



TALLINNA TEHNIKAÜLIKOO
INSENERITEADUSKOND
Ehituse ja arhitektuuri instituut

**EHITUSTEHNOLLOOGIA JA PLATSIKORRALDUSE
ANALÜÜS TALLINNA, LOOTSI 8/1 BÜROOHOONE
NÄITEL**

**ANALYSIS OF CONSTRUCTION TECHNOLOGY AND
BUILDING SITE MANAGEMENT BASED ON THE CASE
STUDY OF THE OFFICE BUILDING AT 8/1 LOOTSI
STREET IN TALLINN**

MAGISTRITÖÖ

Üliõpilane: Egert Jakobi

Üliõpilaskood 182325

Juhendaja: Roode Liias

Tallinn 2023

AUTORIDEKLARATSIOON

Olen koostanud lõputöö iseseisvalt.

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

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

08. 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, **Egert Jakobi**, sünd. 15.04.1998

1. Annan Tallinna Tehnikaülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) enda loodud teose
**EHITUSTEHNOLLOOGIA JA PLATSIKORRALDUSE ANALÜÜS TALLINNA, LOOTSI
8/1 BÜROOHOONE NÄITEL ,**

mille juhendaja on Roode Liias

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

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

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

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

.....(kuupäev)

LÕPUTÖÖ ÜLESANNE

Üliõpilane: **EGERT JAKOBI**Üliõpilaskood **182325**Õppekava: **EAEI02 Ehitiste projekteerimine ja ehitusjuhtimine**

Peaeriala: Ehitusmajandus ja juhtimine

Lõputöö teema:

**EHITUSTEHNOLOGIA JA PLATSIKORRALDUSE ANALÜÜS TALLINNA, LOOTSI
8/1 BÜROOHOONE NÄITEL**

Analysis of construction technology and building site management based on
construction of the case study of the office building at 8/1 Lootsi Street in Tallinn

Juhendaja: **Professor, Roode Liias**

Roode.liias@taltech.ee

Lõputöö konsultandid:

Tiitel või ametikoht, Ees- ja Perekonnanimi	Kontakt (e-post või telefon)	Allkiri ja kuupäev
Vanemlektor, Johannes Pello	Johannes.pello@taltech.ee	

Lõputöö põhieesmärgid:

1. Analüüsida Lootsi 8/1 büroohoone näitel muinsuskaitse all olevate leidude ja rajatisete mõju ehitusmaksumusele.
2. Analüüsida erinevate mahukate tööde tehnoloogilist teostust lähtudes Lootsi 8/1 büroohoone kitsastest tingimustest.
3. Teostada Lootsi 8/1 büroohoone ühele kandekonstruksioonile kontrollarvutused.

Töö keel: eesti keel

Lõputöö etapid ja ajakava:

Ülesande kirjeldus	Tähtaeg
1. Sissejuhatus	08.05.2023
2. Arhitektuurne osa	08.05.2023
3. Ehitusplatsi üldplaan	08.05.2023
4. Tehnoloogilised kaardid	08.05.2023
• Vraki väljakaevamine	08.05.2023
• Fassaaditööd	
• Katuse ehitus	08.05.2023
5. Koondkalenderplaan	
6. Majanduslik osa: Arheoloogiliste leidude ja muinsuskaitse all olevate rajatiste majanduslik mõju analüüs.	
7. Konstruksiooni osa	
8. Tööohutus ja keskkonnakaitse	08.05.2023
	08.05.2023
9. Kokkuvõtte eesti keeles	08.05.2023
10. Kokkuvõtte inglise keeles	08.05.2023
	
	
	
	

Lõputööde ülevaatus, mille läbimine on kaitsmise eelduseks

10.05.2023

Peale ülevaatusi saab teha väiksemaid korrekture ja üles laadida töö Moodle keskkonda plagiaadi kontrolliks.

Esitlusmaterjalid kaitsmisel: A1 joonised

Kirjeldus	Tähtaeg
1 Arhitektuursed joonised – 2 lehte	10.05.2023
2 Konstruksiooni osa – 1 leht	10.05.2023
3 Ehitusplatsi üldplaan – 1 leht	10.05.2023
4 Koondkalenderplaan – 1 leht	10.05.2023
5 Tehnoloogilised kaardid – 3 lehte	10.05.2023

Lõputöö esitamise tähtaeg:

22. mai 2023

Lõputöö ülesanne välja antud: 27.02.2023

Juhendaja:

Roode Liias

Ülesande vastu võtnud:

Egert Jakobi

Avalikustamise piirangu
tingimused:

puuduvad

SISUKORD

AUTORIDEKLARATSIOON.....	2
LIHTLITSENTS LÕPUTÖÖ REPRODUTSEERIMISEKS JA LÕPUTÖÖ ÜLDSUSELE KÄTTESAADAVAKS TEGEMISEKS	3
SISUKORD.....	6
GRAAFILISE MATERJALI LOETELU	9
EESSÕNA	10
SISSEJUHATUS	11
1. LÄHTEANDMED JA ERITINGIMUSED	13
1.1 Asukoht ja olemasolev olukord	13
1.2 Lamutatavad rajatised.....	13
1.3 Eritingimused.....	13
2. ARHITEKTUURNE OSA.....	15
2.1 Arhitektuurne üldlahendus.....	15
2.1.1 Hoone paiknemine ja ehitusetapid	15
2.1.2 Arhitektuurne üldkontseptsioon.....	15
2.1.3 Hoone ruumid.....	16
2.1.4 Muinsuskaitse eritingimused	16
2.2 Hoone konstruktsioonid ja pinnakatted.....	17
2.2.1 Vundamendid	17
2.2.2 Keldripõrand	17
2.2.3 Vertikaalsed kandekonstruktsioonid	17
2.2.4 Trepid, pandused ja redelid	18
2.2.5 Vahelaed	18
2.2.6 Katuslagi.....	19
2.2.7 Välisseinad, fassaadid	19
2.2.8 Välisuste esised alad.....	20
2.2.9 Siseseinad.....	20
2.2.10 Avatäited	20
2.3 Tehnosüsteemid	20
2.3.1 Veevarustus ja kanalisatsioon	20
2.3.2 Küte ja jahutus	21
2.3.3 Ventilatsioon.....	22
2.3.4 Tugevvool	22
2.3.5 Nõrkvool	23
2.4 Tuleohutus	23

2.5	Ehitise tehnilised andmed	24
3.	EHITUSPLATSI ÜLDPLAAN	26
3.1	Renditavate pindade vajadus	26
3.2	Teed ja platsid	26
3.3	Tornkraana valik	27
3.4	Ehitusplatsi turvalisus	28
3.5	Ajutised tehnovõrgud	28
3.5.1	Ajutine elekter	28
3.5.2	Ajutine valgustus	29
3.5.3	Ajutine veevarustus	30
4.	TEHNOLOOGILISED KAARDID	31
4.1	Laevavraki välja tõstmine	31
4.1.1	Laevavraki andmed	32
4.1.2	Eeltööd	32
4.1.3	Vraki tõstmine	33
4.1.4	Olukorra taastamine	34
4.1.5	Tehnoloogilised arvutused	35
4.2	Fassaaditööd	35
4.2.1	Alumiiniumprofiil	35
4.2.2	Klaaspakettide paigaldus ja tummosad	36
4.2.3	Päiksekaitse lamellide paigaldus	36
4.2.4	Tehnoloogilised arvutused	37
4.3	Katusetööd	40
4.3.1	Tööde kirjeldus	40
4.3.2	Tehnoloogilised arvutused	41
5.	KOONDKALENDERPLAAN	42
5.1	Üldine	42
5.2	Ehitustegevuse kestus	42
5.3	Tööde maksumus	42
6.	MAJANDUSLIK OSA	44
6.1	Laevavrakist tulenevad kulud	44
6.1.1	Tugitorude ümber projekteerimine	44
6.1.2	Väljakaev ja tagasitäide	44
6.1.3	Tööjõu- ja materjalikulu toetamiseks	45
6.1.4	Muud lisakulud	45
6.2	Olemasoleva paekivimüüritise mõju	48
6.2.1	Tehtud tööde kirjeldus	48

6.2.2	Tööde maksumus	48
6.3	Hoone tasuvus arvutus	49
7.	KONSTRUKTSIOONI OSA.....	52
7.1	Betoonplaadi arvutus	53
7.1.1	Plaadile mõjuvad koormused ja sisejõud	53
7.1.2	Plaadi armatuur	54
7.1.3	Plaadi paindekandevõime	55
7.1.4	Plaadi põikjõukandevõime	56
7.2	Terasest talad	56
7.2.1	Talale mõjuvad koormused	56
7.2.2	Tala paindekandevõime.....	57
7.2.3	Tala plastne põikjõukandevõime.....	57
7.3	Terasest.....	58
7.4	Konstruktiooni osa kokkuvõte	59
8.	TÖÖOHUTUS JA KESKKONNAKAITSE.....	60
8.1	Ehitusplatsi üldine tööohutus	60
8.2	Tulekustutus- ja esmaabivahendid.....	62
8.3	Tööohutuse kontroll ja dokumentatsioon	63
8.4	Jäätmekäitlus	63
	KOKKUVÕTE	64
	SUMMARY.....	66
	KASUTATUD KIRJANDUS	68
	LISAD	69
	Lisa 1 Lootsi 8/1 fassaaditööde vaatlusandmed	70
	Lisa 2 Talvised lisakulud	71

GRAAFILISE MATERJALI LOETELU

Lõputöö koosseisu kuuluvad järgmised joonised formaadis A1:

Joonis 1: Arhitektuurne osa 1

Joonis 2: Arhitektuurne osa 2

Joonis 3: Ehitusplatsi üldplaan

Joonis 4: Laevavraki välja tõstmise tehnoloogiline kaart

Joonis 5: Fassaaditööde tehnoloogiline kaart

Joonis 6: Katusetööde tehnoloogiline kaart

Joonis 7: Koondkalenderplaan

Joonis 8: Konstruktsiooni osa

EESSÕNA

Töö on koostatud Lootsi 8/1 asuva ärihoone laienduse kohta. Töö tellijaks on EHC Lootsi, mis tegeleb peamiselt kinnisvara üürile andmise, kui ka kinnisvara arendusega. Peatöövõtjaks on Tallinna Ehitustrust OÜ. Antud ettevõttes ja objektil töötab ka lõputöö autor ise objektiinsenerina. Lõputöö juhendajaks on professor, Roode Liias.

Sooviks tänada juhendajat Roode Liiast ning Tallinna Ehitustrusti objektimeeskonda, kes olid suureks toeks töö koostamisel.

SISSEJUHATUS

Käesoleva magistritöö ülesandeks on platsikorralduse ja ehitustehnoloogia analüüs. Näitena kasutatav hoone on Tallinnas Lootsi tänaval asuv nelja kordne büroohoone. Antud hoone on Lootsi tänav 8/1 asuva muinsuskaitse all oleva ärihoone laiendus. Hoone on ümbritsetud ka teiste vanade ja väärikate hoonetega. Lisaks sellele tuli maapõuest välja mitmeid väiksemaid ja suuremaid arheoloogilisi leide, mis andsid oma tugeva mõju kogu ehitustegevusele. Tänu oma huvitavale asukohale ja ajaloolistele seostele on objekti uurimine kindlasti tavalisest büroohoonetest eristuv ning suure praktilise väärtusega. Vastavalt objektile uuritakse töös ka muinsuskaitse all olevate rajatiste ja arheoloogiliste leidude mõju ehitamisele, ajakulule ja ka majanduslikule poolele.

Magistritöö valmimisel oli autor Lootsi tänava objektil tööl objektiinsenerina ning autori soov tegutseda tulevikus ehitusjuhtimis valdkonnas on samuti magistritöö temaatikaga tugevalt seotud. Antud töö koosneb kaheksast peatükist, kus käsitletakse tervet ehitusprotsessi. Alustades geoloogilistest eripäradest ehituse alguses ning lõpetades hoone eriosade ja sisekujundusega.

Esimeses peatükis kirjeldatakse ehituseelset olukorda ning eripärasid, mis tulenevad objekti asukohast. Samuti tuuakse välja eritingimused objekti projekteerimiseks ning muud lähteandmed.

Teine peatükk hõlmab endas antud hoone arhitektuurset osa, kus antakse põhjalik ülevaade büroohoone arhitektuurist, ruumilahendustest ning eriosadest. Samuti ka olemasoleva hoone arhitektuurilisest lahendusest enne ja pärast ehitust.

Kolmandas osas kirjeldatakse ehitusplatsi üldplaani. Tuuakse välja ehitusplatsi kitsastest oludest tingitud eripärad ning kuidas need lahendatakse. Kuidas toimib platsi logistika ning kommunikatsioonid.

Neljandas peatükis koostatakse kolm tehnoloogilist kaarti: laevavraki väljakaevamise, fassaadi tööde ning katusetööde kohta. Töid kirjeldatakse ning teostatakse ka tehnoloogilised kalkulatsioonid.

Viiendas osas tuuakse välja koondkalenderplaan. Kalenderplaanis on näidatud eri töödele kuluv aeg ja nende omavaheline seos. Samuti kajastab kalenderplaan ka tööjõukulu ja masinate vajadust.

Kuuendas peatükis analüüsitakse ehitise maksumust ja eeldatavat majanduslikku kasumlikkust. Veel uuritakse muinsuskaitse all olevate rajatiste ja arheoloogiliste leidude mõju ehitismaksumusele.

Seitsmendaks on konstruktsiooni osa, kus tehakse kontrollarvutus hoone 2. korrusel olevale terrassile. Samuti arvutatakse terrassi kandevõime, et seda kasutada materjali ladustamisel.

Lõpetuseks vaadeldakse tööohutust ja keskkonnakaitset antud objekti näitel. Kuidas käib ehitusplatsi üldine korrashoid, millised on kohustuslikud isikukaitsevahendid ning kuidas teostakse selle üle kontrolli.

Võtmesõnad: ärihoone, platsikorraldus, muinsuskaitse, ehitustehnoloogia, magistritöö

1. LÄHTEANDMED JA ERITINGIMUSED

1.1 Asukoht ja olemasolev olukord

Magistritöös uuritav objekt on projekteeritud Harjumaale Tallinnasse Lootsi tänava ja Reidi tee äärde 19. sajandi kaubaladude territooriumile. Hoone on planeeritud Lootsi tänaval asuva ärihoone juurdeehitusena ning olemasoleva asfalteeritud parkla asemele. Kinnistu reljeef on tasane ning absoluutsed kõrgusmärgid 0,75 – 1,57. Kinnistul puudub kõrghaljastus. Büroohoone on igast küljest ümbritsetud paekivist ajalooliste rajatistega. Juurdepääs objektile on vaid Lootsi tänavalt Lootsi tn 8 ja Lootsi tn 8/1 hoonete vahelt.

1.2 Lammutatavad rajatised

Lammutatakse Lootsi 8/1 olemasolev juurdeehitus, mis on teostatud 2016. aastal. Tegemis on *sandwich*-paneelidest hoonega, mille kandvaks osaks on terasest sõrestik. Samuti lammutatakse osa olemasoleva paekivimüüritise ülemisest osast, mis on eelmise restaureerimise käigus kõrgemaks laotud. Lisaks sellele lammutatakse ka tuletõrje veehoidla.

1.3 Eritingimused

Kinnistu asub Tallinnas, ajaloolisel sadama alal. Lootsi tänava ääres on teadaolevalt muinsuskaitsealune laevavrakk (Kultuurimälestiste register nr 30188). Lähtuvalt sellest võib ka kavandatava hoone all leiduda nii selle laeva, kui ka teiste seni teadmata laevade vrakke. Teadaolev vrakk on 3,3-4m sügavusel. Seega on võimalik, et seni teadmata vrakid on jäänud kinnistule eelnevalt rajatud vundamentidest ja tehnovõrkudest puutumata. [1]

Vastavalt muinsuskaitseadusele on tööde teostajal kohustus arheoloogilise kultuurikihi, sh vrakid, või maasse, veekogusse või selle põhjasetetesse mattunud ajalooliste ehituskonstruktsioonide ilmnemisel kohe tööd peatada ja teavitada leiust Muinsuskaitseametit. Samuti on Muinsuskaitseaduse kohaselt Muinsuskaitseametil õigus vajaduse korral määrata täiendavad uuringud või tööde tegemise tingimused selleks, et ära hoida arheoloogilise leiu või kultuurikihi kahjustumine. [2]

Eelnevast lähtudes peab tellima arheoloogilised uuringud. Samuti peab kaevetöödel ning lisaks vee- ja kanalisatsiooni trasside rajamisel olema ka arheoloogiline jälgimine Muinsuskaitseameti vastava tegevusloaga ettevõttelt. Arheoloogilise leiu ilmnemisel tuleb teostada väljakaevamine. Juhul kui leidu ei ole võimalik säilitada selle esialgses

kohas, peab olema tagatud selle pikaajaline säilimine. Näiteks vraki puhul teisaldamine Tallinna lahes asuvale vrakkide säilitamisalale ja lahtiste detailide puhul näiteks Eesti Meremuuseumi kogusse. [1]

Lisaks piirneb kinnistu kagust ja edelast Muinsuskaitse all oleva paekivi müüritisega. Müüritist tuleb säilitada ning see kasutatakse ära rajatava hoone osana.

2. ARHITEKTUURNE OSA

Arhitektuurses osas antakse ülevaade hoone olemusest. Milline on hoone kasutusotstarve ja ruumiprogramm. Samuti kuidas on ära lahendatud erinevad kommunikatsioonid ja eriosad. Arhitektuurne osa põhineb Lootsi 8/1 ärihoone laienduse arhitektuursel ja konstruktiivsel projektil. [1]; [3]

2.1 Arhitektuurne üldlahendus

2.1.1 Hoone paiknemine ja ehitusetapid

Laiendatava hoone aadressiks on Lootsi tn 8/1 ning see paikneb Tallinna kesklinnas Reidi tee ja Lootsi tänava ääres. Ajalooliselt paiknes sellel kohal varem aidahoone, mis ei ole tänaseks säilinud. Tegemist on tööstusalaga, kus asus ladude kompleks.

Olemasolev hoone on plaanitud laiendada ühe etapina. Lisaks sellele on projekteeritud hoone nii, et tulevikus oleks võimalik laiendada hoonet ka teises etapis, lisades neljale korrusele veel kaks korrust. Teise etapi laiendus eeldaks aga detailplaneeringu koostamist ja kehtestamist.

2.1.2 Arhitektuurne üldkontseptsioon

Hoone külgneb loodest vahetult laiendatava hoonega. Hooned on omavahel ühenduses esimese korruse tasapinnas galeriiga. Laienduse esimest korrust on võimalik kasutada ühtse tervikuna ning see on kavandatud võimalikult suures osas välisruumiga suhtlevaks. Lähtuvalt sellest on plaanis avada kõik olemasolevas müüritises kinni müüritud avad. Kaubanduspinnad avanevad nii sisehoovi, kui ka Reidi tee poole. Jalakäiatele on projekteeritud sissepääs mõlemalt poolt hoonet.

Alates teisest korrusest ei ole olemasolev hoone laiendusega seotud. Teise korruse tasapinnal ühendab hoone osasid väliterrass, kuhu on võimalik paigaldada konteinerhaljastus ja puhkeala. Arvesse võttes ülemistelt korrustelt avanevat vaadet nii Reidi teele, kui ka sadama alale on fassaadimaterjaliks valitud klaasfassaad. Mugavama sisekliima tagamiseks on fassaad varustatud päikesekaitse lamellidega. Hoone ida

küljele on planeeritud ka sisselõige, et tagada parem päevavalgus. Antud sisselõige on kaetud vertikaalsete lamellidega fassaadi tasapinnas, et säilitada hoone terviklikus.

2.1.3 Hoone ruumid

Hoone ehitusalune pind on 1831,7 m². Maa-aluse osa pind on 1686,8 m². Hoonel on kokku neli maapealset ja üks maa-alune korrus. Ehitatava ärihoone kõrguseks on 14 meetrit, pikkuseks 38,9 meetrit ja laiuseks 65,6 meetrit. Suletud netopinda on hoones kokku 7199,7 m². Sellest köetavat pinda 7137,7 m².

Hoonesse on kavandatud äripinnad. Esimene korrus koosneb peamiselt kaubanduspinnast. Veel on esimesel korrusel hoone eri külgi ühendavad galeriid ning ka tehnoruumid. Teisele, kolmandale ja neljandale korrusele on planeeritud bürooruumid ning täpsem ruumiprogramm töötatakse välja koos pinna rentnikutega. Keldrikorrusele on kavandatud garaaž, milles on 39 parkimiskohta sõiduautodele ning 34 parkimiskohta jalgratastele.

Jalgratturitel on tagatud mugav ja turvaline ligipääs parklakorrusele liftiga number kolm. Selle kavandamisel on arvestatud jalgratta mõõtmatega. Liftile lisaks on jalgratturitel võimalik kasutada ka autodele mõeldud pandust. Keldrikorrusele on projekteeritud ka tehnoruumid, kus paiknevad soojussõlm, ventilatsiooniseadmete ruum ning jahutusseadmete kompressorid. Lisaks on keldris dušširuumid jalgratturitele.

Et tagada mugav ligipääs ka puuetega inimestele on hoone peasissepääsud samal tasapinnal välisalade katetega.

2.1.4 Muinsuskaitse eritingimused

Lähtuvalt linnaruumi ning Lootsi tn 8 kinnistu krundistruktuuri taastamise huvidest on mittesäilinud aidahoone asemele lubatud rajada uus hoone. Uus hoone on kavandatud juurdeehitusena. Endise aidahoone idafassaad on jäetud maksimaalselt avatuks. Samuti ka vana hoone räästakarniisi osa. Uue hooneosa väliarhitektuur on lahendatud kaasaegses vormikeeles, ehitusmahud on ajaloolisest hoonest selgesti eristatavad. Hoone suurim kõrgus maapinnast on 14 meetrit, mis on kooskõlas Paljassaare ja Russalka vahelise ranna-ala üldplaneeringuga.

Olemasolevat müüritist on viimase restaureerimise käigus kõrgemaks laotud. Antud müür tehakse madalamaks vaid varem kõrgemaks laotud osa arvelt. Säilitatava müüri paekivikonstruktsioonid restaureeritakse.

Linnaehituslikest ning hoone funktsionaalsetest vajadustest lähtuvalt on avatud varem tehtud, kuid praeguseks kinnimüüritud aknaavad. Uue hoone ruumiprogrammile tingimusi ei esitata. Vajalikud eriosade seadmed on lahendatud võimalikult suures ulatuses hoonesiseselt.

2.2 Hoone konstruktsioonid ja pinnakatted

Selles peatükis kirjeldatakse kõiki hoone konstruktsiooni osi ning ka sise- ja välisviimistlust. Hoone eeldatav kasutusiga on vähemalt 50 aastat. Pindade korrashoiuvahemikuks on 5 kuni 10 aastat.

2.2.1 Vundamendid

Hoone on projekteeritud monoliitsele raudbetoonist plaatvundamendile. Plaatvundamendi paksuseks on 600mm ning lisaks klassikalisele terasest armatuurile on vundamendis sarrusena kasutatud ka järelpingetrosse. Vundamendi plaadi valamisel kasutatakse C35/45 klassi betooni.

2.2.2 Keldripõrand

Keldripõrand on pea täies ulatuses projekteeritud 120mm monoliitsest kiudbetoonist. Põranda ja vundamendi vahel on 200-300mm killustiku kiht. Erandiks on vaid duširuumide põrand, kuhu on projekteeritud lisaks 100mm soojustust ning õhem monoliitne betooni kiht koos põrandkütte kaabliga.

2.2.3 Vertikaalsed kandekonstruktsioonid

Seinad maa-alusel korrusel on projekteeritud 250mm paksusest monoliitsest raudbetoonist. Välisseina valamisel kasutatakse veekindlat betooni ning lisatakse veekindlust parandavaid lisandeid. Seinavälimine küljsoojustatakse ekstrudeeritud vahtpolüstüreeniga. Maa-alused sisemised seinad on projekteeritud 200 ja 250mm.

Seinte soojusjuhtivuseks on $0,36 \text{ W/m}^2\text{K}$. Ülemistel korrustel on liftišahtide ja trepikodade seinad jäigastavateks seinadeks ning monoliitsest betoonist. Seinte paksuseks on samuti 200 ja 250mm. Seinte valamisel kasutatakse C30/37 klassi betooni.

Postid valatakse monoliitsest raudbetoonist. Postide sammud on erinevad, kuid maksimaalselt 8,4 meetrise vahega. Postid on ümarristlõikega ning diameetriga 400mm. Osad postid on „venitatud“ ümarristlõikega pikemas küljes 800mm ja lühemas 400mm läbimõõduga. Postide valamisel kasutatakse C40/50 klassi betooni

2.2.4 Trepid, pandused ja redelid

Pandus mis viib esimese korruse tasapinnast keldrikorrusele valatakse monoliitsest raudbetoonist. Pealispinnaks jääb harjatud betoon, et takistada libisemist. Trepikodade trepid on projekteeritud monteeritavast raudbetoonist ning hiljem kaetakse keraamiliste plaatidega. Trepipiirded on metallist. Samuti on metallist Trepikoja 1 ja Trepikoja 2 neljandalt korruselt katusele viivad redelid. Redelid on kinnitatud seinale ning kuumtsingitud ja pulbervärvitud.

2.2.5 Vahelaed

Hoone vahelaed on 250 mm paksusest monoliitsest raudbetoonist. Erinev on vaid keldrikorruse vahelaegi, kus on kasutatud sarnaselt vundamendile järeldpingetrosse, et suurendada vahelaekandevõimet. Nii on arvestatud esimese korruse äripindadele mõjuvaks alaliskoormuseks $10,0 \text{ kN/m}^2$. Ülejäänud korrustel aga $5,0 \text{ kN/m}^2$. Betooni tugevusklassiks on kõikidel vahelagedel C35/45.

Vahelagesid jääb osaliselt katma vaheldumisi ripp- ja pinglagi. Seda peamiselt üldkasutatavatel aladel nagu koridorid ja galeriid. Samuti jääb ripplagi katma ka osaliselt büroopindu. Esimese korruse kaubanduspindadel, garaažis ning ülejäänud hoone osades jääb lagedel nähtavale puhas betooni pind. Hoone põrandakatteks tuleb peamiselt plaatvaip ja vinüülpõrandakate. Üldkasutatavate ruumide põrandaid hakkab katma keraamiline plaat.

2.2.6 Katuslagi

Katuslae kandekonstruktsiooniks on samuti 250 mm paksune monoliitbetoon. Betooni tugevusklassiks on C35/45. Katus soojustatakse vahtpolüstüreenist soojustusplaatidega ning nendega antakse katusele ka kalded. Katusekatteks on kahekordne bituumenrullmaterjal. Katusekatte alla paigaldatakse tuulutussoontega mineraalvillaplaadid, mis tagab katusele alarõhuventilatsiooni. Süsteemi üheks osaks on ka ventilatsioonikorstnad. Asendusõhk pääseb katusekatte alla parapeti kaudu. Katuselt soojustusse on paigaldatud ka sadeveesüsteem, töötab alarõhuga. Lisaks tuleb katusele rajada käiguteed ja turvavarustus hooldustöödeks. Katuslae soojusjuhtivuseks on $0,10 \text{ W/m}^2\text{K}$

2.2.7 Välisseinad, fassaadid

Olemasolev paekivist välimüür restaureeritakse. Vältimaks vee ja niiskuse tungimist seinale konstruktsiooni ja siseruumidesse kaetakse müür hüdroisolatsiooniga ning paekiviplaatidega. Plaadi müürist üleulatuvale osale freesitakse alla soon, kuhu paigaldatakse valgustid. Paekivi müüritisse lõigatakse avad ustele. Ava alumisse serva paigaldatakse põletatud pealispinnaga mustast graniidist plaadid. Müüri ja klaasfassaadi ühendusdetailid ei tohi olla jäigad, kuna müüri ning rajatava hoone vajumid on erinevad.

Alumiiniumprofiilidega klaasfassaad on peamiseks maja fassaadiks. Fassaadi liistude tooniks on RAL 9005. Klaasfassaadi soojusjuhtivus on $0,70 \text{ W/m}^2\text{K}$. Kogu antud fassaad on kaetud päikesekaitse lamellidega. Hooldamiseks on monorelsid, mis on projekteeritud metallist kandurite külge, mis omakorda ulatuvad välja maja parapetist. Nii võimaldatakse lamellidest kaugemale riputada korv hooldustöödeks.

Tsementkiudplaatidest fassaadilahendust on kasutatud hoone kirde osas. Hoone kirdeosa ei ole nähtaval ning kaetud ca 10 meetri kõrguseni tsementkiust tuuletõkkeplaadiga. Fassaadi nähtavale osale on lisaks tuuletõkkeplaadile paigaldatud ka tsementkiust fassaadikatteplaat.

2.2.8 Välisuste esised alad

Reidi tee poolse sissepääsu esine kahe astmeline välistrepp on kaetud põletatud pealispinnaga mustast graniidist. Trepikoja 2 esisel on lisaks trepile ka invapandus, mis on samuti kaetud graniidiga. Galeriide ja Trepikoja 1 esine on samas tasapinnas korrusega ja kaetud graniidiga. Lisaks on uste ette projekteeritud roostevabaterasest porirestid.

2.2.9 Siseseinad

Mittekandvad siseseinad büroode vahel on projekteeritud 95mm alumiiniumist karkassiga. Seinad on kahekordse kipsiga, mis on täidetud helipidavust parandava villaga. Tehnoruumide ja üldkasutatavate ruumide seinad on peamiselt kergkruusplokkidest. Šahtid on laotud poorbetoonplokkidest. Müüritised on viimistletud kipsikrohviga ja kaetud värviga.

2.2.10 Avatäited

Hoonel on peamiselt fassaadi osana sissepoole avanevad pöörd-kaldavatavad alumiinium raamidega aknad ja rõduuksed. Esimese korruse tasapinnas on alumiiniumprofiilist välisuksed. Keldrikorruse pandusele ja prügiruumi pääseb läbi plastklass tõstukse, mis on varustatud elektriajamiga.

2.3 Tehnosüsteemid

Ehitataval hoonel on olemas kõik kaasaegsed tehnosüsteemid, et muuta hoone kasutamine ning sisekliima võimalikult mugavaks. Tehnosüsteemide osa põhineb lisaks Lootsi 8/1 ärihoone laienduse eriosade projektidel. [1], [4], [5], [6], [7]

2.3.1 Veevarustus ja kanalisatsioon

Kinnistu veevarustus on lahendatud Lootsi tn de200 veevarustuse ühisorustikust läbi d75 veeühenduse. Läbi antud lahenduse saadakse laiendatava hoone olme- ja sisetulekustutusvesi. Olmevett tarbitakse sanitaarsõlmedes, kastmiseks ja parkla põrandapesuks. Hoone soe vesi valmistatakse soojasõlmes, kus on tagatud vee

temperatuur 55°C. Samuti on sooja vee süsteem ringistatud. Hoones asub 2 peaveemöödusõlme, et jagada laiendatud hoone uus ja vana osa kaheks eraldi kinnistuks. Lisaks on kõikidel äripindadel eraldi kaugloetavad veemööttjad. Külma- ja soojavee magistraalid ning püstakud on projekteeritud komposiittorudest PN10. Kõik magistraalid isoleeritakse.

Kanaliseerimise eelvooluks on de160 liitumispunkt Lootsi tänava Reidi teepoolses küljes. Parkla põranda kanalisatsioon on paigaldatud põranda alusesse killustiku kihti. Korruse kanalisatsiooni ärajuhtimiseks on ette nähtud kanalisatsiooni pumpla. Pumplas on üks töötav ja sellel lisaks ka üks reserv pump. Samuti on keldrikorrusele projekteeritud 600 liitrine õli-liivapüüdur. Peale lokaalset puhastamist juhitakse parkla korruselt vesi reoveekanalisatsiooni.

Kinnistu sadeveekanalisatsioon on reoveekanalisatsioonist eraldi. Sadevee eelvooluks välja ehitatud sademevee liitumispunkt asub samuti Lootsi tänaval Reidi tee poolses küljes. Sadevesi juhitakse katusest liitumispunktini hoonesiseste torustikega.

Nii šahtides kui ka lae all paiknevad kanalisatsioonitorud isoleeritakse peamiselt mürasummutaval eesmärgil.

2.3.2 Küte ja jahutus

Soojusvarustus hoones lahendatakse kaugküttega. Kaugkütte pakkuja võrk kuulub töhuse kaugkütte alla. Soojussõlm asub keldrikorrusel tehnoruumis. Soojusvahetid on sõltumatu ühendusskeemiga ja neid on projekteeritud 5 tükki: ventilatsiooni kalorifeeridele 2 tükki, üks soojale tarbeveele ja 2 tükki ruumide küttele. Süsteem on varustatud tsirkulatsioonipumpadega, mis hoiavad süsteemis ühtlast rõhku. Küttesüsteemide magistraal- ja jaotustorustikud on valmistatud terastorudest, mis on isoleeritud. Ilma isolatsioonita on vaid seinapealsed torud. Büroo ja üldpindade kütteks on planeeritud 2- toru radiaatorkütte süsteem. Toitetorud on alumise korruse lae all. 1. korruse äripindadel on kasutusel puhurkonvektoritega õhkküte. 1. korruse seadmed on ühendatud radiaatoritega samasse süsteemi. Lisaks on 1. korrusele kavandatud vesiküttega õhkkardinad mõlemale poole hoonet galerii sissepääsude ette, et takistada külmaõhu pääsemist hoonesse.

Jahutus toimub hoones ventilatsiooni abi, mille õhu jahutamine käib läbi kaugjahutuse. Hoones paikneb üks jahutussõlm, mis teenindab ventilatsiooni jahutuspatareisid ja

ruumipõhiseid puhurkonvektoreid. Seadmed on varustatud kondensaadipumpadega ja filtritega. Hoone jahutussüsteemi torustiku magistraalid on samuti terastorudest ja isoleeritud, vältimaks üleliigset külmakadu ja kondensaati.

2.3.3 Ventilatsioon

Kogu hoone varustatakse mehaanilise sissepuhke/väljatõmbe ventilatsiooniga. Seadmeid on hoonesse projekteeritud kuus tükki. Hoone maa-aluse parkla õhuvahetus on varustatud esimese korruse äripindade heitõhuga. Parkla väljatõmbeventilatsioon on lahendatud väljatõmbe ventilaatoriga, mis töötab vastavalt sissepuhke ventilatsiooni õhuvooluhülgale.

Lisaks on igal korrusel sama korrust teenindav ventilatsiooniseade. Keldrikorrusel on ka lisa ventilatsiooniseade, mis teenindab olemasolevat hoonet. Prügi-, nõrkvoolu- ja peakilbiruumi ventilatsioon projekteeritakse lokaalse süsteemiga, kus nii sissepuhkel kui ka väljatõmbel on ventilaatorid koos summutitega.

Mustad ja märjad ruumid hoitakse alarõhulistena ning siirdeõhk on planeeritud läbi uksepilude või siirdeõhurestide. Sissepuhe, väljatõmme, õhuvõtt ja väljavise on varustatud summutitega, tagamaks nõutud müratasemed ruumides.

2.3.4 Tugevvool

Hoone elektrienergia varustus lahendatakse hoonesse rajatava alajaamaga. Lootsi tänava ääres olev alajaam lammutatakse ning selle toitekaablit pikendatakse ehitatavasse hoonesse. Hoonesse paigaldatakse kahe osalise traforuumi kaks 1000kVA trafot. Antud alajaamast saavad toite kõik hoone peajaotuskeskused. Peajaotuskeskused on paigaldatud pinnapealsetena. Samuti on jaotuskilp igal büroopinnal, mis on varustatud kaugloetavate arvestitega.

Objekti elektrivarustus on projekteeritud jäigalt maandatud neutraaliga pingesüsteemile 400/230V, 50Hz. Juhistikusüsteem on TN-S, kus maandusjuht ühendatakse neutraaljuhiga alajaama lähedal.

Horisontaalsed kaabliredelid paigaldatakse esimesel kuni neljandal korrusel kõikidesse ruumidesse, kus on ripplaed lisaks ka tehnilistesse ruumidesse. Ripplagedega ruumides

Hoonel on oma maanduskontuur, mis on ehitatud vundamendimaandurina. Maanduspaigaldisse maandatakse kõik hoones olevad seadmed.

Hoone tuleohutusautomaatika rakendab tööle häirekellad ja seiskab ventilatsiooniseadmed. Läbipääsusüsteemiga varustatud ukseid vabastatakse uste riivistusest, et uks oleks evakuatsiooni olukorras avatav. Samuti juhitakse läbi automaatika suitsutõrjetsoone. Automaatika juhib ka liftid evakuatsiooni tasandile, avab automaatselt uste lukustuse päästemeeskonna võimalikul teel ja juhib ka evakuatsiooni valgustust. Lisaks sellele on hoone varustatud ka automaatse tulekustutussüsteemiga, mida juhib samuti tuleohutusautomaatika. [8]

2.5 Ehitise tehnilised andmed

Tabel 2.1 Ehitise laienduse üldised tehnilised andmed

Ehitisealune pind	1831,7 m ²
Maapealse osa alune pind (m ²)	1686,8 m ²
Maa-aluse osa alune pind (m ²)	1832,0 m ²
Maapealsete korruste arv	4
Maa-aluste korruste arv	-1
Absoluutne kõrgus (m)	15,4 m
Kõrgus (m)	14 m
Pikkus (m)	38,9 m
Laius (m)	65,6 m
Sügavus (m)	2,9 m
Suletud netopind (m ²)	7199,1,7 m ²
Maapealse osa suletud netopind	5679,6, m ²
Köetav pind (m ²)	7137,7 m ²
Maht (m ³)	27 589 m ³
Üldkasutatav pind (m ²)	2187,6 m ²
Tehnopind (m ²)	218,2 m ²
Hoone tuleohuklass	TP1

Hoone kasutusviis	VII (garaaž keldrikorrusel) IV (kaubanduspinnad esimesel korrusel) V (bürood 2-4 korrus)
Projekteeritud kasutusega (aastat)	50 aastat
Parkimiskohtade arv hoone garaažis	39
Parkimiskohtade arv kinnistul	36
Jalgrataste parkimiskohtade arv hoones	34

Tabeli andmed on võetud arhitektuursest tööprojektist. [1]

3. EHITUSPLATSI ÜLDPLAAN

Ehitusplatsi üldplaan on tehtud kandekonstruksiooni betoonitööde ajal ning analüüsib olukorda, kui tornkraana tõttu olid platsil olud kõige kitsamad. Plaanil on välja toodud ehitatava hoone asukoht ja asend. Samuti on välja toodud ehitustööliste ja objektimeeskonna olmeruumid, WC, suitsetamise ala ja esmaabivahendite asukohta. Veel on üldplaanel näidatud tornkraana ja betoonipumba asukoht. Lisaks on plaanil ehitusmaterjalide ladustamiseks ettenähtud alad, jäätmete kogumiseks konteinerid ning kauba ja puistematerjalide laadimise koht. Ehitusplatsi üldplaanel on kujutatud ka evakuatsiooniteed ning kogunemispunkti asukoht. Ehitusplatsi üldplaanel on välja toodud magistritöö graafilises osas „Ehitusplatsi üldplaan“.

3.1 Renditavate pindade vajadus

Betoonivalu töodel on korraga suurimaks brigaadiks 18 inimest. Peatöövõtjal on objektimeeskonnas korraga maksimaalselt 3 inimest. Lähtuvalt nendest andmetest on Tabelis 3.1 on välja toodud pindade vajadus betoonivalu ajal. Peatöövõtja kontori suuruseks on minimaalselt 9 ruutmeetrit. Alltöövõtja vajab minimaalselt 7,2 ruutmeetrit riietusruumiks ning lisaks pesuruumid ja WC. Juhul, kui alltöövõtjate hulk suureneb on võimalik renditavat pinda vastavalt vajadusele suurendada.

Tabel 3.1 Renditavate pindade vajadus

Jrk nr	Renditav ruum	1 inimese vajadus	Ühik	Tööliste arv	Vajadus, m ²
1	Riietusruum	0,4	m ²	18	7,2
2	Dušširuum	0,3	m ²	18	5,4
3	Kuivatusruum	0,2	m ²	18	3,6
5	WC	0,07	m ²	18	1,26
6	Kontor	3	m ²	3	9

Tabeli kasutamisel koostatud abimaterjal [9]

3.2 Teed ja platsid

Analüüsitava ehitusetapis on materjalide transport objektile võimalik vaid Lootsi tänavalt olemasoleva hooneosa ning Lootsi tn. 8 hoone vahelt. Olud platsi sissesõidul on ülimalt kitsad ning materjalide vastuvõtmisel peab need võimalusel tõstma ladustamiseks mõeldud platsile, mis asub Lootsi 8 ja Lootsi tn 6 vahel või otse tööfrondile. Erandiks on betoon, mida pumbatakse Lootsi 6 kinnistu parklast. Objektile

sisenev teelõik ja ladustamiseks määratud ala on olemasoleva asfaltkatte all ning ei vaja eeltööd.

Lootsi tänava poolt ühtib kaubalaadimiseks vajaminev ala olemasolevas hoones tegutseva kaupluse kaubalaadimiseks mõeldud alaga. Samuti ida poolt parklast betooni pumpamisel takistavad betoonipumbad ja betooniautod Lootsi 6 asuva kaupluse tegevust. Sellest lähtuvalt on oluline koordineerida ja kooskõlastada materjalide saabumine ja betoneerimisegraafik naaberkauplustega.

3.3 Tornkraana valik

Kraana on vajalik antud ehitusplatsil betoonivalu ajaks, kui on vaja tõsta raketisekilpe. Viimaseks ja kõige raskemaks tõsteks on raudbetoon elementidest trepid, mis tõstetakse paika peale katuslae kandva osa valmimist. Kitsaste olude tõttu sellega tornkraana töö piirdub. Fassaaditööde ja katusetööde tegemisel vajalikud tõstetööd tehakse tõstukautode abil.

Kraana valikul peab arvestama naabermajadega. Üle Lootsi tänava asub korterelamu, mille kõrguseks on ehitusregistri andmetel 23,5 meetrit. [10] Samuti tuleb arvestada noole pikkuse valikul ehitatava hoone kaugeimast nurgast ca 57 meetrit, et vajadusel vahelagedele ladustatud materjale ja raketisi tõsta. Lähtudes eelnevast ja alltoodud tabelist 3.2 sai kraanaks valitud LIEBHERR 290HC, mille kõrgus konksu alla on 29,6 meetrit ning noole ulatuseks 60m.[11]

Tornkraana ohualaks on võimalik lasti kukkumise ala. Seejuures on arvestatud suurimat elemendi laiust ning võimalikku kõrvalekaldumist. Suurimaks elemendiks on *sandwich*-paneel, mis tõstetakse hoone lõuna poolsesse nurka. Ohuala on arvutatud valemiga 3.1

$$R = R_{\max} + 0,5 l_{\max} + S_4 \quad (3.1)$$

kus

S_4 - Lasti võimalikust kukkumiskõrgusest sõltuv kõrvalekalle, m

$R_{\max}$ – Kraana suurim tööraadius, m

$l_{\max}$ – Teisaldatavate elementide suurim gabariit, m

$$R = 60 + 0,5 \cdot 9,5 + 10 = 74,75 \text{ m}$$

Kraana ohualaks on 74,75 meetrit.

Tabel 3.2 Tornkraana võrdlus montaažiparameetritega

Jrk nr	Monteeritav element	Montaažimass, t			Kaugus, m	Liebherr 290HC	
		Element	Haardeseade	Kokku		Kaugus, m	Tõstevõime, t
1	Element ST-11002	2,90	0,50	3,40	37,2	40	6,14
2	Element STS-11007	4,10	0,50	4,60	14,2	24	11,06
3	Postiraketis RS	0,18	0,10	0,28	53,5	55	4,14

Tabeli koostamiseks vajaminevad parameetrid [3], [11] [12], [13].

3.4 Ehitusplatsi turvalisus

Ehitusplatsile sissesõit kui ka ladustamiseks mõeldud ala on piiratud ajutise moodulaia ja elektrooniliselt avatava väravaga. Samuti on jalgvärav avatav elektroonilise kiibiga. Kogu ehitusplatsi katab valvesüsteem, mis koosneb liikumisanduritest ning kolmest turvakaamerast, mida on võimalik jälgida otseülekanadena ja on ka hiljem järele vaadatav.

3.5 Ajutised tehnovõrgud

Peatöövõtja ja alltöövõtjate olmeruumideks kasutatakse tellijalt renditud pindasid olemasolevas hoones Lootsi tn 8. Renditavates olmeruumides on olemas veevarustus ning kanalisatsioon koos kahe WC ning kätepesuvõimalusega. Hoones on samuti elekter, millele lisaks saab vajadusel iga alltöövõtja teha interneti liitumise. Seega on ajutised võrgud vajalikud vaid otseselt ehitustöödeks. Ajutiste võrkude asukohad on väljatoodud platsi üldplaanil graafilises osas „Ehitusplatsi üldplaan“

3.5.1 Ajutine elekter

Ehitusplatsil on vaja elektrit nii ajutiste valgustite paigaldamiseks, elektritööriistade kasutamiseks, kui ka kraana töötamiseks. Selleks paigaldatakse ehitusplatsile ajutine jaotuskilp. Jaotuskilbi asukoht on märgitud platsi üldplaan töö graafilises osas „Ehitusplatsi üldplaan“. Jaotuskilp saab toite Lootsi tn 8 alajaamast, mis ehituse lõpus kolitakse ehitatavasse hoonesse. Tabelis 3.3 on arvutatud ligikaudne vajaminev võimsus betoonitööde ajal.

Tabel 3.3 Ligikaudne tarbimisvajadus Lootsi 8/1 ehitusplatsil

Jrk.	Ajutise elektritarbija nimetus	Nimivõimsusõimsus (kW)	Arv, tk	Võimsus (kW)
1	Ajutine üldvalgus	0,3	6	1,8
2	Ajutine kohtvalgus	4,00	3	12
3	Muud elektriseadmed	1,80	2	3,6
4	Käsitööriistade komplekt	2,00	4	8
5	Kraana	76,50	1	76,5
	Installeeritav võimsus kokku:			101,9

Töötamise üheaegsusteguriks võtan 0,65

Arvutan võimsuse $P=0,65*101,9=66,24$ kW

Ehituseks vajaliku voolutugevuse (I) amprites arvutan 3-faasilise voolupuhul ($U=380V$) järgmiselt:

$$I = 1000 * \frac{P}{\sqrt{3} * PF * U}, [A] \quad (3.1)$$

Kus P – arvutuslik võimsus; PF=0,8 võimsustegur; U=380V – voolutugevus

$$I = 1000 * \frac{66,24}{\sqrt{3} * 0,8 * 380} = 125,8 \text{ A}$$

Seega on jaotuskilbi vajalikuks peakaitsme suuruseks vähemalt 126A. See on võimalik moodustada kahest 63A kaitsmest või ühest 132A kaitsmest. Betoneerimistööde lõpus viiakse ruumipuuduse tõttu koheselt platsilt ära tornkraana. Seega ei ole brigaadide lisandudes ohtu, et peakaitsme voolutugevus ületatakse. Tabeli koostamisel ja arvutuste tegemisel on kasutatud ehitusplatsi korralduse juhendmaterjali. [9]

3.5.2 Ajutine valgustus

Igale korrusel paigaldatakse 150cm pikkused luminofoorlambid kogu korruse ulatuses. Välitöödeks on kaks LED prožektorit kraana noole küljes ning kaks kraana torni küljes, mis valgustavad käiguteid ning materjalide ladu. Lisaks on üks prožektor ehitatava hoone küljes, mis valgustab laoplatsti. Prožektorid on võimsusega 300W ning valgusvooga 42000 luumenit. Kõik valgustid saavad toite ajutisest jaotuskilbist. Täpsemad prožektorite suunad ja asukohad on välja toodud platsi üldplaanil töö graafilises osas.

3.5.3 Ajutine veevarustus

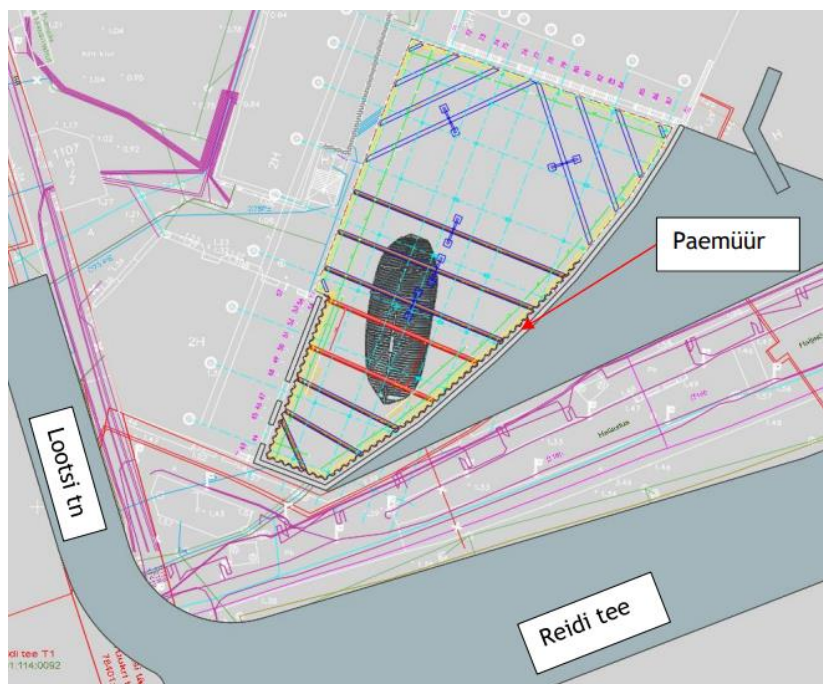
Enne hoone liitumist veevõrguga kasutatakse ehitustegevuseks olemasoleva hoone veevarustust. Selleks tuuakse veetrass olemasoleva hoone seinast otse objektile ning lisatakse isetühjenev kastmiskraan, et vältida vee külmumist.

4. TEHNOLOOGILISED KAARDID

Selles magistritöö osas on koostatud kolm tehnoloogilist kaarti. Kaardid on koostatud laevavraki väljatõstmise, hoone fassaadi- ja katusetööde kohta. Need kirjeldavad tehtavate tööde tehnoloogiat, ajakulu ning tööjõu- ja masinakulu.

4.1 Laevavraki välja tõstmine

Enne kaevetöid teostati ehitusplatsil geoloogilised uuringud. Need uuringud näitasid, et ehitatava objekti all pinnases ei ole ühtegi vöörkeha. Kaevetööde käigus ja arheoloogide kaasamisel sai siiski selgeks, et täpselt ehitatava objekti all on hästi säilinud laevavrakk (vt joonis 4.1). Tööd tuli peatada ning algas vraki väljakaevamine. Laevavraki säilitamine antud asukohas ning mahus ei olnud kuidagi võimalik ning seega tuli vrakk teisaldada. Antud tehnoloogilises kaardis on näidatud laevavrakki tõstetööd ning selleks vajalikud eeltööd ja ka tööd, mis tuleb teostada pärast vraki teisaldamist. Näiteks nagu pinnase täitetööd. Tehnoloogiline kaart näitab ka kaua võtavad vraki tõstmisega seotud tööd aega ja kaua peab seeläbi muu ehitustegevus olema peatatud. Selle alapeatüki ja tehnoloogilise kaardi koostamisel on kasutatud projekti dokumenti [14].



Joonis 4.1 Laevavraki asukoht Lootsi 8/1 ehitusobjektil

4.1.1 Laevavraki andmed

Andmed on koostatud kohapeal teostatud punktipilve, mõõdistuste ja arheoloogide ütluste põhjal

Kogupikkus: 24,0 m

Kogulaius: 9,0 m

Kogukõrgus: 5,0 m

Materjal: Korpuse kogupaksus 220mm; siselaudis 60mm (tamm); Sisekaared 250x120mm (tamm), sammuga 400mm; Välislaudis 40mm (mänd).

Kui arvestada materjali tiheduseks 600 kg/m^3 saab kogukaaluks 31,0 tonni. Niiske puidu korral võib tiheduseks arvestada 1000 kg/m^3 ning seega võib kaaluda vrakk koguni 50,7 tonni.

4.1.2 Eeltööd

Ehitatavale objektile on projekteeritud keldrikorrus, mis asub allpool merepinda. Selletõttu on kogu ehitatava objekti perimeetrile paigaldatud pinnase toetuseks sulundseinad. Sulundseina toetavad horisontaalsed ümartorud. Selleks, et vrakk oleks võimalik osade kaupa kaevikust välja tõsta on vaja sulundseina toed ümber projekteerida. Nii tekib kahe kindla toe vahele suurem vaba ala laiusega 6,4-6,6 meetrit. Teiseks etapiks on vraki väljakaevamine. Vraki seest ja ümbert eemaldatakse kogu pinnas (vt joonis 4.2). Mahukamad kaevetööd teostatakse minieksakavaatoriga, sellele lisaks tuleb kasutada ka käsitööriistu. Laev toestatakse kaevetööde käigus mõlemast küljest puitmaterjaliga (vt joonis 4.3). Lähtuvalt tööde absoluutsest kõrgusest on vajalik kaeviku põhja mudapump, mis pinnasevee kaevikust välja pumpab. Pärast pinnase eemaldamist alustatakse laevavraki tõstmiseks vajaliku tugisõrestiku ehitamisega. Sõrestik ehitatakse peamiselt puitmaterjalist ning kasutatakse polt- ja kruviliiteid. Sõrestik ehitatakse nii, et laevavrakki oleks võimalik enne tõstmist mootorsaega neljaks eraldi osaks lõigata.



Joonis 4.2 Pinnase eemaldamine laevavraki seest

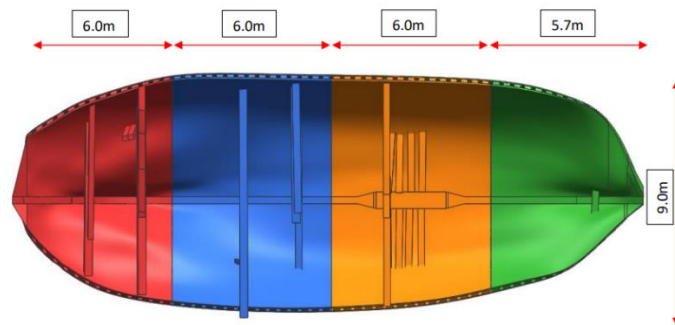


Joonis 4.3 Vraki toestamine lääneküljelt

4.1.3 Vraki tõstmine

Vraki tõstmiseks lõigatakse see neljaks eraldi osaks (vt joonis 4.4). Kõik osad tõstetakse kaevikust välja 6,4 meetrise ava kaudu sulundseina tugede vahel. Raskeim detail on keskosa, mis on tähistatud joonisel 4.3 sinisega. Arvestades puidu niiskusega võib antud detaili arvutuslikuks kaaluks olla ca 14,8 tonni. Lisaks koos ehitatud rakise ja tõsteseamega võib kogumass küündida kuni 17,3 tonnini. Laevaosa pikkus on 6 meetrit. Osade tõstmisel paigaldatakse kaks tõstetroppi ümber kogu vraki osa, et vältida laeva purunemist. Laevavraki tükid tõstetakse erivedudeks mõeldud treilerile (vt joonis 4.5). Suure kaalu tõttu peab tükid tõstma nelja eraldi raskeveotreileri peale.

Tulenevalt eeltoodust ning raskesti ligipääsetavast asukohast on valitud kraanaks Liebherr LTM 1300-6.2 maksimaalse tõstevõimega 300 tonni ning maksimaalse tõsteraadiusega 94 meetrit. Nii on tagatud tõsteparameetritele ka piisav varu. Tõsteskeem ja kraana paigutus on välja toodud töö graafilises osas „Laevavraki välja tõstmise tehnoloogiline kaart”. Tõstetööde käigus tuleb järgida kõiki ohutusnõudeid ning sulgeda tänavad vastavalt tehnoloogilisel kaardil näidatud skeemile.



Joonis 4.4 Laevavraki jagamine neljaks osaks



Joonis 4.5 Laevavraki asetamine treilerile

4.1.4 Olukorra taastamine

Laeva süvis oli sügavamal kui projekteeritava hoone jaoks vajamineva kaeviku sügavus. Seega tuleb teostada tagasitäide ning pinnase tihendamine. Pärast mida saab tavapärase ning lepingujärgse ehitustegevusega edasi minna. Tagasitäiteks kulub ligikaudu 850 tonni liiva.

4.1.5 Tehnoloogilised arvutused

Arheoloogiliste kaevamiste puhul tuleb arvestada, et ajakulu on kordades suurem võrreldes tavaliste pinnasetöödega. Iga kopatäis vaadeldakse hoolikalt läbi ning kogu protsessiga on kaasatud arheoloog. Sellest ka kaevetöödele pikem ajakulu. Ainuüksi arheoloogilistele kaevamistele kulub arvutuste järgi 38 vahetust. Tööde kiiremaks teostamiseks peaks platsil olema rohkem arheolooge ning ka lisa ekskavaator, see aga suurendaks oluliselt võimalust, et kaevetööde käigus kaotab vrakk stabiilsuse ning muutub ohtlikuks selle läheduses töötavatele inimestele. Küllaga saab paralleelselt kaevetöödega vrakki toetada ning samuti ehitada tõstmiseks vajalikke ferme. Kokku kulub tööde teostamiseks pisut üle kahe kuu.

Antud olukord on harukordne ning ehituse mõistes erijuhtum. Seetõttu on autor kasutanud võimalikult palju reaalselt kohapeal kogutud informatsiooni. Abiks kalkulatsioonidel on kasutatud Ratu juhendmaterjale [15] [16]. Kalkulatsioonid ning tõstmiseks vajalik skeem koos laeva asukohaga on töö graafilises osas „Laevavraki tehnoloogiline kaart“.

4.2 Fassaaditööd

Fassaaditööde tehnoloogilises kaardis kirjeldatakse hoone klaasfassaadi paigaldamist. Klaasfassaad koosneb alumiiniumist profiilist, varieeruva suurusega klaaspakettidest ja korruste vahele jäävatest tummosadest. Lisaks on fassaadile kinnitatud ka päikesekaitseks lamellid. Klaasfassaad on hoone kolmel küljel. Erandiks on vaid kirde poolne külg, mis on kaetud fassaadiplaadiga ning ei ole tehnoloogiliselt klaasfassaadi töödega seotud. Tehnoloogilise kaardi tegemisel on kasutatud klaasfassaadi projekti [18] ja arhitektuurset projekti. [1]

4.2.1 Alumiiniumprofiil

Kuna platsi olud on kitsad peab kogu töö teostama veoauto kraanaga. Lähtuvalt olukorrast on tööd jagatud neljale haardealale. Edela küljel peab tellima ohutuse tagamiseks tänava sulgemise, kuna kraana jääb paiknema ehitusplatsist välja, kõnniteele Reiditee ja Lootsi tänava ristmikul. Fassaadi profiili osad tulevad ehitusplatsile tehastest jooksvalt, kuna ladustamisruum nende jaoks kohapeal puudub. Esimene veos tuleb sama autokraanaga, mis hakkab ka detaile paika tõstma. Kahene

paigaldusmeeskond paigaldab detaile vastavalt haardealale kas korvtõstuki või käärtõstuki abil. Korvtõstuki kasutamine on vajalik kolmandal haardealal, objekti kaguküljel. Seal on olud kitsad ning ülesse kaevatud pinnasetõttu liikumine raskendatud. Ülejäänud hoonekülgedele pääseb ligi suure käärtõstukiga, millega töötamine on mugavam ja kiirem.

Alumiiniumprofiil fassaadi maksimaalseks kõrgus on 13,8 meetrit hoone loode osas. Hoone kagu ja edela küljel algab klaasfassaad olemasoleva müüritise pealt. See teeb müüritisest alates fassaadi kõrguseks ca 9,2 meetrit. Kogu sõrestik koosneb vertikaalsetest alumiiniumist 4 kandilistest profiilidest ja nende vahelistest horisontaalsetest profiilidest. Profiili mõõtmeteks on 50*220mm. Pikim detail on 3,3 meetrit pikk. Töö sujuvamaks ja kiiremaks muutmiseks, saab osa detaile kokku monteerida juba maas ning korruga paika tõsta. Nii optimeeritakse kraana tõsteid ja vähendatakse ajakulu. Profiil on kinnitatud betoonikruvidega igale vahelaale ning katuslaale. Alumiiniumfassaadi lõiget on näha töö graafilises osas „Fassaaditööde tehnoloogiline kaart“

4.2.2 Klaaspakettide paigaldus ja tummosad

Klaaspakettide paigaldus käib haardealade poolest sarnaselt profiili paigaldusega. Klaaside ladustamist püütakse objektile vältida. Seda ruumi puuduse tõttu ning vältimaks ka klaaside kahjustamist. Klaaspakettide objektile ladustamise korral peab klaasid korralikult kinni katma ja kaitsma mehaaniliste kahjustuste eest. Klaaspaketid paigaldatakse toetuskiilude abil oma kohale ning fikseeritakse külgedelt roostevabast kinnitusvahendite ja kruvide abil, mis hiljem kaetakse fassaadiliistuga. Klaase tõstetakse pneumaatilise tõsteseadmega, mis on kinnitatud autokraana külge. Lisaks pakettide paigaldusele tuleb valmis ehitada korruste vahelised tummosad. Need koosnevad aurutõkkekestest, 200mm paksusest mineraalvillast, mis kaetakse tsementkiudplaadiga. Välimiseks viimistluskihiks on klaas. Pärast tummosade valmimist ning klaaspakettide paigaldust paigaldatakse fassaadiliistud.

4.2.3 Päiksekaitselamellide paigaldus

Päikselamellide paigaldamisel ei ole otstarbekas detailide kerguse tõttu kraanat kasutada. Seega tõstetakse lamellid paika käsitsi otse käärtõstukilt või korvtõstukilt.

Töö käib taaskord samade haardealade kaupa. Töid teostab sama kolmeliikmeline meeskond. Kaks inimest tõstavad lamelle kanduritele paika ning kinnitavad poltliitega. Kolmas liiga valmistab detaile ette ja eemaldab kaitsekiled. Lamellid transporditakse objektile jooksvalt vastavalt vajadusele. Vajadusel saab lisada, ka töid teostama lisabrigaadi, kes hakkab hoone teisest otsast vastu liikuma.

4.2.4 Tehnoloogilised arvutused

Tehnoloogilistest kalkulatsioonides arvestasin igal haardealal võrdsete brigaadidega, kuna vastasel juhul oleks vaja mitut kraanat. Brigaadid on enamjaolt 3 liikmelised, kuna kahele paigaldajale on vaja lisaks inimest, kes valmistab vajalikud tükid ette ning ühendab tropid või vaakumtõsteseade detailidega.

Tehnoloogiliste arvutuste juures on kasutatud Ratu juhendmaterjali [19] ning samuti autori poolt teostatud vaatlustulemusi Lootsi 8/1 objektil (vt Lisa 1). Kalkulatsioonid on välja toodud tabelis 4.1 ja 4.2. Nendest esimeses on näha masin-ja tööjõukulu haardealade kaupa. Teises tabelis on välja toodud tööde kestus haardealade kaupa ning normitäitmis tegur iga töögrupi kohta. Ülejäänud haardealasid, kalendergraafikut ning tehnoloogilist poolt puudutav info on graafilises osas „Fassaaditööde tehnoloogiline kaart“

Tabel 4.1 Fassaaditööde tööjõu- ja masinaajakulu kalkulatsioon

TÖÖJÕU- JA MASINAJAKULU KALKULATSIOON													
Jrk nr	Töö nimetus	Ühik	Ajanorm	Normatiivne tööjõukulu									
				Haardealade kaupa								Kokku	
			1		2		3		4				
			in-h mas-h	Ühikuid	in-h mas-h	Ühikuid	in-h mas-h	Ühikuid	in-h mas-h	Ühikuid	in-h mas-h	Ühikuid	in-h mas-h
1	Alumiinium profiilid												
1.1	Profiilide eelmontaaž	m²	0,15	603,7	90,56	222,3	33,35	491,6	73,74	263,3	39,50	1580,9	237,14
1.2	Profiilide paigaldus	m²	0,32 0,15	603,7	193,18 90,56	222,3	71,14 33,35	491,6	157,31 73,74	263,3	84,26 39,50	1580,9	505,89 237,14
1.3	Profiilide kinnitamine	m²	0,10	603,7	60,37	222,3	22,23	491,6	49,16	263,3	26,33	1580,9	158,09
1.4	Abitööd	m²	0,01	603,7	6,04	222,3	2,22	491,6	4,92	263,3	2,63	1580,9	15,81
1	Profiilide paigaldus kokku		in-h		350,15		128,93		285,13		152,71		916,92
			mas-h		90,56		33,35		73,74		39,50		237,14
			in-vah		43,77		16,12		35,64		19,09		114,62
			mas-vah		11,32		4,17		9,22		4,94		29,64
2	Klaaside paigaldus												
2.1	Klaaside paigaldamine	tk	1,04 0,34	240,0	249,60 81,60	91,0	94,64 30,94	216,0	224,64 73,44	103,0	107,12 35,02	650,0	676,00 221,00
2.2	Liistude paigaldus	m²	0,10	603,7	60,37	222,3	22,23	491,6	49,16	263,3	26,33	1580,9	158,09
2.3	Tummosade tegemine	tk	0,24	249,0	59,76	78,0	18,72	244,0	58,56	138,0	33,12	709,0	170,16
2.4	Abitööd	m²	0,01	603,7	6,04	222,3	2,22	491,6	4,92	263,3	2,63	1580,9	15,81
2	Klaaside paigaldus kokku		in-h		375,77		137,81		337,28		169,20		1020,06
			mas-h		60,37		22,23		49,16		26,33		158,09
			in-vah		46,97		17,23		42,16		21,15		127,51
			mas-vah		7,55		2,78		6,15		3,29		19,76
3	Lamellide paigaldus												
3.1	Lamellide paigaldus	m²	0,14	401,9	56,27	161,8	22,65	428,6	60,00	146,0	20,44	1138,3	159,36
3	Klaaside paigaldus kokku		in-h		56,27		22,65		60,00		20,44		159,36
			in-vah		7,03		2,83		7,50		2,56		19,92

Tabel 4.2 Fassaaditööde tehnoloogilised arvutused

TEHNOLOOGILISED ARVUTUSED																			
Jrk nr	Töö nimetus	Tööliste/masinate		Haardealade kaupa															
		Eriala/mark	Arv	1				2				3				4			
				Normatiivne		Normi täitmise tegur	Valitud kestus vah	Normatiivne		Normi täitmise tegur	Valitud kestus vah	Normatiivne		Normi täitmise tegur	Valitud kestus vah	Normatiivne		Normi täitmise tegur	Valitud kestus
				Tööjõukulu	Kestus			Tööjõukulu	Kestus			Tööjõukulu	Kestus			Tööjõukulu	Kestus		
				in-vah mas-vah	vah			in-vah mas-vah	vah			in-vah mas-vah	vah			in-vah mas-vah	vah		
1	Alumiiniumprofiilide paigaldus	Tööline	3	43,77	14,59	1,04	14	16,12	5,37	1,07	5	35,64	11,88	0,99	12	19,09	6,36	1,06	6
		Autokraana	1	11,32	11,32	0,81		4,17	4,17	0,83		9,22	9,22	0,77		4,94	4,94	0,82	
2	Klaaside paigaldus	Tööline	5	46,97	9,39	1,04	9	17,23	3,45	1,15	3	42,16	8,43	1,05	8	21,15	4,23	1,06	4
		Autokraana	1	7,55	7,55	0,84		2,78	2,78	0,93		6,15	6,15	0,77		3,29	3,29	0,82	
3	Lamellide paigaldus	Tööline	3	7,03	2,34	1,17	2	2,83	0,94	0,94	1	7,50	2,50	0,83	3	2,56	0,85	0,85	1

4.3 Katusetööd

Antud objekti puhul on tegemist lamekatusega, millele on antud kalded soojustusplaatide abil. Katuse soojustuses paikneb sadeveesüsteem ning katus on kaetud 2 kordse bituumenrullmaterjaliga. Katusetööde tehnoloogiline kaart on koostatud katuse aurutõkke, soojustuse, sadeveesüsteemi ning katusekatte paigaldamise planeerimiseks. Tehnoloogilise kaardi koostamisel on kasutatud arhitektuurset projekti [1] ja standardikeskuse katusetööde standardit [20].

4.3.1 Tööde kirjeldus

Kitsaste olude tõttu peab tööde järjekord ja materjalide ladustamine olema hästi planeeritud. Suurem osa materjale peab ladustama katusele. Soojustusmaterjal tuuakse objektile vähemalt kahes eraldi osas. Enne soojustuse ja kogu rullmaterjali objektile toimetamist, kaetakse terve katus SBS aurutõkkega. Selleks kasutatakse keevitusmeetodit ning puhas betoonpind krunditakse eelnevalt bituumenkrundiga. Paralleelselt aurutõkke paigaldusega ehitatakse valmis ka katuse parapet. Katuse parapet koosneb puitosast, veekindlast vineerist ning sinna peale keevitatud hüdroisolatsioonist. Seejärel saab katusele ladustada polüstüreen soojustusplaadid ning ülejäänud rullmaterjali. Materjalid tuleb ladustada nii, et need jääks viimastele haardealadele ning ei segaks ka sadeveesüsteemide paigaldamist. Soojustamise skeem ning materjalide ladustamine on välja toodud töö graafilises osas „Katusetööde tehnoloogiline kaart“.

Teises etapis alustatakse soojustuse paigaldust ning paralleelset ka sadeveesüsteemi ehitust. Haardealade kaupa ehitatakse katus kuni esimese SBS-i kihini. Seega paigaldatakse igal haardealal kahekihiline polüstüreen, see juures antakse teise kihi katusele kalded sadeveetrappidesse. Soojustus kinnitatakse tüüblitega ning soojustuse peale lisatakse tuulutussoontega mineraalvillaplaat. Villa plaat kaetakse esimese SBS-i kihiga, mis omakorda kinnitatakse tüüblitega. Analoogselt korratakse tööd igas haardealas.

Kolmandaks lisatakse viimane kiht UV-kindlat rullmaterjali. Selle käigus lisatakse ka tuulutuskorstnad ning katusepollarid. Kogu töö käib jällegi keevitusmeetodil. Tööde lõpus paigaldatakse parapetiplekk ning koristatakse katus põhjalikult ehitusjääkidest. Kõikide tööde teostamisel on arvestatud maksimaalselt 3 liikmelise meeskonnaga.

4.3.2 Tehnoloogilised arvutused

Tehnoloogilised arvutused näitavad, et tööde tegemiseks kulub 26 vahetust. Põhibrigaadi suuruseks on kolm inimest. Erandiks on sadeveetorustiku paigaldus, mida teostab teine alltöövõtja kaheliikmelise meeskonnaga. Samuti on viimased 5 vahetust katusetöödel viis inimest. Nii võidetakse ajaliselt 5 vahetust ja katus saab veekindlaks nädal aega varem. Lisades meeskonda inimesi juurde saaks arvutuste järgi tööd ka märgatavalt lühendada. Küll aga on katusepinda praktikas vähe ning suure brigaadiga tekib oht et, meeskonnad hakkavad üksteist segama ja seeläbi tööviljakus langeb. Samuti ei oma katusekatte valmimine suurt mõju teiste tööde algusele. Veel peab arvestama, et ebasobiva ilma korral peab tööd peatama. Näiteks ei ole võimalik SBS-rullmaterjali vihmaga paigaldada. Sellised ilmastikuolud võivad töid märgatavalt pikendada.

Lähtuvalt sellest, et antud töödel ei kasutata kraanat ega muid seadmeid, mille põhjal tööd haardealadesse jagada leidis töö autor, et kõige otstarbekam on arvestada kogu katust ühe haardealana. See-eest näidatakse ära skeemil iga vahetuse tehtav töö. Täpsemad kalkulatsioonid ja skeem on välja toodud lõputöö graafilises osas „Katusetööde tehnoloogiline kaart“. Kalkulatsioonide tegemisel on kasutatud Ratu juhendmaterjale [21].

5. KOONDKALENDERPLAAN

5.1 Üldine

Koondkalenderplaanis on näidatud ära suuremad tööde grupid ning nende algus ja lõpp. Tööd on paigutatud kalendrisse nii, et kõigil töödel oleks olemas tööfront. Tööde omavahelisi seoseid on arvestatud. Kokku on kalendris 50 suuremat tööde gruppi. Iga grupi kohta on märgitud ära ka kestus päevades. Lisaks on välja toodud iga päeva kohta keskmine tööjõu vajadus ning kasutatavad suuremad seadmed. Seadmete ja tööjõu vajaduse määramisel on arvesse võetud objektil tööd teinud alltöövõtjate reaalset võimekust ning töövõtteid.

5.2 Ehitustegevuse kestus

Töö graafilises osas „Koondkalenderplaan“ on välja toodud olukord, kus ehitustegevus ei oleks arheoloogiliste väljakaevamiste tagajärjel pikenenud ning suuremaid takistusi tööde teostamisel ei oleks ilmnenud. Ehitustegevus algas Lootsi 8/1 objektil 2021. aasta 7. detsembril ettevalmistustöödega. Algselt planeeritavaks ehitustegevuse lõpuks oli 2022. aasta märtsikuu lõpp. Tööde kestuseks seega ligikaudu 344 tööpäeva. Graafilises osas „Laevavraki väljatõstmise tehnoloogilise kaart“ on välja toodud, et laevavraki väljakaevamisele kulus 45 tööpäeva. Lisaks sellele pikenesid ka teised välitööd, mida tuli teha tänu plaani edasi lükkumisele talvistes tingimustes. Näiteks betoonitöödel oli lisaks tarvis betooni katta ja kütta. Samuti puhastada raketist lumest ja jääst. Seega võib tööde piknemiseks arvestada kuni kolm kuud ja seega on reaalseks objekti lõppemise tähtajaks juuni teine pool.

Koondkalenderplaani koostamisel on lähtutut Lootsi 8/1 objektil töötavate alltöövõtjate ja brigaadide võimekusest. Samuti on abimaterjalina kasutatud Ratu käsiraamatut [17].

5.3 Tööde maksumus

Lootsi 8/1 objekti kogu maksumus on välja toodud tabelis 5.1. Lisaks kalenderplaanis kajastunud töödele on lisatud ka muud platsikorraldusega ja ehitusjuhtimisega seotud kulud. Samuti on juurde lisatud ka täiendavatele töödele ja varuks mõeldud 0,5 miljonit. Tabeli koostamisel on kasutatud objekti ehituseelarvet ning Tallinna Ehitustrust OÜ projektijuhilt saadud infot hinna kallinemiste kohta.

Tabel 5.1 Lootsi 8/1 ehitusobjekti kulud

Tööde nimetus	Kulu
Ehituseprojekteerimine	132 000,00 €
Ettevalmistus ja lammutus	82 339,00 €
Hoonealused kaeved	113 044,00 €
Vaiad ja tugevduskonstruksioonid	1 028 591,00 €
Hoonealune tagasitäide	16 322,00 €
Kandvad konstruksioonid	2 010 608,00 €
Vundament	423 992,00 €
Keldrikorruse seinad ja postid	187 662,00 €
Keldrikorruse vahelagi	204 924,00 €
1. korruse seinad ja postid	134 003,00 €
1. korruse vahelagi	181 000,00 €
2. korruse seinad ja postid	43 002,00 €
2. korruse vahelagi	191 435,00 €
3. korruse seinad ja postid	25 903,00 €
3. korruse vahelagi	192 153,00 €
4. korruse seinad ja postid	44 322,00 €
4. korruse katuslagi	196 331,00 €
Keldrikorruse põrand	110 000,00 €
Metalltarindite paigaldus	47 992,00 €
Trepielementide paigaldus	27 889,00 €
Fassaad	1 224 953,00 €
Fassaaditööde HA1	250 321,00 €
Fassaaditööde HA2	201 420,00 €
Fassaaditööde HA3	276 000,00 €
Fassaaditööde HA4	202 130,00 €
Fassaadi lamellide paigaldus HA1	85 292,00 €
Fassaadi lamellide paigaldus HA2	57 229,00 €
Fassaadi lamellide paigaldus HA3	95 332,00 €
Fassaadi lamellide paigaldus HA4	57 229,00 €
Uste paigaldus	289 613,00 €
Välisuste paigaldus	75 054,00 €
Garaaži uste paigaldus	6 449,00 €
Siseuste paigaldus	208 110,00 €
Katus	221 337,00 €
Katuse hüdroisolatsioon	13 000,00 €
Katuse soojustamine	194 333,00 €
Katusekatmine rullmaterjaliga	14 004,00 €
Mittelkandvad tarindid	396 424,00 €
Terrasside ehitus	16 993,00 €
Sahtide ladumine	11 449,00 €
Müüritiste ladumine	34 992,00 €
Kipsist vaheseinte ehitus	332 990,00 €
Tehnosüsteemid	3 231 077,00 €
Põrandaalune kanalisatsioon	14 229,00 €
Kanalisatsioon	130 554,00 €
Veevarustus	56 882,00 €
Sanitaartehnika seadmed	65 338,00 €
Küte ja ventilatsioon	688 449,00 €
Jahutus	379 923,00 €
Tuletõrjearustus	340 229,00 €
Tugevoolupaigaldised	899 543,00 €
Nõrkvoolupaigaldised ja autmaatika	655 930,00 €
Ruumitarindid ja pinnakatted	684 442,00 €
Seinte viimistlus	255 999,00 €
Põrandakatte paigaldus	293 000,00 €
Lagede viimistlus	135 443,00 €
Välisrajatised	484 385,00 €
Välisvõrgud	382 090,00 €
Maa-ala pinnakatted	56 995,00 €
Väikehitised maa-ala	45 300,00 €
Sisustus ja seadmed	321 445,00 €
Ehitusplatsi korralduskulud	422 991,00 €
Täiendavad tööd ja varu	500 000,00 €
Ehitusplatsi üldkulu	544 992,00 €
Kulud kokku	11 704 563,00 €

6. MAJANDUSLIK OSA

Käesolevas peatükis analüüsib autor peamiselt kulutusi, mis tulenesid laevavraki leiust. Alustades väljakaevamistest ja tagasitäitest ning lõpetades lisakuludega, mis olid põhjustatud ehituse kestuse pikenemisest. Samuti analüüsitakse, kui suur mõju on muinsuskaitse all olevatel rajatistel ehitusele. Antud objekti puhul on selleks olemasolev peakivist müür. Müüritist on ära kasutatud esimese ning ka pooles ulatuses teise korruse välisseinana.

Veel vaadeldakse hoone lõpliku maksumust ning ärihoone tasuvust. Seejuures arvestatakse ka laevavraki mõju.

Kasutatud andmed nagu näiteks eelarve ning jooksvate kulude arved selle peatüki koostamiseks on saadud peatöövõtjalt Tallinna Ehitustrust OÜ. Ettevõtte huvides on ehituseelarve ning ka kõik kuludokumentidest saadud summad korrutatud läbi koefitsiendiga 0,85...1,15.

6.1 Laevavrakist tulenevad kulud

6.1.1 Tugitorude ümber projekteerimine

Laevavraki leiuga algasid esimesed kulutused sulundseina tuge ümberprojekteerimisest. Toed pidi uuesti projekteerima, et oleks laeva osad võimalik tuge alt välja tõsta. Selle käigus olid peamised kulutused projekteerimine, tuge liigutamine ja samuti osade väiksemate tuge lisamine. Sellega kaasnesid otsesed tööjõu kulutused keevitaja näol, materjali kulu keevituse ning lisa tugekena ja samuti ka ekskavaatori kulu. Tugitorudele tehtud kulutused on välja toodud ka tabelis 6.1.

6.1.2 Väljakaeve ja tagasitäide

Väljakaevamistele oli vaja tellida arheoloog. Lisaks arheoloogiline vajas ta abiks ekskavaatorit ning abitööliseid. Kuna tööd toimusid allpool pinnaseveetaset oli vaja kaeviku kuivana hoidmiseks pidevalt vett kaeviku põhjast välja pumbata. Lisaks sellele oli juba valmis tehtud pumpla süvend vaja betoonelementidega toestada. Nii tagati poole vundamendiplaadi tööfront.

Vraki väljakaevamiseks oli tarvis kaevata ka sügavamale, kui projekti järgi selleks vajadus oli. Seega lisandus pinnase utiliseerimise kulu. Lisaks sellele oli tarvis ka mahukam tagasitäita. Tagasitäide tehti liivaga, liivapadja alla paigaldati drenaaž, et oleks võimalik pidev vee välja pumpamine tagasitäite ajal. Liiv tihendati kihtide kaupa vastavalt normidele. Selleks oli objektile kaks vibroplaati laadur ning lisaks abitöölised. Tehnika kaevikusse ning kaevikust välja tõstmiseks oli võimalik kasutada ekskavaatorit. Ekskavaatorit oli objektile puistematerjali kaevikusse tõstmiseks. Täpsemad töödele tehtud kulutused on välja toodud tabelis 6.1.

6.1.3 Tööjõu- ja materjalikulu toetamiseks

Vraki tõstmiseks oli vaja kogu konstruktsioon toetada ning tugevdada puidust fermide abil. Peamine kulu oli puitmaterjal ning tööjõud. Lisaks sellele on arvesse võetud ka väiksemate detailid nagu näiteks keermelatt, kruvid ja mutrid kulu. Tõstmiseks kasutati lisaks metallist valmistatud transpordiraami. Materjali kulud ja kogused on välja näidatud tabelis 6.1

6.1.4 Muud lisakulud

Lisaks eeltoodule tekkis ka hulk muid lisakulusid. Tänu laevavrakile ei olnud võimalik paigaldada tornkraanat, kuna see oleks jäänud töödele ette. Vraki väljakaevamise ajal oli võimalik valmis ehitada hoone kirde poolne vundamendi osa ja keldrikorruse välisseinad. Raketise ning sarruse tõstmiseks kasutati autokraanat. Sellest tekkis lisakulu, mis on eraldi välja toodud tabelis 6.1.

Tööde peatumisel oli otstarbekam tagastada objektile toodud raketisekilbid. Kilbid tuli puhastada ja ette valmistada transpordiks. Hiljem objektile saabudes tuli raketise komplektid uuesti valmis ehitada.

Tööd lükkusid edasi üle kahe kuu. Tänu sellele toimusid viimased betoonivalud külmemal perioodil ja betooni oli tarvis kütta. Peamiselt oli vaja kütta katuslage, kuid leidis ka väiksemaid betoonivalutöid, kus oli vaja betoon kinni katta ning puhuritega b soojendada. Täpsem tööde nimekiri ja kulutused, mida kalkulasioonides kasutati on välja toodud Lisas 2. Osapoolte huvides on ühikhinnad korrutatud läbi koefitsiendiga 0,85...1,15.

Veel tekkisid märgatavad kulutused kogu aja kestnud veetõrjest ning ehitusplatsi korraldus- ja üldkuludest. Need kulutused on samuti välja toodud tabelis 6.1 muude lisakulude all.

Tabel 6.1 Laevavraki kulude kalkulatsioon

Töö	Kogus	Ühik	Ühikhind	Summa
Tugitorude ümber paigutamine				
Projekteerimiskulud	1	kmpl	500,00 €	500,00 €
Sulundseina lisavöö	18	jm	97,00 €	1 746,00 €
Tugitoru paigalduse ettevalmistus miniekskavaatoriga	6	h	30,00 €	180,00 €
Kaevetööd Liebherr 936	2	h	83,00 €	166,00 €
Keevitaja	4	h	27,00 €	108,00 €
Tugitorude ümberpaigutamine kokku				2 700,00 €
Arheoloogilised väljakaeved				
Kaevetööd Liebherr 936	156	h	83,00 €	12 948,00 €
Kaevetööd Terex	190	h	33,00 €	6 270,00 €
Veoteenus	228,5	h	34,48 €	7 878,00 €
Pinnase utiliseerimine	173	m ³	2,00 €	346,00 €
Abimeeste töö	434	h	18,00 €	7 812,00 €
Arheoloogi tasu	304	h	25,00 €	7 600,00 €
Killustik 32/64	8,36	t	12,90 €	107,84 €
Vibro 100	2	p	21,00 €	42,00 €
Vibro 400	1	p	50,00 €	50,00 €
Mudapumba rent	26	p	18,00 €	468,00 €
Kompressor	3	h	28,00 €	84,00 €
Arheoloogilised väljakaevamised kokku				43 605,84 €
Tugede ja fermide ehitus				
Tööjõud	176	h	18,00 €	3 168,00 €
Puit 150x50	359	jm	3,01 €	1 080,59 €
Puit 150x150	390	jm	12,01 €	4 683,90 €
Puit 150x22	200	jm	1,64 €	328,00 €
Vineer 22	40	m ²	36,00 €	1 440,00 €
HEA140	109	jm	7,13 €	776,95 €
HEA200	219	jm	7,38 €	1 615,50 €
Nelikanttoru 100x100x6	155	jm	6,73 €	1 043,20 €
Poldid, mutrid ja kruvid	1	kmpl	720,39 €	720,39 €
Tugede ja fermide ehitus kokku				14 856,53 €
Vraki tõstmise kulud				
Eksperthinnang tõstetöödele	1	kmpl	1 700,00 €	1 700,00 €
Autokraana rent	9,5	h	145,00 €	1 377,50 €
Tööjõud	19	h	18,00 €	342,00 €
Tugi- ja tõsteraamide projekteerimine	1	kmpl	9 400,00 €	9 400,00 €
Vraki tõstmise kulud kokku				12 819,50 €
Tagasitäide				
Tööjõukulu	144	h	18,00 €	2 592,00 €
Veoteenus	65	h	34,48 €	2 241,20 €
Kaevetööd Terex	8	h	33,00 €	264,00 €
Vibra	12	p	50,00 €	600,00 €
Laadur Bobcat	28	h	33,00 €	924,00 €
Laadur Bobcat roomikute rent	4	tk	30,00 €	120,00 €
Killustik 16/32	25,9	t	13,20 €	341,88 €
Liiv	856,96	t	5,10 €	4 370,50 €
Tagasitäide kokku				11 453,58 €
Autokraana kasutusest tekkinud lisakulu				
Autokraana kasutus	224,5	h	115,00 €	25 817,50 €
Tonrkraana eeldatav kasutus	224,5	h	17,00 €	3 816,50 €
	1	Kuu	5000	5 000,00 €
Tekkinud lisakulu				17 001,00 €
Raketiste tagastamisest tekkinud lisakulu				
Puhastamine, sorteerimine ja ladustamine	173	h	17,00 €	2 941,00 €
Transport (tagasi saatmine+uuesti platsile)	4	h	200,00 €	800,00 €
Raketise komplektide uuesti ehitamine	43	h	17,00 €	731,00 €
Raketiste tagastamise kulud kokku				4 472,00 €
Muud lisakulud				
Veetõrje	61	p	90,00 €	5 490,00 €
Ehitusplatsi korraldus- ja üldkulu	2,25	kuu	59 000,00 €	132 750,00 €
Betooni kütmine	1	kmpl	30 204,00 €	30 204,00 €
Muud lisakulud kokku				168 444,00 €
KULUD KOKKU				275 352,45 €

6.2 Olemasoleva paekivimüüritise mõju

6.2.1 Tehtud tööde kirjeldus

Olemasoleva paekivist müüritise kogupikkuseks on 82 meetrit. Müüritise projekteeritud kõrguseks on 4,5 meetrit. Algselt oli müür viie meetri kõrgune. Müüritise laiuks on 0,6-0,8 meetrit. Müüritist oli eelneva restaureerimise käigus laotud kõrgemaks. Müür lammutati selle arvelt madalamaks. Restaureeritud osa lammutamise järel pidi osa müüri taas projekteeritud kõrgusele laduma, et müüritise pealmine pind jääks ilus ja tasane. Ladumiseks kasutati lammutamisest saadud kive. Fassaadi kinnitamiseks valati müüritisele raudbetoonist vöö. Suurt osa müüritise siseküljest kattis ka tsementkrohv. Kogu krohv tuli eemaldada ning müüritis puhastada.

Müüritises olevad kinni laotud avad sillustati ning lõigati lahti, et avada esimene korrus Reidi tee poole. Müüritisse jäi siiski kinni laotud avasid ning parandatud kohti. Müüri parandamisel ja avade sulgemisel on eelnevalt kasutatud kõike ette juhtuvat. Nii võib müüritisest leida erinevaid telliseid, metalli, kui ka puidust silluseid. Need kohad pidi katma krohviga, et saavutada esinduslik välimus. Ülejäänud müüritis puhastati soodapritsiga ning seejärel pesti survepesuriga nii seest, kui ka väljast. Lisaks sellele korrastati kogu välimise poole vuugid.

6.2.2 Tööde maksumus

Lähtuvalt eeltoodust on arvatud kogu summa, mis müüritisele ja selle taastamisele kulus. Võrdluseks on asendatud müüritise osa sama fassaadiga, mis katab ülejäänud maja. Nii nagu võis eeldada on küll müürile kulunud summa märgatav, kuid mitte suurem olukorrast, kus müüri ei eksisteeriks. Müüri olemasoluga säästeti arvutuslikult koguni 66 330 eurot. Reaalset tulemust võivad mõjutada vähesel määral väiksemad tööd. Näiteks kommunikatsioonidele avade puurimine läbi keldri seina, kus lisaks keldri seinale tuli ka puurida läbi paekivimüüritise vundamendi. Need hinnamuutused aga suurusjärku ei muuda. Täpsem maksumuse kalkulatsioon on välja toodud tabelis 6.2.

Tabel 6.2 Paekivimüüritise kulud

Müüritise ja klaasfassaadi võrdlus				
Müüritise kulud	Kogus	Ühik	Ühikhind	Summa
Lammutamine	79	jm	48,73 €	3 850,00 €
Kõrgemaks ladumine	21	m ²	40,00 €	840,00 €
Avade lõikamine + sillustamine(väiksed)	7	tk	4 576,00 €	32 032,00 €
			12 429,00	
Avade lõikamine + sillustamine (suur)	1	tk	€	12 429,00 €
Betoonist vöö valamine	8,2	m ³	72,90 €	597,78 €
Avatäited (väiksed)	7	tk	2 523,00 €	17 661,00 €
Avatäited (suur)	1	tk	3 447,00 €	3 447,00 €
Vana krohvi eemaldamine	150	m ²	12,60 €	1 890,00 €
Müüritise pesemine	598	m ²	4,30 €	2 571,40 €
Krohvimine	67,8	m ²	42,50 €	2 881,50 €
Vuukide korrastamine	299	m ²	46,75 €	13 978,25 €
Kokku				92 177,93 €
Alternatiiv	Kogus	Ühik	Ühikhind	Summa
Klaasfassaad	299	m ²	459,53 €	137 399,47 €
Suur uks	1	tk	3 447,00 €	3 447,00 €
Väiksed ukse	7	tk	2 523,00 €	17 661,00 €
				158 507,47
Kokku				€
Vahe				66 329,54 €

6.3 Hoone tasuvus arvutus

Eelnevates alapeatükkides välja toodu mõjutas hoone kogumaksumust vähesel määral. Kui muinsuskaitse all olev müür laevavraki väljakaevamist kompenseeriks oleks kulud kogusummas ajaloolistele objektidele $275\,352,45 - 66\,329,54 = 209\,022,91\text{€}$. Siiski tuleb arvestada, et müüri seonduvad kulutused on teadlikud ning hoone eelarves sees. Seega kallines hoone ehitus ettenägematute kulude tõttu 275 tuhat eurot. Ehituse hinnaks on 11,71 miljonit. Seega kalline ehitus kokkuvõttes vaid 2%. Ehitatava hoone ruutmeetri hinnaks on $11\,705\,000 / 7137,7 = 1639,8\text{ €/m}^2$. Lisades hoone algsele maksumusele laevavraki kulud on hinnaks 11,98 miljonit. See teeb ruutmeetri hinnaks $1678,5\text{ €/m}^2$.

Tabelis 6.3 tehtud arvutustest selgus, et hoone tasuvus on ligikaudu 10 aastat. Arvestatud on eraldi kaubanduspindade ning büroopindade ruutmeetri hinnaga vastavalt 25 ja 23 €/m². Seejuures on ka lisatud iga aastane eeldatav üüritulu kasvumäär 2%. Nii on üürituluks 1,4 kuni 1,7 miljonit aastas. Arendaja kulutustena on

arvesse võetud hooldustöid, heakorratöid ning samuti tarbimisteenustele kuluvat raha. Kõik kulud on arvestatud ruutmeetrile kuu lõikes. Vastavalt 0,3; 1,1 ja 1,2 eurot ruutmeeteri kohta. Veel on arvestatud ka vakantsusega 10%, mis on tingitud üürnike puudusest või maksejõuetusest. Vajalikud andmed arvutusteks on saadud kinnisvaraportaali hinnastatistikast [22] ja arendajalt EHC Lootsi OÜ.

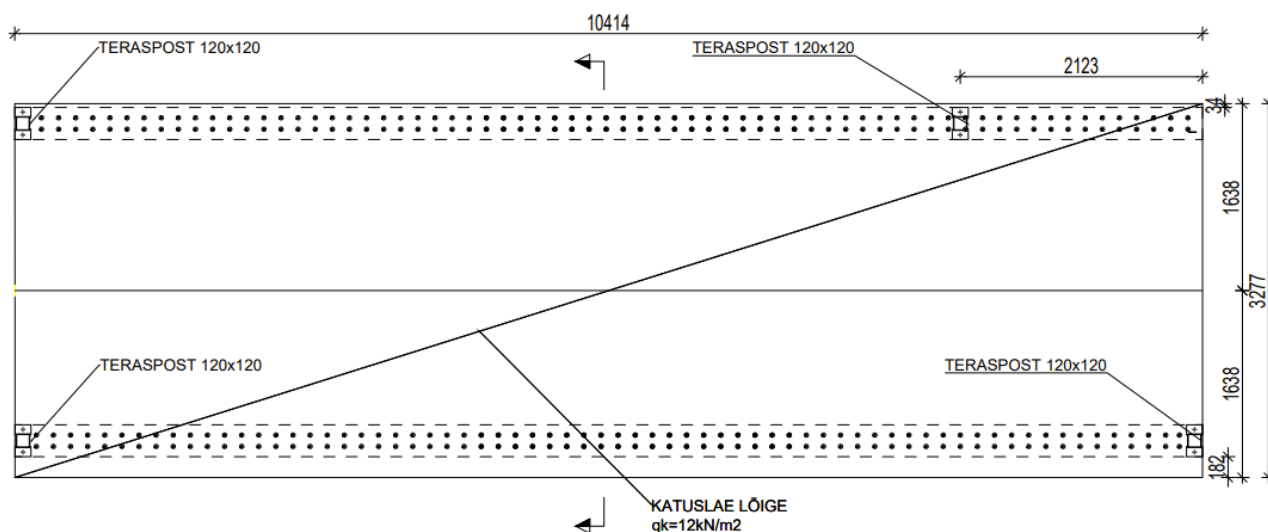
Tabel 6.3 Lihtsustatud rahavoog

Aasta Kvartal	2023 2-4 kv	2024 1-4 kv	2025 1-4 kv	2026 1-4 kv	2027 1-4 kv	2028 1-4 kv	2029 1-4 kv	2030 1-4 kv	2031 1-4 kv	2032 1-4 kv	2033 1-4 kv
Üüritulu kasv, %		2	2	2	2	2	2	2	2	2	3
renditasu (kaubanduspind), €/m ²	25,00	25,50	26,01	26,53	27,06	27,60	28,15	28,72	29,29	29,88	30,77
renditav kaubanduspind, m ²	1254,3	1254,3	1254,3	1254,3	1254,3	1254,3	1254,3	1254,3	1254,3	1254,3	1255,3
renditasu (büroopind), €/m ²	23,00	23,46	23,93	24,41	24,90	25,39	25,90	26,42	26,95	27,49	28,31
renditav büroopind, m ²	3630,3	3630,3	3630,3	3630,3	3630,3	3630,3	3630,3	3630,3	3630,3	3630,3	3631,3
renditulu kuus, €	114 854	117 151	119 495	121 884	124 322	126 809	129 345	131 932	134 570	137 262	141 439
Renditulu aasta,€	689 126	1 405 818	1 433 934	1 462 613	1 491 865	1 521 702	1 552 137	1 583 179	1 614 843	1 647 140	1 697 263
Tehnohooldus kuus €/m ²	0,30	0,31	0,31	0,32	0,32	0,33	0,34	0,34	0,35	0,36	0,37
Heakorra kulutused kuus €/m ²	1,10	1,12	1,14	1,17	1,19	1,21	1,24	1,26	1,29	1,31	1,35
Tarbimisteenused kuus €/m ²	1,20	1,22	1,25	1,27	1,30	1,32	1,35	1,38	1,41	1,43	1,48
Kulud kokku, €	222 696	227 150	231 693	236 327	241 054	245 875	250 792	255 808	260 924	266 143	274 127
Kulud - tulud, €	466 430	1 178 668	1 202 241	1 226 286	1 250 812	1 275 828	1 301 344	1 327 371	1 353 919	1 380 997	1 423 136
Vakantsus, %	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Reaalne eeldatav tulu, €	419 787	1 060 801	1 082 017	1 103 657	1 125 730	1 148 245	1 171 210	1 194 634	1 218 527	1 242 897	1 280 822
10 aasta kasum, €	12 048 328										

7. KONSTRUKTSIOONI OSA

Konstruksiooni osas tehakse kontrollarvutused ja leitakse kandevõime Lootsi 8/1 hoone sissekäigu varikatusele, mis on ühtlasi ka 2. korruse väliterrassi pikendus. Terrass on mõeldud küll tulevikus kasutamiseks inimestele, kuid ehituse käigus on selle kaudu hoonesse lihtsam materjale toimetada. Tõstes autokraanaga materjalide alus terrassile ning sealt hoonesse.

Vaadeldava terrassi konstruktsiooniks on raudbetoonist 120 mm plaat. Betoonplaat toetub kahele suurele I-talale ja talad toetuvad omakorda terasest nelikant torudele (vt joonist 7.1) Betooni tugevusklassiks on C30/37 ja keskkonnaklassiks XC3. Konstruktsiooni joonised on näidatud töö graafilises osas „Konstruktsiooni osa“. Arvutustel ja graafilise osa koostamisel on kasutatud Ehituskonstruktori käsiräamatut [23] ja Lootsi 8/1 konstruktsiooni projekti [3]. Selle peatüki põhiosaks on raudbetoonist plaadi arvutamine, kuid vaadeldakse põgusalt ka ülejäänud kandvat konstruktsiooni.



Joonis 7.1 Konstruktsiooni plaan

7.1 Betoonplaadi arvutus

7.1.1 Plaadile mõjuvad koormused ja sisejõud

Plaadile mõjuvad normkoormused:

Plaadile mõjuv kasuskoormus tulenevalt inimestest, õuemööblist ning terrassihaljastusest on $q_k = 12 \text{ kN/m}^2$.

Raudbetoon vaheplaadi omakaal: $g_{1k} = 0,12\text{m} * 25\text{kN/m}^3 = 3,0 \text{ kN/m}^2$

Normkoormus kokku: $q_k + g_{1k} = 3,0 + 12 = 15 \text{ kN/m}^2$

Arvutuskooormuste leidmisel on kasutatud osavarutegureid: $\gamma_G = 1,20$; $\gamma_Q = 1,50$

Kasuskoormus: $q_d = q_k * \gamma_Q = 12,0 * 1,50 = 18,00 \text{ kN/m}^2$

Raudbetoonist plaadi omakaal: $g_{1d} = \gamma_G * g_{1k} = 1,20 * 3,0 = 3,6 \text{ kN/m}^2$

Arvutuskooormus Kokku $P_d = q_d + g_{1d} = 18,00 + 3,6 = 21,66 \text{ kN/m}^2$

Talade vahelise ava pikkuseks on 2,5 meetrit. Seega arvutusavaks on $l_{\text{eff}} = 2,5\text{m}$

Leian plaadile mõjuva paindemomendi:

Plaat töötab lihttalana. Seega kasutan alljärgnevat valemit (7.2):

$$M_{Ed} = \frac{P_d * l_{\text{eff}}^2}{8} \quad (7.1)$$

Kus p_d – plaadile mõjuv arvutuslik koormus; l_{eff} – plaadi arvutuslik ava.

$$M_{Ed} = \frac{21,66 * 2,5^2}{8} = 16,92 \text{ kNm}$$

Arvutan suurima põikjõu plaadi otstes: $V_{ed} = 0,5 * P_d * l_{\text{eff}} = 0,5 * 21,66 * 2,5 = 27,1 \text{ kN}$

7.1.2 Plaadi armatuur

konstruktsiooni- ja keskkonnaklass on vastavalt S4 ja XC1. Seega on minimaalseks armatuuri kaitsekihiks $c_{\min} = 25\text{mm}$. Võtan arvesse ka paigaldamisel tekkivat hälvet $\Delta c_{dev} = 10\text{mm}$.

$$c_{nom} = c_{\min} + \Delta c_{dev} = 25 + 10 = 35\text{ mm}$$

Kasuliku kõrguse määramine eeldades armatuuri läbimõõduks 12 mm.

$$d_1 = h_1 - c_{nom} - \frac{\emptyset}{2} = 120 - 35 - \frac{12}{2} = 79\text{ mm}$$

$$d_2 = 120 - 79 = 41\text{ mm}$$

Betooni tugevusklass on C30/37

Betooni normsurvetugevus on $f_{ck} = 30\text{ MPa}$

Betooni arvutuslik survetugevus on $f_{cd} = \frac{30}{1,5} = 20\text{ MPa}$

Armatuuri klass on B500B

Armatuurterase voolavustugevus on $f_{yk} = 500\text{ MPa}$

Armatuurterase arvutuslik voolavustugevus on $f_{yd} = \frac{500}{1,15} = 434,78\text{ MPa}$

Suhtelise moment:

$$\mu = \frac{M_{Ed}}{\alpha * f_{cd} * b * d_1^2} = \frac{16,92 * 10^6}{1,0 * 20 * 1000 * 79^2} = 0,136$$

Survetsooni suhteline arvutuskõrgus:

$$\omega = 1 - \sqrt{1 - 2\mu} = 1 - \sqrt{1 - 2 * 0,136} = 0,1462$$

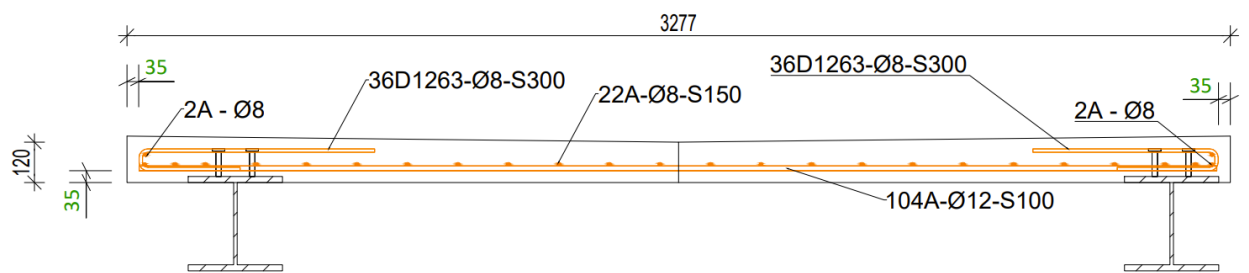
Armatuuri vajalik ristlõike pindala

$$A_{s1} = \frac{\omega * \alpha * f_{cd} * b * d_1}{f_{yd}} = \frac{0,1462 * 1,0 * 20 * 1000 * 79}{434,78} = 531,3\text{ mm}^2/\text{m}$$

Töötava armatuuri suurimaks lubatavaks sammuks on $s_{max} = 2,0 * h_1 = 2,0 * 120 = 240\text{ mm}$

Armatuuri valik vastavalt projektile (vt joonis 7.2) ning reaalsele olukorrale. Töötav armatuur $\emptyset 12\text{ B500B}$ ja sammuga 100mm.

$$A_{s1} = 1130,97\text{ mm}^2/\text{m}$$



Joonis 7.2 konstruktsiooni lõige

7.1.3 Plaadi paindekandevõime

Arvutuslaiuseks võtan $b_{eff} = 1000\text{mm}$

Survetsooni kõrgus

$$x = \frac{f_{yd} \cdot A_{s1}}{0,8 \cdot \alpha \cdot f_{cd} \cdot b_{eff}} = \frac{434,8 \cdot 1130,97}{0,8 \cdot 1 \cdot 20 \cdot 1000} = 30,73 \text{ mm}$$

Normaliseeritud ristlõike kontroll

$$\xi = \frac{x}{d} = \frac{30,73}{79} = 0,389 < \xi_c$$

$$\xi_c = \xi_{c2} = \frac{0,0035}{0,0035 + \varepsilon_{yd}} = \frac{0,0035}{0,0035 + \frac{434,8}{2 \cdot 10^5}} = 0,617$$

Arvutuslik survetsoonikõrgus:

$$y = 0,8 \cdot x = 0,8 \cdot 30,73 = 24,58 \text{ mm}$$

Paindekandevõime:

$$M_{Rd} = \alpha \cdot f_{cd} \cdot b_{eff,1} \cdot y \cdot (d_1 - 0,5 \cdot y)$$

$$M_{Rd} = 1 \cdot 20 \cdot 1000 \cdot 24,58 \cdot (79 - 0,5 \cdot 24,58) = 32,79 \text{ kNm}$$

$$32,79 \text{ kNm} > 16,92 \text{ kNm}$$

Kandevõime on tagatud peaaegu 2 kordse varuga.

7.1.4 Plaadi põikjõukandevõime

Betooniga vastuvõetava põikjõu leian valemiga (7.2)

$$V_{Rd,c} = (C_{Rd,c} * k * \sqrt[3]{100 * \rho_1 * f_{ck}}) * b_w * d \quad (7.2)$$

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

$$k = 1 + \sqrt{\frac{200}{d_1}} = 1 + \sqrt{\frac{200}{79}} = 2,59 \leq 2,0$$

$$\rho_1 = \frac{A_{s1}}{b_w * d_1} = \frac{1130,97}{1000 * 79} = 0,0143$$

Vastuvõetav põikjõud:

$$V_{Rd,c} = (0,12 * 2 * \sqrt[3]{100 * 0,0143 * 30}) * 1000 * 79 = 66,3 \text{ kN}$$

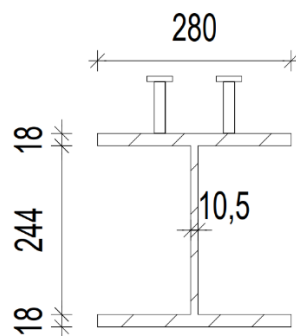
$$66,3 \text{ kNm} > 27,1 \text{ kNm}$$

Tagavara on 2,4 kordne.

7.2 Terasest talad

7.2.1 Talale mõjuvad koormused

Plaadi pikkuseks on 10414mm ning lauseks on 3277mm. Tala ristlõike mõõdud on välja toodud joonisel 7.3



Joonis 7.3 Terasest tala ristlõige

Plaat toetub talale pikema servaga ning ei toetu taladele sümmeetriliselt.

Plaadilt talale kanduv koormus:

$$q_1 = 21,66 * 1,688 = 36,56 \text{ kN/m}$$

Tala omakaal:

$$A = (280 * 18) * 2 + 244 * 10,5 = 12642 \text{ mm}^2 = 0,0126 \text{ m}^2$$

$$q_2 = 0,0126 \text{ m}^2 * 78 \text{ kN/m}^3 = 1,00 \text{ kN/m}$$

$$\text{Kokku: } q_1 + q_2 = 37,54 \text{ kN/m}$$

Tegemist on terasega S355, $f_u = 510 \text{ N/mm}^2$ ja $\varepsilon = 0,81$

Tala ristlõikeklass:

Ristlõike konsoolne surutud osa laiuse-paksuse suhe: $c/t = 134,75/18 = 7,47 > 9\varepsilon$
(Ristlõikeklass 2)

Ristlõike painutatud elemendi laiuse paksuse suhe: $c/t = 244/10,5 = 23,24 < 72\varepsilon$
(Ristlõikeklass 1)

Seega on kokkuvõttes tegemist ristlõikeklassiga 2.

7.2.2 Tala paindekandevõime

Painutatud varda ristlõike kandevõime arvutamine valemiga (7.3):

$$M_{c,Rd} = \frac{W_{pl} f_y}{1,0} \quad (7.3)$$

Vastupanumoment:

$$W_{pl} = S_t + S_s = 2 * 6321 \text{ mm}^2 * 128,71 \text{ mm} = 1627151,82 \text{ mm}^3 = 1,62715 * 10^{-3} \text{ m}^3$$

Ristlõike kandevõime:

$$M_{c,Rd} = \frac{1,62715 * 10^{-3} * 355}{1,0} = 577 \text{ kNm}$$

$$M_{Ed} = \frac{37,54 * 10,414^2}{8} = 508,91 \text{ kNm}$$

Tagavara on vaid 11,8%

7.2.3 Tala plastne põikjõukandevõime

Tegemist on keevitatud I -profiiliga.

Ristlõike lõikepindala:

$$A_v = \eta \cdot \Sigma(h_{wtw}) = 1,2 \cdot (244 \cdot 10,5) = 3074,4 \text{ mm}^2$$

$$V_{pl,Rd} = \frac{A_v (f_y / \sqrt{3})}{1} = 3074,4 \cdot (355 / \sqrt{3}) = 630,12 \text{ kN}$$

$$V_{Ed} = 37,54 \cdot 0,5 \cdot 10,414 = 195,5 \text{ kN}$$

630,12 kN > 195,5 kN, Kandevõime on tagatud 3,2 kordse varuga.

7.3 Terasest

Postideks on nelikanttorud küljepikkusega 120 mm ja seinapaksusega 10 mm. Posti pikkuseks on 4 meetrit. Arvutan kandevõime postile, mis ei paikne tala otsas (vt joonis 7.1). Sellele mõjuv jõud on suurim.

Tsentriliselt surutud varda stabiilsus:

Ristlõike inertsimoment:

$$I = (h \cdot b^3 / 12) - (h \cdot b^3 / 12) = (120^3 \cdot 120 / 12) - (100^3 \cdot 100 / 12) = 8,947 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$$

$$i = \sqrt{\frac{I}{A}} = \sqrt{\frac{8,947 \cdot 10^6}{4400}} = 45,09 \text{ mm} = 0,045 \text{ m}$$

$$\text{Varda saledus: } \lambda = L / i = 4 / 0,045 = 88,9$$

$$\text{Varda tingsaledus: } \lambda_{\text{ting}} = \frac{\lambda}{\pi} \sqrt{\frac{f_y}{E}} = \frac{88,9}{\pi} \sqrt{\frac{355}{210000}} = 1,16$$

Hälbetegur on $a = 0,21$

$$\Phi = 0,5 [1 + a(\lambda_{\text{ting}} - 0,2) + \lambda_{\text{ting}}^2] = 0,5 [1 + 0,21(1,16 - 0,2) + 1,16^2] = 1,274$$

$$\chi = \frac{1}{\Phi + \sqrt{\Phi^2 - \lambda_{\text{ting}}^2}} = \frac{1}{1,274 + \sqrt{1,274^2 - 1,16^2}} = 0,55$$

$$N_{b,Rd} = \frac{\chi A f_y}{1} = 0,55 \cdot 4400 \cdot 355 = 859,1 \text{ kN}$$

$$N_{Ed} = (10,414 \cdot 37,54 \cdot 5,208) / 8,219 = 247,63 \text{ kN}$$

630,12 kN > 247,63 kN, Kandevõime on tagatud 2,5 kordse varuga.

7.4 Konstruktsiooni osa kokkuvõte

Arvutused näitasid, et konstruktsiooni kandevõime on tagatud. Kõige väiksema varuga 11,8% oli tala paindekandevõime. Seega võime arvestada, et lisaks projekteeritud koormusele võime terrassi koormata 11,8% suurema koormusega. Seda juhul, kui on tarvis kasutada terrassi materjali hoonesse toimetamisel. Samuti on piisav varu, et terrass katta plaadiga ning katusealusele paigaldada ripplagi.

8. TÖÖOHUTUS JA KESKKONNAKAITSE

Tööohutus ja keskkonnakaitse peatüki koostamisel on kasutatud Tallinna Ehitustrust OÜ ja Tööinspektsiooni [24] juhendmaterjale.

8.1 Ehitusplatsi üldine tööohutus

Enne tööde algust paigaldatakse objekti piirialadele võõrastele sissepääsu keelu märk ja objektil viibivatele töölistele nõue kasutada isikukaitsevahendeid. Samuti seatakse ülesse märgistus, mis näitab ära, kus asuvad esmaabi vahendid, tulekustuti ning hädaabitelefoni. Märkidest paigaldatakse veel ka liikluskorralduse märgid. Antud juhul objekti autovärava ette parkimiskeeld.

Isikukaitsevahendite kasutamine on kõikidele töölistel ja objektil viibijatele kohustuslik. Peamisteks kaitsevahenditeks on kiiver, turvajalanõud ning ohutusvest või -riietus. Töö iseloomust lähtuvalt peab tööline kasutama lisaks muid kaitsevahendeid. Lõikamisel, lihvimisel ja muudel tolmustel töödel respiraatorit. Töödel kus esineb lendavaid osakesi on vajalikud kaitseprillid. Juhul kui tehakse tööd, kus põlvitatakse peab tööline kandma põlvekaitsmeid.

Kukkumiskaitse paigaldatakse töökäigus koheselt, kui selleks tekib vajadus. Esmalt piiratakse hoone vundamendi kaevik. Seejärel paigaldatakse tööde käigus piirded igale valminud korruse perimeetrile, liftišahtide ette ning ka trepikodadesse. Kaitse paigaldatakse ka muude avade ja kaevikute ette kui töötamisel või liikumisel on kukkumisoht suurem kui kaks meetrit. Paigaldatavad piirded peavad olema vähemalt ühe meetri kõrguse käsipuuga, vastu maad asetseva jalapiirdega ja nende vahele jääva poole meetri kõrgusel asetseva vahepiirdega. Kui töölaadi tõttu pole võimalik piirdeid paigaldada, nagu näiteks katuse parapetipleki paigaldamisel, tuleb ohutuse tagamiseks kasutada teisi julgestusmeetodeid. Näiteks kinnitada töötaja kas ohutusvöö või rakmetega. Katusetöödel on vajalikud ohutusabinõud ka juhul, kui tööd tehakse katuse keskel, mitte ääres.

Pinnase ja kaeviku varisemisohu tõkestamiseks peab kogu kaeviku perimeeter olema kaitstud sulundseinaga. Pinnasekuhjed ja puistematerjalid ladustatakse kaevamiskohast kaugemale või vajadusel paigaldatakse kaitsetõkked. Samuti kontrollitakse kaevetööde käigus regulaarset kaeviku serval oleva paekivist müüritise vajumeid, et see ei muutuks töölistele ohtlikuks.

Tellingu kasutamisel peab tellingul olema kaitsepiire juhul, kui kukkumiskõrgus on vähemalt 2 meetrit. Tellingu piire peab olema samuti kolmeosaline ning vähemalt meetri kõrgune. Tellingut võib paigaldada ja demonteerida vaid selleks väljaõppe saanud tööline. See peab olema vajadusel ankurdatud vastavalt nõuetele, aluspind peab olema piisava kandevõimega ja telling peab olema kaitstud võimalike löökide ja vigastuste eest. Juhul kui tellingul on rattad peavad olema need ka varustatud piduritega.

Redelitel töötades peab tööline tellingu paigaldama piisava suurusega liikumatule aluspinnale nii, et redeli astmepulgad oleks horisontaalselt. Juhul kui redelit kasutatakse juurdepääsuna teisele tasandile peab redeli pikkus olema piisav, et ulatuda vähemalt meeter üle juurdepääsutasandi. Redelil töötades ei tohi töö kesta korraga kauem kui 30 minutit ning töötada ei ole lubatud kõrgemal kui 5 meetrit. Vigastatud ja katkiseid redeleid ei tohi kasutada. Nõuetele mittevastavad redelid korjatakse peatöövõtja poolt kokku.

Tõsteseadmeid tohib käsitleda ainult eriväljaõppe saanud töötaja. Materjalide ja muu lasti tõstmine üle töökohtade, kus viibivad töötajad, on keelatud. Tõstmiseks kasutatavatel seadmetel ja lisaseadmetel tuleb järgida maksimaalset lubatud koormust. Samuti ei tohi seadmed olla vigastatud ning need peavad vastama nõuetele.

Fassaaditööde puhul kasutatakse ka palju korv- ja käärtõstukeid. Tõstukid peavad olema tehniliselt korras ning samuti läbinud regulaarse kontrolli. Tõstukeid ja nende ohutusvarustust tuleb kasutada vastavalt tootja kasutusjuhendile. Iga kord tõstukit uuesti kasutama hakates tuleb veenduda selle ohutuses ja toimivuses. Samuti tuleb puhastada tõstuki platvormid lumest ja jääst.

Ühendus- ja käiguteed peavad olema kogu ehituse vältel vabad ning puhtad. Samuti peab olema tee laius piisav. Jalakäijatele mõeldud teed peavad olema vähemalt 0,8 meetrit laiad. Erandiks on tee, mida mööda ei toimu materjali transport ning nende teede laius peab olema vähemalt 0,6 meetrit. Kui masinad kasutavad samu liikumisteid peavad olema teed piisavalt laiad, et oleks tagatud ka jalakäijate ohutus. Kõikidel teedel tuleb teha vajadusel libeduse tõrjet. Liikumisteede minimaalseks lubatud valgustuseks on 25 luksi kogu tee ulatuses. Vältima peaks valguse suuri erinevusi kogu ehitusobjektil.

Materjalide ladustamisel peab toimima vastava materjali ladustamisejuhendi alusel. Ladustamine toimub vaid selleks ettenähtud aladel. Vajadusel tuleb materjal toestada. Vältida tuleks ladustamist käiguteedele, objekti olmeruumidesse ja kontorisse.

Elektriinstallatsioon võib paigaldada ainult pädev isik. Sellel objektil haldab elektripaigaldisi peatöövõtja. Elektripaigaldisi tuleb kasutada heaperemehelikult. Tuleb kasutada nõuetekohaseid ja vastava keskkonnaklassiga paindkaableid. Installatsioonid, kaasa arvatud valgustid, peavad olema paigaldatud nii, et töötajad oleks kaitstud võimaliku elektrilöögi ohu eest. Kaablid, mis on paigaldatud liikumisteedele peab kaitsma vigastuste eest.

Kogu tööde käigus tuleb lisaks töökohale ja platsile hoida puhtust ka olmeruumides ning neid regulaarselt koristada. Suitsetamine toimub ehitusplatsil vaid selleks ettenähtud kohas. Kõigile peab olema tagatud riietusruum, milles on istmed ning lukustatavad riidekapid. Tagatud peab olema ka piisav kogus tualettruume ning kätepesuks soe ja külm vesi koos käte kuivatamise võimalusega. Lisaks peab olmeruumides olema võimalik kaasa võetud toidu soojendamine. Olenevalt tööst peab vajadusel olema tagatud ka dušš.

8.2 Tulekustutus- ja esmaabivahendid

Vaatamata sellele, kui töölised järgivad kõiki tööohutusnõudeid, tuleb ehitusplatsil ikka ette erinevaid õnnetusjuhtumeid. Seega on väga tähtsal kohal esmaabi- ja tulekustutusvahendite nõuetekohane olemasolu.

Antud objektil on Esmaabikapi ja esmaabi andmise asukohaks objektikontor. Vastavalt töötajate arvule peab olema peatöövõtja kontoris olemas nõuetekohase märgistusega esmaabi pakk. Kui tööliste arv kasvab üle 25 on vajalik suurem esmaabi pakk. Lisaks esmaabipakile peab olema nähtaval kohal juhendmaterjal esmaabi andmise viiside kohta näiteks plakati kujul. Samuti peavad olema nähtaval kohal ka koolitatud esmaabi andja andmed, kes peab olema pidevalt kiirelt kättesaadav. Lähimaks vältimatu arstiabi andmise kohaks on Ida-Tallinna Keskhaigla, Ravi tn 1.

Veel peab objekti kontoris olema vähemalt kaks 6kg tulekustutit. Tulekustutusvahend peab olema ka igas tuletöö tegemise kohas maksimaalselt kümne meetri kaugusel. Kustuteid peab olema vähemalt kaks 6 kilogrammise massiga. Juhul, kui tehakse bituumeniga katusetöid siis lisaks veel kaks 6 kilogrammise massiga kustutit. Juhul kui tuletöö on ajutine võib kustutid asendada ämbri veega. Seejuures ei tohi vee kogus olla alla 10 liitri. Piisavaks kustutusvahendiks on ka veega täidetud voolikusüsteem.

8.3 Tööohutuse kontroll ja dokumentatsioon

Enne tööde algust koostatakse tööohutusplaan, milles hinnatakse riske ning selgitatakse välja ohtlikud tööd. Tööohutusplaanis on ka registreerimisleht, millel on kõikide alltöövõtjate allkirjad, kinnitamaks, et nad on antud plaaniga tutvunud.

Tööohutuse tagamiseks teeb peatöövõtja lisaks pidevale pistelisele kontrollimisele vähemalt korra nädalas tööohutuse kontrolliakti. Selle käigus tehakse kogu platsil ringkäik, kontrollitakse kõike tööohutusega seonduvat ja märgitakse ära puudused. Lootsi 8/1 objektil kasutab peatöövõtja *Bauhubi* keskkonda ning selle abil täidab iga nädalase tööohutus kontrolliakti. Vajadusel saab keskkonnas akti täites määrata ka alltöövõtjatele korrastamiseks ülesanded ning lisada juurde asjakohased ja suunavad fotod. Alltöövõtja märgib aktis ära, millal puudus likvideeriti.

8.4 Jäätmekäitlus

Lootsi 8/1 ehitusobjektile teostab jäätmete äravedu aktsiaselts Green Marine. Ehitusplatsile on jäätmete kogumiseks 10 m³, mida tühjendatakse vastavalt vajadusele. Eraldi 0,66 m³ suletav konteiner on ohtlike jäätmete jaoks. Lisaks sellele on betoonitööde ajaks objektile ka metallikonteiner kuhu kogutakse vanametall.

KOKKUVÕTE

Selles magistritöös analüüsiti Tallinnas Lootsi 8/1 asuva büroohoone ehitust ning platsikorraldust. Ehitusplats oli eriline nii vanade objektide rohkuse, kui ka arheoloogiliste leidude poolest. Seega analüüsis osa tööst just muinsuskaitse all olevate rajatiste ja leidude mõju ehitusele.

Töö esimeses osas kirjeldati põgusalt objekti asukohta ning algset olukorda krundil. Kirjeldati lammutustöid, mis on ehituse esimeses etapis vaja teostada. Samuti toodi välja hulk eritingimusi, mis tulenesid hoone ajaloolisest asukohast.

Teiseks peatükiks oli arhitektuurne osa, kus räägiti hoone kahest plaanitavast ehitusetapist, hoone paiknemisest krundil ja ka arhitektuursest üldkonseptsioonist. Veel leiab teisest peatükist kõikide hoone konstruktsioonide ja pinnakatete kirjelduse. Lisaks sellele tõi autor välja ka lühidalt kõikide tehnosüsteemidega seonduva. Peatüki lõpetab hoone tehniliste andmete loetelu.

Kolmandas peatükis analüüsiti platsi üldplaani ning koostati ehitusplatsi üldplaan. Platsi analüüsis arvatati välja ruumide vajadus betoonitööde ajal ja kirjeldati võimalike teid ning platse, mida on Lootsi 8/1 kitsastes oludes võimalik kasutada ehitustegevusel. Veel arvatati vajaliku kraana parameetrid ja valiti selle põhjal välja sobiv kraana. Analüüsiti ka erinevaid ajutisi tehnosüsteeme.

Neljandas osas koostati kolm tehnoloogilist kaarti mahukamate tööde kohta. Milleks olid laevavraki väljatõstmise kaevikust, fassaaditööd ning katusetööd. Selle käigus koostati töödele kalendergraafikud ning kirjeldati tööde teostust skeemide abil. Laevavraki osas keskenduti pigem antud töö eripärale.

Järgmiseks koostati koondkalenderplaan, kus toodi välja 50 suuremat tööd ja tööde gruppi. Analüüsiti nende tööde kestust ning saadi kogu ehituse kestus. Antud tulemusi sai võrrelda laevavraki leiust tingitud ajapikenemisega.

Majanduslikus osas keskenduti peamiselt laevavraki leiust tingitud kulutustele. Samuti analüüsiti ka muinsuskaitse all oleva müüritise mõju ehitusmaksumusele. Arvatati ka kogu ehitusmaksumus ning uuriti kuidas mõjutasid ajaloolised objektid ehituse majandusliku poolt.

Seitsmendas osas tehti kontroll arvutused hoone varikatusele, mida kasutati ehituse käigus ka ajutiseks materjali ladustamiseks. Kontrolli käigus leiti kandevõime kõikidele konstruktsiooni osadele, milleks olid betoon plaat, terastala ning post.

Tööle püstitatud eesmärgid said täidetud. Antud ehitustehnoloogia ja platsikorralduse analüüs oli kindlasti hea teadmiste kinnistamiseks. Lisaks suunab kasutama õpitut ka tulevikus ehitusplatsil.

SUMMARY

In this master's thesis, the analysis focused on the construction and site organization of the office building situated at Lootsi 8/1 in Tallinn. The construction site was unique due to the presence of numerous old objects and archaeological finds. Therefore, a significant portion of the study examined the impact of structures and finds protected under heritage regulations on the construction process.

The first section provided a brief description of the building's location and the initial state of the site. It also outlined the demolition works required in the first phase of construction, along with specific conditions arising from the historical significance of the building.

The second chapter covered the architectural aspects of the project, including the planned two-stage construction, the building's placement on the site, and the overall architectural concept. Additionally, the chapter provided a description of all building structures and surface coverings, as well as a brief overview of the relevant technical systems. The chapter concluded with a list of technical data pertaining to the building. In the third chapter, the site's general plan was analyzed, and a construction site diagram was created.

In the third chapter, the site's general plan was analyzed, and a construction site diagram was created. The analysis addressed the spatial requirements for concrete works and described potential routes and areas suitable for construction activities within the limited space of Lootsi 8/1. Furthermore, the chapter calculated the parameters for the necessary crane and selected a suitable crane based on these calculations. Various temporary technical systems were also examined.

The fourth section comprised three technological maps for major tasks, namely the removal of the shipwreck from the trench, facade work, and roof work. Calendar schedules were developed for these tasks, accompanied by descriptive diagrams. The focus of the shipwreck-related work was placed on its specific requirements.

Subsequently, a comprehensive calendar plan was formulated, highlighting 50 major tasks and task groups. The duration of these tasks was analyzed to obtain the total construction timeline. These results were then compared to the time extension caused by the discovery of the shipwreck.

The economic part of the thesis mainly focused on the expenses incurred due to the shipwreck discovery. It also examined the impact of heritage-protected masonry on construction costs. The total construction cost was calculated, and an investigation was conducted to assess how historical objects influenced the project's economic aspects.

The seventh part involved conducting structural checks on the building's canopy, which served as temporary storage for construction materials. The inspection evaluated the load-bearing capacity of various components, including the concrete slab, steel beam, and post.

The objectives set for the study were successfully achieved. The analysis of construction technology and site organization presented in this thesis significantly contributed to knowledge consolidation. Furthermore, it provides guidance on applying the acquired knowledge in future construction site endeavors.

KASUTATUD KIRJANDUS

1. T. Sooväli, „Lootsi 8/1, ärihoone laiendamine“. Arhitektuurbüroo T. Sooväli OÜ, Tallinn 2021.
2. Riigiteataja, MuKS - <https://www.riigiteataja.ee/akt/107032023061?leiaKehtiv>
3. T. Raatma; M. Meisalu. Lootsi 8/1 Konstruktiivse osa tööprojekt. DMT Insenerid OÜ, Tallinn 2022.
4. J. Vaabel. Lootsi 8/1 Veevarustuse ja kanalisatsiooni tööprojekt. VP Projekt OÜ, Tallinn 2021.
5. A. Paul. Lootsi 8/1 Küte, ventilatsioon jahutus tööprojekt. Aden Projekt OÜ, Tallinn 2022.
6. M. Tammiste. Lootsi 8/1 Nõrkvoolu tööprojekt. Vaimar Engineering OÜ, Tallinn 2022.
7. A. Raadom. Lootsi 8/1 Tugevvoolu tööprojekt. Elpec Energy OÜ, Tallinn 2022.
8. G. Kangur, „Tuleohutuse osa. Põhiprojekt“. Firetek OÜ, Tallinn 2020.
9. I. Lill, E. Soekov, „Ehitusplatsi korraldus“. Tellinna Tehnikaülikool, 2022.
10. Ehitusregister - <https://livekluster.ehr.ee/ui/ehr/v1>
11. A. Verro, „Tornkraana liebherr 290HC paigaldusprojekt“. EMET TMV AS, Tallinn 2022.
12. Doka Eesti OÜ kodulehekül - <https://www.doka.com/ee/>
13. „Liebherr Cranes, Material & Telehandlers Crane.Market“ - <https://cranemarket.com/specification-1979>
14. O.Nõgols, H. Naar, M. Mäesalu, „Lootsi 8 asuva kogevraki tõstmine“. MEC insenerilahendused OÜ, Tallinn 2022.
15. Kaevetööd. Ratu 12-0248, 2003.
16. Tagasitõõd. Ratu 16-0252, 2003.
17. Ratu, „Ajanurmide käsiraamat“. Rakennustieto Oy, 2008 Helsingi.
18. A. Spiridonov, „Lootsi 8, Ehitustrust AS Projekt KF-01 fassaadid“. Fenster Alumiinium, Tallinn 2022.
19. Klaasimine. Ratu 79-3018, 2008.
20. EVS 920-5:2015. EVS - <https://www.evs.ee/et/evs-920-5-2015>
21. Puittarinditööd, kokkuvõte. Ratu 51-0260, 2004.
22. Baltic Classifieds Group; KV.EE; Hinnastatistika - <https://www.kv.ee/hinnastatistika>
23. T. Masso. „Ehituskonstruktori käsiraamat“. Tallinn, 2002
24. I. Abi, R. Reisberg, „Tööohutus ehitusplatsil“. Tööinspektsoon, 2022.

LISAD

Lisa 1 Lootsi 8/1 fassaaditööde vaatlusandmed

Lootsi 8/1, Fassaaditööde vaatluse tulemused									
Jrk nr	Töö Nimetus	In. arv	Kulunud aeg, min	Kulunud aeg, h	Tehtud töö	ühik	Kulunorm	keskmine	ühik
1.1	Alumiinium profiili paigaldus	3	480	8	74	m ²	0,32	0,32	In-h/m ²
1.2	Alumiinium profiili paigaldus	3	480	8	85	m ²	0,28		
1.3	Alumiinium profiili paigaldus	3	150	2,5	21	m ²	0,36		
2.1	Tummosade paigaldus	2	60	1	9	tk	0,22	0,24	In-h/tk
2.2	Tummosade paigaldus	2	72	1,2	9	tk	0,27		
2.3	Tummosade paigaldus	2	66	1,1	9	tk	0,24		
3.1	Klaaside paigaldus	3	66	1,1	3	tk	1,10	1,04	In-h/tk
3.2	Klaaside paigaldus	3	72	1,2	4	tk	0,90		
3.3	Klaaside paigaldus	3	90	1,5	4	tk	1,13		
4.1	Lamellide paigaldus	3	480	8	184	m ²	0,13	0,14	In-h/m ²
4.2	Lamellide paigaldus	3	480	8	155	m ²	0,15		
4.3	Lamellide paigaldus	3	480	8	165	m ²	0,15		

Autori teostatud vaatlusandmed Lootsi 8/1 objekti fassaaditöödest. 24.10.2022-03.03.2023

Lisa 2 Talvised lisakulud

	Peatöövõtja kulu			
	Kogus	Ühik	Ühikhind	Summa
TÖÖ				
<i>Katuslae betoneerimine 2.etapp</i>				
Vahtplast kate betooni katmiseks	1	kmpl	838 €	838 €
Kiled 4.korruse katmiseks	1	kmpl	1 875 €	1 875 €
Kile ja pakasmati paigaldus	115	h	17 €	1 955 €
Lumekoristus raketiselt	24	h	17 €	408 €
Diiselkalorifeeride rent	1	kmpl	413 €	413 €
Elektripuhurite rent	1	kmpl	235 €	235 €
Diiselkütus	3000	l	1,35 €	4 050 €
<i>1.korruse vahelae betoneerimine telg G-H</i>				
Köetava ala kilega katmine, seadmete paigaldus	37	h	17 €	629 €
Diiselkalorifeeride rent	1	kmpl	316 €	316 €
Diiselkütus	2000	l	1,31 €	2 620 €
<i>0.korruse pööranda betoneerimine</i>				
0.korruse ja trepikoja sulgemine OSB + kile	75	h	17 €	1 275 €
Diiselkalorifeeride rent	1	kmpl	631 €	631 €
Elektripuhurite rent	1	kmpl		0 €
Diiselkütus	5000	l	1,31 €	6 525 €
<i>1.korruse pööranda betoneerimine</i>				
Köetava ala kilega katmine, seadmete paigaldus	27	h	17 €	459 €
Elektripuhurite rent	1	kmpl	279 €	279 €
<i>Katuslae seinte betoneerimine</i>				
Köetava ala kilega katmine, seadmete paigaldus	42	h	17 €	714 €
Elektripuhurite rent	1	kmpl	139 €	139 €
<i>Muud kulud</i>				
Vahelae järeltoestuse kallinemine	1	kmpl	2 105 €	2 105 €
Lumekoristus katuselt	194	h	17 €	3 298 €
Lume äravedu (traktor + auto)	16	h	90 €	1 440 €
Kokku				30 204 €

Arhitektuurne osa 1/2

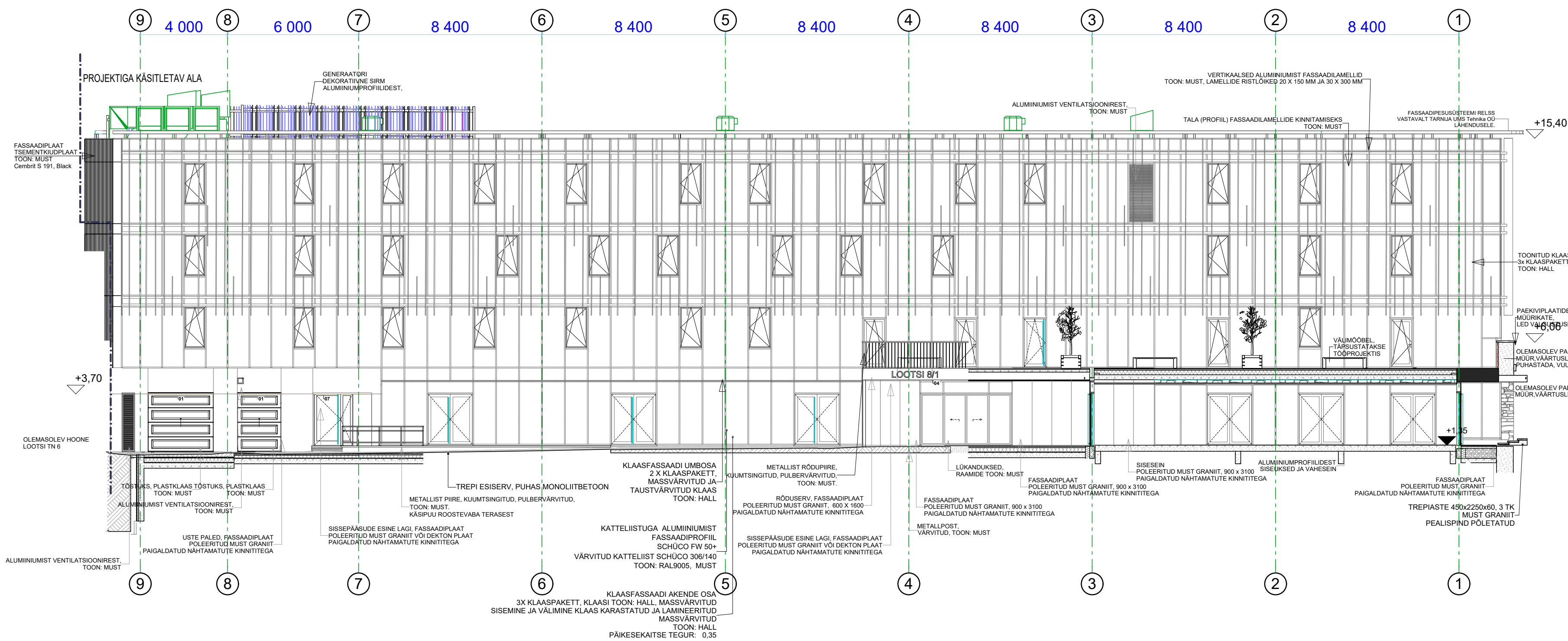
Vaade kagust
1:150



Reidi tee sissepääs

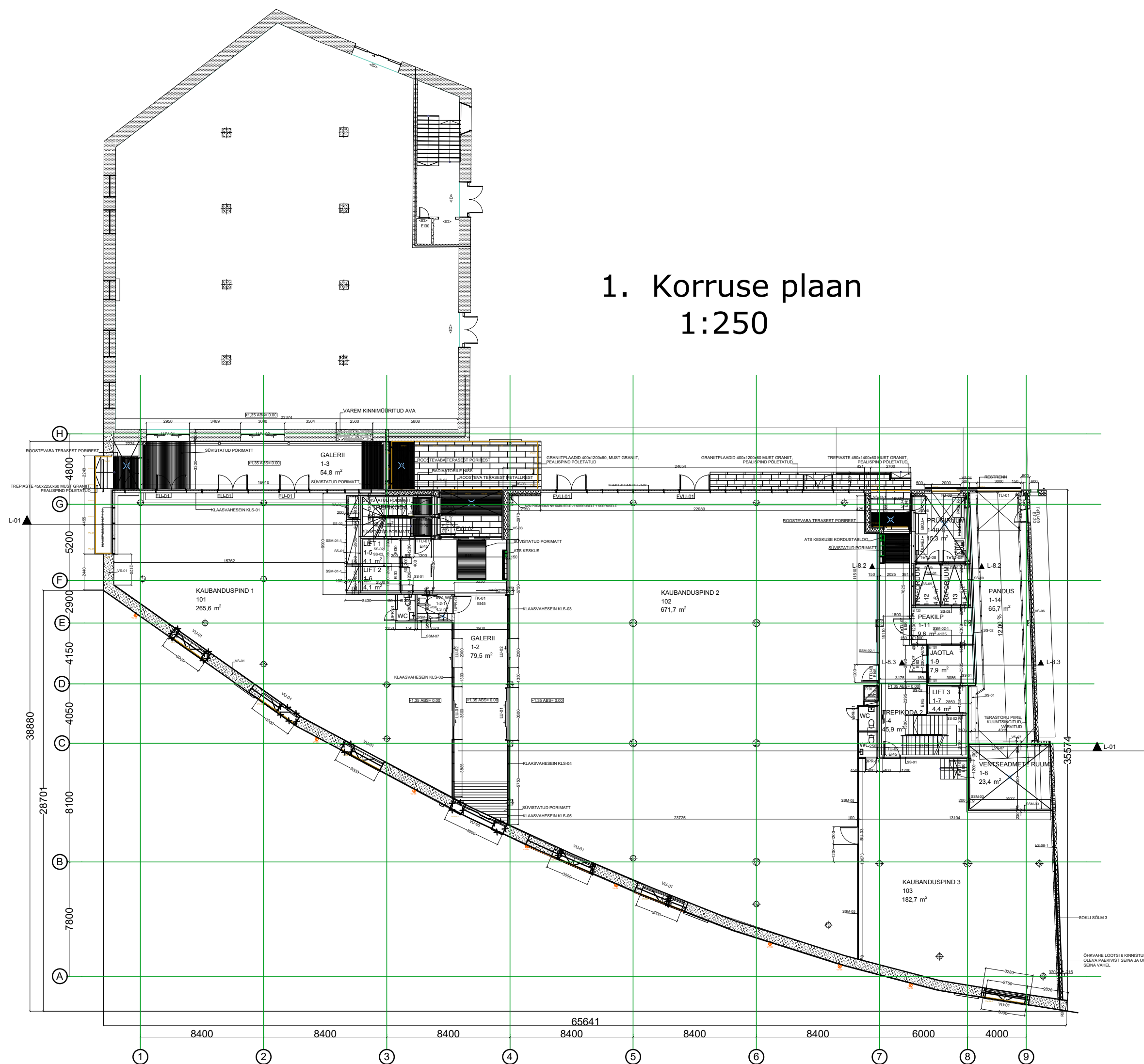


Vaade loodest
1:150

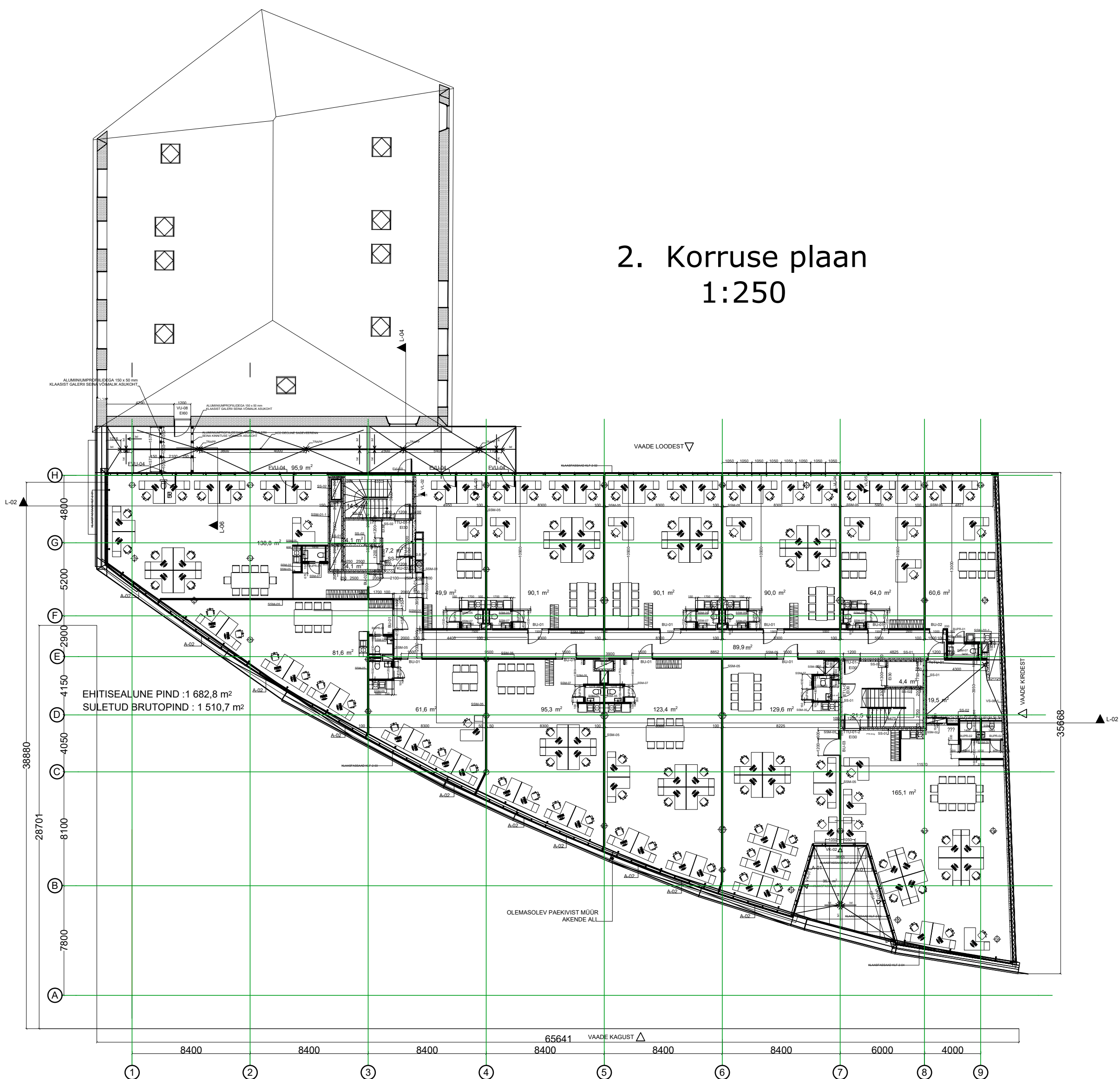


TALTECH	TTÜ INSENERITEADUSKOND	Magistritöö	Leht/Lehti: 1/8
Koostaja: Egert Jakobi		Arhitektuurne osa 1/2	
Juhendaja: Roode Liias			
Ehituse ja arhitektuuri instituut		Ehitustehnoloogia ja platsikorralduse analüüs Tallinna, Lootsi 81 büroohoone näitel	

Arhitektuurne osa 2/2

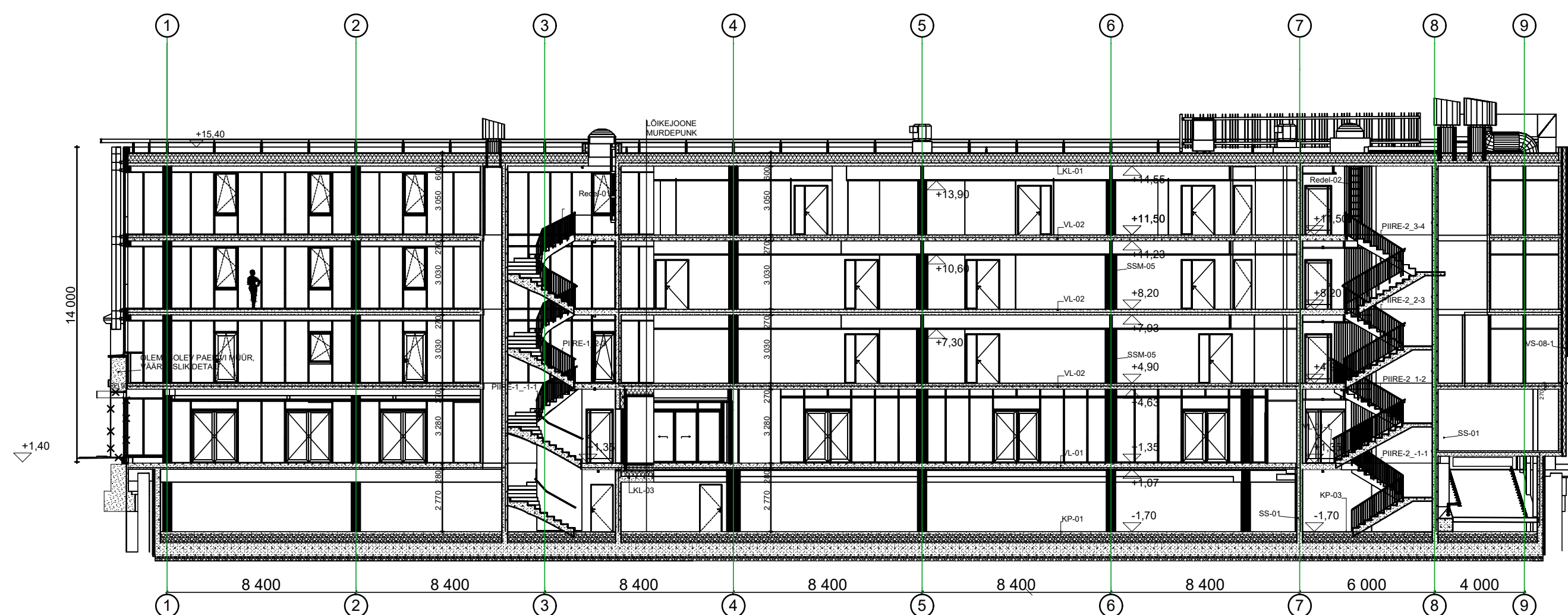


1. Korruse plaan
1:250



2. Korruse plaan
1:250

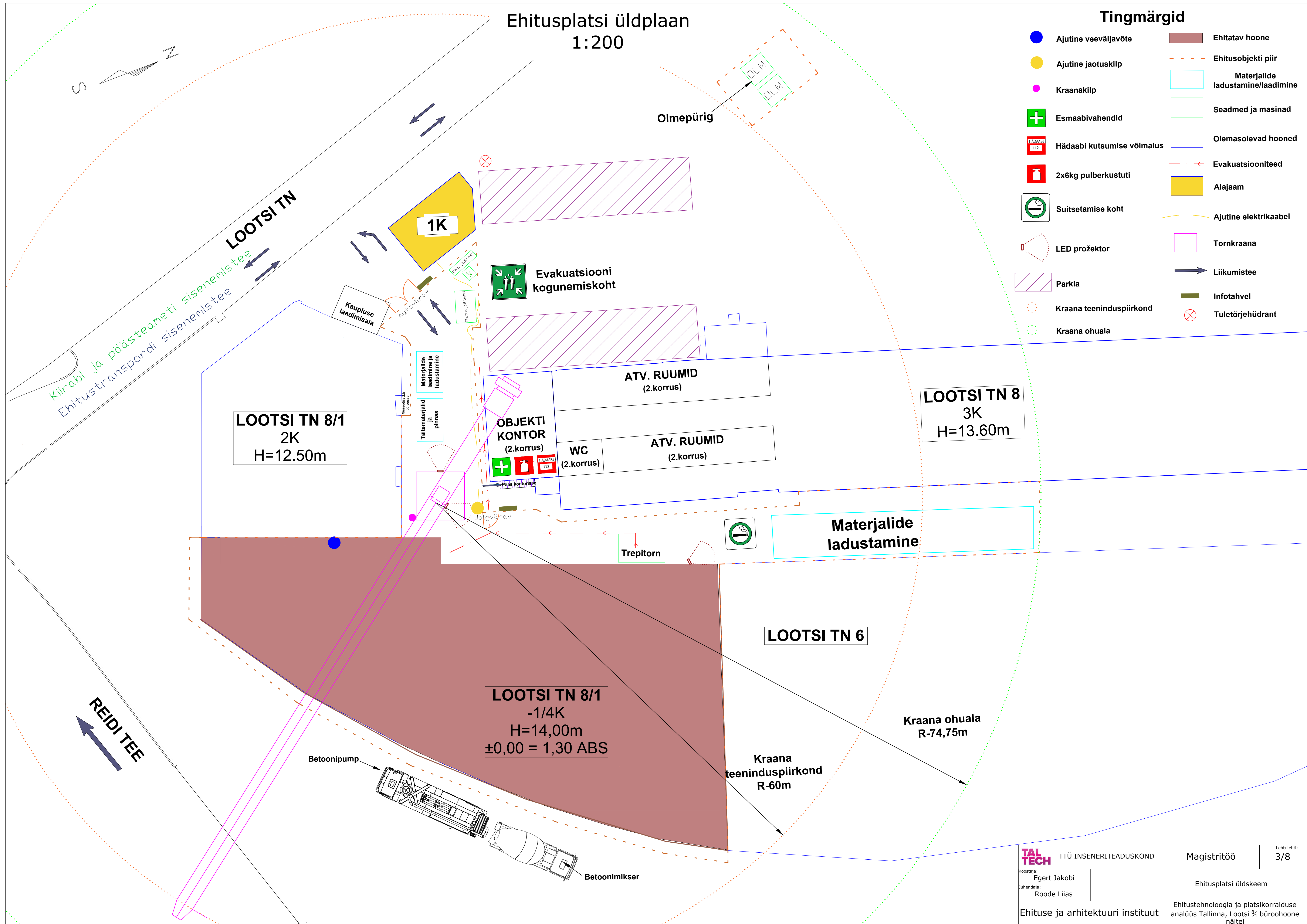
Lõige 1-1
1:200



Ehitusplatsi üldplaan

1:200

Tingmärgid

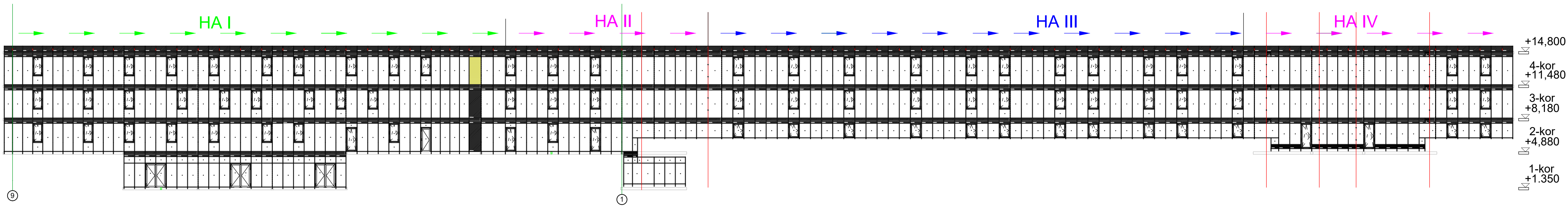


	TTÜ INSENERITEADUSKOND		Magistritöö	Leht/Lehti: 3/8
	Egert Jakobi		Ehitusplatsi üldskeem	
	Tuhendaja:			
	Roode Liias		Ehitustehnoloogia ja platsikorralduse analüüs Tallinna, Lootsi ¾ büroohoone näitel	

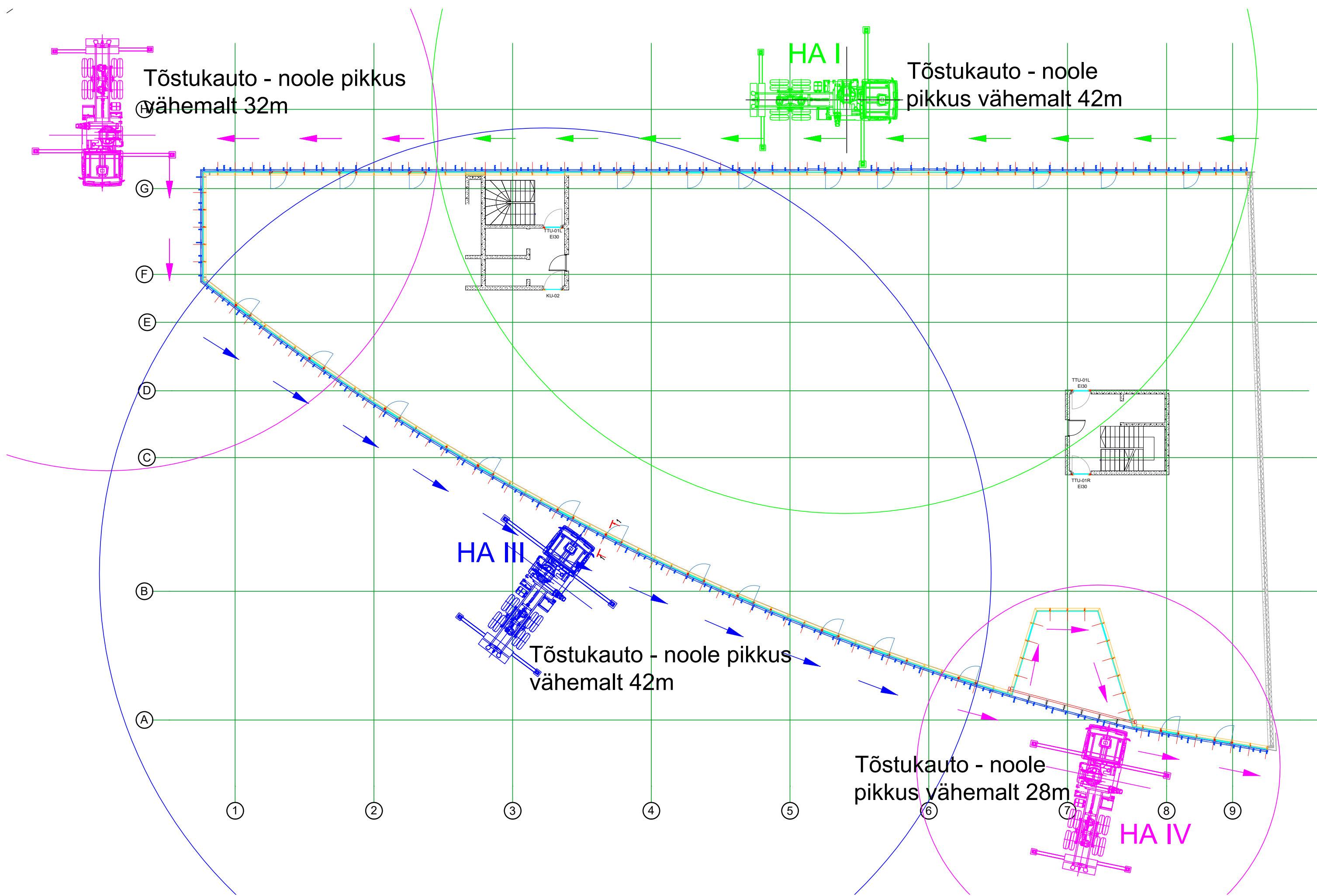
	TTÜ INSENERITEADUSKOND		Magistritöö	Leht/Lehti: 4/8
	Koostaja: Egert Jakobi		Laevavraki välja töstmise tehnoloogiline kaart	
	Juhendaja: Roode Liias			
	Ehituse ja arhitektuuri instituut			Ehitustehnoloogia ja platsikorraiduse analüüs Tallinna, Looitsi ¼ büroohoone äärel

Fassaaditööde tehnoloogiline kaart

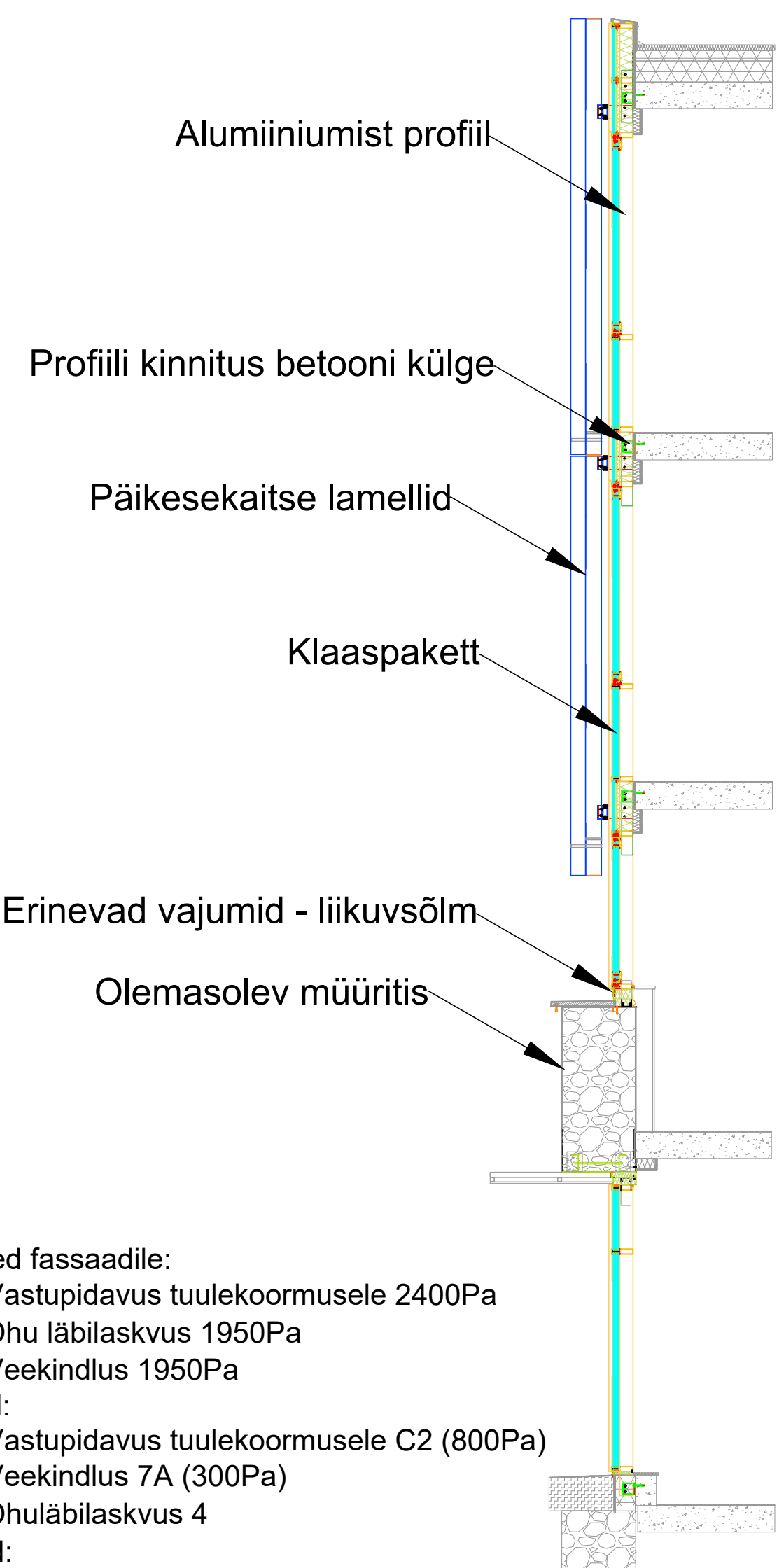
Fassaadi laotis 1:200



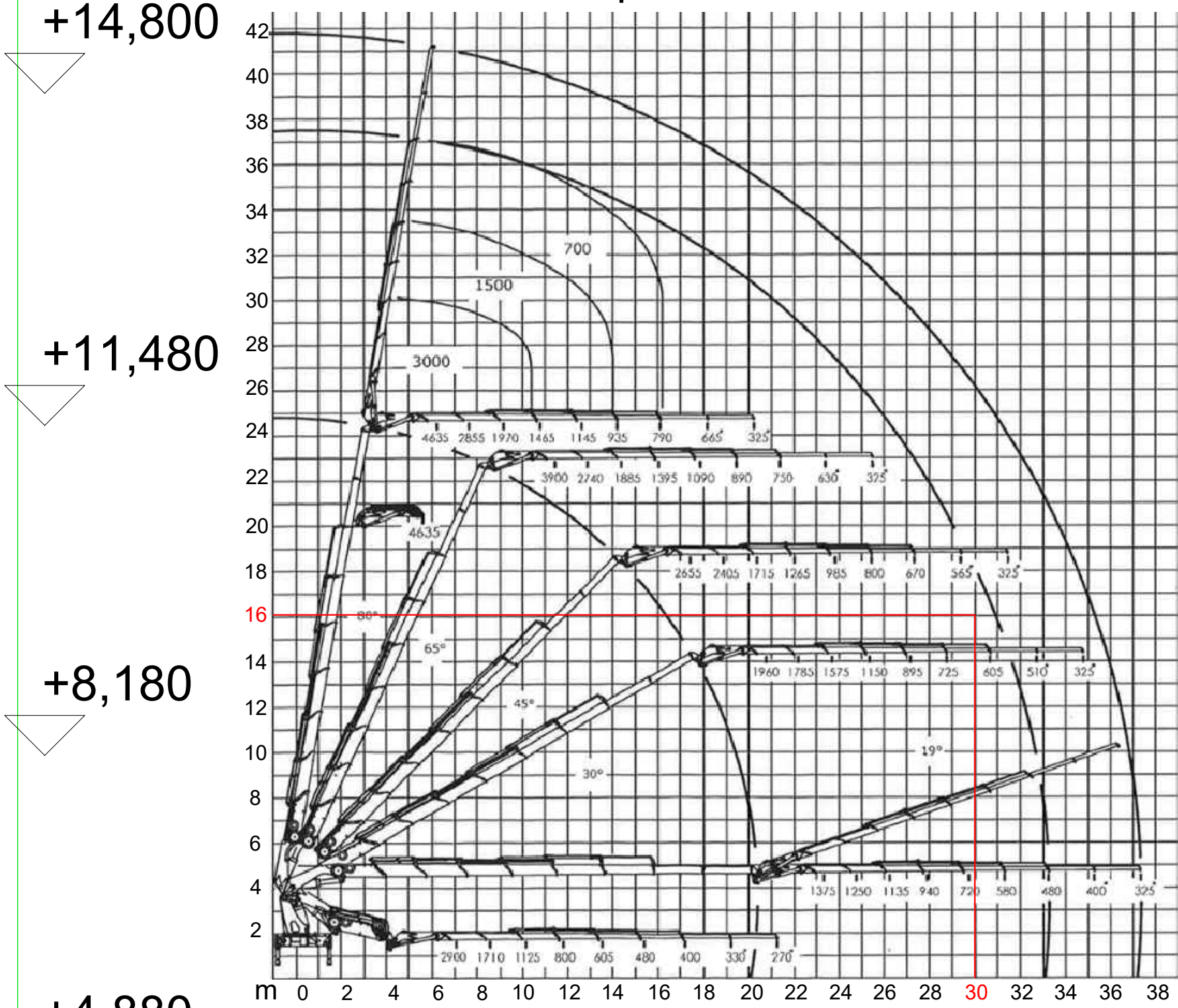
Haardealade skeem 1:200



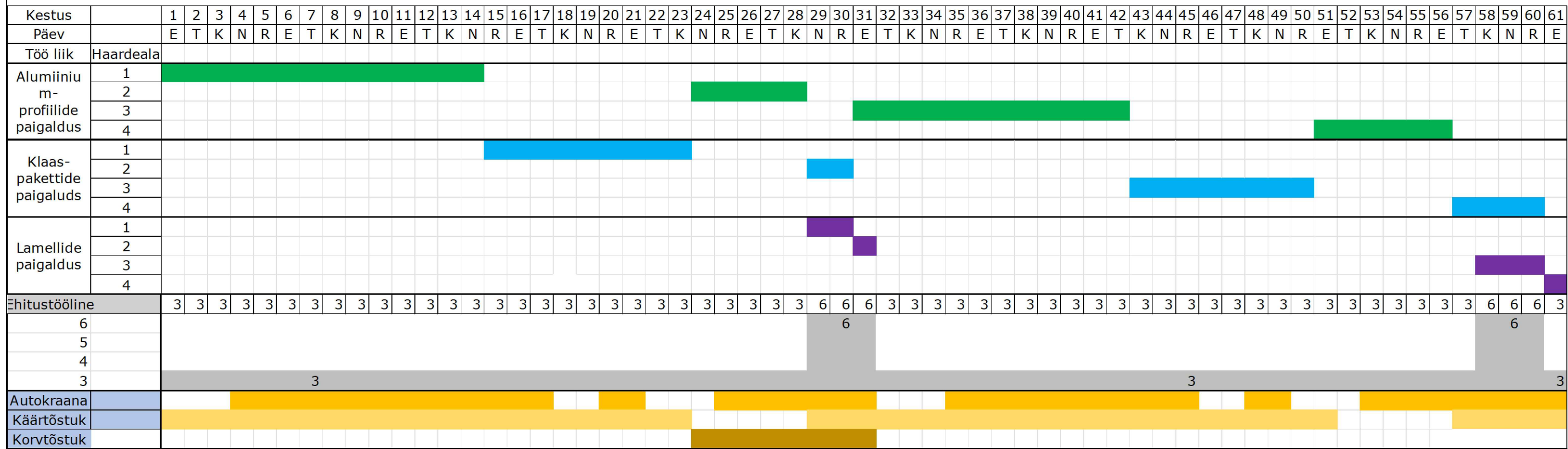
Fassaadi lõige 1-1
1:100



Suurima vajaliku kraana
tõsteparametrid



Kalenderplaan



Nõuded fassaadile:

- Vastupidavus tuulekoormusele 2400Pa
- Õhu läbilaskvus 1950Pa
- Veekindlus 1950Pa

Uksed:

- Vastupidavus tuulekoormusele C2 (800Pa)
- Veekindlus 7A (300Pa)
- Õhuläbilaskvus 4

Aknad:

- Vastupidavus tuulekoormusele C4 (800Pa)
- Veekindlus E1050 (1050Pa)
- Õhuläbilaskvus 4

Soojuslähivus - U = 0,5 W/(m²*K)
Otsene õhumüra vähendamine - 39 dB

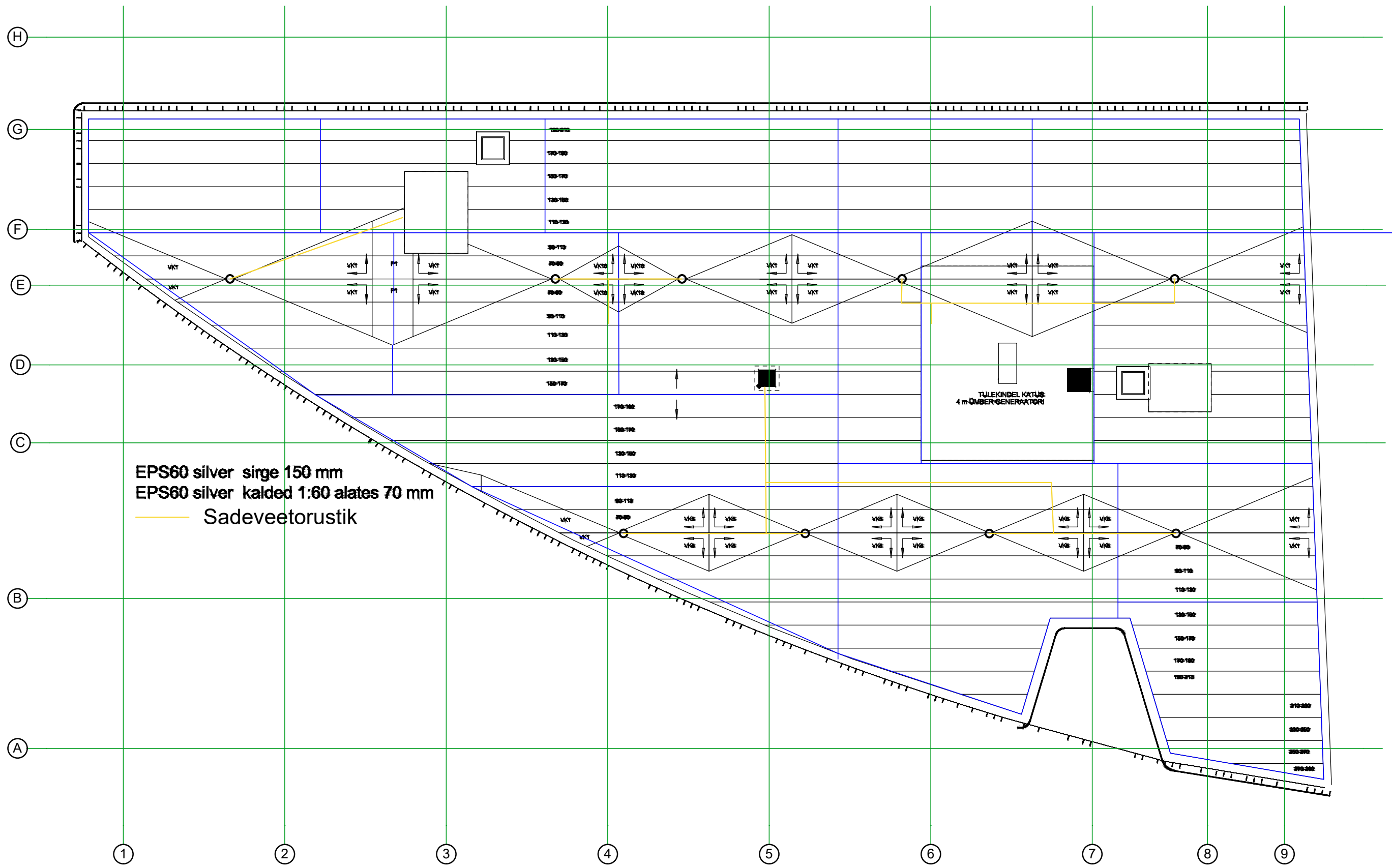
Fassaad	Maht	Ühik
Klaaspaketid	1580,9	m ²
Tummosad	650	tk
	709	tk

- Juhised:
- Fassaadi kinnitamisel kasutada HILTI AHS-10Mx108 ankruid.
 - Olemasoleva müüritise ja fassaadi liitumissõlmed peavad jääma vertikaalsuunal vabalt liikuvaks.
 - Parapetisõlme soojustab katusekatte paigaldaja.
 - Tummosadele tuleb paigaldada nõuetekohane aurutõkketile ja soojustus.
 - Klaaspakettide, lamellide ja muude fassaadiosade ladustamisel objektile tuleb need kaitsta võimalike kahjustuste eest.
 - Nurkade ja tihendite liimimiseks kasutatakse hermeetikut UVsil DC795 (must).

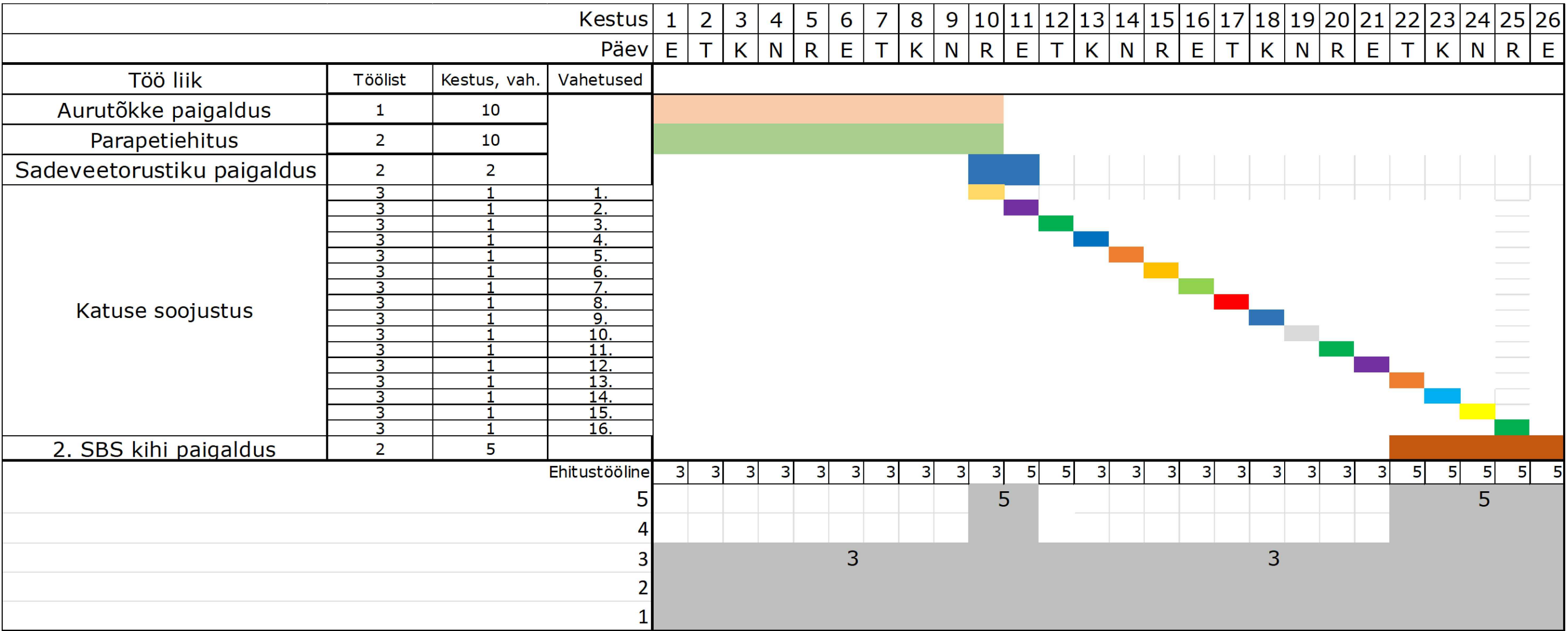
TALTECH	TTÜ INSENERITEADUSKOND	Magistritöö	Leht/Lehti: 5/8
Koostaja: Egert Jakobi		Fassaaditööde tehnoloogiline kaart	
Juhendaja: Roode Liias		Ehitustehnoloogia ja platsikorralduse analüüs Tallinna, Lootsi 1/2 büroohoone näitel	
Ehituse ja arhitektuuri instituut			

Katusetööde tehnoloogiline kaart

EPS paigaldus skeem 1:200



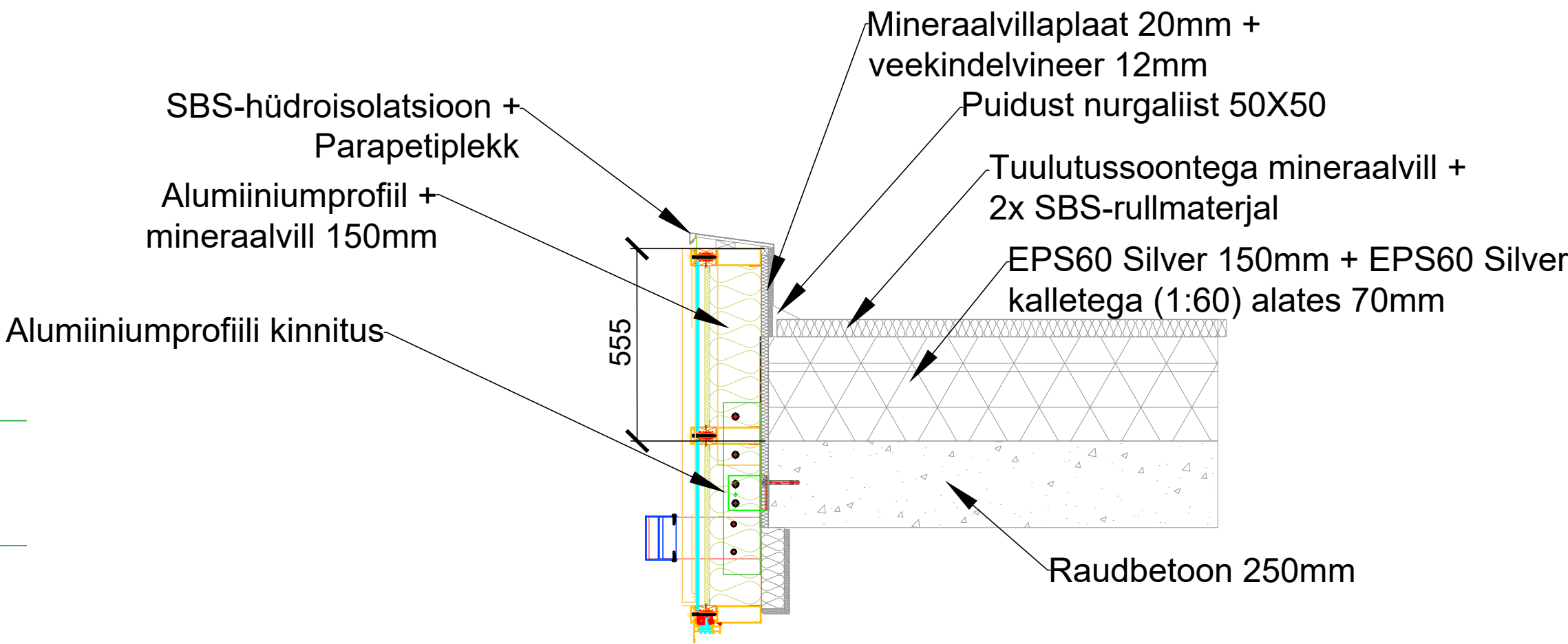
Kalenderplaan



TEHNOLOOGILISED ARVUTUSED

	Töö nimetus	Tööline	Normatiivne		Normi täitmise tegur	Valitud kestus
			in-vah	vah		
1	Parapet + aurutõke	3	28,37	9,46	0,95	10
2	Katuse soojustus	3	48,04	16,01	1,00	16
3	2. SBS kihi paigaldus	2	9,24	4,62	0,92	5
4	Sadeveetorustik	2	3,68	1,84	0,92	2

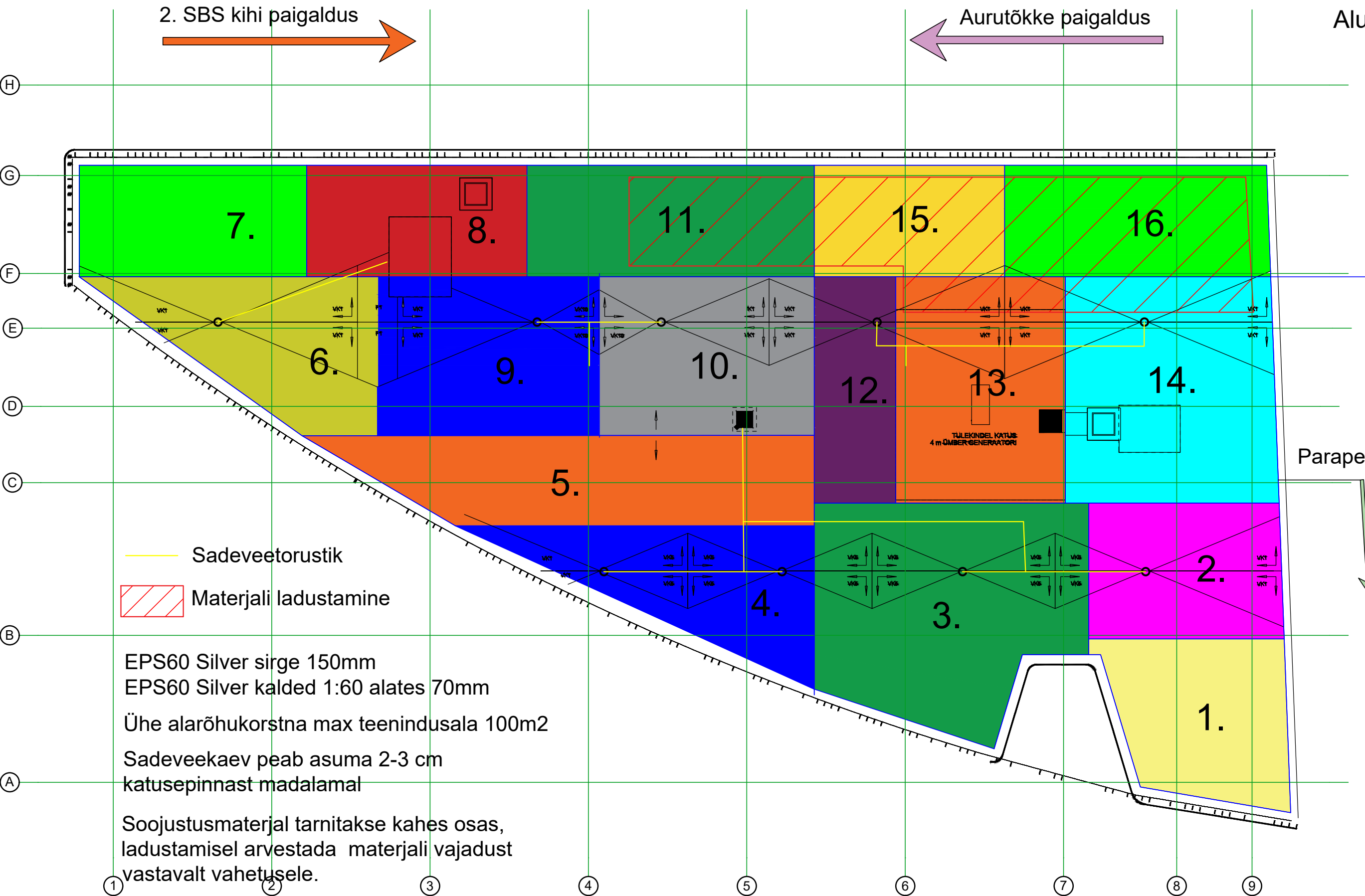
Parapetisõlm 1:15



Materjalikulu

Materjal	Kulu	Ühik
Bituumenkrunt	369,5	l
SBS-rullmaterjal (1,08x50 rull)	72	Rull
Soontega villaplaat 50mm	1700	m²
EPS60 Silver	434	m²
SBS-rallmaterjal UV kindel	36	Rull
Nurgaliist 50x50mm	244	jm.
Veekindel vineer	102	m²
Puitmaterjal 50x50mm	413	jm.
Mineraalvill 150mm	12,8	m³
Geberit PE 40mm	40	jm.
Geberit PE 50mm	25	jm.
Geberit PE 56mm	20	jm.

Katuse soojustamine vahetuste kaupa 1:200



Parapeti ehituse alg

Masin- ja tööjõukulu

TÖÖJÕU- JA MASINAJAKUKU KALKULATSIOON					
Jrk nr	Töö nimetus	Ühik	Ajanorm	Normatiivne tööjõukulu	
				Haardealade kaupa	
				in-h	Ühikuid
1	Parapet + aurutõke				
1.1	Puitosa ehitus + Soojustus	jm	0,33	184,0	60,72
1.2	SBS aurutõkke paigaldus	jm	0,08	184,0	14,72
1.3	SBS -aurutõkke paigaldus	m²	0,10	1478,0	147,80
1.4	Abitööd	jm	0,02	184,0	3,68
1	Parapeti+aurutõke ehitus kokku				
			in-h		226,92
			in-vah		28,37
2	Katuse soojustus				
2.3	EPS- soojustuse paigaldus	m²	0,14	1478,0	206,92
2.4	Mineraalvilla paigaldus	m²	0,05	1478,0	73,90
2.5	1. Kihi SBS paigaldus	m²	0,07	1478,0	103,46
	Katus soojustus kokku			in-h	384,28
				in-vah	48,04
2.5	2. Kihi SBS paigaldus	m²	0,05	1478,0	73,90
	2. Kihi SBS paigaldus kokku			in-h	73,90
				in-vah	9,24
3	Sadeveetorustike paigaldus	jm	0,38	77,40	29,41
			in-h		29,41
			in-vah		3,68

Juhend:

- Enne aurutõkke paigaldamist kruntida bituumenkrundiga puhas betoonpind.
- SBS rullmaterjal paigaldatakse keevitusmeetodil.
- Enne kogu materjali tarnimist objektile katta katus SBS aurutõkkega.
- Paralleelselt aurutõkke paigaldusega ehitada parapet.
- Sadevee torustik paigaldada 0-kaldega.
- Tööde käigus ei tohi katusele sattuda esemeid (nt kruvid), mis võiksid vigastada aurutõkke või katusekatte SBSi.
- Viimane kiht katusekatte rullmaterjali peab olema UV-kindel.
- Lisaks lähtuda tööde teostamisel kõigest EVS 902-5:2015 nõuetest ja juhistest.

Märkused:

- Katusetööde ajal peavad töölised kasutama nõuetekohast turvavarustust. Vajadusel paigaldada ajutised turvapollarid.
- Tuletööde tegemisel tagada 2x6kg massiga tulekustuti. Lisaks bituumeni keevitamisel 2x6kg massiga tulekustutit.

TAL TECH	TTÜ INSENERITEADUSKOND	Magistritöö	Leht/Lehti: 6/8
Koostaja: Egert Jakobi		Katusetööde tehnoloogiline kaart	
Juhendaja: Rooode Liias			
Ehituse ja arhitektuuri instituut		Ehitustehnoloogia ja platsikorralduse analüüs Tallinna, Lootsi 1/1 büroohoone näitel	

Koondkalenderplaan

Tööde nimetus	Tööajakulu, in-vah	Töölise keskmine arv	Kestus päevades	2024																																																																				
				Detsember				Jaanuar				Veebruar				Märts				Aprill				Mai				Juuni				Juuli				August				September				Oktoober				November				Detsember				Jaanuar				Veebruar				Märts								
Ehituseprojekteerimine																																																																								
Ettevalmistus ja lammutus				72	3	24																																																																		
Hoonealused kaevad				60	3	20																																																																		
Hoonealune tagasitäide				33	3	11																																																																		
Kandvad konstruktsioonid																																																																								
Vundament				120	8	15																																																																		
Keldrikorruse seinad ja postid				88	8	11																																																																		
Keldrikorruse vahelagi				112	8	14																																																																		
1. korruse seinad ja postid				64	8	8																																																																		
1. korruse vahelagi				96	8	12																																																																		
2. korruse seinad ja postid				64	8	8																																																																		
2. korruse vahelagi				96	8	12																																																																		
3. korruse seinad ja postid				64	8	8																																																																		
3. korruse vahelagi				96	8	12																																																																		
4. korruse seinad ja postid				72	8	9																																																																		
4. korruse katuslagi				96	8	12																																																																		
Keldrikorruse põrand				20	4	5																																																																		
Metalltarindite paigaldus				9	3	3																																																																		
Trepielementide paigaldus				6	3	2																																																																		
Fassaad																																																																								
Fassaaditööde HA1				69	3	23																																																																		
Fassaaditööde HA2				24	3	8																																																																		
Fassaaditööde HA3				60	3	20																																																																		
Fassaaditööde HA4				30	3	10																																																																		
Fassaadi lamellide paigaldus HA1				4	2	2																																																																		
Fassaadi lamellide paigaldus HA2				2	2	1																																																																		
Fassaadi lamellide paigaldus HA3				6	2	3																																																																		
Fassaadi lamellide paigaldus HA4				2	2	1																																																																		
Uste paigaldus																																																																								
Välisuste paigaldus				9	3	3																																																																		
Garaaži uste paigaldus				6	3	2																																																																		
Siseuste paigaldus				18	2	9																																																																		
Katus																																																																								
Katuse hüdroisolatsioon				18	2	9																																																																		
Katuse soojustamine				48	3	16																																																																		
Katusekatmine rullmaterjaliga				10	2	5																																																																		
Mittekandvad tarindid																																																																								
Terrasside ehitus				10	2	5																																																																		
Šahtide ladumine				26	2	13																																																																		
Müüritiste ladumine				52	4	13																																																																		
Kipsist vaheseinte ehitus				216	4	54																																																																		
Tehnosüsteemid																																																																								
Põrandaalune kanalisatsioon				20	4	5																																																																		
Kanalisatsioon				54	3	18																																																																		
Veevarustus				64	4	16																																																																		
Sanitaartehnika seadmed				30	2	15																																																																		
Küte ja ventilatsioon				375	5	75																																																																		
Jahutus				148	4	37																																																																		
Tuletõrjearustus				24	2	12																																																																		
Tugevvoolupaigaldised				355	5	71																																																																		
Nõrkvoolupaigaldised				63	3	21																																																																		
Ruumitarindid ja pinnakatted																																																																								
Seinte viimistlus				387	9	43																																																																		
Põrandakatte paigaldus				36	3	12																																																																		
Lagede viimistlus				100	5	20																																																																		
Välisrajatised																																																																								
Välisvõrgud				18	3	6																																																																		
Maa-ala pinnakatted				45	3	15																																																																		
Väikeehitised maa-ala				10	2	5																																																																		
Töölise vajauds																																																																								
Masinate vajadus																																																																								
Laadur (Bobcat)																																																																								
Pinnasetihendaja																																																																								
Ekskavaator																																																																								
Käärtõstuk																																																																								
Korvtõstuk																																																																								
Autokraana																																																																								
Liebherr 290HC																																																																								

Ehitustegevuse kestus: 07.12.2022 - 25.03.2023

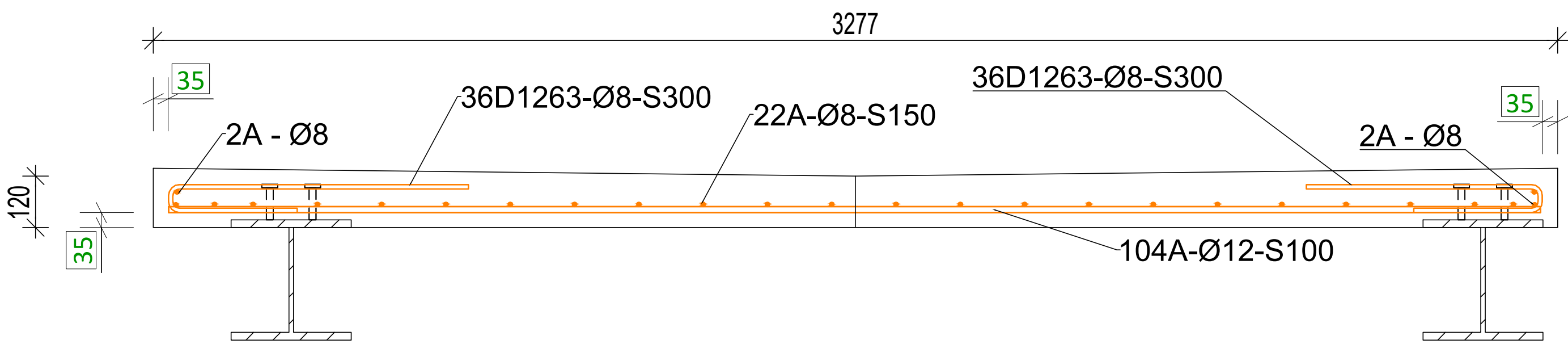
Kestus päevades: 344 tööpäeva

Tööaeg: 5 päeva nädalas, 8h (40h nädalas)

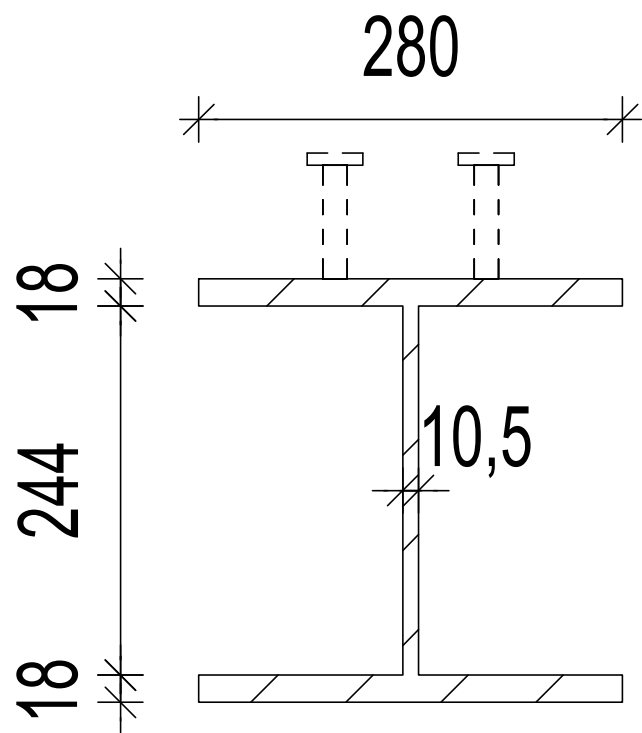
	TTÜ INSENERITEADUSKOND		Magistritöö	Leht/Lehti: 7/8
	Egert Jakobi		Koondkalenderplaan	
	Juhendaja: Roode Liias			
Ehituse ja arhitektuuri instituut			Ehitustehnoloogia ja platiskorralduse analüüs Tallinna, Lootsi % büroohoone näitel	

Konstruksiooni osa

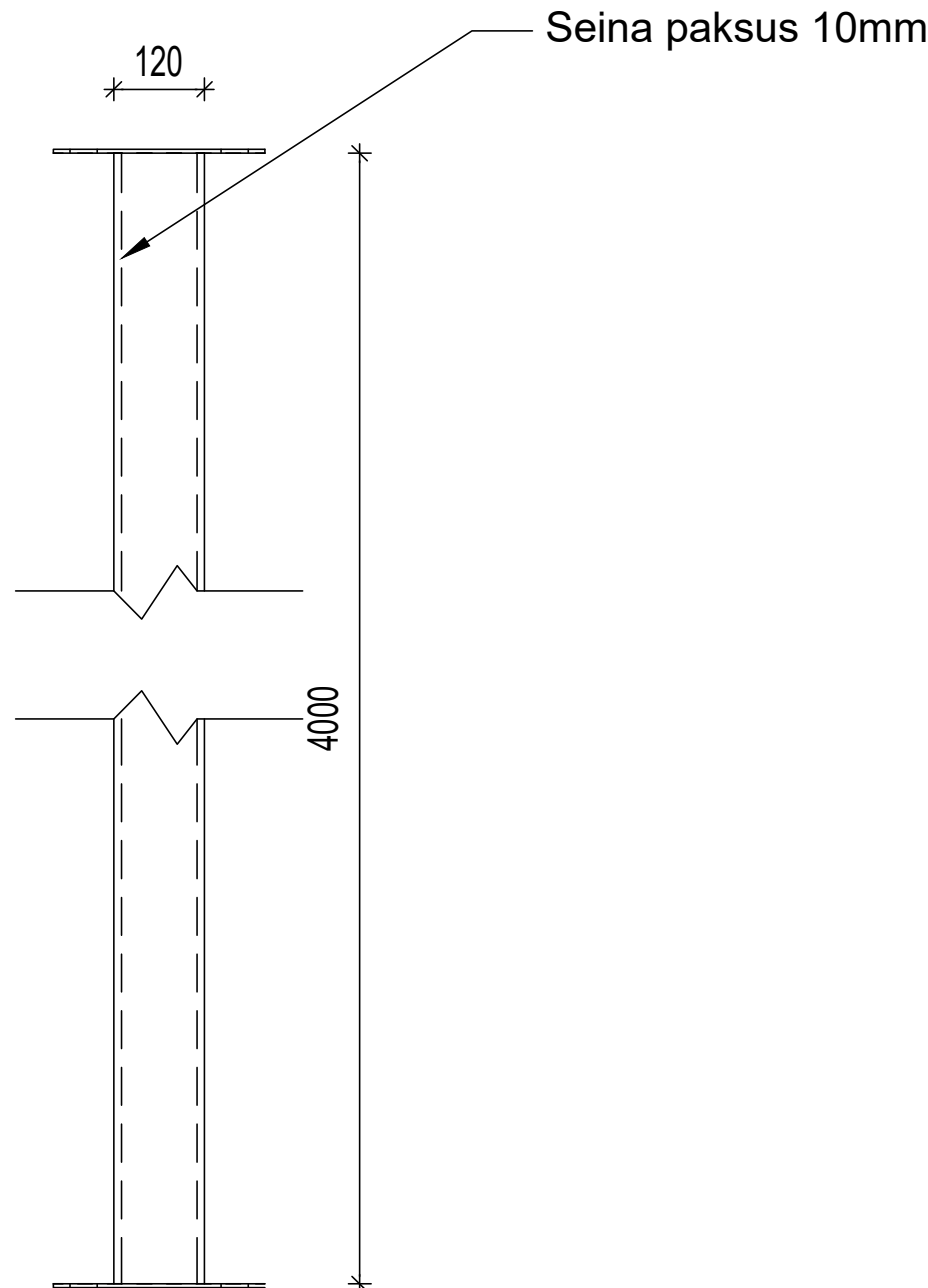
Betoonplaadi lõige
1:10



Tala ristlõige
1:15



Terasest post
1:10



SARRUSTERASE PAINUTUSTABEL																
KUJU POS.	KLASS	Ø mm	ARV TK	L mm/jm	a mm	b mm	c mm	d mm	e mm	f mm	g mm	u °	v °	r mm	x mm	y mm
jm	B500B	8	268.8													
jm	B500B	12	339.2													
B 1264	B500B	8	8	580	300	300						90.0		16		
D 1260	B500B	8	36	875	550	65	300							16		
D 1263	B500B	8	36	1025	700	65	300							16		
ARMATUURI KAAL [kg]:																436.3
ARMATUURI KAAL KOKKU [kg]:																436.3

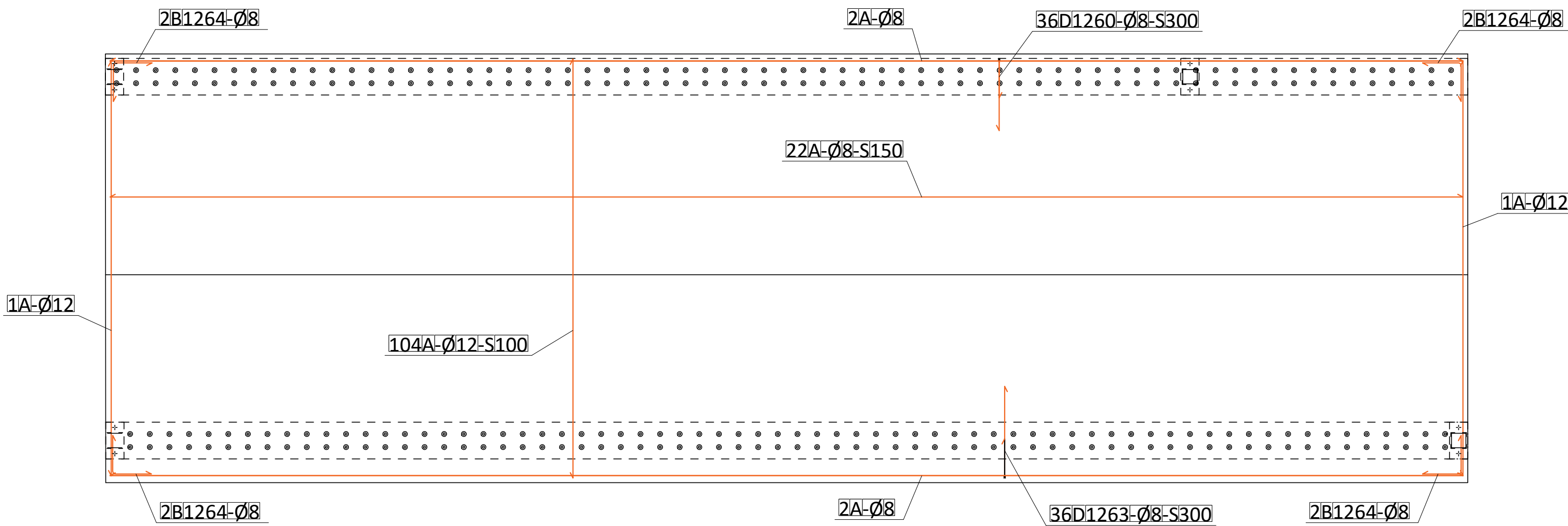
Ø 8	B500B	135.1	kg
Ø 12	B500B	301.2	kg
KOKKU:	B500B	436.3	kg

NB! EI SISALDA VÕRGU KAALU

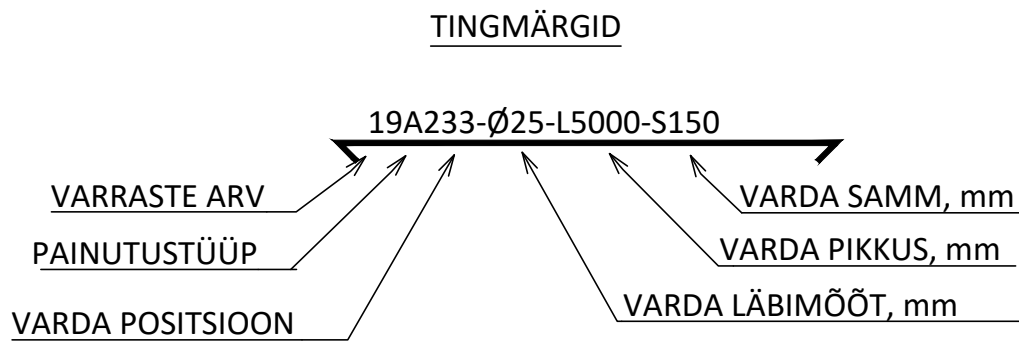
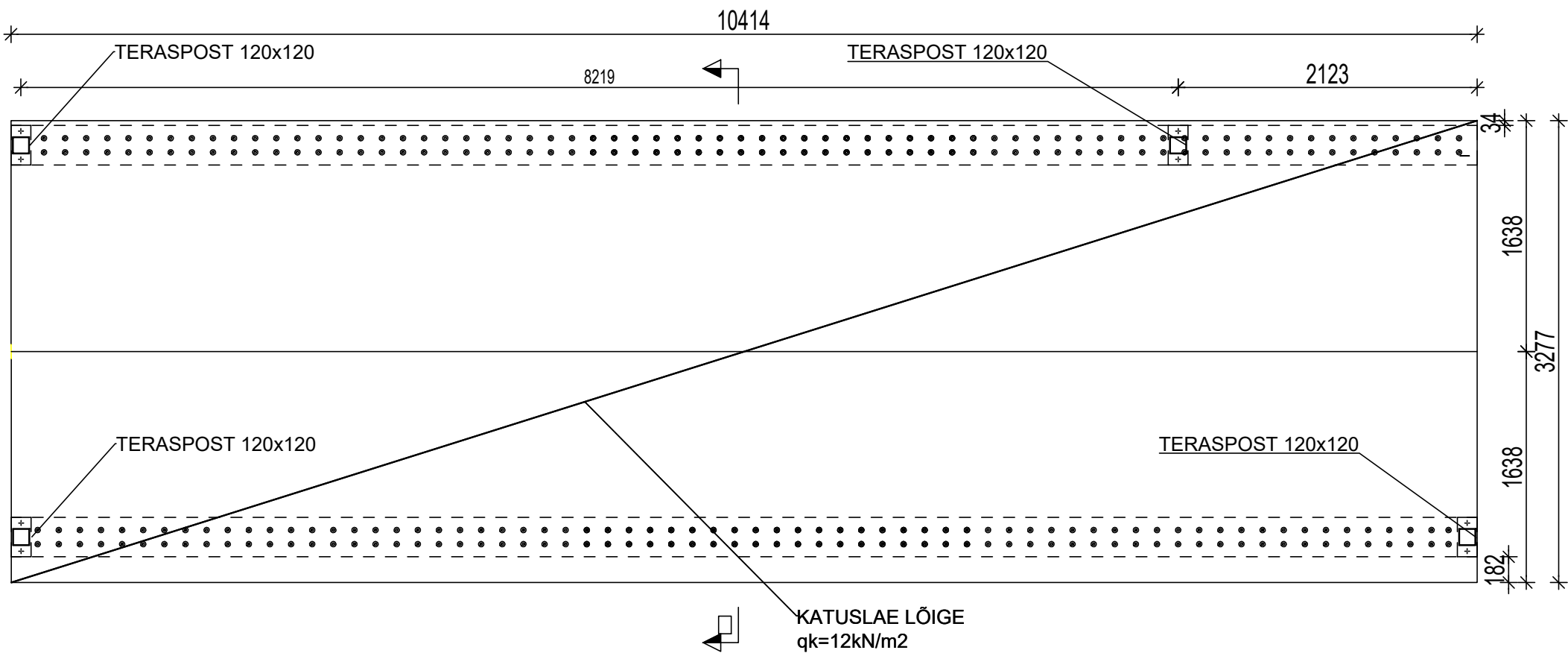
ELEMENTIDE SPETSIFIKATSIOON: MONOLIIT KONSTRUKTSIOONID

POS.	BETOONKEHA GABARIITMÕÖDUD [mm]			TK	MATERJAL	MAHT [m3] / TK	KOKKU [m3]
	LAIUS	PIKKUS	KÕRGUS				
ISS-16001	3277	10412	138-120	1	C30/37	4.3	4.3
BETOONI MAHT KOKKU [m3]:						C30/37	4.3

Armatuuri paigutus
1:30



Konstruksiooni plaan
1:40



- MÄRKUSED:
1. KESKKONNAKLASS (EVS-EN 206:2014): XC3
 2. SARRUSE KAITSEKIHT: MINIMAALNE >25mm, NIMIKATSEKIHT 35mm
 3. BETOONI TUGEVIK: >C30/37
 4. KALDED ANDA VASTAVALT VK JA ARHITEKTUURIPROJEKILE.

TALTECH	TTÜ INSENERITEADUSKOND	Magistritöö	Leht/Lehti: 8/8
Koostaja: Egert Jakobi		Konstruksiooni osa	
Juhendaja: Johannes Pello		Ehitustehnoloogia ja platsikorralduse analüüs Tallinna, Lootsi 1/2 büroohoone näitel	
Ehituse ja arhitektuuri instituut			