TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOL
INSENERITEADUSKOND
Ehituse ja arhitektuuri instituut

TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOL

EHITUSTEHNOLOOGIA JA PLATSIKORRALDUSE ANALÜÜS TALLINNAS, TEELISE TEE 6/8/10 EHITATAVATE KORTERELAMUTE EHITUSE NÄITEL

ANALYSIS OF CONSTRUCTION TECHNOLOGY AND BUILDING SITE MANAGEMENT BASED ON THE CASE STUDY OF THE CONSTRUCTION OF THE APARTMENT HOUSES AT TEELISE 6/8/10 STREET IN TALLINN

MAGISTRITÖÖ

Üliõpilane: Joosep Aasamägi

Üliõpilaskood 211494EAXM

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.

27. november 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**, Joosep Aasamägi,** sünd. 16.06.1997

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

EHITUSTEHNOLOOGIA JA PLATSIKORRALDUSE ANALÜÜS TALLINNAS, TEELISE 6/8/10 EHITATAVATE KORTERELAMUTE 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.

27.11.2023

Ehituse ja arhitektuuri instituut

LÕPUTÖÖ ÜLESANNE

Üliõpilane: **JOOSEP AASAMÄGI** Üliõpilaskood **211494**

Õppekava: **EAXM15 Hooned ja rajatised**
Peaeriala: Ehitusjuhtimine

Lõputöö teema:

EHITUSTEHNOLOOGIA JA PLATSIKORRALDUSE ANALÜÜS TALLINNAS, TEELISE TEE 6/8/10 EHITATAVATE KORTERELAMUTE EHITUSE NÄITEL

ANALYSIS OF CONSTRUCION TECHNOLOGY AND BUILDING SITE MANAGEMENT BASED ON THE CASE STUDY OF THE CONSTRUCTION OF THE APARTMENT HOUSES AT TEELISE 6/8/10 STREET IN TALLIN

Juhendaja: **Prof Irene Lill** irene.lill@taltech.ee

Lõputöö konsultandid:

Tiitel või ametikoht, Ees- ja Perekonnanimi	Kontakt (e-post või telefon)	Allkiri ja kuupäev
Lektor Kristo Paalandi	Kristo.paalandi@taltech.ee	

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	13.11.2023
2.	Arhitektuurne osa	13.11.2023
3.	Konstruktsiooniosa: aknavahe posti kontrollarvutus	16.10.2023
4.	Ehitusplatsi üldplaan	01.11.2023
5.	Tehnoloogilised kaardid	01.11.2023
	• Vundamendi ehitus (betoonitööd)	04.10.2023
	• Maapealse osa ehitamine (müüri-, betooni- ja montaažitööd) ühele hoonele	04.10.2023
	• Voolu moodustamine hoonete kompleksile	04.10.2023
6.	Majandus- ja uurimuslik osa: erinevate normatiivide (RATU) kasutamine. Erinevate normatiivide analüüs võrreldes tegeliku olukorraga Töömahtude ja tööviljakusnormatiivide analüüs eelarve põhja	13.11.2023
7.	Töö- ja keskkonnakaitse	13.11.2023
	Kokkuvõte eesti keeles	24.11.2023
	Kokkuvõte inglise keeles	24.11.2023
		….

Lõputööde ülevaatus, mille läbimine on kaitsmise eelduseks	**24.11.2023**

Esitlusmaterjalid kaitsmisel: A1 joonised

	Kirjeldus	Tähtaeg
1	Arhitektuurijoonised – 2 lehte	13.11.2023
2	Ehitusplatsi üldplaan – 1 leht	13.11.2023
3	Koondkalenderplaan – 1 leht	16.10.2023
4	Konstruktsioonijoonised (A2) – 1 leht	13.11.2023
5	Tehnoloogilised kaardid – 4 lehte	13.11.2023

Lõputöö esitamise tähtaeg: 4. detsember 2023

Plagiaadikontrolli läbinud lõputöö digiallkirjastatakse autori, juhendaja(te), konsultandi(tide) ja kaitsmiskomisjoni esimehe poolt. Paberil pole vaja allkirju koguda.

Lõputöö ülesanne välja antud: 08.11.2022

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

Ülesande vastu võtnud: **Joosep Aasamägi** .....

Avalikustamise piirangu tingimused: puuduvad

SISUKORD

SISUKORD 6
TABELITE LOETELU 9
JOONISTE LOETELU 10
ESITLUSJOONISTE LOETELU 11
SISSEJUHATUS 12
1. LÄHTEANDMED JA ERITINGIMUSED 13
1.1 Lähteandmed 13
1.2 Olemasolev olukord 13
1.3 Ehitusgeoloogilised uuringud 13
2. ARHITEKTUURNE OSA 15
2.1 Ehitise tehnilised näitajad 15
2.2 Arhitektuurne üldlahendus 15
2.3 Ülevaade konstruktiivelementidest 16
2.3.1 Vundament ja keldrikorruse põrand 16
2.3.2 Esimese korruse põrand 16
2.3.3 Kandekonstruktsioonid 16
2.3.4 Trepid 17
2.3.5 Katuslagi 17
2.4 Viimistlus 17
2.4.1 Välisseinad ja fassaad 17
2.4.2 Siseseinad ja viimistlus 17
2.5 Tehnosüsteemid 18
2.5.1 Kütte- ja ventilatsioonisüsteemid 18
2.5.2 Veevarustus ja kanalisatsioon 18
3. KONSTRUKTSIOONIOSA 19
3.1 Lähteandmed aknavaheliseposti arvutuseks 19
3.2 Konstruktsioonitüübid ja nende omakaalud 20
3.2.1 Koormused välisseinale 20
3.3 Koormuskombinatsioonid 23
3.4 Koormuskombinatsioon 1 23
3.4.1 Ülemise tsooni kontroll 24
3.4.2 Keskmise tsooni kontroll 24
3.5 Koormuskombinatsioon 2 25
3.5.1 Ülemise tsooni kontroll 26
3.5.2 Keskmise tsooni kontroll 26
3.6 Koormuskombinatsioon 3 27

3.6.1 Ülemise tsooni kontroll....28
3.6.2 Keskmise tsooni kontroll....28
3.7 Lähteandmed tühjade õõntega aknavaheliseposti arvutuseks....29
3.7.1 Tühjade õõntega välisseina omakaal....30
3.8 Kandevõime kontroll koormuskombinatsiooni 1 järgi....30
3.8.1 Ülemise tsooni kontroll: 30
3.8.2 Keskmise tsooni kontroll: 31
3.9 Kandevõime kontroll koormuskombinatsioon 2 järgi 31
3.9.1 Ülemise tsooni kontroll....32
3.9.2 Keskmise tsooni kontroll 32
4. EHITUSPLATSI ÜLDPLAAN 34
4.1 Ehitusplatsi üldkirjeldus 34
4.2 Ehitusplatsi planeerimine....34
4.2.1 Objekti valve 35
4.2.2 Jäätmekäitlus 35
4.3 Kraana valik 35
4.4 Vee- ja elektrienergia vajaduse määramine 38
4.4.1 Ajutise veevajaduse määramine....38
4.4.2 Elektrienergiavajaduse määramine....40
5. TEHNOLOOGILISED KAARDID 42
5.1 Vundamendi ehituse tehnoloogiline kaart 42
5.1.1 Tööde kirjeldus 42
5.1.2 Materjali vajadus....44
5.1.3 Masinate vajadus 44
5.1.4 Tehnoloogilised arvutused 44
5.2 Maapealse osa betooni- ja müüritööde tehnoloogiline kaart 48
5.2.1 Monoliitbetoon seinte ehituse tööde kirjeldus....48
5.2.2 Monoliitbetoon seinte ehituse materjalide vajadus....49
5.2.3 Talvine betoneerimine....51
5.2.4 Monoliitbetoon seinte ehituse tehnoloogilised arvutused....51
5.2.5 Müüritööde kirjeldus....54
5.2.6 Müüritööde materjali vajadus....54
5.2.7 Müüritööde tehnoloogilised arvutused 55
5.2.8 Monoliitbetoonist silluste ehituse tööde kirjeldus 60
5.2.9 Silluste ehituse materjali vajadus....61
5.2.10 Silluste ehituse tehnoloogilised arvutused 61
5.3 Montaažitööde tehnoloogia kaart....66

5.3.1 Tööde kirjeldus 66
5.3.2 Töödel vajalikud masinad 67
5.3.3 Montaažitööde tehnoloogilised arvutused 67
5.4 Voolu moodustamine hoone kompleksile 72
5.4.1 Tööde voolu kirjeldus 72
6. MAJANDUS- JA UURIMUSLIK OSA 74
6.1 Ehitustööde koondmaksumus 74
6.2 Erinevate normatiivide analüüs võrreldes tegeliku olukorraga 77
7. TÖÖ- JA KESKKONNAKAITSE 81
7.1 Isikukaitsevahendid 81
7.2 Keskkonnakaitse 82
7.3 Tuleohutus 83
7.3.1 Tuletööd 83
7.3.2 Tuleohutuse tagamise plaan 83
KOKKUVÕTE 84
SUMMARY 85
KASUTATUD KIRJANDUS 86

TABELITE LOETELU

Tabel 3.1 Konstruktsioonitüübid ja nende omakaalud 20
Tabel 3.2 Välisseina VS-1 omakaal 30
Tabel 4.1 Soojakute elektrienergiavajadus 40
Tabel 4.2 Ehitusseadmete elektrienergiavajadus 40
Tabel 5.1 Vundamenditööde materjali vajadus 44
Tabel 5.2 Vundamenditööde normatiivsed tööjõu- ja masinajakulu arvutused 46
Tabel 5.3 Vundamenditööde tehnoloogilised arvutused 47
Tabel 5.4 Vundamenditööde kalendergraafik 47
Tabel 5.5 Monoliitbetoon seinte ehituse materjalide vajadus 50
Tabel 5.6 Monoliitbetoon seinte ehituse raketiste spetsifikatsioon 50
Tabel 5.7 Esimese ja teise korruse betoonitööde normatiivsed tööjõu- ja masinajakulu arvutused 52
Tabel 5.8 Esimese ja teise korruse betoonitööde tehnoloogilised arvutused 53
Tabel 5.9 Müüritööde materjali vajadus 55
Tabel 5.10 Esimese ja teise korruse müüritööde normatiivsed tööjõu- ja masinajakulu arvutused 56
Tabel 5.11 Kolmanda ja neljanda korruse müüritööde normatiivsed tööjõu- ja masinajakulu arvutused 57
Tabel 5.12 Esimese ja teise korruse müüritööde tehnoloogilised arvutused 58
Tabel 5.13 Kolmanda ja neljanda korruse müüritööde tehnoloogilised arvutused 59
Tabel 5.14 Silluste ehituse materjali vajadus 61
Tabel 5.15 Esimese ja teise korruse silluste ehituse normatiivsed tööjõu- ja masinajakulu arvutused 62
Tabel 5.16 Kolmanda ja neljanda korruse silluste ehituse normatiivsed tööjõu- ja masinajakulu arvutused 63
Tabel 5.17 Esimese ja teise korruse silluste ehituse tehnoloogilised arvutused 64
Tabel 5.18 Kolmanda ja neljanda korruse silluste ehituse tehnoloogilised arvutused 65
Tabel 5.19 Esimese ja teise korruse montaažitööde normatiivsed tööjõu- ja masinajakulu arvutused 68
Tabel 5.20 Kolmanda ja neljanda korruse montaažitööde normatiivsed tööjõu- ja masinajakulu arvutused 69
Tabel 5.21 Esimese ja teise korruse montaažitööde tehnoloogilised arvutused 70
Tabel 5.22 Kolmanda ja neljanda korruse montaažitööde tehnoloogilised arvutused 71
Tabel 6.1 Ehitustööde koondmaksumus 74
Tabel 6.2 Tööde ajakulu hoonele koostatud kalendergraafiku järgi [20] 77
Tabel 6.3 RATU ajanormide järgi arvutatud tööde ajakulu 78
Tabel 6.4 Tegelik ajakulu, mis kulus ehitusplatsil tööde tegemisele 78
Tabel 6.5 Kalendergraafiku ajakulu võrdlus tegelikkusega 79
Tabel 6.6 RATU ajanormidega leitud tööde kestuse võrdlus tegelikkusega 80

JOONISTE LOETELU

Joonis 4.1 Valitud tornkraana nr 1 tehnilised andmed [7] 36
Joonis 4.2 Tornkraana nr 1 tõstevõime graafik L=40 m [7] 36
Joonis 4.3 Valitud tornkraana nr 2 tehnilised andmed [8] 37
Joonis 4.4 Tornkraana nr 2 tõstevõime graafik L=60 m [8] 37
Joonis 5.1 Vundamendi rakestamise näide 43
Joonis 5.2 Armeeritud betoonseina näide 49
Joonis 5.3 Silluste rakestamise näide 60
Joonis 7.1 Isikukaitsevahendid ja tööriietus 82

ESITLUSJOONISTE LOETELU

Lõputöö koosseisu kuulub 9 esitlusjoonist formaadis A1:

Joonis 1: Hoone vaated
Joonis 2: Hoone lõige
Joonis 3: Konstruktsiooni osa joonis
Joonis 4: Ehitusplatsi üldplaan
Joonis 5: Vundamenditööde tehnoloogiline kaart
Joonis 6: Betooni- ja müüritööde tehnoloogiline kaart
Joonis 7: Montaažitööde tehnoloogiline kaart
Joonis 8: Hoone karbi ehituse kalenderplaan
Joonis 9: Hoonete kompleksi koondkalenderplaan

SISSEJUHATUS

Magistritöö teemaks on ehitustehnoloogia ja platsikorralduse analüüs Tallinnas, Teelise tee 6/8/10 ehitatavate korterelamute näitel. Lõputöös kajastatakse krundile ehitatavate uute hoonete ehitustöid. Krundile ehitatakse sarnase mahuga kolm uut korterelamut kuid iga hoone kuju on plaaniliselt teistest erinev. Igal hoonel on kolm trepikoda, millest üks on kolmekorruseline ja teised kaks neljakorruselised. Hoonetel on üks maa-alune korrus. Teelise 6 majal on eraldi maa-alune korrus ning Teelise 8 ja Teelise 10 majadel on ühine maa-alune korrus.

Lõputöös kajastatakse täpsemalt ühe hoone ehitustöid, mille kohta tuleb koostada kaks tehnoloogilist kaarti. Üks tehnoloogiline kaart on vundamenditööde kohta ning teine maapealse osa ehituse kohta. Lisaks koostatakse tehnoloogiline kaart voolu moodustamise kohta hoonete kompleksile, mis kajastab kõiki kinnistul ehitatavaid hooneid. Tehnoloogiliste kaartide joonistel näidatakse visuaalselt tööde planeerimisloogikat. Voolu moodustamise lahendus hõlmab koondkalendergraafikut kõigile hoonetele ja tööde liikumiste kirjeldust kolme hoone vahel. Tehnoloogilised kaardid kujunevad magistritöö kõige mahukamaks osaks.

Konstruktsiooni osas tehakse kandevõime kontroll ühele Columbia plokkidest laotud välisseinale.

Lõputöös koostatakse samuti ehitusplatsi üldplaan, kus näidatakse visuaalselt ehitusplatsi planeerimisloogikat. Ehitusplatsi üldplaani kirjeldatakse ka eraldi peatükis. Montaaži- ja tõstetöödeks valitakse hoonetele kaks tõstemehhanismi ning põhjendatakse tõstemehhanismide valikut.

Majandus- ja uurimuslikus osas tuuakse välja ehitustööde koondmaksumus ning tehakse erinevate normatiivide analüüs võrreldes tegeliku olukorraga. Erinevate normatiivide analüüsi puhul võrreldakse tööde arvutuslike ajakulusid tegeliku ajakuluga.

Viimases peatükis antakse ülevaade töö- ja keskkonna kaitsest, kus seletatakse lahti ehitusplatsi kehtivad tööohutusnõuded ja muud reeglid.

1. LÄHTEANDMED JA ERITINGIMUSED

1.1 Lähteandmed

Käesolevas lõputöös on lähteandmetena kasutatud järgnevaid Teelise 6/8/10 projektdokumentatsioone:

1. OÜ AT Arhitektuur – Arhitektuurne põhiprojekt Töö nr. 1901 [1];
2. OÜ Neoprojekt – Konstruktsioonide põhiprojekt Töö nr. 19246 [2];
3. OÜ Projektibüroo Teinos – Veevarustus ja kanalisatsiooni põhiprojekti seletuskiri Töö nr. TE1909 [3];
4. OÜ Projektibüroo Teinos – Kütte ja ventilatsiooni põhiprojekti seletuskiri Töö nr. TE1909 [4].

1.2 Olemasolev olukord

Käesolevas lõputööd käsitletakse Tallinnas, Nõmme linnaosas, Vana-Pääsküla asumis asuvat ehitusobjekti. Krundil paikneb mitmeid hooneid ja vanu angaare, mis kuuluvad lammutamisele. Krunti ümbritseb vanast metallvõrgust aed ning kohati ka betoonist aed. Krundist 140 meetri kaugusele jääb Pärnu maantee ning krundile pääseb mööda Teelise tänavat. Kinnistu põhjapool asuvad vahetus läheduses korterelamud ja edela pool Maanteeameti administratiivhooned. [1]

1.3 Ehitusgeoloogilised uuringud

Geotehnilised kihid on esitatud vastavalt IPT Projekt OÜ poolt koostatud geotehnilisele uuringule. [5]

Täpsemad geotehnilised kihid on järgnevad:

- Kiht 1A: Asflat. Kattekihi paksus 0,1…0,15 m.
- Kiht 1B: Killustik. Koosneb lubjakivikillustikust ja sisaldab kohati mulda, kruusa ja ehitusjäätmeid. Kihi paksus 0,1…0,35m.
- Kiht 2: Täide. Kiht koosneb mullasest liivas, sisaldab kohati ehitusjäätmeid. Kihi paksus 0,10…0,15 m.
- Kiht 3: Muld. Muld sisaldab rohkesti liiva ning kohati turvastunud. Kihi paksus 0,1…0,3 m.
- Kiht 4: Turvas. Kiht sisaldab kohati liiva ja puitu. Kihi paksus 1,4…1,65 m.

- Kiht 5: Liiv orgaanilise ainega. Kiht sisaldab nii peene- kui jämedateralist liiva. Kihi paksus 1,1…1,75 m.
- Kiht 6: Keskliiv. Kiht koosneb ühtlaseteralisest keskmise tihedusega kesk- ja jämeliivast. Kihi paksus 1,1…1,75 m.
- Kiht 7: Jämeliiv. Kiht koosneb ühtlaseteralisest kohevast jäme- ja keskliivast. Kihi paksus 0,65…4,5 m.
- Kiht 8: Keskliiv. Kiht moodustab liivakompleksi alumise osa ning koosneb keskmise tihedusega kesk- ja jämeliivast. Kihi paksus keskmiselt 1,05 m.
- Kiht 9: Möllsavi. Kiht koosneb voolava kuni plastse konsistentsiga möllsavist. Kihi paksus 0,15…2,05 m.
- Kiht 10: Savimöll. Kiht koosneb plastse konsistentsiga savist ja möllpinnasest. Kihi paksus 2,2…3,35 m.
- Kiht 11: Möllsavi. Kiht koosneb plastse konsistentsiga savist ja möllpinnasest. Kihi paksus 2,6…3,0 m.
- Kiht 12: Moreen. Kihi paksus 0,3…0,45 m.
- Kiht 13: Lubjakivi. Kihti ei uuritud.

2. ARHITEKTUURNE OSA

Arhitektuurne osa on OÜ AT Arhitektuur poolt koostatud arhitektuurse põhiprojekti seletuskirja [1] refereering.

2.1 Ehitise tehnilised näitajad

Antud lõputöös kajastatava objekti ja tehnoloogilistes kaartides kajastatava hoone tehnilised näitajad:

- krundi suurus – 13545 m^2;
- maa-alune ehitisealune pind – 1509,6 m^2;
- maapealne ehitusalune pind – 1331,2 m^2;
- maa-alune suletud brutopind – 1509,6 m^2;
- maapealne suletud brutopind – 3826 m^2;
- maa-alune suletud netopind – 1326,4 m^2;
- maapealne suletud netopind – 3244,5 m^2;
- maa-alune ruumala – 2886 m^3;
- maapealne ruumala – 14412 m^3;
- korruse arv maapealne – 1. trepikoda 3 korruseline, 2. ja 3. trepikoda 4. korruseline;
- maa-alune korruste arv - -1;
- hoone kõrgus – 14,9 m;
- hoone pikkus – 58,5 m;
- hoone laius – 36,9 m;
- korterite arv – 44;
- maapinnaga ühenduses oleva haljastuse pind – 5700 m^2.

2.2 Arhitektuurne üldlahendus

Kinnistule ehitatakse kaks osaliselt kolme ja osaliselt nelja maapealse ja ühe maa-aluse korrusega korterelamut. Väiksem hoone Teelise 6 paikneb kinnistu Pärnu mnt poolses osas. Suurem komplekshoone, mille moodustavad kaks maapealset hoone mahtu on Teelise 8 ja Teelise 10 hooned ning neil on ühine maa-alune korrus. Need hooned

paiknevad kinnistu rabapoolses osas. Igal hoonel on kolm trepikoda, mille lõunapoolsed trepikojad on kolmekorruselised ja teised trepikojad neljakorruselised. Teelise 6 keldrikorruse parklasse pääseb krundile sissesõidu juures asuva kaldteekaudu. Kinnistu keskele on ettenähtud 3,5 meetri laiune juurdepääsutee hooneteni. Kinnistu loodenurgas on kõrghaljastusega ala, mis säilitatakse ning võetakse kasutusele puhkealana. Sinna on ettenähtud mänguväljak ja lauatennise laud.

2.3 Ülevaade konstruktiivelementidest

2.3.1 Vundament ja keldrikorruse põrand

Hoone on kavandatud madalvundamendile. Kandeseinte alla rajatakse vundamendilindid, postide alla vundamendi taldmikud ja iga trepikoja alla on valatud ligikaudu 7 meetri laiused vundamendi plaadid.

Keldrikorruse põrand parkimisalal teostatakse betoonist sillutiskividest. Keldrikorrusel asuvate panipaikade põrandad on ettenähtud monoliitsest raudbetoonist plaadina.

2.3.2 Esimese korruse põrand

Esimese korruse põranda kandetarind on 265 mm paksused õõnespaneelid. Kommunikatsioonide paigaldamiseks paigaldatakse paneelide peale 20 mm paksune EPS plaat ning selle peale omakorda 30 mm paksused sammumüra isoleerivad mineraalvillaplaadid. Põranda pealevalu on 80 mm paksune betoonplaat.

Parkla osas on paneelid altpoolt soojustatud lamellvillaga, kuna tegemist on külma parklaga.

2.3.3 Kandekonstruktsioonid

Keldrikorruse välisseinad, katuslaed ja postid on kavandatud monoliitsest raudbetoonist. Kandvate keldriseinte paksusused on vahemikus 200…240 mm. Keldripostidele toetuvad monoliitsest raudbetoonist ja terasest talad. Nendele toetuvad omakorda alates 1. korrusest kandeseinad ja mittekandvad välisseinad.

Hoone kandvad välisseinad ja siseseinad on kavandatud alates 1. korrusest monoliitsest raudbetoonist ja armeeritud Columbia plokk müüritisest. Sillused on ette nähtud monoliitsest raudbetoonist. Vahelaed on kavandatud 265 mm paksustest õõnespaneelidest.

2.3.4 Trepid

Hoonesse on ettenähtud monteeritavad raudbetoonist trepimarsid ja trepipodestid. Vahelae valusse tuleb jätta süvis trepipodesti montaažiks, sest monteeritaval podestil on teleskoop konsool, tänu millele toetatakse trepipodest seinale.

2.3.5 Katuslagi

Hoone katuse kandekonstruktsiooniks on 265 mm paksused raudbetoonpaneelid. Paneeli peale paigaldatakse SBS membraanist aurutõkkesüsteem. Aurutõkke peale paigaldatakse 360 mm vahtpolüstüreen plaadid, millele omakorda paigaldatakse peale katusekatte materjal, milleks on PVC. Vihmavesi juhitakse katuselt vihmaveelehtrisse ja sealt edasi vihmaveetorude läbi pinnasesse.

2.4 Viimistlus

2.4.1 Välisseinad ja fassaad

Seinte soojustusmaterjaliks kasutatakse 170 mm paksust Kingspan Therma TP10 PIR-plaate. PIR-plaadid on kaetud 20 mm paksuse mineraalvillast tuuletõkkeplaatidega. Fassaadi kattematerjaliks on diagonaalne poolpunn voodrilaudis 21x195 mm, mis paigaldatakse 40 kraadise kalde all. Mõningates kohtades nagu näiteks rõdude tagused seinad kasutatakse heledat tsementkiudplaati.

2.4.2 Siseseinad ja viimistlus

Korterite seinadeks on kipsplaatkattega seinad metallkarkassil. Kasutatud on kahekihilist kipsplaatkatet.

Märgade ruumide seinte ehituseks on kasutatud 100 ja 150 mm paksuseid Bauroc plokke. Märgade ruumide seinad on vannitoa poolt kaetud hüdroisolatsiooniga ning seinad on plaaditud. Šahtiseinad laotakse 150 mm helipidavatest Bauroc Acoustic plokkidest.

Bauroc ja Columbia plokkseinad tasandatakse krohviga, ebatasasused pahteldatakse ja seejärel lihvitakse. Kipsseinad pahteldatakse. Viimasena värvitakse seinad ja laed vastavalt pakettides olevate ning klientide poolt valitud seinte- ja laevärvidega.

Korterite põrandad kaetakse ühelipilise spoonparketiga ja esiku põrandad plaaditakse. Seinavärvide, plaatide, uste ja parketi toonid sõltuvad paketi valikust.

2.5 Tehnosüsteemid

Tehnosüsteemide peatüki kirjutamisel on lähtutud Projektibüroo Teinos OÜ poolt koostatud kütte ja ventilatsiooni põhiprojekti seletuskirjast [4] ning veevarustuse ja kanalisatsiooni põhiprojekti seletuskirjast [3].

2.5.1 Kütte- ja ventilatsioonisüsteemid

Hoone saab oma soojusvarustuse eraldi kinnistule ehitatavast gaasikatlamajast. Ehitatavatesse hoonetesse on projekteeritud vesipõrandaküte. Radiaatorküte on ette nähtud trepikodadesse ja abiruumidesse. Igasse korterisse paigaldatakse kollektorkapid.

Igale korterile on ette nähtud oma ventilatsiooniagregaat, mis asub vastavas korteris. Ventilatsiooniseadmetena kasutatakse rootorsoojusvahetiga ventilatsiooniseadmeid. Värske õhk ventilatsioonisüsteemi saadakse läbi välisseina, kuhu on paigaldatud restid ning heiteõhk suunatakse katusele.

2.5.2 Veevarustus ja kanalisatsioon

Hoonesse saadakse vesi ühisveetorustikuga liitudes. Kinnistu veeühendus projekteeritakse ringistatud D160 mm veetorustikust koos liitumispunktiga. Kinnistu veemõõdusõlm on projekteeritud Teelise 6 soojasõlme ruumi. Kõik korterid varustatakse veearvestitega. Veearvestid jäävad enamasti vannitoa või abiruumi ripplae taha ning ligipääsuks paigaldatakse teenindusluuk. Veemõõturid varustatakse kauglugemise süsteemiga. Soe vesi hoonesse saadakse projekteeritud katlamajast. Sooja vee valmistamine iga maja jaoks toimub iga maja oma soojasõlmes, mis asub vastava hoone keldrikorrusel.

Hoone kanalisatsioon on lahendatud kinnistut läbiva ühiskanalisatsioonitorustikuga D300 mm liitudes. Hoonete sanitaarseadmete olmereoveed juhitakse isevoolselt projekteeritud olmereovee kanalisatsiooni sisevõrku ja sealt edasi välisvõrku. Kanalisatsioonitorustikud kulgevad korruste põrandakonstruktsioonides ja püstikutena šahtides.

Hoonete katuseosalt juhitakse vesi ära fassaadipealse äravoolutorustikuga, mis juhitakse edasi veekraavi.

3. KONSTRUKTSIOONIOSA

Järgnevas peatükis kontrollitakse lõputöös käsitletava hoone teise korruse välisseina aknavahelise posti kandevõimet, mis on laotud Columbia plokkidest. Arvutamisel on kasutatud kõige koormatavamat seina, mis on leitud kõiki aknaposte omavahel võrreldes, võttes arvesse arvutatava seina osa laiust, kõrval asuvate akende laiust, vahelae sillet ja mõjuvaid koormuseid.

Arvutuste tegemisel on kasutatud „Ehituskonstruktori käsiraamatut". [6]

3.1 Lähteandmed aknavaheliseposti arvutuseks

Järgnevalt tuuakse välja lähteandmed aknavaheliseposti arvutuseks:

- Seina paksus t=0,19 m
- Korruse kõrgus h=2,87 m
- Korruse kõrgus vahelaepaneeli peale h=3,135 m
- Seina laius b=1,8 m
- Aknaava 1 laius b_1=1,6 m
- Aknaava 2 laius b_2=2,4 m
- Vahelaepaneeli toetus seinale a=100 mm
- Kandeseinte vahekaugus L=7,56 m
- Koormusala pikkus L_{eff}=7,56/2=3,78 m
- Koormusala laius 3. ja 4. korruselt $b_{eff}=b+b_1/2+b_2/2=1,8+1,6/2+2,4/2=3,8$ m
- Müüritise normatiivne survetugevus $f_k = K * f_b^{0,7} * f_m^{0,3} = 0{,}55 * 18^{0,7} * 10^{0,3} = 8{,}3MPa$
- Õõnesbetoonplokkide survetugevus f_b=18 MPa
- Põhimördi survetugevus f_m=10,0 MPa
- Survetugevuse konstant K=0,55
- Materjali osavarutegur γ_m=1,7
- Riputuskoormus $OK_{riputus}$=0,2 kN/m^2
- Kergseintest lisanduv kasuskoormus KK_{sein}=0,5 kN/m^2
- Kasuskoormus elamispinnal A klassil KK=2 kN/m^2

3.2 Konstruktsioonitüübid ja nende omakaalud

Konstruktsioonitüübid ja arvutustes kasutatavad normatiivsed koormused on esitatud allolevas tabelis 3.1.

Tabel 3.1 Konstruktsioonitüübid ja nende omakaalud

Välissein VS-1			
Materjal	**Paksus (mm)**	**Mahukaal (kN/m³)**	**Kaal (kN/m²)**
Õõnesplokk	190	24	4,56
Soojustus PIR plaat	170	0,3	0,051
Mineraalvill	20	1,75	0,035
Fassaadilaudis	21	50	1,05
		Kaal kokku:	**g=5,7**
Vahelagi VL-1			
Materjal	**Paksus**	**Mahukaal**	**Kaal**
Õõnespaneel	265		3,7
EPS	20	0,6	0,012
Mineraalvill	30	1,25	0,0375
Betooni pealevalu	80	25	2
Viimistlus	10	4	0,04
		Kaal Kokku	**g=5,8**
Katuslagi KL-1			
Materjal	**Paksus (mm)**	**Mahukaal (kN/m³)**	**Kaal (kN/m²)**
Õõnespaneel	265		3,7
SBS	4	10	0,1
EPS60	360	0,2	0,072
PVC			0,02
		Kaal Kokku:	**g=3,892**

3.2.1 Koormused välisseinale

Järgnevalt esitatakse valemid ja arvutuskäigud välisseinale mõjuvate koormuste leidmiseks.

Välisseina omakaal leitakse järgneva valemiga:

$$\mathrm{VS_{OK}} = \mathrm{VS1} * \mathrm{h} \tag{3.1}$$

$$\mathrm{VS_{OK}} = 5{,}7 * 2{,}87 = 16{,}4\ \mathrm{kN/m}$$

Katuslae omakaalu koormus seinale leitakse järgneva valemiga:

$$\mathrm{KL_{OK}} = (\mathrm{KL1} + \mathrm{OK_{riputus}}) * \mathrm{L_{eff}} \quad (3.2)$$
$$\mathrm{KL_{OK}} = (3{,}892 + 0{,}2) * 3{,}78 = 15{,}5\ \mathrm{kN/m}$$

Vahelae omakaalu koormus seinale leitakse järgneva valemiga:

$$\mathrm{VL_{OK}} = \left(\mathrm{VL1} + \mathrm{OK_{riputus}}\right) * \mathrm{L_{eff}} \quad (3.3)$$
$$\mathrm{VL_{OK}} = (5{,}8 + 0{,}2) * 3{,}78 = 22{,}7\ \mathrm{kN/m}$$

Lähteandmed silluse omakaalu leidmiseks:

- Silluse kõrgus: h=0,34
- Silluse laius: b=0,19
- Silluse mahukaal: 25 kN/m^3

$$\mathrm{SL_{OK}} = 0{,}19 * 0{,}34 * 25 = 1{,}6\ \mathrm{kN/m}$$

Vahelae kasuskoormus leitakse järgneva valemiga:

$$\mathrm{VL_{KK}} = (\mathrm{KK} + \mathrm{KK_{sein}}) * \mathrm{L_{eff}} \quad (3.4)$$
$$\mathrm{VL_{KK}} = (2 + 0{,}5) * 3{,}78 = 9{,}45\ \mathrm{kN/m}$$

Järgnevalt leitakse lumekoormus seinale. Lumekoormus Tallinnas on S_k=1,5kN/m^2. Antud hoone, millele arvutusi tehakse on lamekatusega hoone ning lamekatuse kujuteguriks on γ_1=0,8.

Lumekoormuse arvutusväärtus leitakse järgneva valemiga:

$$\mathrm{S} = \mathrm{S_K} * \gamma_1 \quad (3.5)$$
$$\mathrm{S} = 1{,}5 * 0{,}8 = 1{,}2\ \mathrm{kN/m^2}$$

Lumekoormus leitakse järgneva valemiga:

$$\mathrm{SN} = \mathrm{S} * \mathrm{L_{eff}} \quad (3.6)$$
$$\mathrm{SN} = 1{,}2 * 3{,}78 = 4{,}5\ \mathrm{kN/m}$$

Tuulekoormuse leidmiseks määran kõigepealt maastikutüübi antud hoonele. Kuna hoone ümber paikneb mets ning samuti on ümbruses mitmeid hooneid, siis valitakse antud hoone maastikutüübiks III.

Leian kiirusrõhu vastavalt maastikutüübile. Kiirusrõhk maastikutüüp III puhul leitakse valemiga:

$$q_p = 12{,}81\ln^2\frac{z}{0{,}3} + 89{,}64\ln\frac{z}{0{,}3} \tag{3.7}$$

$$q_p = 12{,}81\ln^2\frac{14{,}3}{0{,}3} + 89{,}64\ln\frac{14{,}3}{0{,}3} = 0{,}537\ \mathrm{N/m^2}$$

Vastavalt Ehituskonstruktori käsiraamatule leian tuulerõhutegurid. Seinale surve tuul tasakaalustab vahelaest tekkivat momenti, negatiivne imav tuul suurendab momenti. Seetõttu kasutatakse arvutustes negatiivset tuulerõhku rõhuteguriga D=-0,5.

Tuulekoormus 0,84 m laiusega seina osale leitakse valemiga:

$$w_{sein} = q_p(z_e) * c_{pe} * b_p \tag{3.8}$$

$$w_{sein} = 0{,}537 * -0{,}5 * 0{,}84 = -0{,}23\mathrm{kN/m}$$

Tuulekoormus katusele määratakse Ehituskonstruktori käsiraamatu järgi. Arvutustes kasutatakse tuulerõhutegurit H=-0,7. Tuulekoormus katusele leitakse valemiga:

$$w_{katus} = q_p(z_e) * c_{pe} * L_{eff} * b_{eff} \tag{3.9}$$

$$w_{katus} = 0{,}537 * -0{,}7 * 3{,}78 * 3{,}8 = -5{,}4\ \mathrm{kN}$$

Arvutatakse tingliku aknaposti laius valemiga:

$$b_p = \frac{h_k - 0{,}675}{2} * \tan 30° + \frac{c}{2} \tag{3.10}$$

$$b_p = \frac{3{,}135 - 0{,}675}{2} * \tan 30° + \frac{0{,}25}{2} = 0{,}84\ \mathrm{m}$$

Arvutatakse seina koormusala pikkus arvestades ka aknaavasid:

$$l_{k1} = b_p + \frac{b_{1,\text{aknava laius}}}{2} \tag{3.11}$$

$$l_{k1} = 0{,}84 + \frac{1{,}6}{2} = 1{,}64\ \mathrm{m}$$

$$l_{k2} = b_p + \frac{b_{2,\text{aknava laius}}}{2} \tag{3.12}$$

$$l_{k2} = 0{,}84 + \frac{2{,}4}{2} = 2{,}04\ \mathrm{m}$$

Arvutused tehakse 1,8 meetri laiusele II korruse aknavahelisele postile. Posti ühelpool on aken laiusega 1,6 meetrit ja teisel pool 2,4 meetrit. Antud 1,8 meetrisele seinaosale jagunevad koormused silluselt 60 kraadise nurgaga kitsale seinaosale laiusega 0,84 m, millele tuleb teha ka arvutused. Ülemiste korruse koormused võetakse tavalise jaotusega, kus seinaosa laiuseks võetakse b_{eff}.

3.3 Koormuskombinatsioonid

Kandepiirseisundi koormuskombinatsiooni valem:

$$\Sigma\gamma_{G,j}G_{k,j} + \gamma_{Q,q}Q_{k,1} + \Sigma\gamma_{Q,i}\psi_{0,i}Q_{k,1}$$

Järgnevalt tuuakse välja kolm kõige olulisemat koormuskombinatsiooni, millega kontrollitakse aknavaheliseposti kandevõimet:

- Kasuskoormus domineerib ja lumekoormus sekundaarne

$$1{,}2\ OK + 1{,}5\ KK + 1{,}5 * 0{,}5\ SN + 1{,}5 * 0{,}6 * W$$

- Tuulekoormus domineerib ja kasuskoormus vähendatud

$$1{,}2\ OK + 1{,}5 * 0{,}7 * KK + 1{,}5 * W + 1{,}5 * 0{,}5 * SN$$

- Tuulekoormus domineerib ja omakaal vähendatud

$$1{,}0\ OK + 1{,}5\ W$$

3.4 Koormuskombinatsioon 1

Järgnevalt tehakse arvutused koormuskombinatsiooni 1 järgi, kus kasuskoormus domineerib ja lumekoormus on sekundaarne.

Kogu vertikaalkoormus ülaosas leitakse järgnevalt:

$$\mathrm{N_{ü,d}} = \gamma_{\mathrm{G,sup}} * \left(\mathrm{KL_{OK}} * b_{eff} + \mathrm{VL_{OK}} * b_{eff} + 2 * \mathrm{VS_{OK}} * \mathrm{b} + 2 * \mathrm{SL_{OK}} * b_{eff}\right) + \gamma_{\mathrm{Q}} * \left(VL_{KK} * b_{eff}\right) + \gamma_{\mathrm{Q}} * \psi * \mathrm{SN} * b_{\mathrm{eff}} + 1{,}5 * \psi * W_{katus} \quad (3.13)$$

$$\mathrm{N_{ü,d}} = 1{,}2 * (15{,}5 * 3{,}8 + 22{,}7 * 3{,}8 + 2 * 16{,}4 * 1{,}8 + 2 * 1{,}6 * 3{,}8) + 1{,}5 * (9{,}45 * 3{,}8) + 1{,}5 * 0{,}5 * 4{,}5 * 3{,}8 + 1{,}5 * 0{,}6 * (-5{,}4) = 321{,}5\ \mathrm{kN}$$

Leian ülevalt tuleva koormuse 0,84 m laiusele aknapostile:

$$N_{\mathrm{ü},d} = 321{,}5 * \frac{b_p}{b} = 321{,}5 * \frac{0{,}84}{1{,}8} = 150\ kN$$

Kogu vertikaalkoormus keskosas leitakse järgnevalt:

$$\mathrm{N_{k,d}} = \mathrm{N_{ü,d}} + N_{vl,d} + 0{,}4 * \gamma_{\mathrm{G,sup}} * VS_{OK} * b_p \quad (3.14)$$

$$\mathrm{N_{k,d}} = 150 + 84{,}5 + 0{,}4 * 1{,}2 * 16{,}4 * 0{,}84 = 241\ \mathrm{kN}$$

Vertikaalkoormus vahelaest leitakse järgnevalt:

$$N_{vl,d} = \gamma_{G,sup} * VL_{OK} * l_k + \gamma_Q * VL_{KK} * l_k \quad (3.15)$$

$$N_{vl,d} = 1{,}2 * 22{,}7 * 2{,}04 + 1{,}5 * 9{,}45 * 2{,}04 = 84{,}5\ \text{kN}$$

Paindemomendi leidmiseks vahelae koormuses tuleb kõigepealt leida vahelae koormuse ekstsentrilisus.

Vahelaepaneeli toetuspikkus: a=100 mm

Resultantjõu kaugus ploki servast: a_p=a/3=100/3=33 mm

Vahelae koormuse ekstsentrilisus: e=t/2-ap=190/2-33=62 mm

Paindemoment vahelae koormusest leitakse järgnevalt:

$$M_{1,d} = e * N_{vl,d} \quad (3.16)$$

$$M_{1,d} = 0{,}062 * 84{,}5 = 5{,}24\ \text{kNm}$$

3.4.1 Ülemise tsooni kontroll

Juhuslik ekstsentrilisus: e_a=h/300=2,87/300=0,01 m

Ekstsentrilisus: $e = \frac{M_d}{N_d} + e_a = \frac{5{,}24}{150} + 0{,}01 = 0{,}045$ m

Survetsooni pindala leitakse järgnevalt:

$$A_C = \left(1 - 2\frac{e}{t}\right) * A \quad (3.17)$$

$$A_C = \left(1 - 2 * \frac{0{,}045}{0{,}19}\right) * 0{,}19 * 0{,}84 = 0{,}084\ \text{m}^2$$

Nõtketegur: $\chi = 1$

Seina kandevõime leitakse järgnevalt:

$$N_{R,d} = \left(\frac{\chi * A_C * f_k}{\gamma_m}\right) \quad (3.18)$$

$$N_{R,d} = \left(\frac{1 * 0{,}084 * 8{,}3 * 10^6}{1{,}7}\right) = 410{,}1\ \text{kN}$$

Kandevõime kasutusaste $\frac{N_{Ü,d}}{N_{R,d}} = \frac{150}{410{,}1} = 36{,}6\%$, kandevõime tagatud.

3.4.2 Keskmise tsooni kontroll

Juhuslik ekstsentrilisus: e_a=h/300=2,87/300=0,01 m

Ekstsentrilisus: $e_m = \frac{0,6 * M_d}{N_d} + e_a = \frac{0,6*5,24}{241} + 0,01 = 0,023$ m

Roometegur Columbia kivile on võetud ϕ=1,5

Ekstsentrilisus roomest leitakse järgnevalt:

$$e_k = 0,002 * \phi_\infty * \frac{h}{t} * \sqrt{t * e_m} \quad (3.19)$$

$$e_k = 0,002 * 1,5 * \frac{2,87}{0,19} * \sqrt{0,19 * 0,023} = 0,003 \text{ m}$$

Ekstsentrilisus seina keskosas: $e_{mk}=e_m+e_k=0,023+0,003=0,026$ m

Seina saledus: $\lambda_h = \frac{h}{t} = \frac{2,87}{0,19} = 15,1 \leq 27$

Väärtus nõtketeguri arvutamiseks: $u = \frac{\lambda_h - 2}{23 - 37 * \frac{e_{mk}}{t}} = \frac{15,1-2}{23-37*\frac{0,026}{0,19}} = 0,73$

Nõtketeguri leidmine: $\chi = e^{-\frac{0,73^2}{2}} = 0,766$

Survetsooni pindala: $A_C = \left(1 - 2\frac{e}{t}\right) * A = \left(1 - 2 * \frac{0,026}{0,19}\right) * 0,19 * 0,84 = 0,116\, m^2$

Seinakandevõime arvutamiseks:

$$N_{R,d} = \left(\frac{\chi * A_C * f_k}{\gamma_m}\right) = \left(\frac{0,766 * 0,116 * 8,33 * 10^6}{1,7}\right) = 435,4 \text{ kN}$$

Kandevõime kasutusaste $\frac{N_{k,d}}{N_{R,d}} = \frac{241}{435,4} = 55,4\%$, kandevõime tagatud.

3.5 Koormuskombinatsioon 2

Järgnevalt tehakse arvutused koormuskombinatsiooni 2 järgi, kus tuulekoormus domineerib ja kasuskoormus vähendatud.

Kogu vertikaalkoormus ülaosas leitakse järgnevalt:

$$N_{ü,d} = \gamma_{G,sup} * \left((KL_{OK} * b_{eff} + VL_{OK} * b_{eff} + 2 * VS_{OK} * b + 2 * SL_{OK} * b_{eff}\right) + \gamma_Q * \psi * VL_{KK} * b_{eff} + 1,5 * W_{katus} + \gamma_Q * \psi * SN * b_{eff} \quad (3.20)$$

$$N_{ü,d} = 1,2 * (15,5 * 3,8 + 22,7 * 3,8 + 2 * 16,4 * 1,8 + 2 * 1,6 * 3,8) + 1,5 * 0,7 * 9,45 * 3,8 + 1,5 * (-5,4) + 1,5 * 0,5 * 4,5 * 3,8 = 302,1 \text{ kN}$$

Leian ülevalt tuleva koormuse 0,84 m laiusele aknapostile:

$$N_{ü,d} = 302,1 * \frac{b_p}{b} = 302,1 * \frac{0,84}{1,8} = 141\, kN$$

Kogu vertikaalkoormus keskosas leitakse järgnevalt:

$$N_{k,d} = 141 + 84{,}5 + 0{,}4 * 1{,}2 * 16{,}4 * 0{,}84 = 232{,}1\ \text{kN}$$

Vertikaalkoormus vahelaest leitakse järgnevalt:

$$N_{vl,d} = 1{,}2 * 22{,}7 * 2{,}04 + 1{,}5 * 9{,}45 * 2{,}04 = 84{,}5\ \text{kN}$$

Paindemoment vahelae koormusest leitakse järgnevalt:

$$M_{1,d} = 0{,}062 * 84{,}5 = 5{,}24\ \text{kNm}$$

Tuulekoormus seinale leitakse: $p_w = \gamma_Q * w_{sein} = 1{,}5 * (-0{,}23) = -0{,}35\ \frac{\text{kN}}{m^2}$

Paindemoment tuulest leitakse: $M_{d,2} = \frac{l_{k2} * p_w * h^2}{8} = \frac{2{,}04 * (-0{,}35) * 2{,}87^2}{8} = 0{,}74\ \text{kNm}$

Paindemoment kokku ülemises tsoonis: M_d=5,24 kNm

Paindemoment kokku keskmises tsoonis: $M_d = 0{,}6 * 5{,}24 + 0{,}74 = 3{,}9\ \text{kNm}$

3.5.1 Ülemise tsooni kontroll

Juhuslik ekstsentrilisus: e_a=h/300=2,87/300=0,01 m

Ekstsentrilisus: $e = \frac{M_d}{N_d} + e_a = \frac{5{,}24}{141} + 0{,}01 = 0{,}047\ \text{m}$

Survetsooni pindala leitakse järgnevalt:

$$A_C = \left(1 - 2 * \frac{0{,}047}{0{,}19}\right) * 0{,}19 * 0{,}84 = 0{,}081\ \text{m}^2$$

Nõtketegur: $\chi = 1$

Seina kandevõime leitakse järgnevalt:

$$N_{R,d} = \left(\frac{1 * 0{,}081 * 8{,}3 * 10^6}{1{,}7}\right) = 395{,}5\ \text{kN}$$

Kandevõime kasutusaste $\frac{N_{Ü,d}}{N_{R,d}} = \frac{150}{395{,}5} = 37{,}9\%$, kandevõime tagatud.

3.5.2 Keskmise tsooni kontroll

Juhuslik ekstsentrilisus: e_a=h/300=2,87/300=0,01 m

Ekstsentrilisus: $e_m = \frac{0{,}6 * M_d + M_{d,2}}{N_d} + e_a = \frac{0{,}6 * 5{,}24 + 0{,}74}{232{,}1} + 0{,}01 = 0{,}028\ \text{m}$

Roometegur Columbia kivile on võetud ϕ=1,5

Ekstsentrilisus roomest leitakse järgnevalt:

$$e_k = 0{,}002 * 1{,}5 * \frac{2{,}87}{0{,}19} * \sqrt{0{,}19 * 0{,}028} = 0{,}0033 \text{ m}$$

Ekstsentrilisus seina keskosas: $e_{mk}=e_m+e_k=0{,}028+0{,}0033=0{,}0313$ m

Seina saledus: $\lambda_h = \frac{h}{t} = \frac{2{,}87}{0{,}19} = 15{,}1 \leq 27$

Väärtus nõtketeguri arvutamiseks: $u = \frac{\lambda_h - 2}{23 - 37 * \frac{e_{mk}}{t}} = \frac{15{,}1 - 2}{23 - 37 * \frac{0{,}0313}{0{,}19}} = 0{,}775$

Nõtketeguri leidmine: $\chi = e^{-\frac{0{,}775^2}{2}} = 0{,}741$

Survetsooni pindala: $A_C = \left(1 - 2\frac{e}{t}\right) * A = \left(1 - 2 * \frac{0{,}0313}{0{,}19}\right) * 0{,}19 * 0{,}84 = 0{,}107 \text{ m}^2$

Seinakandevõime arvutamiseks:

$$N_{R,d} = \left(\frac{\chi * A_C * f_k}{\gamma_m}\right) = \left(\frac{0{,}741 * 0{,}107 * 8{,}33 * 10^6}{1{,}7}\right) = 388{,}5 \text{ kN}$$

Kandevõime kasutusaste $\frac{N_{k,d}}{N_{R,d}} = \frac{232{,}1}{388{,}5} = 60\%$, kandevõime tagatud.

3.6 Koormuskombinatsioon 3

Järgnevalt tehakse arvutused koormuskombinatsiooni 3 järgi, kus tuulekoormus domineerib ja omakaal vähendatud.

Kogu vertikaalkoormus ülaosas leitakse järgnevalt:

$$N_{ü,d} = \gamma_{G,inf} * \left((KL_{OK} * b_{eff} + VL_{OK} * b_{eff} + 2 * VS_{OK} * b + 2 * SL_{OK} * b_{eff}\right) + 1{,}5 * W_{katus} \quad (3.21)$$

$$N_{ü,d} = 1{,}0 * (15{,}5 * 3{,}8 + 22{,}7 * 3{,}8 + 2 * 16{,}4 * 1{,}8 + 2 * 1{,}6 * 3{,}8) + 1{,}5 * (-5{,}4) = 208{,}3 \text{ kN}$$

Leian ülevalt tuleva koormuse 0,84 m laiusele aknapostile:

$$N_{ü,d} = 208{,}3 * \frac{b_p}{b} = 208{,}3 * \frac{0{,}84}{1{,}8} = 97{,}2\ kN$$

Kogu vertikaalkoormus keskosas leitakse järgnevalt:

$$N_{k,d} = 97{,}2 + 46{,}31 + 0{,}4 * 1{,}2 * 16{,}4 * 0{,}84 = 150{,}1 \text{ kN}$$

Vertikaalkoormus vahelaest leitakse järgnevalt:

$$N_{vl,d} = \gamma_{G,info} * VL_{OK} * l_{k2} \quad (3.22)$$
$$N_{vl,d} = 1,0 * 22,7 * 2,04 = 46,31\ kN$$

Paindemoment vahelae koormusest leitakse järgnevalt:

$$M_{1,d} = 0,062 * 46,31 = 2,9\ kNm$$

Tuulekoormus seinale leitakse: $p_w = \gamma_Q * w_{sein} = 1,5 * (-0,23) = -0,35 \frac{kN}{m}$

Paindemoment tuulest leitakse: $M_{d,2} = \frac{l_{k2} * p_w * h^2}{8} = \frac{2,04 * (-0,35) * 2,87^2}{8} = 0,74\ kNm$

3.6.1 Ülemise tsooni kontroll

Juhuslik ekstsentrilisus: e_a=h/300=2,87/300=0,01 m

Ekstsentrilisus: $e = \frac{M_d}{N_d} + e_a = \frac{2,9}{97,2} + 0,01 = 0,024\ m$

Survetsooni pindala leitakse järgnevalt:

$$A_C = \left(1 - 2 * \frac{0,024}{0,19}\right) * 0,19 * 0,84 = 0,04\ m^2$$

Nõtketegur: $\chi = 1$

Seina kandevõime leitakse järgnevalt:

$$N_{R,d} = \left(\frac{1 * 0,04 * 8,3 * 10^6}{1,7}\right) = 195,3\ kN$$

Kandevõime kasutusaste $\frac{N_{Ü,d}}{N_{R,d}} = \frac{97,2}{195,3} = 49,8\%$, kandevõime tagatud.

3.6.2 Keskmise tsooni kontroll

Juhuslik ekstsentrilisus: e_a=h/300=2,87/300=0,01 m

Ekstsentrilisus: $e_m = \frac{0,6 * M_{d,1} + M_{d,2}}{N_d} + e_a = \frac{0,6 * 2,9 + 0,74}{150,1} + 0,01 = 0,027\ m$

Roometegur Columbia kivile on võetud ϕ=1,5

Ekstsentrilisus roomest leitakse järgnevalt:

$$e_k = 0,002 * 1,5 * \frac{2,87}{0,19} * \sqrt{0,19 * 0,027} = 0,00325\ m$$

Ekstsentrilisus seina keskosas: $e_{mk} = e_m + e_k = 0,027 + 0,00325 = 0,0303$ m

Seina saledus: $\lambda_h = \frac{h}{t} = \frac{2,87}{0,19} = 15,1 \leq 27$

Väärtus nõtketeguri arvutamiseks: $u = \frac{\lambda_h - 2}{23 - 37 * \frac{e_{mk}}{t}} = \frac{15,1 - 2}{23 - 37 * \frac{0,0303}{0,19}} = 0,77$

Nõtketeguri leidmine: $\chi = e^{-\frac{0,77^2}{2}} = 0,743$

Survetsooni pindala: $A_C = \left(1 - 2\frac{e}{t}\right) * A = \left(1 - 2 * \frac{0,0303}{0,19}\right) * 0,19 * 0,84 = 0,11\ m^2$

Seinakandevõime arvutamiseks:

$$N_{R,d} = \left(\frac{\chi * A_C * f_k}{\gamma_m}\right) = \left(\frac{0,743 * 0,11 * 8,33 * 10^6}{1,7}\right) = 400,5\ kN$$

Kandevõime kasutusaste $\frac{N_{k,d}}{N_{R,d}} = \frac{150,1}{400,5} = 37,5\%$, kandevõime tagatud.

Kõikide koormuskombinatsioonide puhul on kandevõime tagatud ning maksimaalne kandevõime kasutusaste on koormuskombinatsiooni 2 keskmises tsoonis, kus kasutusaste on 60%.

3.7 Lähteandmed tühjade õõntega aknavaheliseposti arvutuseks

Kuna täisvalatud Columbia plokkidest aknavaheline post andis kandevõime kontrolli välja iga koormuskombinatsiooniga siis tehakse kontroll ka tühjade õõntega Columbia plokist aknavahelisele postile. Tühjade õõntega aknavahelise posti puhul kontrollitakse, kas koormuskombinatsiooni 1 ja 2 järgi on kandevõime tagatud.

Lähteandmed aknavaheliseposti arvutuseks:

- Müüritise normatiivne survetugevus: $f_k = K * f_b^{0,7} * f_m^{0,3} = 0,45 * 9,54^{0,7} * 10^{0,3} = 4,35\ MPa$
- Õõnesbetoonplokkide survetugevus: f_b=9,54 MPa
- Põhimördi survetugevus: f_m=10,0 MPa
- Survetugevuse konstant:s K=0,45

Tühjade õõntega välisseina normatiivne koormus on esitatud allolevas tabelis 3.2.

Tabel 3.2 Välisseina VS-1 omakaal

Välissein VS-1			
Materjal	**Paksus (mm)**	**Mahukaal (kN/m³)**	**Kaal (kN/m²)**
Õõnesplokk	190	20	3,8
Soojustus PIR plaat	170	0,3	0,051
Mineraalvill	20	1,75	0,035
Fassaadilaudis	21	50	1,05
		Kaal kokku:	**g=4,94**

3.7.1 Tühjade õõntega välisseina omakaal

Tühjade õõntega Columbia plokist välisseina omakaal leitakse järgnevalt:

$$\mathrm{VS_{OK}} = 4{,}94 * 2{,}87 = 14{,}2\ \mathrm{kN/m}$$

3.8 Kandevõime kontroll koormuskombinatsiooni 1 järgi

Kogu vertikaalkoormus ülaosas:

$$\mathrm{N_{ü,d}} = 1{,}2 * (15{,}5 * 3{,}8 + 22{,}7 * 3{,}8 + 2 * 14{,}2 * 1{,}8 + 2 * 1{,}6 * 3{,}8) + 1{,}5 * 9{,}45 * 3{,}8 + 1{,}5 * 0{,}5 * 4{,}5 * 3{,}8 + 1{,}5 * 0{,}6 * (-5{,}4) = 312\ \mathrm{kN}$$

$$N_{\mathrm{ü},d} = 312 * \frac{0{,}84}{1{,}8} = 145{,}6$$

Kogu vertikaalkoormus keskosas:

$$\mathrm{N_{k,d}} = 145{,}6 + 84{,}5 + 0{,}4 * 1{,}2 * 14{,}2 * 0{,}84 = 235{,}8\mathrm{kN}$$

Vertikaalkoormus vahelaest:

$$\mathrm{N_{vl,d}} = 1{,}2 * 22{,}7 * 2{,}04 + 1{,}5 * 9{,}45 * 2{,}04 = 84{,}5\ \mathrm{kN}$$

Paindemoment vahelae koormusest:

$$\mathrm{M_{1,d}} = 0{,}062 * 84{,}5 = 5{,}24\ \mathrm{kNm}$$

3.8.1 Ülemise tsooni kontroll:

Juhuslik ekstsentrilisus: e_a=0,01 m

Ekstsentrilisus: e=0,046

Survetsooni pindala: A_c= 0,823 m^2

Nõtketegur: $\chi = 1$

Seina kandevõime:

$$\mathrm{N_{R,d}} = \left(\frac{1 * 0{,}0823 * 4{,}35 * 10^6}{1{,}7}\right) = 210{,}6\ \mathrm{kN}$$

Kandevõime kasutusaste $\frac{\mathrm{N_{ü,d}}}{\mathrm{N_{R,d}}} = \frac{145{,}6}{210{,}6} = 69{,}1\ \%$

3.8.2 Keskmise tsooni kontroll:

Juhuslik ekstsentrilisus: e_a= 0,01 m

Ekstsentrilisus: $\mathrm{e_m} = 0{,}023\ \mathrm{m}$

Ekstsentrilisus roomest: e_k=0,003

Ekstsentrilisus seina keskosas: e_{mk}=0,026 m

Seina saledus: $\lambda_\mathrm{h} = 15{,}1 \leq 27$

Väärtus nõtketeguri arvutamiseks: $\mathrm{u} = 0{,}73$

Nõtketegur: $\chi = 0{,}766$

Survetsooni pindala: $A_C = 0{,}116\ m^2$

Seinakandevõime arvutamiseks:

$$\mathrm{N_{R,d}} = \left(\frac{0{,}766 * 0{,}116 * 4{,}35 * 10^6}{1{,}7}\right) = 227{,}4\ \mathrm{kN}$$

Kandevõime kasutusaste $\frac{\mathrm{N_{k,d}}}{\mathrm{N_{R,d}}} = \frac{235{,}8}{227{,}4} = 103{,}7\%$, kandevõime ei ole tagatud.

3.9 Kandevõime kontroll koormuskombinatsioon 2 järgi

Kogu vertikaalkoormus ülaosas:

$$\mathrm{N_{ü,d}} = 1{,}2 * (15{,}5 * 3{,}8 + 22{,}7 * 3{,}8 + 2 * 14{,}2 * 1{,}8 + 2 * 1{,}6 * 3{,}8) + 1{,}5 * 0{,}7 * 9{,}45 * 3{,}8 + 1{,}5 * (-5{,}4) + 1{,}5 * 0{,}5 * 4{,}5 * 3{,}8 = 292{,}6\ \mathrm{kN}$$

Leian ülevalt tuleva koormuse 0,84 m laiusele aknapostile:

$$N_{\mathrm{ü},d} = 292{,}6 * \frac{b_p}{b} = 292{,}6 * \frac{0{,}84}{1{,}8} = 136{,}5\ kN$$

Kogu vertikaalkoormus keskosas:

$$\mathrm{N_{k,d}} = 136{,}5 + 84{,}5 + 0{,}4 * 1{,}2 * 14{,}2 * 0{,}84 = 226{,}7\ \mathrm{kN}$$

,

Vertikaalkoormus vahelaest:

$$N_{vl,d} = 1{,}2 * 22{,}7 * 2{,}04 + 1{,}5 * 9{,}45 * 2{,}04 = 84{,}5\ \text{kN}$$

Paindemoment vahelae koormusest:

$$M_{1,d} = 0{,}062 * 84{,}5 = 5{,}24\ \text{kNm}$$

Tuulekoormus seinale: $p_w = -0{,}35\ \frac{\text{kN}}{\text{m}}$

Paindemoment tuulest: $M_{d,2} = \frac{2{,}06*(-0{,}35)*2{,}87^2}{8} = 0{,}74\ \text{kNm}$

Paindemoment kokku ülemises tsoonis: M_d=5,24 kNm

Paindemoment kokku keskmises tsoonis: $M_d = 0{,}6 * 5{,}24 + 0{,}74 = 3{,}9\ \text{kNm}$

3.9.1 Ülemise tsooni kontroll

Juhuslik ekstsentrilisus: e_a=0,01 m

Ekstsentrilisus: e=0,0484

Survetsooni pindala: A_c= 0,078 m^2

Nõtketegur: $\chi = 1$

Seina kandevõime:

$$N_{R,d} = \left(\frac{1 * 0{,}078 * 4{,}35 * 10^6}{1{,}7}\right) = 198{,}7\ \text{kN}$$

Kandevõime kasutusaste $\frac{N_{ü,d}}{N_{R,d}} = \frac{136{,}5}{198{,}7} = 68{,}7\%$, kandevõime ülemise tsoonis ei ole tagatud.

3.9.2 Keskmise tsooni kontroll

Juhuslik ekstsentrilisus: e_a= 0,01 m

Ekstsentrilisus: e_m=0,027

Ekstsentrilisus roomest: e_k=0,00325

Ekstsentrilisus seina keskosas: e_{mk}=0,0303 m

Seina saledus: $\lambda_h = 15{,}1 \leq 27$

Väärtus nõtketeguri arvutamiseks: $u = 0{,}766$

Nõtketegur: $\chi = 0{,}75$

Survetsooni pindala: $A_C = 0{,}11\ m^2$

Seinakandevõime arvutamiseks:

$$\mathrm{N_{R,d}} = \left(\frac{0{,}75 * 0{,}11 * 4{,}35 * 10^6}{1{,}7}\right) = 211{,}1\ \mathrm{kN}$$

Kandevõime kasutusaste $\frac{\mathrm{N_{k,d}}}{\mathrm{N_{R,d}}} = \frac{226{,}7}{211{,}1} = 107{,}4\%$, kandevõime ei ole tagatud.

Tühjade õõntega tehtud arvutuste puhul ei olnud koormuskombinatsioonides 1 ja 2 keskmises tsoonis kandevõimetagatud. Seega tuleb kindlasti seina kandevõime tagamiseks Columbia ploki õõned betoneerida.

4. EHITUSPLATSI ÜLDPLAAN

Antud peatükis kirjeldatakse ehitusplatsi üldist planeerimisloogikat, tehakse peamised ressursside arvutused ning antakse ülevaade ehitusgeoloogilistest tingimustest. Lisaks on ehitusplatsi üldplaani kohta koostatud graafiline joonis, mis on kujutatud esitlusjoonisel 4.

4.1 Ehitusplatsi üldkirjeldus

Hoone kinnistul paiknevad enne ehitustööde neli kaarhalli, mis lammutatakse enne ehitustööde algus. Lammutustest tekkivad jäätmed sorteeritakse ja antakse üle jäätmekäitlus ettevõttele.

Hoone alt väljakaevatav pinnas viiakse osaliselt kalluritega minema ning utiliseeritakse. Ülejäänud pinnas ladustatakse ehitusplatsil selleks ettenähtud platsile. Ehitatavate hoonete ümbruses on palju kõrghaljastust, mis tuleb kaitsta vastavate kaitsepiiretega.

4.2 Ehitusplatsi planeerimine

Ehitusplatsile pääsemiseks masinatega on paigaldatud kaks väravat. Elektrooniline liugvärav 1 paikneb Teelise tänaval. Teelise 10 maja taga asub tavaline piirdeaedadest värav 2. Põhiliiklus toimub läbi värava 1. Masinatel on võimalik ehitusplatsi keskel ümber pöörata ja väljuda väravast 1.

Tööliste parkimine asub ehitusplatsilt väljaspool olevas maanteeameti tasuta parklas, mis asub umbes 100 meetri kaugusel.

Enne ehitustöödega alustamist piiratakse krunt piirdeaedadega kokku 541 jm ulatuses. Liugvärava 1 kõrvale ja soojaku välisseinale paigaldatakse ehitusplatsi infotahvel. Olmesoojakute asukoht on Teelise tänava ääres värav 1 juures. Seal on neli peatöövõtu- ja kaksteist alltöövõtu soojakut kahel korrusel. Samuti asub seal veel sanitaarsoojak ja kinnised lao konteinerid. Esmaabi- ja tulekustutusvahendid paiknevad peatöövõtu soojakus.

Kuna hoone kandekonstruktsioon on suurel määral Columbia plokkidest, siis nende mahutamiseks ehitusplatsile on planeeritud viis lao platsi. Samuti on kavandatud ehitusplatsile sarruse ladu, kuhu mahuvad 12 meetri pikkused armatuurvardad. Soojakute juures asuvad kaks olmejäätmete konteinerit ja üks ohtlike jäätmete konteiner. Lisaks on ehitusplatsil veel kaks ehitussegajäätmete konteinerit ning eraldi

paber ja papi konteiner. Hoone konstruktsiooni ehitamise ajal on ehitusplatsil ka metalli konteiner.

4.2.1 Objekti valve

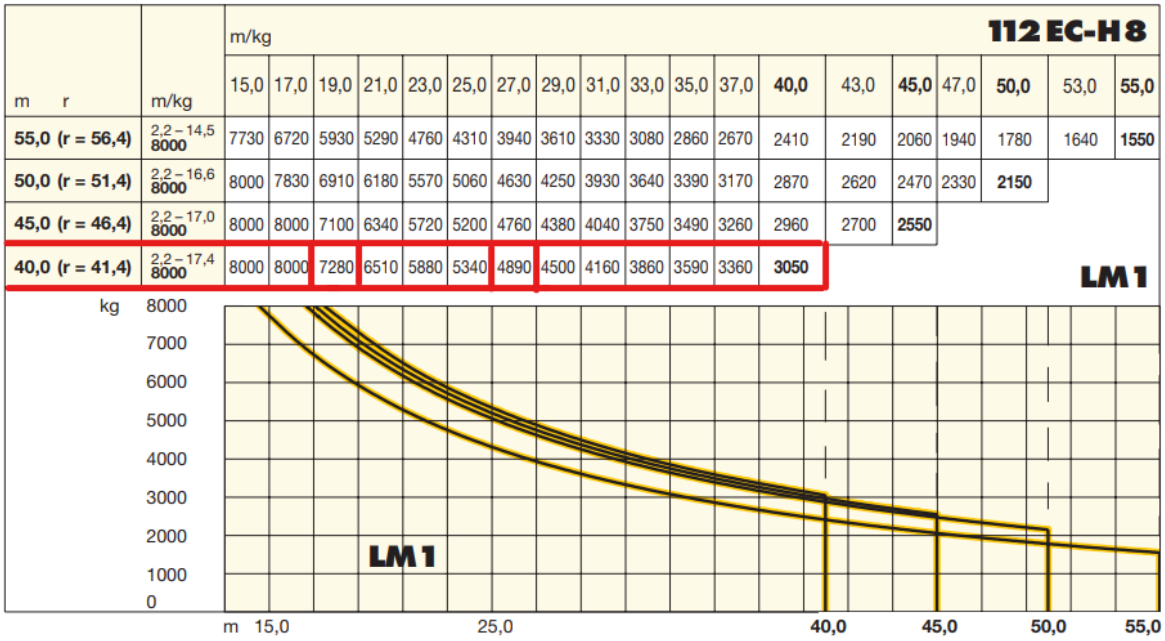
Objekti valveks on sõlmitud leping turvafirmaga, kes paigaldab ehitusplatsi perimeetrile ja soojakute juurde valvekaamerad ja liikumisandurid. Häire korral läheb teade turvafirmasse ja saadetakse kohale patrullekipaaž.

4.2.2 Jäätmekäitlus

Ehitustööde ajal paikneb üks 14 m^3 ehitusjäätmete konteiner ehitusplatsi keskel ning teine värav 2 juures. Vajadusel saab platsi keskele ühe ehitusjäätmete konteineri juurde tellida. Ehitusjäätmete konteinerite tühjenduse tellib objektimeeskonnast selleks volitatud isik.

4.3 Kraana valik

Tõsteseadmeteks on ehitusplatsile ettenähtud kaks tornkraanat. Tornkraanad on valitud nii, et nendega kataks ära kõigi kolme hoone ehitamisel vaja minevad tõstetööd. Tornkraana nr 1 teenindab peamiselt Teelise 6 hoonet, mis on ka tehnoloogia kaartides kajastatud. Antud hoonele on valitud 40 meetrise noolepikkusega tornkraana. Tornkraana valikul on arvestatud sellega, et kui kaugele ja kui kõrgele tuleb kõige raskem element tõsta. Antud hoone puhul on kõige raskemaks elemendiks 6,3 tonni kaaluv trepipodest, mis tuleb tõsta 18 meetri kaugusele ja 11 meetri kõrgusele. Lisaks on vaadatud, et antud kraanaga oleks võimalik tõsta hoone kõige kaugemat elementi, milleks on 3,5 tonni kaaluv õõnespaneel ja see tuleb tõsta 27 meetri kaugusele ja 14 meetri kõrgusele. Elementide kaalule tuleb juurde arvestada ka haardeseade kaal 0,4 tonni. Seega on hoonele valitud tõstetöid tegema tornkraana Liebherr 112EC-H8. Valitud kraana tehnilised andmed on esitatud joonisel 4.1. Tornkraana tõstevõime graafik on esitatud joonisel 4.2.

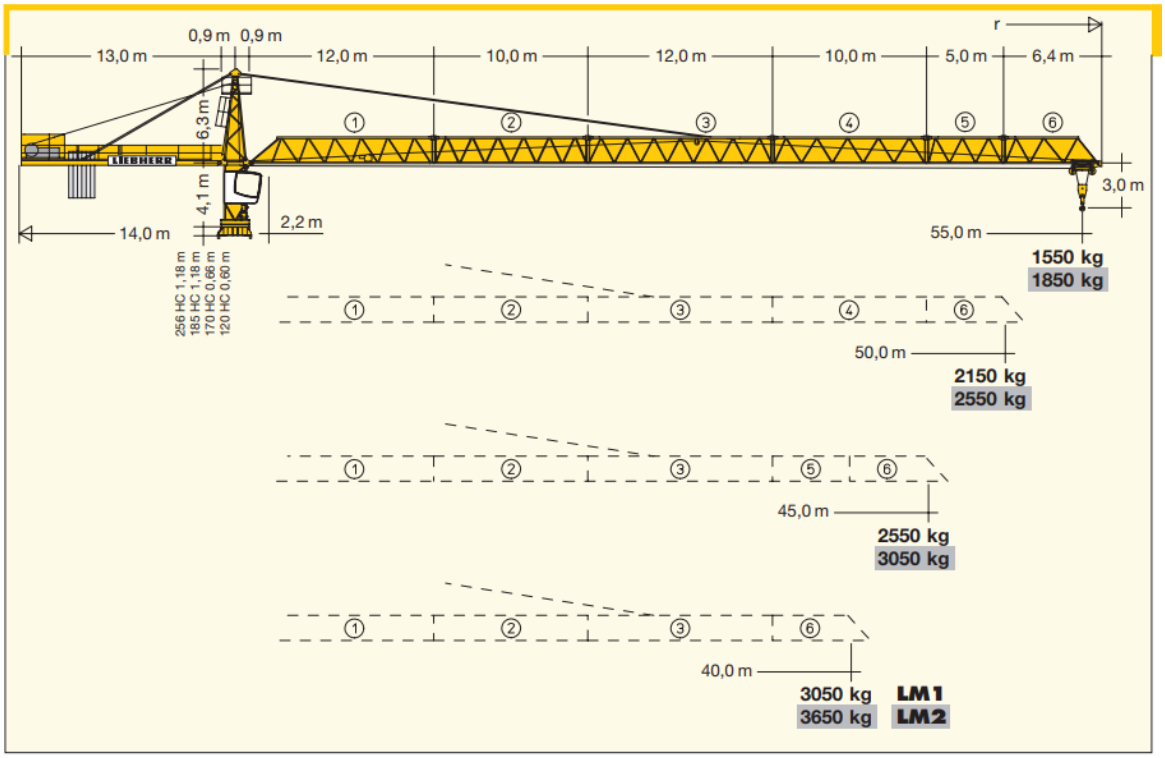


m r	m/kg	m/kg	15,0	17,0	19,0	21,0	23,0	25,0	27,0	29,0	31,0	33,0	35,0	37,0	40,0	43,0	45,0	47,0	50,0	53,0	55,0
55,0 (r = 56,4)	2,2 – 14,5	8000	7730	6720	5930	5290	4760	4310	3940	3610	3330	3080	2860	2670	2410	2190	2060	1940	1780	1640	1550
50,0 (r = 51,4)	2,2 – 16,6	8000	8000	7830	6910	6180	5570	5060	4630	4250	3930	3640	3390	3170	2870	2620	2470	2330	2150		
45,0 (r = 46,4)	2,2 – 17,0	8000	8000	8000	7100	6340	5720	5200	4760	4380	4040	3750	3490	3260	2960	2700	2550				
40,0 (r = 41,4)	2,2 – 17,4	8000	8000	8000	7280	6510	5880	5340	4890	4500	4160	3860	3590	3360	3050						

112 EC-H 8

LM 1

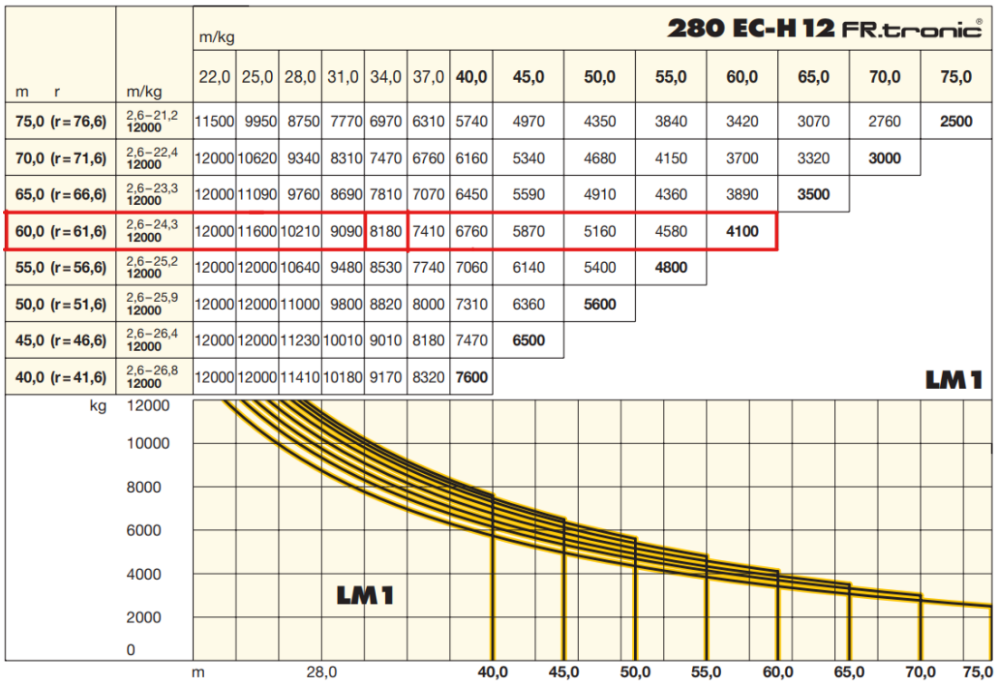
Joonis 4.1 Valitud tornkraana nr 1 tehnilised andmed [7]



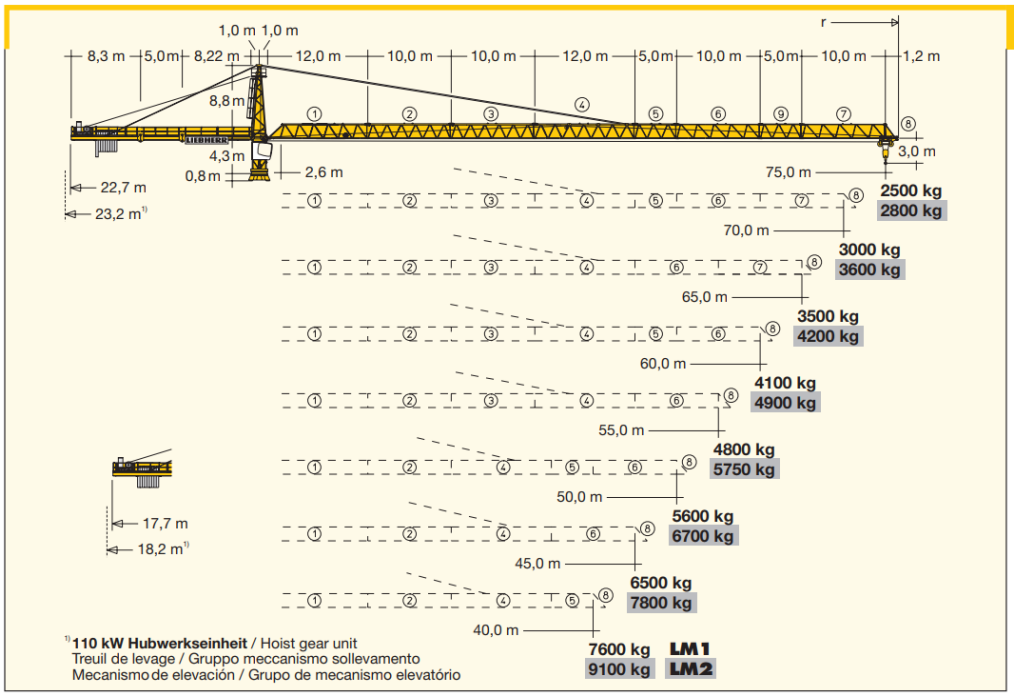
Joonis 4.2 Tornkraana nr 1 tõstevõime graafik L=40 m [7]

Tornkraana nr 2 teenindab kahe ülejäänud hoone tõstetöid. Nendele hoonetele on valitud 60 meetrise noolepikkusega tornkraana. Antud tornkraana raskemaks tõsteks on vahelae täispaneel, mis kaalub 7,4 t ja tuleb tõsta 34 meetri kaugusele. Lisaks on vaadatud, et antud kraanaga oleks võimalik tõsta ka hoonete kaugemat elementi, milleks on 3,3 tonni kaaluv õõnespaneel, mis tuleb tõsta 55 meetri kaugusele ja 10

meetri kõrgusele. Elementide kaalule lisaks tuleb juurde arvestada ka haardeseade kaal 0,4 tonni. Seega on hoonetele valitud tõstetöid tegema Liebherr 280EC-H12. Valitud kraana tehnilised andmed on esitatud joonisel 4.3. Tornkraana tõstevõime graafik on esitatud joonisel 4.4.



Joonis 4.3 Valitud tornkraana nr 2 tehnilised andmed [8]



Joonis 4.4 Tornkraana nr 2 tõstevõime graafik L=60 m [8]

4.4 Vee- ja elektrienergia vajaduse määramine

Veevajaduse ja elektrienergia vajaduse määramise arvutuste teostamisel on kasutatud Olev Müürsepp ja Jüri Sutt käsiraamatut „Ehitusplatsi korralduse kavandamine" [9].

4.4.1 Ajutise veevajaduse määramine

Ehitusaegne veevarustus tagatakse kohaliku liitumispunktiga ühendamisel kinnistul, soojakute läheduses olevas kaevus. Veevajaduse määramisel arvestatakse tootmisvee ja majandusvee vajadusega. Tuletõrjevee vajadust ei arvestata, kuna ehitatavate hoonete lähedal paikneb tuletõrjevee hüdrant, kus saadakse vajalik tuletõrjevesi.

Tootmisvee vajaduse arvutamisel on autor lähtunud tööst, mille teostamiseks kulub kõige rohkem vett ning selle põhjal on tehtud arvutused. Suurima veetarbimisega tööks on arvestatud Columbia plokkide ladumine, kus vett kulub müürisegu valmistamisele. Arvestatud on, et 25 kg kohta müürisegule kulub ligikaudu 4 liitrit vett ja ühe Columbia kivi kohta kulub 1,6 kg kuivsegu. Seega arvestatakse tootmise keskmiseks veevajaduseks vahetuses 300 L. Veevajadus on arvestatud varuga.

Üldine veevajadus arvutatakse järgmise valemiga:

$$Q_{üld} = Q_t + Q_{maj}, \tag{5.1}$$

kus $Q_{üld}$ — üldine veevajadus, l/s,

Q_t — tootmisvee vajadus, l/s,

Q_{maj} – majandusvee vajadus, l/s.

Tootmisvee vajadus arvutatakse järgmise valemiga:

$$Q_t = \frac{1{,}2 \cdot \Sigma Q_k \cdot k_1}{8{,}0 \cdot 3600}, \tag{5.2}$$

kus *1,2* – tegur, hindamaks arvestamata veekulu,

Q_k – tootmise keskmine veevajadus vahetuses,

k_1 – veetarbimise ebaühtluse tegur, võetakse tootmises 1,6,

8 – tundide arv vahetuses,

3600 – 3600 sekundit tunnis.

Tootmisvee vajadus leitakse valemiga (5.2):

$$Q_t = \frac{1{,}2 \cdot 300 \cdot 1{,}6}{8{,}0 \cdot 3600} = 0{,}02 \frac{l}{s}.$$

Majanduslik veevajadus arvutatakse valmiga:

$$Q_{maj} = \frac{N}{3600} \cdot \left(\frac{n_1 \cdot k_2}{8{,}2} + n_2 \cdot k_3 \right), \quad (5.3)$$

kus *N* – suurim inimeste arv vahetuses;

n_1 – normatiivne veekulu 1 inimese kohta vahetuses,

n_2 – veekulu ühe dušivõtu korra kohta, arvestatakse 30 l,

k_2 – veetarbimise ebaühtluse tegur, võetakse 2,7,

k_3 – tegur, mis arvestab dušivõtjate ja töötajate suurima arvu suhet vahetuses (0,3…0,4).

Majanduslik veevajadus leitakse valemiga (5.3):

$$Q_{maj} = \frac{112}{3600} \cdot \left(\frac{20 \cdot 2{,}7}{8{,}2} + 30 \cdot 0{,}3 \right) = 0{,}485 \frac{l}{s}$$

Üldine veevajadus leitakse valemiga (5.1):

$$Q_{üld} = 0{,}02 + 0{,}485 = 0{,}505 \frac{l}{s}$$

Veetoru läbimõõt arvutatakse valemiga:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q_{üld} \cdot 1000}{\pi \cdot v}}, \quad (5.4)$$

kus *D* – veetoru läbimõõt, mm,

$Q_{üld}$ – arvutuslik veekulu, l/s,

v – vee liikumiskiirus torudes, l/s.

Veetoru läbimõõt leitakse valemiga (5.4):

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot 0{,}505 \cdot 1000}{\pi \cdot 1{,}5}} = 20{,}7 \text{ mm}.$$

Valitakse veetoru diameetriga 25 mm. Toruks valitakse PEX-toru.

4.4.2 Elektrienergiavajaduse määramine

Elektri tarbimise määramiseks on koostatud tabelid, kus on näidatud soojakute elektrienergiavajadused ja ehitusseadmete elektrienergiavajadused ehituse ajal. Soojakute elektrienergiavajadused on esitatud tabelis 4.1 ja ehitusseadmete elektrienergiavajadused on esitatud tabelis 4.2.

Peakilbi määramisel võetakse arvesse ka seda, et tornkraana vajab 125 A peakaitset. Ehitusaegne elekter saadakse krundil asuvast alajaamast. Jaotuskilbid on paigaldatud kraana juurde, soojakute juurde ning ehitatavate hoonete korrustele.

Tabel 4.1 Soojakute elektrienergiavajadus

Elektritarvitid soojakus	**Kogus (tk)**	**Võimsus (kW)**	**Kokku (kW)**
Radiaatorid	20	2,00	40,00
Printer	1	0,50	0,50
Arvutid	8	0,50	4,00
Dokid	8	0,10	0,80
Boiler	2	4,00	8,00
Valgustid	24	0,10	1,80
Külmik	1	0,15	0,15
Kohvimasin	1	1,00	1,00
Veekeetja	5	1,50	7,50
Mikrolaineahi	3	1	3,00
Sisevalgustus	20	0,10	2,00
Kokku:			**68,75**

Tabel 4.2 Ehitusseadmete elektrienergiavajadus

Tööriistad	**Kogus (tk)**	**Võimsus (kW)**	**Kokku (kW)**
Elektritrell	8	0,45	3,60
Ketaslõikur	6	1,40	8,40
Segutrell	6	1,30	7,80
Soojapuhurid	9	2,00	18,00
Prožektorid sisetööde jaoks	10	0,30	1,50
Laadijad	10	0,30	3,00
Armatuuri painutuspink	1	3,00	3,00
Objekti valgustus	4	1,5	6,00
Sisevalgustus	27	0,1	0,27
Kokku:			**51,57**

Arvutuslik elektrikoormus jaotatult tarbijagruppideks arvutatakse valemiga:

$$P_{arv} = \alpha \cdot \left(\frac{\Sigma k_{1n} \cdot P_j}{\cos\varphi} + \Sigma k_{3n} P_{s-v} + \Sigma P_{v-v} \right), \quad (5.5)$$

kus α – võrgukadusid arvestatav tegur (orienteeruvalt 1,05…1,10),

k_{1n}, k_{3n} – nõudlustegurid, mille suurus sõltub tarbijate liigist ja arvust,

P_j – jõutarbija võimsus, kW,

P_{v-v} – välisvalgustusseadmete võimsus, kW,

P_{s-v} – sisevalgustusseadmete võimsus, kW,

$\cos\varphi$ – võimsustegur.

Arvutuslik elektrikoormus jaotatult tarbijagruppideks leitakse valemiga (5.5):

$$P_{arv} = 1{,}05 \cdot \left(\frac{0{,}2 \cdot 112{,}05}{0{,}5} + 0{,}8 * 2 + 6 \right) = 55 \text{ kW}.$$

Voolutugevus arvutatakse valemiga:

$$I = \frac{P_{max}}{U \cdot \sqrt{3} \cdot \cos\varphi}, \quad (5.6)$$

kus P – elektritarbimise koguvõimsus, kW,

I – voolutugevus, A,

U – pinge, V.

Voolutugevus, mille järgi valitakse peakaitse suurus, leitakse valemiga (5.6):

$$I = \frac{55000}{400 \cdot \sqrt{3} \cdot 0{,}8} = 99 \text{ A}.$$

Arvestatakse ka tornkraana peakaitsmega, mis peab olema 125 A ning seetõttu valitakse peakaitsme suuruseks 250 A.

5. TEHNOLOOGILISED KAARDID

Käesolevas lõputöös on koostatud kolm tehnoloogilist kaarti:

1) vundamenditööde tehnoloogiline kaart;
2) betooni-, müüri- ja montaažitööde tehnoloogiline kaart;
3) voolu moodustamine hoonete kompleksile.

Tehnoloogilised kaardid annavad täpsema ülevaate hoone osade ehitusel kasutatavatest meetoditest ja võtetest ning ehitusplatsi organiseerimisest tööde tegemise ajal. Lisaks arvutatakse erinevate töölõikude tööjõu- ja ajakulud. Tehnoloogiliste arvutuste tegemiseks on kasutatud RATU ajanorme ning objekti dokumentatsioonist ehitustööde päevikut.

5.1 Vundamendi ehituse tehnoloogiline kaart

Käesoleva tehnoloogiakaardi raames lahedatakse ehitatavate korterelamute vundamenditööd ühe hoone näitel. Vundamendi ehituse tehnoloogilisele kaardile on koostatud esitlusjoonis nr 5.

Ehitatavad hooned rajatakse madalvundamendile. Keldriseinte alla rajatakse vundamendilindid ning postide alla vundamendi taldmikud. Lisaks on iga trepikoja alla on valatud ligikaudu 7 meetri laiused vundamendi plaadid. Sõltuvalt asukohast on hoone vundamentide paksused 300mm, 450mm või 600mm. Vundamenditöödeks kasutatava betooni klass on C30/37 ning sarrusterase klass B500B. [2]

Vundamenditöödega saab alustada pärast hoonealuse süvendi välja kaevamist ja vundamendi aluse rajamist. Vundamendiplaat rajatakse tihendatud liivaalusele. Minimaalne lubatud üksik tihendusaste on 97%. [2]

5.1.1 Tööde kirjeldus

Vundamendi ehitus on jagatud neljaks haardealaks. Esimene haardeala on postide taldmikud ja lifti šahtide põhjad. Ülejäänud kolm haardeala on valitud hoone trepikodade järgi. Lisaks on vaadatud ka, et kõik haardealad oleksid sarnase suurusega, et tagada igal haardealal ühtlane töövoog.

Esimese tööna paigaldatakse vundamendi aluse peale PE-kile, et eraldada vundamendi betoon pinnasest. Seejärel märgib geodeet maha vundamendi punktid, mille järgi

alustatakse hoone vundamendi raketise ehitamisega. Rakestamiseks kasutatakse puidust laudu ja filmivineeri, mida saab korduv kasutada. Vältimaks raketise kilpide laiali vajumist betoneerimise ajal, fikseeritakse need maasse löödavate kinnitusvaiadega või toestatakse raketise vineer küljepealt nurga alla paigaldatud laudise tükkidega [10]. Lisaks saab paigaldada tõmbid läbi kõrvuti olevate raketise kilpide või ühendatakse raketise kilbid pealt poolt kinnitatud lauaga. Vundamendi rakestamise võimalus on näidatud joonisel 5.1.

Joonis 5.1 Vundamendi rakestamise näide

Seejärel alustatakse vundamendi sarrustamist. Vundamendi armeerimiseks vaja minev armatuur tuuakse ehitusplatsile ning paigaldatakse tehnoloogia kaardi joonisel näidatud sarruse ladustamise kohta. Seal toimub ka armatuuri painutamine.

Vundamendi sarrustamisel paigaldatakse sarrusvardad sarrusfiksaatoritele, et tagada nõuetekohane armatuuri nimikaitsekiht. Nõuetekohane armatuuri nimikaitsekiht raudbetoonplaadi ülapinnas ja külgedelt on 35 mm ja raudbetoonplaadi alumises pinnas 50 mm [2].

Sarruse sidumist alustatakse servadelt, kus seotakse kõik ristumiskohad [11].Edasi seotakse sõltuvalt sarrusevarda läbimõõdust ja omavahelisest kaugusest iga teine või kolmas ristumiskoht [11]. Keldri seinte all asuvast lintvundamendist jäetakse välja sarrusvarraste otsad, et hiljem saaks keldriseinad siduda vundamendiga.

Vundamendi betoneerimiseks kasutatakse betooni klassiga C30/37. Vundamendi betoneerimiseks kasutatakse PUMI ehk pumbaga betoonimiksrit, mille veo maht on 5 m^3. Juurde mineva betooni toovad kohale betoonimiksrid. Mikseri lubatud veomaht on

7,5 m^3 betooni. PUMI ja betoonimiksrite asukohad on tehnoloogia kaardi joonistel näidatud iga haardeala kohta eraldi.Enne betoneerimist tuleb veenduda, et raketise põhjad oleksid puhtad. Raketisse valatud betoonisegu tihendatakse vibraatoriga ja haardeala betoonivalu lõpetatakse töövuugiga.

Pärast betoneerimist toimub lahtirakestamine. Lahtirakestamine võib toimuda siis, kui betoon on saavutanud 30% oma normsurvetugevusest. Lahtivõetud raketis sorteeritakse ja puhastatakse nii, et seda saaks kasutada ka järgmistel töölõikudel.

5.1.2 Materjali vajadus

Vundamendi tööde materjali vajadus haardealade kaupa on esitatud tabelis 5.1.

Tabel 5.1 Vundamenditööde materjali vajadus

Jrk nr	**Vundamendi tööde materjalide vajadus**					
1	**Materjalid**	**Ühik**	**HA 1**	**HA 2**	**HA 3**	**HA 4**
2	**Raketis**	m2	22,2	91,4	86,8	87,6
3	**Sarrus**	t	1,6	12,5	11,9	12
4	**Betoon**	m3	11,8	111	124,5	93,5

5.1.3 Masinate vajadus

Kõik töödel vajalikud masinad on järgmised:

1) tornkraana – raketise ja armatuuri tõstmiseks;
2) PUMI – betooni pumpamiseks;
3) betoonimikser – betooni transpordiks tehasest objektile.

Betoonitöödeks kasutatakse PUMI ehk pumbaga betoonimiksrit, mille veo maht on 5 m^3. Juurde mineva betooni toovad kohale betoonimiksrid. Mikseri lubatud veomaht on 7,5 m^3 betooni.

5.1.4 Tehnoloogilised arvutused

Vundamenditööde tehnoloogiliste arvutuste ajanormide saamiseks on kasutatud RATU juhendmaterjale. Arvutuste tegemisel on arvesse võetud ka RATU juhendmaterjalides olevaid mõjutegureid:

- rakestamise mõjutegur 1,05 [10];

- armeerimise mõjutegur 1,1 [11];
- betoneerimis mõjutegur I haardeala puhul 1,15 ja II-IV haardeala puhul 1,05 [12].

Vundamenditööde normatiivsed tööjõu- ja masinajakulu arvutused on esitatud tabelis 5.2, vundamenditööde tehnoloogilised arvutused on näidatud tabelis 5.3 ning vundamenditööde kalendergraafik on esitatud tabelis 5.4. Vundamenditööde normatiivsed tööjõu- ja masinajakulu arvutused ning kalendergraafik on kujutatud ka vundamendi tehnoloogia kaardi esitlusjoonisel nr 5.

Tabel 5.2 Vundamenditööde normatiivsed tööjõu- ja masinajakulu arvutused

Vundamenditööde normatiivsed tööjõu- ja masinajakulu arvutused										
Töö nimetus	Ühik	Ajanorm	Normatiivne tööjõukulu							
			1 HA		2 HA		3 HA		4 HA	
		in-h mas-h	kogus	in-h mas-h	kogus	in-h mas-h	kogus	in-h mas-h	kogus	in-h mas-h
1	**Rakestamine**									
Kilpraketise teisaldamine	m2	0,05 0,05	22,18	1,11 1,11	91,4	4,57 4,57	86,8	4,34 4,34	87,6	4,38 4,38
Mõõdistustöö	m2	0,30 0,00	22,18	6,65 0,00	91,4	27,43 0,00	86,75	26,03 0,00	87,6	26,28 0,00
Raketise ehitamine	m2	0,20 0,00	22,18	4,44 0,00	91,4	18,29 0,00	86,75	17,35 0,00	87,6	17,52 0,00
Sarruse tõstmine kraanaga	t	0,1 0,1	1,6	0,16 0,16	12,5	1,25 1,25	11,9	1,19 1,19	12,0	1,20 1,20
Sarruse paigaldus	t	5,5 0	1,6	8,80 0,00	12,5	68,75 0,00	11,9	65,45 0,00	12,0	66,00 0,00
Rakestamine kokku	in-h			21,16		120,3		114,35		115,39
	mas-h			1,27		5,82		5,53		5,58
	in-vah			**2,64**		**15,0**		**14,29**		**14,42**
	mas-vah			**0,16**		**0,7**		**0,69**		**0,70**
2	**Betoonimine**									
Betooni etteandmine betoonipumbaga	100 m3	20 5	0,12	2,4 0,6	1,11	22,2 5,55	1,25	25 6,25	0,94	18,8 4,7
Betooni laotamine ja vibreerimine	m3	0,3 0	12	3,6 0	111	33,3 0	125	37,5 0	94	28,2 0
Betoonimine kokku	in-h			6		55,5		62,5		47
	mas-h			0,6		5,55		6,25		4,7
	in-vah			**0,75**		**6,94**		**7,81**		**5,88**
	mas-h			**0,075**		**0,69**		**0,78**		**0,59**
3	**Lahtirakestamine**									
Raketise lahtivõtmine, materjalide sorteerimine ja esialgne puhastamine	m2	0,2 0,05	22,18	4,436 1,109	91,4	18,28 4,57	86,75	17,35 4,3375	87,6	17,52 4,38
Raketisetarvikute puhastamine ja kokkupanek	m2	0,07 0,05	0	0 0	0	0 0	0	0 0	91,4	6,398 4,57
Lahtirakestamine kokku	in-h			4,4		18,3		17,4		23,9
	mas-h			1,109		4,57		4,3375		4,57
	in-vah			**0,6**		**2,3**		**2,2**		**3,0**
	mas-h			**0,1**		**0,6**		**0,5**		**0,6**

Tabel 5.3 Vundamenditööde tehnoloogilised arvutused

Vundamenditööde tehnoloogilised arvutused																															
jrk nr	Töö nimetus	Tööliste/masinate		Haardealade kaupa																											
				1				2				3				4															
		Eriala/mark	Arv	Normatiivne lu in-vah mas-vah	Normatiivne kestus vah	normi täitmiset egur	Valitud kestus vah	Normatiivne lu in-vah mas-vah	Normatiivne kestus vah	normi täitmiset egur	Valitud kestus vah	Normatiivne lu in-vah mas-vah	Normatiivne kestus vah	normi täitmiset egur	Valitud kestus vah	Normatiivne lu in-vah mas-vah	Normatiivne kestus vah	normi täitmiset egur	Valitud kestus vah												
1	Rakestamine	Rakestaja	3	2,64	0,9	0,88	1	15	5,0	1,25	4	14,3	4,8	1,19		14,42	4,8	1,20													
		Kraana	1	0,2	0,2	0,20		0,7	0,7	0,18		0,7	0,7	0,18	4	0,7	0,7	0,18	4												
2	Betoonimine	Betoneerija	3	0,75	0,3	0,3	1	6,94	2,3	1,16	2	7,81	2,6	1,30		5,88	2,0	0,98													
		Betoonipump	1	0,075	0,1	0,1		0,69	0,7	0,35		0,78	0,8	0,39	2	0,59	0,6	0,30	2												
3	Lahtirakestamine	Lahtirakestaja	3	0,6	0,2	0,20	1	2,3	0,8	0,77	1	2,2	0,7	0,73		3	1,0	1,00													
		Kraana	1	0,1	0,1	0,10		0,6	0,6	0,60		0,5	0,5	0,50	1	0,6	0,6	0,60	1												

Tabel 5.4 Vundamenditööde kalendergraafik

VUNDAMENDITÖÖDE AJAGRAAFIK																														
HA																														
1																														
2																														
3																														
4																														
Vahetused	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1							
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					
Märkused		rakestamine						betoneerimine				lahtirakestamine							tööseisakud											
	Tööjõu vajadus erialade viisi, vah																													
Rakestajad/betoneerijad	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3									
	Tööjõu vajadus , päevas																													
6																														
5																														
4																														
3																														
2																														
1																														
	Ehitusmasinate vajadus																													
Kraana	1		1	1						1	1	1					1	1				1	1		1				
PUMI		1						1	1						1	1						1	1							
Betoonisegisti		1						7	7						8	8						6	6							
Vibraator		1						2	2						2	2						2	2							
	Raketiste vajadus, m2																													
	22,18		91,4							86,8							87,6													
	Betooni vajadus, m3																													
		12						111							125							94								
	Sarruse vajadus, t																													
	1,6		12,5							11,9							12													
Vahetused	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1					
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					

5.2 Maapealse osa betooni- ja müüritööde tehnoloogiline kaart

Käesoleva tehnoloogia kaardi raames lahendatakse ehitatavate korterelamute maapealse osa betooni-, müüri- ja montaažitööd Teelise 6 hoone näitel. Maapealse osa ehitus hõlmab endas betoonseinte ehitust, müüride ladumist, monoliitbetoonist silluste ehitust ja elementide montaaži. Tehnoloogilise kaardi ühel joonisel on kajastatud betoonseinte ja müüride ehitust ning eraldi on koostatud tehnoloogilise kaardi joonis montaažitöödele. Betooni- ja müüritöödele on koostatud esitlusjoonis nr 6 ja montaažitöödele esitlusjoonis nr 7.

Hoone sisemised ja välimised kandvad seinad on monoliitsest raudbetoonist ning täisvalatud ja armeeritud Columbia plokkidest laotud müüritisest. Monoliitsest raudbetoonist seinad on peamiselt ainult esimesel korrusel. Alatest teisest korrusest on kandeseinad põhimahus täis valatud ja armeeritud kiviplokkmüüritisest. Sillused on monoliitsest raudbetoonist.

Monoliitsest raudbetoonist siseseinte valamisel kasutatav betooni klass on C30/37 ning välisseinte puhul C25/30. Kasutatava armatuurterase klass on B500B. Õõnesplokkide täis valamisel kasutatakse betooni klassiga C25/30 ning sama betooni klass on ka monoliitsillustes. [2]

5.2.1 Monoliitbetoon seinte ehituse tööde kirjeldus

Hoone kandekonstruktsiooniks olevate betoonseinte ehitus on jagatud kolmeks haardealaks. Kuna hoonel kui tervikul on kolm trepikoda, siis ka haardealad on koostatud antud trepikodade järgi. Monoliitbetoonist kandekonstruktsioonid on valdavalt esimese korruse seinad.

Esimese tööna alustatakse betoonseinte sarrustamisega. Armeerimiseks vajaminev armatuur tuuakse ehitusplatsile ning paigaldatakse tehnoloogia kaardi joonisel näidatud sarruse ladustamise platsile. Armeeritud betoonseina on näha joonisel 5.2.

Sarrused seotakse all olevast vahelaest välja jäetud sarrusvarraste külge. Seinte sarrustamist alustatakse projekti järgse sammuga püstvarraste paigaldamisega ning seejärel paigaldatakse horisontaalsed vardad. Vardad seotakse omavahel ristumispunktides. Kahe võrgukihi vahele paigaldatakse distantstoed, mis tagavad sarruse paigal püsimise. [11]

Seinte rakestamiseks kasutatakse PERI TRIO raketise kilpe kõrgusega 3300 mm. Kraana tõstab raketise kilbid õigesse kohta ning seejärel töölised alustavad rakestamisega. Raketised kinnitatakse omavahel seina läbivate tõmbidega. Lisaks paigaldatakse raketise toed, mis ühest otsast on toetatud vastu raketist ning teine ots maha. Seejärel toimub seinte betoneerimine betoonipumbaga ning tihendatakse nuivibraatoriga. Peale vajaliku tugevuse saavutamist võib raketise kilbid eemaldada. Kilpide ladustamiseks on ehitusplatsil ettenähtud montaaži ja demontaaži ladu.

Joonis 5.2 Armeeritud betoonseina näide

5.2.2 Monoliitbetoon seinte ehituse materjalide vajadus

Betoonitööde materjalide vajadus haardealade kaupa on esitatud tabelis 5.5. Raketise kilpide spetsifikatsioon on esitatud tabelis 5.6.

Tabel 5.5 Monoliitbetoon seinte ehituse materjalide vajadus

	Jrk nr	Materjalid	Ühik	HA 1	HA 2	HA 3
1. korrus	1	Raketis	m2	207.9	125.1	170.1
	2	Sarrus	t	1.7	0.7	1.6
	3	Betoon	m3	24.9	13.9	21.1
2. korrus	4	Raketis	m2		35	
	5	Sarrus	t		0.3	
	6	Betoon	m3		2.4	
3.korrus	7	**PUUDUVAD BETOONSEINAD**				
	8					
	9					
4. korrus	10	**PUUDUVAD BETOONSEINAD**				
	11					

Tabel 5.6 Monoliitbetoon seinte ehituse raketiste spetsifikatsioon

Kilpide kirjeldus							**Kilpide ja elementide vajadus**				**Renditav kogus**
Jrk nr	**Elemendi nimetus**	**Mõõtmed**					**tk**				
		H	**L**	**Elemendi mass**	**Elementide arv kilbis**	**Elementide mass kokku**	**Haardealade kaupa**				
		cm	cm	Kg	Tk	Kg	1	2	3	Kokku	
1	Kilp 330x240	330	240	398	1	447,6	15	6	10	31	21
2	Kilp 330x120	330	120	195	1	234	12	12	3	37	24
3	Kilp 330x90	330	90	140	1	168	9	9	7	25	18
4	Kilp 330x60	330	60	107	1	128,4	8	2	11	21	11
5	Kilp 330x30	330	30	74,2	1	89,04	8	6	4	18	14
6	Liigendnurk 330	330		119	1	142,8	1	1	1	3	2
7	Sisenurk 330	330		85,2	1	102,24	5	2	4	11	7
				Kilpe kokku tk			58	38	50		97

5.2.3 Talvine betoneerimine

Kuna osa betoonitöid jäi talvisesse aega, siis kasutati talvise betoneerimise eripärasid. Talvine betoneerimine algab siis, kui õhutemperatuur on alla 5 kraadi . Külm ilm aeglustab betooni kivinemist ja kui betooni temperatuur langeb alla 0 kraadi, siis peatub betooni kivinemise protsess. Seega on oluline talvisel betoneerimisel tegeleda tarindis sisalduva soojuse hoidmisega ja lisasoojuse tarindisse viimisega. Betooni kiire läbikülmumine toob endaga pärast ülessulamist kaasa betoonitugevuse olulise languse. Talvisel betoneerimisel on tähtis et betoon saavutaks enne läbi külmumist kriitilise tugevuse, milleks on 5 MPa. [13]

Talvisel betoneerimisel kasutati kõrgema survetugevusklassiga betooni. Lisaks kasutati meetodit, kus betooni soojendati küttekaablitega, mis paigaldati enne betoneerimist armatuuri külge. Samuti kasutati konstruktsiooni soojendamist gaasi- ja elektripuhuriga.

5.2.4 Monoliitbetoon seinte ehituse tehnoloogilised arvutused

Betoneerimiseks kasutatakse pumbaga betoonimikserit, mille veomaht on maksimaalselt 5 m^3 ning juurde mineva betooni toovad kohale betoonimiksrid, mille lubatud veomaht on maksimaalselt 7,5 m^3. Betoneerimiseks on ehitusplatsil kolm seisukohta PUMI'le ja betoonimikserile.

Tööjõu kulude leidmiseks on kasutatud RATU juhendmaterjale. Arvutuste tegemisel on võetud arvesse RATU juhendmaterjalides olevaid järgnevaid mõjutegureid

- Moodulitega rakestamise mõjutegur 1,1 [14];
- Armeerimise mõjutegur 1,1 [11];
- Betoneerimise mõjutegur 1,15 [12].

Betoonitööde normatiivsed tööjõu- ja masinajakulu arvutused on esitatud tabelis 5.7, betoonitööde tehnoloogilised arvutused on esitatud tabelis 5.8. Kogu hoone maapealse konstruktiivse osa kalendergraafik on kujutatud esitlusjoonisel nr 8.

Tabel 5.7 Esimese ja teise korruse betoonitööde normatiivsed tööjõu- ja masinajakulu arvutused

1. korruse betoonitööde normatiivsed tööjõu- ja masinajakulu arvutused								
Töö nimetus	Ühik	Ajanorm	Normatiivne tööjõukulu 1 HA		2 HA		3 HA	
		in-h mas-h	kogus	in-h mas-h	kogus	in-h mas-h	kogus	in-h mas-h
1	**Rakestamine**							
Raketiskilpide tõstmine	tõste	0.90 0.30	58	52.20 17.40	38.0	34.20 11.40	50.0	45.00 15.00
Sarruse tõstmine kraanaga	t	0.10 0.10	1	0.10 0.10	0.6	0.06 0.06	0.9	0.09 0.09
Raketiskilpide määrimine ja paigaldus	m2	0.25 0.00	207.9	51.98 0.00	125.1	31.28 0.00	170.1	42.53 0.00
Sarruse paigaldus	t	7.3 0	1.7	12.41	0.7	5.11	1.6	11.68
Rakestamine kokku	in-h			116.69		70.6		99.30
	mas-h			17.50		11.46		15.09
	in-vah			**14.59**		**8.8**		**12.41**
	mas-vah			**2.19**		**1.4**		**1.55**
2	**Betoonimine**							
Eeltööd	m3	0.04 0	24.9	0.996 0	13.8	0.552 0	21.1	0.844 0
Betooni etteandmine betoonipumbaga	m3	0.26 0.1	24.9	6.474 2.49	13.8	3.588 1.38	21.1	5.486 2.11
Betooni laotamine ja vibreerimine	m3	0.3 0	24.9	7.47 0	13.8	4.14 0	21.1	6.33 0
Betoonimine kokku	in-h			14.94		8.28		12.66
	mas-h			2.49		1.38		2.11
	in-vah			**1.87**		**1.04**		**1.58**
	mas-vah			**0.31**		**0.17**		**0.26**
3	**Lahtirakestamine**							
Raketiskilpide tõstmine	tõste	0.9 0.3	58	52.2 17.4	38	34.2 11.4	50	45 15
Kilpide lahtivõtmine ja puhastamine	m2	0.1 0	207.9	20.79 0	125.1	12.51 0	170.1	17.01 0
Lahtirakestamine kokku	in-h			73.0		46.7		62.0
	mas-h			17.4		11.4		15
	in-vah			**9.1**		**5.8**		**7.8**
	mas-vah			**2.2**		**1.4**		**1.9**

2. korruse betoonitööde normatiivsed tööjõu- ja masinajakulu arvutused				
Töö nimetus	Ühik	Ajanorm	Normatiivne tööjõukulu 2 HA	
		in-h mas-h	kogus	in-h mas-h
1	**Rakestamine**			
Raketiskilpide tõstmine	tõste	0.90 0.30	10.0	9.00 3.00
Sarruse tõstmine kraanaga	t	0.10 0.10	0.3	0.03 0.03
Raketiskilpide määrimine ja paigaldus	m2	0.25 0.00	35.0	8.75 0.00
Sarruse paigaldus	t	7.3 0	0.3	2.19 0.00
Rakestamine kokku	in-h			20.0
	mas-h			3.03
	in-vah			**2.5**
	mas-vah			**0.4**
2	**Betoonimine**			
Eeltööd	m3	0.04 0	2.4	0.10 0.00
Betooni etteandmine betoonipumbaga	m3	0.26 0.1	2.4	0.62 0.24
Betooni laotamine ja vibreerimine	m3	0.3 0	2.4	0.72 0.00
Betoonimine kokku	in-h			1.44
	mas-h			0.24
	in-vah			**0.18**
	mas-vah			**0.03**
3	**Lahtirakestamine**			
Raketiskilpide tõstmine	tõste	0.9 0.3	10	9 3
Kilpide lahtivõtmine ja puhastamine	m2	0.1 0	35	3.5 0
Lahtirakestamine kokku	in-h			12.5
	mas-h			3
	in-vah			**1.6**
	mas-vah			**0.4**

Tabel 5.8 Esimese ja teise korruse betoonitööde tehnoloogilised arvutused

1. korruse betoonitööde tehnoloogilised arvutused																	
jrk nr	Töö nimetus	Tööliste/masinate		Haardealade kaupa													
				1				2				3					
		Eriala/mark	Arv	Normatiivne		normi täitmisetegur	Valitud kestus	Normatiivne		normi täitmisetegur	Valitud kestus	Normatiivne		normi täitmisetegur	Valitud kestus		
				tööjõukulu	kestus			tööjõukulu	kestus			tööjõukulu	kestus				
				in-vah mas-vah	vah		vah	in-vah mas-vah	vah		vah	in-vah mas-vah	vah		vah		
1	Rakestamine	Rakestaja	6	14.59	2.4	1.22	2	8.8	1.5	0.73	2	12.41	2.1	1.03			
		Kraana	1	2.19	2.2	1.10		1.4	1.4	0.70		1.47	1.5	0.74	2		
2	Betoonimine	Betoneerija	6	1.87	0.3	0.9	0.33	1.04	0.2	0.53	0.33	1.58	0.3	0.80			
		Betoonipump	1	0.31	0.3	0.9		0.2	0.2	0.61		0.26	0.3	0.79	0.33		
3	Lahtirakestamine	Lahtirakestaja	6	9.1	1.5	0.76	2	5.8	1.0	0.64	1.5	7.8	1.3	1.30			
		Kraana	1	2.2	2.2	1.10		1.4	1.4	0.93		1.9	1.9	1.90	1		

2. korruse betoonitööde tehnoloogilised arvutused							
jrk nr	Töö nimetus	Tööliste/masinate		Haardealade kaupa			
				2			
		Eriala/mark	Arv	Normatiivne		normi täitmisetegur	Valitud kestus
				tööjõukulu	kestus		
				in-vah mas-vah	vah		vah
1	Rakestamine	Rakestaja	3	2.5	0.8	0.83	1
		Kraana	1	0.4	0.4	0.40	
2	Betoonimine	Betoneerija	2	0.2	0.1	1.0	0.1
		Betoonipump	1	0.03	0.0	0.3	
3	Lahtirakestamine	Lahtirakestaja	2	1.6	0.8	0.80	1
		Kraana	1	0.4	0.4	0.40	

5.2.5 Müüritööde kirjeldus

Enne müüritöödega alustamist tuuakse ehitusplatsile vajalik kogus Columbia plokke, mis ladustatakse selleks ettenähtud kohta. Kui keldri vahelae paneelid on paigas, siis saab alustada müüritööde ettevalmistamisega. Kutsutakse kohale geodeet, kes märgib maha seinte nurgapunktid, mille järgi omakorda märgitakse müürijooned. Seejärel tõestatakse tornkraanaga vajalik kogus Columbia plokke vahelaele ning lisaks ka 1000 liitrised veemahutid ja müürisegu müürimördi valmistamiseks. Müüriseguna kasutatakse uninaks müürisegu M100 survetugevusklassiga M10. Seejärel alustatakse müüritise ladumisega. Hoone seinad laotakse 190 mm laiustest Columbia plokkidest. Plokkide õõned betoneeritakse täis ja armeeritakse vastavalt armeerimistüübile. Hoone esimesel ja teisel korrusel on nii betoonseinu kui ka müüre. Alatest kolmandast korrusest on kõik seinad laotud Columbia plokkidest. Hoone müüritööd on jagatud kolmeks haardealaks vastavalt hoone trepikodade järgi.

Müürikivid laotakse plokkseotisena ning plokkidel täidetakse nii vertikaal- kui ka horisontaalvuugid [2]. Õõnesplokkide ladumist alustatakse nurgast. Müürimört kantakse plokkidele kelluga. Plokkide paika koputamiseks kasutatakse kummihaamrit ning lisaks kontrollitakse seina loodiga, et sein oleks sirge. Ladumise käigus paigaldatakse plokkide vahele horisontaalne vuugisarrus projekti kohaselt. Müürivõrguks kasutatakse 4 mm läbimõõduga müürivõrku. Müüri ladumisel laotakse esialgu esimesed kaheksa rida ehk pool korrust ning seejärel toimub betoneerimine. Enne betoneerimist paigaldatakse õõntesse vertikaalsed armatuurivardad, mis peavad olema korrektselt paigaldatud ja fikseeritud. Betoneerida ei tohi varem, kui ühe ööpäeva möödudes müüritise ladumisest. Valamisel kasutatakse pumbaga betoonimiksrit või betoonipumpa ja betoon tihendatakse nuivibraatoriga. Peale esimese poolkorruse betoneerimist paigaldatakse haardealale müüritiste täis kõrgusesse ladumiseks alumiiniumist tellingud. See järel laotakse viimased 8 rida, sarrustatakse ploki õõned ja betoneeritakse viimased read. [15] [16]

5.2.6 Müüritööde materjali vajadus

Müüritööde materjali vajadus haardealade ja korruste kaupa on esitatud tabelis 5.9.

Tabel 5.9 Müüritööde materjali vajadus

Müüritööde materjali vajadus						
	Jrk nr	**Materjalid**	**Ühik**	**HA 1**	**HA 2**	**HA 3**
1. korrus	1	Õõnesplokid	m2	73,1	89,7	78,3
	2	Sarrus	t	0,35	0,4	0,36
	3	Betoon	m3	7,9	9,7	8,3
2. korrus	4	Õõnesplokid	m2	106,9	96	103,7
	5	Sarrus	t	0,5	0,43	0,46
	6	Betoon	m3	10,3	9,3	10,1
3. korrus	7	Õõnesplokid	m2	106,8	101,1	107,4
	8	Sarrus	t	0,5	0,45	0,5
	9	Betoon	m3	10,3	9,8	10,4
4. korrus	10	Õõnesplokid	m2	114,7	112,4	0
	11	Sarrus	t	0,52	0,52	0
	12	Betoon	m3	11,1	10,8	0

5.2.7 Müüritööde tehnoloogilised arvutused

Müüritööde tehnoloogiliste arvutuste tegemiseks vajalike ajanormide saamiseks on kasutatud RATU juhendmaterjale. Arvutuste tegemisel on arvesse võetud ka RATU juhendmaterjalides olevaid mõjutegureid:

- müüritise ladumise mõjutegur 1,05 [15];
- sarrustamise mõjutegur 1,1 [11];
- betoneerimise mõjutegur 1,1 [12].

Müüritööde normatiivsed tööjõu- ja masinajakulu arvutused 1. ja 2. korruse kohta on toodud tabelis 5.1 ning 3. ja 4. korruse kohta tabelis 5.11. Müüritööde tehnoloogilised arvutused 1. ja 2. korruse kohta on esitatud tabelis 5.12 ning 3. ja 4. korruse kohta tabelis 5.13. Kogu hoone maapealse konstruktsiooniosa kalendergraafik on kujutatud esitlusjoonisel nr 8.

Tabel 5.10 Esimese ja teise korruse müüritööde normatiivsed tööjõu- ja masinajakulu arvutused

1. korrus müüritööde normatiivsed tööjõu- ja masinajakulu arvutused								
Töö nimetus	Ühik	Ajanorm	Normatiivne tööjõukulu					
			1 HA		2 HA		3 HA	
		in-h	kogus	in-h	kogus	in-h	kogus	in-h
		mas-h		mas-h		mas-h		mas-h
1	Müüritööd 1-8 rida							
Plokkide tõstmine	kord	0,00	26	0,00	32,00	0,00	28,00	0,00
		0,10		2,60		3,20		2,80
Töölavade ehitamine	m2	0,05	73,1	3,66	89,65	4,48	78,30	3,92
		0,10		7,31		8,97		7,83
Mõõtmine	m2	0,04	73,1	2,92	89,65	3,59	78,30	3,13
		0,00		0,00		0,00		0,00
Mördi valmistamine	m2	0,23	73,1	16,81	89,65	20,62	78,30	18,01
		0		0,00		0,00		0,00
Müürimine koos sarrustamisega	m2	0,41	73,1	29,97	89,65	36,76	78,30	32,10
		0		0,00		0,00		0,00
Ladumine kokku		in-h		53,36		65,44		57,16
		mas-h		9,91		12,17		10,63
		in-vah		**6,67**		**8,18**		**7,14**
		mas-vah		**1,24**		**1,52**		**1,33**
3	Betoneerimine 1-8 rida							
Betoneerimine betoonipumi abil	m3	0,26	7,9	2,05	9,65	2,51	8,30	2,16
		0,1		0,79		0,97		0,83
Järeltööd	m2	0,02	73,1	1,46	89,65	1,79	78,30	1,57
		0		0,00		0,00		0,00
Betoonitööd		in-h		3,52		4,30		3,72
		mas-h		0,79		0,97		0,83
		in-vah		**0,44**		**0,54**		**0,47**
		mas-vah		**0,10**		**0,12**		**0,10**
4	Müüritööd 8-16 rida							
Töölavade ehitamine	m2	0,05	73,1	3,66	89,65	4,48	78,30	3,92
		0,10		7,31		8,97		7,83
Mõõtmine	m2	0,04	73,1	2,92	89,65	3,59	78,30	3,13
		0,00		0,00		0,00		0,00
Mördi valmistamine	m2	0,23	73,1	16,81	89,65	20,62	78,30	18,01
		0		0,00		0,00		0,00
Müürimine koos sarrustamisega	m2	0,41	73,1	29,97	89,65	36,76	78,30	32,10
		0		0,00		0,00		0,00
Ladumine kokku		in-h		53,36		65,44		57,16
		mas-h		7,31		8,97		7,83
		in-vah		**6,67**		**8,18**		**7,14**
		mas-vah		**0,91**		**1,12**		**0,98**
6	Betoneerimine 8-16 rida							
Betoneerimine betoonipumi abil	m3	0,26	7,9	2,05	9,65	2,51	8,30	2,16
		0,1		0,79		0,97		0,83
Järeltööd	m2	0,02	73,1	1,46	89,65	1,79	78,30	1,57
		0		0,00		0,00		0,00
Betoonitööd		in-h		3,52		4,30		3,72
		mas-h		0,79		0,97		0,83
		in-vah		**0,44**		**0,54**		**0,47**
		mas-vah		**0,10**		**0,12**		**0,10**

2. korruse müüritööde normatiivsed tööjõu- ja masinajakulu arvutused								
Töö nimetus	Ühik	Ajanorm	Normatiivne tööjõukulu					
			1 HA		2 HA		3 HA	
		in-h	kogus	in-h	kogus	in-h	kogus	in-h
		mas-h		mas-h		mas-h		mas-h
1	Müüritööd 1-8 rida							
Plokkide tõstmine	kord	0,00	35	0,00	33,00	0,00	30,00	0,00
		0,10		3,50		3,30		3,00
Töölavade ehitamine	m2	0,05	106,9	5,35	96,00	4,80	103,70	5,19
		0,10		10,69		9,60		10,37
Mõõtmine	m2	0,04	106,9	4,28	96,00	3,84	103,70	4,15
		0,00		0,00		0,00		0,00
Mördi valmistamine	m2	0,23	106,9	24,59	96,00	22,08	103,70	23,85
		0		0,00		0,00		0,00
Müürimine koos sarrustamisega	m2	0,41	106,9	43,83	96,00	39,36	103,70	42,52
		0		0,00		0,00		0,00
Ladumine kokku		in-h		78,04		70,08		75,70
		mas-h		14,19		12,90		13,37
		in-vah		**9,75**		**8,76**		**9,46**
		mas-vah		**1,77**		**1,61**		**1,67**
3	Betoneerimine 1-8 rida							
Betoneerimine betoonipumi abil	m3	0,26	10,33	2,69	9,30	2,42	10,02	2,61
		0,1		1,03		0,93		1,00
Järeltööd	m2	0,02	106,9	2,14	96,00	1,92	103,70	2,07
		0		0,00		0,00		0,00
Betoonitööd		in-h		4,82		4,34		4,68
		mas-h		1,03		0,93		1,00
		in-vah		**0,60**		**0,54**		**0,58**
		mas-vah		**0,13**		**0,12**		**0,13**
4	Müüritööd 8-16 rida							
Töölavade ehitamine	m2	0,05	106,9	5,35	96,00	4,80	103,70	5,19
		0,10		10,69		9,60		10,37
Mõõtmine	m2	0,04	106,9	4,28	96,00	3,84	103,70	4,15
		0,00		0,00		0,00		0,00
Mördi valmistamine	m2	0,23	106,9	24,59	96,00	22,08	103,70	23,85
		0		0,00		0,00		0,00
Müürimine koos sarrustamisega	m2	0,41	106,9	43,83	96,00	39,36	103,70	42,52
		0		0,00		0,00		0,00
Ladumine kokku		in-h		78,04		70,08		75,70
		mas-h		10,69		9,60		10,37
		in-vah		**9,75**		**8,76**		**9,46**
		mas-vah		**1,34**		**1,20**		**1,30**
6	Betoneerimine 8-16 rida							
Betoneerimine betoonipumi abil	m3	0,26	10,33	2,69	9,30	2,42	10,02	2,61
		0,1		1,03		0,93		1,00
Järeltööd	m2	0,02	106,9	2,14	96,00	1,92	103,70	2,07
		0		0,00		0,00		0,00
Betoonitööd		in-h		4,82		4,34		4,68
		mas-h		1,03		0,93		1,00
		in-vah		**0,60**		**0,54**		**0,58**
		mas-vah		**0,13**		**0,12**		**0,13**

Tabel 5.11 Kolmanda ja neljanda korruse müüritööde normatiivsed tööjõu- ja masinajakulu arvutused

3. korruse müüritööde normatiivsed tööjõu- ja masinajakulu arvutused								
Töö nimetus	Ühik	Ajanorm	Normatiivne tööjõukulu					
			1 HA		2 HA		3 HA	
		in-h	kogus	in-h	kogus	in-h	kogus	in-h
		mas-h		mas-h		mas-h		mas-h
1	Müüritööd 1-8 rida							
Plokkide tõstmine	kord	0,00	35	0,00	33,00	0,00	35,00	0,00
		0,10		3,50		3,30		3,50
Töölavade ehitamine	m2	0,05	106,8	5,34	101,10	5,06	107,40	5,37
		0,10		10,68		10,11		10,74
Mõõtmine	m2	0,04	106,8	4,27	101,10	4,04	107,40	4,30
		0,00		0,00		0,00		0,00
Mördi valmistamine	m2	0,23	106,8	24,56	101,10	23,25	107,40	24,70
		0		0,00		0,00		0,00
Müürimine koos sarrustamisega	m2	0,41	106,8	43,79	101,10	41,45	107,40	44,03
		0		0,00		0,00		0,00
Ladumine kokku		in-h		77,96		73,80		78,40
		mas-h		14,18		13,41		14,24
		in-vah		**9,75**		**9,23**		**9,80**
		mas-vah		**1,77**		**1,68**		**1,78**
3	Betoneerimine 1-8 rida							
Betoneerimine betoonipumi abil	m3	0,26	10,33	2,69	9,78	2,54	10,40	2,70
		0,1		1,03		0,98		1,04
Järeltööd	m2	0,02	106,8	2,14	101,10	2,02	107,40	2,15
		0		0,00		0,00		0,00
Betoonitööd		in-h		4,82		4,56		4,85
		mas-h		1,03		0,98		1,04
		in-vah		**0,60**		**0,57**		**0,61**
		mas-vah		**0,13**		**0,12**		**0,13**
4	Müüritööd 8-16 rida							
Töölavade ehitamine	m2	0,05	106,8	5,34	101,10	5,06	141,05	7,05
		0,10		10,68		10,11		14,11
Mõõtmine	m2	0,04	106,8	4,27	101,10	4,04	141,05	5,64
		0,00		0,00		0,00		0,00
Mördi valmistamine	m2	0,23	106,8	24,56	101,10	23,25	141,05	32,44
		0		0,00		0,00		0,00
Müürimine koos sarrustamisega	m2	0,41	106,8	43,79	101,10	41,45	141,05	57,83
		0		0,00		0,00		0,00
Ladumine kokku		in-h		77,96		73,80		102,97
		mas-h		10,68		10,11		14,11
		in-vah		**9,75**		**9,23**		**12,87**
		mas-vah		**1,34**		**1,26**		**1,76**
6	Betoneerimine 8-16 rida							
Betoneerimine betoonipumi abil	m3	0,26	10,33	2,69	9,78	2,54	10,40	2,70
		0,1		1,03		0,98		1,04
Järeltööd	m2	0,02	106,8	2,14	101,10	2,02	141,05	2,82
		0		0,00		0,00		0,00
Betoonitööd		in-h		4,82		4,56		5,53
		mas-h		1,03		0,98		1,04
		in-vah		**0,60**		**0,57**		**0,69**
		mas-vah		**0,13**		**0,12**		**0,13**

4. korruse müüritööde normatiivsed tööjõu- ja masinajakulu arvutused								
Töö nimetus	Ühik	Ajanorm	Normatiivne tööjõukulu					
			1 HA		2 HA		3 HA	
		in-h	kogus	in-h	kogus	in-h	kogus	in-h
		mas-h		mas-h		mas-h		mas-h
1	Müüritööd 1-8 rida							
Plokkide tõstmine	kord	0,00	34	0,00	31,00	0,00	0,00	0,00
		0,10		3,40		3,10		0,00
Töölavade ehitamine	m2	0,05	114,7	5,74	112,35	5,62	0,00	0,00
		0,10		11,47		11,24		0,00
Mõõtmine	m2	0,04	114,7	4,59	112,35	4,49	0,00	0,00
		0,00		0,00		0,00		0,00
Mördi valmistamine	m2	0,23	114,7	26,38	112,35	25,84	0,00	0,00
		0		0,00		0,00		0,00
Müürimine koos sarrustamisega	m2	0,41	114,7	47,03	112,35	46,06	0,00	0,00
		0		0,00		0,00		0,00
Ladumine kokku		in-h		83,73		82,02		0,00
		mas-h		14,87		14,34		0,00
		in-vah		**10,47**		**10,25**		**0,00**
		mas-vah		**1,86**		**1,79**		**0,00**
3	Betoneerimine 1-8 rida							
Betoneerimine betoonipumi abil	m3	0,26	11,1	2,89	10,80	2,81	0,00	0,00
		0,1		1,11		1,08		0,00
Järeltööd	m2	0,02	114,7	2,29	112,35	2,25	0,00	0,00
		0		0,00		0,00		0,00
Betoonitööd		in-h		5,18		5,06		0,00
		mas-h		1,11		1,08	0,00	0,00
		in-vah		**0,65**		**0,63**		**0,00**
		mas-vah		**0,14**		**0,14**		**0,00**
4	Müüritööd 8-16 rida							
Töölavade ehitamine	m2	0,05	136,7	6,84	137,35	6,87	0,00	0,00
		0,10		13,67		13,74		0,00
Mõõtmine	m2	0,04	136,7	5,47	137,35	5,49	0,00	0,00
		0,00		0,00		0,00		0,00
Mördi valmistamine	m2	0,23	136,7	31,44	137,35	31,59	0,00	0,00
		0		0,00		0,00		0,00
Müürimine koos sarrustamisega	m2	0,41	136,7	56,05	137,35	56,31	0,00	0,00
		0		0,00		0,00		0,00
Ladumine kokku		in-h		99,79		100,27		0,00
		mas-h		13,67		13,74		0,00
		in-vah		**12,47**		**12,53**		**0,00**
		mas-vah		**1,71**		**1,72**		**0,00**
6	Betoneerimine 8-16 rida							
Betoneerimine betoonipumi abil	m3	0,26	11,1	2,89	10,80	2,81	0,00	0,00
		0,1		1,11		1,08		0,00
Järeltööd	m2	0,02	136,7	2,73	137,35	2,75	0,00	0,00
		0		0,00		0,00		0,00
Betoonitööd		in-h		5,62		5,56		0,00
		mas-h		1,11		1,08		0,00
		in-vah		**0,70**		**0,69**		**0,00**
		mas-vah		**0,14**		**0,14**		**0,00**

Tabel 5.12 Esimese ja teise korruse müüritööde tehnoloogilised arvutused

1. korruse müüritööde tehnoloogilised arvutused

jrk nr	Töö nimetus	Tööliste/masinate		Haardealade kaupa											
				1				2				3			
		Eriala/mark	Arv	Normatiivne tööjõukulu in-vah mas-vah	Normatiivne kestus vah	normi täitmiset egur	Valitud kestus vah	Normatiivne tööjõukulu in-vah mas-vah	Normatiivne kestus vah	normi täitmiset egur	Valitud kestus vah	Normatiivne tööjõukulu in-vah mas-vah	Normatiivne kestus vah	normi täitmiset egur	Valitud kestus vah
1	Müüri ladumine 1-8 rida, koos sarrustamisega	Müürsepp	4	6.7	1.7	0.84	2	8.6	2.2	1.08	2	7.14	1.8	0.89	2
		Kraana	1	1.24	1.2	0.62		1.52	1.5	0.76		1.33	1.3	0.67	
2	Õõnte betoonimine 1-8 rida	Betoneerija	4	0.44	0.1	0.55	0.2	0.54	0.1	0.68	0.2	0.5	0.1	0.63	0.2
		Betoonipump	1	0.1	0.1	0.50		0.12	0.1	0.60		0.1	0.1	0.50	
3	Müüri ladumine 8-16 rida, koos sarrustamisega	Müürsepp	4	6.7	1.7	0.84	2	8.6	2.2	1.08	2	7.14	1.8	0.89	2
		Kraana	1	1	1.0	0.50		1.12	1.1	0.56		1	1.0	0.50	
4	Õõnte betoonimine 8-16 rida	Betoneerija	4	0.44	0.1	0.55	0.2	0.54	0.1	0.68	0.2	0.5	0.1	0.63	0.2
		Betoonipump	1	0.1	0.1	0.50		0.12	0.1	0.60		0.1	0.1	0.50	

2. korruse müüritööde tehnoloogilised arvutused

jrk nr	Töö nimetus	Tööliste/masinate		Haardealade kaupa											
				1				2				3			
		Eriala/mark	Arv	Normatiivne tööjõukulu in-vah mas-vah	Normatiivne kestus vah	normi täitmiset egur	Valitud kestus vah	Normatiivne tööjõukulu in-vah mas-vah	Normatiivne kestus vah	normi täitmiset egur	Valitud kestus vah	Normatiivne tööjõukulu in-vah mas-vah	Normatiivne kestus vah	normi täitmiset egur	Valitud kestus vah
1	Müüri ladumine 1-8 rida, koos sarrustamisega	Müürsepp	4	9.75	2.4	1.22	2	8.76	2.2	1.10	2	9.46	2.4	1.18	2
		Kraana	1	1.77	1.8	0.89		1.61	1.6	0.81		1.67	1.7	0.84	
2	Õõnte betoonimine 1-8 rida	Betoneerija	4	0.6	0.2	0.75	0.2	0.54	0.1	0.45	0.3	0.6	0.2	0.75	0.2
		Betoonipump	1	0.13	0.1	0.65		0.12	0.1	0.40		0.13	0.1	0.65	
3	Müüri ladumine 8-16 rida, koos sarrustamisega	Müürsepp	4	9.75	2.4	1.22	2	8.76	2.2	1.10	2	9.46	2.4	1.18	2
		Kraana	1	1.34	1.3	0.67		1.2	1.2	0.60		1.3	1.3	0.65	
4	Õõnte betoonimine 8-16 rida	Betoneerija	4	0.6	0.2	0.75	0.2	0.54	0.1	0.68	0.2	0.6	0.2	0.75	0.2
		Betoonipump	1	0.13	0.1	0.65		0.12	0.1	0.60		0.13	0.1	0.65	

Tabel 5.13 Kolmanda ja neljanda korruse müüritööde tehnoloogilised arvutused

3. korruse müüritööde tehnoloogilised arvutused																
jrk nr	Töö nimetus	Tööliste/masinate		Haardealade kaupa												
				1				2				3				
		Eriala/mark	Arv	Normatiivne		normi täitmiset egur	Valitud kestus	Normatiivne		normi täitmiset egur	Valitud kestus	Normatiivne		normi täitmiset egur	Valitud kestus
				tööjõuku lu	kestus			tööjõuku lu	kestus			tööjõuku lu	kestus		
				in-vah mas-vah	vah		vah	in-vah mas-vah	vah		vah	in-vah mas-vah	vah		vah
1	Müüri ladumine 1-8 rida, koos sarrustamisega	Müürsepp	4	9.75	2.4	1.22	2	9.23	2.3	1.15	2	9.8	2.5	1.23	2
		Kraana	1	1.77	1.8	0.89		1.7	1.7	0.85		1.8	1.8	0.90	
2	Õõnte betoonimine 1-8 rida	Betoneerija	4	0.6	0.2	0.75	0.2	0.6	0.2	0.75	0.2	0.6	0.2	0.75	0.2
		Betoonipump	1	0.13	0.1	0.65		0.12	0.1	0.60		0.13	0.1	0.65	
3	Müüri ladumine 8-16 rida, koos sarrustamisega	Müürsepp	6	9.75	1.6	0.81	2	9.23	1.5	0.77	2	12.87	2.1	1.07	2
		Kraana	1	1.34	1.3	0.67		1.3	1.3	0.65		1.8	1.8	0.90	
4	Õõnte betoonimine 8-16 rida	Betoneerija	4	0.6	0.2	0.75	0.2	0.6	0.2	0.75	0.2	0.7	0.2	0.88	0.2
		Betoonipump	1	0.13	0.1	0.65		0.12	0.1	0.60		0.13	0.1	0.65	

4. korruse müüritööde tehnoloogilised arvutused											
jrk nr	Töö nimetus	Tööliste/masinate		Haardealade kaupa							
				1				2			
		Eriala/mark	Arv	Normatiivne		normi täitmiset egur	Valitud kestus	Normatiivne		normi täitmiset egur	Valitud kestus
				tööjõuku lu	kestus			tööjõuku lu	kestus		
				in-vah mas-vah	vah		vah	in-vah mas-vah	vah		vah
1	Müüri ladumine 1-8 rida, koos sarrustamisega	Müürsepp	6	10.47	1.7	0.87	2	10.25	1.7	0.85	2
		Kraana	1	1.9	1.9	0.95		1.8	1.8	0.90	
2	Õõnte betoonimine 1-8 rida	Betoneerija	6	0.65	0.1	0.54	0.2	0.63	0.1	0.53	0.2
		Betoonipump	1	0.14	0.1	0.70		0.14	0.1	0.70	
3	Müüri ladumine 8-16 rida, koos sarrustamisega	Müürsepp	6	12.47	2.1	1.04	2	12.53	2.1	1.04	2
		Kraana	1	1.71	1.7	0.86		1.72	1.7	0.86	
4	Õõnte betoonimine 8-16 rida	Betoneerija	6	0.7	0.1	0.58	0.2	0.7	0.1	0.58	0.2
		Betoonipump	1	0.14	0.1	0.70		0.14	0.1	0.70	

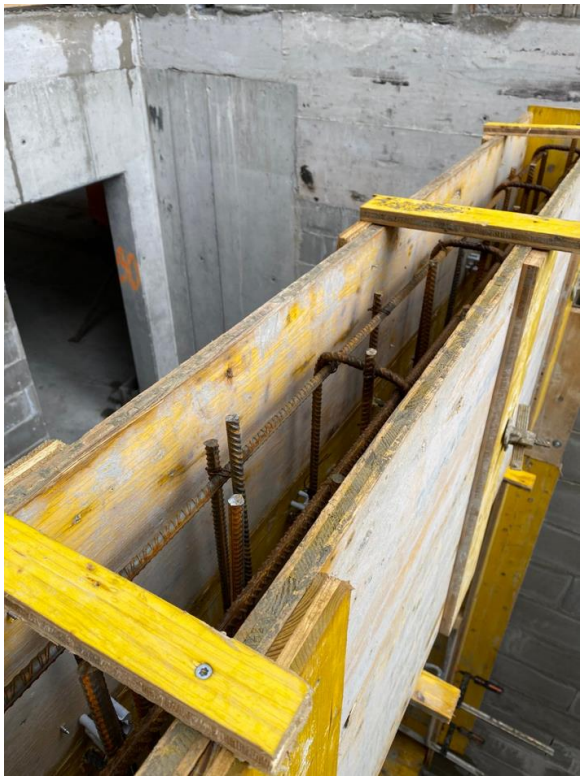
5.2.8 Monoliitbetoonist silluste ehituse tööde kirjeldus

Peale hoone betoonseinte ja müüride valmimist alustatakse avatäidete silluste ehitamisega. Silluste ehitus on jagatud kolmeks haardealaks vastavalt trepikodade järgi. Avatäidete sillused tehakse monoliitsest raudbetoonist ja valatakse kohapeal. Kõigepealt alustatakse silluste rakestamise ja armeerimisega vastavalt armeerimistüüpidele. Silluste rakestamiseks kasutatakse puidust laudu ja filmivineeri, mida saab korduv kasutada. Raketised kinnitatakse omavahel seina läbivate tõmbidega või laudadega pealt poolt, et vältida raketise laiali vajumist betoneerimise ajal. Silluse rakestamise näidet on näha joonisel 5.3.

Armeerimisel kasutatakse sarrusfiksaatoreid, et tagada nõuetekohane armatuuri nimikaitsekiht 25 mm.

Silluste betoneerimiseks kasutatakse betooni klassiga C30/37. Betoneerimiseks tuleb platsile PUMI ehk pumbaga betoonimikser. Enne betoneerimist tuleb veenduda, et raketise põhjad oleksid puhtad. Raketisse valatud betoonisegu tihendatakse vibraatoriga.

Pärast betoneerimist toimub lahtirakestamine. Lahtivõetud raketist sorteeritakse ja puhastatakse nii, et seda saaks kasutada ka järgmistel töölõikudel.



Joonis 5.3 Silluste rakestamise näide

5.2.9 Silluste ehituse materjali vajadus

Silluste ehituse materjali vajadus haardealade ja korruste kaupa on esitatud tabelis 5.14.

Tabel 5.14 Silluste ehituse materjali vajadus

Silluste ehituse materjali vajadus						
	Jrk nr	**Materjalid**	**Ühik**	**HA 1**	**HA 2**	**HA 3**
1. korrus	1	Raketis	m2	47	50,5	51,5
	2	Sarrus	t	0,21	0,21	0,21
	3	Betoon	m3	5,20	5,24	5,22
2. korrus	4	Raketis	m2	46	42	45
	5	Sarrus	t	0,21	0,21	0,21
	6	Betoon	m3	4,21	4,23	4,1
3. korrus	7	Raketis	m2	46	46	34
	8	Sarrus	t	0,21	0,21	0,21
	9	Betoon	m3	4,22	4,3	3,5
4. korrus	10	Raketis	m2	43	40	0
	11	Sarrus	t	0,21	0,21	0
	12	Betoon	m3	40	40	0

5.2.10 Silluste ehituse tehnoloogilised arvutused

Silluste ehituse tehnoloogiliste arvutuste tegemiseks vajalike ajanormide saamiseks on kasutatud RATU juhendmaterjale. Arvutuste tegemisel on arvesse võetud ka RATU juhendmaterjalides olevaid mõjutegureid:

- rakestamise ladumise mõjutegur 1,05 [10];
- armeerimise mõjutegur 1,1 [11];
- betoneerimise mõjutegur 1,1 [12].

Silluste ehituse normatiivsed tööjõu- ja masinajakulu arvutused 1. ja 2. korruse kohta on esitatud tabelis 5.15 ning 3. ja 4. korruse kohta tabelis 5.16. Silluste ehituse tehnoloogilised arvutused 1. ja 2. korruse kohta on näidatud tabelis 5.17 ning 3. ja 4. korruse kohta tabelis 5.18. Kogu hoone maapealse konstruktiivse osa kalendergraafik on kujutatud esitlusjoonisel nr 8.

Tabel 5.15 Esimese ja teise korruse silluste ehituse normatiivsed tööjõu- ja masinajakulu arvutused

1. korruse monoliit silluste normatiivsed tööjõu- ja masinajakulu arvutused								
Töö nimetus	Ühik	Ajanorm	Normatiivne tööjõukulu					
			1 HA		2 HA		3 HA	
		in-h	kogus	in-h	kogus	in-h	kogus	in-h
		mas-h		mas-h		mas-h		mas-h
1	Avatäidete silluste rakestamine							
Kilpraketise teisaldamine	m2	0,05	47	2,35	50,5	2,53	51,5	2,58
		0,05		2,35		2,53		2,58
Raketise ehitamine	m2	0,27	47	12,69	50,5	13,64	51,5	13,91
		0		0,00		0,00		0,00
Sarruste tõstmine kraanaga	t	0,5	0,21	0,11	0,21	0,11	0,21	0,11
		0,1		0,02		0,02		0,02
Sarruse paigaldus	t	13,2	0,21	2,77	0,21	2,77	0,21	2,77
		0		0,00		0,00		0,00
Rakestamine kokku		in-h		17,92		19,04		19,36
		mas-h		2,37		2,55		2,60
		in-vah		**2,24**		**2,38**		**2,42**
		mas-vah		**0,30**		**0,32**		**0,32**
2	Betoonimine							
Betooni etteandmine pumbaga	m3	0,26	5,2	1,4	5,24	1,4	5,22	1,4
		0,1		0,5		0,5		0,5
Betooni laotamine ja vibreerimine	m3	0,3	5,2	1,6	5,24	1,6	5,22	1,6
		0		0,0		0,0		0,0
Betoonimine kokku		in-h		2,91		2,93		2,92
		mas-h		0,52		0,52		0,52
		in-vah		**0,36**		**0,37**		**0,37**
		mas-vah		**0,07**		**0,07**		**0,07**
3	Lahtirakestamine							
Raketise lahtivõtmine, materjalide sorteerimine ja esialgne puhastamine	m3	0,27	47	12,69	50,5	13,64	51,5	13,91
		0		0,00		0,00		0,00
Raketisetarvikute puhastamine ja kokkupanek	m3	0,080	47	3,76	50,5	4,04	51,5	4,12
		0,05		2,35		2,53		2,58
Lahti rakestamine kokku		in-h		16,45		17,68		18,03
		mas-h		2,35		2,53		2,58
		in-vah		**2,06**		**2,21**		**2,25**
		mas-vah		**0,29**		**0,32**		**0,32**

2. korruse monoliit silluste normatiivsed tööjõu- ja masinajakulu arvutused								
Töö nimetus	Ühik	Ajanorm	Normatiivne tööjõukulu					
			1 HA		2 HA		3 HA	
		in-h	kogus	in-h	kogus	in-h	kogus	in-h
		mas-h		mas-h		mas-h		mas-h
1	Avatäidete silluste rakestamine							
Kilpraketise teisaldamine	m2	0,05	46	2,30	42	2,10	45	2,25
		0,05		2,30		2,10		2,25
Raketise ehitamine	m2	0,27	46	12,42	42	11,34	45	12,15
		0		0,00		0,00		0,00
Sarruste tõstmine kraanaga	t	0,5	0,21	0,11	0,21	0,11	0,21	0,11
		0,1		0,02		0,02		0,02
Sarruse paigaldus	t	13,2	0,21	2,77	0,21	2,77	0,21	2,77
		0		0,00		0,00		0,00
Rakestamine kokku		in-h		17,60		16,32		17,28
		mas-h		2,32		2,12		2,27
		in-vah		**2,20**		**2,04**		**2,16**
		mas-vah		**0,29**		**0,27**		**0,28**
2	Betoonimine							
Betooni etteandmine pumbaga	m3	0,26	4,21	1,1	4,23	1,1	4,1	1,1
		0,1		0,4		0,4		0,4
Betooni laotamine ja vibreerimine	m3	0,3	4,21	1,3	4,23	1,3	4,1	1,2
		0		0,0		0,0		0,0
Betoonimine kokku		in-h		2,36		2,37		2,30
		mas-h		0,42		0,42		0,41
		in-vah		**0,29**		**0,30**		**0,29**
		mas-vah		**0,05**		**0,05**		**0,05**
3	Lahtirakestamine							
Raketise lahtivõtmine, materjalide sorteerimine ja esialgne puhastamine	m3	0,27	46	12,42	42	11,34	45	12,15
		0		0,00		0,00		0,00
Raketisetarvikute puhastamine ja kokkupanek	m3	0,080	46	3,68	42	3,36	45	3,60
		0,05		2,30		2,10		2,25
Lahti rakestamine kokku		in-h		16,10		14,70		15,75
		mas-h		2,30		2,10		2,25
		in-vah		**2,01**		**1,84**		**1,97**
		mas-vah		**0,29**		**0,26**		**0,28**

Tabel 5.16 Kolmanda ja neljanda korruse silluste ehituse normatiivsed tööjõu- ja masinajakulu arvutused

3. korruse monoliit silluste normatiivsed tööjõu- ja masinajakulu arvutused								
Töö nimetus	Ühik	Ajanorm	Normatiivne tööjõukulu					
			1 HA		2 HA		3 HA	
		in-h	kogus	in-h	kogus	in-h	kogus	in-h
		mas-h		mas-h		mas-h		mas-h
1	**Avatäidete silluste rakestamine**							
Kilpraketise teisaldamine	m2	0,05	46	2,30	46	2,30	34	1,70
		0,05		2,30		2,30		1,70
Raketise ehitamine	m2	0,27	46	12,42	46	12,42	34	9,18
		0		0,00		0,00		0,00
Sarruste tõstmine kraanaga	t	0,5	0,21	0,11	0,21	0,11	0,21	0,11
		0,1		0,02		0,02		0,02
Sarruse paigaldus	t	13,2	0,21	2,77	0,21	2,77	0,21	2,77
		0		0,00		0,00		0,00
Rakestamine kokku		in-h		17,60		17,60		13,76
		mas-h		2,32		2,32		1,72
		in-vah		**2,20**		**2,20**		**1,72**
		mas-vah		**0,29**		**0,29**		**0,22**
2	**Betoonimine**							
Betooni etteandmine pumbaga	m3	0,26	4,22	1,1	4,3	1,1	3,5	0,9
		0,1		0,4		0,4		0,4
Betooni laotamine ja vibreerimine	m3	0,3	4,22	1,3	4,3	1,3	3,5	1,1
		0		0,0		0,0		0,0
Betoonimine kokku		in-h		2,36		2,41		1,96
		mas-h		0,42		0,43		0,35
		in-vah		**0,30**		**0,30**		**0,25**
		mas-vah		**0,05**		**0,05**		**0,04**
3	**Lahtirakestamine**							
Raketise lahtivõtmine, materjalide sorteerimine ja esialgne puhastamine	m3	0,27	46	12,42	46	12,42	34	9,18
		0		0,00		0,00		0,00
Raketisetarvikute puhastamine ja kokkupanek	m3	0,080	46	3,68	46	3,68	34	2,72
		0,05		2,30		2,30		1,70
Lahti rakestamine kokku		in-h		16,10		16,10		11,90
		mas-h		2,30		2,30		1,70
		in-vah		**2,01**		**2,01**		**1,49**
		mas-vah		**0,29**		**0,29**		**0,21**

4. korruse monoliit silluste normatiivsed tööjõu- ja masinajakulu arvutused								
Töö nimetus	Ühik	Ajanorm	Normatiivne tööjõukulu					
			1 HA		2 HA		3 HA	
		in-h	kogus	in-h	kogus	in-h	kogus	in-h
		mas-h		mas-h		mas-h		mas-h
1	**Avatäidete silluste rakestamine**							
Kilpraketise teisaldamine	m2	0,05	43	2,15	40	2,00	0,00	0,00
		0,05		2,15		2,00		0,00
Raketise ehitamine	m2	0,27	43	11,61	40	10,80	0,00	0,00
		0		0,00		0,00		0,00
Sarruste tõstmine kraanaga	t	0,5	0,21	0,11	0,21	0,11	0,00	0,00
		0,1		0,02		0,02		0,00
Sarruse paigaldus	t	13,2	0,21	2,77	0,21	2,77	0,00	0,00
		0		0,00		0,00		0,00
Rakestamine kokku		in-h		16,64		15,68		0,00
		mas-h		2,17		2,02		0,00
		in-vah		**2,08**		**1,96**		0,00
		mas-vah		**0,27**		**0,25**		0,00
2	**Betoonimine**							
Betooni etteandmine pumbaga	m3	0,26	4	1,0	3,8	1,0	0,00	0,00
		0,1		0,4		0,4		
Betooni laotamine ja vibreerimine	m3	0,3	4	1,2	3,8	1,1	0,00	0,00
		0		0,0		0,0		
Betoonimine kokku		in-h		2,24		2,13	0,00	0,00
		mas-h		0,40		0,38		0,00
		in-vah		**0,28**		**0,27**		0,00
		mas-vah		**0,05**		**0,05**		0,00
3	**Lahtirakestamine**							
Raketise lahtivõtmine, materjalide sorteerimine ja esialgne puhastamine	m3	0,27	40	10,80	40	10,80	0,00	0,00
		0		0,00		0,00		
Raketisetarvikute puhastamine ja kokkupanek	m3	0,080	40	3,20	40	3,20	0,00	0,00
		0,05		2,00		2,00		
Lahti rakestamine kokku		in-h		14,00		14,00		0,00
		mas-h		2,00		2,00		0,00
		in-vah		**1,75**		**1,75**		0,00
		mas-vah		**0,25**		**0,25**		0,00

Tabel 5.17 Esimese ja teise korruse silluste ehituse tehnoloogilised arvutused

1. korruse silluste ehituse tehnoloogilised arvutused																	
jrk nr	Töö nimetus	Tööliste/masinate		Haardealade kaupa													
				1				2				3					
		Eriala/mark	Arv	Normatiivne tööjõukulu in-vah mas-vah	Normatiivne kestus vah	normi täitmiset egur	Valitud kestus vah	Normatiivne tööjõukulu in-vah mas-vah	Normatiivne kestus vah	normi täitmiset egur	Valitud kestus vah	Normatiivne tööjõukulu in-vah mas-vah	Normatiivne kestus vah	normi täitmiset egur	Valitud kestus vah
1	Silluste rakestamine	Rakestaja	6	2,3	0,4	1,16	0,33	2,4	0,4	1,21	0,33	2,5	0,4	1,26	0,33
		Kraana	1	0,3	0,3	0,91		0,4	0,4	1,21		0,4	0,4	1,21	
2	Silluste betoonimine	Betoneerija	2	0,4	0,2	0,6	0,33	0,4	0,2	0,61	0,33	0,4	0,2	0,61	0,33
		Betoonipump	1	0,1	0,1	0,3		0,1	0,1	0,30		0,1	0,1	0,30	
3	Silluste lahtirakestamine	Lahtirakestaja	6	2,1	0,4	1,06	0,33	3	0,5	1,52	0,33	2,3	0,4	1,16	0,33
		Kraana	1	0,3	0,3	0,91		0,4	0,4	1,21		0,4	0,4	1,21	
2. korruse silluste ehituse tehnoloogilised arvutused																	
jrk nr	Töö nimetus	Tööliste/masinate		Haardealade kaupa													
				1				2				3					
		Eriala/mark	Arv	Normatiivne tööjõukulu in-vah mas-vah	Normatiivne kestus vah	normi täitmiset egur	Valitud kestus vah	Normatiivne tööjõukulu in-vah mas-vah	Normatiivne kestus vah	normi täitmiset egur	Valitud kestus vah	Normatiivne tööjõukulu in-vah mas-vah	Normatiivne kestus vah	normi täitmiset egur	Valitud kestus vah
1	Silluste rakestamine	Rakestaja	6	2,2	0,4	1,11	0,33	2,1	0,4	1,06	0,33	2,2	0,4	1,11	0,33
		Kraana	1	0,3	0,3	0,91		0,3	0,3	0,91		0,3	0,3	0,91	
2	Silluste betoonimine	Betoneerija	2	0,3	0,2	0,5	0,33	0,3	0,2	0,45	0,33	0,3	0,2	0,45	0,33
		Betoonipump	1	0,1	0,1	0,3		0,1	0,1	0,30		0,1	0,1	0,30	
3	Silluste lahtirakestamine	Lahtirakestaja	6	2,1	0,4	1,06	0,33	1,9	0,3	0,96	0,33	2	0,3	1,01	0,33
		Kraana	1	0,3	0,3	0,91		0,3	0,3	0,91		0,3	0,3	0,91	

Tabel 5.18 Kolmanda ja neljanda korruse silluste ehituse tehnoloogilised arvutused

3. korruse silluste ehituse tehnoloogilised arvutused																	
jrk nr	Töö nimetus	Tööliste/masinate		Haardealade kaupa													
				1				2				3					
		Eriala/mark	Arv	Normatiivne		normi täitmiset egur	Valitud kestus	Normatiivne		normi täitmiset egur	Valitud kestus	Normatiivne		normi täitmiset egur	Valitud kestus		
				lu	kestus			lu	kestus			lu	kestus				
				in-vah mas-vah	vah		vah	in-vah mas-vah	vah		vah	in-vah mas-vah	vah		vah		
1	Silluste rakestamine	Rakestaja	6	2,2	0,4	1,11	0,33	2,2	0,4	1,11	0,33	1,8	0,3	0,91	0,33		
		Kraana	1	0,3	0,3	0,91		0,3	0,3	0,91		0,3	0,3	0,91			
2	Silluste betoonimine	Betoneerija	2	0,3	0,2	0,5	0,33	0,3	0,2	0,45	0,33	0,3	0,2	0,45	0,33		
		Betoonipump	1	0,1	0,1	0,3		0,1	0,1	0,30		0,1	0,1	0,30			
3	Silluste lahtirakestamine	Lahtirakestaja	6	2,1	0,4	1,06	0,33	2,1	0,4	1,06	0,33	1,5	0,3	0,76	0,33		
		Kraana	1	0,3	0,3	0,91		0,3	0,3	0,91		0,2	0,2	0,61			

4. korruse silluste ehituse tehnoloogilised arvutused											
jrk nr	Töö nimetus	Tööliste/masinate		Haardealade kaupa							
				1				2			
		Eriala/mark	Arv	Normatiivne		normi täitmiset egur	Valitud kestus	Normatiivne		normi täitmiset egur	Valitud kestus
				lu	kestus			lu	kestus		
				in-vah mas-vah	vah		vah	in-vah mas-vah	vah		vah
1	Silluste rakestamine	Rakestaja	6	2,1	0,4	0,70	0,5	2	0,3	0,67	0,5
		Kraana	1	0,3	0,3	0,60		0,3	0,3	0,60	
2	Silluste betoonimine	Betoneerija	2	0,3	0,2	0,3	0,5	0,3	0,2	0,30	0,5
		Betoonipump	1	0,1	0,1	0,2		0,1	0,1	0,20	
3	Silluste lahtirakestamine	Lahtirakestaja	6	1,8	0,3	0,60	0,5	1,8	0,3	0,60	0,5
		Kraana	1	0,3	0,3	0,60		0,3	0,3	0,60	

5.3 Montaažitööde tehnoloogia kaart

Käesoleva tehnoloogiakaardi raames lahendatakse ehitatavate korterelamute montaažitööd ühe hoone näitel. Montaažitööde kirjeldamiseks on koostatud eraldi tehnoloogilise kaardi esitlusjoonis nr 7. Antud hoone puhul on montaažitöödeks raudbetoonpostide, terastalade ning õõnespaneelide ja trepielementide montaaž. Tehnoloogikaardi raames lahendatakse nende elementide paigalduse tööoperatsioonid.

5.3.1 Tööde kirjeldus

Monteerimist alustatakse postide ja talade paigaldamisega, mille järel paigaldatakse trepielemendid ja õõnespaneelid. Hoone montaaž toimub ratastelt, mis tähendab, et elemendid tõstetakse paika otse veokilt. Tõsteid tehakse tornkraana abil. Vajadusel ladustatakse elemendid ajutiselt ehitusplatsil. Selleks tõstetakse elemendid maha alusprussidele.

Ehitataval hoonel on igal korrusel üks monteeritav ümarpost läbimõõduga 350 mm. Vahelaes on kasutatud taladena HQ terastalasid, mida on 1.-3. korrusel kaks tükki ja 4. korrusel üks. Vahelaed on projekteeritud monteeritavast raudbetoon õõnespaneelidest paksusega 265 mm.

Ehitusplatsile saabunud elemendid vaadatakse üle ja hinnatakse nende seisukorda. Tuleb arvestada, et kui tuule tugevus on 15 m/s, siis tuleb montaažitööde katkestada, kuna kraanaga tõstmine selliste ilmastikuoludega on ohtlik. [17]

Trepielemendi toetuspinnale paigaldatakse paigaldusklotsid. Trepielementide küljes on tõsteaasad, mille külge kinnitatakse tõstetropid ning element tõstetakse paika. Trepi vuugid valatakse kinni ning trepp kaetakse ehitustööde ajaks katetega.

Õõnespaneelid tulevad platsile kindla graafiku alusel. Õõnespaneelide tõstmiseks kasutatakse tõstetraaversit. Kaks töölist kinnitavad haagisveoki peal tõstetraaversi paneeli külge ning paneel tõstetakse õigesse kohta. Töölised, kes tegelevad paneeli paika panemisega, peavad veenduma, et toetuspikkus vastaks projektile. Pärast paneelide paigaldust kontrollitakse alumiselt korrusel, et lae pind oleks ühtlane. Kui paigaldatud paneelid on üksteise suhtes hambas märgitakse need kohad ning paigaldatakse nende alla püsttoed. Püsttoed eemaldatakse pärast monolitiseerimist. See tagab, et lae pind jääks ühtlane. Kui paneelid on paika tõstetud, paigaldatakse perimeetri ümbruses piirded. Peale seda alustatakse vuukide sarrustamisega ja raketise

ehitamisega, et saaks õõnespaneelide vuugid täidetud ja vahelae monolitiseerimised tehtud.

5.3.2 Töödel vajalikud masinad

Montaažitöödel vajalikud masinad on järgmised:

1) tornkraana – elementide tõstmiseks;
2) haagisveok – elementide kohale toimetamiseks platsile;
3) betoonipump – betooni pumpamiseks;
4) betoonimikser – betooni transpordiks tehasest objektile.

5.3.3 Montaažitööde tehnoloogilised arvutused

Montaažitööde tehnoloogiliste arvutuste tegemiseks vajalike ajanormide saamiseks on kasutatud RATU juhendmaterjale. Arvutuste tegemisel on arvesse võetud ka RATU juhendmaterjalides olevaid mõjutegureid:

- rakestamise ladumise mõjutegur 1,05 [10];
- õõnespaneelide montaaži mõjutegur 1,0 [18];
- postide ja talade montaaži mõjutegur 1,2 [17];
- armeerimise mõjutegur 1,1 [11];
- betoneerimise mõjutegur 1,1 [12].

Montaažitööde normatiivsed tööjõu- ja masinajakulu arvutused 1. ja 2. korruse kohta on esitatud tabelis 5.19 ning 3. ja 4. korruse kohta tabelis 5.20. Montaažitööde tehnoloogilised arvutused 1. ja 2. korruse kohta on esitatud tabelis 5.21 ning 3. ja 4. korruse kohta tabelis 5.22. Kogu hoone maapealse konstruktiivse osa kalendergraafik on kujutatud esitlusjoonisel nr 8.

Tabel 5.19 Esimese ja teise korruse montaažitööde normatiivsed tööjõu- ja masinajakulu arvutused

1. korruse montaažitööde tööjõu- ja masinajakulu arvutused								
Töö nimetus	Ühik	Ajanorm	Normatiivne tööjõukulu					
			1 HA		2 HA		3 HA	
		in-h	kogus	in-h	kogus	in-h	kogus	in-h
		mas-h		mas-h		mas-h		mas-h
1	**Monteeritavate postide ja terastalade montaaž**							
Eeltööd	tk	0,27	0	0,00	1,0	0,27	2,0	0,54
		0,10		0,00		0,10		0,20
Postide montaaž	tk	1,02	0	0,00	0,0	0,00	1	1,02
		0,10		0,00		0,00		0,10
Talade montaaž	tk	0,78	0	0,00	1,0	0,78	1	0,78
		0,10		0,00		0,10		0,10
Postide ja talade montaaž kokku	in-h			0,00		1,1		2,34
	mas-h			0,00		0,20		0,40
	in-vah			**0,00**		**0,1**		**0,29**
	mas-vah			**0,00**		**0,03**		**0,04**
2	**Õõnespaneelide montaaž**							
Eeltööd	tk	0,12	34	4,08	31,0	3,72	35,0	4,20
		0,00		0,00		0,00		0,00
Õõnespaneelide montaaž	tk	0,33	34	11,22	31,0	10,23	35,0	11,55
		0,10		3,40		3,10		3,50
Õõnespaneelide montaaž kokku	in-h			15,3		14,0		15,8
	mas-h			3,4		3,1		3,5
	in-vah			**1,9**		**1,7**		**2,0**
	mas-vah			**0,4**		**0,4**		**0,2**
3	**Trepimarsside ja -podestide montaaž**							
Eeltööd	tk	0,20	2	0,40	2,0	0,40	2,0	0,40
				0,00		0,00		0,00
Podestide paigaldus	tk	0,61	2	1,21	2,0	1,21	2,0	1,21
		0,10		0,20		0,20		0,20
Trepimarsside paigaldus	tk	1,10	2	2,20	2,0	2,20	2	2,20
		0,10		0,20		0,20		0,20
Trepielementide montaaž kokku	in-h			3,8		3,8		3,8
	mas-h			0,4		0,40		0,4
	in-vah			**0,5**		**0,5**		**0,5**
	mas-vah			**0,1**		**0,1**		**0,1**
4	**Vahelae monolitiseerimine**							
Vahelae monoliitosa rakestamine	m2	0,20	46	9,20	44,0	8,80	41,0	8,20
		0,05		2,30		2,20		2,05
Vahelae monoliitosa sarrustamine	t	13,20	0,79	10,44	0,73	9,64	0,76	10,03
		0,00		0,00		0,00		0,00
Vahelae monolitiseerimine	m3	0,56	6,2	3,47	6,2	3,47	5,5	3,08
		0,10		0,62		0,62		0,55
Vahelae monoliitosa lahtirakestamine	m2	0,20	46	9,20	44,0	8,80	41	8,20
		0,05		2,30		2,20		2,05
Vahelae monolitiseerimine kokku	in-h			32,31		30,7		29,51
	mas-h			5,22		5,02		4,65
	in-vah			**4,04**		**3,8**		**3,69**
	mas-vah			**0,65**		**0,6**		**0,58**

2. korruse montaažitööde tööjõu- ja masinajakulu arvutused								
Töö nimetus	Ühik	Ajanorm	Normatiivne tööjõukulu					
			1 HA		2 HA		3 HA	
		in-h	kogus	in-h	kogus	in-h	kogus	in-h
		mas-h		mas-h		mas-h		mas-h
1	**Monteeritavate postide ja terastalade montaaž**							
Eeltööd	tk	0,27	0	0,00	1,0	0,27	2,0	0,54
		0,10		0,00		0,10		0,20
Postide montaaž	tk	1,02	0	0,00	0,0	0,00	1	1,02
		0,10		0,00		0,00		0,10
Talade montaaž	tk	0,78	0	0,00	1,0	0,78	1	0,78
		0,10		0,00		0,10		0,10
Postide ja talade montaaž kokku	in-h			0,00		1,1		2,34
	mas-h			0,00		0,20		0,40
	in-vah			**0,00**		**0,1**		**0,29**
	mas-vah			**0,00**		**0,03**		**0,04**
2	**Õõnespaneelide montaaž**							
Eeltööd	tk	0,12	34	4,08	31,0	3,72	35,0	4,20
		0,00		0,00		0,00		0,00
Õõnespaneelide montaaž	tk	0,33	34	11,22	31,0	10,23	35,0	11,55
		0,10		3,40		3,10		3,50
Õõnespaneelide montaaž kokku	in-h			15,3		14,0		15,8
	mas-h			3,4		3,1		3,5
	in-vah			**1,9**		**1,7**		**2,0**
	mas-vah			**0,4**		**0,4**		**0,2**
3	**Trepimarsside ja -podestide montaaž**							
Eeltööd	tk	0,20	2	0,40	2,0	0,40	2,0	0,40
				0,00		0,00		0,00
Podestide paigaldus	tk	0,61	2	1,21	2,0	1,21	2,0	1,21
		0,10		0,20		0,20		0,20
Trepimarsside paigaldus	tk	1,10	2	2,20	2,0	2,20	2	2,20
		0,10		0,20		0,20		0,20
Trepielementide montaaž kokku	in-h			3,8		3,8		3,8
	mas-h			0,4		0,40		0,4
	in-vah			**0,5**		**0,5**		**0,5**
	mas-vah			**0,1**		**0,1**		**0,1**
4	**Vahelae monolitiseerimine**							
Vahelae monoliitosa rakestamine	m2	0,20	46	9,20	44,0	8,80	41,0	8,20
		0,05		2,30		2,20		2,05
Vahelae monoliitosa sarrustamine	t	13,20	0,79	10,44	0,73	9,64	0,76	10,03
		0,00		0,00		0,00		0,00
Vahelae monolitiseerimine	m3	0,56	6,2	3,47	6,2	3,47	5,5	3,08
		0,10		0,62		0,62		0,55
Vahelae monoliitosa lahtirakestamine	m2	0,20	46	9,20	44,0	8,80	41	8,20
		0,05		2,30		2,20		2,05
Vahelae monolitiseerimine kokku	in-h			32,31		30,7		29,51
	mas-h			5,22		5,02		4,65
	in-vah			**4,04**		**3,8**		**3,69**
	mas-vah			**0,65**		**0,6**		**0,58**

Tabel 5.20 Kolmanda ja neljanda korruse montaažitööde normatiivsed tööjõu- ja masinajakulu arvutused

3. korruse montaažitööde tööjõu- ja masinajakulu arvutused								
Töö nimetus	Ühik	Ajanorm	Normatiivne tööjõukulu					
			1 HA		2 HA		3 HA	
		in-h mas-h	kogus	in-h mas-h	kogus	in-h mas-h	kogus	in-h mas-h
1	**Monteeritavate postide ja terastalade montaaž**							
Eeltööd	tk	0,27 0,10	0	0,00 0,00	1,0	0,27 0,10	2,0	0,54 0,20
Postide montaaž	tk	1,02 0,10	0	0,00 0,00	0,0	0,00 0,00	1	1,02 0,10
Talade montaaž	tk	0,78 0,10	0	0,00 0,00	1,0	0,78 0,10	1	0,78 0,10
Postide ja talade montaaž kokku	in-h			0,00		1,1		2,34
	mas-h			0,00		0,20		0,40
	in-vah			**0,00**		**0,1**		**0,29**
	mas-vah			**0,00**		**0,03**		**0,04**
2	**Õõnespaneelide montaaž**							
Eeltööd	tk	0,12 0,00	34	4,08 0,00	31,0	3,72 0,00	35,0	4,20 0,00
Õõnespaneelide montaaž	tk	0,33 0,10	34	11,22 3,40	31,0	10,23 3,10	35,0	11,55 3,50
Õõnespaneelide montaaž kokku	in-h			15,3		14,0		15,8
	mas-h			3,4		3,1		3,5
	in-vah			**1,9**		**1,7**		**2,0**
	mas-vah			**0,4**		**0,4**		**0,2**
3	**Trepimarsside ja -podestide montaaž**							
Eeltööd	tk	0,20 	2	0,40 0,00	2,0	0,40 0,00	2,0	0,40 0,00
Podestide paigaldus	tk	0,61 0,10	2	1,21 0,20	2,0	1,21 0,20	2,0	1,21 0,20
Trepimarsside paigaldus	tk	1,10 0,10	2	2,20 0,20	2,0	2,20 0,20	2	2,20 0,20
Trepielementide montaaž kokku	in-h			3,8		3,8		3,8
	mas-h			0,4		0,40		0,4
	in-vah			**0,5**		**0,5**		**0,5**
	mas-vah			**0,1**		**0,1**		**0,1**
4	**Vahelae monolitiseerimine**							
Vahelae monoliitosa rakestamine	m2	0,20 0,05	46	9,20 2,30	44,0	8,80 2,20	41,0	8,20 2,05
Vahelae monoliitosa sarrustamine	t	13,20 0,00	0,79	10,44 0,00	0,73	9,64 0,00	0,76	10,03 0,00
Vahelae monolitiseerimine	m3	0,56 0,10	6,2	3,47 0,62	6,2	3,47 0,62	5,5	3,08 0,55
Vahelae monoliitosa lahtirakestamine	m2	0,20 0,05	46	9,20 2,30	44,0	8,80 2,20	41	8,20 2,05
Vahelae monolitiseerimine kokku	in-h			32,31		30,7		29,51
	mas-h			5,22		5,02		4,65
	in-vah			**4,04**		**3,8**		**3,69**
	mas-vah			**0,65**		**0,6**		**0,58**

4. korruse montaažitööde tööjõu- ja masinajakulu arvutused						
Töö nimetus	Ühik	Ajanorm	Normatiivne tööjõukulu			
			1 HA		2 HA	
		in-h mas-h	kogus	in-h mas-h	kogus	in-h mas-h
1	**Monteeritavate postide ja terastalade montaaž**					
Eeltööd	tk	0,27 0,10	0	0,00 0,00	1,0	0,27 0,10
Postide montaaž	tk	1,02 0,10	0	0,00 0,00	0,0	0,00 0,00
Talade montaaž	tk	0,78 0,10	0	0,00 0,00	1,0	0,78 0,10
Postide ja talade montaaž kokku	in-h			0,00		1,1
	mas-h			0,00		0,20
	in-vah			**0,00**		**0,1**
	mas-vah			**0,00**		**0,03**
2	**Õõnespaneelide montaaž**					
Eeltööd	tk	0,12 0,00	34	4,08 0,00	31,0	3,72 0,00
Õõnespaneelide montaaž	tk	0,33 0,10	34	11,22 3,40	31,0	10,23 3,10
Õõnespaneelide montaaž kokku	in-h			15,3		14,0
	mas-h			3,4		3,1
	in-vah			**1,9**		**1,7**
	mas-vah			**0,4**		**0,4**
3	**Trepimarsside ja -podestide montaaž**					
Eeltööd	tk	0,20 		0,00 0,00		0,00 0,00
Podestide paigaldus	tk	0,61 0,10		0,00 0,00		0,00 0,00
Trepimarsside paigaldus	tk	1,10 0,10		0,00 0,00		0,00 0,00
Trepielementide montaaž kokku	in-h			0,0		0,0
	mas-h			0,0		0,00
	in-vah			**0,0**		**0,0**
	mas-vah			**0,1**		**0,0**
4	**Vahelae monolitiseerimine**					
Vahelae monoliitosa rakestamine	m2	0,20 0,05	46	9,20 2,30	44,0	8,80 2,20
Vahelae monoliitosa sarrustamine	t	13,20 0,00	0,79	10,44 0,00	0,73	9,64 0,00
Vahelae monolitiseerimine	m3	0,56 0,10	6,2	3,47 0,62	6,2	3,47 0,62
Vahelae monoliitosa lahtirakestamine	m2	0,20 0,05	46	9,20 2,30	44,0	8,80 2,20
Vahelae monolitiseerimine kokku	in-h			32,31		30,7
	mas-h			5,22		5,02
	in-vah			**4,04**		**3,8**
	mas-vah			**0,65**		**0,6**

Tabel 5.21 Esimese ja teise korruse montaažitööde tehnoloogilised arvutused

1. korruse montaažitööde tehnoliigilised arvutused																
jrk nr	Töö nimetus	Tööliste/masinate		Haardealade kaupa												
		Eriala/mark	Arv	1				2				3				
				Normatiivne			Valitud kestus	Normatiivne			Valitud kestus	Normatiivne			Valitud kestus	
				tööjõukulu	kestus	normi		tööjõukulu	kestus	normi		tööjõukulu	kestus	normi		
				in-vah	vah	täitmiseegur	vah	in-vah	vah	täitmiseegur	vah	in-vah	vah	täitmiseegur	vah	
				mas-vah				mas-vah				mas-vah				
1	Postide ja talade montaaž	Monteerija	2	0	0,00	0,00	0	0,1	0,05	0,1	0,5	0,30	0,15	0,30	0,5	
		Kraana	1	0	0,00	0,00		0,03	0,03	0,06		0,04	0,04	0,08		
2	Õõnespaneelide montaaž	Monteeria	2	1,9	0,95	1,0	1	1,7	0,85	0,85	1	2,00	1,00	1,00	1	
		Betoonipump	1	0,4	0,40	0,4		0,4	0,40	0,4		0,20	0,20	0,20		
3	Trepielementide montaaž	Monteerija	2	0,5	0,25	1,00	0,25	0,5	0,25	1	0,25	0,50	0,25	1,00	0,25	
		Kraana	1	0,1	0,10	0,40		0,1	0,10	0,4		0,10	0,10	0,40		
4	Vahelae monoliitosa rakestamine	Rakestaja	6	1,15	0,19	0,77	0,25	1,1	0,18	0,73	0,25	1,03	0,17	0,68	0,25	
5	Vahelae monoliitosa sarrustamine	Armeerija	6	1,25	0,21	0,83	0,25	1,205	0,20	0,80	0,25	1,25	0,21	0,84	0,25	
6	Vahelae monolitiseerimine	Betoneerija	2	0,43	0,22	0,66	0,33	0,4	0,20	0,61	0,33	0,39	0,19	0,58	0,33	
		Betoonipump	1	0,1	0,08	0,23		0,1	0,10	0,30		0,1	0,1	0,21		
7	Vahelae monoliitosa lahtirakestamine	Rakestaja	6	1,15	0,19	0,58	0,33	1,1	0,18	0,56	0,33	1,03	0,17	0,52	0,33	

2. korruse montaažitööde tehnoliigilised arvutused																
jrk nr	Töö nimetus	Tööliste/masinate		Haardealade kaupa												
		Eriala/mark	Arv	1				2				3				
				Normatiivne			Valitud kestus	Normatiivne			Valitud kestus	Normatiivne			Valitud kestus	
				lu	kestus	normi		lu	kestus	normi		lu	kestus	normi		
				in-vah	vah	täitmiseegur	vah	in-vah	vah	täitmiseegur	vah	in-vah	vah	täitmiseegur	vah	
				mas-vah				mas-vah				mas-vah				
1	Postide ja talade montaaž	Monteerija	2	0	0,00	0,00	0	0,1	0,05	0,1	0,5	0,30	0,15	0,30	0,5	
		Kraana	1	0	0,00	0,00		0,03	0,03	0,06		0,04	0,04	0,08		
2	Õõnespaneelide montaaž	Monteeria	2	1,9	0,95	1,0	1	1,7	0,85	0,85	1	2,00	1,00	1,00	1	
		Betoonipump	1	0,4	0,40	0,4		0,4	0,40	0,4		0,20	0,20	0,20		
3	Trepielementide montaaž	Monteerija	2	0,5	0,25	1,00	0,25	0,5	0,25	1	0,25	0,50	0,25	1,00	0,25	
		Kraana	1	0,1	0,10	0,40		0,1	0,10	0,4		0,10	0,10	0,40		
4	rakestamine	Rakestaja	6	1,15	0,19	0,77	0,25	1,1	0,18	0,73	0,25	1,03	0,17	0,68	0,25	
5	sarrustamine	Armeerija	6	1,305	0,22	0,87	0,25	1,205	0,20	0,80	0,25	1,25	0,21	0,84	0,25	
6	Vahelae monolitiseerimine	Betoneerija	2	0,43	0,22	0,66	0,33	0,43	0,22	0,65	0,33	0,39	0,20	0,59	0,33	
		Betoonipump	1	0,1	0,10	0,30		0,1	0,10	0,30		0,10	0,10	0,30		
7	lahtirakestamine	Rakestaja	6	1,15	0,19	0,58	0,33	1,1	0,18	0,56	0,33	1,03	0,17	0,52	0,33	

Tabel 5.22 Kolmanda ja neljanda korruse montaažitööde tehnoloogilised arvutused

3. korruse montaažitööde tehnoliigilised arvutused																
jrk nr	Töö nimetus	Tööliste/masinate		Haardealade kaupa												
		Eriala/mark	Arv	1				2				3				
				Normatiivne		normi täitmiset egur	Valitud kestus	Normatiivne		normi täitmisete gur	Valitud kestus	Normatiivne		normi täitmiset egur	Valitud kestus
				lu	kestus			lu	kestus			lu	kestus		
				in-vah mas-vah	vah		vah	in-vah mas-vah	vah		vah	in-vah mas-vah	vah		vah
1	Postide ja talade montaaž	Monteerija	2	0	0,00	0,00	0	0,1	0,05	0,1	0,5	0,30	0,15	0,30	0,5
		Kraana	1	0	0,00	0,00		0,03	0,03	0,06		0,04	0,04	0,08	
2	Õõnespaneelide montaaž	Monteeria	2	1,9	0,95	1,0	1	1,7	0,85	0,85	1	2,00	1,00	1,00	1
		Betoonipump	1	0,4	0,40	0,4		0,4	0,40	0,4		0,20	0,20	0,20	
3	Trepielementide montaaž	Monteerija	2	0,5	0,25	1,00	0,25	0,5	0,25	1	0,25	0,50	0,25	1,00	0,25
		Kraana	1	0,1	0,10	0,40		0,1	0,10	0,4		0,10	0,10	0,40	
4	rakestamine	Rakestaja	6	1,15	0,19	0,77	0,25	1,1	0,18	0,73	0,25	1,03	0,17	0,68	0,25
5	sarrustamine	Armeerija	6	1,25	0,21	0,83	0,25	1,205	0,20	0,80	0,25	1,25	0,21	0,84	0,25
6	Vahelae monolitiseerimine	Betoneerija	2	0,43	0,22	0,65	0,33	0,43	0,22	0,65	0,33	0,39	0,20	0,59	0,33
		Betoonipump	1	0,1	0,10	0,30		0,1	0,10	0,30		0,10	0,10	0,30	
7	lahtirakestamine	Rakestaja	6	1,15	0,19	0,58	0,33	1,1	0,18	0,56	0,33	1,03	0,17	0,39	0,44

4. korruse montaažitööde tehnoliigilised arvutused											
jrk nr	Töö nimetus	Tööliste/masinate		Haardealade kaupa							
		Eriala/mark	Arv	1				2			
				Normatiivne		normi täitmiset egur	Valitud kestus	Normatiivne		normi täitmisete gur	Valitud kestus
				lu	kestus			lu	kestus		
				in-vah mas-vah	vah		vah	in-vah mas-vah	vah		vah
1	Postide ja talade montaaž	Monteerija	2	0	0,00	0,00	0	0,1	0,05	0,1	0,5
		Kraana	1	0	0,00	0,00		0,03	0,03	0,06	
2	Õõnespaneelide montaaž	Monteeria	2	1,9	0,95	1,0	1	1,7	0,85	0,85	1
		Betoonipump	1	0,4	0,40	0,4		0,4	0,40	0,4	
3	Trepielementide montaaž	Monteerija	2					0	0,00	0	0
		Kraana	1					0	0,00	0	
4	rakestamine	Rakestaja	3	1,15	0,38	0,77	0,5	1,1	0,37	0,73	0,5
5	sarrustamine	Armeerija	3	1,25	0,42	0,83	0,5	1,205	0,40	0,80	0,5
6	Vahelae monolitiseerimine	Betoneerija	2	0,43	0,22	0,65	0,33	0,43	0,22	0,65	0,33
		Betoonipump	1	0,1	0,10	0,30		0,1	0,10	0,30	
7	lahtirakestamine	Rakestaja	3	1,15	0,38	0,77	0,5	1,1	0,37	0,73	0,5

5.4 Voolu moodustamine hoone kompleksile

Viimane tehnoloogia kaart on lahendatud hoonete kompleksile ja selle eesmärgiks on näidata tööde voolu hoonete vahel. Selleks on autor koostanud kalendergraafiku, mis kirjeldab kolme hoone ehitustöid ja näitab tööde kulgu hoonete vahel. Kalendergraafik on kujutatud esitlusjoonisel nr 9. Ehitustööde kestus kokku on 664 päeva.

5.4.1 Tööde voolu kirjeldus

Ehitustööd algavad 05.04.2021 ehitusplatsi ettevalmistustöödega. Kohale tuuakse peatöövõtja soojakud ja alustatakse piireaedade paigaldamisega. Samuti rajatakse soojakutele ajutised tehnosüsteemid. Kui ehitusplats on piirdeaedadega eraldatud alustatakse vanade angaaride lammutamisega. Lammutustööd kestavad ligikaudu kolm nädalat.

Peale lammutustöid alustatakse hoonete aluse pinnase väljakaevamisega ning ajutiste teede ja platside rajamisega. Hoone alune väljakaeve toimub kõigi hoonete alt üheaegselt.

Väljakaeve järgselt, kui on valmis vundamendi alused, algavad esimese hoone vundamendi tööd. Töid alustatakse ehitusplatsi kõige tagumisest Teelise 10 hoonest ning liigutakse edasi keskmise Teelise 8 hooneni ja seejärel soojakute juures oleva Teelise 6 hooneni. Vundamenditööde puhul liiguvad tööd haardealade kaupa ühelt hoonelt teisele.

Keldri monoliitseinte valamine algab samuti Teelise 10 hoonest, kus vundamendi seinad rakestatakse kilpidega ja betoneeritakse haardealade kaupa. Ühel hoonel on kolm haardeala. Tööd liiguvad järjest haardealade kaupa ühelt hoonelt teisele.

Pärast vundamendi seinte ja postide valmimist, liitub montaažibrigaad, kes hakkavad monteerima elemente. Alates esimesest korrusest liituvad müüritööde brigaadid. Müüritööde brigaadid liiguvad ühelt hoonelt teisele siis, kui ühel hoonel, kus nad parasjagu töötavad tekib tööseisak. Näiteks montaažtitööde ajal ei ole müürseppadel võimalik samas hoones müüri laduda, aga kuna hooneid on kolm, siis saab müüritööde brigaad samal ajal teha tööd teises hoones. Samamoodi jagatakse hoonete vahel ja monoliitseinte ehitajate brigaadi.

Pärast teise korruse õõnespaneelide ja vahelae monoliitsete osade monolitiseerimist, alustatakse Bauroc plokkidest vaheseinte ja šahtide ladumisega. Bauroc plokkide ladujaid on platsil üks brigaad, kuna seda tööd on võimalik jagada nii, et esimesena

laotakse Bauroc seinad Teelise 10 majas, seejärel Teelise 8 majas ja viimasena Teelise 6 majas. Pärast šahtide ladumist nii, et üks külg jääb avatuks, algab šahtides ventilatsioonitorustike ning kanalisatsioonipüstakute paigaldus.

Esimesena saab kokku Teelise 10 hoone karp ning seejärel tulevad platsile katuse ehitajad ja alustavad antud hoonele SBS katte paigaldamisega ja katuse šahtide ehitamisega. Üks brigaad tegeleb kõikidel hoonetel SBS katte paigaldamisega ja katuse šahtide ehitamisega. Eraldi brigaad liitub peale esimese hoone katuse šahtide valmimist, kes alustavad katuse soojustuse paigaldamisega ja lõpetavad PVC paigaldusega.

Pärast konstruktsiooni valmimist saab paika panna ka rõdude teraskonstruktsioonid. Teraskonstruktsioonide paigaldamist alustatakse Teelise 10 majal. Kõigepealt paigaldatakse ühe hoone rõdude teraskonstruktsioonid ja seejärel liigutakse edasi järgmisele hoonele.

Samal ajal tegeletakse ka akende paigaldamisega. Aknaid paigaldab üks brigaadi. Alustatakse Teelise 10 hoone akende paigaldamisega, seejärel liigutakse Teelise 8 hoone peale ja viimasena paigaldatakse Teelise 6 hoone aknad. Eraldi brigaad tegeleb akende aurutõkketeipide paigaldusega.

Pärast rõdude teraskonstruktsioonide paigaldust alustatakse fassaadi tööliste poolt PIR plaatide paigaldusega ning rõdude puitkonstruktsioonide ehitamisega. Igal majal on oma fassaaditööde ja rõdude ehitajate brigaad.

Põrandavaluga tegeleb kaks brigaadi, millest üks on hõivatud põrandavalu ettevalmistusega ehk paigaldavad EPS'i kommunikatsioonide jaoks, sammumüra villa ja armatuurvõrku. Teine brigaad tegeleb ainult põrandate valamisega. Esimesena alustavad ettevalmistajad Teelise 10 põrandate ettevalmistamisega. Kui ettevalmistajad on jõudnud põranda valajatele piisava hulga tööfronti ette teha, liitub nendega teine brigaad, kes betoneerib põrandad. Tööd liiguvad samuti Teelise 10 majast Teelise 8 majale ja viimasena Teelise 6 majale. Kui ettevalmistajad ei jõua põranda valajatele piisavat fronti enam ette teha, siis liitub veel üks brigaad põrandate ettevalmistajaid.

Peale põrandate valu ja šahtide sulgemist alustatakse siseviimistlustöödega. Kolmel hoonel on kokku kaks maalri firmat, kes teostavad siseviimistlustöid. Igal hoonel on enda maalrite brigaad, kes tegeleb antud hoone viimistlusega.

6. MAJANDUS- JA UURIMUSLIK OSA

6.1 Ehitustööde koondmaksumus

Ehitustööde koondeelarve on esitatud tabelis 6.1. Ehitustööde maksumuse määramisel on kasutatud antud objektile koostatud eelarvet [19]. Ehitustööde maksumus on kajastatud iga maja kohta eraldi ning lõpus on näidatud ka kogu objekti maksumus kokku. Lisaks on esitatud eraldi ehitusplatsi korralduskulude rida ja ehitusplatsi üldkulude rida. Ehitusplatsi korralduskulud sisaldavad soojakute renti, ajutisi tehnosüsteeme ja kraana kulu. Ehitusplatsi üldkulud sisaldavad objektimeeskonna palkasid, objekti valvet, koristust jne.

Kuna kõik ehitatavad hooned on suuruselt peaaegu sama suured, siis iga maja tööde osakaalude protsendid erinevad üksteisest keskmiselt 2%. Suurimaks kululiigiks on betooni-, müüri ja montaažitööd, mis kolme maja peale kokku on kogu maksumusest 18%. Samuti ühed suurimad kuluartiklid on siseviimistlus- ja tehnosüsteemide tööd.

Ehitustööde kogumaksumuseks ilma käibemaksu ja kasumita kujunes 14 281 945 €. Ehitusettevõtte kasumiks võib arvestada koguhinnast 3% ehk 428 458 €. Hoonete maksumus koos kasumi ja käibemaksuga on 17 652 483 €.

Tabel 6.1 Ehitustööde koondmaksumus

Jrk nr	**Töö nimetus**	**Maksumus, EUR**	**Tootlus, EUR/in-vah**	**Tööjõukulu, in-vah**	**Tööde osakaal, %**
1	Ehitusobjekti ettevalmistus (soojakute transport, ajutised tehnosüsteemid, piirdeaiad)	12 384	258	48	0,1%
2	Ajutised teed ja platsid	4 734	118	40	0,03%
3	Lammutustööd	36 820	541	68	0,3%
4	Teede ja platside rajamine	578 515	1 205	480	4,1%
	Teelise 10	**4 276 691**			**32,2%**
5	Kaeve tööd/süvendi pinnasetööd	63 410	755	84	0,4%
6	Välisvõrgud	326 213	3 700	88	2,3%
7	Vundamenditööd	194 183	1 798	108	1,4%
8	Keldrikorruse seinte betooni- ja montaažitööd	177 435	355	500	1,2%

Tabel 6.1 Järg 1

Jrk nr	Töö nimetus	Maksumus, EUR	Tootlus, EUR/in-vah	Tööjõukulu, in-vah	Tööde osakaal, %
9	Betooni-, müüri-, ja montaažitööd	709 742	525	1 352	5,0%
10	Vaheseinte ladumine	72 422	175	414	0,5 %
11	Šahtisisesed torustiku tööd	110 952	474	234	0,8%
12	Katusetööd	170 345	626	272	1,2%
13	Fassaadtiööd	479 198	521	920	3,4%
14	Piirete paigaldus	103 580	1 523	68	0,7%
15	Akende paigaldus	133 591	1 590	84	0,9%
16	Põrandavalutööd(k.a kaabeldus, torustikud, küttetorustiku paig.)	76 876	874	88	0,5%
17	Siseviimistlustööd	861 969	457	1 887	6,0%
18	Tehnosüsteemide rajamine	779 825	993	785	5,5%
19	Ehitusobjekti lõpetamine	16 950	170	100	0,1%
	Teelise 8	**4 252 230**			**32%**
5	Kaeve tööd/süvendi pinnasetööd	62 190	740	84	0,4%
6	Välisvõrgud	324 892	3 684	88	2,3%
7	Vundamenditööd	191 332	1 678	114	1,3%
8	Keldrikorruse seinte betooni- ja montaažitööd	174 897	350	500	1,2%
9	Betooni-, müüri-, ja montaažitööd	699 592	817	856	4,9%
10	Vaheseinte ladumine	71 488	161	444	0,5%
11	Šahtisisesed torustiku tööd	110 528	409	270	0,8%
12	Katusetööd	168 180	618	272	1,2%
13	Fassaadtiööd	477 339	519	920	3,3%
14	Piirete paigaldus	103 447	1 293	80	0,7%
15	Akende paigaldus	134 185	1 542	87	0,9%
16	Põrandavalutööd(k.a kaabeldus, torustikud, küttetorustiku paig.)	75 797	474	160	0,5%
17	Siseviimistlustööd	861 836	575	1498	6,0%
18	Tehnosüsteemide rajamine	779 577	1 114	700	5,5%
19	Ehitusobjekti lõpetamine	16 950	170	100	0,1%

Tabel 6.1 Järg 2

Jrk nr	Töö nimetus	Maksumus, EUR	Tootlus, EUR/in-vah	Tööjõukulu, in-vah	Tööde osakaal, %
	Teelise 6	**4 156 437**			**31,4%**
5	Kaeve tööd/süvendi pinnasetööd	60 990	726	84	0,4%
6	Välisvõrgud	323 537	3 669	88	2,3%
7	Vundamenditööd	169 612	1 570	108	1,2%
8	Keldrikorruse seinte betooni- ja montaažitööd	163 718	327	500	1,1%
9	Betooni-, müüri-, ja montaažitööd	654 871	803	816	4,6%
10	Vaheseinte ladumine	58 216	143	408	0,4%
11	Šahtisisesed torustiku tööd	110 488	409	270	0,8%
12	Katusetööd	169 401	623	272	1,3%
13	Fassaadtiööd	478 615	532	900	3,4%
14	Piirete paigaldus	103 962	1 529	68	0,7%
15	Akende paigaldus	132 208	1 632	81	0,9%
16	Põrandavalutööd(k.a kaabeldus, torustikud, küttetorustiku paig.)	74 945	457	164	0,5%
17	Siseviimistlustööd	860 432	473	1 819	6,0%
18	Tehnosüsteemide rajamine	778 492	1 112	700	5,5%
19	Ehitusobjekti lõpetamine	16 950	170	100	0,1%
	Ehitusplatsi korraldus- ja üldkulud				
20	Ehitusplatsi korralduskulu	230 356			1,6%
21	Ehitusplatsi üldkulud	733 778			5,2%
	KOKKU	**14 281 945**			**100%**
	Kasum 3%	**428 458**			
	Kokku koos kasumiga:	**14 710 403**			
	Kokku koos kasumi ja käibemaksuga:	**17 652 483**			

6.2 Erinevate normatiivide analüüs võrreldes tegeliku olukorraga

Antud peatükis võrreldakse vundamendi-, betooni-, müüri- ja montaažitööde ajakulusid. Välja on toodud kolmel erineval moel saadud ajakulud. Esiteks on leitud tööde ajakulu kasutades RATU juhendmaterjale. RATU juhendmaterjalidega on leitud tööde kestused antud lõputöö tehnoloogiliste kaartide koostamise raames. Teiseks on leitud tööde ajakulud kasutades ettevõtte poolt koostatud kalendergraafikut [20]. Antud juhul puudub autoril täpsemad teadmised, kuidas kalendergraafikus olevad ajakulud on leitud ja millest ajakulu määramisel tööde tegemisele on lähtutud. Autor arvab, et objekti kalendergraafikus olevad tööde ajakulud on määratud projektijuhi varasema kogemuse põhjal. Kolmandaks on välja toodud tegelik ajakulu, mis reaalselt kulus ehitusplatsil antud tööde tegemiseks. Reaalse ajakulu saamiseks on kasutatud objekti ehitustööde päevikut ja autori teadmisi antud objektist.

Võrdlemise eesmärgiks on anda hinnang, kas RATU ajanorme kasutades saadakse tegelikkusega sarnased tulemused ning arvutusi saab usaldada. Samuti on eesmärk anda ülevaade, kui palju erines enne ehituse algust koostatud kalendergraafikusse pandud ehitustööde ajad tegelikkusega.

Ajakulude analüüsimiseks on koostatud kolm tabelit. Tabelis 6.2 on kalendergraafikujärgsed tööde ajakulud. Tabel 6.3 peegeldab lõputöö autori poolt arvutatud tööajakulusid RATU juhendmaterjale ja ajanorme kasutades. Tabel 6.4 kajastab tööajakulu, mis kulusid tegelikult antud tööde tegemisele ehitusplatsil.

RATU ajanormide järgi arvutatud tööde ajakulu tabelis 6.3 on esitatud ka arvutuslik brigaadi suurus, mis on autori poolt arvutuste tegemisel määratud ning seda on võrreldud tegeliku brigaadi suurusega. Objekti kalendergraafiku põhjal antud võrdlust ei ole tehtud, kuna autoril puudub informatsioon, milliste brigaadide suurustega on kalendergraafiku koostamisel arvestatud.

Tabel 6.2 Tööde ajakulu hoonele koostatud kalendergraafiku järgi [20]

Jrk nr	Töö nimetus	Tööpäevade arv
1	Vundamenditööd	19
2	1. korrus r/b seinad	25
3	1. korrus õõnesplokid	35
4	1. korrus sillused	9
5	1. korruse montaaž ja ringvöö	12
6	2. korrus õõnesplokid	10
7	2. korrus sillused	12
8	2. korruse montaaž ja ringvöö	15

Tabel 6.2 Järg 1

Jrk nr	Töö nimetus	Tööpäevade arv
9	3. korrus õõnesplokid	10
10	3. korrus sillused	13
11	3. korruse montaaž ja ringvöö	14
12	4. korrus õõnesplokid	9
13	4. korrus sillused	8
14	4. korruse montaaž ja ringvöö	14

Tabel 6.3 RATU ajanormide järgi arvutatud tööde ajakulu

Jrk nr	Töö nimetus	Tööpäevade arv	Brigaadi suurus	Tegelik brigaadi suurus	Brigaadi suuruse erinevus, %
1	Vundamenditööd	21	3	7	57
2	1. korrus r/b seinad	16	6	6	0
3	1. korrus õõnesplokid	15	4	6	33,3
4	1. korrus sillused	8	2	4	50
5	1. korruse montaaž ja ringvöö	13	3	5	40
6	2. korrus õõnesplokid	15	4	6	33,3
7	2. korrus sillused	8	2	5	60
8	2. korruse montaaž ja ringvöö	13	3	5	4
9	3. korrus õõnesplokid	16	4	6	33,3
10	3. korrus sillused	8	2	4	50
11	3. korruse montaaž ja ringvöö	13	3	5	40
12	4. korrus õõnesplokid	11	6	6	0
13	4. korrus sillused	6	2	4	50
14	4. korruse montaaž ja ringvöö	8	3	5	40

Tabel 6.4 Tegelik ajakulu, mis kulus ehitusplatsil tööde tegemisele

Jrk nr	Töö nimetus	Tööpäevade arv	Brigaadi suurus
1	Vundamenditööd	26	7
2	1. korrus r/b seinad	20	6
3	1. korrus õõnesplokid	22	6
4	1. korrus sillused	11	4
5	1. korruse montaaž ja ringvöö	11	5
6	2. korrus õõnesplokid	19	6
7	2. korrus sillused	14	5
8	2. korruse montaaž ja ringvöö	13	5
9	3. korrus õõnesplokid	19	6
10	3. korrus sillused	14	4
11	3. korruse montaaž ja ringvöö	15	5
12	4. korrus õõnesplokid	11	6
13	4. korrus sillused	11	4
14	4. korruse montaaž ja ringvöö	13	5

Järgnevalt on koostatud võrdlustabel 6.5, kus on võrreldud tööde ajakulu kalendergraafiku ja tegeliku ajakulu järgi. Tabelis 6.6 on võrreldud arvutuslike ajakulusid tegeliku ajakuluga. Erinevused on välja toodud tööpäevades, kus miinusega

arv näitab, et antud tööd tehti tegelikkuses kiiremini ning ilma miinuseta arv näitab, et antud töö tegemiseks tegelikkuses kulus rohkem aega kui arvutuslikult või kalendergraafiku järgselt. Samuti on erinevused välja toodud protsentides, mis näitab, mitu protsenti erines tegelik tööajakulu arvatavast tööajakulust.

Tabel 6.5 Kalendergraafiku ajakulu võrdlus tegelikkusega

Jrk nr	Töö nimetus	Kalender-graafiku tööde kestus	Tegelik tööde kestus	Erinevus tööpäeva-des	Erinevus ,%
1	Vundamenditööd	19	26	7	26,9
2	1. korrus r/b seinad	25	20	-5	-25
3	1. korrus õõnesplokid	35	22	-13	-59,1
4	1. korrus sillused	9	11	2	18,2
5	1. korruse montaaž ja ringvöö	12	11	-1	-9,1
6	2. korrus õõnesplokid	10	19	9	47,3
7	2. korrus sillused	12	14	2	14,3
8	2. korruse montaaž ja ringvöö	15	13	-2	-15,4
9	3. korrus õõnesplokid	10	19	9	47,4
10	3. korrus sillused	13	14	1	7,1
11	3. korruse montaaž ja ringvöö	14	15	1	6,7
12	4. korrus õõnesplokid	9	11	2	18,2%
13	4. korrus sillused	8	11	3	27,3%
14	4. korruse montaaž ja ringvöö	14	13	-1	-7,7%

Tabelist 6.5 on näha, et kõikide tööde kestused erinevad kalendergraafiku ja tegeliku kestuse puhul. On töid, mida tehakse eeldatavast kauem ning töid, mida tehakse kiiremini kui kalendergraafikus on ennustatud. Kõige suurem erinevus on 1. korruse õõnesplokkide ladumisel, kus töö tehti reaalselt ära 13 päeva kiiremini kui kalendergraafikusse oli pandud. Keskmine tööde omavaheline erinevuste protsent on 23,5%. Kui vaadata erinevuste protsenti, siis autor arvab, et see ei ole väga suur vahe, sest täpset tööde kulgu on raske ette ennustada. Samuti kui võtta kokku tööde ennustavate kestuste päevad ja tegelike tööde kestuse päevad ning võrrelda neid omavahel, siis tehti töid arvatavast kauem ainult 6,4%. Antud erinevus tugineb kindlasti ka sellele, et antud objektil oli töös korraga kolm hoonet ning seetõttu pidid ka töölised liikuma kolme hoone vahelt. Sellega kaasneb ajakulu asjade ümber paigutamisele ja uue töörondi ettevalmistamisele.

Tabel 6.6 RATU ajanormidega leitud tööde kestuse võrdlus tegelikkusega

Jrk nr	Töö nimetus	RATU ajanormide tööde kestused	Tegelik tööde kestus	Erinevus tööpäeva-des	Erinevus, %
1	Vundamenditööd	21	26	5	19,2
2	1. korrus r/b seinad	16	20	3	15,8
3	1. korrus õõnesplokid	15	22	3	16,7
4	1. korrus sillused	8	11	3	27,3
5	1. korruse montaaž ja ringvöö	13	11	-2	-18,2
6	2. korrus õõnesplokid	15	19	4	21,1
7	2. korrus sillused	8	14	6	42,9
8	2. korruse montaaž ja ringvöö	13	13	0	0
9	3. korrus õõnesplokid	16	19	3	15,8
10	3. korrus sillused	8	14	6	42,8
11	3. korruse montaaž ja ringvöö	13	15	1	6,7
12	4. korrus õõnesplokid	11	11	0	0
13	4. korrus sillused	6	11	5	45,5
14	4. korruse montaaž ja ringvöö	8	13	5	38,5

Kui võtame tabelist 6.6 kokku kõikide tööde ajakulud nii RATU ajanormide kaudu leitud kui ka tegelikult kulunud kestused ja neid võrdleme, siis saame nende omavaheliseks erinevuseks 22%. Tegelikult kulus tabelis 6.6 nimetatud tööde tegemiseks kokku 219 päeva ning arvutuslikult 171 päeva. Autori arvates ajanormidega leitud ja tegeliku tööde kestuse vahed ei ole väga suured. Suurim erinevus tegeliku ja arvutusliku vahel oli 6 päeva. Kõige suurem erinevus oli 2. korruse ja 3. korruse silluste töödel.

Kindlasti tuleb siin ära mainida, et tegelike brigaadide suurus on enamusjuhtidel siiski suurem kui arvutuslikud brigaadide suurused. Samuti on tabelitest näha, et arvutuslikult jõuab väiksema brigaadi suurusega teha tööd kiiremini ära kui tegelikkuses. Seega võib arvata, et RATU juhendmaterjalides arvatakse, et üks tööline suudab teha rohkem tööd kui tegelikkuses. Töötaja kiirus sõltub aga ka suuresti tema eelnevast kogemusest ja pädevusest. Arvutuslikult tuli montaažitööde brigaadi suuruseks 3 inimest aga autori arvates on realistlikum 4 inimest. Kaks töölist tegelevad elemendi kinnitamisega kraana konksu külge ning vähemalt kaks tegelevad elemendi paigaldamisega. Autori hinnangul on RATU ajanormid natukene liiga optimistlikud, aga samas piisavad, et teha kontrollarvutusi. Paratamatult tekib ehitusplatsil ootamatusi, millega arvutustes ei osta arvestada ning ka see mõjutab ehituse kestust. RATU ajanorme kasutades võiks kasutada varukoefitsenti, mis antud analüüsi tulemustele tuginedes võiks olla 1,4.

7. TÖÖ- JA KESKKONNAKAITSE

Ehitusplatsile on koostatud tööohutuse plaan, kus on ära märgitud ohutuse eest vastutavad isikud. Ohutuse eest vastutav isik on keegi projektimeeskonnast, kes on läbinud koordinaatori ja esmaabi koolitused. Ehitusplatsi koordinaator kontrollib tööohutuse plaani täitmist ja teostab regulaarset ohutuse üldkontrolli ehitusplatsil. Tööohutuse plaanil kajastatakse jäätmeveo korraldust, juhiseid tegutsemiseks õnnetuse korral ja vastutavate isikute kontakandmeid. Peatöövõtja peab tegema kõigile teatavaks päästetööde ja esmaabi andmise korralduse ehitusplatsil ning tagab esmaabivahendite olemasolu objektikontori ruumides. Töölistele tutvustatakse ehitusplatsiplaani ning võimaldatakse sega igal ajahetkel vaadata.

Igale töölisele tehakse enne tööle asumist läbi suuline tööohutuse instruktaaž, kus tutvustatakse talle ehitusobjektil kehtivaid ohtusreegleid ning juhitakse tähelepanu valitsevatele ohtudele. Tööohutusnõudeid tutvustatakse ka hoone ehitamise ajal ehitusobjekti külastatavatele inimestele. Kõik koolituse saanud töötajad ja külastajad peavad allkirjastama dokumendi, kus kinnitavad, et on enne ehitusplatsile minemist läbinud vastava koolituse. Enne koolituse läbimist, ei tohi ükski tööline ehitusplatsile minna.

7.1 Isikukaitsevahendid

Ehitusplatsil on kohustuslik kanda kaitsekiivrit kohtades, kus on oht löökideks või põrutuseks pea piirkonda. Selleks on näiteks tööd redelitel, tellingutel ja kraanatööpiirkonnas. Lisaks peab kasutama turvajalanõusid, millel on tugevdatud nina ehk varbakaitse ja torkekindel tald ning kõrgnähtavusega tööriiet. Isikukaitsevahendid on näidatud joonisel 7.1.

Joonis 7.1 Isikukaitsevahendid ja tööriietus

7.2 Keskkonnakaitse

Keskkonnakaitse eest ehitusplatsil vastutab ehituse peatöövõtja. Peatöövõtja kohustuseks on organiseerida ehitusplatsile prügikonteinerid ja nende täis saamisel organiseerida prügikonteinerite tühjendus. Selleks sõlmitakse leping jäätmekäitlusteenuse pakkujaga, kes tegeleb konteinerite toomisega ehitusplatsile ja konteinerite tühjendamise tellimisel nende tühjendamisega.

Ehitusplatsil tuleb arvestada ehitiste läheduses paikneva kõrghaljastuse säilitamise ja kaitsmise vajadusega. Puud kaitstakse kaitsepiiretega, milleks on püstised lauad, mille vahele on pandud pehmendused. Lisaks peab rakendama kõiki võimalusi vältimaks ehitusmasinatega liikumist puuvõrade projektsiooni maa-alal. Samuti on keelatud ehitusmaterjalide ladustamine puude juurestiku kaitsealas. Hoonete tõstetöid tuleb teha selliselt, et ei vigastataks puid. Ehituse lõpus tellitakse platsile kutsetunnistusega arborist, kes tegeleb puude korrastamisega. [21]

7.3 Tuleohutus

7.3.1 Tuletööd

Tuletööd loetakse ohtlikuks tööks. Tuletöödeks antud ehitusobjektil on järgmised tööd [22]:

- gaasi- ja elektrikeevitustöö;
- ketaslõikuriga lõikamine;
- bituumeni ja muu põlevmastiksi kuumutamine;
- gaasleegi kasutamine;
- muud tegevused, mille käigus kasutatakse leeki või tekivad sädemed, mille mõjul võib süttida ümbritsev põlevmaterjal.

Tuletöid võivad teha ainult isikud, kellel on vastav kutsetunnistus või kes on läbinud tuletöö tegemise koolituse ja kellel on olemas tõendav tuletöötunnistus. [22]

7.3.2 Tuleohutuse tagamise plaan

Antud hoonete tulepüsviusklassiks on TP1. Hoonete tuletõkkesektsioonid moodustatakse korruste kaupa ja kasutusotstarbe alusel. Parkla korrusel on rakendatud II tulekaitseastet, mis lubab maa-alusel korrusel kuni 3000m^2 suurust tuletõkkesektsiooni piirpindala. Keldrikorrusel asuvad panipaigad ei moodusta eraldi tuletõkkesektsiooni. [23]

Hoonete evakuatsioon on lahendatud evakuatsioonitrepikodadega. Ühte trepikotta evakueerib maksimaalselt 16 ühe- kuni neljatoalist korterit. Ühel hoonel on kokku kolm trepikoda. Neljanda korruse korterites, millele ei ole tagatud redelauto juurdepääs, paigaldatakse evuakeerimisluugid rõdu põrandatesse. [23]

Hoonete üldkasutatavad pinnad ja keldrikorruse parklad on varustatud automaatse tulekahjusignalisatsioonisüsteemiga. Hoonete trepikodadesse paigaldatakse üks tulekustuti igasse trepikotta ning parklas arvestatakse üks tulekustuti iga 25 parkimiskoha kohta. Igasse trepikotta on paigaldatud üks suitsueemaldusluuk, mis avaneb ATS häire korral. Korteritest on suitsueemaldamine ettenähtud avatavate akende ja uste kaudu. [23]

KOKKUVÕTE

Magistritöös koostati ehitustehnoloogia ja platsikorralduse analüüs Tallinnas, Teelise 6/8/10 ehitatavate korterelamute kohta. Lõputöö käigus töötati välja ehituse tehnoloogilised ja korralduslikud lahendused. Koostati tehnoloogilised kaardid vundamenditöödele, maapealse osa ehitusele ja voolu moodustamisele hoonete kompleksile. Lisaks koostati ehitustööde üldplaan. Tehnoloogiliste kaartide koostamine kujunes antud lõputöö kõige mahukamaks osaks.

Lõputöö esimestes peatükkides antakse ülevaade krundi seisust enne ehitustööde algust, tuuakse välja ehitusgeoloogiliste uuringute tulemused ja ehitatavate hoonete tehnilised näitajad. Lisaks kirjeldatakse ehitatavate hoonete arhitektuurset üldlahendust ja antakse ülevaade hoonete konstruktiivelementidest.

Konstruktsiooni osas on kontrollitud hoone teise korruse Columbia plokist laotud aknavahelise posti kandevõimet. Arvutuste tulemusel on täisvalatud õõntega Columbia plokkidest seina puhul kandevõime tagatud.

Neljandas peatükis on kirjeldatud ehitusplatsi üldplaani ning koostatud sellele esitlusjoonis. Ehitusplatsil üldplaani joonisel on näidatud ära sissepääsu väravad, masinate liikumisskeem, ajutiste teede ja laoplatside alad, krundi piir, hoonete asukohad, soojakute asukohad, valvekaamerad, tornkraanade asukohad jne. Teksti osas on kirjeldatud ka jäätmekäitlust ning joonisel on välja toodud erinevate prügikonteinerite asukohad. Selles peatükis on kirjeldatud ka hoonete teenindamiseks valitud tõstemehhanisme.

Viiendas peatükis on koostatud kolm tehnoloogilist kaarti. Tehnoloogilised kaardid on koostatud vundamenditööde, maapealse osa ehituse ja ehitusvoolu moodustamise kohta. Tööde kohta on koostatud normatiivsed tööjõu- ja masinajakulu arvutused ning kalendergraafikud. Voolu moodustamise tehnoloogilise kaardi kohta on koostatud ka hoone üldine koondkalendergraafik, kus on näha tööde kulgu kogu hoone ehitamise vältel. Koondkalenderplaani järgi kulub hoonete ehitamiseks 664 päeva.

Kuuendas peatükis on välja toodud ehitustööde koondmaksumus ning erinevate normatiivide võrdlus tegeliku olukorraga, kus võrreldakse erinevate tööde ajakulusid. Ehitustööde kogumaksumuseks kujunes 14 281 945 €. Ehitustööde kogumaksumus koos ehitusettevõtte kasumi ja käibemaksuga on kokku 17 652 483 €. Viimases peatükis kirjeldatakse töö- ja keskkonnakaitse tagamise plaani.

SUMMARY

This Master's thesis provides an analysis of construction technology and site organization of apartment buildings under construction at Teelise 6/8/10 in Tallinn. Technological and organizational solutions for construction were developed during the preparation of the thesis. Technological maps were prepared for the foundation works, the construction of the above-ground part, and the formation of flow for the complex of buildings. In addition, the author of the thesis drew up a general plan of construction works. Technological maps turned out to be the largest part of this thesis.

The first chapters of the thesis provide an overview of the site before the beginning of the construction work and present the results of engineering geological studies and the technical indicators of the buildings to be built. The thesis also provides a description of the general architectural solution of the buildings under construction and an overview of the constructive elements of the buildings.

In the structure chapter, the author has checked the load-bearing capacity of the post between the windows on the second floor of the building. The calculations indicate that the load-bearing capacity for a fully cast hollow Columbia block wall is guaranteed.

The fourth chapter provides a description of the general layout of the construction site. The general layout drawing of the construction site shows the entrance gates, areas of temporary roads, plot boundaries, locations of buildings and tower cranes, etc. The text part also provides a description of waste management. This chapter also describes the lifting mechanisms selected to serve the buildings.

In the fifth chapter, three technological maps have been prepared. Technological maps have been prepared for the foundation works, the construction of the above-the-ground part, and the formation of the construction flow. Normative labor and machine time cost calculations and calendar schedules have been prepared for the works. Regarding the technological map of flow formation, calendar schedule of the building has been prepared, which shows the progress of the works throughout the construction. According to the calendar plan, construction of the buildings will take 664 days.

The sixth chapter shows the total cost of the construction works. The total cost of construction works was EUR 14,281,945. The total cost of the construction works, including the construction company's profit and VAT, is EUR 17,652,483. The last chapter provides a description of the plan for ensuring labor and environmental protection.

KASUTATUD KIRJANDUS

[1] Arthitektuuriosa põhiprojekt, Tallinn: OÜ AT Arhitektuur, 2020.

[2] Konstruktsiooni osa põhiprojekt, Tallinn: OÜ Neoprojekt, 2020.

[3] Veevarustuse ja kanalisatsiooni põhiprojekt, Tallinn: Projektbüroo Teinos OÜ, 2021.

[4] Kütte ja ventilatsiooni põhiprojekt, Tallinn: Projektbüroo Teinos OÜ, 2021.

[5] Geotehniline uuring, Tallinn: ITP Projektijuhtimine OÜ, 2019.

[6] J. Rohusaar, R. Mägi, T. Masso, I. Talvik, V. Jaaniso, V. Otsmaa, V. Voltri, K. Loorits, T. Peipman ja O. Pukk, Ehituskonstruktori käsiraamat, Tallinn: EHITAME kirjastus, 2010.

[7] „Vikingcranes," Liebherr, [Võrgumaterjal]. Available: http://vikingcranes.ee/wp-content/uploads//2019/04/Liebherr-112EC-H8-Litronic.pdf. [Kasutatud 15 September 2023].

[8] „Vikingcranes," Liebherr, [Võrgumaterjal]. Available: http://vikingcranes.ee/wp-content/uploads//2019/04/Liebherr-280EC-H12-Litronic-1.pdf. [Kasutatud 15 September 2023].

[9] O. Müürsepp ja J. Sutt, Ehitusplatsi korralduse kavandamine, Tallinn: TTÜ kirjastus, 2004.

[10] Rakestamine, kilpraketised 21-0270, RATU juhendmaterjalid, 2005.

[11] Sarrustamine 22-0274, RATU juhendmaterjalid, 2004.

[12] Betoonimine 23-0275, RATU juhendmaterjalid, 2004.

[13] J. Järve, „Talvine betoneerimine," Ehitaja, kd. 11, nr 75, 2002.

[14] Rakestamine, moodul- ja kuppelraketised 21-0271, RATU juhendmaterjalid, 2005.

[15] Plokkmüüritised 42-0290, RATU juhendmaterjalid, 2005.

[16] „Columbia Kivi," Columbia-kivi AS. [Võrgumaterjal]. [Kasutatud 25 September 2023].

[17] Postide ja talade montaaž 25-0280, RATU juhendmaterjalid, 2004.

[18] Õõnes- ja TT-paneelide montaaž 25-0278, RATU juhendmaterjalid, 2004.

[19] Teelise ehituseelarve, Tallinn, 2021.

[20] Teelise ajagraafik, Tallinn, 2022.

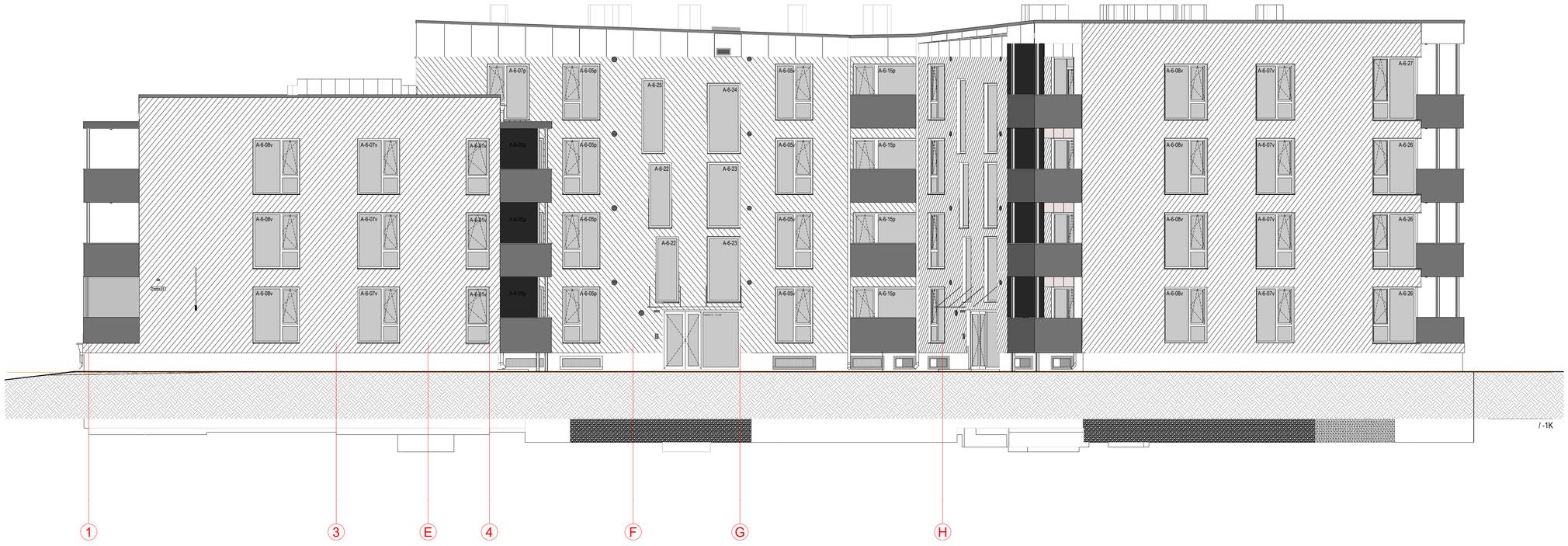
[21] Pärnu mnt 457 kinnistul ja lähialas kasvavate puittaimede haljastuslik hinnang, Tallinn: ILEX Haljastus, 2019.

[22] „Ohutusjuhend keevitus- ja muudel tuletöödel," Tallinn, 2013.

[23] „Tuleohutusosa seletuskiri," Tuleohutusnõuded OÜ, Tallinn, 2020.

Hoone vaated

TEELISE 6 VAADE LÄÄNEST



TEELISE 6 VAADE LÕUNAST

TEELISE 6 VAADE PÕHJAST

LINNUVAADE HOONETELE

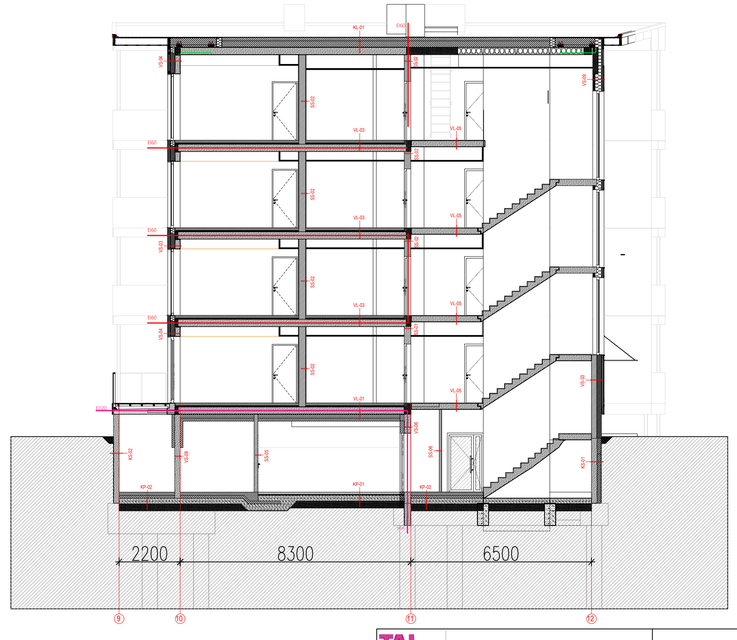
TAL TECH TTÜ INSENERITEADUSKOND		Magistritöö	Leht/lehti: 1/9
Koostas: Joosep Aasamägi	Allkiri/kuupäev: 16.10.2023	Hoone vaated	
Juhendaja: Irene Lill	Allkiri/kuupäev: 06.11.2023		
Ehituse ja arhitektuuri instituut		Ehitustehnoloogia ja platsikorralduse analüüs Tallinnas, Teelise tee 6/8/10 ehitatavate korterelamute ehituse näitel	

Hoone lõiked ja tüüpkorruseplaan

HOONETE TÜÜPKORRUSE PLAAN M 1:100

HOONE LÕIGE A2–A2 M 1:100

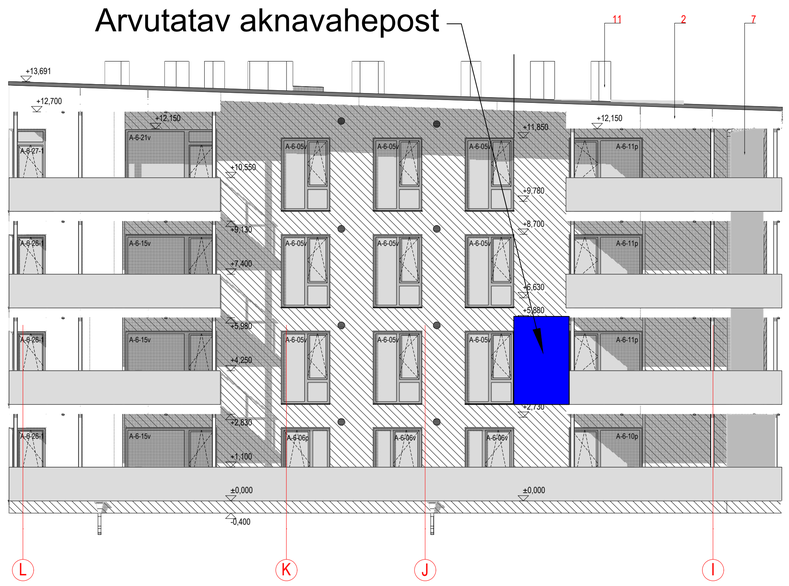
HOONE LÕIGE D–D M 1:100



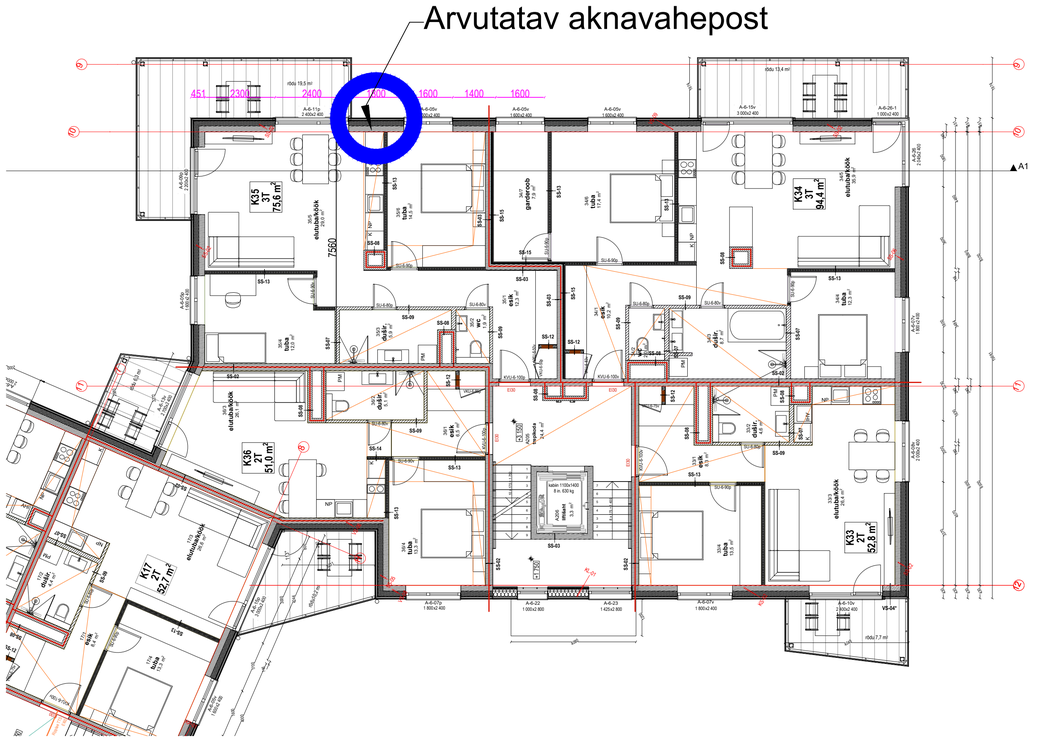
TTÜ INSENERITEADUSKOND		Magistritöö	Leht/lehti: 2/9
Koostas: Joosep Aasamägi	Allkiri/kuupäev: 16.10.2023	Hoone lõiked ja tüüpkorruseplaan	
Juhendaja: Irene Lill	Allkiri/kuupäev: 06.11.2023		
Ehituse ja arhitektuuri instituut		Ehitustehnoloogia ja platsikorralduse analüüs Tallinnas, Teelise tee 6/8/10 ehitatavate korterelamute ehituse näitel	

Konstruktsiooniosa joonised

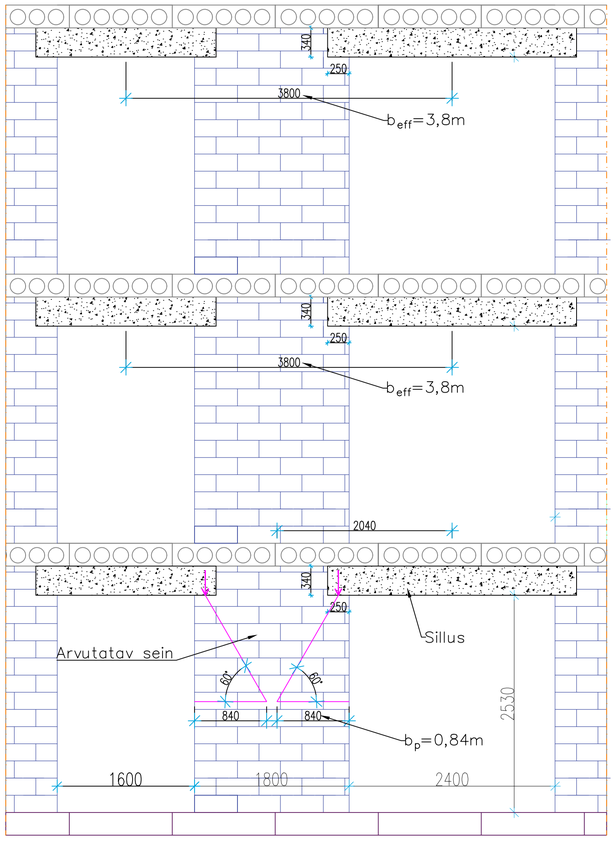
Arvutatava aknavaheposti asukoht vaatel M 1:100



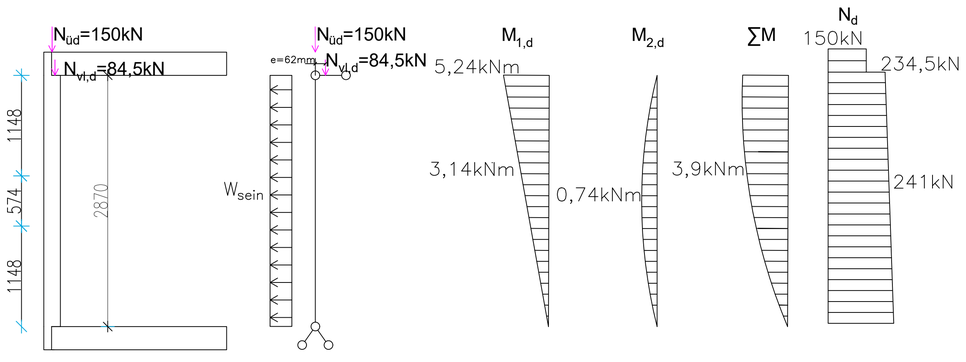
Arvutatava aknavaheposti asukoht plaanil M 1:100



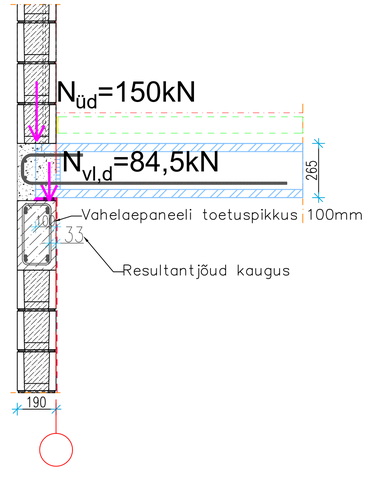
Arvutatava seina vaade M 1:35



Arvutusskeem ja epüürid M 1:35



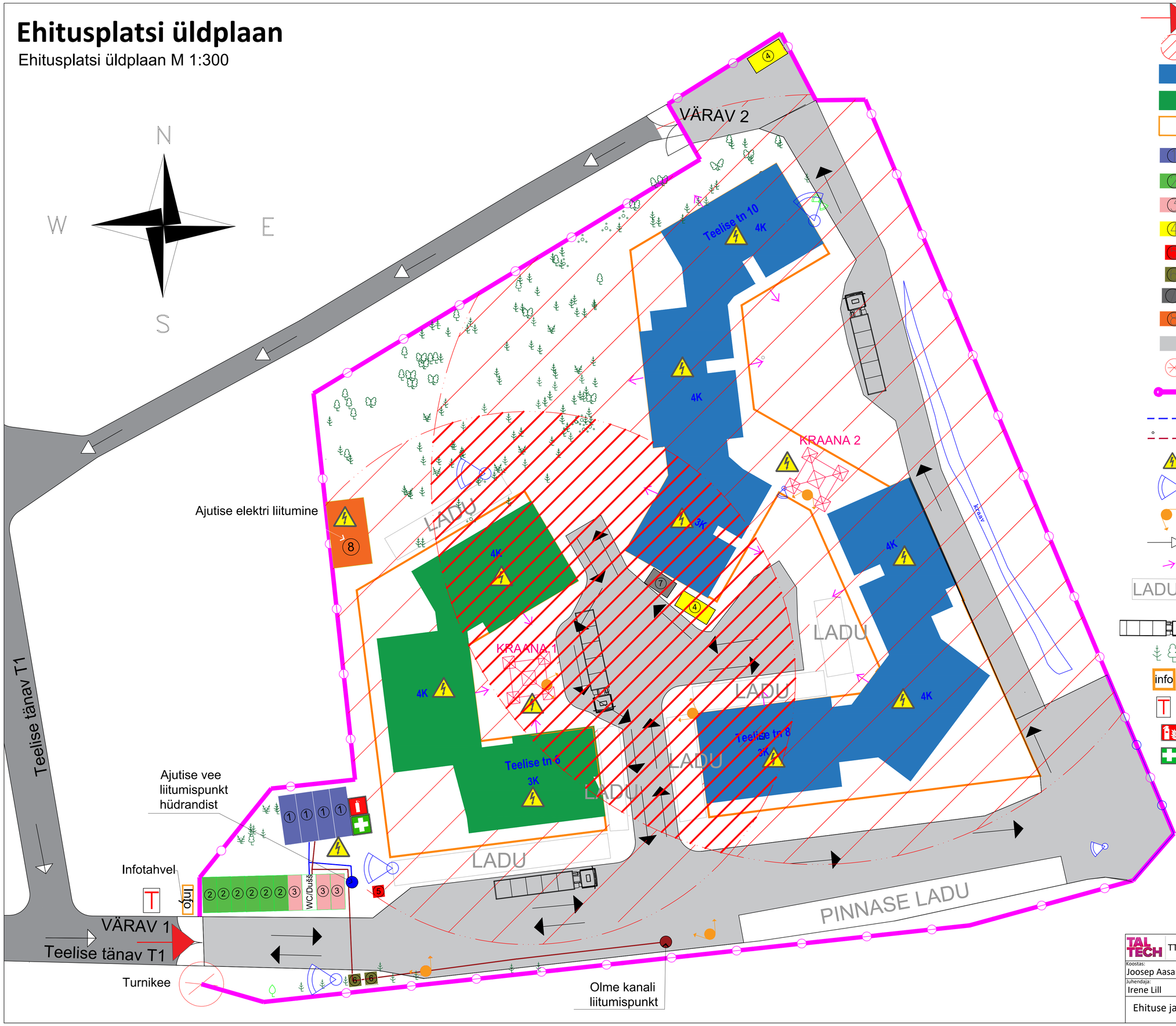
Arvutuslikud koormused koormuskombinatsioon 1 järgi M 1:15



TAL TECH TTÜ INSENERITEADUSKOND		Magistritöö	Leht/lehti: 3/9
Koostas: Joosep Aasamägi	Allkiri/kuupäev: 20.11.2023	Konstruktsiooniosa joonised	
Juhendaja: Kristo Paalandi	Allkiri/kuupäev: 21.11.2023		
Ehituse ja arhitektuuri instituut		Ehitustehnoloogia ja platsikorralduse analüüs Tallinnas, Teelise tee 6/8/10 ehitatavate korterelamute ehituse näitel	

Ehitusplatsi üldplaan

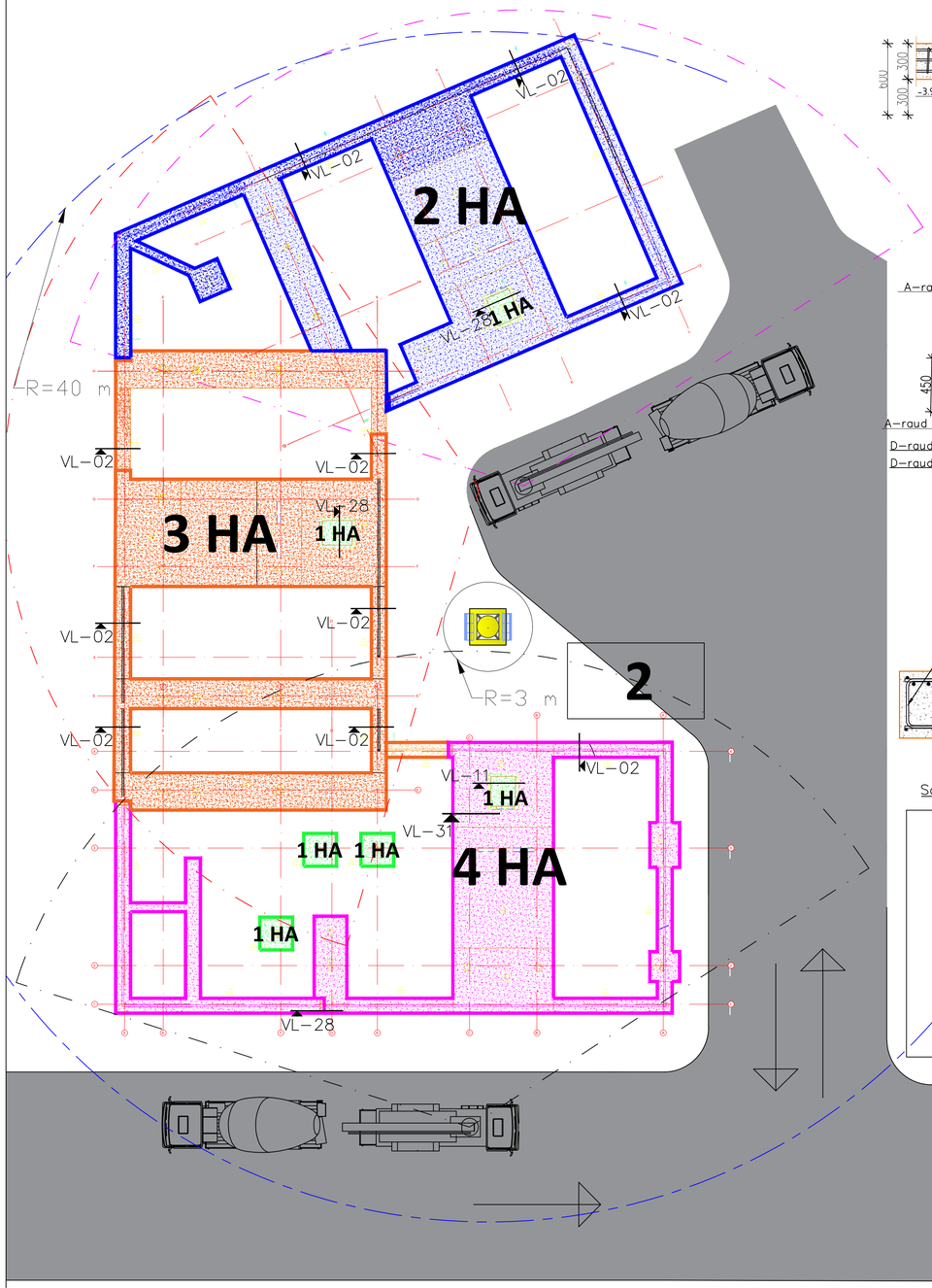
Ehitusplatsi üldplaan M 1:300



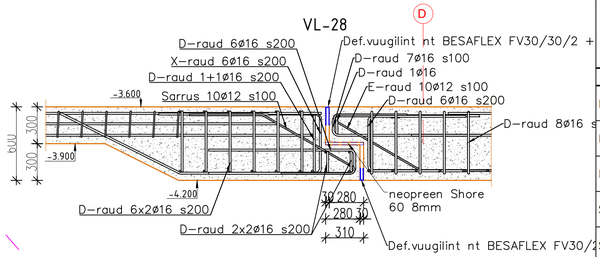
TAL TECH TTÜ INSENERITEADUSKOND		Magistritöö	Leht/lehti: 4/9
Koostas: Joosep Aasamägi	Allkiri/kuupäev: 16.10.2023	Ehitusplatsi üldplaan	
Juhendaja: Irene Lill	Allkiri/kuupäev: 06.11.2023		
Ehituse ja arhitektuuri instituut		Ehitustehnoloogia ja platsikorralduse analüüs Tallinnas, Teelise tee 6/8/10 ehitatavate korterelamute ehituse näitel	

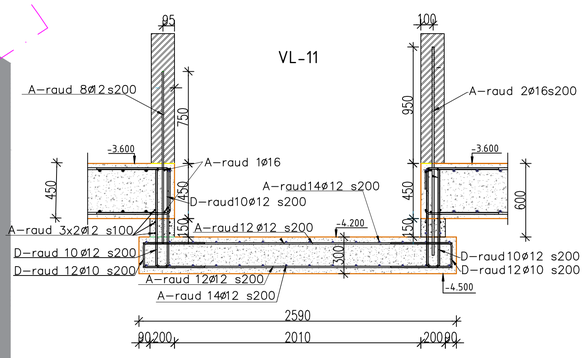
Vundamendi ehitustööde tehnoloogiline kaart

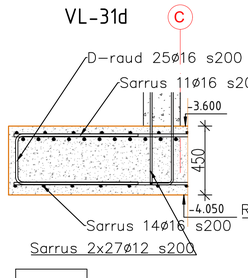
Vundamendi ehitustööde korraldusplaan M1:200

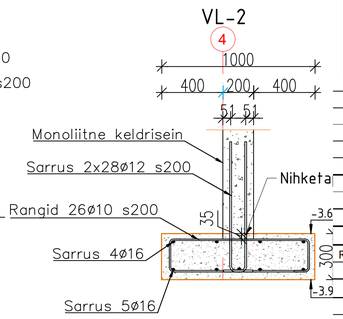


Vundamendi sõlmed M1:25







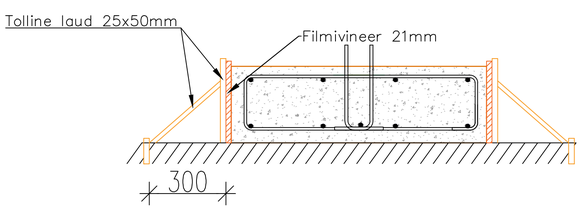


Vundamenditööde tehnoloogilised arvutused

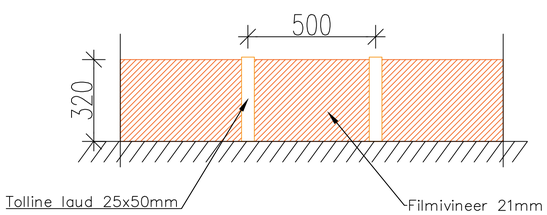
Töö nimetus	Ühik	Ajanorm	Normatiivne tööjõukulu							
			1 HA		2 HA		3 HA		4 HA	
		in-h mas-h	kogus	in-h mas-h	kogus	in-h mas-h	kogus	in-h mas-h	kogus	in-h mas-h
1	**Rakestamine**									
Kilpraketise teisaldamine	m2	0,05 0,05	22,18	1,11 1,11	91,4	4,57 4,57	86,8	4,34 4,34	87,6	4,38 4,38
Mõõdistustöö	m2	0,30 0,00	22,18	6,65 0,00	91,4	27,43 0,00	86,75	26,03 0,00	87,6	26,28 0,00
Raketise ehitamine	m2	0,20 0,00	22,18	4,44 0,00	91,4	18,29 0,00	86,75	17,35 0,00	87,6	17,52 0,00
Sarruse tõstmine kraanaga	t	0,1 0,1	1,6	0,16 0,16	12,5	1,25 1,25	11,9	1,19 1,19	12,0	1,20 1,20
Sarruse paigaldus	t	5,5 0	1,6	8,80 0,00	12,5	68,75 0,00	11,9	65,45 0,00	12,0	66,00 0,00
Rakestamine kokku	in-h			21,16		120,3		114,35		115,39
	mas-h			1,27		5,82		5,53		5,58
	in-vah			**2,64**		**15,0**		**14,29**		**14,42**
	mas-vah			**0,16**		**0,7**		**0,69**		**0,70**
2	**Betoonimine**									
Betooni etteandmine betoonipumbaga	100 m3	20 5	0,12	2,4 0,6	1,11	22,2 5,55	1,25	25 6,25	0,94	18,8 4,7
Betooni laotamine ja vibreerimine	m3	0,3 0	12	3,6 0	111	33,3 0	125	37,5 0	94	28,2 0
Betoonimine kokku	in-h			6		55,5		62,5		47
	mas-h			0,6		5,55		6,25		4,7
	in-vah			**0,75**		**6,94**		**7,81**		**5,88**
	mas-h			**0,075**		**0,69**		**0,78**		**0,59**
3	**Lahtirakestamine**									
Raketise lahtivõtmine, materjalide sorteerimine ja esialgne puhastamine	m2	0,2 0,05	22,18	4,436 1,109	91,4	18,28 4,57	86,75	17,35 4,3375	87,6	17,52 4,38
Raketisetarvikute puhastamine ja kokkupanek	m2	0,07 0,05	0	0 0	0	0 0	0	0 0	91,4	6,398 4,57
Lahtirakestamine kokku	in-h			4,4		18,3		17,4		23,9
	mas-h			1,109		4,57		4,3375		4,57
	in-vah			**0,6**		**2,3**		**2,2**		**3,0**
	mas-h			**0,1**		**0,6**		**0,5**		**0,6**

HA																								
1																								
2																								
3																								
4																								
Vahetused	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1				
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
Märkused		rakestamine					betoneerimine					lahtirakestamine						tööseisakud						
Tööjõu vajadus erialade viisi, vah																								
Rakestajad/betoneerijad	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Tööjõu vajadus , päevas																								
6																								
5																								
4																								
3																								
2																								
1																								
Ehitusmasinate vajadus																								
Kraana	1		1	1					1	1							1	1						1
PUMI		1					1	1							1	1						1	1	
Betoonisegisti		1					7	7							8	8						6	6	
Vibraator		1					2	2							2	2						2	2	
Raketiste vajadus, m2																								
	22,18		91,4					86,8								87,6								
Betooni vajadus, m3																								
		12						111							125							94		
Sarruse vajadus, t																								
	1,6		12,5						11,9								12							
Vahetused	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
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

Vundamendi raketise lõige M 1:10



Vundamendi raketise vaade eest M 1:10



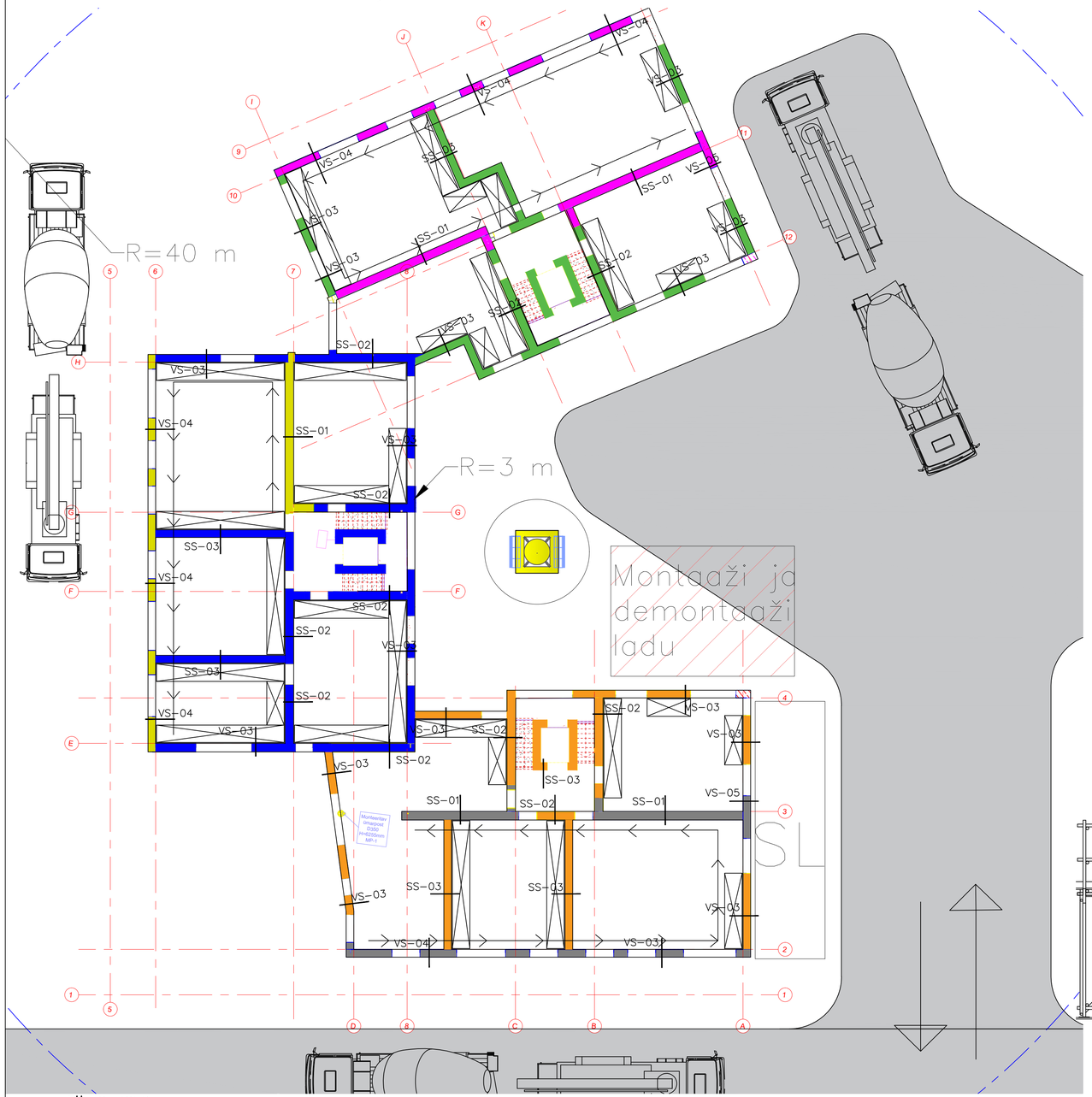
MÄRKUSED:

1. **SUHTELINE KÕRGUSMÄRK ±0.00 = ABS. 42.20**
2. **BETOONKONSTRUKTSIOONID:**
   KESKKONNAKLASS XC4; XF3
   BETOON C30/37 / EVS-EN 206-1:2007
   SARRUSTERAS T=B500B / EN 10080:2006
3. **ALUSPLAADIST JÄTTA VÄLJA VAJALIKU ANKURDUSPIKKUSEGA VERTIKAALSARRUSED SEINTE JA POSTIDE BETONEERIMISEKS.**
4. **ENNE VUNDAMENDITÖÖDE ALUSTAMIST ON VAJALIK HOONE ALLA JÄÄVA DRENAAŽSÜSTEEMI OLEMASOLU**
5. **ARMTUURI NIMIKAITSEKIHT Cmin RAUDBETOONPLAADI ÜLAPINNAS JA KÜLGEDELT 35mm; RAUDBETOONPLAADI ALUMISES PINNAS ON Cmin 50mm, KUI JOONISEL EI OLE NÄIDATUD TEISITI.**

TALTECH	TTÜ INSENERITEADUSKOND	Magistritöö	Leht/lehti: 5/9
Koostas: Joosep Aasamägi	Allkiri/kuupäev: 13.10.2023	Vundamendi ehituse tehnoloogiline kaart	
Juhendaja: Irene Lill	Allkiri/kuupäev: 06.11.2023		
Ehituse ja arhitektuuri instituut		Ehitustehnoloogia ja platsikorralduse analüüs Tallinnas, Teelise tee 6/8/10 ehitatavate korterelamute ehituse näitel	

Maapealse osa betooni- ja müüritööde tehnoloogiline kaart

Maapealse osa betooni– ja müüritööde korraldusplaan M1:200



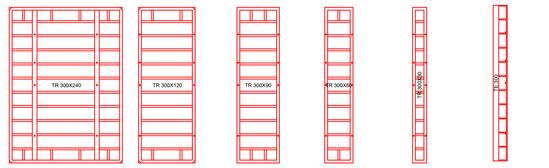
TÄHISTUSED:

- 1. HAARDEALA monoliitbetoonseinte betoonitööd
- 2. HAARDEALA monoliitbetoonseinte betoonitööd
- 3. HAARDEALA monoliitbetoonseinte betoonitööd
- 1. HAARDEALA müüritööd, Columbia plokk
- 2. HAARDEALA müüritööd, Columbia plokk
- 3. HAARDEALA müüritööd, Columbia plokk
- – kraana seisupositsioon
- – montaaži ja demontaažiladu
- – betoonisegisti
- – betoonipump
- – tellingud
- – betoonitööde liikumise suund
- SL – sarruse ladu
- – kraana min ja max tõsteraadius
- – teed ja platsid

MÄRKUSED:

1. KÕRGUSARVULE ±0.00 VASTAB ABSOLUUTKÕRGUS +42,20 abs.
2. BETOONSEINAD:
   - KESKKONNAKLASS XC1
   - VÄLISSEINA BETOON C25/30
   - SISESEINA BETOON C30/37
3. ARMATUURTERASE KLASS: B500B, f/yk=500MPa
4. ARMATUURI NIMIKAITSEKIHT C_nom: 25mm
5. TULEPÜSIVUS REI60
6. KÕIK VÄLISNURGAD FAASIDA 10x10 mm.
7. ELEKTRIINSTALLATSIOON JM TORUD PAIGALDADA VASTAVALT ERIOSADE JOONISELE.
8. AVAD MITTE SUUREMAD KUI Ø100 PUURITAKSE EHITUSPLATSIL, SUUREMATE AVADE KORRAL PEAB OLEMA KONSTRILTSIOONIDESSE AVAD SISSE PROJEKTEERITUD.

Betoonitööde materjali vajadus



300x240	300x120	300x90	300x60	300x30	TE NURK
21tk	24tk	18tk	11tk	14tk	7tk

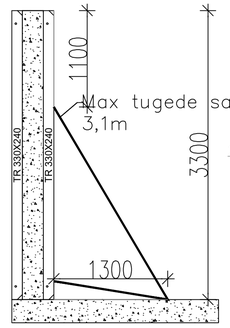
Betooni kogus:

1.HA	24,9 m³
2.HA	13,8 m³
3.HA	21,1 m³

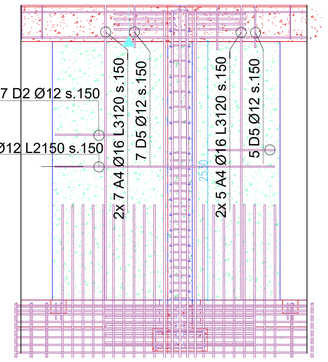
Sarrust:

1.HA	1,0 t
2.HA	0,6 t
3.HA	0,9 t

Seina lõige

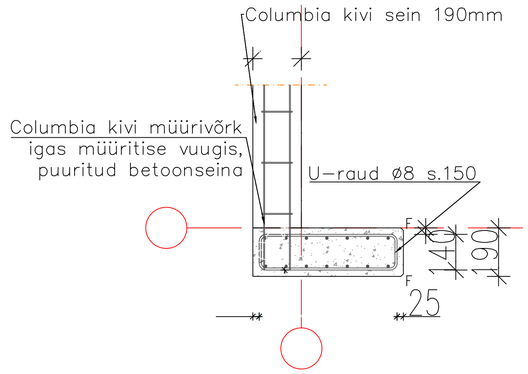


Betoonseina armeeringu näide M 1:25

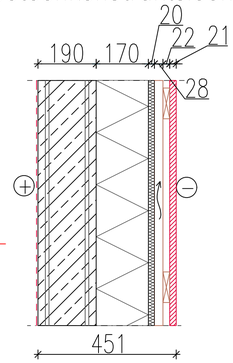


Konstruktsioonitüübid M1:10

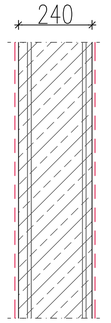
Plokk– ja betoonseina sidumise sõlm M1:15



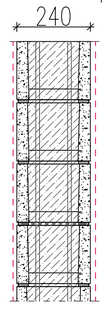
VS–04 välissein 190mm betoonkonstruktsioon



SS–01 monoliit betoonist kandev sisesein



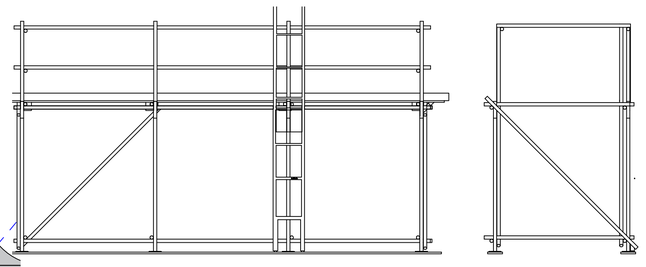
SS–02 sisesein 240mm Columbia plokk



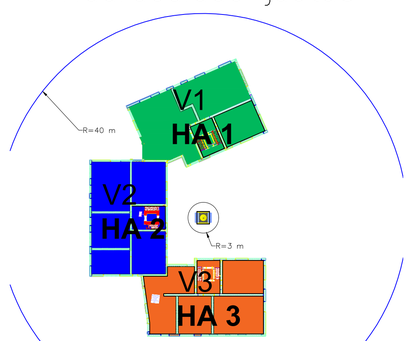
Müüritööde materjali vajadus

Esimese korruse plokkseinte materjali vajadus					
Jrk nr.	**Materjal**	**Ühik**	**1HA**	**2HA**	**3HA**
1	Õõnesbetoonplokk	m2	73,1	89,7	78,3
2	Sarrus	t	0,5	0,8	0,6
3	Betoon	m3	7,9	9,7	8,3

Müüritööde materjali vajadus



Haardealade jaotus



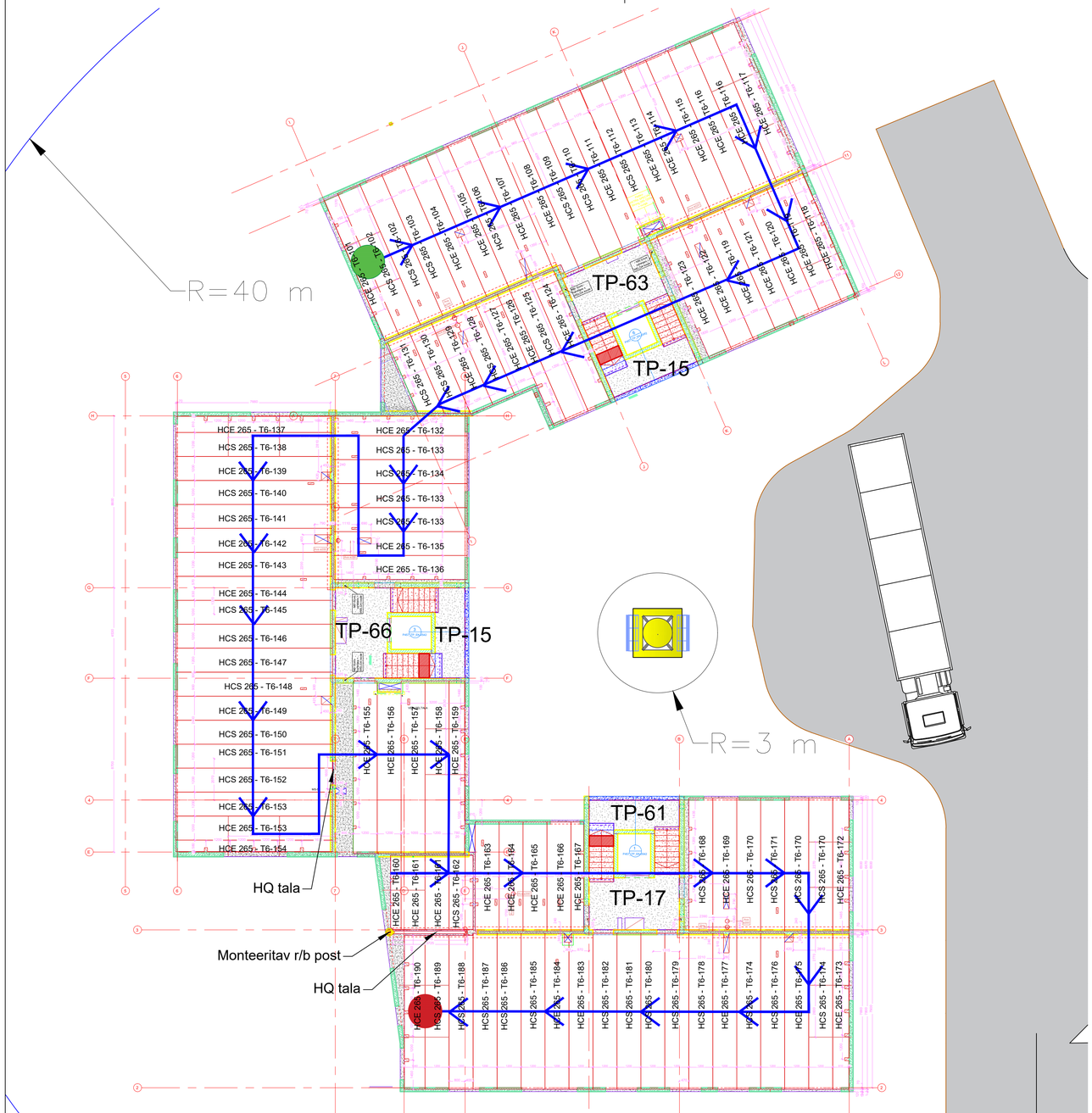
MÄRKUSED:

1. KÕRGUSARVULE ±0.00 VASTAB ABSOLUUTKÕRGUS +42,20 abs.
2. BETOONI KLASS ÕÕNESPLOKKIDES JA MONOLIITSILLUSTES C25/30 KESKKONNAKLASS XC1.
3. PLOKKIDEL TÄIDETAKSE VERTIKAAL- JA HORISONTAALVUUGID TÄIES ULATUSES MÖRDIGA.
4. MÜÜR LADUDA PLOKKSEOTISENA.
5. MÜÜRITISE LADUMISEL EI TOHI MÖRT KUKKUDA PLOKIÕÕNTESSE.
6. BETONEERIDA PLOKID IGA POOLE KORRUSE JÄRELT.
7. BETONEERIDA EI TOHI VAREM, KUI ÜHE ÖÖPÄEVA MÖÖDUDES LADUMISEST.

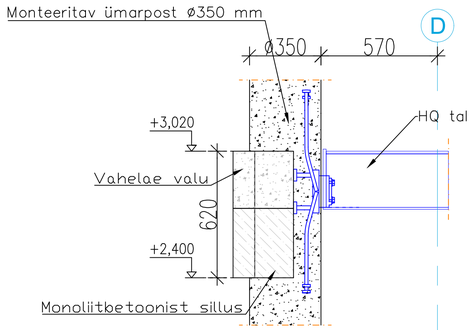
TAL TECH	TTÜ INSENERITEADUSKOND	Magistritöö	Leht/lehti: 6/9
Koostas: Joosep Aasamägi	Allkiri/kuupäev: 13.10.2023	Maapealse osa betoonitööde tehnoloogiline kaart	
Juhendaja: Irene Lill	Allkiri/kuupäev: 06.10.2023		
Ehituse ja arhitektuuri instituut		Ehitustehnoloogia ja platsikorralduse analüüs Tallinnas, Teelise tee 6/8/10 ehitatavate korterelamute ehituse näitel	

Montaažitööde tehnoloogiline kaart

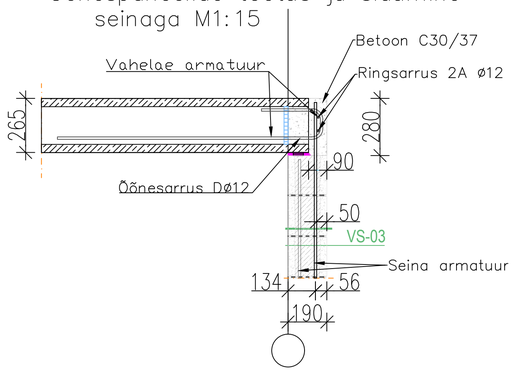
Montaažitööde korraldusplaan M 1:125



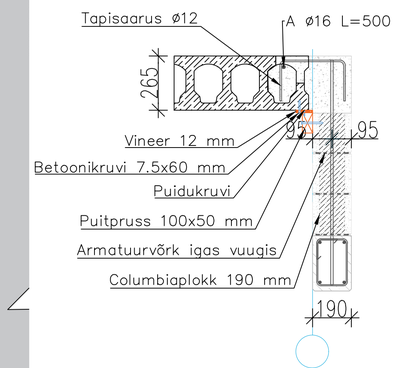
Monteeritava r/b posti ja monteeritava HQ tala ühendussõlm M1:15



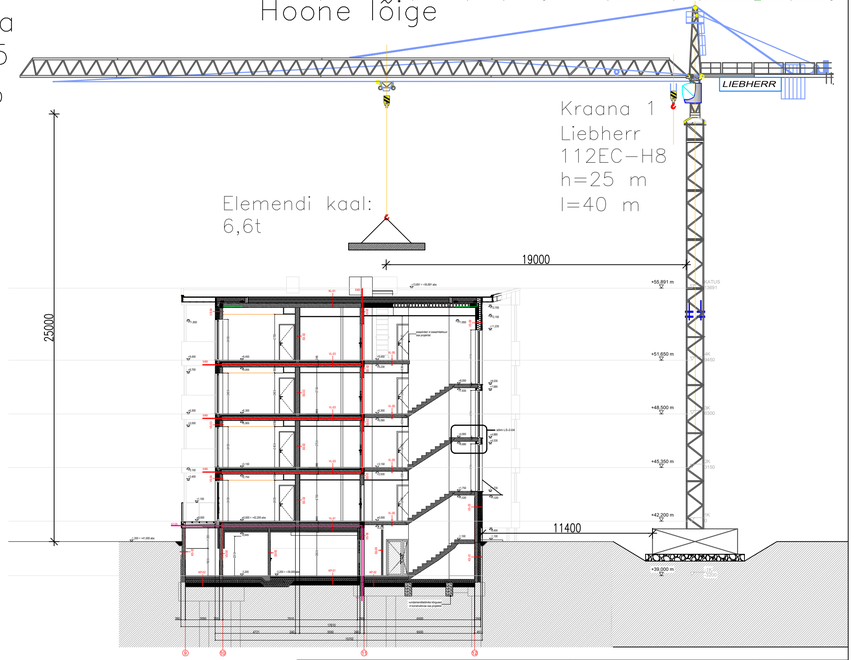
Õõnespaneelide toetus ja sidumine seinaga M1:15



Õõnespaneelide ja seina ühendussõlm M1:15



Hoone lõige



Elementide tarnegraafik

Kuupäev	JRK	Element	Tähis	Kogus
29.11.2021	1	TP-61	61	1
29.11.2021	2	TP-63	63	1
29.11.2021	3	TP-66	66	1
29.11.2021	4	TP-15	15	2
29.11.2021	5	TP-17	17	1
29.11.2021	6	TR-04	04	3
29.11.2021	7	TR-05	05	3
29.11.2021	1	HCS265	101	1
29.11.2021	2	HCS265	102	2
29.11.2021	3	HCS265	103	1
29.11.2021	4	HCS265	104	1
29.11.2021	5	HCS265	105	1
29.11.2021	6	HCS265	106	1
29.11.2021	7	HCS265	107	1
29.11.2021	8	HCS265	108	1
29.11.2021	9	HCS265	109	1
29.11.2021	10	HCS265	110	1
29.11.2021	11	HCS265	111	1
29.11.2021	12	HCS265	112	1
29.11.2021	13	HCS265	113	1
29.11.2021	14	HCS265	114	1
29.11.2021	15	HCS265	115	1
29.11.2021	16	HCS265	116	2
29.11.2021	17	HCS265	117	1
29.11.2021	18	HCS265	118	1
29.11.2021	19	HCS265	119	2
29.11.2021	20	HCS265	120	1
29.11.2021	21	HCS265	121	1
29.11.2021	22	HCS265	122	1
29.11.2021	23	HCS265	123	1
29.11.2021	24	HCS265	124	1
29.11.2021	25	HCS265	125	1
29.11.2021	26	HCS265	126	1
29.11.2021	27	HCS265	127	1
29.11.2021	28	HCS265	128	1
29.11.2021	29	HCS265	129	1
29.11.2021	30	HCS265	130	1
29.11.2021	31	HCS265	131	1
29.11.2021	32	HCS265	132	1
29.11.2021	33	HCS265	133	3
29.11.2021	34	HCS265	134	1
29.11.2021	35	HCS265	135	1
29.11.2021	36	HCS265	136	1
29.11.2021	37	HCS265	137	1
29.11.2021	38	HCS265	138	1
29.11.2021	39	HCS265	139	1
29.11.2021	40	HCS265	140	1
29.11.2021	41	HCS265	141	1

Kuupäev	JRK	Element	Tähis	Kogus
30.11.2021	42	HCS265	142	1
30.11.2021	43	HCS265	143	1
30.11.2021	44	HCS265	144	1
30.11.2021	45	HCS265	145	1
30.11.2021	46	HCS265	146	1
30.11.2021	47	HCS265	147	1
30.11.2021	48	HCS265	148	1
30.11.2021	49	HCS265	149	1
30.11.2021	50	HCS265	150	1
30.11.2021	51	HCS265	151	1
30.11.2021	52	HCS265	152	1
30.11.2021	53	HCS265	153	2
30.11.2021	54	HCS265	154	1
30.11.2021	55	HCS265	155	1
30.11.2021	56	HCS265	156	1
30.11.2021	57	HCS265	157	1
30.11.2021	58	HCS265	158	1
30.11.2021	59	HCS265	159	1
30.11.2021	60	HCS265	160	1
30.11.2021	61	HCS265	161	2
30.11.2021	62	HCS265	162	1
30.11.2021	63	HCS265	163	1
30.11.2021	64	HCS265	164	1
30.11.2021	65	HCS265	165	1
30.11.2021	66	HCS265	166	1
30.11.2021	67	HCS265	167	1
30.11.2021	68	HCS265	168	1
30.11.2021	69	HCS265	169	1
30.11.2021	70	HCS265	170	3
30.11.2021	71	HCS265	171	1
30.11.2021	72	HCS265	172	1
30.11.2021	73	HCS265	173	1
30.11.2021	74	HCS265	174	2
30.11.2021	75	HCS265	175	1
30.11.2021	76	HCS265	176	1
30.11.2021	77	HCS265	177	1
30.11.2021	78	HCS265	178	1
30.11.2021	79	HCS265	179	1
30.11.2021	80	HCS265	180	1
30.11.2021	81	HCS265	181	1
30.11.2021	82	HCS265	182	1
30.11.2021	83	HCS265	183	1
30.11.2021	84	HCS265	184	1
30.11.2021	85	HCS265	185	1
30.11.2021	86	HCS265	186	1
30.11.2021	87	HCS265	187	1
30.11.2021	88	HCS265	188	1
30.11.2021	89	HCS265	189	1

TÄHISTUSED:

- – Montaažitööde algus
- – Montaažitööde lõpp
- TP-15 – Trepipodest
- – õõnespaneelide monteerimise suund
- – Kraana töötsoon
- – Tornkraana Liebherr 112EC-H8
- – Ajutine tee
- – Paneeli veok

Montaažitööde tehnoloogilised arvutused

jrk nr	Töö nimetus	Tööliste/masinate		Haardealade kaupa											
				1				2				3			
		Eriala/mark	Arv	Normatiivne tööjõukulu in-vah mas-vah	Normatiivne kestus vah	normi täitmiset egur	Valitud kestus vah	Normatiivne tööjõukulu in-vah mas-vah	Normatiivne kestus vah	normi täitmiset egur	Valitud kestus vah	Normatiivne tööjõukulu in-vah mas-vah	Normatiivne kestus vah	normi täitmiset egur	Valitud kestus vah
1	Postide ja talade montaaž	Monteerija	2	0	0.0	0.00	0	0.1	0.1	0.10	0.5	0.3	0.2	0.30	0.5
		Kraana	1	0	0.0	0.00		0.03	0.0	0.06		0.04	0.0	0.08	
2	Õõnespaneelide montaaž	Monteerija	2	1.9	1.0	1.0	1	1.7	0.9	0.85	1	2	1.0	1.00	1
		Betoonipump	1	0.4	0.4	0.4		0.4	0.4	0.40		0.2	0.2	0.20	
3	Trepielementide montaaž	Monteerija	2	0.5	0.3	1.00	0.25	0.5	0.3	1.00	0.25	0.5	0.3	1.00	0.25
		Kraana	1	0.1	0.1	0.40		0.1	0.1	0.40		0.1	0.1	0.40	
4	Vahelae monoliitseerimine koos rakestamise, sarrustamise ja lahtirakestamisega	Rakestaja	4	3.68	0.9	0.92	1	3.5	0.9	0.88	1	3.4	0.9	0.85	1
		Kraana	1	0.7	0.7	0.70	1	0.6	0.6	0.60	1	0.6	0.6	0.60	1

MÄRKUSED:

1. Kõik õõnespaneelide vahelised vuugid armeeritakse ja monolitiseeritakse **vuugibetooniga C30/37**
2. Projekteeritud õõnespaneeli minimaalne toepikkus, kui pole näidatud teisti:
   a) Betoonseinte peale 70 mm
   b) Kivimüüritise peale 100 mm
3. Korgid paneeliõõntes peavad paiknema, **kui pole näidatud teisti**:
   a) Betoonseinte peale toetudes min 70 mm sügavusel elemendi servast,
   b) Kiviseinte peale toetudes min 100 mm sügavusel elemendi servast
4. Paneelide paigaldamisel talade peale tuleb vahelaetalad toestada väändumise vältimiseks. Toed võib eemaldada pärast vahelae sarrustamist ja monolitiseerimist ja kui betoon on saavutain 70% tugevusest.

TAL TECH	TTÜ INSENERITEADUSKOND	Magistritöö	Leht/lehti: 7/9
Koostas: Joosep Aasamägi	Allkiri/kuupäev: 13.10.2023	Montaažitööde tehnoloogiline kaart	
Juhendaja: Irene Lill	Allkiri/kuupäev: 06.11.2023		
Ehituse ja arhitektuuri instituut		Ehitustehnoloogia ja platsikorralduse analüüs Tallinnas, Teelise tee 6/8/10 ehitatavate korterelamute ehituse näitel	

Hoone karbi ehituse kalenderplaan

Terve hoone monoliit–, montaaži ja müüritööde kalenderplaan

Märkused

- Betoonseinte armeerimine ja rakestamine kilpidega
- Betoneerimine
- Lahtirakestamine
- Õõnesplokkide ladumine
- Õõnesplokkide armeerimine ja betoneerimine
- Silluste rakestamine ja armeerimine
- Silluste betoonimine
- Silluste lahtirakestamine
- Postide ja talade montaaž
- Trepielementide ja õõnespaneelide montaaž
- Vahelae monoliitosa rakestamine, sarrustamine
- Vahelae monolitiseerimine
- Vahelae lahtirakestamine

Tööjõu vajadus erialade viisi, vah; Ehitusmasinate vajadus; Betooni vajadus, m3

Tööpäevad	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Vahetused	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Rakestaja/armeerija/betoneerija	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6		6	6			6	2
Müürsepp/betoneerija	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4		
Monteerija																	
Kraana	1	1	1														
PUMI			1		1							1			1		1
Betoonisegisti			3		4							6			1		2
Vibraator			2		2							2			2		2
Betooni vajadus, m3			25		32							47			8		16

Tööpäevad	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34
Vahetused	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Rakestaja/armeerija/betoneerija		6					6	6	2		6						3
Müürsepp/betoneerija												4	4	4	4	4	4
Monteerija	2		2	2	2	2											
Kraana																	
PUMI									1								
Betoonisegisti									2								
Vibraator									2								
Betooni vajadus, m3									18								

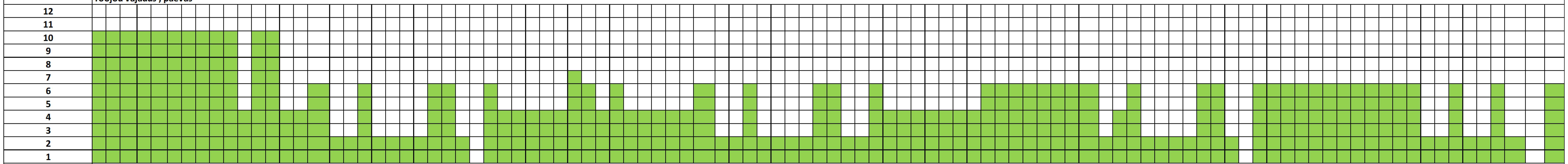
Tööpäevad	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51
Vahetused	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Rakestaja/armeerija/betoneerija	2		2						6	2		6					6
Müürsepp/betoneerija	4	4	4	4	4	4	4	4									
Monteerija											2		2	2	2	2	
Kraana																	
PUMI	1							1		1							
Betoonisegisti	4							4		1							
Vibraator	2							2		2							
Betooni vajadus, m3	32							30		13							

Tööpäevad	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68
Vahetused	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Rakestaja/armeerija/betoneerija	6	2	2	6													
Müürsepp/betoneerija					4	4	4	4	4	4	4	6	6	6	6	6	6
Monteerija																	
Kraana																	
PUMI		1									1						
Betoonisegisti		2									4						
Vibraator		2									2						
Betooni vajadus, m3		18									31						

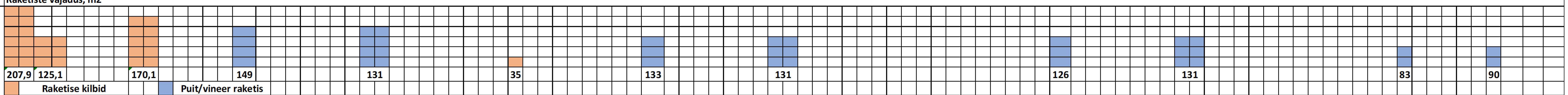
Tööpäevad	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85
Vahetused	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Rakestaja/armeerija/betoneerija		6	2	2	6					6	6	2		6			
Müürsepp/betoneerija	6														6	6	6
Monteerija				2		2	2	2	2								
Kraana																	
PUMI	1		1								1						
Betoonisegisti	4		1								2						
Vibraator	2		2								2						
Betooni vajadus, m3	31		12									18					

Tööpäevad	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102
Vahetused	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Rakestaja/armeerija/betoneerija								6	2		6			6	2		6
Müürsepp/betoneerija	6	6	6	6	6	6	6										
Monteerija										2		2	2				
Kraana																	
PUMI		1				1			1						1		
Betoonisegisti		3				3			1						1		
Vibraator		2				2			2						2		
Betooni vajadus, m3		22					22		8						12		

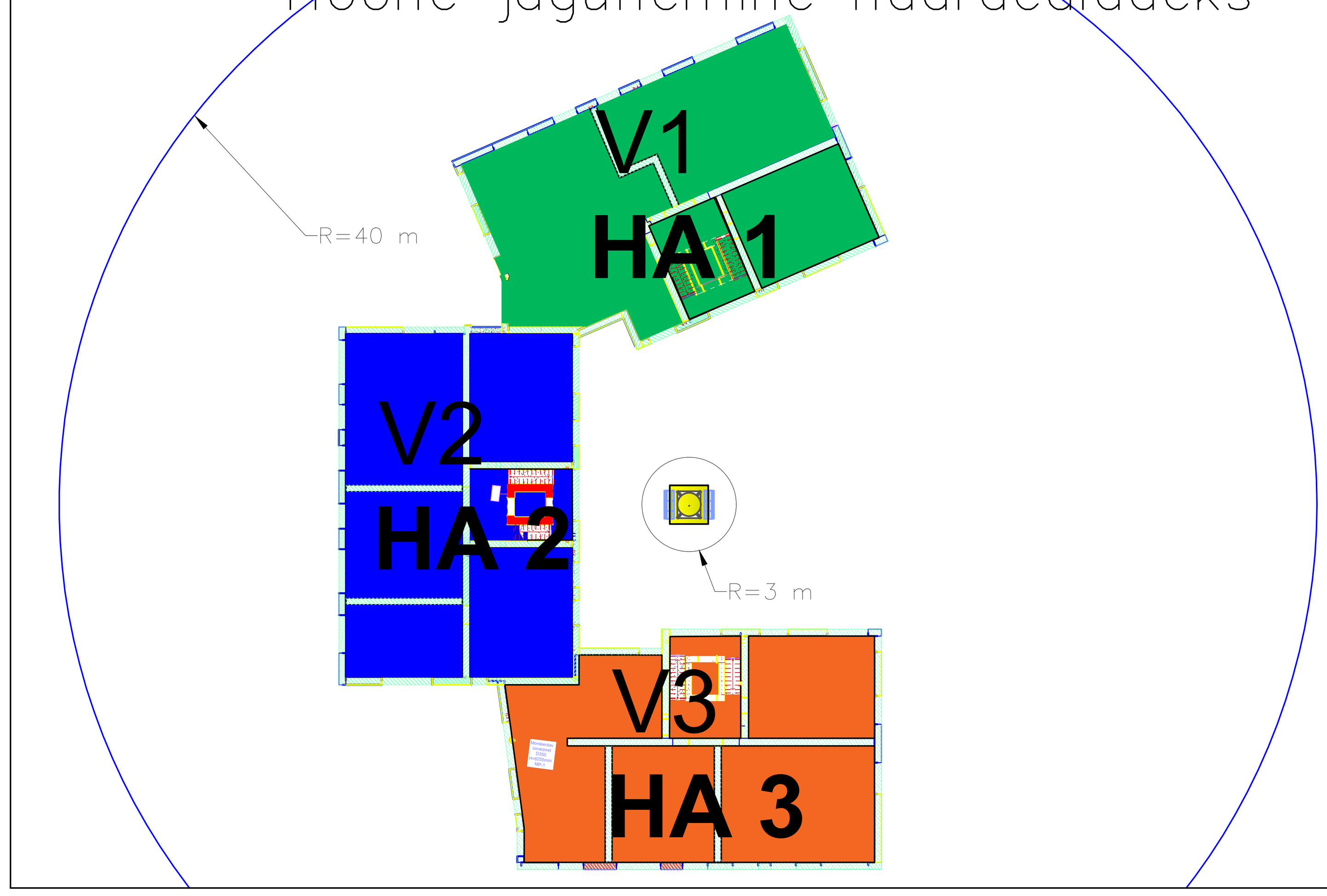
Tööjõu vajadus , päevas



Raketiste vajadus, m2



Hoone jagunemine haardealadeks



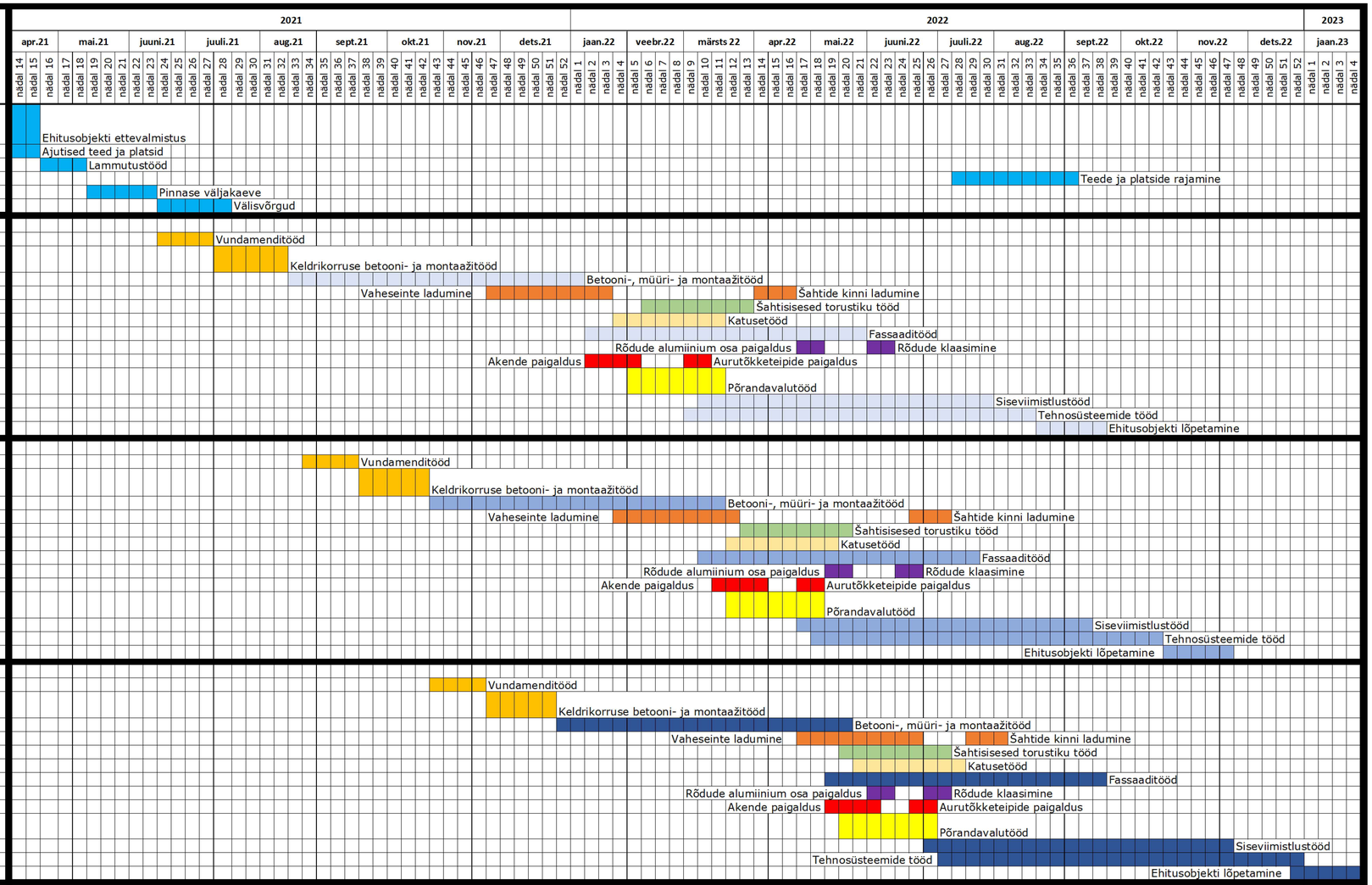
MÄRKUSED:

1. TEHNOLOOGILISTE KAARTIDE KOONDPLAANIL ON ÄRA NÄIDATUD TEELISE 6 HOONE MAAPEALSE MÜÜRI, MONTAAŽI JA BETOONITÖÖDE LIIKUMINE JA AJAKULU.
2. HOONE ON JAGATUD KORRUSE KAUPA KOLMEKS HAARDEALAKS
3. HOONE ON 4. KORRUSELINE JA IGA KORRUS ON JAGATUD KOLMEKS HAARDEALAKS.
4. TÕÕJÕU KULUD ON LEITUD RATU AJANORMIDE ABIL.

TALTECH TTÜ INSENERITEADUSKOND		Magistritöö	Leht/lehti: 8/9
Koostas: Joosep Aasamägi	Allkiri/kuupäev: 13.10.2023	Hoone karbi ehituse kalenderplaan	
Juhendaja: Irene Lill	Allkiri/kuupäev: 06.11.2023		
Ehituse ja arhitektuuri instituut		Ehitustehnoloogia ja platsikorralduse analüüs Tallinnas, Teelise tee 6/8/10 ehitatavate korterelamute ehituse näitel	

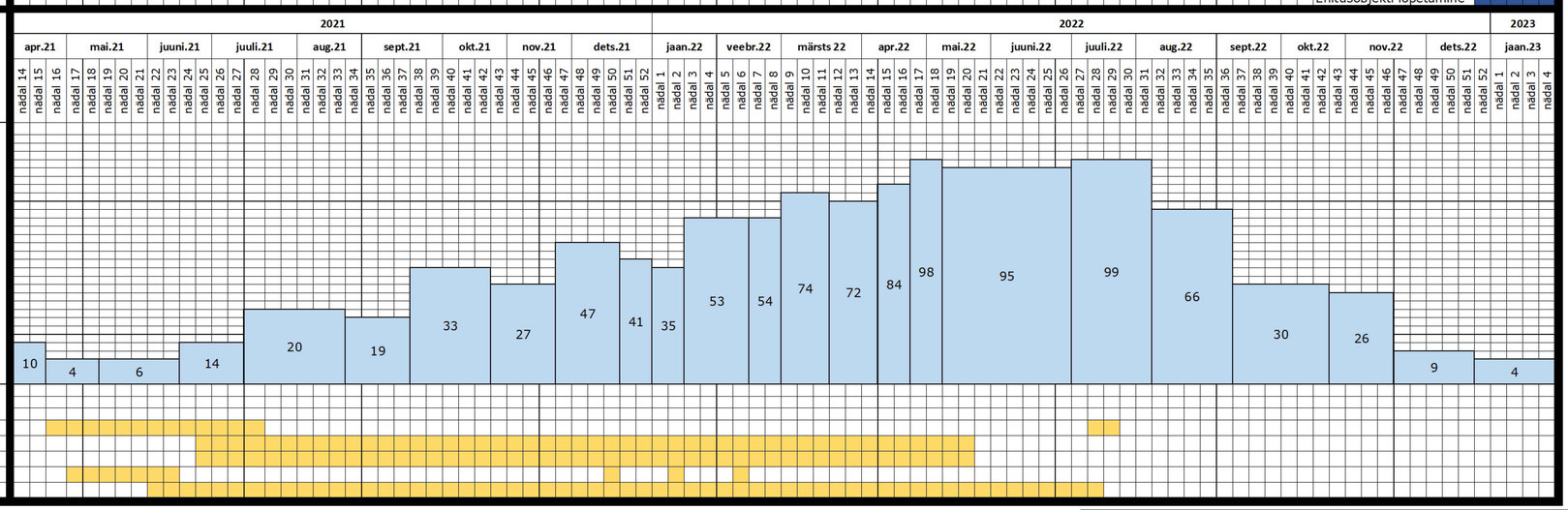
Koondkalenderplaan

Jrk. Nr	TÖÖNIMETUS	Maksumus EUR	Tootlus EUR/in-vah	Tööjõuku lu, in-vah	Tööliste arv päevas	Päevade arv
1	Ehitusobjekti ettevalmistus (soojakute transport, ajutised tehnosüsteemid, piirdeaiad)	12 384	258	48,0	6	8
2	Ajutised teed ja platsid	4 734	118	40,0	4	10
3	Lammutustööd	36 819	541	68,0	4	17
4	Teede ja platside rajamine	578 515	1205	480,0	10	48
5	Kaeve tööd/süvendi pinnasetööd	183 571	1224	150,0	6	25
6	Välisvõrgud	977 664	4888	200,0	8	25
	Teelise 10					
7	Vundamenditööd	194 183	1798	108,0	6	18
8	Keldrikorruse seinte betooni- ja montaažitööd	177 435	355	500,0	20	25
9	Betooni-, müüri-, ja montaažitööd	709 742	525	1 352	13	104
10	Vaheseinte ladumine	72 422	175	414	6	69
11	Šahtisisesed torustiku tööd	110 952	474	234	9	26
12	Katusetööd	170 345	626	272	8	34
13	Fassaadtööd	479 198	521	920	10	92
14	Piirete paigaldus	103 580	1 523	68	4	17
15	Akende paigaldus	133 591	1 590	84	3	28
16	Põrandavalutööd(k.a kaabeldus, torustikud, küttetorustiku paig.)	76 876	874	88	4	22
17	Siseviimistlustööd	861 969	457	1 887	17	111
18	Tehnosüsteemide rajamine	779 825	1 114	700	5	140
19	Ehitusobjekti lõpetamine	16 950	170	100	4	25
	Teelise 8					
7	Vundamenditööd	191 332	1678	114,0	6	19
8	Keldrikorruse seinte betooni- ja montaažitööd	174 897	350	500,0	20	25
9	Betooni-, müüri-, ja montaažitööd	699 592	817	856,0	8	107
10	Vaheseinte ladumine	71 488	161	444,0	6	74
11	Šahtisisesed torustiku tööd	110 528	409	270,0	9	30
12	Katusetööd	168 180	618	272,0	8	34
13	Fassaadtööd	477 339	519	920,0	10	92
14	Piirete paigaldus	103 447	1293	80,0	4	20
15	Akende paigaldus	134 185	1542	87,0	3	29
16	Põrandavalutööd(k.a kaabeldus, torustikud, küttetorustiku paig.)	75 797	474	160,0	4	40
17	Siseviimistlustööd	861 836	575	1498,0	14	107
18	Tehnosüsteemide rajamine	779 577	1114	700,0	5	140
19	Ehitusobjekti lõpetamine	16 950	170	100,0	4	25
	Teelise 6					
7	Vundamenditööd	169 612	1570	108,0	6	18
8	Keldrikorruse seinte betooni- ja montaažitööd	163 718	327	500,0	20	25
9	Betooni-, müüri-, ja montaažitööd	654 871	803	816,0	8	102
10	Vaheseinte ladumine	58 216	143	408,0	6	68
11	Šahtisisesed torustiku tööd	110 488	409	270,0	9	30
12	Katusetööd	169 401	623	272,0	8	34
13	Fassaadtööd	478 615	532	900,0	10	90
14	Piirete paigaldus	103 962	1529	68,0	4	17
15	Akende paigaldus	132 208	1632	81,0	3	27
16	Põrandavalutööd(k.a kaabeldus, torustikud, küttetorustiku paig.)	74 945	457	164,0	4	41
17	Siseviimistlustööd	860 432	473	1819,0	17	107
18	Tehnosüsteemide rajamine	778 492	1112	700,0	5	140
19	Ehitusobjekti lõpetamine	16 950	170	100,0	4	25



		13 317 811	**Ehitustööde kestus kokku:**	**664 päeva**

TÖÖJÕUVAJADUS



Põhimasinate/seadmete vajadus päevas	Roomik ekskavaator
	Betoonipump/betoonimikser
	Nuivibraator
	Kallurauto
	Kraana

TAL TECH	TTÜ INSENERITEADUSKOND	Magistritöö	Leht/lehti: 9/9
Koostas: Joosep Aasamägi	Allkiri/kuupäev: 13.10.2023	Koondkalenderplaan	
Juhendaja: Irene Lill	Allkiri/kuupäev: 06.11.2023		
Ehituse ja arhitektuuri instituut		Ehitustehnoloogia ja platsikorralduse analüüs Tallinnas, Teelise tee 6/8/10 ehitatavate korterelamute ehituse näitel	