



TALLINNA TEHNKAÜLIKOOL
INSENERITEADUSKOND
Tartu Kolledž

TALLINNA TEHNKAÜLIKOOL

**EHITUSTEHNNOOGIA JA PLATSIKORRALDUSE
ANALÜÜS TARTU ÜLIKOOLI HARIDUSTEADUSTE
INSTITUUDI EHITUSE NÄITEL**

**ANALYSIS OF CONSTRUCTION TECHNOLOGY AND
BUILDING SITE MANAGEMENT BASED ON THE CASE
STUDY OF THE CONSTRUCTION OF UNIVERSITY OF
TARTU INSTITUTE OF EDUCATION**

MAGISTRITÖÖ

Üliõpilane: Georg Randla

Üliõpilaskood 177461EAEI

Juhendajad: Professor Irene Lill, Veiko Seliste

Tartu 2022

AUTORIDEKLARATSIOON

Olen koostanud lõputöö iseseisvalt.

Lõputöö alusel ei ole varem kutse- või teaduskraadi või inseneridiplomiit taotletud. Kõik töö koostamisel kasutatud teiste autorite tööd, olulised seisukohad, kirjandusallikatest ja mujalt pärinevad andmed on viidatud.

01. mai 2022

Autor:
/ allkiri /

Töö vastab magistrítööle esitatud nõuetele.

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

Juhendajad:
/ allkiri /

.....
/ allkiri /

Kaitsmissele lubatud

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

Kaitsmiskomisjoni esimees:

.....
/ nimi ja allkiri /

LIHTLITSENTS LÕPUTÖÖ REPRODUTSEERIMISEKS JA LÕPUTÖÖ ÜLDSUSELE KÄTTESAADAVAKS TEGEMISEKS

Mina, **Georg Randla**, sünd. 09.06.1998

1. annan Tallinna Tehnikaülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) enda loodud teose
**EHITUSTEHNOLOOGIA JA PLATSIKORRALDUSE TARTU ÜLIKOOLOI
HARIDUSTEADUSTE INSTITUUDI EHITUSE NÄITEL,**
mille juhendajad on professor Irene Lill ja Veiko Seliste,
1.1 reproduutseerimiseks lõputöö säilitamise ja elektronse 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.



Ehituse ja arhitektuuri instituut

LÕPUTÖÖ ÜLESANNE

Üliõpilane: **GEORG RANDLA**

Üliõpilaskood **177461EAEI**

Õppekava: **EAEI02 Ehitiste projekteerimine ja ehitusuhtimine**

Peaeriala: Ehitiste restaureerimine

Lõputöö teema:

EHITUSTEHNOLOOGIA JA PLATSIKORRALDUSE TARTU ÜLIKOOLI HARIDUSTEADUSTE INSTITUUDI EHITUSE NÄITEL

Analysis of construction technology and building site management based on the case study of the construction of University of Tartu Institute of Education

Juhendaja: **Professor Irene Lill**

irene.lill@taltech.ee

Juhendaja: **Veiko Seliste**

veiko.seliste@ehitustrust.ee

Lõputöö konsultandid:

Tiitel või ametikoht, Ees- ja Perekonnanimi

Margus Peterson, projektijuht, 56654646
Plank OÜ

Allkirjastatud
digitaalselt

Lõputöö põhieesmärgid:

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

Töö keel: eesti keel

Lõputöö etapid ja ajakava:

Ülesande kirjeldus	Tähtaeg
1. Sissejuhatus: lähteandmed, eritingimused	09.02.2022
2. Arhitektuurne osa	22.02.2022
3. Ehitusplatsi üldplaan	22.02.2022
5. Koondkalenderplaan	15.03.2022
6. Tehnoloogilised kaardid <ul style="list-style-type: none"> • Vundamendi ehitus ja rekonstrueerimine (mikrovaiad) • Maapealse osa ehitus: montaaži-, betooni- ja müüritööd 	30.03.2022 10.04.2022 20.04.2022
7. Majandus- ja uurimuslik osa: Müüri-, betooni- ja montaažitööde normeerimine erinevate normidega (RATU normid). Tulemuste adekvaatsuse analüüs ja selle võrdlus tegeliku olukorraga ehitusel. Ehitusmaksumuse kujunemise analüüs	30.04.2022
Töö- ja keskkonnakaitse	30.04.2022
Kokkuvõte eesti keeles	30.04.2022
Kokkuvõte inglise keeles	30.04.2022

Lõputööde 95% ülevaatus, mille läbimine on kaitsmise eelduseks 22.04.2022

Esitusmaterjalid kaitsmisel: A1 joonised

Kirjeldus	Tähtaeg
1 Arhitektuursed joonised – 1-2 lehte	22.02.2022
2 Ehitusplatsi üldplaan – 3 leht	22.02.2022
3 Tehnoloogilised kaardid – 4 - 7 lehte	20.04.2022
4 Koondkalenderplaan – 8 leht	15.03.2022

Lõputöö esitamise tähtaeg: 9. mai 2022

Lõputöö ülesanne välja antud: 02.12.2021

Juhendajad:

Professor Irene Lill

/ allkiri /

Veiko Seliste

/ allkiri /

Ülesande vastu võtnud:

Georg Randla

/ allkiri /

Avalikustamise
piirangu tingimused: puuduvad

SISUKORD

Lihtlitsents lõputöö reproduutseerimiseks ja lõputöö üldsusele kättesaadavaks tegemiseks	3
SISUKORD	6
EESSÕNA	8
TABELITE LOETELU	9
GRAAFILISE MATERJALI LOETELU.....	10
SISSEJUHATUS.....	11
1. Lähteandmed	13
1.1 Projekti lähteandmed	13
1.2 Muinsuskaitse eritingimused.....	13
1.2.1 Üldnõuded:.....	14
1.2.2 Eksterjöör:	15
1.2.3 Interjöör:	16
1.3 Muud eritingimused	16
2. Arhitektuurne osa	17
2.1 Asendiplaan	17
2.2 Hoone piirded ja haljastus.....	17
2.3 Arhitektuurne osa.....	19
2.4 Hoonete tarindid	19
2.5 Fassaadid	20
2.6 Siseviimistlus.....	20
2.7 Küte	22
2.8 Jahutus	23
2.9 Kanalisaatsioon	23
2.10 Veevarustus	24
2.11 Ventilatsioon.....	24
2.12 Tugevpool	25
2.13 Nõrkpool	27
2.14 Automaatika	28
3. Ehitusplatsi üldpalaan	30
3.1 Ehitusplatsi üldpõhimõtted	30
3.2 Ehitusplatsi ajutised teed	31
3.3 Ajutised ehitised ja laod	31
3.4 Ajutine veevarustus ja kanalisatsioon.....	34

3.5	Ehitusaegne ruumikliima	34
3.6	Ajutised elektripaigaldised ja elektrivarustus.....	35
4.	Koondkalenderplaan	37
4.1	Ehitustööde maksumuse arvutus	37
4.2	Koondkalenderplaani lähteandmed	37
4.3	Teoreetiliste ja tegelike kestuste võrdlus.....	39
5.	tehnoloogilised kaartid.....	41
5.1	Vundamentide ehitus	41
5.2	Hoone maapealse osa ehitus.....	43
5.3	Müüritööd	49
5.4	Monoliitsed vahelaed, trepid ja pandused.....	49
5.5	Kraana valik.....	51
5.6	Monteeritavad raudbetoonelemendid	56
5.7	Kestuse arvutused	57
6.	Töö- ja keskkonnakaitse	60
6.1	Keskkonnakaitse ja tuleohutus	61
6.2	Vundamendi ehitustööd.....	61
6.3	Hoone maapealse osa ehitustööd.....	62
7.	Tegelike ehituskulude võrdlus esialgse eelarvega.....	63
8.	Kokkuvõte	65
9.	Summary.....	67
	KASUTATUD KIRJANDUS	69

EESSÖNA

Lõputöö sisuks on platsi korralduse ning ehitustehnoloogia analüüsime Tartu Ülikooli Haridusteaduste Instituudi rekonstruktsioonide ja ümberehituse näitel.

Objekti lähteandmed ja joonised andis lõputöö koostamiseks kasutada ettevõte Ehitustrust AS. Töö vormistamisel pidas autor nõu eelkõige käesoleva lõputöö juhendajate professor Irene Lille ja Veiko Selistega. Sisendid majandusosa ning ajagraafikute koostamiseks saadi juhendajalt Veiko Selistelt, hoone ehitaja Ehitustrust AS projektjuht.

Olen tänulik juhendajatele, konsultandile ning tööandjale Ehitustrust AS, kellega koostöös valmis käesolev magistritöö.

Võtmesõnad: Jakobi 5, ehitustehnoloogia, platsi korraldus, magistritöö

TABELITE LOETELU

Tabel 2.1 Hoone üld- ja tehnilised andmed.....	19
Tabel 2.2 Ventilatsiooni seadmete tööpiirkonnad.....	25
Tabel 2.3 Valgustugevuse nõuded ruumi liigi kaupa.....	27
Tabel 3.1 Ajutiste ehitiste tegelik vajadus vastavalt ehitaja kogemusele.....	35
Tabel 3.2 Ehitusaegse voolu tarbijad ja vajadus liigitri.....	37
Tabel 4.1 Ratu ajanormide järgi arvutatud ja tegelikku ajakulu võrdlev koondtabel.....	39
Tabel 4.2 Rohkem kui 50% hälbgaga tööliikide tabel.....	40
Tabel 4.3 Põhjendamatult suure ajalise erinevusega tööd.....	41
Tabel 5.1 Rostvärgi armatuuri spetsifikatsioon.....	45
Tabel 5.2 Vaiamistöö materjalide mahud haardeala kaupa.....	49
Tabel 5.3 Rostvärgi armatuuri eksplikatsioon.....	49
Tabel 5.4 Rostvärgitööde materjali koondmahud haardeala kaupa.....	49
Tabel 5.5 Vundamendi töömahtude koondtabel haardala kaupa.....	49
Tabel 5.6 Müüritööde töömahtude koondtabel.....	50
Tabel 5.7 Monoliitsete vahelagede koondmahutabel.....	51
Tabel 5.8 Treppide ja panduste koondmahutabel.....	52
Tabel 5.9 110-tonnise kraana montaažiparameetrid.....	53
Tabel 5.10 110-tonnise kraana tõsteparameetrid.....	53
Tabel 5.11 90-tonnise kraana montaažiparameetrid.....	54
Tabel 5.12 90-tonnise kraana tõsteparameetrid.....	54
Tabel 5.13 70-tonnise kraana montaažiparameetrid.....	56
Tabel 5.14 70-tonnise kraana tõsteparameetrid.....	56
Tabel 5.15 Vundamentide ehituse töömahud.....	58
Tabel 5.16 Hoone maapealse osa ehituse töömahud.....	59
Tabel 7.1 Maksumuse võrdlus.....	64

GRAAFILINE MATERJALI LOETELU

Jooniste loetelu:

Joonis 1.1 Muinsuskaitse alal paikneva Jakobi 5 kinnistu asukoht.....	14
Joonis 2.1 Jakobi 5 hoonestus enne(vasakul) ja pärast(paremal) ehitustöid.....	17
Joonis 3.1 Üheksast soojakust koosneva kompleksi 3D mudel.....	32
Joonis 3.2 Üheksast soojakust koosneva kompleksi 1. korruse plaan.....	33
Joonis 3.3 Üheksast soojakust koosneva kompleksi 2. korruse plaan.....	33
Joonis 3.4 Üheksast soojakust koosneva kompleksi 3. korruse plaan.....	33
Joonis 5.1 Vaiamasin Klemm KR 701 Jakobi 5 hoonesse sisenemine.....	42
Joonis 5.2 110-tonnise kraana tõstegraafik.....	52
Joonis 5.3 110-tonnise kraana kabariitide mõõdud.....	53
Joonis 5.4 90-tonnise kraana tõstegraafik.....	54
Joonis 5.5 90-tonnise kraana kabariitide mõõdud.....	54
Joonis 5.6 70-tonnise kraana tõstegraafik.....	55
Joonis 5.7 70-tonnise kraana kabariitide mõõdud.....	56

Lõputöö koosseisu kuulub 8 esitusjoonist formaadis A1:

Joonis 1: Arhitektuursed vaated ja lõiked (A1)

Joonis 2: Arhitektuursed plaanid (A1)

Joonis 3: Ehitusplatsi üldplaan (A1)

Joonis 4: Vaitööde ja rostvärgitööde tehnoloogiline kaart (A1)

Joonis 5: Hoone maapealse osa tehnoloogiline kaart 1/3 (A1)

Joonis 6: Hoone maapealse osa tehnoloogiline kaart 2/3 (A1)

Joonis 7: Hoone maapealse osa tehnoloogiline kaart 3/3 (A1)

Joonis 8: Koondkalenderplaan (A1)

SISSEJUHATUS

Käesoleva magistritöö teemaks on ehitustehnoloogia ja platsikorralduse analüüs Tartu Ülikooli Haridusteaduste Instituudi ehituse näitel. Töö aluseks on Tartu, Jakobi 5 ehitusprojekt ning tellija poolt esitatud lähteülesanne.

Antud magistritöö eesmärkideks on:

1. töötada välja ehituse tehnoloogilised ja korralduslikud lahendused.
2. analüüsida tööde normeeringise variantlahendusi ja ehitusmaksumuse kujunemist.

Käesoleva töö käigus uuritakse kas antud objekt oleks saanud valmida lepingus ette nähtud tähtajaks ning püsida eelarves, analüüsitakse projekteeritud ehitusplatsi korraldust ja ehitustehnoloogiat Ratu ajanormide järgi arvutatud ja tegelikult tööl kulunud ressurside vahel (ajakulu, finantsilised vahendid, töötajate vajadus).

Koondkalenderplaani ajanormid võetakse Ratu ajanormide käsiraamatust koondkalenderplaani ajanormide sektsioonist. Tehnoloogiliste kaartide jaoks arvutatud ajanormide arvutamise aluseks on Ratu tehnoloogilised kaartid. Suurte kõrvalekallete korral Ratu ajanormidest uuritakse kas põhjus võib olla seotud mitteplaneeritud arheoloogiliste uuringutega.

Jakobi 5 objektile ei tellitud enne ehitamisega alustamist põhjalikke arheoloogilisi uuringuid. Alles jääva hoone kandvate seinte juures teostati kaks šurfi uurimaks alles jääva hoone vundamentide seisukorda ning vundamendi alla jäävaid pinnase kihte. Uue hooneosa vundament oli põhiprojekti staadiumis projekteeritud madalvundamendina. Uue hooneosa läheduses teostati üks šurf, et uurida pinnase kihte madalvundamendi projekteerimiseks.

Kuna kolme surfi käigus ei avastatud ühtegi arheoloogilist leidu, järelldati, et alal puuduvad või on väga väheses koguses arheoloogidele huvi pakkuvaid esemeid/rajatisi ning arheoloogilisi väljakaevamisi enne ehitamisega alustamist ei ole vajadust läbiviia.

Ehitamise algfaasis selgus, et ehitatav ala on täis vanu müüritisi ja muid arheoloogilisi leide. Seetõttu alustati arheoloogiliste uuringutega ning kogu ehitusalune ala kaevati üles. Selline ootamatu avastus tähendas seda, et ehitaja ei saanud ehitada varem planeeritud efektiivsusega ning kinni pidada varem paika pandud eelarvest.

Magistritöö on jagatud kaheksaks osaks: projekti lähteandmed, arhitektuurne osa, ehitusplatsi korraldus, koondkalenderplaan, tehnoloogilised kaardid, töö- ja keskkonnakaitse, tegelike ehituskulude võrdlus esialgse eelarvega.

Projekti lähteandmetes tuuakse välja projekti olulised osad, muinsuskaitse ja muud eritingimused.

Arhitektuuruses osas kirjeldatakse hoones tehtavaid ehitustöid ning tuuakse välja olulisemad projekti nõuded nende tööde teostamisel.

Ehitusplatsi korraldavas osas koostatakse ehitusplatsi üldplaan, lahendatakse ning kirjeldatakse kõik platsi korralduslikud probleemid. Koondkalenderplaanis esitatakse ehitustööde ajaline kulg ning võrdlus Ratu ajanormide ning ehitajal tegelikult platsil kulunud ajanormide vahel.

Tehnoloogiliste kaartide osas kirjeldatakse ehitustööde tehnoloogilist järjekorda, sõltuvust teistest töödest ning ehitustehnoloogilisi lahendusi.

Töö ja keskkonnakaitses kirjeldataks tööhutuse, keskkonnakaitse ja tuleohutuse olulisemaid nõudeid.

Jakobi 5 rekonstruktsioonis esineb ehitustehnoloogilisest ja platsikorralduslikust aspektist olulisi väljakutseid, mis on omased paljudele ehitusobjektidele. Kuna rekonstruktsioonide objektid on ehitaja vaatevinklist üldiselt keerulisemad kui uusehitus objektid, annab käesolev lõputöö panuse rekonstruktsioonis- ja ehitustööde efektiivsemaks ning kvaliteetsemaks muutmiseks, planeerimiseks ja teostamiseks Eestis.

1. LÄHTEANDMED

1.1 Projekti lähteandmed

Käesolevas lõputöös käsitletav objekt rajatakse Tartusse. Kinnistul Jakobi 5 / Munga 4 / Lutsu 1 asuvad hooned ehitatakse kokku ühtseks suureks õppهوoneeks – Tartu Ülikooli Haridusteaduste Instituudiks. Hoone omandab valmimisel aadressi Jakobi 5.

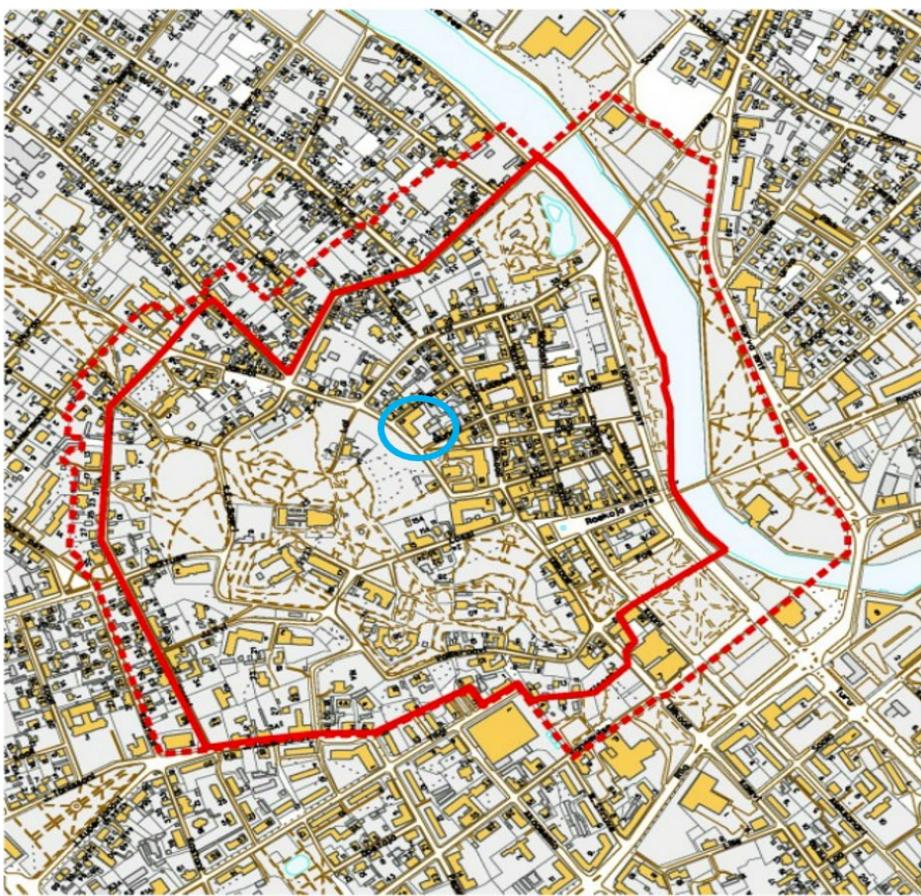
Projekti eesmärgiks on muuta praeguste hoonete kasutusotstarvet, tagada liikumispuudega inimeste pääs hoonesse ja hoones sees, renoveerida ajaloolise Jakobi tn 5 hoone fassaad ning rajada tänapäevasem eriosade lahendus.

Järgnevalt on välja toodud olulisemad projekti osad, mida kasutatakse käesoleva töö arhitektuurse osa ja tehnoloogiliste kaartide koostamisel:

- Arhitektuuriklubi OÜ „Tartu Ülikooli õppهوone Jakobi 5 ümberehituse, laienduse ja restaureerimise arhitektuurne tööprojekt“, töö nr. 23-21 [1];
- Pakrum OÜ „TÜ õppهوone Jakobi 5, veevarustuse, kanalisatsiooni, kütte ventilatsiooni, jahutuse tööprojekt“, töö nr. 047-20 [2];
- RTG Projekt AS „Jakobi 5 õppهوone elektripaigaldise põhiprojekt“, töö nr. NO-04/12-19 [3];
- AS Selko „TÜ õppهوone Jakobi 5 elektroonilise side ja nõrkvoolu tööprojekt“, töö nr. 19050 [4];
- AS Clik „TÜ õppهوone Jakobi 5 automaatika tööprojekt“, töö nr 20E114 [5];
- Cavallio Disain OÜ „TÜ õppهوone Jakobi 5 sisekujunduse põhiprojekt“, töö nr 09-2019, aprill 2020 [6];
- RTG Projekt AS „Jakobi 5 õppهوone ehituskonstruktsioonide tööprojekt“, töö nr. 292019 [7];
- OÜ Rakendusgeoloogia „Jakobi 5 ja Munga 4 vundamendi uuring“, töö nr. 19-108 [8];
- AS Geotehnika „TÜ õppهوone Jakobi 5 geotehniline aruanne“ [9].

1.2 Muinsuskaitse eritingimused

Krunt asub Tartu vanalinnas muinsuskaitse alal. Allpool asuval joonisel 1.1 on esitatud Jakobi 5 kinnistu asukoht.



Tingmärgid:

Muinsuskaitseala piir

Kaitsevööndi piir

Joonis 1.1 Muinsuskaitse alal paikneva Jakobi 5 kinnistu asukoht [29]

Kuna krundi Jakobi 5 / Munga 4 / Lutsu 1 (muinsuskaitse reg.nr: 27006/184) hooned asuvad muinsuskaitse alal ja on ajaloolise väärtsusega, järgitakse hoonete rekonstrueerimisel muinsuskaitse nõudeid ja tingimusi:

1.2.1 Üldnõuded:

1. Töid teostatakse üksnes Tartu linna kultuuriväärtuste teenistusega kooskõlastatud põhiprojekti alusel. Enne tööde alustamist taotletakse muinsuskaitsealal tööde tegemise luba.
2. Restaureerimisalaseid projekteerimistöid teostatakse ainult selleks vastavat pädevustunnistust omavate isikute/ettevõtete poolt.

3. Tööde kestel tagatakse vastavat pädevustunnistust omava isiku-/ettevõttelepoolne muinsuskaitseline järelevalve.
4. Pinnase- ja kaevetööde teostamisel tagatakse arheoloogiline järelevalve.
5. Kui muinsuskaitsealal tööd tehes avastatakse arheoloogiline kultuurkiht või kultuuriväärtusega leid, seisatakse töö, säilitatakse leiukoht muutumatul kujul ning viivitamatult teatatakse sellest Tartu linna kultuuriväärtuste teenistusele.

1.2.2 Eksterjöör:

1. Säilitakse Jakobi 5 hoone algupärased gabariigid, katuseräästa- ja harjakörgus.
2. Säilitakse Jakobi 5 hoone fassaadi dekoor ja arhitektuurne ilme, hoonet välispidiselt soojustada ei ole lubatud.
3. Jakobi 5 hoone ja maakivimüüriga endise tallihoone (C) aknad asendatakse algupäraste akende koopiatega (puidust kahekordne lahusraam, sama raamiprofil ja konstruktsioon). Sisemisele raamile paigaldatakse pakettklaas.
4. Kolmekorraselise mahu Lutsu tänavale poolsesse otsaseina kavandatakse uus hoone arhitektuuriga sobiva ukseavaga.
5. Võimlatiiva hoovipoolse fassaadi alumisi aknaid pikendatakse allapoole.
6. Võimlatiiva hoovipoolse fassaadi keskossa kavandatakse uus hoone arhitektuuriga sobiva ukseavaga.
7. Säilitatakse ja eksponeeritakse eksterjöoris endise tallihoone (C) peafassaad ja edelapoolne otsasein. Eemaldatakse otsaseina silikaattellistest kõrgendus. Säilitatakse esifassaadi avade kuju, suurus ja paigutus. Munga tänavale poolset fassaadi laotakse natuke kõrgemaks, et fassaad saaks arhitektuurselt loogilise lõpetuse. Peafassaadi uksed valmistatakse analoogide eeskujul või markeeritakse.
8. Uusehitiste kõrgus hoovil ei tohi ületada kahekorraselise võimlatiiva (B) katuseharja kõrgust. Uute hoonete arhitektuur peab olema kaasaegne, kvaliteetne ja ajaloolisse keskkonda sobiv. Kasutatakse esinduslikke ja ajas kestvaid välisviimistlusmaterjale.
9. Võimlatiib (B) ja uus hoone ühendatakse teise korruse kõrgusel Lutsu tänavale ääres tänavajoonest tagasiastega, et tagada hoonete eraldi vaadeldavus tänavafrondist.
10. Säilitatakse kinnistutevaheline tulemüür Munga ja Lutsu tänavale vahel ning piirdemüür Jakobi ja Munga tänavale ääres.
11. Hoonete E ja D lammutamisel leitud algupärased konstruktsioonielemendid dokumenteeritakse.

1.2.3 Interjöör:

1. Säilitatakse Jakobi 5 hoones olevad paekivist astmetega trepid.
2. Jakobi 5 peatreppi pikendatakse katusealuseni.
3. Säilitatakse kassettlagi võimlas ja Jakobi 5 hoone kagutiiva 2. korrusel.
4. Säilitatakse olemasolevad uksed või valmistatakse nende eeskujul uuued.

1.3 Muud eritingimused

Kuna käesolev hoone asub tiheasustatud piirkonnas, pööratakse erilist tähelepanu ehitusaegsele valvele ning tööhõtusele. Antud piirkonnas liigub palju rahvast ning kõrvaliste isikute sattumine ehitusplatsile võib olla ohtlik nende endi tervisele ja/või kahju toov ehitajale.

Kraanaga töötamisel arvestatakse, et kõrval olevatel kinnistutel asuvad hooned on vahetult krundi piiril ning Jakobi 5 krunt on ümbratsetud tiheda liiklusega autodeedest ning kergliiklusteedest. Sellega seoses peetakse kraanaga töötamisel rangelt kinni ehitusplatsi üldplaanil (vt esitlusjoonis 3) näidatud kraana ohuala piiridest.

Ehitustööde teostamiseks suletakse ajutiselt ehitusmasinate poolt hõivatud tänavat lõigud. Tänava sulgemiseks koostatakse koostööpartneritega ajutine liikluskorralduse skeem. See on aluseks Tartu Linnavalitsusest hangitavale tänavale sulgemise loa taotlemisele.

2. ARHITEKTUURNE OSA

Arhitektuurne osa kirjutatakse kasutades tööprojekti osade seletuskirju.

2.1 Asendiplaan

Kinnistul, Jakobi 5 / Munga 4 / Lutsu 1 paikneb kaks eraldi hoonet. Aadressil Jakobi 5 asub viiekordne õppehoone, kus varasemalt omandasid haridust kehakulturistid. Jakobi 5 hoone renoveeritakse ning ehitatakse kokku aadressil Munga 4 paikneva vana tõllakuuriga õppehooneks. Nii moodustab tulevane hoonekompleks U-kuju. Joonisel 2.1 on kujutatud Jakobi 5 hoonestus enne ja pärast ehitustöid.

Krundi platsi kattev asfaltkatend vahetatakse klinterkivi vastu. Kuna hoone paikneb muinsuskaitse alal, teostatakse kogu ehitusaluse platsi ulatuses arheoloogilisi väljakaevamisi.



Joonis 2.1 Jakobi 5 hoonestus enne(vasakul) ja pärast(paremal) ehitustöid [30]

2.2 Hoone piirded ja haljustus

Projekti käigus omandavad praegused platsil olevad ehitised täiesti uue ruumikujunduse. Alles jäetakse ainult kandvad seinad ja olulised šahtid, vanasse hooneosasse rajatakse täiesti uus ruumiprogramm.

Kinnistut piirab ca 3m körgune kivimüür, mis säilitatakse, kuid toestatakse ning viimistletakse üle. Krundile on kaks sissesõitu, millest esimene paikneb Munga tänavalt, mis on piiratud värvavaga. Samuti asub Munga tänaval krundile sisse pääsemiseks

mõeldud käiguuks. Teine värv paikneb Lutsu tänaval, kus on samuti nii jalgvärv kui ka autodele sissesõiduks mõeldud metallist värv.

Lutsu tänavava värvava kohale ehitatakse kahe hoone (Jakobi 5 ja Munga 4) ühendav hooneosa.

Jakobi 5 aadressilasuva viiekordse hoone piirded ei muudeta. Muudetakse Munga 4 asuva vana töllakuuri korruselisust, välisseina asukohtning ehitusalust pinda. Töllakuuri muudetakse senisest kahekordsest ehitisest kolmekordseks. Töllakuuri senised välisseinad lammutatakse, välja arvitud maakivist laotud seinad. Samuti ühendatakse töllakuuri asemele ehitatava hooneosa ja naaberkrundil asetsev hoone nii, et säiliks arhitektuurne terviklikkus.

Tagatakse naaberkruntidel asetseva haljastuse säilimine. See tähendab, et kaevetöid teostatakse arvestades juurekava ning puude tüved kaitstakse ehitusmehhanismide eest.

Hoone üld- ja tehnilised andmed on koondatud allpool toodud tabelisse 2.1.

Tabel 2.1 Hoone üld- ja tehnilised andmed

Nimetus	Ühik
Ehitusalune pind(m^2)	1 906,5 m^2
Maapealse osa alune pind(m^2)	1 906,5 m^2
maapealsete korruste arv	4
maa-aluste korruste arv	1
absoluutne kõrgus(m)	57,3 m
kõrgus(m)	15,5 m
pikkus(m)	60,7 m
laius(m)	32,6 m
sügavus(m)	2,6 m
suletud netopind(m^2)	3 888,1 m^2
köetav pind(m^2)	3 885,7 m^2
maapealse osa maht(m^3)	19 474 m^3
maht(m^3)	19 766 m^3
üldkasutatav pind(m^2)	1 241,9 m^2
tehnopind(m^2)	246,7 m^2
mitteeluruumi pind(m^2)	2 399,5 m^2
maja kasutajate arv	736
tuleohutusklass	TP-2
kasutusviis	IV, õppahoone
kinnistu pindala(m^2)	3 624 m^2
läätehitus	52,60%

2.3 Arhitektuurne osa

Kuna Jakobi 5 hoone asub muinsuskaitse alal, säilitatakse hoone algne välimus. Seega ei ole võimalik viia hoonet vastavusse kõigi kehtivate projekteerimisnormidega. Säilitatakse Jakobi 5 fassaadi endine krohvitud välimus. Muudetakse ainult fassaadi värvitoone, aga fassaadile ei paigaldata lisasoojustust.

Juurde ehitatava hooneosa fassaad ehitatakse kolme eri süsteemiga: puitfassaad, maakivifassaad ja krohvitud fassaad.

Platse kattev asfalt freesitakse üles ning asendatakse täies ulatuses punase klinterkiviga.

Restaureerimise lõppedes peab hoone sobituma arhitektuuriliselt Tartu vanalinna piirkonda.

2.4 Hoonete tarindid

Vana hooneosa mittekandvad siseseinad lammutatakse. Samuti lammutatakse osaliselt vahelagesid kandvad siseseinad. Monoliitraudbetoonist valatakse uued vahelae konstruktsioonid, kandvad postid, talad ning betoontrepid. Kandvad seinad ehitatakse täisbetoneeritud Columbia kividest. Seinamõodud ja asukohad on toodud betoonitööde tehnoloogilisel kaardil (vt esitusjoonis 5). Alles jäÄvatesse siseseintesse uute avade piikamisel ehitatakse seinte toestamiseks monoliitraudbetoonist sillused. Hoone vundament toestatakse mikrovaiadega. Jakobi 5 hoone uued kandvad seinad toetuvad samuti mikrovaiadele ehitatavatele rostvärkidele. Restaureeritava hoone välisseinad ning katusekonstruktsioonid säilitatakse ning tugevdatakse. Katuse korrusele rajatakse õhuvõtukamber, mis ehitatakse teraskonstruktsioonidele toetuvatest kergplekkpaneelidest.

Juurde ehitatava hooneosa kandvad postid, talad ning vahelaed monteeritakse tehases valmistatud raudbetoonelementidest. Õnnespaneelid toetuvad lisaks kandvatele taladele ka kandvatele seintele. Betoonõnnespaneeli kandvad seinad ehitatakse täisbetoneeritud Columbia kividest. Uue hooneosa bituumen katus ehitatakse õnnespaneelide peale. Valtsplekkkatus toetub liimpuittaladele.

Uue hooneosa maapealne osa ehitatakse vaivundamendile. Põhiprojektis projekteeritud madalvundamenti ei saa ehitada, sest arheoloogiliste väljakaaevamiste käigus tulid välja müürised ning kultuurkiht, mis asetseb suures mahus uue hooneosa all. Seega uus hooneosa projekteeritakse plaatrostvärgile, mis toetub mikrovaiadele. Postide ning maakivist fassaadi alla projekteeritakse kohtrostvärgid ning lintrostvärgid.

2.5 Fassaadid

Jakobi 5 hoonekompleksis restaureerimis- ja ümberehitamistöös kasutatakse nelja erinevat fassaadisüsteemi.

Jakobi 5 restaureeritav hooneosa fassaad, sealhulgas sokiosa, restaureeritakse täies mahus. Kuna sokli osas on vana tellis- ja maakivi müür saanud nähtavaid kahjustusi, taastatakse see ning krohvitakse. Restaureeritava hooneosa fassaadi ei soojustata. Fassaad krohvitakse uuesti, pahteldatakse ja värvitakse. Värvitoonid valitakse vastavalt arhitektuursetele joonistele.

Juurdeehitatava hooneosa puitlaudisfassaadi asukohad on näidatud arhitektuursetel joonistel (vt esitusjoonised 1 ja 2). Fassaad koosneb horisontaalsest, laudisest roovitisest, tuuletökkeplaadist ja asukohati soojustuse kihist, sõltuvalt sellest, kas seinamüüritis on laotud lammikivist või Columbia kivist. Fassaadil olevate avade kohale paigaldatakse erikujuga vahtplastist karniisiid.

Algsest planeeriti säilitada ajaloolised maakivi müüritised. Kuid kuna müüritised olid liiga suurte kahjustustega ning ebastiibilsed, müüritised lammutatakse ning ehitatakse uuesti üles. Columbia kivist seina sisse laotakse müüri ehitamise ajal metallist vardad, et siduda Columbia kivist sein maakivi müüritisega. Columbia kivi ja maakivimüüritise vaheline paigaldatakse soojustuse kihi. Maakivi müüritist ehitades jälgitakse, et kasutatakse piisavalt suuri kive ning, et kividest vuugid ei jookseks ühel joonel välimaks pragude tekete. Uste ja akende paled laotakse tellistest ning seejärel krohvitakse.

Uue hooneosa krohvitav fassaad ehitatakse otse lammikivi peale, sest lammikivi sees on juba soojustuse kiht olemas.

2.6 Siseviimistlus

Ajaloolise hooneosa sisearhitektuursetes lahendustes arvestatakse kehtivate muinsuskaitse eritingimustega. Kuna juurde ehitatav hooneosa moodustab alles jäälva hoonega ühtse kompleksi, lähtutakse uue hooneosa sisekujundusmaterjalide valikul vana hooneosa sobivuse ning muinsuskaitse eritingimustega.

Vana hooneosa kõikides ruumides, välja arvatud märgruumides, viimistletakse seinad Sakret SFP jämedateralise lubipahtliga ning värvitakse Sakret KS Interior jade 10 värviga. Uue hooneosa seinad, välja arvatud märgruumide seinad, kaetakse Sakret SFP jämedateralise lubipahtli ning värvitakse Sakret KS Interior jade 20 värviga. Kõik värvitavad seinad, mis on laotud kividest, krohvitakse Sakret HM-12 restaureerimiskrohvgiga.

Kõikide trepikodadade vahemademed plaaditakse ning trepimarsid kaetakse tolmutökkega. Uue hooneosa trepimademed plaaditakse Concrete 60 Smoke 60x60cm plaadiga ning vuugi värvitoon valitakse ligilähedane plaadi värvitoonile.

Vana hooneosa trepikojad ning 1. korruse koridor plaaditakse täismassplaat NATUCER ENMALLADO CEMENTI OTTO LIN-ga. Uue hooneosa koridoridesse paigaldatakse liimitav LVT Allura Flex 60074 1,0 mm.

Kogu hoone ulatuses paigaldatakse LVT ning parketi paigaldamisel kasutatakse nö kalasabamustrit. Põrandaliistuna kasutatakse kogu juurde ehitatava hooneosa ulatuses Combi KO1990KI6WE, massiivmänd 70x19mm ning kogu vana hooneosa ulatuses kasutatakse liistu Combi KO1990KI6WE, massiivmänd 90x19mm.

Kõik hoone märgruumide seined plaaditakse 20*60cm VOLTA GRIS MATE plaadiga ning põrandad Täismassplaat Gigacer Palyone layout 7.3 plaadiga. Märgruumide laed ehitatakse U-Raster Cogi Rest süsteemiga.

Hoones asuvad IT-töötajate jaotlate ja serveri ruumide põrandad ehitatakse antistaatilistest materjalidest. Põrandakatteks paigaldatakse antistaatiline PVC, seina viimistluseks kasutatakse eelpool kirjeldatud värve.

Uue hooneosa ruumides 148, 254 ning puhkeala põrand kaetakse vaipkattega. Kõik ülejää nud uue hooneosa klasside ning büroopindade põrandad kaetakse LVT Allura Flex 63412 0,55 mm. Ainukeseks erandiks on kunstiklass, mille põrand ehitatakse tolmutökkega kaetud betoonist.

Vana hooneosa klassiruumide ning bürooruumide põrandad kaetakse parkett- või vaipkattega, vastavalt sisearhitektuuris toodud plaanidele.

Kõik hoone siseuksed, mis ei ole tulekindlad siseuksed, ehitatakse täispuidust. Tuletsoonide vahelised uksed koridoride lõpus ja üldkasutatavates ruumides ehitatakse alumiiniumraamiga klaasustena. Ülejää nud tuletõkketsoonide uksed ehitatakse metallustena.

Hoone bürooruumid ning koridorid eraldatakse klaasvaheseintega. Klaasvaheseinte täpsemad ava suurused on toodud klaasvaheseinte spetsifikatsioonis. Klaasvaheseinte paigaldusel jälgitakse, et vahed teiste konstruktsioonide vahel saaksid tihendatud helikindla montaaživahuga, et tagada nõutav helikindlus.

Kuna hoone laed on enamuses üle 3m kõrged, paigaldatakse kõikidesse klassiruumide, koridori ja kontoriruumi lagedesse heli summutavad Ecophon Saint Gobain Industry Modus TAL +PE, 1200*600mm, S Grey 981 laeplaadid.

Hoone furnituuri paigaldab hoone omanik, välja arvatud vannitoa furnituur. Furnituuri asukohad ning spetsifikatsioonid on välja toodud sisearhitektuuri projektis.

2.7 Küte

Hoone arvutuslikuks talviseks välistemperatuuriks on valitud -25°C ning suhteliseks õhuniiskuseks 90%. Projekteerimisel valiti suvine arvutuslik välisõhu temperatuur +27°C ning õhuniiskus 50%.

Hoone kütte allikaks on kaugküte, kust tulev soe vesi juhitakse vastavalt radiaator-, põranda ja ventilatsioonikütte süsteemi. Kaugkütte võrgust tuleb talvel 105°C vesi ning maksimaalne lubatud tagastuv vee temperatuur on 55°C; suvel on võrgust tulev vesi 65°C ning maksimaalne lubatud tagastuv vee temperatuur võib olla 20°C. Kuna vana hooneosa fassaadi ei soojustata (muinsuskaitse tingimus), siis jäab soojussõlme keskmise tagastatava vee temperatuuri alla 50 °C.

Sooja kandjaks olev vesi pehmendatakse, et vältida soolade ladestumist torude seintel. Soojasõlm asub keldrikorrusel, ruumis 007. Soojasõlme juhitakse distantsilt (täpsemalt on juhtimine kirjeldatud automaatika projektis). Soojasõlme pumpadena kasutatakse Magna 3 või analoog. Katlaruumi põrandasse paigaldatakse trapp, kuhu lekete korral juhitakse vesi.

Enamus hoone küttesüsteemidest ehitatakse radiaatorkütte süsteemina. Ruumides, kus on jahutus, paigaldatakse radiaatoritele elektrilised ajamid ning ruumides, kus jahutus puudub, paigaldatakse radiaatoritele termostaайд. Ruumidesse paigaldatakse terasribi radiaatorid.

Põrandaküte ehitatakse plasttorudest paigaldussammuga 300/200mm. Põrandakütet reguleeritakse automaatselt vastavalt ruumikontrolleris kasutaja poolt määratud temperatuurile.

Kütteturistik paigaldatakse ehituskonstruktsioonide külge kivilankrutega. Põrandakütte turistik paigaldatakse põranda betooni sisse. Põhimagistralid paigaldatakse betoonlagede alla, vertikaalsed magistralid šahtidesse. Enne torude isoleerimist võ/betoneerimist, teostatakse survekatse.

2.8 Jahutus

Meeldiva sisekliima tagamiseks suvel, kui arvutuslik välisõhutemperatuur on +27°C, paigaldatakse Jakobi 5 restaureeritavasse hoonesse jahutussüsteem. Külmavarustus jahutuskehadele tagatakse kaugjahutuse abil. Küttekehadeks kasutatakse jahutuspalke ning ventilaatorjahutuskonvektoreid ehk fancoile. Serveri ruumi jahutus tagatakse split tüüpi jahutiga.

Jahutusseadmete töö reguleerimiseks kasutatakse regureelventiile. Jahutusvõimsust reguleeritakse ruumitemperatuuri anduri mootorventiili reguleerimisega. Selleks, et tagada olukord, et jahutus ja küttekehad ei hakkaks samaaegselt tööle või, et jahutus või õhu kütmine ei toimuks ventilatsiooni agregaadiga, vääkse läbi komplekskatsetus.

Jahutustorustikud ehitatakse vasktorudest ning isoleeritakse. Torustikud ehitatakse võimalusel ripplae taha, põhimagistralid šahtidesse. Torud paigaldatakse nii, et kahe isoleeritud toru vaheline jääl on vähemalt 40mm.

2.9 Kanalisatsioon

Hoones asendatakse olemasolev kanalisatsioon uue kanalisatsiooni süsteemiga. Hoonele ehitatakse olmekanalisatsioon ja sademeveekanalisatsioon. Ehitatav kanalisatsioon projekteeritakse piisava läbilaskvusega, et ta suudaks tagada qarv= 5,7 l/s (olmereovee arvutuslik vooluhulk) ja Qd = 14,6 m³/d (ööpäevane äravool).

Olmekanalisatsiooni vesi juhitakse Lutsu tänaval olevasse Tartu linna olmekanalissoonitorustikku. Keldri korrusel olev olmekanalisatsioon asub madalamal kui vee sumbumispunkt (Tartu linna olmekanalissoonitorustik). Seetõttu rajatakse keldri korruusele pumpla, mis pumpaks kogu keldri korrusel tekkiva reovee sumbumispunkti.

Hoone sademevesi juhitakse hoone väliselt äravoolu lehtritesse. Seal edasi liigub sademevesi Munga tänaval rajatavasse ühendustorusse. Sademevee torustik peab suutma ära juhtida katuselt 20 min vihm 1,8 l/s - 5 min vihm 4,4 l/s (torustike dimensioneerimiseks). Kuna sademevee torustike kalded on piisavad, siis ehitatava pumpla ehitusel ei pea arvestatama sademevee pumpamisega.

Torustikud paigaldatakse põrandakonstruktsioonide sisse. Horisontaalne torustik paigaldatakse šahtidesse või kaetakse kipskastiga. Vertikaalseted torustikud varustatakse puhastusluukidega. Puhastusluukide asukohad on näidatud plaanidel. Kanalisatsiooni torustikud isoleeritakse, et vältida kondentsi tekke ning müra. Kui torustik läbib tuletõkketoone, varustatakse läbiviik tuletõkke mansetiga.

2.10 Veevarustus

Hoone veevarustuse projekteerimisel arvestatakse, et see kataks ära 736 inimese tarbevee ja 3624 m² büüropinna majandusvee vajadused.

Arvutuslik eeldatav veetarbitmine:

- Q arv = 1,1 l/s (sh. soe vesi Q arv = 0,70 l/s)
- Q max/h = 1,9 m³/h
- Q d = 14,6 m³/d.

Hoone veevarustuse allikaks on Tartu linna ühtne veevarustussüsteem.

Hoone vana torustik lammutatakse ja kõik vanad läbiviigud ehitatakse korrektselt kinni. Hoone uues veevärgis olev surve ei tohi olla armatuurile suurem kui 5bar, kuid peab pidama vastu ülerõhule <10bar. Tarbevee torustik ehitatakse nii, et võimaliku lekke korral oleks see kergesti avastatav ning remonditav. Torustiku magistraalid paigaldatakse šahtidesse ja keldrikorrusele. Harutorud paigaldatakse ruumide lagede alla. Kõik torud peavad lõppema vee tarbijaga. Isoleeritakse kõik magistraalitorud, püstakud ja harutorud. Ühendustorusid ei isoleerita.

Veesisend koos vearvestiga paigaldatakse hoone keldrikorrusel asuvasse tehnilisse ruumi (katlaruumi). Vearvestitega mõõdetakse külmavee tarbekogust ning külmavee kogust, mis kulus soojavee tootmisele. Soe tarbevesi valmistatakse soojasõlme baasil. Soe tarbevesi toodetakse 55°C juures. Selleks, et soe tarbevesi jõuaks tarbijani võimalikult kiiresti, ehitatakse sooja tarbevee tsirkulatsiooni torustik, kus tagastuva vee temperatuur ei tohi langeda alla 50°C.

Kuna hoone on ümbritsetud sillutiskiviga ning peale potitaimede ei ole rohkem haljastust välja ettenähtud, projekteeritakse hoonele kaks kastmiskraani. Tuletörjeveevarustust ei ole hoonele ettenähtud.

2.11 Ventilatsioon

Rekonstrueritavate hoonete sisekliima tagamiseks ehitatakse 5 soojatagastusega sissepuhke-väljatõmbesüsteem ning 2 soojatagastusega väljatõmbeüsteemiga ventilatsioon. Ventilatsiooni seadmete tööpiirkonnad on toodud tabelis 2.2.

Tabel 2.2 Ventilatsiooni seadmete tööpiirkonnad

Süsteemi nr.	Seade	Teenindavad ruumid
Jakobi 5, Tartu		
301SV	Vent. aggregaat	1.-3. korruse õpperuumid, bürood
302SV	Vent. aggregaat	1.-3. korruse WC-d

Süsteemi nr.	Seade	Teenindavad ruumid
Jakobi 5, Tartu		
303SV	Vent. agregaat	1.-2.korruse õpperuumid, bürood
304SV	Vent. agregaat	1.-2. korruse õpperuum, nõupidamised
305SV	Vent. agregaat	1.-3. korruse bürood
306V	Katuse ventilaator	Cateringi kubu
307V	Katuse ventilaator	Prügiruum

Kuna hoone asub Tartu kesklinnas, siis sisse tömmatav õhk puastatakse. Selleks on seadmetes ette nähtud õhupuhastusfiltrid. Filtrite naabrus on paigaldatud metallraami. Seadmete tööeks arvestatakse 20 aastat, peale mida võib tekkida vajadus seadmete välja vahetamiseks. Seadmed paigutatakse kolme eri ruumi: kolm seadet 4. korrusel asuvas ventilatsiooni kambrisse, üks seade uue hooneosa esimesel korrusel asuvasse prügiruumi ning viimane seade uue hooneosa 3. korruse ventilatsiooni kambrisse. 3. korruse ning 4. korruse seadmed tõstetakse sisse kraanaga enne avade kinni ehitamist.

Ventilatsiooni vertikaalsed magistraalitorud paigaldatakse projektis ette nähtud šahtidesse. Muu torustik paigaldatakse võimalusel ripplae taha. Plafoonide asukohad valitakse vastavalt ripplagede jaotusplaanile. Kui ventilatsiooni tortustik läbib tuletökke tsooni, paigaldatakse tuletökke klapp ning läbiviik tehakse tulekindlaks.

2.12 Tugevpool

Renoveeritav hoone varustatakse elektrienergiaga olemasolevast liitumiskilbist. Liitumiskilbist tömmatakse renoveeritava hoone peajaotuskeskuseni kaabelliin kasutades kaablit 2 x AXPK 4 G 150 mm² või analoogset. Ehitusaegset ajutist elektrienergiat varustatakse samast liitumiskilbist.

Tugevpoolu peajaotuskeskus asub keldrikorrusel, küttesõlme kõrval, ruumis 006 põrandal. Samasse ruumi paigaldatakse ka hoone peamaanduslatt. Peakilbis peab olema võimalik mõõta väljuvat ampertangidega. Kilbi kest valmistatakse vähemalt 1,5 mm terasplekis. Väljuvate grupikilpide magistraalliinide ja üldtarbijate kilbi liinide kaitseks kasutatakse C karakteristikuga automaat-kaitselüliteid lahutusvõimega 10 kA.

Grupikilbid asuvad hoone igal korrusel, enamasti koristaja ja/või tehnilises ruumis (vt täpsemalt plaani pealt). Grupikilbid varustatakse pealülitiga. Kõik jaotuskilbid, välja arvatud soojasõlme kilbi, paigaldatakse ja komplekteerikse tugevpoolu ehitaja poolt. Soojasõlmekilp tarnitakse ja paigaldatakse küttesüsteemide ehitaja poolt.

Kilbiruumis asuva peamaanduslati külge ühendatakse peakaitsejuht, peamaandusjuht, metalltorustikud, terastarindid, põrandate metallarmatuur ning nõrkvooleadmete kapid. Maandusseadme maandustakistus peab olema alla 10 oomi ning maandusseade peab olema peamaanduslatist lahti ühendatav.

Hoonesse paigaldatakse kaabliteed tugevpoolu töövõtja poolt, mille hulka kuuluvad kaablireidelid ja plaatkaabliriiulid. Kaabliteed paigaldatakse piisavalt suured, et sinna peale mahuksid kõik vajalikud magistralkaablid. Magistralliinidega kasutatakse halogeenivabu kaableid. Lisaks kaabli redelitele, mis paigaldatakse võimalusel šahtidesse või ripplagede taha, võib paigaldada magistralliine ka aluspõrandatesse süvistatud plasttorudesse.

Nõutavad valgustugevused on toodud tabelis 2.3.

Tabel 2.3 Valgustugevuse nõuded ruumi liigi kaupa

Jrk nr	Ruum	Em	Mõõtekoht	UGR	Ra	U0
1	Kabinetid	500 lx	tööpind	19	80	0,6
2	Auditoorium	500 lx	tööpind	19	80	0,6
3	Liikumisalad, koridorid	150 lx	põrand	25	80	0,4
4	Abiruumid	300 lx	põrand	25	80	0,4
5	Tualettruumid	200 lx	põrand	25	80	0,4

Tabel 2.3 on koostatud vastavalt tellija soovile ning EVS-EN 12464-1:2011 nõuetele. Hoone valgusallikatena kasutatakse LED valgusallikaid. Valgusallikate värvitemperatuur ei tohi olla õpperuumides madalam kui 4000K. Turvalgustid paigaldatakse esmaabi kappide, tuletõrjevahendite, koridoridesse ATS keskuse juurde, et tagada inimestele nähtavus hädaolukorra korral. Turvalgustite valgustihedus tagatakse vähemalt 5 lx. Hoone tänavapoolsete väliseinte küljes olevad välivalgustid rekonstrueeritakse ning paigaldatakse tagasi.

Kõik vanad valgustite ja pistikupesade kaablid asendatakse uute kaabliutega. Pistikupesad ja jõuseadmed kaabeldatakse halogeenivabade plastikisolatsiooni kaablitega. Valgustite toitekaabliteks kasutatakse vasksoonte ja plastisolatsiooniga kaableid. Pistikupesad ja valgustid, mis asuvad märgruumides või välitingimustes, peavad olema vähemalt IP44. IP44 peavad olema ka pistikupesad tuleohlikel aladel. Pistikupesade ning valgustite paigaldamisel pööratakse erilist tähelepanu hoone sisearhitektuursetele plaanidele, eeskätt mööbliplaanidele.

2.13 Nõrkvool

Uue aadressiga, Jakobi 5, hoonesse projekteeritakse järgnevad süsteemid: andmesidevõrk, valve-läipääsusüsteem, videovalve, tulekahjusignalisatsioon, esitlustehnika, kabinetihõivesüsteemi kaabeldus ja infoekraanid, ajanäidusüsteem, fonolukusüsteem, inva WC appikutesüsteem. Nõrkvoolpaigaldised varustatakse toitekaabliga tugevpoolu ehitaja poolt. Nõrkvool võib kasutada tugevpoolu poolt paigaldatud kaabliteid, kuid jälgitakse, et tugevpoolu ja nõrkvoolu kaableid eraldaks spetsiaalne eraldussein või tugev- ja nõrkvoolu kaablite vaheline jäälbsus vähemalt 20cm. Magistraalkaablid peavad olema kergesti asendatavad ja/või ligipääsetavad remonttööde vajaduseks. Sellest lähtuvalt paigaldatakse magistraali kaablid PVC toru sisse. Kõik nõrkvoolpaigaldised markeeritakse korrektelt ning paigaldatavatele toodetele peab olema väljastatud kehtiv sertifikaat. Jaotlates peavad olema eristuvad kõikide eelpool nimetatud nõrkvoolu osade süsteemid. See tähendab, et kõikide kaablite, paneelide ja aktiivseadmete eristumiseks kasutatakse erinevaid värv. Moodustatakse ühtne värv ja markeerimissüsteem.

Andmesidevõrgu aktiivseadmed nagu serverid, switchid, ruuterid, modemid jms tarnitakse ja paigaldatakse hoone valdaja poolt. Ruumidesse ehitatakse Wifi tugijaamade toited. Kõik paigaldatavad võrgu lindi komponendid nagu näiteks pesad, paneelid, kaablid jms, peavad olema ühe tootja tooted ning tooted peavad olema sertifitseeritud kolmanda osapoole poolt. Hoonesisesse võrgu ehitamisel lähtutakse Cat. 6a ning Ea andmeedastusklassist.

Valvesüsteem ehitatakse arvestades kategooria – 2, ja keskkonnaklass – I kuulumise tingimusi. Hoone valve juhtimiseks paigaldatakse sõrmistikud kõikide välisuste juurde. Lisaks seadistatakse distantskaardid, et hoone valdaja saaks võimalusel valvestada ja valvest maha võtta hoonet distantskaardiga. Valve-läipääsusüsteemi keskseade paigaldatakse tehnilisse ruumi 248, laiendusmoodulid ruumidesse 248, 217, 114, 126. Keskseade peab võimaldama eristada iga andurit aadressi/ahela täpsusega; võimalust kontrollida süsteemi korrasolekut 24/7; andma ülevaadet viimasest 500 kasutaja toimingust; vajaliku arvu valvealade moodustamist ning toite kadumisel peab süsteem edasi töötama akude pealt. Ruumi 148 välisukse ning akendele paigaldatakse klaasipurunemishäire süsteem. Teistes ruumidesse paigaldatakse liikumisandurid ja valvemagnetid ustele ja akendele vastavalt projekt plaanidele. Valvesüsteemi hallatakse üle Tartu Ülikooli LAN võrgu.

Hoone sise- ja välisuksed, väravad ja liftid varustatakse läipääsusüsteemiga. Enne toodete tellimist kooskõlastatakse uksetootja ja nõrkvoolu paigaldajaga uksed, et

tellitavatesse ustesse oleks võimalik paigaldada vajalikud magnetid. Läbipääsusüsteemiga varustatud hoone uksed, liftid ning väravad varustatakse distantskaardilugejatega. Kaardilugejad peavad olema HID Tartu Ülikooli Elite Key ning ühilduma OSDP protokolliga. Uste automaatika seadistamisel jälgitakse, et uksed avaneksid ühekaupa ning, et ei tekiks tuuletõmmet. Trepikodade uksi hoiavad tööpäevadel lahti ATS hoidemagnetid. Tööpäeva lõppedes vabastatakse toide hoide magnetitel, et uksed sulguksid automaatselt.

Hoone oluliste piirkondade jälgimiseks paigaldatakse vähemalt 4 megapikslised IP värvikaamerad. Kaameratel peab olema sisse ehitatud infrapuna LED valgustus. Kaamerate paigaldusel jälgitakse, et juhtmed oleksid peidetud ning, et ei kasutaks pistikuühendusi. Enne paigaldust kooskõlastatakse tellijaga kaamerate asukohad ning vaatenurgad.

ATS-i keskseade koos kõikide suitsutörje süsteemide käivitusnuppudega paigaldatakse peasissepäsu lähistel, ruum 132, asuvasse seinakappi. ATS korduspaneel paigaldatakse uue hooneosa treppikotta, ruumi numbriga 155. Suitsuandurid paigaldatakse vastavalt normidele ning siseministri määrustele igasse ruumi.

Esitlustehnika seadmed tarnitakse ja paigaldatakse tellija poolt. Esitustehnika seadmete kaabeldus ehitatakse ehitaja poolt, välja arvatud HDMI kaablid, mis paigaldatakse seadmete paigalduse ajal.

Auditooriumitesse ja koosolekuruumidesse paigaldatakse seieritega sünkroonkellad. Kellad ei tohi olla patarei toitega ning ei tohi tekitada töötamisel heli.

Fonolukusüsteem paigaldatakse video- ja audiofunktsiooniga. Fonolukusüsteemi kutsepult paigaldatakse Jakobi 5 peauksesse lähistele välisseina pinnale.

2.14 Automaatika

Hoone automaatika eesmärgiks on tagada hoone kütte-, jahutus- ja ventilatsioonisüsteemide töötamine võimalikult energiatõhusalt. Samuti peab saama neid süsteeme juhtida ja vajalikke andmeid jälgida distantsilt.

Hoone soojus- ja jahutussõlm varustatakse komplektse automaatikaga, mis peab võimaldamata külge ühendada nii kontuuride pumbad kui ka temperatuuriandurid ja 3-tee ventiilid.

Olmeruumides kasutatakse ruumikontrolleripõhist juhtimist. Põrandaküttega ruumides juhitakse ruumikliimat termostaatsüsteemi kaudu.

Hoone automaatika ehitatakse universaalsete programmeeritavate kontrollerite (Siemens) baasil, avatud võrgu põhimõttel. Vajadusel integreeritakse hoone automaatika ühtsesse automaatika võrku: Siemens Desico CC virtuaalserveriga, et vajadusel saaks hoone automaatikat juhtida distantsilt.

Eriosade juhtseadmed võivad olla mistahes standardse võrguprotokolliga seadmed (BACnet, LON, ModBus) tingimusel, et neid on võimalik integreerida ühtsesse süsteemi. KVVJ süsteeme hallatakse veebijõhise rakenduse kaudu. Kõikidest süsteemist toimunud häiretest, tõrgetetest ja alarmidest teatatakse hoone haldajat elektronposti vahendusel ja/või veebirakenduse kaudu.

Välisühenduse jaoks tekitatakse VPN võimalus. Hooneautomatika võrk on isoleeritud ja ühendub üldisesse võrku ühe punkti kaudu.

I/O moodulites kasutatakse järgmisi füüsilisi punkte:

- digitaalsisendid (2 olekut, kinni või lahti, näiteks kontaktide seisund kinni-lahti);
- digitaalväljundid (2 juhtimisolekut, kinni või lahti, näiteks releeväljund);
- analoogsisendid (suumuvalt muutuvate parameetrite mõõtmiseks);
- analoogväljundid (suumuvalt muutuv väljundpinge, näiteks täiturseadmetele).

Programmilised punktid on virtuaalpunktid. Need luuakse kontrolleri programmeerimise käigus.

Hoone automaatika ehitamisel arvestatakse, et ventilatsiooniseadmed (301...303, 304SV, 305SV) tarnitakse koos tehasepoolse automaatikaga, mis peab olema integreeritav töövõtja poolt tarnitavate seadmete ning ehitatava automaatika süsteemi kui tervikuga.

3. EHITUSPLATSI ÜLDPLAAN

3.1 Ehitusplatsi üldpõhimõtted

Kõik ehitusplatsi üldplaani puudutav on koondatud esitlusjoonisele 3.

Ehitusplatsi üldplaan koostatakse arvestades koondkalenderplaanil päevi, mis on kõige ebasoodsam. Koondkalenderplaan on kujutatud esitlusjoonisel 8. Kõige ebasoodsamaks päevaks tööliste arvu poolest on 01.03.2021 päev, millal on tööl 100 töölist. Masinate arvu poolest on kõige ebasoodsam päev 18.09.2021, mil on ehitusplatsil 11 erinevat ehitusmasinat. Arvestatakse, et kõik masinad saaksid ohutult liigelda.

Laopindade arvutamisel arvestatakse 01.03.2021 kuupäeval vaja mineva materjali ladustamisvajadusega. Eeldatav materjali ladustamise vajadus on sel ajal kõige suurem.

Ehitusplatsi üldplaanis kajastatakse lisaks eelpool toodule ka kõiki neid sündmuseid ja asjaolusid, millega tuleb arvestada kogu ehituse välitel nagu näiteks:

- Ehitusaia ja piirdeaiaga piiritletud ala;
- Naaberkrundid ja naaberhooned;
- Ajutised teed ja platsid;
- Ajutine vee, kanalisatsiooni ja sooja varustus;
- Laoplatside ala;
- Soojakute ala;
- Kraanade tööpositsioonid;
- Ajutine valve ja välivalgustus;
- Prügikonteineri asukoht.

Ehitusplatsi üldplaanil (vt esitlusjoonis 3) ei ole kujutatud välitrasse, kuna need kaevatakse enne soojakute, laoplatside ehitamist ning enne eelnimetatud kuupäevi.

Autokraana tööala valmisel jälgitakse, et kraana töötsooni ei jäääks olmeruumi. Kraana valikud on täpsemalt kirjeldatud alapeatükis 5.5. Arvutuste tulemusena valiti ehitamiseks järgmised kraanad:

- 110-tonnine autokraana [26], haardeala 1 ja 7 monteerimiseks.
- 90-tonnine autokraana [27], haardeala 3 monteerimiseks.
- 70-tonnine autokraana [28]; haardela 5 monteerimiseks.

3.2 Ehitusplatsi ajutised teed

Ehitusplatsile saab siseneda Munga tänaval paiknevast värvast. Munga tänavas asuvat kivimüüri lammutatakse 3m laiemaks, et suured masinad mahuksid sisse pöörama. Ehitusplats täidetakse pärast arheoloogilisi väljakaevamisi liivaga ning ehitatakse peale vähemalt 10cm killustiku kiht, et ehitusmasinad ei jäeks kinni.

Tee ehitatakse laiusega 8,5m, et oleks tagatud masinatele vajalik manööverdamisruum. Ehitusplatsidele on keelatud parkida töötajate masinaid. Lubatud on ainult peatumine materjali veoks ja/või inimeste maha tulekuks. Pikemat aega võivad ehitusplatsil viibida ainult ehitusmasinad, millega käib aktiivne ehitustegevus.

Teed peavad olema projekteeritud nii, et autodel oleks tagatud ligipääs ladude, olmeruumide ja WC-de teenindamiseks, hooldamiseks ja/või kauba maha ning peale laadimiseks. Kandvate seinte ladumiseks mõeldud Columbia kivi alused tõstetakse vajalikku kohta upitajaga. Upitajal peab olema tagatud ligipääs hoone igasse külge.

Ehitusplatsi tee koos sisse- ja väljasõiduga ning masinate liikumise suundadega on näidatud ehitusplatsi üldplaanil (vt esitlusjoonis 3).

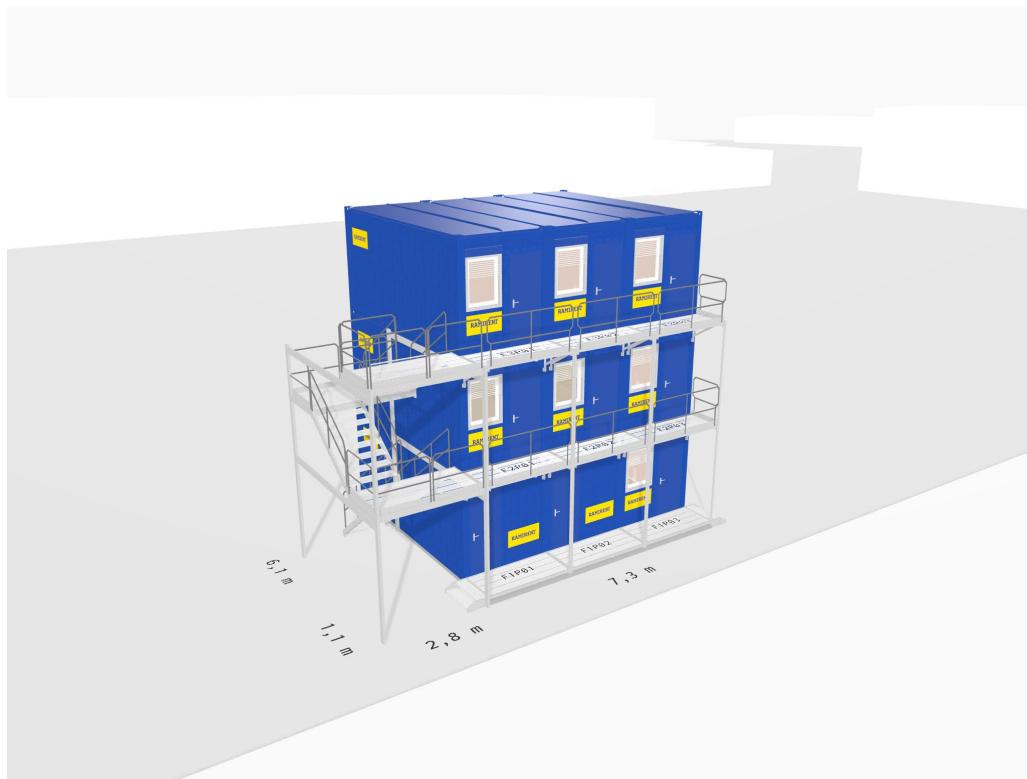
3.3 Ajutised ehitised ja laod

Objektil oleva piiratud ehitusplatsi pinna töttu hoitakse ehitusplatsil nii vähе ehitusmaterjale kui on võimalik sujuva ehitustegevuse tagamiseks. Samuti kasutakse ära võimalikult palju hoone siseruumides tekkivat pinda. Hoone siseruumidesse ladustatakse järgmisi materjale: kips, tööriistad, seinte ja lagede viimistlusmaterjalid. Rajatakse vähemalt üks kinnine, üks poolkinnine ja üks lahtine ladu. Ladudes hoiustatakse järgmisi ehitusmaterjale:

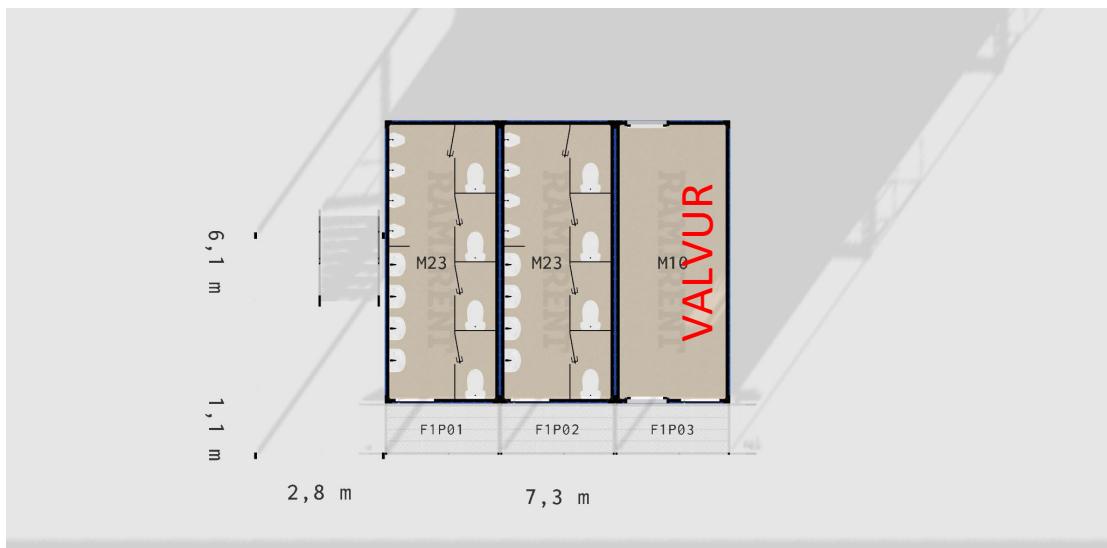
1. Lahtistes ladudes:
 - Müürivid;
 - Liiv;
 - Killustik.
2. Poolkinnistes ladudes:
 - Puitmaterjal;
 - Kütte-, vee-, kanalisatsiooni-, sadevee-, ventilatsiooni torud;
 - Keraamilised plaadid.
3. Kinnistes ladudes:
 - Muud põrandakattematerjalid;
 - Tsement;
 - Tugev- ja nõrkvool paigaldiste materjalid.

Laod märgistatakse ehitusplatsi üldplaanil (vt esitlusjoonis 3). Lahtise lao kogupind on 49m^2 , poolkinnise lao kogupind on 55m^2 ja kinnise lao kogupind on 46m^2 . Laod asuvad ehitusplatsi kagupoolses küljes, Munga tänav ääres.

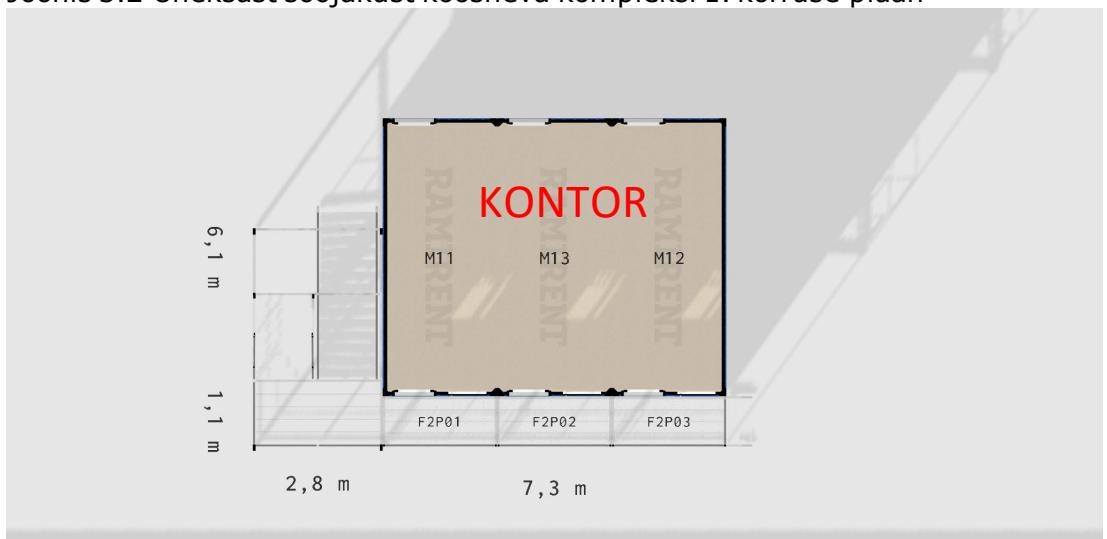
Olmeruumide vajaduse leidmiseks kasutakse ehitajapoolset kogemust ning professor Irene Lille kursusetöö lähteülesandes esitatud norme. Ajutiste ehitiste vajaduse määramisel arvestatakse sellega, et objekt asub Tartu kesklinnas, mistõttu puudub ehitajatel vajadus platsil pesemiseks, toitlustuseks ja kuivatusruumideks. Soojakute vajadus on arvutatud tabelis 3.1. Joonistel 3.1, 3.2, 3.3, 3.4 on näidatud soojakute plaanid ning 3D joonis. Soojakuteks on kasutatud Ramirendi terassoojakuid. Ehitusplatsi üldplaani koostamisel valitakse üheksast soojakust koosnev variant. Kompleksi paigutatakse esmaabitarbed ning tulekustutusvahendid märgistatud kohtadesse.



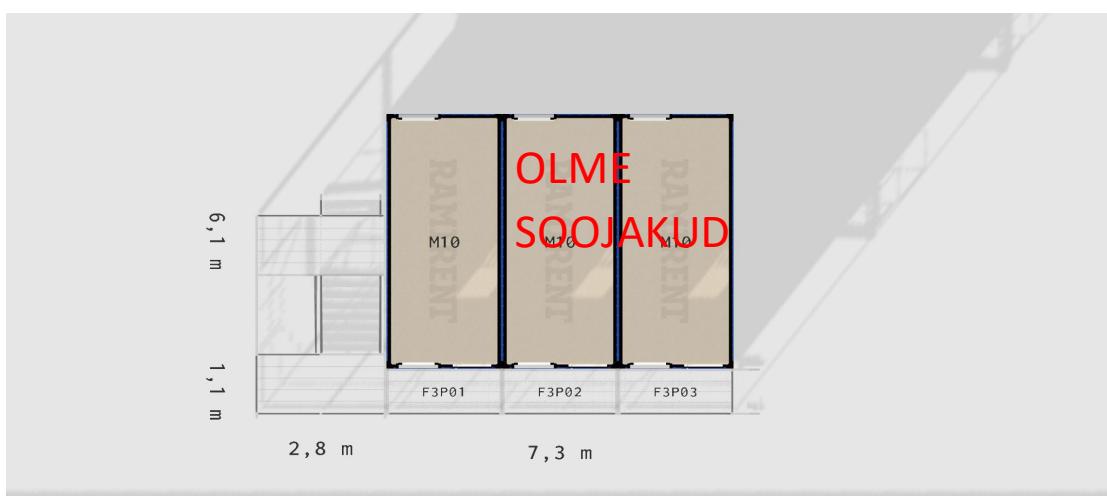
Joonis 3.1 Üheksast soojakust koosneva kompleksi 3D mudel



Joonis 3.2 Üheksast soojakust koosneva kompleksi 1. korruse plaan



Joonis 3.3 Üheksast soojakust koosneva kompleksi 2. korruse plaan



Joonis 3.4 Üheksast soojakust koosneva kompleksi 3. korruse plaan

Tabel 3.1 Ajutiste ehitiste tegelik vajadus vastavalt ehitaja kogemusele

Jrk nr	Ajutine ehitis	Vajadus, m ²	Vajadus, tk
1	Olmesoojak	40	3,0
4	WC	7	1,0
6	Kontor	36	3,0
7	Valvur	-	1,0
8	Puhkeruum	30	2,0
Kokku		66	9

3.4 Ajutine veevarustus ja kanalisatsioon

Ajutine veevarustus tagatakse keldrikorrusel asuvast ajutisest veesõlmest. Kuna trassid kaevatakse ära enne suurema ehituse algust, tagatakse ajutine veevarustus keldriruumi veetud Tartu linna ühtsest veevarustuse trassist. Ajutist kanalisatsiooni ei rajata. Ajutiste WC-na kasutatakse kuivkäimlaid. Kuivkäimlaid tühjendatakse vähemalt kord nädalas, sõltuvalt vajadusest ka tihemini.

Tuletörjehüdrant asub hoone edela küljal, Jakobi tänaval ääres.

3.5 Ehitusaegne ruumikliima

Kuna hoone ehitus jäab enamalt jaolt talveperioodi, rajatakse ajutine küttesüsteem. Hoone ajutine küttevajadus lahendatakse betoonitööde ajal erinevas suuruses diiselkalorifeeridega ning avade kinni kiletamisega.

Pärast seda kui betoonitööd lõpetatakse, kaasaarvatud aluspõrandate ehitus ning avatäidete paigaldus, rajatakse ajutine küttesüsteem. Ajutine küte ehitatakse keskkütte baasil, kus soojuse kandjaks on ajutistes küttetorustikes vesi ning igal korrusel on 2-3 soojapuhurit, mis on ühendatakse ajutiste küttetorude külge.

Ajutiste ehitiste soojavarustus tagatakse elektriküttega, mis paigaldatakse soojakutesse tarnija poolt. Seega tuleb arvestatakse ainult ehitatatava hoone küttevajadusega. Ehitatava hoone küttevajadus arvutatakse järgnevalt:

$$Q = a * q_0 * (t_{sis} - t_{väl}) * V_{hoone} = (\text{kJ/h})$$

, kus a – tegur, mis sõltub välisõhu arvestuslikust temperatuurist $a=1,2$, kui $t_{väl}>20^\circ\text{C}$,

q_0 – hoone eriküttetegur $\text{kJ/m}^3\text{h}^\circ\text{C}$, võtan sama nagu alaliste eluhoonete jaoks 1,75,

t_{sis} – arvestuslik hoone sisetemperatuur $^\circ\text{C}$,

$t_{väl}$ – arvestuslik hoone välismperatuur °C,

V_{hoone} – hoone ehituslik maht piirete välispindade järgi, m³.

Seega $Q=1,2*1,75*(20-(-20))*19766=1660\text{MJ}/\text{h}$

Ehituse käigus eraldub palju niiskust. Paljude ehitusmaterjalide paigaldamiseks nagu näiteks LVT on vajalik madal niiskuse tase. Seetõttu paigaldatakse ruumide niiskuse vähendamiseks igale korrusele 5 niiskusimurit. Näiteks saab kasutada niisukuse kogujaid, mis suudavad töödelda 800m³ õhku tunnis. Neid paigaldatakse kogu maja peale kokku:

$19766/800=25\text{tk}$

3.6 Ajutised elektripaigaldised ja elektrivarustus

Ehitusplatsi elektrivarustus saab toite Munga tänaval asuvast liitumiskilbist. Enne ehitusetegevuse algust ühendatakse olemasolev hoone elektrisüsteem lahti liitumiskilbist. Seejärel veetakse ehitusaegse voolu tagamiseks jõu kaabel liitumiskilbist soojakute juures oleva ajutise jaotuskilbini, kus saavad voolu soojakud ning, kust veetakse ajutine magistraali kaabel Jakobi 5 hoones olevatesse ajutistesesse jaotuskilpidesse. Jakobi 5 olevatest ajutistest jaotuskilpidest saavad töötajad ehitusetegevuseks vajaliku voolu. Igale korrusele paigaldatakse vähemalt 3 jaotuskilpi.

Objekti valgustuseks paigaldatakse LED prožektorid, valgustite arv leitakse valemiga:

$$n=(m*E*S)/P_1$$

, kus m (W/m²*lx) – valgusallika erivõimsus,

E (lx) – pinna valgustustugevus,

S (m²) – valgustava pinna arvestuslik suurus,

P_1 (W) – hõõglambi võimsus.

Kasutatakse LED prožektoreid, mille võimsus on 600W. Ehitusplatsi piires on nõutav 2lx valgustustugevus ning valgusallikate erivõimsus on 0,4W/m². Ehitusplatsi suurus on ca 2000m². Sellistel tingimustel vajalik valgustite arv oleks:

$$N=(0,4*2*2000)/600=2,67=3 \text{ valgustit}$$

Valgustite asukohad märgitakse ehitusplatsi üldplaanile (vt esitlusjoonis 3).

Ehitusaegseks siseruumide valgustamiseks paigaldatakse hoonesse 90W valgustid. Hoone peale kokku arvestatakse 70 sisevalgustiga.

Kogu elektrivajadus on esitatud tabelis 3.2.

Tabel 3.2 Ehitusaegse voolu tarbijad ja vajadus liigitu

Jrk nr	Ajutise elektritarbija nimetus	Nimivõimsus, kW	Vajadus, tk	Võimsus kokku, kW
1	Segumasin	1,7	1	1,7
2	Käsitööriistade komplektid	2	10	20
3	Ajutine platsi valgustus	1,8	3	5,4
4	Ajutine siseruumide valgustus	0,09	70	6,3
5	Olmeelekter	25	1	25
6	Niiskusimurid(800m ³ /h)	1,1	25	27,5
7	Soojapuhurid	0,1	16	1,6
Kokku				87,5

Kuna liitumiskilp tagab 200 kW, siis on ehitusaegne elektrivajadus rahuldatud.

4. KOONDKALENDERPLAAN

4.1 Ehitustööde maksumuse arvutus

Ehitustööde maksumuse arvestamise selgitused on toodud peatükis 7.

4.2 Koondkalenderplaani lähteandmed

Ehitustööde kestuse arvutamiseks kasutatakse Ratu ajanormide käsiraamatus koondkalenderplaani kohta käivad ajanorme. Tööde kohta, mille kohta on lisaks koostatud tehnoloogilised kaartid, kasutatakse ajanorme, mis on välja arvutatud tehnoloogiliste kaartide koostamisel.

Tööd, mille kohta ei ole Ratu ajanormide käsiraamatu koondkalenderplaani ajanorme välja toodud, kasutatakse ettevõtte Ehitustrust AS siseseid ajanorme. Need tööd on tabelis 4-1 märgitud lillat värviga kirjaga. Punasega on tabelis märgitud tööd, mille ajaline maht, arvutades Ratu normidega, on tegelikus elus toimunud ajalisest mahust rohkem kui 50% erinev. Tegelikus elus toimunud ajamahtude arvestamisel, lähtutakse ehituspäevikutes olevatest informatsioonist. Samuti on rea tekst punaseks värvitud kui töö ajamahuline erinevus on suurem kui 100 in-vah.

Roheliseks on värvitud lisatööde read tablis 4.1 ehk tööd, mida ehitaja ei teostanud, kuid mida oleks vaja teha, kui objekt oleks ehitatud valmis kasutades käesolevas lõputöös väljatoodud ehitustehnoloogiaid ning platsikorraldust.

Põhjas, miks ajanormide vaheline erinevus peab olema suurem kui 50%, et ajanorm oleks kasutu, tuleneb sellest, et võrreldakse koondkalenderplaani töömahte. Kuna kalendergraafiku ajanormide juhistes ei ole täpsustatud paljusid olulisi detaile, on loomulik, et tegeliku elu ja Ratu koondkalenderplaani järgi arvutatavate ajakulude vahel tekivad märgatavad erinevused. Näiteks ei ole täpsustatud kas koondkalenderplaani ajanormides on arvestatud tööde teostamisega külmal või kuumal perioodil, kui suur ajakulu on arvestatud materjali transpordile ja teisaldamisele.

Kuna koondkalenderplaani eesmärgiks on anda ülevaade kestuste, materjali ja tööliste vajaduse kohta, on väiksemate tööde puhul normaalne kui kestuste tegeliku elu ja Ratu ajanormide kestuste vahe on <50%.

Tabelis 4.1 on esitatud Ratu ajanormide ning ehituspäevikute järgi arvutatud tegelikud ajakulud, finantsiliste vahendite ja töötajate vajadus ning nende omavaheline võrdlus. Tööd on järjestatud arvestades tööde tehnoloogilist järjekorda.

Tabel 4.1 Ratu ajanormide järgi arvutatud ja tegelikku ajakulu võrdlev koondtabel

Töö nimetus	Töömaht	Tööde osakaal, %	Maksumus, EUR	Norm, EUR/in-vah	Keskmise tööliste	Kestus, päev	Reaalne kestus, in-	Ratu kestus, in-vah	Võrdlus	Võrdlus, in-vah
Hoone sisesed lammustustööd	3700m2	1,44%	65 450 €	909 €	6	12	72	194	169,79%	122
Asfaltkatte lammustustööd	1800m2	0,08%	3 700 €	185 €	4	5	20	20	0,00%	0
Kõrvalehitiste lammustustööd	2tk	1,87%	85 000 €	1 771 €	4	12	48	40	-16,67%	8
Ajutoite rajatiste ja kommunikatsioonide	1kmpl	0,57%	26 000 €	3 250 €	2	4	8	12	50,00%	4
Arheoloogilised väljakäevamised	2000m2	8,34%	380 000 €	241 €	25	63	1575	1575	0,00%	0
Vaiatööd	481tk	6,15%	280 000 €	2 456 €	6	19	114	114	0,00%	0
Puude ja põõsaste lõikus ning kaitse	3tk	0,01%	400 €	200 €	2	1	2	3	50,00%	1
Arheoloogia tagasi täitmine	1200m3	0,26%	12 000 €	600 €	4	5	20	55	175,00%	35
Vundamendi kaeve ning liiv- ja killustikaluse ehitus	1500m3	0,46%	21 100 €	180 €	3	13	39	9	-76,92%	30
Ajutiste teede ja platside killustiku katendid	1500m3	0,46%	21 100 €	586 €	3	4	12	10	-16,67%	2
Rostvärkide ehitus ja välibetoonitööd	315,77m3	1,17%	53 300 €	613 €	3	29	87	95	9,20%	8
Hoone maapealse osa ehitustööd	3885brm2	12,90%	587 800 €	428 €	6	231	1374	855	-37,77%	519
Aluspõrandate ehitustööd	3805m2	1,93%	88 000 €	1 222 €	6	12	72	72	0,00%	0
Lifti ehitustööd	2tk	0,88%	40 000 €	2 500 €	4	4	16	16	0,00%	0
Uue hooneosa krohvitava fassaaditööd	393,6m2	0,15%	7 000 €	117 €	6	10	60	71	18,90%	11
Vana fassaadi restaureerimine(õhekrohvimine)	1522m2	1,54%	70 000 €	86 €	5	162	810	192	-76,28%	618
Puitfassaadi	500m2	0,66%	30 000 €	62 €	3	161	483	124	-74,38%	359
Maakivi fassaadi ehitustööd	312m2	0,50%	23 000 €	66 €	7	50	350	350	0,00%	0
Uue plekkkatuse ehitus ja vana plekkatuse restaureerimistööd	520m2	1,82%	82 900 €	981 €	2	42	85	90	5,92%	5
SBS katuse ehitustööd	470m2	0,64%	29 000 €	420 €	3	23	69	74	7,28%	5
Akende ehitustööd	179tk	3,55%	161 600 €	1 154 €	2	70	140	20	-85,94%	120
Rödu ehitustööd	1tk	0,18%	8 000 €	400 €	4	5	20	20	0,00%	0
Kipsvaheseinte ja lagede ehitustööd	1593,8m2	0,68%	31 000 €	211 €	3	49	147	86	-41,75%	61
Välisuste ehitustööd	14tk	0,79%	36 000 €	1 200 €	3	10	30	16	-46,67%	14
Siseseinte ja lagede viimistlustööd	11200m2	4,19%	191 000 €	159 €	4	301	1204	1035	-14,04%	169
Teede ja platside ehitustööd	2000m2	2,13%	97 000 €	462 €	6	35	210	210	0,00%	0
Värvate ehitustööd	2tk	0,14%	6 500 €	1 083 €	2	3	6	6	0,00%	0
Siseuste ja klaasvaheseinte ehitus	121tk+42tk	2,88%	131 000 €	369 €	3	118	355	276	-22,25%	79
Plaatimistööd	777m2	1,98%	90 250 €	636 €	1	142	142	113	-20,66%	29
Sadevee ja kanalatsiooni välitrasside ehitustööd	23tk+221m	0,33%	14 900 €	276 €	3	18	54	8	-84,40%	46
Kütte-, jahutus ja vee välitrasside ehitustööd	149jm	1,05%	48 000 €	2 286 €	3	7	21	11	-46,79%	10
Välielektrööid	3885brm2	0,24%	11 000 €	786 €	2	7	14	29	108,13%	15
Pisitikupesade, valgustite ja liikumisandurite ehitus	3885brm2	3,64%	166 000 €	667 €	3	83	249	78	-68,80%	171
Kaablite ja kaabliteede ehitustööd	3885brm2	1,41%	64 000 €	159 €	3	134	402	301	-25,10%	101
Elektri peajatussüsteemide ehitustööd	3885brm2	0,48%	22 000 €	512 €	1	43	43	39	-9,65%	4
Välinörkvoopalgaaliste ja trasside ehitustööd	3885brm2	0,18%	8 000 €	889 €	3	3	9	15	61,88%	6
Kaablite ja kaabliteede ehitustööd	3885brm2	0,61%	28 000 €	77 €	3	122	366	301	-17,74%	65
Jaoatlate ja keskuste ehitustööd	3885brm2	0,57%	26 000 €	788 €	3	11	33	34	3,01%	1
Valve, side, ATS, heli ja video seadmete ehitustööd	3885brm2	6,26%	285 300 €	3 522 €	3	27	81	78	-4,07%	3
Ventilatsiooni põhi ja harumäigistralide ehitustööd	3885brm2	2,94%	134 000 €	447 €	3	100	300	321	6,84%	21
Ventilatsiooni seadmete ehitustööd	3885brm2	2,00%	91 000 €	481 €	3	63	189	24	-87,15%	165
Soojasõlme ehitustööd	3885brm2	0,26%	12 000 €	462 €	2	13	26	15	-43,97%	11
Küttekorustike ehitustööd	3885brm2	0,55%	25 000 €	91 €	3	92	276	321	16,13%	45
Küttekehade ehitustööd	3885brm2	2,22%	101 000 €	886 €	3	38	114	15	-87,22%	99
Ventilatsiooniseadmete soojaga varustamistööd	3885brm2	0,11%	5 000 €	417 €	2	6	12	15	21,41%	3
Jahutussõlme ehitustööd	3885brm2	0,13%	6 000 €	188 €	2	16	32	5	-84,82%	27
Jahutustorustike ehitustööd	3885brm2	0,55%	25 000 €	94 €	3	89	267	321	20,04%	54
Jahutusseadmete ehitustööd	3885brm2	4,41%	201 000 €	4 786 €	3	14	42	15	-65,31%	27
Eriosade seadistustööd ja komplekskatsetuse teosta	3885brm2	0,20%	9 000 €	154 €	4	15	58	58	0,00%	0
Majasisese veavarustuse ja san. tehnika ehitustööd	3885brm2	1,03%	47 000 €	1 068 €	2	22	44	427	871,25%	383
Majasisese kanalatsiooni ehitustööd	3885brm2	0,46%	21 000 €	420 €	2	25	50	427	754,70%	377
Ripplagede ehitustööd	1949m2	1,47%	67 000 €	568 €	2	59	118	161	36,26%	43
Dold lagede ehitustööd	450m2	0,42%	19 000 €	734 €	3	9	26	26	0,00%	0
Aknalaudade ehitustööd	190jm	0,14%	6 200 €	620 €	2	5	10	10	0,00%	0
Vaip, LVT, PVC ja parketti ehitustööd	3302,3m2	2,44%	111 000 €	500 €	3	74	222	297	33,86%	75
Põrandaliistu ehitustööd	1988jm	0,20%	9 000 €	600 €	1	15	15	8	-48,20%	7
Lukustuse ehitustööd	177tk	1,21%	55 000 €	3 235 €	1	17	17	11	-34,93%	6
Furnituuri ehitustööd	33ruumi	0,29%	13 400 €	744 €	3	6	18	18	0,00%	0
Lõpukoristus	3885brm2	0,35%	16 000 €	111 €	8	18	144	144	0,00%	0
Ehitusplatsi üldkulud		5,49%	250 000 €				10822	9282	-14,22%	3966
Kokku		100,00%	4 554 900 €							

Tabelist 4.1 selgub, et Ratu koondkalenderplaani ajanormide järgi arvutades on saadud tulemus tegelikust ajakulust 15% väiksem. Tuleb arvesse võtta, et käesoleva töö käigus koostatud koondkalenderplaanis (vt esitusjoonis 8), on muudetud tööde teostamise järjekorda ning tehnoloogiliste kaartide koostamisel ehitustehnoloogiat.

Kuna tegeliku ehituse käigus ei õnnestunud arheoloogiliste väljakaevamiste tõttu järgida kavandatud ehitustööde järjekorda, siis muutusid paljud ehitustööd ajamahukamaks (vt täpsemat kirjeldust alapeatükis 4.3).

Samuti on osad Ratu koondkalenderplaani ajanormidest võetud kestused kohandatud käesoleva objektile. Järgnevas alapeatükis analüüsitsakse töid, kus on suuremad erinevused või töid, mille töömahtude erinevus vajab muul moel selgitamist.

4.3 Teoreetiliste ja tegelike kestuste võrdlus

Tabelisse 4.2 on koondatud kõik tööd, mis erinevad rohkem kui 50% ning järjestatud mahu erinevuse järgi.

Tabel 4.2 Rohkem kui 50% hälbega tööliikide tabel

Töö nimetus	Töömaht	Tööde osakaal, %	Maksumus, EUR	Norm, EUR/in-vah	Keskmine tööliste arv, in	Kestus, päev	Reaalne kestus, in-vah	Ratu kestus, in-vah	Vördlus, %	Vördlus, in-vah
Vana fassaadi restaureerimine(öhekrohvime)	1522m2	1,54%	70 000 €	86 €	5	162	810	192	-76,28%	618
Hoone maapealse osa ehitustööd	3885brm2	12,90%	587 800 €	428 €	6	231	1374	855	-37,77%	519
Majasisesee veevarustuse ja san. tehnika ehitustööd	3885brm2	1,03%	47 000 €	1 068 €	2	22	44	427	871,25%	383
Majasisesee kanalisatsiooni ehitustööd	3885brm2	0,46%	21 000 €	420 €	2	25	50	427	754,70%	377
Puitfassaadi ehitustööd(tuuletöökileplaat+roovitis+laudis)	500m2	0,66%	30 000 €	62 €	3	161	483	124	-74,38%	359
Pisitikupesade, valgustite ja liikumisandurite ehitustööd	3885brm2	3,64%	166 000 €	667 €	3	83	249	78	-68,80%	171
Ventiliatsiooni seadmete ehitustööd	3885brm2	2,00%	91 000 €	481 €	3	63	189	24	-87,15%	165
Hoone sisesed lammutustööd	3700m2	1,44%	65 450 €	909 €	6	12	72	194	169,79%	122
Akende ehitustööd	179tk	3,55%	161 600 €	1 154 €	2	70	140	20	-85,94%	120
Küttekehade ehitustööd	3885brm2	2,22%	101 000 €	886 €	3	38	114	15	-87,22%	99
Sadevee ja kanalisaatsiooni välitrasside ehitustööd	23tk+221m	0,33%	14 900 €	276 €	3	18	54	8	-84,40%	46
Arheoloogia tagasi täitmine	1200m3	0,26%	12 000 €	600 €	4	5	20	55	175,00%	35
Vundamendi kaeve ning liiv- ja killustikaluse ehitus	1500m3	0,46%	21 100 €	180 €	3	13	39	9	-76,92%	30
Jahutusseadmete ehitustööd	3885brm2	0,04413	201000	4785,71	3	14	42	14,6	-65,31%	27
Jahutussölmme ehitustööd	3885brm2	0,13%	6 000 €	188 €	2	16	32	5	-84,82%	27
Väliselektriööd	3885brm2	0,24%	11 000 €	786 €	2	7	14	29	108,13%	15
Välinörkvoolpaigaliste ja trasside ehitustööd	3885brm2	0,18%	8 000 €	889 €	3	3	9	15	61,88%	6
Ajutoiste rajatiste ja kommunikatsioonide püstitamine	1kmpl	0,57%	26 000 €	3 250 €	2	4	8	12	50,00%	4
Puude ja põõsaste lõikus ning kaitse	3tk	0,01%	400 €	200 €	2	1	2	3	50,00%	1

Tabelis 4.2 valdag enamus töödest moodustavad need tööd, mille mahtu on mõõdetud brm² ehk büroo ruutmeetrites. Kuna Ratu koondkalenderplaani ajanormide tabelis ei ole eraldi välja toodud õppehoone jaoks mõeldud eriosade mahte, arvutatakse töö kestused kasutades büroohoonetele mõeldud mahte. Samuti ei ole eriosade ja elektritööde mahtude kohta eraldi väljatoodud jahutuse ehituse, nörkvoolu ja automaatika ehituse mahte, mistõttu lihtsustatult kasutatakse nörkvooluga seotud kestuste arvutamiseks tugevvoolu mahte ning jahutuse kestuste arvutamiseks kütte mahte. Seega on täiesti mõistetav, et mahud erinevad tegelikust ajakulust sadade protsentide võrra.

Ehitustööd, mille töömaht on antud objekti puhul väike (tabeli 4.2 alumises osas olevad tööd), erinevad tegelikus elus kulunud ajast Ratu koondkalendri ajanormidega arvutatud ajast oluliselt. Suure töenäosusega on põhjuseks see, et ajanormide käsiraamatus kalendergraafiku ajanormide juures puudub informatsioon kui palju mõjutab töö mahukus ajanormi. Sellega võib järelidata, et mõistlik oleks ajaliselt mahult

väikeste tööde arvutamisel arvestada, et tegelikule tööl kuluv aeg võib olla kordades suurem.

Arheoloogilised väljakaevamised segasid hoone maapealse osa ehitustöid ning fassaaditöid, mistõttu on loogiline, et Ratu ajanormide järgi arvutatud tulemused ning tegelikult ehitusel kulunud töömahud niivõrd erinevad. Samuti segasid arheoloogilised väljakaevamised lammutustööde käigus tekkinud ehitusjäätmete äravedu ning ehitusplatsil transportimist.

Tööd, mille puhul Ratu koondkalenderplaani ajanormide järgi arvutatud ajakulud ja ehituspäeviku järgi arvutatud teglikud ajakulud lähevad vastuollu, ning on raskem leida loogilist seletust, on esitatud allpool toodud tabelis 4.3.

Tabel 4.3 Põhjendamatult suure ajalise erinevusega tööd

Töö nimetus	Töömaht	Tööde osakaal, %	Maksumus, EUR	Norm, EUR/in-vah	Keskmine tööliste arv, in	Kestus, päev	Reaalne kestus, in-vah	Ratu kestus, in-vah	Vördlus, %	Vördlus, in-vah
Sadevee ja kanalisatsiooni välitrasside ehitustööd	23tk+221m	0,33%	14 900 €	276 €	3	18	54	8	-84,40%	46
Arheoloogia tagasi täitmine	1200m3	0,26%	12 000 €	600 €	4	5	20	55	175,00%	35

Nende tööde poolt põhjustatud ajamaht mõjutab kogu mahukuse erinevust kokku 81 tundi, mis on tühine ajakulu erinevus kui võrrelda seda kogu ehitustegevuseks kulunud ajakulu erinevusega.

Raske on hinnata kui palju arheoloogiline tegevus ajaliselt ehitajate jaoks kulukamaks osutus. Seetõttu on ka käesoleva töö raames raske hinnata Ratu ajanormide õigsust. On selge, et mida täpsemalt vastab Ratu ajanormide käsiraamatus kirjeldatav töö tegeliku tööga, mille ajakulukust arvutatakse ning, mida vähem on ehitusplatsil segavaid faktoreid, millega käsiraamatu ajanormide arvutamisel arvestatud ei ole, seda täpsem on Ratu koondkalenderplaani ajanormide järgi arvutatud tulemus.

.

5. TEHNOLOGILISED KAARTID

Tehnoloogilised kaartid (vt esitlusjoonised 4, 5, 6, 7) koostatakse järgmiste tööde kohta:

- Vundamentide ehitus;
- Hoone maapealse osa ehitus.

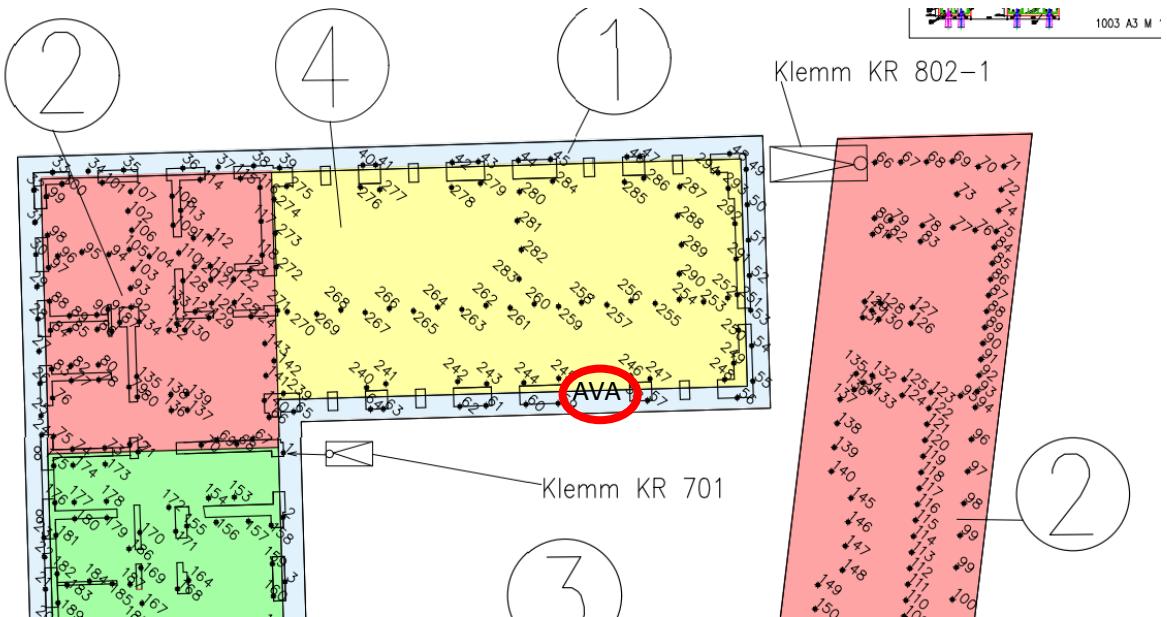
Tehnoloogilistel kaartidel näidatakse ehitustööde tehnoloogilist järjekorda, sõltuvust teistest töödest ning ehitustehnoloogilised lahendused. Tehnoloogilisi kaarte ning käesolevat seletuskirja käsitletakse kui ühtset tervikut. Ehitamisel arvestatakse kõikide kirjeldatud nüanssidega ning hinnatakse ehitamise käigus kõiki kirjeldatud riske vastavalt kohapeal olevale olukorrale.

5.1 Vundamentide ehitus

Hoone on rajatud kergesti kokku surutavatele pinnastele. Hoonele rajatud madalvundament on aladimensioneeritud. Seega on hoone vajumid ajas olnud lubatust suuremad. Alles jääva hooneosa vundamendid toestatakse mikrovaiadega. Kuna alles jäävale hooneosal rajatakse uued vahelaed, liftišaht ning trepid, rajatakse neid kandvatele konstruktsioonidele vundamendid. Need vundamendid projekteeritakse samuti kandma vaiadele.

Uuele hooneosal rajatakse samuti vaivundament. Põhjuseks on see, et uue hoone osa alla jäävat kultuurkihti ei tohi tihendada. Samuti ei saa rajada hoonele rammvaiadest vundamenti, sest naaberhooned asuvad väga lähedal. Uuele hooneosal ehitatakse enamus mahus plaatrostväärk. Maakivi fassaadiga hooneosal ehitatakse lintrostvärgid. Kohtrostvärgid ehitatakse treppidele, liftišahtidele ning kandvatele raudbetoonpostidele.

Kuna vanasse hooneosasse mahub vaiamasin Klemm KR 701 sisse sõitma ainult ühest avast (vt joonis 5.1), siis on arukas kõik hoone välisperimeetris olevad vaiad ühe haardealana järjest ära vaiata. Samuti saab samal ajal hoones sees teostada hoonesiseseid lammutustöid.



Joonis 5.1 Vaiamasin Klemm KR 701 Jakobi 5 hooonesse sisenemine

Vaiamasin Klemm KR 701 alustab vaiamist tehnoloogilisel kaartil märgitud vaiast nr 1. Pärast seda liigub vaiama vaia nr 2, edasi nr 3 kuni esimese haardeala viimase vaiani nr 65. Seejärel liigub Klemm KR 701 vanasse hooneosasse sisse, vaiade nr 59 ja nr 58 vahelisest avast, vaiani nr 66 ning alustab teise haardeala vaiamist.

Pärast esimese haardeala vaiamist tuleb tuua platsile lisaks teine vaiamasin Klemm KR 802-1. Klemm KR 802-1 on mõõtmetelt ning võimekuselt suurem masin. Klemm KR 802-1 alustab vaiamist vaiast nr 66 uue hooneosa peal. Ajaliselt peab see algama samal ajal kui Klemm KR 701 alustab vanas osas vaia nr 66 vaiamist. Edasi liigub Klemm KR 802-1 vaiama vaia nr 67, edasi 68 jne, kuni jõuab uues hooneosas teise haardeala viimase vaiani, milleks on vai nr 153.

Kui võrrelda vana hooneosa ja uue hooneosa sama haardeala vaiade kogust, selgub, et uues hooneosas on samal haardealal ca 10-20 rohkem vaja vaita. Selline ebavördne vaiade jaotus kahe vaiamasina vahel tuleneb sellest, et vanas hooneosas on vaiamasinal raskem manööverdada ning, et vaiamasin on väiksema võimekusega, mis muudab vaiamise aeglasmaks. Ideaalis võksid mölemad vaiamasinad lõpetada töö samal haardealal samaaegselt. Ajaliselt arvestatakse vaiamasinate tööd aeglasema masina järgi. Seega kui kiirem vaiamasin jõuab vaiamisega ennen valmis, võib vaiamasin liikuda uuele haardealale, et vältida töö seisakuid.

Kui vaiamasin Klemm KR 701 on lõpetanud vaiamise vanas hooneosas 2. haardealal, siis liigub vaiamasin edasi vana hooneosa haardealale nr 3 ning alustab vaiamist vaiast nr 153. Ehk liigub vana hooneosa viallt nr 143 vaiama vaia nr 153. Uue hooneosa peal

olev vaiamasin liigub peale uue hooneosa viimase vaia vaiamist edasi uue hooneosa 3. haardeala ehk vaia nr 154 peale. Sama loogika järgi liiguvald vaiamasinad neljandat ehk viimast haardeala vaiama.

Peale 1. haardeala vaiamist alustatakse välibetoonitöödega. Nende tööde alguseks kaevatakse välitrassid. Betoonitööd algavad ajaliselt samal ajal kui vaiamasinad alustavad teise haardeala vaiamist. Seetõttu on ka välibetoonitööd paigutatud 2. haardeala. 2. haardealas ehitatakse välja koormusjaotusplaat vanade müüritiste kohale, kolm soklikorruse valgusakna kasti ning välitrepp. Rostvärgi ehitustöödega ei saa 2. haardealal veel alustada kuna pole rostvärgi ehitamise jaoks veel vajatud piisavalt vau.

Kolmanda haardeala vaimise ajal liigutakse 2. haardeala vajatud aladele rostvärke ehitama. Peale seda liigutakse kolmanda haardeala vajadele rostvärke ehitama ja lõpuks ehitatakse 4. haardeala vajadele rostvärgid.

Rostvärgi ehitusteks vajalik armatuur tellitakse võimalikult suures mahus valmis painutatud kujul, et armeerimine sujuks kiiremini. Betoonipumbad paigutatakse vastavalt tehnoloogilisel kaardil (vt esitusjoonis 4) näidatud kohtadesse.

5.2 Hoone maapealse osa ehitus

Hoone maapealse osa ehitusega alustatakse oktoobri keskpaigas. Selleks ajaks võib Eestis keskmne temperatuur langeda alla viie kraadi. Seega võetakse kasutusele meetmed, et kaitsta betooni läbi külmumise eest.

Ehitajal oleks majanduslikult ilmselt köige möistlikum katta müüriladumistellingud kilega ning soojendada laotavaid müüre gaasipuhuritega. Gaasipuhuri summuti jaoks ehitatakse kilesse auk ning heitgaaside suunatakse välja. Vanas hooneosas eemaldatakse kiled ja ladumistellingud kui müür on jõudnud piisavalt kõrgele, et saaks alustada vahelae rakestamistöödega. Vahelae rakestamistööde ajal kaetakse kinni kilega kõik vana hooneosa avad ning hoitakse gaasipuhuritega hoones sees stabiilselt sooja $>15^{\circ}\text{C}$. Peale vahelae betoneerimist kaetakse betooni pind pealt koormakatte või kilega.

Uues hooneosas toetuvad monteeritavad raudbetoon elemendid kandvatele seintele ja postidele. Ehitatavaid müüre soojendatakse ning betoonil lastakse kivineda vähemalt 7 päeva enne kui alustatakse vahelae paneelide ja talade monteerimisega. Peale monteerimist, toestatakse monteeritud paneelid teraspistidega ning jätkatakse müüri soojendamist, et betoon saavutaks piisava tugevuse. Monteeritud elementide toed ja

tugevdused eemaldatakse samal ajal kui eemaldatakse vahelae monoliitimiseks mõeldud raketised.

Müürikive betoneeritakse iga seitsme kivirea tagant. Kivid laotakse nii, et kivide sees olevad õõnsused oleksid kohakuti, et betoon saaks täita kõik kivid. Müüritised armeeritakse vastavalt teostusjoonisele. Samuti jälgitakse, et müür oleks enne betoneerimist soojendatud vähemalt +5°C, et vältida betooni kohest läbi külmumist.

Kuna maapealse osa ehituse maht on suhteliselt suur, planeeritakse hoone maapealse osa ehituseks kaks brigaadi. Üks brigaad teeb müüritöid ning teine brigaad teostab kõik ülejäänud betoonitööd.

Tabelites 5.1, 5.2, 5.3, 5.4, 5.5 on välja toodud vahelagede ehitamiseks kuluva armatuuri kulu iga positsiooni kohta eraldi. Positsioonid on näidatud tehnoloogilisel kaartil olevatel rostvärgi joonistel (vt esitusjoonis 4).

Tabel 5.1 Rostvärgi armatuuri spetsifikatsioon

Pos. nr	Klass	Sam m (mm)	Pikkus kokku (mm)	Kuju kood	Pos. Arv lõikes kokku (tk)	Pikkus kokku (jm)	Painut us-völli diame eter (mm)	Diameete r, (mm)
1	A500 HW	150	74 500	A	16	1 192		12
2	A500 HW	200	1 720	U	2180	3 749,6	40	8
3	A500 HW	150	287 100	A	10	2 871		12
4	A500 HW	200	1 520	U	208	316,16	40	8
5	A500 HW	80	25 000	A	12	300		12
6	A500 HW	200	1 500	U	84	126	40	8
7	A500 HW	100	16 700	A	3	50,1	50	12
9	A500 HW	150	2 480	D	32	79,36	50	12
10	A500 HW	150	2 540	D	30	76,2	50	12
11	A500 HW	100	4 880	D	4	19,52	50	12
12	A500 HW	150	1 670	D	108	180,36	50	12
13	A500 HW	150	2 270	B	8	18,16	50	12
14	A500 HW	150	2 420	B	8	19,36	50	12

Pos. nr	Klass	Sam m (mm)	Pikkus kokku (mm)	Kuju kood	Pos. Arv lõikes kokku (tk)	Pikkus kokku (jm)	Painut us- võlli diame eter (mm)	Diaameete r, (mm)
15	A500 HW	150	2 600	B	8	20,8	50	12
17	A500 HW	150	2 750	B	8	22	50	12
18	A500 HW	150	2 810	D	24	67,44	50	12
19	A500 HW	150	2 910	D	26	75,66	50	12
20	A500 HW	100	4 440	D	4	17,76	50	12
21	A500 HW	150	2 200	D	4	8,8	50	12
22	A500 HW	150	3 220	D	8	25,76	50	12
23	A500 HW	150	2 340	U	4	9,36	40	10
24	A500 HW	120	2 430	D	42	102,06	50	16
25	A500 HW	120	2 360	D	26	61,36	50	16
26	A500 HW	120	2 220	U	26	57,72	40	10
27	A500 HW	120	2 840	D	6	17,04	50	12
28	A500 HW	120	3 420	D	6	20,52	50	12
29	A500 HW	200	1 560	B	22	34,32	80	20
30	A500 HW	110	2 360	D	10	23,6	80	16
31	A500 HW	150	1 500	A	4	6		16
32	A500 HW	100	2 100	U	15	31,5	40	10
33	A500 HW	50	1 390	U	4	5,56	40	8
34	A500 HW	140	2 360	D	22	51,92	80	16
35	A500 HW	150	1 900	B	8	15,2	80	16
36	A500 HW	140	2 420	D	22	53,24	80	16
37	A500 HW	50	1 390	U	4	5,56	40	8
38	A500 HW	200	4 200	A	4	16,8		25
39	A500 HW	100	4 200	A	11	46,2		20
40	A500 HW	150	4 200	A	16	67,2		16

Pos. nr	Klass	Sam m (mm)	Pikkus kokku (mm)	Kuju kood	Pos. Arv lõikes kokku (tk)	Pikkus kokku (jm)	Painut us- võlli diame eter (mm)	Diaameete r, (mm)
41	A500 HW	150	1 390	U	4	5,56	40	8
42	A500 HW	200	2 920	U	42	122,64	40	10
43	A500 HW	150	2 010	D	20	40,2	50	12
44	A500 HW	200	2 570	U	43	110,51	40	10
45	A500 HW	200	4 200	A	8	33,6		25
46	A500 HW	200	4 200	A	7	29,4		20
47	A500 HW	150	4 200	A	16	67,2		16
48	A500 HW	50	1 390	U	4	5,56	40	8
49	A500 HW	100	2 920	U	70	204,4	40	10
50	A500 HW	150	2 010	D	20	40,2	50	12
51	A500 HW	200	4 400	A	98	431,2		16
53	A500 HW	200	6 900	A	46	317,4		16
54	A500 HW	200	6 900	A	42	289,8		10
55	A500 HW	150	1 130	D	92	103,96	40	10
56	A500 HW	200	1 110	D	44	48,84	40	10
57	A500 HW	200	1 730	U	22	38,06	40	10
58	A500 HW	200	10 milj. 460 000	A	1	10460		12
59	A500 HW	200	1 170	D	708	828,36	50	12
60	A500 HW	400	1 220	B	200	244	40	10
61	A500 HW	400	900	erikuj u	200	180	40	10
62	A500 HW	400	5 500	A	36	198		20
63	A500 HW	400	6 000	A	36	216		20
64	B500K	400	-	VÕRK	1	48m2		6
65	A500 HW	200	1 520	U	445	676,4	40	8
66	A500 HW	120	4 4300	A	20	886		12

Pos. nr	Klass	Sam m (mm)	Pikkus kokku (mm)	Kuju kood	Pos. Arv lõikes kokku (tk)	Pikkus kokku (jm)	Painut us- võlli diame eter (mm)	Diaameete r, (mm)
67	A500 HW	200	2 520	U	90	226,8	40	10
68	A500 HW	150	1 710	A	6	10,26		10
69	A500 HW	150	2 320	erikuj u	6	13,92	40	10
70	A500 HW	150	1 700	D	28	47,6	40	10
71	A500 HW	200	870	A	48	41,76		10
72	A500 HW	200	1 530	D	12	18,36	40	10
73	A500 HW	150	1 390	U	6	8,34	40	10
74	A500 HW	150	800	B	24	19,2	40	8
75	A500 HW	200	1 680	D	24	40,32	40	10
76	A500 HW	200	2 380	B	12	28,56	40	10
77	A500 HW	200	500	B	12	6	40	10
78	A500 HW	150	1 630	A	13	21,19		10
79	A500 HW	150	2 320	erikuj u	13	30,16	40	10
80	A500 HW	150	1 900	D	26	49,4	40	10
81	A500 HW	200	1 940	A	32	62,08		10
82	A500 HW	200	1 530	D	14	21,42	40	10
83	A500 HW	150	1 390	U	13	18,07	40	10
84	A500 HW	150	935	B	39	36,465	40	8
85	A500 HW	200	1 500	D	40	60	40	10
86	A500 HW	200	1 820	A	20	36,4		10
87	A500 HW	200	1 060	D	18	19,08	40	10
88	A500 HW	200	2 300	D	14	32,2	40	10
89	A500 HW	150	1 080	D	28	30,24	40	10
90	A500 HW	150	1 880	D	42	78,96	40	10
91	A500 HW	200	700	A	12	8,4		12

Tabel 5.2 Vaiamistöö materjalide mahud haardeala kaupa

Haardeala	Vaiade kogus(tk)	Vaia pikkus (m)	Vaiatööde maht kokku (m)	Tsement(kg)
1	65	11	715	12 350
2	166	11	1 826	31 540
3	152	11	1 672	28 880
4	98	11	1 078	18 620

Tabel 5.3 Rostvärgi armatuuri eksplikatsioon

Diameeter	Üldpikkus (jm)	Klass
Võrk	48(m2)	B500K
8	4 946,1	A500 HW
10	2 341,9	A500 HW
12	17 345,0	A500 HW
16	1 196,4	A500 HW
20	523,9	A500 HW
25	50,4	A500 HW

Tabel 5.4 Rostvärgitööde materjali koondmahud haardeala kaupa

Haardeala	Monoliitsete struktuurid (tk)	Betooni maht kokku (m3)	Armatuuri maht kokku (kg)
1	6	10,6	1 792,3
2	5	28,1	1 590,8
3	10	159,3	12 356,11
4	8	111,24	6 653,29
Kokku	29	309,24	22 392,5

Tabel 5.5 Vundamenditööde töömahtude koondtabel haardala kaupa

Haardeala	Vaiamine, (in-h)	Rostvärvike rakestamine (in-h)	Rostvärvike sarrustamine (in-h)	Rostvärvike betoneerimine (in-h)	Kokku
1	15,6	5,3	14,34	3,18	38,42
2	79,68	14,05	12,73	8,43	114,89
3	72,96	79,65	98,85	47,79	299,25
4	47,04	55,62	53,23	33,372	189,26

5.3 Müüritööd

Maapealse osa ehitusega alustatakse alusmüüritiste ehitamisega vana hooneosa keldrikorruuselt. Piisava körguse saavutamisel liiguavad müüritöölised edasi uue hooneosa esimese korruse müüre laduma. Seejärel liiguavad kolmandale haardealale ehk uue hooneosa esimest korrust laduma, sealt edasi neljandale haardealale ja nii edasi.

Müüriladujatel on järjestikku tööd kuni vana hooneosa viimase korruse ladumiseni. Enne selle ladumist on müüriladujatel tööde seisak kuna monoliitse vahelae ehitus võtab aega ning uues hooneosas on selleks ajaks müüritööd lõppenud.

Ajagraafikust selgub ka, et mõnel juhul alustatakse müüritöödega 16 tundi pärast betoneerimist. Sellel päeval on tööliste tööks planeeritud tellingute püstitamine, kiledega katmine ning soojapuhuritega varustamine. Sama päeva lõpus võib tõsta ka müürikivid vahelae peale, kuid kõik alused tuleb roklaga liigutada ning hajutada vahelae peale ära. Monteeritavate vahelagede peale võib müürikivide töstmiseks kasutada nii kraanat, kui ka upitajat. Upitajate positsioonid on näidatud müüritööde tehnoloogilisel kaardil (vt esitusjoonis 5). Müüritööde töömahud on esitatud allpool tabelis 5.6.

Tabel 5.6 Müüritööde töömahtude koondtabel

Haardeala/SEINATÜÜP	Müüritööde töömaht, haardeala kaupa										Kokku(vah)	kokku tööliste arv
	SS1, (in-h)	SS2, (in-h)	SS3, (in-h)	SS4, (in-h)	SS8, (in-h)	VS2, (in-h)	VS3, (in-h)	VS4, (in-h)	VS5, (in-h)			
1	65,3	4,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	76,7	1,9	5
2	273,2	36,1	92,1	0,0	92,0	118,62	83,7	66,8	838,9	3,1	34	
3	409,8	143,0	0,0	19,3	33,0	0,0	0,0	0,0	0,0	665,7	2,4	34
4	318,8	23,2	85,0	0,0	0,0	107,6	236,69	83,7	0,0	940,5	5,1	23
5	212,5	194,3	0,0	18,7	25,0	0,0	0,0	0,0	0,0	495,6	4,4	14
6	118,4	0,0	0,0	0,0	0,0	94,71	0,0	0,0	0,0	234,4	2,4	12
7	78,9	229,0	0,0	40,7	59,5	0,0	0,00	0,0	0,0	448,9	4,7	12
8	30,4	17,9	0,0	0,0	0,0	0,00	0,0	0,0	0,0	53,0	2,2	3

5.4 Monoliitsed vahelae, trepid ja pandused

Pärast keldrikorruse müüritöid algab keldri ja esimese korruse vahelise vahelae rakestamine. Iga korruse vahelagi betoneeritakse ühe päevaga, sest nii ei teki liitekohti ning korrused on üksteisest paremini eraldatud ehk, et on vaja vähem kinni katta ning on lihtsam kütta.

Treppide ja panduste ehitusega alustatakse pärast seda, kui on valminud korruse vahelae. Treppide betoneerimisel jälgitakse, et betoon vibreeritakse korrektselt läbi, et vältida õhumullide teket. Kuna trepimarsid jäävad puhta betoonpinnana, kaetakse need peale betooni kivinemist kinni OSB või vineerplaatidega, et ehituse käigus vältida kahjustusi.

Samuti jäävad ripplae tagant nähtavale monoliitsed betoonvahelaed. Rakestamisel jälgitakse, et raketise vineer oleks lõigatud sirgete servadega ning, et plaatide nurgad oleksid lõigatud täisnurksed. Samuti jälgitakse, et lahti rakestamisel eemaldataks kõik

kinnitusvahendid ning, et ei kahjustataks betoonlae pindasid. Töömahud on esitatud allpool tabelites 5.7 ja 5.8.

Tabel 5.7 Monoliitsete vahelagede koondmahutabel

Haardeala	Armatuur			Beton	Töömahud			
	Armatuur	maht(m)	maht(t)	maht(m3)	rakestamine (in-h)	sarrustamine (in-h)	betoneerimine (in-h)	Kokku haardeala peale
2	10	1634,10	1,01	27,40	112,98	18,74	4,93	136,66
	12	2002,80	1,78					
	kokku	3636,90	2,79					
3	10	15834,80	9,77	210,68	626,61	138,17	37,92	802,70
	12	10678,40	9,48					
	16	103,60	0,16					
	20	10,70	0,03					
	25	26,70	0,10					
	kokku	26654,20	19,54					
5	8	168,50	0,07	89,84	284,12	60,92	16,17	361,21
	10	6792,80	4,19					
	12	4422,00	3,93					
	16	44,00	0,07					
	20	172,00	0,42					
	kokku	11599,30	8,68					
7	8	33,90	0,01	90,77	367,12	64,41	16,34	447,88
	10	9643,60	5,95					
	12	324,70	0,29					
	16	1408,90	2,22					
	20	180,40	0,44					
	kokku	11591,50	8,92					

Tabel 5.8 Treppide ja panduste koondmahutabel

Haardeala	Armatuur			Betoon	Töömahud			
	Armatuur	maht(m)	maht(t)		maht(m3)	rakestami ne (in-h)	sarrustam ine (in-h)	betoneeri mine (in-h)
1	6,00	15,60	0,00	16,73	61,13	9,40	8,03	78,56
	8,00	362,00	0,14					
	10,00	734,40	0,45					
	12,00	385,60	0,34					
	16,00	29,60	0,05					
	kokku	1527,20	0,99					
2	6,00	154,10	0,03	6,02	28,11	7,38	2,89	38,38
	8,00	197,50	0,08					
	10,00	547,70	0,34					
	12,00	179,50	0,16					
	16,00	106,00	0,17					
	kokku	1184,80	0,78					
3	6,00	141,80	0,03	4,21	20,41	5,17	2,02	27,60
	8,00	220,90	0,09					
	10,00	265,30	0,16					
	12,00	226,50	0,20					
	16,00	38,42	0,06					
	kokku	892,92	0,54					

5.5 Kraana valik

Kuna monteeritavate elementide maht on tornkraana jaoks liiga väike ning hoone koosneb suures mahus laotavatest kandvatest seintest, on mõistlik valida autokraana. Autokraana positsioonid ja geomeetrilised parameetrid valitakse vastavalt ehitusplatsi ja monteeritava hoone suurusele, kujule ja vastavalt monteeritavate elementide massiivsusele. Elemendid, mille järgi kraanade positsioonid ja suurused valitakse, on esitatud tabelites 5.9, 5.10, 5.11, 5.12, 5.13 ja 5.14. Kraanade tõstegraafikud ja kabariitide mõõdud on esitatud järgmistel allpool toodud joonistel:

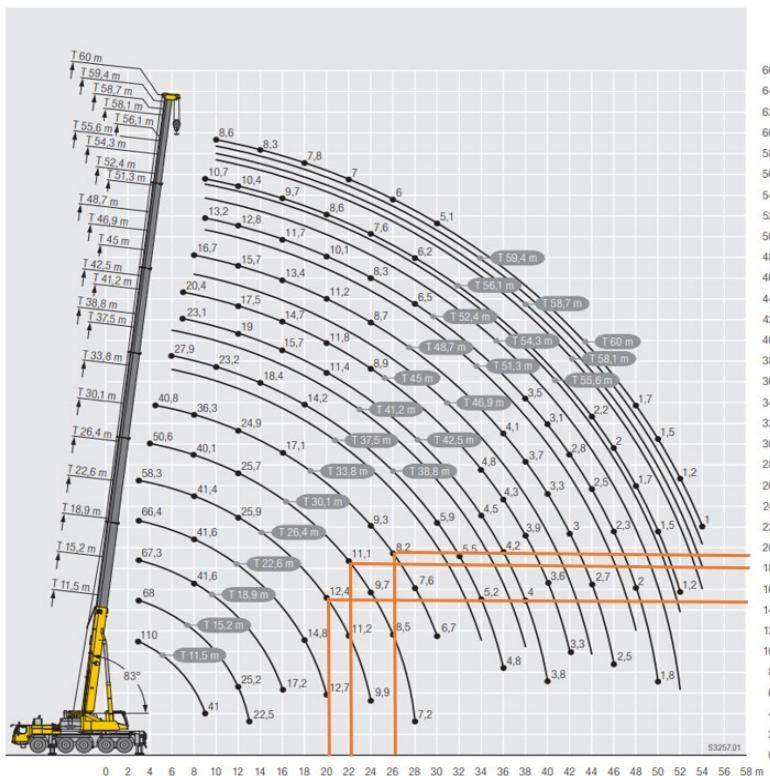
- 110-tonnine kraana: joonised 5.2 ja 5.3 [26];
- 90-tonnine kraana: joonised 5.4 ja 5.5 [27];
- 70-tonnine kraana: joonised 5.6 ja 5.7 [28].

Tabel 5.9 110-tonnise kraana montaažiparameetrid

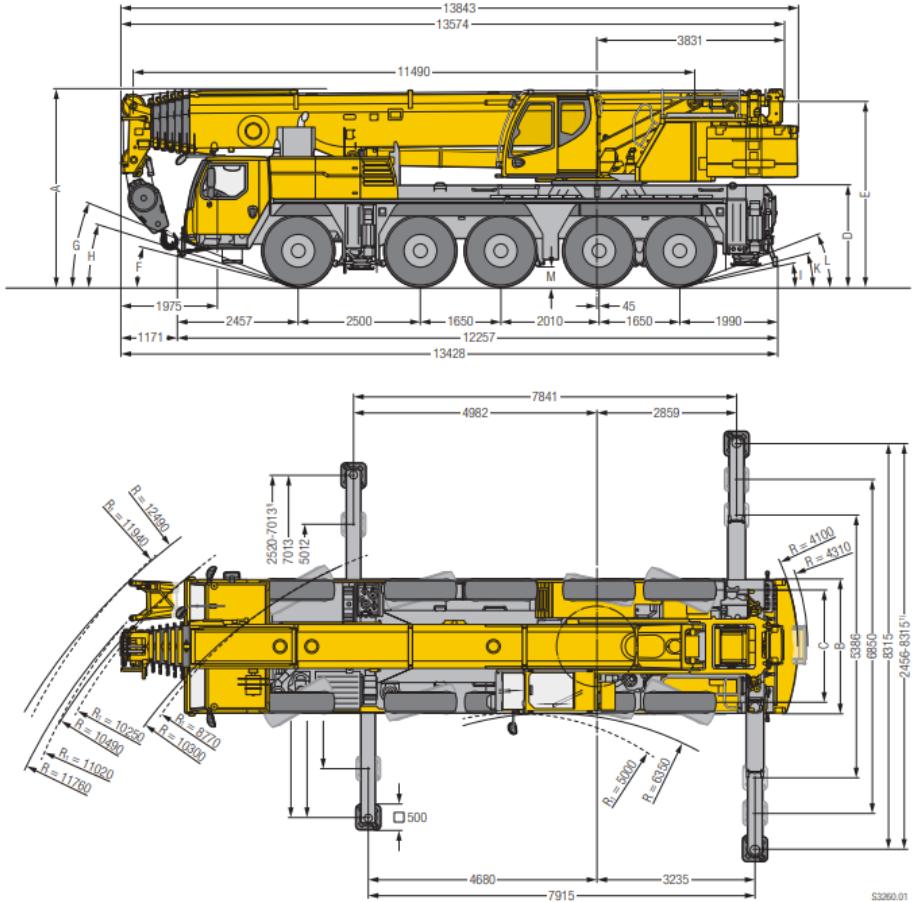
Jrk nr	Monteeritav element	Elemendi montaažiparameetrid								
		Element	Montaažimass, t		Montaažikõrgus, m				Montaažiraadius, m	
			Haarde-seade	Kokku	Paigal-düs-kõrgus	Ohutus-vähe	Element	Haardeseade		
1	Raudbetootala RBT-01	g_1	g_2	G_{\max}	h_1	h_2	h_3	h_4	H_{\max}	R_{\max}
2	Raudbetootala RBT-09	10,4	0,5	10,9	5,64	0,5	1,63	5	12,77	19
4	Laepaneel P-212	6,75	0,5	7,25	7,34	0,5	0,23	5	13,07	25,2
3	Trepimarss TMR-05	3,1	0,25	3,35	7,35	0,5	0,22	3,5	11,57	21,9
		2,93	0,25	3,18	0	0,5	3,78	2,5	6,78	21,2

Tabel 5.10 110-tonnise kraana tösteparametrid

Kraana mark ja tehnilised andmed	Kraana tösteparametrid				
	Valitud tööparametrid				Töste-võime, t
Noole pikkus, m	Max töste-raadius, m	Töö-raadius, m	Max töste-raadius: 54		
Tornkraana LTM 1100 5.1	60m	54	20	12,4	15
			26	8,2	20
			22	11,1	19
			22	11,1	19



Joonis 5.2 110-tonnise kraana töstegraafik [26]



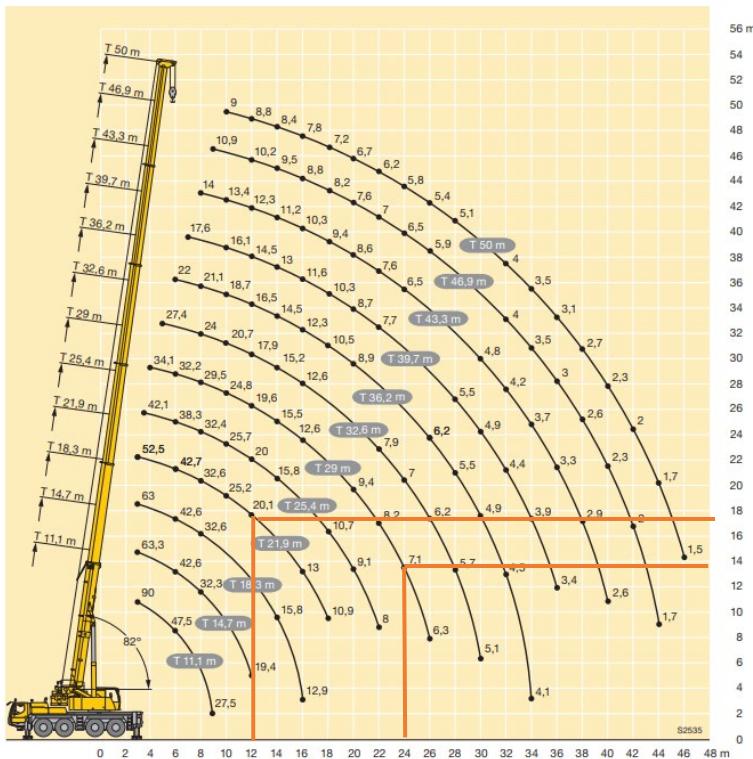
Joonis 5.3 110-tonnise kraana kabariitide mõõdud [26]

Tabel 5.11 90-tonnise kraana montaažiparameetrid

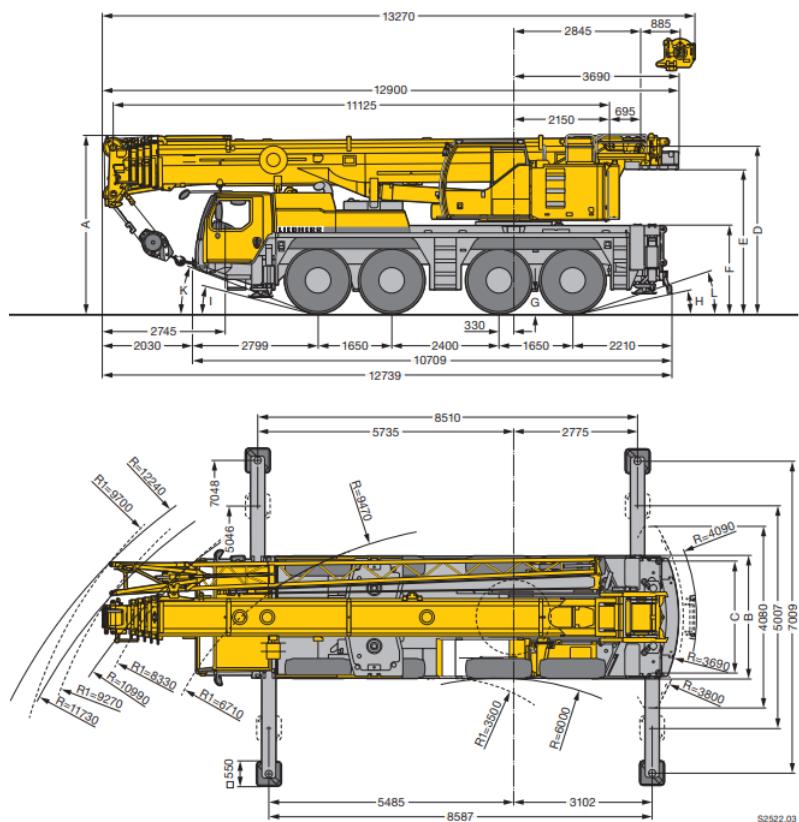
Jrk nr	Monteeritav element	Elemendi montaažiparameetrid						Montaažiraadius, m		
		Montaažimass, t			Montaažikõrgus, m					
		Element	Haarde-seade	Kokku	Paigaldus-kõrgus	Ohutus-vahе	Element			
		g_1	g_2	G_{max}	h_1	h_2	h_3	R_{max}		
2	Raudbetootala RBT-05	3,58	0,5	4,08	5,64	0,5	1,63	5	12,77	22,9
4	Laepaneel P-140	3,93	0,25	4,18	5,85	0,5	0,22	3,5	10,07	22,2
3	Trepimarss TMR-08	8,93	0,25	9,18	-1	0,5	3,8	2,5	5,8	18

Tabel 5.12 90-tonnise kraana tösteparameetrid

Kraana mark ja tehnilised andmed	Kraana tösteparameetrid					
	Valitud tööparameetrid					
Tornkraana LIEBHERR 1090 4.1	Noole pikkus, m	Max töste-raadius,m	Töö-raadius, m	Töste-võime, t	Töste-kõrgus, m	
Tööraadius: 3m - 46m	50	46	24	7,1	14	
Töstevõime: max raadiusel 1,5T, min raadiusel 90T			24	7,1	14	
			12	20,1	18	



Joonis 5.4 90-tonnise kraana töstegraafik [27]



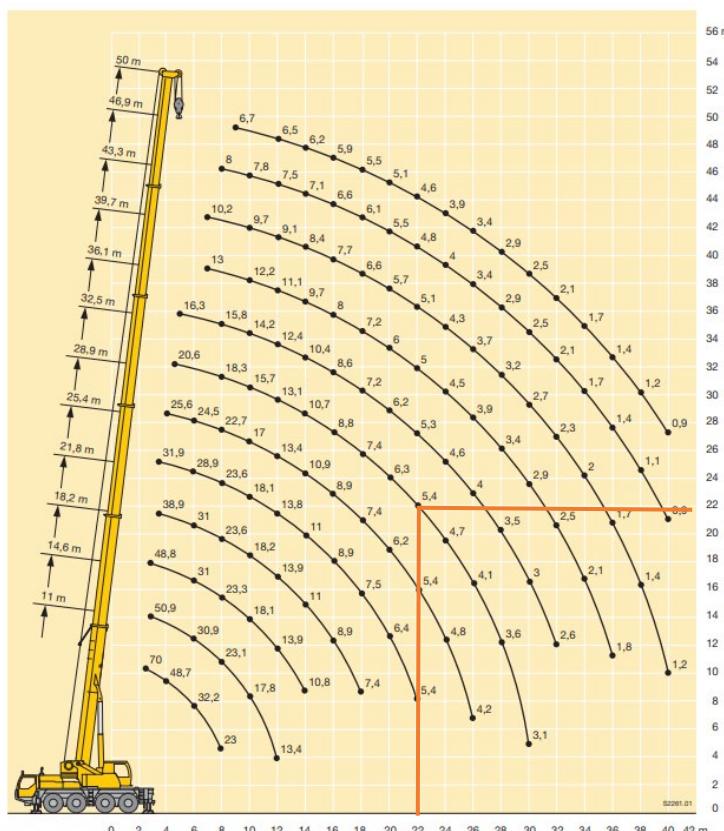
Joonis 5.5 90-tonnise kraana kabariitide mõõdud [27]

Tabel 5.13 70-tonnise kraana montaažiparameetrid

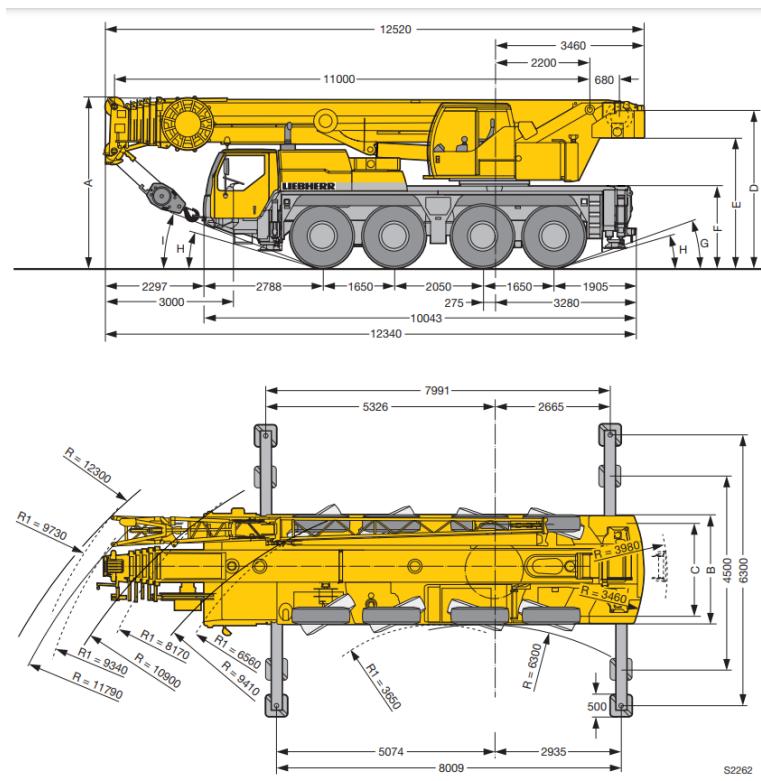
Jrk nr	Monteeritav element	Elemendi montaažiparameetrid									Montaaži- raadius, m
		Montaažimass, t			Montaažikõrgus, m						
		Element	Haarde- seade	Kokku	Paigal-düs- kõrgus	Ohutus- vahе	Element	Haarde sea de	Kokku		
g ₁	g ₂	G _{max}	h ₁	h ₂	h ₃	h ₄	H _{max}	R _{max}			
1	Post RBP-02	3,18	0,2	3,38	0	0,5	6,95	2	9,45	20,7	
2	Laepaneel P-313	2,8	0,25	3,05	9,25	0,5	0,22	3,5	13,47	21,9	
4	Trepimarss TMR-06	3,33	0,25	3,58	2,58	0,5	2,6	2,5	8,18	11,3	

Tabel 5.14 70-tonnise kraana tösteparameetrid

Kraana tösteparameetrid													
Kraana mark ja tehnilised andmed			Valitud tööparameetrid										
			Noole pikkus, m	Max töste- raadius,m	Töö-raadius, m	Töste-võime, t	Töste-kõrgus, m						
Tornkraana LIEBHERR 1070 4.2						22	5,4	16					
Tööraadius: 3m - 40m						22	5,4	16					
Töstevõime: max raadiusel 1,2T, min raadiusel 70T						22	5,4	16					



Joonis 5.6 70-tonnise kraana töstegraafik [28]



Joonis 5.7 70-tonnise kraana kabariitide mõõdud [28]

Kraana tööala ehk ala, kus võib kraana konksu otsas rippuda element, on kujutatud ehitusplatsi üldplaanil (vt esitlusjoonis 3). Tähelepanu pööratakse asjaolule, et kraanade tööraadius on väiksem kui 270° . Tööraadius kraana positsiooni kohta ulatub kuni 28m. Kraana tööraadiuse valimisel arvestatakse naaberkruntidel olevate hoonete, ajutiste ehitistega ning lächedal asuvate tänavate paiknemisega.

Maksimaalne elemendi tõstekõrgus on 9,5m. Kraana tööraadiust kraanaga tõsteid tehes ei tohi ületada, kuna elemendi kukkumisel sellistelt kõrgusel on tekitatud kahjud suured.

5.6 Monteeritavad raudbetoonelementid

Uue hooneosa kandvad talad, postid, trepid ja vahelaed ehitatakse monteeritavatest raudbetoonelementidest. Alustatakse postide monteerimisest. Raudbetoonpostid monteeritakse ja monoliiditakse ära enne müüritööde algust ehk ajaliselt samal ajal kui tehakse vana hooneosa keldrikorruse müüritöid.

Betoonelemente ladustatakse platsil ainult nendel päevadel kui toimub elementide montaaž. Monteerimise ajal võib kraana ohualale tagurdada ainult elemente vedav sõiduk.

Peale monteerimist toestatakse kõik monteeritavad elemendid ning rakestatkse lahti alles pärast monoliitimist.

Monteeritavate elementide loetelu koos iga paneeli monteerimisele ja monoliitimisele kuluva tööajaga on toodud tehnoloogilisel kaartil (vt esitusjoonis 6). Samuti on tehnoloogilisel kaartil välja toodud sama informatsioon haardeala kaupa.

5.7 Kestuse arvutused

Vaivundamendi mikrovaiade ehitamise kestuse arvutamisel kasutatakse kogemuslikku kestust, mille kohaselt vaimasin Klemm KR 701 suudab 11m pikkuseid vaiu vata keskmiselt 11tk päevas. Vaimasin Klemm KR 802-1 suudab 11m injektsionmikrovaiu vata keskmiselt 14tk päevas. Seega suudavad kaks masinat kokku vata keskmiselt 25 vaia ühe tööpäevaga.

Kõikide ülejää nud kestuste arvutamiseks kasutatakse Ratu ajanorme.

Kõikidele monoliitset betoonist struktuuride - rostvärgid, trepid, pandused, koormusjaotusplaadid, postid, vahelaed, sillused jne - jaoks ehitatakse kohapeal puitraketised. Monoliitsed struktuurid sarrustatakse suuremas mahus üksikvarra stega ning betoneeritakse kasutades selleks betoonipumpa.

Kõikide eelpool mainitud tööde ajanormide valimisel võetakse arvesse veel asjaolu, et tööd toimuvad hilissügisel. Sellel ajal võivad temperatuurid langeda ja püsida pikemalt alla 0 kraadi. See asjaolu vähendab tööde efektiivsust kohati kuni 10%.

Tabelis 5.15 on esitatud hoone vundamendi ehitustöödele kulunud töömahud töö- ja haardeala kaupa. Tabelis 5.16 on esitatud hoone maapealse osa ehitustöödele kulunud töömahud töö- ja haardeala kaupa.

Tabel 5.15 Vundamentide ehituse töömahud

Haardeala	Töö nimetus	Tööliste/masinate		Normatiivne		valitud kestus
		Arv		Tööjõu-kulu	Kestus	
				in-h	in-vah	
1	Geodeetiline märkimine	1	0	3,74	3,74	0,47
	Vaiamine	3	1	121,06	40,35	5,04
2	Geodeetiline märkimine	2	0	9,56	4,78	0,60
	Vaiamine	6	2	156,44	26,07	3,26
	Geodeetiline märkimine	1	0	1,46	1,46	0,18
	Rakestamine	4	0	37,52	9,38	1,17
	Sarrustamine	4	0	22,79	5,70	0,71
	Betoneerimine	3	1	3,68	1,23	0,15
	Lahti rakestamine	4	0	9,74	2,44	0,30
3	Geodeetiline märkimine	2	0	8,76	4,38	0,55
	Vaiamine	6	2	283,08	47,18	5,90
	Geodeetiline märkimine	1	0	1,17	1,17	0,15
	Rakestamine	4	0	30,02	7,50	0,94
	Sarrustamine	4	0	18,29	4,57	0,57
	Betoneerimine	3	1	8,43	2,81	0,35
	Lahti rakestamine	5	0	7,80	1,56	0,19
4	Geodeetiline märkimine	2	0	5,64	2,82	0,35
	Vaiamine	6	2	182,52	30,42	3,80
	Geodeetiline märkimine	1	0	2,06	2,06	0,26
	Rakestamine	7	0	52,75	7,54	0,94
	Sarrustamine	9	0	143,14	15,90	1,99
	Betoneerimine	6	2	49,03	8,17	1,02
	Lahti rakestamine	2	0	13,70	6,85	0,86
5	Geodeetiline märkimine	1	0	2,22	2,22	0,28
	Rakestamine	7	0	57,00	8,14	1,02
	Sarrustamine	5	0	78,72	15,74	1,97
	Betoneerimine	6	2	33,59	5,60	0,70
	Lahti rakestamine	2	0	14,81	7,40	0,93

Tabel 5.16 Hoone maapealse osa ehituse töömahud

Haardeala	Töö nimetus	Tööliste/masinate		Normatiivne		valitud kestus
		Arv		Tööjõukulu	Kestus	
		in-h	in-vah	vah		
1	Müüritööd 0korrusel	3	1	76,71	25,57	3,20
	RB postide montaaž	3	1	5,40	1,80	0,23
	RB postide monoliitimine	3		2,40	0,80	0,10
2	0 Korruse vahelae rakestamine	4		90,40	22,60	2,83
	0 Korruse vahelae sarrustamine	3		18,74	6,25	0,78
	0 Korruse vahelae betoneerimine	3	1	4,93	1,64	0,21
	0 Korruse vahelae lahti rakestamine	3		22,6	7,53	0,94
	Müüritööd 1korrus, uus hooneosa	18	2	838,90	46,61	5,83
3	Müüritööd Vana hooneosa 1. korrusel	11	2	665,70	60,52	7,56
	1. Korruse montaaž	3	1	44,01	14,67	1,83
	1. Korruse vahelae paneelide monoliitimine	4	1	31,05	7,76	0,97
	1.korruse vana hooneosa vahelae rakestamine	10		501,29	50,13	6,27
	1.korruse vana hooneosa vahelae sarrustamine	10		138,17	13,82	1,73
	1.korruse vana hooneosa vahelae betoneerimine	6	2	37,92	6,32	0,79
	1.korruse vahelae vana hooneosa vahelae lahti rakestamine	4		125,322	31,33	3,92
	Uue hooneosa 2. korruse müüritööd	14	2	940,50	67,18	8,40
	Vana hooneosa treppide ja panduste rakestamine 1.korrusel	4		48,904	12,23	1,53
4	Vana hooneosa treppide ja panduste sarrustamine 1.korrusel	2		9,4	4,70	0,59
	Vana hooneosa treppide ja panduste betoneerimine 1.korrusel	3	1	8,3	2,77	0,35
	Vana hooneosa treppide ja panduste lahti rakestamine 1.korrusel	3		12,226	4,08	0,51
5	Vana hooneosa 2. korruse müüritööd	8	1	495,6	61,95	7,74
	2. Korruse montaaž	3	1	27,33	9,11	1,14
	2. Korruse monoliitimine	3	1	16,85	5,62	0,70
	2. Korruse vana osa vahelae rakestamine	8	1	227,30	28,41	3,55
	2. Korruse vana osa vahelae sarrustamine	5		60,92	12,18	1,52
	2. Korruse vana osa vahelae betoneerimine	3	1	16,17	5,39	0,67
	2.Korruse vana osa vahelae lahti rakestamine	4		56,824	14,21	1,78
	Uue hooneosa 3. korruse müüritööd	5	1	234,40	46,88	5,86
6	2. Korruse monoliitsete treppide ja panduste rakestamine	2		22,49	11,24	1,41
	2. Korruse monoliitsete treppide ja panduste sarrustamine	2		7,38	3,69	0,46
	2. Korruse monoliitsete treppide ja panduste betoneerimine	3	1	2,89	0,96	0,12
	2. Korruse monoliitsete treppide ja panduste lahti rakestamine	4		5,62	1,41	0,18
7	Vana hooneosa 3. korruse müüritööd	10	1	448,9	44,89	5,61
	3. Korruse montaaž	3	1	11,75	3,92	0,49
	3. Korruse monoliitimine	1	1	11,50	11,50	1,44
	3. Korruse vana hooneosa vahelae rakestamine	14		367,12	26,22	3,28
	3. Korruse vana hooneosa vahelae sarrustamine	13		64,41	4,95	0,62
	3. Korruse vana hooneosa vahelae betoneerimine	3	1	16,34	5,45	0,68
	3.Korruse vana osa vahelae lahti rakestamine	4		56,824	14,21	1,78
	Vana hooneosa 4. korruse müüritööd	2	2	53,00	26,50	3,31
8	3. Korruse monoliitsete treppide ja panduste rakestamine	4		16,328	4,08	0,51
	3. Korruse monoliitsete treppide ja panduste sarrustamine	4		5,17	1,29	0,16
	3. Korruse monoliitsete treppide ja panduste betoneerimine	3	1	2,02	0,67	0,08
	3. Korruse monoliitsete treppide ja panduste lahti rakestamine	4		4,082	1,02	0,13

6. TÖÖ- JA KESKKONNAKAITSE

Ehitusplatsi tööohutust reguleeritakse ja kontrollitakse Tööinspeksiooni poolt. Tööohutuse nõuded ja -tagamine on kirjeldatud määruses „Töötervishoiu ja tööohutuse nõuded ehituses“ [23]. Platsil viibivate inimeste ohutus tagatakse eelpool kirjeldatud määruse korrale. Vastavalt objekti iseloomule pööratakse igal objektil erilist tähelepanu objektile omastele ohtudele.

Jakobi 5 ehitusplatsil töötades järgitakse kõiki reegleid ja soovitusi, mis on kirjeldatud ettevõtte Ehitustrust AS “Töösisekorra eeskirjades”.

Ehitusplatsi üldplaanil on rohelise värviga viirutatud ala, kuhu tagatakse ehitusmasinate pidev ligipääs. Sellel alal teostavad kogu ehituse välitel ehitusmasinad pidevalt tööd. Samal alal paiknevad ka tehnoloogilistel kaartidel (vt esitlusjoonised 4, 5, 6, 7) näidatud kraana ning enamik upitaja positsioone. Seetõttu on ehitajatel keelatud ladustada materjale ja/või suitsetada eelpool kirjeldatud alal. Kuna kõige enam koormatud ehituspäevadel töötab antud objektil kuni 100 inimest, ei pruugi kõik töötajad olla informeeritud missuguste masinatega konkreetsel päeval antud alal tööd tehakse. Seega selgitatakse instruktaazi käigus kõikidele töötajatele, et olenemata hetkeolukorrast ehitusplatsil, ei tohi rohelise värviga viirutatud alal põhjuseta viibida ning materjale ladustada.

Punase joonega on ehitusplatsi üldplaanil (vt esitlusjoonis 3) märgitud kraana tööala. Kuna kraana teostab töid ainult neljal päeval kogu ehitusajast, võib sellel alal materjali ladustada ja viibida, kui ei häirita ehituse kulgu. Peatöövõtja Ehitustrust AS peab teavitama kõiki töövõtjaid päevadest, mil teostatakse montaaži. Nendel päevadel võivad kraana töötsoonis viibida ainult monteerijad. Samuti tagatakse eelpool kirjeldatud päevadel tee korras hoida ja hea läbitavus, et monteeritavaid elemente toovad autod saaksid liigelda. Monteerimisel jälgitakse, et ehitusplatsi üldplaanil (vt esitlusjoonis 3) märgitud kraana ohualast peetakse rangelt kinni. Töisted, mis on plaanis teha väljaspool kraana tööala, kooskõlastatakse peatöövõtja Ehitustrust AS-ga.

Kui tekib vajadus tösta elemente üle alade, mis paiknevad ehitusplatsist väljaspool, peab ehitaja taotlema linnalt loa antud töödeks ning sulgema liikluse konkreetset tänaval terveks päevaks.

Esitlusjoonisel 3 on tumehalliga märgitud ehitusplatsi ajutised teed ning ehitusplatsiga külgnedavad teed. Kuna ehitusplatsil on ruumi vähe ning tee on kitsas (8,5m), ei tohi ehitusplatsi teedel ladustada materjali kauem kui kauba mahalaadimise ajal. Keelatud

on autode parkimine ehitusplatsi ajutistel teedel. Materjali ladustamise ja autode parkimisega ehitusplatsil takistatakse ning häiritakse ehitustöid, rikutakse tööhutuse nõudeid ja ehitusplatsi üldplaanil (vt esitlusjoonis 3) näidatud piire.

Ehitusplatsile suurte masinatega sisse ja välja sõites kasutatakse lisaks autojuhile ühte juhendajat, kes aitab manööverdamisel ning annab märku kaasliiklejatele võimalikust takistusest ja ohust teel.

Alapeatükkides 6.1, 6.2, 6.3 on kirjeldatud tehnoloogiliste kaartidel tehtavate tööde tööhutust spetsiifilisemalt.

6.1 Keskkonnakaitse ja tuleohutus

Suitsetamiseks on ehitusplatsi üldplaanil eraldatud ala (vt esitlusjoonis 3). Suitsetamine on keelatud teistel aladel. Kõik suitsukonid kustutatakse veega ning suitsukonid visatakse prügikonteinerisse. Kuna ehitusplatsil on ruumi vähe kasutatakse üldehitusjäätmete ladustamiseks ühte konteinerit ning eraldi konteinerit ohtlike jäätmete kogumiseks. Üldehitusjäämed on materjalide jäagid nagu näiteks: puitmaterjal, metall, plastikust tehtud ehitustooted, katkised mitte elektrilised tööriistad, pinnase jäagid jms. Ohtlike jäätmete konteinerisse tuleb ladustada ehitustegevuse tagajärvel tekkinud kemikaalide jäagid.

Ehitusplatsil paigaldatakse tuletööde teostamise koha vahetusse lähedusse vähemalt 2 tulekustutit. Tuletööd, mis ei ole kohast sõltuvad, nagu näiteks ketaslõikuriga materjali lõikamine, teostatakse ehitusobjekti igal korrusel selleks ettenähtud märgistatud lõike alal. Iga päev tööpäeva lõppedes kontrollitakse, et tuletööde teostamise aladel ei oleks suitsu või kustutamata sädemeid.

Tulekahju tekkides helistatakse koheselt päästeametisse ning tuuakse esmased tulekustutusvahendid soojaku esimeselt korruselt märgistatud kohast. Väiksemaid tulekahjusid kustutatakse käsitulekustutusvahenditega. Tulekahju evakueeritakse tulekahju kustutamiseni või päästeameti loani majast kõik inimesed. Instruktaaži ajal tutvustatakse kõikidele töötajatele ehitusplatsi evakuatsiooni teid. Päästeametnike saabumisel näidatakse tulekolde asukohta ning lähima tuletörje hüdrandi asukohta.

6.2 Vundamendi ehitustööd

Hoonele ehitatav vaivundamendi vaiad ehitatakse kasutades injektsioonmikrovaiasid. Kuna vaiamasinates on tsemendisegu injekteermise hetkel tohutud surve, veendutatakse enne vaiamasinaga tööl asumist masina töökindluses ning tagatakse, et masina vahetusläheduses ei tööta teisi töötajaid. Peetakse kinni koondkalenderplaanil

(vt esitlusjoonis 8) ning vundamendi ehituse tehnoloogilistel kaartidel (vt esitlusjoonis 4) välja toodud tööde järjekorras.

Kuna vaiamasina poolt tekitatav müra kahjustab kuulmist kasutatakse kõrvatroppe ja/või kõrvaklappe.

Vaiamasinaga vaiates järgitakse tehnoloogilistel kaartidel (vt esitlusjoonised 4) näidatud vaiamise järjekorda. Vana hooneosa konstruktsioonide mitteplaanilisest kahjustamisest teavitatakse koheselt peatöövõtjat Ehitustrust AS-i. Varisemisohu korral evakueeritakse majast kõik inimesed. Vaiamise järjekorra muutmine kooskõlastatakse peatöövõtja Ehitustrust AS-ga.

6.3 Hoone maapealse osa ehitustööd

Tagatakse, et betoneerimise ajal ei viibiks betoonipumba vahetusläheduses töötajaid. Upitajaga ning kraanaga töötamisel peetakse kinni tehnoloogilistel kaartidel (vt esitlusjoonised 5, 6, 7) näidatud positsioonidest. Positsiooni muutmine kooskõlastatakse peatöövõtja Ehitustrust AS-ga.

Hoone maapealse osa ehitamise kalenderplaanil (vt esitlusjoonis 8) on näidatud, et müüriladujad saavad tööle asuda päev peale vahelae monoliitist. Järgneval päeval on keelatud müüride ladumine. Müüriladujad teostavad sellel päeval ettevalmistustöid näiteks veetakse materjali ehitusplatsile, paigutatakse ümber tellinguid, presente ja küttekalorifeere. Monoliitse lae koormamine liialt vara võib kaasa tuua lae kokku varisemise.

Kõik monteeritavad elemendid toestatakse vahetult peale monteerimist. Elemente, mis on kahjustunud, ei tohi monteerida. Monoliitsete vahelagede lahti rakestamisega alustatakse 7 päeva pärast betooni valu, tingimusel, et betooni temperatuur on püsivalt olnud 15C.

7. TEGELIKE EHITUSKULUDE VÕRDLUS ESIALGSE EELARVEGA

Majandusosa eesmärgiks on võrrelda eelarvet, millega võideti ehitushange, eelarvega, mis tegelikult kulus ehitustegevusele. Kõik töös välja toodud rahalised numbrid on arvutatud kasutades ehitaja poolt antud dokumente ning korrutades seal esitatud summad läbi kindla koefitsiendiga viisil, et maksumuse protsentuaalsed muutused ja suhted jäääksid konstantseks.

Tabelis 7.1 on esitatud ehitustööde kaupa maksumus, millega peatöövõtja võitis hanke ja tegelikult töödele kulunud maksumus. Samuti on välja toodud hindade protsentuaalsed erinevused. Kõik maksumused, mis on hanke hinnast $>20\%$ ja/või vähemalt 100 000EUR võrra suuremad, on värvitud punaseks. Roheliseks on värvitud kõik maksumused, mis ei ole hanke hinnast suuremad kui 20% ja/või 100 000EUR.

Tabelist 7.1 selgub, et ehituse kogumaksumus on hankehinnast ca 12% kõrgem. Kõige suurema hinna erinevuse tõid sisse plekkkatuse, põrandakatete ja maakivifassaadi ehitustööd ning ehitusplatsi üldkulud. Arvestades seda, et hoone ehituse ajal kallinesid mitmete sisendite hinnad kordades (näiteks puit, teras, EPS), on ehitaja suutnud suhteliselt hästi hakkama saada eelarves püsimisega.

Samuti tuleb tabelist 7.1 selgelt välja, et isegi kui toormete ning energia hindade inflatsiooni ei oleks ehitusperioodil esinenuud, maksab poole aastane ehitustööde venimine ainuüksi peatöövõtja kohaloleku tõttu 110 000EUR rohkem kui hankes ette nähtud.

Tabeli 7.1 analüüsimalisel järeldatakse, et hoone õigeaegsel valmimisel oleks suudetud ehitada odavamalt. Kuna ehitushinnad kallinevad jätkuvalt rohkem kui 2% aastas ning inseneride kohalolek on kulukas, siis on nii tellijale kui ka ehitajale mõistlik ehitada hoone valmis võimalikult kiiresti.

Tabel 7.1 Maksumuse võrdlus

Töö nimetus	Töömaht	Tööde osakaal, %	Eelarve maksumus, EUR	Reaalne maksumus, EUR	Reaalse maksumuse ja eelarve maksumuse erinevus, %	Reaalse maksumuse ja eelarve maksumuse erinevus, EUR
Hoone sisesed lammustustööd	3700m2	1,44%	65 450,00 €	84 900,00 €	29,72%	19 450,00 €
Asfaltkatte lammustustööd	1800m2	0,08%	3 700,00 €	6 300,00 €	70,27%	2 600,00 €
Kõrvalehitiste lammustustööd	2tk	1,87%	85 000,00 €	126 000,00 €	48,24%	41 000,00 €
Ajutoistle rajatiste ja kommunikatsioonide püstitamine	1kmpl	0,57%	26 000,00 €	26 000,00 €	0,00%	0,00 €
Arheoloogilised väljakaevamised	2000m2	8,34%	380 000,00 €	380 000,00 €	0,00%	0,00 €
Vaiatööd	481tk	6,15%	280 000,00 €	229 500,00 €	-18,04%	-50 500,00 €
Puude ja põõsaste lõikus ning kaitse	3tk	0,01%	400,00 €	400,00 €	0,00%	0,00 €
Arheoloogia tagasi täitmine	1200m3	0,26%	12 000,00 €	12 000,00 €	0,00%	0,00 €
Vundamendi kaeve ning liiv- ja killustikuluse ehitus	1500m3	0,46%	21 100,00 €	18 000,00 €	-14,69%	-3 100,00 €
Ajutiste teede ja platside killustiku katendid	1500m3	0,46%	21 100,00 €	21 100,00 €	0,00%	0,00 €
Rostvärkide ehitus ja välibetoonitööd	315,77m3	1,17%	53 300,00 €	91 500,00 €	71,67%	38 200,00 €
Hoone maapealse osa ehitustööd	3885brm2	12,90%	587 800,00 €	547 000,00 €	-6,94%	-40 800,00 €
Aluspõrandate ehitustööd	3805m2	1,93%	88 000,00 €	38 000,00 €	-56,82%	-50 000,00 €
Lifti ehitustööd	2tk	0,88%	40 000,00 €	47 000,00 €	17,50%	7 000,00 €
Uue hooneosa krohvitava fassaaditööd	393,6m2	0,15%	7 000,00 €	14 000,00 €	100,00%	7 000,00 €
Vana fassaadi restaureerimine (õnekrohvimine)	1522m2	1,54%	70 000,00 €	95 000,00 €	35,71%	25 000,00 €
Puitfassaadi ehitustööd(tuuletökkapelat+roovitis+laudis)	500m2	0,66%	30 000,00 €	67 000,00 €	123,33%	37 000,00 €
Maakivi fassaadi ehitustööd	312m2	0,50%	23 000,00 €	111 000,00 €	382,61%	88 000,00 €
Uue plekkatuse ehitus ja vana plekkatuserestaureerimistööd	520m2	1,82%	82 900,00 €	89 000,00 €	7,36%	6 100,00 €
SBS katuse ehitustööd	470m2	0,64%	29 000,00 €	31 000,00 €	6,90%	2 000,00 €
Akende ehitustööd	179tk	3,55%	161 600,00 €	165 000,00 €	2,10%	3 400,00 €
Rödu ehitustööd	1tk	0,18%	8 000,00 €	11 000,00 €	37,50%	3 000,00 €
Kipsvaheseinte ja lagede ehitustööd	1593,8m2	0,68%	31 000,00 €	64 000,00 €	106,45%	33 000,00 €
Välisustre ehitustööd	14tk	0,79%	36 000,00 €	59 000,00 €	63,89%	23 000,00 €
Siseseinte ja lagede viimistlustööd	11200m2	4,19%	191 000,00 €	170 000,00 €	-10,99%	-21 000,00 €
Teede ja platside ehitustööd	2000m2	2,13%	97 000,00 €	133 000,00 €	37,11%	36 000,00 €
Värvavate ehitustööd	2tk	0,14%	6 500,00 €	7 000,00 €	7,69%	500,00 €
Siseuste ja klaasvaheseinte ehitus	121tk+42tk	2,88%	131 000,00 €	159 500,00 €	21,76%	28 500,00 €
Plaatimistööd	777m2	1,98%	90 250,00 €	110 000,00 €	21,88%	19 750,00 €
Sadevee ja kanalisaatsiooni välitrasside ehitustööd	23tk+221m	0,33%	14 900,00 €	44 000,00 €	195,30%	29 100,00 €
Kütte-, jahutus ja vee välitrasside ehitustööd	149jm	1,05%	48 000,00 €	40 950,00 €	-14,69%	-7 050,00 €
Välinelektriööd	3885brm2	0,24%	11 000,00 €	3 100,00 €	-71,82%	-7 900,00 €
Pisitupesade, valgustide ja liikumisandurite ehitustööd	3885brm2	3,64%	166 000,00 €	165 000,00 €	-0,60%	-1 000,00 €
Kaablite ja kaabliteede ehitustööd	3885brm2	1,41%	64 000,00 €	43 000,00 €	-32,81%	-21 000,00 €
Elektri peajaotussüsteemide ehitustööd	3885brm2	0,48%	22 000,00 €	26 000,00 €	18,18%	4 000,00 €
Välinõrkvoopaigalistide ja trasside ehitustööd	3885brm2	0,18%	8 000,00 €	6 841,35 €	-14,48%	-1 158,65 €
Nõrkvool kaablite ja kaabliteede ehitustööd	3885brm2	0,61%	28 000,00 €	24 944,72 €	-10,91%	-3 055,28 €
Jäätlate ja keskuste ehitustööd	3885brm2	0,57%	26 000,00 €	23 234,38 €	-10,64%	-2 765,62 €
Valve, side, ATS, heli ja video seadmete ehitustööd	3885brm2	6,26%	285 300,00 €	268 979,56 €	-5,72%	-16 320,44 €
Ventiliatsiooni põhi ja harumagistralide ehitustööd	3885brm2	2,94%	134 000,00 €	142 156,52 €	6,09%	8 156,52 €
Ventiliatsiooni seadmete ehitustööd	3885brm2	2,00%	91 000,00 €	96 539,13 €	6,09%	5 539,13 €
Soojasõlme ehitustööd	3885brm2	0,26%	12 000,00 €	15 205,48 €	26,71%	3 205,48 €
Küttekorustike ehitustööd	3885brm2	0,55%	25 000,00 €	31 678,08 €	26,71%	6 678,08 €
Küttekehade ehitustööd	3885brm2	2,22%	101 000,00 €	127 979,45 €	26,71%	26 979,45 €
Ventiliatsioonisadmete soojaga varustamistööd	3885brm2	0,11%	5 000,00 €	5 304,35 €	6,09%	304,35 €
Jahutussõlme ehitustööd	3885brm2	0,13%	6 000,00 €	7 602,74 €	26,71%	1 602,74 €
Jahutustorustike ehitustööd	3885brm2	0,55%	25 000,00 €	31 678,08 €	26,71%	6 678,08 €
Jahutuseadmete ehitustööd	3885brm2	4,41%	201 000,00 €	254 691,78 €	26,71%	53 691,78 €
Eriosedad seadistustööd ja komplekskatsetuse teostamine	3885brm2	0,20%	9 000,00 €	11 404,11 €	26,71%	2 404,11 €
Majasises veevarustuse ja san. tehnika ehitustööd	3885brm2	1,03%	47 000,00 €	59 554,79 €	26,71%	12 554,79 €
Majasises kanalisaatsiooni ehitustööd	3885brm2	0,46%	21 000,00 €	26 609,59 €	26,71%	5 609,59 €
Ripplagede ehitustööd	1949m2	1,47%	67 000,00 €	77 000,00 €	14,93%	10 000,00 €
Dold lagede ehitustööd	450m2	0,42%	19 000,00 €	15 600,00 €	-17,89%	-3 400,00 €
Akna laudade ehitustööd	190jm	0,14%	6 200,00 €	6 200,00 €	0,00%	0,00 €
Vaip, LVT, PVC ja parketti ehitustööd	3302,3m2	2,44%	111 000,00 €	185 000,00 €	66,67%	74 000,00 €
Põrandaliisti ehitustööd	1988jm	0,20%	9 000,00 €	17 000,00 €	88,89%	8 000,00 €
Lukustuse ehitustööd	177tk	1,21%	55 000,00 €	56 000,00 €	1,82%	1 000,00 €
Furnituuri ehitustööd	33ruumi	0,29%	13 400,00 €	14 000,00 €	4,48%	600,00 €
Lõpukoristus	3885brm2	0,35%	16 000,00 €	16 000,00 €	0,00%	0,00 €
Ehitusplatsi üldkulud		5,49%	250 000,00 €	360 000,00 €	44,00%	110 000,00 €
Kokku		100,00%	4 554 900,00 €	5 116 454,11 €	12,33%	561 554,11 €

8. KOKKUVÕTE

Ehitatava hoone kompleks Jakobi 5 annab Tartu Ülikooli Haridusteaduskonna tudengitele võimaluse õppida ühes hoonekompleksis. Varasemalt oli Haridusteaduskond jaotatud mitme erineva asukohaga hoone vahel. Lisaks loob ümberehitatav Jakobi 5 hoone tudengitele mugavama ning kaasaegsema õpikeskkonna. Paremaks muutuvad õppimistingimused erivajadustega tudengitele. Kõikidele korrustele tagatakse ligipääs liftiga, samuti ehitatakse kahele esimesele korrusele inva WC.

Käesoleva töö põhieesmärgiks on leida vastus küsimusele, kas ehitajal oleks võimalik olnud Jakobi 5 objekt valmis ehitada esialgseks tähtajaks ning kinni pidada eelarvest, kui hoone tellija oleks koostanud enne hanke välja kuulutamist kõik vajalikud eeluuringud. Kuna hoone ehitusel segasid ehitajaid arheoloogilised väljakaevamised, ei kohandu paljud ehituspäevikutes kajastuvad ajamahud käesoleva lõputöö raames koostatud ajagraafikute koostamiseks. Käesolevas lõputöös koostatud ajagraafikute ning tehnoloogiliste kaartide koostamisel on kasutatud Ratu ajanorme. Hoone ehitus kujunes oodatust kallimaks (12,33%) ning ehitustegevusele kulus planeeritust 5 kuud rohkem aega.

Selleks, et saavutada lõputöö eesmärgid, koostati suurematele töödele tehnoloogilised kaartid, ehitusplatsi üldplaan ning koondkalenderplaan.

Tehnoloogilised kaartid on koostatud hoone köige ajamahukamatele töödele ehk betoonitöödele. Tehnoloogilistes kaartides on põhjalikult lahti kirjeldatud kasutatavad ehitustehnoloogiad ning välja arvutatud masinate ja inimressursi vajadus. Seletuskirjas on põhjendatud valitud ehitustehnoloogilised lahendused ning täpsemalt lahti seletatud tehnoloogilistel kaartidel kajastuv info.

Ehitusplatsi korraldamiseks, ehitustööde planeerimiseks ning inimeste ohutuse tagamiseks on koostatud ehitusplatsi üldplaan. Ehitusplatsi üldplaani seletuskirjas on esitatud arvutused ning lahti kirjeldatud ehitusplatsil kasutatavate masinate, ladude, ajutiste ruumide, valve trasside jms paiknemine ning vajadus.

Nii ehitusplatsi üldplaani kui ka tehnoloogiliste kaartide koostamise aluseks on inimeste ohutus. Selleks on antud töös lahti seletatud olulisemad tööhutusnõuded.

Peale tehnoloogiliste kaartide koostamist analüüsib autor põodusalt ka Ratu normide õigsust võrreldes Ratu ajanorme ning ehitaja poolt esitatud tegelikke kestuseid.

Magistritöö annab detailse ülevaate teostatud ehitustöödele ning projektile kui tervikule. Lõputöö annab võrdluse käesoleva objekti tellijale, ehitajale kui ka tuleviku objektidele, missuguse kõrvalekalde võib põhjustada igakülgsete eeluuringute mitte teostamine. Magistritöös selguvad täielike eeluringute teostamise eelised ning lõputöö on selgeks näiteks sellele, et põhjalikud eeluuringud aitavad kaasa ehitusobjekti tähtaegsele valmimisele ning kulude kokku hoidmisele.

9. SUMMARY

The building complex under construction gives students of The University of Tartu Faculty of Education opportunity to study in one building complex. Previously, the Faculty of Education was divided between several buildings with different locations. In addition, the renovated Jakobi 5 building will improve a more comfortable and modern learning environment for students. Learning is especially enhanced for students with special needs, as the building has been designed with lift access to all floors.

The construction of the building turned out to be more expensive and time consuming than expected. The main purpose of The thesis is to find out, whether the main contractor would have been able to complete the project on time and adhere to the initial budget given a more complete overview about sites archeology, prior to the start of construction. Since archaeological excavations interfered with the construction, it took builders more human labor to complete different tasks. Therefore in order to calculate labor needs, Ratu norms had to be used to compose the thesis.

In order to achieve the main goal of the thesis, the following plans have been composed: technical cards for concrete work, consolidated calendar plan and site plan.

Technological cards have been prepared for the most time-consuming works of the building, ie concrete works. The technological cards thoroughly describe the construction technologies used as well as the calculations for the needs for machinery and human resources. The explanatory memorandum substantiates the chosen construction technological solutions and explains in more detail the information reflected in the technological cards.

The site plan of the construction has been composed to further explain the organization of the site, planning of construction works and ensuring the safety of people. The explanatory memorandum to the general plan of the construction site presents the calculations and describes the location and need for warehouses, temporary buildings, surveillance etc.

Both the site plan of the construction and the technological cards are prepared while taking into account the safety of people, for which purpose the most important safety requirements are explained in the explanatory memorandum of the work.

After technological cards have been composed, the author also briefly analyzes the correctness of Ratu's norms by comparing Ratu's time norms and the real durations provided by the builder.

The master's thesis provides a thorough overview of the completed construction work and the project as a whole. The thesis gives a comparative view for the client of this project, for the main contractor, as well as to the contruction projects of the future, what a difference can be made by conducting thoroughly studing the site prior to construction. In the course of the master's thesis, the advantages of conducting thorough research become clear, and the final thesis is a clear example, that thorough preliminary research of the construction site, contributes to the on time and on budget completion of a construction project.

KASUTATUD KIRJANDUS

1. Arhitektuuriklubi OÜ „Tartu Ülikooli õppelhoone Jakobi 5 ümberehituse, laienduse ja restaureerimise arhitektuurne tööprojekt“, töö nr. 23-21.
2. Pakrum OÜ „TÜ õppelhoone jakobi 5, veevarustuse, kanalisatsiooni, kütte ventilatsiooni, jahutuse tööprojekt“, töö nr. 047-20.
3. RTG Projekt AS „Jakobi 5 õppelhoone elektripaigaldise põhiprojekt“, töö nr. NO-04/12-19.
4. AS Selko „TÜ õppelhoone Jakobi 5 elektroonilise side ja nõrkvoolu tööprojekt“, töö nr. 19050.
5. AS Clik „TÜ õppelhoone Jakobi 5 automaatika tööprojekt“, töö nr 20E114.
6. Cavallio Disain OÜ „ TÜ õppohoone Jakobi 5 sisekujunduse põhiprojekt“, töö nr 09-2019, aprill 2020.
7. RTG Projekt AS „Jakobi 5 õppohoone ehituskonstruktsioonide tööprojekt“, töö nr. 292019.
8. OÜ Rakendusgeoloogia „ Jakobi 5 ja Munga 4 vundamendi uuring“, töö nr. 19-108.
9. AS Geotehnika „ TÜ õppohoone Jakobi 5 geotehniline aruanne“.
10. Rakestamine, puitraketised, Ratu juhendmaterjal, 2005.
11. Sarrustamine, Ratu juhendmaterjal, 2004.
12. Betoонимine, Ratu juhendmaterjal, 2004.
13. Õõnes- ja TT-paneelid, Ratu juhendmaterjal, 2004.
14. Šahti- ja trepilelementide montaaž, Ratu juhendmaterjal, 2004.
15. Seinapanneelide montaaž, Ratu juhendmaterjal, 2004.
16. Postide ja talade montaaž, Ratu juhendmaterjal, 2004.
17. Plokkmüürised, Ratu juhendmaterjal, 2005.
18. Metallkonstruktsioonide montaaž, Ratu juhendmaterjal, 2002.
19. Ajanormide käsiraamat, Ratu juhendmaterjal, lk 8-31, 2008.
20. Ehitusplatsi korraldus, kursuseprojekti juhend aines Ehitushanke juhtimine, I. Lill, E. Soekov. Tallinn, 2020.
21. Ehitusplatsi korraldus, kursuseprojekti juhend aines Ehitushanke juhtimine, I. Lill, E. Soekov. Tallinn, 2021
22. Tellingute tooteinfo ja lahendused [WWW]
[https://telinekataja.fi/wp-content/uploads/2017/08/Blitz_Catalogue_2017.pdf, \(25.03.2022\)](https://telinekataja.fi/wp-content/uploads/2017/08/Blitz_Catalogue_2017.pdf, (25.03.2022))
23. Töötervishoiu ja tööohutuse seadus. [WWW]
[https://www.riigiteataja.ee/akt/12883561?leiaKehtiv \(29.04.2022\)](https://www.riigiteataja.ee/akt/12883561?leiaKehtiv)
24. Tuleohutuse seadus. [WWW]
[https://www.riigiteataja.ee/akt/112122018071?leiaKehtiv \(29.04.2022\).](https://www.riigiteataja.ee/akt/112122018071?leiaKehtiv)

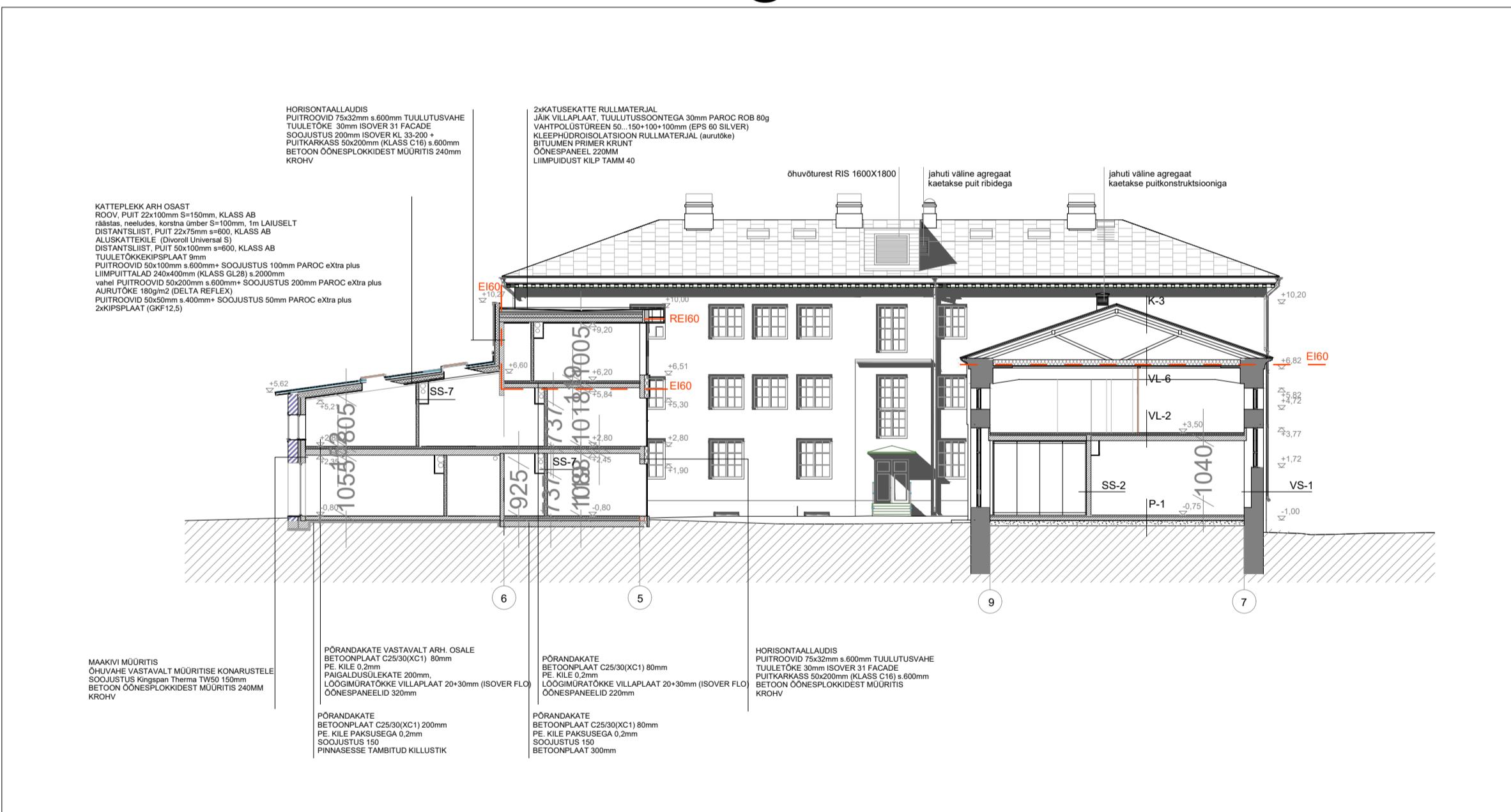
25. Soojakute joonised, Ramirent. [WWW]
<https://www.ramirent.ee/konfiguraator-metallmoodulitele/> (05.04.2022)
26. Mobile Crane LTM 1110-5.1, Liebherr [WWW]
<chrome-extension://efaidnbmnnibpcajpcgclefindmkaj/https://streelogistics.com/wp-content/uploads/2022/03/liebherr-197-ltm-1110-5.1-td-197-03-defisr03-2020.pdf> (29.04.2022)
27. Mobile Crane LTM 1090-4.1 Technical Data, Liebherr [WWW]
<chrome-extension://efaidnbmnnibpcajpcgclefindmkaj/https://streelogistics.com/wp-content/uploads/2019/04/LTM1090-4-1.pdf> (29.04.2022)
28. Mobile Crane LTM 1070-4.2 Technical Data, Liebherr [WWW]
<chrome-extension://efaidnbmnnibpcajpcgclefindmkaj/https://streelogistics.com/wp-content/uploads/2019/04/LTM1070-4.2.pdf> (29.04.2022)
29. Kultuurimälestiste register, 27006 Tartu vanalinna muinsuskaitseala [WWW]
<https://register.muinas.ee/public.php?menuID=monument&action=view&id=27006> (05.04.2022)
30. Ehitisregister [WWW]
<https://livekluster.ehr.ee/ui/ehr/v1> (05.04.2022)

ARHITEKTUURSED VAATED JA LÕIKED

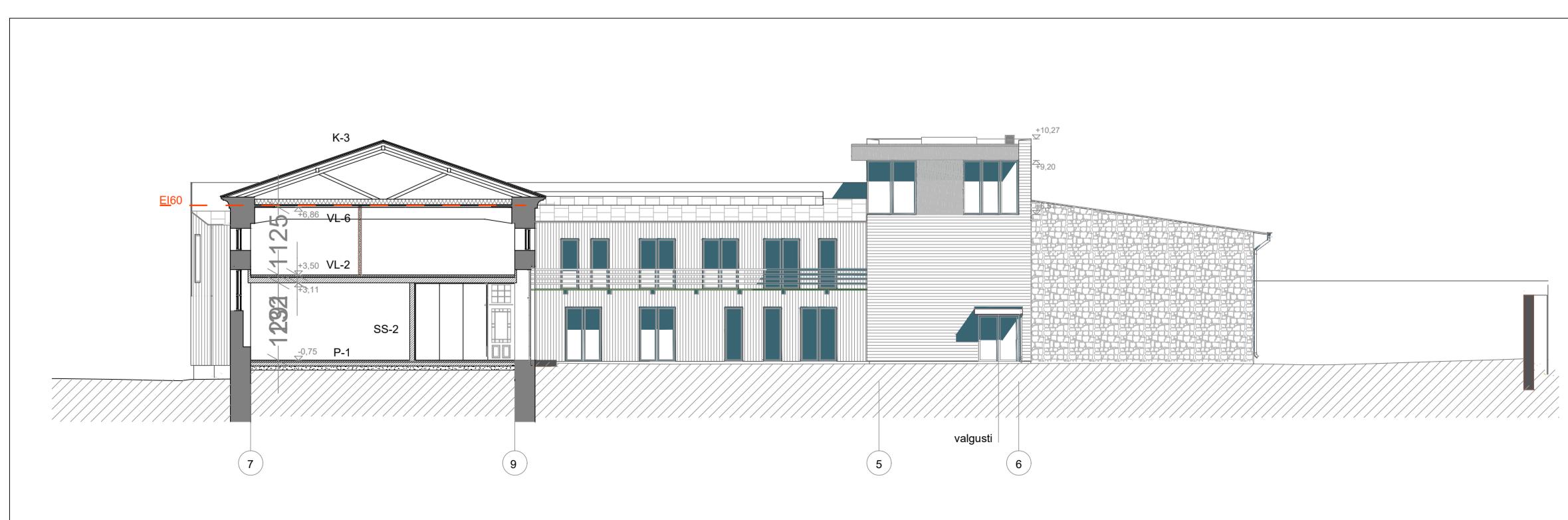
Vaade Munga tänavale poolt(hoovist)



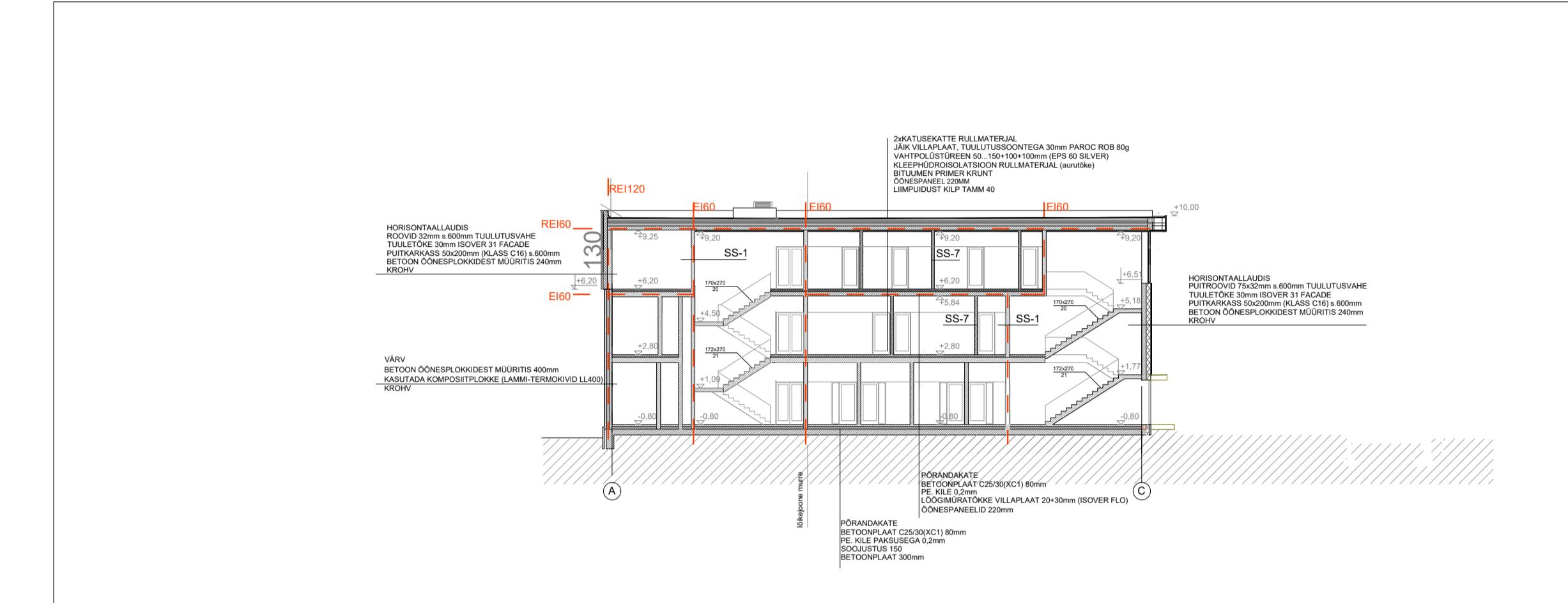
Lõige 1



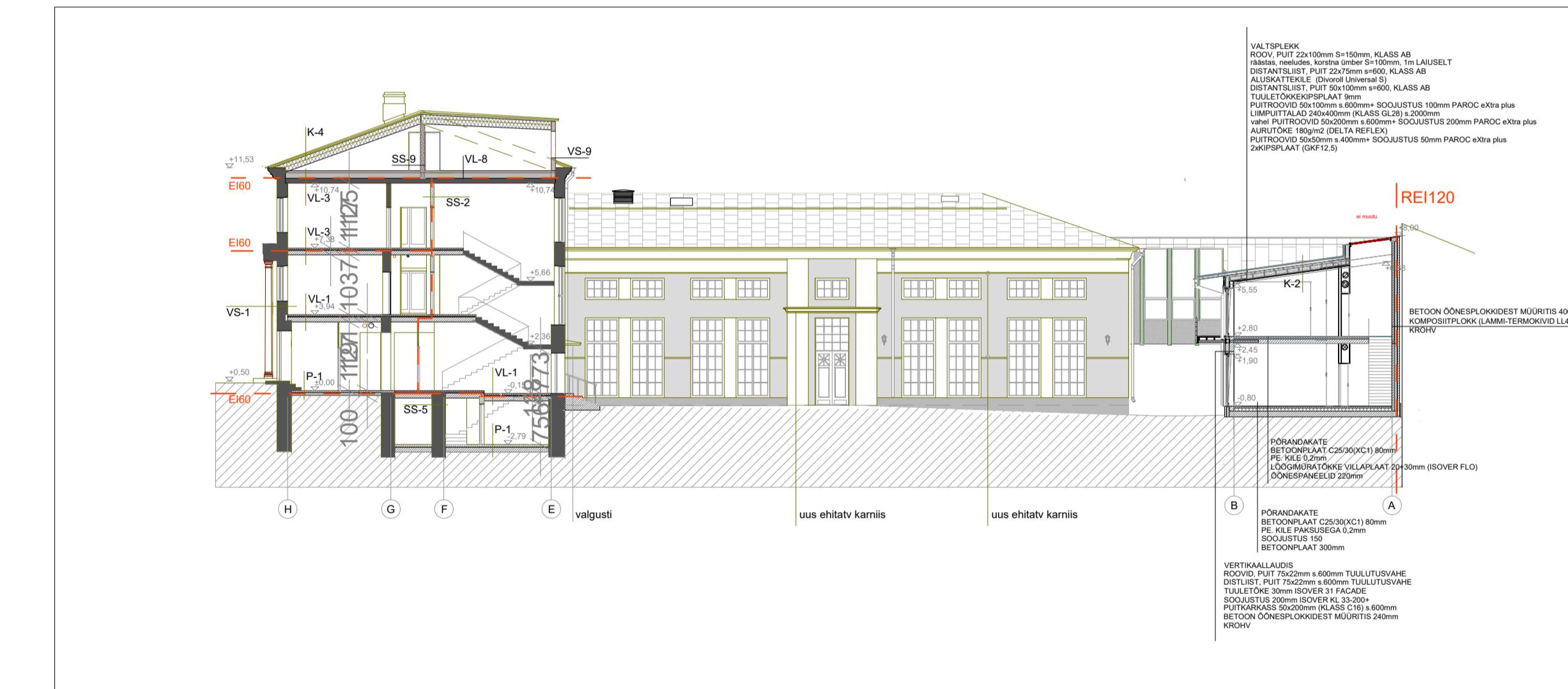
Lõige 7



Lõige 4

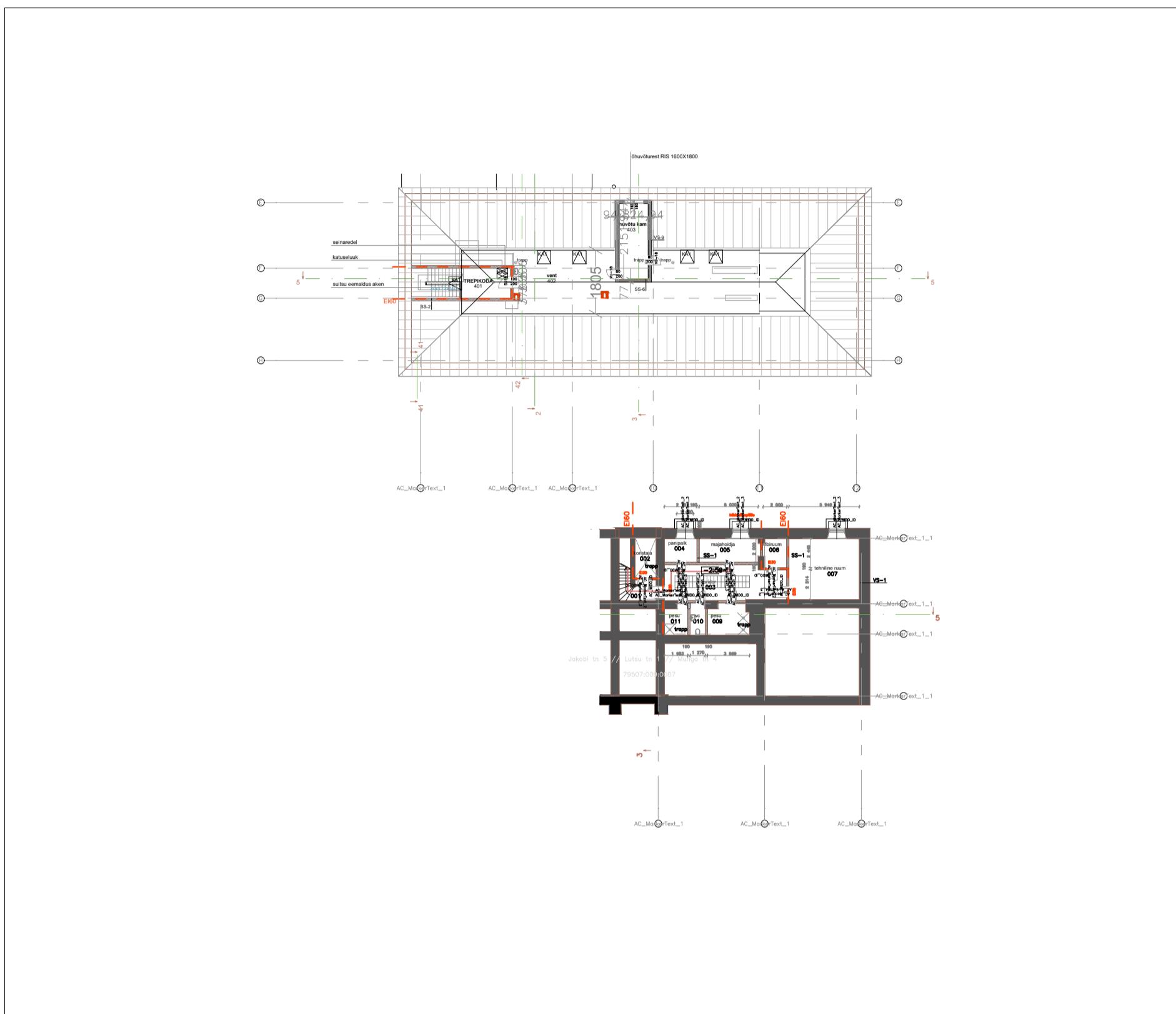


Lõige 3



ARHITEKTUURSED PLAANID

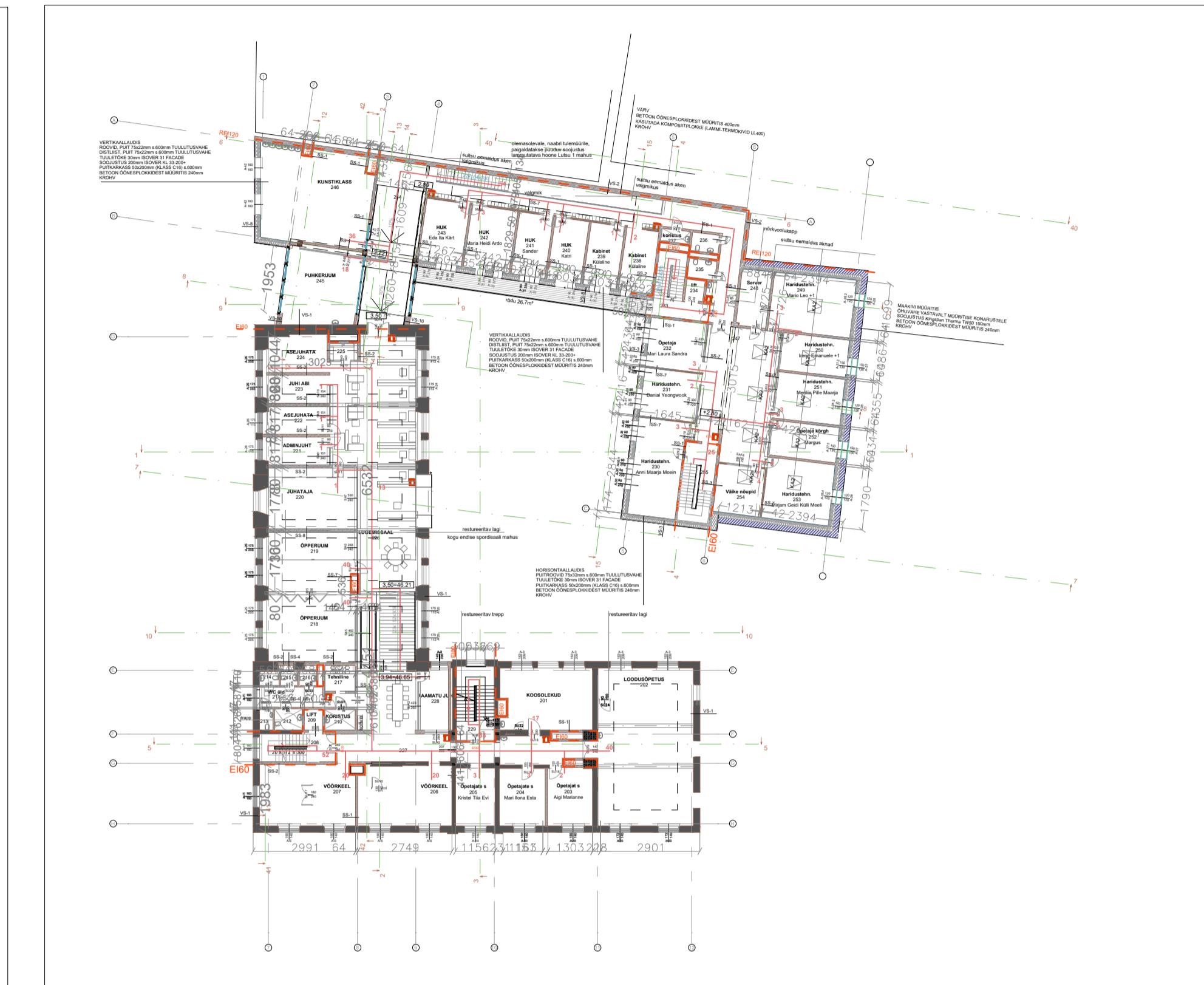
0. ja 4. korruse plaan



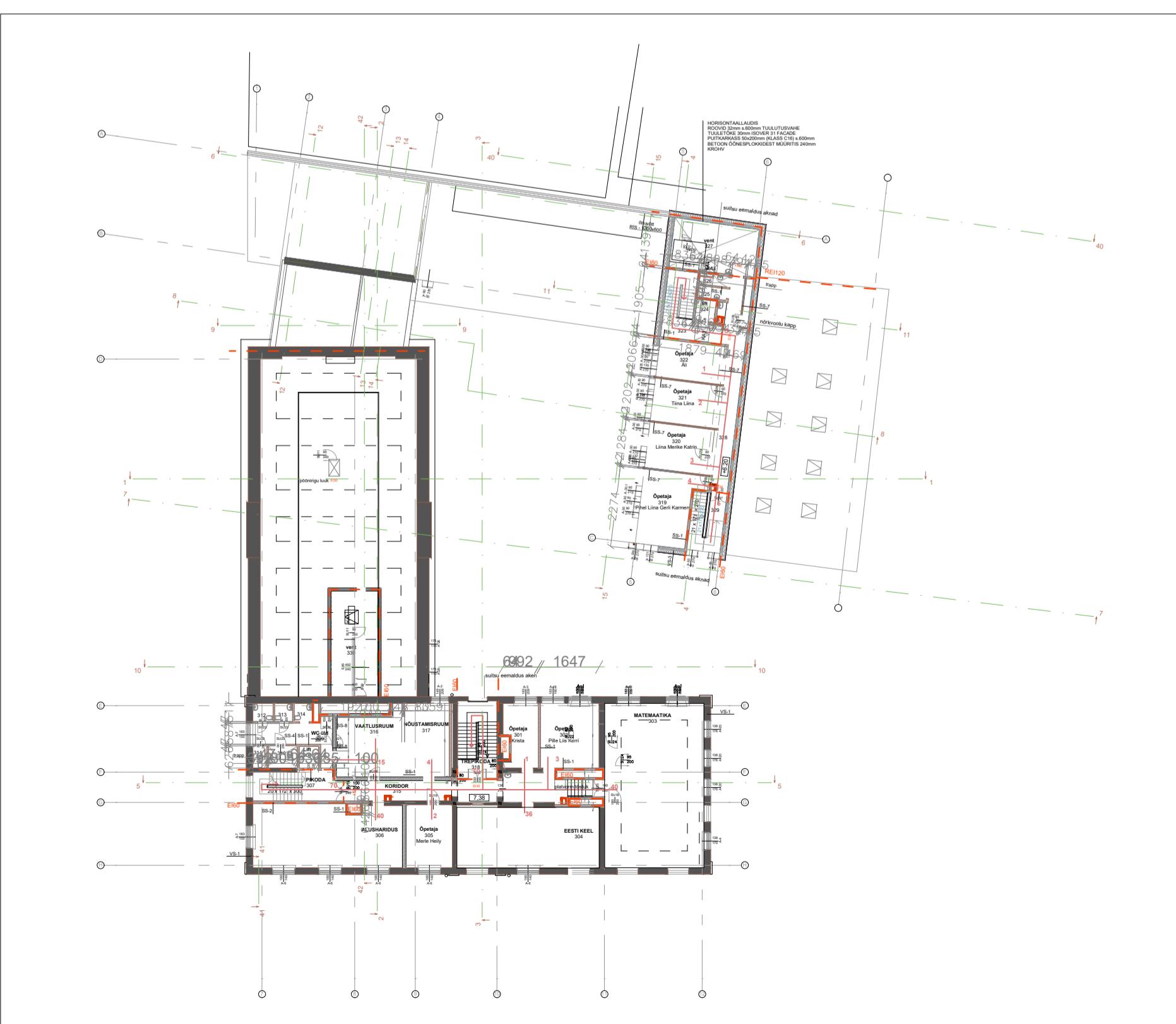
1. korruse plaan



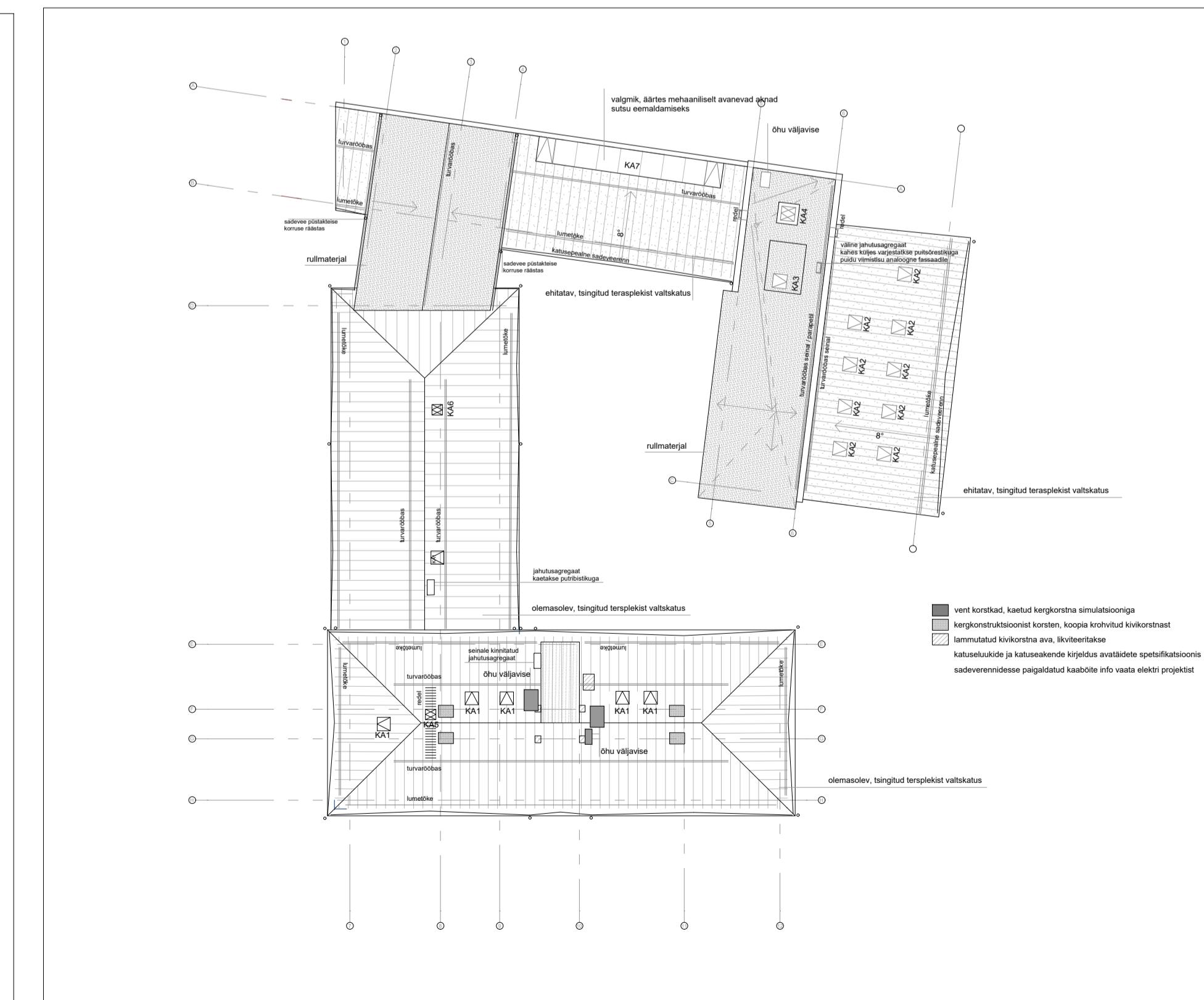
2. korruse plaan



3. korruse plaan



katuse plaan



EHITUSPLATSI ÜLDPLAAN

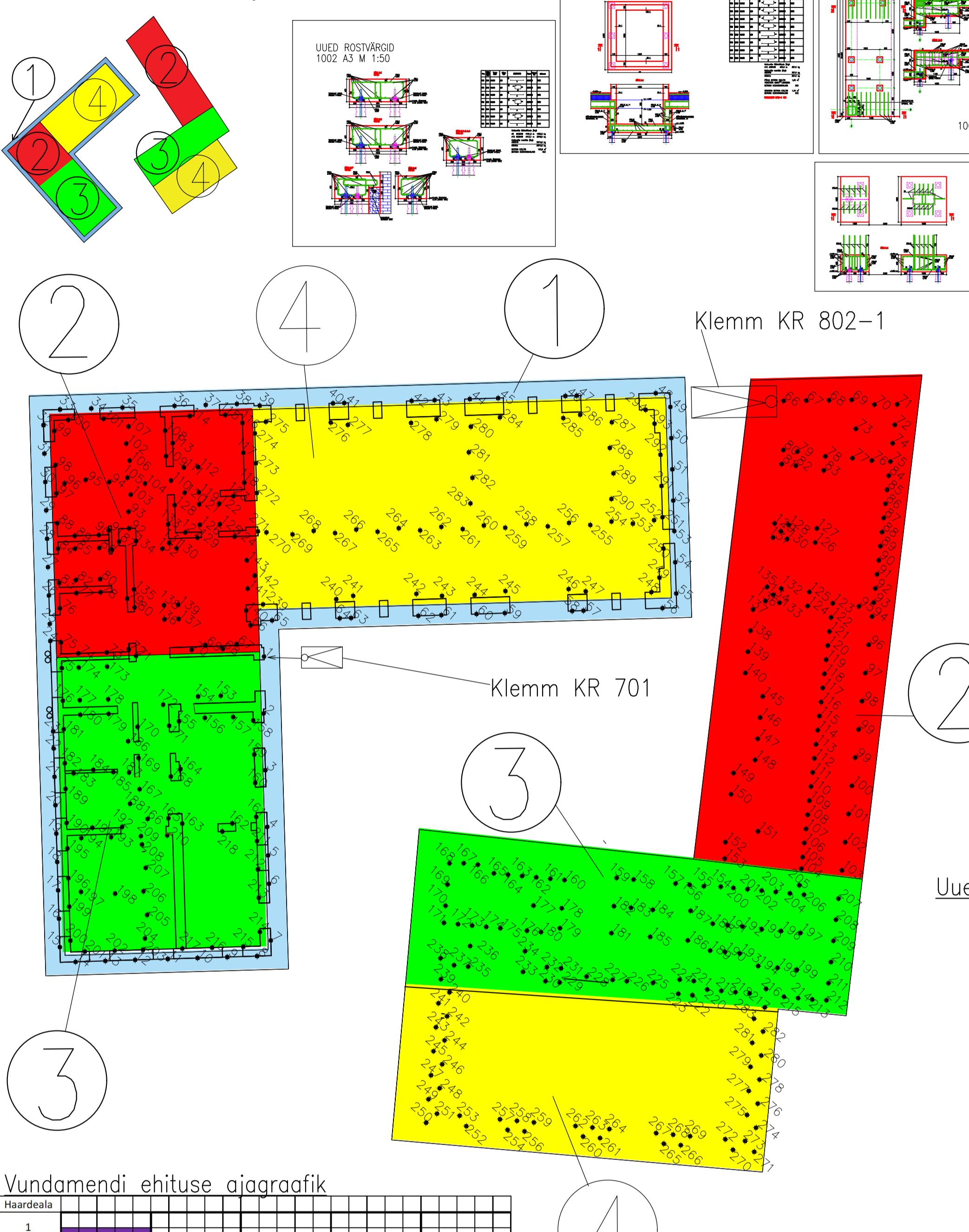


Leppemärgid:

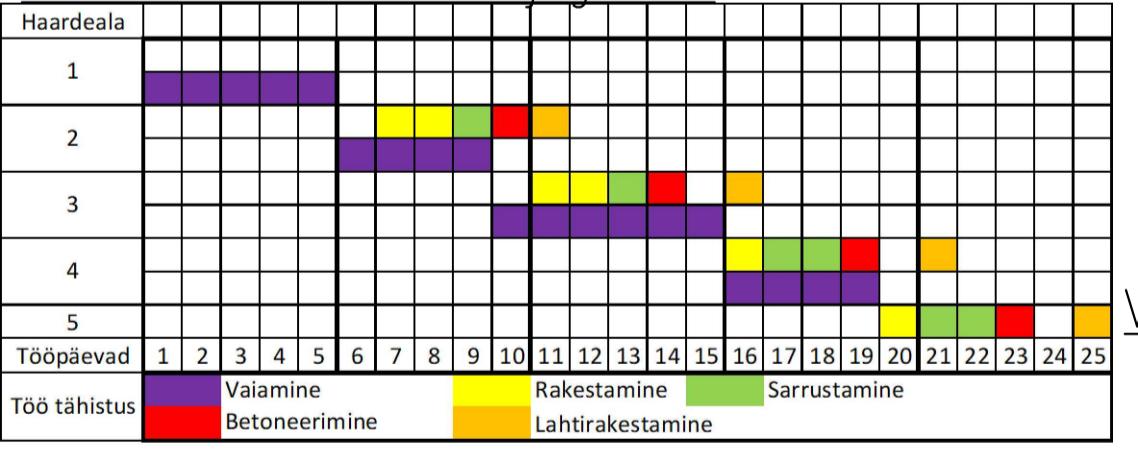
Ehitusplatsi ajutine tee
Lammutatav aiamüür
Monoliitsete vahelagedega vana hooneosa
Monteeritav hooneos uus hooneosa
PRÜGI
Ehitusjäätmete konteiner
Liitumiskilp(200kW väljund)
Ajutise veevarustuse liitumispunkt
Ajutise kanalisatsiooni liitumispunkt
Säilitatav puu
Kõrvalseidusuund
Põhisidusuund
Ajutise valve andurid
Ajutine platsi valgustus
Värvav
Ehitusplatsi piiritlev joon
Ajutise tugevvoolkaablitee
Autokraana positsioonid
Autokraanaraana tööala
Tuletörje hüdrant
Pidev ligipääs peab olema tagatud ehitusmasinatele, materjale keelustatud ladustada
SUITSETAMISE ALA
Suitsetamiseks mõeldud ala
Infotahvel
Esmaabipunkti ja ulekustutusvahendite asukoht
TAL TECH TTÜ INSENERITEADUSKOND
Koostaja: Georg Randla Allkirikuupäev:
Juhendajad: Irene Lill, Veiko Seliste Allkirikuupäev:
Tallinna Tehnikaülikooli Tartu Kolledž Mööt: 1:200
Magistrītōö Leht / Lehti: 3/8
Ehituspolatsi üldplaan

VIAATÖÖDE JA ROSTVÄRGITÖÖDE TEHNOLOOGILINE KAART

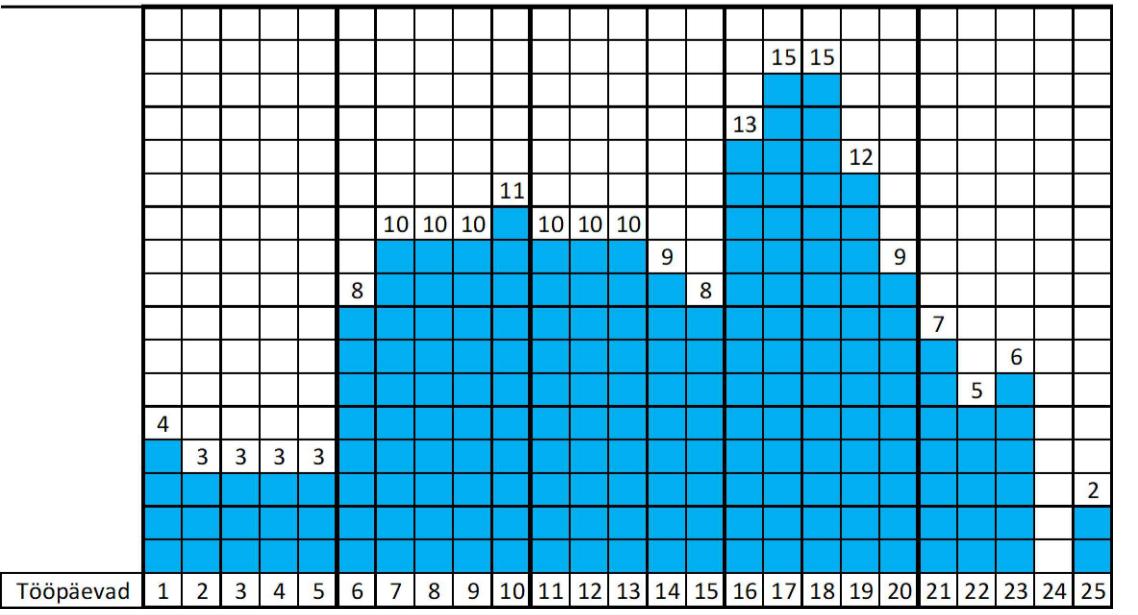
Viaatööde haardealade jaotusskeem



Vundamendi ehituse ajagraafik



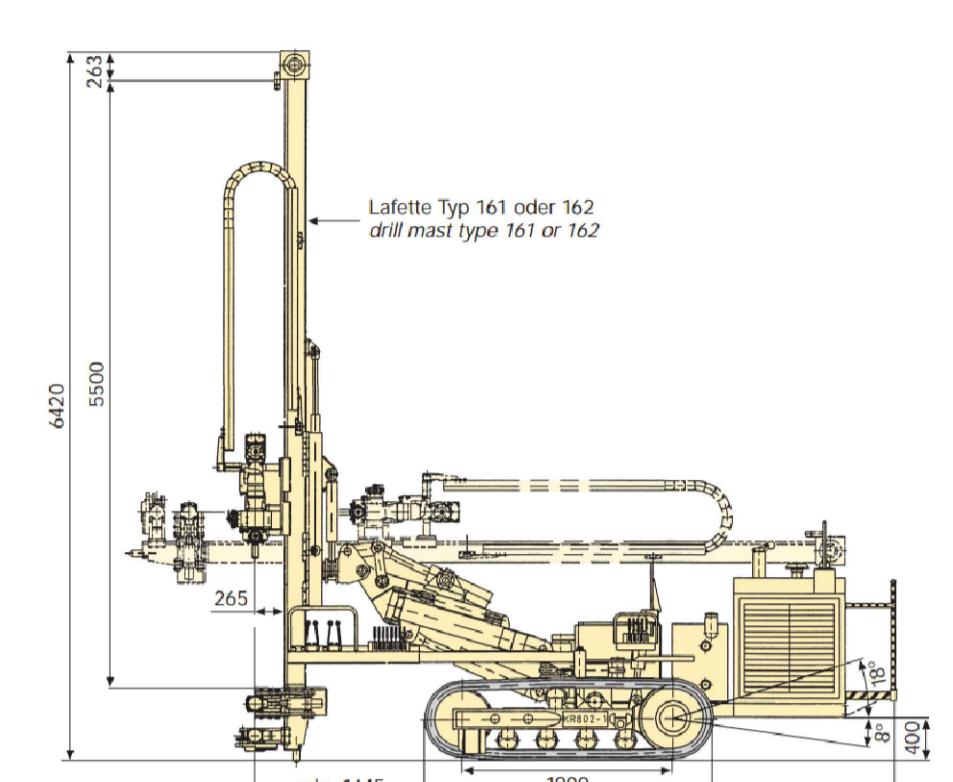
Haardeala	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
Tööpäevad	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
Vaija	3	3	3	3	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
Rakestaja					4	4		4	4		7		9	9		5	5		2		8			2	
Betoneerija																									
Tööpäevad	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25



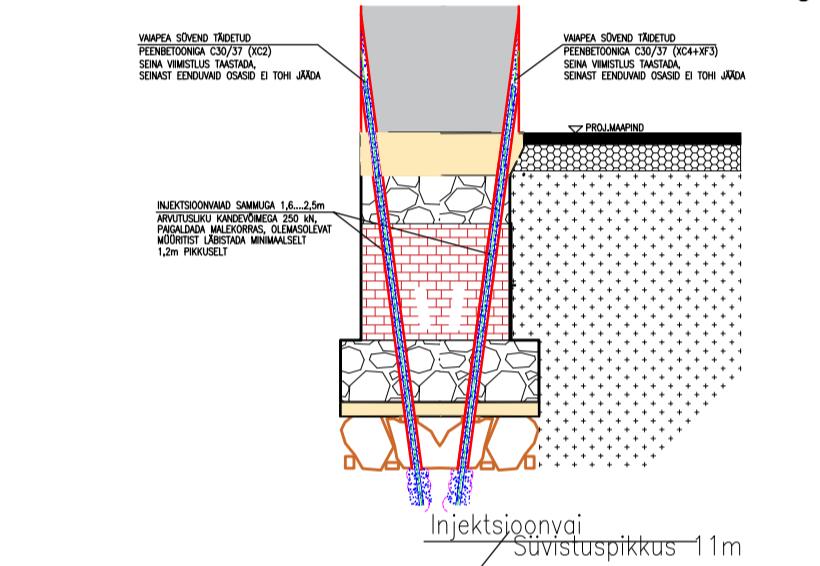
Klemm KR 701 tehnilised andmed

Machine Weight	2.5 Tonnes
Machine Height Maximum (Minimum)	3.3m (2.1m)
Power Pack Weight	2.2 Tonnes
Overall Length	2.9m
Overall Width	1.5m

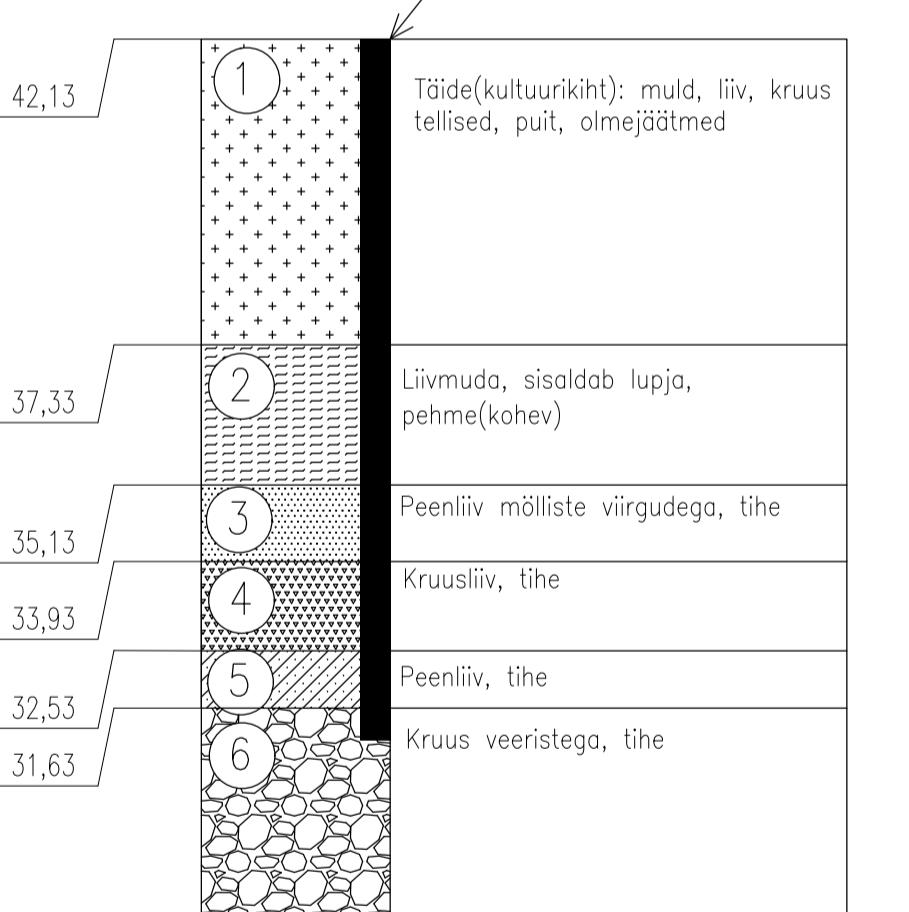
Klemm KR 802-1



Vana hooneosa vaivundamendi lõige M1:35

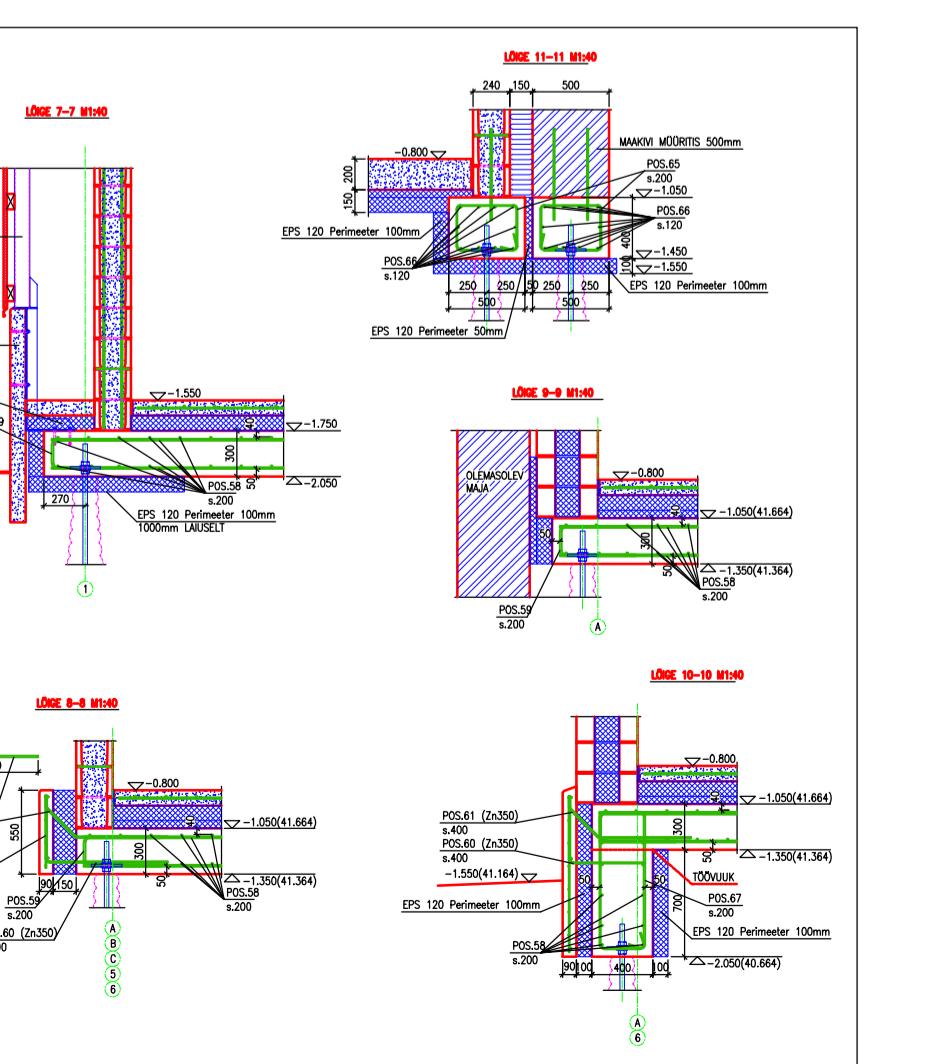


Uue hooneosa vaivundamendi lõige M1:100

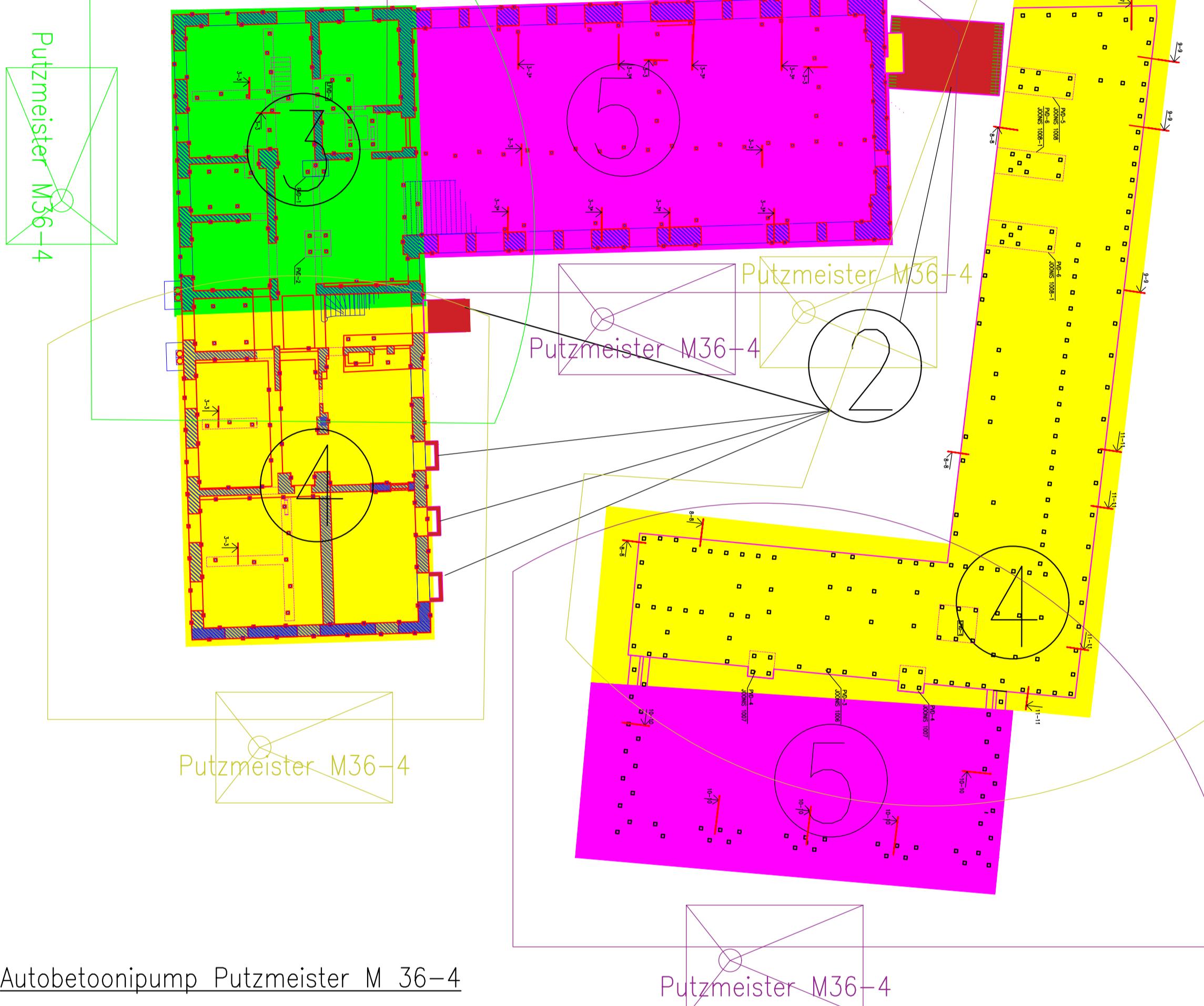
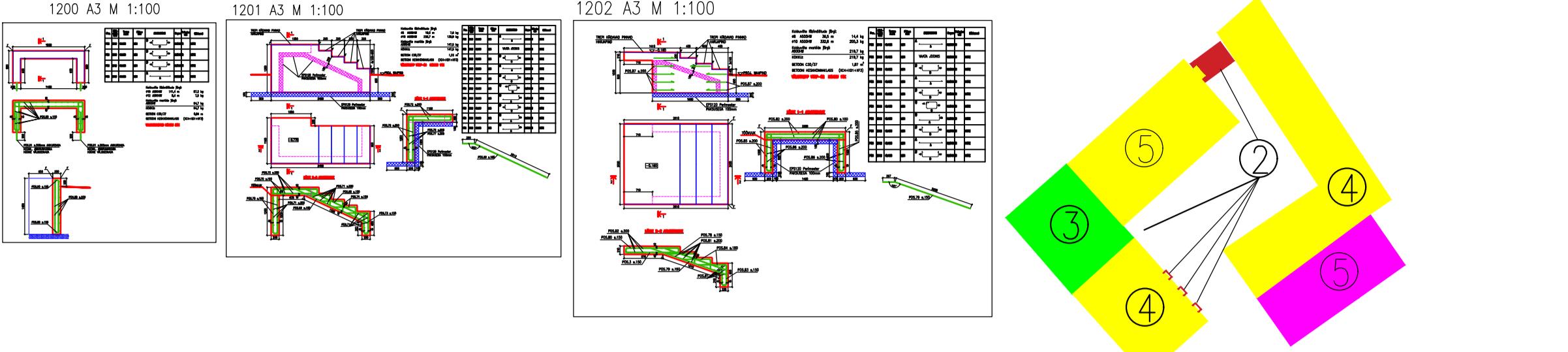


Vundamendi ehituse tehnoloogilised arvutused

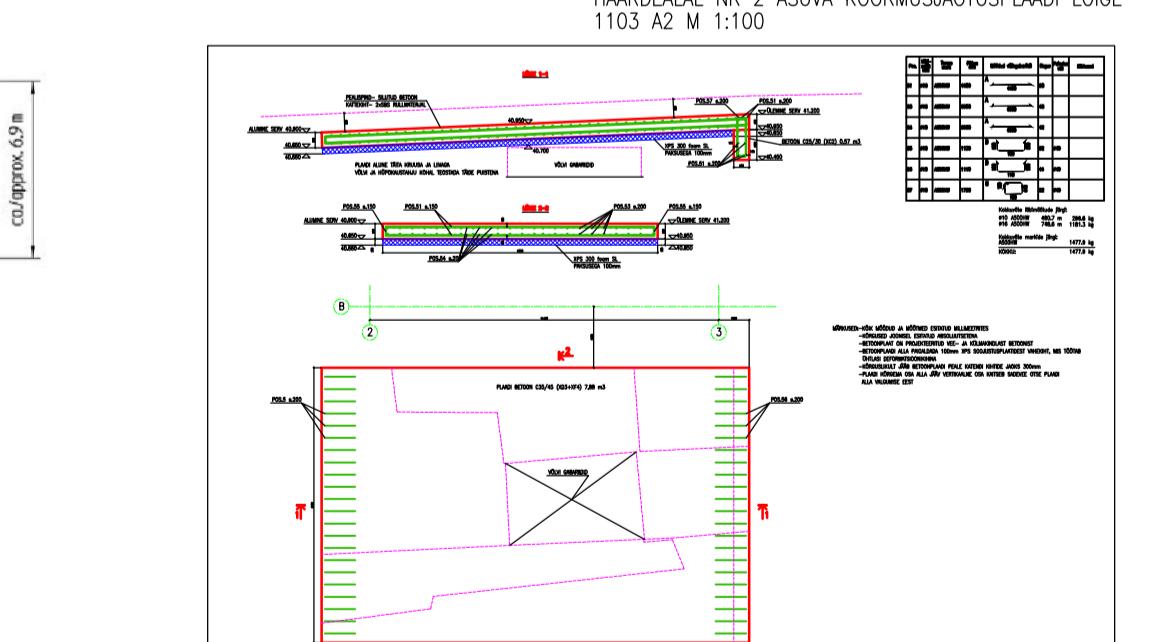
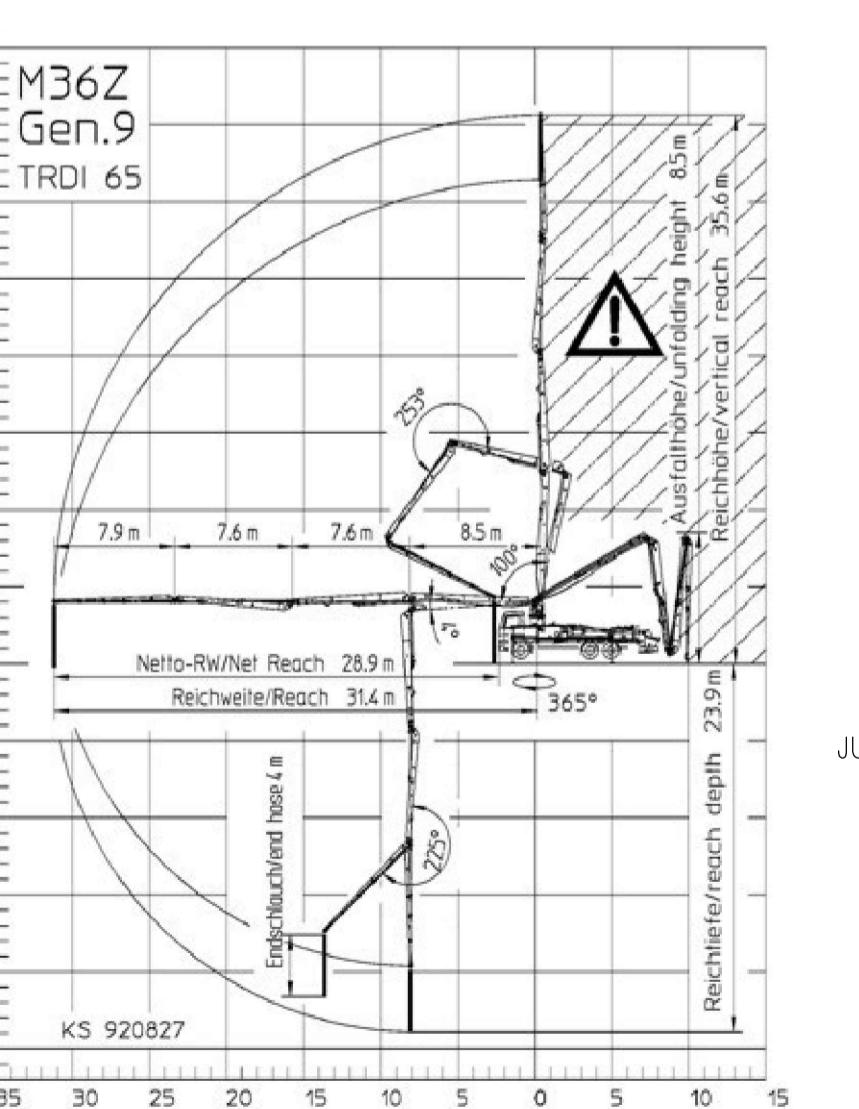
Haardeala	Töö nimetus	Valeade ja rostvärkide rajamine haardeala kaupa		Normatiivne valitud kestus
		Arv	Tööjõukulu	
1	Geodeeline märkimine	1	3.74	3.74 0.47
	Vaimine	3	121.06	40.35 5.04
2	Geodeeline märkimine	2	9.56	4.78 0.60
	Vaimine	6	158.44	26.07 3.26
3	Geodeeline märkimine	1	1.46	1.46 0.18
	Rakestamine	4	37.52	9.38 1.17
4	Geodeeline märkimine	4	22.79	5.70 0.71
	Sarrustamine	3	3.68	1.23 0.15
5	Betoneerimine	4	9.74	2.44 0.30
	Lahi rakestamine	2	8.76	4.38 0.55
		6	283.08	47.18 5.90
		7	1.17	0.15
		8	30.03	3.50 0.41
		9	18.29	4.57 0.57
		10	8.43	2.81 0.35
		11	7.80	1.56 0.19
		12	5.64	2.82 0.35
		13	182.52	30.42 3.80
		14	2.05	0.26
		15	42.14	15.60 1.99
		16	24.03	8.17 1.02
		17	52.75	7.54 0.64
		18	143.14	49.03 6.00
		19	20.50	1.69 0.28
		20	33.59	5.60 0.70
		21	14.81	7.40 0.93



Rostvärkide haardealade jaotusskeem



Autobetonipump Putzmeister M 36-4

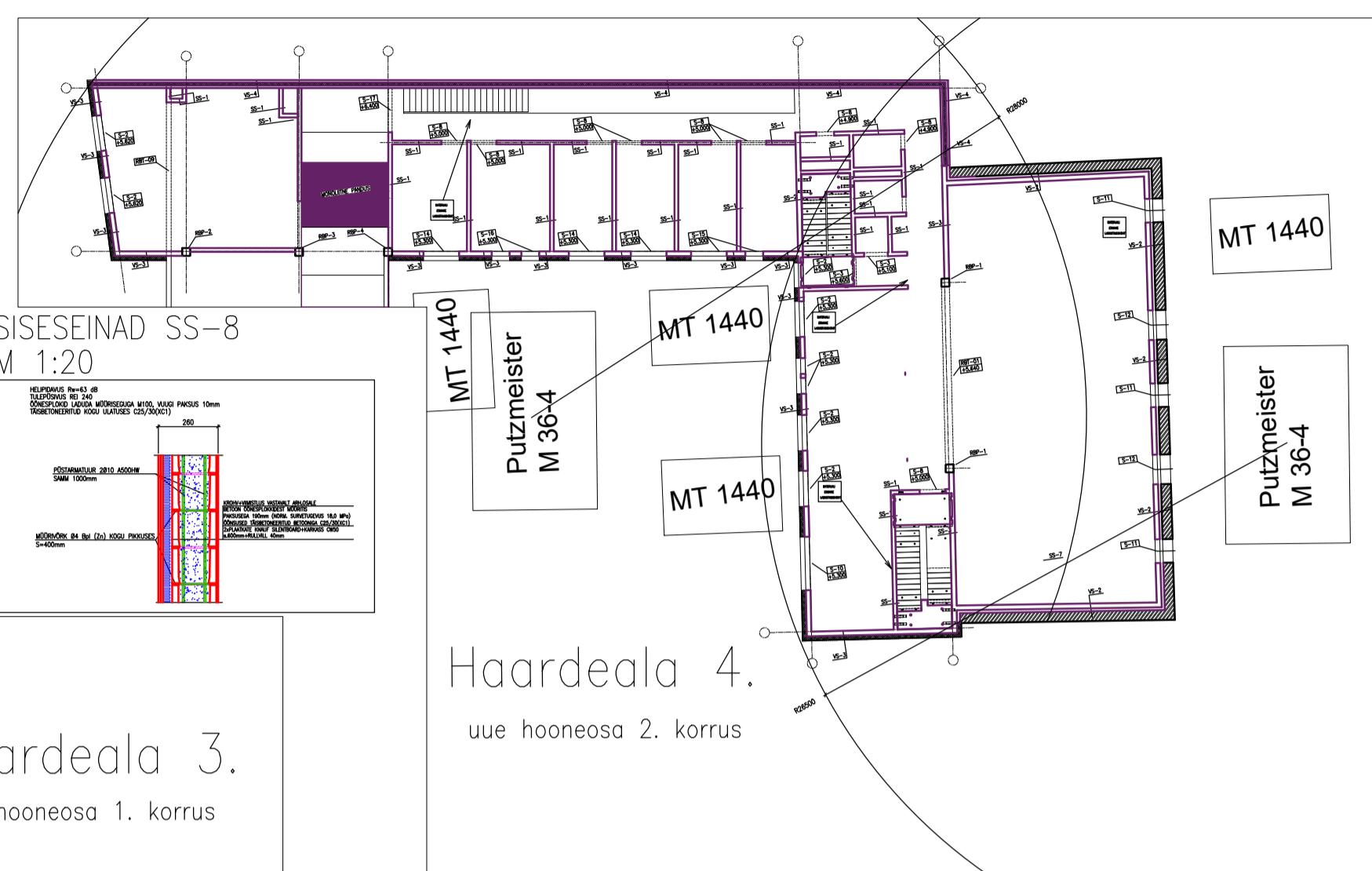
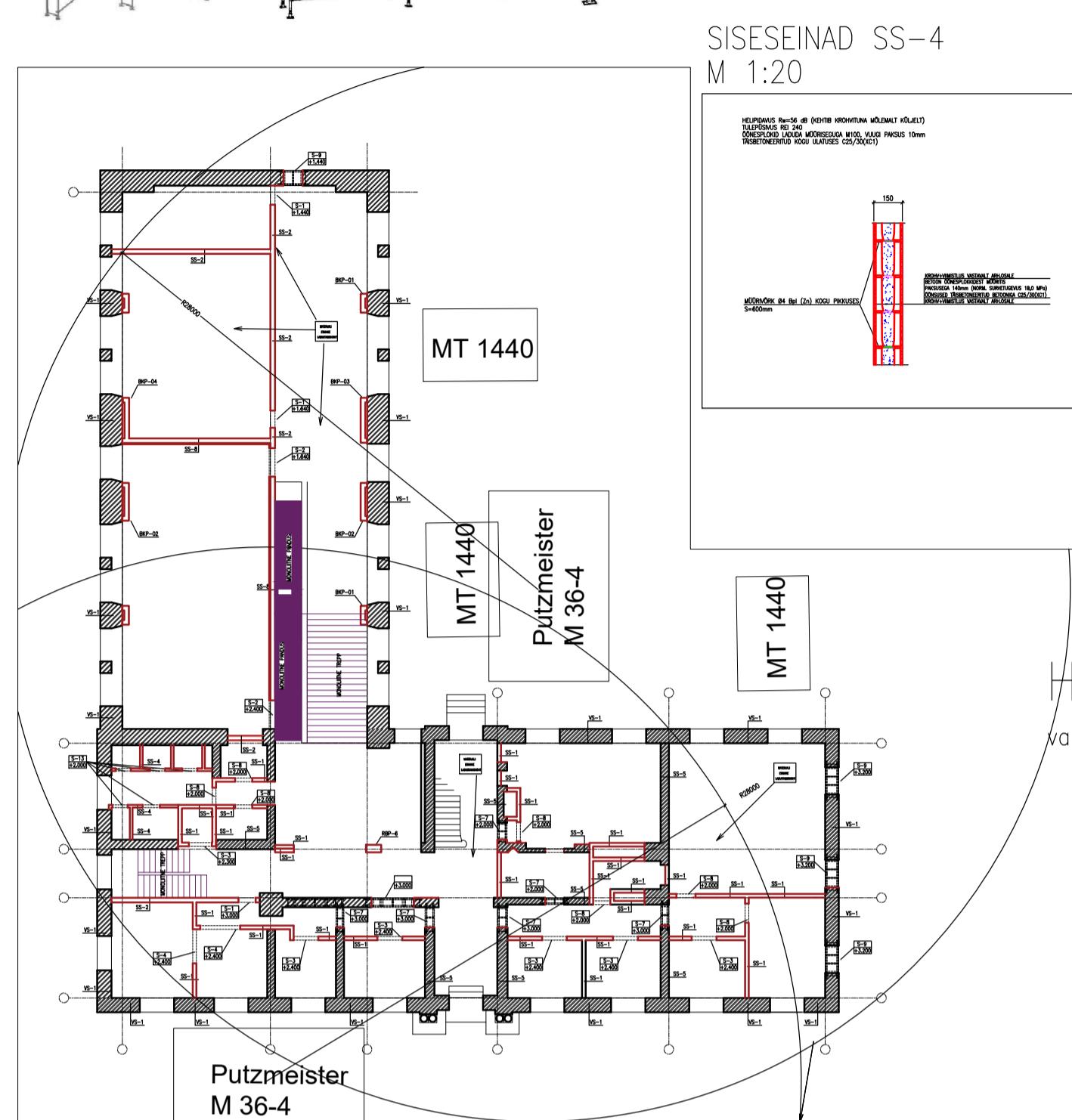
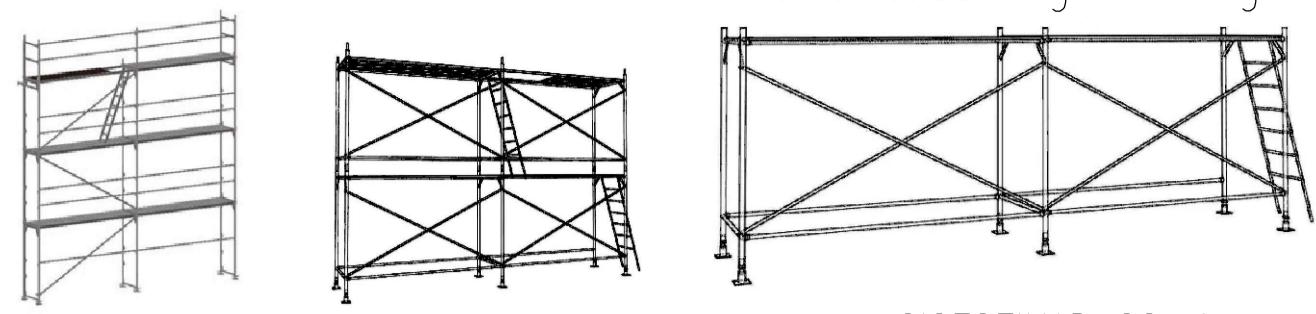


JUHISED: -KÖIK MÖODUD JA MÖÖTMed ESITAVAD MILLIMEETRITES

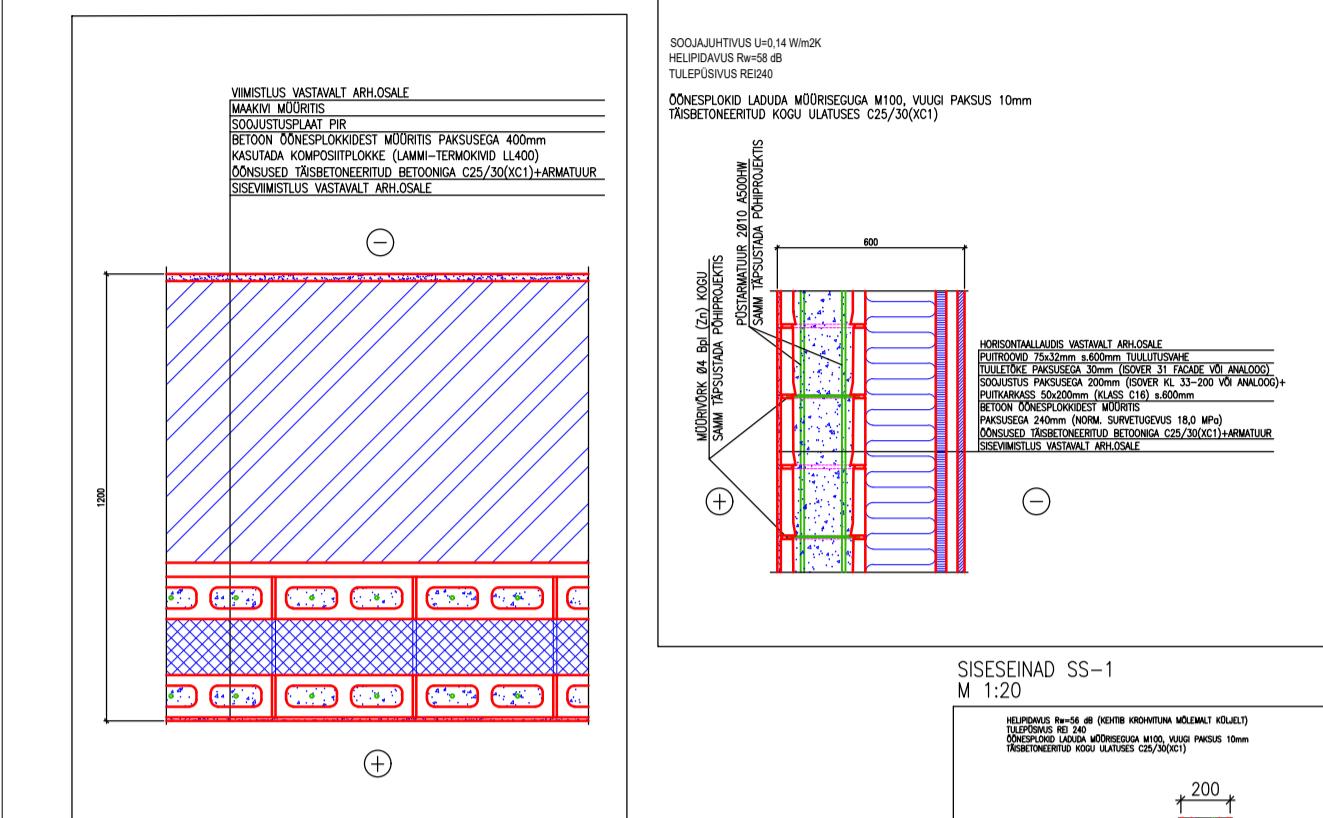
- HAARDEALAD 1-5 ON NÄIDATUD HAARDEALADE JAOTUSSKEEMIL
- SUHTELISELE KÖRGUSMÄRGLILE ±0.000 (ABS. 42.714) VASTAB VANA MAJA 1.KORRUSE PÖRANDAPIND
- VAIAD SÜVISTADA 2,5 m ULATUSES KESKILAIU PINNASESE NR.5 (GEOTEHNika ARUANNE 1611)
- KASUTADA INJEKTSIOONIVAIU KANDEVOIMEGA 250L, PIKKUS 9,0–11,0m KOKKU 221 tk
- VAIAD RAJADA VASTAVALT STANDARDILE EVS-EN 14199:2015
- MINIMAALNE TSEMENDILAHU PAKSUS VAIAVARDAL VASTAVALT KESKKONNAKLASSILE XC1-XC4 20mm
- VAIAD INJEKTSIOONLAHU VEISITSEMENITEGUR VASTAVALT PINNASETINGIMUSTELE, KUID MITTE SUUREM KUI 0,55

Kolme ja kahetasandiga telling Ühe tasandiga telling

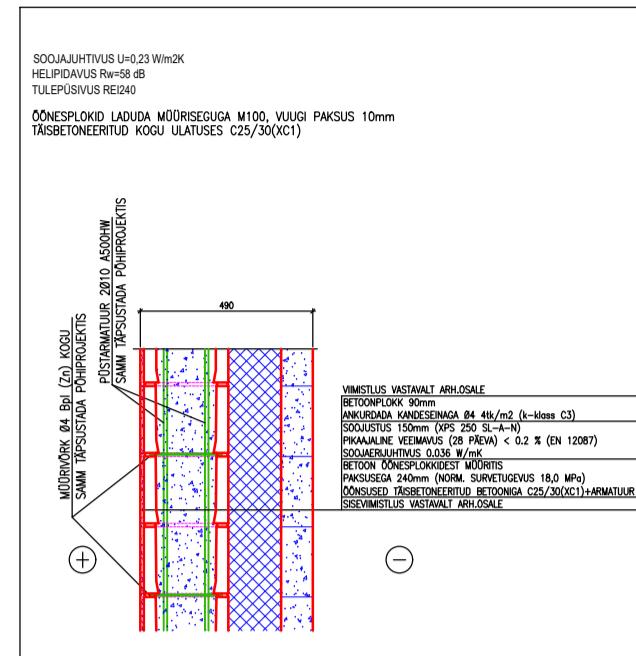
HOONE MAAPEALSE OSA TEHNOLOOGILINE KAART, MÜÜRITÖÖD



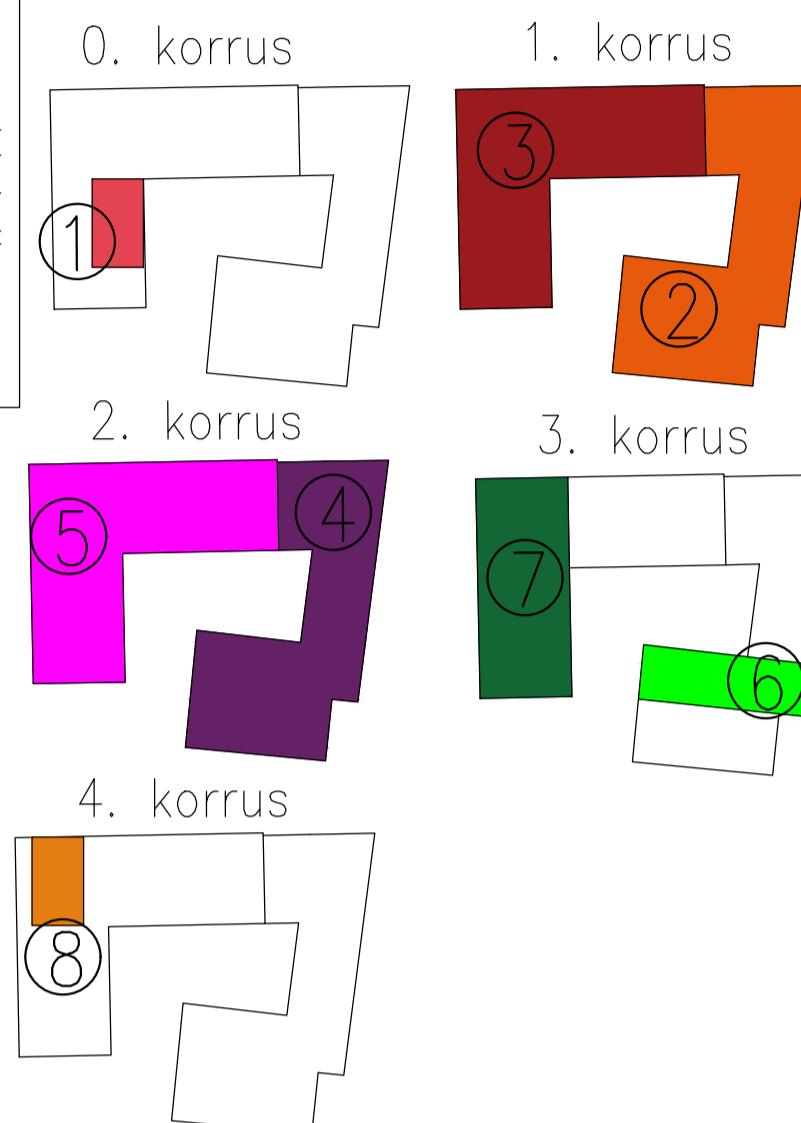
VÄLISSEINAD VS-2 VÄLISSEINAD VS-3 M 1:15
M 1:15



VÄLISSEINAD VS-5
M 1:15



LEGEND



	Müüritööde töömaht, haardeala kaupa	Kokku(vah)	Kokku töölise arv
Haardeala/SEINÄTÜUP	SS1, (in-h)	SS2, (in-h)	SS3, (in-h)
1	65,3	4,5	0,0
2	273,2	36,1	92,0
3	409,8	143,0	118,62
4	318,8	23,2	33,0
5	212,5	194,3	107,6
6	118,4	0,0	107,6
7	78,9	229,0	236,69
8	30,4	17,9	83,7

JUHISED:- KOORMUS PANEELIDE ANTUD NORMATIIVSETENA, ARVESTAMATA PANEELI OMAKAALU

-VAHLAGEDE KOORMATUD PINNA KASUSTUSKLASS B (AMETIPINNAD) $q_k=3,0\text{kN/m}$ JA $Q_k=2,0\text{kN}$

-KOORMUSTE KOMBINATSIOONIGURID ON $\alpha_0, \beta_0, \Psi_c = 0,7, \Psi_s = 0,6 \Psi_d$

-PANEELIDE TOETUMISEDE BETONIKIVIST SEINTELE 90...120mm

-LAEPANEELIDE MONTAAZISÖLMED VAATA JOONIS 3001

-LAEPANEELIDE MONTAAZI KÖRGUS PANEELI ALLA VASTAVALT PROJEKTIS TOODUD SÖLMEDELE

-EHITATAVAD MÜÜRITISED VÄRVITUD MÜÜRID

-KONSTRUKTSIOONIKLASS S4

-KÖIK MÖÖDUD JA MÖÖTMED ESITATUD MILLIMEETRITES

-KÖRGUSED JOONISEL ESITATUD SUHTELISTENA

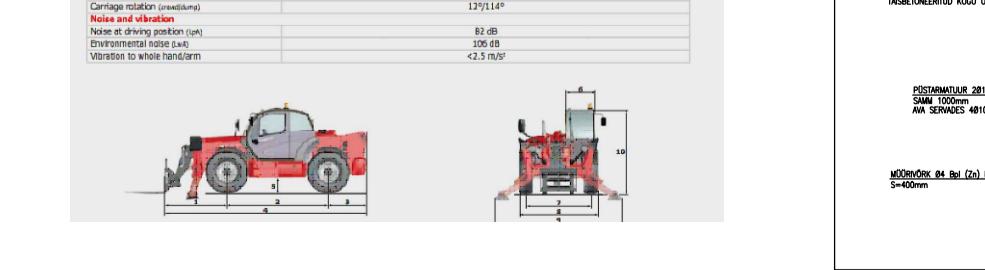
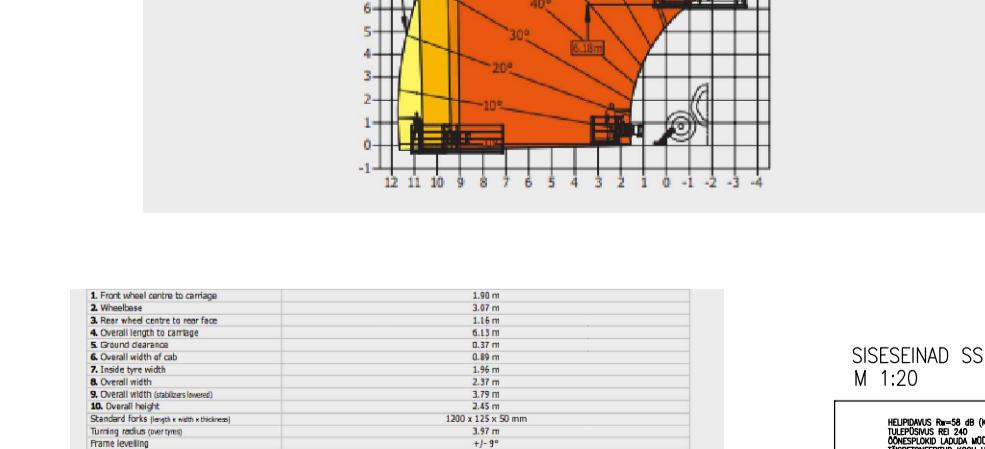
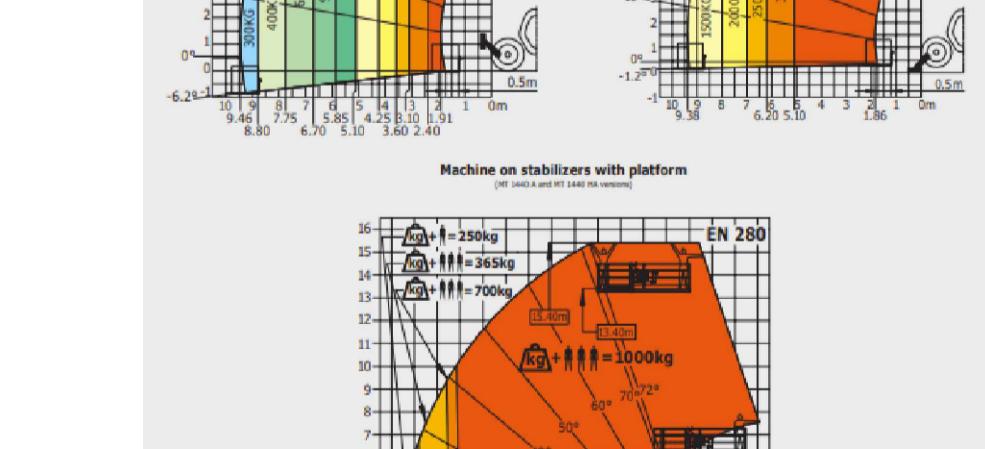
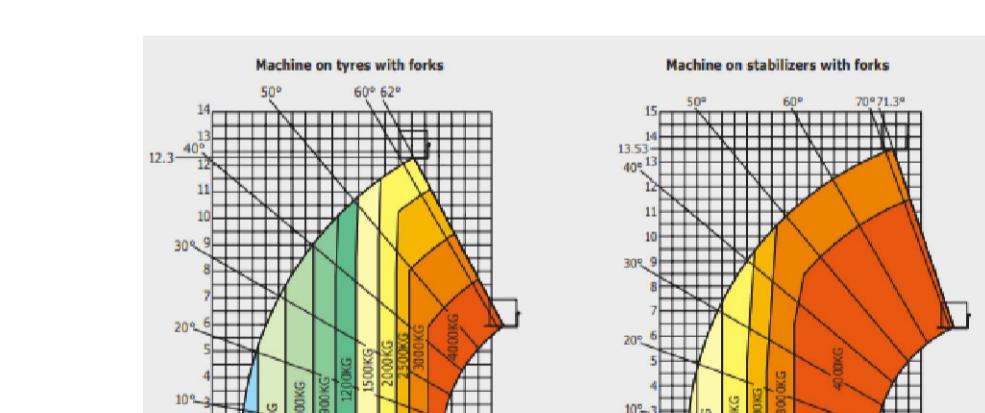
-SUHTELISELE KÖRGUSMÄRGILE $\pm 0,00$ (ABS. 42.714) VASTAB VANA MAJA 1.KORRUSE PÖRANDAPIND

-BETOONI MONTEERITAVATE ELEMENTIDE MONOLITIMISEKS VAJALIK BETOONIMARK JA MUUD ANDMED vt PROJEKTIST

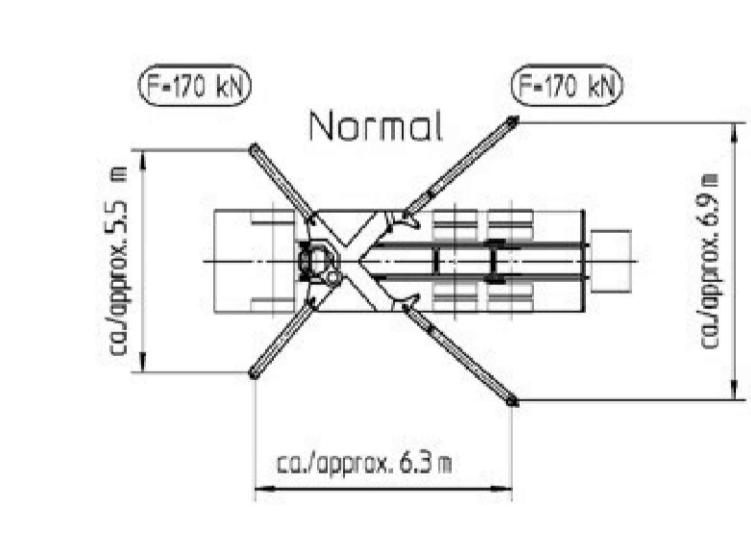
-MATERJALI ESMASEST LADUSTAMISKOHAST, TULEV KOHE PEALE TÖÖMIST MATERJAL LIGUTADA ROKLAGA VAJALIKU KOHTA

-TELLINGUD PAIGALDADA ÜHELE POOLE LAOTAVAT SEINA

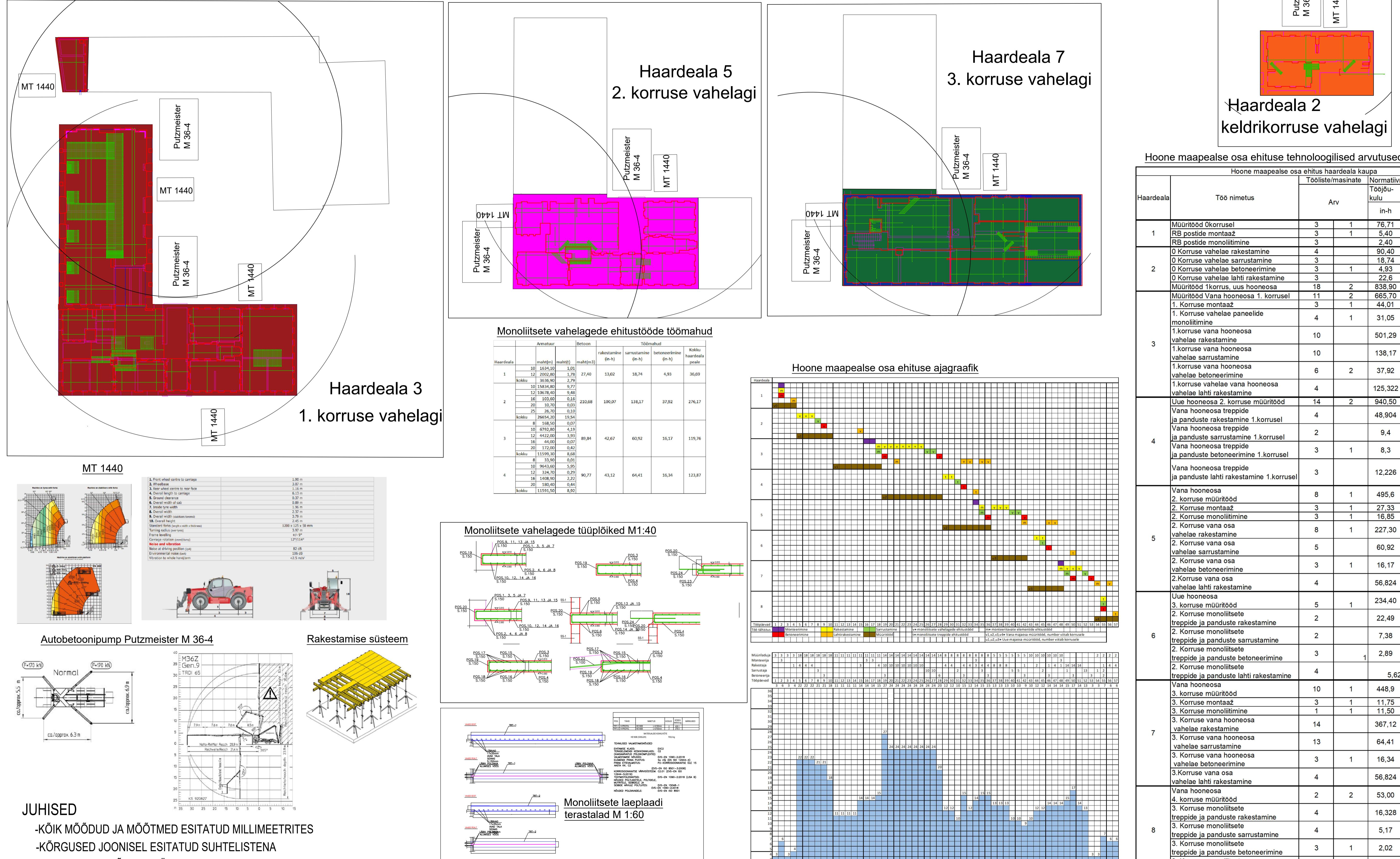
-SEINTE KÜTMISE EESMÄRGIL VÖIB PAIGALDADA TELLINGU MÖLEMALE POOLE SEINA



Autobetonipump Putzmeister M 36-4



HOONE MAAPEALSE OSA EHITUSTÖÖDE TEHNOLOOGILINE KAART, MONOLIITSETE VAHELAGEDE EHTUSTÖÖD



Hoone maapealse osa ehituse tehnoloogilised arvutused

Haardeala	Töö nimetus	Hoone maapealse osa ehitus haardeala kaupa			valitud kestus
		Töölist/masinat	Arv	Tööjõukulu	
		in-h	in-vah	vah	
1	Müüritööd Õkkoruse sel	3	1	76,71	25,57 3,20
	RB postide montaaž	3	1	5,40	1,80 0,23
	RB postide monoliitmine	3		2,40	0,80 0,10
2	0 Koruse vahelae rakestamine	4		90,40	22,60 2,83
	0 Koruse vahelae sarrustamine	3		18,74	6,25 0,78
	0 Koruse vahelae betoneerimine	3	1	4,93	1,64 0,21
	0 Koruse vahelae lahti rakestamine	3		22,6	7,53 0,94
	Müüritööd 1korrus, uus hooneosa	18	2	838,90	46,61 5,83
3	Müüritööd Vana hooneosa 1. korruse sel	11	2	665,70	60,52 7,56
	1 Koruse montaaž	3	1	44,01	14,67 1,83
	1. Koruse vahelae paneelide monoliitmine	4	1	31,05	7,76 0,97
	1.korruse vana hooneosa vahelae rakestamine	10		501,29	50,13 6,27
	1.korruse vana hooneosa vahelae sarrustamine	10		138,17	13,82 1,73
	1.korruse vana hooneosa vahelae betoneerimine	6	2	37,92	6,32 0,79
	1.korruse vahelae vana hooneosa vahelae lahti rakestamine	4		125,322	31,33 3,92
	Uue hooneosa 2. koruse müüritööd	14	2	940,50	67,18 8,40
	Vana hooneosa treppide ja panduste rakestamine 1.korruse sel	4		48,904	12,23 1,53
	Vana hooneosa treppide ja panduste sarrustamine 1.korruse sel	2		9,4	4,70 0,59
	Vana hooneosa treppide ja panduste betoneerimine 1.korruse sel	3	1	8,3	2,77 0,35
	Vana hooneosa treppide ja panduste lahti rakestamine 1.korruse sel	3		12,226	4,08 0,51
5	Vana hooneosa 2. koruse müüritööd	8	1	495,6	61,95 7,74
	2. Koruse montaaž	3	1	27,33	9,11 1,14
	2. Koruse monoliitmine	3	1	16,85	5,62 0,70
	2. Koruse vana osa vahelae rakestamine	8	1	227,30	28,41 3,55
	2. Koruse vana osa vahelae sarrustamine	5		60,92	12,18 1,52
	2. Koruse vana osa vahelae betoneerimine	3	1	16,17	5,39 0,67
	2. Koruse vana osa vahelae lahti rakestamine	4		56,824	14,21 1,78
	Uue hooneosa 3. koruse müüritööd	5	1	234,40	46,88 5,86
	2. Koruse monoliitsete treppide ja panduste rakestamine	2		22,49	11,24 1,41
	2. Koruse monoliitsete treppide ja panduste sarrustamine	2		7,38	3,69 0,46
	2. Koruse monoliitsete treppide ja panduste betoneerimine	3	1	2,89	0,96 0,12
	2. Koruse monoliitsete treppide ja panduste lahti rakestamine	4		5,62	1,41 0,18
7	Vana hooneosa 3. koruse müüritööd	10	1	448,9	44,89 5,61
	3. Koruse montaaž	3	1	11,75	3,92 0,49
	3. Koruse monoliitmine	1	1	11,50	11,50 1,44
	3. Koruse vana hooneosa vahelae rakestamine	14		367,12	26,22 3,28
	3. Koruse vana hooneosa vahelae sarrustamine	13		64,41	4,95 0,62
	3. Koruse vana hooneosa vahelae betoneerimine	3	1	16,34	5,45 0,68
	3. Koruse vana osa vahelae lahti rakestamine	4		56,824	14,21 1,78
8	Vana hooneosa 4. koruse müüritööd	2	2	53,00	26,50 3,31
	3. Koruse monoliitsete treppide ja panduste rakestamine	4		16,328	4,08 0,51
	3. Koruse monoliitsete treppide ja panduste sarrustamine	4		5,17	1,29 0,16
	3. Koruse monoliitsete treppide ja panduste betoneerimine	3	1	2,02	0,67 0,08
	3. Koruse monoliitsete treppide ja panduste lahti rakestamine	4		4,082	1,02 0,13

