



TALLINNA TEHNIKAÜLIKOO  
INSENERITEADUSKOND  
Ehituse ja arhitektuuri instituut

**EHITUSTEHNOLÓGIA JA PLATSIKORRALDUSE  
ANALÜÜS TALLINNAS, AIANDI 9  
KORTERELAMUTE E HITUSE NÄITEL**

**ANALYSIS OF CONSTRUCTION TECHNOLOGY AND  
BUILDING SITE MANAGEMENT BASED ON THE CASE  
STUDY OF THE CONSTRUCTION OF THE APARTMENT  
BUILDINGS AT 9 AIANDI STREET IN TALLINN**

MAGISTRITÖÖ

Üliõpilane: Klaarika Joller

Üliõpilaskood: 177565

Juhendaja: Virgo Sulakatko

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.

23. mai 2022

Autor: .....  
/ allkiri /

Töö vastab magistritööle esitatud nõuetele.

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

Juhendaja: .....  
/ allkiri /

Kaitsmisele lubatud

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

Kaitsmiskomisjoni esimees:

.....  
/ nimi ja allkiri /

# LIHTLITSENTS LÕPUTÖÖ REPRODUTSEERIMISEKS JA LÕPUTÖÖ ÜLDSUSELE KÄTTESAADAVAKS TEGEMISEKS

Mina, **Klaarika Joller**, sünd. 22.04.1997

1. Annan Tallinna Tehnikaülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) enda loodud teose  
**Ehitustehnoloogia ja platsikorralduse analüüs Tallinnas, Aiandi 9 korterelamu  
ehituse näitel,**

mille juhendaja on Virgo Sulakatko.

- 1.1 reprodutseerimiseks lõputöö säilitamise ja elektroonse avaldamise eesmärgil, sh Tallinna Tehnikaülikooli raamatukogu digikogusse lisamise eesmärgil kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni;
  - 1.2 üldsusele kättesaadavaks tegemiseks Tallinna Tehnikaülikooli veebikeskkonna kaudu, sealhulgas Tallinna Tehnikaülikooli raamatukogu digikogu kaudu kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni.
  2. Olen teadlik, et käesoleva lihtlitsentsi punktis 1 nimetatud õigused jäävad alles ka autorile.
  3. Kinnitan, et lihtlitsentsi andmisega ei rikuta teiste isikute intellektuaalomandi ega isikuandmete kaitse seadusest ning muudest õigusaktidest tulenevaid õigusi.
-

## LÕPUTÖÖ ÜLESANNE

Üliõpilane: **KLAARIKA JOLLER**

Üliõpilaskood **177565**

Õppekava: **EAEI02 Ehitiste projekteerimine ja ehitusjuhtimine**

Peaeriala: Ehitusmajandus ja juhtimine

Lõputöö teema:

### **EHITUSTEHNOLÓGIA JA PLATSIKORRALDUSE ANALÜÜS, TALLINNAS AIANDI 9 KORTERELAMUTE E HITUSE NÄITEL**

Analysis of construction technology and building site management based on the case study of the construction of the apartment buildings at 9 Aiandi Street in Tallinn

Juhendaja: **Virgo Sulakatko**

virgo.sulakatko@taltech.ee

Lõputöö konsultandid:

Tiitel või ametikoht, Ees- ja Perekonnanimi	Kontakt (e-post või telefon)	Allkiri ja kuupäev
Lektor Johannes Pello	johannes.pello@taltech.ee	
Lektor Sander Sein	sander.sein@taltech.ee	

Lõputöö põhieesmärgid:

1. Tehnoloogiliste ja korralduslike lahenduste välja töötamine
2. Monoliitsest raudbetoonist vahelae kontrollarvutus
3. Ehitamisega kaasnevate riskide analüüs RISCO NA süsteemi abil

Töö keel: eesti keel

## Lõputöö etapid ja ajakava:

Ülesande kirjeldus	Tähtaeg
1. Sissejuhatus: lähteandmed, eritingimused	02.05.2022
2. Arhitektuurne osa	02.05.2022
3. Konstruktsiooni osa: monoliitsest raudbetoonist vahelagi	02.05.2022
4. Ehitusplatsi üldplaan	02.05.2022
5. Koondkalenderplaan	02.05.2022
6. Tehnoloogilised kaardid	02.05.2022
• Vaiatööd ja rostvärki ehitus	02.05.2022
• 1. korruse montaažitööd	
• Vahelae montaažitööd	
• Müüritööd	
7. Majanduslik-uurimuslik osa: ehitamisega kaasnevate riskide analüüs RISONA süsteemi abil	02.05.2022
8. Töökaitse	02.05.2022
Kokkuvõtte eesti keeles	02.05.2022
Kokkuvõtte inglise keeles	02.05.2022

**Lõputööde 95% ülevaatus, mille läbimine on kaitsmise eelduseks**

**02.05.2022**

## Esitlusmaterjalid kaitsmisel: A1 joonised

Kirjeldus	Tähtaeg
1 Arhitektuursed joonised – 1 leht	02.05.2022
2 Konstruktsiooni osa – 1 leht	02.05.2022
3 Ehitusplatsi üldplaan – 1 leht	02.05.2022
4 Koondkalenderplaan – 1 leht	02.05.2022
5 Tehnoloogilised kaardid – 4 lehte	02.05.2022

**Lõputöö esitamise tähtaeg:**

**23. mai 2022**

Lõputöö ülesanne välja antud: 08.02.2022

Juhendaja: Virgo Sulakatko

Ülesande vastu võtnud: Klaarika Joller

Avalikustamise  
piirangu tingimused: puuduvad

# SISUKORD

LIHTLITSENTS LÕPUTÖÖ REPRODUTSEERIMISEKS JA LÕPUTÖÖ ÜLDSUSELE KÄTTESAADAVAKS TEGEMISEKS	3
SISUKORD	6
EESSÕNA	10
GRAAFILISE MATERJALI LOETELU	11
SISSEJUHATUS	12
1. LÄHTEANDMED	14
1.1 Lähteandmed	14
1.2 Asukoht ja ligipääs	14
1.3 Pinnaserljeef ja pinnasetingimused	14
1.4 Parkimine ja haljastus	15
2. ARHITEKTUURNE OSA	16
2.1 Üldkonseptsioon ja plaanilahendus	16
2.1.1 6-korruseline hoone osa (Aiandi 9/1)	16
2.1.2 4-korruseline hoone osa (Aiandi 9/2)	16
2.1.3 8-korruseline hoone osa (Aiandi 9/3)	17
2.1.4 Väliterass/kaetud parkla	18
2.2 Hoone vundamendid	18
2.3 Hoone karkass	18
2.3.1 Vertikaalsed osad	18
2.3.2 Horisontaalsed osad	19
2.3.3 Trepid	19
2.3.4 Katuslaed	19
2.4 Arhitektuur	20
2.4.1 Korterite vahelised seinad	20
2.4.2 Korterite sisesed seinad	20
2.4.3 Avatäited	20
2.4.4 Rõdud, terassid	20
2.4.5 Šahtid	21
2.5 Tuleohutus	22
2.5.1 Tuletõkkeseksioonid	22
2.5.2 Tuleohutuspaigaldised	23
2.6 Sisearhitektuur	23
2.6.1 Üldkasutatavad ruumid	23
2.6.2 Ruumide funktsionaalsus	23

2.6.3	Siseviimistlus	23
3.	KONSTRUKTSIOONI OSA	25
3.1	Monoliitsest raudbetoonist vahelae koormused	25
3.1.1	Normkoormused	25
3.1.2	Arvutuslikud koormused	26
3.2	Monoliitsest raudbetoonist vahelae arvutuskeem ja sisejõud	27
3.2.1	Sisejõud	27
3.3	Armatuuri dimensioneerimine	28
3.3.1	Armatuuri kaitsekiht	29
3.3.2	Plaadi kasulik kõrgus	29
3.3.3	Armatuur esimeses avas	29
3.3.4	Armatuur esimesel vahetoel	30
3.3.5	Armatuur teises avas	32
3.3.6	Armatuur teisel vahetoel	33
3.3.7	Armatuur kolmandas avas	34
3.3.8	Armatuur kolmandal vahetoel	35
3.3.9	Armatuur neljandas avas	36
3.3.10	Armatuur neljandal vahetoel	37
3.3.11	Armatuur viiendas avas	39
3.4	Toearmatuur	40
3.5	Vahelaeplaadi põikjõukindlus	40
4.	EHITUSPLATSI ÜLDPLAAN	42
4.1	Tornkraana valik	42
4.2	Tornkraana paigutus ja ohualad	44
4.3	Liikurkraana valik ja paigutus	45
4.4	Ajutised teed	46
4.5	Laoplatsid	47
4.6	Ajutised hooned ja rajatised	47
4.7	Ajutine elektrivarustus	48
4.8	Ehitusplatsi piirded ja valve	49
4.9	Jäätmed	49
5.	KOONDKALENDERPLAAN	50
5.1	Koondkalenderplaani üldpõhimõtted	50
5.2	Ehitusmaksumus	50
6.	TEHNOLOOGILISED KAARDID	57
6.1	Vaiatööd ja rostvõrgi ehitus	57
6.1.1	Vaiatööde ja rostvõrgi ehitustööde kirjeldus	57

6.1.2	Vaiatööde ja rostvargi ehituse tehnoloogilised arvutused	61
6.2	1. korruse montaažitööd	63
6.2.1	1. korruse montaažitööde kirjeldus	64
6.2.2	1. korruse montaažitööde tehnoloogilised arvutused	64
6.2.3	1. korruse montaažitööde tööjõu vajadus ja kestus	66
6.3	Vahelae montaažitööd	67
6.3.1	Vahelae montaažitööde kirjeldus	67
6.3.2	Vahelae montaažitööde tööjõu vajadus ja kestus	70
6.4	Müüritööd	73
6.4.1	Müüritööde kirjeldus	73
6.4.2	Müüritööde tööjõu vajadus ja kestus	75
7.	MAJANDUSLIK-UURIMUSLIK OSA: EHTAMISEGA KAASNEVATE RISKIDE ANALÜÜS RISCO NA SÜSTEEMI ABIL	79
7.1	Ehitatavus	79
7.2	Riskianalüüs	79
7.3	Üldiste riskiallikate kontrollnimekiri	80
7.4	Andmete sisestamine RISCO NA süsteemi	82
7.5	Tulemused	83
7.5.1	Tehniline projekt ja joonised	84
7.5.2	Tootlikkus ehituses	85
7.5.3	Majandus, maksumus ja rahandus	85
7.5.4	Aeg ja graafik	85
7.5.5	Ehitusprotsess	86
7.5.6	Keskkond	86
7.5.7	Objekti ohutus ja õnnetused	86
7.5.8	Projektijuhtimine	87
7.5.9	Lepingud ja hanked	87
7.5.10	Sotsiaalpoliitilised tegurid	87
8.	TÖÖKAITSE	88
8.1	Ohutuse tagamine ja vastutus	88
8.2	Tööohutuse plaan	88
8.3	Töötajate juhendamine ja väljaõpe	88
8.4	Ehitusplatsi kontrollimine	89
8.5	Isikukaitsevahendid	89
8.6	Esmaabi	89
	KOKKUVÕTE	90
	SUMMARY	92



KASUTATUD KIRJANDUS	94
LISAD	96
Lisa 1 Riskiallikate hindamine	97

## **EESSÕNA**

Käesolevas magistritöös teostatakse ehitustehnoloogia ja platsikorralduse analüüs Tallinnas, Aiandi 9 korterelamu ehituse näitel. Antud objekti peatöövõttu teostas Bonava Eesti OÜ, kus töö autor kirjutamise hetkel objektiinsenerina töötas. Vajalikud algandmed ja materjalid töö kirjutamiseks on saadud Bonava Eesti OÜ projektipangast.

Magistritöö juhendaja oli Tallinna Tehnikaülikooli Ehituse ja arhitektuuri instituudi teadur Virgo Sulakatko. Magistritöö konstruktsiooni osa konsultant oli Johannes Pello ning majanduslik-uurimusliku osa konsultant oli Sander Sein.

Autor avaldab tänu Bonava Eesti OÜ-le magistritööks vajaliku info eest ning juhendajale ja konsultantidele meeldiva koostöö eest.

**Võtmesõnad:** platsikorraldus, ehitustehnoloogia, korterelamu, magistritöö

## **GRAAFILISE MATERJALI LOETELU**

Lõputöö koosseisu kuulub 8 esitusjoonist formaadis A1:

Joonis 1 - Hoone arhitektuur

Joonis 2 - Konstruktsiooni osa: monoliitne vahelagi

Joonis 3 - Ehitusplatsi üldplaan

Joonis 4 - Koondkalenderplaan

Joonis 5 - Tehnoloogiline kaart: vaiatööd ja rostvargi ehitus

Joonis 6 - Tehnoloogiline kaart: 1. korruse montaažitööd

Joonis 7 - Tehnoloogiline kaart: vahelae montaažitööd

Joonis 8 - Tehnoloogiline kaart: müüritööd

## SISSEJUHATUS

Käesolevas magistritöös teostatakse ehitustehnoloogia ja platsikorralduse analüüs Tallinnas, Aiandi 9 korterelamu ehituse näitel.

Käsitlevat objekt koosneb kolmest hoone osast (6-korruseline, 4-korruseline ja 8-korruseline) ja neid ühendavast osaliselt katustatud parkimisalast. Hoonet arendab, projekteerib ja ehitab Bonava Eesti OÜ.

Lõputöö põhieesmärgid on välja töötada tehnoloogilised ja korralduslikud lahendused, lahendada konstruktsiooni osa ülesanne, kus asendatakse 8-korruselise hoone monteeritavad õõnespaneelid monoliitse vahelaega ning teostada ehitamisega kaasnevate riskide analüüs RICONA süsteemi abil.

Magistritöö on jagatud järgmisteks osadeks:

- Lähtmeandmetes antakse ülevaade objekti asukohast ja pinnasetingimustest.
- Arhitektuurses osas antakse ülevaade erinevatest hoone osadest, seal hulgas üldkonseptsioonist, konstruktsioonist, välis- ja sisearhitektuurist.
- Konstruktsiooni osas asendatakse monteeritavad vahelaega õõnespaneelid monoliitsest raudbetoonist vahelaega ning teostatakse arvutused vajaliku armeeringu leidmiseks.
- Ehitusplatsi üldplaani kirjeldatakse kraana(de) valikut, ajutisi teid ja laoplatse, teostatakse arvutused ajutiste hoonete ja elektrivarustuse vajaduse leidmiseks ning kirjeldatakse ehitusplatsi piirdeid ja valve lahendust. Lisaks kirjeldatakse jäätmekäitlust ehituse ajal.
- Koondkalenderplaanis näidatakse kõikide tööde teostamise ajad alates ehitusplatsi ettevalmistusest kuni objekti üleandmiseni. Koondkalenderplaanis tuuakse välja tööde tööjõu- ja masinvajadus.
- Tehnoloogilised kaardid koostatakse vaiatöödele ja rostvärgi ehitusele, 1. korruse montaažitöödele, vahelaega montaažitöödele ja müüritöödele. Tehnoloogiliste kaartide eesmärk on tutvustada iga tööloigu osas kasutatavaid töömeetodeid, toetades neid arvutustega. Kaartidel tuuakse arvutuslikul teel välja tööjõu-, masinate ja materjalide vajadused. Tehnoloogilised kaardid koostatakse 8-korruselise hoone osale.

- Majanduslikus osas teostatakse antud objekti ehitamisega kaasnevate riskide analüüs RISONA süsteemi abil.
- Töökaitse osas kirjeldatakse tööohutuse tagamiseks vajalikud meetmed.

# 1. LÄHTEANDMED

## 1.1 Lähteandmed

- Ehitusluba nr 2011271/29750
- Ehitusluba väljastatud vastavalt ehitusprojektile, „Aiandi 9 hoone ehitusprojekt“ Bonava Eesti OÜ, töö nr 2199965
- Detailplaneering „Tallinn; Mustamäe LO; Kadaka tee 1, 1a, 1b, 3; Tammsaare tee 120, 122 ja Mustamäe tee 62, 64, 78, 80, 82, 84, 86“, K-Projekt AS, töö nr 04255-GE, kehtestatud 2006
- Ehitusgeoloogiline aruanne, Rakendusgeodeesia ja Ehitusgeoloogia Inseneribüroo OÜ töö nr GE-2730, november 2019
- Pinnaseseisundi uuring, „Aiandi tn 9, 11 ja 16 keskkonnaseisundi uuring“ AS Maves, 26.01.2021
- Olemasolevad ehitised ja rajatised, kaitsealused objektid ja kinnismälestised puuduvad

## 1.2 Asukoht ja ligipääs

Ehitatav hoone asub Mustamäe linnaosas, Aiandi tänaval. Aiandi tänav on ühendatud ühes otsas Mustamäe teega ja teises otsas Karjavälja tänavaga, mis viib A. H. Tammsaare teele. Pääs krundile toimub Aiandi tänavalt, jalakäijate ligipääs on võimalik ka Mustika keskuse poolt. Parkimine on planeeritud omal kinnistul, osaliselt avatud ja osaliselt hoone alla jääval katustatud parkimisalal. [1]

## 1.3 Pinnasereljeef ja pinnasetingimused

Vastavalt Rakendusgeodeesia ja Ehitusgeoloogia Inseneribüroo OÜ [2] poolt teostatud ehitusgeoloogilise uurimistöö aruandele on maapind antud asukohas tasane absoluutkõrgusega 9,8...10,7 meetrit. Geoloogilise lõike ülaosas on valdavalt merelised ja jääjõelised liivpinnased kogupaksusega 5,2...21,5 meetrit. Lisaks esinevad möllsavi ja savimõlli läätsjad vahekihid. Esinevad pinnasekihid:

1. Täitepinnas, paksusega 0,9...2,4 meetrit, mis koosneb valdavalt liivast, paesõelmetest, kruusast, möllsavist, savimõllist ja mullast ning sisaldab ka ehitusprahti (betooni- ja klaasitükid)

2. Savimöll, paksusega 0,4...1,7 meetrit
3. Möllsavi, paksusega 1,0...1,3 meetrit
4. Kesktihe peen- ja keskliiv, paksusega 0,9...5,4 meetrit, mis on hall ja veeküllastunud
5. Kesktihe kuni tihe peen- ja keskliiv, mille kihi paksus varieerub 1,9st kuni 14,4 meetrini
6. Tihe peen- ja keskliiv, paksusega 1,2...9,1 meetrit
7. Kesktihe kuni kohev peenliiv, paksusega 4,7...13,1 meetrit
8. Poolpehme kuni sitke savimöllmoreen, mis moodustab ebakorrapärase kujuga 0,95...11,6 meetri paksuse kihi liivpinnaste all, kuid paiguti levib ka vahekihtidena liivpinnastes
9. Poolkõva kuni kõva savimöllmoreen, mis jääb 7,0...24,2 meetri sügavusele maapinnast, absoluutkõrgusele 3,40...-13,5 meetrit
10. Kõva savimöllmoreen, mis jääb 24,4...27,0 meetri sügavusele maapinnast, absoluutkõrgusele -13,75...-17,05 meetrit.

Pinnaseveetase oli välitööde ajal 08.11.-18.11.2019 0,15...1,0 meetri sügavusel maapinnast, absoluutkõrgusel 8,90...9,85 meetrit. See tase on sademeriikkast sügisest tingitult üle keskmise.

Antud maa-alal paiknesid möödunud sajandil aiandi kasvuhooned, mis on uuringu teostamise ajaks lammutatud ning mullakiht eemaldatud. Maa-alal on paiguti lammutatud hoonete ja betoondetailide kuhjatisi. Pinnase seisund on naftaproduktide ja raskemetallide sisalduse poolest hea ning nii inimesele kui ka keskkonnale ohutu.

Ehitusgeoloogilised tingimused hoonete rajamiseks madalvundamendile ei ole kõikide hoonete osas soodsad, raskendavaks asjaoluks on ka aastaringiselt kõrge pinnaseveetase. Lisaks esinevad geoloogilises lõikes erineva kokkusurutavusega pinnased seaduspäratult. Hooned soovitatakse projekteerida vaivundamendile.

## **1.4 Parkimine ja haljastus**

Aiandi tänava ääresse avatud parklasse on projekteeritud 17 parkimiskohta. Kinnistu lõunapoolsesse (Mustika keskuse poolsesse) parklasse rajatakse autovarjualune, kuhu on projekteeritud 45 parkimiskohta. Hooneid ühendava välisterassi katuslae konstruktsiooni alla on projekteeritud 36 parkimiskohta. Kokku luuakse kinnistule 98 parkimiskohta, lisaks lukustatav ruum jalgratastele. [1] Kinnistul puudub olemasolev taimkate (sh kõrghaljastus). [3]

## **2. ARHITEKTUURNE OSA**

Arhitektuurne osa on kirjeldatud vastavalt Bonava Eesti OÜ [1] koostatud Aiandi 9 korterelamu arhitektuurse põhiprojekti seletuskirjale.

### **2.1 Üldkonseptsioon ja plaanilahendus**

Projekteeritav hoone koosneb kolmest erineva korruselisusega elamuplokist, mida ühendab maapinna tasandil asuv parkimisala koos parkimisala katusetasandil asuva väliterassiga.

#### **2.1.1 6-korruseline hoone osa (Aiandi 9/1)**

Projekteeritava hoone 6-korruseline hoone osa asub kinnistu põhjaosas, Aiandi tänava ääres. Hoone osa on põhja-lõuna suunaline ning jääb ühe pikema küljega Aiandi 7 krundi poole ja teise pikema küljega Aiandi 11 krundi poole. Hoone osast edelasse jääb hoone 4-korruseline korteriplokk ja lõuna suunas väliterass ning selle taga 8-korruseline korteriplokk.

Hoone osa on oma olemuselt lihtne 6 maapealse korrusega risttahukas, millele annavad aktsenti hoone perimeetrist välja astuvad rõdud. Rõdud on paigutatud ebakorrapäraselt ning on oma plaanilahenduselt võrdhaarse trapetsi kujuga. Hoone osas on üks trepikoda ja lift, mis asetsevad hoone osa keskel. Fassaad on krohvitud ja värvitud tuhmrohelisteks.

Hoone osa esimesel korrusel on kaks sissepääsu, idapoolne viib otse õue ja läänepoolne viib kaetud autoparklasse. Esimesel korrusel asuvad tehnilised ruumid (sooja- ja veemöödusõlm, kilbiruum, koristaja ruum, jalgrataste hoidla) ja panipaigad. Tehnilistesse ruumidesse ja panipaikadesse sissepääs toimub õuest, kaetud parkla poolt. Elupinnad on kavandatud alates teisest korrusest. Igale elukorrusele on projekteeritud 6-7 korterit. Igale korterile on ette nähtud üks rõdu.

#### **2.1.2 4-korruseline hoone osa (Aiandi 9/2)**

Projekteeritava hoone 4-korruseline hoone osa paikneb kinnistu lääneküljel. Hoone osa on põhja-lõuna suunaline ning jääb ühe pikema küljega Aiandi 11 krundi poole ja teise



pikema küljega hoone osade vahel oleva väliterassi poole. Hoone osast kirdesse jääb 6-korruseline hoone osa ja kagusse 8-korruseline hoone osa.

Hoone osa on oma olemuselt lihtne 4 maapealse korrusega risttahukas, millele annavad elavust neljast küljest fassaadil välja astuvad rõdud. Hoone osa esimese korruse korteril on ka maapinnal asetsev terrass. Hoone osas on kaks trepikoda ja kaks lifti. Fassaad on krohvitud ja värvitud tumebeežiks.

Hoone osa mõlemast trepikojast saab väljuda esimese korruse tasapinnas otse õue või kaetud autoparklasse ja teise korruse tasapinnalt parkimiskorruse peal asuvasse ühiskasutuses väliterassile. Tehnilised ruumid ja panipaigad asuvad esimesel korrusel. Üks korter on paigutatud hoone osa esimese korruse lõunapoolsesse ossa. Alates teisest korrusest on hoonesse kavandatud ülejäänud elupinnad. Igale elukorrusele (2.-4.) on projekteeritud 7 korterit. Igale korterile on ette nähtud rõdu. Kolmel korteril on privaatne terrass kaetud parkla katusel.

### **2.1.3 8-korruseline hoone osa (Aiandi 9/3)**

Projekteeritava hoone 8-korruseline osa paikneb kinnistu lõunaosas. Hoone osa on põhja-lõuna suunaline ning jääb ühe pikema küljega Aiandi 7 krundi poole ja teise pikema küljega Aiandi 11 poole. Hoone osast läände jääb hoone 4-korruseline korteriplokk, põhja poole jääb 6-korruseline korteriplokk ja hoone osi ühendav väliterass, mille all on kaetud parkla.

Hoone osa on samuti oma olemuselt lihtne 8 maapealse korrusega risttahukas, millele annavad aktsenti perimeetrist välja astuvad rõdud ja kaheksanda korruse terrasidega tagasiastet. Rõdud on risküliku kujulise põhiplaani ning on paigutatud ebakorrapäraselt. Hoone osas on üks trepikoda ja lift, mis asuvad hoone osa keskel. Fassaad on krohvitud ja värvitud halliks.

Hoone osa esimesel korrusel on kaks sissepääsu, üks otse õue ja teine kaetud autoparklasse. Esimesel korrusel asuvad tehnilised ruumid (sooja- ja veemõõdusõlm, kilbiruum, koristaja ruum, jalgrataste hoidla) ja panipaigad. Tehnilistesse ruumidesse ja panipaikadesse sissepääs toimub õuest, kaetud parkla poolt. Elupinnad on kavandatud alates teisest korrusest. 2.-7. korrusele on projekteeritud 6-7 korterit,

millest igale korterile on ette nähtud üks rõdu. 8. korrusel on kolm katuseterassiga korterit.

#### **2.1.4 Väliterass/kaetud parkla**

Projekteeritav väliterass/kaetud parkla ühendab hoone eri osi esimese ja teise korruse tasapinnas. Esimese korruse tasapinnas olevasse kaetud parklasse pääseb transpordivahendiga põhja- ja lõunasuunalt ning jalgsi läbi eri hoone osade all olevate parkimisalade.

Teise korruse tasapinnas on parkla katusel ühiskasutuseks mõeldud väliterass, millele pääseb hoone korteriplokkide teise korruse tasapinnalt ja mööda välitreppi maapinna tasapinnalt. Väliterassile kujundatakse konteinerhaljastusega katusaed korterite terrasside, pinkide ja jalakäijate teedega.

### **2.2 Hoone vundamendid**

Korteriplokkid rajatakse vaivundamendile, kandeseinte alla projekteeritakse lintroostvärgid ning postide alla kohtroostvärgid, mis toetuvad vaiadele. Parkla vundament on osaliselt ühine 4-korruselise hoone vundamendiga ning osaliselt piirneb parkla monoliitsest raudbetoonist tugimüüriga, mis toetub lintvundamendile. Parkla üksikud postid rajatakse vaiadele.

### **2.3 Hoone karkass**

Kandekonstruktsioonid toetuvad vaivundamendi roostvärgile. Kandeskeleti vertikaalsed osad on raudbetoonpostid (1. korrusel osaliselt), täisbetoneeritud õõnesbetoonplokkidest müüritis ja monteeritavast raudbetoonist seinad. Horisontaalsed osad on põhiosas eelpingestatud õõnesbetoonpaneelidest vahe- ja katuslaed.

#### **2.3.1 Vertikaalsed osad**

Kõikide hoone osade monteeritavast raudbetoonist postide ristlõige on 400x600 mm. 6- ja 8- korruselise hoone osade kandvad välis- ja siseseinad on monteeritavatest RB elementidest (1. korrus) ja õõnesbetoonplokkidest (nt Columbia kivi) paksusega 190 mm ja 240 mm, mis betoneeritakse täis betooniga C25/30. 4-korruselise hoone osa kandvad välis- ja siseseinad on õõnesbetoonplokkidest paksusega 190 mm, mis

betoneeritakse täis betooniga C25/30. Välisseinte välisküljele paigaldatakse soojustuseks 200 mm vahtpolüstüreenplaat EPS100.

### **2.3.2 Horisontaalsed osad**

Hoone vahelagedes kasutatakse monteeritavast raudbetoonist talasid ja õõnespaneelide kõrgusega 220 mm, mis toetuvad välis- ja siseintele ning terastaladele. Enne vahelaepaneelide monteerimist monteeritakse raudbetoonsillused ja terastalad.

Väliterass toetub idaserval monoliitsest raudbetoonist seintele paksusega 200 mm ning 4-korruselise korteriplokiga piirnevas küljes monteeritavast raudbetoonist talale ja postidele ristlõikega 400x600 mm. Parkla kaetakse 400 mm paksuste õõnespaneelidega, millel on minimaalselt 80 mm paksune kaasa töötav raudbetooni kiht.

### **2.3.3 Trepid**

Hoone trepikodade trepimarsid ja trepimademed on projekteeritud tehases valmistavatest ja monteeritavatest raudbetoelementidest.

### **2.3.4 Katuslaed**

Katuslae konstruktsioon köetava ruumi kohal koosneb 220 mm õõnespaneelist, mis kaetakse vahtpolüstüreen soojustusega (millega antakse katusele ka kalded) ning jäikade mineraalvilla plaatidega. Soojustuse peale paigaldatakse kahes kihis SBS rullmaterjal. Parkla katuslae kandekonstruktsioonis kasutatakse 400 mm karestatud pinnaga õõnespaneelide, millele valatakse kandevõime suurendamiseks min 80 mm kalletega raudbetoonplaat. Katuseterassil paigaldatakse soojustuse peale SBS kolmes kihis ning katuseterassi 80 mm paksune pinnakiht eraldatakse SBS kihist PE-kile ja drenmatiga. Katuseterassi käigupinnad ning korterite juurde kuuluvad terassipinnad ehitatakse terassilauast, mis kinnitub roovitisele.

## **2.4 Arhitektuur**

### **2.4.1 Korterite vahelised seinad**

Korterite vahelised seinad ehitatakse 190 või 240 mm õõnesplokkidest, mis armeeritakse ja täidetakse betooniga. Olenevalt seinatüübist müüritis kas viimistletakse või kaetakse kipsplaatkattega. Märghades ruumides paigaldatakse siseviimistluse alla hüdroisolatsioon.

### **2.4.2 Korterite sisesed seinad**

Korterite sisesed seinad ehitatakse teraskarkassile, mis täidetakse mineraalvillaga ning kaetakse mõlemalt poolt kipsplaadiga. Märghades ruumides paigaldatakse siseviimistluse alla hüdroisolatsioon.

### **2.4.3 Avatäited**

Hoonetel on põhiosas erinevas mõõdus PVC-raamidega aknad, mis on seest valged ja väljast hallid. Akendel on ette nähtud kolmekordne kirka klaasiga klaasipakett. Kõik aknad on sissepoole avanevad.

Suitsueemaldusaknad on mitteavatavad, kergesti purustatavast karastatud klaasist klaaspakettidega ning alumiiniumraamides.

Välisperimeetris on kasutatud nii klaasalumiiniumuksi (trepikojad) kui ka metalluksi (tehnilised ruumid, panipaigad).

### **2.4.4 Rõdud, terassid**

6- ja 8-korruselise hoone osa rõdu kandeosa on konsoolises metallkonstruktsioonis, mis on täiendatud puit- ja metallroovitise. Rõdu aluspõrand on hüdroisolatsiooniga kaetud niiskuskindlast vineerist. 6-korruselise hoone osa rõdu servad, põhi ja üks külg on suletud komposiitplaadiga. Ülejäänud rõdu külgedel on karastatud toonklaasist

piirded. 8-korruselise hoone osa rõdu servad, põhi ja läbipaistmatud küljed on suletud komposiitplaadiga. Rõdu esiküljel on hallist toonklaasist karastatud piire.

6- ja 8-korruselise hoone osade ühel teise korruse korteril on sügavimmutatud terassilauast piireteta terass.

4-korruselise hoone osa idaküljel on betoonkonstruktsioonis rõdud, mille esiserv on kaetud halli veplekiga. Rõdudel on kahte tüüpi piirdeid: hallist, karastatud toonklaasist piirded ja vertikaaljaotusega metallpiirded. Hoone osa ülejäänud rõdud on metallist kandekonstruktsiooniga, mis on täiendatud puit- ja metallroovitisega. Rõdu aluspõrand on hüdroisolatsiooniga kaetud niiskuskindlast vineerist. Konstruktsiooni esiserv on kaetud halli veplekiga ja põhi on suletud tsementkiudplaadiga.

4-korruselise hoone osa esimese korruse korteril on maapinnale toetuv terass. Samuti on terass ka teise korruse väliterassi poole jäävatel korteritel.

Teise korruse tasapinnas asuva väliterassi käigupind ja terassile viiv trepp on põhiosas karestatud ("pannipind") betoonist ja osaliselt kaetud betoonist sillutiskiviga. Käigupinnale toetuvad privaatterassid ja see on liigendatud betoonist ja puidust haljastuskastidega.

#### **2.4.5 Šahtid**

Katusele ulatuvate lifti šahtiosade seined on laotud 190 mm õõnesbetoonplokkidest ja soojustatud 150 mm vahtpolüstüreeniga, mis kaetakse niiskuskindla vineeriga. Liftišahti lae kandvaks osaks on 200 mm raudbetoonplaat, mis on ülalt soojustatud 150 mm paksuse EPS 60 plaadiga. Katuse aluskiht ehitatakse veekindlast vineerist. Šahti seinte välispind ja katus kaetakse kahe kihi SBS hüdroisolatsiooniga.

Katusele ulatuvate ventilatsioonišahtide seined laotakse 150 mm kergbetoonplokkidest. Šahtid täidetakse katuslae paneelide pealispinnast ülevalpool mineraalse puistvillaga ja suletakse pealt niiskuskindlast vineerist kaanega. Šahtide välispind kaetakse kahe kihi SBS hüdroisolatsiooniga.

## 2.5 Tuleohutus

Hoone tuleohutusklass on TP1 ning hoone kasutusviis on I (kolme või enama korteriga elamu). Maapealseid korruseid on 8, maa-alused korrused puuduvad. 1.-8. korruse kandekonstruktsioonide tulepüsivus on üldjuhul R60 (sh katuslagi, kuna katusel asuvad tehnilised seadmed). 1. korrusel asuvate panipaikade ümber olevate konstruktsioonide tulepüsivus on R90. Trepikäikude ja mademete ning rõdude tulepüsivus on R30.

### 2.5.1 Tuletõkkesektsioonid

Hoones on moodustatud erinevad tuletõkkesektsioonid:

- Korruste kaupa
- Erinevate kasutusviiside ja kasutamiststarvete järgi
- Tehnilised eriruumid (elektrikilbi ruum, soojasõlm)

Liftišahtist eraldiseisvat tuletõkkesektsiooni ei moodustata, sest hoone on varustatud automaatse tulekahjusignalisatsioonisüsteemiga.

Tarindite tulepüsivus:

- Korterid EI-60
- Katusealune parkla EI-60
- Panipaigad EI-90
- Tehnoruumid EI-60
- Šahtid EI-60
- Trepikojad EI-60

Avatäidete (akende, uste) tulepüsivus on 50% tuletõkketarindi tulepüsivusest. Katusealuse parkla poole avanevad ukSED on tulepüsivusega vähemalt E30. Korterite uste, panipaikade plokkide uste ja üldkoridoride suitsutõkkeuste suitsupidavus on S200.

## **2.5.2 Tuleohutuspaigaldised**

Hoone üldruumidele (tehnilised ruumid, trepikoda, panipaigad, väliparkla) on projekteeritud automaatne tulekahjusignalisatsiooni süsteem (ATS). ATS keskseade paigaldatakse trepikoja 1. korruse ukse juurde. Tuleohu registreerimiseks kasutatakse optilisi suitsuandureid, temperatuuriandureid või tulekahjuteatenuppe. Tulekahju märguandeks kasutatakse häirekellasid. Häirekellade sisselülitumisega lülitatakse automaatselt välja hoone sundventilatsioon.

## **2.6 Sisearhitektuur**

Sisearhitektuurne osa on kirjeldatud vastavalt Bonava Eesti OÜ [4] koostatud Aiandi 9 korterelamu sisearhitektuurse põhiprojekti seletuskirjale.

### **2.6.1 Üldkasutatavad ruumid**

Tehniliste ja üldkasutatavate ruumide põrandad on lihvitud betoonist ning seinad ja laed on kaetud tolmutõkkega. Üldkoridorides on ripplagi. Trepiastmete betoonpinda ei viimistleta, kuid trepimademed plaaditakse. Sanitaarsõlmedes kaetakse põrandad keraamilise plaadiga, seinad ja laed üldjuhul pahteldatakse ja värvitakse.

### **2.6.2 Ruumide funktsionaalsus**

Korterite lahendused on hooneosadel analoogsed. Korterisse pääs algab maja üldkoridorist ning sealt pääseb korteri esikusse. Esikust liigutakse edasi avatud köök-elutuppa, kust pääseb edasi magamistubadesse ja sanitaarruumi. Väikeste korterite puhul on pääs sanitaarruumi esikust. Kõikidele korteritele on ette nähtud rõdu või terrass.

### **2.6.3 Siseviimistlus**

Kõik seinad krohvatakse ja värvitakse. Niisketes ruumides olevad seinad ja põrandad plaaditakse. Korteri laed värvitakse valgeks. 6- ja 8-korruselise hoone osa niiskete ruumide lagi on moodulripplagi, 4-korruselise hoone osa lagi on kipsplaadist teraskarkassil, koos vajalike teenindusluukidega. Esikute ripplaed on kõikides hoone

osades kipsplaadist teraskarkassil. 6- ja 8-korruselise hoone osa eluruumide põrandaks on laminaatparkett koos sobivas toonis MDF liistuga, 4-korruselise hoone osas on puitparkett koos sobivas toonis puitliistuga. Korterite viimistlusmaterjalid ja värvitoonid valitakse vastavalt kliendi valitud siseviimistluspaketile. Kõik siseviimistlusmaterjalid peavad sobima erinevate ruumide kasutusotstarbest tulenevate iseärasustega.

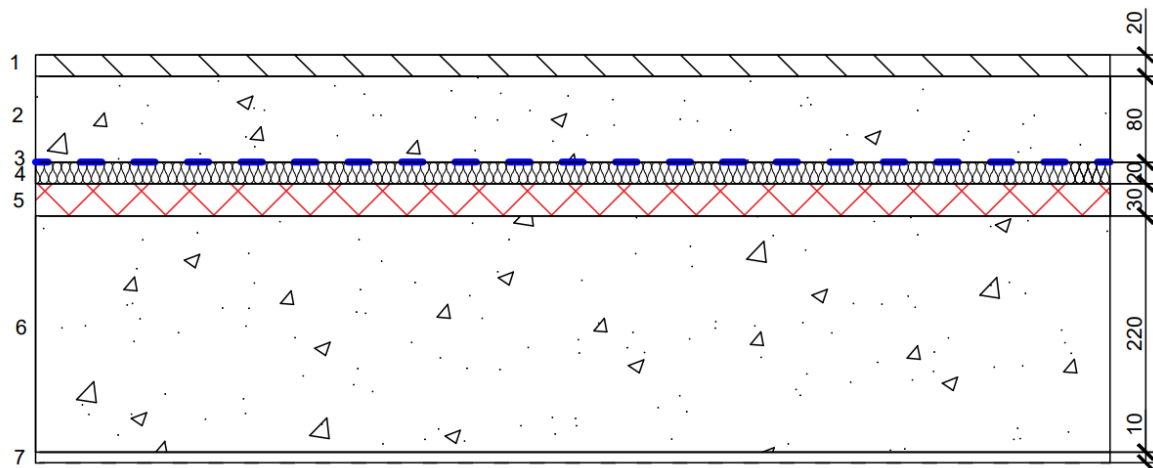


### 3. KONSTRUKTSIOONI OSA

Käsitletavas osas asendatakse vahelae monteeritavad õõnespaneelid monoliitse raudbetoonist plaadiga. Monoliitse vahelae betooni tugevusklassiks valitakse C25/30 ning plaadi paksuseks võetakse sarnaselt õõnespaneelile 220 mm. Konstruksiooni osa arvutamisel on kasutatud Johannes Pello õppeaine Betoonkonstruktsioonid I loengumaterjale ja kursuseprojekti. Lisaks on kasutatud Tiit Masso "Ehituskonstruktori käsiraamat". [5]

#### 3.1 Monoliitsest raudbetoonist vahelae koormused

Vahelaeplaadile mõjuvad plaadi omakaal ja kasuskoormus.



##### SPETSIFIKATSIOON:

1. 20mm - Põranda viimistluskiht
2. 80mm - Raudbetoonist põrandaplaat + põrandaküte  
Beton C20/25, keskkonnaklass XC1, armatuurvõrk Ø5 #150/150 B500B  
ülekatte vähemalt 150 mm
3. Eralduskihina polüetüleenkile 0,2 mm, vuugid ülekattega ja teibitud
4. 20 mm - Elastne vahekiht, klaasvillamatt Isover FLO
5. 30 mm - Elastne vahekiht, vahtpolüstüreenplaat Thermisol STEP
6. 220 mm - Monoliitne raudbetoon
7. Lae viimistluskiht

Joonis 3.1 Vahelae konstruktsioon

#### 3.1.1 Normkoormused

Eluruumide vahelaele mõjuv normatiivne kasuskoormus:

$$q_k = 2 \text{ kN/m}^2$$

Kihtide ruutmeetrikoormused leitakse valemiga 3.1

$$g_{ik} = \rho_{kiht} * h_{kiht}, kN/m^2, \quad (3.1)$$

kus

$g_{ik}$  – materjali ruutmeetri koormus,  $kN/m^2$

$\rho_{kiht}$  – materjali mahukaal,  $kN/m^3$

$h_{kiht}$  – materjali paksus, m

Monoliitne r/b vahelagi:  $g_{6k} = 25 * 0,22 = 5,50 \text{ kN/m}^2$

Vahtpolüstüreenplaat Thermisol STEP:  $g_{5k} = 0,18 * 0,03 = 0,005 \text{ kN/m}^2$

Klaasvillamatt Isover FLO:  $g_{4k} = 0,83 * 0,02 = 0,017 \text{ kN/m}^2$

Monoliitne r/b põrandaplaat:  $g_{2k} = 25 * 0,08 = 2,0 \text{ kN/m}^2$

Põranda viimistlus (puitparkett):  $g_{1k} = 5 * 0,02 = 0,1 \text{ kN/m}^2$

Alaline omakaal kokku

$$g_k = g_{1k} + g_{2k} + g_{4k} + g_{5k} + g_{6k} = 0,1 + 2,0 + 0,017 + 0,005 + 5,50 = 7,62 \text{ kN/m}^2$$

### 3.1.2 Arvutuslikud koormused

Kasuskoormuse osavarutegur:

$$\gamma_Q = 1,5 \text{ kN/m}^2$$

Arvutuslik kasuskoormus:

$$q_d = q_k * \gamma_Q = 2 * 1,5 = 3 \text{ kN/m}^2 \quad (3.2)$$

Arvutuslik joonkoormus kasuskoormusest:

$$p_{d1} = q_d * 1,0 \text{ m} = 3 * 1,0 = 3 \text{ kN/m}$$

Alalise koormuse osavarutegur:

$$\gamma_G = 1,2 \text{ kN/m}^2$$

Arvutuslik alaline koormus:

$$g_d = g_k * \gamma_G = 7,62 * 1,2 = 9,14 \text{ kN/m}^2 \quad (3.3)$$

Arvutuslik joonkoormus alalisest koormusest:

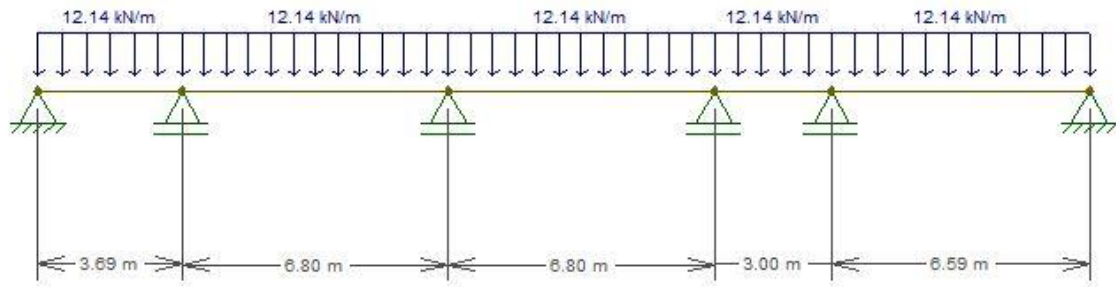
$$p_{d2} = g_d * 1,0 \text{ m} = 9,14 * 1,0 = 9,14 \text{ kN/m}$$

Arvutuslik joonkoormus kokku:

$$p_d = p_{d1} + p_{d2} = 3 + 9,14 = 12,14 \text{ kN/m}$$

## 3.2 Monoliitsest raudbetoonist vahelae arvutuskeem ja sisejõud

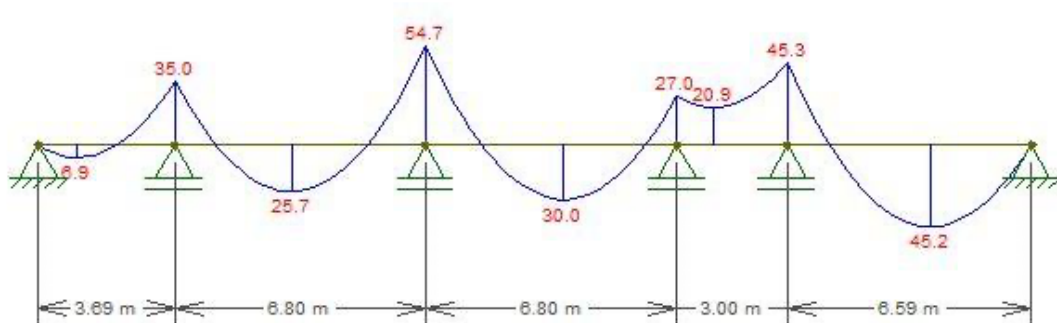
Monoliitsest raudbetoonist vahelaeplaadi arvutuskeemi saab vaadelda kui 1000 mm laiusega viiesildelist jätkuvtala, kus tugedeks on kandvad välis- ja siseseinad. Plaat on toetatud välisseintele 120 mm. Vahelaeplaadi arvutuskeem on toodud joonisel 3.2.



Joonis 3.2 Arvutuskeem

### 3.2.1 Sisejõud

Plaadi sisejõudude väärtused on leitud programmiga Ftool. Vahelaepladis mõjuvad paindemomendid on näha joonisel 3.3 ja 3.4.



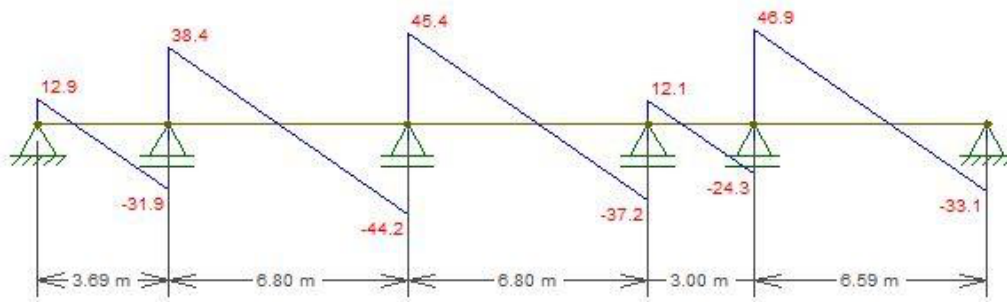
Joonis 3.3 Arvutuskeemi paindemomendi epüür (kNm)

Moment esimeses avas  $M_{Ed,1} = 6,9$  kNm

Moment esimesel vahetoel  $M_{Ed,B} = 35,0$  kNm

Moment teises avas  $M_{Ed,2} = 25,7$  kNm

Moment teisel vahetoel  $M_{Ed,C} = 54,7$  kNm  
 Moment kolmandas avas  $M_{Ed,3} = 30,0$  kNm  
 Moment kolmandal vahetoel  $M_{Ed,D} = 27,0$  kNm  
 Moment neljandas avas  $M_{Ed,4} = 20,9$  kN/m  
 Moment neljandal vahetoel  $M_{Ed,E} = 45,3$  kN/m  
 Moment viiendas avas  $M_{Ed,5} = 45,2$  kN/m



Joonis 3.4 Arvutuskeemi põikjõu epüür (kN)

Suurim põikjõud plaadis on 46,9 kN.

### 3.3 Armatuuri dimensioneerimine

Betooni tugevusklass on C25/30

Betooni normsurvetugevus  $f_{ck} = 25$  MPa

Betooni arvutuslik survetugevus  $f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{25}{1,5} = 16,7$  MPa

Armatuuri tugevusklass on B500B

Armatuuri normvoolavustugevus  $f_{yk} = 500$  MPa

Armatuuri arvutuslik voolavustugevus  $f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = \frac{500}{1,15} \approx 435$  MPa

Hoone konstruktsiooni keskkonnaklass on XC1 ja konstruktsiooniklass on S4. Plaatkonstruktsiooni tõttu võib konstruktsiooniklassi ühe klassi võrra vähendada ning arvestada konstruktsiooniklassiga S3.

### 3.3.1 Armatuuri kaitsekiht

Armatuuri nimikaitsekiht arvutatakse valemiga 3.4

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

kus

$c_{min}$  – minimaalne nõutav kaitsekiht

$\Delta c_{dev}$  – kaitsekihi lubatav hälve, üldjuhul 10 mm

Minimaalne nõutav kaitsekiht võetakse

$$c_{min} = \max \{c_{min,b}; c_{min,dur}; 10 \text{ mm}\}, \quad (3.5)$$

kus  $c_{min,b}$  võrdub armatuuri nimiläbimõõduga ja  $c_{min,dur}$  võetakse vastavalt keskkonna- ja konstruktsiooni klassile. Keskkonnaklass XC1 ja konstruktsiooniklass S3 korral  $c_{min,dur} = 10$  mm.

Armatuuri nimikaitsekiht on seega

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

### 3.3.2 Plaadi kasulik kõrgus

Suurimaks plaadis esinevaks armatuuriks eeldatakse Ø16 mm. Seega on plaadi kasulikud kõrgused:

$$d_1 = h_1 - c_{nom} - \frac{\emptyset}{2} = 220 - 20 - \frac{16}{2} = 192 \text{ mm}$$

$$d_2 = c_{nom} + \frac{\emptyset}{2} = 20 + \frac{16}{2} = 28 \text{ mm}$$

### 3.3.3 Armatuur esimeses avas

$$\mu = \frac{M_{Sd,1}}{\alpha * f_{cd} * b * d_1^2} = \frac{6,9 * 10^6}{1,0 * 16,7 * 1000 * 192^2} = 0,011 \quad (3.6)$$

$$\omega = 1 - \sqrt{1 - 2 * \mu} = 1 - \sqrt{1 - 2 * 0,011} = 0,011 \quad (3.7)$$

Vajalik armatuuri pindala:

$$A_{s1} = \frac{\omega * \alpha * f_{cd} * b * d_1}{f_{yd}} = \frac{0,011 * 1,0 * 16,7 * 1000 * 192}{435} = 81 \text{ mm}^2/\text{m} \quad (3.8)$$

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

$$s_{max} = \min\{2 * h_1; 250\} \quad (3.9)$$

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

Töötavaks armatuuriks valitakse Ø6 B500B sammuga 250 mm, mille korral

$$A_{s1,prov} = \frac{\pi * \varnothing^2}{4} * \frac{1000}{s} = \frac{\pi * 6^2}{4} * \frac{1000}{250} = 113 \text{ mm}^2/\text{m} \quad (3.10)$$

Jaotusarmatuur peab olema vähemalt 20% töötava armatuuri pinnast

$$A_{s3} = 0,2 * A_{s1,prov} = 0,2 * 113 = 23 \text{ mm}^2/\text{m} \quad (3.11)$$

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

$$s_{\max} = \min\{3 * h_1; 400\} \quad (3.12)$$

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

Jaotusarmatuur valitakse Ø6 B500B sammuga 400 mm, mille korral

$$A_{s3,prov} = \frac{\pi * 6^2}{4} * \frac{1000}{400} = 71 \text{ mm}^2/\text{m}$$

Survetsooni kõrgus:

$$x = \frac{f_{yd} * A_{s1,prov}}{0,8 * f_{cd} * b} = \frac{435 * 113}{0,8 * 16,7 * 1000} = 3,68 \text{ mm} \quad (3.13)$$

Survetsooni suhteline kõrgus:

$$\xi = x/d_1 = 3,68/192 = 0,019 < \xi_c = 0,617 \quad (3.14)$$

Survetsooni arvutuslik kõrgus:

$$y = 0,8 * x = 0,8 * 3,68 = 2,95 \text{ mm} \quad (3.15)$$

Paindekandevõime

$$M_{Rd} = \alpha * f_{cd} * b * y * (d_1 - 0,5y) = \quad (3.16)$$

$$= 1 * 16,7 * 1000 * 2,95 * (192 - 0,5 * 2,95) = 9,4 \text{ kNm}$$

$$M_{Rd} = 9,4 \text{ kNm} > M_{Ed,1} = 6,9 \text{ kNm}$$

Paindekandevõime on tagatud.

### 3.3.4 Armatuur esimesel vahetoel

$$\mu = \frac{M_{Sd,1}}{\alpha * f_{cd} * b * d_1^2} = \frac{35 * 10^6}{1,0 * 16,7 * 1000 * 192^2} = 0,057$$

$$\omega = 1 - \sqrt{1 - 2 * \mu} = 1 - \sqrt{1 - 2 * 0,057} = 0,059$$

Vajalik armatuuri pindala:

$$A_{s1} = \frac{\omega * \alpha * f_{cd} * b * d_1}{f_{yd}} = \frac{0,059 * 1,0 * 16,7 * 1000 * 192}{435} = 435 \text{ mm}^2/\text{m}$$

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

$$s_{\max} = \min\{2 * h_1; 250\}$$

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

Töötavaks armatuuriks valitakse Ø10 B500B sammuga 180 mm, mille korral

$$A_{s1,prov} = \frac{\pi * \varnothing^2}{4} * \frac{1000}{s} = \frac{\pi * 10^2}{4} * \frac{1000}{180} = 436 \text{ mm}^2/\text{m}$$

Jaotusarmatuur peab olema vähemalt 20% töötava armatuuri pinnast

$$A_{s3} = 0,2 * A_{s1,prov} = 0,2 * 436 = 87 \text{ mm}^2/\text{m}$$

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

$$s_{\max} = \min\{3 * h_1; 400\}$$

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

Jaotusarmatuur valitakse Ø6 B500B sammuga 300 mm, mille korral

$$A_{s3,prov} = \frac{\pi * 6^2}{4} * \frac{1000}{300} = 94 \text{ mm}^2/\text{m}$$

Survetsooni kõrgus:

$$x = \frac{f_{yd} * A_{s1,prov}}{0,8 * f_{cd} * b} = \frac{435 * 436}{0,8 * 16,7 * 1000} = 14,2 \text{ mm}$$

Survetsooni suhteline kõrgus:

$$\xi = x/d_1 = 14,2/192 = 0,074 < \xi_c = 0,617$$

Survetsooni arvutuslik kõrgus:

$$y = 0,8 * x = 0,8 * 14,2 = 11,4 \text{ mm}$$

Paindekandevõime

$$M_{Rd} = \alpha * f_{cd} * b * y * (d_1 - 0,5y) = 1 * 16,7 * 1000 * 11,4 * (192 - 0,5 * 11,4) = 35,4 \text{ kNm}$$

$$M_{Rd} = 35,4 \text{ kNm} > M_{Ed,B} = 35,0 \text{ kNm}$$

Paindekandevõime on tagatud.

### 3.3.5 Armatuur teises avas

$$\mu = \frac{M_{Sd,1}}{\alpha * f_{cd} * b * d_1^2} = \frac{25,7 * 10^6}{1,0 * 16,7 * 1000 * 192^2} = 0,042$$

$$\omega = 1 - \sqrt{1 - 2 * \mu} = 1 - \sqrt{1 - 2 * 0,042} = 0,043$$

Vajalik armatuuri pindala:

$$A_{s1} = \frac{\omega * \alpha * f_{cd} * b * d_1}{f_{yd}} = \frac{0,043 * 1,0 * 16,7 * 1000 * 192}{435} = 314 \text{ mm}^2/\text{m}$$

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

$$s_{\max} = \min\{2 * h_1; 250\}$$

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

Töötavaks armatuuriks valitakse Ø10 B500B sammuga 240 mm, mille korral

$$A_{s1,prov} = \frac{\pi * \varnothing^2}{4} * \frac{1000}{s} = \frac{\pi * 10^2}{4} * \frac{1000}{240} = 327 \text{ mm}^2/\text{m}$$

Jaotusarmatuur peab olema vähemalt 20% töötava armatuuri pinnast

$$A_{s3} = 0,2 * A_{s1,prov} = 0,2 * 327 = 65 \text{ mm}^2/\text{m}$$

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

$$s_{\max} = \min\{3 * h_1; 400\}$$

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

Jaotusarmatuur valitakse Ø6 B500B sammuga 400 mm, mille korral

$$A_{s3,prov} = \frac{\pi * 6^2}{4} * \frac{1000}{400} = 71 \text{ mm}^2/\text{m}$$

Survetsooni kõrgus:

$$x = \frac{f_{yd} * A_{s1,prov}}{0,8 * f_{cd} * b} = \frac{435 * 327}{0,8 * 16,7 * 1000} = 10,7 \text{ mm}$$

Survetsooni suhteline kõrgus:

$$\xi = x/d_1 = 10,7/192 = 0,056 < \xi_c = 0,617$$

Survetsooni arvutuslik kõrgus:

$$y = 0,8 * x = 0,8 * 10,7 = 8,5 \text{ mm}$$

Paindekandevõime



$$M_{Rd} = \alpha * f_{cd} * b * y * (d_1 - 0,5y) = 1 * 16,7 * 1000 * 8,5 * (192 - 0,5 * 8,5) = 26,7 \text{ kNm}$$

$$M_{Rd} = 26,7 \text{ kNm} > M_{Ed,2} = 25,7 \text{ kNm}$$

Paindekandevõime on tagatud.

### 3.3.6 Armatuur teisel vahetoel

$$\mu = \frac{M_{Sd,1}}{\alpha * f_{cd} * b * d_1^2} = \frac{54,7 * 10^6}{1,0 * 16,7 * 1000 * 192^2} = 0,089$$

$$\omega = 1 - \sqrt{1 - 2 * \mu} = 1 - \sqrt{1 - 2 * 0,089} = 0,093$$

Vajalik armatuuri pindala:

$$A_{s1} = \frac{\omega * \alpha * f_{cd} * b * d_1}{f_{yd}} = \frac{0,093 * 1,0 * 16,7 * 1000 * 192}{435} = 687 \text{ mm}^2/\text{m}$$

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

$$s_{\max} = \min\{2 * h_1; 250\}$$

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

Töötavaks armatuuriks valitakse Ø12 B500B sammuga 160 mm, mille korral

$$A_{s1,prov} = \frac{\pi * \varnothing^2}{4} * \frac{1000}{s} = \frac{\pi * 12^2}{4} * \frac{1000}{160} = 707 \text{ mm}^2/\text{m}$$

Jaotusarmatuur peab olema vähemalt 20% töötava armatuuri pinnast

$$A_{s3} = 0,2 * A_{s1,prov} = 0,2 * 707 = 141 \text{ mm}^2/\text{m}$$

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

$$s_{\max} = \min\{3 * h_1; 400\}$$

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

Jaotusarmatuur valitakse Ø8 B500B sammuga 300 mm, mille korral

$$A_{s3,prov} = \frac{\pi * 8^2}{4} * \frac{1000}{300} = 168 \text{ mm}^2/\text{m}$$

Survetsooni kõrgus:

$$x = \frac{f_{yd} * A_{s1,prov}}{0,8 * f_{cd} * b} = \frac{435 * 707}{0,8 * 16,7 * 1000} = 23,0 \text{ mm}$$

Survetsooni suhteline kõrgus:

$$\xi = x/d_1 = 23,0/192 = 0,12 < \xi_c = 0,617$$

Survetsooni arvutuslik kõrgus:

$$y = 0,8 * x = 0,8 * 23 = 18,4 \text{ mm}$$

Paindekandevõime

$$M_{Rd} = \alpha * f_{cd} * b * y * (d_1 - 0,5y) = 1 * 16,7 * 1000 * 18,4 * (192 - 0,5 * 18,4) = 56,2 \text{ kNm}$$

$$M_{Rd} = 56,2 \text{ kNm} > M_{Ed,C} = 54,7 \text{ kNm}$$

Paindekandevõime on tagatud.

### 3.3.7 Armatuur kolmandas avas

$$\mu = \frac{M_{Sd,1}}{\alpha * f_{cd} * b * d_1^2} = \frac{30 * 10^6}{1,0 * 16,7 * 1000 * 192^2} = 0,049$$

$$\omega = 1 - \sqrt{1 - 2 * \mu} = 1 - \sqrt{1 - 2 * 0,049} = 0,050$$

Vajalik armatuuri pindala:

$$A_{s1} = \frac{\omega * \alpha * f_{cd} * b * d_1}{f_{yd}} = \frac{0,05 * 1,0 * 16,7 * 1000 * 192}{435} = 368 \text{ mm}^2/\text{m}$$

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

$$s_{\max} = \min\{2 * h_1; 250\}$$

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

Töötavaks armatuuriks valitakse Ø10 B500B sammuga 200 mm, mille korral

$$A_{s1,prov} = \frac{\pi * \varnothing^2}{4} * \frac{1000}{s} = \frac{\pi * 10^2}{4} * \frac{1000}{200} = 393 \text{ mm}^2/\text{m}$$

Jaotusarmatuur peab olema vähemalt 20% töötava armatuuri pinnast

$$A_{s3} = 0,2 * A_{s1,prov} = 0,2 * 393 = 79 \text{ mm}^2/\text{m}$$

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

$$s_{\max} = \min\{3 * h_1; 400\}$$

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

Jaotusarmatuur valitakse Ø6 B500B sammuga 300 mm, mille korral

$$A_{s3,prov} = \frac{\pi * 8^2}{4} * \frac{1000}{300} = 94 \text{ mm}^2/\text{m}$$

Survetsooni kõrgus:

$$x = \frac{f_{yd} * A_{s1,prov}}{0,8 * f_{cd} * b} = \frac{435 * 393}{0,8 * 16,7 * 1000} = 12,8 \text{ mm}$$

Survetsooni suhteline kõrgus:

$$\xi = x/d_1 = 12,8/192 = 0,067 < \xi_c = 0,617$$

Survetsooni arvutuslik kõrgus:

$$y = 0,8 * x = 0,8 * 12,8 = 10,2 \text{ mm}$$

Paindekandevõime

$$M_{Rd} = \alpha * f_{cd} * b * y * (d_1 - 0,5y) = 1 * 16,7 * 1000 * 10,2 * (192 - 0,5 * 10,2) = 31,9 \text{ kNm}$$

$$M_{Rd} = 31,9 \text{ kNm} > M_{Ed,3} = 30,0 \text{ kNm}$$

Paindekandevõime on tagatud.

### 3.3.8 Armatuur kolmandal vahetoel

$$\mu = \frac{M_{Sd,1}}{\alpha * f_{cd} * b * d_1^2} = \frac{27 * 10^6}{1,0 * 16,7 * 1000 * 192^2} = 0,044$$

$$\omega = 1 - \sqrt{1 - 2 * \mu} = 1 - \sqrt{1 - 2 * 0,044} = 0,045$$

Vajalik armatuuri pindala:

$$A_{s1} = \frac{\omega * \alpha * f_{cd} * b * d_1}{f_{yd}} = \frac{0,045 * 1,0 * 16,7 * 1000 * 192}{435} = 331 \text{ mm}^2/\text{m}$$

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

$$s_{max} = \min\{2 * h_1; 250\}$$

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

Töötavaks armatuuriks valitakse Ø10 B500B sammuga 220 mm, mille korral

$$A_{s1,prov} = \frac{\pi * \emptyset^2}{4} * \frac{1000}{s} = \frac{\pi * 10^2}{4} * \frac{1000}{220} = 357 \text{ mm}^2/\text{m}$$

Jaotusarmatuur peab olema vähemalt 20% töötava armatuuri pinnast

$$A_{s3} = 0,2 * A_{s1,prov} = 0,2 * 357 = 71 \text{ mm}^2/\text{m}$$

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

$$s_{\max} = \min\{3 * h_1; 400\}$$

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

Jaotusarmatuur valitakse Ø6 B500B sammuga 300 mm, mille korral

$$A_{s3,prov} = \frac{\pi * 6^2}{4} * \frac{1000}{300} = 94 \text{ mm}^2/\text{m}$$

Survetsooni kõrgus:

$$x = \frac{f_{yd} * A_{s1,prov}}{0,8 * f_{cd} * b} = \frac{435 * 357}{0,8 * 16,7 * 1000} = 11,6 \text{ mm}$$

Survetsooni suhteline kõrgus:

$$\xi = x/d_1 = 11,6/192 = 0,061 < \xi_c = 0,617$$

Survetsooni arvutuslik kõrgus:

$$y = 0,8 * x = 0,8 * 11,6 = 9,3 \text{ mm}$$

Paindekandevõime

$$M_{Rd} = \alpha * f_{cd} * b * y * (d_1 - 0,5y) = 1 * 16,7 * 1000 * 9,3 * (192 - 0,5 * 9,3) = 29,1 \text{ kNm}$$

$$M_{Rd} = 29,1 \text{ kNm} > M_{Ed,D} = 27,0 \text{ kNm}$$

Paindekandevõime on tagatud.

### 3.3.9 Armatuur neljandas avas

$$\mu = \frac{M_{Sd,1}}{\alpha * f_{cd} * b * d_1^2} = \frac{20,9 * 10^6}{1,0 * 16,7 * 1000 * 192^2} = 0,034$$

$$\omega = 1 - \sqrt{1 - 2 * \mu} = 1 - \sqrt{1 - 2 * 0,034} = 0,035$$

Vajalik armatuuri pindala:

$$A_{s1} = \frac{\omega * \alpha * f_{cd} * b * d_1}{f_{yd}} = \frac{0,035 * 1,0 * 16,7 * 1000 * 192}{435} = 255 \text{ mm}^2/\text{m}$$

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

$$s_{\max} = \min\{2 * h_1; 250\}$$

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

Töötavaks armatuuriks valitakse Ø8 B500B sammuga 190 mm, mille korral

$$A_{s1, \text{prov}} = \frac{\pi * \varnothing^2}{4} * \frac{1000}{s} = \frac{\pi * 8^2}{4} * \frac{1000}{190} = 265 \text{ mm}^2/\text{m}$$

Jäotusarmatuur peab olema vähemalt 20% töötava armatuuri pinnast

$$A_{s3} = 0,2 * A_{s1, \text{prov}} = 0,2 * 265 = 53 \text{ mm}^2/\text{m}$$

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

$$s_{\max} = \min\{3 * h_1; 400\}$$

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

Jäotusarmatuur valitakse Ø6 B500B sammuga 400 mm, mille korral

$$A_{s3, \text{prov}} = \frac{\pi * 6^2}{4} * \frac{1000}{400} = 71 \text{ mm}^2/\text{m}$$

Survetsooni kõrgus:

$$x = \frac{f_{yd} * A_{s1, \text{prov}}}{0,8 * f_{cd} * b} = \frac{435 * 265}{0,8 * 16,7 * 1000} = 8,6 \text{ mm}$$

Survetsooni suhteline kõrgus:

$$\xi = x/d_1 = 8,6/192 = 0,045 < \xi_c = 0,617$$

Survetsooni arvutuslik kõrgus:

$$y = 0,8 * x = 0,8 * 8,6 = 6,9 \text{ mm}$$

Paindekandevõime

$$M_{Rd} = \alpha * f_{cd} * b * y * (d_1 - 0,5y) = 1 * 16,7 * 1000 * 6,9 * (192 - 0,5 * 6,9) = 21,7 \text{ kNm}$$

$$M_{Rd} = 21,7 \text{ kNm} > M_{Ed,4} = 20,9 \text{ kNm}$$

Paindekandevõime on tagatud.

### 3.3.10 Armatuur neljandal vahetoel

$$\mu = \frac{M_{Sd,1}}{\alpha * f_{cd} * b * d_1^2} = \frac{45,3 * 10^6}{1,0 * 16,7 * 1000 * 192^2} = 0,074$$

$$\omega = 1 - \sqrt{1 - 2 * \mu} = 1 - \sqrt{1 - 2 * 0,074} = 0,077$$

Vajalik armatuuri pindala:

$$A_{s1} = \frac{\omega * \alpha * f_{cd} * b * d_1}{f_{yd}} = \frac{0,077 * 1,0 * 16,7 * 1000 * 192}{435} = 564 \text{ mm}^2/\text{m}$$

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

$$s_{\max} = \min\{2 * h_1; 250\}$$

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

Töötavaks armatuuriks valitakse Ø12 B500B sammuga 190 mm, mille korral

$$A_{s1,prov} = \frac{\pi * \varnothing^2}{4} * \frac{1000}{s} = \frac{\pi * 12^2}{4} * \frac{1000}{190} = 595 \text{ mm}^2/\text{m}$$

Jaotusarmatuur peab olema vähemalt 20% töötava armatuuri pinnast

$$A_{s3} = 0,2 * A_{s1,prov} = 0,2 * 595 = 119 \text{ mm}^2/\text{m}$$

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

$$s_{\max} = \min\{3 * h_1; 400\}$$

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

Jaotusarmatuur valitakse Ø8 B500B sammuga 400 mm, mille korral

$$A_{s3,prov} = \frac{\pi * 8^2}{4} * \frac{1000}{400} = 126 \text{ mm}^2/\text{m}$$

Survetsooni kõrgus:

$$x = \frac{f_{yd} * A_{s1,prov}}{0,8 * f_{cd} * b} = \frac{435 * 595}{0,8 * 16,7 * 1000} = 19,4 \text{ mm}$$

Survetsooni suhteline kõrgus:

$$\xi = x/d_1 = 19,4/192 = 0,010 < \xi_c = 0,617$$

Survetsooni arvutuslik kõrgus:

$$y = 0,8 * x = 0,8 * 19,4 = 15,5 \text{ mm}$$

Paindekandevõime

$$M_{Rd} = \alpha * f_{cd} * b * y * (d_1 - 0,5y) = 1 * 16,7 * 1000 * 15,5 * (192 - 0,5 * 15,5) = 47,7 \text{ kNm}$$

$$M_{Rd} = 47,7 \text{ kNm} > M_{Ed,E} = 45,3 \text{ kNm}$$

Paindekandevõime on tagatud.

### 3.3.11 Armatuur viiendas avas

$$\mu = \frac{M_{Sd,1}}{\alpha * f_{cd} * b * d_1^2} = \frac{45,2 * 10^6}{1,0 * 16,7 * 1000 * 192^2} = 0,073$$

$$\omega = 1 - \sqrt{1 - 2 * \mu} = 1 - \sqrt{1 - 2 * 0,073} = 0,076$$

Vajalik armatuuri pindala:

$$A_{s1} = \frac{\omega * \alpha * f_{cd} * b * d_1}{f_{yd}} = \frac{0,076 * 1,0 * 16,7 * 1000 * 192}{435} = 563 \text{ mm}^2/\text{m}$$

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

$$s_{\max} = \min\{2 * h_1; 250\}$$

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

Töötavaks armatuuriks valitakse Ø12 B500B sammuga 190 mm, mille korral

$$A_{s1,prov} = \frac{\pi * \varnothing^2}{4} * \frac{1000}{s} = \frac{\pi * 12^2}{4} * \frac{1000}{190} = 595 \text{ mm}^2/\text{m}$$

Jaotusarmatuur peab olema vähemalt 20% töötava armatuuri pinnast

$$A_{s3} = 0,2 * A_{s1,prov} = 0,2 * 595 = 119 \text{ mm}^2/\text{m}$$

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

$$s_{\max} = \min\{3 * h_1; 400\}$$

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

Jaotusarmatuur valitakse Ø8 B500B sammuga 400 mm, mille korral

$$A_{s3,prov} = \frac{\pi * 8^2}{4} * \frac{1000}{400} = 126 \text{ mm}^2/\text{m}$$

Survetsooni kõrgus:

$$x = \frac{f_{yd} * A_{s1,prov}}{0,8 * f_{cd} * b} = \frac{435 * 595}{0,8 * 16,7 * 1000} = 19,4 \text{ mm}$$

Survetsooni suhteline kõrgus:

$$\xi = x/d_1 = 19,4/192 = 0,010 < \xi_c = 0,617$$

Survetsooni arvutuslik kõrgus:

$$y = 0,8 * x = 0,8 * 19,4 = 15,5 \text{ mm}$$

Paindekandevõime

$$M_{Rd} = \alpha * f_{cd} * b * y * (d_1 - 0,5y) = 1 * 16,7 * 1000 * 15,5 * (192 - 0,5 * 15,5) = 47,7 \text{ kNm}$$

$$M_{Rd} = 47,7 \text{ kNm} > M_{Ed,5} = 45,2 \text{ kNm}$$

Paindekandevõime on tagatud.

### 3.4 Toearmatuur

Plaadi juhuslikust kinnitusest tingitud paindemomendi vastu võtmiseks tuleb tugele kohale ette näha toearmatuur, mis peab vastu võtma vähemalt veerandi avas esinevast paindemomendist. See armatuur peab olema toel ankurdatud ja ulatuma toe servalt avasse 0,2 ava võrra. [5]

Toearmatuuriks valitakse Ø6 B500B sammuga 180 mm.

$$A_{s1,prov} = \frac{\pi * \phi^2}{4} * \frac{1000}{s} = \frac{\pi * 6^2}{4} * \frac{1000}{180} = 157 \text{ mm}^2/\text{m}$$

Survetsooni kõrgus:

$$x = \frac{f_{yd} * A_{s1}}{0,8 * f_{cd} * b} = \frac{435 * 57}{0,8 * 16,7 * 1000} = 5,11 \text{ mm}$$

Survetsooni suhteline kõrgus:

$$\xi = x/d_1 = 5,11/192 = 0,027 < \xi_c = 0,617$$

Survetsooni arvutuslik kõrgus:

$$y = 0,8 * x = 0,8 * 5,11 = 4,09 \text{ mm}$$

Paindekandevõime:

$$M_{Rd} = \alpha * f_{cd} * b * y * (d_1 - 0,5y) = 1 * 16,7 * 1000 * 4,09 * (192 - 0,5 * 4,09) = 13,0 \text{ kNm}$$

$$M_{Rd} = 13,0 \text{ kNm} > \frac{M_{Ed}}{4} = \frac{45,2}{4} = 11,3 \text{ kNm}$$

Paindekandevõime on tagatud.

Toearmatuuri jaotusarmatuuriks valitakse Ø6 B500B sammuga 400 mm.

### 3.5 Vahelaeplaadi põikjõukindlus

Põikjõud tuleb plaadis vastu võtta ainult betooniga. Suurim põikjõud plaadis mõjub neljanda vahetoe plaadi otsa poolsel serval:

$$V_{Ed,max} = 46,9 \text{ kN}$$

Betooniga vastuvõetav põikjõud miinimumväärtusega:

$$V_{Rd,c} = v_{min} * b * d_1, \tag{3.17}$$

kus

$$v_{min} = 0,035 * k^{3/2} * f_{ck}^{1/2} \tag{3.18}$$



$$k = 1 + \sqrt{\frac{200}{d_1}} \leq 2,0 \quad (3.19)$$

$$k = 1 + \sqrt{\frac{200}{192}} = 2,02 \geq 2,0$$

Järelikult  $k = 2,0$

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

$$V_{Rd,C} = 0,495 * 1000 * 192 = 95,0 \text{ kN} > V_{Ed,\max} = 46,9 \text{ kN}$$

Järelikult suudab plaat betooniga kogu põikjõu vastu võtta, pikiarmatuuriga arvestama ei pea ning põikjõu kandevõime on tagatud.

## 4. EHITUSPLATSI ÜLDPLAAN

Antud töös esitatav ehitusplatsi üldplaan on koostatud hetkel, mil on käimas hoone vahelaepaneelide monteerimine, armeerimine ja monolitiseerimine. Ehitusplatsi üldplaani eesmärk on anda ülevaade konkreetse tööloigu ajal platsi korraldusest. Plaanil näidatakse:

- Ehitatav hoone
- Olemasolevad ja ajutised teed
- Ajutised hooned
- Ajutised rajatised
- Laoplatsid
- Tornkraana asukoht ja ohualad
- Ehitusplatsi piirded ja väravad
- Jäätmete ladustamise kohad

Ehitusplatsi üldplaan on toodud joonisel 3.

### 4.1 Tornkraana valik

Hoone montaažitöödel kasutatakse peamiselt tornkraanat, mille parameetrid valitakse lähtudes tõstetavate elementide massist, tõstete kõrgusest ja kaugusest tornkraana suhtes. Tornkraana valikul peetakse silmas, et kraana suudaks teenindada kõiki kolme hoone osa ning kõik tõsted saaksid tehtud kraana ühest asukohast.

Tornkraana valimiseks tuleb arvutada montaažiparameetrid. Montaažikõrgus  $H_{\max}$  ehk kraana noole suurim nõutav kõrgus arvutatakse valemiga 4.1

$$H_{\max} = h_1 + h_2 + h_3 + h_4, \quad (4.1)$$

kus

$h_1$  - kõrgeima elemendi paigalduskõrgus (arvestatuna kraana seisutasandist), m

$h_2$  - ületõstekõrgus (tavaliselt 0,5 m)

$h_3$  - monteeritava elemendi kõrgus, m

$h_4$  - haardeseadme kõrgus, m.

Raskemate ja kaugemate elementide montaažimass  $G_{max}$  arvutatakse valemiga 4.2

$$G_{max} = g_1 + g_2, \quad (4.2)$$

kus

$g_1$  - monteeritava elemendi mass koos kogu vajaliku lisavarustusega

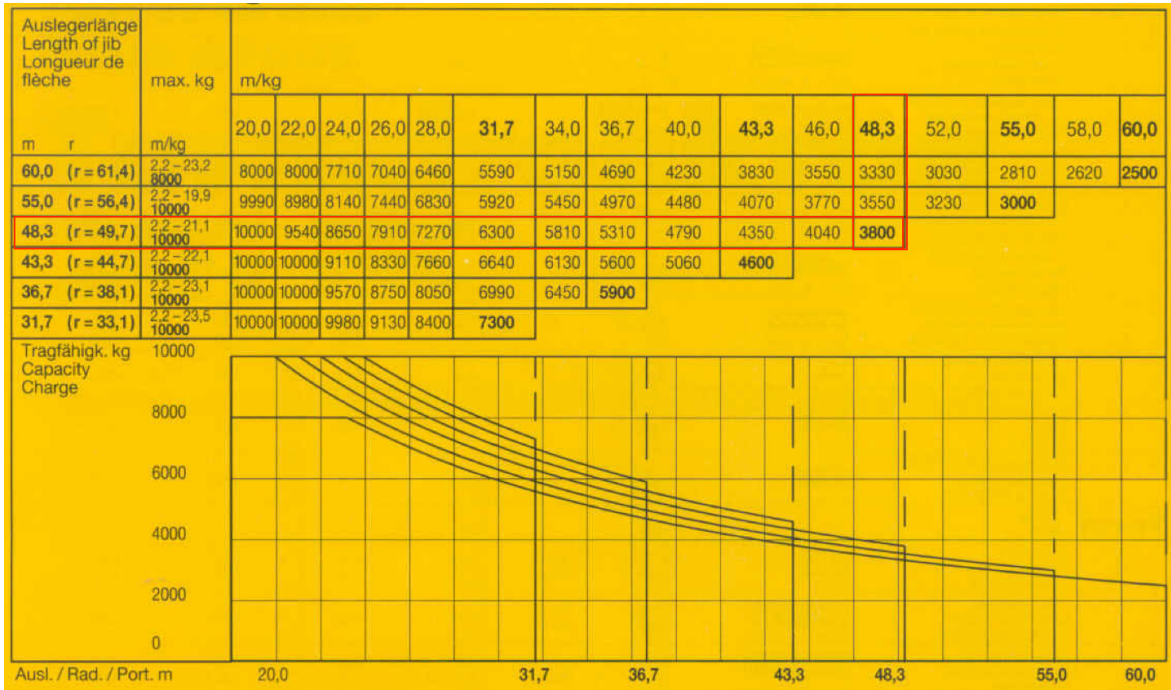
$g_2$  - haardeseadme mass.

Montaažiparameetrite arvutused on toodud tabelis 4.1.

Tabel 4.1 Montaažiparameetrid

Jrk nr	Elemendi montaažiparameetrid									Montaažiraadius, m
	Monteeritav element	Montaažimass, t			Montaažikõrgus, m					
		Element	Haardeseade	Kokku	Paigalduskõrgus	Ohutusvahe	Element	Haardeseade	Kokku	
		$g_1$	$g_2$	$G_{max}$	$h_1$	$h_2$	$h_3$	$h_4$	$H_{max}$	
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>
1	Õõnespaneel HC3801	2,9	2,4	5,3	24,8	0,50	0,22	6,00	31,52	35
2	Õõnespaneel HC3212	2,3	2,4	4,7	6,30	0,50	0,22	6,00	13,02	39
3	Õõnespaneel HC1460	2,3	2,4	4,7	12,40	0,50	0,22	6,00	19,12	39
4	Õõnespaneel HC2435	2,9	2,4	5,3	12,40	0,50	0,22	6,00	19,12	36
5	Post RBP101	1,8	0,4	2,2	0,00	0,50	2,98	1,50	4,98	44
6	Post RBP301	2	0,4	2,4	0,00	0,50	2,98	1,50	4,98	44

Vastavalt tabelis 4.1 toodud montaažiparameetritele valitakse tööde teostamiseks tornkraana Liebherr 210 HC, mille tõsteparameetrid on toodud tabelis 4.2. Tornkraana tõstegraafik on toodud joonisel 4.1.



Joonis 4.1 Tornkraana Liebherr 201HC tõstegraafik

Tabel 4.2 Kraana tõsteparameetrid [6]

Kraana mark	Torni kõrgus, m	Max tõsteraadius, m	Tööraadius	Tõstevõime, t	Tõstekõrgus, m	
<b>Tornkraana Liebherr 201 HC</b>	35,9	48,3	35	5,8	31,52	
			Tööraadius:	39	5,0	13,02
			- min 20 m	39	5,0	19,12
			- max 48,3 m	36	5,5	19,12
			Tõstevõime	44	4,2	4,98
			- min raadiuse puhul 10 t	44	4,2	4,98
- max raadiuse puhul 3,8 t						

## 4.2 Tornkraana paigutus ja ohualad

Montaažiraadiuse määramiseks seotakse tornkraana hoonega. Kraana jaoks valmistatakse ette aluspind, mis tehakse killustikust fraktsiooniga 32-64 ning mille kandevõime peab olema 160 MPa.

Kraana ohuala on ala, mille piires võib tõstetav last maapinnale kukkuda, arvestades sealjuures võimalikku kõrvale kaldumist elemendi kukkumisel. Tornkraana püsitatakse enne vundamendi rajamise algust ning demonteeritakse pärast montaažitööde lõppu. [7]

Tornkraana ohuala laius arvutatakse valemiga 4.3

$$R_{\text{ohu}} = R_{\text{max}} + \frac{1}{2} l_{\text{max}} + l_{\text{kõrvalekalle}}, \quad (4.3)$$

kus

$R_{\text{max}}$  - kraana suurim tööraadius, m

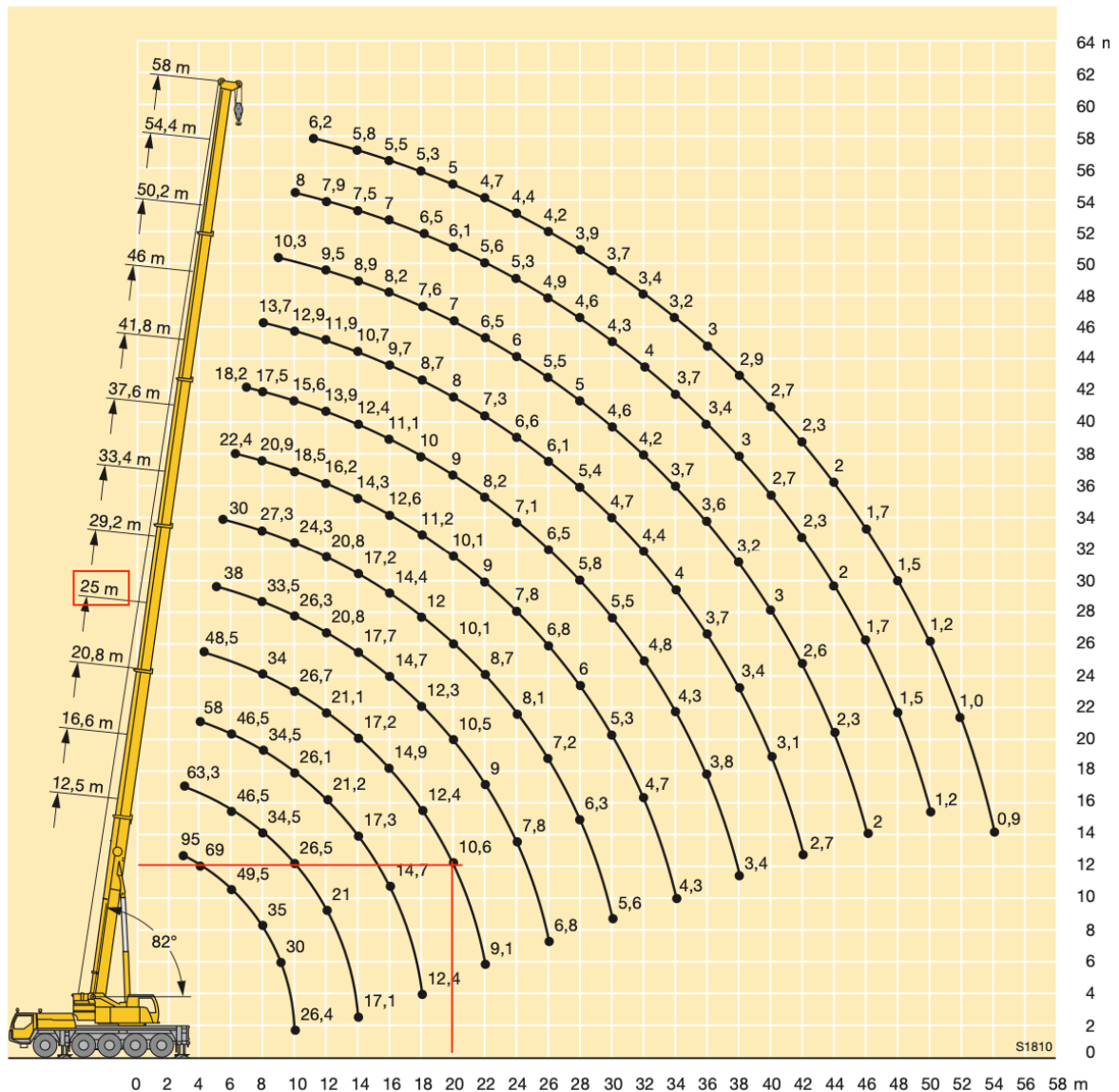
$\frac{1}{2} l_{\text{max}}$  - suurima elemendi pool pikkust, m

$l_{\text{kõrvalekalle}}$  - montaažitööde kõrgusest sõltuv elemendi kõrvalekalle kukkumisel, antud hoone puhul 10 m

$$R_{\text{ohu}} = 48,3 + 4,6 + 10 = 62,9 \text{ m}$$

### 4.3 Liikurkraana valik ja paigutus

Aiandi 9/1 ja 9/3 hoone osade esimene korrus on monteeritavatest seinapaneelidest, mille mass on vahemikus 7-10 tonni ning montaažiraadius tornkraana puhul kriitilisematel elementidel 43 meetrit. Lisaks on kriitilised elemendid ka raudbetoonjalad, mille mass on vahemikus 9-13 tonni ning montaažiraadius kuni 43 meetrit. Nende elementide tõstmisega eespool valitud tornkraana toime ei tule. Kuna antud elemente demonteeritakse umbes viiel päeval, ei ole rahaliselt otstarbekas valida võimsamat tornkraanat, vaid kasutada nendel montaažitöödel liikurkraanat. Liikurkraana on võimalik paigutada hoonele lähemale. Antud tõstete jaoks valitakse liikurkraana Liebherr 95t LTM1095, mis olenevalt hoone osast, mida demonteeritakse, paigutatakse kas Aiandi 9/1 idapoolse külje kõrvale või Aiandi 9/3 idapoolse või läänepoolse külje kõrvale. Kõige kriitilisem element on Aiandi 9/3 seinapaneel, massiga 10,4 tonni ning seda on vaja demonteerida 5,8 meetri kõrgusele. Autokraana tõstegraafik on toodud joonisel 4.2. Autokraana täpsem paigutus on näha tehnoloogiliste kaartide joonistel.



Joonis 4.2 Autokraana Liebherr LTM1095 tõstegraafik [8]

#### 4.4 Ajutised teed

Objektimeskonna ja tööliste ligipääs platsile on Aiandi tänava poolt. Ehitustranspordi ligipääs platsile toimub Mustika keskuse tagant, millele on ligipääs Karjavälja tänavalt. Mustika keskuse taga on liiklus ühesuunaline ning seda kasutavad vaid Mustika keskust teenindavad sõidukid.

Kuna pinnas ehitusplatsil on suure savisisaldusega ja väga pehme, rajatakse ajutised teed. Teede rajamisel kasutatakse maapinnast väljakaevatud betoonitükke, mis purustatakse killustikutaoliseks materjaliks. Teed rajatakse hoone idaküljele, kust toimub Aiandi 9/1 ja 9/3 hoone osa teenindamine ning lääneküljele, kust toimub Aiandi 9/2 hoone osa teenindamine. Lisaks rajatakse tee laoplatstile. Hoone teenindamiseks

saavad sõidukid objektile siseneda läbi autovärava edaspidi objektile sõites ning hiljem välja tagurdades või objektile tagurdades ning hiljem edaspidi välja sõites.

## 4.5 Laoplatsid

Suurim laoplatz, mida kasutatakse materjalide pikaajalisemaks ladustamiseks, asub Aiandi 11 kinnistul. Seal ladustatakse varem ette ostetud materjale ja pinnast. Lühiajaliselt on võimalik materjale ladustada hoonete ümbruses nii, et need ei sega montaaži- ja betoonitööde ega tehnovõrkude ehitamist. Nii ladustatakse materjale, mida on pidevalt vaja kraanaga tõsta, näiteks sillused, müürikivid, armatuur. Armatuuri ladustamiseks on ehitatud ajutised katusealused. Hüdroisolatsioonimaterjali ja väiksemate tööriistade ja toodete ladustamine toimub konteinerites, mis asuvad nii ehitusplatsil kui ka alltöövõtjate ja peatöövõtja soojakukompleksides.

## 4.6 Ajutised hooned ja rajatised

Aiandi kvartali (sh Aiandi 7 ja Aiandi 9 hoonete) ehitustööde ajaks on loodud kaks soojakukompleksi, üks alltöövõtjatele ja teine peatöövõtjale. Peatöövõtja soojakukompleks koos parkimisalaga asub Aiandi 14 kinnistul ning alltöövõtjate soojakukompleks koos parkimisalaga asub Aiandi 11 kinnistul. Ajutiste hoonete planeerimisel on arvestatud sellega, et need ei segaks ehitustöid, oleksid väljaspool ohualasid ning oleksid mugavalt ligipääsetavad nii tööle tulles kui objekti vahet liikudes. Soojakute arv on arvutatud vastavalt hetkele, mil töötab objektil kõige rohkem töölisi. See hetk on 12.07.2022 ning sel hetkel töötab objektil 71 töölisi. Soojakute vajaduse arvutused on toodud tabelis 4.3.

Tabel 4.3 Soojakute vajadus

Jrk nr	Ajutine ehitis	Möötühik	Vajadus 1 inimese kohta	Inimeste arv	Vajadus kokku	Mõõtmed, valitud arv	Kommentaar
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Olmesoojak (sh riietusruum)	m <sup>2</sup>	0,4	71	28,4	2,9x8,4 m 14 tk	2,9x8,4m
2	Sanitaarsoojak	m <sup>2</sup>	0,3	71	21,3	2,9x8,4 m 3 tk	2,9x8,4m
4	WC	m <sup>2</sup>	0,07	71	5,0	1,4x1,4 m 4 tk	Kogumismahutiga
6	Kontor	m <sup>2</sup>	3	6	18	2,9x8,4 m 3 tk	Peatöövõtja ITP töötajatele

Peatöövõtja loob soojakute jaoks platsi Aiandi 11 kinnistule ning organiseerib omalt poolt sinna kogumismahutiga WC-d. Olmesoojakud organiseerib iga alltöövõtja ise, paigutamise koha näitab kätte peatöövõtja. Peatöövõtja kontorid paigutatakse Aiandi 14 kinnistule ning sinna juurde viiakse üks sanitaarsoojak abitöölise jaoks. Kõik soojakud on varustatud ajutisest elektrikilbist toodava elektrikaabliga. Soojakute

kütmine käib elektriradiaatoritega. Alltöövõtjate soojakutes saab joogivett Saku Läte automaatidest. Peatöövõtja sõlmib Aiandi 14 kinnistule AS Tallinna Veega teenuslepingu.

Esmaabi on võimalik saada peatöövõtja soojakus selleks koolitatud isiku poolt. Lisaks asub üks väline esmaabikapp alltöövõtjate soojakukompleksis.

## 4.7 Ajutine elektrivarustus

Ehitustöödeks vajaliku elektrivarustuse arvutamisel võetakse arvesse tabeli 4.4 andmeid.

Tabel 4.4 Ajutise elektrivarustuse vajadus

Jrk nr	Ajutine elektritarbija	Nimi-võimsus (kW)	Arv, tk	Võimsus, kW	Kommentaar
1	2	3	4	5	6
1	Tornkraana	80,0	1	80,0	Liebherr 201 HC
2	Segumasin	1,7	1	1,7	
3	Väiketööriistad	2,0	20	40,0	
4	Ajutine valgustus	1,0	24	24	Prožektorid
6	Olmeelekter	3,0	1	5,0	
7	Muud elektriseadmed	1,8	1	2,0	
Installeeritav võimsus kokku				152,7	

Ehituseks vajalik voolutugevus I arvutatakse valemiga 4.4

$$I = 1000 * \frac{P}{\sqrt{3} * PF * U} \quad (4.4)$$

kus

P - arvutuslik võimsus, KW

PF - võimsustegur 0,8

U - voolu tugevus, 3-faasilise voolu puhul 380 V.

Arvutusliku võimsuse arvutamiseks võetakse arvesse üheaegsustegurid, antud töös on see 0,70.

$$P = 0,70 * 152,7 = 106,9 \text{ kW}$$

Vajalik voolutugevus ehitustöödeks:

$$I = 1000 * \frac{106,9}{\sqrt{3} * 0,8 * 380} = 203,0 \text{ A}$$

Ehituseks vajalik peakaitsme suurus on 3 x 210 A. Sellele vastavalt on koostatud peakilp, elektri peakaabel ja ehitusplatsi ajutine elektripaigaldis.



Arvestades ehitusplatsi prožektorite võimsuseks 1000 W ja valgusandluse koefitsiendiks  $m = 0,25 \text{ W/m}^2\text{lx}$ , siis leitakse ehitusplatsi valgustamiseks vajalik prožektorite arv valemiga 4.5:

$$n = \frac{m * E * S}{P}, \quad (4.5)$$

kus

E - pinna valgustus luksides sõltuvalt valgustatavast objektist

S - valgustatava pinna suurus,  $\text{m}^2$

Vajalik prožektorite arv on toodud tabelis 4.5.

Tabel 4.5 Prožektorite vajadus

Jrk nr	Valgustatav objekt	Pinna valgustus, lx	m, $\text{W/m}^2\text{lx}$	Võimsus, W	Prožektorite arv
1	2	3	4	5	6
1	Montaažiplats	20	0,25	1000	12
2	Laoplat	10	0,25	1000	6
3	Alltöövõtjate soojakud	10	0,25	1000	3
4	Peatöövõtja soojakud	10	0,25	1000	3
Prožektorite arv kokku					24

Prožektorid paigaldatakse ehitusplatsi piirete külge, mõned prožektorid paigaldatakse kraana külge. Soojakute alal paigaldatakse prožektorid soojakute katusele.

## 4.8 Ehitusplatsi piirded ja valve

Ehitusplats on piiratud piirdeaedadega. Eraldi on piiratud veel peatöövõtja soojakute ala ja alltöövõtjate soojakute ala. Alltöövõtjate soojakute alale saab alltöövõtjate parklast läbi turnikee, mille avamiseks saab peatöövõtja käest läbipääsukaardi. Soojakute alalt objektile saamiseks on samuti vaja avada jalgvärv, mille saab lahti läbipääsukaardiga.

Ehitusplatsile saab sõidukiga läbi autovärava, mis avaneb helistamise teel. Kõikide väravate juures on plakatid ehitusplatsil nõutavate ohutusreeglitega. Aiandi tänava kõnniteele paigaldatakse tellingutest tunnel, et kaitsta nii jalakäijaid kui asfaltkatet kukkuvate esemete ja betooni eest.

Ehitusplatsil ja soojakute alal on perimeetrivalve, lisaks on paigaldatud videokaamerad.

## 4.9 Jäätmed

Jäätmete kogumiseks on ehitusplatsil jäätmekonteinerid. Eraldi sorteeritakse ehitusjäätmed ja ohtlikud jäätmed. Soojakute alal asuvad olmejäätmete konteinerid.

## **5. KOONDKALENDERPLAAN**

### **5.1 Koondkalenderplaani üldpõhimõtted**

Koondkalenderplaani on ehitusplatsi tegevuse alus, kus esitatakse kogu projekti plaanitavad tööd, nende kestus ja nende edenemine. Koondkalenderplaani alusel koostatakse tööjõu-, tarnete ja masinate plaanid ning selle abil toimub ka tööaegne järelvalve. Koondkalenderplaanis esitatavate tööde nimetused valitakse vastavalt objekti projektdokumentidele. Esmalt koostatakse kalenderplaani tarinditöödele, kuhu sobitatakse hoone tehnosüsteemide tööd koos vahe-eesmärkidega. Seejärel saab koostada koondkalenderplaani kogu ehitusplatsile. [9]

Koondkalenderplaani on koostatud vastavalt OÜ EKE Nora [10] kogumikus "Ehitusnormid, ehituslikud üksushindid" olevatele ajanormidele ning on korrigeeritud vastavalt Bonava Eestis välja kujunenud tööviljakusnormatiivide järgi. Nendele osadele, millele on koostatud tehnoloogiline kaart, on tehtud detailsed arvutused RATU kaartide [11] alusel. Arvutuste algandmetena kasutatakse Bonava Eesti poolt koostatud ehituseelarvet. Ehituse algus on 23.08.2021 ja lõpptähtajad määratakse igale hoone osale eraldi. 4-korruselise hoone osa üleandmise tähtaeg on 16.12.2022, 6-korruselise hoone osa üleandmise tähtaeg on 06.01.2023 ja 8-korruselise hoone üleandmise tähtaeg on 20.01.2023. Hoone ümbrus, väliterass ja parklad peavad olema valmis samaks ajaks kui 6-korruselise hoone osa. Kokku kestab ehitus 349 tööpäeva.

Koondkalenderplaani on toodud joonisel 4.

### **5.2 Ehitusmaksumus**

Teostatavate ehitustööde maksumused on võetud vastavalt Bonava Eesti OÜ poolt koostatud ehituseelarvele ning on konfidentsiaalsuse säilitamiseks läbi korrutatud koefitsiendiga. Ehitusmaksumuse koondtabel on toodud tabelis 5.1. Ehitusmaksumus on kokku 5 778 122,24 eurot.

Tabel 5.1 Aiandi 9 korterelamu ehitusmaksumus

Jrk nr	Töö nimetus	Maksumus, €
<b>1</b>	<b>ETTEVALMISTUSTÖÖD</b>	
1.1	Ettevalmistustööd	7 685,86
<b>2</b>	<b>PINNASETÖÖD</b>	
2.1	Tornkraana ja vaiamasina aluse ehitus	34 763,91
2.2	9/3 hoonealuse süvendi vajakaeve ja rostvärkide alused	17 390,88
2.3	9/1 hoonealuse süvendi vajakaeve ja rostvärkide alused	17 390,88
2.4	9/2 hoonealuse süvendi vajakaeve ja rostvärkide alused	21 980,51
2.5	Parkla väljakaeve	18 920,76
2.6	9/3 vundamentide tagasitäide	23 883,33
2.7	9/1 vundamentide tagasitäide	23 883,33
2.8	9/2 vundamentide tagasitäide	30 186,37
2.9	Parkla vundamentide tagasitäide	25 984,33
2.10	Teede ja platside alused	45 394,69
2.11	Teede ja platside katendid	54 156,11
2.12	Terassi põranda ehitus, haljastus	8 615,27
2.13	Haljastustööd	8 087,60
2.14	Terassi ja mänguväljaku väliinventari paigaldus	835,02
<b>3</b>	<b>VÄLISTRASSID</b>	
3.1	Veetrass	6 584,07
3.2	Olmekanalisisatsioon	18 232,82
3.3	Sadevesi	79 444,46
3.4	Kaugküttetrass	41 530,32
3.5	Sidetrass	5 800,68
3.6	Elektrivälistrass	44 641,61
3.7	Välisvalgustus	34 225,09
3.8	Drenaaž	12 155,21
<b>4</b>	<b>VUNDAMENDID JA VÄLISKONSTRUKTSIOONID</b>	
4.1	9/3 vaiatööd	94 504,89
4.2	9/1 vaiatööd	101 160,16
4.3	9/2 vaiatööd	79 863,29
4.4	Tornkraana montaaž	12 354,56
4.5	9/3 vundamendid	43 183,33
4.6	9/1 vundamendid	43 183,33
4.7	9/2 vundamendid	54 579,83
4.8	Parkla tugimüüri vundamendid	24 949,59
4.9	Vundamenti soojus- ja hüdroisolatsioon	11 800,12
<b>5</b>	<b>KARKASSI- JA KATUSEKONSTRUKTSIOONID</b>	

Tabeli 5.1 järg

Jrk nr	Töö nimetus	Maksumus, €
<b>5.1</b>	<b>9/3 (8-korruseline hoone osa)</b>	
5.1.1	9/3 1.k seinte montaaž	54 465,53
5.1.2	9/3 1.k postide ja talade montaaž	43 717,05
5.1.3	9/3 1.k vahelae ja trepielementide montaaž	32 080,32
5.1.4	9/3 2.k kandvad seinad müüritööd	20 268,95
5.1.5	9/3 2.k vahelae ja trepielementide montaaž	32 080,32
5.1.6	9/3 3.k kandvad seinad müüritööd	20 268,95
5.1.7	9/3 3.k vahelae ja trepielementide montaaž	32 080,32
5.1.8	9/3 4.k kandvad seinad müüritööd	20 268,95
5.1.9	9/3 4.k vahelae ja trepielementide montaaž	32 080,32
5.1.10	9/3 5.k kandvad seinad müüritööd	20 268,95
5.1.11	9/3 5.k vahelae ja trepielementide montaaž	32 080,32
5.1.12	9/3 6.k kandvad seinad müüritööd	20 268,95
5.1.13	9/3 6.k vahelae ja trepielementide montaaž	32 080,32
5.1.14	9/3 7.k kandvad seinad müüritööd	20 268,95
5.1.15	9/3 7.k vahelae ja trepielementide montaaž	32 080,32
5.1.16	9/3 8.k kandvad seinad müüritööd	20 268,95
5.1.17	9/3 8.k katuslae montaaž, parapetid ja šahtid katusel	35 938,38
<b>5.2</b>	<b>9/1 (6-korruseline hoone osa)</b>	
5.2.1	9/1 1.k seinte montaaž	54 465,53
5.2.2	9/1 1.k postide ja talade montaaž	43 717,05
5.2.3	9/1 1.k vahelae ja trepielementide montaaž	32 080,32
5.2.4	9/1 2.k kandvad seinad müüritööd	20 268,95
5.2.5	9/1 2.k vahelae ja trepielementide montaaž	32 080,32
5.2.6	9/1 3.k kandvad seinad müüritööd	20 268,95
5.2.7	9/1 3.k vahelae ja trepielementide montaaž	32 080,32
5.2.8	9/1 4.k kandvad seinad müüritööd	20 268,95
5.2.9	9/1 4.k vahelae ja trepielementide montaaž	32 080,32
5.2.10	9/1 5.k kandvad seinad müüritööd	20 268,95
5.2.11	9/1 5.k vahelae ja trepielementide montaaž	32 080,32
5.2.12	9/1 6.k kandvad seinad müüritööd	20 268,95
5.2.13	9/1 6.k katuslae montaaž, parapetid ja šahtid katusel	35 938,38
<b>5.3</b>	<b>9/2 (4-korruseline hoone osa)</b>	
5.3.1	9/2 1.k müüritööd	25 618,13
5.3.2	9/2 1.k postide ja talade montaaž	12 134,04
5.3.3	9/2 1.k vahelae ja trepielementide montaaž	32 080,32
5.3.4	9/2 2.k müüritööd	25 618,13

Tabeli 5.1 järg

Jrk nr	Töö nimetus	Maksumus, €
5.3.5	9/2 2.k vahelae ja trepielementide montaaž	32 080,32
5.3.6	9/2 2.k rõdude seinte, postide ja plaatide montaaž	7 845,35
5.3.7	9/2 3.k müüritööd	25 618,13
5.3.8	9/2 3.k vahelae ja trepielementide montaaž	32 080,32
5.3.9	9/2 3.k rõdude seinte, postide ja plaatide montaaž	7 845,35
5.3.10	9/2 4.k müüritööd	25 618,13
5.3.11	9/2 4.k katuslae montaaž, parapetid ja šahtid katusel	35 938,38
5.3.12	9/2 4.k rõdude seinte, postide ja plaatide montaaž	7 845,35
<b>5.4</b>	<b>Katusealune parkla/terass</b>	
5.4.1	Parkla postid ja talad	12 406,83
5.4.2	Parkla r/b seinad	14 975,22
5.4.3	Parkla katuslae montaaž	35 521,67
5.4.4	Välisterassi katuse kalded, hüdroisolatsioon, pealevalu	18 874,80
<b>5.5</b>	<b>Auto varjualused</b>	
5.5.1	Auto varjualuste vundamendid	12 551,07
5.5.2	Auto varjualuste teraskonstruksioonide paigaldus	11 752,07
5.5.3	Auto varjualuste profiilpleki paigaldus	5 186,27
<b>6</b>	<b>FASSAADID</b>	
<b>6.1</b>	<b>9/3 (8-korruseline hoone osa)</b>	
6.1.1	9/3 katuse vent. raam, aurutõke, soojustus, 1. kattekiht	36 066,88
6.1.2	9/3 akende paigaldus	83 777,95
6.1.3	9/3 fassaaditööd	162 295,97
6.1.4	9/3 välisuste paigaldus	24 010,57
6.1.5	9/3 katuse 2. kattekiht	9 016,72
6.1.6	9/3 parapeti plekid, šahtide ülespöörded	2 308,33
6.1.7	9/3 rõdude montaaž	140 738,58
<b>6.2</b>	<b>9/1 (6-korruseline hoone osa)</b>	
6.2.1	9/1 katuse vent.raamid, varjestussein, aurutõke, soojustus, 1. kattekiht	27 063,05
6.2.2	9/1 akende paigaldus	62 863,40
6.2.3	9/1 fassaaditööd	121 779,98
6.2.4	9/1 välisuste paigaldus	18 016,51
6.2.5	9/1 katuse 2. kattekiht	6 765,76
6.2.6	9/1 parapeti plekid, šahtide ülespöörded	1 732,08
6.2.7	9/1 rõdude montaaž	108 835,14
<b>6.3</b>	<b>9/2 (4-korruseline hoone osa)</b>	
6.3.1	9/2 katuse vent.raamid, varjestussein, aurutõke, soojustus, 1. kattekiht	22 793,10
6.3.2	9/2 akende paigaldus	52 944,96

Tabeli 5.1 järg

Jrk nr	Töö nimetus	Maksumus, €
6.3.3	9/2 fassaaditööd	102 565,80
6.3.4	9/2 välisuste paigaldus	15 173,90
6.3.5	9/2 katuse 2. kattekiht	5 698,28
6.3.6	9/2 parapeti plekid, šahtide ülespöörded	1 458,79
6.3.7	9/2 rõdude ehitamine	29 066,56
<b>7</b>	<b>SISETÖÖD</b>	
<b>7.1</b>	<b>9/3 (8-korruseline hoone osa)</b>	
7.1.1	9/3 šahtide ladumine	11 814,38
7.1.2	9/3 põrandate pealevalu vahelagedel	53 375,00
7.1.3	9/3 sahtide sulgemine	11 814,38
7.1.4	9/3 seinte krohvimine	22 268,85
7.1.5	9/3 kipsseinte ehitus	57 158,99
7.1.6	9/3 kipslagede ehitus	28 076,23
7.1.7	9/3 maalritööd 1. värvini korterites	68 541,14
7.1.8	9/3 plaatimine korterites	6 412,22
7.1.9	9/3 põrandakatete paigaldus	13 349,62
7.1.10	9/3 uste paigaldus	33 835,56
7.1.11	9/3 põrandaliistud	3 337,41
7.1.12	9/3 maalritööd üldaladel	7 615,68
7.1.13	9/3 plaatimine üldaladel	6 856,15
7.1.14	9/3 maalritööd lõppvärvi	22 268,85
<b>7.2</b>	<b>9/1 (6-korruseline hoone osa)</b>	
7.2.1	9/1 šahtide ladumine	8 865,01
7.2.2	9/1 põrandate pealevalu vahelagedel	40 050,32
7.2.3	9/1 šahtide sulgemine	8 865,01
7.2.4	9/1 seinte krohvimine	22 268,85
7.2.5	9/1 kipsseinte ehitus	42 889,67
7.2.6	9/1 kipslaed korterites	21 067,21
7.2.7	9/1 maalritööd 1. värvini korterites	51 430,34
7.2.8	9/1 plaatimine korterites	4 811,45
7.2.9	9/1 põrandakatete paigaldus	10 016,99
7.2.10	9/1 uste paigaldus	25 376,67
7.2.11	9/1 põrandaliistud	2 504,25
7.2.12	9/1 maalritööd üldaladel	5 714,48
7.2.13	9/1 plaatimine üldaladel	5 144,56
7.2.14	9/1 maalritööd lõppvärvi	16 709,60
<b>7.3</b>	<b>9/2 (4-korruseline hoone osa)</b>	

Tabeli 5.1 järg

Jrk nr	Töö nimetus	Maksumus, €
7.3.1	9/2 šahtide ladumine	7 466,31
7.3.2	9/2 põrandate pealevalu vahelagedel	33 731,27
7.3.3	9/2 šahtide sulgemine	7 466,31
7.3.4	9/2 seinte krohvimine	16 709,60
7.3.5	9/2 kipsseinte ehitus	36 122,62
7.3.6	9/2 kipslaed korterites	17 743,27
7.3.7	9/2 maalritööd 1. värvi korterites	43 315,78
7.3.8	9/2 plaatimine korterites	4 052,32
7.3.9	9/2 põrandakatete paigaldus	8 436,53
7.3.10	9/2 uste paigaldus	16 917,78
7.3.11	9/2 põrandaliistud	2 109,13
7.3.12	9/2 maalritööd üldaladel	4 812,86
7.3.13	9/2 plaatimine üldaladel	4 332,87
7.3.14	9/2 maalritööd lõppvärvi	22 268,85
<b>8</b>	<b>ERITÖÖD</b>	
8.1	9/3 kanalisatsiooni püstakud ja põrandaalune torustik korrustel	109 699,56
8.2	9/1 kanalisatsiooni püstakud ja põrandaalune torustik korrustel	82 274,67
8.3	9/2 kanalisatsiooni püstakud ja põrandaalune torustik korrustel	54 849,78
8.4	9/3 kaabeldus	200 743,37
8.5	9/1 kaabeldus	150 557,53
8.6	9/2 kaabeldus	100 371,69
8.7	9/3 põrandaküttetorustiku paigaldus	71 723,00
8.8	9/1 põrandaküttetorustiku paigaldus	53 817,87
8.9	9/2 põrandaküttetorustiku paigaldus	45 326,61
8.10	9/3 ventilatsioonitorustikud korterites	122 506,49
8.11	9/1 ventilatsioonitorustikud korterites	91 879,87
8.12	9/2 ventilatsioonitorustikud korterites	61 253,25
8.13	9/3 pistikupesade, valgustite, plafoonide, santehnika paigaldus	8 071,11
8.14	9/1 pistikupesade, valgustite, plafoonide, santehnika paigaldus	6 053,34
8.15	9/2 pistikupesade, valgustite, plafoonide, santehnika paigaldus	4 035,55
8.16	9/3 liftide paigaldus	19 580,03
8.17	9/2 liftide paigaldus	36 749,27
8.18	9/1 liftide paigaldus	18 813,23
8.19	9/3 katsetused, mõõdistused, lõpukoristus	12 532,93

Tabeli 5.1 järg

Jrk nr	Töö nimetus	Maksumus, €
8.20	9/1 katsetused, moodsustused, lõpukoristus	9 404,18
8.21	9/2 katsetused, moodsustused, lõpukoristus	7 920,41
<b>9</b>	<b>OBJEKTI KASUTUS- JA JUHTIMISKULUD</b>	330 561,39
	<b>KOKKU</b>	<b>5 778 122,24</b>



## 6. TEHNOLOOGILISED KAARDID

Käesolevas lõputöös koostatakse neli tehnoloogilist kaarti, mille eesmärk on tutvustada iga tööloigu osas kasutatavaid töömeetodeid, toetades neid arvutustega. Kaartidel tuuakse arvutuslikul teel välja tööjõu-, masinate ja materjalide vajadused. Tehnoloogilised kaardid on koostatud 8-korruselise hoone osale (Aiandi 9/3).

Tehnoloogilised kaardid koostatakse järgmistele töödele:

- Vaiatööd ja rostvargi ehitus
- 1. korruse montaažitööd
- Vahelagede montaažitööd
- Müüritööd

Tehnoloogiliste kaartide koostamisel on kasutatud hoone arhitektuurset projekti [1], konstruktsiooni osa projekti [12] ja RATU kaarte [11].

### 6.1 Vaiatööd ja rostvargi ehitus

#### 6.1.1 Vaiatööde ja rostvargi ehitustööde kirjeldus

Vaiatööde alguseks peavad ehitusplatsil olema lõpetatud koristustööd ja geodeedi poolt peab olema teostatud vaiade asukohtade mõõtmine ja märkimine. Vaiatööde alal tuleb kõik mõjupiirkonnas asuvad kommunikatsioonid tähistada. Tööde käigus rajatakse CFA puurvaiad, mis toetuvad savimõllmoreenile või peen- ja keskliiva kihile. Selleks süvistatakse puur vajalikule sügavusele ning hakatakse seda peatamata ülespoole tagasi keerama. Samal ajal täidetakse antud koht surve all betooniga, milleks kasutatakse betoonipumpa. Armatuurkarkass vibreeritakse värskesse betooni kohe pärast puuri eemaldamist puuraugust. Kuna ehitusplatsil on pinnaseveetase suhteliselt kõrge, tuleb olla valmis pinnasevee tõrjumiseks. Vaiade pikkus on projektijärgselt umbes 22 meetrit ning läbimõõdud kas 400 või 550 mm. Vaiade paigaldusel arvestatakse sellega, et ei rajataks järjest lähestikku asuvaid vaiasid. Seda seetõttu, et järgmise vaia puurimisega ei kahjustataks kivineva vaia tugevust.

Pärast vaiatööde lõppu toimub vaiade väljakaeve. Kaevetöödel arvestatakse kaevetööklassiga H2, mille järgi määratakse kaeviku nõlva kalded, mis on 1:1. Vaiade

ümbrus kaevatakse lahti kuni rajatava killustikaluse alumise kõrgusmärgini. Väljakaevatud pinnas veetakse kolmeteljelise veoautoga, mille kandevõime on 14 tonni, 10 kilomeetri kaugusel asuvale ladustusplatsile. RATU [11] järgi teeb see ühe veoringi ajaks 33 minutit. Pinnase tihedus on ligikaudu 1,6 t/m<sup>3</sup>, seega on ühe koorma maht 8,75 m<sup>3</sup>. Veetava pinnase puistemaht on 1350 m<sup>3</sup>. Pinnase äraveoks arvestatakse kaks veoautot, mis suudavad kokku ära vedada 4 koormat tunnis ehk 35 m<sup>3</sup>/h. Pärast kaevetööde lõppu mõõdistab ja märgib geodeet vaiade lõplikud kõrgused ja rostvargi asukoha. Vaiad piigatakse ja rajatakse rostvargi killustikalus. Killustikalus tehakse 200 mm paksune ja selleks kasutatakse fr 16/32 killustikku. Killustikalus tihendatakse plaatvibraatoriga. Geodeet kontrollib killustikaluse kõrguse ning märgib rostvargi nurgapunktid. Rostvärk rakestatakse, armeeritakse ja betoneeritakse C25/30 betooniga.

Tehnoloogilistes arvutustes on kasutatud RATU kaardil [11] toodud tegureid. Lisaajateguriks on vaiatööl võetud 1,1 ja kaevetööl 1,0. Tehnoloogilised arvutused on toodud tabelis 6.1.

Tabel 6.1 Vaia- ja kaevetööde tööjõukulu

Vaia- ja kaevetööd					
Jrk nr	Töö nimetus	Ühik	Ajanorm	Normatiivne tööjõukulu	
			in-h	ühikuid	in-h
			mas-h		mas-h
<b>1</b>	<b>Vaiatööd</b>				
1.1	Vaiakohtade väljamõõtmine ja mahamärkimine	tk	0,1	71	7,1
1.2	Puurimine, betoneerimine	tk	0,65	71	46,15
			0,33	71	23,43
<b>1</b>	<b>Vaiatööd kokku</b>		in-h		58,58
			mas-h		25,77
			in-vah		7,32
			mas-vah		3,22
<b>2</b>	<b>Kaevetööd</b>				
2.1	Kaevamine	m <sup>3</sup>	0,012	1350	16,2
2.2	Pinnase vedu	m <sup>3</sup>	0,057	1350	76,95
<b>2</b>	<b>Kaevetööd kokku</b>		mas-h		93,15
			mas-vah		11,64
<b>3</b>	<b>Vaiade piikamine</b>				
1.1	Vaiade piikamine	tk	0,11	71	7,81
<b>3</b>	<b>Vaiade piikamine kokku</b>		in-h		8,59
			in-vah		1,07

Koht- ja lintrostvärkide mõõtmed on toodud tabelis 6.2.

Tabel 6.2 Rostvärkide mõõtmed

Tähis	Ristlõige		Perimeetri pikkus	Pikkus	Kogus	Betooni maht	Betooni maht kokku
	b	h		L		m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>
KR-3001	600	900		2100	5	1,13	5,67
KR-3002	750	900		2300	6	1,55	9,32
KR-3003		900	7386*		1	3,07	3,07
KR-3004	600	600		600	22	0,22	4,75
KR-3005	750	750		750	20	0,34	6,75
KR-3006	500	600		600	2	0,17	0,33
KR-3007	500	750		750	2	0,27	0,53
LR-3001	400	600		5170	17	1,24	21,15
LV-3001	600	600		1750	2	0,63	1,25
MPL-3001	2220	200		2220	1	1,07	1,07
MS-3001	200	600		2150	1	0,26	0,26
MS-3002	155	600		2040	1	0,19	0,19
MS-3003	240	600		2680	1	0,39	0,39
MS-3004	155	600		2040	1	0,19	0,19

\*erikujuline rostvärk küljemõõtudega 2250+600+600+600+1668+1668

Raketiskilpide kogused ja pindalad on toodud tabelis 6.3. Armatuuri kogused on toodud tabelis 6.4.

Tabel 6.3 Rostvärgi raketise kokkuvõte

Tähis	Ristlõige		Perimeetri pikkus	Pikkus	Kilpide kogus	Kilpide pindala
	b	h		L	tk	m <sup>2</sup>
KR-3001	600	900		2100	20	24,30
KR-3002	750	900		2300	24	32,94
KR-3003		900	7386		6	6,65
KR-3004	600	600		600	132	21,12
KR-3005	750	600		750	120	26,40
KR-3006	500	600		600	8	1,44
KR-3007	500	750		750	8	1,80
LR-3001	400	600		5170	102	105,47
LV-3001	600	600		1750	4	4,20
MPL-3001	2220	200		2220	4	0,99
MS-3001	270	600		2150	2	2,37
MS-3002	175	600		2040	2	2,12
MS-3003	270	600		2680	2	3,01
MS-3004	175	600		2040	2	2,12
					Kokku	235

Tabel 6.4 Rostvärgi armatuuri kokkuvõte

Tähis	Ristlõige		Perimeetri pikkus	Pikkus	Armatuuri keskmine läbimõõt	Kogus
	b	h		L	mm	kg
KR-3001	600	900		2100	12	762,00
KR-3002	750	900		2300	12	1089,60
KR-3003		900	7386		12	288,60
KR-3004	600	600		600	12	349,80
KR-3005	750	600		750	12	418,00
KR-3006	500	600		600	12	31,80
KR-3007	500	750		750	12	41,80
LR-3001	400	600		5170	12	3448,20
MPL-3001	2220	200		2220	12	107,50
MS-3001	270	600		2150	12	99,40
MS-3002	175	600		2040	12	
MS-3003	270	600		2680	12	
MS-3004	175	600		2040	12	
					Kokku	6637

Rostvärgi ehituse tehnoloogilistes arvutustes on võetud rakestamise lisaajateguriks 1,1 ja töömahu mõjuteguriks 0,99, sarrustamise lisaajateguriks 1,2 ja töömahu mõjuteguriks 1,1 ning betoneerimise lisaajateguriks 1,15 ja töömahu mõjuteguriks 1,1. Tehnoloogilised arvutused on toodud tabelis 6.5.

Tabel 6.5 Rostvärgi ehituse tööjõukulu

Rostvärgi ehitus					
Jrk nr	Töö nimetus	Ühik	Ajanorm	Normatiivne tööjõukulu	
			in-h	ühikuid	in-h
			mas-h		mas-h
<b>1</b>	<b>Rakestamine</b>				
1.1	Mõõdistamine	m2	0,03	234,93	7,05
1.2	Raketise ehitamine	m2	0,35	234,93	82,23
1.3	Lahtirakestamine	m2	0,15	234,93	35,24
1.4	Raketise tarvikute puhastamine	m2	0,20	234,93	46,99
<b>1</b>	<b>Rakestamine kokku</b>		in-h		186,76
			in-vah		23,35
<b>2</b>	<b>Sarrustamine</b>				
2.1	Teisaldamine käsitsi, lühikesed vahemaad	t	0,5	6,64	3,32

Rostvärgi ehitus					
Jrk nr	Töö nimetus	Ühik	Ajanorm	Normatiivne tööjõukulu	
			in-h	ühikuid	in-h
			mas-h		mas-h
2.2	Sarrustamine (taldmikud, keskmine läbimõõt 12 mm)	t	6,3	6,64	41,83
<b>2</b>	<b>Sarrustamine kokku</b>		in-h		59,60
			in-vah		7,45
<b>3</b>	<b>Betoneerimine</b>				
3.1	Eeltööd	m3	0,03	54,92	1,65
3.2	Betoneerimine betoonipumba abil	m3	0,2	54,92	10,98
			0,19	54,92	10,43
3.3	Järeltööd	m3	0,02	54,92	1,10
<b>3</b>	<b>Betoneerimine kokku</b>		in-h		17,37
			mas-h		13,20
			in-vah		2,17
			mas-vah		1,65

### 6.1.2 Vaiatööde ja rostvargi ehituse tehnoloogilised arvutused

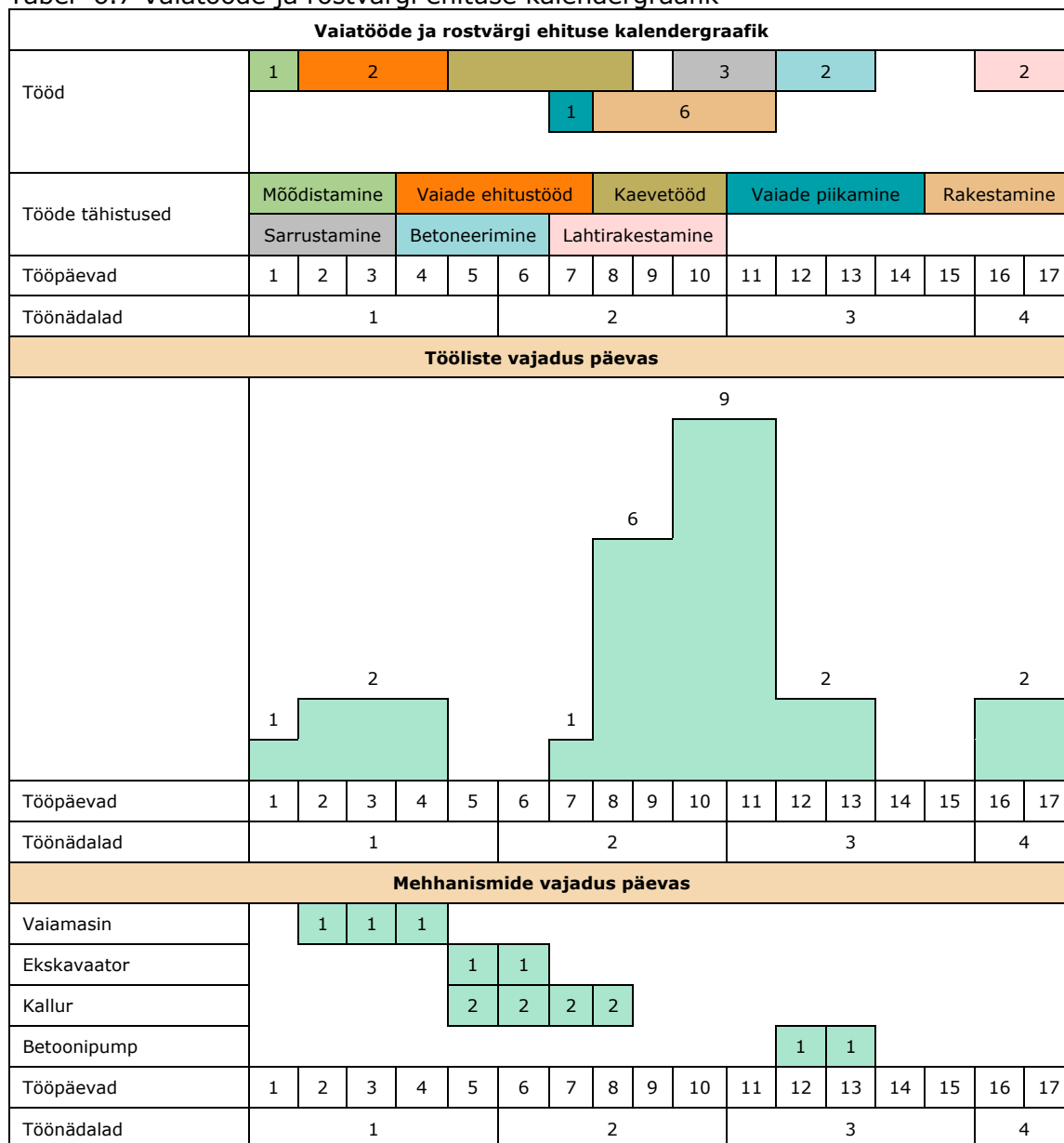
Vaiade mõõdistamisega ja märkimisega tegeleb üks mõõdistaja. Vaiatöödele arvestatakse kaks töölist. Kaevetöödele arvestatakse üks ekskavaator ja kaks kallurit pinnase veoks. Vaiade piikamisega tegeleb üks tööline. Samal ajal kui kaevamine on lõpetatud ning vaiad on piigatud, kuid käib veel pinnase vedu, saab alustada rostvargi raketiste ehitamisega. Rakestamis- ja armeerimistööd toimuvad samaaegselt. Rakestamistöördele arvestatakse kokku kuus töölist ning armeerimistöördele kolm töölist. Betoneerimisele on arvestatud kaks töölist. Pärast betoneerimist tekib töodes tehnoloogiline paus, mil betoon kivineb. Kahe tööpäeva pärast toimub rostvargi lahtirakestamine. Kokku võtavad vaiatööd ja rostvargi ehitus aega 17 päeva. Tehnoloogilised arvutused on toodud tabelis 6.6, tehnoloogiline kaart on toodud joonisel 5.

Tabel 6.6 Vaiatööde ja rostvargi ehituse tehnoloogilised arvutused

Jrk nr	Töö nimetus	Vaiatööd ja rostvargi ehitus						
		Tööliste eriala	Arv	Normatiivne	Kestus	Normitaitmis-tegur	Valitud	
				tööjõukulu	in-vah		in-vah	kestus
				mas-vah	mas-vah		mas-vah	vah
1	Vaiakohtade mõõtmine ja märkimine	Möödistaja	1	0,98	0,98	1,02	1	
2	Vaiade puurimine, betoneerimine	Tööline	2	6,35	3,17	0,95	3	
		Vaiamasin	1	3,22	3,22	0,93	3	
3	Kaevetööd	Ekskavaator	1	2,03	2,03	0,99	2	
		Kallur	2	9,62	4,81	0,83	4	
4	Vaiade piikamine	Tööline	1	1,07	1,07	0,93	1	
5	Rakestamine	Tööline	6	12,15	2,03	0,99	2	
6	Sarrustamine	Tööline	3	7,45	2,48	0,81	2	
7	Betoneerimine betoonipumba abil	Tööline	2	2,17	1,09	1,84	2	
		Betoonipump	1	1,65	1,65	1,21	2	
8	Lahtirakestamine, puhastamine	Tööline	6	11,19	1,87	1,07	2	

Vaiatööde ja rostvargi ehituse kalendergraafik on toodud tabelis 6.7.

Tabel 6.7 Vaiatööde ja rostvõrgi ehituse kalendergraafik



## 6.2 1. korruse montaažitööd

Antud tehnoloogiline kaart kirjeldab hoone osa 1. korruse seinapaneelide, postide ja talade montaažitööd. Kuna seinapaneelid ja talad on oluliselt raskemad kõikidest teistest monteeritavatest elementidest ning seinte montaažitööd kestavad vaid 3 päeva, kasutatakse nendel töödel autokraanat. Autokraana valik on kirjeldatud peatükis 4.3.

### **6.2.1 1. korruse montaažitööde kirjeldus**

Seinapaneelide ja postide montaažitööde eelduseks on vundamendi roostvärgi betooni 70% survetugevuse saavutamine ja vundamendi tagasitäite lõpetamine. Monteeritavad seinapaneelid on 200 mm paksused raudbetoonpaneelid, mille alumises osas on õõned, kuhu sisse lähevad vundamendi jätkurauad ning ülemisest osast ulatuvad välja jätkurauad. Lisaks on paneelil tehases paigaldatud tõsteaasad, mis hiljem maha lõigatakse. Seinapaneelide alumised vuugid täidetakse jootebetooniga pärast paneeli paigaldamist. Paneelid toestatakse vähemalt kahe ajutise kaldtoega, mille ülemised kinnitused peavad olema paneeli raskuskeskmest kõrgemal ning kinnitatud poltidega paneelides olevatesse ankrutesse.

Monteeritavad raudbetoonpostid on läbimõõduga 600x400 mm ning need kinnitatakse poltliitega kohtroostvärgi külge. Hiljem ehitatakse postide ümber raketis ning postid monoliiditakse jootebetooniga. Monteeritavad raudbetoonjalad toetuvad postidele. Talad paigaldatakse nii, et postide ankrud lähevad talades olevatesse aukudesse. Talad toestatakse ajutiste püsttugede abil nii kaua kuni tala on kindlalt kinnitatud. Posti ja tala liitekohad monoliiditakse.

Enne montaažitöödega alustamist tuleb töölistega läbi viia tööohutuskoolitus ning kontrollida tööks vajalike tõsteseadmete ja muude töövahendite olemasolu. Lisaks tuleb kontrollida elementide vastavust projektile.

### **6.2.2 1. korruse montaažitööde tehnoloogilised arvutused**

Seinte montaaž toimub ruumi säästmise ja ajalise optimeerimise eesmärgil ratastelt. Lisaks ei ole sel juhul paneelide vaheladustamise vajadust. Elementide tarnegraafik on kokku lepitud vastavalt monteerimisplaanile. Postid ja talad tarnitakse varem ning nende jaoks on vajalik vaheladustamine ehitusplatsil. Tehnoloogilistes arvutustes on kasutatud RATU kaardil [11] toodud tegureid. Lisaajateguriks on nii seinapaneelide kui ka postide ja talade monteerimisel võetud 1,1.

1. korruse montaažitööde tööjõukulu arvutused on toodud tabelis 6.8.



Tabel 6.8 1. korruse montaažitööde tööjõukulu

Seinte montaažitööd					
Jrk nr	Töö nimetus	Ühik	Ajanorm	Normatiivne tööjõukulu	
			in-h	ühikuid	in-h
			mas-h		mas-h
<b>1</b>	<b>Seinapaneelide montaaž</b>				
1.1	Mõõtmine	tk	0,12	32	3,84
1.2	Paigaldus (välisseinapaneel)	tk	1,45	17	24,65
		tk	0,10	17	1,7
1.3	Paigaldus (vaheseinapaneel)	tk	1,3	15	19,5
		tk	0,10	15	1,5
1.4	Vuugiraketise tegemine, monoliitimine ja lahtirakestamine	tk	0,5	32	16
1.5	Püstvuukide monoliitimine betoonipumbaga (sh raketise ehitamine ja lahtivõtmine)	tk	0,25	32	8
<b>1</b>	<b>Seinapaneelide montaaž kokku</b>		in-h		79,19
			mas-h		3,52
			in-vah		9,90
			mas-vah		0,44
<b>2</b>	<b>Postide ja talade montaaž</b>				
2.1	Materjalide vastuvõtmine ja ajutine ladustamine	tk	0,15	23	3,45
		tk	0,10	23	2,3
2.2	Mõõtmine	tk	0,12	23	2,76
2.3	Postide paigaldamine ja kinnitamine (kaal < 3 tonni, poltliide)	tk	0,65	12	7,8
		tk	0,10	12	1,2
2.4	Postide monolitiseerimine	tk	0,40	12	4,8
2.5	Talade paigaldamine (kaal < 3 tonni, tappliide)	tk	0,65	1	0,65
		tk	0,10	1	0,1
2.6	Talade paigaldamine (kaal 3...8 tonni, tappliide)	tk	0,90	10	9
		tk	0,10	10	1
2.7	Talade monoliitimine	tk	0,30	11	3,3
2.8	Terastalade paigaldamine	tk	0,75	9	6,75
		tk	0,10	9	0,9
2.9	Terastalade kinnitamine (poltliide)	tk	0,25	9	2,25
<b>2</b>	<b>Postide ja talade montaaž kokku</b>		in-h		44,84
			mas-h		6,05
			in-vah		5,60
			mas-vah		0,76

### 6.2.3 1. korruse montaažitööde tööjõu vajadus ja kestus

1. korruse montaažitöödele arvestatakse neli töölist, kellest üks on veoki juures ja tegeleb elementide troppimisega ning ülejäänud tegelevad elementide paigaldamise, armeerimise, raketiste ehitamise ja betoneerimisega. 1. korruse seinte, postide ja talade montaažitööd võtavad kokku aega 4 päeva. 1. korruse montaažitööde tehnoloogiline kaart ning täpsem graafik on toodud joonisel 6, tehnoloogilised arvutused on toodud tabelis 6.9.

Tabel 6.9 1. korruse montaažitööde tehnoloogilised arvutused

Jrk nr	Töö nimetus	1. korruse montaažitööd					
		Tööliste eriala	Tööliste arv	Normatiivne tööjõukulu	Kestus	Normitaitmis-tegur	Valitud kestus
				in-vah			vah
				mas-vah	vah		
1	Seinapaneelide montaaž	Tööline	4	9,90	2,48	0,81	<b>2</b>
		Autokraana	1	0,44	0,44	0,44	<b>2</b>
2	Postide montaaž	Tööline	3	2,59	0,86	1,16	<b>1</b>
		Kraana	1	0,44	0,44	2,29	<b>1</b>
3	Talade montaaž	Tööline	3	3,02	1,01	0,99	<b>1</b>
		Autokraana	1	0,26	0,26	3,83	<b>1</b>

1. korruse montaažitööde graafik on toodud tabelis 6.10.

Tabel 6.10 1. korruse montaažitööde kalendergraafik

<b>1. korruse montaažitööde kalendergraafik</b>					
Tööd	4	3	3		
Tööde tähistused	Seinapaneelide montaaž				
	Postide montaaž				
	Talade montaaž				
Tööpäevad	1	2	3	4	5
Töönädalad	1				
<b>Tööliste vajadus päevas</b>					
Tööpäevad	1	2	3	4	5
Töönädalad	1				
<b>Mehhanismide vajadus päevas</b>					
Tornkraana			1	1	
Autokraana	1	1		1	
Tööpäevad	1	2	3	4	5
Töönädalad	1				

## 6.3 Vahelae montaažitööd

Antud tehnoloogiline kaart kirjeldab ühe korruse vahelae õõnespaneelide, trepielementide ja rõdu teraslattide montaažitöid. Hoone 1.-7. korruse vahelae on tüüpsed ning nende kohta koostatakse arvutus ühele tüüpkorrusele, hiljem arvestatakse kalenderplaanis juurde ülejäänud korruste töömaht. 8. korruse arvutused on teostatud eraldi. Vahelagede montaaž toimub tornkraanaga, mille valik on kirjeldatud peatükis 4.1.

### 6.3.1 Vahelae montaažitööde kirjeldus

Vahelagede montaažitööde alguseks peavad olema lõpetatud kandvate vaheseinte monteerimine või müüride ladumine ja betoneerimine. Müüribeton peab olema saavutanud 70% oma tugevusest. Lisaks peavad olema monteeritud talad. Hoone

vahelaed koosnevad 220 mm õõnespaneelidest, mis on omavahel monoliiditud. Paneelide horisontaalsuse saavutamiseks kasutatakse sobiva kõrgusega korrosioonikindlaid paigaldusklotse, sealjuures peavad samale kõrgusele jääma paneelide alumised pinnad. Vajadusel lõigatakse paneelidesse lisaaugud (armatuuri jaoks) ning seda tehakse vastavalt projekterija ja paneelide tootja juhiste. Šahtide avad kaetakse tugeva plaadiga ning paneelide paigaldamise käigus kinnitatakse paneelide servadele kukkumist takistavad piirded. Kui kõik paneelid on monteeritud, tuleb paneelide vuugid armeerida vastavalt projektile ning seejärel betoneerida. Talvistes tingimustes peavad paneelide ühenduskohad olema lume- ja jäävabad ning vajadusel kasutatakse vuugivalu soojendamiseks küttegaableid. Betooni tugevust jälgitakse temperatuuri mõõtes ning betoon peab saavutama kriitilise tugevuse 5 MPa enne külmumist. Trepielementide monteerimiseks peab olema monteeritud ja monoliiditud eelmise ja antud korruse vahelagi ning laotud eelmise korruse vaheseinad. Vahelaemontaažitööde tehnoloogilised arvutused

Vahelaepaneelide montaaž toimub ratastelt, seega puudub vajadus vaheladustamiseks. Trepielementid tarnitakse varem ja seetõttu on vajalik nende vaheladustamine ehitusplatsil. Tehnoloogilistes arvutustes on kasutatud RATU kaardil [11] toodud tegureid. Lisaajateguriks on nii õõnespaneelide kui trepielementide monteerimisel võetud 1,1.

Tüüpkorruse vahelaemontaažitööde tööjõukulu arvutused on toodud tabelis 6.11. 8. korruse katuslaemontaažitööde tööjõukulu arvutused on toodud tabelis 6.12. Vahelaemontaažitööde tehnoloogiline kaart on toodud joonisel 7.

Tabel 6.11 Tüüpkorruse vahelaemontaažitööde tööjõukulu

Tüüpkorruse vahelaemontaažitööd					
Jrk nr	Töö nimetus	Ühik	Ajanorm	Normatiivne tööjõukulu	
			in-h	ühikuid	in-h
			mas-h		mas-h
<b>1</b>	<b>Õõnespaneelide montaaž</b>				
1.1	Õõnespaneelide paigaldamine (ca 1,2x7,2 m, kaal < 3 t)	tk	0,30	67	20,1
		tk	0,10	67	6,7
1.2	Õõnespaneelide vuukide monoliitimine (betoonivalu pumbaga)	tk	0,10	67	6,7
		tk	0,10	67	6,7
1.3	Õõnespaneelide vuukide monoliitimine (sarrustamine, raketamine ja raketise eemaldamine)	tk	0,25	67	16,75

Tüüpkorruse vahelae montaažitööd					
Jrk nr	Töö nimetus	Ühik	Ajanorm	Normatiivne tööjõukulu	
			in-h	ühikuid	in-h
			mas-h		mas-h
1	Õõnespaneelide montaaž kokku		in-h		52,70
			mas-h		16,21
			in-vah		6,59
			mas-vah		2,03
2	<b>Trepielementide montaaž</b>				
2.1	Materjalide vastuvõtmine ja vaheladustamine	tk	0,20	3	0,6
		tk	0,10	3	0,3
2.2	Mõõtmine	tk	0,15	3	0,45
2.3	Paigaldamine ja kinnitamine (trepielement)	tk	1,00	2	2
		tk	0,10	2	0,2
2.4	Paigaldamine ja kinnitamine (podestielement)	tk	0,55	1	0,55
		tk	0,10	1	0,1
2.5	Monoliitimine (trepielement)	tk	0,30	2	0,6
		tk	0,10	2	0,2
2.6	Monoliitimine (podestielement)	tk	0,30	1	0,3
		tk	0,10	1	0,1
2	<b>Trepielementide montaaž kokku</b>		in-h		5,45
			mas-h		1,09
			in-vah		0,68
			mas-vah		0,14

Tabel 6.12 8. korruse katuslae montaažitööde tööjõukulu

8. korruse vahelae montaažitööd					
Jrk nr	Töö nimetus	Ühik	Ajanorm	Normatiivne tööjõukulu	
			in-h	ühikuid	in-h
			mas-h		mas-h
<b>1</b>	<b>Õõnespaneelide montaaž</b>				
1.1	Õõnespaneelide paigaldamine (ca 1,2x7,2 m, kaal < 3 t)	tk	0,30	31	9,3
		tk	0,10	31	3,1
1.2	Õõnespaneelide vuukide monoliitimine (betoonivalu pumbaga)	tk	0,10	31	3,1
		tk	0,10	31	3,1
1.3	Õõnespaneelide vuukide monoliitimine (sarrustamine, raketamine ja raketise eemaldamine)	tk	0,25	31	7,75
<b>1</b>	<b>Õõnespaneelide montaaž kokku</b>		in-h		24,38
			mas-h		7,50
			in-vah		3,05
			mas-vah		0,94

### 6.3.2 Vahelae montaažitööde tööjõu vajadus ja kestus

Tüüpkoruse vahelae monteerimiseks arvestatakse kolm töölist, kellest üks tegeleb elementide troppimisega. Paneelide vuukide sarrustamiseks arvestatakse kolm töölist ning betoneerimiseks kaks töölist. Kui üldiselt peab normitaitmistegur jääma vahemikku 0,75...1,25 [13], siis antud töödel tuleb see veidi kõrgem. Seda seetõttu, et tööliste arvu antud töö vähendada ei saa ning töölistes peavad tegema mõned poolikud päevad. Ühe korruse montaaž ja monoliitimine kestab kokku 4 päeva. Tüüpkoruse vahelae montaažitööde tehnoloogilised arvutused on toodud tabelis 6.13. Kuna 8. korruse töömaht on teiste korrustega võrreldes väiksem, siis arvestatakse selle korruse montaažitöödele kolm töölist. 8. korruse õõnespaneelide montaaž saab valmis poole päevaga ning seejärel alustatakse armeerimisega. Järgmisel päeval toimub vahelae monoliitimine. Kokku kestavad tööd 2 päeva. 8. korruse katuslae montaažitööde tehnoloogilised arvutused on toodud tabelis 6.14.

Tabel 6.13 Tüüpkorruse vahelae montaažitööde tehnoloogilised arvutused

Jrk nr	Töö nimetus	Tüüpkorruse montaažitööd					
		Töölise eriala	Töölise arv	Normatiivne tööjõukulu	Kestus	Normitaitmistegur	Valitud kestus
				in-vah			mas-vah
1	Õõnespaneelide ja trepielementide montaaž	Tööline	4	3,58	0,90	1,67	<b>2</b>
		Kraana	1	1,10	1,10	1,81	<b>2</b>
2	Õõnespaneelide vuukide sarrustamine	Tööline	3	2,53	0,84	1,19	<b>1</b>
3	Õõnespaneelide vuukide ja trepi monoliitimine	Tööline	2	1,15	0,58	1,74	<b>1</b>
		Betoonipump	1	1,06	1,06	0,94	<b>1</b>

Tabel 6.14 8. korruse katuslae montaažitööde tehnoloogilised arvutused

Jrk nr	Töö nimetus	8. korruse montaažitööd					
		Töölise eriala	Töölise arv	Normatiivne tööjõukulu	Kestus	Normitaitmistegur	Valitud kestus
				in-vah			mas-vah
1	Õõnespaneelide montaaž ja vuukide sarrustamine	Tööline	3	2,58	0,86	1,16	<b>1</b>
		Kraana	1	0,47	0,47	0,47	<b>1</b>
3	Õõnespaneelide vuukide ja trepi monoliitimine	Tööline	2	0,47	0,23	0,23	<b>1</b>
		Betoonipump	1	0,47	0,47	0,47	<b>1</b>

Tüüpkorruse montaažitööde graafik on toodud tabelis 6.15 ning 8. korruse katuslae montaažitööde graafik on toodud tabelis 6.16.

Tabel 6.15 Tüüpkorruse montaažitööde kalendergraafik

<b>Tüüpkorruse montaažitööde kalendergraafik</b>					
Tööd	4	3	2		
Tööde tähistused	Õõnespaneelide ja trepi montaaž				
	Õõnespaneelide vuukide sarrustamine				
	Monolitiseerimine				
Tööpäevad	1	2	3	4	5
Töönädalad	1				
<b>Töölise vajadus päevas</b>					
	4	3	2		
Tööpäevad	1	2	3	4	5
Töönädalad	1				
<b>Mehhanismide vajadus päevas</b>					
Tornkraana	1				
Betoonipump			1		
Tööpäevad	1	2	3	4	5
Töönädalad	1				



Tabel 6.16 8. korruse montaažitööde kalendergraafik

<b>8. korruse montaažitööde kalendergraafik</b>					
Tööd	3	2			
Tööde tähistused	Õõnespaneelide montaaž ja sarrustamine				
	Monolitiseerimine				
Tööpäevad	1	2	3	4	5
Töönädalad	1				
<b>Tööliste vajadus päevas</b>					
	3	2			
Tööpäevad	1	2	3	4	5
Töönädalad	1				
<b>Mehhanismide vajadus päevas</b>					
Tornkraana	1				
Betoonipump		1			
Tööpäevad	1	2	3	4	5
Töönädalad	1				

## 6.4 Müüritööd

Viimane tehnoloogiline kaart kirjeldab ühe korruse müüritöid. 2.-7. korrus on tüüpsed ning nende kohta koostatakse arvutus ühele tüüpkorrusele, hiljem arvestatakse kalenderplaanis juurde ülejäänud korruste töömaht. 8. korruse arvutused on teostatud eraldi. Müüritöödel tehakse vajalikke tõsteid tornkraanaga, mille valik on kirjeldatud peatükis 4.1.

### 6.4.1 Müüritööde kirjeldus

Müüritööde alguseks peab olema lõpetatud eelmise korruse vahelaepaneelide montaaž ja monoliitimine ning trepielementide montaaž. Plokid ja mördisegu toimetatakse töökohale kraanaga, korruse peale on valmis seatud ka segumasin. Seinte asukohad mõõdetakse optilise mõõteseadmega, märgitakse maha ning tähistatakse suundnööridega. Plokkide ladumist alustatakse nurkadest ning esimene plokirida laotakse otse vahelaele. Õõnesplokkidest müüritis laotakse ruumi kõrguste osadena. Plokid laotakse ja armeeritakse vastavalt projektile, kasutades selleks vajadusel

nõuetekohaseid ja sobival kõrgusel töölavasid. Töölavasid tõstetakse vastavalt müüritöö edenemisele. Lisaks kasutatakse kummivasarat, millega koputatakse plokk suundnööri järgi õigesse kohta. Suundnööri abil jälgitakse plokkseina vertikaalsust ja sirgust. Avade sildamiseks kasutatakse sarrustatud plokkisilluseid. Plokkisillus laotakse kahest plokireast ning armeeritakse vastavalt projektile. Ladumise ja valamise ajaks ehitatakse avade ülaserava raketis. Müüritise mahukahanemise tõttu tehakse pikematesse seintesse deformatsioonivuugid. Valamise ajaks toestatakse plokkseinad kaldtugedega. Seinavaamine toimub betoonipumba abil umbes 1 meetri kõrguste kihtidena. Betoon tihendatakse vibraatoriga. Talvistes tingimustes tuleb veenduda, et kasutatavad plokkid ei oleks märjad, jääs ega lumised. Lisaks tuleb puhastada vahelae pind või plokirea pind, kuhu peale laotakse. Ladumisel tuleks kasutada talvemörti. Enne ja pärast betoneerimist tuleks tarindid katta ja soojendada, vajadusel teostada temperatuuri kontrollmõõtmisi.

Tehnoloogilistes arvutustes on kasutatud RATU kaardil [11] toodud tegureid. Lisaajateguriks on nii müüritöödel võetud 1,1.

Tüüpkoruse müüritööde tööjõukulu arvutused on toodud tabelis 6.17. 8. korruse müüritööde tööjõukulu arvutused on toodud tabelis 6.18.

Tabel 6.17 Tüüpkoruse müüritööde tööjõukulu

Tüüpkoruse müüritööd					
Jrk nr	Töö nimetus	Ühik	Ajanorm	Normatiivne tööjõukulu	
			in-h	ühikuid	in-h
			mas-h		mas-h
<b>1</b>	<b>Müüritööd</b>				
1.1	Plokkide tõstmine	tõste	0,10	38	3,8
1.2	Töölavad	m2	0,05	454	22,7
1.3	Mõõtmise (välisseinad, vaheseinad)	m2	0,04	454	18,16
1.4	Mördi valmistamine	m2	0,23	454	104,42
1.5	Õõnesplokkide ladumine	m2	0,25	454	113,5
1.6	Pumpvalu	m2	0,08	454	36,32
		m3	0,10	90,8	9,08
1.7	Järeltööd	m2	0,02	454	9,08
<b>1</b>	<b>Tüüpkoruse müüritööd kokku</b>		in-h		339,22
			mas-h		14,81
			in-vah		42,40
			mas-vah		1,85

Tabel 6.18 8. korruse müüritööde tööjõukulu

8. korruse müüritööd					
Jrk nr	Töö nimetus	Ühik	Ajanorm	Normatiivne tööjõukulu	
			in-h	ühikuid	in-h
			mas-h		mas-h
<b>1</b>	<b>Müüritööd</b>				
1.1	Plokkide tõstmine	tõste	0,1	21	2,1
1.2	Töölavad	m2	0,05	245	12,25
1.3	Mõõtmise (välisseinad, vaheseinad)	m2	0,04	245	9,8
1.4	Mördi valmistamine	m2	0,23	245	56,35
1.5	Õõnesplokkide ladumine	m2	0,25	245	61,25
1.6	Pumpvalu	m2	0,08	245	19,6
		m3	0,1	49	4,9
1.7	Järeltööd	m2	0,02	245	4,9
<b>1</b>	<b>8. korruse müüritööd kokku</b>		in-h		188,69
			mas-h		8,05
			in-vah		23,59
			mas-vah		1,01

#### 6.4.2 Müüritööde tööjõu vajadus ja kestus

Tüüpikorruse müüritöödele arvestatakse üks mõõdistaja, neli töölist, kolm betoneerijat ja üks tööline järeltööde jaoks. Ühe korruse müüritööd kestavad 14 päeva. Tüüpikorruse müüritööde tehnoloogilised arvutused on toodud tabelis 6.19. 8. korruse müüritöödele arvestatakse üks mõõdistaja, neli töölist, kolm betoneerijat ja üks tööline järeltööde jaoks. Kuna 8. korruse töömaht on väiksem, peab mõõdistaja tegema kas ühe pika tööpäeva või poolteist tööpäeva. Otsustatakse, et mõõdistaja teeb ühe pika päeva, et järgmisel päeval saaks ta teisele objektile minna ning seetõttu on tema normitaitmistegur soovituslikult väiksem. Viimase korruse müüritööd kestavad 8 päeva. 8. korruse müüritööde tehnoloogilised arvutused on toodud tabelis 6.20. Müüritööde tehnoloogiline kaart on toodud joonisel 8.

Tabel 6.19 Tüüpkorruse müüritööde tehnoloogilised arvutused

Jrk nr	Töö nimetus	Tüüpkorruse müüritööd					
		Tööliste eriala	Tööliste arv	Normatiivne tööjõukulu	Kestus	Normitaitmistegur	Valitud kestus
				in-vah			vah
				mas-vah	vah		
1	Möödistamine	Möödistaja	1	2,61	2,61	0,77	<b>2</b>
2	Müüri ladumine, sarrustamine, mördi valmistamine	Tööline	4	34,57	8,64	1,04	<b>9</b>
		Kraana	1	0,55	0,55	0,55	<b>9</b>
3	Betoneerimine	Tööline	3	5,22	1,74	1,15	<b>2</b>
		Betoonipump	1	1,30	1,30	1,30	<b>2</b>
4	Järeltööd	Tööline	1	1,30	1,30	0,77	<b>1</b>

Tabel 6.20 8. korruse müüritööde tehnoloogilised arvutused

Jrk nr	Töö nimetus	8. korruse müüritööd					
		Tööliste eriala	Tööliste arv	Normatiivne tööjõukulu	Kestus	Normitaitmistegur	Valitud kestus
				in-vah			vah
				mas-vah	vah		
1	Möödistamine	Möödistaja	1	1,41	1,41	0,71	<b>1</b>
2	Müüri ladumine, sarrustamine, mördi valmistamine	Tööline	4	18,66	4,66	1,07	<b>5</b>
		Kraana	1	0,30	0,30	0,30	<b>5</b>
3	Betoneerimine	Tööline	3	2,82	0,94	1,07	<b>1</b>
		Betoonipump	1	0,70	0,70	1,42	<b>1</b>
4	Järeltööd	Tööline	1	0,70	0,70	1,42	<b>1</b>

Tüüpkorruse müüritööde kalendergraafik on toodud tabelis 6.21. 8. korruse müüritööde kalendergraafik on toodud tabelis 6.22.

Tabel 6.21 Tüüpkorruse müüritööde kalendergraafik

Tüüpkorruse müüritööde kalendergraafik																					
Tööd	1	4									3	1									
Tööde tähistused	Möödistamine			Müüritööd						Betoneerimine				Järeltööd							
Tööpäevad	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
Töönädalad	1					2					3					4					
Tööliste vajadus päevas																					
Tööpäevad	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
Töönädalad	1					2					3					4					
Mehhanismide vajadus päevas																					
Tornkraana	1																				
Betoonipump												1	1								
Tööpäevad	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
Töönädalad	1					2					3					4					

Tabel 6.22 8. korruse müüritööde kalendergraafik

8. korruse müüritööde kalendergraafik																				
Tööd	1	4				3	1													
Tööde tähistused	Möödistamine				Müüritööd				Betoneerimine				Järeltööd							
Tööpäevad	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Töönädalad	1				2				3				4							
Tööliste vajadus päevas																				
Tööpäevad	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Töönädalad	1				2				3				4							
Mehhanismide vajadus päevas																				
Tornkraana	1																			
Betoonipump							1													
Tööpäevad	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Töönädalad	1				2				3				4							

## **7. MAJANDUSLIK-UURIMUSLIK OSA: EHITAMISEGA KAASNEVATE RISKIDE ANALÜÜS RISONA SÜSTEEMI ABIL**

Ehitatavus ja riskianalüüs ei ole ehitusjuhtimises kunagi olnud metodoloogiliselt ja arvutuslikult omavahel integreeritud. Selle tagajärjedeks on ebaoptimaalne ehituslike teadmiste kasutamine, projekti sidusrühmade koostöö, ehitusmeetodite valik ja riskidel põhineva juhtimiskonseptsiooni valik. Antud probleemi lahendamiseks on loodud tarkvararakenduse prototüüp RISONA (RIsk Source-based CONstructability Appraisal), mille abil toimub ehitatavuse ja riskianalüüsi automatiseeritud integratsioon. [14] Käesolevas lõputöös on RISONA abil teostatud Aiandi 9 korterelamu ehitamisega kaasnevate riskide analüüs ning antud hinnang objekti ehitatavusele.

### **7.1 Ehitatavus**

Ehitatavus defineeritakse kui ehitusprojekti maksumuse, aja ja kvaliteedifaktorite optimeerimine materjale, seadmeid, ehitusmeetodeid ja -tehnoloogiat kasutades. Ehitatavus tähendab, et ehitise omaniku huvi ja soov saab täidetud vastavalt ehitussektori normidele ja tavadele. [15] Süstemaatiline ja pidev ehitatavuse analüüs ja kontroll on üks põhilisi vahendeid, millega saaks ära hoida erinevaid probleeme ja vastuolusid, mis kerkivad enamasti esile ehitusprotsessi käigus ning seeläbi vähendada lisanduvaid kulusid. [16]

### **7.2 Riskianalüüs**

Riskianalüüs kujutab endast matemaatilist meetodikat kasutavat süstemaatilist otsustamisprotsessi, mille käigus hinnatakse teadaolevaid ja oletatavaid riske, nende tagajärgede suurust ja esinemistõenäosust ning võimalusi nende riskide kontrollimiseks ja maandamiseks. Riskianalüüsi saab läbi viia kogu projekti elutsükli jooksul, peamiselt tehakse seda projekti algatamise, täitmise ja sulgemise etapis. Riskide tuvastamisega kaasneb probleem: teadusuuringutes ja praktikas riskide definitsioonid lahknevad ning riskid on segatud suhteliste ning kontekstuaalselt erinevate mõistetega. Nende lahknevuste leevendamiseks soovitatakse riskianalüüsi lisada esialgse riskiallika tuvastamise ja hindamise etapid, mis eelnevad riski enda defineerimisele. Selleks töötasid RISONA autorid [14] välja algoritmi, mis analüüsis erinevat asjakohast riskide teemalist kirjandust, selgitas välja kõik riskide definitsioonide lahknevused ja väljastas puhastatud kontrollnimekirja, mis koosneb 129-st üldisest riskiallikast. See

kontrollnimekiri on esimene samm riskiallikate tuvastamise ja hindamise integreerimiseks.

### **7.3 Üldiste riskiallikate kontrollnimekiri**

Puhastatud üldiste riskiallikate kontrollnimekiri koosneb kokku 129-st riskiallikast, mis on jagatud kümnesse kontekstuaalsesse kategooriasse. Need on:

1. Tehniline projekt ja joonised (13 riskiallikat): ametivõimude poolne projektijooniste kinnitamise viivitamine või peatamine, projekteerimisvead, -tõrked ja -puudused, projekti mittevastavus kehtivatele nõuetele ja seadusandlusele, projekti ülim keerukus, puudulik projektdokumentatsioon, ehitustööde järjekorra kaalutluste puudumine projektis, tegeliku ehitusprotsessi vajaduste/nõuete mõistmise puudumine, projekti erinevate osade lahknevus, vajalikus kohas projektiinnovatsiooni puudumine, standardsete projektlahenduste puudumine, ebaselged ja/või puudulikud detailid projektis, ebasobival ajal tehtud projektimuudatused projekti hilistes faasides, ebamäärased joonise spetsifikatsioonid
2. Tootlikkus ehituses (26 riskiallikat): hilinevad või ebaõnnestunud tööjõu-, tarnija-, alltöövõtja- ja/või töövõtjamaksed, seadmete ja/või tööriistade puudumine, seadmete ja/või tööriistade tarne/varustamise viibimine, seadmete ja/või tööriistade rikked, liigne ületunnitöö, graafiku äärmuslik tihendamine ja kokkukukkumine, ebapiisav objektijuhtimine, töölt puudumine, töövaidlused, tööjõu kurnatus, tööjõu kogenematus, tööjõu puudumine, tööjõu ehitusalase väljaõppe puudumine, tööjõu distsipliini puudumine, madalad töötasud, materjalide puudumine, materjali tarnimise/varustamise viibimine, ebaoptimaalsed sõidukite liikumised platsil, mille tulemuseks on kokkupõrge või töö takistamine, ebasobivad materjalid, ebasobivad seadmed ja/või tööriistad, vananenud ehitus- ja objektijuhtimisvahendid ja tööriistad, kehv tööjaotus, kehvad töösused, kehv logistika, erinevate protsesside sattumine objektile samas kohas samale ajale, kommunaalressursside (vesi, kütus, elekter) puudumine
3. Majandus, maksumus ja rahandus (17 riskiallikat): lisakulud materjalide kvaliteedinõuete erinevuse tõttu, kapitali riskipositsioon, projekti keeruline finantsstruktuur, maksuregulatsioonide muudatused, äripettused ja läbipaistmatud finantstehingud, vead töömahtude loeteludes, valuutakursi kõikumine, vigane eelarve ja kulude kalkulatsioon, inflatsiooni kõikumine,



ebapiisavad rahavood, intressimäärade kõikumine, turulangus ja halvad makromajanduslikud tingimused, vara riigistamine ja/või sundvõõrandamine, kehv kulude kontroll ja juhtimine projekti täide viimiseni, projekti sidusrühmade vaheldumine ja/või rahaline võimekus, ressursside hindade kõikumine, maksumäärade muutumine

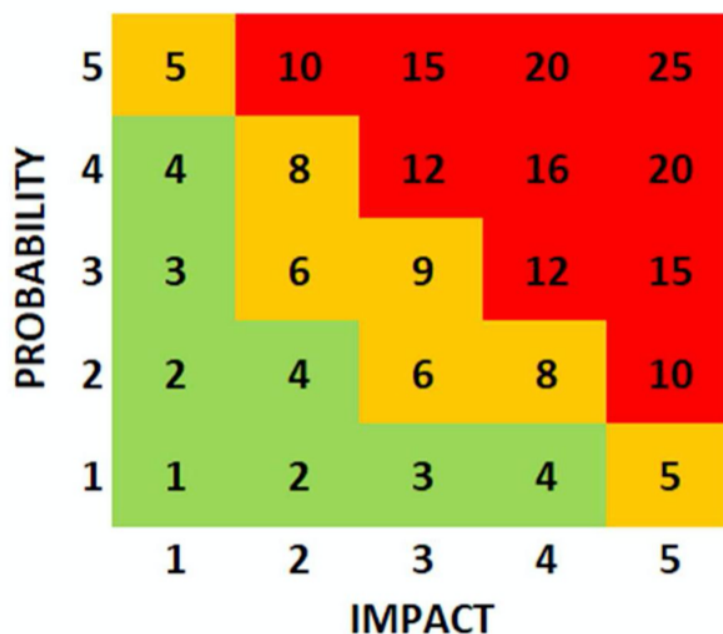
4. Aeg ja graafik (7 riskiallikat): viivitused objektile pääsemisel, üleandmisel ja sõidueesõigusel, sagedased graafikumuutused, projekti eri tsüklite graafikute konfliktid, projekti sidusrühmade graafikute konfliktid, aja planeerimise keerukus ja raskused aja prognoosimisel, liiga lühike ja/või ebareaalne projektigraafik, ebasobival ajal vastavusdokumentide väljastamine kõikides projekti tsüklites kuni projekti lõppemiseni
5. Ehitusprotsess (12 riskiallikat): regulatiivsete/seadusandlike ettekirjutuste muutused ehituse ajal, ehitustöövõtja kogenematus, lahknevused projektiga, ehituse ülim keerukus, puudulik ehitusdokumentatsioon, vajalikus kohas ehitusinnovatsiooni puudumine, ebasobiv ehitusmeetod, arheoloogiliste ja muude leidude tõttu tekkinud takistused, kehv ehituse järjestus, kehv ajutiste rajatiste paigutus, ümbertegemine, ettenägematud konstruktsioonikahjustused ehituse ajal
6. Keskkond (5 riskiallikat): kahjulikud keskkonnatingimused objektil ja selle ümbruses, vääramatu jõud ja loodusõnnetused, olemasolevad tehnovõrgud ja neist tulevad takistused, kehvast keskkonnaanalüüsist tulenevad kohustused, ranged ökoloogilised ja keskkonnaalased piirangud ja eeskirjad
7. Objekti ohutus ja õnnetused (12 riskiallikat): objekti ohutuseeskirjade muudatused, korralagedus ohtlike takistuste tõttu, seadmete töötõrked, liigsed koormused, äärmuslikud temperatuurid ja muud keskkonnatingimused, kokkupuude ülitugeva müra ja/või vibratsiooniga, ohtlike jäätmete käitlemine ja kõrvaldamine, ohtlike materjalide käitlemine, turvavarustuse ja/või -vahendite puudumine, objekti ohutuseeskirjade eiramine, objekti ülerahvastatus, objekti kehv ergonoomika
8. Projektijuhtimine (21 riskiallikat): integreeruvate tehnoloogiliste- ja tarkvaralahenduste puudumine ja/või ebapiisav kasutamine, ehitatavusprogrammi puudumine, käitus- ja hoolduskorralduse puudumine esialgses projektijuhtimiskavas, jätkusuutlikkuse tagamise puudumine esialgses projektijuhtimiskavas, juhtimis- ja haldussüsteemi muudatused,

juhtimismeeskonna koosseisu muudatused, projekti ulatuse ja sihtotstarbeliste strateegiate muudatused pärast projekti algust, töövõtjate ja/või alltöövõtjate samaagne tegelemine teiste projektidega, puudulik suhtlus projekti juhtide ja objektipersonali vahel, puudulik suhtlus ja koordineerimine projekti sidusrühmade vahel, puudulik dokumentatsioon töövõtjate ja alltöövõtjate jõudluse kohta, puudulik muudatuste juhtimine, puudulik teostatavusuuring, ressursside ebapiisav haldamine ja eraldamine, rahvusvaheliste projektide sidusrühmade kultuuriliste erinevuste ebapiisav lahendamine, puudulik riskijuhtimiskava, kogemuste puudumine eri tüüpi projektide ja osapooltega, informatsiooni kehv edastamine projekti sidusrühmade vahel, kehv kvaliteedikontrolli kava ja vastavate regulatiivsete standardite rakendamine, sidusrühmade ametialased kohustused, kolmanda osapoole sekkumine

9. Lepingud ja hanked (9 riskiallikat): ebaselged lepingupunktid, -tingimused, -parameetrid ning sidusrühmade riskide ja vastutuse jaotus, lõtvade (mittetoimivate) lepingutüüpide valimine projekti sidusrühmade hulgas, lepingudokumentide kinnitamise viibimine, sidusrühmade vahelised vaidlused ja nõuded lepingutingimuste asjus, lepingudokumentide mittesobivus, vastuolud, ebajärjekindlus ja liigsus, ebapiisav lepingudokumentide ettevalmistusaeg, läbipaistmatu pakkumis-, hanke- ja sõlmimismenetlus, sidusrühmade lepingujärgsete kokkulepete rikkumised pärast projekti algust, sidusrühmade erimeelsused kindlustusküsimustes
10. Sotsiaalpoliitilised tegurid (7 riskiallikat): tsiviilrahutused, kooskõlastuste ja lubade viibimised, impordi/eksporti piirangud, riiklik poliitiline ebastabiilsus, projekti konflikt kohaliku kogukonna, elanike huvide ja avalik-õigusliku tegevusega, jäik bürokraatia, jäigad seadus- ja regulatiivsed raamistikud. [14]

## **7.4 Andmete sisestamine RISONA süsteemi**

RISONA on graafiline kasutajaliides (GUI), kuhu sisestatakse projekti 129 üldise riskiallika esinemise tõenäosuse ja võimaliku mõju väärtused ning mis annab tulemuseks projekti ehitatavuse klassi prognoosi koos usaldusnivooga. [14] Riskiallikaid hinnatakse skaalal 1-5 vastavalt riskimaatriksile, mille ühel teljel on riskiallika esinemise tõenäosus ja teisel teljel riskiallika mõju. Kui mõni riskiallikas projektile ei kohaldu, võib kasutaja sisestada ka nullväärtuse. Riskimaatriks on toodud joonisel 7.1.



Joonis 7.1 Riskimaatriks

## 7.5 Tulemused

Käesolevas lõputöös analüüsitava Aiandi 9 korterelamu projekti kohta täidetud riskiallikate tõenäosuse ja mõju väärtuste tabel saadeti RISCONA süsteemi inseneridele Rootsi Chalmersi Ülikoolis. Analüüs teostati 22. veebruaril 2022.

Lõputöö autori hinnatud riskiallikad sisestati RISCONA süsteemi, mis andis vastuseks, et objekt on ehitatav 91,6%-lise tõenäosusega (vt joonis 7.2). Riskiallikate hindamise tabel on toodud lõputöö lisan 1.

RISCONA (Risk Source-based CONstructability Appraisal)

K9.1. Ambiguous contract clauses, conditions, parameters and	1	3	K9.2. Choice of contractual types susceptible to disintegration	1	3	K9.3. Delays in approvals of contractual documents	2	2	K9.4. Disputes and claims among stakeholders about contractual	2	3
K9.5. Incompatibility, inconsistency, and redundancy of	1	2	K9.6. Insufficient time for the preparation of contractual	1	2	K9.7. Non-transparent bidding, tendering and awarding	1	1	K9.8. Stakeholder breach of contractual agreements after	1	2
K9.9. Stakeholder disagreement regarding insurance issue	1	1									
<b>K10 – SOCIOPOLITIC</b>											
K10.1. Civil disorder	2	3	K10.2. Delays in approvals and permits	3	4	K10.3. Import/export restrictions	2	3	K10.4. Political and governmental instability	2	2
K10.5. Project clashes with local community, resident interests	2	1	K10.6. Rigid bureaucracy	2	1	K10.7. Rigid law and regulatory frameworks	1	1			

All values have been inputted.  
Appraising the project's constructability class... Please wait.

The project is constructable with 91.622% confidence.

Reset

Check

Calculate

RISCONA (RIsk Source-based CONstructability Appraisal). Created and developed by

Joonis 7.2 Aiandi 9 korterelamute projekti ehitatavuse arvutamise tulemus

### 7.5.1 Tehniline projekt ja joonised

Antud kategoorias olid kõige tõenäolisemalt esinevad ja suurema mõjuga riskid projekteerimisvead, -tõrked ja -puudused, puudulik projektdokumentatsioon, ebasobival ajal tehtud projektimuudatused ning tegeliku ehitusprotsessi vajaduste/nõuete mõistmise puudumine.

Nimetatud riskid tegelikkuses realiseerusid ning takistasid projekti kulgu. Tihti tekkis graafikutes paaripäevaseid mahajäämuseid, mis olid tingitud projektimuudatuste ja jooniste hilinemise tõttu tekkinud tööseisakutest. Lõpuks oli vajalik projekti lõpp-tähtaegade edasilükkamine, millega kaasnes ka majanduslik kahju, peamiselt alltöövõtjate tööseisakute kinnimaksmise tõttu.

### **7.5.2 Tootlikkus ehituses**

Antud kategoorias olid kõige tõenäolisemalt esinevad ja suurema mõjuga riskid materjali tarnimise/varustamise viibimine, erinevate protsesside sattumine objektile samas kohas samale ajale ning kehvad tööoskused.

Esimesed kaks riski suudeti maandada. Kuna vahetult peale analüüsi teostamist algas Ukraina sõda, mis tekitas ehitusmaterjalide defitsiidi, alustati kiiresti koostöös alltöövõtjatega materjalide ettevarumist, et vähendada hinnatõusust tulenevaid mõjusid. Erinevate protsesside sattumist samas kohas samale ajale maandati regulaarsete töökoosolekutega. Kehvad tööoskused on risk, mis tegelikkuses realiseerus ning millega kaasnes mõnes tööloigus kvaliteedi langus. Sellega kaasnevad majanduslikud tagajärjed selguvad täpsemalt garantiiperioodil.

### **7.5.3 Majandus, maksumus ja rahandus**

Antud kategoorias olid kõige tõenäolisemalt esinevad ja suurema mõjuga riskid ressursside hindade kõikumine ning vigane eelarve ja kulude kalkulatsioon.

Mõlemad nimetatud riskid tegelikkuses realiseerusid. Eriti omas mõju ehitusmaterjalide hinnatõus, mis omakorda mõjutas kogu eelarve täitmist.

### **7.5.4 Aeg ja graafik**

Antud kategoorias olid kõige tõenäolisemalt esinevad ja suurema mõjuga riskid sagedased graafikumuutused, projekti eri tsüklite graafikute konfliktid ning aja planeerimise keerukus ja raskused aja prognoosimisel.

Kõik nimetatud riskid realiseerusid. Nende realiseerumine oli peamiselt seotud projekteerimisvigade ja jooniste muudatuste viibimisega, mille tõttu oli vajalik pidevalt graafik ümber mängida. Samuti juhtus olukordi, kus projekteerijad ületasid oma lubatud tähtaegasid ning see muutis projektimeeskonna jaoks aja ja tööde planeerimise keeruliseks.

### **7.5.5 Ehitusprotsess**

Antud kategoorias olid kõige tõenäolisemalt esinevad ja suurema mõjuga riskid kehva ehituse järjestus ja ehitustöövõtja kogematus.

Esimene nimetatud risk tegelikkuses realiseerus. Näiteks tekkis olukord, kus 4-korruselise hoone osa vundamentide ehitusega ei saanud alustada, sest rajatava vundamenti roostvõrkide kohalt jooksis läbi Mustika keskuse toitekaabel, mille pidi väline ettevõtte uude asukohta rajama. Et ehitust mitte seisma jätta, otsustati valmis ehitada kõik tehnovälisvõrgud, millest osa jäi kaabli vahetusse lähedusse. Kui Mustika keskuse kaabel oli uude asukohta rajatud ja ümber lülitatud, hakati ehitama 4-kordse hoone vundamente, mille käigus kaevati lahti vastrajatud välisvõrgud. Selle käigus lõhuti ka paar toru, mis tekitas majandusliku kahju. Teine nimetatud risk maandati, kuna Aiandi 9 projekt oli Aiandi kvartalis juba kuues sarnane projekt.

### **7.5.6 Keskkond**

Antud kategoorias oli kõige tõenäolisemalt esinev ja suurema mõjuga risk olemasolevad tehnovõrgud ja neist tulevad takistused.

Nagu eelpool ka kirjeldatud, siis nimetatud risk tegelikkuses realiseerus. Kuna Mustika keskuse uue kaabli rajamine ja ümberlülitamine oli Elektrilevi poolt tellitav töö ning vajab erinevaid lubasid, siis jäi selle tõttu 4-korruselise hoone osa ehitus mõneks ajaks seisma. See oli samuti üks põhjus, miks oli vajalik projekti lõpp-tähtaegasid edasi lükata ning sellega kaasnes majanduslik kahju alltöövõtjatele tööseisakute kompenseerimise näol.

### **7.5.7 Objekti ohutus ja õnnetused**

Antud kategoorias olid kõige tõenäolisemalt esinevad ja suurema mõjuga riskid äärmuslikud temperatuurid ja objekti ohutuseeskirjade eiramine.

Temperatuuri osas ehitajal vedas ning sellega seonduv risk ei realiseerunud. Ohutuseeskirjade eiramisega kaasnevad riskid maandati ettevõtte karmide ohutusnõuetega ja nende täitmise pideva kontrollimisega.

### **7.5.8 Projektijuhtimine**

Antud kategoorias oli kõige tõenäolisemalt esinev ja suurema mõjuga risk alltöövõtjate samaaegne tegelemine teiste projektidega.

Nimetatud risk mingil määral realiseerus. Mõned alltöövõtjad tegelesid samaaegselt teiste projektidega, kuid selle põhjal tehti jooksvalt graafikus muudatusi, mis lõpptähtaega ei mõjutanud. Samas, kui tekkis tööseisak, siis üritati seda riski maandada alltöövõtjatele kompensatsiooni maksmisega. See tagas selle, et alltöövõtjad ei pidanud enda ettevõtte ellu jäämiseks teisele objektile minema ning olid kohe valmis tagasi tulema kui ehitustegevus taas algas.

### **7.5.9 Lepingud ja hanked**

Antud kategoorias oli kõige tõenäolisemalt esinev ja suurema mõjuga risk sidusrühmade vahelised vaidlused ja nõuded lepingutingimuste asjus.

Nimetatud risk tegelikkuses ei realiseerunud.

### **7.5.10 Sotsiaalpoliitilised tegurid**

Antud kategoorias oli kõige tõenäolisemalt esinev ja suurema mõjuga risk kooskõlastuste ja lubade viibimised. Suure mõjuga risk, mis esialgu hinnati vähetõenäoliselt esinevaks oli impordi/ekspordi piirangud.

Esimene risk tegelikkuses realiseerus, kui Mustika keskuse kaabli ümberehituseks vajalikud kooskõlastused viibisid. See tõi endaga kaasa tööseisaku ning seeläbi majandusliku kahju. Samuti realiseerus seoses Ukraina sõjaga impordi piirangute risk, mida veebruaris ei osatud veel tõenäoliseks pidada. Koheselt asuti otsima teisi tarnekanaleid ning materjale ette valmis varuma ning seetõttu majanduslikku kahju ei tekkinud.

## **8. TÖÖKAITSE**

Ehitus on tegevusala, mida iseloomustavad pidevalt muutuvad töötamiskohad ja ohtlikud tööd. Ehitustöid tuleb teostada ja korraldada selliselt, et need ei ohustaks ehitusplatsil töötavaid ja viibivaid isikuid. Tegevused on ohutud, kui need ei põhjusta ohtu inimese elule ja tervisele, varale või keskkonnale. Ohutuse tagamiseks tuleb järgida Vabariigi Valitsuse määruses "Töötervishoiu ja tööohutuse nõuded ehituses" sätestatud tööohutus- ja töötervishoiualaseid ennetusmeetmeid. [17]

### **8.1 Ohutuse tagamine ja vastutus**

Ehitustööde teostamise ajal vastutavad tööohutuse eest ehitise omanik (tellija) ja ehitusettevõtja. Ehitise omaniku kohustus on tagada asjatundlik omanikujärelevalve. Omanikujärelevalve on kohustatud teavitama omanikku ohtlikult tehtavatest töödest ja tööohutuse nõuete (võimalikust) rikkumisest. Ehitusplatsil töid juhtiv ehitusettevõtja (peatöövõtja) vastutab selle eest, et ehitustöö ei ohustaks ehitusplatsil töötavaid ja ehitusplatsi mõjupiirkonnas olevaid isikuid. [18]

### **8.2 Tööohutuse plaan**

Enne ehitustöödega alustamist tuleb koostada tööohutuse plaan. Tööohutuse plaanis tuuakse info ehitustööde korraldusest nii, et kõikidel ehitusplatsil töötavatel isikutel on võimalik täita tööülesandeid vastavalt töötervishoiu ja tööohutuse nõuetele. Tööohutuse plaan peab sisaldama platsil teostatavate ohtlike tööde nimekirja, nende umbkaudset teostamise aega, nende eest vastutava isiku kontaktandmeid ja abinõusid ohutuse tagamiseks. Tööohutuse plaani koostamise kohustus on peatöövõtjal. [18]

### **8.3 Töötajate juhendamine ja väljaõpe**

Kõiki ehitusplatsi töötajaid tuleb teavitada ehitusplatsil ohutuse tagamiseks rakendatavatest meetmetest ning teave peab olema kõikidele töötajatele arusaadav. Mõnel ehituse tegevusala töötajal on vajalik põhjalikum väljaõpe, näiteks on see vajalik transpordimehhanismide kasutajatel, kraana kasutajatel (kraanajuhil ja -troppijatel), liikluse reguleerijatel, tellingute paigaldajatel jne. Vaatamata põhjalikumale väljaõppele on vajalik pidev kontroll kõikide töötajate ohutusnõuete täitmise üle ning tööohutusnõuete raskel rikkumisel peab töötaja väljaõpet kordama. [18]



## 8.4 Ehitusplatsi kontrollimine

Ehitusplatsil peab käima pidev tööohutusnõuete kontroll, sealjuures tuleb kontrollida nii töövahendeid kui ka töövõtteid. Tellinguid, redeleid ja tööplatvorme tuleb kontrollida enne nende ehitusplatsil kasutuselevõttu, üldkontrollidel ja siis, kui need on olnud suurte koormuste all või üle ühe kuu kasutamata. Kontrolli käigus kontrollitakse nende vastavust tootja kasutusjuhendi nõuetele ja paigaldamisnõuetele. Ajutisel kõrgtööl kontrollitakse kasutatavaid köisi iga kord enne töö alustamist. Lisaks kontrollitakse piirete ja ohutusvõrkude olemasolu ning tellingute püsikindlust. Kõik kasutatavad tõsteseadmed (kraanad, liftid) peavad olema läbinud auditi või seda asendava kontrolli, mis tuvastab seadme tehnilise korrasoleku, kasutamise ohutuse ja võimalikud olulised puudused. Regulaarsed üldkontrollid ehitusplatsil peavad toimuma kord nädalas, mille käigus kontrollitakse lisaks ka liikumisteid, tööplatvorme, elektripaigaldisi ja ehitusplatsi üldist heakorda (sh jäätmekonteinerite olemasolu, jäätmete sorteerimist ja konteinerite tühendamist). Ohu ilmnemisel tuleb ohtliku töö tegemine või eluohtliku töövahendi kasutamine koheselt peatada kuni puuduste kõrvaldamiseni. [18]

## 8.5 Isikukaitsevahendid

Kõik tööandjad peavad tagama isikukaitsevahendite nõuetekohase kasutamise ehitusplatsil. Ehituse peatöövõtja jälgib isikukaitsevahendite kasutamist pidevalt ning annab puuduse korral töölisele ja tema tööandjale korralduse puuduse kõrvaldamiseks.

Kraana tööpiirkonnas ja mujal piirkondades, kus tööprotsessist tulenevalt on peavigastuse oht, on kohustuslik kinnitatud lõuarihmaga kiivri kandmine. Kasutama peab torkekindlate taldade ja tugevdatud ninaosaga turvajalatseid. Põrandatöödel ja muudel töödel, kus on vajalik põlvitada, on kohustuslik kanda põlvekaitsmeid. Ehitusplatsil tuleb kanda kõrgnähtavat riietust (helkurjope või -vest). [18]

## 8.6 Esmaabi

Ehitusplatsil peab olema isik, kes on koolitatud andma vajadusel esmaabi. Antud isik(ud) peavad olema igal ajal kiirelt kättesaadavad. Lisaks peab olema kindlustatud esmaabivahendite olemasolu ja ruum, kus vajadusel esmaabi anda ja kiirabi saabumiseni hoida. Esmaabivahendite asukoht tuleb nõuetekohaselt märgistada ning nende asukoht peab olema märgitud ka tööohutusplaanis olevale ehitusplatsi üldplaanile. Nähtaval kohal peavad olema esmaabi andjate nimed ja telefoninumbrid ning kiirabi number 112. [18]

## KOKKUVÕTE

Magistritöö eesmärk oli välja töötada ehitustehnoloogilised ja korralduslikud lahendused Aiandi 9 korterelamu ehitusele. Ehitatav hoone koosneb kolmest hoone osast (6-korruselise, 4-korruselise ja 8-korruselise) ja neid ühendavast osaliselt katustatud parkimisalast.

Arhitektuurses osas anti ülevaate erinevatest hoone osadest, nende paiknemisest ning üldkonseptsioonist. Kirjeldati hoone konstruktsioone, ruumilahendusi, tuleohutust ja sisearhitektuuri. Ühel lehel esitati hoone arhitektuuri joonis, kus on toodud 6-, 4-, ja 8-korruselise hoone osa lõiked, koondplaan koos väliterassiga ning koondvaade idast.

Konstruktsiooni osas asendati monteeritavad vahelae õõnespaneelid monoliitsest raudbetoonist vahelaega. Selleks teostati arvutused koormuste, sisejõudude ja põikjõukindluse arvutamiseks ning armatuuri dimensioneerimiseks. Ühel lehel esitati konstruktsiooni osa joonis, kus on toodud vahelaeplaadi armeering, lõige, armatuurvõrkude skeemid ja armatuuri kokkuvõte.

Ehitusplatsi üldplaani peatükis tehakse vajalikud arvutused kraana valiku tegemiseks. Joonisel tuuakse välja ehitusplatsi ja ehitava hoone paiknemine, ajutiste hoonete, rajatiste ja teede asukohad, laoplatid, piirded ja väravad, jäätmekonteinerite, valgustite ning tuletõrjehüdrantide asukohad, esmaabi andmise koht ja kraana ohuala. Ehitusplatsi üldplaani joonis on esitatud ühel lehel.

Koondkalenderplaanis on näidatud kõikide planeeritud tööde kestused, teostamise järjekord, tehnoloogilised vaheajad, tööjõu ja ehitusmasinate vajadus. Eristatud on 6-, 4-, 8-korruselise hoone osa tööd ja kogu objekti tööd. Koondkalenderplaan on esitatud ühel lehel.

Tehnoloogilised kaardid koostati 8-korruselise hoone osa vaiatöödele ja rostvargi ehitusele, 1. korruse montaažitöödele, vahelae montaažitöödele ja müüritöödele. Kokku on koostatud neli tehnoloogilist kaarti. Tehnoloogilistel kaartidel on toodud ehitustööde detailsed teostuslahendused protsesside kaupa. Joonistel tuuakse välja tööloigu tööjõukulu, tööde teostamise järjekord ja kalendergraafik, materjalide kokkuvõte ning ehitusmasinate paiknemine hoone suhtes. Iga tehnoloogiline kaart on esitatud ühel lehel, kokku on neli lehte.

Majanduslikus osas teostati ehitamisega kaasnevate riskide analüüs. Selleks hinnati riskiallikaid, mis saadeti analüüsimiseks RISCONA süsteemi inseneridele Rootsi Chalmersi Ülikoolis. Tulemuseks saadi, et objekt on ehitatav. Seejärel kirjeldati kõige

tõenäolisemalt esinevaid ja suurimat mõju omavaid riske ning nende realiseerumist antud objekti ehitamisel.

Töökaitse osas kirjeldati ehitusplatsil tööohutuse tagamiseks vajalikke meetmeid: kes vastutab ehitusplatsil tööohutuse eest, mida sisaldab tööohutuse plaan, milline peab olema ehitusplatsil töötavate isikute väljaõpe, mis viisil teostatakse kontrolli tööohutuse üle, millised isikukaitsevahendid on vajalikud ja kuidas on korraldatud esmaabi andmine platsil.

Kõik lõputöö eesmärgid said täidetud. Töö koostamine aitas autoril laiendada tema teadmisi ning mõista paremini kogu ehitusprotsessi ja selle korraldust. Lõputöö kirjutamise kogemus tuleb autorile ehitusvaldkonnas töötades tulevikus kindlasti kasuks.

## **SUMMARY**

The aim of the master's thesis was to develop technological and organizational solutions for the construction of the apartment building at 9 Aiandi Street in Tallinn. The building consists of three parts (6 storey, 4 storey and 8 storey) and a partially covered parking area connecting them.

In the architectural part, an overview of the location, general concept, structures, fire safety and interior design was given. Architectural drawing shows the sections of 6 storey, 4 storey and 8 storey parts of the building, a plan with outdoor terrace and a view from the East.

In the constructional part, the prefabricated hollow core slab panels were replaced by a monolithic reinforced concrete slab. For this purpose, calculations were performed to calculate loads, internal forces and transverse strength, and to dimension the reinforcement. Constructional drawing shows the reinforcement and section of the ceiling slab, the diagrams of the reinforcement networks and a summary.

In the chapter of the general plan of the construction site, the necessary calculations for crane selection are made. The general plan of the construction site shows the location of the construction site and the building under construction, the locations of temporary buildings, facilities and roads, storage sites, barriers and gates, the locations of waste containers, fire hydrants, first aid point and the tower crane danger area.

The calendar plan shows the durations and order of all planned works, technological breaks, labor and machinery needs.

Technological maps were compiled for the pile works and the foundation construction process, the assembly works for the first floor, the assembly work for the ceiling and the masonry works. A total of four technology maps have been compiled. The technological maps show the detailed implementation solutions of the construction works by processes, labor and machinery needs, order and schedule of the work.

In the economic part, an analysis of the risks associated with construction was performed. The sources of risk were sent to the RISCO system. Most probable and most influential risks and their occurrence were described.

The chapter of occupational safety described who is responsible for occupational safety on the construction site, what is included in the occupational safety plan, what training

do the construction site workers need, what personal protective equipment is needed and how first aid is provided on site.

All the goals of the dissertation were met and the experience of writing a dissertation will definitely be useful for the author when working in the field of construction in the future.

## KASUTATUD KIRJANDUS

1. Bonava Eesti OÜ, Aiandi 9 hoone ehitusprojekt. Arhitektuurne projekt. Töö nr 2100065. Tallinn, 2021
2. Rakendusgeodeesia ja Ehitusgeoloogia Inseneribüroo OÜ, Ehitusgeoloogiline aruanne. Töö nr GE-2730. Tallinn, 2019
3. Bonava Eesti OÜ, Aiandi 9 hoone ehitusprojekt. Maastikuarhitektuuri projekt. Töö nr 2100065. Tallinn, 2021
4. Bonava Eesti OÜ, Aiandi 9 hoone ehitusprojekt. Sisearhitektuur. Töö nr 2100065. Tallinn, 2021
5. Masso, T. Ehituskonstruktori käsiraamat. Tallinn: Ehitame Kirjastus, 2010
6. Tornkraana Liebherr 210HC tehnilised andmed. [WWW]  
[https://www.kranauto.ru/public/specs/75\\_Liebherr\\_201\\_HC.pdf](https://www.kranauto.ru/public/specs/75_Liebherr_201_HC.pdf) [15.05.2022]
7. Lill, I., Soekov, E. Ehitusplatsi korraldus. Kursuseprojekti juhend aines "Ehituskorraldus". Tallinn, 2020
8. Autokraana Liebherr LTM1095 tehnilised andmed. [WWW]  
[http://www.liebherr-datasheets.dk/LTM/LTM1095-5.1\\_TD158.01.DEFISR02.2007.pdf](http://www.liebherr-datasheets.dk/LTM/LTM1095-5.1_TD158.01.DEFISR02.2007.pdf) [15.02.2022]
9. RATU 2008. Ajanormide käsiraamat. Helsingi: Talonrakennusteollisuus ry, 2008
10. OÜ EKE Nora. Ehitusnormid, ehituslikud üksushinded. Tallinn, 2007
11. RATU kaardid. Kaartide numbrid: 12-0248(2003), 14-0250(2003), 21-0270(2005), 25-0278(2004), 25-0280(2004), 25-0281(2004), 25-0282(2004)
12. Bonava Eesti OÜ, Aiandi 9 hoone ehitusprojekt. Konstruktsioon. Töö nr 2100065. Tallinn, 2021
13. Lill, I. Monoliitsete raudbetoonkonstruktsioonide püstitamise juhend. Tallinn, 2017
14. Kifokeris, D., Xenidis, Y. "The RISCONA system: constructability appraisal through the identification and assessment of technical project risk sources", IABSE Symposium 2019 Guimaraes, 2019, 1696-1703
15. Schmid, K. F. Concise Eyclopedia of Construction Terms and Phrases. New York: Momentum Press, 2013
16. Kifokeris, D., Xenidis, Y. "Constructability: Outline of Past, Present and Future Research", Journal of construction engineering and management, vol. 143 (8), 2017
17. Töötervishoiu ja tööohutuse nõuded ehituses. [WWW]  
<https://www.riigiteataja.ee/akt/77963?leiaKehtiv> [15.05.2022]

18. Tööinspeksioon, Tööohutus ehitusplatsil. [WWW]

[https://www.ti.ee/sites/default/files/Tooohutus\\_ehitusplatsil\\_veeb.pdf](https://www.ti.ee/sites/default/files/Tooohutus_ehitusplatsil_veeb.pdf)

[15.05.2022]

**LISAD**



## Lisa 1 Riskiallikate hindamine

### PROJECT DESCRIPTION

Projekti nimetus on Aiandi 9 korterelamud

### RISKIALLIKAD (129 KOKKU)

K1	TEHNILINE PROJEKT JA JOONISED (13 riskiallikat)	PROBABILITY	IMPACT	PRODUCT
K1.1	Delay and/or failure of approval of design drawings by the corresponding authorities <b>Ametivõimude poolne projektijooniste kinnitamise viivitamine või peatamine</b>	1	2	2
K1.2	Design mistakes, errors, and omissions <b>Projekteerimisvead, -tõrked ja -puudused</b>	3	4	12
K1.3	Design non-conformity with regulatory specifications <b>Projekti mittevastavus kehtivatele nõuetele ja seadusandlusele</b>	1	2	2
K1.4	Extreme design complexity <b>Projekti ülim keerukus</b>	1	3	3
K1.5	Inadequate design documentation <b>Puudulik projektdokumentatsioon</b>	3	4	12
K1.6	Lack, in designs, of construction sequencing considerations <b>Ehitustööde järjekorra kaalutluste puudumine projektis</b>	3	3	9
K1.7	Lack, in designs, of understanding of the actual construction process requirements (e.g. availability of labor workforce and equipment, budgetary limitations, existing utilities, labor safety, logistics, quantity and type of materials, site accessibility needs, technological applications, waste management, and other) <b>Tegelik ehitusprotsessi vajaduste/nõuete mõistmise puudumine (nt. tööjõu ja seadmete kättesaadavus, eelarvelised piirangud, jooksvad kulud, tööohutus, logistika, materjalide kogus ja tüüp, juurdepääsuvõimalused objektile, tehnoloogilised rakendused, jäätmekäitlus ja muu)</b>	3	3	9
K1.8	Lack of design drawing coordination among different disciplines (e.g. architectural drawings, electrical network drawings, and other) <b>Projekti erinevate osade lahknevus (nt arhitektuursed joonised, elektrivõrgu joonised)</b>	3	2	6
K1.9	Lack of design innovation when it is required <b>Vajalikus kohas projektiinnovatsiooni puudumine</b>	2	1	2
K1.10	No standardization in design considerations <b>Puuduvad standardsed projektlahendused</b>	3	1	3
K1.11	Unclear and/or incomplete design details <b>Ebaselged ja/või puudulikud detailid projektis</b>	3	2	6
K1.12	Untimely design changes during the late initiation and the whole execution project lifecycle phases <b>Ebasobival ajal tehtud projektimuudatused projekti hilistes faasides</b>	3	4	12
K1.13	Vague drawing specifications <b>Ebamäärased joonise spetsifikatsioonid</b>	3	2	6
K2	<b>RISK SOURCES REGARDING PRODUCTIVITY IN CONSTRUCTION Tootlikkus ehituses (26 riskiallikat):</b>			
		PROBABILITY	IMPACT	PRODUCT
K2.1	Delayed and/or failed laborer, supplier, subcontractor, and contractor payments <b>Hilinenud või nurjunud tööjõu-, tarnija-, alltöövõtja- ja/või töövõtjamaksed</b>	1	3	3
K2.2	Equipment and/or tools unavailability <b>Seadmete ja/või tööriistade puudumine</b>	1	2	2
K2.3	Equipment and/or tools delivery/supply delay <b>Seadmete ja/või tööriistade tarne/varustamise viibimine</b>	1	2	2
K2.4	Equipment and/or tools failure <b>Seadmete ja/või tööriistade rikked</b>	3	1	3
K2.5	Excessive labor overtime <b>Liigne ületunnitöö</b>	1	1	1
K2.6	Extreme schedule compression and crashing <b>Graafiku äärmuslik tihendamine ja kokkukukkumine</b>	1	3	3
K2.7	Inadequate site supervision <b>Ebapiisav objektijuhtimine</b>	2	3	6
K2.8	Labor absenteeism <b>Töölt puudumine</b>	2	3	6
K2.9	Labor disputes <b>Töövaidlused</b>	1	2	2
K2.10	Labor fatigue <b>Tööjõu kurnatus</b>	1	2	2
K2.11	Labor inexperience <b>Tööjõu kogematus</b>	2	2	4
K2.12	Labor unavailability <b>Tööjõu puudumine</b>	2	3	6
K2.13	Lack of labor construction method training <b>Tööjõu ehitusalase väljaõppe puudumine</b>	1	3	3
K2.14	Lack of labor discipline <b>Tööjõu distsipliini puudumine</b>	2	3	6
K2.15	Low labor salaries <b>Madalad töötasud</b>	2	2	4
K2.16	Material unavailability <b>Materjalide puudumine</b>	2	3	6
K2.17	Material delivery/supply delay <b>Materjali tarnimise/varustamise viibimine</b>	3	4	12
K2.18	Non-optimal vehicle routes within the site, resulting in collisions and/or obstructions <b>Ebaoptimaalsed sõidukite liikumisteed platsil, mille tulemuseks on kokkupõrge või töö takistamine</b>	2	2	4
K2.19	Non-suitable materials <b>Ebasobivad materjalid</b>	2	2	4
K2.20	Non-suitable equipment and/or tools <b>Ebasobivad seadmed ja/või tööriistad</b>	1	2	2
K2.21	Obsolete construction and site management equipment and/or tools <b>Vananenud ehitus- ja objektijuhtimisvahendid ja tööriistad</b>	1	2	2
K2.22	Poor labor allocation <b>Kehv tööjaotus</b>	2	2	4

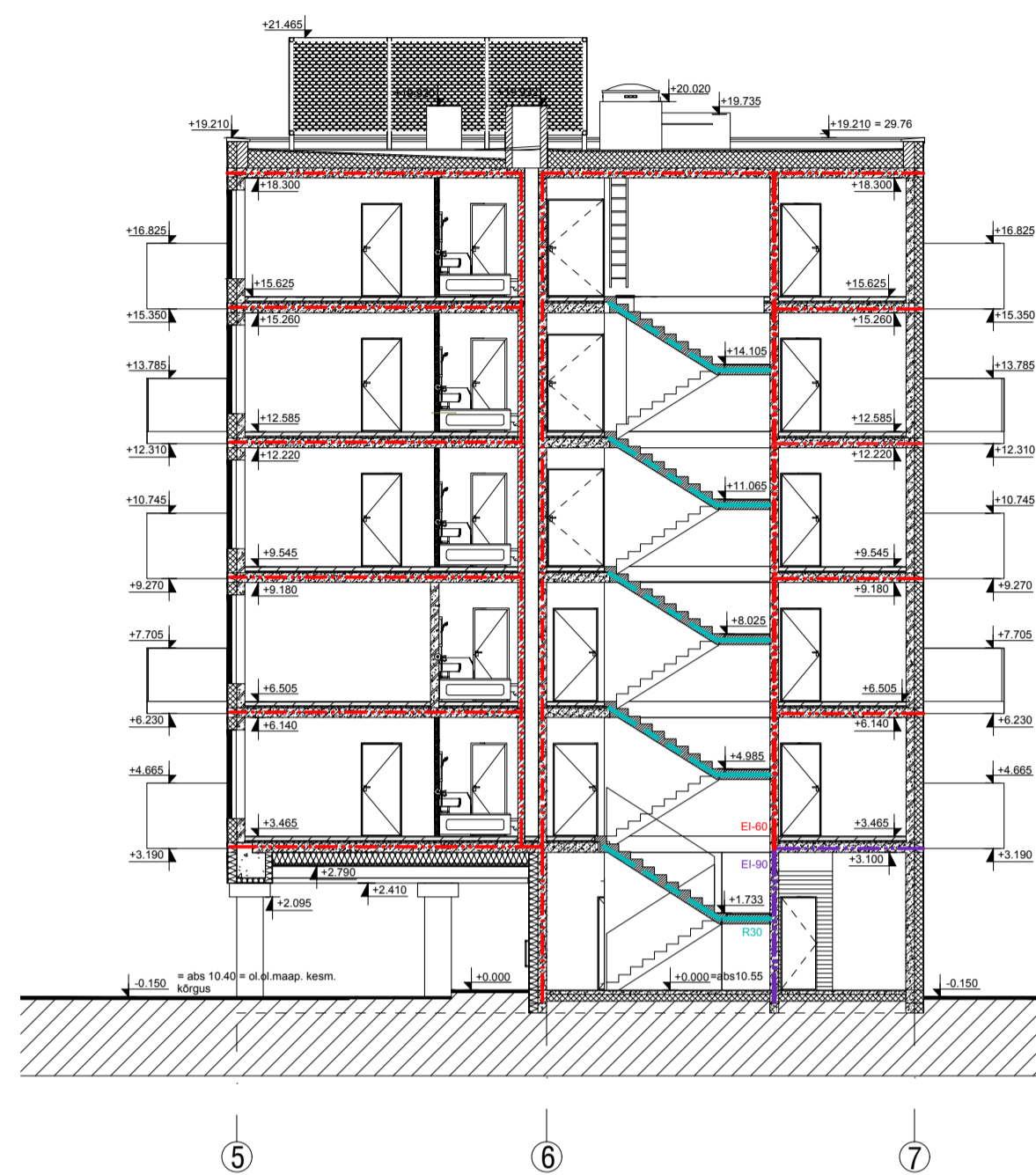
K2.23	Poor labor skills <b>Kehvad tööoskused</b>	2	4	8
K2.24	Poor logistics <b>Kehv logistika</b>	2	3	6
K2.25	Spatial clashes among different processes on site <b>Erinevate protsesside sattumine objektil samas kohas samale ajale</b>	3	3	9
K2.26	Utility resources shortage (e.g. water, fuel, and electricity) <b>Kommunaalressursside puudus (nt vesi, kütus, elekter)</b>	2	2	4
<b>RISK SOURCES REGARDING THE ECONOMY, COST AND FINANCES <b>Majandus, maksumus ja rahandus (17 riskiallikat)</b></b>				
K3		<b>PROBABILITY</b>	<b>IMPACT</b>	<b>PRODUCT</b>
K3.1	Additional cost generated by distinct quality specifications (e.g. sustainable materials, and other) <b>Lisakulud materjalide kvaliteedinõuete erinevuse tõttu (nt jätkusuutlikud materjalid jm)</b>	2	2	4
K3.2	Capital exposure <b>Kapitali riskipositsioon</b>	3	3	9
K3.3	Complex project financial structure <b>Projekti keeruline finantsstruktuur</b>	1	2	2
K3.4	Changes in taxes regulation <b>Maksuregulatsioonide muudatused</b>	2	1	2
K3.5	Corporate fraud and non-transparent financial transactions <b>Äripettused ja läbipaistmatud finantstehingud</b>	1	2	2
K3.6	Errors in Bills of Quantities (BOQ) <b>Vead töömahtude loeteludes (BOQ)</b>	3	3	9
K3.7	Exchange rate fluctuation <b>Valuutakursi kõikumine</b>	1	1	1
K3.8	Inaccurate budget and costs estimation (e.g. tendering, bidding, labor, material, equipment, legal processes, insurance, maintenance, and other kinds of costs) <b>Vigane eelarve ja kulude kalkulatsioon (nt hinnapakumised, tööjõud, materjalid, seadmed, juriidilised protsessid, kindlustus, hooldus ja muud kulud)</b>	3	3	9
K3.9	Inflation fluctuation <b>Inflatsiooni kõikumine</b>	2	3	6
K3.10	Insufficient cash flow <b>Ebapiisavad rahavood</b>	2	3	6
K3.11	Interest rate fluctuation <b>Intressimäära kõikumine</b>	3	3	9
K3.12	Market recession and poor macroeconomic conditions <b>Turulangus ja halvad makromajanduslikud tingimused</b>	2	4	8
K3.13	Nationalization and/or expropriation of assets <b>Vara riigistamine ja/või sundvõõrandamine</b>	1	4	4
K3.14	Poor cost control and management until the project delivery <b>Kehv kulude kontroll ja juhtimine projekti täideviimiseni</b>	1	5	5
K3.15	Project stakeholders' fluctuation and/or limitation of financial ability <b>Projekti sidusrühmade vaheldumine ja/või rahaline võimekus</b>	2	3	6
K3.16	Resources price fluctuation <b>Ressursside hindade kõikumine</b>	4	3	12
K3.17	Taxes fluctuation <b>Maksumäärade muutumine</b>	2	2	4
<b>RISK SOURCES REGARDING TIME AND SCHEDULE. <b>Aeg ja graafik (7 riskiallikat)</b></b>				
K4		<b>PROBABILITY</b>	<b>IMPACT</b>	<b>PRODUCT</b>
K4.1	Delays in obtaining site access, hand-over, and right-of-way (ROW) <b>Viivitused objektile pääsemisel, üleandmisel ja sõiduõigusel (ROW)</b>	4	2	8
K4.2	Frequent schedule changes <b>Sagedased graafikumuutused</b>	3	3	9
K4.3	In-schedule conflict of different project lifecycle processes <b>Projekti eri tsüklite graafikute konfliktid</b>	3	3	9
K4.4	In-schedule conflict of different stakeholder timeframes <b>Projekti sidusrühmade graafikute konfliktid</b>	2	2	4
K4.5	Time management complexity and difficulties in time estimations <b>Aja planeerimise keerukus ja raskused aja prognoosimisel</b>	2	4	8
K4.6	Too short and/or unrealistic project schedule <b>Liiga lühike ja/või ebareaalne projektigraafik</b>	2	3	6
K4.7	Untimely issuance of the respective documents in all project lifecycle phases until delivery <b>Ebasobival ajal vastavusdokumentide väljastamine kõikides projekti tsüklites kuni projekti lõppemiseni</b>	2	2	4
<b>RISK SOURCES REGARDING THE CONSTRUCTION PROCESS <b>Ehitusprotsess (12 riskiallikat)</b></b>				
K5		<b>PROBABILITY</b>	<b>IMPACT</b>	<b>PRODUCT</b>
K5.1	Changes in regulatory and legislative specifications during construction process <b>Regulatiivsete/seadusandlike ettekirjutuste muutused ehituse ajal</b>	2	3	6
K5.2	Construction contractor inexperience <b>Ehitustöövõtja kogematus</b>	2	4	8
K5.3	Disintegration with design process <b>Lahknevused projektiga</b>	3	2	6
K5.4	Extreme construction complexity <b>Ehituse ülim keerukus</b>	2	2	4
K5.5	Inadequate construction documentation <b>Puudulik ehitusdokumentatsioon</b>	3	2	6
K5.6	Lack of construction innovation when it is required <b>Vajalikus kohas ehitusinnovatsiooni puudumine</b>	2	1	2
K5.7	Non-suitable construction method <b>Ebasobiv ehitusmeetod</b>	3	2	6
K5.8	Obstructions due to archaeological and other relative findings <b>Arheoloogiliste ja muude leidude tõttu tekkinud takistused</b>	1	3	3
K5.9	Poor construction sequencing <b>Kehv ehituse järjestus</b>	3	3	9
K5.10	Poor placement of temporary site facilities <b>Kehv ajutiste rajatiste paigutus</b>	2	2	4
K5.11	Reworks <b>Ümbertegemine</b>	3	2	6

K5.12	Unforeseen structural damages occurring during construction <b>Ettenägematud</b> konstruktsioonikahjustused ehituse ajal	2	3	6
<b>K6 ENVIRONMENTAL RISK SOURCES Keskkond (5 riskiallikat):</b>				
		<b>PROBABILITY</b>	<b>IMPACT</b>	<b>PRODUCT</b>
K6.1	Adverse environmental conditions (e.g. coastal, geological, hydrological, and topographic) in and around the site <b>Kahjulikud keskkonnatingimused (nt ranniku-, geoloogilised, hüdrooloogilised ja topograafilised) objektil ja selle ümbruses</b>	3	2	6
K6.2	Force majeure and acts of God (e.g. earthquake, flood, fire, severely adverse weather, and other) <b>Vääramatu jõud ja loodusõnnetused (nt. maavärin, üleujutus, tulekahju, eriti ebasoodne ilm ja muu)</b>	3	2	6
K6.3	Intervention of utility networks <b>Olemasolevad tehnovõrgud ja neist tulevad takistused</b>	5	4	20
K6.4	Liabilities emanating from poor environmental analysis <b>Kehvast keskkonnanalüüsiist tulenevad kohustused</b>	2	2	4
K6.5	Tight ecological and environmental constraints and regulations (e.g. regarding the noise, ecosystem, waste management, project pollution and contamination impact, and other) <b>Ranged ökoloogilised ja keskkonnavalased piirangud ja eeskirjad (nt müra, ökosüsteemi, jäätmekäitluse, saaste ja reostuse mõju jne)</b>	2	2	4
<b>K7 RISK SOURCES REGARDING SITE SAFETY AND ACCIDENTS. Objekti ohutus ja õnnetused (12 riskiallikat)</b>				
		<b>PROBABILITY</b>	<b>IMPACT</b>	<b>PRODUCT</b>
K7.1	Changes in site safety regulations <b>Objekti ohutuseeskirjade muudatused</b>	1	1	1
K7.2	Cluttering due to hazardous obstacles (e.g. naked electric wires, and other) <b>Korralagedus ohtlike takistuste tõttu (nt lahtised elektrijuhtmed ja muu) tõttu</b>	2	1	2
K7.3	Equipment operating errors <b>Seadmete töötõrked</b>	3	1	3
K7.4	Excessive load carrying <b>Liigsed koormused</b>	2	2	4
K7.5	Exposure to extreme temperatures and other environmental conditions <b>Aärmuslikud temperatuurid ja muud keskkonnatingimused</b>	4	3	12
K7.6	Exposure to extreme noise and/or vibrations <b>Kokkupuude ülitugeva müra ja/või vibratsiooniga</b>	3	1	3
K7.7	Handling and disposal of hazardous waste (particles, liquids, and emissions) <b>Ohtlike jäätmete käitlemine ja kõrvaldamine</b>	2	1	2
K7.8	Handling of hazardous materials (particles, liquids, and emissions) <b>Ohtlike materjalide käitlemine</b>	1	1	1
K7.9	Lack of safety equipment and/or tools <b>Turvavarustuse ja/või vahendite puudumine</b>	2	2	4
K7.10	No application of site safety regulations <b>Objekti ohutuseeskirjade eiramine</b>	3	2	6
K7.11	Overcrowding of site <b>Objekti ülerahvastatus</b>	2	1	2
K7.12	Poor site ergonomics <b>Objekti kehv ergonoomika</b>	2	2	4
<b>K8 RISK SOURCES REGARDING GENERALLY PROJECT MANAGEMENT Projekti juhtimine (üldine) (21 riskiallikat)</b>				
		<b>PROBABILITY</b>	<b>IMPACT</b>	<b>PRODUCT</b>
K8.1	Absence and/or inadequate utilization of integrating technological and software tools (e.g. Building Information Modeling, and other) <b>Integreerivate tehnoloogiliste- ja tarkvaralahenduste puudumine ja/või ebapiisav kasutamine (nt BIM)</b>	2	1	2
K8.2	Absence of a constructability program <b>Ehitatavusprogrammi puudumine</b>	2	2	4
K8.3	Absence of operation and maintenance (O&M) provisions in the initial project management plan <b>Käitus- ja hoolduskorralduse puudumine esialgses projekti juhtimiskavas</b>	2	2	4
K8.4	Absence of sustainability provisions in the initial project management plan <b>Jätkusuutlikkuse tagamise puudumine esialgses projekti juhtimiskavas</b>	2	1	2
K8.5	Changes in the management and administration system, imposed by any of the project stakeholders, after the commencement of the project <b>Juhtimis- ja haldussüsteemi muudatused, mille kehtestas ükskõik milline projekti sidusrühm pärast projekti algust</b>	2	3	6
K8.6	Changes in the composition of the management team <b>Juhtimismeeskonna koosseisu muudatused</b>	2	3	6
K8.7	Changes in the project scope and fit-for-purpose (FFP) strategies after the commencement of the project <b>Projekti ulatuse ja sihtotstarbeliste strateegiate muudatused pärast projekti algust</b>	1	3	3
K8.8	Contractors' and/or subcontractors' simultaneous commitment to other projects <b>Töövõtjate ja/või alltöövõtjate samaaegne tegelemine teiste projektidega</b>	3	3	9
K8.9	Inadequate communication among project managers and on-site labor personnel <b>Puudulik suhtlus projekti juhtide ja objekti personali vahel</b>	2	3	6
K8.10	Inadequate communication and coordination among project stakeholders <b>Puudulik suhtlus ja koordineerimine projekti sidusrühmade vahel</b>	1	2	2

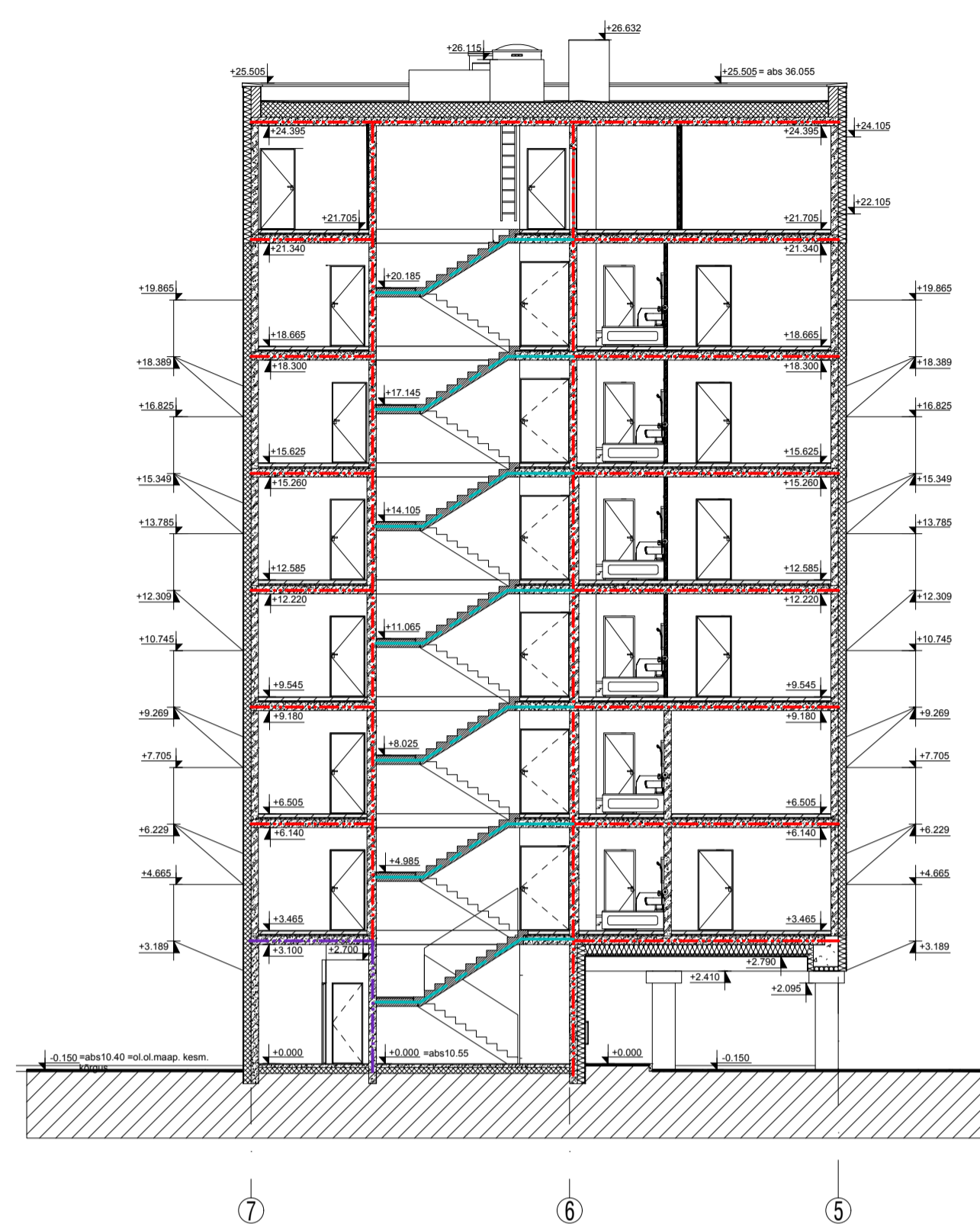
K8.11	Inadequate contractors' and subcontractors' performance documentation <b>Puudulik dokumentatsioon töövõtjate ja alltöövõtjate jõudluse kohta</b>	1	3	3
K8.12	Inadequate change management <b>Puudulik muudatuste juhtimine</b>	2	3	6
K8.13	Inadequate feasibility study <b>Puudulik teostatavusuuring</b>	2	3	6
K8.14	Inadequate resources management and allocation <b>Ressursside ebapiisav haldamine ja eraldamine</b>	2	3	6
K8.15	Inadequate resolution of cultural differences among stakeholders in international projects <b>Rahvusvaheliste projektide sidusrühmade kultuuriliste erinevuste ebapiisav lahendamine</b>	1	1	1
K8.16	Inadequate risk management plan <b>Puudulik riskijuhtimiskava</b>	2	3	6
K8.17	Inexperience in relevant project types and partnerships (e.g. Public-Private Partnerships) <b>Kogemuste puudumine eri tüüpi projektide ja osapooltega (nt avaliku ja erasektori koostöö)</b>	1	2	2
K8.18	Poor dissemination of information among project stakeholders <b>Informatsiooni kehv edastamine projekti sidusrühmade vahel</b>	2	3	6
K8.19	Poor implementation of quality control plans and the relative regulatory standards <b>Kehv kvaliteedikontrolli kava ja vastavate regulatiivsete standardite rakendamine</b>	3	2	6
K8.20	Stakeholders' professional liabilities <b>Sidusrühmade ametialased kohustused</b>	1	1	1
K8.21	Third-party interference <b>Kolmanda osapoolse sekkumine</b>	1	1	1
K9 <b>RISK SOURCES REGARDING THE PROCUREMENT AND CONTRACTS <u>Lepingud ja hanked (9 riskiallikat)</u></b>				
		<b>PROBABILITY</b>	<b>IMPACT</b>	<b>PRODUCT</b>
K9.1	Ambiguous contract clauses, conditions, parameters, and allocation of risks and responsibilities <b>Ebaseelged lepingupunktid, -tingimused, -parameetrid ning sidusrühmade riskide ja vastutuse jaotus</b>	1	3	3
K9.2	Choice of contractual types susceptible to disintegration among project stakeholders <b>Lõtvade (mittetoimivate) lepingutüüpide valimine projekti sidusrühmade hulgas</b>	1	3	3
K9.3	Delays in approvals of contractual documents <b>Lepingudokumentide kinnitamise viibimine</b>	2	2	4
K9.4	Disputes and claims among stakeholders about contractual conditions <b>Sidusrühmade vahelised vaidlused ja nõuded lepingutingimuste asjus</b>	2	3	6
K9.5	Incompatibility, inconsistency, and redundancy of contractual documents <b>Lepingudokumentide mittesobivus, vastuolud, ebajärjekindlus ja liigsus</b>	1	2	2
K9.6	Insufficient time for the preparation of contractual documents <b>Ebapiisav lepingudokumentide ettevalmistusaeg</b>	1	2	2
K9.7	Non-transparent bidding, tendering and awarding procedures <b>Läbipaistmatu pakkumis-, hanke- ja sõlmimismenetlus</b>	1	1	1
K9.8	Stakeholder breach of contractual agreements after the commencement of the project <b>Sidusrühmade lepingujärgsete kokkulepete rikkumised pärast projekti algust</b>	1	2	2
K9.9	Stakeholder disagreement regarding insurance issues <b>Sidusrühmade erimeelsused kindlustusküsimustes</b>	1	1	1
K10 <b>SOCIOPOLITICAL RISK SOURCES <u>Sotsiaalspoliitilised tegurid (7 riskiallikat)</u></b>				
		<b>PROBABILITY</b>	<b>IMPACT</b>	<b>PRODUCT</b>
K10.1	Civil disorder <b>Tsiviilrahutused</b>	2	3	6
K10.2	Delays in approvals and permits <b>Kooskõlastuste ja lubade viibimised</b>	3	4	12
K10.3	Import/export restrictions <b>Impordi/eksporti piirangud</b>	2	3	6
K10.4	Political and governmental instability <b>Riiklik poliitiline ebastabiilsus</b>	2	2	4
K10.5	Project clashes with local community, resident interests, and public activities <b>Projekt konflikt kohaliku kogukonna, elanike huvide ja avalik-õigusliku tegevusega</b>	2	1	2
K10.6	Rigid bureaucracy <b>Jäik bürokraatia</b>	2	1	2
K10.7	Rigid law and regulatory frameworks <b>Jäigad seadus- ja regulatiivsed raamistikud</b>	1	1	1

# HOONE ARHITEKTUUR

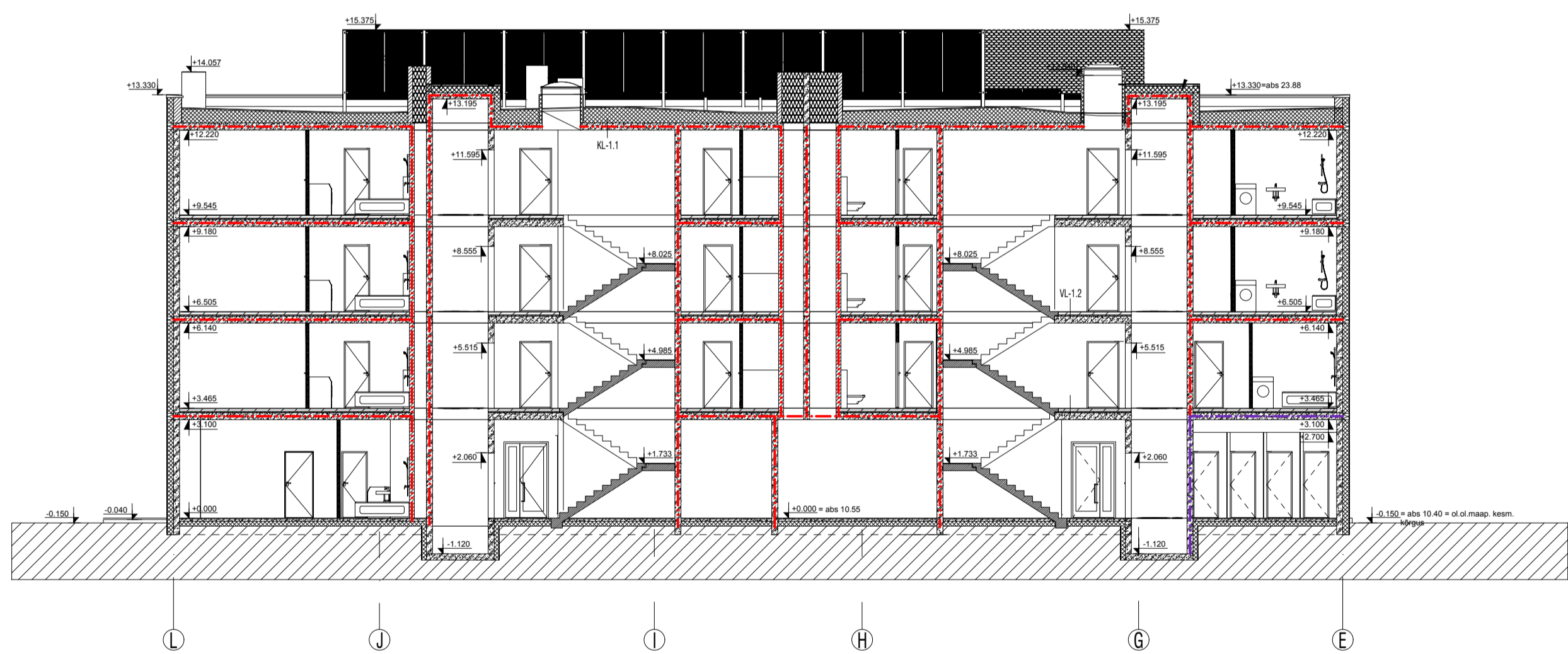
Lõige 1-1  
M 1:150



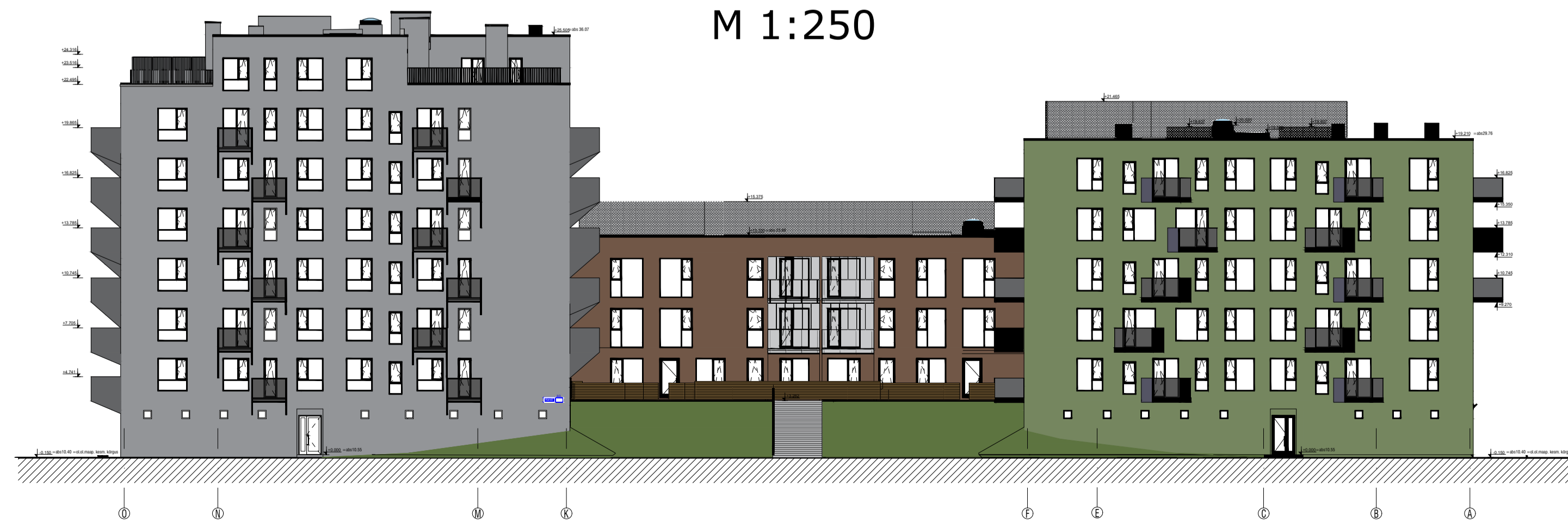
Lõige 3-3  
M 1:150



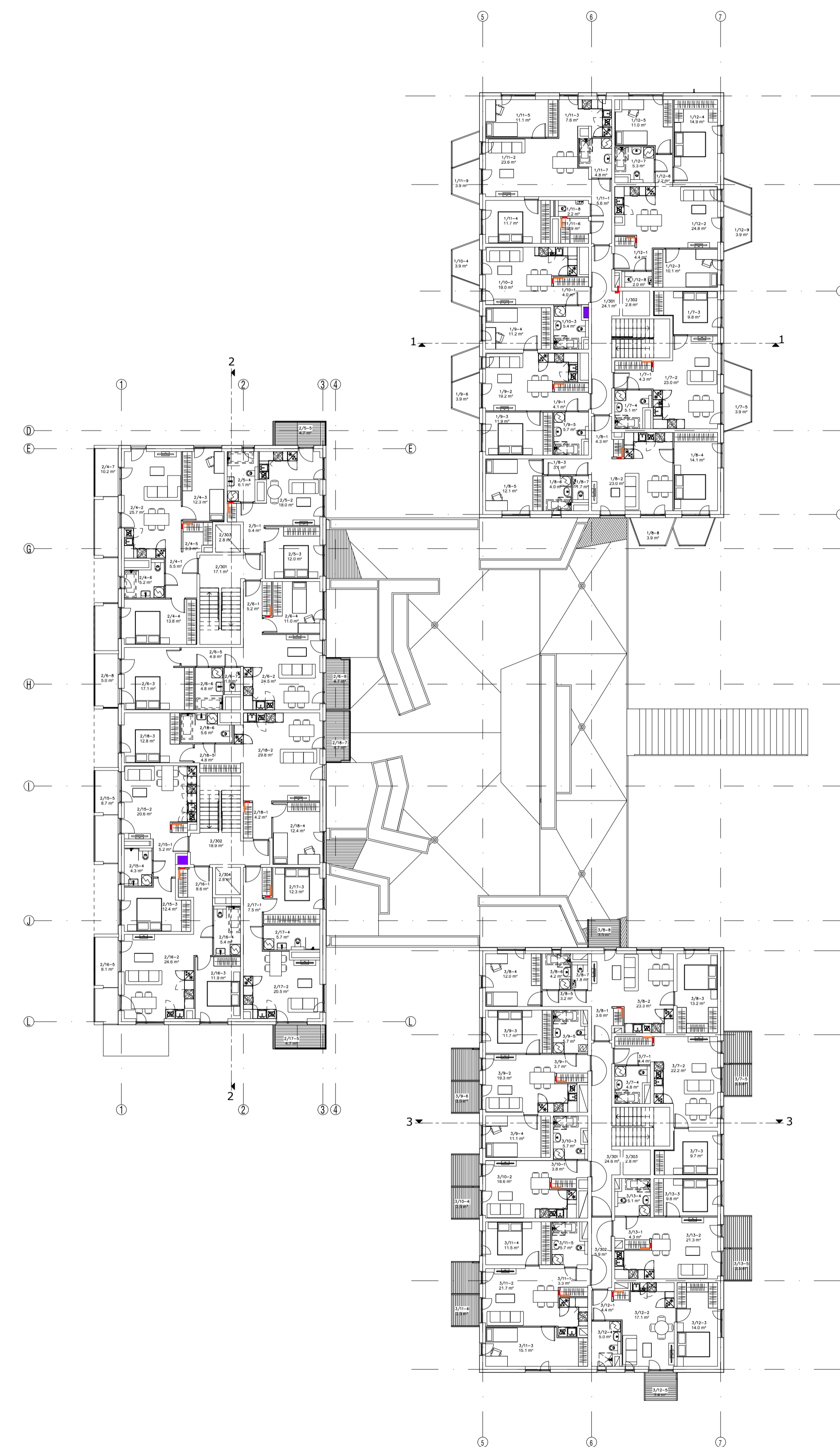
Lõige 2-2  
M 1:150



Vaade idast  
M 1:250



Koondplan  
M 1:200

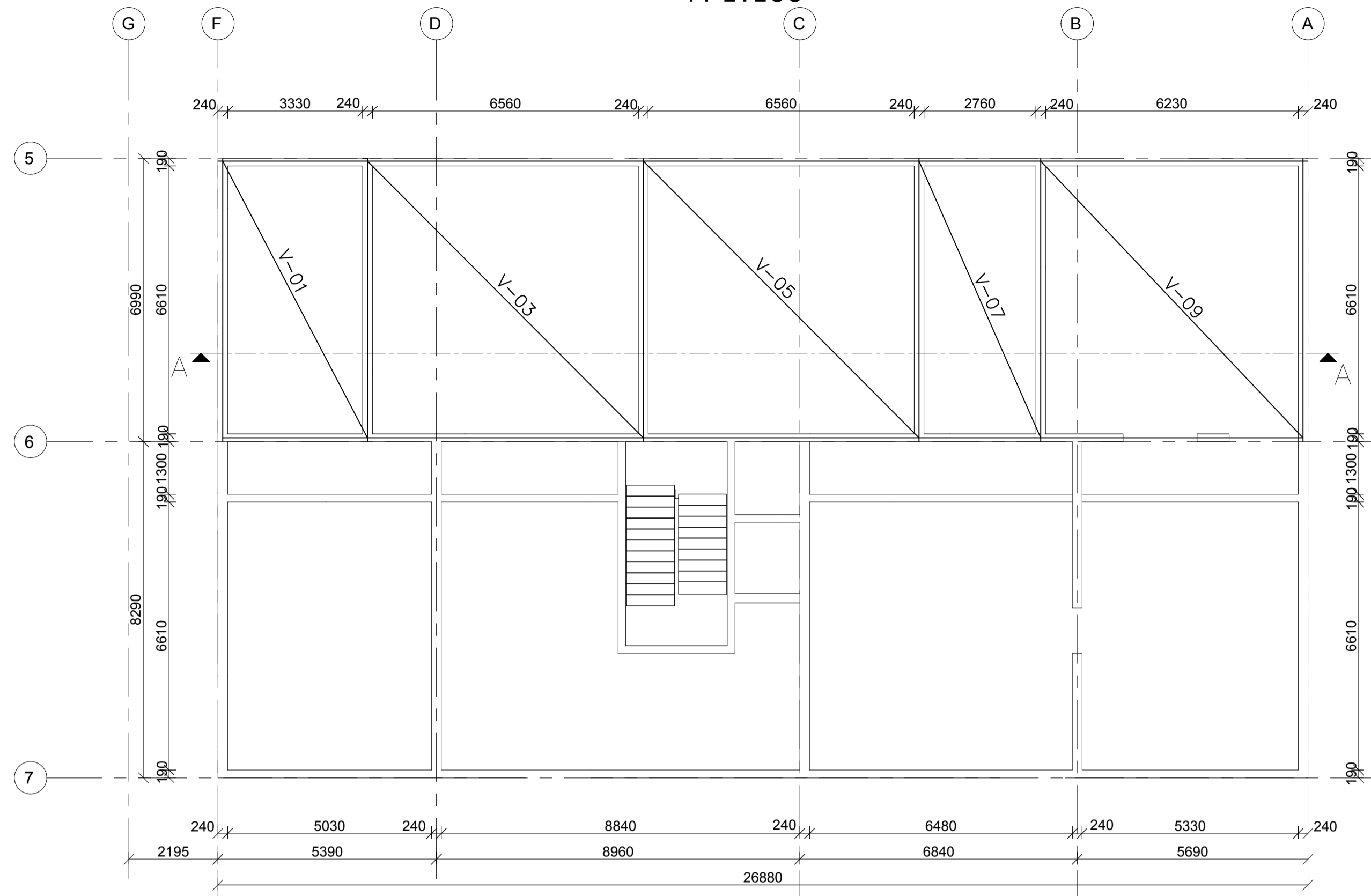


MÄRKUSED:  
1. Hoone ±0.00 = abs. +10.550m

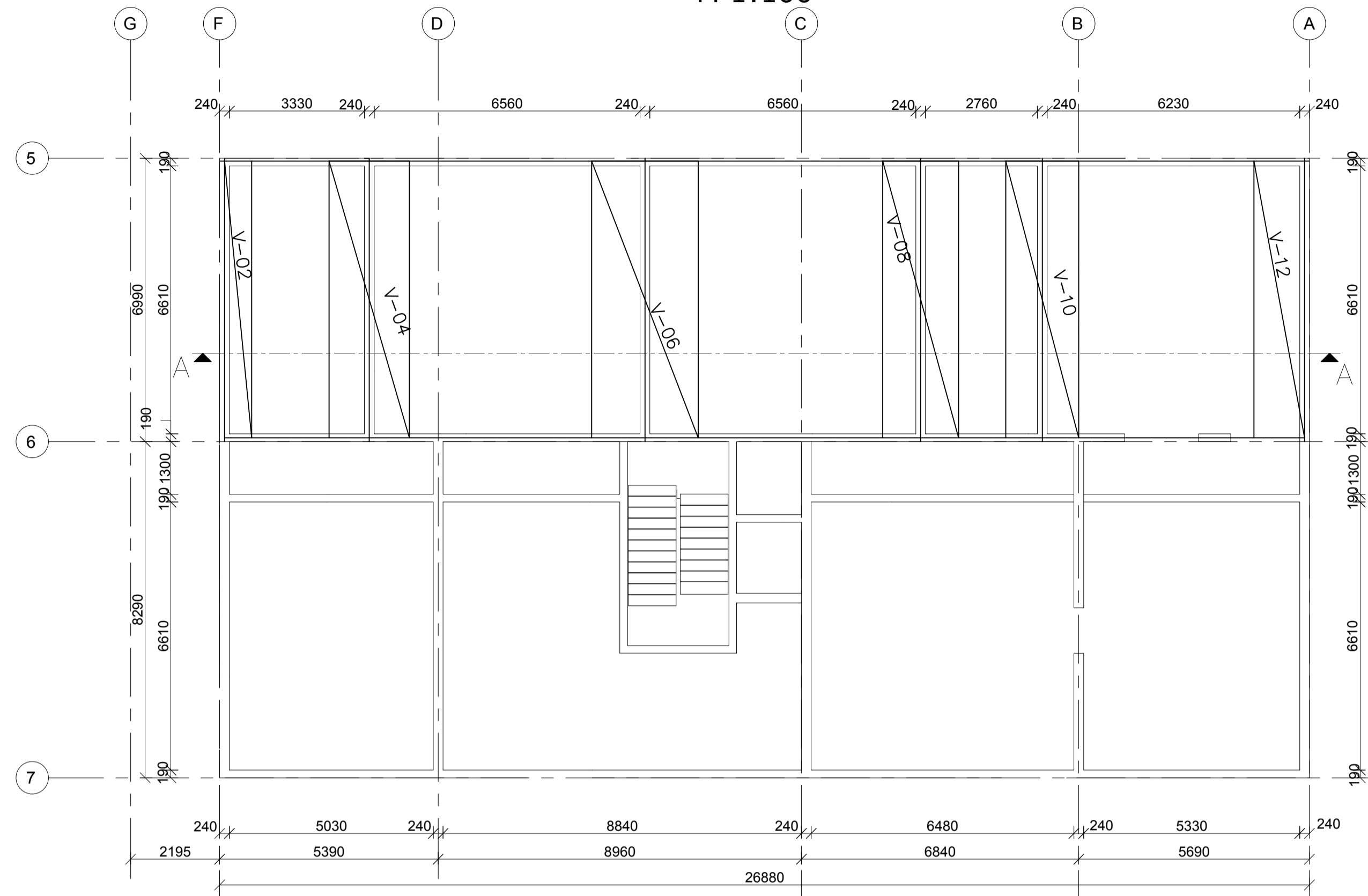
<b>TALTECH</b> TTÜ INSENERITEADUSKOND		Magistritöö	Leht / Lehti: 1/8
Koostaja: Klaarika Joller	Allkirj/kuupäev:	<b>Hoone arhitektuur</b>	
Juhendaja: Virgo Sulakatko	Allkirj/kuupäev:		
Ehituse ja arhitektuuri instituut		Ehitustehnoloogia ja platsikorralduse analüüs Tallinnas, Alandi 9 korterelamute ehituse näitel	

# KONSTRUKTSIOONI OSA: MONOLIITNE VAHELAGI

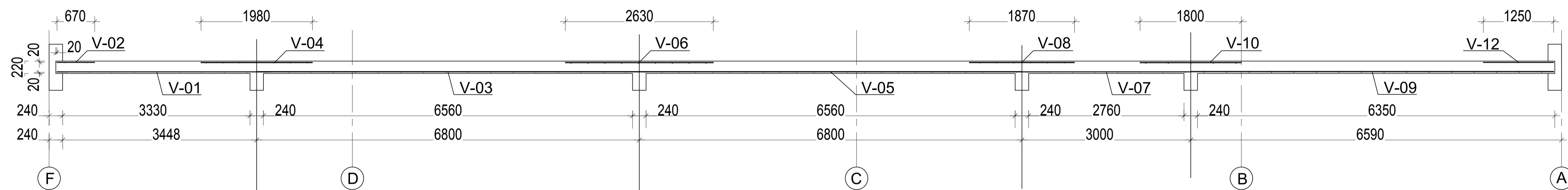
Vahelaeplaadi alumise pinna armeering  
M 1:100



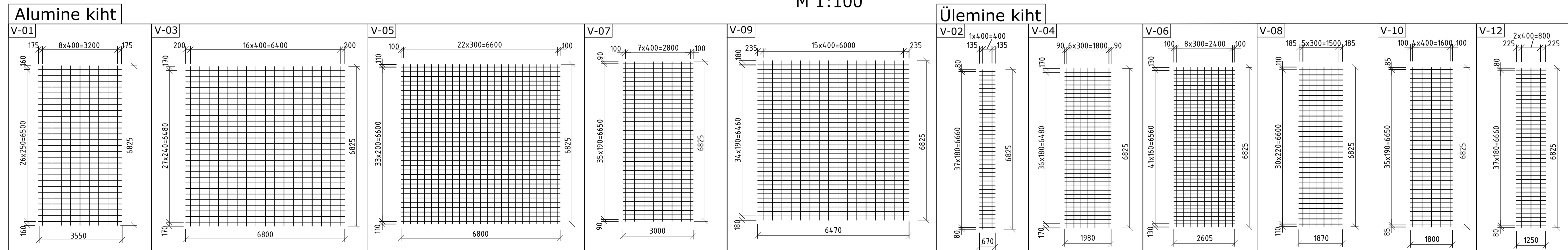
Vahelaeplaadi ülemise pinna armeering  
M 1:100



Lõige A-A  
M 1:40



Plaadi armatuurvõrkude skeemid  
M 1:100



Plaadi armatuurvõrkude kokkuvõte					Plaadi armatuurvõrkude kokkuvõte						
Tähis	Armatuuri klass	Töötava armatuuri kogus-läbimõõt-pikkus-samm [tk-mm-mm-mm]	Jaotusarmatuuri kogus-läbimõõt-pikkus-samm [tk-mm-mm-mm]	Võrgu kogus [tk]	Mass kokku [kg]	Tähis	Armatuuri klass	Töötava armatuuri kogus-läbimõõt-pikkus-samm [tk-mm-mm-mm]	Jaotusarmatuuri kogus-läbimõõt-pikkus-samm [tk-mm-mm-mm]	Võrgu kogus [tk]	Mass kokku [kg]
V-01	B500B	27-6-3550-250	9-6-6825-400	1	35.0	V-07	B500B	36-8-3000-190	8-6-6825-400	1	54.8
V-02	B500B	38-6-670-180	2-6-6825-400	1	7.5	V-08	B500B	31-10-1870-220	6-6-6825-300	1	44.9
V-03	B500B	28-10-6800-240	17-6-6825-400	1	143.2	V-09	B500B	35-12-6470-190	16-8-6825-400	1	244.2
V-04	B500B	37-10-1980-180	7-6-6825-300	1	55.8	V-10	B500B	36-12-1800-190	5-8-6825-400	1	71.0
V-05	B500B	34-10-6800-200	23-6-6825-300	1	177.5	V-12	B500B	38-6-1250-180	3-6-6825-400	1	15.1
V-06	B500B	42-12-2605-160	9-8-6825-300	1	122.4					KOKKU:	971.4

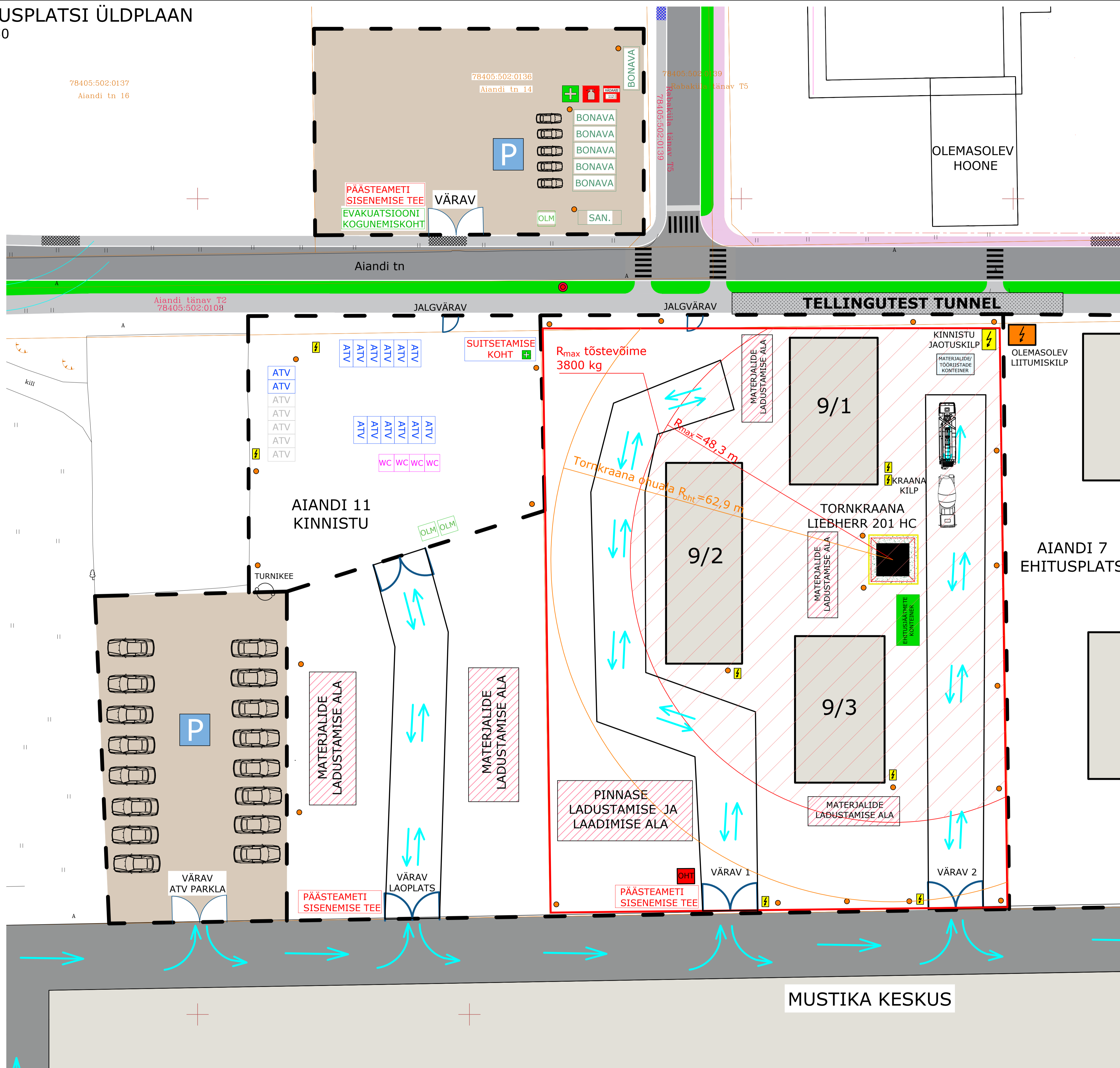
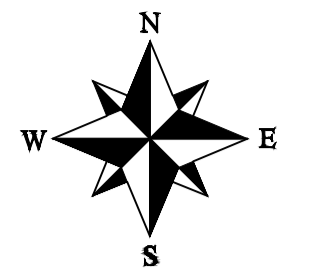
MÄRKUSED:

- Konstruktiooniklass S4
- Konstruktiooni keskonnaklass XC1
- Betooni tugevus C25/30
- Armatuuri klass B500B
- Armatuuri kaitsekiht 20 mm

<b>TALTECH</b> TTÜ INSENERITEADUSKOND Koostaja: Klaarika Joller Juhendaja: Johannes Pello	Allkirj/kuupäev:  Allkirj/kuupäev:	Magistritöö	Leht / Lehti: 2/8
		Konstruktiooni osa: monoliitne vahelagi	
Ehituse ja arhitektuuri instituut		Ehitustehnoloogia ja plastsikordluse analüüs Tallinnas, Aiandi 9 korterelamute ehituse näitel	

# EHITUSPLATSI ÜLDPLAAN

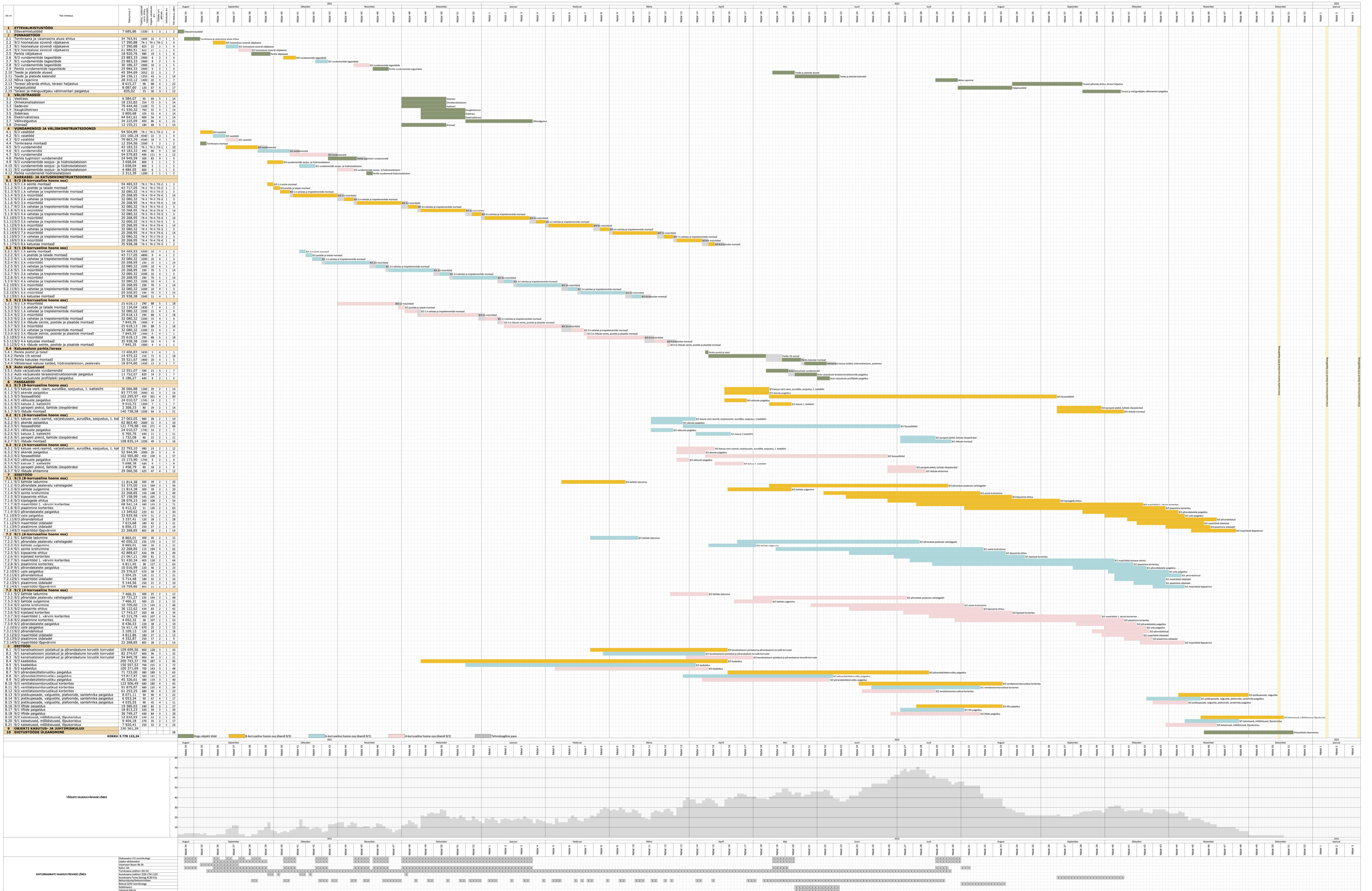
M 1:350



- TINGMÄRGID
- ASFALT/TÄNAV
  - KRUUS
  - PARKIMISALA
  - AUTOVÄRAV
  - JALGVÄRAV
  - AJUTINE TEE
  - LAOPLATS
  - OHTLIKE JÄÄTMEDE KONTEINER
  - EHITUSJÄÄTMEDE KONTEINER
  - KRAANA
  - KRAANA OHUPIIRKOND
  - OLEMASOLEV LIITUMISKILP
  - AJUTINE ELEKTRIKILP
  - HÜDRANT
  - ALLTÖÖVÕTJA SOOJAK
  - PEATÖÖVÕTJA SOOJAK
  - SANITAARSOOJAK
  - WC
  - ESMAABIPAKK
  - TULEKUSTUTI
  - HÄDAABITELEFON
  - PROJEKTOR
  - TURNIKEE
  - AIANDI 9 EHITUSPLATSI PIIR

<b>TALTECH</b> TTÜ INSENERITEADUSKOND		Magistritöö	Leht / Lehti: 3/8
Koostaja: Klaarika Joller	Allkirj/kuupäev:	Ehitusplatsi üldplaan	
Juhendaja: Virgo Sulakatko	Allkirj/kuupäev:		
Ehituse ja arhitektuuri instituut		Ehitustehnoloogia ja platsikorralduse analüüs Tallinnas, Aiandi 9 korterelamute ehituse näitel	

# KOONDKALENDERPLAAN



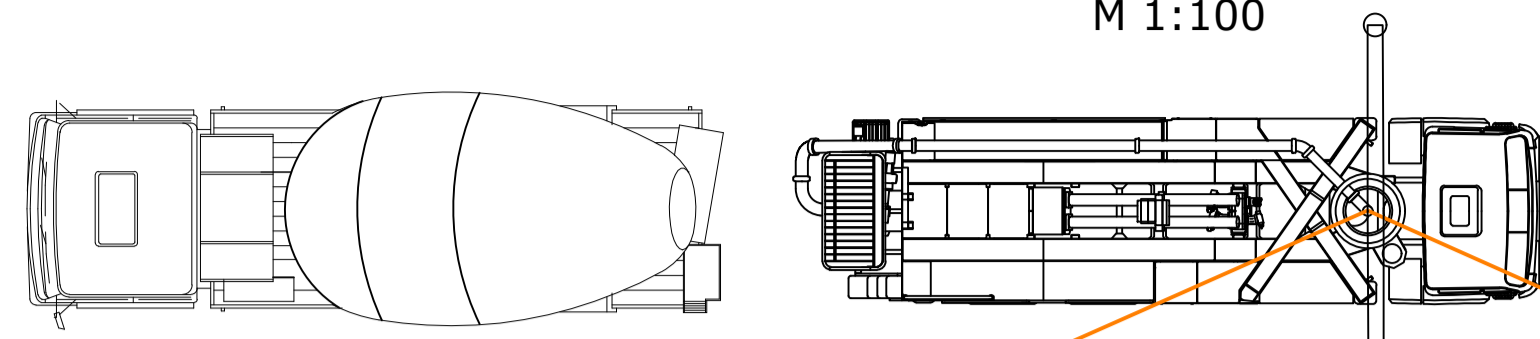
MÄRKUSED:  
1. Ehituse kestus on 349 tööpäeva

<b>TALTECH</b>	TTÜ INSENERITEADUSKOND	Magistritöö	Leht / Lehti: 4/8
Koostaja: Klaarka Joller	Allkirj/kuupäev:	Koondkalenderplaani	Ehitustehnoloogia ja platsikorralduse analüüs Tallinnas, Aiandi 9 korterelamute ehituse näitel
Juhendaja: Virgo Sulakatko	Allkirj/kuupäev:		
Ehituse ja arhitektuuri instituut			



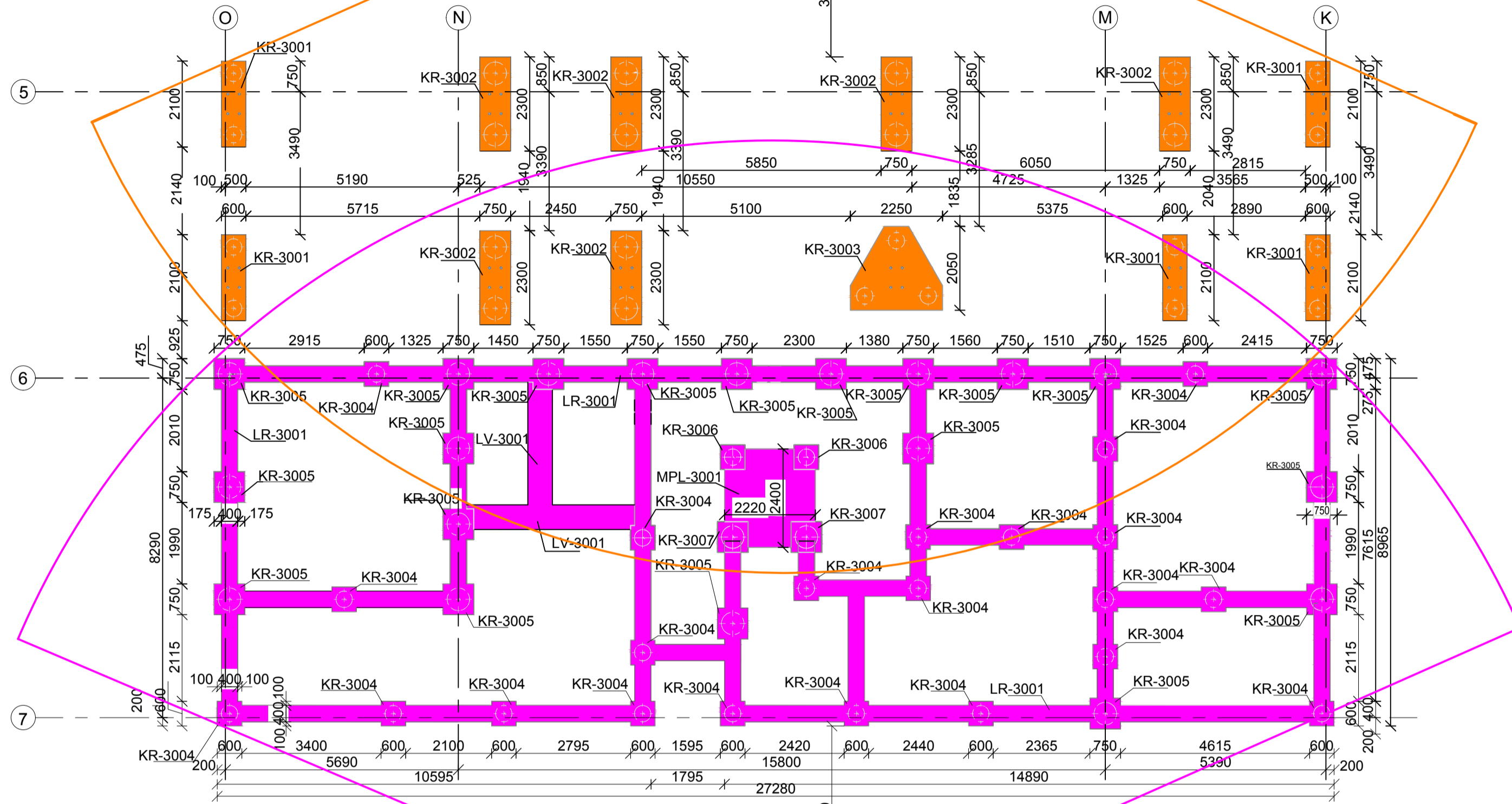
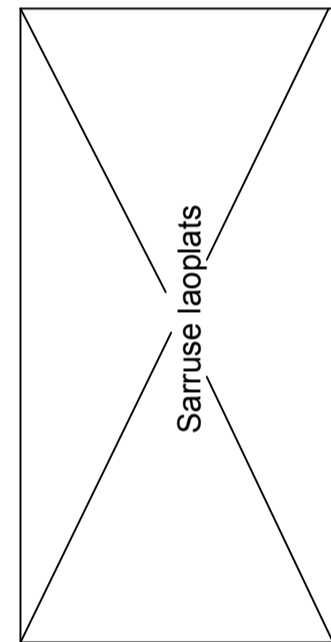
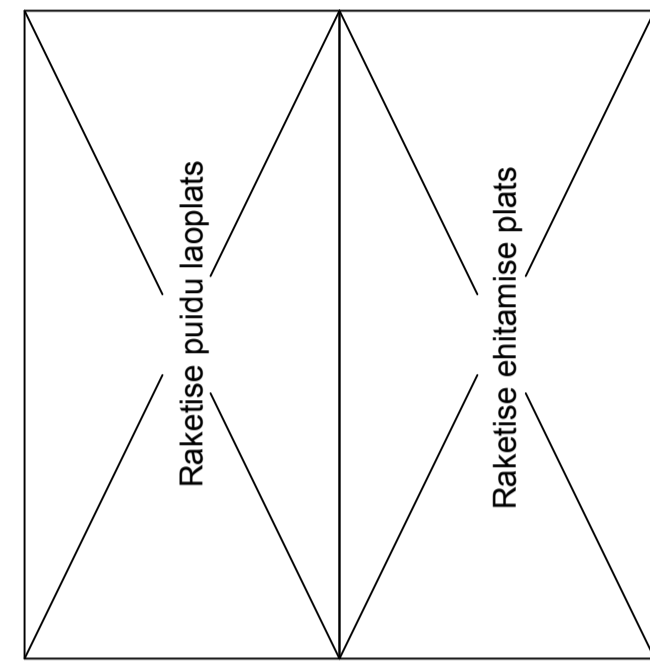
# TEHNOLOOGILINE KAART: VAIATÖÖD JA ROSTVÄRGI EHTUS

## ROSTVÄRGI EHTUS M 1:100

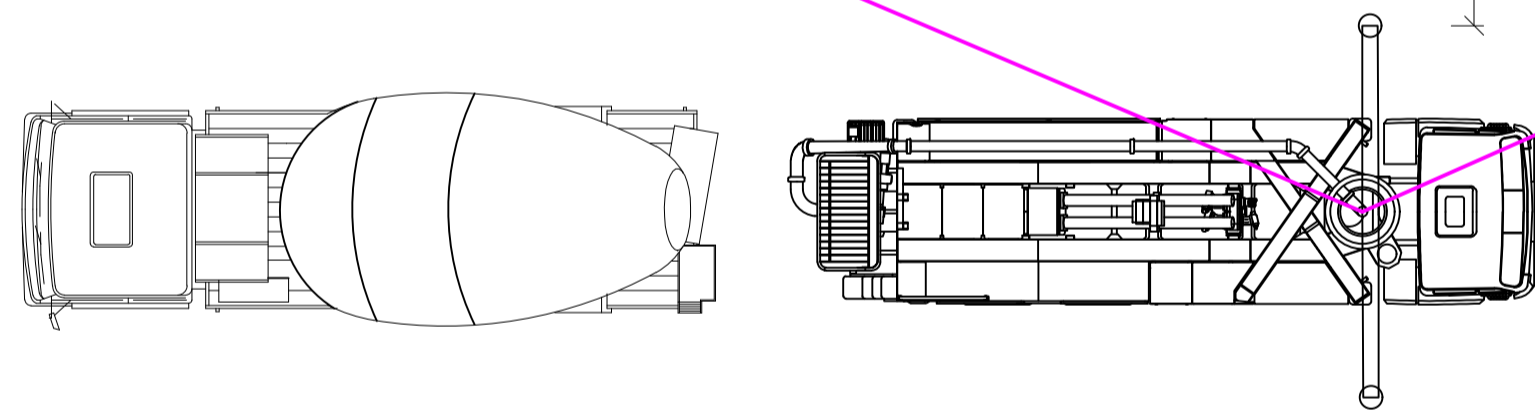


### BETONEERIMISE HAARDEALAD

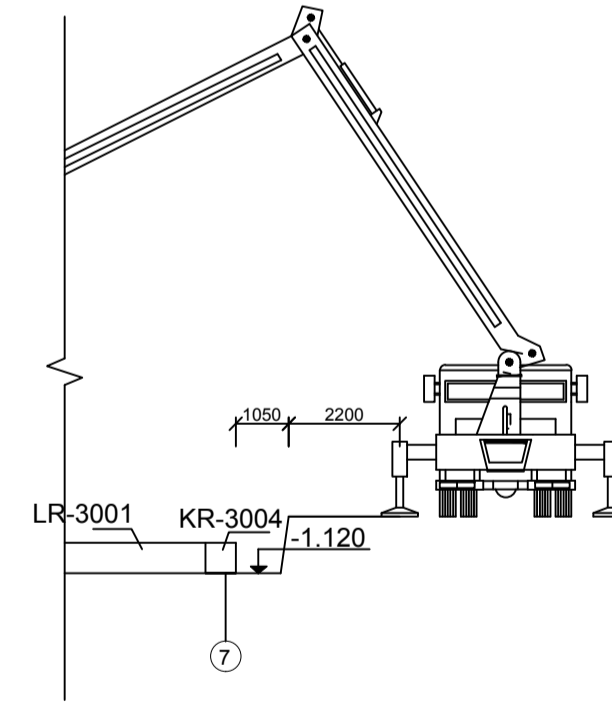
- 1. päev
- 2. päev



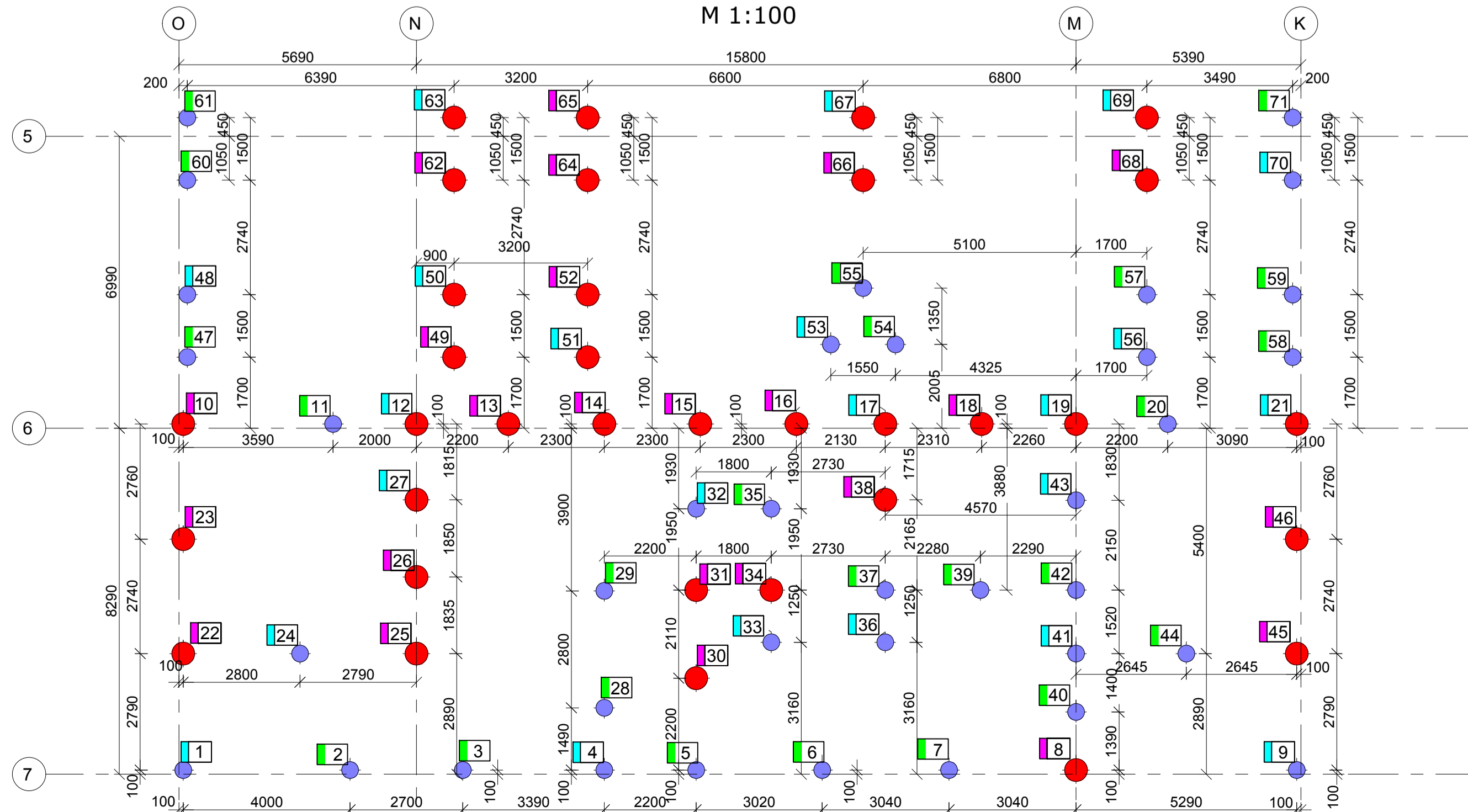
## BETONIPUMBA KÄPPADE KAUGUS KAEVIKUST 1. PÄEVAL M 1:150



## BETONIPUMBA KÄPPADE KAUGUS KAEVIKUST 2. PÄEVAL M 1:150

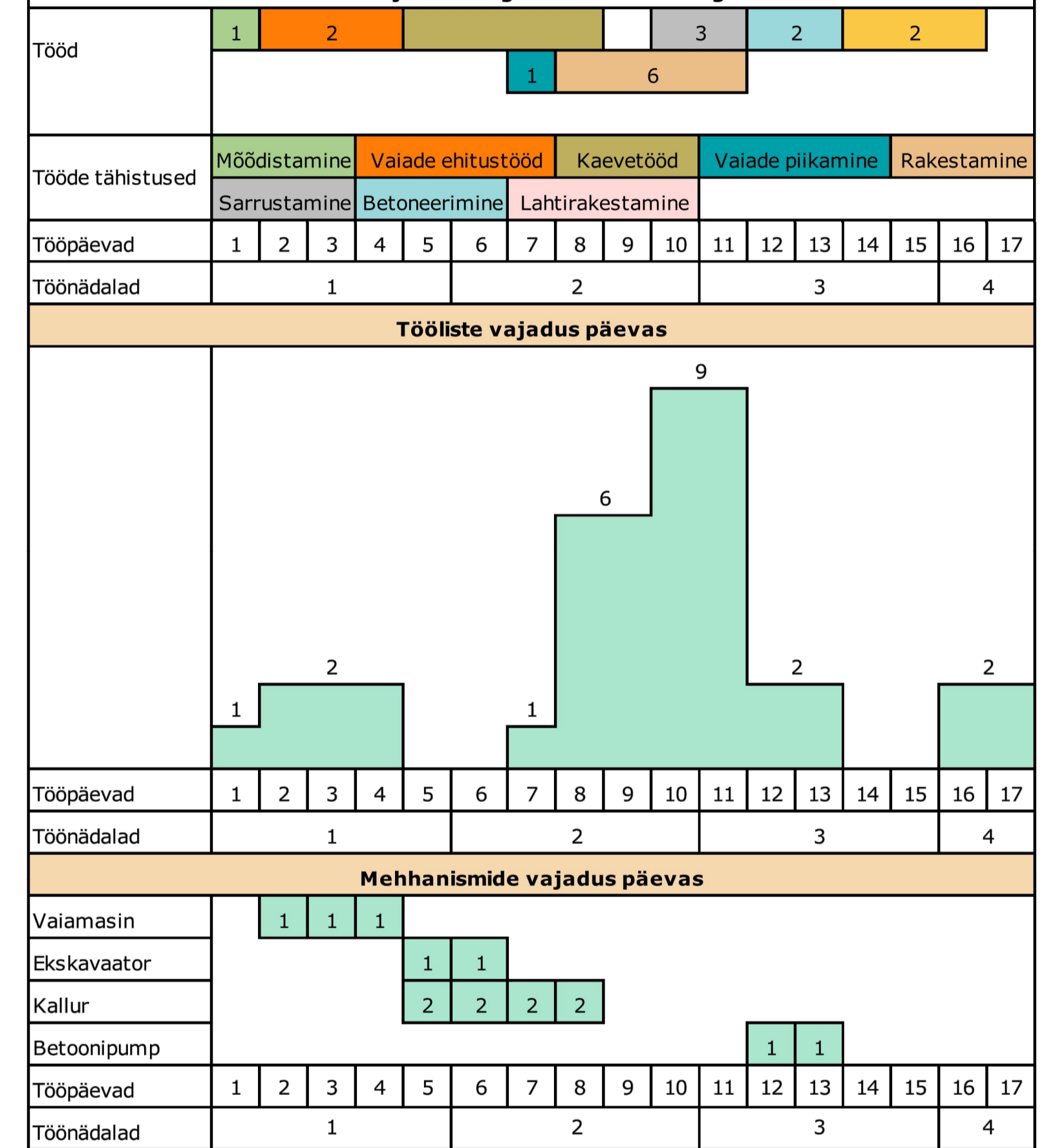


## VAIATÖÖD M 1:100



Jrk nr	Töö nimetus	Töölise eriala	Arv	Vaiatööd ja rostvärgi ehitus			Valitud kestus vah
				Normatiivne tööjookulu in-vah	Kestus in-vah	Normitaitmistegur	
1	Vaiakohtade mõõtmine ja märkimine	Möödistaja	1	0,98	0,98	1,02	1
2	Vaiade puurimine, betoneerimine	Tööline	2	6,35	3,17	0,95	3
		Vaiamasin	1	3,22	3,22	0,93	3
3	Kaevetööd	Ekskavaator	1	2,03	2,03	0,99	2
		Kallur	2	9,62	4,81	0,83	4
4	Vaiade piikamine	Tööline	1	1,07	1,07	0,93	1
5	Rakestamine	Tööline	6	23,35	3,89	1,03	4
6	Sarrustamine	Tööline	3	7,45	2,48	0,81	2
		Betoneerimine betoonipumba abil	Tööline	2	2,17	1,09	1,84
7	Betoneerimine betoonipumba abil	Betoonipump	1	1,65	1,65	1,21	2
		Tööline	2	5,24	2,62	1,15	3
8	Tagasitõttetööd	Tööline	2	5,24	2,62	1,15	3
		Ekskavaator	1	2,85	2,85	1,05	3

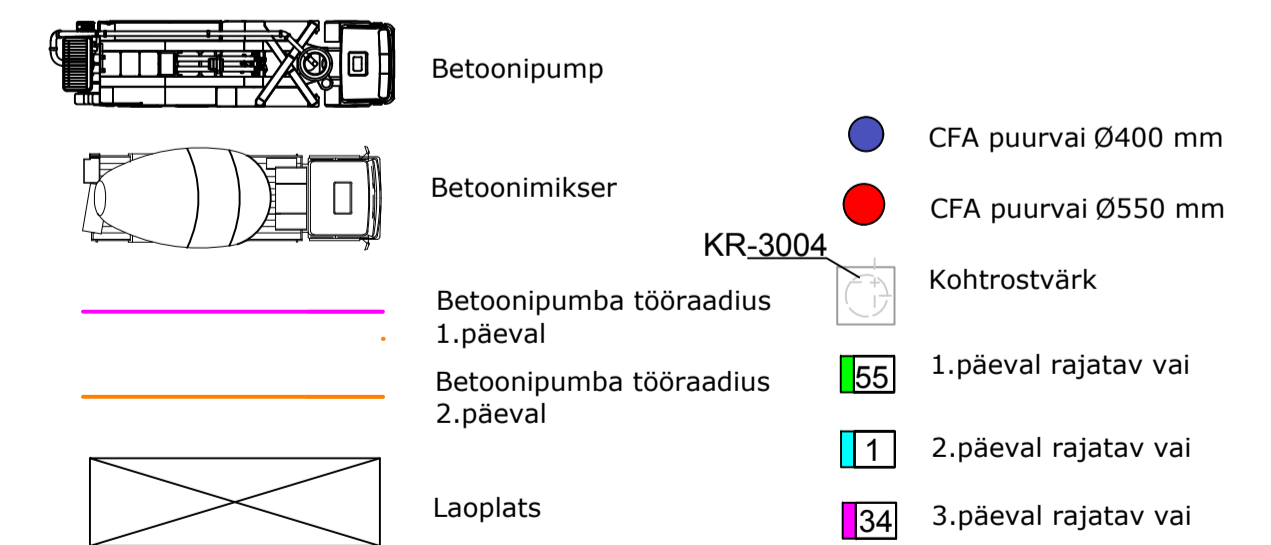
### Vaiatööde ja rostvärgi ehituse kalendergraafik



Vaiade rajamise järjekord			
1. päev	2. päev	3. päev	
55	1	34	
71	4	45	
57	9	38	
44	24	14	
37	32	62	
29	33	18	
5	41	31	
7	48	26	
42	53	49	
59	56	65	
39	70	23	
20	43	16	
54	36	46	
28	50	52	
35	27	8	
40	21	13	
58	19	64	
60	17	15	
47	12	68	
3	69	66	
6	67	30	
11	63	25	
61	51	22	
2		10	

Materjalide koguste kokkuvõte			
Jrk nr	Materjal	Ühik	Kogus
1	CFA puurvai Ø400 mm	tk	37
2	CFA puurvai Ø550 mm	tk	34
3	Vaiade betoon C30/37	m³	292.73
4	Raketis	m²	235
5	Armatuur	kg	6637
6	Rostvärgi betoon C25/30	m³	54.91

### TINGMÄRGID:



### MÄRKUSED:

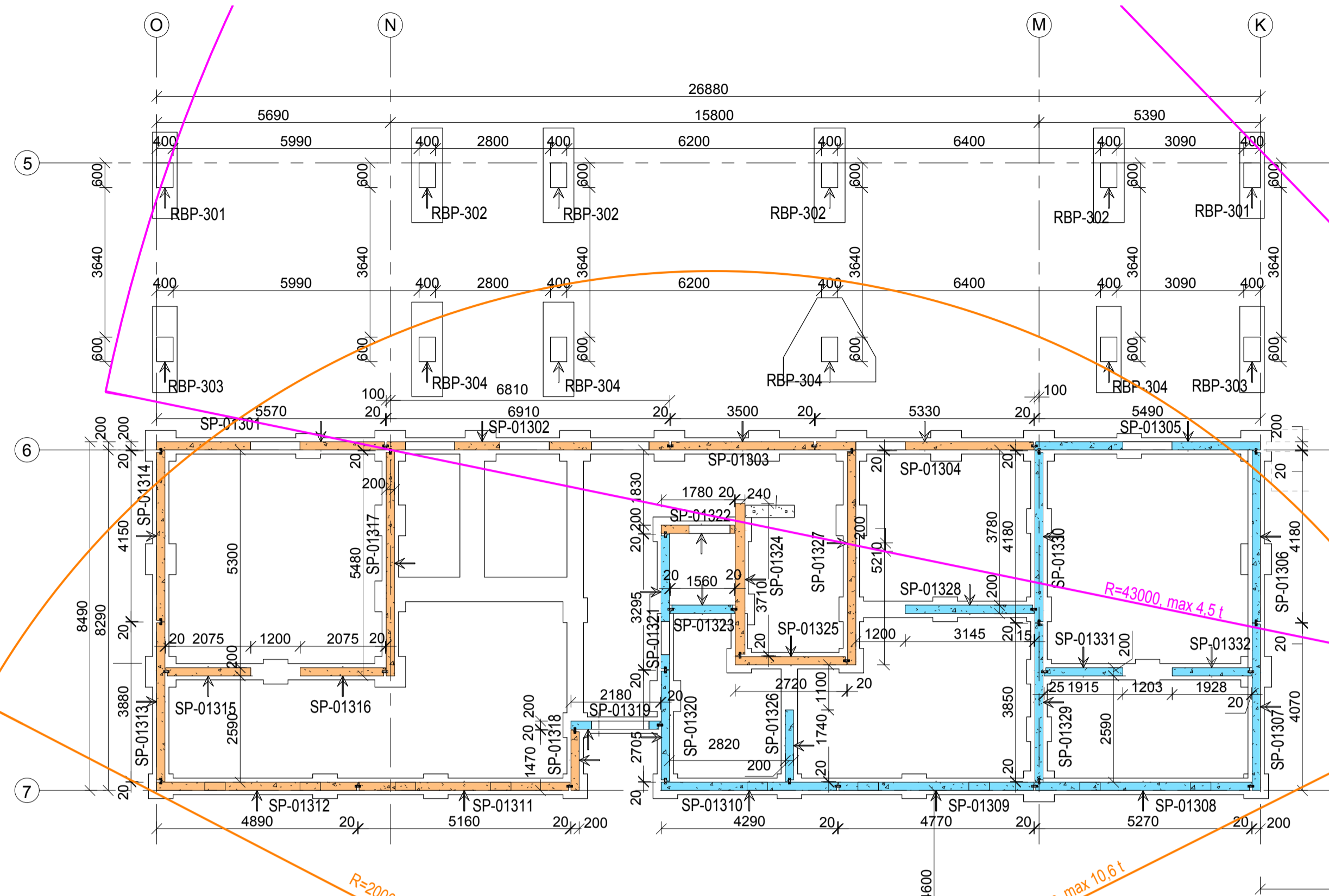
- Hoone ±0.00 = abs. +10.550m
- Vaia betooni klass C30/37
- Rostvärgi betooni klass C25/30
- Armatuuri kaitsekiht
- Armatuuri klass B500B
- Rostvärgi lahtirakestamine on lubatud peale survetugevuse 5 MPa saavutamist

TAL TECH TTÜ INSENERITEADKOND		Magistritöö	Leht / Lehti: 5/8
Koostaja: Klaarika Joller	Allkirj/kuupäev:	Tehnoloogiline kaart: vaiatööd ja rostvärgi ehitus	
Juhendaja: Virgo Sulakatko	Allkirj/kuupäev:	Ehitustehnoloogia ja platsikorralduse analüüs Tallinnas, Alandi 9 korterelamute ehituse näitel	
Ehituse ja arhitektuuri instituut			

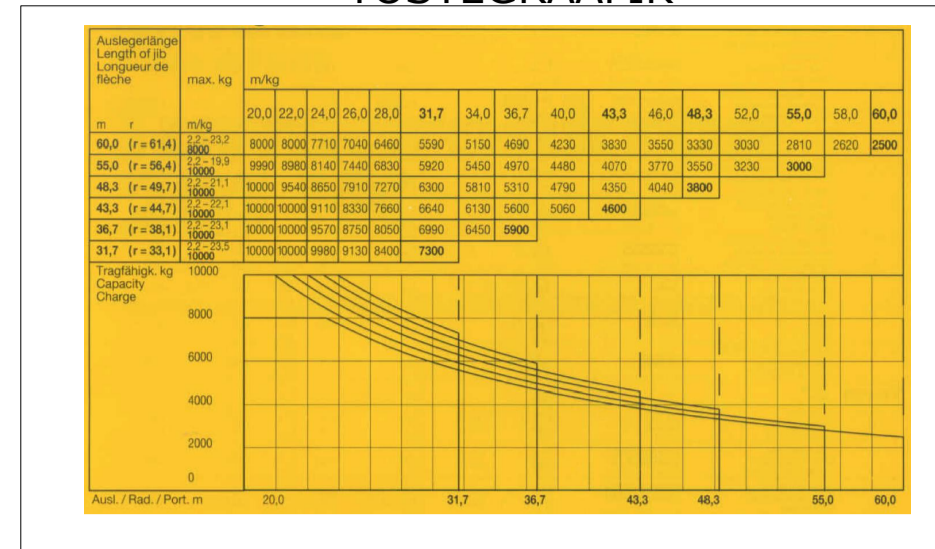
# TEHNOLOOGILINE KAART: 1. KORRUSE MONTAAŽITÖÖD

## SEINAPANEELIDE MONTAAŽ

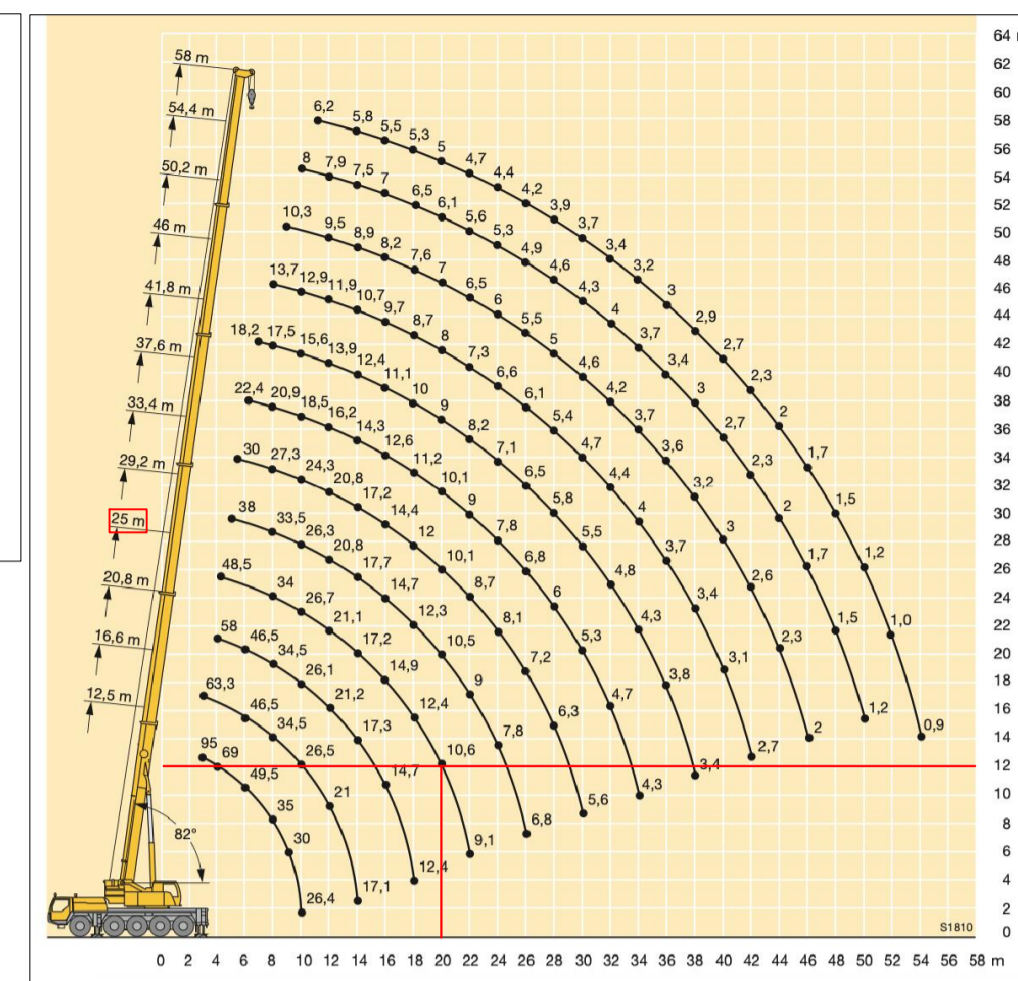
M 1:100



## TORNKRAANA LIEBHERR 201HC TÖSTEGRAAFIK

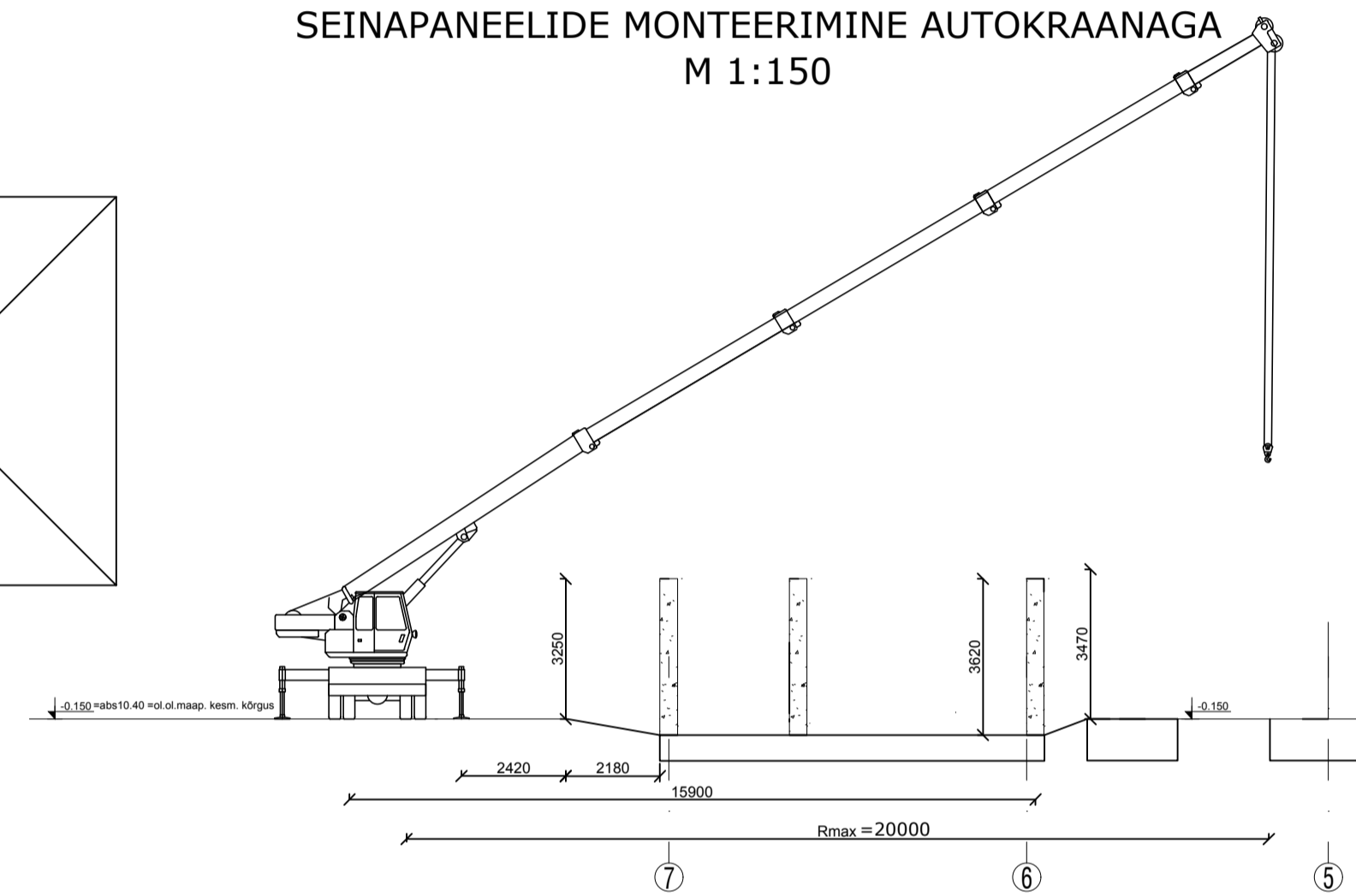


## AUTOKRAANA LIEBHERR LTM1095 TÖSTEGRAAFIK



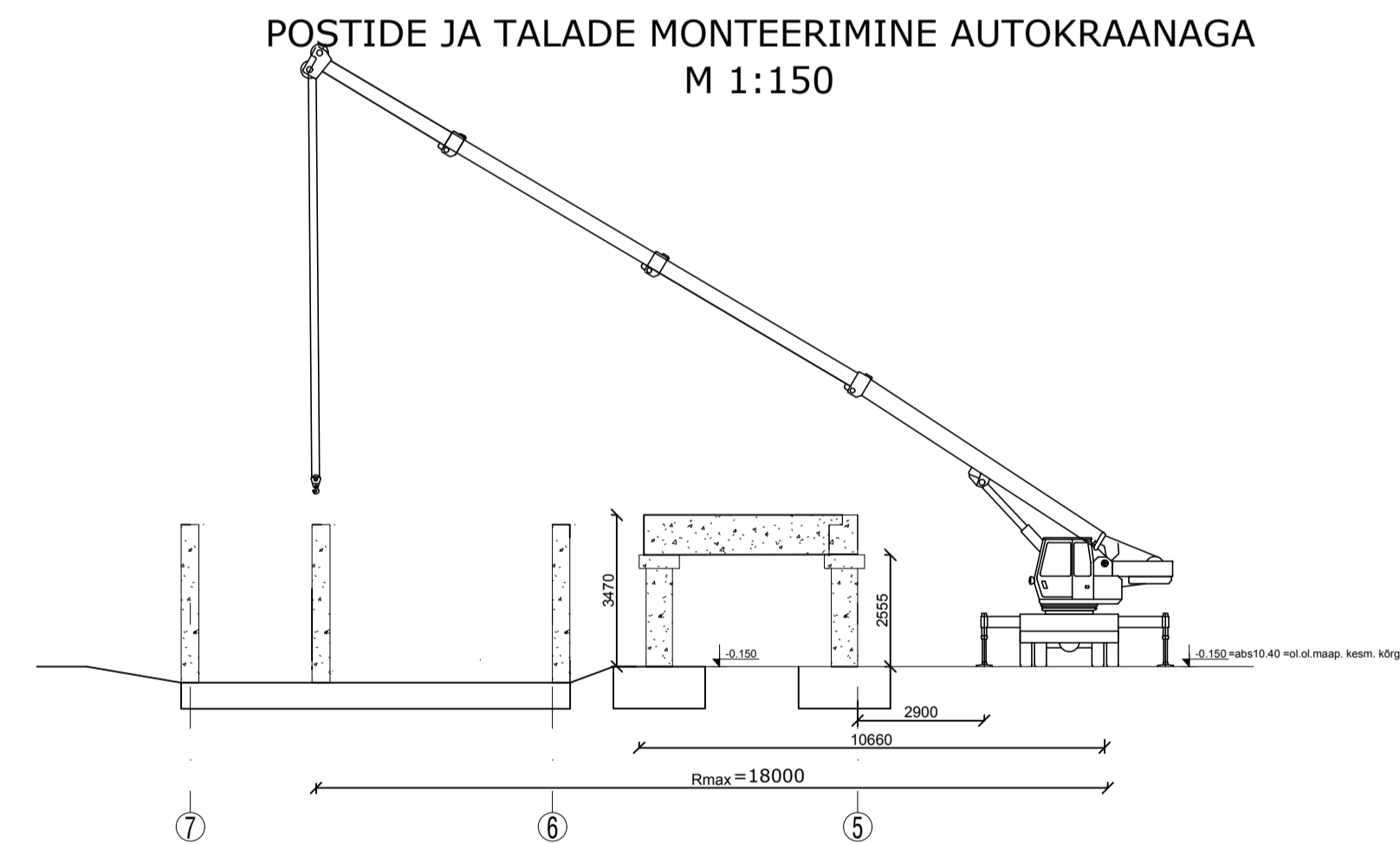
## SEINAPANEELIDE MONTEERIMINE AUTOKRAANAGA

M 1:150



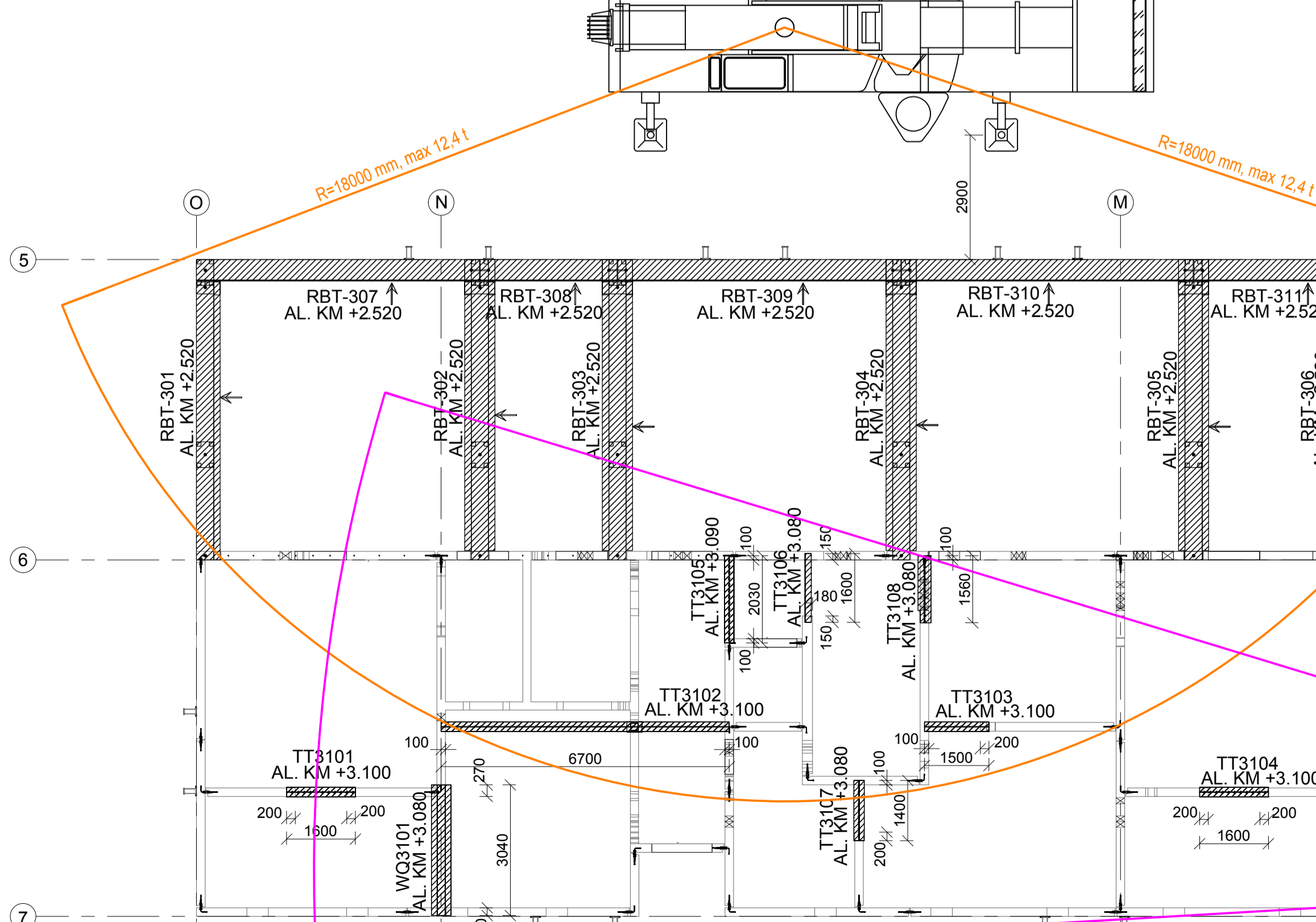
## POSTIDE JA TALADE MONTEERIMINE AUTOKRAANAGA

M 1:150



## TALADE MONTAAŽ

M 1:100



## SEINAPANEELIDE MONTEERIMISE HAARDEALAD

- 1. päev
- 2. päev

Jrk nr	Töö nimetus	Tööliste eriala	Tööliste arv	1. korruse montaažitööd		Normitamis-egur	Valitud kestus vah
				Normatiivne tööjõukulu in-vah	Kestus vah		
1	Seinapaneelide montaaž	Tööline	4	9,90	2,48	0,81	2
		Autokraana	1	0,44	0,44	0,44	2
2	Postide montaaž	Tööline	3	2,59	0,86	1,16	1
		Kraana	1	0,44	0,44	2,29	1
3	Talade montaaž	Tööline	3	3,02	1,01	0,99	1
		Autokraana	1	0,26	0,26	3,83	1

## 1. korruse montaažitööde kalendergraafik

Tööd	4					3					3									
Tööde tähistused	Seinapaneelide montaaž																			
	Postide montaaž																			
	Talade montaaž																			
Tööpäevad	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5					
Töönädalad	1																			
<b>Tööliste vajadus päevas</b>																				
	4															3				
Tööpäevad	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5					
Töönädalad	1																			
<b>Mehhanismide vajadus päevas</b>																				
Tornkraana	1															1				
Autokraana	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1					
Tööpäevad	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5					
Töönädalad	1																			

## Monteeritavad seinapaneelid

Tähis	Arv	h	Pikkus	Kõrgus	Kaal
SP-01301	1	200	5570	3570	8,6
SP-01302	1	200	6910	3570	7,9
SP-01303	1	200	3500	3570	6,3
SP-01304	1	200	5330	3570	8,1
SP-01305	1	200	5490	3570	8,2
SP-01306	1	200	4180	3570	7,5
SP-01307	1	200	4070	3570	7,3
SP-01308	1	200	5270	3570	9,2
SP-01309	1	200	4770	3570	8,3
SP-01310	1	200	4290	3570	7,6
SP-01311	1	200	5160	3570	9,0
SP-01312	1	200	4890	3570	8,5
SP-01313	1	200	3880	3570	7,0
SP-01314	1	200	4150	3570	7,5
SP-01315	1	200	2975	3570	3,8
SP-01316	1	200	2075	3570	3,8
SP-01317	1	200	5480	3570	9,8
SP-01318	1	200	1470	3570	2,7
SP-01319	1	200	2180	3570	2,2
SP-01320	1	200	2705	3570	4,9
SP-01321	1	200	3295	3570	5,0
SP-01322	1	200	1780	3570	2,2
TT3101	1	200	1560	3570	2,8
TT3102	1	240	3710	3570	8,0
TT3103	1	200	2720	3570	4,9
TT3104	1	200	1740	3570	3,2
TT3105	1	200	5210	3570	9,3
TT3106	1	200	3145	3570	5,7
TT3107	1	200	3850	3570	6,9
TT3108	1	200	4180	3570	7,5
TT3109	1	200	1915	3570	3,5
TT3110	1	200	1928	3570	3,5
WQ3101	1	200	1928	3570	3,5
Kokku	32				

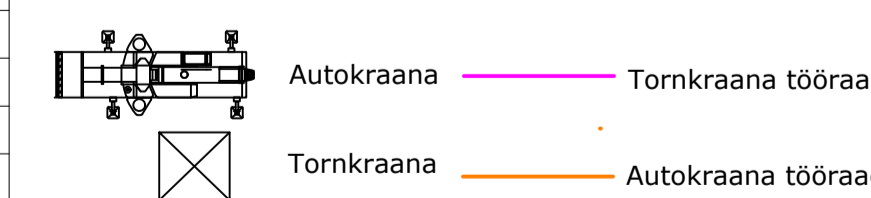
## Monteeritavad raudbetoonalad

Tähis	Arv	Ristlõige tk	h (mm)	b (mm)	Pikkus mm	Kaal t
RBT301	1	800	550	6470	6,6	
RBT302	1	800	700	6470	8,0	
RBT303	1	800	700	6470	8,0	
RBT304	1	800	700	6470	8,0	
RBT305	1	800	700	6470	8,0	
RBT306	1	800	550	6470	6,6	
RBT307	1	800	500	6580	6,3	
RBT308	1	800	500	3180	2,9	
RBT309	1	800	500	6580	6,3	
RBT310	1	800	500	6780	6,5	
RBT311	1	800	500	3680	3,4	
Kokku	11					

## Monteeritavad raudbetoonpostid

Tähis	Arv	h (mm)	b (mm)	Pikkus mm	Kaal t
RBP301	2	600	400	3280	2,0
RBP302	4	600	400	3280	2,2
RBP303	2	600	400	2980	1,8
RBP304	4	600	400	2980	1,8
Kokku	12				

## TINGMÄRGID:



## Talade paigaldusjärjekord

Jrk nr	Tala
1	RBT-307
2	RBT-308
3	RBT-309
4	RBT-310
5	RBT-311
6	RBT-301
7	RBT-302
8	RBT-303
9	RBT-304
10	RBT-305
11	RBT-306

## Paneelide paigaldusjärjekord

1. päev			2. päev		
Jrk nr	Paneel	Paigaldamise aeg	Jrk nr	Paneel	Paigaldamise aeg
1	SP-01314	8.00	17	SP-01321	8.00
2	SP-01301	8.30	18	SP-01323	8.30
3	SP-01302	9.00	19	SP-01320	9.00
4	SP-01317	9.30	20	SP-01319	9.30
5	SP-01313	10.00	21	SP-01310	10.00
6	SP-01315	10.30	22	SP-01326	10.30
7	SP-01312	11.00	23	SP-01309	11.00
8	SP-01316	11.30	24	SP-01308	11.30
9	SP-01311	12.00	25	SP-01329	12.00
10	SP-01318	12.30	26	SP-01330	12.30
11	SP-01303	13.00	27	SP-01328	13.00
12	SP-01304	14.30	28	SP-01305	14.30
13	SP-01327	15.00	29	SP-01306	15.00
14	SP-01325	15.30	30	SP-01331	15.30
15	SP-01324	16.00	31	SP-01307	16.00
16	SP-01322	16.30	32	SP-01332	16.30

- MÄRKUSED:
- Hoone ±0.00 = abs. +10.550m
  - Elementi tõsta ja pöörata ainult tõstekinnititest
  - Pärast seinapaneeli monteerimist paigaldada ajutised kaldtoed, mis kinnitatakse paneeli külge ja toetatakse kindlale aluspinnale

TAL TECH TTÜ INSENERITEADUSKOND

Koostaja: Klaarika Joller  
 Juhendaja: Virgo Sulakatko  
 Ehituse ja arhitektuuri instituut

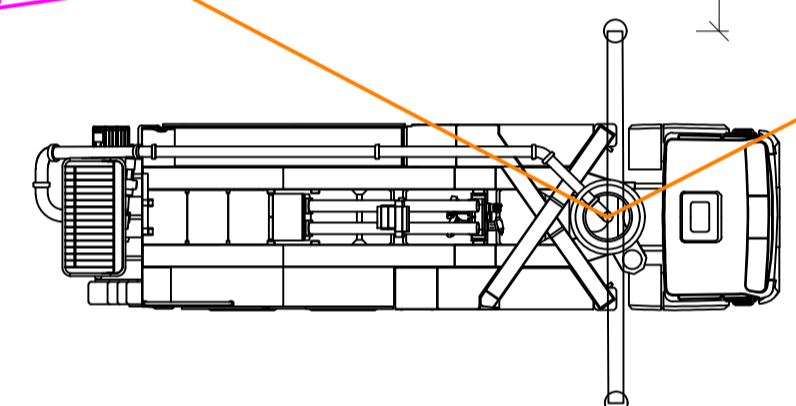
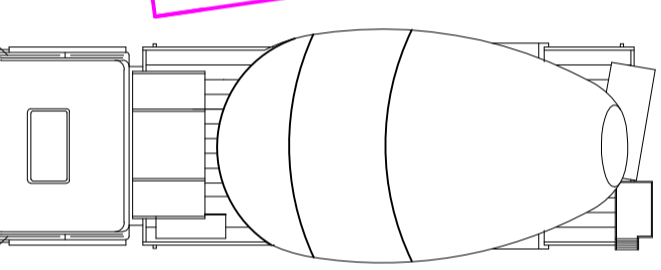
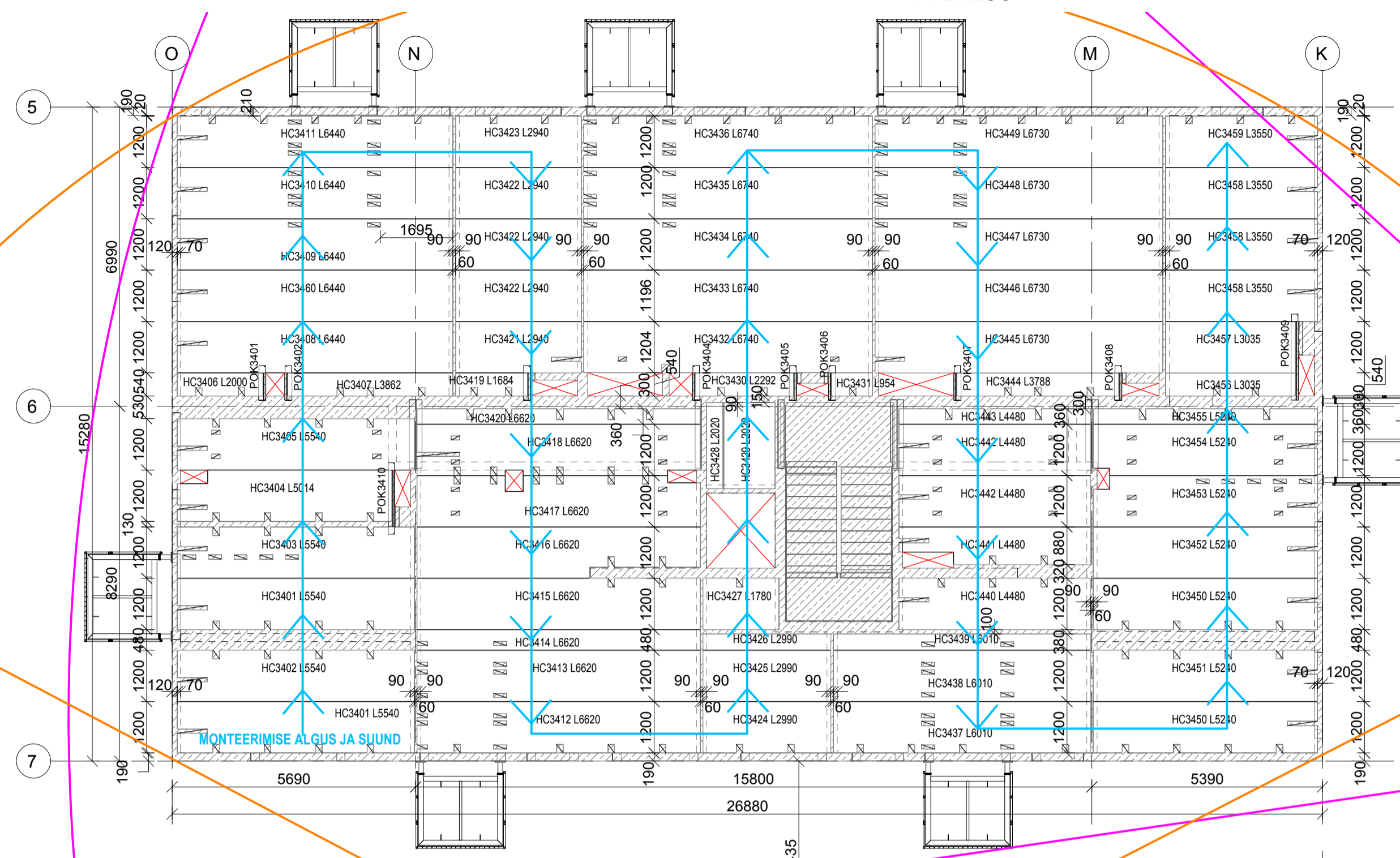
Magistritöö

Tehnoloogiline kaart:  
 1. korruse montaažitööd

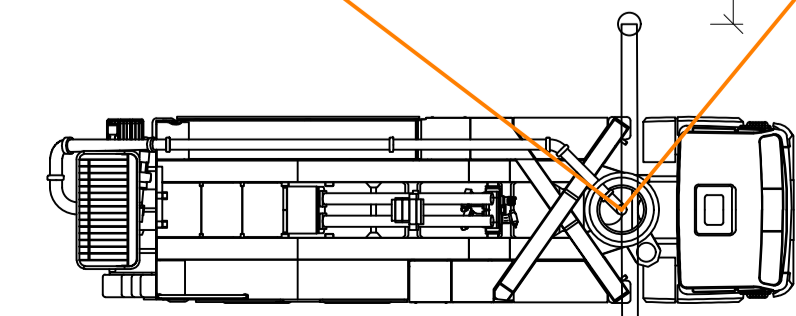
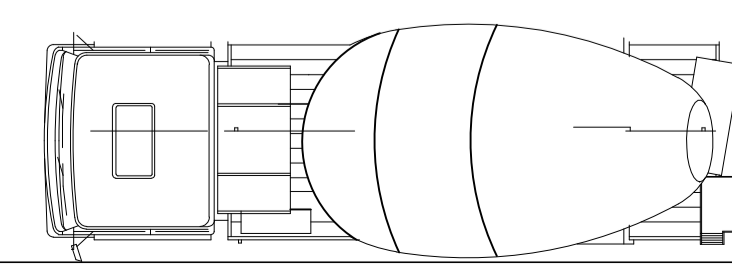
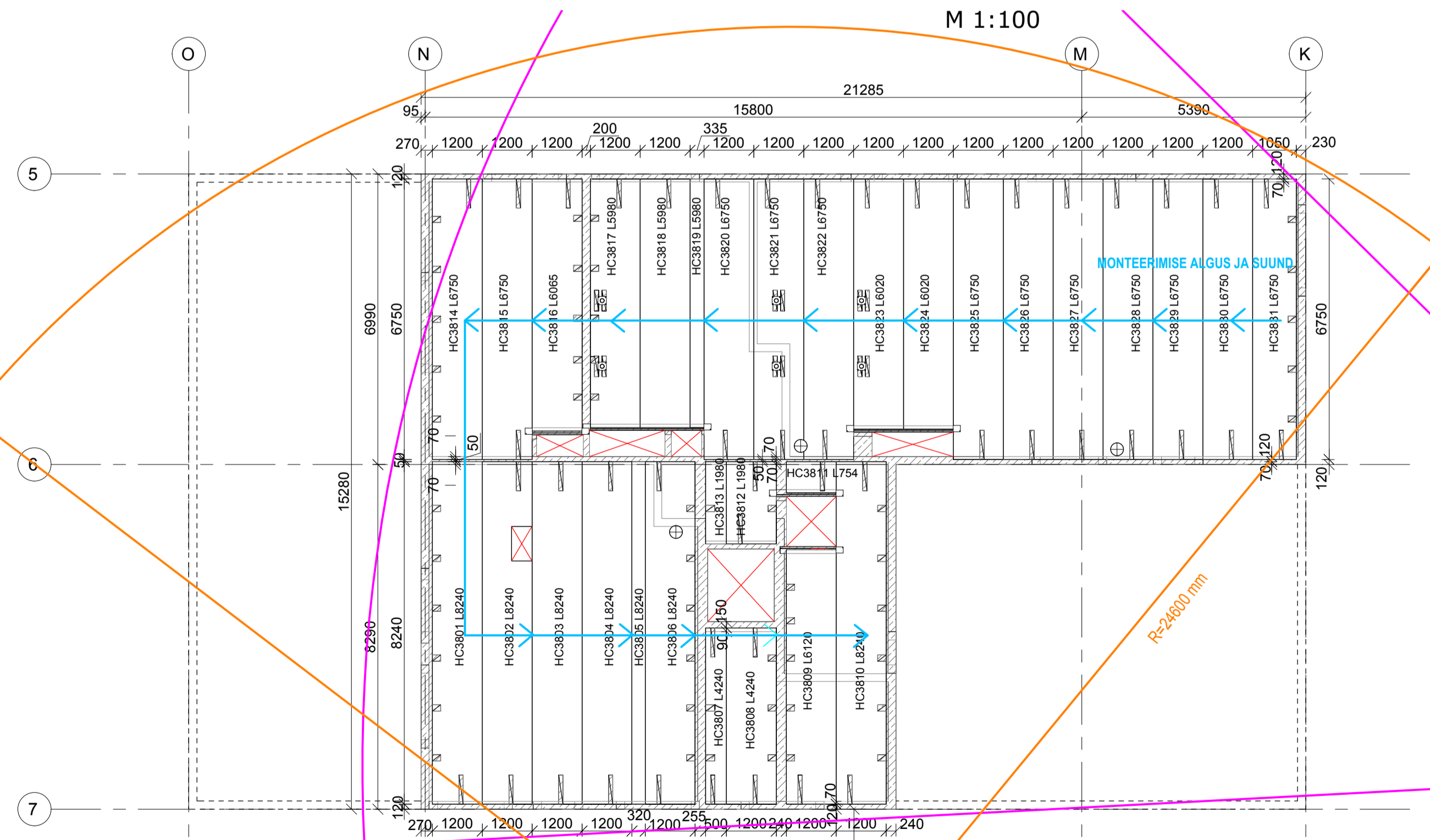
Ehitustehnoloogia ja platsikorralduse analüüs Tallinnas, Aiandi 9 korterelamute ehituse näitel

# TEHNOLOOGILINE KAART: VAHELAE MONTAAŽITÖÖD

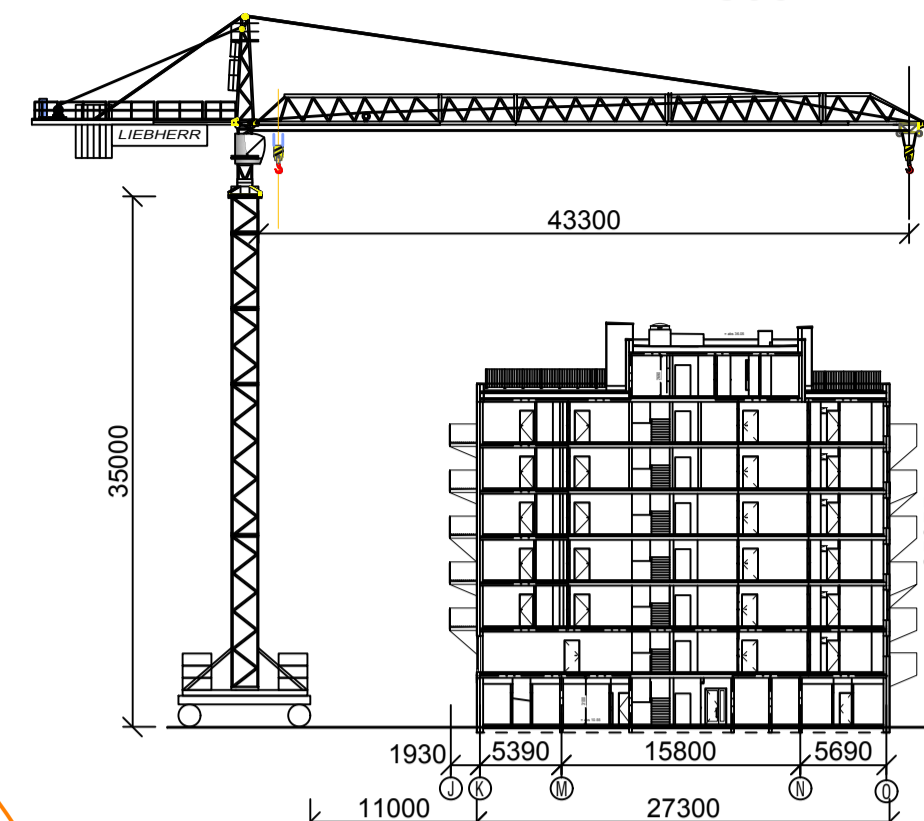
## TÜÜPKORRUSE MONTAAŽITÖÖD M 1:100



## 8. KORRUSE MONTAAŽITÖÖD M 1:100



## MONTAAŽ TORNKRAANAGA LIEBHERR 201HC M 1:500



abs 10.40 = ol.ol.maap.  
kesm. kõrgsus

### Tüüpkorruse montaažitööde kalendergraafik

Tööd	4	3	2		
Tööde tähistused	Õõnespaneelide ja trepi montaaž				
	Õõnespaneelide vruukide sarustamine				
	Monolitiseerimine				
Tööpäevad	1	2	3	4	5
Töönädalad	1				
<b>Tööliste vajadus päevas</b>					
	4	3	2		
Tööpäevad	1	2	3	4	5
Töönädalad	1				
<b>Mehhanismide vajadus päevas</b>					
Tornkraana	1	1			
Betoonipump				1	
Tööpäevad	1	2	3	4	5
Töönädalad	1				

### Paneelide paigaldusjärjekord 8. korrusel

Jrk nr	Paneel	Paigaldamise aeg
1	HC3831	8.00
2	HC3830	8.12
3	HC3829	8.24
4	HC3828	8.36
5	HC3827	8.48
6	HC3826	9.00
7	HC3825	9.12
8	HC3824	9.24
9	HC3823	9.36
10	HC3822	9.48
11	HC3821	10.00
12	HC3820	10.12
13	HC3819	10.24
14	HC3818	10.36
15	HC3817	10.48
16	HC3816	11.00
17	HC3815	11.12
18	HC3814	11.24
19	HC3811	11.36
20	HC3802	11.48
21	HC3803	13.00
22	HC3804	13.12
23	HC3805	13.24
24	HC3806	13.36
25	HC3813	13.48
26	HC3812	14.00
27	HC3811	14.12
28	HC3807	14.24
29	HC3808	14.36
30	HC3809	14.48
31	HC3810	15.00

### Paneelide paigaldusjärjekord tüüpkorrusel

1. päev			2. päev		
Jrk nr	Paneel	Paigaldamise aeg	Jrk nr	Paneel	Paigaldamise aeg
1	HC3401	8.00	39	HC3435	8.00
2	HC3402	8.12	40	HC3436	8.12
3	HC3401	8.24	41	HC3449	8.24
4	HC3403	8.36	42	HC3448	8.36
5	HC3404	8.48	43	HC3447	8.48
6	HC3405	9.00	44	HC3446	9.00
7	HC3406	9.12	45	HC3445	9.12
8	HC3406	9.24	46	HC3431	9.24
9	HC3407	9.36	47	HC3444	9.36
10	HC3408	9.48	48	HC3443	9.48
11	HC3460	10.00	49	HC3442	10.00
12	HC3409	10.12	50	HC3442	10.12
13	HC3410	10.24	51	HC3441	10.24
14	HC3411	10.36	52	HC3440	10.36
15	HC3423	10.48	53	HC3439	10.48
16	HC3422	11.00	54	HC3438	11.00
17	HC3422	11.12	55	HC3437	11.12
18	HC3422	11.24	56	HC3450	11.24
19	HC3421	11.36	57	HC3451	11.36
20	HC3419	11.48	58	HC3450	11.48
21	HC3420	13.00	59	HC3452	13.00
22	HC3418	13.12	60	HC3453	13.12
23	HC3417	13.24	61	HC3454	13.24
24	HC3416	13.36	62	HC3455	13.36
25	HC3415	13.48	63	HC3456	13.48
26	HC3414	14.00	64	HC3457	14.00
27	HC3413	14.12	65	HC3458	14.12
28	HC3412	14.24	66	HC3458	14.24
29	HC3424	14.36	67	HC3458	14.36
30	HC3425	14.48	68	HC3459	14.48
31	HC2436	15.00			
32	HC3427	15.12			
33	HC3428	15.24			
34	HC3429	15.48			
35	HC3430	16.00			
36	HC3432	16.12			
37	HC3433	16.24			
38	HC3434	16.36			

- MÄRKUSED:
- Hoone ±0.00 = abs. +10.550m
  - Kriitiline element on õõnespaneel HC3814 (2,4 t), arvestada kraana valikul
  - Vahelagi armeerida ja monolitiseerida vastavalt vahelae armeerimiskeemile
  - Betooni klass 25/30
  - Armatuuri klass B500B
  - Kaitsekiht 25±10 mm
  - Paneelid paigutatakse hoone idapoolsele küljele, samasse asukohta kus joonisel toodud betoonipumba asukoht

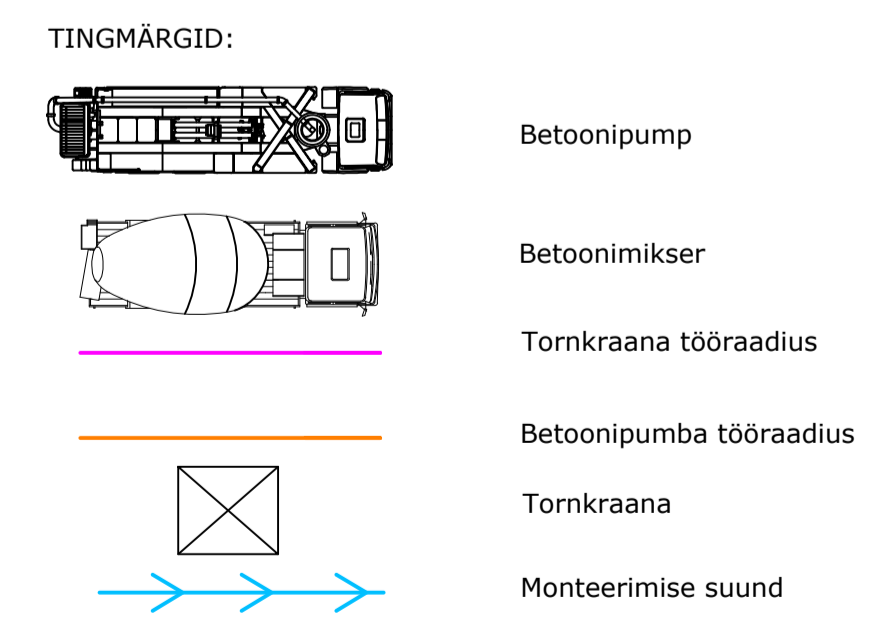
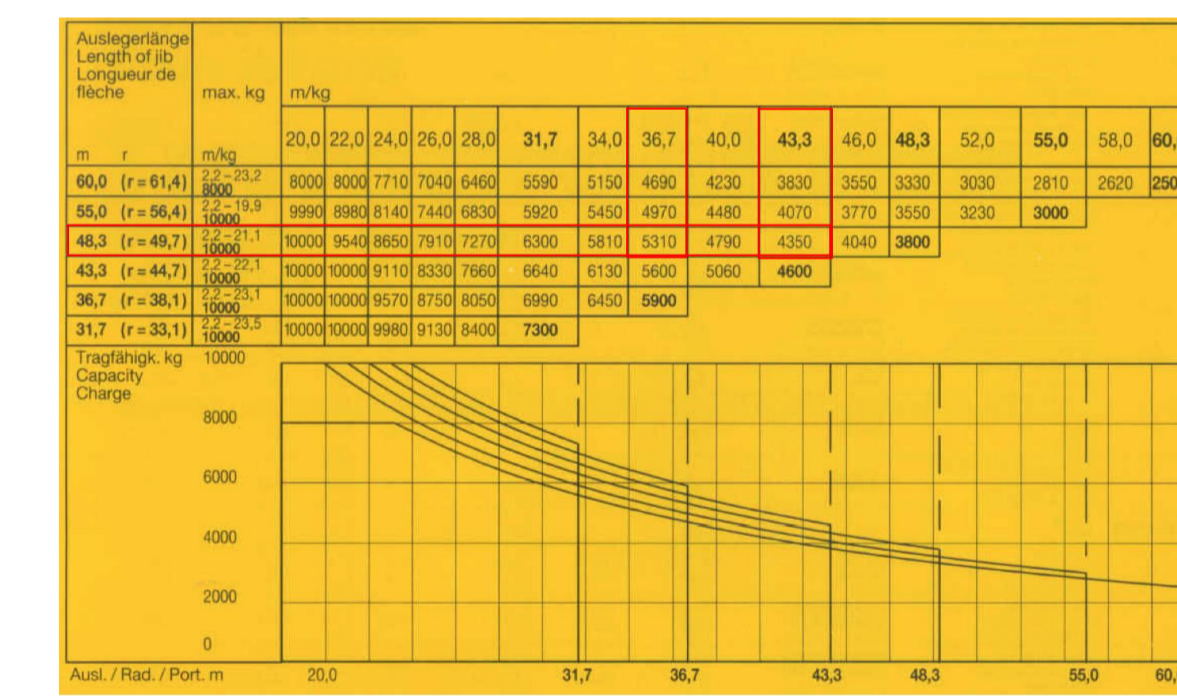
Jrk nr	Töö nimetus	Tööliste eriala	Tüüpkorruse montaažitööd				
			Tööliste arv	Normatiivne tööajakulu in-vah	Kestus vah	Normitaitmistegur vah	Valitud vah
1	Õõnespaneelide ja trepimentide montaaž	Monteerija	3	3,58	1,19	1,67	2
		Kraana	1	1,10	1,10	1,81	2
2	Õõnespaneelide vruukide sarustamine	Armeerija/Armeerija	3	2,53	0,84	1,19	1
3	Õõnespaneelide vruukide ja trepi monolitimine	Tööline	2	1,15	0,58	1,74	1
		Betoonipump	1	1,06	1,06	0,94	1

Jrk nr	Töö nimetus	Tööliste eriala	8. korruse montaažitööd				
			Tööliste arv	Normatiivne tööajakulu in-vah	Kestus vah	Normitaitmistegur vah	Valitud vah
1	Õõnespaneelide montaaž ja vruukide sarustamine	Monteerija/armeerija	3	2,58	0,86	1,16	1
		Kraana	1	0,47	0,47	0,47	1
2	Õõnespaneelide vruukide ja trepi monolitimine	Tööline	2	0,47	0,23	0,23	1
		Betoonipump	1	0,47	0,47	0,47	1

### 8. korruse montaažitööde kalendergraafik

Tööd	3	2			
Tööde tähistused	Õõnespaneelide montaaž ja sarustamine				
	Monolitiseerimine				
Tööpäevad	1	2	3	4	5
Töönädalad	1				
<b>Tööliste vajadus päevas</b>					
	3	2			
Tööpäevad	1	2	3	4	5
Töönädalad	1				
<b>Mehhanismide vajadus päevas</b>					
Tornkraana	1				
Betoonipump		1			
Tööpäevad	1	2	3	4	5
Töönädalad	1				

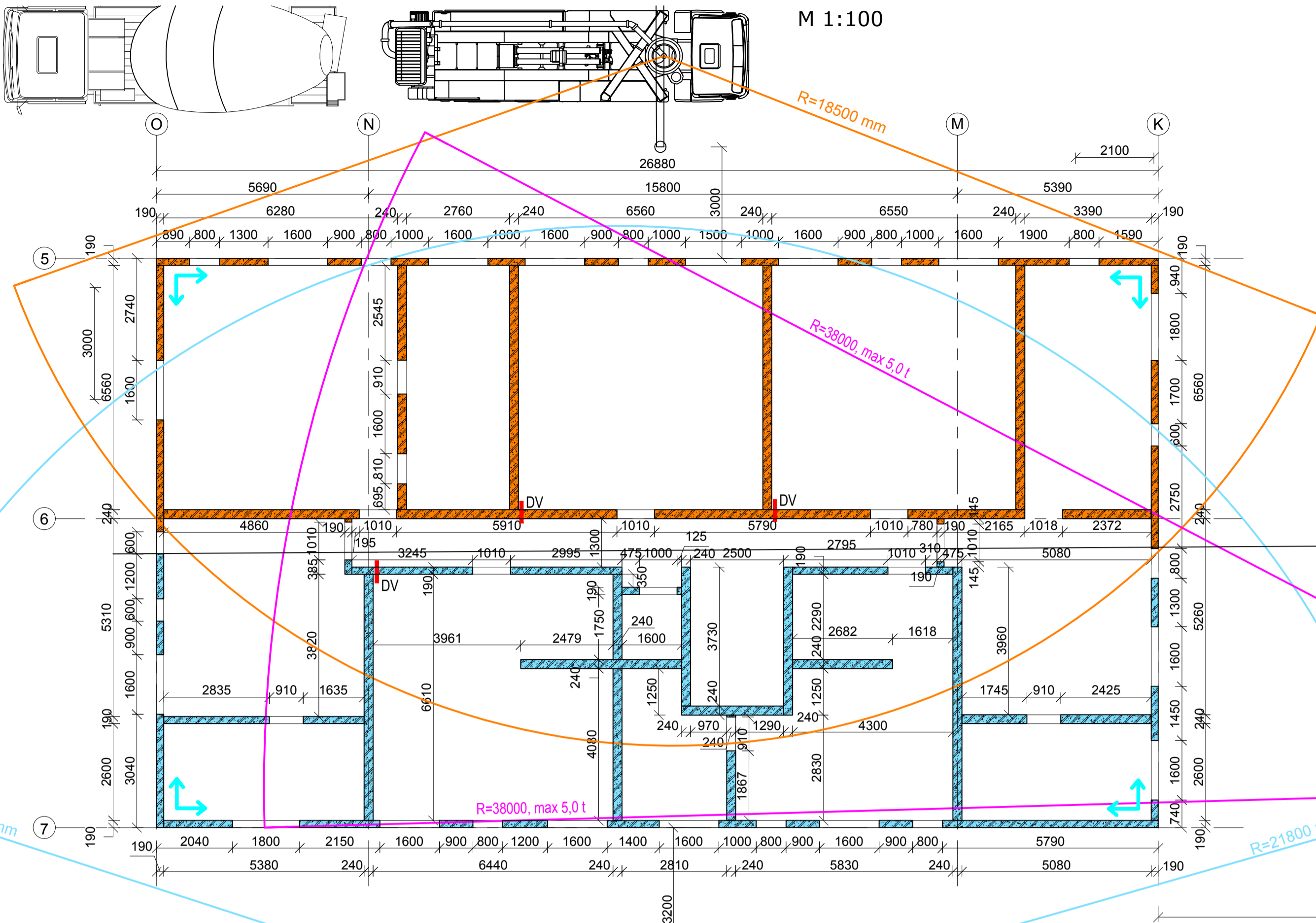
## TORNKRAANA LIEBHERR 201HC TÖSTEGRAAFIK



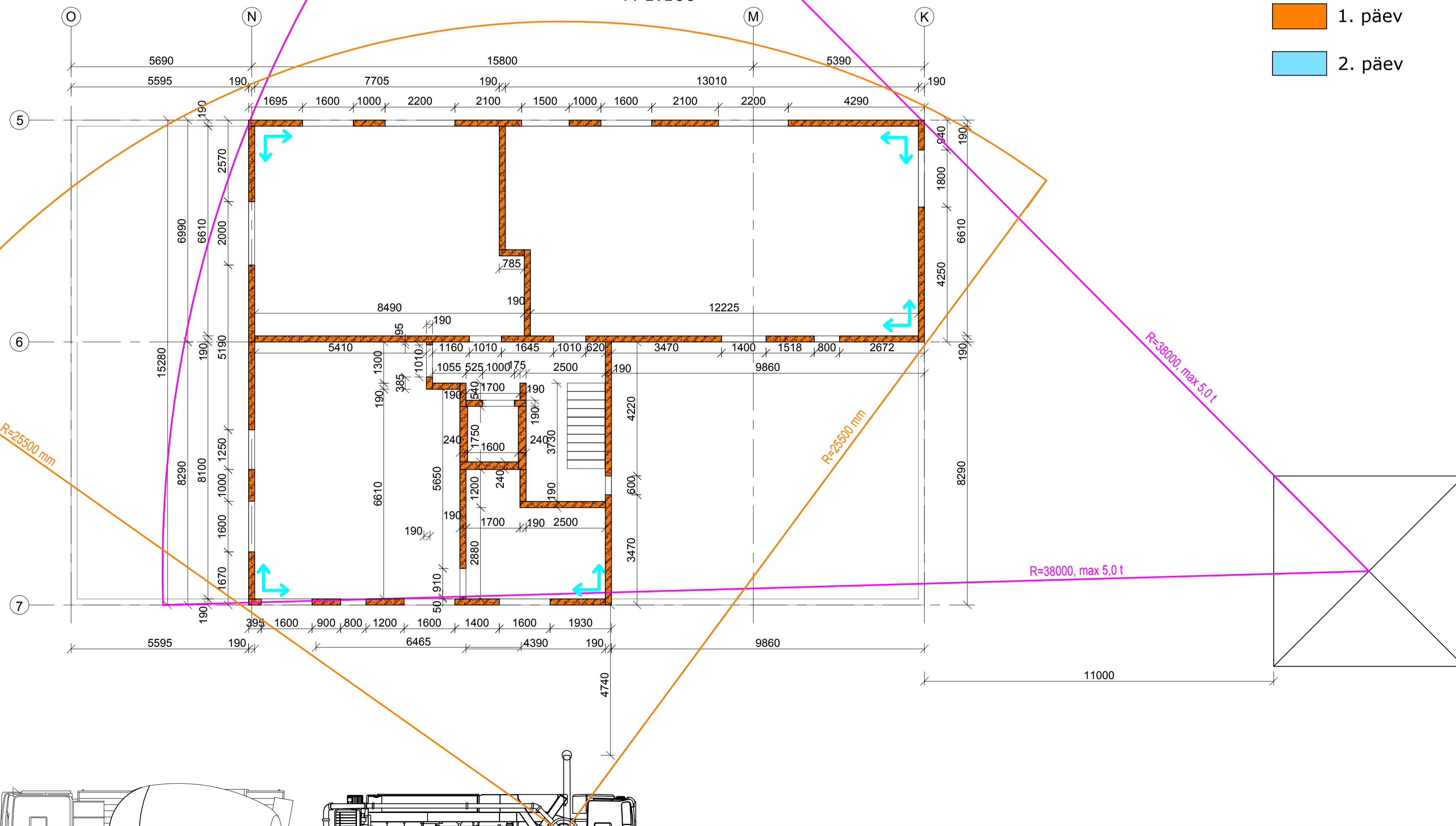
TALTECH TTÜ INSENERITEADUSKOND		Magistritöö	Leht / Lehti: 7/8
Koostaja: Klaarika Joller	Alkiri/koospeev: Virgo Sulakatko	Tehnoloogiline kaart: vahelae montaažitööd	
Juhendaja: Virgo Sulakatko	Alkiri/koospeev: Virgo Sulakatko	Ehituse ja arhitektuuri instituut	
Ehituse ja arhitektuuri instituut		Ehitustehnoloogia ja plattsikordluse analüüs Tallinnas, Aiandi 9 korterelamute ehituse näitel	

# TEHNOLOOGILINE KAART: MÜÜRITÖÖD

TÜÜPKORRUSE MÜÜRITÖÖD  
M 1:100



8. KORRUSE MÜÜRITÖÖD  
M 1:100



Tüüpkorruse materjalide koguste kokkuvõte

Jrk nr	Materjal	Ühik	Kogus	Aluseid
1	190 mm õõnesplokk	m <sup>2</sup>	225.2	38
2	240 mm õõnesplokk	m <sup>2</sup>	220.0	37
3	Müüri vork	jm	1124.3	
4	Armatuur Ø12	jm	290.0	
5	Betoon C25/30	m <sup>3</sup>	55	

8. korruse materjalide koguste kokkuvõte

Jrk nr	Materjal	Ühik	Kogus	Aluseid
1	190 mm õõnesplokk	m <sup>2</sup>	299.0	50
2	240 mm õõnesplokk	m <sup>2</sup>	15.4	3
3	Müüri vork	jm	864.6	
4	Armatuur Ø12	jm	204.5	
5	Betoon C25/30	m <sup>3</sup>	28	

Tüüpkorruse müüritööd

Jrk nr	Töö nimetus	Tööliste eriala	Tööliste arv	Normatiivne tööjõukulu		Normitaitmistegur	Valitud kestus vah
				in-vah	mas-vah		
				in-vah	mas-vah		
1	Möödistamine	Möödistaja	1	2,61	2,61	0,77	2
2	Müüri ladumine, sarrustamine, mõrdi valmistamine	Tööline	4	34,57	8,64	1,04	9
		Kraana	1	0,55	0,55	0,55	9
3	Betoneerimine	Tööline	3	5,22	1,74	1,15	2
		Betoonipump	1	1,30	1,30	1,30	2
4	Järeltööd	Tööline	1	1,30	1,30	0,77	1

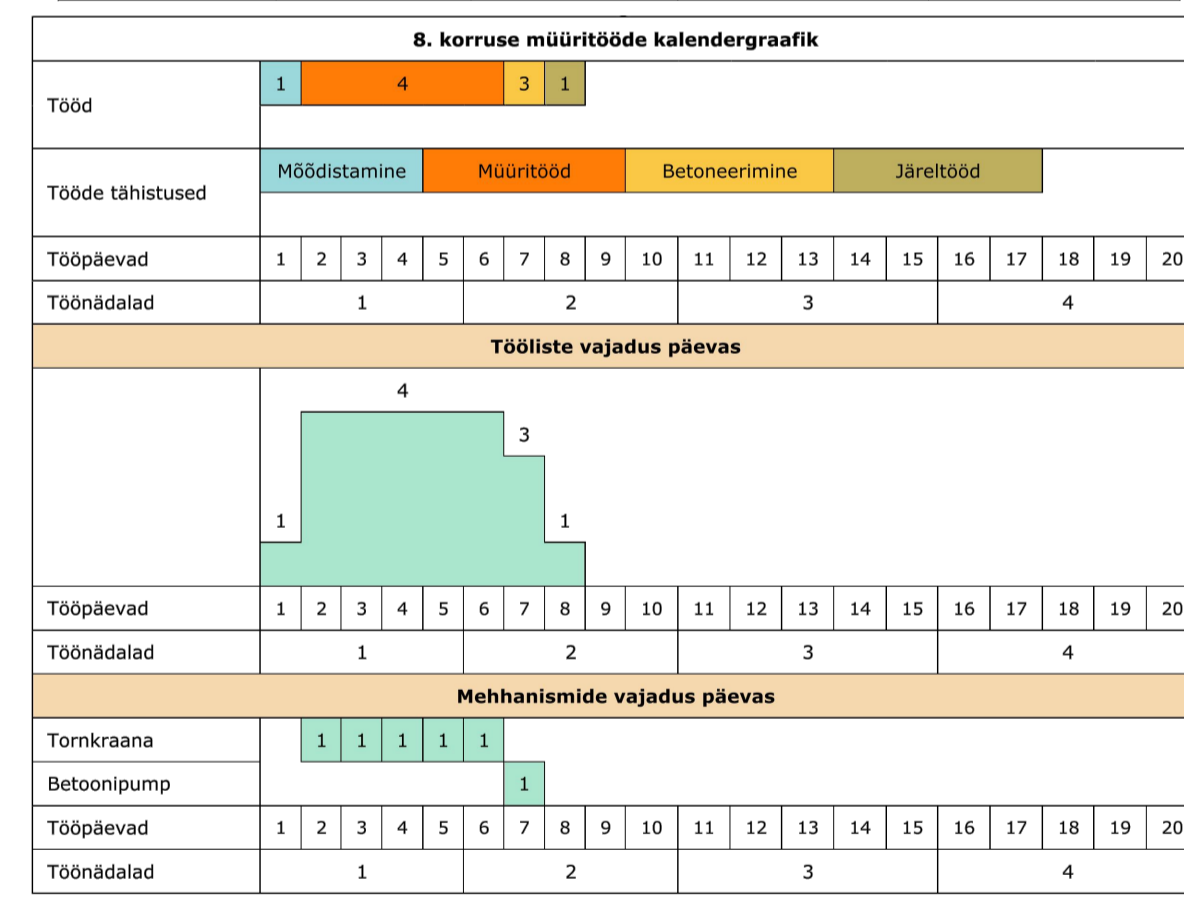
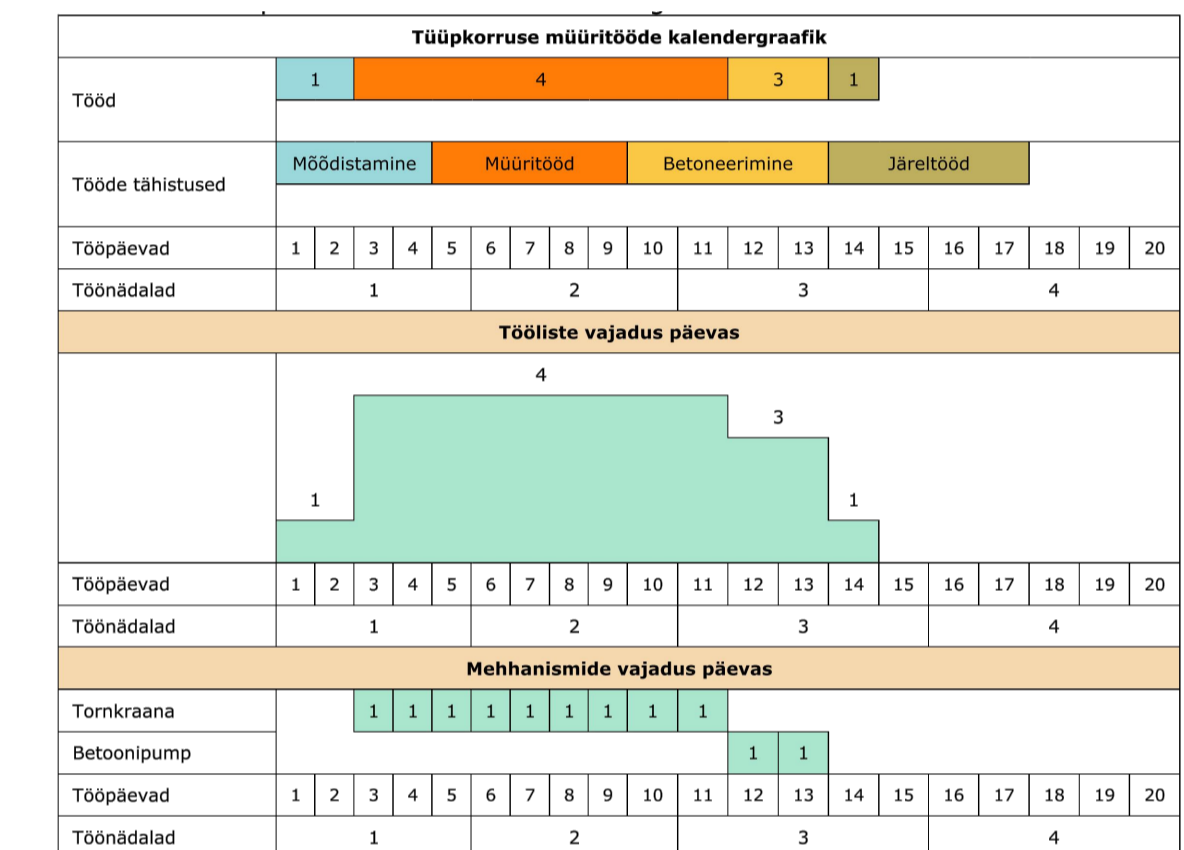
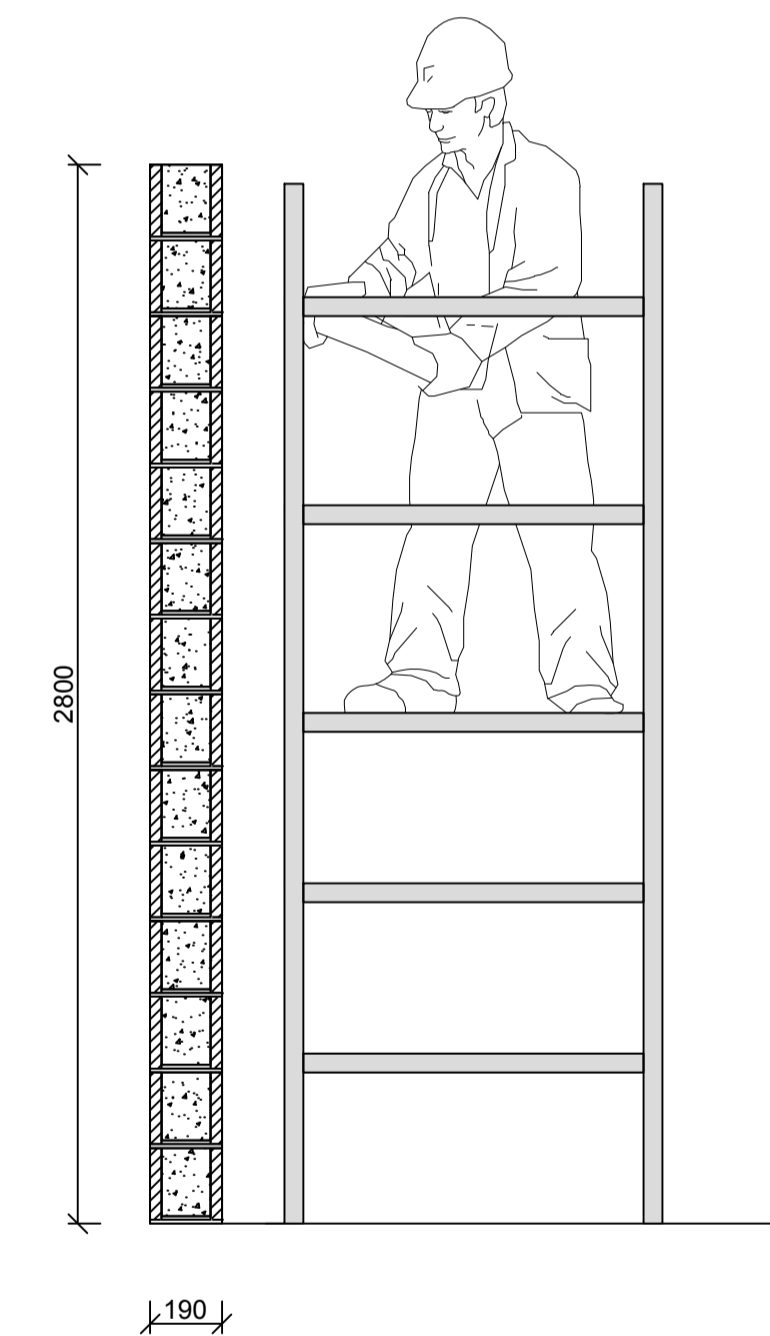
8. korruse müüritööd

Jrk nr	Töö nimetus	Tööliste eriala	Tööliste arv	Normatiivne tööjõukulu		Normitaitmistegur	Valitud kestus vah
				in-vah	mas-vah		
				in-vah	mas-vah		
1	Möödistamine	Möödistaja	1	1,41	1,41	0,71	1
2	Müüri ladumine, sarrustamine, mõrdi valmistamine	Tööline	4	18,66	4,66	1,07	5
		Kraana	1	0,30	0,30	0,30	5
3	Betoneerimine	Tööline	3	2,82	0,94	1,07	1
		Betoonipump	1	0,70	0,70	1,42	1
4	Järeltööd	Tööline	1	0,70	0,70	1,42	1

## BETONEERIMISE HAARDEALAD

- 1. päev
- 2. päev

## SEINA LÕIGE KOOS TELLINGUGA M 1:20



- TINGMÄRGID:
- Betoonipump
  - Betoonimikser
  - Tornkraana tööraadius
  - Betoonipumba tööraadius 1.päeva seisupositsioon
  - Betoonipumba tööraadius 2.päeva seisupositsioon
  - Tornkraana
  - Müüri ladumise algus ja suund

- MÄRKUSED:
- Hoone ±0.00 = abs. +10.550m
  - Kandvate seinte paksus 240 mm, muud seinad 190 mm
  - Müüri ladumist alustada nurgast
  - Müüri ladumine peab toimuma ühtlaselt kogu hoone ulatuses, vastavalt seinte laotistele (hinnanguliselt 2-3 rida päevas). Vältida üksikute kõrgete postide ja seinte ladumist
  - Kõik seinad tuleb armeerida horisontaalsete müüri vorkudega iga kahe ploki rea tagant
  - Sõlmed armeerida vastavalt sõlmede joonistele
  - Vertikaalarmatuur paigaldada betoneerimise käigus, vastavalt sõlmede joonistele
  - Kaitsta müüre lume sattumise eest õõnsustesse
  - Vajadusel enne ja pärast betoneerimist müüre soojendada
  - Müüritise täitebetooni klass C25/30
  - Müüritise kõik õõned tuleb täita betooniga kogu seinlaualuses
  - Ploki õõnsuste betooniga täitmisel puurida avad kontrollimaks betooni valgumist