		0,20				26		26
Seadmete mahavõtmine	tk	3	-		1	3	1	3
Vaiapeade piikamine	tk	0,11	13	1,4	11	1,2	24	3
Kogutööjõukulu kandvate puurvaiade rajamiseks (lisaajategur TL3 = 1,2)		in-h	116		101		217	
		mas-h	37		32		69	
		in-vah	14		13		27	
		mas-vah	5		4		9	

Tabel 6.3 Vaiatööde tööjõukulu arvutused (V haardeala)

Mikrovaiade rajamine (V HA):				
Tööetapp	Ühik	Ajanorm (T3)	Tööjõukulu Haardeala V	
		in-h/üh	Maht	in-h
		mas-h/üh		mas-h
Vaiade asukoha märkimine	tk	0,10	16	2
Mikrovaiade süvistamine	m	0,14	224	31
		0,07		16
Seadmete kokkupanek ja mahavõtmine	tk	3	1	3
Kogutööjõukulu kandvate mikrovaiade rajamiseks (lisaajategur TL3 = 1,2)		in-h	43	
		mas-h	19	
		in-vah	5	
		mas-vah	2	

Tabel 6.4 Vaiatööde tehnoloogiline arvutus

Puurvaiadest tugiseina vaiade rajamine (I - II HA):							
Töölised / masinad	Arv	Haardeala					
		I			II		
		Tööjõu-kulu	Kestus	Valitud kestus	Tööjõu-kulu	Kestus	Valitud kestus
		in-vah	vah	vah	in-vah	vah	vah
		mas-vah			mas-vah		
Puurtööline	3	20	6,7	**7**	25	8,3	**8**
Puurimis-agregaat (nt Bauer BG 28 H)	1	6	6		8	8	
Raudbetoonist kandvate puurvaiade rajamine (III - IV HA):							
Töölised / masinad	Arv	Haardeala					
		III			IV		
Puurtööline	3	14	4,7	**5**	13	4,2	**4**
Puurimis-agregaat (nt Bauer BG 28 H)	1	5	5,0		4	4,0	
Mikrovaiade rajamine (V HA):							
Töölised / masinad	Arv	Haardeala					
		V					
Puurtööline	2	5	2,5	**3**			
Puurimis-agregaat (nt Klemm KR 801-3FS)	1	2	2,0				

Vastavalt tabelile 6.4 on kogu vaiatööde kestus 27 vahetust.

6.2 Rostvärkide ja keldri põrandaplaadi ehitustööd

6.2.1 Lähteandmed ja ettevalmistustööd

Ehitusgeoloogilise uuringu andmetel on pinnaseveetase kõrgemal keldri põrandaplaadist. Projektis on rostvärkide keskkonnaklassideks arvestatud XC4, XD1 ning põrandaplaadi keskkonnaklassideks XC3, XC4 ja XD2. [2], [3]

Rostvärkide betooni klass on C35/45, armatuuri klass B500B ning armatuuri nimikaitsekiht 40 mm ja killustikaluse peal 70 mm. Rostvärgid ja põrandaplaat valatakse üheskoos. Erandiks on suuremahuline liftišahti alune rostvärk ning vaiseinte übruses kõrgemal asetsevad rostvärgid, mis valatakse eraldi. Rostvärgid ja põrandaplaat valatakse veekindlast betoonist. Veepidavuse tõstmiseks lisatakse betoonile keemilist lisandit, näiteks Xypex Admix C-1000 või analoog. Rostvärgid seotakse vaiadest väljaulatuvate jätkuarmatuuridega. Rostvärkidest jäetakse välja postide jätkuarmatuurid.

Veekindel põrandaplaat on projekteeritud 300 mm paksusest monoliitsest raudbetoonist. Põranda betooni klass on C35/45 ning armatuuri klass B500B. Armatuuri kaitsekiht on 40 mm ja killustikalusel 70 mm. Betoonile lisatakse vettpidavat lisandit. Põrandaplaadiga antakse ka vajalikud kalded 1:100. Põrandast jäetakse välja keldrikorruse seinte jätkuarmatuurid. Telgede A ja A’ ning F ja F’ vahelised põrandaplaadid, mis asetsevad kõrgemal ülejäänud keldri põranda tasapinnast, valatakse hiljem eraldi üheskoos seinte betoonivaluga. Viimased on käsitletud eraldi alapeatüki 6.3 tehnoloogilistes arvutustes.

Kandekonstruktsioonide üldine kvaliteet peab vastama TarindiRYL 2010 nõuetele ning alustarindite üldine kvaliteet MaaRYL 2010 nõuetele. Hoone tarindid kuuluvad normaaltäpsesse klassi. Hoone raudbetoonkonstruktsioonide valmistamine peab vastamama standardis EVS-EN 13670:2010 esitatud klass 1 nõuetele.

Rostvärkide ja põrandaplaadi ehitusele eelneb dreeniva killustikaluse paigaldus ja maa-aluste kommunikatsioonide, pumpla, liivapüüduri ja vee äravoolurenni paigaldus. Vaiapead peavad olema piigatud õigele kõrgusele. Betoonitööde alguses või enne seda püstitatakse platsil tornkraana.

6.2.2 Tööde korraldus

Kui tööfront alustarindite ehitamiseks avaneb, märgitakse rostvärkide ja põrandaplaadi asukohad ning alustatakse rostvärkide armeerimisega. Liftišahti rostvärk ja hoone perimeetris asuvate lintrostvärkide välimine külg rakestatakse. Lisaks rakestatakse telgedest A ja F väljapoole jäävad rostvärgid. Teisi hoone rostvärke ja perimeetris asuvate rostvärkide sisemisi külgi ei rakestata. Nende jaoks on eelnevalt tehtud killustikalusega süvendid. Rostvärkidest betoneeritakse esmalt liftišahti rostvärk. Ülejäänud rostvärgid valatakse hiljem koos põranplaadiga ilma töövuukideta. Rostvärgi lahtirakestamine võib toimuda peale betooni kriitilise tugevuse saavutamist.

Enne põrandaplaadi armeerimist peavad olema tehtud selle alla jäävate rostvärkide armeerimistööd ja paigaldatud killustikule aluskile. Liftišahti juures peab olema betoneeritud ja lahtirakestatud rostvärk. Liftišahti seinad, mis jäävad põrandaplaadi alla, peavad olema armeeritud, rakestatud ning selle ümbruses olema tehtud tagasitäide. Põrandaplaat rakestatakse perimeetris, kus see ei paikne vastu vaiseina. Väliskeskkonnas paiknevates töövuukides tuleb paigaldada vuugilint. Seejärel betoneeritakse ühe betoonivaluga rostvärgid ja põrand telgede A ja F ning 1 ja 7 vahelises alas.

Kõrgemal asuvad mikrovaiadele toetuvad rostvärgid ning üks vaiseinale toetuv rostvärk aremeeritakse, rakestatakse ja betoneeritakse. Peale lahtirakestamist tuleb teha nende ümber tagasitäide.

Sarrusteras lõigatakse mõõtu ja painutatakse platsil. Rakestamiseks kasutatakse nii seinaraketise süsteemi, kui ka puitprussidest ja vineerist koha peal valmistatud raketist. Kõik vajalikud detailid saab tööpositsioonile ette tõsta tornkraanaga.

6.2.3 Materjalide ja raketiste vajadus

Tabelis 6.5 on näidatud materjalide vajadus haardealade kaupa. Betoonile lisatakse veepidavust tõstvat lisandit. Kilpraketise maht on võetud arvestusega, et see paigaldatakse hoone perimeetris lintrostvärkide välisküljele, põhjaplaadi välisküljele, mikrovaiadele ja vaiseinale toetuvate rostvärkide ümber ning liftišahti seinte välisküljele. Moodulraketis paigaldatakse esimeses haardealas lifti vundamendi ümber ning teises haardealas liftišahti siseküljele.

Tabel 6.5 Materjalide vajadus haardealade kaupa

Materjal	Ühik	Haardeala			Kokku
		I	II		
		Rostvärgid	Rostvärgid	Põrandaplaat	
Betoon C35/45 XC4, XD1, vettpidav	m^3	23	34		57
Betoon C35/45 XC4, XD2, vettpidav	m^3			134	134
Armatuur	t	4,6	6,5	3,8	14,9
Kilpraketis	m^2	16	30,3	10,7	57
Moodulraketis	m^2	23		8	31

Vajalike moodulraketiste mahtude arvestamiseks on võetud arvesse Manto raketissüsteemi kilpide mõõtmeid ja paigaldusjuhist. Kilpraketiste mahud on võetud selliselt, et vineerplaadi kõrgus on 800 mm, välja arvatud liftišahti seina välisperimeeter, kus see on 700 mm. Kilpraketise toestused on tehtud prussidest 600 mm sammuga. Tabelis 6.6 on näidatud moodulraketise kilpide vajadus ning tabelis 6.7 kilpraketise materjalide vajadused haardealade kaupa.

Tabel 6.6 Moodulraketiste vajadus haardealade kaupa

Moodulraketise vajadus										
Kilbi nimetus	Laius	Kõrgus	Pindala	Elemendi mass	Kilpide vajadus			Kogupindala		
					Haardeala		Kokku	Haardeala		Kokku
					I	II		I	II	
	cm	cm	m^2	kg	tk			m^2		
Manto G3 75/270	75	270	2,03	118	8		8	16,2		16,2
Manto G3 75/120	75	120	0,90	59	8	2	10	7,2	1,8	9,0
Manto G3 105/120	105	120	1,26	73		2	2		2,5	2,5
Manto G3 Sisenurk 35/120	35	120	0,84	46		4	4		3,4	3,4
				Kokku:	**16**	**8**	**24**	**23**	**8**	**31**

Tabel 6.7 Kilpraketiste vajadus haardealade kaupa

Kilpraketise vajadus				
Materjal	Ühik	Haardeala		Kokku
		I	II	
Vineer	m^2	16	41	57
Pruss	jm	99	288	387

6.2.4 Tehnoloogilised arvutused

Tööjõukulu arvutusteks on kasutatud RATU-juhendmaterjale, mis käsitlevad moodul- ja kilpraketistega rakestamist, sarrustamist ja betoonimist. Esimeseks haardealaks on arvestatud liftišahti rostvärgi ning mikrovaiadele ja vaiseinale toetuvate rostvärkide ehitus. Teiseks haardealaks on põrandaplaadi ja rostvärkide ehitus telgede A ja F vahelisel alal. Tööjõukulu arvutus on välja toodud tabelis 6.8 ning tööde kestuse arvutus tabelis 6.9. [7]

Tabel 6.8 Rostväkide ja põrandaplaadi ehituse tööjõukulu arvutused

Tööetapp	Ühik	Ajanorm (T3)	Normatiivne tööjõukulu			
			Haardeala			
			I		II	
		in-h/üh	Maht	in-h	Maht	in-h
		mas-h/üh		mas-h		mas-h
Rakestamine ja armeerimine						
Mõõdistus, vundamendid	m^3	0,03	23,0	0,7	34,0	1,0
Mõõdistus, plaadid	m^3	0,03	-		134,0	3,4
Moodulraketise paigaldamine üksikelementide kaupa	m^2	0,47	23,0	10,8	8,0	3,8
		0,09		2,1		0,7
Kilpraketise ehitamine	m^2	0,25	16,0	4,0	41,0	10,3
		0,05		0,8		2,1
Rostvärgi sarrustamine	1000 kg	6,50	4,6	29,9	6,5	42,3
		0,10		0,5		0,7
Plaadi sarrustamine	1000 kg	7,00	-		3,8	26,6
		0,10				0,4
Kogutööjõukulu rakestamiseks ja armeerimiseks (lisaajategur TL3 = 1,15)		in-vah	6,5		12,5	
		mas-vah	0,5		0,5	
Betoonimine						
Rostvärkide betoonimine betoonipumba abil	m^3	0,25	23,0	5,8	34,0	8,5
		0,07		1,6		2,4
Põrandaplaadi betoonimine betoonipumba abil	m^3	0,17	-		134,0	22,8
		0,04				5,4
Kogutööjõukulu betoonimiseks (lisaajategur TL3 = 1,15)		in-vah	0,8		4,5	
		mas-vah	0,2		1,1	
Lahtirakestamine						
Moodulraketise lahtivõtmine, sorteerimine	m^2	0,18	23,0	4,1	8,0	1,4
		0,05		1,2		0,4
Moodulraketise puhastamine, õlitamine, kokkupanek	m^2	0,08	23,0	1,8	8,0	0,6
Kilpraketise lahtivõtmine, sorteerimine	m^3	0,25	5,0	1,3	25,0	6,3
		0,05		0,3		1,3
Kilpraketise puhastamine, õlitamine, kokkupanek	m^3	0,07	5,0	0,4	25,0	1,8
Kogutööjõukulu lahtirakestamiseks (lisaajategur TL3 = 1,15)		in-vah	1,1		1,4	
		mas-vah	0,2		0,2	

Tabel 6.9 Rostvärkide ja põrandaplaadi ehituse tehnoloogiline arvutus

Rakestamine ja armeerimine				
Töölised / masinad	Arv	Tööjõu-kulu	Kestus	Valitud kestus
		in-vah	vah	vah
		mas-vah		
I haardeala				
Sarrustaja/rakestaja	3	6,5	2,2	2
Tornkraana	1	0,5	0,5	
II haardeala				
Sarrustaja/rakestaja	3	12,5	4,2	4
Tornkraana	1	0,5	0,5	
Betoonimine				
I haardeala				
Betoneerija	3	0,8	0,3	1
Pumpsegurauto	1	0,2	0,2	
II haardeala				
Betoneerija	3	4,5	1,5	2
Pumpsegurauto	1	1,1	1,1	
Lahtirakestamine				
I haardeala				
Rakestaja	3	1,1	0,4	1
Tornkraana	1	0,2	0,2	
II haardeala				
Rakestaja	3	1,4	0,5	1
Tornkraana	1	0,2	0,2	

6.3 Hoone betoonitööd

Hoone betoonitööde tehnoloogilise kaardi peatüki koostamisel on peamiselt lähtutud hoone konstruktiivsest projektist. Alapeatüki esimesed kolm punkti kirjeldavad kogu hoone betoonitöid üldiselt. Seejärel on tehnoloogilised arvutused ning materjalide vajaduse arvestused tehtud ühe tüüpkorruse betoonitööde kohta. Tüüpkorruse arvestuslikust kestusest lähtuvalt võib hinnata ka kogu hoone betoonitööde kestust. [2]

6.3.1 Lähteandmed

Hoone kandekonstruktsioon koosneb peamiselt monoliitsest raudbetoonist. Kuuendal korrusel on kasutatud valdavalt kergkonstruktsioone ning viiendal korrusel on integreeritud nii betoon- kui monteeritavad teraskonstruktsioonid. Hoone maa-alune

korrus on plaaniliselt umbes kaks korda suurema mahuga, kui maapealsed korrused. Esimesel korrusel on antresool ehk poolkorrus. Teine kuni neljas korrus on plaaniliselt tüüpsed, kuid neljas korrus on 12 cm madalam. Viies korrus on tagasiastega ning kuuendal korrusel on ainsateks raudbetoonist tarinditeks siseseinad ning liftišahti pealmine plaat. Kuuenda korruse katus on profiilplekist. Hoone trepikojas on igal korrusel monoliitsest raudbetoonist keerdtrepid.

Hoone monoliitbetoonist kandekonstruktsioonidele on rakendatud järgmised keskkonnaklassid:

- põrand pinnasel XC3, XC4, XD2;
- keldrikorruse välisseinad XC2, XC3;
- keldrikorruse kandvad siseseinad ja postid XC3;
- keldrikorruse postid ja talad XC3;
- maa-aluse korruse vahelagi XC1;
- maapealse osa kandvad seinad ja postid XC1;
- maapealse osa vahelaed ja katuslagi XC1;
- trepid XC1.

Kandetarindite ehitustööde üldised kvaliteedinõuded peavad vastama TarindiRYL 2010 nõuetele. Kandetarindid kuuluvad normaaltäpsesse klassi. Raudbetoonkonstruktsioonid valmistatakse vastavalt EVS-EN 13670:2010 klassi 1 nõuetele.

Maa-aluste betoontarindite lühikirjeldus

Maa-alused välistarindid tuleb rajada veekindlast betoonist. Selleks lisatakse betoonile veepidavust suurendavat lisandit, näiteks Xypex Admix C-1000.

Lisaks alapeatükis 6.2 käsitletud keldrikorruse põrandaplaadile on vaiseinte ja olemasolevate hoonete vahelisel alal ülejäänud põrandast kõrgemal asuvad põrandaplaadid paksusega 190 mm, betooniklassiga C25/30. Põrandad ja nende alla jäävad välisseinad, mis külgnevad vaiseintega, toetuvad osaliselt vaiseintele ning need seinad rakestatakse ühepoolselt.

Välisseinad on 200 kuni 250 mm paksused. Välisseinad ning erinevate ristlõigetega postid ja talad on projekteeritud betooniklassiga C30/37. Siseseinad on C25/30 või C30/37 klassiga.

Keldri vahelagi, mis on osaliselt ka katuslagi paksusega 260 kuni 280 mm, on betooniklassiga C25/30. Katuslae osa ja hoonealune vahelae osa on erinevatel

tasapindadel. Need tasapinnad on kohati ülekattega ning neid läbivad postid teljel 4. Seetõttu on kogu keldrikorruse vahelae valmimine mõnevõrra aeganõudvam, kui ülejäänud korrustel.

Monoliitsed keerdtrepid on igal korrusel betooniklassiga C25/30. Selliste treppide valmistamine nõuab oskuslikke töölisi ning nõuavad samuti oma keerukuse tõttu rohkelt aega.

Armatuuride minimaalsed kaitsekihid varieeruvad 25 ja 30 mm vahel ning peavad vastama tööjoonistele. 30 mm kaitsekiht on peamiselt välistarinditel ja postidel. Armatuuri klass on B500B.

Maapealsete betoontarindite lühikirjeldus

Hoonet läbivad kuni viienda korruseni muutuva ristlõikega raudbetoonist postid ning kuni kuuenda korruseni 200 mm paksused kandvad siseseinad. Postide ja seinte betooniklass on C25/30.

Esimese kuni viienda korruse 280 mm paksused vahelaed on projekteeritud betoonist C25/30. Viiendal korrusel on ka 150 mm paksusest raudbetoonist katuslagi, mis on kuuenda korruse terrassialune põrandaplaat. Enne viienda korruse vahelae betoonitöid peavad olema tehtud sealsed teraskonstruktsioonide montaažitööd.

Esimesel korrusel on kaks antresooli põrandaplaati. Keldri trepi kohal oleva antresooli põrandaplaat on betooniklassiga C25/30 ning paksusega 220 mm. Esimeselt korruselt väljaulatuva antresooli põrandaplaat on betooniga C35/45 ning paksusega 280 mm. Kuna esimese korruse vahelakke pole projekteeritud töövuuki ning selle rajamine eeldab antresoolkorruse valmisolekut, võib tehnoloogiliselt vaadelda antresoolkorrust, kui eraldi korruse rajamist, millega kaasneb vastav ajakulu.

Liftišahti katteplaat on projekteeritud 200 mm paksusest monoliitsest raudbetoonist betooniklassiga C30/37.

Maapealsete betoontarindite armatuuri kaitsekihid ning ülekatted peavad vastama tööjoonistele. Projekteeritud armatuuriklass on B500B.

6.3.2 Ettevalmistustööd

Enne keldrikorruse seinte ja postide ehitustöödega alustamist peavad olema rajatud alapeatükis 6.2 kirjeldatud põrandaplaat ja rostvärgid ning kontrollitud teostusmõõdistusega nende vastavus lubatud tolerantsidele.

Enne seinta ja vahelagede valmimist tuleb arvestada kõigi ettenähtud avadega ja kontrollida nende vastavust eriosade projektile.

Peale viienda korruse siseseinte ja postide valmimist tekib betoonitöödes tehnoloogiline tööseisak. Enne viienda korruse vahelae betoonitöödega jätkamist tuleb teha sealsed teraskonstruktsioonide montaažitööd.

Vastavalt haardealale on ehitusplatsile tellitud ja valmis ladustatud vajalikud armatuurtooted, raketised ja muud vajaminevad tooted. Raketiste puhul tuleb kontrollida, et need võimaldavad ettenähtud kvaliteediga betoonpinna valmistamist.

6.3.3 Tööde korraldus

Hoone betoonitööde korralduseks on antud mõningad juhised konstruktiooni projektis. Samuti on RATU-juhendmaterjalides, mis käsitlevad moodulraketistega rakestamist, sarrustamist ja betoonimist, kirjeldatud vastavate tööde teostust. Käesolevas punktis on tööde korralduse kirjeldamiseks lähtutud nendest allikatest ning magistritöö autori töökogemusest sellel ehitusobjektil. [2], [7]

Raketisetööd

Enne seinte ja postide rakestamisega alustamist mõõdetakse ja märgitakse põhjaplaadile või vahelaele nende asukohad, sealhulgas ukseavade asukohad. Moodulraketised paigaldatakse järgides tootjapoolseid juhendeid. Ettevalmistusalal ühendatakse omavahel eelmonteeritavad moodulid ning saematerjalist ja vineerist tehakse valmis avamoodustajad. Raketised tõstetakse kraanaga ettenähtud kohale, toestatakse ning rihitakse vertikaalseks. Kui ühe poole raketis on paigas, paigaldatakse avamoodustajad. Seejäral raketisepinnad õlitatakse, paigaldatakse armatuurkarkassid ning paigaldatakse vastaspoolne raketis. Seinte raketised kinnitatakse omavahel tõmbidega. Mõned seinad, mis valatakse küljega vastu olemasolevat tarindit või konstruktsiooni, rakestatakse ühepoolselt.

Enne plaadi rakestamist mõõdetakse ära selle kõrgused ning märgitakse kõrvalolevatele hoonetele ja rajatud postidele, seintele. Peale vahelae alusraketise monteerimist kontrollitakse selle õigsust kontrollmõõdistusega ning märgitakse sellele ära vahelae nurgapunktid ja avade asukohad. Vahelae rakestamist alustatakse vertikaaltugede monteerimisega, millele pagaldatakse raketise abitalad ja peatalad järgides süsteemi paigaldusjuhendit. Taladele paigaldatakse raketise vineer. Kui alusraketis on valmis, tehakse plaadi perimeetris kilpraketis ja paigaldatakse avamoodustajad. Plaat valatakse külgnevate hoonete vastu ning nendes kohtades paigaldatakse vahele ainult isolatsioonimaterjal. Enne betoonimist raketise pind puhastatakse ja õlitatakse.

Kõige keerulisem on antud hoone puhul treppide rakestamine. Trepid paiknevad trepikojas üksteise kohal ning on pea igale korrusele veidi erinevalt projekteeritud. Et igat järgnevat treppi toetada betoneerimiseks alumisele trepile, kasutatakse alusraketise toestamiseks tugitorne. Trepi keerdkohal tuleb alusraketis teha vähemalt kolmest vineerikihist ning piisavalt väikestest tükkidest, et anda trepi aluspinnale kumerus. Kui trepi alusraketis on valmis, tehakse külgraketis, trepp armeeritakse ja tehakse astmeraketised.

Lahtirakestamine ning konstruktsiooni koormamine võib toimuda pärast teatava betooni tugevuse saavutamist. Lähtuvalt projektijärgsest betooni tugevusest on protsentuaalselt need tugevused antud konstruktiivses projektis järgnevalt:

- vundamentide raketise eemaldamine kriitilisel tugevusel, koormamine 80% tugevusel;
- alusplaadi raketise eemaldamine kriitilisel tugevusel, koormamine 60% tugevusel;
- postide ja seinte raketise eemaldamine 30% tugevusel, koormamine 60% tugevusel;
- vahelagede ja talade raketise eemaldamine ning koormamine omakaaluga 70% tugevusel, seejärel toestada hoides vahelae all monteeritavaid poste.

Pärast raketiste lahtivõtmist tuleb eelmonteeritud kilbid lahti võtta, kõikide raketiste pinnad puhastada ning valmistada need ette tagastamiseks või järgmisel haardealal kasutamiseks.

Sarrustamine

Sarrused lõigatakse vajalikku mõõtu käsitsi armatuuri laoplatsil või vahetult selle kõrval. Valmis lõigatud armatuur painutatakse armatuuri laoplatsi kõrval oleval painutuspingil. Ettevalmistatud armatuurdetailid komplekteeritakse ja tähistatakse ning

tõstetakse paigalduskohale või karkassi ettevalmistusalale. Detailide lõikamine ja painutamine käib vastavalt haardeala tööjoonistele ja painutustabelitele.

Postide ja seinte armeerimiseks valmistatakse üldjuhul ette sarruskarkassid, mis hiljem raketisse tõstetakse. Karkassid valmistatakse ette selleks ette nähtud ettevalmistusalal või paigalduskoha juures, kui on piisavalt ruumi. Seinakarkassidesse paigaldatakse avamoodustajatena torud vastavalt eriosade projektile. Armatuuri kandurid tuleb paigaldada vastavalt tööjoonisel nõutud kaitsekihi tagamiseks.

Plaadid ja talad armeeritakse üksikvarrastest. Ettevalmistatud sarrus tõstetakse paigalduskoha juurde. Alumise võrgu või rangide kaitsekihi tagamiseks kasutatakse armatuuri kandureid. Ülemine võrk toetub distantsfiksaatoritele.

Peamiselt kasutatakse sarrustamisel ja karkasside moodustamisel sidumistraate. Kaitsekihi tagamiseks peavad sidumistraatide otsad jääma karkassi sissepoole. Keevitustöid tehes peab töökoht olema kaitstud vihma või lume eest.

Armeerimisel tohib jätkata ühes ristlõikes kuni 50% varrastest. Jätkukoha pikkus peab olema vähemalt 40 kordne jätkatava sarruse diameeter, kui joonisel ei ole näidatud teisiti.

Betoonimine

Raketise- ning armeerimistööd peavad olema tehtud ning betoneeritav pind puhas. Tellitud betoon peab vastama tööjoonistel esitatud nõuetele ning selle vastavus olema tõendatud saatelehtedega. Peamiselt toimetatakse betoon töökohale betoonipumbaga. Väiksemate betoonivalude korral võib kasutada ka kraanaga tõstetavat betoonikolu, mis täidetakse segurauto juures. Mõlemal juhul tuleb jälgida, et betooni langemiskõrgus ei ületaks 1,5 meetrit.

Seinad ja postid valatakse 300 mm kihtidena, igat kihti süsteemselt tihendades sisevibraatoriga. Iga järgneva kihi valamisel tuleb seda tihendada lastes vibraatoril vajuda umbes 100 kuni 200 mm sügavamale tihendatava kihi aluspinnast.

Plaatide valamine algab kaugemast servast ning liigutakse valuribade kaupa betoonipumbale lähemale. Betoon tihendatakse vibraatoriga ja kontrollitakse seejärel plaadi paksust. Peale seda plaadi pealmine pind tasandatakse vastavalt nõutud pinnakvaliteedile. Talad valatakse koos plaadi betoonivaluga. Seejuures peab pragude vältimiseks laskma tala alumise osa betoonil vähemalt tund aega vajuda enne plaadi

valuga jätkamist. Sama tuleb silmas pidada keldri välisseinte puhul, mis valatakse koos neile toetuvate põrandaplaatidega.

Betoonimise järel tuleb betoneeritud tarindi keskkonnas hoida piisavat temperatuuri ja niiskust. Kui temperatuur langeb alla viie kraadi, tuleb võtta kasutusele täiendavad meetodid soodsate kivistumistingimuste tagamiseks.

6.3.4 Materjalide ja raketiste vajadus

Materjalide arvestus on tehtud haardealade kaupa ning esitatud tabelis 6.10. Tüüpkorruse haardealad on jagatud kokku kuueks haardealaks. Esimesel neljal haardealal betoneeritakse postid ning neljandal seejuures siseseinad. Viiendal haardealal betoneeritakse vahelagi ja kuuendal monoliitne trepp. Tabelis on näidatud ka moodulraketise kogupindala vajadus esimesel neljal haardealal. Postide ja seinte raketiste vajaduse arvestamiseks on lähtutud Manto raketissüsteemi paigaldusjuhendist. Moodulraketiste spetsifikatsioon ja kilpide vajadus haardealade kaupa on esitatud tabelis 6.11. [8]

Tabel 6.10 Materjalide vajadus haardealade kaupa tüüpkorruse betoonitöödeks

Materjal	Ühik	Haardeala							Kokku
		I	II	III	IV		V	VI	
		Postid	Postid	Postid	Postid	Seinad	Plaat	Trepp	
Betoon C25/30	m^3	1,87	1,40	1,87	1,66	13,8	91,0	2,0	114
Armatuur B500B	t	0,15	0,11	0,15	0,13	1,72	10,6	245	258
Moodulraketis	m^2	39,6	29,7	39,6	39,6	163			312

Tabel 6.11 Moodulraketiste vajadus tüüpkorruse betoonitöödeks haardealade kaupa

Moodulraketise vajadus													
Kilbi nimetus	Laius	Kõrgus	Mass	Kilpide vajadus					Kogupindala				
				Haardeala				Kokku	Haardeala				Kokku
				I	II	III	IV		I	II	III	IV	
	cm	cm	kg	tk					m^2				
G3 MP 75/330	75	330	127	16	12	16	16	60	40	30	40	40	149
G3 GP 240/330	240	330	411				7	7				55	55
G3 120/330	120	330	199				6	6				24	24
G3 105/330	105	330	182				6	6				21	21
G3 90/330	90	330	165				5	5				15	15
G3 75/330	75	330	142				6	6				15	15
G3 45/330	45	330	102				4	4				6	6
G3 SN 35/330	70	330	128				12	12				28	28
			Kokku:	**16**	**12**	**16**	**62**	**106**	**40**	**30**	**40**	**203**	**312**

Vahelae ning trepi alusraketise ja serva toestamiseks vajalike materjalide arvessevõtmisel on lähtutud Doka juhendmaterjalidest. Vahelae alla on arvestatud Dokaflex 1-2-4 süsteemi laeraketis. Kuna monoliittreppi raskus kandub valamisel selle alla jäävale trepile, on selle toestuseks võimalik kasutada Staxo-40 tugitorni. Nii lae kui trepi rakestamiseks saab kasutada H20 top puittalasid. Trepi rakestamiseks vajaliku vineeri mahu arvutamisel on arvestatud, et väiksemate tükkide tõttu tekib suurem kadu ning kohati tuleb rakestada kolmekihiliselt. Tüüpkorruse vahelae ja trepi raketiste arvestus on esitatud tabelis 6.11. [9], [10]

Tabel 6.12 Kilpraketise vajadus tüüpkorruse vahelae ja trepi betoonitöödeks

Kilpraketise vajadus				
Nimetus	Ühik	Haardeala		Kokku
		V	VI	
Laetugi Eurex-20 top + kolmjalg + tugipea	tk	150	-	150
Peatala H20 top 3,90 m	tk	53	6	59
Abitala H20 top 2,65 m	tk	171	6	177
Raketise vineer 21 mm	m^2	385	33	418
Universaalnurk 30 cm serva toestuseks	tk	213	12	225
Staxo-40 tugitorn 100x150 cm	tk	-	3	3

6.3.5 Tehnoloogilised arvutused tüüpkorruse kohta

Betoonitööde tehnoloogiline kaart on koostatud ühe tüüpkorruse kohta. Korruse seinte ja postide betoonitööde tehnoloogilise kaardi koostamiseks on lähtutud RATU-juhendmaterjalidest, mis käsitlevad moodul- ja kilpraketistega rakestamist, sarrustamist ning betoonimist. Kuna monoliitse keerdtrepi ehitamiseks juhendmaterjalides ajanormid puuduvad, on selle arvutustes lähtutud tegelikust kestusest ehituspäevikute alusel. Tööjõukulud on arvutatud tabelites 6.13 kuni 6.15. Tööde kestused on tabelites 6.16 ja 6.17. [7]

Tabel 6.13 Tööjõukulu arvutused tüüpkorruse betoonitöödeks (I – II haardeala)

Tööetapp	Ühik	Ajanorm (T3)	Normatiivne tööjõukulu			
			Haardeala			
			I		II	
		in-h/üh	Maht	in-h	Maht	in-h
		mas-h/üh		mas-h		mas-h
Rakestamine ja armeerimine						
Eeltööd ja mõõdistus (postid)	m^2	0,61	39,6	24,2	29,7	18,1
		0,02		0,7		0,5
Eeltööd ja mõõdistus (seinad)	m^2	0,08	-		-	
		0,02				
Raketise paigaldamine (postid)	m^2	0,30	39,6	11,9	29,7	8,9
		0,10		4,0		3,0
Raketise paigaldamine (seinad)	m^2	0,38	-		-	
		0,13				
Masinlõikamine ja painutamine	t	3,30	0,2	0,5	0,1	0,4
Sarrustamine (postid)	t	10,10	0,2	1,5	0,1	1,1
		0,05		0,0		0,0
Sarrustamine (seinad)	t	7,40	-		-	
		0,05				
Sarrustamine (liftišahti seinad)	t	10,10	-		-	
		0,05				
Kogutööjõukulu rakestamiseks ja armeerimiseks (lisaajategur TL3 = 1,15)		in-vah	5,5		4,1	
		mas-vah	0,7		0,5	
Betoonimine						
Betoonikoluga (postid)	m^3	0,49	1,9	0,9	1,4	0,7
		0,15		0,3		0,2
Betoonipumbaga (postid)	m^3	0,39	-		-	
		0,12				
Betoonipumbaga (seinad)	m^3	0,33	-		-	
		0,10				
Kogutööjõukulu betoonimiseks (lisaajategur TL3 = 1,15)		in-vah	0,1		0,1	
		mas-vah	0,04		0,03	
Lahtirakestamine						
Lahtirakestamine, puhastamine, õlitamine (postid)	m^2	0,27	39,6	10,7	29,7	8,0
		0,02		0,7		0,5
Lahtirakestamine, puhastamine, õlitamine (seinad)	m^2	0,26	-		-	
		0,02				
Kogutööjõukulu lahtirakestamiseks (lisaajategur TL3 = 1,15)		in-vah	1,5		1,2	
		mas-vah	0,1		0,1	

Tabel 6.14 Tööjõukulu arvutused tüüpkorruse betoonitöödeks (III – IV haardeala)

Tööetapp	Ühik	Ajanorm (T3)	Normatiivne tööjõukulu			
			Haardeala			
			III		IV	
		in-h/üh	Maht	in-h	Maht	in-h
		mas-h/üh		mas-h		mas-h
Rakestamine ja armeerimine						
Eeltööd ja mõõdistus (postid)	m^2	0,61	39,6	24,2	39,6	24,2
		0,02		0,7		0,7
Eeltööd ja mõõdistus (seinad)	m^2	0,08	-		163	13,0
		0,02				2,8
Raketise paigaldamine (postid)	m^2	0,30	39,6	11,9	39,6	11,9
		0,10		4,0		4,0
Raketise paigaldamine (seinad)	m^2	0,38	-		163	61,9
		0,13				21,2
Masinlõikamine ja painutamine	t	3,30	0,2	0,5	18,6	61,4
Sarrustamine (postid)	t	10,10	0,2	1,5	0,1	1,3
		0,05		0,0		0,0
Sarrustamine (seinad)	t	7,40	-		1,2	8,7
		0,05				0,1
Sarrustamine (liftišahti seinad)	t	10,10	-		0,6	5,6
		0,05				0,0
Kogutööjõukulu rakestamiseks ja armeerimiseks (lisaajategur TL3 = 1,15)		in-vah	5,5		27,0	
		mas-vah	0,7		4,1	
Betoonimine						
Betoonikoluga (postid)	m^3	0,49	1,9	0,9	-	
		0,15		0,3		
Betoonipumbaga (postid)	m^3	0,39	-		1,7	0,7
		0,12				0,2
Betoonipumbaga (seinad)	m^3	0,33	-		13,8	4,6
		0,10				1,4
Kogutööjõukulu betoonimiseks (lisaajategur TL3 = 1,15)		in-vah	0,1		0,7	
		mas-vah	0,04		0,2	
Lahtirakestamine						
Lahtirakestamine, puhastamine, õlitamine (postid)	m^2	0,27	39,6	10,7	39,6	10,7
		0,02		0,7		0,7
Lahtirakestamine, puhastamine, õlitamine (seinad)	m^2	0,26	-		163	42,4
		0,02				2,8
Kogutööjõukulu lahtirakestamiseks (lisaajategur TL3 = 1,15)		in-vah	1,5		7,6	
		mas-vah	0,1		0,5	

Tabel 6.15 Tööjõukulu arvutused tüüpkorruse betoonitöödeks (V – VI haardeala)

Tööetapp	Ühik	Ajanorm (T3)	Normatiivne tööjõukulu			
			Haardeala			
			V		VI	
		in-h/üh	Maht	in-h	Maht	in-h
		mas-h/üh		mas-h		mas-h
Rakestamine ja armeerimine						
Eeltööd ja mõõdistus (vahelagi)	m^3	0,08	91,0	6,8	-	
		0,03		2,3		
Rakestamine (vahelagi)	m^3	0,20	91,0	18,2	-	
Armeerimine (vahelagi)	t	5,60	10,8	60,2	-	
		0,05		0,5		
Eeltööd, mõõdistus, rakestamine, armeerimine (trepp)	m^3	48,00	-		2,0	96,0
		0,08				0,2
Masinlõikamine ja painutamine	t	3,30	4,9	16,2	0,25	0,8
Kogutööjõukulu rakestamiseks ja armeerimiseks (lisaajategur TL3 = 1,15)		in-h	116,6		111,3	
		mas-h	3,2		0,2	
		in-vah	14,6		13,9	
		mas-vah	0,40		0,02	
Betoonimine						
Eeltööd, betoonimine betoonipumbaga ja järeltööd	m^3	0,20	91,0	18,2	2,0	0,4
		0,05		4,6		0,1
Kogutööjõukulu betoonimiseks (lisaajategur TL3 = 1,15)		in-h	20,9		0,5	
		mas-h	5,2		0,1	
		in-vah	2,6		0,1	
		mas-vah	0,65		0,01	
Lahtirakestamine						
Raketiste lahtivõtmine, puhastamine, õlitamine	m^3	0,3	91,0	27,3	2,0	0,6
		0,03		2,3		0,1
Kogutööjõukulu lahtirakestamiseks (lisaajategur TL3 = 1,15)		in-h	31,4		0,7	
		mas-h	2,6		0,1	
		in-vah	3,9		0,1	
		mas-vah	0,33		0,01	

Tabel 6.16 Tüüpkorruse betoonitööde tehnoloogiline arvutus (I – IV haardeala)

Haarde-ala	Töölised / masinad	Arv	Tööjõu-kulu in-vah	Tööjõu-kulu mas-vah	Kestus vah	Valitud kestus vah
Rakestamine ja armeerimine						
I	Sarrustaja/rakestaja	6	5,5		0,9	1
	Kraana Liebherr 50 K	1	0,7		0,7	
II	Sarrustaja/rakestaja	6	4,1		0,7	1
	Kraana Liebherr 50 K	1	0,5		0,5	
III	Sarrustaja/rakestaja	6	5,5		0,9	1
	Kraana Liebherr 50 K	1	0,7		0,7	
IV	Sarrustaja/rakestaja	6	27,0		4,5	5
	Kraana Liebherr 50 K	1	4,1		4,1	
Betoonimine						
I	Betoneerija	3	0,1		0,04	1
	Kraana Liebherr 50 K	1	0,04		0,04	
	Segurauto	1	0,04		0,04	
II	Betoneerija	3	0,1		0,03	1
	Kraana Liebherr 50 K	1	0,03		0,03	
	Segurauto	1	0,03		0,03	
III	Betoneerija	3	0,1		0,04	1
	Kraana Liebherr 50 K	1	0,04		0,04	
	Segurauto	1	0,04		0,04	
IV	Betoneerija	3	0,7		0,25	1
	Pumpsegurauto	1	0,2		0,23	
	Segurauto	1	0,2		0,23	
Lahtirakestamine						
I	Rakestaja	3	1,5		0,51	1
	Kraana Liebherr 50 K	1	0,1		0,10	
II	Rakestaja	3	1,2		0,38	1
	Kraana Liebherr 50 K	1	0,1		0,07	
III	Rakestaja	3	1,5		0,51	1
	Kraana Liebherr 50 K	1	0,1		0,10	
IV	Rakestaja	6	7,6		1,27	1
	Kraana Liebherr 50 K	1	0,5		0,50	

Tabel 6.17 Tüüpkorruse betoonitööde tehnoloogiline arvutus (V – VI haardeala)

Haarde-ala	Töölised / masinad	Arv	Tööjõu-kulu in-vah	Tööjõu-kulu mas-vah	Kestus vah	Valitud kestus vah
Rakestamine ja armeerimine						
V	Sarrustaja/rakestaja	6	14,6		2,4	3
	Kraana Liebherr 50 K	1	0,40		0,4	
VI	Sarrustaja/rakestaja	2	13,9		7,0	7
	Kraana Liebherr 50 K	1	0,02		0,02	
Betoonimine						
V	Betoneerija	3	2,6		0,9	1
	Pumpsegurauto	1	0,7		0,7	
	Segurauto	1	0,7		0,7	
VI	Betoneerija	3	0,1		0,02	1
	Pumpsegurauto	1	0,01		0,01	
Lahtirakestamine						
V	Rakestaja	4	3,9		0,98	1
	Kraana Liebherr 50 K	1	0,3		0,33	
VI	Rakestaja	2	0,1		0,04	1
	Kraana Liebherr 50 K	1	0,01		0,01	

6.4 Katusekattetööd

6.4.1 Lähteandmed ja ettevalmistustööd

Hoonel on sisemise veeäravooluga lamekatused. Katusekonstruktsioonid on kirjeldatud arhitektuurses ja konstruktiivses projektis. [1], [2]

Keldrikorruse katuslae kandvaks konstruktsiooniks on monoliitbetoon. Kalded 1:100 antakse kergbetoonist paksusega vähemalt 30 mm. Soojustuseks kasutatakse 100 mm paksust ekstruuder vahtpolüstürooli, näiteks XPS 500 Foam SL. Pealispinnaks on armeeritud 100 mm paksune betoonplaat.

Viienda korruse katuslae, mis on kuuenda korruse terrasside põrandaks, kandvaks konstruktsiooniks on monoliitbetoon. Konstruktsioonile kleebitakse SBS aurutõke. Soojusisolatsiooniga EPS 80 tehakse kalded vähemalt 1:80. Minimaalne soojustuskihi paksus on 200 mm. Soojustusele valatakse monoliitne plastikkiudbetoon paksusega 50 kuni 70 mm. Plaadile paigaldatakse hüdroisolatsioon Protan GT.

Kuuenda korruse katuse kandvaks konstruktsiooniks on profiilplekk, mis toetub betoonist siseseintele, termoprofiilist välisseintele ning monteeritavatele terastaladele. Soojustuseks paigaldatakse jäik 70 mm paksune mineraalvilla plaat OL-P, mille peale kleebitakse aurutõke. Aurutõkke peale paigaldatakse vähemalt 150 mm paksune EPS isolatiooinmaterjal, millega antakse kalded vähemalt 1:80. Seejärel paigaldatakse 30 mm paksune jäik tuulutussoontega mineraalvillaplaat OL-TOP. Lõpuks paigaldatakse SBS hüdroisolatsioon.

Katusetöödega alustamiseks peavad olema valmis katuse ja parapettide kandvad konstruktsioonid. Juhitud peavad olema vihmavee äravoolutorud. Viienda korruse katuslael tehakse eelnevalt ära kaabeldustööd. Kuuenda korruse katusele paigaldatakse suitsuluuk ja katuseaken ning ehitatakse kõik vajalikud läbiviigud. Enne katusekattetöid paigaldatakse hoone ümber tellingud ja telkkate.

6.4.2 Tööde korraldus

Kui materjalid on toodud ehitusplatsile, tõstetakse need tööpositsiooni juurde näiteks teleskooplaaduriga.

Viienda korruse katuslaele kleebitakse aurutõke kasutades propaangaasipõletit. Soojustus lõigatakse ja paigaldatakse kolmes kihis kaldega vihmavee äravoolu suunas. Enne pealevalu kaetakse soojustus kilega ning märgitakse ära pealevalu kõrgused. Betoon tuuakse platsile ja toimetatakse tööpositsioonile pumpsegurautoga. Protan terrassikatte paigaldus toimub sarnaselt tavalise PVC põrandakatte paigaldusele. Kate paigaldatakse horisontaalpinnale ilma mehaaniliste kinnitusteta. Kattepaanid rullitakse lahti ning neil lastakse lebada vähemalt tund aega. Ülekattekohad keevitatakse käsifööniga. Soovitatav on kattematerjali mitte paigaldada külmade ilmadega. [11]

Kuuenda korruse katuslaele paigaldatakse mineraalvilla plaadid ning keevitatakse peale SBS aurutõke. EPS plaadid lõigatakse ning paigaldatakse kahe- või kolmekihiliselt kaldega äravoolulehtrite suunas. Seejärel paigaldatakse OL-TOP vill soontega alarõhutuulutite suunas. Lõpuks keevitatakse kolmekihiline SBS hüdroisolatsioon ristuvate kihtidena.

Keldri katusekattetöid alustades märgitakse ära kaldekihi kõrgused ning betoneeritakse betoonipumba abil. Kaldekihile kleebitakse hüdroisolatsioon. Seejärel paigaldatakse punnühendusega ekstruuder vahtpolüsüroolplaadid. Enne armeerimist paigaldatakse

betoneeritavale pinnale dreenmatt. Paigaldatakse armatuurvõrgud ning alustatakse pealevaluga. Betoneeritakse betoonipumbaga ning harjaga viimistletakse pind karedaks.

6.4.3 Materjalide vajadus

Katusekatte materjalide vajadus on esitatud haardealade kaupa tabelis 6.18. Rullmaterjalide lisakuluks on arvestatud 15%, betooni lisakuluks 5% ning sarrusvõrgu lisakuluks 10 %. Esimeseks haardealaks on valitud viienda korruse katuslagi, teiseks kuuenda korruse katuslagi ja kolmandaks keldrikorruse katus.

Tabel 6.18 Katusekatte materjalide vajadus haardealade kaupa

Materjal	Ühik	Haardeala			Kokku
		I	II	III	
Aurutõke SBS Uniflex EPP 3,7	m^2	146	263		409
EPS 80, 100 mm	m^2	294	424		718
Plastkiudbetoon C30/37, XC3	m^3	6,2	-		6,2
Terrassikate Protan GT	m^2	146	-		146
Mineraalvill OL-P, 70 mm	m^2	-	212		212
Mineraalvill OL-TOP, 30 mm	m^2	-	212		212
SBS hüdroisolatsioon	m^2	-	790	239	1029
Kergbetoon	m^3			22	22
XPS 500 Foam SL	m^2			208	208
Betoon C35/45, XF4, XC4, XD2	m^3			22	22
Armatuurvõrk #12/12/150/150, B500B	m^2			229	229

6.4.4 Tehnoloogilised arvutused

Bituumenmaterjalidest katusekattetööde, pealevalu ja sarrustamise ajanormid on võetud vastavatest RATU-juhendmaterjalidest. Soojustusmaterjalide paigalduse ajanormid on võetud ajanormide käsiraamatust. Tööjõukulu arvutused on esitatud tabelis 6.19 ning katusekattetööde kestus tabelis 6.20. [7], [12]

Tabel 6.19 Tööjõukulu arvutused katusekattetöödeks

Tööetapp	Ühik	Ajanorm (T3)	Normatiivne tööjõukulu					
			Haardeala					
			I		II		III	
		in-h/üh	Maht	in-h	Maht	in-h	Maht	in-h
		mas-h/üh		mas-h		mas-h		mas-h
Eeltööd ja materjalide teisaldamine	m²	0,008	292	2,3	1053	8,4	239	1,9
		0,004		1,2		4,2		
Aurutõkke paigaldus	m²	0,031	146	4,5	263	8,2	-	
Kogutööjõukulu eeltöödeks ja aurutõkke paigaldamiseks (lisaajategur TL3 = 1,2)		in-vah	1,0		2,5		0,3	
		mas-vah	0,2		0,6			
Soojustus aurutõkke all	m²	0,07	-		212	14,8	-	
Kogutööjõukulu aurutõkke aluseks soojustamiseks (lisaajategur TL3 = 1,2)		in-h	-		17,8		-	
		in-vah			2,2			
Soojustuse paigaldus	m²	0,07	294	20,6	636	44,5	208	14,6
Kogutööjõukulu soojustamiseks (lisaajategur TL3 = 1,2)		in-h	24,7		53,4		17,5	
		in-vah	3,1		6,7		2,2	
Plaadi armeerimine	t	5,00	-		-		2,7	13,5
Kogutööjõukulu armeerimiseks (lisaajategur TL3 = 1,2)		in-h	-		-		16,2	
		in-vah					2,0	
Betoonimine (alumine kiht)	m²	0,22	-		-		208	45,8
		0,025						5,2
Kogutööjõukulu alumise kihi betoonimiseks (lisaajategur TL3 = 1,2)		in-vah	-		-		6,9	
		mas-vah					0,8	
Betoonimine (pealmine kiht)	m²	0,22	98	21,6	-		208	45,8
		0,025		2,5				5,2
Kogutööjõukulu ülemise kihi betoonimiseks (lisaajategur TL3 = 1,2)		in-vah	3,2		-		6,9	
		mas-vah	0,4				0,8	
Hüdroisolatsiooni paigaldus	m²	0,041	146	6,0	790	32,4	239	9,8
Kogutööjõukulu hüdroisoleerimiseks (lisaajategur TL3 = 1,2)		in-h	7,2		38,9		11,8	
		in-vah	0,9		4,9		1,5	

Tabel 6.20 Katusetööde tehnoloogiline arvutus

Haarde-ala	Töölised / masinad	Arv	Tööjõu-kulu	Kestus	Valitud kestus
			in-vah	vah	vah
			mas-vah		
Eeltööd ja aurutõkke paigaldus					
I	Katuse ehitaja	1	1,0	1,0	1
	Tõstukauto (noole kõrgus min 19 m)	1	0,2	0,2	
II	Katuse ehitaja	2	2,5	1,2	1
	Tõstukauto (noole kõrgus min 19 m)	1	0,6	0,6	
III	Katuse ehitaja	1	0,3	0,3	1
Soojustamine					
I	Katuse ehitaja	2	3,1	1,5	2
IIa	Katuse ehitaja	2	2,2	1,1	1
IIb	Katuse ehitaja	2	6,7	3,3	4
III	Katuse ehitaja	2	2,2	1,1	1
Armeerimine					
III	Sarrustaja	2	2,0	1,0	1
Betoneerimine					
I	Betoneerija	3	3,2	1,1	1
	Pumpsegurauto	1	0,4	0,4	
IIIa	Betoneerija	3	6,9	2,3	2
	Pumpsegurauto	1	0,8	0,8	
IIIb	Betoneerija	3	6,9	2,3	2
	Pumpsegurauto	1	0,8	0,8	
Hüdroisoleerimine					
I	Katuse ehitaja	1	0,9	0,90	1
II	Katuse ehitaja	2	4,9	2,43	3
III	Katuse ehitaja	2	1,5	0,73	1

7. MAJANDUSLIK OSA

Kuna eelmises peatükis kirjeldatud ehitustööd on lõpetatud, saab tehnoloogilistel kaartidel esitatud tööliikide kestusi võrrelda nende tegelike kestustega. Tehnoloogiliste arvutuste tegemisel on peamiselt lähtutud RATU-juhendmaterjalidest. Seega saab antud objekti ehitustööde näitel uurida, millise täpsusega on võimalik RATU ajanormidega ennustada tegelikku tööde kestust ja tööjõukulu.

Olenevalt sellest, kas tegelik kestus võrreldes planeerituga pikeneb või lüheneb, muutub ka tegelik töö maksumus. Ajanormatiivide muutus ei mõjuta materjalidest tulenevat maksumust, kuid see mõjutab töötajate ja masinate mehaanilisest tööst olenevat kulu. Käesolevas peatükis on esitatud tööde maksumus vastavalt planeeritud kestusele ning arvutatud töö kallinemine või odavnemine sõltuvalt tegelikust kestusest.

Vaiatööde ning trepi betoonitööde tehnoloogilised arvutused on koostatud vastavalt tegelikule tööjõukulule. Seetõttu ei ole neid töid majanduslikus osas käsitletud.

7.1 Tehnoloogiliste arvutuste analüüs võrreldes tegeliku olukorraga

Tehnoloogilistest arvutustest tulenevad tööde kestused ja nende võrdlus tegelike kestustega on esitatud tabelis 7.1. Tööde tegelikud kestused vastavad ehituspäevikutes esitatud andmetele.

Tabel 7.1 Arvutusliku ja tegeliku tööde kestuste võrdlus

Töö nimetus	Kestus [päev]		Erinevus
	Tehnoloogiline arvutus	Tegelik	
Rostvärgid ja põhjaplaat	8	12	1,50
Tüüpkorruse betoonitööd	16	13	0,81
Katusekattetööd	16	40	2,50

Tabelist järeldub, et tööde tegelik kestus erineb planeeritust märgatavalt. Rostvärkide ja põhjaplaadi ehitus võttis poole kauem aega. Samas tüüpkorruse betoonitöödeks kulus kolm päeva vähem aega. Katusekattetööd kestsid koguni kaks ja pool korda kauem, kui tehnoloogilistest arvutustest võiks järeldada.

Siinkohal tuleb põhjalikuma võrdluse tegemiseks arvesse võtta ka töötajate arvu, mis võivad mingil määral erineda tehnoloogiliste arvutuste koostamisel ja tegelikul olukorral. Tehnoloogilistel kaartidel esitatud ajagraafikutelt on leitav vastava töö

keskmine tööliste vajadus päevas. Tegelik tööliste arv on arvestatud ehituspäevikutes esitatud andmete põhjal.

Rostvärkide ja põhjaplaadi betoonitöödel töötab päevas keskmiselt neli töölist. Tegelik tööliste arv oli samuti keskmiselt neli.

Tüüpkorruse betoonitöödel on tehnoloogilise kaardi järgi keskmiselt vaja kuus töölist päevas. Päevikutes esitatud andmete järgi töötas samuti keskmiselt kuus töölist, kuid tegelikult töötas üks vahetus sellel töölõigul keskmiselt kümme tundi päevas. Seega tegeliku tööjõukulu arvestamisel on kasutatud tegurit 1,25.

Katusekattetöödel on planeeritavalt vaja kolm töölist päevas. Tegelikkuses oli kahel päeval kolm töölist, 18 päeval kaks töölist ja 20 päeval üks tööline. Tegeliku tööjõukulu arvutamisel võib seega keskmiseks tööliste arvuks arvestada 1,5.

Tabelis 7.2 on võrreldud tööde planeeritavat ning tegelikku kestust inimvahetustes.

Tabel 7.2 Arvutusliku ja tegeliku tööde kestuste võrdlus

Töö nimetus	Tööjõukulu [in-vah]		Erinevus
	Tehnoloogiline arvutus	Tegelik	
Rostvärgid ja põhjaplaat	32	48	1,50
Tüüpkorruse betoonitööd	96	98	1,02
Katusekattetööd	48	60	1,25

Antud tabelis, mis võtab arvesse tööjõukulu, on selgemalt nähtav seos planeeritud ning tegelikult teostatud tööde vahel.

Rostvärkide ja põhjaplaadi ehitamiseks planeeritud tööliste arv langeb kokku tegelikult töid teostanud tööliste arvuga. Seega ei saa tabelis 7.1 esitatud tööde pikenemist põhjendada tööliste vähesusega. RATU-juhendites ei ole arvestatud kõiki võimalikke iseärasusi. Näiteks antud objektil tuleb põhjaplaadi armatuurvõrk puurida ja ankurdada selle külgnevatesse vaiseintesse. Võib arvata, et antud juhul põhjaplaadi betoonitööde tehnoloogiliste arvutuste tegemiseks ainult RATU ajanormide kasutamine ei ole piisav.

Tüüpkorruse betoonitööde tegelik tööjõukulu on ligikaudu sama, mis tehnoloogilistel arvutustel. Tabelis 7.1 nähtav tööde kestuse lühenemine on selgitatav sellega, et töölised tegid keskmiselt kümnetunniseid tööpäevi.

Tegelik katusekattetööde tööjõukulu on 25% võrra suurem planeeritust. Samas oli katusekatte töödel mõningaid tagasilööke ja seisakuid, kus töölised ei saanud teha täispikka tööpäeva. Peale esmakordset viienda korruse katuslae (terrasside)

soojustamist oli vaja kogu soojustus uuesti lahti võtta, kuna selle alused kaablite läbiviigud ei olnud tihendatud. Lisaks tekkis teisel korral katusekattetöödel seisak, kui teine alltöövõtja ei olnud määratud ajaks parapeti kandevprofiili kinniteid välja vahetanud sobivamate vastu. Tööde kestuse pikenemine tabelis 7.1 on selgitatav sellega, et planeeritud kolme töötaja asemel töötas igapäevaselt üks kuni kaks töölist.

7.2 Eelarve analüüs

Vastavalt tabelile 7.1 muutub hoone betoonitööde ja katusekattetööde kestus ning vastavalt tabelile 7.2 suurenevad tööjõukulud. Ehituseelarves on esitatud eraldi veergudena materjalide ja mehaanilise töö maksumus. Eeldusel, et mehaanilise töö maksumus on otseses vastavuses planeeritud tööjõukuluga, saab välja arvestada tööliikide maksumuse kallinemise. Eraldi reana on eelarves välja toodud tornkraana maksumus, mis on arvestatud vastavalt planeeritud betoonitööde kestusele. Vastavalt tegelikule betoonitööde kestusele saab arvestada tornkraanast tuleneva kulu muutuse.

Viiendas peatükis tehtud lihtsustuse põhjal on planeeritavaks betoonitööde kestuseks 128 päeva (alates rostvärkidest kuni kuuenda korruseni). Tegelikkuses oli kogu betoonitööde kestuseks 111 päeva. Betoonitööde tegeliku tööjõukulu arvestamiseks võib lihtsustatult hinnata ümber tabelis 7.2 esitatud tööjõukulu kogu hoone betoonitööde jaoks vastavalt selle tegelikule kestusele. Põhjaplaadi ja rostvärkide ehitamiseks kulub 12 päeva ja 48 inimvahetust. Edasiste betoonitööde jaoks kulub 99 päeva ja päevas keskmiselt 7,5 inimvahetust. Betoonitööde tööjõukulu on seega 790 inimvahetust. Tehnoloogiliste arvutuste põhjal kulub rostvärkide ja põhjaplaadi jaoks kaheksa päeva ja 32 inimvahetust. Ülejäänud betoonitööde jaoks kulub vastavalt kalenderplaanile 120 päeva ja päevas keskmiselt kuus inimvahetust. Betoonitööde tööjõukulu on 752 inimvahetust.

Tegelik tööjõukulu betoonitöödeks suureneb seega 1,05 korda võrreldes planeerituga. Tegelik tööjõukulu katusekattetöödeks suureneb 1,25 korda (vastavalt tabelile 7.2).

Tabelis 7.3 on esitatud mehaanilise tööst tingitud kallinemine tööliikide kaupa.

Tabel 7.3 Mehaanilise töö maksumuse muutus tööliikide kaupa

Töö nimetus	Esialgne meh. töö maksumus [€]	Muutus-tegur	Tegelik meh. töö maksumus [€]	Vahe [€]
Kogu hoone betoonitööd	247458	1,05	259830	12373
Katusetööd	17557	1,25	21945	4389

Kuna betoonitööde kestus vähenes, siis väheneb ka tornkraana maksumus. Kraana maksumus on 298 €/päev. Betoonitööde kestus lühenes 15 päeva võrra ja tornkraanast olenev maksumus vähenes 4470 € võrra.

Ehitustööde kogumaksumus on 2 622 387 €. Võttes arvesse mehaanilisest tööst tingitud maksumusi, suurenes hoone betoonitööde maksumus 7 900 € võrra, mis on 0,30% eelarvest. Katusetööde maksumus suurenes 4390 € võrra, mis on 0,17% eelarvest.

8. TÖÖ- JA KESKKONNAKAITSE

8.1 Tööohutus

Tööohutuse alapeatüki kirjutamisel on lähtutud Tarmo Nakkurti raamatust „Meie töötamise reeglid". [13]

Peatöövõtja vastutab selle eest, et iga töötaja, kes platsil töötab, on saanud tutvustava juhenduse tööülesannete ohutuks täitmiseks. Selleks on peatöövõtjal koostatud üldine tööohutusplaan, mis käsitleb Pärnu mnt 21 ehitusplatsi kohta käivat praktilist infot, töö etappe, üldist ohutust puudutavaid teemasid ja määrab tööohutuspersonali. Lisaks mõeldakse iga alltöövõtjaga läbi tema töölõiku konkreetsemalt puudutavad tööohutuse teemad ning koostatakse nende jaoks eraldi dokumendid, mis allkirjastatakse enne töödega alustamist. Allkirja andmisega kinnitab alltöövõtja, et kõikidele tema töölistele on tööohutuse meetmeid tutvustatud.

Eriti ohtlikud tööd Pärnu mnt 21 ehitusplatsil on need, millega kaasneb kõrgusest kukkumise oht. Lisaks on eriti ohtlikud lammutustööd ning need tööd, mis toimuvad vahetult avatud liiklusega Pärnu mnt läheduses.

Pärnu mnt kõnniteele on selle ääres tehtavate tööde ajal (kaasa arvatud lammutustööd ning betoonitööd peale maa-aluse korruse valmimist) paigaldatud 2,2 meetri laiune jalakäijate tunnel. Teine variant on taotleda kõnnitee sulgemine. Pärnu mnt poolse fassaadi looduskivi paigaldamisel kasutati käärtõstukit. Esimese kolme korruse fassaadikivi paigalduseks kasutati kitsamat tõstukit ning kõnnitee suleti 1,6 meetri ulatuses. Kõrgemal töötamiseks kasutati laiemat tõstukit ning kõnnitee suleti kogu laiuses.

Kõrgelt kukkumise oht on peamiselt tellingutelt välistarindite ehituse ja fassaaditööde ajal, katusetööde ajal ning kohati betooni- ja müüritööde ajal. Kukkumisohu vältimiseks piirestatakse hoone perimeeter vahetult peale iga korruse vahelae valmimist ning enne vahelae armeerimist piirestatakse selle alusraketise perimeeter. Vahelae avad piirestatakse või kaetakse ajutise kandva alusega. Piirded rajatakse vahelae külge kinnitatud postidest ning nendevahelistest moodulpiiretest või prussidest. Kui piirdeid ei ole kukkumisohtlikus kohas paigaldatud, peab tööline olema rakmetega kinnitatud.

Väikesel ehitusplatsil on keskmisest olulisem jälgida, et masinate ja inimeste liikumisteed püsiksid vabad. Materjalid ladustatakse võimalikult kompaktselt ning koristust teostatakse piisava sagedusega. Sõidukite liikumisteid läbivad kaablid

kaitstakse toru või prussidega. Ehitusmasinad ei tohi berliini seinale ülemiselt pinnalt sõita lähemale, kui kaks meetrit. Ka raskeid materjale ei tohi lähemale ladustada. Kuni ei ole tehtud tagasitäidet, kasutatakse tööliste käiguteel ajutist silda keldri katuslaele pääsemiseks.

Alltöövõtu töödejuhataja peab tagama oma töölistele vajalikud isikukaitsevahendid ja nõuetele vastavad tööriistad. Töödejuhataja jälgib, et tema vastutusalas olevad tööd tehakse tööohutuse nõuete kohaselt.

Peatöövõtja määrab esmaabi eest vastutava isiku, kes on läbinud vastava koolituse. Peatöövõtja soojakus on olemas vajaminevad esmaabivahendid ja pulberkustuti.

Peatöövõtja teostab iganädalaselt ehitusplatsi ohutuse kontrollkäiku. Märgitakse kõik puudused ja nende vastutavad isikud, kellele teatatakse puuduste kõrvaldamise tähtajast.

8.2 Keskkonnakaitse

Enne ehituse alustamist on Tallinna Keskkonnaametiga kooskõlastatud ehitusobjekti jäätmekäitlus. Olemasoleva hoone lammutustööde ajal kogutakse eraldi prügikonteineritesse puidujäätmed, kivi-, tellise- ja betoonijäätmed ning muud segajäätmed. Seejuures kivi-, tellis- ja betoonijäätmed purustatakse fraktsiooniks kuni 80 mm. Peale lammutustööde lõppu kogutakse ehitusjäätmed ühte konteinerisse. Olmejäätmete ja ohtlike jäätmete jaoks on eraldi konteinerid. Ehitustööde käigus tekkinud jäätmete kohta koostatakse jäätmeõiendid.

KOKKUVÕTE

Magistritöös koostati tehnoloogilised ja korralduslikud lahendused Pärnu mnt 21 ehitatavale korter- ja büroohoonele.

Esimeses kahes peatükis kirjeldati ehitatavat hoonet. Anti ülevaade hoone lähteandmetest ja teostatud uuringutest. Kirjeldati hoonele esitatavaid nõudeid, selle arhitektuurseid ning konstruktiivseid lahendusi.

Konstruktiivse osa peatükis arvutati esimesel korrusel väliskeskkonnas oleva raudbetoonposti kandevõime. Projektijärgse posti kandevõime on ligi kaks korda suurem sellele rakenduvast koormusest. Dimensioneeriti uus, saledam post, mille kandevõimest on kasutatud 65%.

Ehitusplatsi üldplaani koostamisel on arvestatud, et teostatakse betoonitöid, kuna sellel etapil on ehitusmasinate vajadus kõige suurem. Üldplaanil on esitatud kõik olulised positsioonid ja asukohad ehitustööde efektiivseks korraldamiseks.

Koondkalenderplaanil on töölõikude kaupa esitatud tööde kestused ja nende järjekord, tööliste ja masinate vajadused ning töölõikude maksumused. Kogu ehitustegevuse kestuseks on 100 nädalat ning tööde maksumus kokku on 2 622 000 eurot.

Tehnoloogilistel kaartidel on esitatud vaiatööde, rostvärkide ja põrandaplaadi ehituse, tüüpkorruse betoonitööde ning katusekattetööde tehnoloogilised lahendused. Esitatud on detailselt vajalik tööjõukulu ja kestus iga töölõigu kohta.

Majanduslikus osas võrreldi tehnoloogilistest arvutustest saadud tulemusi tegelike töö- ja ajakuludega. Seejärel hinnati nende erinevustest tingitud võimalikke muutusi ehitusmaksumusele. Kuna betooni- ja katusekattetööde tööjõukulu suurenes, tõusis ehitustööde maksumus kokku umbes 12 300 euro võrra.

Viimane peatükk käsitleb töö- ja keskkonnakaitse nõudeid. Kirjeldatud on kasutatavad meetmed nende tagamiseks antud ehitusplatsil.

SUMMARY

In the master's thesis, technological and organizational solutions were prepared for the apartment and office building under construction in Pärnu mnt 21.

First two chapters provide a description of the building. It gives an overview of the building's initial data and the conducted studies. The requirements, architectural and constructive solutions for the building were described.

In the chapter of the constructive part, the load-bearing capacity of the reinforced concrete column, that is in the external environment on the first floor, was calculated. The load-bearing capacity of the designed column is almost twice the load applied to it. A new, slimmer column was dimensioned, with 65% of its load-bearing capacity used.

The general plan of the construction site is prepared for the stage where concrete works are carried out. At this stage there is the most need for construction machinery. The general plan presents all important positions and locations for the efficient organization of construction works.

The consolidated calendar plan shows duration, sequence and cost of work sections. Also, it shows the need for labor and machinery for each work section. The duration of the entire construction activity is 100 weeks and the total cost of construction is 2,622,000 euros.

The technological maps present the solutions for piling works, ground beams and floor slab construction, standard floor concrete works and roofing works. The necessary labor costs and duration for each work section are presented in detail.

In the economic part, the results obtained from the technological calculations were compared with the actual labor and time costs. Then, possible changes to the construction cost due to these differences were assessed. As the labor cost of concrete and roofing works increased, the total cost of construction increased by approximately 12,300 euros.

The last chapter introduces labor and environmental protection requirements. The measures used to ensure them on the given construction site are described.

KASUTATUD KIRJANDUS

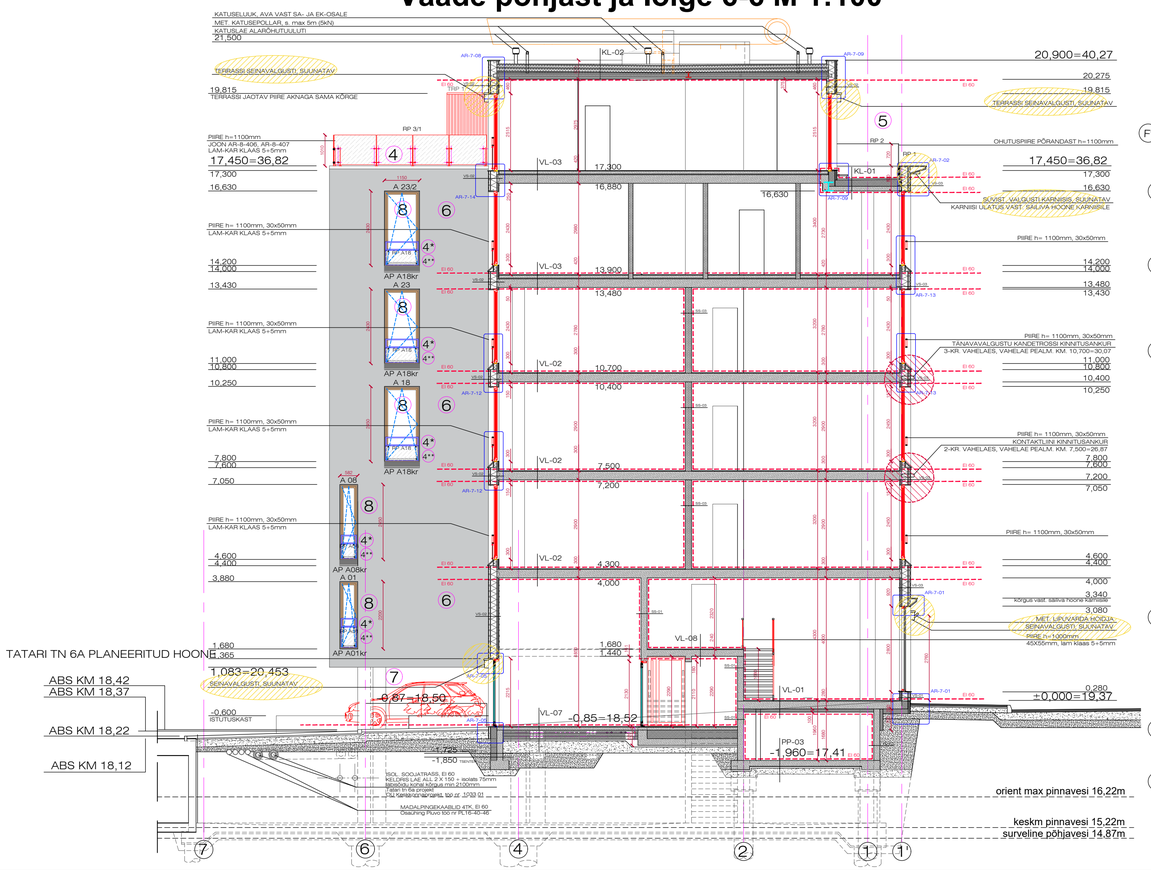
1. Rein Murula Arhitektibüroo OÜ, “Äriruumidega korterelamu, Tallinn, Kesklinna lo, Pärnu mnt 21”, töö nr 16-02 tp (v04), Tallinn, 2020.
2. Selektor Projekt OÜ, “Pärnu mnt 21 / Äriruumidega mitme korteriga elamu”, töö nr P16018, Tallinn, 2020.
3. Rei Geotehnika OÜ, ehitusgeoloogilise uuringu aruanne, “Äriruumidega korterelamu, Tallinn, Pärnu mnt 21”, töö nr 3836-16, Tallinn, aprill, 2016.
4. Otsmaa, V. “Betoonkonstruktsioonide arvutamine”, Tallinn, TTÜ Kirjastus, 2014.
5. Eurokoodeks 2: Betoonkonstruktsioonide projekteerimine, EVS-EN 1992-1-1:2005.
6. Johannes Pello IB OÜ, ehitussüvendi tööprojekt, “Äripindadega korterelamu, Pärnu mnt 21, Tallinn”, töö tähis 31/2020, detsember, 2020.
7. ET Infokeskuse AS, Ratu kartoteek [WWW] https://etfnet.ehituskeskus.ee/kartoteek/etf (15.04.2023).
8. Hünnebeck GmbH, Manto moodulraketise kasutusjuhend [WWW] https://www.huennebeck.com/manto (24.04.2023).
9. Doka Eesti OÜ, Dokaflex 1-2-4 paigaldusjuhend [WWW] https://www.doka.com/ee/system-groups/doka-floor-systems/timber-beam-floor-formwork/dokaflex/index (02.05.2023).
10. Doka Eesti OÜ, tugitorn Staxo-40 paigaldusjuhend [WWW] https://www.doka.com/ee/system-groups/doka-load-bearing-systems/shoring-towers/load-bearing-tower-staxo-40/index (02.05.2023).
11. Masterkate OÜ, Protan terrassikatte paigaldusjuhised [WWW] https://masterkate.ee/wp-content/uploads/2017/02/Terrassikate-paigaldus.pdf (03.05.2023).
12. Rakennustieto Oy. Ajanormide käsiraamat, Helsinki, 2008.
13. Tarmo Nakkurt / Must Maja OÜ, “Meie töötamise reeglid”, 2020.
14. Olev Müürsepp, Jüri Sutt. Ehitusplatsi korralduse kavandamine / käsiraamat, Tallinn, 2004.

ARHITEKTUURNE JOONIS (1/2)

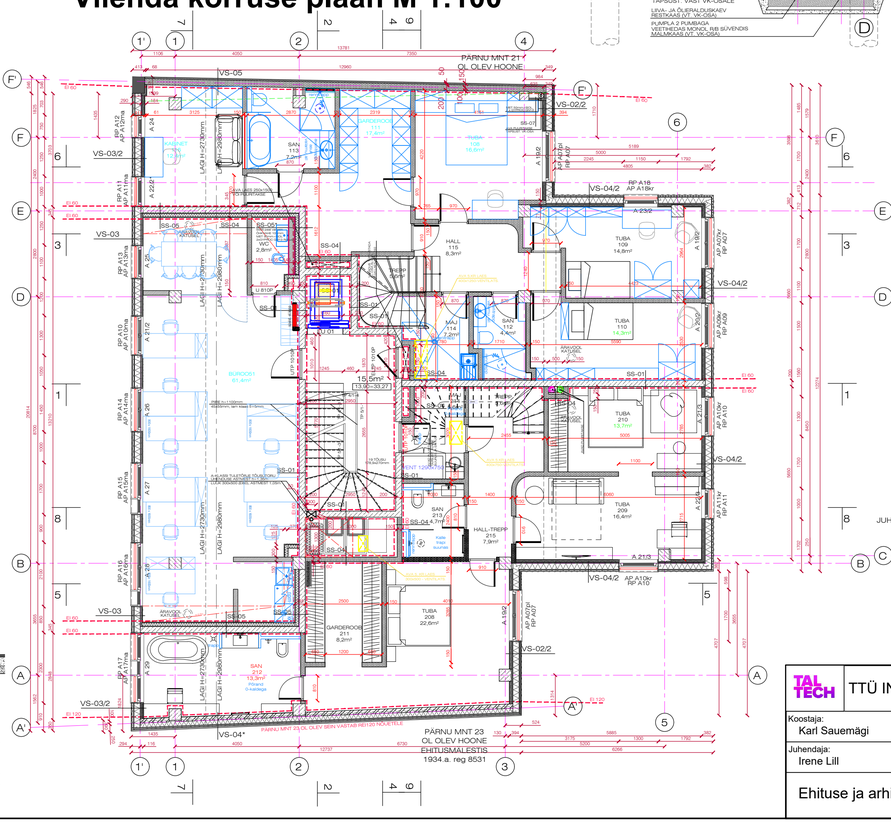
Vaade läänest (Pärnu mnt-lt) M 1:100

Vaade idast (hoovi poolt) M 1:100

Vaade põhjast ja lõige 6-6 M 1:100



Viienda korruse plaan M 1:100



VIIMISTLUSMATERJALID

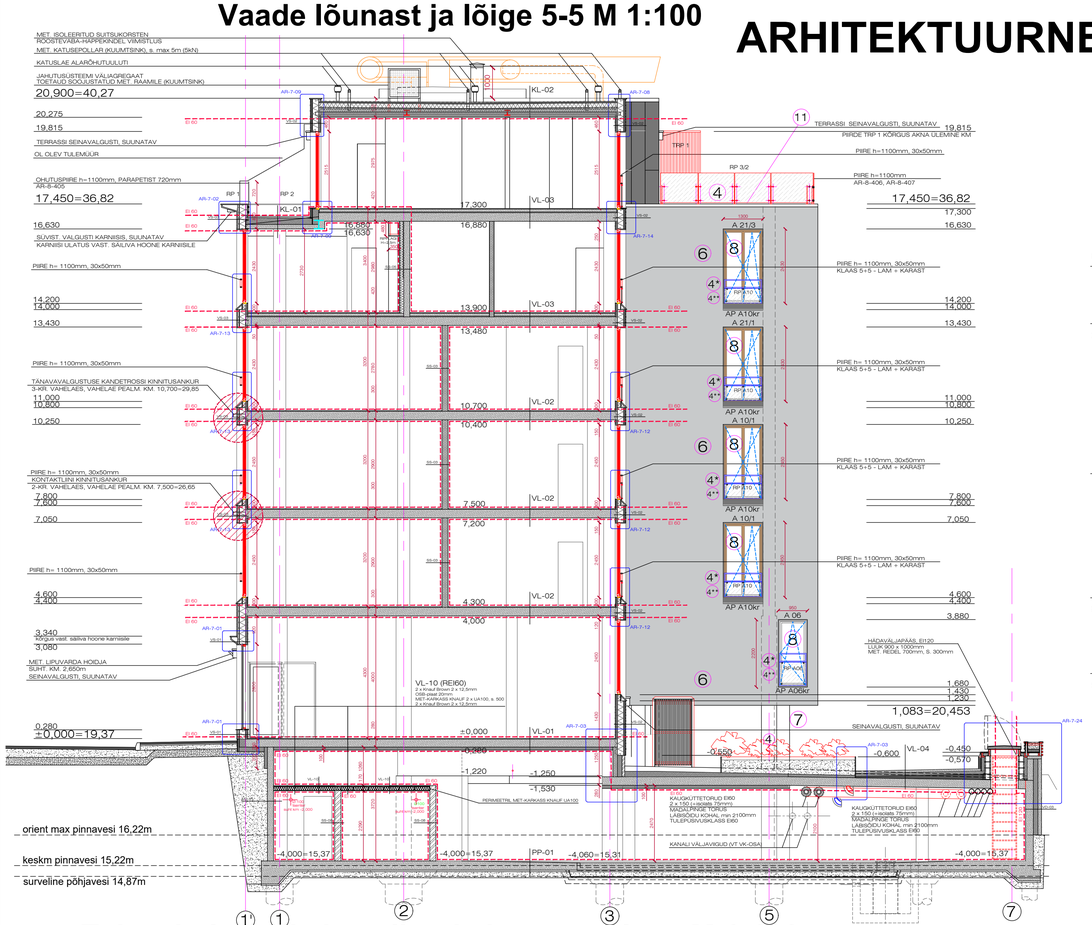
1. LOODUSKIVI - GRANIIT (PAKSUS 30mm, POLEERITUD PIND)
   KINNITATUD 25mm MET. KUBARPROFIILIDELE JA ROOSTEVABADE KANDURITEGA
   VÄRVITOON NAT. KIVI - MUSTJAS-HALL
2. LOODUSKIVI - MARMOR , CREMA MARFIL*
   KINNITATUD 25mm MET. KUBARPROFIILIDELE JA ROOSTEVABADE KANDURITEGA
   VÄRVITOON NAT. KIVI - KREEMJAS-VALGE
3. VALTSPLEKK - RHEINZINK® 1,0mm, VERTIKAALNE PAANIDE PAIGALDUS
   LAMAVVALTSID, KINNITUSED VAST. KONSTRUKS. OSALE, RHEINZINK® KINNITID
   VÄRVITOON - MUSTJAS-HALL
4. KARASTATUD-LAMINEERITUD KLAAS 8 = 8mm (1100mm SEISUTASANDIST), KIRGAS
   KLAAS PRINDITUD DEKORATIVISE PINNAGA, PUNKTKINNITUS
   TERASLEHEST POSTID 5x60mm, s. 1200mm, KUUMTSINGITUD
4* METALLPIIRE-RAAM 30x50mm - TOON KUUMTSINK (NATURAALNE)
4** KARASTATUD-LAMINEERITUD KLAAS 5 = 5mm (1100mm SEISUTASANDIST), KIRGAS
   KLAAS PRINDITUD DEKORATIVISE PINNAGA, PUNKTKINNITUS
6. SILE KROHVIPIND (PAKS KROHV 20mm - SILIKAAT- VÕI SILIKOON VÕI MINERAALKROHV)
   WEBER THERMOROC SÜSTEEM
   MINERAALVILLAST PLAATIDEGA SOOJUSTATUD SEIN, PLAADID RIPUTITEGA
   VIIMISTLUS KÄS DEKORATIIVNE KROHV VÕI VÄRV (SILIKAAT- VÕI SILIKOONVÄRV)
   VÄRVITOON CAPAROL 3D System Grau20 (L80 . C0 . H0) - HELEHALL
7. MONOL R/B POSTI VÄLISKOORIK, SILE RAKETISE PIND, NAT. BET. PIND - HALL
8. AKNARAAMID TÄISPUIT 2- ... 6-KORRUS, KÕRGENDATUD ENERGIATÕHUSUSEGA (92mm)
   VÄÄRISPUIDUST RAAMID - MERANTI
   VT. JOON.-D. AR-8-101 ... AR-8-140
9. SCHÜCO FASSAADISÜSTEEM ALUMIINIUM 1-KORRUS, KÕRGENDATUD ENERGIATÕHUSUSEGA
   (VITRIIN Schüco AWS 50.SI, TT-UKSED Schüco ADS 80 FR 30, UKSED Schüco AWS 75.SI+/ADS 75.SI)
   VÄRVITOON - ANODEERITUD
   VT. JOON.-D. AR-8-141, AR-8-201 ... AR-8-205
10. VEEPLEKID, KATUSEVÄRJUSTUS, (ULESPOORIDED JMS. - RHEINZINK® 0,7mm
    LAMAVVALTSID, KINNITUSED VAST. KONSTRUKS. OSALE, RHEINZINK® KINNITID
    VÄRVITOON - MUSTJAS-HALL
11. TERRASSILAUDADEST RESTIDEGA TERRASS,B-s1,d0 TERRASSILAUAD 28x95mm, S. 105mm
12. LOODUSKIVIPLAATIDEGA KAETUD MONOL R/B TREPP
    TUMEHALL GRANIIT, PLAADI PAKSUS 30 ... 50mm
13. FASSAADIPLAAT EQUITONE NATURA
    N 411 - ROHEKASHALL

JUHISED: ABS KÕRGUSED JOONISEL ON ESITATUD EH2000 SÜSTEEMIS

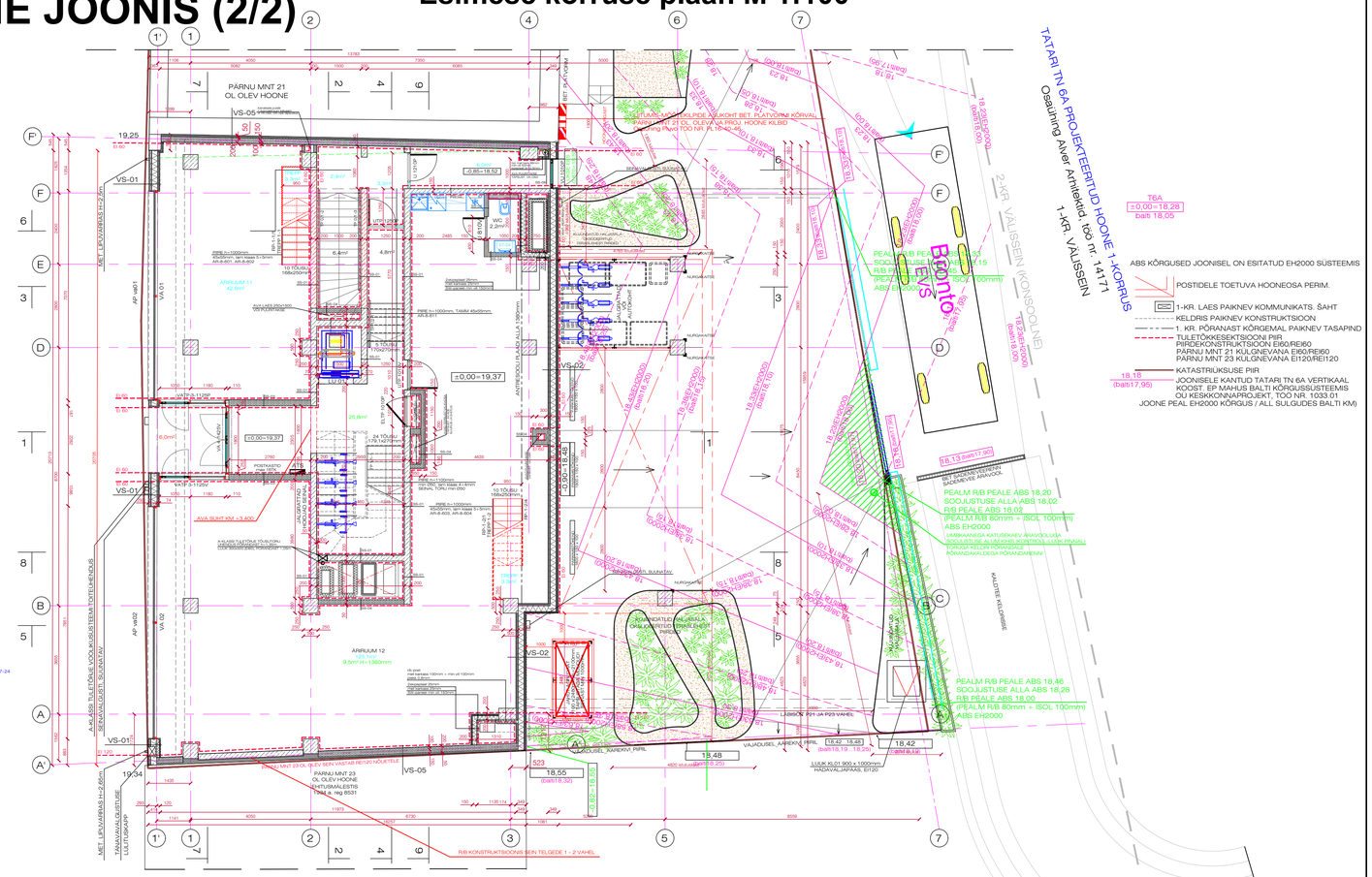
TALTECH	TTÜ INSENERITEADUSKOND	Magistritöö	Leht / lehti: 1 / 10
Koostaja: Karl Sauemägi		Arhitektuurne joonis (1/2)	
Juhendaja: Irene Lill			
Ehituse ja arhitektuuri instituut		Ehitustehnoloogia ja platsikorralduse analüüs Pärnu mnt 21 ehituse näitel	

ARHITEKTUURNE JOONIS (2/2)

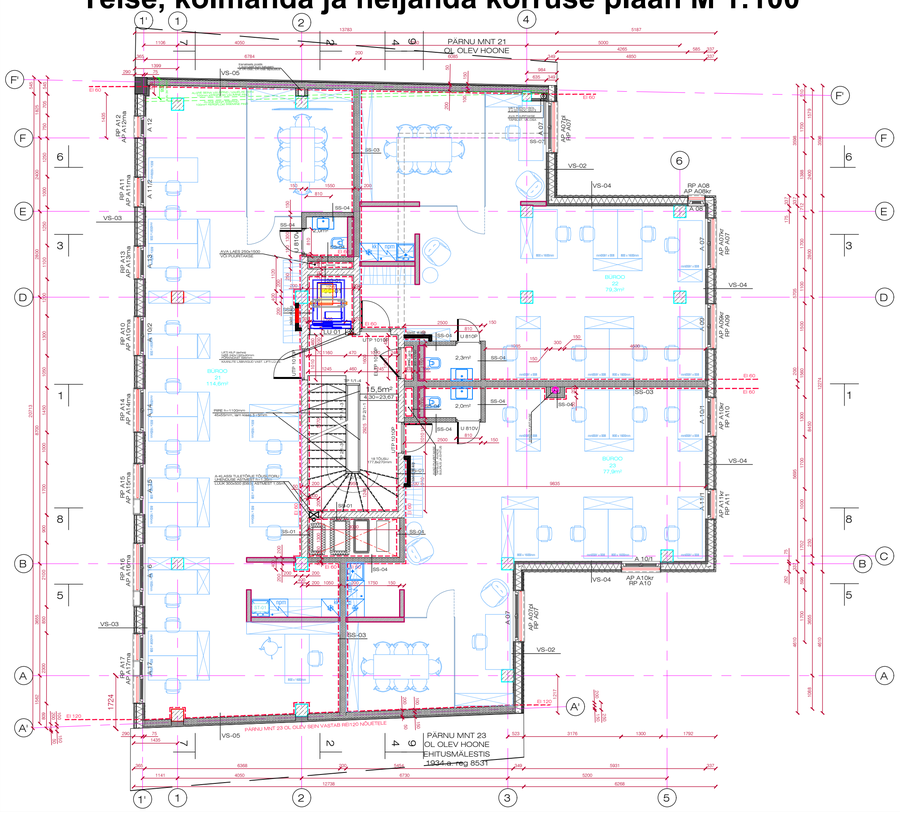
Vaade lõunast ja lõige 5-5 M 1:100



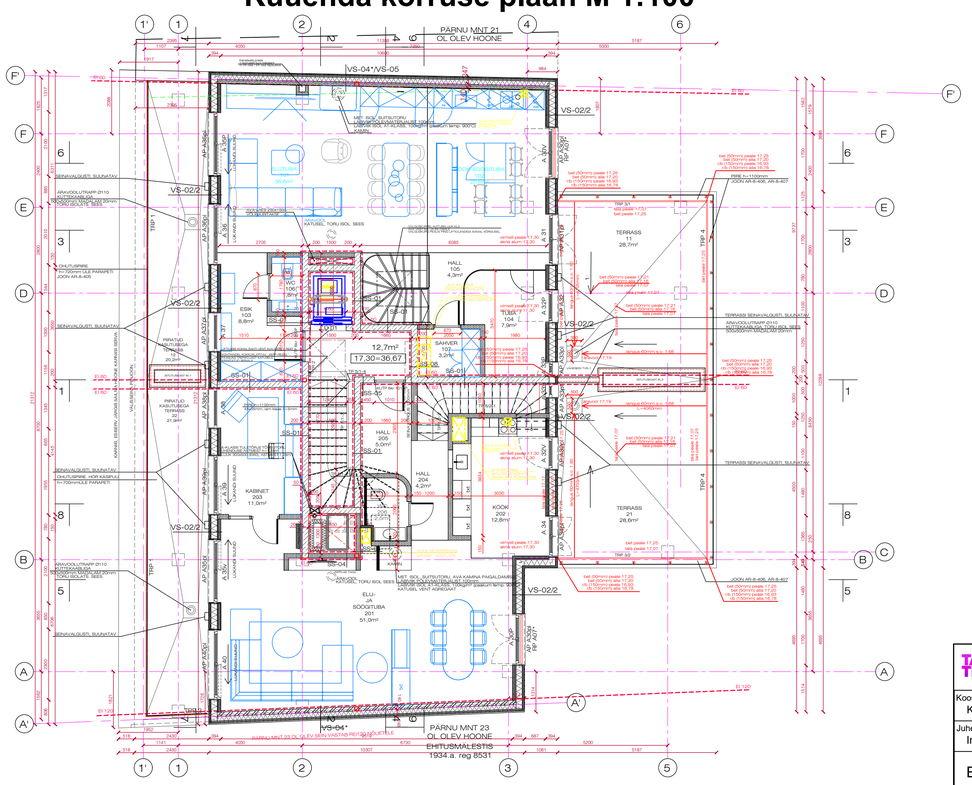
Esimese korruse plaan M 1:100



Teise, kolmanda ja neljanda korruse plaan M 1:100



Kuuenda korruse plaan M 1:100



VIIMISTLUSMATERJALID

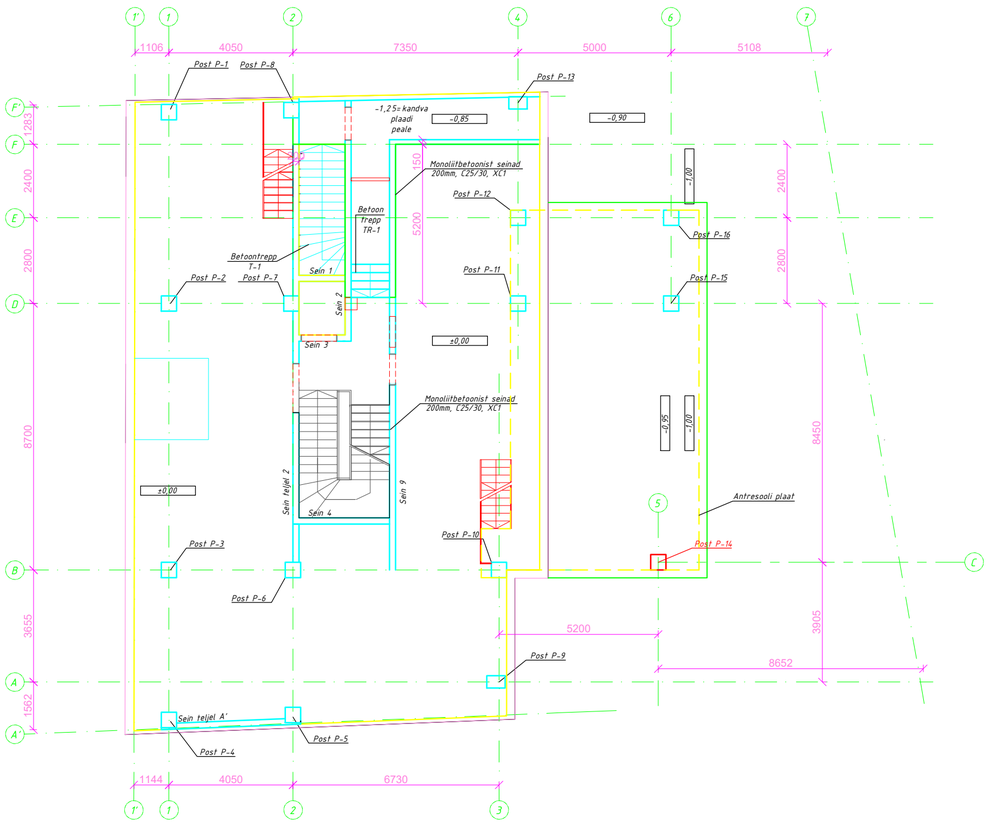
1. LOODUSKIVI - GRANIIT (PAKSUS 30mm, POLEERITUD PIND) KINNITATUD 25mm MET. KÜBARPROFIILDELE JA ROOSTEVABADE KANDURITEGA VÄRVITOON NAT. KIVI - MUSTJAS-HALL
2. LOODUSKIVI - MARMOR „CRÈMA MARFIL" KINNITATUD 25mm MET. KÜBARPROFIILDELE JA ROOSTEVABADE KANDURITEGA VÄRVITOON NAT. KIVI - KREEMIAS-VALGE
3. VALTSPLEKK - RHEINZINK® 1,0mm, VERTIKAALNE PAANIDE PAIGALDUS LÄMAVVALTSID, KINNITUSED VÄST. KONSTRUKS. OSALE, RHEINZINK® KINNITID VÄRVITOON - MUSTJAS-HALL
4. KARASTATUD-LAMINEERITUD KLAAS 8 + 8mm (1100mm SEISUTASANDIST), KIRGAS KLAAS PRINDITUD DEKORATIIVSE PINNAGA, PUNKTKINNITUS
5. TERASLEHEST PÕSTID 5x60mm, s. 1200mm, KUUMTSINGITUD
4*. METALLPIIRE-RAAM 30x50mm - TOON KUUMTSINK (NATURAALNE)
4**. KARASTATUD-LAMINEERITUD KLAAS 5 + 5mm (1100mm SEISUTASANDIST), KIRGAS KLAAS PRINDITUD DEKORATIIVSE PINNAGA, PUNKTKINNITUS
6. SILE KROHVIPIND (PAKS KROHV 20mm - SILIKAAT- VÕI SILIKOON VÕI MINERAALKROHV) WEBER THERMOROC SÜSTEEM MINERAALVILLAST PLAATIDEGA SOOJUSTATUD SEIN, PLAADID RIPUTITEGA VIIMISTLUS KAS DEKORATIIVNE KROHV VÕI VÄRV (SILIKAAT- VÕI SILIKOONVÄRV) VÄRVITOON CAPAROL 3D System Grau20 (LB0 , C0 , H0) - HELEHALL
7. MONOL R/B POSTI VÄLISKOORIK, SILE RAKETISE PIND, NAT. BET. PIND - HALL
8. AKNARAAMID TÄISPUIT 2- .. 6-KORRUS, KÕRGENDATUD ENERGIATÕHUSUSEGA (ti2mm) VÄÄRISPUIDUST RAAMID - MERANTI VT. JOON.-D. AR-8-101 ... AR-8-140
9. SCHÜCO FASSAADISÜSTEEM ALUMIINIUM 1-KORRUS, KÕRGENDATUD ENERGIATÕHUSUSEGA (VITRIIN Schüco AWS 50.SI, TT-UKSED Schüco ADS 80 FR 30, UKSED Schüco AWS 75.SI+/ADS 75.SI) VÄRVITOON - ANODEERITUD VT. JOON.-D. AR-8-141, AR-8-201 ... AR-8-205
10. VEEPLEKID, KATUSEVARUSTUS, ÜLESPÕORDED JMS. - RHEINZINK® 0,7mm LÄMAVVALTSID, KINNITUSED VÄST. KONSTRUKS. OSALE, RHEINZINK® KINNITID VÄRVITOON - MUSTJAS-HALL
11. TERRASSILAUDADEST (SIBERI LEHIS) RESTIDEGA TERRASS, B-s1,d0 TERRASSILAUAD 28x95mm, S. 105mm
12. LOODUSKIVIPLAATIDEGA KAETUD MONOL R/B TREPP TUMEHALL GRANIIT, PLAADI PAKSUS 30 ... 50mm
13. FASSAADIPLAAT EQUITONE NATURA N 411 - ROHEKASHALL

JUHISED: ABS KÕRGUSED JOONISEL ON ESITATUD EH2000 SÜSTEEMIS

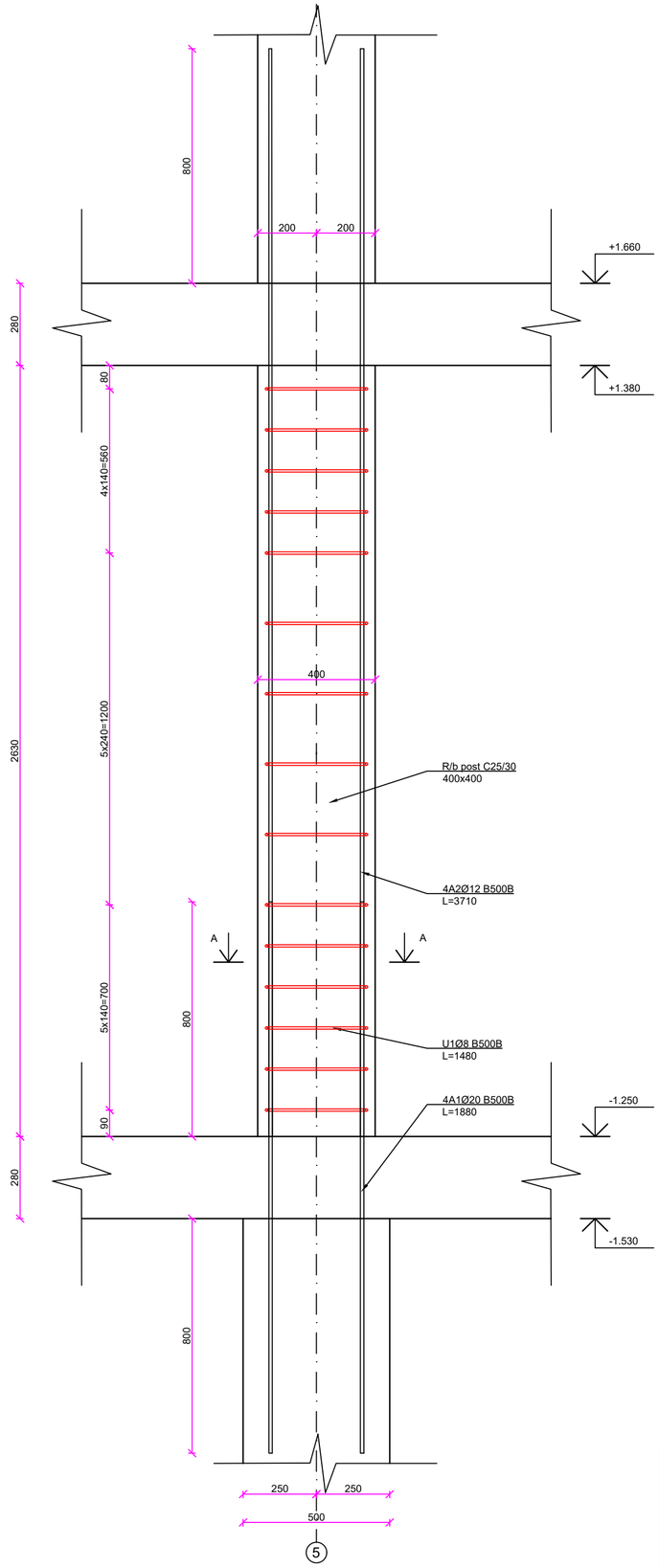
TAL TECH	TTÜ INSENERITEADUSKOND	Magistritöö	Leht / lehti: 2 / 10
Koostaja: Karl Sauemägi		Arhitektuurne joonis (2/2)	
Juhendaja: Irene Lill			
Ehituse ja arhitektuuri instituut		Ehitustehnoloogia ja platsikorralduse analüüs Pärnu mnt 21 ehituse näitel	

KONSTRUKTSIOONI JOONIS

Esimese korruse plaan
M 1:100



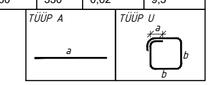
Post P-14
M 1:10



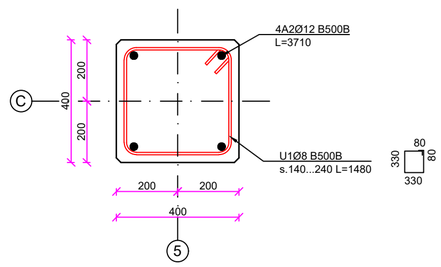
MATERJALIDE KOKKUVÕTE			
Nimetus	Klass	Kogus	Ühik
Betoon	C25/30	0,42	m^3
Sarrusteras Ø8	B500B	9,3	kg
Sarrusteras Ø12	B500B	13	kg
Sarrusteras Ø20	B500B	18	kg

SARRUSE PAINUTUSTABEL

Tüüp	Pos.	Terase klass	Arv	Ø, mm	Lõikepikkus, mm	Painutusmõõdud a	Painutusmõõdud b	Ühe kaal, kg	Kaal kokku, kg
A	1	B500B	4	20	1880	1880	0	4,6	18
A	2	B500B	4	12	3710	3710	0	3,3	13
U	1	B500B	15	8	1480	80	330	0,62	9,3



Post P-14
Lõige A-A
M 1:10



Juhised:

- Posti keskkonnaklass XC3, tugevusklass C25/30.
- Kandetarindi tulepüsivusklass R60.
- Pikiarmatuuri ülekattejätku pikkus 40xØ.
- Sarruse tugevusklass B500B.
- Kui ühes ristlõikes jätkatakse rohkem, kui 50% armatuurvarrastest, on ülekatte pikkus 60xØ.
- Posti nurgad faasida 15x15 mm.
- Kaitsekiht 35 mm.
- Armatuuri painutusmõõdud välispinnast.

TAL TECH	TTÜ INSENERITEADUSKOND	Magistritöö	Leht / lehti: 3 / 10
Koostaja: Karl Sauemägi		Konstruktsiooni joonis	
Juhendaja: Johannes Pello			
Ehituse ja arhitektuuri instituut		Ehitustehnoloogia ja platsikorralduse analüüs Pärnu mnt 21 ehituse näitel	

EHITUSPLATSI ÜLDPLAAN M 1:100

Pärnu mnt

Pärnu mnt 17 / Tatari tn 4
78401:106:0033

Tatari tn 6
78401:106:0050

Tatari tn 5 / Tatari tn 7
78401:106:1120

Tatari tn 9
78401:106:0004

Sakala tn 20 / Tatari tn 11
78401:106:0005

Sakala tn 22 / Tatari tn 8
78401:106:0360

Pärnu mnt 23
78401:106:0160

Pärnu mnt 21-1 / Pärnu mnt 21-2
78401:106:0210

Tatari tn 6a
78401:106:0410

Tatari tn

N

Jalakäijate tunnel kõnniteel

Pärnu mnt 21 ol.oleva ja proj. hoone liitumiskilbid

Madalpinge-kaablite sisend liitumiskilpi

Veesisend

Kraana tööraadius R = 34 m

Ehitatav hoone

±0.00 = abs 19.37

Igal korrusel

Lammutatav küttekamber

Projekteeritud kaugkütte sisend

Projekteeritud madalpingekaablite sisend keldrisse

Laoplats, armatuur

Laoplats

Laoplats

Riietussoojak

Riietussoojak

Laokonteiner

WC

WC

Kraanajuhi soojak

Valvemoodul

Objektikontorid 2 korrust

Ehitusjäätmete konteiner

Kiibilugeja

Nõlv

r = 3,5 m

3194

2835

4480

2206

1990

Kraana ohuala

Krundi piir

Piirdeaed

Ehitatav hoone

Keldrikorruse katuslagi

Olemasolev hoone

Ajutine tee

Lahtine ladu

Jalakäijate tunnel

Nõlv

Liikumistee suund

Mahavõetav puu

Esmaabi tarbed, tulekustusti

Tuletõrje hüdrant

Suitsetamisala

Infotahvel

Liikumisanduriga kaamera

Ajutine valgusti

BP Betoonipumba ja segurauto tööpositsioon

PP Armatuuri painutuspink

OL Olmejäätmete konteiner

OJ Ohtlikud jäätmed

LK Liitumis-mõõtekilp

kk Kraana elektrikilp

ak Ajutine jaotuskilp

Berliini sein

Vaisein

Veetrass

Kaugkütte trass

Madalpingetrass maa-alune

K1 Projekteeritud kanalisatsioon

K19 Projekteeritud survekanalisatsioon

K2 Projekteeritud sademeveekanal

K Olemasolev kanalisatsioon

Side trass

Juhised:

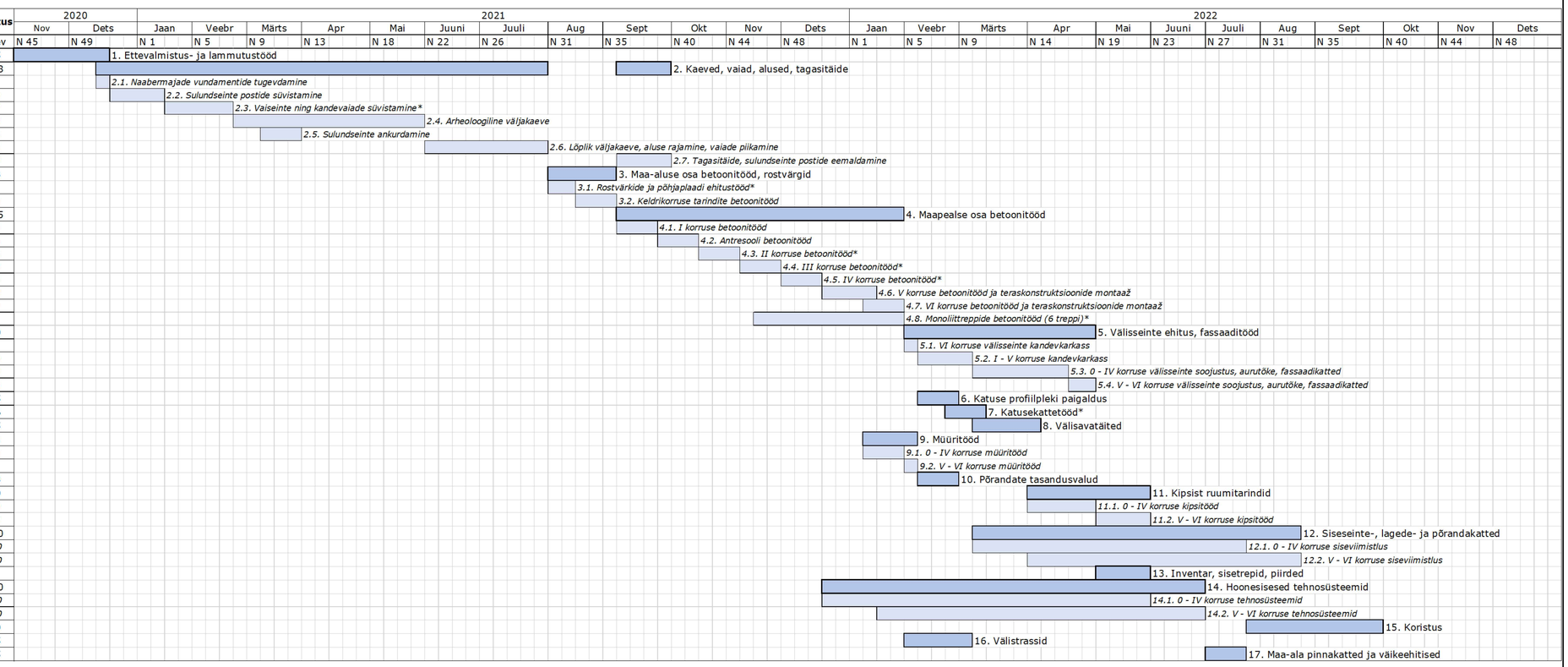
- Raskeid masinaid ja materjale mitte paigutada berliini seinale kõrgemal pinnal lähemale, kui 1...2 m, vastavalt ehitussüvendi projektile.
- Side kaabel tuleb olemasolevast Pärnu mnt 21-1 maja keldrist

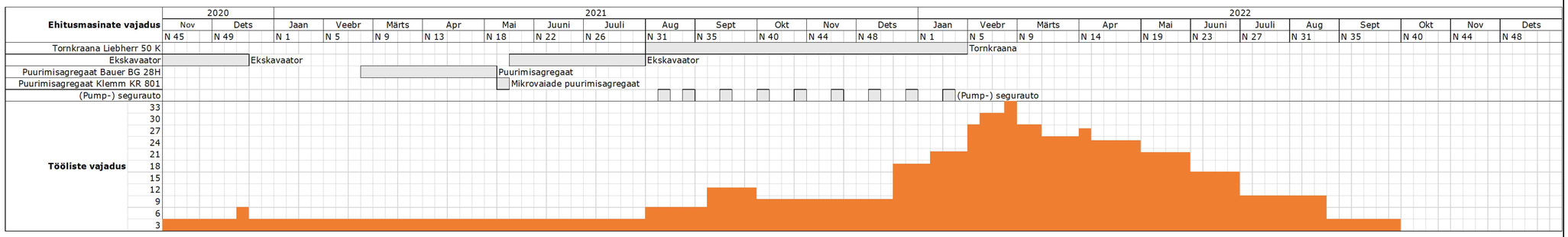
TAL TECH	TTÜ INSENERITEADUSKOND	Magistritöö	Leht / lehti: 4 / 10
Koostaja: Karl Sauemägi		Ehitusplatsi üldplaan	
Juhendaja: Irene Lill			
Ehituse ja arhitektuuri instituut		Ehitustehnoloogia ja platsikorralduse analüüs Pärnu mnt 21 ehituse näitel	

KOONDKALENDERPLAAN

Jrk nr	Töö nimetus	Maksumus	Osakaal	Tootlus	Tööjõu-kulu	Tööliste arv	Kestus
		€	%	€/in-vah	in-vah	in	päev
1	Ettevalmistus- ja lammutustööd	69399	2,6	660	105	3	35
2	Kaeved, vaiad, alused, tagasitäide	381740	14,6	560	684	3	228
2.1	*- Naabermajade vundamentide tugevdamine*						*6*
2.2	*- Sulundseinte postide süvistamine*						*20*
2.3	*- Vaiseinte ning kandevaiade süvistamine**						*27*
2.4	*- Arheoloogiline väljakaeve*						*72*
2.5	*- Sulundseinte ankurdamine*						*16*
2.6	*- Lõplik väljakaeve, aluse rajamine, vaiade piikamine*						*45*
2.7	*- Tagasitäide, sulundseinte postide eemaldamine*						*20*
3	Maa-aluse osa betoonitööd, rostvärgid	201035	7,7	1460	138	6	23
3.1	*- Rostvärkide ja põhjaplaadi ehitustööd**						*8*
3.2	*- Keldrikorruse tarindite betoonitööd*						*15*
4	Maapealse osa betoonitööd	390174	14,9	460	840	8	105
4.1	*- I korruse betoonitööd*						*16*
4.2	*- Antresooli betoonitööd*						*16*
4.3	*- II korruse betoonitööd**						*16*
4.4	*- III korruse betoonitööd**						*16*
4.5	*- IV korruse betoonitööd**						*16*
4.6	*- V k. betoonitööd ja teraskonstruktsioonide montaaž*						*18*
4.7	*- VI k. betoonitööd ja teraskonstruktsioonide montaaž*						*14*
4.8	*- Monoliittreppide betoonitööd (6 treppi)**						*9*
5	Välisseinte ehitus, fassaaditööd	282984	10,8	670	420	6	70
5.1	*- VI korruse välisseinte kandevkarkass*						*4*
5.2	*- I - V korruse kandevkarkass*						*20*
5.3	*- 0 - IV k. välisseinte soojustus, aurutõke, fassaadikatted*						*33*
5.4	*- V - VI k. välisseinte soojustus, aurutõke, fassaadikatted*						*12*
6	Katuse profiilpleki paigaldus	11019	0,4	240	45	3	15
7	Katusekattetööd*	56248	2,1	1170	48	3	16
8	Välisavatäited	152448	5,8	2030	75	3	25
9	Müüritööd	45085	1,7	720	63	3	21
9.1	*- 0 - IV korruse müüritööd*						*15*
9.2	*- V - VI korruse müüritööd*						*6*
10	Põrandate tasandusvalud	10930	0,4	280	39	3	13
11	Kipsist ruumitarindid	90437	3,4	1130	80	2	40
11.1	*- 0 - IV korruse kipsitööd*						*20*
11.2	*- V - VI korruse kipsitööd*						*20*
12	Siseseinte-, lagede- ja põrandakatted	190080	7,2	260	720	6	120
12.1	*- 0 - IV korruse siseviimistlus*						*100*
12.2	*- V - VI korruse siseviimistlus*						*100*
13	Inventar, sisetrepid, piirded	107653	4,1	8970	12	3	4
14	Hoonesisesed tehnosüsteemid	574788	21,9	460	1260	9	140
14.1	*- 0 - IV korruse tehnosüsteemid*						*120*
14.2	*- V - VI korruse tehnosüsteemid*						*120*
15	Koristus	4975	0,2	30	150	3	50
16	Välistrassid	31645	1,2	140	225	9	25
17	Maa-ala pinnakatted ja väikeehitised	21747	0,8	480	45	3	15
	Kokku:	2622387					

* - koostatud tehnoloogiline kaart

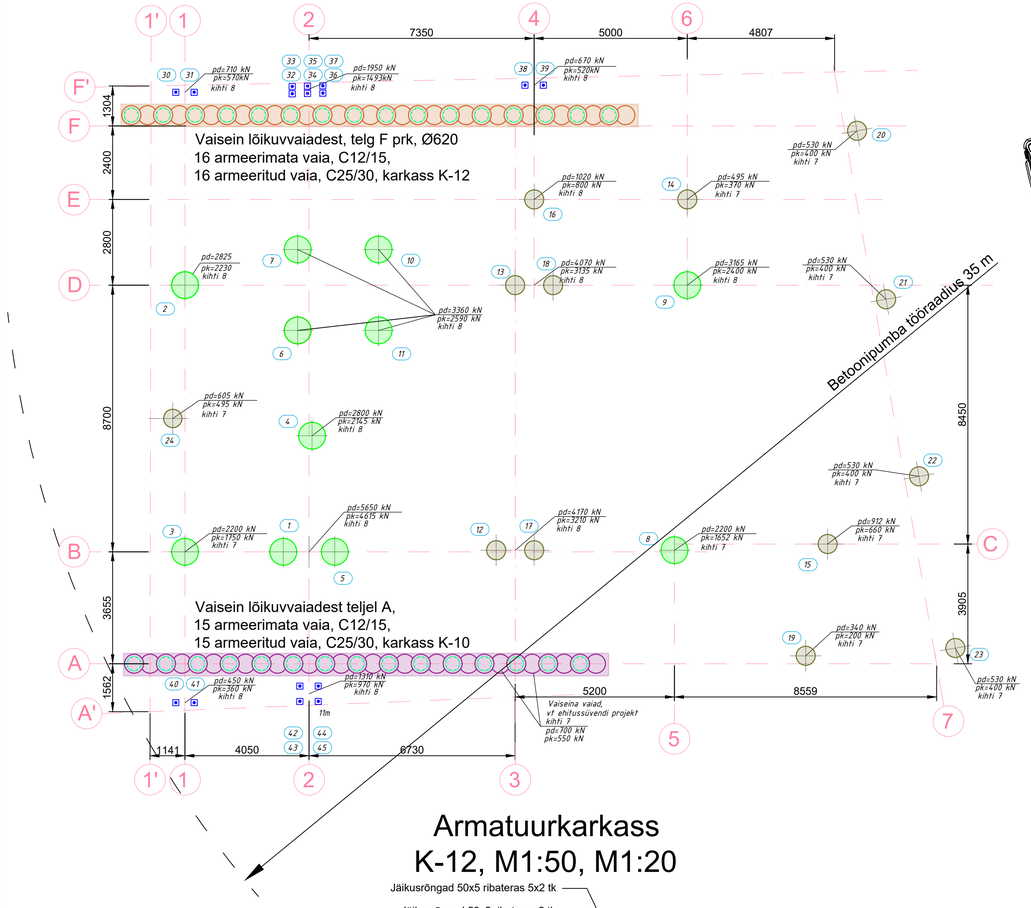


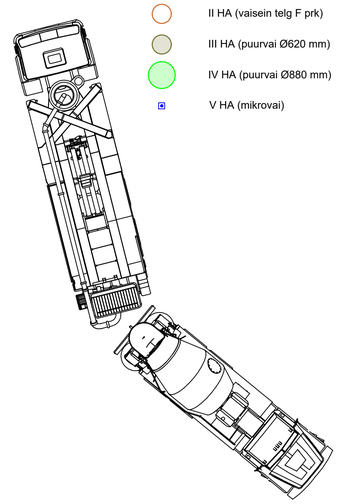


T = 100 nädalat

TAL TECH	TTÜ INSENERITEADUSKOND	Magistritöö	Leht / lehti: 5 / 10
Koostaja: Karl Sauemägi		Koondkalenderplaan	
Juhendaja: Irene Lill			
Ehituse ja arhitektuuri instituut		Ehitustehnoloogia ja platsikorralduse analüüs Pärnu mnt 21 ehituse näitel	

VAIATÖÖDE TEHNOLOOGILINE KAART M 1:100





Puurvaiade spetsifikatsioon (III - IV HA)

HA	Vaiade jrk	Suht km vaia peale	Vaia lm	Armeerimine	Märkused
IV	1	-4,90	880	8ø20 B500B	
	2	-4,70	880	8ø20 B500B	
	3	-4,70	880	8ø20 B500B	
	4	-4,60	880	8ø20 B500B	
	5	-4,90	880	8ø20 B500B	
	6	-6,20	880	8ø20 B500B	Armeerida kogu vaia pikkuses
	7	-6,20	880	8ø20 B500B	Armeerida kogu vaia pikkuses
	8	-4,73	880	8ø20 B500B	
	9	-4,74	880	8ø20 B500B	
	10	-6,20	880	8ø20 B500B	Armeerida kogu vaia pikkuses
	11	-6,20	880	8ø20 B500B	Armeerida kogu vaia pikkuses
III	12	-4,83	620	6ø20 B500B	
	13	-4,84	620	6ø20 B500B	
	14	-4,72	620	6ø20 B500B	
	15	-4,73	620	6ø20 B500B	
	16	-4,72	620	6ø20 B500B	
	17	-4,83	620	6ø20 B500B	
	18	-4,84	620	6ø20 B500B	
	19	-4,60	620	6ø16 B500B	
	20	-4,60	620	6ø16 B500B	
	21	-4,60	620	6ø16 B500B	
	22	-4,60	620	6ø16 B500B	
	23	-4,60	620	6ø16 B500B	
	24	-4,60	620	6ø16 B500B	

Mikrovaiade spetsifikatsioon (V HA)

(injektsioonpuurvai R51N, puuritud 0,5m kihti 8, Rd = 400 kN)

Projekti-järgne vaia nr	Suht km vaia peale
30	-2,8
31	-2,8
32	-2,8
33	-2,8
34	-2,8
35	-2,8
36	-2,8
37	-2,8
38	-2,12
39	-2,12
40	-2,8
41	-2,8
42	-2,8
43	-2,8
44	-2,8
45	-2,8

Materjalide vajadus haardealade kaupa

Materjal	Ühik	Haardeala I	Haardeala II	Haardeala III	Haardeala IV	Haardeala V	Kokku
Betoon C35/45	m3	12	13				25
Betoon C12/15	m3	57					57
Betoon C16/20	m3		76				76
Betoon C25/30 XC2	m3	55	64	57	74		250
Armatuurkarkass K-10	tk	15					15
Armatuurkarkass K-12	tk		16				16
Armatuurkarkass d420, L = 6 m	tk			13			13
Armatuurkarkass d680, L = 6 m	tk				7		7
Armatuurkarkass d680, L = 12 m	tk				4		4
Injektsioonpuurvai R51N	jm					224	224
CEM II 42,5 N (35 kg)	tk					112	112

Vaiatööde tehnoloogilised arvutused

Puurvaiadest tugiseina vaiade rajamine (I - II HA):

Tööetapp	Ühik	Ajanorm (T3) in-h/üh / mas-h/üh	Tööjõukulu Haardeala I Maht	Haardeala I in-h / mas-h	Haardeala II Maht	Haardeala II in-h / mas-h	Kokku Maht	Kokku in-h / mas-h
Seadmete kokkupanek	tk	3	1	3	-		1	3
Vaiade asukoha märkimine	tk	0,10	30	3	32	3	62	6
Armeerimata puurvaiade süvistamine (konduktorvöö rajamine, puurimine, betoneerimine, pinnase äravedu)	m	0,45	150	68	192	86	342	154
		0,15		23		29		51
Armeeritud puurvaiade süvistamine (puurimine, armetuurkarkassi paigaldamine, betoneerimine, pinnase äravedu)	m	0,39	150	59	192	75	342	133
		0,13		20		25		44
Kogutööjõukulu puurvaiadest tugiseina vaiade rajamiseks (lisaajategur TL3 = 1,2)		in-h	158		197		356	
		mas-h	50		65		115	
		in-vah	20		25		44	
		mas-vah	6		8		14	

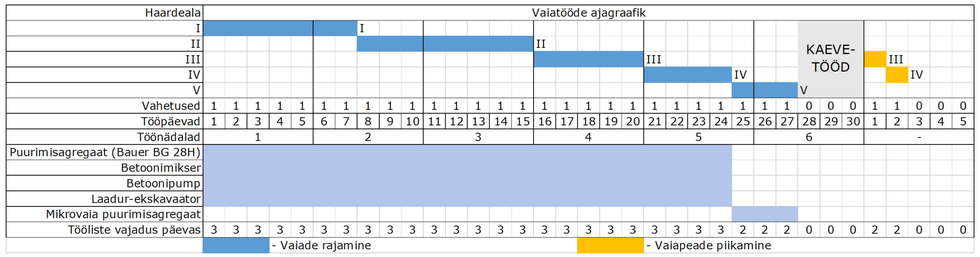
Raudbetoonist kandvate puurvaiade rajamine (III - IV HA):

Tööetapp	Ühik	Ajanorm (T3) in-h/üh / mas-h/üh	Haardeala III Maht	Haardeala III in-h / mas-h	Haardeala IV Maht	Haardeala IV in-h / mas-h	Kokku Maht	Kokku in-h / mas-h
Vaiade asukoha märkimine	tk	0,10	13	1	11	1	24	2
620 mm puurvaiade süvistamine (puurimine, armetuurkarkassi paigaldamine, betoneerimine, pinnase äravedu)	m	0,60	156	94	-		156	94
		0,20		31				31
880 mm puurvaiade süvistamine (puurimine, armetuurkarkassi paigaldamine, betoneerimine, pinnase äravedu)	m	0,60	-		132	79	132	79
		0,20				26		26
Seadmete mahavõtmine	tk	3	-		1	3	1	3
Vaiapeade piikamine	tk	0,11	13	1,4	11	1,2	24	3
Kogutööjõukulu kandvate puurvaiade rajamiseks (lisaajategur TL3 = 1,2)		in-h	116		101		217	
		mas-h	37		32		69	
		in-vah	14		13		27	
		mas-vah	5		4		9	

Mikrovaiade rajamine (V HA):

Tööetapp	Ühik	Ajanorm (T3) in-h/üh / mas-h/üh	Tööjõukulu Haardeala V Maht	Haardeala V in-h / mas-h
Vaiade asukoha märkimine	tk	0,10	16	2
Mikrovaiade süvistamine	m	0,14	224	31
		0,07		16
Seadmete kokkupanek ja mahavõtmine	tk	3	1	3
Kogutööjõukulu kandvate mikrovaiade rajamiseks (lisaajategur TL3 = 1,2)		in-h	43	
		mas-h	19	
		in-vah	5	
		mas-vah	2	

Vaiatööde ajagraafik



Puurvaiadest tugiseina vaiade rajamine (I - II HA):

Töölised / masinad	Arv	Haardeala I Tööjõu-kulu in-vah / mas-vah	Haardeala I Kestus vah	Haardeala I Valitud kestus vah	Haardeala II Tööjõu-kulu in-vah / mas-vah	Haardeala II Kestus vah	Haardeala II Valitud kestus vah
Puurtööline	3	20	6,7	7	25	8,3	8
Puurimis-agregaat (nt Bauer BG 28 H)	1	6	6		8	8	

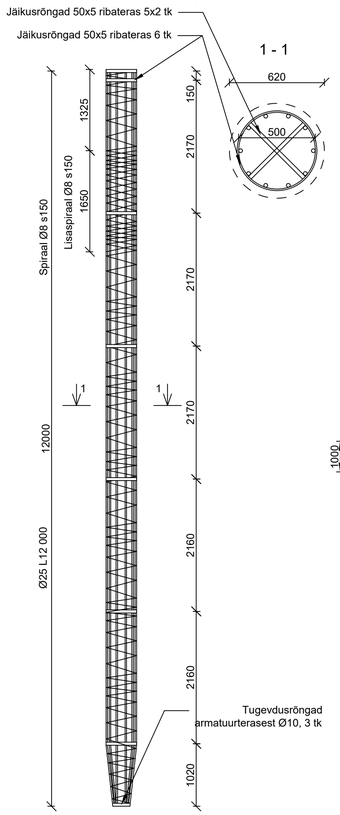
Raudbetoonist kandvate puurvaiade rajamine (III - IV HA):

Töölised / masinad	Arv	Haardeala III	Haardeala III	Haardeala III	Haardeala IV	Haardeala IV	Haardeala IV
Puurtööline	3	14	4,7	5	13	4,2	4
Puurimis-agregaat (nt Bauer BG 28 H)	1	5	5,0		4	4,0	

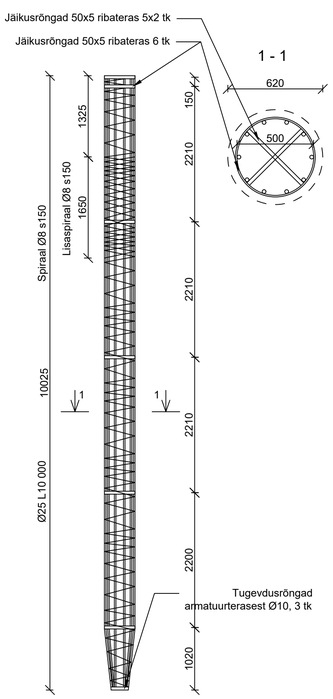
Mikrovaiade rajamine (V HA):

Töölised / masinad	Arv	Haardeala V	Haardeala V	Haardeala V
Puurtööline	2	5	2,5	3
Puurimis-agregaat (nt Klemm KR 801-3FS)	1	2	2,0	

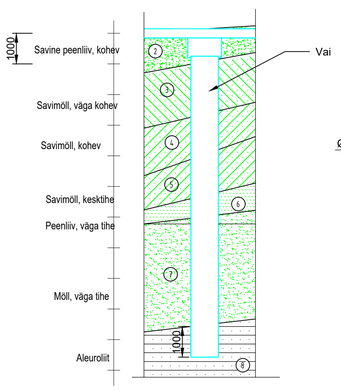
Armatuurkarkass K-12, M1:50, M1:20



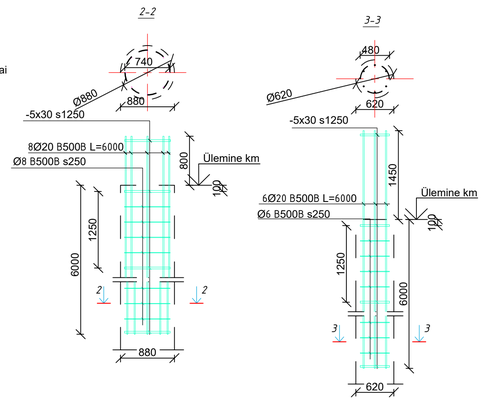
Armatuurkarkass K-10, M1:50, M1:20



Pinnase geoloogiline lõige M 1:100



880 mm ja 620 mm vaiade armatuurkarkassid M 1:50

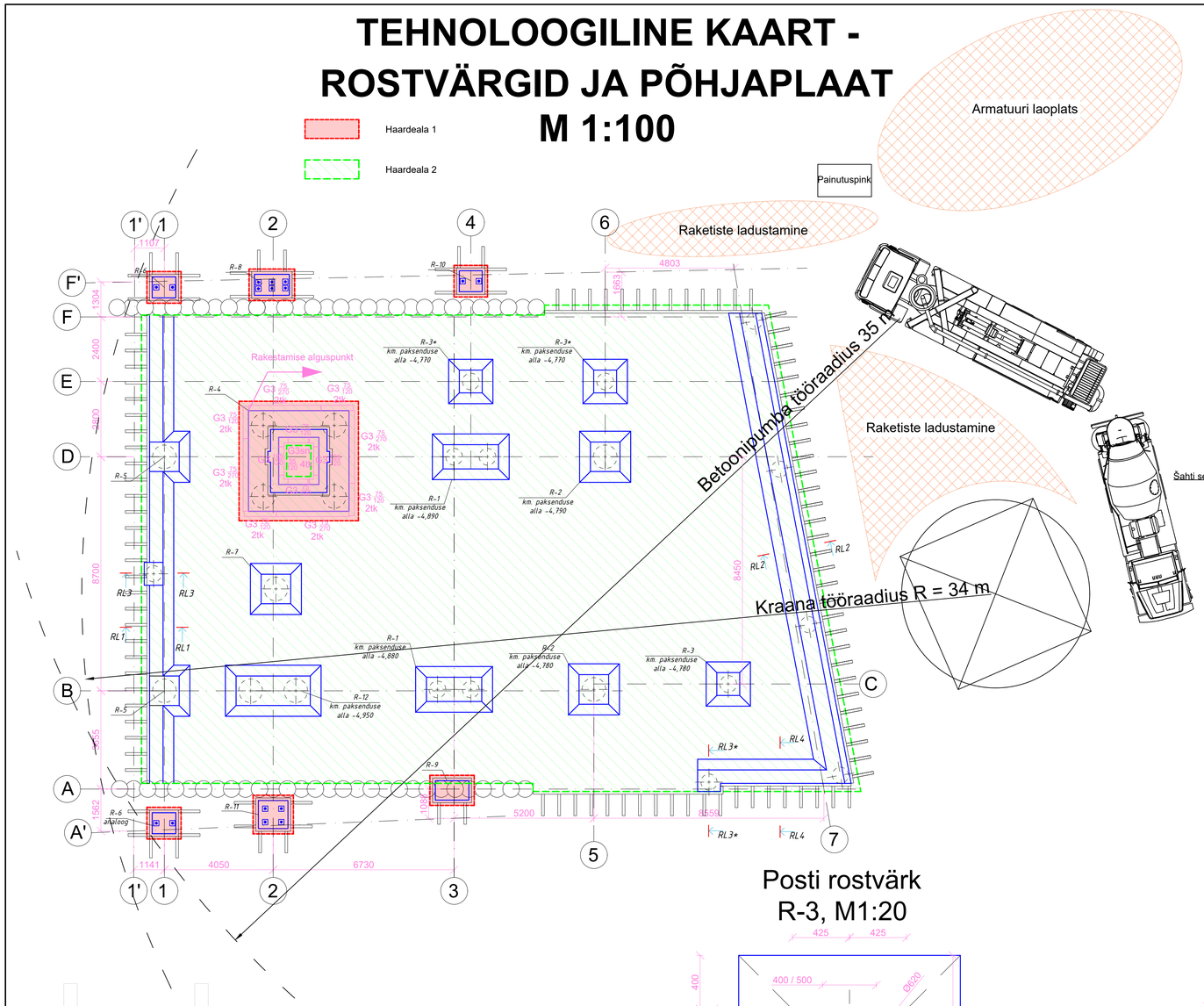


Juhised:

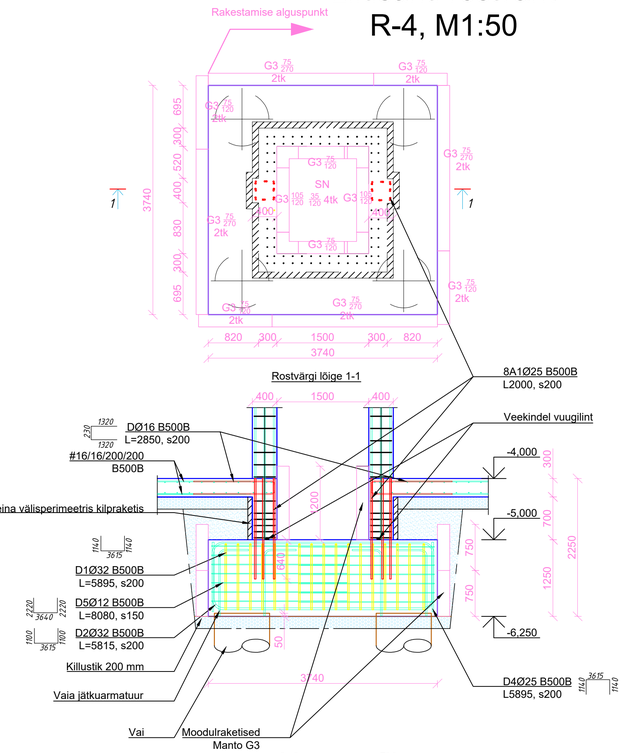
- Hoone suhteline km 0.00 = abs km 19.37
- Armatuurteras B500B
- Ribiteras S235
- Sarruse kaitsekiht vaias 60 mm
- Vaiad puurida vaiaplaanil näidatud kihti vähemalt 1x vaia läbimõõdu ulatuses
- Lähestikku paiknevd vaiad puurida piisava ajavahega (mitte järjestikku)
- Vaiseinte puhul puuride kõigepealt armeerimata vaiad
- Vaiade puhul ei tohi lubada valukatkestusi
- Kõik tööd ajagraafikus on arvestatud ühes vahetuses
- Vaiatööd teostatakse enne kaevetöid

TAL TECH	TTÜ INSENERITEADUSKOND	Magistritöö	Leht / lehti: 6 / 10
Koostaja: Karl Sauemägi		Vaiatööde tehnoloogiline kaart	
Juhendaja: Irene Lill			
Ehituse ja arhitektuuri instituut		Ehitustehnoloogia ja platsikorralduse analüüs Pärnu mnt 21 ehituse näitel	

TEHNOLOOGILINE KAART - ROSTVÄRGID JA PÕHJAPLAAT
M 1:100



Liftišahti rostvärk
R-4, M1:50



Tehnoloogilised arvutused

Tööetapp	Ühik	Ajanorm (T3)	Normatiivne tööjõukulu Haardeala I Maht	Haardeala I in-h	Haardeala II Maht	Haardeala II in-h
		in-h/üh / mas-h/üh		in-h / mas-h		in-h / mas-h
Rakestamine ja armeerimine						
Mõõdistus, vundamendid	m³	0,03	23,0	0,7	34,0	1,0
Mõõdistus, plaadid	m³	0,03	-		134,0	3,4
Moodulraketise paigaldamine üksikelementide kaupa	m²	0,47	23,0	10,8	8,0	3,8
		0,09		2,1		0,7
Kilpraketise ehitamine	m²	0,25	16,0	4,0	41,0	10,3
		0,05		0,8		2,1
Rostvärgi sarrustamine	1000 kg	6,50	4,6	29,9	6,5	42,3
		0,10		0,5		0,7
Plaadi sarrustamine	1000 kg	7,00	-		3,8	26,6
		0,10				0,4
Kogutööjõukulu rakestamiseks ja armeerimiseks (lisaajategur TL3 = 1,15)		in-vah	6,5		12,5	
		mas-vah	0,5		0,5	
Betoonimine						
Rostvärkide betoonimine betoonipumba abil	m³	0,25	23,0	5,8	34,0	8,5
		0,07		1,6		2,4
Põrandaplaadi betoonimine betoonipumba abil	m³	0,17	-		134,0	22,8
		0,04				5,4
Kogutööjõukulu betoonimiseks (lisaajategur TL3 = 1,15)		in-vah	0,8		4,5	
		mas-vah	0,2		1,1	
Lahtirakestamine						
Moodulraketise lahtivõtmine, sorteerimine	m²	0,18	23,0	4,1	8,0	1,4
		0,05		1,2		0,4
Moodulraketise puhastamine, ölitamine, kokkupanek	m²	0,08	23,0	1,8	8,0	0,6
Kilpraketise lahtivõtmine, sorteerimine	m³	0,25	5,0	1,3	25,0	6,3
		0,05		0,3		1,3
Kilpraketise puhastamine, ölitamine, kokkupanek	m³	0,07	5,0	0,4	25,0	1,8
Kogutööjõukulu lahtirakestamiseks (lisaajategur TL3 = 1,15)		in-vah	1,1		1,4	
		mas-vah	0,2		0,2	

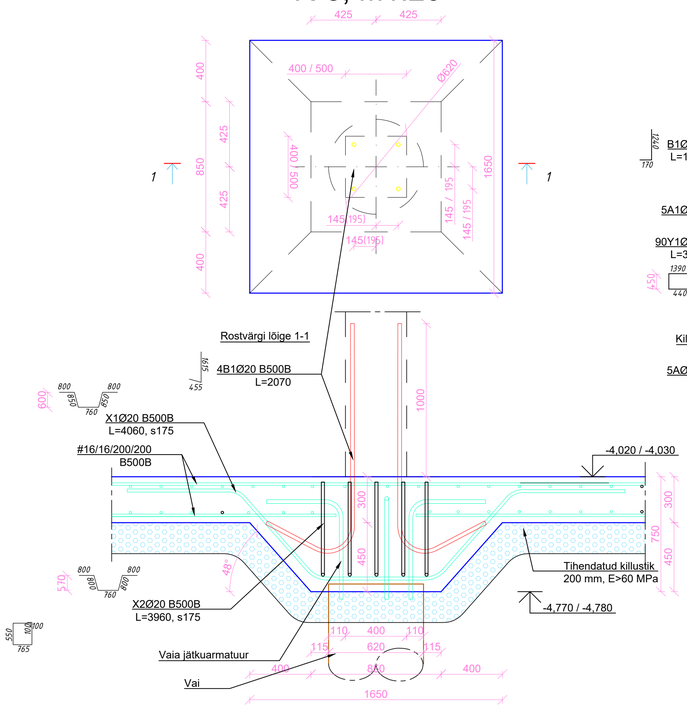
Rakestamine ja armeerimine				
Töölised / masinad	Arv	Tööjõukulu in-vah / mas-vah	Kestus vah	Valitud kestus vah
I haardeala				
Sarrustaja/rakestaja	3	6,5	2,2	2
Tornkraana	1	0,5	0,5	
II haardeala				
Sarrustaja/rakestaja	3	12,5	4,2	4
Tornkraana	1	0,5	0,5	
Betoonimine				
I haardeala				
Betoneerija	3	0,8	0,3	1
Pumpsegurauto	1	0,2	0,2	
II haardeala				
Betoneerija	3	4,5	1,5	2
Pumpsegurauto	1	1,1	1,1	
Lahtirakestamine				
I haardeala				
Rakestaja	3	1,1	0,4	1
Tornkraana	1	0,2	0,2	
II haardeala				
Rakestaja	3	1,4	0,5	1
Tornkraana	1	0,2	0,2	

Ajagraafik

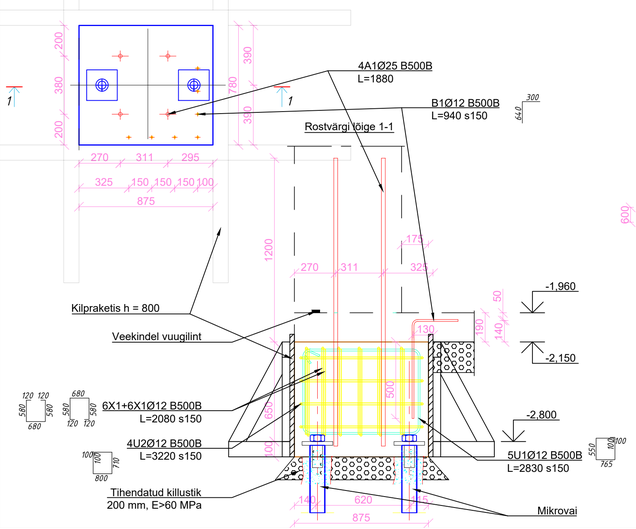
Haardeala	Rostvärkide ja põhjaplaadi ehitustööde ajagraafik									
I										
II										
Vahetused	1	1	1	1	1	1	**2**	1		
Tööpäevad	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Töönädalad	1					2				
Tornkraana	1	1	1	1	1	1	1	1		
Pumpsegurauto	0	0	1	0	0	0	1	0		
Tööliste vajadus päevas	3	3	6	3	3	3	9	3		

- Armeerimine / rakestamine
- Betoonimine
- Lahtirakestamine

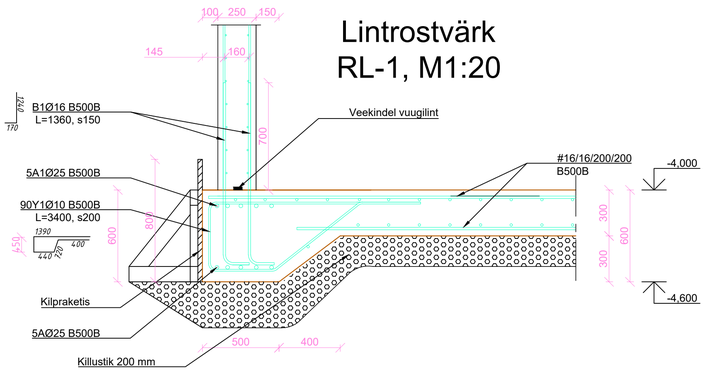
Posti rostvärk
R-3, M1:20



Mikrovaiadele toetuv rostvärk
R-6, M1:20



Lintrostvärk
RL-1, M1:20



Materjalide ja raketiste vajadus

Materjal	Ühik	Haardeala I Rostvärgid	Haardeala II Rostvärgid	Haardeala II Põrandaplaat	Kokku
Betoon C35/45 XC4, XD1, vettpidav	m³	23	34		57
Betoon C35/45 XC4, XD2, vettpidav	m³			134	134
Armatuur	t	4,6	6,5	3,8	14,9
Kilpraketis	m²	16	30,3	10,7	57
Moodulraketis	m²	23		8	31

Moodulraketise vajadus										
Kilbi nimetus	Laius	Kõrgus	Pindala	Elemendi mass	Kilpide vajadus Haardeala I	Kilpide vajadus Haardeala II	Kilpide vajadus Kokku	Kogupindala Haardeala I	Kogupindala Haardeala II	Kogupindala Kokku
	cm	cm	m²	kg	tk			m²		
Manto G3 75/270	75	270	2,03	118	8		8	16,2		16,2
Manto G3 75/120	75	120	0,90	59	8	2	10	7,2	1,8	9,0
Manto G3 105/120	105	120	1,26	73		2	2		2,5	2,5
Manto G3 Sisenurk 35/120	35	120	0,84	46		4	4		3,4	3,4
				Kokku:	**16**	**8**	**24**	**23**	**8**	**31**

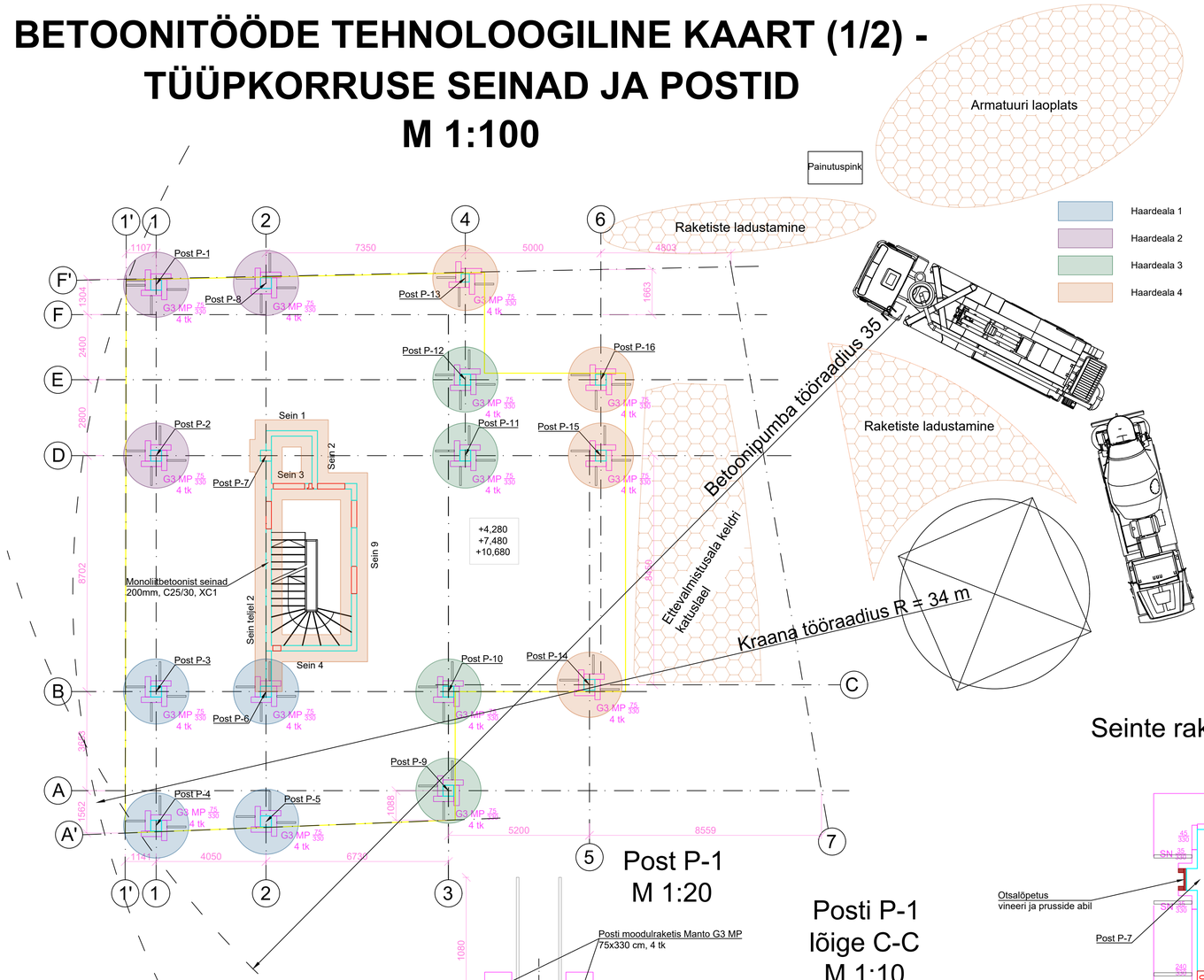
Kilpraketise vajadus				
Materjal	Ühik	Haardeala I	Haardeala II	Kokku
Vineer	m²	16	41	57
Pruss	jm	99	288	387

Juhised:

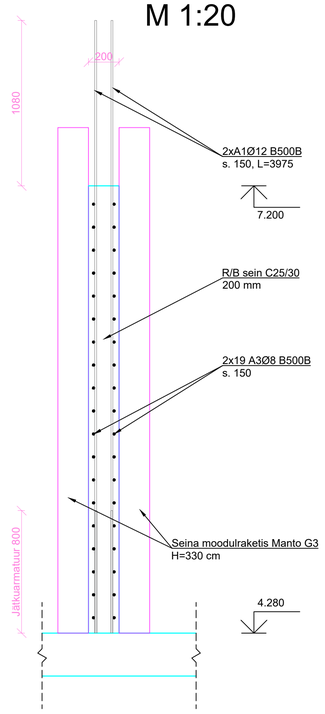
- Suhteline kõrgusmärk 0.000 = abs km 19.370
- Rostvärkide ja keldri põranda betoonile lisatakse veepidavust tõstvat lisandit (nt Xypex Admix C-1000)
- Armatuuri kaitsekiht 40 mm ning killustikaluse peal 70 mm, kui ei ole teisiti märgitud
- Armatuuri jätkukohad vähemalt 40 Ø ulatuses
- Lahtirakestamine betooni kriitilise tugevuse saavutamisel
- Järgida Manto raketissüsteemi paigaldusjuhiseid

TALTECH	TTÜ INSENERITEADUSKOND	Magistritöö	Leht / lehti: 7 / 10
Koostaja: Karl Sauemägi		Rostvärkide ja põhjaplaadi ehituse tehnoloogiline kaart	
Juhendaja: Irene Lill			
Ehituse ja arhitektuuri instituut		Ehitustehnoloogia ja platsikorralduse analüüs Pärnu mnt 21 ehituse näitel	

BETOONITÖÖDE TEHNOLOOGILINE KAART (1/2) - TÜÜPKORRUSE SEINAD JA POSTID
M 1:100



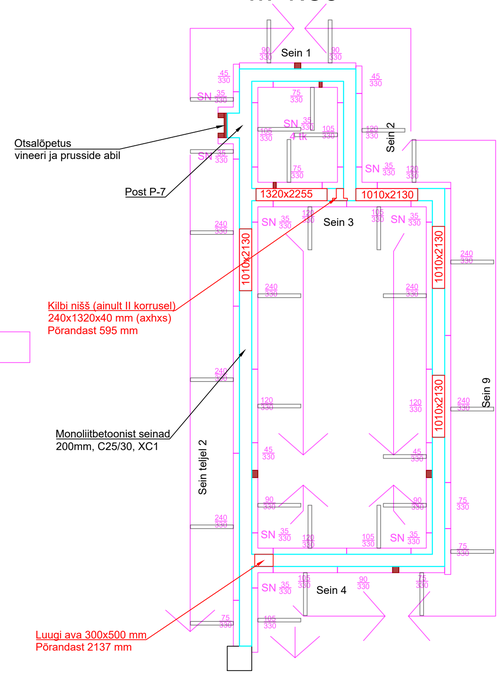
Sein teljel 2 tüüplõige M 1:20



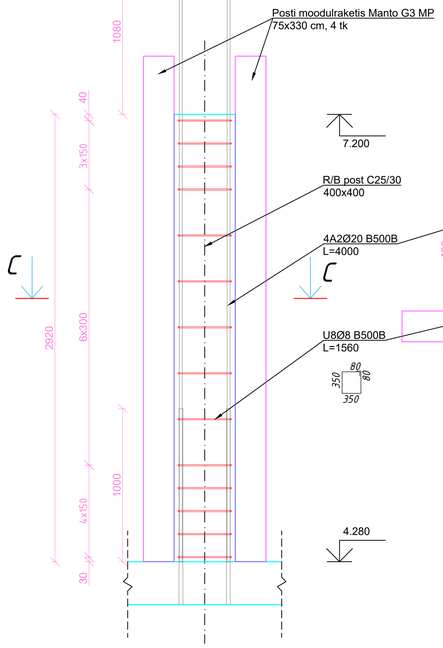
Tehnoloogilised arvutused

Töötapp	Ühik	Ajanorm (T3) in-h/üh / mas-h/üh	Normatiivne tööjõukulu Haardeala I Maht	I in-h / mas-h	II Maht	II in-h / mas-h	III Maht	III in-h / mas-h	IV Maht	IV in-h / mas-h
Rakestamine ja armeerimine										
Eeltööd ja mõõdistus (postid)	m²	0,61	39,6	24,2	29,7	18,1	39,6	24,2	39,6	24,2
		0,02		0,7		0,5		0,7		0,7
Eeltööd ja mõõdistus (seinad)	m²	0,08	-		-		-		163	13,0
		0,02								2,8
Raketise paigaldamine (postid)	m²	0,30	39,6	11,9	29,7	8,9	39,6	11,9	39,6	11,9
		0,10		4,0		3,0		4,0		4,0
Raketise paigaldamine (seinad)	m²	0,38	-		-		-		163	61,9
		0,13								21,2
Masinlõikamine ja painutamine	t	3,30	0,2	0,5	0,1	0,4	0,2	0,5	18,6	61,4
Sarrustamine (postid)	t	10,10	0,2	1,5	0,1	1,1	0,2	1,5	0,1	1,3
		0,05		0,0		0,0		0,0		0,0
Sarrustamine (seinad)	t	7,40	-		-		-		1,2	8,7
		0,05								0,1
Sarrustamine (liftišahti seinad)	t	10,10	-		-		-		0,6	5,6
		0,05								0,0
Kogutööjõukulu rakestamiseks ja armeerimiseks (lisaajategur TL3 = 1,15)		in-h	43,8		32,8		43,8		216,1	
		mas-h	5,3		4,0		5,3		33,0	
		in-vah	5,5		4,1		5,5		27,0	
		mas-vah	0,7		0,5		0,7		4,1	
Betoonimine										
Betoonikoluga (postid)	m³	0,49	1,9	0,9	1,4	0,7	1,9	0,9	-	
		0,15		0,3		0,2		0,3		
Betoonipumbaga (postid)	m³	0,39	-		-		-		1,7	0,7
		0,12								0,2
Betoonipumbaga (seinad)	m³	0,33	-		-		-		13,8	4,6
		0,10								1,4
Kogutööjõukulu betoonimiseks (lisaajategur TL3 = 1,15)		in-h	1,1		0,8		1,1		6,0	
		mas-h	0,3		0,2		0,3		1,8	
		in-vah	0,1		0,1		0,1		0,7	
		mas-vah	0,04		0,03		0,04		0,2	
Lahtirakestamine										
Lahtirakestamine, puhastamine, õlitamine (postid)	m²	0,27	39,6	10,7	29,7	8,0	39,6	10,7	39,6	10,7
		0,02		0,7		0,5		0,7		0,7
Lahtirakestamine, puhastamine, õlitamine (seinad)	m²	0,26	-		-		-		163	42,4
		0,02								2,8
Kogutööjõukulu lahtirakestamiseks (lisaajategur TL3 = 1,15)		in-h	12,3		9,2		12,3		61,0	
		mas-h	0,8		0,6		0,8		4,0	
		in-vah	1,5		1,2		1,5		7,6	
		mas-vah	0,1		0,1		0,1		0,5	

Seinte rakestamise skeem M 1:50



Post P-1 M 1:20



Posti P-1 lõige C-C M 1:10

Materjalide ja raketiste vajadused

Materjal	Ühik	Haardeala I Postid	II Postid	III Postid	IV Postid	IV Seinad	V Plaat	VI Trepp	Kokku
Betoon C25/30	m³	1,87	1,40	1,87	1,66	13,8	91,0	2,0	114
Armatuur B500B	t	0,15	0,11	0,15	0,13	1,72	10,6	245	258
Moodulraketis	m²	39,6	29,7	39,6	39,6	163			312

Moodulraketise vajadus													
Kilbi nimetus	Laius	Kõrgus	Mass	Kilpide vajadus Haardeala I	II	III	IV	Kokku	Kogupindala Haardeala I	II	III	IV	Kokku
	cm	cm	kg	tk					m²				
G3 MP 75/330	75	330	127	16	12	16	16	60	40	30	40	40	149
G3 GP 240/330	240	330	411				7	7				55	55
G3 120/330	120	330	199				6	6				24	24
G3 105/330	105	330	182				6	6				21	21
G3 90/330	90	330	165				5	5				15	15
G3 75/330	75	330	142				6	6				15	15
G3 45/330	45	330	102				4	4				6	6
G3 SN 35/330	70	330	128				12	12				28	28
Kokku:				**16**	**12**	**16**	**62**	**106**	**40**	**30**	**40**	**203**	**312**

Rakestamine ja armeerimine					
Haarde-ala	Töölised / masinad	Arv	Tööjõu-kulu in-vah / mas-vah	Kestus vah	Valitud kestus vah
I	Sarrustaja/rakestaja	6	5,5	0,9	1
	Kraana Liebherr 50 K	1	0,7	0,7	
II	Sarrustaja/rakestaja	6	4,1	0,7	1
	Kraana Liebherr 50 K	1	0,5	0,5	
III	Sarrustaja/rakestaja	6	5,5	0,9	1
	Kraana Liebherr 50 K	1	0,7	0,7	
IV	Sarrustaja/rakestaja	6	27,0	4,5	5
	Kraana Liebherr 50 K	1	4,1	4,1	
Betoonimine					
I	Betoneerija	3	0,1	0,04	1
	Kraana Liebherr 50 K	1	0,04	0,04	
	Segurauto	1	0,04	0,04	
II	Betoneerija	3	0,1	0,03	1
	Kraana Liebherr 50 K	1	0,03	0,03	
	Segurauto	1	0,03	0,03	
III	Betoneerija	3	0,1	0,04	1
	Kraana Liebherr 50 K	1	0,04	0,04	
	Segurauto	1	0,04	0,04	
IV	Betoneerija	3	0,7	0,25	1
	Pumpsegurauto	1	0,2	0,23	
	Segurauto	1	0,2	0,23	
Lahtirakestamine					
I	Rakestaja	3	1,5	0,51	1
	Kraana Liebherr 50 K	1	0,1	0,10	
II	Rakestaja	3	1,2	0,38	1
	Kraana Liebherr 50 K	1	0,1	0,07	
III	Rakestaja	3	1,5	0,51	1
	Kraana Liebherr 50 K	1	0,1	0,10	
IV	Rakestaja	6	7,6	1,27	1
	Kraana Liebherr 50 K	1	0,5	0,50	

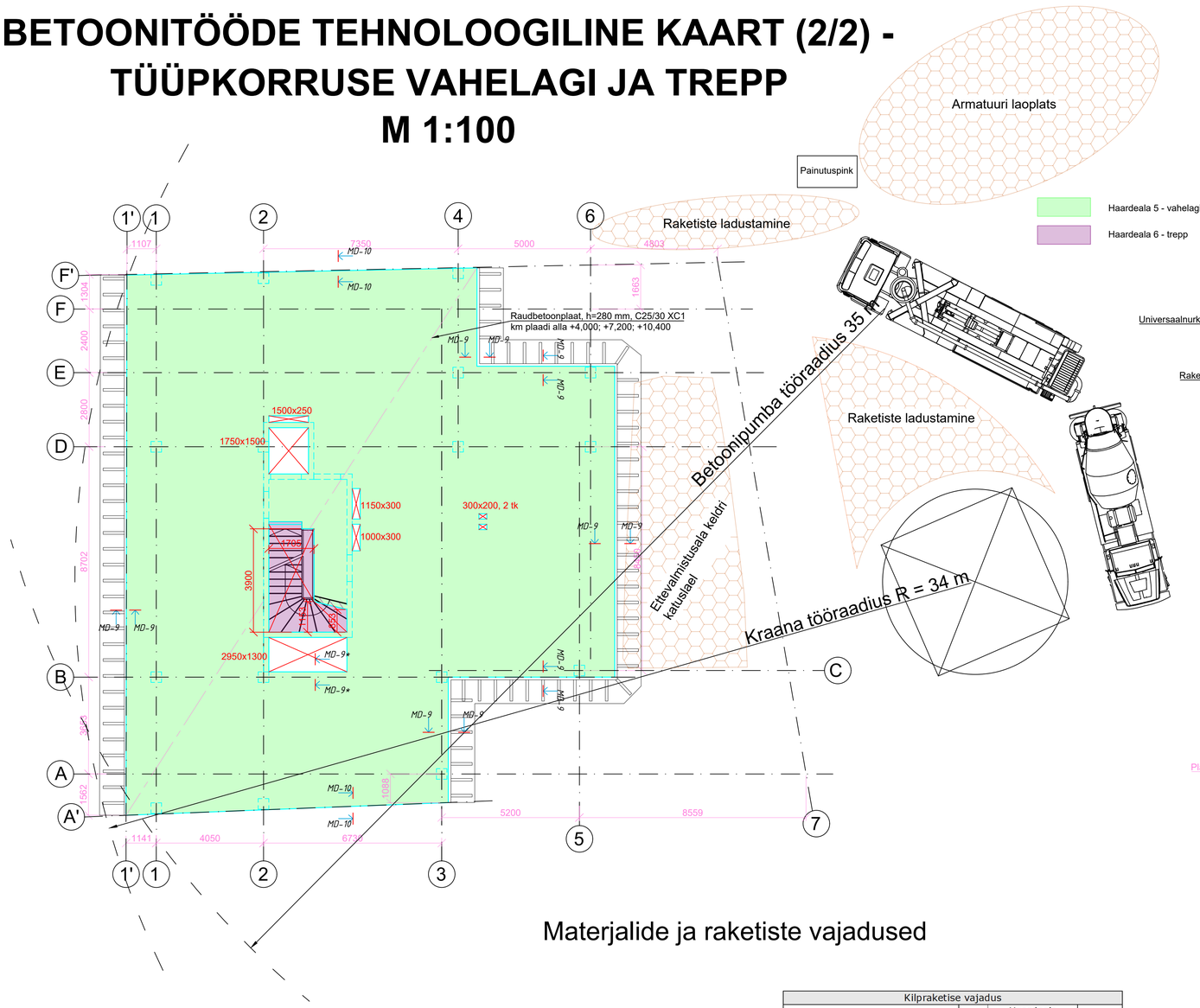
Juhised:

- Plaanil antud konstruktiivse vahelae pealispinna suhtelised kõrgused
- Suhteline km ±0.000 = abs km 19.370
- Kõik raketised arvestatud Manto G3 seeriast
- Rakestamist alustada sisenurkadest ning järgida skeemil näidatud rakestamise suunda
- Rakestamist teostada vastavalt Manto raketissüsteemi paigaldusjuhendile
- Armatuuri kaitsekiht 25 mm
- Armatuuri jätkukohad vähemalt 40 Ø ulatuses

TAL TECH	TTÜ INSENERITEADUSKOND	Magistritöö	Leht / lehti: 8 / 10
Koostaja: Karl Sauemägi		Betoonitööde tehnoloogiline kaart (1/2)	
Juhendaja: Irene Lill			
Ehituse ja arhitektuuri instituut		Ehitustehnoloogia ja platsikorralduse analüüs Pärnu mnt 21 ehituse näitel	

BETOONITÖÖDE TEHNOLOOGILINE KAART (2/2) - TÜÜPKORRUSE VAHELAGI JA TREPP

M 1:100

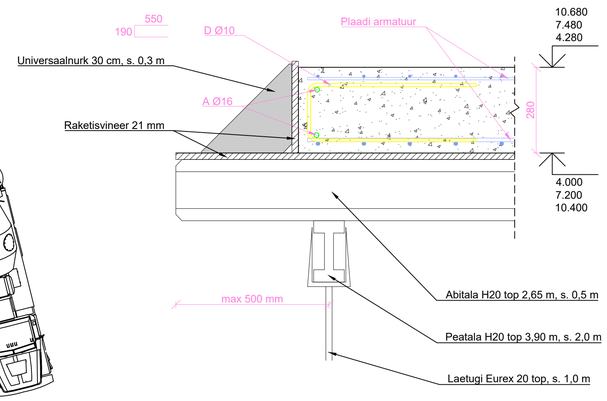


Tehnoloogilised arvutused

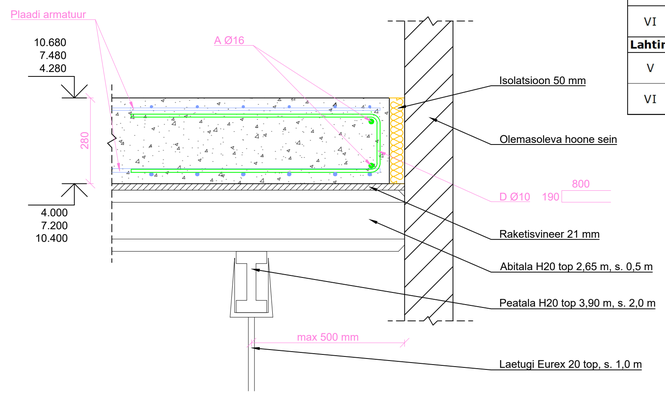
Tööetapp	Ühik	Ajanorm (T3)	Normatiivne tööjõukulu			
			Haardeala			
			V		VI	
		in-h/üh	Maht	in-h	Maht	in-h
		mas-h/üh		mas-h		mas-h
Rakestamine ja armeerimine						
Eeltööd ja mõõdistus (vahelagi)	m^3	0,08	91,0	6,8	-	
		0,03		2,3		
Rakestamine (vahelagi)	m^3	0,20	91,0	18,2	-	
Armeerimine (vahelagi)	t	5,60	10,8	60,2	-	
		0,05		0,5		
Eeltööd, mõõdistus, rakestamine, armeerimine (trepp)	m^3	48,00	-		2,0	96,0
		0,08				0,2
Masinlõikamine ja painutamine	t	3,30	4,9	16,2	0,25	0,8
Kogutööjõukulu rakestamiseks ja armeerimiseks (lisaajategur TL3 = 1,15)		in-h	116,6		111,3	
		mas-h	3,2		0,2	
		in-vah	14,6		13,9	
		mas-vah	0,40		0,02	
Betoonimine						
Eeltööd, betoonimine betoonipumbaga ja järeltööd	m^3	0,20	91,0	18,2	2,0	0,4
		0,05		4,6		0,1
Kogutööjõukulu betoonimiseks (lisaajategur TL3 = 1,15)		in-h	20,9		0,5	
		mas-h	5,2		0,1	
		in-vah	2,6		0,1	
		mas-vah	0,65		0,01	
Lahtirakestamine						
Raketiste lahtivõtmine, puhastamine, õlitamine	m^3	0,3	91,0	27,3	2,0	0,6
		0,03		2,3		0,1
Kogutööjõukulu lahtirakestamiseks (lisaajategur TL3 = 1,15)		in-h	31,4		0,7	
		mas-h	2,6		0,1	
		in-vah	3,9		0,1	
		mas-vah	0,33		0,01	

Rakestamine ja armeerimine					
Haardeala	Töölised / masinad	Arv	Tööjõukulu in-vah / mas-vah	Kestus vah	Valitud kestus vah
V	Sarrustaja/rakestaja	6	14,6	2,4	3
	Kraana Liebherr 50 K	1	0,40	0,4	
VI	Sarrustaja/rakestaja	2	13,9	7,0	7
	Kraana Liebherr 50 K	1	0,02	0,02	
Betoonimine					
V	Betoneerija	3	2,6	0,9	1
	Pumpsegurauto	1	0,7	0,7	
	Segurauto	1	0,7	0,7	
VI	Betoneerija	3	0,1	0,02	1
	Pumpsegurauto	1	0,01	0,01	
Lahtirakestamine					
V	Rakestaja	4	3,9	0,98	1
	Kraana Liebherr 50 K	1	0,3	0,33	
VI	Rakestaja	2	0,1	0,04	1
	Kraana Liebherr 50 K	1	0,01	0,01	

MD-9
M 1:10



MD-10
M 1:10



Materjalide ja raketiste vajadused

Materjal	Ühik	Haardeala							Kokku
		I	II	III	IV		V	VI	
		Postid	Postid	Postid	Postid	Seinad	Plaat	Trepp	
Betoon C25/30	m^3	1,87	1,40	1,87	1,66	13,8	91,0	2,0	114
Armatuur B500B	t	0,15	0,11	0,15	0,13	1,72	10,8	245	258

Kilpraketise vajadus				
Nimetus	Ühik	Haardeala		Kokku
		V	VI	
Laetugi Eurex-20 top + kolmjalg + tugipea	tk	150	-	150
Peatala H20 top 3,90 m	tk	53	6	59
Abitala H20 top 2,65 m	tk	171	6	177
Raketise vineer 21 mm	m^2	385	33	418
Universaalnurk 30 cm serva toestuseks	tk	213	12	225
Staxo-40 tugitorn 100x150 cm	tk	-	3	3

Tüüpkorruse betoonitööde ajagraafik

Haardeala	Tüüpkorruse betoonitööde ajagraafik																								
I (postid)																									
II (postid)																									
III (postid)																									
IV (postid ja seinad)																									
V (vahelagi)																									
VI (trepp)																									
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
Töönädalad	1					2					3					4					5				
Tornkraana Liebherr 50 K	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
Segurauto	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pumpsegurauto	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
Tööliste vajadus päevas	6	6	6	6	6	9	9	12	6	3	6	6	6	6	5	2	2	2	2	2	2	3	0	4	2

- Armeerimine / rakestamine
- Betoonimine
- Lahtirakestamine

Juhised:

- Seinte ja postide lahtirakestamine pärast 30% betooni tugevuse saavutamist
- Vahelae lahtirakestamine pärast 70% betooni tugevuse saavutamist, peale mida jätta toepostid vahelae alla
- Laeraketise tugede monteermisel lähtuda Dokaflex 1-2-4 süsteemi paigaldusjuhendist
- Laeraketise peatalal minimaalne ülekate jätkukoha juures 0,5 m
- Trepi alusraketise tugede monteerimisel lähtuda Staxo-40 tugitorni paigaldusjuhendist
- Suhteline km ±0.000 = abs km 19.370
- Armatuuri kaitsekiht 25 mm
- Armatuuri jätkukohad vähemalt 40 Ø ulatuses

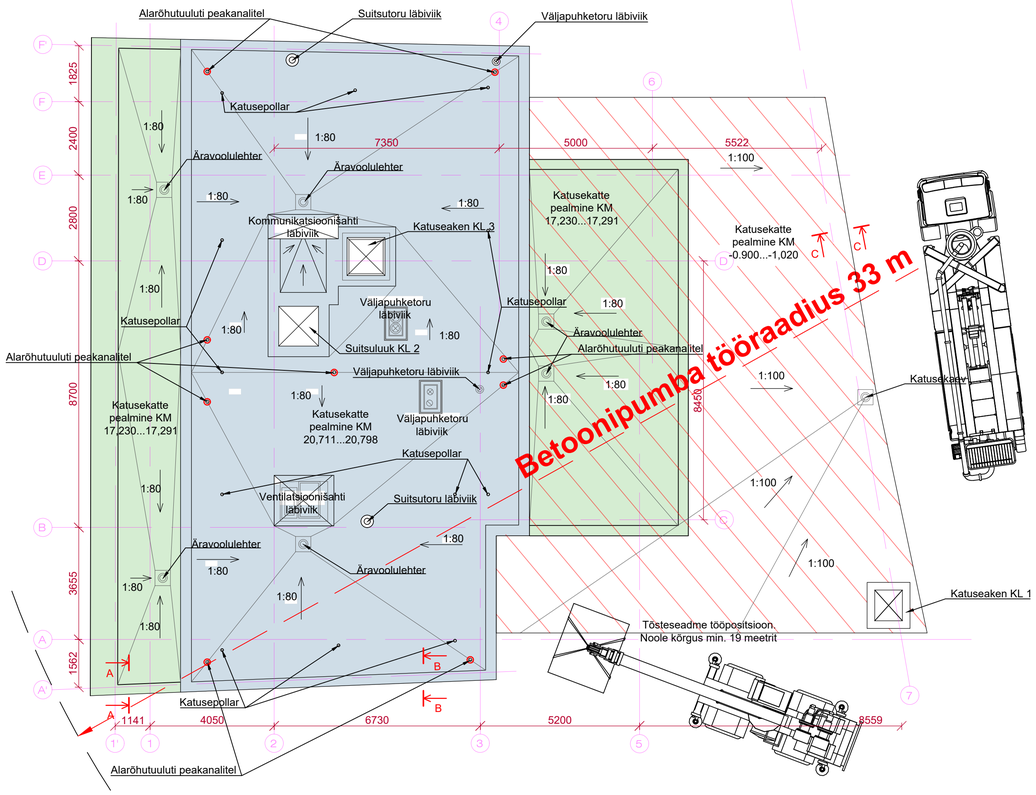
TAL TECH	TTÜ INSENERITEADUSKOND	Magistritöö	Leht / lehti: 9 / 10
Koostaja: Karl Sauemägi		Betoonitööde tehnoloogiline kaart (2/2)	
Juhendaja: Irene Lill			
Ehituse ja arhitektuuri instituut		Ehitustehnoloogia ja platsikorralduse analüüs Pärnu mnt 21 ehituse näitel	

TEHNOLOOGILINE KAART - KATUSEKATTETÖÖD
M 1:100

Haardeala 1

Haardeala 2

Haardeala 3



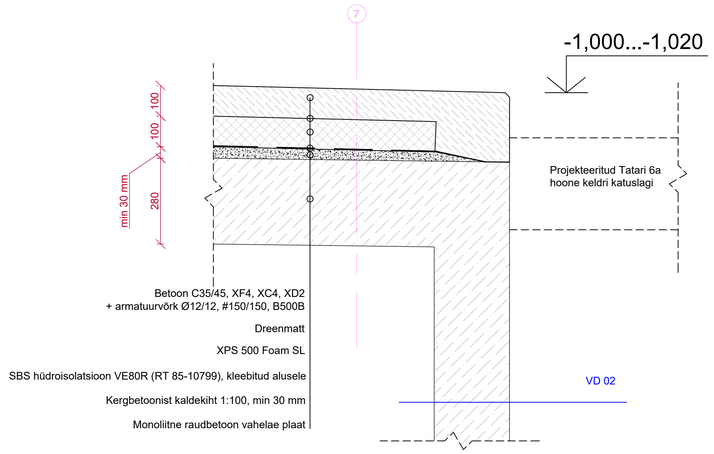
Materjalide vajadus

Materjal	Ühik	Haardeala I	Haardeala II	Haardeala III	Kokku
Aurutõke SBS Uniflex EPP 3,7	m²	146	263		409
EPS 80, 100 mm	m²	294	424		718
Plastkiudbetoon C30/37, XC3	m³	6,2	-		6,2
Terrassikate Protan GT	m²	146	-		146
Mineraalvill OL-P, 70 mm	m²	-	212		212
Mineraalvill OL-TOP, 30 mm	m²	-	212		212
SBS hüdroisolatsioon	m²	-	790	239	1029
Kergbetoon	m³			22	22
XPS 500 Foam SL	m²			208	208
Betoon C35/45, XF4, XC4, XD2	m³			22	22
Armatuurvõrk #12/12/150/150, B500B	m²			229	229

Tehnoloogilised arvutused

Tööetapp	Ühik	Ajanorm (T3)	Normatiivne tööjõukulu, Haardeala I: Maht	I: in-h	I: mas-h	II: Maht	II: in-h	II: mas-h	III: Maht	III: in-h	III: mas-h
Eeltööd ja materjalide teisaldamine	m²	0,008	292	2,3		1053	8,4		239	1,9	
		0,004		1,2			4,2				
Aurutõkke paigaldus	m²	0,031	146	4,5		263	8,2		-		
Kogutööjõukulu eeltöödeks ja aurutõkke paigaldamiseks (lisaajategur TL3 = 1,2)		in-h	8,2			19,9			2,3		
		mas-h	1,4			5,1					
		in-vah	1,0			2,5			0,3		
		mas-vah	0,2			0,6					
Soojustus aurutõkke all	m²	0,07	-			212	14,8		-		
Kogutööjõukulu aurutõkke aluseks soojustamiseks (lisaajategur TL3 = 1,2)		in-h	-			17,8			-		
		in-vah				2,2					
Soojustuse paigaldus	m²	0,07	294	20,6		636	44,5		208	14,6	
Kogutööjõukulu soojustamiseks (lisaajategur TL3 = 1,2)		in-h	24,7			53,4			17,5		
		in-vah	3,1			6,7			2,2		
Plaadi armeerimine	t	5,00	-			-			2,7	13,5	
Kogutööjõukulu armeerimiseks (lisaajategur TL3 = 1,2)		in-h	-			-			16,2		
		in-vah							2,0		
Betoonimine (alumine kiht)	m²	0,22	-			-			208	45,8	
		0,025								5,2	
Kogutööjõukulu alumise kihi betoonimiseks (lisaajategur TL3 = 1,2)		in-h	-			-			54,9		
		mas-h							6,2		
		in-vah							6,9		
		mas-vah							0,8		
Betoonimine (pealmine kiht)	m²	0,22	98	21,6		-			208	45,8	
		0,025		2,5						5,2	
Kogutööjõukulu ülemise kihi betoonimiseks (lisaajategur TL3 = 1,2)		in-h	25,9			-			54,9		
		mas-h	2,9						6,2		
		in-vah	3,2						6,9		
		mas-vah	0,4						0,8		
Hüdroisolatsiooni paigaldus	m²	0,041	146	6,0		790	32,4		239	9,8	
Kogutööjõukulu hüdroisoleerimiseks (lisaajategur TL3 = 1,2)		in-h	7,2			38,9			11,8		
		in-vah	0,9			4,9			1,5		

Lõige C-C, VL-4
M 1:10

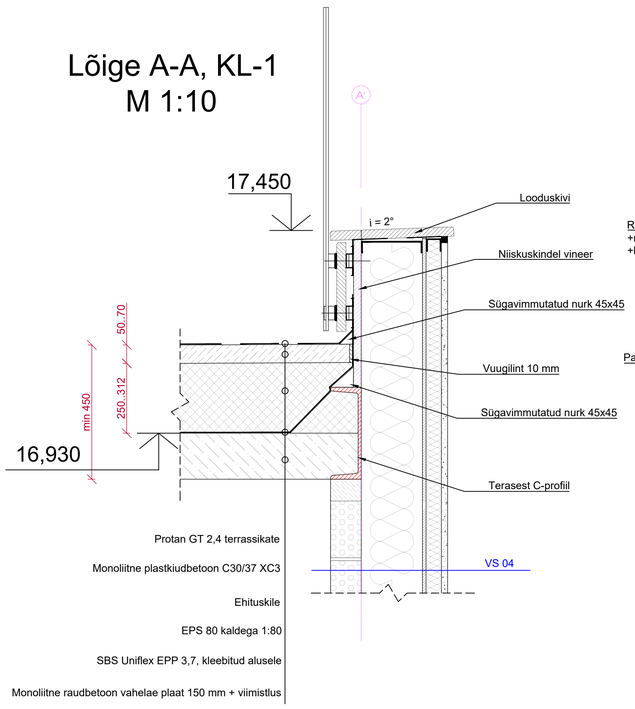


Juhised:

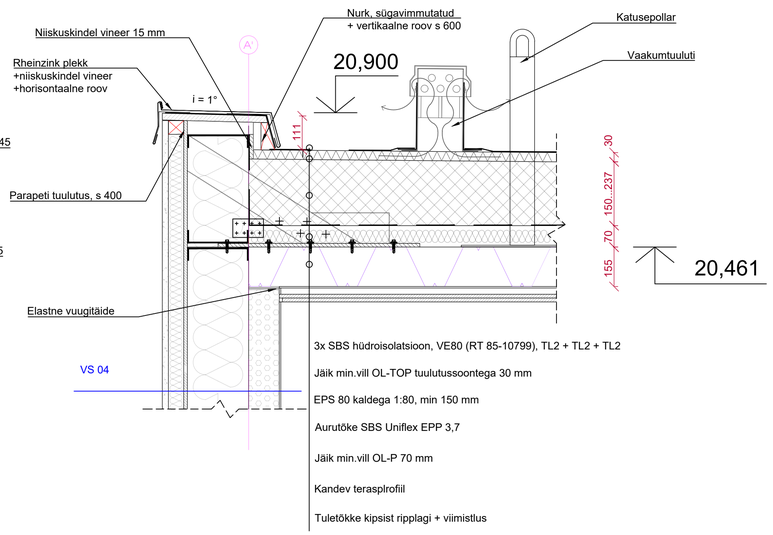
- Suhteline kõrgusmärk 0.000 = abs km 19.370
- Tehnoloogilisel kaardil on arvestatud, et tõstetöid on võimalik teha naaberkrundi Pärnu mnt 23 hoovilt, et tõsteraadius oleks võimalikult väike. Teise variandina teostada tõsteid betoonipumba tööpositsioonilt
- Katusekattetööde ajaks on koridori trepid valmis, mille kaudu pääseb tööpositsioonile. Sellel ajal on ümber hoone ka tellingud püsti
- Kattusekatte tööde ajal on hoone telgiga kaetud
- SBS hüdroisolatsiooni materjalid peavad vastama vähemalt TL2 nõuetele
- Ülekatted paraleelsetel paanidel vähemalt 100 mm ja risti paanidel 150 mm
- Ülekatted teostada nii, et vesi jookseks üle ülekattevuugi
- Paigaldatud SBS bituumenmaterjalil peab külgedelt keevitusbituumen välja valguma 5-10 mm ulatuses

Haardeala	Töölised / masinad	Arv	Tööjõukulu in-vah	Tööjõukulu mas-vah	Kestus vah	Valitud kestus vah
Eeltööd ja aurutõkke paigaldus						
I	Katuse ehitaja	1	1,0	1,0		1
	Tõstukauto (noole kõrgus min 19 m)	1	0,2	0,2		
II	Katuse ehitaja	2	2,5	1,2		1
	Tõstukauto (noole kõrgus min 19 m)	1	0,6	0,6		
III	Katuse ehitaja	1	0,3	0,3		1
Soojustamine						
I	Katuse ehitaja	2	3,1	1,5		2
IIa	Katuse ehitaja	2	2,2	1,1		1
IIb	Katuse ehitaja	2	6,7	3,3		4
III	Katuse ehitaja	2	2,2	1,1		1
Armeerimine						
III	Sarrustaja	2	2,0	1,0		1
Betoneerimine						
I	Betoneerija	3	3,2	1,1		1
	Pumpsegurauto	1	0,4	0,4		
IIIa	Betoneerija	3	6,9	2,3		2
	Pumpsegurauto	1	0,8	0,8		
IIIb	Betoneerija	3	6,9	2,3		2
	Pumpsegurauto	1	0,8	0,8		
Hüdroisoleerimine						
I	Katuse ehitaja	1	0,9	0,90		1
II	Katuse ehitaja	2	4,9	2,43		3
III	Katuse ehitaja	2	1,5	0,73		1

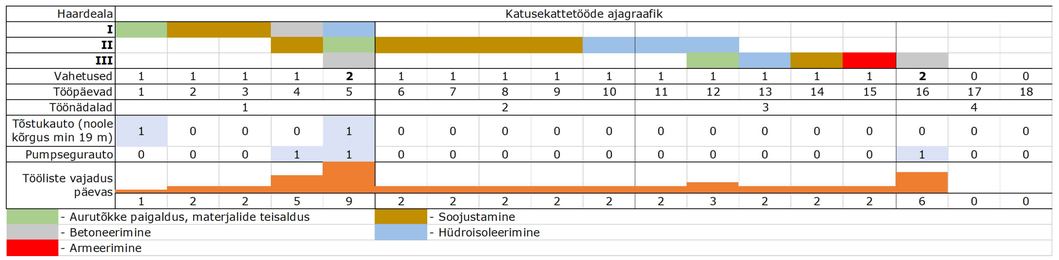
Lõige A-A, KL-1
M 1:10



Lõige B-B, KL-2
M 1:10



Ajagraafik



TALTECH	TTÜ INSENERITEADUSKOND	Magistritöö	Leht / lehti: 10 / 10
Koostaja: Karl Sauemägi		Katusekattetööde tehnoloogiline kaart	
Juhendaja: Irene Lill			
Ehituse ja arhitektuuri instituut		Ehitustehnoloogia ja platsikorralduse analüüs Pärnu mnt 21 ehituse näitel	