



TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOL
INSENERITEADUSKOND
Ehituse ja arhitektuuri instituut

**EHITUSTEHNOLOOGIA JA PLATSIKORRALDUSE
ANALÜÜS TALLINNAS, VALUKOJA 9
HARIDUSKOMPLEKSI E HITUSE NÄITEL**

**ANALYSIS OF CONSTRUCTION TECHNOLOGY AND SITE
MANAGEMENT BASED ON THE CASE STUDY OF THE
ÜLEMISTE CITY EDUCATIONAL QUARTER
MAGISTRITÖÖ**

Üliõpilane: Sander Tambik

Üliõpilaskood 194721

Juhendaja: Irene Lill

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.

17. november 2024

Autor:

.....
/ allkiri /

Töö vastab magistritööle esitatud nõuetele.

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

Juhendaja:

.....
/ allkiri /

Kaitsmisele lubatud

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

Kaitsmiskomisjoni esimees:

.....
/ nimi ja allkiri /

LIHTLITSENTS LÕPUTÖÖ REPRODUTSEERIMISEKS JA LÕPUTÖÖ ÜLDSUSELE KÄTTESAADAVAKS TEGEMISEKS

Mina, **Sander Tambik**

1. Annan Tallinna Tehnikaülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) enda loodud teose
**EHITUSTEHNOLLOOGIA JA PLATSIKORRALDUSE ANALÜÜS TALINNAS, VALUKOJA 9
HARIDUSKOMPLEKSI EHTUSE NÄITEL,**
mille juhendaja on Irene Lill
 - 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.

18.11.2024

LÕPUTÖÖ ÜLESANNE

Üliõpilane: **SANDER TAMBIK**Üliõpilaskood **192741**Õppekava: **EAEI02 Ehitiste projekteerimine ja ehitusjuhtimine**

Peeriala: Ehitusjuhtimine

Lõputöö teema:

**EHITUSTEHNOLLOOGIA JA PLATSIKORRALDUSE ANALÜÜS VALUKOJA 9,
TALLINN HARIDUSKOMPLEKSI EHITUSE NÄITEL**ANALYSIS OF CONSTRUCTION TECHNOLOGY AND SITE MANAGEMENT BASED ON THE
CASE STUDY OF THE ÜLEMISTE CITY EDUCATIONAL QUARTERJuhendaja: **Prof Irene Lill**

irene.lill@taltech.ee

Lõputöö konsultandid:

Tiitel või ametikoht, Ees- ja
PerekonnanimiKontakt (e-post või
telefon)

Allkiri ja kuupäev

Lektor Johannes Pello

Johannes.pello@taltech.ee

Lõputöö põhieesmärgid:

1. Töötada välja ehituse tehnoloogilised ja korralduslikud lahendused
2. Viia läbi kontrollarvutus projektijärgse raudbetoonposti kandevõimele
3. Analüüsida tornkraana valiku majanduslikku mõju

Töö keel: eesti keel

Lõputöö etapid ja ajakava:

Ülesande kirjeldus	Tähtaeg
1. Sissejuhatus: lähteandmed, eritingimused	13.11.2024
2. Arhitektuurne osa	13.11.2024
3. Konstruktsiooniosa: raudbetoonposti arvutus	16.10.2024
4. Ehitusplatsi üldplaan	24.10.2024
5. Koondkalenderplaan	03.11.2024
6. Tehnoloogilised kaardid	27.10.2024
• Vundamendi ehitus (betoonitööd)	24.10.2024
• Maapealse osa ehitamine (müüri- ja montaažitööd)	27.10.2024
7. Majandus- ja uurimuslik osa: Tornkraana ja autokraana kombineerimine võrreldes suurema tornkraana rentimisega.	14.11.2024
8. Töö- ja keskkonnakaitse	14.11.2024
Kokkuvõtte eesti keeles	14.11.2024
Kokkuvõtte inglise keeles	14.11.2024
...	...

Lõputööde ülevaatus, mille läbimine on kaitsmise eelduseks

18.11.2024

Peale ülevaatusi saab teha väiksemaid korrekture 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 Arhitektuurijoonised – 2 lehte	13.11.2024
2 Ehitusplatsi üldplaan – 1 leht	24.10.2024
3 Koondkalenderplaan – 1 leht	03.11.2024
4 Konstruktsioonijoonised – 1 leht	16.10.2024
5 Tehnoloogilised kaardid – 4 lehte	27.10.2024

Lõputöö esitamise tähtaeg:

2. detsember 2024

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

Lõputöö ülesanne välja antud: 14.09.2024

Juhendaja: **Irene Lill**

Ülesande vastu võtnud: **Sander Tambik**

Avalikustamise piirangu
tingimused: puuduvad

SISUKORD

AUTORIDEKLARATSIOON.....	2
LIHTLITSENTS LÕPUTÖÖ REPRODUTSEERIMISEKS JA LÕPUTÖÖ ÜLDSUSELE KÄTTESAADAVAKS TEGEMISEKS	3
SISUKORD	6
TABELITE LOETELU	9
JOONISTE LOETELU.....	10
ESITLUSJOONISTE LOETELU.....	11
SISSEJUHATUS	12
1. Lähteandmed	14
1.1 Asukoht.....	14
1.2 Pinnasegeoloogia.....	14
2. Arhitektuurne osa	15
2.1 Hoone arhitektuuri üldkontseptsioon	15
2.2 Tehnilised andmed.....	16
2.3 Konstruktsioonid.....	17
2.3.1 Maa-alused konstruktsioonid.....	17
2.3.2 Maapealsed konstruktsioonid	17
2.4 Tehnosüsteemid	19
2.4.1 Veevarustus ja kanalisatsioon	19
2.4.2 Küte	20
2.4.3 Ventilatsioon	20
2.4.4 Jahutus.....	21
2.4.5 Tugevool	21
2.4.6 Nõrkvool	21
3. Raudbetoonposti arvutus.....	22
3.1 Posti koormused	22
3.1.1 Alaline koormus.....	22
3.1.2 Kasuskoormus.....	24
3.1.3 Lumekoormus.....	24
3.1.4 Arvutuskoormus	24
3.2 Projektijärgse posti kandevõime arvutus	24
3.3 Projektijärgse posti kandevõime kontroll.....	27

3.4	Posti põikarmatuuri kontroll.....	28
4.	Ehitusplatsi üldplaan	29
4.1	Teed ja plastid	29
4.2	Ehitusplatsi laod.....	29
4.3	Ajutised ehitised	29
4.4	Ajutised tehnovõrgud	30
4.4.1	Ajutine veevarustus.....	30
4.4.2	Ajutine elektrivarustus	30
4.5	Jäätmete kogumine	31
4.6	Ehitusplatsi piirded ja valve	32
4.7	Kraana valik.....	32
5.	Koondkalenderplaan	33
6.	Tehnoloogilised kaardid	34
6.1	Vundamendi ehitus.....	34
6.2	Õõnesbetoonplokkidest müürid	40
6.2.1	Müüritööde 1. etapp	40
6.2.2	Müüritööde 2. etapp	42
6.3	Tüüpkorruse montaaž.....	45
6.3.1	Seinte ja postide montaaž	48
6.3.2	Terastalade ja delta talade montaaž	48
6.3.3	Õõnespaneelide montaaž.....	49
7.	Kraanade valiku majandusliku mõju analüüs	50
7.1	40 tonnise tõstejõuga tornkraana ning 16 tonnise tõstejõuga tornkraana ja autokraana kombinatsiooni tõsteparameetrite võrdlus	50
7.1.1	40 tonnise tõstejõuga tornkraana tõsteparameetrid.....	50
7.1.2	20 tonnise tõstejõuga tornkraana ja autokraana tõsteparameetrid	51
7.2	Kraanade maksumuste võrdlus	53
8.	Töö ja keskkonnakaitse	55
8.1	Tööohutuskoolitus	55
8.2	Isikukaitsevahendid ja töövahendid	55
8.3	Kukkumiskaitsevahendid	55
8.4	Tõstetööd.....	56
8.5	Kaevetööd	56
8.6	Elekter	56
8.7	Tuletööd.....	57

8.8	Jäätmekäitlus	57
8.9	Järelvalve ja vastutus	57
KOKKUVÕTE		58
SUMMARY		59
KASUTATUD KIRJANDUS.....		60

TABELITE LOETELU

Kui tabelleid on lõputöös rohkem (üle viie), siis võib osutuda otstarbekaks teha eraldi tabelite loetelu.

Tabel 2.1	Hoone tehnilised andmed	16
Tabel 4.1	Ajutiste ehitiste vajadus	30
Tabel 4.2	Ajutise elektri vajadus	31
Tabel 6.1	Materjalide jaotus haardealade kaupa.....	35
Tabel 6.2	Normatiivne tööjõu- ja masinvajadus haardealati	36
Tabel 6.2 (järg 1)	Normatiivne tööjõu- ja masinvajadus haardealati	37
Tabel 6.3	Vundamentide tehnoloogilised arvutused	38
Tabel 6.4	Materjalide jaotus haardealade kaupa.....	41
Tabel 6.5	Normatiivne tööjõu- ja masinvajadus	41
Tabel 6.6	Esimese etapi müüride tehnoloogilised arvutused	42
Tabel 6.7	Materjalide kogus	42
Tabel 6.8	Teise etapi müüride tehnoloogilised arvutused	43
Tabel 6.9	Normatiivne tööjõu- ja masinvajadus	43
Tabel 6.10	Montaažitööde tehnoloogilised arvutused	45
Tabel 6.11	Tööjõu- ja masinvajadus	46
Tabel 7.1	Raskemate elementide montaažiparameetrite võrdlus tornkraana CTT 721 tõsteparameetritega	51
Tabel 7.2	Raskemate elementide montaažiparameetrite võrdlus tornkraana Liebherr 280 EC- H16 Litronic tõsteparameetritega	52
Tabel 7.3	Erinevate kraanavalikute maksumuste võrdlus	54

JOONISTE LOETELU

Kui jooniseid on lõputöös palju (üle viie), siis võib osutuda otstarbekaks teha eraldi jooniste loetelu.

Joonis 6.1	Vundamenditööde ajagraafik	39
Joonis 6.2	Spordisaali müüride ehitamise ajagraafik	44
Joonis 6.3	Montaažitööde ajagraafik	47
Joonis 7.1	Tornkraana Terex CTT 721 tõsteparameetrid	51
Joonis 7.2	Tornkraana Liebherr 280 EC-H16 Litronic tõsteparameetrid	52
Joonis 7.3	Autokraana Liebherr LTM 1200-5.1 tõsteparameetrid	53

ESITLUSJONISTE LOETELU

Joonis 1: Hoone arhitektuur 1/2

Joonis 2: Hoone arhitektuur 2/2

Joonis 3: 1. korruse raudbetoonposti kandevõime kontroll telg 6/cd

Joonis 4: Ehitusplatsi üldplaan 1:250

Joonis 5: Koondkalenderplaan

Joonis 6: Vundamentide tehnoloogiline kaart

Joonis 7: Spordihoone müüritööde tehnoloogiline kaart

Joonis 8: Tüüpkorruse montaaži tehnoloogiline kaart 1/2-postid ja seinad

Joonis 9: Tüüpkorruse montaaži tehnoloogiline kaart 1/2-õõnespaneelid

SISSEJUHATUS

Lõputöö eesmärk on läbi viia ehitustehnoloogia ja platsikorralduse analüüs Ülemiste Hariduskompleksi näitel. Tegemist on neljakorruselise ühiskondliku hoonega, kuhu on planeeritud lasteaed, rahvusvaheline kool ja avalik spordihoone. Hoone ehituse peatöövõtja on NOBE OÜ. Magistritöös analüüsitakse suuremate tööetappide planeerimist ja teostamist tehnoloogiliste kaartide abil, arvutatakse projektijärgse kandekonstruktiooni kandevõime ja võrreldakse seda reaalselt tekkivate koormustega ning koostatakse kalendergraafik kõikidele töölohkudele.

Esimeses peatükis keskendutakse ehitise lähteandmete tutvustamisele. Läbi käiakse pinnasegeoloogia, ehitise asukoht ning ligipääs.

Teises peatükis kirjeldatakse hoone ülesehitust. Välja on toodud hoone tehnilised andmed, arhitektuurne kontseptsioon ja olulisemate konstruktsioonide kirjeldus. Samuti võetakse lühidalt kokku kõik hoone tehnosüsteemid nagu veevarustus, küte, ventilatsioon, jahutus ja elektripaigaldis.

Kolmandas peatükis viiakse läbi kontrollarvutus hoone esimese korruse raudbetoonpostile. Kõigepealt arvutatakse postile mõjuv alaline koormus, kasuskoormus ja lumekoormus ning nende põhjal arvutatakse koormus, seejärel projektijärgse posti kandevõime ja lõpuks viiakse läbi kandevõime kontroll.

Neljandas peatükis analüüsitakse ajutiste teede, platside, ladude, ehitiste, tehnovõrkude ja kraanade vajadust ning koostatakse selle põhjal ehitusplatsi üldplaan.

Viiendas peatükis koostatakse koondkalenderplaan, kus on kajastatud kõik tööetapid koos kestustega, tööjõu vajadus ning olulisemate ehitusmasinate vajadus. Plaanilt on selgelt näha erinevate töölohkude omavaheline sõltuvus ja kõikide etappide ehitusmaksumused.

Kuuendas peatükis töötatakse välja 3 tehnoloogilist kaarti olulisemate töölohkude kohta. Tehnoloogilistel kaartidel arvutatakse detailsemalt välja tööetapi ajakulu, tööjõu- ning masinvajadus ja analüüsitakse normide täitmist. Tehnoloogilised kaardid koostatakse vundamentide ehituse, müüritööde ja tüüpkorruse montaaži kohta.

Seitsmendas peatükis pakutakse välja kraanavaliku ja paigutuse alternatiivvariant, võrreldakse erinevate kraanade tõsteparameetreid elementide montaažiparameetritega ning analüüsitakse kraanavalikute variantlahendusi.

Magistritöö viimases peatükis kajastatakse tööohutuse ja keskkonnakaitse meetmeid.

Võtmesõnad: magistritöö, platsikorraldus, ehitustehnoloogia, vundamendid, müüritööd, montaaž

1. LÄHTEANDMED

1.1 Asukoht

Lõputöös planeeritav hariduskompleks hakkab paiknema kaasaegses ja kiiresti arenevas Ülemiste City linnakeskkonnas, mis on kujunemas üha enam terviklikuks ja kvaliteetseks ärikeskuseks. Alale, kus kunagi asus Dvigateli tehas, on nüüd kerkinud peamiselt uued kuni 13-korruselised kontorihooned. Samal ajal tegutsevad piirkonnas jätkuvalt mitmed tööstusettevõtted, mis ühendavad kaasaegse arhitektuuri tööstusliku minevikuga.

Kinnistule pääseb nii Valukoja kui ka Ääsi tänava kaudu. Valukoja tänaval, hoone ees, asub linnaliinibusside peatus ning Keevise tänaval, 400 meetri kaugusel, on trammipeatus. Trammiühendus seob linnaku lennujaama ja kesklinnaga. Lennujaam jääb kinnitust 300 meetri kaugusele lõuna poole. [1]

1.2 Pinnasegeoloogia

Geoloogiline iseloomustus põhineb OÜ Reaalprojekti koostatud ehitusgeoloogilisele uuringule Töö nr GL15079. [2]

Geotehnilised tingimused on soodsad. Maapind on tasane ning absoluutkõrgused kõiguvad vahemikus 43,60...44,05 meetrit. Pinnakate on maksimaalselt 1,5 meetrit paks ja koosneb täitepinnaste kompleksist ja mullast. Vundeerimissügavusel asuvad heade tugevusomadustega ja vähese kokkusurutavusega jämepurdmureen, murenenud lubjakivi ja lubjakivi kihid. Siiski tuleb arvestada, et jämepurdmureen, murenenud lubjakivi ning olemasolevate teede ja põrandate all esinev täide ja muld on külmakerkelised pinnased. Hoone madalvundamendid on soovitatav ehitada lubjakivi kihile.

Pinnasevee tase mõõdeti välitööde ajal maapinnast 0,8...1,4 meetri sügavusel, kuid tegemist oli madalvee perioodil mõõdetud tasemega. Kõrgvee perioodil on tõenäoline, et veetase ulatub madalamates kohtades maapinna lähedale. Maa-aluse korruse ehitamisel tuleb arvestada vee tõrjumise vajadusega. Lubjakivi filtratsioonimoodul on 5 m/ööp, kuid pragude tekkimisel võib vee juurdevool olla suurem.

2. ARHITEKTUURNE OSA

2.1 Hoone arhitektuuri üldkontseptsioon

Arhitektuurne osa võtab kokku Kolm Plus Üks OÜ arhitektuurse osa seletuskirja [1].

Ehitatav hariduskompleks koosneb kolmest eraldi kasutusotstarbega hooneosast. Sarnase korruseplaaniga kolmekorruselises maapealses osas asuvad rahvusvaheline kool ja lasteaed. Eraldi on ülejäänud hoonega koridoriga ühendatud osaliselt maa-alune spordisaal, mis on ka avalikult kasutatav.

Ülemiste Hariduskompleks on kujundatud linnaku kogukonna keskuseks. Hoone madal ühekorruseline osa, mis ulatub üle kinnistu, on tervikuna kasutatav katuseterrassina, mis tänu laiadele välistreppidele on kergesti kõigile ligipääsetav ning ühendab hoone sujuvalt avaliku ruumiga. Madalat osa täiendab kahekorruseline maht, mille konsoolne eend Valukoja tänava poole annab hoonele eristuva ilme.

Kompleks hõlmab suure osa Valukoja 9 kinnistu idapoolsest alast, olles samal joonel naaberhoonetega tagades seeläbi piisava jalakäijate ala. Tänaväärne ala ühendab haljastuse ja sillutiskividega pinnad, kust avanevad peasissepääsud rahvusvahelisse kooli, lasteaeda ja spordihoonesse. Hoone põhjapoolne külg on samuti planeeritud samale joonele naaberhoonega, et jätta ruumi tulevikus rajatavale kergliiklusteele. Idaküljele rajatakse spordi- ja mänguväljakud ning haljastatud puhkeala, mis on avatud ka linnaku teistele külastajatele.

2.2 Tehnilised andmed

Tabelis 2.1 on välja toodud ehitise olulisemad tehnilised andmed.

Tabel 2.1 Hoone tehnilised andmed

Ehitise gabariitmõõtmed:	pikkus	53,4 m
	laius	57,9 m
	kõrgus	12,83 m (abs 57,73 m)
	sügavus	4,27 m (abs 40,63 m)
Hoone +/-0.00:		44,93 m abs
Ehitisealune pind:		2926,9 m ²
Hoone maa-aluse osa alune pind:		1475,1 m ²
Hoone maapealse osa alune pind:		2780,3 m ²
Korruselisus (maa-alune/ maapealne):		-1 / 3
Suletud netopind:		5384,8 m ²
Maapealsete korruste netopind:		4619,3 m ²
Maa-aluste korruste netopind:		765,5 m ²
Suletud brutopind:		6067,1 m ²
Maapealsete korruste brutopind:		5130,4 m ²
Maa-aluste korruste brutopind:		936,7 m ²
Mitteeluruumi pind:		2834,1 m ²
Üldkasutatav pind:		2394,7 m ²
Tehnopind:		156,0 m ²
Kasutusotstarve	Koolieelne lasteasutus	542,3 m ²
	Põhikooli või gümnaasiumi õppehoone	1496,4 m ²
	Spordihall, võimla:	795,4 m ²
Kõetav pind:		5381,6 m ²
Ehitise maht:		28074 m ³
Ehitise maapealse osa maht:		21891 m ³
Ehitise maa-aluse osa maht:		6183 m ³
Hoone tuleohutusklass:		TP1

2.3 Konstruksioonid

Planeeritava hoone kandeskelett koosneb erinevatest materjalidest. Maa-alusel korrusel kasutatakse monoliitseid raudbetoonseinu ja -poste, samas kui maapealsetel korrustel eelistatakse monteeritavaid raudbetoonseinu ja -poste, et kiirendada ehitusprotsessi. [3]

Vahelaed on projekteeritud Peikko deltataladele ja HQ-taladele, et tagada maksimaalne ruumi kõrgus. Võimla laes kasutatakse raudbetoonalasid ja TT-paneele ning ülejäänud hoones eelpingestatud õõnespaneele. Hoone ehitatakse madalvundamentidele.

2.3.1 Maa-alused konstruksioonid

Hoone kandekonstruksioonid rajatakse raudbetoonist madalvundamentidele: lintvundamendid seinte ja kohtvundamendid postide all. Kasutatava betooni keskkonna klass on XC2 ning tugevusklass vähemalt C30/37.

Hoone sokliseinad ehitatakse monoliitset raudbetoonist, keldrikorruseta hoone osas aga armeeritud õõnesbetoonplokkidest. Seinad kaetakse hüdroisolatsiooniga ja soojustatakse 250 mm EPS120 Perimeeter plaatidega. Soojustus ulatub vundamendi taldmikust maapinnani ning pealmise kihina paigaldatakse sellele drenaažimatt.

Põrandad pinnasel koosnevad tihendatud killustikust drenkihist, 150 mm soojustusest, polüetüleenkilest ja 80-100 mm raudbetoonplaadist.

2.3.2 Maapealsed konstruksioonid

Hoone kandekarkassis kasutatakse kandvate ja jäigastavate elementidena monoliitseid ja monteeritavaid raudbetoonseinu ning raudbetoonposte läbimõõduga 400mm. Postide samm on erinev jäädes vahemikku 3,6...10,8 m. Konsoolses osas kasutatakse 200mm läbimõõduga terasposte. Betooni minimaalne tugevusklass on C30/37.

Lagede või seinade toetamiseks kasutatakse terasest Peikko DeltaBeam komposiit- ja HQ-talasid. Teras tugevusklass on S355. Hoone välisperimeetril ehitatakse klaasfassaadide ja akende kohale monoliitsed sillused. Kasutatava betooni tugevusklass on vähemalt C30/37 ja armatuur B500B. Siseseinades kasutatakse sillustena betoneeritud ja armeeritud õõnesplokkide.

Vahelagedes kasutatakse monteeritavaid õõnespaneele paksusega 265 mm ja 320 mm, mis omavahel monolitiseeritakse. Paneelide peale paigaldatakse 50 mm paksused

mineraalvilla plaadid, mille peale paigaldatakse ehituskile ja valatakse 80 mm pakune raudbetoonplaat, mis eraldatakse vertikaalsetest konstruktsioonidest vuugilindiga.

Hoone katuslagi on spordihoone poolel pööratud katusena lahendatud lamekatus ja kooli poolel mittekäidav ja ainult hoolduseks ligipääsetav lamekatus. Katuslae kandekonstruktsiooniks on kooli poolel õõnespaneelid paksusega 265 mm, aga spordihoone poolel TT-paneelid paksusega 800 mm. Betooni tugevusklass on vähemalt C30/37.

Mittekäidava katuse minimaalne kalle on 1:40. Monolitiseeritud paneelidele paigaldatakse ühekihiline SBS-bituumenrullmaterjalist aurutõke, millele järgneb soojustus EPS80 kahes kihis paksusega 20...320 mm. Soojustuse peale paigaldatakse 30 mm paksune tuulutussoontega mineraalvill. Hüdroisolatsioonina paigaldatakse kaks kihti bituumenrullmaterjali. Ventilatsiooniseadmete alla paigaldatakse rullmaterjali peale drenaažimatt ja sellele valatakse 80 mm paksune raudbetoonplaat. Tuulutus tagatakse alarõhutuulutusega.

Spordihoone pööratud katuse minimaalne kalle on 1:80. Õõnespaneelidele valatakse kergbetoonist kalded. Seejärel paigaldatakse 3-kihiline bituumenrullmaterjalist hüdroisolatsioonikiht. Rullmaterjalile paigaldatakse 280 mm paksune XPS soojustus ja selle peale drenaažimatt laagerkihiga. Järgmisena valatakse 80 mm paksune betoonplaat ja paigaldatakse kõige peale tänavakivi.

Välisseinte kandev osa on projekteeritud armeeritud betoneeritud õõnesbetoonplokkidest või raudbetoonpaneelidest. Konsoolse osa välissein on termoprofiilidest ehitatud kergsein. Plokkidest ja paneelidest välisseinadel on tuulutatav fassaad, mille kinnitamiseks kasutatakse L klambreid, T liiste ja L liiste sammuga 600x600 mm. Soojustusena kasutatakse jäika mineraalvilla, mille maksimaalne erisoojusjuhtivus on 0,033 W/mK. Konsoolse osa välissein koosneb 250 mm termoroovidest ja nende vahele paigaldatud mineraalvillast. Termoroovide külge paigaldatakse kübarprofiil ja komposiitplaadid. Sisse poole paigaldatakse kipsplaadid. Kinnitusvahendite minimaalne keskkonnaklass on C3.

Siseseinad ehitatakse täisbetoneeritud betoonplokkidest või soojustatud kergkarkassist. Nõutav õhuheliisolatsiooni indeks on 48...60 Db. Šahtide, WCde ja pesuruumide siseseinad laotakse tühjades õõnesbetoonplokkidest või poorbetoonplokkidest, sest seal võib õhuheliisolatsiooni indeks jääda madalam kui 48 Db.

Hoone trepid ehitatakse monteeritavatest raudbetoonist mademetest ja marssidest. Elementides kasutatakse betooni tugevusklassiga C30/40 ja armatuuri B500B. Ehitise keskele planeeritud pikad trepid ehitatakse terastaladele toetuvate betoonastmetega. Välistrepid koosnevad samuti terastaladele toetatud betoonastmetest ja mademetest. Seal kasutatava betooni tugevusklass on C35/45 ja keskkonnaklass XC4+XD3+XF3. Terastalade keskkonnaklass on C4.

2.4 Tehnosüsteemid

2.4.1 Veevarustus ja kanalisatsioon

Hoonele on projekteeritud tarbevee süsteem, mis koosneb külma vee, sooja vee ja sooja vee ringluse süsteemidest. Arvutuslikud vooluhulgad on külmal majandusjoogiveel 3,1 l/s ja soojal 1,9 l/s. Maksimaalne tunnine tarbimine on 6,5 m³ ja päevane tarbimine 19,6 m³. [4]

Peaveemöödusõlm asub -1. korrusel. Veemöödtja on varustatud sulgarmatuuriga ja kinnitatud seina külge kanduriga. Peale veemöödtjat paigaldatakse sisevõrgule automaatse tagasipesuga mehaaniline filter ja tagasilöögiklapp. Veearvestite asukohad tulenevad „Veemöödusõlmede ehitamise, kasutamise ja veearvestite paigaldamise“ eeskirjadest. Köögikompleksile, ülejäänud kooli hoonele ja spordihoonele on projekteeritud eraldi veearvestid, mis on kaugloetavad ja ühendatakse automaatikasüsteemiga. Vajaliku lõpprõhu tagamiseks on projekteeritud integreeritud paisupaagiga rõhutõsteseade.

Soe vesi valmistatakse soojussõlmes. Veevõrku siseneva sooja vee temperatuur peab olema minimaalselt 55 kraadi. Soojaveesüsteem on varustatud ringlustorustikuga, et tagada sooja vee tarbimispunkti jõudmine õigel ajal – maksimaalselt 30 sekundi jooksul. 1. korrusel asuvas lasteaias on pesemiseks kasutatava vee temperatuur 35-40 kraadi. See tagatakse segamisventiilide abil. Tarbevee ringluse soojakoormus on 7,4 kW.

Kanalisatsioon on lahendatud isevoolsena vastavalt AS Tallinna Vesi tehnilistele tingimustele. Olmekanalisatsioonisüsteemid on reoveesüsteem ja eraldi köögi reoveesüsteem ning lisaks projekteeritakse sademeveesüsteem.

Olmekanaliseerimise reovesi juhitakse isevoolselt hoonest välja ühiskanalisatsiooni välja arvatud köögi reovesi, mis juhitakse kõigepealt rasvapüüdurisse. Arvutuslik olmeheitvee sekundiline vooluhulk on 11 liitrit ja ööpäevane 19,6 m³.

Sademevesi juhitakse katuselt läbi elektriliselt köetud sadeveelehtrite kinnistu sadeveekanalisatsiooni. Sadevee juhtimiseks kasutatakse alarõhuga katuse äravoolusüsteemi Geberit Pluvia. Arvutuslik sademevee vooluhulk on 40 liitrit sekundis.

2.4.2 Küte

Hoone soojusallikas on kaugkütte soojusvõrk. Küttesüsteemid ühendatakse läbi -1. korrusel paikneva soojussõlme soojusvõrguga. Soojussõlm on tehases ühtsele raamile ehitatud ning selle täpsed komponendid vastavad soojasõlme skeemile. Süsteemid täidetakse soojustrassi veega läbi täiteventiili ja veearvesti. [5]

Hoonesse on projekteeritud veeküttel põrandaküte ja üksikutes ruumides kasutatakse lisa kütteallikana ventilatsiooni sissepuhkeõhku, mis on eelsoojendatud ventilatsiooniseadme poolt. Põrandakütte süsteemis kasutatakse soojuskandjana põrandakonstruktsiooni paigaldatud hapnikutõkkega PEX-a plasttorudes ringlevat vett. Jaotuskollektorid on varustatud elektrilise ajamiga täiturmootoriga ning temperatuuri reguleeritakse ruumitermostaadiga. Soe tarbevesi valmistatakse soojussõlmes, millel on läbivoolne soojusvaheti. Tarbevee temperatuur peab peale soojusvahetit olema minimaalselt 55 kraadi. Küttesüsteemi reguleeritakse kaheastmeliselt. Soojuskandja pealevoolutemperatuuri reguleeritakse vastavalt välisõhu temperatuurile ja ruumipõhiselt reguleeritakse küttekehade vooluhulka termostaadiga.

2.4.3 Ventilatsioon

Õhuvahetuse tagamiseks on planeeritud 10 soojustagastusega ja 1 väljatõmbe ventilatsioonisüsteem. Kööki on eraldi projekteeritud 2 mehaanilise rasvaeraldusfiltriga kubu ja 3 kondensatsioonikubu. Kõik seadmed vastavad energiatõhususe A klassile ning neid juhitakse tehaseautomaatikaga. Hoonesse on projekteeritud tehases valmistatud õhujaoturid, mis võimaldavad õhukoguste reguleerimist vastavalt reguleerimiskarakteristikutele. Siirdeõhu liikumiseks jäetakse uste alla 10 mm pilud ja ruumides, kus see pole võimalik paigaldatakse uste kohale siirdeõhurestid. Ruumidesse puhutav ja sealt tõmmatav õhk puhastatakse ventilatsiooniseadmetesse projekteeritud kottfiltrite abil. Et vähendada seadmete poolt tekitatavat müra, on ventilatsioonisüsteemide pea- ja harukanalite ette planeeritud mürasummutid. Lisaks on lõppelementide rõhutasanduskastid varustatud mürasummutusplaatidega.

2.4.4 Jahutus

Hoone jahutusallikas on kaugjahutusvõrk. Jahutussüsteemid ühendatakse läbi -1. korrusel paikneva jahutussõlme jahutusvõrguga. Süsteemid täidetakse 30% glükooli vesilahusega läbi täiteventiili. Lokaalsed jahutussüsteemid on projekteeritud splitkonditsioneeridega. Süsteemi välisosad on planeeritud hoone katusele.

Hoonesse on projekteeritud ventilatsiooni jahutus. Sissepuhkeõhu temperatuuri tagavad jahutuspatareide ette planeeritud reguleeriventiilidega segamissõlmed. Ventiilide tööd juhitakse läbi ventilatsiooniseadmete automaatika.

2.4.5 Tugevvool

Hoone elektrivarustus lahendatakse Valukoja 20 alajaama AJ-54 kaudu. Kahepoolse toite tagamiseks projekteeritakse AJ-54 jaotusseadme 0,4 kV sektsioonidest madalpinge toitekaablid kuni hoone peajaotuskeskuseni, kus asub liitumispunkt. Alajaamast hooneni paiknevad toitekaablid ja kaablikingad kuuluvad võrguettevõtja vastutusalasse, samas kui peajaotuskeskusest algav elektripaigaldis on liituja vastutusel. Liitumiseks sõlmitakse leping ja tasutakse liitumistasu vastavalt kokkulepitud tingimustele. Hoone peakaitse on 2x(3x450)A ja asub peakilbis -1. korrusel. Toitekaablid tuuakse peakilbiruumi otse teisi ruumi läbimata. Alam jaotuskeskused paiknevad tehnilistes ruumides pindpaigaldatult. Elektrienergia arvestid asuvad hoonete liitumispunktis. Peakilbi sisendi arvesti paigaldab elektrimüüja. Eraldi arvestid on kooli osal, lasteaia osal, köögil ja spordihoonel. [6]

2.4.6 Nõrkvool

Nõrkvoolusüsteemide hulka kuuluvad andmesidesüsteemid, automaatne tulekahjusignalisatsioon, valvesignalisatsioon, videovalve ja fonosüsteem.

Arhitektuurne osa on esitlusjoonistel nr 1 ja 2.

3. RAUDBETONPOSTI ARVUTUS

Antud töö konstruktsiooniosas arvutatakse välja ehitatava hoone esimese korruse postile mõjuvad koormused ja projektijärgse posti kandevõime ning võrreldakse kandevõimet leitud koormustega.

Projekteeritud posti betooniklass on C40/50 ning kasutatav pikiarmatuur 4 x 32 mm B500B. Põikarmatuuriks on projekteeritud 10 mm rangid. Posti täpsemad andmed on välja toodud esitusjoonisel nr 3.

Posti kandevõime arvutamisel on tuginetud betoonkonstruktsioonide aine näitematerjalidele, mis omakorda põhinevad eurokoodeksitel. [7], [8]

3.1 Posti koormused

3.1.1 Alaline koormus

Arvutustes kasutatud elementide massid on võetud konstruktsiooni projekti elementide spetsifikatsioonist. [9]

Arvutustes on arvestatud, et 1 t = 9,81 kN

2.korruse õõnespaneelid: $0,5 * (3,57 \text{ t} + 2,35 \text{ t} + 3,25 \text{ t} + 1,87 \text{ t} + 2 * (3,60 \text{ t} + 2,38 \text{ t}) + 3 * (3,69 \text{ t} + 2,38 \text{ t})) * 9,81 = 202,14 \text{ kN}$

2.korruse deltatalad: $0,5 * (0,92 \text{ t} + 1,38 \text{ t}) * 9,81 = 11,28 \text{ kN}$

2.korruse monoliitsed vööd: $0,5 * (2,99 \text{ t} + 2,03 \text{ t}) * 9,81 = 24,62 \text{ kN}$

2.korruse täisvalatud Columbia plokkidest siseseinad: $(0,5 * 12,67 \text{ t} + 6,60 \text{ t}) * 9,81 = 126,89 \text{ kN}$

2.korruse raudbetoon siseseinad: $(6,07 \text{ t} + 3,44 \text{ t}) * 9,81 = 93,29 \text{ kN}$

2. korruse post: $1,39 \text{ t} * 9,81 = 13,64 \text{ kN}$

3.korruse õõnespaneelid: $0,5 * (2,94 \text{ t} + 1,95 \text{ t} + 2,35 \text{ t} + 1,50 \text{ t} + 2 * (3,60 \text{ t} + 2,38 \text{ t}) + 3 * (3,69 \text{ t} + 2,38 \text{ t})) * 9,81 = 190,85 \text{ kN}$

3.korruse deltatalad: $0,5 * (0,83 \text{ t} + 1,33 \text{ t}) * 9,81 = 10,59 \text{ kN}$

3.korruse monoliitsed vööd: $0,5 * (1,92 \text{ t} + 3,75 \text{ t}) * 9,81 = 27,81 \text{ kN}$

3.korruse täisvalatud Columbia plokkidest siseseinad: $0,5 * (9,95 \text{ t} + 12,67 \text{ t}) * 9,81 = 110,95 \text{ kN}$

3.korruse raudbetoon siseseinad: $(6,08 \text{ t} + 3,44 \text{ t}) * 9,81 = 93,39 \text{ kN}$

3. korruse post: $1,39 \text{ t} * 9,81 = 13,64 \text{ kN}$

Katuse monoliitsed vööd: $0,5 * (1,72 \text{ t} + 3,46 \text{ t}) * 9,81 = 25,41 \text{ kN}$

Katuse õõnespaneelid: $0,5 * (3,67 \text{ t} + 2,37 \text{ t} + 3,65 \text{ t} + 2,35 \text{ t} + 2 * (3,70 \text{ t} + 2,39 \text{ t}) + 3 * (3,70 \text{ t} + 2,39 \text{ t})) * 9,81 = 208,41 \text{ kN}$

Katuse deltatalad: $0,5 * (0,89 \text{ t} + 1,11 \text{ t}) * 9,81 = 9,81 \text{ kN}$

2.korruse põranda tasandusvalu: $68,25 \text{ m}^2 * 0,08 \text{ m} * 25 \text{ kN/m}^3 = 136,5 \text{ kN}$

2.korruse mürasummutus plaat: $68,25 \text{ m}^2 * 0,05 \text{ m} * 0,8 \text{ kN/m}^3 = 2,73 \text{ kN}$

2. korruse linoleum põrandakate: $68,25 \text{ m}^2 * 0,03 \text{ kN/m}^2 = 2,05 \text{ kN}$

3.korruse põranda tasandusvalu: $68,25 \text{ m}^2 * 0,08 \text{ m} * 25 \text{ kN/m}^3 = 136,5 \text{ kN}$

3.korruse mürasummutus plaat: $68,25 \text{ m}^2 * 0,05 \text{ m} * 0,8 \text{ kN/m}^3 = 2,73 \text{ kN}$

3. korruse linoleum põrandakate: $68,25 \text{ m}^2 * 0,03 \text{ kN/m}^2 = 2,05 \text{ kN}$

Katuse SBS 1. kiht: $68,25 \text{ m}^2 * 0,04 \text{ kN/m}^2 = 2,73 \text{ kN}$

Soojustus EPS80 200mm: $68,25 \text{ m}^2 * 0,52 \text{ m} * 0,15 \text{ kN/m}^3 = 5,32 \text{ kN}$

Soojustus ISOVER OL-TOPP: $68,25 \text{ m}^2 * 0,03 \text{ m} * 1,22 \text{ kN/m}^3 = 2,50 \text{ kN}$

Katuse SBS 2.-4. kiht: $3 * 68,25 \text{ m}^2 * 0,05 \text{ kN/m}^2 = 10,24 \text{ kN}$

Katuse betoonplaat: $68,25 \text{ m}^2 * 0,08 \text{ m} * 25 \text{ kN/m}^3 = 136,5 \text{ kN}$

Normatiivne koormus kokku: $1602,57 \text{ kN}$

Et saada arvutuskoormus, tuleb alaline koormus läbi korrutada osavaruteguriga 1,2.

Arvutuskoormus: $1,2 * 1602,57 \text{ kN} = 1923,08 \text{ kN}$

3.1.2 Kasuskoormus

Kasuskoormused on arvatud vastavalt eurokoodeksile 1. [10]

Klassiruumid on kasutusklass C1 (3 kN/m²), koridor kasutusklass C3 (5 kN/m²) ja katus kasutusklass H (1 kN/m²).

2. ja 3. korruse klassiruumid: $2 * 27,75 \text{ m}^2 * 3 \text{ kN/m}^2 = 166,5 \text{ kN}$

2. ja 3. korruse koridorid: $2 * 40,50 \text{ m}^2 * 5 \text{ kN/m}^2 = 405 \text{ kN}$

Katus: $68,25 \text{ m}^2 * 1 \text{ kN/m}^2 = 68,25 \text{ kN}$

Et saada arvutuskooormus, tuleb kasuskoormus läbi korrutada osavaruteguriga 1,5.

Arvutuskooormus: $1,5 * (166,5 \text{ kN} + 405 \text{ kN} + 68,25 \text{ kN}) = 959,63 \text{ kN}$

3.1.3 Lumekoormus

Lumekoormus on arvatud vastavalt eurokoodeksile 1. [11]

Lumekoormus Tallinnas: $s_k = 1,5 \text{ kN/m}^2$

Kujutegur alla 30-kraadise kaldega katusele: 0,8

Lumekoormus: $68,25 \text{ m}^2 * 1,5 \text{ kN/m}^2 * 0,8 = 81,9 \text{ kN}$

Et saada arvutuskooormus, tuleb lumekoormus läbi korrutada osavaruteguriga 1,5.

Arvutuskooormus: $1,5 * 81,9 \text{ kN} = 122,85 \text{ kN}$

3.1.4 Arvutuskooormus

Arvutuskooormus kokku : $1923,08 \text{ kN} + 959,63 \text{ kN} + 122,85 \text{ kN} = 3005,56 \text{ kN}$

3.2 Projektijärgse posti kandevõime arvutus

Posti ristlõige võetud 400x400 mm.

Posti pikkus: $l_{col} = 3,7 \text{ m}$

Posti arvutus pikkus: $l_0 = \beta * l_{col} = 0,7 * 3,7 = 2,59 \text{ m}$

Konstruksioonihälve: $\theta_i = \theta_0 * \alpha_h * \alpha_m = \frac{1}{200} * 1 * 1 = 0,005$

Kõrgust arvestav vähendustegur: $\alpha_h = \frac{2}{\sqrt{l}} = \frac{2}{\sqrt{3,7}} = 1,04 \rightarrow \frac{2}{3} \leq \alpha_h \leq 1 \rightarrow \alpha_h = 1,0$

Koostöötavate postide arvu arvestav vähendustegur $\alpha_m = 1$, kuna arvutatakse üksikut arvutuslikult eraldiseisvat posti.

Geomeetrilise konstruktsioonihälvete arvessevõtmiseks suurendatakse pikijõu ekstsentrilisust vaadeldavas suunas lisaekstsentrilisuse e_i võrra:

$$e_i = \frac{\theta * l_0}{2} = \frac{2,59 * 0,005}{2} = 0,00648 \text{ m} = 6,48 \text{ mm}$$

Inertsiraadius:

$$i = \sqrt{\frac{I}{A}} = \frac{h}{\sqrt{12}} = \frac{0,4}{\sqrt{12}} = 0,1155$$

Posti saledus:

$$\lambda = \frac{l_0}{i} = \frac{2,59}{0,1155} = 22,42$$

Teist järku ekstsentrilisust on vaja arvesse võtta, kui $\lambda > \lambda_{lim}$.

Piirsaledus:

$$\lambda_{lim} = 20 * A * B * C * \frac{1}{\sqrt{n}} = \frac{10,8}{\sqrt{n}} = \frac{10,8}{\sqrt{0,704}} = 12,9$$

$$n = \frac{N_{Ed}}{A_c * f_{cd}} = \frac{3005560}{400 * 400 * 26,67} = 0,704$$

Järeldub, et $\lambda > \lambda_{lim} \rightarrow 27,48 > 12,6$, järelikult on vaja arvestada ka teist järku ekstsentrilisusega.

Pikiarmatuur on valitud 4Ø32 B500B:

$$\omega = \frac{A_s * f_{yd}}{A_c * f_{cd}} = \frac{3217 * 435}{400 * 400 * 26,67} = 0,328$$

$$n_u = 1 + \omega = 1 + 0,328 = 1,328$$

$$n_{bal} = 0,4$$

Pikijõu suurust arvestav parandustegur:

$$K_r = \frac{n_u - n}{n_u - n_{bal}} = \frac{1,328 - 0,704}{1,328 - 0,4} = 0,672 \leq 1$$

Betooni roomet arvestav parandustegur:

$$K_\varphi = 1 + \beta * \varphi_{ef} \geq 1$$

$$\beta = 0,35 + \frac{f_{ck}}{200} - \frac{\lambda}{150} = 0,35 + \frac{40}{200} - \frac{22,42}{150} = 0,401$$

Betooni tegelik roometegur φ_{ef} võetakse võrdseks lõpliku roometeguriga $\varphi(\infty, t)$, mis määratakse EVS-EN 2.1.1 jooniselt 3.1. Selle tabeli kasutamiseks on vajalik abisuurus h_0 :

$$h_0 = \frac{2 * A_c}{u} = \frac{2 * 400 * 400}{2 * 400 + 2 * 400} = 200 \text{ mm}$$

Võttes betooni vanuseks koormamisel 1 kuu, saadakse eelnimetatud jooniselt $\varphi_{ef} = 1,5$.

Seega betooni roomet arvestav parandustegur:

$$K_\varphi = 1 + \beta * \varphi_{ef} = 1 + 0,401 * 1,5 = 1,60$$

Posti telje kõverus:

Maksimaalne rangi läbimõõd on võetud 10 mm, seega $d = 400 - 25 - 10 - 32/2 = 349 \text{ mm}$

$$\frac{1}{r_0} = \frac{f_{yd}}{E_s * 0,45 * d} = \frac{435}{2 * 10^5 * 0,45 * 0,349} = 0,014 \text{ m}^{-1}$$

$$\frac{1}{r} = K_r * K_\varphi * \frac{1}{r_0} = 0,672 * 1,60 * 0,014 = 0,015 \text{ m}^{-1}$$

Teist järku ekstsentrilisus:

$$e_2 = \frac{l_0^2}{\pi^2} * \frac{1}{r} = \frac{2,59^2}{\pi^2} * 0,015 = 0,0102 \text{ m} = 10,2 \text{ mm}$$

Summaarne ekstsentrilisus (mitte väiksem kui $h/30$ ja 20 mm):

Esimest järku ekstsentrilisus postidel puudub $e_0 = 0$

$$e_{tot} = e_0 + e_i + e_2 = 0 + 6,48 + 10,2 = 16,68 \text{ mm} \rightarrow e_{tot} = 20 \text{ mm}$$

3.3 Projektijärgse posti kandevõime kontroll

Posti kandevõime arvutatakse armatuurile 4Ø32 B500B.

Esialgne survetsooni kõrgus:

$$x = \frac{N_{Ed}}{0,8 * f_{cd} * b} = \frac{3005,56 * 10^3}{0,8 * 26,67 * 400} = 352,2 \text{ mm}$$

$$\xi_c * d_1 = 0,617 * 349 = 215,3 \text{ mm} < x \rightarrow \text{tegemist on väikese ekstsentrilisusega}$$

Survetsooni suhteline piirkõrgus arvutatakse avaldisega:

$$\xi_c = \frac{0,0035}{0,0035 + \varepsilon_{yd}} = \frac{0,0035}{0,0035 + \frac{f_{yd}}{E_s}} = \frac{0,0035}{0,0035 + \frac{435}{2 * 10^5}} = 0,6167$$

Abiparameetrite arvutus:

$$\rho = \frac{A_{s1}}{b * d_1} = \frac{2 * 804,2}{400 * 349} = 0,01152$$

$$\alpha_n = \frac{N_{Ed}}{f_{cd} * b * d_1} = \frac{3005,56 * 10^3}{26,67 * 400 * 349} = 0,807$$

$$\alpha_s = \frac{f_{yd} * \rho}{f_{cd}} = \frac{435 * 0,01152}{26,67} = 0,188$$

$$\sigma_{sc,u} = 0,0035 * E_s = 0,0035 * 2 * 10^5 = 700 \text{ MPa}$$

$$\alpha_{sc,u} = \frac{\sigma_{sc,u} * \rho}{f_{cd}} = \frac{700 * 0,01152}{26,67} = 0,302$$

$$\lambda_1 = 0,625 * (\alpha_n - \alpha_s - \alpha_{sc,u}) = 0,625 * (0,807 - 0,188 - 0,302) = 0,198$$

$$\lambda_2 = 1,25 * \alpha_{sc,u} = 1,25 * 0,302 = 0,378$$

Suhteline survetsooni kõrgus:

$$\xi = \lambda_1 + \sqrt{\lambda_1^2 + \lambda_2} = 0,198 + \sqrt{0,198^2 + 0,378} = 0,844$$

Survetsooni kõrgus:

$$x = \xi * d_1 = 0,844 * 349 = 294,6 \text{ mm}$$

Survetsooni arvutuskõrgus:

$$y = 0,8 * x = 0,8 * 294,6 = 235,7 \text{ mm}$$

Arvutuslik kandevõime:

$$d_2 = 25 + 10 + \frac{32}{2} = 51 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned}(N * e)_{Rd} &= f_{cd} * b * y * (d_1 - 0,5 * y) + f_{ycd} * A_s * (d_1 - d_2) = \\ &= 26,67 * 400 * 235,7 * (349 - 0,5 * 235,7) + 435 * 1608,5 * (349 - 51) = 789,67 \text{ kNm}\end{aligned}$$

Pikijõu ekstsentrilisus tõmbearmatuuri suhtes:

$$e = e_{tot} + d_1 - 0,5 * h = 0,020 + 0,349 - 0,5 * 0,4 = 0,169 \text{ m}$$

Pikijõu moment tõmbearmatuuri suhtes:

$$(N * e)_{Ed} = N_{Ed} * e = 3005,56 * 0,169 = 507,94 \text{ kN}$$

$$(N * e)_{Ed} = 507,94 \text{ kN} < (N * e)_{Rd} = 789,67 \text{ kN}$$

Ristlõike kandevõime on tagatud varrastega 4Ø32 B500B.

3.4 Posti põikarmatuuri kontroll

Põikarmatuuri läbimõõt peaks olema vähemalt 6mm, samuti vähemalt 0,25 pikiarmatuuri suurimast läbimõõdust. Seega $0,25 * 32 = 8 \text{ mm}$ -> valitud 10 mm rangid.

Põikarmatuuri samm piki posti ei tohiks olla suurem kui $s_{cl,tmax}$, mille soovitatav väärtus on vähim järgnevatest suurustest:

- $20 \times 32 \text{ mm} = 640 \text{ mm}$
- Posti ristlõike vähim mõõde: 400 mm
- 400 mm

Valitud samm on 250mm, seega on tingimused täidetud.

4. EHITUSPLATSI ÜLDPLAAN

Ehitusplatsi üldplaan koostatakse ehituse alguses ja seda uuendatakse pidevalt tööde käigus. Plaanil on näidatud logistika, materjalide ladustamine, ajutised ehitised, piirded, jäätmete käitlemine ning kraana asukoht ja ohutsoonid. Antud töö Ehitusplatsi üldplaan on koostatud montaažitööde ajaks ja kajastatud esitlusjoonisel 4.

Ehitusplatsi üldplaani aluseks on võetud Valukoja 9 asendiplaan. [12]

4.1 Teed ja plastid

Valukoja 9 ainus sissepääs asub Sepapaja 12 avaliku parka kagupoolses nurgas. Ühtegi parkimiskohta objektile ligipääsu võimaldamiseks likvideerida polnud vaja. Montaaži- ja betoonitöödeks on objektile rajatud kohalikust väljakaevest tekkinud paekivist ajutised teed. Ajutiste teede puhul on arvestatud nii ühe- kui kahepoolse liiklusega. Täpsem liikluskorraldus on kujutatud ehitusplatsi üldplaanel. Hoone lääne ja ida külgedel on ühesuunalised teed laiemad, et ratastel montaaži tehes mahuks teised masinad mööda liikuma. Kuna ehitusplatsi asemel oli varasemalt parkimisplats, siis platside ettevalmistusena eemaldati vaid asfalt, mille alusele killupadjale rajati laoplatsid ja soojakupark. Platsid on piisavalt suured materjalide ladustamiseks, armeerimiseks ja rasketehnika manööverdamiseks. Objektiteeskonna ja alltöövõtjate parkimine on ette nähtud soojakute vahetus läheduses.

4.2 Ehitusplatsi laod

Suuremad laoplatsid asuvad kinnistul Valukoja 7//9 ehitatava läänepoolsel küljel ajutise tee ääres. Välja kaevatud ja purustatud paekivi hoiustatakse Valukoja 11 kinnistul eesmärgiga seda hiljem tagasitäitetöödel kasutada. Laoplatsil hoiustatakse etteostetud materjale, mille hulka kuuluvad armatuur, vineer, puit ja sokli soojustus. Suur osa laoplatsist on tornkraana haardealas juhuks kui ratastel montaažiga tekib probleeme ja midagi on vaja ladustada. Tööriistu hoiustatakse soojakutes.

4.3 Ajutised ehitised

Soojakupark on renditud ettevõttest Cramo AS ning koosneb kahest osast. Omavahel ühendatud 4 peatöövõtja soojakut moodustavad ajutise kontori, kus on tööruumid, nõupidamisruum, köök ja wc, mis on ühendatud tühjendatava klaasplastist reoveemahutiga. Kontor on paigutatud kohe sissesõidu juurde, et objektiteeskond

oleks kursis masinate liikumisega. Samuti peavad sellise paiknemise puhul kõik objekti külastajad esmalt kontorist läbi käima, kus nad vastavalt instrueeritakse. Alltöövõtjad saavad oma asju hoiustada ja riietuda neile ettenähtud soojakutes, mis asuvad objektikontori kõrval. Et ei oleks vaja välja ehitada ajutist kanalisatsioonitorustikku on alltöövõtjatele ette nähtud soojustatud kuivkäimlad. Soojakupargi asukoht on määratud nii, et see ei jääks kraana töösooni. Soojakute mõõdud ja kogus on arvutatud tabelis 4.1, arvestades 6 peatöövõtja ja 50 alltöövõtjaga. Arvutuste läbiviimiseks on kasutatud NOBE OÜ norme.

Tabel 4.1 Ajutiste ehitiste vajadus

Jrk nr.	Ajutine ehitis	Vajadus 1 inimese kohta (m ²)	Inimeste arv	Vajadus	Soojaku mõõtmed (m ²)	Min soojakute kogus	Valitud soojakute kogus
1	PTV soojak	3	6	18	2,4*8,4	1	4
2	ATV soojak (riietusruum + söögiruum)	0,4+0,6	50	50	2,4*8,4	3	8
3	WC	0,07	50	3,5	1,25*1,55	2	3

4.4 Ajutised tehnovõrgud

4.4.1 Ajutine veevarustus

Ajutine veevarustus tagatakse läbi krundi ääres asuva tulekustutusvee hüdrandi. Hüdrandile paigaldatakse kraan ning veemõõtja. Veemõõtja näitajate järgi kompenseerib peatöövõtja ettevõttele Tallinna Vesi AS igakuise veekulu. Hüdrandist on vesi ajutiste torudega ühendatud kontorisoojakuga ja sealt jookseb voolikuga objektile. Hüdrandi juures on aiad kinnitatud käsitsi avatavate klambritega, et tulekahju puhul oleks Päästeametil ligipääs. Soojustatud kuivkäimlatesse tuleb kätepesuvesi mahutist, mida Cramo AS iga nädal täidab. Kuivkäimlatel olmekanalisatsiooni pole ja kontorisoojaku äravool on ühendatud klaasplastist mahutiga, mida tühjendatakse iga nädal.

Eeltoodud veevarustuse lahendus toimib kuni ehitatakse välja ühendus olemasoleva trassiga.

4.4.2 Ajutine elektrivarustus

Ajutine elekter tagatakse läbi kõrval krundil asuva alajaama. Alajaamast on tehtud ajutine ühendus 320A töömaakilpi, kust on veetud eraldi kaablikõris kummikaabel

kraanakilpi, 32A soojakute kilpi ja 63A jaotuskilpi. Jaotuskilpi saab ühendada erinevaid objektidel kasutatavaid käsitööriistu, painutuspinke ja segumasinaid. Ajutise elektri vajadus on arvutatud tabelis 4.2.

Objekti hilisemas etapis ehitatakse välja ühendus olemasoleva elektritrassiga ja seejärel tuleb kogu ajutine vool sealt.

Tabel 4.2 Ajutise elektri vajadus

Jrk nr.	Ajutise elektritarbija nimetus	Nimivõimsus (kW)	Arv	Võimsus (kW)
1	PTV soojak	10	4	40
2	ATV soojak	5	8	40
3	WC	2	3	6
4	Tornkraana	110	1	110
5	Segumasin	1,7	2	3,4
6	Käsitööriistade komplekt	2	25	50
7	Ajutine üldvalgustus	0,2	20	4
Kokku				253,4

Vajalik voolutugevus arvutatakse valemiga: $I = 1000 * \frac{P}{\sqrt{3} * PF * U}$

Kus

P – arvutuslik võimsus, kW

PF – võimsustegur 0,8

U – voolutugevus 380V (3 faasi)

Arvesse tuleb võtta töötamise üheaegsustegurit, antud töös 0,65.

$$P = 0,65 * 253,4 = 164,7 \text{ kW}$$

$$I = 1000 * \frac{164,7}{\sqrt{3} * 0,8 * 380} = 312,8 \text{ A}$$

Peakaitse on 3x320A.

4.5 Jäätmete kogumine

Objektidel kogutakse eraldi olme-, segaehitus-, puit- ja ohtlikke jäätmeid. Olmejäätmete konteiner asub soojakupargi juures. Ülejäänud aga ehitatava hoone vahetus läheduses, et alltöövõtjatel ei tekiks ahvatlust prügi maha visata. Segajäätmete ja puidu konteinerid on 14 m³ suurusel. See tähendab, et neid ei pea oma mahutavuse tõttu

igapäevaselt tühjendama, aga konteinerid on piisavalt kerged, et kraanaga liigutada. Kõik jäätmed utiliseeritakse jäätmekäiteja poolt graafiku põhjal.

4.6 Ehitusplatsi piirded ja valve

Ehitusobjekt on piiratud 2 meetri kõrguste ja 3,5 meetri pikkuste piirdeaedadega, mis on omavahel ühendatud klambritega ja toetatud tuulekaitsekolmnurkadega. Objektimeskond ei näinud antud juhul vajadust tiibväravale ja seega on väravana kasutusel ratastel piirdeaiad.

Valvesüsteem on sisuliselt videovalve eelkontrolliga, mis tähendab, et töövälisel ajal reageerivad kaamerate andurid igasugusele liikumisele häirega. Selle peale saab valvekeskus teavituse ja vaatab läbi kaamerapildid. Kui nähakse probleemi, siis vastavalt olukorrale helistatakse objektimeskonnale või saadetakse välja patrull. Objektil on kokku lepitud tööaeg 06:30-20:00. Kui alltöövõtjatel on vaja kauem tööd teha, teavitavad nad peatöövõtjat, kes omakorda teavitab valvemeeskonda.

4.7 Kraana valik

Ehitusobjektil on betoonitööde algusest tornkraana, mis paikneb ehitatava ehitise süvendi põhjas otse paekivi peal. Kraana valik tehti kõige suurema montaažiraadiusega ja kõige raskemate elementide järgi – raudbetoonpost A-112, mille montaažiraadius on 45 meetrit ja raudbetoontrepp D-114, mille mass on 13,1 tonni. Kraana on paigutatud nii, et suurem osa tehtavatest töödest ning laoplatsid ja troppimisalad oleks kaetud. Valitud Liebherr 280 EC-H16 Litronic tornkraana tõsteraadius on 45 meetrit ning maksimaalne tõstevõime 16 tonni. 45 meetri pealt on tõstevõime 7,3 tonni ehk suurem osa elemente on kaetud. Probleemid tekivad TT-paneelidega, mille maksimaalne montaažiraadius on 20 meetrit ja mass 22,4 tonni. Ainult nende jaoks pole mõistlik suuremat tornkraanat rentida ja seega kasutatakse paneelide montaažiks autokraanat Liebherr LTM 1200-5.1. Kraana tõstegraafikud, kriitiliste elementide montaažiparameetrid ja tõstevõime kontroll on näidatud 7. peatükis.

5. KOONDKALENDERPLAAN

Koondkalenderplaan kajastab ehitusprojekti tegevuste kulgu algusest lõpuni, olles alus erinevate tööloikude planeerimisele. Graafikust saab välja lugeda tööetappide omavahelise sõltuvuse, tööde kestused, materjalide, masinate ja tööjõu vajaduse ning esialgse hinnangulise maksumuse. Plaani koostamisel on tuginetud NOBE OÜ ettevõtte sisestele ajanormidele ning tehnoloogilistel kaartidel kujutatud tööloikude puhul Ratu juhendmaterjalidele. Ehitustööd algasid 26.06.2023 ja lõppesid 04.09.2024. Seega on tööde kestus kokku 313 tööpäeva. Hinnanguline maksumus põhineb NOBE OÜ eelarvel, kuid, kuna maksumused ei ole avalikud, siis on need läbi korrutatud koefitsiendiga, säilitades tööde omavahelise proportsiooni. [14], [15], [16], [17], [19], [20], [21], [22], [23]

6. TEHNOLOOGILISED KAARDID

Käesolevas töös töötatakse välja kolme tehnoloogilist kaarti, mille peamine eesmärk on kajastada detailset infot konkreetse ehitusetapi tööde kestuse ning tööjõu, ehitusmasinate ja materjali vajaduse kohta. Kõik põhineb arvutustel, mis tuginevad RATU kaartidele ja Valukoja 9 konstruktsioonide tööprojektile.

Tehnoloogilised kaardid on koostatud järgnevatele tööetappidele:

- Vundamendi ehitus
- Spordihoone müüritööd
- Tüüpkorruuse montaaž

6.1 Vundamendi ehitus

Vundamendi ehituse ajanormid ja tööde korraldus põhineb Ratu juhendmaterjalidele ja konstruktsiooniosa tööprojektile. [13], [14], [15], [16]

Geoloogiliste uuringute põhjal selgus, et vundeerimissügavusel on tegemist puhta lubjakiviga, mille lubatud surve on 4000 kN/m^2 . Seega ehitatakse vundamendid otse lubjakivile. Õige kõrgus on eelnevalt hüdrovasaratega piigates saavutatud. Olgugi, et süvend on 4 meetri sügavusel ümbritsevast maapinnast pole süvendit eraldi vaja toetada, kuna tegemist on lubjakiviga. Vundamendid on projekteeritud monoliitset betoonist. Lintvundamendid on projekteeritud 500 mm laiused ja 200 mm kõrgused. Postvundamendid 1000 mm laiused ja 300 mm kõrgused. Vundamentide tugevusklass on C30/37, keskkonnaklass XC2 ja nimikaitsekiht 35 mm. Kasutatava armatuuri tugevusklass on B500B. Kuna tegemist on niiske keskkonnaga, siis kasutatakse vundamentide valamisel veekindlust suurendavat Xypex Admix C-1000 lisandit.

Ettevalmistustööd algavad raketise materjali ja armatuuri transpordist ehitusplatsile, mis tõstetakse kraanaga süvendi keskele, kus see ladustatakse korrektselt, et kogu vundamendi materjal ära mahuks. Tänu sellisele lahendusele läheb kraanajuhti vaja vaid esimesel kahel päeval.

Tabel 6.1 kajastab materjalide vajadust haardealade kaupa.

Järgnev tööetapp on sarrustamine ja rakestamine, mis toimub haardealade kaupa. Raketist on arvestatud betoonpinnast 200mm kõrgemale ning materjalina kasutatakse puit- ja vineerraketist. Vineerplaadid on omavahel ühendatud prussidega.

Tabel 6.1 Materjalide jaotus haardealade kaupa

Materjal	Ühik	Kogus erinevatel haardealadel				
		1	2	3	4	5
Raketis	m ²	67,80	69,64	67,22	64,92	66,30
Armatuur	kg	1185,53	1139,47	1130,62	1124,22	1153,46
Ø8		449,97	432,49	429,13	426,70	437,80
Ø10		431,51	414,74	411,52	409,19	419,84
Ø12		170,12	163,51	162,24	161,32	165,52
Ø16		117,55	112,99	112,11	111,47	114,37
Ø20		16,38	15,74	15,62	15,53	15,93
Betoon	m ³	9,95	10,23	9,87	9,53	9,73

Kui armeerimistööd ja raketamine on lõpetatud saab alustada betoneerimisega. Selle jaoks tellitakse platsile autobetoonipump, mille tööraadius on 35 m ja segurautod, mille mahutavus on 7,5 m³. Sarnaselt kraana vajadusele on ka betoonipumba normitäitmistegur madal. Proovides aga betoneerimised kahele päevale ära mahutada selgub, et normitäitmistegur paraneb, aga selle arvelt pikeneb ajagraafik. Seetõttu lepitakse madala teguriga ja tehakse betoonimised neljal päeval ühe betoonipumba ja ühe betoneerijaga.

Lahtiraketamisel puhastatakse kasutuskõlblik vineer taaskasutuse eesmärgil ja ülejäänud materjal tõstetakse objekti puidukonteinerisse.

Tabelis 6.2 on normatiivse tööjõu- ja masinkulu arvutus haardealade kaupa ja tabelis 6.3 on tehnoloogilised arvutused ja tööloikude valitud kestused. Joonisel 6.1 on näha vundamentide ehituse ajagraafikut.

Tehnoloogiliste arvutuste tabelis 6.3 tuli normitäitmistegurit arvutades välja, et kraana kasutus igapäevaselt on väike ning olukorra parandamiseks teeb kraana sarruse ja esimese kahe haardeala raketise tõsted esimesel päeval. Ülejäänud raketise tõstab ta kaevikusse teisel päeval. Seega tuleb esimesel päeval normitäitmistegur 1,03 ja teisel päeval 1,37, mis on tunduvalt parem tulemus.

Vundamentide ehituse tehnoloogiline kaart on esitlusjoonisel nr 6.

Tabel 6.2 Normatiivne tööjõu- ja masinvajadus haardealati

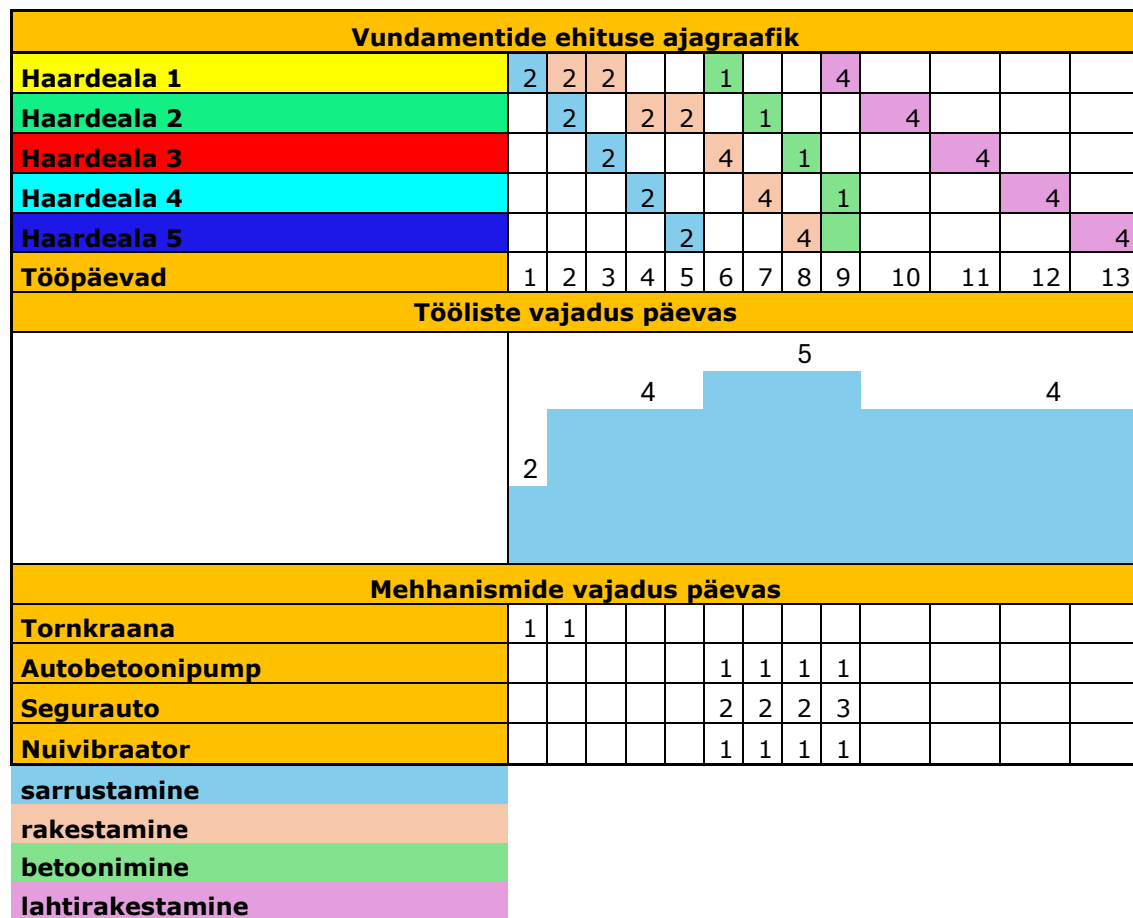
Vundamendid													
Jrk nr	Töö nimetus	Ühik	Ajanorm	Normatiivne tööjõu- ja masinkulu haardealade kaupa									
				1		2		3		4		5	
			in-h/üh	Kogus	in-h	Kogus	in-h	Kogus	in-h	Kogus	in-h	Kogus	in-h
			mas-h/üh		mas-h		mas-h		mas-h		mas-h		mas-h
1	Sarrustamine												
1.1	Teisaldamine	t	0,1	1,19	0,12	1,14	0,11	1,13	0,11	1,12	0,11	1,15	0,12
		t	0,1	1,19	0,12	1,14	0,11	1,13	0,11	1,12	0,11	1,15	0,12
1.2	Vundamentide sarrustamine	t	8,5	1,19	10,12	1,14	9,69	1,13	9,61	1,12	9,52	1,15	9,78
1	Kokku vahetused (mõjutegurid 1,1; 1,1)	in-vah			1,55		1,48		1,47		1,46		1,50
		mas-vah			0,02		0,02		0,02		0,02		0,02
2	Rakestamine												
2.1	Teisaldamine	m²	0,05	67,80	3,39	69,64	3,48	67,22	3,36	64,92	3,25	66,30	3,32
		m²	0,05	67,80	3,39	69,64	3,48	67,22	3,36	64,92	3,25	66,30	3,32
2.2	Mõõdistustöö	m²	0,03	67,80	2,03	69,64	2,09	67,22	2,02	64,92	1,95	66,30	1,99
2.3	Raketise ehitamine	m²	0,35	67,80	23,73	69,64	24,37	67,22	23,53	64,92	22,72	66,30	23,21
2	Kokku vahetused (mõjutegurid 1,05; 1,05)	in-vah			4,02		4,13		3,98		3,85		3,93
		mas-vah			0,47		0,48		0,46		0,45		0,46

Tabel 6.3 (järg 1) Normatiivne tööjõu- ja masinvajadus haardealati

Vundamendid													
Jrk nr	Töö nimetus	Ühik	Ajanorm	Normatiivne tööjõu- ja masinkulu haardealade kaupa									
			1		2		3		4		5		
			in-h/üh	Kogus	in-h	Kogus	in-h	Kogus	in-h	Kogus	in-h	Kogus	
			mas-h/üh		mas-h		mas-h		mas-h		mas-h		mas-h
3	Betoonimine												
3.1	Eeltööd	m³	0,03	9,95	0,2985	10,23	0,3069	9,87	0,30	9,53	0,29	9,73	0,29
3.2	Betoonimine betoonipumba abil	m³	0,2	9,95	1,99	10,23	2,046	9,87	1,97	9,53	1,91	9,73	1,95
			0,2	9,95	1,99	10,23	2,046	9,87	1,97	9,53	1,91	9,73	1,95
3.3	Järeltööd	m³	0,02	9,95	0,199	10,23	0,2046	9,87	0,20	9,53	0,19	9,73	0,19
3	Kokku vahetused (mõjutegurid 1,15; 1,15)	in-vah		0,41		0,42		0,41		0,39		0,40	
		mas-vah		0,33		0,34		0,33		0,32		0,32	
4	Lahtirakestamine												
4.1	Lahtirakestamine	m²	0,15	67,80	10,17	69,64	10,45	67,22	10,08	64,92	9,74	66,30	9,95
4.2	Raketisetarvikute puhastamine	m²	0,2	67,80	13,56	69,64	13,93	67,22	13,44	64,92	12,98	66,30	13,26
4	Kokku vahetused (mõjutegurid 1,15; 1,15)	in-vah		3,92		4,03		3,89		3,76		3,84	

Tabel 6.4 Vundamentide tehnoloogilised arvutused

Jrk nr	Töö nimetus	Eriala/ masin	Haardeala 1					Haardeala 2					Haardeala 3				
			Arv	Norm tööjõu kulu	Kestus	Normi täitmis tegur	Valit ud kest us	Arv	Norm tööjõu kulu	Kestus	Normi täitmis tegur	Valitu d kestu s	Arv	Norm tööjõu kulu	Kestus	Normi täitmis tegur	Valitud kestus
				in-vah					in-vah					in-vah			
				mas- vah	vah				vah	mas- vah				vah	vah		
1	Sarrustamine	Armeerija	2	1,55	0,77	0,77	1	2	1,48	0,74	0,74	1	2	1,47	0,73	0,73	1
		Kraana	1	0,02	0,02	0,02	1	1	0,02	0,02	0,02	1	1	0,02	0,02	0,02	1
2	Rakestamine	Rakestaja	2	4,02	2,01	1,00	2	2	4,13	2,06	1,03	2	4	3,98	1,00	1,00	1
		Kraana	1	0,47	0,47	0,47	1	1	0,48	0,48	0,16	3	1	0,46	0,46	0,46	1
3	Betonimine	Betoneerija	1	0,41	0,41	0,41	1	1	0,42	0,42	0,42	1	1	0,41	0,41	0,41	1
		Betoonipump	1	0,33	0,33	0,33	1	1	0,34	0,34	0,34	1	1	0,33	0,33	0,33	1
4	Lahtirakestamine	Rakestaja	4	3,92	0,98	0,98	1	4	4,03	1,01	1,01	1	4	3,89	0,97	0,97	1
Jrk nr	Töö nimetus	Eriala/ masin	Haardeala 4					Haardeala 5									
			Arv	Norm tööjõu kulu	Kestus	Normi täitmis tegur	Valit ud kest us	Arv	Norm tööjõu kulu	Kestus	Normi täitmis tegur	Valitu d kestu s					
				in-vah					in-vah								in-vah
				mas- vah	vah				vah	mas- vah							vah
1	Sarrustamine	Armeerija	2	1,46	0,73	0,73	1	2	1,50	0,75	0,75	1					
		Kraana	1	0,02	0,02	0,02	1	1	0,02	0,02	0,02	1					
2	Rakestamine	Rakestaja	4	3,85	0,96	0,96	1	4	3,93	0,98	0,98	1					
		Kraana	1	0,45	0,45	0,45	1	1	0,46	0,46	0,46	1					
3	Betonimine	Betoneerija	1	0,39	0,39	0,39	1	1	0,40	0,40	0,40	1					
		Betoonipump	1	0,32	0,32	0,32	1	1	0,32	0,32	0,32	1					
4	Lahtirakestamine	Rakestaja	4	3,76	0,94	0,94	1	4	3,84	0,96	0,96	1					



Joonis 6.1 Vundamenditööde ajagraafik

6.2 Õõnesbetoonplokkidest müürid

Müüritööde tehnoloogilisel kaardil kajastatakse -1. korruse müüride ladumist. Eraldi on välja toodud vundamendipealsed täisvalatavad müürid, mida kirjeldatakse esimeses etapis ning põrandapealsed tühjad müürid, mida kirjeldatakse teises etapis. Vastavad tsoonid on näha müüritööde tehnoloogilise kaardil esitlusjoonisel nr 7. Müüritööde peatükk põhineb Ratu juhendmaterjalidele ja konstruktsiooni osa tööprojektile. [13], [17], [18]

6.2.1 Müüritööde 1. etapp

Vundamendipealsete müüride ehitamise eelduseks on see, et -1. korruse vundamendid ja monoliitsed seinad ning postid peavad olema lõpetatud. Esmalt tarnitakse kogu vajaminev materjal, tellingud, töölavad ja segumasinad objektile ning tõstetakse esimesel päeval kraanaga süvendisse, kust materjalide töökohani transportimiseks kasutatakse käsikahveltõstukit ja kärusid. Kuna müürid laotakse otse vundamendile, siis pole geodeedi poolt eraldi mõõdistamist vaja ja seinade asukohad märgitakse peale nailonist müürinööri. Olgugi, et vundamendis on kasutatud veekindlust suurendavat lisandit, paigaldatakse vundamendi ja müüride vahele võõbatavat hüdroisolatsiooni, et vältida niiskuse liikumist läbi vundamendi. Seejärel saab ladumisega alustada. Müüritisse on arvestatud ka armatuur. Täisvalatavad plokkseinad armeeritakse 12 mm läbimõõduga B500B varrastega igas teises õõnes ning igas teises horisontaalses vuugis. Samuti seotakse müüritis betoonkonstruktsioonidega igas teises horisontaalses vuugis. Seina ja vahelae vahele paigaldatakse 35 mm kivivilla, et tekitada deformatsioonivuuk. Õõnesplokkidest müürid laotakse tellingutel oma lõppkõrguseni ja seejärel need betoneeritakse C20/25 betooniga. Kasutusjuhendi järgi on lubatud üle 3 meetri kõrguste müüride korruga valamine ainult juhul, kui alla tehakse minimaalselt 20 mm läbimõõduga kontrollavad. Betoonivalu ajaks kaetakse need kinni ja peale valu saab kontrollida, kas betoon on lõpuni valgunud. Sillused on projekteeritud samuti plokkidest, aga tihedama armatuuriga. Täpsem sõlm on näha graafilises osas müüritööde tehnoloogilisel kaardil.

Tabelis 6.4 on materjalide vajadus vundamendipealsete müüride ladumiseks. Tabelis 6.5 on arvutatud normatiivne tööjõu- ja masinkulu ning tabelis 6.6 on näidatud tööloikude valitud kestused vahetustes. Nimetatud tabelitest selgub, et müüritöid eraldi haardealadeks jagada pole mõistlik, kuna kõige efektiivsem tööjaotus on 7 töölisega ja 7 haardeala jaoks pole piisavalt mahtu. Küll aga on betoonivalu jaotatud haardealadeks, kuna betoonimaht on suur ja valamiseks läheb vaja viit autobetonipumpa mahuga 5

m³ ning lisaks 3 segurautot mahuga 7,5 m³. Aja kokkuhoidmiseks valatakse kõik müürid ühel päeval, arvestades asjaoluga, et platsil on piisavalt ruumi masinate manööverdamiseks.

Tabel 6.5 Materjalide jaotus haardealade kaupa

Materjal	Ühik	Kogus erinevatel haardealadel				
		1	2	3	4	5
Mört	m ³	2,90				
Õõnesplokid	m ²	472,66				
190mm		441,45				
140mm		31,21				
Armatuur	jm	1964,79				
Ø8		11,40				
Ø10		33,60				
Ø12		1919,79				
Betoon	m ³	10,46	10,96	8,59	10,24	7,01

Tabel 6.6 Normatiivne tööjõu- ja masinvajadus

1. etapi müürid					
Jrk nr	Töö nimetus	Ühik	Ajanorm	Normatiivne tööjõu- ja masinkulu	
			in-h/üh mas-h/üh	Kogus	Kokku
					in-h mas-h
1	Eeltööd ja mõõtmine				
1.1	Teisaldamine	alus	0,1	78,00	7,80
		alus	0,1	78,00	7,80
1.2	Ehitustellingud	m ²	0,2	472,66	94,53
1.3	Töölavad	m ²	0,05	472,66	23,63
1.4	Mõõtmine	m ²	0,04	472,66	18,91
1	Kokku vahetused (mõjutegurid 1,1; 0,95)		in-vah		18,92
			mas-vah		1,02
2	Mördi valmistamine ja plokkide ladumine				
2.1	Mördi valmistamine	m ²	0,47	472,66	222,15
		m ²	0,47	472,66	222,15
2.2	Plokkide ladumine, sarrustamine	m ²	0,37	472,66	174,88
2	Kokku vahetused (mõjutegurid 1,1; 0,95)		in-vah		51,86
			mas-vah		29,02
3	Betonimine				
3.2	Betonimine betoonipumba abil	m ²	0,08	472,66	37,81
			0,08	472,66	37,81
3	Kokku vahetused (mõjutegurid 1,1; 0,95)		in-vah		4,94
			mas-vah		4,94
4	Järeltööd				
4.1	Objekti koristamine, töövahendite puhastamine	m ²	0,02	472,66	9,45
4	Kokku vahetused (mõjutegurid 1,1; 0,95)		in-vah		1,23

Tabel 6.7 Esimese etapi müüride tehnoloogilised arvutused

1. etapi müürid							
Jrk nr	Töö nimetus	Eriala/ masin	Kokku				
			Arv	Norm tööjõu kulu	Kestus	Normi täitmis tegur	Valitud kestus
				in-vah mas-vah			
1	Eeltööd	Müürimees	6	18,92	3,15	1,05	3
		Kraana	1	1,02	1,02	1,02	1
2	Mört ja ladumine	Müürimees	7	51,86	7,41	1,06	7
		Segumasin	4	29,02	7,25	1,04	7
3	Betonimine	Betoneerija	5	4,94	0,99	0,99	1
		Betoonipump	5	4,94	0,99	0,99	1
4	Järeltööd	Betoneerija	2	1,23	0,62	0,62	1

6.2.2 Müüritööde 2. etapp

Põrandapealsete müüritöödega alustamise eelduseks on see, et -1. korruse põrandavalu peab olema osaliselt tehtud. Kogu vajaminev materjal tarnitakse objektile ning tõstetakse esimesel päeval kraanaga tubade ette koridori, kust saab neid käsikahveltõstukiga edasi liigutada. Kuna müürid laotakse põrandale, siis kutsutakse kohale geodeet, kes märgib seinade asukohad põrandale. Seejärel alustatakse töödega. Tööde tehnoloogia on suuremas osas sama eelnevas peatükis kirjeldatuga. Suurim vahe on see, et müüre ei valata täies mahus täis ja seega on ka armeerimine erinev. Müüritisel betoneeritakse ja armeeritakse sein lõpus ja nurkades kaks õõnt 12 mm läbimõõduga B500B varrastega. Lisaks paigaldatakse horisontaalarmatuur iga esimese plokirea peale ja viimase rea alla. Samuti armeeritakse ja valatakse täis kõik suurte avade ümbrused ja sillused. Betoneerimisel kasutatakse sama betoonipumba asukohta, mis esimese etapi müüritööde viiendal haardealal. Et kõik müürid saaksid kaetud, tuleb tellida aga tunduvalt võimsam autobetoonipump, mille raadius on 40 meetrit. Pumba paiknemist on näha graafilise osa müüritööde tehnoloogiliselt kaardilt.

Tabelis 6.7 on materjalide vajadus põrandapealsete müüride ladumiseks. Tabelis 6.8 on näidatud tööloikude valitud kestused vahetustes ning tabelis 6.9 on arvutatud normatiivne tööjõu- ja masinkulu. Joonisel 6.2 on kogu spordihoone müüritööde ajagraafik.

Tabel 6.8 Materjalide kogus

Materjal	Ühik	Kogus	Materjal	Ühik	Kogus
Mört	m ³	2,10	Armatuur	jm	1026,83
Õõnesplokid	m ²	378,42	Ø8		24,32
190mm		120,27	Ø10		76,80
140mm		227,91	Ø12		925,71
90mm		30,24	Betoon	m ³	11,24

Tabel 6.9 Teise etapi müüride tehnoloogilised arvutused

1. etapi müürid							
Jrk nr	Töö nimetus	Eriala/ masin	Arv	Kokku			
				Norm tööjõu kulu	Kestus	Normi täitmis tegur	Valitud kestus
				in-vah mas-vah			
1	Eeltööd	Müürimees	5	14,96	2,99	1,00	3
		Kraana	1	0,63	0,63	0,63	1
2	Mört ja ladumine	Müürimees	5	41,52	8,30	1,04	8
		Segumasin	3	23,23	7,74	0,97	8
3	Betonimine	Betoneerija	1	1,17	1,17	1,17	1
		Betoonipump	1	1,17	1,17	1,17	1
4	Järeltööd	Betoneerija	1	0,99	0,99	0,99	1

Tabel 6.10 Normatiivne tööjõu- ja masinvajadus

1. etapi müürid					
Jrk nr	Töö nimetus	Ühik	Ajanorm	Normatiivne tööjõu- ja masinkulu	
			Kokku		
			in-h/üh mas-h/üh	Kogus	in-h mas-h
1	Eeltööd ja mõõtmine				
1.1	Teisaldamine	alus	0,1	48,00	4,80
		alus	0,1	48,00	4,80
1.2	Ehitustellingud	m²	0,2	378,42	75,68
1.3	Töölavad	m²	0,05	378,42	18,92
1.4	Mõõtmine	m²	0,04	378,42	15,14
1	Kokku vahetused (mõjutegurid 1,1; 0,95)	in-vah			14,96
		mas-vah			0,63
2	Mördi valmistamine ja plokkide ladumine				
2.1	Mördi valmistamine	m²	0,47	378,42	177,86
		m²	0,47	378,42	177,86
2.2	Plokkide ladumine, sarrustamine	m²	0,37	378,42	140,02
2	Kokku vahetused (mõjutegurid 1,1; 0,95)	in-vah			41,52
		mas-vah			23,23
3	Betonimine				
3.2	Betonimine betoonipumba abil	m²	0,08	112,41	8,99
			0,08	112,41	8,99
3	Kokku vahetused (mõjutegurid 1,1; 0,95)	in-vah			1,17
		mas-vah			1,17
4	Järeltööd				
4.1	Objekti koristamine, töövahendite puhastamine	m²	0,02	378,42	7,57
4	Kokku vahetused (mõjutegurid 1,1; 0,95)		in-vah		0,99

Joonis 6.2 Spordisaali müüride ehitamise ajagraafik

Spordisaali müüride ehitamise ajagraafik																										
1. etapp	6	6	6	7	7	7	7	7	7	7	5	2														
2. etapp														5	5	5	5	5	5	5	5	5	1	1		
Tööpäevad	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95
Tööliste vajadus päevas																										
							7																			
		6																								
											5						5									
												2														
																								1		
Mehhanismide vajadus päevas																										
Tornkraana	1													1												
Autobetonipump											5													1		
Segurauto											3													2		
Segumasin				4	4	4	4	4	4	4						3	3	3	3	3	3	3	3			
Nuivibraator											5													1		
Eeltööd																										
Mört ja ladustamine																										
Betoonimine																										
Järeltööd																										

6.3 Tüüpkorruse montaaž

Montaažitööde tehnoloogilisel kaardil keskendutakse kolmele erinevale tööloigule, mis on üksteisest sõltuvad. Kõigepealt monteeritakse kõik seinad ja postid, seejärel terastalad ja delta talad ning viimasena õõnespaneelid. Tehnoloogilistes arvutustes (tabel 6.10) arvutati läbi erinevaid variante ja kõige efektiivsem aja- ning tööjõukulu saavutati tööde jaotamisel etappide lõikes haardealade asemel. Sellegipoolest on graafilises osas haardealade plaanid, kus on seinade ja postide puhul 4 haardealat ja õõnespaneelide puhul 3. Haardealad on jaotatud nii, et ühe montaažipäeva jooksul monteeritakse ühel haardealal. Tehnoloogilised kaardid on koostatud postide ja seinte montaažile ning õõnespaneelide montaažile ja kogu peatükk põhineb Ratu juhendmaterjalidele ja konstruktsiooni osa tööprojektile. [13], [19], [20], [21], [22], [23]

Tehases valmistatud monteeritavad elemendid transporditakse ehitusplatsile selleks päevaks, mil on kavandatud nende paigaldamine. Tegemist on ratastel montaažiga, kus tornkraanaga tõstetakse elemendid otse veoauto pealt oma projektijärgsele kohale ning kinnitatakse. Nii saab paigalduse läbi viia sujuvalt ilma elemente eelnevalt ladustamata, mis aitab säästa ruumi ja võimaldab tõsta iga elementi ainult korra. Juhuks, kui aset leiavad torked, on laoplatsil arvestatud vaba ruumiga, kuhu elemente ajutiselt ladustada saab. Antud osa laoplatsist jääb kraana tööraadiusesse.

Tabelis 6.10 on montaažitööde tehnoloogilised arvutused ja tabelis 6.11 on arvutatud normatiivne tööjõu- ja masinkulu. Joonisel 6.3 on kogu hoone montaažitööde ajagraafik.

Tabel 6.11 Montaažitööde tehnoloogilised arvutused

Montaažitööd							
Jrk nr	Töö nimetus	Eriala/ masin	Arv	Kokku			
				Norm tööjõu kulu	Kestus	Normi täitmis tegur	Valitud kestus
				in-vah mas-vah			
1	Seinade ja postide montaaž	Tööline	4	15,22	3,81	0,95	4
		Kraana	1	3,46	3,46	0,86	4
2	Talade montaaž	Tööline	4	6,82	1,71	0,85	2
		Kraana	1	1,92	1,92	0,96	2
3	Õõnespaneelide ja treppide montaaž	Tööline	6	18,84	3,14	1,05	3
		Betoonipump	1	2,03	2,03	0,68	3
		Kraana	1	2,88	2,88	0,96	3

Tüüpkorruse tehnoloogiline kaart on esitusjoonistel nr 8 ja 9.

Tabel 6.12 Tööjõu- ja masinvajadus

Montaažitööd					
Jrk nr	Töö nimetus	Ühik	Ajanorm	Normatiivne tööjõu- ja masinkulu	
			in-h/üh	Kokku	
			mas-h/üh	Kogus	in-h mas- h
1	Seinade ja postide montaaž				
1.1	Raudbetoonpost				
1.1.1	Materjalide vastuvõtmine	tk	0,15	25,00	3,75
		tk	0,15	25,00	3,75
1.1.2	Möötmine	tk	0,12	25,00	3,00
1.1.3	Paigaldamine ja kinnitamine	tk	0,22	25,00	5,417
		tk	0,65	25,00	16,25
1.1.4	Postide monoliitimine	tk	0,4	25,00	10,00
1.2	Teraspost				
1.2.1	Materjalide vastuvõtmine	tk	0,05	4,00	0,20
		tk	0,05	4,00	0,20
1.2.2	Paigalduskoha väljamöötmine	tk	0,25	4,00	1,00
1.2.3	Möötmine	tk	0,12	4,00	0,48
1.2.4	Paigaldamine ja kinnitamine	tk	0,28	4,00	1,13
		tk	0,85	4,00	3,40
1.2.5	Järeltööd	tk	0,01	4,00	0,04
1.3	Raudbetoonsein				
1.3.1	Möötmine	tk	0,12	33,00	3,96
1.3.2	Paigaldamine	tk	0,44	33,00	14,63
		tk	1,33	33,00	43,89
1.3.3	Vuugiraketis, monoliitimine ja lahtirakestamine	tk	0,5	33,00	16,50
1.3.4	Püstvuukide monoliitimine	tk	0,25	33,00	8,25
1	Kokku vahetused (mõjutegurid 1,1; 1,0)		in-vah		15,22
			mas-vah		3,46
2	Delta talade ja terastalade montaaž				
2.1	Materjalide vastuvõtmine	tk	0,05	31,00	1,55
		tk	0,05	31,00	1,55
2.2	Paigalduskoha väljamöötmine	tk	0,25	31,00	7,75
2.3	Möötmine	tk	0,09	31,00	2,79
2.4	Paigaldamine ja kinnitamine	tk	0,4	31,00	12,4
		tk	1,2	31,00	37,20
2.5	Järeltööd	tk	0,01	31,00	0,31
2	Kokku vahetused (mõjutegur 1,1)		in-vah		6,82
			mas-vah		1,92
3	Õõnespaneelide ja treppide montaaž				
3.1	Õõnespaneel				
3.1.1	Möötmine	tk	0,12	134,00	16,08
3.1.2	Paigaldamine ja kinnitamine	tk	0,12	134,00	15,63
		tk	0,35	134,00	46,90
3.1.3	Betoonivalu pumbaga	tk	0,1	134,00	13,4
		tk	0,1	134,00	13,40
3.1.4	Sarrustamine, rakestamine, lahtirakestamine	tk	0,25	134,00	33,50
3.2	Trepid				
3.2.1	Materjalide vastuvõtmine	tk	0,07	10,00	0,67
		tk	0,2	10,00	2,00
3.2.2	Möötmine	tk	0,15	10,00	1,50
3.2.3	Trepi paigaldamine ja kinnitamine	tk	0,33	6,00	2
		tk	1	6,00	6,00
3.2.4	Podesti paigaldamine ja kinnitamine	tk	0,18	4,00	0,73
		tk	0,55	4,00	2,20
3.2.5	Monoliitimine	tk	0,3	10,00	3,00
3	Kokku vahetused (mõjutegurid 1,1, 1,1)		in-vah		18,84
			mas-vah		4,91

[illegible]

Joonis 6.3 Montaažitööde ajagraafik

6.3.1 Seinte ja postide montaaž

Seinte ja postide montaaži eelduseks on esimese korruse puhul valmis ehitatud vundamendid ning ülejäänud korruste puhul eelmise korruse õõnespaneelide monolitiseerimine. Kõigepealt tuleb paneelidele märkida monteeritavate postide ja seinade asukohad, mille jaoks pole kohale vaja kutsuda geodeeti, kuna eelmise korruse monoliitsetest vöödest ulatuvad välja püstised vardad või ankrupoldid, mille peale monteeritakse järgmise korruse kandvad elemendid. Hiljem ühendused ka monolitiseeritakse. Kui ettevalmistustööd on tehtud, saab alustada montaažiga vastavalt graafilises osas näidatud haardealade plaanile. Postidel on kraanaga tõstmiseks ülemisse ossa jäetud hülss, läbi mille paigaldatakse metallist toru. Toru külge kinnitatakse kraana tropid ja nii saab posti projektijärgsesse asukohta tõsta. Täpne asend sätitakse paika klassikalise loodiga ja seejärel post kinnitatakse ankrupoltide külge ning monolitiseeritakse. Seinade puhul on tehases elemendi sisse valatud tõsteaasad, mis hiljem paigalduse lõpus maha lõigatakse. Nende abil tõstetakse element õigesse asukohta ning rihitakse rihtimisklotside abil õigele kõrgusele. Enne kui element kraana küljest vabastatakse, paigaldatakse ajutised toed, mis eemaldatakse alles peale monolitiseerimist. Postide ja seinade omavaheliseks sidumiseks on tehases elementidesse valatud trossist aasad, mis omavahel ühendatakse vertikaalse armatuuri ja betooniga. Kui kõik haardeala postid ja seinad on monteeritud, monolitiseeritakse vertikaalsed ja horisontaalsed vuugid jootebetooniga. [13], [19], [20]

6.3.2 Terastalade ja delta talade montaaž

Kui kõik korruse postid ja kandvad seinad on paigaldatud, saab alustada talade paigaldusega. Esimesel päeval monteeritakse talad telgedel B-G ja teisel päeval telgedel H-L. Enne paigaldust tuleb veenduda külgnevate või aluskonstruktsioonide hälvete jäämises projektijärgsetesse piiridesse. Talasid tõstetakse ülemisel plaadil olevatest tõsteavadest kraana tõstekettidega. Neil on postidega ühendamiseks mõlemas otsas 4 auku ja talad tõstetakse kraanaga postile nii, et posti ankrupoldid lähevad läbi tala ja hiljem saab samade ankrupoltide külge kinnitada järgmise korruse posti. Talad ühendatakse omavahel Gerber ühendusega, mis meenutab palkmajade puhul kasutatavat tappühendust, aga üksteisele toetuvate terasplaatide kinnitamiseks kasutatakse ka polte. [13], [21]

6.3.3 Õõnespaneelide montaaž

Peale delta talade montaaži ja omavahelist mehaanilist kinnitamist, saab alustada õõnespaneelide montaažiga vastavalt graafilises osas näidatud paigalduse graafikule ja haardealade plaanile. Et vältida tala pöörlemist, tuleb õõnespaneelid paigaldada vaheldumisi tala kummalegi poole. Paneelid paigaldatakse tala servale ilma neopreenribata, mida betoonelementidele toetumise puhul kasutatakse. Paigaldusel jälgitakse, et tala vöö ja paneeli otsa vahe ei ületa 30mm. Kui paneelid on paigas, paigaldatakse vuugisarrus ja ringsarrus vastavalt sõlme joonistele. Seejärel betoneeritakse õõnespaneelid ja seest õõnsad delta talad ühes etapis. Kasutatav betooni klass on C30/37, mille täitematerjali maksimaalne fraktsioon on 8mm. [13], [22], [23]

7. KRAANADE VALIKU MAJANDUSLIKU MÕJU ANALÜÜS

Käesolevas peatükis hinnatakse madalama tõstevõimega tornkraana ja autokraana kombineerimise majanduslikku otstarbekust võrreldes suurema tõstejõuga tornkraana kasutamisega terve karkassi paigalduseks.

Nimelt on ülejäänud karkassist tunduvalt raskemad TT-paneelid. Juhul kui nende tõstmiseks kasutada eraldi autokraanat, saab ülejäänud karkassi paigalduseks kasutatava tornkraana paigutada hoone sisse -1. korrusele otse paekivi peale, mis vähendab koheselt montaažiraadiust ja seega ka otseselt kasutatava kraana maksumust. Kui ülejäänud montaaž on tehtud, saab autokraanaga kõigepealt demonteerida tornkraana ja seejärel paigaldada TT-paneelid ning saabki alustada katusetöödega.

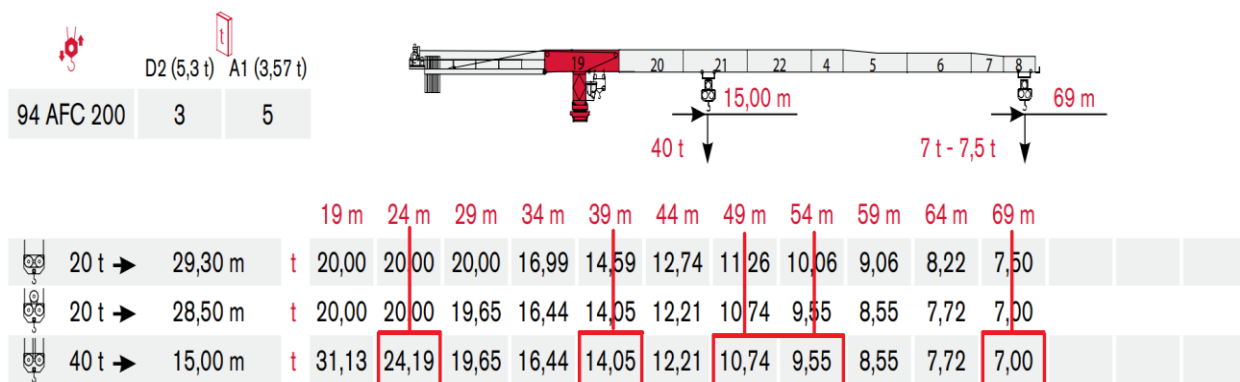
7.1 40 tonnise tõstejõuga tornkraana ning 16 tonnise tõstejõuga tornkraana ja autokraana kombinatsiooni tõsteparameetrite võrdlus

7.1.1 40 tonnise tõstejõuga tornkraana tõsteparameetrid

Kraana valik tehakse kõige suurema montaažiraadiusega ja kõige raskemate elementide järgi. Kui läheneda valikule traditsiooniliselt, paikneks tornkraana hoone ühel küljel ja selle tööraadius kataks laoplatsid ning ehitatava hoone karkassi. Antud juhul paikneks kraana hoone idapoolsel küljel, et säilitada ringliikluse võimalus platsil ning samuti on antud asukoht TT-paneelide projektijärgse asukoha kõrval. Tõstevõime oleks sel juhul valitud piisav, et monteerida ka ülejäänud karkassist tunduvalt raskemad TT-paneelid. Antud parameetritega sobib Terexi tornkraana CTT 721, mille tõsteparameetrid on näha joonisel 7.1. Raskemate elementide montaažiparameetrite võrdlus valitud kraana tõsteparameetriga on näidatud tabelis 7.1. Antud kraana tõsteraadius on 69 meetrit ning maksimaalne tõstevõime 40 tonni. 24 meetri pealt on tõstevõime 24,19 tonni, mis on piisav TT-paneelide montaažiks ja 69 meetri pealt on tõstevõime 7 tonni ehk kõik elemendid on kaetud. [24]

Tabel 7.1 Raskemate elementide montaažiparameetrite võrdlus tornkraana CTT 721 tõsteparameetritega

Elemendi montaažiparameetrid									Kraana tõsteparameetrid			
Tähis	Montaažimass (t)			Montaažikõrgus (m)				Montaažiraadius (m)	Kraana mark ja tehnilised seaded			
	Element	Haardeseade	Kokku	Paigalduskõrgus	Ohutusvahe	Element	Kokku			Tööraadius (m)	Tõstevõime (t)	Tõstekõrgus (m)
RB-trepp-D-114	12,7	0,4	13,1	-0,1	0,5	2,2	2,6	38,0	Tornkraana Terex CTT 721 Tööraadius: max 69m	39,0	14,1	17,6
RB-sein-A-317	11,4	0,4	11,8	7,9	0,5	4,0	12,4	37,0		39,0	14,1	
RB-sein-A-220	11,2	0,4	11,6	3,9	0,5	3,7	8,1	39,0		39,0	14,1	
RB-sein-A-209	9,5	0,4	9,9	3,9	0,5	3,7	8,1	46,0		49,0	10,7	
RB-sein-A-116	8,5	0,4	8,9	-0,2	0,5	3,8	4,1	54,0		54,0	9,6	
RBP-post-A-112	3,3	0,4	3,7	-0,2	0,5	8,2	8,5	67,0		69,0	7,0	
TT-paneel-D-003	22,4	1,3	23,7	2,7	0,5	0,8	4,0	23,5		24,0	24,2	



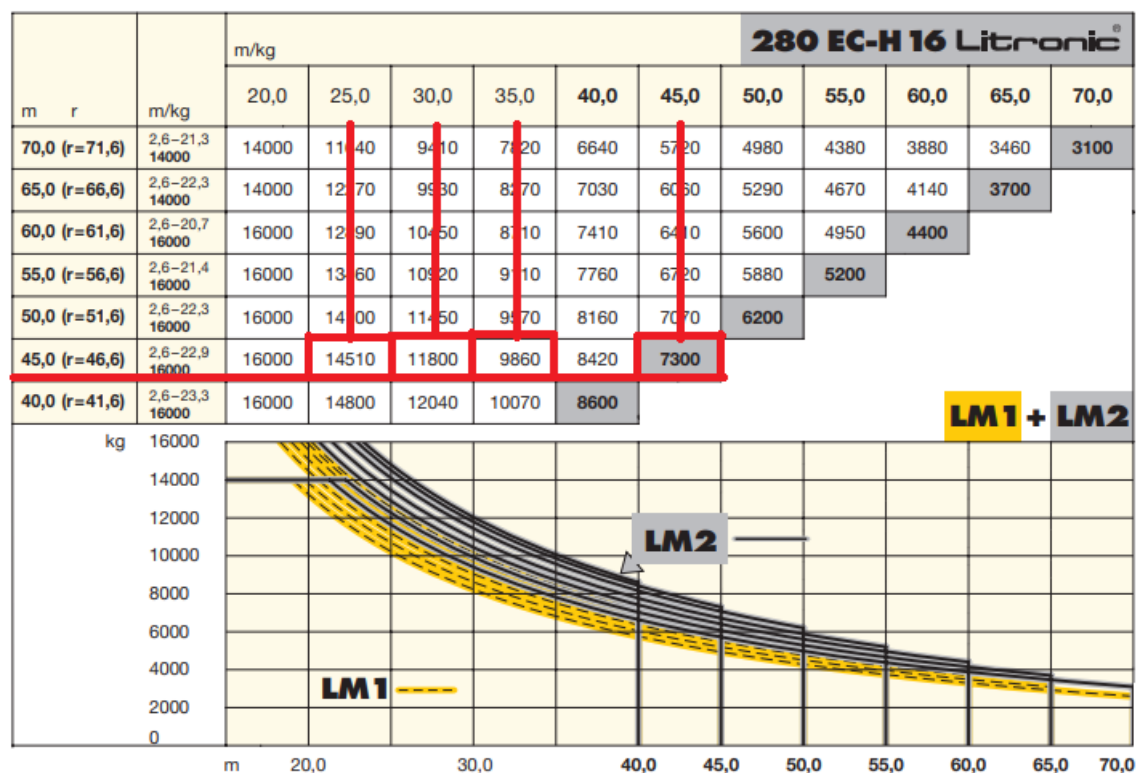
Joonis 7.1 Tornkraana Terex CTT 721 tõsteparameetrid

7.1.2 20 tonnise tõstejõuga tornkraana ja autokraana tõsteparameetrid

Alternatiivse võimalusena saab kasutada madalama võimekusega tornkraanat, mille asukoht on ehitatava hoone spordisaalis otse lubjakivil. Sel juhul on montaažiraadiused arvestatavalt väiksemad. Liebherr 280 kraana tõsteparameetrid on välja toodud joonisel 7.2 ning võrdlus raskemate elementide montaažiparameetritega tabelis 7.2. kraana tõsteraadius on 45 meetrit ning maksimaalne tõstevõime 16 tonni. 45 meetri pealt on tõstevõime 7,3 tonni ehk suurem osa elemente on kaetud. Probleemid tekivad TT-paneelidega, mille maksimaalne montaažiraadius on 20 meetrit ja mass 22,4 tonni. [25]

Tabel 7.2 Raskemate elementide montaažiparameetrite võrdlus tornkraana Liebherr 280 EC-H16 Litronic tõsteparameetritega

Elemendi montaažiparameetrid									Kraana tõsteparameetrid			
Tähis	Montaažimass (t)			Montaažikõrgus (m)				Montaažiraadius (m)	Kraana mark ja tehnilised seaded			
	Element	Haardeseade	Kokku	Paigalduskõrgus	Ohutusvahe	Element	Kokku			Tööriadius (m)	Tõstevõime (t)	Tõstekõrgus (m)
RB-trepp-D-114	12,7	0,4	13,1	4,2	0,5	2,2	6,9	25,0	Tornkraana Liebherr 280 EC-H16 Litronic Tööriadius: max 45m	25,0	14,5	23,6
RB-sein-A-317	11,4	0,4	11,8	12,2	0,5	4,0	16,7	23,0		25,0	14,5	
RB-sein-A-220	11,2	0,4	11,6	8,2	0,5	3,7	12,4	21,0		25,0	14,5	
RB-sein-A-209	9,5	0,4	9,9	8,2	0,5	3,7	12,4	26,0		30,0	11,8	
RB-sein-A-116	8,5	0,4	8,9	4,1	0,5	3,8	8,4	35,0		35,0	9,9	
RBP-post-A-112	3,3	0,4	3,7	4,1	0,5	8,2	12,8	45,0		45,0	7,3	
TT-paneel-D-003	22,4	1,3	23,7	7,0	0,5	0,8	8,3	20,0		20,0	16,0	



Joonis 7.2 Tornkraana Liebherr 280 EC-H16 Litronic tõsteparameetrid

Kui ülejäänud hoone karkass on monteeritud on vaja tellida autokraana, et tornkraana demonteerida. Sama autokraanaga saab monteerida ka probleemsed TT-paneelid. Autokraana Liebherr LTM 1200-5.1 tõsteparameetrid on näha joonisel 7.3. Kuna TT

paneelide montaaži autokraana vajadus on 2 päeva, saab selle paigutada kahte erinevasse asukohta. Tänu sellele saab montaažiraadiuseks 22 meetrit. [26]



		13,2 m	17,7 m	22,2 m	26,7 m	31,3 m	35,8 m
3	200	133,8	124,4	120,5			
3,5	142	131,3	125,5	120,7			
4	133	123,6	123,6	119	112,8		
4,5	125	115,4	115,3	115,1	111,4		
5	117	107,7	107,8	107,6	107,2	89,1	
6	105	94,8	95,4	94,7	94,4	87,1	71,1
7	93	84,5	85,1	84,4	84	82,9	69,5
8	82	75,9	76,4	75,9	75,5	75,9	66,5
9	73	68,7	69,3	68,7	69,2	68,7	62,5
10	62	62,6	63,2	62,6	63,1	62,7	58,6
11			57,7	57,1	57,7	57,2	55,2
12			53	52,3	52,9	52,4	52,3
13			48,5	48,6	48,5	48	48,6
14			44,7	44,8	44,6	44	44,8
15			39,6	41,2	40,9	41,1	41,2
16				38,1	37,8	38,5	38
18				32,8	32,4	33,2	32,6
20					28,3	28,9	28,3
22					25,7	25,4	25,9
24					21,8	22,4	23,2

Joonis 7.3 Autokraana Liebherr LTM 1200-5.1 tõsteparameetrid

7.2 Kraanade maksumuste võrdlus

Ratu juhendmaterjali järgi on üle 16 tonnise TT-paneeli monteerimise masinkulu 1,2 tundi. Ehitatava hoone 14 paneeli monteerimiseks on seega kraana vajadus 2 tööpäeva. Ülejäänud elementide monteerimiseks läheb tornkraanal kalendergraafiku järgi 64 tööpäeva. Tabelis 7.3 on toodud erinevate kraanavalikute maksumuste võrdlus. Hinnad on saadud ettevõttelt Ehitustehnika OÜ. [22]

Tabel 7.3 Erinevate kraanavalikute maksumuste võrdlus

Teenus	Liebherr 280 EC-H 16 Litronic			Liebherr LTM 1200-5.1			Terex CTT 721		
	Maksumus (€)	Kogus	Summa (€)	Maksumus (€)	Kogus	Summa (€)	Maksumus (€)	Kogus	Summa (€)
Paigaldusprojekt ja katsetused	750	1	750				750	1	750
Montaaž, transport, autokraana	4 900	1	4 900				9 000	1	9 000
Kuurent	5 000	3	15 000				9 500	3	28 500
Demontaaž	4 900	1	4 900				9 000	1	9 000
Tunni rent				175	17	2 940			
Kokku rent kraana valiku puhul (€)	28 490						47 250		
Hinnaerinevus (€)	18 760								

Tabelist 6.3 on selgelt näha, et tornkraana ja autokraanade kombinatsioon on 18,8 tuhat eurot ehk 40 % odavam kui ühe võimasa tornkraana kasutamine.

8. TÖÖ JA KESKKONNAKAITSE

Ehitusobjekti tööohutuse tagamine on üks ehitusvaldkonna kriitilisemaid ülesandeid. Peamiselt keskendutakse töötajate tervise, ohutuse ja heaolu kindlustamisele ning selle saavutamiseks rakendatakse erinevaid meetmeid.

Antud peatüki koostamisel lähtutakse NOBE OÜ tööohutus ja keskkonnakaitse nõuetest, mis omakorda vastavad ehitusseadustikule. [27]

8.1 Tööohutuskoolitus

Kõik töötajad, alltöövõtjad ja ehitusplatsi külalised peavad enne objektile minemist läbima tööohutuskoolituse, mille üldjuhul viib läbi peatöövõtja objektiinsener, kes on läbinud tööohutuskordinaatori koolituse. Tööohutuskoolitusel tutvustatakse tööohutuse reegleid ja ehitusplatsi spetsiifikat ning käsitletakse olulisemaid teemasid nagu isikukaitsevahendid, ohutu töötamine, tööõnnetuste käitumisjuhised, jäätmekäitlus ja esmaabi. Koolituse läbinud annavad omalt poolt allkirja ja kinnitavad sellega, et saavad reeglitest aru ning peavad neist kinni. Et objektimeeskonnal oleks lihtsam aru saada, kas platsil on kõik töölised koolitatud, antakse koolituse läbinutele kiivrikleepsud, mis kinnitavad nende osavõttu.

8.2 Isikukaitsevahendid ja töövahendid

Objektil on alati kohustuslik kanda kinnitatud lõuarihmaga kaitsekiivrit, kõrgnähtavaid kaitseriideid ning tugevdatud ninaga turvajalanõusid. Sõltuvalt töö iseloomust on kohustuslik kanda ka kaitseprille või visiiri, kuulmiskaitsevahendeid, hingamiskaitsevahendeid, vibratsioonivastaseid kindaid ja kõrgustes töötades turvarakmeid. Arvesse tuleb võtta, et tugevdusega nokamüts ei vasta kiivri nõuetele. Kõrvaklapid ei kaitse müra eest ning võivad takistada suhtlust läheduses töötavate inimestega ja seetõttu on ka need keelatud. Kaitseprillid on kohustuslikud kõikide lõiketööde ja betoonitööde puhul. Optilised prillid ei ole kaitseprillid.

Kõik kasutatavad töövahendid peavad olema tehniliselt korras ning keelatud on lahti ühendada, muuta või teiselaldada töövahendi ohutust tagavaid osasid.

8.3 Kukkumiskaitsevahendid

Kõrgustes töötades tuleb ohutuse tagamiseks kasutada turvarakmeid. Rakmete kohustus tekib töötades kukkumisohtlikes kohtades, kus pole piirdeid või korv- ja

käärtõstuki korvis. Samuti on rakmed kohustuslikud karkassietapi montaažitöödel ja tellingute paigaldamisel ning demontaažil. Rakmed peavad olema spetsialisti poolt vähemalt üks kord aastas kontrollitud.

Võimaluse korral tuleb alati eelistada piirdeid üle 2-meetrise kukkumiskõrguse puhul. Kaitsepiirdeid tuleb kasutada tõsise kukkumisohu puhul ka väiksema kukkumiskõrgusega kohtades. Piirdel peab olema vähemalt meetri kõrgusel käsipuu, poole meetri kõrgusel vahepiire ja põrandatasandil varbalaud.

8.4 Tõstetööd

Tõsteseadmeid võib käsitleda ainult vastava väljaõppega tööline. Seadmel peavad olema korras tõstevahendid, toimivad heli- ja valgussignaaliid, kontrollitud tulekustuti ning regulaarkontrolli protokoll. Tõstetsoon peab olema selgelt piiratud ning üle inimeste tõstmine on keelatud. Kõik tõstevahendid peavad olema nõuetekohaselt märgistatud ning kontrollitud ja nende valik peab vastama tõstetava materjali omadustele. Inimeste tõstmine seadmetega, mis pole selleks mõeldud, on keelatud.

8.5 Kaevetööd

Kaevisel nõlvad peavad vastama nõutud kaldele või olema piisavalt toetatud. Süvendist väljumiseks tuleb paigaldada sobiv trepp või redel. Pinnast ja raskematerjale ei tohi ladustada lähemale kui 1 meeter süvendi servast. Kõik kaevikud ja süvendid peavad olema selgelt piiritletud ohutuse tagamiseks.

8.6 Elekter

Enne tööde alustamist tuleb veenduda, et elektrikaablid on heas korras ja kahjustuseta. Tuleb arvestada, et katkiste kaablite omavoliline parandamine on keelatud. Õues või niisketes oludes tohib kasutada ainult spetsiaalselt vastavate tingimuste jaoks mõeldud pikendusjuhtmeid. Kaableid ja muid elektripaigaldisi tuleb kaitsta mehaaniliste kahjustuste eest ning seetõttu ei tohi neid paigaldada käiguteedele.

Tööalal peab olema tagatud piisav valgustus ja vajadusel tuleb selleks kasutada ajutist valgustust. Enne töödega alustamist tuleb veenduda, et valgustite klaasid, kuplid ja kaablid on kahjustusteta.

8.7 Tuletööd

Tuletööd nagu gaas- ja elekterkeevitus, metalli lõikamine, bituumeni ja muu põleva mastiksi kuumutamine ning lahtise leegi kasutamine, tohib teostada ainult isik, kellel on tuletöötunnistus. Tuletööde piirkonnas peab olema vähemalt kaks 6 kg tulekustutit. Bituumeni või mõne muu põlevmaterjali kuumutamisel peab töötsoonis olema vähemalt neli 6 kg tulekustutit.

8.8 Jäätmekäitlus

Ehitustööde käigus tuleb järgida keskkonnakaitse nõudeid. Kõik olemasolevad ja säilitatavad puud tuleb kaitsta ehitustegevuse ajaks. Prügi sorteerimine peab toimuma vastavalt projekti jäätmekavale, mis omakorda peab vastama kohaliku omavalitsuse jäätmekäitluse reeglitele. Eraldi sorteeritakse ehituspraht, puitmaterjalid, ohtlikud jäätmed ja olmejäätmed. Samuti tuleb veenduda, et jäätmekäitlusega tegeleval ettevõttel on vajalik tegevusluba.

8.9 Järelvalve ja vastutus

Ohutusmeetmete rakendamist jälgivad tööohutuse koordinaator, peatöövõtja ja alltöövõtjad. Iganädalaselt korraldab tööohutuse koordinaator tööohutusmöödistuse objektil, kus registreerib kõik reeglite rikkumised. Esmakordsete rikkumiste puhul hoiatatakse rikkujat ja tema otsest ülemust. Kui aga probleemid jätkuvad, on peatöövõtjal õigus teha trahvi. Vajadusel muudetakse jooksvalt tööohutusplaani ja teostatakse täiendavaid koolitusi. Ehitustööde turvalisuse tagamine nõuab pidevat järelvalvet, täpset juhendamist ja selget vastutuse jagamist kõigi osapoolte vahel, et ennetada õnnetusi ja kaitsta töötajate tervist.

KOKKUVÕTE

Magistritöös on läbi viidud ehitustehnoloogia ja platsikorralduse analüüs Ülemiste Hariduskompleksi näitel. Lõputöös töötati välja kolm tehnoloogilist kaarti olulisemate tööloikude kohta, arvutati projektijärgse kandekonstruktsiooni kandevõime ja võrreldi seda reaalselt tekkivate koormustega ning koostati kalendergraafik kõikidele tööloikudele. Esimeses peatükis kirjeldati objekti lähtetingimusi ehk pinnasegeoloogiat, ehitise asukohta ning ligipääsu. Teises peatükis toodi välja hoone tehnilised andmed, arhitektuurne kontseptsioon ja olulisemate konstruktsioonide kirjeldus. Samuti tutvustati hoone tehnosüsteeme - veevarustus, küte, ventilatsioon, jahutus ja elektripaigaldis. Kolmandas peatükis arvutati hoone esimese korruse raudbetoonposti kandevõime ja võrreldi seda reaalselt tekkivate koormustega. Kandevõime kontrollist selgus, et projektis nõutud 4Ø32 B500B armatuurist piisab koormuste vastuvõtmiseks. Tänu varuteguritele on posti kandevõime 1,5 korda suurem nõutavast. Neljandas peatükis koostati ehitusplatsi üldplaan, millelt leiab informatsiooni logistika, materjalide ladustamise, ajutiste ehitiste, piirete, jäätmete käitlemise ning kraana asukoha kohta. Viiendas peatükis pandi kokku koondkalenderplaan, kus on kajastatud kõik tööetapid koos kestustega, tööjõu vajadus, olulisemate ehitusmasinate vajadus, erinevate tööloikude omavaheline sõltuvus ja kõikide etappide ehitusmaksumused ning tootlused. Kuuendas peatükis töötati Ratu juhendite abil välja 3 tehnoloogilist kaarti olulisemate tööloikude kohta - vundamentide ehitus, müüritööd ja tüüpkorruste montaaž. Tehnoloogilistel kaartidel on detailsemalt välja arvutatud tööetapi ajakulu, tööjõu- ning masinvajadus ja normide täitmine. Kaartidel on tööloigud jaotatud haardealadeks ning igale haardealale on välja toodud materjalide vajadus. Samuti on näha olulisemad konstruktiivsed sõlmed. Seitsmendas peatükis keskenduti kraana valiku majanduslikule mõjule. Kraana valiti kõige suurema montaažiraadiusega ja kõige raskemate elementide järgi. Esimese võimalusena kaaluti suuremat tornkraanat, mis oleks võimeline kõik elemendid projektijärgsesse asukohta tõstma. Arvutuste järgi selgus aga, et väiksema võimekusega tornkraana ja autokraana kombinatsioon on tunduvalt odavam ja seetõttu õige valik. Magistritöö viimases peatükis toodi välja tööohutuse ja keskkonnakaitse meetmed, mida ehitusprotsessi jooksul järgitakse. Lõputöö koostamise käigus saavutati kõik seatud eesmärgid. Töö tegemine süvendas arusaamist ehitusprotsessist tervikuna ning andis selgema ettekujutuse tööde omavahelisest sõltuvusest ja ehituse planeerimise põhimõtetest.

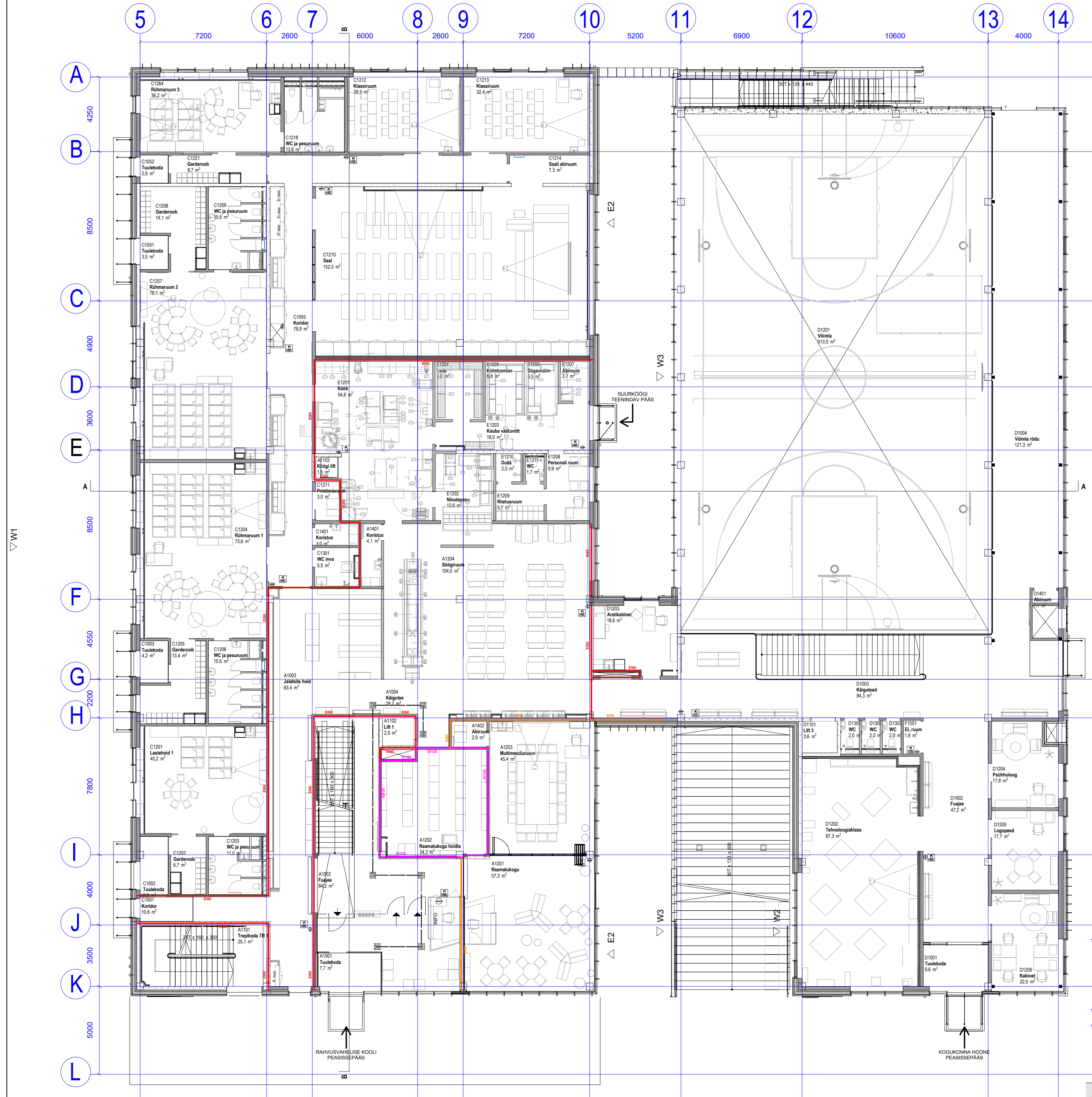
SUMMARY

The master's thesis presents an analysis of construction technology and site organization, using the Ülemiste Educational Complex as a case study. The thesis includes the development of three technological cards for key work stages, the calculation of the load-bearing capacity of the structural framework as per the project and its comparison with actual loads, and the preparation of a comprehensive schedule for all work phases. In the first chapter, the site conditions, including soil geology, location and access, were described. The second chapter provides the building's technical data, architectural concept and descriptions of the key structural components. It also introduces the building's technical systems such as water supply, heating, ventilation, cooling and electrical installations. In the third chapter, the load-bearing capacity of the first floor reinforced concrete column was calculated and compared to actual loads. The analysis revealed that the project-specified reinforcement of 4Ø32 B500B is sufficient to handle the loads. Thanks to the safety factors, the column's load-bearing capacity is 1,5 times greater than required. The fourth chapter includes a general site plan, detailing logistics, material storage, temporary structures, fencing, waste management and crane positioning. In the fifth chapter, a consolidated construction schedule was prepared, encompassing all work phases with their durations, workforce requirements, major construction machinery needs, interdependencies between tasks, and costs and productivity for all phases. In the sixth chapter, three technological cards for key work phases were developed based on Ratu guidelines. These cards include detailed calculations of time consumption, workforce and machinery needs, and compliance with standards. Work phases are divided into zones, with material requirements for each zone outlined. The cards also highlight key structural joints. The seventh chapter focuses on the economic impact of crane selection. The crane was chosen based on the maximum lifting radius and heaviest elements. Initially, a larger tower crane capable of lifting all elements to their project-designated position was considered. However, calculations showed that a combination of a smaller tower crane and a mobile crane is significantly more cost-effective and thus the optimal choice. The final chapter outlines safety and environmental protection measures to be followed during the construction process. All objectives of the thesis were achieved. The research deepened the author's understanding of the construction process as a whole and provided clearer insights into the interdependencies of tasks and the principles of construction planning.

KASUTATUD KIRJANDUS

- [1] Kolm Pluss Üks OÜ. UHK2_TP_AR-3-01_v03_seletus. Seletuskiri arhitektuur. Töö nr 253. Tallinn 2023.
- [2] OÜ Reaalprojekt. Sepise tn.8 ja 10 rekonstrueerimine. Ehitusgeoloogiline uuring. Töö nr GL15079. Tallinn 2016.
- [3] Sirkel & Mall OÜ. UHK2_TP_EK-3-01_seletuskiri. Konstruktsiooni osa seletuskiri. Töö nr 23069. Tallinn 2023.
- [4] GECC LP OÜ. UHK_TP_VK-3-01_v01_seletuskiri. Hoonesisene veevarustus ja kanalisatsioon seletuskiri. Töö nr 20422P. Tallinn 2023.
- [5] GECC LP OÜ. UHK2_TP_KV-3-01_seletuskiri. Küte, ventilatsioon ja jahutus seletuskiri. Töö nr 20422P. Tallinn 2023.
- [6] 3INS OÜ. UHK2_TP_EL-3-001_v02_seletus. Tugevvoolupaigaldise seletuskiri. Töö nr UHK2. Tallinn 2023.
- [7] *EUROKOODEKS Ehituskonstruktsioonide projekteerimise alused*, EVS-EN 1990:2002+NA:2002, 2003.
- [8] *EUROKOODEKS 2: Betoonkonstruktsioonide projekteerimine*, EVS-EN 1992-1-1:2005+A1:2015/NA:2015, 2015.
- [9] Sirkel & Mall OÜ. UHK2_TP_EK-7-001_v03_konstruktsioonityybid. Konstruktsioonitüübid. Töö nr 23069. Tallinn 2023.
- [10] *EUROKOODEKS 1: EHITUSKONSTRUKTSIOONIDE KOORMUSED Osa 1-1: Üldkoormused, mahukaalud, omakaalud, hoonete kasuskoormused*, EVS-EN 1991-1-1:2002, 2003.
- [11] *EUROKOODEKS 1: EHITUSKONSTRUKTSIOONIDE KOORMUSED Osa 1-3: Üldkoormused. Lumekoormus*, EVS-EN 1991-1-3:2006+A1:2016+NA:2016, 2016.
- [12] TajuRuum OÜ. UHK2_TP_AS-3-01_ASENDIPLAAN. Asendiplaan. Töö nr 22K141. Tallinn 2023.
- [13] Sirkel & Mall OÜ. Konstruktsiooni osa tööprojekt. Töö nr 23069. Tallinn 2023.
- [14] *Rakestamine, puitraketised*. RATU 21-0269. 2005.

- [15] *Sarrustamine*. RATU 22-0274. 2004.
- [16] *Betoonimine*. RATU 23-0275. 2004.
- [17] *Plokkmüüritised*. RATU 42-0290. 2005.
- [18] *AS Framm betoonmüürikivide ja nendest laotud müüritise kasutusjuhend*, AS Framm, 2024.
- [19] *Seinapaneelide montaaž*. RATU 25-0281. 2004.
- [20] *Postide ja talade montaaž*. RATU 25-0280. 2004.
- [21] *Metallkonstruktsioonide montaaž*. RATU 35-0246. 2002.
- [22] *Õõnes ja TT-paneelide montaaž*. RATU 25-0278. 2004.
- [23] *Šahti- ja trepielementide montaaž*. RATU 25-0282. 2004.
- [24] Terex Corporation, „FLAT TOPP TOWER CRANE CTT 721-40.” Cranbalt.com. Kasutatud: 01.11.2024. Saadaval: https://cranbalt.com/wp-content/uploads/2020/08/CTT721-40_WEB_metric-datasheet-en-it-de-fr-es-pt-ru.pdf
- [25] Liebherr-Werk Biberach GmbH, „Turmdrehkran 280 EC-H 16 Litronic.” Vikingcranes.ee. Kasutatud: 01.11.2024. Saadaval: <https://vikingcranes.ee/wp-content/uploads/2019/04/Liebherr-280EC-H16-Litronic.pdf>
- [26] Liebherr-Werk Biberach GmbH, „Mobilkran LTM 1200-5.1.” Vikingcranes.ee. Kasutatud: 01.11.2024. Saadaval: https://vikingcranes.ee/wp-content/uploads/2019/04/Liebherr_LTM_1200.pdf
- [27] NOBE OÜ. (2023). Ehitusplatsi reeglid [PowerPoint esitlus]

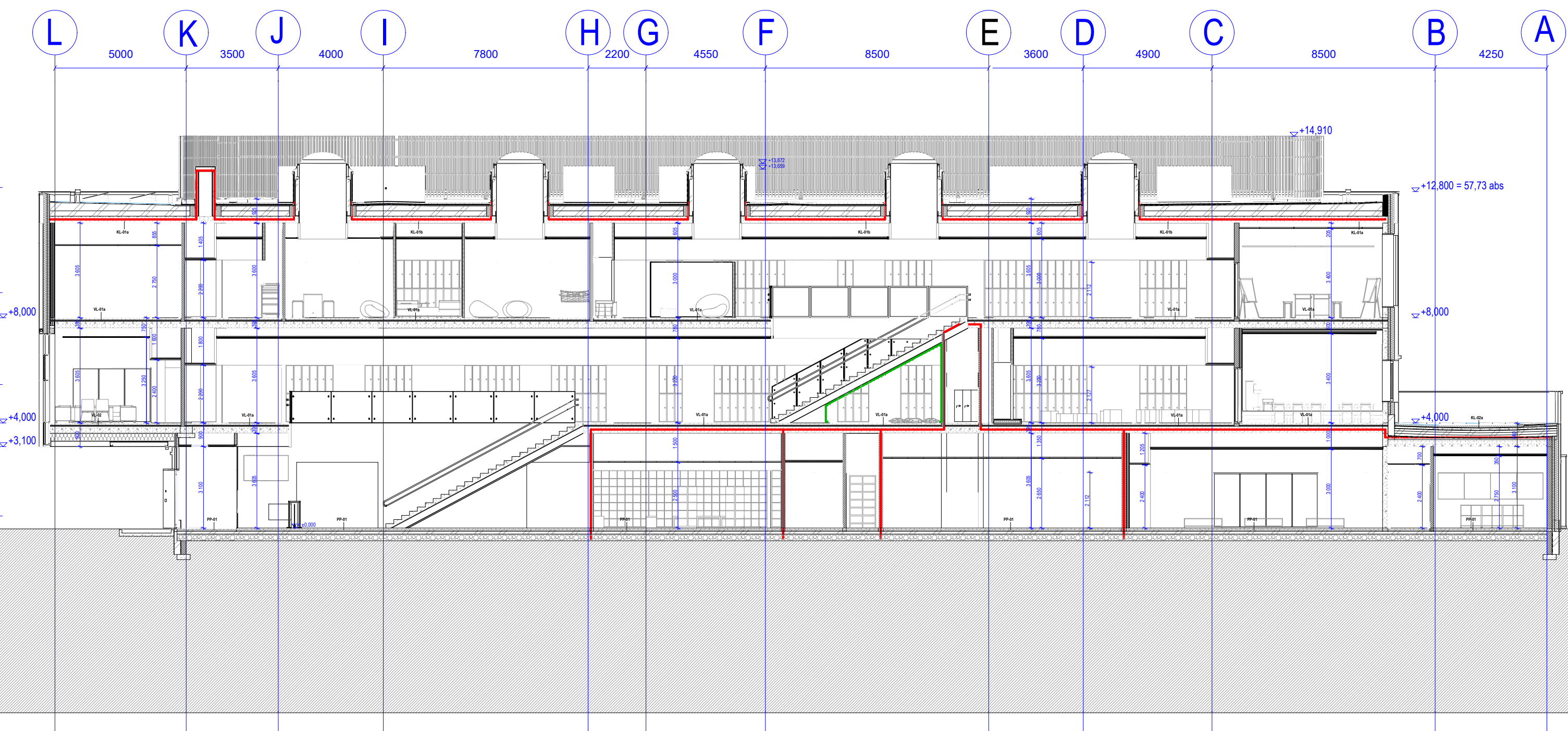
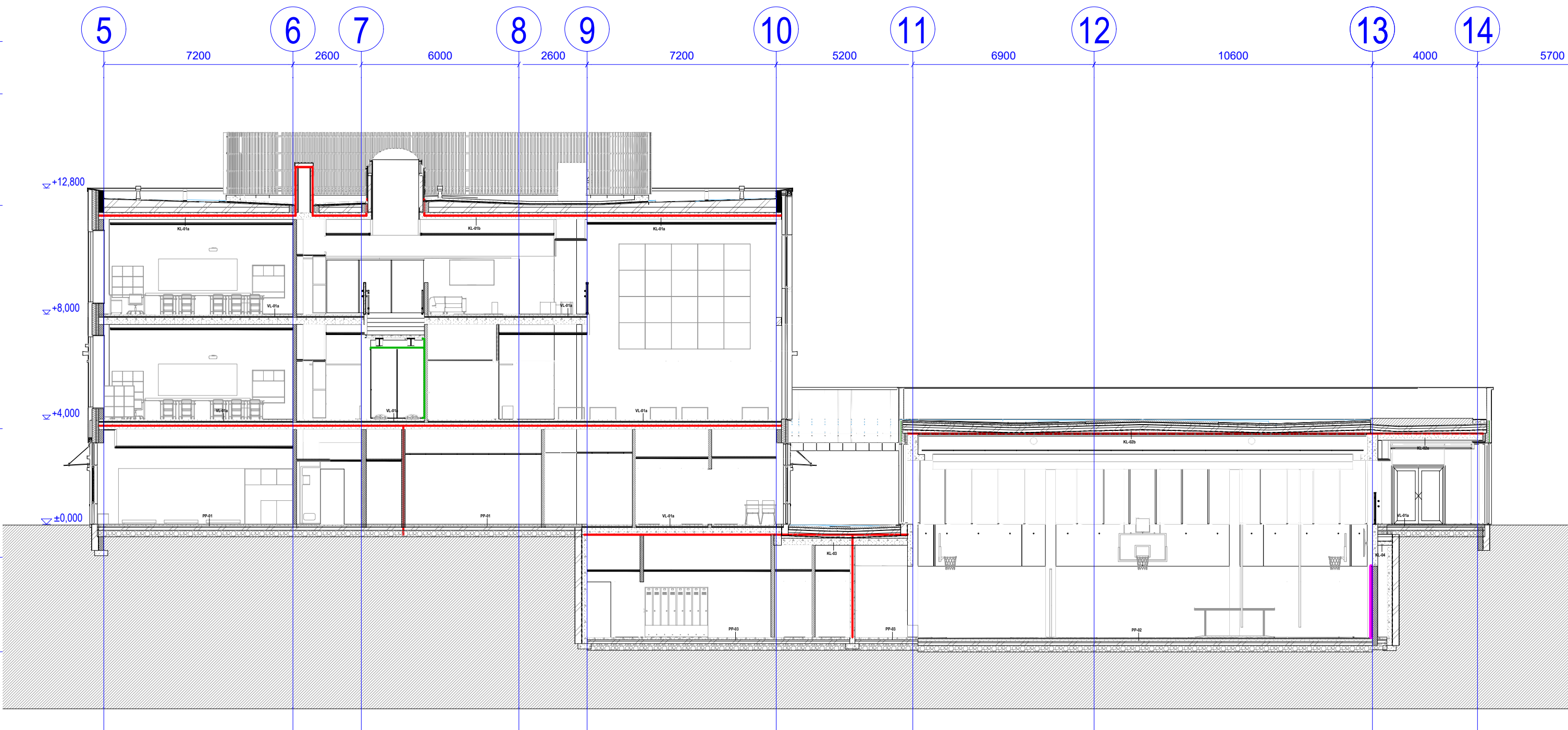


MÄRKUSED

1. Konstruktioonisoonid on kirjeldatud ehituskonstruktioonisoonide projektiosas
2. Välimiistustmaterjalide täpsem kirjeldus on arhitektuurses seletuskirjas
3. Siseviimistustmaterjalid on kirjeldatud sisearhitektuuri projektiosas (vt SA laeplaanid, põrandaplaanid, viimistlusplaanid, sisearhitektuursed vaated ja lõiked).
4. Teisaldatav mööbel, sisseehitatud ja erimööbel, sanitaartechnika ning muud siseruumides kasutatavad seadmed on kirjeldatud sisearhitektuuri projektiosas (vt SA funktsionaalsed plaanid, erimööbli joonised)
5. Sisevatalited - siseuksed, siseaknad, klaasseinad, hooldusluugid on kirjeldatud sisearhitektuuri projektiosas (vt SA spetsifikatsioonid)
6. Fassaadi valgustuse kohta vaata täpsemalt tugevvoolu projektiosast.
7. Hoone varustuse täpsem kirjeldus on toodud seletuskirjas
8. Arhitektuurse jooniste aluseks on Valukoja 9 arhitektuurne tööprojekt

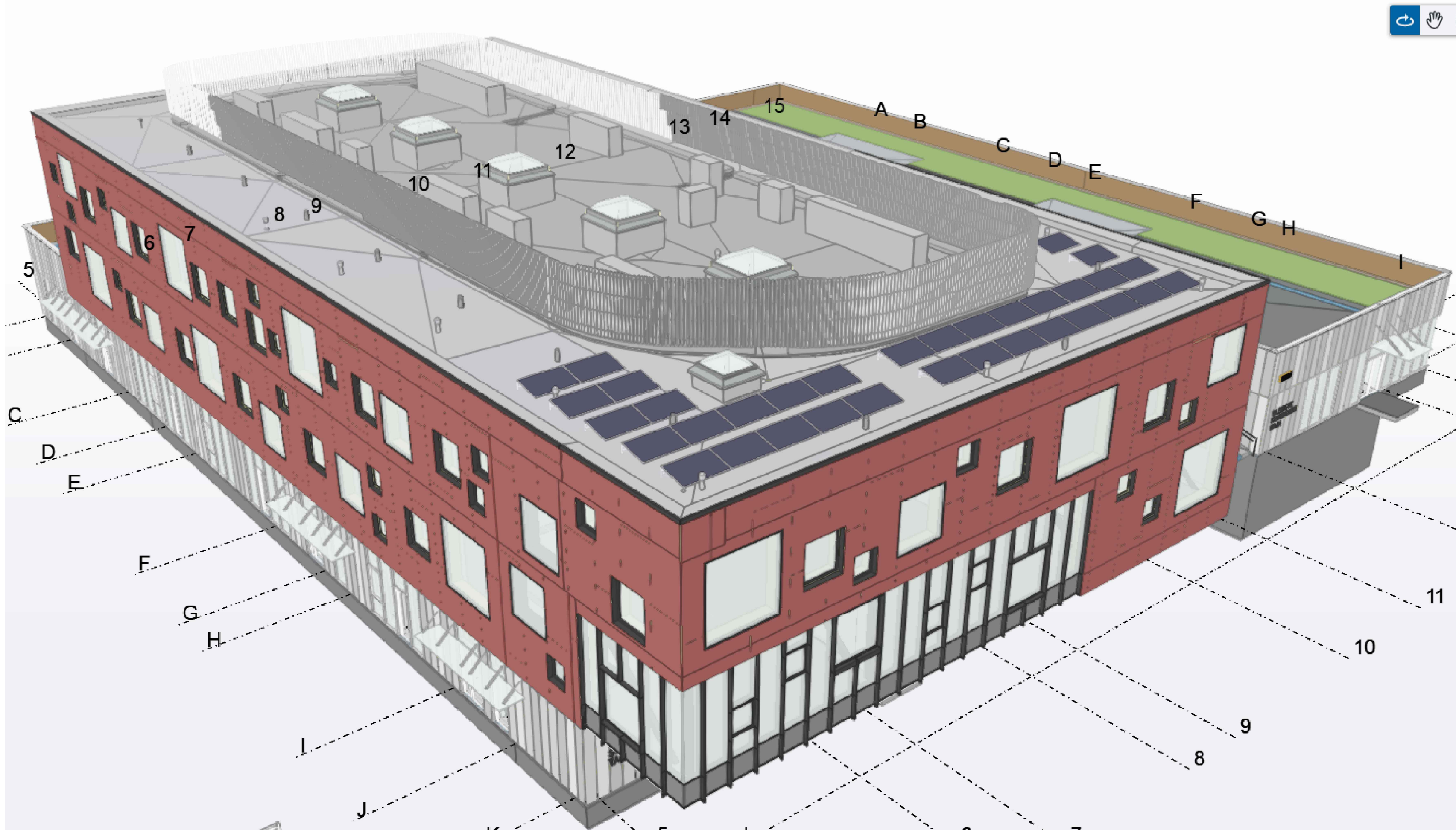
TINGMÄRGID

- Ei60 Ei 60 tuletõkkeseksiooni piir
- Ei90 Ei 90 tuletõkkeseksiooni piir
- Ei120 Ei 120 tuletõkkeseksiooni piir
- Maapind lõikes
- E2 Vaatesuuna tähis
- A A Lõike tähis

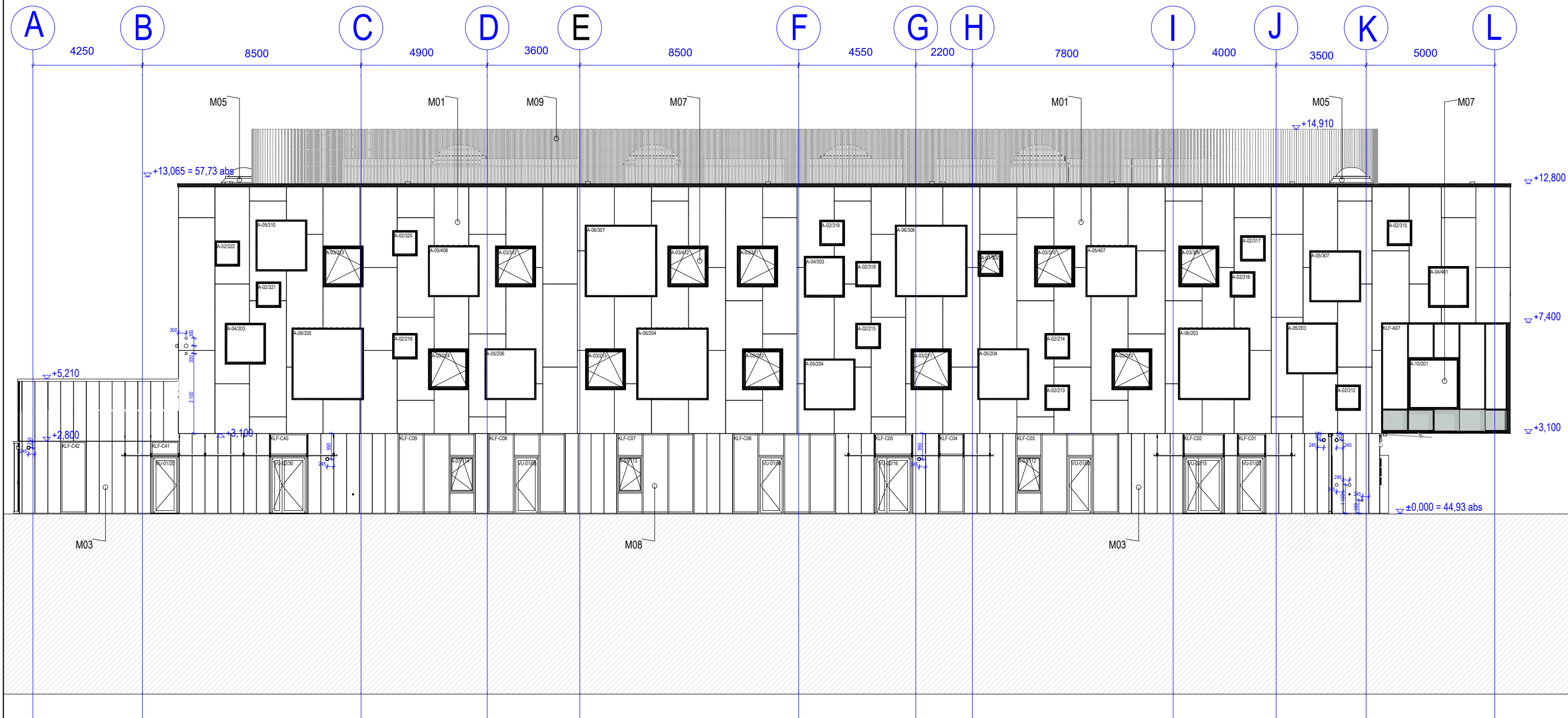


	INSENERITEADUSKOND		Magistritöö	Leht / Lehti: 1/9
	Koostaja:	Altkiri/kuupäev:	Hoone arhitektuur 1/2	
	Sander Tambik	13.11.2024		
	Juhendaja:	Altkiri/kuupäev:		
Irene Lill	13.11.2024			
Ehituse ja arhitektuuri instituut			Ehitustehnoloogia ja plastsikorduse analüüs Tallinnas, Valukoja 9 Hariduskompleksi ehituse näitel	

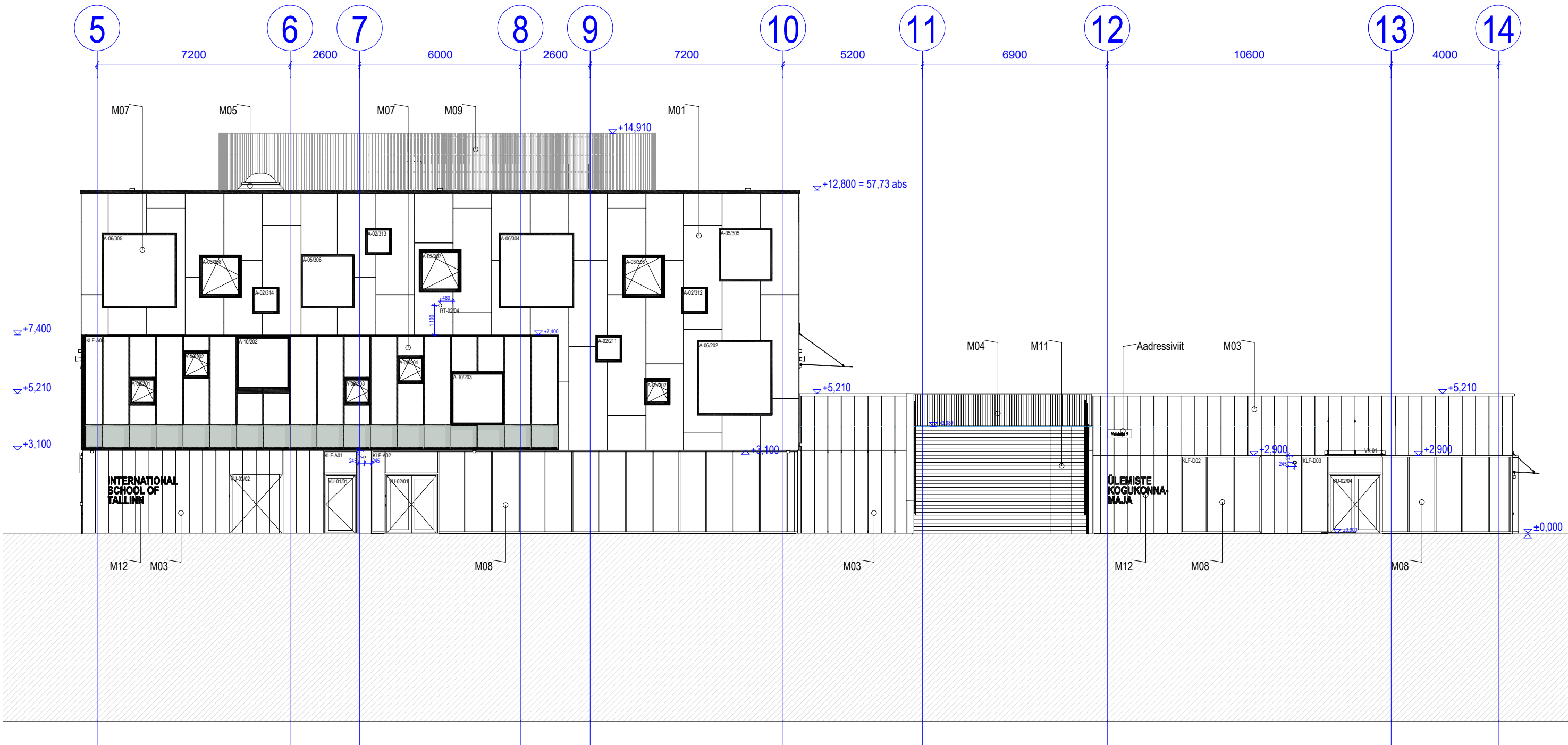
3D VAADE EDELAST



VAADE LÄÄNEST
1:150



VAADE LÕUNAST
1:150



FASSAADIMATERJALID

M01 - alumiiniumkomposiitplaat, metalne vaskne toon

M03 - alumiiniumkomposiitplaat, 3 erinevat hõbevalget tooni.

M04 - termomänni laudis, vertikaalne paigaldus

M05 - SBS rullmaterjal, helehall

M06 - päikesepaneel

M07 - klaasfassaad / aken - alumiiniumraam, must RAL 9005

M08 - klaasfassaad / aken - alumiiniumraam, naturaalne anodeeritud alumiinium

M09 - kuumtsingitud terasplekist ribid

M11 - katuseterrassi ja välistreppide katend (vt MA osa)

M12 - valgustatud fassaadigraafika (lahendus kirjeldatakse infograafika projektiosas)

MÄRKUSED

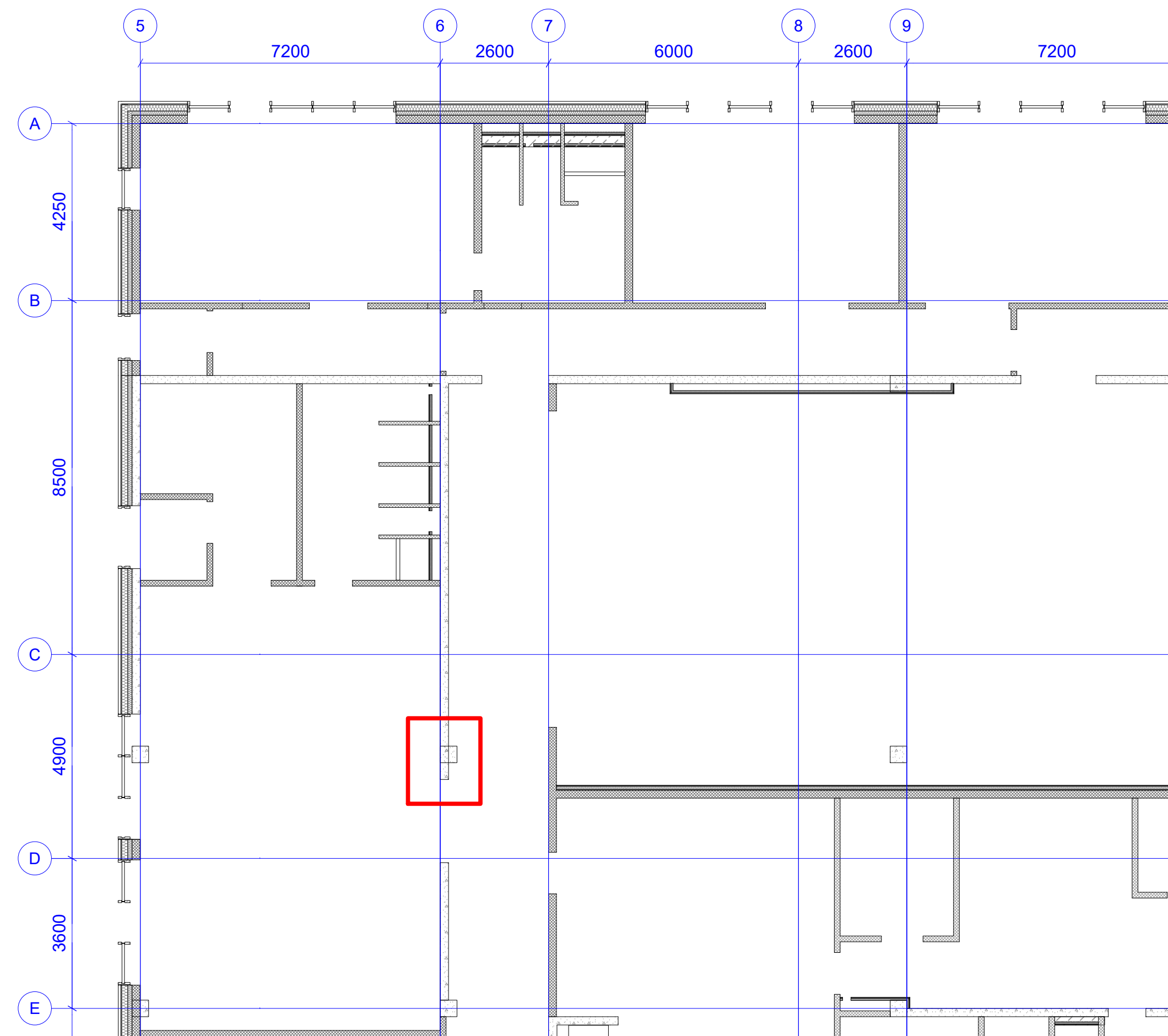
1. Konstruksioonitüübid on kirjeldatud ehituskonstruksioonide projektiosas
2. Välisviimistlusmaterjalide täpsem kirjeldus on arhitektuurses seletuskirjas
3. Fassaadi valgustuse kohta vaata täpsemalt tugevvoolu projektiosast.
4. Arhitektuursete jooniste aluseks on Valukoja 9 arhitektuurne tööprojekt

	INSENERITEADUSKOND		Magistritöö	Leht / Lehti: 2/9
	Koostaja:	Altkiri/kuupäev:	Hoone arhitektuur 2/2	
	Sander Tambik	13.11.2024		
	Juhendaja:	Altkiri/kuupäev:		
Irene Lill	13.11.2024			
Ehituse ja arhitektuuri instituut			Ehitustehnoloogia ja platsikorralduse analüüs Tallinnas, Valukoja 9 Hariduskompleksi ehituse näitel	

1. KORRUSE RAUDBETOONPOSTI KANDEVÕIME KONTROLL TELG 6/CD

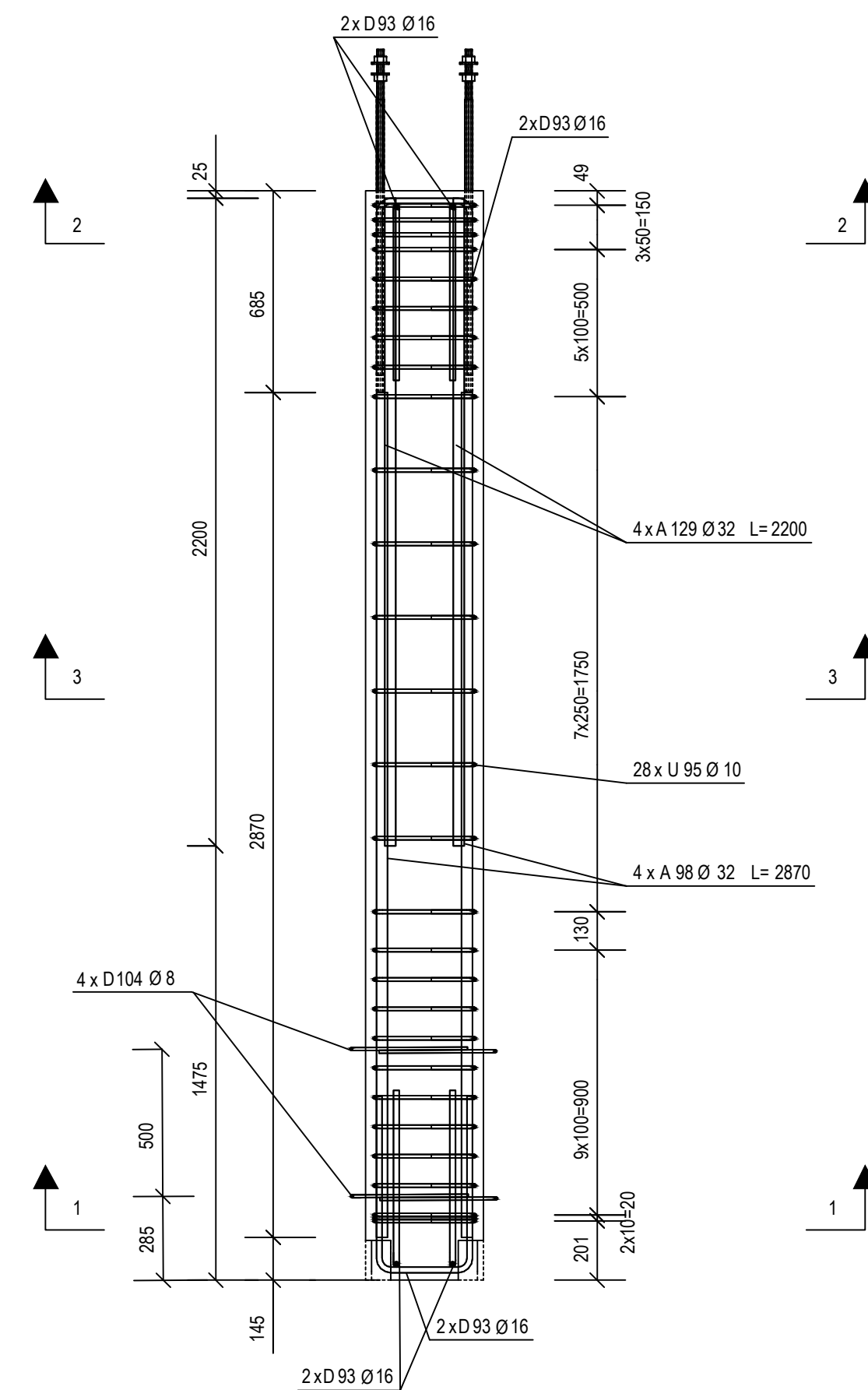
POSTI ASUKOHT KORRUSEPLAANIL

1:100



POSTI ARMEERIMINE

1:20



ELEMENDI INFO

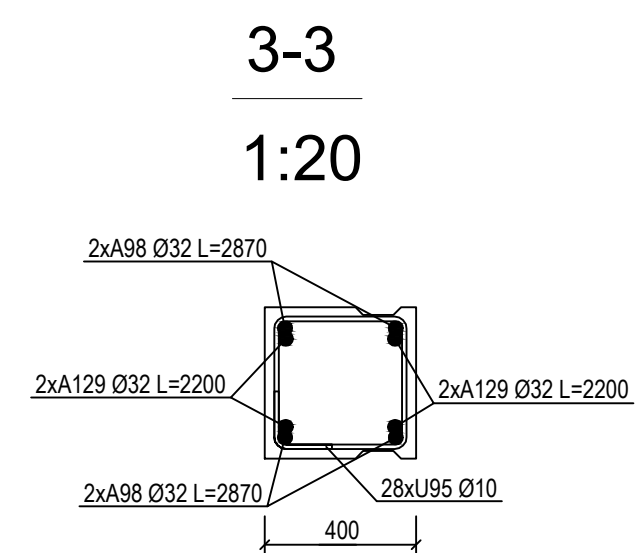
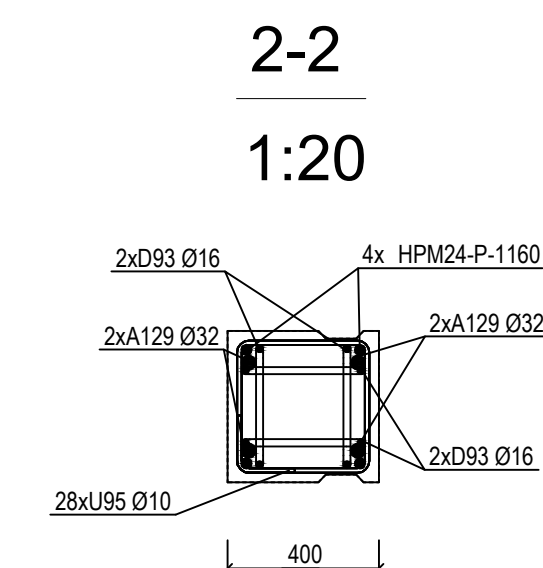
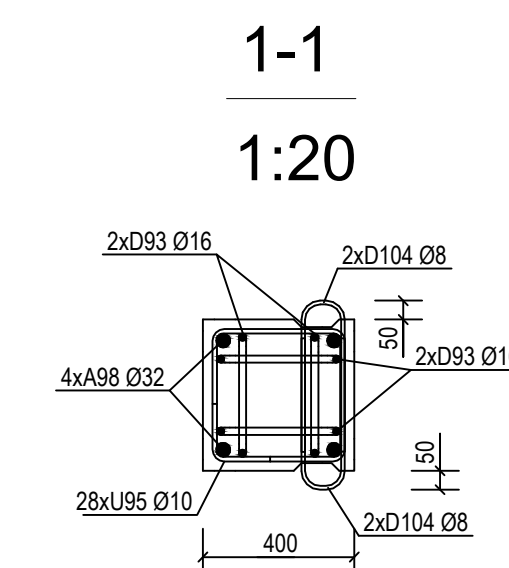
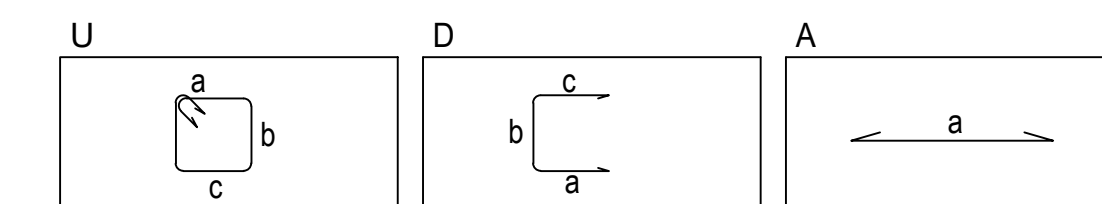
Tähtis	Kogus	Maas	Betooni maht kokku	Ristlõige	Bruto pindala	Kõrgus	Pikkus	Paksus
RBP-A-125	1 tk	1.5 t	0.6 m³	400x400	8.1 m²	400mm	3700mm	400mm
Nimetus	Betooniklass	C40/50	Keskkoormusklass	Tolerantsid	EVS-EN 14992	Kaitsekiht	EN 206-1	
RAUDBETOON POST								
Projekteeritud eluga	Faasid	Talupidarvus	XC1		KLASS-A		c.nom = 25 mm	
50. a	F = 10x10	R60						

MATERJALIDE KOKKUVÕTE

NIMETUS	MOOT	MARKIKLASS	KOOLUS	m ²	m ³	kg
ANKRUPOLT-PEIKKO	HPM24-P-1160		4 tk			21.1
SARRUS-TERAS	ø 8	B500B	3.4 jm			1.3
SARRUS-TERAS	ø 10	B500B	44.2 jm			27.3
SARRUS-TERAS	ø 16	B500B	11.6 jm			18.3
SARRUS-TERAS	ø 32	B500B	20.3 jm			128.0

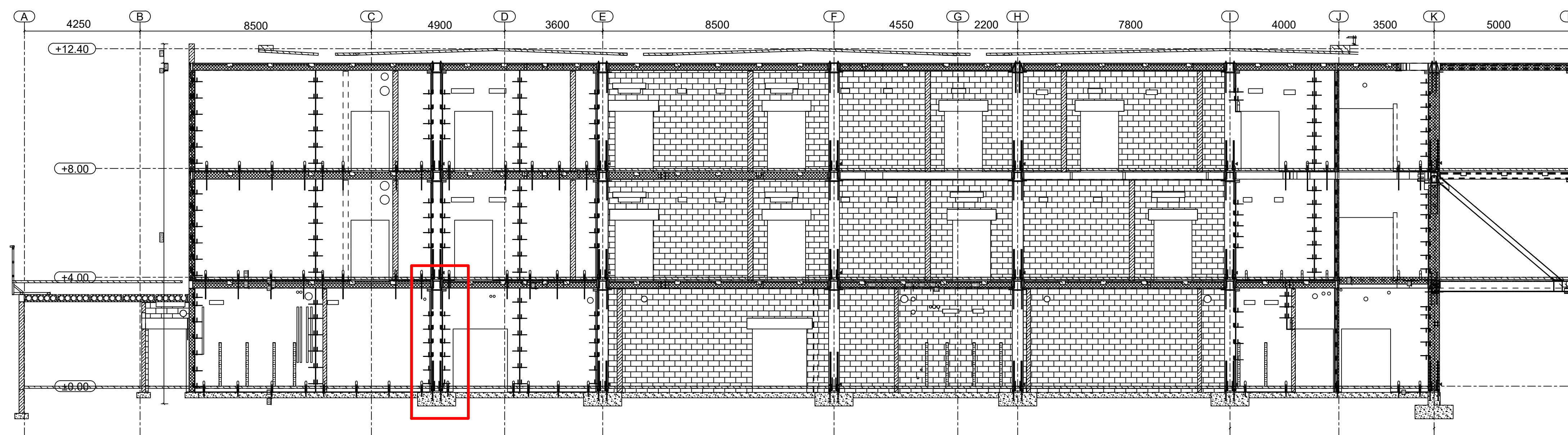
ARMATUURI PAINUTUSTABEL

TUÖP	KLASS	ARV	D	PIKKUS	a	b	c	d	e
A98	B500B	4	32	2870	2870				
A129	B500B	4	32	2200	2200				
D93	B500B	8	16	1450	600	326	600		
D104	B500B	4	8	850	400	115	400		
U95	B500B	28	10	1580	152	350	350	350	350



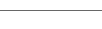
HOONE LÕIGE (TELG 6)

1:100



MÄRKUSED

1. Arhitektuurse korruseplaanide aluseks on Valukoja 9 arhitektuurne tööprojekt.
2. Konstruktivsete jooniste aluseks on Valukoja 9 konstruktivne tööprojekt

	INSENERITEADUSKOND		Magistritöö	Leht / Lehti: 3/9
	Koostaja:	Aitkini/kuupäev:	1. korruse raudbetoonposti kandevõime kontroll telg 6/CD	
	Sander Tambik	13.11.2024		
Juhendaja:	Aitkini/kuupäev:			
Johannes Pello	13.11.2024			
Ehituse ja arhitektuuri instituut			Ehitustehnoloogia ja platiskorralduse analüüs Tallinnas, Valukoja 9 Hariduskompleksi ehituse näitel	

EHITUSPLATSI ÜLDPLAAN 1:250

A diagram showing a horizontal line. The right portion of the line is colored red, and the left portion is colored blue. A vertical line segment, labeled with the letter 'Q', is positioned above the blue portion of the horizontal line.

 320A kilp



2H
Tootmishoone

H
Tootmishoone

PTV
PTV
PTV
PTV

32A kilp OK

Year	Number of people (millions)
1990	65
1991	70
1992	75
1993	70
1994	75
1995	80
1996	82
1997	84
1998	85
1999	80
2000	85

Pinnase ladu

Hüdrant

Kraana ohuala = 57,4m

SEPISE TN

Valukoja tn 12
78403:315:0218

	EHITATAV HOONE
	PIIRDEAD
	SÕIDUKI TIIBVÄRA
	ALLTÖÖVÕTJATE S
	PEATÖÖVÕTJATE S
	EHITUSJÄÄTMETE K
	PUIDUJÄÄTMETE K
	OLMEJÄÄTMETE K
	OHTLIKE JÄÄTMETE

	WC SOOJAK
	EHITUSÄEGNE ELEKTRIKILP
	KAABLIKAITSEKÕRIS AJUTINE KAABEL
	AJUTINE VEETORU
	ELEKTRI TRASS
	VEE TRASS
	KANALI TRASS
	AJUTISED TEED (LAIUS 4-6M)
	MASINATE LIIKUMISSUUND
	MONTAŽI MASINATE AJUTINE LIIKUMIS

	ESMAABIVAHENDID
	TULEKUSTUTUSVAHENDID
	HÄDAABITELEFON
	EHITUSOBJEKTI PARKIMISALA
	AJUTINE VALGUSTUS

**TAL
TECH**

INSENERITEADUSKOND

Magistritöö

Leht / Lehti:

4/9

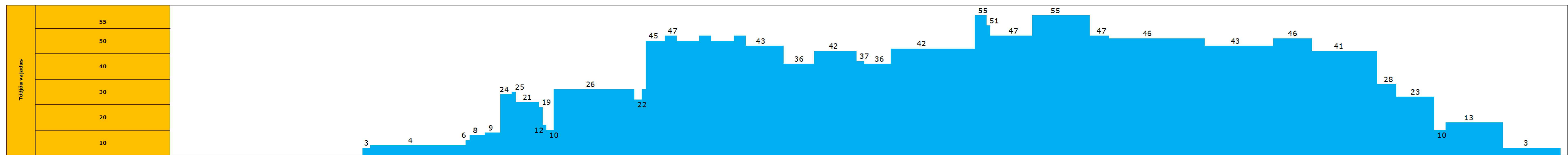
Ehitusplatsi üldplaan

Fhiture ja arhitektuuri instituut

+	Ehitustehnoloogia ja platsikorralduse analüüs Tallinnas, Valukoja 9 Hariduskompleksi ehituse näitel
---	--

KOONDKALENDERPLAAN

Nr	Tööloik	Maksumus (€)	Tööloos (eur/vah)	Tööloju väljulus (h-vah)	Tööajate arv	Vahetuste arv	Tööloogu palk (päev)	2023																								2024																																							
								juuni				juuli				august				september				oktoober				november				dets-ember				jaanuar				veebruar				märts				aprill				mai				juuni				juuli				august				septemb			
								Nädal 26	Nädal 27	Nädal 28	Nädal 29	Nädal 30	Nädal 31	Nädal 32	Nädal 33	Nädal 34	Nädal 35	Nädal 36	Nädal 37	Nädal 38	Nädal 39	Nädal 40	Nädal 41	Nädal 42	Nädal 43	Nädal 44	Nädal 45	Nädal 46	Nädal 47	Nädal 48	Nädal 49	Nädal 50	Nädal 51	Nädal 52	Nädal 1	Nädal 2	Nädal 3	Nädal 4	Nädal 5	Nädal 6	Nädal 7	Nädal 8	Nädal 9	Nädal 10	Nädal 11	Nädal 12	Nädal 13	Nädal 14	Nädal 15	Nädal 16	Nädal 17	Nädal 18	Nädal 19	Nädal 20	Nädal 21	Nädal 22	Nädal 23	Nädal 24	Nädal 25	Nädal 26	Nädal 27	Nädal 28	Nädal 29	Nädal 30	Nädal 31	Nädal 32	Nädal 33	Nädal 34	Nädal 35	Nädal 36	
1	Ettevalmistus	2 150	538	4	2	1	2	Ettevalmistustööd																																																															
2	Väljakaev, piikamine, tagasitäide, killustikualused	156 715	1 567	100	4	1	25	Väljakaev, piikamine, tagasitäide, killustikualused																																																															
3	Välisvõrgud	637 867	797	800	16	1	50	Välisvõrgud																																																															
4	Betoonitööd, montaažitööd, müüritööd																																																																						
4.1	Vundamendid																																																																						
4.1.1	HA1	9 567	966	10	4	1	5	Vundamendid HA1																																																															
4.1.2	HA2	9 195	914	10	4	1	5	Vundamendid HA2																																																															
4.1.3	HA3	9 124	936	10	4	1	4	Vundamendid HA3																																																															
4.1.4	HA4	9 072	959	9	4	1	4	Vundamendid HA4																																																															
4.1.5	HA5	9 308	963	10	4	1	3	Vundamendid HA5																																																															
4.2	-1. korruse monoliitsed seinad ja postid	174 989	500	350	10	1	35	-1. korruse monoliitsed seinad ja postid																																																															
4.3	-1. korruse müüritööd							Müüritööde 1. etapp																																																															
4.3.1	Müüritööde 1. etapp	24 136	314	77	7	1	12	Müüritööde 1. etapp																																																															
4.3.2	Müüritööde 2. etapp	17 847	304	59	5	1	13	Müüritööde 2. etapp																																																															
4.4	-1. korruse õõnespaneelide montaaž	27 765	1 543	18	6	1	3	-1. korruse õõnespaneelide montaaž																																																															
4.5	1. korruse montaaž							1. korruse seinade ja postide montaaž																																																															
4.5.1	Seinade ja postide montaaž	61 701	4 054	15	4	1	4	1. korruse seinade ja postide montaaž																																																															
4.5.2	Talade montaaž	32 554	4 773	7	4	1	2	1. korruse talade montaaž																																																															
4.5.3	Õõnespaneelide ja trepielementide montaaž	72 455	3 846	19	6	1	3	1. korruse õõnespaneelide montaaž																																																															
4.6	2. korruse montaaž							2. korruse seinade ja postide montaaž																																																															
4.6.1	Seinade ja postide montaaž	61 440	4 037	15	4	1	4	2. korruse seinade ja postide montaaž																																																															
4.6.2	Talade montaaž	31 698	4 648	7	4	1	2	2. korruse talade montaaž																																																															
4.6.3	Õõnespaneelide ja trepielementide montaaž	70 634	3 749	19	6	1	3	2. korruse õõnespaneelide montaaž																																																															
4.7	3. korruse montaaž							3. korruse seinade ja postide montaaž																																																															
4.7.1	Seinade ja postide montaaž	60 088	3 948	15	4	1	4	3. korruse seinade ja postide montaaž																																																															
4.7.2	Talade montaaž	31 000	4 546	7	4	1	2	3. korruse talade montaaž																																																															
4.7.3	Õõnespaneelide ja trepielementide montaaž	79 032	4 195	19	6	1	3	3. korruse õõnespaneelide montaaž																																																															
4.8	TT-paneelide montaaž	96 268	5 348	18	6	1	3	TT-paneelide montaaž																																																															
5	Katusetööd	304 314	1 208	252	4	1	63	Katusetööd																																																															
6	Fassaaditööd ja välisavataited							Klaasfassaad, aknad, ukSED																																																															
6.1	Komposiitfassaad	320 352	445	720	8	1	90	Komposiitfassaad																																																															
6.2	Klaasfassaad, aknad, ukSED	441 266	1 254	352	16	1	22	Klaasfassaad, aknad, ukSED																																																															
7	Monoliitsed põrandad + radoonitõke	132 626	544	244	4	1	61	Monoliitsed põrandad ja radoonitõke																																																															
8	Siseseinte ehitus							Laotud vaheseinad																																																															
8.1	Laotud vaheseinad	88 220	350	252	7	1	36	Laotud vaheseinad																																																															
8.2	Kipsist vaheseinad	89 319	186	480	8	1	60	Kipsist vaheseinad																																																															
9	Siseuste paigaldus	162 723	1 162	140	5	1	28	Siseuste paigaldus																																																															
10	Viimistlustööd	299 464	312	960	8	1	120	Viimistlustööd																																																															
11	Ripplagede paigaldus	228 012	317	720	8	1	90	Ripplagede paigaldus																																																															
12	Põrandakatete paigaldus	242 255	950	255	3	1	85	Põrandakatete paigaldus																																																															
13	Sisustuse ja mööbli paigaldus	619 611	1 475	420	7	1	60	Mööbli paigaldus																																																															
14	Tehnosüsteemid																																																																						
14.1	Veevarustus ja kanalisatsioon	165 029	224	736	4	1	184	Veevarustus ja kanalisatsioon																																																															
14.2	Küte	128 327	354	363	3	1	121	Küte																																																															
14.3	Ventilatsioon	433 561	757	573	3	1	191	Ventilatsioon																																																															
14.4	Jahutus	64 164	530	121	1	1	121	Jahutus																																																															
14.5	Tugevvool	599 363	612	980	5	1	196	Tugevvool																																																															
14.6	Nõrkvool ja automaatika	367 611	692	531	3	1	177	Nõrkvool																																																															
15	Teed, platsid ja haljastus	514 889	933	552	4	1	138	Teed, platsid ja haljastus																																																															
16	Objekti üleandmine			90	3	1	30	Üleandmine																																																															



Suuremate ehitusmasinate vajadus	
Nr	Masina nimetus
1	Ekskavaator
2	Hüdrovasar
3	Tomkraana
4	Autokraana
5	Autobetoonpump
6	Seguuto
7	Dieselküttesuk

EHITUSTÖÖDE KESTUS ON 313 TÖÖPÄEVA

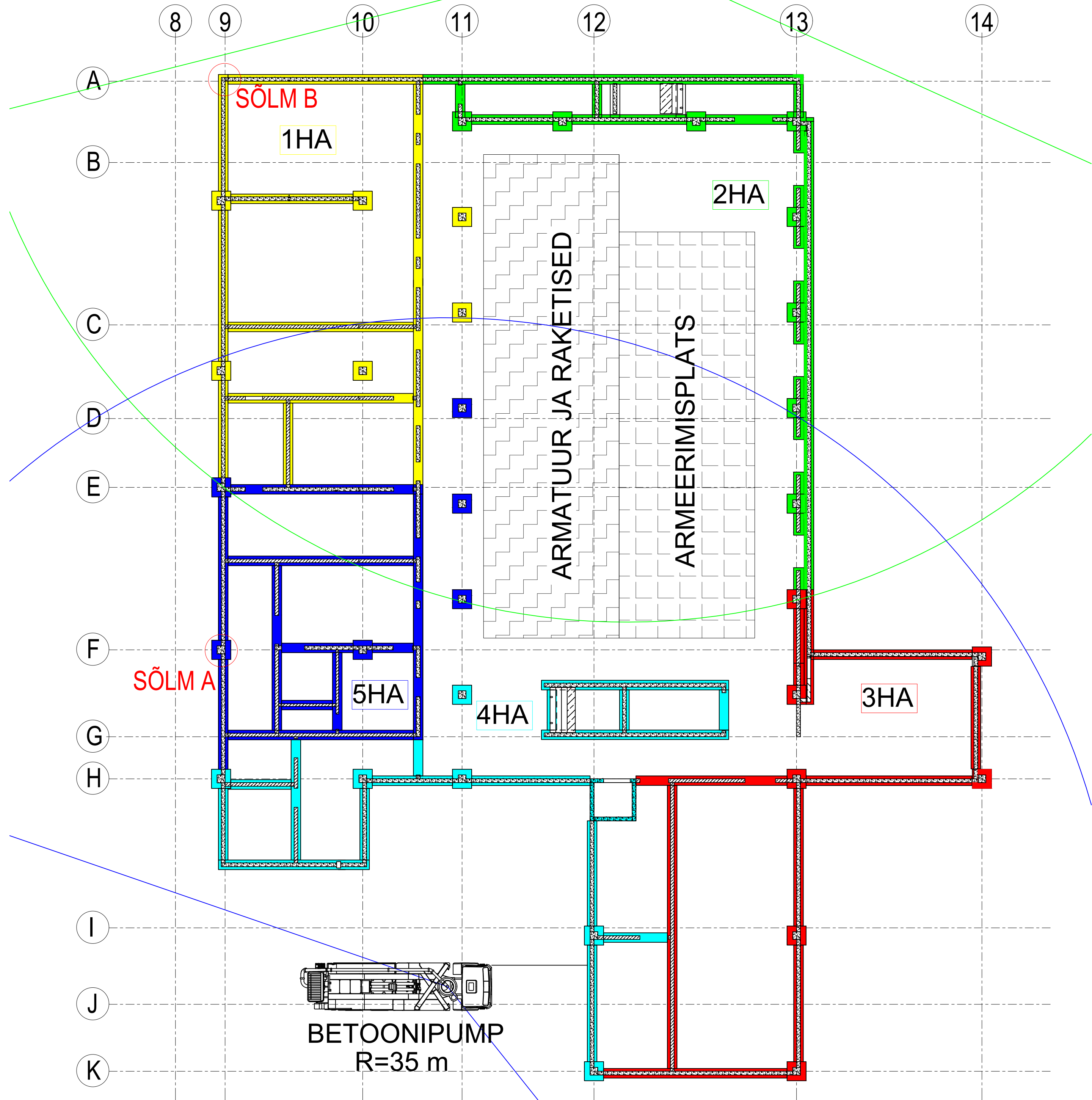
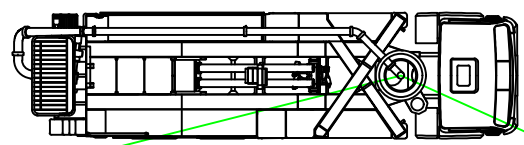
EHITUSTÖÖDE ALGUS ON 26.06.2023 JA LÕPP 04.09.2024

	INSENERITEADUSKOND		Magistritöö	Leht / Lehti 5/9
	Koostaja: Sander Tambik Juhendaja: Irene Lill	Altkiri/kuupäev: 13.11.2024 Altkiri/kuupäev: 13.11.2024	Koondkalenderplaan	
Ehituse ja arhitektuuri instituut			Ehitustehnoloogia ja plastsikorralduse analüüs Tallinnas, Valukoja 9 Hariduskompleksi ehituse näitel	

VUNDAMENTIDE TEHNOLOOGILINE KAART

HAARDEALADE PLAAN

1:150



TÖÖJÕU- JA MASINKULU TABEL

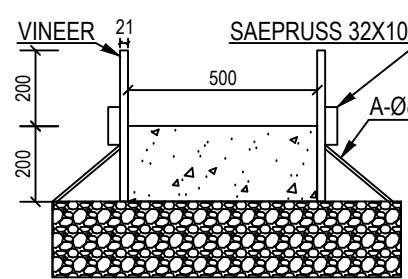
Jrk nr	Töö nimetus	Ühik	Ajanorm	Vundamendid									
				Normatiivne tööjõu- ja masinkulu haardealade kaupa									
				1		2		3		4		5	
				in-h/üh mas-h/üh	Kogus	in-h mas-h	Kogus	in-h mas-h	Kogus	in-h mas-h	Kogus	in-h mas-h	Kogus
1				Sarrustamine									
1.1	Teisaldamine	t	0,1	1,19	0,12	1,14	0,11	1,13	0,11	1,12	0,11	1,15	0,12
		t	0,1	1,19	0,12	1,14	0,11	1,13	0,11	1,12	0,11	1,15	0,12
1.2	Vundamentide sarrustamine	t	8,5	1,19	10,12	1,14	9,69	1,13	9,61	1,12	9,52	1,15	9,78
1	Kokku vahetused (mõjutegurid 1,1; 1,1)	in-vah			1,55		1,48		1,47		1,46		1,50
		mas-vah			0,02		0,02		0,02		0,02		0,02
2				Raketamine									
2.1	Teisaldamine	m²	0,05	67,80	3,39	69,64	3,48	67,22	3,36	64,92	3,25	66,30	3,32
		m²	0,05	67,80	3,39	69,64	3,48	67,22	3,36	64,92	3,25	66,30	3,32
2.2	Möödistustöö	m²	0,03	67,80	2,03	69,64	2,09	67,22	2,02	64,92	1,95	66,30	1,99
2.3	Raketise ehitamine	m²	0,35	67,80	23,73	69,64	24,37	67,22	23,53	64,92	22,72	66,30	23,21
2	Kokku vahetused (mõjutegurid 1,05; 1,05)	in-vah			4,02		4,13		3,98		3,85		3,93
		mas-vah			0,47		0,48		0,46		0,45		0,46
3				Betonimine									
3.1	Eeltööd	m³	0,03	9,95	0,2985	10,23	0,3069	9,87	0,30	9,53	0,29	9,73	0,29
3.2	Betonimine betoonipumba abil	m³	0,2	9,95	1,99	10,23	2,046	9,87	1,97	9,53	1,91	9,73	1,95
3.3	Järektööd	m³	0,02	9,95	0,199	10,23	0,2046	9,87	0,20	9,53	0,19	9,73	0,19
3	Kokku vahetused (mõjutegurid 1,15; 1,15)	in-vah			0,41		0,42		0,41		0,39		0,40
		mas-vah			0,33		0,34		0,33		0,32		0,32
4				Lahtiraketamine									
4.1	Lahtiraketamine	m²	0,15	67,80	10,17	69,64	10,45	67,22	10,08	64,92	9,74	66,30	9,95
4.2	Raketisetarvikute puhastamine	m²	0,2	67,80	13,56	69,64	13,93	67,22	13,44	64,92	12,98	66,30	13,26
4	Kokku vahetused (mõjutegurid 1,15; 1,15)	in-vah			3,92		4,03		3,89		3,76		3,84

MATERJALIDE KOKKUVÕTE			
NIMETUS	MATERJAL	MAHT [m³]	
LINTVUNDAMENT	BETOON C30/37	39.40	
POSTVUNDAMENT	BETOON C30/37	9.90	

ARMATUURVARRASTE KOKKUVÕTE				
NIMETUS	KLASS	DIAM. [mm]	PIKKUS [m]	MASS [kg]
SARRUSTERAS	B500B	8	5494.3	2176.1
SARRUSTERAS	B500B	10	3400.6	2086.8
SARRUSTERAS	B500B	12	925.6	822.7
SARRUSTERAS	B500B	16	359.3	568.5
SARRUSTERAS	B500B	20	32.1	79.2

RAKETIS

1:20

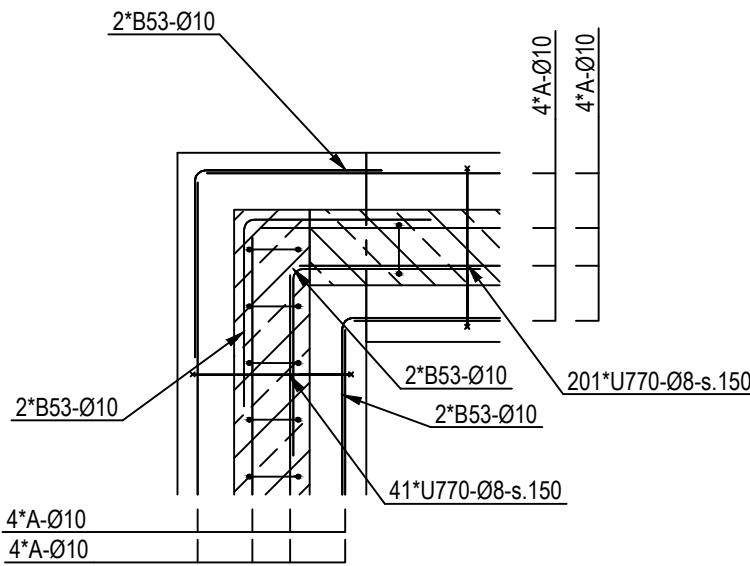


AJAGRAAFIK



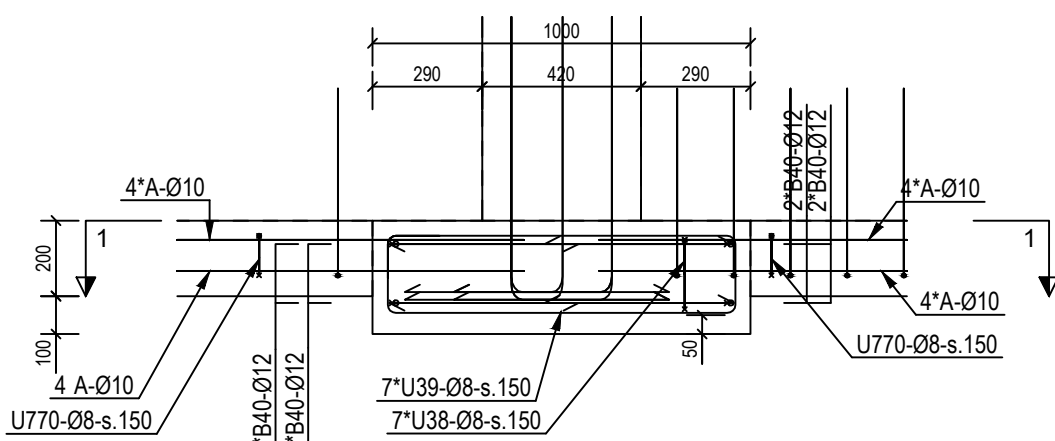
SÕLM B

1:20



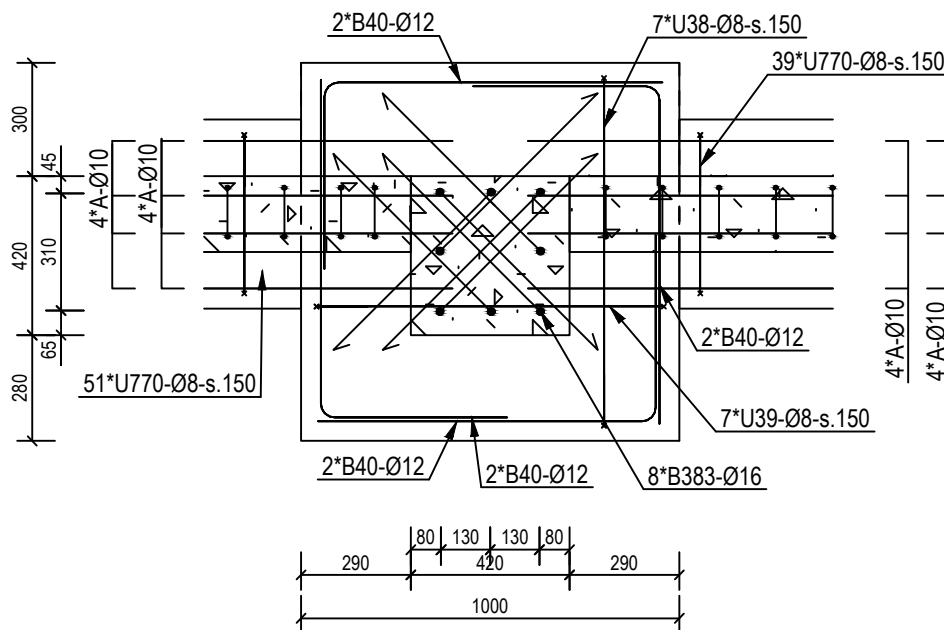
SÕLM A

1:20



LÕIGE 1-1

1:20



TEHNOLOOGILISED ARVUTUSED

Vundamendid																											
Jrk nr	Töö nimetus	Eriala/ masin	Haardeala 1					Haardeala 2					Haardeala 3					Haardeala 4					Haardeala 5				
			Arv	Norm tööjõu kulu	Kestus	Normitai tmis tegur	Valitud kestus	Arv	Norm tööjõu kulu	Kestus	Normitai tmis tegur	Valitud kestus	Arv	Norm tööjõu kulu	Kestus	Normitai tmis tegur	Valitud kestus	Arv	Norm tööjõu kulu	Kestus	Normitai tmis tegur	Valitud kestus					
				in-vah					in-vah					in-vah					in-vah								
				mas-vah					vah					vah					vah				mas-val	vah	vah	vah	
1	Sarrustamine	Armeerija	2	1,55	0,77	0,77	1	2	1,48	0,74	0,74	1	2	1,47	0,73	0,73	1	2	1,46	0,73	0,73	1	2	1,50	0,75	0,75	1
		Kraana	1	0,02	0,02	0,02	1	1	0,02	0,02	0,02	1	1	0,02	0,02	0,02	1	1	0,02	0,02	0,02	1	1	0,02	0,02	0,02	1
2	Raketamine	Raketstaja	2	4,02	2,01	1,00	2	2	4,13	2,06	1,03	2	4	3,98	1,00	1,00	1	4	3,85	0,96	0,96	1	4	3,93	0,98	0,98	1
		Kraana	1	0,47	0,47	0,47	1	1	0,48	0,48	0,16	3	1	0,46	0,46	0,46	1	1	0,45	0,45	0,45	1	1	0,46	0,46	0,46	1
3	Betonimine	Betoneerija	1	0,41	0,41	0,41	1	1	0,42	0,42	0,42	1	1	0,41	0,41	0,41	1	1	0,39	0,39	0,39	1	1	0,40	0,40	0,40	1
		Betoonipump	1	0,33	0,33	0,33	1	1	0,34	0,34	0,34	1	1	0,33	0,33	0,33	1	1	0,32	0,32	0,32	1	1	0,32	0,32	0,32	1
4	Lahtiraketamine	Raketstaja	4	3,92	0,98	0,98	1	4	4,03	1,01	1,01	1	4	3,89	0,97	0,97	1	4	3,76	0,94	0,94	1	4	3,84	0,96	0,96	1

MÄRKUSED

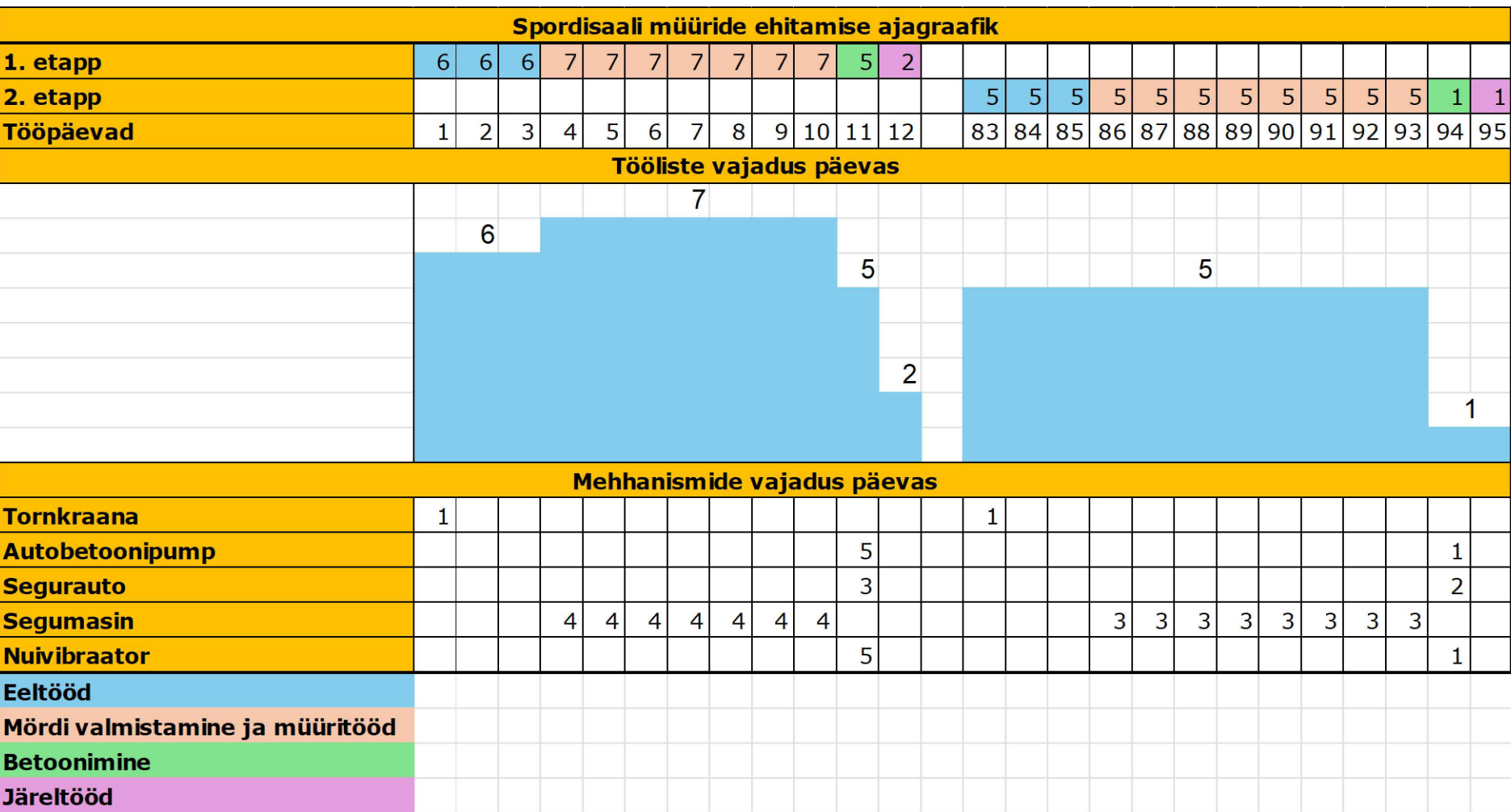
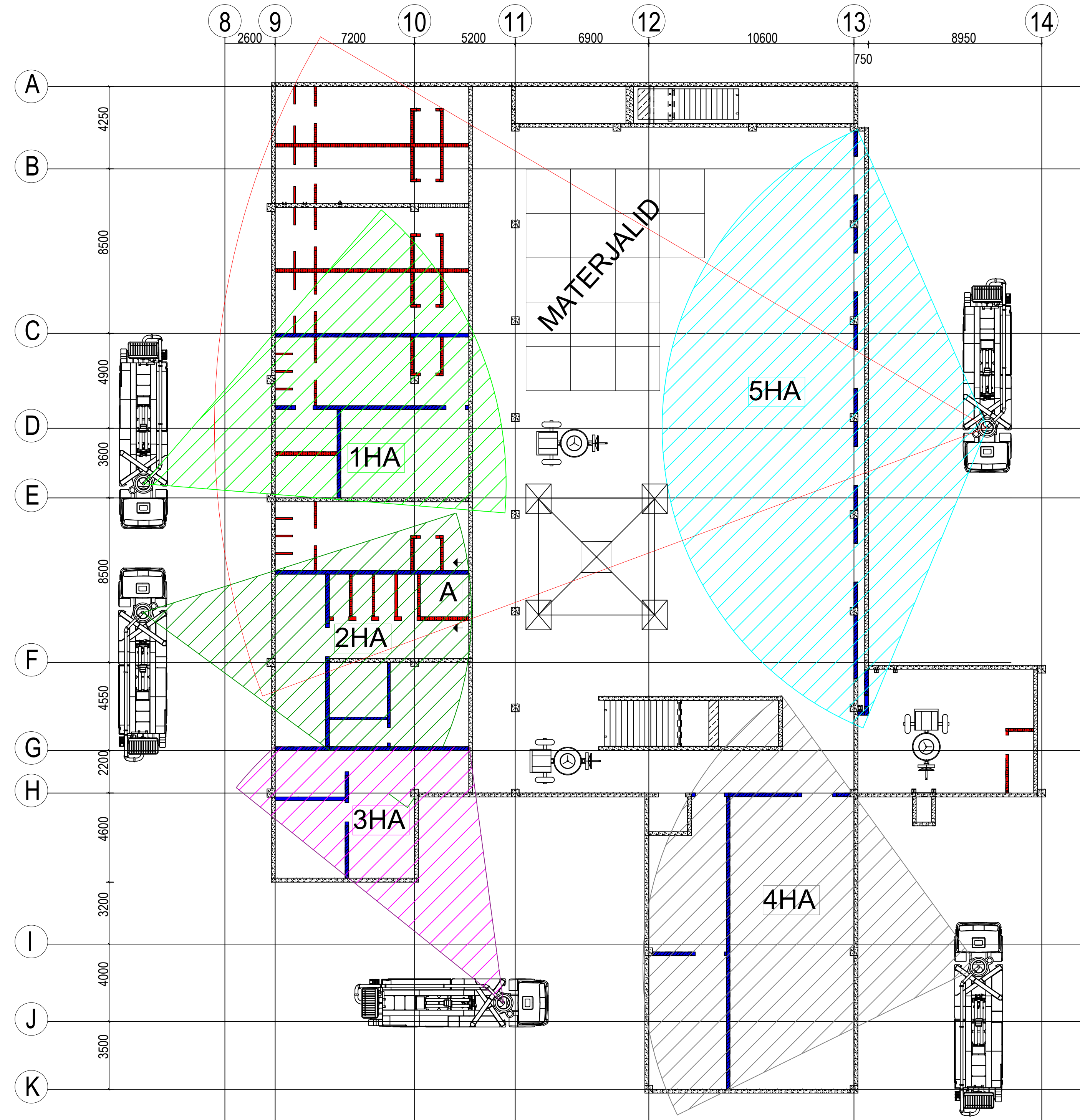
- Monoliitsete betoonkonstruktsioonide tugevusklass: C30/37
- Keskonnaklass: vundamendiplaat ja sokliseinad XC2, muu XC1
- Armatuuri nimikaitsekiht: vundamendiplaadis $c_{nom}=35\text{ mm}$ (all 50mm), sokliseintes $c_{nom}=35\text{ mm}$, mujal $c_{nom}=25\text{ mm}$
- Armatuuri tugevusklass B500B; keermelati tugevusklass 8.8
- 1. koruse süvises on lubatud paekivi lammutada maks. kuni -4.600m kõrgusmargini. Seejärel teha süvised vundamentide valamiseks (vajalik pinnase horisontaalsete koormuste vastuvõtmiseks)
- 1. koruse m/b konstruktsioonid valada veetihed betoonist lisandiga Xypex Admix C-1000 või analoog
- Konstruktivsete jooniste aluseks on Valukoja 9 konstruktiivne tööprojekt

INSENERITEADUSKOND		Magistritöö	Leht / Lehti: 6/9
Koostaja: Sander Tambik	Altkiri/kuupäev: 13.11.2024	Vundamentide tehnoloogiline kaart	
Juhendaja: Irene Lill	Altkiri/kuupäev: 13.11.2024		
Ehituse ja arhitektuuri instituut		Ehitustehnoloogia ja platiskorralduse analüüs Tallinnas, Valukoja 9 Hariduskompleksi ehituse näitel	

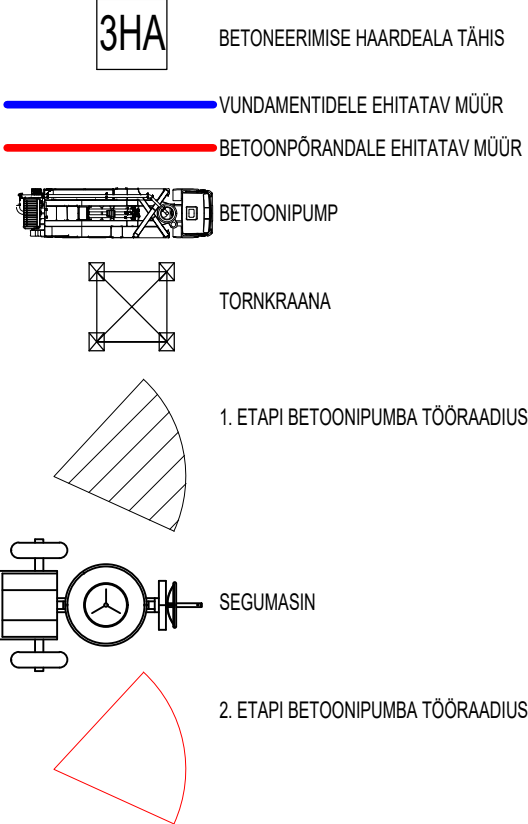
SPORDIHOONE MÜÜRITÖÖDE TEHNOLOOGILINE KAART

HAARDEALADE PLAAN

1:150



TINGMÄRGID



TÖÖJÕU- JA MASINKULU TABEL

1. etapi müürid						
Jrk nr	Töö nimetus	Ühik	Ajanorm	Normatiivne tööjõu- ja masinkulu		
				Kokku		
				in-h/üh	Kogus	in-h
				mas-h/üh		mas-h
1	Eeltööd ja mõõtmine					
1.1	Teisaldamine	alus	0,1	78,00	7,80	
1.2	Ehitustellingud	m²	0,2	472,66	94,53	
1.3	Töölavad	m²	0,05	472,66	23,63	
1.4	Mõõtmine	m²	0,04	472,66	18,91	
1	Kokku vahetused (mõjutegurid 1,1; 0,95)		in-vah		18,92	
			mas-vah		1,02	
2	Mördi valmistamine ja plokkide ladumine					
2.1	Mördi valmistamine	m²	0,47	472,66	222,15	
2.2	Plokkide ladumine, sarrustamine	m²	0,37	472,66	174,88	
2	Kokku vahetused (mõjutegurid 1,1; 0,95)		in-vah		51,86	
			mas-vah		29,02	
3	Betoonimine					
3.2	Betoonimine betoonipumba abil	m²	0,08	472,66	37,81	
3	Kokku vahetused (mõjutegurid 1,1; 0,95)		in-vah		4,94	
			mas-vah		4,94	
4	Järeltööd					
4.1	Objekti koristamine, töövahendite puhastamine	m²	0,02	472,66	9,45	
4	Kokku vahetused (mõjutegurid 1,1; 0,95)		in-vah		1,23	

2. etapi müürid						
Jrk nr	Töö nimetus	Ühik	Ajanorm	Normatiivne tööjõu- ja masinkulu		
				Kokku		
				in-h/üh	Kogus	in-h
				mas-h/üh		mas-h
1	Eeltööd ja mõõtmine					
1.1	Teisaldamine	alus	0,1	48,00	4,80	
1.2	Ehitustellingud	m²	0,2	378,42	75,68	
1.3	Töölavad	m²	0,05	378,42	18,92	
1.4	Mõõtmine	m²	0,04	378,42	15,14	
1	Kokku vahetused (mõjutegurid 1,1; 0,95)		in-vah		14,96	
			mas-vah		0,63	
2	Mördi valmistamine ja plokkide ladumine					
2.1	Mördi valmistamine	m²	0,47	378,42	177,86	
2.2	Plokkide ladumine, sarrustamine	m²	0,37	378,42	140,02	
2	Kokku vahetused (mõjutegurid 1,1; 0,95)		in-vah		41,52	
			mas-vah		23,23	
3	Betoonimine					
3.2	Betoonimine betoonipumba abil	m²	0,08	112,41	8,99	
3	Kokku vahetused (mõjutegurid 1,1; 0,95)		in-vah		1,17	
			mas-vah		1,17	
4	Järeltööd					
4.1	Objekti koristamine, töövahendite puhastamine	m²	0,02	378,42	7,57	
4	Kokku vahetused (mõjutegurid 1,1; 0,95)		in-vah		0,99	

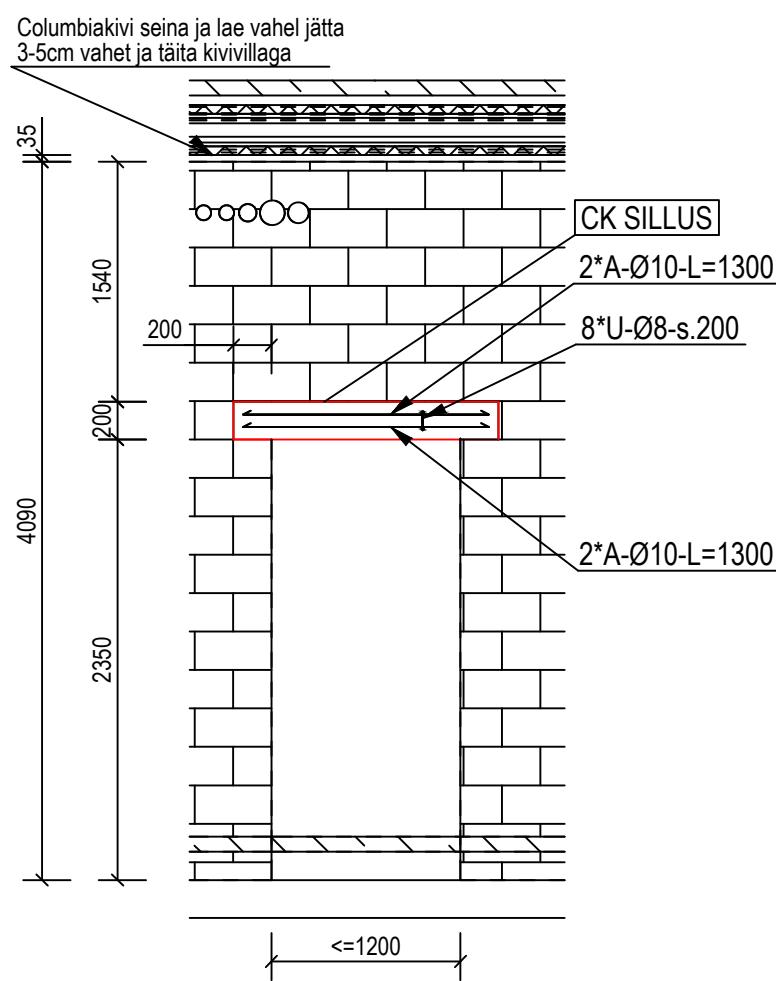
TEHNOLOOGILISED ARVUTUSED

1. etapi müürid						
Jrk nr	Töö nimetus	Eriala/ masin	Kokku			
			Arv	Norm tööjõu kulu	Kestus	Normi täitmis tegur
				in-vah		
				mas-vah	vah	vah
1	Eeltööd	Müürimees	6	18,92	3,15	1,05
		Kraana	1	1,02	1,02	1,02
2	Mördi valmistamine ja müüritööd	Müürimees	7	51,86	7,41	1,06
		Segumasin	4	29,02	7,25	1,04
3	Betoonimine	Betoneerija	5	4,94	0,99	0,99
		Betoonipump	5	4,94	0,99	0,99
4	Järeltööd	Betoneerija	2	1,23	0,62	0,62

2. etapi müürid						
Jrk nr	Töö nimetus	Eriala/ masin	Kokku			
			Arv	Norm tööjõu kulu	Kestus	Normi täitmis tegur
				in-vah		
				mas-vah	vah	vah
1	Eeltööd	Müürimees	5	14,96	2,99	1,00
		Kraana	1	0,63	0,63	0,63
2	Mördi valmistamine ja müüritööd	Müürimees	5	41,52	8,30	1,04
		Segumasin	3	23,23	7,74	0,97
3	Betoonimine	Betoneerija	1	1,17	1,17	1,17
		Betoonipump	1	1,17	1,17	1,17
4	Järeltööd	Betoneerija	1	0,99	0,99	0,99

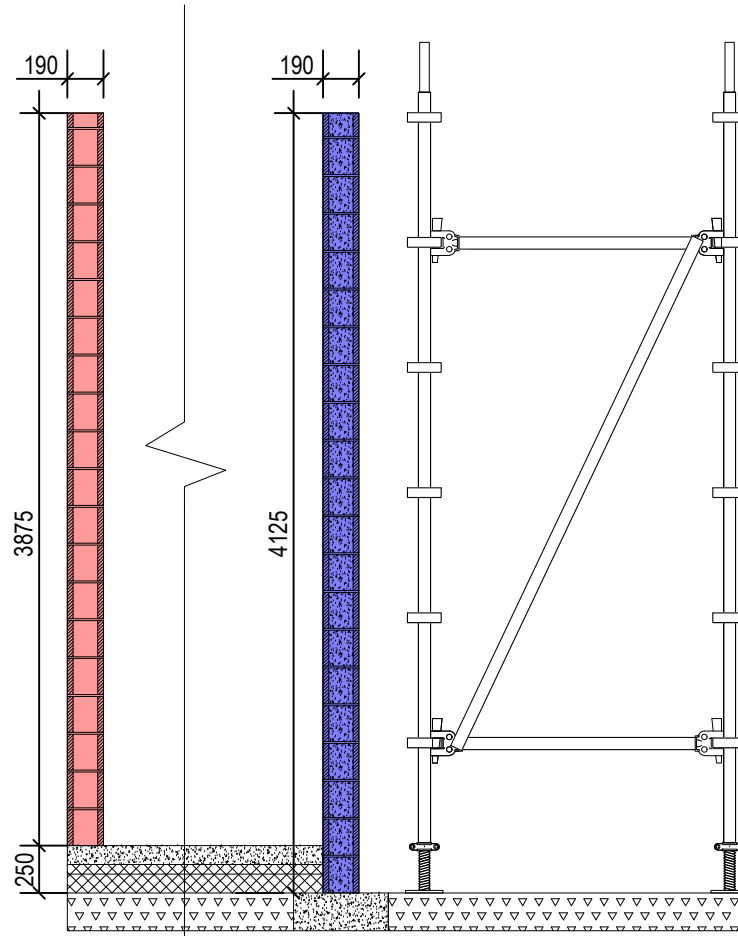
CK SILLUSE LAHENDUS

1:40



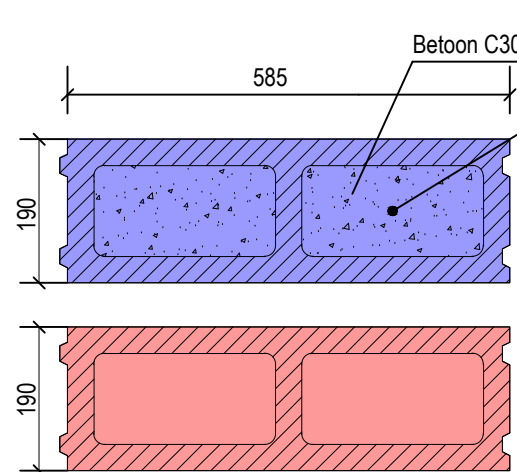
LÕIGE A

1:40



TÄISVALATUD JA TÜHJADE MÜÜRIKIVIDE HORIZONTALNE LÕIGE

1:40



MÄRKUSED

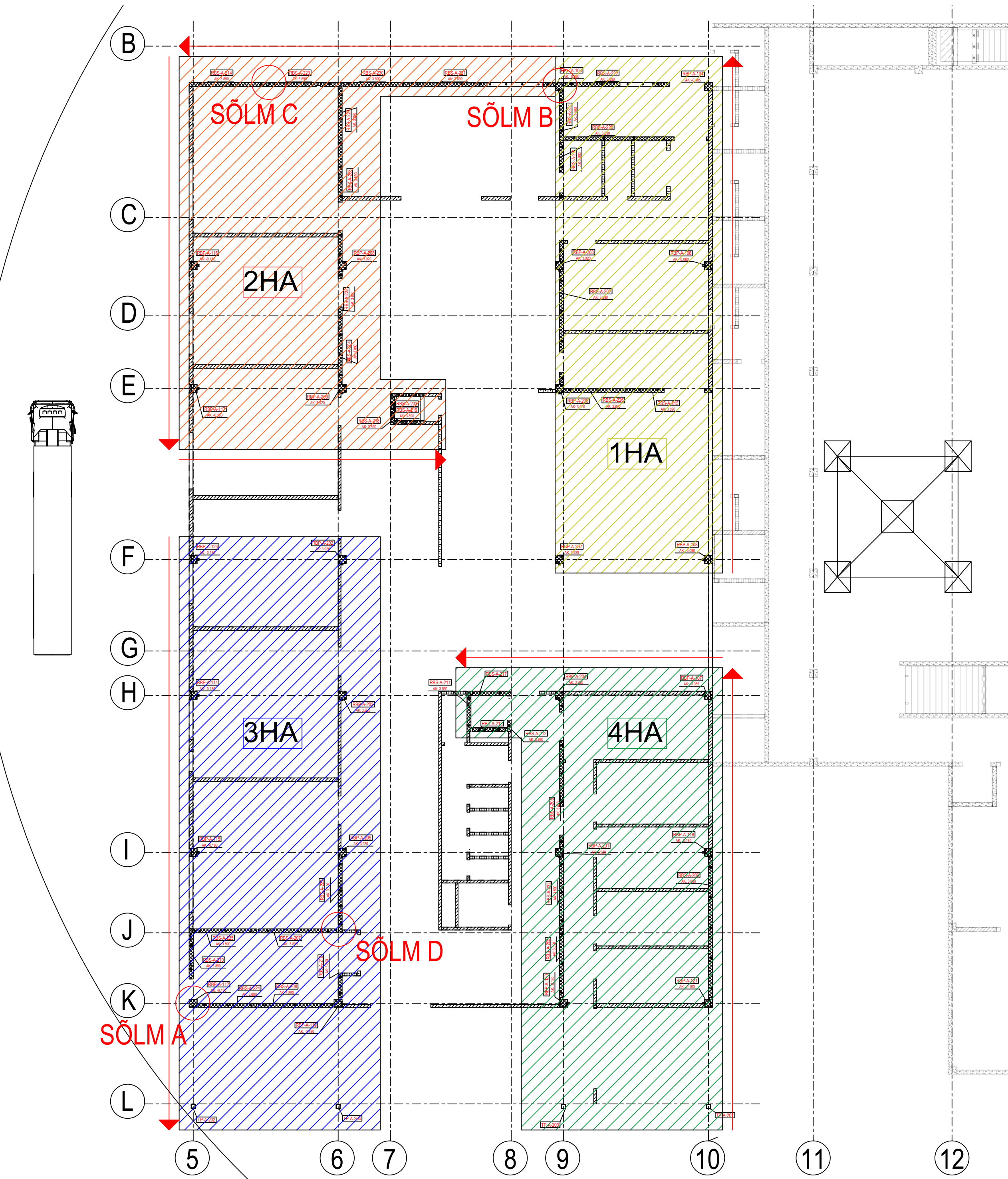
- Armatuuri tugevusklass B500B; keermelatide tugevusklass 8.8
- Talade ja silluste asukohad vaata vahelaeplaanist ja seinte laotistest
- Täisvalatud plokkseinal armeerida D12 vardaga iga teises õõnes.
- Täisvalatud plokkseinal armeerida ja seostada betoonkonstruktsioonidega iga teises hor. vuugis
- Laotud seinad, mille pikkus ilma ristuvate seinteta on üle 5m, pead keskelt fikseerima lakke ehitusnurgikutega. Esimene nurgik seinast 2m. Samm max 1,2m. Fikseerimine peab võimaldama vahelae liikumist vertikaalsuunas.
- Konstruktivsete jooniste aluseks on Valukoja 9 konstruktiivne tööprojekt

INSENERITEADUSKOND		Magistritöö	Leht / Lehti: 7/9
Koostaja: Sander Tambik	Altkiri/kuupäev: 13.11.2024	Spordihoone müüritööde tehnoloogiline kaart	
Juhendaja: Irene Liil	Altkiri/kuupäev: 13.11.2024		
Ehituse ja arhitektuuri instituut		Ehitustehnoloogia ja platiskorralduse analüüs Tallinnas, Valukoja 9 Hariduskompleksi ehituse näitel	

TÜÜPKORRUSE MONTAAŽI TEHNOLOOGILINE KAART 1/2 - POSTID JA SEINAD

HAARDEALADE PLAAN

1:150

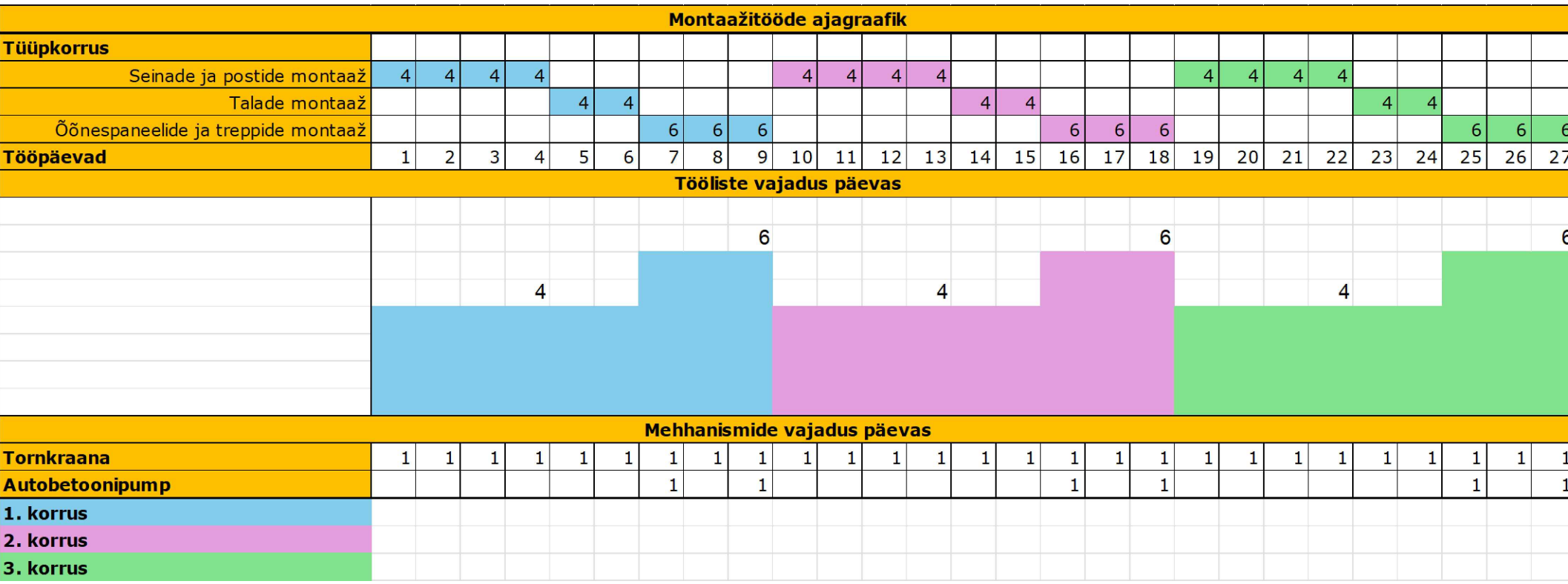


TÖÖJÕU- JA MASINKULU TABEL

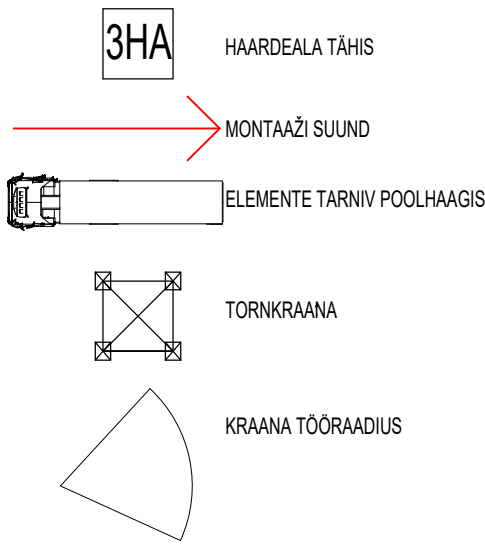
Montaažitööd					
Jrk nr	Töö nimetus	Ühik	Ajanorm	Normatiivne tööjõu- ja masinkulu	
			in-h/üh	Kokku	in-h
1	Seinade ja postide montaaž				
1.1	Raudbetoonpost				
1.1.1	Materjalide vastuvõtmine	tk	0,15	25,00	3,75
		tk	0,15	25,00	3,75
1.1.2	Möötmine	tk	0,12	25,00	3,00
1.1.3	Paigaldamine ja kinnitamine	tk	0,22	25,00	5,41667
		tk	0,65	25,00	16,25
1.1.4	Postide monoliitimine	tk	0,4	25,00	10,00
1.2	Teraspost				
1.2.1	Materjalide vastuvõtmine	tk	0,05	4,00	0,20
		tk	0,05	4,00	0,20
1.2.2	Paigalduskoha väljamöötmine	tk	0,25	4,00	1,00
1.2.3	Möötmine	tk	0,12	4,00	0,48
1.2.4	Paigaldamine ja kinnitamine	tk	0,28	4,00	1,13
		tk	0,85	4,00	3,40
1.2.5	Järeltööd	tk	0,01	4,00	0,04
1.3	Raudbetoonsein				
1.3.1	Möötmine	tk	0,12	33,00	3,96
		tk	0,44	33,00	14,63
1.3.2	Paigaldamine	tk	1,33	33,00	43,89
1.3.3	Vuugiraketis, monoliitimine ja lahtiraketamine	tk	0,5	33,00	16,50
1.3.4	Püstvuukide monoliitimine	tk	0,25	33,00	8,25
1	Kokku vahetused (mõjutegurid 1,1; 1,0)		in-vah		15,22
			mas-vah		3,46
2	Delta talade ja terastalade montaaž				
2.1	Materjalide vastuvõtmine	tk	0,05	31,00	1,55
		tk	0,05	31,00	1,55
2.2	Paigalduskoha väljamöötmine	tk	0,25	31,00	7,75
2.3	Möötmine	tk	0,09	31,00	2,79
2.4	Paigaldamine ja kinnitamine	tk	0,4	31,00	12,4
		tk	1,2	31,00	37,20
2.5	Järeltööd	tk	0,01	31,00	0,31
2	Kokku vahetused (mõjutegur 1,1)		in-vah		6,82
			mas-vah		1,92
3	Õõnespaneelide ja treppide montaaž				
3.1	Õõnespaneel				
3.1.1	Möötmine	tk	0,12	134,00	16,08
3.1.2	Paigaldamine ja kinnitamine	tk	0,12	134,00	15,63
		tk	0,35	134,00	46,90
3.1.3	Betonivalu pumbaga	tk	0,1	134,00	13,4
		tk	0,1	134,00	13,40
3.1.4	Sarrustamine, raketamine, lahtiraketamine	tk	0,25	134,00	33,50
3.2	Trepid				
3.2.1	Materjalide vastuvõtmine	tk	0,07	10,00	0,67
		tk	0,2	10,00	2,00
3.2.2	Möötmine	tk	0,15	10,00	1,50
3.2.3	Trepid paigaldamine ja kinnitamine	tk	0,33	6,00	2
		tk	1	6,00	6,00
3.2.4	Podesti paigaldamine ja kinnitamine	tk	0,18	4,00	0,73
		tk	0,55	4,00	2,20
3.2.5	Monoliitimine	tk	0,3	10,00	3,00
3	Kokku vahetused (mõjutegurid 1,1, 1,1)		in-vah		18,84
			mas-vah		4,91

ELEMENTIDE SPETSIFIKATSIOON

Raudbetoonseinad						
Positsioon	Betooni klass	Kõrgus (mm)	Pikkus (mm)	Laius (mm)	Mass (t)	Maht (m³)
RBS-A-201	C30/37	3 590	5 940	200	6,99	2,80
RBS-A-202	C30/37	3 715	5 660	200	9,20	3,70
RBS-A-203	C30/37	3 715	4 220	200	6,09	2,40
RBS-A-204	C30/37	3 715	2 820	200	5,12	2,00
RBS-A-205	C30/37	3 715	3 520	200	6,39	2,50
RBS-A-206	C30/37	3 715	7 360	200	10,38	4,10
RBS-A-207	C30/37	3 980	3 970	200	7,37	2,90
RBS-A-208	C30/37	3 980	3 770	200	7,02	2,80
RBS-A-209	C30/37	3 715	7 060	200	9,48	3,80
RBS-A-210	C30/37	3 715	3 480	200	3,85	1,50
RBS-A-211	C30/37	4 125	2 000	200	3,67	1,50
RBS-A-212	C30/37	4 060	2 000	200	1,99	0,80
RBS-A-213	C30/37	3 980	1 760	200	3,35	1,30
RBS-A-214	C30/37	3 980	3 900	200	6,05	2,40
RBS-A-215	C30/37	3 705	3 890	200	4,84	1,90
RBS-A-216	C30/37	3 715	4 170	200	5,28	2,10
RBS-A-217	C30/37	3 705	1 980	230	3,45	1,40
RBS-A-218	C30/37	3 675	1 380	200	2,42	1,00
RBS-A-219	C30/37	3 539	1 450	200	2,27	0,90
RBS-A-220	C30/37	3 665	7 180	200	11,17	4,50
RBS-A-221	C30/37	3 980	7 380	200	7,89	3,10
RBS-A-222	C30/37	3 980	7 160	200	9,98	4,00
RBS-A-223	C30/37	3 980	3 700	200	6,38	2,50
RBS-A-224	C30/37	3 980	2 970	200	5,51	2,20
RBS-A-225	C30/37	3 980	3 170	200	5,86	2,30
RBS-A-226	C30/37	3 705	3 470	200	6,29	2,50
RBS-A-227	C30/37	3 715	4 420	200	8,10	3,20
RBS-A-228	C30/37	3 715	2 820	200	3,45	1,40
RBS-A-229	C30/37	3 715	2 870	200	5,16	2,10
RBS-A-230	C30/37	3 980	3 360	200	4,14	1,60
RBS-A-231	C30/37	3 590	2 500	200	4,37	1,70
RBS-A-232	C30/37	3 715	3 520	200	6,32	2,50
RBS-A-233	C30/37	3 590	1 670	150	2,12	0,80
Raudbetoonpostid						
Positsioon	Betooni klass	Laius (mm)	Kõrgus (mm)	Pikkus (mm)	Mass (t)	Maht (m³)
RBP-A-103	C40/50	490	8 020	400	3,03	1,20
RBP-A-104	C40/50	845	8 425	400	3,72	1,50
RBP-A-106	C40/50	645	12 030	490	5,23	2,10
RBP-A-107	C40/50	550	12 035	490	4,88	1,90
RBP-A-108	C40/50	400	12 030	490	4,70	1,90
RBP-A-112	C40/50	400	8 210	400	3,27	1,20
RBP-A-114	C40/50	510	12 130	490	4,93	1,90
RBP-A-115	C40/50	580	12 130	490	5,05	2,00
RBP-A-116	C40/50	400	12 130	490	4,77	1,90
RBP-A-117	C40/50	400	12 130	490	4,76	1,90
RBP-A-118	C40/50	400	12 130	490	4,76	1,90
RBP-A-119	C40/50	400	8 210	550	3,41	1,20
RBP-A-120	C40/50	400	8 210	580	3,37	1,20
RBP-A-121	C40/50	400	8 210	490	3,34	1,20
RBP-A-123	C40/50	400	12 130	490	4,76	1,90
RBP-A-201	C40/50	400	4 080	400	1,42	0,60
RBP-A-202	C40/50	400	4 080	400	1,45	0,60
RBP-A-203	C40/50	400	4 080	400	1,42	0,60
RBP-A-204	C40/50	400	4 080	400	1,43	0,60
RBP-A-205	C40/50	400	4 080	400	1,43	0,60
RBP-A-206	C40/50	400	4 080	400	1,42	0,60
RBP-A-207	C40/50	400	8 030	490	3,09	1,20
RBP-A-208	C40/50	400	4 080	400	1,42	0,60
RBP-A-209	C40/50	400	4 080	400	1,43	0,60
Teraspostid						
Positsioon	Terase klass	Kõrgus (mm)	Pikkus (mm)	Laius (mm)	Mass (t)	
TP-A-201	S355J2G3	360	7915	412	0,50	
TP-A-202	S355J2G3	360	7915	412	0,50	
TP-A-203	S355J2G3	360	7995	424	0,54	
TP-A-204	S355J2G3	360	7995	424	0,54	



TINGMÄRGID



MÄRKUSED

- Monoliitmisel kasutatav betooni tugevusklass: C30/37
- Keskonnaklass: XC1
- Armatuuri nimikaitsekiht: vundamendiplaadis c
- Armatuuri tugevusklass B500B; keermelati tugevusklass 8.8
- Raudbetoonkonstruktsiooni tolerantsid vastavalt EVS-EN 13670 1. tolerantsiklassi nõuetele
- Talade ja silluste asukohad vasta vahelaepaunist ja seinte laotistest
- Kõik vertikaalses vöötkes monteeritavate betooni elementide vahel lisada D12 varras kogu vöögi kõrguses asades ühendamiseks. Vuugid täita vuugibetooniga C30/37.
- Terase tugevusklass S355.
- Teraskonstruktsioonide tolerantsid vastavalt EVS-EN 1090-2 teostusklassi EXC2 nõuetele.
- Montaaž toimub otse poolhaagiste pealt ja laoplaatsile ladustatakse ainult tõrgete puhul.
- Postid paigaldatakse loodi ja kinnitatakse ajutisi tugedid. Monoliitimine peale montaaži.
- Konstruktivsete jooniste aluseks on Valukoja 9 konstruktiivne tööprojekt.

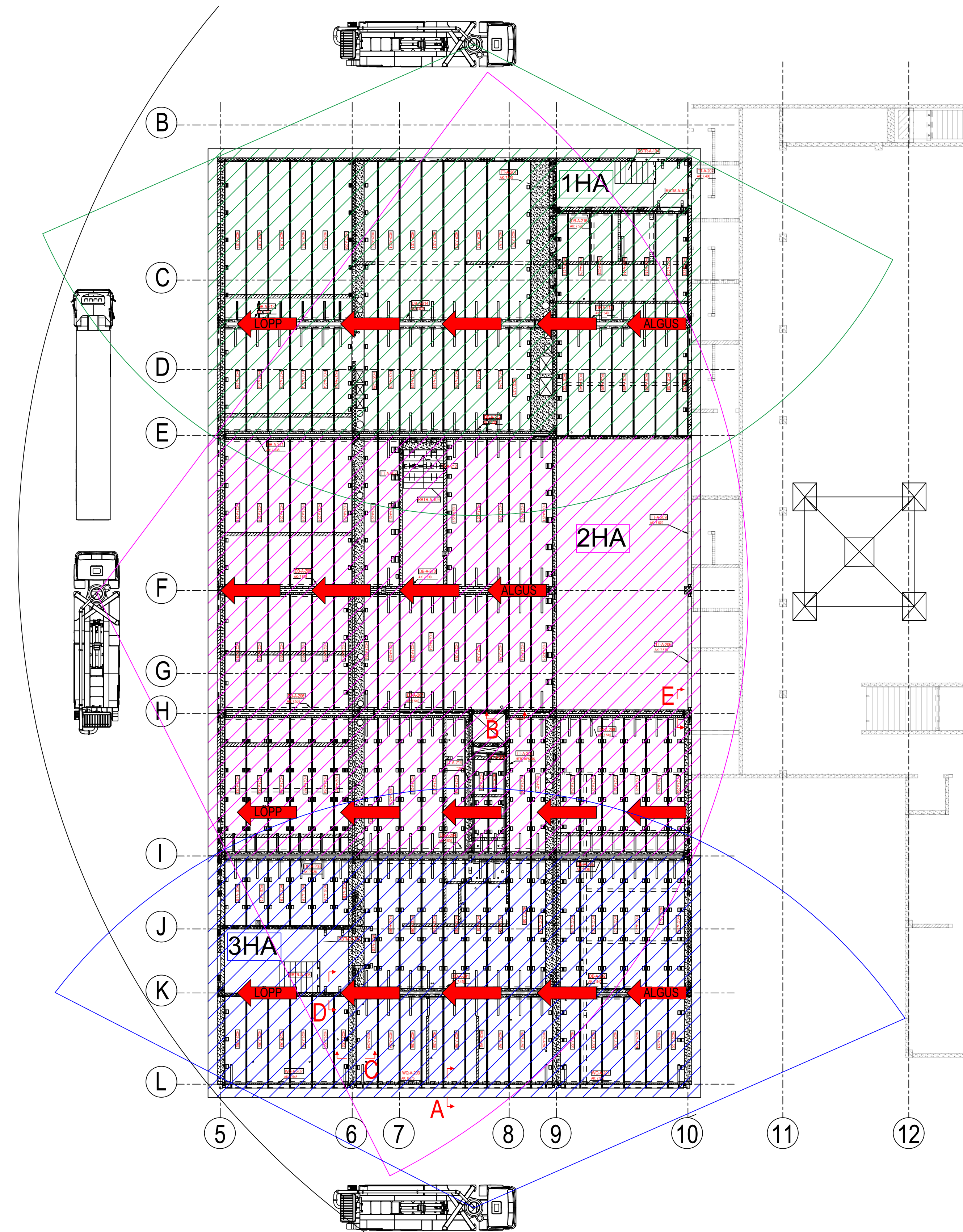
TEHNOLOOGILISED ARVUTUSED

Montaažitööd							
Jrk nr	Töö nimetus	Eriala/ masin	Arv	Kokku			Valitud kestus
				Norm tööjõu kulu	Kestus	Normi tähtsime tegur	
				in-vah			
				mas-vah	vah		vah
1	Seinade ja postide montaaž	Tööline	4	15,22	3,81	0,95	4
		Kraana	1	3,46	3,46	0,86	4
2	Talade montaaž	Tööline	4	6,82	1,71	0,85	2
		Kraana	1	1,92	1,92	0,96	2
3	Õõnespaneelide ja treppide montaaž	Tööline	6	18,84	3,14	1,05	3
		Betonipump	1	2,03	2,03	0,68	3
		Kraana	1	2,88	2,88	0,96	3

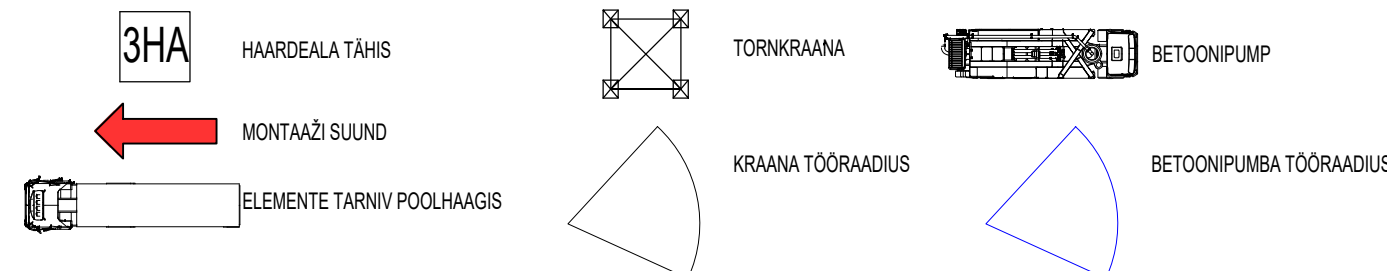
TÜÜPKORRUSE MONTAAŽI TEHNOLOOGILINE KAART 2/2 - ÕÕNESPANEELID

HAARDEALADE PLAAN

1:150



TINGMÄRGID



ÕÕNESPANEELIDE PAIGALDAMISE GRAAFIK

1. PÄEV

2. PÄEV

3. PÄEV

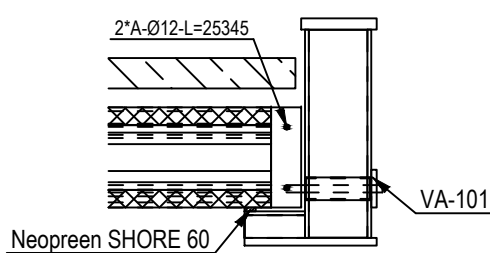
Õõnespaneelid ja trepitemendid		
Nr	Positsioon	Tarneaeg
1	RBTR-A-103	08:00:00
2	RBTR-A-105	08:10:00
3	RBTR-A-104	08:20:00
4	RBTR-A-101	08:30:00
5	HC27-A-223	08:40:00
6	HC27-A-233	08:50:00
7	HC27-A-203	09:00:00
8	HC27-A-206	09:10:00
9	HC27-A-245	09:20:00
10	HC27-A-206	09:30:00
11	HC27-A-244	09:40:00
12	HC27-A-206	09:50:00
13	HC27-A-1203	10:00:00
14	HC27-A-206	10:10:00
15	HC27-A-239	10:20:00
16	HC27-A-240	10:30:00
17	HC27-A-231	10:40:00
18	HC27-A-232	10:50:00
19	HC27-A-272	11:00:00
20	HC27-A-276	11:10:00
21	HC27-A-243	11:20:00
22	HC27-A-269	11:30:00
23	HC27-A-242	11:40:00
24	HC27-A-269	11:50:00
25	HC27-A-201	12:00:00
26	HC27-A-269	12:10:00
27	HC27-A-201	12:20:00
28	HC27-A-269	12:30:00
29	HC27-A-201	12:40:00
30	HC27-A-269	12:50:00
31	HC27-A-201	13:00:00
32	HC27-A-269	13:10:00
33	HC27-A-230	13:20:00
34	HC27-A-229	13:30:00
35	HC27-A-202	13:40:00
36	HC27-A-205	13:50:00
37	HC27-A-262	14:00:00
38	HC27-A-204	14:10:00
39	HC27-A-262	14:20:00
40	HC27-A-204	14:30:00
41	HC27-A-262	14:40:00
42	HC27-A-204	14:50:00
43	HC27-A-262	15:00:00
44	HC27-A-204	15:10:00
45	HC27-A-279	15:20:00
46	HC27-A-280	15:30:00

Õõnespaneelid ja trepitemendid		
Nr	Positsioon	Tarneaeg
47	HC27-A-274	08:00:00
48	HC27-A-275	08:10:00
49	HC27-A-270	08:20:00
50	HC27-A-264	08:30:00
51	HC27-A-270	08:40:00
52	HC27-A-247	08:50:00
53	HC27-A-217	09:00:00
54	HC27-A-246	09:10:00
55	HC27-A-277	09:20:00
56	HC27-A-264	09:30:00
57	RBTR-A-101	09:40:00
58	RBTR-A-109	09:50:00
59	HC27-A-264	10:00:00
60	HC27-A-264	10:10:00
61	HC27-A-273	10:20:00
62	HC27-A-264	10:30:00
63	HC27-A-228	10:40:00
64	HC27-A-234	10:50:00
65	HC27-A-208	11:00:00
66	HC27-A-210	11:10:00
67	HC27-A-207	11:20:00
68	HC27-A-209	11:30:00
69	HC27-A-207	11:40:00
70	HC27-A-209	11:50:00
71	HC27-A-207	12:00:00
72	HC27-A-209	12:10:00
73	HC27-A-207	12:20:00
74	HC27-A-209	12:30:00
75	HC27-A-281	12:40:00
76	HC27-A-282	12:50:00
77	HC27-A-225	13:00:00
78	HC27-A-271	13:10:00
79	HC27-A-271	13:20:00
80	HC27-A-271	13:30:00
81	HC27-A-271	13:40:00
82	HC27-A-214	13:50:00
83	HC27-A-213	14:00:00
84	HC27-A-226	14:10:00
85	HC27-A-261	14:20:00
86	HC27-A-238	14:30:00
87	HC27-A-246	14:40:00
88	HC27-A-271	14:50:00
89	HC27-A-271	15:00:00
90	HC27-A-271	15:10:00
91	HC27-A-236	15:20:00
92	HC27-A-212	15:30:00
93	HC27-A-263	15:40:00
94	HC27-A-263	15:50:00
95	HC27-A-263	16:00:00
96	HC27-A-263	16:10:00
97	HC27-A-263	16:20:00

Õõnespaneelid ja trepitemendid		
Nr	Positsioon	Tarneaeg
98	HC27-A-224	08:00:00
99	HC27-A-227	08:10:00
100	HC27-A-217	08:20:00
101	HC27-A-221	08:30:00
102	HC27-A-217	08:40:00
103	HC27-A-221	08:50:00
104	HC27-A-217	09:00:00
105	HC27-A-221	09:10:00
106	HC27-A-253	09:20:00
107	HC27-A-221	09:30:00
108	HC27-A-219	09:40:00
109	HC27-A-222	09:50:00
110	HC27-A-216	10:00:00
111	HC27-A-260	10:10:00
112	HC27-A-266	10:20:00
113	HC27-A-259	10:30:00
114	HC27-A-252	10:40:00
115	HC27-A-268	10:50:00
116	HC27-A-251	11:00:00
117	HC27-A-268	11:10:00
118	HC27-A-250	11:20:00
119	HC27-A-268	11:30:00
120	HC27-A-249	11:40:00
121	HC27-A-258	11:50:00
122	HC27-A-266	12:00:00
123	HC27-A-268	12:10:00
124	HC27-A-266	12:20:00
125	HC27-A-257	12:30:00
126	HC27-A-235	12:40:00
127	HC27-A-241	12:50:00
128	HC27-A-216	13:00:00
129	HC27-A-237	13:10:00
130	HC27-A-215	13:20:00
131	RBTR-A-107	13:30:00
132	RBTR-A-103	13:40:00
133	RBTR-A-106	13:50:00
134	RBTR-A-102	14:00:00
135	HC27-A-237	14:10:00
136	HC27-A-215	14:20:00
137	HC27-A-220	14:30:00
138	HC27-A-215	14:40:00
139	HC27-A-256	14:50:00
140	HC27-A-215	15:00:00
141	HC27-A-255	15:10:00
142	HC27-A-215	15:20:00
143	HC27-A-254	15:30:00
144	HC27-A-215	15:40:00

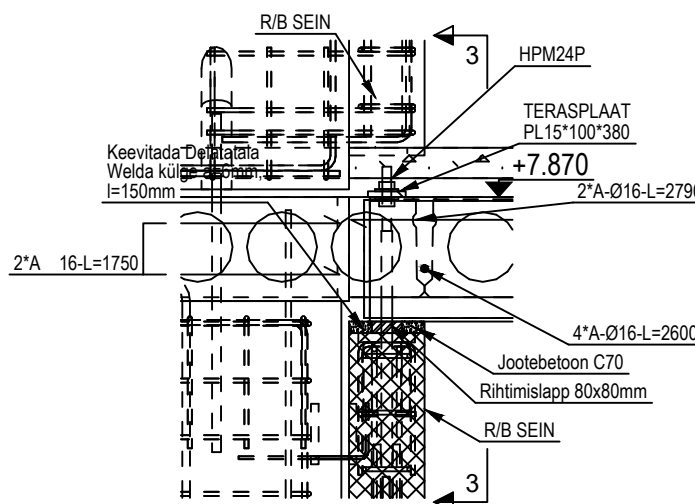
SÕLM A

1:20



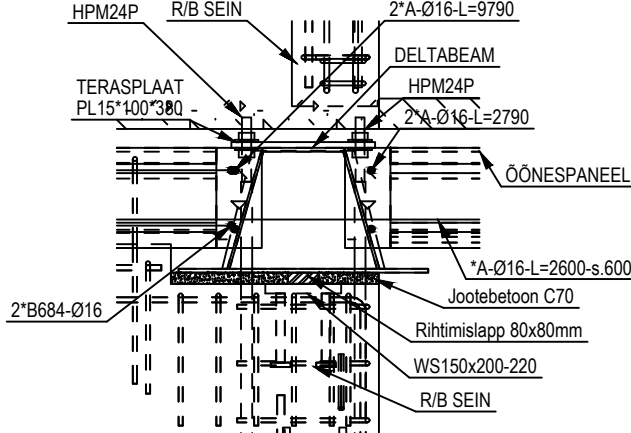
SÕLM B

1:20



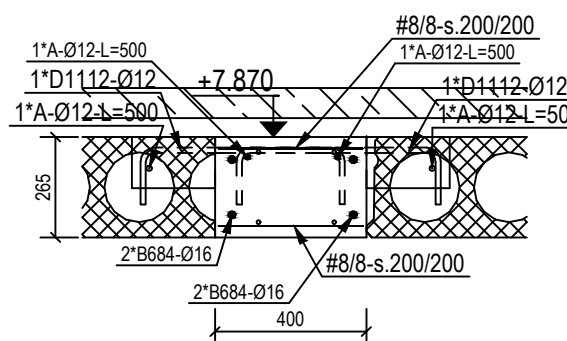
3-3

1:20



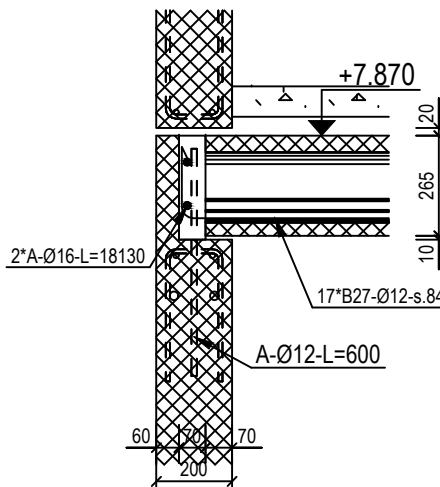
SÕLM C

1:20



SÕLM D

1:20



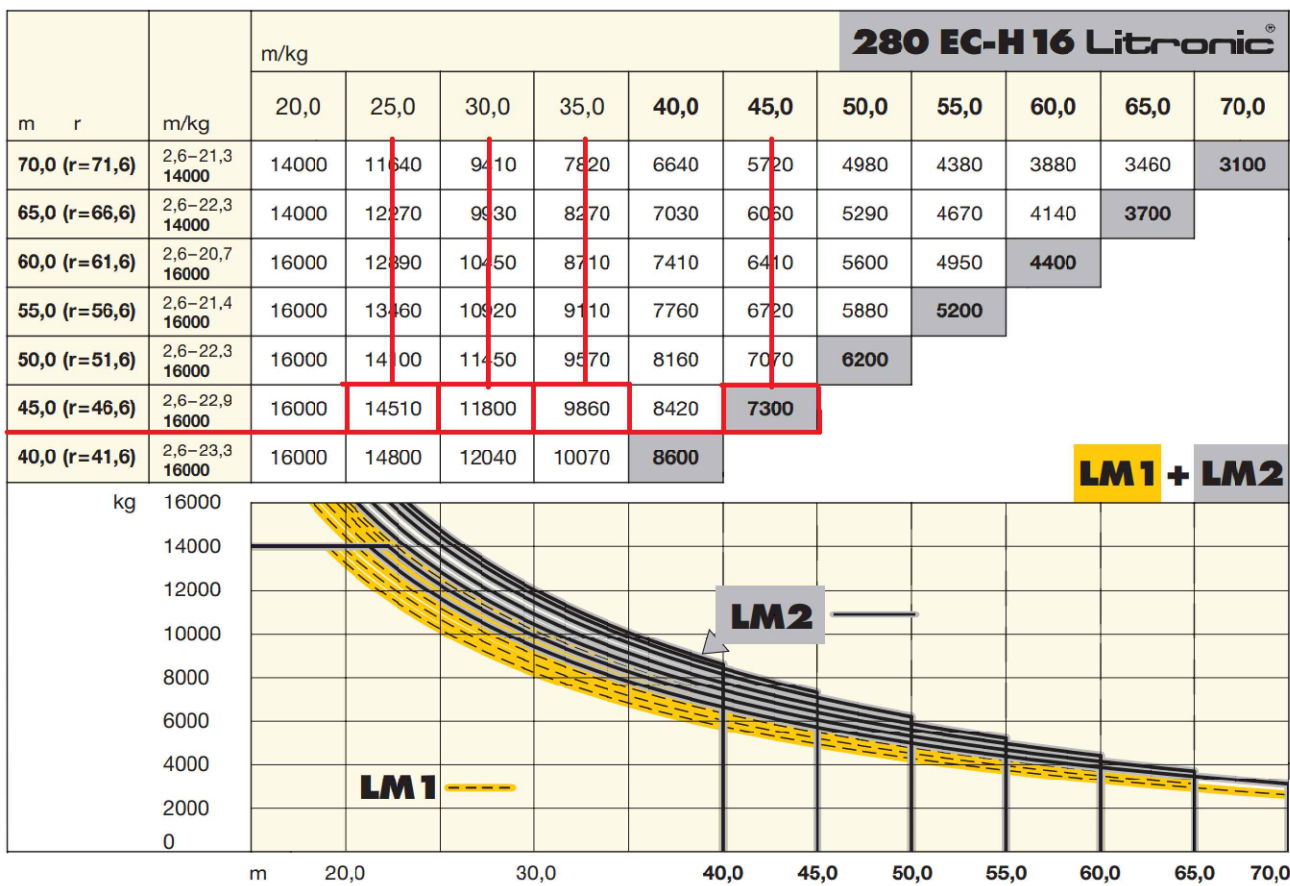
RASKETE ELEMENTIDE VÕRDLUS

KRAANA VÕIMEKUSEGA

Elemendi montaažiparameetrid									Kraana tõsteparameetrid				
Tähis	Montaažimass (t)			Montaažikõrgus (m)			Kraana mark ja tehnilised seaded	Valitud tööparameetrid					
	Element	Haardesade	Kokku	Pälgaduskõrgus	Ohutusvahe	Element		Kokku	Montaažiraadius (m)	Torni kõrgus (m)	Tööriadius (m)	Tõstevõime (t)	Tõstekõrgus (m)
RB-trepp-D-114	12,7	1,6	14,3	4,2	0,5	2,2	6,9	25,0	Tomkraana Liebherr 280 EC-H16 Litronic Tööriadius: max 45m	21,5	25,0	14,5	23,6
RB-sein-A-317	11,4	0,4	11,8	12,2	0,5	4,0	16,7	23,0			25,0	14,5	
RB-sein-A-220	11,2	0,4	11,6	8,2	0,5	3,7	12,4	21,0			25,0	14,5	
RB-sein-A-209	9,5	0,4	9,9	8,2	0,5	3,7	12,4	26,0			30,0	11,8	
RB-sein-A-116	8,5	0,4	8,9	4,1	0,5	3,8	8,4	35,0			35,0	9,9	
RBP-post-A-112	3,3	0,2	3,5	4,1	0,5	8,2	12,8	45,0			45,0	7,3	

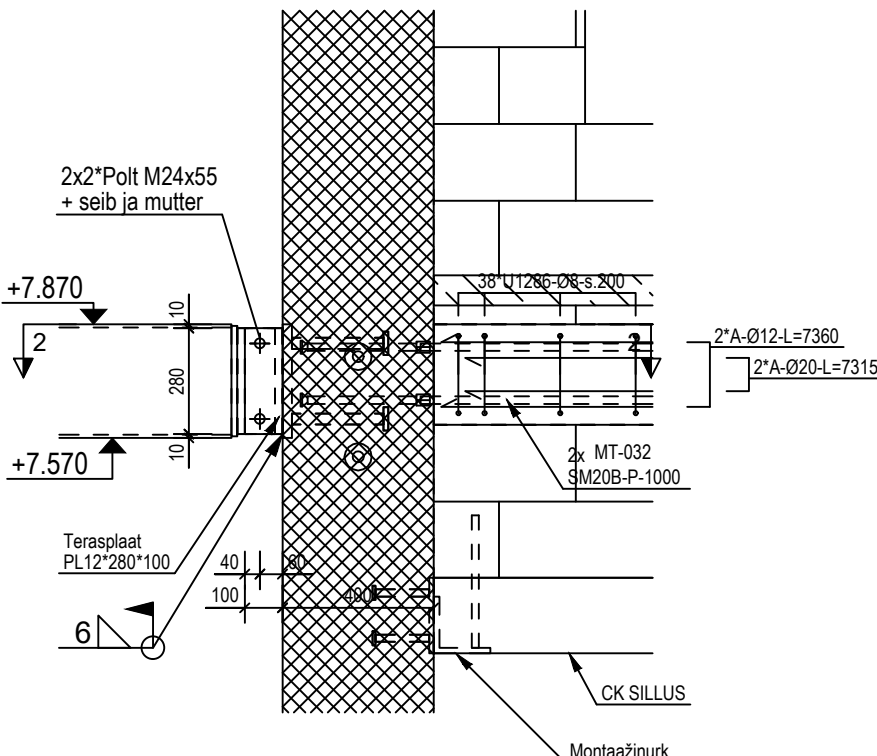
LIEBHERR 280 EC-H16 LITRONIC

TÕSTEGRAAFIK



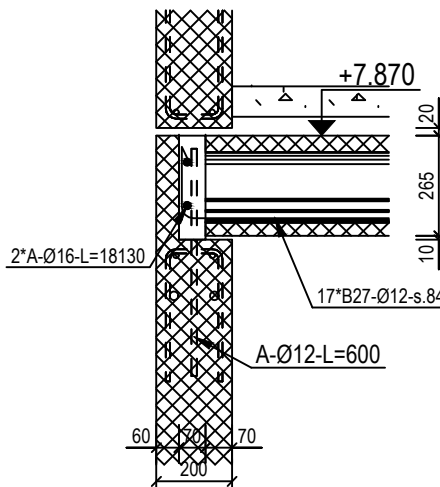
SÕLM E

1:20



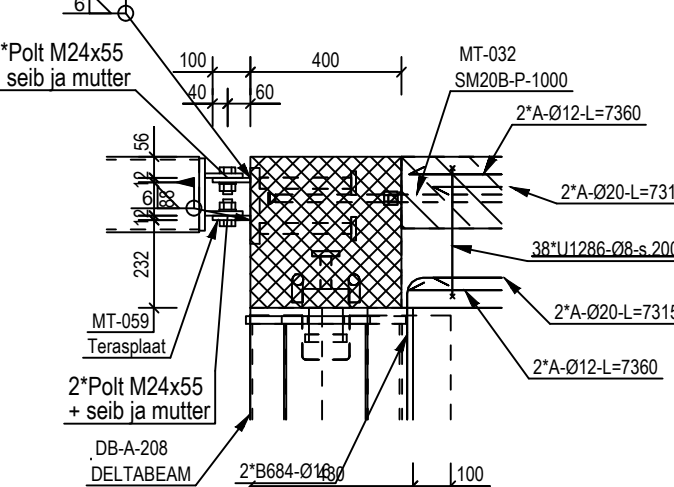
SÕLM D

1:20



2-2

1:20



MÄRKUSED

- Monoliitse betoonkonstruktsioonide tugevusklass: C30/37
- Keskkonnaklass: XC1
- Vahelae tulepuisutus R60 kui joonisel ei ole näidatud teisiti
- Armatuuri nimikaitsekiht: vahelae monoliitses osas $c_{min} = 25$ mm, mujal $c_{min} = 25$ mm
- Armatuuri tugevusklass B500B; keermelati tugevusklass 8.8
- Raudbetoonkonstruktsiooni tolerantsid vastavalt EVS-EN 13670 1. tolerantsiklassi nõuetele
- Terasplaat toetada ait enne õõnespaneelide paigaldamist kuni lae monoliitseerimiseni.
- $< D100$ mõõdetudga eriosade avade täpsed asukohad lugeda DWG joonisel või mudelist
- Monoliitsed vööd õõnekate vahel armeerida $\# \frac{1}{2}$ s. 200/200
- Talade montaaži esimesel päeval monteeritakse tellid B-G, teisel päeval H-L
- Konstruktivsete jooniste aluseks on Valukoja 9 konstruktiivne tööprojekt.

INSENERITEADUSKOND		Magistritöö	Leht / Lehti: 9/9
Koostaja: Sander Tambik	Altkiri/kuupäev: 13.11.2024	Montaažitööde tehnoloogiline kaart 2/2	
Juhendaja: Irene Liil	Altkiri/kuupäev: 13.11.2024		
Ehituse ja arhitektuuri instituut		Ehitustehnoloogia ja plastsikordluse analüüs Tallinnas, Valukoja 9 Hariduskompleksi ehituse näitel	