



TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOL  
INSENERITEADUSKOND  
Ehituse ja arhitektuuri instituut

**EHITUSTEHNOLÓGIA JA PLATSIKORRALDUSE  
ANALÜÜS TALLINNAS, MALEVA 18  
KORTERELAMU E HITUSE NÄITEL**

**ANALYSIS OF CONSTRUCTION TECHNOLOGY AND  
BUILDING SITE MANAGEMENT BASED ON THE CASE OF  
STUDY OF APARTMENT BUILDINGS AT MALEVA 18  
STREET IN TALLINN**

MAGISTRITÖÖ

Üliõpilane: Andre Korotškin

Üliõpilaskood 144456

Juhendaja: Roode Liias

Tallinn 2022

# 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.

16. mai 2021

Autor: .....  
/ allkiri /

Töö vastab magistritööle esitatud nõuetele.

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

Juhendaja: .....  
/ allkiri /

Kaitsmisele lubatud

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

Kaitsmiskomisjoni esimees:

.....  
/ nimi ja allkiri /

Üliõpilane: **ANDRE KOROTSKIN**

Üliõpilaskood **144456**

Õppekava: **EAEI02 Ehitiste projekteerimine ja ehitusjuhtimine**

Peeriala: Ehitusmajandus ja juhtimine

Lõputöö teema:

**Ehitustehnoloogia ja platsikorralduse analüüs Tallinnas, Maleva 18 korterelamu ehituse näitel**

Analysis of construction technology and building site management based on the case study of apartment buildings at Maleva 18 street in Tallinn

Juhendaja: **Praktik-professor Roode Liias**

Roode.liias@taltech.ee

Lõputöö konsultandid:

Tiitel või ametikoht, Ees- ja Perekonnanimi	Kontakt (e-post või telefon)	Allkiri ja kuupäev
Konstruktiiivne osa	Johannes Pello	23.mai 2022

Lõputöö põhieesmärgid:

1. Ehitustehnoloogia analüüs
2. Platsikorralduse analüüs
3. Õõnespaneelide vahelae monoliitlahendusega asendus
4. Tehnoloogiliste kaartide koostamine
5. Koondkalendriplaani koostamine
6. RATU ja ENIR järgi töökulude võrdlus
7. Ehitusplatsi generaalplaani koostamine

Töö keel: eesti keel

## SISUKORD

<b>SISUKORD</b> .....	4
GRAAFILISE MATERJALI LOETELU.....	6
SISSEJUHATUS.....	7
1. OLEMASOLEV OLUKORD.....	8
<b>1.1. Ehitusgeoloogilised tingimused</b> .....	9
2. ARHITEKTUURNE OSA.....	11
<b>2.1. Vundament, Sokkel</b> .....	12
<b>2.2. Põrand pinnasel</b> .....	12
<b>2.3. Vertikaalsed ja horisontaalsed kandekonstruktsioonid</b> .....	12
<b>2.4. Trepid, pandused, redelid</b> .....	13
<b>2.5. Vahelaed</b> .....	13
<b>2.6. Katuslagi</b> .....	13
<b>2.7. Välisseinad</b> .....	14
<b>2.8. Siseseinad</b> .....	14
<b>2.9. Avatäited</b> .....	14
<b>2.10. Varikatused</b> .....	14
<b>2.11. Päikesepaneelid</b> .....	15
<b>2.12. Hoone sisearhitektuur</b> .....	15
<b>2.12.1. Projekteerimisel aluseks võetavad ehitusnormid ja eeskirjad</b> .....	<b>16</b>
<b>2.13. Tehnilised põhinõuded hoone kandekonstruktsioonidele</b> .....	16
<b>2.14. Tuleohutus</b> .....	17
<b>2.15. Veevarustus ja kanalisatsioon</b> .....	17
3. KONSTRUKTIIVNE OSA.....	18
<b>3.1. Koormused vahelaele</b> .....	19
<b>3.2. Plaadi sisejõud</b> .....	19
3.3. Plaadi armatuuri dimensioneerimine.....	20
<b>3.3.1. Armatuuri pindala esimeses avas</b> .....	<b>20</b>
<b>3.3.2. Armatuuri pindala esimesel vahetoel</b> .....	<b>21</b>
<b>3.3.3. Armatuuri pindala ülejäänud vahetugedel ja avades</b> .....	<b>22</b>
3.4. Toearmatuur esimesel toel.....	22
3.5. Plaadi põikjõukindlus.....	23
3.6. Kokkuvõte.....	24
4. EHITUSPLATSI GENERAALPLAAN.....	25
4.1. Lähteandmed.....	25
4.2. Ehitusplatsi ettevalmistustööd.....	25
4.3. Tõstemehhanismi valik.....	26
4.4. Liikluskorraldus.....	28
4.5. Ajutised ehitised.....	29
4.6. Ehitusplatsi laod.....	30

4.7.	Ehitusaegsed tehnovõrgud .....	31
4.8.	Ehitusaegne veevarustus.....	31
4.9.	Ehitusaegne elektrivarustus.....	33
4.10.	Ajutine valgustus ehitusplatsil .....	35
4.11.	Ajutine kanalisatsioon.....	36
4.12.	Ajutine soojavarustus .....	36
5.	EHITUSE KOONDKALENDERPLAAN .....	37
5.1.	Ehituskestus.....	37
5.2.	Töömahtude arvutused .....	37
5.3.	Ehitustööde kirjeldus .....	39
6.	TEHNOLOOGILISED KAARDID .....	42
6.1.	Vundamendi rajamine.....	42
	<b>6.1.1. Raketise paigaldus .....</b>	<b>42</b>
	<b>6.1.2. Vundamendi armeerimine .....</b>	<b>43</b>
	<b>6.1.3. Vundamendi betoneerimine .....</b>	<b>43</b>
	<b>6.1.4. Lahtirakestamine .....</b>	<b>43</b>
	<b>6.1.5. Kvaliteedinõuded .....</b>	<b>44</b>
6.2.	Hoonekarbi ehitus .....	44
	<b>6.2.1. Ohutustehnika montaaži ajal.....</b>	<b>45</b>
	<b>6.2.2. Maja kandeelementide montaaž.....</b>	<b>46</b>
	<b>6.2.3. Kandekonstruksioonide üldised tolerantsi- ja kvaliteediklassid .....</b>	<b>47</b>
6.3.	Müüritööd .....	49
	<b>6.3.1. FIBO ploki ladumine .....</b>	<b>49</b>
	<b>6.3.2. Kvaliteedinõuded .....</b>	<b>50</b>
6.4.	Tehnoloogilised arvutused .....	51
7.	MAJANDUSOSA .....	55
7.1.	Vundamendi ehitamine ENiR ajanormide järgi .....	55
7.2.	Hoonekarbi ehitus ENiR ajanormide järgi .....	56
7.3.	Müüritööd ENiR ajanormide järgi .....	58
7.4.	Tulemused .....	59
7.5.	Arvutused .....	60
8.	TÖÖ- JA KESKKONNAKAITSE .....	64
8.1.	Ehitusplatsi ohutuse üldnõuded .....	65
8.2.	Elektriohutusnõuded .....	66
8.3.	Tuleohutusnõuded.....	67
	KOKKUVÕTE.....	68
	CONCLUSION .....	69
	Kasutatud kirjandus .....	70

## **GRAAFILISE MATERJALI LOETELU**

Lõputöö koosseisu kuulub 7 esitlusjoonist formaadis A1:

Joonis 1: Arhitektuursed joonised

Joonis 2: Ehitusplatsi generaalplaan

Joonis 3: Monoliitse plaadi armeering

Joonis 4: Koondkalenderplaan

Joonis 5: Vundamendi ehituse tehnoloogiline kaart

Joonis 6: Montaažitööde tehnoloogiline kaart

Joonis 7: Montaažitööde tehnoloogiline kaart

Joonis 8: Müüritööde tehnoloogiline kaart

## SISSEJUHATUS

Käesoleva magistritöö teemaks on viiekorruselise tüüpprojekti paneelramu ehitusprotsessi korraldamine ja juhtimine. Töö ehitusobjektiks on Maleva 18 aadressil olev elamu, mille valmistamisel käesoleva töö autor toimetab ehitusinsenerina. Antud teema oli valitud põhjusel, et näidata Tallinna Tehnikaülikoolis õppimisel omandatud teoreetilisi oskusi ja teadmisi ning veel sel põhjusel, et ehitusjuhtimine on autori tulevane eriala. Samuti tegemist on reaalse ehitusobjektiga, mis omakorda veelgi suurendab praktilist väärtust.

Ehitusvaldkond on üks peamistest ning olulisematest majandussektoritest nii Eestis kui ka teistes riikides. Tänu püsivale kasvule ning oma suurusele, ehitusvaldkond on investoritele jätkuvalt atraktiivne. Ehitusvaldkonna mahtude suurendamine omakorda toob nõudlust kvalifitseeritud valdkonna spetsialistide järele. Tänapäeval ehitusinseneril peavad olema laialatuslikud praktilised ja teoreetilised teadmised ja oskused ning kutsestandardis toodud kompetentsid. Ehitusinsener reeglina ei tegele ehitusprojektide koostamisega (see on arhitektide ning projekteerijate vastutus), kuid ta peab valdama terminoloogiat ning aru saama ehitusalast dokumentatsioonist ning ehitusjoonistest.

Käesolevas lõputöös käsitletakse ehitusprotsessi tervikuna: kirjeldatakse geoloogilisi tingimusi, antakse ülevaade hoone arhitektuurist, kandekonstruktsioonidest, siseviimistlustest ning ehitise tehnovõrkudest.

Peatükis, kus kirjeldatakse hoone konstruktiivset osa ja tuuakse välja arvutust, mis puudutab õõnespaneelide asendamist armeeritud plaadiga. Arvutuste kohaselt oli koostatud graafiline joonis ning arvutatud materjalide mahud. Ehitusplatsi generaalplaani peatükis tehakse ülevaade platsi ettevalmistustöödest, ajutistest ehitistest, liikluse korraldusest ja tehnovõrkudest, selles osas valitakse ka tõstemehhanism hoonekarbi monteerimiseks. Koondkalenderplaani osas on kirjeldatud kõik ehitusprotsessi osad ja tegevused ning on koostatud täpne ehitustööde ajakava koos ehitustööde maksumuse arvutustega.

Lõputöös on kajastatud vundamendi, hoonekarbi ja müüritööde tehnoloogilised kaardid ning nende koostamisega seotud protsessid. Antud protsesside hulka kuulub materjalide koguste arvutamine, tehnoloogilise protsessi täpsustamine ning nende alusel graafikute koostamine. Tuginedes tehnoloogilises kaardis toodule, töö autor võrdleb tööjõukulusid RATU ja ENiR ajanormide järgi.

Töö viimases osas käsitletakse ehitusobjekti tööohutust. Töö sisaldab ka kokkuvõtet inglise keeles.

# 1. OLEMASOLEV OLUKORD

Joonis 1.1 Maleva 18 objekti asukoht



Maleva tn 18 planeeritava korterelamu kinnistu asub Põhja-Tallinna linnaosas, Tallinna linnas, Harju maakonnas. Kinnistu läheduses ei ole suuri liiklusmagistraale, tegemist on pigem rohelse ja mereäärse alaga. Ümbruskonnas on segahoonestusala, kus paiknevad elamud, korterelamud ning tootmishooned. Kinnistu paikneb suhteliselt lameda reljeefiga alal ja vähese langusega põhja suunas. Kinnistul on kõrghaljastus üksikute puude ja rohumaaga. Kinnistul asus 5-korruseline ühiselamu, mis on tänaseks lammutatud. Kinnistuni viib lagununud asfaltkattega tee. Kinnistul on olemas elekter, vesi- ja sademeveekanaliseatsioon.



Maapinna absoluutkõrgused jäävad vahemikku 13.00 m kuni 14.30 m ü.m.p. Kinnistul puudub madalhaljastus. Kinnistul ei ole tuvastatud kaitsealused objektid ja kinnismälestised.

Planeeritud korterelamu on 5-korruselise lamekatusega ehitus. Konstruktiivselt on tegemist paneelelamuga.

Korterelamusse tuleb 80 korterit (76 1-toalist ja 4 2-toalist). Hoones on ka üld- ja ühiskasutamiseks mõeldud ruumid. 80% korteritest on projekteeritud vastavalt invanõuetele. Invakorterid on 1- ja 2-toalised.

Erinõudeid hoone osas ei ole kehtestatud.

Maleva tänava 18 kinnistu suurus on 4418 m<sup>2</sup>, millest lubatud ehitisealune pind on 1081 m<sup>2</sup>. Lubatud korruste arv on 5. Rajatava korterelamu kinnistu paikneb lahtise hoonestusviisiga alal. Naabruses on 2-5 korruselised hooned: elamud ning tootmishooned.

Lähim naaberhoone (korterelamu) asub projekteeritud hoonest 26,5 m kaugusel kirde suunas. Projekteeritud korterelamu kõrgus (18,1m) on naaberhoonete insolatsioonitingimusi arvestav. Kortere lamu paikneb piki Maleva tänavat ning juurdesõit on tagatud hoone otsast kagu suunal, Maleva põiktänavalt.

Kortere lamu paigutus detailplaneeringu ehitusjoonisel on taotluslik, et võimaldada elamu ümbritseva päikesepoolse ala parimat kasutust. Planeerimisel on arvestatud hoone paiknemisega tihedal hoonestusalal.

## **1.1. Ehitusgeoloogilised tingimused**

Projekteeritud hoone paikneb radooniriskiga alal ja arvestades seda on teostatud pinnase radooniuuring.

Standardis EVS 840:2017 „Juhised radoonikaitse meetmete kasutamiseks uutes ja olemasolevates hoonetes“ on ära toodud lubatud radooni piirväärtused: aasta keskmine radooni sisaldus elu-, puhke- ja tööruumides peab olema väiksem kui 300 Bq/m<sup>3</sup>. Kinnistul Radoonitõrjekeskuse poolt on teostatud pinnase radooniuuring, mille tulemusel radoonitasemeks on mõõdetud 74 kBq/m<sup>3</sup>. Vastavalt standardile EVS 840:2017 asub ehitusprojektiga käsitletav kinnistu Maleva tn 18, Tallinnas kõrge radooniriskiga piirkonnas, pinnase radoonisisaldus on 50-250 kBq/m<sup>3</sup>. Tarindite radoonikindlad lahendused võimaldavad takistada radooni sattumist eluruumidesse. Selliste lahenduste hulka kuuluvad ventileeritavad betoonpõrandad, maapinnast kõrgemal asukohal olev sundventilatsioon.

Aluspõhjaks on kambriumi liivakivi vahekihtidega savi (enamasti sinisavi), mis on kõvasti mille murenenud. Rajatava hoone kinnistul varasemal ajal paiknes 300-kohaline

ühiselamu ning ja sõjaväe kapsahoidlad, rajamissügavusega abs. 10,26 m (kõrgussüsteem BK77).

Kapsahoidlate täitematerjali kohta dokumentatsioon puudub. Krundil oli aastatel 1968-2011 sarnase funktsiooniga 5-korruseline hoone. Hoonel oli kelder ja vundamentide rajamissügavus 12,00 abs (kõrgussüsteem BK77). Pinnas on sügavuseni rikutud ja uue hoone vundamendi rajamisel tuleb täitematerjal süvendist eemaldada.

Vundamendi rajamisel tuleb välja kaevata pinnast kuni kapsahoidlate r/b põhjaplaadini, mis säilis. Süvis tuleb täita liivaga ja tihendada kihtide kaupa, tihendatud aluspinnase minimaalne lubatud kandvus  $E \geq 30$  MPa. Samuti tuleb välja kaevata uuringute järgne kiht 3, mis on peamiselt liivsavi huumusega ja mille kandvus pole tagatud. Hoone alust täidet tuleb alustada kihilt 4, mis on murenenud aluspõhja liivakivi ja vahekihtidega sinisavi. Kiht 4 algab krundi kagu osas abs 11 m kõrguselt (EH2000) ja krundi loode osas abs 12,7 m kõrguselt (EH2000).

#### PINNASEKIHID:

Kiht 1 - Täitepinnas paksusega 0,4 – 1,35 m;

Kiht 2 - Rannasetted paksusega 1,2 m;

Kiht 3 - Liivsavi huumusega paksusega 1,0 - 1,6 m;

Kiht 4 - Murenenud liivakivi paksusega 0,2 – 1,0 m;

Kiht 5 - Keskmise kõvadusega liivakivi sinisavi vahelülititega paksusega 3 m;

Pinnasevesi asub maapinnast 1,6 kuni 2,5 m sügavusel, pinnasevesi ei ole betoonile agressiivne.

## 2. ARHITEKTUURNE OSA

Maleva tn 18 korterelamuga on tegemist sotsiaalelamuga ning sihtgrupiks on peamiselt vanurid ning erivajadustega inimesed. Hoonesse on planeeritud 80 korterit, lisaks ühiskasutuses olevad ja sotsiaalteenuse osutamiseks seotud ruumid. Kortereist on 76 1-toalist korterit ja 4 2-toalist korterid. Kortereite koguarvust on 65 korterit invalmidusega. Kortereelamusse on planeeritud lift. Hoone põhikorrusele on paigutatud enamus maja haldamise ja sotsiaalse teenuse osutamiseks seotud ruume. Kortereelamu on lahendatud ühekeskse trepikojaga ja piki hoonet kulgeva koridoriga. Põhikorrusel on elamut ristsuunas läbiv fuajee-trepikoda, mis seob sissepääsu Maleva tänavalt majataguse parkimisalaga. Kortereelamule ebatüüpiliselt avaneb trepikoda hoone tagaküljele, et jätta päikeselisemasse fassaadi rohkem kortereid.

1.korrusel paikneb 10 korterit, liftiga fuajee-trepikoda, koridorid, liikumisvahendite hoidmiseks ettenähtud ruum, inva- WC, valveruum, sotsiaaltöötaja kabinet, hooldustöötajate ruum, personali puhkeruum, ühistegevuse ruum, koristaja ruumid, soojussõlm, elektrikilbi ruum, serveriruum ja pesukoda. 2.korrusel asub 18 korterit (1 2-toaline, 17 1-toalist), arvutiklass, abiruum, koridorid, ja liftiga trepikoda.

3.korrusel asub 18 korterit (1 2-toaline, 17 1-toalist), ringiruum, abiruum, koridorid ja liftiga trepikoda.

4.korrusel asub 18 korterit (1 2-toaline, 17 1-toalist), humanitaarruum, abiruum, koridorid ja liftiga trepikoda.

5.korrusel asub 16 korterit (1 2-toaline, 15 1-toalist), abiruumid, ventilatsiooniruum, koridorid ja liftiga trepikoda.

Fassaadimaterjalid on enamasti naturaalsed, välja arvatud päikesevarjus olev osa. Betoonist seinad on osaliselt kaetud tellisplaatidega (Terca Brick Slips). Päikesevarjus olevas osas on kasutatud komposiitplaate. Välistreppide lahenduseks on teraskonstruktsioonid. Alumiiniumist ning alumiiniumikattega puidust valmistatud avatäited. Hoone taga on planeeritud 40-kohane autoparkla (neist 4 on invaparkimiskohad). Lisaks on projekteeritud jalgrattahoidja 12. jalgrattale.

Kinnistu kõnniteedel ei ole astmeid.

Kogu kinnistu ulatuse on projekteeritud haljastus. Kinnistu piiril on planeeritud vabakujuline hekk, maja ümbruses istutatakse ilupõõsaid ning püsilille.

## **2.1. Vundament, Sokkel**

Hoonele on planeeritud raudbetoonist madalvundament (betoon C30/37, sarrus B500B, keskkonnaklass XC2). Vundamendi taldmike alla rajatakse tihendatud liivalus.

Pinnasevesi asub maapinnast 1,6 kuni 2,5 m sügavusel, pinnasevesi ei ole betoonile agressiivne.

Sokkel on lahendatud monoliitsest raudbetoonist ja soojustatud vahtpolüstüreeniga (XPS). Betoonist kandva osa paksus on 180 mm. Soojustuskihi paksus on 180 mm.

Hoone sokli kõrgus on planeeritud keskmiselt 30 cm maapinnast.

## **2.2. Põrand pinnasel**

Põrand pinnasel on 120 mm paksusest monoliitsest raudbetoonist ja 200 mm paksuse vahtpolüstüreensoojustusega (soojusjuhtivus  $\lambda=0,033$  W/mK) konstruktsioon. Hoone 1.korruse põrandapind +/-0.00=14.50 absoluutkõrguses. Konstruktsiooni niiskuisolatsiooniks on PE-kile. Põrand pinnasel rajatakse 200 mm paksusele tihendatud killustikalusele ja sellele paigaldatavale II klassi geotekstiilile. Põrand pinnasel konstruktsiooni on ette nähtud kahe soojustuskihi vahele paiknev radoonitõkkemembraan. Radoonitõkkemembraan paigaldatud koos vundamendi tuulutust võimaldavate radoonikaevudega. Kõik vundamenti läbivad kommunikatsioonid peab hoolikalt hermetiseerida. Lisaks peab hoonel olema nõuetele vastav ventilatsioon.

Märgades/niisketes ruumides põrandatele lõppviimistluse alla on ette nähtud hüdroisolatsioon: Kiilto Fibergum hüdroisolatsioonimastiks.

## **2.3. Vertikaalsed ja horisontaalsed kandekonstruktsioonid**

Hoone kandvad seinad on raudbetoonpaneelidest. Välisseinad on 460 ja 530 mm paksustest kolmekihilistest raudbetonelementidest, mis on soojustatud 180 mm polüuretaaniga ja tuletõkkeseina osas 250 mm kivivillaga. Siseseinad on 200 mm paksustest raudbetoonist seinaelementidest.

Hoone vahelaed ja katuslagi on 220 mm paksustest raudbetoon õõnespaneelidest. Hoone sisetrepp on monteeritav raudbetootrepp.

## 2.4. Trepid, pandused, redelid

Hoone maapinnal asuvad välistrepid ja pandused on monoliitsed raudbetoonkonstruktsioonid (betoon C30/37), mis rajatakse tihendatud killustikalusele.

Panduse pind eristatakse mademe osast ja kõnniteest kontrastselt (värvitooniga). Panduse betooni sisse segada rohelist tooni värvipigmenti.

Pandusele ja välistreppidele on ette nähtud terasest käsipuud (piirded) kõrgusele 0,7 ja 0,9 (tugimüüri 1,0) m panduse/välistrepi pinnast.

Hoonesisene trepp on monteeritavatest raudbetonelementidest (betoon C25/30).

Päas katusele on lahendatud 5.korrusel trepikoja katusealuugi juurde viiva kohtkindla metallredeliga. Redeli kinnitus hoone konstruktsioonide on lahendatud kiilankrutega.

## 2.5. Vahelaed

Hoone vahelaed on 220 mm paksusest raudbetoon õõnespaneelidest. Vahelaekonstruktsioonid rajatakse ujupõrandatena, mille konstruktsioon koosneb jäigast mineraalvillast Isover FLO (koormustaluvus 20kPa, dünaamiline jäikus 10 MN/m<sup>3</sup>, paigaldatud kahes kihis (30+20 mm), löögimüra kaitsekihist ja 80 mm paksusega armeeritud monoliitsetest betoonplaadist (C25/30). Mineraalvilla ja betoonist pealevalu isoleerimiseks kasutatakse PE-kile, mille liited teibitakse. 80 mm paksusega armeeritud monoliitse betoonist põrandale on ette nähtud vesipõrandaküttetorustik.

Põrandate kalded märgades ruumides:

Märgade ruumide põrandakalded on teostatud vastavalt juhendile RT 84-11166-et. Põranda kalle trapi suunas on 1% ja 500 mm ulatuses trapist 2%.

## 2.6. Katuslagi

Hoone katuslagi on 220 mm paksuse raudbetoon õõnespaneelidest kandva osaga, soojustatud 350 (100+150) mm paksusest vahtpolüstiüreeni (soojusjuhtivus  $\lambda=0,033$  W/mK) ja 30 mm paksusest tuulutussoontega mineraalvillaplaadiga (Isover OL-TOP). Katuslae katteks (hüdroisolatsioon) on kahes kihis SBS-bituumenrullmaterjal (TL2+TL2). Katuslae konstruktsiooni paneeli pinnale on ette nähtud bituumenrullmaterjalist (BHA2) aurutõke. Katuslae tuulutus on lahendatud läbi parapettide ja harjatuulutitega. Katusele ei ole ette nähtud turvavarustust, kuna parapeti kõrgus on üle 0,6m katuse pinnast.

## 2.7. Välisseinad

Hoone välisseinad on soojustatud kolmekihiliste raudbetoonpaneelidega (paksus 460 mm) ja 180 mm polüuretaani kohiga (SPU soojustus, soojusjuhtivus  $\lambda=0,022$  W/mK). Tuletõkkeseinteks olevad välisseinapaneelide paksuseks on 550 mm, mis on soojustatud 250 mm paksuse mineraalvillaga (kivivill, soojusjuhtivus  $\lambda=0,032$  W/mK). Välisseinapaneelide fassaadi pinnaks on sile vormipind (pind impregneeritud). Eeldatav maksimaalne välismüra tase vastab Tallinna strateegilisele mürakaardile ja jääb vahemikus 45-55 dB.

## 2.8. Siseseinad

Kandvad siseseinad on 200 mm paksustest raudbetooni seinapaneelidest. Paneelid krohvatakse ja pahteldatakse või ainult pahteldatakse, olenevalt siledusastmest.

Mittekandvad siseseinad on 150 mm (FIBO3) ja 100 mm (FIBO5) paksustest kergkruusplokkidest, 88 mm paksustest FIBO Lux 88 plokkidest. Topeltseinad ja karkassil kipsplaatseinad paiknevad olenevalt asukohast.

Kipsplaatseinad on 95 mm teraskarkassil, isoleeritud 70 mm mineraalvillaga ja kaetud tugevdatud kipsplaadiga Gyproc Habito või analoog (seinakonstruktsioon näiteks Gyproc XR 95/95 1K - 1K M70).

## 2.9. Avatäited

Aknad on puit-alumiinium raamidega (korterid, 1.korruse üldkasutatavad ruumid, tehnoruumid). Koridorides ning trepikojas on alumiiniumraamid. Planeeritakse kasutada 3-kordset klaaspaketti selektiivklaasi, argoontäite ja päikesekaitseklaasiga. Kõikides ruumides on planeeritud vähemalt 1 avatav aken tuulutamiseks.

Klaasitud välisüksed on külmakatkestusega alumiiniumprofiilidest ukсед.

Klaasitud välisustes on kasutatud selektiivklaas, argoontäite ja päikesekaitseklaas. Uksel on karastatud ja lamineeritud 3-kordne klaaspakett.

Välisustele lävepakke ei ole ette nähtud.

## 2.10. Varikatused

Varikatused on planeeritud hoone kagu, edela ja loode fassaadi ossa. Varikatused paigaldatakse terasraamil koos komposiitkattega ruumiliste kolmnurksete elementidega. Varikatused on horisontaalsed ja vertikaalsed.

## **2.11. Päikesepaneelid**

Korterelamu katusele paigaldatakse eraldiseisvate konstruktsioonidena päikesepaneelid. Päikesepaneelid paigaldatakse metallraamidele ning fikseeritakse ballastkividega.

## **2.12. Hoone sisearhitektuur**

Enamus hoone korteritest on planeeritud puudega inimestele. Põhieesmärgiks oli luua puudega inimestele võimalikult mugav ja vajadustele vastav keskkond, kus inimesed saaksid iseseisvalt hakkama saada.

Sellest inspireerituna sisearhitektuuris on kasutatud palju tammepuitu imiteerivaid materjale, mis lisavad ruumidele hubasus. Need materjalid on reeglina vastupidavamad ja kergemini hooldatavad kui naturaalne puit. Aktsentvärvideks on osutunud väarikas tumesinine ning positiivselt mõjuv kollane. Neutraalseteks tausta toonideks on valge ja tumehall. Värvide kombineerimisel saavutatakse nii vaegnägijatele kui ka teistele maja elanikele sobilik õhkkond, mis on võimalikult hubane ning kodune.

Mängulisust ning elavust lisavad geomeetrilised mustrid ning üldine sisekujundus.

Soovides saavutada võimalikult ühtlast, tasapinnalist ja vastupidavat põrandat, ruumides on kasutatud peamiselt LVT põrandakate. Niisketes ruumides on plaaditud põrandad.

Hoone laematerjalina on kasutatud akustilised moodulriiplagesid. Osa hoone lagedest on lihtsalt värvitud.

Korterites on suured (3000 x 2000 mm suurusega) aknad, mis lasevad päevavalguse tuppa.

Sisetrepp on tehtud mustjaks toonitud silebetoonist. Trepiaste on tasane ja mittelibiseva pinnakattega. Astmed on kontrastsed ja peavad olema vähemalt 50mm laiuselt kollaste vöötidega tähistatud.

Koridorides on paigaldatud seinäärsed käsipuud 850 mm kõrgusel. Käsipuu algab 300 enne esimest astet ja lõppevad 300mm peale viimast tõusu. Käsipuud on paigaldatud terve koridori ulatuses.

### **2.12.1. Projekteerimisel aluseks võetavad ehitusnormid ja eeskirjad**

- EVS 932:2017 Ehitusprojekt;
- EVS 812-7:2018 Ehitiste tuleohutus. Osa 7: Ehitisele esitatavad tuleohutusnõuded;
- EVS 871:2017 Tuletõkke- ja evakuatsiooni avatäited ja sulused;
- EVS 842:2003 Ehitiste heliisolatsiooninõuded. Kaitse müra eest;
- EVS-EN 12464-1:2011 Valgus ja valgustus. Töökohavalgustus. Osa 1: Sisetöökohad;
- Riigi Kinnisvara AS juhend „Tehnilised nõuded mitteeluhoonetele“;
- MaalritöödeRYL 2012 Ehitustööde üldised kvaliteedinõuded. Maalritööd ja viimistluskombinatsioonid;
- Sisetööde RYL 2013 Ehitustööde üldised kvaliteedinõuded. Viimistlustööd ja sisetarindid;
- RT 91 10788 Sisepääsud, avalikud ehitised;
- RT 29 10769 Ehituse maalritööd. Koormusklassid;
- RT 29 10770 Ehituse maalritööd. Viimistluse välimusklassid;
- ET-1 0207-0068 Hea ehitustava.

### **2.13. Tehnilised põhinõuded hoone kandekonstruktsioonidele**

Hoone kande- ja piirdetarinditel, soojusisolatsioonil, hüdroisolatsioonil, auru- ja tuuletõkkel, fassaadikattel (va. värvkate), katusekattel (va. värvkate ja vööpkate) kavandatud kasutusiga on vastavalt 4. kategooriale 50 aastat (EVS-EN 1990:2002). Raudbetoonkonstruktsioonid vastavad konstruktsiooniklassile S4 ning nende kasutusiga on samuti 50 aastat. Kõikide kasutatavate materjalide tooteiga (kestvus) peab olema minimaalselt ehituse kasutusea pikkune (50 a).

Hoone konstruktsioonidel tervikuna on vastavalt EVS-EN 1990:2002 j. B.3.1 tagajärgede klass CC2 ja vastavalt EVS-EN 1990:2002 j. B.3.2 on töökindlusklass RC2.



Vastavalt EVS-EN 1990:2002 j. B.3.4 on projekteerimise järelevalve tase DSL2. Vastavalt j. B.5 on ehitusaegse järelevalve tase IL2 ja hoonete konstruktsioonimaterjalide teostusklass on EXC2.

## **2.14. Tuleohutus**

Korterelamu tuletõkkeseptsioonide tulepüsivus on EI60 (eripõlemiskoormus alla 600 MJ/m<sup>2</sup>). Tuletõkkekonstruktsioonis asuva ukse tulepüsivus on 50% konstruktsiooni tulepüsivusajast, kuid mitte vähem kui 30 minutit. Hoones on planeeritud loomulik suitsueemaldus, välja arvatud korruste sisekoridorides, kus on ette nähtud mehaaniline suitsuventilatsioon. Korterelamusse on planeeritud 1 evakuatsioonitrepikoda ja kõigile korrustele 2 evakuatsioonikoridori. Evakuatsioonitee laiuks on üldjuhul 1200 mm. Projekteeritud lahenduses on korterite evakuatsiooniuuste minimaalseks laiuks 1000 mm, koridoride uste laiuks on 2200 mm ja välisuste laiuks 1600 mm/ 1870 mm/ 2000 mm. Evakuatsioonitrepi laiuks on 1600 mm. Evakuatsioonikoridoride pikkuseks on telgedes (2) kuni (8) 28 m ja telgedes (9) kuni (17) 22,8 m.

## **2.15. Veevarustus ja kanalisatsioon**

Veesisendi kohaks on hoone 1.korrusel asuv veemõõdusõlme ruum, kuhu paigaldatakse peaveemõõdusõlm DN20 mm veemõõtjaga. Sanseadmete jaoks vajaminev soe vesi soojustatakse soojussõlmes kaugkütte baasil. Hoone välisseinale nähakse ette DN15mm isetühjenevad kastmiskraanid. Kastmisvesi saadakse hoone majandus-joogivee süsteemist. WC-potid on kas põrandale kinnitusega ja alt äravooluga (1.korrusel), põrandale kinnituse ja taha äravooluga (2.-5.korrusel) või seinapealse kinnitusega ja seinasisese loputuspaagiga (1.-5.korrusel). Hoonesse on projekteeritud tuletõrjeauto pumbaga survestatav A klassi ehitisesisene tuletõrjeveevõrk. Hoone välisseinale maapinnast 1-1,2m kõrgusele paigaldatakse DN80mm toitesisend päästemeeskonnale. Tuletõrjekraanid DN50mm paigaldatakse trepikotta 1,35m kõrgusele põranda tasapinnast.

Hoonesisene kanalisatsioonitorustik paigaldatakse PP kanalisatsioonitorudest de50...110mm ja PVC kanalisatsioonitorudest de160mm. Kanalisatsioonitorustikud varustatakse puhastusavadega. Sademevee kogumiseks hoone katuselt paigaldatakse de110mm küttekaabliga sademeveelehtrid.

Hoonesisene sademevee kanalisatsioonitorustik paigaldatakse PE survekanalisatsioonitorudest PN4 de110...160mm.



### 3.1. Koormused vahelaele

Plaadile mõjuvateks koormusteks on omakaal ja sealhulgas plaadil olev kattekiht ning kasuskoormus. Plaadi omakaalu hindamiseks määratakse algus orienteeruvalt plaadi paksus, mida hiljem plaadi dimensioneerimise juures vajaduse korral täpsustatakse. Omakaalukoormuse osavarutegur kandepiiriseisundis üksikult arvestatuna on  $\gamma = 1,2$ , ning kasutuspiiriseisundis ja erakordse arvutusolukorra puhul  $\gamma = 1,5$ .

Plaadi paksuseks on valitud 160 mm. Plaadi peale on arvestatud tasandus-viimistluskiht 20 mm mahumassiga 20 kN/m.

Kasuskoormus on määratud Eesti Vabariigi standardi EVS-EN 1990 „Eurokoodeks 1: Ehituskonstruksioonide koormused. Osa 1-1: Üldkoormused. Mahukaalud, omakaalud, hoonete kasuskoormused.“ alusel. Tegemist on A klassi ehitisega mille kasutamise iseloom on eluruumid, majapidamisruumid, köögid ja tualettruumid ning kasuskoormuseks tabeli järgi valin  $q_k = 2,0$  kN/m.

Osavarutegurid:  $\gamma_G = 1,20$ ;  $\gamma_Q = 1,50$ .

Normatiivkoormused:

Kasuskoormus:  $q_k = 2,0$  kN/m<sup>2</sup>

Betoonpõranda omakaal:  $g_{1k} = 0,02 \cdot 20 = 0,4$  kN/m<sup>2</sup>

Plaadi omakaal:  $g_{2k} = 0,16 \cdot 25 = 4,0$  kN/m<sup>2</sup>

Kokku:  $p_k = 2+0,4+4 = 6,40$  kN/m<sup>2</sup>

Arvutuskoormused:

Kasuskoormus:  $q_d = \gamma_Q \cdot q_k = 1,5 \cdot 2 = 3$  kN/m<sup>2</sup>

Tasandusvalu omakaal:  $g_{1d} = \gamma_G \cdot g_{1k} = 1,2 \cdot 0,4 = 0,5$  kN/m<sup>2</sup>

Plaadi omakaal:  $g_{1k} = \gamma_G \cdot g_{2k} = 1,2 \cdot 4,0 = 4,8$  kN/m<sup>2</sup>

Kokku:  $p_d = 3+0,4+4,8 = 8,20$  kN/m<sup>2</sup>

### 3.2. Plaadi sisejõud

$$l_{eff,1} = l_{n,1} + a_A = 5,00 + \frac{0,09}{2} = 5,05 \text{ m}$$

$$l_{eff,2} = l_{n,2} = 5,00 - \frac{0,2}{2} = 4,90 \text{ m}$$

Nii võrdsete kui ka mittevõrdsete avadega ühes suunas töötavate plaatide – kui avade erinevus on vähem kui 20% määratakse paindemomendid järgmiselt:

$$\text{esimeses avas } M_{Ed,1} = \frac{p_d \cdot l_{eff,1}^2}{11} = \frac{8,20 \cdot 5,05^2}{11} = 19,01 \text{ kNm}$$

$$\text{esimesel vahetoel } M_{Ed,B} = -\frac{p_d \cdot l_{eff,1}^2}{14} = -\frac{8,20 \cdot 5,05^2}{14} = -14,94 \text{ kNm}$$

$$\text{ülejäädudes avas } M_{Ed,2} = -M_{Ed,C} \frac{p_d l_{eff,2}^2}{16} = \frac{8,20 \cdot 4,90^2}{16} = 12,31 \text{ kNm}$$

kus  $p_d$  - plaadile mõjuv arvutuslik koormus

$l_{eff}$  - plaadi arvutuslik ava.

Võtame alates teisest avast arvutuslikud toe- ja avamomendid võrdseteks, lubades paindemomentide ühtlustumiseks plastsete liigendite tekkimist plaadis abitalade kohal.

$$V_{Ed,max} = 0,6 \cdot p_d \cdot l_{eff,1} = 0,6 \cdot 8,20 \cdot 5,05 = 24,85 \text{ kN}$$

### 3.3. Plaadi armatuuri dimensioneerimine

Armatuuri kaitsekiht :  $c_{mon} = c_{min} + \Delta c_{dev}$

Hoone konstruktsioonid on allutatud keskkonnaklassile XC1 ja konstruktsiooniklass S4.

Plaatkonstruktsiooni tõttu võib konstruktsiooniklassi ühe klassi võrra vähendada, seega vajalik minimaalne kaitsekihi paksus konstruktsiooniklassi S4 jaoks on  $c_{min} = 10 \text{ mm}$

Hälve armatuuri paigaldamisel:  $\Delta c_{dev} = 10 \text{ mm}$

$$c_{nom} = 10 + 10 = 20 \text{ mm.}$$

Eeldame suurimaks plaadis esinevaks armatuuriks  $\emptyset 12 \text{ mm}$ . Seega plaadi kasulikeks kõrgusteks saame :

$$d_1 = 160 - 10 - 10 - 12/2 = 134 \text{ mm}$$

$$d_2 = 160 - 134 = 26 \text{ mm}$$

Betooni tugevusklass C25/30,  $f_{cd} = 20 \text{ Mpa}$

Armatuuri klass on B500B,  $f_{yd} = 435 \text{ MPa}$

#### 3.3.1. Armatuuri pindala esimeses avas

$$\mu = \frac{M_{Ed,1}}{f_{cd} b d_1^2} = \frac{19,01 \cdot 10^6}{16,7 \cdot 1000 \cdot 134^2} = 0,063$$

$$\omega = 1 - \sqrt{1 - 2\mu} = 1 - \sqrt{1 - 2 \cdot 0,063} = 0,065$$

$$A_{s1} = \frac{\omega \cdot f_{cd} \cdot b \cdot d_1}{f_{yd}} = \frac{0,065 \cdot 16,7 \cdot 1000 \cdot 134}{435} = 334,4 \frac{\text{mm}^2}{\text{m}}$$

Töötava sarruse suurim lubatud samm on 2 plaadi paksust või 250 mm:

$$s_{max} = 250 \text{ mm}$$

Valin töötavaks armatuuriks Ø10 mm B500B , sammuga 200 mm, mille korral

$$A_{s1} = \frac{\pi d^2}{4} \cdot \frac{b}{s} = \frac{\pi \cdot 10^2}{4} \cdot \frac{1000}{200} = 393 \frac{\text{mm}^2}{\text{m}} > 334,4 \frac{\text{mm}^2}{\text{m}}$$

Jaotusarmatuuri peaks olema vähemalt 20% töötava armatuuri pinnast:

$$A_{s3} = 0,2 \cdot A_{s1, \text{proov}} = 0,2 \cdot 392,7 = 79 \frac{\text{mm}^2}{\text{m}}$$

Jaotusarmatuuri suurim lubatud samm on 3 plaadi paksust või 400 mm :

$$s_{max} = 160 \cdot 3 \text{mm} = 480 \text{ mm}$$

$$s_{max} = 400 \text{ mm}$$

Valin jaotusarmatuuriks Ø6 B500B, sammuga 300 mm, mille korral

$$A_{s3, \text{proov}} = \frac{\pi d^2}{4} \cdot \frac{b}{s} = \frac{\pi \cdot 6^2}{4} \cdot \frac{1000}{300} = 94 \frac{\text{mm}^2}{\text{m}} > 79 \frac{\text{mm}^2}{\text{m}}$$

### 3.3.2. Armatuuri pindala esimesel vahetoel

$$\mu = \frac{M_{Ed,1}}{f_{cd} b d_1^2} = \frac{14,94 \cdot 10^6}{16,7 \cdot 1000 \cdot 134^2} = 0,049$$

$$A_{s1} = \frac{\omega \cdot f_{cd} \cdot b \cdot d_1}{f_{yd}} = \frac{0,049 \cdot 16,7 \cdot 1000 \cdot 134}{435} = 252 \frac{\text{mm}^2}{\text{m}}$$

Töötava sarruse suurim lubatud samm on 2 plaadi paksust või 250 mm:

$$s_{max} = 250 \text{ mm}$$

Valin töötavaks armatuuriks Ø8 mm B500B , sammuga 180 mm, mille korral

$$A_{s1, \text{proov}} = \frac{\pi d^2}{4} \cdot \frac{b}{s} = \frac{\pi \cdot 8^2}{4} \cdot \frac{1000}{180} = 279 \frac{\text{mm}^2}{\text{m}} > 252 \frac{\text{mm}^2}{\text{m}}$$

Jaotusarmatuuri peaks olema vähemalt 20% töötava armatuuri pinnast:

$$A_{s3} = 0,2 \cdot A_{s1, \text{proov}} = 0,2 \cdot 279 = 56 \frac{\text{mm}^2}{\text{m}}$$

Jaotusarmatuuri suurim lubatud samm on 3 plaadi paksust või 400 mm :

$$s_{max} = 400 \text{ mm}$$

Valin jaotusarmatuuriks Ø6 B500B, sammuga 300 mm, mille korral

$$A_{s3,proof} = \frac{\pi d^2}{4} \cdot \frac{b}{s} = \frac{\pi \cdot 6^2}{4} \cdot \frac{1000}{300} = 94 \frac{mm^2}{m} > 56 \frac{mm^2}{m}$$

### 3.3.3. Armatuuri pindala ülejäänud vahetugedel ja avades

$$\mu = \frac{M_{Ed,2}}{f_{cd} b d_1^2} = \frac{12,31 \cdot 10^6}{16,7 \cdot 1000 \cdot 134^2} = 0,041$$

$$\omega = 1 - \sqrt{1 - 2\mu} = 1 - \sqrt{1 - 2 \cdot 0,041} = 0,042$$

$$A_{s1} = \frac{\omega \cdot f_{cd} \cdot b \cdot d_1}{f_{yd}} = \frac{0,042 \cdot 16,7 \cdot 1000 \cdot 134}{435} = 216 \frac{mm^2}{m}$$

Töötava sarruse suurim lubatud samm on 2 plaadi paksust või 250 mm:

$$s_{max} = 250 \text{ mm}$$

Valin töötavaks armatuuriks Ø8 mm B500B , sammuga 200 mm, mille korral

$$A_{s1,proof} = \frac{\pi d^2}{4} \cdot \frac{b}{s} = \frac{\pi \cdot 8^2}{4} \cdot \frac{1000}{200} = 251 \frac{mm^2}{m} > 216 \frac{mm^2}{m}$$

Jaotusarmatuuri peaks olema vähemalt 20% töötava armatuuri pinnast:

$$A_{s3} = 0,2 \cdot A_{s1,proof} = 0,2 \cdot 251 = 50 \frac{mm^2}{m}$$

Jaotusarmatuuri suurim lubatav samm on 3,0 plaadi paksust või 400 mm:

$$s_{max} = 400 \text{ mm}$$

Valin jaotusarmatuuriks Ø6 B500B, sammuga 300 mm, mille korral

$$A_{s3,proof} = \frac{\pi d^2}{4} \cdot \frac{b}{s} = \frac{\pi \cdot 6^2}{4} \cdot \frac{1000}{300} = 94 \frac{mm^2}{m} > 50 \frac{mm^2}{m}$$

## 3.4. Toearmatuur esimesel toel

Plaadi juhuslikust kinnitusest, mis on omakorda tingitud paindemomendi vastuvõtmisest, tuleb ette näha toearmatuur, mis peaks vastu võtma vähemalt veerandi avas esinevast paindemomendist.

Valin toearmatuuriks Ø6 B500B, sammuga 200 mm, mille korral

$$A_{s1,proof} = \frac{\pi d^2}{4} \cdot \frac{b}{s} = \frac{\pi \cdot 6^2}{4} \cdot \frac{1000}{200} = 141,4 \frac{mm^2}{m}$$

See armatuur peab olema toel ankurdatud ja ulatuma toe servalt avasse 0,2 ava võrra.

$$x = \frac{f_{yd} \cdot A_{s1}}{0,8 f_{cd} b} = \frac{435 \cdot 141,4}{0,8 \cdot 16,7 \cdot 1000} = 4,60 \text{ mm}$$

$$\xi = \frac{x}{d_1} = \frac{4,60}{134} = 0,034$$

$$y = 0,8 \cdot x = 0,8 \cdot 4,60 = 3,68 \text{ mm}$$

$$M_{Rd} = f_{cd} \cdot b \cdot y (d_1 - 0,5y) = 16,7 \cdot 1000 \cdot 3,68 \cdot (134 - 0,5 \cdot 3,68) = 8,12 \text{ kNm}$$

$$M_{Rd} = 8,12 \text{ kNm} > \frac{M_{Ed,1}}{4} = \frac{19,01}{4} = 4,75 \text{ kNm}$$

Toearmatuuri jaotusarmatuurina kasutan armatuuri Ø6 B500B, sammuga 300 mm.

### 3.5. Plaadi põikjõukindlus

Põikjõud tuleb plaadis vastu võtma ainult betooniga. Suurim põikjõud plaadis mõjub esimese vahetoe plaadi otsa poolses serval:

$$V_{Ed,max} = 0,6 \cdot p_d \cdot l_{eff,1} = 0,6 \cdot 8,20 \cdot 5,05 = 24,85 \text{ kN}$$

Betooniga vastuvõetav põikjõud:

$$V_{Rd,c} = [C_{Rd,c} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_1 \cdot f_{ck})^{1/3}] \cdot b \cdot d$$

Miinumumväärtus:

$$V_{Rd,c} = v_{min} \cdot b \cdot d \quad v_{min} = 0,035 \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2}$$

$$k = 1 + \sqrt{\frac{200}{d}} = 1 + \sqrt{\frac{200}{134}} = 2,22 > 2 \Rightarrow \text{valime } k = 2,0$$

$$\rho_1 = \frac{A_{s1}}{b_w \cdot d_1} = \frac{279}{1000 \cdot 134} = 0,002 < 0,02$$

$$C_{Rd,c} = \frac{0,18}{\gamma_c} = \frac{0,18}{1,5} = 0,12$$

$$v_{min} = 0,035 \cdot 2^{3/2} \cdot 25^{1/2} = 0,495$$

$$V_{Rd,min} = 0,495 \cdot 1000 \cdot 134 = 66330N = 66,3kN$$

$$V_{Ed,max} = 24,85 kN < V_{Rd,min} = 66,33kN$$

järelikult põikjõudkandevõime on tagatud.

### 3.6. Kokkuvõte

Vaadeldav õõnespaneelidest vahelae osa 1-18/A-B telgede vahel on arvatud ristarmeeritud plaadina. Plaadi armeerimiseks on kasutatud pikiarmatuur läbimõõduga Ø6-Ø10 ja jaotusarmatuur läbimõõduga Ø6. Armatuuri läbimõõdud on arvatud selliselt, et kadu oleks minimaalne ning armatuuri kaal ei ületaks vajalikku, seega kokku on 2106,4kg ja betooni maht on 75,74 m<sup>3</sup>. Vahelae armeerimise skeem on esitatud joonisel nr 3 ja armatuuri kokkuvõtte esitatud tabelis nr 3.1.

Tabel 3.1. Armatuuri kogused

Tähis	Armatuuri klass	Pikiarmatuuri kogus- läbimõõt-pikkus-samm, [tk- mm-mm-mm]	Jaotusarmatuuri kogus- läbimõõt-pikkus-samm, [tk- mm-mm-mm]	Võrgu kogus,[tk]	Ühe võrgu kaal,[kg]	Kaal kokku,[kg]
V-1	B500B	37-Ø10-L5120-S200	17-Ø6-L7460-S300	2	145,4	290,8
V-2	B500B	37-Ø8-L5160-S200	17-Ø6-L7460-S300	10	104,2	1042
V-3	B500B	37-Ø6-L1300-S200	5-Ø6-L7460-S300	2	18,8	37,6
V-4	B500B	43-Ø8-L2660-S180	9-Ø6-L7660-S300	2	60,9	121,8
V-5	B500B	39-Ø8-L2660-S200	9-Ø6-L7660-S300	8	56,7	453,3
V-6	B500B	13-Ø6-L800-S200	5-Ø6-L2460-S300	24	4,9	119,9



## **4. EHITUSPLATSI GENERAALPLAAN**

### **4.1. Lähteandmed**

Ehitusplatsi generaalplaani koostamisel lähtutakse ehituseks antud krundipiirist ning olemasolevatest tehnoorkudest. Generaalplaani graafilises osas näidatakse reaalne olukord objektil, on näidatud, et ehitatav hoone asub Maleva tänaval, näha ka soojakute, WCde, laoplatside, ajutiste teede, esmaabivahendite ja ohutusseadmete asukohad, jäätmete prügikonteinerid ning suitsetamiskohtade alad, samuti näidatakse ka tõstemehhanismi asukoht. Kõik vajalikud ajutised ehitised ja platsid peavad mahtuma olemasolevale krundipiirile ning ehitusplats peab olema piiratud ja selgelt märgistatud. Objekti lõpus viiakse pinnase ja haljastuse planeerimisel kõik soojakud ja kontorid üle tee Maleva 7 tänaval 940,05m<sup>2</sup> platsile. Antud tegevus kooskõlastatakse Tallinna Linnavalitsusega, tehakse ka leping linna territooriumi kasutamiseks. Ehitustegevuse osapooli teavitatakse toimunud muudatustest ning tehakse korrektuur ehitusdokumentatsioonis.

Plaanil on toodud krundi ligipääsu, eraldi kajastatakse liikluskorraldus. Ehitusobjektile ei olnud nõutud koguses parkimiskohti, mistõttu kasutati Maleva 20 maja juures oleva tasuta parklat. Ainukene ajutine parkimiskoht objektimeeskonnale ja külastajatele on koosolekukontori ees.

Iga alltöövõtja oli kohustatud enne tööde alustamist tutvuma generaalplaaniga ja ehitusplatsi töö sisekorraeeskirjaga, mis on koostatud peatöövõtja poolt.

### **4.2. Ehitusplatsi ettevalmistustööd**

Enne tööde alustamist esitatakse eelteade ehituse alustamise kohta, kus on toodud kogu info objekti kohta. Seejärel objektile tulnud geodeet märgistab krundi perimeetri. Tema poolt pandud punktide järgi tehakse ka teostusjoonis ning paigaldatakse ajutine piirdeaed. Maleva tn 18 korterimaja üldplaani koostamisel eriline tähelepanu on pööratud väljaspool ehitusobjekti olevate inimeste ohutusele, mistõttu kasutati hoiatavaid ning tähelepanu juhtivaid silte ning piirdeaeda. Ehitusobjekti keerukus seisnes asjaolus, et hoone asub kahe kõnniteede vahel. Ehitusplatsile paigaldatakse infotahvel, kus on toodud ehitustööde vahemikud, vastutavad isikud ning muu oluline teave.

Kontrollitakse, et kõik projekti välistrassidega ja väliselektriga seotud kooskõlastused olid olemas. Maleva 18 puhul oli vaja saada järgmisi kooskõlastusi:

- Tallinna Vesi AS: Enne ühisveevärgi ja -kanalisatsiooni torustike ehitustöödega alustamist peab ehitaja sõlmima AS-iga Tallinna Vesi leping, mis reguleerib liitumist ja omanikujärelevalve tegemist.

- Tagada Telia Eesti AS olemasolevate sideehitiste nõuetekohast kaitsmist/säilimist. Kaevetööde teostamiseks sideehitiste kaitsevööndis peab kaasama (kohale kutsuma) sideehitiste järelevalve töötajat ning markeerida Telia sidetrassi asukohta ning määrata paiknemissügavust.
- Kutsuda kohale Elektrilevi OÜ esindaja, et määrata kaablite täpse asukohta ja sügavust.
- Platsil puudusid likvideeritavad haljastusobjektid ja puud, mis võiksid segada ehitusprotsessi.

Ettevalmistuse tööde käigus platsile tuuakse vajalikud ajutised ehitised nagu soojakud, wc-d ja prügikonteinerid. Vajadusel kontorite ja soojakute alt olev pinnas täidetakse killustikuga või liivaga ja tihendatakse. Ehitatakse ajutised tehnovõrgud: vesi ja elekter.

Kuna Maleva 18 uue hoone kohal olid varem teised ehitised, peab alustama kaevetööd vana vundamendi utiliseerimiseks.

### **4.3. Tõstemehhanismi valik**

Tõstemehhanismi valik on väga oluline osa ehitise montaaži korraldamisel, millest võib ka sõltuda objekti valmiduse kiirus ja lõplik hinnatulemus. Kraana valikul lähtutakse hoone gabariitidest, kõige kriitilisemate elementide paigaldamisest ja lõpphinnast. Kõike tähtsam kriteerium kraana valimisel on tema tõstejõud ja tõsteraadius, nad peavad olema sellised, et saaks tagada kõikide montaaželementide paigalduse ning teostada teised vajalikud tõsted ehitusprotsessi käigus, seda saab kontrollida kraana tõstegraafiku järgi.

Maleva objektil kasutasime tornkraanat, mis töötas objektil 2,5 kuud. Teise variandina oli kasutada liikurnoolkraanat, aga valik tornkraana kasuks on põhjendatud sellega, et liikurnoolkraana peab vajadusel vahetama tõsteasukohta, mis omakorda toob täiendavat ajakulu montaažtöödele. Samuti piirab autokraana kasutamist ehitatava hoone ümber olevad ajutised ehitised ja laod. Autokraana töötundidele lisandub objektile jõudmisega ning kraana paigaldamisega seotud tasu, mis veelgi suurendab töövõtja rahalisi kulusi. Kraana demonteeritakse pärast viimase korruse monteerimist ning kõikide ehitamiseks vajalike materjalide katusele tõstmisest.

Viiekorruselise hoone ülemise punkti kõrgus on 17,8m maapinnast. Ohutu kõrgusvaru 0,5m, viimase korruse monteeritava elemendi kõrgus montaažiasendis 1,1m ja haardeseadise kõrgus 2,5m. Kõige raskemad elemendid on välisseinte paneelid, mis maksimaalselt kaaluvad 11t. Õõnespaneelide mass varieerub 0,5-3t ning terve maja vahe- ja katuslaepaneelide mass on 1282t. Kõige suurema gabariidiga elemendid on siseseinapaneelid, nende maksimaalne pikkus on 7,5m.

Meie objektil oli kasutatud tornkraana Liebherr 290HC, mis paigaldati 25m rööbastele. Tornkraana kõrgus konksu alla on 30m. Tornkraana Liebherr 290HC maksimaalne tõstejõud on 12t, noole ulatusel 36,7m tõstejõud on 8,8t. Kraanade tõstegraafikud on esitatud seletuskirja lisades. Kraana oli vaja paigaldada nii, et tagada minimaalsed kaugused kraana konstruktsioonidest ja töötsoonis asuvatest hooneosadest. Maanduskontuur tuleb teha vähemalt  $\varnothing 8\text{mm}$  traadiga ja ühendada ehitatava hoone maanduskontuuriga. Suurim lubatud maandustakistus on 10 oomi. (BUS-EN 61557-5). Kraana peab ühendama ehitusobjekti elektripaigaldisega. Kraana paigaldatakse tihendatud killustikalusele mõõtudega 27x8x0,30m. Kraana paigaldamise hälve võib olla nii piki kui ristitelge koefitsiendiga 0,002 ehk pikitelge (6m) 1,2cm ja risti (6m) 1,2cm. Piiardeaiale samuti peab paigaldama ohutusmärgid „Ohtlik tsoon! Töötab kraana!“. Kraana kaugus majani on 2m.

Tornkraana ohuala laiuse arvutatakse valemiga 4.1 /Ehitusplatsi korralduse kavandamine; O. Mürsepp, J. Sutt/ .

Tornkraana konksu vajaliku kõrguse arvutatakse valemi 4.2 abil /Ehitusplatsi korralduse kavandamine; O. Mürsepp, J. Sutt/ .

Valem 4.1 Tornkraana ohuala laius

$$R_{oht} = R_t + 0,5l_{max} + 1_{haj} = 36,7 + 0,5*7,5 + 7 = 47,5 \text{ m}$$

$R_t$  – suurim noole väljaulatus kraana töötamisel, m

$0,5l_{max}$  – pool suurima gabariidiga teisaldatava elemendi pikkusest, m

$1_{haj}$  – montaažitööde kõrgusest sõltuv täiendava ohuala laius ehituseeskirjade alusel, m

Valem 4.2 Tornkraana konksu vajalik tõstekõrgus

$$H_{KR}^V = H_0 + h_E + h_v + h_h = 17,8 + 1,1 + 0,5 + 2,5 = 21,9 \text{ m}$$

$H_{KR}^V$  – konksu vajalik tõstekõrgus, m

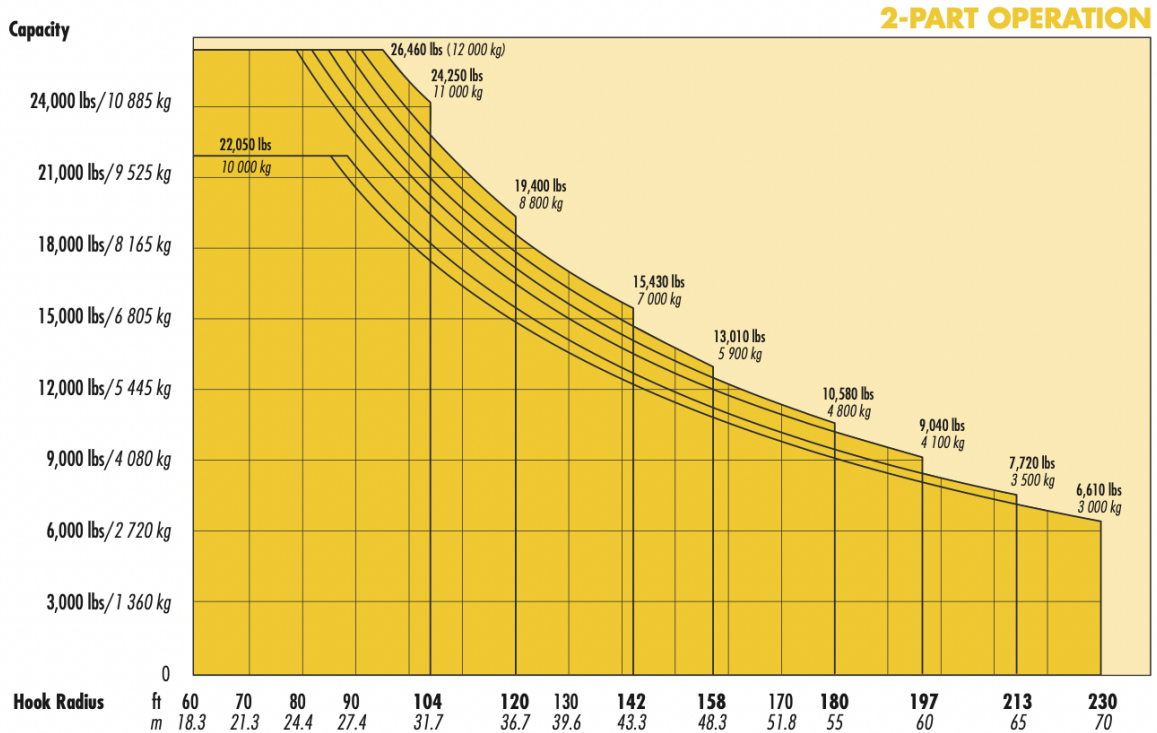
$H_0$  – kõrgus kraana seisutasapinnast paigalduskohani, m

$h_E$  – monteeritava elemendi kõrgus montaažiasendis, m

$h_v$  – ületõstekõrgus, (tavaliselt 0.5 m)

$h_h$  – haardeseadise kõrgus, m

Joonis 4.1 Tornkraana Liebherr 290HC tõsteparameetrid



## Radius and Capacities

**2-PART OPERATION**

Hook Radius	Maximum Capacity – Radius	ft	60	70	80	90	104	110	120	130	142	150	158	170	180	190	197	213	230
Radius		m	18.3	21.3	24.4	27.4	31.7	33.5	36.7	39.6	43.3	45.7	48.3	51.8	55	58	60	65	70
230 ft 70m	22,045 lbs – 86 ft 10 000 kg – 26.2m	lbs kg	22,045 10 000	22,045 10 000	22,045 10 000	20,955 9 505	17,747 8 050	16,643 7 549	14,958 6 785	13,672 6 201	12,280 5 570	11,495 5 214	10,737 4 870	9,833 4 460	9,105 4 130	8,534 3 871	8,135 3 690	7,319 3 320	6,610 3 000
213 ft 65m	22,045 lbs – 89 ft 10 000 kg – 27.3m	lbs kg	22,045 10 000	22,045 10 000	22,045 10 000	21,922 9 943	18,563 8 420	17,424 7 903	15,675 7 110	14,319 6 495	12,875 5 840	12,067 5 474	11,266 5 110	10,340 4 690	9,590 4 350	8,975 4 071	8,576 3 890	7,720 3 500	
197 ft 60m	26,455 lbs – 79 ft 12 000 kg – 24.1m	lbs kg	26,455 12 000	26,455 12 000	26,132 11 853	22,897 10 386	19,445 8 820	18,253 8 280	16,424 7 450	15,033 6 819	13,514 6 130	12,688 5 755	11,861 5 380	10,882 4 936	10,097 4 580	9,469 4 295	9,040 4 100		
180 ft 55m	26,455 lbs – 82 ft 12 000 kg – 25.0m	lbs kg	26,455 12 000	26,455 12 000	26,455 12 000	23,944 10 861	20,305 9 210	19,061 8 646	17,174 7 790	15,712 7 127	14,154 6 420	13,274 6 021	12,412 5 630	11,402 5 172	10,580 4 800				
158 ft 48.3m	26,455 lbs – 85 ft 12 000 kg – 26.0m	lbs kg	26,455 12 000	26,455 12 000	26,455 12 000	24,987 11 334	21,219 9 625	19,932 9 041	17,957 8 145	16,435 7 455	14,815 6 720	13,904 6 307	13,010 5 900						
142 ft 43.3m	26,455 lbs – 88 ft 12 000 kg – 26.9m	lbs kg	26,455 12 000	26,455 12 000	26,455 12 000	25,979 11 784	22,068 10 010	20,737 9 406	18,695 8 480	17,124 7 767	15,430 7 000								
120 ft 36.7m	26,455 lbs – 91 ft 12 000 kg – 27.8m	lbs kg	26,455 12 000	26,455 12 000	26,455 12 000	26,455 12 000	22,906 10 390	21,522 9 762	19,400 8 800										
104 ft 31.7m	26,455 lbs – 96 ft 12 000 kg – 29.3m	lbs kg	26,455 12 000	26,455 12 000	26,455 12 000	26,455 12 000	24,250 11 000												

## 4.4. Liikluskorraldus

Sissesõit ehitusobjektile toimub VÄRAV NR. 1 kaudu Maleva tänavalt. On nõutud seadusega ettenähtud load, juhul kui ehitustööde käigus takistatakse liiklust. Liikluskorraldusega seotud skeemid kooskõlastatakse Tallinna Transpordiametiga.

Parkimine ehitusobjektile on võimalik ainult peatöövõtja loal ning soojakute ees. Parkimist võib ka korraldada Maleva tänava 20. alal, kus asub tasuta parkla.

VÄRAVAD 1 ja 2 on mõeldud ehitusmasinatele ning mehhanismidele. Operatiivteenistuste autod pääsevad objektile samuti Maleva tänavalt.

Peale kraana demontaaži ja välistrasside ehitamist, vabaneb ka suur ala ajutise sõidutee jaoks. Kuna objektile liikuvad rasked masinad, peab tegema korraliku aluse, et masinad läbi ei kukuks ja kinni ei jääks. Selleks tuleb kaevata 20-40 cm olemasolevat pinnast 6-8 meetri laiuseni ja teha alus liivast ja killustikust, alus tuleb tampida parema tiheduse saavutamiseks. Liikumiskiirus objektile on 5-10 km/h. Objektile puudub veoautode ümberpööramiseks koht (12x12m).

Tööliste soojakud on ühendatud killustikuga kaetud ajutiste jalgteedega.

Kõik ajutised kaablid peavad olema tõstetud maapinnalt üles, kinnitatud ning kaablikaitsetorudega kaitstud mehaaniliste vigastuste eest. Kohtades, kus kaableid ei ole võimalik üles tõsta, kuid neid võib kahjustada, peab ehitama kaitsetaristu. Ehitustööde valmimisel toimub ajutiste teede ning rajatiste demonteerimine.

## 4.5. Ajutised ehitised

Enne tööde alustamist rajatakse objektile vajalikud ajutised ehitised: peatöövõtja objekti kontor ja nõupidamiskontor, teiste alltöövõtjate soojakud, merekonteinerid tööriistade ja materjalide ladustamiseks, biotualetid ja kättespesujaamad. Meie objektile ei olnud sööklad ning dušširuume. Ajutiste ehitiste paigaldus, arv, mõõdud jne alati kooskõlastatakse peatöövõtjaga. Ehitustegevuse aktiivsel perioodil ehitusplatsil toimetas 64 inimest ning paiknes 9 soojakut (sh ka peakontor). Kõik soojakud paigaldatakse võimalikult üksteise kõrvale, mis säästab tööplatsi ruumi ning vähendab kulu, mis on seotud kaablite paigaldamisega.

Kontorite ja soojakute mõõdud varieeruvad 2,5x5m kuni 4,8x6m. Normide järgi ühe inimese jaoks on ettenähtud 0,6m<sup>2</sup>. Ehitusplatsil asus ka suurem soojak (suuruselga 8,4 m<sup>2</sup>) maalritele. Nende seas oli ka naisterahvas, mistõttu neil oli korraldatud ka eraldi soojak. Märjade või niiskete riiete ja jalanõude kuivatamiseks igasse soojakusse oli paigaldatud elektriradiaator, mis tagab sisetemperatuuri vähemalt 18 kraadi tasemel.

Kõige suurem soojak objektile oli esindatud koosolekute kontorina (4,8x6m), mis koosnes kahest omavahel ühendatud soojakust ning asus asub VÄRAV NR 1 kõrval. Objekti lõpus viidi kõik soojakud objektilt minema.

Jäätmed kogutakse konteineritesse, mille tühjendamine toimub minimaalselt üks kord nädalas ning seda korraldab peatöövõtja.

Kõik prügikonteinerid, sealhulgas ka olmejäätmete ja ohtlike jäätmete kogumiseks olid paigaldatud kontori taha, lähtudes liikluskorralduses toodust. Kontori läheduses olid paigaldatud välikäimlad peatöövõtja personaalile. Teised välikäimlad olid paigaldatud tööliste soojakute 10 meetri kaugusel. Välikäimlade tühjendamine toimus kord nädalas.

Kuna ehitusobjektile oli paigaldatud videovalve, siis ei olnud vajadust valvuri soojaku järel. Paljud alltöövõtjad, kes teostasid lühiajalised tööd ei kasutanud soojakutes olevaid ruume. Selle asemel nad kasutasid tööautosid.

Tabel 4.1. Soojakute pindala vajadus

Jrk nr	Ajutine ehitis	Möötühik	Vajadus 1 inimese kohta	Ajutise ehitise vajalik pindala, m <sup>2</sup>
1	Riietusruum	m <sup>2</sup>	0,6	38,4
2	Duširuum	segisti/m <sup>2</sup>	0,2/0,8	13/51
3	Pesuruum	kraan/m <sup>2</sup>	0,05 / 0,065	3,2/4,2
4	Kuivatusruum	m <sup>2</sup>	0,2	13
5	WC	m <sup>2</sup>	0,07	4,5
6	Soojendusruum	m <sup>2</sup>	0,1	6,4
7	Söökla	m <sup>2</sup>	1,2	76,8
8	Kontor	kohta/m <sup>2</sup>	3	12
9	Valvuriruum	kohta/m <sup>2</sup>	1	1
10	Puhkeruum	m <sup>2</sup>	0,3	19,2

## 4.6. Ehitusplatsi laod

Vaatamata sellele, et raudbetonelemendid monteeritakse kohe peale tarnimist, aeg ajalt tekkib vajadus laopindade järele. Betonelementide ladustamiseks tehti killustikualusel platsi, suurusega 5x4m tornkraana tõsteraadiuse ulatuses. Siseviimistluses kasutatavate materjalide ladustamiseks kasutati juba elamu ruume, mis võimaldas loobuda ehitusplatsil olevatest ladudest. Ehitusobjektile väljakaevatud pinnas ei olnud ladustatud. Alltöövõtjad viisid pinnast Vão karjääri ning korraldasid utiliseerimist. Antud lahendus võimaldas vältida topelttööd ning kulusid. Laoplatside paigaldamisel peaks arvestama kaupade ning inimeste liiklust ning korraldada seda sel viisil, et see ei takistaks ehitustegevust.

Ladude asukohad on toodud graafilises osas joonisel *Ehitusplatsi generaalplaan*.

Tabel 4.2. Laoplatsid objektil

Jrk nr	Ladumiskohta nimetus	Tüüp	Pindala,m <sup>2</sup>
1	Montaažielementide ladu	Lahtine	20
2	Ehitusmaterjalide ladu 1	Lahtine	210
3	Ehitusmaterjalide ladu 2	Lahtine	240
4	Puidu kogumiskoht	Lahtine	10
5	Armatuuri ja metalli ladumiskoht	Lahtine	20
6	Prügikonteiner	Lahtine	16
7	Olmejäätmete ladumiskoht	Lahtine	2
8	Ohtlike jäätmete ladumiskoht	Lahtine	8
9	Kaablite ladumiskoht	Kinnine	11,2

## 4.7. Ehitusaegsed tehnovõrgud

Ehitusprotsessi lahutamata osaks on ajutiste tehnovõrkude rajamine. Reeglina see toimub ehitusprotsessi algstaadiumil ning puudutab elektrivarustust, objekti liitumist vee- ja kanalisatsiooniga. Antud töö nõuab taotluste esitamist ning kooskõlastuste saamist võrkude valdajate poolt (Tallinna Vesi, Elektrilevi).

## 4.8. Ehitusaegne veevarustus

Vesi on vajalik segude valmistamiseks, vajadusel ka betooni kastmiseks, tööpindade ja materjalide puhastamiseks ning personaali isikliku hügieeni tagamiseks. Veekatusus tugevalt sõltub tööprotsessi intensiivsusest.

Kinnistule projekteeriti uus veeühendus Ø150mm Maleva tn ühisveetorustikust. Ehitustööde alguses kasutati ajutist veetrassi vastavalt AS Tallinna Vesi poolt saadud loale. Duširuumides ja tualettides põranda kallete kontrollimiseks kasutati samuti vett ajutisest trassist. Veemahuteid objektil ei kasutanud. Kätte pesemiseks kasutati välikäimlad ning käsipesujaamad.

Üldise veevajaduse jaoks kasutatakse järgmine valem 4.3 /Ehitusplatsi korralduse kavandamine; O. Mürsepp, J. Sutt/

Valem 4.3 Üldine veevajadus

$$Q_{\text{üld}} = Q_t + Q_{\text{maj}} + Q_{\text{tt}}$$

Kus

$Q_t$  – tootmisvee vajadus, l/s

$Q_{maj}$  – majandusvee vajadus, l/s

$Q_{tt}$  – tuletõrjevee vajadus, l/s

Veekulu tootmisotstarbeks  $Q_t$  arvutatakse lähtudes keskmisest veevajadusest tööliigi mahuühiku kohta, arvestades veetarbimise ebaühtlust.

Valem 4.4:

$$Q_t = 1,2 \sum Q_k k_1 / 8,0 * 3600 = 1,2 * 750 * 1,6 / (8,0 * 3600) = 0,05 \text{ l/s}$$

1,2 – tegur, hindamiseks arvestamata veekulu

$Q_k$  – tootmise keskmine veevajadus vahetuses, l (arvestan, et maalrid kasutavad 500 l, plaatijad – 125 l, ladujad – 75 l, teised töötajad – 50 l) Seega on maksimaalne tootmisvee vajadus ühel tööpäeval 750 l.

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

8 – tundide arv vahetuses, 3600 sekundit tunnis

Majandusvee vajaduse  $Q_{maj}$  [l/s] leian vastavalt valemile 4.5.

$$Q_{maj} = N/3600 * ((n_1 - k_2)/8,2 + n_2 * k_3) = 80/3600 * ((15 - 2,7)/8,2 + 30 * 0,4) = 0,36 \text{ l/s}$$

Kus,

$N$  – suurim inimeste arv vahetuses

$n_1$  – normatiivne veekulu 1 inimese kohta vahetuses, võetakse 15 l

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

$k_2$  – veetarbimise ebaühtluse tegur, võetakse 2,7

$k_3$  – tegur, mis arvestab dušivõtjate ja töötajate suurima arvu suhet vahetuses, võetakse 0,3- 0,4

$$Q_{üld} = 0,05 + 0,36 = 0,41 \text{ l/s}$$

Vajalik veetorustiku läbimõõt  $D$  [mm] on arvutatud valemiga 4.6.



Valem 4.6 Ajutise veevarustuse jaoks vajalik minimaalne toru läbimõõt

$$D = \sqrt{\frac{4000 * Q}{\pi * v}} = \sqrt{\frac{4000 * 0,41}{\pi * 1,2}} = 21mm$$

$v$  - vee voolukiirus (m/sek), võetakse 1,2

Arvutuse tulemusel tuvastati, et veetoru läbimõõt peaks olema vähemalt 21mm. Uue veetorustik projektis on kajastatud plasttorud PE de63mm PN10, edasi kasutatakse läbimõõduga Ø25 mm. Ehitustööde käigus projekteeritud torustik oli välja ehitatud. Elamu liitumist veetorustikuga peab korraldama kinnistu omanik, peatöövõtja pidi koostama vajaliku dokumentatsiooni sh ka kaetud tööde akte. Hoone esimesel korrusel asub tehniline ruum, kuhu paigaldati peaveemõõdusõlm DN20mm veemõõtjaga.

## 4.9. Ehitusaegne elektrivarustus

Elektrivarustus on hädavajalik ehitustegevuse teostamisel. Jaotuskilpide arv suurelt jaolt sõltub ehitusetappist ning ehitusobjektile olevatest inimeste arvust. Ehituse alguses kasutati elektrigeneraatorit. Peale liitumislepingu sõlmimist Elektrilevi OÜ-ga, objektile paigaldati peakilp ja jaotuskilbid. Peakilp peab olema varustatud rikkevooluga ja kaitselülititega. Kui hoone karp sai valmis, jaotuskilpe paigaldati igale korrusele. Arvutusliku elektrikoormuse  $P_{arv}$  määramist installeeritud võimsuse alusel arvutatakse valemiga /Ehitusplatsi korralduse kavandamine; O. Mürsepp, J. Sutt/

Valem 4.7 Arvutuslik elektrikoormus üksikute tarbijate kaupa jaotamata

$$P_{arv} = \sum P_{inst} * k_n / \cos \varphi$$

$P_{inst}$  – summaarne installeeritud elektriline võimsus, kW

$k_n$  – nõudlustegur

$\cos \varphi$  – võimsustegur

Tabel 4.3. Arvutuslikud elektrikoormused

ELEKTRIVAJADUS KÕIGE INTENSIIVSEMA TÖÖPERIOODI AJAL					
Ajutise elektritarbija nimetus	Arv, tk	Võimsus, kW/t	Nõudlustegur, $k_n$	Võimsustegur, $\cos \varphi$	Elektrikoormus, kW
Kontoorsoojak					
Valgustid	4	0,02	0,8	1,0	0,064
Õhksoojuspump	1	0,8	0,7	0,8	0,66

Printer	1	1,0	0,15	0,5	0,30
Arvuti	3	0,1	0,15	0,5	0,09
Radiaator	2	2,0	0,15	0,5	1,20
Wifi ruuter	1	0,04	0,15	0,5	0,01
Veeautomaat	1	0,8	0,15	0,5	0,24
Kokku					2,56
Koosoleku kontor					
Valgustid	4	0,02	0,8	1,0	0,064
Õhksoojuspump	1	0,8	0,7	0,8	0,66
Radiaator	2	2,0	0,15	0,5	1,20
Wifi ruuter	1	0,04	0,15	0,5	0,01
Kohvimasin	1	1,5	0,15	0,5	0,45
Veeautomaat	1	0,8	0,15	0,5	0,24
Televiisor	1	0,15	0,15	0,5	0,05
Kokku					2,67
Tööliste soojak					
Valgustid	3	0,05	0,8	1,0	0,12
Mikrolaineahi	1	1,5	0,3	0,5	0,75
Radiaator	2	2,0	0,15	0,5	1,20
Tööristade laadija	10	0,05	0,15	0,5	0,15
Kokku					2,22
Ehitusplats					
Välisvalgustus	3	1,0	1,0	1,0	3,00
Sisevalgustus	15	0,08	0,8	1,0	0,96
Soojapuhur	7	3,0	0,7	0,8	18,38
Niiskusimeja	4	3,0	0,7	0,8	10,5
Pahtlipritsid	8	3,5	0,7	0,8	24,50
Elektritööristad	6	1,0	0,15	0,5	1,80
Tööristade laadija	6	0,05	0,15	0,5	0,09
KOKKU:					59,23

$$P_{arv} = 2,56 + 2,67 + 2,22 * 7 + 59,23 = 80 \text{ kW}$$

Ehituseks vajalik voolutugevus amprites arvutatakse 3-faasilise voolu puhul järgmise valemi abil:

Valem 4.8

$$I = \frac{P_{arv}}{PF * U * \sqrt{3}}, A$$

Kus

$P_{arv}$  – arvutuslik võimsus, kW

$PF=0,8$  – võimsustegur, (power factor)

$U=380\text{ V}$  – voolu tugevus, V

$$I = \frac{80}{0,8 \cdot 380 \cdot \sqrt{3}} = 151,9\text{ A}$$

Seega valitakse objektile ehitusaegse elektrikilbi peakaitsme kolme faasiga 163 x 3 A.

#### 4.10. Ajutine valgustus ehitusplatsil

Ehitusplatsil olev valgustus võimaldab pikendada tööaega, mistõttu tegemist on olulise ehitustegevuse komponendiga. Välisvalgustuse tagamiseks kasutati välisprožektorid võimsusega 1000W. Prožektorite vajadus vundamendi ehitamisel puudus kuna tööd teostati päeva jooksul, samuti puudus prožektorite vajadus esimeste korruste monteerimisel kuna piisas looduslikust valgusest. Prožektorite arv sõltub ehitatava objekti suurusest ning kogu ehitusala pindalast, sest objektile on olemas platsid, teed ning ladustamisalad ka peaksid olema valgustatud. Osa prožektoreid kasutati ka öösel, sest need koos liikumisanduriga on vajalikud objekti valvamisel.

Sisevalgustuse jaoks olid kasutatud LED prožektorid võimsusega 80W ning efektiivsusega 100lm/W, mille valgusvoog on 8000lm ja on samaväärne hõõglambiga 800W. Siseprožektorite arv otseselt sõltub inimeste arvust objektile. Hoone sees töötavad töölised kasutati nii täiendavaid valgusallikaid kui ka kiivrilampe. Kohati ehitusobjektile kasutati kuni 15 prožektorit korraga, et tagada graafikus püsivust ning õigeaegse objekti valmimist. Vajaliku välisprožektorite arvu kõige intensiivsema tööperioodi ajal arvutatakse järgmise valemi 4.9 abil:

Vajalik prožektorite arv /Ehitusplatsi korralduse kavandamine; O. Mürsepp, J. Sutt/

$$n = \frac{m \cdot E \cdot S}{P_1}$$

$n$  – vajalik prožektorite arv, tk

$m$  – valgusallikate erivõimsus, W / ( $m^2 \cdot X$ )

$E$  – pinna valgustustugevus, lx

$S$  – valgustatava pinna arvestuslik suurus,  $m^2$

$P_1$  – hõõglambi võimsus, W

valgusandluse koefitsient  $m = 0,25\text{ W} / m^2 \cdot lx$ .

Vajalik pinna valgustus sõltub valgustatavast objektist:

- tööfront – 20 lx
- laoplatz – 10 lx
- ajutised teed – 0,5 lx

- ülejäänud ehitusplats 2 lx

Seega vajalik välisprožektorite arv kõige intensiivsema tööperioodi ajal võrdub :

$$n = \frac{0,25}{1000} * (10 * 520 + 0,5 * 1040 + 2 * 1250) = 3 tk$$

Trepikoda pindala on 33m<sup>2</sup>, koridori pindala on 150m<sup>2</sup>, ning töölistele arvestan 10 seinakeskmise pindalaga 10,4m<sup>2</sup>, kokku siis saan 1019m<sup>2</sup>.

Seega vajalik prožektorite arv kõige intensiivsemal tööperioodil on:

$$n = \frac{0,25}{800} * (20 * 1019) = 7 tk$$

#### **4.11. Ajutine kanalisatsioon**

Ajutise kanalisatsiooniga seotud küsimus oli lahendatud välikäimlate abil. Objekti valmimisel hoone oli ühendatud linna kanalisatsioonitorustikuga.

#### **4.12. Ajutine soojavarustus**

Ajutiseks soojavarustuse lahenduseks oli õhksoojuspumpade ning elektriradiaatorite kasutuselevõtt objektil olevas kontoris ning olmesoojakutes. Siseviimistlustööde läbiviimisel kasutati diisel ning elekter soojapuhureid ja niiskusimejaid. Abiks olid ka veeimurid, eriti juhtudel, kui vesi sattus ruumidesse.

## **5. EHITUSE KOONDKALENDERPLAAN**

### **5.1. Ehituskestus**

Maleva 18 ehitusprotsess algas 28 juunil 2019. a ja lõppes 16 juunil 2020. aastal. Ehitustegevus kestis 52 nädalat. Objektile kolimiseks ja ehitustöödeks valmistumiseks kulus 23 päeva. Suurem osa sellest ajast oli seotud alltöövõtjate otsinguga ning sellega kaasnevate töödega (lepingute sõlmimine, lubade vormistamine jne). Palju aega võtavad ka ajutiste rajatiste püstitamine (soojakud). Enne kaevamistöode algust on vaja kontrollida tehnovõrkude olemasolu ning kutsuda kohale võrkudevaldaja esindajad.

2020. aasta märtsil fikseeriti Eestis esimesed koroonaviirusesse nakatumisega seotud juhtumid, mille tulemusel tekkis isolatsiooni kohustus (haiged isikud ning lähikontaktsed). Samuti otsustas riik haiged ja nendega kokku puutunud inimesed kaheks nädalaks isoleerida.

Töönädala pikkus oli 5 päeva ühes vahetuses 8.00-17.00. Mõnikord graafiku püsimiseks tuli teha pikemad tööpäevad, aega ajalt teha tööd õhtusel ajal ning nädalavahetustel.

Töö valmimise viivitamist põhjustasid järgmised asjaolusid: ilmastikutingimused, töötajate haigestumine või vigastused, tööriistade ja masinate rikked, aga ka betoonelementide hilinemine, vales järjekorras tarnimine või defektsete elementide saabumine.

### **5.2. Töömahtude arvutused**

Ehitise kogumaksumuse summa C koosneb C<sub>1</sub> - hoone maksumusest ning C<sub>2</sub> - tehnovõrkude, rajatiste ja välistööde maksumusest. Sellele summale tuleb lisada ajutiste hoonete osakaalu 2%. Ajutiste rajatiste ja ehitiste maksumus C<sub>3</sub> arvutatakse järgmise valemiga:

$$C_3 = 0,02 \times (C_1 + C_2)$$

Tabel 5.1. Ehitustööde maksumuse arvutus

Jrk.nr	Kululiik	Maht	Ühik	Ühiku maksumus (EUR)	Maksumus (EUR)	Maksumuse osakaal %
<b>1</b>	<b>VÄLISRAJATISED</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>380 975,82</b>	<b>8,08%</b>
1.1.	Ettevalmistus ja lammutus	1,00	kmpl	5 184,00	5 184,00	0,11%
1.2.	Hoonealune süvend	2 364,00	m3	24,80	58 637,76	1,24%
1.3.	Täitepinnas hoone alla ja külgedele	2 350,50	m3	8,77	20 616,00	0,44%
1.4.	Hoonevälised ehitised	x	x	x	47 517,11	1,01%
1.4.1.	Estakaadid, kaldteed ja pandused	6,5	m3	646,15	4200	0,09%
1.4.2.	Tugimüürid	28,35	m3	513,26	14550,91	0,31%
1.4.3.	Piirded(VKP, Dekoratiivsed alumiiniumribid)	15	kmpl	1 212,45	18186,72	0,39%
1.4.4.	Välisrapiid	2	kmpl	1 369,68	2739,36	0,06%
1.4.5.	Varikatused	30,2	m2	259,61	7840,12	0,17%
1.5.	Välisvõrgud	1,00	kmpl	97 845,61	97 845,61	2,08%
1.6.	Maa-ala pinnakatted	x	x	x	118 131,10	2,51%
1.6.1.	Haljastus	1	kmpl	46 226,45	46226,45	0,98%
1.6.2.	Asfaltkattega parkimisala, murukivid, betoonkiviga jalgteed	1809,23	m2	39,74	71904,65	1,52%
1.7.	Väikeehitised maa-alal	1,00	kmpl	53 660,23	53 660,23	1,14%
<b>2</b>	<b>ALUSED JA VUNDAMENDID</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>113 519,31</b>	<b>2,41%</b>
2.1.	Tihendatud killustikalus, h=300mm	405,00	m3	30,72	12 441,60	0,26%
2.2.	Vundamendid	153,70	m3	397,43	61 085,39	1,30%
2.3.	Aluspõrandate ettevalmistus ja betoneerimine	895,00	m2	44,68	39 992,32	0,85%
<b>3</b>	<b>KANDEJARINDID</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>1 297 074,64</b>	<b>27,51%</b>
3.1.	Kandvad ja välisseinas	8 795,44	m2	86,00	756 451,17	16,04%
3.2.	Seinte fassaadikatted	3 484,82	m2	45,60	158 907,61	3,37%
3.3.	PKV	78,00	kmpl	1 825,36	142 378,30	3,02%
3.4.	Vahe- ja katuslaed	4 355,00	m2	40,26	175 316,00	3,72%
3.5.	Metalljarindid	2 461,00	kg	2,21	5 438,81	0,12%
3.6.	Trepielendid	26,02	m3	720,17	18 738,72	0,40%

<b>4</b>	<b>FASSAADIELEMENDID JA KATUSED</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>444 070,69</b>	<b>9,42%</b>
4.1.	Klaasfassaadid, vitriinid ja eriaknad	3,00	kmpl	854,40	2 563,20	0,05%
4.2.	Aknad	x	x	x	197 495,88	4,19%
4.2.1.	Alumiiniumaknad	36,00	kmpl	859,54	30 943,28	0,66%
4.2.2.	Aknalaud	430,00	jm	854,40	10 320,00	0,22%
4.2.3.	Puit- ja puitalumiiniumaknad	143,00	kmpl	1 072,33	153 343,00	3,25%
4.2.4.	Veeplekid	430,00	jm	854,40	2 889,60	0,06%
4.3.	Välisüksed ja väravad	x	x	x	32 499,32	0,69%
4.3.1.	Lukustus ja varustus	1,00	kmpl	11 042,36	11 042,36	0,23%
4.3.2.	Alumiiniumüksed	3,00	kmpl	2 879,68	8639,04	0,18%
4.3.3.	Terasüksed	2,00	kmpl	1 474,56	2949,12	0,06%
4.3.4.	Luugid ja restid	14,00	kmpl	704,91	9868,8	0,21%
4.4.	Katusetarindid	1 105,00	m2	94,48	104 401,62	2,21%
<b>5</b>	<b>RUUMITARINDID JA PINNAKATTED</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>863 890,04</b>	<b>18,32%</b>
5.1.	Vaheseinad	2 307,21	m2	30,24	69 767,16	1,48%
5.2.	Terasüksed	55,00	tk	935,44	51 449,28	1,09%
5.3.	Puitüksed	199	tk	335,39	66 741,76	1,42%
5.4.	Lukustus ja varustus	1,00	kmpl	61812,35	61 812,35	1,31%
5.5.	Piirdeliistud	2 188,20	jm	1,73	3 785,59	0,08%
5.6.	Siseseinte värvkatted	19 231,52	m2	7,54	144 977,28	3,07%
5.7.	Plaatkatted	2 525,00	m2	30,72	77 568,00	1,65%
5.8.	Lagede pinnakatted	4 393,12	m2	30,46	133 798,00	2,84%
5.9.	Põrandad ja põrandakatted	x	x	x	301 915,00	6,40%
5.9.1.	VL-01 R/b põrandaplaat 80mm	3 458,00	m2	28,28	97 792,00	2,07%
5.9.2.	Poriretide süsteem fuajees (PV08)	17,00	m2	2340,71	39 792,07	0,84%
5.9.3.	Keraamiline plaat (PV05, PV06)	523,50	m2	39,81	20 840,54	0,44%
5.9.4.	Sooja-, heli- ja hüdroisolatsioon	3 981,50	m2	6,93	27608,64	0,59%
5.9.5.	Rullmaterjalist põrandakatted, vaibad	3 925,43	m2	23,64	92792,6	1,97%
5.9.6.	Liistud	3 173,00	jm	7,28	23089,44	0,49%

<b>6</b>	<b>SISUSTUS, INVENTAR, SEADMED</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>172 961,14</b>	<b>3,67%</b>
6.1.	Sisustus ja mööbel	1,00	kml	130 503,22	<b>130 503,22</b>	2,77%
6.2.	Lift Kone TransSys koos paigaldusega	1,00	kml	42457,92	<b>42 457,92</b>	0,90%
<b>7</b>	<b>TEHNOSÜSTEEMID</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>1 117 494,91</b>	<b>23,70%</b>
7.1.	Veevarustus	1,00	kml	129668,86	<b>129 668,86</b>	2,75%
7.2.	Kanaliseatsioon	1,00	kml	62122,87	<b>62 122,87</b>	1,32%
7.3.	Küte, ventilatsioon ja jahutus	1,00	kml	328 420,59	<b>328 420,59</b>	6,97%
7.4.	Tuletõrjevõrk	1,00	kml	1248,00	<b>1 248,00</b>	0,03%
7.5.	Nõrkvoolupaigaldis ja automaatika	1,00	kml	163 647,36	<b>163 647,36</b>	3,47%
7.6.	Tugevoolupaigaldis	1,00	kml	432 387,23	<b>432 387,23</b>	9,17%
<b>8</b>	<b>EHITUSPLATSI KORRALDUSKULUD</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>29 555,45</b>	<b>0,63%</b>
<b>9</b>	<b>EHITUSPLATSI ÜLDKULUD</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>295 646,63</b>	<b>6,27%</b>
	<b>Kokku ilma käibemaksuta</b>				<b>4 715 188,63</b>	<b>100,00%</b>
	<b>Käibemaks (20%)</b>				<b>943 037,73</b>	
	<b>Kokku koos käibemaksuga</b>				<b>5 658 226,36</b>	

Sellest tabelist on näha, et kõige kallim kululiik selle objekti puhul oli hoone karbi ehitamine 1 297 074,64 €, mis moodustab kogu maja maksumusest – 27,5%. Tehnosüsteemide rajamine läks maksma 1 117 494,91 €. Hoone maksumus  $C_1$  on 4 009 010,73 € - 85,02%, tehnovõrkude, rajatiste ja välitööde maksumus  $C_2$  on 380 975,82 €, mis moodustab 8,08% kogumaksumusest, ehitusplatsi korralduskulud 29 555,45 €, mis moodustab kogumaksumusest ainult 0,62%. Eeldan, et ajutiste rajatiste ja ehitiste maksumus  $C_3$  valemi 5.1 järgi peaks olema:

Valem 5.1 Ajutiste ehitiste ja hoonete arvutuslik maksumus

$$C_3 = 0,02 \times (C_1 + C_2) = 0,02 \times (4\,009\,010,73 + 380\,975,82) = 87\,799,31 \text{ €}.$$

Ehitusplatsi üldkulud on moodustatud peatöövõtja juhtimiskuludest ja garantiiaegsetest tagatistest. Üldehitustööde  $C_4$  maksumus on 2 891 515,82 € mis moodustab 61,32% kogumaksumusest ja 72,1% hoone summa maksumusest. Tehnoloogiliste süsteemide  $C_5$  maksumus on 1 117 494, 91 € mis moodustab 23,7% kogumaksumusest.

### 5.3. Ehitustööde kirjeldus

Ehitusalased tööd olid alustatud peale lepingute sõlmimist alltöövõtjatega. Esmaselt demonteeriti kinnistul oleva vana hoone vundamendi. Selleks tuli pinnast eemaldada ekskavaatori abil ning piigata vundamendi roksoniga.

Kõik väljakaevatud pinnas ja vundamendi osad olid veetud ning utiliseeritud. See töö võttis aega 13 päeva. Seejärel ehitati vundamendi alus liivast, mida tihendati (töö võttis 4 päeva). Peale vundamendi aluse valmimist alustati vundamenditöödega, vundamendi





mineraalvillaplaat ja 2x SBS katusekate 30mm. Soojustuskihid paigaldatakse spetsiaalsete tüüblite abil. SBS keevitatakse mineraalvillale spetsiaalse põleti ja gaasiballooni abil. Kõigile vertikaalsetele osadele tehakse ülespöörded miinimum 30 cm ja kõik läbiviigid nagu katuseluugid, pollarid ja katuselehid isoleeritakse. Sellel objektil ei olnud vaja teha fassaaditöid, kuna tehases paigaldati välispaneelidele koheselt kattekihi, mis võimaldas nii raha kui ka aega kokku hoida.

Drenaaži, kanalisatsiooni, elektri välistrasside, välisvalgustuse, side-, kütte-, vee- ja sademeveetrasside paigaldustööd käivad praktiliselt paralleelselt hoone karbi esimese korruse montaažiga, seal kus seda võib teostada.

Välitrasside rajamise täpset ajagraafikut on väga raske koostada, kuna tihtipeale ehituse käigus tulevad välja torustikud, mida ei ole algsetel plaanidel. Trasside rajamisel tehakse koostöö võrkude valdajatega, mis korralduslik poolt võtab kohati palju aega. Välisvõrkude rajamine ning kaevetööde teostamine tugevalt seotud ilmastikuoludega.

Aknaid saab paigaldada siis, kui korrus on saanud vettpidavaks ja vesi otseselt majja ei sattu. Aknad on paigaldatud seinapaneelide sees olevale puitraamile. Nende kõrgus reguleeritakse spetsiaalsete paigalduskiilude abil. Peale akende paigaldamist, vahed täidetakse montaaživahuga, paigaldatakse aurutõkketeip, tuuletõkketeip ning veeplekki. Hoone küljes oleva aknaavad jääb avatuks niikaua, kui kõik suuremahulised materjalid on majja sisse viidud.

Müüritöödega saab alustada siis, kui põrandad on valatud ning püstikutes kõik kommunikatsioonid laotud, survestatud ja isoleeritud. Müüritööd teostavad kaks kaheliikmelist meeskonda, igas brigaadis on üks müürsepp ja üks abimees. Maja otstest tõstetakse igale korrusele kivialused ja segualused ja teisaldatakse ruumidesse. Paralleelselt sellega majas paigaldatakse kõik kommunikatsioonid sh jahutus- ja ventilatsioonisüsteemid. Vannitoad ja tualetid eraldavad elutoast kipsseinte abil. Neid saab hakata ehitama siis, kui põrandad on valatud ja põrandast tulevad kommunikatsioonide asukohad on kontrollitud. Esmalt paigaldatakse karkass, mille alla asetatakse tiheduslint, seejärel asetatakse karkassi ühele küljele esimene kiht kipsi ja paigaldatakse isolatsioon. Kõik seinas olevad kaablid kuvatakse õigele kõrgusele ja õigesse kohta. Vineeriribad või puidust jupid paigaldatakse karkassi sisse kohtadesse, kuhu tulevikus toetuvad sellised esemed nagu valamud või inva WC käsipuud. Kui kõik tööd seinas on lõpetatud, paigaldatakse teine pool kinni. Kipsi paigaldamisel ei tohiks vesi majja sattuda, muidu kips paisub veest ja lehed tuleb vahetada. Maja kuivatamiseks kasutatakse ajutiselt puhureid ja niiskusimurit.

## **6. TEHNOLOOGILISED KAARDID**

### **6.1. Vundamendi rajamine**

Antud tehnoloogilises kaardi kirjelduses käsitletakse järgmiseid töid: rakestamist, armeerimist, betoneerimist ja lahtirakestamist.

Hoone ehitatakse madalvundamendile rajamissügavusega 12.95 abs = -1,55 m . Vundamendid on betoonist C30/37, sarrus B500B, keskkonnaklass XC2. Vundamenditaldmike kõrgus enamasti 300 mm. Taldmike laiusteks 600, 750, 800, 1200 ja 1600 mm. Liftišahti äärsete seinte vundamendid ja liftišahti alune plaat on ühendatud. Vundamenditaldmike alla rajatakse tihendatud liivalus (minimaalne lubatud kandvus  $E \geq 60$  Mpa). Hoone sokkel on projekteeritud 180 ja 200 mm paksuse kandva raudbetoonist monoliitse alusmüürina, mille peal on soojustus ja 100 mm paksune monoliitne väliskoorik. Konstruktsioon toetub lintvundamendile. Lintvundamendi rajamine algas augusti keskel ning kestab septembri alguseni. Lintvundamendi tööd olid jagatud kaheks haardealaks telgede kaupa: A-D/1-8 ja A-D/8-18. Vundamendi ehituse ajal tornkraanat veel ei jõudnud paigaldada ja kõik materjalid (armatuur, puitraketised) olid platsile tarnitud autokraanaga. Vundamendi ettevalmistustööd hakatakse tegema siis kui süvend on välja kaevatud ja aluspinnas ettevalmistatud. Kohale kutsutakse geodeeti, kes märgib ära hoone nurgad ning selle järgi pannakse ka suundnöör, mis on abiks vundamendi ehitamisel.

#### **6.1.1. Raketise paigaldus**

Rakestamiseks kasutatakse halvema kvaliteedi puitu, sest tulevikus neid enam ei kasuta. Meie kasutasime tollised lauad suurusega 25x100mm. Kõik materjalid tasuks objektile tuua ühe korruga ning vajadusel jagada haardealade kaupa. Puitu hakatakse teisaldama ning kohapeal monteeritakse laudadest kokku vajaliku kõrguse ja pikkusega moodulid, seejärel püstitatakse neid hoone nurkade ja suundnööride järgi. Enne raketise paigaldust pannakse alusena spetsiaalne kile, mis ei võimalda betooni kiiret kuivamist. Kuna betoneerimisel raketis võib katki minna, siis raketise stabiilsuse tagamiseks lüüakse väljastpoolt sisse armatuurist vardad ja vajadusel lisatakse tugiprusse. Kui laudade vahel tekkivad lõhed, siis neid tihendatakse montaaži vahuga. Raketise vertikaalsust kontrollitakse loodiga ja kõrgust kontrollitakse nivelliiriga, samuti kontrollitakse ka raketise puhtust. Materjalikulu vähendamiseks kasutatakse peale esimese haardeala lahtirakestamise mooduleid teiste haardealade rakestamiseks. Kõikide haardealade rakestatud pindala on 216,74m<sup>2</sup>.

Raketise moodulite paigaldamisega tegeleb üks brigaad, mille koosseisus on 3 inimest.

### **6.1.2. Vundamendi armeerimine**

Lintvundament armeeritakse kohe peale raketise valmistamist. Protsessi kiirendamiseks tehasest tellitakse valmiskujulised rangid, mis aitab säästa aega painutamisel. Rangide ja armatuurvarraste läbimõõt jääb vahemikku 8mm-12mm vahel, kasutatakse B500B tüübi armatuuri. Kuna lintvundamendi armatuurist konstruktsioon on seotud sokliseintega, siis samal ajal paigaldatakse ka sokliseina armatuuri. Töö autor arvestab sokliseina armatuuri mahtusid arvutuste tegemisel. Armatuuri kaitsekiht vastab keskkonnaklassile XC2 (all 50mm ja külgedel 35mm). Kaitsekihi tagamiseks kasutatakse plastikust valmistatud fiksaatoreid. Jätkamisel tehakse ülekatteid  $\geq 40 \text{ } \varnothing$ . Armatuurteraste pikkus on 6000mm, seega vajadusel neid peab lühemaks lõigata ketaslõikuriga ja painutada objektis asuvas painutamisingi abil. Armatuuri omavahel sidumiseks kasutatakse sidumistraadi ja armeerimiskonksu. Kõikide haardealade vundamendi armeerimine võtab aega umbes 4 päeva. Kõikide haardealade armeerimise jaoks kasutatakse 6,43t sarrusevardaid.

### **6.1.3. Vundamendi betoneerimine**

Betoonivalu alustatakse kohe peale raketamise ja armeerimise lõppu. Lintvundamendi valatakse betooniga, mille tugevusklass on C30/37. Tööd teostavad 3 betoneerijat. Betooni valatakse pumbaga betoonimikserist ning alustatakse maja esimesest teljest. Betooni vajalik maht arvutatakse enne valu, vastavalt saadud arvule toimub materjali tellimine. Esimesena objektile tuleb pumbaga betoonimikser, mille betoonimaht on  $5\text{m}^3$ , peale seda tulevad järjest betoonisegistid mahuga  $7\text{m}^3$ . Betooni valatakse kihtidena, mille paksuseks jääb 300mm. Peale valamist toimub tihendamine vibraatoriga. Vibreerimist teostatakse väga ettevaatlikult, proovides vältida kontakti armatuuriga või raketisega, sest vibreerimisprotsessil läheb õhk betoonist välja ja võib põhjustada raketise avamist või nihutada armatuuri sammu ja positsiooni. Enne betooni kuivamist tuleb tasandada valupinda pahtlilabidaga või hõõrutiga. Betooni kõrgust kontrollitakse visuaalselt ja nivelliiriga. Tööde lõpus kõike tööriiste peab puhastama betoonist ja tagastama lattu. Koristamise järel jäänud osad ning jäätmed kuluvad utiliseerimisele. Betoon peab kuivama talle sobivates tingimustes: peab olema tagatud õige niiskus ja temperatuur, suvel betoon võib vajada kastmist, mis aitab vältida materjali liigset kuivamist. Betooni hooldusperioodi kestus on 3 kuni 14 päeva. Konstruktsioone on lubatud koormata pärast betooni 90% tugevuse saavutamist ja raketiste eemaldada pärast betooni 60% tugevuse saavutamist. Kõikide haardealade betoonimaht kokku on  $96,7\text{m}^3$ .

### **6.1.4. Lahtiraketamine**

Lahtiraketamist saab teha pärast betooni 60% tugevuse saavutamist. Betooni tugevust saab katsetada Schmidti vasaraga. Lahtiraketamist alustatakse vertikaalsete ja

horisontaalsete lisatugede eemaldamisest, siis eemaldatakse puidust moodulid. Seejärel mooduleid puhastatakse, sorteeritakse mõõtude järgi ja teisaldatakse edasi teiste haardealade peale või utiliseeritakse.

### **6.1.5. Kvaliteedinõuded**

Kõikidel materjalidel peavad olema kehtivad CE sertifikaadid ning materjalid peavad vastama järgmiste standartide nõuetele:

Betoon EVS-EN 206:2013

Armatuur EVS-EN 10080:2006

BÜ4 3.2.6 MUO-A – vormipinnad

BÜ4 4.1.3 THI-A – terashõõretud pinnad

BY47 4.2.4.1 Paigalvalatud vundamendid:

Laius ja pikkus  $\pm 30$  mm

Pealispinna kõrgus  $\pm 20$  mm

## **6.2. Hoonekarbi ehitus**

Projekteeritud ehitus koosneb monteerivatest raudbetoon elementidest, mis tellitakse tehases. Välisseinad on 460 ja 530 mm paksustest kolmekihilistest raudbetoonelementidest, mis on soojustatud 180 mm polüuretaaniga ja tuletõkkeseina osas 250 mm kivivillaga. Siseseinad on 200 mm paksustest raudbetoonist seinaelementidest. Vaheale kandekonstruktsioonideks on monteeritavad raudbetoonist õõnespaneelid paksusega 220 mm. Peale seda kui vundament on saavutanud oma vajaliku tugevuse, hakatakse rakestama ja armeerima sokliseinu, mis toetub lindvundamendile, ning seejärel valatakse neid betooniga haardealade kaupa: A-D/1-8 ja A-D/8-18. Seejärel valatakse sokli väliskoorik. Kui sokliseinad ja väliskoorikud on valmis, siis täidetakse hoone karp liivaga ja alust tihendatakse. Tihendamisel tuleb olla ettevaatlik sokliseina äärtes, kuna raske tihendusmasin võib konstruktsiooni kahjustada. Kõik korrused antud majas on tüüpilised ning autor oma lõputöös vaatab selles tehnoloogilises kaardis esimese korruse karbi montaaži.

Hoonekarbi montaaž alustatakse esimesest teljest ja liigub viimase telje poole. Sõltuvalt ehitusetappidest, montaaž teostatakse brigaadiga, mis koosneb 3-5 inimesest. Raudbetoonelemendid paigaldatakse tornkraanaga otse veokilt, mis vähendab tööjõukulusid. Selleks koostati betoonelementide tarnijaga graafik, mille järgi peaksid betoonelemendid saabuma õiges ja vajalikus järjekorras.

Veokilt monteerimine ei vaja elementide vaheladustamist, mis omakorda võib kaasa tuua suur ajakulu.

Betoelementide vaheladustamise ajanorm RATU käsiraamatu järgi on 0,18 in-h/tk, kui elementide arv ületab 100tk. Kokku paigaldati 168 välisseinapaneele, 802 õõnespaneeli ja 194 siseseinapaneeli. Ajakulu vaheladustamisele on  $1164 \cdot 0,18 = 210$  in-h, mis tähendab 27 vahetust.

Tehasega lepatakse kokku, et kõige viimane element veoki peal peaks olema esimene element, mis läheb paigaldamiseks. Veokid saavad kanda maksimaalselt 24t. Kui auto tuleb objektile, elemente on vaja vastu võtta. Vastuvõtmisel toimub ka elementide kontroll. Juhul, kui elemendil esineb mingi defekt, siis kohapeal saab ka otsustada, kas on võimalik tuvastatud defekti kohapeal parandada või tasuks elemendi tagastada.

Montaaž alustatakse vertikaalsetest konstruktsioonidest: välis- ja sisseintest, seejärel paigaldatakse õõnespaneeli, raudbetoonposte ja talad, kõige lõpus paigaldatakse trepi elemendid. Pärast montaaži vuuke armeeritakse sarrusega B500B ja monolitiseeritakse betooniga C25/30 tööprojekti sõlmede järgi. Tarindite tulepüsivusklass on R60.

### **6.2.1. Ohutustehnika montaaži ajal**

1. Troppimis- ja tõstetööd teostavad ainult koolituse läbinud inimesed. Need omapoolt jälgivad, et kraanade noole keeramise ajal ei tekiks ohtlikku olukorda.
2. Töödejuhataja peab jälgima, et tõstetava lasti kaal vastaks tornkraana Liebherr 290HC koormusgraafikule. Kraanajuht peab teadma tõstetava lasti ja selle eri osade kaalu. Tornkraanaga tõstetavate detailide kaalud ei ületa tornkraana tõstevõimet.
3. Tõstetööd peab vältima töötamist väga tuulisel ilmal.
4. Õõnespaneelide tõstmisel tuleb alati kasutada tõstehaarasti ohutusketti.
5. Vahelaepaneelide monteerimisel paigaldatakse ohutuse kindlustamiseks vajalikud piirded/katted lahtistele avadele ja muudele ohtlikele konstruktsioonidele ja tähistatakse ohtlikud tsoonid vastavate hoiatussiltidega või piiretega.
6. Kukkumisohu puhul ohutus tagada kasutades turvarakmeid näiteks ohutusvöö või -rakmetega kinnitatud ohutustrosside või – köite kasutamisega.
7. Rippuvus seisukorras elemente jääda ei tohi.
8. Iga tööline montaaži ajal peab kandma kaitsevahendeid.
9. Kõrvalised isikud ei tohi paigaldusalal liikuda.

Tabel 6.1. Monteeritavate raudbetoon elementide arv(tk) objektil Maleva 18

Korrus	SWP	SSP	LP	BP	BT	VSP	BPL	TE
1	33	37	157	3	1			4
2	34	39	159					4
3	34	39	159					4
4	34	39	159					4
5	33	40	168					
Katus						36	1	
<b>Kokku</b>	<b>168</b>	<b>194</b>	<b>802</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>36</b>	<b>1</b>	<b>16</b>

SWP – SW Seinapaneel; SSP – Siseseinapaneel; LP – Laepaneel; BP – Betoonpost; BT – Betootala; VSP – Parapetipaneel; BPL – Betoonplaat; TE – Trepielement.

### 6.2.2. Maja kandelementide montaaž

Hoone karbi montaaž alustatakse vertikaalsete kandvate elementide paigaldamisest. Montaaži alustatakse esimesest teljest ja liigutakse viimase telje poole, monteeritakse välisseinad ja seejärel nendega seotud siseseinad. Enne seda puhastatakse esmalt sokli ülemine pind harjaga mustusest paremaks nakkumiseks, seejärel sokli ja seina õhkvahe isoleerimiseks paigaldatakse sokli seina ja sokli kooriku vahel oleva penoplasti peale ette nähtud kohta klaasvillasoojustusriba. Pärast seda paigaldatakse rihtimissplaadid 70x70x2-10mm ja müürimört kogu paneeli pikkuses. Sel ajal saabub objektile esimene veoauto, mis mahutab korruga kuni kaks seinapaneeli. Paneelide tõstmiseks on paneeli sees ettenähtud tõsteaasad. Tõstetropidel on lukustuvad kinnituskonksud. Element tõstetakse otse veokilt tornkraana abil ja paigaldatakse ette nähtud kohta. Paigaldamise ajaks tõkestatakse kolmandate isikute liikumine. Pärast paneeli paigaldamist rihtitakse neid montaažkangiga ja vajadusel korrigeeritakse asendit, koheselt kontrollitakse vertikaalsust loodi abil ja seejärel asetatakse paneeli mõlemasse otsa ajutised toed, seejärel tihendatakse püstvuugid villaribaga ja korratakse protsessi järgnevate paneelidega. Tugede kinnituspunktid paigaldatakse paneeli raskuskeskmest kõrgemal. Omavahel paneelid kinnitatakse spetsiaalsete trossaasade abil, kui teine element on paigaldatud, aasad omavahel ühendatakse ja nende vahel pannakse vuugisarrus, seejärel ehitatakse raketis ja vuukide täitmiseks kasutatakse jootebetooni, seejärel betooni tihendatakse väikese vibraatoriga. Paneelivuukide raketised peavad olema tihedad, et monoliitimisbetoon ei valguks välja. Paneelitoed võib eemaldada alles siis, kui monoliitimisbetoon on saavutanud projektis selleks ette nähtud tugevuse, montaaži brigaadis on 3 inimest. Kokku esimesel korrusel on 33 SWP – välisseinapaneeli ja 37 SSP – siseseinapaneeli. Ehitis jagatakse kaheks haardealadeks: A-D/1-8 ja A-D/8-18,

ning kui seinapaneelid on paigaldatud, vuugid sarrustatud ja valatud, hatakase kohe paigaldama õõnespaneele. Esimesel haardealal on kokku 84 ja teisel 69 õõnespaneele.

Enne õõnespaneelide paigaldust puhastatakse alused mustusest. Tornkraana ja traaversite abil tõstetakse vahelae paneel õigesse kohta ning seejärel eemaldatakse ohutuskett ja paigaldatakse seinte peale. Tõstmisel peab jälgima, et paneel oleks koguaeg tõsteprotsessi vältel horisontaalasendis. Õõnespaneelide paigaldamisel tuleb jälgida, et minimaalne toetuspikkus seintele peaks olema 70mm. Korgid paneeli õõntes peavad paiknema servast miinimum toetuspikkuse sügavusel. Kui paneel on paigas, hakatakse seda suunama õigesse kohta paigalduskangiga, seejärel korratakse protsessi teistega paneelidega. Esimene paneel tuleb paigaldada maksimaalselt täpselt, kuna sellest sõltub järgmiste paneelide paigaldamine. Pärast seda kõik õõnespaneelide vahelised vuugid armeeritakse ja monolitiseeritakse vastavalt vahelae sõlmejoonistele. Enne armeerimist kontrollitakse, et kõik vuugid oleksid prahist ja jääst puhastatud. Paneelide vuugid betoneeritakse kraanaga tõstetavast betoonikolust. Betooni püütakse valada nii, et see raketisest välja ei voolaks. Kui esimese korruse paneelid on betooniga valatud, hakatakse püstitama teise korruse seinu. Teisel haardealal viimasel päeval paigaldatakse 4 trepielemente, samuti teisel haardealal asuvad 3 betoonposte ja 1 raudbetootala postide peal. Trepielemente paigalduse jaoks mademes on ettenähtud taridetailid seinte liitumisega ja spetsiaalsed ankrud. Seintes samuti on ettenähtud süvised, kuhu paigaldatakse rihtimisplaadid ning seejärel mademe monteeritakse nii, et taridetailid toetaksid rihtimisplaatide peale, pärast süvised valatakse jootebetooniga. Esimene trepielement toetub lintvundamendi peale, alus puhastatakse mustusest, seejärel aluse peale pannakse tsementmört ja paigaldatakse trepielement, vuuk täidetakse betooniga. Betoonposte asetatakse spetsiaalsete keermelattide peale, mis olid valatud lintvundamendi sisse. Keermelattide külge on pandud mutrid, millega saab pärast posti kõrgust ja taset reguleerida. Viimasena etappidena teostatakse betoonpindade eelkorrigeerimine (lihvimine, puhastamine), millega tegeleb üks inimene.

### **6.2.3. Kandekonstruksioonide üldised tolerantsi- ja kvaliteediklassid**

- Raudbetoonkonstruktsioonide tolerantside arväärtuse määramisel juhindutakse standardi EVS-EN 13670:2010 „Betonkonstruktsioonide valmistamine“ ja EVS-EN 13369:2018 „Betonvalmistoodete üldeeskirjad“ toodud nõuetest.
- BÜ4 Betoonpinnad;
- BLY 5 Betonilattioiden tuotantomenetelmät;
- BY 40-2003 Betonipinnat;

- BY 41 Betonirakentieden korjausohjeet;
- BY 45/BLY 7 Betonilattiat 2000 (koos BY 48 ja BY 49);

### SEINAPANEELID

Monteerimise tolerantsid:

- asukoht plaanis  $\pm 15$  mm
- asukoht plaanis alumisest või ülemisest seinast  $\pm 10$  mm
- vuugi laius  $\pm 8$  mm
- hammastus kõikides suundades 8 mm
- kõrvalekalle vertikaalist  $h/600$

### EELPINGESTATUD ÕÕNEPANEELID

Monteerimise tolerantsid:

- asukoht plaanis  $\pm 30$  mm
- kõrgusmärk toel  $\pm 15$  mm
- vuugi laius  $\pm 10$  mm
- pealispinna kõrvalekalle horisontaalist
- 2 meetri mõõtepikkusel  $\pm 15$  mm
- toepikkus  $\pm 25$  mm

### TREPIELEMENDID

Monteerimise tolerantsid:

- asukoht pikkussuunas  $\pm 20$  mm
- asukoht laiusuunas  $\pm 15$  mm
- kõrgusmärk  $\pm 15$  mm
- trepiastme asend pikkus- ja laiusuunas 5 mm
- trepiastme kõrgusmärk  $\pm 5$  mm
- trepimademe kõrgusmärk  $\pm 15$  mm
- trepimademe hälve algjoonest 15 mm



## 6.3. Müüritööd

### 6.3.1. FIBO ploki ladumine

Vaadeldavas majas on kolme tüüpi müüri seinad ja kõik mittekandvad. SS-02 - Fibo 3, on kasutusel elutubade vannitubades kommunikatsioonisidešahtideks, SS-03 – Fibo 5 kasutatakse ka sidešahtideks, kuid erineva otstarbega ruumides ja SS-05 - Fibo Lux 88 on kahekordne sein, mida kasutatakse vaheseinana mõne mitteeluruumide vahel. Käesoleval tehnoloogilisel kaardil soovib autor käsitleda viis korrust, millel on müüritise kõrgus 3 meetrit. Graafiline osa vormistatakse esimese korruse järgi kuna esimese korruse müüriseinte maht võrreldes ülejäänud korrustega on suurim.

Alused koos plokkidega ja segudega tõstetakse hoone otstest teleskooplaaduri abil hoonesse ja teisaldatakse ruumidesse rokla abil. Kui esimene korrus sai püstitatud, siis majja koridori oli paigaldatud ka ajutine veevõttukoht.

Kohapeal kasutatakse ka spetsiaalset müürimörti. Segu sõtkutakse suures ämbris, mille maht on 40L. Segu valitakse ka sõltuvalt temperatuurist - tavaline või talvine. Kommunikatsioonišahtide ümbruses saab tööd alustada siis, kui betoonpõrandat on valatud ja püstiku kõik kommunikatsioonid teostatud, survestatud ja isoleeritud. Alates teisest korrusest ruumides kus kommunikatsioonišahtide jaoks õõnespaneelides on ette nähtud augud esimene kivirida oli paigaldatud enne põrandate betooniga valamist raketise ehitamise vältimiseks, aga lihtsustamiseks seda autor oma tehnoloogilises kaardis ei arvesta.

Märgistus põrandale tehakse tavaliselt seinat otstes laser- ja tavamöödulindi abil. Plokkide paigaldamine algab nurkadest.

Esiteks puhastatakse mustusest koht kuhu paigaldatakse esimene rida, samuti peab veenduma, et põrandal pole vett. Seejärel valmistatakse segu ämbris ja asetatakse esimese plokirea alla. Esimene plokkide rida seatakse suundnööri, horisontaaltaset kontrollitakse lühikese 50cm loodiga. Kui esimene rida on paigas, korratakse protsessi järgmiste ridadega ja suundnõör tõstetakse järgmisele reale. Paralleelselt plokkide paigaldamisega kontrollitakse horisontaalset ja vertikaalset taset 2m pika loodi abil. Üleliigne lekkinud mört eemaldatakse tagasi ämbrisse või kasutatakse teiste plokkide ladumiseks. Sidešahtide vaheseinte puhul tugevdatakse esimest, eelviimast ja iga kolmandat rida armatuuriga. Mittekandvad siseseinad tugevdatakse samal põhimõttel ainult iga kahe rea tagant, nagu projektis on ette nähtud. Ridadevaheliseks tugevdamiseks kasutatakse bi-armatuuri, mille ülekate on 300 mm. Fibo plokkide vahelised vuugid võivad olla kuni 3mm sügavused ja plokid laotakse vähemalt 1/3 ülekattega, samuti tuleb kontrollida, et vuukide paksus oleks 12-15mm vahel. Vaheseina ja lae vahelise vuuki täidetakse kas villaga, mördiga või spetsiaalse elastse

vuugimassiga. Betoonseintega seonduse jaoks kasutatakse ankurdamismeetodit. Puuritakse olemasoleva betoonkonstruktsiooni auk sügavusega 7-10cm, seejärel asetatakse armatuurvarras puuritud auku ja keeratakse ploki peale. Fibo 88 Lux paigalduseks kasutatakse sein- ja põrandaprofiili, kui põrand on ebatasane siis esimene rida paigaldatakse mörti peale mille all on eraldusriba, teine rida alustatakse nurgast pooliku plokiga. Omavahel Fibo Lux plokid liimitakse horisontaalselt Fibo Fix liimiga. Kõrgusel töötamiseks kasutatakse alumiiniumtellinguid ratastel, mis annab rohkem mobiilsust ja ei vaja ümberehitamist positsiooni vahetusel. Kõik tööriistad, ämbrid ja tellingud puhastatakse pärast iga tööetapi. Müürimisel tekkinud pritsmed samuti puhastatakse iga tööetapi järel. Tööd on jagatud kaheks haardealaks A-D/1-8 ja A-D/8-18 telgede kaupa. Tööd teostavad kaks brigaadi, mis koosnevad kahest inimesest: üks laduja ja üks abitööline.

Tabel 6.2. Müürimahud m<sup>2</sup>.

Korrus	I HA	II HA	Kokku
1 korrus	112,92	87,51	200,43
2 korrus	78,19	71,13	149,32
3 korrus	78,19	71,13	149,32
4 korrus	78,19	71,13	149,32
5 korrus	89,10	69,10	158,20
Katus	3,12	1,70	4,82
			811,41

### 6.3.2. Kvaliteedinõuded

Käesolevas projektis sisalduvate kivikonstruktsioonis osade ehitusel peavad valmis müüritise tolerantsid rahuldama 1. tolerantsiklassi tingimusi (TarindiRYL 2010):

TARINDI RYL 2010: MÜÜRITÖÖD PT 513

- seinapaksus  $\pm 8$  mm
- kõverus  $\pm 0,3$  %
- kalle  $\pm 0,3$  %
- asukoht  $\pm 8$  mm
- maks. kalle  $\pm 18$  mm
- ava mõõtmed  $\pm 15$  mm

## **6.4. Tehnoloogilised arvutused**

Hoone vundamendi, ehituskarbi ja müüritööde tööjõukulu arvutused olid arvutatud RATU käsiraamatu abil. Objekti alguses kui alustati vundamendi rajamisega, tornkraanat veel ei jõudnud paigaldada ja selletõttu arvutused ei ole kajastud masinajõukulud. Samuti ei ole kajastud masinajõukulud hoonekarbi montaaži käigus. Teiste alltöövõtjate jaoks tornkraana kasutamine ei ole normeeritud ja seda lubatakse kasutada ainult lõunaajal kui ei toimu montaaži või kui tekkivad väikesed vahed ühe või kahe töstete jaoks.

RATU käsiraamatut on mugav kasutada koondkalendrigraafikute koostamiseks, kuid see ei arvesta ilmastikud tingimusi, mis võivad graafikut nihutada.

Vundamendi rajamise tööjõukalkulatsioon on esitatud tabelis 6.3.

Hoone karbi montaaži tööjõukalkulatsioon on esitatud tabelis 6.4.

Müüritööde tööjõukalkulatsioon on esitatud tabelis 6.5.

Tabel 6.3 Vundamendi rajamise tööjõukalkulatsioon

TÖÖJÕU- JA MASINAJAKULU / VUNDAMENDID							
Jrk nr.	Töö nimetus	Ühik	Ajanorm	I HAARDEALA		II HAARDEALA	
			in-h	kogus	in-h	kogus	in-h
<b>1.</b>	<b>RAKESTAMINE</b>						
1.1.	Raketise teisaldamine	m <sup>2</sup>	0,05	118,48	5,9	98,3	4,9
1.2.	Raketise asukoha väljamõõtmine	m <sup>2</sup>	0,03	118,48	3,6	98,3	2,9
1.3.	Raketise paigaldamine	m <sup>2</sup>	0,37	118,48	43,8	98,3	36,4
1.4.	<b>RAKESTAMINE KOKKU</b>	in-h			53,3		44,2
		in-vah			6,7		5,5
<b>2.</b>	<b>ARMEERIMINE</b>						
2.1.	Teisaldamine käsitsi	1000 kg	1,93	3,67	7,1	2,74	5,3
2.2.	Teraste masinlõikamine ja painutamine	1000 kg	3,19	3,67	11,7	2,74	8,7
2.3.	Sarrustus keskmise läbimõõduga 10mm	1000 kg	9,35	3,67	34,3	2,74	25,6
2.4.	<b>ARMEERIMINE KOKKU</b>	in-h			53,1		39,6
		in-vah			6,6		5,0
<b>3.</b>	<b>BETONIMINE</b>						
3.1.	Eeltööd	m <sup>3</sup>	0,03	53,9	1,6	42,8	1,3
3.2.	Valamine betoonipumpa abil	m <sup>3</sup>	0,23	53,9	12,4	42,8	9,8
3.3.	Järeltööd	m <sup>3</sup>	0,02	53,9	1,1	42,8	0,9
3.4.	<b>BETONIMINE KOKKU</b>	in-h			15,1		12,0
		in-vah			1,9		1,5
<b>4.</b>	<b>LAHTIRAKESTAMINE</b>						
4.1.	Raketise lahti võtmine ja puhastamine	m <sup>2</sup>	0,37	118,48	43,8	98,3	36,4
4.2.	<b>LAHTIRAKESTAMINE KOKKU</b>	in-h			43,8		36,4
		in-vah			5,5		4,5

Tabel 6.4 Hoone karbi montaaži tööjõukalkulatsioon

TÖÖJÕU- JA MASINAJAKULU / KARBI EHITUS							
Jrk nr.	Töö nimetus	Ühik	Ajanorm	I HAARDEALA		II HAARDEALA	
			in-h	kogus	in-h	kogus	in-h
<b>1.</b>	<b>I KORRUSE KANDEELEMENTIDE MONTAAZ</b>						
1.1.	Välisseinapaneelide montaaž	tk	1,56	17	26,5	15	23,4
1.2.	Siseseinapaneelide montaaž	tk	1,74	22	38,3	14	24,4
1.3.	Postielementide montaaž	tk	0,9	0,0	0,0	3	2,7
1.4.	Talaelementide montaaž	tk	1,08	0,0	0,0	1	1,08
1.5.	<b>I KORRUSE KANDEELEMENTIDE MONTAAZ KOKKU</b>	in-h			64,8		51,5
		in-vah				8,1	
<b>2.</b>	<b>I KORRUSE KANDEELEMENTIDE SARRUSTAMINE JA MONOLIITIMINE</b>						
2.1.	Talaemenendi monoliitimine	tk	0,36	0,0	0,0	1	0,36
2.2.	Seinapaneelide teraste masinlõikamine ja painutamine	1000 kg	3,19	0,09	0,3	0,05	0,2
2.3.	Paneeli sarrustamine	1000 kg	6,05	0,09	0,5	0,05	0,3
2.4.	Seinapaneelide umblaudis, vuugivalu ja lahtirakestamine	tk	0,50	37	18,5	25	12,5
2.5.	<b>I KORRUSE KANDEELEMENTIDE SARRUSTAMINE JA MONOLIITIMINE KOKKU</b>	in-h			19,3		13,3
		in-vah				2,4	
<b>3.</b>	<b>I KORRUSE VAHELAE ELEMENTIDE MONTAAZ</b>						
3.1.	Õõnespaneelide montaaž	tk	0,33	84	27,7	73	24,1
3.2.	Trepielementide montaaž	tk	1,20	0,0	0,0	4	4,8
3.3.	<b>I KORRUSE VAHELAE ELEMENTIDE MONTAAZ</b>	in-h			27,7		28,9
		in-vah				3,5	
<b>4.</b>	<b>I KORRUSE VAHELAE ELEMENTIDE SARRUSTAMINE JA MONOLIITIMINE</b>						
4.1.	Õõnespaneelide teraste masinlõikamine ja painutamine	1000 kg	3,19	0,72	2,30	0,58	1,85
4.2.	Õõnespaneelide sarrustamine	1000 kg	11,0	0,72	7,92	0,58	6,38
4.3.	Õõnespaneelide umblaudis, vuugivalu ja lahtirakestamine	tk	0,28	84	23,5	73	20,4
4.4.	Trepielementide monoliitimine	tk	0,36	0	0,0	4	1,4
4.5.	<b>I KORRUSE VAHELAE ELEMENTIDE SARRUSTAMINE JA MONOLIITIMINE</b>	in-h			33,7		30,1
		in-vah				4,2	
<b>5.</b>	<b>I KORRUSE BETOONPINDADE EELKORRIGEERIMINE</b>						
5.1.	Pindade lihvimine	m <sup>2</sup>	0,035	23	0,8	19	0,7
5.2.	Pindade paikamine	m <sup>2</sup>	0,101	23	2,3	19	1,9
5.3.	<b>I KORRUSE BETOONPINDADE EELKORRIGEERIMINE KOKKU</b>	in-h			3,1		2,6
		in-vah				0,4	

Tabel 6.5 Müüritööde tööjõukalkulatsioon

TÖÖJÕU- JA MASINAJAKULU / MÜÜRITIS							
Jrk nr.	Töö nimetus	Ühik	Ajanorm	I HAARDEALA		II HAARDEALA	
			in-h	kogus	in-h	kogus	in-h
<b>1. I KORRUSE MÜÜRI LADUMINE</b>							
1.1.	Mõõtmine	m <sup>2</sup>	0,04	112,92	4,5	87,51	3,5
1.2.	Käsitsi teisaldamine	m <sup>2</sup>	0,26	112,92	29,4	87,51	22,8
1.4.	Mördi valmistamine	m <sup>2</sup>	0,09	112,92	10,2	87,51	7,9
1.5.	Vaheseinte ladumine	m <sup>2</sup>	0,36	112,92	40,7	87,51	31,5
1.6.	Töökoha koristamine	m <sup>2</sup>	0,02	112,92	2,3	87,51	1,8
<b>I KORRUSE MÜÜRI LADUMINE KOKKU</b>		in-h			86,9		67,4
		in-vah			10,9		8,4
<b>2. II-IV KORRUSE MÜÜRI LADUMINE</b>							
2.1.	Mõõtmine	m <sup>2</sup>	0,04	234,54	9,4	213,39	8,5
2.2.	Käsitsi teisaldamine	m <sup>2</sup>	0,26	234,54	61,0	213,39	55,5
2.4.	Mördi valmistamine	m <sup>2</sup>	0,09	234,54	21,1	213,39	19,2
2.5.	Vaheseinte ladumine	m <sup>2</sup>	0,36	234,54	84,4	213,39	76,8
2.6.	Töökoha koristamine	m <sup>2</sup>	0,02	234,54	4,7	213,39	4,3
<b>II-IV KORRUSE MÜÜRI LADUMINE KOKKU</b>		in-h			180,6		164,3
		in-vah			22,6		20,5
<b>3. V KORRUSE MÜÜRI LADUMINE</b>							
3.1.	Mõõtmine	m <sup>2</sup>	0,04	89,1	3,6	69,10	2,8
3.2.	Käsitsi teisaldamine	m <sup>2</sup>	0,26	89,1	23,2	69,10	18,0
3.4.	Mördi valmistamine	m <sup>2</sup>	0,09	89,1	8,0	69,10	6,2
3.5.	Vaheseinte ladumine	m <sup>2</sup>	0,36	89,1	32,1	69,10	24,9
3.6.	Töökoha koristamine	m <sup>2</sup>	0,02	89,1	1,8	69,10	1,4
<b>V KORRUSE MÜÜRI LADUMINE KOKKU</b>		in-h			68,6		53,2
		in-vah			8,6		6,7

## 7. MAJANDUSOSA

Kuna RATU ei olnud alati ainuke standard tehnoloogiliste kaartide koostamisel ning erinevatele normatiivsete jõukulu arvutamisel, siis võrdleb autor RATU käsiraamatu ENiR käsiraamatuga. Selles peatükis vaadeldakse töid, mis olid arvutatud Maleva 18 tehnoloogiliste kaartide peatükis: vundamendi ehitus, esimese korruse hoone karbi püstitamine ja müüritööd. Kõik arvutatud mahud ei muutu kui ka ei muutu haardealade arv.

### 7.1. Vundamendi ehitamine ENiR ajanormide järgi

Vastavalt § E4-1-34 Puit- ja puitmetallist raketise paigaldus ja demonteerimine

Ajanormid 1 m<sup>2</sup> betooniga kokkupuutuva raketise pinna kohta

Vundamentide raketamine 0,51 in-h/raketise m<sup>2</sup>

Vundamentide lahtiraketamine 0,16 in-h/raketise m<sup>2</sup>

Töö ulatus:

Raketise paigaldamisel:

1. Raketise asukoha väljamõõtmine. 2. Kilpide paigaldamine. 3. Raketise kinnitusdetailide paigaldamine sidemete, postide, tugipostide, kiilude, kiiluklambrite abil 4. Paigaldatud raketise joondamine.

Raketise demonteerimisel:

1. Kinnituselementide eemaldamine. 2. Kilpide, laudade, klambrite, eemaldamine. 3. Raketise elementide langetamine. 4. Sorteerimine, raketise elementide puhastamine betoonist ja kruvide või naelte väljatõmbamine. 5. Raketise elementide kandmine hoiukohta.

Vastavalt § E4-1-46. Eraldi varrastega armatuuri paigaldus

Ajanormid 1 tonni paigaldatud armatuuri kohta

Vundamendi armeerimine 18,50 in-h/armatuuri 1000 kg

Töö ulatus:

1. Armatuurvarraste asukohtade väljamõõtmine. 2. Betoonpatjade paigaldamine. 3. Armatuurvarraste paigaldamine raketisse koos sarrusvarraste kinnitamiseks mõeldud fiksaatorite paigaldamisega. 4. Sõlmede kudumine.

§ E4-1-49. Betoneerimine pumbaga

Ajanormid 1 m<sup>3</sup> betooni või raudbetooni kohta

Vundamentide betoneerimine 0,23 in-h/m<sup>3</sup>

Töö ulatus:

1. Betoonisegu vastuvõtmine. 2. Betoonisegu ladumine otse laotamiskohta. 3. Betoonisegu tasandamine selle osalise ülekandmisega. 4. Betoonisegu tihendamine vibraatoritega. 5. Betooni katmata pinna tasandamine. 6. Vibraatorite või kohvrite ümberpaigutamine koos nende puhastamisega.

## **7.2. Hoonekarbi ehitus ENiR ajanormide järgi**

§ E4-1-8. Seinapaneelide, vaheseinte, parapeti ja karniisiplaatide paigaldus

Ajanormid 1 seinapaneeli kohta

Seinapaneelide montaaž 1,20 in-h/tk

Töö ulatus:

Alumise vuugi täitmine jootebetooniga 2. Paneeli tõstmine ja paigaldamine. 3. Paneeli ajutine fikseerimine 4. Horisontaalse vuugi täitmine mördiga. 5. Ajutise kinnituse eemaldamine.

§ E4-1-4. Postielementide montaaž

Ajanormid 1 posti kohta

Postielementide montaaž 1,00 in-h/tk

Töö ulatus:

Postide paigaldamine. 2. Loodi seadmine ja ajutine fikseerimine. 3. Ajutise kinnituse eemaldamine.

§ E4-1-6. Riivide, talade ja sõrestike paigaldus



Ajanormid 1 tala kohta

Talaelementide montaaž 1,40 in-h/tk

1. Segust voodi ladumine (vajadusel). 2. Elementide paigaldamine. 3. Loodi seadmine ja ajutine fikseerimine. 4. Ajutise kinnituse eemaldamine

§ E4-1-23. Välis- ja siseseinapaneelide kinnitamine metallklambritega

Ajanormid 1 sõlme kohta

Seinapaneelide sarrustamine 0,31 in-h/tk

Töö ulatus:

1. Klambrite painutamise kohtade märkimine. 2. Klambrite paigaldamine. 3. Klambrite paigalduse kontrollimine.

§ E4-1-26. Seinapaneelide ja vahelagede ning katuslagede vuukide täitmine

Ajanormid 100 jm vuugile

Seinapaneelide vuugivalu 12,00 in-h/100jm

Töö ulatus:

1. Raketise paigaldamine laudadest. 2. Vuukide täitmine. 3. Raketise eemaldamine.

§ E4-1-7. Vahelaepaneelide ja katuspaneelide paigaldamine

Ajanormid 1 paneeli kohta

Vahelaepaneelide paigaldamine 0,56 in-h/tk

Töö ulatus:

1. Segust voodi ladumine 2. Paneelide tõstmine ja ladumine. 3. Paneelide asendi joondamine ja korrigeerimine. 4. Plaatide kinnitamine ankrutega seintele.

§ E4-1-10. Treppi elementide paigaldamine

Ajanormid 1 elemendi kohta

Treppi elementide paigaldamine 1,70 in-h/tk

Vastavalt § E4-1-46. Eraldi varrastega armatuuri paigaldus

Ajanormid 1 tonni paigaldatud armatuuri kohta

Vundamendi armeerimine 21,00 in-h/armatuuri 1000 kg

Töö ulatus:

1. Armatuurvarraste asukohtade väljamõõtmine. 2. Betoonpatjade paigaldamine. 3. Armatuurvarraste paigaldamine raketisse koos sarrusvarraste kinnitamiseks mõeldud fiksaatorite paigaldamisega. 4. Sõlmede kudumine.

§ E4-1-26. Seinapaneelide ja vahelagede ning katuslagede vuukide täitmine

Ajanormid 100 jm vuugile

Seinapaneelide vuugivalu 4,00 in-h/100jm

Töö ulatus:

1. Raketise paigaldamine laudadest. 2. Vuukide täitmine. 3. Vuukide pinna tasandamine. 4. Raketise eemaldamine.

§ E4-1-31. Avade paikamine kuni 0,5 m<sup>3</sup>

Ajanormid 1 m<sup>3</sup> betooni kohta

Avade paikamine 1,50 in-h/m<sup>3</sup>

Töö ulatus:

1. Betoonisegu ladumine käsitsi

### **7.3. Müüritööd ENiR ajanormide järgi**

§ E3-12. Vaheseinte ladumine

Ajanormid 1 m<sup>2</sup> vaheseintele

Vaheseinte ladumine 0,47 in-h/m<sup>2</sup>

1. Vaheseina asukoha märkimine. 2. Suundnööri paigaldamine. 3. Telliste või kivide teisaldamine ja paigutus. 4. Segu kühveldamine, laiali laotamine ja tasandamine. 5. Telliste või kivide valik, hakkimine ja lõikamine. 6. Vaheseinte paigaldamine ja ühenduskohtade tihendamine.

§ E3-23. Segude käsitsi valmistamine

Ajanormid 1 m<sup>3</sup> segu kohta

Mördi valmistamine 2,10 in-h/m<sup>3</sup>

Märkused: 1. Valmis kuivsegudest lahuste valmistamisel tuleb ajanorm korrutada 0,7-ga.

Mördi valmistamine	1,47 in-h/m <sup>3</sup>
Märkused: 5. Armatuuri paigaldamisel lisada 0,2 m <sup>2</sup> seina kohta	
Armatuuri paigaldamine	0,20 in-h/m <sup>2</sup>

## 7.4. Tulemused

Tabel 7.1. RATU ja ENiR normide võrdlus

Töö nimetus	RATU	ENiR
	In-vah	
Vundamendi ehitus	37,2	35,8
Hoone karbi ehitus	34,4	36,2
Müüritööd	77,6	68
<b>KOKKU</b>	<b>149,2</b>	<b>140</b>

Saadud arvutustest on näha ajanormide erinevused ENiR ja RATU käsiraamatute vahel. Väikseim erinevus oli saadud vundamendi ehitamisel.

ENiR käsiraamatu abil kogu protsessi kestus on 1,4 vahetust kiiremini kui RATU, 37,2 in-vah võrreldes 35,8 in-vah.

Suurim erinevus oli fikseeritud armeerimise puhul: I haardealal 8,5 in-vah ENiRi järgi ja 6,6 RATU järgi, II haardealal 6,3 in-vah ENiRi järgi ja 5,0 in-vah RATU järgi.

Hoone karbi montaaži puhul RATU järgi tööd pidid kestma 1,8 in-vah võrra kiiremini kui ette näeb ENiR. Paigaldamise puhul ei arvesta ENiR armatuuri lõikamist ja painutamist, samuti ENiR arvestab seinapaneelide armeerimisel erinevat armatuuri paigaldamise tehnoloogiat (näiteks metallklambrate abil), mille arvelt tuleneb ka erinevus. ENiR ei arvesta betooni lihvimist. RATU normide järgi läheb seinapaneelide paigaldus kiiremini: 64,8 in-h I haardealal ja 47,8 in-h II haardealal võrreldes ENiRi järgi saadud tulemustega 46,7 in-h I haardealal ja 34,8 in-h II haardealal, kuid õõnespaneelide paigaldus võtab vähem aega: 27,7 in-h I haardealal ja 28,9 II haardealal võrreldes ENiR järgi saadud tulemustega 25,5 in-h I haardealal ja 18,8 in-h II haardealal, see on ka tingitud erinevast paigaldustehnoloogiast.

Kõige suurem erinevus tuli müüritööde juhul – 9,6 vahetust ENiR normide järgi. ENiR arvestab materjali teisaldamisele vähem aega kuid ei arvesta koristamist. Segu valmistamine RATU käsiraamatu järgi võtab rohkem aega, kui seda ette näeb ette ENiR. ENiR ei arvesta ka töölavade ehitamist, mis objektile võtab ka aega ja sellega peab arvestama.

ENiR käsitleb tööd põhimõtteliselt komplekselt, võttes ühe ajanormi all korruga arvesse terve rea ettevalmistus- ja muid töid. RATU arvestab kõiki töid eraldi, mis teeb mõne üksiku tööliigi arvutamise mugavamaks. Seevastu suuri ja keerukaid töid võimaldab arvutada ENiR käsiraamat mugavam ja kiiremini. Puuduvad positsioonid ENiRi käsiraamatus saab võtta RATU käsiraamatust, et teha täpsemaid prognoose ja kalendergraafikuid.

Samuti eeldan, et mõned ehitustehnoloogiad Eestis erinevad juba 1986. aastal kirjutatud normidest ja tehnoloogiatest, mida arvestab ENiR ja seetõttu teeb tööjõukulu arvutamise keerulisemaks. Minu arvamusel RATU käsiraamat on tänapäeval aktuaalsem ja mugavam kasutamiseks, võrreldes ENiR käsiraamatuga.

## **7.5. Arvutused**

Vundamendi rajamise tööjõukalkulatsioon on esitatud tabelis 7.2.

Hoone karbi montaaži tööjõukalkulatsioon on esitatud tabelis 7.3.

Müüritööde tööjõukalkulatsioon on esitatud tabelis 7.4.

Tabel 7.2 Vundamendi rajamise tööjõukalkulatsioon

TÖÖJÕU- JA MASINAJAKULU / VUNDAMENDID ENIR ja RATU							
Jrk nr.	Töö nimetus	Ühik	Ajanorm	I HAARDEALA		II HAARDEALA	
			in-h	kogus	in-h	kogus	in-h
<b>1.</b>	<b>RAKESTAMINE</b>						
1.1.	Rakestamine	m <sup>2</sup>	0,51	118,48	60,4	98,3	50,1
		in-h			60,4		50,1
1.4.	<b>RAKESTAMINE KOKKU</b>	in-vah			7,6		6,3
		in-h			53,3		44,2
1.5.	<b>RAKESTAMINE KOKKU RATU</b>	in-vah			6,7		5,5
<b>2.</b>	<b>ARMEERIMINE</b>						
2.1.	Sarrustus läbimõõduga kuni 12mm	1000 kg	18,50	3,67	67,9	2,74	50,7
		in-h			67,9		50,7
2.4.	<b>ARMEERIMINE KOKKU</b>	in-vah			8,5		6,3
		in-h			53,1		39,6
2.5.	<b>ARMEERIMINE KOKKU RATU</b>	in-vah			6,6		5,0
<b>3.</b>	<b>BETONIMINE</b>						
3.2.	Valamine betoonipumpa abil	m <sup>3</sup>	0,23	53,9	12,4	42,8	9,8
		in-h			12,4		9,8
3.4.	<b>BETONIMINE KOKKU</b>	in-vah			1,6		1,2
		in-h			15,1		12,0
	<b>BETONIMINE KOKKU RATU</b>	in-vah			1,9		1,5
<b>4.</b>	<b>LAHTIRAKESTAMINE</b>						
4.1.	Lahtirakestamine	m <sup>2</sup>	0,16	118,48	19,0	98,3	15,7
		in-h			19,0		15,7
4.2.	<b>LAHTIRAKESTAMINE KOKKU</b>	in-vah			2,4		2,0
		in-h			43,8		36,4
4.3.	<b>LAHTIRAKESTAMINE KOKKU RATU</b>	in-vah			5,5		4,6

Tabel 7.3 Hoonekarbi montaaži tööjõukalkulatsioon

TÖÖJÕU- JA MASINAJAKULU / KARBI EHITUS ENiR ja RATU								
Jrk nr.	Töö nimetus	Ühik	Ajanorm		I HAARDEALA		II HAARDEALA	
			in-h	kogus	in-h	kogus	in-h	kogus
<b>1.</b>	<b>I KORRUSE KANDEELEMENTIDE MONTAAZ</b>							
1.1.	Välisseinapaneelide montaaž	tk	1,20	17	20,4	15	18,0	
1.2.	Siseseinapaneelide montaaž	tk	1,20	22	26,4	14	16,8	
1.3.	Postielementide montaaž	tk	1,00	0,0	0,0	3	3	
1.4.	Talaelementide montaaž	tk	1,4	0,0	0,0	1	1,4	
1.5.	<b>I KORRUSE KANDEELEMENTIDE MONTAAZ KOKKU</b>	in-h			46,8		39,2	
		in-vah			5,9		4,9	
1.6.	<b>I KORRUSE KANDEELEMENTIDE MONTAAZ KOKKU RATU</b>	in-h			68,4		51,5	
		in-vah			8,1		6,4	
<b>2.</b>	<b>I KORRUSE KANDEELEMENTIDE SARRUSTAMINE JA MONOLIITIMINE</b>							
2.1.	Paneeli sarrustamine	tk	0,31	38	11,8	28	8,7	
2.2.	Seinapaneelide umblaudis, vuugivalu ja lahtirakestamine	100 jm	12,00	1,14	13,68	0,84	10,1	
2.3.	<b>I KORRUSE KANDEELEMENTIDE SARRUSTAMINE JA MONOLIITIMINE KOKKU</b>	in-h			25,5		18,8	
		in-vah			3,2		2,3	
2.4.	<b>I KORRUSE KANDEELEMENTIDE SARRUSTAMINE JA MONOLIITIMINE KOKKU RATU</b>	in-h			19,3		13,3	
		in-vah			2,4		1,7	
<b>3.</b>	<b>I KORRUSE VAHELAE ELEMENTIDE MONTAAZ</b>							
3.1.	Õõnespaneelide montaaž	tk	0,56	84	47,0	73	40,9	
3.2.	Trepielementide montaaž	tk	1,70	0,0	0,0	4	6,8	
3.3.	<b>I KORRUSE VAHELAE ELEMENTIDE MONTAAZ</b>	in-h			47,0		47,7	
		in-vah			5,9		6,0	
3.4.	<b>I KORRUSE VAHELAE ELEMENTIDE MONTAAZ RATU</b>	in-h			27,7		28,9	
		in-vah			3,5		3,6	
<b>4.</b>	<b>I KORRUSE VAHELAE ELEMENTIDE SARRUSTAMINE JA MONOLIITIMINE</b>							
4.1.	Õõnespaneelide sarrustamine	1000 kg	21	0,72	15,12	0,58	12,18	
4.2.	Õõnespaneelide umblaudis, vuugivalu ja lahtirakestamine	100 jm	4,0	4,8	19,2	4,1	16,4	
4.3.	<b>I KORRUSE VAHELAE ELEMENTIDE SARRUSTAMINE JA MONOLIITIMINE</b>	in-h			34,3		28,6	
		in-vah			4,3		3,6	
4.4.	<b>I KORRUSE VAHELAE ELEMENTIDE SARRUSTAMINE JA MONOLIITIMINE RATU</b>	in-h			33,7		30,1	
		in-vah			4,2		3,8	
<b>5.</b>	<b>I KORRUSE BETOONPINDADE EELKORRIGEERIMINE</b>							
5.1.	Pindade paikamine	m3	1,5	0,6	0,9	0,5	0,8	
5.2.	<b>I KORRUSE BETOONPINDADE EELKORRIGEERIMINE KOKKU</b>	in-h			0,9		0,8	
		in-vah			0,1		0,1	
5.3.	<b>I KORRUSE BETOONPINDADE EELKORRIGEERIMINE KOKKU RATU</b>	in-h			3,1		2,6	
		in-vah			0,4		0,3	

Tabel 7.4 Müüritööde tööjõukalkulatsioon

<b>TÖÖJÕU- JA MASINAJAKULU / MÜÜRITIS ENIR ja RATU</b>							
Jrk nr.	Töö nimetus	Ühik	Ajanorm	I HAARDEALA		II HAARDEALA	
			in-h	kogus	in-h	kogus	in-h
<b>1.</b>	<b>I KORRUSE MÜÜRI LADUMINE</b>						
1.1.	Mördi valmistamine	m <sup>3</sup>	1,47	0,4	0,6	0,3	0,4
1.2.	Vaheseinte ladumine	m <sup>2</sup>	0,47	112,92	53,1	87,51	41,1
1.3.	Armatuuri paigaldamine	m <sup>2</sup>	0,20	112,92	22,6	87,51	17,5
<b>I KORRUSE MÜÜRI LADUMINE KOKKU</b>		in-h			76,2		59,1
		in-vah			9,5		7,4
<b>I KORRUSE MÜÜRI LADUMINE KOKKU RATU</b>		in-h			86,9		67,4
		in-vah			10,9		8,4
<b>2.</b>	<b>II-IV KORRUSE MÜÜRI LADUMINE</b>						
2.1.	Mördi valmistamine	m <sup>3</sup>	1,47	0,8	1,2	0,35	0,5
2.2.	Vaheseinte ladumine	m <sup>2</sup>	0,47	234,54	110,2	213,39	100,3
2.3.	Armatuuri paigaldamine	m <sup>2</sup>	0,20	234,54	46,9	213,39	42,7
<b>II-IV KORRUSE MÜÜRI LADUMINE KOKKU</b>		in-h			158,3		143,5
		in-vah			19,8		17,9
<b>II-IV KORRUSE MÜÜRI LADUMINE KOKKU RATU</b>		in-h			180,6		164,3
		in-vah			22,6		20,5
<b>3.</b>	<b>V KORRUSE MÜÜRI LADUMINE</b>						
3.1.	Mördi valmistamine	m <sup>3</sup>	1,47	0,25	0,4	0,20	0,3
3.2.	Vaheseinte ladumine	m <sup>2</sup>	0,47	89,1	41,9	69,10	32,5
3.3.	Armatuuri paigaldamine	m <sup>2</sup>	0,20	89,1	17,8	69,10	13,8
<b>V KORRUSE MÜÜRI LADUMINE KOKKU</b>		in-h			60,1		46,6
		in-vah			7,5		5,8
<b>V KORRUSE MÜÜRI LADUMINE KOKKU RATU</b>		in-h			68,6		53,2
		in-vah			8,6		6,7

## 8. TÖÖ- JA KESKKONNAKAITSE

Ehituse käigus kõik ehitusprotsessid peavad olema inimeste elule ohutud ning enamik ehitusaegseid õnnetusi ja tervisekahjustusi on ennetatavad tööohutustehnika jälgides. Juba esimestest päevadest on oluline jälgida objektil ohutust ja seda, et kõik ehituse osalejad ja kolmandad osapooled seda jälgiksid. Selleks peatöövõtja tagab vajalikku tööohutuse koostööd, üldjuhtimist ja koordineerimist. Iga alltöövõtja on kohustatud enne tööde algust tutvuda tööohutuse ja töötervishoiuga ehitusplatsil, samuti peatöövõtja kohustuseks on ohtlike tööde nimekirjade koostamine ja ohutu tööde teostamise juhiste andmine. Peatöövõtja peab kontrollima, et kõik ehitusprotsessi osalejad ja kolmandad isikud oleksid varustatud vastavate kaitsevahenditega. Töövõtja koordineerib oma alltöövõtjate vahelist tööd, samuti kontrollib oma alltöövõtjate vastavust konkreetsele tööle ning nõuab viimastelt õigusaktidega ettenähtud dokumentide esitamist enne viimaste poolt töödega alustamist.

Kõige levinumad ohud ehitusobjektidel erinevatel ehitusetappidel on esitatud tabelis 8.1.

Tabel 8.1. Ehitustööde tööohutuse riskihidamine

Pos.	TEOSTATAVAD TÖÖPROTSESSID	OHUTEGURID (koos võimalike tagajärgede raskusastmega)												
		1-väheohtlik; 2-ohtlik; 3- eriti ohtlik; (valida kõrgeim tase vastavas protsessis)												
		KÕRGELT KUKKUMINE	LÖÖK, MULJUMINE	LIBASTUMINE, KUKKUMINE	TORGE, LÕIGE, KRIIMUSTUS	VIBRATSIOON	MÜRÄ	KUUMUS, TULI	KÜLMUS	ELEKTER	TOLM	SUITS	GAAS	PRITSMED, JOAD
nr.	(tööalaliikide kaupa)													
1	Ehitussüvend	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2	Vundamendid	2	2	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	2
3	Välitööd	1	1	2	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1
4	Hoone karp	3	3	3	1	1	1	1	2	1	1	1	1	2
5	Põrandate betoneerimine	1	1	2	1	2	2	1	1	1	1	1	1	2
6	Siseviimistlus	3	1	3	2	1	1	1	1	1	3	1	1	2
7	Põrandakatete paigaldus	1	1	1	3	1	1	1	1	1	1	1	1	3
8	Fassaad	3	1	3	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1
9	Katusetööd	3	1	3	3	1	1	2	1	1	1	1	1	1
10	Akende paigaldus	3	2	3	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1
11	Uste paigaldus	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1
12	Piirded	3	1	3	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1
13	Sisustus, inventar, seadmed	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
14	Vesi, kanal	2	1	2	1	1	1	2	1	1	1	1	2	1
15	Ventilatsioonitööd	2	1	2	2	1	2	1	1	1	1	1	2	1
16	Elektritööd, nõrkvool	2	1	2	1	1	1	1	1	3	1	1	1	1
17	Küte	2	1	2	1	1	1	2	1	1	1	1	2	1



Igal nädal ehitusplatsil viiakse läbi üldkontroll, mille käigus kontrollitakse vastavust tööohutusnõuetele. Kontrollitakse tellingute stabiilsust, kaitse olemasolu kukkumise vastu, valgustust, kaevetööde ohutust ja tuleohutust ning koostatakse objekti tööohutuse alase ülevaatuse akti. Kõik leitud puudused peab koheselt likvideerima. Kui ehitusprotsessi käigus selgub, et ohustehnika ei ole tagatud, seda tööd tuleb peatada.

Enne tööde algust tuleb koostada ka tööohutusplaani, mis peab sisaldama iga tööetapi kestust, ohtlike tööde loetelu ja nende teostamise kestust, nende eest vastutava isiku kontaktandmeid ning kaitsevahendeid töötajate ohutuse tagamiseks, samuti see peab sisaldama jäätmekäitluse korraldamise kava, abinõusid ehitusplatsilt tuleva saaste käitlemisest ja esmaabi andmise organiseerimist.

## **8.1. Ehitusplatsi ohutuse üldnõuded**

- Kõik evakuatsioonipääsud peavad olema vabad takistustest ja peavad võimaldama väljapääse ohutule alale.
- Ehitusplatsil ja liikumisteedel peab olema tagatud piisav valgustus.
- Materjalid ja seadmed mis viisil liikudes või kukkumisel võiksid mõjutada töötajate ohutust ja tervist, peavad olema kinnitatud selliselt, et oleks välistatud nende varisemine või kukkumine.
- Kõik töötamiskohad peavad olema sellised, et ohu korral sealt on võimalik lahkuda kiiresti ja ohutult.
- Kõik töötajad on kohustatud kanda kaitsekiivrit piirkondades, kus on peavigastuse oht.
- Raskuse teisaldamisel tuleb kasutada käsitsitööd kergendavaid abivahendeid.
- Redel tuleb paigaldada selliselt, et see ulataks vähemalt meetri võrra ülemisest töötasapinnast kõrgemalt.
- Redelit võib korraga kasutada ainult üks inimene.
- Ajutise ehitusaegse puidust kaitsepiirde konstruktsioon ja seisukord peavad tagama töötajate ohutuse. Puitpostid tuleb paigaldada maksimaalse sammuga 2,25 m ja valmistamisel arvestada 125 kg koormusega, mis käe kõrgusel paikneva piirdelaua kinnituskohale mõjudes ei tekitaks läbipainet rohkem kui 25 millimeetrit
- Turvavööd peab kasutama töötamisel katusel, tööplatvormidel ja tellingutel, kui ei ole võimalust muude ohutusabinõudega kõrvaldada.
- Kõikidel põlvitamiseiga seotud töödel peab kasutama põlvekaitsmeid.
- Väravate, liikumisteede ja muude liikumisruumide puhul peab olema piisav vahemaa.

- Koht kuhu paigaldatakse telling, redel või trepp peab olema stabiilne, piisava kandevõimega ja tasandatud.
- Tõsteseadmeid saavad kasutada ainult eriväljaõppe saanud töötajad.
- Kõik töötamispiinad ei tohi olla libedad.
- Töövõtjad on kohustatud koheselt paigaldama ohutusekindlustamiseks vajalikud piirded/katted lahtistele avadele ja muudele ohtlikele konstruktsioonidele ja tähistama ohtlikud tsoonid vastavate hoiatussiltidega või piiretega.
- Kõikides kohtades, kus töötamise või liikumise ajal on kukkumisoht, peab suurema kui kahemeetrise kukkumiskõrguse puhul rakendama kaitsepiirded, ohutusvõrgud jt analoogsed kaitsevahendid.

## 8.2. Elektriohutuspõhised

- Elektrilisi töövahendeid ja pikendusjuhtmeid võib ühendada töömaa elektrivõrku ainult kilpide vastavate pistikühenduste (3- ja 5-kontaktilised) kaudu. Kasutada võib ainult painduvaid sobiva ristlõikega vasksoontega kaableid. Elektriliste käsitööriistade ja kandelampide toiteks peab Töövõtja kasutama rikkevoolu kaitselülitiga varustatud pikenduskaableid.
- Elektri kaablid peavad olema kaitstud mehaaniliste vigastuste eest.
- Kohtades, kus kaableid ei ole võimalik üles tõsta kuid kaableid võidakse ületada jalgsi, kärude, mehhanismide vms. tuleb kaablid kaitsta 750N survetugevusega kõride/torudega ning ehitada kaabli peale kaitsetaristu, mis takistab muljumisi.
- Objektile on keelatud:
  1. Lülitada objekti elektrivõrku eksploatatsiooni- ja ohutuseeskirjadele mittevastavaid seadmeid.
  2. Tellija ja Töövõtja kaablite ning elektrikilpide ümbertõstmise mitteelektripersonali poolt.
  3. Sulavkaitsmete remont ning omavoliline vahetus Tellija elektrikilpides.
  4. Maandusliinide ja kaablite lahtiühendamine.
  5. Kaablikaitsmete eemaldamine.
  6. Lähemal kui 1 m kõrgepingekaablitest, samuti 220V jõukaablitest kangide, kirkade, suruõhuhaamrite, ketaslõikurite jms. kasutamine.
  7. Tõstukite, kärude jt. transpordivahenditega üle sõita elektrikaablitest.

### **8.3. Tuleohutusnõuded**

1. Tuletööd võib teostada ainult isikud, kellel on vastav kutsetunnistus või kes on läbinud tuletööde tegemise koolituse.
2. Põlvained ja materjalid peavad hoiukohtades paiknema vastavalt hoidmise ühtesobivusele.
3. Põlvvedelikku tohib hoida ainult tihedalt suletud taaras ja selleks ettenähtud kohas.
4. Peab vältima tegevust, mis võib põhjustada tulekahju või plahvatust.
5. Defektiga elektriseadet, -kaabli ja juhet ei ole lubatud kasutada.
6. Koht, kus teostatakse tuletöid, peab olema varustatud kuni 10 meetri kaugusel vähemalt kahe 6 kg tulekustutiga.
7. Pärast tuletöö lõpetamist kontrollitakse tuletöö koht üle kuni tuleohu äralangemiseni.

## KOKKUVÕTE

Käesoleva lõputöö eesmärgiks oli ühendada autori Tallinna Tehnikaülikoolis saadud teadmisi ja oskusi praktilise kogemusega ehitusprotsessi korraldamisel. Lõputöös vaadeldava objektina oli välja valitud tüüpprojekti järgi betoonelementidest ehitatud 5-korruselise elamu, mis asub Tallinna linnas aadressil Maleva 18. Töö on jagatud peatükkideks ja väiksemateks alajaotusteks, mis omakorda sisaldavad ülevaadet, arvutusi ning graafikuid.

Töö põhiosas antakse ülevaade ehitatava hoone asukohast ning pinnasetingimustest. Käsitletakse hoone otstarvet, antakse põhjalik ülevaade arhitektuurilisest lahendusest, kirjeldatakse ruume, ehitise konstruktsioone, siseviimistlust ning tehnovõrkude korraldamisega seotuid aspekte.

Töö kolmandas peatükis on toodud arvutus, mis puudutab õõnespaneelide monoliitse ristarmeeritud plaadiga asendamist. Arvutuse kohaselt tehti jooniseid.

Töös antakse ka ülevaade ehitusprotsessi ettevalmistamisega seotud töödest, mis omakorda puudutab ehitusobjektile olevaid rajatise ning ehitise, liikluse korraldamist, ehitusplatsil olevaid võrke rajamist. Kirjeldatakse ja põhjendatakse töstemehhanismi valikut. Koondkalenderplaani peatükis on toodud põhjalik ehitustööde loetelu koos ajakavaga ning ehitustegevuse maksumusega, esitatud graafiline joonis kus on näidatud tööjõu- ja masinate vajadus erinevatel ehitusetappidel.

Tehnoloogiliste kaartide peatükis on toodud RATU käsiraamatu järgi tehtud tööjõukulu arvutused, mis puudutavad vundamendi ja hoone karbi ehitamist, müüritöid, tööjõu- ja masinate vajadust. Nende arvutuste järgi on koostatud tööde ajagraafik. Samas osas on ka tehtud teostatavatest töödest üksikasjalik ülevaade koos materjalide vajaduste arvutamisega.

Majanduse peatükis tehakse võrdlus RATU ja ENiR raamatutes kirjeldatud meetodika vahel, mis on seotud tööjõukulu arvutamisega.

Töökaitse peatükis kirjeldatakse meetmed ehitusplatsi ohutuse tagamisel. Autori arvates töö on rakenduslik väärtus, sest töö kirjutamisel kasutati nii teoreetilisi teadmisi kui ka praktilist kogemust.

## **CONCLUSION**

This work aims to combine the author's practical experience in organizing the construction process with the knowledge and skills acquired at Tallinn University of Technology. The object to be examined in the work was a 5-story residential building built of concrete elements according to a standard project located in Tallinn at Maleva 18. The dissertation is divided into chapters or smaller subdivisions, containing an overview, calculations, and graphs.

The main part of the work gives an overview of the building's location under construction and the soil conditions. Then, the purpose of the building is discussed, and a thorough overview of the architectural solution is given. Additionally, the premises, the building's constructions, the aspects related to the interior decoration, and the organization of the utility networks are described.

The third chapter of the work presents a calculation concerning replacing hollow-core panels with a monolithic cross-reinforced plate. According to the calculation, drawings were made. The work also provides an overview of the works related to the preparation of the construction process, which in turn concerns the facilities on the construction site and the buildings, traffic management, and construction of networks on the construction site. The choice of lifting mechanism shall be described and justified. The chapter of the consolidated calendar plan contains a comprehensive list of construction works with a schedule and the cost of construction activities; a graphic drawing shows the need for labor and machinery at different stages of construction.

The chapter on technological maps presents labor cost calculations made according to the RATU manual, which concern the construction of the foundation and the box of the building, masonry work, and the need for labor and machinery. Based on these calculations, a work schedule has been prepared. The same section presents a detailed overview of the work to be performed and a calculation of the material requirements.

The financial chapter compares the methodology described in the RATU and ENiR books, which is related to calculating labor costs.

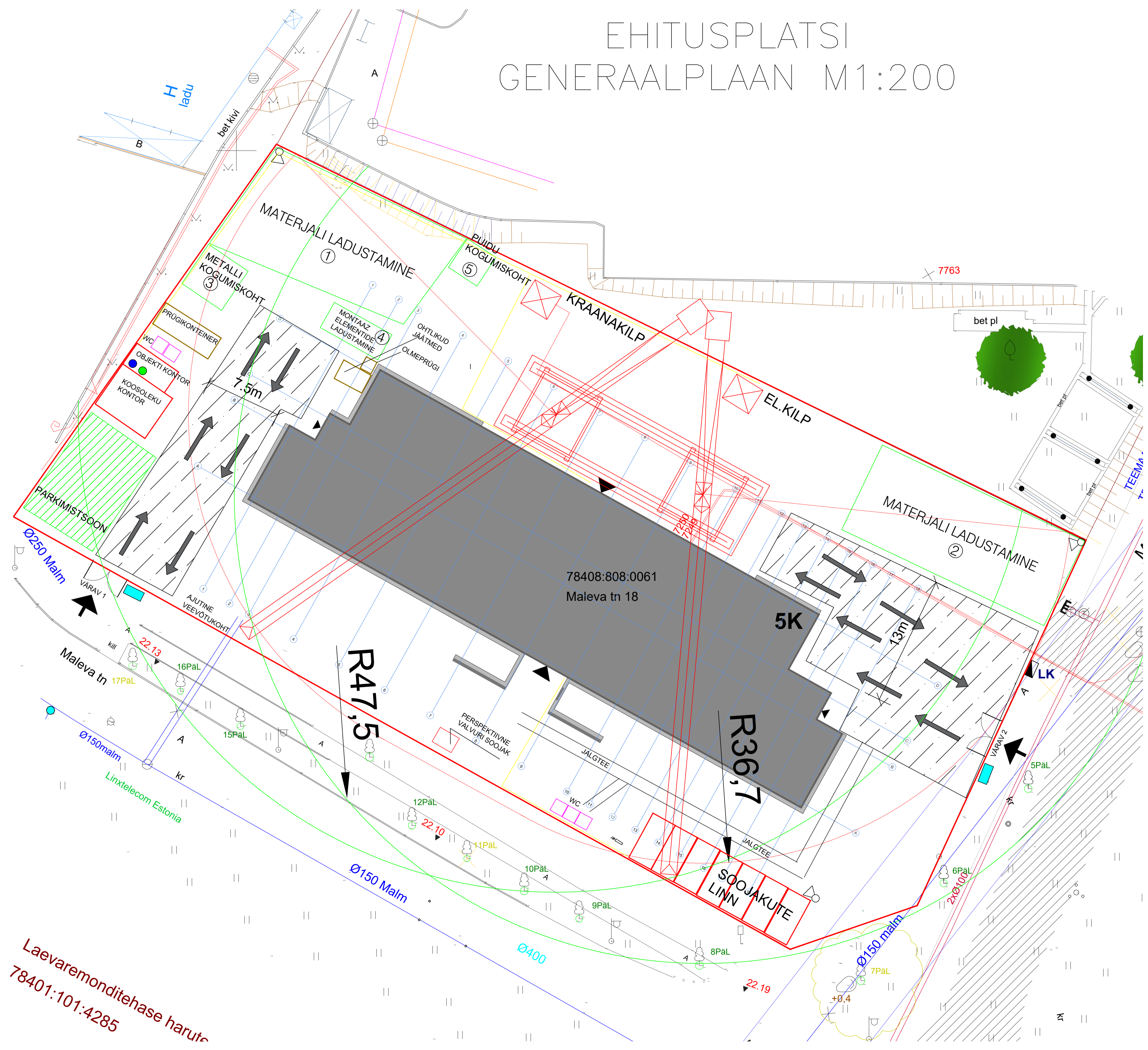
The chapter on occupational safety describes the measures to ensure the safety of the construction site. According to the author, the work has practical value because theoretical knowledge and practical experience were used in writing the work.

## Kasutatud kirjandus

1. Mürsepp, O., Sütt, J. (2004). Ehitusplatsi korralduse kavandamine. Tallinna Tehnikaülikool. Tallinn.
2. Mürsepp, O., Sütt, J. (2001). Metoodiline juhend ehituskorralduse projekti koostamiseks. Tallinna Tehnikaülikool. Tallinn
3. Ehitusplatsi korraldus, 2017, I. Lill
4. Ajanormide käsiraamat, 2008, RATU
5. Ehitustööde normide kogumik, 1986, EniR
6. Ehitustööde kvaliteedi nõuded, Tarindi RYL 2010
7. Ehitustööde kvaliteedi nõuded, Sisetööde RYL 2013
8. Tasasuse mõõtmine ETF RT-14-11039-et, 2011
9. Betoon ja Raudbetoon, Betooni pinnad, 2010, BÜ4
10. Ehituskonstruktori käsiraamat, 2012
11. <http://andmebaas.stat.ee/Index.aspx?lang=et&DataSetCode=IA10>
12. Raudbetoonkonstruktsioonide üldkursus, V. Otsmaa, J.Pello
13. <https://www.manitou.com/ru-AZ#1>
14. <http://www.liebherr.com>
15. <https://www.ti.ee/et>
16. <https://www.eestitraat.ee/>
17. <https://rudus.ee/>
18. <https://www.riigiteataja.ee/akt/77963>
19. Проектирование железобетонных конструкций, 1990, А. Голышев



# EHITUSPLATSI GENERAALPLAAN M1:200



- TINGMÄRGID:
- KINNISTU PIIR
  - PROJEKTALA PIIR
  - PROJ. HOONE
  - MATERJALIDE LADUSTAMISKOHAD
  - PRÜGIKONTEINER/ OHTLIKUD JÄÄTMED
  - WC
  - ✕ AJUTISED ELEKTRI JAOTUSKILBID
  - PARKIMISTSOON
  - LIIKUMISTEED OBJEKTIL
  - ◻ PERSPEKTIVNE VALVURI SOOJAK
  - AJUTINE JALGTEE
  - INFOTAHVLIID
  - } VÄRAVAD
  - ➔ LIIKLEMISUUND
  - ➔ OBJEKTILE SISSEPÄÄS
  - ➔ PROJ. HOONESSE SISSEPÄÄS
  - ☹ VÄLISVALGUSTUS
  - ☹ SUITSETAMISKOHT
  - TORNKRAANA TÕSTERAADIUS
  - TORNKRAANA OHUALA
  - AJUTINE ELEKTER
  - AJUTINE VESI
  - HÜDRANDI ASUKOHT
  - TULEKUSTUTUSVAHEND
  - ESMAABIKAPP

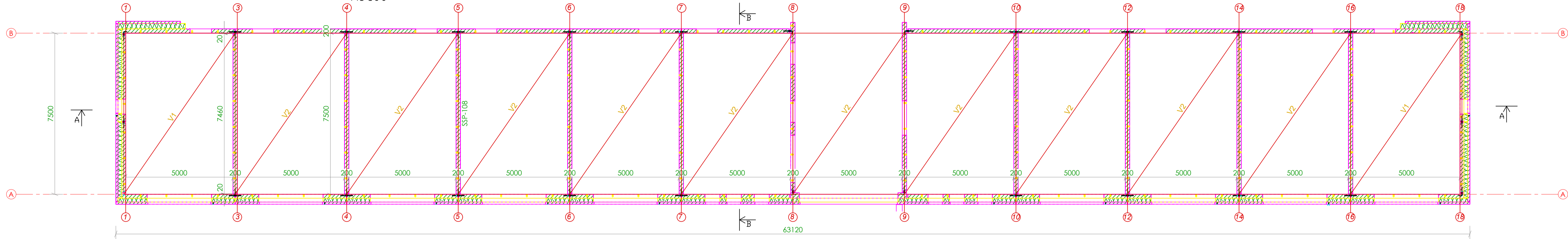
Laevaremonditehase harute  
78401:101:4285

EHITUSE JA ARHITEKTUURI INSTITUUT		Magistritöö	Leht: 2
Joonestaja: Andre Korotskin	144456	Ehitusplatsi generaalplaani	
Juhendaja: Roode Liias			
Ehitustootluse instituut		Ehitustehnoloogia ja platsikorralduse analüüs Maleva tn 18 korterelamu ehituse näitel	

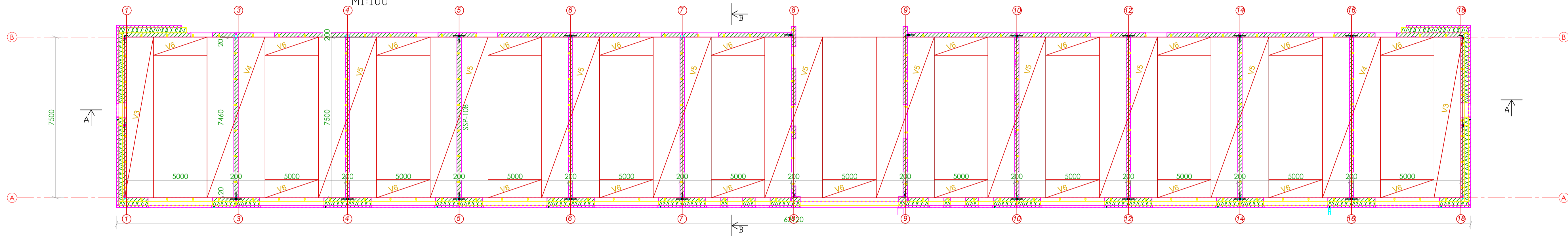


# MONOLIITSE PLAADI ARMEERING

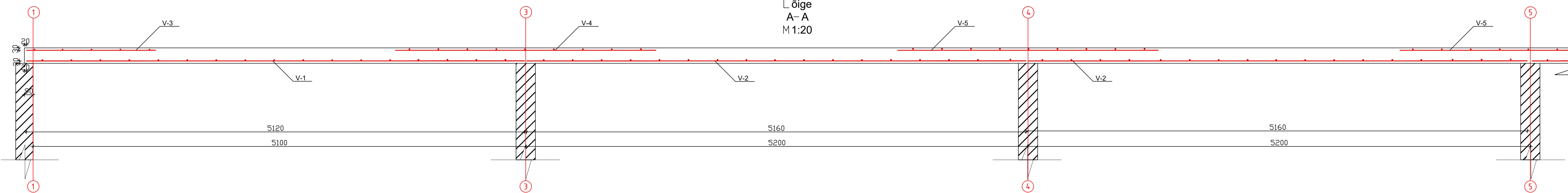
Vahelaeplaadi alumise pinna armeering M1:100



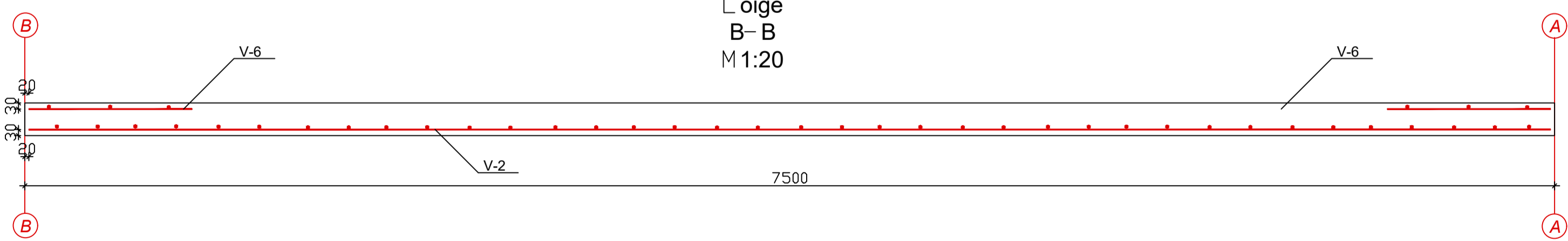
Vahelaeplaadi ülemise pinna armeering M1:100



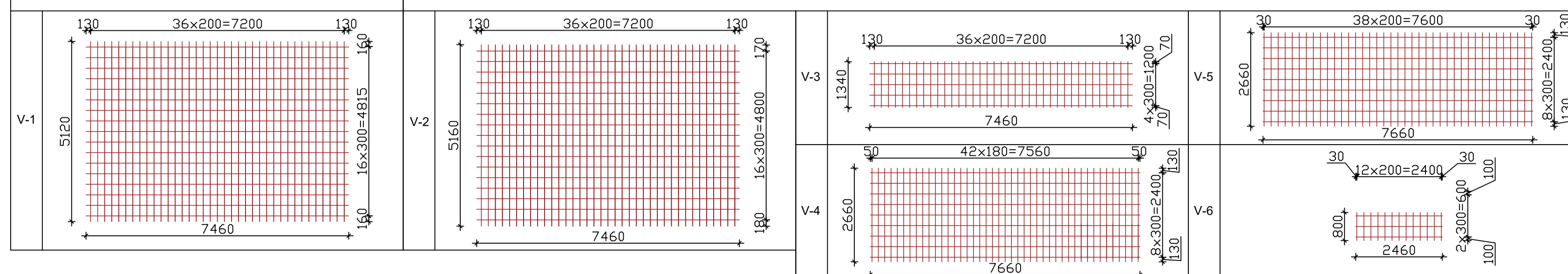
L õige  
A-A  
M1:20



L õige  
B-B  
M1:20



Plaadi armatuurvõrkude skeemid M1:100



## Märkused ja juhised:

- \* Keskkonklass XC1
- \* Konstruksiooniklass S4
- \* Betooni klass C30/37
- \* Armatuur B500B
- \* Armatuuri kaitseskiht 20-30 mm
- \* Joonisel on antud armatuuri välimised painutusmõõdud
- \* Armatuuri ülekatepikkused (kui joonisel ei ole näidatud teisiti):
- Ø8 330mm
- Ø10 410mm
- Ø12 490mm
- Ø16 650mm

## Plaadi armatuurvõrkude kokkuvõte

Tähis	Armatuuri klass	Pikiarmatuuri kogus- läbimõõt-pikkus-samm, [tk-mm-mm-mm]	Jaotusarmatuuri kogus- läbimõõt-pikkus-samm, [tk-mm-mm-mm]	Võrgu kogus, [tk]	Ühe võrgu kaal, [kg]	Kaal kokku, [kg]
V-1	B500B	37-Ø10-L5120-S200	17-Ø6-L7460-S300	2	145,4	290,8
V-2	B500B	37-Ø8-L5160-S200	17-Ø6-L7460-S300	10	104,2	1042
V-3	B500B	37-Ø6-L1300-S200	5-Ø6-L7460-S300	2	18,8	37,6
V-4	B500B	43-Ø8-L2660-S180	9-Ø6-L7660-S300	2	60,9	121,8
V-5	B500B	39-Ø8-L2660-S200	9-Ø6-L7660-S300	8	56,7	453,3
V-6	B500B	13-Ø6-L800-S200	5-Ø6-L2460-S300	24	4,9	119,9
<b>KOKKU:</b>						<b>2106,4</b>

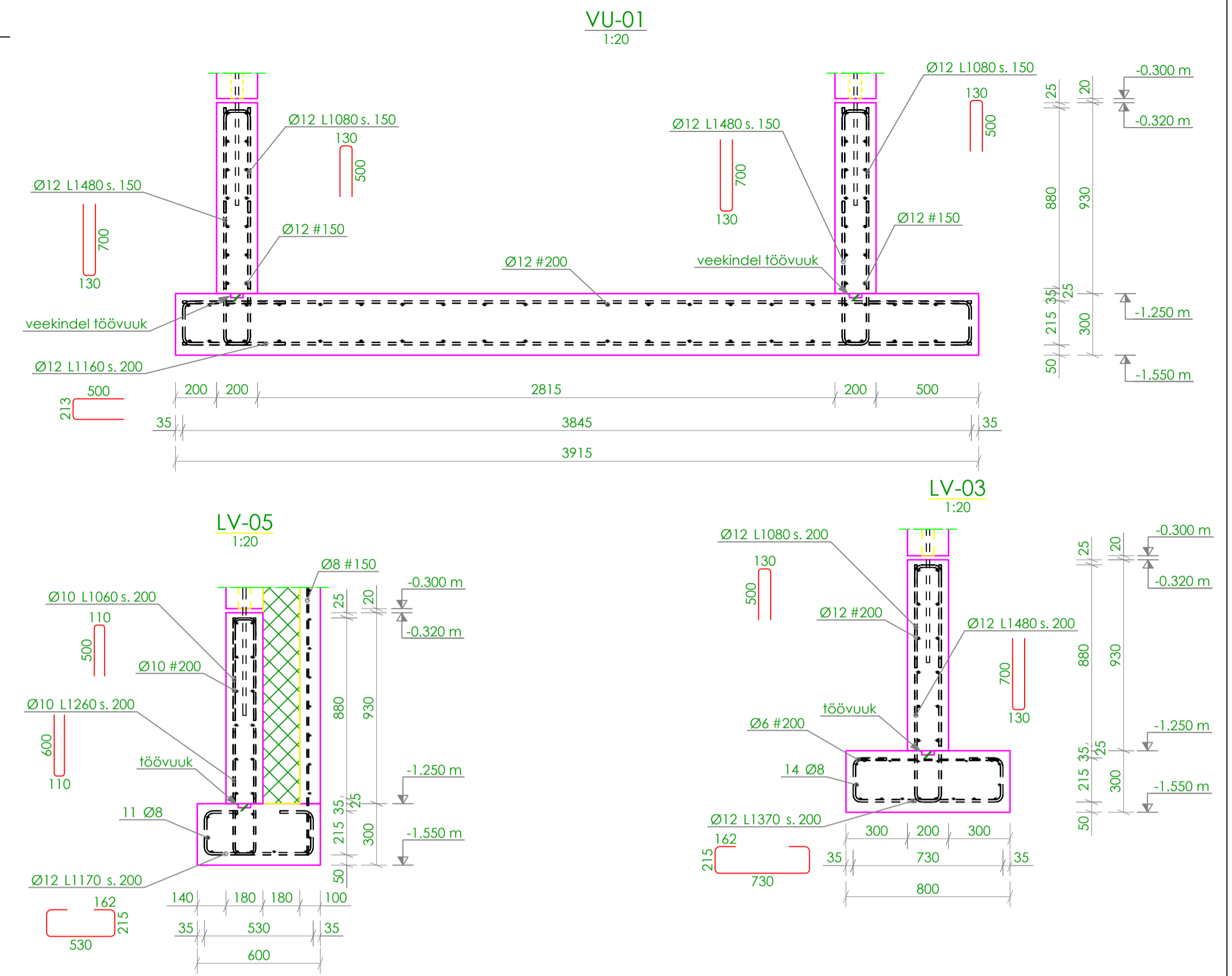
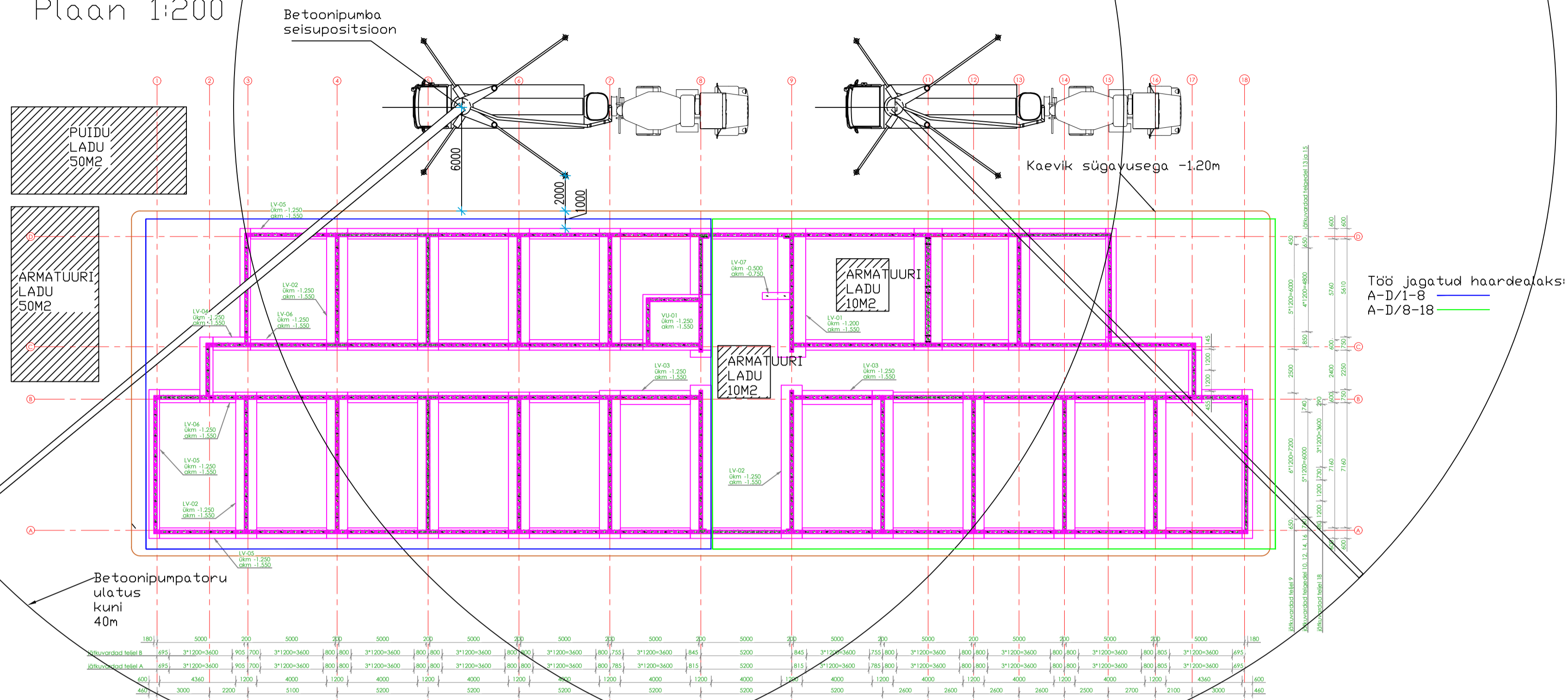
Betooni kogus: 75,74 m<sup>3</sup>

EHITUSE JA ARHITEKTUURI INSTITUUT		Magistritöö	Leht: 3
Joonestaja: Andre Korotskin	144456	Monoliitse plaadi armeering	
Juhendaja: Johannes Pello		Ehitustehnoloogia ja platsikorralduse analüüs Maleva tn 18 korterelamu ehituse näitel	
Ehitustootluse instituut			



# LINTVUNDAMENDI EHTITUSE TEHNOLOOGILINE KAART

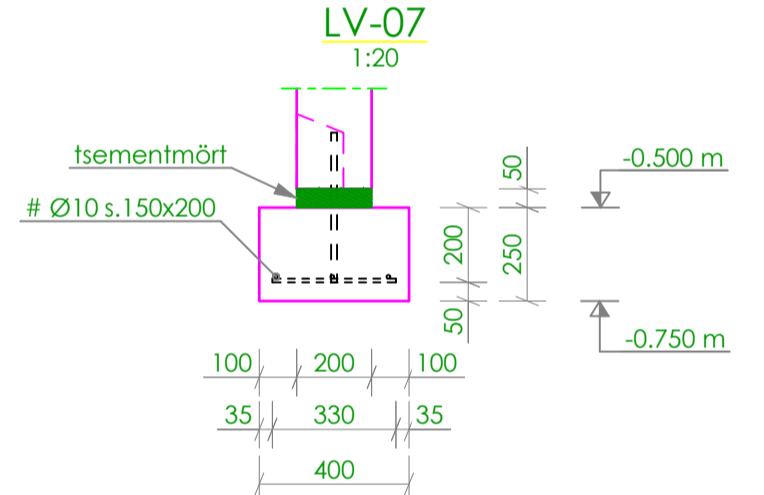
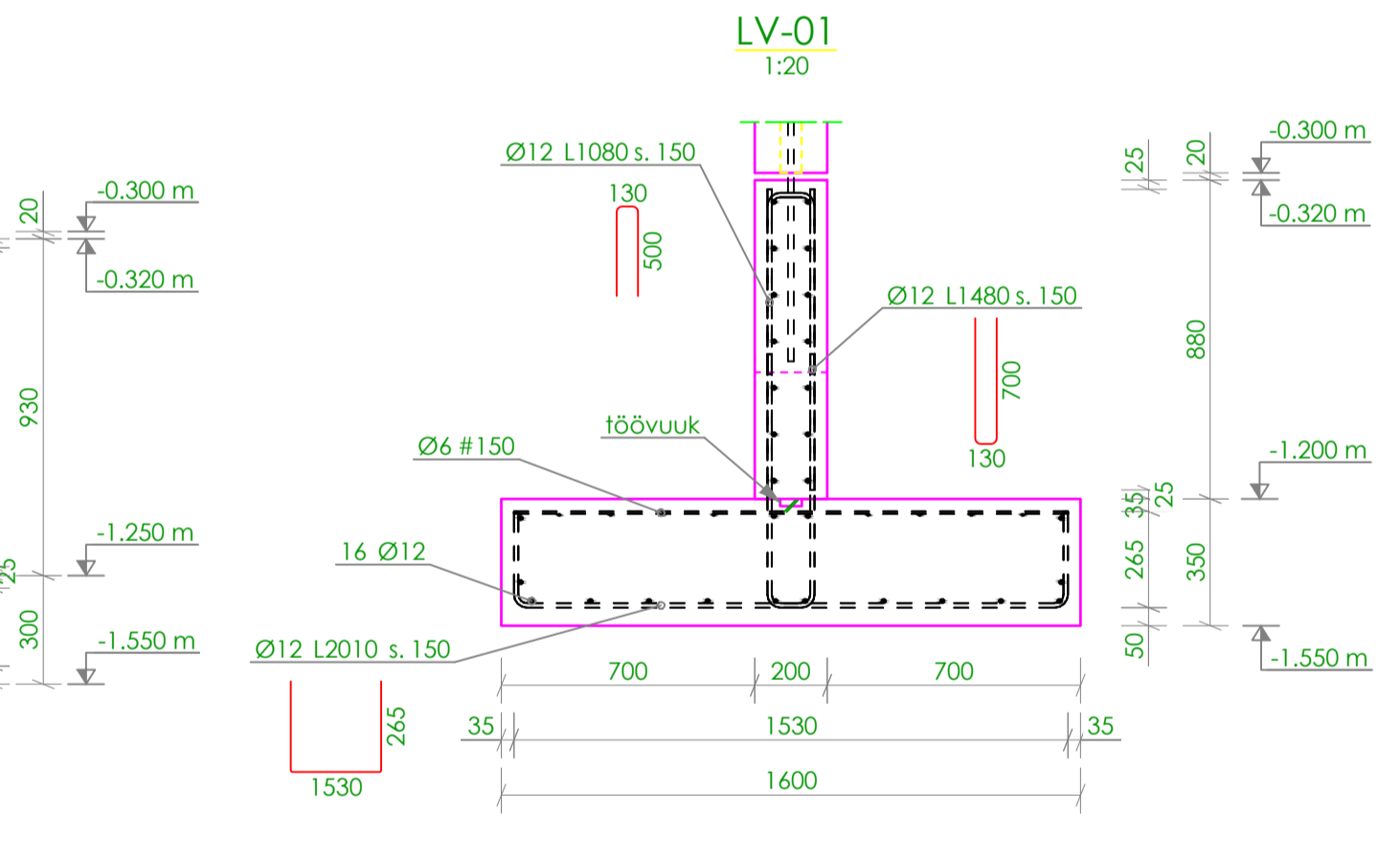
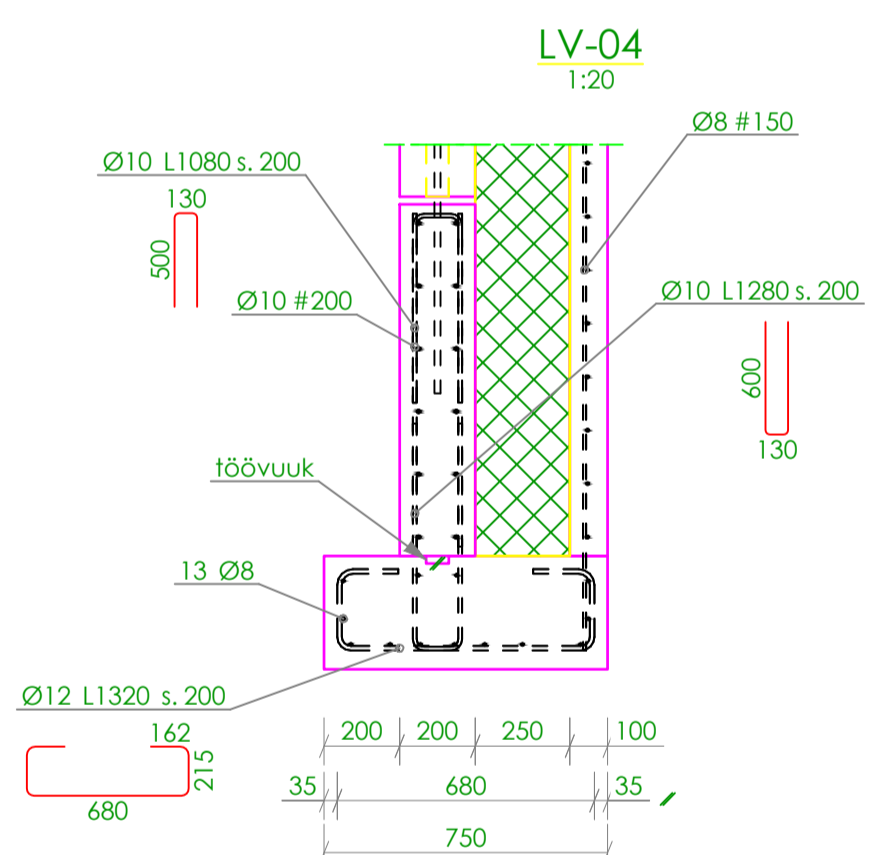
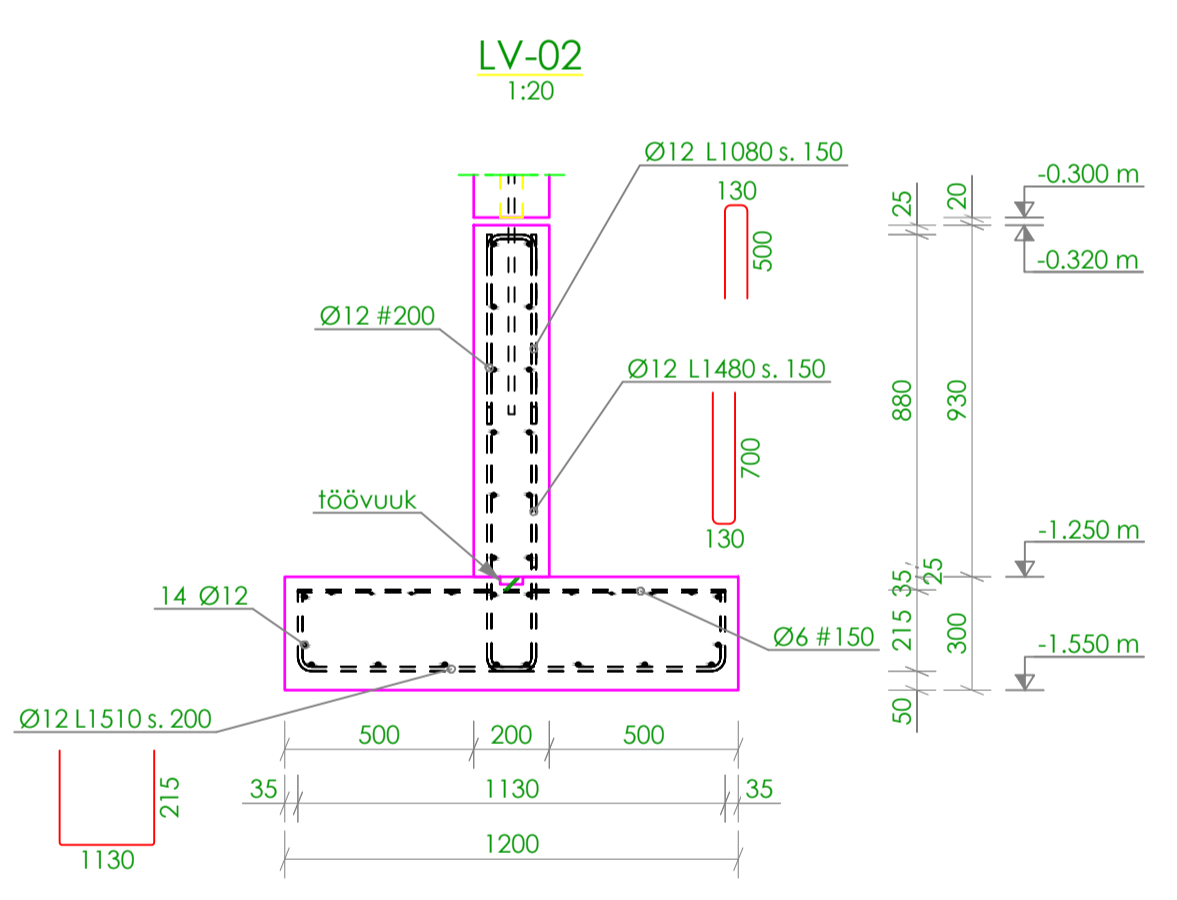
Vundamentide  
Plaan 1:200



- Märkused:**
1. Batoon - C30 / 37
  2. Sarrus - B500B (jätkamisel ülekatte > 40xd)
  3. Sarruse kaitsekiht - all 50mm; külgedel 35mm
  4. Sarruse paiknemine vastavalt BY39 nõuetele (pt.7)
  5. Vundamentide keskkonnaklass XC2
  6. Järelevalve klass 2, tolerantsiklass -EVS-EN 13670:2010
  7. Konstruktiooniklass S4
  8. Tarindite tulepüsivus - R60
  9. Vundamentide rajamisel tuleb välja kaevata täitepinnas kuni endiste kapsahoidlate põhjaplaadini ja pinnasekiht 3 (liivsavi huumusega), täitepinnaaseks tihendatud liiv E>30MPa, viimased 2 tihendatavat kihti E>60MPa
  10. Pinnasevesi asub maapinnas 1,5-2,5m sügavusel

- Juhised tööde teostamisele:**
- Raketamine:**
1. Raketisi kontrollitakse enne betoonimist.
  2. Raketamiseks kasutatakse tollised lauad 25x100mm.
  3. Raketise paigaldusel peab lähtuma geodeedi märkidest.
  4. Enne raketise paigaldust pannakse alusele ehituskile.
  5. Raketise stabiilsuse tagamiseks kasutada tugiprusse ja ankurdatud vardaid.
  6. Raketise mõõdul ja kõrgused peab kontrollima enne järgmise etapi alustamist.
  7. Kõikide haardealade raketatud pindala on 216,74m<sup>2</sup>

- Armeerimine:**
1. Armatuurvarrasse ja rangide läbimõõt 8-12mm.
  2. Armatuuri kaitsekiht all 50mm ja külgedel 35mm
  3. Kaitsekihi tagamiseks kasutada spetsiaalseid fiksaatorid
  4. Lintvundamendi armeerimine toimub vastavalt projekti tööjoonistele
  5. Armatuurterase kaal lintvundamendi jaoks: 6,43t
- Betoneerimine:**
1. Betooni valatakse kihtidena 300mm, seejärel alustada vibreerimist
  2. Betooni kõrgust kontrollida kohapeal visuaalselt ja nivelliri abil.
  3. Raketise eemaldamine toimub pärast betooni 60% tugevuse saavutamist.
  4. Kõikide haardealade betoonimaht kokku on 96,7m<sup>3</sup>.
- Lahtiraketamine:**
1. Enne lahtiraketamist tuleb veenduda, et betooni tugevus vastab projektile.
  2. Puidust mooduleid peale lahtiraketamist peab puhastama betoonist.



Jrk nr.	Töö nimetus	Tööliste arv	I HAARDEALA				II HAARDEALA			
			Normatiivne		Valitud kestus,vah	Normatiivne		Normitaitm ise tegur	Valitud kestus,vah	
			tööjõu- kulu, in-v	kestus,vah		tööjõu- kulu, in-v	kestus,vah			
1.	Raketamine	3	6,7	2,23	1,02	2,2	5,5	1,83	1,02	1,8
2.	Armeerimine	3	6,6	2,20	1,00	2,2	5,0	1,67	0,98	1,7
3.	Betoneerimine	3	1,9	0,63	1,06	0,6	1,5	0,50	1,00	0,5
4.	Lahtiraketamine	3	5,5	1,83	1,02	1,8	4,5	1,50	1,00	1,5

TÖÖDE TEOSTAMISE GRAAFIK													
Tööpäevad	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Tööpäevad	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Tööde järjekord													
Tööde järjekord													
Tööpäevad	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Puusepp	3	3	3			3	3						
Armeerija			3	3	3		3	3	3				
Betoneerija					3				3				
Puusepp										3	3	3	3
Tööpäevad	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Inimeste arv	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Tööpäevad	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Autobetoonipump					1					1			

EHITUSE JA ARHITEKTUURI INSTITUUT		Magistritöö	Leht: 5
Joonestaja: Andre Korotskin	144456	Vundamendi ehituse tehnooloogiline kaart	
Juhendaja: Roode Liias			
Ehitustootluse instituut		Ehitustehnoloogia ja platsikorralduse analüüs Maleva tn 18 korterelamu ehituse näitel	

# MONTAAŽITÖÖDE TEHNOLOOGILINE KAART

I KORRUSE SEINAEMENTIDE  
MONTAAŽI PLAAN M1:200

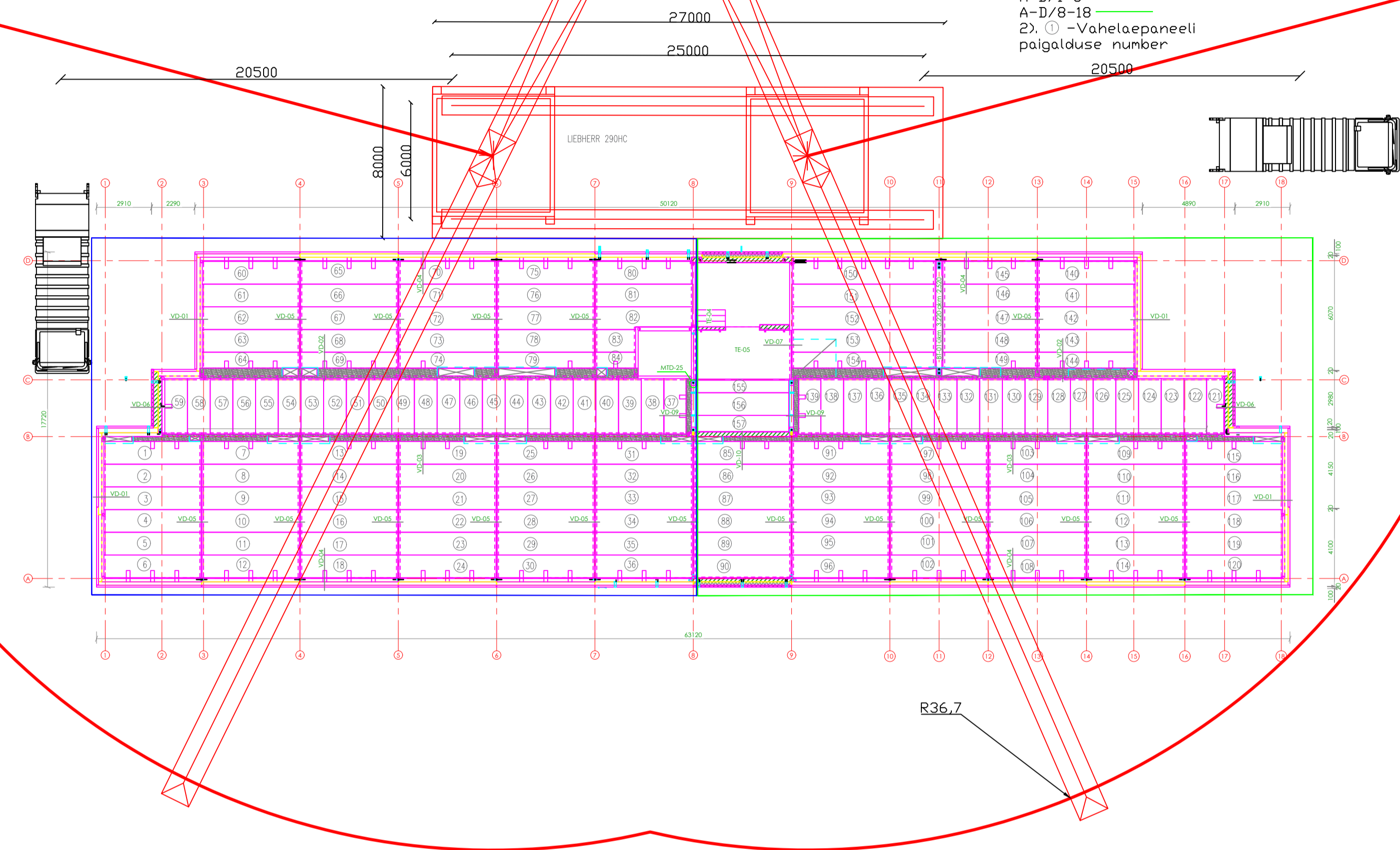
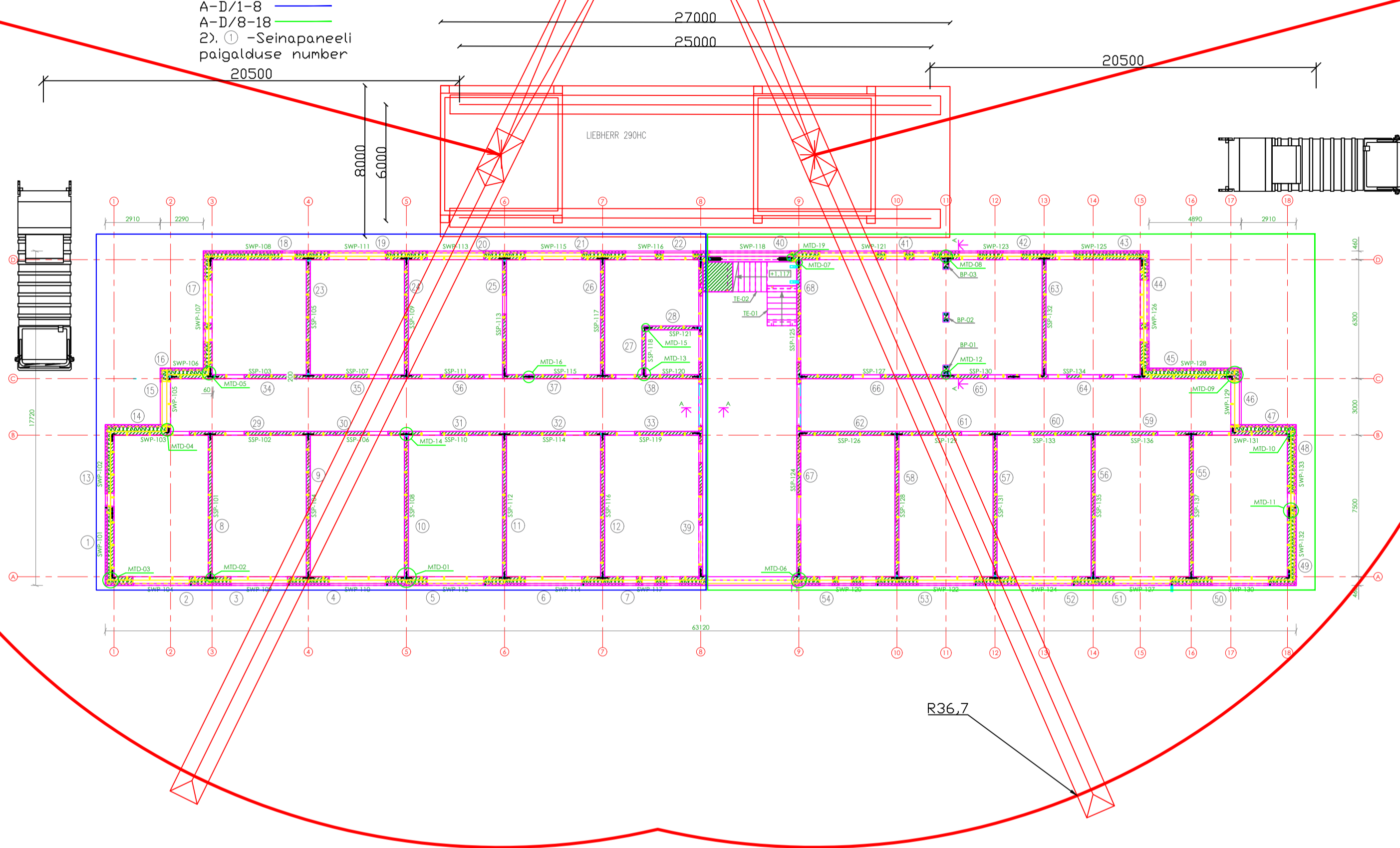
I KORRUSE VAHELAEEMENTIDE  
MONTAAŽI PLAAN M1:200

JUHISED:

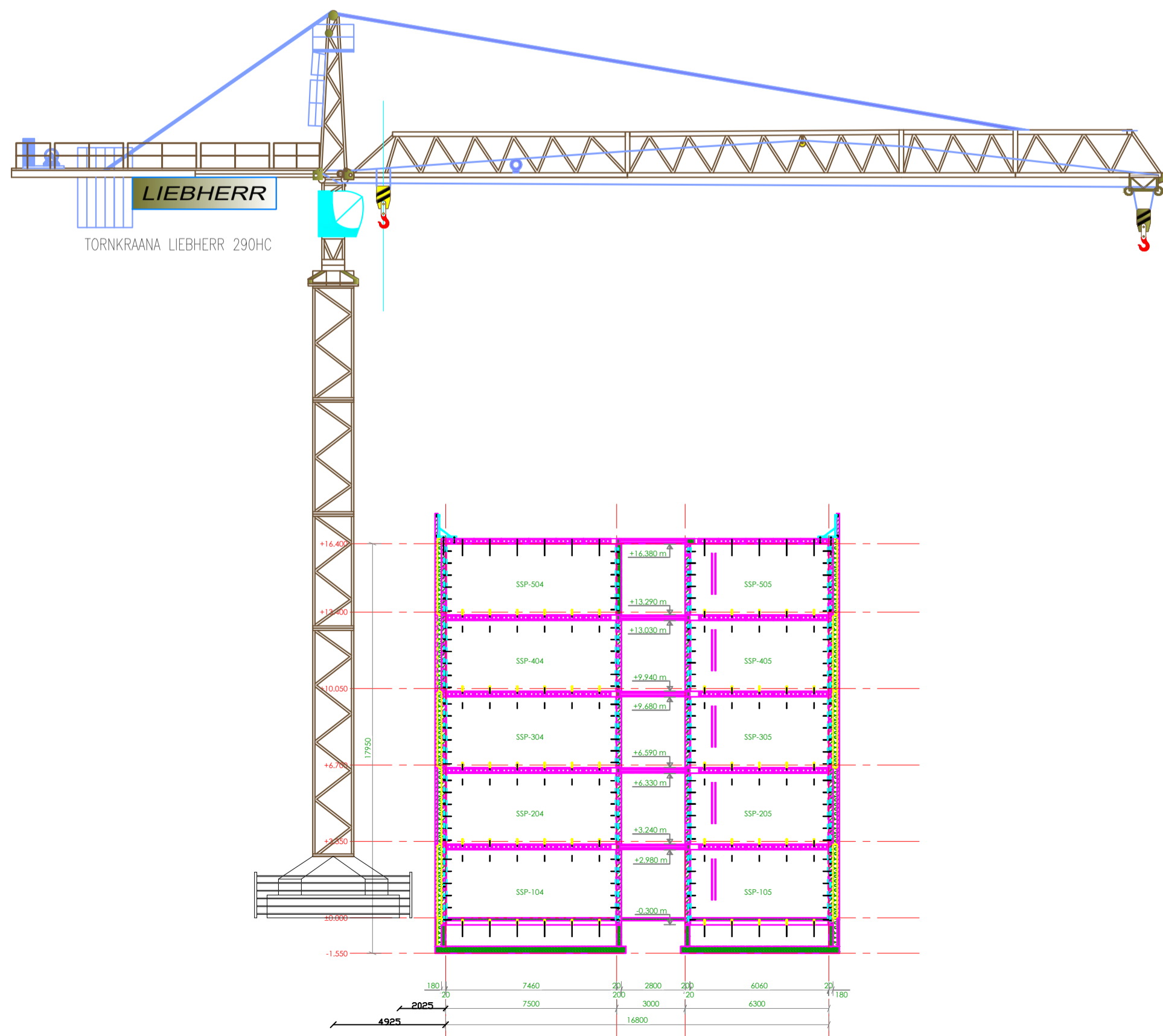
- Töö jagatud haardealaks:  
A-D/1-8
- Seinapaneeli  
paigalduse number

JUHISED:

- Töö jagatud haardealaks:  
A-D/1-8
- Vahelaepaneeli  
paigalduse number



LAOTIS TELJEL 4 M1:200



TÖÖDE TEOSTAMISE GRAAFIK													
Tööpäevad	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Tööde järjekord													
Tööjõu vajadus													
Tööpäevad	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Monteerija	3	3	3	3	3								
Puusepp, armeerija, betoneerija				2		2							
Monteerija							3	3	3				
Puusepp, armeerija, betoneerija									2	2	2	2	
Abitöölaine													1
Tööjõu vajadus													
Tööpäevad	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Inimeste arv													
Ehitusmasinate vajadus													
Tööpäevad	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Tornkraana	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Seinapaneelide auto	1	1	1	1	1								
Õõnespaneelide auto							1	1	1				
Betoonmikser				1		1				1		1	

## TEHNOLOOGILISTE ARVUTUSTE TABEL

Jrk nr.	Töö nimetus	Tööliste arv	I HAARDEALA				II HAARDEALA				
			Normatiivne tööjõu- kulu, in vah	Normatiivne kestus, vah	Normitaitmise tegur	Valitud kestus, vah	Normatiivne tööjõu- kulu, in vah	Normatiivne kestus, vah	Normitaitmise tegur	Valitud kestus, vah	
1.	Kandeelementide montaaž	3	8,1	2,70	0,90	3	3	6,4	2,13	1,07	2
2.	Kandeelementide sarrustamine ja	2	2,4	1,20	1,00	1,20	2	1,7	0,85	1,06	0,80
3.	Vahelae elementide montaaž	3	3,5	1,17	0,97	1,2	3	3,6	1,20	1,00	1,2
4.	Vahelae elementide sarrustamine ja monoliitimine	2	4,2	2,10	1,05	2	2	3,8	1,90	0,95	2
5.	Betoonpindade eelkorrigeerimine	1	0,4	0,40	1,00	0,4	1	0,3	0,30	1,00	0,3

Tähised:

- SWP - SW seinapaneel
- SSP - Siseseinapaneel
- TE - Treielement
- BT - Betootala
- BP - Betoonpost
- LP - Laepaneel

EHITUSE JA ARHITEKTUURI INSTITUUT		Magistritöö	Leht: 6
Joonestaja: Andre Korotskin	144456	Montaažitööde tehnoogiline kaart	
Juhendaja: Roode Liias		Ehitustehnoloogia ja platsikorralduse analüüs Maleva tn 18 korterelamu ehituse näitel	
Ehitustootluse instituut			

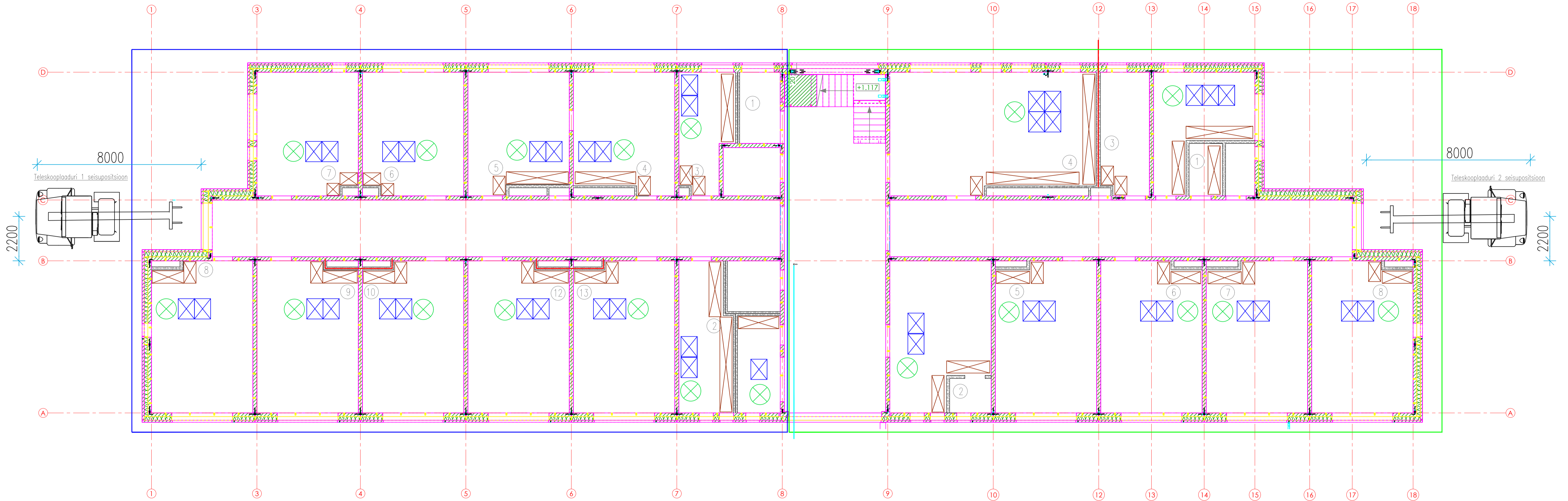


# MÜÜRITÖÖDE TEHNOLOOGILINE KAART

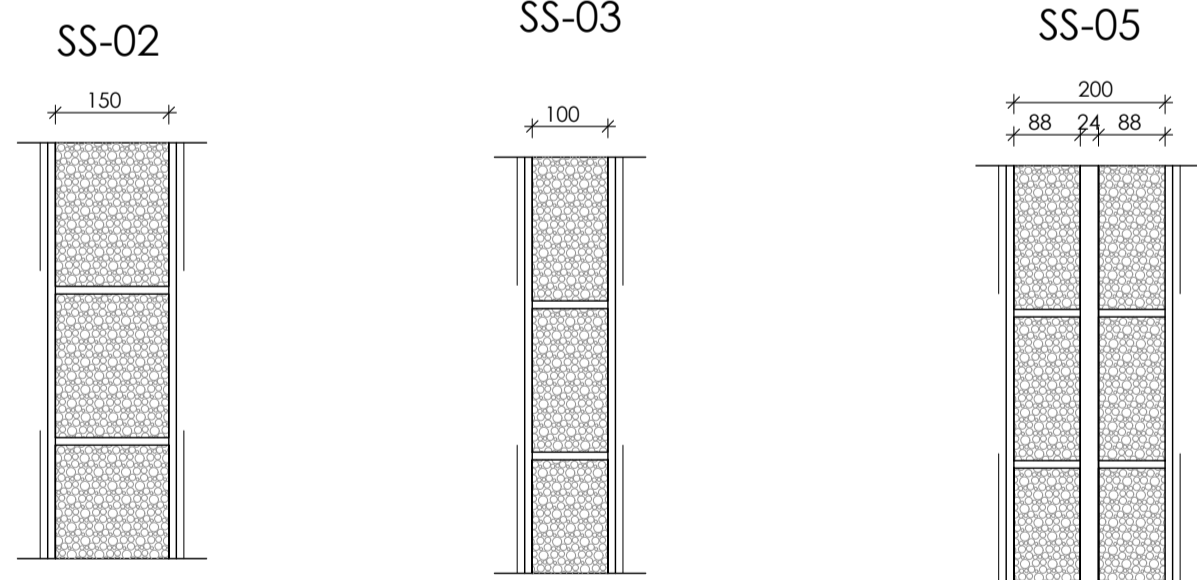
I KORRUSE PLaan 1:100

JUHISED:

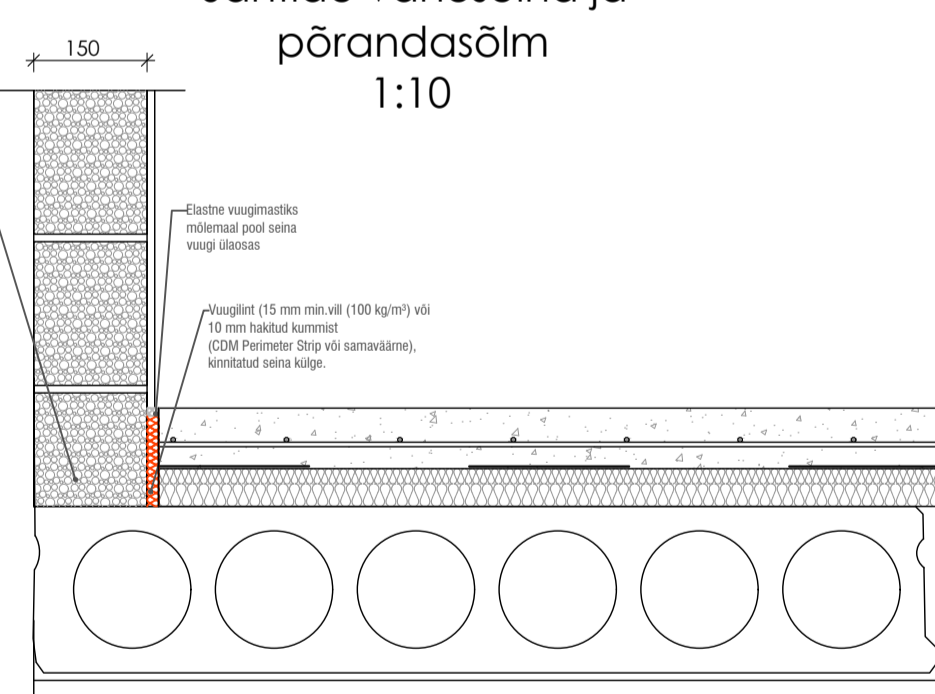
- 1> Töö jagatud haardealaks:  
 A-D/1-8  
 A-D/8-18  
 2> ① - Tööde järjekord



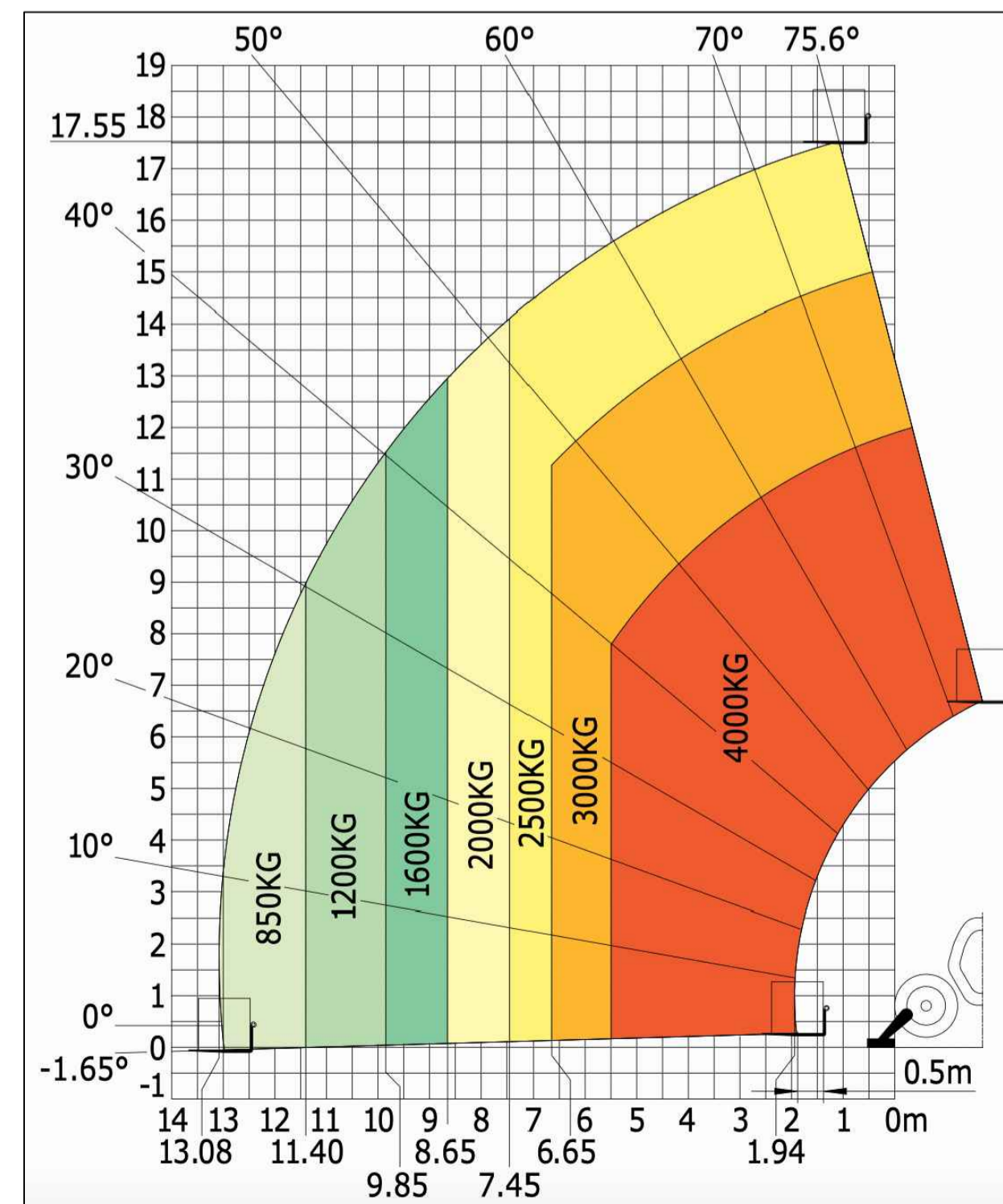
TINGMÄRGID: - TELLING, - PLOKKIDE ALUS, - SEGUKOTT, - AJUTINE VESI.



Šahtide vaheseina ja pörandasõlm 1:10



UPITAJA TÖSTEGRAAFIK



JUHISED TÖÖDE TEOSTAMISELE:

- Kiviplokkide ja segu aluseid tähistatakse 1-5 korrusele teleskooplaaduriga. Teleskooplaaduri osukoht on näidatud joonisel.
- Seinte osukohtad märgitatakse vahelaopaneeli või betoonpöranda peale, ladustamist alustatakse nurkast.
- Esimene plokkirida tuleb maksimaalselt paika loodida, sellest sõltub ülejäänude müüri ladumise kvaliteet. Selleks kasutada suundnööri ja loodi.
- Peale iga 3-4 plokkirida paigaldamist kontrollida seina pika loodi abil.
- Betoonseintega ankurdamiseks puurida betoonseina ca 70-80 mm auk ja kasutada armatuurvardast 200mm ülekattejõuga. Puuri ja armatuuri mõõdud võiksid olla samad.
- Vaheseinaid loetakse täisvõuuga, kasutades kelluladumise meetodit.
- Vaheseina ja laevahelne vuk täidetakse kas villa, vooli või mürdiga.
- Müüritöödel kasutatakse Fibo plokkide paksusega 88mm, 100mm, 150mm.
- Fibo 3 150mm ploki koal 115 kg/m², Fibo 5 100mm ploki koal 100kg/m², Fibo Lux 88 ploki koal 175 kg/m².
- Mürri tuleb kaitsta sademete ja külma eest kogu müüritöö vältel.
- Tsementalustel müüritööde valmistamisel võib vee temperatuur olla maksimaalselt +60 C.
- Saruss peab olema üleni sekuhiga ümbristatud.
- Käesolevas projektis sisalduvate kivikonstruktsiooni osade ehitusel peavad valmis müüritööde tolerantsid rahuldama 1. tolerantsiklassi tingimusi (TarindRTL 2010):
  - seina paksus ± 8mm
  - kõverus ± 0,3%
  - kalle ± 0,3%
  - osukoht ± 8mm
  - maksimaalne kalle ± 18mm
  - ava mõõdmed ± 15mm

TEHNOLOOGILISTE ARVUTUSTE TABEL

Jrk nr.	Töö nimetus	Tööliste / masinate Eriala / mark	I HAARDEALA				II HAARDEALA					
			Tööliste arv	Normatiivne		Valitud kestus, vah	Tööliste arv	Normatiivne		Valitud kestus, vah		
				tööjõukulu, in vah	kestus, vah			Normitaitmise tegur	tööjõukulu, in vah		kestus, vah	Normitaitmise tegur
1.	Müüri ladumine I Korrusel	Müüri laduja/abitööline	2	10,9	5,43	1,09	5,0	2	8,4	4,21	1,05	4,0
2.	Müüri ladumine II-IV Korrusel	Müüri laduja/abitööline	2	22,6	11,30	1,03	11,0	2	20,5	10,25	1,03	10,0
3.	Müüri ladumine V Korrusel	Müüri laduja/abitööline	2	8,6	4,30	1,08	4,0	2	6,7	3,35	1,12	3,0

Tööde järjekord																				
Tööpäevad	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Inimeste arv objektil	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	2	2
Laduja/abitööline	2+2	2+2	2+2	2+2	2+2	2+2	2+2	2+2	2+2	2+2	2+2	2+2	2+2	2+2	2+2	2+2	2	2	2	2

EHITUSE JA ARHITEKTUURI INSTITUTE		Magistritöö	Leht: 8
Joonestaja: Andre Koratskin	144456	Müüritööde tehnoloogiline kaart	
Juhendaja: Roode Liias		Ehitustootluse instituut	
		Ehitustehnoloogia ja platsikorralduse analüüs Maleva tn 18 korterelamu ehituse näitel	