TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOL
INSENERITEADUSKOND
Ehituse ja arhitektuuri instituut

TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOL

# EHITUSTEHNOLOOGIA JA PLATSIKORRALDUSE ANALÜÜS TALLINNAS, LIINIVAHE TN 3 – 7 KORTERELAMUTE EHITUSE NÄITEL

# ANALYSIS OF CONSTRUCTION TECHNOLOGY AND BUILDING SITE MANAGEMENT BASED ON THE CASE STUDY OF THE CONSTRUCTION OF THE APARTMENT HOUSES AT 3 – 7 LIINIVAHE STREET IN TALLINN

MAGISTRITÖÖ

Üliõpilane: Jaan Lendsaar

Üliõpilaskood 192489

Juhendaja: prof. 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.

8. mai 2023

Autor: .....
*/ allkiri /*

Töö vastab magistritööle esitatud nõuetele.

“.....” ..... 20…..

Juhendaja: .....
*/ allkiri /*

Kaitsmisele lubatud

“.....”. .....20… .

Kaitsmiskomisjoni esimees:

.....
*/ nimi ja allkiri /*

# LIHTLITSENTS LÕPUTÖÖ REPRODUTSEERIMISEKS JA LÕPUTÖÖ ÜLDSUSELE KÄTTESAADAVAKS TEGEMISEKS

Mina, **Jaan Lendsaar,**

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

**Ehitustehnoloogia ja platsikorralduse analüüs Tallinnas, Liinivahe tn 3 – 7 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.

08.05.2023

Ehituse ja arhitektuuri instituut

# LÕPUTÖÖ ÜLESANNE

Üliõpilane: **JAAN LENDSAAR** Üliõpilaskood **192489**

Õppekava: **EAXM15 Hooned ja rajatised**
Peaeriala: Ehitusmajandus ja juhtimine

Lõputöö teema:

**EHITUSTEHNOLOOGIA JA PLATSIKORRALDUSE ANALÜÜS TALLINNAS, LIINIVAHE TN 3 - 7 KORTERELAMUTE EHITUSE NÄITEL**

Analysis of construction technology and building site management based on the case study of the construction of the apartment houses at 3 – 7 Liinivahe street in Tallinn

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

Lõputöö konsultandid:

| Tiitel või ametikoht, Ees- ja Perekonnanimi | Kontakt (e-post või telefon) | Allkiri ja kuupäev |
|---|---|---|
| Vanemlektor Johannes Pello | johannes.pello@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 | 02.04.2023 |
| 2. | Arhitektuuri osa | 02.04.2023 |
| 3. | Konstruktsiooniosa: raudbetoontala arvutus | 30.03.2023 |
| 4. | Ehitusplatsi üldplaan | 12.04.2023 |
| 5. | Koondkalenderplaan kolmele hoonele | 12.04.2023 |
| 6. | Tehnoloogilised kaardid | |
| | • Vundamendi ehitamine Liinivahe 3 – 7 kortermaja näitel | 26.04.2023 |
| | • Montaažitööd Liinivahe 5 kortermaja näitel | 26.04.2023 |
| 7. | Majanduslik- ja uurimuslik osa | |
| | • Töömahtude ja tööviljakusnormide analüüs eelarve põhjal | 30.04.2023 |
| | • RATU normatiivide analüüs võrreldes tegeliku olukorraga | 30.04.2023 |
| | Kokkuvõte eesti keeles | 03.05.2023 |
| | Kokkuvõte inglise keeles | 04.05.2023 |
| | **Lõputööde ülevaatus, mille läbimine on kaitsmise eelduseks** | **11.05.2023** |

Esitlusmaterjalid kaitsmisel: A1, A2 joonised

| | Kirjeldus | Tähtaeg |
|---|---|---|
| 1 | Arhitektuursed joonised – 2 lehte | 02.04.2023 |
| 2 | Ehitusplatsi üldplaan – 1 leht | 12.04.2023 |
| 3 | Koondkalenderplaan ehituskompleksi kohta – 1 leht | 12.04.2023 |
| 4 | Konstruktsiooniosa – 1 leht | 30.03.2023 |
| 5 | Tehnoloogilised kaardid – 3 lehte | 26.04.2023 |

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

Lõputöö ülesanne välja antud: 20.02.2023

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

Ülesande vastu võtnud: **Jaan Lendsaar** .....

Avalikustamise piirangu tingimused: puuduvad

# SISUKORD

EESSÕNA ..... 10
TABELITE LOETELU ..... 11
JOONISTE LOETELU ..... 12
ESITLUSJOONISTE LOETELU ..... 13
SISSEJUHATUS ..... 14
1. ARHITEKTUURI OSA ..... 16
1.1 Hoone tehnilised andmed ..... 17
1.2 Arhitektuuri üldlahendus ..... 17
1.3 Hoone kandeskelett ..... 18
1.3.1 Hoone üldjäikuse tagamine, arvutusskeemid ..... 18
1.4 Kandekonstruktsioonid ..... 19
1.4.1 Vundament ..... 19
1.4.2 Välisseinad ..... 19
1.4.3 Kandvad siseseinad ..... 19
1.4.4 Mittekandvad seinad ..... 19
1.4.5 Katuslagi ..... 20
1.4.6 Vahelagi ..... 20
1.4.7 Sisetrepid ja podestid ..... 21
1.4.8 Postid ..... 21
1.4.9 Talad ..... 21
1.4.10 Muud kandekonstruktsioonid ..... 21
1.4.11 Põrand pinnasel ..... 21
1.5 Tehnosüsteemid ..... 22
1.5.1 Vesi ..... 22
1.5.2 Kanalisatsioon ..... 22
1.5.3 Küte ..... 22
1.5.4 Ventilatsioon ..... 23
1.5.5 Tugevvool ..... 23
1.5.6 Nõrkvool ..... 24
1.6 Maastikuarhitektuur ..... 24
1.6.1 Haljastus ..... 24
2. KONSTRUKTSIOONI OSA ..... 25

2.1 Talale mõjuvate koormuste arvutus ... 26
2.2 Põikjõud ja paindemoment ... 27
2.3 Tala põikarmatuuri arvutus ... 28
2.4 Tala paindekandevõime ... 32
3. EHITUSPLATSI ÜLDPLAAN ... 33
3.1 Ajutised teed ja platsid ... 33
3.1.1 Ajutised laoplatsid ... 34
3.1.2 Ajutised ehitised ... 34
3.2 Tornkraana valik ja paiknemine ... 35
3.3 Ajutised tehnovõrgud ... 36
3.3.1 Ajutine side, elekter ja välisvalgustus ... 36
3.3.2 Ajutine soojavarustus ... 37
3.3.3 Ajutine vesi ja kanalisatsioon ... 38
3.4 Tööohutus ja keskkonnakaitse ... 38
4. KOONDKALENDERPLAAN ... 39
4.1 Tööde planeerimised ... 39
5. EHITUSTÖÖDE TEHNOLOOGILISED KAARDID ... 41
5.1 Vundamentide ehituse tehnoloogiline kaart ... 41
5.1.1 Vundamentide ehituse eeldused ... 42
5.1.2 Konstruktsioonilahendused ja tehnoloogia ... 42
5.2 Montaažitööd ... 47
5.2.1 Montaažitööde eeldused ... 47
5.2.2 Konstruktsioonilahendused ja tehnoloogia ... 48
6. MAJANDUSLIK- ja UURIMUSLIK OSA ... 55
6.1 Tööde mahtude jaotus ... 55
6.2 Juhendkaartide analüüs ... 57
KOKKUVÕTE ... 58
SUMMARY ... 59
KASUTATUD KIRJANDUS ... 60
LISAD ... 61
Lisa 1 Liinivahe 5 eelarve ... 61

# EESSÕNA

Käesoleva magistritaseme lõputöös teostatakse ehitustehnoloogia ja platsikorralduse analüüs Tallinnas, Liinivahe 3 – 7 korterelamute ehituse näitel. Antud projekti arendajaks ja ehitajaks on Fund Ehitus OÜ, kus lõputöö autor töötas. Vajalikud algandmed magistritöö kirjutamiseks on saadud Fund Ehitus OÜ projektipangast.

Magistritöö juhendajaks on Tallinna Tehnikaülikooli Ehituse ja arhitektuuri instituudi professor Irene Lill.

Autor avaldab tänu Fund Ehitus OÜ-le magistritöö koostamiseks vajaliku informatsiooni eest ning lõputöö juhendajale meeldiva koostöö eest.

# TABELITE LOETELU

Tabel 1.1 Liinivahe 5 tehnilised näitajad .....17
Tabel 3.1 Terex 331-16 tõstegraafik. .....36
Tabel 3.2 Seinapaneeli S-044 tehnilised andmed. .....36
Tabel 5.1 Vundamentide ehituse normatiivne tööjõukulu .....44
Tabel 5.2 Vundamentide ehituse tehnoloogiliste arvutuste tabel .....45
Tabel 5.3 Vundamentide ehituse tööde teostamise graafik .....45
Tabel 5.4 Vundamentide ehituse tööjõuvajadus erialade viisi vahetuses .....45
Tabel 5.5 Vundamentide ehituse tööjõuvajadus päevas .....45
Tabel 5.6 Vundamentide ehituse ehitusmasinate vajadus päevas .....46
Tabel 5.7 Montaaži I ja II päeva tarnegraafik .....50
Tabel 5.8 Montaaži III ja IV päeva tarnegraafik .....51
Tabel 5.9 Montaaži normatiivne tööjõukulu .....53
Tabel 5.10 Montaaži tehnoloogiliste arvutuste tabel .....53
Tabel 5.11 Montaažitööde teostamise graafik .....54
Tabel 5.12 Montaažitööde tööjõuvajadus eriaalade viisi päevas .....54
Tabel 5.13 Montaažitöödel tööjõuvajadus päevas.....54
Tabel 5.14 Montaažitöödel ehitusmasinate vajadus päevas .....54
Tabel 6.1 Liinivahe 3 - 7 ehituse koondmaksumustabel .....55
Tabel 6.2 Ehitusmaksumus elamispinna ruutmeetri kohta .....56

# JOONISTE LOETELU

Joonis 2.1 Põikjõu ja paindemomendi epüürid. .....28
Joonis 5.1 Vundamentide jaotus hoonete kaupa .....41
Joonis 5.2 Liinivahe 5, 2. korruse plaan .....48
Joonis 5.3 Liinivahe 5, 2. korruse lae plaan .....51

# ESITLUSJOONISTE LOETELU

Lõputöö koosseisu kuulub 8 esitlusjoonist formaadis A1 ja A2:

- Joonis 1 Arhitektuurne joonis (osa 1/2);
- Joonis 2 Arhitektuurne joonis (osa 2/2);
- Joonis 3 Ehitusplatsi üldplaan;
- Joonis 4 Koondkalenderplaan;
- Joonis 5 Raudbetoontala;
- Joonis 6 Vundamentide ehituse tehnoloogiline kaart;
- Joonis 7 Montaažitööde tehnoloogiline kaart (osa 1/2);
- Joonis 8 Montaažitööde tehnoloogiline kaart (osa 2/2).

# SISSEJUHATUS

Ehitussektor on riiklikult üks olulisimaid valdkondi. 17% sisemajanduse kogutoodangust moodustab kinnisvarasektor. Inimesi teenindavad uued hooned ja rajatised loovad uusi elu- ja töökohti. Käesoleval hetkel on geopoliitilised otsused avaldanud märgatavat mõju makromajandusele hindade kerkimise näol ning hinnatrendid on jõudnud ehitusmaterjalide hindadesse. Tagantjärele saab tõdeda, et soodsaimad ajad ehitamiseks jäid paari aasta tagusesse perioodi. Ehitus pakub töökohti laiapindsete erialadega inimestele. Ehitusprotsessi läbiviimisel on märgiline roll eelnevalt planeeritud töödel. Ehitustegevus realiseerib inimeste paberile kantud kavatsused, mistõttu loetakse ehituseks peaasjalikult hoonete või rajatiste füüsilist rajamist looduses. Ehitus on käsitöö, mis saavutab oma terviklikkuse, hõlmates selleks erineva alaspetsiifikaga spetsialiste. Kokkulepitud aja jooksul soovitud tulemuse saavutamiseks on tarvis ehituse organiseerijaid, kelle töö on koordineerida alaspetsialistide tööd muutes ehitusprotsessi kulg kontrollitavaks ja mõõdetavaks.

Autor valis lõputöös analüüsimiseks Liinivahe 3, 5, 7 kortermajade ehitustegevuse organiseerimise Põhja-Tallinna linnaosas. Lõputöö teema valik tulenes autori isiklikust kinnisvara-arenduses osalemisest eluhoonete ehitamisel. Nimetatud kortermajad kuuluvad Kopli liinide, D2-kvartali etapp II ehitustööde mahtu. Antud projekti arendajaks ja ehitajaks on Fund Ehitus OÜ.

Töö eesmärgiks on planeeritud kujul näidata Liinivahe 3 – 7 vundamentide ehitustööd, Liinivahe 5 hoone karkassi montaažitööd. Anda täpne ülevaade teostuse lahendusest plaanilisel kujul, arvestada kogutööde maksumusi ning analüüsida neid teiste tööliikidega. Kirjeldada hoone tehnilist lahendust ning koostada ehitustööde organiseerimise plaan koos tööde kestusega ajas.

Töö koosneb kuuest peatükist. Esimeses osas käsitleb töö autor Liinivahe 5 arhitektuurset osa ning toob välja peamised iseloomustused hoone tarindite, tehnosüsteemide ning ümbritseva keskkonna kohta asumis. Teises osas käsitleb autor parkla katuslaes töötavat raudbetoontala, sellele mõjuvaid koormusi ning konstrueerib tala töötavaks pidades silmas majanduslikku otstarbekust. Kolmandas osas kirjeldab töö autor ehitusplatsil töömaakorraldust ning selgitab lahendusi. Neljandas osas kajastatakse Liinivahe 3 – 7 tööde ajalisi kestuseid koos töö autori poolt koostatud eelarvega Liinivahe 5 hoonele. Viiendas osas annab töö autor ülevaate vundamentide ehituse ning hoone karkassi montaažitööde kulgemisele ajas kasutades õppe- ja juhendmaterjalidest arvutuslikku tööarvestuste loogikaid. Kuuendas osas käsitleb töö

autor eelarve analüüsi ning võrdleb tööde mahtusid kogumahtudega erinevate hoonete lõikes ning võrdleb RATU juhendkaarte oma kogemusega.

Töö autor toetub lõputöö koostamisel eestikeelsele õppe- ja erialakirjandusele ning Liinivahe 3 – 7 arendusprojekti informatsioonile.

Lõputöös kasutatakse jooniseid, tabeleid ja valemeid. Mahukas eelarve tabel on esitatud lõputöö lisana.

**Võtmesõnad**: Liinivahe, kortermaja, ehitustehnoloogia, magistritöö

# 1. ARHITEKTUURI OSA

Ehitatav kvartal asub Tallinnas, Põhja-Tallinna linnaosas, rahva seas tuntud kui Kopli liinide alal ehk Sepa tänava ning laevaremonditehase haruraudtee vahelisel alal. Kogu Kopli liinide maa-ala on kinnisvara-arenduse ala, kuhu valmib arvukalt kortermaju. Tänavavõrk on välja kujunenud. Sepa tänav on tervikuna rekonstrueeritud. Välja on ehitatud sademevete süsteem. Maapind on intensiivse kaldega, põhiliselt kagu-loode suunaline. Kõrguste vahe projekteerimisalal 4,9 - 13,0 m. Territooriumil on vähene kõrghaljastus. Projekti ala läbivad ka mitmed tehnovõrgud, millest osad säiluvad, osad likvideeritakse või rekonstrueeritakse. Kinnismälestised ja muud kaitsealused objektid alal puuduvad.

Liinivahe 5 on kahe trepikojaga kolmekorruseline hoone, mida ühendab teiste kvartalis asuvate majadega ühendatud maa-alune parkla. Liinivahe 3, 5, 7 majade arhitektuur ja süsteemide põhimõtted on identsed, neid eristab korruselisus.

Arhitektuurse osa kirjeldamiseks on kasutatud eel- või põhiprojekti staadiumis järgnevate ettevõtete töid:

- Peeter Pere Arhitektid OÜ – D2 kvartali arhitektuuri eelprojekt [1];
- Kavand & Ehitus OÜ – Liinivahe 5 konstruktsiooni osa põhiprojekt [2];
- KLM Projekt OÜ – D2 kvartali teede-ehitusliku osa põhiprojekt [3];
- Kino Maastikuarhitektid OÜ – D2 kvartali maastikuarhitektuuri eelprojekt [4];
- Virtex OÜ – Liinivahe 5 kütte ja ventilatsiooni põhiprojekt [5];
- Virtex OÜ – Liinivahe 5 veevarustuse ja kanalisatsiooni põhiprojekt [6];
- Goelro OÜ – Liinivahe 5 tugevvoolu põhiprojekt [7];
- Goelro OÜ – Liinivahe 5 nõrkvoolu põhiprojekt [8].

## 1.1 Hoone tehnilised andmed

Tabel 1.1 on toodud Liinivahe 5 tehnilised näitajad.

Tabel 1.1 Liinivahe 5 tehnilised näitajad

| Tehniline näitaja | | Ühik |
|---|---|---|
| Ehitisealune pind | 796 | m2 |
| Maapealsete korruste arv | 3 | |
| Maa-aluste korruste arv | 1 | |
| Absoluutne kõrgus | 16 | m |
| Kõrgus | 9,9 | m |
| Pikkus | 53 | m |
| Laius | 14,9 | m |
| Sügavus | 2,9 | m |
| Suletud netopind | 1701 | m2 |
| Köetav pind | 1701 | m2 |
| Maht | 6582 | m3 |
| Maapealse osa maht | 6582 | m3 |
| Üldkasutatav pind | 152 | m2 |
| Korterite arv | 26 | tk |
| Parkimiskohtade arv | 39 | tk |
| Tulepüsivus | TP-1 | |

## 1.2 Arhitektuuri üldlahendus

Liinivahe 3 – 7 hoonete maht ja üldine lintjas hoonestuslahendus on asendatud eraldiasuvate majadega. Välislahenduses on erinevate hoone kõrguste, akende, lodžade ja rõdude rütmide vähendatud kvartali suurusest tulenevat mõju. Avade paigutusega saavutatud majade individuaalsus ja vaheldusrikkus loob kordumatu välis- ja siseruumi ning ühtlasi tugevdab rajatava Kopli liinide piirkonna identiteeti. Rõdude „kastilik-kubistlik" struktuur annab hoonetele visuaalset kergust ja mängulisust. Avatud ja klaasitud rõdudelt ja terrassidelt avanevad vaated projekti alale ja ülemistelt terrassidelt saab nautida merevaateid. Kvartali omanäolisust rõhutab paiknemine tugeval reljeefil ja sellest tulenevalt huvitava maastikulahendusega õueala. Põhilised välisviimistlusmaterjalid on värvitud puit-laudise faktuuriga raudbetoon-paneel, metall ja klaas. Arhitektuurse osa joonised asuvad esitlusjoonistel nr 1, 2.

## 1.3 Hoone kandeskelett

Hoone kandeskelett koosneb 0. korruse parklas monteeritavatest raudbetoonpostidest ristlõikega 400 x 400 mm ja raudbetoon lõugtaladest ribiristlõikega 400 x 450/600/645 mm. Postide samm on ≤ 7,9 m. Eelpingestatud raudbetoonist talade maksimaalne puhas sildeava on ≤ 7,5 m. 0. korruse talad toetuvad otse postile. 0. korruse tehniliste ruumide siseseinad on monteeritavast raudbetoonist seinaelemendid paksusega 200 mm. Siseseseina elemendi maksimaalne pikkus on 8,5 m. 0. korruse välisseinad paksusega 200 mm on koormatud väljast poolt pinnasega. Arvutusskeemi kohaselt on vahelaepaneelid seinale tugedeks. 0. korruse laepaneelid on paksusega 265 mm ja maksimaalse sildeavaga 8 m. Pinnasesurve tagajärjel on laepaneelid surutud. Kortermaja alates 1. korrusest monteeritavatest raudbetoonist soojustusega *sandwich* välisseina paneeli kandev sisekiht on paksusega 150 mm. Kui 1. korruse raudbetoonist välisseina element toetub raudbetoonist talale, on tegemist seinkandjaga, mille toetuspikkus on postide vahemaa, ja peab vastu võtma seina omakaalu ja toetuva vahelae koormuse. Iga järgneva korruse seinaelement on analoogselt seinkandja. Seinkandja maksimaalne sildeava on 7,5 m. Alates 1. korruse kandvaks siseseinaks on raudbetoonist seinaelemendid paksusega 200 mm ja maksimaalse pikkusega 8,5 m. Alates 1. korruse laepaneelid on paksusega 220 mm ja maksimaalse sildeavaga 6 m. Kortermaja kandeseinteks on pikisuunas paiknevad välisseinad ja keskel sisesein ning trepikojasein. Laepaneelide suund on risti hoonet.

### 1.3.1 Hoone üldjäikuse tagamine, arvutusskeemid

Hoone üldstabiilsuse tagavad raudbetoonseintest moodustatud vertikaaldiafragmad ja monteeritavatest õõnespaneelidest monolitiseeritud laed - horisontaaldiafragmad. Laed kannavad vertikaal- ja horisontaalkoormused üle vertikaalsetele kandetarinditele ja vundamentidele.

Hoone seinaelemendid ja postid arvutatakse kui ekstsentriliselt surutud vardad. Laepaneelid ja riivid arvutatakse kui lihttala skeemi kohaselt painutatud vardad. Vahelae kui tervikplaadi kandevõime horisontaalkoormusele arvutatakse horisontaalsuunas kõrge talana. Vahelaeplaadilt kandub horisontaaljõud vertikaalsetele jäikusseintele, mida arvutatakse kui ekstsentriliselt surutud ja lõikele töötavat varrast seina pikisuunas.

## 1.4 Kandekonstruktsioonid

Lagedele mõjuvad omakaalu, kasus- ja lumekoormused. Seintele mõjuvad tuulekoormused, omakaalu ja kasuskoormused lagedelt. Postidele mõjub vertikaalkoormus lage kandavatelt riividelt ning kandeseintelt.

### 1.4.1 Vundament

Hoone vundamendi tüübiks on madalvundament, mis koosneb lint- ja postvundamentidest. Vundament rajatakse kõva möllsavi ja aleuroliidi kihile. Hoonele rajatakse drenaaž, et pinnase vesi jääks allapoole 0. korruse põrandat. Hoone vundamendid on monoliitsest raudbetoonist C25/30 XC2, armatuur B500, talla paksusega vastavalt arvutustele minimaalselt 200 mm. Monteeritavad raudbetoonpostid kinnitatakse ankrupoltidega postvundamendi ülemisele astmele. Raudbetoonist soklipaneelid ja jäikusseina elemendid toetuvad raudbetoonist lintvundamendi taldmikule või postvundamentidele ja kinnitatakse vundamendist välja jäetud tapivarrastega raudbetoon seina. Pinnasesurvega sein toetatakse vundamendi astmega ja rehkendatakse külgsurvega. Pinnasega kokkupuutuvad seinad hüdroisoleeritakse maapinnast 300 mm kõrgusele ja kaetakse väliskoorik raudbetoonelementidega.

### 1.4.2 Välisseinad

Hoone välisseinaks on monteeritavatest raudbetoonist soojustusega *sandwich* välisseinapaneelid. Kandva siseseina paksus 120...150 mm. Välisseina arvutuslik soojajuhtivus on $U$ = 0,17 W/m$^2$K ja tulekindlus REI60. Õhumüra isolatsiooni indeks $R_w \geq 60\ \mathrm{dB}$.

### 1.4.3 Kandvad siseseinad

Hoone jäikust tagavaks ja kandvaks siseseinaks on monteeritavad raudbetoonist seinaelemendid paksusega 200 mm. Tulekindlus REI120. Õhumüra isolatsiooni indeks $R_w \geq 57\ \mathrm{dB}$, taandatud löögimüra $L_{n,w} \leq 58\ \mathrm{dB}$.

### 1.4.4 Mittekandvad seinad

Mittekandvad siseseinad on:

- Korteritevahelised mittekandvad seinad on raudbetoon seinaelemendid paksusega 200 mm. Tulekindlus EI60. Õhumüra isolatsiooni indeks $R_w \geq 57\ \mathrm{dB}$, taandatud löögimüra $L_{n,w} \leq 58\ \mathrm{dB}$.

- Korteritesisesed tubadevahelised mittekandvad kipsplaatseinad metallkarkassil kogupaksusega 92 mm.
- Šahtide seinad väikeplokkmüüritisest paksusega 100 mm ja 150 mm. Tulekindlus EI60.

### 1.4.5 Katuslagi

Katuslae kandekonstruktsiooniks on õõnespaneelid paksusega 220 mm. Raudbetoonist kandekonstruktsiooni peale paigaldatakse aurutõkke SBS, kergkruus paksus 0…150 mm kallete andmiseks, mineraalvill 350 mm, peale tuulutussoontega kõva villa plaat 30 mm ning kahekordne SBS kate. Katuslaed tuulutatakse katusekorstnate kaudu. Katuslae arvutuslik soojajuhtivus on $U$ = 0,1 W/m$^2$K. Tulekindlus REI60. Sadevee äravool toimub seesmise katusekaevu abil.

### 1.4.6 Vahelagi

Korteri vahelae kandekonstruktsioonis kasutatakse õõnespaneele paksusega 220 mm maksimaalse sildeavaga kuni 8 m. Vahelagede põrandakonstruktsiooniks on monoliitne raudbetoonplaat paksusega 65 mm ja selle all 20 + 20 mm paksune müraisolatsioon villaplaat PAROC SSB1 või analoog. Betoonplaat eraldatakse seintest villa ribaga 15 mm, samuti võib vajadusel plaadi katkestada ka kergvaheseinte all, et vältida ruumist ruumi müra levik. Raudbetoonplaatidesse välja arvatud põrandaküttega osad lõigatakse mahukahanemisvuugid sammuga ca 5 x 5 m. Tulekindlus REI60.

Korteri põrand välisõhu kohal soojustatakse. Eelkirjeldatud vahelae konstruktsioon altpoolt A-klassi tulekindlusega villsoojustusega 220 mm.

Parkla vahelae kandekonstruktsioonis kasutatakse õõnespaneele paksusega 265 mm maksimaalse sildeavaga kuni 7,4 m. Raudbetoonist kandekkonstruktsiooni peale tuleb hüdroisolatsioon SBS 3 kihti, seejärel geotekstiil ja raudbetoonist plaat, paksusega 75 mm, veekindluslisandiga betoon C35/45 XC4, XD3, XF3. Kalded antakse kandekonstruktsiooniga. Raudbetoonplaatidesse välja arvatud põrandaküttega osad lõigatakse mahukahanemisvuugid sammuga ca 5 x 5 m.

Põrandad viimistletakse vastavalt arhitektuursele lahendusele. Katmata betoonpõrandad töödeldakse pinnakõvendiga.

### 1.4.7 Sisetrepid ja podestid

Trepimarsid kui ka mademed trepikojas rajatakse monteeritavast raudbetoonist. Trepielementide betooni tugevusklass C30/37 ja keskkonnaklass XC1. Trepikoja elemendid peavad vastavama 0. korrusel tulepüsivusele R120 ja maapealsetel korrustel tulepüsivusele R60.

### 1.4.8 Postid

Hoone postid on ristlõikega 400 x 400 mm ja korruse kõrgusega alla 3 m. Betooni tugevusklass C40/50, keskkonnaklass XC4, XD3, XF2, XS1. Armatuuri klass B500B. Raudbetoonist postid peavad vastama tulepüsivusele R120, mis tagatakse vajaliku armatuuri kaitsekihiga.

### 1.4.9 Talad

Hoone 1. korruse laes on raudbetoonist või pingebetoonist riivid maksimaalse sildeavaga 7,8 m, ribi orienteeruva ristlõikega 400 x 450 mm, kõrgusega 645 mm. Talade tulepüsivus R120 tagatakse vajaliku armatuuri kaitsekihiga.

### 1.4.10 Muud kandekonstruktsioonid

Rõdud on monteeritavast raudbetoonist täisplaadid, mis toetuvad terasest kandekonstruktsioonile kanttoru profiilist postid ristlõikega 120 x 120 mm ja nurkterasest 120 x 120 x 10 mm talad.

### 1.4.11 Põrand pinnasel

Kandvaks põrandakonstruktsiooniks pinnasele valatud monoliitraudbetoon või kiudbetoon plaat paksusega 100 mm. Põrandate alla jääv olemasolev kasvupinnas eemaldatakse. Põranda alla rajatakse killustikalus paksusega 150 mm, mis tihendatakse tihenduskoefitsiendini $D_t = 95\,\%$. Monoliitbetoonist põrandaplaadi alla paigaldatakse ehituskile paksusega 0,2 mm. Põranda plaat soojustatakse üldiselt 50 mm EPS 200F soojustusplaatidega. Köetavates ruumides soojustatakse 100 mm EPS 120F soojustusplaatidega. Monoliitraudbetoonplaadid on sarrustatud armatuurvõrkudega või vastavalt põranda koormusklassile terasfiibriga ja vajadusel lisaarmatuuriga. Plaat on eraldatud kõigist vertikaal- ja horisontaalkonstruktsioonidest 10 mm vuugiga. Tervikplaat jagatakse mahukahanemis- ja deformatsioonivuukidega osadeks.

## 1.5 Tehnosüsteemid

### 1.5.1 Vesi

Vett tarbitakse projekteeritavas korterelamus majandus-joogiveeks ja selle tarbimiskohad on vannitoad, abiruumid, köögid, kastmiskraanid. Koristajaruumi projekteeritakse valamu, WC-pott ja trapp. Veevarustussüsteemi peab olema võimalik hoone üldise automaatikasüsteemiga jälgida ja juhtida, näiteks hoone veemõõtjatelt andmete lugemine, seadmete töö jälgimine. Kõik veearvestid on ette nähtud automaatikavõrgu liidesega ehk kauglugemisega ja need on ette nähtud ühendada tsentraalse hoone automaatikaga.

### 1.5.2 Kanalisatsioon

Hoonete reovee äravool tagatakse korteritesse ja tehnoruumidesse paigaldatud veevõtuseadmetest (valamud, WC-potid, trapid). Maapealsete korruste olmereovesi suunatakse isevoolselt väliskanalisatsiooni. Maa-aluse parklakorruse trappidest ja valamutest tulev reovesi pumbatakse üle reoveekanalisatsiooni. Parklakorrusel tekkivad sulamis- ja põrandapesuveed kogutakse trapp-kaevudega ja suunatakse läbi Liinivahe tn 7 asuva õli-bensiinipüüduri reoveekanalisatsiooni.

Hoonesse on ette nähtud järgmised olmekanalisatsiooni süsteemid:

- olmekanalisatsioon;
- parklakorrustel tekkiv sulamis- ja põrandavesi;
- sademeveekanalisatsoon;
- survekanalisatsioon;
- maa-alune drenaaž.

### 1.5.3 Küte

Korterelamu varustatakse vesiküttesüsteemiga. Hoonele on ette nähtud põrandaküte ning radiaatorküte, mis ühendatud põrandakütte süsteemiga.

Kollektorkappis paikneb põrandakütte kollektor koos kontuuride sulg- ja reguleerarmatuuriga ja õhutuskraaniga.

Ruumiõhu temperatuuri täpsemaks reguleerimiseks on ette nähtud ruumide seintele termostaadid. Ruumitermostaat on eluruumide puhul ette nähtud varustatuna õhutemperatuurianduritega, märgruumide puhul põrandatemperatuurianduritega.

### 1.5.4 Ventilatsioon

Hoone korterite ventilatsioon on lahendatud autonoomsete täisautomaatsete müra isoleerivates korpustes sekundaarsoojuse kasutamisega mehaaniliste sissepuhke-väljatõmbe agregaatidega.

Korterelamute ventilatsioon on jagatud järgmisteks süsteemideks:

- korterite ja trepikodade ventilatsioonisüsteemid;
- panipaikade ventilatsioonisüsteemid;
- prügiruumi ventilatsioonisüsteem;
- heitõhu ventilaatorid;
- garaaži väljatõmbe ventilatsioonisüsteem.

Korteri ventilatsiooniagregaati tuleb paigaldada vältimaks müra ja vibratsiooni levik. Korterite ventilatsiooniseadmed paiknevad sanitaarsõlmedes või garderoobides seina peal. Siirdeõhk sanitaarsõlmedesse saadakse korterite teistest tubadest läbi lävepakuta ukse.

### 1.5.5 Tugevvool

Liitumispunkt asub kinnistu piiril paiknevas liitumiskilbis, milles paikneb hoone elektrienergia kommertsarvestussüsteem.

Peakilpi on projekteeritud võrguanalüsaator ning korterite ja üldtarbijate jaoks on peakilbis arvestid. Korterite külma- ja soojaveearvestitele on projekteeritud M-Bus protokollil põhinev kauglugemine.

Seadmeid, millele ei tohi lubada elektrienergia katkestusi, tuleb varustada katkematu toiteseadmega. Sellisteks seadmeteks on ATS keskseade, evakuatsioonivalgustid ja suitsuluukide juhtimiskeskus. Need seadmed on varustatud vajaliku suurusega turvatoiteseadmete ja akudega.

Hoonesiseste pistikupesadena kasutatakse seadmeid nimiandmetega 16A, 250V.

Korterelamu üldotstarbeliste ruumide (koridorid, trepikoda, panipaigad, parkla ja tehnilised ruumid) valgustus lahendatakse kasutades LED-valgusallikatega valgusteid.

### 1.5.6 Nõrkvool

Nõrkvool hõlmab hoone arvuti- ja telefonivõrku, TV-võrku, fonotelefonisüsteemi ja korterisisest valvesüsteemi.

Nõrkvoolusüsteemide kaablid paigaldatakse kaabliteedel (kaabliredelid, kaablikarbikud, kaablikanalid). Kohtades, kuhu kaabliteid ei ole otstarbekas ette näha (nt. üksikud kaablid), paigaldatakse kaablid varjatult hoone konstruktsioonides.

## 1.6 Maastikuarhitektuur

D2 kvartali väliruumile annab iseloomu reljeef, mille kombineerimisel elurikkust toetava haljastusega on saavutatud kodune ja hubane, samas vahelduv ja põnev ruum. Selgelt on eraldatud privaatne ja poolavalik ala: hoonete perimeetrites asuvate terrasside ja poolavaliku ala vahele moodustuvad eesaiad. Ruumitüüpide eristamine ja eraldamine on oluline, sest elanikul tekib peremehetunne siis, kui seos ruumiga on talle selge - ruumi kasutama ja selle eest hoolitsema hakkab ta omakorda peremehetunde tekkides ning kui on võimalik end selle ruumi järgi identifitseerida.

Väliruumis on tihedalt kasutatavad alad (piknik, pallimäng, mänguväljaku ümbrus) kavandatud katta regulaarselt pügatava muruga, harvemini kasutatavad kohad jäävad poollooduslikele kooslustele. Haljastus on kavandatud (lisaks esteetilisele elamusele) elurikkuse printsiipe silmas pidades: liikide valimisel taimekooslustesse, samuti hooldusmeetmete puhul on silmas peetud elupaikade loomist ja säilitamist. Puude ja põõsaste hulgas leidub mitmeid viljuvaid liike; marjad on söödavad nii inimestele kui lindudele.

### 1.6.1 Haljastus

Haljastuslahendus on loodusliku ilmega ja täiendab ümbruskonna haljastust. Sisehoovi on ette nähtud erinevat liike puid ja põõsaid. Puudest on näiteks ettenähtud harilik kuusk, harilik hobukastan, harilik astelpaju, harilik pihlakas, aga ka koduaiale iseloomulikke õunapuid ja kirsipuid. Hoonete ümbruses olevate terrasside lähedusse on planeeritud pigem madalamaid põõsaid, mis loovad barjääri privaatse ja avaliku ruumi vahel. Antud kohtadesse on ette nähtud tumedat arooniat, madalamaid sireleid, läikivat tuhkpuud ja varjulisematesse kohtadesse värd jugapuud. Rohkem hoovi keskosasse on planeeritud suuremaid põõsaid nagu näiteks harilik sirel, harilik viirpuu, erinevaid sarapuu liike jmt. Mänguväljakutele lähemale on planeeritud söödavate viljadega marjapõõsaid - punane sõstar ja söödav kuslapuu.

# 2. KONSTRUKTSIOONI OSA

Konstruktsiooni osas teostatakse arvutused monteeritava raudbetoontalale teljel F.5/6.5-7.5. Kontrollarvutuste lahendamiseks kasutatakse Vello Otsmaa raamatut „Betoonkonstruktsioonide arvutamine" [9].

Tala pikkus 7880 mm, arvutuslik ava 7500 mm. Tala toetuspinna pikkus mõlemas otsas 190 mm. Paindearmatuur 9⌀25 ulatub tugede peale 155 mm ulatuses. Arvutuslikku toereaktsiooni loetakse rakendatuks toetuspinna keskele. Talale mõjuvad ühtlaselt jaotatud koormused: tala omakaal, laepaneelide omakaal, tasandusvalu omakaal, mulla omakaal ning lume omakaal. Betooni survetugevusklassiks on C30/37, keskkonnaklass XC4, XF3 ning armatuuri klass B500B. Tala töötab ühtlaselt jaotatud koormusena.

Konstruktsiooni osa joonis asub esitlusjoonisel nr 5.

Tala ristlõike mõõtmed.

$$b=700 \text{ mm}, \quad h=600 \text{ mm}, \quad d=540 \text{ mm}.$$

kus $b$ – tala laius, mm,

$h$ – tala kõrgus, mm,

$d$ – ristlõike kasuskõrgus.

Betoon C50/60, mille arvutussurvetugevus leitakse valemiga (2.1).

$$f_{ck} = 50 \text{ MPa},$$

$$f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{50}{1{,}5} = 33{,}3 \text{ MPa}, \tag{2.1}$$

kus $f_{ck}$ – betooni normsurvetugevus, MPa,

$f_{cd}$ – betooni arvutussurvetugevus, MPa,

$\gamma_c$ – betooni tugevuse osavarutegur alalises ja ajutises arvutusolukorras.

Armatuur B500B, mille arvutusvoolavustugevus leitakse valemiga (2.2).

$$f_{yk} = 500 \text{ MPa},$$

$$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = \frac{500}{1{,}15} = 435 \text{ MPa}, \tag{2.2}$$

kus $f_{yk}$ – armatuuri normvoolavustugevus, MPa,

$f_{yd}$ – armatuuri arvutusvoolavustugevus, MPa,

$\gamma_s$ – armatuuriterase osavarutegur alalises ja ajutises arvutusolukorras.

## 2.1 Talale mõjuvate koormuste arvutus

Tala omakaalu leidmine. Betooni mahukaal 24 kN/m$^2$.

2,64 m$^3$ · 24 kN/m$^3$ = 63,36 kN,

63,36 kN ÷ 7,88 m = 8,04 kN/m.

Vuugitud õõnespaneelide kõrgusega 265 mm omakaalu leidmine vuugitult. Õõnespaneelide mahukaal vuugitult 3,4 kN/m2. Tala mõlemalt poolt koormatud. Pool paneeli pikkust 2,66 m.

2,66 m · 2 · 7,88 m = 41,92 m$^2$,

41,92 m$^2$ ÷ 3,4 kN/m$^2$ = 12,33 kN/m.

Tasandusvalu paksusega 50 mm omakaalu leidmine. Betooni mahukaal 24 kN/m$^2$. Õõnespaneelidevaheline kaugus otstest 500 mm.

(2,66 m · 2 + 0,5 m) · 7,88 m = 45,86 m$^2$,

45,86 m$^2$ · 0,05 m = 2,29 m$^2$,

2,29 m$^2$ · 24 kN/m$^2$ = 54,96 kN,

54,96 kN ÷ 7,88 m = 6,97 kN/m.

Mulla kihi paksus 400 mm. Mulla mahukaal 15 kN/m$^3$. Õõnespaneelidevaheline kaugus otstest 500 mm.

(2,66 m · 2 + 0,5 m) · 7,88 m = 45,86 m$^2$,

45,86 m$^2$ · 0,4 m = 18,3 m$^3$,

18,3 m$^3$ · 15 kN/m$^3$ = 274,5 kN,

274,5 kN ÷ 7,88 m = 34,84 kN/m.

Lumekoormus. Lume mahukaal 1,3 kN/m$^2$.

(2,66 m · 2 + 0,5 m) · 7,88 m = 45,86 m$^2$,

1,3 kN/m$^2$ · 45,86 m$^2$ = 59,62 kN,

59,62 kN ÷ 7,88 m = 7,57 kN/m.

Arvutuslik kogukoormus.

$P_d$ = 1,2 (8,04 + 12,33 + 6,97 + 34,84) + 1,5 · 7,57 = 86 kN/m.

## 2.2 Põikjõud ja paindemoment

Tala toereaktsioon leitakse valemiga (2.3).

$$T_{ed} = p_d \frac{l_{eff}}{2} = 86 \cdot \frac{7{,}5}{2} = 323\ \mathrm{kN}, \tag{2.3}$$

kus $T_{ed}$ – tala toereaktsioon, kN,

$p_d$ – arvutuslik kogukoormus, kN/m,

$l_{eff}$ – arvutuslik ava, m.

Arvutuslik põikjõud toe kõrval leitakse valemiga (2.4).

$$V_{ed} = p_d \frac{(l_{eff} - a)}{2} = 86 \cdot \frac{(7{,}5 - 0{,}19)}{2} = 315\ \mathrm{kN}, \tag{2.4}$$

kus $V_{ed}$ – arvutuslik põikjõud, kN,

*a* – tala toetuspinna pikkus, m.

Arvutuslik paindemoment toe kõrval leitakse valemiga (2.5).

$$M_{ed,a} = T_{ed} \frac{a}{2} - \frac{p_d\left(\frac{a^2}{2}\right)}{2} = 323 \cdot \frac{0{,}19}{2} - \frac{86 \cdot \left(\frac{0{,}19^2}{2}\right)}{2} = 30{,}3\ \mathrm{kNm}, \tag{2.5}$$

kus $M_{ed,a}$ – arvutuslik paindemoment, kNm.

Arvutuslik põikjõud toe servast kaugusel d leitakse valemiga (2.6).

$$V_{ed,d} = p_d \frac{l_{eff}}{2} - q_d \left(d + \frac{a}{2}\right) = 86 \cdot \frac{7{,}5}{2} - 86 \cdot \left(0{,}54 + \frac{0{,}19}{2}\right) = 268\ \mathrm{kN}, \tag{2.6}$$

kus $V_{ed,d}$ – arvutuslik põikjõud toe servast kaugusel *d*, kN.

Toe serva kohal ja sellest kaugusel d mõjuvate põikjõudude suhe.

$$k = \frac{315}{268} = 1{,}18$$

Arvutuslik paindemoment toe servast kaugusel *d* leitakse valemiga (2.7).

$$M_{ed,d} = T_{ed}\left(d + \frac{a}{2}\right) - \frac{p_d\left(d - \frac{a}{2}\right)^2}{2} = 323 \cdot \left(0{,}54 + \frac{0{,}19}{2}\right) - \frac{86\left(0{,}54 + \frac{0{,}19}{2}\right)^2}{2} = 315\ \mathrm{kN}, \tag{2.7}$$

kus $M_{ed,d}$ – arvutuslik paindemoment toe servast kaugusel *d*, kN.

Arvutuslik põikjõud toest (ka tala keskosast) kaugusel ¼ = 1,875 m leitakse valemiga (2.8).

$$V_{sd\frac{1}{4}l} = 1{,}875 \cdot p_d = 1{,}875 \cdot 86 = 162\ \mathrm{kN}, \tag{2.8}$$

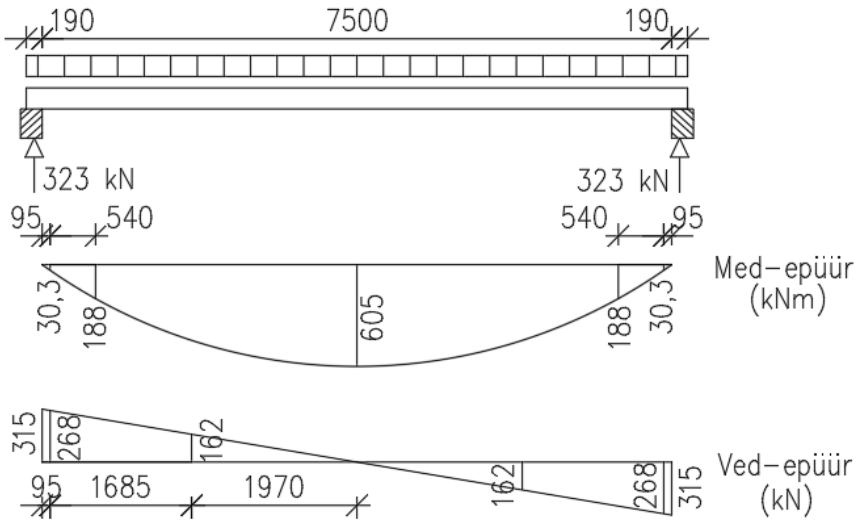
kus $V_{sd\frac{1}{4}l}$ – arvutuslik põikjõud toest (ka tala keskosast) kaugusel ¼, kN.

Arvutuslik tala paindemoment keskosast leitakse valemiga (2.9).

$$M_{ed} = p_d \frac{leff^2}{8} = 86 \cdot \frac{7{,}5^2}{8} = 605\ \mathrm{kNm}, \tag{2.9}$$

kus $M_{ed}$ – arvutuslik paindemoment tala keskosast, kNm.

Joonis 2.1 on toodud tala põikjõu ja paindemomendi epüürid.




Joonis 2.1 Põikjõu ja paindemomendi epüürid.

## 2.3 Tala põikarmatuuri arvutus

Kontrollimaks, kas on vaja arvutuslik põikarmatuur, leiame vastuvõetava põikjõu miinimumväärtuse $V_{Rd,c\,min}$ valemiga (2.10).

$$V_{Rd,c\,min} = \left(v_{min} + k_1 \sigma_{cp}\right) b_w d, \tag{2.10}$$

$$k_1 = 1 + \sqrt{\frac{200}{d}} = 1 + \sqrt{\frac{200}{540}} = 1{,}64 \leq 2{,}0,$$

$$v_{min} = 0{,}035\sqrt{{k_1}^3 f_{ck}} = 0{,}035\sqrt{1{,}64^3 \cdot 50} = 0{,}52\ \mathrm{MPa},$$

kus $v_{min}$ – nihketugevus, MPa,

$k_1$ – ristlõike suhteline kõrgus,

$\sigma_{cp}$ – normaaljõu põhjustatud betooni survepinge ristlõike raskuskeskme kohal, MPa,

$b_w$ – ristlõike minimaalne laius tõmbetsoonis, mm.

Leiame paindearmatuuri nõutava baasankurduspikkuse $l_{b,rqd}$ valemiga (2.11), mis on vajalik toe servast kaugusel $d$ = 540 mm mõjuva paindemomendi vastuvõtmiseks.

$$l_{b,rqd} = \frac{\varphi}{4} \cdot \frac{\sigma_{sd}}{f_{bd}} = \frac{25 \cdot 88}{4 \cdot 4{,}35} = 126 \text{ mm}, \tag{2.11}$$

$$\sigma_{sd} = \frac{188 \cdot 10^6}{0.9 \cdot 540 \cdot 4418} = 88 \text{ MPa},$$

$$f_{bd} = \frac{2{,}25 \eta_1 \eta_2 f_{ctk0{,}05}}{1{,}5} = \frac{2{,}25 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 2{,}9}{1{,}5} = 4{,}35 \text{ MPa},$$

kus $l_{b,rqd}$ – paindearmatuuri nõutav baasankurduspikkus, mm,

$\varphi$ – paindearmatuuri läbimõõt, mm,

$\sigma_{sd}$ – paindetõmbearmatuuris toe servast kaugusel $d$ arvutuslikust koormusest mõjuv pinge, MPa,

$f_{bd}$ – armatuuri ja betooni vaheline arvutuslik nakketugevus, MPa,

$\eta_1$ – tegur heade nakketingimuste korral,

$\eta_2$ – tegur kui $\varnothing \leq 32$ mm,

$f_{ctk\,0{,}05}$ – betooni ülemine normtõmbetugevus (5% tõenäosusega tagatud), MPa.

Tala mõlemasse otsa paigaldatud neli U-kujulist painutatud varrast ⌀12. Alla ⌀16 varraste painutusspindli läbimõõt peab olema kaks korda spindli läbimõõdust ehk ≥2·7⌀, seega 14 ·12 = 168 mm.

Leiame ⌀25 B500B ankurduspikkus $l_{b,f_{25}}$.

$$l_{b,f_{25}} = \frac{\varphi}{4} \cdot \frac{f_{yd}}{f_{bd}} = \frac{25 \cdot 435}{4 \cdot 4{,}35} = 625 \text{ mm}.$$

Selline ankurduspikkus on neil varrastel enne toe serva olemas ning võib arvestada täielikult töötavatena.

4⌀12 varrastega vastuvõetav paindemoment.

$$M_{Rd,4\varnothing 12} = 4 \cdot \pi \cdot 6^2 \cdot 435 \cdot 0{,}9 \cdot 540 = 95 \cdot 10^6 \text{ Nmm}.$$

Paindetõmbearmatuur 9⌀25, mis on toe peal 190 mm, võtab vastu paindemomenti.

$$M_{Rd,8\varnothing 25} = 9 \cdot \pi \cdot 12{,}5^2 \cdot 435 \cdot \frac{190}{625} \cdot 0{,}9 \cdot 540 = 284 \cdot 10^6 \text{ Nmm}.$$

Paindearmatuur ja U-kujulised lisavardad toe serva kohal võtavad vastu paindemomenti.

$M_{Rd,d} = M_{Rd,4\varnothing 12} + M_{Rd,8\varnothing 25} = 95 + 284 = 379\ \mathrm{kNm}.$

Toe servast kaugusel *d* mõjuv arvutuslik paindemoment on $M_{Ed,d} = 188\ \mathrm{kNm}$, seega on nõutav ankurdus tagatud ja pikiarmatuuri vardaid 9⌀25 ja 4⌀12 saab põikjõukandevõime arvutamisel arvestada.

$p_1 = \frac{A_{s1}}{b_w d} = \frac{9\cdot\pi\cdot 12{,}5^2 + 4\cdot\pi\cdot 6^2}{700\cdot 540} = 0{,}0129 < 0{,}02 \rightarrow p_1 = 0{,}0129.$

Betooniga vastuvõetav põikjõud $V_{Rd,c}$ leitakse valemiga (2.12).

$$V_{Rd,c} = \left(C_{Rd,c} k \sqrt[3]{100\rho_1 f_{ck}} + k_1 \sigma_{cp}\right) b_w d = 0{,}12 \cdot \sqrt[3]{100 \cdot 0{,}013 \cdot 50} \cdot 700 \cdot 540 = 299\ \mathrm{kN} > V_{Ed,d} = 268\ \mathrm{kN}, \quad (2.12)$$

$$C_{Rd,c} = \frac{0{,}18}{\gamma_c} = 0{,}12,$$

kus $V_{Rd,c}$ – betooniga vastuvõetav põikjõud, N,

$C_{Rd,c}$ – jagatis betooni tugevuse osavaruteguriga,

$\rho_1$ – ristlõike pikiarmeerimistegur.

Tala betooni põikjõukandevõime on suurem kui mõjuv põikjõud.

Leiame valemiga (2.13) põikarmatuuri minimaalsele kulule vastava kaldsurvevarraste kaldenurga θ.

$$\sin 2\theta = \frac{2\cdot V_{Ed,max}}{b_w \cdot z \cdot \nu \cdot f_{cd}} = \frac{2\cdot 315000}{700\cdot 0{,}9\cdot 540\cdot 0{,}48\cdot 33{,}3} = 0{,}116, \quad (2.13)$$

$$z = 0{,}9d,$$

$$\nu = 0{,}6\left(1 - \frac{f_{ck}}{250}\right) = 0{,}6\left(1 - \frac{50}{250}\right) = 0{,}48,$$

$$\theta = \frac{1}{2}\arcsin 0{,}116 = 3{,}3°,$$

$$\cot\theta = \cot 3{,}3° = 6{,}25 > 2{,}5 \rightarrow \cot\theta = 2{,}5,$$

kus $\theta$ – nurk betoonkaldvarda ja põikjõuga risti oleva tala telje vahel, °,

$z$ – ühtlase kõrgusega elemendi vaadeldava osa paindemomendile vastav sisejõudude õlg, mm,

$\nu$ – põikjõust pragunenud betooni tugevuse vähendustegur.

Arvutame toe serva kohal paindearmatuuris põikjõust tekkiva tõmbejõu $F_d$ valemiga (2.14).

$$F_d = \frac{M_{Ed}}{z} + \Delta F_d = 63 + 394 = 457\ \mathrm{kN}, \quad (2.14)$$

$$\frac{M_{Ed}}{z} = \frac{30{,}3}{0{,}9\cdot 0{,}54} = 63\ \mathrm{kN},$$

$$\Delta F_d = \frac{V_{Ed}(\cot\,\theta - \cot\,\alpha)}{2} = \frac{315 \cdot 2{,}5}{2} = 394\ \mathrm{kN},$$

kus $\Delta F_d$ – paindearmatuuris põikjõust tekkiv tõmbejõud, kN,

$\alpha$ – nurk põikarmatuuri ja põikjõuga risti oleva telje vahel.

155 mm võrra selle lõike taha ulatuv paindetõmbearmatuur 9⌀25 ($A_{S11} = 4418\ \mathrm{mm}^2$) on võimeline võtma vastu arvutuslikku tõmbejõudu, mida leiame valemiga (2.15).

$$F_{Rd,9\varnothing 25} = A_{S11} \cdot f_{yd} \cdot \frac{155}{l_b} = 4418 \cdot 435 \cdot \frac{155}{625} = 477 \cdot 10^3\ \mathrm{N} = 477\ \mathrm{kN}, \tag{2.15}$$

$$F_{Rd} = 477\ \mathrm{kN} > F_d = 457\ \mathrm{kN}.$$

Rangide kandevõimele vastava piirpõikjõu $V_{Rd,s}$ leiame valemiga (2.16).

$$V_{Rd,s} = \frac{A_{sw}}{s} \cdot f_{ywd} \cdot z \cdot \cot\,\theta \rightarrow \frac{A_{sw}}{s} = a_{sw} = \frac{V_{Ed,d}}{f_{ywd} \cdot z \cdot \cot\,\theta} = \frac{268000}{435 \cdot 0{,}9 \cdot 540 \cdot 2{,}5} = 0{,}51\ \frac{\mathrm{mm}^2}{\mathrm{mm}}. \tag{2.16}$$

Valime kahelõikelised rangid ⌀12 B500B, mille korral ühes lõikes paiknevate rangide ristlõikepindala.

$A_{sw} = 2 \cdot \pi \cdot r^2 = 2 \cdot \pi \cdot 6^2 = 226\ \mathrm{mm}^2.$

Arvutame rangide vajaliku sammu.

$S = \frac{A_{sw}}{a_{sw}} = \frac{226}{0{,}51} = 443\ \mathrm{mm}\ \rightarrow \text{valime}\ S = 300\ \mathrm{mm}.$

Kontrollime konstrueerimisjuhiste nõuete täitmist, mille järgi lubatav suurim rangide samm on.

$S_{1,max} = 0{,}75 \cdot d \cdot (1 + cot\alpha) = 0{,}75 \cdot 540 \cdot (1 + 0) = 472{,}5\ \mathrm{mm}.$

Minimaalne põikarmeerimistegur $p_w$ leitakse alloleva valemiga (2.17).

$$p_w = \frac{A_{sw}}{s \cdot b_w \cdot sin\alpha} = \frac{226}{300 \cdot 700 \cdot 1} = 0{,}0011 \geq p_{w,min} = 0{,}0011, \tag{2.17}$$

$$p_{w,min} = \frac{0{,}08 \cdot \sqrt{f_{ck}}}{f_{yk}} = \frac{0{,}08 \cdot \sqrt{50}}{500} = 0{,}0011,$$

kus $p_{w,min}$ – minimaalne lubatud põikarmeerimistegur,

$p_w$ – minimaalne põikarmeerimistegur.

Põikjõud tala keskosas on tunduvalt väiksem kui toelähedases piirkonnas. Paigaldatakse ühtlaselt jaotatud koormusega tala keskossa (½ ava ulatuses) väiksema intensiivsusega põikarmatuur.

Leiame tala keskossa vajaliku põikarmatuuri lähtudes ¼ ava kaugusel toest mõjuvast põikjõust $V_{Ed,\frac{1}{4}l}$.

Vajalik rangide intensiivus $cot = 2{,}5$ korral.

$\frac{A_{sw}}{s} = a_{sw} = \frac{V_{Ed}}{f_{ywd} \cdot z \cdot cot\theta} = \frac{162000}{435 \cdot 0{,}9 \cdot 540 \cdot 2{,}5} = 0{,}31 \frac{\text{mm}^2}{\text{mm}}$.

Valime kahelõikelised rangid ⌀10 B500B, mille korral ühes lõikes paiknevate rangide ristlõikepindala.

$A_{sw} = 2 \cdot \pi \cdot r^2 = 2 \cdot \pi \cdot 5^2 = 157\ \text{mm}^2$.

Arvutame rangide vajaliku sammu.

$S = \frac{A_{sw}}{a_{sw}} = \frac{157}{0{,}31} = 506\ \text{mm}\ \rightarrow \text{valime}\ S = 300\ \text{mm}$.

Tulemuseks tala otsapiirkondadesse ¼ ava ulatuses vajalik kahelõikelised rangid ⌀12 sammuga 300 mm ja tala keskosas ½ ava ulatuses vajalikud kahelõikelised rangid ⌀10 sammuga 300 mm.

Põikjõukandevõime tagatud.

## 2.4 Tala paindekandevõime

Leiame survetsooni kõrguse loobudes survearmatuuri mõjust.

$x = \frac{f_{yd} \cdot A_{s1} - f_{ycd} \cdot A_{s2}}{0{,}8 \cdot f_{cd} \cdot b} = \frac{435 \cdot 4418 - 0}{0{,}8 \cdot 33{,}3 \cdot 700} = 103\ \text{mm}$.

Kui $\xi_2 d_2 = 2{,}333 \cdot 60 = 140 > x = 103\ \text{mm}$, siis $\sigma_{s2} < f_{ycd}$ ja kontrollime kandevõimet loobudes survearmatuuri mõjust ($A_{s2} = 0$).

$y = 0{,}8x = 0{,}8 \cdot 103 = 82\ \text{mm}$.

Leiame paindekandevõime.

$M_{Rd} = f_{cd} b_y (d_1 - 0{,}5y) + f_{ycd} A_{s2} (d_1 - d_2) = 33{,}3 \cdot 700 \cdot 82(540 - 0{,}5 \cdot 82) + 0 = 954 \cdot 10^6\ \text{Nmm} =$
$= 954\ \text{kNm} > M_{Ed} = 605\ \text{kN}$.

Tala paindekandevõime on tagatud.

# 3. EHITUSPLATSI ÜLDPLAAN

Ehitusplatsi üldplaan on aluseks töömaal paiknevate vajalike asukohtade määratlemisel, võttes aluseks ehituskorralduslikud meetodid. Plaan on teostatud enne Liinivahe 3 hoonealuse kaevetööde alustamist. Tööde alustamisel on töömaa piirdeaedadega eraldatud, sissepääsud varustatud töölistele suunavate tähistega ning kõrvalistele isikutele keelavate tähistega.

Ehitusplats jääb täielikult Fund Ehitus OÜ-le kuuluvale kinnisasjale, mida nimetatakse D2 kvartaliks, kuhu kuulub Liinivahe 1 olemasolev kortermaja, Liinivahe 3 – 7 rajatavad kortermajad ning Liinivahe 9 ja Sepa 15 perspektiivsed rajatavad kortermajad. Kopli liinide territooriumil asuvaid alasid saab peatöövõtja oma äranägemise järgi kasutada, kui selleks pole seatud piiranguid näiteks kaitsealuste liikide asurkond. Ligipääsetavad tänavad on varasemalt samuti ehitatud Fund Ehitus OÜ poolt ning on loakohustuslikus korras Tallinna linnale varasemalt üle antud.

Käesolev ehitusplatsi üldplaan kajastab hoone ettevalmistus- ja 0-tsükli töid, hoone karkassi montaaži, pärast mida võib üldplaani mugavdada järgnevate töödega seoses. Selleks ei pruugi olla tarvidust, sest eelnimetatud tööd hõlmavad endas enim rasketehnika kasutamist ning ligipääsu vajadust erinevatesse raskesti pääsetavatesse kohtadesse. Tööde paremaks läbiviimiseks on töövõtjale antud luba piirdeaedade asukohtasid laiendada, kui töö optimaalsemaks tegemiseks on selleks põhjendatud vajadus.

Ehitusplats on varustatud piirdeaedade, sissepääsude, töömaakontori ja kontorsoojakute alaga koos sanitaarsoojakuga. Rajatud on ajutised teed ning loodud teedevõrgustik. Esma- ja hädaabivahendid asuvad selleks instrueeritud personali läheduses töömaakontoris. Jäätmeid käideldakse ladustades need konteineritesse. Territooriumile on ära märgistatud ladustamise alad. Kõik vajaminevad ajutised tehnosüsteemid on tööde alustamise hetkeks rajatud.

Ehitusplatsi joonis asub esitlusjoonisel nr 3.

## 3.1 Ajutised teed ja platsid

Töömaale on rajatud kauba- ning tarneautode jaoks süsteemne ajutiste teede võrgustik, mis on ühendatud olemasolevate tänavatega, et ka suurema gabariilised autod oleksid võimelised manööverdama platsil. Peamiselt sõidetav ajutine tee algab väravast 1 Liinivahe tn ja 3. liin tn ristumiskohast ning liigub paralleelselt Liinivahe tn

ja Liinivahe 3 – 7 hoonete vahel. Tee on ehitatud 6 m laiuselt, et ajutisel teel seisvast sõidukist on võimalik mööduda. Tee liitub Liinivahe 7 hoone alal suurema platsiga, kus on võimalik ligi pääseda ladustamisaladele, jäätmekonteineritele ning alalt väljudes kasutatakse väravat nr 2, pärast mida ringliiklus viib ümber töömaakontorite ja soojakute platsi tagasi kokku olemasoleva tänavavõrgustikuga 4. liini tänaval.

Väravast 2 on ligipääs sõidukitel, mis ei vaja materjali mahalaadimist väravast 1 sisse sõites. Väravasse 4 on paigaldatud turnikee, mis jalakäijatele on avatav peatöövõtja poolt väljastatava kaardi abil.

Krundile on ligipääs ka Sepa 19 ja raudteevahelisest sissesõidust, kuhu saab ehitada ajutist teed, kui Liinivahe 3 – 7 tagasitäited olemasoleva tee pealt osutuvad keerukaks.

Ajutiste teede rajamisel on kasutatud pindamismaterjaliks suure fraktsiooniga 32/64 mm paekivikillustikku, freesitud asfaltit või purustatud betooni.

### 3.1.1 Ajutised laoplatsid

Enne tööde alustamist on ehitusplatsi üldplaanile ära märgitud võimalikud ladustamisalad, kuhu töövõtjatel on vastastikulisel kokkuleppel peatöövõtjaga võimalik materjali varem töömaale tuua. Selleks võib tekkida vajadus, kui ehitusmaterjalide tarnijal on tekkimas lao pinna puudus ning otsib kompromissi ladustamiseks ehitusplatsil. Ladustamisala jääb osaliselt kraana tõsteraadiusesse. Materjali ladustamisel peetakse silmas kraana tõsteraadiust ning selle piiridesse ladustatakse asjad, mille hilisemast tõstevajadusest ei pääse. Ladustamisalana võib kasutada ka monteeritud parkla katuslage eeldusel, et katuslael on tehtud katusetööd ning paigadatud materjal ei tekita katusekattematerjalile mehaanilisi vigastusi ning ladustatud materjali koormus ei ületa parkla katuslaele lubatud koormuseid. Kõiki horisontaalseid pindasid, mis ei jää ette ehitusplatsi tavapärasele toimimisele, mis on konstruktiivselt suutelised kandma ning on kooskõlastatud peatöövõtjaga, võib kasutada ladustamisaladena.

### 3.1.2 Ajutised ehitised

Ajutiselt kaetakse peamiseid käidavaid puhasbetoon põrandakonstruktsioone, mis maja valmimisel jäävad nähtavaks pinnaks. Süvendis ehituse ajal üles-alla käimiseks koha peal ehitatud puittrepid. Käidavad avad kaetakse OSB materjalist ehitatud ustega või kasutatakse vanasid pappuksi.

Piirdeaiad on paigaldatud maksimaalselt laialt, kuid samal ajal arvestatud ruumivajadust, et valvestatav ala oleks optimaalseim. Liinivahe 1 ja 3 alal käib kõrvalisi isikuid ehitusplatsi äärest kõige enam, sest Liinivahe 1 elanike sissepääs korteritesse käib läbi Liinivahe tn ristuva kõnniteega.

## 3.2 Tornkraana valik ja paiknemine

Tornkraanaks on valitud Terrex 331-16, mille noole pikkus on 45 m ning noole kõrgus jalandist 26 m. Antud tornkraanat kasutati eelnevalt valminud Liinivahe 1 hoone montaažiks, kus arvestati läbi kahekorruseliste parkla seinaelementide montaaži ja ligipääsetavust ning krundi maapinna reljeefsust. Liinivahe 3 – 7 ehitamise tarbeks tornkraana kõrgust vähendatakse ca 16 m võrra. Tornkraana valik jäeti samaks arvestades tõstegraafikut (Tabel 3.1), Liinivahe 7 parkla osa montaažiks vajaminevat tõstevõimet kahekorruselise parkla seinapaneeli tõstmiseks, kus kraana nool ületab ligi kahemeetrise varuga töötsooni [10]. Tabel 3.2 on toodud seinaelemendi S044 tehnilised andmed, millest selgub, et element tuleb monteerida kahe kraana abil. See tähendab kummalegi kraanale 50% elemendi kogukoormusest ehk ligi 6,1 tonni.

Tornkraana seisab pikemalt kolmes positsioonis. Iga aadressitähisega hoone juures on määratud seisupositsioon. Tornkraana paikneb rööpal ning ning rööpataldmiku alla on rajatud 500 mm paksune 32/64 fraktsiooniga killustikpadi, mida on tihendatud ning mille kandevõime mõõdistatud pinnase elastsusmooduli testeriga. Ühelt positsioonilt teise liikumiseks saab tornkraanat juhtida kraana jalandi juures kilbis asuvast puldist. Rööbaste ladumiseks tuleb kasutada kraana teenuseid pakkuvat töövõtjat. Kui rööpad on maas, võib peatöövõtja vajadusel ka iseseisvalt kraanat rööbastel liigutada.

Tornkraana saab eraldi 125 A toite Liinivahe 1 liitumiskilbist ning kaabel valitakse vastava pikkusega arvestades tornkraana lõpp-positsiooni Liinivahe 7 alal.

Tabel 3.1 Terex 331-16 tõstegraafik.

| CTT 331-16 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | m | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 | 45 | 50 | 52 | 55 | 57 | 60 | 62 | 65 | 67 | 70 | 72 | 75 |
| 8 t - 32,1 m | t | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 7,24 | 6,21 | 5,42 | 4,78 | 4,57 | 4,27 | 4,09 | 3,84 | 3,69 | 3,48 | 3,35 | 3,17 | 3,06 | 2,90 |
| 8 t - 31,5 m | t | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 7,06 | 6 | 5,19 | 4,53 | 4,31 | 4,00 | 3,82 | 3,56 | 3,41 | 3,19 | 3,06 | 2,87 | 2,76 | 2,60 |
| 16 t - 17,3 m | t | 16 | 16 | 13,54 | 10,48 | 8,48 | 7,06 | 6 | 5,19 | 4,53 | 4,31 | 4,00 | 3,82 | 3,56 | 3,41 | 3,19 | 3,06 | 2,87 | 2,76 | 2,60 |
| 8 t - 34,5 m | t | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 7,86 | 6,76 | 5,91 | 5,23 | 5,00 | 4,68 | 4,48 | 4,22 | 4,06 | 3,83 | 3,69 | 3,50 | | |
| 8 t - 33,6 m | t | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 7,61 | 6,50 | 5,64 | 4,95 | 4,71 | 4,39 | 4,20 | 3,93 | 3,76 | 3,54 | 3,40 | 3,20 | | |
| 16 t - 18,3 m | t | 16 | 16 | 14,46 | 11,23 | 9,11 | 7,61 | 6,50 | 5,64 | 4,95 | 4,71 | 4,39 | 4,20 | 3,93 | 3,76 | 3,54 | 3,40 | 3,20 | | |
| 8 t - 36,3 m | t | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 7,17 | 6,28 | 5,57 | 5,32 | 4,99 | 4,78 | 4,51 | 4,34 | 4,10 | | | | |
| 8 t - 35,8 m | t | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 7,03 | 6,12 | 5,40 | 5,15 | 4,81 | 4,60 | 4,31 | 4,14 | 3,90 | | | | |
| 16 t - 19,4 m | t | 16 | 16 | 15,44 | 12,03 | 9,79 | 8,21 | 7,03 | 6,12 | 5,40 | 5,15 | 4,81 | 4,60 | 4,31 | 4,14 | 3,90 | | | | |
| 8 t - 38,1 m | t | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 7,59 | 6,65 | 5,91 | 5,65 | 5,30 | 5,09 | 4,80 | | | | | | |
| 8 t - 37,4 m | t | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 7,41 | 6,47 | 5,72 | 5,46 | 5,11 | 4,89 | 4,60 | | | | | | |
| 16 t - 20,1 m | t | 16 | 16 | 16 | 12,59 | 10,27 | 8,63 | 7,41 | 6,47 | 5,72 | 5,46 | 5,11 | 4,89 | 4,60 | | | | | | |
| 8 t - 40 m | t | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 7,02 | 6,24 | 5,97 | 5,60 | | | | | | | | |
| 8 t - 39,2 m | t | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 7,82 | 6,83 | 6,04 | 5,77 | 5,40 | | | | | | | | |
| 16 t - 21,1 m | t | 16 | 16 | 16 | 13,24 | 10,81 | 9,10 | 7,82 | 6,83 | 6,04 | 5,77 | 5,40 | | | | | | | | |
| 8 t - 40,9 m | t | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 7,20 | 6,40 | | | | | | | | | | |
| 8 t - 40,1 m | t | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 7 | 6,20 | | | | | | | | | | |
| 16 t - 21,5 m | t | 16 | 16 | 16 | 13,57 | 11,08 | 9,32 | 8,02 | 7 | 6,20 | | | | | | | | | | |
| 8 t - 42,5 m | t | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 7,50 | | | | | | | | | | | |
| 8 t - 41,5 m | t | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 7,30 | | | | | | | | | | | |
| 16 t - 22,3 m | t | 16 | 16 | 16 | 14,10 | 11,53 | 9,70 | 8,35 | 7,30 | | | | | | | | | | | |
| 8 t - 40 m | t | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | | | | | | | | | | | | |
| 8 t - 40 m | t | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | | | | | | | | | | | | |
| 16 t - 22,4 m | t | 16 | 16 | 16 | 14,19 | 11,60 | 9,76 | 8,40 | | | | | | | | | | | | |

Tabel 3.2 Seinapaneeli S-044 tehnilised andmed.

| Tähis | Kogus | Gabariitmõõdud (mm) | | | pindala | Bet. maht | Kaal |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | tk | Paksus | Pikkus | Kõrgus | $m^2$ | $m^3$ | t |
| S044 | 1 | 250 | 3000 | 6230 | 18,7 | 4,86 | 12,1 |

## 3.3 Ajutised tehnovõrgud

Ehitusplatsile rajatakse vajalikud tehnovõrgud, et tööde läbiviimine oleks teostatav ning töötamiseks vajaminev ressurss oleks efektiivselt kättesaadav.

### 3.3.1 Ajutine side, elekter ja välisvalgustus

Ehitusplats on varustatud kolme 125 A elektrikilbiga. Üks kilp teenindab tornkraanat ning saab eraldiseisva toite Liinivahe 1 liitumiskilbist. Teine kilp teenindab ehitusplatsi ning saab toite Liinivahe 1 ehituskilbist. Liinivahe 3 ja 5 liitumiskilpidest toidet ei saa, sest neid hakatakse ehitustööde käigus rajama. Soojakuplats saab toite Liinivahe tn lõpus asuvast alajaamast, mis asub soojakuplatsist 150 m kaugusel. Kõikidel juhtudel toite saamiseks tuleb välja kutsuda võrguvaldaja, kellega sõlmitakse liitumisleping, pärast mida paigaldatakse elektriarvestid.

Platsi pealt jaotatakse 125 A kilbist toide 63 A kilpidesse, mis asuvad hoonete esimesel korrusel, pärast mida jaotatakse toited edasi 32 A kilpidesse, mis asuvad kõrgematel korrustel. Sõltuvus alalisvoolust on platsil ajas vähenenud, sest üha enam tööriistasid on akudega. Suurenenud on õhtune tarbimise osakaal kui tööriistad pannakse soojakutes laadima peale tööpäeva lõppu.

Ehitusaegsed sidesüsteemid, mis hõlmavad põhiliselt töömaakontori seadmete toimimiseks vajalikku tehnikat, nende tööle rakendamisest piisab töömaakontorisse voolu toomisega. Süsteemid pannakse tööle üle õhu.

Välisvalgustus on paigaldatud soojakuplatsile ning ehitatavate majade sissepääsude ette. Samuti on valgustatud trepikojad. Korterite valgustus töötsoonis on töövõtjatel tarvis korraldada endil. Peatöövõtja vastutada on üldalade valgustus. Samuti on olemasolevale Liinivahe tänavale varasemate ehitusetappide käigus paigaldatud tänavavalgustid, mis vähendavad valgustide töötunde Liinivahe 3 – 7 majade ees. Suur valgusti on paigaldatud ka tornkraana noole otsa, mida võib jätta põlema ka öisetel tundidel, et platsi üldvalvestus oleks tõhusam.

Valvestus on korraldatud valvestuskiirte abil, millest ühed jälgivad piki perimeetrit ning teised 90-kraadise nurga all. Kiirte omavaheline kaugus on 25 m.

### 3.3.2 Ajutine soojavarustus

Varasemalt on välja ehitatud Liinivahe tn all paiknev soojatrass, mille otsasid hakatakse ehituse ajal ka hoonetesse sisse vedama. Otsad jõuavad soojasõlmedesse, kuhu paigaldatakse ajutised soojasõlmed ning põrandaküttevesi juhitakse valminud kortermaja põrandatesse, et oleks võimalik alustada ruumide kütmisega. Kui tehnoloogiliselt pole põrandate kütmine lubatud näiteks vastselt betoonitud põrandate tõttu, siis on võimalik ebasoodsate ilmastikuolude korral paigaldada vesiküttekalorifeerid korrustele, kus soe põrandavesi juhitakse kalorifeerist läbi ning eralduv soojus puhutakse ruumidesse.

Soojavarustus töömaakontorites on lahendatud õhk-õhk soojuspumpadega või elektriradiaatoritega. Tööliste konteinersoojakutes elektriradiaatoritega.

### 3.3.3 Ajutine vesi ja kanalisatsioon

Liinivahe tn all on välja ehitatud veetrassid ja kanalisatsioon, mille otsad ja kaevud on ehitatud varasemalt Liinivahe 3 – 7 hoonete katastripiirini.

Ehitusplatsi rajamise käigus soojakupargi kanalisatsioon juhitakse Liinivahe 7 alal olevatesse kaevudesse. Ajutine veevärk ehitatakse eraldi välja soojakute suunas, kuhu paigaldatakse veekraan ning sõlmitakse Tallinna Veega liitumisleping, pärast mida paigaldatakse veearvesti. Esmased platsi veevajadused saavad soojakupargi veega rahuldatud. Liinivahe 3 – 7 välistrassid tuuakse majja, paigaldatakse arvestid ning ehitusplatsi veevajadus hakkab käima läbi rajatavate hoonete veesõlmede, kus voolikutega on veeotsad korrustele edasi veetud.

## 3.4 Tööohutus ja keskkonnakaitse

Ehitusplatsile on ette nähtud jäätmekonteinerid kogumaks lisaks ehitusjäätmetele (puit- ja segaehitusjäätmed) lisaks veel papp- ja paberjäätmed, ohtlikud jäätmed ning olmeprügi. Ehitusjäätmeid kogutakse 15 $m^3$ jäätmekonteineritesse. Olme ning papp- ja paberkonteinerid on 1,1 $m^3$ mahutavusega. Ohtlikud jäätmed käivad 240 l konteineritesse. Olmeprügikonteinerite tühjendus on vastavalt teenusepakkuja tarnegraafikule, ülejäänud konteinerid tühjendatakse vastavalt tellimusele.

Enne platsil töö alustamist instrueeritakse peatööettevõtte poolt alltööettevõtete ehitustöölised ning eeskirjade tutvumise järgselt tõendamiseks fikseeritakse töölistelt allkirjastatud dokument.

# 4. KOONDKALENDERPLAAN

Koondkalenderplaani eesmärk on anda selge ülevaade tööde ajalisest kestusest, mille abil koostatakse töömaal ajagraafikud täpsemate töölõikude kohta. Liinivahe 3 – 7 hoonete ehituse kestuseks arvutatud 215 päeva ehk ligikaudu 7 kuud. Algus 14.03.22 ja lõpp 11.01.23. Koondkalenderplaan asub esitlusjoonisel nr 4.

Ehitustööde ajakulu, tööjõukulu, tööjõu tootluse arvutamisel lähtuti RATU kaartide ajanormidest, mida mõneti modifitseeritud autori isikliku kogemusega peatööettevõttes töötades.

Ehituse eelarve on töö autori poolt koostatud, mis on aluseks ehitustööde maksumuse määratlemises koondkalenderplaanis. Eelarve on koostatud Liinivahe 5 hoone kohta Lisas 1 ning Liinivahe 3, 7 maksumused on hinnatud samaväärsete ühikhindadega.

Tööde järjekord ning kulgemine on Liinivahe 3 – 7 majal sarnased, kus tööde kestuste erisusi seavad hoonete puhul hoonete endi mahud. Töö autor kirjeldab allolevalt hoonekompleksi alguse ehitustöid ning üleminekuid ühe hoone ehitustöödelt teisele. Üleminekud on sarnaselt üles ehitatud kõikide majade puhul.

## 4.1 Tööde planeerimised

Tööd algavad 14. märtsil Liinivahe 3 alal piirdeaedade paigalduse ja soojakuplatsi perimeetri seadmisega. Samaaegselt jõuab platsile rasketehnika pinnasetööde jaoks, mis alustab töid esmalt kasvupinnase eemaldamisega ja utiliseerimisega, mille järel alustatakse pinnase kaevega. Soojakuplatsil rajatakse ajutine vesi, kanalisatsioon ning platsile tuuakse peatöövõtja töömaakontorsoojakud. Esimese päeva lõpuks peab ehitusplats olema valvestatud, sest pinnasetööde rasketehnikat jääb ehitusplatsile.

18. märtsiks on väljakaeved ja 0. korruse põrandaalune pind kaevatud projektijärgsetesse killustikualuste kõrgustesse ning savi peale on kantud jämedam killustikukiht, et savipinnasel liikudes pealmine kiht ei muutuks sademevee ja tehnikaga pinnasel liikumise tagajärjel pehmeks, mida tuleks uuesti koorida enne põrandaaluse killustiku rajamist. Tornkraana on paigaldatud ning vundamentide alused on rajatud ja mõõdistatud. 0. tsükli tööd jätkuvad Liinivahe 3 alal välisseinte hüdroisoleerimise ning pärast 0. korruse montaaži tagasitäidetega. Aegsasti veetakse frontaallaaduriga maksimaalselt kaugele põrandaalust killustikku ning väiksemamõõduline tehnika veab selle edasi vajalikesse kohtadesse. Liinivahe 3 põrandaaluseid killustikaluseid saab lõpetada kui kraana on liikunud rööbastel Liinivahe 5 positsiooni.

25. märtsil algavad montaažitööd ning lõppevad 3.ndal juunil.

18. maiks on lõpetatud 0-tsükli tööd ning alustatakse välistrasside tööga. Suurima mahu kvartali välistrassidest moodustub Liinivahe 7 alal, mille tööd toimuvad septembris.

Hoonesiseste kommunikatsioonide paigaldus algab 9. mail ning alustatakse magistraliteede märgistamisega parkla ja panipaikade alal. Paigaldus 0. korrusel algab pärast parkla betoonpõrandate betoonimist. Korruste karkassi valmimisel alustatakse koheselt ka paigaldustöödega, mis ei ole vihmakartlikud.

Katuse- ja fassaaditööd algavad parkla katuslae veepidavaks muutmisega ning hoone katuse ja fassaaditööd jätkuvad koheselt peale hoone karkassi montaaži. Katuse peale ehitamisega muutub hoone veekindlaks ning saab algada hoone kuivamine ehitusaegsest niiskusest, kus hoonesse enam liigset vett katuse kaudu sisse ei pääse.

Väikeehitisi maa-alal ehitatakse peale katuse- ja fassaaditöid, sest siis on eeldada vähem liikumist ajutistel teedel ning on võimalik teostada ajutiste teede pealmiste kihtide väljakaeved ning ehitada välja teed- ja platsid.

Hoonesiseste kommunikatsioonide paigaldus lõppeb septembri algul ning kaks nädalat hiljem lõpetatakse ka sisetööd, pärast mida on korterid valmis korteriomanikega ülevaatusteks ja üleandmisteks.

# 5. EHITUSTÖÖDE TEHNOLOOGILISED KAARDID

Autor on koostanud tehnoloogilised kaardid vundamentide ehituse ja hoone karkassi montaaži tööliikidele, mille töö edenemine on sõltuvuses eelnevast. Esimeses alapeatükis kajastatakse lintvundamentide ja postitaldmike ehitust. Teises peatükis hoone karkassi montaažitöid.

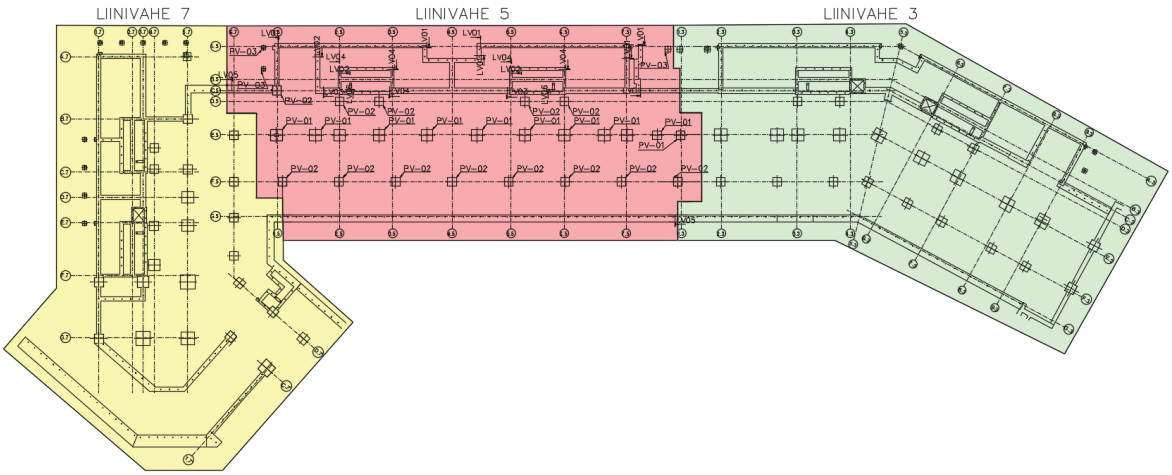
Tehnoloogilistes arvutustes on lähtutud RATU andmebaasist, ehitusplatsi korralduse kursuseprojekti materjalidest ning töö autori kogemusest. [11], [12], [13]

## 5.1 Vundamentide ehituse tehnoloogiline kaart

Vundamentide ehitamise tehnoloogiline kaart kajastab Liinivahe 3 – 7 hoonete vundamente Joonis 5.1, mille ehitamine algab peale süvendite ja aluste valmimist. Vundamentide ehitustööde läbiviimiseks on välja toodud selleks vajaminevad tööetapid. Hoonete vundamente ei ehitata järjestikku vältimaks vähendamast töömaal kasulikku pinda ning arvestades pinnasetööde sujuvat edenemist.

Tehnoloogilised arvutused hõlmavad endas rakestamise, armeerimise ja betoneerimise ajanorme ühiku kohta, ehitusmasinate ja inimtööjõu vajadust ning ehitustööde kestusi.

Vundamenditööde tehnoloogilised kaardid on toodud välja esitlusjoonisel nr 6.




Joonis 5.1 Vundamentide jaotus hoonete kaupa (roheline – Liinivahe 3; punane – Liinivahe 5; kollane – Liinivahe 7)

### 5.1.1 Vundamentide ehituse eeldused

Vundamentide ehitamise aluseks on korrektselt ehitatud nõuetekohaste tugevusparameetritega aluspind. Aluspind rajatakse sinisavi pinnasele paekivikillustikust, et savi peale koguneval pinnaseveel oleks võimalus vundamentide all killustikukihis vabalt liikuda. Killustikupadja asemel võib kasutada ka liivalust, kuid liivalus ei ole samaväärsete dreenivate omadustega nagu killustikalus. Osad vundamendid asuvad rajatavast põrand pinnasest piisavalt sügaval, ehitatakse vundamentide alused omakorda kaevikutesse, mis on omavahel läbi kaevetega ühenduses, et kogunev vesi kanaliseeruks selleks ettenähtud drenaažsüvendisse või kaevikusse. Lintide ja taldmike alust pinda ei kaevata ühiselt välja, sest majanduslikult pole otstarbekas üleliigset savi kaevata ning seda hilisemalt liivaga täita. Tuleb pidada silmas, et väljakaeve ajal savi eemaldub kihiti tükkidena ning sademevee kokkupuutel muutub savi pealmine pind plastseks, mis päädib tema tugevusomaduste vähenemisega. Autor saab kogemusest väita, et 200-300 mm killupadjaga alus, mis on rajatud sinisavi pinnasele, tugevusomadused võivad mõõdistamisel väheneda 50% ulatuses, kui sinisavi on saanud vahetult vett ning vesi ja savi pindmine kind pole jõudnud ära kuivada. See aga ei tähenda, et aluspinnase tugevus ei oleks nõuetekohane. Kui savi pealmine kiht on saanud vett ning seda on ka mehaaniliselt mõjutatud ehk näiteks sõiduvahenditega üle sõidetud, siis tuleb kiht koorida ja alus rajada rikkumata savipinnasele. Songitud savipinna hilisem tugevus kuivamisel on ebapiisav. Killustikupadi on reeglina projektikohasest kõrgusmärgist ca 10 mm madalamal, et killustikupadja ehitusel ehituslike tolerantside tõttu lintvundamendi või postitaldmiku kõrgus ei oleks vähem kui projektis märgitud.

### 5.1.2 Konstruktsioonilahendused ja tehnoloogia

Hoonete seintealuste vundamentide tüübiks on projekteerija valinud madalvundamendi, mis koosneb lint- ja postvundamentidest. Vundamentide betooni tugevusklass on C25/30 keskkonnaklassiga XC2. Armatuuriks kasutatakse B500 armatuuri ning talla paksused on arvutatud vastavalt koormustele.

Vundamentide ehituse tarbeks kuluv materjal ehk armatuur, saematerjal, vineerid, kiled ja kinnitusvahendid tarnitakse töömaale. Armatuur ja raketisematerjal tõstetakse Liinivahe 3 hoone puhul kraanaga varustatud madelautoga vundamentide vahele märgistatud ladustamisalale. Ladustamisalad on mõeldud ainult vundamentide ehituse materjalide tarbeks. Paralleelselt alustatakse raketiste kilpide ehituste ning armatuuri ettevalmistusega.

Armeeringud on mõlemil juhul suures ulatuses võimalik teostada töölaual, pärast mida saab valmis armeeritud moodulid tõsta raketiste sisse kraana olemasolul. Liinivahe 3 hoone puhul teostatakse armeering vundamentide asukohtades, Liinivahe 5 ja 7 hoone puhul on võimalik teostada töölaual – selleks ajaks on tornkraana paigaldatud ning tõstete teostamine ilma lisanduvate kuludeta mõistlik.

Armeeringut lõikama ja painutama on ette nähtud üks tööline. Rakestajaid ja armeerijaid vundamendi armeeringut valmistama on plaanitud kokku neli töölist.

Rakestajate töö algab paralleelselt mõõdistajaga, kes märgib vundamendialusele killustikpadjale peale spreivärviga vundamendi lintide sise- ja välisnurgad, pärast mida rakestajad löövad märkidesse märkevaiad, et märk oleks paremini fikseeritud ning oleks mugavam raketist ümber ehitada. Lintvundamendi raketised ehitatakse peamiselt 22 x 100 mm saematerjalist ehk rahvakeeli tollisest lauast, sest lintide kõrgused on madalad ning pärast betoonimist on betoonimass piisavalt vähese kaaluga ning ei oma ohtu raketist laiali suruda. Tollised lauad pärast betoonimist demonteeritakse ning neid kasutatakse uuesti järgmiste lintvundamentide valamiseks. Kilpraketiste ehitamine võtab enim aega Liinivahe 3 vundamentide puhul. Liinivahe 5, 7 hoonete puhul kasutatakse juba samasid raketisi. Tööjõukulu Tabel 5.1 näitab tööühikuks kuluvat aega sama kestusega, sest kõik järgnevate hoonete raketised võivad olla kohati ka erikujulisemad näiteks lintvundamendiga liites, mis vajab siiski olemasoleva kilpraketise ümberehitustöid.

Tabel 5.1 Vundamentide ehituse normatiivne tööjõukulu

| | | | | Normatiivne tööjõukulu | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | Hooned | | | | | | | |
| | | | Ajanorm | Liinivahe 3 | | Liinivahe 5 | | Liinivahe 7 | | Kokku | |
| | | | in-h/üh | | in-h | | in-h | | in-h | | in-h |
| Jrk nr | Töö nimetus | Ühik | mas-h/üh | ühikud | mas-h | ühikud | mas-h | ühikud | mas-h | ühikud | mas-h |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5.1 | 6.1 | 5.2 | 6.2 | 5.3 | 6.3 | 7 | 8 |
| **1 RAKESTAMINE** | | | | | | | | | | | |
| 1.1 | Puitraketise teisaldamine | m2 | 0,05 | 180,8 | 9,04 | 179,4 | 8,97 | 196,9 | 9,85 | 557,1 | 27,86 |
| | | | 0,05 | | 9,04 | | 8,97 | | 10 | | 28 |
| 1.2 | Kilpraketise teisaldamine | m2 | 0,05 | 46,2 | 2,31 | 54,4 | 2,72 | 51,6 | 2,58 | 152,2 | 7,61 |
| | | | 0,05 | | 2,31 | | 2,72 | | 3 | | 8 |
| 1.3 | Vundamentide mõõdistustöö | m2 | 0,03 | 227 | 6,81 | 233,8 | 7,01 | 248,5 | 7,46 | 709,3 | 21,28 |
| | | | | | | | | | | | |
| 1.4 | Lintvundamendi raketise ehitamine | m2 | 0,35 | 180,8 | 63,28 | 179,4 | 62,79 | 196,9 | 68,92 | 557,1 | 194,99 |
| | | | | | | | | | | | |
| 1.5 | Postitaldmike raketise ehitamine | m2 | 0,12 | 46,2 | 5,54 | 54,4 | 6,53 | 51,6 | 6,19 | 152,2 | 18,26 |
| | | | | | | | | | | | |
| 1.6 | Sarruse teisaldamine kraanaga | t | 0,1 | 4,857 | 0,49 | 4,394 | 0,44 | 5,323 | 0,53 | 14,574 | 1,46 |
| | | | 0,1 | | 0,49 | | 0,44 | | 1 | | 1 |
| 1.7 | Vundamentide sarrustamine | t | 6,3 | 4,857 | 30,60 | 4,394 | 27,68 | 5,323 | 33,53 | 14,574 | 91,82 |
| | | | | | | | | | | | |
| **RAKESTAMINE KOKKU** | | | in-h | | 118,1 | | 116,1 | | 129,1 | | 363,3 |
| | | | mas-h | | 11,8 | | 12,1 | | 13,0 | | 36,9 |
| | | | in-vah | | **14,8** | | **14,5** | | **16,1** | | **45,4** |
| | | | mas-vah | | **1,5** | | **1,5** | | **1,6** | | **4,6** |
| **2 BETOONIMINE** | | | | | | | | | | | |
| 2.1 | Taldmike ja madalvundamentide eeltööd | m3 | 0,03 | 64,8 | 1,94 | 59,6 | 1,79 | 70,1 | 2,103 | 194,5 | 5,84 |
| | | | | | | | | | | | |
| 2.2 | Betoonimine betoonipumba abil | m3 | 0,20 | 64,8 | 12,96 | 59,6 | 11,92 | 70,1 | 14,02 | 194,5 | 38,90 |
| | | | 0,12 | | 7,78 | | 7,15 | | 8,41 | | 23,34 |
| 2.3 | Järeltööd | m3 | 0,02 | 64,8 | 1,30 | 59,6 | 1,19 | 70,1 | 1,402 | 194,5 | 3,89 |
| | | | | | | | | | | | |
| **BETOONIMINE KOKKU** | | | in-h | | 16,2 | | 14,9 | | 17,5 | | 48,6 |
| | | | mas-h | | 7,8 | | 7,2 | | 8,4 | | 23,3 |
| | | | in-vah | | **2,0** | | **1,9** | | **2,2** | | **6,1** |
| | | | mas-vah | | **1,0** | | **0,9** | | **1,1** | | **2,9** |
| **1 LAHTIRAKESTAMINE** | | | | | | | | | | | |
| 3.1 | Lintvundamendi lahtirakestamine, sorteerimine ja puhastus | m2 | 0,2 | 180,8 | 36,16 | 179,4 | 35,88 | 196,9 | 39,38 | 557,1 | 111,42 |
| | | | | | | | | | | | |
| 3.2 | Postitaldmike lahtirakestamine, sorteerimine ja puhastus | m2 | 0,15 | 46,2 | 6,93 | 54,4 | 8,16 | 51,6 | 7,74 | 152,2 | 22,83 |
| | | | | | | | | | | | |
| 3.3 | Lintvundamendi tarvikute puhastus ja kokkupanek | m2 | 0,12 | 180,8 | 21,70 | 179,4 | 21,53 | 196,9 | 23,63 | 557,1 | 66,85 |
| | | | 0,05 | | 9,04 | | 8,97 | | 9,845 | | 27,855 |
| 3.4 | Postvundamendi tarvikute puhastus ja kokkupanek | m2 | 0,1 | 46,2 | 4,62 | 54,4 | 5,44 | 51,6 | 5,16 | 152,2 | 15,22 |
| | | | 0,05 | | 2,31 | | 2,72 | | 2,58 | | 7,61 |
| **LAHTIRAKESTAMINE KOKKU** | | | in-h | | 69,4 | | 71,0 | | 75,9 | | 216,3 |
| | | | mas-h | | 11,4 | | 11,7 | | 12,4 | | 35,5 |
| | | | in-vah | | **8,7** | | **8,9** | | **9,5** | | **27,0** |
| | | | mas-vah | | **1,4** | | **1,5** | | **1,6** | | **4,4** |

Vundamentide ehituse vahetuste kestuse leidmiseks on koostatud Tabel 5.2. Silmas on peetud, et näiteks töö puhul, mille lõpetamata jätmine vahetuses võib mõjuda pudelikaelana järgnevate tööde tegemisel, nende puhul kasutatakse põhimõtet, kus tööd lõpetatakse sama päeva jooksul olenemata sellest, et nominaaltööajaga tööd ei jõuta 100% teostada. Marginaal selliste tööde puhul on 10%. Kui maht on suurem kui

10% ning töö on vaja kindlasti lõpetada, on tarvis leida juurde ressurssi inimeste näol kui tehnoloogiliselt on see mõistlik arvestades teisi töötavaid seadmeid ja nende tööjõudlust.

Tabel 5.2 Vundamentide ehituse tehnoloogiliste arvutuste tabel

| Tehnoloogiliste arvutuste tabel | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Tööliste/masinate | | Hooned | | | | | | | | | | | |
| | | | | Liinivahe 3 | | | | Liinivahe 5 | | | | Liinivahe 7 | | | |
| | | | | Normatiivne | | | | Normatiivne | | | | Normatiivne | | | |
| | | | | tööjõu-kulu | kestus | normi täitmise tegur | valitus kestus | tööjõu-kulu | kestus | normi täitmise tegur | valitus kestus | tööjõu-kulu | kestus | normi täitmise tegur | valitus kestus |
| Jrk nr | Töö nimetus | Eriala/mark | arv | in-vah mas-vah | vah | | vah | in-vah mas-vah | vah | | vah | in-vah mas-vah | vah | | vah |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5.1 | 5.2 | 5.3 | 5.4 | 6.1 | 6.2 | 6.3 | 6.4 | 7.1 | 7.2 | 7.3 | 7.4 |
| 1 | Rakestamine | Rakestajad ja armeerijad | 5 | 14,8 | 3,0 | 0,98 | 3 | 14,5 | 2,9 | 0,97 | 3 | 16,1 | 3,2 | 1,08 | 3 |
| | | Kraana Terex 331-16 | 1 | 1,5 | 1,5 | 0,49 | | 1,5 | 1,5 | 0,51 | | 1,6 | 1,6 | 0,54 | |
| 2 | Betoonimine | Betoneerijad | 3 | 2,0 | 0,7 | 0,68 | 1 | 1,9 | 0,6 | 0,62 | 1 | 2,2 | 0,7 | 0,73 | 1 |
| | | Betoonipumi | 1 | 1,0 | 1,0 | 0,97 | | 0,9 | 0,9 | 0,89 | | 1,1 | 1,1 | 1,05 | |
| 3 | Lahtirakestamine | Rakestajad | 5 | 8,7 | 1,7 | 0,87 | 2 | 8,9 | 1,8 | 0,89 | 2 | 9,5 | 1,9 | 0,95 | 2 |
| | | Kraana Terex 331-16 | 1 | 1,4 | 1,4 | 0,71 | | 1,5 | 1,5 | 0,73 | | 1,6 | 1,6 | 0,78 | |

Vundamentide ehitus toimub hoone puhul korraga ning järgmiste hoonete puhul algavad vundamenditööd pärast eelneva hoone montaažitööde lõppemist. On arvestatud, et Liinivahe 3 vundamentide ehitustööd algavad (Tabel 5.3) alates kvartali algustöödest päevadel 26 – 32, Liinivahe 5 jätkub vastavalt tabelile 5.3 päevadel 64 – 70 ning Liinivahe 7 päevadel 94 – 100.

Tabel 5.3 Vundamentide ehituse tööde teostamise graafik

| Hoone | TÖÖDE TEOSTAMISE GRAAFIK | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Liinivahe 3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Liinivahe 5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Liinivahe 7 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Päevad | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 | ... | 64 | 65 | 66 | 67 | 68 | 69 | 70 | ... | 94 | 95 | 96 | 97 | 98 | 99 | 100 |
| Tööpäevad | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | ... | 39 | 40 | 41 | 42 | 43 | 44 | 45 | ... | 69 | 70 | 71 | 72 | 73 | 74 | 75 |
| Tähistus | | Rakestamine | | | | | | | Betoneerimine | | | | | | | | | Lahtirakestamine | | | | | |

Tabel 5.4 on välja toodud tööjõu vajadus erialade viisi ning graafiline Tabel 5.5 hõlmab tööseisakuid. Madalate lintvundamente võib betooni kivinemiseks soodsatel ilmastikuoludel lahti rakestada ka järgmisel päeval, kuid koormata tohiks alles 70% tugevuse saavutatuna.

Tabel 5.4 Vundamentide ehituse tööjõuvajadus erialade viisi vahetuses

| | TÖÖJÕU VAJADUS ERIALADE VIISI, päevas | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Rakestamine | 2 | 2 | 2 | | | 5 | 5 | | 2 | 2 | 2 | | | 5 | 5 | | 2 | 2 | 2 | | | 5 | 5 |
| Armeerimine | 3 | 3 | 3 | | | | | | 3 | 3 | 3 | | | | | | 3 | 3 | 3 | | | | |
| Betoneerimine | | | | 3 | | | | | | | | 3 | | | | | | | | 3 | | | |
| Tööpäevad | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | ... | 39 | 40 | 41 | 42 | 43 | 44 | 45 | ... | 69 | 70 | 71 | 72 | 73 | 74 | 75 |
| | | Liinivahe 3 | | | | Liinivahe 5 | | | | | | Liinivahe 7 | | | | | | | | | | | |

Tabel 5.5 Vundamentide ehituse tööjõuvajadus päevas

| | TÖÖJÕU VAJADUS, päevas | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 5 | 5 | 5 | 3 | | 5 | 5 | | 5 | 5 | 5 | 3 | | 5 | 5 | | 5 | 5 | 5 | 3 | | 5 | 5 |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| TÖÖSEISAKUD | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Tööpäevad | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | ... | 39 | 40 | 41 | 42 | 43 | 44 | 45 | ... | 69 | 70 | 71 | 72 | 73 | 74 | 75 |

Tabel 5.6 on toodud ehitusmasinate vajadus päevas vundamentide ehituse puhul. Iga hoone esimese tööde päeva puhul on tarvis kraana võimekust tõstmaks vundamentide asukohtadesse armatuuri pakid või eelnevalt ettevalmistatud armatuurmoodulid. Teisel ja kolmandal päeval ollakse hõivatud raketiste ehituste ja armeerimistega. Neljandal päeval toimub vundamentide valamised betoonipumi abiga. Viiendal ja kuuendal päeval betoon kivineb, ning seitsmendaks päevaks on vundament lahti rakestatud ning kraana abiga tõstetakse materjal tagasi ladustamisalale, pärast mida kasutatakse materjali järgmise hoone vundamentide ehituse puhul.

Tabel 5.6 Vundamentide ehituse ehitusmasinate vajadus päevas

| | **EHITUSMASINATE VAJADUS, päevas** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Kraana | 1 | | | | | | 1 | | 1 | | | | | | 1 | | 1 | | | | | | 1 |
| Betoonipumi | | | | 1 | | | | | | | | 1 | | | | | | | | 1 | | | |
| Betoonimikser | | | | 3 | | | | | | | | 3 | | | | | | | | 3 | | | |
| Tööpäevad | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | ... | 39 | 40 | 41 | 42 | 43 | 44 | 45 | ... | 69 | 70 | 71 | 72 | 73 | 74 | 75 |

Betoonipumba pideva töö tagamiseks vajalik betoonisegurite arv määratakse valemiga (5.1). Pideva töö tagamiseks on tarvis arvutuslikult 3,4 betoonisegurit, mida ümardatakse kolmeks, sest kõrgemale ümardades peaks platsile jõudev betoonisegur hakkama ootama, mis ei ole otstarbekas, kuna betoon on miksri sees kogu aeg kivinemas. Betoon tarnitakse Betoonimeister AS-st. Betoonipumba tootlikkuseks on valitud 15 m$^3$/h ning trumli mahuks 7 m$^3$. Täitmise ja tühjendamise aeg on vastavalt 10 ja 20 minutit ning objektile jõuab betoonimikser tootmisest 65 minutiga.

$$N_a = \frac{Q_e(t_1+t_2)}{60V} + 1 = \frac{15\,(30+65)}{60 \cdot 7} + 1 = 3{,}4 \approx 3 \text{ tk}, \tag{5.1}$$

$$t_2 = \frac{120L}{V_k} = \frac{120 \cdot 18{,}9}{35} = 65 \text{ min},$$

kus $Q_e$ – betoonipumba tootlikkus, m$^3$/h,

$V$ – betooniseguri trumli kasulik maht, m$^3$,

$t_1$ – betooniseguri täitmise ja tühjendamise aeg, min,

$t_2$ – betooniseguri sõiduaeg betoonitehasest platsile ja tagasi, min,

$L$ – teekonna pikkus betoonitehasest ehitusplatsile, km,

$V_k$ – betooniseguri keskmine liikumiskiirus, km/h,

## 5.2 Montaažitööd

Montaažitööde ja betoonitööde tehnoloogiline kaart kajastab Liinivahe 5 hoone ühe maa-aluse korruse ja kolme maapealse korruse karkassi montaaži ning konsruktsioonide monolitiseerimistöid. Ehitustööde läbiviimiseks on välja toodud vajaminevad tööetapid. Karkassi montaaž toimub voolmeetodina, kus seinapaneelide vuukide ning laepaneelide vuukide ja monoliitsete osade betoonimine toimub samal päeva betoonitööde mahus.

Tehnoloogilised arvutused hõlmavad montaažitöödeks ettevalmistust geodeetilise mõõdistustööna, elementide montaaži ja kinnitamist, montaažiaegseid järeltöid, vuukide ja monoliitsete osade rakestamine, armeerimist ning betoneerimist. Arvutatud on tööaajakestused ajanormide abil, masin- ja tööjõu vajadused.

Montaaži- ja betoonitööd tööde tehnoloogilised kaardid asuvad esitlusjoonistel nr 7, 8.

### 5.2.1 Montaažitööde eeldused

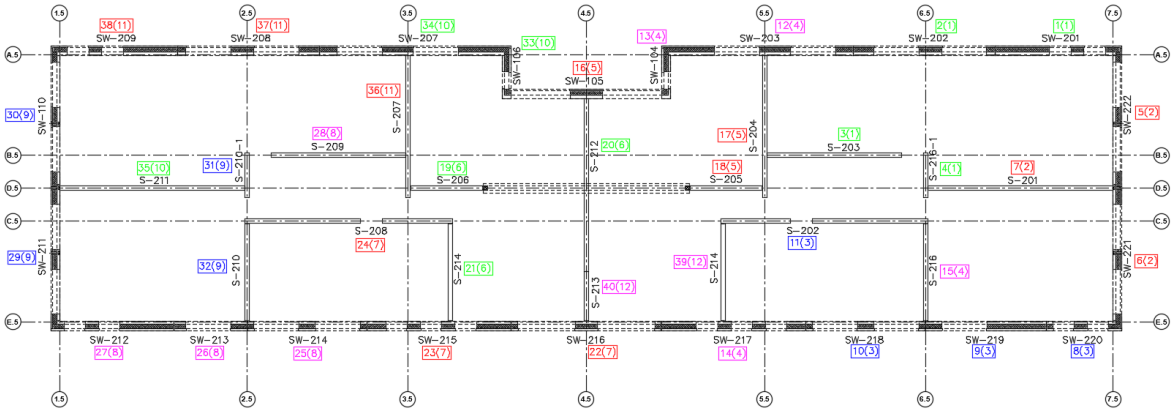
Montaaž algab 0. korruse vundamentidele seinte monteerimisest. Vundamendi ülemine kõrgusmärk peab olema projektikohane, et montaaži käigus ei ilmneks kõrguslikest erinevustest tõrkeid, mida tuleb lahendada üldjuhul platsil elemente lõigates konstruktori kooskõlastuse alusel. Enne montaažitöid tuleb visuaalselt hinnata vundamendi pinda, et juhuslikult ebakorrektsete võtete tõttu ei pea vundamendi pinda eraldi töötlema hakkama, näiteks pindmiste pragude tekete tõttu liiga kiirel kivinemisel. Montaažitööde alustamise eelduseks on läbimõeldud kraana töötamise skeem ja platsikorraldus. Kraana peab olema paigaldatud sertifitseeritud koostööpartneritel ning olema teostatud tehniline audit, mis on kontrollitud selleks sertifitseeritud ettevõtete abil. Antud projekti raames tuleb teostada tehniline audit enne Liinivahe 3 positsioonile kraana paigaldust. Kraana röübaste peal edasi liikudes auditi vajadus puudub. Montaaži pakkuval koostööpartneril peab olema tööliste hulgas troppija tunnistusega isikud, samuti ka sertifitseeritud keevitaja kui keevitustöödeks on tarvidust. Enne tööde alustamist väljastab peatöövõtja alltöövõtjale ohtlike tööde teostamise loa ning tuletööde teostamise loa. Montaažitöö hõlmab endas elementide transportraudade või tõsteaasade lõikamist, mis tõttu on tarvis töötsoonis hoida ka tulekustuteid.

### 5.2.2 Konstruktsioonilahendused ja tehnoloogia

Töövõtjale on teada 0. korruse seina kandva osa ülemine kõrgusmärk ning selle abil paigaldatakse vundamendi lindi peale alusklotsid ning kõrguslikult rihitakse kasutades selleks näiteks pöördlaserit. Geodeet on vundamendi lindi peale märkinud seinte kandva sisekihi seesmised nurgad, mille järgi montaažitöölised lähtuvad seinapaneeli paigaldusest. Postid paigaldatakse ankurdusvarraste peale ning hilisemalt rihitakse kõrguslikult kasutades alumisi paigaldusmutreid. Põhimõtteliselt toimub märkimisprotsess iga korruse alguses analoogselt, kus geodeet märgib põrandapinnale korruse seinte sisenurgad, millest montaaži ajal lähtutakse. Postide märkimistega piirdutakse ainult 0. korrusega, sest üleval postid puuduvad. Iga korruse trepipodestile märgib geodeet ka kõrgusreeperi, mis on aluseks montaaži töölistele kõrgustega arvestamisel. Pärast iga korruse montaaži kontrollib geodeet ka seinte ja postide hälbed. Seinte puhul lubatud asukoha hälve ±15 mm, postide puhul telje asendi hälve +5 mm. [14]

0. korruse montaaži ajal alustatakse seinapaneelide paigaldusega ning seinad toestatakse eelnevalt platsile tarnitud vundamendiplokkide külge diagonaaltugedega.

Joonis 5.2 ja Joonis 5.3 on tähistatud elementide paigaldusjärjekord, kus iga element identifitseeritud eraldi numbrisüsteemiga. Esimene number tähistab paigaldusjärjekorda. Esimesele numbrile järgnevas sulus olev number määratleb auto koorma järjekorda. Elemendid tarnitakse platsile selliselt, et auto oleks maksimaalselt lubatud piirides koormatud.




Joonis 5.2 Liinivahe 5, 2. korruse plaan

Seinad paigaldatakse eelmisel korrusel konstruktiivselt jäetud tapivarraste peale, enne mida seina alla terves ulatuses pannakse segu, et hilisemalt oleks vähem ja mugavam seinaalune seguga täielikult täita.

Seinapaneelide paigaldamisel tuleb silmas pidada elemendi pikkust, kaalu ning avasid seinad. Tugede paigalduse loogika pole reguleeritud. Üldiselt kui paneel kaalub üle 10 t paigaldatakse kolm diagonaaltuge. Samuti üle 8 meetriste paneelide puhul paigaldatakse kolmas diagonaaltugi lisaks. Välisseinapaneelid paigaldatakse üldiselt kolme diagonaaltoega, sest välisseinapaneelid on kolmekihilised ning soojustus ja fassaadikiht mõjuvad paneeli paigaldustasapinna suhtes ekstsentriliselt, mis tähendab, et paneel soovib paigalduse järgselt ühele poole kukkuda. Seetõttu paigaldatakse sellistele paneelidele ka kolmas diagonaaltugi, kus kõik kolm tuge jäävad töötama tõmbele. Siseseinte puhul rakendatakse kaht tuge, kus üht tuge saab panna tööle survele ning teist tõmbele. Sellisel paneelid ei avalda märkimisväärseid koormuseid diagonaaltugedele, vaid tugede eesmärk on seinasid hoida paigal tuulekoormuste korral. Toed kinnitatakse betoonkruvidega.

Seinte paigaldamisel peetakse silmas, et soojustuskihti omavad seinad ehk välisseinad saaks paigaldatud kõrvutiselt. Monteerides elemente üle ühe võib platsil paigaldatud soojustuskihi otstesse lisatud vill lahti rulluda ning elementide omavaheline vuuk jääb soovitust suurema külmasillaga.

Seinte tarnegraafik Tabel 5.7 on koostatud monteerimiskiiruse kahekümneminutitilise arvestusega ühekorruseliste kõrgustega välis- või siseseinapaneelidel. Neljakümne seina paigalduseks kestavad tööd kaks päeva.

Arvutuslikult on vajaminev autode arv tarne voolseks toimimiseks arvutatud valemiga (5.2).

$$N = \frac{Q \cdot t_t}{q \cdot t_a} = \frac{23{,}5 \cdot 161}{24 \cdot 70} = 2{,}25 \approx 3 \text{ tk}, \tag{5.2}$$

$$t_t = t_{pl} + \frac{120L}{v} + t_{ml} + t_{man} = 80 + \frac{120 \cdot 13{,}5}{35} + 30 + 5 = 161 \text{ min},$$

kus $n$ – vajalik autode arv, tk,

$Q$ – veoste mass arvutusperioodil, t,

$t_t$ – auto töötsükli kestus, min,

$q$ – auto kandejõud, t,

$t_a$ – arvutusperioodi pikkus, t,

$t_{ml}$ – pealelaadimise kestus, min,

$t_{pl}$ – mahalaadimise kestus, min,

$t_{man}$ – manööverduste kestus, min,

$L$ – veokaugus, km,

$v$ – auto tehniline kiirus, km/h.

Tabel 5.7 Montaaži I ja II päeva tarnegraafik

| I päev | | | |
|---|---|---|---|
| 08:30 | 1 | SW-201 | 6,9t |
| | 2 | SW-202 | 5,4t |
| | 3 | S-203 | 9,2t |
| | 4 | S-216-1 | 3,5t |
| | | | **25,0t** |
| 09:30 | 5 | SW-222 | 5,0t |
| | 6 | SW-221 | 5,4t |
| | 7 | S-201 | 11,8t |
| | | | **22,3t** |
| 10:30 | 8 | SW-220 | 2,9t |
| | 9 | SW-219 | 5,4t |
| | 10 | SW-218 | 3,7t |
| | 11 | S-202 | 12,5t |
| | | | **24,5t** |
| 12:30 | 12 | SW-203 | 9,0t |
| | 13 | SW-104 | 1,7t |
| | 14 | SW-217 | 7,4t |
| | 15 | S-216 | 6,8t |
| | | | **24,8t** |
| 14:00 | 16 | SW-105 | 6,9t |
| | 17 | S-204 | 10,3t |
| | 18 | S-205 | 5,0t |
| | | | **22,1t** |
| 15:00 | 19 | S-206 | 5,0t |
| | 20 | S-212 | 12,0t |
| | 21 | S-214 | 6,8t |
| | | | **23,7t** |

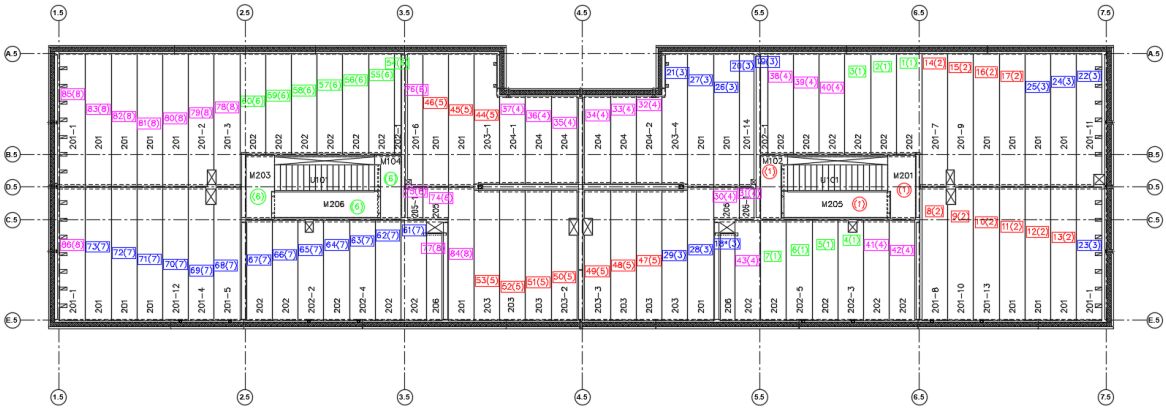
| II päev | | | |
|---|---|---|---|
| 08:30 | 1 | SW-216 | 4,5t |
| | 2 | SW-215 | 7,4t |
| | 3 | S-208 | 12,5t |
| | | | **24,3t** |
| 09:30 | 4 | SW-214 | 3,7t |
| | 5 | SW-213 | 2,9t |
| | 6 | SW-212 | 6,6t |
| | 7 | S-209 | 9,2t |
| | | | **22,4t** |
| 10:30 | 8 | SW-211 | 5,0t |
| | 9 | SW-110 | 4,6t |
| | 10 | S-210-1 | 3,5t |
| | 11 | S-210 | 6,8t |
| | | | **19,9t** |
| 13:00 | 12 | SW-106 | 1,7t |
| | 13 | SW-207 | 9,0t |
| | 14 | S-211 | 11,8t |
| | | | **22,5t** |
| 14:00 | 15 | SW-208 | 5,4t |
| | 16 | SW-209 | 6,9t |
| | 17 | S-207 | 10,3t |
| | | | **22,6t** |
| 15:00 | 18 | S-214 | 6,8t |
| | 19 | S-213 | 3,4t |
| | | | **10,2t** |

Seinapaneelid seotakse omavahel külgmiste varraste abil, rakestamisel kaetakse raketiseks kasutatav saematerjal pakasmatiga, mille peale klammerdatakse kile. Kilega pool asetatakse vastu vuuki ning kinnitatakse seina külge. Valatav betoon ei nakku raketise külge ning hilisemalt puudub järeltööde vajadus seina vuugi monoliitset osa lihvida, kui betoon on jäänud seina tasapinnast mitte väljaulatuvaks.

Joonis 5.3 on välja toodud laepaneelide ja trepielementide paigaldusjärjekord. Tarneautos on elemendid koormasse laetud vastavalt paigalduse järjekorrale

Tabel 5.8. See tähendab elemente paigaldades hakatakse elemente ladustama nimekirja tagaotsast. Paigalduse järjekord ja elementide kaalu arvestades on tehtud

optimaalseim lahendus, et ka montaaži läbiviivatel inimestel oleks võimalikult mugav vastmonteeritud pindadel liikuda. Monteerijatel on paigalduse hetkeks teada projektijärgne õõnespaneelide pealmine kõrgusmärk ning vastavalt kasutatakse õõnespaneelide toetuspunktide alla 5 ja 10 mm paksuseid alusklotse, mida saab lisada ja vähendada vastavalt soovitud kõrgusele.



Joonis 5.3 Liinivahe 5, 2. korruse lae plaan

Tabel 5.8 Montaaži III ja IV päeva tarnegraafik

| III päev | | | |
|---|---|---|---|
| 08:00 | 1 | P220- -202 | 1,8t |
| | 2 | P220- -202 | 1,8t |
| | 3 | P220- -202 | 1,8t |
| | 4 | P220- -202-3 | 1,8t |
| | 5 | P220- -202 | 1,8t |
| | 6 | P220- -202-5 | 1,8t |
| | 7 | P220- -202 | 1,8t |
| | | M102 | 1,7t |
| | | M201 | 2,1t |
| | | M205 | 3,2t |
| | | U101 | 5,2t |
| | | | **24,6t** |
| 10:00 | 8 | P220- -201-8 | 2,4t |
| | 9 | P220- -201-10 | 2,4t |
| | 10 | P220- -201-13 | 2,4t |
| | 11 | P220- -201 | 2,4t |
| | 12 | P220- -201 | 2,4t |
| | 13 | P220- -201 | 2,4t |
| | 14 | P220- -201-7 | 2,4t |
| | 15 | P220- -201-9 | 2,4t |
| | 16 | P220- -201 | 2,4t |
| | 17 | P220- -201 | 2,4t |
| | | | **23,6t** |
| 12:30 | 18 | P220- -206 | 0,9t |
| | 19 | P220- -202-1 | 0,5t |
| | 20 | P220- -201-14 | 1,4t |
| | 21 | P220- -203-4 | 2,3t |

| IV päev | | | |
|---|---|---|---|
| 08:00 | 1 | P220- -203-1 | 2,3t |
| | 2 | P220- -201 | 2,4t |
| | 3 | P220- -201 | 2,4t |
| | 4 | P220- -203 | 2,3t |
| | 5 | P220- -203 | 2,3t |
| | 6 | P220- -203-3 | 2,3t |
| | 7 | P220- -203-2 | 2,3t |
| | 8 | P220- -203 | 2,3t |
| | 9 | P220- -203 | 2,3t |
| | 10 | P220- -203 | 2,3t |
| | | | **23,2t** |
| 10:30 | 11 | P220- -202-1 | 0,5t |
| | 12 | P220- -202 | 1,8t |
| | 13 | P220- -202 | 1,8t |
| | 14 | P220- -202 | 1,8t |
| | 15 | P220- -202 | 1,8t |
| | 16 | P220- -202 | 1,8t |
| | 17 | P220- -202 | 1,8t |
| | | M104 | 1,7t |
| | | M203 | 2,1t |
| | | M206 | 3,2t |
| | | U101 | 5,2t |
| | | | **23,3t** |
| 12:30 | 18 | P220- -202 | 1,8t |
| | 19 | P220- -202 | 1,8t |
| | 20 | P220- -202-4 | 1,8t |
| | 21 | P220- -202 | 1,8t |

| III päev | | | |
|---|---|---|---|
| | 22 | P220- -201-11 | 2,4t |
| | 23 | P220- -201-1 | 2,4t |
| | 24 | P220- -201 | 2,4t |
| | 25 | P220- -201 | 2,4t |
| | 26 | P220- -201 | 2,4t |
| | 27 | P220- -201 | 2,4t |
| | 28 | P220- -201 | 2,4t |
| | 29 | P220- -203 | 2,3t |
| | | | **23,8t** |
| 14:00 | 30 | P220- -205 | 0,6t |
| | 31 | P220- -205-1 | 0,3t |
| | 32 | P220- -204-2 | 1,6t |
| | 33 | P220- -204 | 1,6t |
| | 34 | P220- -204 | 1,6t |
| | 35 | P220- -204 | 1,6t |
| | 36 | P220- -204 | 1,6t |
| | 37 | P220- -204-1 | 1,6t |
| | 38 | P220- -202 | 1,8t |
| | 39 | P220- -202 | 1,8t |
| | 40 | P220- -202 | 1,8t |
| | 41 | P220- -202 | 1,8t |
| | 42 | P220- -202 | 1,8t |
| | 43 | P220- -202 | 1,8t |
| | | | **20,9t** |

| IV päev | | | |
|---|---|---|---|
| | 22 | P220- -202-2 | |
| | 23 | P220- -202 | 1,8t |
| | 24 | P220- -202 | 1,8t |
| | 25 | P220- -201-5 | 2,4t |
| | 26 | P220- -201-4 | 2,4t |
| | 27 | P220- -201-12 | 2,4t |
| | 28 | P220- -201 | 2,4t |
| | 29 | P220- -201 | 2,4t |
| | | P220- -201 | 2,4t |
| | | | **24,8t** |
| 14:30 | 30 | P220- -205 | 0,6t |
| | 31 | P220- -205-1 | 0,3t |
| | 32 | P220- -201-6 | 1,4t |
| | 33 | P220- -206 | 0,9t |
| | 34 | P220- -201-3 | 2,4t |
| | 35 | P220- -201-2 | 2,4t |
| | 36 | P220- -201 | 2,4t |
| | 37 | P220- -201 | 2,4t |
| | 38 | P220- -201 | 2,4t |
| | 39 | P220- -201 | 2,4t |
| | 40 | P220- -201 | 2,4t |
| | 41 | P220- -201-1 | 2,4t |
| | 42 | P220- -201-1 | 2,4t |
| | | | **24,3t** |

Õõnespaneelide betoonimise ajal armeeritakse õõnespaneelide omavahelised vuugid paneelide otsapiirkonnast ning muud konstruktiivselt ettenähtud kohad, mis vajavad töötamiseks lisanduvat armatuuri ning seda siduvat monoliitset betooni. Šahtide ümbruste nõutud garbariidid on rakestamistööde jaoks selged ning vastavalt sellele tuleb lisanduvalt õõnte otsad isoleerida ning valada kinni koos šahtiga, kui projekt näeb ette avast väiksemat šahti. Üldiselt tuleb šahte lõigata, sest konstruktiivselt ei ole lubatud elementidele ettenähtud lõikeid, mis projektijärgselt võib platsi peal hoone toimimiseks vajada.

Montaaži ja selle monolitiseerimistööde jaoks on arvestatud normatiivsed tööjõukulud Tabel 5.9, kus igale tööliigile on antud töö kestuse ajas arvutamiseks RATU kaartide abil arvestuslikud ajanormid.

Tabel 5.9 Montaaži normatiivne tööjõukulu

| Jrk nr | Töö nimetus | Ühik | Ajanorm in-h/üh mas-h/üh | Normatiivne tööjõukulu – Korrused 0 ühikud | 0 in-h mas-h | 1 ühikud | 1 in-h mas-h | 2 ühikud | 2 in-h mas-h | 3 ühikud | 3 in-h mas-h | Kokku ühikud | Kokku in-h mas-h |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5.1 | 6.1 | 5.2 | 6.2 | 5.3 | 6.3 | 5.3 | 6.3 | 5.4 | 6.4 |
| **1 MONTAAŽ** | | | | | | | | | | | | | |
| 1.1 | Montaažiks geodeetiline mõõtmine (seinad ja postid) | tk | 0,12 | 69 | 8,28 | 58 | 6,96 | 40 | 4,80 | 38 | 4,56 | 205 | 24,60 |
| 1.2 | Postide montaaž ja poltliitega kinnitus | tk | 0,65<br>0,23 | 26 | 16,90<br>5,98 | | | | | | | | 16,90<br>5,98 |
| 1.3 | Välisseinapaneelide montaaž | tk | 1,3<br>0,46 | 11 | 14,30<br>5,06 | 35 | 45,50<br>16,1 | 22 | 28,60<br>10 | 22 | 28,60<br>10 | 90 | 117,00<br>41,40 |
| 1.4 | Siseseinapaneelide montaaž | tk | 1,45<br>0,51 | 32 | 46,40<br>16,32 | 23 | 33,35<br>11,73 | 18 | 26,10<br>9 | 16 | 23,20<br>8 | 89 | 129,05<br>45 |
| 1.5 | Talade montaaž poltliitega | tk | 0,9<br>0,33 | 24 | 21,60<br>7,92 | | | | | 2 | 1,80<br>1 | 26 | 23,40<br>9 |
| 1.5 | Trepielementide montaaž | tk | 0,78<br>0,33 | 1 | 0,78<br>0,33 | 4 | 3,12<br>1,32 | 4 | 3,12<br>1,32 | 3 | 2,34<br>0,99 | 12 | 9,36<br>4 |
| 1.6 | Laepaneelide montaaž | tk | 0,3<br>0,12 | 226 | 67,80<br>27,12 | 93 | 27,90<br>11,16 | 86 | 25,80<br>10 | 99 | 29,70<br>12 | 504 | 151,20<br>60 |
| **MONTAAŽ KOKKU (va p1.1)** | | | in-h | | 167,8 | | 109,9 | | 83,6 | | 85,6 | | 437,6 |
| | | | mas-h | | 62,7 | | 40,3 | | 30,9 | | 31,8 | | 161,8 |
| | | | in-vah | | **21,0** | | **13,7** | | **10,5** | | **10,7** | | **54,7** |
| | | | mas-vah | | **7,8** | | **5,0** | | **3,9** | | **4,0** | | **20,2** |
| **1 BETOONIMINE** | | | | | | | | | | | | | |
| 2.1 | Postide monoliitimine koos rakestamisega | tk | 0,4 | 26 | 10,40 | | | | | | | 26 | 10,40 |
| 2.1 | Trepielementide monoliitimine | tk | 0,30 | 1 | 0,30 | 4 | 1,20 | 4 | 1,20 | 3 | 0,90 | 12 | 3,60 |
| 2.1 | Seinapaneelide püstvuukide monoliitimine betoonipumbaga | tk | 0,25<br>0,033 | 43 | 10,75<br>1,42 | 58 | 14,50<br>1,91 | 40 | 10,00<br>1,32 | 38 | 9,50<br>1,25 | 179 | 44,75<br>5,91 |
| 2.1 | Õõnespaneelide vuukide monolitiseerimine | tk | 0,10<br>0,033 | 226 | 22,60<br>7,46 | 93 | 9,30<br>3,07 | 86 | 8,60<br>2,84 | 99 | 9,90<br>3,27 | 504 | 50,40<br>16,63 |
| **BETOONIMINE KOKKU** | | | in-h | | 44,1 | | 25,0 | | 19,8 | | 20,3 | | 109,2 |
| | | | mas-h | | 8,9 | | 5,0 | | 4,2 | | 4,5 | | 22,5 |
| | | | in-vah | | **5,5** | | **3,1** | | **2,5** | | **2,5** | | **13,6** |
| | | | mas-vah | | **1,1** | | **0,6** | | **0,5** | | **0,6** | | **2,8** |

Tabel 5.10 koondab tööde jaoks kuluvad inim- ja masintunnid, lisab juurde brigaadi arvseisu ning märgib, mittu vahetust ehk tööpäeva peaks vastava masin- ja inimvõimekusega brigaad töötama eesmärgi saavutamiseks.

Tabel 5.10 Montaaži tehnoloogiliste arvutuste tabel

| Jrk nr | Töö nimetus | Tööliste/masinate: Eriala/mark | arv | 0 Normatiivne tööjõu-kulu in-vah mas-vah | 0 kestus vah | 0 normi täitmise tegur | 0 valitus kestus vah | 1 Normatiivne tööjõu-kulu in-vah mas-vah | 1 kestus vah | 1 normi täitmise tegur | 1 valitus kestus vah | 2 Normatiivne tööjõu-kulu in-vah mas-vah | 2 kestus vah | 2 normi täitmise tegur | 2 valitus kestus vah | 3 Normatiivne tööjõu-kulu in-vah mas-vah | 3 kestus vah | 3 normi täitmise tegur | 3 valitus kestus vah |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5.1 | 5.2 | 5.3 | 5.4 | 6.1 | 6.2 | 6.3 | 6.4 | 7.1 | 7.2 | 7.3 | 7.4 | 7.1 | 7.2 | 7.3 | 7.4 |
| 1 | Geodeetiline mõõdistus | Mõõdistaja | 1 | 1,04 | 1,0 | 1,04 | 1 | 0,87 | 0,9 | 0,87 | 1 | 0,60 | 0,6 | 0,60 | 1 | 0,57 | 0,6 | 0,57 | 1 |
| 2 | Elementide montaaž | Monteerija | 3 | 21,0 | 7,0 | 0,87 | 8 | 13,7 | 4,6 | 0,92 | 5 | 10,5 | 3,5 | 0,87 | 4 | 10,7 | 3,6 | 0,89 | 4 |
| | | Kraana Terex 331-16 | 1 | 7,8 | 7,8 | 0,98 | | 5,0 | 5,0 | 1,01 | | 3,9 | 3,9 | 0,97 | | 4,0 | 4,0 | 0,99 | |
| 3 | Betoonimine | Betoneerija | 3 | 5,5 | 1,8 | 1,84 | 1 | 3,1 | 1,0 | 1,04 | 1 | 2,5 | 0,8 | 0,83 | 1 | 2,5 | 0,8 | 0,85 | 1 |
| | | Betoonipump | 1 | 1,1 | 1,1 | 1,11 | | 0,6 | 0,6 | 0,62 | | 0,5 | 0,5 | 0,52 | | 0,6 | 0,6 | 0,57 | |

Tabel 5.11 on graafiliselt kujutatud hoone karkassi montaaži tööde kulgemise ajas koos vajaminevate töödega ning nende voolmeetodiga. Pärast betoneerimist on jäetud betoonmassile kivinemiseks 2 ööpäeva.

Tabel 5.11 Montaažitööde teostamise graafik

| Korrus | TÖÖDE TEOSTAMISE GRAAFIK | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Päevad | 69 | 70 | 71 | 72 | 73 | 74 | 75 | 76 | 77 | 78 | 79 | 80 | 81 | 82 | 83 | 84 | 85 | 86 | 87 | 88 | 89 | 90 | 91 | 92 | 93 | 94 | 95 | 96 | 97 | 98 | 99 |
| Tööpäevad | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 |
| Tähistus | | Montaaž | | | | | | | | Betoneerimine | | | | | | | | | Geodeetiline mõõdistus | | | | | | | | | | | | |

Tabel 5.12 illustreerib graafiliselt tööjõu vajadused erialade viisi ning märgitud Tabel 5.13 näitab kogutööjõuvajadust montaažitöödel päevade kaupa. 0. korruse tööd kestavad päevadel 1 - 10, 1. korruse tööd päevadel 12 - 18, 2. korruse tööd päevadel 20 - 25, 3. korruse tööd päevadel 27 - 32 koos lahtirakestamisega.

Tabel 5.12 Montaažitööde tööjõuvajadus eriaalade viisi päevas

| | TÖÖJÕU VAJADUS ERIALADE VIISI, päevas | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Mõõdistustööd | 1 | | | | | | | | | | | 1 | | | | | | | | 1 | | | | | | | 1 | | | | |
| Monteerimine | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | | | | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | | | | 3 | 3 | 3 | 3 | | | | 3 | 3 | 3 | 3 | |
| Rakestamine | | | | | 2 | 2 | 2 | 2 | | 2 | | | | 2 | 2 | 2 | | 2 | | | | 2 | 2 | | 2 | | | | 2 | 2 | | 2 |
| Betoonimine | | | | | | | | | 3 | | | | | | | | 3 | | | | | | | 3 | | | | | | 3 | |
| Tööpäevad | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 |
| | | 0. korrus | | | | | 1. korrus | | | | | | 2. korrus | | | | 3. korrus | | | | | | | | | | | | | | |

Tabel 5.13 Montaažitöödel tööjõuvajadus päevas

| | TÖÖJÕU VAJADUS, päevas | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 4 | 3 | 3 | 3 | 5 | 5 | 5 | 5 | 3 | 2 | | 4 | 3 | 5 | 5 | 5 | 3 | 2 | | 4 | 3 | 5 | 5 | 3 | 2 | | 4 | 3 | 5 | 5 | 3 | 2 |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| TÖÖSEISAKUD | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Tööpäevad | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 |

Tornkraana kasutamine on montaaži ajal igapäevane (Tabel 5.14). Vundamendid valatakse betoonipumbaga. Maht on võrreldes vundamentidega väike, siis voolmeetodil betoonimise korral peaks olema marsruudil 3 betoonimiksrit. Betooni tarneks antakse edasi betooni tehasele info soovitud betoonimargi C25/30 XC2 ja vajadusel betoonilisanditega, kus tehas arvestab mitu miksrit peaks marsruudile saatma ja missuguste intervallidega. Tehase kaugus asub ehitusplatsist 18,9 km kaugusel Männikul.

Tabel 5.14 Montaažitöödel ehitusmasinate vajadus päevas

| | EHITUSMASINATE VAJADUS, päevas | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Kraana | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | | | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | | | | 1 | 1 | 1 | 1 | | | | 1 | 1 | 1 | 1 | |
| Betoonipump | | | | | | | | | 3 | | | | | | | | 3 | | | | | | | 3 | | | | | | | 3 |
| Tööpäevad | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 |
| | | 0. korrus | | | | | 1. korrus | | | | | | 2. korrus | | | | 3. korrus | | | | | | | | | | | | | | |

# 6. MAJANDUSLIK- JA UURIMUSLIK OSA

## 6.1 Tööde mahtude jaotus

Liinivahe 3 - 7 omahind on autori arvutuste põhjal ligi 7,1 miljonit eurot, millest Liinivahe 3 moodustab 30% eelarvest, 26% Liinivahe 5 hoone ning 44% Liinivahe 7 hoone (Tabel 6.1).

Hoone ehitusmaksumus elamispinna ruutmeetri kohta on toodud Tabel 6.2.

Tabel 6.1 Liinivahe 3 - 7 ehituse koondmaksumustabel

| Jrk nr | Töö nimetus | Maksumus, € | Tööde osa-kaal, % | Tootlus, €/in-vah | Tööjõu-kulu, in-vah |
|---|---|---|---|---|---|
| | **Liinivahe 3** | **2 116 166,40 €** | **29,80%** | | |
| 1 | Ettevalmistus ja 0-tsükkel | 80 948,57 € | 1,14% | 337,29 € | 240 |
| 2 | Välistrassid | 16 825,55 € | 0,24% | 373,90 € | 45 |
| 3 | Karkassi montaaži- ja betoonitööd | 864 043,82 € | 12,17% | 2 880,15 € | 300 |
| 4 | Betoonpõrandad ja müüritööd | 80 065,00 € | 1,13% | 381,26 € | 210 |
| 5 | Väikeehitised maa-alal | 25 901,20 € | 0,36% | 304,72 € | 85 |
| 6 | Hoonesisesed kommunikatsioonid | 465 577,20 € | 6,56% | 273,87 € | 1700 |
| 7 | Katuse- ja fassaaditööd | 240 965,13 € | 3,39% | 651,26 € | 370 |
| 8 | Sisetööd | 341 839,94 € | 4,81% | 341,84 € | 1000 |
| | **Liinivahe 5** | **1 852 259,85 €** | **26,08%** | | |
| 1 | Ettevalmistus ja 0-tsükkel | 86 115,50 € | 1,21% | 358,81 € | 240 |
| 2 | Välistrassid | 17 711,10 € | 0,25% | 393,58 € | 45 |
| 3 | Karkassi montaaži- ja betoonitööd | 714 085,80 € | 10,06% | 2 856,34 € | 250 |
| 4 | Betoonpõrandad ja müüritööd | 64 052,00 € | 0,90% | 355,84 € | 180 |
| 5 | Väikeehitised maa-alal | 19 924,00 € | 0,28% | 234,40 € | 85 |
| 6 | Hoonesisesed kommunikatsioonid | 423 252,00 € | 5,96% | 274,84 € | 1540 |
| 7 | Katuse- ja fassaaditööd | 253 647,50 € | 3,57% | 685,53 € | 370 |
| 8 | Sisetööd | 273 471,95 € | 3,85% | 310,76 € | 880 |
| | **Liinivahe 7** | **3 133 200,95 €** | **44,12%** | | |
| 1 | Ettevalmistus ja 0-tsükkel | 146 396,35 € | 2,06% | 522,84 € | 280 |
| 2 | Välistrassid | 212 533,20 € | 2,99% | 1 214,48 € | 175 |
| 3 | Karkassi montaaži- ja betoonitööd | 1 213 945,86 € | 17,09% | 3 034,86 € | 400 |
| 4 | Betoonpõrandad ja müüritööd | 60 849,40 € | 0,86% | 289,76 € | 210 |
| 5 | Väikeehitised maa-alal | 170 549,44 € | 2,40% | 1 137,00 € | 150 |
| 6 | Hoonesisesed kommunikatsioonid | 698 365,80 € | 9,83% | 332,56 € | 2100 |
| 7 | Katuse- ja fassaaditööd | 329 741,75 € | 4,64% | 732,76 € | 450 |
| 8 | Sisetööd | 300 819,15 € | 4,24% | 320,02 € | 940 |
| | **KOKKU** | **7 101 627,19 €** | **100%** | | |

Tabel 6.2 Ehitusmaksumus elamispinna ruutmeetri kohta

| Hoone | Maksumus | Korterite pindala kokku, m2 | Ehitusmaksumus, €/m2 |
|---|---|---|---|
| Liinivahe 3 | 2 116 116,40 € | 1884,1 | 1 123,14 € |
| Liinivahe 5 | 1 852 259,85 € | 1281,3 | 1 445,61 € |
| Liinivahe 7 | 3 113 200,95 € | 1404,1 | 2 217,22 € |

Hoonete ehituse puhul kujunes eelduslikult kõige kallimaks karkassi montaaži- ja betoonitööd, mis Liinivahe 3 ja 5 hoonete puhul moodustas vastavalt 10% ja 12%. Liinivahe 7 hoone puhul on karkassi maht suurem, sest hoone asub nõlval, kus parkla maht muutub senise ühekorruselise asemel kahekorruseliseks. Samuti on parklasse sissesõit planeeritud Liinivahe 7 hoone alalt, mis laiendab hoone mahtu kuuluva parkla välisperimeetrit ning sellega seoses kulub hoone ehitamiseks tunduvalt rohkem kui eelnevate hoonete puhul.

Seoses hoonete paiknemisega ja olemasoleva maapinna reljeefsusega on ka ettevalmistus ja 0-tsükli tööd Liinivahe 7 hoone puhul ligi 60 tuhat eurot kallimad kui kahe eelneva hoone puhul. Samuti on teada, et Liinivahe 7 alal asus kunagi vanad hooned, mille keldrid on ehitatud savitellistest, mille väljakaeve utiliseerimine hinnastatakse kõrgemalt kui tavapärase savipinnase vedu.

Vähim maksavad ehituste juurde kuuluvad väikeehitised maa-alal, milleks on näiteks vertikaalplaneerimine ja kildaluste ehitus, panduste ehitus, sõiduteede ja kõnniteede alused, haljastuse rajamine.

Protsentuaalselt suurimad erisused hoonete välistrasside puhul on tingitud välistrasside mahust, kus Liinivahe 7 alal paigaldatakse nii seda hoonet teenindavad trassid kui ka detailplaneeringu kohaselt paigaldatakse lisanduvad trassid, mille otsad veetakse asfalteerimata ala pinnasesse tuleviku kinnisvara-arenduste tarbeks. Samuti hakkavad trassid teenindama perspektiivseid Liinivahe 9, Sepa 15 hooneid.

Liinivahe 7 hoone mahtu kuuluvasse kahekorruselisesse parklasse on nõutud sprinklersüsteemid, mis algavad Liinivahe 1 hoonest ning tulevikus liidetakse Sepa 15 ja Liinivahe 9 kaudu hoonega Liinivahe 7. Liinivahe 3 ja 5 sprinklersüsteemid puuduvad, sest seal on tegu ühe maa-alusekorruselise parklaga. Seetõttu on hoonesiseste kommunikatsioonide maksumused hooneti erinevad.

## 6.2 Juhendkaartide analüüs

Magistritöö koostamisel jäi töö autorile RATU kaarte analüüsides vastakaks montaažitööde brigaadi koosseis, samal hetkel tööajanormid selle töö läbiviimisel tundusid kogemuslikult reaalselt. RATU kaartides on märgitud montaaži brigaadi koosseisu kolm töölist. Töö autori arvates oleks elulisem viis töölist. Seinapaneelide paigaldamise puhul äärmisel juhul sobiks ka neli töölist. Üks brigaadikoosseisu kuuluv tööline tropib autost paneele ning üleval kaks inimest paigaldavad seina. Pärast seina paigaldamist kolmas tööline täidab hoolsalt seina alla jäävad vuugid seguga. Õõnespaneelide puhul peaks olema montaažibrigaad kindlasti viieliikmeline, sest autos traaversiga paneeli tõstes tegeleb sellega kaks inimest ning õõnespaneele paigaldab kolmas ja neljas montaažitöid läbiviiv isik. Viies liige töötab ka õõnespaneelide montaaži ajal, mil paigaldatakse õõnespaneel ning koheselt täidetakse alt seguga õõnespaneeli toetuspinna vuuk. Ta ei tegele otseselt montaažiga, aga annab oma panuse, et töö saaks koheselt ja täielikult lõpuni viidud. Postide ja talade montaaži ajal on kolmene montaažibrigaad reaalne.

Betoonimistöödel on kolmene brigaad sellistel puhkudel mõistlik kui on tarvis valada korraga suuremamahuliselt, näiteks vundamente. Töö autori arvates ei ole monteerimistöödel vuukide monolitiseerimisel kolmeliikmeline brigaad parim lahendus. Eluliselt oleks täpsem viis inimest, sest suurem osa tööst on betoonmassi lükkamine ja selle tasandamine vuukidesse. Betoonipumbast tuleb betoon piisavalt kiire hooga, et vuuki ei ole võimalik korraga tasapindselt valada – toimub kuhjumine, mida on tarvis labidatega korrigeerida.

# KOKKUVÕTE

Magistritöös koostati ehitustehnoloogia ja platsikorralduse analüüs Liinivahe 3 – 7 kortermajade kohta, mis asuvad Põhja-Tallinnas, Kopli liinide asumis. Töös on antud lühiülevaade hoone **arhitektuursest lahendusest**.

Töömaa korralduse plaanilist lahendust ilmestab **ehitusplatsi üldplaan**, mis on koostatud pidades silmas optimaalseid ja kuluefektiivseid lahendusi. Ehitusplatsi üldplaanis on välja toodud objekti mehitatavuse olmeruumid ja teenindavad tehnosüsteemid, lisaks ehitusele eelnevad ja järgnevad abitegevused ning nende tarbeks eraldatavad maa-alad.

**Konstruktsiooni osas** valiti raudbetoon riivtala, millele teostatud arvutused ja projekteerimislahendus. Arvutatud mõjuvad koormused, toereaktsioonid, tala paindemomendid ja põikjõud talal eri punktides ning sellest tulenevalt konstrueeritud vajalik piki- ja põikarmatuur tala töötamiseks.

**Koondkalenderplaan** koostatud kolmele aadressitähisega hoonele ning välja arvutatud töögruppide maksumused. Liinivahe 3 – 7 ehitus maksis autori arvutuste kohasel ligi 7,1 miljonit eurot, millest Liinivahe 3 moodustas 30% eelarvest, 26% Liinivahe 5 hoone ning 44% Liinivahe 7 hoone. Koondkalenderplaan hõlmab töögruppide ajalisi kestuseid, mida tuleks kasutada määramaks spetsiifilisemate tööde kogukestused. Liinivahe 3 – 7 ehitustööde kestuseks on planeeritud ligi 7 kuud. Tehnoloogilises osas on teostatud arvutused hindamaks tööjõuvajadusi vastavalt töömahtudele ning arvutatud info põhjal koostatud täpsemad kalendergraafikud koos seletavate analüüsidega.

**Tehnoloogilised kaardid** kajastavad vundamentide ehitusi kogu kompleksi alla ja hoone karkassi montaažitöid Liinivahe 5 hoone näitel.

Tööde maksumusi analüüsiti **majanduslikus osas** töögruppide kaupa ning toodi võrdluseid RATU juhendkaartide kokkulepitud parameetritest, millest järeldati juhendkaartide sobivust ehitustööde ajalise kestuse hindamisel.

# SUMMARY

The master's thesis includes an analysis of construction technology and site management for the apartment buildings located at Liinivahe 3 - 7 in the Kopli district of North Tallinn. The thesis provides a brief overview of the architectural design of the buildings.

The planned site management solution is illustrated in the construction site plan, which is prepared with the aim of achieving optimal and cost-effective solutions. The general plan of the construction site shows the necessary facilities and technical systems required for the construction site, as well as the areas allocated for pre- and post-construction activities.

Regarding the construction, a reinforced concrete beam was chosen, and calculations and design solutions were performed for it. The calculations included the loads, reactions, bending moments, and shear forces at different points along the beam, which were used to design the necessary reinforcement for the beam to function.

A summary schedule was prepared for the three buildings at Liinivahe 3 - 7, including the calculated costs for each work group. According to the author's calculations, the construction of Liinivahe 3 - 7 cost approximately 7,1 million euros, with Liinivahe 3 accounting for 30% of the budget, Liinivahe 5 for 26%, and Liinivahe 7 for 44%. The summary schedule includes the duration of each work group, which can be used to determine the total duration of specific tasks. The planned duration for the construction work at Liinivahe 3-7 is nearly 7 months.

In the technological aspect, calculations were made to assess the required workforce based on the volume of work, and more detailed calendar charts were prepared with explanatory analyses. The technological maps reflect the construction of the foundations for the entire complex and the assembly work for the building frame using Liinivahe 5 as an example.

In the economic analysis, the costs of the work were examined on a group-by-group basis, and comparisons were made to the agreed parameters of the RATU guideline cards, from which the suitability of the guideline cards for estimating the duration of construction work was concluded.

# KASUTATUD KIRJANDUS


[1] Peeter Pere Arhitektid OÜ, „D2 kvartali eelprojekti arhitektuuri seletuskiri,“ veebruar, 2019. [Võrgumaterjal]. [Kasutatud 26. aprill, 2023].

[2] Kavand & Ehitus OÜ, „Liinivahe tn 5 konstruktsiooni osa põhiprojekt,“ veebruar, 2021. [Võrgumaterjal]. [Kasutatud 26. aprill, 2023].

[3] KLM Projekt OÜ, „D2 kvartali teede-ehitusliku osa eelprojekt,“ 2020. [Võrgumaterjal]. [Kasutatud 30. aprill, 2023].

[4] Kino Maastikuarhitektid OÜ, „Kopli liinide D2 kvartali maastikuarhitektuuri eelprojekt,“ 3. detsember, 2019. [Võrgumaterjal]. [Kasutatud 29. aprill, 2023].

[5] Virtex OÜ, „Liinivahe 5 kütte ja ventilatsiooni põhiprojekt,“ 24. september, 2020. [Võrgumaterjal]. [Kasutatud 29. aprill, 2023].

[6] Virtex OÜ, „Liinivahe 5 veevarustuse ja kanalisatsiooni põhiprojekt,“ 23. mai, 2021. [Võrgumaterjal]. [Kasutatud 26. aprill, 2023].

[7] Goelro OÜ, „Liinivahe 5 tugevvoolu põhiprojekt,“ 21. september, 2020. [Võrgumaterjal]. [Kasutatud 29. aprill, 2023].

[8] Goelro OÜ, „Liinivahe 5 nõrkvoolu põhiprojekt,“ 21. september, 2020. [Võrgumaterjal]. [Kasutatud 29. aprill, 2023].

[9] V. Otsmaa, Betoonkonstruktsioonide arvutamine, Tallinn: Eesti Betooniühing, 2014.

[10] Machine Market LLC, „Crane Market,“ [Võrgumaterjal]. Available: https://cranemarket.com/specs/terex-comedil/ctt-331-16-h20. [Kasutatud 17. aprill, 2023].

[11] Rakennustieto Oy, „Rakestamine, puitraketised,“ 2005. [Võrgumaterjal]. [Kasutatud 19. aprill, 2023].

[12] Rakennustieto Oy, „Betoonimine,“ 2004. [Võrgumaterjal]. [Kasutatud 19. aprill, 2023].

[13] I. Lill, „Kursuseprojekt "Monoliitsete raudbetoonkonstruktsioonide püstitamine",“ 2022. [Võrgumaterjal]. [Kasutatud 19. aprill, 2023].

[14] Eesti Standardimis- ja Akrediteerimiskeskus, „EVS-EN 13670:2010 Betoonkonstruktsioonide ehitamine,“ [Võrgumaterjal]. [Kasutatud 13. aprill, 2023].

# LISAD

## Lisa 1 Liinivahe 5 eelarve

| Kood | Töö nimetus | Maht | Ühik | Ühikhind | Hind kokku |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | VÄLISRAJATISED | | | | 126 177,22 € |
| 11 | Ettevalmistus ja lammutus | | | | 3 500,00 € |
| 117 | Hoone ja rajatiste lammutamine | 1 | kmpl | 1 500,00 € | 1 500,00 € |
| 118 | Raadamis- ja lammutusjäätmete vedu ja utiliseerimine | 1 | kmpl | 2 000,00 € | 2 000,00 € |
| 12 | Hoonealune süvend | | | | 82 615,50 € |
| 122 | Kaeved | | | | 39 039,50 € |
| 1221 | Vundamentide kaeve | 250 | m3 | 7,20 € | 1 800,00 € |
| 1222 | Hoone süvendi kaeve | 5245 | m3 | 7,10 € | 37 239,50 € |
| 123 | Täited | | | | 7 858,50 € |
| 1231 | Vundamendi kaevikute täide | 109 | m3 | 15,50 € | 1 689,50 € |
| 1232 | Hoone süvendi täide | 398 | m3 | 15,50 € | 6 169,00 € |
| 128 | Pinnase vedu | 5495 | m3 | 6,50 € | 35 717,50 € |
| 14 | Hoonevälised ehitised | | | | 2 426,00 € |
| 143 | Välistrepid | | | | 2 426,00 € |
| 1431 | Välistreppide valamine pinnasel | 7 | m3 | 300,00 € | 2 070,00 € |
| 1432 | Killustikaluse ehitamine | 5 | m3 | 40,00 € | 200,00 € |
| 1433 | Soojustus | 26 | m2 | 6,00 € | 156,00 € |
| 15 | Välisvõrgud | | | | 17 711,10 € |
| 151 | Drenaaž ja truubid | | | | 2 385,60 € |
| 1511 | Põrandaalune drenaaž 110 | 56 | jm | 42,60 € | 2 385,60 € |
| 152 | Väliskanalisatsioon | | | | 6 192,50 € |
| 1521 | Sademeveekanalisatsioon d=200 | 20 | jm | 140,00 € | 2 828,00 € |
| 1522 | Survekanal | 7 | jm | 143,00 € | 1 001,00 € |
| 1523 | Olmekanalisatsioon | 16 | jm | 145,00 € | 2 363,50 € |
| 154 | Veetorustik | | | | 1 340,00 € |
| 1541 | Veevarustus | 13 | jm | 100,00 € | 1 340,00 € |
| 156 | Küttetorustik | | | | 6 720,00 € |
| 1561 | Küttetrass DN 80/180 | 19 | jm | 350,00 € | 6 720,00 € |
| 157 | Kaabelliinid | | | | 800,00 € |
| 1571 | Hoone toitekaabel | 8 | jm | 100,00 € | 800,00 € |
| 158 | Sideliinid | | | | 273,00 € |

| Kood | Töö nimetus | Maht | Ühik | Ühikhind | Hind kokku |
|---|---|---|---|---|---|
| 1581 | Sidekanalisatsioon koos kaevudega | 7 | jm | 42,00 € | 273,00 € |
| 16 | Kaeved maa-alal | | | | 212,50 € |
| 162 | Kaeved | | | | 212,50 € |
| 1621 | Teeküna kaeve koos pinnase äraveoga | 25 | m3 | 8,50 € | 212,50 € |
| 17 | Maa-ala pinnakatted | | | | 15 282,12 € |
| 171 | Haljastus | | | | 4 095,50 € |
| 1711 | Muru rajamine koos kasvumullaga pinnasele 200 mm | 135 | m2 | 3,50 € | 472,50 € |
| 1712 | Muru rajamine garaaži laele koos kasvumullaga 200 m | 398 | m2 | 4,50 € | 1 791,00 € |
| 1713 | Prügimaja katusele istutustööd teravaõieline taim | 24 | tk | 8,00 € | 192,00 € |
| 1714 | Kasvumuld | 6 | m2 | 40,00 € | 240,00 € |
| 1715 | Istutuskastid katusele koos soojustusega, betoon | 4 | tk | 350,00 € | 1 400,00 € |
| 172 | Teede ja platside alused | | | | 530,20 € |
| 1721 | Liivaluse rajamine 80 mm betoonkivile | 15 | m3 | 20,00 € | 300,00 € |
| 1722 | Liivaluse rajamine 200mm kõnniteeplaadile | 4,1 | m3 | 20,00 € | 82,00 € |
| 1723 | Killustikaluse rajamine 200 mm kõnniteeplaadile | 4 | m3 | 38,00 € | 148,20 € |
| 174 | Kivi- ja plaatkatted | | | | 7 116,45 € |
| 1741 | Betoonplaadist 400x400x70 mm tee rajamine | 227 | m2 | 31,35 € | 7 116,45 € |
| 175 | Äärekivid ja sadeveerennid | | | | 3 539,97 € |
| 1751 | Äärekivi pinnasel betoonkivile | 2 | jm | 18,90 € | 43,47 € |
| 1752 | Äärekivi garaaži lael betoonkivile | 185 | jm | 18,90 € | 3 496,50 € |
| 18 | Väikeehitised maa-alal | | | | 4 430,00 € |
| 182 | Hoone juurde kuuluv välisvarustus | | | | 1 000,00 € |
| 1821 | Lipuhoidja | 1 | tk | 150,00 € | 150,00 € |
| 1822 | Postkastid | 28 | tk | 25,00 € | 700,00 € |
| 1823 | Hoone number | 1 | tk | 150,00 € | 150,00 € |
| 183 | Spordi- ja mänguvarustus | | | | 2 090,00 € |
| 1831 | Jalgrattahoidjad keldris | 22 | tk | 95,00 € | 2 090,00 € |
| 185 | Liiklusalade varustus | | | | 1 340,00 € |
| 1851 | Kaitsepostid | 4 | tk | 50,00 € | 200,00 € |
| 1852 | Markeeringud põrandal - nooled | 4 | tk | 100,00 € | 400,00 € |

| Kood | Töö nimetus | Maht | Ühik | Ühikhind | Hind kokku |
|---|---|---|---|---|---|
| 1853 | Parkimiskohtade joonimine | 200 | tk | 3,70 € | 740,00 € |
| 2 | ALUSED JA VUNDAMENDID | | | | 89 430,80 € |
| 21 | Rostvärgid ja taldmikud | | | | 25 378,80 € |
| 211 | Liiv- ja killustikalused | | | | 4 950,00 € |
| 2111 | Killustikalus vundamendi alla 200 mm | 110 | m3 | 45,00 € | 4 950,00 € |
| 212 | Betoontarindid | | | | 18 412,80 € |
| 2121 | Postvundamendi valamine | 10 | m3 | 290,00 € | 2 842,00 € |
| 2122 | Lintvundamendi valamine 600x200 mm | 49 | m3 | 284,00 € | 13 830,80 € |
| 2123 | Valgusšahtide valamine, seinad, põrand | 3 | m3 | 580,00 € | 1 740,00 € |
| 213 | Metalltarindid | | | | 2 016,00 € |
| 2131 | Ankrupoldid | 96 | tk | 21,00 € | 2 016,00 € |
| 23 | Aluspõrandad | | | | 64 052,00 € |
| 231 | Liiv- ja killustikalus | | | | 11 760,00 € |
| 2311 | Killustikalus keldri põranda alla 200 mm | 280 | m3 | 42,00 € | 11 760,00 € |
| 232 | Betoontarindid | | | | 44 800,00 € |
| 2321 | Keldri betoonpõrand 120 mm pinnakõvendiga | 1400 | m2 | 32,00 € | 44 800,00 € |
| 236 | Sooja- ja hüdroisolatsioon | | | | 7 492,00 € |
| 2361 | Mitteköetava osa soojustus EPS80 50 mm | 1102 | m2 | 4,50 € | 4 959,00 € |
| 2362 | Köetava osa soojustus EPS80 100 mm | 298 | m2 | 8,50 € | 2 533,00 € |
| 3 | KANDETARINDID | | | | 688 707,50 € |
| 31 | Metalltarindid | | | | 38 905,00 € |
| 311 | Metallkarkass | | | | 38 905,00 € |
| 3111 | Rõdu teraskonstruktsioonid | 9831 | kg | 2,50 € | 24 577,50 € |
| 3112 | Fassaadil oleva akna konstruktsioon | 1969 | kg | 2,50 € | 4 922,50 € |
| 3113 | Prügimaja eenduv metallkonstruktsioon hoovi pool | 2014 | kg | 2,50 € | 5 035,00 € |
| 3114 | Prügimaja seina metallkonstruktsioon tänava pool | 1748 | kg | 2,50 € | 4 370,00 € |
| 32 | Kandvad- ja välisseinad | | | | 431 438,20 € |
| 322 | Monteeritavast betoonist tarindid | | | | 389 273,20 € |
| 3221 | Keldri välisseinapaneelid ühekihilised 200 mm | 426 | m2 | 65,00 € | 27 690,00 € |

| Kood | Töö nimetus | Maht | Ühik | Ühikhind | Hind kokku |
|---|---|---|---|---|---|
| 3222 | Kolmekihiline välisseinapaneel, kandev 150/200/85 | 1016 | m2 | 103,30 € | 104 952,80 € |
| 3223 | Kolmekihiline välisseinapaneel 120/200/85 | 236 | m2 | 103,30 € | 24 378,80 € |
| 3224 | Ühekihiline seinapaneel hoonealuse keldri ja parkla vahel | 186 | m2 | 63,00 € | 11 718,00 € |
| 3225 | Parapetipaneel ühekihiline h=0,6 m | 69 | m2 | 56,00 € | 3 864,00 € |
| 3226 | R/b siseseinapaneel 200 mm | 679 | m2 | 63,00 € | 42 777,00 € |
| 3227 | Laudismuster | 1142 | m2 | 7,50 € | 8 565,00 € |
| 3228 | R/b postid 400x400 mm | 13 | m3 | 520,00 € | 6 604,00 € |
| 3229 | R/b elementide transport | 1 | kmpl | 85 000,00 € | 85 000,00 € |
| 32210 | R/b elementide tootejoonised | 272 | tk | 63,00 € | 17 136,00 € |
| 32211 | R/b elementide montaaž | 733 | tk | 77,20 € | 56 587,60 € |
| 328 | Seinte fassaadikatted | | | | 42 165,00 € |
| 3281 | Keldri lae soojustus EPS Silver + 50 mm villaplaat + krohv | 388 | m2 | 57,00 € | 22 116,00 € |
| 3282 | Keldri vaheseina krohvsüsteem | 186 | m2 | 57,00 € | 10 602,00 € |
| 3283 | Keldri lae soojustus Paroc CGL100 mm | 141 | m2 | 67,00 € | 9 447,00 € |
| 33 | Vahe- ja katuslaed | | | | 159 838,30 € |
| 332 | Betoontarindid | | | | 145 519,30 € |
| 3321 | Õõnespaneelide paigaldus | 3047 | m2 | 17,50 € | 53 322,50 € |
| 3322 | Õõnespaneelide maksumus | 3199 | m2 | 22,00 € | 70 386,80 € |
| 3323 | R/b talade maksumus | 43 | m3 | 495,00 € | 21 285,00 € |
| 3324 | R/b talade montaaž kraanaga | 7 | tk | 75,00 € | 525,00 € |
| 333 | Metalltarindid | | | | 14 319,00 € |
| 3331 | HQ talade maksumus | 3600 | kg | 1,55 € | 5 580,00 € |
| 3332 | HQ talade paigaldamine | 8 | tk | 152,00 € | 1 216,00 € |
| 3333 | Tuletõke R60 | 15 | tk | 45,00 € | 675,00 € |
| 3334 | Vekseltalade paigaldamine | 64 | tk | 107,00 € | 6 848,00 € |
| 34 | Trepielemendid | | | | 58 526,00 € |
| 342 | Betoontarindid | | | | 58 526,00 € |
| 3421 | Trepielementide paigaldamine | 25 | tk | 162,00 € | 4 050,00 € |
| 3422 | Trepimademete maksumus | 78 | m3 | 540,00 € | 42 120,00 € |
| 3423 | Trepimarsside maksumus | 16 | m3 | 560,00 € | 8 960,00 € |
| 3424 | Trepielementide kujujoonised | 25 | tk | 62,00 € | 1 550,00 € |
| 3425 | Trepielementide vuukimine | 520 | jm | 3,55 € | 1 846,00 € |

| Kood | Töö nimetus | Maht | Ühik | Ühikhind | Hind kokku |
|---|---|---|---|---|---|
| 4 | FASSAADIELEMENDID JA KATUSED | | | | 253 647,50 € |
| 41 | Klaasfassaadid, vitriinid ja eriaknad | | | | 7 452,50 € |
| 412 | Alumiiniumfassaadid | | | | 1 200,00 € |
| 4121 | Suitsueemaldusaknad keldrikorrusel 0,6x1,0 m | 2 | tk | 600,00 € | 1 200,00 € |
| 415 | Suitsuluugid, katuseaknad | | | | 6 252,50 € |
| 4151 | Suitsuluugid | 4 | tk | 850,00 € | 3 400,00 € |
| 4152 | Suitsutõrjesirm | 7 | m2 | 45,00 € | 292,50 € |
| 4153 | Suitsukardin | 1 | tk | 2 560,00 € | 2 560,00 € |
| 42 | Aknad | | | | 77 700,00 € |
| 426 | Puit- ja puitalumiiniumaknad | | | | 77 700,00 € |
| 4261 | Puitalumiiniumaken, 3x pakett, U=0,8W/m2K | 444 | m2 | 175,00 € | 77 700,00 € |
| 43 | Välisuksed ja väravad | | | | 13 575,00 € |
| 431 | Lukustus ja varustus | | | | 4 675,00 € |
| 4311 | Välisuste sulused | 11 | tk | 425,00 € | 4 675,00 € |
| 433 | Terasuksed ja -väravad | | | | 8 900,00 € |
| 4331 | Metallprofiilist klaasuks | 4 | tk | 1 950,00 € | 7 800,00 € |
| 4332 | Välisuks 2,1x1 metall | 4 | tk | 275,00 € | 1 100,00 € |
| 46 | Rõdud ja terrassid | | | | 29 849,50 € |
| 461 | Pinnakatted | | | | 14 855,50 € |
| 4611 | Killustikalus 200 mm terrassidele | 185 | m2 | 8,30 € | 1 535,50 € |
| 4612 | Puitlaudisterrass | 185 | m2 | 72,00 € | 13 320,00 € |
| 462 | Betoontarindid | | | | 14 994,00 € |
| 4621 | Rõdude betoonplaadid | 234 | m2 | 56,00 € | 13 104,00 € |
| 4622 | Rõdude betoonplaatide paigaldus | 18 | tk | 105,00 € | 1 890,00 € |
| 47 | Piirded ja käiguteed | | | | 58 276,00 € |
| 472 | Klaasist piirded | | | | 43 125,00 € |
| 4721 | Rõduklaasid, piirded jm | 125 | m2 | 345,00 € | 43 125,00 € |
| 473 | Metallist piirded | | | | 15 151,00 € |
| 4731 | Trepipiirded | 109 | m2 | 139,00 € | 15 151,00 € |
| 48 | Katusetarindid | | | | 66 794,50 € |
| 487 | Sooja- ja hüdroisolatsioon | | | | 21 073,50 € |
| 4871 | Parkla katuslae hüdroisolatsioon | 723 | m2 | 16,50 € | 11 929,50 € |
| 4872 | Geotekstiiliga drenaažimatt | 723 | m2 | 8,00 € | 5 784,00 € |
| 4873 | Prügimaja katuse soojustus PIR 200 mm | 80 | m2 | 42,00 € | 3 360,00 € |

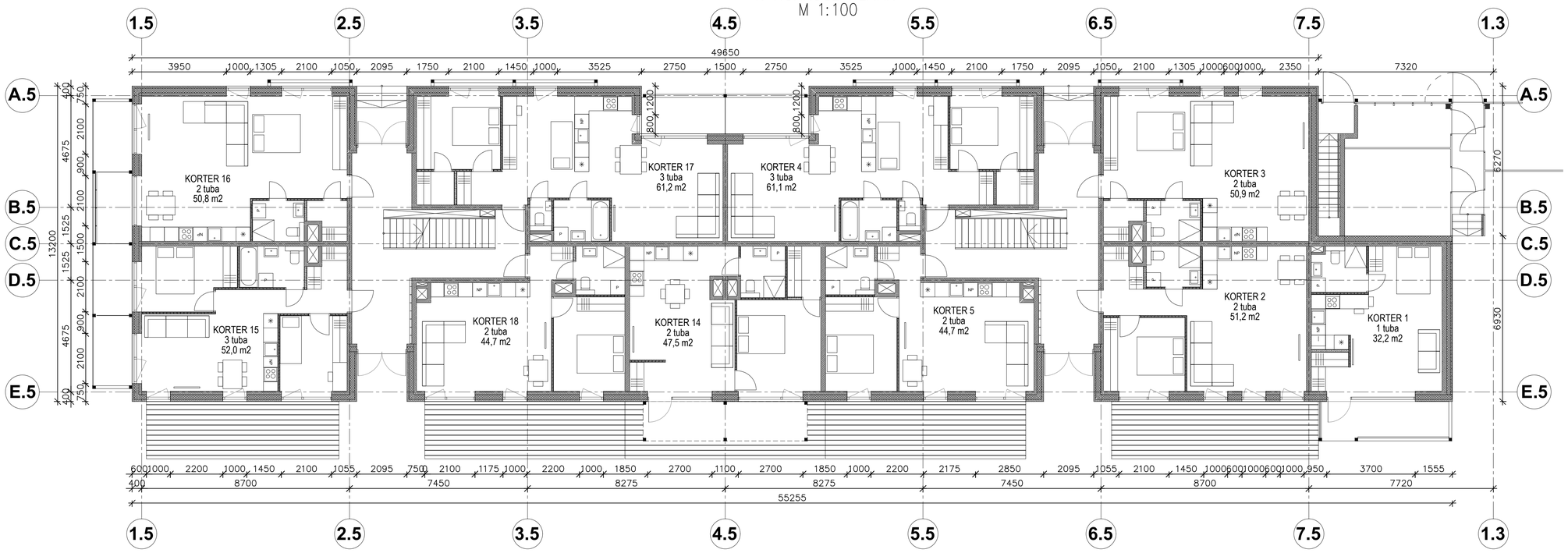
| Kood | Töö nimetus | Maht | Ühik | Ühikhind | Hind kokku |
|---|---|---|---|---|---|
| 488 | Katusekatted | | | | 45 721,00 € |
| 4881 | Katuse ehitamine (2xSBS, 30 vill, EPS 60 silver 270 mm) | 610 | m2 | 42,00 € | 25 620,00 € |
| 4882 | Parapeti veeplekid, prussid, vineer | 130 | jm | 37,00 € | 4 810,00 € |
| 4883 | Ülespöörded | 197 | jm | 41,00 € | 8 077,00 € |
| 4884 | Pollar | 8 | tk | 87,00 € | 696,00 € |
| 4885 | Sadeveekaev | 4 | tk | 145,00 € | 580,00 € |
| 4886 | Katusešahtid | 13 | tk | 370,00 € | 4 810,00 € |
| 4887 | Vihmaveetorud | 38 | jm | 30,00 € | 1 128,00 € |
| 5 | RUUMITARINDID JA PINNAKATTED | | | | 273 471,95 € |
| 51 | Vaheseinad | | | | 48 226,04 € |
| 514 | Laotud vaheseinad | | | | 10 038,10 € |
| 5141 | Šahtide seinte ladumine | 207 | m2 | 37,00 € | 7 670,10 € |
| 5142 | Tehnoruumide seinad | 64 | m2 | 37,00 € | 2 368,00 € |
| 516 | Puit- ja kipsplaatvaheseinad | | | | 38 187,94 € |
| 5161 | Tubadevahelised kipsseinad | 493 | m2 | 21,80 € | 10 751,76 € |
| 5162 | Toa ja sanruumidevahelised kipsseinad | 370 | m2 | 26,80 € | 9 918,68 € |
| 5163 | Aknapaled | 725 | jm | 9,10 € | 6 597,50 € |
| 5164 | Panipaiga seinad | 364 | m2 | 30,00 € | 10 920,00 € |
| 52 | Siseuksed | | | | 23 240,00 € |
| 521 | Lukustus ja varustus | | | | 2 475,00 € |
| 5211 | Lingid, liblikad, sulused | 45 | tk | 55,00 € | 2 475,00 € |
| 523 | Terasuksed | | | | 3 400,00 € |
| 5231 | Metalluks | 8 | tk | 425,00 € | 3 400,00 € |
| 525 | Puituksed | | | | 19 840,00 € |
| 5251 | Spoonitud puituks v1 | 24 | tk | 260,00 € | 6 240,00 € |
| 5252 | Spoonitud puituks v2 | 85 | tk | 160,00 € | 13 600,00 € |
| 53 | Siseseinte pinnakatted | | | | 86 026,65 € |
| 531 | Värvkatted | | | | 56 846,25 € |
| 5311 | Aknapaled | 722 | jm | 13,00 € | 9 387,30 € |
| 5312 | Betoonseinad | 1905 | m2 | 12,70 € | 24 193,50 € |
| 5313 | Laotud seinad | 101 | m2 | 12,70 € | 1 282,70 € |
| 5314 | Kipsseinad | 1428 | m2 | 11,60 € | 16 564,80 € |
| 5315 | Tolmutõke | 397 | m2 | 3,35 € | 1 329,95 € |
| 5316 | Panipaiga seinad | 730 | m2 | 5,60 € | 4 088,00 € |
| 535 | Plaatkatted | | | | 24 065,40 € |
| 5351 | Seinte plaatimine | 633 | m2 | 21,00 € | 13 299,30 € |

| Kood | Töö nimetus | Maht | Ühik | Ühikhind | Hind kokku |
|---|---|---|---|---|---|
| 5352 | Seinaplaat | 633 | m2 | 17,00 € | 10 766,10 € |
| 537 | Sooja-, heli- ja hüdroisolatsioon | | | | 5 115,00 € |
| 5371 | Seinte hüdroisolatsioon | 550 | m2 | 9,30 € | 5 115,00 € |
| 54 | Lagede pinnakatted | | | | 32 067,90 € |
| 541 | Värvkatted | | | | 21 203,90 € |
| 5411 | Betoonlaed | 1109 | m2 | 13,20 € | 14 638,80 € |
| 5412 | Kipsripplaed | 390 | m2 | 11,80 € | 4 602,00 € |
| 5413 | Kipsikarniisid | 67 | m2 | 11,80 € | 790,60 € |
| 5414 | Tolmutõke | 350 | m2 | 3,35 € | 1 172,50 € |
| 546 | Puidust laed, kipsplaatlaed | | | | 10 864,00 € |
| 5461 | Sanruumide kipsripplaed | 132 | m2 | 20,00 € | 2 640,00 € |
| 5462 | Eluruumide kipsripplaed | 260 | m2 | 20,00 € | 5 200,00 € |
| 5463 | Kipsikarniisid | 216 | jm | 14,00 € | 3 024,00 € |
| 56 | Põrandad ja põrandakatted | | | | 83 911,36 € |
| 562 | Põrandatasasus | | | | 33 484,00 € |
| 5621 | Betoonpõranda valamine 80 mm | 1522 | m2 | 22,00 € | 33 484,00 € |
| 565 | Plaatpõrand | | | | 14 443,50 € |
| 5651 | Põrandaplaadid | 367 | m2 | 16,00 € | 5 872,00 € |
| 5652 | Põrandate plaatimine | 367 | m2 | 20,50 € | 7 523,50 € |
| 5653 | Mosaiikplaadid | 13 | m2 | 59,00 € | 755,20 € |
| 5654 | Mosaiigi plaatimine | 12 | m2 | 24,00 € | 292,80 € |
| 566 | Puitpõrandad | | | | 35 011,86 € |
| 5661 | Parkett | 1343 | m2 | 16,30 € | 21 897,42 € |
| 5662 | Parketi paigaldus | 1279 | m2 | 6,60 € | 8 444,04 € |
| 5663 | Puitliistud | 1050 | jm | 2,16 € | 2 268,00 € |
| 5664 | Puitliistu paigaldus | 1001 | jm | 2,40 € | 2 402,40 € |
| 567 | Sooja-, heli- ja hüdroisolatsioon | | | | 972,00 € |
| 5671 | Põrandate hüdroisolatsioon | 108 | m2 | 9,00 € | 972,00 € |
| 6 | SISUSTUS, INVENTAR, SEADMED | | | | 5 350,00 € |
| 61 | Sisustus ja mööbel | | | | 5 350,00 € |
| 611 | Ventkapid | 26 | tk | 150,00 € | 3 900,00 € |
| 612 | Teadete tahvel | 1 | tk | 50,00 € | 50,00 € |
| 613 | Postkastid | 28 | tk | 50,00 € | 1 400,00 € |
| 7 | TEHNOSÜSTEEMID | | | | 423 252,00 € |
| 71 | Veevarustus ja kanalisatsioon | | | | 107 000,00 € |
| 711 | Veevarustus | 1 | kmpl | 44 000,00 € | 44 000,00 € |
| 712 | Kanalisatsioon | 1 | kmpl | 38 000,00 € | 38 000,00 € |

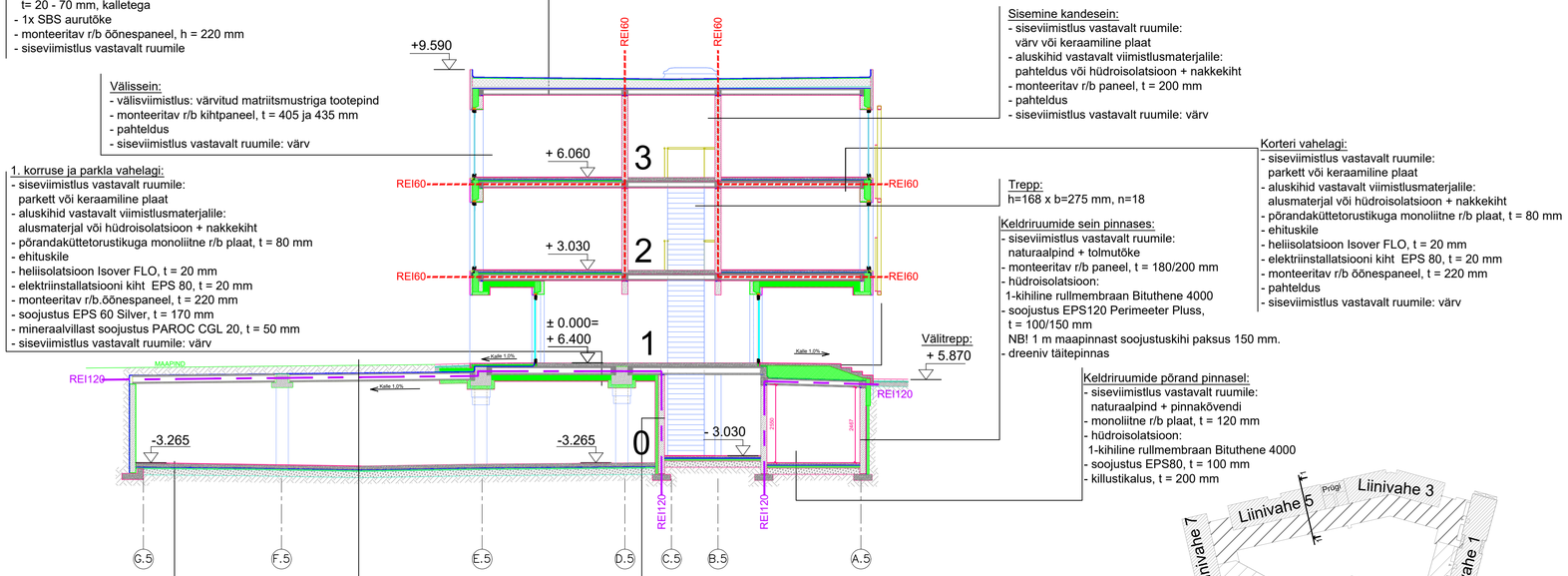
| Kood | Töö nimetus | Maht | Ühik | Ühikhind | Hind kokku |
|---|---|---|---|---|---|
| 713 | Sanitaartehnika seadmed | 1 | kmpl | 25 000,00 € | 25 000,00 € |
| 72 | Küte, ventilatsioon ja jahutus | | | | 161 000,00 € |
| 721 | Küttetorustik | 1 | kmpl | 40 000,00 € | 40 000,00 € |
| 723 | Katlamajad, soojasõlmed, boilerid | 1 | kmpl | 16 000,00 € | 16 000,00 € |
| 724 | Ventilatsiooniseadmed | 1 | kmpl | 105 000,00 € | 105 000,00 € |
| 73 | Tuletõrjeveevarustus, sprinkler | | | | 252,00 € |
| 734 | Tulekustutusseadmed | 6 | tk | 42,00 € | 252,00 € |
| 74 | Tugevvoolupaigaldis | | | | 100 000,00 € |
| 741 | Elektri peajaotussüsteemid | 1 | kmpl | 100 000,00 € | 100 000,00 € |
| 75 | Nõrkvoolupaigaldis ja automaatika | | | | 55 000,00 € |
| 751 | Hooneautomaatika | 1 | kmpl | 5 000,00 € | 5 000,00 € |
| 753 | Andmevõrgud, telefoni- ja infoedastussüsteemid | 1 | kmpl | 50 000,00 € | 50 000,00 € |
| 8 | EHITUSPLATSI KORRALDUSKULUD | 1 | kmpl | 92 222,88 € | 92 222,88 € |
| 9 | EHITUSPLATSI ÜLDKULUD | 1 | kmpl | 100 000,00 € | 100 000,00 € |
| | | | Eelarveline omahind | | 2 052 259,85 € |
| | | | Ettevõtte kasum 5% | | 102 612,99 € |
| | | | Neto pakkumushind | | 2 154 872,84 € |
| | | | Käibemaks 20% | | 430 974,57 € |
| | | | Brutopakkumushind | | 2 585 847,41 € |

# ARHITEKTUURSED JOONISED (1/2)

## LIINIVAHE 5
## 1. KORRUSE PLAAN
M 1:100




## LIINIVAHE 5
## LÕIGE 1–1
M 1:100




Katuslagi:
- katusekate: 2 x SBS rullmaterjal
- tuulutussoontega mineraalvilla plaat, nt Paroc ROB 60gt, t = 30 mm
- soojustus EPS 60 Silver, t = 270 mm
- kaldeandmiskiht soojustus EPS 60 Silver, t= 20 - 70 mm, kalletega
- 1x SBS aurutõke
- monteeritav r/b õõnespaneel, h = 220 mm
- siseviimistlus vastavalt ruumile

Välissein:
- välisviimistlus: värvitud matriitsmustriga tootepind
- monteeritav r/b kihtpaneel, t = 405 ja 435 mm
- pahteldus
- siseviimistlus vastavalt ruumile: värv

1. korruse ja parkla vahelagi:
- siseviimistlus vastavalt ruumile: parkett või keraamiline plaat
- aluskihid vastavalt viimistlusmaterjalile: alusmaterjal või hüdroisolatsioon + nakkekiht
- põrandaküttetorustikuga monoliitne r/b plaat, t = 80 mm
- ehituskile
- heliisolatsioon Isover FLO, t = 20 mm
- elektriinstallatsiooni kiht EPS 80, t = 20 mm
- monteeritav r/b.õõnespaneel, t = 220 mm
- soojustus EPS 60 Silver, t = 170 mm
- mineraalvillast soojustus PAROC CGL 20, t = 50 mm
- siseviimistlus vastavalt ruumile: värv

Sisemine kandesein:
- siseviimistlus vastavalt ruumile: värv või keraamiline plaat
- aluskihid vastavalt viimistlusmaterjalile: pahteldus või hüdroisolatsioon + nakkekiht
- monteeritav r/b paneel, t = 200 mm
- pahteldus
- siseviimistlus vastavalt ruumile: värv

Korteri vahelagi:
- siseviimistlus vastavalt ruumile: parkett või keraamiline plaat
- aluskihid vastavalt viimistlusmaterjalile: alusmaterjal või hüdroisolatsioon + nakkekiht
- põrandaküttetorustikuga monoliitne r/b plaat, t = 80 mm
- ehituskile
- heliisolatsioon Isover FLO, t = 20 mm
- elektriinstallatsiooni kiht EPS 80, t = 20 mm
- monteeritav r/b õõnespaneel, t = 220 mm
- pahteldus
- siseviimistlus vastavalt ruumile: värv

Trepp:
h=168 x b=275 mm, n=18

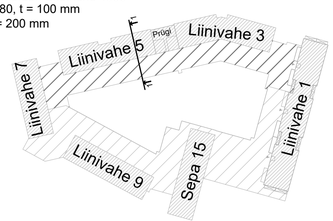
Keldriruumide sein pinnases:
- siseviimistlus vastavalt ruumile: naturaalpind + tolmutõke
- monteeritav r/b paneel, t = 180/200 mm
- hüdroisolatsioon: 1-kihiline rullmembraan Bituthene 4000
- soojustus EPS120 Perimeeter Pluss, t = 100/150 mm
NB! 1 m maapinnast soojustuskihi paksus 150 mm.
- dreeniv täitepinnas

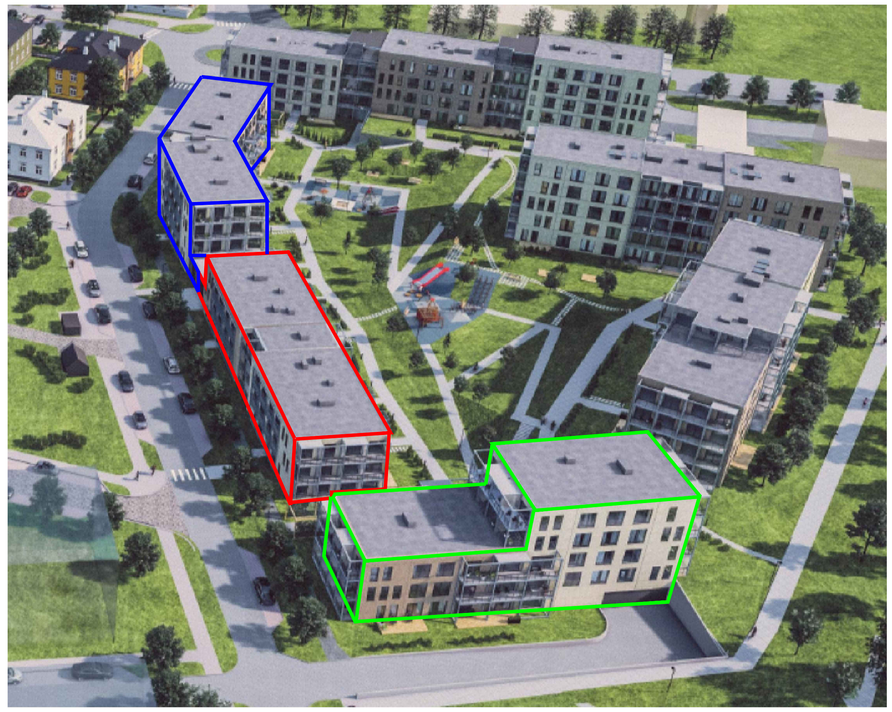
Keldriruumide põrand pinnasel:
- siseviimistlus vastavalt ruumile: naturaalpind + pinnakõvendi
- monoliitne r/b plaat, t = 120 mm
- hüdroisolatsioon: 1-kihiline rullmembraan Bituthene 4000
- soojustus EPS80, t = 100 mm
- killustikalus, t = 200 mm

Parkla põrand pinnasel:
- siseviimistlus vastavalt ruumile: naturaalpind + pinnakõvendi
- monoliitne r/b.plaat, t=100 mm
- hüdroisolatsioon:ehituskile
- soojustus EPS80, t=100 mm
- killustikalus, t=200 mm

Parkla katuslagi:
- kõnnitee või haljastuse kattekonstruktsioon vt. Maastikuarhitektuuri töö nr. EP1922 joonis MA-4-01
- geotekstiiliga dreenimatt IsoDrain 8 Geo
- hüdroisolatsioon: 3-kihiline SBS
- monteeritav r/b.õõnespaneel, t=360 mm
- siseviimistlus vastavalt ruumile: naturaalpind

Parkla ja trepikoja, keldriruumide vaheline sein:
- siseviimistlus: värv
- õhekrohvi süsteem
- mineraalvillast soojustus PAROC Linio 10, t=100/150 mm
- monteeritav r/b.paneel, t=200 mm
- siseviimistlus vastavalt ruumile: värv või naturaalpind + tolmutõke



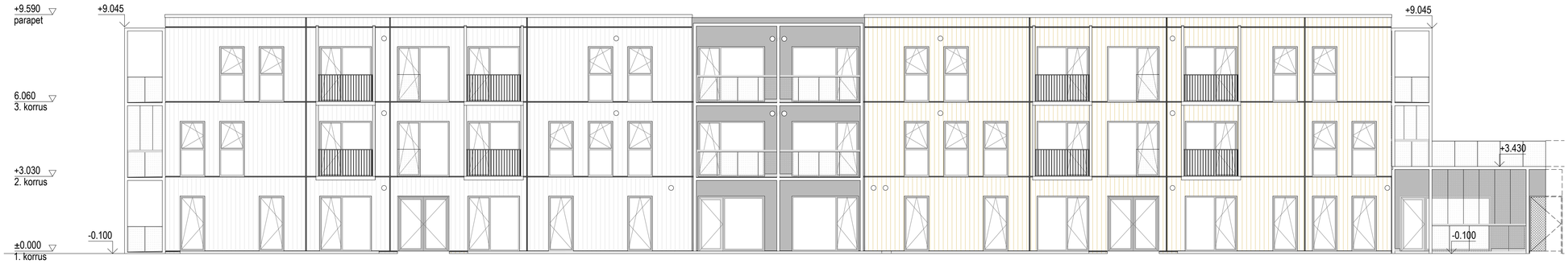



Liinivahe 3
Liinivahe 5
Liinivahe 7

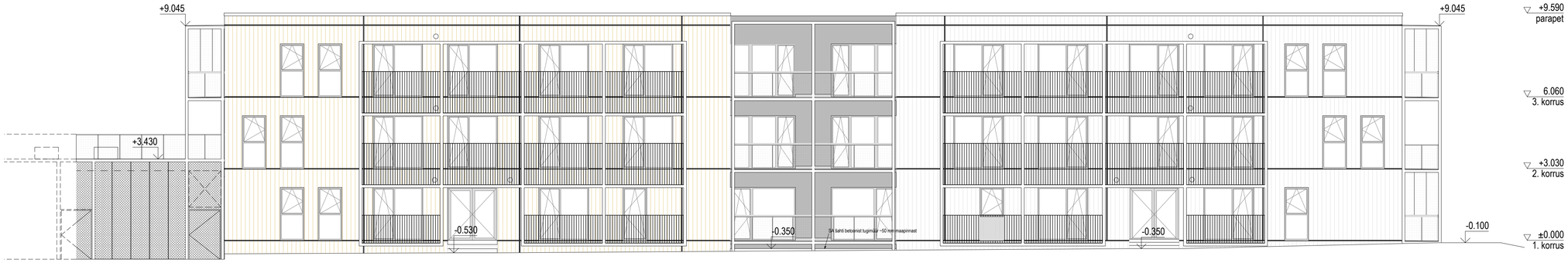
| | | |
|---|---|---|
| TALTECH TTÜ INSENERITEADUSKOND | Magistritöö | Leht/lehti 1/8 |
| Koostaja Jaan Lendsaar — Allkiri ja kuupäev | Arhitektuursed joonised (1/2) | |
| Juhendaja Irene Lill — Allkiri ja kuupäev | | |
| Ehituse ja arhitektuuri instituut | Ehitustehnoloogia ja platsikorralduse analüüs Tallinnas, Liinivahe tn 3 - 7 korterelamute ehituse näitel | |

# ARHITEKTUURSED JOONISED (2/2)

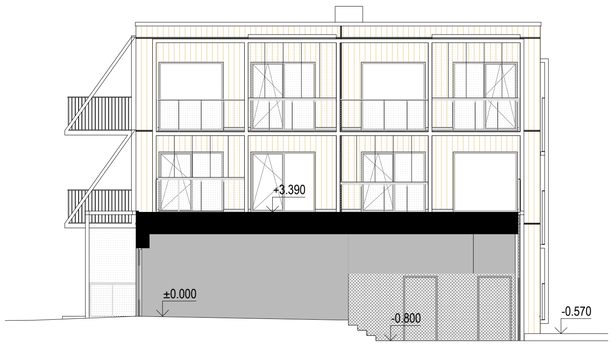
## LIINIVAHE 5
## VAADE LÕUNAST
M 1:100



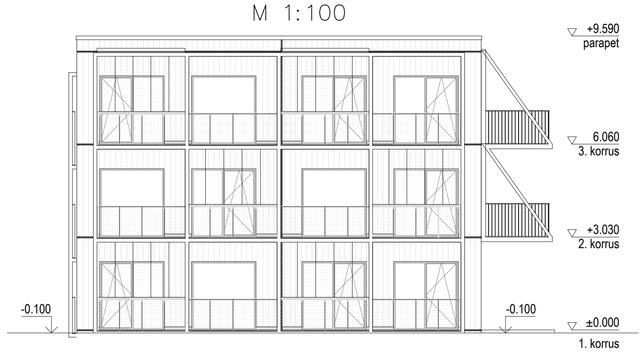

## LIINIVAHE 5
## VAADE PÕHJAST
M 1:100



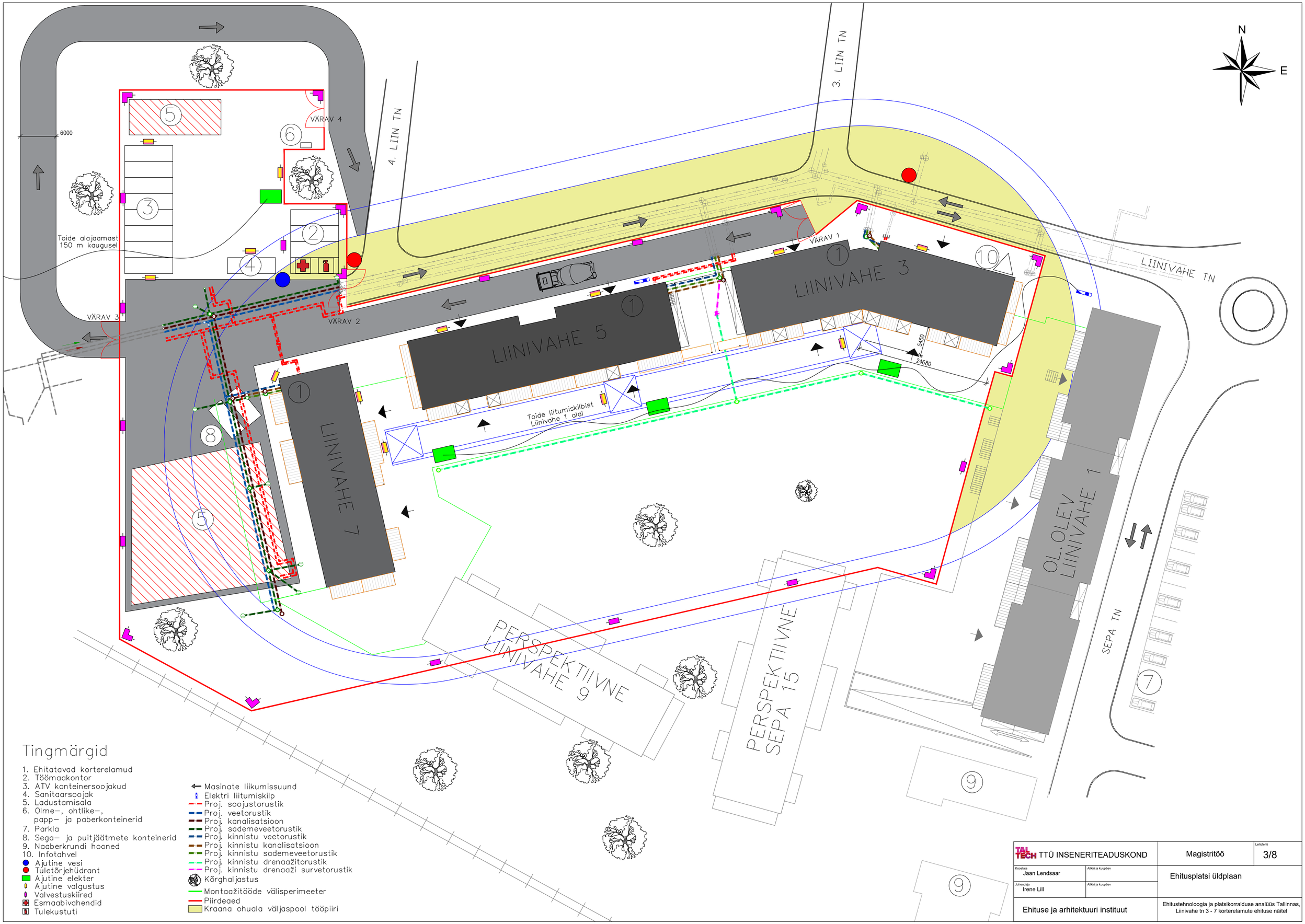

## LIINIVAHE 5
## VAADE IDAST
M 1:100




## LIINIVAHE 5
## VAADE LÄÄNEST
M 1:100



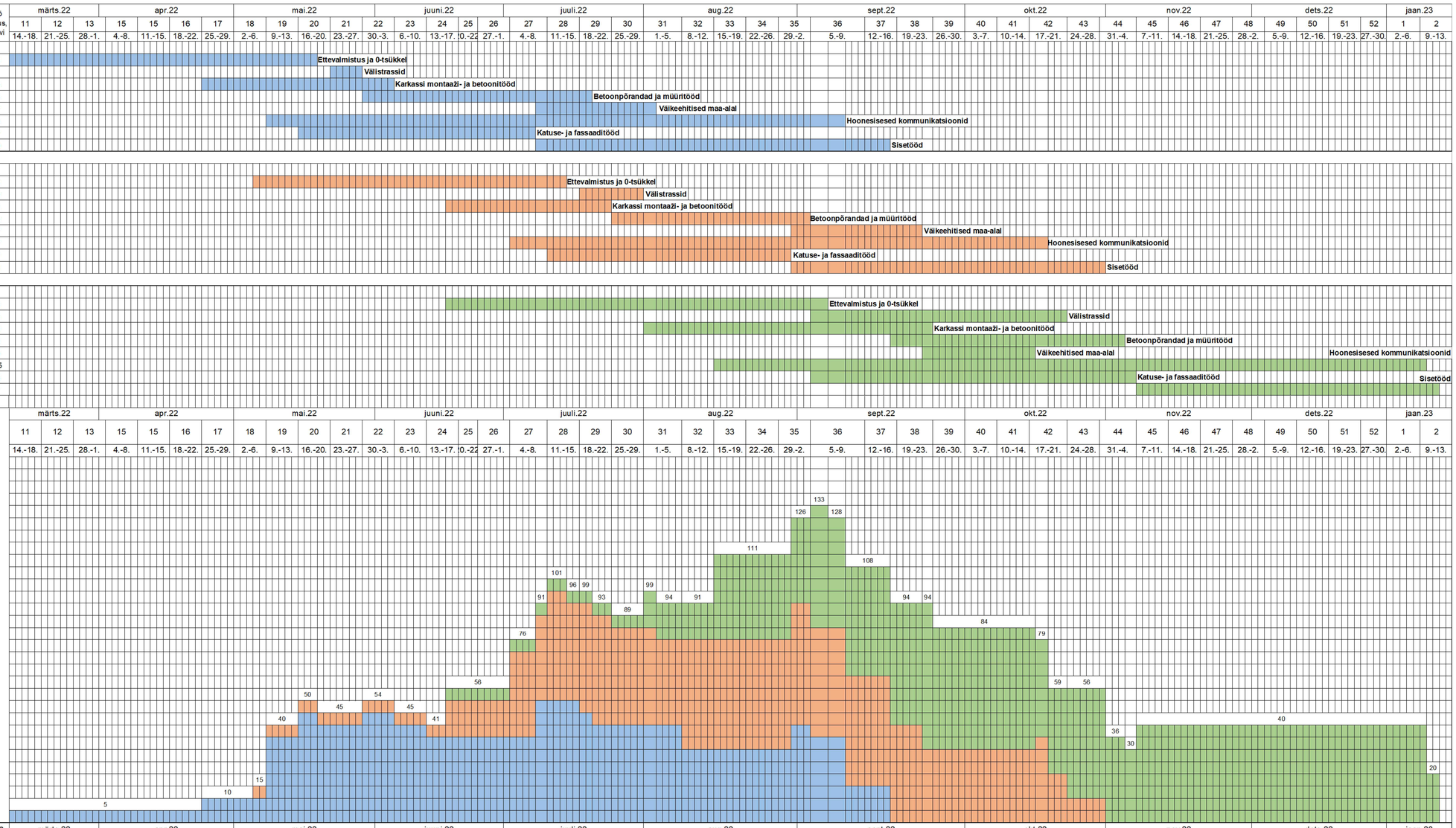

| | | | |
|---|---|---|---|
| TTÜ INSENERITEADUSKOND | | Magistritöö | Lehtlehti 2/8 |
| Koostaja Jaan Lendsaar | Allkiri ja kuupäev | Arhitektuursed joonised (2/2) | |
| Juhendaja Irene Lill | Allkiri ja kuupäev | | |
| Ehituse ja arhitektuuri instituut | | Ehitustehnoloogia ja platsikorralduse analüüs Tallinnas, Liinivahe tn 3 - 7 korterelamute ehituse näitel | |




| | | |
|---|---|---|
| TALTECH TTÜ INSENERITEADUSKOND | Magistritöö | Lehtfehti 3/8 |
| Koostaja Jaan Lendsaar / Allkiri ja kuupäev | Ehitusplatsi üldplaan | |
| Juhendaja Irene Lill / Allkiri ja kuupäev | | |
| Ehituse ja arhitektuuri instituut | Ehitustehnoloogia ja platsikorralduse analüüs Tallinnas, Liinivahe tn 3 - 7 korterelamute ehituse näitel | |

# KOONDKALENDERPLAAN

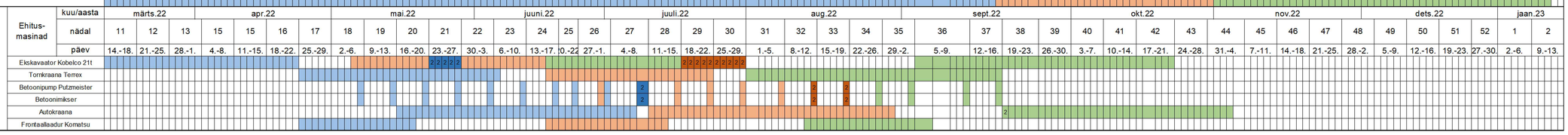
| Jrk nr | Töö nimetus | Maksumus, € | Tööde osa-kaal, % | Tootlus, €/in-vah | Tööjõ u-kulu, in-vah | Töö-liste arv päeva | Vahe-tuste arv | Töö kestus, päevi |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | **Liinivahe 3** | **2 116 166,40 €** | **29,80%** | | | | | |
| 1 | Ettevalmistus ja 0-tsükkel | 80 948,57 € | 1,14% | 337,29 € | 240 | 5 | 1 | 48 |
| 2 | Välistrassid | 16 825,55 € | 0,24% | 1 121,70 € | 15 | 3 | 1 | 5 |
| 3 | Karkassi montaaži- ja betoonitööd | 864 043,82 € | 12,17% | 2 880,15 € | 300 | 10 | 1 | 30 |
| 4 | Betoonpõrandad ja müüritööd | 80 065,00 € | 1,13% | 381,26 € | 210 | 6 | 1 | 35 |
| 5 | Väikeehitised maa-alal | 25 901,20 € | 0,36% | 304,72 € | 85 | 5 | 1 | 17 |
| 6 | Hoonesisesed kommunikatsioonid | 465 577,20 € | 6,56% | 273,87 € | 1700 | 20 | 1 | 85 |
| 7 | Katuse- ja fassaaditööd | 240 965,13 € | 3,39% | 651,26 € | 370 | 10 | 1 | 37 |
| 8 | Sisetööd | 341 839,94 € | 4,81% | 341,84 € | 1000 | 20 | 1 | 50 |
| | **Liinivahe 5** | **1 852 259,85 €** | **26,08%** | | | | | |
| 1 | Ettevalmistus ja 0-tsükkel | 86 115,50 € | 1,21% | 358,81 € | 240 | 5 | 1 | 48 |
| 2 | Välistrassid | 17 711,10 € | 0,25% | 590,37 € | 30 | 3 | 1 | 10 |
| 3 | Karkassi montaaži- ja betoonitööd | 714 085,80 € | 10,06% | 2 856,34 € | 250 | 10 | 1 | 25 |
| 4 | Betoonpõrandad ja müüritööd | 64 052,00 € | 0,90% | 355,84 € | 180 | 6 | 1 | 30 |
| 5 | Väikeehitised maa-alal | 19 924,00 € | 0,28% | 234,40 € | 85 | 5 | 1 | 17 |
| 6 | Hoonesisesed kommunikatsioonid | 423 252,00 € | 5,96% | 274,84 € | 1540 | 20 | 1 | 77 |
| 7 | Katuse- ja fassaaditööd | 253 647,50 € | 3,57% | 685,53 € | 370 | 10 | 1 | 37 |
| 8 | Sisetööd | 273 471,95 € | 3,85% | 310,76 € | 880 | 20 | 1 | 44 |
| | **Liinivahe 7** | **3 133 200,95 €** | **44,12%** | | | | | |
| 1 | Ettevalmistus ja 0-tsükkel | 146 396,35 € | 2,06% | 522,84 € | 280 | 5 | 1 | 56 |
| 2 | Välistrassid | 212 533,20 € | 2,99% | 1 214,48 € | 175 | 5 | 1 | 35 |
| 3 | Karkassi montaaži- ja betoonitööd | 1 213 945,86 € | 17,09% | 3 034,86 € | 400 | 10 | 1 | 40 |
| 4 | Betoonpõrandad ja müüritööd | 60 849,40 € | 0,86% | 289,76 € | 210 | 6 | 1 | 35 |
| 5 | Väikeehitised maa-alal | 170 549,44 € | 2,40% | 1 137,00 € | 150 | 10 | 1 | 15 |
| 6 | Hoonesisesed kommunikatsioonid | 698 365,80 € | 9,83% | 332,56 € | 2100 | 20 | 1 | 105 |
| 7 | Katuse- ja fassaaditööd | 329 741,75 € | 4,64% | 732,76 € | 450 | 10 | 1 | 45 |
| 8 | Sisetööd | 300 819,15 € | 4,24% | 320,02 € | 940 | 20 | 1 | 47 |
| | **KOKKU** | **7 101 627,19 €** | **100%** | | | | | |




**TÖÖJÕUVAJADUS**



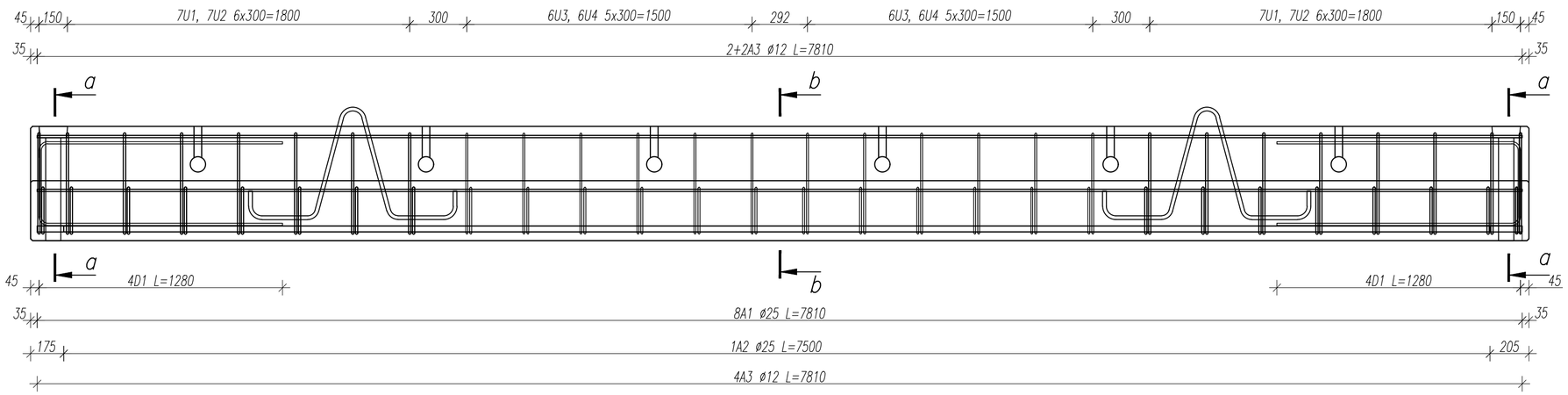

**MASINATE VAJADUS**



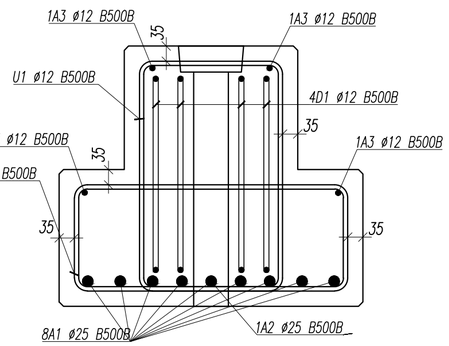

Liinivahe 3 – 7 ehitustööde kestus 215 tööpäeva

| | | | |
|---|---|---|---|
| TAL TECH TTÜ INSENERITEADUSKOND | | Magistritöö | Lehtlehti 4/8 |
| Koostaja Jaan Lendsaar | Allkiri ja kuupäev | Koondkalenderplaan | |
| Juhendaja Irene Lill | Allkiri ja kuupäev | | |
| Ehituse ja arhitektuuri instituut | | Ehitustehnoloogia ja platsikorralduse analüüs Tallinnas, Liinivahe tn 3 - 7 korterelamute ehituse näitel | |

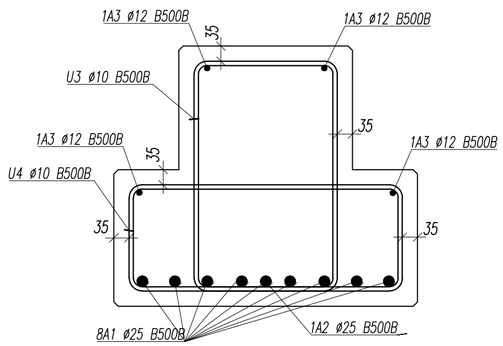
# RAUDBETOONTALA
M 1:20




## LÕIGE a–a
M 1:10

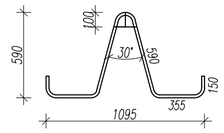



## LÕIGE b–b
M 1:10

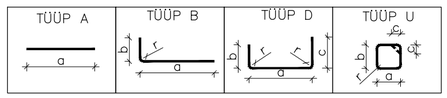



| SARRUSE PAINUTUSTABEL | | | | TOODUD PAINUTUSMÕÕDUD ON VARDA VÄLISPINNAST | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Tüüp | Pos. | Terase klass | Arv | Läbimõõt | Lõikepikkus, mm | Painutusmõõdud | | | |
| | | | | | | a | b | c | r |
| A | 1 | B500B | 8 | 25 | 7810 | 7810 | | | |
| A | 2 | B500B | 1 | 25 | 7500 | 7500 | | | |
| A | 3 | B500B | 4 | 12 | 7810 | 7810 | | | |
| | | | | | | | | | |
| D | 1 | B500B | 8 | 12 | 3000 | 440 | 1280 | 1280 | 24 |
| | | | | | | | | | |
| U | 1 | B500B | 16 | 12 | 1960 | 330 | 530 | 120 | 24 |
| U | 2 | B500B | 16 | 12 | 1980 | 630 | 240 | 120 | 24 |
| U | 3 | B500B | 12 | 10 | 1960 | 330 | 530 | 120 | 20 |
| U | 4 | B500B | 12 | 10 | 1980 | 630 | 240 | 120 | 20 |

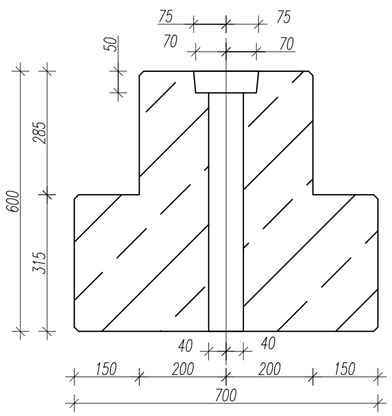
TÕSTEAAS
ø20 Fe37B, L=2200



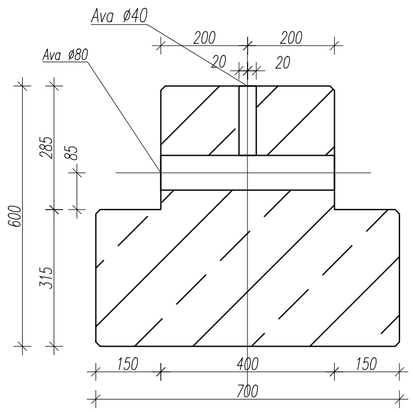

| MATERJALID | | | |
|---|---|---|---|
| Nimetus | Läbimõõt | Klass | Kogus kokku, kg |
| Armatuur | 10 | B500B | 29,3 |
| Armatuur | 12 | B500B | 105,3 |
| Armatuur | 25 | B500B | 269,4 |
| | | Kokku | 404 |




## LÕIGE a–a
M 1:10




## LÕIGE b–b
M 1:10

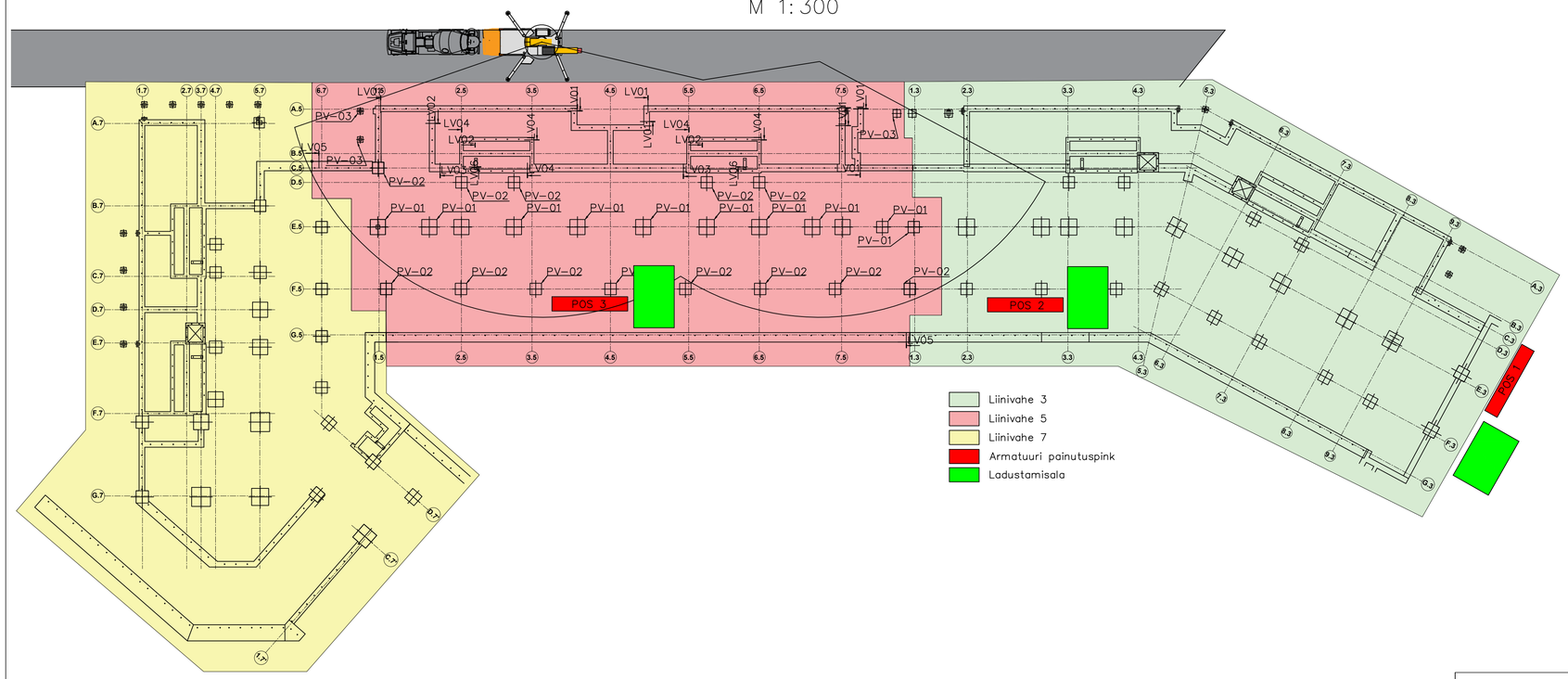



MÄRKUSED
1. BETOONI TUGEVUSKLASS ON C50/60. BETOONI KESKKONNAKLASS XC4, XF3.
2. BETOONKAITSEKIHT c = 35mm.
3. SARRUSTERAS B500B.

| | | |
|---|---|---|
| TTÜ INSENERITEADUSKOND | Magistritöö | Lehtlehti 5/8 |
| Koostaja: Jaan Lendsaar — Allkiri ja kuupäev | Raudbetoon riivtala | |
| Juhendaja: Johannes Pello — Allkiri ja kuupäev | | |
| Ehituse ja arhitektuuri instituut | Ehitustehnoloogia ja platsikorralduse analüüs Tallinnas, Liinivahe tn 3 - 7 korterelamute ehituse näitel | |

# VUNDAMENTIDE EHITUSE TEHNOLOOGILINE KAART

## LIINIVAHE 3, 5, 7 VUNDAMENTIDE PLAAN
M 1:300




| Jrk nr | Töö nimetus | Ühik | Ajanorm in-h/üh mas-h/üh | Normatiivne tööjõukulu Haardealad Liinivahe 3 ühikud | Liinivahe 3 in-h mas-h | Liinivahe 5 ühikud | Liinivahe 5 in-h mas-h | Liinivahe 7 ühikud | Liinivahe 7 in-h mas-h | Kokku ühikud | Kokku in-h mas-h |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5.1 | 6.1 | 5.2 | 6.2 | 5.3 | 6.3 | 7 | 8 |
| **1 RAKESTAMINE** | | | | | | | | | | | |
| 1.1 | Puitraketise teisaldamine | m2 | 0,05 | 180,8 | 9,04 | 179,4 | 8,97 | 196,9 | 9,85 | 557,1 | 27,86 |
| | | | 0,05 | | 9,04 | | 8,97 | | 10 | | 28 |
| 1.2 | Kilpraketise teisaldamine | m2 | 0,05 | 46,2 | 2,31 | 54,4 | 2,72 | 51,6 | 2,58 | 152,2 | 7,61 |
| | | | 0,05 | | 2,31 | | 2,72 | | 3 | | 8 |
| 1.3 | Vundamentide mõõdistustöö | m2 | 0,03 | 227 | 6,81 | 233,8 | 7,01 | 248,5 | 7,46 | 709,3 | 21,28 |
| | | | | | | | | | 1 | | |
| 1.4 | Lintvundamendi raketise ehitamine | m2 | 0,35 | 180,8 | 63,28 | 179,4 | 62,79 | 196,9 | 68,92 | 557,1 | 194,99 |
| | | | | | | | | | | | |
| 1.5 | Postitaldmike raketise ehitamine | m2 | 0,12 | 46,2 | 5,54 | 54,4 | 6,53 | 51,6 | 6,19 | 152,2 | 18,26 |
| | | | | | | | | | | | |
| 1.6 | Sarruse teisaldamine kraanaga | t | 0,1 | 4,857 | 0,49 | 4,394 | 0,44 | 5,323 | 0,53 | 14,574 | 1,46 |
| | | | 0,1 | | 0,49 | | 0,44 | | 1 | | 1 |
| 1.7 | Vundamentide sarrustamine | t | 6,3 | 4,857 | 30,60 | 4,394 | 27,68 | 5,323 | 33,53 | 14,574 | 91,82 |
| | | | | | | | | | | | |
| **RAKESTAMINE KOKKU** | | | in-h | | 118,1 | | 116,1 | | 129,1 | | 363,3 |
| | | | mas-h | | 11,8 | | 12,1 | | 13,0 | | 36,9 |
| | | | in-vah | | **14,8** | | **14,5** | | **16,1** | | **45,4** |
| | | | mas-vah | | **1,5** | | **1,5** | | **1,6** | | **4,6** |
| **2 BETOONIMINE** | | | | | | | | | | | |
| 2.1 | Taldmike ja madalvundamentide eelttööd | m3 | 0,03 | 64,8 | 1,94 | 59,6 | 1,79 | 70,1 | 2,103 | 194,5 | 5,84 |
| | | | | | | | | | | | |
| 2.2 | Betoonimine betoonipumba abil | m3 | 0,20 | 64,8 | 12,96 | 59,6 | 11,92 | 70,1 | 14,02 | 194,5 | 38,90 |
| | | | 0,12 | | 7,78 | | 7,15 | | 8,41 | | 23,34 |
| 2.3 | Järeltööd | m3 | 0,02 | 64,8 | 1,30 | 59,6 | 1,19 | 70,1 | 1,402 | 194,5 | 3,89 |
| | | | | | | | | | | | |
| **BETOONIMINE KOKKU** | | | in-h | | 16,2 | | 14,9 | | 17,5 | | 48,6 |
| | | | mas-h | | 7,8 | | 7,2 | | 8,4 | | 23,3 |
| | | | in-vah | | **2,0** | | **1,9** | | **2,2** | | **6,1** |
| | | | mas-vah | | **1,0** | | **0,9** | | **1,1** | | **2,9** |
| **1 LAHTIRAKESTAMINE** | | | | | | | | | | | |
| 3.1 | Lintvundamendi lahtirakestamine, sorteerimine ja puhastus | m2 | 0,2 | 180,8 | 36,16 | 179,4 | 35,88 | 196,9 | 39,38 | 557,1 | 111,42 |
| | | | | | | | | | | | |
| 3.2 | Postitaldmike lahtirakestamine, sorteerimine ja puhastus | m2 | 0,15 | 46,2 | 6,93 | 54,4 | 8,16 | 51,6 | 7,74 | 152,2 | 22,83 |
| | | | | | | | | | | | |
| 3.3 | Lintvundamendi tarvikute puhastus ja kokkupanek | m2 | 0,12 | 180,8 | 21,70 | 179,4 | 21,53 | 196,9 | 23,63 | 557,1 | 66,85 |
| | | | 0,05 | | 9,04 | | 8,97 | | 9,845 | | 27,855 |
| 3.4 | Postvundamendi tarvikute puhastus ja kokkupanek | m2 | 0,1 | 46,2 | 4,62 | 54,4 | 5,44 | 51,6 | 5,16 | 152,2 | 15,22 |
| | | | 0,05 | | 2,31 | | 2,72 | | 2,58 | | 7,61 |
| **LAHTIRAKESTAMINE KOKKU** | | | in-h | | 69,4 | | 71,0 | | 75,9 | | 216,3 |
| | | | mas-h | | 11,4 | | 11,7 | | 12,4 | | 35,5 |
| | | | in-vah | | **8,7** | | **8,9** | | **9,5** | | **27,0** |
| | | | mas-vah | | **1,4** | | **1,5** | | **1,6** | | **4,4** |

**Tehnoloogiliste arvutuste tabel**

| Jrk nr | Töö nimetus | Tööliste/masinate Eriala/mark | arv | Haardealad Liinivahe 3 Normatiivne tööjõukulu in-vah mas-vah | kestus vah | normi täitmise tegur | valitus kestus vah | Liinivahe 5 Normatiivne tööjõukulu in-vah mas-vah | kestus vah | normi täitmise tegur | valitus kestus vah | Liinivahe 7 Normatiivne tööjõukulu in-vah mas-vah | kestus vah | normi täitmise tegur | valitus kestus vah |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5.1 | 5.2 | 5.3 | 5.4 | 6.1 | 6.2 | 6.3 | 6.4 | 7.1 | 7.2 | 7.3 | 7.4 |
| 1 | Rakestamine | Rakestajad ja armeerijad | 5 | 14,8 | 3,0 | 0,98 | 3 | 14,5 | 2,9 | 0,97 | 3 | 16,1 | 3,2 | 1,08 | 3 |
| | | Kraana Terex 331-16 | 1 | 1,5 | 1,5 | 0,49 | | 1,5 | 1,5 | 0,51 | | 1,6 | 1,6 | 0,54 | |
| 2 | Betoonimine | Betoneerijad | 3 | 2,0 | 0,7 | 0,68 | 1 | 1,9 | 0,6 | 0,62 | 1 | 2,2 | 0,7 | 0,73 | 1 |
| | | Betoonipumi | 1 | 1,0 | 1,0 | 0,97 | | 0,9 | 0,9 | 0,89 | | 1,1 | 1,1 | 1,05 | |
| 3 | Lahtirakestamine | Rakestajad | 5 | 8,7 | 1,7 | 0,87 | 2 | 8,9 | 1,8 | 0,89 | 2 | 9,5 | 1,9 | 0,95 | 2 |
| | | Kraana Terex 331-16 | 1 | 1,4 | 1,4 | 0,71 | | 1,5 | 1,5 | 0,73 | | 1,6 | 1,6 | 0,78 | |

**TÖÖDE TEOSTAMISE GRAAFIK**

| Hoone | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 | ... | 64 | 65 | 66 | 67 | 68 | 69 | 70 | ... | 94 | 95 | 96 | 97 | 98 | 99 | 100 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Liinivahe 3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Liinivahe 5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Liinivahe 7 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Päevad | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 | ... | 64 | 65 | 66 | 67 | 68 | 69 | 70 | ... | 94 | 95 | 96 | 97 | 98 | 99 | 100 |
| Tööpäevad | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | ... | 39 | 40 | 41 | 42 | 43 | 44 | 45 | ... | 69 | 70 | 71 | 72 | 73 | 74 | 75 |
| Tähistus | | Rakestamine | | | | | | Betoneerimine | | | | | | | | Lahtirakestamine | | | | | | | |

**TÖÖJÕU VAJADUS ERIALADE VIISI, päevas**

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | ... | 39 | 40 | 41 | 42 | 43 | 44 | 45 | ... | 69 | 70 | 71 | 72 | 73 | 74 | 75 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Rakestamine | 2 | 2 | 2 | | | 5 | 5 | | 2 | 2 | 2 | | | 5 | 5 | | | 2 | 2 | 2 | | | 5 | 5 |
| Armeerimine | 3 | 3 | 3 | | | | | | 3 | 3 | 3 | | | | | | 3 | 3 | 3 | | | | |
| Betoonerimine | | | | 3 | | | | | | | | 3 | | | | | | | | 3 | | | |
| Tööpäevad | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | ... | 39 | 40 | 41 | 42 | 43 | 44 | 45 | ... | 69 | 70 | 71 | 72 | 73 | 74 | 75 |

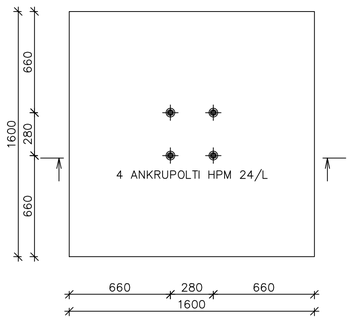
**TÖÖJÕU VAJADUS, päevas**

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | ... | 39 | 40 | 41 | 42 | 43 | 44 | 45 | ... | 69 | 70 | 71 | 72 | 73 | 74 | 75 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 5 | 5 | 5 | 3 | | 5 | 5 | | 5 | 5 | 5 | 3 | | 5 | 5 | | 5 | 5 | 5 | 3 | | 5 | 5 |
| TÖÖSEISAKUD | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Tööpäevad | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | ... | 39 | 40 | 41 | 42 | 43 | 44 | 45 | ... | 69 | 70 | 71 | 72 | 73 | 74 | 75 |

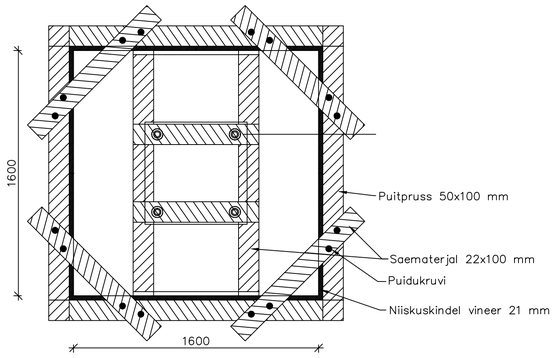
**EHITUSMASINATE VAJADUS, päevas**

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | ... | 39 | 40 | 41 | 42 | 43 | 44 | 45 | ... | 69 | 70 | 71 | 72 | 73 | 74 | 75 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Kraana | 1 | | | | | 1 | | 1 | | | | | | | 1 | | 1 | | | | | | 1 |
| Betoonipumi | | | | 1 | | | | | | | | 1 | | | | | | | | 1 | | | |
| Betoonimikser | | | | 3 | | | | | | | | 3 | | | | | | | | 3 | | | |
| Tööpäevad | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | ... | 39 | 40 | 41 | 42 | 43 | 44 | 45 | ... | 69 | 70 | 71 | 72 | 73 | 74 | 75 |

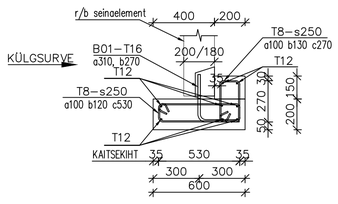
## PV-01
M 1:20



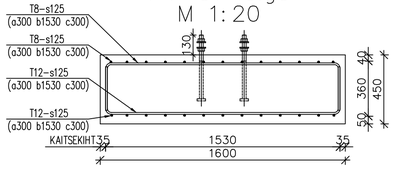

## PV-01 raketise pealtvaade
M 1:20



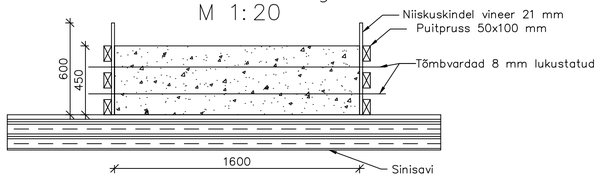

## LV-01
M 1:20



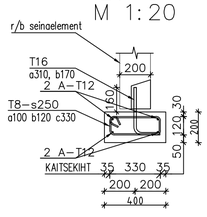

## PV-01 lõige
M 1:20




## PV-01 raketise külgvaade
M 1:20



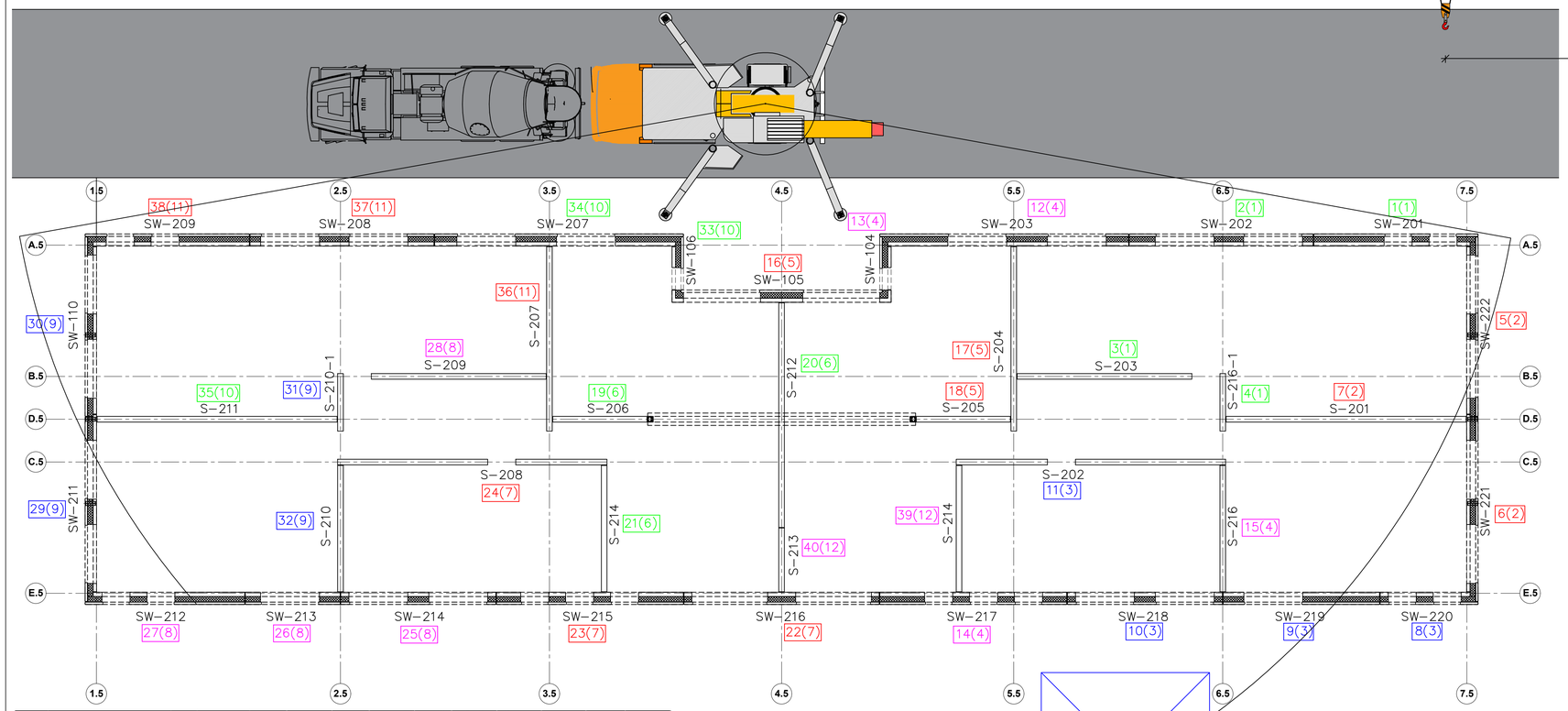

## LV-04
M 1:20

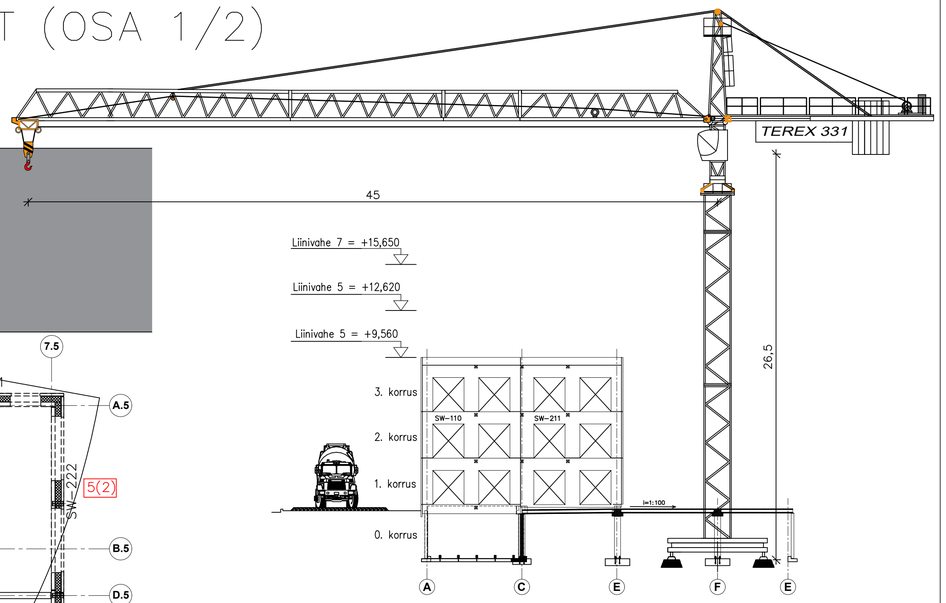



| | | | |
|---|---|---|---|
| TAL TECH TTÜ INSENERITEADUSKOND | | Magistritöö | Lehtede nr 6/8 |
| Koostaja Jaan Lendsaar | Allkiri ja kuupäev | Vundamentide ehituse tehnoloogiline kaart | |
| Juhendaja Irene Lill | Allkiri ja kuupäev | | |
| Ehituse ja arhitektuuri instituut | | Ehitustehnoloogia ja platsikorralduse analüüs Tallinnas, Liinivahe tn 3 - 7 korterelamute ehituse näitel | |

# MONTAAŽITÖÖDE TEHNOLOOGILINE KAART (OSA 1/2)

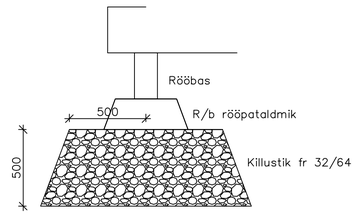
## LIINIVAHE 5 2. KORRUSE PLAAN
M 1:100




xx(yy) x – järjekorra number
y – auto number

## Tornkraana rööpal
M 1:20




| CTT 331-16 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| m | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 | 45 | 50 | 52 | 55 | 57 | 60 | 62 | 65 | 67 | 70 | 72 | 75 |
| 8 t - 32,1 m t | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 7,24 | 6,21 | 5,42 | 4,78 | 4,57 | 4,27 | 4,09 | 3,84 | 3,69 | 3,48 | 3,35 | 3,17 | 3,06 | 2,90 |
| 8 t - 31,5 m t | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 7,06 | 6 | 5,19 | 4,53 | 4,31 | 4,00 | 3,82 | 3,56 | 3,41 | 3,19 | 3,06 | 2,87 | 2,76 | 2,60 |
| 16 t - 17,3 m t | 16 | 16 | 13,54 | 10,48 | 8,48 | 7,06 | 6 | 5,19 | 4,53 | 4,31 | 4,00 | 3,82 | 3,56 | 3,41 | 3,19 | 3,06 | 2,87 | 2,76 | 2,60 |
| 8 t - 34,5 m t | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 7,86 | 6,76 | 5,91 | 5,23 | 5,00 | 4,68 | 4,48 | 4,22 | 4,06 | 3,83 | 3,69 | 3,50 | | |
| 8 t - 33,6 m t | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 7,61 | 6,50 | 5,64 | 4,95 | 4,71 | 4,39 | 4,20 | 3,93 | 3,76 | 3,54 | 3,40 | 3,20 | | |
| 16 t - 18,3 m t | 16 | 16 | 14,46 | 11,23 | 9,11 | 7,61 | 6,50 | 5,64 | 4,95 | 4,71 | 4,39 | 4,20 | 3,93 | 3,76 | 3,54 | 3,40 | 3,20 | | |
| 8 t - 36,3 m t | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 7,17 | 6,28 | 5,57 | 5,32 | 4,99 | 4,78 | 4,51 | 4,34 | 4,10 | | | | |
| 8 t - 35,8 m t | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 7,03 | 6,12 | 5,40 | 5,15 | 4,81 | 4,60 | 4,31 | 4,14 | 3,90 | | | | |
| 16 t - 19,4 m t | 16 | 16 | 15,44 | 12,03 | 9,79 | 8,21 | 7,03 | 6,12 | 5,40 | 5,15 | 4,81 | 4,60 | 4,31 | 4,14 | 3,90 | | | | |
| 8 t - 38,1 m t | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 7,59 | 6,65 | 5,91 | 5,65 | 5,30 | 5,09 | 4,80 | | | | | | |
| 8 t - 37,4 m t | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 7,41 | 6,47 | 5,72 | 5,46 | 5,11 | 4,89 | 4,60 | | | | | | |
| 16 t - 20,1 m t | 16 | 16 | 16 | 12,59 | 10,27 | 8,63 | 7,41 | 6,47 | 5,72 | 5,46 | 5,11 | 4,89 | 4,60 | | | | | | |
| 8 t - 40 m t | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 7,02 | 6,24 | 5,97 | 5,60 | | | | | | | | |
| 8 t - 39,2 m t | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 7,82 | 6,83 | 6,04 | 5,77 | 5,40 | | | | | | | | |
| 16 t - 21,1 m t | 16 | 16 | 16 | 13,24 | 10,81 | 9,10 | 7,82 | 6,83 | 6,04 | 5,77 | 5,40 | | | | | | | | |
| 8 t - 40,9 m t | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 7,20 | 6,40 | | | | | | | | | | |
| 8 t - 40,1 m t | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 7 | 6,20 | | | | | | | | | | |
| 16 t - 21,5 m t | 16 | 16 | 16 | 13,57 | 11,08 | 9,32 | 8,02 | 7 | 6,20 | | | | | | | | | | |
| 8 t - 42,5 m t | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 7,50 | | | | | | | | | | | |
| 8 t - 41,5 m t | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 7,30 | | | | | | | | | | | |
| 16 t - 22,3 m t | 16 | 16 | 16 | 14,10 | 11,53 | 9,70 | 8,35 | 7,30 | | | | | | | | | | | |
| 8 t - 40 m t | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | | | | | | | | | | | | |
| 8 t - 40 m t | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | | | | | | | | | | | | |
| 16 t - 22,4 m t | 16 | 16 | 16 | 14,19 | 11,60 | 9,76 | 8,40 | | | | | | | | | | | | |

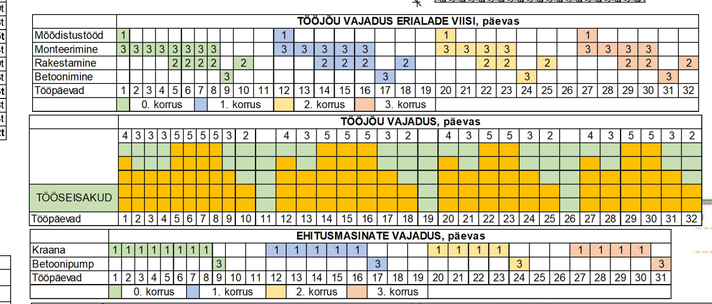
| Hoone | Tahis | Kogus | Gabariitmõõdud [mm] | | | pindala | ehitusmaht | Kaal |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | tk | Paksus | Pikkus | Kõrgus | $m^2$ | $m^3$ | t |
| Liinivahe 7 | S-044 | 1 | 250 | 3000 | 6230 | 18,7 | 4,85 | 12,1 |

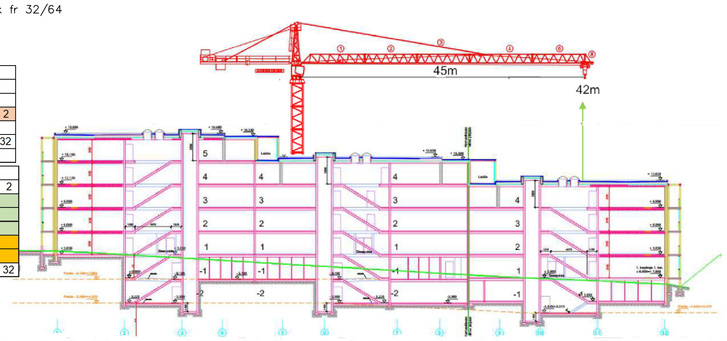
| Jrk nr | Töö nimetus | Ühik | Ajanorm in-h/üh mas-h/üh | Normatiivne tööjõukulu Korrused 0 ühikud | 0 in-h mas-h | 1 ühikud | 1 in-h mas-h | 2 ühikud | 2 in-h mas-h | 3 ühikud | 3 in-h mas-h | Kokku ühikud | Kokku in-h mas-h |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5.1 | 6.1 | 5.2 | 6.2 | 5.3 | 6.3 | 5.3 | 6.3 | 5.4 | 6.4 |
| **1 MONTAAŽ** | | | | | | | | | | | | | |
| 1.1 | Montaažiks geodeetiline mõõtmine (seinad ja postid) | tk | 0,12 | 69 | 8,28 | 58 | 6,96 | 40 | 4,80 | 38 | 4,56 | 205 | 24,60 |
| 1.2 | Postide montaaž ja poltliitega kinnitus | tk | 0,65 / 0,23 | 26 | 16,90 / 5,98 | | | | | | | | 16,90 / 5,98 |
| 1.3 | Välisseinapaneelide montaaž | tk | 1,3 / 0,46 | 11 | 14,30 / 5,06 | 35 | 45,50 / 16,1 | 22 | 28,60 / 10 | 22 | 28,60 / 10 | 90 | 117,00 / 41,40 |
| 1.4 | Siseseinapaneelide montaaž | tk | 1,45 / 0,51 | 32 | 46,40 / 16,32 | 23 | 33,35 / 11,73 | 18 | 26,10 / 9 | 16 | 23,20 / 8 | 89 | 129,05 / 45 |
| 1.5 | Talade montaaž poltliitega | tk | 0,9 / 0,33 | 24 | 21,60 / 7,92 | | | | | 2 | 1,80 / 1 | 26 | 23,40 / 9 |
| 1.5 | Trepielementide montaaž | tk | 0,78 / 0,33 | 1 | 0,78 / 0,33 | 4 | 3,12 / 1,32 | 4 | 3,12 / 1,32 | 3 | 2,34 / 0,99 | 12 | 9,36 / 4 |
| 1.6 | Laepaneelide montaaž | tk | 0,3 / 0,12 | 226 | 67,80 / 27,12 | 93 | 27,90 / 11,16 | 86 | 25,80 / 10 | 99 | 29,70 / 12 | 504 | 151,20 / 60 |
| **MONTAAŽ KOKKU (va p1.1)** | | | in-h | | 167,8 | | 109,9 | | 83,6 | | 85,6 | | 437,6 |
| | | | mas-h | | 62,7 | | 40,3 | | 30,9 | | 31,8 | | 161,8 |
| | | | in-vah | | **21,0** | | **13,7** | | **10,5** | | **10,7** | | **54,7** |
| | | | mas-vah | | **7,8** | | **5,0** | | **3,9** | | **4,0** | | **20,2** |
| **1 BETOONIMINE** | | | | | | | | | | | | | |
| 2.1 | Postide monoliitimine koos rakestamisega | tk | 0,4 | 26 | 10,40 | | | | | | | 26 | 10,40 |
| 2.1 | Trepielementide monoliitimine | tk | 0,30 | 1 | 0,30 | 4 | 1,20 | 4 | 1,20 | 3 | 0,90 | 12 | 3,60 |
| 2.1 | Seinapaneelide püstvuukide monoliitimine betoonipumbaga | tk | 0,25 / 0,033 | 43 | 10,75 / 1,42 | 58 | 14,50 / 1,91 | 40 | 10,00 / 1,32 | 38 | 9,50 / 1,25 | 179 | 44,75 / 5,91 |
| 2.1 | Õõnespaneelide vuukide monolitiseerimine | tk | 0,10 / 0,033 | 226 | 22,60 / 7,46 | 93 | 9,30 / 3,07 | 86 | 8,60 / 2,84 | 99 | 9,90 / 3,27 | 504 | 50,40 / 16,63 |
| **BETOONIMINE KOKKU** | | | in-h | | 44,1 | | 25,0 | | 19,8 | | 20,3 | | 109,2 |
| | | | mas-h | | 8,9 | | 5,0 | | 4,2 | | 4,5 | | 22,5 |
| | | | in-vah | | **5,5** | | **3,1** | | **2,5** | | **2,5** | | **13,6** |
| | | | mas-vah | | **1,1** | | **0,6** | | **0,5** | | **0,6** | | **2,8** |

## Tarnegraafikud

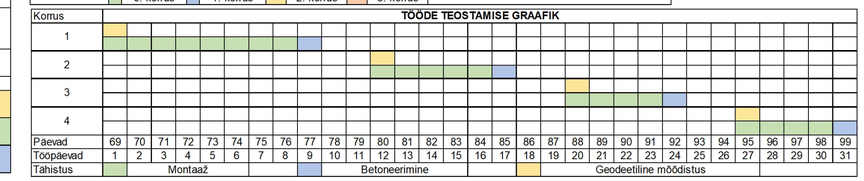
| I päev | | | |
|---|---|---|---|
| 08:30 | 1 | SW-201 | 6,9t |
| | 2 | SW-202 | 5,4t |
| | 3 | S-203 | 9,2t |
| | 4 | S-216-1 | 3,5t |
| | | | **25,0t** |
| 09:30 | 5 | SW-222 | 5,0t |
| | 6 | SW-221 | 5,4t |
| | 7 | S-201 | 11,8t |
| | | | **22,3t** |
| 10:30 | 8 | SW-220 | 2,9t |
| | 9 | SW-219 | 5,4t |
| | 10 | SW-218 | 3,7t |
| | 11 | S-202 | 12,5t |
| | | | **24,5t** |
| 12:30 | 12 | SW-203 | 9,0t |
| | 13 | SW-104 | 1,7t |
| | 14 | SW-217 | 7,4t |
| | 15 | S-216 | 6,8t |
| | | | **24,8t** |
| 14:00 | 16 | SW-105 | 6,9t |
| | 17 | S-204 | 10,3t |
| | 18 | S-205 | 5,0t |
| | | | **22,1t** |
| 15:00 | 19 | S-206 | 5,0t |
| | 20 | S-212 | 12,0t |
| | 21 | S-214 | 6,8t |
| | | | **23,7t** |

| II päev | | | |
|---|---|---|---|
| 08:30 | 1 | SW-216 | 4,5t |
| | 2 | SW-215 | 7,4t |
| | 3 | S-208 | 12,5t |
| | | | **24,3t** |
| 09:30 | 4 | SW-214 | 3,7t |
| | 5 | SW-213 | 2,9t |
| | 6 | SW-212 | 6,6t |
| | 7 | S-209 | 9,2t |
| | | | **22,4t** |
| 10:30 | 8 | SW-211 | 5,0t |
| | 9 | SW-110 | 4,6t |
| | 10 | S-210-1 | 3,5t |
| | 11 | S-210 | 6,8t |
| | | | **19,9t** |
| 13:00 | 12 | SW-106 | 1,7t |
| | 13 | SW-207 | 9,0t |
| | 14 | S-211 | 11,8t |
| | | | **22,5t** |
| 14:00 | 15 | SW-208 | 5,4t |
| | 16 | SW-209 | 6,9t |
| | 17 | S-207 | 10,3t |
| | | | **22,6t** |
| 15:00 | 18 | S-214 | 6,8t |
| | 19 | S-213 | 3,4t |
| | | | **10,2t** |



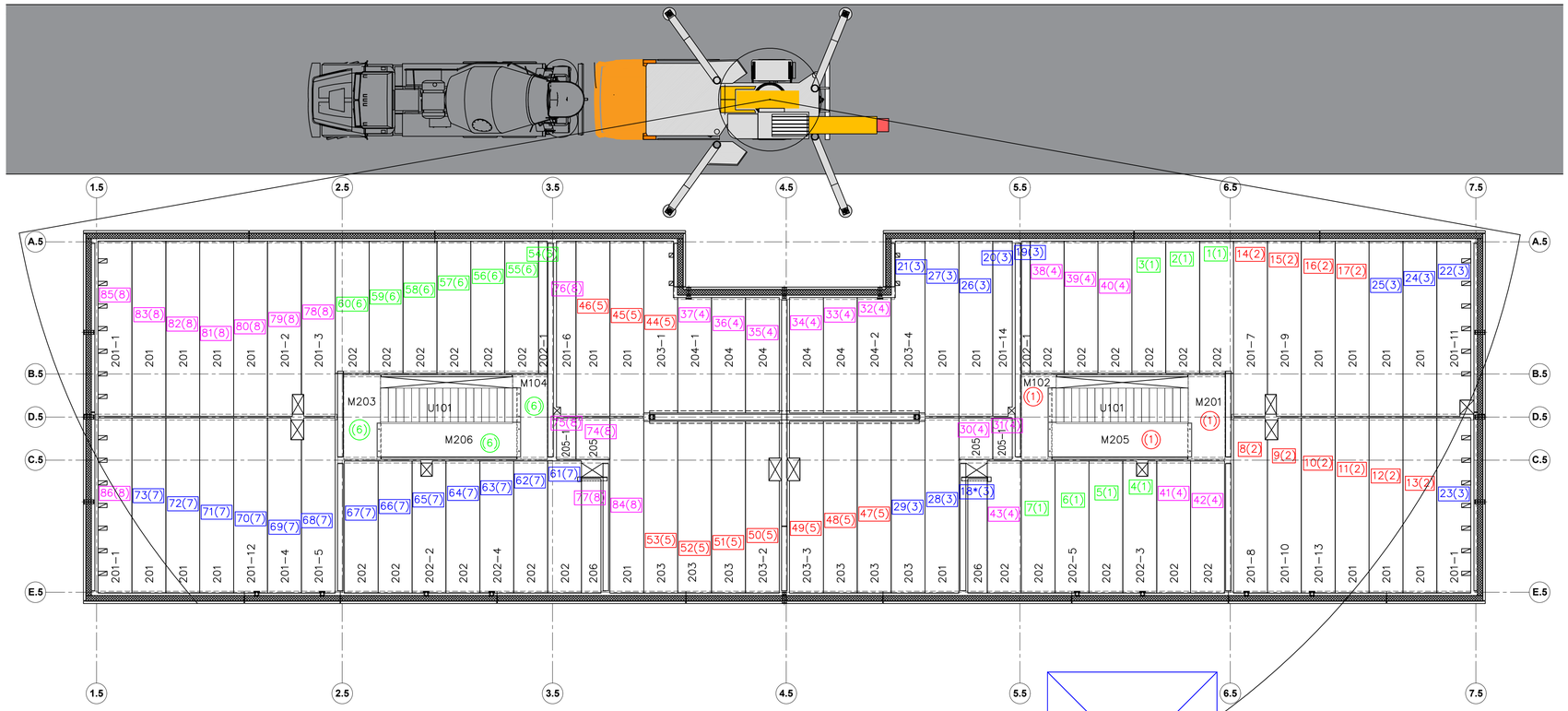

| Tehnoloogiliste arvutuste tabel | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Tööliste/masinate | | Korrused 0 | | | | 1 | | | | 2 | | | | 3 | | | |
| | | | | Normatiivne | | | | Normatiivne | | | | Normatiivne | | | | Normatiivne | | | |
| Jrk nr | Töö nimetus | Eriala/mark | arv | tööjõu-kulu in-vah mas-vah | kestus vah | normi täitmise tegur | valitus kestus vah | tööjõu-kulu in-vah mas-vah | kestus vah | normi täitmise tegur | valitus kestus vah | tööjõu-kulu in-vah mas-vah | kestus vah | normi täitmise tegur | valitus kestus vah | tööjõu-kulu in-vah mas-vah | kestus vah | normi täitmise tegur | valitus kestus vah |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5.1 | 5.2 | 5.3 | 5.4 | 6.1 | 6.2 | 6.3 | 6.4 | 7.1 | 7.2 | 7.3 | 7.4 | 7.1 | 7.2 | 7.3 | 7.4 |
| 1 | Geodeetiline mõõdistus | Mõõdistaja | 1 | 1,04 | 1,0 | 1,04 | 1 | 0,87 | 0,9 | 0,87 | 1 | 0,60 | 0,6 | 0,60 | 1 | 0,57 | 0,6 | 0,57 | 1 |
| 2 | Elementide montaaž | Monteerija | 3 | 21,0 | 7,0 | 0,87 | 8 | 13,7 | 4,6 | 0,92 | 5 | 10,5 | 3,5 | 0,87 | 4 | 10,7 | 3,6 | 0,89 | 4 |
| | | Kraana Terex 331-16 | 1 | 7,8 | 7,8 | 0,98 | | 5,0 | 5,0 | 1,01 | | 3,9 | 3,9 | 0,97 | | 4,0 | 4,0 | 0,99 | |
| 3 | Betoonimine | Betoneerija | 3 | 5,5 | 1,8 | 1,84 | 1 | 3,1 | 1,0 | 1,04 | 1 | 2,5 | 0,8 | 0,83 | 1 | 2,5 | 0,8 | 0,85 | 1 |
| | | Betoonipump | 1 | 1,1 | 1,1 | 1,11 | | 0,6 | 0,6 | 0,62 | | 0,5 | 0,5 | 0,52 | | 0,6 | 0,6 | 0,57 | |




| | | | |
|---|---|---|---|
| TALTECH TTÜ INSENERITEADUSKOND | | Magistritöö | Lehtede/ehti 7/8 |
| Koostaja Jaan Lendsaar | Allkiri ja kuupäev | Montaažitööde tehnoloogiline kaart osa 1/2 | |
| Juhendaja Irene Lill | Allkiri ja kuupäev | | |
| Ehituse ja arhitektuuri instituut | | Ehitustehnoloogia ja platsikorralduse analüüs Tallinnas, Liinivahe tn 3 - 7 korterelamute ehituse näitel | |

# MONTAAŽITÖÖDE TEHNOLOOGILINE KAART (OSA 1/2)

## LIINIVAHE 5 2. KORRUSE LAE PLAAN
M 1:100




xx(yy) x–järjekorra number
y–auto number

## Tarnegraafikud

| | | III päev | |
|---|---|---|---|
| 08:00 | 1 | P220- -202 | 1,8t |
| | 2 | P220- -202 | 1,8t |
| | 3 | P220- -202 | 1,8t |
| | 4 | P220- -202-3 | 1,8t |
| | 5 | P220- -202 | 1,8t |
| | 6 | P220- -202-5 | 1,8t |
| | 7 | P220- -202 | 1,8t |
| | | M102 | 1,7t |
| | | M201 | 2,1t |
| | | M205 | 3,2t |
| | | U101 | 5,2t |
| | | | **24,6t** |
| 10:00 | 8 | P220- -201-8 | 2,4t |
| | 9 | P220- -201-10 | 2,4t |
| | 10 | P220- -201-13 | 2,4t |
| | 11 | P220- -201 | 2,4t |
| | 12 | P220- -201 | 2,4t |
| | 13 | P220- -201 | 2,4t |
| | 14 | P220- -201-7 | 2,4t |
| | 15 | P220- -201-9 | 2,4t |
| | 16 | P220- -201 | 2,4t |
| | 17 | P220- -201 | 2,4t |
| | | | **23,6t** |
| 12:30 | 18 | P220- -206 | 0,9t |
| | 19 | P220- -202-1 | 0,5t |
| | 20 | P220- -201-14 | 1,4t |
| | 21 | P220- -203-4 | 2,3t |
| | 22 | P220- -201-11 | 2,4t |
| | 23 | P220- -201-1 | 2,4t |
| | 24 | P220- -201 | 2,4t |
| | 25 | P220- -201 | 2,4t |
| | 26 | P220- -201 | 2,4t |
| | 27 | P220- -201 | 2,4t |
| | 28 | P220- -201 | 2,4t |
| | 29 | P220- -203 | 2,3t |
| | | | **23,8t** |
| 14:00 | 30 | P220- -205 | 0,6t |
| | 31 | P220- -205-1 | 0,3t |
| | 32 | P220- -204-2 | 1,6t |
| | 33 | P220- -204 | 1,6t |
| | 34 | P220- -204 | 1,6t |
| | 35 | P220- -204 | 1,6t |
| | 36 | P220- -204 | 1,6t |
| | 37 | P220- -204-1 | 1,6t |
| | 38 | P220- -202 | 1,8t |
| | 39 | P220- -202 | 1,8t |
| | 40 | P220- -202 | 1,8t |
| | 41 | P220- -202 | 1,8t |
| | 42 | P220- -202 | 1,8t |
| | 43 | P220- -202 | 1,8t |
| | | | **20,9t** |

| | | IV päev | |
|---|---|---|---|
| 08:00 | 1 | P220- -203-1 | 2,3t |
| | 2 | P220- -201 | 2,4t |
| | 3 | P220- -201 | 2,4t |
| | 4 | P220- -203 | 2,3t |
| | 5 | P220- -203 | 2,3t |
| | 6 | P220- -203-3 | 2,3t |
| | 7 | P220- -203-2 | 2,3t |
| | 8 | P220- -203 | 2,3t |
| | 9 | P220- -203 | 2,3t |
| | 10 | P220- -203 | 2,3t |
| | | | **23,2t** |
| 10:30 | 11 | P220- -202-1 | 0,5t |
| | 12 | P220- -202 | 1,8t |
| | 13 | P220- -202 | 1,8t |
| | 14 | P220- -202 | 1,8t |
| | 15 | P220- -202 | 1,8t |
| | 16 | P220- -202 | 1,8t |
| | 17 | P220- -202 | 1,8t |
| | | M104 | 1,7t |
| | | M203 | 2,1t |
| | | M206 | 3,2t |
| | | U101 | 5,2t |
| | | | **23,3t** |
| 12:30 | 18 | P220- -202 | 1,8t |
| | 19 | P220- -202 | 1,8t |
| | 20 | P220- -202-4 | 1,8t |
| | 21 | P220- -202 | 1,8t |
| | 22 | P220- -202-2 | |
| | 23 | P220- -202 | 1,8t |
| | 24 | P220- -202 | 1,8t |
| | 25 | P220- -201-5 | 2,4t |
| | 26 | P220- -201-4 | 2,4t |
| | 27 | P220- -201-12 | 2,4t |
| | 28 | P220- -201 | 2,4t |
| | 29 | P220- -201 | 2,4t |
| | | P220- -201 | 2,4t |
| | | | **24,8t** |
| 14:30 | 30 | P220- -205 | 0,6t |
| | 31 | P220- -205-1 | 0,3t |
| | 32 | P220- -201-6 | 1,4t |
| | 33 | P220- -206 | 0,9t |
| | 34 | P220- -201-3 | 2,4t |
| | 35 | P220- -201-2 | 2,4t |
| | 36 | P220- -201 | 2,4t |
| | 37 | P220- -201 | 2,4t |
| | 38 | P220- -201 | 2,4t |
| | 39 | P220- -201 | 2,4t |
| | 40 | P220- -201 | 2,4t |
| | 41 | P220- -201-1 | 2,4t |
| | 42 | P220- -201-1 | 2,4t |
| | | | **24,3t** |

| Jrk nr | Töö nimetus | Ühik | Ajanorm in-h/ühik mas-h/ühik | Normatiivne tööjõukulu Korrused 0 ühikud | 0 in-h mas-h | 1 ühikud | 1 in-h mas-h | 2 ühikud | 2 in-h mas-h | 3 ühikud | 3 in-h mas-h | Kokku ühikud | Kokku in-h mas-h |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5.1 | 6.1 | 5.2 | 6.2 | 5.3 | 6.3 | 5.3 | 6.3 | 5.4 | 6.4 |
| **1 MONTAAŽ** | | | | | | | | | | | | | |
| 1.1 | Montaažiks geodeetiline mõõtmine (seinad ja postid) | tk | 0,12 | 69 | 8,28 | 58 | 6,96 | 40 | 4,80 | 38 | 4,56 | 205 | 24,60 |
| 1.2 | Postide montaaž ja poltliitega kinnitus | tk | 0,65 | 26 | 16,90 | | | | | | | | 16,90 |
| | | | 0,23 | | 5,98 | | | | | | | | 5,98 |
| 1.3 | Välisseinapaneelide montaaž | tk | 1,3 | 11 | 14,30 | 35 | 45,50 | 22 | 28,60 | 22 | 28,60 | 90 | 117,00 |
| | | | 0,46 | | 5,06 | | 16,1 | | 10 | | 10 | | 41,40 |
| 1.4 | Siseseinapaneelide montaaž | tk | 1,45 | 32 | 46,40 | 23 | 33,35 | 18 | 26,10 | 16 | 23,20 | 89 | 129,05 |
| | | | 0,51 | | 16,32 | | 11,73 | | 9 | | 8 | | 45 |
| 1.5 | Talade montaaž poltliitega | tk | 0,9 | 24 | 21,60 | | | | | 2 | 1,80 | 26 | 23,40 |
| | | | 0,33 | | 7,92 | | | | | | 1 | | 9 |
| 1.5 | Trepielementide montaaž | tk | 0,78 | 1 | 0,78 | 4 | 3,12 | 4 | 3,12 | 3 | 2,34 | 12 | 9,36 |
| | | | 0,33 | | 0,33 | | 1,32 | | 1,32 | | 0,99 | | 4 |
| 1.6 | Laepaneelide montaaž | tk | 0,3 | 226 | 67,80 | 93 | 27,90 | 86 | 25,80 | 99 | 29,70 | 504 | 151,20 |
| | | | 0,12 | | 27,12 | | 11,16 | | 10 | | 12 | | 60 |
| **MONTAAŽ KOKKU (va p1.1)** | | | in-h | | 167,8 | | 109,9 | | 83,6 | | 85,6 | | 437,6 |
| | | | mas-h | | 62,7 | | 40,3 | | 30,9 | | 31,8 | | 161,8 |
| | | | in-vah | | **21,0** | | **13,7** | | **10,5** | | **10,7** | | **54,7** |
| | | | mas-vah | | **7,8** | | **5,0** | | **3,9** | | **4,0** | | **20,2** |
| **1 BETOONIMINE** | | | | | | | | | | | | | |
| 2.1 | Postide monoliitimine koos rakestamisega | tk | 0,4 | 26 | 10,40 | | | | | | | 26 | 10,40 |
| 2.1 | Trepielementide monoliitimine | tk | 0,30 | 1 | 0,30 | 4 | 1,20 | 4 | 1,20 | 3 | 0,90 | 12 | 3,60 |
| 2.1 | Seinapaneelide püstvuukide monoliitimine betoonipumbaga | tk | 0,25 | 43 | 10,75 | 58 | 14,50 | 40 | 10,00 | 38 | 9,50 | 179 | 44,75 |
| | | | 0,033 | | 1,42 | | 1,91 | | 1,32 | | 1,25 | | 5,91 |
| 2.1 | Õõnespaneelide vuukide monolitiseerimine | tk | 0,10 | 226 | 22,60 | 93 | 9,30 | 86 | 8,60 | 99 | 9,90 | 504 | 50,40 |
| | | | 0,033 | | 7,46 | | 3,07 | | 2,84 | | 3,27 | | 16,63 |
| **BETOONIMINE KOKKU** | | | in-h | | 44,1 | | 25,0 | | 19,8 | | 20,3 | | 109,2 |
| | | | mas-h | | 8,9 | | 5,0 | | 4,2 | | 4,5 | | 22,5 |
| | | | in-vah | | **5,5** | | **3,1** | | **2,5** | | **2,5** | | **13,6** |
| | | | mas-vah | | **1,1** | | **0,6** | | **0,5** | | **0,6** | | **2,8** |

**TÖÖJÕU VAJADUS ERIALADE VIISI, päevas**

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Mõõdistustööd | 1 | | | | | | | | | | | 1 | | | | | | | | 1 | | | | | | | 1 | | | | | |
| Monteerimine | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | | | | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | | | | 3 | 3 | 3 | 3 | | | | 3 | 3 | 3 | 3 | | |
| Rakestamine | | | | | 2 | 2 | 2 | 2 | | 2 | | | | 2 | 2 | 2 | | 2 | | | | 2 | 2 | | 2 | | | | 2 | 2 | | 2 |
| Betoonimine | | | | | | | | | 3 | | | | | | | | 3 | | | | | | | 3 | | | | | | | 3 | |
| Tööpäevad | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 |

0. korrus | 1. korrus | 2. korrus | 3. korrus

**TÖÖJÕU VAJADUS, päevas**

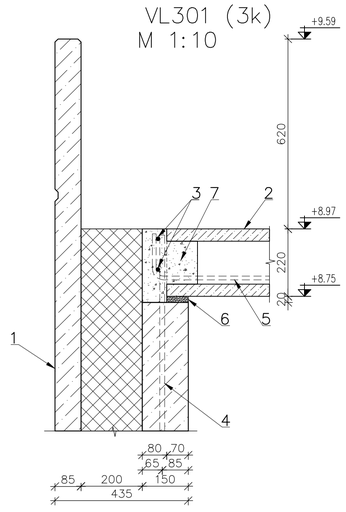
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 4 | 3 | 3 | 3 | 5 | 5 | 5 | 5 | 3 | 2 | | 4 | 3 | 5 | 5 | 5 | 3 | 2 | | 4 | 3 | 5 | 5 | 3 | 2 | | 4 | 3 | 5 | 5 | 3 | 2 |
| TÕÕSEISAKUD | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Tööpäevad | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 |

**EHITUSMASINATE VAJADUS, päevas**

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Kraana | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | | | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | | | | 1 | 1 | 1 | 1 | | | | 1 | 1 | 1 | 1 | |
| Betoonipump | | | | | | | | | 3 | | | | | | | | 3 | | | | | | | 3 | | | | | | | 3 |
| Tööpäevad | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 |

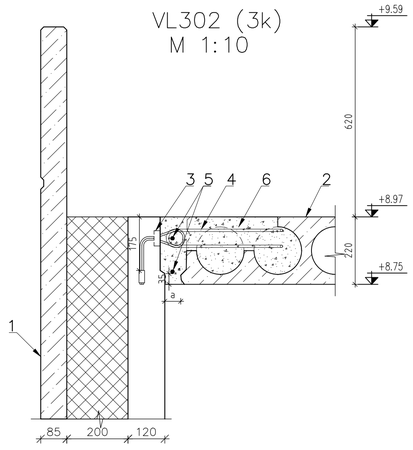
0. korrus | 1. korrus | 2. korrus | 3. korrus

### VL301 (3k)
M 1:10




1. RAUDBETOONIST VÄLISSEINA ELEMENT
2. ÕÕNESPANEEL PAKSUS 220, KORK PANEELI ÕÕNES 100 mm
3. RINGSARRUS 2 A ø12 A500H, ÜLEKATE MIN 1000
   nurkades 2 B–T12–L1000 (a500,b500)
4. TAPISARRUS A ø16 A500HW–s1200...1500
5. SARRUS B ø12 A500H L=1200 (a150, b1050),
   igas laepaneelide vahelises vuugis
6. DISTANTSPLAADID JA SÄNGITUSKIHT PEENETERALINE BETOON C25/30
7. BETOON C25/30

### VL302 (3k)
M 1:10




1. RAUDBETOONIST VÄLISSEINA ELEMENT
2. ÕÕNESPANEEL 220 mm, PESADEGA 150x150–s1200 ÜLAPINNAS
3. TROSSAAS VS 80 – s800
4. SARRUS 2 Y ø8 A500H – (a100, b, c60) – s1200
   paigaldada 2 tk laepaneeli pesasse vastasuunas põlvedega õõnde
   varda painutuspikkus b=320+a vastavalt seina ja laepaneeli vahe mõõdule a
5. RINGSARRUS A ø12 A500H, ÜLEKATE MIN 700
   sarrus alapinnas jätkata seinal ja ülemine laepaneeli keskel
   nurkades 2 B–T12–L1000 (a500,b500)
6. BETOON C25/30
   laepaneeli õõs pesa kohal täita 450mm

**Tehnoloogiliste arvutuste tabel**

| Jrk nr | Töö nimetus | Tööliste/masinate Eriala/mark | arv | 0 Normatiivne tööjõukulu in-vah mas-vah | 0 kestus vah | 0 normi täitmise tegur | 0 valitus kestus vah | 1 Normatiivne tööjõukulu in-vah mas-vah | 1 kestus vah | 1 normi täitmise tegur | 1 valitus kestus vah | 2 Normatiivne tööjõukulu in-vah mas-vah | 2 kestus vah | 2 normi täitmise tegur | 2 valitus kestus vah | 3 Normatiivne tööjõukulu in-vah mas-vah | 3 kestus vah | 3 normi täitmise tegur | 3 valitus kestus vah |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5.1 | 5.2 | 5.3 | 5.4 | 6.1 | 6.2 | 6.3 | 6.4 | 7.1 | 7.2 | 7.3 | 7.4 | 7.1 | 7.2 | 7.3 | 7.4 |
| 1 | Geodeetiline mõõdistus | Mõõdistaja | 1 | 1,04 | 1,0 | 1,04 | 1 | 0,87 | 0,9 | 0,87 | 1 | 0,60 | 0,6 | 0,60 | 1 | 0,57 | 0,6 | 0,57 | 1 |
| 2 | Elementide montaaž | Monteerija | 3 | 21,0 | 7,0 | 0,87 | 8 | 13,7 | 4,6 | 0,92 | 5 | 10,5 | 3,5 | 0,87 | 4 | 10,7 | 3,6 | 0,89 | 4 |
| | | Kraana Terex 331-16 | 1 | 7,8 | 7,8 | 0,98 | | 5,0 | 5,0 | 1,01 | | 3,9 | 3,9 | 0,97 | | 4,0 | 4,0 | 0,99 | |
| 3 | Betoonimine | Betoonerija | 3 | 5,5 | 1,8 | 1,84 | 1 | 3,1 | 1,0 | 1,04 | 1 | 2,5 | 0,8 | 0,83 | 1 | 2,5 | 0,8 | 0,85 | 1 |
| | | Betoonipump | 1 | 1,1 | 1,1 | 1,11 | | 0,6 | 0,6 | 0,62 | | 0,5 | 0,5 | 0,52 | | 0,6 | 0,6 | 0,57 | |

**TÖÖDE TEOSTAMISE GRAAFIK**

| Korrus | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Päevad | 69 | 70 | 71 | 72 | 73 | 74 | 75 | 76 | 77 | 78 | 79 | 80 | 81 | 82 | 83 | 84 | 85 | 86 | 87 | 88 | 89 | 90 | 91 | 92 | 93 | 94 | 95 | 96 | 97 | 98 | 99 |
| Tööpäevad | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 |
| Tähistus | | Montaaž | | | | | | | | Betoneerimine | | | | | | | | | | Geodeetiline mõõdistus | | | | | | | | | | | |

| | | |
|---|---|---|
| TTÜ INSENERITEADUSKOND | Magistritöö | Lehtede/ni 8/8 |
| Koostaja Jaan Lendsaar | Allkiri ja kuupäev | Montaažitööde tehnoloogiline kaart osa 2/2 |
| Juhendaja Irene Lill | Allkiri ja kuupäev | |
| Ehituse ja arhitektuuri instituut | | Ehitustehnoloogia ja platsikorralduse analüüs Tallinnas, Liinivahe tn 3 - 7 korterelamute ehituse näitel |