TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOL
INSENERITEADUSKOND
Ehituse ja arhitektuuri instituut

TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOL

EHITUSTEHNOLOOGIA JA PLATSIKORRALDUSE ANALÜÜS TALLINNAS, SÕJAKOOLI 1B JA 1C KORTERMAJADE EHITUSE NÄITEL

ANALYSIS OF CONSTRUCTION TECHNOLOGY AND BUILDING SITE MANAGEMENT BASED ON THE CONSTRUCTION OF THE APARTMENT BUILDINGS AT 1B AND 1C SÕJAKOOLI STREET, TALLINN

MAGISTRITÖÖ

Üliõpilane: Kaspar Kasemetsa

Üliõpilaskood EAXM204335

Juhendaja: Virgo Sulakatko

Tallinn 2024

AUTORIDEKLARATSIOON

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

6. mai 2024

Autor: .....
/ allkiri /

Töö vastab magistritööle esitatud nõuetele.

"06" mai 2024.

Juhendaja: .....
/ allkiri /

Kaitsmisele lubatud

"06". mai 2024 .

Kaitsmiskomisjoni esimees:

.....
/ nimi ja allkiri /

LIHTLITSENTS LÕPUTÖÖ REPRODUTSEERIMISEKS JA LÕPUTÖÖ ÜLDSUSELE KÄTTESAADAVAKS TEGEMISEKS

Mina**, Kaspar Kasemetsa,**

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

Ehitustehnoloogia ja platsikorralduse analüüs Tallinnas, Sõjakooli 1B ja 1C kortermajade ehituse 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.

06.05.2024

Ehituse ja arhitektuuri instituut

LÕPUTÖÖ ÜLESANNE

Üliõpilane: **KASPAR KASEMETSA** Üliõpilaskood **204335**

Õppekava: **EAXM15 Hooned ja rajatised**
Peaeriala: Ehitusjuhtimine

Lõputöö teema:

EHITUSTEHNOLOOGIA JA PLATSIKORRALDUSE ANALÜÜS TALLINNAS, SÕJAKOOLI 1B JA 1C KORTERMAJADE EHITUSE NÄITEL

Analysis of construction technology and building site management based on the construction of apartement buildings 1B and 1C Sõjakooli street, 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	Johanees.pello@taltech.ee	

Lõputöö põhieesmärgid:

1. Tehnoloogiliste ja korralduslike lahenduste välja töötamine.
2. Monoliitsest raudbetoonist vahelae kontrollarvutus.
3. Monoliitse vahelae ja õõnespaneelidest vahelae majanduslik analüüs.

Töö keel: eesti keel

Lõputöö etapid ja ajakava:

	Ülesande kirjeldus	Tähtaeg
1.	Sissejuhatus, lähteandmed	06.05.2024
2.	Arhitektuurne osa	06.05.2024
3.	Konstruktsiooni osa (monoliitsest raudbetoonist vahelae arvutus)	06.05.2024
4.	Ehitusplatsi üldplaan	06.05.2024
5.	Koondkalendergraafik	06.05.2024
6.	Tehnoloogilised kaardid	06.05.2024
	• Vaiatööde tehnoloogiakaart	06.05.2024
	• Rostvärkide tehnoloogiakaart	06.05.2024
	• -1. korruse kandvate seinte ja postide tehnoloogiakaart	06.05.2024
	• -1. korruse monoliitse vahelae tehnoloogiakaart	06.05.2024
	• Tüüpkorruse monteerimise tehnoloogiakaart	06.05.2024
7.	Majandus- ja uurimuslik osa: monoliitse ja õõnespaneelidest vahelae majanduslik võrdlus	06.05.2024
8.	Töö- ja tuleohutuse ning keskkonnakaitse tagamise plaan	06.05.2024
9.	Kokkuvõte eesti keeles	06.05.2024
10.	Kokkuvõte inglise keeles	06.05.2024
	Lõputööde ülevaatus, mille läbimine on kaitsmise eelduseks	**06.05.2024**

Peale ülevaatust saab teha väiksemaid korrektuure ja üles laadida töö Moodle keskkonda plagiaadikontrolliks ÜHE pdf failina.
Palun vormistada lõputöö käesolevale mallile. Nõuetele mittevastavaid lõputöid kaitsmisele ei lubata.

Esitlusmaterjalid kaitsmisel: A1 joonised

	Kirjeldus	Tähtaeg
1	Hoone vaated	06.05.2024
2	Tüüpkorruse arhitektuurne plaan ja hoone lõiked	06.05.2024
3	Konstruktsiooni joonis	06.05.2024
4	Ehitusplatsi üldplaan	06.05.2024
5	Koondkalendergraafik	06.05.2024
6	Vaiatööde tehnoloogiakaart	06.05.2024
7	Rostvärkide tehnoloogiakaart	06.05.2024
8	-1. korruse monoliitsete seinte tehnoloogiakaart	06.05.2024
9	-1. korruse monollitse vahelae tehnoloogiakaart	06.05.2024
10	Tüüpkorruse monteerimise tehnoloogiakaart	06.05.2024

Lõputöö esitamise tähtaeg: 6. mai 2024

Plagiaadikontrolli läbinud lõputöö digiallkirjastatakse autori, juhendaja(te), konsultandi(tide) ja kaitsmiskomisjoni esimehe poolt. Paberil pole vaja allkirju koguda.

Lõputöö ülesanne välja antud: 20.02.2023

Juhendaja: **Virgo Sulakatko** .....

Ülesande vastu võtnud: **Kaspar Kasemetsa** .....

Avalikustamise piirangu tingimused: puuduvad

SISUKORD

AUTORIDEKLARATSIOON 2
LIHTLITSENTS LÕPUTÖÖ REPRODUTSEERIMISEKS JA LÕPUTÖÖ ÜLDSUSELE KÄTTESAADAVAKS TEGEMISEKS 3
SISUKORD 6
EESSÕNA 9
TABELITE LOETELU 10
JOONISTE LOETELU 11
ESITLUSJOONISTE LOETELU 12
SISSEJUHATUS 13
1. lähteandmed ja ehitustingimused 14
1.1 Asukoht 14
1.2 Ehitise lühikirjeldus 14
1.3 Ehitise tehnilised andmed 14
1.4 Pinnareljeef 14
2. Arhitektuurne osa 16
2.1 Hoone üldkirjeldus 16
2.2 Vundament 16
2.3 Hoone kandekonstruktisoonid 16
2.3.1 Maa-aluse korruse kandekonstruktsioonid 16
2.3.2 Maapealse osa kandvad konstruktsioonid 17
2.3.3 Rõdukonstruktsioonid 17
2.3.4 Välis- ja sisetrepid 17
2.4 Välisseinad ja fassaad 18
2.5 Liftid 18
2.6 Katuslaed 18
2.7 Siseseinad 18
2.8 Avatäited 19
2.9 Viimistlus 19
2.9.1 Seinad 19
2.9.2 Laed 19
2.9.3 Põrandad 20
2.10 Tehnosüsteemid 20

2.10.1 Veevarustus ja kanalisatsioon 20
2.10.2 Küte, ventilatsioon ja jahutus 21
2.10.3 Tugevvool 22
3. Konstruktsiooni osa 23
3.1 Koormuse määramine 23
3.1.1 Normkoormused 23
3.1.2 Arvutuslikud koormused 24
3.2 Monoliitsest raudbetoonist vahelae arvutusskeem ja sisejõud 24
3.2.1 Sisejõud 25
3.3 Armatuuri dimensioneerimine 25
3.3.1 Armatuur esimeses avas 26
3.3.2 Armatuur esimesel vahetoel 27
3.3.3 Armatuur teises avas 28
3.3.4 Armatuur teisel vahetoel 29
3.3.5 Armatuur kolmandas avas 30
3.3.6 Armatuur kolmandal vahetoel 31
3.3.7 Armatuur neljandas avas 32
3.3.8 Armatuur neljandal vahetoel 33
3.3.9 Armatuur viiendas avas 34
3.4 Toearmatuur 35
3.5 Plaadi põikjõukindlus 36
4. Ehitusplatsi üldplaan 37
4.1 Tornkraana valik 37
4.2 Teed ja platsid 39
4.3 Ehitusplatsi laod 39
4.4 Ajutised hooned ja ehitised 39
4.5 Ajutine elekter 39
4.6 Ajutine vesi ja kanalisatsioon 40
4.7 Ajutine soojusvarustus 40
4.8 Ehitusplatsi piirded ja valve 40
4.9 Jäätmekorraldus 41
5. Koonkalenderplaan 42
5.1 Üldpõhimõtted 42
5.2 Ehitusmaksusmus 42
6. Tehnoloogilised kaardid 44

6.1 Vaiatööd ... 44
6.1.1 Vaiatööde eeltööd ... 44
6.1.2 Vaiatööde tehnoloogilised arvutused ... 44
6.1.3 Vaiatööde tööjõu vajadus ... 45
6.2 Rostvärgid ... 48
6.2.1 Rostvärkide eeltööd ... 48
6.2.2 Rostvärkide tehnoloogilised arvutused ... 48
6.2.3 Rostvärkide tööjõu vajadus ... 48
6.3 -1. korruse kandvad seinad ja postid ... 51
6.3.1 Tööde kirjeldus ... 51
6.3.2 Töödeks vajalike materjalide kogused ... 51
6.3.3 Tööjõuvajadus ja tehnoloogilised arvutused ... 52
6.4 -1. korruse monoliitne vahelagi ... 55
6.4.1 Tööde kirjeldus ... 55
6.4.2 Materjalide vajadus ... 55
6.4.3 Tehnoloogilised arvutused ... 55
6.5 Tüüpkorruse montaaži tehnoloogia kaart ... 57
6.5.1 Tööde kirjeldus ... 57
6.5.2 Seinapaneelide monteerimine ... 57
6.5.3 Vahelae monteerimine ... 57
6.5.4 Tüüpkorruse montaaži tööjõu vajadus ja tehnoloogilised arvutused ... 57
7. Majanduslik osa ... 60
7.1 Lähteandmed ... 60
7.2 Materjalide maksumus ... 60
7.2.1 Monoliitse vahelae armatuuri maksumus ... 60
7.2.2 Monoliitse vahelae raketise maksumus ... 60
7.2.3 Monoliitse vahelae betooni maksumus ... 60
7.2.4 Monoliitse tööjõukulu maksumus ... 61
7.2.5 Monoliitse vahelae kogumaksumus ... 62
7.3 Majandusliku osa kokkuvõte ... 62
8. Töö- ja tuleohutuse ning keskkonnakaitse tagamise plaan ... 63
9. Kokkuvõte ... 64
SUMMARY ... 65
KASUTATUD KIRJANDUS ... 66

EESSÕNA

Käesolev lõputöö on koostatud ehitusplatsikorralduse ja ehitustehnoloogia analüüsi eesmärgil Tallinnas, Sõjakooli 1B/1C korterelamute näitel, mille ehituse peatöövõtjaks on BILDGREN Ehitus OÜ. Lõputöö autor töötab antud objektil objektijuhina ning vastutab betoonitööde ja välitööde eest.

Lõputöö juhendajaks on Tallinna Tehnikaülikooli teadur Virgo Sulakatko ning konsultandiks konstruktsiooni osas professor Johannes Pello.

Autor soovib tänada lõputöö koostamisel abiks olnud juhendajat ning konsultanti, samuti BILDGREN Ehitus OÜ töölisi, kes olid abiks informatsiooni saamisel.

TABELITE LOETELU

Tabel 1.1 Ehitise tehnilised näitajad 14
Tabel 4.1 Montaažiparameetrid..... 38
Tabel 4.2 Elektritarbijad ehituse ajal..... 39
Tabel 5.1 Sõjakooli 1B/1C korterelamute ehitusmaksumus järg 1 42
Tabel 5.1 Sõjakooli 1B/1C korterelamute ehitusmaksumus järg 2 43
Tabel 6.1 Vaiatööde tööjõukulu..... 46
Tabel 6.2 Vaiatööde tehnoloogilised arvutused 47
Tabel 6.3 Rostvärkide ehitamise tööjõukulu..... 49
Tabel 6.4 Rostvärkide tehnoloogilised arvutused..... 50
Tabel 6.5 Materjalide vajadus haardealade kaupa 51
Tabel 6.6 Seinte ja postide raketise spetsifikatsioon. 52
Tabel 6.7 -1. korruse kandekonstruktsioonide tööjõuvajadus..... 53
Tabel 6.8 -1. korruse kandekonstruktsioonide tehnoloogilised arvutused 54
Tabel 6.9 -1. korruse vahelae materjali vajadus 55
Tabel 6.10 -1. korruse monoliitse vahelae tööjõukulu 56
Tabel 6.11 -1. korruse monoliitse vahelae tehnoloogilised arvutused..... 56
Tabel 6.12 A-hoone montaaži tööjõukulu..... 58
Tabel 6.13 A-hoone tehnoloogilised arvutused..... 58
Tabel 6.14 B-hoone montaaži tööjõukulu..... 59
Tabel 6.15 B-hoone tehnoloogilised arvutused 59
Tabel 7.1 Monoliitse tööjõukulu arvutused..... 61

JOONISTE LOETELU

Joonis 3.1 Vahelae konstruktsioon VL-02 23
Joonis 3.2 Arvutuskeem 24
Joonis 3.3 Põikjõu epüür (kN) 25
Joonis 3.4 Paindemomendi epüür (kNm) 25
Joonis 4.1 Tornkraana Liebherr 420 EC-H 16 Litronic tõstegraafik [4] 38
Joonis 6.1 Vaialõige 45

ESITLUSJOONISTE LOETELU

Lõputöö koosseisu kuulub 10 esitlusjoonist formaadis A1:

Joonis 1: Hoone vaated
Joonis 2: Tüüp korruse arhitektuurne plaan ning lõiked
Joonis 3: Konstruktsiooni joonis
Joonis 4: Ehitusplatsi generaalplaan
Joonis 5: Koondkalendergraafik
Joonis 6: Vaiatööde tehnoloogiakaart
Joonis 7: Rostvärkide tehnoloogiakaart
Joonis 8: -1. korruse monoliitsete seinte tehnoloogiakaart
Joonis 9: -1. korruse monoliitse vahelae tehnoloogiakaart
Joonis 10: Tüüpkorruse seinapaneelide montaaži tehnoloogiakaart
Joonis 11: Tüüpkorruse õõnespaneelide montaaži tehnoloogiakaart

SISSEJUHATUS

Magistri lõputöö raames teostatakse ehitustehnoloogia ja platsikorralduse analüüs Tallinnas, Sõjakooli 1B/1C korterelamute näitel. Korterelamuid on kokku kaks, mida ühendab maa-alune parkla ning lõputöös käsitletakse mõlemaid hooneid. Hoone ehitustöid teostab BILDGREN Ehitus OÜ.

Lõputöö raames leitakse korralduslikud ja tehnoloogilised lahendused, mis on vajalikud hoone ehitamiseks. Lisaks teostatakse B-hoone vahelaele konstruktsiooni arvutus, kus õõnespaneelid asendatakse monoliitse vahelaega. Monoliitsele vahelaele arvutatakse vajalik armeering ning majanduslikus osas leitakse asenduse majanduslik tasuvus.

Järgnevas lõputöö peatükis koostatakse objekti üldplaan ning selgitatakse ehitusaegset objekti olukorda.

Viiendas peatükis koostatakse ehituse koondkalendergraafik, kus kajastatakse ehitusperioodi maksumust koos selle juhtimisega ajas.

Viis tehnoloogilist kaarti ehituse kohta koostatakse lõputöö kuuendas peatükis. Tehnoloogiakaardid koostatakse vaiatöödele, rostvärkide ehitusele, -1. korruse monoliitsete seinte ehitusele, -1. korruse monoliitse vahelae rajamisele ning tüüpkorruse montaažile.

Lõputöö majanduslikus osas arvutatakse monoliitse vahelae rajamisest tekkivaid kulusid BILDGREN Ehitus OÜ poolt koostatud eelarvelise õõnespaneelidest vahelae monteerimise maksumusega ning analüüsitakse selle tasuvust või mitte tasuvust.

Kaheksandas peatükis tuuakse lõputöö koostaja poolt välja tööohutuse ja keskkonna nõuded ehitusprotsessile.

Võtmesõnad: esimene, teine, kolmas, neljas, magistritöö

1. LÄHTEANDMED JA EHITUSTINGIMUSED

1.1 Asukoht

Lõputöös käsitletavad hooned asuvad Tallinna Kristiine linnaosas aadressil Sõjakooli tänav 1b//1C. Rajatakse kaks hoonet, mida ühendab maa-alune parkla. L- kujulise hoone sisehoovi rajatakse mõlema hoone kasutusse jääv hoov, kus paikneb ka lastele mänguväljak. Hooned piiratakse krundi piiril piirdeaiaga. [1]

Hooned on kahest küljest piiratud Sõjakooli tänavaga, maa-alusesse parklasse saab edela poolsest küljest. Mõlema hoone peasissepääsud jäävad maa-aluse parkla peale ning nendeni pääseb mööda Sõjakooli tänavalt algavat kõnniteed. [1]

1.2 Ehitise lühikirjeldus

Rajatav hoone koosneb kahest eraldiseisvast hoone mahust, mida ühendab maa-alune parkla. A-hoone paikneb maa-aluse parkla peal ning on kolme korruseline, B-hoone on maa-aluse parkla kõrval ning nelja korruseline. [1]

Detailplaneeringuga on krundile lubatud kuni kolme korruselised hooned. Hoonete maksimaalne absoluutkõrgus ei ole piiritletud. [1]

1.3 Ehitise tehnilised andmed

Tabel 1.1 Ehitise tehnilised näitajad

Tehniline näitaja	
Ehitusalune pind	2455,3 m^2
Maa-aluse osa alune pind	1937,7 m^2
Maapealse osa alune pind	1569,6 m^2
Maa-aluse osa korruste arv	1
Maapealse osa korruste arv	3
Pikkus	76,3 m
Laius	53,3 m
Sügavus	1,5 m
Kõrgus maapinnast	12,8 m
Absoluutne kõrgus	+ 38,3 m
Suletud brutopind maa-alune	1941,4 m^2
Suletud brutopind maapealne	4248,3 m^2
Suletud netopind	5498,0 m^2
Köetavpind	4129,4 m^2
Projekteeritud korterite arv	48

1.4 Pinnareljeef

Hoone süvendi kaevesügavus olemas olevast pinnasest on 3,6-3,8 meetrit, millest esimesed 0,2- 0,4 meetrit on mulla pinnas, millele järgneb 0,6-0,8 meetri paksune täitepinnas, mis koosnev üldiselt mullast, liivast ja tellisepurust. Järgmiseks pinnasekihiks on meretekkeline liivapinnas, mis olenevalt asukohast hakkab 0,2-3 meetri sügavuselt maapinnast, kohati esineb läätsena ka keskliiva. Nõrgad savi- ja

möllpinnased algavad maapinnast 3,4- 4,2 meetri sügavuselt, millele järgneb 5-7 meetri sügavusel möll- ja liivapinnased. Moreenikiht jääb hoone all pinnasest 6,2 kuni 17 meetri sügavusele. [2]

Pinnavee tase on maapinnast 2,8 kuni 3,6 meetri sügavusel. Uuringute teostamine jäi sesoonse madalseisu aega ning tulenevat sessoonsest amplituudist võib põhjavee tase olla 0,5 meetri võrra kõrgem, kõrgvee ajal 1 meetri võrra kõrgem. [2]

2. ARHITEKTUURNE OSA

Arhitektuurse osa kirjeldamise aluseks on võetud Arhitekt 11 OÜ poolt koostatud Sõjakooli 1B//1C kortermajade arhitektuurse põhiprojekti seletuskiri. [1]

2.1 Hoone üldkirjeldus

Tulenevalt Tondi tänava kasarmuhoonetest on antud rajoon Tallinnas ainulaadne ning omab väärikat tellisarhitektuuri. Rajatav hoone planeeritakse väärikaks, kuid selliselt, et see ei mõjutaks ümbritsevat ajaloolist tellisarhitektuuri. Rajatav hoone on planeeritud L-kujuline ning L-i lühem külg keeratakse hoovi poole. Sellega saavutatakse privaatne sisehoov, mis kahest küljest on piiratud rajatavate hoonetega ning kahest küljest ajaloolise kasarmuhoone ja pumbajaamaga. Hoonete maapealsed osas paiknevad üksteise suhtes risti ja viidud teine teisest maksimaalselt kaugele, et säilitada privaatsust. [1]

Hoonetesse on võimalik sisse pääsed maa-aluse parkla kaudu, mille sissepääsudeks on edela küljelt pandus ning kirdes käänduks. Samuti saab hoonetesse siseneda esimese korruse peaustest, mis paiknevad maa-aluse parkla peal ning on ühendatud tänavaga. [1]

Tulenevalt pinnase langemisest loode suunas planeeritakse B-hoonel korterid ka parkla korrusega ühte tasapinda. Tulenevalt sellest on B-hoonel korteritega korruseid neli ning A-hoonel kolm. [1]

2.2 Vundament

Hoone vundament on projekteeritud tulenevalt pinnasest vaivundamendile. Rajatavad monoliitsest raudbetoonist vaiad peavad ulatuma diktüoneemakildi või liivakivi kihti vähemalt 1000 mm jagu. Vaiadele rajatakse monoliitsest raudbetoonist rostvärgid, mis ankurdatakse vaiadest välja ulatuvate pikiarmatuuriga. Karkassipostide jaoks rajatakse vaiade peale plaatrostvärgid, kandvate seinte alla rajatakse lintrostvärgid. [3]

Plaatrostvärgist jäetakse monoliitsete raudbetoonist postide jaoks välja ankurdusvardad. Raudbetoonist seinapaneelide ankurdamiseks jäetakse lintrostvärgist välja ankurdusvardad, mis hiljem monolitiseeritakse seinapaneeli külge.

2.3 Hoone kandekonstruktisoonid

2.3.1 Maa-aluse korruse kandekonstruktsioonid

Maa-aluse parkla välisseinad on monoliitsest raudbetoonist C30/37 paksusega 200 mm. Seina veekindlus tagatakse betoonilisandiga Penetron Admix, töövuukides kasutatakse veekindlust tagavaid vuugiprofiile ning täiendavalt kaetakse töövuugid väljast poolt hüdroisolatsiooniga. Kogu seina pind kaetakse väljast 200 mm paksuse vahtpolüstüreeni EPS-120 perimeetriga. [3]

Maa-aluse parkla kandvad siseseinad on 200 mm paksused monoliitsest raudbetoonist. Seinte rajamiseks kasutatakse betooni survetugevusklassiga C30/37. Lisaks kasutatakse kandekonstruktsioonidena ka monoliitsest raudbetoonist poste mõõtudega 450x800 mm ja 300x800 mm. Monoliitsed kandepostid betoneeritakse betooniga C30/37. [3]

B-hoone -1. korruse välis- ja siseseinad on monteeritavatest raudbetoon elementidest. Siseseinad on ühekihilised 200 mm paksused seinapaneelid ning välisseinas kasutatakse ühekihilisi 150 mm paksuseid seinapaneele. [3]

Maa-aluse parkla A-hoone alune vahelagi ja osaliselt ka B-hoone vahelagi rajatakse monoliitsest raudbetoonist paksusega 250 mm, betooni survetugevusklassiga C30/37. Lisaks tugevdatakse vahelage A-hoone kandvate seina all monoliitsest raudbetoonist taladega. Maa-aluse parkla katuslagi A ja B-hoone vahel rajatakse 300 mm paksusest monoliitsest raudbetoonist. [3]

B-hoone -1. korruse vahelagi rajatakse monteeritavatest õõnespaneelidest paksusega 265 mm. Peale monteerimist vuugid ja monoliitsed vaheosad armeeritakse ning monolitiseeritakse üheks tervikuks. [3]

2.3.2 Maapealse osa kandvad konstruktsioonid

Maapealse osa kandvad välisseinad on 150 mm raudbetoonist seinaelemendid ning siseseinad 200 mm seinaelemendid. Seinapaneelid tuleb tehases betoneerida betooniga, mille survetugevus on C30/37. Seinapaneelide kõrgus B-maja -1. korrusel on 3590 mm, A- hoone ja B-hoone 1. korrusel 2865 mm, 2. korrusel 3095 mm ning 3. korrusel 3295 mm. Elemendid ühendatakse omavahel trossaasadega. [3]

Maapealsete korruste vahelaed ja katuslaed on monteeritavatest eelpingestatud õõnespaneelidest paksusega 265 mm. Õõnespaneelide maksimaalne sille on 9100 mm. Kohtades, kus tulenevalt avast või paralleelselt õõnespaneeliga paikneb kandev sein rajatakse vahelagi monoliitsest raudbetoonist paksusega 265 mm. Helileviku takistamiseks korterite vahel läbi õõnespaneeli õõnte betoneeritakse korterite vahelise seina kohale jäävad õõned täis. Lisaks õõnespaneelidele ja monoliitsetele osadele kasutatakse vahelagedes ka raudbetoonist täisplaadist elemente, mis paiknevad trepimarsi tsoonides. [3]

2.3.3 Rõdukonstruktsioonid

Hoonele on projekteeritud pool ümara kujuga monteeritavad raudbetoonist rõduelemendid. Rõduelemendid toetuvad konsoolsetele terastaladele, mis omakorda toetuvad välisseintele ning on ankurdatud õõnespaneelidesse. Rõduelemendid on välisservast projekteeritud servatalaga, mis katab paneeli alla jäävaid terastalasid. [3]

2.3.4 Välis- ja sisetrepid

Hoone sisesed trepid on projekteeritud monteeritavatena. A-hoonel on -1. korrusele planeeritud ümber liftišahti pöörav monteeritav trepp, ülejäänud sisetrepid on kõik planeeritud ühe pika sirge marsina, mis toetub ülevalt ja alt podestidele. Podestid on täispaneelid, mis toetatakse hoone pikiseintele sarnaselt vahelaele. Trepimarsid on

projekteeritud alt sileda ning pealt täisastmetega. Hoone välised trepid on projekteeritud täis mahus monoliitsest raudbetoonist. [3]

2.4 Välisseinad ja fassaad

Hoone ühekihilised raudbetoonist seinapaneelid kaetakse soojusisolatsiooniga vahtpolüstüreen EPS-60 Silveriga, mille paksus on 250 mm. Soojustuse peale lisatakse liimimise teel fassaadi kattematerjaliks mustjas-hall lamelltellis suurusega 400x 40 mm vuugi laiusega 10 mm. Akende perimeetris paigaldatakse eenduv vorm, mis kaetakse lamelltellistega. Aknapaled kaetakse messing komposiitplaadiga. Lisaks aknapaledele kasutatakse komposiitplaati veel peasissekäikude külgseintes, mis kaetakse harjatud messingust komposiitplaadiga Coil Gold Brushed 40 tahvlitega. Akende vertikaalsed vahe osad kaetakse musta mati komposiitplaadiga Alucoil Larson Black Jet. Hoone välisseinad peavad vastama heliioslatsioonile $R'_{tr,s,w} \geq 35$ dB. [1], [3]

2.5 Liftid

Mõlemad hooned varustatakse kõiki korruseid läbiva liftiga. Tulenevalt tuleohutusnõudest projekteeritakse hoonesse liftid, mille parklakorruse uks vastab E120 nõudele. [1]

2.6 Katuslaed

Maa-aluse parkla katuslaeks on projekteeritud pööratud katus, mida katab haljastuse mullakiht või kõnniteede aluskonstruktsioonid. Monoliitsest raudbetoonist katuslae plaadile paigaldatakse vett pidavaks kihiks 3- kihiline SBS membraan, mille peale lisatakse dreenmatt koos geotekstiiliga. Järgnevaks kihiks on soojusisolatsioon XPS 250 kihi paksusega 150 mm. Soojustuse peal paikneb täiendav dreenmati ja geotekstiili kiht, mille peale paigaldatakse mulla või kõnnitee aluskonstruktsioonide kihid. Pööratud katuse puhul toimub sadevee kogumine SBS-i kihtide pealt ning täiendavalt ka pinnase kihtidest kahe tsoonilise sadeveekaevuga. [1]

Hoonete katuslaed rajatakse monteeritavatest õõnespaneelidest, mille peale paigaldatakse 1 kihiline SBS- membraan aurutõkkeks. Aurutõkke peale paigaldatakse soojusisolatsiooniks kalletega vahtpolüstüreen EPS 60. Katuse tuulutuseks paigaldatakse EPS-i peale tuulutussoontega jäik mineraalvilla plaat, mis kaetakse kahe kihilise SBS membraaniga. [1], [3]

B-hoone 2. korruse katuslaele on planeeritud kahe korteri katuseterrassid. Tulenevalt sellest on antud katuslaele lisatud 80 mm monoliitsest raudbetoonist plaat, mis paigaldatakse tuulutussoontega jäiga mineraalvilla plaadi peale ning kaetakse kahe kihilise SBS membraaniga. A-hoone katusele säilitatakse võimalus katuseterrass rajada hiljem. [1], [3]

2.7 Siseseinad

Mittekandvateks siseseinteks on planeeritud hoones peamiselt šahti seinad, mis rajatakse Bauroc Acoustic kergplokist paksusega 150 mm ja 100 mm. Parklakorruse

panipaikade seinad laotakse õõnesplokk Columbia kivi plokkidest, mille õõned jäetakse armeerimata ja betoneerimata. [1]

Ruumide vahelised kergseinad on projekteeritud kipskarkass seinad, kasutades karkassi sammu 600 mm ning suurema koormusega seinte puhul 400 mm. Kuivruumide vahelised ning kuiv- ja märgruumi vahelised seinad kaetakse mõlemalt poolt tavalise ja erikõva kipsplaadiga. Märgruumide sisesed katteseinad rajatakse topelt niiskuskindlast kipsplaadist. Karkassi vahed täidetakse mineraalvillaga ning valamute ja kappide taha nähakse karkassi vahele ette vineerist tugevdus. [1]

2.8 Avatäited

Hoonele on kavandatud puit-alumiinium raamil aknad. Akna klaaspaketiks on valitud kolmekihiline selektiivklaasiga pakett, aknaraam ja klaasi liistud värvilt must RAL 9005.B-maja kõikidele akendele on esitatud helipidavusnõue $R_w+C_{tr}\geq 27$ dB, A-maja kahel küljel on helipidavusnõue samuti $R_w+C_{tr}\geq 27$ dB, kuid Sõjakooli tänava poolsetel fassaadidel on akendele suurendatud helipidavus nõue. Teljel A on helipidavus nõudeks $R_w+C_{tr}\geq 34$ dB ning teljel 2 $R_w+C_{tr}\geq 30$ dB. [1]

Hoone välisuksed lahendatakse klaasalumiinium- ja terasprofiilustega. Hoonete peasissepääsudes kasutatakse klaasalumiinium lahendusega uksi ning parklasse sissepääsudes terasprofiiluksi. [1]

Korterite sisemised uksed on projekteeritud puidust sileuksed, mis värvitakse valgeks. Märgruumidesse on ette nähtud niiskuskindlad uksed. Siseuste kõrgus on 2300 mm ning laius olenevalt ruumi kasutusotstarbest on 800 mm või 900 mm. Korterite välisuksed on puidust tuletõkke manteluksed, mis lamineeritakse naturaalse tammeimitatsiooniga. Korterivälisustele esitatakse tulepüsivus nõue EI30 s200 ning heliisolatsiooninõue $R_w\geq 38$ dB. [1]

2.9 Viimistlus

2.9.1 Seinad

Korterite siseseinad viimistletakse matipinnalise seinavärviga, mille toon on Tikkurila F487. Märgruumide seintesse on planeeritud vastavalt siseviimistluspaketile keraamiline plaat, mille mõõdud on 75x300 mm, 600x600 mm või 600x1200 mm. Märgruumide aktsent seintes kasutatakse pestavat seinavärvi. [1]

2.9.2 Laed

Hoones on planeeritud säilitada võimalikult palju õõnespaneelist lagesid, kuid tulenevalt kommunikatsioonide varjamisest rajatakse ka kipsplaatidest ripplagesid, mis viiakse maksimaalsele kõrgusele. Kipsripplagede kõrguseks on planeeritud 2400-2500 mm, õõnespaneellae kõrguseks on 3000 mm ning viimasel korrusel 3200 mm. Kõik laed viimistletakse valgeks ja niisketes ruumides kasutatakse viimistlemiseks niiskuskindlat värvi. [1]

2.9.3 Põrandad

Korterite põrandaviimistlus eluruumides on ujuvpaigaldusega tammeparkett, mis kahe siseviimistluspaketi puhul paigaldatakse kalasaba mustrisse. Märgruumide, majapidamisruumide ja esikute põrandakatteks on keraamiline plaat. Keraamilise põrandakatte puhul kasutatakse seina ja põranda liites sokliplaati ning parketi puhul põrandaliistu. [1]

Üldala koridoride põrand kaetakse tumedat tooni keraamilise plaadiga, mille mõõdud on 1200x 1200 mm. Trepimarssidel, panipaikades, parklas ja parklakorruse üldkasutatavates ruumides rajatakse puhasbetoon pind, mis kaetakse impregneeriga. [1]

2.10 Tehnosüsteemid

2.10.1 Veevarustus ja kanalisatsioon

Hoone veemõõdusõlm on planeeritud -1. korruse tehnoruumi ning projekteeritud vastavalt AS Tallinna Vesi nõuetele. Hoone tarbevee liitumispunkt on rajatud hoone A telje lähedusse varasemas etapis. Liitumispunktist tuuakse veesisend hülsstorus tehnoruumi ning pööratakse põrandast 80 cm kõrguselt põrandaga paralleelseks, põlv teostatakse elektrikeevispõlvega ning lõpetatakse kuulkraaniga DN25. Seinale paigaldatakse veemõõtja konsool, mille külge omakorda kinnitatakse kaugloetav veearvesti. Konsoolile järgneb torukolmik proovivõtuks ja tühjendamiseks ning peale kolmikut DN25 kuulkraan. Korterite veearvestid on planeeritud trepikodadesse korteri välisuste ette ripplae taha. Arvestid on kaugloetavad ning varustatud tagasilöögiklappidega. [6]

Hoone sooja tarbevee tootmine on projekteeritud soojasõlmes kaugkütte baasil. Kõikide korteriteni jõuab soevesi läbi ringlussüsteemi, mida tsirkuleeritakse ringluspumbaga. Sooja tarbevee temperatuuriks on 55 °C ning see saavutatakse soojussõlmes läbivoolse kiirveesoojendi soojusvahetiga. Kõikide korterite sooja tarbevee sisendtorudeks on planeeritud De20 mm torud, et tagada sooja vee jõudmine tarbijani alla 20 sekundi. [6]

Hoonele on planeeritud viis kastmiskraani, millest kaks paikneb pööratud katusel hoone fassaadil, kaks katuse terrassidel ning üks garaažis. Üldaladel paiknevad kastmiskraanid saavad toite peale peaveearvestit ning katuseterrassidel olevad kastmiskraanid vastava korteri toiteliinilt. [6]

Hoone tulekustutusvesi on tagatud hüdrantidega, mis paiknevad Tondi tänaval ning Sõjakooli tänaval. Eraldiseisvat veetoitel tulekustutussüsteemi hoonele ette ei ole nähtud. [6]

Hoone reovesi juhitakse lahkvoolsesse ühiskanalisatsiooni, mille liitumispunktid on kinnistu piiril. Hoone sadevesi kogutakse pööratud katuslaelt mitme tsoonilise katuselehtiga ning katuselt katusekaevudega. Sadevesi juhitakse HDPE-survetorudega šahti mööda -1. korrusele, kuhu paigaldatakse läbiviik hoonest välja. Kogu sadeveetorustik isoleeritakse. [6]

Olmereovee torustik on projekteeritud isevoolsena ning mõlemast hoonest juhitakse reovesi eraldi liiniga hoonest välja. Kõikide olmekanalisatsiooni püstikud lõppevad

katusel tuulutuspüstikutega, mis viiakse katusel võimalikult kaugele katuseterrassidest. Hoones paiknevate jahutusseadmete kondensaat suunatakse olmekanalisatsiooni. Kõik olmekanalisatsiooniga ühenduses olevad sanitaarseadmed peavad olema tihedad, et vältida gaasi ja haisu levikut ruumidesse, veeneelud varustatakse vesiluku või membraaniga. [6]

2.10.2 Küte, ventilatsioon ja jahutus

Hoone küttesüsteem on projekteeritud kaugküttele, kus soojussõlme projekteerimisel lähtuti AS Utilitase tehnilistest tingimustest. Soojussõlm rajatakse hoone -1. korrusele, kuhu paigaldatakse täisautomaatne soojussõlm koos kütte ja tarbevee soojusvahetitega. Kinnine rõhust sõltumatu kaks toru süsteem on projekteeritud nii korterite põrandaküttesüsteemile kui ka üldaalade radiaatorisüsteemile. [7]

Kõikidesse korteritesse paigaldatakse põrandakütte kollektor, mis on kaks toru süsteemiga ühenduses soojasõlmega. Magistraaltorustik rajatakse terastorudest ning jaotustorustik komposiittorudest. Magistraal ja jaotustorustik isoleeritakse seeria 22 kivivillisoltasiooniga ning kõrgematesse punkidesse nähakse ette automaatsed õhutid. Kõikide korterite välisuste ette paigaldatakse lae taha küttearvestid, sulg- ja reguleerventiil. Põrandaküttetoruks paigaldatakse hapnikutõkkega PEX d20x2,0 mm torud sammuga 200-300 mm. Põrandakütte süsteemi projekteeritud vee temperatuurid on 42/35 kraadi. [7]

Radiaatorkütte süsteem rajatakse -1. korrusel välisseina ääres paiknevatesse panipaikadesse ning rattaruumi. Kõikide radiaatorite soojusväljastuse reguleerimine toimub termostaatventiili sulgemise ja avanemisega vastavalt ruumi temperatuurile. Termostaatventiilide temperatuuri reguleerimise vahemik jääb vahemiku 18-23 kraadi. Radiaatorkütte süsteemi projekteeritud vee temperatuurid on 60/40 kraadi. [7]

Igasse korterisse on projekteeritud eraldiseisva sissepuhke ja väljatõmbega ventilatsioonisüsteem, kus õhk võetakse hoone fassaadil olevast õhuvõtust ning heitõhk suunatakse katusel olevatesse heitõhuhajutajatesse. Ruumidele on projekteeritud õhuhulgad vastavalt nende kasutusotstarbele ja inimeste arvule ruumis. Korteri puhtad ruumid nagu elutuba ja magamistoad on projekteeritud sissepuhke ja väljatõmbega selliselt, et ruumi on vähesel määral ülerõhus või tasakaalus. WC, köök ja duširuum ehk mustad ruumid varustatakse ainult väljatõmbega ning ruumidesse tekitatakse alarõhk. Ruumide vahelise siirdeõhk tagatakse siirdeõhurestidega või lävepakuta uste abil. [7]

Köökide kubude torustik on ventilatsiooniseadmest eraldiseisev ning tsentraalne. Kubutoru on varustatud ajamiga klapi ning katuseventilaatoriga, mis klapi avanedes saab aru rõhu langusest ning suurendab pöördeid. Köökidesse paigaldatavad kubud peavad olema ventilaatoriteta. [7]

Mehaaniline suitsueemaldus on projekteeritud parkla korrusele, kus õhu väljavise paigaldatakse mööda pinnases paiknevat toru hoonete sisehoovi. Ventilaator, mille tulepüsivus peab olema 400 kraadi juures vähemalt kaks tundi paigaldatakse hoovi maapeale toru otsa. [7]

Kõikidesse korteritesse on projekteeritud otseaurustusega split-puhurkonvektor tüüpi jahutussüsteem, kus väliosa paigaldatakse hoone katusele ning siseosa varjatult korteri elutuppa. Lisaks säilitatakse kõikides korterites võimalus jahutusega liita

korteri suurim magamistuba. Katuseterrassiga korterite puhul rajatakse valmidus hilisemaks jahutuse paigalduseks kõikidesse magamistubadesse. [7]

2.10.3 Tugevvool

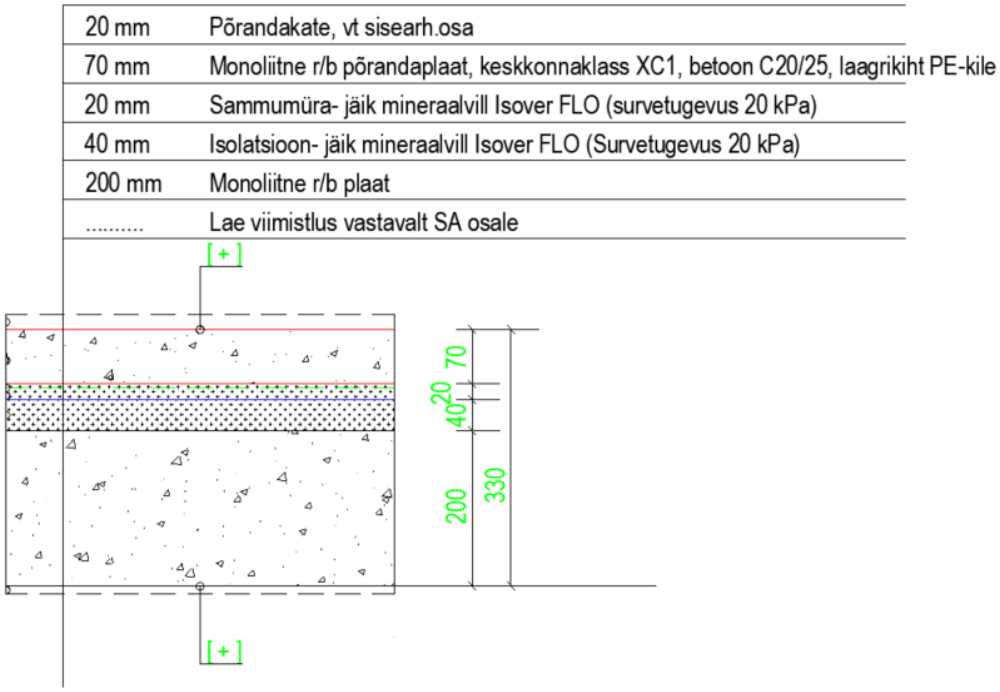
Hoone elektriliitumine toimub läbi hoone kõrval telgi A ja 1 nurgas paikneva Elektrilevi OÜ liitumiskilbi. Hoone peakilp paigaldatakse -1. korrusel olevasse kilbiruumi. Hoone peakaitse 3x350 A ja kommertsarvesti paigaldatakse hoone peakilpi. Igasse korterisse viiakse peakilbist eraldi toitekaabel läbi elektrišahti. Kahe tariifsed korterite alamaarvestid paigaldatakse samuti -1. korrusel paiknevasse kilbiruumi. [8]

3. KONSTRUKTSIOONI OSA

Konstruktsiooni osas asendatakse käesolevas lõputöös monteeritavatest õõnespaneelidest vahelagi monoliitsest raudbetoonist vahelaega. Monoliitseraudbetoon vahelae paksuseks võetakse 200 mm, betooni tugevusklassiks arvestatakse C30/37. Arvutus teostatakse viie sildelisele jätkuvtalale, mille laiuseks arvestatakse 1 meeter. Arvutuse teostamise kasutatakse Tiit Masso „Ehituskonstruktori käsiraamatut", Eurokoodeks 2: Betoonkonstruktsiooni projekteerimine ning Johannes Pello Betoonkonstruktsioonid I loengumaterjale.

3.1 Koormuse määramine

Koormuse määramise aluseks on võetud hoone vahelae konstruktsiooni tüüp VL-02, kus 265 mm õõnespaneel on asendatud 200 mm monoliitsest raudbetoonist plaadiga.



Joonis 3.1 Vahelae konstruktsioon VL-02

3.1.1 Normkoormused

Kasuskoormus $q_k = 3\frac{kN}{m^2}$

Vahelae kihtide koormused ruutmeetri kohta leitakse valemiga 3.1.

$$g_{ik} = \rho_{kiht} * h_{kiht}, kN/m^2, \quad (3.1)$$

kus

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

ρ_{kiht} – materjali mahukaal, kN/m^3

h_{kiht} – materjali paksus, m

Põrandakate puitparkett omakaal $g_{1k} = 0{,}02m * 5\frac{kN}{m^3} = 0{,}1\frac{kN}{m^2}$

Monoliitne raudbetoon põrandaplaat (tasanduskiht) $g_{2k} = 0{,}07m * 20\frac{kN}{m^3} = 1{,}4\frac{kN}{m^2}$

Mineraalvillaplaat Isover FLO $g_{3k} = 0{,}02m * 0{,}83\frac{kN}{m^3} = 0{,}017\frac{kN}{m^2}$

Mineraalvillaplaat Isover FLO $g_{4k} = 0{,}04m * 0{,}83\frac{kN}{m^3} = 0{,}033\frac{kN}{m^2}$

Raudbetoon vahelagi $g_{5k} = 0{,}20m * 25\frac{kN}{m^3} = 5{,}0\frac{kN}{m^2}$

Normikoormus kokku $p_k = q_k + g_{1k} + g_{2k} + g_{3k} + g_{4k} + g_{5k} = 9{,}55\frac{kN}{m^2}$ (3.2)

3.1.2 Arvutuslikud koormused

Kasuskoormus $q_d = \gamma_Q * q_k = 1{,}5 * 3\frac{kN}{m^2} = 4{,}5\frac{kN}{m^2}$ (3.3)

Põrandakate puitparkett omakaal $g_{1d} = \gamma_G * g_{1k} = 1{,}2 * 0{,}1\frac{kN}{m^2} = 0{,}12\frac{kN}{m^2}$

Monoliitne raudbetoon põrandaplaat (tasanduskiht) $g_{2d} = \gamma_G * g_{2k} = 1{,}2 * 1{,}4\frac{kN}{m^2} = 1{,}68\frac{kN}{m^2}$

Mineraalvillaplaat Isover FLO $g_{3d} = \gamma_G * g_{3k} = 1{,}2 * 0{,}017\frac{kN}{m^2} = 0{,}020\frac{kN}{m^2}$

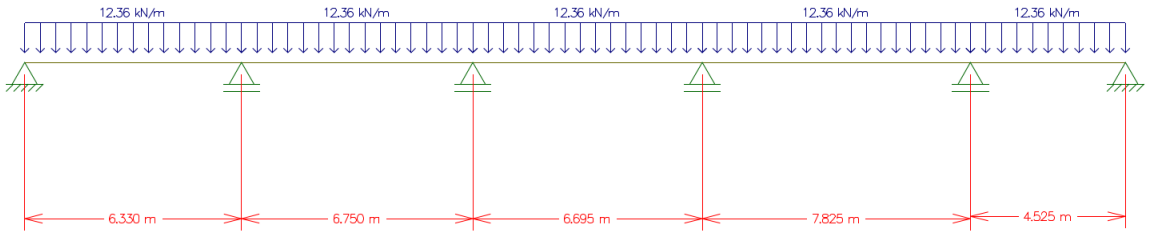
Mineraalvillaplaat Isover FLO $g_{4d} = \gamma_G * g_{4k} = 1{,}2 * 0{,}033\frac{kN}{m^2} = 0{,}04\frac{kN}{m^2}$

Raudbetoon vahelage $g_{5d} = \gamma_G * g_{5k} = 1{,}2 * 5\frac{kN}{m^2} = 6{,}0\frac{kN}{m^2}$

Normikoormus kokku $p_k = q_d + g_{1d} + g_{2d} + g_{3d} + g_{4d} + g_{5d} = 12{,}36\frac{kN}{m^2}$ (3.4)

3.2 Monoliitsest raudbetoonist vahelae arvutusskeem ja sisejõud

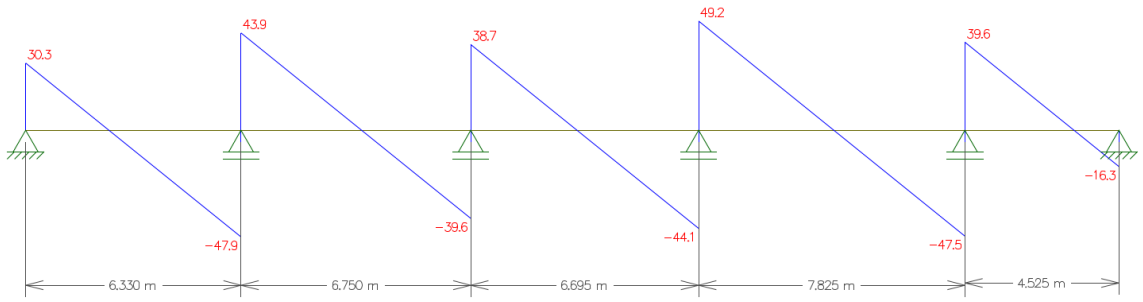
Monoliitse vahelae arvutuskeemiks on viie sildeline raudbetoonist jätkuvtala. Planeeritav vahelagi toetud kuuele kandvale seinale ning plaadi skeem koos toetuspunktidega on toodud joonisel 3.2.



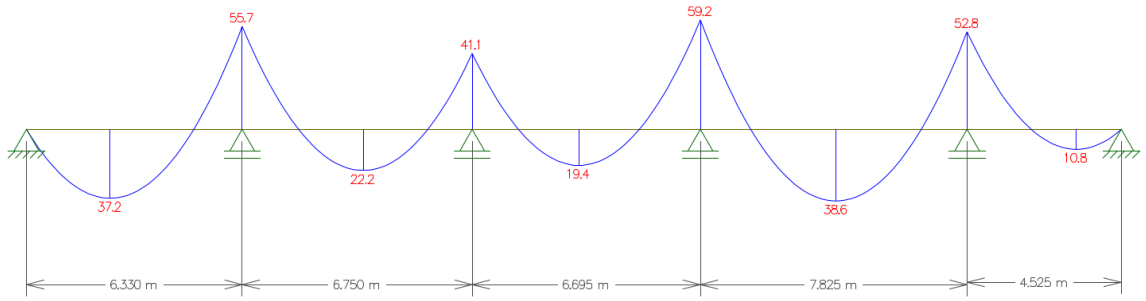
Joonis 3.2 Arvutuskeem

3.2.1 Sisejõud

Arvutusskeemi painemomendi ja põikjõu leidmiseks on kasutatud programmi Ftool. Saadud põikjõu väärtused on toodud joonisel 3.3 ning paindemomendi väärtused joonisel 3.4.



Joonis 3.3 Põikjõu epüür (kN)



Joonis 3.4 Paindemomendi epüür (kNm)

3.3 Armatuuri dimensioneerimine

Betooni tugevusklassiks arvestatakse antud lõputöös C30/37

Arvutuslik betooni survetugevus $f_{cd} = \frac{30}{1{,}5} = 20{,}00\ MPa$

Armatuuri tugevusklassiks on võetud B500B

Arvutuslik armatuuri voolavustugevus $f_{yd} = \frac{500}{1{,}15} = 434{,}8 = 435\ MPa$

Hoone konstruktsiooniklassiks on S4 ning vahelae keskkonnaklass XC1.

Tulenevalt plaatkonstruktsioonist võib hoone konstruktsiooniklassi vähendada ühe võrra ehk konstruktsiooniklassiks arvestatakse S3.

Armatuuri kaitsekiht leitakse valemiga 3.5.

$$c_{nom} = c_{min} + \Delta c_{dev}, \tag{3.5}$$

kus

c_{min} – minimaalne nõutav kaitsekiht

Δc_{dev} – kaitsekihi lubatav hälve

S3 konstruktsiooniklassi korral on minimaalseks kaitsekihi paksuseks $c_{min} = 10\ mm$

Armatuuri paigaldamise hälve $\Delta c_{dev} = 10\ mm$

Tulenevalt minimaalsest kaitsekihist ning paigaldus hälbest on kaitsekihi paksus:

$c_{nom} = 10 + 10 = 20\ mm$

$\emptyset 16\ mm$ armatuur on eeldatavalt suurim plaadis esinev armatuur, tulenevalt sellest on plaadi kasulikud kõrgused:

$d_1 = 200 - 20 - \frac{16}{2} = 172\ mm$ ning $d_2 = 20 + \frac{16}{2} = 28\ mm$

3.3.1 Armatuur esimeses avas

$$\mu = \frac{M_{Sd,1}}{\alpha * f_{cd} * b * d_1^2} = \frac{37{,}2 * 10^6}{1 * 20{,}00 * 1000 * 172^2} = 0{,}063 \quad (3.6)$$

$$\omega = 1 - \sqrt{1 - 2\mu} = 1 - \sqrt{1 - 2 * 0{,}063} = 0{,}065 \quad (3.7)$$

$$A_{s1} = \frac{\omega * \alpha * f_{cd} * b * d_1}{f_{yd}} = \frac{0{,}065 * 1 * 20 * 1000 * 172}{435} = 514{,}02\ \frac{mm^2}{m} \quad (3.8)$$

Töötava armatuuri suurim lubatud samm on 2 plaadi paksust või 250mm:

$$s_{max} = 2 * 0{,}2 = 0{,}4\ m \quad (3.9)$$

$s_{max} = 0{,}25\ m$

Töötavaks armatuuriks valitakse $\emptyset 16$ B500B sammuga 250 mm, mille korral

$$A_{s1,prov} = \frac{\pi * \emptyset^2}{4} * \frac{1000}{s} = \frac{\pi * 16^2}{4} * \frac{1000}{250} = 804{,}25\ mm^2/m \quad (3.10)$$

Jaotusarmatuuri kogus peab olema vähemalt 20% töötava armatuuri pinnast, seega:

$$A_{s3} = 0{,}2 * A_{s1,prov} = 0{,}2 * 804{,}25 = 160{,}85\ \frac{mm^2}{m} \quad (3.11)$$

Lubatud suurim samm jaotusarmatuurile 400 mm või 3 plaadi paksust:

$$s_{max} = 400\ mm \quad (3.12)$$

$Jaotusarmatuuriks\ valitakse$ $\emptyset 8$ B500B sammuga 400, mille korral

$$A_{s3,prov} = \frac{\pi * 10^2}{4} * \frac{1000}{400} = 196{,}35\ \frac{mm^2}{m} \quad (3.13)$$

Kontroll paindekandevõimele:

Survetsooni kõrgus:

$$x = \frac{f_{yd} * A_{s1,prov}}{0{,}8 * \alpha * f_{cd} * b} = \frac{435 * 804{,}25}{0{,}8 * 1 * 20 * 1000} = 21{,}87\ mm \quad (3.14)$$

Kontrollitakse, kas on normaalarmeeritud ristlõige:

$$\xi = \frac{x}{d_1} = \frac{21{,}87}{172} = 0{,}127 \quad (3.15)$$

$$\xi_c = \frac{0{,}0035}{0{,}0035+\varepsilon_{yd}} = \frac{0{,}0035}{0{,}0035+\frac{435}{2*10^5}} = 0{,}617 \quad (3.16)$$

$\xi < \xi_c$, tegemist on normaalarmeeritud ristlõikega ning leitud x on lõplik.

Arvutuslik survetsooni kõrgus:

$$y = 0{,}8 * x = 0{,}8 * 21{,}87 = 17{,}5\ mm \quad (3.17)$$

Paindekandevõime:

$$M_{Rd} = \alpha * f_{cd} * b * y * (d_1 - 0{,}5 * y) \quad (3.18)$$

$$M_{Rd} = 1 * 20 * 1000 * 17{,}5 * (172 - 0{,}5 * 17{,}5) = 57{,}14\ kNm \quad (3.19)$$

Kuna $M_{Rd} = 57{,}14\ kNm \geq 37{,}2\ kNm = M_{Ed,1}$ siis on ka paindekandevõime tagatud. (3.20)

3.3.2 Armatuur esimesel vahetoel

$$\mu = \frac{M_{Sd,B}}{\alpha * f_{cd} * b * d_1^2} = \frac{55{,}7 * 10^6}{1 * 20 * 1000 * 172^2} = 0{,}094$$

$$\omega = 1 - \sqrt{1 - 2\mu} = 1 - \sqrt{1 - 2 * 0{,}094} = 0{,}099$$

Vajalik armatuuri pindala:

$$A_{s1} = \frac{\omega * \alpha * f_{cd} * b * d_1}{f_{yd}} = \frac{0{,}099 * 1 * 20 * 1000 * 172}{435} = 782{,}90\,\frac{mm^2}{m}$$

Töötava armatuuri suurim lubatud samm on 2 plaadi paksust või 250mm:

$s_{max} = 250\ mm$

Töötavaks armatuuriks valitakse seega:

$$\emptyset 16\ B500B; s = 250 \Rightarrow A_{s1,prov} = \frac{\pi * 16^2}{4} * \frac{1000}{250} = 804{,}25\ \frac{mm^2}{m}$$

Jaotusarmatuur peab olema vähemalt 20% töötava armatuuri pinnast:

$$A_{s3} = 0{,}2 * A_{s1,prov} = 0{,}2 * 804{,}25 = 160{,}85\ \frac{mm^2}{m}$$

Jaotusarmatuuri suurim lubatud samm on 3 plaadi paksust või 400mm:

$s_{max} = 400\ mm$

$Jaotusarmatuuriks\ valitakse$ $\emptyset 10$ B500B sammuga 400, mille korral

$$\emptyset 10\ B500B; s = 400 \Rightarrow A_{s3,prov} = \frac{\pi * 10^2}{4} * \frac{1000}{400} = 196{,}35\,\frac{mm^2}{m}$$

Survetsooni kõrgus:

$$x = \frac{f_{yd} * A_{s1,prov}}{0{,}8 * \alpha * f_{cd} * b} = \frac{435 * 804{,}25}{0{,}8 * 1 * 20 * 1000} = 21{,}87\ mm$$

Kontrollin, kas on normaalarmeeritud ristlõige:

$$\xi = \frac{x}{d_1} = \frac{21{,}87}{172} = 0{,}127$$

$$\xi_c = \frac{0{,}0035}{0{,}0035 + \varepsilon_{yd}} = \frac{0{,}0035}{0{,}0035 + \frac{435}{2 * 10^5}} = 0{,}617$$

$\xi < \xi_c$, seega on tegemist normaalarmeeritud ristlõikega ning x on lõplik.

Arvutuslik survetsooni kõrgus:

$y = 0{,}8 * x = 0{,}8 * 21{,}87 = 17{,}50\ mm$

Seega paindekandevõime:

$M_{Rd} = \alpha * f_{cd} * b * y * (d_1 - 0{,}5 * y) = 1 * 20 * 1000 * 17{,}50 * (172 - 0{,}5 * 17{,}50) = 57{,}14\ kNm$

Kuna $M_{Rd} = 57{,}14\ kNm \geq 55{,}7\ kNm = M_{Ed,1}$ siis on ka paindekandevõime tagatud.

3.3.3 Armatuur teises avas

$$\mu = \frac{M_{Sd,1}}{\alpha * f_{cd} * b * d_1^2} = \frac{22{,}2 * 10^6}{1 * 20{,}00 * 1000 * 172^2} = 0{,}038$$

$$\omega = 1 - \sqrt{1 - 2\mu} = 1 - \sqrt{1 - 2 * 0{,}038} = 0{,}039$$

$$A_{s1} = \frac{\omega * \alpha * f_{cd} * b * d_1}{f_{yd}} = \frac{0{,}039 * 1 * 20 * 1000 * 172}{435} = 308{,}41\ \frac{mm^2}{m}$$

Töötava armatuuri suurim lubatud samm on 2 plaadi paksust või 250mm:

$s_{max} = 2 * 0{,}2 = 0{,}4\ m$

$s_{max} = 0{,}25\ m$

Töötavaks armatuuriks valitakse $\emptyset 10$ B500B sammuga 250 mm, mille korral

$A_{s1,prov} = \frac{\pi * \emptyset^2}{4} * \frac{1000}{s} = \frac{\pi * 10^2}{4} * \frac{1000}{250}$ = 314,16 mm²/m

Jaotusarmatuuri kogus peab olema vähemalt 20% töötava armatuuri pinnast, seega:

$$A_{s3} = 0{,}2 * A_{s1,prov} = 0{,}2 * 314{,}16 = 62{,}83\ \frac{mm^2}{m}$$

Lubatud suurim samm jaotusarmatuurile 400 mm või 3 plaadi paksust:

$s_{max} = 400\ mm$

$Jaotusarmatuuriks\ valitakse\ \emptyset 8$ B500B sammuga 400, mille korral

$A_{s3,prov} = \frac{\pi * 8^2}{4} * \frac{1000}{400} = 125{,}66\ \frac{mm^2}{m}$

Kontroll paindekandevõimele:

Survetsooni kõrgus:

$x = \frac{f_{yd} * A_{s1,prov}}{0{,}8 * \alpha * f_{cd} * b} = \frac{435 * 314{,}16}{0{,}8 * 1 * 20 * 1000} = 8{,}54\ mm$

Kontrollitakse, kas on normaalarmeeritud ristlõige:

$\xi = \frac{x}{d_1} = \frac{8{,}54}{172} = 0{,}050$

$\xi_c = \frac{0{,}0035}{0{,}0035 + \varepsilon_{yd}} = \frac{0{,}0035}{0{,}0035 + \frac{435}{2 * 10^5}} = 0{,}617$

$\xi < \xi_c$, tegemist on normaalarmeeritud ristlõikega ning leitud x on lõplik.

Arvutuslik survetsooni kõrgus:

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

Paindekandevõime:

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

$M_{Rd} = 1 * 20 * 1000 * 6{,}83 * (172 - 0{,}5 * 6{,}83) = 23{,}08\ kNm$

Kuna $M_{Rd} = 23{,}08\ kNm \geq 22{,}2\ kNm = M_{Ed,1}$ siis on ka paindekandevõime tagatud.

3.3.4 Armatuur teisel vahetoel

$\mu = \frac{M_{Sd,B}}{\alpha * f_{cd} * b * d_1^2} = \frac{41{,}1 * 10^6}{1 * 20 * 1000 * 172^2} = 0{,}069$

$\omega = 1 - \sqrt{1 - 2\mu} = 1 - \sqrt{1 - 2 * 0{,}069} = 0{,}072$

Vajalik armatuuri pindala:

$A_{s1} = \frac{\omega * \alpha * f_{cd} * b * d_1}{f_{yd}} = \frac{0{,}072 * 1 * 20 * 1000 * 172}{435} = 569{,}40 \frac{mm^2}{m}$

Töötava armatuuri suurim lubatud samm on 2 plaadi paksust või 250mm:

$s_{max} = 250\ mm$

Töötavaks armatuuriks valitakse seega:

$\emptyset 16\ B500B; s = 250\ \Rightarrow\ A_{s1,prov} = \frac{\pi\ *\ 16^2}{4} * \frac{1000}{250} = 804{,}25 \frac{mm^2}{m}$

Jaotusarmatuur peab olema vähemalt 20% töötava armatuuri pinnast:

$A_{s3} = 0{,}2 * A_{s1,prov} = 0{,}2 * 804{,}25 = 160{,}85\ \frac{mm^2}{m}$

Jaotusarmatuuri suurim lubatud samm on 3 plaadi paksust või 400mm:

$s_{max} = 400\ mm$

$Jaotusarmatuuriks\ valitakse\ \emptyset 10$ B500B sammuga 400, mille korral

$\emptyset 10\ B500B; s = 400\ \Rightarrow\ A_{s3,prov} = \frac{\pi\ *\ 10^2}{4} * \frac{1000}{400} = 196{,}35 \frac{mm^2}{m}$

Survetsooni kõrgus:

$$x = \frac{f_{yd} * A_{s1,prov}}{0{,}8 * \alpha * f_{cd} * b} = \frac{435 * 804{,}25}{0{,}8 * 1 * 20 * 1000} = 21{,}87\ mm$$

Kontrollin, kas on normaalarmeeritud ristlõige:

$$\xi = \frac{x}{d_1} = \frac{21{,}87}{172} = 0{,}127$$

$$\xi_c = \frac{0{,}0035}{0{,}0035 + \varepsilon_{yd}} = \frac{0{,}0035}{0{,}0035 + \frac{435}{2 * 10^5}} = 0{,}617$$

$\xi < \xi_c$, seega on tegemist normaalarmeeritud ristlõikega ning x on lõplik.

Arvutuslik survetsooni kõrgus:

$$y = 0{,}8 * x = 0{,}8 * 21{,}87 = 17{,}5\ mm$$

Seega paindekandevõime:

$$M_{Rd} = \alpha * f_{cd} * b * y * (d_1 - 0{,}5 * y) = 1 * 20 * 1000 * 17{,}5 * (172 - 0{,}5 * 17{,}5) = 57{,}14\ kNm$$

Kuna $M_{Rd} = 57{,}14\ kNm \geq 41{,}1\ kNm = M_{Ed,1}$ siis on ka paindekandevõime tagatud.

3.3.5 Armatuur kolmandas avas

$$\mu = \frac{M_{Sd,B}}{\alpha * f_{cd} * b * d_1^2} = \frac{19{,}4 * 10^6}{1 * 20 * 1000 * 172^2} = 0{,}033$$

$$\omega = 1 - \sqrt{1 - 2\mu} = 1 - \sqrt{1 - 2 * 0{,}033}\ = 0{,}034$$

Vajalik armatuuri pindala:

$$A_{s1} = \frac{\omega * \alpha * f_{cd} * b * d_1}{f_{yd}} = \frac{0{,}034 * 1 * 20 * 1000 * 172}{435} = 268{,}87 \frac{mm^2}{m}$$

Töötava armatuuri suurim lubatud samm on 2 plaadi paksust või 250mm:

$$s_{max} = 250\ mm$$

Töötavaks armatuuriks valitakse seega:

$\emptyset 10\ B500B; s = 250\ \Rightarrow\ A_{s1,prov} = \frac{\pi\ *\ 10^2}{4} * \frac{1000}{250} = 314{,}16 \frac{mm^2}{m}$

Jaotusarmatuur peab olema vähemalt 20% töötava armatuuri pinnast:

$$A_{s3} = 0{,}2 * A_{s1,prov} = 0{,}2 * 314{,}16 = 62{,}83 \frac{mm^2}{m}$$

Jaotusarmatuuri suurim lubatud samm on 3 plaadi paksust või 400mm:

$$s_{max} = 400\ mm$$

$Jaotusarmatuuriks\ valitakse$ $\emptyset 8$ B500B sammuga 400, mille korral

$$\emptyset 8\ B500B; s = 400\ \Rightarrow\ A_{s3,prov} = \frac{\pi\ *\ 8^2}{4} * \frac{1000}{400} = 125{,}66\frac{mm^2}{m}$$

Survetsooni kõrgus:

$$x = \frac{f_{yd} * A_{s1,prov}}{0{,}8 * \alpha * f_{cd} * b} = \frac{435 * 314{,}16}{0{,}8 * 1 * 20 * 1000} = 8{,}54\ mm$$

Kontrollin, kas on normaalarmeeritud ristlõige:

$$\xi = \frac{x}{d_1} = \frac{8{,}54}{172} = 0{,}050$$

$$\xi_c = \frac{0{,}0035}{0{,}0035 + \varepsilon_{yd}} = \frac{0{,}0035}{0{,}0035 + \frac{435}{2 * 10^5}} = 0{,}617$$

$\xi < \xi_c$, seega on tegemist normaalarmeeritud ristlõikega ning x on lõplik.

Arvutuslik survetsooni kõrgus:

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

Seega paindekandevõime:

$$M_{Rd} = \alpha * f_{cd} * b * y * (d_1 - 0{,}5 * y) = 1 * 20 * 1000 * 6{,}83 * (172 - 0{,}5 * 6{,}83) = 23{,}03\ kNm$$

Kuna $M_{Rd} = 23{,}03\ kNm \geq 19{,}4\ kNm = M_{Ed,1}$ siis on ka paindekandevõime tagatud.

3.3.6 Armatuur kolmandal vahetoel

$$\mu = \frac{M_{Sd,B}}{\alpha * f_{cd} * b * d_1^2} = \frac{59{,}2 * 10^6}{1 * 20 * 1000 * 172^2} = 0{,}100$$

$$\omega = 1 - \sqrt{1 - 2\mu} = 1 - \sqrt{1 - 2 * 0{,}100}\ = 0{,}106$$

Vajalik armatuuri pindala:

$$A_{s1} = \frac{\omega * \alpha * f_{cd} * b * d_1}{f_{yd}} = \frac{0{,}106 * 1 * 20 * 1000 * 172}{435} = 838{,}25\frac{mm^2}{m}$$

Töötava armatuuri suurim lubatud samm on 2 plaadi paksust või 250mm:

$$s_{max} = 250\ mm$$

Töötavaks armatuuriks valitakse seega:

$$\emptyset 16\ B500B; s = 250\ \Rightarrow\ A_{s1,prov} = \frac{\pi\ *\ 16^2}{4} * \frac{1000}{250} = 804{,}25\frac{mm^2}{m}$$

Töötav armatuur ei anna välja, vähendan armatuuri sammu 200 mm peale.

$$\emptyset 16\ B500B; s = 200\ \Rightarrow\ A_{s1,prov} = \frac{\pi\ *\ 16^2}{4} * \frac{1000}{200} = 1005{,}31\frac{mm^2}{m}$$

Jaotusarmatuur peab olema vähemalt 20% töötava armatuuri pinnast:

$A_{s3} = 0{,}2 * A_{s1,prov} = 0{,}2 * 1005{,}31 = 201{,}06\ \frac{mm^2}{m}$

Jaotusarmatuuri suurim lubatud samm on 3 plaadi paksust või 400mm:

$s_{max} = 400\ mm$

$Jaotusarmatuuriks\ valitakse$ $\emptyset 10$ B500B sammuga 400, mille korral

$\emptyset 10\ B500B; s = 400\ \Rightarrow\ A_{s3,prov} = \frac{\pi\ *\ 10^2}{4} * \frac{1000}{400} = 196{,}34 \frac{mm^2}{m}$

Jaotusarmatuur ei anna välja, vähendan armatuuri sammu 350 mm peale

$\emptyset 10\ B500B; s = 350\ \Rightarrow\ A_{s3,prov} = \frac{\pi\ *\ 10^2}{4} * \frac{1000}{350} = 224{,}40 \frac{mm^2}{m}$

Survetsooni kõrgus:

$x = \frac{f_{yd} * A_{s1,prov}}{0{,}8 * \alpha * f_{cd} * b} = \frac{435 * 1005{,}31}{0{,}8 * 1 * 20 * 1000} = 27{,}33\ mm$

Kontrollin, kas on normaalarmeeritud ristlõige:

$\xi = \frac{x}{d_1} = \frac{27{,}33}{172} = 0{,}159$

$\xi_c = \frac{0{,}0035}{0{,}0035 + \varepsilon_{yd}} = \frac{0{,}0035}{0{,}0035 + \frac{435}{2 * 10^5}} = 0{,}617$

$\xi < \xi_c$, seega on tegemist normaalarmeeritud ristlõikega ning x on lõplik.

Arvutuslik survetsooni kõrgus:

$y = 0{,}8 * x = 0{,}8 * 27{,}33 = 21{,}86\ mm$

Seega paindekandevõime:

$M_{Rd} = \alpha * f_{cd} * b * y * (d_1 - 0{,}5 * y) = 1 * 20 * 1000 * 21{,}86 * (172 - 0{,}5 * 21{,}86) = 70{,}41\ kNm$

Kuna $M_{Rd} = 70{,}41 kNm \geq 59{,}2\ kNm = M_{Ed,1}$ siis on ka paindekandevõime tagatud.

3.3.7 Armatuur neljandas avas

$\mu = \frac{M_{Sd,B}}{\alpha * f_{cd} * b * d_1^2} = \frac{38{,}6 * 10^6}{1 * 20 * 1000 * 172^2} = 0{,}065$

$\omega = 1 - \sqrt{1 - 2\mu} = 1 - \sqrt{1 - 2 * 0{,}065}\ = 0{,}067$

Vajalik armatuuri pindala:

$A_{s1} = \frac{\omega * \alpha * f_{cd} * b * d_1}{f_{yd}} = \frac{0{,}067 * 1 * 20 * 1000 * 172}{435} = 529{,}84 \frac{mm^2}{m}$

Töötava armatuuri suurim lubatud samm on 2 plaadi paksust või 250mm:

$s_{max} = 250\ mm$

Töötavaks armatuuriks valitakse seega:

$$\emptyset 16\ B500B; s = 250\ \Rightarrow\ A_{s1,prov} = \frac{\pi\ *\ 16^2}{4} * \frac{1000}{250} = 804{,}25 \frac{mm^2}{m}$$

Jaotusarmatuur peab olema vähemalt 20% töötava armatuuri pinnast:

$$A_{s3} = 0{,}2 * A_{s1,prov} = 0{,}2 * 804{,}25 = 160{,}85\ \frac{mm^2}{m}$$

Jaotusarmatuuri suurim lubatud samm on 3 plaadi paksust või 400mm:

$$s_{max} = 400\ mm$$

$Jaotusarmatuuriks\ valitakse\ \emptyset 10$ B500B sammuga 400, mille korral

$$\emptyset 10\ B500B; s = 400\ \Rightarrow\ A_{s3,prov} = \frac{\pi\ *\ 10^2}{4} * \frac{1000}{400} = 196{,}35 \frac{mm^2}{m}$$

Survetsooni kõrgus:

$$x = \frac{f_{yd} * A_{s1,prov}}{0{,}8 * \alpha * f_{cd} * b} = \frac{435 * 804{,}25}{0{,}8 * 1 * 20 * 1000} = 21{,}87\ mm$$

Kontrollin, kas on normaalarmeeritud ristlõige:

$$\xi = \frac{x}{d_1} = \frac{21{,}87}{172} = 0{,}127$$

$$\xi_c = \frac{0{,}0035}{0{,}0035 + \varepsilon_{yd}} = \frac{0{,}0035}{0{,}0035 + \frac{435}{2 * 10^5}} = 0{,}617$$

$\xi < \xi_c$, seega on tegemist normaalarmeeritud ristlõikega ning x on lõplik.

Arvutuslik survetsooni kõrgus:

$$y = 0{,}8 * x = 0{,}8 * 21{,}87 = 17{,}50\ mm$$

Seega paindekandevõime:

$$M_{Rd} = \alpha * f_{cd} * b * y * (d_1 - 0{,}5 * y) = 1 * 20 * 1000 * 17{,}5 * (172 - 0{,}5 * 17{,}5) = 57{,}14\ kNm$$

Kuna $M_{Rd} = 57{,}14 kNm \geq 38{,}6\ kNm = M_{Ed,1}$ siis on ka paindekandevõime tagatud.

3.3.8 Armatuur neljandal vahetoel

$$\mu = \frac{M_{Sd,B}}{\alpha * f_{cd} * b * d_1^2} = \frac{52{,}8 * 10^6}{1 * 20 * 1000 * 172^2} = 0{,}089$$

$$\omega = 1 - \sqrt{1 - 2\mu} = 1 - \sqrt{1 - 2 * 0{,}089}\ = 0{,}093$$

Vajalik armatuuri pindala:

$$A_{s1} = \frac{\omega * \alpha * f_{cd} * b * d_1}{f_{yd}} = \frac{0{,}093 * 1 * 20 * 1000 * 172}{435} = 735{,}45 \frac{mm^2}{m}$$

Töötava armatuuri suurim lubatud samm on 2 plaadi paksust või 250mm:

$s_{max} = 250\ mm$

Töötavaks armatuuriks valitakse seega:

$$\emptyset 16\ B500B; s = 250\ \Rightarrow\ A_{s1,prov} = \frac{\pi\ *\ 16^2}{4} * \frac{1000}{250} = 804{,}25 \frac{mm^2}{m}$$

Jaotusarmatuur peab olema vähemalt 20% töötava armatuuri pinnast:

$$A_{s3} = 0{,}2 * A_{s1,prov} = 0{,}2 * 804{,}25 = 160{,}85\ \frac{mm^2}{m}$$

Jaotusarmatuuri suurim lubatud samm on 3 plaadi paksust või 400mm:

$s_{max} = 400\ mm$

$Jaotusarmatuuriks\ valitakse\ \emptyset 10$ B500B sammuga 400, mille korral

$$\emptyset 10\ B500B; s = 400\ \Rightarrow\ A_{s3,prov} = \frac{\pi\ *\ 10^2}{4} * \frac{1000}{400} = 196{,}34 \frac{mm^2}{m}$$

Survetsooni kõrgus:

$$x = \frac{f_{yd} * A_{s1,prov}}{0{,}8 * \alpha * f_{cd} * b} = \frac{435 * 804{,}25}{0{,}8 * 1 * 20 * 1000} = 21{,}87\ mm$$

Kontrollin, kas on normaalarmeeritud ristlõige:

$$\xi = \frac{x}{d_1} = \frac{21{,}87}{172} = 0{,}127$$

$$\xi_c = \frac{0{,}0035}{0{,}0035 + \varepsilon_{yd}} = \frac{0{,}0035}{0{,}0035 + \frac{435}{2 * 10^5}} = 0{,}617$$

$\xi < \xi_c$, seega on tegemist normaalarmeeritud ristlõikega ning x on lõplik.

Arvutuslik survetsooni kõrgus:

$y = 0{,}8 * x = 0{,}8 * 21{,}87 = 17{,}5\ mm$

Seega paindekandevõime:

$M_{Rd} = \alpha * f_{cd} * b * y * (d_1 - 0{,}5 * y) = 1 * 20 * 1000 * 17{,}5 * (172 - 0{,}5 * 17{,}5) = 79{,}89\ kNm$

Kuna $M_{Rd} = 57{,}14 kNm \geq 52{,}8\ kNm = M_{Ed,1}$ siis on ka paindekandevõime tagatud.

3.3.9 Armatuur viiendas avas

$$\mu = \frac{M_{Sd,B}}{\alpha * f_{cd} * b * d_1^2} = \frac{10{,}8 * 10^6}{1 * 20 * 1000 * 172^2} = 0{,}018$$

$$\omega = 1 - \sqrt{1 - 2\mu} = 1 - \sqrt{1 - 2 * 0{,}018\ } = 0{,}018$$

Vajalik armatuuri pindala:

$$A_{s1} = \frac{\omega * \alpha * f_{cd} * b * d_1}{f_{yd}} = \frac{0{,}018 * 1 * 20 * 1000 * 172}{435} = 142{,}35 \frac{mm^2}{m}$$

Töötava armatuuri suurim lubatud samm on 2 plaadi paksust või 250mm:

$s_{max} = 250\ mm$

Töötavaks armatuuriks valitakse seega:

$\emptyset 8\ B500B; s = 250\ \Rightarrow\ A_{s1,prov} = \frac{\pi\ *\ 8^2}{4} * \frac{1000}{250} = 201{,}06 \frac{mm^2}{m}$

Jaotusarmatuur peab olema vähemalt 20% töötava armatuuri pinnast:

$A_{s3} = 0{,}2 * A_{s1,prov} = 0{,}2 * 452{,}39 = 40{,}21\ \frac{mm^2}{m}$

Jaotusarmatuuri suurim lubatud samm on 3 plaadi paksust või 400mm:

$s_{max} = 400\ mm$

$Jaotusarmatuuriks\ valitakse$ $\emptyset 8$ B500B sammuga 400, mille korral

$\emptyset 8\ B500B; s = 400\ \Rightarrow\ A_{s3,prov} = \frac{\pi\ *\ 8^2}{4} * \frac{1000}{400} = 125{,}66 \frac{mm^2}{m}$

Survetsooni kõrgus:

$x = \frac{f_{yd} * A_{s1,prov}}{0{,}8 * \alpha * f_{cd} * b} = \frac{435 * 201{,}06}{0{,}8 * 1 * 20 * 1000} = 5{,}47\ mm$

Kontrollin, kas on normaalarmeeritud ristlõige:

$\xi = \frac{x}{d_1} = \frac{5{,}47}{172} = 0{,}032$

$\xi_c = \frac{0{,}0035}{0{,}0035 + \varepsilon_{yd}} = \frac{0{,}0035}{0{,}0035 + \frac{435}{2 * 10^5}} = 0{,}617$

$\xi < \xi_c$, seega on tegemist normaalarmeeritud ristlõikega ning x on lõplik.

Arvutuslik survetsooni kõrgus:

$y = 0{,}8 * x = 0{,}8 * 5{,}47 = 4{,}38\ mm$

Seega paindekandevõime:

$M_{Rd} = \alpha * f_{cd} * b * y * (d_1 - 0{,}5 * y) = 1 * 20 * 1000 * 4{,}38 * (172 - 0{,}5 * 4{,}38) = 14{,}88\ kNm$

Kuna $M_{Rd} = 14{,}88 kNm \geq 10{,}8\ kNm = M_{Ed,1}$ siis on ka paindekandevõime tagatud.

3.4 Toearmatuur

Plaadi esimesel ja viimasel toel on vaja toearmatuuri, mis võtaks vastu plaadi juhuslikust kinnitusest tingitud paindemomenti. Toearmatuur peab olema ankurdatud toele ning ulatuma avasse minimaalselt 0,2 ava pikkuse võrra.

Toearmatuuriks valitakse:

$\emptyset 6\ B500B;\ s = 200\ \Rightarrow\ A_{s1,prov} = \frac{\pi * 6^2}{4} * \frac{1000}{200} = 141{,}37\ \frac{mm^2}{m}$

Survetsooni kõrgus:

$$x = \frac{f_{yd} * A_{s1,prov}}{0{,}8 * f_{cd} * b} = \frac{435 * 141{,}37}{0{,}8 * 20 * 1000} = 3{,}84\ mm$$

$$\xi = \frac{x}{d_1} = \frac{3{,}84}{172} = 0{,}022$$

$$y = 0{,}8 * x = 0{,}8 * 3{,}84 = 3{,}07\ mm$$

$$M_{Rd} = f_{cd} * b * y * (d_1 - 0{,}5 * y) = 20 * 1000 * 3{,}07 * (172 - 0{,}5 * 3{,}07) = 10{,}47\ kNm$$

$$M_{Rd} = 10{,}47\ kNm \geq 9{,}3 kNm = \frac{M_{Ed,1}}{4}$$

Toearmatuuri jaotusarmatuuriks valitakse armatuur $\emptyset 6\ B500B; s = 400mm$

3.5 Plaadi põikjõukindlus

Plaadis võetakse põikjõud vastu betooniga. Suurim põikjõud on plaadis kolmandal vahetoel:

$$V_{Ed,max} = 56{,}9\ kN$$

Betooniga vastuvõetav põikjõud:

$$V_{Rd,C} = \left[C_{Rd,c} * k * (100 * \rho_l * f_{ck})^{1/3}\right] * b * d \quad (3.21)$$

Miinimumväärtusega $V_{Rd,C} = \nu_{min} * b * d$, kus (3.22)

$$k = 1 + \sqrt{\frac{200}{d}} \leq 2{,}0, \quad (3.23)$$

$$\rho_l = \frac{A_{sl}}{b_w * d} \quad (3.24)$$

$$C_{Rd,c} = \frac{0{,}18}{\gamma_c} = \frac{0{,}18}{1{,}5} = 0{,}12, \quad (3.25)$$

$$\nu_{min} = 0{,}035 * k^{3/2} * f_{ck}^{1/2} \quad (3.26)$$

$$k = 1 + \sqrt{\frac{200}{172}} = 2{,}08 > 2 \quad (3.27)$$

$$\nu_{min} = 0{,}035 * 2 * 30^{1/2} = 0{,}383 \quad (3.28)$$

$$V_{Rd,C} = \nu_{min} * b * d = 0{,}383 * 1000 * 172 = 65{,}88\ kN \quad (3.29)$$

Kuna $V_{Rd,C} = 65{,}88\ kN\ \geq 49{,}2\ kN = V_{Ed,max}$, siis on põikjõukindlus tagatud ning pikiarmatuuriga pole vaja arvestada.

4. EHITUSPLATSI ÜLDPLAAN

Ehitusplatsi üldplaanil näidatakse hoone vahelae ning seinapaneelide monteerimise perioodi. Üldplaanil näidatakse ehitusobjektil paiknevad soojakute, prügikonteinerite ja ladude asukohad, samuti kraana ning transpordi vahendite paiknemine ning liikumine objektil. Tööohutuse eesmärgil kuvatakse üldplaanil ka tõstete ohutsoon. Ehitusplatsi planeerimisel on kasutuse võetud ka osaliselt naaber kinnistu asfalt plats, mis kuulub samale arendajale.

4.1 Tornkraana valik

Hoone montaaž teostatakse tornkraanaga. Tornkraana valiku parameetriteks on elementide mass, tõste kõrgus ning elementide paigalduse kaugus tornkraanast. Tornkraana noole suurim nõutav kõrgus leitakse valemiga 4.1.

$$H_{max}=h_1+h_2+h_3+h_4, \quad (4.1)$$

kus

h_1- kõrgeima elemendi paigalduskõrgus kraana aluse pinnasekõrgusest, m

h_2- ülestõstekõrgus, minimaalselt 0,5 m

h_3- elemendi kõrgus,

h_4- tõsteseadme kõrgus, m.

Montaažimass G_{max} arvutatakse kaugemate ja raskemate elementide kohta.

$$G_{max}=g_1+g_2, \quad (4.2)$$

kus

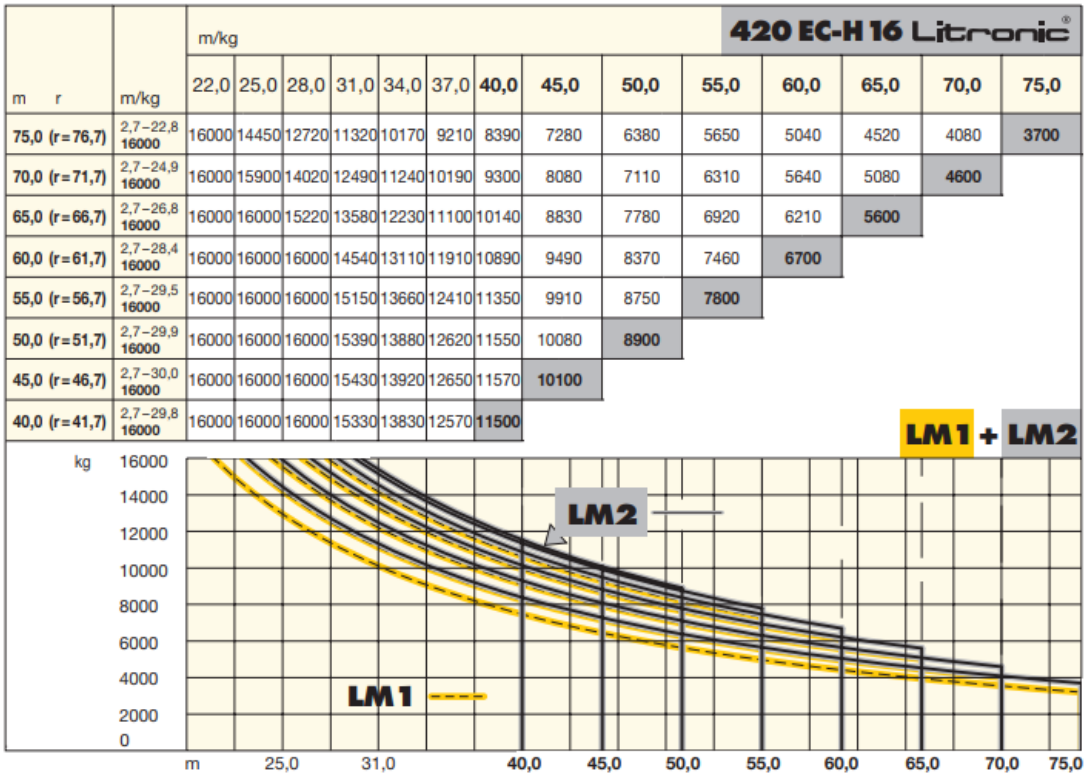
g_1- paigaldatava elemendi mass koos lisavarustusega

g_2- tõsteseadme mass.

Tabel 4.1 Montaažiparameetrid

Jrk nr	Monteeritav element	Elemendi montaažiparameetrid								
		Montaažimass, t			Montaažikõrgus, m					
		Element	Haardeseade	Kokku	Paigalduskõrgus	Ülestõste kõrgus	Element	Tõsteseade	Kokku	Montaaži-kaugus, m
		g_1	g_2	G_{max}	h_1	h_2	h_3	h_4	H_{max}	R_{max}
1	EP-A-214	3,7	0,98	4,68	10,35	0,5	0,265	6	11,12	40,5
2	EP-A-304	4	0,98	4,98	13,35	0,5	0,265	6	20,12	35,2
3	EP-A-338	1,8	0,98	2,78	13,35	0,5	0,265	6	20,12	29
4	EP-A-305	4	0,98	4,98	13,35	0,5	0,265	6	20,12	29,5
5	MRP-201	3,5	0,5	4	9,74	0,5	0,5	3	13,74	31,5
6	MRP-202	3,5	0,5	4	9,74	0,5	0,5	3	13,74	35
7	SP-340	4,6	0,5	5,1	10	0,5	3,3	2	15,8	31
8	SP-341	4,8	0,5	5,3	10	0,5	3,3	2	15,8	32,5
9	SP-319	5	0,5	5,5	10	0,5	3,3	2	15,8	27,5
10	SP-301	5,5	0,5	6	10	0,5	3,3	2	15,8	29,5
11	SP-325	14,7	0,5	15,2	10	0,5	3,3	2	15,8	24,5

Tulenevalt montaažiparameetritest valitakse tornkraanaks Liebherr 420EC-H16 Litronic, mille tõstegraafik on toodud joonisel 4.1. [4]



Joonis 4.1 Tornkraana Liebherr 420 EC-H 16 Litronic tõstegraafik [4]

4.2 Teed ja platsid

Ehitusplats piiratakse kolmest küljest piirdeaiaga ning neljandast küljest piirab ehitusplatsi olemasolev hoone. Piirdeaed varustatakse kahe väravaga, et tagada objektil ringliiklus. Ajutisi teid ei ole vaja rajada, sest ehitusobjekti ringliikluseks kasutatakse olemas olevat asfalt platsi. Tööliste autode parkimiseks rajatakse eraldi killustikust parkimisala väljaspoole piirdeaeda.

4.3 Ehitusplatsi laod

Ehitusplatsil nähakse ette kolm ladustamise ala, milles ühel ladustatakse väljakaevest tulnud liiva ning kahel tööde teostamiseks vajalike materjale. Ladustamise alade pind on tugevdatud killustikuga ning kõik ladustatavad materjalid tuleb katta koormakattega, et kaitsta materjale ilmastiku eest. Niiskust kartvad materjalid tarnitakse objektile peale parkla korruse veepidavuse saavutamist ning ladustatakse maa-alusesse parklasse.

4.4 Ajutised hooned ja ehitised

Objektile planeeritakse ajutisteks hooneteks ja ehitisteks alltöövõtjate soojakud, sanitaarsoojak ning peatöövõtja objektikontor. Objektikontor ehitatakse kokku neljast Ramirent Baltic AS puitsoojakust, mille mõõtmed on 8,47x2,92 meetrit. Objektikontoris on 5 kontori ruumi, suur koosolekuruum ning WC koos kööginurgaga. Alltöövõtjad tarnivad enda töölistele soojakud ise, kuid peatöövõtja poolt on lubatud objektile tarnida ainult Containexi tüüpi 6,1x2,44x2,6 meetrist soojakut, mille uks paikneb soojaku otsas. Selline piirang võimaldab vajadusel ehitada soojakupargi mitme korruseliseks. Lisaks tarnitakse peatöövõtja poolt objektile üks merekonteiner, kus hoiustatakse tööriistu ning materjale.

4.5 Ajutine elekter

Ajutise elektri peakaitsme arvutamiseks on vaja arvestada kõikide elektritarbijate koguvõimsus. Planeeritud elektritarbijad on toodud tabelis 1.3.

Tabel 4.2 Elektritarbijad ehituse ajal.

	Elektritarbija	Nimivõimsus [kW]	Kogus objektil [tk]	Võimsus kokku [kW]
1	Soojakud	10,00	16	160,0
2	Hoonete valgustus	0,04	32	1,28
3	Objekti valgustus	0,20	5	1,00
4	Akutööriistade laadijad	0,24	20	4,80
5	Ketaslõikurid	2,40	2	4,80
6	Niiskusimurid	1,3	14	18,20
7	Elektrilised soojuspuhurid	9,00	7	63,00
8	Segumasinad	0,65	2	1,30
9	Tornkraana	110,00	1	110,00
10	Painutuspingid	3,00	2	6,00
			KOKKU	370,38

Ajutine voolutugevus leitakse valemiga 4.3.

$$I = 1000 * \frac{P}{\sqrt{3} * PF * U}, \quad (4.3)$$

Kus

P- arvutuslik võimsus, kW

PF- võimsustegur 0,8

U- voolutugevus, 3- faasilise puhul 380V

Tulenevalt sellest, et kõikide elektritarbijate kasutamise aeg ei ole üheaegne võetakse arvesse üheaegsustegur, mis lõputöö raames valitakse 0,65.

$$P = 370{,}38 * 0{,}65 = 240{,}75\ kW \quad (4.4)$$

Vajalik voolutugevus:

$$I = 1000 * \frac{240{,}75}{\sqrt{3} * 0{,}8 * 380} = 457{,}23\ A$$

Tulenevalt voolutugevusest valitakse ajutise elektri peakaitsme suuruseks 3x500A.

4.6 Ajutine vesi ja kanalisatsioon

Objekti esimese kuue kuu jooksul ei ole kinnistu välised trassid välja ehitatud, seega ajutine vesi planeeritakse naaberkinnistult, mille omanikuga sõlmitakse ajutine tarbimisleping. Ajutine kanalisatsioon lahendatakse maa-aluse mahutiga, mille suurus on 8 m^3. Peale kinnistu väliste trasside valmimist ning liitumispunktide tekkimist ühendatakse ajutine vesi ja kanalisatsioon ümber ajutisele liitumisele trassidega.

4.7 Ajutine soojusvarustus

Hoonete ehitusperiood on planeeritud selliselt, et kütmise vajadus langeb perioodi, kus hoonet saab kütta läbi hoone küttesõlme kasutades igal korrusel 80 kW kuumaveekalorifeere. Külma varasemal saabumisel on hoone kütmine planeeritud 18kW elektriliste soojapuhuritega.

4.8 Ehitusplatsi piirded ja valve

Ehitusplats on kolmest küljest piiratud ajutise piirdeaiaga ning ühest küljest naaber hoonega. Piirdeaed on varustatud kahe liugväravaga ning tööliste liikumine toimub läbi jalgväravate. Objekti valve on tagatud perimeetri videovalvega. Kaamerad on paigutatud selliselt, et kogu objekti perimeeter on kaetud videopildiga, mis liikumise tuvastamisel annab häire valvekeskusesse.

4.9 Jäätmekorraldus

Ehitusobjektil toimub jäätmete liigiti sorteerimine. Objektile planeeritakse 0,66 m^3 ohtlikejäätmete ja segaolmejäätmete konteinerid. Eraldi 17,5 m^3 sektsioonidega jäätmekonteiner on mõeldud puit-, kile- ning paber-ja pappjäätmetele. Tornkraana tööraadiusesse on planeeritud ka üks 15 m^3 segaehitusjäätmete konteiner.

5. KOONKALENDERPLAAN

5.1 Üldpõhimõtted

Koondkalenderplaani alusel toimub kogu ehitustegevus. Koondkalenderplaanil kuvatakse tööde ja aja juhtimine. Graafiku struktuuri paneb paika objektil toimuvad tööd, mis märgitakse üksteisest sõltuvaks. Tänu sellele on võimalik planeerida vajalike materjale, tööjõudu ning masinaid objektile õigeaegselt.

5.2 Ehitusmaksusmus

Ehitusmaksumuse aluseks on võetud BILDGREN Ehitus OÜ poolt koostatud eelarve. Konfidentsiaalsuse säilitamiseks on kõik maksumused korrutatud koefitsiendiga. Ehitusmaksumus on toodud tabelis 1.4. Ehitusmaksusmus kokku on 8 428 210,12 eurot, millele lisandub käibemaks.

Tabel 5.1 Sõjakooli 1B/1C korterelamute ehitusmaksumus järg 1

Kood EVS 885	Ehitustöö, ehitise osa või kulu nimetus	Maksumus, EUR
1	**VÄLISRAJATISED**	**925 809,07 €**
11	**Ettevalmistus ja lammutus**	15 532,50 €
12	**Hoonealune süvend**	84 979,68 €
14	**Hoonevälised ehitised**	57 983,94 €
15	**Välisvõrgud**	485 166,49 €
16	**Kaeved maa-alal**	16 097,50 €
17	**Maa-ala pinnakatted**	143 661,95 €
18	**Väikeehitised maa-alal**	122 387,01 €
2	**ALUSED JA VUNDAMENDID**	**435 638,03 €**
22	**Vundamendid**	81 971,06 €
23	**Aluspõrandad**	98 604,57 €
24	**Vaiad ja tugevdustarindid**	255 062,40 €
3	**KANDETARINDID**	**2 339 357,91 €**
31	**Metalltarindid**	138 901,64 €
32	**Kandvad ja välisseinad**	1 559 128,84 €
33	**Vahe- ja katuslaed**	619 484,59 €
34	**Trepielemendid**	21 842,84 €
4	**FASSAADIELEMENDID JA KATUSED**	**924 530,19 €**
41	**Klaasfassaadid, vitriinid ja eriaknad**	81 617,75 €
42	**Aknad**	221 355,89 €
43	**Välisuksed ja väravad,**	15 972,48 €
46	**Rõdud ja terrassid**	184 987,25 €
47	**Piirded ja käiguteed**	119 019,40 €
48	**Katusetarindid**	301 577,41 €

Tabel 5.2 Sõjakooli 1B/1C korterelamute ehitusmaksumus järg 2

Kood EVS 885	Ehitustöö, ehitise osa või kulu nimetus	Maksumus, EUR
5	**RUUMITARINDID JA PINNAKATTED**	**1 264 613,02 €**
51	**Vaheseinad**	268 250,99 €
52	**Siseuksed**	167 268,24 €
53	**Siseseinte pinnakatted**	331 974,10 €
54	**Lagede pinnakatted**	160 442,89 €
55	**Treppide pinnakatted**	984,96 €
56	**Põrandad ja põrandakatted**	335 691,83 €
6	**SISUSTUS, INVENTAR, SEADMED**	**115 265,38 €**
62	**Inventar**	5 626,00 €
63	**Seadmed ja masinad**	9 367,38 €
66	**Tõste- ja teisaldusmasinad**	100 272,00 €
7	**TEHNOSÜSTEEMID**	**1 724 986,93 €**
71	**Veevarustus ja kanalisatsioon**	331 906,03 €
72	**Küte, ventilatsioon ja jahutus**	717 549,53 €
73	**Tuletõrjevarustus**	16 995,00 €
74	**Tugevvoolupaigaldis**	510 785,40 €
75	**Nõrkvoolupaigaldis ja automaatika**	147 750,97 €
8	**EHITUSPLATSI KORRALDUKULUD**	**185 511,49 €**
81	**Ajutised ehitised ehitusplatsil**	185 511,49 €
82	**Ajutised tehnosüsteemid**	
83	**Masinad ja seadmed**	
86	**Energiakulu**	
9	**EHITUSPLATSI ÜLDKULUD**	**512 498,11 €**
91	**Juhtimiskulud**	512 498,11 €
92	**Kulud abistavatele tegevustele**	
94	**Talvised lisakulud**	
96	**Lepingu erikulud**	
	KOKKU	8 428 210,12 €
	KÄIBEMAKS 22%	1 854 206,23 €
	SUMMA KOKKU	10 282 416,35 €

6. TEHNOLOOGILISED KAARDID

Lõputöö raames on koostatud viis tehnoloogilist kaarti:

- Vaiatööd
- Rostvärkide ehitus
- -1. korruse kandvad seinad ja postid
- -1. korruse monoliitne vahelagi
- Tüüpkorruse montaažitööd

Tehnoloogiliste kaartide koostamiseks on kasutatud hoone konstruktiivset [3] ja arhitektuurset [1] projekti. Tehnoloogiliste arvutuste teostamiseks on kasutatud RATU tehnoloogia kaarte [5] ning BILDGREN Ehitus OÜ välja kujunenud ajanorme.

6.1 Vaiatööd

6.1.1 Vaiatööde eeltööd

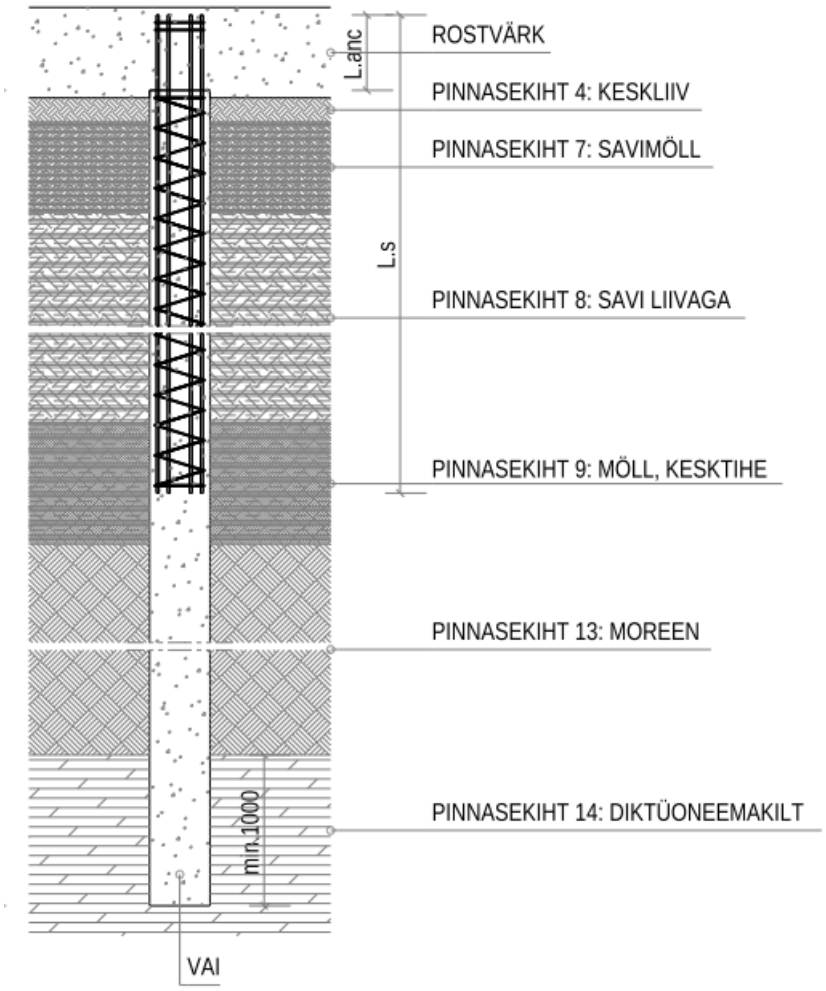
Vaiatöödeks on vajalik hoone aluse ettevalmistus vaiatöödeks. Esmalt tuleb hoone süvendi kaeve teostada kõrguseni, kus hiljem vaiapeade piikamine võtaks kõige vähem ressurssi. Lõputöö raames planeeritakse vaiamasina alla purustatud betoonist alus paksusega 300 mm, mis peab omama vajaliku kandevõimet puurmasina jaoks. Puurmasina aluse ülemiseks kõrgusmärgiks planeeritakse 22,3 ABS ning vajalik kandevõime peab olema 450 kPa. Purustatud betoonist alusele teostatakse kandevõime kontrollimiseks neli plaatkoormuskatset ning teostatakse geodeedi poolt vaiade märkimine.

6.1.2 Vaiatööde tehnoloogilised arvutused

Vaiatööde tehnoloogiaks on valitud SDP tüüp vaiad, kus puurimise käigus surutakse pinnas külgedele laiali. Antud tehnoloogia puhul puuritakse pinnast välja minimaalselt ning hiljem on utiliseeritavat pinnast vähem. Tööde käigus rajatakse kahe läbimõõduga vaiu d400 mm 147 tükki ning d550 72 tükki. Vaiad tuleb süvistada vähemalt 1000 mm kandvasse kihti, mis antud projekti raames on pinnasekiht 14 ehk diktüoneemakilt (joonis 6.1). Vaiad armeeritakse 6 meetri ulatuses, kus d400 mm vaiade puhul on pikkivardad läbimõõduga 16 mm ning d550 vaial 20 mm. [3]

Vaiade puurimine on jaotatud kuueks haardealaks. Tulenevalt kiirest puurpea vahetusest, mis võtab ligikaudu 10 minutit, ei ole haardealad jaotatud vaia läbimõõdu järgi. Tööde liikumise suund on valitud selliselt, et esimesena teostatakse B-hoone alune tsoon ning siis liigutakse A hoone poole. Selline liikumine võimaldab alustada kiiremini B-hoone betoonitöödega. Peale vaiade puurimist teostatakse rostvärkide väljakaeve, mille mahuks on 896,77 m3 ning rajatakse rostvärkide alune killustikalus paksusega 150 mm kogu mahuga 45,91 m3. Paralleelselt rostvärgi väljakaevega teostatakse vaiapeade piikamist. Vaiapead tuleb piikata selliselt, et oleks tagatud vaiade armatuuri ankurduspikkus rostvärkide sisse. Ankurduspikkuseks on projektis

määratud d400 vaia puhul 500 mm ning d550 vaia puhul 800 mm. Vaiatööde masina valikul osutus määravaks vaiade pikkus, pikima vaia pikkuseks on 19,211 meetrit.



Joonis 6.1 Vaialõige

6.1.3 Vaiatööde tööjõu vajadus

Vaiatööde tööjõu vajaduse leidmisel on kasutatud RATU kaarte ning ajanorme ja BILDGREN Ehitus OÜ välja kujunenud ajanorme. Vaiatööde tööjõu vajadus on toodud tabelis 6.1 ning tehnoloogilised arvutused tabelis 6.2.

Tabel 6.1 Vaiatööde tööjõukulu

Jrk nr	Töö nimetus	ühik	Ajanorm	Normatiivne tööjõukulu											
				1 HA		2 HA		3 HA		4 HA		5 HA		6 HA	
			in-h		in-h		in-h		in-h		in-h		in-h		in-h
			mas-h	Ühikuid	mas-h	Ühikuid	mas-h	Ühikuid	mas-h	Ühikuid	mas-h	Ühikuid	mas-h	Ühikuid	mas-h
1	**VAIATÖÖD**														
1.1	Mõõdistustööd	tk	0,13	31	4,03	30	3,9	42	5,46	49	6,37	31	4,03	35	4,55
1.2	Puurimine, betoneerimine	tk	1,65	31	51,15	30	49,5	42	69,3	49	80,85	31	51,15	35	57,75
		tk	0,55	31	17,05	30	16,5	42	23,1	49	26,95	31	17,05	35	19,25
1.3	Vaiatööd	in-h			55,18		53,4		74,76		87,22		55,18		62,3
		mas-h			17,05		16,5		23,1		26,95		17,05		19,25
		in-vah			6,90		6,68		9,35		10,90		6,90		7,79
		mas-vah			2,13		2,06		2,89		3,37		2,13		2,41
2	**KAEVED**														
2.1	Kaevamine kõrgusmärgini	m3	0,015					406,36	6,10				490,41		7,36
2.2	Pinnase utiliseerimine	m3	0,016					406,36	6,50				490,41		7,85
	Kaeved	mas-h							12,60						15,20
		mas-vah							1,57						1,90
3	**VAIAPEADE PIIKAMINE**														
3.1	Vaiapeade piikamine	tk	0,7					103	72,1				115		80,50
3.2	Piikamine	in-vah							9,01						10,06
4	**ROSTVÄRKIDE KILLUSTIK ALUSED**														
4.1	Killustikaluse rajamine	m3	0,1					45,91	4,59				46,7		4,67
		m3	0,2					45,91	9,18				46,7		9,34
4.2	Tihendamine	m2	0,05					306,04	15,30				311		15,55
4.3	Killustikalused	in-h							19,89						20,22
		mas-h							9,18						9,34
		in-vah							2,49						2,53
		mas-vah							1,15						1,17

Tabel 6.2 Vaiatööde tehnoloogilised arvutused

Töö nimetus	Tööline/masin	arv	HAARDEALAD											
			1 HA				2 HA				3 HA			
			Normatiivne			Valitud kestvus	Normatiivne			Valitud kestvus	Normatiivne			Valitud kestvus
			Tööjõu kulu in-vah mas-vah	Kestvus Vahetus	Normi täitmistegur	Vahetus	Tööjõu kulu in-vah mas-vah	Kestvus Vahetus	Normi täitmistegur	Vahetus	Tööjõu kulu in-vah mas-vah	Kestvus Vahetus	Normi täitmistegur	Vahetus
Vaiatööd	Tööline	3	6,9	2,3	1,15	2	6,68	2,23	1,11	2	9,35	3,12	1,04	3
	Vaiamasin	1	2,13	2,13	1,065	2	2,06	2,06	1,03	2	2,89	2,89	0,96	3
Kaevetööd	Ekskavaator	1									1,57	1,57	0,785	2
	Veok	1									1,57	1,57	0,785	2
Vaiapeade piikamine	Tööline	2									9	4,5	0,9	5
Killustik alused	Tööline	1									2,49	2,49	0,83	3
	Ekskavaator	1									1,15	1,15	0,38	3

Töö nimetus	Tööline/masin	arv	HAARDEALAD											
			4 HA				5 HA				6 HA			
			Normatiivne			Valitud kestvus	Normatiivne			Valitud kestvus	Normatiivne			Valitud kestvus
			Tööjõu kulu in-vah mas-vah	Kestvus Vahetus	Normi täitmistegur	Vahetus	Tööjõu kulu in-vah mas-vah	Kestvus Vahetus	Normi täitmistegur	Vahetus	Tööjõu kulu in-vah mas-vah	Kestvus Vahetus	Normi täitmistegur	Vahetus
Vaiatööd	Tööline	3	10,9	3,63	0,91	4	6,9	2,3	1,15	2	7,79	2,60	0,87	3
	Vaiamasin	1	3,37	3,37	0,84	4	2,13	2,13	1,07	2	2,41	2,41	0,80	3
Kaevetööd	Ekskavaator	1									1,9	1,90	0,95	2
	Veok	1									1,9	1,90	0,95	2
Vaiapeade piikamine	Tööline	2									10,06	5,03	1,01	5
Killustik alused	Tööline	1									2,53	2,53	0,84	3
	Ekskavaator	1									1,17	1,17	0,39	3

6.2 Rostvärgid

6.2.1 Rostvärkide eeltööd

Rostvärkide rajamiseks tuleb vaiatöödel rajatud killustikalus katta kilega, et takistada vee eraldumist betoonist pinnasesse. Vaiapeade piikamisel avatud vaia armatuur tuleb puhastada, et rostvärgi betoon nakkuks. Peale vaiapeade puhastamise ning kile paigaldus tuleb geodeedi poolt märgistada ära rostvärkide paiknemine.

6.2.2 Rostvärkide tehnoloogilised arvutused

Hoonele on projekteeritud lint- ja plaatrostvärgid. Lintrostvärgid on planeeritud tsoonidesse, kuhu toetuvad kandvad seinad, plaatrostvärk on projekteeritud kandvate postide alla. Lintrostvärkide paksus on üldiselt 600 mm, kuid plaatrostvärkide paksus varieerub 800-1605 mm vahel olenevalt vastuvõetavatest koormustest. Rostvärkide tööd on planeeritud viieks haardealaks selliselt, et esmalt teostatakse B-hoone alune tsoon, millele järgneb A-maja tsoon ning hiljem kahe hoone vaheline tsoon. Selline tööde teostamise liikumine valitakse tulenevalt vaiade valmimisest ning plaanist alustada esmalt B- hoone monoliitsete seinte ja betoonelementide paigaldusega. Tööde kiirendamiseks armeeritakse rostvärkide armeering võimalusel väljaspool kaevikut ning tõstetakse peale raketise paigaldust oma positsioonile. Sellist lahendust saab kasutada väiksemate plaatrostvärkide puhul, mis võimaldab rakestamist ja armeerimist teostada paralleelselt. Armeerimisel kasutatakse üksikvardaid läbimõõduga d8-32mm ning sarrusvõrku #150 d12 ning #200 d16, armatuuri ülekatte pikkus peab olema vähemalt 75 varda läbimõõtu. Rostvärkide betoneerimiseks kasutatakse betooni survetugevusklassiga C30/37 ning keskkonnaklassiga XC2.

6.2.3 Rostvärkide tööjõu vajadus

Rostvärgi ehituse tööjõu vajaduse leidmiseks on kasutatud RATU kaarte ning ajanorme. Leitud tööjõu vajadus on toodud tabelis 6.3.

Tabel 6.3 Rostvärkide ehitamise tööjõukulu.

Jrk nr	Töö nimetus	ühik	Ajanorm	Normatiivne tööjõukulu									
				1 HA		2 HA		3 HA		4 HA		5 HA	
			in-h		in-h		in-h		in-h		in-h		in-h
			mas-h	Ühikuid	mas-h	Ühikuid	mas-h	Ühikuid	mas-h	Ühikuid	mas-h	Ühikuid	mas-h
5	**Rakestamine**												
5.1	Mõõdistustööd	m2	0,03	140,68	4,22	137,01	4,11	163,08	4,89	164,13	4,92	144,61	4,34
5.2	Raketise ehitus	m2	0,37	140,68	52,05	137,01	50,69	163,08	60,34	164,13	60,73	144,61	53,51
5.3	Lahti rakestamine	m2	0,16	140,68	22,51	137,01	21,92	163,08	26,09	164,13	26,26	144,61	23,14
5.4	Raketise puhastus	m2	0,21	140,68	56,27	137,01	54,80	163,08	65,23	164,13	65,65	144,61	57,84
5.5	Rakestamine kokku		in-h		135,05		131,53		156,56		157,56		138,83
			in-vah		16,88		16,44		19,57		19,70		17,35
6	**Armeerimine**												
6.1	Armatuuri teisaldamine käsitsi	1 t	0,6	10,58	6,35	10,66	6,40	15,85	9,51	15,13	9,08	9,82	5,89
6.2	Armeerimine üksikvarrastest	1 t	7,56	10,58	79,98	10,66	80,59	15,85	119,83	15,13	114,38	9,82	74,24
6.3	Armeerimine kokku		in-h		86,33		86,99		129,34		123,46		80,13
			in-vah		10,79		10,87		16,17		15,43		10,02
7	**Betoneerimine**												
7.1	Eeltööd	m3	0,03	46,12	1,38	46,46	1,39	69,08	2,07	65,93	1,98	42,81	1,28
7.2	Betoonipumbaga betoneerimine	m3	0,23	46,12	10,61	46,46	10,69	69,08	15,89	65,93	15,16	42,81	9,85
		m3	0,19	46,12	8,76	46,46	8,83	69,08	13,13	65,93	12,53	42,81	8,13
7.3	Järeltööd	m3	0,02	46,12	0,92	46,46	0,93	69,08	1,38	65,93	1,32		0,00
7.4	Betoneerimine kokku		in-h		12,91		13,01		19,34		18,46		11,13
			mas-h		8,76		8,83		13,13		12,53		8,13
			in-vah		1,61		1,63		2,42		2,31		1,39
			mas-vah		1,10		1,10		1,64		1,57		1,02

Tabel 6.4 Rostvärkide tehnoloogilised arvutused

			Haardealad																			
			1 HA				2 HA				3 HA				4 HA				5 HA			
			Normatiivne			Valitud	Normatiivne			Valitud	Normatiivne			Valitud	Normatiivne			Valitud	Normatiivne			Valitud
			Tööjõu kulu	Kestvus	Normi	kestvus	Tööjõu kulu	Kestvus	Normi	kestvus	Tööjõu kulu	Kestvus	Normi	kestvus	Tööjõu kulu	Kestvus	Normi	kestvus	Tööjõu kulu	Kestvus	Normi	kestvus
			in-vah	Vahetus	täitmisteg	Vahetus	in-vah	Vahetus	täitmisteg	Vahetus	in-vah	Vahetus	täitmisteg	Vahetus	in-vah	Vahetus	täitmisteg	Vahetus	in-vah	Vahetus	täitmisteg	Vahetus
Töö nimetus	Tööline/masin	arv	mas-vah		ur		mas-vah		ur		mas-vah		ur		mas-vah		ur		mas-vah		ur	
Rakestamine	Tööline	6	16,8	2,80	0,93	3	16,44	2,74	0,91	3	19,57	3,26	1,09	3	19,7	3,28	1,09	3	17,35	2,89	0,96	3
Armeerimine	Tööline	5	10,79	2,16	1,08	2	10,87	2,17	1,09	2	16,17	3,23	1,08	3	15,43	3,09	1,03	3	10,02	2,00	1,00	2
Betoneerimine	Tööline	2	1,61	0,81	0,81	1	1,63	0,82	0,82	1	2,42	1,21	0,61	2	2,31	1,16	0,58	2	1,39	0,70	0,70	1
	betoonipump	1	1,1	1,10	1,10	1	1,1	1,10	1,10	1	1,64	1,64	0,82	2	1,57	1,57	0,79	2	1,02	1,02	1,02	1

6.3 -1. korruse kandvad seinad ja postid

6.3.1 Tööde kirjeldus

-1. korruse seinad ja postid on A-hoone ning osaliselt ka B-hoone all monoliitsest raudbetoonist. Kõik monoliitsed seinad toetatakse lintrostvärgile ning postid plaatrostvärgile. Tulenevalt ehitusgraafikust jagatakse -1. korruse monoliitsed konstruktsioonid kaheksaks haardealaks ning haardealade järjekord seatakse selliselt, et esmalt teostatakse B-hoone tsoon, siis A-hoone ja viimasena maa-aluse parkla tsoon. Tööde teostamiseks on valitud kolm brigaadi, kes tegelevad vastavalt armeerimise ja rakestamise, betoneerimise või lahti rakestamisega. Kõikide brigaadide peale on planeeritud üks tornkraana.

Tööde teostamiseks tellitakse Doka süsteemi raketis, kus koguseliselt arvestatakse ühes haardealas kõige rohkem olevate elementide arvuga. Tööd planeeritakse selliselt, et järgmise haarde ala rakestamiseks kasutatakse eelnevalt haardealalt demonteeritud või kasutuseta olevaid mooduleid.

Tööde teostamisel märgitakse esmalt maha seina paiknemine ning alustatakse armeerimisega. Seintes armeerimisel kasutatakse armatuuri läbimõõduga 8-25 mm, armatuuri ülekatte pikkus peab olema vähemalt 75 läbimõõtu. Paralleelselt armeerimisega paigaldatakse raketise moodulid. Raketise pind on vaja enne paika tõstmist katta raketiseõliga, et betoon ei nakkuks raketise pinnaga. Raketise ja armeeringu valmimisel jätkatakse betooni valuga. Välisseinte puhul kasutatakse betooni survetugevusega C30/37 ning keskkonnaklassiga XC3, siseseinte ja postide keskkonnaklassiks on XC1. Lahti rakestamisega alustatakse betoneerimisele järgnenud päeval.

6.3.2 Töödeks vajalike materjalide kogused

Tööde teostamiseks on põhiliselt vaja raketist, armatuuri ning betooni. Kogu -1. korruse seinte armatuuri vajadus on 25,07 tonni, raketise kogu pind 2448,70 m^2 ning betooni vajadus 225,94 m^3. Haardealade kaupa materjalide vajadus on toodud tabel 6.5.

Tabel 6.5 Materjalide vajadus haardealade kaupa

Materjal	Ühik	1HA	2HA	3HA	4HA	5HA	6HA	7HA	8HA
Raketis	m^2	391	284,4	348,6	264,5	421,4	271,8	253,4	213,7
Armatuur	t	4,09	3,07	3,59	3,04	4,32	2,63	2,23	2,09
Betoon	m^3	37,16	27,92	32,66	25,36	37,6	23,94	22,34	18,96

-1. korruse seinte ja postide rajamiseks vajaliku raketise spetsifikatsioon on toodud tabelis 6.6. [9]

Tabel 6.6 Seinte ja postide raketise spetsifikatsioon.

Raketise spetsifikatsioon															
Kilpide kirjeldus					Kilpide vajadus										
	Mooduli spetsifikatsioon				Kogus, tk										
	Kõrgus	Laius	Pindala	Kaal	Haardeala									Renditav	Kordus
Tähis	cm	cm	m2	kg	1	2	3	4	5	6	7	8	Kokku	kogus	kasutegur
Moodul 1	330	270	8,91	521,5	30	24	24	7	22	26	26	18	177	30	5,90
Moodul 2	60	270	1,62	107	30	24	4	5	22	0	0	0	85	30	2,83
Moodul 3	330	135	4,455	273	0	0	8	15	7	0	0	4	34	15	2,27
Moodul 4	60	135	0,81	57,5	0	0	0	1	7	0	0	0	8	7	1,14
Moodul 5	330	90	2,97	215	1	0	1	6	9	2	0	3	22	9	2,44
Moodul 6	60	90	0,54	42,8	1	0	0	0	9	0	0	0	10	9	1,11
Moodul 7	330	75	2,475	193,3	1	0	4	15	1	0	0	0	21	15	1,40
Moodul 8	60	75	0,45	38,8	1	0	0	0	1	0	0	0	2	1	2,00
Moodul 9	330	60	1,98	140,6	14	1	7	15	20	3	0	5	65	20	3,25
Moodul 10	60	60	0,36	33	14	1	0	1	20	0	0	0	36	20	1,80
Moodul 11	330	45	1,485	113,9	0	1	6	3	6	3	0	1	20	6	3,33
Moodul 12	60	45	0,27	24,5	0	1	2	0	6	0	0	0	9	6	1,50
Moodul 13	330	30	0,99	88,5	0	0	4	1	0	0	0	2	7	4	1,75
Liigendnurk	330	60	1,98	125,5	0	0	4	0	0	0	0	0	4	4	1,00
Sisenurk	330	60	1,98	126	4	1	10	14	13	1	0	3	46	14	3,29
Sisenurk	60	60	0,81	26,4	4	1	0	0	13	0	0	0	18	13	1,38
Post 450x800	330	80	8,25	736,8	3	3	3	1	3	0	0	0	13	3	4,33
Post 300x800	330	80	7,26	686	0	0	0	0	0	3	3	1	7	3	2,33
Kilpide kogus haardealas				tk	103	57	77	84	159	38	29	37			
Kilpide pindala haardealas				m2	391,0	284,4	348,6	264,5	421,4	271,8	253,4	213,7			

6.3.3 Tööjõuvajadus ja tehnoloogilised arvutused

Lõputöö neljanda tehnoloogiakaardi tööjõuvajadus on toodud tabelis 6.7 ning tehnoloogilised arvutused tabelis 6.8.

Tabel 6.7 -1. korruse kandekonstruktsioonide tööjõuvajadus

Jrk nr	Töö nimetus	ühik	Ajanorm	Normatiivne tööjõukulu															
				1 HA		2 HA		3 HA		4 HA		5 HA		6 HA		7 HA		8 HA	
			in-h		in-h		in-h		in-h		in-h		in-h		in-h		in-h		in-h
			mas-h	Ühikuid	mas-h	Ühikuid	mas-h	Ühikuid	mas-h	Ühikuid	mas-h	Ühikuid	mas-h	Ühikuid	mas-h	Ühikuid	mas-h	Ühikuid	mas-h
1	**Rakestamine ja armeerimine**																		
1.1	Raketise paigaldus	tk	0,7	53	37,10	57	39,90	77	53,90	87	60,90	78	54,60	38	26,60	29	20,30	37	25,90
		tk	0,3	53	15,90	57	17,10	77	23,10	87	26,10	78	23,40	38	11,40	29	8,70	37	11,10
1.2	Raketise õlitamine	m2	0,09	391	35,19	284,4	25,60	348,6	31,37	264,5	23,81	421,4	37,93	271,8	24,46	253,4	22,81	213,7	19,23
1.3	Avamoodulite rakestamine	m2	0,6	5,25	3,15	13,58	8,15	16,80	10,08	4,48	2,69	16,68	10,01	2,24	1,34	4,48	2,69	0	0,00
1.4	Armeerimine	tonn	11	4,09	44,96	3,07	33,78	3,59	39,52	3,04	33,48	4,32	47,56	2,63	28,97	2,23	24,57	2,09	22,94
	Rakestamine ja armeerimine kokku		in-h		120,40		107,43		134,87		120,87		150,10		81,37		70,37		68,07
			mas-h		15,90		17,10		23,10		26,10		23,40		11,40		8,70		11,10
			in-vah		15,05		13,43		16,86		15,11		18,76		10,17		8,80		8,51
			mas-vah		1,99		2,14		2,89		3,26		2,93		1,43		1,09		1,39
2	**Betoneerimine**																		
2.1	Betoneerimine	m3	0,3	37,16	11,15	27,92	8,38	32,66	9,80	25,36	7,61	37,6	11,28	23,94	7,18	22,34	6,70	18,96	5,69
		m3	0,1	37,16	3,72	27,92	2,79	32,66	3,27	25,36	2,54	37,6	3,76	23,94	2,39	22,34	2,23	18,96	1,90
2.2	Betoneerimise järeltööd	m3	0,03	37,16	1,11	27,92	0,84	32,66	0,98	25,36	0,76	37,6	1,13	23,94	0,72	22,34	0,67	18,96	0,57
	Betoneerimine kokku		in-h		12,26		9,21		10,78		8,37		12,41		7,90		7,37		6,26
			mas-h		3,72		2,79		3,27		2,54		3,76		2,39		2,23		1,90
			in-vah		1,53		1,15		1,35		1,05		1,55		0,99		0,92		0,78
			mas-vah		0,46		0,35		0,41		0,32		0,47		0,30		0,28		0,24
3	**Raketise demonteerimine**																		
3.1	Lahtirakestamine	tk	0,4	53	21,20	57	22,80	77	30,80	87	34,80	78	31,20	38	15,20	29	11,60	37	14,80
		tk	0,15	53	7,95	57	8,55	77	11,55	87	13,05	78	11,70	38	5,70	29	4,35	37	5,55
3.2	Raketiste puhastamine	m2	0,15	391	58,65	284,4	42,66	348,6	52,29	264,5	39,68	421,4	63,21	271,8	40,77	253,4	38,01	213,7	32,06
3.3	Avamoodulite raketiste demonteerimine ja puhastamine	m2	0,3	5,25	1,58	13,58	4,07	16,80	5,04	4,48	1,34	16,68	5,00	2,24	0,67	4,48	1,34	0	0,00
	Raketise demonteerimine kokku		in-h		81,43		69,53		88,13		75,82		99,41		56,64		50,95		46,86
			mas-h		7,95		8,55		11,55		13,05		11,70		5,70		4,35		5,55
			in-vah		10,18		8,69		11,02		9,48		12,43		7,08		6,37		5,86
			mas-vah		0,99		1,07		1,44		1,63		1,46		0,71		0,54		0,69

Tabel 6.8 -1. korruse kandekonstruktsioonide tehnoloogilised arvutused

			Haardealad															
			1 HA				2 HA				3 HA				4 HA			
			Normatiivne			Valitud	Normatiivne			Valitud	Normatiivne			Valitud	Normatiivne			Valitud
			Tööjõu kulu	Kestvus	Normi	kestvus	Tööjõu kulu	Kestvus	Normi	kestvus	Tööjõu kulu	Kestvus	Normi	kestvus	Tööjõu kulu	Kestvus	Normi	kestvus
Töö nimetus	Tööline/masin	arv	in-vah mas-vah	Vahetus	täitmisteg ur	Vahetus	in-vah mas-vah	Vahetus	täitmisteg ur	Vahetus	in-vah mas-vah	Vahetus	täitmisteg ur	Vahetus	in-vah mas-vah	Vahetus	täitmisteg ur	Vahetus
Rakestamine ja armeerimine	Tööline	4	15,05	3,76	0,94	4	13,43	3,36	0,84	4	16,86	4,22	1,05	4	15,11	3,78	0,94	4
	Kraana	1	1,99	1,99	1,00	2	2,14	2,14	1,07	2	2,89	2,89	0,96	3	3,26	3,26	1,09	3
Betoneerimine	Tööline	3	1,53	0,51	0,51	1	1,15	0,38	0,38	1	1,35	0,45	0,45	1	1,05	0,35	0,35	1
	Betoonipump	1	0,46	0,46	0,46	1	0,35	0,35	0,35	1	0,41	0,41	0,41	1	0,32	0,32	0,32	1
Raketise demonteerimine	Tööline	4	10,18	2,55	0,85	3	8,69	2,17	1,09	2	11,02	2,76	0,92	3	9,48	2,37	0,79	3
	Kraana	1	0,99	0,99	0,99	1	1,07	1,07	1,07	1	1,44	1,44	0,72	2	1,63	1,63	1,63	1

			Haardealad															
			5 HA				6 HA				7 HA				8 HA			
			Normatiivne			Valitud	Normatiivne			Valitud	Normatiivne			Valitud	Normatiivne			Valitud
			Tööjõu kulu	Kestvus	Normi	kestvus	Tööjõu kulu	Kestvus	Normi	kestvus	Tööjõu kulu	Kestvus	Normi	kestvus	Tööjõu kulu	Kestvus	Normi	kestvus
Töö nimetus	Tööline/masin	arv	in-vah mas-vah	Vahetus	täitmisteg ur	Vahetus	in-vah mas-vah	Vahetus	täitmisteg ur	Vahetus	in-vah mas-vah	Vahetus	täitmisteg ur	Vahetus	in-vah mas-vah	Vahetus	täitmisteg ur	Vahetus
Rakestamine ja armeerimine	Tööline	3	18,76	6,25	1,04	6	10,17	3,39	1,13	3	8,8	2,93	0,98	3	8,51	2,84	0,95	3
	Kraana	1	2,93	2,93	0,98	3	1,43	1,43	0,72	2	1,09	1,09	1,09	1	1,39	1,39	0,70	2
Betoneerimine	Tööline	3	1,55	0,52	0,52	1	0,99	0,33	0,33	1	0,92	0,31	0,31	1	0,78	0,26	0,26	1
	Betoonipump	1	0,47	0,47	0,47	1	0,3	0,30	0,30	1	0,28	0,28	0,28	1	0,24	0,24	0,24	1
Raketise demonteerimine	Tööline	5	12,43	2,49	1,24	2	7,08	1,42	0,71	2	6,37	1,27	1,27	1	5,86	1,17	0,59	2
	Kraana	1	1,46	1,46	1,46	1	0,71	0,71	0,71	1	0,54	0,54	0,54	1	0,69	0,69	0,69	1

6.4 -1. korruse monoliitne vahelagi

6.4.1 Tööde kirjeldus

Lõputöö neljandas tehnoloogiakaardis lahendatakse -1. korruse monoliitse vahelae rajamine telgede vahemikus A-K/1-8. Tulenevalt eelnevate tööde etapilisusest ning soovist esmalt teostada B-hoone montaaž jagatakse monoliitne vahelagi neljaks haardealaks. Esimene haardeala paikneb B-hoone all, teine haardeala A-hoone all ning kolmas ja neljas haardeala on maa-aluse parkla katuslagi.

Hoonete all paikneva vahelae paksuseks on 250 mm ning hoone kandvate seinte tsoonis on vahelagi tugevdatud taladega. Parkla katuslagi on 300 mm paksusega ning valatakse kalletega, et sadevesi katuselt ära juhtida.

Igas haardealas alustatakse töid raketise paigaldusega, mis olenevalt haardealast võtab aega 2-10 päeva. Kui osaliselt on juba raketis paigas saab alustada vahelae armeerimisega ning seejärel toimub vahelae betoneerimine. Peale betooni 60% survetugevuse saavutamist võib eemaldada raketise ning tuleb paigaldada 1 meetrise sammuga järeltoed, mis peavad olema kuni betooni 90%-lise survetugevuse saavutamiseni. Konstruktsioone võib koormata alates betooni 70% survetugevuse saavutamisel.

6.4.2 Materjalide vajadus

Monoliitse vahelae ehitamiseks läheb vaja raketist, armatuuri ning betooni. Materjalide vajadus haardealade kaupa on toodud tabelis 6.9.

Tabel 6.9 -1. korruse vahelae materjali vajadus

-1. KORRUSE VAHELAE MATERJALI VAJADUS				
Nimetus	1. HA	2. HA	3. HA	4. HA
Raketis, m2	143,07	691,2	84,61	835,99
Armatuur, t	8,2	48,89	5,84	54,9
Betoon, m3	3,9,9	267,5	37,4	314,1

6.4.3 Tehnoloogilised arvutused

-1. Korruse tehnoloogiliste arvutuste teostamisel on kasutatud BILDGREN Ehitus OÜ ning betoonitöid teostava ettevõtte ajanorme. Monoliitse vahelae rajamine on jagatud neljaks haardealaks ning tööjõu vajadus on toodud tabelis 6.10 ning tehnoloogilised arvutused tabelis 6.11.

Tabel 6.10 -1. korruse monoliitse vahelae tööjõukulu

Jrk nr	Töö nimetus	ühik	Ajanorm	Normatiivne tööjõukulu							
				1 HA		2 HA		3 HA		4 HA	
			in-h		in-h		in-h		in-h		in-h
			mas-h	Ühikuid	mas-h	Ühikuid	mas-h	Ühikuid	mas-h	Ühikuid	mas-h
1	**Rakestamine**										
1.1	Mõõdistustööd	m2	0,03	143,07	4,29	691,2	20,74	84,61	2,54	835,99	25,08
1.2	Raketise ehitus	m2	0,37	143,07	52,94	691,2	255,74	84,61	31,31	835,99	309,32
	Rakestamine kokku		in-h		57,23		276,48		33,84		334,40
			in-vah		7,15		34,56		4,23		41,80
2	**Armeerimine**										
2.1	Armatuuri teisaldamine käsitsi	1 t	0,6	8,20	4,92	47,89	28,73	5,84	3,50	54,9	32,94
2.2	Armeerimine üksikvarrastest	1 t	7,56	8,20	61,99	47,89	362,05	5,84	44,15	54,9	415,04
	Armeerimine kokku		in-h		66,91		390,78		47,65		447,98
			in-vah		8,36		48,85		5,96		56,00
3	**Betoneerimine**										
3.1	Eeltööd	m3	0,03	39,9	1,20	267,5	8,03	37,4	1,12	314,1	9,42
3.2	Betoonipumbaga betoneerimine	m3	0,1	39,9	3,99	267,5	26,75	37,4	3,74	314,1	31,41
		m3	0,04	39,9	1,60	267,5	10,70	37,4	1,50	314,1	12,56
3.3	Järeltööd	m3	0,02	39,9	0,80	267,5	5,35	37,4	0,75	314,1	6,28
	Betoneerimine kokku		in-h		5,99		40,13		5,61		47,12
			mas-h		1,60		10,70		1,50		12,56
			in-vah		0,75		5,02		0,70		5,89
			mas-vah		0,20		1,34		0,19		1,57
4	**Lahti rakestamine**										
4.1	Lahti rakestamine	m2	0,16	143,07	22,89	691,2	110,59	84,61	13,54	835,99	133,76
4.2	Raketise puhastus	m2	0,21	143,07	0,20	691,2	145,15	84,61	0,19	835,99	175,56
	Lahti rakestamine kokku		in-h		23,09		255,74		13,72		309,32
			in-vah		2,89		31,97		1,72		38,66

Tabel 6.11 -1. korruse monoliitse vahelae tehnoloogilised arvutused

			Haardealad															
			1 HA				2 HA				3 HA				4 HA			
			Normatiivne			Valitud	Normatiivne			Valitud	Normatiivne			Valitud	Normatiivne			Valitud
			Tööjõu kulu	Kestvus	Normi	kestvus	Tööjõu kulu	Kestvus	Normi	kestvus	Tööjõu kulu	Kestvus	Normi	kestvus	Tööjõu kulu	Kestvus	Normi	kestvus
Töö nimetus	Tööline/masin	arv	in-vah mas-vah	Vahetus	täitmisteg ur	Vahetus	in-vah mas-vah	Vahetus	täitmisteg ur	Vahetus	in-vah mas-vah	Vahetus	täitmisteg ur	Vahetus	in-vah mas-vah	Vahetus	täitmisteg ur	Vahetus
Raketise paigaldus	Tööline	4	7,15	1,79	0,89	2	34,56	8,64	0,96	9	4,23	1,06	1,06	1	41,8	10,45	1,05	10
Armeerimine	Tööline	4	8,36	2,09	0,70	3	48,85	12,21	1,02	12	5,96	1,49	0,75	2	56	14,00	1,00	14
Betoneerimine	Tööline	4	0,75	0,19	0,19	1	5,02	1,26	1,26	1	0,7	0,18	0,18	1	5,89	1,47	1,47	1
	Betoonipump	1	0,2	0,20	0,20	1	1,34	1,34	1,34	1	0,19	0,19	0,19	1	1,57	1,57	1,57	1
Raketise demonteerimine	Tööline	3	2,89	0,96	0,96	1	31,97	10,66	1,07	10	1,72	0,57	0,57	1	38,66	12,89	0,99	13

6.5 Tüüpkorruse montaaži tehnoloogia kaart

6.5.1 Tööde kirjeldus

Viiendas tehnoloogiakardis planeeritakse mõlema hoone tüüpkorruse ehk 2 korruse montaažitööde aja- ja tööjõukulu.

Kõik korruse raudbetoonelemendid toodetakse tehases ning tarnitakse objektile vastavalt montaažigraafikule. Esimesena planeeritakse B- hoone montaaž, kus paigaldatakse seinapaneelid ning vahelae õõnespaneelid ning teisena teostatakse montaaž A- hoonele.

6.5.2 Seinapaneelide monteerimine

Hoonete seinapaneelid on ühe kihilised raudbetoon elemendid. Siseseinte paneelide paksuseks on 200 mm ning välisseina elementide paksuseks 150 mm. Tüüpkorruse seinapaneelide kõrguseks on 3095 mm. Seinapaneelide tootmisel kasutatakse betooni survetugevusega C30/37 ning keskkonnaklassiga XC1. Seinpaneelide paigalduse alguses märgitakse geodeedi poolt ära seinapaneelide paiknemine. Seinapaneelide tõstmiseks tornkraanaga paigaldatakse tehases paneelide ülapinda tõsteaasad, mis peale paigaldust eemaldatakse. Paneelid ühendatakse omavahel tross- ja armatuur aasadega kasutades d12 mm läbimõõduga varrast. Peale monteerimist vuugid ühendatakse C30/37 jootebetooniga. [3]

6.5.3 Vahelae monteerimine

Hoone vahelagi on projekteeritud monteeritavatest raudbetoonist õõnes- ja täismassplaatidest paksusega 265 mm ning sildega kuni 9,3 meetrit. Õõnespaneelide tõstmiseks kasutatakse traaversit. Täisplaatide ja lõigatud õõnespaneelide tõstmiseks kasutatakse elemendi külge kinnitatud aasasid ja ketttroppe. Peale montaaži elementide vuugid ja perimeeter armeeritakse ning betoneeritakse üheks tervikuks.

6.5.4 Tüüpkorruse montaaži tööjõu vajadus ja tehnoloogilised arvutused

Tulenevalt hoonete erinevatel aegadel monteerimisest on teostatud A ja B-hoonele tööjõukulu ja tehnoloogilised arvutused eraldi. Normatiivsed ajanormid on võetud BILDGREN Ehitus OÜ ajanormidest. A-hoone tööjõukulu on toodud tabelis 6.12 ning tehnoloogilised arvutused tabelis 6.13. B-hoone tööjõukulu on tabelis 6.14 ning tehnoloogilised arvutused tabelis 6.15.

Tabel 6.12 A-hoone montaaži tööjõukulu

Jrk nr	Töö nimetus	ühik	Ajanorm	Normatiivne tööjõukulu 1 HA	
			in-h		in-h
			mas-h	Kogus	mas-h
1	**Seinapaneelide monteerimine**				
1.1	Mõõdistustööd	tk	0,12	40	4,80
1.2	Seinapaneelide paigaldus	tk	1,3	40	52,00
		tk	0,1	40	4,00
1.3	Vuukide armeerimine, rakestamine, monolitiseerimine betoonipumbaga ja lahti rakestamine	tk	0,16	40	6,40
	Seinapaneelide monteerimine kokku		in-h		63,20
			mas-h		4,00
			in-vah		7,90
			mas-vah		0,50
2	**Vahelae monteerimine**				
2.1	Mõõtmine ja märkimine	tk	0,6	78,00	46,80
2.2	Õõnespaneelide paigaldus	tk	0,35	78,00	27,30
		tk	0,1	78,00	7,80
2.3	Terastalade paigaldus	tk	0,75	36,00	27,00
		tk	0,1	36,00	3,60
2.4	Trepipodestide paigaldamine	tk	0,55	3,00	1,65
		tk	0,1	3,00	0,30
2.5	Trepimarsi paigaldamine	tk	1	1,00	1,00
		tk	0,1	1,00	0,10
2.6	Vahelaepaneeli vuukid armeerimine, raketise ehitus	tk	0,24	76,00	18,24
2.7	Monoliitsete vahelae osade rakestmaine ja lahti rakestamine	m2	0,38	6,08	2,31
2.8	Monoliitsete vahelae osade armeerimine	1 tonn	8	4,83	38,64
2.9	Rõdupaneelide paigaldus	tk	1,4	7,00	9,80
		tk	0,1	7,00	0,70
2.10	Vahelae elementide vuukide betoneerimine betoonipumbaga	tk	0,1	76,00	7,60
		tk	0,05	76,00	3,80
2.11	Monoliitsete vahelae osade betoneerimine	m3	0,15	1,61	0,24
		m3	0,1	1,61	0,16
	Vahelae monteerimine kokku		in-h		180,58
			mas-h		16,46
			in-vah		22,57
			mas-vah		2,06

Tabel 6.13 A-hoone tehnoloogilised arvutused

Töö nimetus	Tööline/masin	arv	A-hoone montaaž			
			Normatiivne			Valitud kestvus
			Tööjõu kulu	Kestvus	Normi täitmisteg ur	
			in-vah	Vahetus		Vahetus
			mas-vah			
Seinte monteerimine	Tööline	3	7,9	2,63	0,88	3
	Tornkraana	1	0,5	0,50	0,25	2
Vahelae monteerimine	Tööline	4	22,57	5,64	0,94	6
	Tornkraana	1	1,9	1,90	0,63	3
	Betoonipump	1	0,16	0,16	0,16	1

Tabel 6.14 B-hoone montaaži tööjõukulu

Jrk nr	Töö nimetus	ühik	Ajanorm	Normatiivne tööjõukulu 1 HA	
			in-h		in-h
			mas-h	Kogus	mas-h
1	**Seinapaneelide monteerimine**				
1.1	Mõõdistustööd	tk	0,12	47	5,64
1.2	Seinapaneelide paigaldus	tk	1,3	47	61,10
		tk	0,1	47	4,70
1.3	Vuukide armeerimine, rakestamine, monolitiseerimine betoonipumbaga ja lahti rakestamine	tk	0,16	47	7,52
	Seinapaneelide monteerimine kokku		in-h		74,26
			mas-h		4,70
			in-vah		9,28
			mas-vah		0,59
2	**Vahelae monteerimine**				
2.1	Mõõtmine ja märkimine	tk	0,6	84,00	50,40
2.2	Õõnespaneelide paigaldus	tk	0,35	84,00	29,40
		tk	0,1	84,00	8,40
2.3	Terastalade paigaldus	tk	0,75	11,00	8,25
		tk	0,1	11,00	1,10
2.4	Trepipodestide paigaldamine	tk	0,55	3,00	1,65
		tk	0,1	3,00	0,30
2.5	Trepimarsi paigaldamine	tk	1	1,00	1,00
		tk	0,1	1,00	0,10
2.6	Vahelaepaneeli vuukid armeerimine, raketise ehitus	tk	0,24	82,00	19,68
2.7	Monoliitsete vahelae osade rakestmaine ja lahti rakestamine	m2	0,38	22,60	8,59
2.8	Monoliitsete vahelae osade armeerimine	1 tonn	8	1,57	12,56
2.9	Rõdupaneelide paigaldus	tk	1,4	2,00	2,80
		tk	0,1	2,00	0,20
2.10	Vahelae elementide vuukide betoneerimine betoonipumbaga	tk	0,1	82,00	8,20
		tk	0,05	82,00	4,10
2.11	Monoliitsete vahelae osade betoneerimine	m3	0,15	5,99	0,90
		m3	0,1	5,99	0,60
	Vahelae monteerimine kokku		in-h		143,43
			mas-h		14,80
			in-vah		17,93
			mas-vah		1,85

Tabel 6.15 B-hoone tehnoloogilised arvutused

Töö nimetus	Tööline/masin	arv	B-hoone montaaž			
			Normatiivne			Valitud kestvus
			Tööjõu kulu	Kestvus	Normi täitmistegur	
			in-vah	Vahetus		Vahetus
			mas-vah			
Seinte monteerimine	Tööline	3	9,28	3,09	1,03	3
	Tornkraana	1	0,59	0,59	0,30	2
Vahelae monteerimine	Tööline	3	17,93	5,98	1,00	6
	Tornkraana	1	1,25	1,25	0,42	3
	Betoonipump	1	0,6	0,60	0,60	1

7. MAJANDUSLIK OSA

7.1 Lähteandmed

Käesoleva lõputöös teostatakse majandusanalüüs B-hoone teise korruse õõnespaneelide asendamisele monoliitse raudbetoon vahelaega. Monoliitse vahelae materjali ning tööjõukulu arvutatakse välja ning võrreldakse BILDGREN Ehitus OÜ poolt koostatud eelarvelise maksumusega. BILDGREN Ehitus OÜ poolt on välja arvutatud, et antud korruse õõnespaneelidest vahelae maksumus on 38 410,84 €, millele lisandub käibemaks.

7.2 Materjalide maksumus

7.2.1 Monoliitse vahelae armatuuri maksumus

Armatuuri koguse arvutamisel on lähtutud antud lõputöös teostatud konstruktsiooni arvutuses leitud armatuuri vajadusest. Arvutusest tulenevalt on ilma ülekuluta armatuuri vajadus 7314,29 kg, kuid tuleb arvestada ka ülekuluga, mille varuteguriks on lõputöö raames arvestatud 1,15 ehk kogu vahelaele kulub armatuuri 8411,43 kg.

Maksumuse leidmisel on arvestatud armatuuriga B500B, mille tonni hinnaks on 850 €, millele lisandub käibemaks. Armatuuri maksumuse ühikhind on küsitud betoonitöid teostavalt ettevõttelt ning tulenevalt lepingutes sätestatud saladuse nõudest on ettevõtet ei täpsustata.

Tulenevalt armatuuri mahust ja ühikhinnast on armatuuri maksumus:

8,412*850=7 150,20 €

7.2.2 Monoliitse vahelae raketise maksumus

Monoliitse vahelae rajamiseks on vajalik raketis, mis üldiselt renditakse. Vahelae raketise ruutmeetri hind on lõputöö koostamise ajal 2,75 €/m^2. Ühikhind on küsitud raketise rendiga tegelevalt ettevõttelt ning on konfidentsiaalne ning täpset viidet ei esitata. Teise korruse vahelae pindala on 667,84 m^2 ning materjali ülekulu teguriks arvestatakse 1,05 ehk raketise vajadus kokku on 701,23 m^2. Raketist on vaja kokku 15 päeva ning tulenevalt sellest on raketise maksumus kokku:

701,23*2,75*15=28 925,74 €

7.2.3 Monoliitse vahelae betooni maksumus

Monoliitse vahelae arvutuses määrati betooni tugevusklassiks C30/37, konstruktsiooniklassiks S4 ning keskkonnaklassiks XC1. Tulenevalt vahelae pindalast on betooni vajadus 133,57 m^3 ning ülekulust tuleneva varuteguriga 1,07 on betooni koguvajadus 142,92 m3. Betooni ühikhind on võetud Betoonimeister AS hinnakirjast ning lõputöö koostamise hetkel on vajalike nõuetega betooni kuupmeetri hind 147

eurot, millele lisandub käibemaks. Tulenevalt ühikhinnast ja mahust on betooni maksumus [10]:

147*142,92=21 009,24 €

Lisaks betoonile on vajalik leida ka betoonipumba rent ning betooni transpordi kulu. Betoonipumba tunni rent on Betoonimeister AS hinnakirja alusel 150 €/h ning betoonimikser mahutavusega kuni 7,5 m^3 tunni hind 70€. Betoneerimine on teostatav ühe päevaga ning betooni transportimiseks on vajalik 19 betoonimiksrit. Betoonimiksri ühe tsükli pikkus tehase ja objekti vahel on 1,5 tundi. Betooni pumpamise ja transpordi kulu kokku [10]:

8*190+19*70*1,5=3 515 €

7.2.4 Monoliitse tööjõukulu maksumus

Tööjõukulu arvutamise ajanormid on võetud RATU kaartidest. Tulenevalt tööde iseloomust on leitud tööde kestvus inimtundides rakestamisele, armeerimisele, betoneerimisele ja lahti rakestamisele. Vastavad tööjõu kulu arvutused on toodud tabelis 7.1.

Tabel 7.1 Monoliitse tööjõukulu arvutused

Jrk nr	Töö nimetus	ühik	Ajanorm	Normatiivne tööjõukulu	
				Vahelagi	
			in-h	Kogus	in-h
1	**Raketise paigaldus**				
1.1	Mõõdistustööd	m2	0,03	667,84	20,04
1.2	Materjali tõstmine kraanaga	m2	0,05	667,84	33,39
1.3	Raketise paigaldus	m2	0,2	667,84	133,57
	Raketise paigaldus kokku		in-h		187,00
			in-vah		23,37
2	**Armeerimine**				
2.1	Armatuuri tõstmine kraanaga	tk	0,1	8,41	0,84
2.2	Armeerimine	tk	7,5	8,41	63,08
	Terastalade paigaldus		in.h		63,92
			in-vah		7,99
3	**Betoneerimine**				
3.1	Ettevalmistustööd	m3	0,04	133,57	5,34
3.2	Betoneerimine betoonipumbaga	m3	0,2	133,57	26,71
3.3	Betoneerimise järeltööd	m3	0,04	133,57	5,34
	Betoneerimine kokku		in.h		37,40
			in-vah		4,67
4	**Raketise demontaaž**				
4.1	Raketise demontaaž ja puhastamine	m2	0,3	667,84	200,35
	Raketise demontaaž kokku		in-h		200,35
			in-vah		25,04
Monoliitne vahelagi kokku			in-h		488,66
			in-vah		61,08

Vastavalt tööjõukulu arvutusele on monoliitse vahelae ehitamise tööjõukulu 488,66 inimtundi. Tööliste maksumus vastavalt betoonitöid teostavale ettevõtte hinnakirjale on 30€/h. Tööjõu maksumus monoliitse vahelae ehitamisele on:

488,66*30=14 659,80 €.

7.2.5 Monoliitse vahelae kogumaksumus

B-hoone teise korruse vahelae rajamine monoliitsest raudbetoonist paksusega 200 mm läheks maksma:

7 150,20+28 925,74+21 009,24+3 515+14 659,80= 75 259,98 €+KM

7.3 Majandusliku osa kokkuvõte

Monoliitse vahelae rajamise maksumuseks saadi lõputöö raames 75 259,98 €, mis võrreldes planeeritud õõnespaneelidest vahelaega on üle kahe korra kallim. Monoliitse vahelae teeb kallimaks pikem tööde periood ning töödeks vajalike tehnika ja materjalide rent. Võrreldes monteeritava vahelaega on vajalik rentida kogu tööde perioodiks raketis, mille maksumus on 28 925,74 €, tööde periood on pikeneb monoliitse vahelae puhul nelja kordseks, mis on majanduslikult ebamõistlik. Monoliitsest raudbetoonist vahelae positiivseks pooleks on tema saledus võrreldes õõnespaneeliga. Arvutuste käigus viidi vahelagi 65 mm õhemaks, mis võimaldab teha korterite laed kõrgemaks ning on hiljem korterite müügi üks argumente.

Autori leiab saadud tulemustest, et majanduslikult on otstarbekam rajada hoone vahelagi õõnespaneelidest.

8. TÖÖ- JA TULEOHUTUSE NING KESKKONNAKAITSE TAGAMISE PLAAN

Peatöövõtja vastutab objektil toimuva töö-, tuleohutuse ning keskkonnakaitse tagamise eest. Selleks koostatakse objektile riskianalüüs, mille alusel luuakse töö sisekorra eeskiri, töötervishoiu, tööohutuse ning keskkonnakaitse tagamise plaan. Vastavalt riskianalüüsile määratakse objektile tööohutuse koordinaator ning esmaabi andja, kelle nimi ja kontaktandmed peavad olema objektil visuaalselt kättesaadaval. Riskianalüüsis tuuakse välja kõik objektil toimuvad tööd ning tuuakse välja kõrgendatud riskiga tööd. Kõrgendatud riskiga tööde puhul tuuakse välja riski leevendavad abinõud ning antud töölõigu tööohutuse eest vastutav isik.

Kõikidele objektil tööle asuvatele töölistele tehakse tööohutuse koolitus, kus tutvustatakse koostatud riskianalüüsi, tööohutuse plaani ja objekti üldplaani. Tööohutuse koordinaator on kohustatud jälgima, et objektil täidetakse tööohutuse reegleid, samuti tuleb teostada vähemalt üks kord nädalas tööohutuse kontroll ringkäik ning see protokollida.

Ehitusobjektil on isikukaitse vahenditest kohustus kanda kaitsekiivrit, turvajalanõusid, helkurribadega varustatud ohutusriideid ning kaitseprille. Ülejäänud kaitsevahendid nagu turvarakmeid, kuulmiskaitsmeid ning hingamiskaitseid tuleb kasutada vastavalt töö iseloomule.

Ehitusobjektile määratakse peatöövõtja poolt ka tuleohutuse eest vastutav isik, kes peab jälgima, et tuleohtlike tööde teostamisel jälgitaks ohutusnõudeid. Objektil lubatakse tuletöid teha ainult nendel töölistel, kes on läbinud selle kohase koolituse ning omavad tuletöökaarti. Tuleohtlike tööde puhul peab olema töötsoonis tulekustutus vahendid ning peale tööde lõppu teostatakse tule järelevalvet minimaalselt ühe tunni ulatuses.

Keskkonnakaitseks teostatakse objektil ülevaatus, kus hinnatakse potentsiaalseid ohte keskkonnale. Objektil kaitstakse kõiki säilitatavaid puid piirates neid aiaga või rajatakse ümber tüve laudadest põrkepiire. Ehitusjäätmete taaskasutamise eesmärgil teostatakse objektil jäätmete liigiti sorteerimist, kus eraldi jäätmekonteinerid on olme-, ohtlikele-, puit-, kile-, paber- ja kartongjäätmetele.

9. KOKKUVÕTE

Magistri lõputöö põhiline eesmärk oli koostada platsikorralduse ja ehitustehnoloogiline analüüs Tallinnas, Sõjakooli 1B/1C korterelamute näitel. Analüüs teostati kaheksas peatükis, millest esimesed kaks on objekti kohta ülevaadet andvad. Hoone paiknemine, pinnase olukord ning tehnilised andmed toodi välja esimeses peatükis, teises peatükis anti ülevaade hoone arhitektuuri ja eriosade lahendustest.

Konstruktiivses osas asendati 265 mm õõnespaneelidest vahelagi 200 mm monoliitse vahelaega ning leiti kandvuse tagamiseks vajalik armeering. Armatuuri dimensioneerimiseks leiti vahelaele mõjuvad koormused ning konstruktsiooni tekkivad sisejõud.

Ehitusaegne objekti planeering analüüsiti läbi neljandas peatükis, kus planeeriti kraana, laoplatside ning soojakute paiknemine. Lisaks toodi objekti üldplaanil välja ka ohutsoonid, kus tõstete teostamise ajal kraanaga on kõrgendatud risk materjali kukkumisele.

Lõputöö viiendas peatükis koostati ehitustööde kohta kalendergraafik, kus on toodud tööde teostamine ning ehitusmaksumus ajas. Lisaks kajastatakse graafikus tööjõu ja masinate vajadus.

Tehnoloogia kaartide ehk lõputöö kuuendas peatükis koostati kuus tehnoloogia kaarti kõige tähtsamate ehitustööde kohta. Esimene tehnoloogia kaart on vaiatööd, teine rostvärkide rajamise, kolmas -1. korruse monoliitsete seinte rajamise, neljas -1. korruse monoliitse vahelae ehituse, viies tüüpkorruse seinapaneelide monteerimise ning kuues tüüpkorruse vahelae monteerimise kohta. Kõikide tehnoloogiakaartide kohta koostati mahu, tööjõukulu ja tehnoloogilised arvutused koos kalendergraafikutega. Täiendavalt koostati tüüpkorruse seina- ja laepaneelide montaažile elementide tarnegraafikud.

Seitsmendas peatükis koostati lõputöö majanduslik osa, kus võrreldi kolmandas peatükis arvutatud monoliitse vahelae majandusliku tasuvust võrreldes projektijärgse õõnespaneelidest vahelaega. Saadud tulemustest selgus, et monoliitsest raudbetoonist vahelae maksuvus on üle kahe korra kallim võrreldes projektijärgse lahendusega.

Töö- ja tuleohutuse ning keskkonnakaitse tagamise analüüsis toodi välja kuidas peatöövõtja peab tagama objektil vajaliku ohutuse. Analüüsi käigus toodi välja, et objektile tuleb peale vajalike analüüside teostamist määrata tööohutuse koordinaator ning esmaabi andja.

Lõputööga seotud eesmärgid said autori hinnangul täidetud ning saadud tulemusi on hea rakendada ka hoone rajamisel.

SUMMARY

The main goal of the Master's thesis was to prepare a site management and construction technology analysis in Tallinn, based on the example of the Sõjakooli 1B/1C apartment buildings. The analysis was carried out in eight chapters, the first two of which provide an overview of the object. The location of the building, the condition of the soil, and the technical data were outlined in the first chapter, while the second chapter gave an overview of the solutions for the architectural and special parts of the building.

In the constructive part, the 265 mm hollow-core floor was replaced by a 200 mm monolithic floor and the necessary reinforcement was found to ensure load-bearing capacity. To dimension the reinforcement, the loads on the floor and internal forces arising in the structure were found.

The layout of the site during construction was analysed in the fourth chapter, where the location of the crane, storage sites and portable office cabins was planned. In addition, the general plan for the object also highlighted danger zones where, during lifting with a crane, there is an increased risk of falling material.

In the fifth chapter of the thesis, a calendar schedule was drawn up for the construction work, which lists the execution of the works and the construction cost over time. In addition, the schedule reflects the need for labour and machinery.

In the process charts chapter, i.e. chapter six, a total of six process charts were compiled for the most important construction works. The first process chart is for pile works, the second is for the construction of pile caps, the third is for the construction of monolithic walls on the ground floor, the fourth is the construction of a monolithic floor on the ground floor, the fifth is for the assembly of standard floor wall panels, and the sixth is for the assembly of the floor on a standard floor. For all process charts, volume, labour cost and technological calculations were prepared along with calendar schedules. In addition, element delivery schedules were drawn up for the assembly of standard floor wall and ceiling panels.

In the seventh chapter, the economic part of the thesis was compiled, in which the cost-effectiveness of the monolithic floors calculated in the third chapter was compared to the hollow core slab floor in the design. The results showed that the cost of a monolithic reinforced concrete floor is more than twice that of the solution in the design.

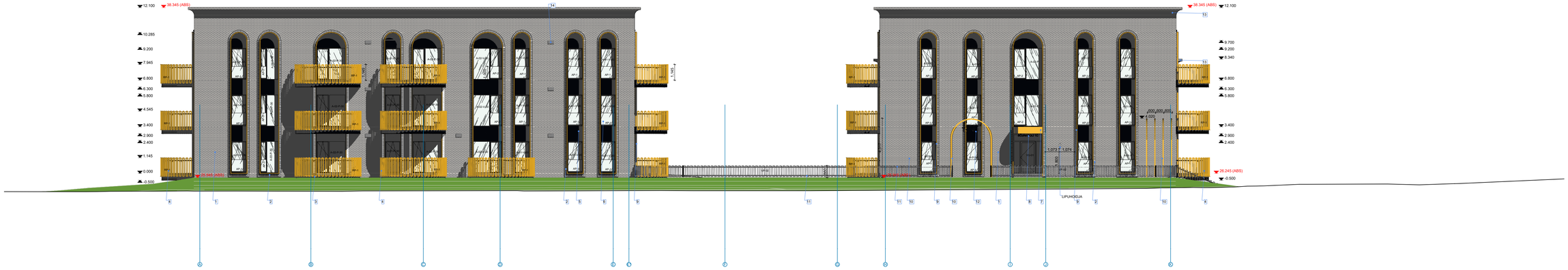
The analysis of the ensuring of occupational safety, fire safety, and environmental protection highlighted how the main contractor must ensure the necessary safety on the site. In the course of the analysis, it was pointed out that an occupational safety coordinator and a first aid provider must be appointed to the site after the necessary analyses have been carried out.

In the opinion of the author, the goals related to the thesis were fulfilled, and it would be of benefit to apply the obtained results to the construction of the building.

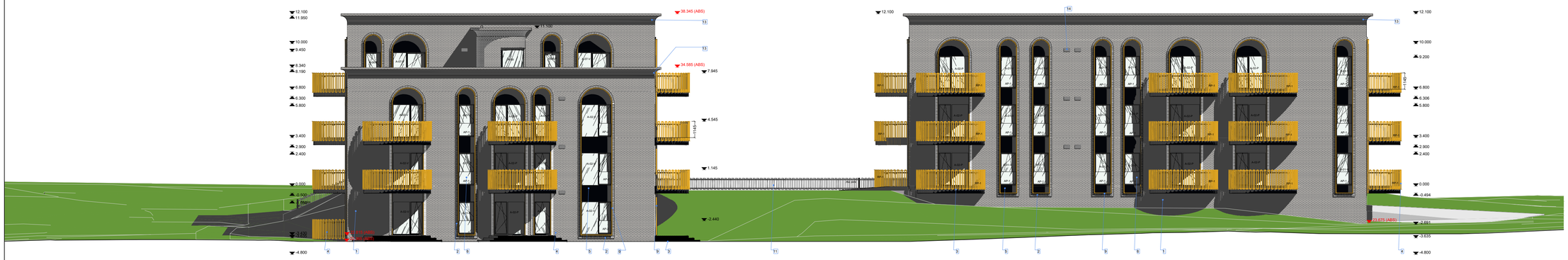
KASUTATUD KIRJANDUS

1. Arhitekt 11 OÜ. Sõjakooli 1B//1C korterelamu. Põhiprojekt, Töö nr T57KOR.
2. EstKONSULT OÜ. Tondi 57 ehitussüvendi toestuse ehitusprojekt. Tööprojekt. Töö nr 24003.
3. Pikoprojekt OÜ. Korterelamu Tondi 57, Kristiine linnaosa Tallinn, Tööprojekt. Töö nr 1461/2023.
4. Tornkraana Liebherr 420 EC-H 16 Litronic tehnilised andmed [www] http://vikingcranes.ee/wp-content/uploads//2019/04/Liebherr420ECH16Litronic_EN_9305-0.pdf (14.04.2024).
5. Ratu kaardid, „Ehituskeskus", [www] https://ehituskeskus.ee/etf-net-veebikartoteek/ (29.03.2024).
6. Inseneribüroo Nugis OÜ. Sõjakooli tn 1b//1C. VKS- hoone veevarustuse ja kanalisatsioonipaigaldus. Põhiprojekt. Töö nr T57KOR.
7. Smartvent Group OÜ. Tallinn, Kristiine linnaosa, Sõjakooli tn 1b/1c KVJ projekteerimine. Põhiprojekt. Töö nr T57KOR.
8. EULE OÜ. Kortermaja, Tondi 57, Tallinn. Eelprojekt. Töö nr T57KOR.
9. Doka raketisesüsteemid [www] https://www.doka.com/ee/solutions/overview/index (13.04.2024)
10. Betoonimeister AS koduleht [Võrgumaterjal] https://betoonimeister.ee/hinnad/ (06.04.2024)
11. Eurokoodeks 2: Betoonkonstruktsioonide projekteerimine EVS-EN 1992-1-1:2005+A1:2015/NA:2015

VAADE KAGU SUUNALT

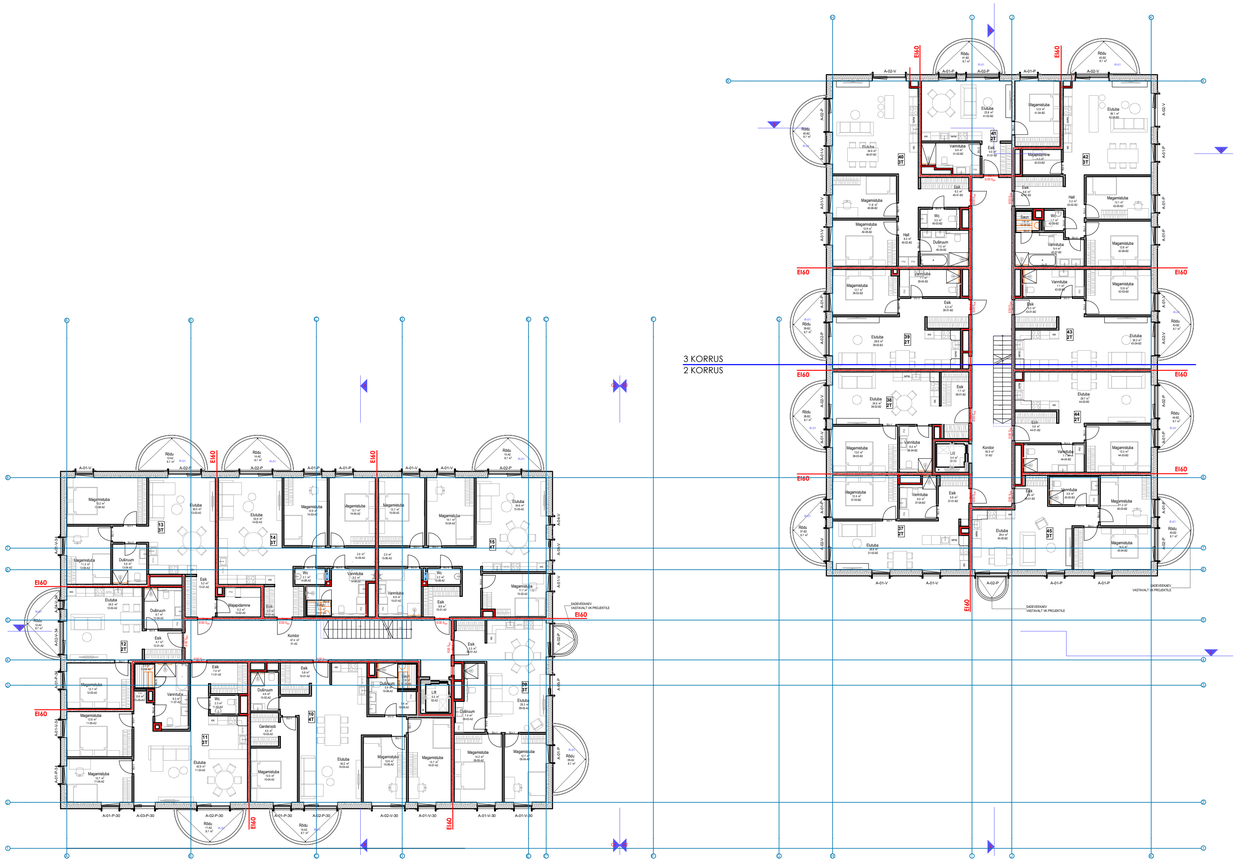


VAADE LOODE SUUNALT

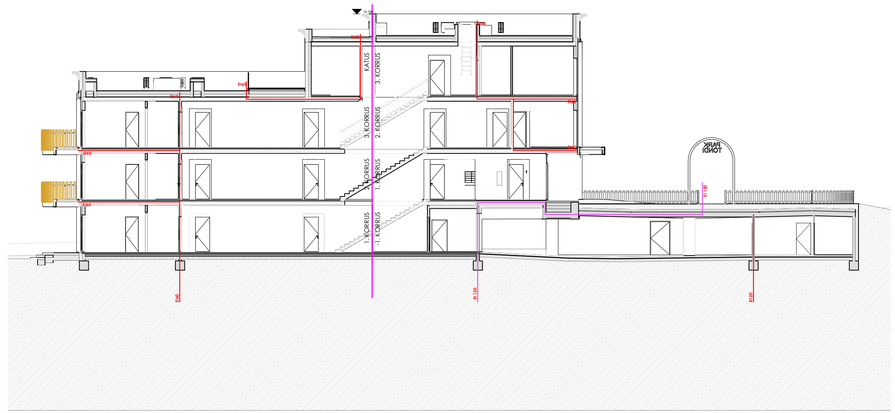


TAL TECH	TTÜ INSENERITEADUSKOND	Magistritöö	Leht/Lehti: 1/11
Koostaja: Kaspar Kasemetsa	Allkiri ja kuupäev:	Hoone vaated	
Juhendaja: Virgo Sulakatko	Allkiri ja kuupäev:		
Ehituse ja arhitektuuri instituut		Ehitustehnoloogia ja platsikorralduse analüüs, Tallinnas, Sõjakooli 1b//1c ehituse näitel	

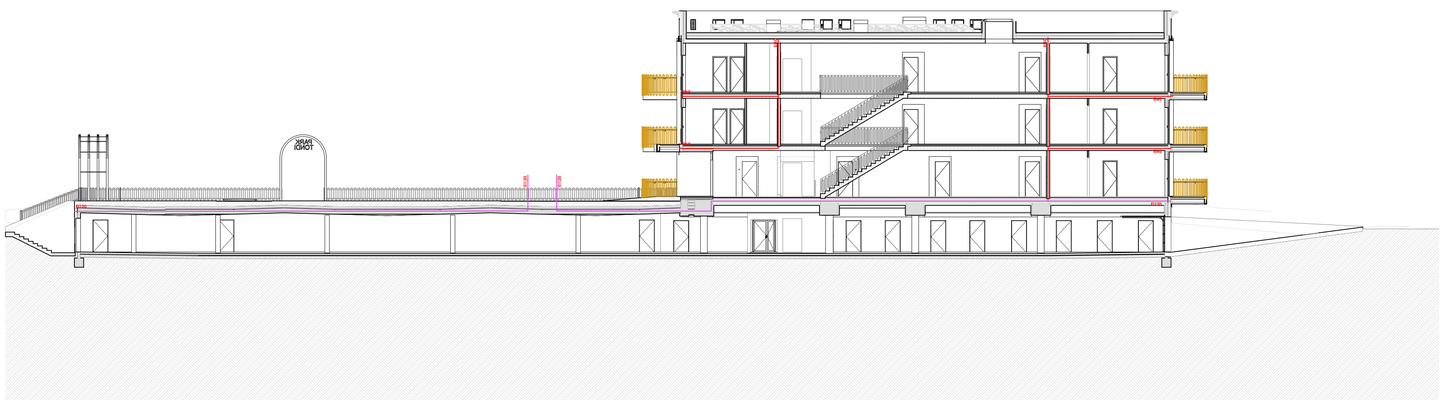
2. JA 3. KORRUSE PLAAN
M1:200



LÕIGE 1-1
M1:200

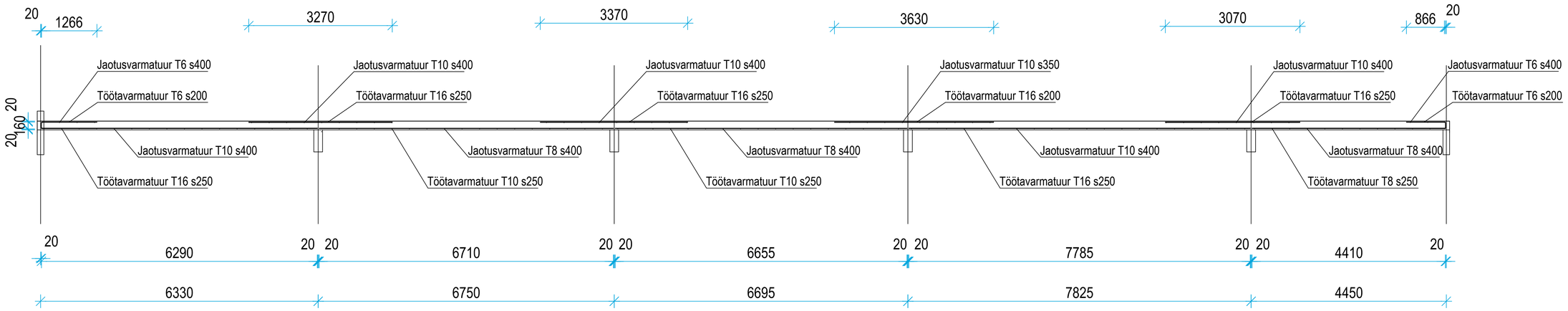


LÕIGE 2-2
M1:200

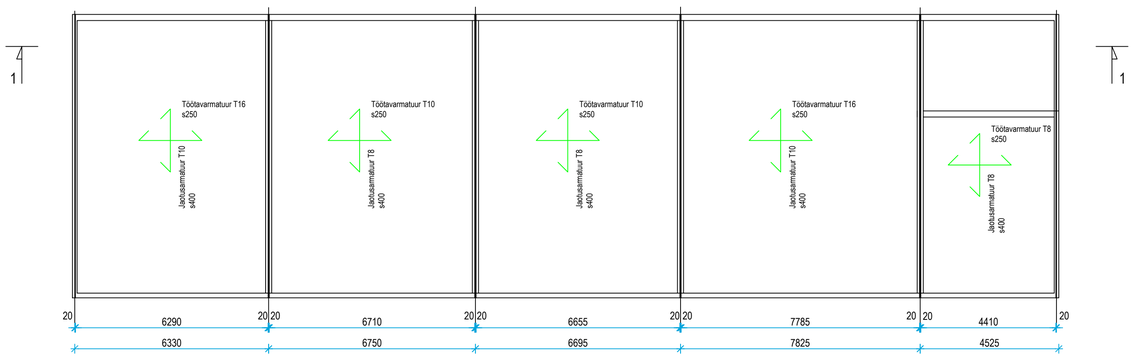


TAL TECH	TTÜ INSENERITEADUSKOND	Magistritöö	Leht/Lehti: 2/11
Koostaja: Kaspar Kasemetsa	Allkiri ja kuupäev:	Korruse plaan ja lõiked	
Juhendaja: Virgo Sulakatko	Allkiri ja kuupäev:		
Ehituse ja arhitektuuri instituut		Ehitustehnoloogia ja platsikorralduse analüüs, Tallinnas, Sõjakooli 1b//1c ehituse näitel	

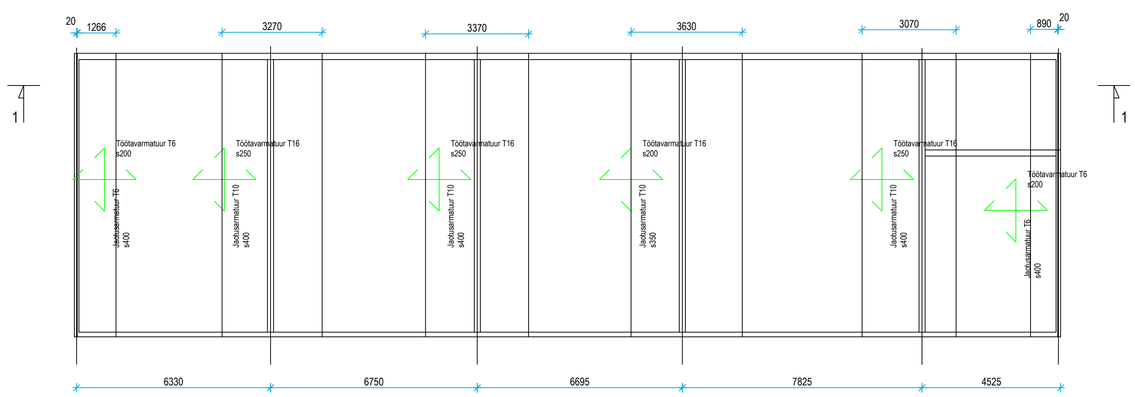
LÕIGE 1-1
M1:50



PLAADI ARMATUUR ALUMISES KIHIS
M1:100



PLAADI ARMATUUR ÜLEMISES KIHIS
M1:100



MÄRKUSED:

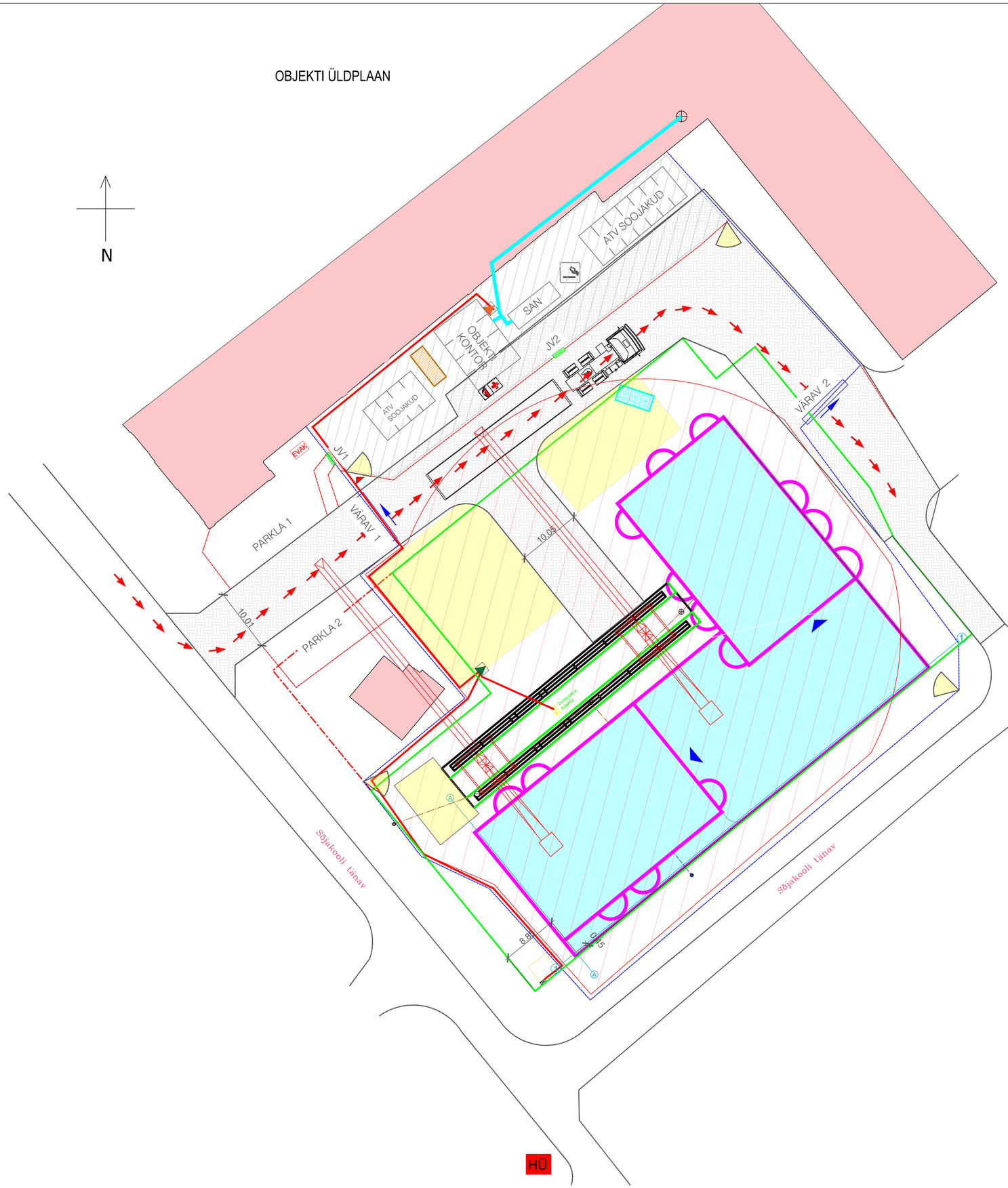
Betooni tugevusklass C30/37 (EVS-EN 206-1)

Betooni keskkonnaklass:
Alapinnas- XC1, kaitsekihi paksus Cnom= 10+10= 20 mm
Ülapinnas- XC1, kaitsekihi paksus Cnom= 10+10= 20 mm
Küljel- XC1, kaitsekihi paksus Cnom= 10+10= 20 mm

Armatuuri klass B500B EVS-EN 10080

TAL TECH TTÜ INSENERITEADUSKOND		Magistritöö	Leht/Lehti: 3/11
Koostaja: Kaspar Kasemetsa	Allkiri ja kuupäev:	Konstruktsiooni osa monoliitne vahelagi	
Juhendaja: Johannes Pello	Allkiri ja kuupäev:		
Ehituse ja arhitektuuri instituut		Ehitustehnoloogia ja platsikorralduse analüüs, Tallinnas, Sõjakooli 1b//1c ehituse näitel	

OBJEKTI ÜLDPLAAN



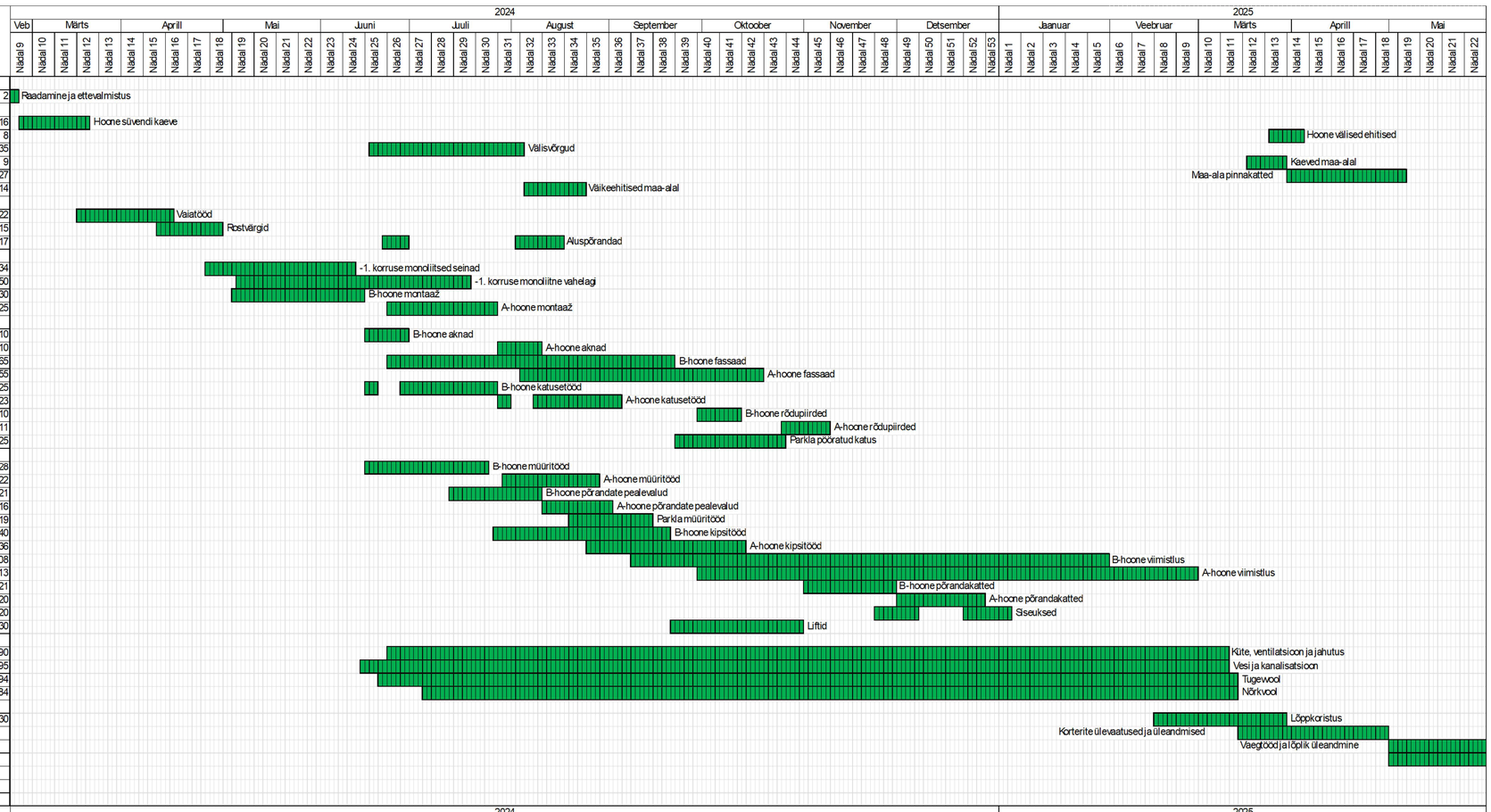
TINGMÄRGID:

- Jäätmekonteiner
- Ohtlike jäätmete prügikonteiner
- Ehitusaegne ajutine kõrge piirdeaed
- SAN — Sanitaarsoojak
- Tulekustutusvahendid, esmaabivahendid
- EVAK — Evakuatsiooni kogunemiskoht
- Ladustamise ala
- Transpordi ja päästemeeskonna liikumine
- Ehitusaegne peakilp
- Sissepääs hoonesse
- Suitsunurk
- Ehitatav hoone
- Materjali konteiner
- Ehitusaegne ajutine madal piirdeaed
- JV2 — JV1 ja JV2 jalgväravad (JV2-tööaja arvestuse värav)
- Tööajaarvestuseta ala. Turvavarustuse kandmise kohustus puudub
- Tulekustuti, esmaabi
- Kraana ohutsoon
- Ajutise tarbevee liitumine ja trassi paiknemine
- Ajutise elektri liitumine ja kaabelliini paiknemine
- Ehitusaegne peakilp
- Ehitusaegne jaotuskilp
- HÜ — Hüdrant 8031
- Kinnistu piir
- Objekti sisene kõvakattega tee
- Objekti valgustus
- Lähimad hooned
- Hoone kanali sisend koos liitumispunktiga
- Hoone vee sisend koos liitumispunktiga

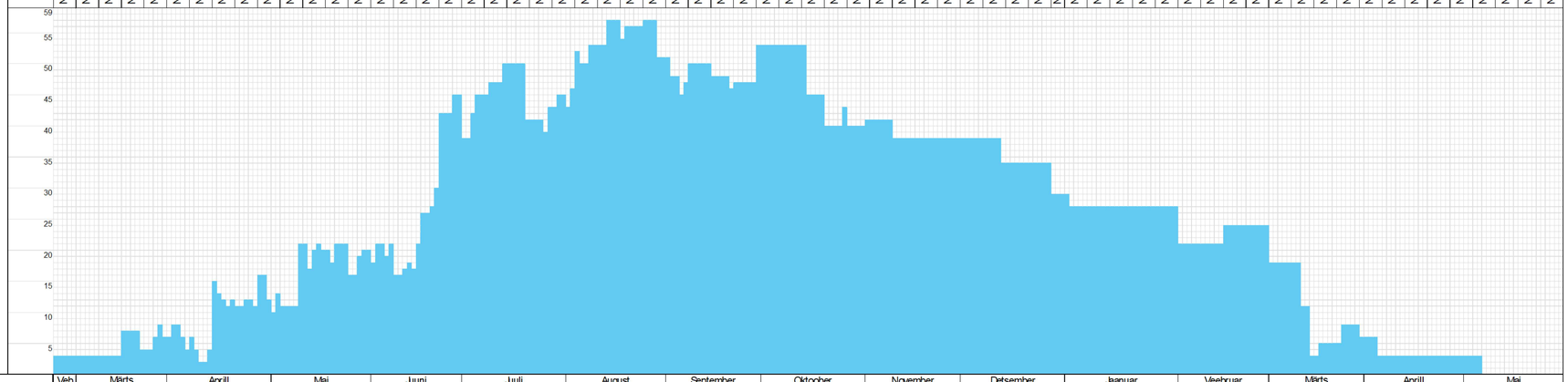
TAL TECH	TTÜ INSENERITEADUSKOND	Magistritöö	Leht/Lehti: 4/11
Koostaja: Kaspar Kasemetsa	Allkiri ja kuupäev:	Objekti üldplaan	
Juhendaja: Virgo Sulakatko	Allkiri ja kuupäev:		
Ehituse ja arhitektuuri instituut		Ehitustehnoloogia ja platsikorralduse analüüs, Tallinnas, Sõjakooli 1b//1c ehituse näitel	

KOONDKALENDERGRAAFIK

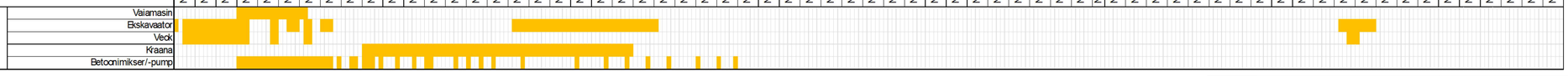
Jrk nr	Töönimetus	Maksumus €	Tootlus	Vahetuste arv	Tööliste arv päevas	Vahetuste arv	Töökestus, päev
1	Ettevalmistustööd						
1.1	Raadamine ja ettevalmistus	15 532,50 €	2589	6	3	1	2
2	Välisrajatised						
2.1	Hoonealune süvend	84 979,68 €	1770	48	3	1	16
2.2	Hoone välised ehitised	57 983,94 €	2416	24	3	1	8
2.3	Välisvõrgud	485 166,49 €	2772	175	5	1	35
2.4	Kaeved maa-alal	16 097,50 €	894	18	2	1	9
2.5	Maa-ala pinnakatted	143 661,95 €	1774	81	3	1	27
2.6	Väikeehitised maa-alal	122 387,01 €	2914	42	3	1	14
3	Aluse ja vundamendid						
3.1	Vaiatööd	255 062,40 €	2319	110	5	1	22
3.3	Rostvärgid	81 971,06 €	497	165	11	1	15
3.4	Aluspõrandad	98 604,57 €	1933	51	3	1	17
4	Kandetarindid						
4.1	-1. korruse monoliitsed seinad	186 876,30 €	785	238	7	1	34
4.2	-1. korruse monoliitsed laed	275 310,50 €	612	450	9	1	50
4.3	Montaaž B-maja	485 321,02 €	4044	120	4	1	30
4.4	Montaaž A-maja	393 453,51 €	5246	75	3	1	25
5	Fassaad ja katus						
5.1	B-hoone aknad	119 305,20 €	2983	40	4	1	10
5.2	A-hoone aknad	102 050,69 €	2551	40	4	1	10
5.3	B-hoone fassaad	661 135,99 €	1453	455	7	1	65
5.4	A-hoone fassaad	538 265,55 €	1631	330	6	1	55
5.5	B-hoone katus	126 662,51 €	1689	75	3	1	25
5.6	A-hoone katus	114 599,42 €	1661	69	3	1	23
5.7	B-hoone piirded	63 364,80 €	2112	30	3	1	10
5.8	A-hoone piirded	55 654,60 €	1687	33	3	1	11
5.9	Maa-aluse pakla pööratud katus	60 315,48 €	804	75	3	1	25
6	Ruumitarindid ja pinnakatted						
6.1	B-hoone müüritööd	32 750,25 €	585	56	2	1	28
6.2	A-hoone müüritööd	33 475,07 €	761	44	2	1	22
6.3	B-hoone põranda pealevalu	56 247,90 €	893	63	3	1	21
6.4	A-hoone põranda pealevalu	42 672,10 €	889	48	3	1	16
6.5	Parkla müüritööd	15 347,21 €	404	38	2	1	19
6.6	B-hoone kipsitööd	153 457,30 €	959	160	4	1	40
6.7	A-hoone kipsitööd	114 793,69 €	797	144	4	1	36
6.8	B-hoone seinte ja lagede viimistlus	270 829,34 €	418	648	6	1	108
6.9	A-hoone seinte ja lagede viimistlus	221 587,65 €	327	678	6	1	113
6.10	B-hoone põrandakatted	130 766,23 €	2076	63	3	1	21
6.11	A-hoone põrandakatted	106 990,56 €	1783	60	3	1	20
6.12	Siseuksed	167 268,24 €	2788	60	3	1	20
6.13	Liftid	115 265,38 €	1921	60	2	1	30
7	Tehnosüsteemid						
7.1	Küte, ventilatsioon ja jahutus	717 549,53 €	629	1140	6	1	190
7.2	Vesi ja kanalisatsioon	348 901,03 €	358	975	5	1	195
7.3	Tugevvool	510 785,40 €	376	1358	7	1	194
7.4	Nõrkvool	147 750,97 €	268	552	3	1	184
8	Objekti üleandmine						
8.1	Lõppkoristus	10 260,00 €	114	90	3	1	30
8.2	Korterite ülevaatused ja üleandmised						
8.3	Vaegtööd ja lõplik üleandmine	- €					
9	Objekti juhtimine						
9.1	Ehitusplatsi korralduskulud	175 251,49 €					
9.2	Ehitusplatsi üldkulud	512 498,11 €					
		8 428 210,12 €					



Töötajate vajadus päevade kaupa

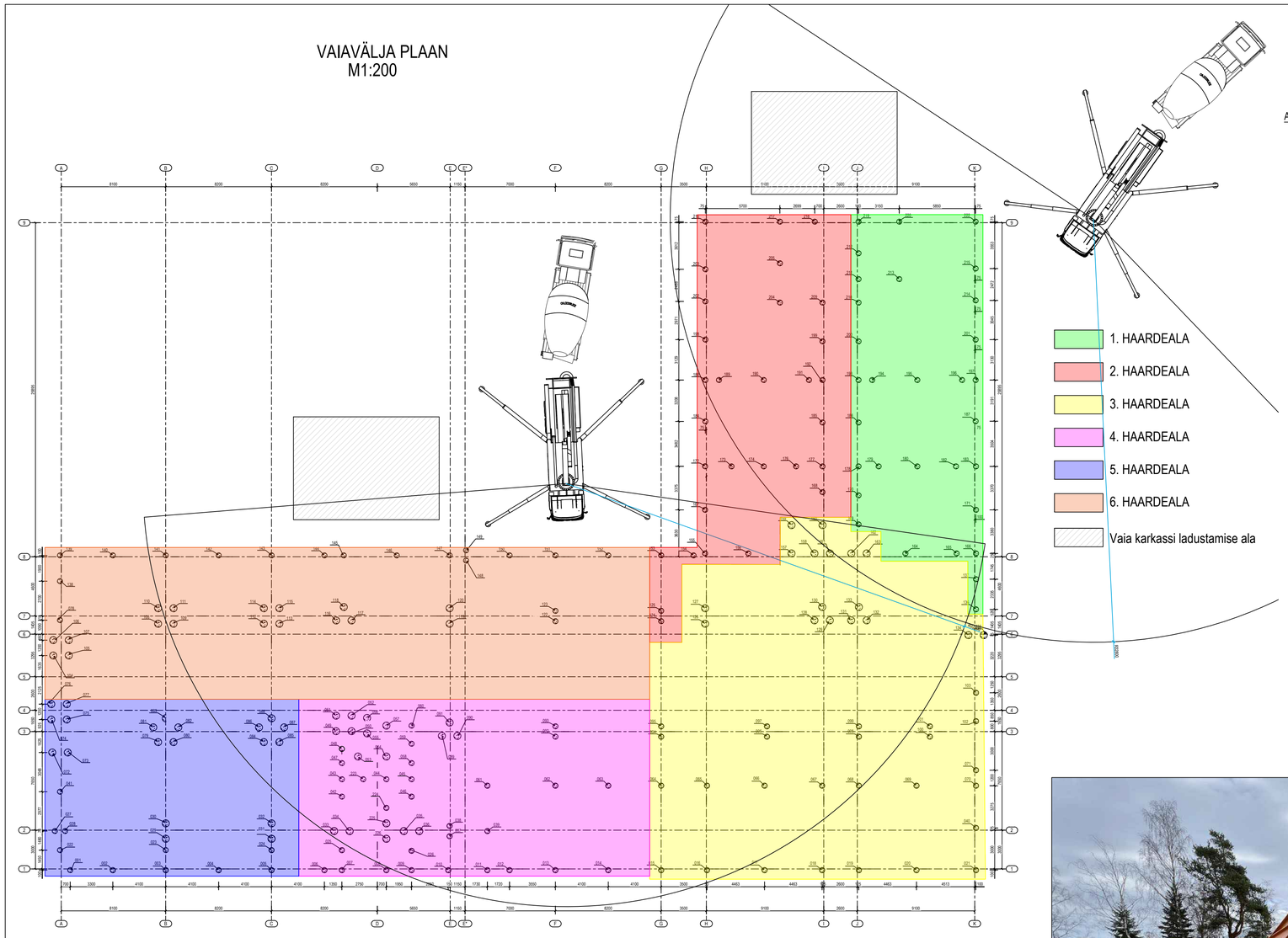


Masinate vajadus päevade kaupa

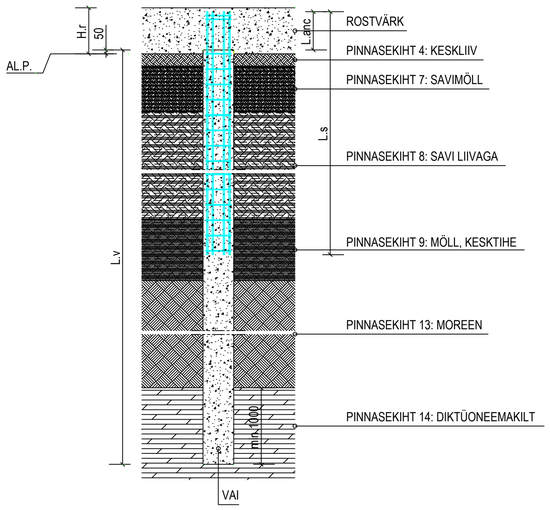


TAL TECH	TTÜ INSENERITEADUSKOND	Magistritöö	Leht/Lehti: 5/11
Koostaja: Kaspar Kasemetsa	Allkiri ja kuupäev:	Koondkalendergraafik	
Juhendaja: Virgo Sulakatko	Allkiri ja kuupäev:		
Ehituse ja arhitektuuri instituut		Ehitustehnoloogia ja platsikorralduse analüüs, Tallinnas, Sõjakooli 1b//1c ehituse näitel	

VAIAVÄLJA PLAAN
M1:200



VAIA LÕIGE
M1:40



VAI K406

POS. D400
MONOLIITBETOON C25/30

ARMATUURKARKASS 1:
6Ø16 B500B L=6000
RANGID: Ø8 B500B s.200

VAI K560

POS. D550
MONOLIITBETOON C25/30

ARMATUURKARKASS 2:
6Ø20 B500B L=6000
RANGID: Ø8 B500B s.200

KALENDERGRAAFIK

Haardeala	Töö nimetus	Vaiatööde graafik
1 HA	Vaiatööd	
	Kaevetööd	
	Vaiapeade piikamine	
	Killustikalused	
2 HA	Vaiatööd	
	Kaevetööd	
	Vaiapeade piikamine	
	Killustikalused	
3 HA	Vaiatööd	
	Kaevetööd	
	Vaiapeade piikamine	
	Killustikalused	
4 HA	Vaiatööd	
	Kaevetööd	
	Vaiapeade piikamine	
	Killustikalused	
5 HA	Vaiatööd	
	Kaevetööd	
	Vaiapeade piikamine	
	Killustikalused	
6 HA	Vaiatööd	
	Kaevetööd	
	Vaiapeade piikamine	
	Killustikalused	
	Tööpäev	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22

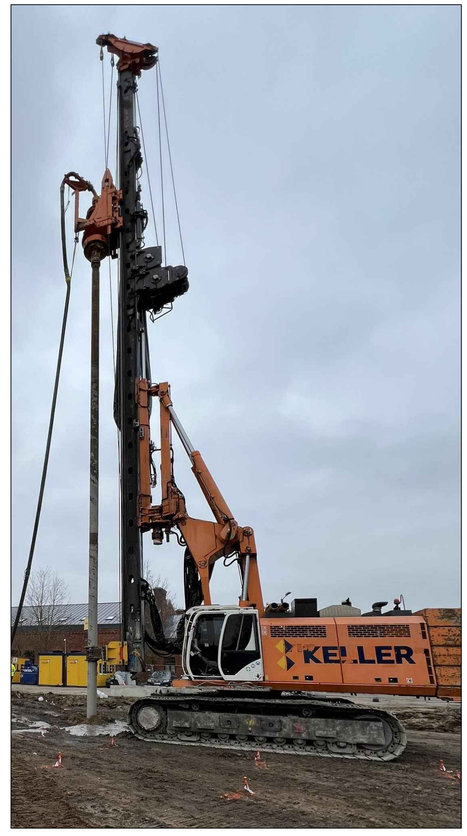
Tööjõu vajadus																					
Vaiatööde töölised	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3							
Vaiamasina operaator	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1							
Ekskavaatorijuht						1	1								1						
Veokijuht						1	1								1						
Vaiapeade piikaja							2	2	2	2	2				2	2	2	2	2	2	
Ekskavaatorijuht											1	1	1		1	1			1	1	1
Abitööline											1	1	1		1	1			1	1	1

Tööliste arv päevas

Tööpäev	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22

Ehitusmasinate vajadus																						
Vaiamasin	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1						
Ekskavaator							1	1				1	1	1		1	1				1	1
Kallur							1	1								1	1					

PUURMASIN



KATSEVAI

1 HAARDEALA VAIADE RAJAMISE JÄRJEKORD

1HA vaiade rajamise järjekord																						
Jrk nr	Vaia läbimõõt	Vaia nr	Vaia pikkus, m	Jrk nr	Vaia läbimõõt	Vaia nr	Vaia pikkus, m	Jrk nr	Vaia läbimõõt	Vaia nr	Vaia pikkus, m	Jrk nr	Vaia läbimõõt	Vaia nr	Vaia pikkus, m	Jrk nr	Vaia läbimõõt	Vaia nr	Vaia pikkus, m
1	d400	136	11,033	7	d400	222	18,107	13	d400	178	14,12	19	d400	171	12,847	25	d400	212	18,01
2	d400	166	12,052	8	d400	219	18,585	14	d400	180	13,88	20	d400	182	13,722	26	d400	213	17,372
3	d400	183	13,641	9	d400	211	17,538	15	d400	169	13,062	21	d400	187	14,467	27	d400	210	17,108
4	d400	196	15,273	10	d400	200	16,402	16	d400	164	12,34	22	d400	197	15,218	28	d400	194	15,218
5	d400	201	15,955	11	d400	193	15,696	17	d400	137	11,582	23	d400	214	16,671	29	d400	186	14,921
6	d400	215	17,253	12	d400	195	15,456	18	d400	165	12,131	24	d400	220	18,419	30	d400	179	14,038
																31	d400	170	13,592

TEHNOLOOGILISED ARVUTUSED

			HAARDEALAD											
			1 HA				2 HA				3 HA			
			Normatiivne			Valitud kestvus	Normatiivne			Valitud kestvus	Normatiivne			Valitud kestvus
Töö nimetus	Tööline/masin	arv	Tööjõu kulu in-vah mas-vah	Kestvus Vahetus	Normi täitmistegur	Vahetus	Tööjõu kulu in-vah mas-vah	Kestvus Vahetus	Normi täitmistegur	Vahetus	Tööjõu kulu in-vah mas-vah	Kestvus Vahetus	Normi täitmistegur	Vahetus
Vaiatööd	Tööline	3	6,9	2,3	1,15	2	6,68	2,23	1,11	2	9,35	3,12	1,04	3
	Vaiamasin	1	2,13	2,13	1,065	2	2,06	2,06	1,03	2	2,89	2,89	0,96	3
Kaevetööd	Ekskavaator	1									1,57	1,57	0,785	2
	Veok	1									1,57	1,57	0,785	2
Vaiapeade piikamine	Tööline	2									9	4,5	0,9	5
Killustik alused	Tööline	1									2,49	2,49	0,83	3
	Ekskavaator	1									1,15	1,15	0,38	3

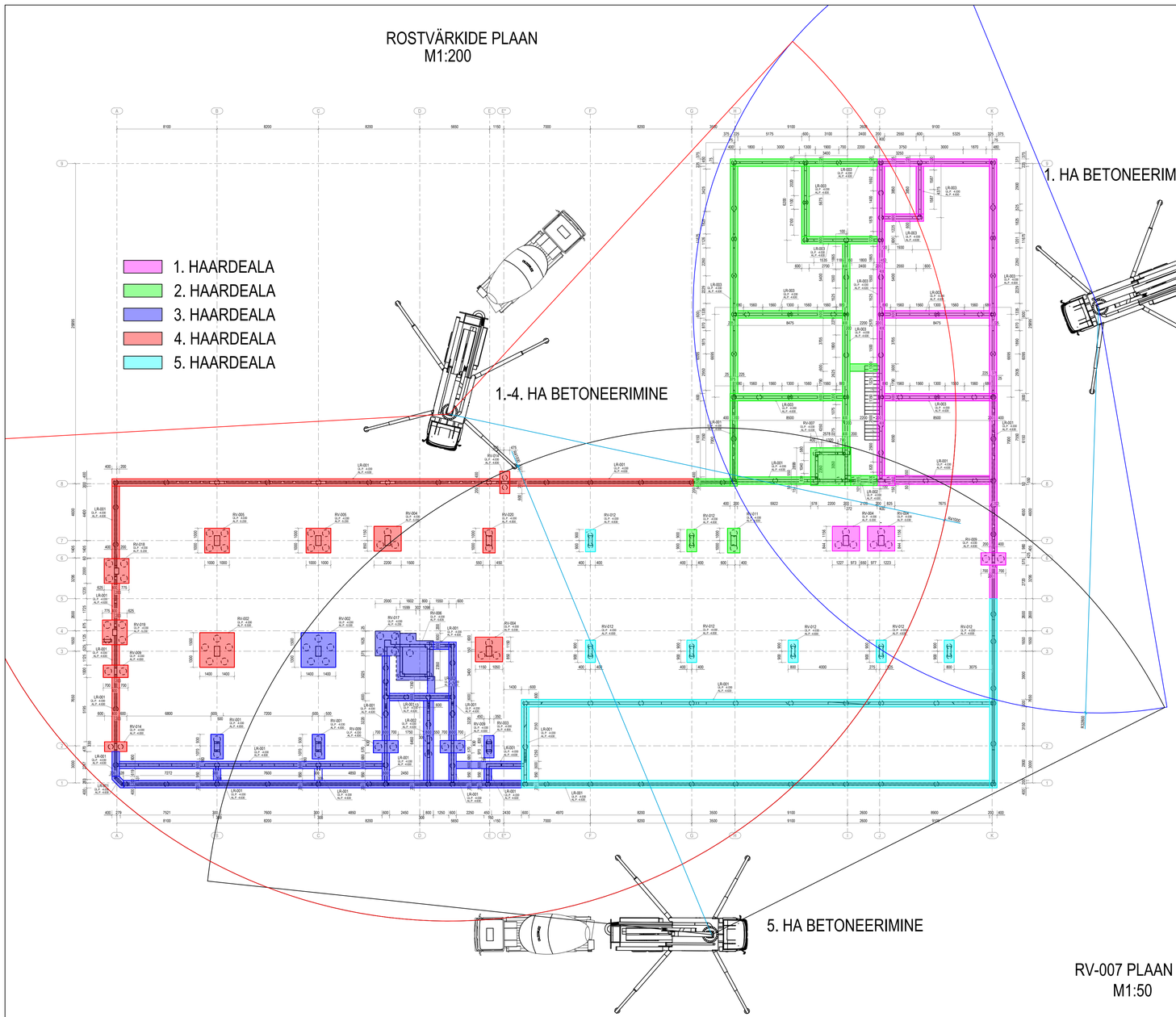
			HAARDEALAD											
			4 HA				5 HA				6 HA			
			Normatiivne			Valitud kestvus	Normatiivne			Valitud kestvus	Normatiivne			Valitud kestvus
Töö nimetus	Tööline/masin	arv	Tööjõu kulu in-vah mas-vah	Kestvus Vahetus	Normi täitmistegur	Vahetus	Tööjõu kulu in-vah mas-vah	Kestvus Vahetus	Normi täitmistegur	Vahetus	Tööjõu kulu in-vah mas-vah	Kestvus Vahetus	Normi täitmistegur	Vahetus
Vaiatööd	Tööline	3	10,9	3,63	0,91	4	6,9	2,3	1,15	2	7,79	2,60	0,87	3
	Vaiamasin	1	3,37	3,37	0,84	4	2,13	2,13	1,07	2	2,41	2,41	0,80	3
Kaevetööd	Ekskavaator	1									1,9	1,90	0,95	2
	Veok	1									1,9	1,90	0,95	2
Vaiapeade piikamine	Tööline	2									10,06	5,03	1,01	5
Killustik alused	Tööline	1									2,53	2,53	0,84	3
	Ekskavaator	1									1,17	1,17	0,39	3

MÄRKUSED:

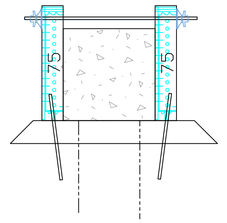
1. KÕIK MÕÕDUD ON MILLIMEETRITES.
2. KÕIK KÕRGUSED ON SUHTELISED.±0.000 - PUHAS PÕRAND ESIMESEL KORRUSEL, MIS VASTAB ABSOLUUTKÕRGUSELE +26.245 ABS.
3. KESKKONNAKLASS: XC2.
4. KASUTATAVAD MATERJALID: BETOON C25/30; SARRUSTERAS B500B
5. ARMATUURI KAITSEKIHT: c.nom=50 mm.
6. VAIALUS ON PROJEKTEERITUD VASTAVALT OÜ REI GEOTEHNIKA POOLT KOOSTATUD EHITUSGEOLOOGILISELE UURINGULE, MILLE TULEMUSED ON ESITATUD TÖÖS NR. 5008-22.
7. VAIAD, KOKKU 218 tk, RAJATAKSE TOETUVANA DIKTÜONEEMAKILDALE (KIHT 14) JA LIIVAKIVILE (KIHT 15), SÜVISTADES VAIADE OTSAD KIHTI 1.0 m SÜGAVUSELT.
8. VAIA ARVUTUSLIKUKS KANDEVÕIMEKS ON KAESOLEVAS PROJETIS ARVESTATUD:
   POS. D400: VAIA TÜÜP K406: 1180 kN;
   POS. D550: VAIA TÜÜP K560: 1800 kN.
9. VAJADUSEL KONTROLLITAKSE VAIALUSE KANDEVÕIMET KOORMUSKATSETUSTEGA.
10. VÕIMALIKUD KAEVIKU TUGISTUSED, VEEALANDUS TÖÖDE TEOSTAMISE PERIOODIKS NING PINNASE ETTEVALMISTUS TÖÖDE TEOSTAMISEKS LAHENDATAKSE ERLADI TEHNOLOOGILISE PROJEKTIGA.

TAL TECH	TTÜ INSENERITEADUSKOND	Magistritöö	Leht/Lehti: 6/11
Koostaja: Kaspar Kasemetsa	Allkiri ja kuupäev:	Vaiatööde tehnoloogiakaart	
Juhendaja: Virgo Sulakatko	Allkiri ja kuupäev:		
Ehituse ja arhitektuuri instituut		Ehitustehnoloogia ja platsikorralduse analüüs, Tallinnas, Sõjakooli 1b//1c ehituse näitel	

ROSTVÄRKIDE PLAAN
M1:200

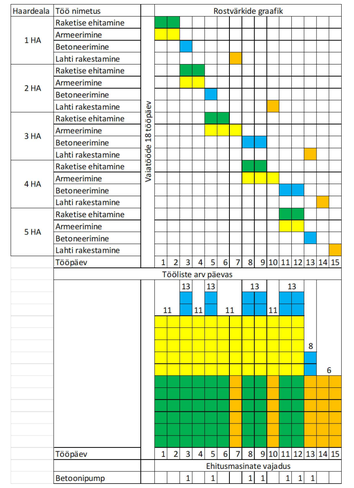


LINTROSTVÄRGI RAKESTAMINE
M1:20



KALENDERGRAAFIK

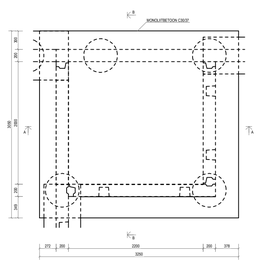
Haardeala	Töö nimetus
1 HA	Raketise ehitamine
	Armeerimine
	Betoneerimine
	Lahti rakestamine
2 HA	Raketise ehitamine
	Armeerimine
	Betoneerimine
	Lahti rakestamine
3 HA	Raketise ehitamine
	Armeerimine
	Betoneerimine
	Lahti rakestamine
4 HA	Raketise ehitamine
	Armeerimine
	Betoneerimine
	Lahti rakestamine
5 HA	Raketise ehitamine
	Armeerimine
	Betoneerimine
	Lahti rakestamine
	Tööpäev



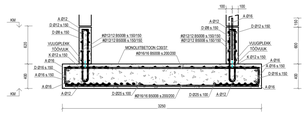
RV-002 ARMEERING
M1:50

RV-002
M1:50

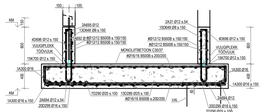
RV-007 PLAAN
M1:50



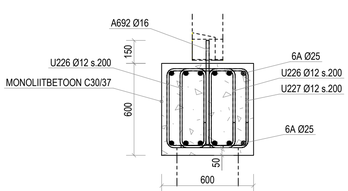
RV-007 LÕIGE A-A
M1:50



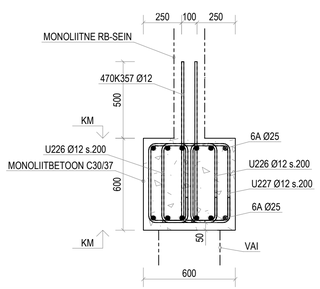
RV-007 LÕIGE B-B
M1:50



LR-003 LÕIGE
M1:20



LR-001 LÕIGE
M1:20



MATERJALI VAJADUS

MATERJALI VAJADUS HAARDEALADE KAUPA					
	1 HA	2 HA	3 HA	4 HA	5 HA
Raketis, m2	140,68	137,01	163,08	164,13	144,61
Armatuur, t	10,58	10,66	15,85	15,13	9,82
Betoon, m3	46,12	46,46	69,08	65,93	42,81

MÄRKUSED:

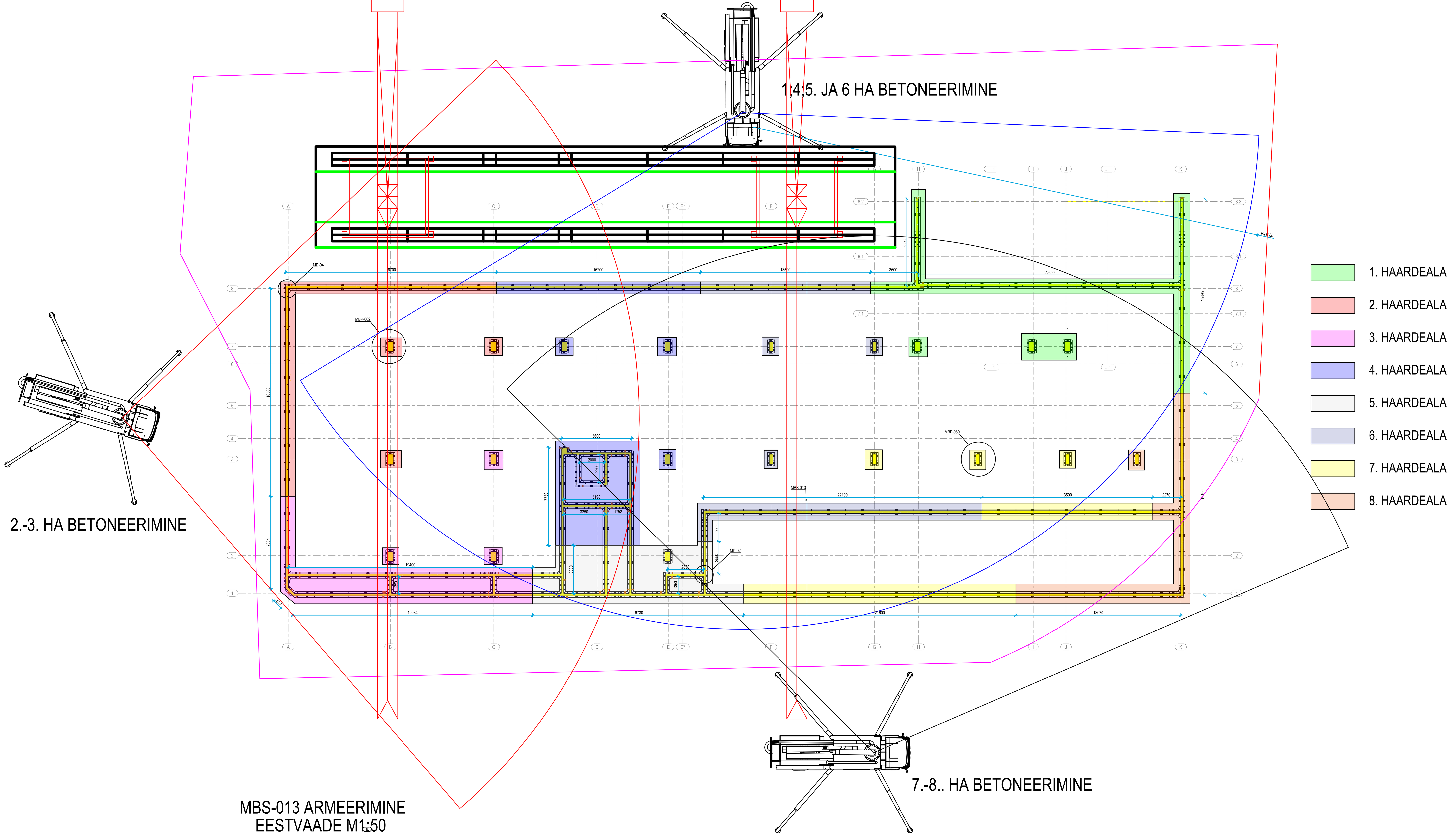
1. KÕIK MÕÕDUD ON MILLIMEETRITES.
2. KÕIK KÕRGUSED ON SUHTELISED ±0.000 - PUHAS PÕRAND ESIMESEL KORRUSEL, MIS VASTAB ABSOLUTKÕRGUSELE +26.245 ABS.
3. TOLERANTSID: EVS-EN 13670:2010, TEOSTUSKLASS 2, TOLERANTSIKLASS 1.
4. KESKKONNAKLASS: XC2
5. ÜLDJUHUL KASUTATAVAD MATERJALID: BETOON C30/37; SARRUSTERAS B500B.
6. ARMATUURI KAITSEKIHT BETONEERIMISEL VASTU RAKETIST: c.nom=45 mm; BETONEERIMISEL VASTU ALUSPINNAST: c.nom=60 mm.
7. ALUSPINNASE JA BETOONIVALU VAHELE PAIGALDATAKSE EHITUSKILE VÄLTIMAKS VEE ERALDUMIST BETOONISEGUST.
8. ARMATUURI ÜLEKATETE PIKKUS 75×Ø, KUI POLE NÄIDATUD TEISITI. ÜHES LÕIKES VÕIB JÄTKATA KUNI 50% LÕIGET LABIVAST SARRUSEST.
9. ARMATUURI PAINUTUSRAADIUSED: Ø<=16 mm - 4×Ø; Ø>16 mm - 7×Ø.
10. ROSTVÄRKIDE ALUSED TIHENDADA 97%-NI (PARANDATUD PROCTORTEST) VÕI ELASTSUSMOODULI VÄÄRTUSENI E1=>60 MN/m²
11. VAIA ARMATUURKARKASSI PIKKIVARDAD ANKURDADA ROSTVÄRGIS, VARDAD Ø16 ANKURDUSPIKKUS 500 mm, VARDAD Ø20 ANKURDUSPIKKUS 800 mm.

TEHNOLOOGILISED ARVUTUSED

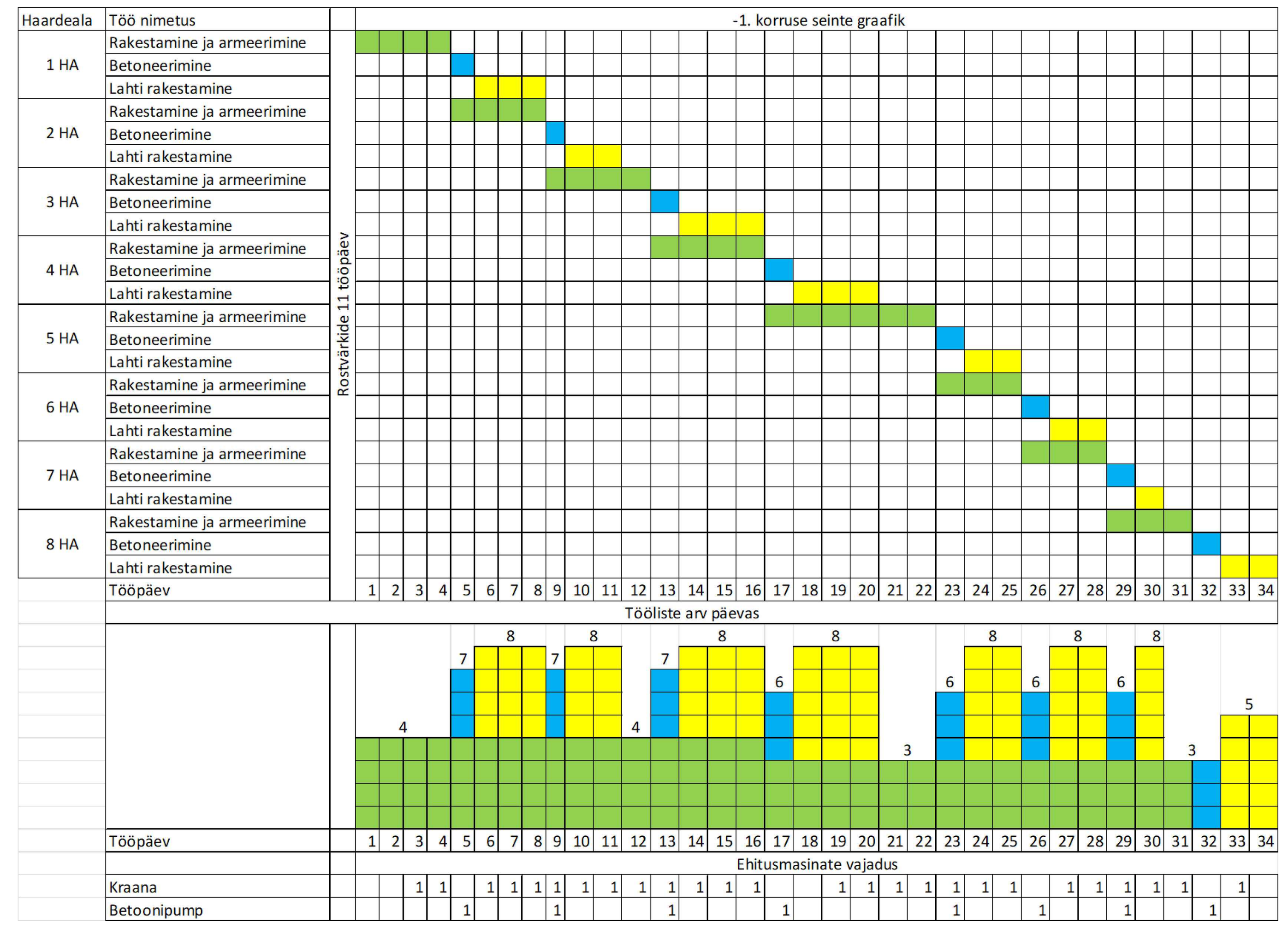
			Haardealad																	
			1 HA				2 HA				3 HA				4 HA				5 HA			
			Normatiivne			Valitud	Normatiivne			Valitud	Normatiivne			Valitud	Normatiivne			Valitud	Normatiivne			Valitud
			Tööjõu kulu	Kestvus	Normi täitmisteg ur	kestvus	Tööjõu kulu	Kestvus	Normi täitmisteg ur	kestvus	Tööjõu kulu	Kestvus	Normi täitmisteg ur	kestvus	Tööjõu kulu	Kestvus	Normi täitmisteg ur	kestvus	Tööjõu kulu	Kestvus	Normi täitmisteg ur	kestvus
Töö nimetus	Tööline/masin	arv	in-vah mas-vah	Vahetus	Vahetus		in-vah mas-vah	Vahetus	Vahetus		in-vah mas-vah	Vahetus	Vahetus		in-vah mas-vah	Vahetus	Vahetus		in-vah mas-vah	Vahetus	Vahetus	
Rakestamine	Tööline	6	16,8	2,80	0,93	3	16,44	2,74	0,91	3	19,57	3,26	1,09	3	19,7	3,28	1,09	3	17,35	2,89	0,96	3
Armeerimine	Tööline	5	10,79	2,16	1,08	2	10,87	2,17	1,09	2	16,17	3,23	1,08	3	15,43	3,09	1,03	3	10,02	2,00	1,00	2
Betoneerimine	Tööline	2	1,61	0,81	0,81	1	1,63	0,82	0,82	1	2,42	1,21	0,61	2	2,31	1,16	0,58	2	1,39	0,70	0,70	1
	betoonipump	1	1,1	1,10	1,10	1	1,1	1,10	1,10	1	1,64	1,64	0,82	2	1,57	1,57	0,79	2	1,02	1,02	1,02	1

TAL TECH	TTÜ INSENERITEADUSKOND	Magistritöö	Leht/Lehti: 7/11
Koostaja: Kaspar Kasemetsa	Allkiri ja kuupäev:	Rostvärkide tehnoloogiakaart	
Juhendaja: Virgo Sulakatko	Allkiri ja kuupäev:		
Ehituse ja arhitektuuri instituut		Ehitustehnoloogia ja platsikorralduse analüüs, Tallinnas, Sõjakooli 1b//1c ehituse näitel	

-1. KORRUSE MONOLIITSETE SEINTE PLAAN
M1:200



KALENDERGRAAFIK

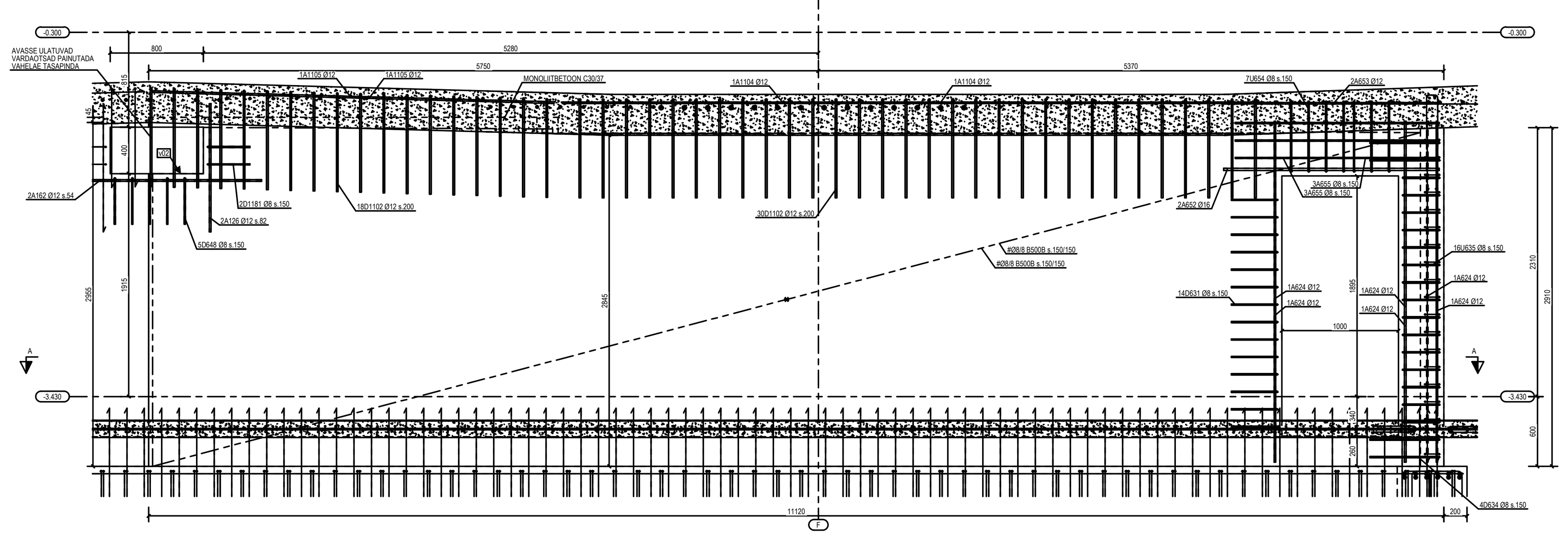


RAKETISE SPETSIFIKATSIOON

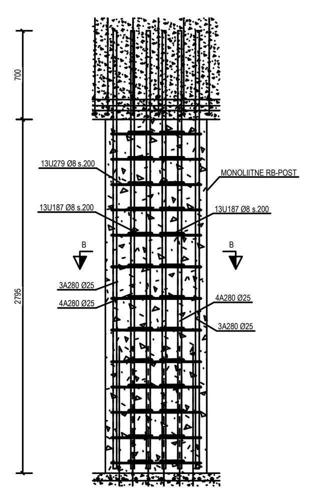
Raketise spetsifikatsioon															
Kilpide kirjeldus					Kilpide vajadus										
	Mooduli spetsifikatsioon				Kogus, tk									Renditav	Kordus
	Kõrgus	Laius	Pindala	Kaal	Haardeala									kogus	kasutegur
Tähis	cm	cm	m2	kg	1	2	3	4	5	6	7	8	Kokku		
Moodul 1	330	270	8,91	521,5	30	24	24	7	22	26	26	18	177	30	5,90
Moodul 2	60	270	1,62	107	30	24	4	5	22	0	0	0	85	30	2,83
Moodul 3	330	135	4,455	273	0	0	8	15	7	0	0	4	34	15	2,27
Moodul 4	60	135	0,81	57,5	0	0	0	1	7	0	0	0	8	7	1,14
Moodul 5	330	90	2,97	215	1	0	1	6	9	2	0	3	22	9	2,44
Moodul 6	60	90	0,54	42,8	1	0	0	0	9	0	0	0	10	9	1,11
Moodul 7	330	75	2,475	193,3	1	0	4	15	1	0	0	0	21	15	1,40
Moodul 8	60	75	0,45	38,8	1	0	0	0	1	0	0	0	2	1	2,00
Moodul 9	330	60	1,98	140,6	14	1	7	15	20	3	0	5	65	20	3,25
Moodul 10	60	60	0,36	33	14	1	0	1	20	0	0	0	36	20	1,80
Moodul 11	330	45	1,485	113,9	0	1	6	3	6	3	0	1	20	6	3,33
Moodul 12	60	45	0,27	24,5	0	1	2	0	6	0	0	0	9	6	1,50
Moodul 13	330	30	0,99	88,5	0	0	4	1	0	0	0	2	7	4	1,75
Liigendnurk	330	60	1,98	125,5	0	0	4	0	0	0	0	0	4	4	1,00
Sisenurk	330	60	1,98	126	4	1	10	14	13	1	0	3	46	14	3,29
Sisenurk	60	60	0,81	26,4	4	1	0	0	13	0	0	0	18	13	1,38
Post 450x800	330	80	8,25	736,8	3	3	3	1	3	0	0	0	13	3	4,33
Post 300x800	330	80	7,26	686	0	0	0	0	0	3	3	1	7	3	2,33
Kilpide kogus haardealas				tk	103	57	77	84	159	38	29	37			
Kilpide pindala haardealas				m2	391,0	284,4	348,6	264,5	421,4	271,8	253,4	213,7			

MATERJALI VAJADUS

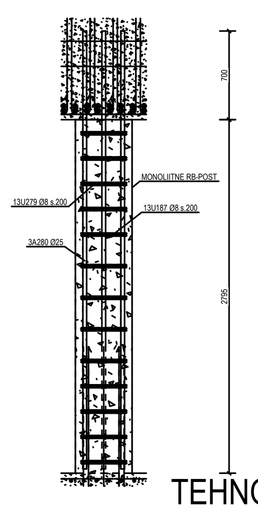
MBS-013 ARMEERIMINE EESTVAADE M1:50



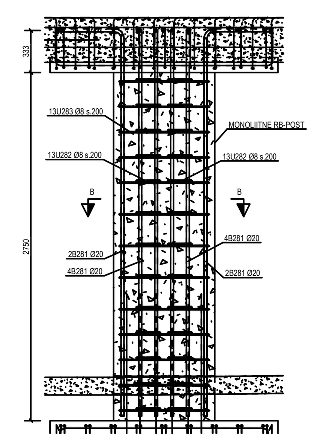
MBP-002 ARMEERIMINE EESTVAADE M1:50



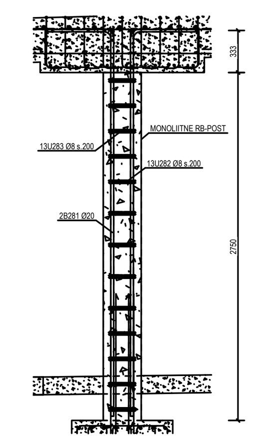
MBP-002 ARMEERIMINE KÜLJELT VAADE M1:50



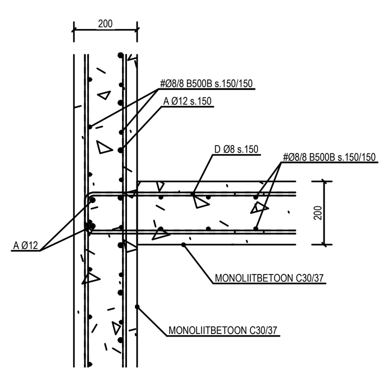
MBP-030 ARMEERIMINE EESTVAADE M1:50



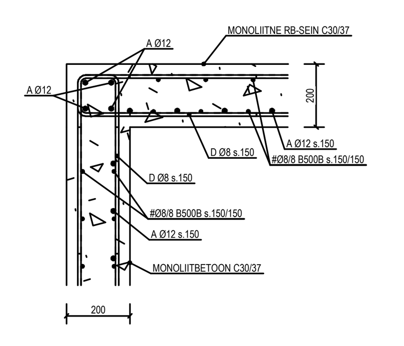
MBP-030 ARMEERIMINE KÜLJELT VAADE M1:50



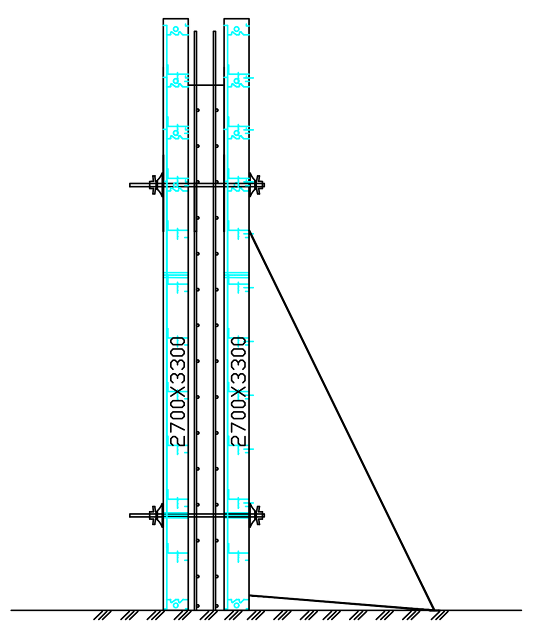
MD-02 M1:20



MD-04 M1:20



SEINA TÜÜPNE RAKESTAMISE SKEEM



TEHNOLOOGILISED ARVUTUSED

			Haardealad															
			1 HA				2 HA				3 HA				4 HA			
			Normatiivne			Valitud kestvus	Normatiivne			Valitud kestvus	Normatiivne			Valitud kestvus	Normatiivne			Valitud kestvus
			Tööjõu kulu in-vah / mas-vah	Kestvus Vahetus	Normi täitmisteg ur	Vahetus	Tööjõu kulu in-vah / mas-vah	Kestvus Vahetus	Normi täitmisteg ur	Vahetus	Tööjõu kulu in-vah / mas-vah	Kestvus Vahetus	Normi täitmisteg ur	Vahetus	Tööjõu kulu in-vah / mas-vah	Kestvus Vahetus	Normi täitmisteg ur	Vahetus
Töö nimetus	Tööline/masin	arv																
Rakestamine ja armeerimine	Tööline	4	15,05	3,76	0,94	4	13,43	3,36	0,84	4	16,86	4,22	1,05	4	15,11	3,78	0,94	4
	Kraana	1	1,99	1,99	1,00	2	2,14	2,14	1,07	2	2,89	2,89	0,96	3	3,26	3,26	1,09	3
Betoneerimine	Tööline	3	1,53	0,51	0,51	1	1,15	0,38	0,38	1	1,35	0,45	0,45	1	1,05	0,35	0,35	1
	Betoonipump	1	0,46	0,46	0,46	1	0,35	0,35	0,35	1	0,41	0,41	0,41	1	0,32	0,32	0,32	1
Raketise demonteerimine	Tööline	4	10,18	2,55	0,85	3	8,69	2,17	1,09	2	11,02	2,76	0,92	3	9,48	2,37	0,79	3
	Kraana	1	0,99	0,99	0,99	1	1,07	1,07	1,07	1	1,44	1,44	0,72	2	1,63	1,63	1,63	1

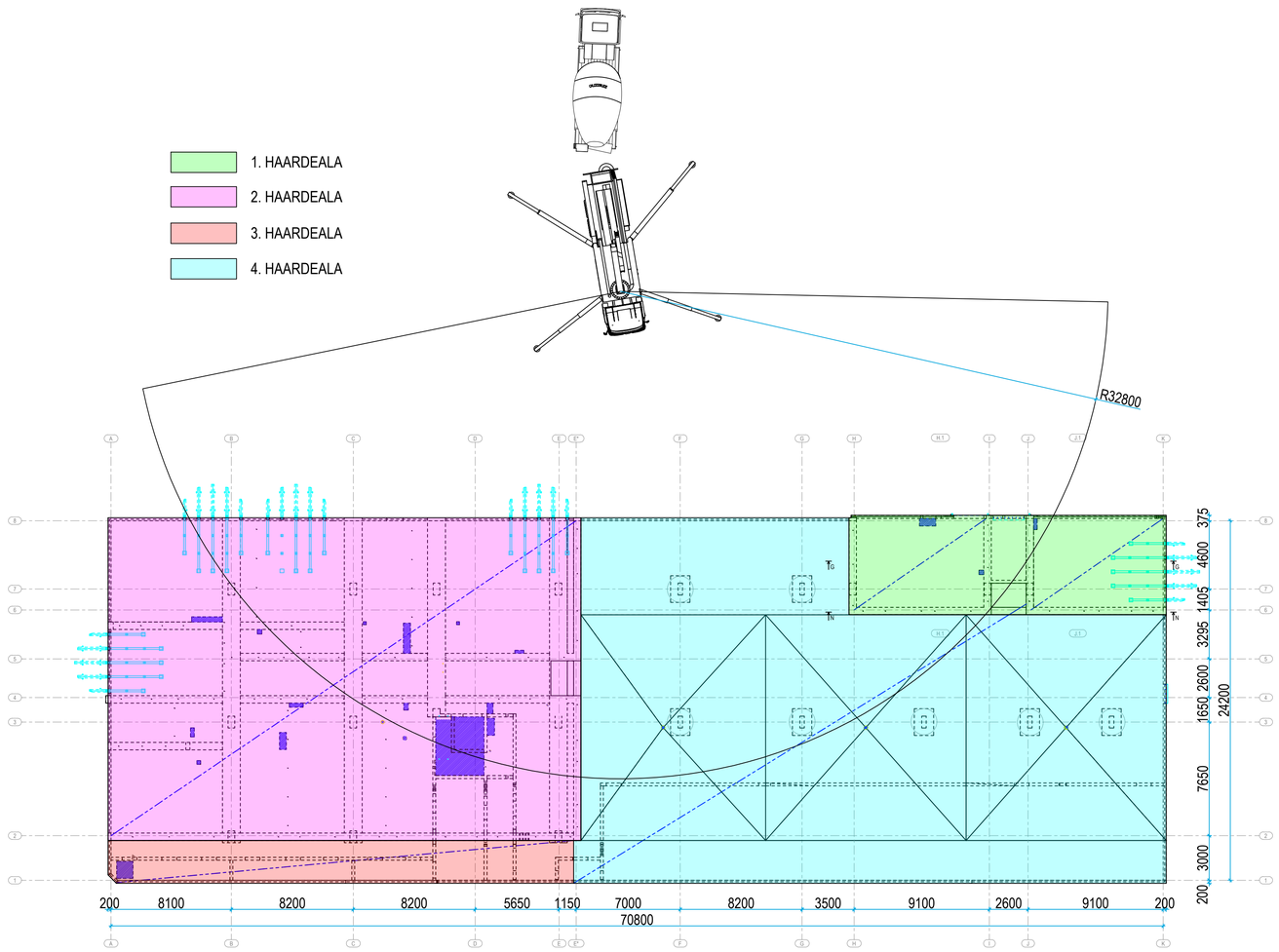
			Haardealad															
			5 HA				6 HA				7 HA				8 HA			
			Normatiivne			Valitud kestvus	Normatiivne			Valitud kestvus	Normatiivne			Valitud kestvus	Normatiivne			Valitud kestvus
			Tööjõu kulu in-vah / mas-vah	Kestvus Vahetus	Normi täitmisteg ur	Vahetus	Tööjõu kulu in-vah / mas-vah	Kestvus Vahetus	Normi täitmisteg ur	Vahetus	Tööjõu kulu in-vah / mas-vah	Kestvus Vahetus	Normi täitmisteg ur	Vahetus	Tööjõu kulu in-vah / mas-vah	Kestvus Vahetus	Normi täitmisteg ur	Vahetus
Töö nimetus	Tööline/masin	arv																
Rakestamine ja armeerimine	Tööline	3	18,76	6,25	1,04	6	10,17	3,39	1,13	3	8,8	2,93	0,98	3	8,51	2,84	0,95	3
	Kraana	1	2,93	2,93	0,98	3	1,43	1,43	0,72	2	1,09	1,09	1,09	1	1,39	1,39	0,70	2
Betoneerimine	Tööline	3	1,55	0,52	0,52	1	0,99	0,33	0,33	1	0,92	0,31	0,31	1	0,78	0,26	0,26	1
	Betoonipump	1	0,47	0,47	0,47	1	0,3	0,30	0,30	1	0,28	0,28	0,28	1	0,24	0,24	0,24	1
Raketise demonteerimine	Tööline	5	12,43	2,49	1,24	2	7,08	1,42	0,71	2	6,37	1,27	1,27	1	5,86	1,17	0,59	2
	Kraana	1	1,46	1,46	1,46	1	0,71	0,71	0,71	1	0,54	0,54	0,54	1	0,69	0,69	0,69	1

MÄRKUSED:

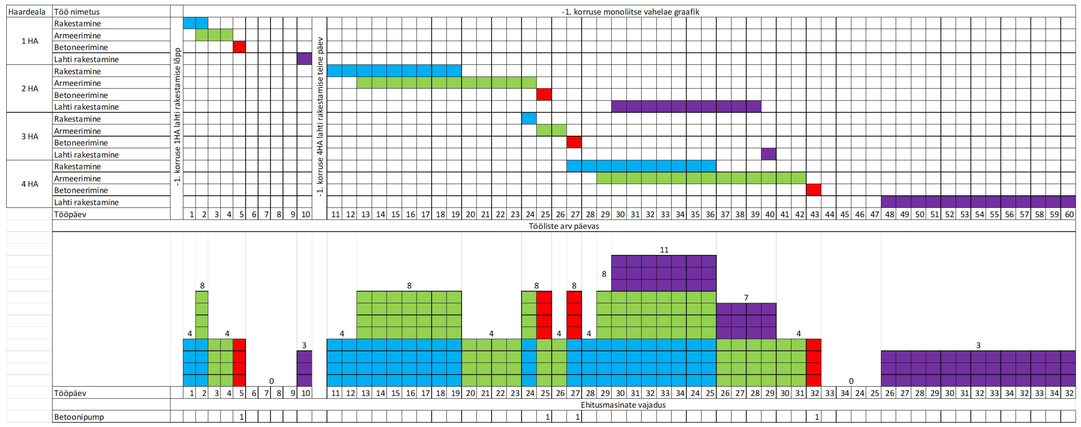
1. KÕIK MÕÕDUD ON MILLIMEETRITES.
2. KÕIK KÕRGUSED ON ANTUD SUHTELISES SÜSTEEMIS, MILLE ±0.000 VASTAB +26.245 ABS.
3. KONSTRUKTSIOONIDE TULEPÜSIVUS:
   TELGEDES 1...8: REI120;
   TELGEDES 8...8.2/H...I JA TELGEDES 8...8.2/J...K REI120;
   TELGEDES 8.2...9: REI60.
4. TOLERANTSID:
   4.1. RAUDBETOONKONSTRUKTSIOONID: EVS-EN 13670:2010, TEOSTUSKLASS 2, TOLERANTSIKLASS 1;
   4.2. TERASKONSTRUKTSIOONID: EVS-EN 1090-2:2008.
5. ÜLDISED KESKKONNAKLASSID:KONSTRUKTSIOONIDE ARMEERIMISJOONISED VÕIVAD ANDA TÄPSUSTATUD NÕUDEID VASTAVALT KONKREETSE KONSTRUKTSIOONI PAIKNEMISELE JA TEDA ÜMBRITSEVA KESKKONNA TINGIMUSTELE.
   5.1. BETOONKONSTRUKTSIOONID: SISETINGIMUSTES: XC1; VÄLISTINGIMUSTES: XC3+XF1; PINNASES: XC3; PARKLAS: XC4+XD1.
   5.2. TERASKONSTRUKTSIOONIDE PINNATÖÖTLUS VASTAVALT KESKKONNAKLASSILE (ISO/FDIS 12944):SISETINGIMUSTES: C2-H; VÄLISTINGIMUSTES: C3-H, PINNASES: X3-L, KUSJUURES TERASE PIND PINNASEGA KONTAKTIS OLEVAD PINNAD KAETAKSE TÄIENDAVALT HÜDROISOLATSIOONIGA.
6. SARRUSE BETOONKAITSEKIHT: SISETINGIMUSTES c.nom=25 mm; VÄLISTINGIMUSTES JA PINNASES c.nom=35 mm; PARKLAS: c.nom=55 mm.
7. ARMATUURI ÜLEKATETE PIKKUS 75×Ø, KUI POLE NÄIDATUD TEISITI. ÜHES LÕIKES VÕIB JÄTKATA KUNI 50% LÕIGET LÄBIVAST SARRUSEST.
8. ARMATUURI PAINUTUSRAADIUSED: Ø<=16 mm - 4×Ø; Ø>16 mm - 7×Ø.
9. VÄRSKET BETOONISEGU TULEB KAITSTA LEONDUMISE, LÄBIKÜLMUMISE JA VÄLJAKUIVAMISE EEST.

TAL TECH	TTÜ INSENERITEADUSKOND		Magistritöö	Leht/Lehti: 8/11
Koostaja: Kaspar Kasemetsa	Allkiri ja kuupäev:		-1. korruse monoliitsete seinte tehnoloogiakaart	
Juhendaja: Virgo Sulakatko	Allkiri ja kuupäev:			
Ehituse ja arhitektuuri instituut			Ehitustehnoloogia ja platsikorralduse analüüs, Tallinnas, Sõjakooli 1b//1c ehituse näitel	

-1. KORRUSE MONOLIITNE VAHELAGI
M1:200



KALENDERGRAAFIK



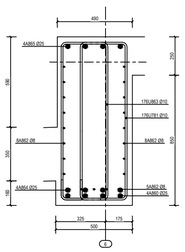
TEHNOLOOGILISED ARVUTUSED

Töö nimetus	Tööline/masin	arv	Haardealad													
			1 HA				2 HA				3 HA				4 HA			
			Normatiivne			Valitud	Normatiivne			Valitud	Normatiivne			Valitud	Normatiivne			Valitud
			Tööjõu kulu in-vah mas-vah	Kestvus Vahetus	Normi täitmisteg ur	kestvus Vahetus	Tööjõu kulu in-vah mas-vah	Kestvus Vahetus	Normi täitmisteg ur	kestvus Vahetus	Tööjõu kulu in-vah mas-vah	Kestvus Vahetus	Normi täitmisteg ur	kestvus Vahetus	Tööjõu kulu in-vah mas-vah	Kestvus Vahetus	Normi täitmisteg ur	kestvus Vahetus
Raketise paigaldus	Tööline	4	7,15	1,79	0,89	2	34,56	8,64	0,96	9	4,23	1,06	1,06	1	41,8	10,45	1,05	10
Armeerimine	Tööline	4	8,36	2,09	0,70	3	48,85	12,21	1,02	12	5,96	1,49	0,75	2	56	14,00	1,00	14
Betoneerimine	Tööline	4	0,75	0,19	0,19	1	5,02	1,26	1,26	1	0,7	0,18	0,18	1	5,89	1,47	1,47	1
	Betoonipump	1	0,2	0,20	0,20	1	1,34	1,34	1,34	1	0,19	0,19	0,19	1	1,57	1,57	1,57	1
Raketise demonteerimine	Tööline	3	2,89	0,96	0,96	1	31,97	10,66	1,07	10	1,72	0,57	0,57	1	38,66	12,89	0,99	13

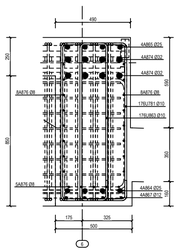
MATERJALI VAJADUS

-1. KORRUSE VAHELAE MATERJALI VAJADUS				
Nimetus	1. HA	2. HA	3. HA	4. HA
Raketis, m2	143,07	691,2	84,61	835,99
Armatuur, t	8,2	48,89	5,84	54,9
Betoon, m3	3,9,9	267,5	37,4	314,1

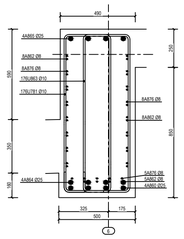
LÕIGE B-B
M1:20



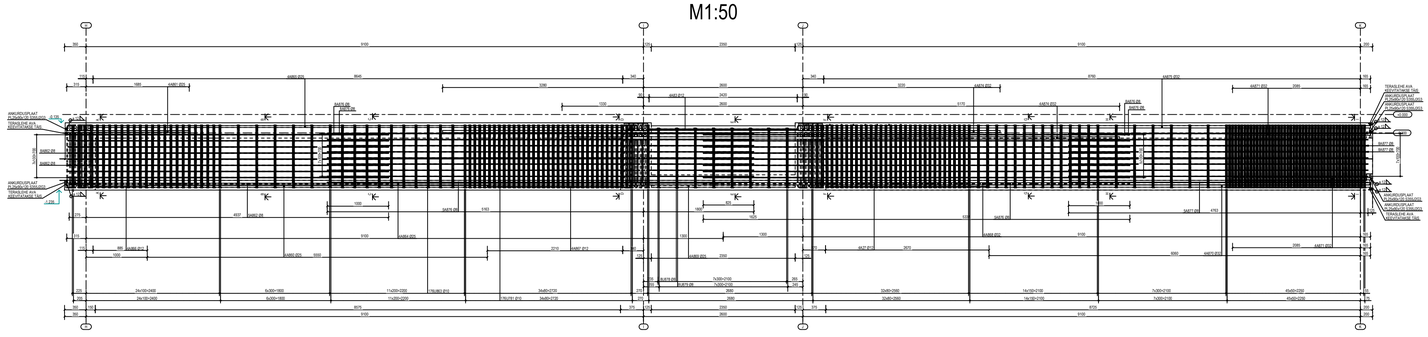
LÕIGE D-D
M1:20



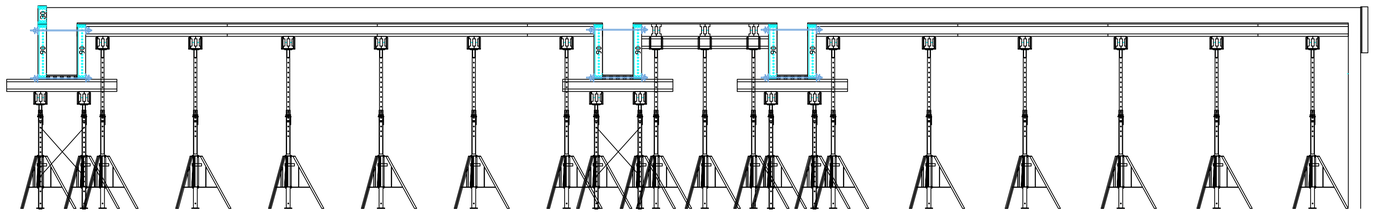
LÕIGE C-C
M1:20



LÕIGE N-N
M1:50



LÕIGE G-G
M1:50

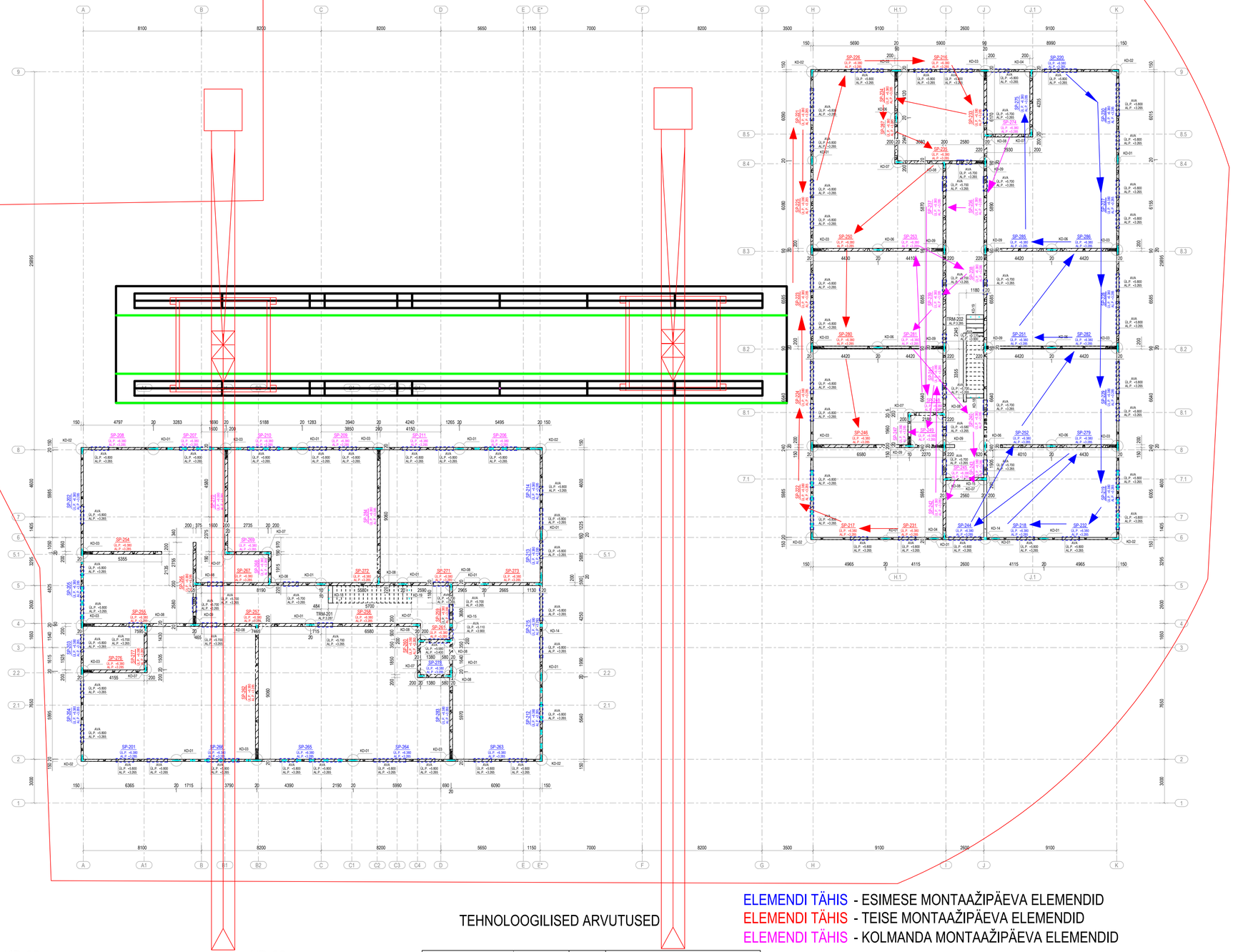


MÄRKUSED:

1. KÕIK MÕÕDUD ON MILLIMEETRITES.
2. TULEPÜSIVUSKLASS: REI 120.
3. TOLERANTSID: EVS-EN 13670:2010, TEOSTUSKLASS 2, TOLERANTSIKLASS 1.
4. KESKKONNAKLASS: XC3; ARMATUURI KAITSEKIHT: c.nom=35mm.
8. ARMATUURI ÜLEKATETE PIKKUS 75×Ø, KUI POLE NÄIDATUD TEISITI. ÜHES LÕIKES VÕIB JÄTKATA KUNI 50% LÕIGET LÄBIVAST SARRUSEST.
9. ARMATUURI PAINUTUSRAADIUSED: Ø<=16 mm - 4×Ø; Ø>16 mm - 7×Ø.
10. VÄRSKET BETOONISEGU TULEB KAITSTA LEONDUMISE, LÄBIKÜLMUMISE JA VÄLJAKUIVAMISE EEST.
11. KONSTRUKTSIOONE ON LUBATUD KOORMATA PÄRAST BETOONI 70% PROJEKTTUGEVUSE SAAVUTAMIST.RAKETISE VÕIB EEMALDADA PÄRAST BETOONI 60% TUGEVUSE SAAVUTAMIST.

TALTECH	TTÜ INSENERITEADUSKOND	Magistritöö	Leht/Lehti: 9/11
Koostaja: Kaspar Kasemetsa	Allkiri ja kuupäev:	-1. korruse monoliitse vahelae tehnoloogiakaart	
Juhendaja: Virgo Sulakatko	Allkiri ja kuupäev:		
Ehituse ja arhitektuuri instituut		Ehitustehnoloogia ja platsikorralduse analüüs, Tallinnas, Sõjakooli 1b//1c ehituse näitel	

TÜÜPKORRUSE SEINAPANEELIDE MONTAAŽ
M1:150



ELEMENDI TÄHIS - ESIMESE MONTAAŽIPÄEVA ELEMENDID
ELEMENDI TÄHIS - TEISE MONTAAŽIPÄEVA ELEMENDID
ELEMENDI TÄHIS - KOLMANDA MONTAAŽIPÄEVA ELEMENDID

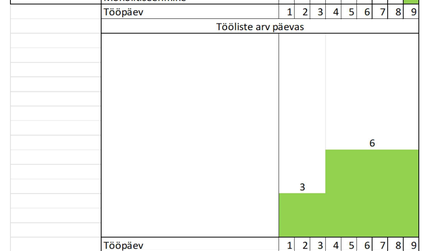
SEINAPANEELIDE TARNEGRAAFIK

B-hoone			
1. päev seinad			
Kellaaeg	Tähis	Kogus	Kaal
07:45	SP-220	1	7
	SP-230	1	3,8
	SP-227	1	4,7
	SP-228	1	4,4
09:45	SP-229	1	4,4
	SP-219	1	4,1
	SP-232	1	4,5
	SP-218	1	2,6
	SP-279	1	6,7
12:45	SP-244	1	2,6
	SP-252	1	6,1
	SP-282	1	6,7
	SP-251	1	6,7
14:45	SP-286	1	6,7
	SP-285	1	6,7
	SP-275	1	6,4
2. päev seinad			
Kellaaeg	Tähis	Kogus	Kaal
07:45	SP-231	1	2,6
	SP-217	1	4,7
	SP-222	1	3,9
	SP-224	1	4,4
	SP-223	1	4,4
	SP-221	1	3,7
10:45	SP-225	1	4,6
	SP-226	1	4,6
	SP-216	1	3,7
	SP-233	1	8,2
13:15	SP-234	1	4,7
	SP-287	1	4,8
	SP-235	1	7,6
	SP-250	1	6,7
15:15	SP-280	1	6,7
	SP-246	1	10
3. päev seinad			
Kellaaeg	Tähis	Kogus	Kaal
07:45	SP-274	1	4,7
	SP-236	1	7,9
	SP-237	1	7,7
	SP-248	1	3,6
09:45	SP-253	1	6,6
	SP-238	1	8,9
	SP-239	1	8,5
11:45	SP-281	1	6,7
	SP-240	1	9
	SP-243	1	2,3
	SP-245	1	3,8
13:45	SP-242	1	8,2
	SP-241	1	7,6
	SP-249	1	3,3
	SP-247	1	2,8

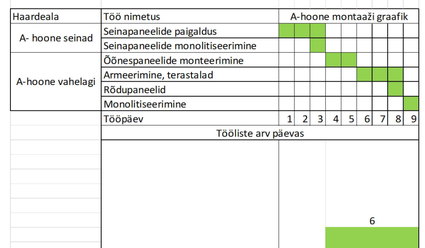
A-hoone			
1. päev seinad			
Kellaaeg	Tähis	Kogus	Kaal
07:45	SP-202	1	6,9
	SP-205	1	2,9
	SP-203	1	2,4
	SP-204	1	4,5
	SP-201	1	5
10:15	SP-266	1	4,2
	SP-265	1	4,3
	SP-264	1	4,4
	SP-263	1	4,9
	SP-212	1	5,2
13:45	SP-215	1	4,4
	SP-213	1	2
	SP-214	1	5
	SP-283	1	9
	SP-278	1	2,8
2. päev seinad			
Kellaaeg	Tähis	Kogus	Kaal
07:45	SP-260	1	5,7
	SP-261	1	1,3
	SP-259	1	7,3
	SP-258	1	9,7
09:45	SP-262	1	13,8
	SP-257	1	10,2
10:45	SP-276	1	6,6
	SP-277	1	4,4
	SP-255	1	10,5
12:45	SP-254	1	8,2
	SP-256	1	7,2
	SP-272	1	8,5
14:15	SP-267	1	10,6
	SP-271	1	7,3
	SP-273	1	5,7
3. päev seinad			
Kellaaeg	Tähis	Kogus	Kaal
07:45	SP-284	1	13,8
	SP-206	1	4,2
	SP-211	1	4
09:15	SP-270	1	10,9
	SP-269	1	4
	SP-268	1	3,1
	SP-209	1	3,6
11:45	SP-210	1	3,8
	SP-207	1	3,6
	SP-208	1	4,5

KALENDERGRAAFIK

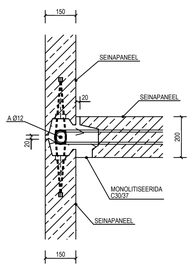
Haardeala	Töö nimetus	B-hoone montaaži graafik
B- hoone seinad	Seinapaneelide paigaldus	
	Seinapaneelide monolitiseerimine	
B-hoone vahelagi	Õõnespaneelide monteerimine	
	Armeerimine	
	Rõdupaneelid	
	Monolitiseerimine	



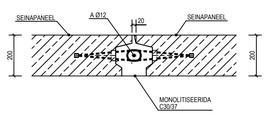
Haardeala	Töö nimetus	A-hoone montaaži graafik
A- hoone seinad	Seinapaneelide paigaldus	
	Seinapaneelide monolitiseerimine	
A-hoone vahelagi	Õõnespaneelide monteerimine	
	Armeerimine, terastalad	
	Rõdupaneelid	
	Monolitiseerimine	



KD-03
M1:15



KD-06
M1:15



TEHNOLOOGILISED ARVUTUSED

			A-hoone montaaž			
			Normatiivne			Valitud
			Tööjõu kulu	Kestvus	Normi	kestvus
copybase	Tööline/masin	arv	in-vah mas-vah	Vahetus	täitmisteg ur	Vahetus
Seinte monteerimine	Tööline	3	7,9	2,63	0,88	3
	Tornkraana	1	0,5	0,50	0,25	2
Vahelae monteerimine	Tööline	4	22,57	5,64	0,94	6
	Tornkraana	1	1,9	1,90	0,63	3
	Betoonipump	1	0,16	0,16	0,16	1

			B-hoone montaaž			
			Normatiivne			Valitud
			Tööjõu kulu	Kestvus	Normi	kestvus
Töö nimetus	Tööline/masin	arv	in-vah mas-vah	Vahetus	täitmisteg ur	Vahetus
Seinte monteerimine	Tööline	3	9,28	3,09	1,03	3
	Tornkraana	1	0,59	0,59	0,30	2
Vahelae monteerimine	Tööline	3	17,93	5,98	1,00	6
	Tornkraana	1	1,25	1,25	0,42	3
	Betoonipump	1	0,6	0,60	0,60	1

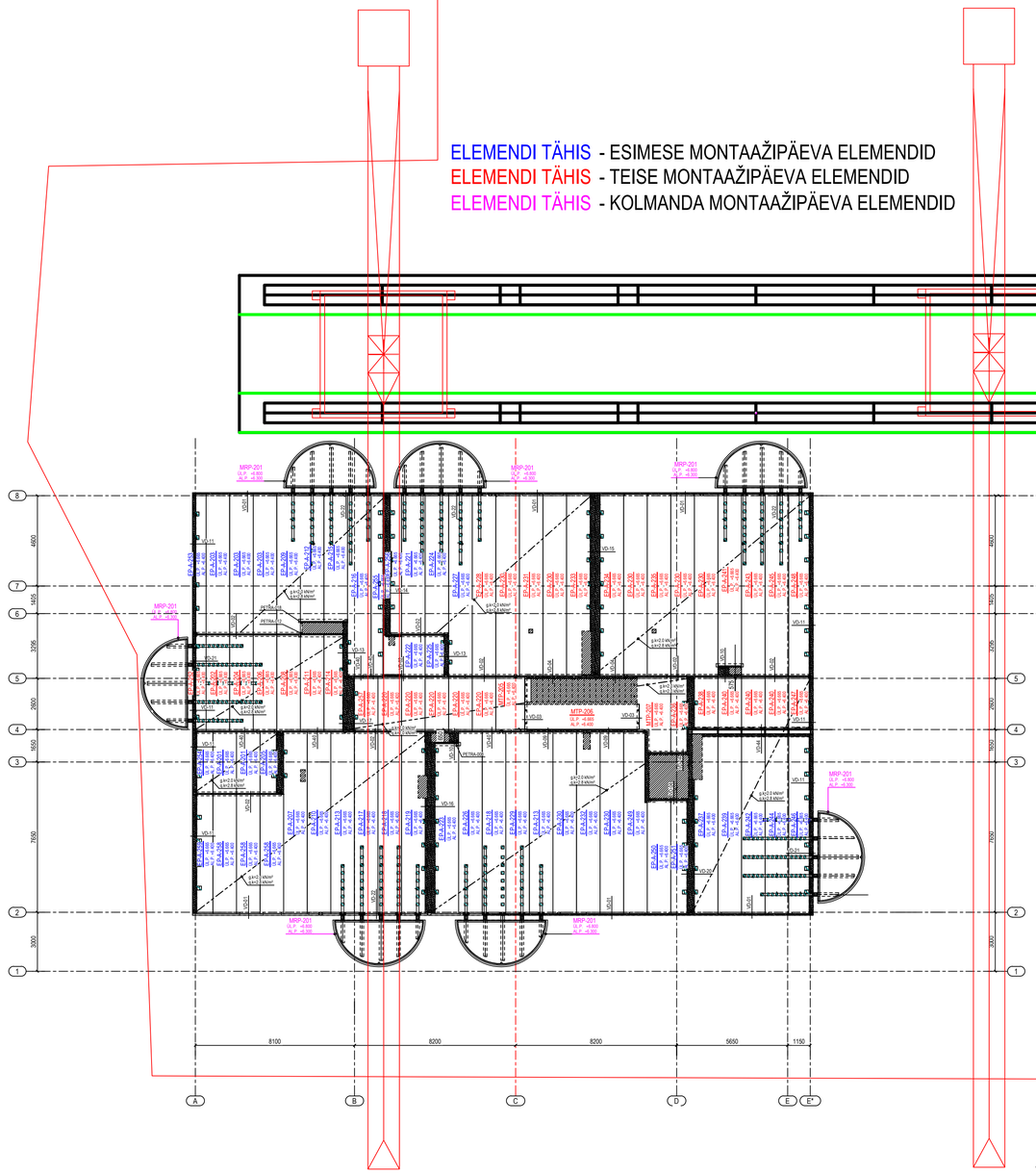
MÄRKUSED:

1. KÕIK MÕÕDUD ON MILLIMEETRITES.
2. KÕIK KÕRGUSED ON ANTUD SUHTELISES SÜSTEEMIS, MILLE ±0.000 VASTAB +26.245 ABS.
3. KONSTRUKTSIOONIDE TULEPÜSIVUS: R60.
4. TOLERANTSID:
   4.1. RAUDBETOONKONSTRUKTSIOONID: EVS-EN 13670:2010, TEOSTUSKLASS 2, TOLERANTSIKLASS 1;
   4.2. TERASKONSTRUKTSIOONID: EVS-EN 1090-2:2008.
5. ELEMENTIDE BETOONI SURVETUGEVUS C30/37, KESKKONNAKLASS XC1
6. TERASKONSTRUKTSIOONIDE PINNATÖÖTLUS VASTAVALT KESKKONNAKLASSILE (ISO/FDIS 12944): SISETINGIMUSTES C2-H; VÄLISTINGIMUSTES: C3-H. SOOJUSTUST LÄBIVAD TERASELEMENDID KUUMTSINGITAKSE.
7. ARMATUURI BETOONKAITSEKIHT: SISETINGIMUSTES c.nom=25 mm; VÄLISTINGIMUSTES c.nom=40 mm.
8. ARMATUURI ÜLEKATETE PIKKUS 75×Ø, KUI POLE NÄIDATUD TEISITI. ÜHES LÕIKES VÕIB JÄTKATA KUNI 50% LÕIGET LÄBIVAST SARRUSEST.
9. ARMATUURI PAINUTUSRAADIUSED: Ø<=16 mm - 4×Ø; Ø>16 mm - 7×Ø.
10. VÄRSKET BETOONISEGU TULEB KAITSTA LEONDUMISE, LÄBIKÜLMUMISE JA VÄLJAKUIVAMISE EEST.
11. KUI JOONISEL POLE NÄIDATUD TEISITI, SIIS ON KEEVISE KÕRGUS a=t+[1mm], KUS t - VÄHIM ÜHENDATAVATE ELEMENTIDE PAKSUSEST. KEEVISLIITED PEAVAD OLEMA VÕRDTUGEVAD NÕRGEMAGA ÜHENDATAVATEST ELEMENTIDEST.

TAL TECH	TTÜ INSENERITEADUSKOND	Magistritöö	Leht/Lehti: 10/11
Koostaja: Kaspar Kasemetsa	Allkiri ja kuupäev:	Tüüpkorruse seinapaneelide montaaži tehnoloogiakaart	
Juhendaja: Virgo Sulakatko	Allkiri ja kuupäev:		
Ehituse ja arhitektuuri instituut		Ehitustehnoloogia ja platsikorralduse analüüs, Tallinnas, Sõjakooli 1b//1c ehituse näitel	

TÜÜPKORRUSE ÕÕNESPANEELIDE MONTAAŽ
M1:150

ELEMENDI TÄHIS - ESIMESE MONTAAŽIPÄEVA ELEMENDID
ELEMENDI TÄHIS - TEISE MONTAAŽIPÄEVA ELEMENDID
ELEMENDI TÄHIS - KOLMANDA MONTAAŽIPÄEVA ELEMENDID



ÕÕNESPANEELIDE TARNEGRAAFIK

B-hoone õõnespaneelid

1. päev õõnespaneelid

Kellaaeg	Tähis	Kogus	Kaal
07:45	EP-B-221	1	2,1
	EP-B-220	4	10
	EP-B-227	1	2,3
	EP-B-226	3	7,8
09:15	EP-B-225	1	2,5
	EP-B-241	1	1,3
	EP-B-240	2	2,8
	EP-B-243	1	0,4
	EP-B-217	1	2,6
	EP-B-216	2	2,6
	EP-B-242	1	1,3
	EP-B-215	1	0,7
	EP-B-214	1	3,7
	EP-B-213	4	1,6
	EP-B-212	1	3,3
13:15	EP-B-228	1	2,9
	EP-B-230	5	2,9
	EP-B-232	1	2,9
	EP-B-229	1	2,9
	EP-B-231	5	2,9
	EP-B-233	1	2,9
	EP-B-210	1	3,9
16:00	EP-B-208	1	3,9
	EP-B-206	1	3,9
	EP-B-204	1	3,8
	EP-B-202	1	1,9

2. päev õõnespaneelid

Kellaaeg	Tähis	Kogus	Kaal
07:45	EP-B-219	1	3,5
	EP-B-213	3	12
	EP-B-218	1	3,9
	EP-B-234	1	2,9
08:45	EP-B-230	5	14,5
	EP-B-238	1	2,9
	EP-B-235	1	2,9
	EP-B-231	1	2,9
10:15	EP-B-231	2	5,8
	EP-B-236	1	2,9
	EP-B-237	1	1,6
	EP-B-239	1	1,9
	EP-B-211	1	3,9
	EP-B-209	1	3,9
	EP-B-207	1	3,9
12:45	EP-B-205	1	3,9
	EP-B-203	1	1,9
	EP-B-224	1	0,9
	EP-B-223	1	0,9
	EP-B-222	5	6
	EP-B-245	1	1,2
	EP-B-222	4	4,8
	EP-B-201	3	3,3
	EP-B-244	1	0,5
16:00	MTP-201	1	3,6
	MTP-202	1	3,1
	MTP-203	1	3,8
16:45	TRM-202	1	5,3

Rõdupaneelid

Kellaaeg	Tähis	Kogus	Kaal
08:00	MRP-201	2	7,2

A-hoone õõnespaneelid

1. päev õõnespaneelid

Kellaaeg	Tähis	Kogus	Kaal
07:45	EP-A-259	1	1,8
	EP-A-258	3	8,1
	EP-A-254	1	0,9
	EP-A-201	2	2,8
	EP-A-205	1	0,9
	EP-A-207	1	4
09:10	EP-A-210	1	4
	EP-A-213	1	0,4
	EP-A-217	1	4
	EP-A-218	1	4
	EP-A-219	1	3,8
	EP-A-223	1	3,7
10:15	EP-A-226	1	4
	EP-A-218	1	4
	EP-A-229	1	4
	EP-A-213	1	4
	EP-A-230	1	4
	EP-A-232	1	3,9
11:20	EP-A-230	1	4
	EP-A-249	1	3,9
	EP-A-250	1	2,5
	EP-A-251	1	1,7
	EP-A-237	1	3,6
	EP-A-239	1	4
	EP-A-242	1	3,9
13:30	EP-A-244	1	3,9
	EP-A-246	1	3,4
	EP-A-253	1	1,4
	EP-A-203	3	9,3
	EP-A-209	1	3,1
	EP-A-212	1	2,8
15:00	EP-A-215	1	2,8
	EP-A-216	1	4
	EP-A-255	1	2
	EP-A-256	1	1,5
	EP-A-221	1	3,1
	EP-A-224	1	3,1
	EP-A-222	1	0,9
	EP-A-225	1	0,7
	EP-A-227	1	4

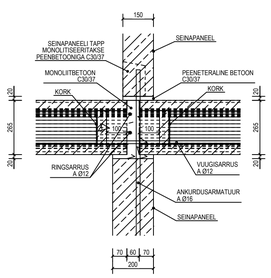
2. päev õõnespaneelid

Kellaaeg	Tähis	Kogus	Kaal
07:45	EP-A-228	1	4
	EP-A-230	1	4
	EP-A-231	1	4
	EP-A-230	1	4
	EP-A-233	1	3,7
	EP-A-234	1	4
08:50	EP-A-230	1	4
	EP-A-235	1	4
	EP-A-230	2	8
	EP-A-241	1	3,8
	EP-A-243	1	4
10:00	EP-A-245	1	4
	EP-A-248	1	3,4
	EP-A-252	1	0,9
	EP-A-202	1	2,1
	EP-A-204	1	**2,1**
	EP-A-206	1	**2,1**
	EP-A-208	1	2,1
	EP-A-211	1	2,1
	EP-A-214	1	1,7
	EP-A-257	1	1,2
12:50	EP-A-220	5	6
	EP-A-236	1	1,1
	EP-A-238	1	1,1
	EP-A-240	3	3,3
	EP-A-247	1	1
15:00	MTP-205	1	2,8
	MTP-207	1	3,9
	MTP-206	1	4,7
15:45	TRM-201	1	5,4

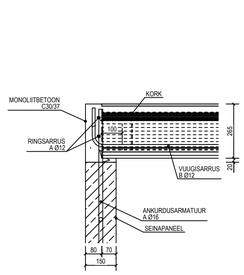
Rõdupaneelid

Kellaaeg	Tähis	Kogus	Kaal
08:00	MRP-201	2	7,2
09:00	MRP-201	2	7,2
10:00	MRP-201	2	7,2
11:00	MRP-201	1	3,6

VD-48
M1:15



VD-50
M1:15



TEHNOLOOGILISED ARVUTUSED

copybase	Tööline/masin	arv	A-hoone montaaž: Normatiivne Tööjõu kulu in-vah mas-vah	Vahetus Kestvus	Normi täitmisteg ur	Valitud kestvus Vahetus
Seinte monteerimine	Tööline	3	7,9	2,63	0,88	3
	Tornkraana	1	0,5	0,50	0,25	2
Vahelae monteerimine	Tööline	4	22,57	5,64	0,94	6
	Tornkraana	1	1,9	1,90	0,63	3
	Betoonipump	1	0,16	0,16	0,16	1

Töö nimetus	Tööline/masin	arv	B-hoone montaaž: Normatiivne Tööjõu kulu in-vah mas-vah	Vahetus Kestvus	Normi täitmisteg ur	Valitud kestvus Vahetus
Seinte monteerimine	Tööline	3	9,28	3,09	1,03	3
	Tornkraana	1	0,59	0,59	0,30	2
Vahelae monteerimine	Tööline	3	17,93	5,98	1,00	6
	Tornkraana	1	1,25	1,25	0,42	3
	Betoonipump	1	0,6	0,60	0,60	1

KALENDERGRAAFIK

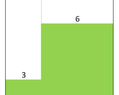
Haardeala	Töö nimetus	B-hoone montaaži graafik
B- hoone seinad	Seinapaneelide paigaldus	
	Seinapaneelide monoliitseerimine	
B-hoone vahelagi	Õõnespaneelide monteerimine	
	Armeerimine	
	Rõdupaneelid	
	Monoliitseerimine	
	Tööpäev	1 2 3 4 5 6 7 8 9

Tööliste arv päevas

Tööpäev	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Ehitusmasinate vajadus									
Betoonipump									1
Kraana	1	1		1	1			1	

Haardeala	Töö nimetus	A-hoone montaaži graafik
A- hoone seinad	Seinapaneelide paigaldus	
	Seinapaneelide monoliitseerimine	
A-hoone vahelagi	Õõnespaneelide monteerimine	
	Armeerimine, terastalad	
	Rõdupaneelid	
	Monoliitseerimine	
	Tööpäev	1 2 3 4 5 6 7 8 9

Tööliste arv päevas



Tööpäev	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Ehitusmasinate vajadus									
Betoonipump									1
Kraana	1	1		1	1			1	

MÄRKUSED

1. KÕIK MÕÕDUD ON MILLIMEETRITES.
2. TULEPÜSIVUSKLASS: REI 120.
3. TOLERANTSID: EVS-EN 13670:2010, TEOSTUSKLASS 2, TOLERANTSIKLASS 1.
4. KESKKONNAKLASSID:
   4.1 RAUDBETOONKONSTRUKTSIOONID:
   SISETINGIMUSTES: XC1;
   4.2 TERASKONSTRUKTSIOONID:
   SISETINGIMUSTES: C2-H;
   VÄLISKESKKONNAS: C3-H. SOOJUSTUST LÄBIVAD TERASELEMENDID KUUMTSINGITAKSE.
5. ARMATUURI KAITSEKIHT:
   SISETINGIMUSTES: c.nom=25mm;
   VÄLISKESKKONNAS: c.nom=40mm;
6. ARMATUURI ÜLEKATETE PIKKUS 75×Ø, KUI POLE NÄIDATUD TEISITI. ÜHES LÕIKES VÕIB JÄTKATA KUNI 50% LÕIGET LÄBIVAST SARRUSEST.
7. ARMATUURI PAINUTUSRAADIUSED: Ø<=16 mm - 4×Ø; Ø>16 mm - 7×Ø.
8. ÕÕNESPANEELIDE TOETUS SEINALE 70 mm, TERASTALADELE 80 mm, KUI JOONISEL EI OLE NÄIDATUD TEISITI

KALENDERGRAAFIK

TAL TECH	TTÜ INSENERITEADUSKOND	Magistritöö	Leht/Lehti: 11/11
Koostaja: Kaspar Kasemetsa	Allkiri ja kuupäev:	Tüüpkorruse õõnespaneelide montaaži tehnoloogiakaart	
Juhendaja: Virgo Sulakatko	Allkiri ja kuupäev:		
Ehituse ja arhitektuuri instituut		Ehitustehnoloogia ja platsikorralduse analüüs, Tallinnas, Sõjakooli 1b//1c ehituse näitel	