



TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOL
INSENERITEADUSKOND
Ehituse ja arhitektuuri instituut

**EHITUSTEHNOLOOGIA JA PLATSIKORRALDUSE
ANALÜÜS TALLINNAS, MÄEPEALSE 31
KORTERELAMU-ÄRIHOONE E HITUSTÖÖDE
NÄITEL**

**ANALYSIS OF CONSTRUCTION TECHNOLOGY AND
BUILDING SITE MANAGEMENT BASED ON THE CASE
STUDY OF THE CONSTRUCTION OF THE APARTMENT-
COMMERCIAL BUILDING AT 31 MÄEPEALSE STREET IN
TALLINN**

MAGISTRITÖÖ

Üliõpilane: Aleksandr Nartov

Üliõpilaskood 182190

Juhendaja: Roode Liias

Tallinn 2024

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.

2. detsember 2024

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, **Aleksandr Nartov**,

1. Annan Tallinna Tehnikaülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) enda loodud teose **EHITUSTEHNOLÓGIA JA PLATSIKORRALDUSE ANALÜÜS TALLINNAS, MÄEPEALSE 31 KORTERELAMU-ÄRIHOONE E HITUSTÖÖDE NÄITEL**, mille juhendaja on Roode Liias
 - 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.

28.11.2024

LÕPUTÖÖ ÜLESANNE

Üliõpilane: **ALEKSANDR NARTOV**Üliõpilaskood **182190**Õppekava: **EAEI02 Ehitiste projekteerimine ja ehitusjuhtimine**

Peaeriala: Ehitusmajandus ja juhtimine

Lõputöö teema:

**EHITUSTEHNOLÓGIA JA PLATSIKORRALDUSE ANALÜÜS TALLINNAS,
MÄEPEALSE 31 KORTERELAMU-ÄRIHOONE E HITUSTÖÖDE NÄITEL**

Analysis of construction technology and building site management based on the case study of the construction of the apartment-commercial building at 31 Mäepealse street in Tallinn

Juhendaja: **Praktik-professor, Roode Liias**

Roode.Liias@taltech.ee

Lõputöö konsultandid:

Tiitel või ametikoht, ees- ja perekonnanimi	Kontakt (e-post või telefon)	Allkiri ja kuupäev
Doktorant-nooremteadur Kristo Paalandi	Kristo.paalandi@taltech.ee
Dotsent Tiina Nuuter	Tiina.nuuter@taltech.ee
	

Lõputöö põhieesmärgid:

1. Töötada välja tehnoloogilised ja korralduslikud lahendused
2. Analüüsida tööde normeerimise variantlahendusi

Töö keel: eesti keel

Lõputöö etapid ja ajakava:

Ülesande kirjeldus	Tähtaeg
1. Sissejuhatus: lähteandmed, eritingimused	18.11.2024
2. Arhitektuurne osa	18.11.2024
3. Konstruktsiooniosa: siseseina arvutus	18.11.2024
4. Ehitusplatsi üldplaan	18.11.2024
5. Koondkalenderplaan	18.11.2024
6. Tehnoloogilised kaardid	18.11.2024
• Vundamentitööde tehnoloogiline kaart	
• Maapealse osa montaaži- ja betoonitööde tehnoloogiline kaart	18.11.2024
• Katuse kattetööde tehnoloogiline kaart	18.11.2024
7. Majanduslik- ja uurimuslik osa: kinnisvarainvesteeringu analüüs hoones olevate üürikorterite põhjal	18.11.2024
8. Töö- ja keskkonnakaitse	18.11.2024
Kokkuvõtte eesti keeles	18.11.2024
Kokkuvõtte inglise keeles	18.11.2024
	...
	...
	...
	...

Lõputööde ülevaatus, mille läbimine on kaitsmise eelduseks

24.11.2023

Esitlusmaterjalid kaitsmisel: A1 joonised

Kirjeldus	Tähtaeg
1 Arhitektuursed joonised – 2 lehte	18.11.2024
2 Konstruktsiooni osa – 1 leht	18.11.2024
3 Ehitusplatsi üldplaan – 1 leht	18.11.2024
4 Koondkalenderplaan – 2 lehte	18.11.2024
5 Tehnoloogilised kaardid – 5 lehte	18.11.2024

Lõputöö esitamise tähtaeg:

11. detsember 2024

Lõputöö ülesanne välja antud: 06.02.2024

Juhendaja: **Roode Liias**

Ülesande vastu võtnud: **Aleksandr Nartov**

Avalikustamise piirangu tingimused: puuduvad

SISUKORD

AUTORIDEKLARATSIOON	2
LIHTLITSENTS LÕPUTÖÖ REPRODUTSEERIMISEKS JA LÕPUTÖÖ ÜLDSUSELE KÄTTESAADAVAKS TEGEMISEKS	3
SISUKORD	6
TABELITE LOETELU	9
JOONISTE LOETELU	10
ESITLUSJONISTE LOETELU	11
SISSEJUHATUS.....	12
1. LÄHTEANDMED	13
1.1 Asukoht	13
1.2 Ligipääs	13
1.3 Ehitusgeoloogilised tingimused	13
2. ARHITEKTUURNE OSA	15
2.1 Arhitektuurne üldlahendus	15
2.2 Tarindid	16
2.2.1 Vundament.....	16
2.2.2 Trepid	16
2.2.3 Vahelaed	16
2.2.4 Katus ja katuslagi.....	16
2.2.5 Välisseinad	17
2.2.6 Siseseinad	17
2.2.7 Avatäited.....	17
2.3 Hoone tehnilised näitajad	17
3. KONSTRUKTSIOONIOSA	19
3.1 Alalised koormused	19
3.2 Kasuskoormused.....	21
3.3 Lumekoormus.....	22
3.4 Tuulekoormus.....	22
3.5 Müüritise tugevus.....	24
3.1 Neljanda 190 mm siseseina kandevõime kontroll	24
3.1.1 Seinale mõjuvate normatiivsete koormuste arvutus.....	24
3.1.2 Maksimaalne surve ja minimaalne paindemoment	26
3.1.1 Minimaalne surve ja maksimaalne paindemoment	29
3.2 Esimese korruse 240 mm siseseina kandevõime kontroll ukseposti kohal	32
3.2.1 Maksimaalne surve ja minimaalne paindemoment	34
3.2.1 Minimaalne surve ja maksimaalne paindemoment	37
4. EHITUSPLATSI ÜLDPLAAN	41
4.1 Kraana valik	41
4.2 Ajutised teed ja liikluskorraldus	42
4.3 Ehitusplatsi laod.....	43

4.4	Ajutised hooned	43
4.5	Ajutine veevarustus.....	45
4.6	Ehitusplatsi valgustus	45
4.7	Ajutine elektrivarustus.....	45
4.8	KOONDKALENDERPLAAN	47
5.	TEHNOLOOGILISED KAARDID	48
5.1	Vundamentitööde tehnoloogiline kaart	48
5.1.1	Eeltööd ja lähteolukord	48
5.1.2	Vundamenti rakestamine	49
5.1.3	Vundamenti armeerimine.....	49
5.1.4	Vundamenti betoneerimine.....	49
5.1.5	Talvine betoneerimine	50
5.1.6	Materjalide vajadus	50
5.1.7	Tehnoloogilised arvutused	51
5.2	Maapealse osa montaaži- ja betoonitööde tehnoloogiline kaart.....	55
5.2.1	Eeltööd ja lähteolukord	55
5.2.2	Raudbetoonpostide montaaž ja monolitiseerimine.....	55
5.2.3	Raudbetoonseinte montaaž.....	56
5.2.4	Terastalade ja postide montaaž.....	57
5.2.5	Õõnespaneelide montaaž ja monolitiseerimine	57
5.2.6	Trepielementide montaaž	58
5.2.7	Monoliitsete raudbetoonist vahelagede betoonitööd	58
5.2.8	Monoliitsete raudbetoonist seinte betoonitööd	59
5.2.9	Talvine betoneerimine.....	60
5.2.10	Tehnoloogilised arvutused.....	60
5.3	Katusekattetööde tehnoloogiline kaart	61
5.3.1	Eeltööd ja lähteolukord	61
5.3.2	Katusekattetööde korraldamine.....	61
5.3.3	Töö kvaliteedi nõuded	63
5.3.4	Ohutusnõuded	64
5.3.5	Materjalide vajadus	64
5.3.6	Tehnoloogilised arvutused	64
6.	MAJANDUSLIK OSA	69
6.1	Investeeringuprojekti kirjeldus.....	69
6.1.1	Hoone asukoht.....	69
6.1.2	Ehitustööde maksumus	69
6.1.3	Investeeringuprojekti rahavood	71
6.2	Investeeringuprojekti analüüsi meetodika.....	72
6.2.1	Diskonteerimismäär	72
6.2.2	Praegune puhasväärtus (NPV).....	74
6.2.3	Kasumiindeks (PI)	74

6.2.4	Sisemine rentaablus (IRR).....	75
6.2.5	Diskonteeritud tasuvusaeg.....	75
6.3	Mäepealse 31 investimisprojekti analüüs	76
6.4	Järeldused.....	76
7.	TÖÖ- JA KESKKONNAKAITSE	77
7.1	Keskkonnakaitse ja ehitusjäätmete käitlemine	77
7.2	Töökeskkonnakaitse	78
7.2.1	Ettevalmistus tööd.....	78
7.2.2	Isikukaitsevahendite kasutamine.....	78
7.2.3	Tuleohutus	79
7.2.4	Valgustus	79
7.2.5	Liikumisteed ja ohualad.....	79
7.2.6	Esmaabi	79
7.2.7	Ehitustellingud ja redelid	79
	KOKKUVÕTE.....	80
	SUMMARY	82
	KASUTATUD KIRJANDUS.....	84
	LISAD.....	87

TABELITE LOETELU

Tabel 3.1 Välisrõhutegurid riskülikulise põhiplaaniga hoonete lamekatusele.....	23
Tabel 4.1 Kraana valikukriteeriumid [9]	42
Tabel 4.2 Kraana LIEBHERR 420 EC-H16 Litronic parameetrid [9]	42
Tabel 4.3 Ajutiste ehitiste vajadus ühe inimese kohta [10].....	44
Tabel 4.4 Ajutiste ehitiste koondtabel	44
Tabel 4.5 Elektritarvitite summaarne instaleeritud elektriline võimsus	46
Tabel 5.1 Vundamenditööde materjalide vajadus	51
Tabel 5.2 Vundamenditööde normatiivne tööjõu- ja masinaajakulu	52
Tabel 5.3 Vundamenditööde tehnoloogilised arvutused	54
Tabel 5.4 Vundamenditööde graafik	54
Tabel 5.5 Katuse kattetööde materjalide vajadus	64
Tabel 5.6 Katusekattetööde normatiivne tööjõu- ja masinaajakulu	65
Tabel 5.7 Katusekattetööde tehnoloogilised arvutused	67
Tabel 5.8 Katusekattetööde graafik	68
Tabel 6.1 Ehitusobjekti eelarve	70

JOONISTE LOETELU

Joonis 3.1 Välisrõhutegurid riskülikulise põhiplaaniga hoonete vertikaalsetele seintele [7].....	23
Joonis 3.2 Välisrõhutegurid riskülikulise põhiplaaniga hoonete katusele [7]	23
Joonis 3.3 Koormuste skeem 4.-6. korrusel.....	25
Joonis 3.4 Koormuste skeem 4. korrusel	26
Joonis 3.5 Sisejõudude epüürid 4. korrusel.....	27
Joonis 3.6 Koormuste skeem 4. korrusel	29
Joonis 3.7 Sisejõudude epüürid 4. korrusel.....	30
Joonis 3.8 Koormuste skeem 1. – 6. korrusel	33
Joonis 3.9 Koormuste skeem 1. korrusel	34
Joonis 3.10 Sisejõudude epüürid 1. korrusel.....	35
Joonis 3.11 Koormuste skeem 1. korrusel	38
Joonis 3.12 Sisejõudude epüürid 1. korrusel.....	39
Joonis 5.1 Kahekihiline lahendus nihkega 1/2 rullilaiust [25]	62
Joonis 5.2 Bituumenrullmaterjali nurkade tagasilõiked [25].....	63
Joonis 5.3 Kahekihilise bituumenrullmaterjali aluskihi kinnitamine 100 mm ülekattega	63
Joonis 7.1 Ehituse ajaks paigaldatav tüvekaitse [40]	77

ESITLUSJONISTE LOETELU

Lõputöö koosseisu kuulub 10 esitlusjoonist formaadis A1:

Joonis nr 1: Hoone vaated

Joonis nr 2: Hoone lõiked ja I korruse plaan

Joonis nr 3: Konstruksiooniosa joonised

Joonis nr 4: Ehitusplatsi üldplaan

Joonis nr 5: Koondkalenderplaan 1/2

Joonis nr 6: Koondkalenderplaan 2/2

Joonis nr 7: Vundamenditööde tehnoloogiline kaart

Joonis nr 8: Maapealse osa montaaži- ja betoonitööde tehnoloogiline kaart 1/2

Joonis nr 9: Maapealse osa montaaži- ja betoonitööde tehnoloogiline kaart 2/2

Joonis nr 10: Katusekattetööde tehnoloogiline kaart

SISSEJUHATUS

Käesoleva magistritöö teema on ehitustehnoloogia ja platsikorralduse analüüs Tallinnas, Mäepealse 31 korterelamu-ärihoone ehitustööde näitel. Tegemist on kuuekorruline uushoone püstitamisega. Selle teema valiku põhjuseks oli näidata ja praktiseerida Tallinna Tehnikaülikoolis õpingute käigus omandatud teadmisi ja oskusi, süvenedes sellist tüüpi hoonete ehitustehnoloogiasse ja tööde organiseerimisse.

Magistritöö peamine eesmärk on koostada vundamenditööde, maapealse osa montaaži- ja betoonitööde ning katusekatte tööde tehnoloogilised kaardid ning ehitusplatsi üldplaan. Need tegevused on ehitusinseneri töö lahutamatu osa ehitusobjektil, võimaldades tänu õigetele planeerimis- ja korraldusmeetoditele muuta ehituse maksimaalselt tõhusaks nii ajaliselt kui ka majanduslikult. Samuti aitavad asjakohased tegevused muuta ehitustööd võimalikult ohutuks nii neis osalejatele kui ka teistele inimestele, kes asuvad ehitusobjekti vahetus läheduses.

Magistritöö esimese ja teise peatüki ehk lähteandmete ja arhitektuurse osa eesmärk on anda ehitava hoone, selle arhitektuurse ja konstruktiivse lahenduse ning ehitus tingimuste kirjeldus.

Töö konstruktioniosas on hinnatud võimalust asendada raudbetoonseinad täisbetoneeritud armeeringuta õõnesplokkseintega.

Neljandas peatükis ehk ehitusplatsi üldplaanis on tehtud vajaliku kraana ning ajutiste ehitiste, ladude, ajutiste teede ja valgustite valik ning määratud nende omadused ja paigutus. Koostatud tööde kalendergraafik, arvatud tööde vajalik kestus ning vajalikud tööjõu ja masinate ressursid. Saadud tulemused on esitatud graafilises osas.

Magistritöö majanduslikus osas on tehtud ehituse maksumuse arvutus tehtavate tööde alusel, hinnatud hoone ehituse tasuvuste, kasutades selliseid näitajaid nagu praegune puhasväärtus (NPV), sisemine rentaablus (IRR), kasumiindeks (PI) ja diskonteeritud tasuvusaeg.

Töö viimases osas on kirjeldatud vajalikke meetmeid, et vähendada ehitustööde negatiivset mõju keskkonnale ja töötajate tervisele.

Võtmesõnad: vundamenditööd, montaažitööd, katusetööd, ehitusplatsi üldplaan, magistritöö

1. LÄHTEANDMED

1.1 Asukoht

Lõputöös käsitletav objekt asub aadressil Mäepealse 31, Mustamäe linnaosa, Tallinn, Harjumaa. Enne ehitustööde alustamist puuduvad kinnistul muud hooned või rajatised ja kinnistu on osaliselt kaetud kõrghaljastusega. Kinnistu pindala on 6630 m² ja katastritunnus on 78401:101:4252. Kinnistu projekteeritav sihtotstarve on 95% elamumaa ja 5% ärimaa. Projekteeritava haljastuse tase on 51% [1].

1.2 Ligipääs

Sissesõit Mäepealse 31 kinnistule toimub tupiktänavast (Mäepealse tänav T5 kinnistu), kuhu lisatakse kaks uut mahasõitu. Mäepealse tänav T5 saab alguse Mäepealse tänavast ja on juurdepääsuks Mäepealse 25, 27 ja 31 kinnistule [2].

1.3 Ehitusgeoloogilised tingimused

Ehitusgeoloogilised uuringud on teinud 2018. aasta augustis AS Oma Ehitaja tellimusel Rakendusgeodeesia ja Ehitusgeoloogia Inseneribüroo OÜ. Puurimisel on kasutatud puurseadet GM 75 GT. Pinnased on kirjeldatud visuaalselt ja klassifitseeritud vastavalt Eesti standardile EVS 1997-1:2003 ja selle lisale 1 [3].

Geotehnilised kihid ülevalt alla ja nende omadused on järgmised.

Kiht 1. Muld. Kiht peamiselt liivasegune. Paksus 0,1–0,8 m. Mahukaal $\gamma=16$ kN/m³.

Kiht 2. Peenliiv. Kiht on kesktihe ning sisaldab kruusa ja munakaid. Paksus 0,5–1,25 m. Mahukaal $\gamma=19,5$ kN/m³.

Kiht 3. Keskliiv. Kiht on kesktihe ning sisaldab kruusa ja jämeliiva. Paksus 0,35–1,45 m. Mahukaal $\gamma=20,0$ kN/m³.

Kiht 4. Savimõllmoreen. Kiht esineb puurakude PA-4 ja PA-6 piirkonnas. Moreen on poolköva konsistentsiga ja sisaldab jämepuru 10-20%. Paksus 0,20 m. Mahukaal $\gamma=21,0$ kN/m³.

Kiht 5. Lubjakivi. Aluspõhjaline lubjakivi on tugev, halli värsuse ning uurimisintervallis kuiv. Lubjakivi pind lasub maapinnast 0,6-1,8 m sügavusel, absoluutkõrgusel 15,2 – 26,6 m. Mahukaal $\gamma=26,0$ kN/m³.

Pinnasevett uuritud alal ei ole leitud. Sademeterohkel ja lumesulamise perioodil tekib savimõllmoreeni ja lubjakivi pinnale ülavesi.

Hoone projekteerimisel soovitatakse kasutada radoonikilet ja vundamentide tuulutust.

2. ARHITEKTUURNE OSA

Lõputöö arhitektuurseid lahendusi käsitlev osa on koostatud arhitektuurbüroo Korrus OÜ-ga tehtud arhitektuurse osa tööprojekti alusel. Tegemist on kinnistul Mäepealse 31 ehitava elu- ja ärihoonega. [1]

2.1 Arhitektuurne üldlahendus

Antud project käsitleb uue hoone püstitamist – kuuekorruselise lamekatusega elu- ja ärihoonet, millel on üks maa-alune korrus. Hoone arhitektuurne lahendus vastab kaasaegsetele linnaruumilistele nõuetele ning loob piirkonda kvaliteetse linnaruumi. Projekteerimisel on lähtutud varasemalt kinnitatud detailplaneeringust, kus on määratletud hoone kuju ja maht. Selle hoone eripäraks on, et ühes hoones asuvad nii tavalised korteripinnad kui ka hosteli ruumid kasutamise otstarbega 12123 ja külaliskorterid kasutamise otstarbega 12129.

Hoone on projekteeritud kahe põhitrepikojaga, millele lisandub üks keskne trepikoda ilma liftita. Keskne trepikoda võimaldab eraldi ligipääsu hoone keskmises painevatele hostelitubadele, mis asuvad kahel esimesel maapealsel korrusel. Lisaks on esimesel korrusel personaliruumid ja ühine pesumasinat ruum.

Korterid paiknevad kolmandast kuni kuuenda korruseni, vastavalt detailplaneeringule. Korterite planeeringud on enamasti tüüplahendustega: ühe-, kahe-, kolme-, ja neljatoalised korterid, kuuendale korrusele on ette nähtud ka üks viietoaline korter. Tehnilised ruumid, panipaigad ning üldpanipaigad jalgratastele ja kärudele asuvad esimesel korrusel trepikodade ja sissepääsude läheduses. Maa-alusel korrusel paiknevad trepikodade pääsud, autoparkla, koristaja ruum ja veemööduõlm. Hoonele on projekteeritud kaks lifti.

Hoone fassaadi lahendamisel on lähtutud kaasaegsetest arhitektuursetest põhimõtetest, detailplaneeringust ning ümbritsevast keskkonnast. Hoone väljanägemist rikastavad akende ja viimistlusmaterjalide varieeruvus, klaasitud rõdud, vertikaalsed roovitised ja fassaadi lõiked. Hoone otstesse on kavandatud väljaulatuvad rõdud, mis lisavad korteritele väärtust ja muudavad fassaadi dünaamilisemaks.

Hoone on projekteeritud betoonelementidest, kus vuukidele on lisatud butafoorsed mustrid ja toonierinevused. Kõik valitud toonid lähtuvad piirkonnas olemasolevatest hoonetest, et tagada visuaalne harmoonia. Korterite rõdude piirded on kavandatud toonitud klaasist, mis on linnusõbralikum lahendus [1].

2.2 Tarindid

2.2.1 Vundament

Ehitusgeoloogilisi tingimusi arvesse võttes on hoonel projekteeritud madalvundament. Vundamendi ehitamisel kasutatakse betooni C25/30 keskkonnaklassiga XC2 ja armatuuri 500H. [1]

2.2.2 Trepid

Hoones kasutatakse kahte tüüpi treppe. Maa-aluse korruse trepid on valmistatud monoliitsest raudbetoonist. Hoonesisesed trepid on monteeritavad raudbetoonist trepimarsid, mis toetatakse WQ-taladele. Välistrepid ja pandused on monoliitsest raudbetoonist tarindid, mille alla paigaldatakse 100 mm vahtpolüstüreeni. [1]

2.2.3 Vahelaed

Vahelagede isolatsioonikihtideks on jäik EPS-plaat paksusega 30 mm ja sammumüra summutav jäik villaplaat paksusega 20 mm, mis paigaldatakse raudbetoonis õõnespaneelidele kõrgusega 265 mm. Isolatsioonikihi peale on projekteeritud raudbetoonplaat C25/30 betoonist ja armeeritud võrguga 5-150 mm. Raudbetoonplaadi paksus on 70 mm. VL-01 tüüpi vahelaed põrandad viimistletakse puitparketiga ja VL-02 tüüpi vahelaed põrandaid plaaditakse põrandaplaadiga. VL-02 tüüpi hüdroisolatsiooni kihiks on bituumenipõhjalisest rullmaterjalist hüdroisolatsioon, mis asub heliisolatsiooni ja laagrikihi vahel [1] [3].

2.2.4 Katus ja katuslagi

Hoone katuslae konstruktsiooniks on EPS-i ja klaasvillast isolatsiooniplaatidega soojustatud lamekatus, mille kandvaks konstruktsiooni osaks on õõnespaneelid paksusega 265 mm. Katuse kalded 1:40 tehakse kaldlõigatud EPS-soojustusplaatidega, mille paksus jääb 230–460 mm vahemikku. Katuse tuulutus ehitatakse kasutades tuulutussoontega klaasvillaplaate ja alarõhutuuluteid. Katuse aurutõkkeks kasutatakse ühekihilist bituumenaurutõket ja katusekatteks kahte kihti SBS rullmaterjali. Parapetid kaetakse RR33 tooni plekiga, mille kalle on katuse poole 1:6 [1] [3].

2.2.5 Välisseinad

Hoone välisseinad on projekteeritud monteeritavatest raudbetoonist sandwich-paneelidest. Kandvate välisseinte sisekooriku paksus on 200 mm ja mittekandvate 150 mm. Soojustuseks on kas EPS60 Silver 190 mm või mineraalvillast isolatsioonimaterjal paksusega 150–200 mm või isolatsiooniplaadid Kooltherm K20 paksusega 120mm. Väliskooriku paksus on 80–90 mm [1] [3].

2.2.6 Siseseinad

SS-01 ja SS-02 monteeritavad siseseinad paksusega 200 mm ja 150 mm on valmistatud C30/37 betoonist, mis on armeeritud A500H armatuuriga. Korterite vahelised seinad SS-03 on projekteeritud keramsiitplokist Fibo5 paksusega 250 mm ja mõlemalt poolt krohvitud kihi minimaalse paksusega 10 mm. Ventšahtiseinad on tehtud keramsiitplokist Fibo 5 paksusega 150 mm ja krohvitud väljastpoolt kihi minimaalse paksusega 10 mm [1] [3].

2.2.7 Avatäited

Hoonel on PVC-raamide ja kolmekordse kirka klaaspaketiga aknad. Raamide värvitoon on väljast tumehall ja seest valge RAL9010. Klaaspinnad on väikse peegeldusega. Akende soojajuhtivus ei ületa $0,8 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$. Veeplekid paigaldatakse kaldega 15° aknast ja akna perimeeter täidetakse välitööde mastiksiga.

Välisüksed on alumiiniumraamis klaasüksed. Välisuste soojajuhtivus ei ületa $1,0 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ [1] [3].

2.3 Hoone tehnilised näitajad

Maa-alune ehitisalune pind – 1215 m²

Maapealne ehitisealune pind – 1287,6 m²

Suletud netopind – 7228,7 m²

Eluruumide pind – 3657,1 m²

Tehnopind – 52,4 m²

Mitteeluruumide pind – 1382,8 m²

Üldkasutatav pind – 2136,4 m²

Köetav pind – 6194,5 m²

Maa-alune suletud brutopind – 1220,5 m²
Maapealne suletud brutopind – 7288,5 m²
Parkimiskohtade kavandatav arv – 92
Maapealse osa maht – 25070 m³
Ehitise maht – 29200 m³
Korruselisus – -1/+6
Hoone kõrgus – 22,3 m
Hoone absoluutne kõrgus – 49,06 m
Tulepüsivusklass – TP-1
Hoone pikkus – 66,3 m
Hoone laius – 19,0 m
Korteriite arv – 64
Kasutamise otstarbega 12123 majutusüksuste arv – 46
Kasutamise otstarbega 12129 majutusüksuste arv – 8
Hoone eluiga – 50 aastat [1]

3. KONSTRUKTSIOONIOSA

Lõputöö konstruktiivses osas on kontrollitud võimalust asendada raudbetoonseinu täisbetoneeritud armeerimata õõnesplokkseintega ning tehtud kandevõime kontrollarvutused. Kontrolliks on valitud kõige rohkem koormatud seinad: 190 mm laiusega sein neljandal korrusel teljel 3, telgede B ja C vahel ning 240 mm laiusega sein esimesel korrusel teljel 3, telgede B ja C vahel ukseava kohal. Arvutused on tehtud vastavalt standardile „Eurokoodeks 6: Kivikonstruktsioonide projekteerimine. Osa 1-1: Üldreeglid sarrustatud ja sarrustamata kivikonstruktsioonide projekteerimiseks” [4].

3.1 Alalised koormused

Kandev sisesein 190 mm 4.-6. korrus:

-sisekrohv 10 mm	$g_{1k}=0,01\cdot18=0,18 \text{ kN/m}^2$
-täisvalatud õõnesplokk 190 mm	$g_{2k}=2,21+0,091\cdot24=4,39 \text{ kN/m}^2$
-õhekrohv 10 mm	$g_{3k}=0,01\cdot18=0,18 \text{ kN/m}^2$

Kokku: $g_{k1}=4,75 \text{ kN/m}^2$

Kandev sisesein 240 mm 1.-3. korrus:

-sisekrohv 10 mm	$g_{1k}=0,01\cdot18=0,18 \text{ kN/m}^2$
-täisvalatud õõnesplokk 240 mm	$g_{2k}=2,58+0,118\cdot24=5,41 \text{ kN/m}^2$
-sisekrohv 10 mm	$g_{3k}=0,01\cdot18=0,18 \text{ kN/m}^2$

Kokku: $g_{k2}=5,77 \text{ kN/m}^2$

Katuslagi KL-01:

-2x SBS katusekate	$g_{1k}=2\cdot0,04=0,080 \text{ kN/m}^2$
-soojustusplaat OL-TOP 30 mm	$g_{2k}=0,03\cdot1,23=0,037 \text{ kN/m}^2$
-katuse soojustusplaadid EPS60 460 mm	$g_{3k}=0,46\cdot0,14=0,064 \text{ kN/m}^2$

-SBS aurutõke	$g_{4k}=0,04=0,040 \text{ kN/m}^2$
-ekstruuderõõnespaneel 265 mm	$g_{5k}=3,59 \text{ kN/m}^2$

Kokku: $g_{k3}=3,81 \text{ kN/m}^2$

Monoliitsest raudbetoonist katuslagi:

-2x SBS katusekate	$g_{1k}=2 \cdot 0,04=0,080 \text{ kN/m}^2$
-soojustusplaat OL-TOP 30 mm	$g_{2k}=0,03 \cdot 1,23=0,037 \text{ kN/m}^2$
-katuse soojustusplaadid EPS60 460 mm	$g_{3k}=0,46 \cdot 0,14=0,064 \text{ kN/m}^2$
-SBS aurutõke	$g_{4k}=0,04=0,040 \text{ kN/m}^2$
-monoliitne raudbetoon 265 mm	$g_{5k}=0,265 \cdot 25=6,63 \text{ kN/m}^2$

Kokku: $g_{k4}=6,85 \text{ kN/m}^2$

Vahelagi VL-01:

-parkett	$g_{1k}=0,10 \text{ kN/m}^2$
-raudbetoonplaat 70 mm	$g_{2k}=0,07 \cdot 25=1,75 \text{ kN/m}^2$
-kõvad mineraalvilla plaadid 20 mm	$g_{3k}=0,02 \cdot 1,23=0,025 \text{ kN/m}^2$
-alumine EPS 30 mm	$g_{4k}=0,03 \cdot 0,14=0,004 \text{ kN/m}^2$
-ekstruuderõõnespaneel 265mm	$g_{5k}=3,59 \text{ kN/m}^2$

Kokku: $g_{k5}=5,47 \text{ kN/m}^2$

Monoliitsest raudbetoonist vahelagi:

-parkett	$g_{1k}=0,10 \text{ kN/m}^2$
-raudbetoonplaat 70 mm	$g_{2k}=0,07 \cdot 25=1,75 \text{ kN/m}^2$
-kõvad mineraalvilla plaadid 20 mm	$g_{3k}=0,02 \cdot 1,23=0,025 \text{ kN/m}^2$

-alumine EPS-plaat 30 mm	$g_{4k}=0,03 \cdot 0,14=0,004 \text{ kN/m}^2$
-monoliitne raudbetoon 265 mm	$g_{5k}=0,265 \cdot 25=6,63 \text{ kN/m}^2$

Kokku: $g_{k6}=8,51 \text{ kN/m}^2$

Kerged vaheseinad

Lisatakse vaheseinte arvel vahelagedel täiendava ühtlaselt jaotatud koormuse $g_{k7}=0,5 \text{ kN/m}^2$.

Vaheseinu koormusega $\geq 3 \text{ kN/m}$ käsitletakse omakaalukoormusena ja lisatakse vastavalt tegelikule olukorrale.

SS-03: $g_{k8}=7,60 \text{ kN/m}$

SS-04: $g_{k9}=5,20 \text{ kN/m}$

SS-06: $g_{k10}=5,70 \text{ kN/m}$

SS-07: $g_{k11}=3,15 \text{ kN/m}$

Päikeseelemendid

Koormus päikeseelementidest katuslaele $g_{k12}=0,3 \text{ kN/m}^2$.

3.2 Kasuskoormused

Korruse arvust sõltuv vähendustegur arvutatakse valemiga [5] (3.1):

$$a_n = \frac{2+(n-2)\psi_0}{n}, \quad (3.1)$$

kus n – vaadeldavast konstruktsioonielemendist kõrgemal olevate ja samasse klassi kuuluvate korruste arv,

ψ_0 – muutuvkoormuse kombinatsioonitegur.

$$a_n = \frac{2 + (5 - 2) \cdot 0,7}{5} = 0,82$$

-hoone vahelagede 2,0 kN/m² q_{1k}=0,82 * 2,0=1,64 kN/m²
kasuskoormus

3.3 Lumekoormus

Normatiivne lumekoormus katusele arvutatakse valemiga [6] (3.2):

$$s = \mu_i s_k, \quad (3.2)$$

kus μ_i – lumekoormuse kujutegur,

s_k – maapinna lumekoormuse normatiivne väärtus, kN/m.

$$s = \mu_i s_k = 0,8 \cdot 1,5 = 1,20 \frac{kN}{m^2}.$$

Tellijä soovib paigutada katusele kaldu asetatud päikeseelemendid. Seetõttu korrutatakse normatiivne lumekoormus teguriga 1,5.

$$s = \mu_i s_k = 1,5 \cdot 0,8 \cdot 1,5 = 1,80 \frac{kN}{m^2}.$$

3.4 Tuulekoormus

Hoone asukohta maastikutüüp – III. Eestis on tuule põhilise baaskiiruse väärtuseks $v_{b,0}=21$ m/s [7].

Parapeeti kõrgus: $h_p=0,5$ m.

Kiirusrõhk kõrgusel $z=22,3$ m:

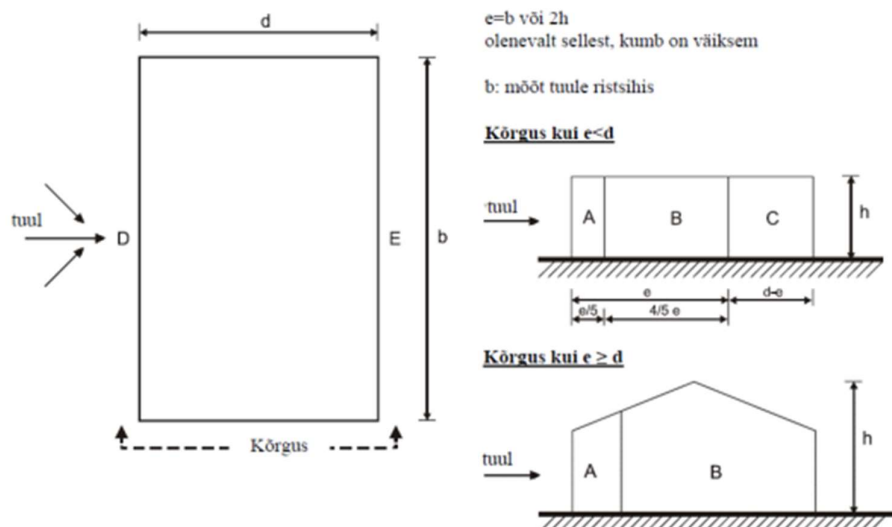
$$q_p = 12,81 \ln^2 \frac{z}{0,3} + 89,64 \ln \frac{z}{0,3} = 12,81 \ln^2 \frac{22,3}{0,3} + 89,64 \ln \frac{22,3}{0,3} = 0,624 \text{ kN/m}^2$$

Konstruksiooni välispinnale mõjuv tuulerõhk arvutatakse valemiga [7](3.3):

$$w_e = q_p(z) \cdot c_{pe}, \quad (3.3)$$

kus $q_p(z)$ – tippkiirusrõhk kõrgusel z , kN/m²,

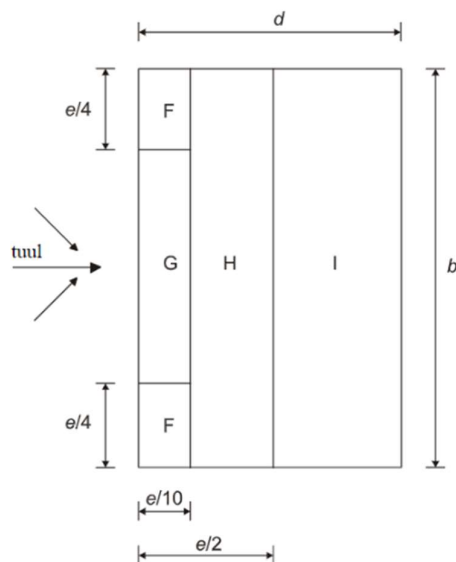
c_{pe} – välisrõhu tegur.



Joonis 3.1 Välisrõhutegurid riskülikulise põhiplaaniga hoonete vertikaalsetele seintele [7]

Tabel 3.1 Välisrõhutegurid riskülikulise põhiplaaniga hoonete lamekatusele

Katuse tüüp	Tsoon	F	G	H	I
	h_p/h	$C_{pe,10}$			
Parapetiga räästad	0,025	-1,6	-1,1	-0,7	0,2
					-0,2



Joonis 3.2 Välisrõhutegurid riskülikulise põhiplaaniga hoonete katusele [7]

Katuse tsoonis I mõjuv tuule koormus leitakse valemiga (3.4):

$$w_e = 0,624 \cdot 0,2 = 0,12 \text{ kN} \quad (3.4)$$

Kuna tuulekoormus katusele vaadeldavas tsoonis on tühine, siis edasistes arvutustes seda ei käsitleta.

3.5 Müüritise tugevus

Müüritise tugevuse leidmiseks on kasutatud standart „Eurokoodeks 6: Kivikonstruktsioonide projekteerimine. Osa 1-1: Üldreeglid sarrustatud ja sarrustamata kivikonstruktsioonide projekteerimiseks“ [4].

Täisbetoneeritud õõnesploki grupp – 1

Konstant: $K=0,55$

Normaliseeritud survetugevus – $f_b=10 \text{ N/mm}^2$

Täisbetoneeritud õõnesploki survetugevus – $f_b=18 \text{ N/mm}^2$

Mördi survetugevus – $f_m=10 \text{ N/mm}^2$

Täisbetoneeritud müüritise normsurvetugevus: $f_k = K f_b^{0,7} f_m^{0,3} = 0,55 \cdot 18^{0,7} 10^{0,3} = 8,30 \text{ N/mm}^2$

Materjali osavarutegur: $\gamma_m = 1,7$

3.1 Neljanda 190 mm siseseina kandevõime kontroll

3.1.1 Seinale mõjuvate normatiivsete koormuste arvutus

$$l_1 = 8,45 \text{ m}$$

$$l_{\text{eff},1} = 8,45/2 = 4,23 \text{ m}$$

$$l_2 = 5,50 \text{ m}$$

$$l_{\text{eff},2} = 5,50/2 = 2,75 \text{ m}$$

Jooksva meetri koormused katuselt: katuslaqi+lumi

$$N_{gk,1} = l_{\text{eff},1} \cdot (g_{k4} + g_{k12}) = 4,23 \cdot (6,85 + 0,3) = 30,2 \text{ kN/m}$$

$$N_{gk,2} = l_{eff,2} \cdot (0,36 \cdot g_{k4} + 0,64 \cdot g_{k3} + g_{k12}) = 2,75 \cdot (0,36 \cdot 6,85 + 0,64 \cdot 3,81 + 0,3) = 14,3 \text{ kN/m}$$

$$N_{qk,1,l} = l_{eff,1} \cdot s = 4,23 \cdot 1,8 = 7,61 \text{ kN/m}$$

$$N_{qk,2,l} = l_{eff,1} \cdot s = 2,75 \cdot 1,8 = 4,95 \text{ kN/m}$$

Koormused 4.-6. korrustelt: vahelagi+siseseinad+kasuskoormus+kandev sisesein

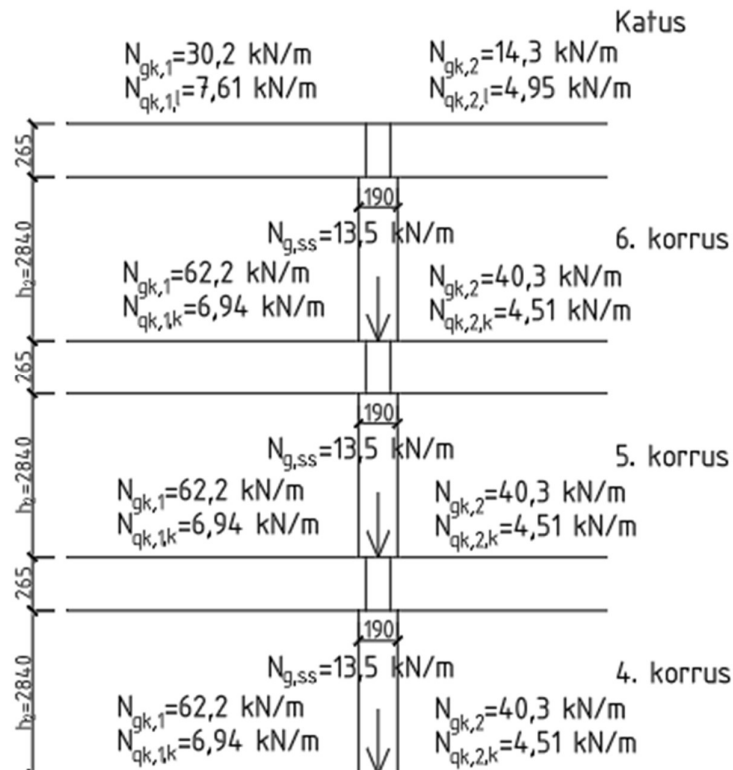
$$N_{gk,1} = l_{eff,1} \cdot (g_{k6} + g_{k10} + g_{k7}) = 4,23 \cdot (8,51 + 5,70 + 0,5) = 62,2 \text{ kN/m}$$

$$N_{gk,2} = l_{eff,2} \cdot (0,36 \cdot g_{k6} + 0,64 \cdot g_{k5} + g_{k7} + g_{k8}) = 2,75 \cdot (0,36 \cdot 8,51 + 0,64 \cdot 5,47 + 0,5 + 7,60) = 40,3 \text{ kN/m}$$

$$N_{qk,1,k} = l_{eff,1} \cdot q_{1k} = 4,23 \cdot 1,64 = 6,94 \text{ kN/m}$$

$$N_{qk,2,k} = l_{eff,2} \cdot q_{1k} = 2,75 \cdot 1,64 = 4,51 \text{ kN/m}$$

$$N_{k,ss1} = h_2 \cdot g_{k2} = 2,84 \cdot 4,75 = 13,5 \text{ kN/m}$$



Joonis 3.3 Koormuste skeem 4.-6. korrustel

Kandepiiriseisundi koormuskombinatsiooni valem (3.5):

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \gamma_{Q1} Q_{k1} + \sum_{i \geq 2} \gamma_{Qi} \Psi_{0i} Q_{ki} \quad (3.5)$$

Alaliskoormuse ebasoodsa mõju osavarutegur: $\gamma_{G,sup} = 1,2$

Alaliskoormuse soodsa mõju osavarutegur: $\gamma_{G,inf} = 1,0$

Muutuvkoormuse ebasoodsa mõju osavarutegur: $\gamma_{Q,sup} = 1,5$

Muutuvkoormuse soodsa mõju osavarutegur: $\gamma_{Q,inf} = 0$

Muutuvkoormuse tavaväärtuse kombinatsioonitegur: $\Psi_0 = 0,5$

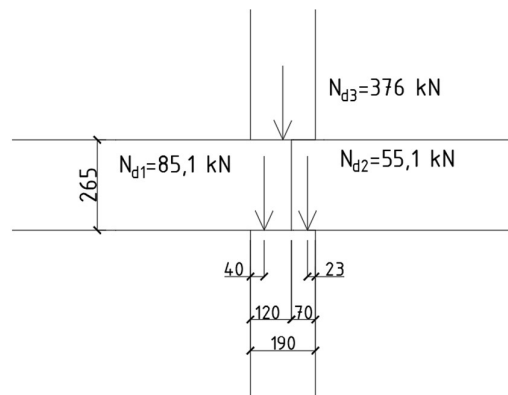
3.1.2 Maksimaalne surve ja minimaalne paindemoment

Koormuskombinatsioon – kasuskoormus domineerib, lumekoormus sekundaarne

$$N_{d1} = \gamma_{G,sup} \cdot N_{gk,1} + \gamma_{Q,sup} \cdot N_{qk,1,k} = 1,2 \cdot 62,2 + 1,5 \cdot 6,94 = 85,1 \text{ kN}$$

$$N_{d2} = \gamma_{G,sup} \cdot N_{gk,2} + \gamma_{Q,sup} \cdot N_{qk,2,k} = 1,2 \cdot 40,3 + 1,5 \cdot 4,51 = 55,1 \text{ kN}$$

$$N_{d3} = \gamma_{G,sup} \cdot (\sum N_{gk,1} + \sum N_{gk,2} + \sum N_{g,ss}) + \gamma_{Q,sup} \cdot (\sum N_{qk,1,k} + \sum N_{qk,2,k}) + \gamma_{Q,sup} \cdot \Psi_0 \cdot (N_{qk,1,l} + N_{qk,2,l}) = 1,2 \cdot (30,2 + 2 \cdot 62,2 + 14,3 + 2 \cdot 40,3 + 2 \cdot 13,5) + 1,5 \cdot (2 \cdot 6,94 + 2 \cdot 4,51) + 1,5 \cdot 0,5 \cdot (7,61 + 4,95) = 376 \text{ kN}$$



Joonis 3.4 Koormuste skeem 4. korrusel

Ekstsentrilisused

t=190 mm

Korruse puhas kõrgus: $h=2,84$ m

ρ_n - vähendustegur

Korruse arvutuskõrgus: $h_{ef} = \rho_2 \cdot h = 1,0 \cdot 2,84 = 2,84$ m

$e_1 = t/2 - 0,04 = 0,19/2 - 0,04 = 0,055$ m

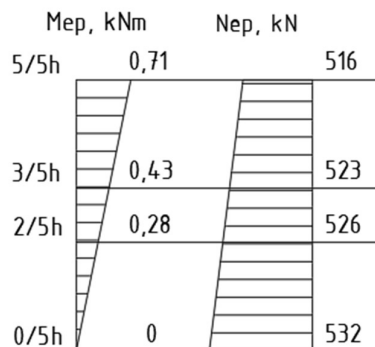
$e_2 = t/2 - 0,023 = 0,19/2 - 0,023 = 0,072$ m

Paindemoment vahelae koormusest L_1 : $M_{Ed,1} = N_{1d} \cdot e_1 = 85,1 \cdot 0,055 = 4,68$ kNm

Paindemoment vahelae koormusest L_2 : $M_{Ed,2} = N_{2d} \cdot e_1 = 55,1 \cdot 0,072 = 3,97$ kNm

Summaarne paindemoment vahelae koormusest: $M_{Ed} = M_{Ed,1} - M_{Ed,2} = 4,68 - 3,97 = 0,71$ kNm

Summaarne vertikaalkoormus: $N_{ed} = N_{d1} + N_{d2} + N_{d3} = 85,1 + 55,1 + 376 = 516$ kN



Joonis 3.5 Sisejõudude epüürid 4. korrusel

Ülemise tsooni kontroll

Juhuslik ekstsentrilisus: $e_a = \frac{h}{300} = \frac{2,84}{300} = 0,009$ m

Ekstsentrilisus seinä ülaosas: $e_m = \frac{M_{Ed}}{N_{Ed}} + e_a = \frac{0,71}{672} + 0,009 = 0,010$ m

Seina arvutusliku osa surutud tsooni ristlõikepindala:

$$A_c = \left(1 - 2 \frac{e_m}{t}\right) A = \left(1 - 2 \cdot \frac{0,010}{0,190}\right) \cdot 0,190 \cdot 1 = 0,170 \text{ m}^2 = 170000 \text{ mm}^2$$

Kandevõimet vähendav tegur (nõtketegur): $\chi_1 = 1$

Vertikaal seina kandevõime:

$$N_{Rd} = \frac{\chi_{i(m)} A_c f_k}{\gamma_m} = \frac{1 \cdot 170 \cdot 10^3 \cdot 8,30}{1,7} = 830 \cdot 10^3 \text{ N} = 830 \text{ kN}$$

$$N_{Rd} = 830 \text{ kN} > N_{Ed} = 516 \text{ kN}$$

Ülemise tsooni kandevõime on tagatud

Keskmise tsooni kontroll

Keskmise tsooni kõrgus: $h_m = h \cdot \frac{3}{5} = 2,84 \cdot \frac{3}{5} = 1,70 \text{ m}$

Paindemoment vahelae koormusest keskmises tsoonis: $M_{Ed,m} = M_{Ed} \cdot \frac{h_m}{h} = 0,71 \cdot \frac{1,70}{2,84} = 0,43 \text{ kNm}$

Vertikaalkoormus keskmises tsoonis: $N_{Ed,m} = N_{Ed} + \gamma_{G,sup} \cdot N_{k,ss} \cdot \frac{(h-h_m)}{h} = 516 + 1,2 \cdot 13,5 \cdot \frac{(2,84-1,70)}{2,84} = 523 \text{ kN}$

Juhuslik ekstsentrilisus: $e_a = \frac{h}{300} = \frac{2,84}{300} = 0,009 \text{ m}$

Ekstsentrilisus seina keskmises osas: $e_m = \frac{M_{Ed}}{N_{Ed}} + e_a = \frac{0,43}{523} + 0,009 = 0,010 \text{ m}$

Seina saledus ristlõike kõrguse alusel: $\lambda_h = \frac{h_{ef}}{t_{ef}} = \frac{2,84}{0,190} = 14,9$

Lõplik roometegur: $\phi_\infty = 1,5$

Roomest tekkiv ekstsentrilisus: $e_k = 0,002 \cdot \phi_\infty \frac{h_{ef}}{t_{ef}} \sqrt{te_m} = 0,002 \cdot 1,5 \cdot \frac{2,84}{0,19} \sqrt{0,19 \cdot 0,010} = 0,0020 \text{ m}$

$e_{mk} = e_m + e_k = 0,010 + 0,002 = 0,012 \text{ m}$

Tegur u ristkülikristlõike puhul: $u = \frac{\lambda_h - 2}{23 - 37 \frac{e_{mk}}{t}} = \frac{14,9 - 2}{23 - 37 \frac{0,012}{0,19}} = 0,624$

Nõtke- ja ekstsentrilisustegur: $\chi_m = e^{-\frac{u^2}{2}} = e^{-\frac{0,624^2}{2}} = 0,823$

Seina arvutusliku osa surutud tsooni ristlõikepindala:

$$A_c = \left(1 - 2 \frac{e_{mk}}{t}\right) A = \left(1 - 2 \cdot \frac{0,012}{0,190}\right) \cdot 0,190 \cdot 1 = 0,166 \text{ m}^2 = 166000 \text{ mm}^2$$

Vertikaal seina kandevõime:

$$N_{Rd} = \frac{\chi_{i(m)} A_c f_k}{\gamma_m} = \frac{0,823 \cdot 166 \cdot 10^3 \cdot 8,30}{1,7} = 667000 \text{ N} = 667 \text{ kN}$$

$$N_{Rd} = 667 \text{ kN} > N_{Ed} = 523 \text{ kN}$$

Keskmise tsooni kandevõime on tagatud.

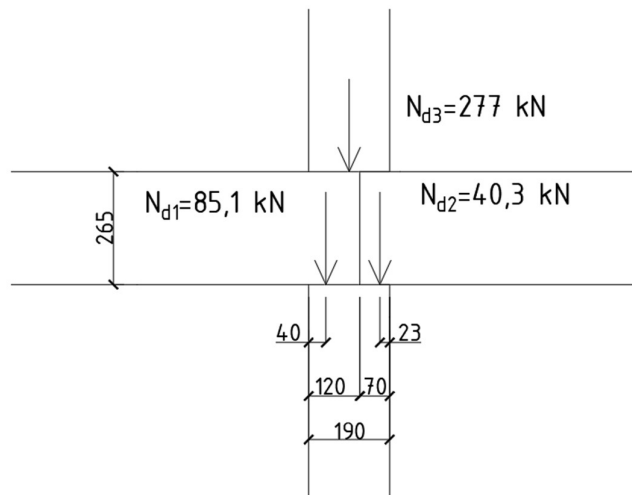
3.1.1 Minimaalne surve ja maksimaalne paindemoment

Koormuskombinatsioon - kasukoormus domineerib, lumekoormus sekundaarne

$$N_{d1} = \gamma_{G,sup} \cdot N_{gk,1} + \gamma_{Q,sup} \cdot N_{qk,1,k} = 1,2 \cdot 62,2 + 1,5 \cdot 6,94 = 85,1 \text{ kN}$$

$$N_{d2} = \gamma_{G,inf} \cdot N_{gk,2} + \gamma_{Q,inf} \cdot N_{qk,2,k} = 1,0 \cdot 40,3 + 0 \cdot 4,51 = 40,3 \text{ kN}$$

$$\begin{aligned} N_{d3} &= \gamma_{G,inf} \cdot (\Sigma N_{gk,1} + \Sigma N_{gk,2} + \Sigma N_{g,ss}) + \gamma_{Q,inf} \cdot (\Sigma N_{qk,1,k} + \Sigma N_{qk,2,k}) + \gamma_{Q,inf} \cdot \Psi_0 \cdot (N_{qk,1,l} + N_{qk,2,l}) \\ &= \\ &= 1,0 \cdot (30,2 + 2 \cdot 62,2 + 14,3 + 2 \cdot 40,3 + 2 \cdot 13,5) + 0 \cdot (2 \cdot 6,94 + 2 \cdot 4,51) + 0 \cdot 0,5 \\ &\quad \cdot (7,61 + 4,95) = 277 \text{ kN} \end{aligned}$$



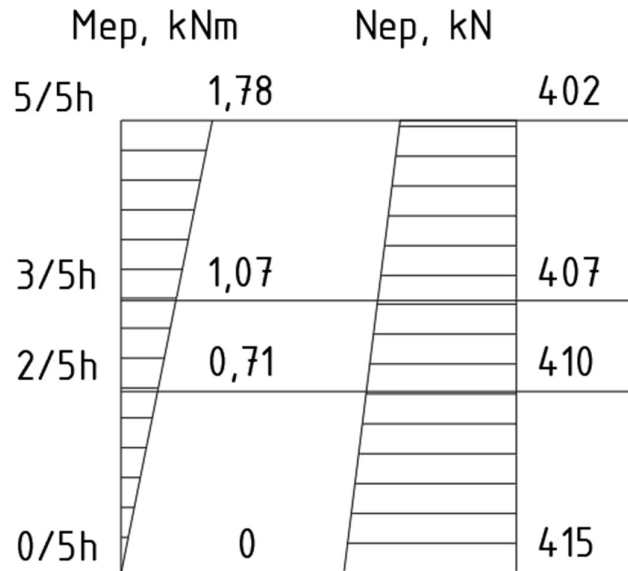
Joonis 3.6 Koormuste skeem 4. korrusel

Paindemoment vahelae koormusest L1: $M_{Ed,1} = N_{1d} \cdot e_1 = 85,1 \cdot 0,055 = 4,68 \text{ kNm}$

Paindemoment vahelae koormusest L2: $M_{Ed,2} = N_{2d} \cdot e_1 = 40,3 \cdot 0,072 = 2,90 \text{ kNm}$

Summaarne paindemoment vahelae koormusest: $M_{Ed} = M_{Ed,1} - M_{Ed,2} = 4,68 - 2,90 = 1,78$ kNm

Summaarne vertikaalkoormus: $N_{ed} = N_{d1} + N_{d2} + N_{d3} = 85,1 + 40,3 + 277 = 402$ kN



Joonis 3.7 Sisejõudude epüürid 4. korrusel

Ülemise tsooni kontroll

Juhuslik ekstsentrilisus: $e_a = \frac{h}{300} = \frac{2,84}{300} = 0,009$ m

Ekstsentrilisus seina ülaosas: $e_m = \frac{M_{Ed}}{N_{Ed}} + e_a = \frac{1,73}{402} + 0,009 = 0,013$ m

Seina arvutusliku osa surutud tsooni ristlõikepindala:

$$A_c = \left(1 - 2 \frac{e_m}{t}\right) A = \left(1 - 2 \cdot \frac{0,012}{0,190}\right) \cdot 0,190 \cdot 1 = 0,164 \text{ m}^2 = 164000 \text{ mm}^2$$

Kandevõimet vähendav tegur (nõtketegur): $\chi_1 = 1$

Vertikaal seina kandevõime:

$$N_{Rd} = \frac{\chi_{i(m)} A_c f_k}{\gamma_m} = \frac{1 \cdot 164 \cdot 10^3 \cdot 8,30}{1,7} = 801 \cdot 10^3 \text{ N} = 801 \text{ kN}$$

$$N_{Rd} = 801 \text{ kN} > N_{Ed} = 402 \text{ kN}$$

Keskmise tsooni kontroll

Keskmise tsooni kõrgus: $h_m = h \cdot \frac{3}{5} = 2,84 \cdot \frac{3}{5} = 1,70 \text{ m}$

Paindemoment vahelae koormusest keskmises tsoonis: $M_{Ed,m} = M_{Ed} \cdot \frac{h_m}{h} = 1,78 \cdot \frac{1,70}{2,84} = 1,07 \text{ kNm}$

Vertikaalkoormus keskmises tsoonis: $N_{Ed,m} = N_{Ed} + \gamma_{G,inf} \cdot N_{k,ss} \cdot \frac{(h-h_m)}{h} = 402 + 1,0 \cdot 13,5 \cdot \frac{(2,84-1,70)}{2,84} = 407 \text{ kN}$

Juhuslik ekstsentrilisus: $e_a = \frac{h}{300} = \frac{2,84}{300} = 0,009 \text{ m}$

Ekstsentrilisus seina keskmises osas: $e_m = \frac{M_{Ed}}{N_{Ed}} + e_a = \frac{1,07}{407} + 0,009 = 0,012 \text{ m}$

Seina saledus ristlõike kõrguse alusel: $\lambda_h = \frac{h_{ef}}{t_{ef}} = \frac{2,84}{0,190} = 14,9$

Lõplik roometegur: $\Phi_\infty = 1,5$

Roomest tekkinud ekstsentrilisus: $e_k = 0,002 \cdot \Phi_\infty \cdot \frac{h_{ef}}{t_{ef}} \sqrt{t e_m} = 0,002 \cdot 1,5 \cdot \frac{2,84}{0,19} \sqrt{0,19 \cdot 0,012} = 0,0021 \text{ m}$

$e_{mk} = e_m + e_k = 0,012 + 0,0021 = 0,0141 \text{ m}$

Tegur u ristkülikristlõike puhul: $u = \frac{\lambda_h - 2}{23 - 37 \frac{e_{mk}}{t}} = \frac{14,9 - 2}{23 - 3 \frac{0,0141}{0,19}} = 0,637$

Nõtke- ja ekstsentrilisustegur: $\chi_m = e^{-\frac{u^2}{2}} = e^{-\frac{0,637^2}{2}} = 0,816$

Seina arvutusliku osa surutud tsooni ristlõikepindala:

$$A_c = \left(1 - 2 \frac{e_{mk}}{t}\right) A = \left(1 - 2 \cdot \frac{0,0141}{0,190}\right) \cdot 0,190 \cdot 1 = 0,162 \text{ m}^2 = 162000 \text{ mm}^2$$

Vertikaal seina kandevõime:

$$N_{Rd} = \frac{\chi_{i(m)} A_c f_k}{\gamma_m} = \frac{0,816 \cdot 162 \cdot 10^3 \cdot 8,30}{1,7} = 645000 \text{ N} = 645 \text{ kN}$$

$$N_{Rd} = 645 \text{ kN} > N_{Ed} = 407 \text{ kN}$$

Keskmise tsooni kandevõime on tagatud.

3.2 Esimese korruse 240 mm siseseina kandevõime kontroll ukseposti kohal

Seinale mõjuvate normatiivsete koormuste arvutus

$$l_1 = 8,45 \text{ m}$$

$$l_{\text{eff},1} = 8,45/2 = 4,23 \text{ m}$$

$$l_2 = 5,50 \text{ m}$$

$$l_{\text{eff},2} = 5,50/2 = 2,75 \text{ m}$$

Jooksva meetri koormused katuselt: katuslagi+lumi

$$N_{gk,1} = l_{\text{eff},1} \cdot (g_{k3} + g_{k12}) = 4,23 \cdot (3,81 + 0,3) = 17,4 \text{ kN/m}$$

$$N_{gk,2} = l_{\text{eff},2} \cdot (g_{k4} + g_{k12}) = 2,75 \cdot (6,85 + 0,3) = 19,7 \text{ kN/m}$$

$$N_{qk,1,l} = l_{\text{eff},1} \cdot s = 4,23 \cdot 1,8 = 7,61 \text{ kN/m}$$

$$N_{qk,2,l} = l_{\text{eff},1} \cdot s = 2,75 \cdot 1,8 = 4,95 \text{ kN/m}$$

Koormused 4.-6. korruselt: vahelagi + kasuskoormus+kandev sisesein

$$N_{gk,1} = l_{\text{eff},1} \cdot (g_{k5} + g_{k7}) = 4,23 \cdot (5,47 + 0,5) = 25,3 \text{ kN/m}$$

$$N_{gk,2} = l_{\text{eff},2} \cdot (g_{k5} + g_{k7}) = 2,75 \cdot 5,47 = 16,4 \text{ kN/m}$$

$$N_{qk,1,k} = l_{\text{eff},1} \cdot q_{1k} = 4,23 \cdot 1,64 = 6,94 \text{ kN/m}$$

$$N_{qk,2,k} = l_{\text{eff},2} \cdot q_{1k} = 2,75 \cdot 1,64 = 4,51 \text{ kN/m}$$

$$N_{k,ss1} = h_2 \cdot g_{k2} = 2,84 \cdot 4,75 = 13,5 \text{ kN/m}$$

Koormused 1.-3. korruselt: vahelagi+siseseinad+kasuskoormus+kandev sisesein

$$N_{gk,1} = l_{\text{eff},1} \cdot (g_{k5} + g_{k7}) = 4,23 \cdot (5,47 + 0,5) = 25,3 \text{ kN/m}$$

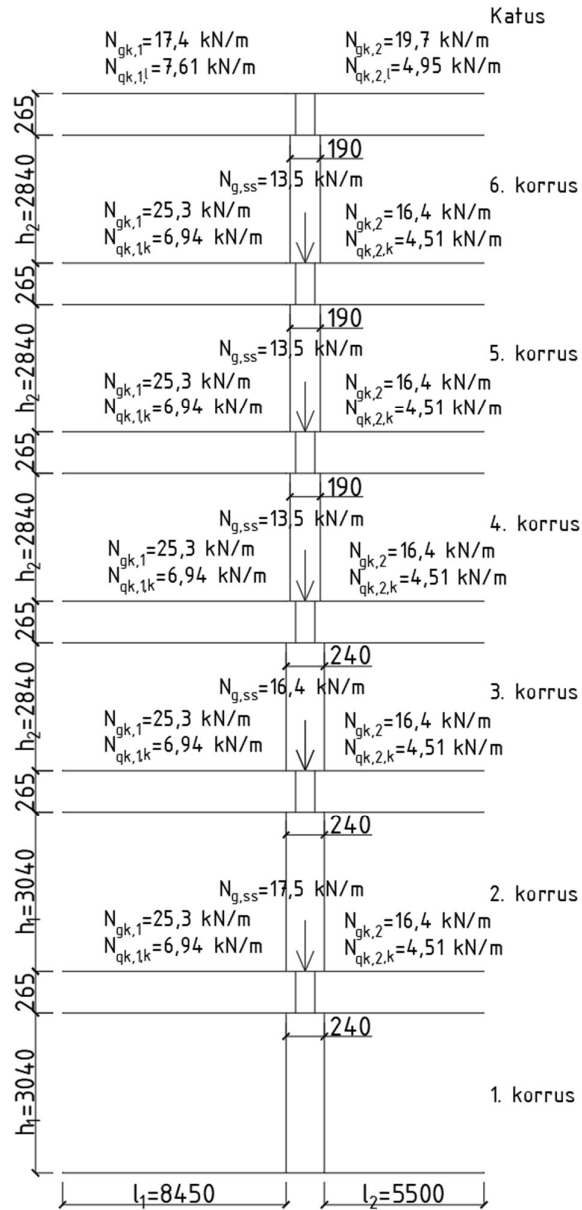
$$N_{gk,2} = l_{\text{eff},2} \cdot (g_{k5} + g_{k7}) = 2,75 \cdot 5,47 = 16,4 \text{ kN/m}$$

$$N_{qk,1,k} = l_{\text{eff},1} \cdot q_{1k} = 4,23 \cdot 1,64 = 6,94 \text{ kN/m}$$

$$N_{qk,2,k} = l_{eff,2} \cdot q_{1k} = 2,75 \cdot 1,64 = 4,51 \text{ kN/m}$$

$$N_{k,ss2} = h_1 \cdot g_{k2} = 3,04 \cdot 5,77 = 17,5 \text{ kN/m}$$

$$N_{k,ss3} = h_2 \cdot g_{k2} = 2,84 \cdot 5,77 = 16,4 \text{ kN/m}$$



Joonis 3.8 Koormuste skeem 1. – 6. korrustel

3.2.1 Maksimaalne surve ja minimaalne paindemoment

Tingliku ukseava posti arvutus

Silluse toetuspikkus: $c = 0,2 \text{ m}$

Ukseava kõrgus: $h_s = 2,26$

Tingliku arvutusliku ristlõike laius ukseava kohal:

$$b_p = \frac{h_s}{2} \cdot \tan 30^\circ + \frac{c}{2} = \frac{2,26}{2} \cdot \tan 30^\circ + \frac{0,2}{2} = 0,75 \text{ m}$$

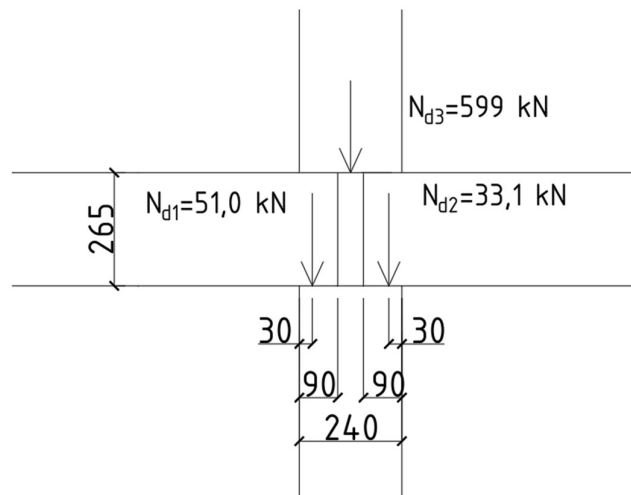
Koormusala pikkus: $l_k = \frac{l}{2} + b_p = \frac{1,0}{2} + 0,75 = 1,25 \text{ m}$

Koormuskombinatsioon – kasuskoormus domineerib, lumekoormus sekundaarne

$$N_{d1} = (\gamma_{G,sup} \cdot N_{gk,1} + \gamma_{Q,sup} \cdot N_{qk,1,k}) \cdot l_k = (1,2 \cdot 25,3 + 1,5 \cdot 6,94) \cdot 1,25 = 51,0 \text{ kN}$$

$$N_{d2} = (\gamma_{G,sup} \cdot N_{gk,2} + \gamma_{Q,sup} \cdot N_{qk,2,k}) \cdot l_k = (1,2 \cdot 16,4 + 1,5 \cdot 4,51) \cdot 1,25 = 33,1 \text{ kN}$$

$$\begin{aligned} N_{d3} &= (\gamma_{G,sup} \cdot (\Sigma N_{gk,1} + \Sigma N_{gk,2} + \Sigma N_{g,ss}) + \gamma_{Q,sup} \cdot (\Sigma N_{qk,1,k} + \Sigma N_{qk,2,k}) + \gamma_{Q,sup} \cdot \Psi_0 \\ &\quad \cdot (N_{qk,1,l} + N_{qk,2,l})) \cdot l_k = \\ &= (1,2 \cdot (17,4 + 5 \cdot 25,3 + 19,7 + 5 \cdot 16,4 + 3 \cdot 13,5 + 16,4 + 17,5) + 1,5 \\ &\quad \cdot (5 \cdot 6,94 + 5 \cdot 4,51) + 1,5 \cdot 0,5 \cdot (7,61 + 4,95)) \cdot 1,25 = 599 \text{ kN} \end{aligned}$$



Joonis 3.9 Koormuste skeem 1. korrusel

t=240 mm

Korruse puhas kõrgus: h=3,04 m

ρ_n - vähendustegur

Korruse arvutuskõrgus: $h_{ef} = \rho_2 \cdot h = 1,0 \cdot 3,04 = 3,04$ m

$e_1 = t/2 - 0,03 = 0,24/2 - 0,03 = 0,09$ m

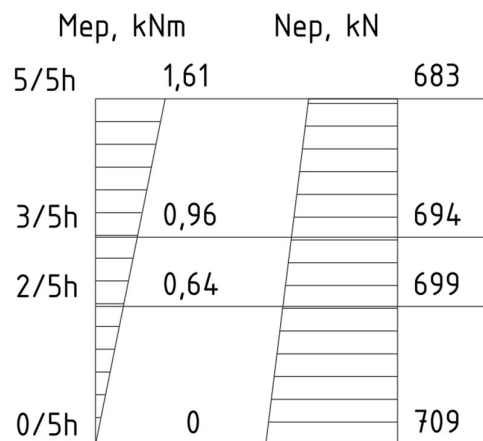
$e_2 = t/2 - 0,03 = 0,24/2 - 0,03 = 0,09$ m

Paindemoment vahelae koormusest L1: $M_{Ed,1} = N_{1d} \cdot e_1 = 51,0 \cdot 0,09 = 4,59$ kNm

Paindemoment vahelae koormusest L2: $M_{Ed,2} = N_{2d} \cdot e_1 = 33,1 \cdot 0,09 = 2,98$ kNm

Summaarne paindemoment vahelae koormusest: $M_{Ed} = M_{Ed,1} - M_{Ed,2} = 4,59 - 2,98 = 1,61$ kNm

Summaarne vertikaalkoormus: $N_{ed} = N_{d1} + N_{d2} + N_{d3} = 51,0 + 33,1 + 599 = 683$ kN



Joonis 3.10 Sisejõudude epüürid 1. korrusel

Ülemise tsooni kontroll

Juhuslik ekstsentrilisus: $e_a = \frac{h}{300} = \frac{3,04}{300} = 0,010$ m

Ekstsentrilisus seina ülaosas: $e_m = \frac{M_{Ed}}{N_{Ed}} + e_a = \frac{1,61}{683} + 0,010 = 0,012$ m

Seina arvutusliku osa surutud tsooni ristlõikepindala:

$$A_c = \left(1 - 2 \frac{e_m}{t}\right) A = \left(1 - 2 \cdot \frac{0,012}{0,240}\right) \cdot 0,240 \cdot 0,75 = 0,162 \text{ m}^2 = 162000 \text{ mm}^2$$

Kandevõimet vähendav tegur (nõtketegur): $\chi_1 = 1$

Vertikaal seina kandevõime:

$$N_{Rd} = \frac{\chi_{i(m)} A_c f_k}{\gamma_m} = \frac{1 \cdot 162 \cdot 10^3 \cdot 8,30}{1,7} = 801 \cdot 10^3 \text{ N} = 791 \text{ kN}$$

$$N_{Rd} = 791 \text{ kN} > N_{Ed} = 683 \text{ kN}$$

Ülemise tsooni kandevõime on tagatud.

Keskmise tsooni kontroll

Keskmise tsooni kõrgus: $h_m = h \cdot \frac{3}{5} = 3,04 \cdot \frac{3}{5} = 1,82 \text{ m}$

Paindemoment vahelae koormusest keskmises tsoonis: $M_{Ed,m} = M_{Ed} \cdot \frac{h_m}{h} = 1,61 \cdot \frac{1,82}{3,04} = 0,96 \text{ kNm}$

Vertikaalkoormus keskmises tsoonis: $N_{Ed,m} = N_{Ed} + (\gamma_{G,sup} \cdot N_{k,ss} \cdot \frac{(h-h_m)}{h}) \cdot l_k = 683 + (1,2 \cdot 17,5 \cdot \frac{(3,04-1,82)}{3,04}) \cdot 1,25 = 694 \text{ kN}$

Juhuslik ekstsentrilisus: $e_a = \frac{h}{300} = \frac{3,04}{300} = 0,010 \text{ m}$

Ekstsentrilisus seina keskmises osas: $e_m = \frac{M_{Ed}}{N_{Ed}} + e_a = \frac{0,96}{694} + 0,010 = 0,011 \text{ m}$

Seina saledus ristlõike kõrguse alusel: $\lambda_h = \frac{h_{ef}}{t_{ef}} = \frac{3,04}{0,240} = 12,7$

Lõplik roometegur: $\phi_\infty = 1,5$

Roomest tekkiv ekstsentrilisus: $e_k = 0,002 \cdot \phi_\infty \frac{h_{ef}}{t_{ef}} \sqrt{t e_m} = 0,002 \cdot 1,5 \cdot \frac{3,04}{0,24} \sqrt{0,24 \cdot 0,011} = 0,0020 \text{ m}$

$e_{mk} = e_m + e_k = 0,011 + 0,0020 = 0,013 \text{ m}$

Tegur u ristkülikristlõike puhul: $u = \frac{\lambda_h - 2}{23 - 37 \frac{e_{mk}}{t}} = \frac{12,7 - 2}{23 - 37 \frac{0,013}{0,24}} = 0,510$

$$\text{Nõtk- ja eksentrilisustegur: } \chi_m = e^{-\frac{u^2}{2}} = e^{-\frac{0,510^2}{2}} = 0,8781$$

Seina arvutusliku osa surutud tsooni ristlõikepindala:

$$A_c = \left(1 - 2 \frac{e_{mk}}{t}\right) A = \left(1 - 2 \cdot \frac{0,013}{0,240}\right) \cdot 0,24 \cdot 0,75 = 0,161 \text{ m}^2 = 161000 \text{ mm}^2$$

Vertikaal seina kandevõime:

$$N_{Rd} = \frac{\chi_{i(m)} A_c f_k}{\gamma_m} = \frac{0,878 \cdot 161 \cdot 10^3 \cdot 8,30}{1,7} = 690000 \text{ N} = 690 \text{ kN}$$

$$N_{Rd} = 690 \text{ kN} > N_{Ed} = 649 \text{ kN}$$

Keskmise tsooni kandevõime on tagatud.

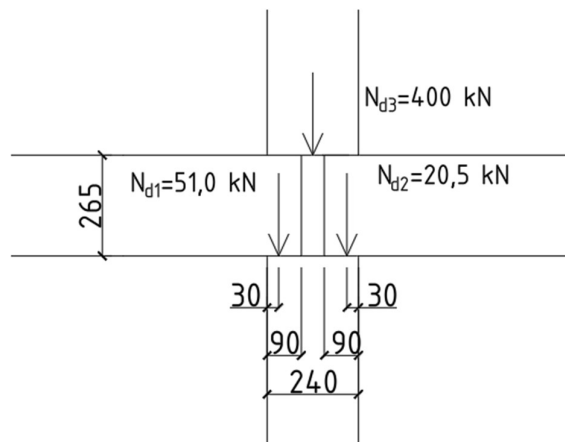
3.2.1 Minimaalne surve ja maksimaalne paindemoment

Koormuskombinatsioon – kasuskoormus domineerib, lumekoormus sekundaarne

$$N_{d1} = (\gamma_{G,sup} \cdot N_{gk,1} + \gamma_{Q,sup} \cdot N_{qk,1,k}) \cdot l_k = (1,2 \cdot 25,3 + 1,5 \cdot 6,94) \cdot 1,25 = 51,0 \text{ kN}$$

$$N_{d2} = (\gamma_{G,inf} \cdot N_{gk,2} + \gamma_{Q,inf} \cdot N_{qk,2,k}) \cdot l_k = (1,0 \cdot 16,4 + 0 \cdot 4,51) \cdot 1,25 = 20,5 \text{ kN}$$

$$\begin{aligned} N_{d3} &= (\gamma_{G,inf} \cdot (\Sigma N_{gk,1} + \Sigma N_{gk,2} + \Sigma N_{g,ss}) + \gamma_{Q,inf} \cdot (\Sigma N_{qk,1,k} + \Sigma N_{qk,2,k}) + \gamma_{Q,inf} \cdot \Psi_0 \\ &\quad \cdot (N_{qk,1,l} + N_{qk,2,l})) \cdot l_k = \\ &= (1,0 \cdot (17,4 + 5 \cdot 25,3 + 19,7 + 5 \cdot 16,4 + 3 \cdot 13,5 + 16,4 + 17,5) + 0 \\ &\quad \cdot (5 \cdot 6,94 + 5 \cdot 4,51) + 0 \cdot 0,5 \cdot (7,61 + 4,95)) \cdot 1,25 = 400 \text{ kN} \end{aligned}$$



Joonis 3.11 Koormuste skeem 1. korrusel

$t=240$ mm

Korruse puhas kõrgus: $h=3,04$ m

ρ_n - vähendustegur

Korruse arvutuskõrgus: $h_{ef} = \rho_2 \cdot h = 1,0 \cdot 3,04 = 3,04$ m

$e_1=t/2-0,03=0,24/2-0,03=0,09$ m

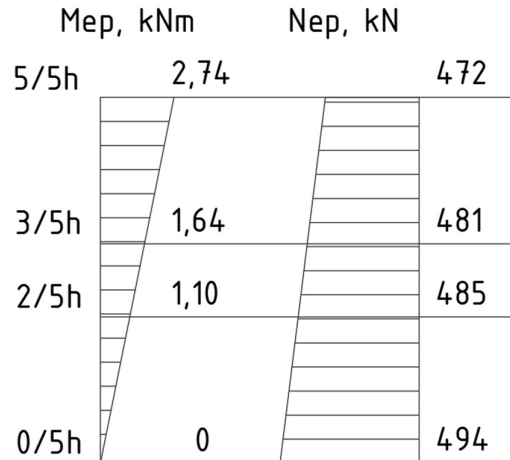
$e_2= t/2-0,03=0,24/2-0,03=0,09$ m

Paindemoment vahelae koormusest L1: $M_{Ed,1}=N_{1d} \cdot e_1=51,0 \cdot 0,09=4,59$ kNm

Paindemoment vahelae koormusest L2: $M_{Ed,2}=N_{2d} \cdot e_1=20,5 \cdot 0,09=1,85$ kNm

Summaarne paindemoment vahelae koormusest: $M_{Ed} = M_{Ed,1} - M_{Ed,2} = 4,59 - 1,85 = 2,74$ kNm

Summaarne vertikaalkoormus: $N_{ed}=N_{d1}+N_{d2}+N_{d3}=51,0+20,5+40=472$ kN



Joonis 3.12 Sisejõudude epüürid 1. korrusel

Ülemise tsooni kontroll

Juhuslik ekstsentrilisus: $e_a = \frac{h}{300} = \frac{3,04}{300} = 0,010 \text{ m}$

Ekstsentrilisus seina ülaosas: $e_m = \frac{M_{Ed}}{N_{Ed}} + e_a = \frac{2,74}{472} + 0,010 = 0,016 \text{ m}$

Seina arvutusliku osa surutud tsooni ristlõikepindala:

$$A_c = \left(1 - 2 \frac{e_m}{t}\right) A = \left(1 - 2 \cdot \frac{0,016}{0,240}\right) \cdot 0,240 \cdot 0,75 = 0,156 \text{ m}^2 = 156000 \text{ mm}^2$$

Kandevõimet vähendav tegur (nõtketegur): $\chi_1 = 1$

Vertikaal seina kandevõime:

$$N_{Rd} = \frac{\chi_{i(m)} A_c f_k}{\gamma_m} = \frac{1 \cdot 156 \cdot 10^3 \cdot 8,30}{1,7} = 801 \cdot 10^3 \text{ N} = 762 \text{ kN}$$

$$N_{Rd} = 762 \text{ kN} > N_{Ed} = 472 \text{ kN}$$

Ülemise tsooni kandevõime on tagatud

Keskmise tsooni kontroll

Keskmise tsooni kõrgus: $h_m = h \cdot \frac{3}{5} = 3,04 \cdot \frac{3}{5} = 1,82 \text{ m}$

Paindemoment vahelae koormusest keskmises tsoonis: $M_{Ed,m} = M_{Ed} \cdot \frac{h_m}{h} = 2,74 \cdot \frac{1,82}{3,04} =$

1,64 kNm

Vertikaalkoormus keskmises tsoonis: $N_{Ed,m} = N_{Ed} + (\gamma_{G,sup} \cdot N_{k,ss} \cdot \frac{(h-h_m)}{h}) \cdot l_k = 472 + (1,0 \cdot 17,5 \cdot \frac{(3,04-1,82)}{3,04}) \cdot 1,25 = 481 \text{ kN}$

Juhuslik ekstsentrilisus: $e_a = \frac{h}{300} = \frac{3,04}{300} = 0,010 \text{ m}$

Ekstsentrilisus seinas keskmises osas: $e_m = \frac{M_{Ed}}{N_{Ed}} + e_a = \frac{1,64}{481} + 0,010 = 0,013 \text{ m}$

Seina saledus ristlõike kõrguse alusel: $\lambda_h = \frac{h_{ef}}{t_{ef}} = \frac{3,04}{0,240} = 12,7$

Lõplik roometegur: $\phi_\infty = 1,5$

Roomest tekkinud ekstsentrilisus: $e_k = 0,002 \cdot \phi_\infty \frac{h_{ef}}{t_{ef}} \sqrt{te_m} = 0,002 \cdot 1,5 \cdot \frac{3,04}{0,24} \sqrt{0,24 \cdot 0,013} = 0,0021 \text{ m}$

$e_{mk} = e_m + e_k = 0,013 + 0,0021 = 0,0151 \text{ m}$

Tegur u ristkülikristlõike puhul: $u = \frac{\lambda_h^{-2}}{23-37 \frac{e_{mk}}{t}} = \frac{12,7^{-2}}{23-37 \frac{0,0151}{0,24}} = 0,518$

Nõtk- ja ekstsentrilisustegur: $\chi_m = e^{-\frac{u^2}{2}} = e^{-\frac{0,518^2}{2}} = 0,874$

Seina arvutusliku osa surutud tsooni ristlõikepindala:

$$A_c = \left(1 - 2 \frac{e_{mk}}{t}\right) A = \left(1 - 2 \cdot \frac{0,0151}{0,240}\right) \cdot 0,24 \cdot 0,75 = 0,157 \text{ m}^2 = 157000 \text{ mm}^2$$

Vertikaal seina kandevõime:

$$N_{Rd} = \frac{\chi_{i(m)} A_c f_k}{\gamma_m} = \frac{0,874 \cdot 157 \cdot 10^3 \cdot 8,30}{1,7} = 670000 \text{ N} = 670 \text{ kN}$$

$$N_{Rd} = 670 \text{ kN} > N_{Ed} = 481 \text{ kN}$$

Keskmise tsooni kandevõime on tagatud.

Tehtud arvutuste põhjal võib järeldada, et 190 mm täisbetoneeritud armeeringuta õõnesplokk sobib 4.-6. korruse kandeseinaks ja 240 mm täisbetoneeritud armeeringuta õõnesplokk sobib 1.-3. korruse kandeseinaks.

4. EHITUSPLATSI ÜLDPLAAN

Lõputöö raames koostatud ehitusplatsi üldplaan kajastab olukorda alates -1. korruse montaažitööde algusest kuni katusekattetööde lõpuni. Ehitusplatsi plaanil on näidatud ajutised teed ja nende laiused, ajutised ja alalised hooned ning tehnosüsteemid, ehitusmasinate liikumisskeemid, tornkraana asukoht, kaevandatud pinnase asukohad ja täitematerjalide ladustamiskohad, ohualad ja nende märgistus, tulekustutusvahendite asukohad, ajutiste elektrikilpide asukohad, ohu- ja valvepiirded, suitsetamiskohad, jäätmekonteinerite ja jäätmete ladustamise kohad.

4.1 Kraana valik

Kraana valikul on võetud arvesse hoone geomeetrilisi parameetreid ja paigaldatavate elementide montaažiparameetreid. Kuna hoone pikkus on 66,3 m, on valitud rööbasteel liikuv tornkraana. Sellise valiku kasutamine võimaldab lühendada kraana vajaliku noole pikkust ja sellega suurendada noole tõstevõimet noole otsal.

Tornkraana valimisel analüüsiti põhjalikult kõigi tornkraanaga paigaldatavate hooneelementide montaažiparameetreid ning valitud elemente, millel on kõige kriitilisemad paigalduskõrguse, montaažikoormuse ja montaažiraadiuse näitajad. Need parameetrid on kajastatud tabelis 4.1. Tornkraana kõik parameetrid peavad võimaldama monteerida tabelis kirjeldatud elemente. Sellistele tingimustele vastab tornkraana LIEBHERR 420 EC-H16 Litronic, mis paigaldatakse rööbastele pikkusega 42,6 m ja rööbaste vahekaugusega 8 m. Rööbaste keskelje kaugus hoone lähemast pikiteljest on 6,3 m ning vahe hoone ja rööbaste vahel on vähemalt 1 m. Tornkraana rööbasteed paigaldatakse tihendatud killustikalusele ja rööbaste absoluutne ülemine kõrgusmärk on 26,20 m.

Teades kraana peatumiskohti, leitakse kraanatee pikkus valemiga [8] (4.1):

$$L_{kr} = l_{kr} + B_{kr} + 2 \cdot (l_{pid} + l_{tup} + \delta), \quad (4.1)$$

kus l_{kr} – kraana äärmiste peatumiskohtade vaheline kaugus, m,

B_{kr} – kraana aluse laius, m,

l_{pid} – kraana pidurdustekonna pikkus, võetakse vähemalt 1,5 m,

l_{tup} – rööpa otsa kaugus tupikust (sõidupiirajast), võetakse 0,5 m,

δ – puhvri väljaulatus alusvankri välisservast, võetakse 0,3 m.

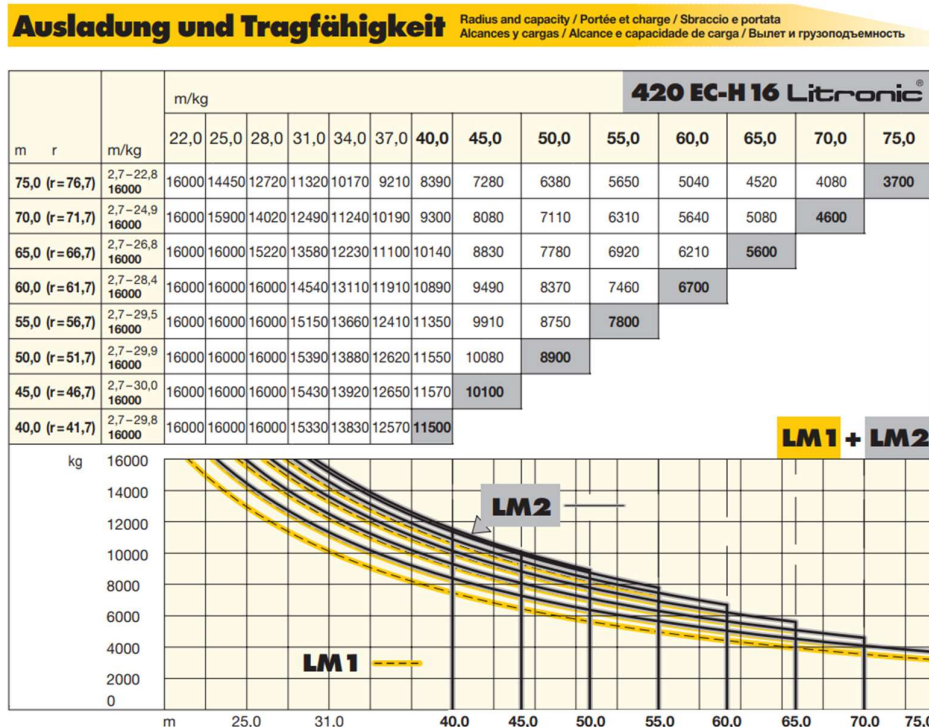
Kraanatee pikkus leitakse valemiga (4.1):

$$L_{kr} = 30,0 + 8,0 + 2 \cdot (1,5 + 0,5 + 0,3) = 42,6 \text{ m.}$$

Tabel 4.1 Kraana valikukriteeriumid [9]

Detail	Elemendi montaaži parameetrid									Kraana tööparameetrid							
	Montaaži koormus, t			Konksu vajalik vähim tõstekõrgus, m						Montaaži raadius, m	Kraana mark ja tehnilised parameetrid		Torni kõrgus, m	Maksimaalne tõsteradius, m	Tööraadius, m	Tõstevõime, t	Tõstekõrgus, m
	Detaili g_1	Haarats g_2	Kokku G_{max}	Paigaldamis kõrgus h_1	Ohutus-vahe h_2	Detaili kõrgus h_3	Haaratsi kõrgus h_4	Kokku H_{max}	Tõstevõime		Tõstekõrgus						
VSP-045/VSP-034	12,9	0,4	13,3	-0,45	0,5	3,2	6,0	9,25	28,0	LIEBHERR 420 EC-H16 Litronic Maksimaalne tõstevõime - 16 t Maksimaalne tõstekõrgus - 68,9 m Maksimaalne võimsus 110 kW Noole pikkused 40-75 m	8,5+11,6 +2*5,8+1 ,2+4,2+9, 45=46,55 m	40 m	28,0	16,0	34,1 m		
VSP-114	13,5	0,4	13,9	3,06	0,5	4,2	6,0	13,76	10,0				22,0	16,0			
VSP-124	13,1	0,4	13,5	3,06	0,5	4,2	6,0	13,76	19,5				22,0	16,0			
VSP-226/VSP-233	13,8	0,4	14,2	9,67	0,5	3,3	6,0	19,47	22,3				25,0	16,0			
VSP-649	8,3	0,4	8,7	18,98	0,5	5,2	6,0	30,68	27,7				29,8	16,0			
HCE265-641c	3,5	0,8	4,3	21,83	0,5	0,3	1,5	24,13	26,7				29,8	16,0			
VSP-714	1,8	0,4	2,2	22,9	0,5	0,6	2,0	26,00	29,6				29,8	16,0			

Tabel 4.2 Kraana LIEBHERR 420 EC-H16 Litronic parameetrid [9]



4.2 Ajutised teed ja liikluskorraldus

Ehitusplatsile sisenemine on korraldatud kahe sissesõiduga. Üks on Kadaka puiesteel läbi värava nr 2. Selle sissesõidu kasutamiseks tuleb koostada ajutine liikluskorralduskeem ja see kooskõlastada kohaliku omavalitsusega. Sissesõit on peamiselt mõeldud veoautodele, mis toimetavad montaažielemente tornkraana tööalale, ja betooni transpordile. Liiklus sellel teelõigul on ühesuunaline ja minimaalne tee laius on 4 meetrit. Teelõigult väljumine toimub tupiktänavale, mis on ühendatud

Mäepealse tänavaga. Teine sissesõit on korraldatud eespool nimetatud tupiktänavalt. See on peamiselt mõeldud sõiduautodele ja koormaga tõstukautodele. Liiklus toimub mõlemas suunas ning teelõigu minimaalne laius on 6 meetrit, mille lõpus on tupik teelaiendiga, mille minimaalsed mõõdud on 12x12 meetrit.

2,5 meetri laiused parkimiskohad korraldatakse soojakute ette ja on mõeldud 11 sõiduauto jaoks. Veokite maksimaalne liikumiskiirus ehitusplatsil on 10 km/h ja pööranguil 5 km/h.

Ajutiste teede aluseks on tulevaste teede ja parklade alused, mille moodustab tihendatud paekivist killustikalus fraktsiooniga 32/63.

Teede täpsed asukohad ja suunad on märgitud ehitusplatsi üldplaani.

4.3 Ehitusplatsi laod

Ehitusplatsil on korraldatud ajutised laod ehitusmaterjalide ja -varustuse hoidmiseks. Need jagatakse kolmeks alatüübiks: lahtisteks, poolkinnisteks ja kinnisteks. Avatud laod asuvad ehitusplatsi lõunaosas mööda ajutist teed, mis paikneb tulevase parkla kohas, ning ka põhjaosas mööda ajutist teed. Avatud ladudes on ette nähtud ladustada materjale, millele ilmastikutingimustel ei ole negatiivset mõju. Poolkinnise lao moodustab hoone soklikorruusel asuv parkimisala, mis sobib lühiajaliseks ladustamiseks, näiteks EPS- ja mineraalvillaplaatidele. Kinnised laod on korraldatud kahe 2,9x8,4 m soojakuna. Kinnistes ladudes hoitakse materjale, tööriistu, seadmeid ja muid ehitusressursse, tagades nende kaitse ilmastikutingimuste ja varguse eest.

Ladude täpsed asukohad on märgitud ehitusplatsi üldplaani.

4.4 Ajutised hooned

Ajutised hooned on ehitusplatsil vajalikud kontori- ja läbirääkimisruumide paigutamiseks, materjalide ja seadmete hoiustamiseks ning töötajatele sanitaaringimuste tagamiseks. Valides ajutiste ehitiste arvu, tuleb lähtuda töötingimustest, töötajate arvust ja nende soolisest kuuluvusest. Koondkalenderplaani kohaselt töötab objektil kõige rohkem 45 töölist ja lisaks 6 insener-tehnilist töötajat, arvestusega 60 insener-tehnilist töötajat iga 50 töötajat kohta. Ajutiste hoonete arv ja mõõtmed on arvatud tabeli 4.3 alusel.

Tabel 4.3 Ajutiste ehitiste vajadus ühe inimese kohta [10]

Jrk nr	Ajutine ehitis	Mõõtühik	Vajadus 1 inimese kohta	Kommentar
1	2	3	4	5
1	Olmesoojak (sh riietusruum ja kraanikauss)	m ²	0,4	
2	Duširuum	m ²	0,3	
3	Kuivatusruum	m ²	0,2	
4	WC	m ²	0,07	
5	Söökla	m ²	0,6	Inimeste arvul > 40
6	Kontor	m ²	3	Ühele ITP töötajale
7	Valvuri-/dispetšeriruum	tk/värav	1	Igale väravale
8	Puhkeruum	m ²	0,3	Inimeste arvul >50

Saadud tulemused on esitatud tabelis 4.4. Tabelis puudub puhkeruum, kuna töötajate arv ületab 50 töötajat vaid kahe tööpäeva jooksul 382-st. Samuti puudub valvuriruum, objekti turvalisuse tagamiseks kasutatakse videokaamerat ja läbipääsusüsteemi. Ajutiste ehitiste asukohad on kajastatud ehitusplatsi üldplaani.

Tabel 4.4 Ajutiste ehitiste koondtabel

Jrk nr	Ajutine ehitis	Mõõtühik	Ajutiste ehitiste vajalik summaarne pindala, m ²	Ajutise ehitise mõõtmed, m	Ajutiste ehitiste arv, tk
1	2	3	4	5	6
1	Olmesoojak (sh riietusruum ja kraanikauss)	m ²	20,4	2,4 x 6,0	2
2	Kuivatusruum	m ²	10,2	2,4 x 6,0	1
3	Duširuum	m ²	15,3	2,9 x 8,4	1
4	WC	m ²	3,57		
5	Söökla	m ²	30,6	2,9 x 8,4	1
6	Kontor	m ²	18	2,9 x 8,4	1
7	Valvuri-/dispetšeriruum	tk/värav	-	-	-
8	Puhkeruum	m ²	-	-	-
9	Kinnised laod	m ²	-	2,9 x 8,4	2

Sõltuvalt ehitusetapist võib ajutiste hoonete arv muutuda. Hoone kandekonstruksiooni ehitamise ajal ei ületa töötajate arv kaheksat inimest. Seetõttu on võimalik esimese 187 päeva jooksul loobuda ühest olmesoojakust, sööklast ning vähendada duširuumide ja WC-kabiinide arvu.

4.5 Ajutine veevarustus

Ehitusel vajaminev vesi saadakse tsentraalsest veevõrgust. Enne vee kasutamist tuleb saada kohaliku veeteenuse pakkuja liitumisluba. Liitumiskoht ja veetrasside asukohad on märgitud ehitusplatsi üldplaanil.

4.6 Ehitusplatsi valgustus

Ehitusplatsi valgustamiseks kasutatakse prožektoreid võimsusega 1000 W ja erivõimsusega $m=0,25 \text{ W/m}^2 \cdot \text{lx}$. Vajalik prožektorite arv arvutatakse valemiga [8] (4.2):

$$n = \frac{m \cdot E \cdot S}{P}, \quad (4.2)$$

kus m – valgusallika erivõimsus, $\text{W/m}^2 \cdot \text{lx}$,

E – pinna vajalik valgustus, lx,

S – valgustatava pinna arvestuslik suurus, m^2 ,

P – prožektorite võimsus, W.

Arvestades vajalikuks pinna valgustuseks montaažiplatsidel 20 lx, laoplatidel 10 lx, ajutistel teedel 0,5 lx ja ülejäänud ehitusplatsi piires 2 lx, leitakse vajalik prožektorite arv valemiga (4.2):

$$n = \frac{0,25 \cdot (20 \cdot 1550 + 10 \cdot 550 + 0,5 \cdot 1200)}{1000} = 9$$

Seega on ehitusplatsi piisavaks valgustamiseks vajalik 9 prožektorit.

4.7 Ajutine elektrivarustus

Elektri allikaks objektil on liitumispunktid Elektrilevi OÜ-ga. Enne ehituse alustamist paigaldatakse üks peakilp ja hoonekarbi valmimise järel paigaldatakse veel igale korrusele eraldi jaotuskilbid. Peakaitse arvutamiseks vajalik arvutuslik võimsus saadakse valemiga [8] (4.3).

$$P_{arv} = \frac{\sum P_{inst} k_n}{\cos \phi}, \quad (4.3)$$

kus P_{inst} – summaarne installeeritud elektrivõimsus, kW,

k_n – nõudlustegur.

Tabel 4.5 Elektritarvitite summaarne instaleeritud elektriline võimsus

Elektritarvitid	Arv, tk	Nimivõimsus, kW	Nõudlustegur k_n	$\cos\phi$	Summaarne võimsus, kW
Kontor					
Monitorid ja arvutid	6	0,11	0,8	1,0	0,53
Külmkapp	1	0,5	0,5	1,0	0,25
Valgustid	6	0,05	0,8	1,0	0,24
Radiaatorid	2	2	0,8	1,0	3,20
Tööliste soojakud, laod söökla, kuivatamis-, duši- ja kuivatusruumid					
Külmkapp	1	1,0	0,5	1,0	0,50
Radiaatorid	12	2	0,8	1,0	19,2
Valgustid	12	0,05	0,8	1,0	0,48
Ehitusplats					
Tornkraana	1	80	0,2	0,5	32,0
Platsi prožektorid	9	1,0	1,0	1,0	9,0
Hoone valgustid	70	0,05	0,8	1,0	2,80
Niiskuse kogujad	10	0,81	0,7	0,8	7,09
Tööriistad	15	0,8	0,7	0,8	10,50
Soojapuhurid	15	3	0,7	0,8	39,38
KOKKU:					125

Seega on summaarne arvutuslik elektrikoormus $P_{arv}=125$ kW.

Ehituseks vajalik voolutugevus arvutatakse 3-faasilise voolu korral valemiga [10] (4.4):

$$I = 1000 \frac{P_{arv}}{\sqrt{3} \cdot U} \quad (4.4)$$

kus P_{arv} – summaarne arvutuslik elektrikoormus, kW,

$U = 380$ V – voolutugevus, V.

Ehituseks vajalik voolutugevus arvutatakse 3-faasilise voolu korral valemiga (4.4):

$$I = 1000 \frac{125}{\sqrt{3} \cdot 380} = 190 \text{ A}$$

Lähtudes saadud väärtusest on valitud peakaitse suurusega 200 A. Peakilbi ja ajutiste elektriliinide asukohad on märgitud ehitusplatsi üldplaani.

4.8 KOONDKALENDERPLAAN

Koondkalenderplaani koostamisel on aluseks võetud raamatus „Ehitustööde kulud 2020“ [11] antud ajanormid ning selle magistritöö jooksul tehtud tehnoloogilised kaardid, kus on kirjeldatud ja planeeritud vundamentitööd, maapealse osa montaaži- ja betoonitööd ning katusekattetööd.

Koondkalenderplaanis on tööde alguspäevaks määratud 22. november 2021, mis vastab peatöövõtjaga koostatud ehituspäevikus märgitud tööde alguspäevale. Koondkalenderplaani kohaselt on hoone ehitustööde kestus 382 tööpäeva ja lõppkuupäev on 2. mai 2023. Ehituspäevikute järgi lõppesid ehitustööd 31. märtsil 2023. Kõige rohkem töötajaid oli ehitusplatsil 7. ja 8. veebruaril, kokku 45 töötajat, arvestamata insener-tehnilist töötajat. Töönädala pikkuseks on arvestatud viis tööpäeva.

5. TEHNOLOOGILISED KAARDID

Lõputöös on koostatud kolm tehnoloogilist kaarti:

- vundamenditööde tehnoloogiline kaart;
- maapealse osa montaaži- ja betoonitööde tehnoloogiline kaart;
- katusekattetööde tehnoloogiline kaart.

Tehnoloogiliste kaartide koostamise aluseks on arhitektuuribüroo Korrus OÜ-ga koostatud arhitektuurse osa tööprojekt [1], inseneribüroo Märt Mõttus OÜ-ga koostatud konstruktiivse osa tööprojekt [3], inseneribüroo T-Model OÜ-ga koostatud kinnistu teede ja platside tööprojekt [2] ning RATU juhendites sisalduv informatsioon.

5.1 Vundamenditööde tehnoloogiline kaart

Vundamenditööde kirjeldamiseks ja vundamenditööde tehnoloogiliste arvutuste tegemiseks on kasutatud raamatut "Betonitööd" [12] ning RATU juhendkaarte: 21-0269 et, raketamine, puitraketised [13], 22-0274 et, sarrustamine [14], 23-0275 et, betoonimine [15].

Tehnoloogilises kaardis on kirjeldatud hoone vundamendi ehitamine madalvundamendina. Vundamendi materjaliks on betoon C25/30 keskkonnaklassiga XC2 ja armatuur A500H. Raketise peamiseks materjaliks on 22x100 mm laud ja 50x100 mm laud. Vundament koosneb peamiselt lintvundamendist kõrgusega 400 mm ja laiusega 800 mm ning postitaldmikutest kõrgusega 450 mm.

Hoone vundament on jagatud kaheks haardealaks, kummalgi neist korraldatakse vundamenditööd kahes etapis: põhiosa tegemine ning vundamentide V-6, V-7 ja V-8 vertikaalse osa tegemine. Selline tööfrondi jagamine võimaldab raketise materjale kokku hoida, betoneerida ühe päeva jooksul töövuuke tegemata ja teha töid paralleelselt.

5.1.1 Eeltööd ja lähteolukord

Enne vundamenditööde alustamist peavad olema lõpetatud eelnevad tööd sellel tööloigul ning täidetud järgmised tingimused:

- väljakaevetööd on lõpetatud;
- drenaažisüsteem on paigaldatud ja toimib;

- väljakaevetöödega on saadud vajalik vundamendi aluse kõrgus, tihendatud killustikalus on kontrollitud ja vastu võetud;
- vajalikud töömaterjalid ja seadmed on ehitusplatsil olemas ning nende vastavust nõuetele on kontrollitud.

5.1.2 Vundamendi rakestamine

Kõigepealt valmistatakse laudadest ja prussidest naelte ja kruvide abil vajaliku pikkuse ja kõrgusega kilbid, mis seejärel paigaldatakse eelnevalt geodeediga märgitud kohtadesse vastavalt projekteeritud asendile. Valmistatud kilbid kinnitatakse üksteise külge vertikaalsete laudadega. Horisontaalse liikumise vältimiseks kinnitatakse kilbid lubjakivisse löödud armatuurvarrastega ning allosas kinnitatakse kilbid omavahel perforeeritud metallist lindiga. Ülaosas ühendatakse kilbid omavahel laudadega pärast armeerimistöõde lõpetamist.

Kuna vundamendi raketis ei ole kandev raketis, toimub lahtirakestamine 40 tunni möödumisel betoneerimisest, eeldusel et betooni terviklikkust sellega ei kahjustata. Kilbid eraldatakse ja teisaldatakse järgmisele tööalale.

5.1.3 Vundamendi armeerimine

Armatuuri lõikamine ja painutamine toimub spetsiaalselt määratud kohal ehitusplatsil. Seejärel paigaldatakse ettevalmistatud armatuurkarkassi osad raketisse vastavalt projekteeritud asendile ja ühendatakse terastraadiga. Betooni kaitsekihi tagamiseks kasutatakse plastikust armatuurfiksaatoreid kõrgusega 50 mm allosas ja 35 mm külgedel.

5.1.4 Vundamendi betoneerimine

Autobetoonipump, betoonisegisti ja PUMI asetatakse ettevalmistatud kohale ehitusplatsil. Seejärel paigutatakse raketisse. Esimesel etapil betoneerib tööülili, mis koosneb kolmest töötajast: üks juhib voolikut ja suunab betoonisegu, teine tihendab betoonisegu vibronuiaga 400–600 mm sammuga, lastes vibronuia betoonisegusse 10–20 sekundiks ja seejärel tõmmates selle välja, ning kolmas hõõrub hõõrukiga betoonisegu ühte tasapinda. Betoonisegu vibreerimisel tuleb vältida vibraatori kokkupuudet raketise seintega ja armatuuriga.

5.1.5 Talvine betoneerimine

Koondkalenderplaani kohaselt toimuvad vundamendi betoneerimistööd detsembri lõpus ja jaanuari alguses, seega tingimustes, mil õhutemperatuur langeb 0 °C madalamale. See mõjutab negatiivselt betooni kivistumise kiirust ja omab kriitilist mõju selle lõpptugevusele. Betooni survetugevust, mille saavutamisel betoon ei kaota oma projekteeritud omadusi temperatuuril alla 5 °C, nimetatakse betooni jäätumiskindluseks. See on 5 Mpa. Seetõttu on pärast betoneerimist peamiseks ülesandeks hoida esimese kahe päeva jooksul betooni temperatuuri üle 5 °C. Sel eesmärgil kasutatakse kombinatsiooni järgmistest võtetest.

- Betoonitootjalt tellitakse eelsoojendatud betooni.
- Projekteerijaga kooskõlastatult kasutatakse betooni kivistumise kiirendavaid lisandeid.
- Enne betoneerimist kinnitatakse armatuuri külge betoonikivistumise küttekaabel, jälgides kaablitevahelist minimaalset kaugust 15 cm. On oluline vältida kaabli kokkupuudet raketise ja vundamendi aluspinnaga, et hoida ära lühiühendust ja tuleohtlikke olukordi. Iga vundamendi element varustatakse mitme juhtmekontuuriga: kui üks nendest ei tööta, jätkab teine betooni soojendamist. Kaabli võimsus ja pikkus valitakse vastavalt konstruktsiooni tüübile ja selle mahule. Vajaliku temperatuuri hoidmiseks kasutatakse termostaati [16].
- Värskest valatud konstruktsioon kaetakse pealt kilega, et vältida külma tuule mõju.

Samuti puhastatakse enne valamist raketis lumest ja armatuur jääst. Pärast betoneerimist mõõdetakse betooni temperatuuri termomeetriga iga 3-4 tunni järel ning kantakse saadud andmed betoonitööde protokollile.

5.1.6 Materjalide vajadus

Tabelis 6.1 on esitatud vundamendi ehitamiseks vajalik sarruse, betooni ja raketise kogused.

Sarruse kogusel on arvestatud töömetoodist põhjustatud lisakulu 10%, betooni kogusele on lisatud töömetoodist põhjustatud lisakulu 5% ja raketise materjalide kogusele on lisatud lisakulu 10%.

Tabel 5.1 Vundamenditööde materjalide vajadus

Materjalid		Ühik	HA 1	HA 2	Kokku
Raketis	Raketise pindala	m ²	123,4	126,2	126,2
	Laud 22x100	m	1873	1916	1916
	Pruss 50x100	m	502	514	514
Sarrus	D8	kg	590	569	1159
	D12	kg	787	800	1587
	D16	kg	1590	1340	2930
Beton	I etapp	m ³	52,9	53,0	105,9
	II etapp	m ³	1,76	1,86	3,62

5.1.7 Tehnoloogilised arvutused

Rakestamise tööde jaoks on kasutatud mahust sõltuv tegur 1,00. Sarrustamise tööde jaoks on kasutatud mahust sõltuv tegur 1,1. Betoonitööde jaoks on kasutatud mahust sõltuv tegur 1,10.

Vundamenditööde normatiivne tööjõu- ja masinaajakulu on esitatud tabelis 6.2. Tabelis 6.3 on esitatud vundamenditööde tehnoloogilised arvutused ja tabelis 6.4 vundamenditööde graafik.

Tabel 5.2 Vundamenditööde normatiivne tööjõu- ja masinaajakulu

Jrk nr	Töö nimetus	Ühik	Ajanorm	Normatiivne tööjõukulu					
				Haardealade kaupa				Kokku	
				1		2			
				in-h/üh	in-h	ühikuid	in-h	ühikuid	in-h
mas-h/üh	mas-h		mas-h		mas-h		mas-h		
1	2	3	4	5.1	6.1	5.2	6.2	7	8
1	Rakestamine I etapp								
1.1	Raketise teiseldamine	m ²	0,00 0	123,4	6,17 2,47	126,2	6,31 2,52	249,6	12,5 4,99
1.2	Möödistustööd	m ²	0 0	123,4	3,70 0	126,2	3,79 0	249,6	7,49 0
1.3	Vundamenditaldmiku raketise paigaldus	m ²	0 0	74,2	26,0 0	81,0	28,4 0	155,2	54,4 0
1.4	Postitaldmiku raketise paigaldus	m ²	0 0	49,2	17,2 0	45,3	15,9 0	94,5	33,1 0
1	RAKESTAMINE I ETAPP KOKKU		in-h mas-h in-vah mas-vah		53,10 2,47 6,64 0,31		54,4 2,52 6,80 0,32		107,5 5 13,4 0,6
2	Sarrustamine I etapp								
2.1	Sarruse teiseldamine	t	0 0	2,86	0,315 0,114	2,63	0,289 0,105	5,49	0,604 0,219
2.2	Sarrustamine D8	t	0 0	0,478	4,47 0	0,452	4,23 0	0,93	8,7 0
2.3	Sarrustamine D12	t	0 0	0,787	5,45 0	0,8	5,81 0	1,626	11,3 0
2.4	Sarrustamine D16	t	0,00 0	1,59	8,75 0	1,34	7,37 0	2,93	16,1 0
2	SARRUSTAMINE I ETAPP KOKKU		in-h mas-h in-vah mas-vah		19,0 0,114 2,38 0,014		17,7 0,105 2,21 0,013		36,7 0,219 4,59 0,027
3	Betoonimine I etapp								
3.1	Eeltööd	m ³	0 0	52,9	2,43 0	53,0	2,44 0	105,9	4,87 0
3.2	Betooni etteandmine	m ³	0 0	52,9	4,87 4,87	53,0	4,88 4,88	105,9	9,75 9,75
3.3	Betooni vibreerimine, tasandamine, tariraudade paigaldus	m ³	0 0	52,9	11,6 0	53	11,7 0	105,9	23,3 0
3.4	Järeltööd	m ³	0 0	52,9	1,64 0	53,0	1,64 0	105,9	3,3 0
3	BETONIMINE I ETAPP KOKKU		in-h mas-h in-vah mas-vah		20,5 4,87 2,56 0,609		20,7 4,88 2,59 0,610		41,2 9,75 5,15 1,22
4	Lahtirakestamine I etapp								
4.1	Lahtirakestamine	m ²	0 0	123,4	18,5 0	126,2	18,9 0	249,6	37,4 0
4.2	Puhastamine	m ²	0,00 0	123,4	24,7 0	126,2	25,2 0	249,6	49,9 0
4	LAHTIRAKESTAMINE I ETAPP KOKKU		in-h mas-h in-vah mas-vah		43,2 0 5,40 0		44,1 0 5,51 0		87,3 0 10,9 0

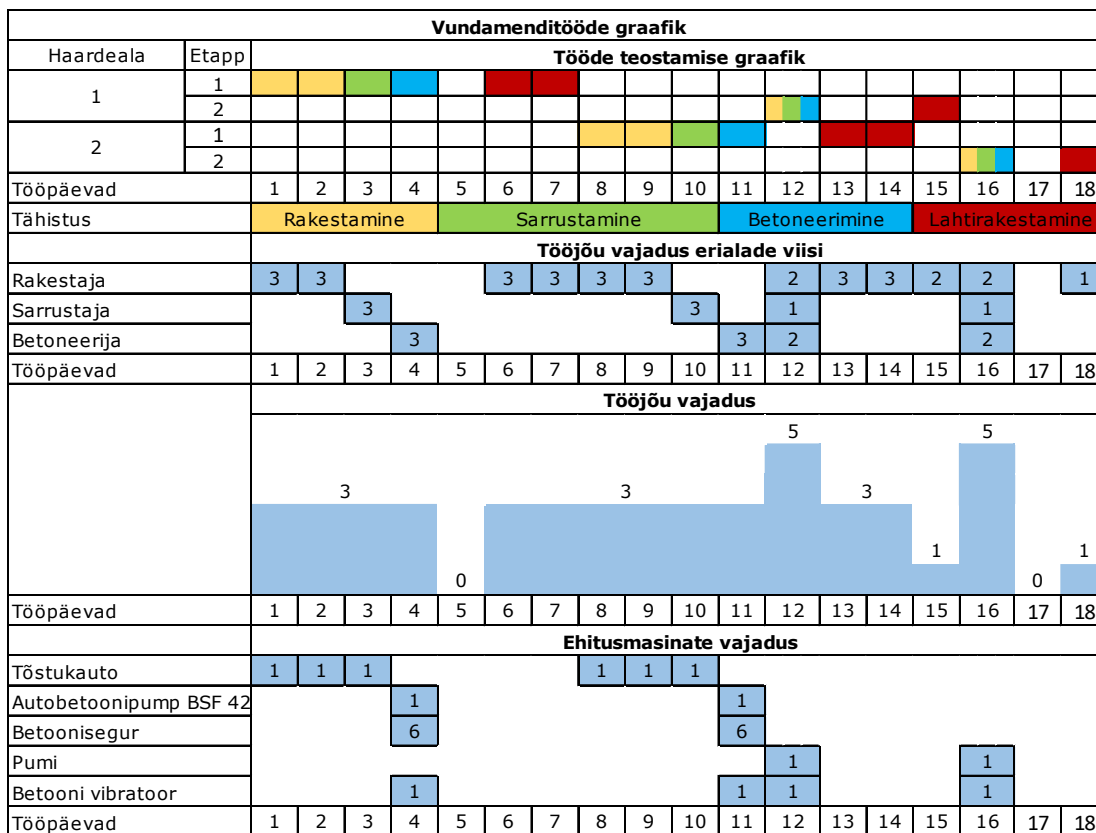
Tabel 5.2 järg 1

Jrk nr	Töö nimetus	Ühik	Ajanorm	Normatiivne tööjõukulu						
				Haardealade kaupa				Kokku		
				1		2		ühikuid	in-h mas-h	
				in-h/üh	mas-h/üh	ühikuid	in-h mas-h			
1	2	3	4	5.1	6.1	5.2	6.2	7	8	
5	Vundamentide V6, V7, V8 vertikaalsete osade rakestamine									
5.1	Teisaldamine	m ²	0,05 0,03	16,22	0,81 0,49	15,5	0,78 0,47	31,7	1,59 0,96	
5.2	Vundamenti V6 rakestamine	m ²	0,24 0	15,5	3,72 0	15,5	3,72 0	31,0	7,44 0	
5.3	Vundamentide V7 ja V8 rakestamine	m ²	0,24 0	0,72	0,17 0	2,1	0,50 0	2,82	0,67 0	
5	Vundamentide V6, V7, V8 VERTIKAALSETE OSADE RAKESTAMINE KOKKU		in-h mas-h in-vah mas-vah		4,70 0,49 0,59 0,06		5,00 0,47 0,63 0,06		9,70 0,96 1,21 0,12	
6	Vundamentide V6, V7, V8 vertikaalsete osade sarrustamine									
6.1	Sarruse teisaldamine käsiti	t	3,3 0	0,111	0,37 0	0,116	0,38 0	0,227	0,75 0	
6.2	Vundamenti V6 sarrustamine	t	8,03 0	0,108	0,87 0	0,108	0,87 0	0,216	1,74 0	
6.3	Vundamentide V7 ja V8 sarrustamine	t	11,0 0	0,004	0,04 0	0,009	0,10 0	0,013	0,14 0	
6	Vundamentide V6, V7, V8 VERTIKAALSETE OSADE SARRUSTAMINE KOKKU		in-h mas-h in-vah mas-vah		1,28 0 0,16 0		1,35 0 0,17 0		2,63 0 0,33 0	
7	Vundamentide V6, V7, V8 vertikaalsete osade betoonimine									
7.1	Eeltööd	m ³	0,03 0	1,76	0,05 0	1,86	0,06 0	3,62	0,11 0	
7.2	Betooni etteandmine	m ³	0,07 0,07	1,76	0,12 0,12	1,86	0,13 0,13	3,62	0,25 0,25	
7.3	Betooni vibreerimine, tasandamine, tariraudade paigaldus	m ³	0,16 0	1,76	0,28 0	1,86	0,3 0	3,62	0,58 0	
7.4	Järeltööd	m ³	0,0 0	1,76	0,04 0	1,86	0,04 0	3,62	0,08 0	
7	Vundamentide V6, V7, V8 VERTIKAALSETE OSADE BETOONIMINE KOKKU		in-h mas-h in-vah mas-vah		0,49 0,12 0,06 0,02		0,53 0,13 0,07 0,02		1,02 0,25 0,13 0,03	
8	Vundamentide V6, V7, V8 vertikaalsete osade lahtirakestamine									
8.1	Vundamenti V6 lahtirakestamine	m ²	0,28 0	15,5	4,34 0	15,5	4,34 0	31,0	8,68 0	
8.2	Vundamentide V7 ja V8 lahtirakestamine	m ²	0,28 0	0,72	0,20 0	2,1	0,59 0	2,82	0,79 0	
8	Vundamentide V6, V7, V8 VERTIKAALSETE OSADE LAHTIRAKESTAMINE KOKKU		in-h mas-h in-vah mas-vah		4,54 0 0,57 0		4,93 0 0,62 0		9,47 0 1,2 0	

Tabel 5.3 Vundamenditööde tehnoloogilised arvutused

Jrk nr	Töö nimetus	Tööliste/masinate		Haardeala kaupa							
		Eriala/mark	Arv	1				2			
				Normatiivne		Normi täitmise tegur	Valitud kestus	Normatiivne		normi täitmise tegur	Valitud kestus
				tööjõu-kulu	kestus			tööjõu-kulu	kestus		
in-vah	vah	in-vah	vah	in-vah	vah	in-vah	vah				
1	2	3	4	5.1	5.2	5.3	5.4	6.1	6.2	6.3	6.4
1	Rakestamine I etapp	Rakestaja	3	6,64	2,21	1,11	2	6,80	2,27	1,14	2
		Tõstukauto	1	0,31	0,31	0,16		0,32	0,32	0,16	
2	Sarrustamine I etapp	Sarrustaja	3	2,38	0,79	0,79	1	2,21	0,74	0,74	1
		Tõstukauto	1	0,014	0,01	0,01		0,013	0,01	0,01	
3	Betonimine I etapp	Betoneerija	3	2,56	0,85	0,85	1	2,59	0,86	0,86	1
		Pump	1	0,609	0,61	0,61		0,61	0,61	0,61	
4	Lahtirakestamine I etapp	Rakestaja	3	5,4	1,8	0,90	2	5,41	1,8	0,90	2
		Tõstukauto	0	0	0	0		0	0	0	
5	Rakestamine II etapp	Rakestaja	2	0,59	0,3	0,91	0,33	0,63	0,32	0,97	0,33
		Tõstukauto	0	0	0	0		0	0	0	
6	Sarrustamine II etapp	Sarrustaja	1	0,16	0,16	0,48	0,33	0,17	0,17	0,52	0,33
		Tõstukauto	0	0	0	0		0	0	0	
7	Betonimine II etapp	Betoneerija	2	0,06	0,03	0,09	0,33	0,07	0,04	0,12	0,33
		PUMI	1	0,02	0,02	0,06		0,02	0,02	0,06	
8	Lahtirakestamine II etapp	Rakestaja	1	0,57	0,57	0,57	1	0,62	0,62	0,62	1
		Tõstukauto	0	0	0	0		0	0	0	

Tabel 5.4 Vundamenditööde graafik



5.2 Maapealse osa montaaži- ja betoonitööde tehnoloogiline kaart

Tehnoloogilises kaardis on lahendatud hoone montaaži- ja betoonitööd. Montaažitööd hõlmavad soklikorruse raudbetoonpostide, rõdude ja vahelagede terastalade ja raudbetoonseinte, õõnespaneelide ja rõduplaatide montaažitöid kogu hoone ulatuses. Betoonitööd hõlmavad esimese korruse seinte, monoliitsete vahelagede rakestamist, armeerimist ja betoneerimist ning õõnespaneelide monolitiseerimist. Seega on hõlmatud kogu hoone kandekonstruktsiooni ehitus.

Hoone on jagatud kaheks haardealaks hoone deformatsioonivuugi kohas, telgede 7 ja 8 vahel.

Vundamenditööde kirjeldamiseks ja vundamenditööde tehnoloogiliste arvutuste tegemiseks on kasutatud raamatuid "Betonitööd" [12] ja "Betoonelementide paigaldamine" [17] ning RATU juhendkaarte: 35-0246 et, metallkonstruktsioonide montaaž [18], 25-0278 et, õõnes- ja tt-paneelide montaaž [19], 21-0270 et, rakestamine, kilpraketised [20], 25-0283 et, rõdudetailide montaaž [21], 22-0274 et, sarrustamine [14], 23-0275 et, betoonimine [15], 25-0281 et, seinapaneelide montaaž [22], 25-0280 et, postide ja talade montaaž [23].

5.2.1 Eeltööd ja lähteolukord

Enne montaažitööde algust peavad olema täidetud järgmised tingimused:

- tööala on ette valmistatud ja vabastatud eelmise etapi materjalidest;
- vundament on lahti rakestatud ja kontrollitud;
- tornkraana on paigaldatud ning montaažielemendid on ehitusplatsil olemas;
- töökoht on piisavalt valgustatud ja on loodud tingimused ohutuks tööks.

Vundamendi betoneerimiseks ja esimese raudbetoonposti montaažiks esimesel haardealal kulub umbes 14 päeva, mis on piisav soklikorruse montaažitööde läbiviimiseks rikkumata vundamendi terviklikkust.

5.2.2 Raudbetoonpostide montaaž ja monolitiseerimine

Raudbetoonpostide montaaž toimub tornkraanaga nende ajutiselt hoiukohalt, kus need on ladustatud alusprusside peal tugeval pinnal. Montaaži alustades puhastatakse aluspind jääst ja mustusest ning mõõdetakse raudbetoonpostide paigaldamiseks vajalik kõrgus nivelliiri abil, korrigeerides seda vajadusel korrosioonikindlast materjalist

paigaldusklotsidega mõõtmetega 100 x 100 mm, mis paigaldatakse posti tsentri alla. Postitaldmikusse eelnevalt paigaldatud poltidele keeratakse seibid ja alusmutrid, mis seatakse samale kõrgusele montaažiklotsidega. Raudbetoonpostid tõstetakse ankurpoltidele tõstepoldi abil, mis on sisestatud paigaldusavasse elemendi otsas ja kinnitatud splindiga. Paigaldatud posti vertikaalsust kontrollitakse vesiloodiga ning vajadusel korrigeeritakse seda mutrite abil. Pärast mutrite pingutust tõstepulga splint avatakse ja tõstepulk eemaldatakse nõõriga.

Kui kõik haardeala postid on paigas, hakatakse nende liitekohtade ümber ehitama laudadest umblaudist, mis kinnitatakse betoonkruvidega postitaldmiku külge. Enne liitekohtade betooniseguga monolitiseerimist, puhastatakse need lumest ja soojendatakse soojapuhuriga. Monolitiseerimiseks mõeldud betoonisegu segatakse ehitusplatsil betoonisegistis ja valatakse raketisse. Pärast monolitiseerimist jätkatakse liitekoha soojendamist ja kaetakse posti alus isolatsioonimatiga. Eespool kirjeldatud tööd teeb üks tööline.

5.2.3 Raudbetoonseinte montaaž

Suurem osa hoone kandvatest seintest koosneb tehases toodetud monteeritavatest raudbetoonseintest. Seinaelementide montaaž toimub otse veokilt. Paneelid tarnitakse platsile vastavalt paigaldusjärjekorrale ning paneelide tootja ja tellija kokkuleppele. Paneelide kohale jõudmisel teeb tellija visuaalse kontrolli ja fikseerib tulemused saatelehel. Raudbetoonseinu monteerib kolmest töötajast koosnev brigaad.

Enne montaaži märgistatakse seinapaneelide paigalduskohad ja õige paigalduskõrgus lasernivelliiri ja mõõdulindi abil. Paneelide kõrguse ja horisontaalse asendi korrigeerimiseks kasutatakse paigaldusklotse, mis seatakse seinapaneelide alla. Samuti puhastatakse enne seinapaneelide paigaldamist paneeli kandev ala jääst, lumest ja mustusest ning täidetakse jootebetooniga. Kolmekihiliste seinapaneelide korral paigaldatakse soojustuskihi alla villast isolatsiooniriba.

Paneelide montaažil seatakse tõstetroppide kinnituskonksud tõsteaasade külge, veendudes, et konksud oleksid tõstmise ajal suletud. Paneelide kohale suunamiseks kasutatakse käemärke ja suheldakse portatiivse raadiojaama teel, vajadusel võetakse abiks juhtimiskõis. Pärast paneeli asetamist kohale toetatakse see kahe või enama kaldtoega ning nende ja vesiloodiga reguleeritakse paneelide vertikaalset asendit. Paneelide vertikaalvahedesse paigaldatakse sidevarras ja tihendatakse villaribaga. Kui need sammud on tehtud, tõstetropid eemaldatakse.

Viimane etapp on paneelide monolitiseerimine, kus paneelide külge kinnitatakse lauad ja vuukidesse valatakse isetihenev betoon C30/37. Kui betoon saavutab projekteerija määratud tugevuse, raketis ja kaldtoed eemaldatakse.

5.2.4 Terastalade ja postide montaaž

Väiksemate mõõtmetega teraselementide montaaž toimub nende ajutiselt hoiukohalt. Nende hulka kuuluvad rõdusterastalad ja postid. Suuremad vahelae HQ terastalad monteeritakse otse veokilt, järgides monteerimiskava. Paigaldamise jooksul suhtlevad monteerijad ja kraanajuht raadioside ja käemärkide abil. Suurte konstruktsioonide tõstmisel kasutatakse elemendi suunamiseks juhtimisköit. Enne montaaži kontrollitakse montaažikoha vastavust nõuetele ja vajadusel see puhastatakse. Alusmutrid tõstetakse vajalikule kõrgusele.

Teraspostid, nagu raudbetoonpostid, paigaldatakse ankrupoltidele, kontrollitakse nende vertikaalsust ja vajadusel korrigeeritakse asendit mutrite ja lukustusmutritega. Posti liitekoht kaetakse jootebetooniga.

Vahelae HQ terastalade paigaldamine nõuab erilist tähelepanu, kuna ühe elemendi pikkus võib ulatuda kuni kaheksa meetrini. Jälgitakse, et talad oleksid montaaži ajal tasakaalus. Iga tala kõrval on töötaja, kes seisab tellingute töölaual ja suunab tala otsa projekteeritud asendisse. Talad kinnitatakse mutritega. Rõdu terastalade paigaldamine erineb selle poolest, et need kinnitatakse keevisliitega tariraua külge ja üks nende otsest jääb vahelae monoliitse osa sisse, mis hiljem betoneeritakse.

5.2.5 Õõnespaneelide montaaž ja monolitiseerimine

Suurem osa vahelagedest koosneb monteeritavatest õõnespaneelidest. Paneelid paigaldatakse otse koormast. Enne nende kohale seadmist kontrollitakse paneelide toetuspunktide vahelist kaugust ning toetustele kinnitatakse neopreenlint, vajadusel kasutatakse kõrguse korrigeerimiseks terasest paigaldusklotse. Õõnespaneeli monteerib kolmest töötajast koosnev brigaad.

Pikemate kui kolmemeetrise paneelide tõstmiseks kasutatakse haaratsitega tõstetraaversit, lühemate paneelide jaoks piisab ainult haaratsite kasutamisest. Haaratsid kinnitatakse paneeli servadele sümmeetriliselt, tagades, et kaugus haaratsitest paneeli otsadeni ei ületaks 1,5 meetrit. Pärast haaratsite kinnitamist asetatakse paneelide alla ohutusketid, mis avatakse alles enne õõnespaneeli paigaldamist kavandatud asukohta. Paigaldamise ajal suhtlevad monteerijad ja

kraanajuht raadioside ja käemärkide abil. Suurte konstruktsioonide tõstmisel kasutatakse elementide suunamiseks juhtimisköit. Paneeli asendit korrigeeritakse montaažikangi abil. Kui paneel on kohale seatud, eemaldatakse tõstehaarsid.

Järgmine etapp hõlmab paneelide raketise ehitamist ja toeala armeerimist vastavalt projektile, et paneelid toimiksid ühe plaadina. Betoneerimine toimub koos monoliitsete vahelaealade betoneerimisega.

5.2.6 Trepielementide montaaž

Podesti- ja trepielementide montaaž ning kõikide teiste suurte elementide paigaldamine selle projekti raames toimub otse koormast. Podestielemendid paigaldatakse vähemalt 20 mm paksuse neopreenlindi peale, kuna hiljem täidetakse vuugid peenbetooniga. Podestielemendid tõstetakse tõsteaasadest ja jälgitakse, et tõstekettide otstes olevad karabiinid oleksid suletud asendis. Podestielement kinnitatakse šahtielementi valmistatud süvendisse. Paigaldatud podestielemendi asendit kontrollitakse vesiloodi ja nivelliiriga. Podestielement kinnitatakse ajutiste toetustega, et see ei kaotaks projektiga määratud kohta. Terasest tarirauad keevitatakse kokku, tõsteaasad eemaldatakse ja paigaldatakse ohutuspiirded. Trepielemente monteerib kahest töötajast koosnev brigaad.

Enne trepielementide paigaldamist asetatakse kohale paigaldusklotsid, mille paksuse abil reguleeritakse paigaldatavate elementide kõrgust ja horisontaalsust. Trepielemente tõstetakse nelja ketiga, millel on lukustatavad konksud. Kaks ketti peavad olema teistest lühemad. Paigaldatud elemendi asendit kontrollitakse vesiloodi ja lasernivelliiriga ning vajadusel tõstetakse see kraanaga üles ja eemaldatakse või lisatakse paigaldusklotse. Pärast seda kui element on õiges asendis, keevitatakse tarirauad kokku ja tropid eemaldatakse. Paigaldatud elemendid monolitiseeritakse jootebetooniga.

5.2.7 Monoliitsete raudbetoonist vahelagede betoonitööd

Alates esimesest korrusest ei koosne vahelagi mitte ainult õõnespaneelidest, vaid ka 265 mm paksusest monoliitsest osast. Selliste osade raketis paigaldatakse pärast kõigi haardeala õõnespaneelide paigaldamist. Raketise komplekt tõstetakse korrusele tornkraanaga. Monoliitsete raudbetoonist vahelagede betoonitööd teeb kahest töötajast koosnev brigaad. Esimesena paigaldatakse vertikaaltoed, mis kinnitatakse omavahel diagonaaltugedega ja reguleeritakse õigele kõrgusele. Seejärel paigaldatakse raketisetalad ja nende peale raketiseplaadid ning kontrollitakse raketise kõrgust.

Sarrustamine algab pärast rööduterastalade paigaldamist. Eelnevalt lõigatud vardad tõstetakse korrusele tornkraanaga. Esimesena paigaldatakse sarrusefiksaatoritele pikitöötav armatuur, seejärel vajaliku sammuga ristsuuna armatuur ning lõpuks seotakse ristuvate varraste ristumiskohad kokku sidumistraadiga. Järgmisena paigaldatakse võrgukihivahelised armatuurist distantsfiksaatorid sammuga 60 cm ja nende peale kinnitatakse abisarrusekiht. Abisarrusekihi peale paigaldatakse pikitöötav armatuur ja ristsuuna armatuur, paigaldatakse otsarangid ning seotakse kokku ristuvate varraste ristumiskohad.

Monoliitsed raudbetoonist vahelaed betoneeritakse ja õõnespaneelid monolitiseeritakse ühe päeva jooksul betooniga C30/37. Betoneerimiseks kasutatakse autobetonipumpa BSF 42-5. Betoonisegu antakse voolikuga ja laotakse ühe kihina, tihendades seda samal ajal vibronuiaga. Valatud betooni kõrgust kontrollitakse laseriga, betoon tasandatakse ja hõõrutakse.

5.2.8 Monoliitsete raudbetoonist seinte betoonitööd

Erinevalt kõigist teistest tehases valmistatud ja ehitusplatsil monteeritavatest kandvatest seintest valatakse esimese korruse kaheksa siseseina otse ehitusplatsil. Neid seinu rakestab ja sarrustab kolmest töötajast koosnev tööüli ning betoneerib ja lahtirakestab kahest töötajast koosnev tööüli.

Esimese kahe päeva jooksul moodustatakse seinä raketis ainult ühelt poolt. Rakestamiseks kasutatakse moodulraketist. Algselt kinnitatakse põrandale laudadest juhtvööd ja paigaldatakse esimese külge moodulraketis, mille vertikaalsust reguleeritakse kaldtugede ja vesiloodi abil. Raketise moodulid ühendatakse omavahel raketiselukkudega. Pärast ühe raketise külje paigaldamist õlitatakse see ning alustatakse seinä armeerimist ja vajalike tehnosüsteemide paigaldamist. Raketisele märgitakse vertikaalse armeerimise asukohad ning kinnitatakse sarrusefiksaatorid, mille külge paigaldatakse paigaldusvardad. Paigaldusvarraste külge kinnitatakse horisontaalvardad ning omakorda nende külge kinnitatakse vertikaalsed vardad ja armatuuri distantshoidikud ja distantsfiksaatorid. Enne teise raketise külje paigaldamist määratakse see õliga ja seejärel paigaldatakse samamoodi nagu esimene osa ning ühendatakse raketiselukkude abil. Raketise osad ühendatakse seinä läbivate tõmbidega, mis sisestatakse läbi distantshülsi.

Betoneerimiseks kasutatakse autobetonipumpa BSF 42-5. Betoneeritakse ette paigaldatud tellingutelt. Üks tööline valab betoonisegu raketisse 300 mm paksuste

kihtidena ja teine tihendab seda vibronuiaga. Betoneerimise jooksul jälgitakse, et raketis säilitaks oma asendi ja horisontaalsuse.

5.2.9 Talvine betoneerimine

Koondkalenderplaani kohaselt tehakse osa betoonitöid ajavahemikus jaanuari alusest kuni märtsi lõpuni, millal õhutemperatuur võib langeda alla 0 °C. Sellistes tingimuses on väga oluline kasutada talvise betoneerimise meetodeid.

Enne betoneerimist tuleb valuvormid puhastada lumest ja veest, et vältida tühemike teket pärast betooni tardumist ning ära hoida vesi-tsementteguri suurenemist. Samuti tuleb teha armatuur puhtaks jääst, mis võib halvendada betooni naket armatuuriga. Betooniseguga kontaktis olevaid betoonkonstruktsioone ja valuvorme saab soojendada infrapunakiirguriga või soojapuhuriga, et aeglustada valatud betooni jahtumist.

Kooskõlastatult projekteerijaga tellitakse betoonisegu tootjalt eelsoojendatud betoon, mis sisaldab betooni kividest kiirendavaid lisandeid ja on suurema survetugevusklassiga.

Raudbetoonseinte monolitiseerimisel kasutatakse betooni soojendamiseks küttegaableid, mis kinnitatakse armatuuri külge, ja infrapunakiirgureid, mis suunatakse soojendamist vajavasse piirkonda. Vahelagede betoneerimisel ja õõnespaneelide monolitiseerimisel soojendatakse betooni samuti küttegaablitega ja lisaks kaetakse kogu pindala külmakaitsekassettidega.

Need piirkonnad, kus pole võimalik kasutada betooni soojendamiseks küttegaableid, soojendatakse soojapuhuritega. Sellisteks piirkondadeks on postide liitekohad ja trepielementide monolitiseerimise kohad [12].

5.2.10 Tehnoloogilised arvutused

Maapealse osa montaaži- ja betoonitööde normatiivne tööjõu ja masinaajakulu on esitatud magistritöö lisas 1. Lisas 2 on esitatud maapealse osa montaaži- ja betoonitööde tehnoloogilised arvutused ja lisas 3 maapealse osa montaaži- ja betoonitööde graafik.

5.3 Katusekattetööde tehnoloogiline kaart

Käesolevas tehnoloogilises kaardis on lahendatud ja kirjeldatud katusekattetööde protsessi, mis hõlmab bitumeenaurutõket, soojustusplaate, bituumenkatet ning katuse erikohtade tegemist ja parapetipleki paigaldustöid.

Tööala on jagatud kuueks peaaegu võrdseks haardealaks. Peamiseks jaotamise põhimõtteks on võimaldada ühe töövahetuse jooksul paigaldada bitumeenaurutõkke peale kaks soojustuskihti ja nende peale SBS katusekatte esimene kiht, tagades sellega soojustusplaatide kaitse võimalike sademete ja läbimärgumise eest.

Tööde planeerimiseks ja kirjeldamiseks on kasutatud raamatut "Lamekatsetööde käsiraamat" [24], standardit EVS 920-5:2023 [25] ning RATU juhendkaarte: 61-0300 et, soojusisolatsioonitööd [26], 63-0304 et, bituumenmaterjalidest katusekattetööd [27] ja 34-0244 et, plekitöö, katus [28].

5.3.1 Eeltööd ja lähteolukord

Enne katusekattetööde alustamist peavad olema lõpetatud eelnevad tööd sellel tööalal ning täidetud järgmised tingimused:

- katusevahede monoliitsetes osades olev betoon on piisavalt kuivanud ja kivinenud;
- katusepollarite, sadeveekaevude ja katuseeluukide paigaldus on lõpetatud;
- parapeti tuulutuskonstruksiooni ehitus on lõpetatud;
- vajalikud töömaterjalid ja seadmed on ehitusplatsil olemas ning nende vastavust nõuetele on kontrollitud.

5.3.2 Katusekattetööde korraldamine

Katusekattetööd algavad vajalike materjalide ja tööriistade tõstmisega katusele ajutiseks hoiustamiseks. Tuleb vältida kogu materjali hoiustamist ühes kohas, et mitte üle koormata kandvaid konstruktsioone ja mitte takistada tööd käsil oleval haardealal. Katusele tõstetud materjale tuleb ajutise ladustamise ajal kaitsta väliskeskkonna mõjude eest.

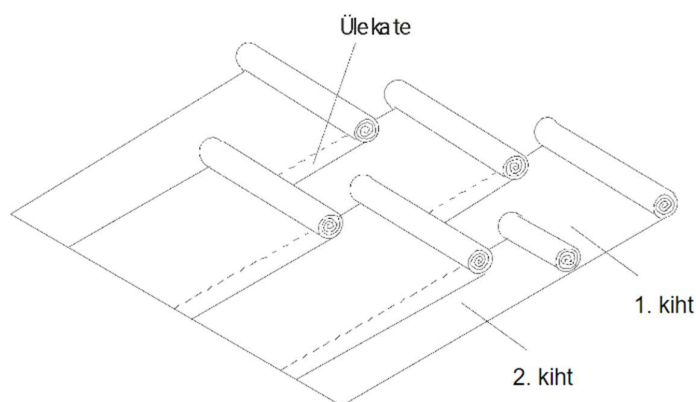
Järgmiseks etapiks on bitumeenaurutõkke paigaldus gaasipõletiga keevitades. Rullmaterjal keevitatakse kogu materjali ulatuses vedelgaasiga köetava põletiga. Paanid paigaldatakse spetsiaalse konksuga enda järel tõmmates, surutakse alusele ja kontrollitakse liitekohtade tihedust, tagades, et paani servast valgus sulabitumeen

välja. Vertikaalsed ülespöörded peavad olema kõrgemad kui soojustusmaterjali ülemine punkt, vältides sellega auru sattumist soojustusmaterjalisse. Aurutõkkekiht peab takistama veeauru kogu katuse ulatuses, seega kaetakse bituumenaurutõkkega kõik läbiviigid ja liitekohad.

Kui kogu katus on kaetud aurutõkkega, hakatakse paigaldama EPS60 kaldulõigatud plaate ja kalde suunas tuulutusavadega soojustusplaate OL-TOP. Ühe päeva jooksul paigaldatakse soojustus ühel haardealal, mis sama päeva jooksul kaetakse SBS katusekatte kihiga. Soojustusplaadid paigaldatakse üksteise suhtes nihkes, vältides vahede teket. Väikeste vahede tekkimisel täidetakse need polüuretaanvahuga.

Pärast soojustusmaterjali paigaldamist kaetakse katus bituumenrullmaterjali esimese kihiga. Samuti nagu bituumenaurutõkke puhul, keevitatakse seda üle kogu materjali ulatuse vedelgaasiga köetava põletiga ja lisaks kinnitatakse mehaaniliselt spetsiaalsete teleskoopüüblitega, mis paigaldatakse paanide ülekattumiskohtades nii, et iga järgmine paan kataks üle kinniti asukohta. Teise bituumenrullmaterjali kihi paigaldamisel seatakse paanid samas suunas nagu esimese kihi paanid, kuid nii, et ülekatted ei jääks kohakuti, nagu näidatud joonisel 5.1. Samuti tehakse nurkade tagasilõiked 45° nurga all, tagades paanide parema nakke ja vee voolamise takistuste vältimise. Katuste erikohad valmistatakse vastavalt standardile EVS 920-5:2023 [25].

Viimaseks etapiks on parapetipleki paigaldus. Plekk paigaldatakse kruvidega, millel on olemas tihendid, ja parapetiplekke jätkatakse omavahel valtsimisega. Parapetipleki paigaldusel välditakse kruvide kasutamist horisontaalsetes kohtades.



Joonis 5.1 Kahekihiline lahendus nihkega 1/2 rullilaiust [25]



Joonis 5.2 Bituumenrullmaterjali nurkade tagasilõiked [25]

5.3.3 Töö kvaliteedi nõuded

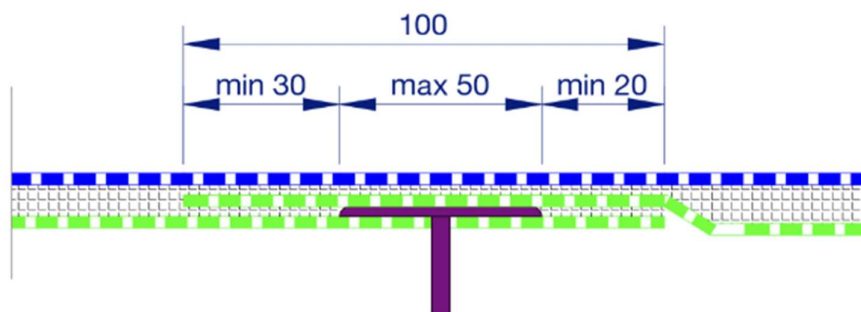
Vastavalt standardile EVS 920-5:2023 [25] peavad keevitamisel olema sama kihi paani pikiülekatte 100 mm ja paani ristiülekatte peab olema vähemalt 150 mm. Ülekatete kinnisurumisel tuleb jälgida, et paani servast valgus bituumenit vähemalt 5 mm, kuid mitte rohkem kui 10 mm.

Rullmaterjalide nõutav minimaalne tooteklass on TL2 + TL2 ja kasutusklass VE80.

Soojustusplaatide kihtide omavaheline nihe peab olema vähemalt 200 mm.

Katuse minimaalne kalle ei tohi olla väiksem kui 1:60 ning katusele ei tohi tekkida seisvat vett, mille sügavus ületab 15 mm.

Aluskihi kinnitamiseks kasutatavate plasttööblite pea läbimõõt ei või ületada 50 mm ja neid paigaldatakse vastavalt skeemile joonisel 5.3.



Joonis 5.3 Kahekihilise bituumenrullmaterjali aluskihi kinnitamine 100 mm ülekattega Parapetipleki elemendi minimaalne paksus on 0,5 mm ja pikkus ei või ületada 3 m, et vältida joonpaisumisest tingitud negatiivset mõju.

5.3.4 Ohutusnõuded

Vastavalt siseministri 7. septembri 2010 määrusele nr 47 «Tuletöö tegemisele esitatavad nõuded» [29] on ajutises tuletöö kohas vähemalt kaks 6 kg massiga tulekustutit ja kui tegu on bituumeni kuumutamise, siis lisatakse veel kaks 6 kg massiga tulekustutit või üks massiga 12 kg. Tulekustutite kaugus tuletöö kohast ei või ületada 10 meetrit.

Vastavalt «Tuleohutuse seadusele» [30] võib tuletööd teha ainult tuletööde koolituse läbinud ja tuletöötunnistust omav isik.

Tuletöid tegev isik ei või lahkuda töökohalt enne 30 minuti möödumist gaasitööde lõpetamisest ja 2 tunni möödumist, kui tegu on süttivate kattematerjalidega. Samuti on rangelt keelatud balloone kütmine põletiga ja töötava põleti järelevalveta jätmine. Tööde tegijatel peavad olema kiiver, kaitsekindad, mittesüttiv kaitseriietus, kaitseprillid, põlvekaitsmed ja kõrvaklapid, juhul kui müratase on suurem kui 85dB. Kuna töid tehakse katusel, kasutatakse turvarakmeid ja turvaköisi, et vältida kõrgusest kukkumist. [24]

5.3.5 Materjalide vajadus

Tabelis 5.5 on esitatud katusekattetöödeks vajalikud bitumeenaurutõkke, SBS katusekatete, soojustusplaatide ja parapetiplekkide kogused.

Rullmaterjalide koguse arvutamisel on arvestatud teoreetilise kuluga 1,15 m²/m² ja töömeetodist põhjustatud lisakuluga 12%. Soojustusplaatide arvutamisel on arvestatud lisakuluga 10%.

Tabel 5.5 Katuse kattetööde materjalide vajadus

Materjalid	Ühik	1 HA	2 HA	3 HA	4 HA	5 HA	6 HA	Kokku
Bitumeenaurutõke	m ²	297	283	276	275	284	298	1713
SBS katusekatte alumine kiht	m ²	297	283	276	275	284	298	1713
SBS katusekatte ülemine kiht	m ²	297	283	276	275	284	298	1713
Katuse soojustusplaadid EPS60	m ²	216	207	211	210	209	217	1270
Tuulutusavadega soojustusplaat OL-TOP	m ²	216	207	211	210	209	217	1270
Parapetiplekk	m	44,2	27,8	30	29,7	27,8	44,4	203,9

5.3.6 Tehnoloogilised arvutused

Bituumenmaterjalidest paigaldustööde jaoks on kasutatud mahust sõltuv tegur 1,00 [27]. Soojustusplaatide paigaldustööde jaoks on kasutatud mahust sõltuv tegur 0,9 [26]. Parapetipleki paigaldustööde jaoks on kasutatud mahust sõltuv tegur 1,00 [28].

Katusekattetööde normatiivne tööjõu- ja masinaajakulu on esitatud tabelis 6.6. Tabelis 6.7 on esitatud katusekattetööde tehnoloogilised arvutused ja tabelis 6.8 katusekattetööde graafik.

Tabel 5.6 Katusekattetööde normatiivne tööjõu- ja masinaajakulu

Jrk nr	Töö nimetus	Ühik	Ajanorm	Normatiivne tööjõukulu							
				Haardealade kaupa							
				1		2		3		4	
				in-h/üh	in-h	in-h	in-h	in-h	in-h	in-h	in-h
mas-h/üh	mas-h	ühikuid	ühikuid	ühikuid	ühikuid	ühikuid	ühikuid	ühikuid			
1	2	3	4	5.1	6.1	5.2	6.2	5.3	6.3	5.4	6.4
1	Eeltööd ja aurutõke paigaldus										
1.1	Eeltööd ja materjalide tõstmine kraanaga	m ²	0,008 0,001	203,2	1,63 0,203	198,7	1,59 0,199	195,8	1,57 0,196	195,0	1,56 0,195
1.2	Bitumeenaurutõke paigaldus	m ²	0,031 0	203,2	6,30 0	198,7	6,16 0	195,8	6,07 0	195,0	6,05 0
1.3	Läbiviikude tihendamine	tk	0,5 0	8	4,00 0	7	3,50 0	7	3,50 0	7	3,50 0
1.4	Ülespöörete tegemine	jm	0,28 0	68,3	19,12 0	53,5	14,98 0	46,7	13,08 0	46,3	12,96 0
1	EELTÖÖD JA AURUTÕKE PAIGALDUS KOKKU										
			in-h		31,1		26,2		24,2		24,1
			mas-h		0,203		0,199		0,2		0,2
			in-vah		3,89		3,28		3,03		3,01
			mas-vah		0,03		0,02		0,03		0,03
2	Soojustusplaatide ja bituumenrull materjali esimese kihi paigaldus										
2.1	Soojustusplaatide esimese kihi paigaldus	m ²	0,072 0	196,7	14,2 0	187,9	13,5 0	191,4	13,8 0	190,6	13,7 0
2.2	Soojustusplaatide teise kihipaigaldus	m ²	0,072 0	196,7	14,2 0	187,9	13,5 0	191,4	13,8 0	190,6	13,7 0
2.3	Bituumenrull materjali esimese kihi paigaldus	m ²	0,041 0	203,2	8,33 0	198,7	8,15 0	195,8	8,03 0	195,0	8,00 0
2	SOOJUSTUSPLAATIDE JA BITUUMENRULL MATERJALI ESIMISE KIHII PAIGALDUS KOKKU										
			in-h		36,7		35,2		35,6		35,4
			mas-h		0		0		0		0
			in-vah		4,59		4,40		4,45		4,43
			mas-vah		0		0		0		0
3	Bituumenrull materjali teise kihi paigaldus										
3.1	Bituumenrull materjali teise kihi paigaldus	m ²	0,051 0	203,2	10,4 0	198,7	10,1 0	195,8	10 0	195,0	9,9 0
3.2	Ülespöörete tegemine	jm	0,05 0	68,3	3,42 0	53,5	2,68 0	46,7	2,34 0	46,3	2,32 0
3.3	Läbiviikude tihendamine	tk	0,5 0	14	7 0	13	7 0	13	7 0	13	7 0
3	BITUUMENRULL MATERJALI TEISE KIHII PAIGALDUS KOKKU										
			in-h		20,8		19,8		19,3		19,2
			mas-h		0		0		0		0
			in-vah		2,60		2,48		2,41		2,40
			mas-vah		0		0		0		0
4	Parapetipleki paigaldus										
4.1	Parapetipleki paigaldus	jm	0,08 0	42,1	3,37 0	26,5	2,12 0	28,6	2,29 0	28,3	2,26 0
4	PARAPETIPLEKI PAIGALDUS KOKKU										
			in-h		3,37		2,12		2,29		2,26
			mas-h		0		0		0		0
			in-vah		0,42		0,27		0,29		0,28
			mas-vah		0		0		0		0
5	Järeltööd										
5.1	Järeltööd ja korristus	m ²	0,008 0,001	203,2	1,626 0,203	198,7	1,590 0,199	195,8	1,566 0,196	195,0	1,560 0,195
5	JÄREL TÖÖD KOKKU										
			in-h		1,63		1,59		1,57		1,56
			mas-h		0,203		0,199		0,196		0,195
			in-vah		0,20		0,20		0,20		0,20
			mas-vah		0,03		0,02		0,02		0,02

Tabel 5.6 järg 1

Jrk nr	Töö nimetus	Ühik	Ajanorm	Normatiivne tööjõukulu					
				Haardealade kaupa				Kokku	
				5		6		ühikuid	in-h
				in-h/üh	ühikuid	in-h	ühikuid		
mas-h/üh		mas-h		mas-h	mas-h	mas-h			
1	2	3	4	5.5	6.5	5.6	6.6	7	8
1	Eeltööd ja aurutõke paigaldus								
1.1	Eeltööd ja materjalide tõstmine kraanaga	m²	0,008 0,001	199,8	1,60 0,200	203,5	1,63 0,204	1196	9,57 1,20
1.2	Bitumeenaurutõke paigaldus	m²	0,031 0	199,8	6,19 0	203,5	6,31 0	1196	37,1 0
1.3	Läbiviikude tihendamine	tk	0,5 0	7	3,50 0	8	4,00 0	44	22,0 0
1.4	Ülespöörete tegemine	jm	0,28 0	51,8	14,5 0	69,3	19,4 0	336	94,1 0
1	EELTÖÖD JA AURUTÕKE PAIGALDUS KOKKU		in-h mas-h in-vah mas-vah		25,8 0,2 3,23 0,03		31,3 0,2 3,91 0,03		163 1,20 20,4 0,15
2	Soojustusplaatide ja bituumenrull materjali esimese kihi paigaldus								
2.1	Soojustusplaatide esimese kihi paigaldus	m²	0,072 0	189,8	13,7 0	197,0	14,2 0	1153	83,0 0
2.2	Soojustusplaatide teise kihi paigaldus	m²	0,072 0	189,8	13,7 0	197,0	14,2 0	1153	83,0 0
2.3	Bituumenrull materjali esimese kihi paigaldus	m²	0,041 0	199,8	8,19 0	203,5	8,34 0	1196	49,0 0
2	SOOJUSTUSPLAATIDE JA BITUUMENRULL MATERJALI ESIMISE KIHII PAIGALDUS KOKKU		in-h mas-h in-vah mas-vah		35,6 0 4,45 0		36,7 0 4,59 0		215 0 26,9 0
3	Bituumenrull materjali teise kihi paigaldus								
3.1	Bituumenrull materjali teise kihi paigaldus	m²	0,051 0	199,8	10,2 0	203,5	10,4 0	1196	86,1 0
3.2	Ülespöörete tegemine	jm	0,05 0	51,8	2,59 0	69,3	3,47 0	336	24,2 0
3.3	Läbiviikude tihendamine	tk	0,5 0	13	7 0	14	7 0	80	3,28 0
3	BITUUMENRULL MATERJALI TEISE KIHII PAIGALDUS KOKKU		in-h mas-h in-vah mas-vah		19,8 0 2,48 0		20,9 0 2,61 0		114 0 14,3 0
4	Parapetipleki paigaldus								
4.1	Parapetipleki paigaldus	jm	0,08 0	26,5	2,12 0	42,3	3,38 0	194,3	15,5 0
4	PARAPETIPLEKI PAIGALDUS KOKKU		in-h mas-h in-vah mas-vah		2,12 0 0,27 0		3,38 0 0,42 0		15,50 0 1,94 0
5	Järeltööd								
5.1	Järeltööd ja korristus	m²	0,008 0,001	199,8	1,598 0,2	203,5	1,628 0,204	1196	9,568 1,196
5	JÄRELTÖÖD KOKKU		in-h mas-h in-vah mas-vah		1,60 0,2 0,20 0,03		1,63 0,204 0,20 0,03		9,57 1,196 1,20 0,15

Tabel 5.7 Katusekattetööde tehnoloogilised arvutused

Drk nr.	Töö nimetus	Tööliste/masinate		Haardeala kaupa											
		Eriala/mark	Arv	1			2			3					
				Normatiivne		Valitud kestus	Normatiivne		Valitud kestus	Normatiivne		Valitud kestus			
				tööjõukulu	kestus		tööjõukulu	kestus		tööjõukulu	kestus				
in-vahmas-vah	vah	Normi täitmise tegur	vah	in-vahmas-vah	vah	normi täitmise tegur	vah	in-vahmas-vah	vah	normi täitmise tegur	vah				
1	2	3	4	5.1	5.2	5.3	5.4	6.1	6.2	6.3	6.4	7.1	7.2	7.3	7.4
1	Eeltööd ja aurutõke paigaldus	Katusemeister	4	3,89	0,97	0,97	1	3,28	0,82	0,82	1	3,03	0,76	0,76	1
		Kraana	1	0,03	0,03	0,03		0,02	0,02	0,02		0,02	0,02	0,03	
2	Soojustusplaatide ja bituumenrull materjali esimese kihi paigaldus	Katusemeister	4	4,59	1,15	1,15	1	4,40	1,1	1,1	1	4,45	1,11	1,11	1
3	SBS bituumenrull materjali teise kihi paigaldus	Katusemeister	3	2,60	0,87	0,87	1	2,48	0,83	0,83	1	2,41	0,80	0,80	1
4	Parapetipleki paigaldus	Plekksepp	2	0,42	0,21	0,7	0,3	0,27	0,14	0,47	0,3	0,29	0,15	0,5	0,3
5	Järeltööd	Katusemeister	2	0,2	0,1	0,63	0,16	0,2	0,1	0,63	0,16	0,2	0,1	0,63	0,16
		Kraana	1	0,03	0,03	0,19		0,02	0,02	0,13		0,02	0,02	0,13	

Tabel 5.7 järg 1

Drk nr.	Töö nimetus	Tööliste/masinate		Haardeala kaupa											
		Eriala/mark	Arv	4			5			6					
				Normatiivne		Valitud kestus	Normatiivne		Valitud kestus	Normatiivne		Valitud kestus			
				tööjõukulu	kestus		tööjõukulu	kestus		tööjõukulu	kestus				
in-vahmas-vah	vah	normi täitmise tegur	vah	in-vahmas-vah	vah	normi täitmise tegur	vah	in-vahmas-vah	vah	normi täitmise tegur	vah				
1	2	3	4	8.1	8.2	8.3	8.4	9.1	9.2	9.3	9.4	10.1	10.2	10.3	10.4
1	ööd ja aurutõke paigaldus	Katusemeister	4	3,01	0,75	0,75	1	3,23	0,81	0,81	1	3,91	0,98	0,98	1
		Kraana	1	0,03	0,03	0,03		0,03	0,03	0,03		0,03	0,03	0,03	
2	Soojustusplaatide ja bituumenrull materjali esimese kihi paigaldus	Katusemeister	4	4,43	1,11	1,11	1	4,45	1,11	1,11	1	4,59	1,15	1,15	1
3	SBS bituumenrull materjali teise kihi paigaldus	Katusemeister	3	2,4	0,80	0,80	1	2,48	0,83	0,83	1	2,61	0,87	0,87	1
4	Parapetipleki paigaldus	Plekksepp	2	0,28	0,14	0,47	0,3	0,27	0,14	0,47	0,3	0,42	0,21	0,7	0,3
5	Järeltööd	Katusemeister	2	0,2	0,1	0,63	0,16	0,2	0,1	0,63	0,16	0,2	0,1	0,63	0,16
		Kraana	1	0,03	0,03	0,19		0,03	0,03	0,19		0,03	0,03	0,19	

Tabel 5.8 Katusekattetööde graafik

Katusekattetööde graafik																							
Haardeala	Tööde teostamise graafik																						
1	■						■														■	■	
2		■						■														■	■
3			■						■													■	■
4				■						■												■	■
5					■						■											■	■
6						■						■										■	■
Tööpäevad	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21		
Tähistus	Eeltööd ja aurutõke paigaldus					Soojustusplaatide ja bituumenrull materjali esimese kihi paigaldus			SBS bituumenrull materjali teise kihi paigaldus				Parapetipleki paigaldus			Järeltööd							
Tööjõu vajadus erialade viisi																							
Katusemeister	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	3	3	3	3	3			2		
Plekksepp																				2	2		
Tööpäevad	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21		
Tööjõu vajadus																							
Tööpäevad	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21		
Ehitusmasinate vajadus																							
Kraana	1	1	1	1	1	1															1		
Tööpäevad	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21		

6. MAJANDUSLIK OSA

Lõputöö majandusliku osa eesmärk on analüüsida Mäepealse 31 korterelamu-ärihoone ehitamist kui investeerimisprojekti, kasutades selleks järgmisi hindamiskriteeriume: praegune puhasväärtus (NVP), kasumiindeks (PI), sisemine rentaablus (IRR) ja diskonteeritud tasuvusaeg.

6.1 Investeerimisprojekti kirjeldus

Hoone ehitaja on AS Oma Ehitaja. Hoone ehitus algas 2021. aasta lõpus ja kasutusluba saadi 2023. aasta juunis.

Hoone 1. ja 2. korrusel asuvad korterid, mida antakse üürile nii päevakaupa kui ka pikaajaliselt. Majutusteenust korraldab ettevõtte Oma Korteriid OÜ. Üürikorteriite suurused on vahemikus 19,9 m² kuni 53,9 m². [1] Korteriites on kõik eluks vajalik: televiisor, kodutekstiil, voodipesu, köögitarvikud, nõud ja kodutehnikaning tasuta WiFi [31].

Hoone 3. kuni 6. korrusel asuvad korterid on müügiks. Nende suurus on vahemikus 29,4 m² kuni 121,6 m², alates ühetoalistest kuni viietoaliste korterini. [1]

6.1.1 Hoone asukoht

Vaadeldav hoone asub aadressil Mäepealse 31, Mustamäe, Tallinn. Hoone ees on turvaline roheala koos laste mänguväljakuga. Hoone asub logistiliselt heas kohas:

- Coopi, Lidl ja Rimi kauplused on 1,4 km kaugusel;
- bussiliinide 20, 20A, 24 peatused on 150 m kaugusel;
- jõusaal ja teaduspark Tehnopol on 1,5 km kaugusel;
- Tallinna Tehnikaülikool ja Mustamäe Riigigümnaasium on 1,7 km kaugusel.

6.1.2 Ehitustööde maksumus

Kuna lõputöö autoril puudus juurdepääs selle hoone ehitamise eelarvele, on võetud Tallinnas samal aastal ehitatud korterelamu eelarve ja korrutatud selles esitatud väärtused hoonete netopinna suhtega ehk 6,98-ga. Mõned eelarve positsioonid on korrigeeritud vastavalt käesoleva lõputöö hoone konstruktsioonile. Saadud eelarve on esitatud tabelis .1.

Tabel 6.1 Ehitusobjekti eelarve

Jrk nr	Töö nimetus	Maksumus, tuh EUR
1	Ettevalmistus, mahamärkimine, puude likvideerimine	9
2	Pinnasetööd (pinnase väljakaeve, paekivi lõhkumine, pinnase äravedu)	94
3	Väliskanalisatsioon	46
4	Veetorustik	14
5	Küttetorustik	26
6	Kaabelliinid	74
7	Sideliinid	59
8	Haljastus	64
9	Teede ja platside alused	92
10	Teede ja platside katted	220
11	Äärekiivid ja sadeveerennid	27
12	Väikehitised maa-alal	44
13	Vundamentitööd	76
14	Metalltarindite montaaž	403
15	Kandvad ja välisseinad, raudbetoonpostid	1222
16	Vahe- ja katuslaed	470
17	Trepielemendid	133
18	Aknad	412
19	Välisuksed ja väravad	40
20	Fassaaditööd	206
21	Rõdud ja terrassid	180
22	Piirded ja käiguteed	235
23	Katusetarindid	455
24	Vaheseinad	414
25	Siseuksed	178
26	Siseseinte pinnakatted	526
27	Lagede pinnakatted	257
28	Treppide pinnakatted	17
29	Põrandad ja põrandakatted	487
30	Eiruumide pinnakatted	84
31	Sisustus, inventar, seadmed	155
32	Töste- ja teisaldusseadmed	155
33	Veevarustus ja kanalisatsioon	446
34	Küte, ventilatsioon	753
35	Tugewoolupaigaldis	726
36	Nõrkvoolupaigaldis ja automaatika	179
37	Lõplik koristamine	20
0	Ehitusplatsi korralduskulud	267
0	Ehitusplatsi üldkulud	657
0	Üldkulud	260
Kokku:		10 182

6.1.3 Investeerimisprojekti rahavood

Investeerimisprojekti kulud

Mäepealse 31 korterelamu-ärihoone investeerimisprojekti peamised kulud hõlmavad järgmisi kuluartikleid:

- Maatüki ost ja sellega seotud kulud. Maatüki hinnaks on võetud 2022. aastal Maa-ametiga tehtud maa korraline hindamine. Sellega on aadressil Mäepealse tn 31, Tallinn, maa väärtus on 561 694 eurot. Tehingule lisanduvad täiendavad kulud 1% ulatuses, mis kokkuvõttes annavad summa 567 311 eurot.
- Hoone ehitus. Lõputöö 7.1.2 peatükki „Ehitustööde maksumus“ kohaselt on hoone ehituse maksumus 10 182 000 eurot. Ehituskulud jaotatakse aastate kaupa proportsionaalselt ehituseks kulutatud nädalate arvule. Vastavalt ehitustööde päevikutele kestis ehitus 71 nädalat: 6 nädalat 2021. aastal, 52 nädalat 2022. aastal ja 13 nädalat 2023. aastal.
- Hoone projekteerimine ja sellega seotud kulud. Projekteerimine moodustab 3% hoone ehituskuludest ehk 305 460 eurot. Antud number on saadud lõputöö autori õppe- ja töökogemuse põhjal.
- Investeerimisprojekti finantseerimiskulud. Omafinantseeringu suurus ja ärilaenu intressimäär põhinevad tingimustel, mida pakuvad Eestis tegutsevad pangad nagu Bigbank, LHV ja Coop Pank, mis on kirjeldatud nende pankade veebilehtedel. Samuti tugines autor informatsioonile, mida jagas lõputöö autoriga KRC Ehituse OÜ juhatuse liige Taavi Sinijärv, kelle ettevõtte on ellu viinud mitu kinnisvaraarenduse projekte nii Tartus kui ka Tallinnas. Selle informatsiooni põhjal tegi autor järelduse, et käesoleva projekti puhul on omafinantseeringu osakaal on 40% ja 60% on laenatud vahendid intressimääraga 5% + 6 kuu Euribor ehk 2,74%. Maatükki ostu rahastab ettevõtte oma vahenditest. Seega on laenatud vahendite summa projektis on 6 292 476 eurot, mis maksatakse tagasi 3 aasta jooksul. Leenu põhiosa maksed kokku on 6 292 476 eurot ja intressimaksete summa on 921 633 eurot. Laenu tagasimaksete arvutamiseks on kasutatud Exceli funktsioone PPMT() ja IPMT().
- Üürikorterite hooldus- ja haldus kulud. Üürikorterite korruste haldamise ja majandamisega seotud kulusid on arvestatud 2,0 eurot ruutmeetri elamispinna kohta kuus ehk kokku 27 654 eurot aastas.
- Korterite müügi kulud. Pindi Kinnisvara OÜ veebilehel on märgitud, et olenevalt objektist võivad maakleriteenused moodustada 2-5% objekti maksumusest

[32]. Edasiste arvutuste jaoks otsustas autor, et turundusele ja maakleriteenustele on arvestatud 2% korterite maksumusest.

Investeeringiprojekti tulud

Mäepealse 31 korterelamu-ärihoone investeeringiprojekti tulu peamised allikad on järgmised.

- 1. ja 2. korruse korterite üür. Korteri üürihind on võetud Haga Home'i [31] veebilehe alusel. Korteri saadavuse põhjal võib eeldada, et need on hõivatud 90% ajast. Sellise täitumise korral on korteri aastane üüritulu ilma käibemaksuta 243 043 eurot. Korteri kuu üürihind ilma käibemaksuta on esitatud lõputöö lisas 4.
- 3.–6. korruse korterite müük. Lõputöö kirjutamise ajal puudub arendaja veebilehel selle hoone korterite müügileht. Sellest võib järeldada, et 2024. aastaks on kõik korterid välja müüdud. Vanade müügikuulutuste põhjal on arvatud korterite müügi keskmiseks ruutmeetri hinnaks ilma käibemaksuta 3184 eurot. Selle põhjal korterite müügi kogumaksumus on 11 645 170 eurot. Korteri detailne maksumus ilma käibemaksuta ja nende pindala on kajastatud lõputöö lisas 5.
- -1. korruse parkimiskohtade müük. Maa-aluse korruse parkimiskoha hind ilma käibemaksuta on 6 000 eurot. Seega 37 parkimiskoha müügihind ilma käibemaksuta on 222 000 eurot.

6.2 Investeeringiprojekti analüüsi meetodika

6.2.1 Diskonteerimismäär

Diskonteerimismäära leidmiseks on võimalik kasutada kolm erinevat meetodit: CAPM (Capital Assets Pricing Model), WACC (Weighted Average Cost of Capital) ja prognoositava inflatsiooni suurusel põhinev diskonteerimismäär.

CAPM

Diskonteerimismäära kasutatakse tulevaste rahavoogude nüüdisväärtuse arvutamiseks. Üheks diskonteerimismäära leidmise viisik on CAPM (Capital Assets Pricing Model) mudel, mis näitab omakapitali hinda ja mille kohaselt kasutatakse diskonteerimismäära leidmiseks valemit [33] (7.1):

$$k = r_f + \beta(r_m - r_f), \quad (7.1)$$

kus r_f – riskivaba tulumäär,

β – beetakordaja,

r_m – tururiski preemia.

Riskivaba tulumäär on tulu, millel puudub risk ning mille puhul investor ootab riskivaba tootlust. Riskivaba tulumäär arvutatakse riiklike võlakirjade tulususe baasil. Kuna Eesti riigi võlakirjad ei ole suhteliselt riskivad ja Eesti kinnisvaraarenduse ettevõtete jaoks on keeruline leida beetakordajat, siis on kasutatud Saksamaa andmeid, mis asub Eestiga samas majanduspiirkonnas. Arvutamise aluseks on võetud Saksamaa kümneaastaste võlakirjade tulusus ehk 2,35% [34]. Beetakordaja näitab, kui tundlikud on ettevõtte või sektori aktsiad turu kõikumise suhtes. Kui beetakordaja on 1, siis järgivad aktsiad turu liikumist. Arvutuseks on võetud Saksamaa kinnisvaraarendajate beetakordaja 0,80 [35]. Tururiski preemiaks on võetud STOXX Europe 600 kümne aasta aastakeskmise määr ehk 7,10% [36].

CAPM arvutatakse valemiga (7.1):

$$k = r_f + \beta(r_m - r_f) = 2,35 + 0,80 \cdot (7,10 - 2,25) = 6,23\% \quad (7.1)$$

WACC

WACC (*weighted-average cost of capital*) kajastab ettevõtte kapitali kaalutud keskmist hinda, arvestades omakapitali ja laenukapitali hinda. WACC arvutatakse järgmise valemiga [37](7.2):

$$WACC = w_d r_d \cdot (1 - T) + w_c r_s, \quad (7.2)$$

kus w_d – laenukapitali osakaal,

r_d – laenukapitali hind,

T – ettevõtte tulumaksumäär, Eesti jaoks 0,

w_c – omakapitali osakaal,

r_s – omakapitali hind, leitakse kasutades CAPM mudeli.

Kapitali kaalitud keskmise hinda arvutatakse valemiga (7.2):

$$WACC = 0,6 \cdot 7,74 \cdot (1 - 0) + 0,4 \cdot 6,23 = 7,14\%.$$

Prognoositav inflatsioon

Prognoositava inflatsiooni arvutamiseks on kasutatud Rahandusministeeriumi pikaajaline majandusprognoos kuni aastani 2070 [38]. Selle prognoosi alusel on arvatud 2019.–2039. aasta geomeetriline keskmine inflatsioon, mis võrdub 3,43%.

Kolmest varem arvatud väärtusest osutus kõige suuremaks WACC väärtus. Seetõttu see on võetud diskonteerimismääraks diskonteeritud rahavoogude arvutamiseks.

6.2.2 Praegune puhasväärtus (NPV)

Praegune puhasväärtus (*net present value* - NPV) näitab, kui palju võib potentsiaalne investeerimisprojekt suurendada osanike rikkust, ning on peamine otsustamiskriteerium investeerimisotsuste tegemisel [37].

NPV arvutatakse järgmise valemiga [39] (7.3):

$$NPV = \sum_t^n \frac{ACF_t}{(1+k)^t} - IO, \quad (7.3)$$

kus ACF_t –rahavoo summa perioodil t (võib olla positiivne või negatiivne),

k – vastav diskonteerimismäär,

IO – esialgsed kulud,

n – projekti oodatav kestus.

Kui $NPV \geq 0$, siis tuleb investeerimisprojekt vastuvõtta; kui $NPV < 0$, siis tuleb investeerimisprojekti tagasi lükata.

6.2.3 Kasumiindeks (PI)

Kasumiindeks (*profitability index* – PI) on kriteerium, mis näitab tulevaste netorahavoogude nüüdisväärtuse ja esialgsete kulude suhet. PI näitab, kui palju rahaühikuid saab investor iga investeeritud rahaühiku eest, arvestades rahavoogude ajastamist.

IP arvutatakse valemiga [39] (7.4):

$$PI = \frac{\sum_{t=1}^n \frac{ACF_t}{(1+k)^t}}{IO}, \quad (7.4)$$

kus ACF_t – rahavoo summa perioodil t (võib olla positiivne või negatiivne),

k – vastav diskonteerimismäär,

IO – esialgsed kulud,

n – projekti oodatav kestus.

Kui $PI \geq 1,0$, siis tuleb investeerimisprojekti vastuvõtta, kui $PI < 1,0$, siis tuleb investeerimisprojekt tagasi lükata [39].

6.2.4 Sisemine rentaablus (IRR)

Sisemine rentaablus (*internal rate of return* – IRR) – on diskonteerimismäär, mille juures investeringuprojekti NVP võrdub 0-ga [37].

Seda leitakse NPV valemist, kui NPV on võrdne nulliga. IRR-i on kõige lihtsam leida kasutades spetsiaalset tarkvara. Valem IRR-i leidmiseks [39](7.5):

$$IO = \sum_t^n \frac{ACF_t}{(1+IRR)^t} \quad (7.5)$$

kus ACF_t – rahavoo summa perioodil t (võib olla positiivne või negatiivne),

IO – esialgsed kulud,

n – projekti oodatav kestus,

IRR – sisemine rentaablus.

Kui IRR on nõutavast tulunormist suurem, siis tuleb investeerimisprojekti vastu võtta, kui väiksem, siis tagasi lükata ja kaaluda teisi investeerimisvõimalusi [39]. Võrdluseks on võetud ettevõtte RKC Ehitus OÜ arendusprojektide jaoks nõutav tulumäär 20%.

6.2.5 Diskonteeritud tasuvusaeg

Diskonteeritud tasuvusaeg näitab mitu aastat kulub rahaväljavoo katmiseks diskonteeritud netorahavoogudega. Projekt tuleb vastu võtta, kui projekti

diskonteeritud tasuvusaeg on väiksem kui ettevõtte eeldatud diskonteeritud tasuvusaeg [39].

6.3 Mäepealse 31 investeerimisprojekti analüüs

Investeerimisprojekti analüüs on tehtud 20-aastase ajavahemiku kohta, nüüdisväärtused on toodud 2019. aasta ehk projekti algusaja tasemele. On vaadeldud baasstsenaariumi, kus korterite üürihinnad ja majandamiskulud kasvavad vastavalt inflatsioonile ning kuue kuu Euribor jääb 2024. aasta tasemele. Detaalne analüüs on kajastatud lisas 6.

6.4 Järeldused

Lõputöö majanduslikus osas analüüsib autor investeerimisprojekti perspektiivikust aadressil Mäepealse tn 31, Tallinn. Autor toob välja projekti võimalikke kulusid ja tulusid, tuginedes internetis kättesaadavatele allikatele ning lõputöö 7.1.2 peatükki „Ehitustööde maksumus“ arvutatud ehituskuludele. Projekti majanduslik perspektiivikus on selliste näitajate põhjal nagu NPV, PI, IRR ja diskonteeritud tasuvusaeg järgmine.

- NPV. 20-aastase perioodi jooksul on projekti NPV 1 167 997 eurot, mis on suurem kui 0 eurot. Sellise NPV näitaja korral tuleb projekti vastuvõtta.
- PI. 20-aastase perioodi lõpus on projekti PI 1,09, mis tähendab, et iga investeeritud euro toob investorile 1,09 diskonteeritud eurot. Vastavalt kriteeriumile $PI > 1,0$ oli otsus projekt töösse võtta õige.
- IRR. Projekti lõplik IRR on 18%, mis on sellist tüüpi projektide jaoks hea näitaja, kuid siiski on see väiksem kui võrdluseks võetud nõutav tulumäär. Seetõttu on enne projekti alustamist vaja analüüsida, kuidas oleks võimalik vähendada kulusid või suurendada projekti tulusid, või kaaluda muid investeerimisvõimalusi.
- Diskonteeritud tasuvusaeg. Projekti diskonteeritud tasuvusaeg on 6,92 aastat. See on hea näitaja, arvestades, et osa kortereid antakse üürile. On võimalik eeldada, et projekti diskonteeritud tasuvusaeg oleks veelgi lühem, kui need korterid, mis üüritakse välja, oleksid peale ehitust müüdnud.

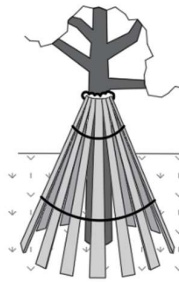
7. TÖÖ- JA KESKKONNAKAITSE

Lõputöö töö- ja keskkonnakaitse osas vaatleb autor ehitusplatsil võetavaid tööohutuse ja keskkonnakaitse meetmeid Mäepealse 31 objekti näitel. Õigusnormide järgimine on väga oluline, et tagada töötajate ohutus ja keskkonnakaitse.

7.1 Keskkonnakaitse ja ehitusjätmete käitlemine

Ehitusseadustiku kohaselt peab ehitamine olema võimalikult keskkonnasäästlik, sealhulgas tuleb säästlikult kasutada loodusvarasid.

Kuna krundil on üsna palju säilitatavaid puid, tuleb võtta meetmeid nende tüvede ja juurte terviklikkuse hoidmiseks. Selleks tuleb enne ehitustööde algust ning tehnika ja materjalide platsile toomist ehitada laudisest juurekaitse, nagu on näidatud joonisel 7.1, ja paigaldada vähemalt kahe meetri kõrgused ajutised kaitsepiirded. Näiteks kasutada keevispaneelaeda [40].



Joonis 7.1 Ehituse ajaks paigaldatav tüvekaitse [40]

Kuna ehitusplatsil on ainult kolm konteinerit ehitusjätmete jaoks (puit, ohtlikud jäätmed ja sorteerimata ehitusjäätmed), tuleb koostada jäätmekava ning see strateegiakeskusega kirjalikult kooskõlastada. Jäätmete ja tolmu leviku vältimiseks tuleb konteinerid katta kile või võrguga.

Ehitusel tekkivad ohtlikud jäätmed tuleb koguda eraldi konteinerisse, mis peab olema lukustatud või pideva järelevalve all.

Pärast ehitustööde lõpetamist ja kasutusloa taotlemist tuleb esitada dokumendid, mis tõendavad jäätmete nõuetekohast üleandmist taaskasutamiseks keskkonnakaitselooaga jäätmekäitlejale.

Kasvupinnas tuleb eraldi eemaldada ja kasutada seda samal objektil haljastuseks [41].

7.2 Töökeskkonnakaitse

Ehitustööde ohutuse eest ehitusplatsil, sealhulgas selle eest, et ehitustööd ei ohustaks töötajaid ja platsil viibivaid inimesi, vastutavad ehitise omanik ja tema määratud peatöövõtja [42].

7.2.1 Ettevalmistus tööd

Enne tööde algust tuleb ehitusplats piirata ajutise aiaga, et vältida ehitustöödega mitte seotud isikute sattumist objektile.

Ehitustöödeks ettevalmistuse ajal on peatöövõtjal kohustus koostada kirjalik tööohutuse plaan. Tööohutuse plaani tuleb uuendada, et see vastaks ehitusplatsil tehtavatele töödele ja sealsele olukorrale. Samuti peab plaan olema kättesaadav kõigile ehitusplatsil töötavatele inimestele. Tööohutuse plaan peab sisaldama tööetappide järjestust ja kestust, ehitusplatsil tehtavate tööde loetelu ja tegemise aega, jäätmeevo korraldust, abinõusid müra, vibratsiooni ja õhusaaste leviku tõkestamiseks, tellingute monteerimis- ja demonteerimisplaani, juhiseid tegutsemiseks õnnetusohu korral, esmaabi korraldust ehitusplatsil ning esmaabi andjate nimesid ja kontaktandmeid. Samuti on üheks tööohutuse plaani oluliseks osaks ehitusplatsi skeem.

Peatöövõtja määrab vähemalt ühe koordinaatori, kelle ülesanneteks on kontrollida tööohutuse plaani järgimist, korraldada ehitusplatsil regulaarseid üldkontrolle ning kontrollida töötajate isikukaitsevahendite olemasolu [42].

7.2.2 Isikukaitsevahendite kasutamine

Töötamisel kohtades, kus on oht saada peavigastus, kõrgustes töötamisel, tellingute monteerimisel ja demonteerimisel, töötamisel tõsteseadmetega ning kraana tööalas on kohustuslik kanda kaitsekiivrit.

Kohtades, kus on oht kukkuda üle kahe meetri kõrguselt, tuleb paigaldada kaitsepiirded või ohutusvõrgud. Kui töö eripära tõttu pole võimalik kaitsepiirdeid paigaldada, peavad töötajad kasutama ohutusvööd või ohutusrakmeid, mis kinnitatakse ohustrossi külge.

Töötamisel ebapiisava valgustusega tingimustes tuleb kanda riietust, millel on helkur või helkurriba, mis on paigaldatud hästi nähtavale kohale. Samuti tuleb töötamisel kohtades, kus liigub transport või kasutatakse tõsteseadmeid, kanda ohutusvesti või ohutusriietust ka valgel ajal [42].

7.2.3 Tuleohutus

Tööd ehitusplatsil tuleb korraldada nii, et tuleoht oleks minimaalne. Ehitusplatsil peavad olema väljas juhised tegevuseks tulekahju korral. Esmased tulekustutusvahendid peavad asuma nähtaval ja kergesti ligipääsetaval kohal; kui need on siseruumis, siis soovitatavalt väljapääsu lähedal või otse töökohal, kus on suurem tulekahju tekkimise tõenäosus [42].

7.2.4 Valgustus

Kõik kohad ja ruumid, kus töötajad töötavad või liiguvad, peavad olema piisavalt valgustatud. Käiguteede minimaalne pinna valgustustihedus peab olema 25 luksi. Tehisvalgustuse kasutamisel ei tohi tekitada liigseid varje ega suuri valgustuse erinevusi, samuti ei tohi tehisvalgustus takistada ohutusmärkide tuvastamist [42].

7.2.5 Liikumisteed ja ohualad

Kõik liikumisteed, sealhulgas kõik trepid, redelid, kaldteed ja laadimisestakaadid, peavad olema projekteeritud ja paigaldatud nii, et nende kasutamine oleks lihtne ja ohutu neid kasutavatele ja läheduses viibivatele inimestele. Liikumisteed ja nende suunad peavad olema märgitud ja perioodiliselt kontrollitud [42].

7.2.6 Esmaabi

Ehitusplatsil peab olema väljaõppinud isik, kes on võimeline õnnetuse korral kannatanule esmaabi andma. Ehitusplatsil peab olema esmaabivahendite komplekt ja silmadušš, nende asukoht peab olema märgitud nii ehitusplatsi skeemil kui ka ehitusplatsil [42].

7.2.7 Ehitustellingud ja redelid

Kõik ehitusplatsil asuvad tellingud ja redelid peavad olema tööstuslikud ja valmistatud konstruktori projekti järgi. Kõik tellingute osad peavad olema konstrueeritud ja paigaldatud nii, et on välistatud nendel töötavate inimeste allakukkumine. Tellinguid ja redeleid tuleb kasutada ainult vastavalt nende otstarbele. Tellinguid tohib paigaldada üksnes ettevalmistatud alusele, mis peab olema tasandatud ja tihendatud [42].

KOKKUVÕTE

Magistritöö eesmärk oli teha ehitustehnoloogia ja platsikorralduse analüüs Tallinnas Mäepealse 31 korterelamu-ärihoone ehitustööde näitel. Magistritöö peamine ülesanne oli analüüsida ehituskorralduslikke ja tehnoloogilisi lahendusi, mis tagavad ressursside tõhusa kasutamise selle hoone ehitamisel. Selle tulemusena koostati kolm tehnoloogilist kaarti: vundamentitööde, maapealse osa montaaži- ja betoonitööde ning katusekattetööde tehnoloogiline kaart. Nendes on põhjalikult kirjeldatud eeltööd, lähteolukord, tööde tegemise protsess ja järjekord, kasutatud materjalid, vajalike töötajate arv ning tehnoloogilised arvutused. Tehnoloogiliste kaartide graafilises osas on näidatud tööde järjekord, tööde jaotamine haardealadeks, masinate paigutus ning vajalikud sõlmed.

Samuti annavad magistritöö esimene ja teine peatükk ehk lähteandmete ja arhitektuurne osa ülevaate ehitatavast hoonest, selle arhitektuursetest ja konstruktiivsetest lahendustest ning tingimustest, mida tuleb asjakohase hoone ehitamisel arvestada.

Magistritöö konstruktiivses osas on hinnatud võimalust asendada raudbetoonseinad täisbetoneeritud armeeringuta õõnesplokkseintega. Selle eesmärgiga on tehtud kontrollarvutus kõige rohkem koormatud seinaga kohta. Kontrolliks on valitud kõige rohkem koormatud seinad: 190 mm laiusega sein neljandal korrusel teljel 3, telgede B ja C vahel, ning 240 mm laiusega sein esimesel korrusel teljel 3, telgede B ja C vahel ukseava kohal. Arvutus näitas, et 190 mm täisbetoneeritud armeeringuta õõnesplokksein neljandal korrusel ja 240 mm täisbetoneeritud armeeringuta õõnesplokksein esimesel korrusel on läbinud kandevõime kontrolli.

Neljandas peatükis ehk ehitusplatsi üldplaani osas on valitud montaažitööde tegemiseks tornkraana LIEBHERR 420 EC-H16 Litronic, mis paigaldatakse rööbasteele pikkusega 42,6 m ja rööbaste vahekaugusega 8 m. Saadud tulemused on esitatud graafilises osas. Samuti on graafilises osas märgitud ajutised teed, ehitusplatsi laod ja ajutised hooned vastavalt töötajate arvule ning tehnovõrkude asukohad. Koondkalenderplaani osas on arvatud ehituse maksumus vastavalt tehtud töödele, koostatud tööde kalendergraafik. Ehituse kestuseks on saadud 382 tööpäeva. Maksimaalne töötajate arv ehitusplatsil on 45.

Lõputöö majanduslikus osas on analüüsitud investeerimisprojekti perspektiivikust. Ehituse maksumuseks on saadud 10,18 miljonit eurot. Kogutud andmete põhjal arutati

näitajad NPV, PI, IRR ja diskonteeritud tasuvusaeg. NPV on 1 167 997 eurot; PI 1,09; IRR on 18% ja diskonteeritud tasuvusaeg on 7,92 aastat. Käesolevas osas kirjeldatud kriteeriumide alusel tuleb projekt vastu võtta.

Magistritöö viimases osas on käsitletud olemasoleva haljastuse säilitamise meetodeid, ehitusjäätmete käitlust, isikukaitsevahendite kasutamise vajadust, tuleohutuse nõudeid, tellingute kasutamise reegleid ning ehitusplatsi liikumisteedele ja valgustusele esitatavaid nõudeid.

SUMMARY

The objective of this master's thesis was to conduct an analysis of construction technology and site organization based on the example of the construction work of an apartment-commercial building located at Mäepealse 31, Tallinn. The main task of the thesis was to analyse organizational and technological solutions that ensure the efficient use of resources during the construction of the building. As a result, three technological charts were developed: for foundation work, assembly and concrete work of the above-ground part, and roofing work. These charts provide a detailed description of preliminary works, initial conditions, the process and sequence of works' implementation, the materials used, the required number of workers, and the technological calculations. The graphic part of the technological charts shows the sequence of work, division of work areas, placement of machinery, and required details.

Additionally, the first and second parts of the thesis, namely the data and architectural sections, provide an overview of the construction building, its architectural and constructive solutions, and the conditions that need to be considered during the construction of this building.

In the constructive part of the thesis there was evaluated the possibility of replacing reinforced concrete walls with solid concrete, unreinforced hollow block walls. For this purpose, a verification calculation was performed for the most heavily loaded wall. The chosen walls for verification calculation were: a 190 mm thickness wall on the fourth floor on axis 3, between axes B and C, and a 240 mm thickness wall on the first floor on axis 3, between axes B and C, above the doorway. The calculation results showed that a 190 mm fully concreted unreinforced hollow block wall on the fourth floor and the 240 mm fully concreted hollow block wall without reinforcement on the first floor have passed the load-bearing capacity check.

In the fourth chapter, or in general plan of the construction site, the tower crane LIEBHERR 420 EC-H16 Litronic was selected for assembly work, which will be installed on a rail track with a length of 42,6 m and a track width of 8 m. The results are presented in the graphical section. In the graphical section there were also shown temporary construction roads, construction site warehouses, and temporary buildings in accordance with the number of workers, and the locations of temporary utility networks. In the overall calendar plan section, the construction cost has been calculated based on performed works, and a work time schedule was prepared. Construction time duration is 382 working days. The maximum number of workers on-site is 45.

In the economic section of this master's thesis there was analysed the investment project's feasibility. The total construction cost is 10.18 million euros. Based on the collected data, there were calculated indicators such as NPV, PI, IRR, and discounted payback period. The NPV is 1 167 997 euros, PI is 1,09, IRR is 18%, and the discounted payback period is 7,92 years. On the basis of received calculated results of indicators the project should be accepted.

In the final part of the thesis, there were considered methods of existing greenery protection, construction waste handling, the need of personal safety protective equipment usage, fire safety requirements, scaffolding usage rules, and requirements for traffic movement routes and lighting on the construction site.

KASUTATUD KIRJANDUS

- [1] I. Kallas ja K. Kask, Mäepealse 31 elu- ja ärihoone arhitektuurse osa tööprojekt, Töö nr PR07821, Tallinn: Arhitektuuribüroo Korrus Osahing, 12.04.2023.
- [2] V. Veerpalu ja A. Reisenbuk, Mäepealse tn 31 kinnistus teed ja platsid, Tööprojekt, Projekti number 019068, Tallinn: OÜ T-Model, 23.03.2020.
- [3] M. Mõttus, Äri- ja eluhoone Mäepealse 31, Tallinn, Harjumaa konstruktiivse osa tööprojekt,, Tallinn: OÜ Inseneribüroo Märt Mõttus, 31.08.2021.
- [4] Eurokoodeks 6: Kivikonstruktsioonide projekteerimine. Osa 1-1: Üldreeglid sarrustatud ja sarrustamata kivikonstruktsioonide projekteerimiseks, EVS-EN 1996-1-1:2005+A1:2012+NA:2013, 07.10.2013.
- [5] o. h. k. E.-E. 1.-1.-1. 0. Eurokoodeks 1: Ehituskonstruktsioonide koormused. Osa 1-1: Üldkoormused . Mahukaalud.
- [6] Eurokoodeks 1: Ehituskonstruktsioonide koormused Osa 1-3: Üldkoormused. Lumekoormus, EVS-EN 1991-1-3:2006+A1:2016+NA:2016, 05.07.2016.
- [7] E.-E. 1.-1.-4. 0. Eurokoodeks 1: Ehituskonstruktsioonide koormused. Osa 1-4: Üldkoormused. Tuulekoormus. Eesti standardi rahvuslik lisa.
- [8] O. Mürsepp ja J. Sutt, Ehitusplatsi korralduse kavandamine, Tallinn: TTÜ kirjastus, 2004.
- [9] Vikingcranes, „Turmdrehkran 420 EC-H 16 Litronic, [Võrguväljaanne] [Online] https://vikingcranes.eu/wp-content/uploads/2019/04/Liebherr420ECH16Litronic_EN_9305-0.pdf,“ [Kasutatud 7 Aprill 2024].
- [10] I. Lill ja E. Soekov, Ehitusplatsi korraldus kursuseprojektijuhend aines „Ehituskorraldus“, Tallinna Tehnikaülikool, Ehituse ja arhitektuuri instituut, 2021.
- [11] EHITUSTÖÖDE KULUD 2020. Tööjõukulud ja tootlus - uusehitus ja remont, Tallinn: ET Infokeskuse AS, 2020.
- [12] J. Uusitalo, J. Ihanamäki, R. Rajala ja O. Vallin, Betoontööd, Tallinn: Ehitame kirjastus, 2008.
- [13] RATU juhendkaart 21-0269 et, rakestamine, puitraketised, ET Infokeskuse AS, 01.02.2005.
- [14] RATU juhendkaart 21-0274 et, sarrustamine, ET Infokeskuse AS, 01.10.2004.

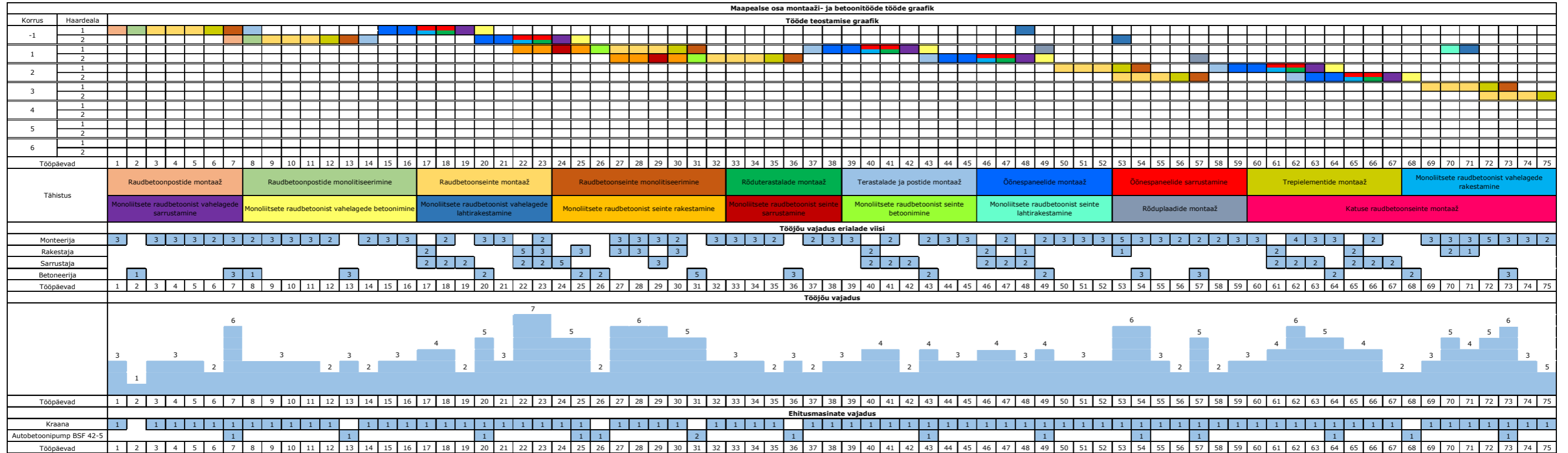
- [15] RATU juhendkaart 23-0275 et, betoonimine, ET Infokeskuse AS , 01.10.2004.
- [16] Betoonikivistumise küttegaabli juhend, [Võrguväljaanne] [Online] <https://www.heatline.ee/wp-content/uploads/2019/01/Betooni-kivistumise-k%C3%BCttekaabel-juhend-EST-1.pdf>," [Kasutatud 12 Aprill 2024]..
- [17] S. Viin et al.,, Betoonelementide paigaldamine, Tallinn: Eesti Betooniühing, 2020.
- [18] RATU juhendkaart 35-0246 et, metallkonstruktsioonide montaaž, ET Infokeskuse AS, 01.10.2002.
- [19] RATU juhendkaart 25-0278 et, õõnes- ja tt-paneelide montaaž, ET Infokeskuse AS, 01.10.2004.
- [20] RATU juhendkaart 21-0270 et, rakestamine kilpraketised, 01.02.2005.
- [21] RATU juhendkaart 25-0283 et, rõdudetailide montaaž, ET Infokeskuse AS, 01.10.2024.
- [22] RATU juhendkaart 25-0281 et, seinapaneelide montaaž, ET Infokeskuse AS, 01.10.2024.
- [23] RATU juhendkaart 25-0280 et, postide ja talade montaaž, ET Infokeskuse AS, 01.10.2004.
- [24] M.-M. Ots, Lamekatusetööde käsiraamat, Tallinn: Katuseeksper, 1999.
- [25] Katuseehitusreeglid. Osa 5: Lamekatused, EVS 920-5:2023, 29.12.2023.
- [26] RATU juhendkaart 61-0300 et, soojusisolatsioonitööd, ET Infokeskuse AS, 01.10.2007.
- [27] RATU juhendkaart 63-0304 et, bituumenmaterjalidest katusekattetööd, ET Infokeskuse AS, 01.10.2007.
- [28] RATU juhendkaart 30-0244 et, plekitöö, katus, ET Infokeskuse AS, 01.10.2002.
- [29] Siseminister, Tuletöö tegemisele esitatavad nõuded. Määrus nr 47, 07.09.2010. [Võrguväljaanne] [Online] <https://www.riigiteataja.ee/akt/13357221>.
- [30] Riigikogu, Tuleohutuse seadus. 01.01.2023. [Võrguväljaanne] [Online] <https://www.riigiteataja.ee/akt/116122022020?leiaKehtiv>.
- [31] "Haga Home", Oma Korterid OÜ, [Võrguväljaanne] [Online] <https://hagahome.me>, [Kasutatud 1 November 2024].
- [32] Pindi Kinnisvara, Maakleritteenuste hinnakiri [Võrguväljaanne] [Online]<https://www.pindi.ee/kinnisvaravahendus-vana/vahenduse-hinnakiri/>, [Kasutatud 17 November 2024]..
- [33] R. Brealey, S. Myers ja F. Allen, Principles of Corporate Finance, Thirteen Edition, New York: McGraw-Hill Education, 2020.

- [34] Bloomberg, German Rates and Bonds [Võrguväljaanne]
[Online]<https://www.bloomberg.com/markets/rates-bonds/government-bonds/germany>, [Kasutatud 17 November 2024].
- [35] A. Damodaran, Beta, Unlevered beta and other risk measures for Western Europe Industries [Võrguväljaanne]
[Online]<https://pages.stern.nyu.edu/~adamodar/pc/datasets/betaEurope.xls>, [Kasutatud 17 November 2024].
- [36] Historical performance of the STOXX Europe 600 index [Võrguväljaanne]
[Online]<https://curvo.eu/backtest/en/market-index/stoxx-europe-600?currency=eur#returns>, [Kasutatud 17 November 2024].
- [37] E. Brigham ja J. Houston, Fundamentals of Financial Management Eleventh Edition, Mason: Thomson South-Western, 2007.
- [38] Rahandusministeerium, Rahandusministeeriumi pikaajaline majandusprognoos kuni 2070, [Võrguväljaanne] [Online]
https://www.fin.ee/sites/default/files/documents/2024-09/Prognoos%20kuni%202070%20-%2006.09.2024_kodulehele.xlsx [Kasutatud 17 November 2024].
- [39] Investeeringuarvutus, Tallinn: Külim, 1999.
- [40] Puittaimed. Osa 3: Ehitusaegne puude kaitse, EVS 939-3:2020, 16.11.2020.
- [41] Tallinna Linnavolikogu määrus, Tallinna jäätmehoolduseeskiri. 21.03.2023.
[Võrguväljaanne] [Online] <https://www.riigiteataja.ee/akt/418032023007>.
- [42] Vabariigi Valitsuse määrus, Töötervishoiu ja tööohutuse nõuded ehituses. 01.03.2021.
[Võrguväljaanne] [Online]
<https://www.riigiteataja.ee/akt/126022021021?leiaKehtiv>.

Lisa 1 järg 3

Jrk nr	Töö nimetus	Ühik	Ajanorm	Normatiivne tööjõukulu												Kokku		
				Haardealade kaupa														
				4 korrus 1 HA		4 korrus 2 HA		5 korrus 1 HA		5 korrus 2 HA		6 korrus 1 HA		6 korrus 2 HA		ühikuid	in-h mas-h	
				in-h/üh mas-h/üh	ühikuid	in-h mas-h	ühikuid	in-h mas-h	ühikuid	in-h mas-h	ühikuid	in-h mas-h	ühikuid	in-h mas-h	ühikuid			in-h mas-h
1	2	3	4	5.1	6.1	5.2	6.2	5.1	6.1	5.2	6.2	5.1	6.1	5.2	6.2	7	8	
10	Monoliitsete raudbetoonist vahelagede raketamine																	
10.1	Raketise teisealdamine	m²	0,05 0,017	69,2	3,46 1,18	60,7	3,04 1,03	67,8	3,39 1,15	61,0	3,05 1,04	95,2	4,76 1,62	84,0	4,20 1,43	881,7	44,10 15,0	
10.2	Raketise paigaldus	m²	0,225 0	69,2	15,57 0	60,7	13,66 0	67,8	15,26 0	61,0	13,73 0	95,2	21,42 0	84,0	18,9 0	881,7	198,4 0	
10	MONOLIITSETE RAUBBETONIST VAHELAGEDE RAKETAMINE KOKKU		in-h mas-h in-vah mas-vah		19,0 1,18 2,38 0,15		16,7 1,03 2,09 0,13		18,7 1,15 2,34 0,14		16,8 1,04 2,10 0,13		26,2 1,62 3,28 0,2		23,1 1,43 2,89 0,18		242,5 15,0 30,3 1,88	
11	Monoliitsete raudbetoonist vahelagede sarrustamine																	
11.1	Sarruse teisealdamine kraanaga	t	0,11 0,037	2,89	0,32 0,107	2,54	0,28 0,094	1,93	0,21 0,071	1,74	0,19 0,064	2,58	0,28 0,095	2,27	0,25 0,084	32,1	3,53 1,19	
11.2	Sarrustamine D12	t	6,05 0	1,63	9,86 0	1,43	8,65 0	1,28	7,74 0	1,15	6,96 0	2,34	14,16 0	2,06	12,46 0	20,0	121 0	
11.3	Sarrustamine D16	t	4,95 0	1,26	6,24 0	1,11	5,49 0	0,651	3,22 0	0,586	2,90 0	0,235	1,16 0	0,208	1,03 0	12,0	59,4 0	
11	MONOLIITSETE RAUBBETONIST VAHELAGEDE SARRUSTAMINE KOKKU		in-h mas-h in-vah mas-vah		16,42 0,11 2,05 0,01		14,42 0,09 1,8 0,01		11,17 0,07 1,4 0,01		10,05 0,06 1,26 0,01		15,60 0,10 1,95 0,01		13,74 0,08 1,72 0,01		183,9 1,19 23 0,15	
12	Monoliitsete raudbetoonist vahelagede betoonimine																	
12.1	Betooni etteandmine	m³	0,07 0,07	18,3	1,28 1,28	16,1	1,13 1,13	18,0	1,26 1,26	16,2	1,13 1,13	25,2	1,76 1,76	22,3	1,56 1,56	230,8	16,2 16,2	
12.2	Betooni vibreerimine, tasandamine, tariraudade paigaldus	m³	0,10 0	18,3	1,83 0	16,1	1,61 0	18,0	1,8 0	16,2	1,62 0	25,2	2,52 0	22,3	2,23 0	230,8	23,1 0	
12	MONOLIITSETE RAUBBETONIST VAHELAGEDE BETOONIMINE KOKKU		in-h mas-h in-vah mas-vah		3,11 1,28 0,39 0,16		2,74 1,13 0,34 0,14		3,06 1,26 0,38 0,16		2,75 1,13 0,34 0,14		4,28 1,76 0,54 0,22		3,79 1,56 0,47 0,2		39,3 16,2 4,91 2,03	
13	Monoliitsete raudbetoonist vahelagede lahtiraketamine																	
13.1	Lahtiraketamine	m²	0,20 0	69,2	13,84 0	60,7	12,14 0	67,8	13,56 0	61,0	12,2 0	95,2	19,04 0	84,0	16,8 0	881,7	176,3 0	
13	MONOLIITSETE RAUBBETONIST VAHELAGEDE LAHTIRAKETAMINE KOKKU		in-h mas-h in-vah mas-vah		13,8 0 1,73 0		12,1 0 1,51 0		13,6 0 1,7 0		12,2 0 1,53 0		19,0 0 2,38 0		16,8 0 2,1 0		176,3 0 22 0	
14	Monoliitsete raudbetoonist seinade raketamine																	
14.1	Raketise teisealdamine	m²	0,05 0,02	0	0 0	0	0 0	0	0 0	0	0 0	0	0 0	0	0 0	408,8	20,4 8,18	
14.2	Raketise mõõdistustööd ja paigaldus	m²	0,32 0,097	0	0 0	0	0 0	0	0 0	0	0 0	0	0 0	0	0 0	408,8	130,8 39,7	
14	MONOLIITSETE RAUBBETONIST SEINADE RAKETAMINE KOKKU		in-h mas-h in-vah mas-vah		0 0 0 0		0 0 0 0		0 0 0 0		0 0 0 0		0 0 0 0		0 0 0 0		151,2 47,9 18,9 5,99	
15	Monoliitsete raudbetoonist seinade sarrustamine																	
15.1	Sarruse teisealdamine	t	0,11 0,04	0	0 0	0	0 0	0	0 0	0	0 0	0	0 0	0	0 0	6,56	0,722 0,262	
15.2	Sarrustamine	t	8,03 0	0	0 0	0	0 0	0	0 0	0	0 0	0	0 0	0	0 0	6,56	52,7 0	
15	MONOLIITSETE RAUBBETONIST SEINADE SARRUSTAMINE KOKKU		in-h mas-h in-vah mas-vah		0 0 0 0		0 0 0 0		0 0 0 0		0 0 0 0		0 0 0 0		0 0 0 0		53,4 0,26 6,68 0,03	
16	Monoliitsete raudbetoonist seinade betoonimine																	
16.1	Betooni etteandmine	m³	0,12 0,12	0	0 0	0	0 0	0	0 0	0	0 0	0	0 0	0	0 0	44,6	5,35 5,35	
16.2	Betooni vibreerimine, tasandamine, tariraudade paigaldus	m³	0,23 0	0	0 0	0	0 0	0	0 0	0	0 0	0	0 0	0	0 0	44,6	10,26 0	
16	MONOLIITSETE RAUBBETONIST SEINADE BETOONIMINE KOKKU		in-h mas-h in-vah mas-vah		0 0 0 0		0 0 0 0		0 0 0 0		0 0 0 0		0 0 0 0		0 0 0 0		15,60 5,40 1,95 0,68	
17	Monoliitsete raudbetoonist seinade lahtiraketamine																	
17.1	Lahtiraketamine	m²	0,16 0,054	0	0 0	0	0 0	0	0 0	0	0 0	0	0 0	0	0 0	408,8	65,4 22,1	
17	MONOLIITSETE RAUBBETONIST SEINADE LAHTIRAKETAMINE KOKKU		in-h mas-h in-vah mas-vah		0 0 0 0		0 0 0 0		0 0 0 0		0 0 0 0		0 0 0 0		0 0 0 0		66,1 22,1 8,26 2,76	
18	Rõduplaadide montaaž																	
18.1	Rõduplaadide vaheladustamine	tk	0,23 0,12	6	1,38 0,720	6	1,38 0,720	6	1,38 0,720	6	1,38 0,720	6	1,38 0,720	6	1,38 0,720	62	14,26 7,440	
18.2	Rõduplaadide mõõtmine ja montaaž	tk	1,32 0,661	6	7,92 4,00	6	7,92 4,00	6	7,92 4,00	6	7,92 4,00	6	7,92 4,00	6	7,92 4,00	62	81,8 41,0	
18	RÕDUPLAATIDE MONTAAŽ KOKKU		in-h mas-h in-vah mas-vah		9,30 4,70 1,16 0,59		9,30 4,70 1,16 0,59		9,30 4,70 1,16 0,59		9,30 4,70 1,16 0,59		9,30 4,70 1,16 0,59		9,30 4,70 1,16 0,59		96,1 48,4 12,0 6,05	
19	Katuse raudbetoonseinte montaaž																	
19.1	Vaheladustamine	tk	0,24 0,12	0	0 0	0	0 0	0	0 0	0	0 0	31	7,44 3,72	30	7,2 3,6	61	14,6 7,32	
19.2	Mõõtmine	tk	0,14 0	0	0 0	0	0 0	0	0 0	0	0 0	31	4,34 0	30	4,2 0	61	8,54 0	
19.3	Katuse raudbetoonseinte montaaž	tk	1,56 0,52	0	0 0	0	0 0	0	0 0	0	0 0	31	48,36 16,12	30	46,8 15,6	61	95,2 31,7	
19	KATUSE RAUBBETONSEINTE MONTAAŽ KOKKU		in-h mas-h in-vah mas-vah		0 0 0 0		0 0 0 0		0 0 0 0		0 0 0 0		60,1 19,8 7,51 2,48		58,2 19,2 7,28 2,4		118,3 39,0 14,80 4,88	

Lisa 3 Maapealse osa montaaži- ja betoonitööde graafik



Lisa 4 Majutusüksused üüriks

Korrus	Korteri nr	Netopind, m ²	Rõdu	Kuu tulu, €	Aasta tulu, €
I	Majutusüksus 101	24,9	+	455	4 370
	Majutusüksus 102	23,2	-	423	4 063
	Majutusüksus 103	21,5	-	351	3 372
	Majutusüksus 104	23,3	-	423	4 063
	Majutusüksus 105	21,5	-	351	3 372
	Majutusüksus 106	21,5	-	351	3 372
	Majutusüksus 107	21,5	-	351	3 372
	Majutusüksus 108	21,5	-	351	3 372
	Majutusüksus 109	20,2	-	319	3 064
	Majutusüksus 110	20,2	-	319	3 064
	Majutusüksus 111	23,3	-	423	4 063
	Majutusüksus 112	23,3	-	423	4 063
	Majutusüksus 113	22,5	-	351	3 372
	Majutusüksus 114	23,6	-	423	4 063
	Majutusüksus 115	20,9	-	319	3 064
	Majutusüksus 116	23,0	-	351	3 372
	Majutusüksus 117	23,1	-	423	4 063
	Majutusüksus 118	20,0	-	295	2 834
	Majutusüksus 119	20,0	-	295	2 834
	Majutusüksus 120	23,0	-	351	3 372
	Majutusüksus 121	22,8	-	351	3 372
	Majutusüksus 122	23,6	+	455	4 370
	Majutusüksus 123	23,3	-	423	4 063
II	Majutusüksus 201	24,8	+	351	3 372
	Majutusüksus 202	23,2	-	423	4 063
	Majutusüksus 203	21,4	-	351	3 372
	Majutusüksus 204	23,3	-	423	4 063
	Majutusüksus 205	21,3	-	351	3 372
	Majutusüksus 206	21,5	-	351	3 372
	Majutusüksus 207	21,5	-	351	3 372
	Majutusüksus 208	21,5	-	351	3 372
	Majutusüksus 209	20,2	-	319	3 064
	Majutusüksus 210	20,2	-	319	3 064
	Majutusüksus 211	23,3	-	423	4 063
	Majutusüksus 212	23,2	-	423	4 063
	Majutusüksus 213	22,5	-	351	3 372
	Majutusüksus 214	23,6	-	423	4 063
	Majutusüksus 215	20,9	-	319	3 064
	Majutusüksus 216	23,0	-	351	3 372
	Majutusüksus 217	23,1	-	423	4 063
	Majutusüksus 218	20,0	-	295	2 834
	Majutusüksus 219	19,9	-	295	2 834
	Majutusüksus 220	23,0	-	351	3 372
	Majutusüksus 221	22,7	-	351	3 372
	Majutusüksus 222	23,6	+	455	4 370
	Majutusüksus 223	23,2	-	423	4 063
Külaliskorter 1	44,1	+	666	6 397	
Külaliskorter 2	34,1	+	515	4 946	
Külaliskorter 3	53,9	+	815	7 826	
Külaliskorter 4	47,7	+	722	6 927	
Külaliskorter 37	44,4	+	671	6 444	
Külaliskorter 38	34,4	+	520	4 992	
Külaliskorter 39	53,8	+	814	7 811	
Külaliskorter 40	47,7	+	722	6 927	
Kokku:				22504	270 048

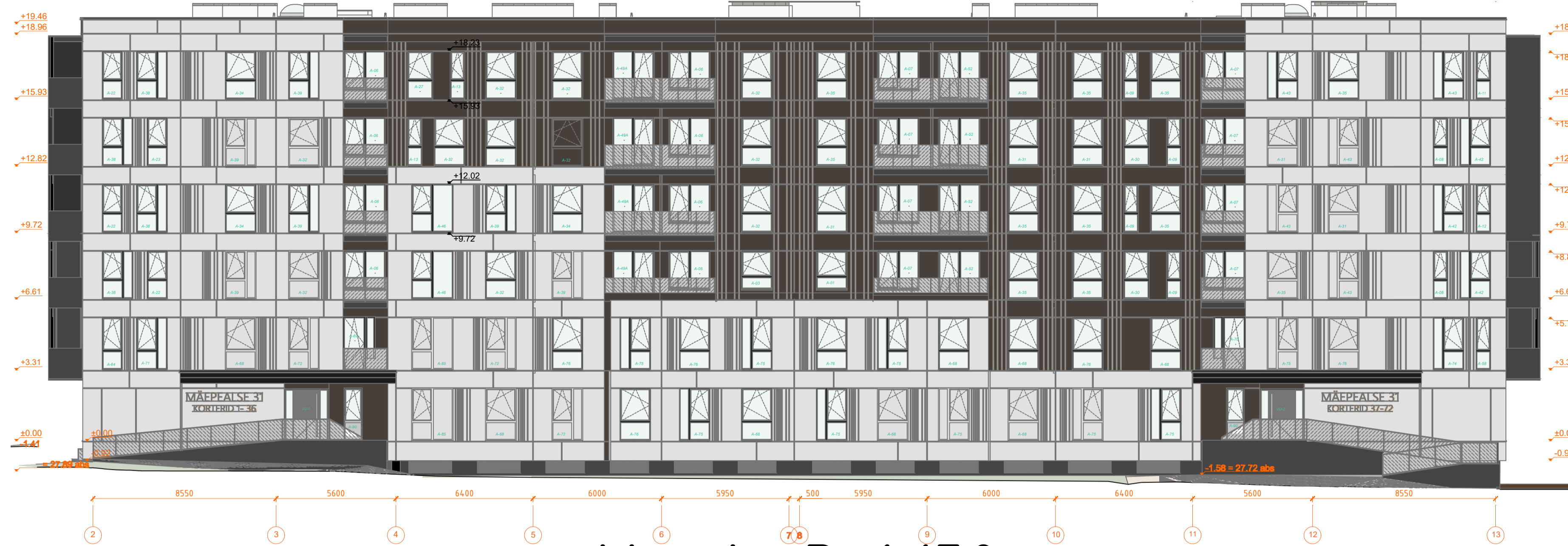
Lisa 5 Korterid müügiks

Korrus	Korteri nr	Netopind, m ²	Rõdu	Müügi hind, €
III	Korter 5	78,8	+	250 920
	Korter 6	87,3	+	277 990
	Korter 7	66,2	+	210 800
	Korter 8	55	+	175 130
	Korter 9	40,8	+	129 920
	Korter 10	40,7	+	129 600
	Korter 11	44	+	140 110
	Korter 12	44,1	+	140 430
	Korter 41	79,3	+	252 510
	Korter 42	87,3	+	277 990
	Korter 43	65,9	+	209 840
	Korter 44	56,5	+	179 910
	Korter 45	53,9	+	171 630
	Korter 46	40,5	+	128 960
	Korter 47	29,4	+	93 620
	Korter 48	43,9	+	139 790
IV	Korter 13	78,7	+	250 600
	Korter 14	87,3	+	277 990
	Korter 15	66,2	+	210 800
	Korter 16	54,9	+	174 820
	Korter 17	40,8	+	129 920
	Korter 18	40,7	+	129 600
	Korter 19	44,3	+	141 060
	Korter 20	44,4	+	141 380
	Korter 49	79,3	+	252 510
	Korter 50	87,3	+	277 990
	Korter 51	66	+	210 160
	Korter 52	56,5	+	179 910
	Korter 53	53,9	+	171 630
	Korter 54	40,5	+	128 960
	Korter 55	29,6	+	94 250
	Korter 56	44,1	+	140 430
V	Korter 21	78,8	+	250 920
	Korter 22	87,3	+	277 990
	Korter 23	66	+	210 160
	Korter 24	55	+	175 130
	Korter 25	40,7	+	129 600
	Korter 26	40,7	+	129 600
	Korter 27	44,2	+	140 740
	Korter 28	44,4	+	141 380
	Korter 57	79,3	+	252 510
	Korter 58	87,3	+	277 990
	Korter 59	65,9	+	209 840
	Korter 60	56,1	+	178 640
	Korter 61	40,4	+	128 640
	Korter 62	40,4	+	128 640
	Korter 63	44,1	+	140 430
	Korter 64	44,1	+	140 430
VI	Korter 29	78,7	+	250 600
	Korter 30	87,3	+	277 990
	Korter 31	66	+	210 160
	Korter 32	55	+	175 130
	Korter 33	40,7	+	129 600
	Korter 34	40,7	+	129 600
	Korter 35	44,2	+	140 740
	Korter 36	44,4	+	141 380
	Korter 65	44,5	+	141 700
	Korter 66	121,6	+	387 210
	Korter 67	66	+	210 160
	Korter 68	56,2	+	178 960
	Korter 69	40,4	+	128 640
	Korter 70	40,4	+	128 640
	Korter 71	44,1	+	140 430
	Korter 72	44,1	+	140 430
Kokku:				11 645 170

Lisa 6 Koondtabel

Diskonteerimis määr		7,14%																			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	20	21	22	22
Aasta nr	Aasta	Stadium	Kulud							Tulud				Kulud kokku, C	Tulud kokku, C	Rahavoog iga aasta jaoks, C	Raha bilanss, C	Kulude nüüdiväärtus kokku, C	Tulude nüüdiväärtus kokku, C	Rahavoogude nüüdiväärtus iga aasta jaoks, C	Summarne diskonteeritud rahavoog, C
			Kinnistu ost, C	Projekteerimine, C	Ehitus, C	Laenu põhiosa maksed, C	Laenu intressid maksed, C	Haldamise ja majandamis kulud, C	Turundus ja maaklerteenused, C	Laen, C	Üüritulud, C	Müük									
												Parkimiskohad, C	Korterid, C								
1	2019	Maatüki ost	567 311											567 311	0	- 567 311	3 627 673	529 524	0	- 529 524	- 529 524
2	2020	Plaanimine ja projekteerimine		152 730										152 730	0	- 152 730	3 474 943	133 062	0	- 133 062	- 662 586
3	2021			152 730	860 451										1 013 181	0	- 1 013 181	2 461 762	823 912	0	- 823 912
4	2022	Ehitus ja korterite müük			7 457 239					4 428 166		22 000	1 164 517	7 457 239	5 614 683	- 1 842 556	619 206	5 660 260	4 261 706	- 1 398 553	- 2 885 051
5	2023				1 864 310	1 367 481	342 740	19 145	148 340	1 864 310	168 261	99 000	5 240 327	3 742 016	7 371 898	3 629 881	4 249 087	2 651 115	5 222 785	2 571 670	- 313 381
6	2024					2 370 749	381 195	27 654	148 340		243 043	99 000	5 240 327	2 927 938	5 582 370	2 654 432	6 903 519	1 936 196	3 691 527	1 755 331	1 441 950
7	2025					2 554 245	197 699	29 045			250 869			2 780 989	250 869	- 2 530 120	4 373 399	1 716 529	154 846	- 1 561 684	- 119 734
8	2026							29 980			256 589			29 980	256 589	226 609	4 600 008	17 272	147 827	130 555	10 821
9	2027							30 664			262 336			30 664	262 336	231 673	4 831 680	16 489	141 072	124 582	135 403
10	2028							31 351			267 583			31 351	267 583	236 232	5 067 913	15 736	134 309	118 573	253 976
11	2029							31 978			272 935			31 978	272 935	240 957	5 308 870	14 982	127 870	112 889	366 865
12	2030							32 617			278 393			32 617	278 393	245 776	5 554 646	14 263	121 740	107 477	474 342
13	2031		Korteerite üür					33 270			283 961			33 270	283 961	250 692	5 805 338	13 580	115 904	102 324	576 666
14	2032						33 935			289 641			33 935	289 641	255 706	6 061 043	12 929	110 348	97 419	674 085	
15	2033						34 614			295 433			34 614	295 433	260 820	6 321 863	12 309	105 058	92 749	766 834	
16	2034						35 306			301 342			35 306	301 342	266 036	6 587 899	11 719	100 021	88 303	855 137	
17	2035						36 012			307 369			36 012	307 369	271 357	6 859 256	11 157	95 226	84 070	939 206	
18	2036						36 732			313 516			36 732	313 516	276 784	7 136 040	10 622	90 661	80 039	1 019 246	
19	2037						37 467			319 787			37 467	319 787	282 320	7 418 360	10 113	86 315	76 202	1 095 448	
20	2038						38 216			326 182			38 216	326 182	287 966	7 706 326	9 628	82 177	72 549	1 167 997	
Summa:			567 311	305 460	10 182 000	6 292 476	921 633	517 985	296 680	6 292 476	4 437 241	220 000	11 645 170	19 083 545	22 594 887	3 511 342		13 621 397	14 789 392	1 167 997	
NPV:			1 167 997																		
PI:			1,09																		
IRR:			18%																		
Diskonteeritud tasuvusaeg:			7,92																		

Vaade A 1:150



Vaade B 1:150



Vaade D 1:150




Vaade C 1:150



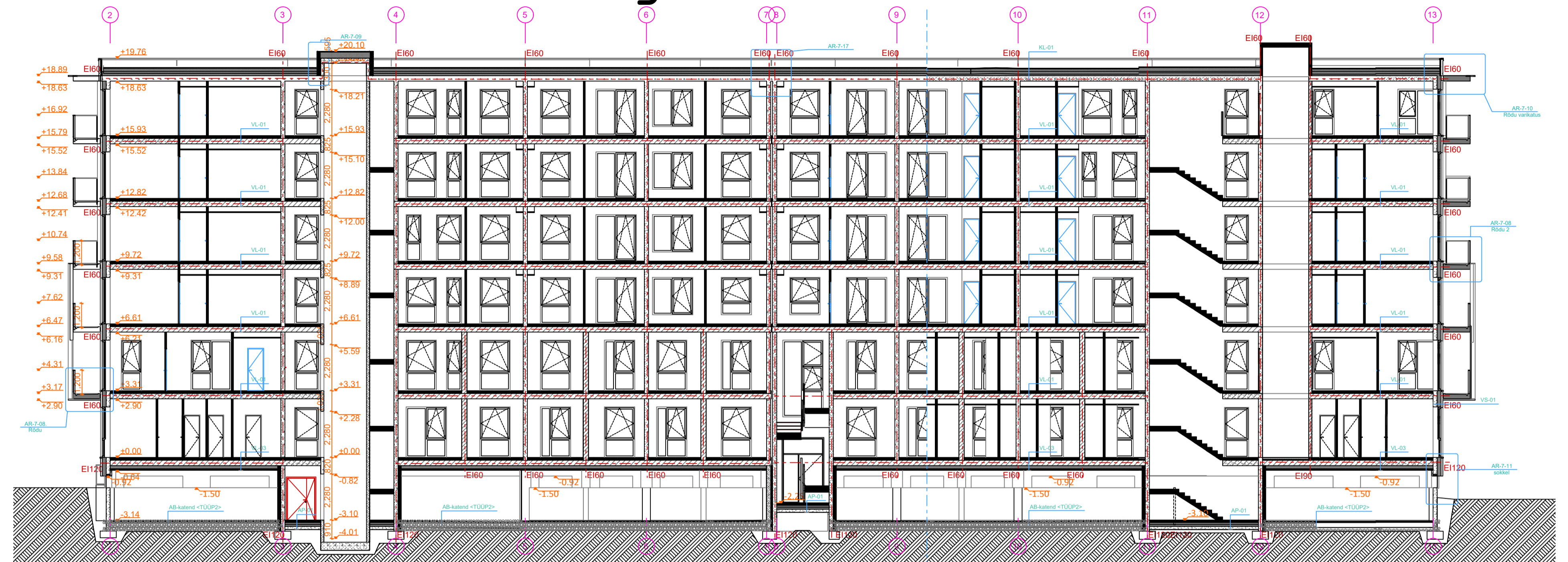
VIIMISTLUSMATERJALID

Fassaadiamellid rõdude osas - nelikantoru 60x150	Toon RR33 Ruukki 60 plus matt
Rõduplindid lümmi osas - alumiiniumkomposiitlaot	Toon RR33 Ruukki 60 plus matt
Sandwich seinapaneel - silte betoonplind	Naturaalne halebhall, butafoorsele vuukidoga
Fassaadiamellid fassaadi osas - PVDF kattega plekk	Tumehall raudtoon 0404SL Black
Sandwich seinapaneel - vertikaalne muster	Naturaalne halebhall
Alkaraam - PVC-alkaraam	Toon tumehall RAL
Välisukse - metalluks	Toon RAL 7021
Katus - abs rullmaterjal	hall
Plekkdetailid ja kattapekid - PVDF kattega plekk	Toon RR33 Ruukki 60 plus matt
Rõduplind - hall toonitud klaas	Toon IG42 või analoog
Sokkel - õhetrohv soojustuse/värv betoonil	Toon Caparol Fassade A1 Granit 20

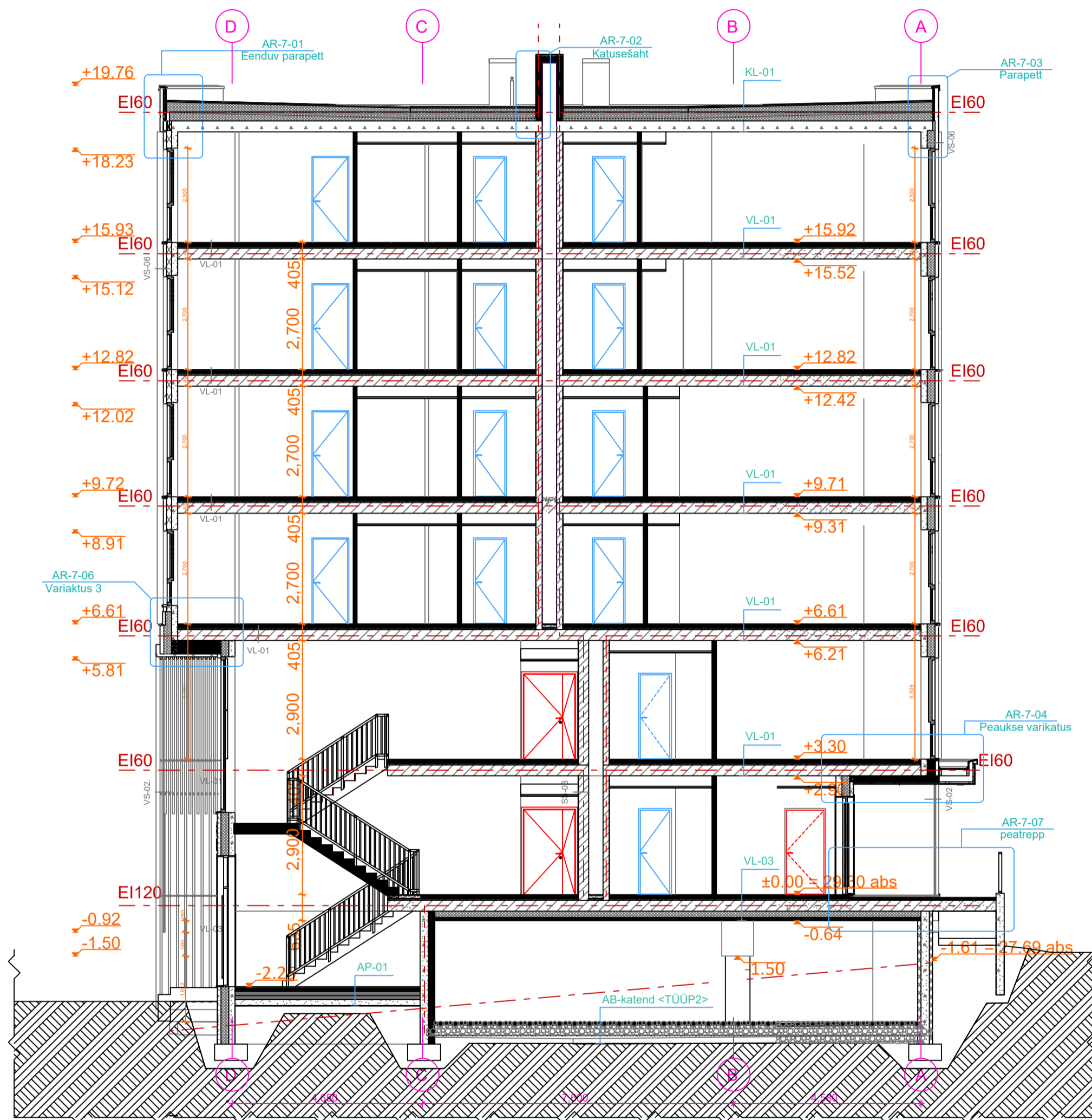


 TTÜ INSENERITEADUSKOND		Magistritöö	Leht/Lehti: 1/10
Koostaja: Aleksandr Nartov	18.11.2024	Hoone vaated	
Juhendaja: Roode Liias	18.11.2024		
Ehituse ja arhitektuuri instituut		Ehitustehnoloogia ja platsikorralduse analüüs Tallinnas, Mäepealse 31 korterelamu-ärihoone ehitustööde näitel	

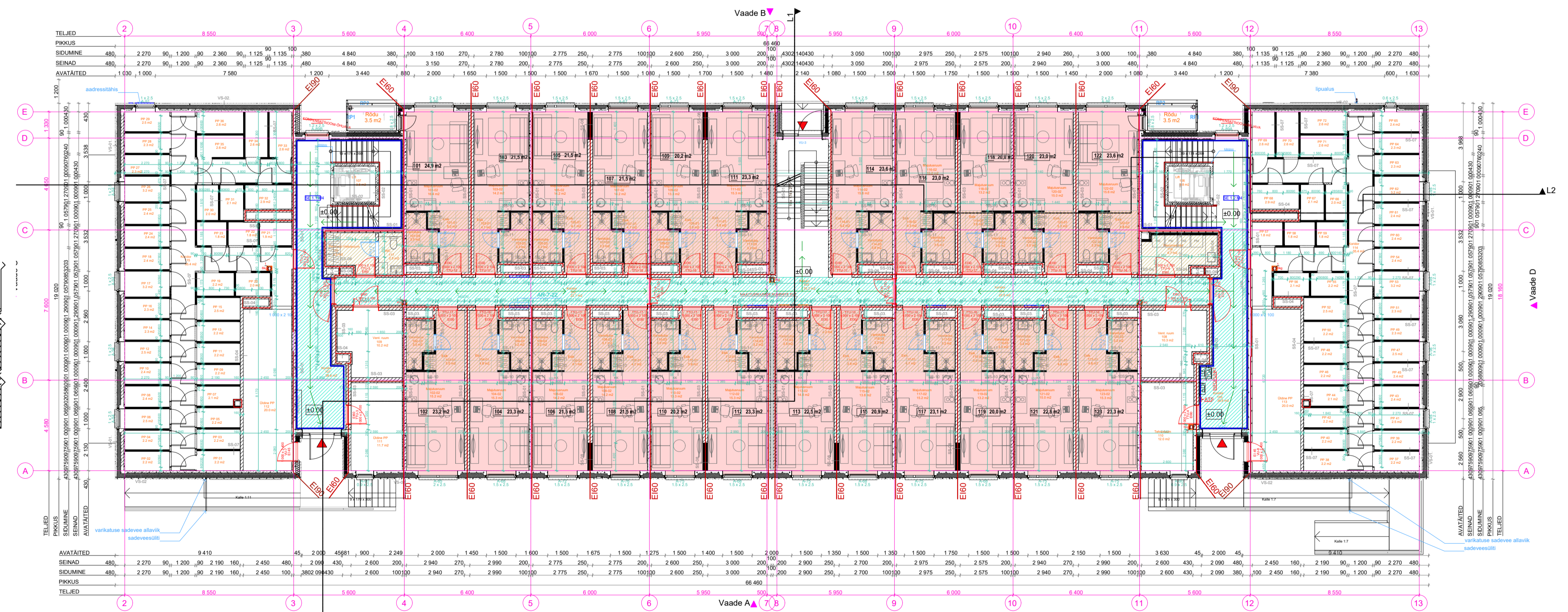
Lõige 2-2 1:150




Lõige 1-1 1:100



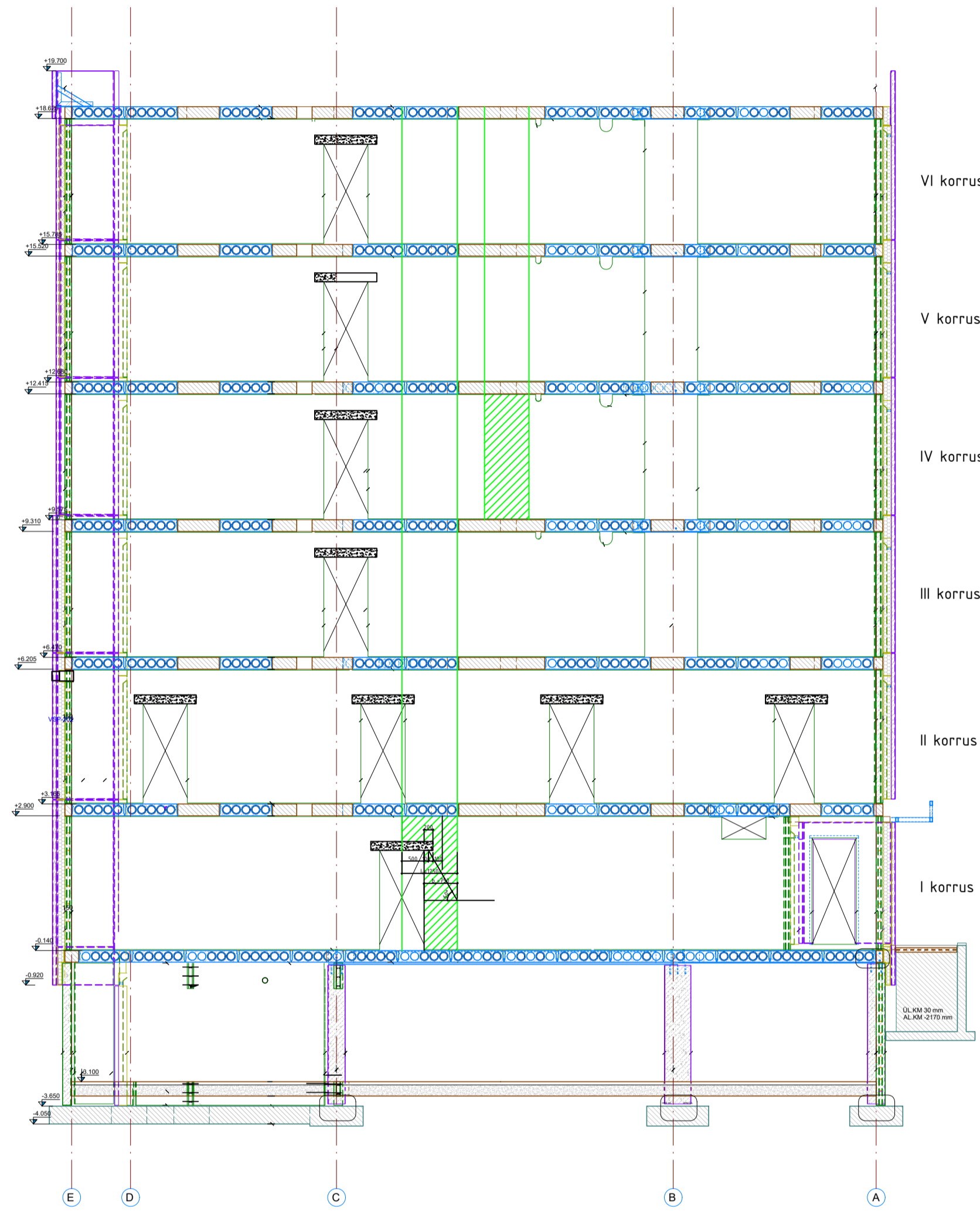
I korruse plaan 1:150



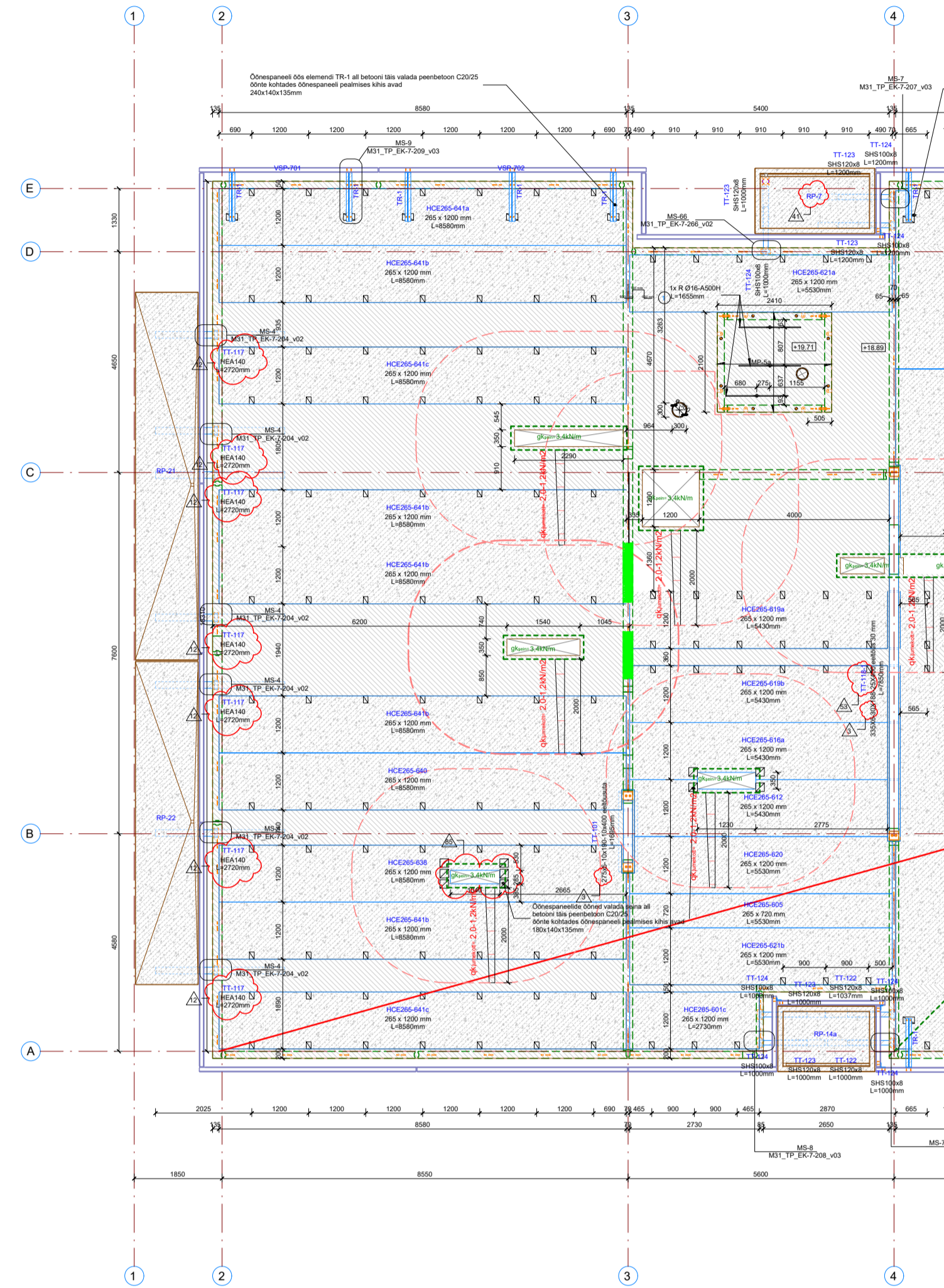
 TTÜ INSENERITEADUSKOND		Magistritöö	Leht/Lehti: 2/10
Koostaja: Aleksandr Nartov	18.11.2024	Hoone lõiged ja I korruse plaan	
Juhendaja: Roode Liias	18.11.2024		
Ehituse ja arhitektuuri instituut			
		Ehitustehnoloogia ja platsikorralduse analüüs Tallinnas, Mäepealse 31 korterelamu-ärihoone ehitustööde näitel	

Konstruktiooniosa joonised

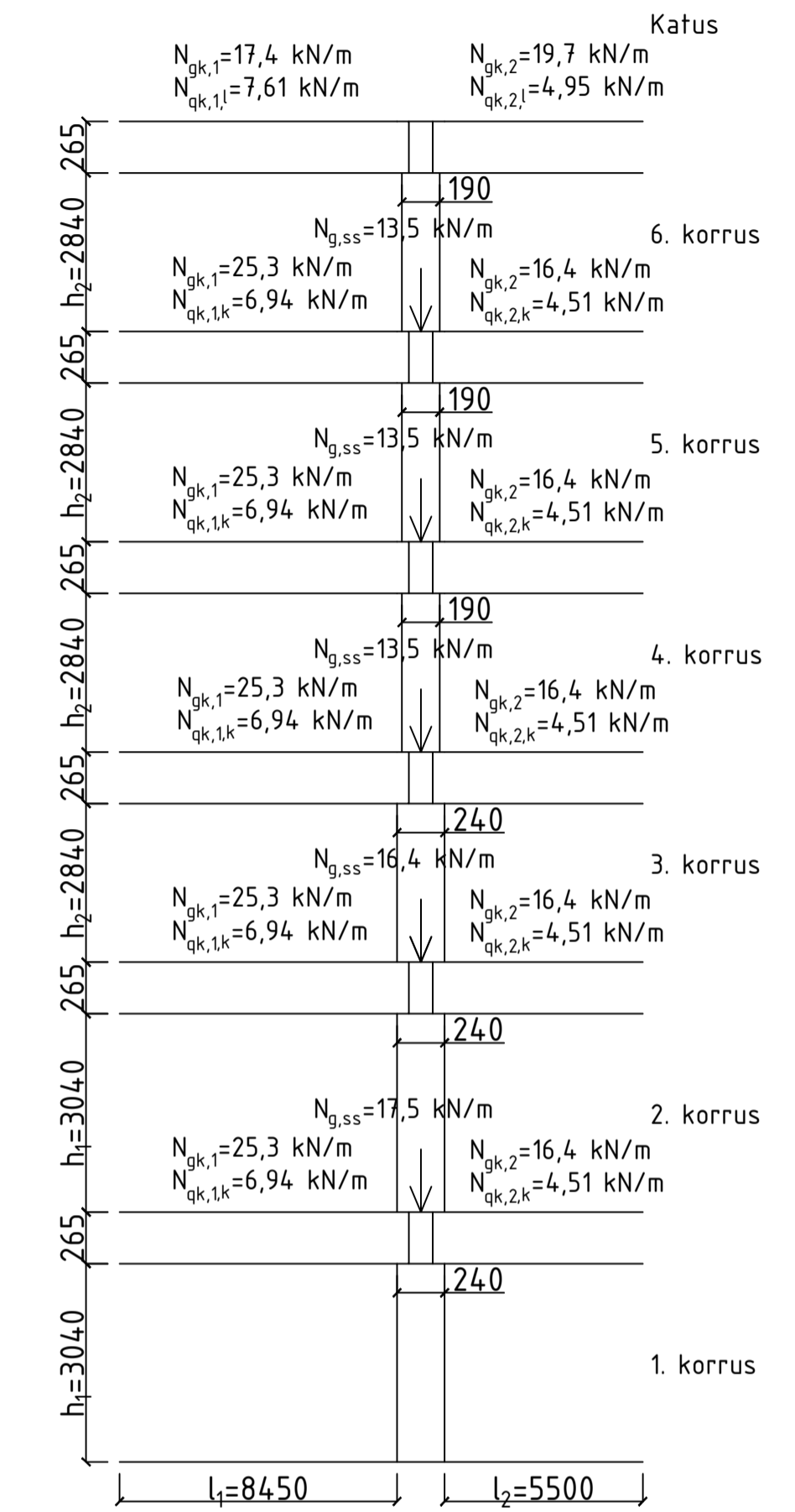
Lõige teljel 3
1:100



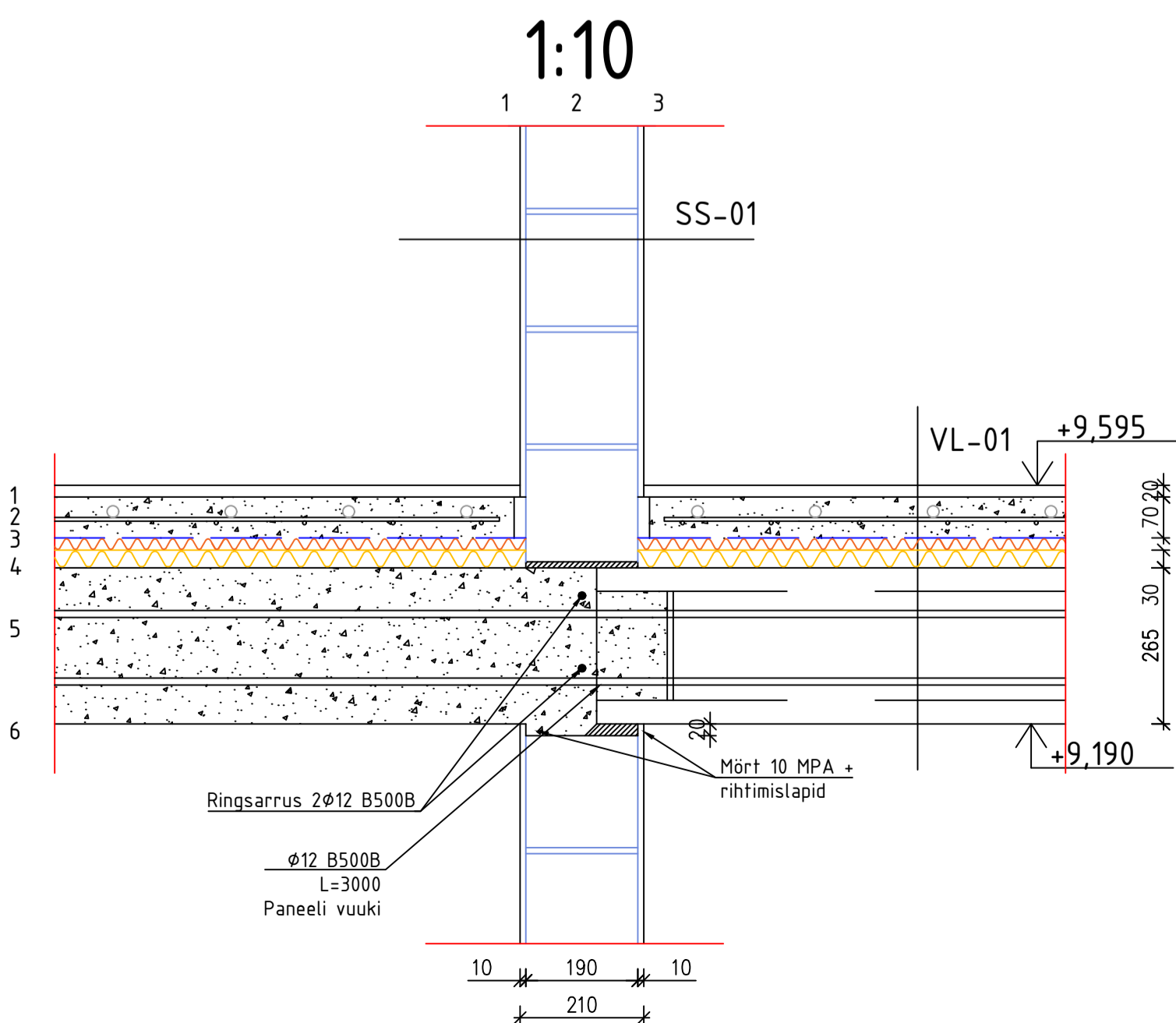
VI korruse õõnespaneelide
ja terastalade plaan
1:100



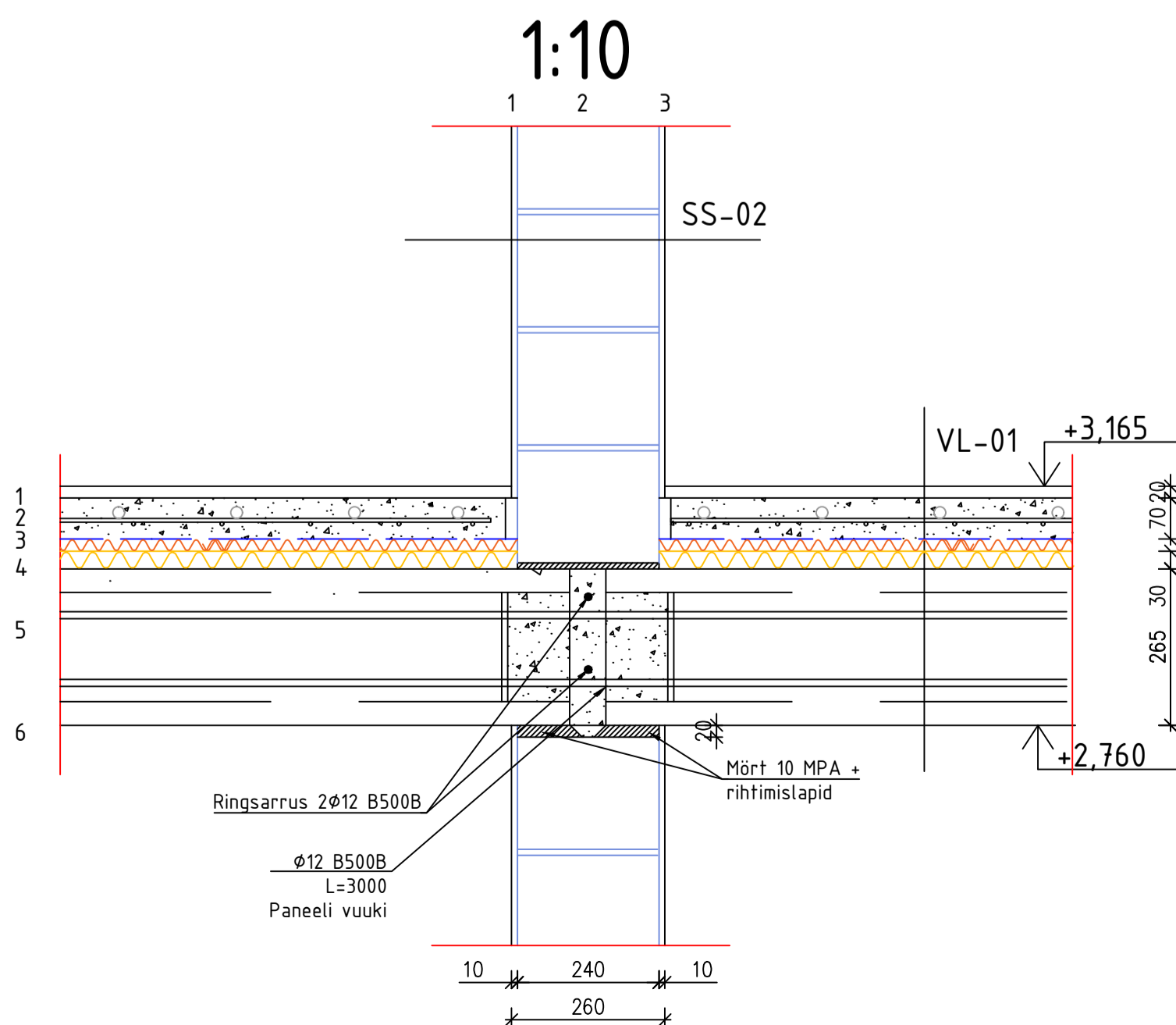
240 mm seina arvutuse
koormuste skeem



Neljanda korruse vahelae sõlm
1:10



Esimese korruse vahelae sõlm
1:10



SS-01

1. 10mm VIIMISTLUSKIHT, siseviimistlus;
2. 190mm KANDEKONSTRUKTSIOON, täisbetoneeritud armeerimata õõnesplokk;
3. 10mm VIIMISTLUSKIHT, siseviimistlus;

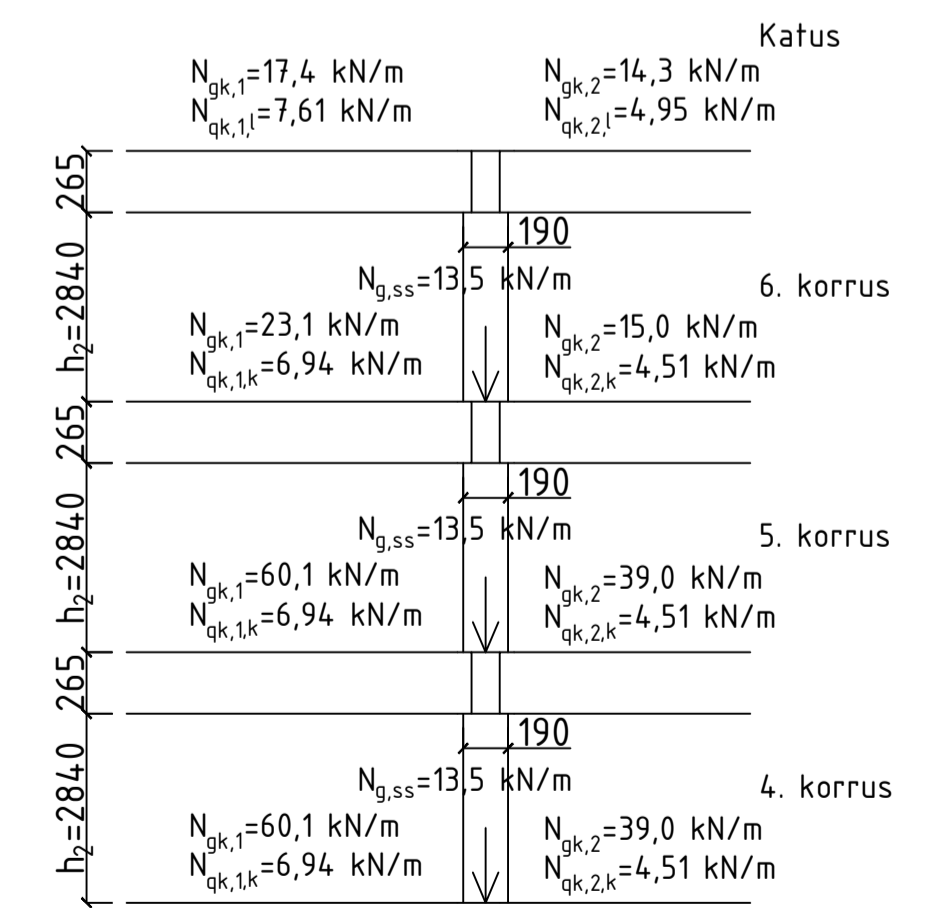
SS-02

1. 10mm VIIMISTLUSKIHT, siseviimistlus;
2. 290mm KANDEKONSTRUKTSIOON, täisbetoneeritud armeerimata õõnesplokk;
3. 10mm VIIMISTLUSKIHT, siseviimistlus;

VL-1

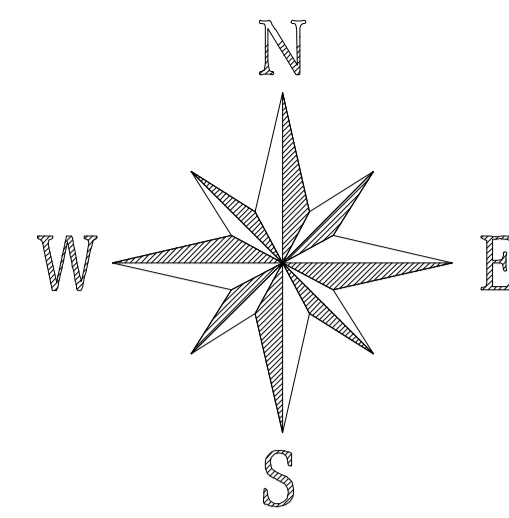
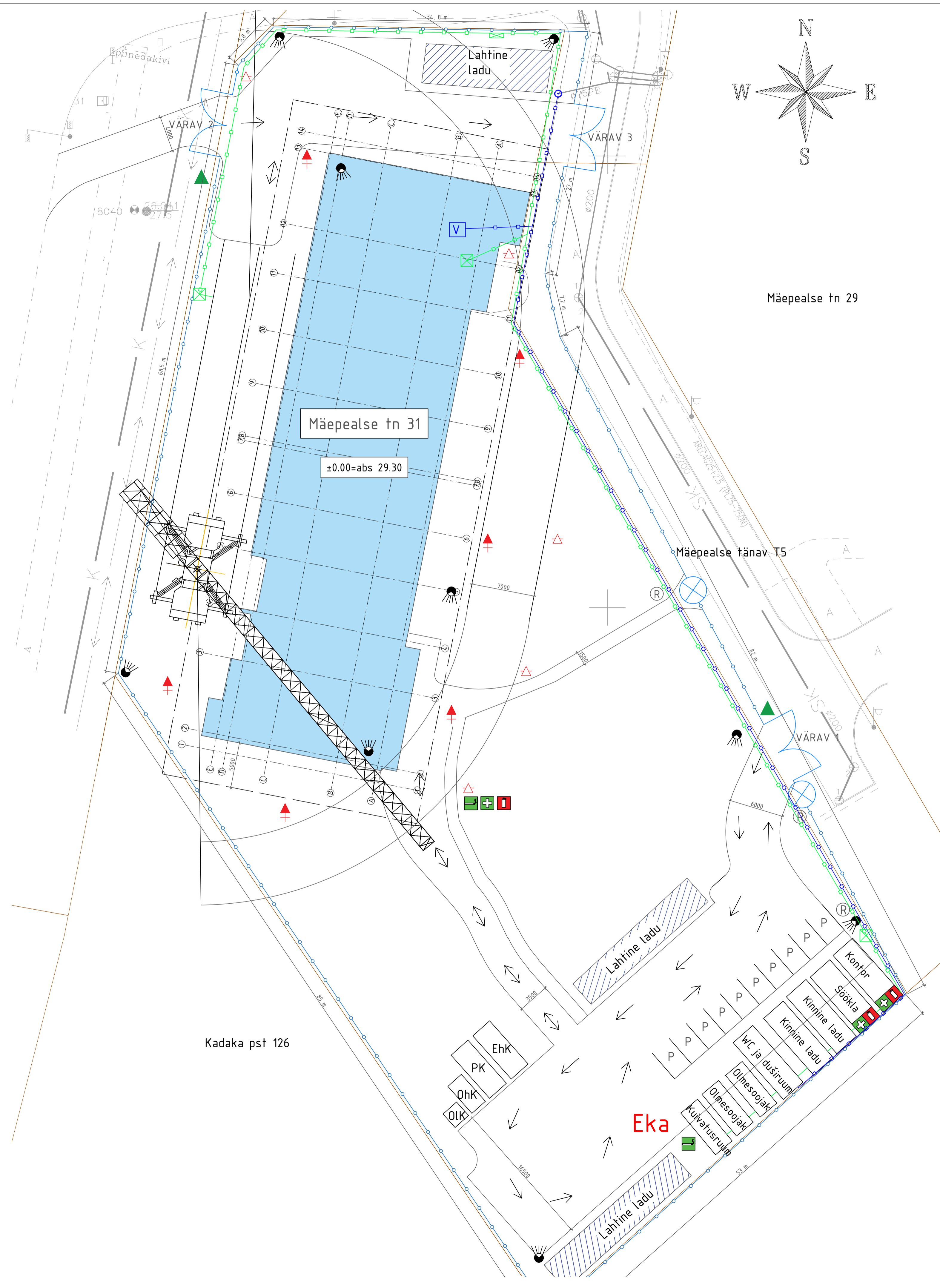
1. 20mm PÕRANDAKATE
2. 70mm RAUDETOONPLAAT, betoon C25/30 armeeritud võrguga S-150, perimeetril ja avade ümber kontuurraud, eraldatakse vertikaalsetes konstruktsioonides elastse vuuga 20mm
3. 0,2mm LAAGRIKIHT, 2xPE-kile 0,2mm, min ülekate 200mm;
4. 30mm HELISOLATSIOON, kõvad mineraalvilla plaadid sammumüra summutamiseks
5. 20mm, alumine EPS T-Acoustic 30mm;
6. 265mm KANDEKONSTRUKTSIOON, monteeritav õõnespaneel; VIIMISTLUSKIHT, siseviimistlus;

190 mm seina arvutuse
koormuste skeem







TTÜ INSENERITEADUSKOND		Magistritöö	Leht/Lehti: 3/10
Koostaja: Aleksandr Nartov	18.11.2024	Konstruktiooniosa joonised	
Juhendaja: Roode Liias	18.11.2024		
Ehituse ja arhitektuuri instituut		Ehitustehnoloogia ja platsikorralduse analüüs Tallinnas, Mäepealse 31 korterelamu-ärihoone ehitustööde näitel	

Ehitusplatsi üldplaan 1:250

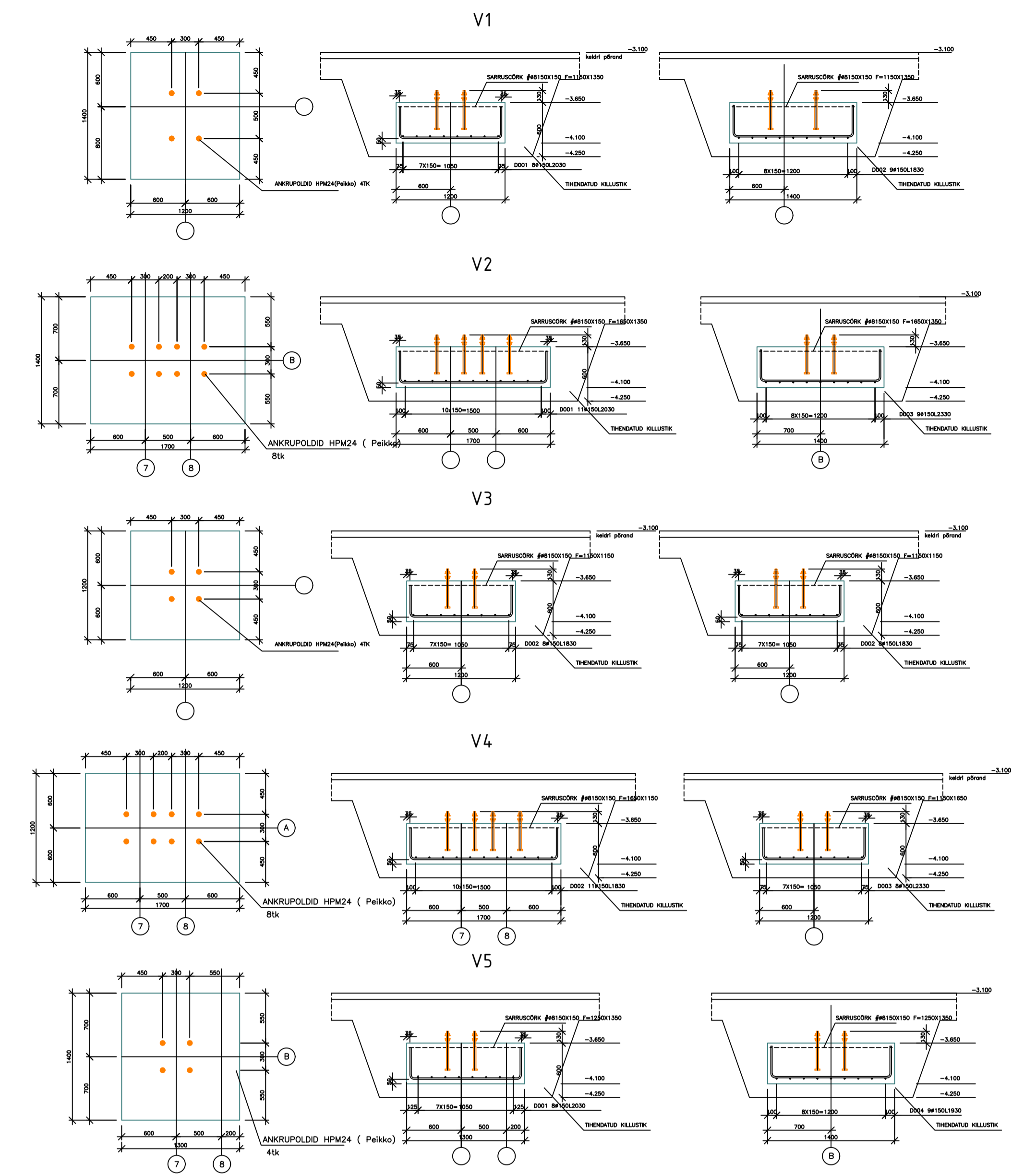
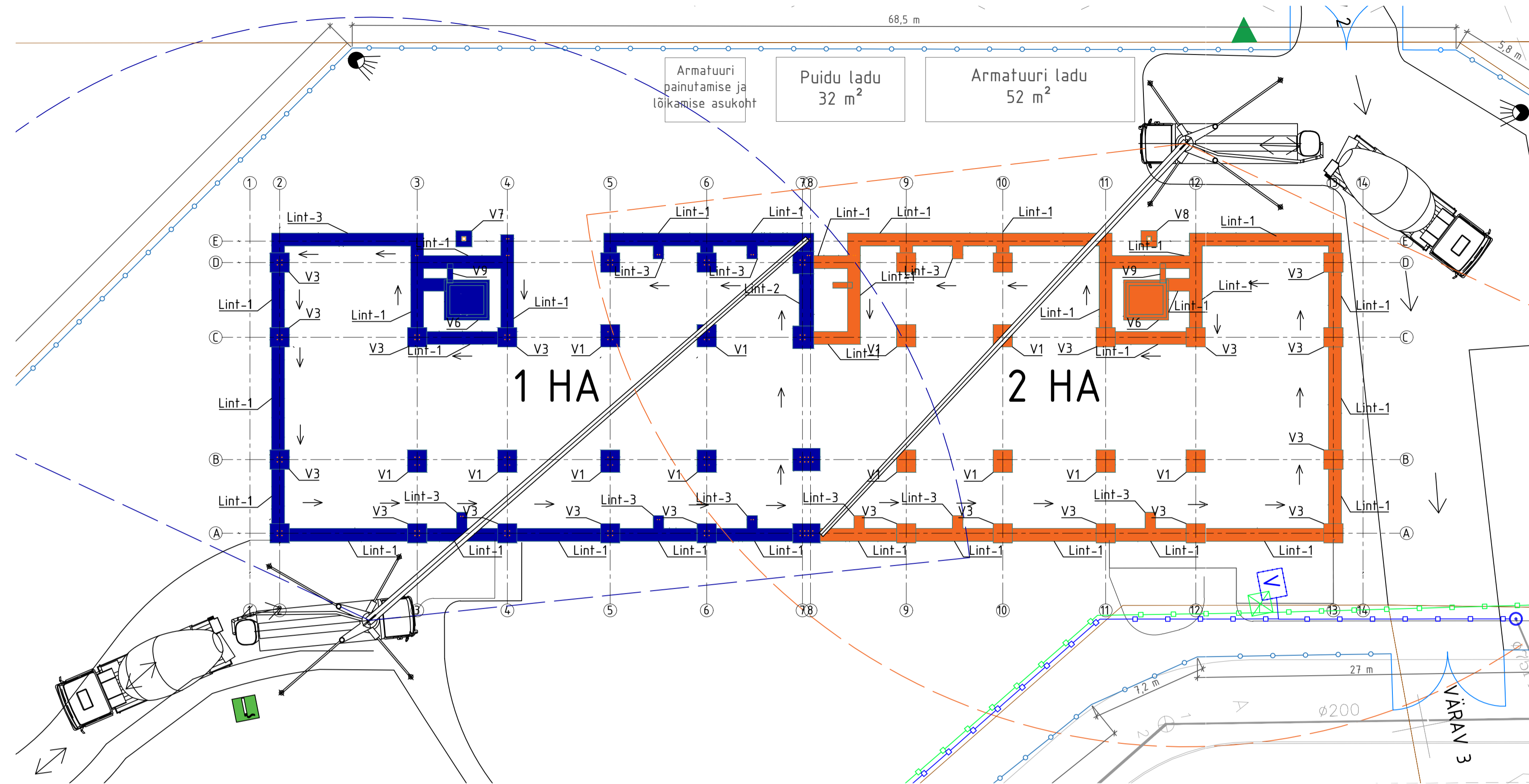


Tingmärgid:

-  - tornkraana seisupositsioon
-  - esmaabi karp
-  - tulekustutid
-  - platsi valgustid
-  - transpordi liikussund
-  - registreerimis punkt
-  - objekti väravad
-  - sissepääsu turnike
-  - objekti infosilt
-  - hoiatusmärk "Esemete langemise oht"
-  - hoiatusmärk "Ettevaatust! töötab kraana"
-  - ehitusjätmete konteiner
-  - puidujätmete konteiner
-  - ohtlikute jätmete konteiner
-  - olmejätmete konteiner
-  - parkimiskohad
-  - ajutine peakilp
-  - hoone ajutine jaotuskilp
-  - ajutine kaabliliin
-  - suitsetamise ala
-  - kraana ohuala
-  - ajutine vee liitumise punkt
-  - ajutine veetrass
-  - veevõtu koht
-  - ajutine piirdeaed
-  - evakueeritavate kogunemispunkti asukoht

 TTÜ INSENERITEADUSKOND		Magistritöö	Leht/Lehti: 4/10
Koostaja: Aleksandr Nartov	18.11.2024	Ehitusplatsi üldplaan	
Juhendaja: Roode Liias	18.11.2024		
Ehituse ja arhitektuuri instituut		Ehitustehnoloogia ja platsikorralduse analüüs Tallinnas, Mäepealse 31 korterelamu-ärihoone ehitustööde näitel	

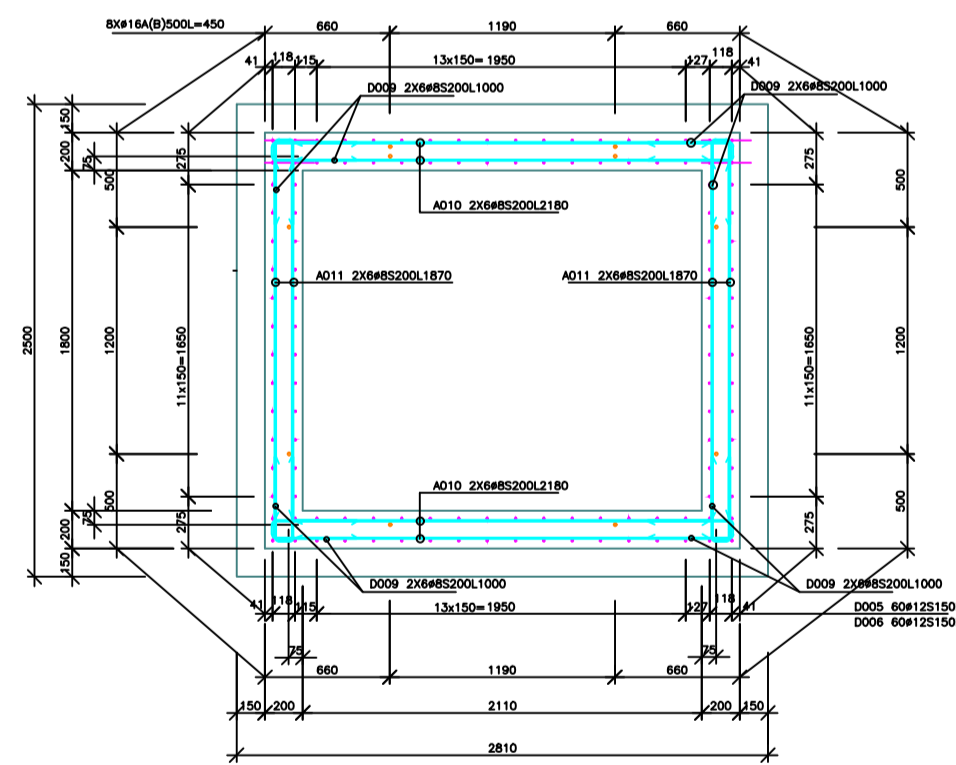
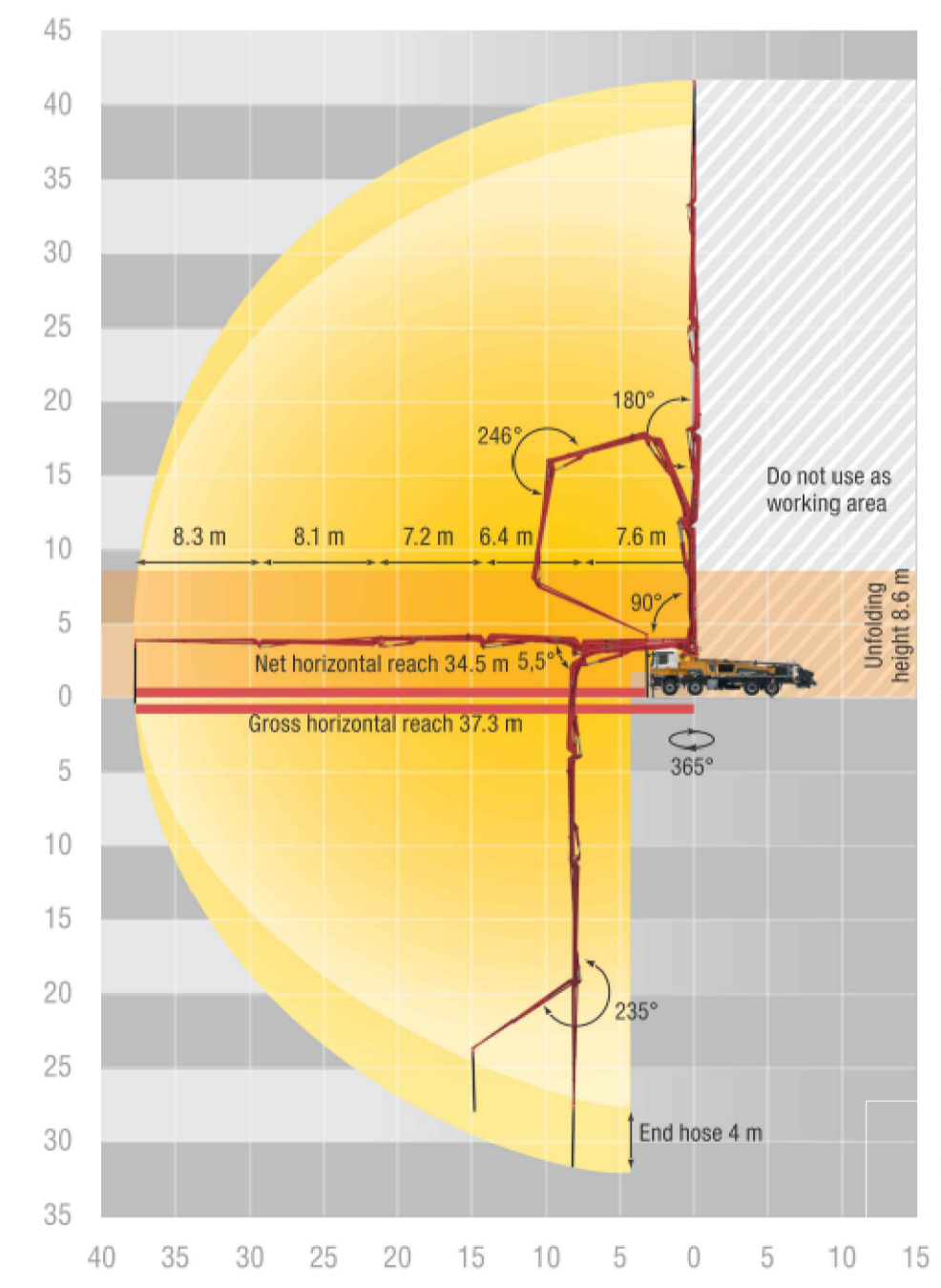
Vundamenditööde tehnoloogiline kaart



Vundamenditööde tehnoloogilised arvutused

Jrk nr	Töö nimetus	Eriala/mark	Arv	Haardeala kaupa							
				1				2			
				Normi	tööju-	kestus	Valitud	Normi	tööju-	kestus	Valitud
1	2	3	4	5.1	5.2	5.3	5.4	6.1	6.2	6.3	6.4
1	Rakestamine I etapp	Rakestaja	3	6,64	2,21	1,11	2	6,80	2,27	1,14	2
2	Sarrustamine I etapp	Töstukauto	1	0,31	0,31	0,16	2	0,32	0,32	0,16	2
3	Betoonimine I etapp	Sarrustaja	3	2,38	0,79	0,79	1	2,21	0,74	0,74	1
4	Lahtirakestamine I etapp	Töstukauto	1	0,014	0,01	0,01	2	0,013	0,01	0,01	2
5	Rakestamine II etapp	Betoneerija	3	2,56	0,85	0,85	1	2,59	0,86	0,86	1
6	Sarrustamine II etapp	Pump	1	0,609	0,61	0,61	2	0,61	0,61	0,61	2
7	Betoonimine II etapp	Rakestaja	3	5,4	1,8	0,90	2	5,41	1,8	0,90	2
8	Lahtirakestamine II etapp	Töstukauto	0	0	0	0	1	0,63	0,32	0,97	0,33

Autobetoonipump BSF 42

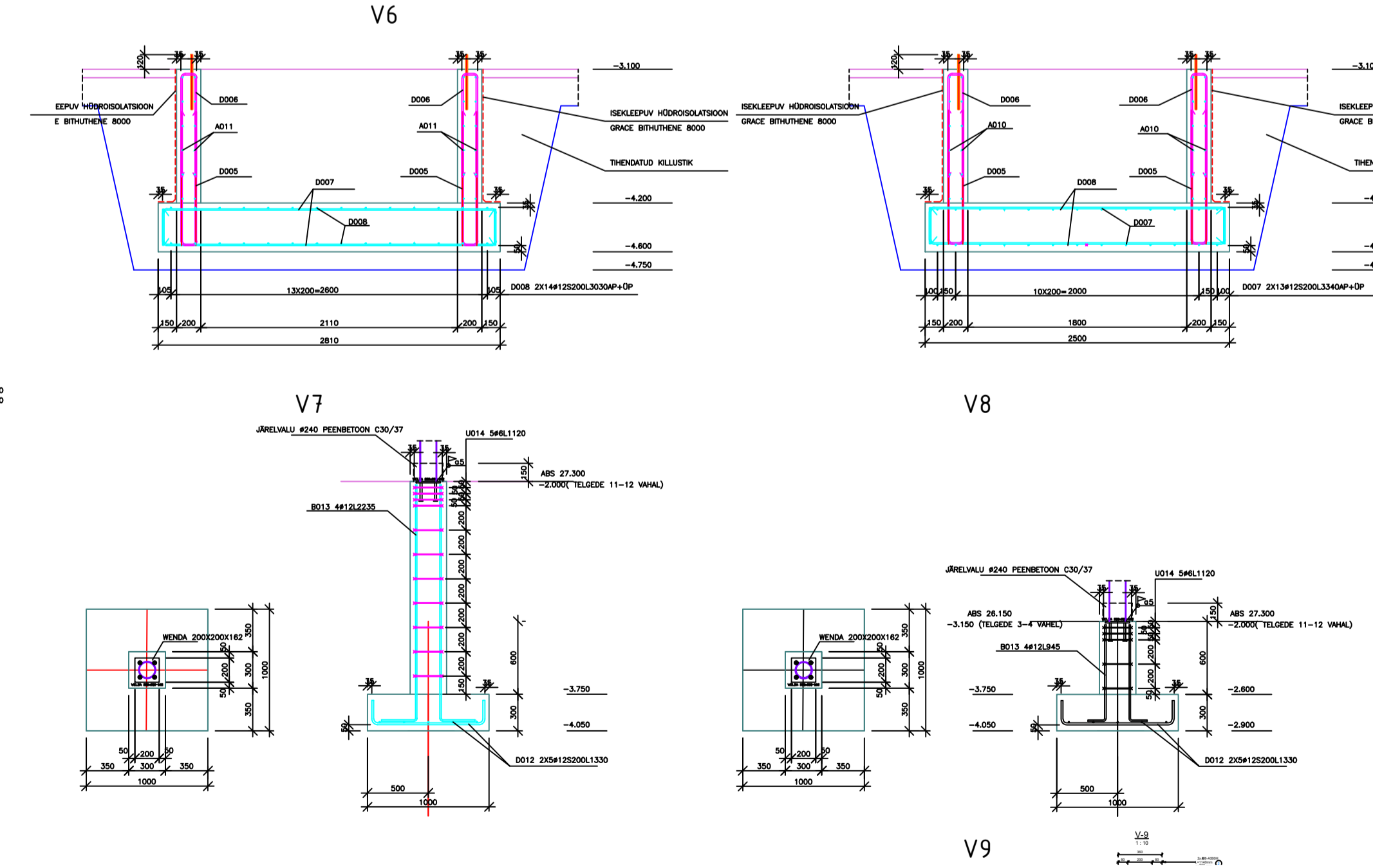
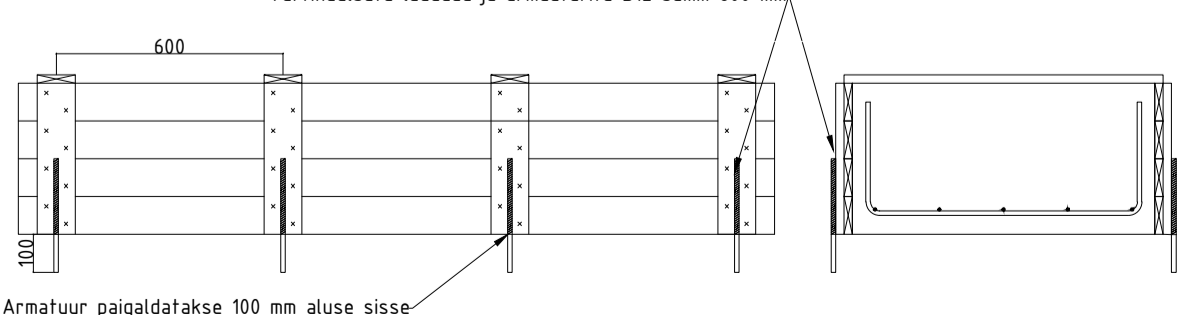


Puitraketise skeem M 1:20

Haardeala	Etapp	Tööde teostamise graafik																	
1	1	[Gantt chart for stage 1]																	
1	2	[Gantt chart for stage 2]																	
2	1	[Gantt chart for stage 1]																	
2	2	[Gantt chart for stage 2]																	
Tööpäevad		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Tähistus		Rakestamine			Sarrustamine			Betoneerimine			Lahtirakestamine								
Tööjõu vajadus erialade viisi																			
Rakestaja		3	3		3	3	3	3		2	3	3	2	2		1			
Sarrustaja			3					3								1			
Betoneerija				3					3	2					2				
Tööpäevad		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Tööjõu vajadus																			
		3								5					3				1
Tööpäevad		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Ehitusmasinate vajadus																			
Töstukauto		1	1	1															
Autobetoonipump BSF 42					1														
Betoonisegur				1															
Pump											1								1
Betooni vibratoor				1							1								1
Tööpäevad		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18

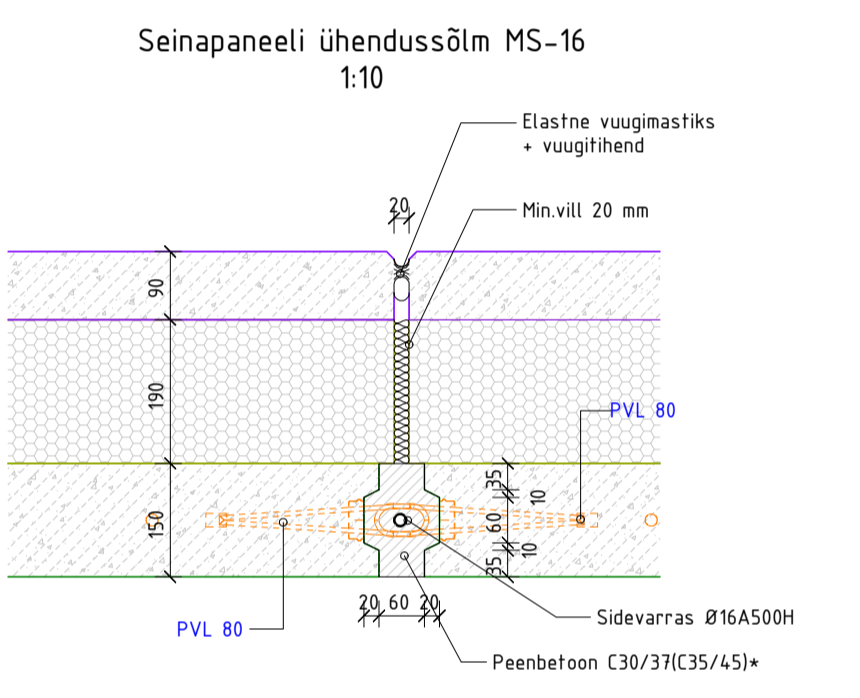
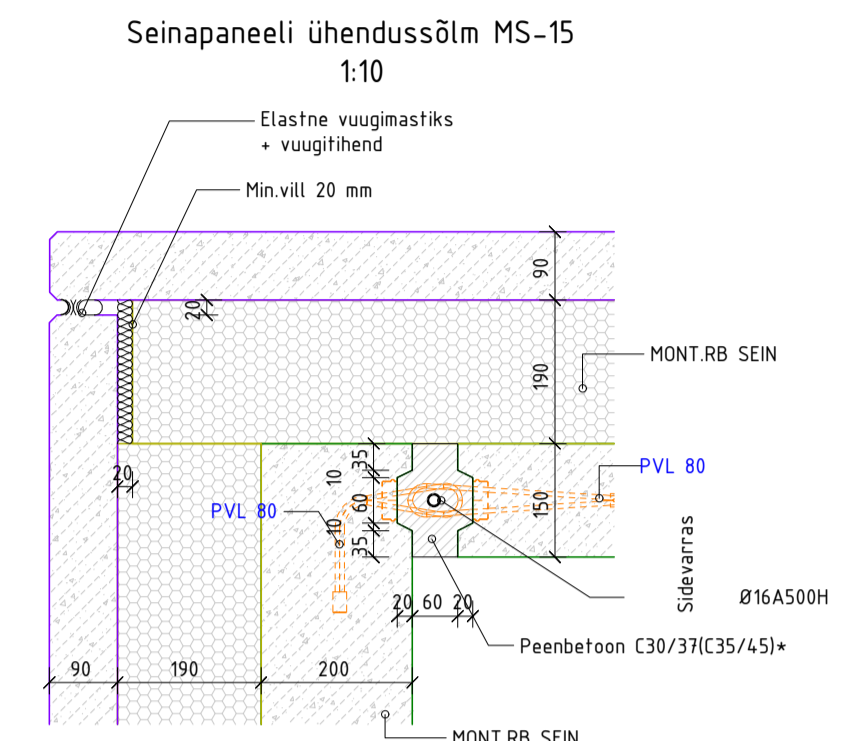
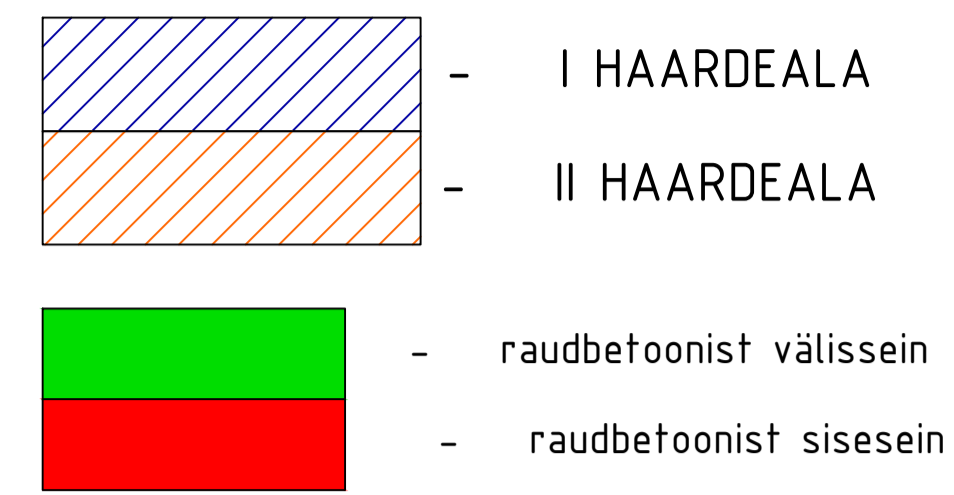
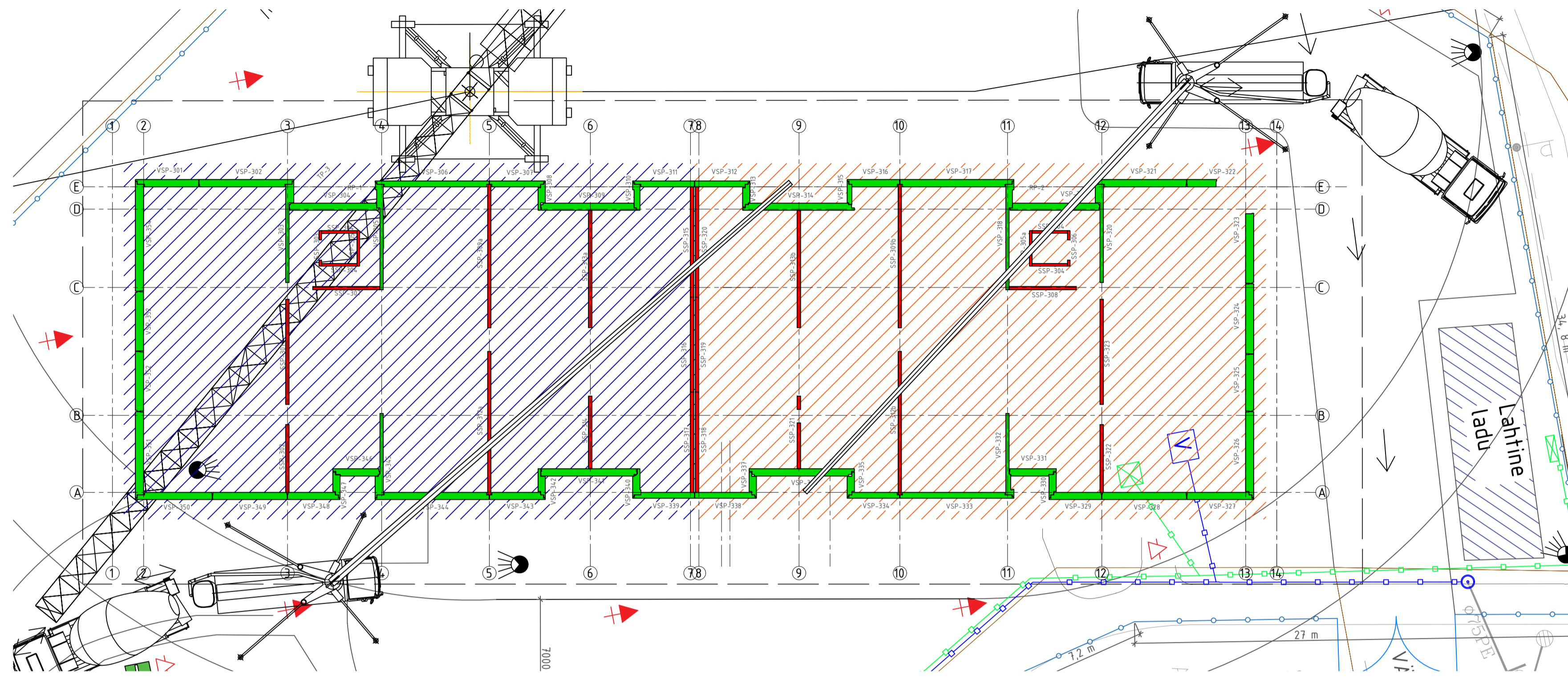
Materjalide vajadus

Materjalid	Ühik	HA 1	HA 2	Kokku
Raketise pindala	m²	123,4	126,2	126,2
Laud 22x100	m	1873	1916	1916
Pruss 50x100	m	502	514	514
D8	kg	590	569	1159
D12	kg	787	800	1587
D16	kg	1590	1340	2930
I etapp	m³	52,9	53,0	105,9
II etapp	m³	1,76	1,86	3,62



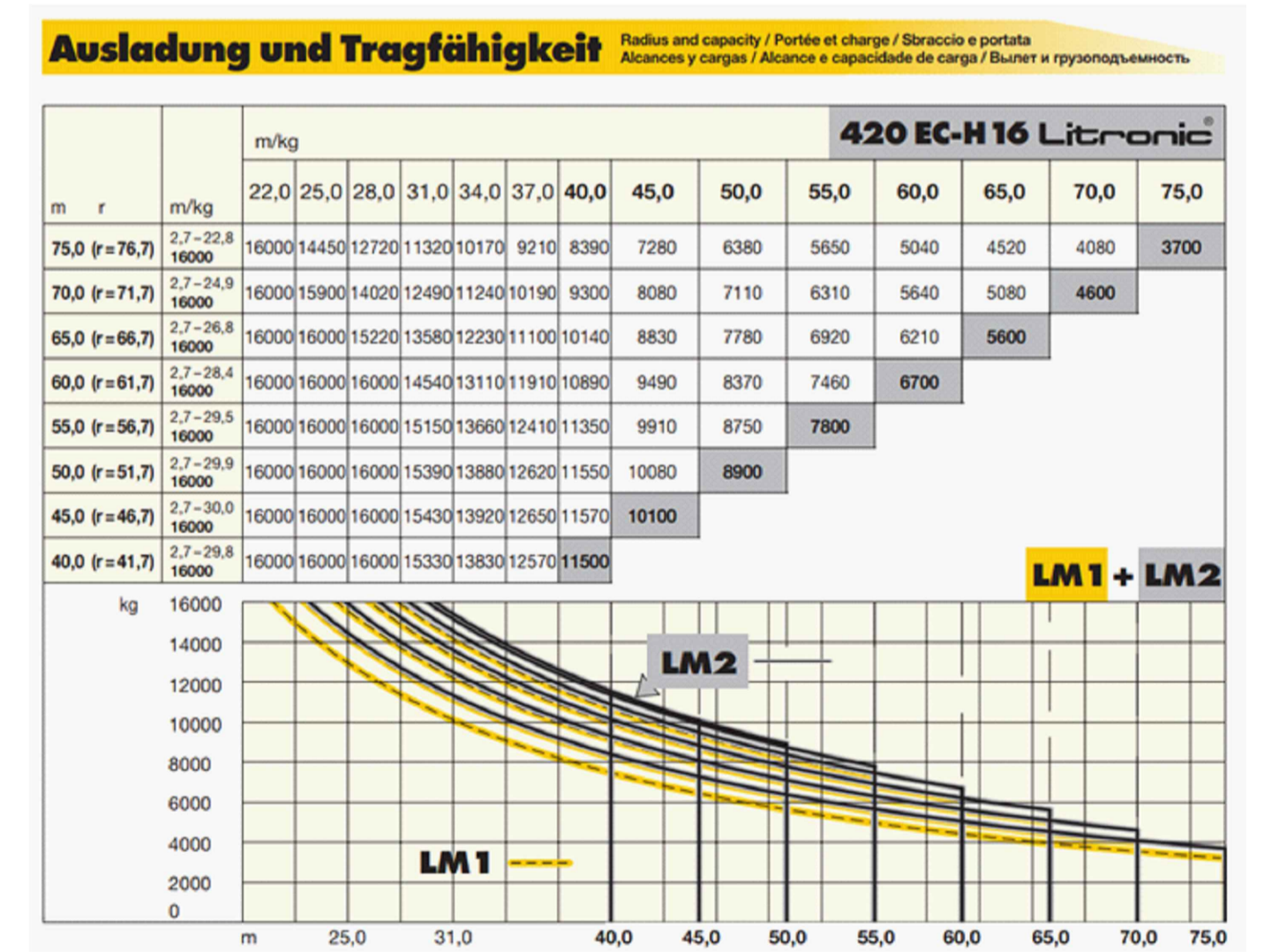
	TTÜ INSENERITEADUSKOND	Magistritöö	Leht/Lehti: 7/10
	Koostaja: Aleksandr Nartov Juhendaja: Roode Liias	18.11.2024 18.11.2024	Vundamenditööde tehnoloogiline kaart

Maapealse osa montaaži- ja betoonitööde tehnoloogiline kaart 2/2



Korrus		Haardeala		Maapealse osa montaaži- ja betoonitööde tööde graafik																																																																										
				Tööde teostamise graafik																																																																										
-1	1	1	1	[Gantt chart for floor -1]																																																																										
1	1	1	1	[Gantt chart for floor 1]																																																																										
2	1	1	1	[Gantt chart for floor 2]																																																																										
3	1	1	1	[Gantt chart for floor 3]																																																																										
4	1	1	1	[Gantt chart for floor 4]																																																																										
5	1	1	1	[Gantt chart for floor 5]																																																																										
6	1	1	1	[Gantt chart for floor 6]																																																																										
Tähistus		Tööjõu vajadus erialade viisi																																																																												
Raudbetoonpostide montaaž		[Resource requirements for concrete columns]																																																																												
Raudbetoonpostide monolitiseerimine		[Resource requirements for concrete column casting]																																																																												
Raudbetoonseinte montaaž		[Resource requirements for concrete walls]																																																																												
Raudbetoonseinte monolitiseerimine		[Resource requirements for concrete wall casting]																																																																												
Rõduterastalade montaaž		[Resource requirements for floor slabs]																																																																												
Terastalade ja postide montaaž		[Resource requirements for floor slabs and columns]																																																																												
Õõspaneelide montaaž		[Resource requirements for ceiling panels]																																																																												
Õõspaneelide sarrustamine		[Resource requirements for ceiling panel reinforcement]																																																																												
Trepielementide montaaž		[Resource requirements for stairs]																																																																												
Monoliitse raudbetoonist vahelagede raketamine		[Resource requirements for concrete slab formwork]																																																																												
Monoliitse raudbetoonist vahelagede betoonimine		[Resource requirements for concrete slab pouring]																																																																												
Monoliitse raudbetoonist vahelagede lahtiraketamine		[Resource requirements for concrete slab formwork removal]																																																																												
Monoliitse raudbetoonist seinte raketamine		[Resource requirements for wall formwork]																																																																												
Monoliitse raudbetoonist seinte betoonimine		[Resource requirements for wall pouring]																																																																												
Monoliitse raudbetoonist seinte lahtiraketamine		[Resource requirements for wall formwork removal]																																																																												
Rõduplaadide montaaž		[Resource requirements for floor slab reinforcement]																																																																												
Katuse raudbetoonseinte montaaž		[Resource requirements for roof concrete walls]																																																																												
Monteerija		Tööjõu vajadus																																																																												
Raketaja		[Resource requirements for formwork]																																																																												
Sarrustaja		[Resource requirements for reinforcement]																																																																												
Betoneerija		[Resource requirements for concrete pouring]																																																																												
Kraana		Ehitusmasinate vajadus																																																																												
Autobetoonipump		[Resource requirements for concrete pump]																																																																												
Tööpäevad		[Resource requirements for work days]																																																																												
Korrus		Haardeala		Tööde teostamise graafik																																																																										
				[Gantt chart for floor -1]																																																																										
1	1	1	1	[Gantt chart for floor 1]																																																																										
2	1	1	1	[Gantt chart for floor 2]																																																																										
3	1	1	1	[Gantt chart for floor 3]																																																																										
4	1	1	1	[Gantt chart for floor 4]																																																																										
5	1	1	1	[Gantt chart for floor 5]																																																																										
6	1	1	1	[Gantt chart for floor 6]																																																																										
Tähistus		Tööjõu vajadus erialade viisi																																																																												
Raudbetoonpostide montaaž		[Resource requirements for concrete columns]																																																																												
Raudbetoonpostide monolitiseerimine		[Resource requirements for concrete column casting]																																																																												
Raudbetoonseinte montaaž		[Resource requirements for concrete walls]																																																																												
Raudbetoonseinte monolitiseerimine		[Resource requirements for concrete wall casting]																																																																												
Rõduterastalade montaaž		[Resource requirements for floor slabs]																																																																												
Terastalade ja postide montaaž		[Resource requirements for floor slabs and columns]																																																																												
Õõspaneelide montaaž		[Resource requirements for ceiling panels]																																																																												
Õõspaneelide sarrustamine		[Resource requirements for ceiling panel reinforcement]																																																																												
Trepielementide montaaž		[Resource requirements for stairs]																																																																												
Monoliitse raudbetoonist vahelagede raketamine		[Resource requirements for concrete slab formwork]																																																																												
Monoliitse raudbetoonist vahelagede betoonimine		[Resource requirements for concrete slab pouring]																																																																												
Monoliitse raudbetoonist vahelagede lahtiraketamine		[Resource requirements for concrete slab formwork removal]																																																																												
Monoliitse raudbetoonist seinte raketamine		[Resource requirements for wall formwork]																																																																												
Monoliitse raudbetoonist seinte betoonimine		[Resource requirements for wall pouring]																																																																												
Monoliitse raudbetoonist seinte lahtiraketamine		[Resource requirements for wall formwork removal]																																																																												
Rõduplaadide montaaž		[Resource requirements for floor slab reinforcement]																																																																												
Katuse raudbetoonseinte montaaž		[Resource requirements for roof concrete walls]																																																																												
Monteerija		Tööjõu vajadus																																																																												
Raketaja		[Resource requirements for formwork]																																																																												
Sarrustaja		[Resource requirements for reinforcement]																																																																												
Betoneerija		[Resource requirements for concrete pouring]																																																																												
Kraana		Ehitusmasinate vajadus																																																																												
Autobetoonipump		[Resource requirements for concrete pump]																																																																												
Tööpäevad		[Resource requirements for work days]																																																																												

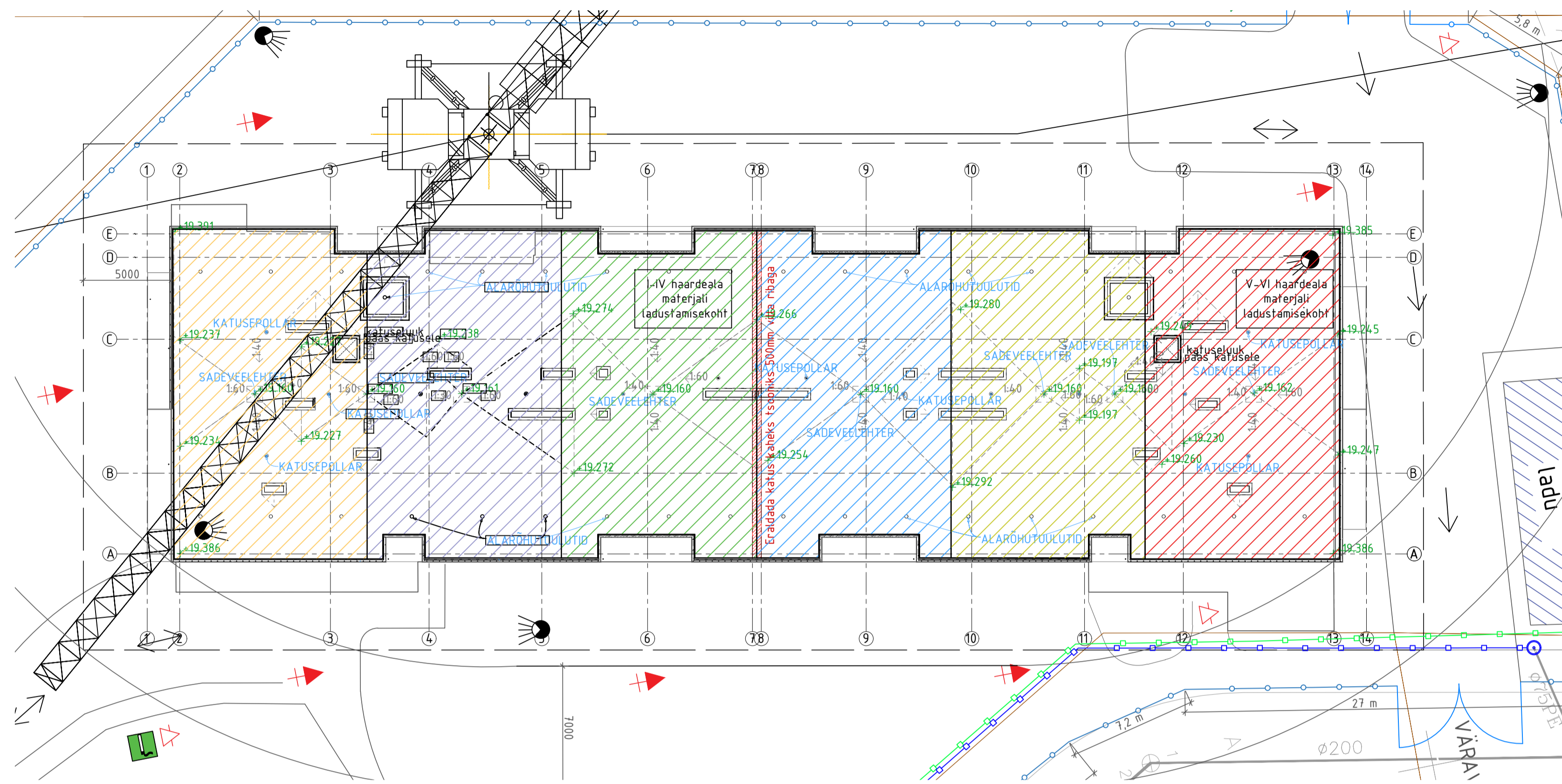
Tornkraana noolepikkus ja tõstevõime



*Märkused:
 Seinapaneelid paigaldamisel kasutatakse kõrgustliikuri rihimiseks terasest distantsplaate. Seinapaneelid paigaldatakse ühtlaselt toepinna alla valatud peenbetoonist C30/37 või C35/45 sängituspinna. Seinte horisontaal ja vertikaalvuukidesse valada üldjuhul peenbetooni C30/37. Väija arvatud I korruse seinte vuugid mis asuvad teljel-3 kuni teljel-12 seal tuleb kasutada peenbetooni C35/45. Lisaks peab teljel-3 ja teljel-12 asuvatel seintel kasutama peenbetooni C35/45 iga korruse seina horisontaal ja vertikaalvuugis.

TALTECH TTÜ INSENERITEADUSKOND Koostaja: Aleksandr Nartov Juhendaja: Roode Liias		Magistritöö 18.11.2024 18.11.2024	Leht/Lehti: 9/10 Maapealse osa montaaži- ja betoonitööde tehnoloogiline kaart 2/2 Ehituse ja arhitektuuri instituut
---	--	---	--

Katusekattetööde tehnoloogiline kaart



Katusekattetööde tehnoloogilised arvutused

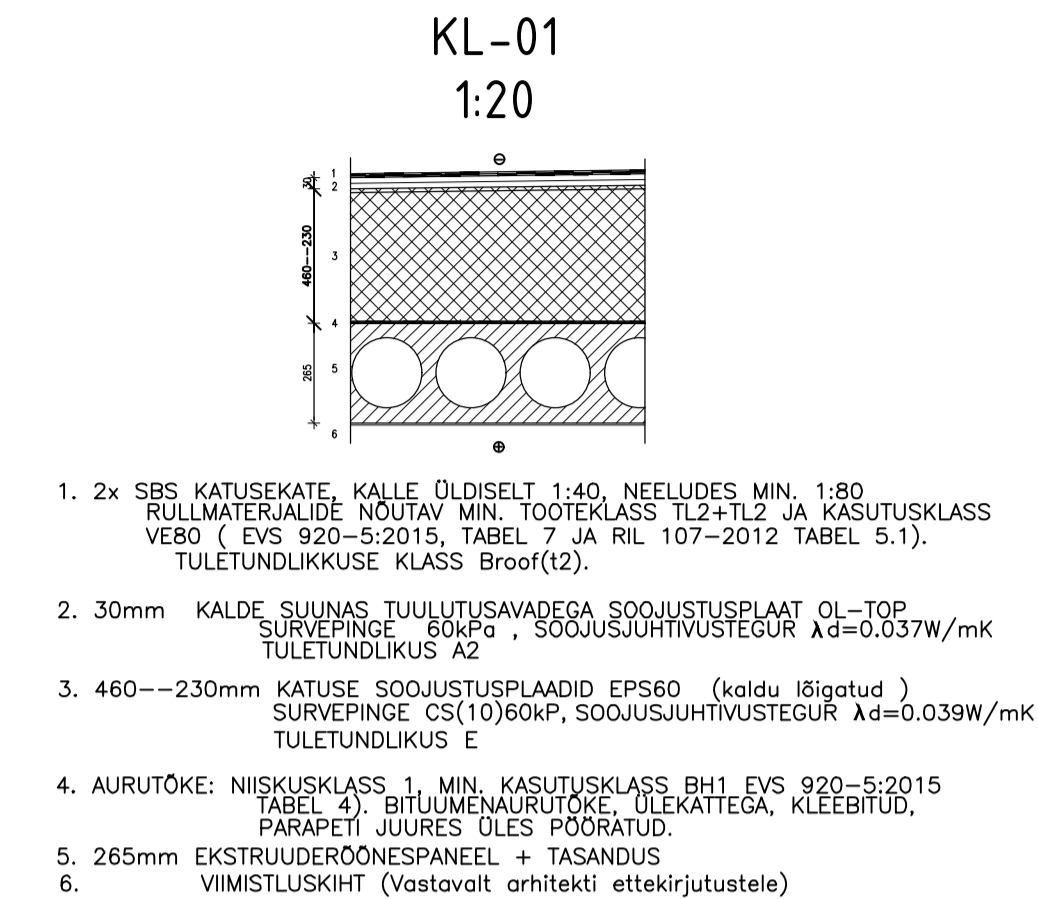
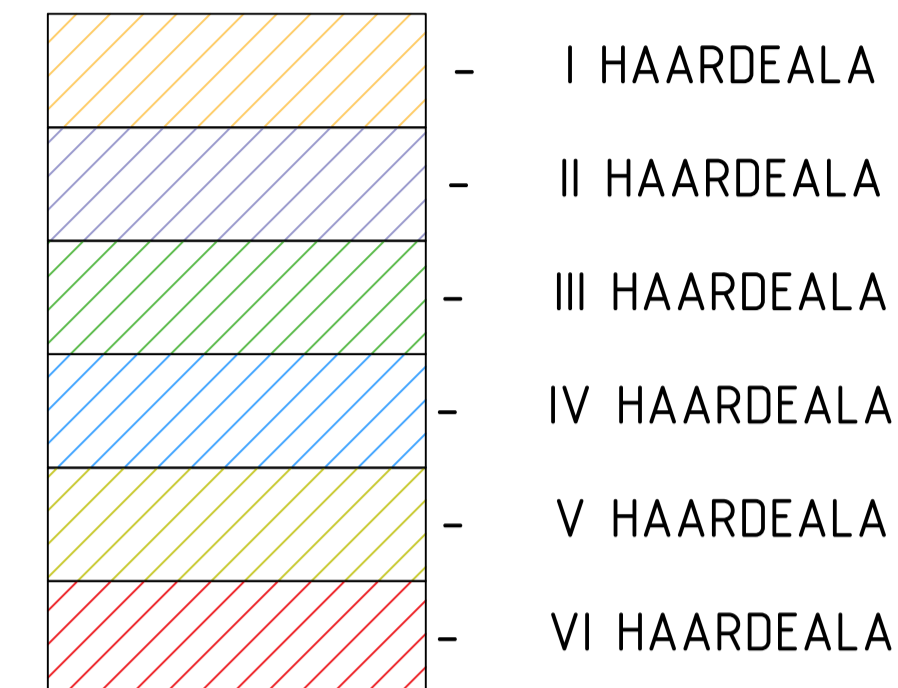
Dok nr.	Töö nimetus	Eriala/mark	Arv	Haardeala kaupa																	
				4			5			6											
				Normatiivne	Valitud	Normatiivne	Valitud	Normatiivne	Valitud												
1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21

Haardeala	Tööde teostamise graafik																				
1																					
2																					
3																					
4																					
5																					
6																					

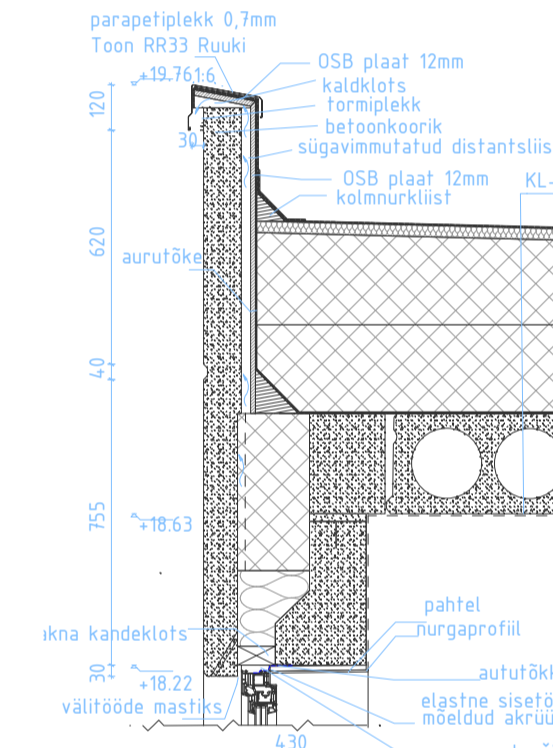
Tööpäevad																					
Tööpäevad	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
Tähistus	Eeltööd ja aurutõke paigaldus	Soojustusplaatide ja bituumenrulli materjali esimese kihi paigaldus	SBS bituumenrulli materjali teise kihi paigaldus	Parapetiipleki paigaldus	Järeltööd																

Tööjõu vajadus																					
Katusemeister	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Plekksepp																					
Tööpäevad	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21

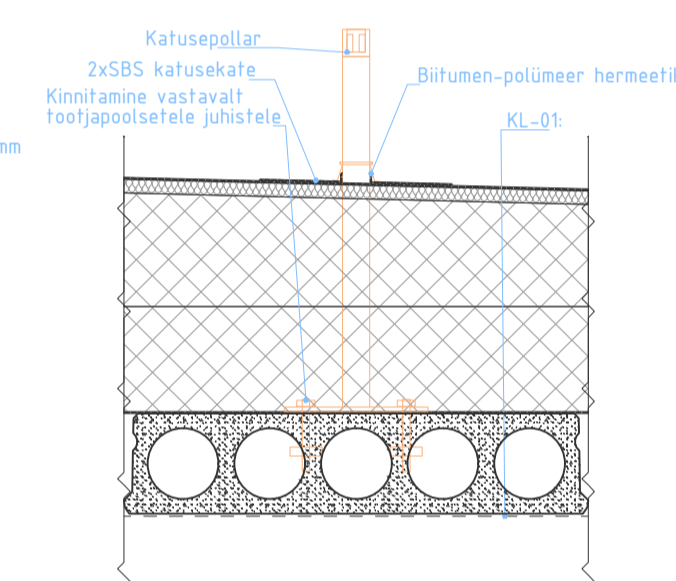
Materjalide vajadus		Ühik	1 HA	2 HA	3 HA	4 HA	5 HA	6 HA	Kokku
Bitumeenaaurutõke	m²	297	283	276	275	284	298	298	1713
SBS katusekate alumine kiht	m²	297	283	276	275	284	298	298	1713
SBS katusekate ülemine kiht	m²	297	283	276	275	284	298	298	1713
Katuse soojustusplaadid EPS60	m²	216	207	211	210	209	217	217	1270
Tuulutusavadega soojustusplaat OL-TOP	m²	216	207	211	210	209	217	217	1270
Parapetiiplekk	m	44,2	27,8	30	29,7	27,8	44,4	44,4	203,9



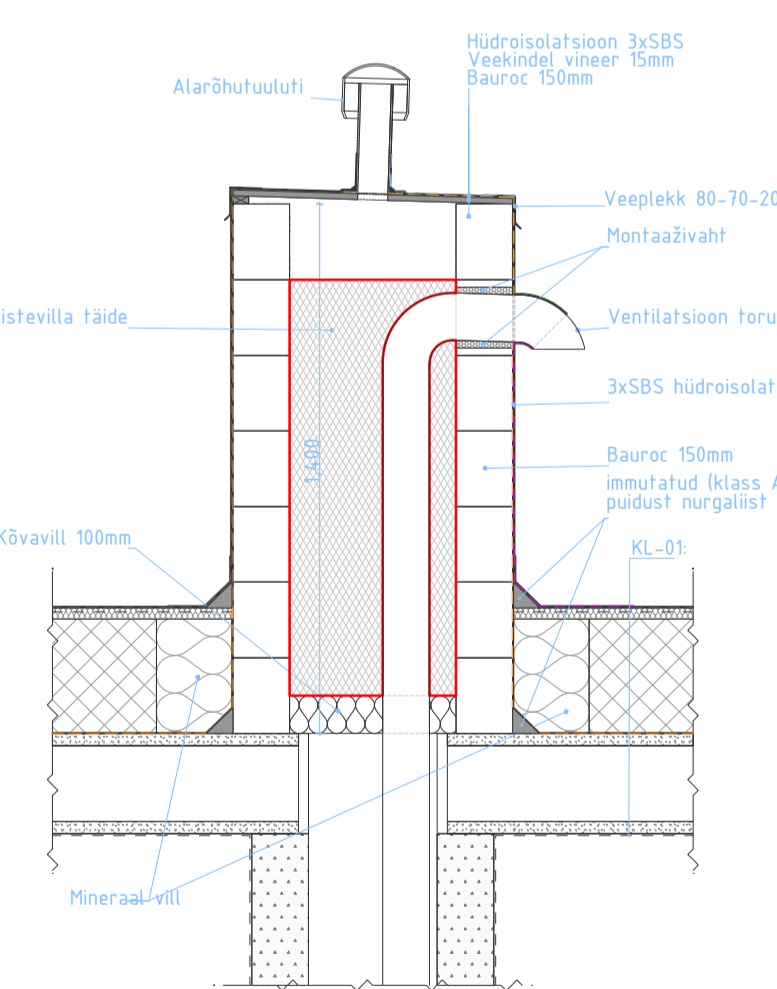
Parapett 1:20



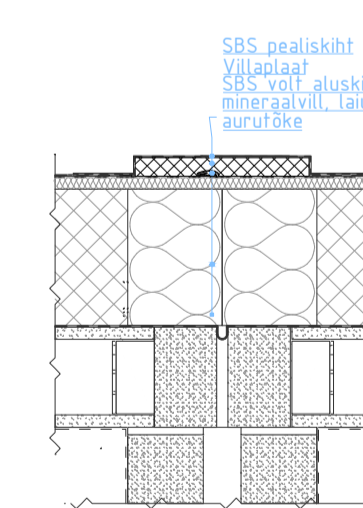
Katusepollar 1:20



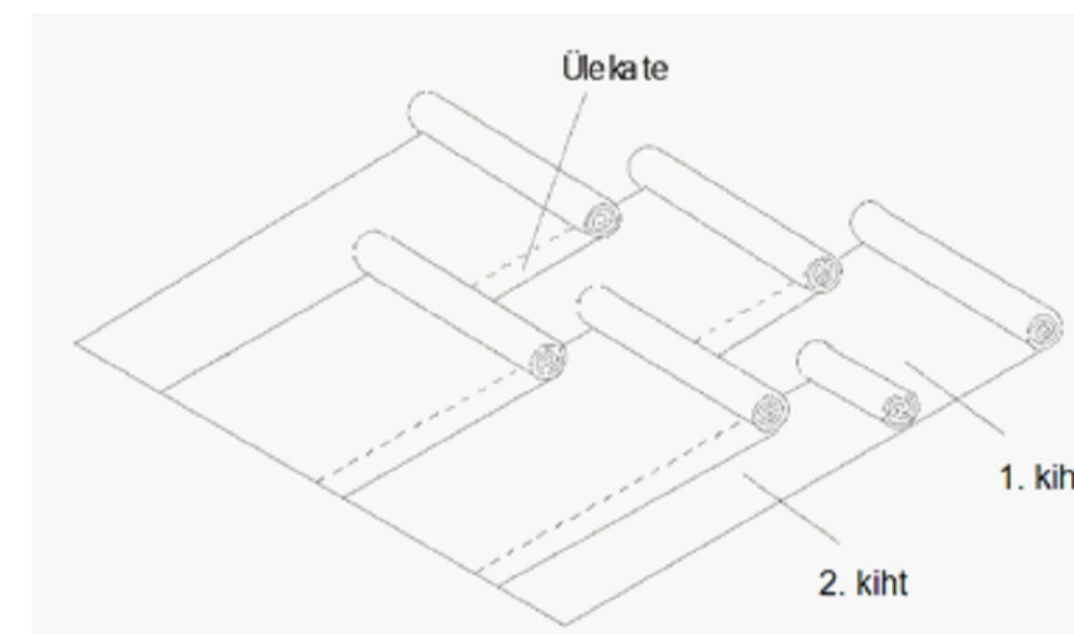
Katusešaht 1:20



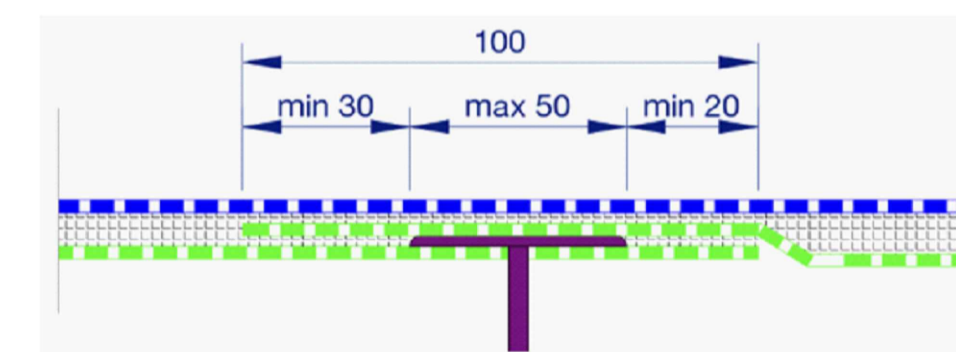
Katuse deformatsioonivuuk 1:20



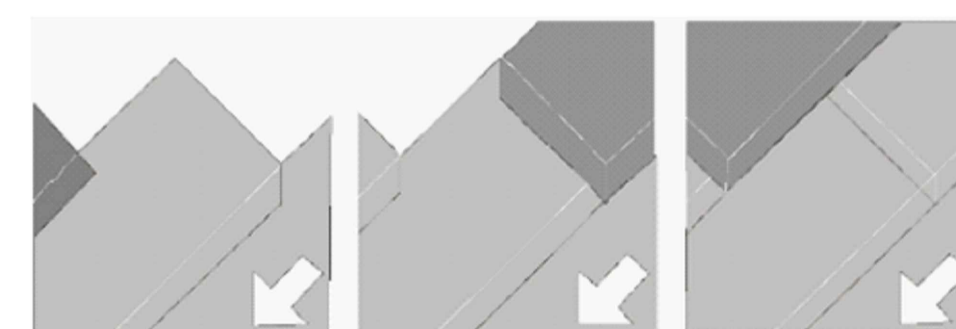
Kahekihiline lahendus nihkega 1/2 rullilaiust



Kahekihilise bituumenrullmaterjali aluskihi kinnitamine 100 mm ülekattega



Bituumenrullmaterjali nurkade tagasilõiked



TTÜ INSENERITEADUSKOND		Magistritöö	Leht/Lehti: 10/10
Koostaja: Aleksandr Nartov	18.11.2024	Katusekattetööde tehnoloogiline kaart	
Juhendaja: Roode Liias	18.11.2024		
Ehituse ja arhitektuuri instituut		Ehitustehnoloogia ja platiskorralduse analüüs Tallinnas, Mäepealse 31 korterelamu-ärihoone ehitustööde näitel	