



TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOL
INSENERITEADUSKOND
Ehituse ja arhitektuuri instituut

**EHITUSTEHNOLÓGIA JA PLATSIKORRALDUSE ANALÜÜS, TALLINNAS,
KALARANNA 21, 23 KORTERELAMU E HITUSE NÄITEL**

**ANALYSIS OF CONSTRUCTION TECHNOLOGY AND BUILDING SITE
MANAGEMENT BASED ON THE CASE STUDY OF THE CONSTRUCTION OF THE
APARTMENT BUILDING AT KALARANNA 21, 23, TALLINN**

MAGISTRITÖÖ

Üliõpilane: Saveli Novikov

Üliõpilaskood 177478

Juhendaja: Virgo Sulakatko

Tallinn 2022

AUTORIDEKLARATSIOON

Olen koostanud lõputöö iseseisvalt.

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

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

4. mai 2022

Autor:

.....
/ allkiri /

Töö vastab magistritööle esitatud nõuetele.

“.....” 20.....

Juhendaja:

.....
/ allkiri /

Kaitsmisele lubatud

“.....”20... .

Kaitsmiskomisjoni esimees:

.....
/ nimi ja allkiri /

Lihtlitsents lõputöö reprodutseerimiseks ja lõputöö üldsusele kättesaadavaks tegemiseks

Mina, Saveli Novikov

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

**EHITUSTEHNOLÓGIA JA PLATSIKORRALDUSE ANALÜÜS, TALLINNAS,
KALARANNA 21, 23 KORTERELAMU E HITUSE NÄITEL**

mille juhendaja on Virgo Sulakatko

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

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

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

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

14.05.22

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

Üliõpilane: **SAVELI NOVIKOV**

Üliõpilaskood **177478**

Õppekava: **EAEI02 Ehitiste projekteerimine ja ehitusjuhtimine**

Peaeriala: Ehitusmajandus ja juhtimine

Lõputöö teema:

**EHITUSTEHNOLÓGIA JA PLATSIKORRALDUSE ANALÜÜS, TALLINNAS,
KALARANNA 21, 23 KORTERELAMU E HITUSE NÄITEL**

Analysis of construction technology and building site management based on the case study of the construction apartment building at Kalaranna 21, 23, Tallinn

Juhendaja: **Virgo Sulakatko**

Virgo.sulakatko@taltech.ee

Lõputöö konsultandid:

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

Lõputöö põhieesmärgid:

1. Tehnoloogiliste ja korralduslike lahenduste välja töötamine
2. Majandusliku osa eesmärk on monteeritava ja monoliitse vahelagede ja katuslae võrdlus

Töö keel: eesti keel

Lõputöö etapid ja ajakava:

Ülesande kirjeldus	Tähtaeg
1. Sissejuhatus, lähteandmed	02.05.2022
2. Arhitektuurne osa	02.05.2022
3. Konstruktsiooni osa (monoliitse r/b vahelaeplaadi arvutus)	02.05.2022
4. Ehitusplatsi üldplaan	02.05.2022
5. Koondkalenderplaan	02.05.2022
6. Tehnoloogilised kaardid <ul style="list-style-type: none">• Vundamenditööd• Parkla monoliidi ja montaaži tööd• Ühe korruse seinte ja lae montaaž	02.05.2022
7. Majandus- ja uurimuslik osa: monteeritava ja monoliitse vahelagede ning katuslae majanduslik võrdlus	02.05.2022
8. Töökaitse	02.05.2022
9. Kokkuvõtte eesti keeles	02.05.2022
10. Kokkuvõtte inglise keeles	02.05.2022
Lõputööde 95% ülevaatus, mille läbimine on kaitsmise eelduseks	02.05.2022

Esitlusmaterjalid kaitsmisel: A1 joonised

Kirjeldus	Tähtaeg
1 Arhitektuursed joonised – 1 leht	02.05.2022
2 Konstruktsiooni osa – 1 leht	02.05.2022
3 Ehitusplatsi üldplaan - 1 leht	02.05.2022
4 Koondkalenderplaan – 1 leht	02.05.2022
5 Tehnoloogilised kaardid – 3 lehte	02.05.2022
6 Rekonstrueerimistöörde majandusliku mõju analüüs	02.05.2022

Lõputöö esitamise tähtaeg: 16. mai 2021

Lõputöö ülesanne välja antud: 01.02.2022

Juhendaja: Virgo Sulakatko

Ülesande vastu võtnud: Saveli Novikov

Avalikustamise piirangu tingimused: puuduvad

SISUKORD

SISUKORD	6
EESSÖNA.....	9
TABELITE LOETELU	10
GRAAFILISE MATERJALI LOETELU	11
SISSEJUHATUS	12
1. LÄHTEANDMED	13
1.1 Asukoht	13
1.2 Pinnaserljeef ja pinnasetingimused	13
1.3 Teed, plastid ja haljastus	14
2. ARHITEKTUURNE OSA	15
2.1 Üldine kontseptsioon	15
2.2 Maa-alused konstruktsioonid.....	15
2.2.1 Vundamendid	15
2.2.2 Parkla korruse välis- ja siseseinad	15
2.2.3 Postid.....	16
2.2.4 Talad	16
2.2.5 Vahelaed ja katuselaed	17
2.2.6 Põrand ja trepid.....	17
2.3 Maapealsed konstruktsioonid.....	17
2.3.1 Välisseinad.....	17
2.3.2 Siseseinad	18
2.3.3 Vahelaed.....	18
2.3.4 Trepid	18
2.3.5 Katusekonstruktsioonid.....	19
2.4 Arhitektuur	19
2.4.1 Seinad ja laed	19
2.4.2 Põrandad	19
2.4.3 Avatäited	20
2.5 Tehnosüsteemid.....	20
2.5.1 Küttesüsteem	20

2.5.2	Ventilatsioonisüsteem.....	20
2.5.3	Sadevee ja olmekanaliseatsioon	21
2.5.4	Veevarustus.....	21
2.5.5	Elekter	22
2.6	Hoone tehnilised näitajad	23
3.	KONSTRUKTSIOONI OSA.....	24
3.1	Koormuste määramine.....	24
3.1.1	Normkoormused	24
3.1.2	Arvutuslikud koormused	25
3.2	Monoliitsest raudbetoonist vahelaepaadi sarruse dimensioneerimine	26
3.2.1	Sisejõudude leidmine	27
3.2.2	Armatuuri kaitsekihi määramine.....	28
3.2.3	Kasuliku kõrguse määramine	29
3.2.4	Armatuuri dimensioneerimine	30
4.	EHITUSPLATSI ÜLDPLAAN.....	38
4.1	Liiklusskeem	38
4.2	Ajutised ehitised.....	39
4.3	Ajutised tehnovõrgud.....	39
4.4	Ehitusplatsi laod	41
4.5	Keskkonnakaitse.....	41
5.	KOONDKALENDERPLAAN	42
5.1	Ehitismaksumuse koondtabel	42
5.2	Koondkalenderplaani üldandmed	43
6.	TEHNOLOOGILISED KAARDID	44
6.1	Vundamenditööd	44
6.1.1	Vundamenditööde kirjeldus.....	45
6.1.2	Vundamenditööde tehnoloogilised arvutused	45
6.1.3	Vundamenditööde tööjõuvajadus.....	49
6.2	Parkla korruse montaaži- ja monoliitbetoonitööd	51
6.2.1	Kraana valik	52
6.2.2	Montaazitööde kirjeldus	53
6.2.3	Montaazitööde tehnoloogilised arvutused.....	53

6.2.4	Montaazitööde tööjõu vajadus	55
6.2.5	Monoliitbetoonitööde kirjeldus	57
6.2.6	Monoliitbetoonitööde tehnoloogilised arvutused.....	59
6.2.7	Monoliitbetoonitööde tööjõu vajadus ja kestus.....	61
6.3	Hoone montaažitööd	62
6.3.1	Hoone montaažitööde kirjeldus.....	63
6.3.2	Montaazitööde tehnoloogilised arvutused.....	63
6.3.3	Montaazitööde tehnoloogilised arvutused.....	65
7.	MAJANDUSLIK OSA.....	70
7.1	Majandusosa lähteandmed.....	70
7.2	Materjalide ja tööjõukulu maksumus	70
7.2.1	Sarruse maksumus	70
7.2.2	Raketise maksumus.....	71
7.2.3	Betooni maksumus.....	71
7.2.4	Töömeeste maksumus	72
7.2.5	Kogumaksumus	74
7.3	Majandusosa järelalus	74
8.	TÖÖOHUTUS.....	75
	KOKKUVÕTE	76
	SUMMARY	78
	KASUTATUD KIRJANDUS.....	80

EESSÕNA

Käesoleva magistritöö teema on kortermaja platsikorralduse ja ehitustehnoloogia analüüs, mis asub Põhja-Tallinna linnaosas, Kalaranna tänaval. Antud projekt on YIT Eesti AS omaarendus, kus töö autor oli ehitusmeeskonna liige. Peaprojekterija ehitatud Küti kvartalil oli Urmas Muru OÜ. Algandmed mis olid kasutatud selles töös pärinevad objekti projektipangast.

Soovin avaldada ka suured tänud isikutele, kes on osalenud selle töö kirjutamisel. Täpsemalt lõputöö juhendajale Virgo Sulakatko ja konstruktiivse osa poolt Johannes Pello.

Võtmesõnad: ehitus, platsikorraldus, tehnoloogia, magistritöö

TABELITE LOETELU

Tabel 4.1 Tabel 4.1 Ajutiste ehitiste arvutus.....	39
Tabel 4.2 Tabel 4.2 Elektri võimsuse arvutus.....	39
Tabel 5.1 Ehituseelarve table.....	41
Tabel 6.1 – Vundamenditööde mahud.....	44
Tabel 6.2 – Raketise mahud.....	45
Tabel 6.3 – Vundamendi ehitamise tööjõukulu arvutamine.....	46
Tabel 6.4 – Vundamenditööde tehnoloogilised arvutused.....	49
Tabel 6.5 – Kraana valiku parameetrid.....	51
Tabel 6.6 – Parkla korruse montaažitööde esimese osa tööjõukulu arvutused.....	53
Tabel 6.7 – Parkla korruse montaažitööde teise osa tööjõukulu arvutused.....	54
Tabel 6.8 – Parkla korruse esimese osa tehnoloogilised arvutused.....	55
Tabel 6.9 – Parkla korruse teise osa tehnoloogilised arvutused.....	55
Tabel 6.10 – Kalaranna 23 monoliittalade parameetrid.....	56
Tabel 6.11 – Kalaranna 21 monoliittalade parameetrid.....	57
Tabel 6.12 – Monoliittalade raketise vajaduse arvutus.....	57
Tabel 6.13 – Monoliittalade ehitamise tööjõukulu arvutused.....	59
Tabel 6.14 – Parkla korruse monoliittalade tehnoloogilised arvutused.....	61
Tabel 6.15 – Tüüpkorruse montaažitööde tööjõukulu arvutused.....	63
Tabel 6.16 – Tüüpkorruse montaažitööde tööjõukulu arvutused.....	65
Tabel 6.17 – Tüüpkorruse seinapaneelide tarnegraafik.....	66
Tabel 6.18 – Tüüpkorruse õõnespaneelide tarnegraafik.....	67
Tabel 7.1 – Monoliitvahelae ehitamise tööjõukulu arvutused.....	72

GRAAFILISE MATERJALI LOETELU

Lõputöö koosseisu kuulub 9 esitlusjoonist formaadis A1:

Joonis 1: Hoone vaated

Joonis 2: Hoone lõiged ja plaan

Joonis 3: Ehitusplatsi üldplaan

Joonis 4: Vahelae armeering

Joonis 5: Vundamenditööde tehnoloogiline kaart

Joonis 6: Parkla korruse montaaži- ja monoliiditööde tehnoloogiline kaart I

Joonis 7: Parkla korruse montaaži- ja monoliiditööde tehnoloogiline kaart II

Joonis 8: Tüüpkorruse montaažitööde tehnoloogiline kaart

Joonis 9: Kalendergraafik ja tööjõu vajadus

SISSEJUHATUS

Käesoleva lõputöö teemaks on valitud kortermaja ja maa-aluse parkla ehitustehnoloogia ja platsikorralduse analüüs. Antud hoone asub aadressil Põhja-Tallinna linnaosa, Kalaranna 21,23. Tegu on 4 korruselise kortermajaga ja maa-aluse auto parklaga. Kalaranna 21,23 on osa Küti kvartalist, mis on YIT Eesti AS omaarendatud elurajoon. Küti kvartal on ehitatud kolmes etappis ja koosneb seitsmest majast. Käesolevas lõputöös kirjeldatud Kalaranna 21, 23 on Küti kvartali III-etapp, mis valmib 2022 aastal.

Lõputöö eesmärgiks on analüüsida ja töötada välja ehituse põhikonstruktsioonide ehitustehnoloogia selliselt, et protsess oleks mõistlikku pikkusega ja tööde kvaliteet oleks heal tasemel.

Lõputöö koosneb kaheksast peatükkist. Esimeses kahes peatükkis saab üldise ülevaate ehitatavate hoonetest ja projekti lahendustest – lähteandmed ja arhitektuurne osa.

Konstruktsiooni osas tehakse projekti lahenduse asendamine alternatiiv variandiga. Õõnesbetoonpaneelid asendatakse monoliitse raudbetoonist vahelaega. Monoliitse plaadi mõjuvate sisejõudude alusel valitakse armatuuri kogused, läbimõõdud ja sammud.

Neljandas peatükkis, ehk ehitusplatsi üldplaan – selgitakse ajutiste ehitiste, ladude ja tehnovõrkude vajadus ja paigutus.

Koondkalenderplaanis kirjeldatakse kogu ehituse maksumuse, planeeritakse tööde järjekorda ja arvutatakse tööde ajakulu, tööjõukulu ja masinate vajaduse.

Kuuendas peatükkis on koostatud tehnoloogilised kaardid kolmest põhikonstruktsiooni ehitustööde tehnoloogiast. Alguses lahendatakse vundamenditööde tehnoloogiat, teine on parkla korruse montaaži- ja monoliiditööde analüüs. Kolmandass tehnoloogilises kaardis kirjeldatakse tüüpkorruse montaažitööd.

Majanduslik osas on arvutatud õõnesbetoonpaneelide asendus monoliitvahelaega. Võrdlus keskendub ainult maksumusele ja ehitustööde pikenemisest tekkivaid lisakulud ei ole arvestatud.

Lõputöö kaheksandas peatükkis on kirjeldatud tööohutuse reeglid ehitusplatsil.

1. LÄHTEANDMED

1.1 Asukoht

Kruntide Oda 2, 4; Kalaranna 25, 27, 29 ja Kalaranna 21, 23 hoonestus moodustab ühtse terviku. Kruntide hoonestus on seotud maa-aluse korruse kaudu. Kruntidel on ühised puhke- ja mängualad. [1]

Käesoleva projektiga lahendatud Kalaranna 21, 23 krunt paikneb Kalaranna tänava ääres. Sissepääs Kalaranna tänava äärsesse hoonesse Kalaranna 21 on tänavalt. Siisepääs hoovis paiknevasse hoonesse Kalaranna 23 on hoovist. Sissesõit maa-alusesse parklatesse on Oda tänavalt Oda 2, 4 maa-aluse parkla kaudu. Sissesõit teenindushoovi on Küti tänavalt läbi Oda 2, 4 ja Kalaranna 25, 27, 29 kruntide. Hoovis oleva mänguväljaku kõrvale on planeeritud mängumaja. [1]

1.2 Pinnasereljeef ja pinnasetingimused

Ehitusgeoloogilised uuringud Tallinnas, Oda-Kalaranna krundil on teostatud REIB OÜ poolt 27. augustil 2018 aastal (töö nr GE-2573) YIT Ehitus AS tellimisel elamurajooni projekteerimiseks. [2]

Geoloogiliselt paikneb uuringuala liivakiviklindi astangul. Pinnakate koosneb täitest, mullast ja jääjärvelisest liivast, millele järgneb Alam-Kambriumi Tiskre lademe peeneteraline hall aleuriitne liivakivi, milles on üksikud õhukesed rohekashalli savi vahekihid. Piirkonna üldine reljeef on kallakuga põhja, Tallinna lahe suunas. Uuringupunktide suudmete absoluutkõrgused muutuvad 7,9...9,4 meetri piires. [2]

Normatiivne (keskmine maksimaalne) külmumissügavus on piirkonnas 1,2m. Tuginedes piirkonna üldhüdrogeoloogilisele iseloomustusele asub püsiv põhjaveetase vundeerimissügavusest kõrgemal, sellest lähtuvalt tuleb keldri põhjaveetõrjeks ette näha drenaaž. [2]

1.3 Teed, plastid ja haljastus

Autoga sõidetavate alade ja tänava alal olevate kõnniteede kate on asfaltbetoon. Krundil olevate kõnniteede kate on betoonist sillutuskivi ja osaliselt graniidist täringukivi (50x50x50mm). [1]

Krundi suuremad rohelised ala on Kalaranna tänava ääres ja hoovi idapoolses osas. Hoovi on planeeritud lisa kõrghaljastust. Maa-aluse garaaži kohale on kavandatud katusehaljastus. [1]

2. ARHITEKTUURNE OSA

2.1 Üldine kontseptsioon

Krundile on kavandatud ühtse maa-aluse osaga ja eraldi kahe maapealse osaga hoone. Maapealsete osade aadressid on Kalaranna 21 ja Kalaranna 23. [1]

Hoone põhikonstruktsiooniks on monteeritav r/b. Fassaadid on kaetud tumedate tellisplaatidega. Klaasitud rõdude tagaseinad on osaliselt viimistletud tumeda puitlaudisega. Parkla katusel olevasse hoovi avanevate esimese korruse terrassidel on tumedad puitpiirded. Hoone maapealsetel korrustel on korterid. Keldrikorrusel on parkla ja panipaigad. [1]

2.2 Maa-alused konstruktsioonid

2.2.1 Vundamendid

Parkla osas kandeseinte alla valatakse monoliitne lintvundament, mille peale toetuvad monteeritavad seinapaneelid. Seinapaneelide kinnituseks olevad armatuurvardad valatakse lintvundamendi sisse või puuritakse hiljem vastavalt seinapaneelide tappide asukohtadele. Postide alla valatakse vundamendi taldmikud. Vundamendi taldmike peale monteeritakse kandvad postid. Postid kinnitatakse taldmikete sees olevate ankrupoltide peale. [2]

2.2.2 Parkla korruse välis- ja siseseinad

Maa-aluse parkla korruse kandvad välisseinad on projekteeritud valdavalt 200 mm paksused raudbetoonpaneelidest. Seinad valatakse betoonist ja armeeritakse armatuuriga B500B. [2]

Seinte omavahelised ja lintvundamendi ning seinte liitekohad peavad olema veetihedad. Seinas kapillaarniiskuse tõusu tõkestamiseks on lintvundamendi ja seina liitumise vahel horisontaalne hüdroisolatsioon. Välissein soojustatakse ja hüdroisolatsioon kaitstakse ekstrusioon-vahtpolüstüreen plaatidega (XPS) paksusega 100 mm. [2]

Kandvad maa-aluse parkla siseseinad valdavalt on 200mm paksused raudbetoonpaneelid, jäikusseinad on 250mm paksud. Parkla paneelid valatakse betoonist ja armeeritakse kahes kihis B500B armatuurterasega vastavalt paneelide tootejoonistele. [2]

2.2.3 Postid

Maa-aluse parkla kandepostid on monteeritavad raudbetoonpostid mõõtmetega 400x400mm, 400x800mm. Postide pikkus on ca. 2,8...3,1m. Postid on vundamentidega jäigalt ühendatud nelja ankrupolte M20 või M24. Postid armeeritakse pikiarmatuuri ja rangidega vastavalt postide tootejoonistele. [2]

2.2.4 Talad

Parkla katust ja eluhoonete seinad kandvad terasest ja raudbetoonist talad. [2]

Terasest HQ tüüpi talad valmistatakse terasest S355J2 ja kaetakse värviga vastavalt keskkonnaklassile ning terastalade nähtavale jääv alumine vöö kaetakse tulekaitsevärviga saavutamaks nõutud tulepüsivus. [2]

Hoonete 1. korruse seinte all keldris paiknevad monoliitsed raudbetoonitalad. Talad projekteeritud betoneerida kahes osas: kõigepealt valatakse osa mille peale toetuvad paneelid, pärast vahelae paneelide paigaldamist ja armeerimist valatakse ülemine osa. Talade raketiste toed on lubatud eemaldada pärast vahelae monolitiseerimist ja betooni ettenähtud 70% tugevuse saavutamist. Talad armeeritakse pikiarmatuuri ja rangidega B500B vastavalt talade tööprojekti joonistele. Seinapaneelide kinnituseks olevad armatuurvardad valatakse talade sisse vastavalt seinapaneelide tappide asukohtadele. [2]

2.2.5 Vahelaed ja katuselaed

Maa-aluse korruste vahelagede (hoonete 1.k põranda) kandvaks osaks on monteeritavad õõnespaneelid paksusega 265mm, paneelide max. sille 8,0m. [2]

Katuslae kandvaks osaks eluhoonete vahelistes alades on monteeritavad õõnespaneelid paksusega 320mm, paneelide max. sille 8,6m. Katuslae peale rajatakse haljastus, terrassid ja teed. [2]

2.2.6 Põrand ja trepid

Hoonete -1. parkla korrusel kandvaks põrandakonstruktsiooniks on pinnasele valatud monoliitraudbetoonist plaat. Plaat armeeritakse B500B armatuurterastega vastavalt põranda koormusklassile. Põrandaplaatide kalded tuleb teha trappide ja rennide suunas, vastavalt põrandate tööprojekti joonistele. Põrandaplaadi alla paigaldatakse ehituskile paksusega 0,2 mm. Kile alla rajatakse min. 200 mm paksune killustikust drenikiht, milles asuvad drenaažitorud. [2]

-1. korrusel on monteeritav raudbetoelementidest trepid. Trepid valatakse betoonist vastavalt treppide tootejoonistele. Treppide astmekatted, piirded ja käsipuud vastavalt arhitektuursetele lahendusele. [2]

2.3 Maapealsed konstruktsioonid

2.3.1 Välisseinad

Kandvad välisseinad ehitatakse 150mm või vajadusel 200mm paksustest ühe kihilistest raudbetoonist monteeritavatest seinapaneelidest. Seinapaneelid ühendatakse omavahel ja vahelaega tapiraudade ning vuugisarrustega ning monolitiseeritakse vastavalt tööprojekti joonistele. Välisseintele paigaldatakse väljastpoolt soojustus ja fassaadikattesüsteem vastavalt arhitektuursetele lahendusele. [2]

Rõdude kandvad välisseinad valdavalt ehitatakse 150mm paksustest ühe kihilistest raudbetoonist monteeritavatest seinapaneelidest. Seinapaneelid ühendatakse omavahel ja rõduplaatidega tapiraudade ning vuugisarrustega ning monolitiseeritakse vastavalt tööprojekti joonistele. [2]

2.3.2 Siseseinad

Kandvad siseseinad üldjuhul on 200mm paksused raudbetoonpaneelid. Seinapaneelid ühendatakse omavahel ja vahelaega tapiraudade ning vuugisarrustega ning monolitiseeritakse vastavalt tööprojekti joonistele. [2]

Kergvaheseinad rajatakse metallkarkassil kipsplaatseinad raudbetoonpõrandate peale, raskemad kiviseinad tuleb rajada kandekonstruktsioonide peale. [2]

2.3.3 Vahelaed

Vahelaed kandvaks osaks on üldjuhul monteeritavad õõnespaneelid paksusega 265mm, paneelide max. sille on ca 9,2m. Koridoride kattedeks on samuti monteeritavad õõnespaneelid paksusega 265mm. Vajadusel õõnespaneel asendatud monteeritavate plaatidega. Vahelaed paneelid toetuvad raudbetoonist seintele või terasest või raudbetoonist taladele. [2]

2.3.4 Trepid

Hoonetes on monteeritavad raudbetoonelementidest trepid ja podestid. Podestide katted, piirded ja käsipuud vastavalt arhitektuursele projektile. [2]

2.3.5 Katusekonstruktsioonid

Elamutel on lamekatused. Hoone katuslagede kandvaks osaks on üldjuhul monteeritavad õõnespaneelid paksusega 265 mm, paneelide max. sille on ca 9,2m. Liftišahtide katteks on monteeritavad raudbetoonist paneelid paksusega 220mm. Katuslae paneelid toetuvad raudbetoonist seintele. [1] [2]

Katused soojustatakse soojustusplaatidega. Põhisoojustuseks on projekteeritud vahtpolüstüreen EPS mille paksus sõltub katuse konstruktsioonist ja pealt kaetud mineraalvillaplaatidega. Katusekatteks on kolmekordne bituumenrullmaterjal. Katuseisolatsiooni tulutus tehakse katusetuulutitega ja katus on sadevee äravooluga. [1] [2]

2.4 Arhitektuur

2.4.1 Seinad ja laed

Trepikoja ja korterite siseseinad on värvitud. Märgade ruumid seinad on kaetud keraamiliste plaatidega kuni ripplaeni. Tehniliste ruumide, panipaikade ja parkla seinad on kaetud tolmutõkkega. [1]

Eluruumide laed on kaetud värviga. Tehniliste ruumide ja panipaikade laed on kaetud tolmutõkkega. Korteri esikutes ja sanruumides on värvitud ripplaed. [1]

2.4.2 Põrandad

Tuulekojas, trepikojas on klinkerplaat. Koridorides PVC kate. Liftis kummist kate. Trepiastmed on tolmuvaab betoon või EPO kate. [1]

Korterite eluruumide põrandatel on puitparkett. Märgade ruumide põrandakate on keraamiline plaat. Märgade ruumide põrandakonstruktsioonis on hüdroisolatsioon.

Tuulekodades on süvistatud jalamatt. Jalamattide alad tuulekodade põrandaplaadistuses on ääristatud alumiiniumist L-profiiliga. [1]

2.4.3 Avatäited

Aknad, rõdu- ja terrassiüksed: Puit-alumiinium avatäited, kald-pöördavatavad, võimalus avada tuulutusasendisse. Kolmekordsed klaaspaketid. $U=0,9W/m^2K$. Raami ja paneeli liitekohad tuleb tihendada õhutiheda teibiga. Välisuks on alumiiniumist ja kaetud spoonist viimistluega. [1]

Suitsuärastusluugid trepikodades on soojustatud luugid katusele pääsuks ja suitsuärastuseks. Luugi ava sisemõõdud on 1200x1200mm. Katusele pääsuks on luugi all metallredel. [1]

Igale korterile on kavandatud rõdu või terrass. Rõdudel on osaliselt avatavad klaapiirded (rõduklaasisüsteem). [1]

2.5 Tehnosüsteemid

2.5.1 Küttesüsteem

Vastavalt lähteülesandele on korterelamusse põhiliselt projekteeritud põrandaküte. Korterite vannitubadesse ja san-ruumidesse on ettenähtud elektriline põrandaküte. Radiaatorküte on ettenähtud trepikodadesse ning õhkküte parklasse. Küttesüsteemide toide saadakse parkla korrusele projekteeritud sojussõlmest. [3]

2.5.2 Ventilatsioonisüsteem

Projekteeritud korterelamule on ettenähtud loomulik ja mehaaniline väljatõmbe ning sissepuhke ventilatsioon metallist õhutorude kaudu. Korterelamu igale korterile on ettenähtud korteripõhine ventilatsiooniseade. Ventilatsiooniseadmete ventilaatoritel on

võimalus valida vähemalt kolme kiiruse vahel. Korterite ventilatsiooniseadmete õhu järelsoojendus toimub elektrikalorifeeriga. Samuti nähakse ette kohtäratõmbed köögipliitidelt. Ventilatsiooniseadmete õhuhaarded tehakse läbi hoone välisseinte ja õhu väljavisked läbi hoone katuse. Katuseventilaatorid paigaldatakse katusel paiknevatele torušahtidele. [3]

Panipaikadele, tehnoruumidele ja trepikodadele on projekteeritud üldvahetuslik väljatõmbeventilatsioon. Panipaikade, tehnoruumide ja trepikodade väljatõmbesüsteemidega eemaldatud õhk kompenseeritakse välisseintesse paigaldatavate värskeõhuklappide abil. [3]

2.5.3 Sadevee ja olmekanalisatsioon

Projekteeritud hoonesse rajatakse olmereovee kanalisatsioonisüsteem. Projekteeritava hoone olmereovee allikad on sanitaarseadmed korterites ja köökides. Projekteeritud hoone olmereovee kanalisatsiooni torustikud paigaldatakse plastist PP kanalisatsioonitorudest, ettenähtud kalletega. Reovee kanaliseerimisel on eelvooluks Kalaranna tn ühiskanalisatsioonitorustikust rajatud Oda 2 / 4 kinnistu kanalisatsiooniühendus. [4]

Projekteeritud hoone sademevee allikaks on hoone katus ja terrassid. Projekteeritud hoonesse rajatakse sisemise äravooluga sademeveekanaliseerimise süsteem, ettenähtud kalletega. Hoone sisemine sademeveekanaliseerimise süsteem paigaldatakse survekindlast plasttorust. Projekteeritud korterelamute katusetele, terrassidele ja parkla katuslaele paigaldatakse katusekaevud $\varnothing 110$ mm, mis varustatakse lehesõela ja elektrilise küttekaabliga. [4]

2.5.4 Veevarustus

Projekteeritud hoonesse rajatakse majandus-joogiveevarustuse süsteem. Soojavee süsteem on ette nähtud ringlustorustikuga. Veeallikaks on olemasolev Kalaranna tänava veetorustik. [4]

Projekteeritud hoone esimese välisseina taha, -1. korrusel asuvasse tehnilisse ruumi on ette nähtud veemöödusõlm kinnistu peaveearvestiga. Veemöödusõlme ruum on varustatud trapiga. [4]

Kõikidele korteritele on ette nähtud külma- ja soojaveearvestid. Korterite veearvestid on kaugloetavad ja monteeritakse ripplae taha. Veearvestite kohale paigaldatakse avatav teenindusluuk. [4]

2.5.5 Elekter

Hoones on ette nähtud vajalikud elektriseadmete ruumid, peakilbi ruumid Kalaranna 25, 27 asuvad 1. korrusel ja Kalaranna 29 -1 korrusel. Keskustevahelised kaabelliinid kulgevad üldjuhul horisontaalselt kaabliredelitel ja vertikaalselt ühtses šahtis peakeskusest jaotuskeskusteni. [5]

2.6 Hoone tehnilised näitajad

- Krundi pind - 4353 m²
- Ehitusalune pind - 2031,9 m²
- Maapealse osa alune pind - 1148,3 m²
- Maapealsete korruste arv - 4
- Maa-aluste korruste arv - 1
- Absoluutne kõrgus - 23 m
- Kõrgus - 13,7 m
- Pikkus - 74,9 m
- Laius - 35,4 m
- Sügavus - 2,9 m
- Suletud netopind - 5506,8 m²
- Köetav pind - 5506,8 m²
- Maht - 20142 m³
- Maapealse osa maht - 13019 m³
- Üldkasutatav pind - 2327 m²
- Tehnopind - 30,5 m²
- Kortereid kokku - 58 tk
- 1-toalisi - 7 tk
- 2-toalisi - 28 tk
- 3-toalisi - 20 tk
- 4-toalisi - 3 tk
- Eluruumide pind - 3148,5 m²
- Üldkasutatav pind - 2325,6 m²
- Parkimiskohti - 64 tk
- Hoone tulepüsivusklass - TP1
- Hoone eluiga - 50 aastat
- Hoone energiaklass - A

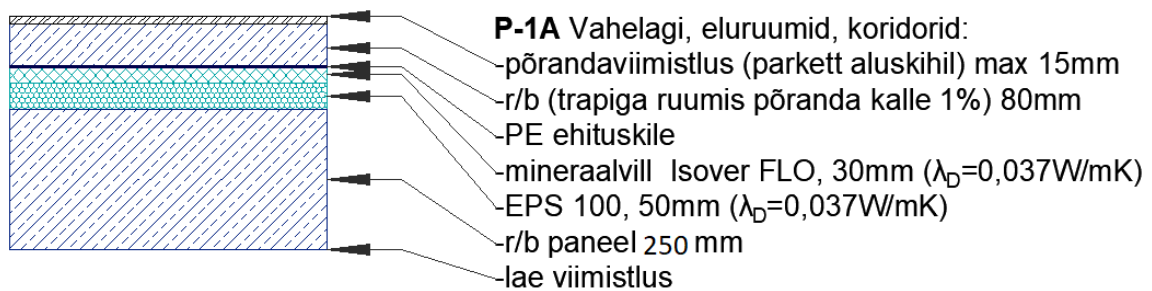
Andmed pärinevad Urmas Muru OÜ arhitektuurse osa seletuskirjast ja tehnilisest andmetest. [1][6]

3. KONSTRUKTSIOONI OSA

Käsitletava lõputöö konstruktiivse osa lähteülesandeks on valitud õõnespaneelida vahelae asendamine monoliitse vahelae plaadiga. Betooni tugevusklass on C30/37 ja monoliit vahelae plaadi paksus 250 mm. Arvutuseks võetakse 1m laiune riba, mida arvutatakse kui jätkuvtala.

Arvutuste tegemiseks on kasutatud betoonkonstruktsioonide projekteerimis normid ja Tiit Masso „Ehituskonstruktori käsiraamat“. [8][9]

3.1 Koormuste määramine



Joonis 3.1 Vahelae konstruktsioon

3.1.1 Normkoormused

Vahelae kasuskoormus A kasutusklassi põrandale: $q_k = 2,0 \text{ kN/m}^2$

Kihtide ruutmeetrikoormused leitakse valemiga 3.1

$$g_{ik} = \gamma_{kiht} * h_{kiht}, \text{ kN/m}^3 \quad (3.1)$$

milles:

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

γ_{kiht} – materjali mahukaal, kN/m^3

hkiht – materjali paksus, kN/m³

Raudbetoonplaadi omakaal: $g_{k1} = 0,250 * 25 = 6,25 \text{ kN/m}^2$

Vahtpolüstureenplaat EPS100: $g_{k2} = 0,05 * 0,3 = 0,015 \text{ kN/m}^2$

Minerallvill: $g_{k3} = 0,03 * 0,5 = 0,015 \text{ kN/m}^2$

Pealevalu raudbetoon plaat: $g_{k4} = 0,08 * 25 = 2,0 \text{ kN/m}^2$

Puitparkett: $g_{k5} = 0,1 \text{ kN/m}^2$

Normatiive alaline koormus kokku:

$$g_k = g_{k1} + g_{k2} + g_{k3} + g_{k4} + g_{k5} = 6,25 + 0,015 + 0,015 + 2,0 + 0,1 = 8,38 \text{ kN/m}^2$$

3.1.2 Arvutuslikud koormused

Kasuskoormuse osavarutegur:

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

Arvutuslik kasuskoormus:

$$q_d = q_k * \gamma_Q = 2,0 * 1,5 = 3,0 \text{ kN/m}^2 \quad (3.2)$$

Arvutuslik joonkoormus kasuskoormusest:

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

Arvutuslik joonkoormus
alalisest koormusest

Alalise koormuseosavarutegur:

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

Arvutuslik alaline koormus:

$$g_d = g_k * \gamma_G = 8,38 * 1,2 = 10,056 \text{ kN/m}^2 \quad (3.3)$$

Arvutuslik joonkoormus alalisest koormusest:

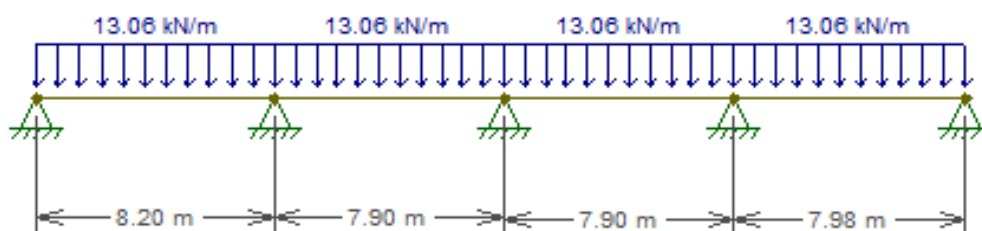
$$p_{d2} = g_d * 1,0 = 10,056 * 1,0 \text{ m} = 10,056 \text{ kN/m}$$

Arvutuslik joonkoormus kokku:

$$p_d = p_{d1} + p_{d2} = 3,0 + 10,056 = 13,056 \text{ kN/m}$$

3.2 Monoliitsest raudbetoonist vahelaeplaadi sarruse dimensioneerimine

Monoliitsest betoonist vahelaeplaadi projekteerimisel arvutuskeemiks on neljasildeline jätkuvtala. Vahelaeplaat on toetatud kandvatele seintele. Plaadi skeem ja toetuspunktid on näidatud joonisel 3.2.

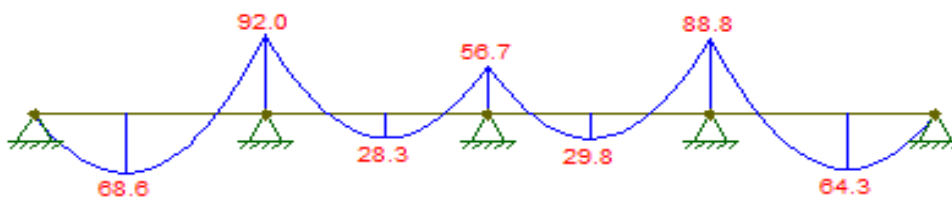


Joonis 3.2 Arvutuskeem

3.2.1 Sisejõudude leidmine

Paindemomendi ja põikjõu väärtuste leidmiseks on kasutatud arvutiprogramm Ftool.

Plaadis mõjuvad paindemomendid saab näha joonisel 3.3 ja põikjõu väärtused joonisel 3.4.



Joonis 3.3 Paindemomendi epüür (kNm)

Moment esimeses avas: $M_{Ed,1-2} = 68,6 \text{ kNm}$

Moment esimesel vahetoel: $M_{Ed,2} = -92,0 \text{ kNm}$

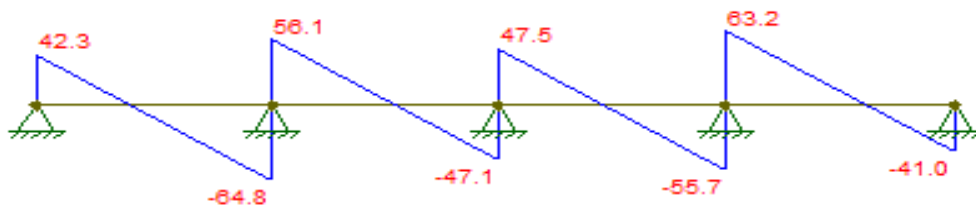
Moment teises avas: $M_{Ed,2-3} = 28,3 \text{ kNm}$

Moment teisel vahetoel: $M_{Ed,3} = -56,7 \text{ kNm}$

Moment kolmandas avas: $M_{Ed,3-4} = 29,8 \text{ kNm}$

Moment kolmandal vahetoel: $M_{Ed,4} = 88,8 \text{ kNm}$

Moment neljandas avas: $M_{Ed,4-5} = 64,3 \text{ kN}$



Joonis 3.4 Põikjõu epüür (kN)

Suurim põikjõud mõjub esimesel vahetoel:

$$V_{Ed,max} = 0,6 * p_d * l_{eff,1} = 0,6 * 13,056 * 8,2 \approx 64,8 \text{ kN}$$

3.2.2 Armatuuri kaitsekihi määramine

Hoone projekteeritud kasutusiga on 50 aastat, ehk S4 konstruktsiooniklass.

Betoonkonstruktsioonid siseruumides on XC1 keskkonnaklass. [2]

Andmete põhjal armatuuri kaitsekiht: $c_{min} = 15 \text{ mm}$.

Nimikaitsekiht leitaks valemiga:

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

milles c_{nom} – nimikaitsekiht, mm

c_{min} – minimaalne kaitsekiht, 15mm

Δc_{dev} – kaitsekihi lubatud hälve, mm

Armatuuri kaitsekiht:

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

3.2.3 Kasuliku kõrguse määramine

Armatuuri eeldatavaks läbimõõduks on valitud 20 mm.

Kasulik kõrgus

$$d1 = h1 - c_{nom} - \frac{\phi}{2} = 250 - 25 - \frac{20}{2} = 215 \text{ mm} \quad (3.5)$$

Kasulik kõrgus

$$d2 = c_{nom} + \frac{\phi}{2} = 25 + \frac{20}{2} = 35 \text{ mm}$$

3.2.4 Armatuuri dimensioneerimine

- Betooni tugevusklass on $C30/37$
- Betooni normsurvetugevus on $f_{ck} = 30 \text{ MPa}$
- Betooni survetugevus on $f_{cd} = 20 \text{ MPa}$
- Armatuuri klass on $B500B$
- Armatuurterase voolavustugevus on $f_y = 500 \text{ MPa}$
- Armatuuri arvutusvoolavustugevus on $f_{yd} = 435 \text{ MPa}$

Esimeses avas (neljandas avas)

Suhteline moment teises avas

$$\mu = \frac{M_{Ed,1-2}}{\alpha \cdot f_{cd} \cdot b \cdot d_1^2} \quad \mu = \frac{68,6 \cdot 10^6}{1 \cdot 20 \cdot 1000 \cdot 215^2} = 0,074 \quad (3.8)$$

Survetsooni suhteline arvutuskõrgus

$$\omega = 1 - \sqrt{1 - 2 \cdot \mu} \quad \omega = 1 - \sqrt{1 - 2 \cdot 0,074} = 0,077 \quad (3.9)$$

Vajalik armatuuri ristlõikepindala

$$A_{S1} = \frac{\omega \cdot \alpha \cdot f_{cd} \cdot b \cdot d_1}{f_{yd}} \quad A_{S1} = \frac{0,077 \cdot 1 \cdot 20 \cdot 1000 \cdot 215}{435} = 761,15 \text{ mm}^2/\text{m} \quad (3.10)$$

Töötava armatuuri suurim lubatav samm $s_{max} = \min\{2 \cdot h_1; 250 \text{ mm}\}$

$$s_{max} = 2,0 \cdot h_1 = 2,0 \cdot 250 = 500 \text{ mm} \quad (3.11)$$

Töötavaks armatuuriks valitakse $\varnothing 16$ B500B sammuga $s = 225$ mm

$$A_{S1,prov} = \pi * \frac{d^2}{4} * \frac{b}{s} \qquad A_{S1,prov} = 3,14 * \frac{16^2}{4} * \frac{1000}{225} = 893,16 \text{ mm}^2/m \qquad (3.12)$$

Jaotusarmatuuri pindala peaks olema vähemalt 20% töötava armatuuri pinnast

$$A_{S3} = 0,2 * A_{S1,prov} \qquad A_{S3} = 0,2 * 893,16 = 178,63 \text{ mm}^2/m \qquad (3.13)$$

Jaotusarmatuuri suurim lubatav samm on $s_{max} = \min\{3 * h_1; 400 \text{ mm}\}$

$$s_{max} = 3 * 250 = 750, \text{ järelikult } s_{max} = 400 \text{ mm} \qquad (3.14)$$

Jaotusarmatuuriks valitakse $\varnothing 10$ B500B sammuga $s = 400$ mm

$$A_{S3,prov} = \pi * \frac{d^2}{4} * \frac{b}{s} \qquad A_{S3,prov} = 3,14 * \frac{10^2}{4} * \frac{1000}{400} = 196,35 \text{ mm}^2/m \qquad (3.15)$$

Paindekandevõime kontroll:

Survetsooni kõrgus

$$x = \frac{f_{yd} * A_{S1,prov}}{0,8 * \alpha * f_{cd} * b} \qquad x = \frac{435 * 893,16}{0,8 * 1 * 20 * 1000} = 24,28 \text{ mm} \qquad (3.16)$$

Survetsooni suhteline kõrgus ristlõike kasuskõrguse suhtes

$$\xi = \frac{x}{d_1} \qquad \xi = \frac{24,28}{215} = 0,113 \qquad (3.17)$$

Survetsooni arvutuslik kõrgus

$$y = 0,8 * x \qquad y = 0,8 * 24,28 = 19,42 \text{ mm} \qquad (3.18)$$

Paindekandevõime

$$M_{Rd} = \alpha * f_{cd} * b * y * (d_1 - 0,5 * y) \qquad (3.19)$$

$$M_{Rd} = 1 * 20 * 1000 * 19,42 * (215 - 0,5 * 19,42) = 79,73 \text{ kNm}$$

$$M_{Rd} = 79,73 \text{ kNm} \geq M_{Ed,1-2} = 68,6 \text{ kNm}$$

Paindekandevõime on tagatud!

Esimesel vahetoel (kolmandal vahetoel)

Suhteline moment esimesel vahetoel

$$\mu = \frac{M_{Ed,1-2}}{\alpha \cdot f_{cd} \cdot b \cdot d_1^2} \quad \mu = \frac{92,0 \cdot 10^6}{1 \cdot 20 \cdot 1000 \cdot 215^2} = 0,100 \quad (3.8)$$

Survetsooni suhteline arvutuskõrgus

$$\omega = 1 - \sqrt{1 - 2 \cdot \mu} \quad \omega = 1 - \sqrt{1 - 2 \cdot 0,100} = 0,106 \quad (3.9)$$

Vajalik armatuuri ristlõikepindala

$$A_{S1} = \frac{\omega \cdot \alpha \cdot f_{cd} \cdot b \cdot d_1}{f_{yd}} \quad A_{S1} = \frac{0,106 \cdot 1 \cdot 20 \cdot 1000 \cdot 215}{435} = 1047,82 \text{ mm}^2/\text{m} \quad (3.10)$$

Töötava armatuuri suurim lubatav samm $s_{max} = \min\{2 \cdot h_1; 250 \text{ mm}\}$

$$s_{max} = 2,0 \cdot h_1 = 2,0 \cdot 250 = 500 \text{ mm} \quad (3.11)$$

Töötavaks armatuuriks valitakse $\emptyset 20$ B500B sammuga $s = 250 \text{ mm}$

$$A_{S1,prov} = \pi \cdot \frac{d^2}{4} \cdot \frac{b}{s} \quad A_{S1,prov} = 3,14 \cdot \frac{20^2}{4} \cdot \frac{1000}{250} = 1256,0 \text{ mm}^2/\text{m} \quad (3.12)$$

Jaotusarmatuuri pindala peaks olema vähemalt 20% töötava armatuuri pinnast

$$A_{S3} = 0,2 \cdot A_{S1,prov} \quad A_{S3} = 0,2 \cdot 1256,0 = 251,2 \text{ mm}^2/\text{m} \quad (3.13)$$

Jaotusarmatuuri suurim lubatav samm on $s_{max} = \min\{3 \cdot h_1; 400 \text{ mm}\}$

$$s_{max} = 3 \cdot 250 = 750, \text{ järelikult } s_{max} = 400 \text{ mm} \quad (3.14)$$

Jaotusarmatuuriks valitakse $\emptyset 10$ B500B sammuga $s = 250 \text{ mm}$

$$A_{S3,prov} = \pi \cdot \frac{d^2}{4} \cdot \frac{b}{s} \quad A_{S3,prov} = 3,14 \cdot \frac{10^2}{4} \cdot \frac{1000}{250} = 314,0 \text{ mm}^2/\text{m} \quad (3.15)$$

Paindekandevõime kontroll:

Survetsooni kõrgus

$$x = \frac{f_{yd} \cdot A_{S1,prov}}{0,8 \cdot \alpha \cdot f_{cd} \cdot b} \quad x = \frac{435 \cdot 1256,0}{0,8 \cdot 1 \cdot 20 \cdot 1000} = 34,15 \text{ mm} \quad (3.16)$$

Survetsooni suhteline kõrgus ristlõike kasuskõrguse suhtes

$$\xi = \frac{x}{d_1} \qquad \xi = \frac{34,15}{215} = 0,159 \qquad (3.17)$$

Survetsooni arvutuslik kõrgus

$$y = 0,8 * x \qquad y = 0,8 * 34,15 = 27,32 \text{ mm} \qquad (3.18)$$

Paindekandevõime

$$M_{Rd} = \alpha * f_{cd} * b * y * (d_1 - 0,5 * y) \qquad (3.19)$$

$$M_{Rd} = 1 * 20 * 1000 * 27,32 * (215 - 0,5 * 27,32) = 110,01 \text{ kNm}$$

$$M_{Rd} = 110,01 \text{ kNm} \geq M_{Ed,1} = 92,0 \text{ kNm}$$

Paindekandevõime on tagatud!

Teises avas (kolmandas avas)

Kasutame kolmanda ava paindemomendi, kuna ta on suurem kui teises.

Suhteline moment kolmandas avas

$$\mu = \frac{M_{Ed,1-2}}{\alpha * f_{cd} * b * d_1^2} \qquad \mu = \frac{29,8 * 10^6}{1 * 20 * 1000 * 215^2} = 0,032 \qquad (3.8)$$

Survetsooni suhteline arvutuskõrgus

$$\omega = 1 - \sqrt{1 - 2 * \mu} \qquad \omega = 1 - \sqrt{1 - 2 * 0,032} = 0,033 \qquad (3.9)$$

Vajalik armatuuri ristlõikepindala

$$A_{S1} = \frac{\omega * \alpha * f_{cd} * b * d_1}{f_{yd}} \qquad A_{S1} = \frac{0,033 * 1 * 20 * 1000 * 215}{435} = 326,21 \text{ mm}^2 / m \qquad (3.10)$$

Töötava armatuuri suurim lubatav samm $s_{max} = \min\{2 * h_1; 250 \text{ mm}\}$

$$s_{max} = 2,0 * h_1 = 2,0 * 250 = 500 \text{ mm} \qquad (3.11)$$

Töötavaks armatuuriks valitakse $\emptyset 12$ B500B sammuga $s = 250 \text{ mm}$

$$A_{S1,prov} = \pi * \frac{d^2}{4} * \frac{b}{s} \qquad A_{S1,prov} = 3,14 * \frac{12^2}{4} * \frac{1000}{250} = 452,16 \text{ mm}^2/m$$

(3.12)

Jaotusarmatuuri pindala peaks olema vähemalt 20% töötava armatuuri pinnast

$$A_{S3} = 0,2 * A_{S1,prov} \qquad A_{S3} = 0,2 * 452,16 = 90,43 \text{ mm}^2/m$$

(3.13)

Jaotusarmatuuri suurim lubatav samm on $s_{max} = \min\{3 * h_1; 400 \text{ mm}\}$

$$s_{max} = 3 * 250 = 750, \text{ järelikult } s_{max} = 400 \text{ mm}$$

(3.14)

Jaotusarmatuuriks valitakse $\varnothing 8$ B500B sammuga $s = 400 \text{ mm}$

$$A_{S3,prov} = \pi * \frac{d^2}{4} * \frac{b}{s} \qquad A_{S3,prov} = 3,14 * \frac{8^2}{4} * \frac{1000}{400} = 125,6 \text{ mm}^2/m$$

(3.15)

Paindekandevõime kontroll:

Survetsooni kõrgus

$$x = \frac{f_{yd} * A_{S1,prov}}{0,8 * \alpha * f_{cd} * b} \qquad x = \frac{435 * 452,16}{0,8 * 1 * 20 * 1000} = 12,29 \text{ mm}$$

(3.16)

Survetsooni suhteline kõrgus ristlõike kasuskõrguse suhtes

$$\xi = \frac{x}{d_1} \qquad \xi = \frac{12,29}{215} = 0,057$$

(3.17)

Survetsooni arvutuslik kõrgus

$$y = 0,8 * x \qquad y = 0,8 * 12,29 = 9,83 \text{ mm}$$

(3.18)

Paindekandevõime

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

(3.19)

$$M_{Rd} = 1 * 20 * 1000 * 9,83 * (215 - 0,5 * 9,83) = 41,3 \text{ kNm}$$

$$M_{Rd} = 41,3 \text{ kNm} \geq M_{Ed,2-3,3-4} = 29,8 \text{ kNm}$$

Paindekandevõime on tagatud!

Teisel vahetoel

Suhteline moment teisel vahetoel

$$\mu = \frac{M_{Ed,1-2}}{\alpha \cdot f_{cd} \cdot b \cdot d_1^2} \quad \mu = \frac{56,7 \cdot 10^6}{1 \cdot 20 \cdot 1000 \cdot 215^2} = 0,061 \quad (3.8)$$

Survetsooni suhteline arvutuskõrgus

$$\omega = 1 - \sqrt{1 - 2 \cdot \mu} \quad \omega = 1 - \sqrt{1 - 2 \cdot 0,061} = 0,063 \quad (3.9)$$

Vajalik armatuuri ristlõikepindala

$$A_{S1} = \frac{\omega \cdot \alpha \cdot f_{cd} \cdot b \cdot d_1}{f_{yd}} \quad A_{S1} = \frac{0,063 \cdot 1 \cdot 20 \cdot 1000 \cdot 215}{435} = 622,76 \text{ mm}^2/m \quad (3.10)$$

Töötava armatuuri suurim lubatav samm $s_{max} = \min\{2 \cdot h_1; 250 \text{ mm}\}$

$$s_{max} = 2,0 \cdot h_1 = 2,0 \cdot 250 = 500 \text{ mm} \quad (3.11)$$

Töötavaks armatuuriks valitakse $\emptyset 16$ B500B sammuga $s = 250 \text{ mm}$

$$A_{S1,prov} = \pi \cdot \frac{d^2}{4} \cdot \frac{b}{s} \quad A_{S1,prov} = 3,14 \cdot \frac{16^2}{4} \cdot \frac{1000}{250} = 803,84 \text{ mm}^2/m \quad (3.12)$$

Jaotusarmatuuri pindala peaks olema vähemalt 20% töötava armatuuri pinnast

$$A_{S3} = 0,2 \cdot A_{S1,prov} \quad A_{S3} = 0,2 \cdot 803,84 = 160,77 \text{ mm}^2/m \quad (3.13)$$

Jaotusarmatuuri suurim lubatav samm on $s_{max} = \min\{3 \cdot h_1; 400 \text{ mm}\}$

$$s_{max} = 3 \cdot 250 = 750, \text{ järelikult } s_{max} = 400 \text{ mm} \quad (3.14)$$

Jaotusarmatuuriks valitakse $\emptyset 8$ B500B sammuga $s = 250 \text{ mm}$

$$A_{S3,prov} = \pi \cdot \frac{d^2}{4} \cdot \frac{b}{s} \quad A_{S3,prov} = 3,14 \cdot \frac{8^2}{4} \cdot \frac{1000}{250} = 200,96 \text{ mm}^2/m \quad (3.15)$$

Paindekandevõime kontroll:

Survetsooni kõrgus

$$x = \frac{f_{yd} \cdot A_{S1,prov}}{0,8 \cdot \alpha \cdot f_{cd} \cdot b} \quad x = \frac{435 \cdot 803,84}{0,8 \cdot 1 \cdot 20 \cdot 1000} = 21,85 \text{ mm} \quad (3.16)$$

Survetsooni suhteline kõrgus ristlõike kasuskõrguse suhtes

$$\xi = \frac{x}{d_1} \qquad \xi = \frac{21,85}{215} = 0,102 \qquad (3.17)$$

Survetsooni arvutuslik kõrgus

$$y = 0,8 * x \qquad y = 0,8 * 21,85 = 17,48 \text{ mm} \qquad (3.18)$$

Paindekandevõime

$$M_{Rd} = \alpha * f_{cd} * b * y * (d_1 - 0,5 * y) \qquad (3.19)$$

$$M_{Rd} = 1 * 20 * 1000 * 17,48 * (215 - 0,5 * 17,48) = 72,1 \text{ kNm}$$

$$M_{Rd} = 72,1 \text{ kNm} \geq M_{Ed3} = 56,7 \text{ kNm}$$

Paindekandevõime on tagatud!

Toe armatuur

Plaadi juhuslikust kinnitusest tingitud paindemomendi vastuvõtmiseks esimesel toel tuleb ette näha toearmatuur, mis peaks vastu võtma vähemalt veerandi avas esinevast paindemomendist. Valin toearmatuuriks $\emptyset 10$ B500B sammuga 250 mm, mille korral :

$$A_{S1,prov} = \pi * \frac{d^2}{4} * \frac{b}{s} \qquad A_{S1,prov} = 3,14 * \frac{10^2}{4} * \frac{1000}{250} = 314,0 \text{ mm}^2/m$$

See armatuur peab olema toel ankurdatud ja ulatuma toe servalt avasse 0,2 ava võrra.

$$x = \frac{f_{yd} * A_{S1,prov}}{0,8 * \alpha * f_{cd} * b} \qquad x = \frac{435 * 314}{0,8 * 1 * 20 * 1000} = 8,54 \text{ mm}$$

$$\xi = \frac{x}{d_1} \qquad \xi = \frac{8,54}{215} = 0,04$$

$$y = 0,8 * x \qquad y = 0,8 * 8,54 = 6,83 \text{ mm}$$

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

$$M_{Rd} = 1 * 20 * 1000 * 6,83 * (215 - 0,5 * 6,83) = 28,90 \text{ kNm}$$

$$M_{Rd} = 28,90 \text{ kNm} \geq \frac{M_{Ed,1}}{4} = \frac{68,6}{4} = 17,15 \text{ kNm}$$

Kandevõime on tagatud. Toearmatuuri jaotusarmatuurina kasutan armatuuri $\varnothing 6$ B500B, sammuga 250 mm. Armatuur peab olema ankurdatud ja ulatuma avasse toe servalt 0,2 ava võrra.

Vahelaeplaadi põikjõukandevõime kontroll

Põikjõud tuleb plaadis vastu võtta ainult betooniga. Suurim põikjõud mõjub esimese silde vahetoe poolisel serval :

$$V_{Ed,max} = 0,6 * pd * leff,1 = 0,6 * 13,056 * 8,2 \approx 64,8 \text{ kN}$$

Arvutusliku põikiarmatuurita elemendi põikjõukandevõime :

$$V_{Rd,c} = \left[C_{Rd,c} * k * (100 * \rho_l * f_{ck})^{\frac{1}{3}} \right] * b * d \quad (3.20)$$

Miinimumväärtusega :

$$V_{Rd,c} = v_{min} * b * d \quad (3.21)$$

Kus:

$$k = 1 + \sqrt{\frac{200}{d}} \leq 2,0 \quad k = 1 + \sqrt{\frac{200}{215}} = 1,96 \leq 2 \quad (3.22)$$

$$v_{min} = 0,035 * k^{\frac{3}{2}} * f_{ck}^{\frac{1}{2}} \quad v_{min} = 0,035 * 1,96^{\frac{3}{2}} * 30^{\frac{1}{2}} = 0,526 \quad (3.23)$$

Põikjõu kandevõimet ei võeta väiksemaks väärtusest :

$$V_{Rd,c} = 0,526 * 1000 * 215 = 113090 \text{ N} = 113,09 \text{ kN}$$

$$V_{Ed,max} = 64,8 \text{ kN} \leq V_{Rd,c} = 113,09 \text{ kN}$$

Põikjõu kandevõime on tagatud!

4. EHITUSPLATSI ÜLDPLAAN

Lõputöö ehitusplatsi üldplaani on koostatud ajavahemikus kui objektil toimusid fassaadi- ja hoonesisesed tööd. Sellel ajal ehitusobjektile on keskmiselt 35 töölisi. Üldplaani on esitatud joonisel 3.

Ehitusplaani näidatakse:

- Ehitatav hoone
- Keldrikorruse välispiir
- Ajutised ehitised
- Ehitus laod ja tööplatsid
- Olemasolevad ja ajutised teed
- Tornkraana seisupositsioon ja ohupiirkonnad
- Ehitus jäätmete konteiner
- Ajutised liiklusmärgid
- Ehitusplatsi aiad ja väravad

4.1 Liiklusskeem

Objektile sissepääs on tagatud Oda ja Kalaranna tänavalt. Mõlemad sissepääsud on varustatud elektroonsete väravatega, mida jälgib valvur ja vajadusel teeb neid lahti. Ajutine tee on enamasti ühesuunaline, ühest väravast saab sisse ja teisest välja. Montaažitööde teostamisel pääsevad paneeliautod Oda tänavast sisse ning kui elemendid maha tõstetud saavad autod välja sõita Kalaranna väravatest. See lihtsustab paneeliautode liikumist ja autod ei pea liiga palju manööverdama. Töölistele ja projektimeeskonnale ehitusplatsi territooriumil parklat ei ole ette nähtud, kuna on kitsad tingimused. Autode parkimine toimub Kalaranna või Küti tänava ääres parkimis tsoonides. Projektimeeskond saab ajutiselt parkida ka valmis II-etappi majade keldris.

4.2 Ajutised ehitised

Ajutiste ehitiste vajaduse tulemused on näidatud tabelis 4.1. Soojakud on tellitud rendiettevõttest. Lisaks olmesoojakutele on vaja rentida välikäimlad. Antud arvutus on tehtud arvestusega, et tööliste arv antud ajal on maksimaalne, ehk 32. Tabelis 4.1 on kasutatud YIT Eesti AS ettevõtte normid. Soojakute mõõtmed on 2,4x6 m. [7]

Tabel 4.1 Ajutiste ehitiste arvutus

Jrk nr	Ajutine ehitis	Mõõtühik	Vajadus 1 inimese kohta	Inimeste arv, tk	Vajadus objektile, m ²	Valitud kogus, m ²	Mõõtmed, m x m	Soojak x pindala
1	Olmesoojak	m ²	2,4	35	84	86,4	2,4x6	6x14,4
2	WC	m ²	0,25	35	8,75	14,4	2,4x6	1x14,4
3	Kontor	tk	1/2	4	2	3	2,4x6	3x14,4

Antud hetkel platsil töötab 35 inimest ja soojakute vajadus arvutuste järgi on 6tk. Kuna soojakud renditakse igale alltöövõtjale eraldi, siis juhtub selline asi, et mõnedes soojakus on ainult ühe firma töölised ja selle tagajärjel reaalne soojakute arv kasvab ja on 9 tk. Olmesoojakute kõrval on üks suur sanitaarsoojak, kus on 3 WC-t ja 2 dussiruumi. Insener-tehnilisele personalile on ette nähtud 2 kontori soojakut, kuid üldplaanis on arvestatud 3, kuna üks soojak on kööginurgaga, WC-ga ja nõupidamise jaoks varustatud alaga. Samuti üldplaanis on ettenähtud materjalide konteinerid, antud hetkel on 3 tk. Ehitusplats ja soojakute park on piiratud ehitusaedadega, ning on valvestatud. Selleks et pääseda ehitusterritooriumile tuleb pääseda läbi valvurisoojaku ja saadud kaartide abil läbi turnikee. Kaardid väljastab peatöövõtja töötajad.

4.3 Ajutised tehnoõrgud

Kalaranna 21,23 projekteeritud liitumiskilp asub kinnistu lõuna- ja lääne-poolsel nurgal. Liitumiskilbist lähevad kaablid tornkraana, soojakute ja juba monteeritud majade juurde. Iga korruse peale trepikodadesse paigaldatakse üks kilp, lisaks ka parklasse ja parkla katuslae peale. Hoonete trepikojad ja parkla on valgustatud ajutiste valgustitega. Elektri võimused on arvutatud tabelis 4.2.

Tabel 4.1 Elektri võimsuse arvutus

Jrk nr	Ajutise tarbija nimetus	Nimi-võimsus kW	Arv, tk	Võimsus, kW
1	Tornkraana	110	1	110
2	Käsitööriistad	2	20	40
3	Hoonesisene valgustus	4	16	64
4	Olmeelekter	3	15	45
Võimsus kokku				259

Arvutuslik võimsus on $P = 0,65 * 259 \text{ kW} = 168,4 \text{ kW}$, kus 0,65 on töötamise üheaegsustegur.

$$I = 1000 * P / \sqrt{3} * PF * U, \text{ A}$$

kus P - arvutuslik võimsus, kW;

$PF = 0,8$ - võimsustegur;

$U = 380 \text{ V}$ - voolu tugevus, V

ehitustööde vajalik voolutugevus on

$$I = 1000 * \frac{168,4}{\sqrt{3} * 0,8 * 380} = 319,8 \text{ A}$$

Ehituseks vajaliku peakaitsme suurus on arvutuste põhjal 3x360 A.

Ehitusaegset vett saab valmis ehitatud II-etappi soojasõlmest, kus on üleantud majade liitumine. Vahele pannakse arvesti ja maksmine käib majade haldurile näitude järgi. Ajutine veetorustik ühendatakse sanitaarsoojakuga, projektimeeskonna kontoriga ja jäetakse lahtine ots parkla keskel, et kõik vajavad vett tööd saaksid tehtud.

Enne küttesüsteemi valmimist maja köetakse elektripuhuritega ja parklas olevate kalorifeeridega.

4.4 Ehitusplatsi laod

Kalaranna 21,23 on Küti kvartali III-etapp, seoses sellega viimased majad ehitatakse väga kitsates tingimustes ja suuri laoplatse ei ole võimalik ette näha. Majade montaaž toimub otse paneeliautodest, ehk paneele kusagile maha tõstma ei pea. Sisetööde materjalid tõstetakse otse korruste peale teleskooplaaduriga ja tassitakse neid laiali. Kui maja karp valmis ja katus peal valatakse parkla betoon põrand ja kõike materjali saab ladustada seal. Peale seda kui välistrassid ja majade sisenemised on valmis, saab ladustada fasaadi materjali majade ümber. Projektimeeskonna kontori kõrval on ikkagi ettenähtud üks laoplatz suurusega 105 m² mida saab jooksvalt kasutada.

4.5 Keskkonnakaitse

Ehitusobjektile tuleb ehituse ajal rentida kaks 20 m³ prügikonteinerit. [10]

Üks konteiner ühe maja jaoks. Tühjendamine toimub rendiettevõttega kokkuleppel. Vajadusel tuuakse objektile ka puidujäätmete konteiner. Lisaks peavad objektile olema olmejäätmete ja ohtlike jäätmete konteiner, need asuvad projektimeeskonna kontori läheduses.

5. KOONDKALENDERPLAAN

5.1 Ehitusmaksumuse koondtabel

Ehituseelarve koontabeli põhjaks on kasutatud YIT Eesti AS poolt tehtud eelarve tabel. Kõik tööde maksumused on korrutatud läbi koefitsiendiga. Kogu projekti maksumus on 5 430 695 eurot. Maksumus tööde kaupa on näidatud tabelis 5.1.

Tabel 5.1 Ehituseelarve tabel

Jrk nr	Töö kirjeldus	Töö maksumus EUR
1	Ettevalmistus, mobilisatsioon objektile	13 691
2	Pinnasetööd (kaeved,alused,täited)	101 200
3	KVK krundisise vālistrasside tööd	96 000
4	TV/NV krundisise vālistrasside tööd	21 718
5	Teedehitus	18 100
6	Haljastamine ja muud välisosade tööd	59 200
7	Tornkraana rent, montaaž ja demontaaž	113 488
8	Vundamenditööd	133 800
9	0. korruse montaažitööd (postid, seinad, HQ)	137 600
10	0. korruse monoliiditööd	93 390
11	0. korruse montaažitööd (õõnespaneelid)	113 480
12	Montaažitööd	787 900
13	Müüritööd	54 600
14	Katusetööd	135 310
15	Välisavatäidete paigaldus	161 329
16	Hoonesisesed eritööd	1 279 130
17	Liftide montaaž	50 700
18	Fassaaditööd	542 667
19	Rõdupiirete paigaldus	99 963
20	Betoonpõrandate ehitus	126 580
21	Kergvaheseinte ehitus	128 769
22	Kerglagede ehitus	46 408
23	Maalritööd	207 940
24	Plaatimistööd	83 240
25	Sanitaartechniliste seadmete paigaldus	92 880
26	Valgustite ja tarvikute paigaldus	96 650
27	Põrandakatete paigaldus	147 287
28	Siseavatäidete ja lukustuse paigaldus	112 490
29	Lõppkoristus	18 776
30	Juhtimine ja üldkulud	356 409
EHITUSTÖÖDE MAKSUMUS KOKKU		5 430 695

5.2 Koondkalenderplaani üldandmed

Kalenderplaani koostamisel on kasutatud YIT Eesti AS objektieelarvet, Ratu kaartide ajanorme [2] ja õppeaine Ehitusplatsi korralduse kursuseprojekti juhend. [17].

Kalaranna 21, 23 majade ehitus hakkab 2021. aasta augustis objekti ettevalmistuse ja mobilisatsiooniga. Augusti teises pooles monteeritakse tornkraana ja hakatakse tegelema parkla korruse ehitusega. Montaaži ja monoliitbetoonitööd tehakse sügisel, see tähendab et talveks jõuavad nad valmis ja lisakuludega ei ole vaja arvestada. Samuti teedehitused ja haljastus on planeeritud 2022. aasta aprillis, kui õhu temperatuur seda lubab. Betoonpõrandate ja välisavatäidete paigalduse eelduseks on katuse veepidavus, kuna on oluline et põranda konstruktsioon ei saaks märjaks. Kui ühe maja katus on valmis hakkavatakse paigaldama aknad ja seejärel tehakse betoonpõrandad. Hoonesiseste eritöödega tegelatakse peale montaaži lõppu. Betoonpõranda valamine jääb talvesse, seega on oluline, et enne saab kõik aknad ette ja vajadusel tihendatud. Maja sisse tuuakse kalorifeerid ja küttakse nendega vajalikku temperatuurini. Betooni tellitakse ka lisanditega, mis võimaldab tegutseda sellistes tingimustes. Hoonesiseste töödega alustatakse alguses alumisest korrusest ja lõpetakse ülemisega. Kui ühe maja põrandad on valmis, tulevad kergvaheseinad ja laed. Kui maalrid ja plaatijad on mingi mahu ette teinud paigaldatakse sanitaartechnilised seadmed ja elektri tarvikud ja valgustid. Kui põrandakatted on maas ja plaatimine lõpetatud paigaldatakse siseuksed ja lukustuse. Kõige lõppus toimub kogu objekti lõppkoristus.

Ehitus algab 01.09.2021 ja lõpeb 15.06.22, mis teeb ehitus kestuseks 319 päeva. Pühapäeval on objekt kinni, ja tööd sellel ajal üldiselt ei tehta.

Tööliste keskmine arv objektil on keskmiselt 18 inimest. Tipphetkel, kui on hoonesised eritööd, fassaaditööd, betoonpõrandate ehitus ja kergvaheseinte ehitus on platsil 35 inimest. Graafiku koostamisel on jälgitud tööjõu vajadust, et inimeste koguses ei oleks suuri hüppeid.

Detailsemalt koondkalenderplaani on toodud joonisel 9. Joonisel on tööde nimekiri koos maksumusega, tootlusega, tööjõukuluga ja tööpäevade arvuga. Lisaks on joonisel masinate vajadus päevade kaupa.

6. TEHNOLOOGILISED KAARDID

Käesolevas lõputöös on koostatud kolm tehnoloogiliste kaartide järgnevate tööde kohta:

- Vundamenditööd
- Parkla korruse montaaži ja monoliiditööd
- Hoone montaažitööd

Magistritöö koostamisel on kasutatud DMT Insenerid OÜ konstruktiivne seletuskiri ja tööprojekt [2], RATU kaardid [11] ja kursuseprojekti juhend aines "Ehitusplatsi korraldus" [12].

6.1 Vundamenditööd

Lõputöö esimeses tehnoloogilises kaardis kirjeldatakse vundamenditööde korraldust ja seondavat tööjõu- ja ajakulu.

Ehitusgeoloogilised tingimused hoonete vundamentide rajamiseks on head.

Projekteeritav hoone on võimalik rajada madalvundamendile, mille taldmiku saab toetada moreenile, liivakivile või aleuoliitile. Kaevetöid raskendab kõrge põhjaveetase. Kaevetööde ajal tuleb kaevikud hoida võimalikult kuivana.

Ehitusgeoloogiauuringu aruande kohaselt jääb vundamendi põhiliseks aluseks liivakivi või aleuoliit. Parkla osas kandeseinte alla valatakse monoliitne lintvundament, mille peale toetuvad monteeritavad seinapaneelid. Seinapaneelide kinnituseks olevad armatuurvardad valatakse lintvundamendi sisse või puuritakse hiljem vastavalt seinapaneelide tappide asukohtadele. Postide alla valatakse vundamendi taldmikud. Vundamendi taldmike peale monteeritakse kandvad postid. Postid kinnitatakse taldmikete sees olevate ankrupoltide peale. Vundamentide alla rajatakse vähemalt 200mm paksune tihendatud paekivikillustiku kiht. [2]

6.1.1 Vundamenditööde kirjeldus

Enne vundamenditöö alustamist kõik töölised peavad läbima tööohutuskoolituse. Suurem osa väljakaevest peab olema valmis, killustikku alused tihendatud ja valmis rakestamiseks. Vundamendi mõõdud ja asukohta märgib maha geodeet. Taldmikute betoneerimiseks tuleb kasutada C30/37 betooni ja lintvundamendi jaoks C25/30 betooni, keskkonnaklass XC2. Sarrusteras peab olema B500B. Minimaalne betoonikaitsekiht on 35 mm, seal kus betoneeritakse otse killustiku peale kaitsekiht on 50mm. Vundamendi armeeritakse projekti järgi ja enne betoonivalu tuleb omanikijärelevalve ja tellija töö üle kontrollida. Vundamenditööde ajal objektile peab olema armatuuri ladu, raketiste ladu ja töönurk koos armatuurpainutuspingiga.

6.1.2 Vundamenditööde tehnoloogilised arvutused

Vundamenditööde maht on jagatud üheks väikseks haardealaks ja kaheks enam vähem võrdseks haardealaks. Kuna antud ehitusplats on väga kitsas, siis on vaja ettevalmistada koha, kuhu monteeritakse tornkraana. Selleks on vaja betoneerida neli vundamendi taldmikut, mille peale paigaldatakse tornkraana. Lisaks esimesse haardealasse kuulub Kalaranna 23 liftisahti plaat. Teise haardealasse kuuluvad Kalaranna 23 liftisahti seinad ja Kalaranna 21 liftisahti põhiplaat. Ülejäänud vundamendid on jagatud enam vähem võrdseks teise ja kolmanda haardeala vahel. Tornkraana vajadus on põhjendatud sellega, et vundamendid asuvad 4,5 m süvendis. See oluliselt lihtsustab materjali liigutamist süvendis. Taldmikute jaoks kasutatakse alltöövõtja poolt toodud kilbid ja raketispuit. Lintvundamenti jaoks kasutatakse puitraketist mida ehitatakse kohapeal.

Järgnevatel tabelitel on arvatud vundamendi jaoks vajalikud materjalide mahud.

Tabel 6.1 – Vundamenditööde mahud

Materjal	I HA	II HA	III HA	Kokku
Sarrus, kg	1 431	9 425	9 960	20 816
Betoon C30/37, m ³	17	64	85	167
Betoon C25/30, m ³	0	42	40	82

Tabel 6.2 – Raketise mahud

Vundamendi raketiste kirjeldus				Raketiste vajadus			Kokku	Ehitatav kogus
Raketise nimetus	Mõõtmed			m ²				
				Haardealade viisi				
	L	H	Pindala	I HA	II HA	III HA		
m	m	m ²	m ²	m ²	m ²	m ²	m ²	
puitraketis	341	0,3	102	0	52	56	107	56
kilpraketis	333	0,6	200	31	74	105	210	105

Tabelist 6.1 on näha sarruse koguse, mis läheb vaja iga haardeala kohta. Kokku läheb peaaegu 21 tonni. Sarruse kogusele on arvestatud 15% ülekulu. Betooni läheb kahe tüüpi, C30/37 on mõeldud taldmikute jaoks ja kokku läheb vaja 167 m³. C25/30 betooni kasutatakse lintvundamendi jaoks ja kokku kulub 82 m³. Betooni ülekulu arvestatakse 10%. [11]

Tabelist 6.2 on näha raketise mahud iga haardeala kohta. Lintvundamendi jaoks kasutatakse puitraketist mida ehitatakse kohapeal. Kokku ehitatakse 56 m² puitraketist, põhjusel et seda saab kasutada mitmel haardealal seega kogu vajamineva mahu ei pea välja ehitama. Kilpraketise peab platsile tooma 105 m², kuna kolmandal haardealal läheb see maht vaja. Raketise puhul on kasutatud materjali ülekuluks 5%. [11]

Betoonivalud tehakse betoonipumba M42 abil, kuna tema ulatusraadius on 34,5 m ja saab betoneerida kõik vajalikud taldmikud. [13] [14]

Tabel 6.3 – Vundamendi ehitamise tööjõukulu arvutamine

Vundamendi ehitamise tööjõukulu arvutamine									
Jrk nr	Töö nimetus	Ühik	Aja-norm in-h	Normatiivne tööjõukulu		Normatiivne tööjõukulu		Normatiivne tööjõukulu	
				1 HA		2 HA		3 HA	
				ühikuid	in-h	ühikuid	in-h	ühikuid	in-h
1	RAKESTAMINE								
	Materjali teisaldamine kraanaga	m ²	0,05	31	1,55	126	6,30	161	8,05
	Möödistustööd	m ²	0,03	31	0,93	126	3,78	161	4,83
	Kilpraketise ehitamine	m ²	0,2	31	6,20	74	14,80	105	21,00
	Puitraketise ehitamine	m ²	0,35	0	0,00	52	18,20	56	19,60
1	RAKESTAMINE KOKKU		in-h		10,03		49,76		61,77
			in-vah		1,25		6,22		7,72
2	SARRUSTAMINE								
2.1	Sarruse teisaldamine kraanaga	t	0,1	1,43	0,14	9,43	0,94	9,96	1,00
2.2	Sarrustamine	t	5	1,43	7,15	9,43	47,15	9,96	49,80
2	SARRUSTAMINE KOKKU		in-h		9,23		55,55		58,67
			in-vah		1,15		6,94		7,33
3	BETOONIMINE								
3.1	Eeltööd	m ³	0,03	17,0	0,51	106,0	3,18	125,0	3,75
3.2	Betoonimine bet.pumba abil	m ³	0,2	17,0	3,40	106,0	21,20	125,0	25,00
3.3	Järeltööd	m ³	0,02	17,0	0,34	106,0	2,12	125,0	2,50
3	BETOONIMINE KOKKU		in-h		4,91		30,61		36,09
			in-vah		0,61		3,83		4,51

Tabel 6.3 (järg 1)– Vundamendi ehitamise tööjõukulu arvutamine

Vundamendi ehitamise tööjõukulu arvutamine									
Jrk nr	Töö nimetus	Ühik	Aja-norm in-h	Normatiivne tööjõukulu		Normatiivne tööjõukulu		Normatiivne tööjõukulu	
				1 HA		2 HA		3 HA	
				ühikuid	in-h	ühikuid	in-h	ühikuid	in-h
4	LAHTIRAKESTAMINE								
4.1	Kilpraketiste lahti võtmine, sorteerimine, esialgne puhastamine	m ²	0,2	31,0	6,20	74	14,80	105	21,00
4.2	Kilpaketise puhastamine, kokkupanek äravedamiseks	m ²	0,07	31,0	2,17	74	5,18	105	7,35
4.3	Puitraketiste lahti võtmine, sorteerimine, esialgne puhastamine	m ²	0,15	0,0	0,00	52	7,80	56	8,40
4.4	Puitraketise puhastamine, kokkupanek äravedamiseks	m ²	0,2	0,0	0,00	52	10,40	56	11,20
4	LAHTIRAKESTAMINE KOKKU		in-h		7,16		29,11		37,19
			in-vah		0,90		3,64		4,65

Tabelis 6.3 on arvatud vundamentitööde tööjõukulu. Rakestamistöde tööjõukulu suurendatakse töömahu mõjuteguri 1,05 ja puitraketistö lisaajateguri 1,1 võrra. Sarrustamistööd esimeses haardealas on suurendatud töömahu mõjuteguri 1,15 ja sarrustamise lisaajateguri 1,1 võrra. Teises ja kolmandas haardealas on töömahu mõjutegur 1,1 ja lisaajategur 1,1. Betoneerimistöodel on kasutatud töömahu mõjutegur 1,05 ja lisaajategur 1,1. Kõikide tööde lisaajategur 1,1 on põhjendatud kaevikute sügavusega ja mitte kõige parema ilmaoludega. Antud tegurid pärinevad tööde RATU kaartidest. [11]

6.1.3 Vundamentitööde tööjõuvajadus

Vundamenti raketise ehitamisega tegeleb üks kahe meheline brigaad, kes tegeleb ka lahtirakestamisega. Sarrustajate brigaadi kuulub esimeses haardealas kaks töölist, aga teises ja kolmandas haardealas tegutseb juba kaks kahe mehelist brigaadi, ehk neli meest. Betoneerijate brigaadis on kolm meest, aga kolmanda haardeala jaoks liitub veel üks töömees, et kogu mahu ühe päevaga ära valada.

Töid alustatakse esimesest haardealast, rekestajad ja armeerijad alustavad tööd samal ajal, kuna töömaht on väike, siis jõuavad päeva lõpuks mõlemad valmis. Peale seda rakestajad lähevad teise haardeala peale ja betoneerijad valavad esimese haardeala taldmikud. Teisel haardealal armeerijad hakkavad üks päev peale rakestajaid ja saavad teha neid vundamente, kus raketis juba valmis. Betoonivalu lahtirakestamise vahele peaks jääma vähemalt üks tühi päev. Kui toimub teise haardeala betoneerimine, siis hakkavad rakestajad tegema kolmanda haardeala vundamente raketist. Iga seitsmes päev on arvestatud objektile puhkepäevaks. Peale puhkepäeva tuleb kaks brigaadi rakestajaid, üks võtab teise haardeala lahti ja teine rakestab kolmanda haardeala. Armeerijad lõpetavad samal ajal rakestajatega. Betoneerijaid on arvestatud kolmanda haardeala peale neli tükki, siis jõuavad kogu mahu ära valada. Peale betooni tekkib objektile vaba päev, kui betoon kuivab ja peale seda tuleb brigaad rakestajaid ja kahe päevaga võtavad kolmanda haardeala lahti.

Esimese haardealaks kulub neli päeva, teise haardeala töödeks kulub kaheks päeva ja kolmanda haardeala jaoks kulub 9 päeva. Kokku vundamentitöödeks kulub 13 päeva. Kõige populaarsemad päevad olid neljas, kaheksas ja üheksas päev. Siis platsil olid kaks brigaadi rakestajaid ja neli töömest, kes tegelesid sarrustamis töödega.

Vundamentitööde tehnoloogilised arvutused on toodud välja tabelis 6.4.

Vundamentitööde kalendergraafiku saab näha vundamentitööde joonisel (joonis (5)).

Tabel 6.4 – Vundamenditööde tehnoloogilised arvutused

jrk nr	Töö nimetus	Vundamenditööde tehnoloogilised arvutused					
		1 HA					
		Tööliste eriala	Tööliste arv	normatiivne tööjõukulu	kestus	normitaitmistegur	Valitud kestus
in-vah	vah			vah			
1	Raketise ehitamine	Rakestaja	2	1,25	0,63	0,63	1
2	armeerimine	Armeerija	2	1,15	0,58	0,58	1
3	betonimine	Betoneerija	3	0,61	0,20	0,20	1
4	Lahtirakestamine	Rakestaja	2	0,90	0,45	0,45	1
jrk nr	Töö nimetus	Vundamenditööde tehnoloogilised arvutused					
		2 HA					
		Tööliste eriala	Tööliste arv	normatiivne tööjõukulu	kestus	normitaitmistegur	Valitud kestus
in-vah	vah			vah			
1	Raketise ehitamine	Rakestaja	2	6,22	3,11	1,04	3
2	armeerimine	Armeerija	4	6,94	1,74	0,87	2
3	betonimine	Betoneerija	3	3,83	1,28	1,28	1
4	Lahtirakestamine	Rakestaja	2	3,64	1,82	0,91	2
jrk nr	Töö nimetus	Vundamenditööde tehnoloogilised arvutused					
		3 HA					
		Tööliste eriala	Tööliste arv	normatiivne tööjõukulu	kestus	normitaitmistegur	Valitud kestus
in-vah	vah			vah			
1	Raketise ehitamine	Rakestaja	2	7,72	3,86	0,97	4
2	armeerimine	Armeerija	4	7,33	1,83	0,92	2
3	betonimine	Betoneerija	4	4,51	1,13	1,13	1
4	Lahtirakestamine	Rakestaja	2	4,65	2,32	1,16	2

6.2 Parkla korruse montaaži- ja monoliitbetoonitööd

Lõputöö teises tehnokaardis kirjeldatakse parkla montaažitööde korraldust ja monoliitbetoonitööd seonduvat tööjõu- ja ajakulu.

Parkla montaaž koosneb postide, seinade, trepielementide ja terastalade paigaldamisest. Maa-aluse parkla korruse kandvad välisseinad on projekteeritud valdavalt 200 mm paksused raudbetoonpaneelidest. Kandvad maa-aluse parkla siseseinad valdavalt on 200mm paksused raudbetoonpaneelid, jäikusseinad on 250mm paksud. Maa-aluse parkla kandepostid on monteeritavad raudbetoonpostid mõõtmetega 400x400mm, 400x800mm. Postid on vundamentidega jäigalt ühendatud nelja ankrupolte abil. Parkla katust ja eluhoonete seinad kandvad terasest talad. Terasest HQ tüüpi talad valmistatakse terasest S355J2 ja kaetakse värviga vastavalt keskkonnaklassile ning terastalade nähtavale jääv alumine vöö kaetakse tulekaitsevärvida saavutamaks nõutud tulepüsivus. [2]

Hoonete 1. korruse seinte all keldris paiknevad monoliitsed raudbetoonitalad. Talade raketiste toed on lubatud eemaldada pärast vahelae monolitiseerimist ja betooni ettenähtud 70% tugevuse saavutamist. [2]

Katuslae kandvaks osaks eluhoonete vahelistes alades on monteeritavad õõnespaneelid paksusega 320mm. Katuslae peale rajatakse haljastus, terrassid ja teed. Vuukide monolitiseerimisel kasutada peenbetooni tugevusklassiga C30/37 (keskkonnaklass XC3). [2]

Maa-aluse korruste vahelagede (hoonete 1.k põranda) kandvaks osaks on monteeritavad õõnespaneelid paksusega 265mm. Vuukide monolitiseerimisel kasutada peenbetooni tugevusklassiga C35/45 (keskkonnaklass XC3), kuna toetavate r/b talade teine valu. [2]

Parkla korruse montaaž hakkab postide paigaldamisest, siis tulevad välis- ja siseseinad ja viimased paigaldatakse HQ talad. Peale seda tegeletakse hoonete kandvate raudbetoon talade ehitamisega. Kui talad on valmis ja lahtirakestatud jätkab montaažitöö õõnespaneelide paigaldusega ja trepielementide montaažiga. Selle etappi lõpptulemus on valmis ehitatud parkla korrus, mis on valmis majade korruste montaažiks.

6.2.1 Kraana valik

Kuna tegemist on kitsa ehitusplatsiga ja mahuka montaaži graafikuga, siis tuleb tuua ja paigaldada tornkraana. Antud objektil tornkraana on kasutusel alates vundamenditöödest ja kuni päikesepaneelide montaaži katusele. Tornkraana valikul tuleb kontrollida kas antud mudel suudab tõsta kaks hoone kõige raskemat elementi ja lisaks ka kaks kõige kaugemal ja kõrgemal asetsevat elementi. Käesoleva objekti jaoks valitakse Liebherr 280 EC-H 16 Litronic, mille maksimaalne tööraadius on 45 m ja tõstevõime sellel raadiusel on 7,3 t. [15]

Selleks, et paigaldada kraana talle ettenähtud kohta tuleb alguses teha esimese haardeala vundamendi taldmikud. Taldmikute ümber teha killustikualuse 8x8 m mõõtmetega. Kui kraana on monteeritud, enne kasutamist ekspert peab kraana ülevaatama ja andma kasutusloa.

Kraana montaažiparameetrid saab näha tabelis 6.5.

Tabel 6.5 – Kraana valiku parameetrid

Jrk nr	Elementide montaažiparameetrid										Kraana tõsteparameetrid						
	Monteeritav element	Montaažimass, (t)			Montaažikõrgus, (m)						Montaaži-raadius, (m) R _{max}	Kraana mark ja tehnilised andmed	Valitud tööparameetrid				
		Element	Haardeseade	Kokku	Paigalduskõrgus	Ohutusvahe	Elemendi kõrgus	Haardeseadime kõrgus	Kokku	Torni kõrgus, m			Max tõsteraadius, m	Tööraadius, m	Tõstevõime, t	Tõstekõrgus, m	
g1	g2	G _{max}	h1	h2	h3	h4	H _{ma}	R _{max}	13	14	15	16	17				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	
1	Sisesein (IWP 14-10)	10,7	0,4	11,1	18,95	0,5	2,7	2,5	25	26	Tornkraana Liebherr 280 EC-H 16 Litronic	31	45	20	16,0	31	
2	SW-välissein (OWP 14-7)	7,4	0,4	7,8	18,95	0,5	2,7	2,5	25	40	Tööraadius: max 45 m, min 2,6 m			25	14,5		
3	Sisesein (IWP 34-16)	10,9	0,4	11,3	18,95	0,5	2,9	2,5	25	22	Tõstevõime: max raadiuse korral - 7,3 t, min raadiuse korral 16 t			30	12,0		
4	SW-välissein (OWP 34-2)	6,6	0,4	7	18,95	0,5	2,9	2,5	25	36	Max tõstekõrgus: 31 m			40	8,6		

6.2.2 Montaazitööde kirjeldus

Parkla korruse montaazitööde all on käsitletud kandepostide montaaž. Kandvate välis-, siseseinade ja terasest HQ tüüpi talade montaaž. Peale raudbetoontalade monoliiditööd tuleb monteerida kogu parkla õõnespaneelid ja trepielemendid.

Elemendid tuleks monteerida vastavalt projekti konstruktiivses osas lahendatud sõlmede järgi. Enne montaazitööde algust tuleb viia läbi tööohutuskoolitus kõigide tööliste jaoks ja kontrollida nende kõrguste töötamise varustust.

6.2.3 Montaazitööde tehnoloogilised arvutused

Parkla korruse montaaž ei ole jagatud haardealaks, kuna montaažiga tegeleb üks brigaad. Alguses monteeritakse valmis Kalaranna 23 oleva poole ja siis liigutakse teisele poole kus asub Kalaranna 21 maja. Selle mõtte on see, et kui esimene Kalaranna 23 pool on monteeritud, siis saab seal monoliit taladega tegelema hakata. Peale talade valmimist monteeritakse Kalaranna 23 õõnespaneelid, trepielemendid ja siis liigutakse Kalaranna 21 poole.

Hoone montaaž toimub rataste peal, kuna ehitusobjekt on kitsas ja ladustamis ruumi ei ole. Elementide tootja ja monteerijate vahel lepatakse kokku tarnegraafik, mille järgi hakkavad elemendid platsile jõudma. Tööjõukulu arvutused saab näha tabelis 6.6.

Tabel 6.6 – Parkla korruse montaažitööde esimese osa tööjõukulu arvutused

Parkla korruse esimese osa montaažitööd					
Jrk nr	Töö nimetus	Ühik	Ajanorm	Normatiivne tööjõukulu	
				1 HA	
			in-h	ühikuid	in-h
1	POSTIDE MONTAAŽ				
1.1	Mõõtmine	tk	0,12	36,0	4,32
1.2	Paigaldus (kuni 3 t)	tk	0,65	36,0	23,40
1.3	Postide monolitimine	tk	0,4	36,0	14,40
1	POSTIDE MONTAAŽ KOKKU		in-h		44,23
			in-vah		5,53
2	SEINAPANEELIDE MONTAAŽ				
2.1	Mõõtmine	tk	0,1	52,0	6,24
2.2	Välisseinapaneeli paigaldus	tk	1,45	31	44,95
2.3	Liftisahti seinade paigaldus	tk	1,5	8	12,00
2.4	Vaheseinapaneeli paigaldus	tk	1,3	13	16,90
2.5	Vuukide monoliitimine	tk	0,25	53	13,25
2	SEINAPANEELIDE MONTAAŽ KOKKU		in-h		98,01
			in-vah		12,25
3	HQ TALADE MONTAAŽ				
3.1	Mõõtmine	tk	0,09	4,0	0,36
3.2	Paigaldus üle 10 m	tk	0,9	4,0	3,40
3.3	Kinnitamine, kevisliide	tk	0,8	4,0	3,20
3	HQ TALADE MONTAAŽ KOKKU		in-h		8,04
			in-vah		1,00

Postide montaaži tööjõukulu suurendatakse lisaajateguri 1,05 võrra. Seinapaneelide montaaž on suurendatud lisaajateguri 1,05 võrra. HQ talade montaažil on kasutatud lisaajategur 1,05 ja töömahu mõjutegur 1,1. Kõikide tööde lisaajategur on põhjendatud pikkade vahekaugustega materjali teisaldamisel ja mitte kõige parema ilmaoludega. Antud tegurid pärinevad tööde RATU kaartidest. [11]

Tabel 6.7 – Parkla korruse montaažitööde teise osa tööjõukulu arvutused

Parkla korruse teise osa montaažitööd					
Jrk nr	Töö nimetus	Ühik	Ajanorm	Normatiivne tööjõukulu	
				1 HA	
			in-h	ühikuid	in-h
1	ÕÕNE SPANEELIDE MONTAAŽ				
1.1	Möötmine	tk	0,12	81,0	9,72
1.2	Paigaldus (kuni 3 t)	tk	0,3	31,0	9,30
1.3	Paigaldus (3 kuni 8 t)	tk	0,4	50,0	20,00
1.4	Vuukide monolitiseerimine	tk	0,35	81,0	28,35
1	ÕÕNE SPANEELIDE MONTAAŽ KOKKU		in-h		74,11
			in-vah		9,26
2	TREPIELEMENTIDE MONTAAŽ				
2.2	Möötmine	tk	0,15	6	0,90
2.3	Trepielemendi paigaldus	tk	1	4	4,00
2.4	Podestielemendi paigaldus	tk	0,55	2	1,10
2.5	Elementide monoliitimine	tk	0,3	6	1,80
2	TREPIELEMENTIDE MONTAAŽ KOKKU		in-h		8,58
			in-vah		1,07

Õõnespaneelide montaaži tööjõukulu suurendatakse töömahu mõjuteguri 1,1 võrra. Trepielementide montaaž on suurendatud töömahu mõjuteguri 1,1 võrra. Antud tegurid pärinevad tööde RATU kaartidest. [11]

6.2.4 Montaažitööde tööjõu vajadus

Esimese osa montaažitööde jaoks on arvestatud üks monteeriijate brigaad, mis koosneb kolmest töömehest, millest üks töömees vastutab tulnud elementide troppimise eest ja kaks elementide montaaži eest, teises etapis brigaadis on neli monteeriijat, et kiiremini parkla korruse ära lõpetada. Parkla korruse montaaž hakkab postide paigaldamisest, siis tulevad välis- ja siseseinad ja viimased paigaldatakse HQ

talad. Peale seda monteerijatel tekkib paus, kuna tegeletakse hoonete kandvate raudbetoon talade ehitamisega. Kui talad on valmis ja lahtirakestatud jätkab montaažitöö brigaad õõnespaneelide paigaldusega ja trepielementide montaažiga.

Tabel 6.8 – Parkla korruse esimese osa tehnoloogilised arvutused

jrk nr	Töö nimetus	PARKLA KORRUSE ESIMISE OSA MONTAAŽITÖÖD					
		1 HA					
		Tööliste eriala	Tööliste arv	normatiivne tööjõukulu	kestus	normi-täitmis-tegur	Valitud kestus
in-vah	vah			vah			
1	Postide montaaž	Monteerija	3	5,53	1,84	0,92	2
2	Seinapaneelide montaaž	Monteerija	3	12,25	4,08	1,02	4
3	HQ talade montaaž	Monteerija	3	1,00	0,33	0,33	1

Tabel 6.9 – Parkla korruse teise osa tehnoloogilised arvutused

jrk nr	Töö nimetus	PARKLA KORRUSE TEISE OSA MONTAAŽITÖÖD					
		1 HA					
		Tööliste eriala	Tööliste arv	normatiivne tööjõukulu	kestus	normi-täitmis-tegur	Valitud kestus
in-vah	vah			vah			
1	Õõnespaneelide montaaž	Monteerija	4	9,26	2,32	1,16	2
2	Trepielementide montaaž	Monteerija	4	1,07	0,27	0,27	1

6.2.5 Monoliitbetoonitööde kirjeldus

Parkla korruse monoliitbetoonitööde osa on hoonete seinte all all keldris paiknevad monoliitsed raudbetoonitalad. Talade raketiste toed on lubatud eemaldada pärast vahelae monolitiseerimist ja betooni ettenähtud 70% tugevuse saavutamist.

Monoliiditööd võib alustada kui hoone all parkla korrusel on paigaldatud kandvad postid ja seined. Talad toetuvad kandvate postide ja seinade peale. Majade järgmiste korruste seinad toetuvad nende talade peale. Talade jaoks kasutatakse C35/45 betooni (XC3 keskkonnaklass) ja B500B armatuuri.

Parkla korruse kandvate monoliittalade raketiskilpidena on kasutatud Peri Domino sarja kilbid küljede jaoks ja Multiflex puittala raketise talade põhja jaoks. [16]

Tabelis 6.10 ja 6.11 on näidatud talade parameetrid haardeala kohta. Esimene haardeala ehitatakse Kalaranna 23 talad ja teise haardealaga Kalaranna 21 talad. Tabelis 6.12 on arvutatud raketiskilpide vajadus haardeala kaupa. Talade põhja jaoks arvestatud veekindel vineer on võetud 10% varuga. Platsile tuuakse alguses ühe haardeala kilpide ja vineeride maht ja hiljem kui hakatakse ehitama teise haardeala talasid tuuakse teine kogus. Kui esimene haardeala valatud betoon saavutab 70% oma tugevusest ja raketis võetakse lahti, siis saadakse esimese mahu ka platsilt ära.

Tabel 6.10 – Kalaranna 23 monoliittalade parameetrid

Elementide spetsifikatsioon: monoliit konstruktsioonid							
POS.	Betonkeha gabariitmõõdud mm			TK	Materjal	Sarrus, kg	Betooni maht m ³
	Laius	Pikkus	Kõrgus				
ISB-31-1	400	26400	665	1	C35/45	1401,6	6,5
ISB-31-2	1900	21170	600	1	C35/45	3281,8	22,3
ISB-31-3	400	31730	665	1	C35/45	2254,9	7,6
ISB-31-4	400	3780	665	1	C35/45	166,6	1,0
ISB-31-5	800	8030	665	1	C35/45	1557,5	4,3
ISB-31-6	800	16660	665	1	C35/45	2767,2	8,9
ISB-31-7	800	16660	665	1	C35/45	2767,2	8,9
ISB-31-8	500	16660	665	1	C35/45	1970,4	5,4
Mahud kokku							
Beton C35/45, m ³							64,9
Sarrus, kg							16167,2

Tabel 6.11 – Kalaranna 21 monoliitlalde parameetrid

Elementide spetsifikatsioon: monoliit konstruktsioonid							
POS.	Betonkeha gabariitmõõdud mm			TK	Materjal	Sarrus, kg	Betooni maht m ³
	Laius	Pikkus	Kõrgus				
ISB-31-1	400	23123	665	1	C35/45	1509,9	6,5
ISB-31-2	1900	25975	600	1	C35/45	3848,6	22,3
ISB-31-3	500	14622	665	1	C35/45	2046,7	7,6
ISB-31-4	800	15322	665	1	C35/45	3062,6	1,0
ISB-31-5	800	16013	665	1	C35/45	3403,8	4,3
ISB-31-6	800	16660	665	1	C35/45	2898,8	8,9
Mahud kokku							
Beton C35/45, m ³							50,6
Sarrus, kg							16770,4

Tabel 6.12 – Monoliitlalde raketise vajaduse arvutus

Raketiste kirjeldus					Parkla korrus	
					Parkla korruse talaraketise vajadus	
Raketise nimetus	Mõõtmed			Tellitava raketise kogus	1 HA	2 HA
	H	L	Pindala			
Peri Domino Paneel D	1250	750	0,94	376,0	208,0	168,0
Peri Domino Paneel D	750	1000	0,75	28,0	16,0	12,0
Peri Domino Paneel D	750	500	0,38	10,0	8,0	2,0
Peri Domino Paneel D	750	250	0,19	6,0	4,0	2,0
Peri Multiflex puittala laeraketis	1400	85033	119,0	119,1	86,7	32,4
Peri Multiflex puittala laeraketis	1500	31282	46,9	46,9	25,0	21,9
Peri Multiflex puittala laeraketis	1800	89345	160,8	160,8	74,4	86,4
Peri Multiflex puittala laeraketis	2900	47145	136,7	136,7	61,4	75,3
Peri veekindel viner 1500x3000	1500	3000	4,5	509,9	272,3	237,6

6.2.6 Monoliitbetoonitööde tehnoloogilised arvutused

Parkla korruse monoliitbetoonitööd on jagatud kaheks haardealaks. Esimene haardeala on Kalaranna 23 all olevad monoliittalad. Teine haardeala on Kalaranna 21 olevad talad. Kuna plats on suhteliselt kitsas, siis monteeritakse raketised kilpidest kohapeal. Kilpide ja armatuuri liigutamiseks kasutatakse tornkraanat. Talade betoneerimine toimub betoonipumba M42 abil, kuna tema ulatusraadius on 34,5 m ja saab betoneerida kõik vajalikud talad. [13] Talade raketiste toed on lubatud eemaldada pärast vahelae monolitiseerimist ja betooni ettenähtud 70% tugevuse saavutamist.

Monoliittalade tööjõukulu arvutus on toodud välja tabelis 6.13. Rakestamise tööjõukulu on korrutatud töömahu mõjuteguriga 0,95 ja lisaajateguriga 1,05. Sarrustamise tööjõukulu on korrutatud lisaajateguriga 1,05 ja samuti materjali ülekulu on arvestatud 1,15 teguriga. Betoonitööde tööjõukulu korrutakse lisaajateguriga 1,1 ja töömahu mõjuteguriga 1,1. Betooni mahus on arvestatud betooni ülekulu teguriga 1,1. Kõik tegurid pärinevad RATU kaartidest. [11]

Tabel 6.13 – Monoliittalade ehitamise tööjõukulu arvutused

Monoliittalade ehitamise tööjõukulu arvutused							
Jrk nr	Töö nimetus	Ühik	Aja-norm	Normatiivne tööjõukulu		Normatiivne tööjõukulu	
				1 HA		2 HA	
			in-h	ühikuid	in-h	ühikuid	in-h
1	RAKESTAMINE						
	Materjali teisaldamine kraanaga	m ²	0,05	484	24,18	400	20,00
	Möödistustööd	m ²	0,025	484	12,10	400	10,00
	Kilpraketise ehitamine	m ²	0,2	484	96,80	400	80,00
1	RAKESTAMINE KOKKU		in-h		132,74		109,73
			in-vah		16,59		13,72
2	SARRUSTAMINE						
2.1	Sarruse teisaldamine kraanaga	t	0,1	16,17	1,62	16,77	1,68
2.2	Sarrustamine	t	7,5	16,17	121,28	16,77	125,78
2	SARRUSTAMINE KOKKU		in-h		148,39		153,90
			in-vah		18,55		19,24
3	BETOOMIMINE						
3.1	Eeltööd	m ³	0,02	64,9	1,30	50,6	1,01
3.2	Betoonimine bet.pumba abil	m ³	0,2	64,9	12,98	50,6	10,12
3.3	Järeltööd	m ³	0,03	64,9	1,95	50,6	1,52
3	BETOOMIMINE KOKKU		in-h		21,60		16,84
			in-vah		2,70		2,10
4	LAHTIRAKESTAMINE						
4.1	Kilpraketiste lahti võtmine, sorteerimine, esialgne puhastamine	m ²	0,2	484	96,80	400	80,00
4.2	Kilpaketise puhastamine, kokkupanek äravedamiseks	m ²	0,07	484	33,88	400	28,00
4	LAHTIRAKESTA-MINE KOKKU		in-h		130,35		107,73
			in-vah		16,29		13,47

6.2.7 Monoliitbetoonitööde tööjõu vajadus ja kestus

Monoliitbetoonitalade raketise ehitusega tegeleb üks raketajate brigaad, mis koosneb kolmest töömehest. Armeerijaid on brigaadis neli ja betoneerijad kolm.

Lahtirakestamisega tegeleb sama brigaad, mis ehitab raketist. Üldiselt graafik on planeeritud nii et platsil oleks samaaeg kolm monteeriijat, kolm raketajat, neli armeeriijat ja valu päeval kolm betoneerijat. Parkla korruse esimese etappi montaaž toimub üheksa päeva, peale seda on parkla valmis talade ehitamiseks. Monoliititalade ehitus hakkab siis kui pool seinapaneelidest on paigas, kuna monoliititööde esimene haardeala asub pooles, mis selleks ajaks on juba monteeriitud. HQ talade montaaž ei sega talade ehitusele, neid võib teha samaaeg. Esimese ja teise haardeala monoliititööd kestavad kakskümmend kuus päeva. Teise haardealaga alustatakse siis kui raketajad on valmis ehitanud esimese haardeala raketist. Peale betoneerimist tekib seitsme päevane paus, kuna enne lahtirakestamist betoon peab saavutama 70% oma tugevusest. Kui käes on viimane päev teise haardeala lahtirakestamist, hakatakse monteeriima parkla teise osa, ehk õõnespaneelid ja trepielemendid. Parkla teise osa montaažitööd võtavad kolm päeva aega. Kogu parkla korruse ehitus kestab kolmkümmend kaheks päeva. Täpsem ajagraafik asub monoliititööde tehnoloogilise kaardi joonisel (joonis 6). Monoliititalade tehnoloogilised arvutused on näidatud tabelis 6.14.

Tabel 6.14 – Parkla korruse monoliittalade tehnoloogilised arvutused

jrk nr	Töö nimetus	Monoliittalade tehnoloogilised arvutused					
		1 HA					
		Tööliste eriala	Tööliste arv	normatiivne tööjõukulu	kestus	normi-täitmis-tegur	Valitud kestus
in-vah	vah			vah			
1	Raketise ehitamine	Rakestaja	3	16,59	5,53	1,11	5
2	armeeringimine	Armeerija	4	18,55	4,64	0,93	5
3	betoonimine	Betoneerija	3	2,70	0,90	0,90	1
4	Lahtirakestamine	Rakestaja	3	16,29	5,43	1,09	5
jrk nr	Töö nimetus	Monoliittalade tehnoloogilised arvutused					
		2 HA					
		Tööliste eriala	Tööliste arv	normatiivne tööjõukulu	kestus	normi-täitmis-tegur	Valitud kestus
in-vah	vah			vah			
1	Raketise ehitamine	Rakestaja	3	13,72	4,57	0,91	5
2	armeeringimine	Armeerija	4	19,24	4,81	0,96	5
3	betoonimine	Betoneerija	3	2,10	0,70	0,70	1
4	Lahtirakestamine	Rakestaja	3	13,47	4,49	1,12	4

6.3 Hoone montaažitööd

Lõputöö kolmandas tehnokaardis kirjeldatakse hoone montaažitööde korraldust ja seondavat tööjõu- ja ajakulu.

Kandvad välisseinad ehitatakse 150mm või vajadusel 200mm paksustest ühe kihilistest raudbetoonist monteeritavatest seinapaneelidest. Kandvad siseseinad üldjuhul on 200mm paksused raudbetoonpaneelid. Lifti kandvad siseseinad on 150mm paksused raudbetoonpaneelid. Talad on valdavalt monteeritavad terasest talad, mis vahe- või katuslagede konstruktsioonis toetuvad kandeseintele. Vahelae kandvaks osaks on üldjuhul monteeritavad õõnespaneelid paksusega 265mm. Koridoride kattedeks on samuti monteeritavad õõnespaneelid paksusega 265mm. Vahelae paneelid

toetuvad raudbetoonist seintele. Hoonetes on monteeritavad raudbetoonelementidest podestid ja trepid. Hoonetel on raudbetoonist monteeritavatest elementidest rõdud. Hoonete välisseintele rõduplaadid toetuvad kivivillaga tulest kaitstud kuumtsingitud seest soojustatud teraskonsoolide abil. [2]

6.3.1 Hoone montaažitööde kirjeldus

Hoone montaažitööde all on käsitletud Kalaranna 21 ja Kalaranna 23 tüüpkorruse montaažitööd, mis koosneb seinapaneelide, rõduelementide, trepielementide ja õõnespaneelide montaažist. Kuna maja kõik korrused on ühesuguse planeeringuga, siis on arvatud korraga üks tüüpkorrus ja hiljem kalenderplaanis arvestatud ülejäänud korruste ajakulu. Elemendid monteeritakse vastavalt konstruktiivses projektis lahendatud sõlmede järgi. Enne montaažitööde alustamist kõik töölised peavad läbima tööohutuskoolituse. Kraana valik on kirjeldatud peatükis 6.2.1.

6.3.2 Montaažitööde tehnoloogilised arvutused

Montaažitööd on jagatud kaheks haardealaks. Esimene haardealala on Kalaranna 23 tüüpkorruse montaaž ja teine haardealala on Kalaranna 21 tüüpkorruse montaaž. Montaažitööd toimuvad ratastelt, kuna ehitusplats on väga kitsas ja elementide ladustamiseks ei ole ruumi. Elemendid tulevad platsile kokkulepitud tarnegraafiku järgi. Tabelis 6.15 on arvatud montaažitööde tööjõukul. Õõnespaneelide ja trepielementide montaaži tööjõukulu suurendatakse töömahu mõjuteguri 1,1 ja lisaajateguri 1,1 võrra. Rõduelementide montaaž on suurendatud lisaajateguri 1,1 ja töömahu mõjuteguri 1,2 võrra. Seinapaneelide montaažil on kasutatud lisaajategur 1,1. Kõikide tööde lisaajategur on põhjendatud pikkade vahekaugustega materjali teisaldamisel ja mitte kõige parema ilmaoludega. Antud tegurid pärinevad tööde RATU kaartidest. [11]

Tabel 6.15 – Tüüpkorruse montaažitööde tööjõukulu arvutused

Tüüpkorruse montaaž							
Jrk nr	Töö nimetus	Ühik	Ajanorm	Normatiivne tööjõukulu		Normatiivne tööjõukulu	
				Kalaranna 23		Kalaranna 21	
				in-h	ühikuid	in-h	ühikuid
1	ÕÕNESPANEELIDE MONTAAŽ						
1.1	Möötmine	tk	0,12	63,0	7,56	61	7,32
1.2	Paigaldus (kuni 3 t)	tk	0,3	27,0	8,10	26	7,80
1.3	Paigaldus (3-8 t)	tk	0,4	36,0	14,40	35	14,00
1.4	Vuukide monolitiseerimine	tk	0,35	63,0	22,05	61	21,35
1	ÕÕNESPANEELIDE MONTAAŽ KOKKU		in-h		45,63		44,13
			in-vah		5,70		5,52
2	TREPIELEMENTIDE MONTAAŽ						
2.1	Elementide vastuvõtt ja ladustamine	tk	0,2	4,0	0,80	4,0	0,80
2.2	Möötmine	tk	0,15	4	0,60	4,0	0,60
2.3	Trepielemendi paigaldus	tk	1	2	2,00	2,0	2,00
2.4	Podestielemendi paigaldus	tk	0,55	2	1,10	2,0	1,10
2.5	Elementide monoliitimine	tk	0,3	4	1,20	4,00	1,20
2	TREPIELEMENTIDE MONTAAŽ KOKKU		in-h		6,90		6,90
			in-vah		0,86		0,86
3	RÕDUELEMENTIDE MONTAAŽ						
3.1	Elementide vastuvõtt ja ladustamine	tk	0,200	8,0	1,60	6,0	1,20
3.2	Möötmine	tk	0,2	8,0	1,20	6,0	0,90
3.3	Rõduplaadi paigaldus	tk	1	6,0	6,00	6,0	6,00
3.4	Rõdu küljeelementide paigaldus	tk	1,5	2,0	3,00	0,0	0,00
3.5	Elemendi monoliitimine	tk	0,5	8,0	4,00	6,0	3,00
3	RÕDUELEMENTIDE MONTAAŽ KOKKU		in-h		16,90		14,65
			in-vah		2,11		1,83
4	SEINAPANEELIDE MONTAAŽ						
4.1	Möötmine	tk	0,12	39,0	4,68	36,0	4,32
4.2	Välisseinapaneeli paigaldus	tk	1,45	14,0	20,30	12,0	17,40
4.3	Vaheseinapaneeli paigaldus	tk	1,3	25,0	32,50	24,0	31,20
4.4	Vuugiraketise tegemine, monoliitimine ja lahtirakestamine	tk	0,5	39,0	19,50	36,0	18,00
4	SEINAPANEELIDE MONTAAŽ KOKKU		in-h		84,68		78,01
			in-vah		10,58		9,75

6.3.3 Montaažitööde tehnoloogilised arvutused

Tüüpkoruste montaažitööde jaoks on arvestatud üks monteerijate brigaad, mis koosneb neljast töömehest, millest üks töömees vastutab tulnud elementide troppimise eest, üks tegeleb vuukide monolitiseerimisega ja kaks elementide montaažiga. Tüüpkoruse montaaž hakkab seinade paigaldamisest, siis tulevad trepi- ja rõduelemendid ja viimasena paigaldatakse õõnespaneelid. Kui õõnespaneelid on paigas, siis tulevad armeerijate-betoneerijate brigaad, mis koosneb kolmest töömehest. Monoliitimine toimub üks päev ja peale seda on kõikidel puhkepäev. Tüüpkoruse ehitus võtab täpselt ühe nädala. On võimalik natuke kiirendada seda protsessi kui monteerijad hakkavad monteerima näiteks järgmise maja, kui armeerijad ja betoneerijad tegelevad esimese majaga. Selline lahendus säästaks paarpäeva kogu kestvusest, aga selle iga nädalase ümberkolimise peale oleks läinud väga palju aega. Samuti monteerijate töö on intensiivne ja meestel on vaja anda puhkepäev. Tüüpkoruse tehnoloogilised arvutused on näidatud tabelis 6.16. Täpsem ajagraafik ja elementide tarnegraafik asub tüüpkoruse montaažitööde tehnoloogilise kaardi joonisel (joonis 8). Tüüpkoruse seinapaneelide ja õõnespaneelide tarnegraafik on näidatud tabelis 6.17 ja 6.18.

Tabel 6.16 – Tüüpkorruse montaažitööde tööjõukulu arvutused

jrk nr	Töö nimetus	TÜÜPKORRUSE MONTAAŽITÖÖD					
		Kalaranna 23					
		Tööliste eriala	Tööliste arv	normatiivne tööjõukulu	kestus	normi-täitmis-tegur	Valitud kestus
in-vah	vah			vah			
1	Seinte montaaž	Monteerija	4	10,58	2,65	0,88	3
2	Trepielementide montaaž	Monteerija	4	0,86	0,22	0,72	0,3
3	Rõduelementide montaaž	Armeerija	4	2,61	0,65	0,93	0,7
4	Vahelae montaaž	Monteerija	4	4,55	1,14	1,14	1
		Armeerija/ betoneerija	3	3,34	1,11	1,11	1
jrk nr	Töö nimetus	TÜÜPKORRUSE MONTAAŽITÖÖD					
		Kalaranna 21					
		Tööliste eriala	Tööliste arv	normatiivne tööjõukulu	kestus	normi-täitmis-tegur	Valitud kestus
in-vah	vah			vah			
1	Seinte montaaž	Monteerija	4	9,75	2,44	0,81	3
2	Trepielementide montaaž	Monteerija	4	0,86	0,22	0,72	0,3
3	Rõduelementide montaaž	Armeerija	4	1,83	0,46	0,65	0,7
4	Vahelae montaaž	Monteerija	4	4,40	1,10	1,10	1
		Armeerija/ betoneerija	3	3,23	1,08	1,08	1

Tabel 6.17 – Tüüpkorruse seinapaneelide tarnegraafik

TÜÜPKORRUSE SEINAPANEELIDE TARNEGRAAFIK				
PÄEV	KELL	ELEMENT	ELEMENDI NIMETUS	KOGUS
1 päev	8-10	seinaelement	IWP-31-1	1
		seinaelement	IWP-31-2	1
		seinaelement	IWP-31-3	1
	10-12	seinaelement	IWP-31-4	1
		seinaelement	IWP-31-5	1
		seinaelement	IWP-31-6	1
	13-15	seinaelement	IWP-31-7	1
		seinaelement	IWP-31-8	1
		seinaelement	IWP-31-9	1
	15-17	seinaelement	IWP-31-10	1
		seinaelement	IWP-31-11	1
		seinaelement	IWP-31-12	1
		seinaelement	IWP-31-13	1
2 päev	8-10	seinaelement	IWP-31-14	1
		seinaelement	IWP-31-15	1
		seinaelement	IWP-31-16	1
	10-12	seinaelement	IWP-31-17	1
		seinaelement	IWP-31-18	1
		seinaelement	IWP-31-19	1
	13-15	seinaelement	IWP-31-20	1
		seinaelement	IWP-31-21	1
		seinaelement	IWP-31-22	1
	15-17	seinaelement	IWP-31-23	1
		seinaelement	IWP-31-24	1
		seinaelement	IWP-31-25	1
3 päev	8-10	seinaelement	OWP-31-1	1
		seinaelement	OWP-31-2	3
		seinaelement	OWP-31-3	1
	10-12	seinaelement	OWP-31-4	2
		seinaelement	OWP-31-5	1
		seinaelement	OWP-31-6	1
	13-15	seinaelement	OWP-31-7	2
		seinaelement	OWP-31-8	1
		seinaelement	OWP-31-9	1
	15-17	seinaelement	OWP-31-10	1
		seinaelement	OWP-31-11	1
		seinaelement	OWP-31-12	1

Tabel 6.18 – Tüüpkorruse õõnespaneelide tarnegraafik

TÜÜPKORRUSE ÕÕNESPANEEELIDE TARNEGRAAFIK				
PÄEV	KELL	ELEMENT	ELEMENDI NIMETUS	KOGUS
1 päev	8-10	õõnespaneel	HCS-32-23	1
		õõnespaneel	HCS-32-23	1
		õõnespaneel	HCS-32-23	1
		õõnespaneel	HCS-32-24	1
		õõnespaneel	HCS-32-25	1
		õõnespaneel	HCS-32-29	1
		õõnespaneel	HCS-32-26	1
		õõnespaneel	HCS-32-27	1
		õõnespaneel	HCS-32-23	1
		õõnespaneel	HCS-32-23	1
		õõnespaneel	HCS-32-23	1
		õõnespaneel	HCS-32-28	1
		õõnespaneel	HCS-32-17	1
		õõnespaneel	HCS-32-12	1
	õõnespaneel	HCS-32-12	1	
	10-12	õõnespaneel	HCS-32-22	1
		õõnespaneel	HCS-32-21	1
		õõnespaneel	HCS-32-20	1
		õõnespaneel	HCS-32-12	1
		õõnespaneel	HCS-32-12	1
		õõnespaneel	HCS-32-12	1
		õõnespaneel	HCS-32-12	1
		õõnespaneel	HCS-32-19	1
		õõnespaneel	HCS-32-12	1
õõnespaneel		HCS-32-13	1	
õõnespaneel	HCS-32-16	1		
õõnespaneel	HCS-32-16	1		
õõnespaneel	HCS-32-18	1		
õõnespaneel	HCS-32-5	1		
õõnespaneel	HCS-32-6	1		

Tabel 6.18 (järg 1) – Tüüpkorruse õõnespaneelide tarnegraafik

TÜÜPKORRUSE ÕÕNESPANEELIDE TARNEGRAAFIK				
PÄEV	KELL	ELEMENT	ELEMENDI NIMETUS	KOGUS
	13-15	õõnespaneel	HCS-32-1	1
		õõnespaneel	HCS-32-2	1
		õõnespaneel	HCS-32-3	1
		õõnespaneel	HCS-32-4	1
		õõnespaneel	HCS-32-7	1
		õõnespaneel	HCS-32-8	1
		õõnespaneel	HCS-32-9	1
		õõnespaneel	HCS-32-9	1
		õõnespaneel	HCS-32-9	1
		õõnespaneel	HCS-32-10	1
		õõnespaneel	HCS-32-17	1
		õõnespaneel	HCS-32-12	1
		õõnespaneel	HCS-32-12	1
		õõnespaneel	HCS-32-12	1
	õõnespaneel	HCS-32-15	1	
	15-17	õõnespaneel	HCS-32-14	1
		õõnespaneel	HCS-32-11	13
		täispaneel	MS-32-1	1
		täispaneel	MS-32-2	1
		täispaneel	MS-32-3	1
		täispaneel	MS-32-4	1

7. MAJANDUSLIK OSA

7.1 Majandusosa lähteandmed

Käesolevas projektis hoone vahelaed ning katuslaed ehitatakse õõnespaneelidest. Majandusosas teostatakse analüüs, kus õõnespaneelid asendatakse monoliitse raudbetoonist vahelaega. Õõnespaneelide maksumus pärineb YIT Eesti AS poolt koostatud eelarvest. Võrdlus teostatakse Kalaranna 23 kolmanda korruse vahelaele. YIT Eesti AS poolt koostatud eelarves kogu tüüpkorruste õõnespaneelide paigaldusele kulub kokku 191 380 €. Kalaranna 23 kolmanda korruse vahelagi läheb maksma 24 672€.

7.2 Materjalide ja tööjõukulu maksumus

7.2.1 Sarruse maksumus

Monoliit vahelaed sarruse kogus on võetud lõputöö konstruktsiooni osa jooniselt 4/9. Seal on arvatud Kalaranna 23 kolmanda korruse sarruse vajadus. Konstruktiivse osa arvutusest on näha, et sarruse kulu ühe korruse jaoks on 2648,8 kg. Arvestada tuleb ka materjali ülekuluga mille varutegur on 1,15. Seega sarruse kogumaht on 3046,1 kg.

Armatuuri maksumusel arvestatakse keskmise läbimõõduga 16mm B500B armatuuri maksumusega, mis on küsitud betoonitööde ettevõttelt ja info on konfidentsiaalne, seega viide puudub. Käesoleva aasta sügisel armatuuri maksumus oli 820 €/t. Sarruse kogu maksumuse saab korrutades hinna ja koguse:

$$3,05 * 820 = 2501 \text{ €}$$

7.2.2 Raketise maksumus

Hoone vahelagede ja katuslae betoneerimiseks vaja rentida raketis. Raketise hind on küsitud betoonitööde ettevõttelt ja info on konfidentsiaalne, seega viide puudub. Ühe päeva laeraketise ühikhind on 1,15 €/m². Antud hoone puhul on arvestatud, et ühe korruse valamiseks läheb viisteist päeva. Raketise mahu arvutuses ka arvestame materjali ülekuluga teguriga 1,05. Korrutades omavahel ühe korruse raketise vajaduse päevades, materjali ülekulu teguri ja rendihinna, saame et raketise maksumus on:

$$525,2 * 1,05 * 1,15 * 15 = 9512,7 \text{ €}$$

7.2.3 Betooni maksumus

Lõputöö konstruktsiooni osas monoliitse vahelae projekteerimisel on kasutatud C30/37, S4 ja XC2 keskkonnaklass betooni. Mahuarvutusest selgus, et betooni vajadus on 131,3 m³. Arvestada tuleb ka materjali ülekuluga mille varutegur on 1,07. Seega betooni kogumaht on 140,5 m³.

Betooni maksumuse on arvestatud antud ajal kehtiva hinnakirja järgi 75 €/m³. Betooni hind on küsitud betoonitööde ettevõttelt ja info on konfidentsiaalne, seega viide puudub. Betooni maksumus:

$$140,5 * 75 = 10\,537 \text{ €}$$

Lisaks tuleb arvestada ka masinate maksumusega. Tööjõukulu arvutustest selgub, et antud vahelae valu on võimalik teostada ühe päevaga, ehk vajalik pump-mikseri töötundide arv oleks 6 tundi. Lisaks tuleb juurde liita sõitmise aja, ehk kui auto sõidab tehasesst objektile ja pärast tagasi tehasesse. Betoonimeister OÜ poolt hinnakirja põhjal on pump-mikseri töötunni maksumus 180 €/h. [18]

Peale pump-mikserit tuleb arvestada ka betoonimikseritega. Jagades betooni mahu mikseri mahutavusega 7 m³, saame, et betooni transpordi jaoks läheb vaja 20 masinat. Ühe mikseril läheb keskmiselt 3 tundi. Betooni transpordile kulub 60 mikserite töötunde. Betoonmikserite ühe tunni maksumus on 70 €/h. [18]

Masina kasutamise kogumaksumus on seega:

$$8 * 180 + 60 * 70 = 1440 + 4200 = 5640 \text{ €}$$

7.2.4 Töömeeste maksumus

Monoliit vahelae ehitamise tööjõukulu suurendatakse lisaajateguri 1,05 võrra. Rakestamine on korrutatud töömahu mõjuteguri 0,95 võrra. Sarrustamisel on kasutatud töömahu mõjutegur 1,1. Betooni tööde töömahu mõjutegur on samuti 1,1. Tööde lisaajategur on põhjendatud pikkade vahekaugustega materjali teisaldamisel ja mitte kõige parema ilmaoludega. Antud tegurid pärinevad tööde RATU kaartidest. [11]

Tööjõukulu arvutusteste põhjal Kalaranna kolmanda korruse vahelae ehitamisele töömeeste tööjõukulu on 394 tundi, ehk 50 vahetust. Töömeeste maksumus on küsitud betoonitöid teostava ettevõttelt, informatsioon on konfidentsiaalne ja viide puudub. Töömehe ühe töötunni maksumus on keskmiselt 25€. Kui korrutada tundide vajaduse maksumusega, saame et kogu töömeeste maksumus on:

$$394 * 25 = 9850 \text{ €}$$

Tabel 7.1 – Monoliitvahelae ehitamise tööjõukulu arvutused

Monoliitvahelae ehitamise tööjõukulu arvutused						
Jrk nr	Töö nimetus	Ühik	Aja-norm	Normatiivne tööjõukulu		
				1 korrus		
			in-h	ühikuid	in-h	
1	RAKESTAMINE					
	Materjali teisaldamine kraanaga	m ²	0,05	525	26,26	
	Mõõdistustööd	m ²	0,03	525	15,76	
	Laeraketise ehitamine	m ²	0,2	525	105,04	
1	RAKESTAMINE KOKKU		in-h		154,02	
			in-vah		19,25	
2	SARRUSTAMINE					
2.1	Sarruse teisaldamine kraanaga	t	0,1	3,05	0,31	
2.2	Sarrustamine	t	7,5	3,05	22,88	
2	SARRUSTAMINE KOKKU		in-h		30,79	
			in-vah		3,85	
3	BETOOMIMINE					
3.1	Eeltööd	m ³	0,04	131,3	5,25	
3.2	Betoonimine bet.pumba abil	m ³	0,2	131,3	26,26	
3.3	Järeltööd	m ³	0,04	131,3	5,25	
3	BETOOMIMINE KOKKU		in-h		41,30	
			in-vah		5,16	
4	LAHTIRAKESTAMINE					
4.1	Kilpraketiste lahti võtmine, sorteerimine, esialgne puhastamine	m ²	0,25	525	131,25	
4.2	Kilpaketise puhastamine, kokkupanek äravedamiseks	m ²	0,07	525	36,75	
4	LAHTIRAKESTA-MINE KOKKU		in-h		167,58	
			in-vah		20,95	

Kokku	in-h		393,70
	in-vah		49,21

7.2.5 Kogumaksumus

Monoliitset raudbetoonist Kalaranna 23 kolmanda korruse vahelaek maksumus eelpool arvatud kulude põhjal:

$$2\,501 + 9\,512,7 + 10\,537 + 5\,640 + 9\,850 = 38\,040,7 \text{ €}$$

7.3 Majandusosa järeldus

Tehtud analüüsi ja võrdluse põhjal võib väita, et Kalaranna 23 kolmanda korruse õõnespaneelide asendamine monoliitse raudbetoonist vahelaega oleks oluliselt kallim. Projekti lahenduse järgi kasutatud õõnespaneelide maksumus on 24 672 €. Monoliitse plaadi maksumus oleks 38 040,7 €. Ehk kui valida monoliitse vahelaek kasuks, tuleks juurde maksta 13 368 €. Protsentuaalselt on monoliitne vahelaek $\frac{38\,040,7}{24\,672} = 1,54$ korda kallim, ehk 54% kulukam. Antud analüüsis ei ole arvestatud tööde kestusega, mis monoliitse plaadi lahendusel kindlasti pikkendaks kogu protsessi ja sellest ka kulusid kasvaksid. Arvutustest saab teha järelduse, et antud ehitise puhul oleks mõistlikum kasutada konstruktiivse projekti lahenduse ja õõnespaneelid mitte asendada.

8. TÖÖOHUTUS

Tööohutus reeglite jälgimine on ehitusplatsil esmatähtis. Enne ehitustööde algust tuleb koostada tööohutusplaan, ehitustööde organiseerimisplaan ja teha riskianalüüs.

Ehitusplatsi perimeetri ümber tuleb paigaldada piirdeaed, et võõrad isikud kogemata platsile ei sattuks. Ehitusplatsile saab läbi valvuri soojaku, tuleb registreerida enda kaardi ja siseneda läbi jalgvärava. Platsil on kaks elektrilist väravat, mille kaudu saab materjalid objektile tuua. Väravad teeb lahti valvur. Piirdeaedade peal on olemas sildid, mis juhivad tähelepanu, et tegu on ehitus territooriumiga ja tuleb kanda vastava riietuse. Ehitusobjektile tuleb töötamise ajal kasutada kaitsevahendeid – kaitsekiiver, kaitseprillid, helkurmaterjalist ohutusriietus, turvajalatsid, kaitsekindad töötamise ajal ja kohtades kus müra tase on üle 85 detsibelli tuleb kanda kuulumiskaitsed. Tornkraanale on paigaldatud piiraja, et kraana nool ei saaks minna üle ehitusobjekti piiri. Kõik töölised, kes tulevad ehitusplatsi esimene kord peavad saama tööohutuskoolituse mille viib läbi objektimeeskonna esindaja.

Tööohutuskoolituse ajal näidatakse ehitusplatsi üldplaani, tutvustatakse tööohutusreegleid, kontrollitakse turvavarustust ja vaadatakse et töömestel kes töötavad lahtise tulega oleks tuletöökaart ja kraanaga töötavate isikutel troppija paber. Kui tööline läbib edukalt koolituse, objekti meeskond annab talle nimelise kaardi millega ta saab siseneda platsile. Kui tööline teostab töid kukkumisohuga alas, tuleb kasutada turvarakmeid. Ehitusplatsil tehakse töötajatele liikumiseks käiguteed nii välisterritooriumil kui ka hoone sees. Kõik käiguteed peavad olema puhtad ja ohutud. Alltöövõtjad peavad koristama enda järgi vähemalt üks kord tööpäeva lõpus. Ehitustöödel tuleb valgustuse kasutamise ette planeerida nii, et kõik vajalikud alad oleksid valgustatud. Kõik elektriseadmed ja juhtmed peavad olema terved ja puhtad. Kõik kaevikud kus on kukkumisoht tuleb piirata piirdeaiaga. Ehitusplatsil kõik avad ja šahtid peavad olema kaetud ja fikseeritud. Kohad kus on kukkumisoht peavad olema piirded ja varbalaud. Kui tööd teostatakse tellingute pealt, peab vastutav inimene tellingud vastu võtta ja ainult siis tohib tellingute peal töötada.

Tööde ohutuse ja puhtuse eest vastutab peatöövõtja. Projektimeeskond peab igapäevaselt kontrollima, et ohutus nõuded on jälgitud ja töökohad hoidud puhtana. Kui esineb puudusi tuleb koheselt alltöövõtjale info edasi anda ja puudused parandada. Projektimeeskonnal on õigus alltöövõtjat karistada rahalise trahviga.

KOKKUVÕTE

Käesoleva lõputöö teemaks on kortermaja ja maa-aluse parkla ehitustehnoloogia ja platsikorralduse analüüs Kalaranna 21, 23, hoone näitel. Lõputöö eesmärgiks oli analüüsida ja töötada välja ehituse põhikonstruktsioonide ehitustehnoloogia selliselt, et protsess oleks mõistlikku pikkusega ja tööde kvaliteet oleks heal tasemel.

Esimestes peatükkides on kirjeldatud analüüsitud hoone asukoht, pinnasetingimused, ligipääsetavus, samuti kirjeldatud hoone arhitektuur ja konstruktsiooni lahendused ning kõik tehnosüsteemid. Konstruktsiooni osas on arvatud alternatiivne õõnesbetoonpaneelide vahelaehenduse lahendus, ehk monoliitbetooni vahelagi. Paksuks sai valitud 250 mm betooni plaat. Kõik kriitilisemad kohad olid kontrollitud ja dimensioneeritud õige armatuuri paksuse ja kogusega. Samuti on koostatud vahelaehenduse armeeringu joonis.

Ehitusplatsi üldplaan on koostatud hetkel, kui platsil on kõige kriitilisem aeg, ehk kõige rohkem töolist. Vastavalt sellele on arvatud ajutiste ehitiste vajadus. Kriitiline hetk on siis, kui platsil teostatakse müüritööd, fassaaditööd ja hoonesisesed tööd.

Lõputöö viiendas peatükis on koostatud koondkalenderplaan koos kõike ehitustööde maksumusega. Vastavalt eelarves toodud tööjaotusele on kokku pandud tööde kalendergraafik, kus on toodud välja ehitustööde järjekord, ajakulu, tööjõukulu ja masinate kulu. Kogu ehitus protsess võtab aega 319 päeva, ehitus algab 01.09.2021 ja lõpeb 15.06.22. Tööliste keskmine arv objektil on keskmiselt 18 inimest.

Tehnoloogilised kaardid on koostatud antud hoonete kohta, nii et saaks analüüsida ja läbi mõelda kogu hoone kaandekonstruktsiooni ehitust. Tehnoloogilised kaardid on vundamenditöödest, parkla korruse monoliidi- ja montaažitöödest ja tüüpikorruse montaažitöödest. Kõik tööd on põhjalikult analüüsitud ja samuti iga tööde kohta on koostatud joonised, kus on näha ehitusplatsi plaan koos haardealade jaotusega. Joonisel on samuti näidatud antud tööde ajagraafik ja tehnoloogilised tööjõukulu arvutused.

Seitsmendas peatükis on analüüsitud Kalaranna 23 kolmanda korruse õõnespaneelide asendamine monoliitse raudbetoonist vahelaega. Antud peatükis on tehtud kahe lahenduse maksumuse võrdlus. Projekti lahenduse järgi kasutatud õõnespaneelide maksumus on 24 672 €. Monoliitse plaadi maksumus oleks 38 040,7 €. Ehk kui valida monoliitse vahelaehenduse kasuks, tuleks juurde maksta 13 368 €. Protsentuaalselt on

monoliitne vahelagi 1,54 korda kallim, ehk 54% kulukam. Antud analüüsis ei ole arvestatud tööde kestusega, mis monoliitse plaadi lahendusel kindlasti pikkendaks kogu protsessi ja sellest ka kulusid kasvaksid. Arvutustest saab teha järelduse, et antud ehitise puhul oleks mõistlikum kasutada konstruktiivse projekti lahenduse ja õõnespaneelid mitte asendada.

Viimases peatükis on kirjeldatud tööohutuse nõuded, millega tagatakse ehitusplatsi turvalisust.

Magistritöö eesmärk on täidetud, kortermaja ehitus on põhjalikult analüüsitud, ning iga töö kohta on välja mõeldud lahendused, kuidas antud töö teostatakse. Antud analüüsi saab kasutada ka reaalses ehitus protsessis. Lõputöö koostamine oli kindlasti väga kasulik ja ka huvitav, ning tõestas, et ehituses on väga oluline kõik protsessid ette läbi mõelda ja planeerida. See annab võimaluse olla paindlikum ehituse ajal ja vältida üleliigseid kulusid ja probleeme.

SUMMARY

The topic of this dissertation is the analysis of the construction technology and site management of an apartment building and an underground car park of the building situated at Kalaranna 21, 23. The aim of the thesis was to analyse and develop the construction technology of the main construction structures in such a way that made the length of the process reasonable and the quality of the work up to a good standard.

The first chapters describe the location of the analysed building, soil conditions, accessibility, as well as the architecture and design solutions of the building and all technical systems. In terms of construction, an alternative solution for the ceiling of hollow core panels has been calculated, a monolithic concrete ceiling. The thickness of the concrete slabs chosen is 250mm. All critical areas were inspected and dimensioned with the correct thickness and amount of reinforcement. A drawing of the reinforcement of the concrete slab has also been prepared.

The master plan of the construction site is prepared in such a way as to accommodate the maximum number of workers on site, as during the most critical times during the project; e.g. when masonry, façade and interior work is being carried out on site. The need for temporary buildings has been calculated accordingly.

In the fifth chapter of the dissertation a consolidated calendar plan with the cost of all construction works has been prepared. According to the division of labour in the budget, a calendar of works has been compiled, which shows the order of construction works, time costs, labor costs and the cost of machines. The whole construction process will take 319 days, starting on 01.09.2021 and ending on 15.06.22. The average number of workers on site is 18 people.

Technological maps have been compiled for these buildings, so that the construction of the entire building's structure can be analysed and reassessed. The technological maps are from the foundation works, the monolith and assembly works of the parking lot floor and the assembly works of the standard floor. All the works have been thoroughly analysed with drawings prepared for each one of the works, showing the

plan of the construction site with the distribution of the catchment areas. The figure also shows the schedule of the given works and technological labour cost calculations.

In the seventh chapter, the replacement of the hollow panels of the third floor of Kalaranna 23 with a monolithic reinforced concrete partition is analysed. This chapter compares the costs of the two solutions. According to the project solution, the cost of the hollow core panels is € 24,672. The cost of a monolithic plate would be € 38,040.7. In other words, if you choose a monolithic false ceiling, you would have to pay an additional € 13,368. In terms of percentages, a monolithic false ceiling is 1,54 times more expensive, or 54% more expensive. This analysis does not take into account the duration of the work, which would certainly prolong the whole process and increase the costs of the monolithic plate solution. From the calculations it can be concluded that for this building it would be more reasonable to use a constructive design solution rather than replace the hollow core panels.

The last chapter describes the occupational safety requirements that ensure the safety of the construction site.

The goal of the master's thesis has been fulfilled, the construction of the apartment building has been thoroughly analysed, and solutions have been devised for each work, and how this work will be carried out. This analysis can also be used in a real-life construction process. The preparation of the dissertation was definitely very useful, insightful, and proved that in construction it is very important to think through and plan all the processes in advance. This allows you to be more flexible during construction and avoid unnecessary complications and as a result additional costs.

KASUTATUD KIRJANDUS

- [1] Urmas Muru OÜ. Arhitektuurse osa seletuskiri. Tööprojekt. Töö nr. 029.
- [2] DMT Insenerid OÜ. Konstruktiivse osa seletuskiri. Tööprojekt. Töö nr 407
- [3] VIP Projekt OÜ. Hoone kütte ja ventilatsiooni tööprojekt. Töö nr. 180803
- [4] VIP Projekt OÜ. Hoone veevarustuse ja kanalisatsiooni tööprojekt. Töö nr. 180803
- [5] VIP Projekt OÜ. Hoone tugevvoolupaigaldise seletuskiri. Töö nr 180803
- [6] Urmas Muru OÜ. Tehnilised andmed. Tööprojekt. Töö nr. 029.
- [7] Kemmerling OÜ koduleht. [www]
<https://www.kemmerling.ee/et/genres/soojakud-et/> (30.03.22)
- [8] Tiit Masso. Ehituskonstruktori käsiraamat. Tallinn: Ehitame Kirjastus, 2002.
- [9] Eurokoodeks 2: Betoonkonstruktsioonide projekteerimine.
EVS-EN 1992-1-1:2005+A1:2015/NA:2015
- [10] Prügiekspert OÜ koduleht. [www]
<https://prygiekspert.com/et> (30.03.22)
- [11] RATU kaardid. [www]
<https://etfnet.ehituskeskus.ee/kartoteek/etf> (03.04.22)
- [12] Lill, I., Soekov, E. Kursuseprojekti juhend aines „Ehitusplatsi korraldus“ 2021
- [13] AS HC Betoon koduleht. [www]
<https://www.beton.ee/et/massid-ja-gabariidid> (04.04.22)
- [14] Betoonmeister AS koduleht. [www]
Autobetonipump betooni transpordiks - Betoonimeister (05.04.22)
- [15] Viking Cranes koduleht. Tehniline info. [www]
<http://vikingcranes.ee/equipment/liebherr-280-ec-h-16-litronic/> (08.04.22)
- [16] PERI AS koduleht. Tehniline info. [www]
<https://www.peri.ee/peri-tooted/raketised.html> (09.04.22)
- [17] Lill, I., Soekov, E. Ehitusplatsi korraldus – kursuseprojekti juhend. Tallinn, Tallinna Tehnikaülikool, 2021
- [18] Betoonmeister AS koduleht. [www]
Betooni transport ja pumpamine - Betoonimeister. (01.05.22)

HOONE VAATED

Vaade põhjast
1:150



Kalaranna 21

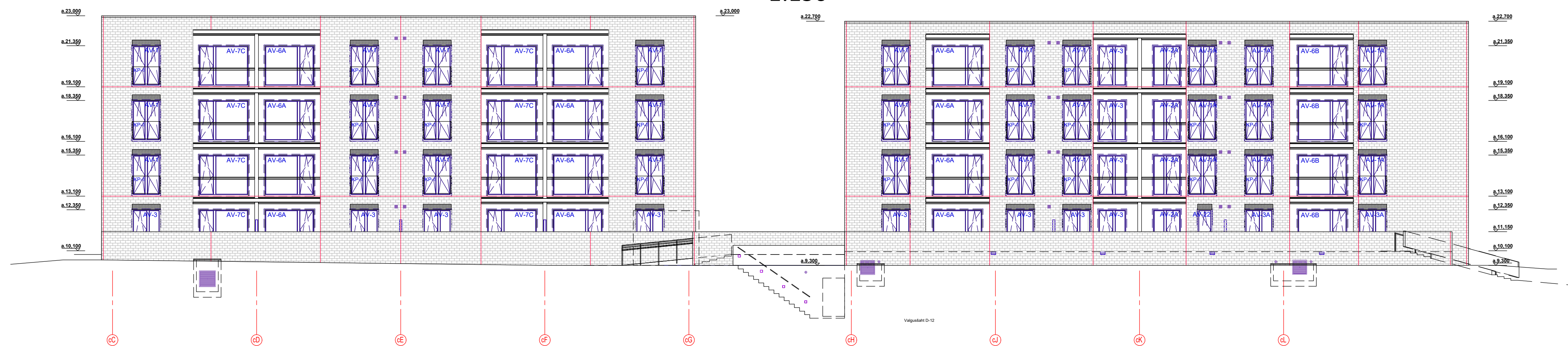
Vaade läänest
1:150



Kalaranna 21

Kalaranna 23

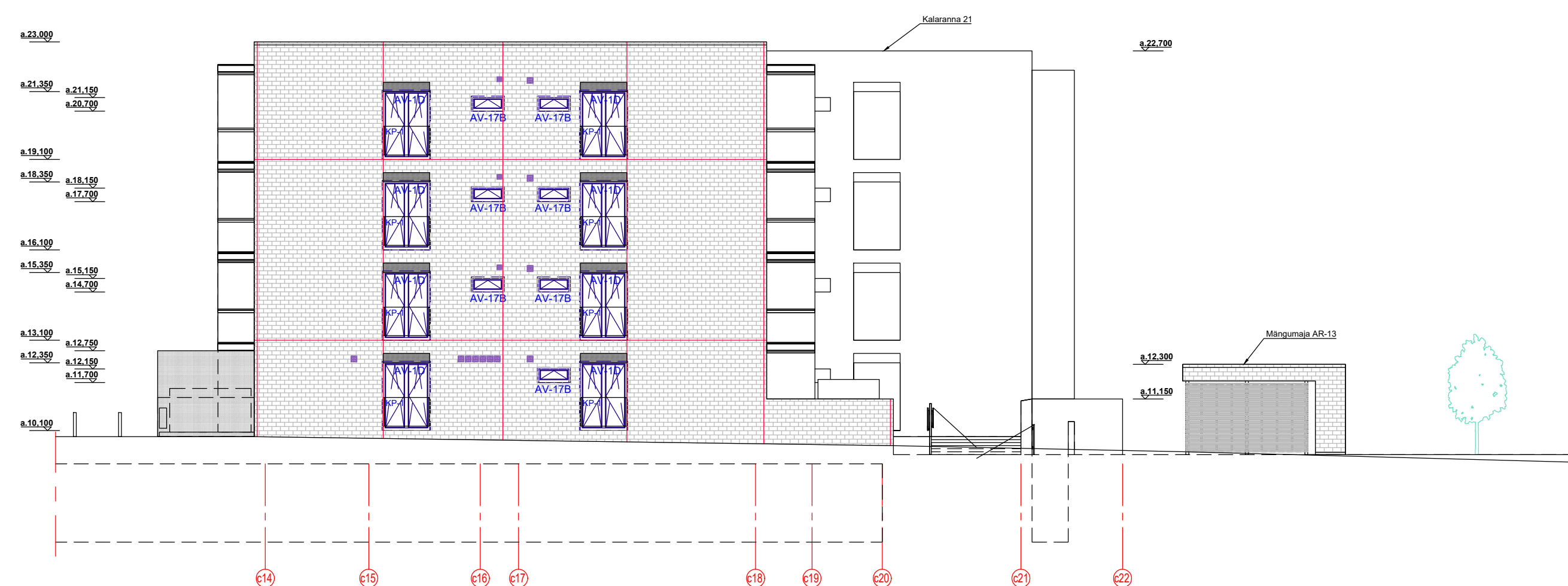
Vaade idast
1:150



Kalaranna 23

Kalaranna 21

Vaade lõunast
1:150

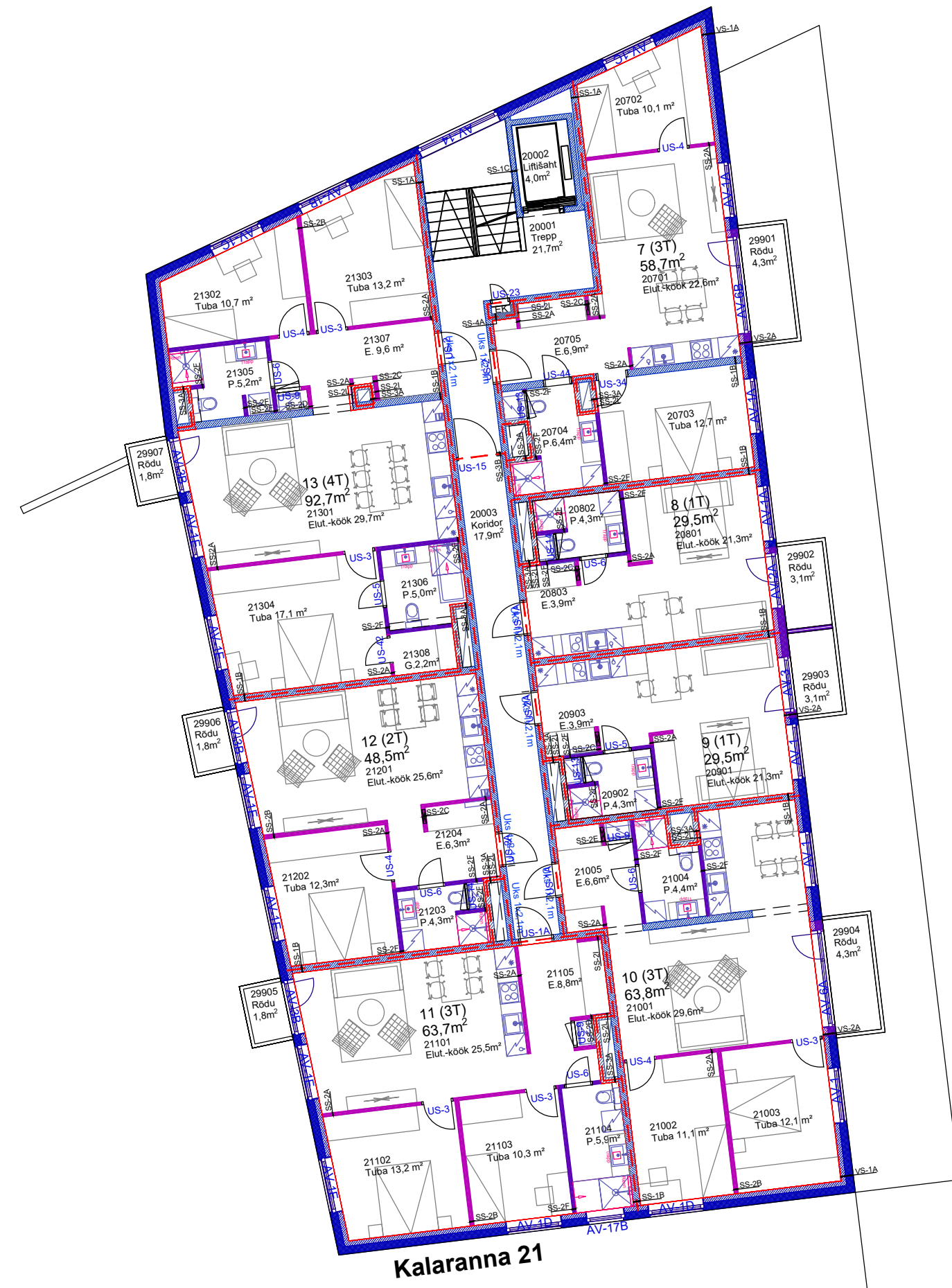


Kalaranna 23

TTÜ INSENERITEADUSKOND		Magistritöö	Leht/lehti: 1/9
Koostas: Saveli Novikov		Hoone vaated	
Juhendaja: Virgo Sulakatko			
Ehituse ja arhitektuuri instituut		Ehitustehnoloogia ja platsikordluse analüüs, Tallinnas Kalaranna 21/23 kortermaja näitel	

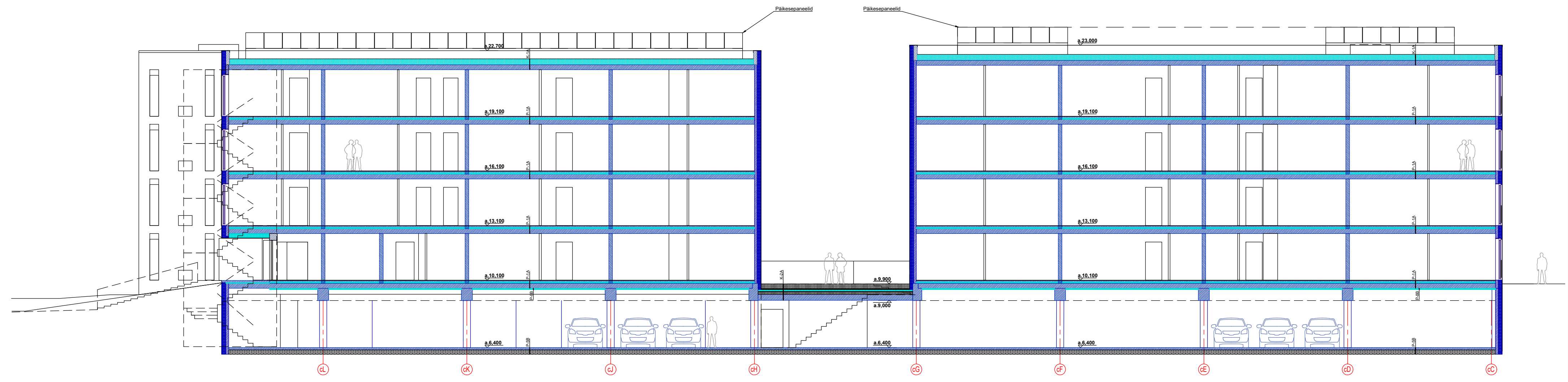
HOONE LÕIGED JA PLAAN

3.korruse plaan
1:150



Kalaranna 21

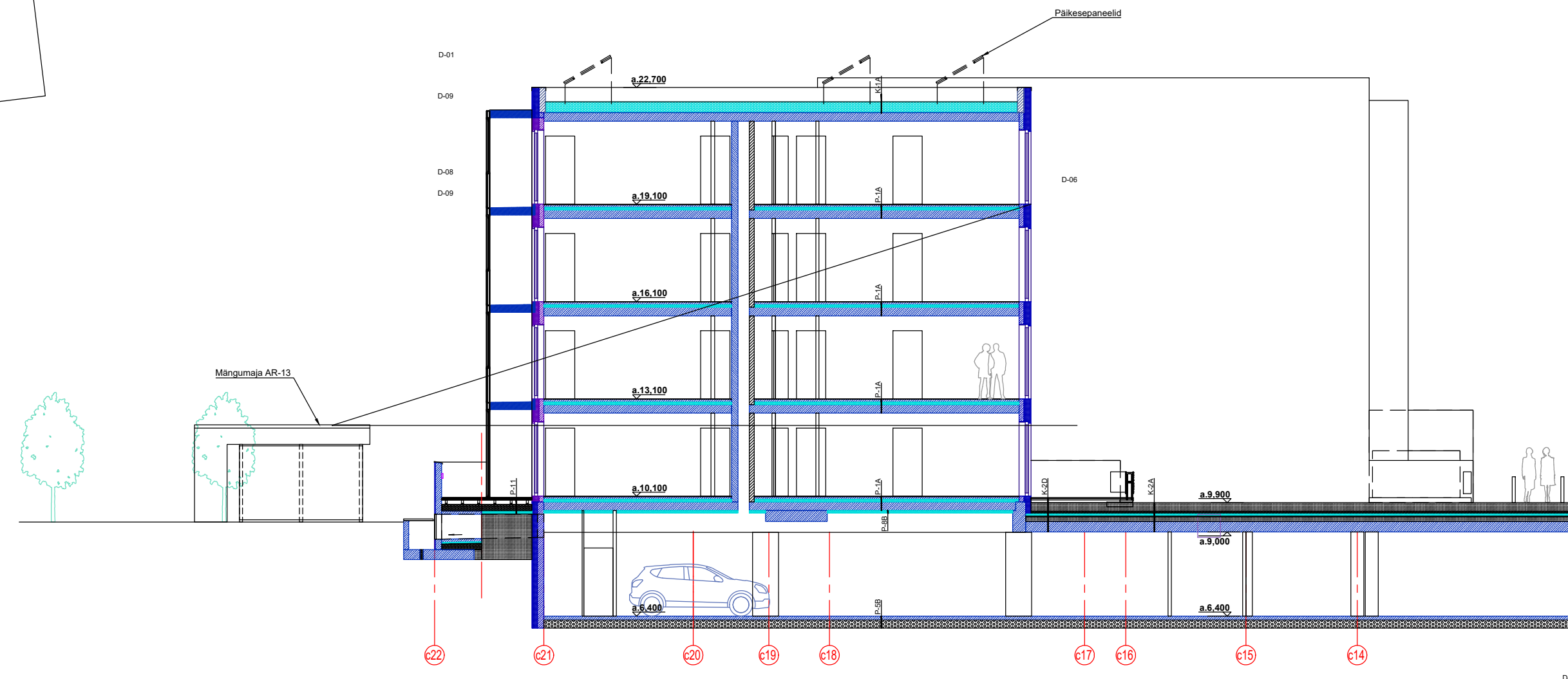
Lõige 3A-3A
1:150



Kalaranna 21

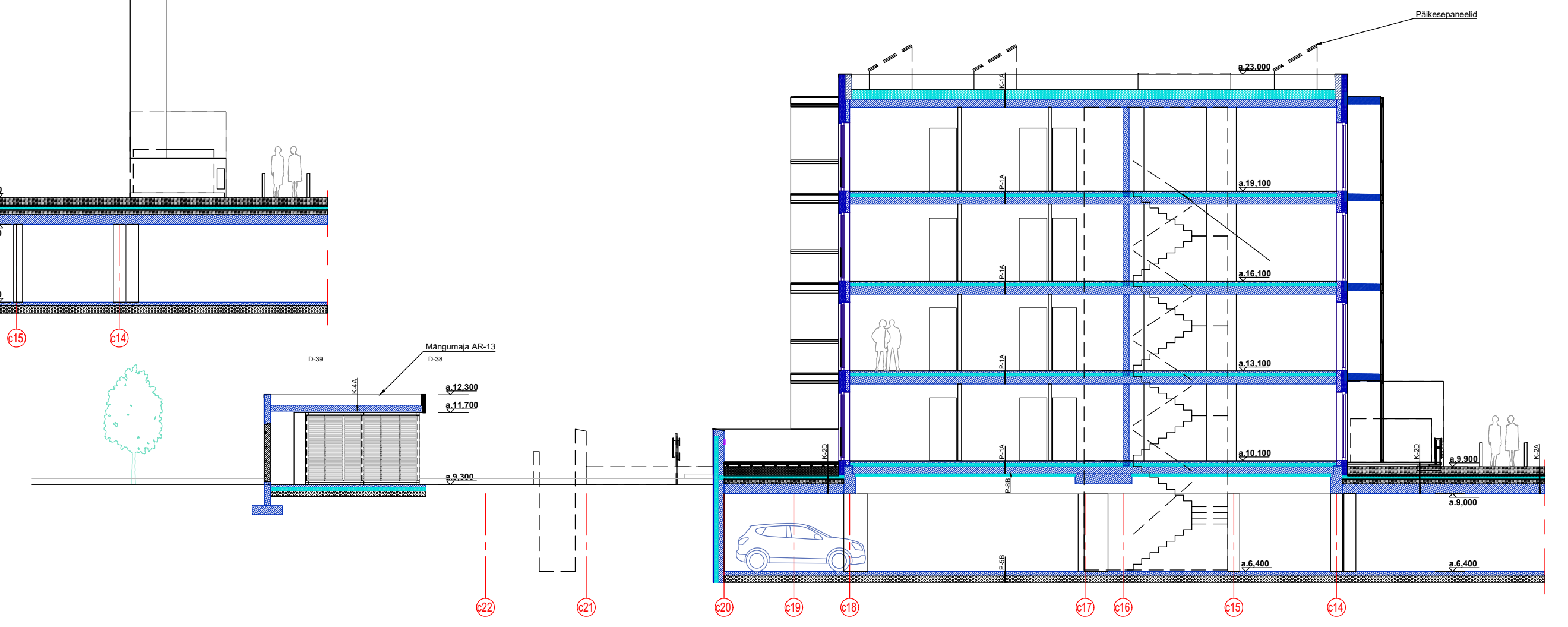
Kalaranna 23

Lõige 3B-3B
1:150

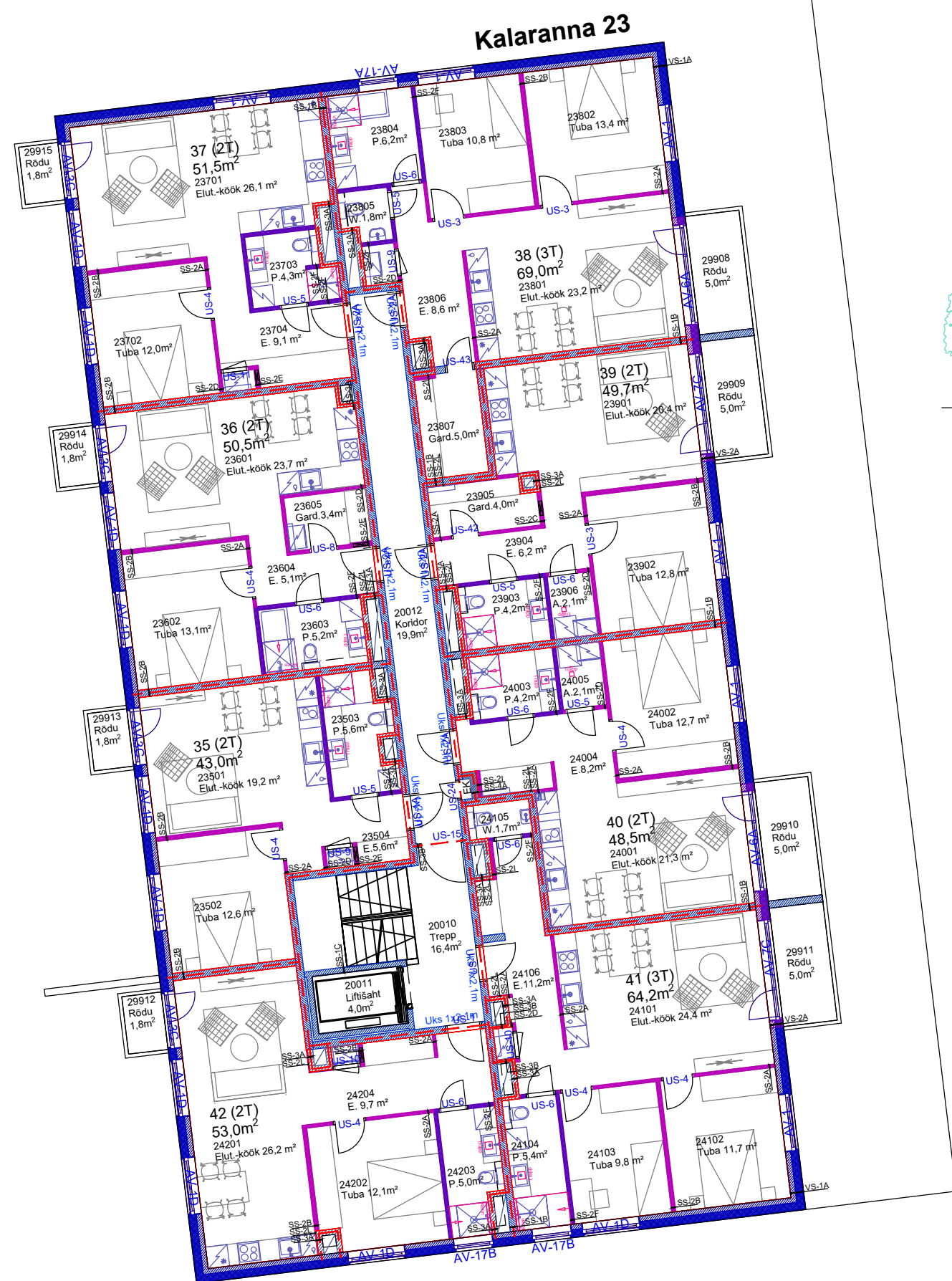


Kalaranna 21

Lõige 3C-3C
1:150



Kalaranna 23



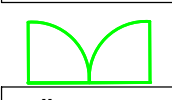


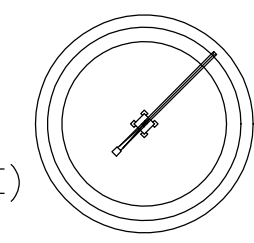
Kalaranna 23

 TTÜ INSENERITEADUSKOND		Magistritöö	Leht/teht: 2/9
Koostas: Saveli Novikov	Hoone lõiged ja plaan		Ehitustehnoloogia ja platsikorduse analüüs, Tallinnas Kalaranna 21/23 kortermaja näitel
Juhendaja: Virgo Sulakatko			
Ehituse ja arhitektuuri instituut			

EHITUSPLATSI ÜLDPLAAN

M 1:250

-  VÄRAV_1 OBJEKTI TEHNICA SISSE JA VÄLJAPÄÄSU VÄRAV (AUTOMAATNE)
-  VÄRAV_2 OBJEKTI TEHNICA VÄLJAPÄÄSU VÄRAV (AUTOMAATNE)
-  VÄRAV_3 OBJEKTI TEHNICA JA MATERJALIDE SISSEPÄÄSU VÄRAV



KRAANA LIEBBHERR 280ECH

TRANSPORDI LIIKUMINE

HÜDRANT RAADIUSEGA 100M

FREESPURU

PÄÄSTETEHNIKA JUURDEPÄÄSU SREVITUUDI ALA

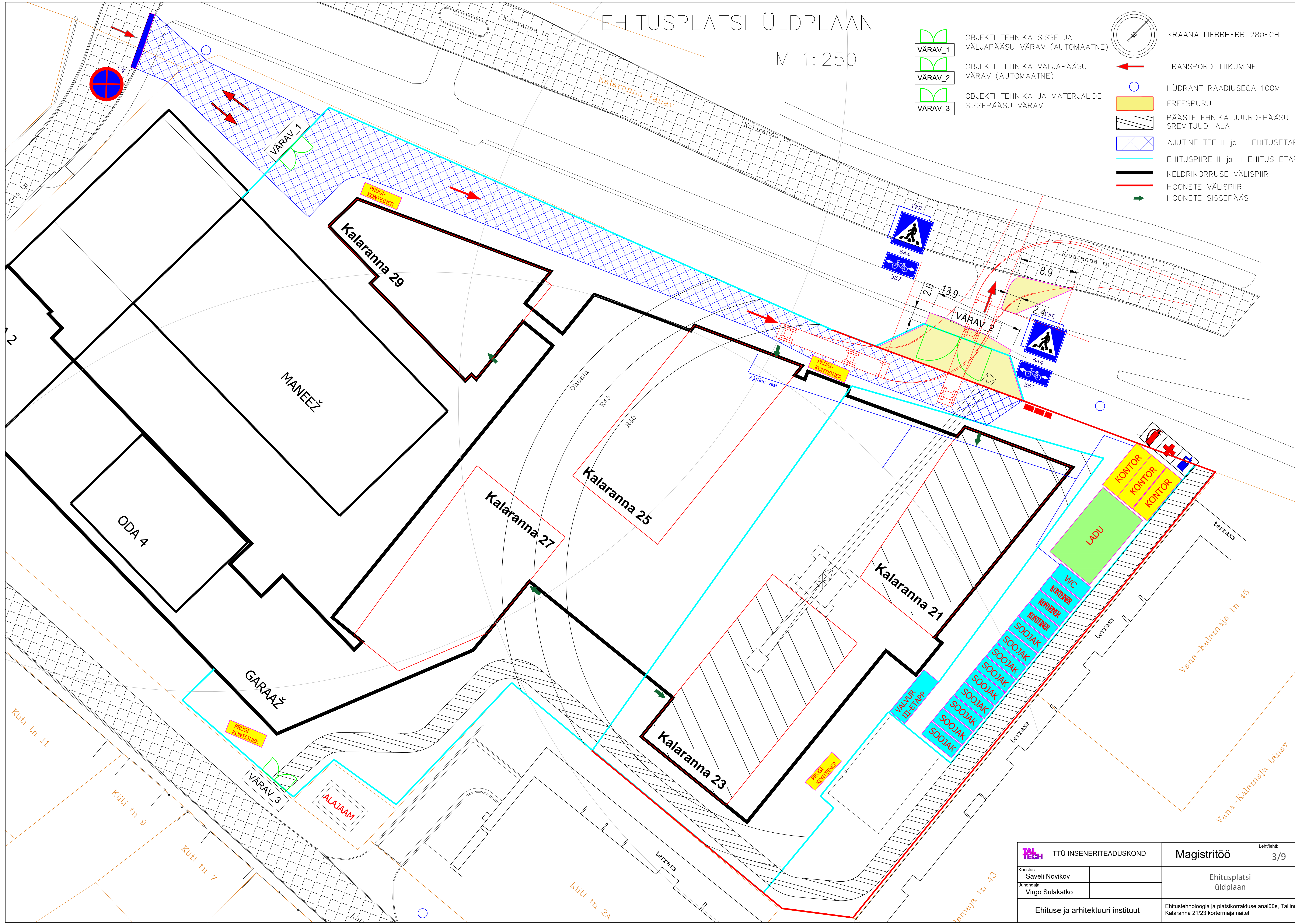
AJUTINE TEE II ja III EHITUSETAPP


EHITUSPIIRE II ja III EHITUS ETAPP

KELDRIKORRUSE VÄLISPIIR

HOONETE VÄLISPIIR

HOONETE SISSEPÄÄS

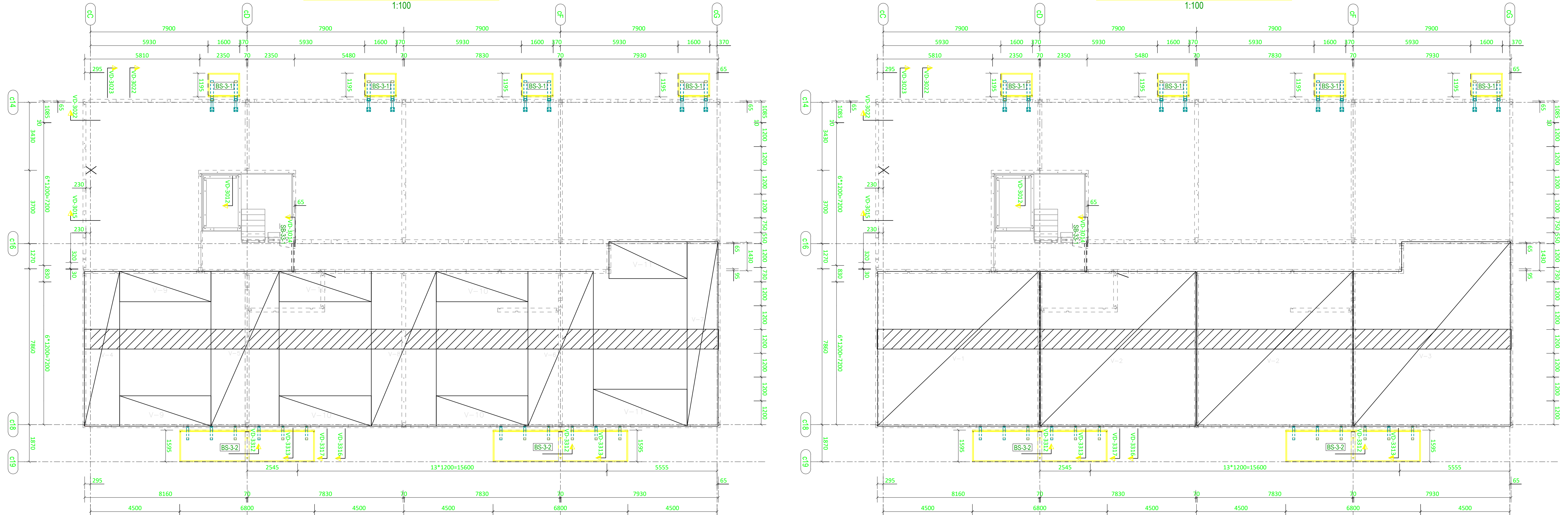


 TTÜ INSENERITEADUSKOND		Magistritöö	Leht/teht: 3/9
Koostas:	Saveli Novikov	Ehitusplatsi üldplaan	
Juhendaja:	Virgo Sulakatko		
Ehituse ja arhitektuuri instituut		Ehitustehnoloogia ja platsikorralduse analüüs, Tallinnas Kalaranna 21/23 kortermaja näitel	

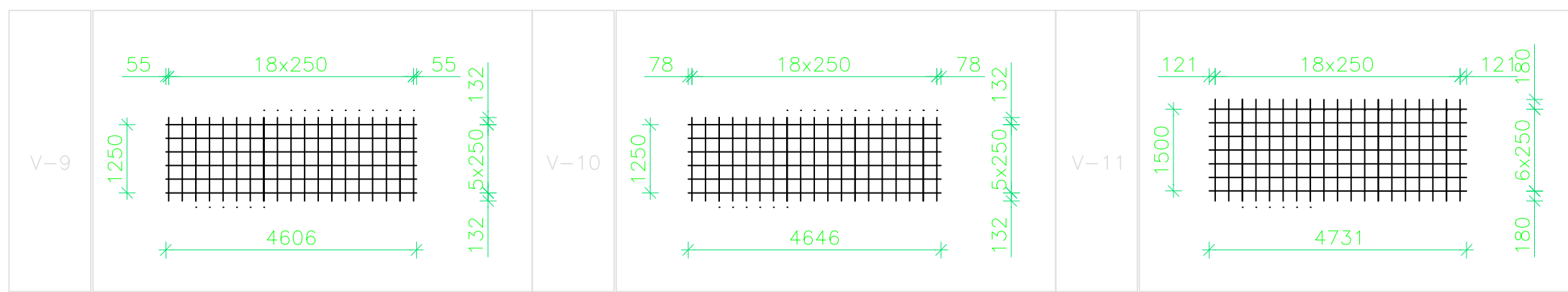
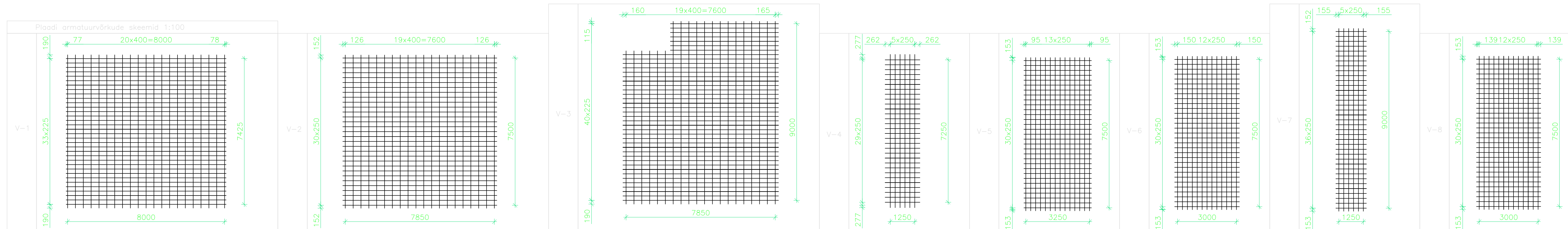
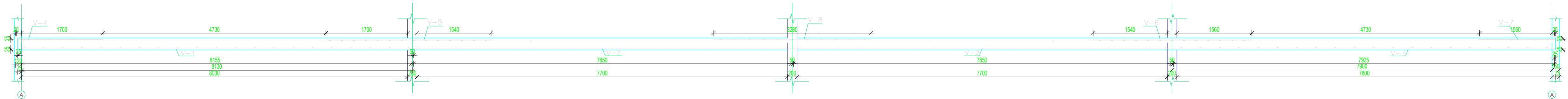
VAHELAE ARMEERING

KALARANNA 23 3. KORRUSE PÕRANDA PLAAN
1:100

KALARANNA 23 3. KORRUSE PÕRANDA PLAAN
1:100



VAHELAE LÕIGE A-A
1:50



Täht	Armatuuri-koos	Pikarõõm-koos	Pikarõõm-koos	Armatuuri-koos	Võrgu koostis	Dia	Kool
V-1	B500B	34-16-8150-225	21-10-7600-400	1	421,3	421,3	421,3
V-2	B500B	31-12-8100-250	20-8-7800-400	2	212,9	425	425
V-3	B500B	41-15-7900-225	20-10-9300-400	1	442,7	442,7	442,7
V-4	B500B	30-10-1750-250	6-6-7750-250	1	48,8	48,8	48,8
V-5	B500B	31-20-3450-250	14-10-7800-250	1	366,8	366,8	366,8
V-6	B500B	31-20-3300-250	13-10-7800-250	1	296,8	296,8	296,8
V-7	B500B	37-10-1550-250	6-6-9300-250	1	52,9	52,9	52,9
V-8	B500B	41-16-7900-225	20-10-9300-400	1	442,7	442,7	442,7
V-9	B500B	19-10-4600-250	6-6-1250-250	2	28,5	57,0	57,0
V-10	B500B	19-10-4600-250	6-6-1250-250	4	29,8	119,2	119,2
V-11	B500B	19-10-4730-250	7-6-1500-250	2	32,9	65,8	65,8
Kokku 2648,8							

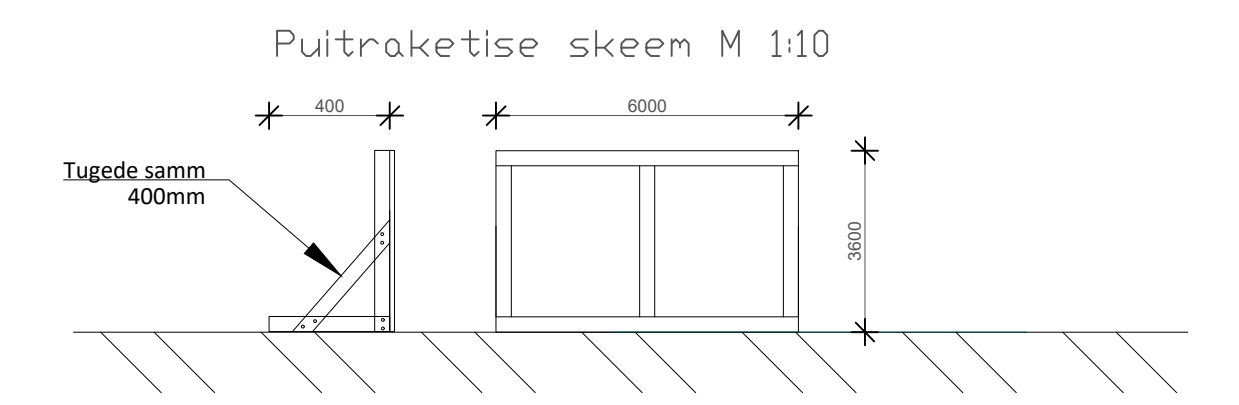
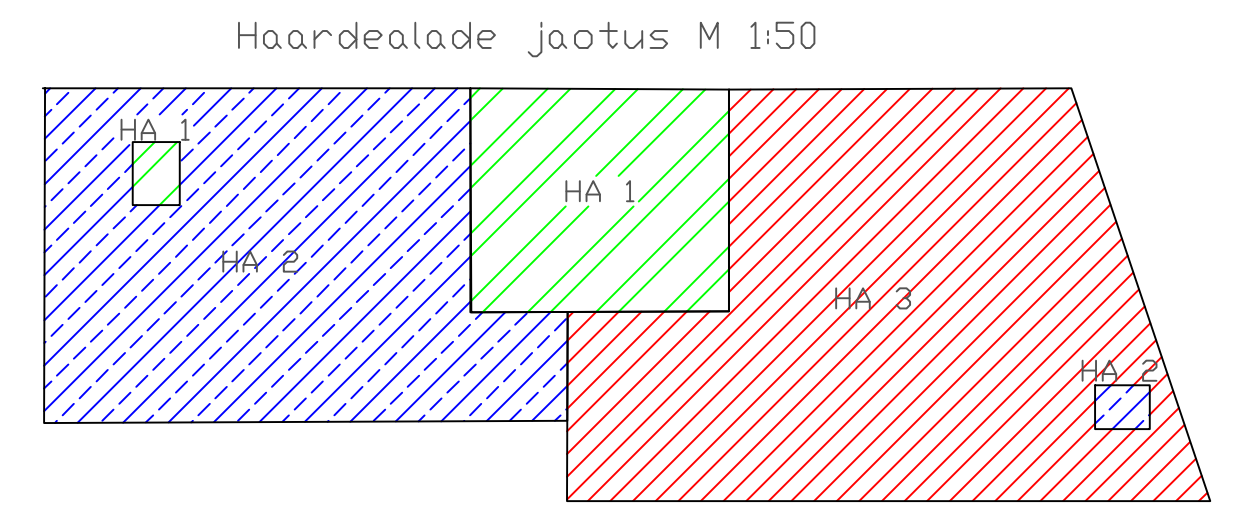
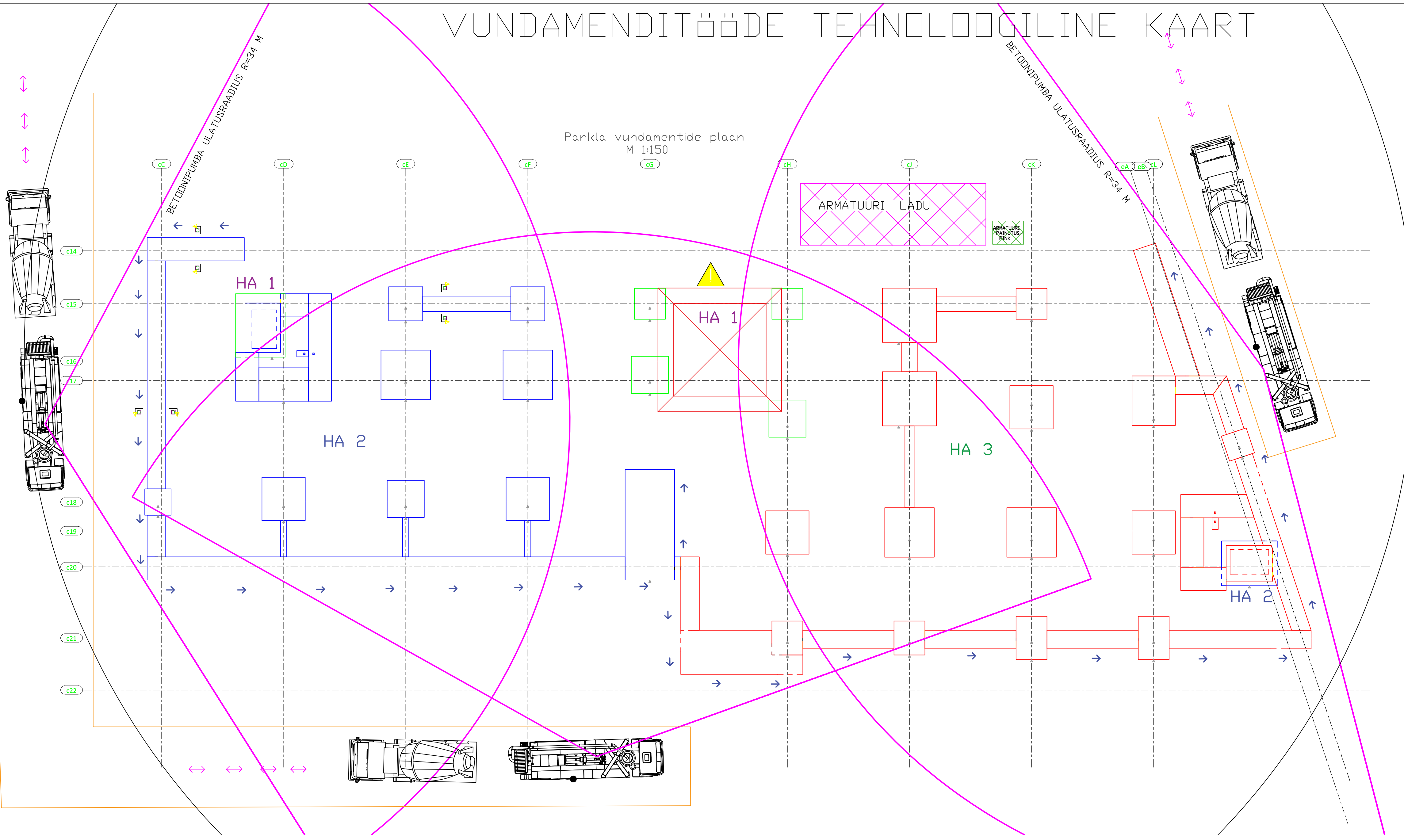
- MÄRKUSED JA JUHISED
- KESKKONNKLASS XC1, KONSTRUKTSIOONIKLASS S4
 - BETON C30/37, TÕUKA PLAKI BETONDI MAHT VAHELAE KOHTA 131,3M³
 - ARMATUURI KATSEKIHIT 25 mm
 - ARMATUURI B500B
 - JOONISEL ON ANTUD ARMATUURI VÄLIMISED PANUTISMÕDOLD
 - ARMATUURI ÜLEKATTEPÄRUSED (KUI JOONISEL EI OLE NÄIDATUD TEISTI):
 66 220 mm 816 580 mm
 86 290 mm 820 730 mm
 810 370 mm 828 910 mm
 812 440 mm 828 1020 mm
 814 510 mm 832 1160 mm

TTÜ INSENERITEADUSKOND		Magistritöö	Leht/lehti: 4/9
Koostaja: Saveli Novikov		Vahelae armeeringu joonis	
Juhendaja: Johannes Pello		Ehituse ja arhitektuuri instituut	
Ehituse ja arhitektuuri instituut		Ehitustehnoloogia ja platsikorralduse analüüs, Tallinnas Kalaranna 21/23 kortermaja näitel	

VUNDAMENDITÖÖDE TEHNOLOOGILINE KAART

- KRAANA TÖÖRADIUS
- BETOONIPUMBA ULATUSRADIUS
- ↔ EHITUSTRANSPORDI LIIKUMISSUUND
- RAKETISE EHITAMISE JÄRJELD
- ▲ OHUALA MÄRK "TÖÖTAV KRAANA"
- BETOONISEGURAUTO
- BETOONIPUMP M42
- TORNKRAANA

Parkla vundamentide plaan
M 1:150



- MÄRKUSED:
1. KÕIK KÕRGIKUD ON ANTUD ABSOLUUTSE KÕRGUSMÄRKIDENA.
 2. VUNDAMENDI KÄIVIKU RAAMISEKS TULEB VAADATUSEL KÄSITADA SULUNDISENI.
 3. ENNE HOONETE EHITAMIST TULEB RAADA OHUAKT ILE VILJULI KÄSITAMISE PROJEKTI KOOSTESUJU.
 4. VUNDAMENDI ON PROJEKTEERITUD LAHTIÜLDISE REIBI DÜ POOLT KOOSTATUD EHITUSGEOLOOGILISTE UURIMISTÖÖDE ARHIIVIS (TÖÖ NR. 62-2537) ANTUD TINGIMUSTEST.
 5. VUNDAMENDI ALUSTEKES KIHITAKES ON KIHIT 6 (MOKREIN $\gamma=19kN/m^3$, $E=25MPa$) VÕI KIHIT 7 (BIVAKIVI $\gamma=21kN/m^3$, $Rc=1,5MPa$) VÕI KIHIT 8 (JALLUROLIIT $\gamma=22kN/m^3$, $E=30MPa$).
 6. PINNASETTASE ON PROJEKTEERITUD ABSOLUUTKÕRGUSTEL ABS $+4,55$... $-8,40m$ JA VÕIB TÕUSTA KUNI $0,5m$. SELLEGA ON ARVESTATUD AVARIKOORITUSENA $2,4m$ (JALANINE) $0,5m$ (MÄLITUD) VEESAMBA SURVE MAA-ALUSTE KONSTRUKTIOONIDELE.
 7. KÄIVIKUD TULEB EENALDA KÕIGI KIHIT VÕIJA PINNASEL, MIS SÕLUBSIS OIGAKANKEI EHITUSJÄTKAMISE VÕI LÕUNUDUD PINNAST. TAGASTIÄIDE TEHA RIIHTI THENDATUD ($E=95kN$) MNERKALISE PINNASEGA KUNI KILLUSTIKUST ALLUSKHINI.
 8. VUNDAMENDI ALLA TEHA KILLUSTIKUST ALLUSRIIT PÄRSUSIGA $100mm$ KILLUSTIKUHIIT THENDAMISE MEEHANNISEL $E=10MPa$, $E2/E1=2,2$.
 9. VUNDAMENDI ARMEERIMIST VÕIB ALUSTADA PÄRAST KÕIKIDE AVADE, HÜSSIDE JA KOMMUNIKATSIOONIDE PAIGALDAMIST VASTAVALT ERISADE TÕOIOONISTELE.
 10. HÜDRORIGATSIOONID MATERIAALID PAIGALDADA TOOTJA LÜHENDMATERIAALIDE JÄRGI.
 11. SAHISE KATSEKIHT: SÜSILET MINIMAALNE $>50mm$ NIIMAKSEKIHT $30mm$.
 12. BETONIEHITAMISE VASTU PINNAST: MINIMAALNE $>80mm$ NIIMAKSEKIHT $50mm$.
 13. ARMATUURI JÄTKAMISEL ÜLEKATSEKUS: >500 SPETSIFIKATSIOONIS E OLE ARVESTATUD ÜLEKATSEKUS.
 14. ÜHES LÕIKES MITTE JÄTKATA ÜLE $1/2$ VÄRRASTEST.
 15. EHITUSTÖÖDE TÕOITAMISE JÄRGIJA MÄRKLUSTE JA TÄHNIKUNDE KVALIFITSEERIMISE.
 16. PROJEKTI ERINEVATE OSADE LAHNEVUSE KORRAL TEAVITADA KOHESILE PROJEKTERIAT.

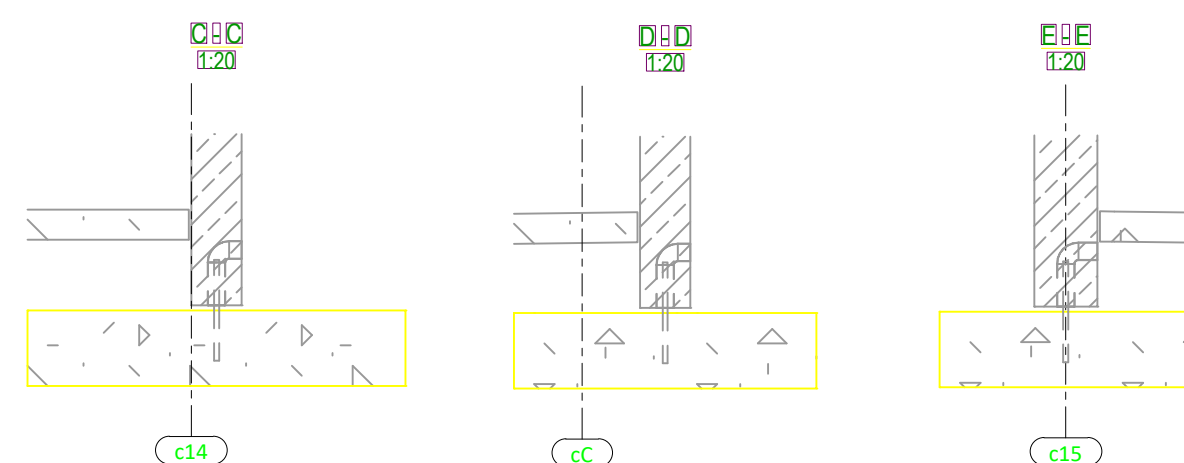
Vundamentitööde tehnoloogilised arvutused

Jrk nr	Töö nimetus	Vundamentitööde tehnoloogilised arvutused				Vundamentitööde tehnoloogilised arvutused				Vundamentitööde tehnoloogilised arvutused									
		Tööliste eriala	Tööliste arv	normatiivne tööjõukulu in-vah	kestus vah	normitaitmis-tegur	Valitud kestus vah	Tööliste eriala	Tööliste arv	normatiivne tööjõukulu in-vah	kestus vah	normitaitmis-tegur	Valitud kestus vah	Tööliste eriala	Tööliste arv	normatiivne tööjõukulu in-vah	kestus vah	normitaitmis-tegur	Valitud kestus vah
1	Raketise ehitamine	Rakestaja	2	1,25	0,63	0,63	1	Rakestaja	2	6,22	3,11	1,04	3	Rakestaja	2	7,72	3,86	0,97	4
2	armeerimine	Armeerija	2	1,15	0,58	0,58	1	Armeerija	4	6,94	1,74	0,87	2	Armeerija	4	7,33	1,83	0,92	2
3	betoonimine	Betoneerija	3	0,61	0,20	0,20	1	Betoneerija	3	3,83	1,28	1,28	1	Betoneerija	4	4,51	1,13	1,13	1
4	Lahtirakestamine	Rakestaja	2	0,90	0,45	0,45	1	Rakestaja	2	3,64	1,82	0,91	2	Rakestaja	2	4,65	2,32	1,16	2

Vundamentitööde ajagraafik

Haardeal	Töö kirjeldus	Vundamentitööde kalendergraafik												
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1 HA	Raketise ehitamine													
	Armeerimine													
	Betoonimine													
	Lahtirakestamine													
2 HA	Raketise ehitamine													
	Armeerimine													
	Betoonimine													
	Lahtirakestamine													
3 HA	Raketise ehitamine													
	Armeerimine													
	Betoonimine													
	Lahtirakestamine													
Tööpäevad		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Armeerimine														
Rakestaja		2	2	2	4	2	2		4	4			2	2
Betoneerija			3			3					4			
Tööpäevad		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Töövajadus, päevas		4	5	6	8	5	2	0	8	8	4	0	2	2
Tööpäevad		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
betooni vajadus m3, päevas														
betooni vajadus m3			17,0				106,0							125,0

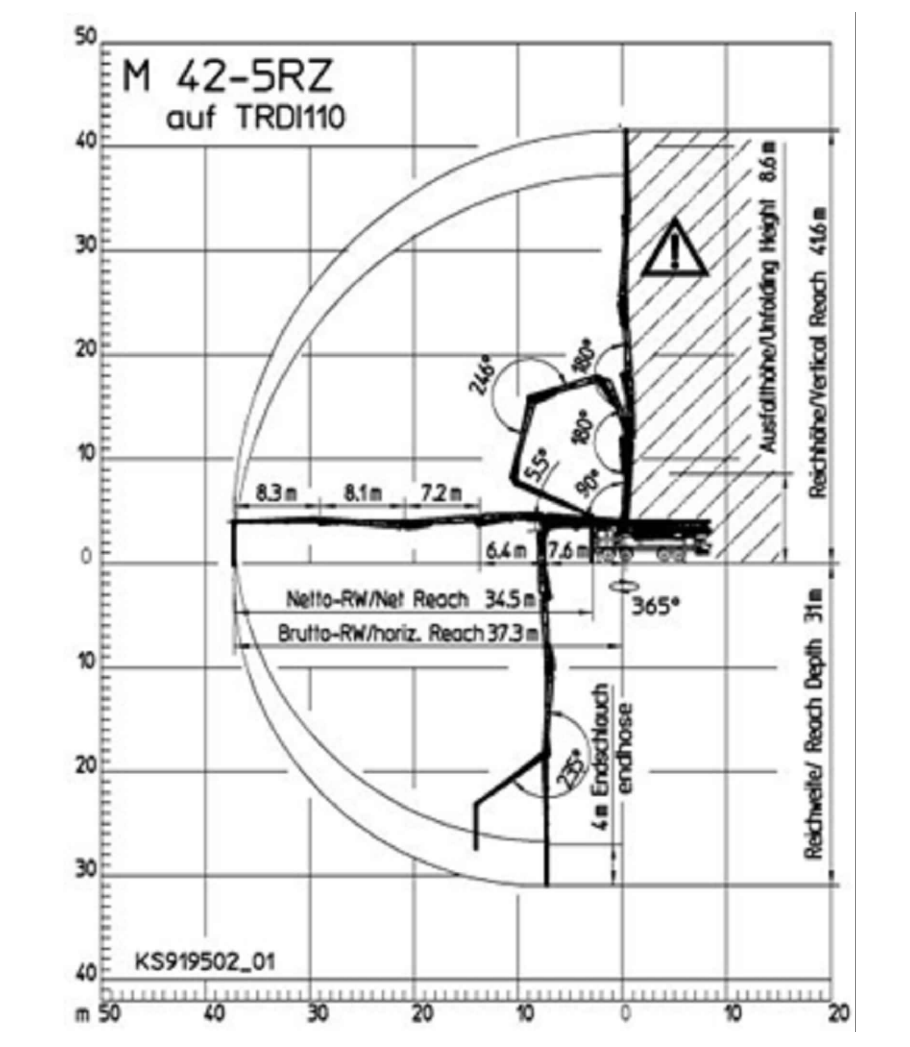
Lintvundamenti lõiged C-C, D-D, E-E



Materjalide mahud

Materjal	I HA	II HA	III HA	Kokku
Sarrus, kg	1 431	9 425	9 960	20 816
Betoon C30/37, m ³	17	64	85	167
Betoon C25/30, m ³	0	42	40	82

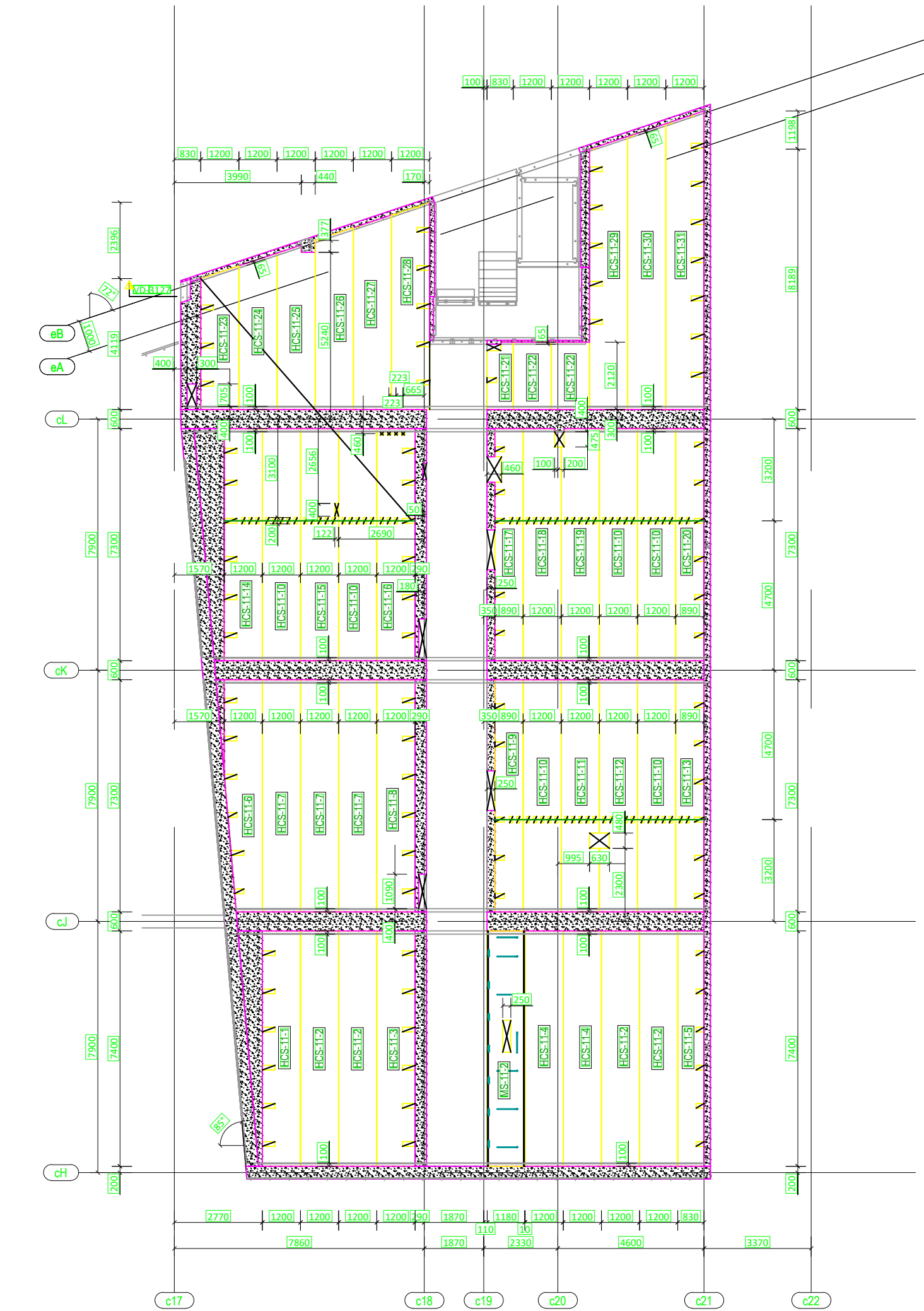
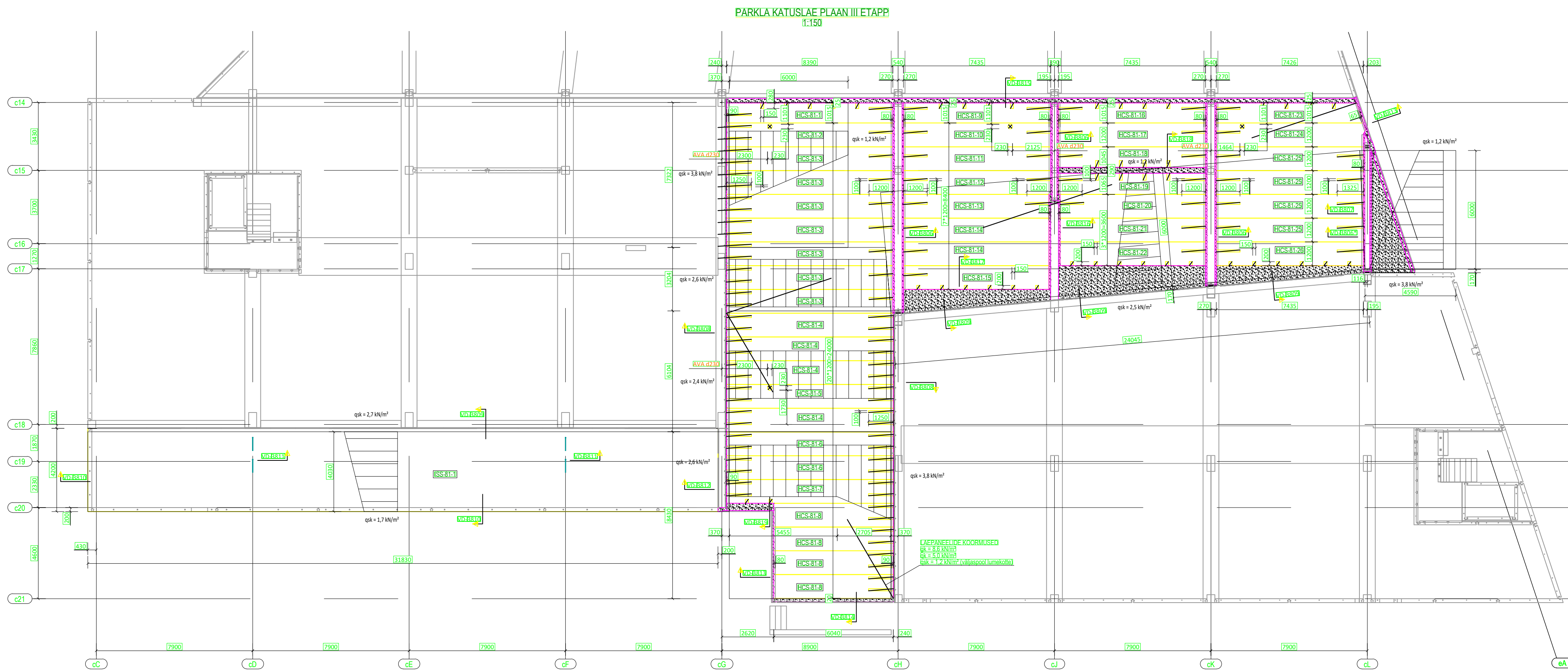
Autobetonipump Putzmeister M42-5 A



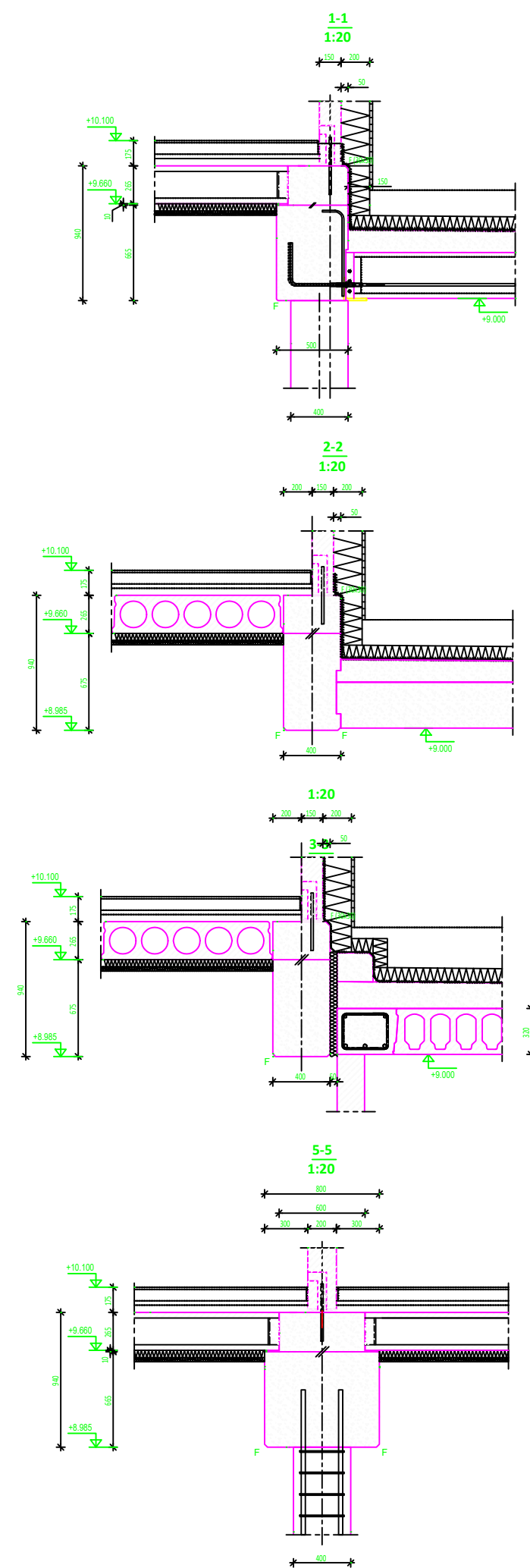
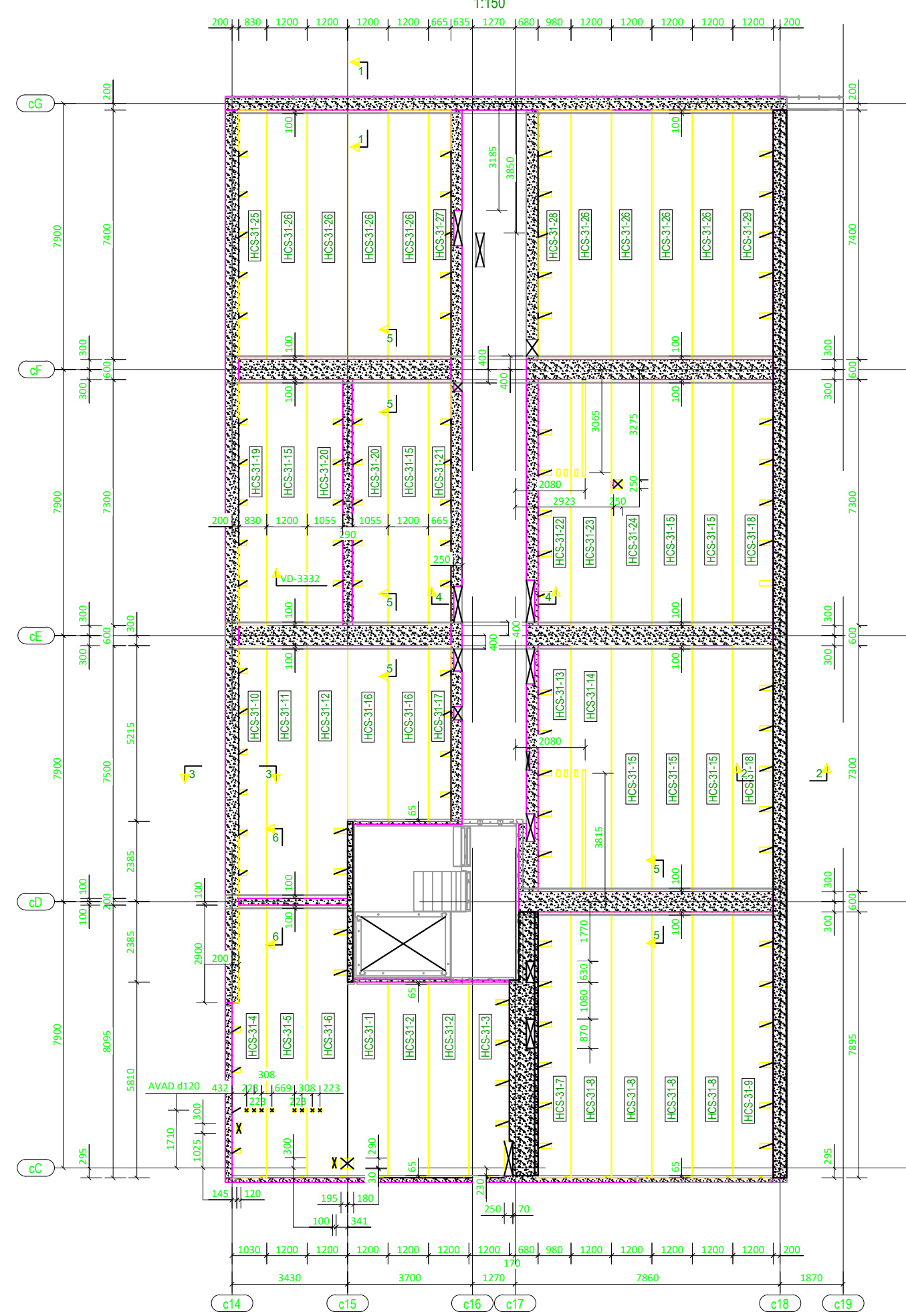
TTÜ INSENERITEADUSKOND Koostas: Saveli Novikov Juhendaja: Virgo Sulakatko	Magistritöö	Leht/lehti: 5/9
	Vundamentitööde tehnoloogiline kaart Ehituse ja arhitektuuri instituut Ehitustehnoloogia ja platsikorralduse analüüs, Tallinnas Kalaranna 21/23 kortermaja näitel	

PARKLA KORRUSE MONTAAZI- JA MONOLIIDITÖÖDE TEHNOLOOGILINE KAART II

KALARANNA 21.1. KORRUSE PÕRANDA PLAAN
1:150



KALARANNA 23.1. KORRUSE PÕRANDA PLAAN
1:150



Parkla õõnespaneelide montaaži tabel

POS.	BETONKEHA MÕÕDUUD [mm]			TK	KAAL [t] / TK	ALUMINE KM [m]
	PAKSUS	PIKKUS	LAIUS			
HCS-81-1	320	8390	1015	1	3.2	+9.000
HCS-81-2	320	8390	1200	1	3.8	+9.000
HCS-81-3	320	8390	1200	7	3.9	+9.000
HCS-81-4	320	8420	1200	4	3.9	+9.000
HCS-81-5	320	8420	1200	1	3.8	+9.000
HCS-81-6	320	8420	1200	2	3.9	+9.000
HCS-81-7	320	8420	1200	1	3.8	+9.000
HCS-81-8	320	6040	1200	4	2.8	+9.000
HCS-81-9	320	7435	1015	1	2.9	+9.000
HCS-81-10	320	7435	1200	1	3.4	+9.000
HCS-81-11	320	7435	1200	1	3.4	+9.000
HCS-81-12	320	7435	1200	1	3.4	+9.000
HCS-81-13	320	7350	1200	1	3.4	+9.000
HCS-81-14	320	7350	1200	2	3.4	+9.000
HCS-81-15	320	7350	1200	1	3.4	+9.000
HCS-81-16	320	7435	1015	1	2.9	+9.000
HCS-81-17	320	7435	1200	1	3.4	+9.000
HCS-81-18	320	7435	1045	1	2.9	+9.000
HCS-81-19	320	7435	1065	1	2.9	+9.000
HCS-81-20	320	7350	1200	1	3.4	+9.000
HCS-81-21	320	7350	1200	1	3.4	+9.000
HCS-81-22	320	7350	1200	1	3.4	+9.000
HCS-81-23	320	7427	1015	1	2.8	+9.000
HCS-81-24	320	7550	1200	1	3.4	+9.000
HCS-81-25	320	7435	1200	4	3.4	+9.000
HCS-81-26	320	7435	1200	1	3.4	+9.000

Kalaranna 23 õõnespaneelide montaaži tabel

POS.	BETONKEHA MÕÕDUUD [mm]			TK	KAAL [t] / TK	ALUMINE KM [m]
	PAKSUS	PIKKUS	LAIUS			
HCS-31-1	265	5810	1200	1	2.5	+9.660
HCS-31-2	265	5810	1200	2	2.6	+9.660
HCS-31-3	265	5810	1200	1	2.5	+9.660
HCS-31-4	265	8095	1030	1	2.8	+9.660
HCS-31-5	265	8095	1200	1	3.6	+9.660
HCS-31-6	265	8095	1200	1	3.5	+9.660
HCS-31-7	265	7895	980	1	2.8	+9.660
HCS-31-8	265	7895	1200	4	3.5	+9.660
HCS-31-9	265	7895	1200	1	3.4	+9.660
HCS-31-10	265	7500	830	1	2.2	+9.660
HCS-31-11	265	7500	1200	1	3.3	+9.660
HCS-31-12	265	7500	1200	1	3.3	+9.660
HCS-31-13	265	7300	980	1	2.6	+9.660
HCS-31-14	265	7300	1200	1	3.2	+9.660
HCS-31-15	265	7300	1200	7	3.2	+9.660
HCS-31-16	265	5215	1200	2	2.3	+9.660
HCS-31-17	265	5215	665	1	1.2	+9.660
HCS-31-18	265	7300	1200	2	3.2	+9.660
HCS-31-19	265	7300	830	1	2.2	+9.660
HCS-31-20	265	7300	1055	2	2.8	+9.660
HCS-31-21	265	7300	665	1	1.7	+9.660
HCS-31-22	265	7300	980	1	2.6	+9.660
HCS-31-23	265	7300	1200	1	3.2	+9.660
HCS-31-24	265	7300	1200	1	3.2	+9.660
HCS-31-25	265	7400	830	1	2.2	+9.660
HCS-31-26	265	7400	1200	8	3.3	+9.660
HCS-31-27	265	7400	665	1	1.7	+9.660
HCS-31-28	265	7400	980	1	2.7	+9.660
HCS-31-29	265	7400	1200	1	3.2	+9.660

Kalaranna 21 õõnespaneelide montaaži tabel

POS.	BETONKEHA MÕÕDUUD [mm]			TK	KAAL [t] / TK	ALUMINE KM [m]
	PAKSUS	PIKKUS	LAIUS			
HCS-11-1	265	7400	1200	1	3.2	+9.660
HCS-11-2	265	7400	1200	4	3.3	+9.660
HCS-11-3	265	7400	1200	1	3.2	+9.660
HCS-11-4	265	7400	1200	2	3.3	+9.660
HCS-11-5	265	7400	830	1	2.2	+9.660
HCS-11-6	265	7300	1200	1	2.9	+9.660
HCS-11-7	265	7300	1200	3	3.2	+9.660
HCS-11-8	265	7300	1200	1	3.2	+9.660
HCS-11-9	265	7300	890	1	2.3	+9.660
HCS-11-10	265	7300	1200	6	3.2	+9.660
HCS-11-11	265	7300	1200	1	3.2	+9.660
HCS-11-12	265	7300	1200	1	3.2	+9.660
HCS-11-13	265	7300	890	1	2.3	+9.660
HCS-11-14	265	7300	1200	1	3.1	+9.660
HCS-11-15	265	7300	1200	1	3.2	+9.660
HCS-11-16	265	7300	1200	1	3.1	+9.660
HCS-11-17	265	7300	890	1	2.2	+9.660
HCS-11-18	265	7300	1200	1	3.2	+9.660
HCS-11-19	265	7300	1200	1	3.2	+9.660
HCS-11-20	265	7300	890	1	2.3	+9.660
HCS-11-21	265	2120	830	1	0.6	+9.660
HCS-11-22	265	2120	1200	2	0.9	+9.660
HCS-11-23	265	4518	1200	1	1.9	+9.660
HCS-11-24	265	4918	1200	1	2.1	+9.660
HCS-11-25	265	5171	1200	1	2.2	+9.660
HCS-11-26	265	5716	1200	1	2.4	+9.660
HCS-11-27	265	6116	1200	1	2.6	+9.660
HCS-11-28	265	6515	1200	1	2.7	+9.660
HCS-11-29	265	8588	1200	1	3.6	+9.660
HCS-11-30	265	8988	1200	1	3.9	+9.660
HCS-11-31	265	9387	1200	1	4.0	+9.660
MS-11-2	265	7400	1180	1	5.4	+9.660

	TTÜ INSENERITEADUSKOND	Magistritöö Parkla korruse montaaži- ja monoliiditööde tehnoloogiline kaart II	Leht/nr: 7/9
	Koostas: Saveli Novikov Juhendaja: Virgo Sulakatko		Ehituse ja arhitektuuri instituut Ehitustehnoloogia ja platsikorralduse analüüs, Tallinnas Kalaranna 21/23 kortermaja näitel

