



TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOL
INSENERITEADUSKOND
Ehituse ja arhitektuuri instituut

**EHITUSTEHNOLÓGIA JA PLATSIKORRALDUSE
ANALÜÜS TALLINNAS, METALLI 5 EHITATAVA
BÜROOHOONE NÄITEL**

**ANALYSIS OF CONSTRUCTION TECHNOLOGY AND
BUILDING SITE MANAGEMENT BASED ON THE CASE
STUDY OF THE OFFICE BUILDING AT 5 METALLI
STREET IN TALLINN**

MAGISTRITÖÖ

Üliõpilane: Rebeka Solveig Velton

Üliõpilaskood 131917EAEI

Juhendaja: Virgo Sulakatko

Tallinn 2022

AUTORIDEKLARATSIOON

Olen koostanud lõputöö iseseisvalt.

Lõputöö alusel ei ole varem kutse- või teaduskraadi või inseneridiplomit taotletud.

Kõik töö koostamisel kasutatud teiste autorite tööd, olulised seisukohad, kirjandusallikatest ja mujalt pärinevad andmed on viidatud.

16. mai 2022

Autor:
/ allkiri /

Töö vastab magistritööle esitatud nõuetele.

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

Juhendaja:
/ allkiri /

Kaitsmisele lubatud

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

Kaitsmiskomisjoni esimees:

.....
/ nimi ja allkiri /

LIHTLITSENTS LÕPUTÖÖ REPRODUTSEERIMISEKS JA LÕPUTÖÖ ÜLDSUSELE KÄTTESAADAVAKS TEGEMISEKS

Mina, **Rebeka Solveig Veltson**, sünd. 11.05.1994

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

Ehitustehnoloogia ja platsikorralduse analüüs Tallinnas, Metalli 5 ehitatava büroohoone näitel,

mille juhendaja on Virgo Sulakatko.

1.1 reprodutseerimiseks lõputöö säilitamise ja elektroonse avaldamise eesmärgil, sh Tallinna Tehnikaülikooli raamatukogu digikogusse lisamise eesmärgil kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni;

1.2 üldsusele kättesaadavaks tegemiseks Tallinna Tehnikaülikooli veebikeskkonna kaudu, sealhulgas Tallinna Tehnikaülikooli raamatukogu digikogu kaudu kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni.

2. Olen teadlik, et käesoleva lihtlitsentsi punktis 1 nimetatud õigused jäävad alles ka autorile.

3. Kinnitan, et lihtlitsentsi andmisega ei rikuta teiste isikute intellektuaalomandi ega isikuandmete kaitse seadusest ning muudest õigusaktidest tulenevaid õigusi.

_____ (kuupäev)

Lihtlitsents ei kehti juurdepääsupiirangu kehtivuse ajal vastavalt üliõpilase taotlusele lõputööle juurdepääsupiirangu kehtestamiseks, mis on allkirjastatud teaduskonna dekaani poolt, välja arvatud ülikooli õigus lõputööd reprodutseerida üksnes säilitamise eesmärgil. Kui lõputöö on loonud kaks või enam isikut oma ühise loomingu tegevusega ning lõputöö kaas- või ühisautor(id) ei ole andnud lõputööd kaitsvale üliõpilasele kindlaksmääratud tähtajaks nõusolekut lõputöö reprodutseerimiseks ja avalikustamiseks vastavalt lihtlitsentsi punktidele 1.1. ja 1.2, siis lihtlitsents nimetatud tähtaja jooksul ei kehti.



Ehituse ja arhitektuuri instituut

LÕPUTÖÖ ÜLESANNE

Üliõpilane: **REBEKA SOLVEIG VELTSON**

Üliõpilaskood **131917**

Õppekava: **EAEI02 Ehitiste projekteerimine ja ehitusjuhtimine**

Peeriala: Ehitusmajandus ja juhtimine

Lõputöö teema:

EHITUSTEHNOLOOGIA JA PLATSIKORRALDUSE ANALÜÜS TALLINNAS, METALLI 5 EHITATAVA BÜROOHOONE NÄITEL

Analysis of construction technology and building site management based on the case study of the office building at 5 Metall Street in Tallinn

Juhendaja: **Teadur Virgo Sulakatko**

Virgo.sulakatko@taltech.ee

Lõputöö konsultandid:

Tiitel või ametikoht, Ees- ja
Perekonnanimi

Kontakt (e-post või
telefon)

Allkiri ja kuupäev

Lektor Johannes Pello

Johannes.pello@taltech.ee

Lõputöö põhieesmärgid:

1. Töötada välja tehnoloogilised ja korralduslikud lahendused
2. Konstruktiivse lahenduse muutmine ja tasuvusarbutus

Töö keel: eesti keel

Lõputöö etapid ja ajakava:

Ülesande kirjeldus	Tähtaeg
1. Sissejuhatus: lähteandmed, eritingimused	23.05.2022
2. Arhitektuurne osa	23.05.2022
3. Konstruktsiooni osa: r/b parklalaes teljel B betoontala arvutus	23.05.2022
4. Ehitusplatsi üldplaan	23.05.2022
5. Koondkalenderplaan	23.05.2022
6. Tehnoloogilised kaardid <ul style="list-style-type: none"> • Plaatvundamendi ehitus (betoonitööd) • Raudbetoonist kandvate seinte ehitus • Müüritööd • Vahelagede ehitustööd • Katusekattetööd 	23.05.2022
7. Majandus- ja uurimuslik osa: Monoliitse seina asendus täisvalatud müürikivist seinaga	23.05.2022
8. Töö- ja keskkonnakaitse	23.05.2022
Kokkuvõtte eesti keeles	23.05.2022
Kokkuvõtte inglise keeles	23.05.2022

Lõputööde 95% ülevaatus, mille läbimine on kaitsmise eelduseks	04.05.2022

Esitlusmaterjalid kaitsmisel: A1 joonised

Kirjeldus	Tähtaeg
1 Arhitektuursed joonised – 2 lehte	23.05.2022
2 Ehitusplatsi üldplaan – 1 leht	23.05.2022
3 Koondkalenderplaan – 1 leht	23.05.2022
4 Konstruktsiooni osa – 1 leht	23.05.2022
5 Tehnoloogilised kaardid – 5 lehte	23.05.2022

Lõputöö esitamise tähtaeg: 23. mai 2022

Lõputöö ülesanne välja antud: 21.02.2019

Juhendaja: Virgo Sulakatko

Ülesande vastu võtnud: Rebeka Solveig Veltson

Avalikustamise
piirangu tingimused: puuduvad

SISUKORD

Lihtlitsents lõputöö reprodutseerimiseks ja lõputöö üldsusele kättesaadavaks tegemiseks.....	3
SISUKORD.....	7
EESSÕNA	10
GRAAFILISE MATERJALI LOETELU.....	11
SISSEJUHATUS.....	12
1. LÄHTEANDMED, ERITINGIMUSED.....	14
1.1 Asukoht	14
1.2 Ligipääs.....	14
1.3 Pinnaserljeef	14
1.4 Haljastus.....	14
1.5 Eritingimused	14
2. ARHITEKTUURNE OSA	16
2.1 Arhitektuurne lahendus	16
2.1.1 Plaanilahendus.....	16
2.2 Konstruktiivne lahendus	16
2.2.1 Vundament	17
2.2.2 Soklikorruse konstruktsioonid ja süvendid	17
2.2.3 Kandeseinad.....	17
2.2.4 Mittekandvad seinad	17
2.2.5 Vahelaed	18
2.2.6 Trepid	18
2.2.7 Katus.....	18
2.2.8 Hüdrolatsioonid.....	19
2.3 Siseviimistlus.....	20
2.3.1 Põrandapinnad.....	20
2.3.2 Siseseinad.....	20
2.3.3 Laed.....	20
2.3.4 Aknad	20
2.3.5 Välisviimistlus.....	21
2.4 Tehnosüsteemid.....	22
2.4.1 Ventilatsioonisüsteem	22
2.4.2 Küttesüsteem	22

2.4.3	Veevarustus.....	22
2.4.4	Kanalisatsioonisüsteem.....	23
2.4.5	Elekter	23
2.4.6	Tulekaitse	23
2.5	Hoone tehnilised näitajad.....	24
3.	Konstruksiooni osa.....	26
3.1	Keldrikorruse vahelae ja katuslae koormused	26
3.2	Talale teljel B mõjuvad sisejõud.....	28
3.3	Pikiarmatuuri dimensioneerimine	29
3.4	Põikarmatuuri dimensioneerimine	32
3.5	Armatuuri ankurduse kontroll	34
4.	Ehitusplatsi üldplaan.....	36
4.1	Tornkraana valik.....	36
4.1.1	Töötamine ohualas	36
4.2	Ehitusplatsi teed ning platsid	37
4.3	Ajutised hooned.....	37
4.4	Ehitusplatsi valgustus.....	37
4.5	Ehitusplatsi valve ja piirded	38
4.6	Ehitusaegne keskkonnakaitse	38
5.	KOONDKALENDERPLAAN	39
5.1	Üldist.....	39
5.1.1	Tööde teostamine	39
5.2	Ehitusmaksumus	40
6.	TEHNOLOOGILISED KAARDID	42
6.1	Üldist.....	42
6.2	Plaatvundamendi ehitus	42
6.2.1	Eeltööd	42
6.2.2	Rakestamine.....	43
6.2.3	Armeerimine	43
6.2.4	Betoneerimine	43
6.2.5	Tööjõuvajadus.....	44
6.3	Raudbetoon seinte ehitus.....	47
6.3.1	Rakestamine.....	47
6.3.2	Armeerimine	48

6.3.3	Betoneerimine	48
6.3.4	Tööjõuvajadus.....	49
6.4	Müüritööd.....	52
6.4.1	Armeerimine	52
6.4.2	Ladumine.....	53
6.4.3	Betoneerimine	54
6.4.4	Tööjõuvajadus.....	55
6.5	Raudbetoon vahelagede ehitus	58
6.5.1	Rakestamine.....	58
6.5.2	Armeerimine	58
6.5.3	Betoneerimine	59
6.5.4	Tööjõuvajadus.....	60
6.6	Katusekatte tööd.....	63
6.6.1	Tööde teostamine ja järjekord.....	63
7.	Majandusosa.....	67
7.1	7.1 Monoliitsetest raudbetoonist teise korruse trepikoja seinad.....	67
7.2	7.2 Täisvalatud õõnesplokist kolmanda korruse trepikodade seinad	67
7.3	Majandusosa kokkuvõte	69
8.	Töö- JA KESKKONNAkaitse	70
8.1	Üldised tööohutuse nõuded	70
8.2	Keskkonnakaitse.....	71
8.3	Vundamendi ehituse ohutusnõuded	71
8.4	Müüritööde ohutusnõuded	72
8.5	Katusetööde ohutusnõuded	72
8.6	Hoone fassaadil töötamise ohutusnõuded.....	72
	KOKKUVÕTE	74
	SUMMARY.....	76
	KASUTATUD KIRJANDUS	78
	LISAD	79

EESSÕNA

Antud magistritöös analüüsitakse Tallinnas Metalli 5 ehitatud büroohoone ehitustehnoloogiat. Käesoleva töö autor oli objekti lõpufaasis antud objektile ehitusinsenerina tööl, töötades ehituse ajal peatöövõttu teostavas firmas Mapri Ehitus OÜ.

Vajaminevad materjalid ja hoone eelarve saadakse Mapri Ehitus OÜ projektipangast. Magistritöö juhendaja on Tallinna Tehnikaülikooli Ehituse ja Arhitektuuri instituudi professor Virgo Sulakatko.

Võtmesõnad: büroohoone, platsikorraldus, raudbetoon, õõnesplokk, magistritöö

GRAAFILISE MATERJALI LOETELU

Lõputöö koosseisu kuuluvad järgmised esitlusjoonised formaadis A1:

Joonis 1: Joonis 1: Vaated ja lõiked

Joonis 2: Korruste plaanid

Joonis 3: Konstruktsiooni joonis

Joonis 4: Ehitusplatsi üldplaan

Joonis 5: Koondkalenderplaan

Joonis 6: Plaatvundamendi tehnoloogiline kaart

Joonis 7: Raudbetoonseinte tehnoloogiline kaart

Joonis 8: Müüritööde tehnoloogiline kaart

Joonis 9: Raudbetoon vahelagede tehnoloogiline kaart

Joonis 10: Katusetööde tehnoloogiline kaart

SISSEJUHATUS

Antud lõputöö teemaks on valitud Tallinnas aadressil Metalli 5 ehitatud büroohoone ehitustööde projekt. Töö autor valis eelmainitud teema, kuna ta oli ise sellel objektil töötanud objektiinsenerina ja peamiselt tegelenud dokumentidega, seega andis lõputöö koostamine hea võimaluse tutvuda süvitsi projektiga ja koostada vastavalt sellele tööde korralduslik osa. Hiljem saab tööde autor võrrelda saadud tulemusi realselt tehtud lahendustega. Lisaks andis antud mahus objekti analüüsimine kaasa oskusi ja teadmisi vajadusel korrekture teha edasistel ehitusobjektidel – vastavalt eelarvestamisega, tööde juhtimisega ja kalendergraafiku koostamisega.

Magistritöö koosneb järgnevatest osadest.

- Lähteandmed ja eritingimused

Esimeses peatükis on lühike ülevaade objekti asukohast, ligipääsetavusest, pinnase reljeefidest, haljastusest ja ehitusplatsil olevatest eritingimustest.

- Arhitektuurne osa

Arhitektuurses osas kirjeldatakse hoone plaanilist lahendust ja välisilmet. Antakse ülevaade hoone põhilistest konstruktsiooni osadest, siseviimistluse lahendustest ja tehnosüsteemidest. Kajastatakse krundi ja hoone tehniliste andmete nimistu.

- Konstruktsiooni osa

Antud peatükis koostatakse kontrollarvutus keldrikorrusel teljel B asuvale talale, mille tulemusena selgub kas algses projektis näidatud armatuur on piisava kandevõimega.

- Ehitusplatsi üldplaan

Üldplaanil näidatakse objekti ehitusplatsi koordineerimist, ehituse algusfaasis, millal on platsi peal kõige vähem ruumi. Joonisel kirjeldatakse sulund seinte asukohta, liikumisteid, ajutisi hooneid, ladustamis platsi, jäätmete konteinerit ja kraana paiknemist.

- Koondkalenderplaan

Plaanil on näidatud suuremate ehitustööde ajaline kestvus ja sõltuvus üksteisest. Lisaks on välja toodud vajaminev tööjõu kulu, rahaline maksumus tööde lõikes ja masinate vajadus päevade lõikes.

- Tehnoloogilised kaardid

Ajaliselt ja mahuliselt suuremate tööde kohta koostatakse viis tehnoloogilist kaarti, mis annavad ülevaate antud tööloikudel kasutatavatest materjalidest ja töövõtetest. Kaartidel on märgitud teostatavate tööde haardealad, masinate paiknemine objektil, ladustamis alad, materjali vajadus ja tööjõukulu.

- Majandusosa

Antud peatükis analüüsitakse projektis langetatud otsust asendada monoliitsed raudbetoonseinad, kolmanda kuni viienda korruse trepikojas, täisvalatud õõnesplokk müüritisega.

- Töökaitse

Viimases peatükis tuuakse välja põhilised ehitusobjektile nõutavad tööohutus ja kaitse nõuded.

1. LÄHTEANDMED, ERITINGIMUSED

1.1 Asukoht

Antud lõputöös käsitletav hoone asub Tallinnas Kristiine linnaosas, aadressil Metalli tn. 5. Kristiine linnaosa üldplaneeringu kohaselt jääb kinnistu segahoonestuse juhtotstarbega alale. Metalli tn. 5 kinnistu on ümbritsetud nii elamute, äri- kui ka tootmishoonetega. [1]

1.2 Ligipääs

Kinnistule sissesõit toimub Metalli tänavalt. Parkimisala on projekteeritud hoonest põhjapoolle, idaküljel asub maa-alune parkimiskorruse sissesõidu pandus. Ärihoone peasissepääs asub hoone läänepoolsel küljel, lisasissepääsud ka teistel külgedel. [1]

1.3 Pinnasereljeef

Projekteeritav hoone jääb Põhja - Eesti mere kuhje seljandikule absoluutse kõrgusega 5,4 - 6,1 meetrit. Ülemised kuni 15 meetrisügavusel paiknevad pinnased on väga halva kandevõimega. Hoone rajatakse vai vundamendile, mis toetatakse kõva moreeni kihile (geoloogias kiht 7, lasumis sügavus miinus 14...16 meetrit absoluutse kõrgusega). Kuna ehitatav hoone asub halbades geoloogilistes tingimustes on valikuks raudbetoonist puurvaiad. Vaiad ühendatakse plaat rostvärgiga ühtseks tervikuks. [1]

1.4 Haljastus

Haljastus on projekteeritud Metalli tänava äärsele ja kinnistu lõuna otsas olevale haljastusalale hoone otstes. Lisaks on ka nendele külgedele planeeritud haljastada muruala, hekk istutatakse paralleelselt Metalli tänavaga. Ehituse käigus korrastab ehitaja ka Metalli tänava poolse kõnnitee. [1]

1.5 Eritingimused

Eritingimusteks on kindlasti ruumi puudus kaevatööde teostamise ajal, kuna sulundsein rajatakse väga krundi piiri lähedale. Algstaadiumis puudub tänu ruumi puudusele ka koht, kuhu paigutada soojakuid ja Metalli tänava puhul on tegemist küllaltki kitsa tänavaga, mis võib põhjustada kohati parkimisprobleeme. Lahenduseks oleks üle tänava asetseva parkimismaa kasutamine. Objektimeskonna alaline kontor on plaanis rentida Keemia

tänaval olevasse kontorihoonesse, kuna peatöövõtja soovaku jaoks ruumi puudub ja kontori ruum on platsi kõrval, on see lahendus igati sobilik.

Lõputöö projekti tegemisel võimaldati ligipääs järgnevale informatsioonile:

- Objekti eelarve
- Asendiplaan
- Arhitektuurne projekt
- Konstruktiivne projekt
- Välisvõrkude projekt
- KVVK projekt
- Haljastuse projekt
- Tugevvoolu ja nõrkvoolu projekt
- Info ehitajalt

[1]

2. ARHITEKTUURNE OSA

Antud hoone arhitektuurne osa põhineb Arhitektuuribüroo JVR OÜ poolt koostatud arhitektuursel projektil. [1]

2.1 Arhitektuurne lahendus

Büroohoone on projekteeritud osaliselt 5- ja osaliselt 4-korruselise mahuna. Hoone kõrgem 5-korruselise maht jääb krundi põhjakülge, nii tekib 4-le korrusele lõuna poole valmidus rajada katuseterrass. Hoone ida-, põhja- ja läänefassaadid on liigendatud hõbedaste metalsete raamidega, mis struktureerivad hoone klaasfassaade. Raamide sees avatavate aknaosade ees paiknevad perforatsioonid metall-luugid (mustast patineeritud tsinkplekist komposiitplaadid), mis loovad fassaadide rütmi. Hoone lõunakülg on terves ulatuses kaetud mustade patineeritud tsingist komposiitplaatidega, mis on akende ees perforatsioonid. Eelkõige on soovitud siin varjata lõunapoolseid bürooruume otsese päikesekiirguse eest ja vältida otsevaateid Metalli 5 büroohoone akendest Metalli 9 eramu krundile. Kogu Metalli 5 hoone väline arhitektuur järgib kaudselt varem valminud Metalli 3 büroohoone arhitektuuri, moodustades sellega ühtse kompositsioonilise terviku. [1]

2.1.1 Plaanilahendus

Eelnevalt mainitu kohaselt on tegemist 5-korruselise bürooehitisega, millel on lisaks keldrikorrus. 0-korrusel on lisaks parkimiskohtadele ka veemõõdukõlm, kilbiruum ja abiruumid. Hoonel on lisaks liftile ka kaks trepikoda, mis lihtsustavad korruste vahelist liikumist. Esimene peatrepikoda ühendab kõiki korruseid ja teine varutrepikoda võimaldab liikuda lissisepääsust kuni 4nda korrusele. Antud bürooehitisele on mõeldud kaks rentnikku, pearentnikule kuuluvad 1-3 korrus ja 5 korrus, 4ndal korrusel oleks eraldi rentnik. Rentnikest tulenevalt erinevad ka plaanilahendused. Neljandal korrusel on rohkem kaasaegsemad ja avaramad kontori ruumid kui on teistel korrustel. Peamisele rentnikule on plaanis rajada klassikalisemad kabinettide süsteemiga korrused, kus personalil on igapäev eraldi ruumid, millele lisaks siis ühised koosoleku ruumid ja köögi alad. [1]

2.2 Konstruktiivne lahendus

Hoone konstruktiivne osa põhineb Civen OÜ poolt koostatud konstruktiivsel projektil. [2]

2.2.1 Vundament

Tingituna halbadest geoloogilistest oludest on ehitatavale hoonele valikuks raudbetoonist puurvaiad läbimõõduga 400mm ja kandevõimega 1430kN. Vaiad ühendatakse paksendusega plaat röstvärgiga paksusega 350...600mm ühtseks tervikuks. Vundamendi eeldatav vajum perspektiivis 10 aastat on ~10...20mm. Radoonitõkkele pannakse vundamendi ehk põranda alla. [2]

2.2.2 Soklikorruse konstruktsioonid ja süvendid

Sokli korrus tehakse monoliitsest raudbetoonist. Soklikorruse põrand on raudbetoonist ning ühe kihiline ja selle veekindlus tagatakse betooni lisandiga ning spetsiaalse töövuugi konstruktsiooniga. Allasõidu pandus tehakse alt soojustatuna kandvale raudbetoon plaadile. [2]

2.2.3 Kandeseinad

Kandvad välisseinad on maa-aluse korruse välisseinad. Hoone kandvad siseseinad on monoliitsest raudbetoonis paksusega 200 ja 250 mm. Kandvad siseseinad on trepikodade ja liftišahtide seinad. Keldrikorrusel on monoliitsest raudbetoonist terve perimeetri ulatuses olevad seinad. Lisaks on raudbetoon monoliitsed seinad veel esimesel ja teisel korrusel. Edasi on teisest kuni viienda korruseni kandvateks seinteks trepikodade seinad 190mm täisbetoneeritud õõnesbetoonplokid. Õõnte täisbetoneerimiseks kasutatakse betooni tugevusklassiga C20/25. Keldrikorrusel on veel laotud täisbetoneeritud 140mm õõnesbetoonplokid. [2]

2.2.4 Mittekandvad seinad

Hoone mittekandvad välisseinad on kavandatud külmalt painutatud terasprofiilidest topelt karkassina, mis kinnitub konsoolidega monoliitse vahelae serva külge. Šahtid on

laotud kergplokkidest laiusega 100 mm. Büroodes olevad kabinettide vahelised seinad on vastavalt helipidavuse nõuetele kas 100 mm metallkarkassil kipsseinad või tavalised 66 mm metallkarkassil kipsseinad. Tualettruumides on kasutusel niiskuskindelkips. [2]

2.2.5 Vahelaed

Korruste vahelaed on monoliitsest raudbetoonis 280 ja 300 mm. Vahelagede tulepüsivus on REI60. Keldri vahelaed REI20. Keldri vahelaed betooni tugevusklassiks on C30/37 XC3, vahelaed paksus on 280 mm. Ülejäänud korruste vahelised vahelaed ja katuslagi on valatud betooniga C30/37 XC1. Keldris on kasutatud XC2 kuna parklas tekib rohkem niiskust kui teistel korrustel, mis on püsivalt kuivad. [2]

2.2.6 Trepid

Hoones on üks trepikoda. Trepikoja seinad on monoliitsest raudbetoonist. Trepimarsid ja podestid on monteeritavad raudbetoonist elemendid. Podestid toetuvad trepikoja seintele teleskooptüüpi terashülsiga. Kõik sõlmed monolitiseeritakse. Podestide ja marsside tulepüsivus peab olema vähemalt R60. Trepikonstruktsiooni tulepüsivus tagatakse raudbetoonielementide gabariitide ja betoonist kaitsekihiga. [2]

2.2.7 Katus

Katuslae betooni katteks on kahekordne SBS kate, soojustatud 40 mm soonitud villa ja 200 mm polüstürool plaatidega, millega antakse katusele vajalikud kalded, katuselae viimane kiht on samuti kahekordne SBS kate. Katus on varustatud alarõhu tuulutitega. Keldri lae pööratud katuse osa hüdroisolatsiooniks on kahe kordne SBS bituumen kate. Vesi juhitakse ära dren matiga, mis paikneb soojustuse all. Neljanda korruse katuslae osale on plaanis paigaldada terrassilaudis, võimaldamaks õue pääsu viiendalt korruselt. [2]

2.2.8 Hüdrolatsioonid

Maa aluse korruse raudbetoonist seinad tehakse veetihedast betoonist poore täitva lisandi kasutamisega. Lifti süvend ehitatakse sisse betoneeritava teras kessooniga. Garaaži parklaavatud katuse osas, pööratud katuse konstruktsioonis on kolm kihti SBS bituumen isolatsioon ja dreen kangas. [2]

2.3 Siseviimistlus

2.3.1 Põrandapinnad

Erinevatel korrustel kasutatakse sarnase funktsiooniga ruumides sarnaseid põrandakatteid. Üldkasutatavates ruumides ja kõrge kasutuskoormisega fuajeedes, trepikodades ja koridorides kasutatakse keraamilist plaati. Kontori ja puhke ruumides on enamjaolt kasutusel plaatvaip. Erilahendustena on kasutusel kas LVT kate või parkett. Treppidel ja tehnoruumis jääb nähtavaks betoonpõrand, mis kaetakse tolmutõkkega. [1]

2.3.2 Siseseinad

Kivist siseseinad viimistletakse krohviga, pärast mida seinad pahteldatakse ja värvitakse. Kipskarkass seinad pahteldatakse ja värvitakse, ning niisked ruumid kaetakse keraamiliste plaatidega. [1]

2.3.3 Laed

Eksponeeritavad betoonlaed kaetakse tolmutõkkega. Esimesel korrusel seminari ruumis värvitakse betoonlagi koos kommunikatsioonidega musta värvi. Erinevates bürooruumides on kas kaetud tumm kipskarkassil lagi, mürasummutavatest plaatidest lagi või on jäetud puhaspind betoonlagi. [1]

2.3.4 Aknad

Büroo hoone peamiseks välisfassaadi osaks on alumiiniumprofiilist klaasfassaadid, kolmekordne klaaspakett. Esimesel korrusel on klaasfassaadi paketi välimine klaas kirkas ja teise kuni viienda korruse klaasid on peegelduvad (valguse läbivus 49%). Alumiiniumprofiilist aknad on hoone lõunapoolsemas küljes, teljel B. Aknad on samuti kolmekordse klaaspaketiga. Aknapakettide välimine klaas on peegelduv (valguse läbivus

62%). Varjamaks lõunapoolseid bürooruume otsese päikesekiirguse eest ja vältimaks otsevaateid Metalli 5 büroohoone akendest Metalli 9 eramu krundile. [1]

2.3.5 Välisviimistlus

Hoone välisseinad on kaetud musta värvi komposiitplaadiga. Akende umbosal on sisemine klaas taustvärvitud rohekas halliga. Sokli osa, postid ja tugimüürid jäävad puhta betoonpinnana. Katuseterrassil on klaaspiire, mis on metallraami küljes. Klaasprofiilid ja aknaraamid esimesel korrusel on särav halli tooniga ja teistel korrustel graniit hallid. Aknaraamid ja ukSED hoone lõunapoolsel küljel on hallikas mustad. [1]

2.4 Tehnosüsteemid

Antud hoone tehnosüsteemide osa põhineb Inseneribüroo O3 poolt koostatud KV ja KVJ projektidel. [3]

2.4.1 Ventilatsioonisüsteem

Ventileeritavad ruumid on jagatud neid teenindavate ventilatsioonisüsteemide vahel vastavalt ruumide otstarbele, töörežiimile, asukohale. Ventilatsioonisüsteemide sissepuhe ja väljatõmme on projekteeritud ruumide lagede alt. Alarõhulistes ruumides tagada siirdeõhu liikumine uste kohalt spetsiaalse mürasummutava siirdeõhurestiga või uste alt spetsiaalse lävepaku või ilma lävepakuta.

Büroo- ja nõupidamisruumidesse antakse õhku sisse läbi jahutustala või tasanduskastiga sissepuhkerestiga. WC-dest jt olmeruumidest tõmmatakse välja väljatõmbeplafoonidega. [3]

2.4.2 Küttesüsteem

Terves hoones on küttesüsteem lahendatud põrandapealsete radiaatoritega. Radiaatorite peamiseks on tagada mugav siseõhutemperatuur. Küttesüsteemi kvantitatiivne reguleerimine toimub vastavalt ruumi õhutemperatuurile seinapealsete termostaatidega radiaatorkütte ajamiga seadeventiilide kaudu. Küttesüsteemi kvalitatiivne reguleerimine toimub soojussõlmes. Küttesüsteemi magistraalorustikud paiknevad šahtides ja lae all. Sooja tarbevett valmistatakse soojussõlmes eraldi soojusvahetiga. [3]

2.4.3 Veevarustus

Kinnistu veevarustus on lahendatud Metalli tänava olemasolevast DN150 mm malmist ühisveetorustikust. [3]

2.4.4 Kanalisatsioonisüsteem

Kinnistu olmereovee ja sademevee kanaliseerimine on lahendatud lahkvoolsena. Olmevee kanalisatsiooniga ühendatakse kõik hoones paiknevad sanitaartehtnilised seadmed ja trapid. Kinnistule ehitatakse üks sademeveekanaliseerimise süsteem. Sademevee kogumine on projekteeritud hoones lehtrite abil ja juhitakse hoonesiseselt välisvõrku. Hoone kõrval asuvale parkimisplatsile on ette nähtud üks restkaev ja sissesõidu juurde rennkanaal. Sademevesi suunatakse sademevee liitumispunkti (LP-SK1). Parkla- ehk 0. korruse sademevesi juhitakse reoveekanaliseerimise süsteemi. [3]

2.4.5 Elekter

Kinnistu läheduses asub olemasolev alajaam nr 1341. Elektrilevi OÜ rekonstrueerib alajaama ja ehitab välja liitumispunkti. Hoone -1 korrusele paigaldatakse 2-sektsiooniline peajaotuskeskus PJK, millest saavad toite üldalade elektritarbijad ja büroopindade jaotuskeskused. Igale büroopinnale paigaldatakse eraldi jaotuskeskus. [3]

2.4.6 Tulekaitse

Projekteeritud hoone on 5-korruselise, ühe maa-aluse korrusega kivihoonet, mis vastab tuleohutusklassile TP1.

Hoone tarindite tulepüsivusklassid on järgmised:

Hoone kandekonstruktsioonide tulepüsivus on üldjuhul R 60/ REI60

Hoone kandekonstruktsioonid keldrikorruse parkla laes ja parkla ning trepikojavaheline kandesein on R 120/ REI 120

Mittekandvad tuletõkkesektsiooni tarindid on EI 60

Trepikäigud ja mademed on klassiga R 60

Büroohoone suitsueemaldus on maapealsetelt korrustel ette nähtud teostada loomuliku tõmbega. Välisel perimeetril paiknevate ruumide suitsueemaldus on lahendatud loomulikul teel, avatavate uste ja akende kaudu. Suitsueemalduse mõjupiirkonnaks on 10 m.

Evakuatsiooni trepikodades on mootoriga avatavad suitsuluugid. Keldrikorrusele on ette nähtud mehhaaniline suitsueemaldus ventilaator.

Hoonele on rajatud kaks evakuatsioonitrepikoda, üks hoone keskele ja teine hoone kagu poolsesse nurka. Hoonesse paigaldatakse evakuatsiooniteede väljapääsusildid ja turvavalgustid. Igale korrusele paigaldatakse evakuatsiooniskeem. [1]

2.5 Hoone tehnilised näitajad

Krundi pind	1824 m ²
Katastri tunnus	78401:101:2931
Krundi sihtotstarve	Ärimaa 100%
Ehitusalune pind	981,6 m ²
Täisehituse protsent	27,9 %
Maapealse osa alune pind	508,5 m ²
Maapealsete korruste arv	5
Maa-aluste korruste arv	1
Absoluutne hoone kõrgus	+23,3
Hoone kõrgus	18,0 m
Hoone pikkus	25,1 m
Hoone laius	24,6 m
Sügavus	3,7 m
Köetav pind	1883,5 m ²
Maapealse osa maht	7826 m ³
Maht	10841 m ³
Üldkasutatav pind	1072,6 m ²
Tehniline pind	18,6 m ²
Kasutamise otstarbed kokku	1680,7 m ²
Büroohoone	1680,7 m ²
Tulepüsimisklass	TP1
Parkimiskohtade arv	39

Haljastus	35,7 %
Suletud maapealne brutopind	2124,8 m ²
Suletud maa-alune brutopind	980,1 m ²
Hoone eluiga	50 aastat

Andmed pärinevad arhitektuursest projektist. [1]

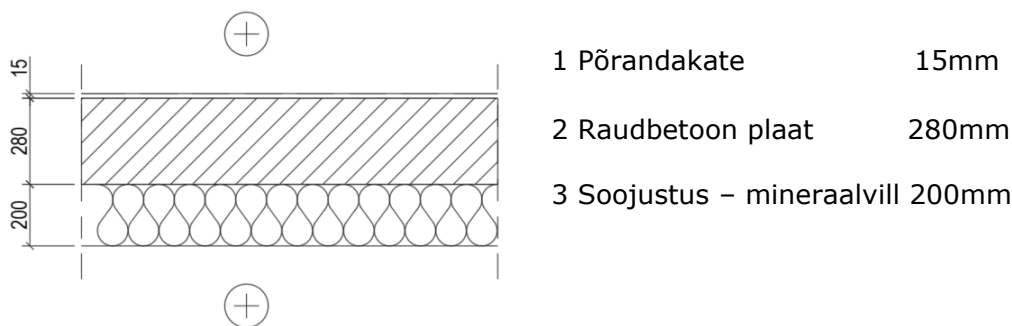
3. KONSTRUKTSIOONI OSA

Konstruksiooni osa koostamiseks on kasutatud V. Otsmaa „Betoonkonstruktsioonide arvutamine“ [5] ja T.Masso „Ehituskonstruktori käsiraamat“ [6].

Keldrikorruse vahelaele mõjuv kasuskoormus on $q_k = 5,0 \text{ kN/m}^2$. Antud kasuskoormus tuleneb ruumide otstarve põhiselt – antud hoone otstarve on Klass C3 büroopinnad.

3.1 Keldrikorruse vahelaie ja katuslaie koormused

Joonis 1 Keldrikorruse vahelagi VL-4



Vahelaele mõjuv normatiivne koormus:

Vahelaele mõjuv kasuskoormus on $q_k = 5,0 \text{ kN/m}^2$

Vahelaie normkoormused:

Raudbetoonist vahelaieplaadi omakaal: $q_{k1} = 25 \text{ kN/m}^3 * 0,28\text{m} = 7 \text{ kN/m}^2$

Soojustuse omakaal: $q_{k2} = 1,23 \text{ kN/m}^3 * 0,2\text{m} = 0,25 \text{ kN/m}^2$

Normkoormus kokku: $p_{k1} = 5,0 + 7,0 + 0,25 = 12,25 \text{ kN/m}^2$

Vahelaie arvutuskoormused:

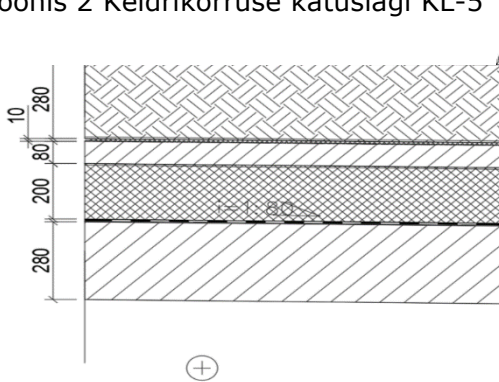
Kasuskoormus: $q_d = 5,0 * 1,5 = 7,5 \text{ kN/m}^2$

Raudbetoonist vahelaieplaadi omakaal: $q_{d1} = 7 * 1,2 = 8,4 \text{ kN/m}^2$

Soojustuse omakaal: $q_{d2} = 0,25 * 1,2 = 0,3 \text{ kN/m}^2$

Arvutuskoormus kokku: $p_{d,vahelagi} = 7,5 + 8,4 + 0,3 = 16,2 \text{ kN/m}^2$

Joonis 2 Keldrikorruse katuslagi KL-5



1	Huumuskiht	280mm
2	Betoon plaat	80mm
3	Soojustus - XPS200	200mm
4	Raudbetoon plaat	280mm

Katuslaele mõjuv normatiivne koormus:

Katuslaele mõjuv kasuskoormus on $q_k = 2,0 \text{ kN/m}^2$

Katuslae normkoormused:

Raudbetoonist vahelaeplaadi omakaal: $q_{k1} = 25 \text{ kN/m}^3 * 0,28\text{m} = 7,0 \text{ kN/m}^2$

Soojustuse omakaal: $q_{k2} = 0,33 \text{ kN/m}^3 * 0,2\text{m} = 0,066 \text{ kN/m}^2$

Betoonist plaadi omakaal: $q_{k3} = 25 \text{ kN/m}^3 * 0,08\text{m} = 2,0 \text{ kN/m}^2$

Huumuse omakaal: $q_{k4} = 13 \text{ kN/m}^3 * 0,28\text{m} = 3,64 \text{ kN/m}^2$

Normkoormus kokku: $p_{k2} = 2,0 + 7,0 + 0,066 + 2,0 + 3,64 = 14,71 \text{ kN/m}^2$

Katuslae arvutuskooormused:

Kasuskoormus: $q_d = 2,0 * 1,5 = 3,0 \text{ kN/m}^2$

Raudbetoonist vahelaeplaadi omakaal: $q_{d1} = 7 * 1,2 = 8,4 \text{ kN/m}^2$

Soojustuse omakaal: $q_{d2} = 0,066 * 1,2 = 0,0792 \text{ kN/m}^2$

Betoonist plaadi omakaal: $q_{k3} = 2,0 * 1,2 = 2,4 \text{ kN/m}^2$

Huumuse omakaal: $q_{k4} = 3,64 * 1,2 = 4,37 \text{ kN/m}^2$

Arvutuskooormus kokku: $p_d = 3,0 + 8,4 + 0,08 + 2,4 + 4,37 = 18,25 \text{ kN/m}^2$

Koormused kokku:

Koormus talale seest poolt $p_{d1} = 16,2 * 4,06 = 65,8 \text{ kN/m}$

Koormus talale väljast poolt $p_{d2} = 18,25 * 2,58 = 47,1 \text{ kN/m}$

Koormus 1.korruse seinalt $p_{d3} = 3 \text{ kN/m}$

Tala omakaal $g_{\text{tala,k}} = 0,4 * 0,895 * 25 = 8,95 \text{ kN/m}$

Kokku: $p_d = 65,8 + 47,1 + 3 + 8,95 = \mathbf{124,85 \text{ kN/m}}$

3.2 Talale teljel B mõjuvad sisejõud

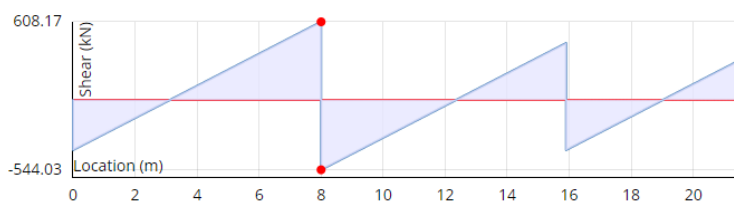
Joonis 3 Talale mõjuvate koormuste epüürid [1]

Reactions

Location: 0 (m), Force Reaction = 390.6328 (kN)
Location: 8 (m), Force Reaction = 1152.1928 (kN)
Location: 15.9 (m), Force Reaction = 832.3122 (kN)
Location: 21.597 (m), Force Reaction = 321.2477 (kN)
Location: 21.597 (m), Moment Reaction = -272.3737 (kN-m)

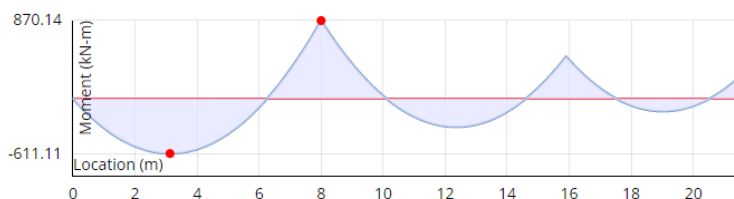
Shear Diagram

(Max +ve)Shear Load (kN): 608.167,
Location (m): 8.000
(Max -ve)Shear Load (kN): -544.026,
Location (m): 8.000



Moment Diagram

(Max +ve)Moment Load (kN-m): 870.137,
Location (m): 8.000
(Max -ve)Moment Load (kN-m): -611.109,
Location (m): 3.128



Vahelae koormuste arvutus oli vajalik edasiseks tala arvutuseks.

Käesoleva töö konstruktiivses osas tehakse kandevõime kontroll parkla laes teljel B olevale talale. Tala mõõtudeks valin 895(h) x 400(b) mm.

Raudbetoonist tala omakaal: $g_{\text{tala,k}} = 0,4 * 0,895 * 25 = 8,95$ kN/m

Raudbetoonitala paindekandevõime kontroll

Talade mõjutavateks koormusteks on talade omakaal ning plaadi pealt taladele ülekantavad koormused.

Konstruktsiooni keskkonnaklassi määrab betooni asetsemine erinevas keskkonnas. Keldrilagi on kõrge õhuniiskusega keskkonnas seega on betooni keskkonnaklassiks XC3. Arvestan pikiarmatuuri survetsoonis $\varnothing 25$ mm ja tõmbetsoonis $\varnothing 32$ mm, rangide $\varnothing 12$ mm.

Tala mõõtmed: $h = 895$ mm, $b = 400$ mm.

Armatuuri nimikaitsekiht leitakse valemiga(3.1):

$$c_{nom} = c_{min} + \Delta c_{dev} = 15 + 10 = 25 \text{ mm}$$

, kus c_{min} – on nõutav minimaalne kaitsekiht

Δc_{dev} – kaitsekihi lubatav hälve

Tala kasuskõrgus avas:

$$d_{1,ava} = 895 - 25 - 12 - \frac{25}{2} = 846 \text{ mm}, \quad d_{2,ava} = 25 + 12 + 12 + \frac{25}{2} = 62 \text{ mm}$$

Toel:

$$d_{1,tugi} = 895 - 25 - 12 - 12 - \frac{25}{2} = 834 \text{ mm}, \quad d_{2,tugi} = 25 + 12 + \frac{25}{2} = 50 \text{ mm}$$

Armatuuri ristlõikepindala mm^2/m

$$A_{s2} = 3 * \pi * 12,5^2 = 1473,0 \text{ mm}^2$$

$$A_{s1} = 4 * \pi * 16^2 = 3217,0 \text{ mm}^2$$

Kasutatav betoon on C30/37 XC3.

Betooni normatiivne survetugevus $f_{ck} = 30 \text{ MPa}$

$$\text{Betooni arvutussurvetugevus on } f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{30}{1,5} = 20 \text{ MPa}$$

Armatuur B500B armatuurterase normatiivne voolavustugevus $f_{yk} = 500 \text{ MPa}$

$$\text{Armatuurterase arvutuslik voolavustugevus } f_{ck} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = \frac{500}{1,15} = 435 \text{ MPa}$$

Betooni nimikaitsekiht on $c_{nom} = 25 \text{ mm}$.

3.3 Pikiarmatuuri dimensioneerimine

Pikiarmatuuri arvutus esimeses avas:

Survetsooni esialgne kõrgus survearmatuurita ristlõikes ($A_{s2} = 0$) leitakse valemiga (3.3)

$$\mu = \frac{M_{Ed,1}}{f_{cd} \cdot b \cdot d_1^2} = \frac{611,11 \cdot 10^6}{20 \cdot 400 \cdot 846^2} = 0,107 < \mu_c = 0,372$$

Survetsooni suhteline arvutuskõrgus leitakse valemiga (3.4)

$$\omega = 1 - \sqrt{1 - 2\mu} = 1 - \sqrt{1 - 2 \cdot 0,107} = 0,113$$

Vajalik armatuuri pindala leitakse valemiga (3.5)

$$A_{s1} = \frac{\omega \cdot f_{cd} \cdot b \cdot d_1}{f_{yd}} = \frac{0,113 \cdot 20 \cdot 400 \cdot 846}{435} = 1758,1 \text{ mm}^2$$

Valin **4Ø25** armatuur $A_{s1} = 4 \cdot \pi \cdot 12,5^2 = 1963,5 \text{ mm}^2$

Kandevõime kontroll

Survetsooni esialgne kõrgus survearmatuurita ristlõikes ($A_{s2} = 0$) leitakse valemiga (3.6):

$$x = \frac{f_{yd} \cdot A_{s1}}{0,8 \cdot f_{cd} \cdot b} = \frac{435 \cdot 1963,5}{0,8 \cdot 20 \cdot 400} = 133,46 \text{ mm}$$

$$\xi = \frac{x}{d} = \frac{133,46}{846} = 0,158 < \xi_c = \frac{0,0035}{0,0035 + \frac{435}{2 \cdot 10^5}} = 0,617$$

Survetsooni arvutuskõrgus leitakse valemiga (3.7):

$$y = 0,8 \cdot x = 0,8 \cdot 133,46 = 106,77 \text{ mm}$$

Kandevõime avaldub järgnevast momentide tasakaalutingimusest (3.8):

$$M_{Rd} = f_{cd} \cdot b \cdot y \cdot (d_1 - 0,5 \cdot y) = 20 \cdot 400 \cdot 106,77 \cdot (846 - 0,5 \cdot 106,77) = 677,0 \text{ kNm} > 611,11 \text{ kNm}$$

➤ Seega paindekandevõime on tagatud.

Pikiarmatuuri arvutus esimesel vahetoel:

Suhteline paindemoment leitakse valemiga (3.3):

$$\mu = \frac{M_{Ed,1}}{f_{cd} \cdot b \cdot d_1^2} = \frac{870,14 \cdot 10^6}{20 \cdot 400 \cdot 834^2} = 0,156 < \mu_c = 0,372$$

Survetsooni suhteline arvutuskõrgus leitakse valemiga (3.4)

$$\omega = 1 - \sqrt{1 - 2\mu} = 1 - \sqrt{1 - 2 \cdot 0,156} = 0,171$$

Vajalik armatuuri pindala leitakse valemiga (3.5)

$$A_{s1} = \frac{\omega \cdot f_{cd} \cdot b \cdot d_1}{f_{yd}} = \frac{0,171 \cdot 20 \cdot 400 \cdot 834}{435} = 2622 \text{ mm}^2$$

Töötavaks armatuuriks valin ülal **4Ø25** ja all **4Ø25 + 1Ø32** B500B

$$A_{s1} = 4 \cdot \pi \cdot 12,5^2 + 1 \cdot \pi \cdot 16^2 = 2767,7 \text{ mm}^2$$

$$A_{s2} = 4 \cdot \pi \cdot 12,5^2 = 1963,5 \text{ mm}^2$$

Kandevõime kontroll

Survetsooni esialgne kõrgus survearmatuuriga ristlõikes leitakse valemiga (3.10):

$$x = \frac{f_{yd} \cdot A_{s1} - f_{ycd} \cdot A_{s2}}{0,8 \cdot f_{cd} \cdot b} = \frac{435 \cdot 2767,7 - 435 \cdot 1963,5}{0,8 \cdot 20 \cdot 400} = 54,66 \text{ mm}$$

, kus

A_s – armatuuri pindala, mm²

f_{cd} – betooni arvutuslik survetugevus, MPa

b – ristlõike arvutuslaius, mm

f_{yd} – armatuuri arvutuslik voolavuspiir, MPa

f_{ycd} – armatuurterase arvutussurvetugevus, MPa

$$\xi = \frac{x}{d} = \frac{54,66}{834} = 0,065 < \xi_c = \frac{0,0035}{0,0035 + \frac{435}{2 \cdot 10^5}} = 0,617$$

Survetsooni arvutuskõrgus (3.11):

$$y = 0,8 \cdot x = 0,8 \cdot 54,66 = 43,73 \text{ mm}$$

Kandevõime avaldub momentide tasakaalutingimusest (3.11):

$$M_{Rd} = f_{cd} \cdot b \cdot y \cdot (d_1 - 0,5 \cdot y) + A_{s2} \cdot f_{ycd} \cdot (d_1 - d_2)$$

, kus

A_s – armatuuri pindala, mm²/m

f_{cd} – betooni arvutuslik survetugevus, MPa

b – ristlõike arvutuslaius, mm

y – survetsooni arvutuskõrgus, mm

f_{ycd} – armatuurterase arvutussurvetugevus, MPa

$$M_{Rd} = 20 \cdot 400 \cdot 43,73 \cdot (834 - 0,5 \cdot 43,73) + 1963,5 \cdot 435 \cdot (834 - 50) = 953,7 \text{ kNm} > 870,14 \text{ kNm}$$

➤ Seega paindekandevõime on tagatud.

3.4 Põikarmatuuri dimensioneerimine

Vähima põikarmatuuri kulu saamiseks määratakse tinglike kaldvarraste kaldenurk θ

tingimusest $V_{Ed,max} = V_{Rd,max}$, millest saadakse θ jaoks avaldis [5]:

$$\theta = \frac{1}{2} \arcsin \frac{2V_{Ed,max}}{b_w z v f_{cd}} \quad (3.11)$$

, kus

z – sisejõudude õlg, mm ($z=0,9 \cdot d_1$)

b_w – tala seina arvutuslik laius, mm

v – põikjõust pragunenud betooni tugevuse vähendustegur

Kus $\cot \theta$ võetakse piires $1 \leq \cot \theta \leq 2,5$. Soovitavalt võiks $\cot \theta$ suurimaks väärtuseks võtta 2,0.

Suurim põikjõud on esimesel vahetool $V_{Ed,max} = 1008,8$ kN.

Arvutame θ lähtudes talas esineda võivast suurimast põikjõust:

$$v = 0,6 \cdot \left(1 - \frac{f_{ck}}{250}\right) = 0,6 \cdot \left(1 - \frac{30}{250}\right) = 0,528 \quad (3.12)$$

$$\theta = \frac{1}{2} \arcsin \frac{2 \cdot V_{Ed,max}}{b_w \cdot z \cdot v \cdot f_{cd}} \quad (3.13)$$

$$\theta = \frac{1}{2} \arcsin \frac{2 \cdot 608,17 \cdot 10^3}{400 \cdot (0,9 \cdot 846) \cdot 0,528 \cdot 20} = 11,11^\circ$$

$$\cot \theta = \cot 11,11 = 5,09$$

Valin $\cot \theta = 2,0$ kõigis lõigetes

Leian rangid esimese ava vahetoe telje 4 lähedasse piirkonda:

$$a_{sw} = \frac{A_{sw}}{s} = \frac{V_{Ed}}{f_{ywd} \cdot z \cdot \cot \theta} \quad (3.13)$$

$$a_{sw} = \frac{502,3 \cdot 10^3}{435 \cdot 761,4 \cdot 2,0} = 0,758 \text{ mm}^2/\text{mm}$$

Valin kahelõikelised rangid **2 Ø 12 B500B**, mille ristlõike pindala on $A_{sw} = 226,2$ mm².

Arvutan rangide sammu: $s = \frac{A_{sw}}{a_{sw}} = \frac{226,2}{0,758} = 298,4$ mm, valin $s = 290$ mm

Põikarmatuuri maksimaalne lubatav samm on:

$$s_{1,max} = 0,75d(1 + \cot \alpha) = 0,75 \cdot 846 \cdot (1 + 0) = 634,5 \text{ mm}$$

Vertikaalse põikarmatuuriga elemendi põikjõukandevõime V_{Rd} on väikseim väärtusest:

$$V_{Rd,s} = \frac{A_{sw}}{s} * z * f_{ywd} * \cot \theta \quad (3.14)$$

, kus

A_{sw} – põikarmatuuri pindala, mm^2

s – rangide samm, mm

f_{ywd} – põikarmatuuri arvutusvoolavustugevus, MPa

z – sisejõudude õlg, mm

θ – kaldvarraste kaldenurk

$$V_{Rd,s} = \frac{226,2}{290} * 761,4 * 435 * 2 = 516,7 \text{ kN}$$

$$V_{Ed,d,2} = 502,3 \text{ kN} < V_{Rd,s} = 516,7 \text{ kN}$$

➤ Seega põikjõukandevõime on tagatud.

Leian rangid esimese ava keskossa:

Vajaliku põikarmatuuri intensiivsuse a_{sw} leitakse toest kaugusel $\frac{1}{4}$ ava pikkusel mõjuva arvutusliku põikjõu valemi järgi:

$$a_{sw} = \frac{A_{sw}}{s} = \frac{V_{Ed,1/4l}}{f_{ywd} * z * \cot \theta} \quad (3.15)$$

$$a_{sw} = \frac{140,93 \cdot 10^3}{435 * 761,4 * 2,0} = 0,213 \text{ mm}^2/\text{mm}$$

Valin kahelõikelised rangid **2 Ø 8** B500B, mille ristlõike pindala on $A_{sw} = 100,53 \text{ mm}^2$.

Arvutan rangide sammu: $s = \frac{A_{sw}}{a_{sw}} = \frac{100,53}{0,213} = 472,0 \text{ mm}$, valin $s = 300 \text{ mm}$

Põikarmatuuri maksimaalne lubatav samm on:

$$s_{1,max} = 0,75d(1 + \cot \alpha) = 0,75 * 846 * (1 + 0) = 634,5 \text{ mm}$$

Vertikaalse põikarmatuuriga elemendi põikjõukandevõime V_{Rd} on väikseim väärtusest:

$$V_{Rd,s} = \frac{A_{sw}}{s} * z * f_{ywd} * \cot \theta \quad (3.14)$$

, kus

A_{sw} – põikarmatuuri pindala, mm^2

s – rangide samm, mm

f_{ywd} – põikarmatuuri arvutusvoolavustugevus, MPa

z – sisejõudude õlg, mm

θ – kaldvarraste kaldenurk

$$V_{Rd,s} = \frac{100,53}{300} * 761,4 * 435 * 2 = 222,0 \text{ kN}$$

$$V_{Ed,d,2} = 140,93 \text{ kN} < V_{Rd,s} = 222,0 \text{ kN}$$

➤ Seega põikjõukandevõime on tagatud.

3.5 Armatuuri ankurduse kontroll

Kasutatud kirjandus ja allikad: [5] [6] [13]

Kontrollin esimese toa lähedases piirkonnas tõmbearmatuuri ankurdust. Toe serval mõjuv paindemoment:

$$M_{Ed} = 239,4 \text{ kNm}$$

Antud paindemomendist tekkiv tõmbejõud:

$$\frac{M_{Ed}}{z} = \frac{147,9}{0,761} = 194,35 \text{ kN}$$

Põikjõust paindearmatuuris tekkiv tõmbejõud arvutatakse valemiga (3.16):

$$\Delta F_{td} = \frac{V_{Ed,max,1} * (\cot \theta - \cot \alpha)}{2}$$

, kus

$V_{Ed,max,1}$ - põikjõud toe serval, kN

α – nurk põikarmatuuri ja elemendi pikitelje vahel

θ – kaldvarraste kaldenurk

$$\Delta F_{td} = \frac{340,69 * (2 - 0)}{2} = 340,69 \text{ kN}$$

Toe serva kohal tekkiv tõmbejõud paindemomendist ja põikjõust (3.17):

$$F_d = \frac{M_{Ed}}{z} + \Delta F_{td}$$

, kus

$\frac{M_{Ed}}{z}$ – paindemomendist tekkiv tõmbejõud, kN

ΔF_{td} - paindetõmbearmatuuris tekkiv tõmbejõud, kN

$$F_d = 194,35 + 340,69 = 535,04 \text{ kN}$$

Paindetõmbearmatuur ulatub esimesel toel **4 Ø 25** ($A_s = 1963,5 \text{ mm}^2$) toe peale $l=375\text{mm}$.

Betooni C30/37 nakketugevus on $f_{bd} = 3,0 \text{ MPa}$. [6]

Baasankurduspikkus varrastele leitakse valemiga (3.18):

$$l_{b,\varphi 32} = \frac{\Phi}{4} \cdot \frac{\sigma_{sd}}{f_{bd}}$$

, kus

Φ – varda läbimõõt, mm

σ_{sd} – varda arvutuslik pinge ankurduspikkuse alguses, MPa

f_{bd} – betooni C nakketugevus, MPa

Ø 32 B500B armatuurvarraste ankurduspikkus:

$$l_{b,\varphi 32} = \frac{\Phi}{4} \cdot \frac{\sigma_{sd}}{f_{bd}} = \frac{25}{4} \cdot \frac{435}{3,0} = 906,25 \text{ mm}$$

Paindearmatuuri ankurdusega võetakse vastu tõmbejõud, mis leitakse valemiga (3.19):

$$F_{Rd,As1} = A_{s1} \cdot f_{yd} \cdot \frac{l}{l_b}$$

, kus

A_{s1} – tõmbearmatuuri pindala, mm^2 / mm

f_{yd} – armatuurterase normvoolavustugevus, MPa

l – tõmbearmatuuri toetus pikkus, mm

$l_{b,d}$ – varraste baasankurduspikkus, mm

$$F_{Rd,As1} = 1963,5 \cdot 435 \cdot \frac{375}{906,25} = 353,4 \text{ kN} < F_d = 535,04 \text{ kN}$$

Antud võrrandist selgub, et paindetõmbearmatuuri ankurdus ei ole tagatud.

Tala otstes tuleb täiendavalt paigaldada ankurduseks U-kujulised vardad **2 Ø 20**, mis suudavad tõmbejõudu vastu võtta:

$$F_{Rd,2d16} = A_{s1} \cdot f_{yd} = 628,3 \cdot 435 = 273,3 \text{ kN}$$

U-kujulised lisa vardad koos paindearmatuuriga suudavad kokku vastu võtta:

$$F_{Rd,As1} + F_{Rd,2d16} = 353,4 + 273,3 = 626,72 \text{ kN} > F_d = 535,04 \text{ kN}$$

➤ Toe serva piirkonna kandevõime on tagatud.

4. EHITUSPLATSI ÜLDPLAAN

Käesoleva hoone ehitusplatsi üldplaan põhineb hoone plaatvundamendi rajamise ehitusetapist. Plaani eesmärgiks on anda ülevaade platsi organiseerimisest konkreetse ehitusetapi ajal. Antud tööde etapil oli käesoleval objektil kõige vähem ruumi kuna sulundsein oli pea krundi täiesulatuses. Ladustamisalad olid surutud üpriski aia äärde.

4.1 Tornkraana valik

Tornkraana valikul tuli lähtuda, et kraana kasutamine on vajalik hoone vundamendi rajamisest kuni katuse ehituseni.

Tornkraana valik lähtub eelkõige hoone kõrgusest, milleks on 18 meetrit ja kraana noole maksimaalsest pikkusest 50m, et ulatuda süvendi kaugemasse nurka. Kuna kaugemasse nurka on vaja ulatuda plaatvundamendi ja keldriseinte rajamisel kasutatavate raketiste tõstmisel. Tornkraana asetsemine krundi kirde osas on ainuvõimalik asukoht, lähtudes kitsastest tingimustest ja noole ohutust tööraadiusest. Lõputöö lisas 1 on ka näidatud kraana paiknemine hoone valmis karbi suhtes.

Valikuks sobis tornkraana Liebherr 112EC-H, mille parameetrid on toodud käesoleva lõputöö lisas 1.

Tornkraana kõrgus konksu alla on 26 meetrit. Tornkraana Liebherr 112EC-H maksimaalne tõstejõud on 8 tonni, noole ulatusel 50 meetrit on tõstejõud 2,15 tonni.

Tornkraana paigaldatakse objektile paigalseisvana 6,25 meetrit rööbasteele. Kraana paigaldatakse tihendatud killustikalusele mõõtudega 7x7x0,5 meetrit. Antud kraana töötamisel tekib surve 452kN, millest tulenevalt surve alusele on $452/(2 \times 0,8) = 282,5$ kN/m². Aluse kandevõime pole ületatud, kuna tihedale killustikpinnasele on lubatud surve 300 kN/m². [10]

4.1.1 Töötamine ohualas

Metalli 5 krunti piirab elamuteni pääsev sõidu tee ja kõrval kruntidel asetsev elumaja, büroo hoone ja teise büroohoone parkla. Platsil erinevatel tööloikudel kraanat kasutaval alltöövõtjal peab olema määratud tööohutus jälgiv isik, kes siis jälgib tõstetsoonis liikumist

ja juhendab kraana tööd. Tähtis on, et platsil olev tööohutust jälgival isikul oleks kogu kraana töö jooksul otsene side kraanajuhiga.

4.2 Ehitusplatsi teed ning platsid

Ehitusplats on algses staadiumis väga piiratud võimalustega, seega tuleb kasutada Metalli tänavat. Betoneerimistöde ajal seisab betoonipump auto ja betoonisegurauto mõlemad Metalli tänaval. Eelnevalt on kindlasti vaja teavitada tänava elanike töö teostamise plaanidest. Kuigi kui masinad pargivad võimalikul objekti krundi ääres mahub autodega liikuma mööda tänavat. Ajutisi teid platsil esialgses staadiumis ei ole. Hiljem kui tagasitäide on teostatud, pääseb platsile hoonele mõeldud maja esise parkla alale, kus enne asfalteerimistöid on ajutine tee killustiku ja liivaga. Platsil puudub ümber keeramise võimalus, seega tuleb tagurdades välja saada või materjalide transport korraldada Metalli tänavalt.

4.3 Ajutised hooned

Ehitusobjektile kasutatakse erinevaid ajutisi hoonestus lahendusi. Algselt on töölistel võimalus kasutada Mustamäe tee 3 ehitusobjektile paiknevat ehitussoojakuid. Kuna seal objektile oli rajatud mitme korruselise soojakute rivi, oli sel hetkel laenu ruumi. Mapri Ehitusel olid samal aja hetkel kõrvuti objektid. Hiljem kui platsi osa sai Metalli 5 krundil valmis renditi sinna eraldi kaks soojakut, mis paigaldati Metalli tänavaga paralleelselt krundile.

Töölistele mõeldud soojakud peavad olema varustatud ajutise elektriga, mis saadi Keemia 4 kontorihoone elektrikilbist. Soojakud on veel varustatud lagede valgustite, elektriradiaatoritega ja seintes on vooluga pistikud. Alltöövõtjatele puhta joogi vee nad kas organiseerivad ise endale soojakusse või võtavad pudelitega veevõtukoolest. Ajutised tualetid paigaldatakse soojakute vahetus lähedusse, tualetis on ka käte pesemis võimalus.

Peatöövõtja meeskond rentis kontori ruume kõrval kinnistul Keemia 4 asetsevas büroohoones, kus olid olemas kõik kaasaegsed töötamiseks vajalikud vahendid.

4.4 Ehitusplatsi valgustus

Hoone karbi ehitus jääb talve kuude perioodi, mille tõttu on piiratud päevase valguse aeg. Kuigi ehitusobjekt asub linnas, mis tõttu aitab objekti valgustada ka tänavavalgustus on siiski vaja lisaks platsile käiguteede valgustuseks ajutist valgust. Platsile paigaldatakse kahele poole näitav valgusti, mis katab ära käigu tee hoonesse.

4.5 Ehitusplatsi valve ja piirded

Objekt on kolmest küljest piiratud küll kinnistutega, tuleb lisaks kahele küljele paigaldada ka ajutine piirdeaed. Keemia 4 kinnistul puudus varem piirdeaed, kuid see rajatakse ehituse käigus sinna. Metallil tänava poolsele alale paigaldatakse ajutine piirde aed kuni objekti lõpuni, kuna sinna ei tule ka hiljem aeda.

Objekti väravate külge paigaldatakse kahele poole sildid, mis keelavad kõrvalistel isikutel ehitusobjektil viibimise ja annavad objektile olevatest ohtudest teada. Lisaks on sildid, mis kohustavad ehitusobjektile vastavate tööohutusvahendite nagu kiiver, helkurvest, turvasaapad jms. kasutamist.

4.6 Ehitusaegne keskkonnakaitse

Objektile on kogu ehituse välteks planeeritud prügikonteinerid. Prügikonteinerite vajadust vaadatakse jooksvalt objektile toimuvate tööde järgi. Vastavalt töödele tellitakse konteinereid eraldi papp/paberile, kivi/betoon, puit jäätmed, ohtlikud jäätmed ja olmejäätmetele. Objekti lõppedes on kohustuslik esitada ka jäätmeõiendid, mis tõendavad erinevate materjalide ja jäätmete korrektset utiliseerimist. Jäätmeõiend esitatakse ka pinnase utiliseerimise kohta.

5. KOONDKALENDERPLAAN

5.1 Üldist

Koondkalenderplaani on väljatoodud Metalli 5 büroohoone ehitustööde ajaline korraldus erinevate tööliikide kaupa. Plaani on näha tööde algus ja lõpp, lisaks objekti kestvus päevade kaupa. Kalenderplaanis on näha kõiki teostatavaid töid, mida on nimistus kokku 50.

Lähteandmed on võetud Mapri Ehituse OÜ poolt koostatud eelarvest [8]. Eelarves kajastatud hinnad ei ole täpsed, sest töö autoril ei ole õigust sellist informatsiooni avaldada isegi kui möödab on mitu aastat. Erinevate töö liikide ajalised kestvused on arvatud kasutades Mapri Ehitus OÜ poolt välja töötatud kogemuste põhjal tööaja normatiive välja arvutud tehnoloogilistel kaartidel välja arvatud ajalised kestvused ja tööjõukulud.

5.1.1 Tööde teostamine

Objektile alustatakse töödega 28. juunil ja plaanis on lõpetada 222 päeva pärast ehk 9. mail. Esimesel päeval alustatakse hoone mahamärkimisega geodeedi poolt, lisaks paigaldatakse platsi ümbritsevad piirded. Järgmisel päeval peab olema võimalik alustada kaevetöödega, mille käigus kaevatakse piisavalt sügavale, et alustada vaiade rajamisega. Pinnase tõttu tuleb vaiade rajamisega paralleelselt paigaldada ka sulundsein, mis takistab pinnase varisemist.

Kui vaia tööd on lõpetatud ja sulundsein paigas alustatakse vundamendi aluste tegemisega, mis järel vundamendi rajamistöödega. Seejärel läheb hoone karbi ehitus korruste kaupa alustades 0 korrusega. Karbi ehitusega loodetakse valmis saada enne talvekuude külmasid, mis pikendavad betooni kivistumise aega. Arvestatakse, et talve külmad jäävad pigem jaanuari kuusse kui detsembrisse. Kuid kui siiski on tegemist külma detsembri kuuga on tehnoloogilistel kaartidel kirjeldatud ka talviseid betoneerimise tingimusi. Hoone karbi valmimise järgselt algavad fassaaditööd, mis suures osas on klaasfassaadide paigaldus hoone perimeetril ja akende paigaldus hoone B teljel.

Katusekatte tööd on planeeritud alustada aasta viimasel nädalal, mil katuslae rajamisest on möödunud kuus päeva. Tööd peavad teostatud saama kiirelt, mille jooksul peab jälgima, et soojustuse kihid saaksid kinni kaetud enne vihma või lund.

Kõrgeim tööliste vajadus päevas jääb veebruari ja märtsi kuusse, mil paralleelselt käivad hoone sisesed kipsseinte ehitused ja eriosade rajamine. Lisaks hakatakse teostama viimistlus töid, kus võimalik. Esmaselt teostatakse tolmutõkke töid ja kipsseinte valmimdes - hakatakse järjest neid viimistlema. Sellel ajahetkel on platsil kokku kuni 25 inimest, lisaks töödejuhatajad ja inseneritehniline personal peatöövõtja poolt.

5.2 Ehitusmaksumus

Antud objekti ehitusmaksumus on välja toodud tabelis 5.1. Tabelis olevad andmed on korrigeeritud, kuna autor kasutab ettevõtte Mapri Ehitus OÜ eelarvestusosakonna poolt koostatud eelarvet. [8]

All olevas tabelis on tööd jaotatud 50. reale. Käesoleva objekti kogumaksumuseks saadi 3,61 miljonit eurot. Maksumuselt kõige kõrgema hinnaga töödeks on hoone kandvate ja välisseinte ehitamine, mis sisaldab endas nii betoonitöid, müüritöid kui ka väliste klaasfassaadide hinda.

Tabel 5.1 Ehituskulude koondtabel

Jrk. number	TÖÖNIMETUS	Maksumus EUR
1	Hoone ettevalmistus ja mahamärkimine	600
2	Piirete paigaldamine	9 000
3	Pinnase väljakaevamine ja piikamine	65 000
4	Hooneväliste ehitiste rajamine	63 000
5	Väliskanalisatsiooni rajamine	21 500
6	Veetorustike rajamine	1 300
7	Küttetorustike rajamine	34 400
8	Kaabelliinide rajamine	1 900
9	Sideliinide rajamine	2 100
10	Kaeved maa-ala pinnakattete rajamiseks	10 320
11	Hoone juurde kuuluv välisvarustuse paigaldus	44 500
12	Liiklusalade varustuse paigaldamine	1 260
13	Rostvärgi ja vaiade rajamine	358 000
14	Kandvate- ja välisseinte ehitamine	527 000
15	Laotud vaheseinte ehitamine	11 900
16	Vahe- ja katuslagede ehitamine	488 200
17	Trepielementide paigaldus	52 000
18	Klaasfassaadide paigaldus	354 000
19	Akende paigaldus	21 000

Tabel 5.1 Ehituskulude koondtabel, järg

Jrk. number	TÖÖNIMETUS	Maksumus EUR
20	Välisüksed ja väravad	20 580
21	Rõdud ja terrassid	9 170
22	Klaasist piirded	19 700
23	Metallist piirded	22 500
24	Katusetööd	90 300
25	Suitsuluugikide paigaldus	5 100
26	Liftide paigaldus	35 800
27	Teede ja platside rajamine	28 500
28	Äärekivid ja sadeveerennid	3 600
29	Haljastus	7 500
30	Kipsseinte ehitus	80 500
31	Veevarustus	32 500
32	Kanalisatsioon	40 000
33	Tugevvoolupaigaldis	172 000
34	Nõrkvoolupaigaldis ja automaatika	97 800
35	Sanitaartechnika seadmed ja paigaldus	24 600
36	Küttetööd	93 000
37	Ventilatsioonitööd	150 000
38	Jahutustööd	176 000
39	Maalritööd	87 600
40	Porimattide paigaldus	3 000
41	Plaatpõrandate paigaldus	28 800
42	Vaipade paigaldus	40 600
43	Siseuste paigaldus	57 000
44	Klaasvaheseinad	16 370
45	Tuletõrjevarustus	7 000
46	Sanitaar ruumide aksessuaaride paigaldus	3 400
47	Postkastide paigaldus	700
48	Jäätmehooldusvarustuse paigaldamine	4 300
49	EHITUSPLATSI KORRALDUSKULUD	58 000
50	EHITUSPLATSI ÜLDKULUD	127 100
	Kokku	3 610 000

6. TEHNOLOOGILISED KAARDID

6.1 Üldist

Antud lõputöös on koostatud viis tehnoloogilist kaarti, mille eesmärgiks on edasi anda tööloikude osas kasutatavaid töömeetodeid ja toetada neid ka arvutustega. Tehnoloogilistel kaartidel on näidatud tööjõu- ning masinate vajaduse arvutused ja välja toodud kasutatavate materjalide vajadus ning aeg.

Lõputöö autor on koostanud all järgnevad tehnoloogilised kaardid:

plaatvundamendi tehnoloogiline kaart

betoonitööde tehnoloogiline kaart

müüritööde tehnoloogiline kaart

vahelagede betoonitööde tehnoloogiline kaart

katusetööde tehnoloogiline kaart

Tehnoloogilised kaardid on koostatud kasutades RATU kaarte [9], hoone konstruktsiooni osa projekti [2] ja hoone arhitektuurset projekti [1].

6.2 Plaatvundamendi ehitus

Antud töö autor on jaotanud plaatvundamendi kolmeks, üpriski võrdseks, haardealaks. Kuna kõik haardealad on väga suured, üle 300 m², siis on ehitusobjektile korraga tööl palju töölisi. Terve plaatvundamendi valmimiseks kulub 22 päeva.

6.2.1 Eeltööd

Plaatvundamendi ehitusele eelneb hoone aluse süvendi tegemine. Kuna parkla korrus rajatakse peaaegu kinnistu piiridega samas suuruses on vaja kõrval hoonete kaitseks rajada sulundsein. Sulundsein jääb suures osas paika ka peale vundamendi valmimist, et vähendada pinnase liikumisi, mis võib kõrvalhoonete esteetilist välimust kahjustada. Lisaks tuleks enne plaatvundamendi armeerimist paika panna ka sadevee kaevud koos pumpadega, mis juhivad parklasse sattuva vee linna sadeveekanaliseerimisele. [3]

6.2.2 Rakestamine

Plaadi rakestamisel on kasutusel kergema konstruktsiooniga puitvineerid ja puitlauad, millest ehitatakse käsitsi kokku kilbid. Raketist läheb tarvis plaadi perimeetris, erinevate tasapindade vahelisel alal ja liftišahti ümbruses. Puitmaterjal raketiste jaoks ladustatakse platsi lõuna külge teljele A, kus on mõningane ruum enne kõrval kinnistut. Põhja küljel ladustamis ruum puudub täielikult.

6.2.3 Armeerimine

Plaatvundamendi armeerimisel tuleb arvestada erinevate kihtide ja vundamendi kõrgustega. Alumises kihis on kogu ulatuses Ø 12 mm armatuurvõrk klassiga B500B, lisaks on ette nähtud, enamasti paigaldatud vaiade kohtades, lisa armeering Ø 16 mm armatuurvarrastest. Ülemise kihi moodustab sarnaselt ülemisele Ø 12 mm armatuurvõrk klassiga B500B, millele on lisatud armeering Ø 12 mm ja Ø 16 mm armatuurvarrastest klassiga B500B. Alumisele ja ülemisele kihile lisaks tuleks arvestada erinevate koht lõigetega, kus on kasutusel ka Ø 12 mm ja Ø 16 mm armatuurvardad. Sarrusvarraste ülekatte pikkus ja ankurduspikkus tuleb võtta 40 korda varda läbimõõtu. Armeeringu kaitsekihiks on 40mm.

6.2.4 Betoneerimine

Betoneerimisele peaks kindlasti eelnema armeeringu ja selle ümber jääva kaitsekihi kontroll. Lisaks peab veenduma, et valatav ala oleks puhas muust ehituse käigus tekkinud prahist (kruvid, puutükid, lisa kandurid jne).

Betoneerimine toimub sarnaselt armeerimisele jagatuna kolme haardealasse. Betoneerimine toimub septembri kuus, mis on veel valdavalt soojade kraadidega kuu, ei ole tarvis kasutada eri meetodeid.

Autor valis betooni transportimiseks HC Betoon AS-i ja trumli mahuks maksimaalsed 7 m³, haardealade kaupa on teada vajalik betooni maht. Vaja mineva mahu järgi on välja arvestatud betoonisegurite vajadus ja antud info kantud tehnokaardil olevale kalendergraafikule.

6.2.5 Tööjõuvajadus

RATU kaartide põhjal on autor välja arvutanud eelnevalt nimetatud töödele ka tööjõuvajaduse. Kuna hoone 0 korrus on väga suuremahuline siis ei ole RATU kaartide järgi võimalik saada täpselt õigeid andmeid. Tabelis on arvestatud ka autori töö kogemust ja lähtutud projektijuhi teadmistest. Arvutused on antud järgnevates tabelites 6.1 ja 6.1.

Tabel 6.1 Plaatvundamendi normatiivne tööjõu- ja masinakulu

JRK nr	Töö nimetus	Ühik	Ajanorm	Normatiivne tööjõukulu vundamentide ehitusel							
				Haardealade kaupa						Kokku	
				HA 1		HA 2		HA 3		Ühikud	in-h
				in-h	mas-h	Ühikud	in-h	Ühikud	in-h		
1	RAKESTAMINE										
1.1	Möödistustööd (plaadid)	m ²	0,023	333,7	7,7	322,5	7,4	343,5	7,9	999,7	23,0
1.2	Raketise ehitamine	m ²	0,18	333,7	60,1	322,5	58,1	343,5	61,8	999,7	179,9
1.3	Lahtirakestamine	m ²	0,20	333,7	66,7	322,5	64,5	343,5	68,7	999,7	199,9
1.4	Raketisetarvikute puhastamine	m ²	0,20	333,7	66,7	322,5	64,5	343,5	68,7	999,7	199,9
1.5	Rakestamine kokku										
		in-h			191,2		184,7		196,8		572,7
		in-vah			23,9		23,1		24,6		71,6
2	SARRUSTAMINE										
2.1	Teisaldamine kraana	1000 kg	0,10	14,50	1,45	14,01	1,40	14,92	1,49	43,43	4,34
2.2	Plaat, üksikvardad Ø 12 mm - alumine ja ülemine põhivõrk	1000 kg	5,50	8,89	48,91	8,59	47,27	9,15	50,34	26,64	146,52
2.3	Plaadi sarrustamine üksikvarrastega keskmine Ø 12 mm	1000 kg	5,50	2,95	16,25	2,85	15,70	3,04	16,72	8,85	48,68
2.4	Plaadi sarrustamine üksikvarrastega keskmine Ø 16 mm	1000 kg	4,50	2,65	11,93	2,56	11,53	2,73	12,28	7,94	35,75
2.5	Sarrustamine kokku										
		in-h			86,39		83,49		88,93		258,82
		in-vah			10,80		10,44		11,12		32,35
3	BETONEERIMINE										
3.1	Eeltööd	m ³	0,015	104,1	1,6	100,7	1,5	110,3	1,7	315,1	4,7
3.2	Betoneerimine betoonipumba abil	m ³	0,13	104,1	13,5	100,7	13,1	110,2	14,3	315,0	41,0
			0,19		19,8		19,1		20,9		59,9
3.3	Järeltööd	m ³	0,03	104,1	2,6	100,7	2,5	110,2	2,8	315,0	7,9
3.4	Betoneerimine kokku										
		in-h			19,5		18,8		20,6		58,9
		in-vah			2,4		2,4		2,6		7,4
		mas-h			2,7		2,6		2,9		8,2

Tabel 6.2 Plaatvundamendi tehnoloogilised arvutused

Töö nimetus	Tööliste/ masinate		Haardealade kaupa													
	Eriala/mark	Arv	HA 1				Arv	HA 2				Arv	HA 3			
			Normatiivne		Normi täitmistegur	Valitud kestus		Normatiivne		Normi täitmistegur	Valitud kestus		Normatiivne		Normi täitmistegur	Valitud kestus
			Tööjõu- kulu	Kestus				Tööjõu- kulu	Kestus				Tööjõu- kulu	Kestus		
			in-vah	in-vah				in-vah	in-vah				in-vah	in-vah		
mas- vah	vah	mas- vah	vah	mas- vah	vah											
Rakestamine	Rakestaja	4	8,04	2,01	1,01	2	4	7,77	1,94	0,97	2	4	8,28	2,07	1,04	2
Sarrustamine	Tööline	3	10,80	3,60	1,03	3,5	3	10,44	3,48	0,99	3,5	3	11,12	3,71	0,93	4
Betoneerimine	Tööline	3	2,43	0,81	0,81	1	3	2,35	0,78	0,78	1	3	2,58	0,86	0,86	1
	Pump	1	2,72	2,72	0,91	3	1	2,63	2,63	0,88	3	1	2,88	2,88	0,96	3
Lahti rakestamine	Rakestaja	4	15,85	3,96	0,99	4	4	15,32	3,83	0,96	4	4	16,32	4,08	1,02	4

6.3 Raudbetoon seinte ehitus

Raudbetoon seinad on antud hoones keldrikorruse perimeetris, panduse külgedel ja -1, 1, 2 korruse trepikodade seinad. Kuna keldrikorruse seinte maht on üpriski suur, siis haardealadeks on seinad jaotatud vastavalt keldrikorruse seinad viies osas, esimese korruse trepikoja seinad ja teise korruse trepikoja seinad. Keldrikorruse seinu saaks hakata ette valmistama alles peale plaatvundamendi valmimist. Esimese ja teise korruse trepikodade seinu saab hakata rajama peale eelneva vahelae valmimist. Antud lõputöös on tehnoloogilisel kaardil esitatud keldrikorruse betoonseinte tööd.

6.3.1 Rakestamine

Seinte rakestamiseks kasutatakse PERI moodulkilpe, mis tõstetakse paika kraana abil. Raketisi ladustatakse valmis oleva plaatvundamendi peal. Erinevates suurustes raketised eraldi hunnikutes, et oleks paremini eristatavad ja kiirelt kasutusse võetavad. Moodulkilpidega on kaasas kõik töödeks vajalikud klambrid ja ühendused monoliitsete seinte valuks. Vaja minevad kinnitid ja raketise lukud on samuti asetatud metallist korvidesse, nende paremaks kasutamiseks.

Enne kilpide paigaldamist tuleks kilbid kindlasti puhastada ja õlitada, et lahti rakestamisel ei rikutaks betoonseinte sisepindu. Samuti pärast kilpide ära võtmist ja enne nende tagasi saatmist tuleb kilbid puhastada. Kilpide ühendamisel tuleb ühenduskohad hoolikalt üle kontrollida, et ei tekiks liitekohtades pinnasekõrguse erinevusi.

Joonis 4. 0 - korruse seinte rakestamine kasutades moodulkilpe



6.3.2 Armeerimine

Monoliitsete raudbetoonseinte armeerimiseks kasutatakse \varnothing 12 ja \varnothing 16 mm läbimõõduga sarrusvardaid klassiga B500B. Teljel 7 on kasutusel ka \varnothing 20 ja \varnothing 25 mm läbimõõduga sarrusvardad, antud vardad on kasutusel seinaga ühenduses olevates monoliitsetes betoonpostides. Seintes on armatuuri kaitsekihiks mõlemal pool 25 mm. Armatuur painutatakse objekti peal oleva painutuspingi abil, mis asub eramaja poolses ääres. Kuna painutuspink ja armatuuri ladustamise ala pole kaugel tööalast, liigutatakse üksikvardaid käsitsi. Suuremate võrkude puhul kasutatakse tõstmiseks kraanat.

Joonis 5. 2.korruse trepikoja monoliitsete seinte armeerimine



6.3.3 Betoneerimine

Kandvate seinte betoneerimiseks kasutatakse betooni klassiga C 30/37. Seinte betoneerimine jäi oktoobri kuusse, kus ei ole veel vaja rakendada talviseid betoneerimis tingimusi. Betoneerimiseks kasutati sarnaselt plaatvundamendile HC Betooni betooni ja segurautot suurusega 7 m³.

6.3.4 Tööjõuvajadus

Tööjõuvajadus on välja kalkuleeritud järgnevates tabelites 6.3 ja 6.4. Tabelite kalkuleerimisel on arvestatud RATU [9] kaarte. Rakestamine ja armeerimine võtab aega 15 päeva, kus igal päeval on tööl 5 töömeest ja betoneerimisel 4 meest. Betoneerimiseks läheb lisaks betoonisegurautojuhile vaja ka autopumba juhti ja kahte betoneerijat.

Tabel 6.3 Betoonseinte normatiivne töö- ja masinakulu

Jrk nr	Töö nimetus	Ühik	Ajanorm	Normatiivne tööjõukulu													
				Haardealade kaupa													
				0.korrus										1.korrus		2.korrus	
				1		2		3		4		5		6		7	
				in-h	Ühikud	in-h	Ühikud	in-h	Ühikud	in-h	Ühikud	in-h	Ühikud	in-h	Ühikud	in-h	Ühikud
1.1	Materjali kohale toimetamine	in-h/m2	0,05	90,6	4,53	88,0	4,40	84,5	4,23	67,5	3,38	74,0	3,70	151,3	7,57	151,3	7,57
1.2	Eelmontaaz	in-h/m2	0,04	90,6	3,62	88,0	3,52	84,5	3,38	67,5	2,70	74,0	2,96	151,3	6,05	151,3	6,05
1.3	Möödistustöö	in-h/m2	0,03	90,6	2,72	88,0	2,64	84,5	2,54	67,5	2,03	74,0	2,22	151,3	4,54	151,3	4,54
1.4	Moodulraketise tõstmine	tõste	0,90	10,0	9,0	14,0	12,6	4,0	3,6	6,0	5,40	6,0	5,40	18,0	16,20	18,0	16,20
			0,30		3,0		4,2		1,2		1,8		1,8		5,40		5,40
1.5	Sarruse teisaldamine kraanaga	1000 kg	0,1	1,5	0,1	1,5	0,1	2,01	0,2	1,1	0,1	1,2	0,1	2,5	0,25	2,5	0,25
1.6	Seina sarrustamine üksikvarrastega	1000 kg	6,3	1,5	9,1	1,5	9,1	2,01	12,7	1,1	7,1	1,2	7,4	2,5	15,75	2,5	15,75
1.7	Raketise määrimine ja paigaldus	in-h/m2	0,3	90,6	27,2	88,0	26,4	84,5	25,4	67,5	20,3	74,0	22,2	151,3	45,39	151,3	45,39
1	RAKESTAMINE JA ARMEERIMINE KOKKU		in-h		62,0		58,8		52,0		40,9		44,0		105,32		105,32
			mas-h		3,30		4,20		1,20		1,80		1,80		5,94		5,94
			in-vah		7,75		8,09		7,14		5,63		6,05		13,17		13,17
			mas-vah		0,41		0,58		0,17		0,25		0,25		0,74		0,74
2.1	Eeltööd	m3	0,04	18,1	0,7	17,6	0,7	16,9	0,7	13,5	0,5	14,8	0,6	30,3	1,21	30,3	1,21
2.2	Betoneerimine betoonipumba abil	m3	0,26	18,1	4,7	17,6	4,6	16,9	4,4	13,5	3,5	14,8	3,8	30,3	7,87	30,3	7,87
			0,1		1,8		1,8		1,7		1,4		1,5		3,03		3,03
2.3	Vibreerimine	m3	0,03	18,1	0,5	17,6	0,5	16,9	0,5	13,5	0,4	14,8	0,4	30,3	0,91	30,3	0,91
2	BETONEERIMINE KOKKU		in-h		6,9		5,8		5,6		4,5		4,9		11,48		11,48
			mas-h		2,1		1,8		1,7		1,4		1,5		3,48		3,48
			in-vah		0,86		0,83		0,80		0,64		0,70		1,43		1,43
			mas-vah		0,26		0,25		0,24		0,19		0,21		0,43		0,43
3.1	Raketise tõstmine	tõste	0,9	10,0	9,0	14,0	12,6	4,0	3,6	6	5,4	6	5,4	18,0	16,20	18,0	16,20
			0,3		3,0		4,2		1,2		1,8		1,8		5,40		5,40
3.2	Raketise lahtivõtmine	in-h/m2	0,1	90,6	9,1	88,0	8,8	84,5	8,5	67,5	6,8	74,0	7,4	151,3	15,13	151,3	15,13
3.3	Raketise puhastamine	in-h/m2	0,02	90,6	1,8	88,0	1,8	84,5	1,7	67,5	1,4	74,0	1,5	151,3	3,03	151,3	3,03
3	LAHTIRAKESTAMINE KOKKU		in-h		21,9		23,2		13,7		13,5		14,3		37,79		37,79
			mas-h		3,3		4,2		1,2		1,8		1,8		5,94		5,94
			in-vah		2,73		3,18		1,89		1,86		1,96		4,72		4,72
			mas-vah		0,41		0,58		0,17		0,25		0,25		0,74		0,74

Tabel 6.4 Betoonseinte tehnoloogilised arvutused

Jrk. Nr	Töö nimetus	Tööliised/ masinad	Haardealade kaupa																												
			Eriala/ mark	arv	0. korrus												1. korrus						2. korrus								
					1			2			3			4			5			6			7								
					Normatiivne		Vali- tud kestus	Normatiivne		Vali- tud kestus	Normatiivne		Vali- tud kestus	Normatiivne		Vali- tud kestus	Normatiivne		Vali- tud kestus	Normatiivne		Vali- tud kestus	Normatiivne		Vali- tud kestus	Normatiivne		Vali- tud kestus			
					tööjõu- kulu	kestus		normi täitmistegur	tööjõu- kulu		kestus	normi täitmistegur		tööjõu- kulu	kestus		normi täitmistegur	tööjõu- kulu		kestus	normi täitmistegur		tööjõu- kulu	kestus		normi täitmistegur	tööjõu- kulu		kestus	normi täitmistegur	tööjõu- kulu
in- vah m- vah	vah	normi täitmistegur	in- vah m- vah	vah	normi täitmistegur	in- vah m- vah	vah	normi täitmistegur	in- vah m- vah	vah	normi täitmistegur	in- vah m- vah	vah	normi täitmistegur	in- vah m- vah	vah	normi täitmistegur	in- vah m- vah	vah	normi täitmistegur	in- vah m- vah	vah	normi täitmistegur	in- vah m- vah	vah						
1	Raketise ehitamine/ sarrustamine	Rakestaja	4	7,75	1,9	0,97	2	8,09	2,0	1,01	2	7,14	1,8	0,89	2,0	5,63	1,4	0,94	2	6,05	1,5	1,01	2	13,17	3,3	1,10	3	13,17	3,3	1,10	3
		Kraana	1	0,41	0,4	0,21		0,58	0,6	0,29		0,17	0,2	0,08		0,25	0,2	0,17		0,25	0,2	0,17		0,74	0,7	0,25		0,74	0,7	0,25	
3	Betoneerimine	Betoneeri- ja	3	0,86	0,3	0,57	0,5	0,83	0,3	0,56	0,5	0,80	0,3	0,53	0,5	0,64	0,2	0,43	0,5	0,70	0,2	0,47	0,5	1,43	0,5	0,96	0,5	1,43	0,5	0,96	0,5
		Betooni- pumi	1	0,26	0,3	0,52		0,25	0,3	0,51		0,24	0,2	0,49		0,19	0,2	0,39		0,21	0,2	0,43		0,43	0,4	0,87		0,43	0,4	0,87	
4	Lahti- raketamine	Rakestaja	4	2,73	0,7	0,68	1	3,18	0,8	0,80	1	1,89	0,5	0,94	0,5	1,86	0,5	0,93	1	1,96	0,5	0,98	1	4,72	1,2	1,18	1	4,72	1,2	1,18	1
		Kraana	1	0,41	0,4	0,41		0,58	0,6	0,58		0,17	0,2	0,33		0,25	0,2	0,50		0,25	0,2	0,50		0,74	0,7	0,74		0,74	0,7	0,74	

6.4 Müüritööd

Antud hoones asuvad müürikivist laotud seinad kolmandal, neljandal ja viiendal korrusel. Korruste põhjal on autor jaganud trepikodade müüritööd haardealadeks. Kokku tekib kuus haardeala, millest suurima mahuga alad asuvad 3ndal ja 4ndal korrusel. Müüritöödele eelnevalt peavad olema teostatud vahelagede konstruktsioonide ehitustööd ja raudbetoonist vahelael on lastud kivineda. Tehnoloogilisel kaardil on kujutatud keldrikorruse seinte müüritöid.

6.4.1 Armeerimine

Õõnesplokki seinad tuleb vastavalt projektile armeerida horisontaalselt ja vertikaalselt. Horisontaalne armeerimine peab asuma igas vuugi vahes 2 Ø 6 klassiga B500B armatuurvarrastega. Vertikaalne armeerimine asub igas teises õõnes 2 Ø 10 armatuurvarrastena, lisaks on müüri nurga kohtadesse ette nähtud armeerimine 3 Ø 12 armatuurvarrastega. Armatuurvarraste ülekatte pikkus tuleb võtta 40 korda varda läbimõõtu.

Joonis 6. Trepikodade õõnesplokkmüüritise armeerimine



6.4.2 Ladumine

Ladumisega tegeles korruga 3 müürimeest, kivid on korruste peale jaotatud erinevalt vastavalt korrusele. Peab jälgima, et ei koormaks vahelagesid liiga kiirelt suurte koormustega. Keldri korrusel toimetatakse kivid mööda kaldteed alla väiksema käärtõstuki abil ja edasi liigutavad töömehed ise roklaga. Teistele korrustele tõstetakse vajalikud kivi alused ja segukotid kraanaga.

Kolmanda ja neljanda korruse müüriseinte ladumine võtab kokku aega 12 päeva, viiendale korrusele kulub 3 päeva. Antud korruste müüri kõrgus on vastavalt kõrgeima koha järgi 3,12 m, mis tähendab, et kõrgemal asuvate ridade ladumiseks tuleb kasutada korrektseid töölavasid. Hoones on kasutusel nelja erinevat tüüpi plokk – 140 mm ja 190 mm laiused õõnesplokid, šahtide seinad on kas 150 mm või 200 mm poorbetoonplokkidest. Müüritööde tehnoloogilisest kaardist on šahtide ladumine välja jäetud kuna nende ladumine toimub hiljem, vastavalt eriosade valmimisele. Neljanda ja viienda korruse müüri tööd jäävad detsembrisse, mille jooksul tuleb jälgida väliseid temperatuure. Müüri võib laduda kuni -5 kraadini, kuid soojendatud mördi või lisaaineid kasutades võib müüri laduda kuni -15 kraadi juures, kus tuleb jälgida, et ei oleks täiendavat tuule külma.

Joonis 7. Müürikivist seinte ladumine



6.4.3 Betoneerimine

Õõnesplokkide täis valamiseks on projektis ette nähtud betoon C20/25 XC1, maksimaalne tera suurus 8 mm. Kõik seinad, mis on laotud õõnesplokkidest tuleb täis valada. Korraga tohib betooniga täis valada 8 plokirida, et tagada müürikividele jõukohane surve täitebetooni poolt. Kui valatava betooni surve ületab taluvuse piiri, lükkab betoon kivid katki. Planeeritud on ühe haarde ala jooksul kaks korda plokkide täisbetoneerimist. Betoneerides tuleb kindlasti jälgida, et kõik õõnsused oleks korralikult nuivibraatoriga üle käidud, mis tagab betooni valgumise kogu müüri ulatuses. Keldrikorrusel on müüride betoneerimise maht 10,8 m³ betooni, seega HC Betoon tarnib platsile lisaks pumba autole ka ühe betoonimikser auto. Sarnaselt müüritöödele, tuleb ka betoneerimise juures jälgida neljandal ja viiendal korrusel töid tehes väljas olevad õhutemperatuuri, millele vastavalt võib olla vajalik kasutada talvistel tingimustel betoneerimist. Kasutada võib kas kõrgema tugevusklassiga betooni, lisada spetsiaalset keemilist ühendit ja valatav betoon kinni katta, et säiliks kivistumisel eralduv soojus.

6.4.4 Tööjõuvajadus

Tööjõuvajaduse on arvatud vastavalt RATU kaartidele ja lõputöö autori kogemusele objektil töötades. Müüri ladumisel töötab igal haardealal 3 töölist. Kolmanda ja neljanda korruse õõnesplokksseinad valmivad kuue päevaga, kus on arvestatud, et betoneerimispäev jääb poolikuks. Viienda korruse trepikoja seinad valmivad kolme päevaga. Arvutused on välja toodud all järgnevates tabelites 6.5 ja 6.6.

Tabel 6.5 Müüritööde normatiivne töö- ja masinakulu

Jrk nr	Töö nimetus	Ühik	Ajanorm	Normatiivne tööjõukulu							
				Haardealade kaupa						Kokku	
				1		2		3			
				in-h	in-h	in-h	in-h	in-h	in-h	Ühikud	in-h
mas-h	Ühikud	mas-h	Ühikud	mas-h	Ühikud	mas-h	Ühikud	mas-h			
1	3.-5. KORRUSTE MÜÜRITÖÖD										
1.1	Plokkide teisaldamine kraanaga	kord	0,10	6,0	0,60	6,0	0,60	3,0	0,30	15,0	1,50
1.2	Mõõtmine	m2	0,04	132,9	5,32	132,9	5,32	74,5	2,98	340,4	13,62
1.3	Mördi valmistamine	m2	0,25	132,9	33,24	132,9	33,24	74,5	18,63	340,4	85,10
1.4	Müürimine	m2	0,40	132,9	53,18	132,9	53,2	74,5	29,81	340,4	136,16
1.5	Teisaldamine käsitsi, lühikesed vahemaad	1000 kg	0,50	1,3	0,6	1,3	0,6	0,7	0,4	3,3	1,65
1.6	Sarrustamine üksikvarrastega	1000 kg	8,00	1,3	10,3	1,3	10,3	0,7	5,8	3,3	26,34
1.7	Pumpvalu	m3	0,26	11,9	3,1	11,9	3,1	6,7	1,7	30,4	7,90
1.8	Järeltööd	m3	0,03	11,9	0,4	11,9	0,4	6,7	0,2	30,4	0,91
	3.-5. KORRUSTE MÜÜRITÖÖD KOKKU		in-h		103,0		103,0		57,8		263,8
mas-h				3,69		3,69		2,03		9,4	
in-vah				13,52		13,52		7,58		34,6	
mas-vah				0,48		0,48		0,27		1,2	

Tabel 6.6 Müüritööde tehnoloogilised arvutused

Töö nimetus	Töölise/masinate	Arv	Korruste kaupa			
	Eriala/mark		Normatiivne		Normi täitmistegur	Valitud kestus
			Tööjõukulu	Kestus		
			in-vah	vah		vah
			mas-vah			
3. korruse müüri ladumine	Kraana	1	0,08	0,08	0,79	0,1
	Müürsepp	3	13,47	4,49	1,00	4,5
3. korruse müüri betoneerimine	Pump-mikser	1	0,41	0,41	0,81	0,5
	Betoneerija	1	0,05	0,05	0,47	0,1
4. korruse müüri ladumine	Kraana	1	0,08	0,08	0,79	0,1
	Müürsepp	3	13,47	4,49	1,00	4,5
4. korruse müüri betoneerimine	Pump-mikser	1	0,41	0,41	0,81	0,5
	Betoneerija	1	0,05	0,05	0,47	0,1
5. korruse müüri ladumine	Kraana	1	0,04	0,04	0,39	0,1
	Müürsepp	3	7,55	2,52	1,01	2,5
5. korruse müüri betoneerimine	Pump-mikser	1	0,2	0,23	1,14	0,2
	Betoneerija	1	0,03	0,03	0,26	0,1

6.5 Raudbetoon vahelagede ehitus

Käes olevas hoones on raudbetoon monoliitsed vahelaed -1 korrusest kuni 5. korruse katuslaeni. Vahelagede rajamine on jaotatud kuueks haardealaks, iga korruse vahelagi ja katuslagi eraldi. Enne vahelagede valu peavad olema valatud eelmise korruse kandvad postid ja trepikodade seinad. Keldrikorruse vahelae jaotati veel kaheks võrdseks haardealaks tööjõu vajaduse arvutamisel, kuna selle korruse maht on liiga suur võrreldes teiste vahelagedega. Alates kolmandast korrusest peavad olema enne vahelagede rajamist laotud trepikodade müürid. Tehnoloogilisel kaardil on kujutatud esimese korruse vahelae rajamist.

6.5.1 Rakestamine

Vahelagede rakestamiseks kasutatakse kilpraketisi, mis alt poolt toestatakse tugipostide ja sõrestik tugevdega. Kilpraketised tuleb enne paigaldamist kindlasti puhastada ja õlitada. Peale betoonivalu võib raketised eemaldada kui on möödunud vähemalt 2 ööpäeva. Seejärel võib eemaldada kilpraketised kuid kandvad tugipostid jäetakse veel kandma nii kauaks kui võimalik, minimaalselt kaks nädalat.

6.5.2 Armeerimine

Hoone korruste vaheliste vahelagede armeeringuks on kasutusel Ø 6, 8, 10, 12, 16, 20, 25 ja 32 läbimõõduga armatuurvardad ja võrgud. Suurema läbimõõduga vardaid kasutatakse keldrikorruse vahelae rajamisel. Keldrikorruse vahelagi on ka mahult kõige suurem, ja peab kandma ka hoone välise parkla osa pinda.

Joonis 8. Vahelagede armeerimine

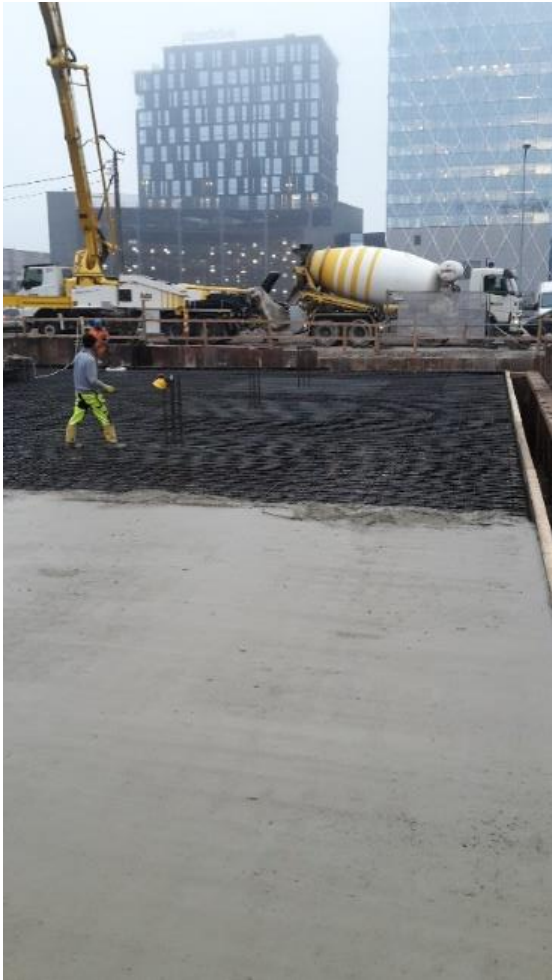


6.5.3 Betoneerimine

Vahelagede betoneerimisel kasutakse keldrikorrusel betooni klassiga C 30/37 XC3. Ülejäänud korrustel on kasutusel C 30/37 XC1. Vahe tuleneb, kuna keldrikorrusel tekib rohkem niiskust, kas siis seal olevatest kanalisatsiooni kaevudest või talvel seal parkivatelt autodelt. Lisaks võib vihmavesi mööda kaldteed jõuda keldrikorrusele kui parkla uks on avatud ja renntrapp ei jõua kogu vett vastu võtta.

Neljanda ja viienda korruse vahelagede betoneerimine jääb detsembri kuusse siis tuleb jälgida ilma ennustusi, et rakendada talviseid betoneerimis tingimusi. Võimalik on vahelaele ümber ehitada tellingutest telk, mis on kinni kaetud tugevama kilega, et hoida betoneerimisel eralduvat soojust ja vajadusel veel täiendavalt kütta ajutiste küttekehadega. Tähtis on, et betooni pinna temperatuur ei langeks alla 0 kraadi, mille juures kividamine seiskub.

Joonis 9. Vahelae betoneerimine



6.5.4 Tööjõuvajadus

Tööjõuvajadused on arvatud kasutades RATU [9] kaarte. Arvutustulemused on kajastatud alljärgnevas tabelites 6.7 ja 6.8.

Rakestamiseks kulub kõigil haardealadel üks päev, mil töid teostavad 4 töölist. Armeerimiseks on viis töölist, kellel on töödega valmis jõudmiseks kaks päeva. Betoneerimiseks on lisaks betooni ja pumpautole ka veel 3 betoneerijat.

Tabel 6.7 Raudbetoon vahelagede normatiivne töö- ja masinakulu

JRK nr	Töö nimetus	Ühik	Ajanorm	Normatiivne tööjõukulu vahelagede rajamisel													
				Haardealade kaupa												Kokku	
				HA 1		HA 2		HA 3		HA 4		HA 5		HA 6			
				in-h	Ühikud	in-h	Ühikud	in-h	Ühikud	in-h	Ühikud	in-h	Ühikud	in-h	Ühikud	in-h	Ühikud
mas-h		mas-h		mas-h		mas-h		mas-h		mas-h		mas-h		mas-h			
1	RAKESTAMINE, KILPRAKETISED																
1.1	Eeltööd, teisaldamine kraanaga	m³	0,05	256,2	12,8	117,9	5,9	117,5	5,9	117,5	5,9	116,4	5,8	51,8	2,6	777,3	38,9
1.2	Möödistustööd	m³	0,025	256,2	6,4	117,9	2,9	117,5	2,9	117,5	2,9	116,4	2,9	51,8	1,3	777,3	19,4
1.3	Raketise ehitamine	m³	0,20	256,2	51,2	117,9	23,6	117,5	23,5	117,5	23,5	116,4	23,3	51,8	10,4	777,3	155,5
1.4	Lahtirakestamine	m³	0,25	256,2	64,0	117,9	29,5	117,5	29,4	117,5	29,4	116,4	29,1	51,8	12,9	777,3	194,3
1.5	Raketisetarvikute puhastamine	m³	0,05	256,2	12,8	117,9	5,9	117,5	5,9	117,5	5,9	116,4	5,8	51,8	2,6	777,3	38,9
Rakestamine kokku			in-h		63,4		30,8		30,7		30,7		30,4		13,5		199,5
			in-vah		7,9		3,8		3,8		3,8		3,8		1,7		24,9
Lahti rakestamine kokku			in-h		69,2		33,6		33,5		33,5		33,2		14,8		217,7
			in-vah		8,6		4,2		4,2		4,2		4,1		1,8		27,2
2	SARRUSTAMINE																
2.1	Teisaldamine käsitsi, lühikesed vahemaad	1000 kg	0,50	21,6	10,8	13,2	6,6	13,2	6,6	13,2	6,6	13,6	6,8	5,6	2,8	80,4	40,2
2.2	Plaadi sarrustamine üksikvarrasega	1000 kg	5,50	21,6	119,0	13,2	72,6	13,2	72,7	13,2	72,6	13,6	74,7	5,6	30,8	80,4	442,4
Sarrustamine kokku			in-h		142,8		87,1		87,2		87,2		89,6		37,0		530,9
			in-vah		17,9		10,9		10,9		10,9		11,2		4,6		66,4
3	BETONEERIMINE																
3.1	Eeltööd	m³	0,020	256,2	5,1	117,9	2,4	117,5	2,4	117,5	2,3	116,4	2,3	51,8	1,0	777,3	15,5
3.2	Betoneerimine betoonipumba abil	m³	0,15	256,2	38,4	117,9	17,7	117,5	17,6	117,5	17,6	116,4	17,5	51,8	7,8	777,3	116,6
			0,19	256,2	48,7	117,9	22,4	117,5	22,3	117,5	22,3	116,4	22,1	51,8	9,8	777,3	147,7
3.3	Järeltööd	m³	0,03	256,2	7,7	117,9	3,5	117,5	3,5	117,5	3,5	116,4	3,5	51,8	1,6	777,3	23,3
Betoneerimine kokku			in-h		53,8		25,9		25,9		25,8		25,6		11,9		169,0
			mas-h		51,1		24,6		24,6		24,6		24,3		11,3		160,5
			in-vah		6,7		3,2		3,2		3,2		3,2		1,5		21,1
			mas-vah		6,4		3,1		3,1		3,1		3,0		1,4		20,1

Tabel 6.8 Vahelagede tehnoloogilised arvutused

Jrk. Nr	Töö nimetus	Töölised/ masinad	Haardealade kaupa																					
			Eriala/mark	arv	1				1.2				2-4				5				6			
					Normatiivne		normi täitmistegur	Valitud kestus	Normatiivne		normi täitmistegur	Valitud kestus	Normatiivne		normi täitmistegur	Valitud kestus	Normatiivne		normi täitmistegur	Valitud kestus	Normatiivne		normi täitmistegur	Valitud kestus
					tööjõu-kulu	kestus			tööjõu-kulu	kestus			tööjõu-kulu	kestus			tööjõu-kulu	kestus			tööjõu-kulu	kestus		
in-vah-m-vah	vah	vah	in-vah-m-vah	vah	vah	vah	in-vah-m-vah	vah	vah	vah	in-vah-m-vah	vah	vah	vah	in-vah-m-vah	vah	vah	vah	vah					
1	Rakestamine	Rakestaja	4	4,0	1,0	0,99	1	4,0	1,0	0,99	1	3,8	1,0	0,96	1,0	3,8	1,0	0,95	1	1,7	0,4	0,85	1	
2	Sarrustamine	Armeerija	5	8,9	1,8	0,89	2	8,9	1,8	0,89	2	10,9	2,2	1,09	2,0	11,2	2,2	1,12	2	4,6	0,9	0,92	1	
3	Betoneerimine	Betoneerija	3	3,4	1,1	1,12	1,0	3,4	1,1	1,12	1,0	3,2	1,1	1,08	1,0	3,2	1,1	1,07	1,0	1,5	0,5	0,99	0,5	
		Betoonipumi	2	3,2	1,6	1,06	1,5	3,2	1,6	1,06	1,5	3,1	1,5	1,03	1,5	3,0	1,5	1,01	1,5	1,4	0,7	0,71	1,0	
4	Lahti-rakestamine	Rakestaja	4	4,3	1,1	1,08	1	4,3	1,1	1,08	1	4,2	1,0	1,05	1,0	4,1	1,0	1,04	1	1,8	0,5	0,92	1	

6.6 Katusekatte tööd

Katusekatte tööde tehnoloogiline kaart on koostatud erinevate katusekatete paigaldamise planeerimiseks. Tehnoloogilise kaardi aluseks on arhitektuurne katuse plaan ning parapeti, katuse tarindi ja katusepollari sõlme joonis.

6.6.1 Tööde teostamine ja järjekord

Katusetöödega alustamise ajaks peab katuslaeks valatud monoliitne raudbetoon olema piisavalt kuivanud. Lisaks peavad olema lõpetatud katusel asetsevate sadeveekaevude ja sadeveekanaliseerimise paigaldus. Katusel peab paigas olema ka katusekupid suitsueemalduseks. Antud tööd peavad olema lõpetatud katusekatte korrektseks paigalduseks. Kuna hiljem tehtavad läbiviigid nõrgestavad katusekatet. Materjalid tõstetakse kraanaga 4. korruse katusele vastavalt materjalide vaja minemise järjekorrale, et ei tekiks olukorda, kus materjalide alused on tööfrondil ees. Töömehed pääsevad katusele kas korvtõstukiga, 4. korruselt läbi ukse avade või 5. korrusele kasutades redelit.

Katusekattetööd teostatakse kuues etapis:

- SBS aurutõkke paigaldus
- Vajadusel liivbetooniga katusele kalle andmine
- Soojustuse paigaldus kahes kihis
- Soojustuse katmine bituumenmaterjaliga
- Parapeti servapleki paigaldus
- Bituumenrullmaterjali paigaldus teises kihis

Joonis 10. Katusekatte paigaldus



Katuse ehitamiseks vajalikud sõlmed on leitavad tehnoloogilisel kaardil (vt joonis 10). Sõlme joonistel on märgitud erinevate materjalide tüübid ja kihtide paksused. Katusel asetsevate sadevee kogumiskaevude tõttu puudub katusel ühtne paksus, mis erineb vaid katusele antud lisa kallete võrra. Soojustuse paigaldamist tuleb kindlasti ajastada sademete vabadele ilmadele, et hiljem ei jääks niiskus katuse sisse. Peale soojustuse paigaldamist pole ka pikalt aega viita, tuleb kiiresti saada SBS-katted kinni ja läbiviigud veekindlaks.

Haardealadel töötavad korruga kolm katusekattepaigaldajat, esimesel päeval lisaks veel kraanajuht, kes tõstab vajaminevad materjalid katusele. Tööd kestavad ühel haarde alal kokku neli päeva. Viimasel päeval teostab töid plekksepp, kes vormistab ära parapeti.

Eelnevalt katusetööde teostamisele tuleb tagada katusel töötamise turvanõuded. Katusele tuleb paigaldada võimalusel ajutised piirded või veenduda, et töömehed kasutavad rakmeid, mis on korrektselt kinnitatud. Lisaks tuleb tuletööde teostamisel jälgida, et töömeeste vahetus läheduses oleks koguaeg vähemalt kaks 6kg pulbertulekustutit.

Katusetööde tehnoloogilised- ja tööjõu arvutused on esitatud tabelites 6.19 ja 6.20, materjalide vajadus tabelis 6.18.

Tabel 4.1 Katusekattetööde materjalide vajadus

Kirjeldus	Materjal	Maht	Ühik
Aurutõke (koos ülespööretega seinale)	SBS aurutõke - Bicroelast EPP 3,0	475,5	m2
Liivbetoon kallete andmiseks 20...60mm	Liivbetoon	9,5	m3
Soojustus 1. kiht	EPS 60 Silver 200mm	475,5	m2
Soojustus 2. kiht	Isover OL-TOP/U 30mm soonega	475,5	m2
Katusekate hüdroisolatsioon SBS 1. kiht	Unifleks Epp 4,0	475,5	m2
Katusekate hüdroisolatsioon SBS 2. kiht	Bikroelast EPP 3,0	475,5	m2
Parapeti servaplekk	Parapeti servaplekk PUR 0,6 mm	130,6	jm
Katusepollarid	ABS-Lock III-BE pollar	4,0	tk

Tabel 6.9 Katusekatte tööde normatiivne töö- ja masinakulu arvutused

Jrk nr	Töö nimetus	Ühik	Ajanorm	Normatiivne tööjõukulu					
				Haardealade kaupa				Kokku	
				1		2			
				in-h	Ühikud	in-h	Ühikud	in-h	Ühikud
mas-h		mas-h		mas-h		mas-h			
1	Aluskihi tööd								
1.1	Eeltööd (sh materjalide tõstmine kraanaga)	m2	0,008	271,2	2,17	204,3	1,63	475,50	3,80
		m2	0,01	271,2	2,71	204,3	2,04	475,50	4,76
1.2	Aurutõkke paigaldus	m2	0,031	271,2	8,41	204,3	6,33	475,50	14,74
1.3	Katusepollarite paigaldus	tk	0,15	2	0,30	2	0,30	4,00	0,60
1.4	Ülespöörete tegemine	jm	0,05	70,02	3,50	60,57	3,03	130,59	6,53
1.5	Läbiviikude tihendamine	tk	0,5	5	2,50	5	2,50	10,00	5,00
1	Aluskihi tööd kokku	in-h			18,57		15,18		33,74
		mas-h			2,71		2,04		4,76
		in-vah			2,32		1,90		4,22
		mas-vah			0,34		0,26		0,59
2	Soojustuse paigaldus								
	Soojustuse esimese kihi paigaldus	m2	0,031	271,2	8,41	204,3	6,33	475,50	14,74
	Soojustuse teise kihi paigaldus	m2	0,041	271,2	11,12	204,3	8,38	475,50	19,50
2	Soojustuse paigaldus kokku	in-h			21,48		16,18		37,66
		in-vah			2,68		2,02		4,71
3	Katusekatte paigaldus								
	Katusekaevude paigaldus	tk	0,05	4	0,20	2	0,10	6,00	0,30
	Katusekatte esimese kihi paigaldus	m2	0,031	271,2	8,41	204,3	6,33	475,50	14,74
	Katusekatte ülespöörete tegemine	jm	0,05	70,02	3,50	60,57	3,03	130,59	6,53
	Läbiviikude tegemine	tk	0,5	5	2,50	5	2,50	10,00	5,00
	Katusekatte teise kihi paigaldus	m2	0,051	271,2	13,83	204,3	10,42	475,50	24,25
	Järeltööd	m2	0,003	271,2	0,81	204,3	0,61	475,50	1,43
3	Katusekatte paigaldus kokku	in-h			32,18		25,29		57,47
		in-vah			4,02		3,16		7,18
4	Parapeti pleki paigaldus								
	Parapeti äärepleki paigaldus	jm	0,09	70,02	6,30	60,57	5,45	130,59	11,75
4	Parapeti pleki paigaldus kokku	in-h			6,93		6,00		12,93
		in-vah			0,87		0,75		1,62

Tabel 6.10 Katusekatte tööde tehnoloogilised arvutused

Töö nimetus	Tööliste/masinate	Haardealade								
	Eriala/mark	Arv	1				2			
			Normatiivne		Normi täitmistegur	Valitud kestus	Normatiivne		Normi täitmistegur	Valitud kestus
			Tööjõu-kulu	Kestus			Tööjõu-kulu	Kestus		
in-vah	mas-vah	vah	vah	in-vah	mas-vah	vah	vah			
Aluskihi tööd (sh aurutõkke paigaldus)	Kraana	1	0,34	0,34	0,68	0,5	0,26	0,26	0,51	0,5
	Katusekatte paigaldaja	3	2,32	0,77	0,77	1	1,90	0,63	0,63	1
Soojustuse paigaldus	Katusekatte paigaldaja	3	2,68	0,89	0,89	1	2,02	0,67	0,67	1
Katuse katte paigaldus	Katusekatte paigaldaja	3	4,02	1,34	1,34	1	3,16	1,05	1,05	1
Parapeti äärepleki paigaldus	Plekksepp	1	0,87	0,87	0,87	1	0,75	0,75	0,75	1

7. MAJANDUSOSA

Käesolevas peatükis on töö autor analüüsinud hoone teise ja kolmanda korruse trepikodade seinte rajamise maksumust. Teise korruse trepikodade seinad on ehitatud raudbetoonist ja kolmanda korruse trepikodade seinad on laotud täisvalatud õõnesplokk müüritisest. Töö autor võrdleb mõlema variandi hinda, saamaks teada kas projektis vastu võetud otsus asendada kolmanda kuni viienda korruse trepikodade seinad täisvalatud õõnesplokkidega tuli rahaliselt odavam kui kasutada eelnevatele korrustele sarnast lahendust ehk rajada monoliitsed raudbetoonseinad.

Autor kasutab arvutustes ainult teise ja kolmanda korruse mahtusid kuna need on identsed korrused - materjalide kogused on projektis paika pandud.

Tabelites 7.1 ja 7.1 tehtud arvutustes on kasutatud RATU [9] kaartidel olevaid ajanorme ning ühikhinnad on võetud Mapri Ehitus OÜ koostatud hoone eelarvest [8]. Lisaks on töö autor arvestanud ka töid teostanud ettevõtte ühikhindade ja mahtudega.

7.1 7.1 Monoliitsest raudbetoonist teise korruse trepikoja seinad

Antud arvutuses on kajastatud ainult teise korruse trepikodade A ja B seinte ehitusmaksumust. Monoliitse betoonseina ehituse kogumaksumuse moodustavad rakestamise, armeeringu, betoneerimise ja betooni transpordi hinnad. Materjali kulud on arvestatud eraldi erinevates lõigetes ja võetud tööjõu kulu kokku kogu seinte lõikes ruutmeetri kohta. Monoliitse seina paksuseks on 200 mm. Teise korruse monoliitsete trepikodade seinte rajamiseks kulub 13 088,3 €.

7.2 7.2 Täisvalatud õõnesplokkist kolmanda korruse trepikodade seinad

Antud arvutuses on kajastatud ainult kolmanda korruse trepikodade A ja B seinte ehitusmaksumust. Õõneplokk seinte ehituse kogumaksumuse moodustavad ladumise, mördisegu, armeeringu, betoneerimise ja betooni transpordi hinnad. Ladumise hinna sisse kuulub nii müürikivide ladumise, armeerimise ja betoonivalu tööjõu kulud. Arvestatud on ka eraldi materjalide kulu ja betooni transpordi kulu, lisaks võetud tööjõu kulu kokku kogu seina ladumise kohta ruutmeetri peale. Betooni maht arvestati õõnesplokkide mahutavuse järgi, õõnesplokk on ise 53% oma mahust seega mahutab

betooni 47 % ulatuses. Õõnesplokk seina paksuseks on 190 mm. Kolmanda korruse trepikodade seinte rajamiseks kulub 8805,1 €.

Tabel 7.1 Monoliitse r/b seinte maksumus

Töö nimetus	maht	ühikud	tööjõukulu		materjali kulu		masina maksumus		maksumus kokku
			€/m.ü	kokku	ühik	kokku	ühik	kokku	
Ühikud			€/m.ü	kokku	ühik	kokku	ühik	kokku	
Rakestamine	132,9	m2	-	-	14,0	1861,0	-	-	1861,0
Sarrustamine	2422,2	kg	-	-	1,1	2664,4	-	-	2664,4
Betoneerimine C30/37	26,6	m3	-	-	105,0	2791,5	-	-	2791,5
Materjali transport	5	kord	-	-	-	-	150,0	750,0	750,0
Tööjõu kulu kokku	132,9	m2	16,0	2126,4	-	-	-	-	2126,4
Otsekulu kokku									10193,3
Kasum 7 %									713,5
Kokku									10906,9
Käibemaks 20 %									2181,4
Kõik kokku, €									13088,3

Tabel 7.2 Õõnesbetoonplokkidest seinte maksumus

Töö nimetus	maht	ühikud	tööjõukulu		materjali kulu		masina maksumus		maksumus kokku
			€/m.ü	kokku	ühik	kokku	ühik	kokku	
Ühikud			€/m.ü	kokku	ühik	kokku	ühik	kokku	
Ladumine	132,9	m2	-	-	12,5	1661,8	-	-	1661,8
Mördiseegu	1994,1	kg	-	-	0,2	358,9	-	-	358,9
Sarrustamine	1286,9	kg	-	-	1,1	1415,5	-	-	1415,5
Betoneerimine C20/25	11,9	m3	-	-	95,0	1127,8	-	-	1127,8
Materjali transport	2	kord	-	-	-	-	150,0	300,0	300,0
Tööjõu kulu kokku	132,9	m2	15,0	1993,5	-	-	-	-	1993,5
Otsekulu kokku									6857,5
Kasum 7 %									480,0
Kokku									7337,6
Käibemaks 20 %									1467,5
Kõik kokku, €									8805,1

7.3 Majandusosa kokkuvõte

Eelnevatest tabelitest selgub, et otsus vahetada kolmanda kuni viienda korruse trepikodade seinad monoliitse betooni asemel täisvalatud õõnesplokki seintega oli õige rahaliselt. Samade seinte raudbetoonist valamine ühe korruse lõikes maksaks 13 088,3 eurot ja täisvalatud õõnesplokki seinad lähevad maksma 8805,8 eurot. Seega on maksumuselt mõistlik laduda õõnesplokki seinad.

Kokkuvõtvalt on antud lahendus mõistlik selle hoone puhul, kus ülemistel korrustel ei ole enam nii suurt kandevõimet tarvis kui oli vaja keldri korrusest kuni teise korruseni.

8. TÖÖ- JA KESKKONNAKAITSE

8.1 Üldised tööohutuse nõuded

- Ehitusplats piiratakse vajadusel moodulaiaga. Ehitusplatsi peamiste sissepääsude juurde paigaldatakse vajalikud kohustus ja hoiatusmärgid (kiivri kandmise kohustus, rippuv last) ja võõrastele sissepääsu keelav silt. Igapäevaset tuleb kontrollida piirdeaia seisukorda ning lukustada väravad;
- Kõik ehitusplatsil viibijad peavad olema läbinud tööohutusalase koolituse ning peavad olema andnud allkirja kinnitamaks, et nad on tingimustega nõus ja on kohustatud neid järgima;
- Ehitusplatsil on kohustuslik kasutada nõuete kohast kiivrit, helkurvesti ja turvasaapaid;
- Vastavalt töö iseloomule on töölised kohustatud kandma kas kaitseprille, kaitsekindaid, respiraatoreid, kõrvatroppe või kõrvaklappe;
- Materjalide löikamisel on kohustuslik kasutada kaitseprille ja kaitsekindaid.
- Tolmurohkeid töid teostades tuleb kasutada respiraatoreid;
- Kui müratase ületab 80dB, tuleb kasutada kõrvatroppe või kõrvaklappe;
- Tööde puhul, kus esineb oht jalgu vigastada on kohustuslik kanda turvajalatseid, näiteks betoonitööd, lammutustööd, montaaži ja demontaažitööd;
- Töölised peavad hoidma oma tööfrondi puhtana, koristamist tuleb teostada igapäevaselt;
- Käiguteed tuleb hoida puhtana, vältimaks komistamisohtu;
- Suurema kui 2 meetrise kukkumiskõrguse puhul tuleb kukkumise vältimiseks nõuetekohaselt paigaldada piirded, mille omavoliline eemaldamine on keelatud. Tõsise kukkumisohtu puhul tuleb piirded paigaldada ka kohtadesse, kus kukkumiskõrgus on väiksem kui 2 meetrit;
- Kõik kaevikud ja süvendid peavad olema piiratud;
- Kasutatavad tellingud ja redelid peavad olema korrektsed ja toetuma kindlale pinnale;
- Turvarakmeid tuleb kasutada: kukkumisohtlikes piirkondades, kus puuduvad piirded, teleskoop- ja liigendtõstukites (kõik tõsteseadmed), karkassietapil montaažitöödel, tellingutel montaažil ja demontaažil. Enne turvarakmete kasutusele võttu peavad olema rakmete kinnituspunktid kontrollitud tööohutuse eest vastutava isiku poolt;
- Elektri kaablite kasutamisel tuleb veenduda, et kaablid oleks terved. Katkiste kaablite paikamine on keelatud;

- Õues võib kasutada ainult välitingimustesse mõeldud pikendusjuhtmeid;
- Elektri kaablid ei või olla käiguteel, vältimaks komistamisohtu;
- Ehitusplatsil peab olema tagatud asjakohane valgustus vastavalt tööpositsioonidele, lisaks peavad olema valgustatud ka liikumisteed;
- Kergema tööõnnetuse puhul tuleb kiirelt pöörduda objektimeeskonna töömaakontorisse, kus asuvad esmaabivahendid
- Raskema tööõnnetuse puhul tuleb viivitamatult helistada kiirabisse;
- Ehitusobjektidel peab olema määratud esmaabi eest vastutav isik, kes on läbinud esmaabi koolituse;
- Tuletoode teostamisel peavad olema täidetud kõik määruses „Tuletoode tegemisele esitatavad nõuded“ RT I 2010, 64, 473 esitatud nõuded. Tulekustutid peavad olema paigaldatud ja valitud vastavalt siseministri määrusega nr 39 „Nõuded tulekustutitele ja voolikusüsteemidele, nende valikule, paigaldamisele, tähistamisele ja korrashoiule“ ;
- Suurema tulekahju korral tuleb viivitamatult helistada tuletõrjesse;
- Ehitusobjektidel tohivad tuletoode teostada ainult vastavat kutsetunnistust omavad isikud.

8.2 Keskkonnakaitse

- Haljastus on projekteeritud Metalli tänava äärsele ja kinnistu lõuna otsas olevale haljastusalale, eelnevalt puudus krundil haljastus, tegemist oli parkimisalaga;
- Hoone süvendi kaevamisel välja kaevatud pinnas utiliseeriti ja koostati vastav jäätmearuanne;
- Ehitusjäätmete ja prahi käitlemiseks sõlmiti leping teenusepakkujaga, kellelt kasutusloa taotluse juures saadi vastav jäätmearuanne;
- Ehitus- ja ohtlike jäätmete jaoks olid eraldi konteinerid, mille maht oli ka välja toodud jäätmearuandes. Vastavalt vajadusele utiliseeriti ka puidu, betooni ja metalli jääke;
- Jäätmeveo korraldus ja ladestuskohad on kirjeldatud objekti keskkonna kavas.

8.3 Vundamendi ehituse ohutusnõuded

- Kaevise nõlvadele tuleb tagada nõuetekohane kalle või kasutada tugiseinasid;
- Süvendist väljapääsemiseks peab olema paigaldatud redel või trepp;
- Kui süvend on järskude nõlvadega ja üle 2 meetri sügav tuleb süvendi serv piirestada;
- Seadmete kasutamisel tuleb kinni pidada nende kasutusjuhendites välja toodud ohutusnõuetest. Tööriistade kaitseseadiseid ei ole lubatud eemaldada;

- Sarrusvardad mis on teravad, ulatuvad välja või on lahtised, tuleb kinni katta;
- Betoonivalu juures tuleb vaadata betoonilaotusvooliku liikumist, et vältida vigastusi.

8.4 Müüritööde ohutusnõuded

- Tõstetöid tehes peab ohutsoon olema piiratud ja vastavalt märgitud. Ohutsoonis liikumine piiratud;
- Müüritiseplokkide aluseid võib troppida isik, kellel on läbitud vastav koolitus ja kes omab sellekohast tunnistust;
- Müüritiseplokkide tõstmisel tuleb jälgida, et tõstetsoonis ei liiguks inimesi;
- Müüritiseplokkide vahelaele tõstes jälgida, et koormus oleks jaotunud ühtlaselt;
- Hoone perimeetril müüri ladudes tuleb hoone ümber ära märkida ohutsoon, ning jälgida, et ohutsoonis ei toimuks töid;
- Hoone välisseinte avadele tuleb viivitamatult asetada piirded;
- Müüritise ülemist osa ladudes tuleb veenduda, et kasutatavad tööplatvormid on töö korras ja korrektselt varustatud piiretega.

8.5 Katusetööde ohutusnõuded

- Katusele peavad olema paigaldatud piirded vältimaks kukkumisohtu ja esemete katuselt alla kukkumist;
- Kui katusele ei ole võimalik piirdeid paigaldada või esineb jäite ohtu on töölised kohustatud kandma turvarakmeid;
- Materjalide katusele tõstmisel peab olema tõstetsoon tähistatud ja peab jälgima, et tõstetsoonis ei liiguks inimesi;
- Tuletöid teostaval isikul peab olema läbitud vastavad koolitused ja omama vastavat tunnistust;
- Katusel tuletööde teostamisel peab olema vahetusläheduses vähemalt 2 6kilost tulekustutit;

8.6 Hoone fassaadil töötamise ohutusnõuded

- Ehitusplatsil töötav kraana ja käärtõstuk peab olema läbinud tehnilise kontrolli vastavalt kehtestatud korrale. Tõsteseadme kasutamiseks peab olema väljastatud kasutusluba;
- Ehitustõstukis töötades peavad olema töölisel nõuete kohaselt kinnitatud turvarakmed ja seljas vastav turvariieetus (kaitsekiiver, helkurvest ja turvasaapad):

- Tellinguid tuleb kasutada vastavalt kasutusjuhendile ning paigaldada vastavalt paigaldusprojektile;
- Kraana ja ehitustõstuki tõesooni ei tohi jääda liikumisteid ega töö- ja olmeruume;
- Hoone ümber luua ohutsoon kõrgemalt tasandilt kukkuda võivate esemete eest;
- Hoone sissepääsu kohale tuleb luua varikatus;
- Eri tasapindade vahel liikumiseks tuleb valida sobivad juurdepääsuvahendid. Käidavates kohtades tuleb redeli asemel kasutada treppe või trepitorni.

KOKKUVÕTE

Käesolevas lõputöös analüüsiti aadressil Metalli 5, Tallinn ehitatava büroohoone mahuliselt suuremate ehitustööde projekti. Lõputöö eesmärgiks oli määrata erinevate tööliikide ajaline kestvus ning tööde teostamiseks vajalikud lahendused läbi töötada.

Töös on esitatud hoone ehitusplatsi tingimused objekti algusfaasis, kus platsi peal on kõige kitsamad tingimused tööde teostamiseks. Ehitusplatsi üldplaan on koostatud võttes arvesse hoone keldrikorruse ümber rajatavate sulundseinte ehitustööde etappi. Üldplaanel on kirjeldatud - vajaminevaid ajutisi rajatisi, kraana paiknemine ja ohutsoon, materjalide ladustamiseks vaja minev laoplatz, objektil liikumise skeem jms vajaminevate lahenduste asukohad.

Ehitustööde ajalise kestvuse määramiseks on koostatud koondkalendergraafik, mis kajastab peamiste ehitustööde kestvust, tööde järjekorda, vajaminevat tööjõudu ja masinate vajadust. Kalendergraafiku eesmärgiks on näidata objektil toimuvate tööde järjekorda ja tööde üksteisest sõltumist.

Konstruksiooni osas on autor kontrollinud keldrikorrusel teljel B asuva tala kandevõimet. Antud arvutuspinna määras lõputöö konstruktiivse osa juhendaja. Arvutuste tulemusena sai autor, et algselt projektis olemas olevad armatuuri kogused ja armatuurvarraste läbimõõdud olid üle dimensioneeritud. Objekti maksumust arvesse võttes peaks kindlasti kaaluma materjali vähendamist.

Kirjeldamiseks erinevate suure mahuliste tööde teostust on autor koostanud viis tehnoloogilist kaarti. Kaartidel on näidatud, plaatvundamendi, raudbetoon seinte, müüritööde, monoliitsete vahelagede ja katusekatte ehitustöid. Autor on koostanud kirjeldused antud viie etapi tööde osadele, arvanud tööjõu- ja ajakulu ning on joonisele märkinud vajamineva materjali kulu.

Lõputöö majandusosas teostati arvutused monoliitsete raudbetoonseinte asendamise täisvalatud õõnesplokkidega. Arvutuses on arvestatud, et seinte asendus tuleb kolmandast korrusest kuni viiendani – keldrikorrusel, esimesel ja teisel korrusel jäävad monoliitsed raudbetoon seinad alles. Tulemusena leidis autor, et antud asendus oli mõistlik, tööde maksumus tuleb ühe korruse lõikes 33% väiksem.

Käesoleva lõputöö viimases peatükis on kirjeldatud antud objekti peamised tööohutuse tagamiseks vajalikud ohutusnõuded.

Lõputöö koostamise ja valmimise ajaks oli objektil ehitustööd lõpetatud. Käesolevas töös koostatud kalendergraafik on võrreldes realselt ehitustööde kestvuseks kulunud ajaga kiirem. Kuna autor teab öelda, et objektil tööde valmimist takistas hoone

kasutajateks mõeldud rentnike ja neile vaja mineva plaani lahenduse puudumine. Hoone karp saadi kokku sarnase ajakuluga kuid sisetööde osas kulus reaalselt kauem aega.

Lõputöö koostamine oli autorile suureks kasuks, tuletades meelde tööde ajagraafiku koostamist, jooniste läbi töötamist, meetodikate toimimist objekti terves mahus. Projekti selle laadne läbi töötamine on abiks tekkida võivate ootamatute olukordade lahendamiseks, mis kokkuvõttes parandab objekti sujuvust ja lõppmaksumust.

Antud magistritööle koostatud lähteülesanne on täidetud.

SUMMARY

In this thesis, the project of larger construction works of the office building at Metalli 5, Tallinn was analyzed. The aim of the thesis was to determine the duration of different types of works and to operate through the solutions needed to perform these constructional works.

The conditions of the construction site of the building in the initial phase of the object are presented in the work, where the narrowest conditions for the performance of works are on the site. The general plan of the construction site has been planned taking into account the stage of construction of the retaining walls to be built around the basement floor of the building. The general plan describes - the necessary temporary facilities, the location of the crane and the danger zone, the storage site required for the storage of materials, the scheme of movement on the site, etc. the locations of the required solutions.

In order to determine the duration of the construction works, an aggregate calendar schedule has been prepared, which reflects the duration of the main construction works, the order of the works, the required manpower and the need for machinery. The purpose of the calendar graph is to show the order of work on the site and the interdependence of the work.

In terms of construction, the author has checked the load-bearing capacity of the beam in the basement on axis B. The supervisor of the constructive part of the dissertation determined the given calculation surface. As a result of the calculations, the author found that the quantities of reinforcement originally available in the project and the diameters of the reinforcement rods were over-dimensioned. Considering the cost of the object, a reduction in material should be considered.

To describe the implementation of various large-scale works, the author has compiled five technological cards. The cards show the construction work of the slab foundation, reinforced concrete walls, masonry work, monolithic partition ceilings and roof covering works. The author has compiled descriptions of the parts of the works of these five stages, calculated the cost of labor and time, and has indicated the cost of the required material in the drawing.

In the economic part of the thesis, calculations were performed to replace monolithic reinforced concrete walls with fully cast hollow blocks. The calculation assumes that the walls will be replaced from the third to the fifth floor - monolithic reinforced concrete walls will remain on the basement, first and second floors. As a result, the author found that this replacement was reasonable, the cost of the works will be 33% lower per floor.

The last chapter of this thesis describes the main safety requirements for the safety of this object.

By the time the thesis was prepared and completed, the construction work on the site had been completed. The calendar schedule compiled in that the work is faster than the time actually spent on construction work. As the author knows to say that the completion of the works on the site was hindered by the lack of a solution for the tenants and the plan needed for the users of the building. The box of the building was assembled with a similar amount of time, but in terms of interior work, it took longer.

The preparation of the thesis was of great benefit to the author, reminding him of the preparation of the schedule of the works, the processing of the drawings, the functioning of the methodologies in the whole volume of the object. This kind of project processing helps to solve unexpected situations that may arise, which ultimately improves the smoothness and final cost of the project.

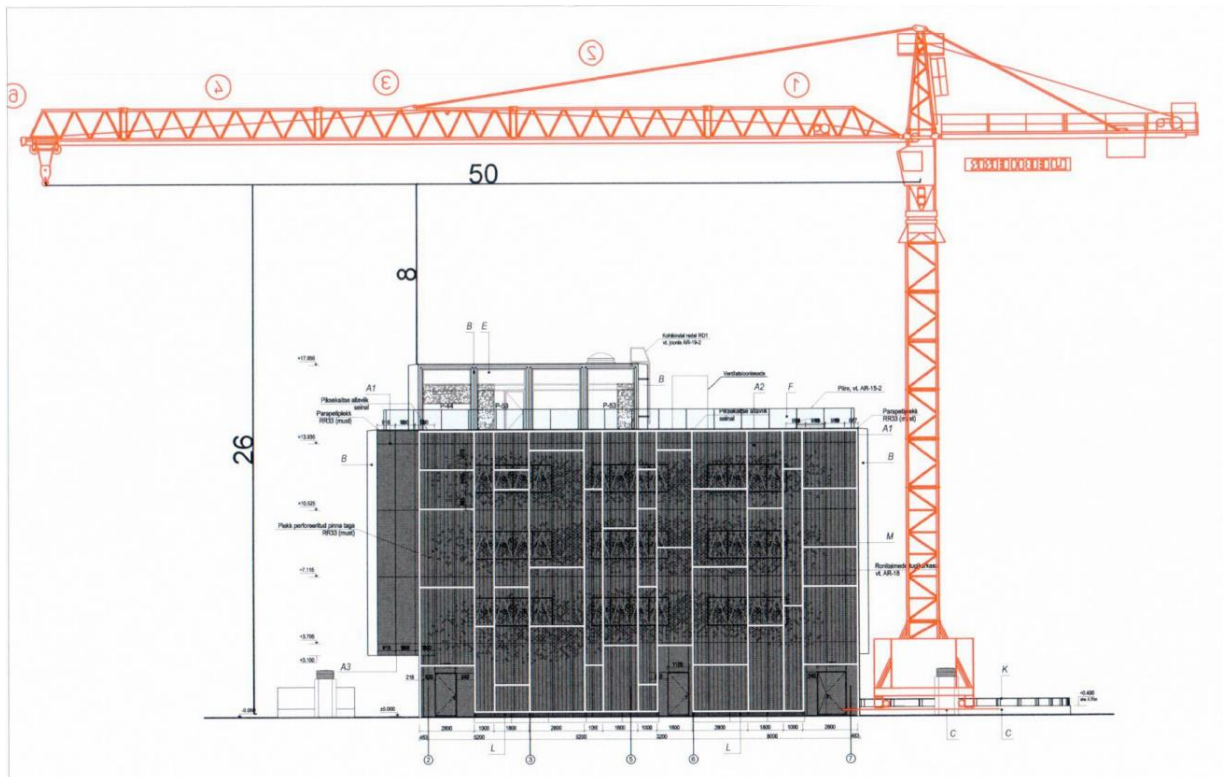
The initial task prepared for this master's thesis has been completed.

KASUTATUD KIRJANDUS

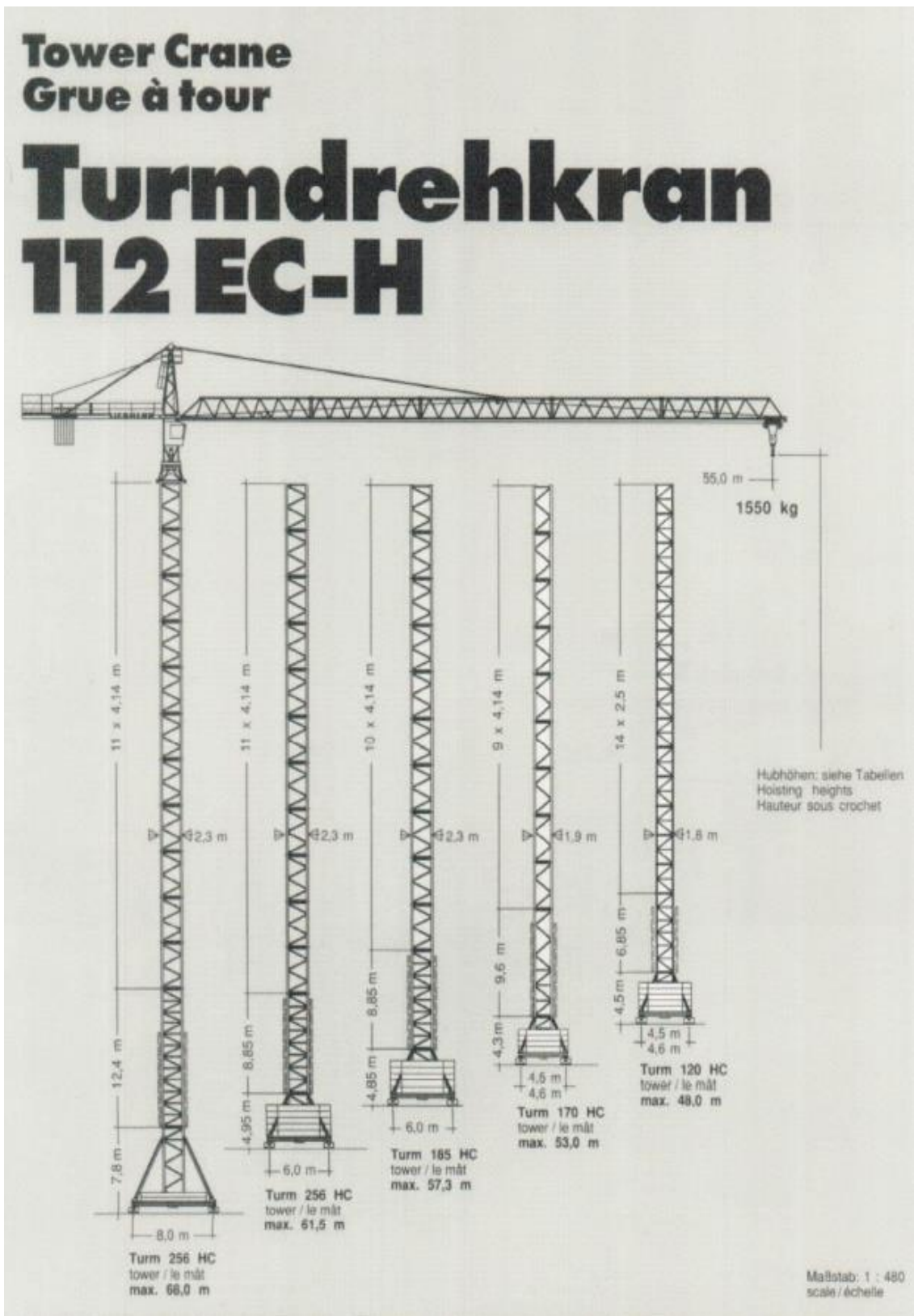
- [1] Ehitusprojekt tööprojekti staadium. Metalli tänav 5 büroohoone, Arhitektuurne osa Töö nr. 170308. Koostaja Kalle Vellevoog.
- [2] Konstruksioonide osa, eelprojekt. Metalli tänav 5 Tallinn Kristiine LO. Töö nr 1716. Koostaja Paavo Pikand.
- [3] Kütte-, ventilatsioonipaigaldis ja soojussõlm. Veevarustus ja kanalisatsioon. Metalli 5, Kristiine LO, Tallinn, Harjumaa. Töö nr. 170308. Koostaja O3 Technology OÜ.
- [4] Büroohoone Metalli tn 5, Tallinn Ehitussüvendi tööprojekt. Töö tähis: 21/2018 – variant 2.
- [5] Otsmaa, V. Betoonkonstruktsioonide arvutamine. Tallinn: TTÜ Kirjastus, 2014.
- [6] Masso, T. Ehituskonstruktori käsiraamat. Tallinn: Ehitame Kirjastus, 2010.
- [7] RT I, 26.02.2021, 21. Töetervishoiu ja tööohutuse nõuded ehituses. [www] [Töetervishoiu ja tööohutuse nõuded ehituses–Riigi Teataja](#)
- [8] Mapri Ehitus OÜ. Metalli 5 büroohoone eelarve. 2018
- [9] Ehitustehnoloogia ja ajanormide juhendid - RATU kaardid. [www] <https://ehituskeskus.ee/etf-net-veebikartoteek/>
- [10] Tornkraana Liebherr 112EC-H paigaldusprojekt. Tallinn, Metalli 5. Nr. 28/07/18. Koostaja Andres Verro.
- [11] Tala paindemomendi ja põikjõu epüüri arvutus vabavara internetist. [www] <https://optimalbeam.com/beam-calculator.php#>

LISAD

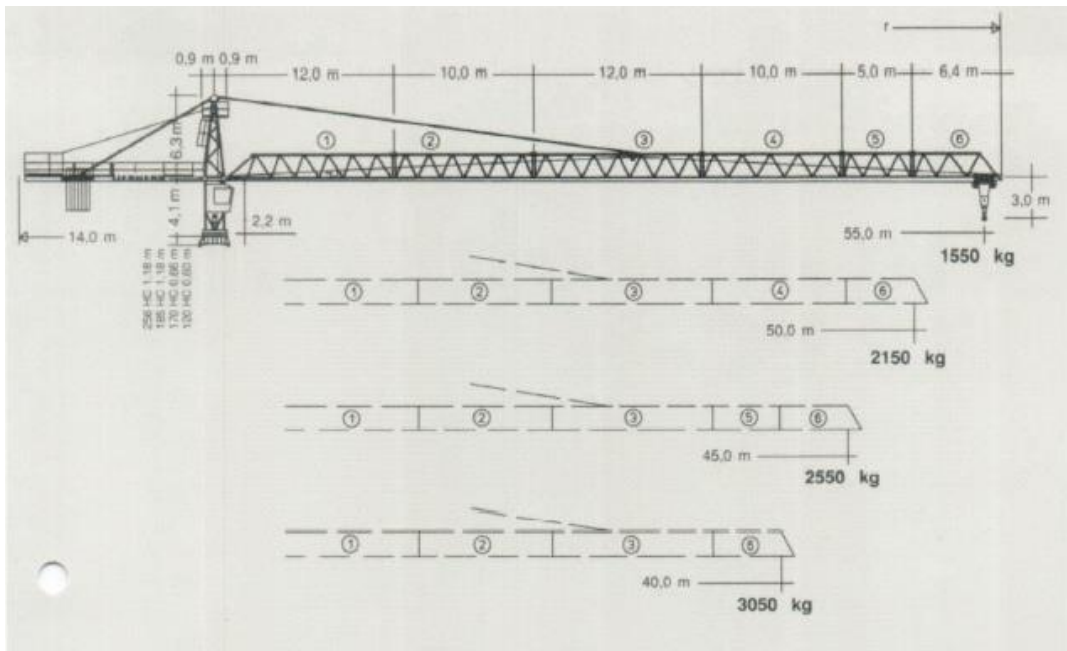
Joonis 11. Kraana Liebherr 112EC-H lõige



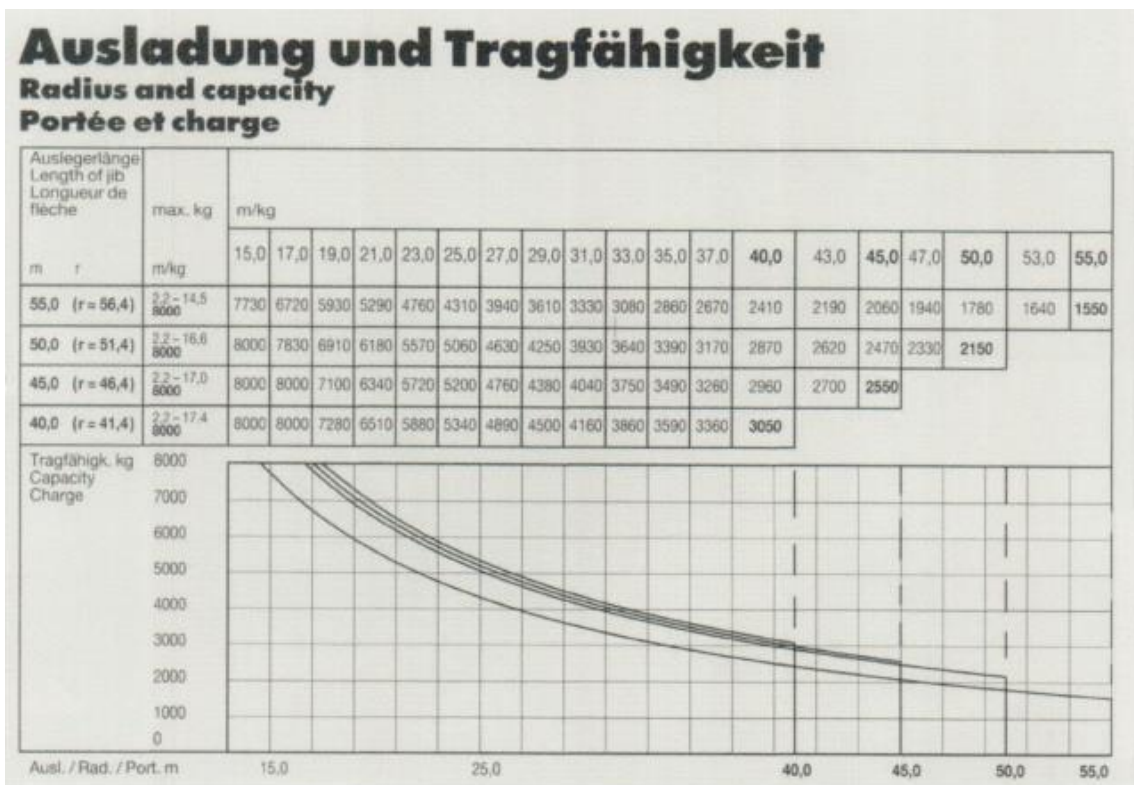
Joonis 12. Tornkraana kõrgused



Joonis 13. Kraana noolepikkuse ja tõstevõime suhe

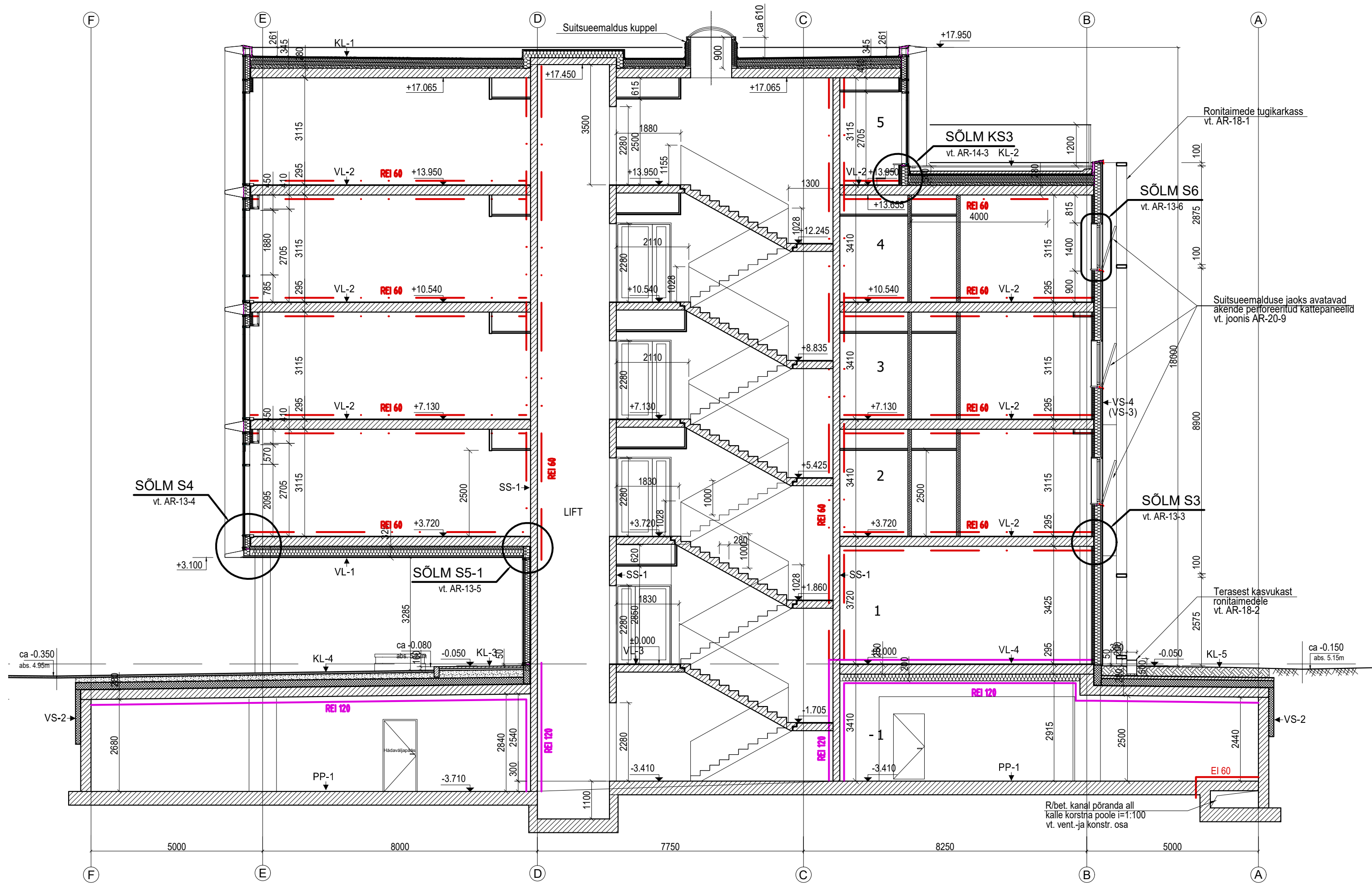


Joonis 14. Kraana noole tööraadius ja tõstevõime

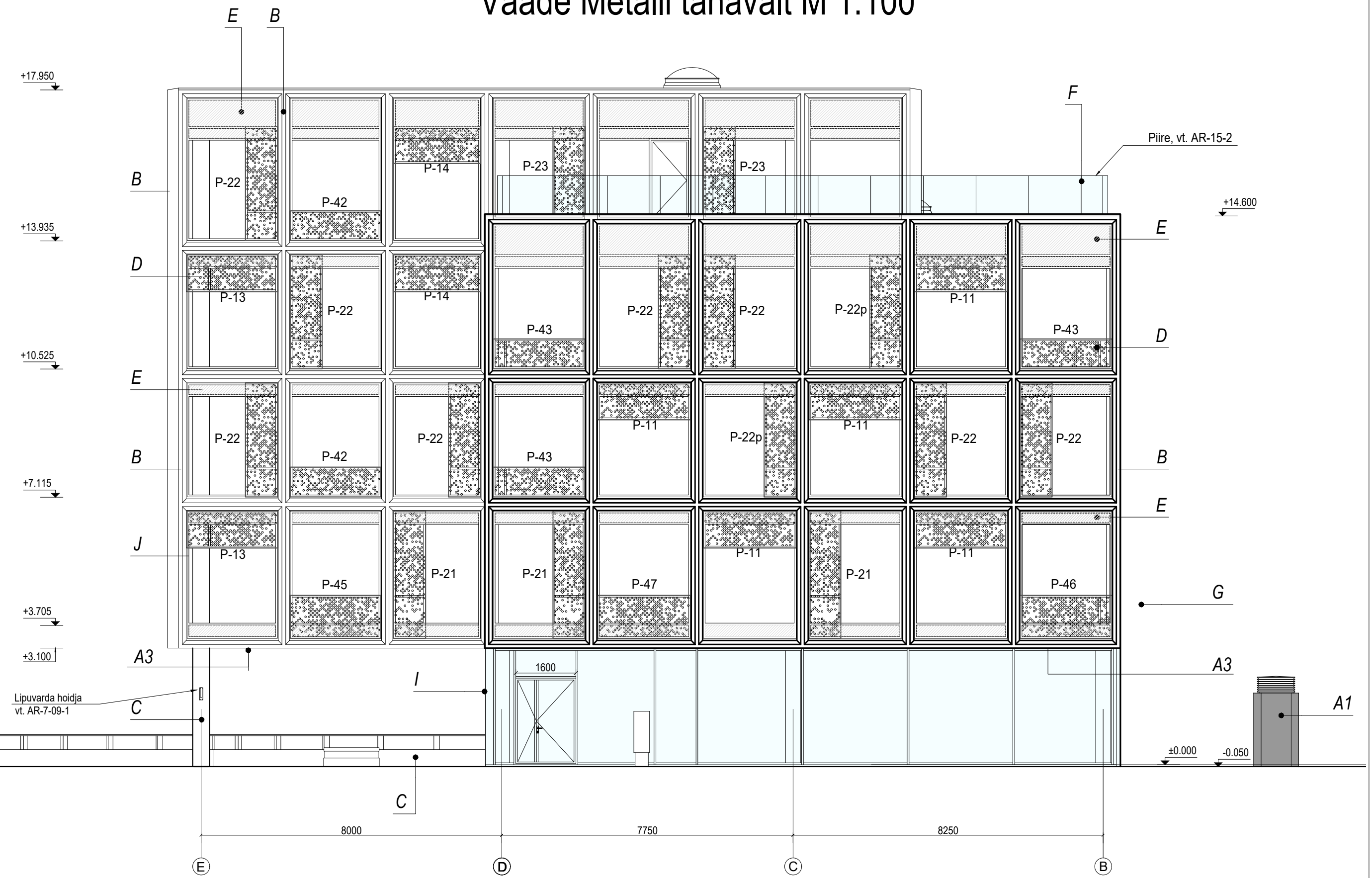


Lõige 1-1 M 1:100

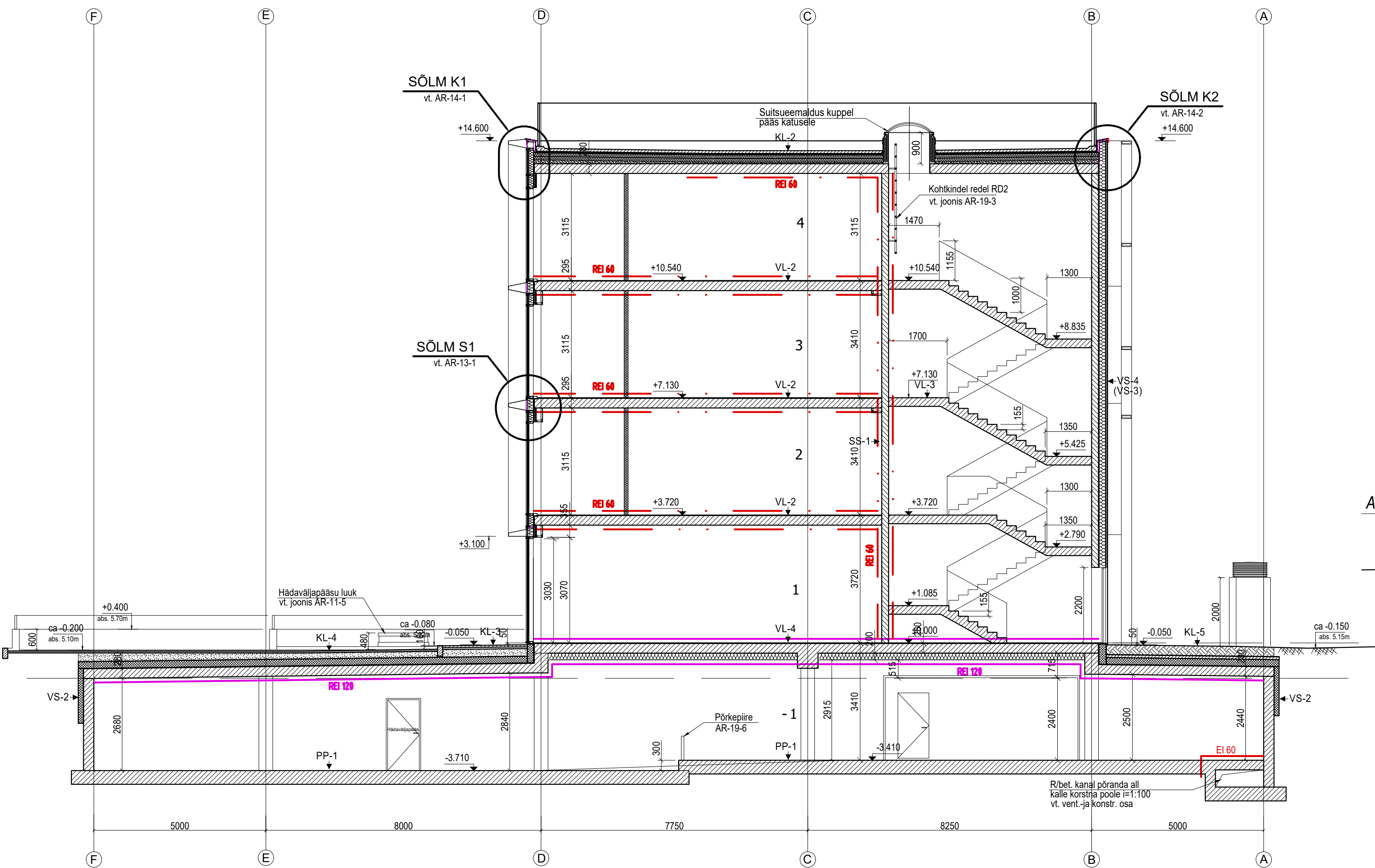
ARHITEKTUURSED VAATED JA LÕIKED



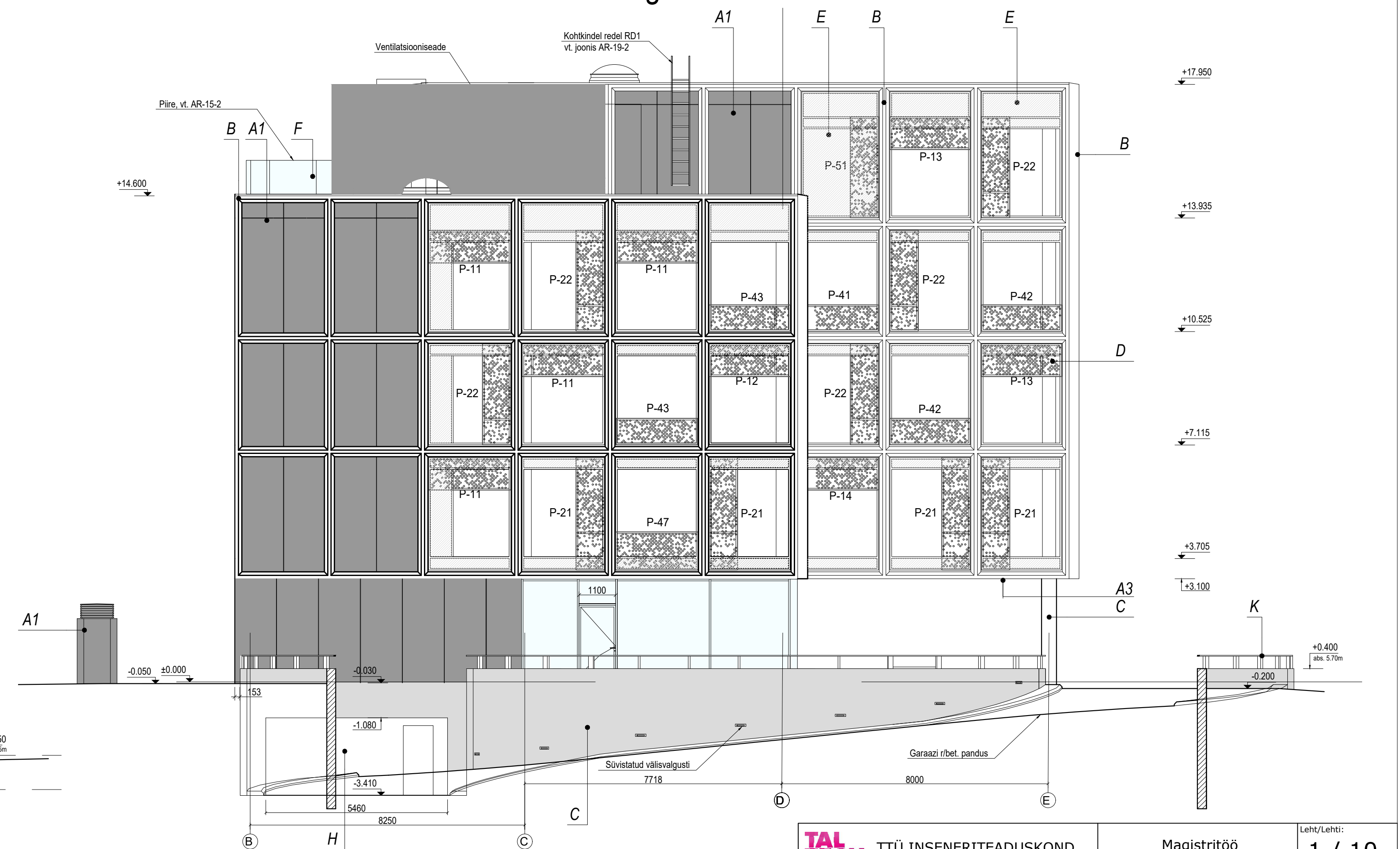
Vaade Metalli tänavalt M 1:100



Lõige 2-2 M 1:100

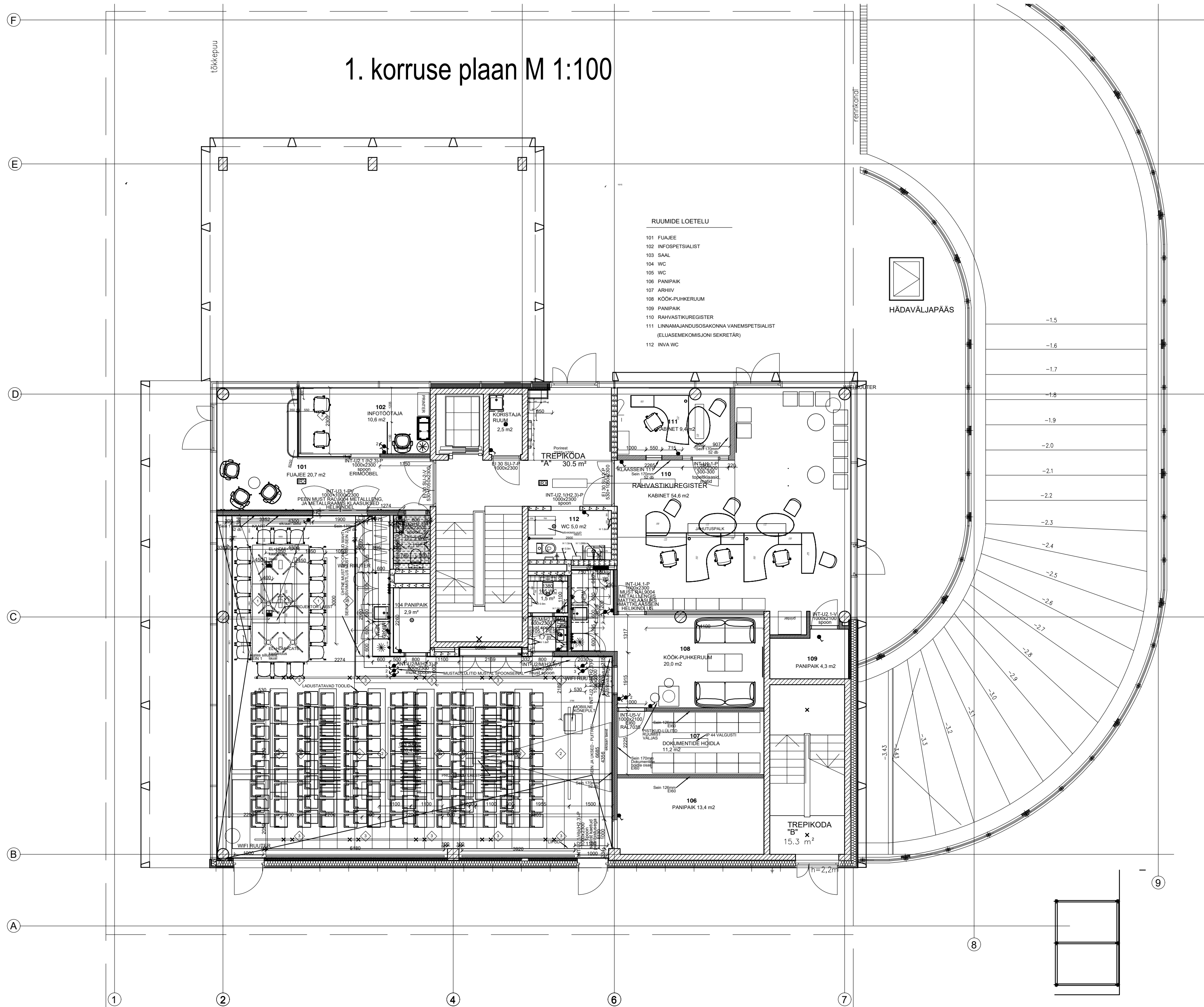


Vaade tagant M 1:100

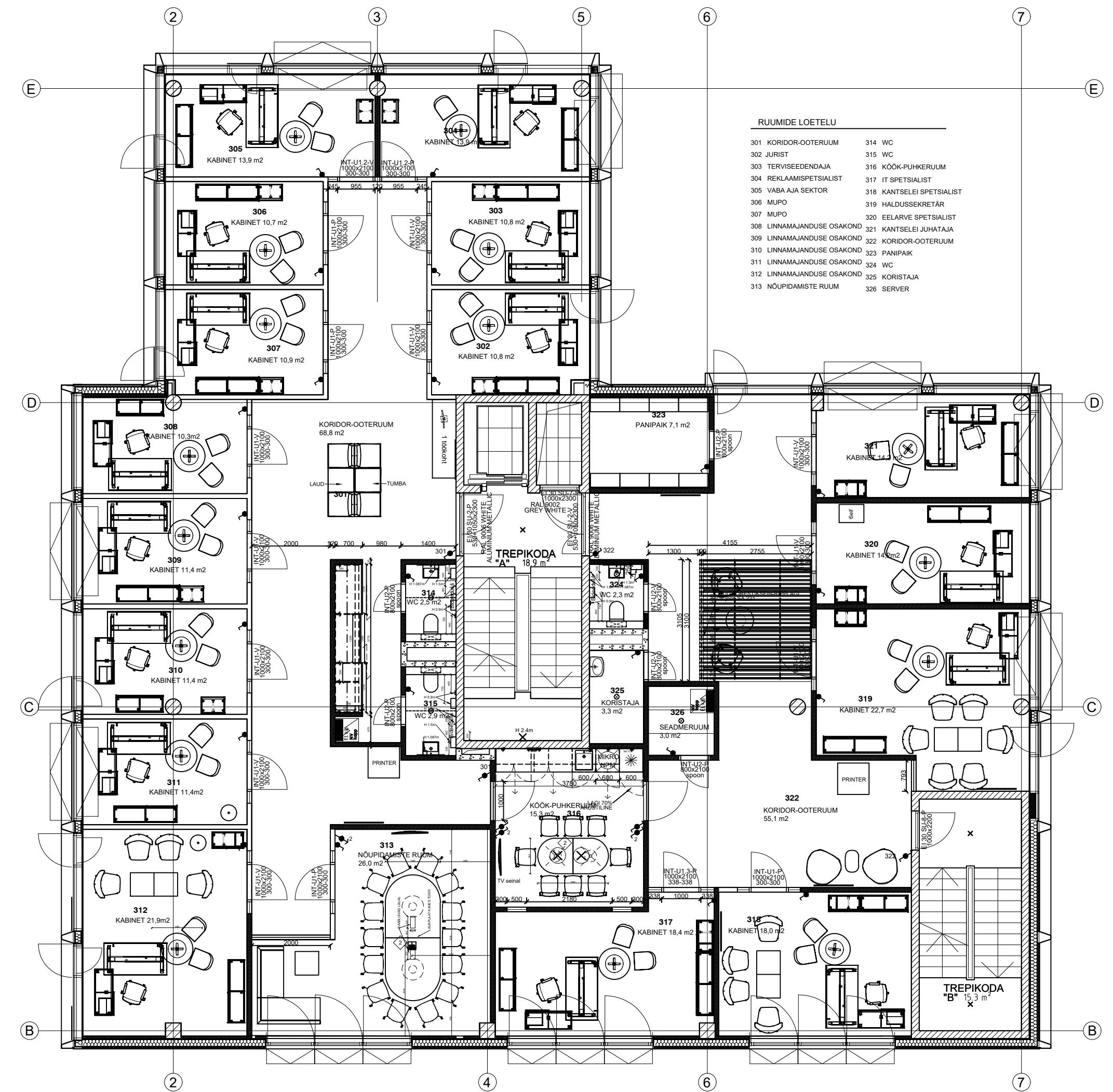


KORRUSTE PLAANID

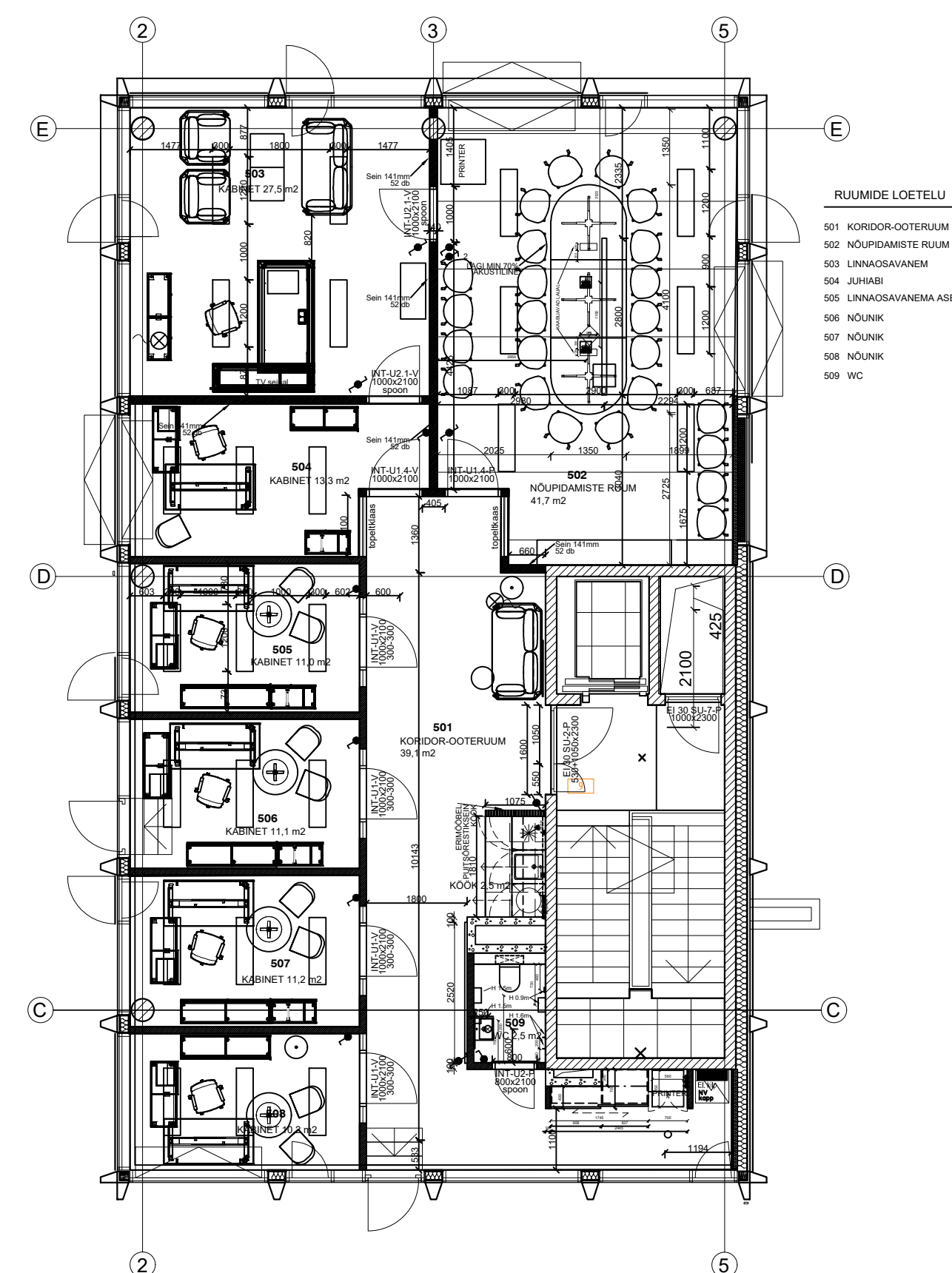
1. korruse plaan M 1:100



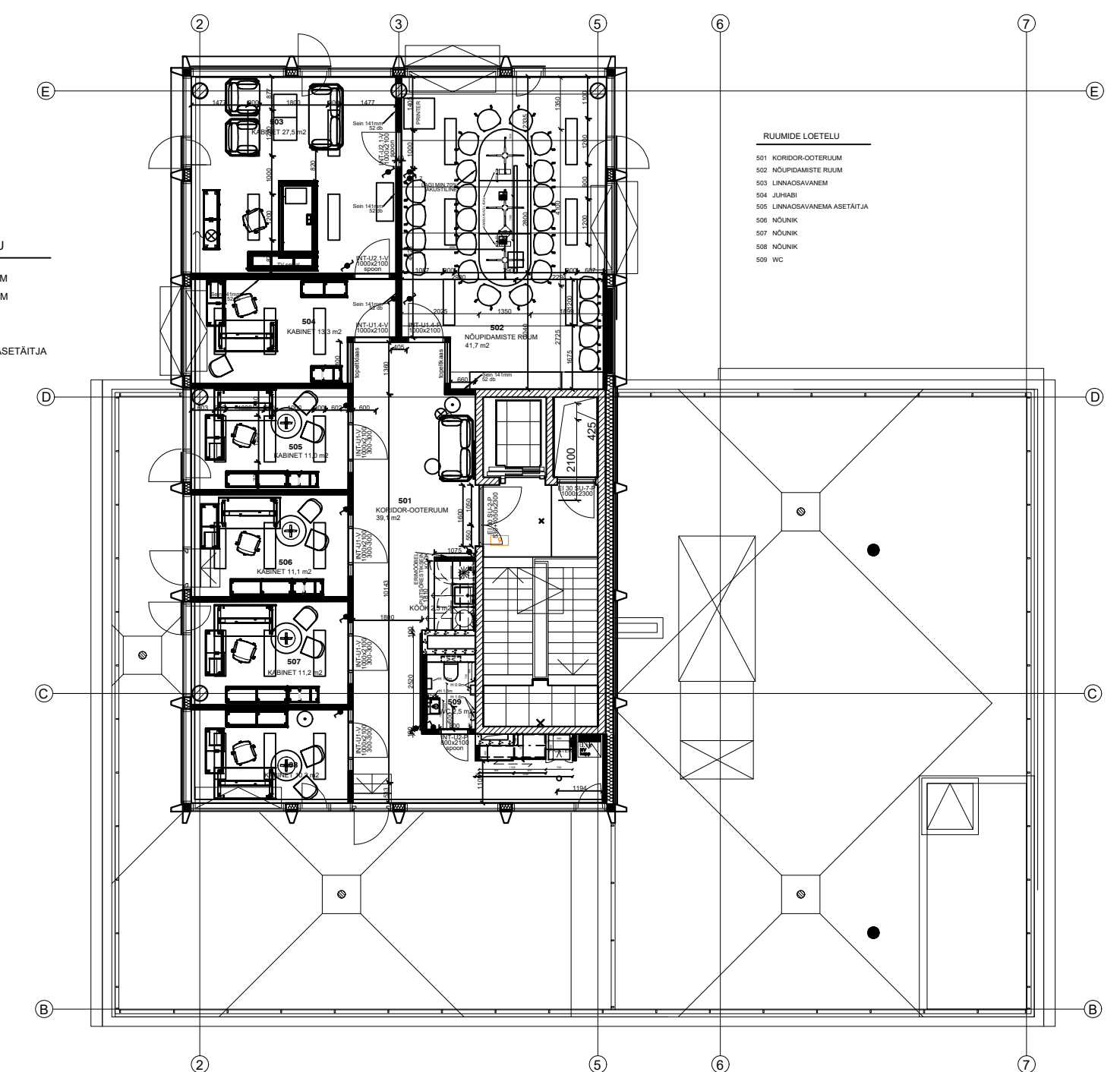
3. korruse plaan M 1:100



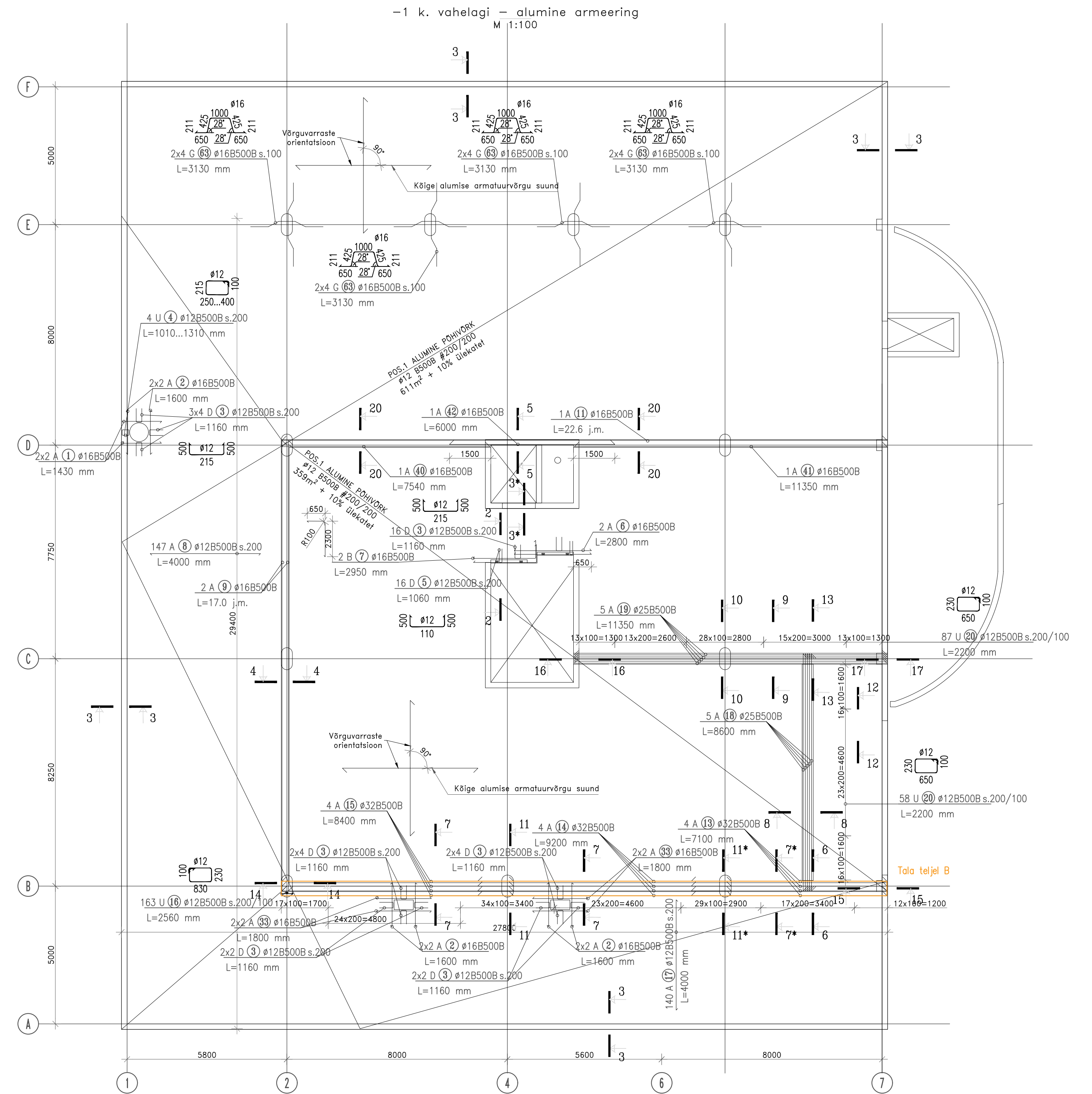
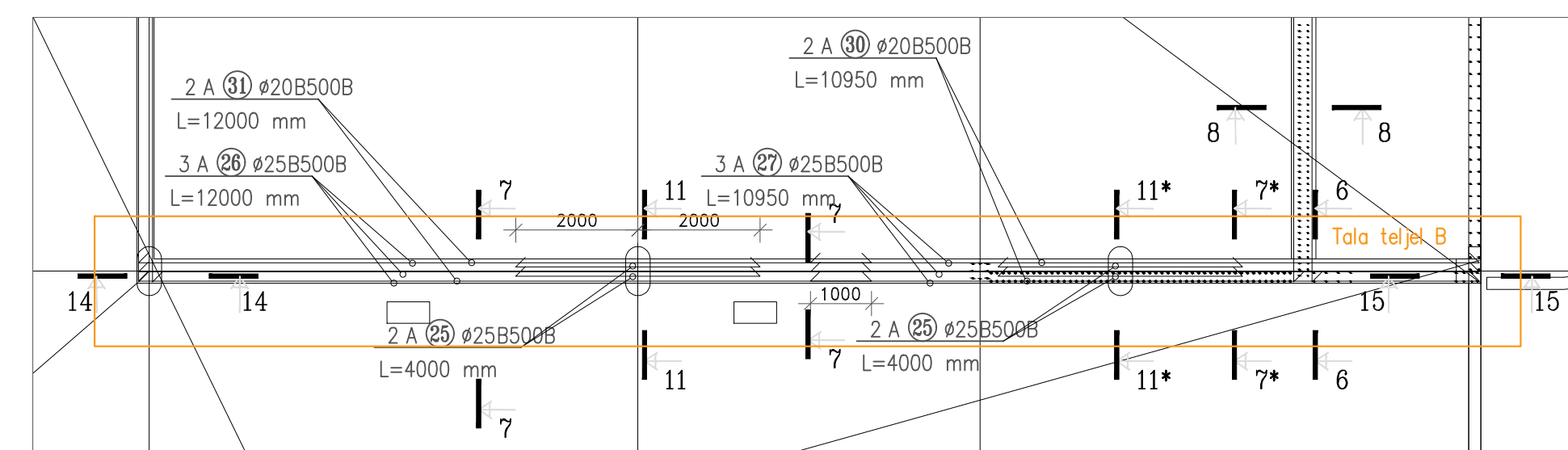
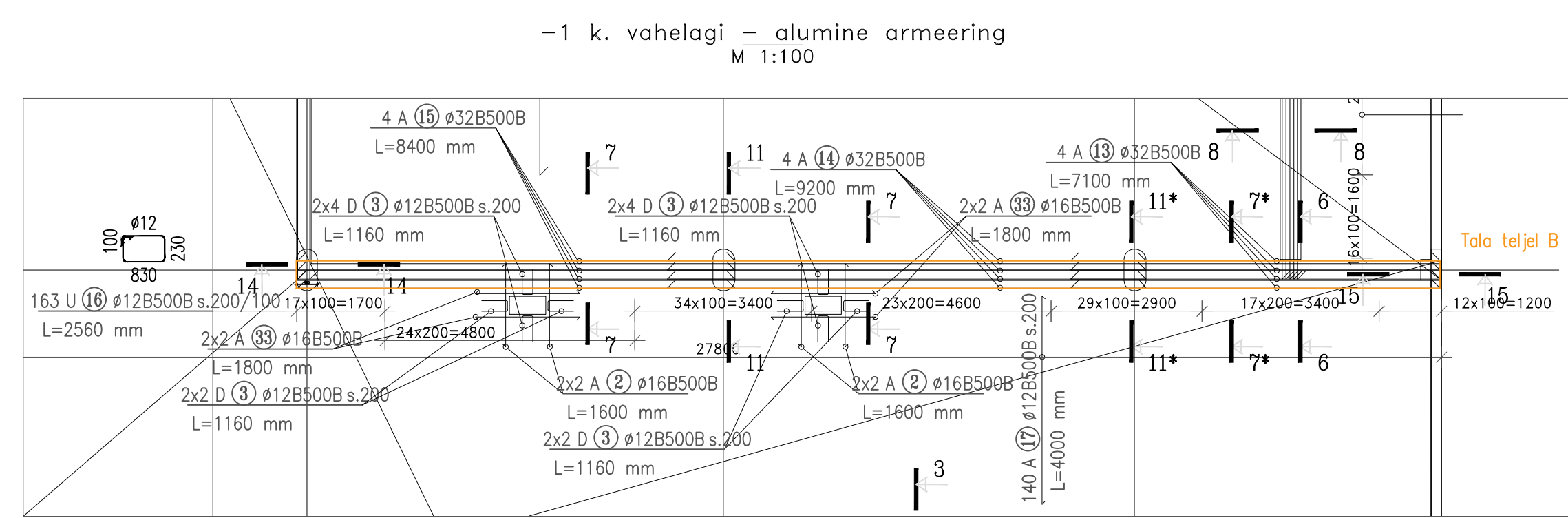
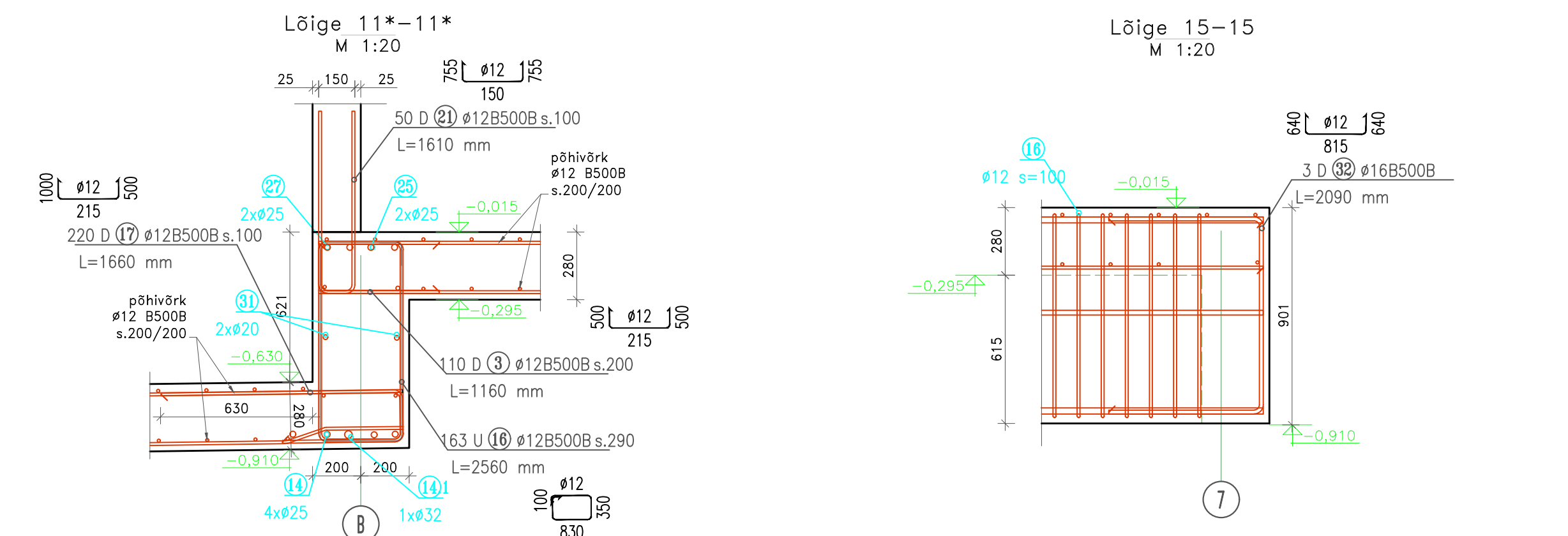
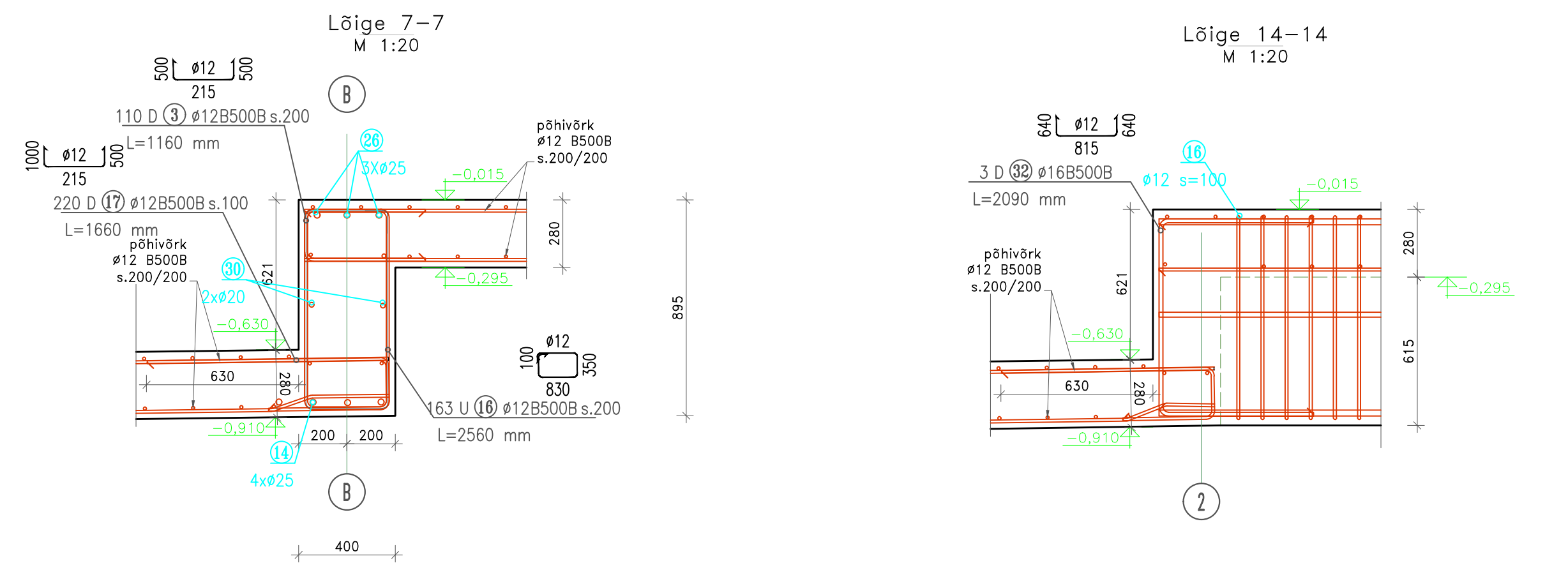
5. korruse plaan M 1:100



5. korruse plaan M 1:100



0. KELDRIKORRUSE VAHELAE TALA TELJEL B



TÄHIS	NIMETUS	KOGUS	ÜHIK
Betooni kogus talas B			
BETOON	C 30/37	7.88	m ³

TÄHIS	NIMETUS	KOGUS	ÜHIK
Armatuurterase kokkuvõtte läbimõõtude järgi			
ARMATUURTERAS	Ø12 B500B	417.28	370.54
ARMATUURTERAS	Ø20 B500B	45.9	113.37
ARMATUURTERAS	Ø25 B500B	68.85	265.07
ARMATUURTERAS	Ø32 B500B	98.8	623.43
		Kokku	1318.33

- MÄRKUSED:
- BETOON C30/37 XC3
 - ARMATUUR B500B.
 - ARMATUURI KAITSEKIHT - 25mm

TALTECH TTÜ INSENERITEADUSKOND

Koostaja: Rebeka Solveig Veltson
 Juhendaja: Virgo Sulakatko

Magistritöö

0. korruse vahelae tala teljel B

Ehituse ja arhitektuuri instituut

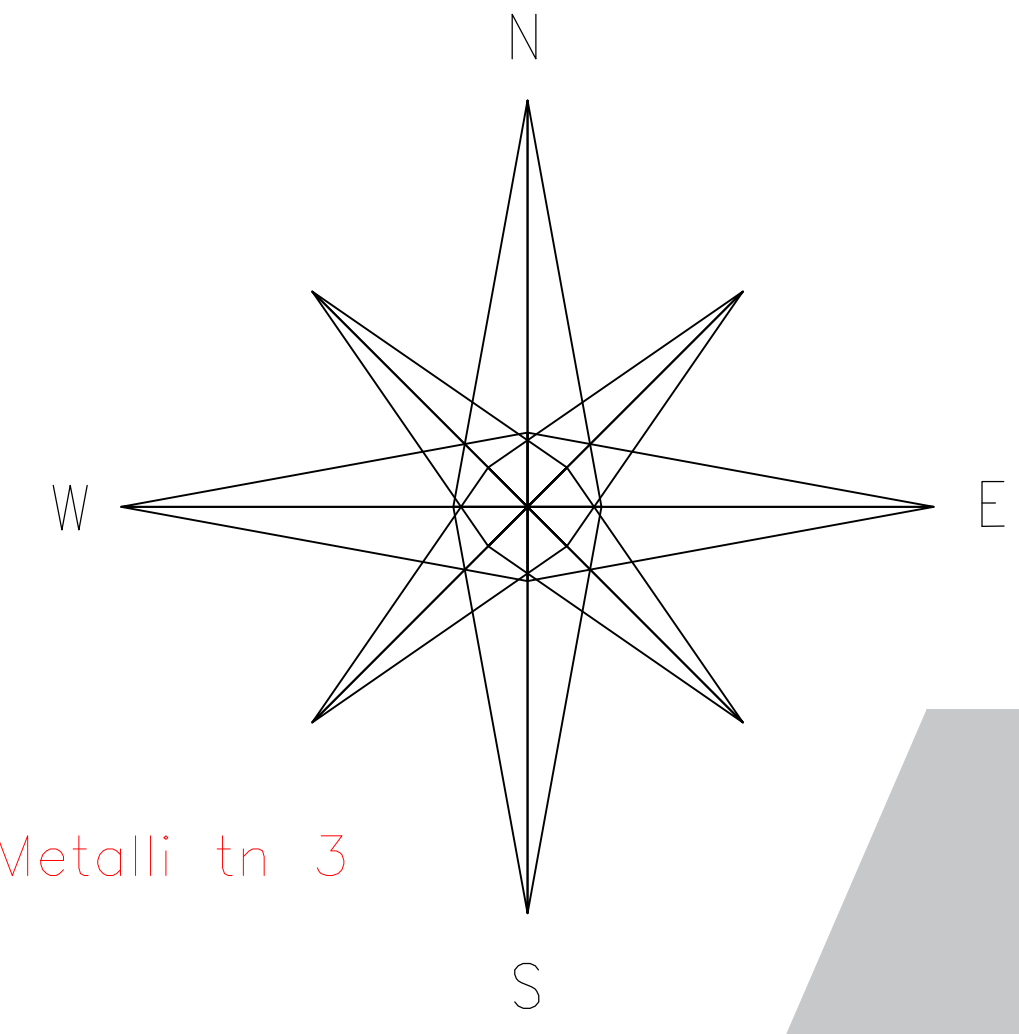
Ehitustehnoloogia ja platsikorralduse analüüs Metalli 5 büroohoone näitel

Leht/Lehti: 3 / 10

TEHNILISED NÄITAJAD

1. KRUNDI PIND	1824 m ²
2. KATASTRI TUNNUS	78401:101:2931
3. KINNISTU SIHTOTSTARVE	Ärimaa 100 %
4. EHTISEALUNE PIND	975,6 m ²
5. KRUNDI TÄISEHITUS PROTSENT	27,9 %
6. MAAPEALSE OSA ALUNE PIND	508,5 m ²
7. MAAPEALSETE KORRUSTE ARV	5
8. MAA-ALUSTE KORRUSTE ARV	1
9. ABSOLUUTNE KÕRGUS	23,3 m
10. KÕRGUS (m)	18,0 m
11. PIKKUS (m)	25,1 m
12. LAIUS (m)	24,6 m
13. SÜGAVUS (m)	3,7 m
14. SULETUD NETOPIND	2785,1 m ²
15. KÕETAV PIND	1888,7 m ²
16. MAAPEALSE OSA MAHT	7826 m ³
17. MAHT	10841 m ³
18. ÜLDKASUTATAV PIND	1076,6 m ²
19. TEHNOPIND	42,6 m ²
20. KASUTAMISE OTSTARBED KOKKU	1665,9 m ²
20.1 Büroohoone (12201)	1665,9 m ²
21. TULEOHUTUSKLASS	TP1
22. PARKIMISKOHTADE ARV	39
23. HALJASTUS %	38,7 %
24. SULETUD MAAPEALNE BRUTOPIND	2124,8 m ²
25. SULETUD MAA-ALUNE BRUTOPIND	973,6 m ²

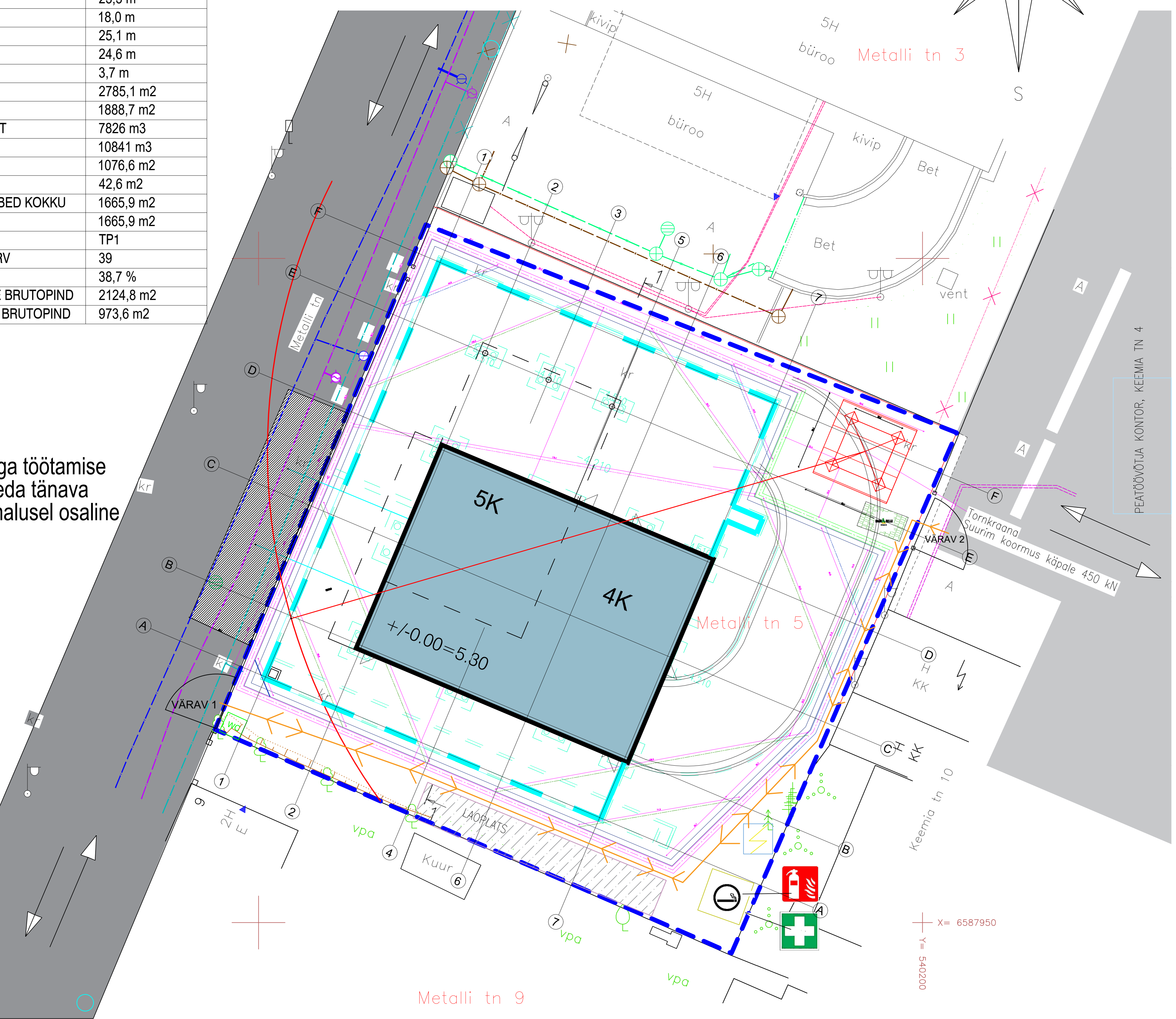
EHTUSPLATSI ÜLDPLAAN



- Tingmärgid:
- HOONE
 - KRUNDIPIIR, PIIRDEAED
 - SULUNDSEIN
 - TORNKRAANA
 - KRAANA TÖÖALA
 - ALLTÖÖVÕTJA SOOJAK
 - PEATÖÖVÕTJA KONTOR, KEEMIA TN 4
 - LIIKUMIS SUUNAD
 - MATERJALIDE LADUSTAMISE ALAD
 - KÄIGUTEE
 - VÄLIKÄIMLA (KÄTEPESU VÕIMALUS)
 - SUITSETAMISE ALA
 - JÄÄTMEKONTEINER
 - OBJEKTI VÄRAV
 - EHTISAEAGNE AJUTINE PEAKILP
 - PULBERTULEKUSTUTI 6KG
 - ESMAABI KARP
 - VEEHÜDRANT

Märkused: Kraanaga töötamise ajaks on vaja taotleda tänava sulgemine või võimalusel osaline piiramine.

Tööliste soojak Mustamäe tee 3 objektil



x= 6587950
y= 5402000

TALTECH TTÜ INSENERITEADUSKOND		Magistritöö	Leht/Lehti: 4 / 10
Koostaja: Rebeka Solveig Veltson	Allkiri/kuupäev:	Ehitusplatsi üldplaan	
Juhendaja: Virgo Sulakatko	Allkiri/kuupäev:		
Ehituse ja arhitektuuri instituut			
Ehitustehnoloogia ja platsikorralduse analüüs Metall 5 büroohoone näitel			

KOONDKALENDERPLAAN

Jrk. Nr	TÖÖNIMETUS	Maksumus EUR	Toetus EUR/in-vah	Tööjõu kulu, in-vah	Tööliste arv päevas	Päevade arv	2018																								2019																
							juuli				august				september				oktoober				november				detsember				jaanuar				veebruar				märts				aprill				mai
							nädal 27	nädal 28	nädal 29	nädal 30	nädal 31	nädal 32	nädal 33	nädal 34	nädal 35	nädal 36	nädal 37	nädal 38	nädal 39	nädal 40	nädal 41	nädal 42	nädal 43	nädal 44	nädal 45	nädal 46	nädal 47	nädal 48	nädal 49	nädal 50	nädal 51	nädal 52	nädal 1	nädal 2	nädal 3	nädal 4	nädal 5	nädal 6	nädal 7	nädal 8	nädal 9	nädal 10	nädal 11	nädal 12	nädal 13	nädal 14	nädal 15
1	Hoone ettevalmistus ja mahamärkimine	600	150	4,0	4	1	hoone maha märkimine																																								
2	Piirete paigaldamine	9 000	2250	4,0	2	2	piirete paigaldus																																								
3	Pinnase väljakaevamine	65 000	5000	13,0	1	13	pinnase väljakaevamine																																								
4	Hooneväliste ehitiste rajamine	63 000	2333	27,0	3	9	hooneväliste ehitiste rajamine																																								
5	Väliskanaliseerimise rajamine	21 500	977	22,0	2	11	väliskanaliseerimise rajamine																																								
6	Veetorustike rajamine	1 300	72	18,0	2	9	veetorustike rajamine																																								
7	Küttetorustike rajamine	34 400	11467	3,0	1	3	küttetorustike rajamine																																								
8	Kaabelliniide rajamine	1 900	317	6,0	2	3	kaabelliniide rajamine																																								
9	Sideliinide rajamine	2 100	1050	2,0	1	2	sideliinide rajamine																																								
10	Kaevetööde maa-ala pinnakattete rajamiseks	10 320	1290	8,0	2	4	kaevetööde maa-ala pinnakattete rajamiseks																																								
11	Hoone juurde kuuluv välisvarustuse paigaldus	45 760	15253	3,0	1	3	välisvarustuse paigaldus																																								
12	Kaevikute teostus	85 000	733	116,0	4	29	kaevikute teostus																																								
13	Vaiade rajamine	115 000	2875	40,0	4	10	vaiade rajamine																																								
14	Vundamendiplaadi rajamine	112 000	848	132,0	6	22	vundamendi plaadi rajamine																																								
15	Betoonpandus ja tugimüüri ehitus	46 000	1643	28,0	4	7	betoonpandus ja tugimüüri ehitus																																								
16	Kandvate- ja välisseinte ehitamine	527 000	3904	135,0	5	27	kandvate- ja välisseinte ehitamine																																								
17	Laotud vaheseinte ehitamine	11 900	183	65,0	5	13	laotud vaheseinte ehitamine																																								
18	Vahe- ja katuselagede ehitamine	488 200	4694	104,0	4	26	vaheseinte ja katuselagede ehitamine																																								
19	Trepilementide paigaldus	52 000	2600	20,0	2	10	trepilementide paigaldus																																								
20	Klaasfassaadide paigaldus	354 000	4069	87,0	3	29	klaasfassaadide paigaldus																																								
21	Akende paigaldus	21 000	955	22,0	2	11	akende paigaldus																																								
22	Välisukseid ja väravaid	20 580	2058	10,0	2	5	välisukseid ja väravaid																																								
23	Rõdud ja terrassid	9 170	917	10,0	2	5	rõdud ja terrassid																																								
24	Klaasist piirded	19 700	2463	8,0	2	4	klaasist piirded																																								
25	Metallist piirded	22 500	3750	6,0	2	3	metallist piirded																																								
26	Katusekattede paigaldus	90 300	3344	27,0	3	9	katusekattede paigaldus																																								
27	Suitsuluukide paigaldus	5 100	2550	2,0	2	1	suitsuluukide paigaldus																																								
28	Liftide paigaldus	35 800	628	57,0	3	19	liftide paigaldus																																								
29	Teede ja platside rajamine	28 500	891	32,0	2	16	teede ja platside rajamine																																								
30	Äärekivid ja sadeveerennid	3 600	257	14,0	2	7	äärekivid ja sadeveerennid																																								
31	Haljastus	7 500	375	20,0	2	10	haljastus																																								
32	Kipsseinte ehitus	80 500	745	108,0	4	27	kipsseinte ehitus																																								
33	Veevarustus	32 500	956	34,0	2	17	veevarustus																																								
34	Kanaliseerimine	40 000	784	51,0	3	17	kanaliseerimine																																								
35	Tugevoolupaigaldus	172 000	1792	96,0	3	32	tugevoolupaigaldus																																								
36	Nõrkvoolupaigaldus ja	97 800	5433	18,0	1	18	nõrkvoolupaigaldus																																								
37	Sanitaartechnika seadmed ja paigaldus	24 600	2460	10,0	1	10	sanitaartechnika seadmed ja paigaldus																																								
38	Küttetööd	93 000	1938	48,0	2	24	küttetööd																																								
39	Ventilatsioonitööd	150 000	2083	72,0	3	24	ventilatsioonitööd																																								
40	Jahutustööd	176 000	3259	54,0	2	27	jahutustööd																																								
41	Maalimistööd	87 600	626	140,0	4	35	maalimistööd																																								
42	Porimattide paigaldus	3 000	3000	1,0	1	1	porimattide paigaldus																																								
43	Plaatpõrandate paigaldus	28 800	960	30,0	3	10	plaatpõrandate paigaldus																																								
44	Vaipade paigaldus	40 600	1562	26,0	2	13	vaipade paigaldus																																								
45	Siseseinte paigaldus	57 000	5700	10,0	2	5	siseseinte paigaldus																																								
46	Klaasvaheseinad	16 370	682	24,0	4	6	klaasvaheseinad																																								
47	Tuletõrjevõrk	7 000	7000	1,0	1	1	tuletõrjevõrk																																								
48	Sanitaaruumi aksessuaaride paigaldus	3 400	1133	3,0	1	3	sanitaaruumi aksessuaaride paigaldus																																								
49	Postkastide paigaldus	700	700	1,0	1	1	postkastide paigaldus																																								
50	Lõppkoristus ja üleandmine	8 400	280	30,0	6	5	lõppkoristus ja üleandmine																																								
kokku		3 429 000																																													

Juhised: Ehitustööde alguskuupäev on 28.06.2018
 Hoone valmimistähtaeg on 09.05.2019
 Tööde teostamiseks kasutatakse ühes päevas ühte vahetust
 Ehituse kogukestus on 222 tööpäeva

Magistritöö

Leht/Lehti: 5 / 10

TALTECH TTÜ INSENERITEADUSKOND

Koostaja: Rebeka Solveig Veltsen
 Juhendaja: Virgo Sulakatko

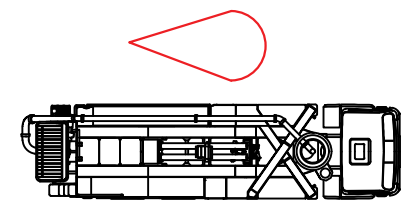
Koondkalenderplaani

Ehituse ja arhitektuuri instituut

Ehitustehnoloogia ja platsikorralduse analüüs Metall 5 büroohoone näitel

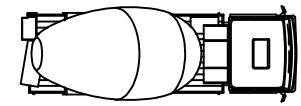
PLAATVUNDAMENDI TEHNOLOOGILINE KAART

Tingmärgid:



Mikser-pump tööraadius

Pump-mikser



Betoonimikser

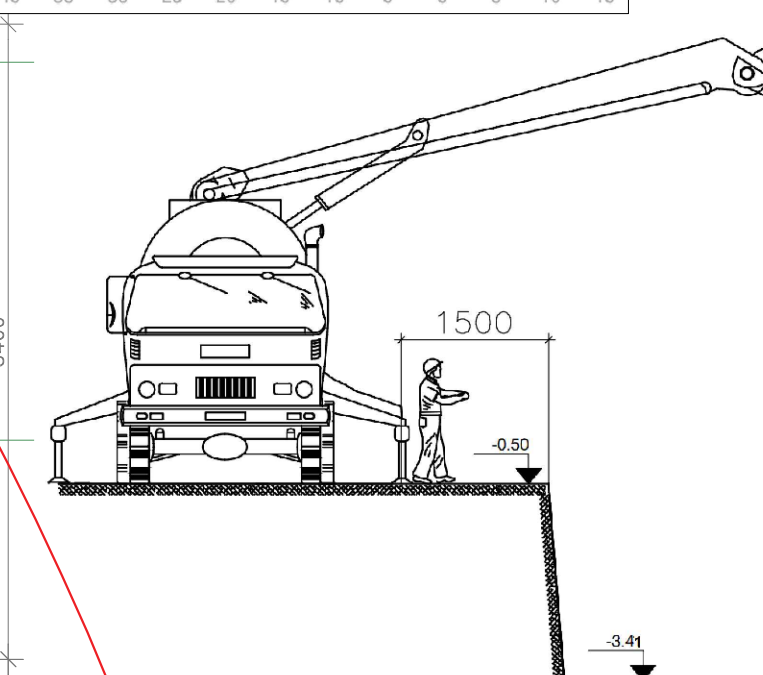
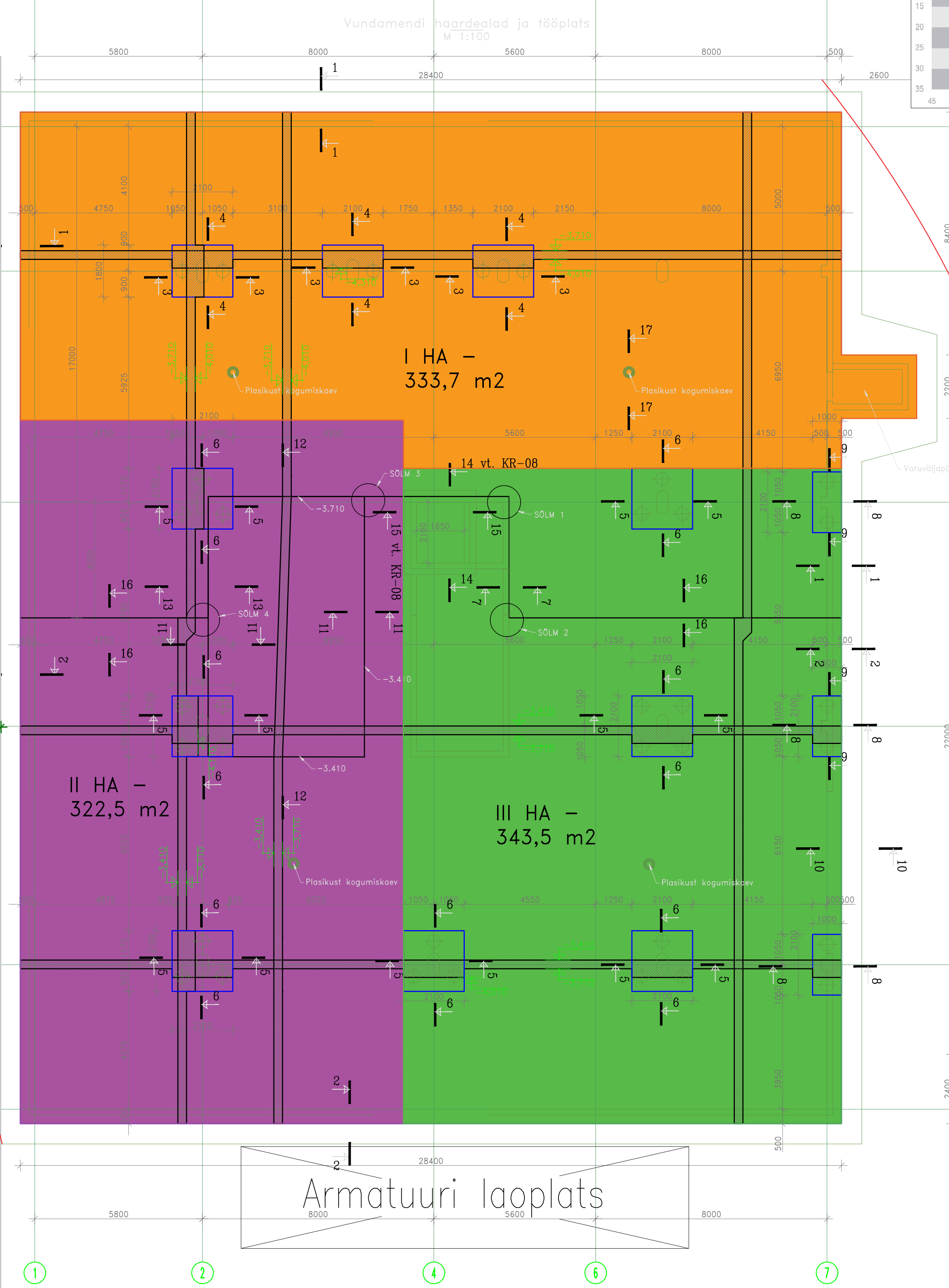
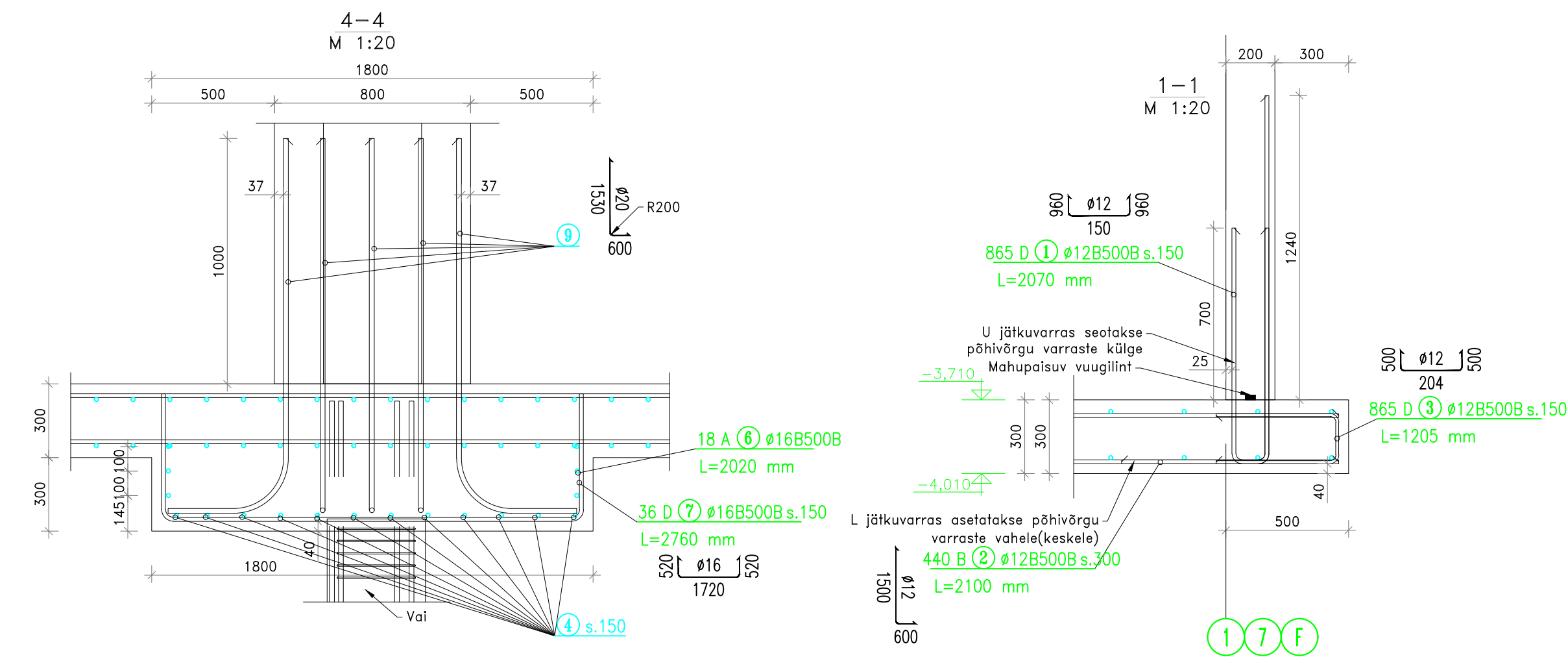
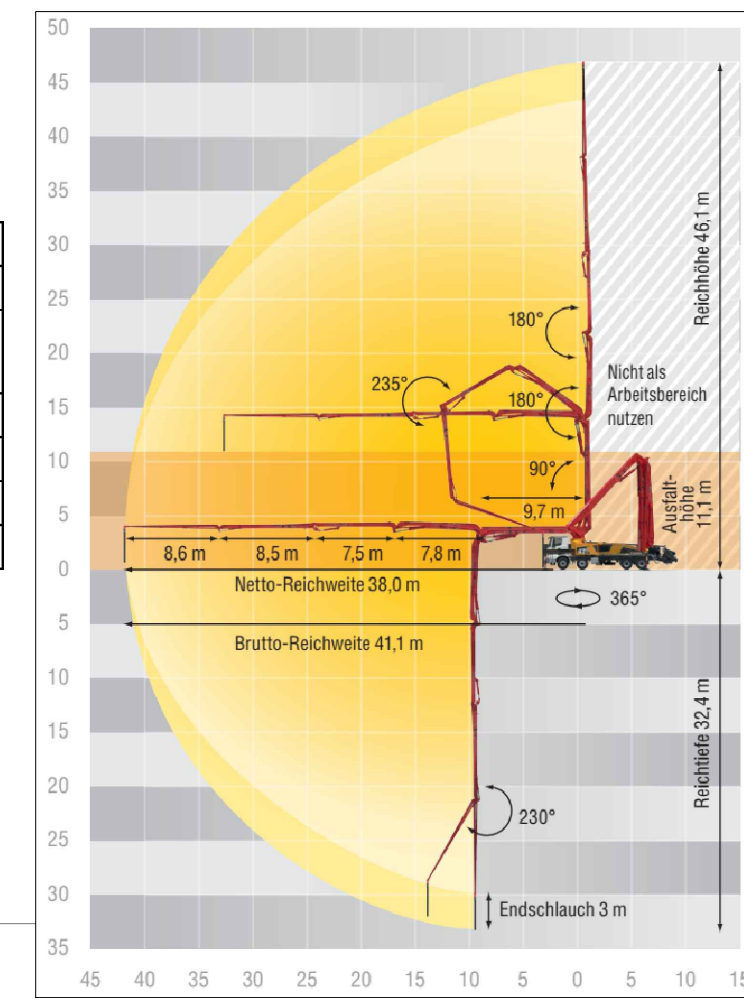
III HA -
343,5 m²

Haardealad

Armatuuri laoplatz

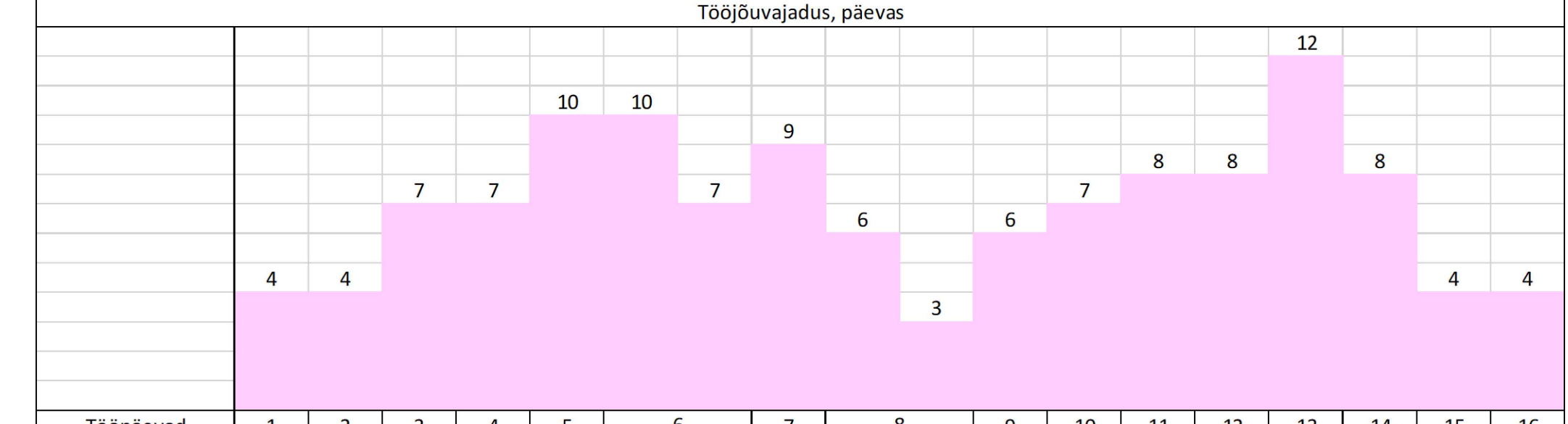
Laoplatz

Pos.nr.	Tähis	Betooni -				Maht m ³	Pindala, m ²	Kokku Maht, m ³	Kogus, tk		
		Kesk. klass	Tugev. klass	KM ALP	KM ÜLP						
plaatvundament	300mm	XC2	C30/37	-3,410	-3,110	-3,710	-3,410	274,2	914	274,2	1
plaatvundament	600mm	XC2	C30/37	-3,110	-2,810	-3,710	-3,410	51	85	51	1
Kokku:									999	325,2	2



Haardeala	Tööde teostamise graafik															
I	[Color-coded bar chart]															
II	[Color-coded bar chart]															
III	[Color-coded bar chart]															
Tööpäevad	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Töö tähistus	Rakestamine	Sarrustamine	Betoneerimine	Lahtirakestamine												

Rakestaja	Sarrustaja	Betoneerija	Tööpäevad	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4



Tööpäevad	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1	4	4	7	7	10	10	7	9	6	6	7	8	8	8	4	4

Tööpäevad	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
335	325	345														

Tööpäevad	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
14,5	14	15														

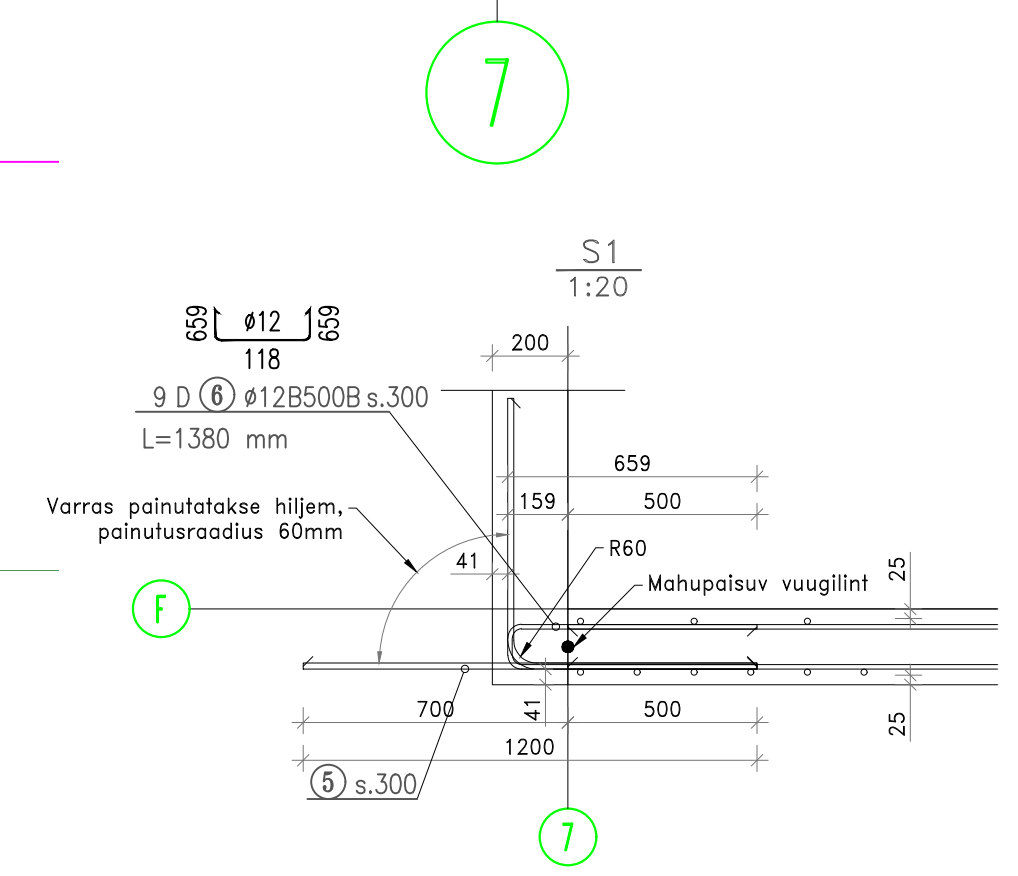
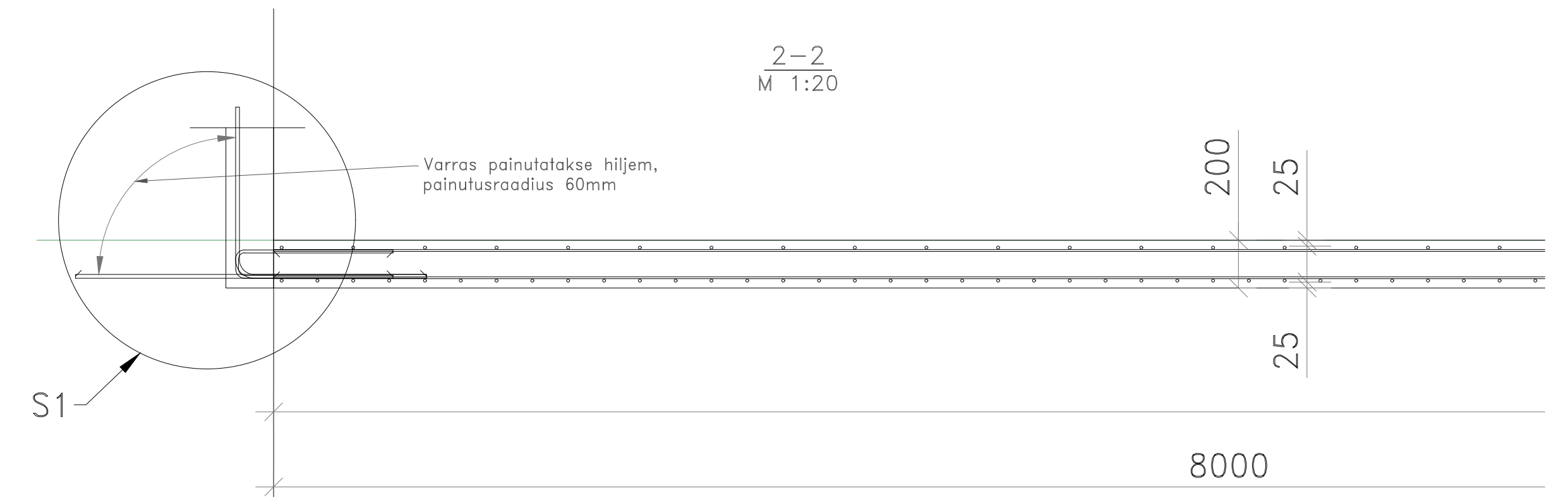
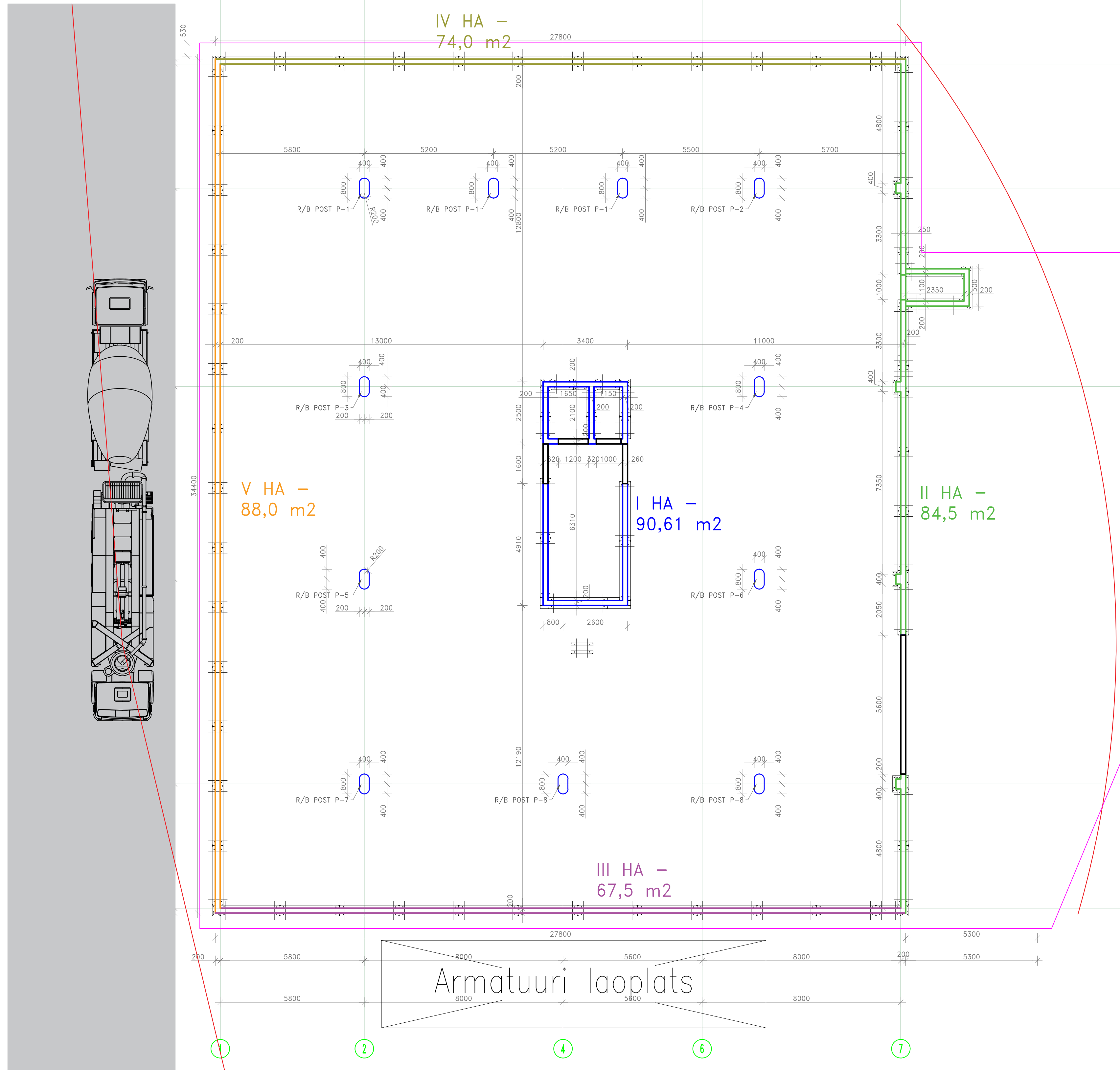
Tööpäevad	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
104,1	100,7	110,2														

Töö nimetus	Eriala/mar	Arv	Haardealade kaupa													
			I HA				II HA				III HA					
			Normi	Tööjõu-	Kestus	Vajadus	Normi	Tööjõu-	Kestus	Vajadus	Normi	Tööjõu-	Kestus	Vajadus		
Rakestamine	Rakestaja	4	8,04	2,01	1,01	2	4	7,77	1,94	0,97	2	4	8,28	2,07	1,04	2
Sarrustamine	Tööline	3	10,80	3,60	1,03	3,5	3	10,44	3,48	0,99	3,5	3	11,12	3,71	0,93	4
Betoneerimine	Tööline	3	2,43	0,81	0,81	1	3	2,35	0,78	0,78	1	3	2,58	0,86	0,86	1
	Pump	1	2,72	2,72	0,91	3	1	2,63	2,63	0,88	3	1	2,88	2,88	0,96	3
Lahti rakestamine	Rakestaja	4	15,85	3,96	0,99	4	4	15,32	3,83	0,96	4	4	16,32	4,08	1,02	4

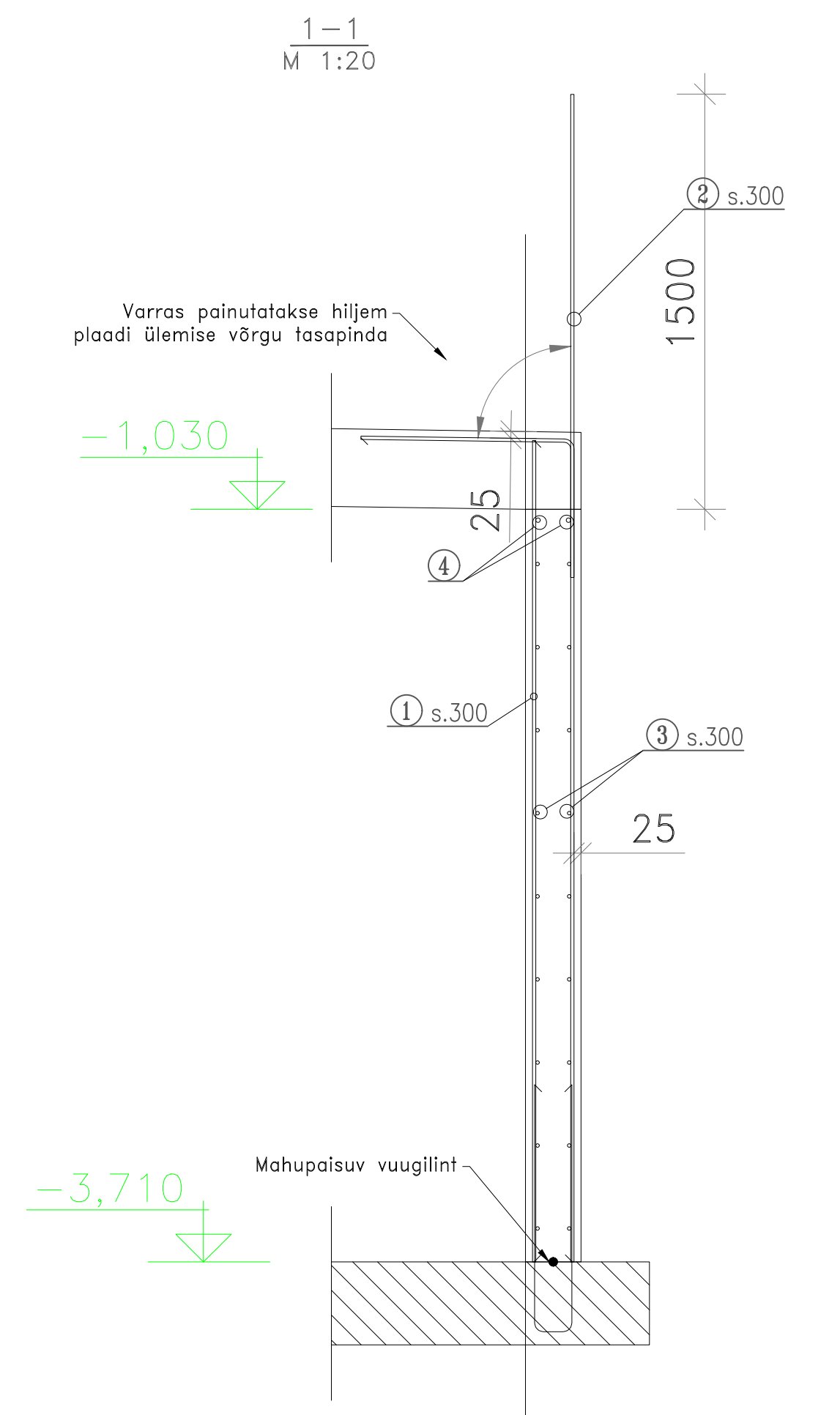
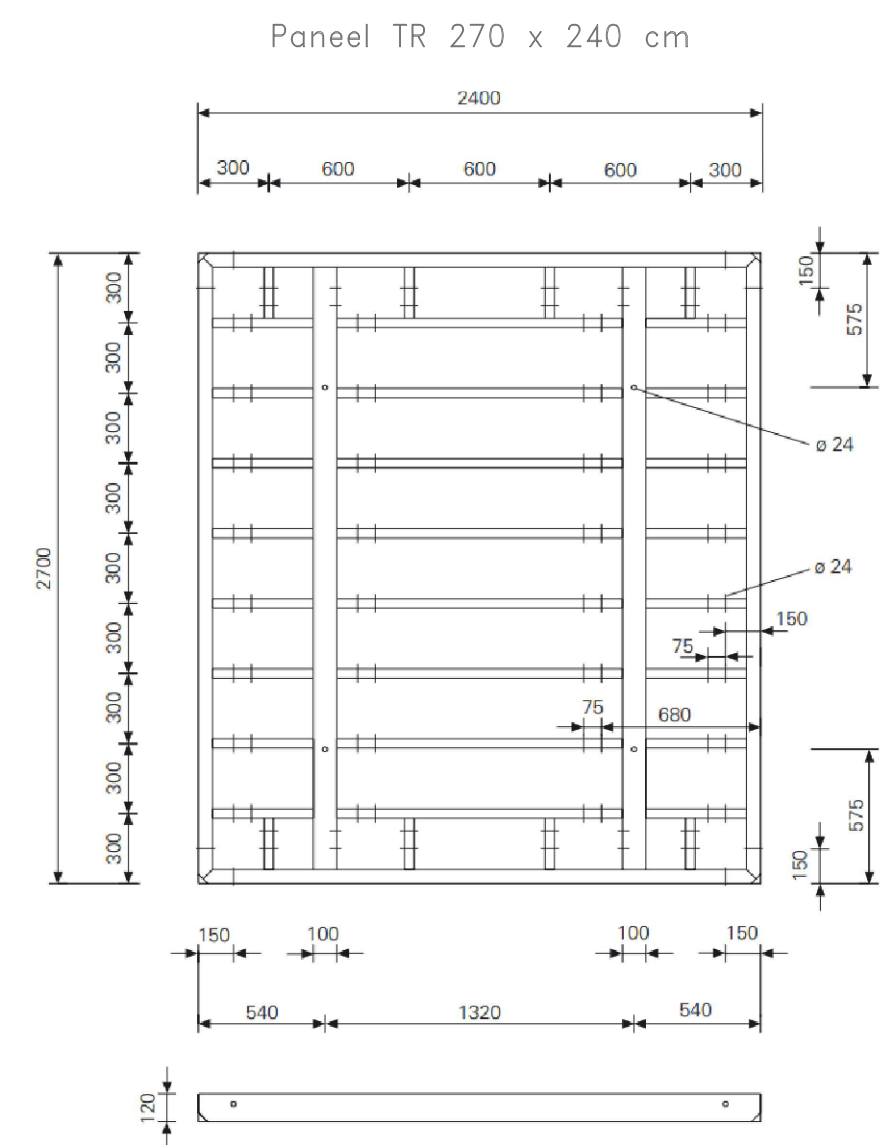
Ø	Tugev. klass	Kokku	
		Pikkus, jm	Kaal, kg
12	B500B	6103,5	31758,7
16	B500B	2615,0	4130,6
Kokku:		8718,5	35889,2

KELDRIKORRUSE RAUSBETOONSEINTE TEHNOLOOGILINE KAART

KELDRIKORRUSE R/B SEINTE PLAAN
M 1:100



Raketise kilpide vajadus				
Nimetus	Moot	Ühik	Kogus	Ühik
Paneel TR	270 x 240	cm	96	tk
Sisenurk TE	270 x 30	cm	6	tk
Välisnurk	270/135	cm	8	tk
Paneel TR	270 x 30	cm	20	tk



Tingmärgid:

- Mikser-pump tööraadius
- Pump-mikser
- Betoonimikser
- Haardealad
- Laoplatz
- SULUNDSEIN

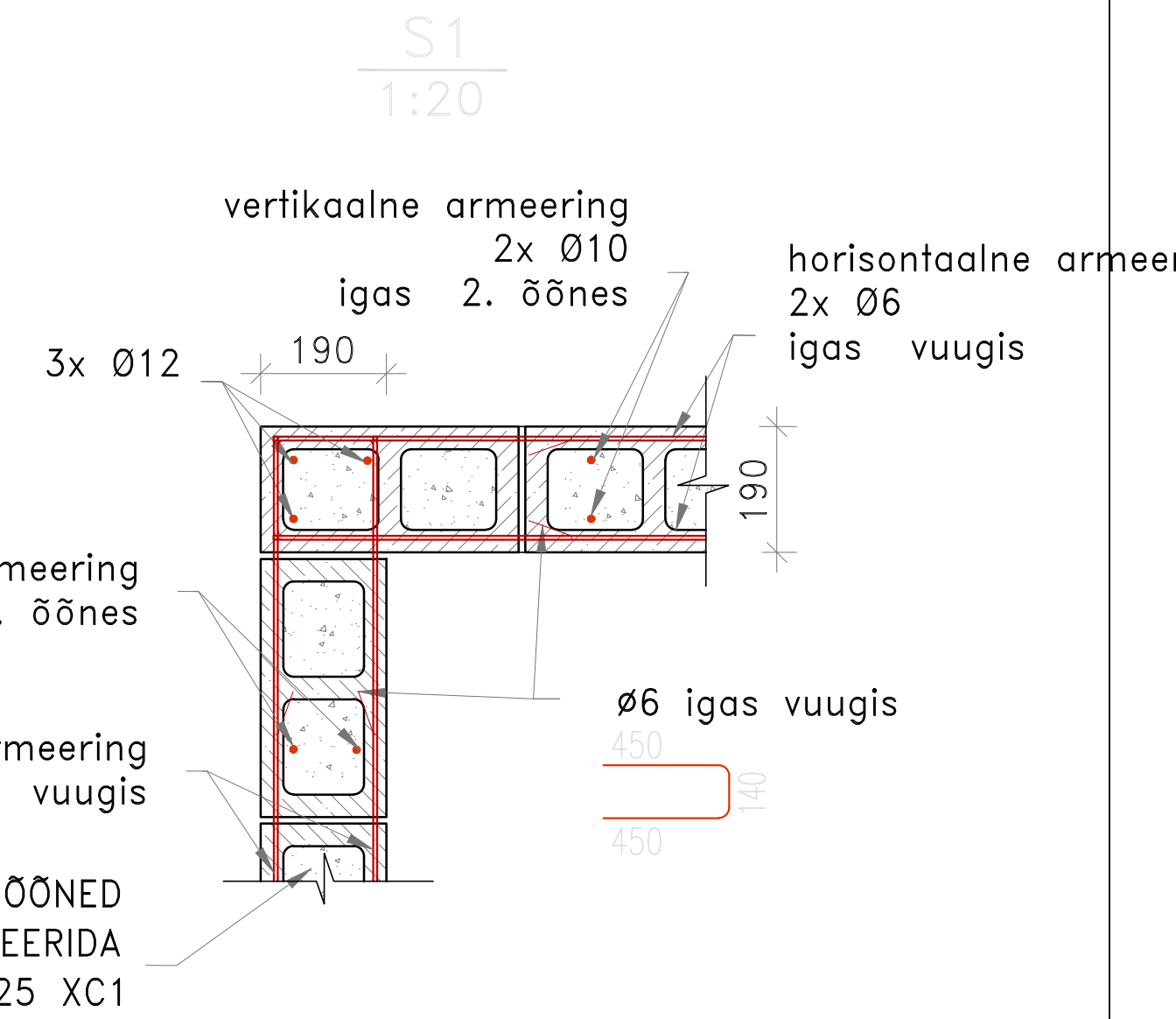
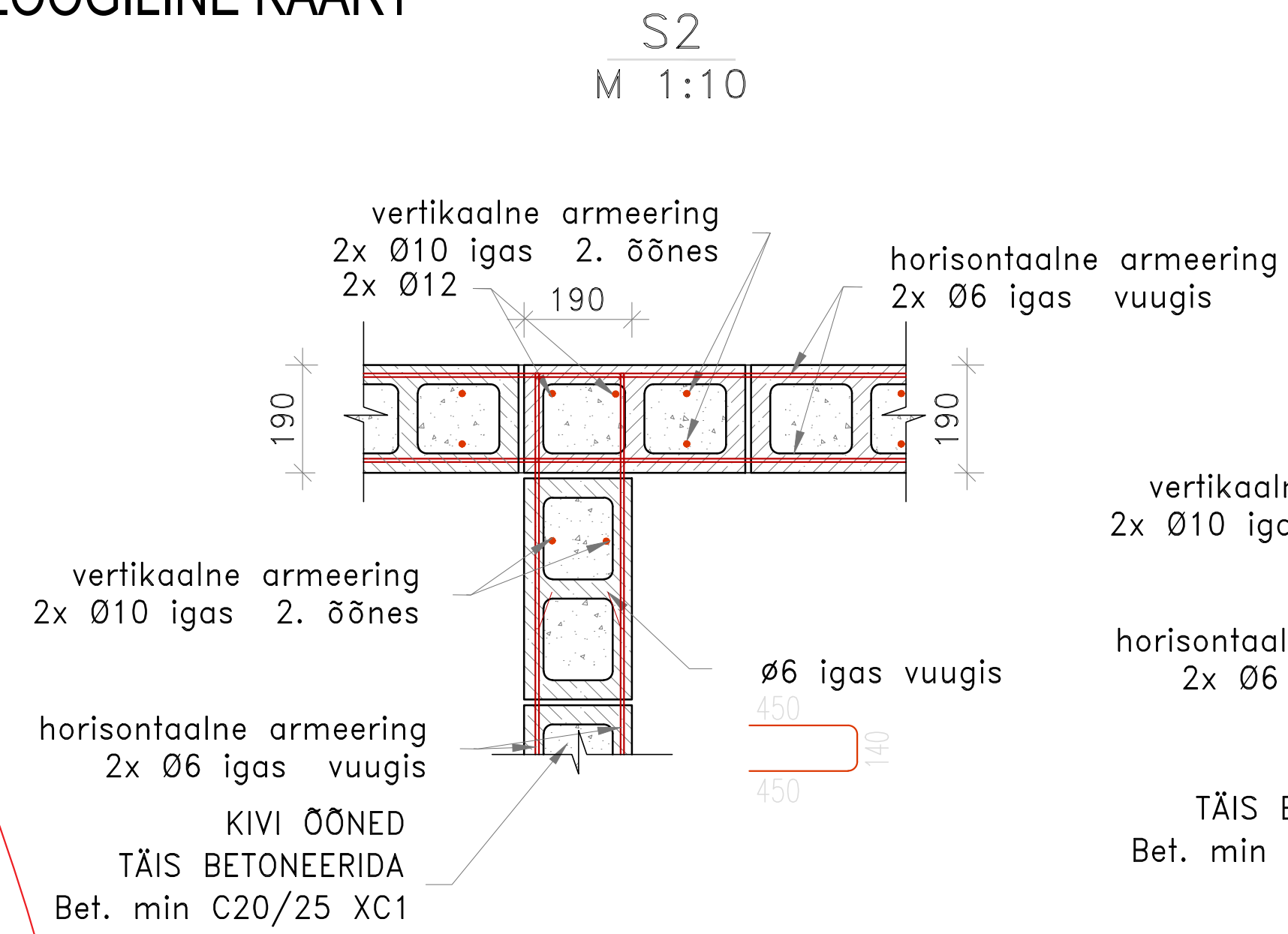
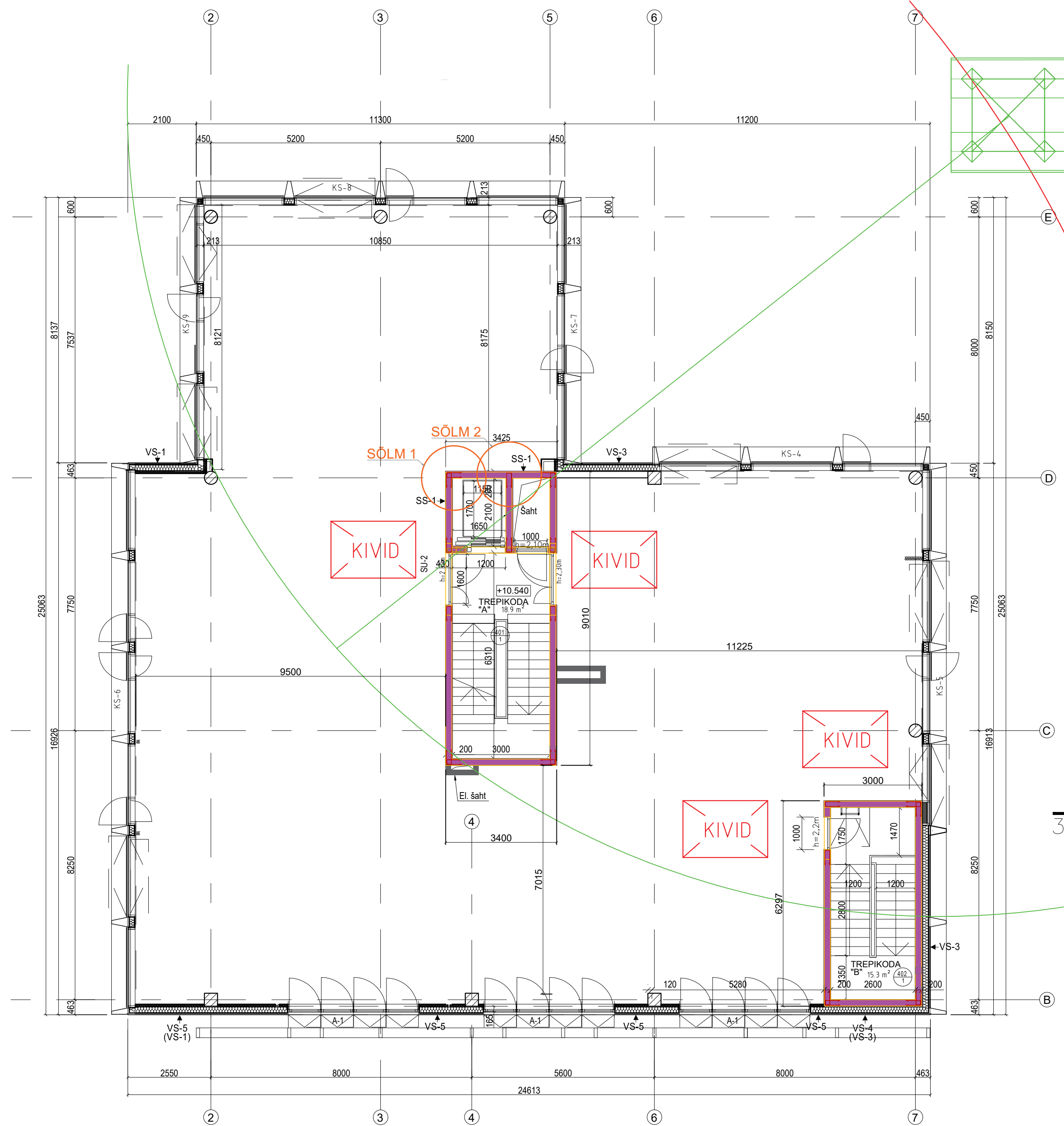
- MÄRKUSED:
- Seinte ja postide betoon C30/37 XC2.
 - Armatuur B500B.
 - Armatuurvarrasle ülekate 40 x ø.
 - Raketise kilbid tõstetakse paika kraanaga, väiksemad käsitli.
 - Lisa toetused kilpidele paigaldatakse platsil, ehitaja vastutus.
 - Raketisekilbid õlitada enne kasutust.
 - Keldriseina raketisekilbi ja sulundseina vahele jääb 0,53 m ruumi.
 - Raketisele paigaldada kaldtoed sisse poole ja sulundseina poole sirded toed, mis toetavad vastu sulundseina.

Jrk. Nr	Töö nimetus	Töölised/masnad	Haardealade kaupa																					
			1		2		3		4		5													
1	Raketise ehitamine/sarnustamine	Raketstaja Kraana	4	7,75	1,9	0,97	2	8,09	2,0	1,01	2	7,14	1,8	0,89	2,0	5,63	1,4	0,94	2	6,05	1,5	1,01	2	
3	Betoneerimine	Betoneerija Betooni-pum	3	0,86	0,3	0,57	0,5	0,83	0,3	0,56	0,5	0,80	0,3	0,53	0,5	0,64	0,2	0,43	0,5	0,70	0,2	0,47	0,5	
4	Lahti-raketamine	Raketstaja Kraana	4	2,73	0,7	0,68	1	3,18	0,8	0,80	1	1,89	0,5	0,94	1,86	0,5	0,93	1,96	0,5	0,98	1	2,73	0,7	0,68

Pos.nr.	Paksus, mm	Betooni vajadus		Kokku	Armatuuterase vajadus			
		Tugev. klass	Kesk. klass		Pindala, m²	Mahut, m³	Tugev. klass	Kaal, kg
postid 11 tk	400 x 800 mm	C 30/37	XC2	66	8,8	12,16,25	B500B	162,2
sein trepikoda A	200 mm	C 30/37	XC2	90,6	18,1	12,16	B500B	1504,6
sein telg 7	200 mm	C 30/37	XC2	84,5	16,9	12,16,20,25	B500B	2014,4
sein telg A	200 mm	C 30/37	XC2	67,5	13,5	12,16	B500B	1120,9
sein telg F	200 mm	C 30/37	XC2	74,0	14,8	12,16	B500B	1170,5
sein telg 1	200 mm	C 30/37	XC2	88,0	17,6	12,16	B500B	1446,1
Kokku:				470,6	89,7			3681,2

MÜÜRITÖÖDE TEHNOLOOGILINE KAART

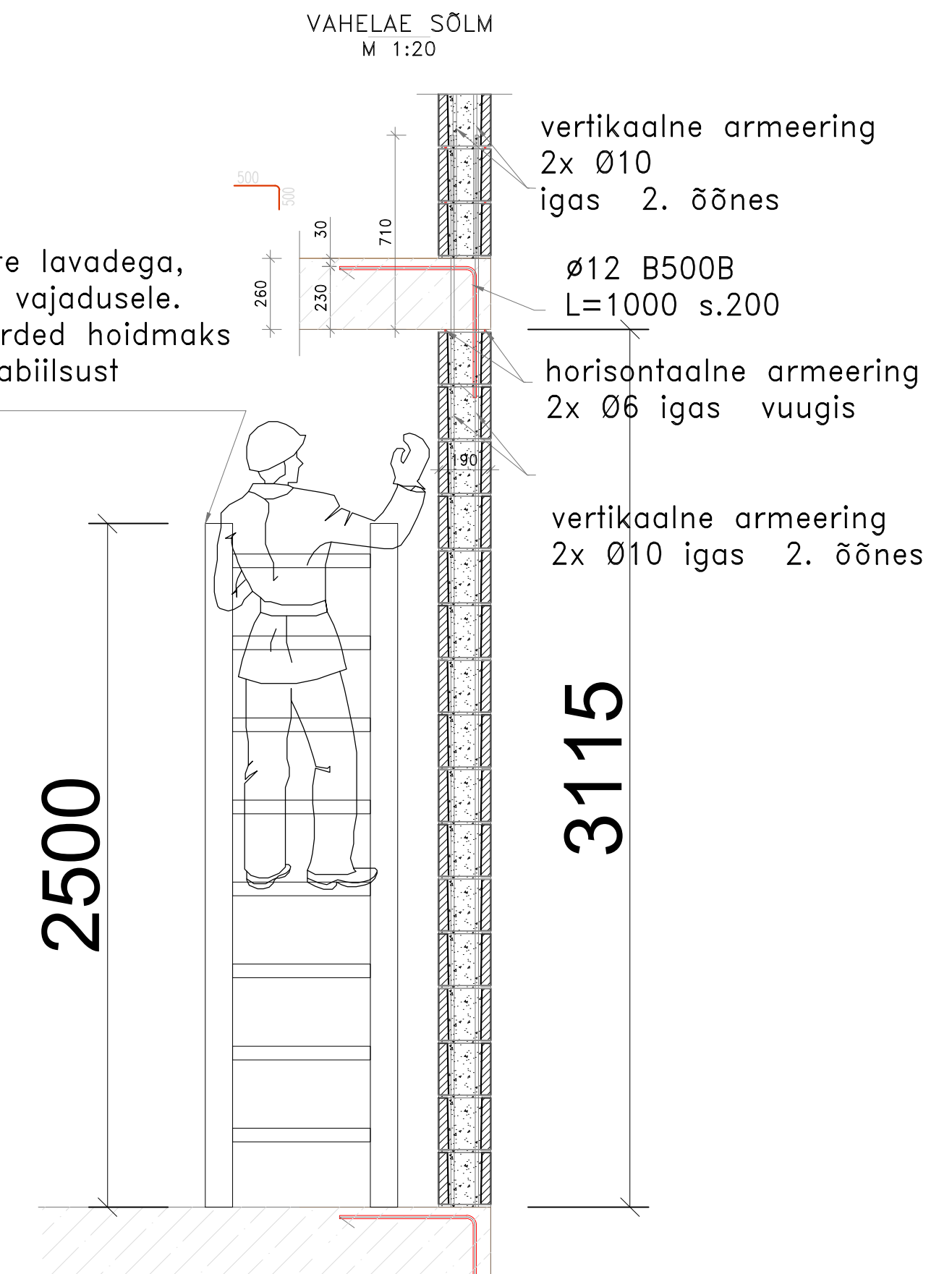
Neljanda korruse õõnesplookidest seinad
M 1:100



Tingmärgid:

- Mikser-pump tööraadius
- Pump-mikser
- Betoonimikser
- Laoplatz
- Müürikivi seinad 190mm
- Kraana
- Kraana tõsteraadius

Telling liigutatavate lavadega, vastavalt kõrguse vajadusele. Külje peal rist piirded hoidmaks konstruktsiooni stabiilsust



Jrk nr	Töö nimetus	Ühik	Ajanorm	Normatiivne tööjõukulu							
				Haardealade kaupa						Kokku	
				1	2	3	Ühikud	in-h	Ühikud	in-h	
1	3.-5. KORRUSTE MÜÜRITÖÖD										
1.1	Plokkide teistsaldamine kraanaga	kord	0,10	6,0	0,60	6,0	0,60	3,0	0,30	15,0	1,50
1.2	Möötmine	m2	0,04	132,9	5,32	132,9	5,32	74,5	2,98	340,4	13,62
1.3	Mördi valmistamine	m2	0,25	132,9	33,24	132,9	33,24	74,5	18,63	340,4	85,10
1.4	Müürimine	m2	0,40	132,9	53,18	132,9	53,2	74,5	29,81	340,4	136,16
1.5	Teisaldamine käsitsi, lühikesed vahemaad	1000 kg	0,50	1,3	0,6	1,3	0,6	0,7	0,4	3,3	1,65
1.6	Sarrustamine üksikvarrastega	1000 kg	8,00	1,3	10,3	1,3	10,3	0,7	5,8	3,3	26,34
1.7	Pumpvalu	m3	0,26	11,9	3,1	11,9	3,1	6,7	1,7	30,4	7,90
1.8	Järeltööd	m3	0,03	11,9	0,4	11,9	0,4	6,7	0,2	30,4	0,91
			in-h		103,0		103,0		57,8		263,8
			mas-h		3,69		3,69		2,03		9,4
			in-vah		13,52		13,52		7,58		34,6
			mas-vah		0,48		0,48		0,27		1,2
	3.-5. KORRUSTE MÜÜRITÖÖD KOKKU										

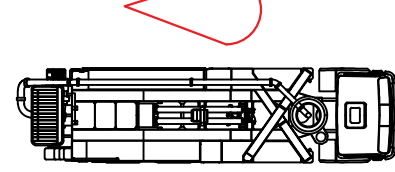
Töö nimetus	Tööriistu/masinate Eriala/mark	Arv	Korruste kaupa			
			Normatiivne		Normi täitmistegur	Valitud kestus
			Tööjõukulu	Kestus		
3. korruse müüri ladumine	Kraana	1	0,08	0,08	0,79	0,1
	Müürsepp	3	13,47	4,49	1,00	4,5
3. korruse müüri betoneerimine	Pump-mikser	1	0,41	0,41	0,81	0,5
	Betoneerija	1	0,05	0,05	0,47	0,1
4. korruse müüri ladumine	Kraana	1	0,08	0,08	0,79	0,1
	Müürsepp	3	13,47	4,49	1,00	4,5
4. korruse müüri betoneerimine	Pump-mikser	1	0,41	0,41	0,81	0,5
	Betoneerija	1	0,05	0,05	0,47	0,1
5. korruse müüri ladumine	Kraana	1	0,04	0,04	0,39	0,1
	Müürsepp	3	7,55	2,52	1,01	2,5
5. korruse müüri betoneerimine	Pump-mikser	1	0,2	0,23	1,14	0,2
	Betoneerija	1	0,03	0,03	0,26	0,1

MÄRKUSED:

- Õõnesplokkide täisvalamiseks betoon C20/25 XC1.
- Armatuur B500B.
- Armatuurvarraste ülekate 40 x Ø.
- Korraga tohib valada kuni 8 rida, betoon vibreerida hoolikalt
- Sahtide seinad laotakse hiljem koos eriosade valmistamisega

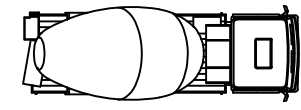
RAUDBETOON VAHELAGEDE TEHNOLOOGILINE KAART

Tingmärgid:



Mikser-pump tööraadius

Pump-mikser



Betoonimikser

III HA -
343,5 m²

Haardealad

Armatuuri laoplatš

Laoplatš

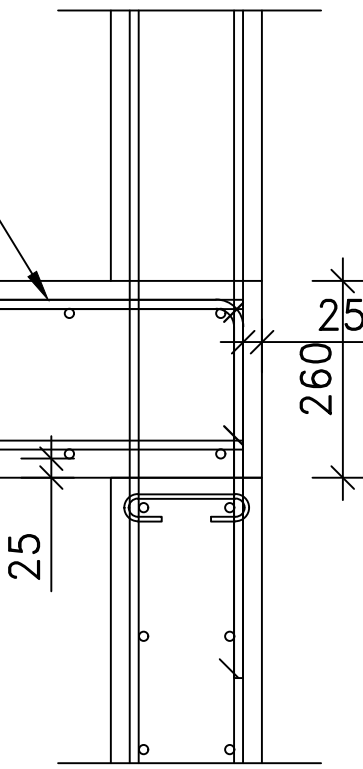
Seinast tulev painutatud varras
Ø12 B500B s.150

+7,115

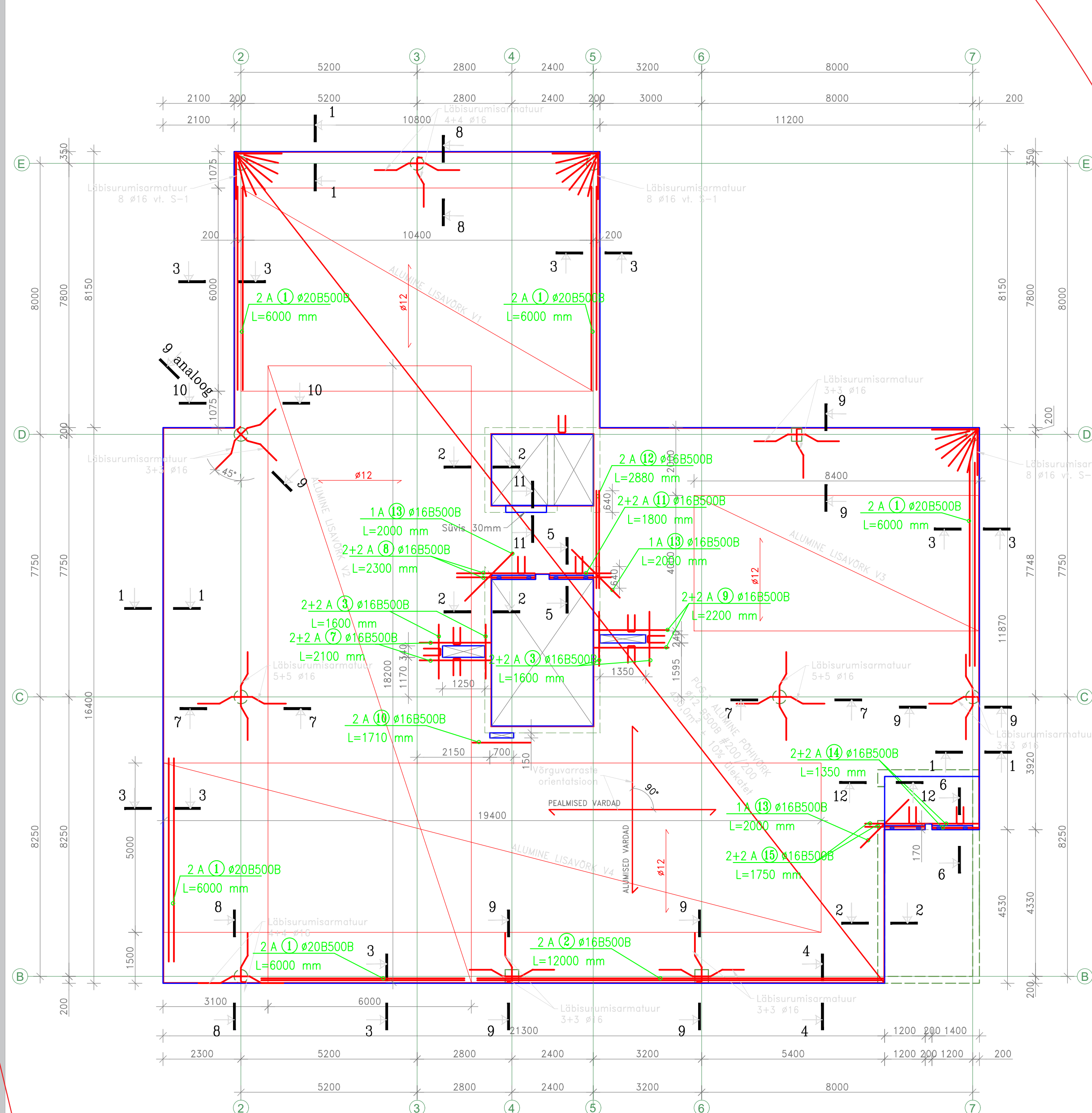
+6,855

Põhivõrk Ø12 B500B
s.200/200

2-2
1:20



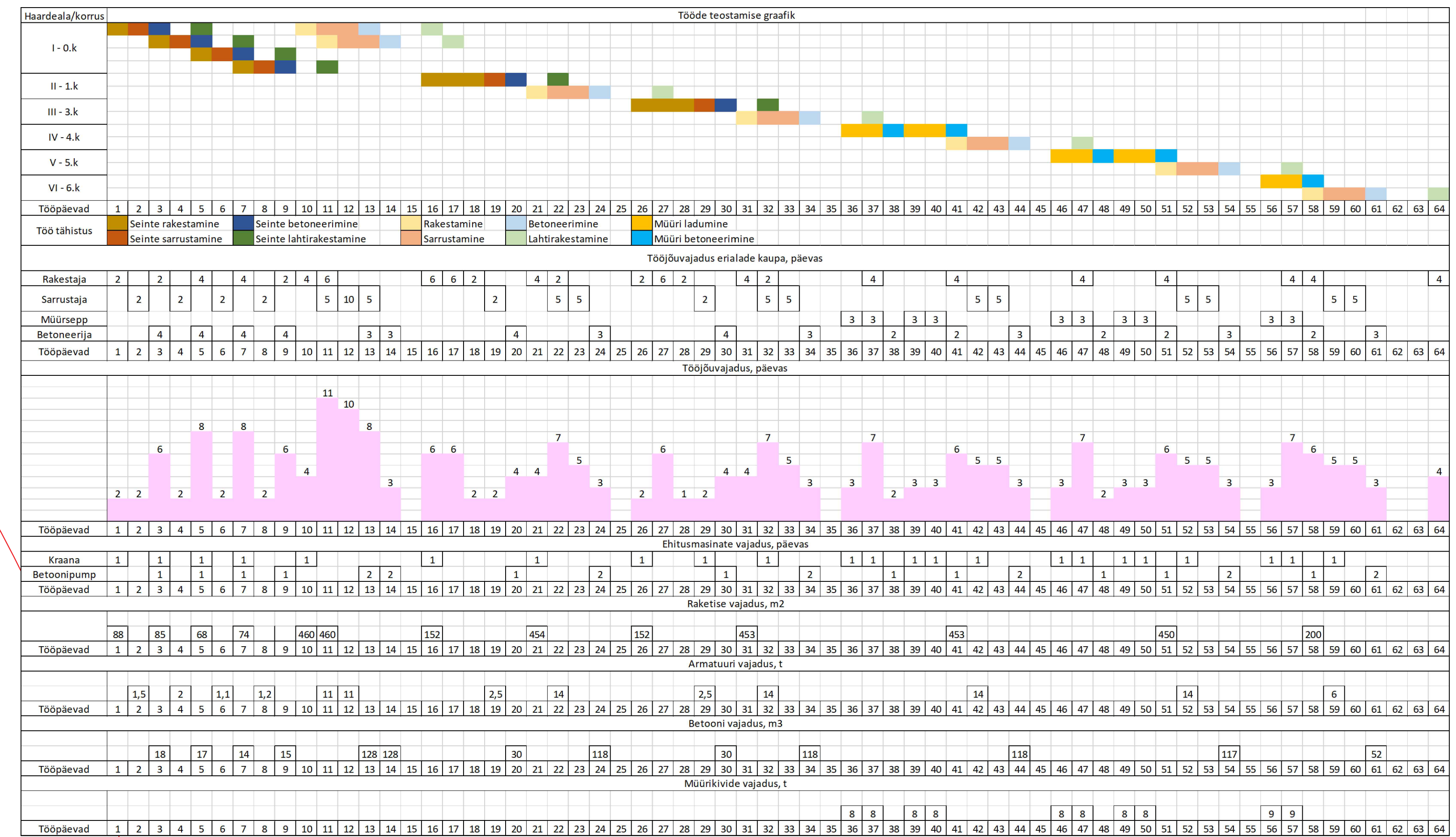
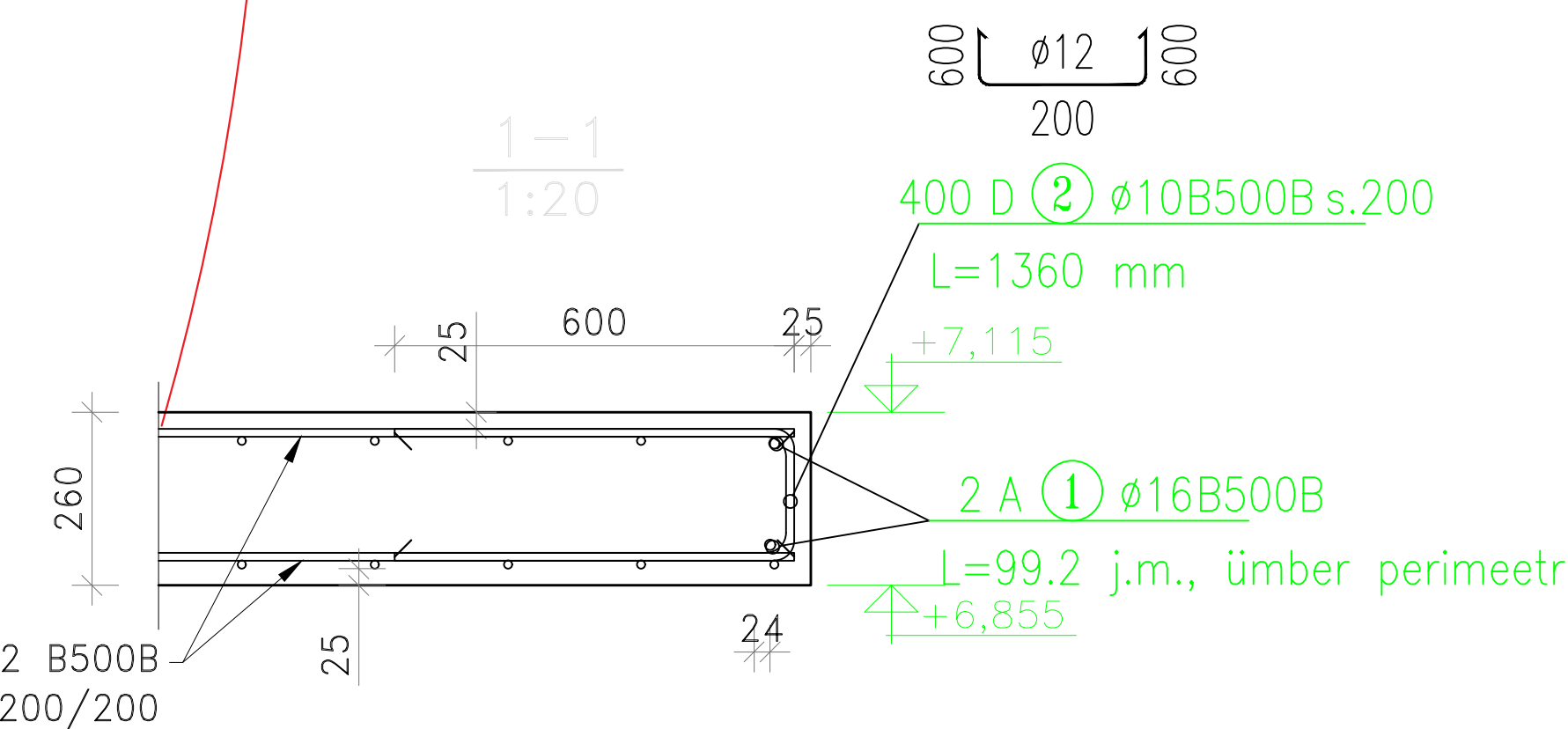
Teise korruse vahelagi
M 1:100



Armatuuri laoplatš

Põhivõrk Ø12 B500B
s.200/200

1-1
1:20



Jrk. Nr	Töö nimetus	Eriala/mark	arv	Haardealade kaupa																							
				1		1.2		2-4		5		6		Valitud		Normatiivne		Valitud		Normatiivne		Valitud		Normatiivne			
				tööjõu- kulu	kestus	normi täitmistegur	Valitud kestus	tööjõu- kulu	kestus	normi täitmistegur	Valitud kestus	tööjõu- kulu	kestus	normi täitmistegur	Valitud kestus	tööjõu- kulu	kestus	normi täitmistegur	Valitud kestus	tööjõu- kulu	kestus	normi täitmistegur	Valitud kestus				
1	Rakestamine	Rakestaja	4	4,0	1,0	0,99	1	4,0	1,0	0,99	1	3,8	1,0	0,96	1,0	3,8	1,0	0,95	1	1,7	0,4	0,85	1				
2	Sarrustamine	Rakestaja	5	8,9	1,8	0,89	2	8,9	1,8	0,89	2	10,9	2,2	1,09	2,0	11,2	2,2	1,12	2	4,6	0,9	0,92	1				
3	Betoneerimine	Betoonipumpi	3	3,4	1,1	1,12	1,0	3,4	1,1	1,12	1,0	3,2	1,1	1,08	1,0	3,2	1,1	1,07	1,0	1,5	0,5	0,99	1,0				
4	Lahti-rakestamine	Rakestaja	4	4,3	1,1	1,08	1	4,3	1,1	1,08	1	4,2	1,0	1,05	1,0	4,1	1,0	1,04	1	1,8	0,5	0,92	1				

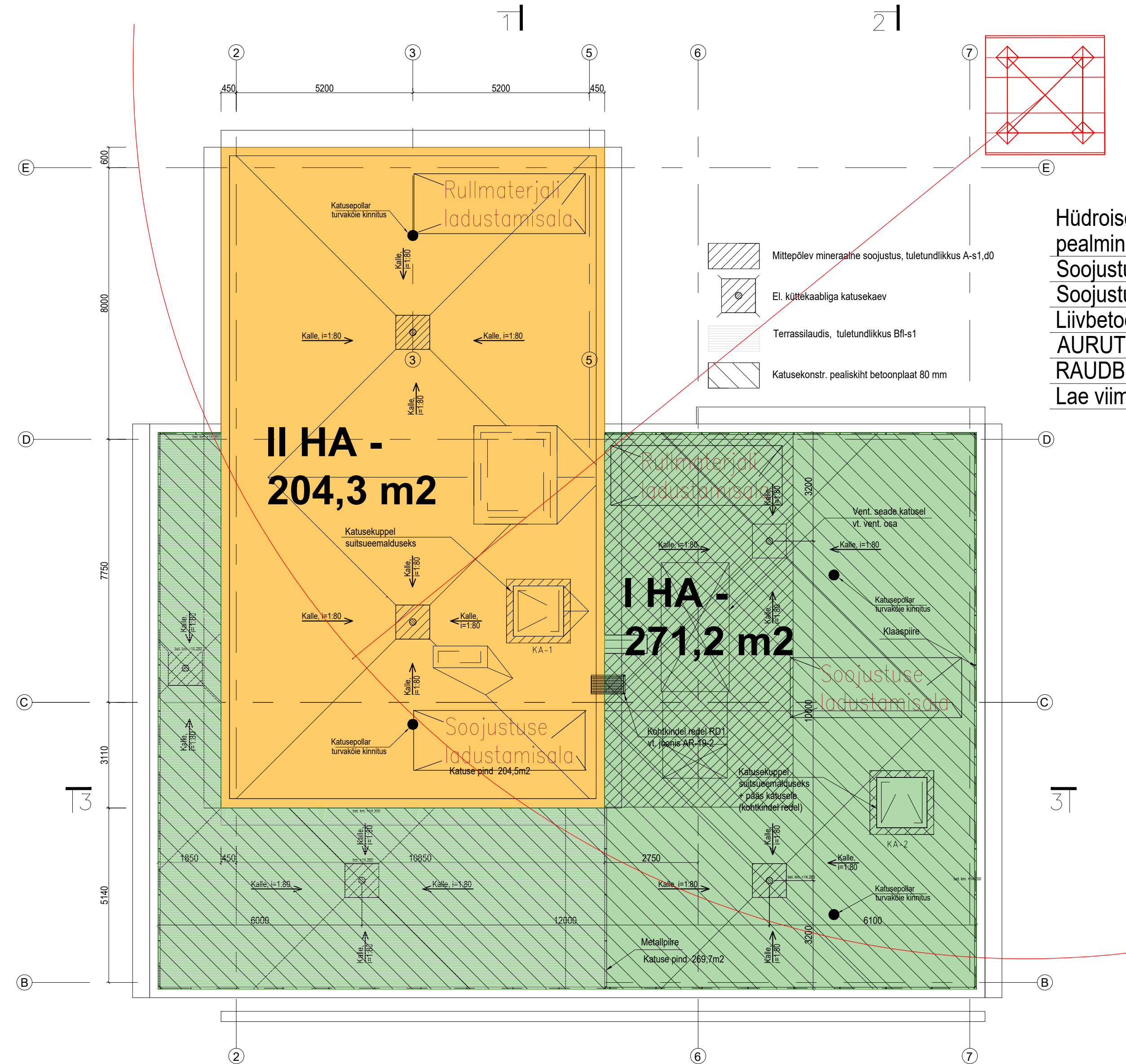
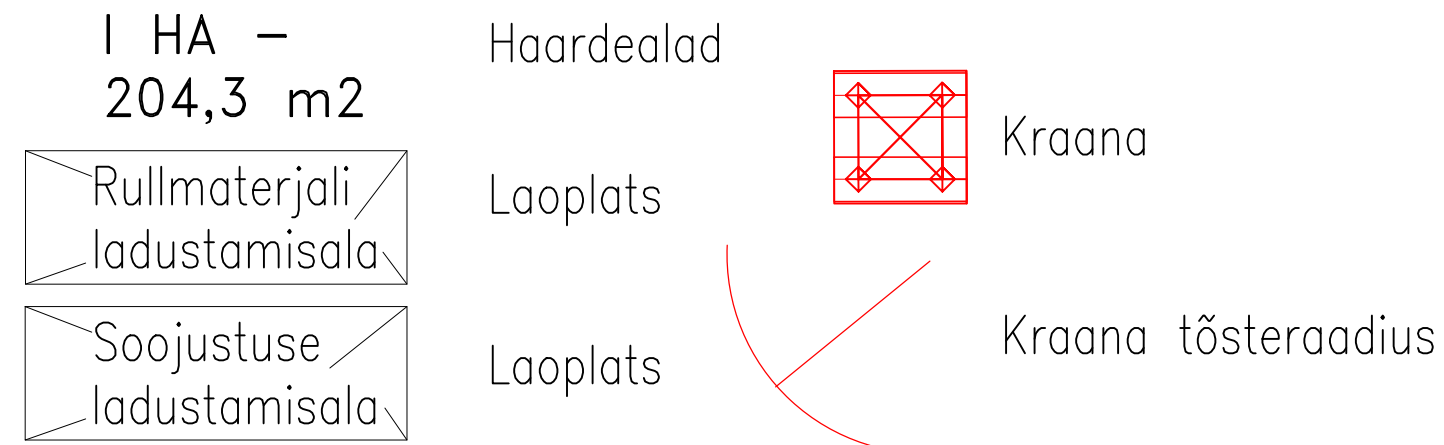
Betooni vajadus							Armatuurerase vajadus	
Pos.nr.	Paksus, mm	Tugev- klass	Keek- klass	Prindala, m ²	Mahit., m ³	Tugev- klass	Kaal, kg	
Vahelagi-1	280 mm	C 30/37	XC3	915	256	B500B	21 647	
Vahelagi 1	260 mm	C 30/37	XC1	454	118	B500B	13 200	
Vahelagi 2	260 mm	C 30/37	XC1	453	118	B500B	13 200	
Vahelagi 3	260 mm	C 30/37	XC1	452	118	B500B	13 200	
Vahelagi 4	260 mm	C 30/37	XC1	448,0	117	B500B	13 600	
Vahelagi 5	260 mm	C 30/37	XC1	200,0	52	B500B	3 800	
Kokku:					2922	779	Kokku:	80 442

MÄRKUSED:

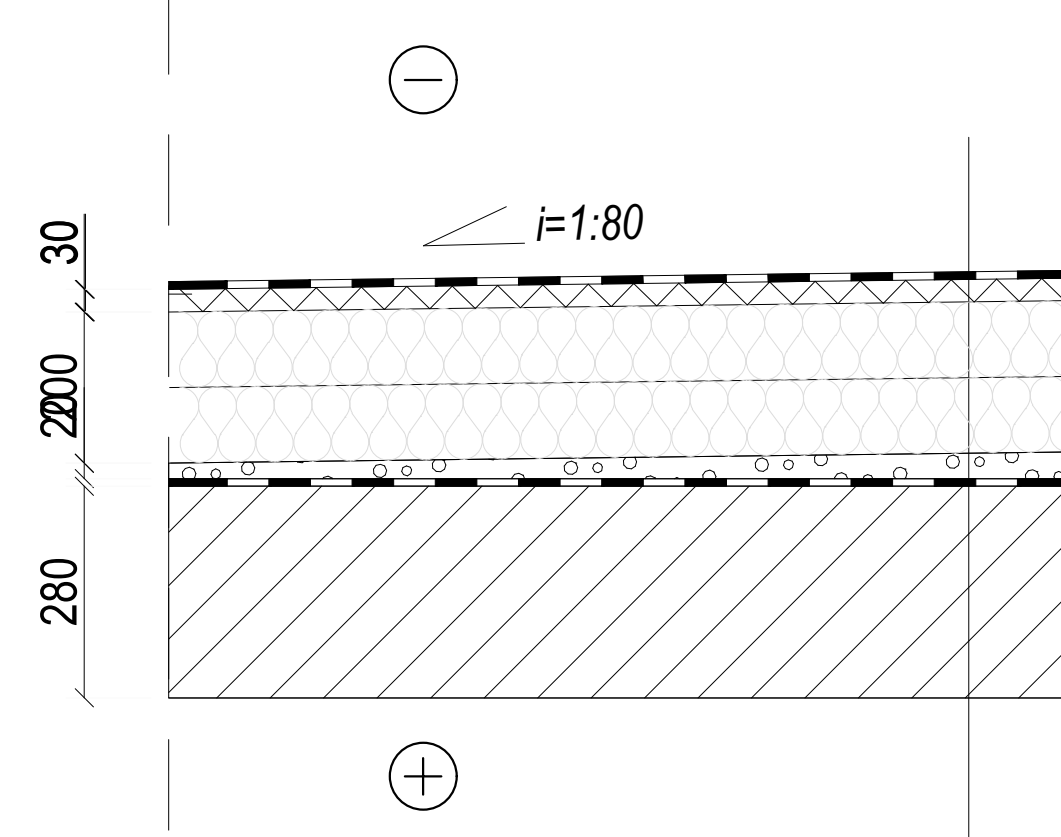
- BETOON C30/37 XC1
- ARMATUUR B500B.
- ARMATUURI KAITSEKIHT - 25mm
- VAHELAEPLAADI LAHTIRAKESTAMIST VÕIB ALUSTADA KUI BETOON ON SAAVUTANUD VÄHEMALT 70% OMA TUGEVUSEST.

KATUSETÖÖDE TEHNOLOOGILINE KAART

Tingmärgid:



5.K. LAGI M 1:10



Hüdroisolatsioon SBS 2 kihti
pealne kiht ilmastikukindla killustikfraksioon kattega
Soojustus - Isover OL-TOP/U (sooned all) või analoog 30 mm
Soojustus - Isover OL-P või analoog 200 mm
Liivbetoon kallete andmiseks 20...60 mm
AURUTÖKE - SBS-kate 1 kiht
RAUSBETON PLAAT 280 mm (vt. konstr. osa)
Lae viimistlus või ripplagi - vt. siseviimistlustabel

Klaasiga turvapiire, vt. AR-15-2

Ruumiline raam

Al. komposiitplaat 4 mm

Katteplekk
katusekatte all

Al. fassaadiklaasingu süsteemi umbosa
- 2x klaaspakett
- Tuuletõkkeplaat (must)
- Soojustus - min. vill 150 mm
Niiskuskindel vineer 12 mm
Katusekatte ülespööre

Aurutõkkevugiteip
Soudal Folienband Inside
100 mm või Butyband

4.K. SÕLM M1:10

Tuuletõkkeplaat 9 mm
Vert. termoroovid TC-175-2.0 (Zn), s=600 mm
Tuulutusvahe 50 mm
- vert roovid 50 mm
Niiskuskindel vineer 12 mm
Katusekatte ülespööre, SBS, Parapetil
killustikkattega horisontaalne lisapaan

Paksem betoon piirde kinnitamiseks

KL-2

i=1:80

Al. fassaadiklaasingu süsteemi umbosa

- 2x klaaspakett

- Tuuletõkkeplaat (must)

- Soojustus - min. vill 150 mm

Niiskuskindel vineer 12 mm

Katusekatte ülespööre

Al. fassaadiklaasingu süsteemi umbosa

- 2x klaaspakett

- Tuuletõkkeplaat (must)

- Soojustus - min. vill 150 mm

Aurutõke - Isover Vario

Vert. kipsikarkass 66mm

- soojustus - min. vill 50 mm

2x kipsplaat 25 mm

Siseviimistlus

Haardeala	Tööde teostamise graafik							
I	[Gantt chart for area I]							
II	[Gantt chart for area II]							
Tööpäevad	1	2	2	3	4	5	6	7
Töö tähistus	aurutõkke paigaldamine			katusekatte paigaldus				
	soojustuse paigaldamine			pleki paigaldus				
Tööjõuvajadus erialade kaupa, päevas								
Katusekatte paigaldaja	3	3	3	3	3	3	3	
Plekksepp				1			1	
Tööpäevad	1	2	2	3	4	5	6	7
Tööjõuvajadus, päevas								
	3	3	3	3	3	3	3	
	[Bar chart]			1	[Bar chart]			1
Tööpäevad	1	2	2	3	4	5	6	7
Ehitusmasinate vajadus, päevas								
Kraana	1				1			
Tööpäevad	1	2	2	3	4	5	6	7
Bituumen rullmaterjali vajadus, m2								
	359		359		359		359	
Tööpäevad	1	2	2	3	4	5	6	7
Katuse soojustusmaterjali vajadus, m2								
		312				312		
Tööpäevad	1	2	2	3	4	5	6	7

Töö nimetus	Töölise/masinate Eriala/mark	Arv	Haardealade							
			1			2				
			Normatiivne		Normi täitmistegur	Valitud kestus	Normatiivne		Normi täitmistegur	Valitud kestus
			Tööjõu-kulu	Kestus			Tööjõu-kulu	Kestus		
in-vah	in-vah	in-vah	in-vah	in-vah	in-vah	in-vah	in-vah			
Aluskihi tööd (sh aurutõkke paigaldus)	Kraana	1	0,34	0,34	0,68	0,5	0,26	0,26	0,51	0,5
	Katusekatte paigaldaja	3	2,32	0,77	0,77	1	1,90	0,63	0,63	1
Soojustuse paigaldus	Katusekatte paigaldaja	3	2,68	0,89	0,89	1	2,02	0,67	0,67	1
Katuse katte paigaldus	Katusekatte paigaldaja	3	4,02	1,34	1,34	1	3,16	1,05	1,05	1
Parapeti äärepleki paigaldus	Plekksepp	1	0,87	0,87	0,87	1	0,75	0,75	0,75	1

TALTECH TTÜ INSENERITEADUSKOND

Magistritöö Leht/Lehti: 10/10

Koostaja: Rebeka Solveig Veltson
Juhendaja: Virgo Sulakatko

Altkiri/kuupäev:

Katuse tööde tehnoloogiline kaart

Ehituse ja arhitektuuri instituut

Ehitustehnoloogia ja platsikorralduse analüüs Metalli 5 büroohoone näitel