



TALLINNA TEHNIKAÜLIKOO
INSENERITEADUSKOND
Ehituse ja arhitektuuri instituut

**EHITUSTEHNOLGOOGIA JA PLATSIKORRALDUSE
ANALÜÜS KIILI GÜMNAASIUMI JUURDEEHITUSE
NÄITEL**

**ANALYSIS OF CONSTRUCTION TECHNOLOGY AND
BUILDING SITE MANAGEMENT BASED ON THE
EXTENTION OF KIILI SHOOOL BUILDING**

MAGISTRITÖÖ

Üliõpilane: Katri Purin

Üliõpilaskood 211008EAXM

Juhendaja: Erki Soekov

Tallinn 2024

AUTORIDEKLARATSIOON

Olen koostanud lõputöö iseseisvalt.

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

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

6. mai 2024

Autor:

.....
/ allkiri /

Töö vastab magistritööle esitatud nõuetele.

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

Juhendaja:

.....
/ allkiri /

Kaitsmisele lubatud

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

Kaitsmiskomisjoni esimees:

.....
/ nimi ja allkiri /

LIHTLITSENTS LÕPUTÖÖ REPRODUTSEERIMISEKS JA LÕPUTÖÖ ÜLDSUSELE KÄTTESAADAVAKS TEGEMISEKS

Mina, **Katri Purin,**

1. Annan Tallinna Tehnikaülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) enda loodud teose
Ehitustehnoloogia ja platsikorralduse analüüs Kiili Gümnaasiumi juurdeehituse näitel,

mille juhendaja on (juhendaja nimi)

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

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

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

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

06.05.2024

LÕPUTÖÖ ÜLESANNE

Üliõpilane: **KATRI PURIN**Üliõpilaskood **211908EAXM**Õppekava: **EAXM15 Hooned ja rajatised**

Peaeriala: Ehitusjuhtimine

Lõputöö teema:

**EHITUSTEHNOLÓGIA JA PLATSIKORRALDUSE ANALÜÜS KIILI
GÜMNAASIUMI JUURDEEHITUSE NÄITEL**

Analysis of construction technology and building site management based on the extension of Kiili school building

Juhendaja: **Lektor Erki Soekov**

Erki.soekov@taltech.ee

Lõputöö konsultandid:

Tiitel või ametikoht, Ees- ja Perekonnanimi	Kontakt (e-post või telefon)	Allkiri ja kuupäev
---	------------------------------	--------------------

Lektor Kristo Paalandi

Kristo.paalandi@taltech.ee

Lõputöö põhieesmärgid:

1. Töötada välja tehnoloogilised ja korralduslikud lahendused
2. Katusekatte alternatiivsete valikute võrdlus ja analüüs.

Töö keel: eesti keel

Lõputöö etapid ja ajakava:

Ülesande kirjeldus	Tähtaeg
1. Sissejuhatus: lähteandmed, eritingimused	26.02.2024
2. Arhitektuurne osa	26.02.2024
3. Konstruktiivne osa : õõnesplokki müüritise kandevõime kontroll	15.04.2024
4. Ehitusplatsi üldplaan	11.03.2024
5. Koondkalenderplaan	18.03.2024
6. Tehnoloogilised kaardid	15.04.2024
• Õõnes- ja väikeplokki müüritiste ladumine	15.04.2024
• Sein- ja vahelaepaneelide montaaž	15.04.2024
• Katusetööd	15.04.2024
7. Majandusosa: Alternatiivsete katusekatete võrdlus ja tasuvusanalüüs	22.04.2024
8. Tööohutus	29.04.2024
Kokkuvõtte eesti keeles	02.05.2024
Kokkuvõtte inglise keeles	02.05.2024

Lõputööde ülevaatus, mille läbimine on kaitsmise eelduseks

06.05.2024

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 Arhitektuursete joonised	29.04.2024
2 Konstruktiivne osa	29.04.2024
3 Ehitusplatsi üldplaan	29.04.2024
4 Koondkalenderplaan	29.04.2024
5 Tehnoloogilised kaardid	29.04.2024

Lõputöö esitamise tähtaeg:

20. mai 2024

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

Lõputöö ülesanne välja antud: 19.02.2024

Juhendaja: **Erki Soekov**

Ülesande vastu võtnud: **Katri Purin**

Avalikustamise piirangu tingimused: puuduvad

SISUKORD

AUTORIDEKLARATSIOON.....	2
LIHTLITSENTS LÕPUTÖÖ REPRODUTSEERIMISEKS JA LÕPUTÖÖ ÜLDSUSELE KÄTTESAADAVAKS TEGEMISEKS	3
SISUKORD	6
TABELITE LOETELU	9
JOONISTE LOETELU.....	10
ESITLUSJONISTE LOETELU.....	11
SISSEJUHATUS	12
1. LÄHTEANDMED JA ERITINGIMUSED.....	14
1.1 Lähteandmed	14
1.2 Ligipääs ja olemasolev olukord.....	14
1.3 Eritingimused	15
2. ARHITEKTUURNE OSA	16
2.1 Asendiplaaniline lahendus.....	16
2.2 Arhitektruurne lahendus	16
2.3 Hoone konstruktsioonid	18
2.3.1 Vundament ja sokkel	18
2.3.2 Põrand pinnasel.....	18
2.3.3 Hoone kandekonstruktsioon	19
2.3.4 Trepid.....	19
2.3.5 Vahelaed.....	19
2.3.6 Katus, katuslagi.....	20
2.3.7 Avatäited	20
2.3.8 Liftišahtid	20
2.4 Tehnosüsteemide kirjeldus.....	21
2.4.1 Küte	21
2.4.2 Ventilatsioonisüsteemid.....	21
2.4.3 Veevarustus ja kanalisatsioon	22
2.4.4 Elektrivarustus ja automaatika	22
2.5 Hoone tehnilised näitajad.....	22
3. KONSTRUKTIIVNE OSA	24
3.1 Lähteandmed	24
3.2.1 Kasuskoormus	26
3.1.1 Lumekoormus.....	26

3.2.3	Tuulekoormus	26
3.1.2	Koormuste määramine.....	27
3.1.3	Koormuskombinatsioonide määramine	29
3.1.4	Koormuskombinatsioon 1	29
3.1.5	Koormuskombinatsioon 2	32
3.1.6	Koormuskombinatsioon 3	33
3.1.7	Järeldus.....	35
4.	EHITUSPLATSI ÜLDPLAAN.....	36
4.1	Üldandmed	36
4.2	Teed ja platsid.....	36
4.3	Ajutised tehnovõrgud	37
4.3.1	Elekter ja side	37
4.3.2	Vesi ja kanalisatsioon	40
4.3.3	Soojavarustus	40
4.4	Kraana valik ja paiknemine	40
4.4.1	Spordihoone ja sööklahoone.....	41
4.4.2	Algkoolihoone.....	45
4.5	Ajutised hooned ja laoplatid	48
4.6	Keskkonnakaitse ja ohtusõuded	49
5.	KOONDKALENDERPLAAN	51
5.1	Üldandmed	51
5.2	Ettevalmistus ja lammutustööd.....	52
5.3	Välisvõrkude ehitus.....	52
5.4	Vundamendi ehitustööd	53
5.5	Hoone karkass.....	53
5.6	Katuse ja fassaaditööd	54
5.7	Betoonpõrandad.....	54
5.8	Siseviimistlustööd	55
5.9	Tehnosüsteemid	55
6.	TEHNOLOOGILISED KAARDID	57
6.1	Montaažitööde tehnoloogiline kaart.....	57
6.1.1	Montaažitööde kirjeldus	57
6.1.2	Õõnespaneelide montaaž.....	60
6.2	Vundamendi betoonitööde ja müüritööde tehnoloogiline kaart.....	70
6.2.1	Taldmiku betoneerimistööd.....	70
6.2.2	Soklimüüritised ja hoone kandeseinte ladumine	71
6.2.3	Tehnoloogilised arvutused	73

6.3	Katuse tööde tehnoloogiline kaart	81
7.	ALTERNATIIVSETE KATUSEKATETE VÕRDLUS JA TASUVUSANALÜÜS	92
7.1	PVC katusekate	92
7.1.1	Protan	92
7.1.2	Fatrafol	93
7.1.3	Renolit	93
7.2	SBS katusekate	94
7.2.1	Icopal	94
7.2.2	MIDA	94
7.2.3	IKO	95
7.3	Vedelplast katusekate	95
7.4	Teised sünteetilised materjalid	96
7.5	Katusekatete võrdlus	96
7.6	Järeldus	102
8.	TÖÖOHUTUS	104
8.1	Tööohutusplaan	104
8.2	Keskkonnakaitse	105
8.3	Riskianalüüs	105
	KOKKUVÕTE	107
	SUMMARY	108
	Kasutatud kirjandus	110

TABELITE LOETELU

Tabel 2.1 Hoone tehnilised näitajad	23
Tabel 3.1 Konstruktsioonide omakaal.....	25
Tabel 4.1 Spordihoonel kasutatavate seadmete võimsus	38
Tabel 4.2 Sööklahoonel kasutatavate seadmete võimsus	39
Tabel 4.3 Algkoolihoonel kasutatavate seadmete võimsus.....	39
Tabel 4.4 Spordihoonel ja söökla montaažielementide parameetrid [5] [19]	42
Tabel 4.5 Algkooli hoone montaažielementide parameetrid [5] [19]	46
Tabel 4.6 Ajutiste ehitiste vajadus	49
Tabel 6.1 Materjalide vajadus	58
Tabel 6.2 I korruse seinapaneelide tööjõu ja masinajakulu arvestus	58
Tabel 6.3 I korruse seinapaneelide tehnoloogilised arvutused	59
Tabel 6.4 II korruse seinapaneelide tööjõu ja masinajakulu arvutus.....	59
Tabel 6.5 II korruse seinapaneelide tehnoloogilised arvutused	59
Tabel 6.6 Koorikpaneeli tööjõu ja masinajakulu arvutus.....	60
Tabel 6.7 Koorikpaneeli tehnoloogilised arvutused.....	60
Tabel 6.8 I korruse õõnespaneelide tööjõu ja masinajakulu arvestus	62
Tabel 6.9 katuslae õõnespaneelide tööjõu ja masinajakulu arvestus.....	65
Tabel 6.10 Õõnespaneelide montaaži tehnoloogilised arvutused.....	67
Tabel 6.11 Katuslaepaneelide tehnoloogilised arvutused	68
Tabel 6.12 Vundamendi materjalide loetelu.....	71
Tabel 6.13 Sokli ehitusmaterjalide loetelu.....	72
Tabel 6.14 I korruse kandeseinte müüritööde materjalide loetelu	72
Tabel 6.15 II korruse kandeseinte müüritööde materjalide loetelu	72
Tabel 6.16 Vundamendi betoonitööde tööjõu ja masinajakulu arvestus	74
Tabel 6.17 Soklipaneelide ning müüritööde tööjõu ja masinajakulu arvestus	76
Tabel 6.18 Soklitööde järeltööde tööjõu ning masinajakulu arvestus	77
Tabel 6.19 Vundamenditööde tehnoloogilised arvutused.....	79
Tabel 6.20 Katusetööde materjalide loetelu haardealade kaupa	83
Tabel 6.21 Katusetööde tööjõukulu arvutused haardealad 1-3	85
Tabel 6.22 Katusetööde tööjõukulu arvutused haardealad 4-7	87
Tabel 6.23 Katusetööde tehnoloogilised arvutused haardealad 1-4	89
Tabel 6.24 Katusetööde tehnoloogilised arvutused haardealad 5-7	90
Tabel 7.1 Katusekatete võrdlus	97

JOONISTE LOETELU

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

Joonis 4.1 Liebherr LTM 1095 tõstegraafik [21].....	42
Joonis 4.2 Liebherr LTM 1095 kraana parameetrid [21].....	43
Joonis 4.3 Kraana Liebherr 1110 parameetrid	44
Joonis 4.4 Kraana Liebherr LTM 1110 tõstegraafik [22].....	45
Joonis 4.5 Tadano ATF130G-5 tõstegraafik.....	47
Joonis 4.6 Liebherr 1070 kraana tõstegraafik [23].....	47
Joonis 4.7 kraana Tadano ATF 130G-5 parameetrid	48
Joonis 6.1 Montaažitööde ajagraafik	69
Joonis 6.2 Vundamenditööde ajagraafik.....	81
Joonis 6.3 Katusetööde ajagraafik.....	91
Joonis 8.1 Riskianalüüs vundamendi ja hoonekarbi ehitustööd	106

ESITLUSJONISTE LOETELU

Lõputöö koosseisu kuulub 9 esitlusjoonist formaadis A1:

Joonis 1: Arhitektuursed plaanid

Joonis 2: Arhitektuursed vaated

Joonis 3: Konstruktiivne osa

Joonis 4: Ehitusplatsi üldplaan

Joonis 5: Koondkalenderplaan

Joonis 6: Tehnoloogia kaart: 1. korruse seinapaneelide montaažitööd

Joonis 7: Tehnoloogiakaart: Vahelae õõnespaneelide montaažitööd

Joonis 8: Tehnoloogiakaart: Vundamendi betooni- ja müüritööd

Joonis 9: Tehnoloogiakaart: Katusetööd

SISSEJUHATUS

Käesoleva magistritöö eesmärgiks on töötada välja tehnoloogilised ja korralduslikud lahendused Kiili Gümnaasiumi juurdehituse objektile, mis asub aadressil Kooli 2, Kiili alev, Kiili vald, Harjumaa. Lisaks ehitustööde organiseerimisele ning tehnoloogiakaartide väljatöötamisele keskendub autor töös ka erinevate katusekatte materjalide sobivuse- ning tasuvusanalüüsile.

Käesoleva töö autor oli tööde teostamise ajal, aastatel 2019-2020, antud objektile tööl objektijuhina. Ehitustööd jäid koroonapandeemia aegadesse, mis mõjutasid osaliselt ka materjalide tarneid ja kättesaadavust. Kiili Gümnaasium oli ehitustööde ajal kuni koroonapandeemia puhkemiseni aktiivses kasutuses ning ehitustööde organiseerimisel oli olulisel kohal laste turvalisus ning ohutus. Koolihoonele ehitati erinevatesse külgedesse juurde 3 laiendust: uus algkoolihoone, spordihoone laiendus ning söökla laiendus.

Magistritöö on jagatud 8 suuremaks peatükiks. Arhitektuurses osas antakse ülevaade hoone iseloomulikest näitajatest ja asendiplaanilistest lahendustest. Konstruktiivses osas keskendutakse spordihoone laienduse kivimüüritise kontrollarvutusele. Ehitusplatsiüldplaan annab ülevaate objekti korraldusest - seadmete, laoplate, olmeruumide paiknemistest ning masinate liikumisteedest. Koondkalenderplaani koostamise eesmärk on analüüsida tööjõu ja masinate vajadust objektile. Lisaks planeerida materjalide tarneid ning üldist objekti rahavoogu.

Kuuendas peatükis keskendutakse kolme tehnoloogiakaardi väljatöötamisele. Esimene, mis koosneb kahest joonisest on sein- ja vahelaepaneelide montaažitööd. Teine keskendub betoonitöödele ning vundamendi õõnesplokki müüritiste ladumisele ning viimane on katusekatte tehnoloogiakaart. Tehnoloogiakaartide graafiline osa on esitatud neljal A1 formaadis joonisel.

Seitsmes peatükk keskendub erinevate lamekatusekattematerjalide valiku võrdlusele ning majanduslikule analüüsile. Ehitustööde käigus soovis tellija asendada projektijärgse toote valge SBS katusekattega. Sellest ajendatuna valitakse antud magistritöö raames välja kriteeriumid erinevate lamekatusekatete võrdluseks ning teostatakse analüüs antud andmete põhjal sobivate toodete valikuks.

Viimane peatükk käsitleb tööohutust, mis oli antud objekti töödekorraldamisel olulisel kohal, et tagada kogu koolipere ohutus. Laste ettearvamatu käitumine ning uudishimu

ehitustööde vastu pakkus kohati väljakutseid ning vajas hoolikat planeerimist töömaaplaani väljatöötamisel.

Võtmesõnad: ehituskorraldus, tehnologiakaart, koolimaja, magistritöö, katusetööd, müüritööd, kivikonstruktsioonid, montaažitööd

1. LÄHTEANDMED JA ERITINGIMUSED

1.1 Lähteandmed

Käesoleva magistritöö aluseks on arhitektuurne põhiprojekt, töö nr: PR 021/19, mis on Arhitektuuribüroo Korrus OÜ poolt koostatud. Arhitektuurse projekti autoriks on arhitektid Aigar Roht ja Piia Raidalu. Põhiprojektiga on kavandatud Kiili koolile algklasside hoone juurdeehitus ja söökla ning spordihoone laiendus. Hoone asub aadressil Kooli tn 2, Kiili alev, Kiili Vald, Harju maakond. [1]

Hoone projekteerimisel on kasutatud olemasolevat geoloogiat aastast 2010, OÜ REI geotehnika poolt koostatud Ehitusgeoloogiauringu aruanne, töö nr 2590-09/1. [2] Peatöövõtja tellis lisaks enne ehitustööde algust täiendava geoloogilise uuringu tööprojektide koostamise lähteandmete täpsustamiseks.

Topo-geodeetiline uuring on koostatud Radiaan OÜ poolt, töö nr. 289G18. [3] Hoone põhiprojekti peaprojekterija on P.P.Projekt OÜ, töö nr PR 021/19 „Kiili kooli juurdeehituse põhiprojekt“. [4] Hoone konstruktiivne tööprojekt on koostatud ULS insenerid OÜ poolt, töö nr 19-007. [5]

Ehitustööde tellija on Kiili Varahaldus AS ning peatöövõtja Haart Ehitus OÜ. Tööde teostamise periood august 2019 kuni august 2020.

1.2 Ligipääs ja olemasolev olukord

Kinnistu piirneb põhjast Pargi tee 1 kinnistuga, kirdest Nabala tee 14 kinnistuga, idast Nabala teega, lõunast Kooli tänav T1 kinnistuga, läänest Kooli tänav 4 kinnistuga ning loodest Lootuse tn 1 ja Lasteaia tänav T5 kinnistutega. Ümbruskonnas on valdavalt kahekorruselised viilkatusega ja üksikud ühekordsed viil või kelpkatusega eramud. Krundil asub ka kahekordne viilkatusega lasteaia hoone. [1]

Juurdepääs kinnistule on kolmest suunast. Söökla laienduse ehitustöödeks on ligipääs Lasteaia tänavalt. Ehitustööde ajal peab olema tagatud ka ligipääs olemasoleva söökla teenindamiseks ning prügiveoks. Algekooli hoone ehitustöödeks on tagatud ligipääs riigimaanteelt nr 11115 Kurna-Tuhala. Spordihoone laiendustöödeks on vaja rajada ajutine ligipääsutee Kooli tänavalt.

Kinnistul on asfalteeritud parkla ning lisaks on olemasolev parkimisvõimalus Kiili valla omanduses oleval naaberkiinnistul Kooli tn 1. Rajatav hoone asub riigiteel kõrval ning

seal parkimine ei ole lubatud. Kinnistul on 2 korruseline koolihoone hooneesise betoonkivisillutisega platsiga ning ümbruses on üksikud puud. Maapind on projekteeritava kinnistul võrdlemisi tasane, arvestamata üksikuid kohalikke ebatasasusi ning kirde nurgas on lauge tõusuga kungas. [1]

1.3 Eritingimused

Ehitustööde teostamise perioodil on koolihoone õpilaste ja personali poolt kasutuses. Sellest tingutuna tuleb tagada ehitusööde teostamise ajal kogu hoone toimimine. Kommunikatsioonidega seotud tööde ning kasutatavates ruumides vajalike tööde teostamine on lubatud vaid õppetöö välisel ajal.

Hoone ehitustööd on jagatud neljaks etapiks – „Algkool“, „Spordihoone“, „Söökla“ ning „Kõik ülejäänud ehitus- ja rekonstrueerimistööd“. Etapilisuse eesmärk on võtta uued ruumid kasutusse, et vabastada neljanda etapi töödeks vajalikud ruumid. Samuti on planeeritud söökla laiendustööde ja suurköögi ehitustööde teostamine perioodi, kui õppetöö koolis on lõppenud.

Seoses koroonapandeemiaga suundus kool 8. ehituskuul koduõppele ning töömaa anti ehitajale täies mahus üle.

2. ARHITEKTUURNE OSA

Arhitektuurse osa peatükis on kasutatud Arhitektuuribüroo Korrus OÜ poolt koostatud arhitektuurse põhiprojekti seletuskirja ja ULS insenerid OÜ poolt koostatud konstruktiivse tööprojekti materjale. Lisaks eriosade projektide seletuskirju.

2.1 Asendiplaaniline lahendus

Olemasolev hoone paikneb suhteliselt krundi keskel. Juurdeehitused on projekteeritud detailplaneeringus ettenähtud soovituslikesse aladesse. [1]

Algklasside osa juurdeehitus on projekteeritud olemasoleva hoone kirde küljele paralleelselt Kurna-Tuhala riigimaanteega. Koos juurdeehitusega on lahendatud hoonemahtude vaheline hooviala. Kooliõu on projekteeritud aktiveeriva keskkonnana, kus saab ilma nautides aega veeta või mängida lauatennist. Hoovialale on planeeritud koht jalgrataste hoiustamiseks. Antud etapis ehitatakse ümber ka hoonele ligipääsu tee Nabala tänavalt. [1]

Söökla osa laiendus jääb samuti kirde küljele ning spordihoone juurdeehitus jääb olemasoleva hoone edela küljele. Spordihoone juurdeehituse käigus ehitatakse ümber ka olemasolev ühenduskoridor ühe korruselise hoonemahu katusel. Ümberehituse eesmärgiks on tagada antud alas parem sisekliima ja võimaldada ratastooliga ligipääs spordihoone teisele korrusele kus paikneb aeroobikasaal. [1]

Sademeteveeäravool lahendatakse sisemise äravooluga ja ühendatakse projekteeritava sademevee kanalisatsioonitrassiga ning suunatakse läbi projekteeritava sademevee kogumissüsteemi sademevee kanalisatsioonitrassi liitumispunkti. Kuna arvutuslikud vooluhulgad on suured ja olemasolev sademevee kanalisatsioonitrass ei saa vastu võtta sellist veekogust korraga, siis sademevee kanalisatsioonitrassi projektis on ettenähtud sademevee kogumissüsteem koos ülepumplaga. [1]

2.2 Arhitektruurne lahendus

Antud projektiga nähakse ette olemasoleva koolimaja kirde ilmakaare küljele kahekorruseline juurdeehitus aadressil Kooli tn 2, Kiili alev, Kiili vald. Hoone katusel on ventilatsioonikamber, millele on tagatud ligipääs katuselt. [1]

Sarnaselt olemasoleva hoonega on juurdeehitus lamekatusega ja sobitub olemaoleva hoone mahtudega. Juurdeehitus on kavandatud kahekorruselisena ning olemasoleva

hoonega ühendav osa ühekorruseline. Juurdeehitatav osa on algklasside tiib, mis on suuteline eraldiseisvana toimida. Sissepääsu vastas on administrator ning kõrval on suur avatud garderoob. Garderoobi pääseb päevavalgus läbi klaasfassaadi ja katuseakna, mis ühtlasi tagab päevavalguse õpetajate abiruumi. Juurdeehitusega luuakse õpetajatele ruum, mis on ligipääsetav nii uuest kui vanast osast. Esimesel korrusel on lisaks klassiruumidele fuajee, garderoob, tualettruumid, raamatukogu, sekretariaat ja kontoriruumid. Avarast aatriumist on pääs teisele korrusele. Trepilahendusega on loodud astmestik, mis on kasutatav vahetundidel puhkamiseks või üritustel publiku istumiseks. Läbi vahe- ja katuslae loodud valgustunnelist pääseb aatriumisse loomulikku valgust. Koridoride seinad on lahendatud aktiivseks ajaveetmiseks mõeldud tegevusseintena, pakkudes õpilastele arendavaid tegevusi vahetundideks. [1]

Teine korrus on oma plaanilt sarnane esimese korrusega. Klassiruumid on identsed alumise korruse klassiruumidega. Teisel korrusel on lisaks tualettruumidele ka kolm väikeklassi ja koristaja abiruum. Teisel korruselt pääseb välise evakatsioonitrepil kaudu kooli hoovi. Aatriumist pääseb läbi ukse ühekorruselise hoonemahu katusele, mis on lahendatud haljaskatusena. Sealt pääseb kahekorruselise hoone katusele, kus asub metallkarkassil sandwichpaneelidest ventilatsioonikamber. [1]

Algklasside hoonemahu välisviimistluses on kasutatud betoonpinda, mille peale on kinnitatud terasraamil alumiinium ribad ja samast materjalist statsionaarne varjestus. Algklasside osas on akende kohal kasutatud horisontaalset statsionaarset varjestust. [1]

Olemasolevat sööklat laiendatakse 6,5 meetrit kirde suunas. Selle tulemusel on söögisaalis ruumi 234 inimesele ja samuti suureneb köögi ala. Laienduse käigus ehitatakse ümber sööklasse sissepääs, köök ja toitajaotus ala. Lisaks ehitatakse hoone loodesuunda uus ventilatsioonikamber. Laienduse eesmärgiks on mahutada rohkem õpilasi mugavamates tingimustes söögivahetundidel sööma. Söökla kohal teist korrust ei laiendata. Olemasolevad teise korruse kontoriruumid ehitatakse ümber loodusteaduste klassideks. Säilitatakse olemasolevad tualettruumid ning ühte tualetti suurendatakse invanõuetele vastavaks. Klassiruumide suurusest tingituna hakkab pääs klassidesse toimuma läbi spordihoone tribüüni. Tribüünide ala ehitatakse ümber, lisades saali ja vana tribüüniala vahele maast laeni klaassein. Nõuetele vastavate klassiruumide loomiseks pannakse kinni üks katuseaken ja üks küljeseina aken ning otsaseina lisandub kaks akent. Välisviimistluses on kasutatud krohvi. [1]

Spordihoone juurdeehitusega sesoses muudetakse külgneva olemasoleva koolihoone osas garderoobi ja tualettruumide lahendust. Juurdeehitatavasse osas toimub ligipääs õuest ja ka olemasolevast koolihoonest. Spordihoone laienduse esimesel korrusel on planeeritud puhveti ala. Ülejäänud pinna võtavad enda alla treenerite abiruum, tualettruumid ja dušširuumid ning riietusruumid. Esimeselt korruselt pääseb otse spordisaali ja trepiga on loodud pääs teisele korrusele. Teisel korrusel on aeroobikasaal koos inventari abiruumiga. Juurdeehituse osast toimub pääs spordihoone saali teise korruse tribüünile. Selleks ehitatakse ümber olemaolev koridor, mis ühendab koolimaja teist korrust spordihoone teise külje tribüünidega. Välisviimistluses on jäljendatud olemasolevat varikatuse joont ja puitlaudist, muus osas domineerib krohv. Sisepääsu kõrval on loodud ratastooli ligipääs pandusega. [1]

Söökla ja spordihoone juurdeehituses domineerib krohvipind. Evakuatsioonitrepid on harjatud betooni viimistlusega, ilmastiku eest kaitseb varikatus ning tõmmatud lehvõrgust seinad. [1]

2.3 Hoone konstruktsioonid

2.3.1 Vundament ja sokkel

Juurdeehitatavad hooned rajatakse monoliitbetoonist C30/37 lint- ja postvundamentidele. Algekooli hoone lintvundament rajatakse kruusmoreeni kihile 1,7m sügavusele, tihendatud killustikalusele. Lintvundamendi laius on 1200mm ja kõrgus 300mm. Hoone ühekordne osa rajatakse 1400x1400mm postvundamentidele. Spordihoone laienduse lint- ja postvundamendid rajatakse kruusmoreen kihile 1,2m sügavusele ja sööklahoone laienduse lintvundament rajatakse liivmoreen kihile samuti 1,9m sügavusele. Mõlema laienduse lintvundamendi laius on 1000mm ja kõrgus 300mm. Postvundamendid on mõõtudega 1000x1000mm. Algekooli hoone sokli moodustavad monteeritavad soklipaneelid. Spordihoone ja söökla laienduse soklid on laotud 240mm täisbetoneeritud õõnesbetoonplokkidest. [5]

Tänu täiendavatele geodeetilistele uuringutele oli võimalik tööprojekti raames algekooli hoone vundamendi taldmikulaiust võrreldes põhiprojekti andmetega vähendada.

2.3.2 Põrand pinnasel

Hoone pinnasel põrandad on rajatud tihendatud 250mm killustikalusele, millele on paigaldatud geotekstiil ning liivast tasanduskiht 50mm. Tasanduskihile on paigaldatud kahes kihis soojustus Styrofoam 250 kokku 200mm, seejärel ehituskile ning

armatuurvõrk diameetriga $\varnothing 8\text{mm}$, võrgusammuga 150mm. Algkooli ja spordihoone osas on armatuurile paigaldatud põrandakütte kontruurid. Hoone kõikide osade pinnasel põrandad on valatud 120 mm C25/30 betoonist. [5]

2.3.3 Hoone kandekonstruktsioon

Algkooli hoone kandvad välisseinad on 410mm monteeritavast raudbetoon sandwich paneelidest, kus koorikute vahel on 150mm PIR soojustus. Kandvad siseseinad on 200mm raudbetoelementidest või 240mm täisbetoneeritud betoonõõnesplokkidest. Lisaks garderoobi ja fuajee osas toetuvad katuslaepaneelid terastaladest ja -postidest kokku keevitatud raamile. [5]

Spordihoone ja söökla laienduse kandvad sise- ja välisseinad on laotud 240mm ja 190mm betoonõõnesplokkidest. Suuremate avade silletel on kasutatud monoliitseid betoonsilluseid, terastalaseid ning -poste. [5] Ventilatsioonikambrid on ehitatud metallkarkassil PIR- ja villatäitega sandwich-paneelidest. [5] Mittekandvad seinad on 100-150 mm fibo plokist või metallkarkassil kipsplaat seinad. [1]

2.3.4 Trepid

Hoone peamised sisetrepid algkoolis ja spordihoone osas on monteeritavatest raudbetoon trepielementidest. Ligipääs hoone ühelt korruselt teisele toimub kahemarsiliste treppide abil. [1] Algkooli ja õpetajate puhketoa ühendamiseks rajatakse kohapeal ehitatav monoliitne betoontrepp. [5]

Välised evakuatsioonitrepid on valdavalt metallkarkassil pesubetoonist astmetega trepid. Alklasside osas rajatakse nõuetele vastav keerdtrepp ja spordihoone juurdeehitusega lammutatakse olemasolev keerdtrepp, mille asemele tuleb ühemarsiline trepp. [1]

Spordihoone laienduse olemasoleva välistrepipikenduse astmed valatakse betoonist, viimistletakse sarnaselt olemasolevaga karestatud pesubetoonist plaatidega. [1]

2.3.5 Vahelaed

Hoone vahelagede kandetarinditeks on 265mm raudbetoon õõnespaneelid. Paneeli peale paigaldatakse sammumüra tõkestamiseks jäik mineraalvilla plaat 50 mm. Sinna peale EPS80 isolatsiooniplaat 25 mm. Polüetüleenkile peale paigaldatakse armatuurvõrk ning põrandakütte torustik. Vahelagede pealevalu on 100mm betoon C25/30. [1]

2.3.6 Katus, katuslagi

Algkooli-, spordi- ja sööklahoonetele on projekteeritud lamekatus. Raudbetoon õõnespaneeli peale valatakse vajadusel tasandusbetoon, mille peale paigaldatakse aurutõke. Soojustuseks on kokku 240mm PIR ning kallete andmiseks EPS100. Projektijärgselt on katusekatteks 3 kihti SBSi. Ehitustööde käigus asendati tavapärase tume SBS kate valge SBS katusekattega. [1] [6]

Uue ja vana algkoolihoone ühenduse madalam osa on kukeharjast murukatus, mis on vaadeldav nii uue kui vana hoone kõrgemate korruste akendest. Raudbetoon õõnespaneeli peale valatakse vajadusel tasandusbetoon, mille peale paigaldatakse aurutõke. Soojustuseks on kaldega EPS 100 20-200mm. Lisasoojustuseks on PIR 240mm, mis on kaetud 2 kihis SBS aluskattega ning ühes kihis juurekindlust tagava lisandiga armeeritud SBSiga. Üleliigse vee ärajuhtimiseks on lisatud drenaažmatt ning niiskust hoidev villakiht 50mm. Kukeharja murumatt vajab substraadikihtina 30mm mulda. [6]

2.3.7 Avatäited

Olemasoleva hoone aknaid ei vahetata uute vastu. Juurdeehitatavate hooneosade aknad, ukсед ja klaasfassaadid on projekteeritud 3x klaaspaketiga vastavalt PVC või alumiiniumprofiil raamis, sisemine ja välimine klaas on selektiivklaasid. Igas ruumis on vähemalt üks avatav aken loomulikuks tuulutuseks. Koridori alas on planeeritud ka suitsuerastusaknad. [1]

Hoone siseuksed on valdaval projekteeritud spoonitud siledad puituksed madala lävepakuga, helikindlusega 38dB. Tuletõkkeseksioonide vahelised ukсед ja tehnoruumide ukсед on silemetallist, tuletõkketsoonidele vastavalt kas EI30 või EI60. [1]

2.3.8 Liftišahtid

Hoonesse on projekteeritud üks lift/invatõstuk. Šahti seinteks on 200 mm paksused monteeritavad raudbetoon seinaelemendid. Lifti ukseava paledele paigaldada lisakipsplaat. Lifti kande- ja juhtkonstruktsioonid kinnitatakse seintesse järelkinnitustega. [1]

2.4 Tehnosüsteemide kirjeldus

Juurdeehitatavatele osadele on ette nähtud uued ventilatsiooni- ja küttesüsteemid ning vee- ja kanalisatsioonilahendused. Köögi osale lisatakse uus rasvapüüdur, sadevete juhtimiseks puhvermahutid koos ülepumpplaga. Seoses juurdeehitusega muutub ka hoone soojuskoormus ning paigaldatakse uus soojussõlm. Ülejäänud olemasolevad kütte-, ventilatsiooni-, vee ja kanalisatsioonisüsteemid säilivad. [1] [7]

Tugevoolu-, nõrkvoolu- ja automaatikatööde osas lahendatakse lisanduvatele hoonetele tööks vajalikud seadmed. Muudetakse tänavavalgustust, lisatakse uued vahekilbid, korrastatakse olemasolevaid ning uutele hooneosadele luuakse ühtne hooneautomaatika süsteem. Lisaks paigaldatakse uued valgustid DALI-süsteemil. [8] [9] [10]

2.4.1 Küte

Hoones on olemasolev soojussõlm kaugküttevõrgust, mis teenindab tervet koolihoonet. Uue soojussõlme jälgimine ja juhtimine toimub automaatika abil. Kuna soojavee tarbimine ei toimu pidevalt täiskoormisega, siis soojussõlm on lahendatud tarbevee mahutite abil. [7]

Algkooli ja spordihoone 1. korruse küte on lahendatud vesipõrandaküttesüsteemiga. Spordihoone 2. korrusel on ette nähtud 2-toru radiaatorküttesüsteem. Ventilatsiooniküte projekteeritakse spordihoone, algkooli ja söökla ventilatsioonigraadile. Ventilatsioonikütte parameetritel töötavad ka õhkkardinad, mis on ette nähtud paigaldada algkooli tulekotta. [7]

2.4.2 Ventilatsioonisüsteemid

Laiendatavate ja juurdeehitatavate ruumide õhuvahetus lahendatakse uute soojustagastitega varustatud ventilatsiooni seadmetega. Selleks projekteeritakse 4 uut süsteemi algkooli-, spordi- ja sööklahoone jaoks. Igale seadmele on ettenähtud eraldi kamber teenindatavate ruumide läheduses. Uutele seadmetele rajatakse ventilatsiooni kambrid spordihoone ja algkooli katusele, sööklale hoone laiendusse ning loodusklasside teenindamiseks tribüünile. Lisaks ehitatakse ümber olemasolev ventilatsioonikamber, mis teenindab olemasolevat sööklahoonet. Tualettruumide ventileerimine on lahendatud katuseventilaatoritega. Ventilatsiooni tööd juhitakse ruumi kaupa VAV klappide abil vastavalt CO2 taseme ja ruumitemperatuuri järgi. [7]

2.4.3 Veevarustus ja kanalisatsioon

Uus veevarustussüsteem algkooli, spordihoone ja söökla osale lahendatakse alates tehnilises ruumis olevast soojussõlmest ja veemõõdusõlmest. Kanalisatsioonisüsteemid lahendatakse juurdeehitavates osades hoone siseselt ning juhitakse seejärel hoone väljunditega olemasolevasse välistrassi. Söökla osas lahendatakse kanalisatsioonisüsteem vastavalt köögi tehnoloogilisele plaanile ning paigaldatakse uus rasvapüüdur ning liidetakse süsteem olemasoleva välistrassiga. [7]

2.4.4 Elektrivarustus ja automaatika

Sesose juurdeehitustega suureneb elektritarbimine. Koolihoone elektrivarustuse maht on piisav, kuid peakilp tuleb ümber ehitada 400A nimivoolule, peakaitsmega 630A. Lisaks paigaldatakse hooneosadele uued vahekilbid ja korrastatakse olemasolevaid. Sesose uue algkoolikorpuse ehitusega on vajalik tõsta ümber hoone alla jääv sidekaabel ning kavandatakse ümber välisvalgustus. [8]

Nõrkvoolusüsteemide osas lahendatakse uute ja korrastatakse olemasolevate hooneosade andmesidesüsteeme, tulekahjusignalisatsiooni, valvesüsteemi, videovalvet, läbipääsu-, ajanäidu-, heli- ja väljakutsesüsteeme. [9]

Hooneautomaatika osas ehitatakse välja süsteem, kus ühtses keskkonnas on võimalik reaajas jägida hetkelist, pikemaajalist ja keskmist energiatarbimist ning võimalik koguda statistilisi andmeid energiakasutuse osas. Süsteemis on võimalik energiatarbimise (kaugküte, elekter) monitoorimine, KVVK süsteemide juhtimine, monitoorimine ja trendide loomine. Lisaks veel KVVK süsteemide häiresignaalide registreerimine ja edastamine. Samuti on hooneautomaatikaga lahendatud ruumide kütte ja õhuvahetuse, valgustüssüsteemide ning välisvalgustuse juhtimine. [10]

2.5 Hoone tehnilised näitajad

Kogu krundi pindala on 21813 m². Krundil asub kaks hoonet – koolihoone ja lasteaiahoone. Allpool, tabelis 2.1, on toodud välja koolihoone põhlised tehnilised näitajad ning võrdlus olemasoleva olukorra, detailplaneeringuga kehtestatud tingimuste ning käesoleva lõputöö aluseks oleva projekteeritavate hoonemahtude parameetridega. [1]

Tabel 2.1 Hoone tehnilised näitajad

	Olemasolev	Kehtestamisel DP	Projekteeritav
Ehitisalune pind	4746,1 m ²	13 600,0 m ²	6638,4 m ²
Suletud netopind	6700,8 m ²		9988,1 m ²
Suletud brutopind	4746,1 m ²	12000 m ²	11696,4 m ²
Maa sihtotstarve ja osakaalu protsent	Üh - 100%	Üh - 100%	Üh - 100%
Maht	27345 m ³		40710 m ³
Korruselisus	3	+3/-1	3
Tulepüsisivusklass	TP-1	TP-1	TP-1
Parkimiskohtade arv	37	1/200 m ²	37
Hoone kõrgus (maapinnast)	12,5 m	13,0 m	12,5m
Hoonete arv	2 hoonet	2 hoonet	2 hoonet
Haljastuse protsent	40%		40%
Kõetav pind	6672,2 m ²		9959,5 m ²

3. KONSTRUKTIIVNE OSA

Konstruktiivse osa peatükis kontrollitakse spordihoone osa õõnesplokkmüüritise kandevõimet, eesmärgiga asendada 240mm õõnesplokk 190mm plokiga. Columbia kivi projekteerimisvihikute andmete alusel on 190mm plokk ideaalne 2-3 korruseliste hoonete ehitamiseks. [11] Antud hetkel on tegemist kahekorruselise hoonega, mis annab alust arvata, et asendamine on võimalik.

3.1 Lähteandmed

Kontrollarvutused on teostatud vastavalt standardile EVS-EN 1996-1-1:2005, Konstruktori käsiraamatule osa nr 3 ja Columbia kivi projekteerimisvihikule.

Kontrollarvutuste tegemiseks on vajalik teostada kõige koormatumate seinaosade kandevõime kontroll. Selleks määratakse arvutusteks vajalikud lähteandmed ja koormusskeemid. Asendatakse projektijärgsed andmed uute andmetega ning arvestatakse, et 190mm õõnesplokk betoneeritakse.

Hoonele mõjuvad vertikaalkoormused: konstruktsiooni omakaalud, kasuskoormus, lumekoormus, koormused vaheseintest. Lisaks on vajalik arvestada ka tuulekoormusega. Allpool on toodud välja arvutusteks vajalikud lähteandmed [5] [12] [13]:

- Columbia kivist laotud seinapaksus $t=0,19$ m
- Hoone kõrgus $h=8,65$ m
- 1. korruse kõrgus õõnespaneeli alla $h=3,22$ m, peale $3,585$ m
- 2. korruse kõrgus õõnespaneeli alla $h=4,155$ m, peale $4,42$ m
- Katuslae ja vahelaie õõnespaneelide kõrgus 265 mm
- Vahelaiepaneeli toetus seinale $a=110$ mm
- Vahelaiepaneeli pikkus $L=5,165$ m
- Katuslae paneeli pikkus $L=9,985$ m
- Müüritise normatiivne survetugevus

$$f_k = K \cdot f_b^{0,7} \cdot f_m^{0,3} = 0,55 \cdot 18^{0,7} \cdot 10^{0,3} = 8,3 \text{ MPa} \quad (3.1)$$

- Õõnesbetoonplokkide survetugevus $f_b=18$ MPa
- Põhimördi survetugevus $f_m=10,0$ MPa

- Täitebetoon C25/30 $f_{ck}=25$ MPa
- Survetugevuse konstant $K=0,55$
- Materjali osavarutegur $\gamma_m=1,7$

Omakaalukoormused leitakse vastavalt konstruktsioonide kaalule. Selleks on vajalik määrata konstruktsiooni tüübid ja nende kaalud. Tabelis 3.1 ja 3.2 on toodud vajalikud andmed arvutusteks.

Tabel 3.1 Konstruktsioonide omakaal

Jrk	Materjal	Paksus (mm)	Erikaal (kN/m ³)	Omakaal (kN/m ²)
VÄLISSEIN VS-1				
1	Õõnesplokk täisbetoneeritud	190	24	4,56
2	Soojustus EPS Silver 60	250	0,2	0,05
3	Armeeritud õhekrohv	10		0,0002
Kokku välisseina VS-1 omakaal g				4,61 kN/m²
VAHELAGI VL-1				
4	Õõnespaneel	265		3,8
5	Mineraalvill	50	0,04	0,002
6	EPS 80	25	0,13	0,003
7	Betoon armeeritud	100	25	2,5
8	Viimistlus	17	7,35	0,12
Kokku vahelae VL-1 omakaal g				6,43 kN/m²
KATUSLAGI KL-1				
9	Õõnespaneel	265		3,8
10	Soojustus PIR	240	0,032	0,008
11	3 x SBS (aurutõke, kaks pealiskihti)	10		0,014
Kokku katuslae KL-1 omakaal g				3,82 kN/m²

Lisaks on hoone välisseinas kasutusel terassillused, mis avaldavad mõju seina omakaalule. Terase erikaal on 78kN/ m³ [12] ning andmed on järgmised:

2.korrusel - Terassillus T8 – HE240B terastala, kõrgus 0,24m, laius 0,24m, omakaal 4,5kN/m

1.korrusel - Terassillus T4 – HE240B terastala, kõrgus 0,24m, laius 0,24m , omakaal 4,5kN/m

Terassillus T5 – HE240B terastala, kõrgus 0,24m, laius 0,24m, omakaal 4,5kN/m.

3.2.1 Kasuskoormus

Kasuskoormused leitakse vastavalt standardile EVS-EN 1991-1-1:2002/AC:2009+NA:2002. Antud hooneosa on spordihoone laienduse ning hoone teisel korrusel asub suur tantsu- ja aeroobikasaal. Seega tegemist on C4 alaklassi kuuluva hoonega ning sellest tulenevalt on vahelaele mõjuv kasuskoormus: $q_{k,k} = 5,0 \text{ kN/m}^2$

3.1.1 Lumekoormus

Lumekoormused leitakse vastavalt standardile EVS-EN 1991-1-3:2006/AC:2009+NA:2006. Hoone asjub Harju maakonnas Kiili vallas ning seega on lumekoormuse normsuurus maapinnal: $s_k = 1,50 \text{ kN/m}^2$.

Lumekoormuse kujuteguri väärtus $\mu_1 = 0,8$

Arvutuslik lumekoormus leitakse valemiga:

$$q_{k,lumi} = s_k \cdot \mu_1 \quad (3.2)$$
$$q_{k,lumi} = 1,5 \cdot 0,8 = 1,2 \text{ kN/m}^2$$

3.2.3 Tuulekoormus

Tuulekoormused leitakse vastavalt standardile EVS-EN 1991-1-4:2007/A1:2010+NA:2010. Tuulekoormuse arvutamiseks määratakse esmalt maastikutüüp, milleks on tüüp III – maastik, mis on kaetud ühtlase taimkatte või ehitistega või üksikute takistustega, mille vahekaugus ei ole suurem 20-kordsest kõrgusest (maa-asulad, äärelinn).

Järgmisena leitakse tuule baaskiirus, mis on standardi rahvuslikus lisas on määratud. Tuule baaskiirus $v_b = 21 \text{ m/s}$

Tuule tippkiirusrõhu määramiseks on vajalik hoone kõrgus, mis on $h=8,65\text{m}$. Tuule tippkiirusrõhk arvutatakse valemi 3.3 abil. [14]

$$q_p(z) = 12,81 \ln^2 \frac{z}{0,3} + 89,64 \ln \frac{z}{0,3} \quad (3.3)$$
$$q_p(z) = 12,81 \cdot \ln^2 \frac{8,65}{0,3} + 89,64 \ln \frac{8,65}{0,3} = 485,76 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}$$

Seina välispinnale mõjuv tuulerõhk arvutatakse valemiga 3.4 [14]

$$w_e = q_p(z_e) \cdot c_{pe} \quad (3.4)$$

Tuulerõhu arvutamiseks on vaja määrata järgmised parameetrid:

Seina pikkus teljel 1':	d= 31,2m
Hoone kõrguse ja pikkuse suhe:	h/d = 0,852
Ristuva seina mõõt teljel A:	b =10,2 m
Tuulerõhu arutamisel võetakse arvesse olukorda:	e=b=10,2
Tuulekoormus mõjub tsoonidele A, B ja C:	(e<d)
Seina teljel 1' enim koormatumas lõikes mõjub tuulekoormus tsoonis B.	
Välisrõhutegur seinale teljel 1':	C _{pe,B} = -0,8

Normatiivne tuulekoormus seinale, vastavalt valemile 3.4:

$$w_{e,Dsein} = -0,8 \cdot \frac{485,76}{1000} = -0,389 \frac{kN}{m^2}$$

Katusele mõjuva tuulekoormus leidmiseks on vaja määrata parapeti kõrguse ja hoone kõrguse suhe. [14]

Parapeti kõrgus:	h _p = 0,6 m
Hoone kõrguse ja parapeti suhe:	h _p /h= 0,07
Koormusskeemi järgi kõige koormatum seiniosa asub tsoonis F.	
Välisrõhutegur katusele:	C _{pe,F} = -1,32

Normatiivne tuulekoormus katusele vastavalt valemile 3.2:

$$w_{e,Fkatus} = -1,32 \cdot 485,76/1000 = -0,6412 \frac{kN}{m^2}$$

3.1.2 Koormuste määramine

Arvutuslale mõjuvad koormused hoone katuselt ning teiselt korruselt, lisaks vahelae koormus. Katuslaele mõjuvad muutuvkoormus ja lumekoormus, mida koos ei arvestata. [15] Katusetüüp on H ja selle arvestuslik suurus on väikem kui lumekoormus.

Katuslae kasuskoormus	q _{k,lumi} = 1,2 kN/m ²
Konstruktiooni omakaal	g _{ok} = 3,82 kN/m ²
Paneelide sille	l =9765 mm

Omakaalu arvutuskoormus katuslaelt arvutatakse valemiga: [15]

$$g_{d,katus} = 1,2 \cdot \frac{l}{2} \cdot g_{ok} \quad (3.5)$$

$$g_{d,katus} = 1,2 \cdot \frac{9,765}{2} \cdot 3,82 = 22,38 \text{ kN/m}$$

Kasuskoormuse arvutusväärtus: [15]

$$q_{d,katus} = 1,5 \cdot \frac{l}{2} \cdot q_k \quad (3.6)$$

$$q_{d,katus} = 1,5 \cdot \frac{9,765}{2} \cdot 1,2 = 8,79 \text{ kN/m}$$

Vahelae koormused:

Katuslae kasuskoormus	$q_k = 5 \text{ kN/m}^2$
Konstruksiooni omakaal	$g_{ok} = 6,43 \text{ kN/m}^2$
Paneelide sille	$l = 5,165 \text{ m}$

Vahelae omakaalu arvutuskoormus:

$$g_{d,vl} = \frac{l}{2} \cdot g_{ok} = 5,165/2 \cdot 6,43 = 16,6 \text{ kN/m} \quad (3.7)$$

Kasuskoormuse arvutuskoormus:

$$q_{d,vl} = \frac{l}{2} \cdot q_k = 5,165/2 \cdot 5 = 12,98 \text{ kN/m} \quad (3.8)$$

Välisseina koormused:

2. korruse seinte kõrgus	$h = 4,155$
1.korruse seina kõrgus	$h = 3,22$
Välisseina omakaal	$g_{k,vs-1} = 4,61 \text{ N/m}^2$
2. korruse seina Arvutuskoormus :	$g_{d,2k} = g_{k,vs-1} \cdot h = 4,61 \cdot 4,155 = 19,2 \text{ kN/m} \quad (3.9)$
1. korruse välisseina Arvutuskooormus	$g_{d,1k} = 4,61 \cdot 3,22 = 14,8 \text{ kN/m}$
1. ja 2. korruse terastala arvutuskoormus	$g_{d,sillus} = 4,5 \text{ kN/m}$

Kuna tegemist on olukorraga, kus seina arvutus tuleb teostada koondatud jõua all, siis on vajalik määrata toepunktist 60° nurga all seina arvutuspikkus. Silluse toetuspikkus on $c=400\text{mm}$. Akendevahelise müüritise laius on $b=2870\text{mm}$. Arvutuspikkus leitakse valemiga 3.12. [16]

$$b_p = \frac{h_s}{2} \cdot \tan 30^\circ + \frac{c}{2} \quad (3.12)$$

Kus h_s – kõrgus silluse alla

c – silluse toetuspikkus

$$b_p = \frac{2500}{2} \cdot \tan 30^\circ + \frac{0,400}{2} = 0,922 \text{ m}$$

Lisaks on vajalik määrata koormusala pikkus, valem 3.13, mis langeb müüritise parempoolse aknapostile. Akna laius $l_1=3550 \text{ mm}$. Vaatleme ala

$$l_{k1} = \frac{l}{2} + b_p \quad (3.13)$$

$$l_k = \frac{3,550}{2} + 0,922 = 2,696m$$

Määratakse geomeetriselt ülemistelt korrustelt mõjuva jõu laius võttes arvesse teise korruse aknaava esimese metallpostini, $l_2=1540mm$, $B_{eff} = 3,275m$.

3.1.3 Koormuskombinatsioonide määramine

Arvutustes lähtume ebasoodsatest mõjudest omakaalule ning kombineeritakse kasuskoormuse, lumekoormuse ja tuulekoormuse mõjudega. Kandepiiriseisundi koormuskombinatsioonid määratakse standardi EVS-EN 1990:2002 + NA:2002 alusel. Vastavate tegurite ja koormuste arväärtused leitakse samuti standardist. [17]

Üldvalem koormuskombinatsioonide määramiseks on:

$$\Sigma \gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_{Q,1} Q_{k,1} + \Sigma \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i} \quad (3.15)$$

Koormuskombinatsioon 1: ebasoodne omakaalukoormus, domineeriv tuul mittedomineeriv kasuskoormus ja soodne lumi

$$\gamma_{G,sup} G_k + \gamma_{Q,1} Q_{k,tuul} + \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,k} + \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,lumi} = 1,2 * G_k + 1,5 * Q_{k,tuul} + 1,5 * 0,7 * Q_{k,k} \quad (3.16)$$

Koormuskombinatsioon 2: ebasoodne omakaalukoormus, domineeriv lumi, mittedomineeriv kasuskoormus, mittedomineeriv tuul,

$$\gamma_{G,sup} G_k + \gamma_{Q,1} Q_{k,lumi} + \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,k} + \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,tuul} = 1,2 * G_k + 1,5 * Q_{k,lumi} + 1,5 * 0,7 * Q_{k,k} + 1,5 * 0,6 * Q_{k,tuul} \quad (3.17)$$

Koormuskombinatsioon 3: ebasoodne omakaalukoormus, domineeriv kasuskoormus, mittedomineeriv tuul, mittedomineeriv lumi

$$\gamma_{G,sup} G_k + \gamma_{Q,1} Q_{k,k} + \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,tuul} + \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,lumi} = 1,2 * G_k + 1,5 * Q_{k,k} + 1,5 * 0,6 * Q_{k,tuul} + 1,5 * 0,5 * Q_{k,lumi} \quad (3.18)$$

3.1.4 Koormuskombinatsioon 1

Esimese koormuskombinatsiooni puhul, kus arvestatakse ebasoodsa omakaalukoormuse, domineeriva tuule, mittedomineeriva kasuskoormuse ja soodsa lumekoormusega leitakse välisseinale mõjuvad jõud valemi 3.16 abil. Arvutamisel arvestatakse arvutuskeemi aluseks oleva koormuste mõjumise alaga. Arvutustel on kasutatud Ehituskonstruktori käsiraamatu [12] ja Eurokoodeks 6 [16] toodud kivikonstruktsioonide arvutusvalemeid.

Ülemistelt korrustelt mõjuv jõud:

$$N_{\bar{u},d} = 1,2 * G_k + 1,5 * Q_{k,tuul} + 1,5 * 0,7 * Q_{k,k} = 1,2 * b_{eff} * (g_{d,katus} + g_{d,2k} + g_{d,sillus}) + 1,5 * W_{katus} + 1,5 * 0,7 * b_{eff} * (q_{d,katus}) = 1,2 * 3,275 * (22,38 + 19,2 + 4,5) + 1,5 * 0,641 + 1,5 * 0,7 * 3,275 * 8,79 = 210,35 \text{ kN}$$

Koormus vahelaest:

$$N_{vl,d} = \gamma_{G,sup} * g_{d,vl} * l_{k1} + \gamma_Q * \psi_0 * q_{d,vl} * l_{k1} \quad (3.19)$$

$$N_{vl,d} = 1,2 * 16,6 * 2,697 + 1,5 * 0,7 * 12,98 * 2,697 = 90,48 \text{ kN}$$

Koormus kokku $N_d = 210,35 + 90,48 = 300,8 \text{ kN}$

Paindemomendi jaoks on vaja leida vahelaelt tulenev koormuse ekstsentrilisus seinä ülaosas.

Õõnespaneeli toetuspikkus $a = 100 \text{ mm}$

Resultantjõu kaugus õõnesplokist $a_p = a/2 = 55 \text{ mm}$

Ekstsentrilisus $e = t/2 - a_p = 190/2 - 55 = 40 \text{ mm} = 0,04 \text{ m}$

Paindemoment vahelaest koormusest $M_{1,d} = e * N_{vl,d} \quad (3.20)$

$$M_{1,d} = 0,04 * 90,48 = 3,62 \text{ kNm}$$

Tuulekoormus seinale leitakse : $p_w = \gamma_Q * W_{sein} * l_{k1} = 1,5 * -0,389 * 2,697 = -1,57 \text{ kN/m}^2$

Tuulega seotud paindemoment $M_{2,d} = \frac{p_w * h^2}{8} = \frac{(-1,58) * 3,22^2}{8} = 2,04 \text{ kNm}$

Ülemise tsooni kontroll

Määrame juhusliku ekstsentrilisuse

$$e_a = \frac{h}{300} = \frac{3,22}{300} = 0,011 \text{ m} \quad (3.21)$$

Ekstsentrilisuse leiame järgmise valemi abil

$$e = \frac{M_d}{N_d} + e_a = \frac{3,62}{300,8} + 0,011 = 0,023 \text{ m} \quad (3.22)$$

Surutud tsooni ristlõikepindala leitakse valemiga 3.23

$$A_c = (1 - 2 \frac{e}{t}) * A \quad (3.23)$$

$$A_c = \left(1 - 2 \frac{0,023}{0,19}\right) * 0,19 * 0,922 = 0,13 \text{ m}^2$$

Seina ülemises ja alumises lõikes arvestatakse nõtketeguri χ väärtuseks 1 [12]

$$N_{Rd} = \frac{\chi_{i(m)} A_c f_k}{\gamma_M} \quad (3.24)$$

$$N_{Rd} = \frac{1 * 0,13 * 8,3 * 10^6}{1,7} = 635 \text{ kN}$$

$N_{\check{u},d} = 316,55 \text{ kN} < N_{rd} = 635 \text{ kN}$ – kandevõime on tagatud.

Keskmise tsooni kontroll

Keskmisses tsoonis, mis on kõrgusega $h/5$ on vaja leida nõtketegur

$$\chi_m = e^{-\frac{u^2}{2}}, \quad (3.25)$$

$$\text{kus } u = \frac{\lambda_h - 2}{23 - 37 \frac{e_{mk}}{t}} \quad (3.26)$$

$$\text{Seina saledus } \lambda_h = \frac{h_{ef}}{t_{ef}} = \frac{3,485}{0,19} = 18,35 < 27; > 15 \quad (3.27)$$

$$\text{Kus } h_{ef} = \rho_n * h \text{ ning } \rho_n = 1 \text{ ja } t_{ef} = t \text{ ühekihilise seina puhul.} \quad (3.27)$$

Järmisena on vaja määrata ekstsentrilisus seina keskosas.

$$e_{mk} = e_m + e_k, \text{ kus } e_m = \frac{M_m}{N_m} + e_a \quad (3.28)$$

kuna seina saledus on suurem kui 15, siis $e_k = 0$ [12]

kus roometegur ϕ_∞ on Columbia kivi puhul 1,5 [13]

Momenti võib leida seina keskkosas interpoleerimise teel seinas $3h/5$ kõrgusel. Lisandub tuulest tingitud moment.

$$M_m = (0,6 * 3,62) + 2,04 = 4,2 \text{ kNm}$$

Seina koormus keskkosas suureneb esimese korruse müüritise ja vahelae koormuse võrra.

$$N_{k,d} = N_{\check{u},d} + N_{vl,d} + 0,4 * \gamma_{G,sup} * (g_{d,vs}) * b_p \quad (3.30)$$

$$N_{k,d} = 210,35 + 90,48 + 0,4 * 1,2 * 14,8 * 0,922 = 307,4 \text{ kN}$$

Leiame ekstsentrilisuse seina keskosas vastavalt valemitele 3.28 ja 3.29, kui seina saledus on > 15 , siis arvestatakse roomeekstsentrilisuseks $e_k = 0$. [12]

$$e_m = 4,2 / 307,4 + 0,011 = 0,025 \text{ m}$$

$$e_{mk} = 0,025 + 0 = 0,025 \text{ m}$$

$$\text{Leiame } u \text{ väärtuse valemi 3.26 abil: } u = \frac{18,35 - 2}{23 - 37 \frac{0,025}{0,19}} = 0,9$$

Nõtketegur valemi 3.25 järgi on seega

$$\chi_m = e^{-\frac{u^2}{2}} = 0,67$$

Survetsooni ristlõikepindala valemi 3.23 alusel

$$A_c = \left(1 - 2 \frac{e_m}{t}\right) \cdot A = \left(1 - 2 \frac{0,025}{0,19}\right) \cdot 0,922 \cdot 0,19 = 0,13m^2$$

Kandevõime kontrolli valemi 3.24 alusel:

$$N_{Rd} = \frac{0,67 \cdot 0,13 \cdot 8,3 \cdot 10^6}{1,7} = 425kN$$

$N_{md}=307,4kN < N_{Rd} = 425kN$ – kandevõime on tagatud.

3.1.5 Koormuskombinatsioon 2

Koormuskombinatsioon 2: ebasoodne omakaalukoormus, domineeriv lumi, mittedomineeriv kasukoormus, mittedomineeriv tuul.

$$\begin{aligned} N_{\bar{u},d} &= \gamma_G \cdot \sup G_k + \gamma_{Q,1} Q_{k,lumi} + \gamma_{Q,i} \psi_0 Q_{k,k} + \gamma_{Q,i} \psi_0 Q_{k,tuul} = 1,2 \cdot G_k + 1,5 \cdot Q_{k,lumi} + 1,5 \cdot 0,7 \cdot Q_{k,k} + 1,5 \cdot \\ &0,6 \cdot Q_{k,tuul} = 1,2 \cdot b_{eff} \cdot (g_{d,katus} + g_{d,2k} + g_{d,sillus}) + 1,5 \cdot q_{k,lumi} \cdot b_{eff} + 1,5 \cdot 0,7 \cdot b_{eff} \cdot (q_{d,katus}) \\ &+ 1,5 \cdot 0,6 \cdot b_{eff} \cdot W_{katus} = 1,2 \cdot 3,275 \cdot (22,38 + 19,2 + 4,5) + 1,5 \cdot 1,2 \cdot 3,275 + 1,5 \cdot 0,7 \cdot \\ &8,79 \cdot 3,275 + 1,5 \cdot 0,6 \cdot 0,641 \cdot 3,275 = 215,3 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$\text{Koormusvahelaest } N_{vl,d} = 1,2 \cdot 16,6 \cdot 2,697 + 1,5 \cdot 0,7 \cdot 12,98 \cdot 2,697 = 90,48 \text{ kN}$$

$$N_d = 215,3 + 90,48 = 305,78 \text{ kN}$$

Ülemise tsooni kontroll

$$\text{Paindemoment vahelaest koormusest: } M_{1,d} = 0,04 \cdot 90,48 = 3,62 \text{ kNm}$$

$$\text{Juhuslik ekstsentrilisus: } e_a = \frac{h}{300} = \frac{3,22}{300} = 0,011m$$

$$\text{Ekstsentrilisus: } e = \frac{M_d}{N_d} + e_a = \frac{3,62}{305,78} + 0,011 = 0,023m$$

Surutud tsooni ristlõikepindala leitakse valemiga 3.23

$$\begin{aligned} A_c &= \left(1 - 2 \frac{e_s}{t}\right) \cdot A \\ A_c &= \left(1 - 2 \frac{0,023}{0,19}\right) \cdot 0,19 \cdot 0,922 = 0,13m^2 \end{aligned}$$

Kandevõime leitakse valemiga (3.24)

$$N_{Rd} = \frac{1 * 0,13 * 8,3 * 10^6}{1,7} = 635 \text{ kN}$$

$N_{\bar{u},d} = 305,78 \text{ kN} < N_{Rd} = 635 \text{ kN}$ – kandevõime on tagatud.

Keskmise tsooni kontroll

Momenti võib leida seina keskkosas interpoleerimise teel seinas 3h/5 kõrgusel.

$$M_m = 0,6 * 3,62 = 2,18 \text{ kNm}$$

Seina koormus keskkosas valemi 3.30 järgi

$$N_{k,d} = N_{\bar{u},d} + N_{v,d} + 0,4 * \gamma_{G,sup} * (g_{d,vs}) * b_p$$

$$N_{m,d} = 215,3 + 90,48 + 0,4 * 1,2 * 14,8 * 0,922 = 312,3 \text{ kN}$$

Leiame ekstsentrilisuse seina keskkosas vastavalt valemitele 3.28 ja 3.29, kui seina saledus on > 15 , siis arvestatakse roomeksentrilisuseks $e_k = 0$. [12]

$$e_m = 2,18 / 312,3 + 0,011 = 0,018 \text{ m}$$

$$e_{mk} = 0,018 + 0 = 0,018 \text{ m}$$

Leiame u väärtuse valemi 3.26 abil: $u = \frac{18,35 - 2}{23 - 37 \frac{0,018}{0,19}} = 0,93$

Nõtketegur valemi 3.25 järgi on seega

$$\chi_m = e^{-\frac{u^2}{2}} = 0,65$$

Survetsooni ristlõikepindala valemi 3.23 alusel

$$A_c = \left(1 - 2 \frac{e_m}{t}\right) \cdot A = \left(1 - 2 \frac{0,018}{0,19}\right) * 0,922 * 0,19 = 0,14 \text{ m}^2$$

Kandevõime kontroll valemi 3.24 alusel:

$$N_{Rd} = \frac{0,65 * 0,14 * 8,3 * 10^6}{1,7} = 444,3 \text{ kN}$$

$N_{m,d} = 312,3 \text{ kN} < N_{Rd} = 444,3 \text{ kN}$ – kandevõime on tagatud.

3.1.6 Koormuskombinatsioon 3

Koormuskombinatsioon 3: ebasoodne omakaalukoormus, domineeriv kasuskoormus, mittedomineeriv tuul, mittedomineeriv lumi

$$\gamma_{G,sup} G_k + \gamma_{Q,1} Q_{k,k} + \gamma_{Q,i} \psi_0 Q_{k,tuul} + \gamma_{Q,i} \psi_0 Q_{k,lumi} = 1,2 * G_k + 1,5 * Q_{k,k} + 1,5 * 0,6 * Q_{k,tuul} = 1,2 * b_{eff} * (g_{d,katus} + g_{d,2k} + g_{d,sillus}) + 1,5 * b_{eff} * (q_{d,katus}) + 1,5 * 0,6 * w_{katus} + 1,5 * 0,5 * Q_{k,lumi} = 1,2 *$$

$$3,275 * (22,38 + 19,2 + 4,5) + 1,5 * 3,275 * 8,791 + 1,5 * 0,6 * -0,641 + 1,5 * 0,5 * 1,2 * 3,275 = 226,7 \text{ kN}$$

$$N_{vl,d} = 1,2 * 16,6 * 2,697 + 1,5 * 12,98 * 2,697 = 106,23 \text{ kN}$$

$$N_d = 226,7 + 106,23 = 332,93 \text{ kN}$$

Ülemise tsooni kontroll

Paindemoment vahelae koormusest: $M_{1,d} = 0,04 * 106,23 = 4,25 \text{ kNm}$

$$\text{Juhuslik eksentrilisus: } e_a = \frac{h}{300} = \frac{3,22}{300} = 0,011 \text{ m}$$

$$\text{Eksentrilisus: } e = \frac{M_d}{N_d} + e_a = \frac{4,25}{332,93} + 0,011 = 0,024 \text{ m}$$

Surutud tsooni ristlõikepindala leitakse valemiga 3.23

$$A_c = (1 - 2 \frac{e}{t}) \cdot A$$

$$A_c = \left(1 - 2 \frac{0,024}{0,19}\right) \cdot 0,19 \cdot 0,922 = 0,13 \text{ m}^2$$

Kandevõime leitakse valemiga (3.24)

$$N_{rd} = \frac{1 * 0,13 * 8,3 * 10^6}{1,7} = 635 \text{ kN}$$

$N_{ü,d} = 332,93 \text{ kN} < N_{rd} = 635 \text{ kN}$ – kandevõime on tagatud.

Keskmise tsooni kontroll

Momenti võib leida seina keskkosas intepoleerimise teel seinas 3h/5 kõrgusel.

$$M_m = 0,6 * 4,25 = 2,55 \text{ kNm}$$

Seina koormus keskkosas valemi 3.30 järgi

$$N_{k,d} = N_{ü,d} + N_{vl,d} + 0,4 * \gamma_{G,sup} * (g_{d,vs}) * b_p$$

$$N_{k,d} = 226,7 + 106,23 + 0,4 * 1,2 * 14,8 * 0,922 = 339,5 \text{ kN}$$

Leiame eksentrilisuse seina keskkosas vastavalt valemitele 3.28 ja 3.29, kui seina saledus on > 15 , siis arvestatakse roomeksentrilisuseks $e_k = 0$. [12]

$$e_m = 2,55 / 339,5 + 0,011 = 0,018 \text{ m}$$

$$e_{mk} = 0,018 + 0 = 0,018 \text{ m}$$

Leiame u väärtuse valemi 3.26 abil: $u = \frac{18,35 - 2}{23 - 37 \frac{0,018}{0,19}} = 0,84$

Nõtketegur valemi 3.25 järgi on seega

$$\chi_m = e^{-\frac{u^2}{2}} = 0,7$$

Survetsooni ristlõikepindala valemi 3.23 alusel

$$A_c = \left(1 - 2 \frac{e_m}{t}\right) \cdot A = \left(1 - 2 \frac{0,018}{0,19}\right) * 0,922 * 0,19 = 0,14m^2$$

Kandevõime kontrolli valemi 3.24 alusel:

$$N_{Rd} = \frac{0,7 * 0,14 * 8,3 * 10^6}{1,7} = 478 \text{ kN}$$

$N_{kd}=339,5 \text{ kN} < N_{Rd} = 478 \text{ kN}$ – kandevõime on tagatud.

3.1.7 Järeldus

Erinevate koormuskombinatsioonide arvutustulemuste põhjal on 190mm betoneeritud Columbia kivist laotud seina kandevõime tagatud ja võiks kaaluda 240mm Columbia kivi asendamist 190mm kiviga.

4. EHITUSPLATSI ÜLDPLAAN

4.1 Üldandmed

Kinnistu Kooli 2, Kiili ehitusplatsi üldplaani eesmärk on anda ülevaade töömaa piiritlusest, ehitustöödeks vajalike ligipääsuteede ja ehitussoojakute asukohtadest. Lisaks on üldplaanil toodud välja kraana töötsoon ja paiknemine, prügikonteinerite asukohad ning vajalikud laoplatsid materjalide hoiustamiseks. Eesmärk on paigaldada ja määrata ajutiste ehitiste asukohad selliselt, et puuduks hilisem vajadus nende ümbertöstmiseks ehitustööde käigus.

Objekti peatöövõtja meeskonda kuulub 4 inimest, kellest 2 viibivad alaliselt objektil ja 2 inimest 3 päeva nädalas. Alltöövõtjaid objektil on vastavalt tööde edenemisele erinev arv, maksimaalselt 64 inimest, minimaalselt 4 inimest.

4.2 Teed ja platsid

Ehitustööde teostamiseks on vajalik rajada ajutine juurdepääsutee spordihoonele, mis hiljem likvideeritakse. Ajutine ligipääs rajatakse freesasfaltist, ehitusmasinate pöörderaadiusest tingituna on tee 5m laiune. [18] Olemasolevad äärekivid säilitamise eesmärgil toestatakse ja kaetakse. Lisaks on vajalik rajada ajutine tee jalakäijatele ümber töömaa, kus on võimalik liikuda ka jalgrattaga. Selleks ehitatakse 1,2m laiune OSB plaatidest puitkarkassil ajutine tee murupinnale, et hiljem oleks vähem murupinna taastamistöid.

Sööklahoone ligipääsuks saab kasutada olemasolevat asfaltkattega teenindavale transpordile mõeldud teed. Kasutamisele on seatud piirang, millega peab olema kooli teenindavale transpordile ligipääs iga tööpäeva hommikul kuni kl 10ni.

Algkooli sisehoovi on planeeritud hiljem sillutuskiivist plats ning hoone loodesuunast on ettenähtud rajada uus sissepääsutee olemasolevate tehnoruumide ja tööõpetuseklasside teenindamiseks. 0 tsüklitöödega koos rajatakse vajalike teede ja platside aluskihid ning kasutatakse neid ka ajutiste ligipääsuteedena hoone ehitustööde ajal. Algkoolihoone sisehoovi sissepääsul tuleb säilitada olemasolev kõnnitee, selleks toestatakse äärekivi. Ajutise juurdepääsutee laiuks on 5m. Olemasolev mahasõit maanteelt esialgu säilitatakse ning kasutatakse kolmada juurdepääsuna hoone ehitustöödel.

4.3 Ajutised tehnovõrgud

4.3.1 Elekter ja side

Objektile paigaldatakse mobiilse sideühenduse abil internetiühendus. Kontoritehnika jaoks paigaldatakse eraldi ruuter ja seadmed objekti töömaasoojakusse. Paigandatav valvelahendus töötab samuti mobiilselt ning selleks paigaldatakse töömaa kontorisoojakusse eraldi seadmed tehnilisele valvele ning kaameravalvele koos salvestitega.

Igale objekti töömaaosale on vajalik tagada ehitustöödeks piisav elektrivarustus. Kuna elektrivarustust ei ole võimalik tagada terves ulatuses ühest algpunktist, siis objektile paigaldatakse kolm arvestiga ajutist elektrikilpi, millele lisatakse vastavalt korrustele ja vahemaadele 16A ja 32A jaotuskilbid. Peakilbist kaablid paigaldatakse kaitsekõris pinnapealselt. Kaablid jaotuskilpideni on paigaldatud samuti kõrisse ning pinnapealsena, võimalusel seinale kinnitatuna. Soojakute ja välisvalgustuse toitekaablid on paigaldatud olemasolevatelt katusepindadelt või pinnapealselt kaablikaitsekõris.

Hoone olemasolev peakaitse on 400A, mida suurendatakse kuni 630A. [8] Olemas on reserv uute hoonete ehituseks ja teenindamiseks ja puudub vajadus generaatorite kasutamiseks. Elektriga varustatuse võimalused on töömaa lõikes erinevad. Spordihoone osas on lähim võimalus kasutada kahte reserv automaati kumbki 32A ulatuses, sööklahoone osas on reserve 3 automaadi all samuti 32A ja algkooli osas on olemas reserv 160A ulatuses.

Spordihoone töömaal kasutatavate seadmete võimsus on toodud tabelis nr 4.1, sööklahoone seadmete võimsus tabelis 4.2 ja algkoolihoone töömaal kasutatavate seadmete ja masinate võimsus on toodud tabelis 4.3.

Tabel 4.1 Spordihoonel kasutatavate seadmete võimsus

Jrk nr	Ajutise elektritarbija nimetus	Nimivõimsus, kW	Arv, tk	Võimsus, kW
1	Soojakud ja olmeelekter	3,2	5	16
2	Segumasin	0,9	1	0,9
3	Käsitööriistade komplektid	2,0	5	10
4	Ajutine üldvalgustus hoones LED	0,03	10	0,3
5	Ajutine kohtvalgus	0,01	2	0,02
6	Muud elektriseadmed	2	1	2
7	Keevitusaparaat	4,5	1	4,5
8	Krohvi- või pahtlipump või värviprits	5,5	1	5,5
9	Töömaavalgustid	1	2	2
10	Ajutised kütteseadmed gaas	0,1	4	0,4
	Kokku võimsus			41,62

Üheaegsustegur 0,65 [19]

Arvutuslik võimsus $P=0,65*41,62=27,05$ kW

Valem ehituseks vajaliku voolutugevuse määramiseks amprites 3-faasilise voolu puhul on järgmine: [19]

$$I = 1000 * \frac{P}{\sqrt{3} * PF * U}, [A] \quad (4.1)$$

kus, P - arvutuslik võimsus,

PF – võimsustegur 0,8

U - voolutugevus 380 V

Antud olukorras on seega ehitustöödeks vajalik voolutugevus

$$I = 1000 * \frac{27,05}{\sqrt{3} * 0,8 * 380} = 51,4 \text{ A}$$

Spordihoone osa ehitustöödeks vajaliku peakaitsme suuruseks on vaja 3x63A. Kuna võimalik on antud juhul kasutada olemasolevast jaotuskilbist kahte 32 A reservautomaati, aga mitte ühte 63A, siis otsustatakse soojakud ja üldvalgustus lisada ühe automaadi alla ja töömaal kasutatav elekter teise automaadi alla.

Tabel 4.2 Sööklahoonel kasutatavate seadmete võimsus

Jrk nr	Ajutise elektritarbija nimetus	Nimivõimsus, kW	Arv, tk	Võimsus, kW
1	Segumasin	0,9	1	0,9
2	Käsitööriistade komplektid	2,0	5	10
3	Ajutine üldvalgustus LED	0,03	5	0,15
4	Ajutine kohtvalgus	0,01	2	0,02
5	Muud elektriseadmed	2	1	2
6	Krohvi- või pahtlipump või värviprits	5,5	1	5,5
7	Töömaavalgustid	1	2	2
8	Ajutised kütteseadmed gaas	0,1	2	0,2
	Kokku võimsus			20,77

Üheaegsustegur 0,65

Arvutuslik võimsus $P=0,65*20,77=13,5$ kW

$$I = 1000 * \frac{13,5}{\sqrt{3} * 0,8 * 380} = 25,64 \text{ A}$$

Sööklahoone ehitustöödeks vajaliku peakaitsme suurus on 3x32A.

Tabel 4.3 Algkoolihoonel kasutatavate seadmete võimsus

Jrk nr	Ajutise elektritarbija nimetus	Nimivõimsus, kW	Arv, tk	Võimsus, kW
1	Soojakud ja olmeelekter	3,2	4	12,8
2	Segumasin	0,9	1	0,9
3	Käsitööriistade komplektid	2,0	10	20
4	Ajutine üldvalgustus LED	0,03	20	0,6
5	Ajutine kohtvalgus	0,01	4	0,04
6	Muud elektriseadmed	2,0	5	10
7	Keevitusaparaat	4,5	1	4,5
8	Krohvi- või pahtlipump või värviprits	5,5	2	11
9	Töömaa valgustid	1	3	3
10	Ajutised kütteseadmed gaas	0,1	6	0,6
	Kokku võimsus			63,44

Üheaegsustegur 0,65

Arvutuslik võimsus $P=0,65*63,44=41,24$ kW

$$I = 1000 * \frac{41,24}{\sqrt{3} * 0,8 * 380} = 78,31 \text{ A}$$

Algkoolihoone ehitustöödeks vajaliku peakaitsme suurus on 3x90A.

4.3.2 Vesi ja kanalisatsioon

Algkoolihoone ehitustöödeks vajalik veevarustus tagatakse olemasolevast veemöödusõlmest, millele paigaldatakse väljavõte, ajutine veemõõtja ja kiirliitmik vooliksüsteemi kasutamiseks. Spordihoone ja sööklahoone veevarustus on lahendatud olemasolevate kastmiskraanidega, millele samuti paigaldatakse ajutised veemõõtjad ning kiirliitimikud vooliksüsteemile.

Olemasoleva koolihoone ümbruses on 3 hüdranti, mille haldaja on Kiili Varahalduse AS. Hüdrantide veetorustiku läbimõõt on 100mm ja 110mm, tootlikkus 15l/s. [20]

Hoone ehitustöödel kasutatakse kemokäimlaid. Sööklahoone juurde paigaldatakse üks kätepesuvõimalusega kemokäimla, spordihoone juurde kaks ning algkoolihoone soojakupargi juurde samuti 2 kätepesuvõimalusega käimlat.

4.3.3 Soojavarustus

Hoone sisetööd jäävad suuremas jaos kevad-suvisesse perioodi ning kütmiseks kasutatakse gaasipuhureid. Peale soojasõlme vahetust on võimalik kasutada hooneosadesse rajatavaid pörandakütteid ja ajutisi vesikütte kalorifeere.

4.4 Kraana valik ja paiknemine

Antud ehitusobjekti töömaa on jagatud kolmeks osaks ja seega on vajalik planeerida kraana tööala igale osale eraldi. Spordihoonel ja sööklahoonel on vajalik teostada metallimontaaž ning vahe- ja katuslaepaneelide montaaž. Algkooli hoonel on vajalik teostada kõige suuremas mahus montaažitöid – vundamendi soklipaneelid, esimese korruse seinapaneelid, vahelaepaneelid, metallimontaaž, teise korruse seinapaneelid, katuslae paneelid ning katuse parapeti koorikpaneelid.

Kraana valikuks on vajalik määrata montaažikõrgus, -kaugus ja montaažimass. Montaažikõrgus H_{max} ehk kraana noole maksimaalne nõutav kõrgus arvutatakse järgmiselt: [19]

$$H_{max} = h_1 + h_2 + h_3 + h_4 \quad (4.2)$$

kus,

h_1 – kõrgeima elemendi paigalduskõrgus arvestatuna kraana seisutasandist, m;

h_2 – ületõstekõrgus, (tavaliselt 0.5 m);

h_3 – monteeritava elemendi kõrgus, m;

h_4 – haardeseadme kõrgus, m.

Montaažimass arvutatakse raskemate ja kaugemate elementide kohta järgmiselt: [19]

$$G_{\max} = g_1 + g_2 \quad (4.3)$$

kus,

g_1 – monteeritava elemendi mass koos vajaliku lisavarustusega, t

g_2 – haardeseadme mass, t

4.4.1 Spordihoone ja sööklahoone

Spordi- ning sööklahoone ligipääs on võimalik vaid hoone otsast, kus on olemasolev asfaltkattega tee. Spordihoone pikemas küljes on ajutine tee jalakäijatele ning sööklahoonel on haljasalal olemasolev töötav rasvapüüdur, millel puudub koormust taluv katteplaat. Samuti on vajalik hoida ligipääs hoonele erinevate montaažitööde vahel vaba. Sellest tulenevalt on mõistlik kasutada mobiilset autokraanat. Erinevatel etappidel on erinevate raskustega detailid ning kraana valik on tehtud sellest lähtuvalt.

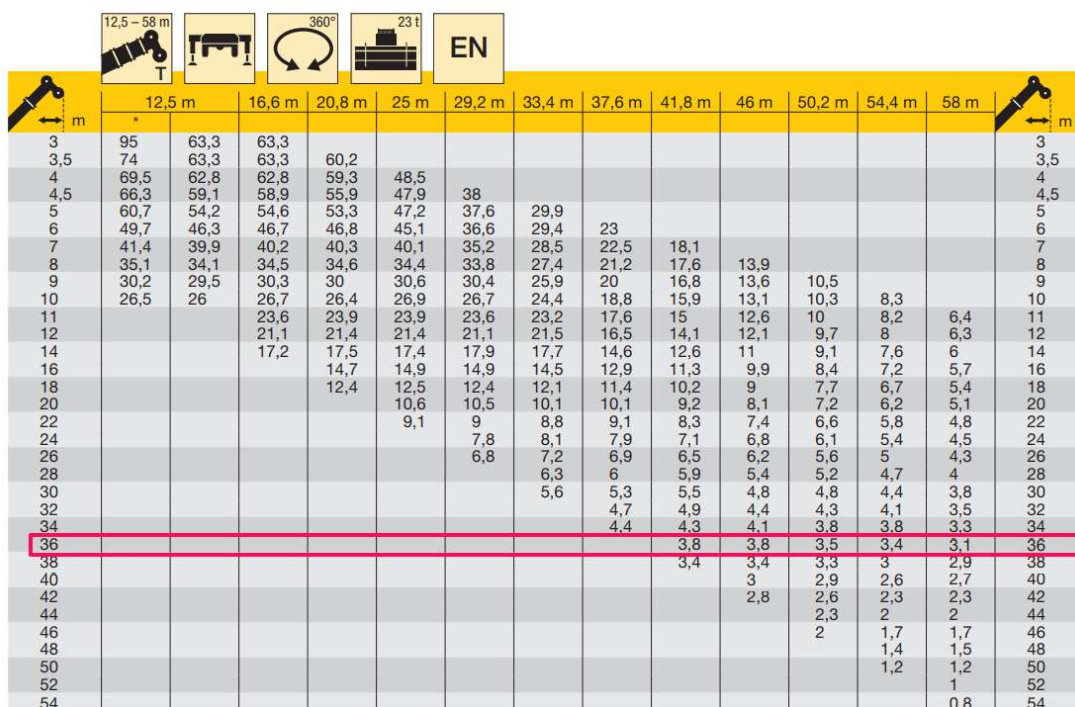
Spordihoone õõnespaneelide montaažil on kõige kaugem punkt kraana võimalikust asukohast 36m. Viivitatakse varjualuse ehitusega kuni paneelide montaaži lõpuni, et kraana positsioon oleks võimalikult hoonele lähedal. Tabelis 4.4 on toodud välja montaažielementide parameetrid. Kaugeima punkti paneeli kaal vahelaepaneelidel on 2,1T, raskeim paneel 2,3T. Katuslaepaneelidel on 4,4T. Lisandub tõstetraaversi kaal 0,5T Sellest lähtuvalt valitakse vahelaepaneelide montaažiks kraana Liebherr LTM 1095, kraana tõstegraafik on toodud joonisel 4.1 ja katuslaepaneelide montaažiks Liebherr LTM 1110, mille parameetrid on toodud joonisel 4.3 ja tõstegraafik joonisel 4.4.

Sööklahoonele paigaldatakse katuslaepaneelid, mille maksimaalne kaal on 2,7T ning kaugeim punkt on 36m. Sellest tulenevalt valitakse montaažiks samuti kraana Liebherr LTM 1095. Antud kraana parameetrid on on toodud joonistel 4.1 ja 4.2.

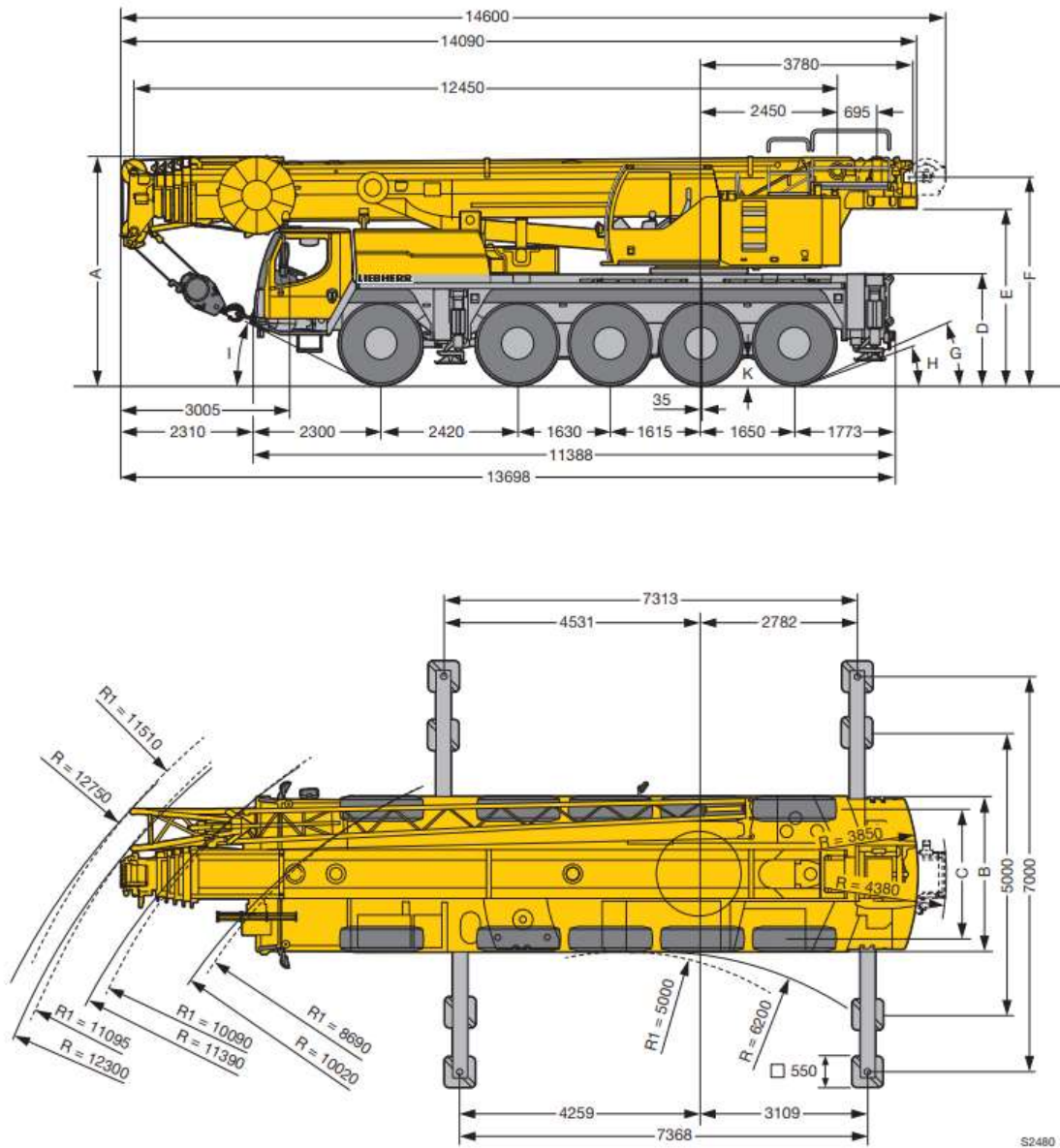
Esitlusjoonisel nr 4 on toodud välja kraanade paiknemine töömaal koos vastavate ohutuskaugustega.

Tabel 4.4 Spordihoone ja söökla montaažielementide parameetrid [5] [19]

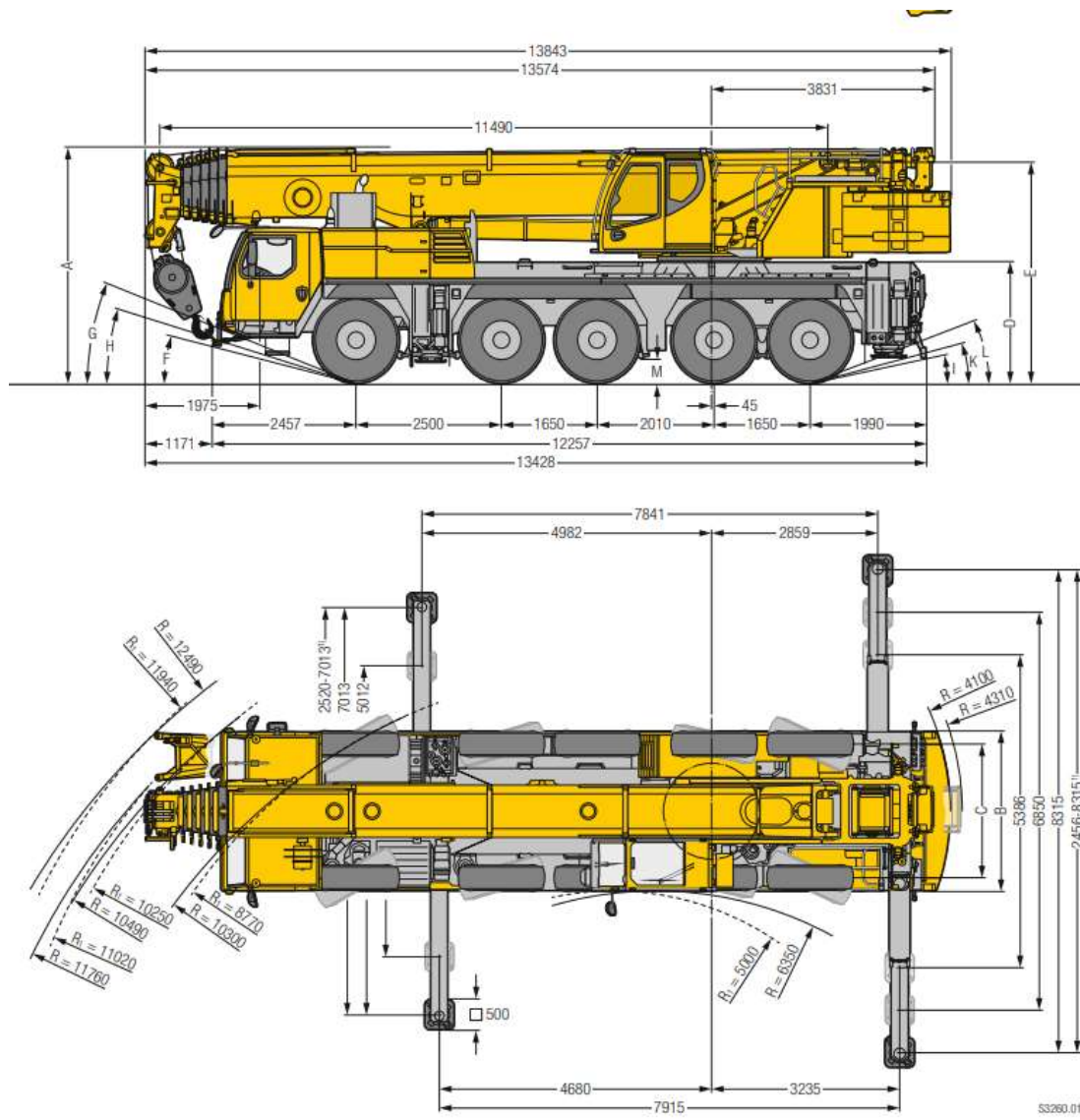
Jrk nr	Monteeritava element	Montaažimass (t)			Montaaži kõrgus (m)					Montaaži-raadius, m
		Monteeritava elemendi mass	Haardeseadme mass	Mass kokku	Paigaldus-kõrgus	Ohutus-vahe	Elemendi Kõrgus	Haarde-seadme kõrgus	Kokku	
		g ₁	g ₂	G _{max}	h ₁	h ₂	h ₃	h ₄	H _{max}	R _{max}
1	Spordihoone vahelae-paneel h=265mm	2,3	0,5	2,8	3,22	0,5	0,3	5,0	9,02	36
2	Spordihoone katuslae-paneel h=265mm	4,4	0,5	4,9	7,64	0,5	0,3	5,0	13,44	36
3	Trepi-elementid	1,6	0,25	1,85	3,22	0,5	0,2	4,0	7,92	29
4	Metalltala HEB240	1,1	0,5	1,6	6,22	0,5	0,24	5,0	11,96	23
5	Söökla katuslae paneelid	2,7	0,5	3,2	2,9	0,5	0,22	5,0	8,62	36



Joonis 4.1 Liebherr LTM 1095 tõstegraafik [21]



Joonis 4.2 Liebherr LTM 1095 kraana parameetrid [21]



Joonis 4.3 Kraana Libherr 1110 parameetrid

	11,5	15,2	18,9	22,6	26,4	30,1	33,8	37,5	38,8	41,2	42,5	45	46,9	48,7	51,3	52,4	54,3	55,6	56,1	58,1	58,7	59,4	60		
3	110	69,5	68	67,3	66,4	58,3																			
3,5	98,9	69,5	68,6	67,9	66,8	60																			
4	83	69,5	68,9	68,4	66,5	60,3	50,6																		
4,5	78,2	69,5	69	68,7	66,9	59,9	50,7	40,8																	
5	73,8	66,7	66	65,7	65,2	59,7	50,3	41																	
6	66,3	55,9	55,5	55,5	54,9	53,9	48,3	40,3	31,6	27,9	25,6														
7	56,9	47,1	47,9	48,3	48,3	47	44,4	38,8	30,4	26,9	25	23,1	20,4												
8	48,6	40,4	41,2	41,6	41,6	41,4	40,1	36,3	29	25,8	24,3	22,3	20	18,1	16,7										
9	41	35,1	36,1	36,3	36,6	36,8	35,9	33,7	27,5	24,7	23,5	21,5	19,5	17,9	16,6	11,5	13,2	10,8	10,1	10,7					
10			31,9	32	32,7	32,6	32,1	30,9	26	23,2	22,6	20,7	18,9	17,5	16,4	11,3	13,1	10,7	10	10,6	9,6	9,1	8,9	8,6	
11			28,3	28,4	29	29	28,7	27,8	24,6	21,8	21,6	19,8	18,2	17,1	16,1	11,1	13	10,5	9,9	10,5	9,5	9	8,8	8,5	
12			25,2	25,9	26	25,9	25,7	24,9	23,2	20,6	20,7	19	17,5	16,5	15,7	10,8	12,8	10,3	9,7	10,4	9,4	8,9	8,7	8,5	
13			22,5	23,1	23,3	23,2	23	22,5	21,5	19,5	19,7	18,1	16,8	15,7	15,2	10,5	12,6	10,1	9,6	10,2	9,2	8,8	8,6	8,4	
14			20,9	21	20,9	20,6	20,3	19,7	18,4	18,8	17,3	16,1	15	14,6	10,1	12,3	9,9	9,4	10,1	9,1	8,7	8,5	8,3		
15			18,9	19,1	19	18,7	18,4	18,6	17,3	17,7	16,5	15,4	14,3	14	9,7	12	9,6	9,2	9,9	8,9	8,6	8,4	8,2		
16			17,2	17,4	17,3	17	17,1	17,1	16,3	16,4	15,7	14,7	13,7	13,4	9,3	11,7	9,3	9	9,7	8,8	8,5	8,2	8,1		
18			14,8	14,6	14,7	14,8	14,4	14,2	13,9	13,6	13,3	12,4	12,3	8,7	10,9	8,8	8,4	9,1	8,4	8,1	8	7,8	18		
20			12,7	12,4	12,8	12,6	12,1	11,9	12,1	11,4	11,8	11,2	11,2	8	10,1	8,3	7,9	8,6	8	7,7	7,6	7,4	20		
22			11,2	11,1	10,8	10,7	10,1	10,5	9,6	10,2	9,6	9,7	7,4	9,3	7,8	7,4	8,1	7,6	7,3	7,1	7	22			
24			9,9	9,7	9,3	9,4	8,6	9,1	8,2	8,9	8,1	8,7	6,9	8,3	7,2	6,9	7,6	7,2	6,9	6,7	6,5	24			
26					8,5	8,2	8,1	7,4	7,9	7	7,9	6,9	7,5	6,4	7,2	6,8	6,5	7	6,7	6,5	6,3	6	26		
28					7,2	7,6	7,1	6,4	7,2	5,9	6,8	6	6,6	6	6,5	6,3	6,1	6,2	6,2	6,1	5,8	5,5	28		
30						6,7	6,3	5,9	6,4	5,2	5,9	5,6	5,9	5,6	5,7	5,7	5,6	5,3	5,3	5,3	5,3	5,1	30		
32							5,9	5,5	5,6	4,8	5,4	5,3	5,2	5,1	4,9	5	4,9	4,6	4,6	4,6	4,6	4,5	32		
34							5,3	5,2	5	4,5	4,8	4,9	4,6	4,6	4,3	4,4	4,3	4	4,1	4,1	4	4	34		
36							4,8	4,4	4,2	4,3	4,4	4,1	4,1	3,9	3,9	3,9	3,6	3,6	3,6	3,6	3,5	3,6	36		
38								4,1															38		
40									3,8	3,6	3,6	3,3	3,4	3,1	3,1	3,1	2,8	2,9	2,9	2,8	2,8	40			
42										3,3	3,3	3	3	2,8	2,8	2,8	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	42			
44											3	2,7	2,7	2,5	2,5	2,5	2,2	2,3	2,2	2,2	2,2	44			
46												2,5	2,5	2,3	2,3	2,2	2	2	2	2	1,9	46			
48													2,3	2	2,1	2	1,7	1,8	1,8	1,7	1,7	48			
50															1,8	1,9	1,8	1,5	1,5	1,5	1,5	50			
52																1,6	1,6	1,2	1,3	1,3	1,3	1,2	52		
54																				1,1	1,1	1	54		
56																					0,7	56			

Joonis 4.4 Kraana Liebherr LTM 1110 tõstegraafik [22]

4.4.2 Algkoolihoone

Algkoolihoone puhul otsustatakse samuti mobiilse autokraana kasuks. Hoone ümber on olemas ligipääs montaažitöödeks kolmest küljes. Maanteepoolisel küljel eeldab mobiilse autokraana kasutamine ühes suunas sõiduraja ajutist sulgemist ning jalakäiate ümbersuunamist montaažitööde ajaks. Kokku kasutatakse montaažidel nelja erinevat kraana positsiooni, mis on näidatud ka graafilises osas joonisel nr 4.

Montaažitöödel kasutatavate elementide kaalud, paigalduskaugused ja -kõrgused on toodud tabelis 4.4, mille alusel valitakse kraana ja määratakse montaaži täpsemad positsioonid.

Tabel 4.5 Algkooli hoone montaažielementide parameetrid [5] [19]

Jrk nr	Monteeritav element	Montaažimass (t)			Montaaži kõrgus (m)					Montaaži-raadius, m
		Monteeritava elemendi mass	Haardeseadme mass	Mass kokku	Paigaldus-kõrgus	Ohutus-vahe	Elemendi kõrgus	Haarde-seadme kõrgus	Kokku	
		g_1	g_2	G_{max}	h_1	h_2	h_3	h_4	H_{max}	
1	Soklipaneel 380mm	8,1	0,4	8,5	-1,35	0,5	1,35	2,5	5,7	24
2	1.korruse r/b SW paneel 410mm	11,3	0,4	11,7	0,00	0,5	3,4	2,5	6,4	17
3	2.korruse r/b SW paneel 410mm	13,8	0,4	14,2	3,67	0,5	3,5	2,5	10,17	17
4	Vahelae-paneel h=265mm	3,9	0,5	4,4	3,37	0,5	0,3	5,0	9,17	24
5	Katuslae-paneel h=265mm	4,3	0,5	4,8	7,16	0,5	0,3	5,0	12,96	24
6	Katuse koorik-paneel	4,0	0,4	4,4	7,43	0,5	0,6	2,5	11,03	24
7	r/b post BP1	2,1	0,2	2,3	0,00	0,5	4,1	1	5,6	20
8	Trepi-elementid	1,9	0,25	2,15	3,36	0,5	0,2	4	8,06	17
9	Metalltala HEB500	2,5	0,5	3	7,12	0,5	0,5	5	13,12	23

Montaažitöödel kasutatakse kahte erineva tõstevõimega kraanat. Sokli- ja mõlema korruse seinapaneelide paigaldamisel valitakse kraana Tadano ATF130G-5. Raskeim paneel koos tõsteseadmega on kokku 14,2T, paigalduskõrgus 10,17m ning kaugus 17m. Samas on vajalik paigaldada paneele ka 24m kaugusele, mille suurim kaal koos tõsteseadmega on 8,9T. Vastavalt tõstevõime graafikule, mis on toodud joonisel 4.3, sobib valitud kraana tõstetöödeks. Joonisel 4.5 on toodud Tadano ATF130G-5 kraana mõõdud, mille alusel on määratud objektile kraana töotsoonid.

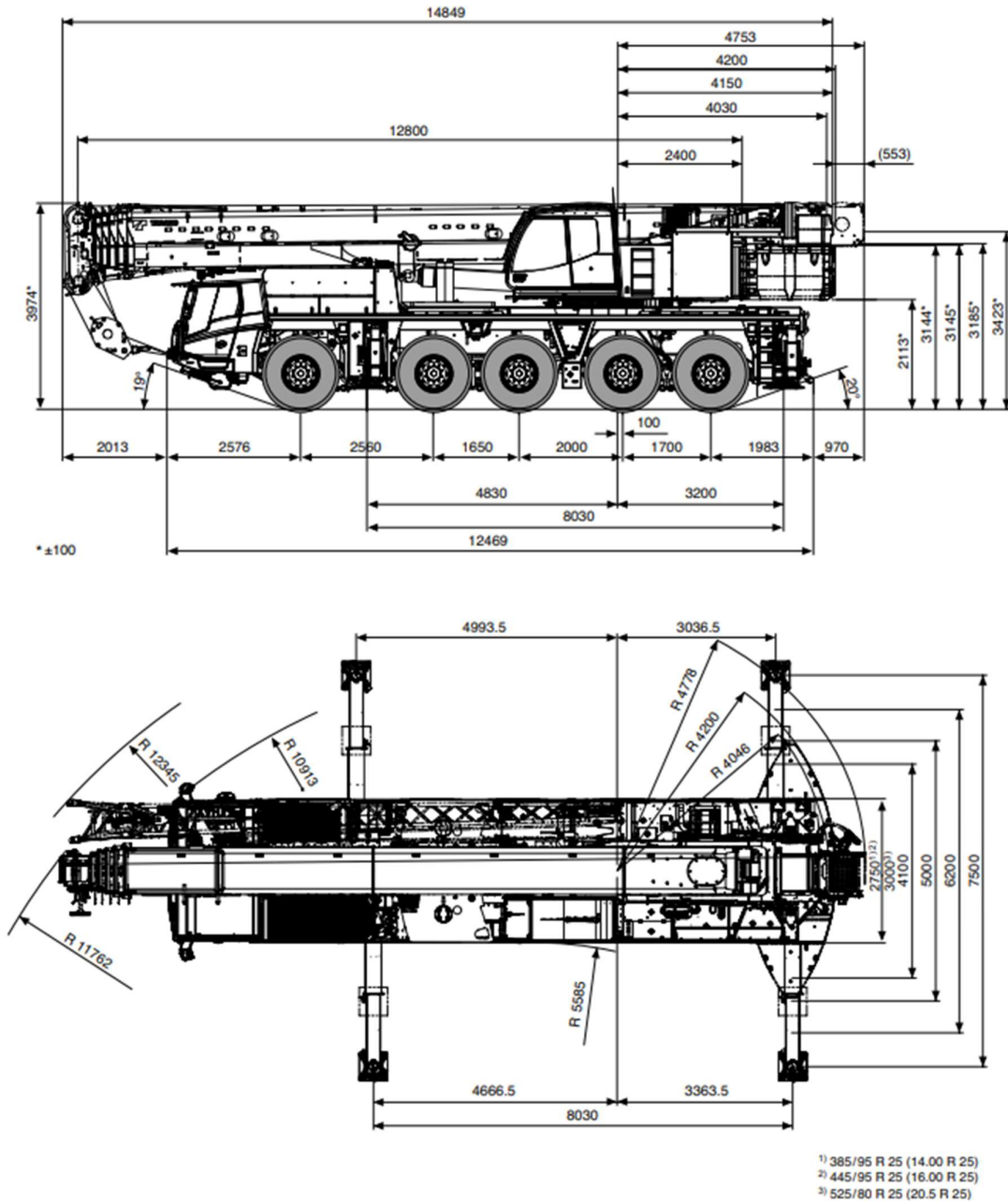
Õõnespaneelide, katuse koorikpaneelide ja metallelementide montaažiks valitakse kraana Liebherr LTM 1070. Raskeim element on katuslae paneel 4,8T, mille paigalduskaugus on 24m. Kraana tõstegraafik on toodud joonisel 4.4.

12.8 - 60 m		7.5 m		360°		42.4 t		DIN/ISO/EN							
m	12.8 m*	12.8 m	17.1 m	21.4 m	25.8 m	30.1 m	34.4 m	38.7 m	43.0 m	47.4 m	51.7 m	56.0 m	60.0 m		
2.7	130.0 **														
3.0	111.5 **	105.0 **	90.0	90.0											
3.5	100.9 **	96.0	90.0	90.0	70.0										
4.0	92.1 **	88.4	88.2	87.8	70.0										
4.5	84.7	81.8	81.6	81.3	70.0	54.3									
5.0	78.3	76.0	75.9	75.5	70.0	51.3	44.0								
6.0	67.8	66.4	66.2	65.7	66.0	50.0	42.3	32.8							
7.0	59.7	58.3	58.3	57.6	58.1	49.3	38.4	32.8	27.1						
8.0	53.1	51.4	51.7	51.4	51.2	46.0	38.0	32.8	27.1	21.4					
9.0	47.8	45.6	45.9	45.8	45.4	43.1	35.8	30.3	27.1	21.4	16.6				
10.0	42.1	40.6	41.1	41.0	40.6	40.6	33.7	28.1	26.5	21.4	16.6	13.2			
11.0			37.1	37.0	36.6	37.3	31.8	26.2	24.7	21.4	16.6	13.2	10.6		
12.0			34.0	33.6	33.5	33.9	30.1	24.5	23.1	21.3	16.6	13.2	10.6		
14.0			28.8	28.2	28.9	28.4	27.2	21.6	20.4	19.2	16.6	13.2	10.6		
16.0			24.4	24.7	24.2	24.9	19.3	18.2	17.4	15.8	13.2	10.6	10.6		
18.0			20.9	20.7	21.1	20.9	17.4	16.7	15.7	14.5	12.8	10.6	10.6		
20.0			17.7	18.4	17.8	18.4	15.8	15.2	14.1	13.5	12.0	10.5	10.5		
22.0			16.2	15.9	15.3	14.5	13.9	12.7	12.2	11.2	11.2	9.7	9.7		
24.0						13.9	13.3	12.9	12.7	11.5	11.0	10.4	9.0		
26.0						12.3	11.7	12.1	11.7	10.5	10.0	9.8	8.2		
28.0							10.6	10.8	10.3	9.6	9.2	9.0	7.5		
30.0							10.1	9.6	9.1	8.7	8.4	8.3	6.9		
32.0							8.1	8.6	8.1	7.9	7.8	7.6	6.3		
34.0								7.7	7.5	7.4	7.1	7.1	5.8		
36.0								7.0	7.1	6.7	6.5	6.6	5.4		
38.0									6.5	6.0	6.1	6.0	5.0		
40.0									5.9	5.4	5.7	5.4	4.6		
42.0										4.9	5.2	4.8	4.3		
44.0										4.5	4.7	4.3	4.0		
46.0											4.3	3.9	3.8		
48.0											3.9	3.5	3.5		
50.0												3.1	3.1		
52.0												2.8	2.7		
54.0													2.4		
56.0													2.2		

Joonis 4.5 Tadano ATF130G-5 tõstegraafik

11 - 50 m		7.5 m		360°		14.5 t		EN							
m	11 m	14,6 m	18,2 m	21,8 m	25,4 m	28,9 m	32,5 m	36,1 m	39,7 m	43,3 m	46,9 m	50 m	m		
2,5	70												2,5		
3	61,4	51,1	50,9	48,8									3		
3,5	54,3	46,4	46,3	46,5	38,9	31,9							3,5		
4	48,7	42,4	42,4	42,5	38,1	31,4	25,6						4		
4,5	44	38,9	38,9	39,1	37,4	31	25,3	20,6					4,5		
5	39,3	35,7	35,8	35,9	35,6	30,4	25,1	20,5	16,3				5		
6	32,2	30,5	30,9	31	31	28,9	24,5	20,1	16,1				6		
7	27,1	26,3	26,7	26,9	26,9	27,2	24	19,6	16	13	10,2		7		
8	23	22,6	23,1	23,3	23,6	23,6	22,7	18,3	15,8	12,8	10,1	8	8		
9			20,4	20,4	20,8	20,7	19,6	17	15,1	12,6	9,9	7,9	6,7	9	
10			17,8	18,1	18,2	18,1	17	15,7	14,2	12,2	9,7	7,8	6,6	10	
12			13,4	13,9	13,9	13,8	13,4	13,1	12,4	11,1	9,1	7,5	6,5	12	
14				10,8	11	11	10,9	10,7	10,4	9,7	8,4	7,1	6,2	14	
16					8,9	8,9	8,9	8,8	8,6	8	7,7	6,6	5,9	16	
18					7,4	7,5	7,4	7,4	7,2	7,2	6,6	6,1	5,5	18	
20						6,4	6,2	6,3	6,2	6	5,7	5,5	5,1	20	
22						5,4	5,4	5,4	5,3	5	5,1	4,8	4,6	22	
24							4,8	4,7	4,6	4,5	4,3	4	3,9	24	
26								4,1	4	3,9	3,7	3,4	3,4	26	
28								3,6	3,5	3,4	3,2	2,9	2,9	28	
30								3,1	3	2,9	2,7	2,5	2,5	30	
32									2,6	2,5	2,3	2,1	2,1	32	
34										2,1	2	1,7	1,7	34	
36											1,8	1,7	1,4	36	
38												1,4	1,1	38	
40													0,9	40	

Joonis 4.6 Liebherr 1070 kraana tõstegraafik [23]



Joonis 4.7 kraana Tadano ATF 130G-5 parameetrid

4.5 Ajutised hooned ja laoplatsid

Töömaa kontorisoojakud paigaldatakse spordihoone ees olevalle asfaltplatsile, märgistatakse vastavalt ja paigaldatakse vajalikud suunaviidad Kooli tänava mahasõidule. Kontorisoojak koosneb kahest Cramo Estonia AS moodulsoojakust mõõduga 2,9x8,4m, kus asuvad koosolekuruum ning avatud kööginurk ja 2

kabinetiruumi kokku 4 töökohaga. Lisaks on alale planeeritud 3 kohta alltöövõtjate soojakutele, millele on tagatud elektriühendus.

Spordihoone asfaltplatsil on ruumi avatud laopinna jaoks, mida kasutatakse erinevas etapis materjalide ladustamiseks. Moodustatakse kaks laoala ning paigaldatakse ka 2x2m merekonteiner tööriistade ja väärtuslikemate materjalide hoiustamiseks. Lisaks kasutatakse olemasolevat hoone varjualust poolkinnise laoplatina. Ühe avatud laopinna suurus on 85m², teise 55m² ja poolkinnise ala suurus on 60m².

Algkoolihoone sisehoovi moodustatakse lahtised laopinnad suurusega 80m² ja 85m² ning ehitatakse ajutine varjualune armatuuri painutuspingile. Suurem ala jääb vabaks kraana ja muude suuremate ehitusmasinate ligipääsu tagamiseks. Riigimaanteelt rajatava uue mahasõidu lõppu jäävale olemasolevale asfaltplatsile planeeritakse ala 4 alltöövõtusoojakule, millele on tagatud elektriühendus.

Sööklahoone juurde ajutisi ehitisi ei rajata. Tagatakse 15m² lahtine laoala ehitusmaterjalide lühiajaliseks hoiustamiseks.

Ajutiste ehitiste vajaduse arvutamisel on lähtutud objektil viibivate inimeste arvust ja pinna vajadustest. [19]

Tabel 4.6 Ajutiste ehitiste vajadus

Jrk nr	Ajutine ehtis	Möötühik	Vajadus 1 inimese kohta	Inimeste arv	Vajadus	Tegelik
1	Olmesoojak	m ²	0,4	64	25,6	105
2	Kontorisoojak	m ²	3	4	12	48
3	WC	m ²	0,07	64	4,48	5

4.6 Keskkonnakaitse ja ohtusõuded

Territooriumil on säilitatavaid puid ja põõsaid, mille tüved kaitstakse laudisega või piiratakse ajutiste ehitusaedadega.

Algkooli sisehoovi Kooli tänava sissesõidu lähedusse paigaldatakse 3 prügikonteinerit – puidujäätmetele, kivijäätmetele ning segaehitusjäätmetele. Spordihoone juurde paigaldatakse kaks prügikonteinerit – segaehitusjäätmetele ja sorteeritud jäätmetele, mis märgistatakse vastavalt müüritööde ajal kivijäätmetele ning hilisemas etapis puidujäätmetele. Metallijäätmed kogutakse eraldi kasti või alusele. Lisaks on objektil kasutusel „BigBagid“ kilejäätmete kokkukogumiseks. Sööklahoone juurde

paigaldatakse üks prügikonteiner segaehitusjätmetele. Kivijätmed kogutakse tööde ajal „Bigbag“-idesse ning transporditakse kivikonteinerisse.

Objektile paigaldatakse 2 ohtlike jätmete konteinerit, mis on varustatud vastavate juhenditega. Üks konteiner paigaldatakse spordihoone juurde ning teine algkoolihoone juurde. Lisaks on soojakute läheduses 660 liitridel kaanega suletavad mahutid olmejätmete kogumiseks. Soojakute lähedusse märgistatakse ka suitsetamise kohad. Kooli territooriumil ja objekti ruumides on suitsetamine keelatud.

Töömaa kontorisoajak on varustatud esmaabi vahenditega ning on määratud peatöövõtja poolne esmaabiandja objektil. Alltöövõtjatel on kohustus omada samuti esmaabivahendeid oma soojakutes. Kontorisojakus asub, üks tulekustuti. Lisaks on paigutatud tulekustutid algkooli, spordihoone ja söökla ehitusalasse. Kui hoonel tekib lisaks korruseid, siis paigaldatakse tulekustutid ka eraldi korrustele. Esmaabi ja tuleohutusvahendite asukohad kantakse nii töömaaplaanile kui ka märgistatakse kohapeal nähtavalt.

Töömaa osad piiratakse 2m kõrguse ehitusaiaga, millele paigaldatakse toed, et vältida tuule mõjul aedade ümberkukkumist. Ligipääsuks määratakse väravad ning need nummerdatakse. Töömaa piiramisel ja tööde teostamisel tuleb tagada töötava koolihoone evakuatsiooniteede hoidmine vabana ning ohutuna.

Töömaa varustatakse nii tehnilise kui ka kaameravalvega. Objekti kontorisoajak ja ladu varustatakse liikumisanduritega. Töömaa perimeetrid ja laoplatisid kaetakse samuti liikumisanduritega ning spordihoone ja sööklahoone juurde paigaldatakse masti otsa üks kaamera, algkoolihoone juurde paigaldatakse kaks kaamerat.

5. KOONDKALENDERPLAAN

5.1 Üldandmed

Hoone ehitustööd koos tööprojektide koostamisega algavad 05.07.2019 ning lepingujärgne tööde lõpp on planeeritud 31.07.2020. Ehitustööd objektil algavad 26.08.2019. Planeeritud reaalsete ehitustööde kestvus seega kokku 236 tööpäeva ja 340 kalendripäeva. Tööd on planeeritud ühes vahetuses, vahetuse pikkuseks on 8h ja töönädala pikkuseks on arvestatud 5 päeva.

Ajagraafiku koostamisel on lähtutud lepingulistest tähtaegadest, tööprojekti jooniste valmimistähtaegadest, objektimeeskonna kogemustest, alltöövõtjatelt pärinevalt infolt. Lisaks ka montaažielementide ja avatäidete tootmistähtaegadest ning RATU ajanormidest.

Ajagraafik on koostatud etapiviisiliselt. Korruga algavad etapid I, II ja III. IV etapi algus on seotud algkooli valmimise tähtajaga, et koolil oleks võimalik korraldada õpilaste ümberpaigutamine IV etapi tööde ajaks. I etapp on algkoolihoonega seotud ehitustööd ning II etapp on spordihoone juurdeehitus, nende kahe etapi ehitustööde lõpptähtaeg on 30.04.2020. III etapp on söökla juurdeehituse hoonekarbi ehitustööd, mis jätkuvad IV etapi töödega alates 30.04.2020. IV etappi kuuluvad olemasoleva hoolihoone ruumiprogrammi muutmine ja tehnosüsteemide ümbeehitused. Kõikide tööde lõpptähtaeg on 31.07.2020, et anda koolihoone üle personalile uue kooliaasta ettevalmistustöödeks.

Ajagraafikus, mis on leitav graafises osas jooniselt nr 5, on toodud välja nelja etapi suuremad töödegrupid. Graafikus on toodud välja ettevalmistustööd, välisvõrkudega seotud ehitustööd ning hoone ümbruse teede ja platside ehitustööd. Lisaks on konstruktiivne osa jaotatud vundamendi, hoone karkassi, katuse, põrandaehituse ja avatäidete paigalduse tööloikudeks. Eraldi on toodud sisetööd, mis on jagatud vaheseina ehitustöödeks, siseviimistlustöödeks ning läbiv, terve ehitusperioodi vältel kestev töö on tehnosüsteemide ehitustööd. Need algavad maa-aluste kommunikatsioonidega ning lõppevad lõppelementide paigaldamisega peale maalritöid. Graafikus ära toodud ehitustööliste arv ja suuremate ehitusmasinate vajadus objektil, iga tööliigi maksumus ning tööde osakaalu protsent maksumusest.

Kuna ehitusaeg jäi koroonapandeemia algusesse, siis alates aprillist suundus kool koduõppele ning ehitajale anti üle terve objekt tervikuna ehitustöödeks. See leevendas

oluliselt selleks hetkeks tekkinud mahajäämust graafikust, mis oli tingitud objektile toodetud ja tarnitud metalldetailide kvaliteediprobleemidest.

Töodes tekkis umbes kuu pikkune seisak, mil metalltoodetele viidi läbi täiendav ekspertiis. Sellel ajal olid peamised montaažitööd objektil peatatud, kuna kõikide hooneosade kandvates konstruktsioonides olid olulisel kohal metalltalad ja postid. Reaalsed ehitustööd objektil koos sisustustöödega lõppesid 24.08.2024 ning kool alustas 01.09 uutes hooneosades õppetööd.

5.2 Ettevalmistus ja lammutustööd

Iga hoone ehitustööd algavad ettevalmistusest, mil objektimeeskond kolib objektile ning töömaa piiritletakse. Objektile paigaldatakse ajutised ehitised ning kommunikatsioonid. Kõigi kolme etapi ettevalmistustööde hulka kuulub ka maapinna koorimine ja muldesse kogumine. Lisaks algkoolihoone ehitusalasse jääb ka väike kelgumägi, mis kanditakse ümber kõrvalkrundil asuvale suuremale kelgumäele.

Sööklahoone ja algkooli ehitusalasse jäävad raadamisele minevad puud. Osa puid säilitatakse ning kaitstakse ajutiselt laudistega või piiratakse ehitusaedadega. Spordihoone alal on vajalik eemaldada sillutiskivid ning lammutada olemasolev galeriiosa ning evakuatsiooniks paigaldatud keerdtrepp.

Algkooli hoone ettevalmistustööd kestavad kokku 38 tööpäeva, spordihoone osas 17 ning söökla osas 13 tööpäeva. Algkooli ja sööklahoone ettevalmistusmeeskond on kaheliikmeline. Spordihoone fassaadi ja galerii lammutusega tegeleb 5 töolist.

IV etapis on vajalik lammutada olemasoleva hooneosa teisel korrusel asuv administratiivplokk, mille asemele rajatakse loodusõppeklassid. Lammutustöid teostatakse ka olemasolevas sööklas, fuajees ning garderoobi osas, mille plaaniline lahendus muutub. Lammutustööde ala on kokku ca 1200m². Hoonesisesteks lammutustöödeks kulub kokku 54 tööpäeva ning lammutusmeeste brigaad kooneb 8 töolisest.

5.3 Välisvõrkude ehitus

Koolihoone ümber rajatakse uus sadeveesüsteem koos mahutite ja pumplaga. Uuendatakse söökla laiendusega seoses tehnoloogilist kanalisatsiooni ning paigaldatakse uus rasvapüüdur. Rajatakse vajalikud vee- ja olmekanalisatsiooni liitumiskaevud uutele hooneosadele. Uuendatakse ka tänavavalgustust ning tõstetakse

ringi algkoolihoone alla jäävad sidekaablid. Kõikide välisvõrkude ehitustöödeks kulub kokku 90 päeva. Kanalisatsioonitöödega tegelev brigaad on 4 liikmeline ning elektritöödega tegeleb 3 liikmeline meeskond.

5.4 Vundamendi ehitustööd

Vundamendi ehitustööd algavad hoone mahamärkimistöödest ning taldmikule vajaliku süvendi kaevamisest. Kaevetööd kestavad algkooli osas kokku 10 tööpäeva, spordihoone osas 5 tööpäeva ning söökla osas samuti 5 tööpäeva. Kaevetöödel kasutatakse roomikeksavaatorit ning töömeeste brigaad on 3 liikmeline.

Kõik kolm uut hooneosa rajatakse lintvundamendile. Vundamendid rakestatakse puitlaudistega, armeeritakse ning betoneeritakse, betooni mark C30/37. Algkoolihoonel moodustavad sokli raudbetoonist kolmekihilised monteeritavad paneelid. Spordihoone ja söökla rajatakse kahekihilisele õõnesplokist müüritisele. Sisemine kiht laotakse 240mm plokist, õõned armeeritakse ning betoneeritakse. Seejärel lisatakse vööphüdroisolatsioon ja 100mm EPS soojustuskiht, millele laotakse ette 140mm õõnesplokki puhasvuuk müüritis, õõned betoneeritakse. [5] Tööd lõppevad tagasitaitetöödega.

5.5 Hoone karkass

Algkoolihoone on 410mm monteeritavatest kolmekihilistest raudbetoonpaneelidest, mille välimine koorik on 80mm, keskel soojustus PIR 150mm ning sisemine kandeseina osa 1800mm. Vahelaed toetuvad osaliselt ka metall talade ja postide süsteemile. Vahelagi ning katuslagi on 265mm õõnespaneelidest, mis armeeritakse ja monolitiseeritakse. Lisaks kuuluvad montaažitööde hulka ka ventilatsioonikambri metallkonstruktsioon katusel ning liftišahti seinad ning trepielemendid. [5]

Kokku hoone karkassi ehitustöödeks kulub ajagraafiku järgselt 69 tööpäeva. Raudbetoonitoodete monteerijate brigaad on 4 liikmeline, betoneerijaid on 3 ning metallimontaaži brigaad on samuti kolmeliikmeline.

Spordi ja sööklahoone kandeseinad laotakse 240mm õõnesbetoonplokist, mille õõned osaliselt betoneeritakse vastavalt konstruktiivsetele tööprojektijoonistele. Spordihoone on kahekorruseline ning vahe- ning katuslagi on 265mm õõnespaneelidest. Söökla laiendus on ühekorruseline ning katuslae moodustavad 220mm õõnepaneelid. Mõlema hooneosa konstruktsioonideks on ka metallpostid ja talad ning suured aknapinnad on sillatud metalltaladega. [5]

Spordihoone müüri ja montaažitöödeks kokku kulub 37 tööpäeva ning sööklahoone majakarbi ehituseks 14 päeva. Müürimeeste brigaad koosneb valdavalt 4 töölisest, etteandtud tähtaegade saavutamiseks on ühel nädalal brigaad kaheksaliikmeline.

5.6 Katuse ja fassaaditööd

Algkooli hooneosa fassaaditööd moodustuvad valdavalt päikesevarjestus sirmide paigaldamisest ning hoone riigimaanteepoolsele seinale ruumilise metallraamil aluiinumribistiku paigaldustöödest. Eesmärgiks on anda hallile betoonpinnale värvi ning vähendada liiklusrüüri peegelumist hoonest üle tee asuvatele eramajadele. [4] Fassaaditöödele kulub kokku 27 tööpäeva.

Spordi- ja sööklahoone fassaadid on soojustatud õhekrohüsteemis viimistlusega. Soojustusplaadiks on EPS Silver60 250mm, soojustusmaterjal liimitakse, tüübeldatakse, armeeritakse ja krohvatakse. [4] Spordihoone fassaaditöödeks kulub 27 tööpäeva, brigaad on 4 liikmeline ning söökla osas 18 tööpäeva, brigaadi kuulub 3 töölist.

Hoonele paigaldatakse soojustatud alumiiniumprofiilist suuremõõdulised avatäited ning väiksemad, fassaadile ilmet andvad PVC aknad. Välisüksed on samuti valdavalt soojustatud alumiiniumprofiil uksed. Tehnoruumidele paigaldatakse metallist avatäited.

Lisaks uutele rajatavatele katustele renoveeritakse osaliselt ka olemasolevaid katusepindasid. Täpsemat tööjaotust on käsitletud ka antud magistratöö tehnoloogiliste kaartide alapeatükis. Uued hooneosad soojustatakse ning kaetakse SBS katusekattega. Lisaks rajatakse algkooli madalamale katusepinnale murukatus. Olemasolevates hooneosades vajadusel teostatakse katuse remonttöid ning kaetakse pinnad täies mahus samuti uute SBS katusekatetega. Lisaks ehitatakse ka kaks varikatust uutele hooneosadele. Katusetöödeks kokku kulub neljaliikmelisel meeskonnal 54 tööpäeva.

5.7 Betoonpõrandad

Kõikidele uutele hooneosadele valatakse pinnasele toetuvad armeeritud ja soojustatud betoonpõrandad paksusega 120mm. Algkooli hooneosas paigaldatakse ka põrandaküte, söökla ja spordihoone on radiaatorküttega. Põrandate alused on 200-250mm tihendatud killustikul, millele lisatakse geotekstiil ning liivast tasanduskiht 50mm. Soojustuseks kasutatakse 200mm Syrofoam soojustusplaate, millele paigaldatakse kile ning 8mm armatuurvõrk, mille ülekate peab olema vähemalt 200mm. Põrandad betoneeritakse C25/30 betooniga. [5]

Vahelae konstruktsiooni moodustavad õõnespaneelile paigaldatav sammumüra villamatt 50mm, EPS 80 soojustusplaat 25mm ning 8mm võrgul armeeritud betoonpõrand C25/30 100mm. [5]

Kokku betoneeritakse 2960m² põrandapinda. Spordihoone kumbki korrus teostakse eraldi valuna. Sööklahoone osas tehakse üks põrandavalu ning algkool on jagatud kokku 4 haardealaks. Betoneerimise ja soojustustööde kestvus haardealal on keskmiselt 5-9 tööpäeva.

5.8 Siseviimistlustööd

Siseviimistlustööde puhul on oluline, et hoone oleks soojustatud, katus vettpidav ning sisetöödeks vajalik temperatuur hoones saavutatud. Samuti, et haardealades on valmis kommunikatsioonide süvistamise tööd, vaheseinte ning kinniste lagede ehitustööd. Siseviimistlustööd saab liigitada omakorda krohvimistööd, pahteldamine ja värvimine, põrandakatete paigaldamine, ripplagede ehitustööd ja plaatimistööd.

Erinevates hooneosades vajavad krohvimist Fibo ja betoonplokkidest laotud vaheseinad, pahteldamist ja värvimist betoonpinnad ning kipsplaadist vaheseinad. Klassiruumides on valdavalt betoonlaed, mis samuti pahteldatakse ja värvitakse. Algkooli koridori seinte äärsetes alades, kus paiknevad valdavalt kommunikatsioonid ehitatakse kipssirmid ja kommunikatsioonid peidetakse ripplagede taha. Koridori keskosas asuvad betoonpinnad pahteldatakse ja värvitakse ning paigaldatakse akustilised paneelid.

Põrandad kaetakse valdavalt PVC katetega. Algkooli avatud trepiahalli jääv trepp-tribüün kaetakse puitparketiga. Spordihoone teisele korrusele rajatakse suur võimlemissaal, mille põrand kaetakse samuti puitparketiga. Ülejäänud ruumid, sh söökla, spordihoone ja IV etapi sisetööde osas kaetakse põrandad PVC katetega. Samuti kaetakse spordihoone duširuumide seinad PVC katetega. Söökla osa köögipool ning rajatavad tualetid plaaditakse.

Siseviimistlustöödeks kulub kokku algkooli osas 47, spordihoones 39 tööpäeva ning neljandas etapi siseviimistluseks kulub kokku 37 tööpäeva.

5.9 Tehnosüsteemid

Hooneosadele paigaldatakse uued põrandaalused kanalisatsioonisüsteemid, varustatakse hooneosad elektri-, side- ning nõrkvoolusüsteemidega. Ehitatakse välja

nõuetekohane ATS süsteem ning hoone tehnosüsteemid koondatakse hooneautomaatika programmi. Selle abil on võimalik järgida ning teostada analüüsi ning hooldustoiminguid hoone ventilatsiooni, kütte- ja valgustussüsteemidele. Kogu koolihoone soojussõlm asendatakse uuega, rajatakse veevarustus-, küttesüsteemid. Hoonesse paigaldatakse 4 uut ventilatsiooniseadet ning paigaldatakse vastavad magistraal ja harutorustikud. [4] [7] [8]

Tehnosüsteemide ehitustööd algavad hoone ettevalmistus- ja lammutustöödega ning kestavad kuni hoone üleandmiseni hõlmates moodsus ja seadistustegevusi. Hooneosades tehnosüsteemide ehitustööde kõige intensiivsem periood algab hoone karbi sulgemisega. Algakooli osas on arvestatud tehnosüsteemidega seotud tööde kestvuseks kokku 126 päeva, spordihoones 118 päeva ning söökla ja hoone sisetööde osas kokku 87 päeva. Töömeeste brigaadide suurus oleneb käimasoleva tööetapi töömahust.

6. TEHNOLOOGILISED KAARDID

Antud peatükis keskendutakse nelja tehnoloogiakaardi väljatöötamisele. Tehnoloogiakaartide koostamisel on kasutatud projektmaterjalide alusjooniseid ja tehnoloogilistel arvutustel on võetud aluseks RATU kaartidel leiduvad ajanormid. Esimeses alapeatükis keskendutakse montaažitööde tehnoloogiakaartidele, teises vundamendi betoonitöödele ning hoone müüritöödele. Kolmas kaart on koostatud SBS lamekatuste ehitustööde kohta.

6.1 Montaažitööde tehnoloogiline kaart

Montaažitööde tehnoloogiakaardi graafiline osa on koostatud põhinedes algkoolihoone esimese korruse seinapaneelide montaažitöödele ning kõikide hooneosade vahelaepaneelide montaažitöödele. Algkooli osa on jagatud vastavalt kolmeks erinevaks haardealaks, mis on tähistatud graafilises osas. Spordihoone ja söökla osa moodustavad kumbki eraldi haardeala. Haardealade valikul on lähtutud hoone paiknemisest, paigalduse ajanormidest ning ligipääsust tingituna kraana tötsoonide ulatuse järgi.

6.1.1 Montaažitööde kirjeldus

Objekti montaažitööde hulka kuuluvad soklipaneelide, raudbetoon posti, liftišahti seinte, välis- ja siseseinapaneelide, õõnespaneelide, metallkonstruktsioonide ning katuse parapeti koorikpaneelide montaažitööd. Lähemalt on kirjeldatud alapeatükis seinapaneelide ning õõnespaneelide paigaldustöödega seotud tööloike.

Seinapaneelide montaažitööd koosnevad eeltöödest – mõõtmistest, seguvalmistamisest ning toeplokkide paika tõstmisest. Seejärel toimub monteerimine ning järeltööna toimub armeerimine ning betoneerimine. [24]

Seinapaneelide paigaldustööde eelduseks on monteeritud ja monolitiseeritud soklipaneelid. Teostatud on vajalikud hüdroisolatsioonitööd ning vuukimistööd. Seejärel teostatakse hoonele tagasitäide. Seinapaneelide paigaldamiseks on vajalik objektile tarnida täiendavad tugiplokkid, mille külge on võimalik kinnitada seinapaneele toetavad kaldtoed. Teisel korrusel on kinnitatakse toed vahelaepaneelide külge.

Montaažitöödeks on vajalikud terasest või plastist rihtimisklotsid, vuugisegu, montaažikang, mõõtmisvahendid, lood, kaldtoed, kinnitusvahendid, tellingud. Paneelide vahele paigaldatakse villariba soojusisolatsiooni katkestuste vältimiseks. Paneelide monolitiseerimiseks vajalikud materjalid on vuugisarrus, sidumistraat,

raketise materjal. Vuugid betoneeritakse vedela jootebetoonseguga. Paneel asetatakse rihtimiskotsidele ja vuugisegule, paneel looditakse ning kinnitatakse kaldtoed, seejärel paneel vabatatakse tšestroppidest. [24] I korruse seinapaneelide montaažiks vajalik materjali vajadus on toodud tabelis 6.1

Tabel 6.1 Materjalide vajadus

MATERJALIDE KOKKUVÕTE					
Materjal	Mõõt	ühik	HA1	HA2	HA3
Välisseinapaneel	vastavalt paneelile	tk	10	9	7
Siseseinapaneel	vastavalt paneelile	tk	10	10	4
Armatuur B500B Ø12	L=3400 mm	tk	16	20	13
Peenbetoon C30/37		m3	0,8	1,01	0,73
R/B raskusplokk	500x2000x 600 mm	tk	17	17	7
Montaažisegu Weber S-30	20mm kiht	kg	760	664	548
Vuugivill ISOVER SK-C	20x170x14000 mm	jm	162	151	113
Peri tugi RS 2600	2.30 -2.60	tk	40	37	22

Tabelites 6.2 kuni 6.7 on toodud 1. ja 2. korruse seinapaneelide ning katuse parapeti koorikpaneelide montaažitööde tehnoloogilised arvutused Ratu normide põhjal. [24] Tabeli andmete alusel on leitud optimaalne tööbirigaadi suurus ning vahetuste arv.

Tabel 6.2 I korruse seinapaneelide tööjõu ja masinaajakulu arvestus

I KORRUSE SEINAPANEEL												
Jrk nr	Töö nimetus	Ühik	Ajanorm	Normatiivne tööjõukulu								
				Haardealade kaupa						Kokku		
				I		II		III		Kokku		
				in-h/üh mas-h/üh	Ühikud	in-h/üh mas-h/üh	Ühikud	in-h/üh mas-h/üh	Ühikud	in-h/üh mas-h/üh	Ühikud	in-h/üh mas-h/üh
1	2	3	4	5.1	6.1	5.2	6.2	5.3	6.3	7	8	
1	EELTÖÖD											
1.1	Betoonist toeplokkide tšestmine	Töste	0,15	17,00	2,55	17,00	2,55	7,00	1,05	41,00	6,15	
1.2	Mõõtmine	tk	0,10	20,00	1,70	19,00	1,70	11,00	0,70	50,00	4,10	
			0,12	20,00	2,40	19,00	2,28	11,00	1,32	50,00	6,00	
1	EELTÖÖD KOKKU		in-h/üh		4,95		4,83		2,37		12,15	
			mas-h/üh		1,70		1,70		0,70		4,10	
			in-vah/üh		0,62		0,60		0,30		1,52	
			mas-vah/üh		0,21		0,21		0,09		0,51	
2.0	PANEELIDE MONTAAŽ											
2.1	Välisseina paneel	Töste	1,74	10,00	17,40	9,00	15,66	4,00	6,96	23,00	40,02	
			0,20	10,00	2,00	9,00	1,80	4,00	0,80	23,00	4,60	
2.2	Siseseina paneel	Töste	1,56	10,00	15,60	10,00	15,60	7,00	10,92	27,00	42,12	
			0,20	10,00	2,00	10,00	2,00	7,00	1,40	27,00	5,40	
2	PANEELIDE MONTAAŽ KOKKU		in-h/üh		33,00		31,26		17,88		82,14	
			mas-h/üh		4,00		3,80		2,20		10,00	
			in-vah/üh		4,13		3,91		2,24		10,27	
			mas-vah/üh		0,50		0,48		0,28		1,25	
3	PANEELIDE JÄREL TÖÖD											
3.1	Vuugiraketise tegemine, monoliitimine ja lahtirakestamine	tk	0,25	20,00	5,00	19,00	4,75	11,00	2,75	50,00	12,50	
			0,05	20,00	1,00	19,00	0,95	11,00	0,55	50,00	2,50	
3	PANEELIDE JÄREL TÖÖD KOKKU		in-h/üh		5,00		4,75		2,75		12,50	
			mas-h/üh		1,00		0,95		0,55		2,50	
			in-vah/üh		0,63		0,59		0,34		1,56	
			mas-vah/üh		0,13		0,12		0,07		0,31	

Tabel 6.3 I korruse seinapaneelide tehnoloogilised arvutused

I KORRUSE SEINAPANEELIDE MONTAAŽ															
Jrk nr.	Töö nimetus	Töölise / Masinate		Haardealade kaupa											
		Eriala / Mark	Arv	I				II				III			
				Normatiivne			Valitud kestvus	Normatiivne			Valitud kestvus	Normatiivne			
				Tööjõu kulu	Kestvus	Normi täitmise tegur		Tööjõu kulu	Kestvus	Normi täitmise tegur		Tööjõu kulu	Kestvus	Normi täitmise tegur	
in-vah	Vah	Normi täitmise tegur	Vah	in-vah	Vah	Normi täitmise tegur	Vah	in-vah	Vah	Normi täitmise tegur	Vah				
mas-vah			mas-vah		mas-vah			mas-vah							
1	2	3	5	5,1	5,2	5,3	5,4	6,1	6,2	6,3	6,4	7,1	7,2	7,3	7,4
1	Montaaži eeltööd	Monteerija	2	0,62	0,31	0,62		0,60	0,30	0,60		0,30	0,15	0,30	
		Autokraana	1	0,21	0,21	0,43	0,5	0,21	0,21	0,43	0,5	0,09	0,09	0,18	0,5
		Monteerija	4	4,13	1,03	1,03		3,91	0,98	0,98		2,24	0,56	0,56	
2	Paneelide montaaž	Kraana	1	0,50	0,50	0,50	1	0,48	0,48	0,48	1	0,28	0,28	0,28	1
		Monteerija	2	0,63	0,31	0,63		0,59	0,30	0,59		0,34	0,17	0,34	
		Betoonipumi	1	0,13	0,13	0,25	0,5	0,12	0,12	0,24	0,5	0,07	0,07	0,14	0,5

Tabel 6.4 II korruse seinapaneelide tööjõu ja masinajakulu arvutus

II KORRUSE SEINAPANEEL													
Jrk nr	Töö nimetus	Ühik	Ajanorm	Normatiivne tööjõukulu								Kokku	
				Haardealade kaupa									
				I		II		III					
				in-h/üh	Ühikud	in-h/üh	Ühikud	in-h/üh	Ühikud	in-h/üh	Ühikud	in-h/üh	Ühikud
mas-h/üh		mas-h/üh		mas-h/üh		mas-h/üh		mas-h/üh		mas-h/üh			
1	2	3	4	5.1	6.1	5.2	6.2	5.3	6.3	7	8		
1	EELTÖÖD												
1.2	Mõõtmise	tk	0,12	22,00	2,64	18,00	2,16	15,00	1,80	55,00	6,60		
1	EELTÖÖD KOKKU	in-h/üh			2,64		2,16		1,80		6,60		
		mas-h/üh									0,00		
		in-vah/üh			0,33		0,27		0,23		0,83		
		mas-vah/üh			0,00		0,00		0,00		0,00		
2.0	PANEELIDE MONTAAŽ												
2.1	Välisseina paneel	Töste	1,74	11,00	19,14	5,00	8,70	9,00	15,66	25,00	43,50		
			0,20		2,20		1,00		1,80		5,00		
2.2	Siseseina paneel	Töste	1,56	11,00	17,16	7,00	10,92	6,00	9,36	24,00	37,44		
			0,20		2,20		1,40		1,20		4,80		
2.3	Katuse koorikpaneel	Töste	1,56		0,00	6,00	9,36		0,00	6,00	9,36		
			0,20		0,00		1,20		0,00		1,20		
2	PANEELIDE MONTAAŽ KOKKU	in-h/üh			36,30		28,98		25,02		90,30		
		mas-h/üh			4,40		2,40		3,00		9,80		
		in-vah/üh			4,54		3,62		3,13		11,29		
		mas-vah/üh			0,55		0,30		0,38		1,23		
3	PANEELIDE JÄREL TÖÖD												
3.1	Vuugiraketise tegemine, monoliitimine ja lahtirakestamine	tk	0,25	22,00	5,50	18,00	4,50	15,00	3,75	55,00	13,75		
			0,05		1,10		0,90		0,75		2,75		
3	PANEELIDE JÄREL TÖÖD KOKKU	in-h/üh			5,50		4,50		3,75		13,75		
		mas-h/üh			1,10		0,90		0,75		2,75		
		in-vah/üh			0,69		0,56		0,47		1,72		
		mas-vah/üh			0,14		0,11		0,09		0,34		

Tabel 6.5 II korruse seinapaneelide tehnoloogilised arvutused

II KORRUSE SEINAPANEELIDE MONTAAŽ															
Jrk nr.	Töö nimetus	Töölise / Masinate		Haardealade kaupa											
		Eriala / Mark	Arv	I				II				III			
				Normatiivne			Valitud kestvus	Normatiivne			Valitud kestvus	Normatiivne			
				Tööjõu kulu	Kestvus	Normi täitmise tegur		Tööjõu kulu	Kestvus	Normi täitmise tegur		Tööjõu kulu	Kestvus	Normi täitmise tegur	
in-vah	Vah	Normi täitmise tegur	Vah	in-vah	Vah	Normi täitmise tegur	Vah	in-vah	Vah	Normi täitmise tegur	Vah				
mas-vah			mas-vah		mas-vah			mas-vah							
1	2	3	5	5,1	5,2	5,3	5,4	6,1	6,2	6,3	6,4	7,1	7,2	7,3	7,4
1	Montaaži eeltööd	Monteerija	1	0,33	0,33	0,66	0,5	0,27	0,27	0,54	0,5	0,23	0,23	0,45	0,5
		Monteerija	4	4,54	1,13	1,13		3,62	0,91	0,91		3,13	0,78	0,78	
2	Paneelide montaaž	Kraana	1	0,55	0,55	0,55	1	0,30	0,30	0,30	1	0,38	0,38	0,38	1
		Monteerija	2	0,69	0,34	0,69		0,56	0,28	0,56		0,47	0,23	0,47	
		Betoonipumi	1	0,14	0,14	0,28	0,5	0,11	0,11	0,23	0,5	0,09	0,09	0,19	0,5

Tabel 6.6 Koorikpaneeli tööjõu ja masinajakulu arvutus

KATUSE PARAPETI KOORIKPANEEL													
Jrk nr	Töö nimetus	Ühik	Ajanorm	Normatiivne tööjõukulu									
				Haardealade kaupa								Kokku	
				I		II		III					
				in-h/üh mas-h/üh	Ühikud	in-h/üh mas-h/üh	Ühikud	in-h/üh mas-h/üh	Ühikud	in-h/üh mas-h/üh	Ühikud	in-h/üh mas-h/üh	
1	2	3	4	5.1	6.1	5.2	6.2	5.3	6.3	7	8		
1	EELTÖÖD												
1.2	Mõõtmise	tk	0,12	12,00	1,44	7,00	0,84	7,00	0,84	26,00	3,12		
1	EELTÖÖD KOKKU		in-h/üh		1,44		0,84		0,84		3,12		
			mas-h/üh								0,00		
			in-vah/üh		0,18		0,11		0,11		0,39		
			mas-vah/üh		0,00		0,00		0,00		0,00		
2	PANEELIDE MONTAAŽ												
2.1	Koorikpaneel	Tõste	1,74 0,20	12,00	20,88 2,40	7,00	12,18 1,40	7,00	12,18 1,40	26,00	45,24 5,20		
2	PANEELIDE MONTAAŽ KOKKU		in-h/üh		20,88		12,18		12,18		45,24		
			mas-h/üh		2,40		1,40		1,40		5,20		
			in-vah/üh		2,61		1,52		1,52		5,66		
			mas-vah/üh		0,30		0,18		0,18		0,65		
3	PANEELIDE JÄRELTÖÖD												
3.1	Vuugiraketise tegemine, monoliitimine ja lahtiraketamine	tk	0,30 0,05	12,00	3,60 0,60	7,00	2,10 0,35	7,00	2,10 0,35	26,00	7,80 1,30		
3	PANEELIDE JÄRELTÖÖD KOKKU		in-h/üh		3,60		2,10		2,10		7,80		
			mas-h/üh		0,60		0,35		0,35		1,30		
			in-vah/üh		0,45		0,26		0,26		0,98		
			mas-vah/üh		0,08		0,04		0,04		0,16		

Tabel 6.7 Koorikpaneeli tehnoloogilised arvutused

PARAPETI KOORIKPANEELIDE MONTAAŽ																
Jrk nr.	Töö nimetus	Töölise / Masinate		Haardealade kaupa												
		Eriala / Mark	Arv	I				II				III				
				Normatiivne			Valitud kestvus	Normatiivne			Valitud kestvus	Normatiivne				
				Tööjõu kulu	Kestvus	Normi täitmise tegur		Tööjõu kulu	Kestvus	Normi täitmise tegur		Tööjõu kulu	Kestvus	Normi täitmise tegur	Valitud kestvus	
																in-vah
1	2	3	5	5,1	5,2	5,3	5,4	6,1	6,2	6,3	6,4	7,1	7,2	7,3	7,4	
1	Montaaži eeltööd	Monteerija	1	0,18	0,18	0,36	0,5	0,11	0,11	0,21	0,5	0,11	0,11	0,21	0,5	
2	Paneelide montaaž	Monteerija	3	2,61	0,87	0,87	1,00	1,52	0,51	1,02	0,5	1,52	0,51	1,02	0,5	
		Kraana	1	0,30	0,30	0,30	1,00	0,18	0,18	0,35	0,5	0,18	0,18	0,35	0,5	
3	Paneelide järeltööd	Betoneerija	1	0,45	0,45	0,90	0,5	0,26	0,26	0,53	0,5	0,26	0,26	0,53	0,5	
		Betoonipumi	1	0,08	0,08	0,15	0,5	0,04	0,04	0,09	0,5	0,04	0,04	0,09	0,5	

Tabeliandmete alusel kulub ühel haardealal seinapaneelide montaažile neljaliikmelise meeskonnaga üldiselt 1 tööpäev ning pool tööpäeva nii eeltöödele kui ka järeltöödele kaheliikmelise meeskonnaga. Kuna montaažiks arvestatakse üks täispikk tööpäev, siis üldiselt püütakse poolikute päevade töömaht siduda muude lõikude ettevalmistus või eelmiste koristustöödega. Masinatest kasutatakse autokraanat ning betoonipumi. Koorikpaneelide maht on väiksem ning seeläbi ka tööajakulu on lühem.

6.1.2 Õnespaneelide montaaž

Teine suurem montaažitööde lõik antud objektil on vahe- ja katuslaepaneelide montaaž. Kuna paneelide montaaž toimub ka teistes hoonesades, siis on haardealad jagatud vastavalt hoonesadele. Algkooliosas on haardealade jaotus tingitud taaskord kraana tõsteraadiusest ning optimaalsest tööpäeva jõudlusest. Algkool on jagatud

haardealadeks 1, 2 ja 3, spordihoone on haardeala nr 4 ning sööklahoone haardeala nr 5.

Õõnespaneelide montaaži eelduseks on seinapaneelide paigaldus ja monolitiseerimine. Samuti peavad olema eelnevalt paigaldatud vajalikud metalltalad, postid ja sillustalad. Vastavalt haardeala suurusele ning Ratu ajanormidele leitakse, et iga haardeala montaaži kestvus on 1 päev ning haardeala armeerimiseks ning betoneerimiseks on arvestatud kaks tööpäeva kolmeliikmelise brigaadiga.

Montaažitööd algavad ettevalmistustöödest, mille käigus tutvutakse projektiga, teostatakse vajalikud mõõtmised, pannakse paika kõrgusmärgid. Paneelide monteerimiseks on vajalikud tellingud, rihtimisklotsid, vuugisegu ja monteerimiskang. Montaažibrigaad on varustatud turvarakmetega. Peale monteerimist toimub õõnespaneelide raketiste valmistamine, monoliitosade armeerimine vastavalt projektile, vuugiarmatuuride paigaldamine ning vahelae monolitiseerimine ning raketiste eemaldamine. [25]

Tabelites 6.8 kuni 6.11 on toodud paneelide paigalduse töö ja masinajakulude arvestus ning tehnoliigilised arvutused. Tabelites on loetletud vajalikud eel- ja järeltööd, samuti on toodud välja ka trepielementide montaažitööd.

Tabelite lõpus on toodud kogu hoonekarbi montaažitööde ajagraafik joonisel 6.1. Joonisel on toodud välja iga montaaži tööloigu kestvus, vajalike tööliste arv, vajaminevate masinate arv ning materjalide kogus.

Tabel 6.8 I korruse õõnespaneelide tööjõu ja masinajakulu arvestus

1. KORRUSE ÕÕNESPANEELEDE JA BETOONELEMENTIDE MONTAAŽ															
Jrk nr	Töö nimetus	Ühik	Aja norm	Normatiivne tööjõukulu											
				Haardealade kaupa										Kokku	
				I		II		III		IV		V			
				in-h/üh	Ühiku d	in-h/üh	Ühiku d	in-h/üh	Ühiku d	in-h/üh	Ühiku d	in-h/üh	Ühiku d	in-h/üh	Ühiku d
mas-h/üh		mas-h/üh		mas-h/üh		mas-h/üh		mas-h/üh		mas-h/üh		mas-h/üh		mas-h/üh	
N	2	3	4	5.1	6.1	5.2	6.2	5.3	6.3	5.4	6.4	5.5	6.5	7	8
1	EELTÖÖD														
1.2	Mõõtmine	tk	0,13	43	5,68	47	6,20	41	5,41	52	6,86	27	3,56	210	27,72
1	EELTÖÖD KOKKU	in-h/üh		5,68		6,20		5,41		6,86		3,56		27,72	
		mas-h/üh		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00	
		in-vah/üh		0,71		0,78		0,68		0,86		0,45		3,47	
		mas-vah/üh		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00	
2	PANEELIDE MONTAAŽ														
2.1	Õõnespaneelide paigaldamine kaal kuni 3T	tk	0,30	8	2,40	12	3,60	12	3,60	52	15,60		0,00	84	25,20
			0,10		0,80		1,20		1,20		5,20		0,00		8,40
2.2	Õõnespaneelide paigaldamine kaal üle 3T	tk	0,40	35	14,00	35	14,00	29	11,60		0,00	27	10,80	126	50,40
			0,10		3,50		3,50		2,90		0,00		2,70		12,60
2	PANEELIDE MONTAAŽ KOKKU	in-h/üh		16,40		17,60		15,20		15,60		10,80		75,60	
		mas-h/üh		4,30		4,70		4,10		5,20		2,70		21,00	
		in-vah/üh		2,05		2,20		1,90		1,95		1,35		9,45	
		mas-vah/üh		0,54		0,59		0,51		0,65		0,34		2,63	

Jrk nr	Töö nimetus	Ühik	Ajanorm	Normatiivne tööjõukulu											
				Haardealade kaupa										Kokku	
				I		II		III		IV		V			
				in-h/üh mas-h/üh	Ühikud	in-h/üh mas-h/üh	Ühikud	in-h/üh mas-h/üh	Ühikud	in-h/üh mas-h/üh	Ühikud	in-h/üh mas-h/üh	Ühikud	in-h/üh mas-h/üh	Ühikud
N	2	3	4	5.1	6.1	5.2	6.2	5.3	6.3	5.4	6.4	5.5	6.5	7	8
3	TREPIELEMENTIDE MONTAAŽ														
3.1	Materjalide vastuvõtmine ja vaheladustamine	tk	0,22		0,00		0,00	3	0,66		0,00		0,00	3	0,66
3.2	Mõõtmine	tk	0,17		0,00		0,00	3	0,50		0,00		0,00	3	0,50
3.3	Trepielemendi paigaldamine ja kinnitamine	tk	1,10		0,00		0,00	2	2,20	2	2,20		0,00	4	4,40
			0,20		0,00		0,00		0,40		0,40	0,00	0,80		
3.4	Podesti elemendi paigaldamine ja kinnitamine	tk	0,61		0,00		0,00	1	0,61	1	0,61		0,00	2	1,21
			0,20		0,00		0,00		0,20		0,20	0,00	0,40		
3	TREPIELEMENTIDE MONTAAŽ KOKKU	in-h/üh			0,00		0,00		2,81		2,81		0,00		5,61
		mas-h/üh			0,00		0,00		0,60		0,60		0,00		1,20
		in-vah/üh			0,00		0,00		0,35		0,35		0,00		0,70
		mas-vah/üh			0,00		0,00		0,08		0,08		0,00		0,15

Jrk nr	Töö nimetus	Ühik	Ajanorm	Normatiivne tööjõukulu												Kokku	
				Haardealade kaupa													
				I		II		III		IV		V					
				in-h/üh	Ühikud	in-h/üh	Ühikud	in-h/üh	Ühikud	in-h/üh	Ühikud	in-h/üh	Ühikud	in-h/üh	Ühikud		
N	2	3	4	5.1	6.1	5.2	6.2	5.3	6.3	5.4	6.4	5.5	6.5	7	8		
4	PANEELIDE JÄRELTÖÖD																
4.1	Õõnespaneelide sarrustamine, rakestamine	tk	0,28	43	11,83	47	12,93	41	11,28	52	14,30	27	7,43	210	57,75		
			0,10		4,30		4,70		4,10		5,20		2,70		21,00		
4.2	Monoliitsete osade rakestamine	m3	0,60	7	3,94	4	2,29	4	2,48		0,00		0,00	14	8,71		
4.3	Monoliitsete osade armeerimine	t	7,15	0	0,21	0	0,14	0	0,14		0,00		0,00	0	0,50		
4.4	Monoliitsete osade betoneerimine	m3	0,23	7	1,50	4	0,87	4	0,94		0,00		0,00	14	3,32		
			0,20		1,30		0,76		0,82		0,00		0,00		2,88		
4.5	Õõnespaneelide monolitiseerimine	tk	0,11	43	4,73	47	5,17	41	4,51	52	5,72	27	2,97	210	23,10		
			0,10		4,30		4,70		4,10		5,20		2,70		21,00		
4.6	Trepielementide monolitiseerimine	tk	0,33		0,00		0,00	3	0,99	3	0,99		0,00	6	1,98		
			0,10		0,00		0,00		0,30		0,30		0,00		0,60		
4	MONTAAŽI JÄRELTÖÖD KOKKU		in-h/üh		22,21		21,41		20,34		21,01		10,40		95,35		
			mas-h/üh		9,90		10,16		9,32		10,70		5,40		45,48		
			in-vah/üh		2,78		2,68		2,54		2,63		1,30		11,92		
			mas-vah/üh		1,24		1,27		1,17		1,34		0,68		5,69		

Tabel 6.9 katuslae õõnespaneelide tööjõu ja masinajakulu arvestus

KATUSLAE PANEELIDE MONTAAŽ																		
Jrk nr	Töö nimetus	Ühik	Ajanorm	Normatiivne tööjõukulu												Kokku		
				Haardealade kaupa														
				I			II			III			IV			V		
				in-h/üh mas- h/üh	Ühiku d	in-h/üh mas- h/üh	Ühiku d	in-h/üh mas- h/üh	Ühiku d	in-h/üh mas- h/üh	Ühiku d	in-h/üh mas- h/üh	Ühiku d	in-h/üh mas- h/üh	Ühiku d	in-h/üh mas- h/üh	Ühiku d	in-h/üh mas- h/üh
1	2	3	4	5.1	6.1	5.2	6.2	5.3	6.3	5.4	6.4	5.5	6.5	7	8			
1	EELTÖÖD																	
1.2	Mõõtmine	tk	0,13	54	7,13		0,00	54	7,13	32	4,22		0,00	140	18,48			
1	EELTÖÖD KOKKU	in-h/üh		7,13		0,00		7,13		4,22		0,00		18,48				
		mas- h/üh		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00				
		in- vah/üh		0,89		0,00		0,89		0,53		0,00		2,31				
		mas- vah/üh		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00				
2	PANEELIDE MONTAAŽ																	
2.1	Õõnespaneelide paigaldamine kaal kuni 3T	tk	0,30	13	3,90		0,00	10	3,00	2	0,60		0,00	25	7,50			
			0,10		1,30		0,00		1,00		0,20		0,00		2,50			
2.2	Õõnespaneelide paigaldamine kaal üle 3T	tk	0,40	41	16,40		0,00	44	17,60	30	12,00		0,00	115	46,00			
			0,10		4,10		0,00		4,40		3,00		0,00		11,50			
2	PANEELIDE MONTAAŽ KOKKU	in-h/üh		20,30		0,00		20,60		12,60		0,00		53,50				
		mas- h/üh		5,40		0,00		5,40		3,20		0,00		14,00				
		in- vah/üh		2,54		0,00		2,58		1,58		0,00		6,69				
		mas- vah/üh		0,68		0,00		0,68		0,40		0,00		1,75				

Jrk nr	Töö nimetus	Ühik	Ajanorm	Normatiivne tööjõukulu											
				Haardealade kaupa										Kokku	
				I		II		III		IV		V		Ühikud	in-h/üh
				in-h/üh	Ühikud	in-h/üh	Ühikud	in-h/üh	Ühikud	in-h/üh	Ühikud	in-h/üh	Ühikud		
mas-h/üh		mas-h/üh		mas-h/üh		mas-h/üh		mas-h/üh		mas-h/üh					
3	PANEELIDE JÄRELTÖÖD														
3.1	Õõnespaneelide sarrustamine	tk	0,30 0,10	54	16,20 5,40		0,00 0,00	54	16,20 5,40	32	9,60 3,20		0,00 0,00	140	42,00 14,00
3.2	Monoliitsete osade rakestamine	m3	0,60	7	3,94		0,00	13	7,61		0,00		0,00	19	11,54
3.3	Monoliitsete osade armeerimine	t	7,15	0	0,21		0,00	0	0,36		0,00		0,00	0	0,57
3.4	Monoliitsete osade betoneerimine	m3	0,23 0,20	7	1,50 1,30		0,00 0,00	13	2,90 2,52		0,00 0,00		0,00 0,00	19	4,40 3,82
3.5	Õõnespaneelide monolitiseerimine	tk	0,40 0,01	54	21,60 0,54		0,00 0,00	54	21,60 0,54	32	12,80 0,32		0,00 0,00	140	56,00 1,40
3	MONTAAŽI JÄRELTÖÖD KOKKU		in-h/üh		43,45		0,00		48,66		22,40		0,00		114,51
			mas-h/üh		7,24		0,00		8,46		3,52		0,00		19,22
			in-vah/üh		5,43		0,00		6,08		2,80		0,00		14,31
			mas-vah/üh		0,91		0,00		1,06		0,44		0,00		2,40

Tabel 6.10 Õõnespaneelide montaaži tehnoloogilised arvutused

VAHELAEPANEELID JA TREPIELEMENTID																											
Jrk n r.	Töö nimetus	Töölise / Masinate		Haardealade kaupa																							
		Eriala / Mark	Arv	I				II				III				IV				V							
				Normatiivne				Normatiivne				Normatiivne				Normatiivne				Normatiivne							
				Tööjõu kulu	Kestvus	Normi täitmise tegur	Valitud kestvus	Tööjõu kulu	Kestvus	Normi täitmise tegur	Valitud kestvus	Tööjõu kulu	Kestvus	Normi täitmise tegur	Valitud kestvus	Tööjõu kulu	Kestvus	Normi täitmise tegur	Valitud kestvus	Tööjõu kulu	Kestvus	Normi täitmise tegur	Valitud kestvus	Tööjõu kulu	Kestvus	Normi täitmise tegur	Valitud kestvus
mas-vah	Vah	Normi täitmise tegur	Vah	mas-vah	Vah	Normi täitmise tegur	Vah	mas-vah	Vah	Normi täitmise tegur	Vah	mas-vah	Vah	Normi täitmise tegur	Vah	mas-vah	Vah	Normi täitmise tegur	Vah	mas-vah	Vah	Normi täitmise tegur	Vah				
5,1	5,2	5,3	5,4	6,1	6,2	6,3	6,4	7,1	7,2	7,3	7,4	7,1	7,2	7,3	7,4	7,1	7,2	7,3	7,4	7,1	7,2	7,3	7,4				
1	Montaaži eeltööd	Monteeriija	2	0,71	0,35	0,71	0,5	0,78	0,39	0,78	0,5	0,68	0,34	0,68	0,5	0,86	0,43	0,86	0,5	0,45	0,22	0,45	0,5				
2	Paneelide montaaž	Monteeriija	3	2,05	0,68	0,68		2,20	0,73	0,73		1,90	0,63	0,63		1,95	0,65	0,65		1,35	0,45	0,45					
		Kraan	1	0,54	0,54	0,54	1	0,59	0,59	0,59	1	0,51	0,51	0,51	1	0,65	0,65	0,65	1	0,34	0,11	0,34	1				
3	Trepielementide montaaž	Monteeriija	3	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00		0,35	0,12	0,23		0,35	0,12	0,23		0,00	0,00	0,00					
		Kraan	1	0,00	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0,00	0,0	0,08	0,08	0,15	0,5	0,08	0,08	0,15	0,5	0,00	0,00	0,00	0,0				
4	Paneelide monolitiseerimine ja järeltööd	Betoneeriija	3	2,78	0,93	0,46		2,68	0,89	0,45		2,54	0,85	0,42		2,63	0,88	0,44		1,30	0,43	0,43					
		Betoonipumi	1	1,24	1,24	0,62	2	1,27	1,27	0,64	2	1,17	1,17	0,58	2	1,34	1,34	0,67	2	0,68	0,23	0,68	1				

Tabel 6.11 Katuslaepaneelide tehnoloogilised arvutused

KATUSLAE PANEELID																			
Jrk nr.	Töö nimetus	Töölise / Masinate		Haardealade kaupa															
		Eriala / Mark	Arv	I				II				III				IV			
				Normatiivne				Normatiivne				Normatiivne				Normatiivne			
				Tööjõu kulu	Kestvus	Normi täitmise tegur	Valitud kestvus	Tööjõu kulu	Kestvus	Normi täitmise tegur	Valitud kestvus	Tööjõu kulu	Kestvus	Normi täitmise tegur	Valitud kestvus	Tööjõu kulu	Kestvus	Normi täitmise tegur	Valitud kestvus
				in-vah	Vah		Vah	in-vah	Vah		Vah	in-vah	Vah		Vah	in-vah	Vah		Vah
mas-vah	Vah	Vah	mas-vah	Vah	Vah	mas-vah	Vah	Vah	mas-vah	Vah	Vah	mas-vah	Vah	Vah	Vah				
5,1	5,2	5,3	5,4	6,1	6,2	6,3	6,4	7,1	7,2	7,3	7,4	7,1	7,2	7,3	7,4				
1	Montaaži eeltööd	Monteerija	2	0,89	0,45	0,89	0,5					0,89	0,45	0,89	0,5	0,53	0,26	0,53	0,5
2	Paneelide montaaž	Monteerija	3	2,54	0,85	0,85						2,58	0,86	0,86		1,58	0,53	0,53	
		Kraana	1	0,68	0,68	0,68	1					0,68	0,68	0,68	1	0,40	0,40	0,40	1
3	Paneelide järeltööd	Betoneeri ja	3	5,43	1,81	0,91						6,08	2,03	1,01		2,80	0,93	0,47	
		Betoonipumi	1	0,91	0,91	0,45	2					1,06	1,06	0,53	2	0,44	0,44	0,22	2

6.2 Vundamendi betoonitööde ja müüritööde tehnoloogiline kaart

Antud tehnoloogiline kaart keskendub vundamendi taldmike raketamise, armeerimise ning betoneerimistöödele. Hooneosad on kokku jagatud 5 haardealaks. Haardealad 1 ja 2 moodustuvad algkoolihoone vundamenditöödest, haardala 3 hõlmab valdavalt spordihoone vundamenditöid, haardeala 4 on sööklahoone ning haardeala 5 on väiksemad, valdavalt evakuatsioonitreppide vundamendid, mille betoneerimistöid teostatakse peale montaažitööde lõppu, et tagada kraana ja betoonimasinate maksimaalne ligipääs hoonele. Lisaks käsitletakse antud tehnoloogilises kaardis ka hoone müüritöid.

6.2.1 Taldmiku betoneerimistööd

Kõik hooneosad rajatakse madalvundamentidele. Lisaks on vajalik rajada ka postvundamente kõikides hooneosades. Algoolihoone taldmiku laius valdavalt on 1200mm, spordi ja sööklahoone vundamendid laiuselga 1000mm, taldmike kõrgus 300mm. [5]

Taldmike raketised ehitatakse kohapeal puitmaterjalist, kasutades selleks laudmaterjali mõõduga 22x100, ehitusprusse mõõduga 50x100mm, ehituskruve ning fikseerimiseks armatuurvardaid. Vundamendi taldmiku seinad märgitakse tihendatud killustikalusele geodeedi poolt.

Vundamendid betoneeritakse betooniga C30/37. Armeerimistöödeks kasutatakse armatuuri läbimõõduga 8, 10, 12 ja 16mm ning armeerimisskeemid on toodud ehitusprojektides. [5] Armatuuride painutamiseks kasutatakse painutuspinkki, mis paikneb algkooli töömaal.

Vundamendi betoneerimistöödeks kasutatakse betooni pumpa ning mikserautosid ning pumi vastavalt haardela ulatusele. Algkoolis kasutatakse haardeala 1 betoneerimiseks betoonpumpa, sest selle tootlikkus on 70m³/tunnis, mis on suurem kui pumil – 20m³/h. [26]

Vundamendi ehitustöödeks vajalik materjalide loetelu haardealade kaupa on toodud tabelis 6.12.

Tabel 6.12 Vundamendi materjalide loetelu

Vundament								
Jrk	Materjal	ühik	HA1	HA2	HA3	HA4	HA5	Kokku
1	Raketis	m2	114,6	77,0	65,3	63,7	17,2	337,9
2	Armatuur	kg	2526,0	1442,9	1756,7	1526,1	540,5	7792,2
3	Betoon C30/37	m3	67,8	36,0	35,8	27,2	7,7	174,4
4	Ankrupoldid	tk		36,0	12,0	40,0	8,0	96,0

6.2.2 Soklimüüritised ja hoone kandeseinte ladumine

Spordihoone ning sööklahoone soklid on laotud 240mm õõnesbetoonplokkidest, mis on vastavalt armeerimisskeemile armeeritud ning betoneeritud C30/37 betooniga. Armeerimiseks on kasutatud valdavalt armatuuri läbimõõduga 12mm. Spordihoone müüritise kõrgus on 1,2m ning sööklahoone vundamendi kõrguseks on 1,6m. [5]

Vundamenditaldmikule on sokliseinte asukoht väljamärgitud geodeedi poolt. Müüritöödeks vajalikud töövahendid on segumikser, mõõtevahendid, korruste ehitusel tellingud, ämber, kellu, kivide ja armatuuri lõikamiseks vajalik käsisaag. [27]

Sokliseinad laotakse kahekihilistena. Sisemine kiht on 240mm õõnesplakk. Ladumisel on vajalik jägida, et müürisegu ei kukuks õõnde ning see koheselt puhastada. Kivid laotakse poolekivi ülekattega ning jälgitakse õõnte vertikaalset ühtivust, et betoneerimine õnnestuks. [5]

Peale müüritööde lõppu müüritis kaetakse vööphüdroisolatsiooniga ning kinnitatakse sobiliku montaažiliimiga EPS120 100mm soojustusplaat. Välimine müürikivi kiht on 140mm õõnesbetoonplakk, mis laotakse puhasvuukmüüritisena. Müüritised seotakse omavahel müüriankrutega. Müüritöödel kasutatakse M10 müürimörti. [5]

Hoone kandeseinte armeerimine ning betoneerimine toimub samuti vastavalt ehitusprojektis toodud juhenditele. Võimalik on kasutada madalbetoneerimist või kõrget betoneerimist, mil sein ehitatakse täiskõrguseni. [11] Mõlemal juhul betoneeritakse korruga maksimaalselt 1,6m ulatuses.

Sokliseinte ehituseks vajalike materjalide loetelu on toodud haardealade kaupa tabelites 6.13 kuni 6.15.

Tabel 6.13 Sokli ehitusmaterjalide loetelu

Sokkel							
Jrk	Materjal	ühik	HA1	HA2	HA3	HA4	Kokku
1	R/B soklipaneel	m2	224,8	125,5			350,4
2	R/B post BP1	tk	224,8	1,0			225,8
3	Columbia kivi 240mm	m2			97,6	72,7	170,3
4	Columbia kivi 190mm	m2		8,0	0,0	0,0	8,0
5	EPS 120 100mm	m2			44,3	73,2	117,5
6	Columbia kivi 140mm	m2			45,7	73,9	119,6
7	Betoon C30/37	m3	0,6	1,0	14,3	13,1	29,0
8	Armatuur	kg	37,0	53,7	1325,4	1219,7	2635,7
9	Müüriankur	tk			183	296	479,0
10	Müüriasegu M10	kg	1528,0	809,5	2196,3	1636,2	6170,0

Tabel 6.14 I korruse kandeseinte müüritööde materjalide loetelu

Müüritised 1. korrus							
Jrk	Materjal	ühik	HA1	HA2	HA3	HA4	Kokku
1	Columbia kivi 190mm	m2		19,2			19,2
2	Columbia kivi 240mm	m2			273,4	88,3	361,7
3	Betoon C25/30	m3		1,7	15,3	10,4	27,4
4	Armatuur	kg		76,6	1731,1	387,4	2195,1
5	R/B sillused	m3		0,1	0,6		0,7
6	Fibo 150mm	m2	40,1	66,2	113,9		220,2
7	Fibo 100mm	m2				130,7	130,7
8	Fibo sillused	tk	2,0	5,0	5,0		12,0
9	Müüriasegu M10	kg	576,7	1318,4	7791,5	3658,5	13345,2

Tabel 6.15 II korruse kandeseinte müüritööde materjalide loetelu

Müüritised 2. korrus						
Jrk	Materjal	ühik	HA1	HA2	HA3	Kokku
1	Columbia kivi 240mm	m2			314,9	314,9
2	Betoon C25/30	m3			15,2	15,2
3	Armatuur	kg			1846,6	1846,6
4	R/B sillused	m3			0,4	0,4
5	Fibo 150mm	m2	39,336	138,6	147	324,9
6	Fibo sillused	tk	2	8	5	15,0
7	Müüriasegu M10	kg	566,4	1995,8	2116,8	4679,1

6.2.3 Tehnoloogilised arvutused

Tehnoloogiliste arvuste aluseks on RATU rakestamise, armeerimise ning betoonitööde ajanormid. [28] [29] [30] Lisaks on tabelite koostamisel kasutatud ka plokkmüüritiste ning seinapaneelide montaaži ajanorme. [24] [27] Tabelites 6.16 kuni 6.18 on toodud betoonitööde, montaaži ja müüritööde ning järeltööde arvestuseks vajalikud tööjõu ja masinajakulu andmed.

Tabel 6.16 Vundamendi betoonitööde tööjõu ja masinajakulu arvestus

Jrk nr	Töö nimetus	Ühik	Ajanorm	Normatiivne tööjõukulu											Kokku	
				Haardealade kaupa												
				I		II		III		IV		V		Ühikud	in-h/üh mas-h/üh	
				in-h/üh mas-h/üh	Ühikud	in-h/üh mas-h/üh	Ühikud	in-h/üh mas-h/üh	Ühikud	in-h/üh mas-h/üh	Ühikud	in-h/üh mas-h/üh	Ühikud			in-h/üh mas-h/üh
1	2	3	4	5.1	6.1	5.2	6.2	5.3	6.3	5.4	6.4	5.5	6.5	7	8	
1	EELTÖÖD															
1.1	Mõõtmise taldmiku raketis	m2	0,03	114,60	3,44	77,00	2,31	65,30	1,96	63,70	1,91	17,20	0,52	337,80	10,13	
1.2	Puidust raketise ehitamine	m2	0,35	114,60	40,11	77,00	26,95	65,30	22,86	63,70	22,30	17,20	6,02	337,80	118,23	
1.3	Sarruste teisaldamine käsitsi lühikesed vahemaad	t	0,50	2,50	1,25	1,44	0,72	1,75	0,88	1,52	0,76	0,54	0,27	7,75	3,88	
1.4	Betoonitööde eeltööd	m3	0,03	67,80	2,03	36,00	1,08	35,80	1,07	27,20	0,82	7,70	0,23	174,50	5,24	
1.5	Soklipaneelide paigalduseks betoonist toeplokkide tõstmise	Tõste	0,15	19,00	2,85	18,00	2,70	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	37,00	5,55	
			0,10		1,90		1,80		0,00		0,00		0,00		3,70	
1.6	Mõõtmise soklipaneel ja post	tk	0,12	21,00	2,52	19,00	2,28		0,00		0,00		0,00	40,00	4,80	
1.7	Mõõtmise lifti seinapaneel	tk	0,15		0,00	2,00	0,30		0,00		0,00		0,00	2,00	0,30	
1.8	Müürikivide teisaldamine	Tõste	0,10		0,00	2,00	0,20	19,00	1,90	14,00	1,40		0,00	35,00	3,50	
			0,10		0,00		0,20		1,90		1,40		0,00		3,50	
1.9	Müüritööde mõõtmine	m2	0,01		0,00	8,00	0,08	143,30	1,43	146,60	1,47		0,00	297,90	2,98	
1.10	Mördi valmistamine	m2	0,47		0,00	8,00	3,76	143,30	67,35	146,60	68,90		0,00	297,90	140,01	

Jrk nr	Töö nimetus	Ühik	Ajanorm	Normatiivne tööjõukulu											Kokku	
				Haardealade kaupa												
				I		II		III		IV		V		Ühikud	in-h/üh mas-h/üh	
				in-h/üh mas-h/üh	Ühikud	in-h/üh mas-h/üh	Ühikud	in-h/üh mas-h/üh	Ühikud	in-h/üh mas-h/üh	Ühikud	in-h/üh mas-h/üh	Ühikud			in-h/üh mas-h/üh
1	2	3	4	5.1	6.1	5.2	6.2	5.3	6.3	5.4	6.4	5.5	6.5	7	8	
1	BETOONI EELTÖÖD KOKKU	in-h/üh			46,83		31,06		26,76		25,78		7,04		137,47	
		mas-h/üh			0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00	
		in-vah/üh			5,85		3,88		3,35		3,22		0,88		17,18	
		mas-vah/üh			0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00	
1	MONTAAŽI EELTÖÖD KOKKU	in-h/üh			5,37		5,28		0,00		0,00		0,00		10,65	
		mas-h/üh			1,90		1,80		0,00		0,00		0,00		3,70	
		in-vah/üh			0,67		0,66		0,00		0,00		0,00		1,33	
		mas-vah/üh			0,24		0,23		0,00		0,00		0,00		0,46	
1	MÜÜRITÖÖDE EELTÖÖD KOKKU	in-h/üh			0,00		4,04		70,68		71,77		0,00		146,49	
		mas-h/üh			0,00		0,20		1,90		1,40		0,00		3,50	
		in-vah/üh			0,00		0,51		8,84		8,97		0,00		18,31	
		mas-vah/üh			0,00		0,03		0,24		0,18		0,00		0,44	
2	BETOONITÖÖD															
2.1	Taldmiku armeermine	t	6,93	2,50	17,33	1,44	9,98	1,75	12,13	1,52	10,53	0,54	3,74	7,75	53,71	
2.2	Taldmiku betoneermine	m3	0,22		14,92		7,92		7,88		5,98		0,12		36,81	
			0,20	67,80		36,00	7,20	35,80		27,20		0,54	0,29	167,34	7,49	
			0,04		2,71				1,43		1,09				5,23	
2	BETOONI- TÖÖD KOKKU	in-h/üh			32,24		17,90		20,00		16,52		3,86		90,52	
		mas-h/üh			2,71		7,20		1,43		1,09		0,29		12,72	
		in-vah/üh			4,03		2,24		2,50		2,06		0,48		11,32	
		mas-vah/üh			0,34		0,90		0,18		0,14		0,04		1,59	

Tabel 6.17 Soklipaneelide ning müüritööde tööjõu ja masinajakulu arvestus

Jrk nr	Töö nimetus	Ühik	Ajanorm	Normatiivne tööjõukulu												Kokku	
				Haardealade kaupa													
				I		II		III		IV		V				Ühikud	in-h/üh
				in-h/üh	Ühikud	in-h/üh	Ühikud	in-h/üh	Ühikud	in-h/üh	Ühikud	in-h/üh	Ühikud	in-h/üh			
mas-h/üh		mas-h/üh		mas-h/üh		mas-h/üh		mas-h/üh		mas-h/üh		mas-h/üh					
1	2	3	4	5.1	6.1	5.2	6.2	5.3	6.3	5.4	6.4	5.5	6.5	7	8		
3	PANEELIDE MONTAAŽ																
3.1	Soklipaneeli montaaž	Töste	1,74 0,20	21,00	36,54 4,20	18,00	31,32 3,60		0,00 0,00		0,00 0,00		0,00 0,00	39,00	67,86 7,80		
3.2	Betoonist posti BP1 montaaž	Töste	1,74 0,20		0,00 0,00	1,00	1,74 0,20		0,00 0,00		0,00 0,00		0,00 0,00	1,00	1,74 0,20		
3.3	Lifti seinapaneelide montaaž	Töste	1,65 0,20		0,00 0,00	2,00	3,30 0,40		0,00 0,00		0,00 0,00		0,00 0,00	2,00	3,30 0,40		
3	PANEELIDE MONTAAŽ KOKKU		in-h/üh		36,54		36,36		0,00		0,00		0,00		72,90		
			mas-h/üh		4,20		4,20		0,00		0,00		0,00		8,40		
			in-vah/üh		4,57		4,55		0,00		0,00		0,00		9,11		
			mas-vah/üh		0,53		0,53		0,00		0,00		0,00		1,05		
4	MÜÜRITÖÖD																
4.1	Vund. müüritise ladumine, arm. ja betoneerimine 190 ja 240mm õõnesplokk	m2	0,47 0,10		0,00 0,00	8,00	3,78 0,80	97,60	46,12 9,76	72,70	34,35 7,27		0,00 0,00	178,30	84,25 17,83		
4.2	Soojustamine	m2	0,10		0,00		0,00	44,30	4,43	73,20	7,32		0,00	117,50	11,75		
4.3	Vund. müüritise ladumine, arm. ja betoneerimine 140mm	m2	0,47 0,10		0,00 0,00		0,00 0,00	45,70	21,59 4,57	73,90	34,92 7,39		0,00 0,00	119,60	56,51 11,96		
4	MÜÜRITÖÖD KOKKU		in-h/üh		0,00		3,78		72,14		76,59		0,00		152,51		
			mas-h/üh		0,00		0,80		14,33		14,66		0,00		29,79		
			in-vah/üh		0,00		0,47		9,02		9,57		0,00		19,06		
			mas-vah/üh		0,00		0,10		1,79		1,83		0,00		3,72		

Tabel 6.18 Soklitööde järeltööde tööjõu ning masinajakulu arvestus

Jrk nr	Töö nimetus	Ühik	Aja norm	Normatiivne tööjõukulu											
				Haardealade kaupa										Kokku	
				I		II		III		IV		V			
				in-h/üh	in-h/üh	in-h/üh	in-h/üh	Ühikud	in-h/üh	Ühikud	in-h/üh	Ühikud	in-h/üh	Ühikud	in-h/üh
mas-h/üh	mas-h/üh	mas-h/üh	mas-h/üh	Ühikud	mas-h/üh	Ühikud	mas-h/üh	Ühikud	mas-h/üh	Ühikud	mas-h/üh	Ühikud	mas-h/üh		
1	2	3	4	5.1	6.1	5.2	6.2	5.3	6.3	5.4	6.4	5.5	6.5	7	8
JÄRELTOOD															
5.1	Betoontööde järeltööd	m3	0,02	67,80	1,36	36,00	0,72	35,80	0,72	27,20	0,54	7,70	0,15	174,50	3,49
5.2	Taldmiku raketise lahtivõtmine, materjalide sorteerimine, puhastamine	m2	0,15	114,60	17,19	77,00	11,55	65,30	9,80	63,70	9,56	17,20	2,58	337,80	50,67
5.3	Taldmiku raketise puhastamine, õlitamine, sidumine pakkideks	m2	0,20	114,60	22,92	77,00	15,40	65,30	13,06	63,70	12,74	17,20	3,44	337,80	67,56
5.4	Vuugiraketise tegemine, monoliitimine ja lahtirakestamine betoonipumbaga	tk	0,25	21,00	5,25	20,00	5,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	41,00	10,25
			0,05		1,05		1,00		0,00		0,00		0,00		2,05
5.5	Vuugiraketise tegemine, monoliitimine ja lahtirakestamine betoonipumbaga	tk	0,40	1,00	0,00	1,00	0,40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,40
			0,20		0,00		0,20		0,00		0,00		0,20		
5.6	Vuugiraketise tegemine, monoliitimine ja lahtirakestamine betoonipumbaga	tk	0,30	2,00	0,00	2,00	0,60	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,00	0,60
			0,20		0,00		0,40		0,00		0,00		0,40		
5.7	Müüritööde järeltööd, koristus, puhastus	m2	0,02		0,00	8,00	0,16	143,30	2,87	146,60	2,93		0,00	297,90	5,96

Jrk nr	Töö nimetus	Ühik	Ajano rm	Normatiivne tööjõukulu											
				Haardealade kaupa										Kokku	
				I		II		III		IV		V			
				in-h/üh	in-h/üh	in-h/üh	in-h/üh	Ühiku d	in-h/üh	in-h/üh	in-h/üh	in-h/üh	in-h/üh	in-h/üh	in-h/üh
mas-h/üh	mas-h/üh	Ühikud	mas-h/üh	Ühikud	mas-h/üh	Ühikud	mas-h/üh	Ühikud	mas-h/üh	Ühikud	mas-h/üh	Ühikud	mas-h/üh		
1	2	3	4	5.1	6.1	5.2	6.2	5.3	6.3	5.4	6.4	5.5	6.5	7	8
5	BETOONI JÄRELTÖÖD KOKKU	in-h/üh			41,47		27,67		23,57		22,84		6,17		121,72
		mas-h/üh			0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00
		in-vah/üh			5,18		3,46		2,95		2,85		0,77		15,22
		mas-vah/üh			0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00
5	MONTAAŽ JÄRELTÖÖD KOKKU	in-h/üh			5,25		6,00		0,00		0,00		0,00		11,25
		mas-h/üh			1,05		1,60		0,00		0,00		0,00		2,65
		in-vah/üh			0,66		0,75		0,00		0,00		0,00		1,41
		mas-vah/üh			0,13		0,20		0,00		0,00		0,00		0,33
5	MÜÜRITÖÖDE JÄRELTÖÖD KOKKU	in-h/üh			0,00		0,16		2,87		2,93		0,00		5,96
		mas-h/üh			0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00
		in-vah/üh			0,00		0,02		0,36		0,37		0,00		0,74
		mas-vah/üh			0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00

Tabelis 6.19 on toodud kogu vundamendi ehitustööde tehnoloogilised arvutused, mille alusel on määratud tööjõudlus ning brigaadide suurus.

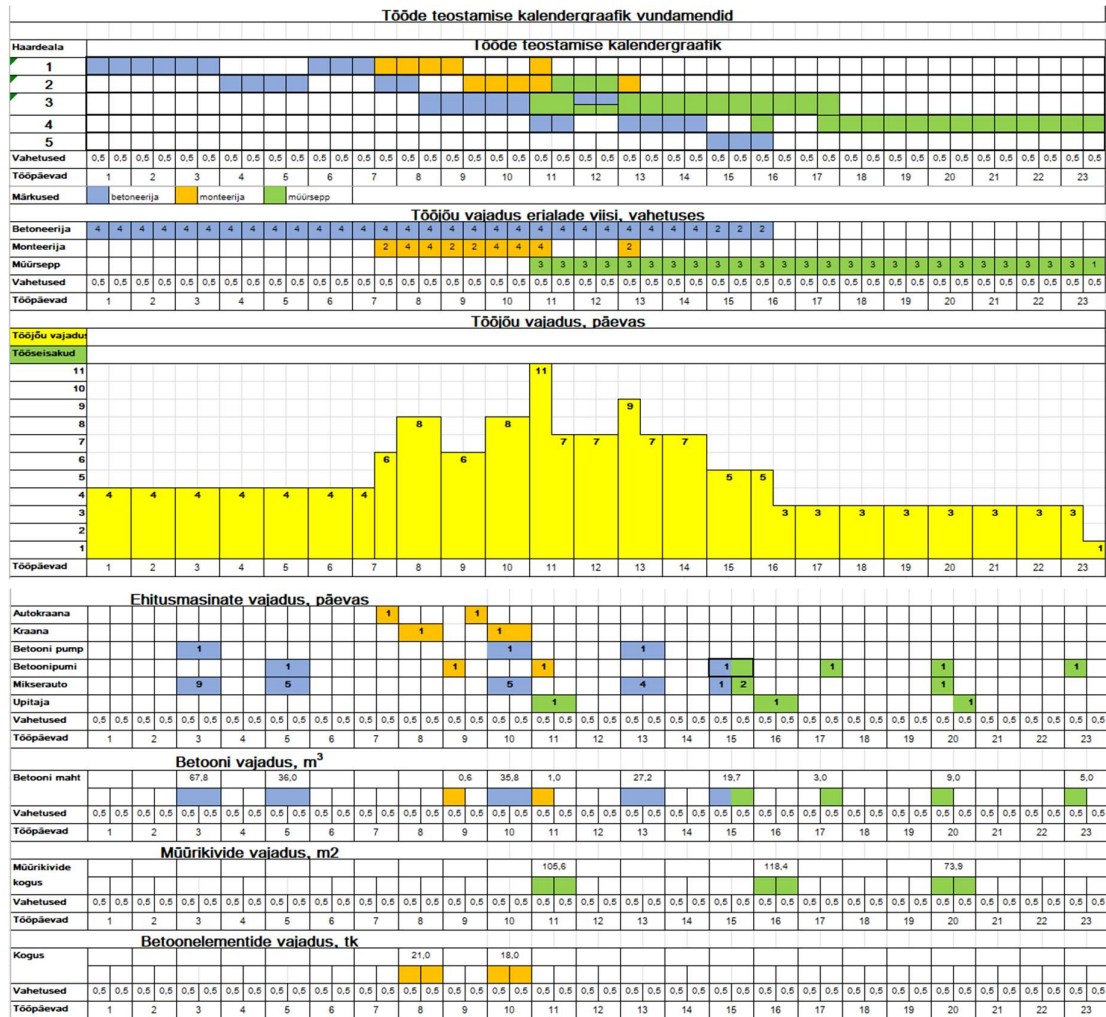
Tabel 6.19 Vundamentitööde tehnoloogilised arvutused

VUNDAMENDI TÖÖD

Jrk nr.	Töö nimetus	Töölise / Masinate	Eriala / Mark	Arv	Haardealade kaupa																			
					I				II				III				IV				V			
					Normatiivne				Normatiivne				Normatiivne				Normatiivne				Normatiivne			
					Tööjõu kulu	Kestvus	Normi täitmise tegur	Valitud kestvus	Tööjõu kulu	Kestvus	Normi täitmise tegur	Valitud kestvus	Tööjõu kulu	Kestvus	Normi täitmise tegur	Valitud kestvus	Tööjõu kulu	Kestvus	Normi täitmise tegur	Valitud kestvus	Tööjõu kulu	Kestvus	Normi täitmise tegur	Valitud kestvus
in-vahmas-vah	Vah	Normi täitmise tegur	Vah	in-vahmas-vah	Vah	Normi täitmise tegur	Vah	in-vahmas-vah	Vah	Normi täitmise tegur	Vah	in-vahmas-vah	Vah	Normi täitmise tegur	Vah	in-vahmas-vah	Vah	Normi täitmise tegur	Vah					
1	2	3	5	5,1	5,2	5,3	5,4	6,1	6,2	6,3	6,4	6,1	6,2	6,3	6,4	6,1	6,2	6,3	6	7,1	7,2	7,3	7,4	
1	Betooni eeltööd	Betoneerija	4	5,85	1,46	0,73	2	3,88	0,97	0,97	1	3,35	0,84	0,84	1	3,22	0,81	0,81	1	0,88	0,22	0,88	0,5	
2	Montaaži eeltööd	Monteerija	2	0,67	0,34	0,67	0,5	0,66	0,33	0,66	0,5	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00		
		Auto kraana	1	0,24	0,24	0,48		0,23	0,23	0,45		0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00		0,00				
3	Müüritööde eeltööd	Müürsepp	3	0,00	0,00	0,00		0,51	0,17	1,01	0,5	8,84	2,95	0,98	3	8,97	2,99	1,00	3	0,00	0,00	0,00		
		Upitaja	1	0,00	0,00	0,00		0,03	0,03	0,05		0,24	0,24	0,08		0,18	0,18	0,06		0,00	0,00	0,00		
4	Betoonitööd	Betoneerija	4	4,03	1,01	1,01	1	2,24	0,56	0,56	1	2,50	0,63	0,63	1	2,06	0,52	0,52	1	0,48	0,12	0,48	0,5	
		Betooni pumi	1					0,90	0,90	0,90						0,04	0,04	0,07						
		Betooni pump	1	0,34	0,34	0,34						0,18	0,18	0,18		0,14	0,14	0,14						

J r k n r	Töö nimetus	Töölise / Masinate	Eriala / Mark	Arv	Haardealade kaupa																			
					I				II				III				IV				V			
					Normatiivne				Normatiivne				Normatiivne				Normatiivne				Normatiivne			
					Tööõukulu	Kestvus	Normi täitmise tegur	Valitud kestvus	Tööõukulu	Kestvus	Normi täitmise tegur	Valitud kestvus	Tööõukulu	Kestvus	Normi täitmise tegur	Valitud kestvus	Tööõukulu	Kestvus	Normi täitmise tegur	Valitud kestvus	Tööõukulu	Kestvus	Normi täitmise tegur	Valitud kestvus
in-vah	Vah	Normi täitmise tegur	Vah	in-vah	Vah	Normi täitmise tegur	Vah	in-vah	Vah	Normi täitmise tegur	Vah	in-vah	Vah	Normi täitmise tegur	Vah	in-vah	Vah	Normi täitmise tegur	Vah	in-vah	Vah			
mas-vah			mas-vah		mas-vah			mas-vah			mas-vah		mas-vah			mas-vah			mas-vah		mas-vah			
1	2	3	5	5,1	5,2	5,3	5,4	6,1	6,2	6,3	6,4	6,1	6,2	6,3	6,4	6,1	6,2	6,3	6	7,1	7,2	7,3	7,4	
5	Paneelide montaaž	Monteerija	4	4,57	1,14	1,14		4,55	1,14	1,14		0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00		
		Kraana	1	0,53	0,53	0,53	1	0,53	0,53	0,53	1	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00		
6	Müüritööd	Müürsepp	3	0,00	0,00	0,00		0,47	0,47	0,95		9,57	3,19	1,06		9,57	3,19	1,06		0,00	0,00	0,00		
		Betoonipumi	1	0,00	0,00	0,00		0,10	0,10	0,20	0,5	1,83	1,83	0,61	3	1,83	1,83	0,61	3	0,00	0,00	0,00		
7	Betooni järeltööd	Betoneerija	4	5,18	1,30	0,86	1,5	3,46	0,86	0,86	1	2,85	0,71	0,71	1	2,85	0,71	0,71	1	0,77	0,19	0,77	0,5	
8	Montaaži järeltööd	Monteerija	2	0,66	0,33	0,66	0,5	0,75	0,38	0,75	0,5	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00		
		Betoonipumi	1	0,13	0,13	0,26		0,20	0,20	0,40		0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00		
9	Müüritööde järeltööd	Müürsepp	1	0,00	0,00	0,00		0,02	0,02	0,04	0,5	0,37	0,37	0,73	0,5	0,37	0,37	0,73	0,5	0,00	0,00	0,00		

Vundamentitööde ajagraafikusse on märgitud kõikide haardealade vundamentitööde kestvus, tööliste vajadus, masinate vajadus ning põhiliste materjaligruppide – betoon, paneelid, müürikivid, vajadus vastavalt tehnoloogilistele arvutustele. Vundamentitööde ajagraafik on toodud joonisel 6.2.



Joonis 6.2 Vundamentitööde ajagraafik

6.3 Katusetööde tehnoloogiline kaart

Viimasena käsitleme tehnoloogiliste kaartide osas hooneosade lamekatuste ehitustöid. Katusekatteks on valitud valge SBS katusekate IKO Carrara. Kogu objekti katusetööd on jagatud 7 haardealaks vastavalt asukohale. Alkooli hoone katusemaht on jagatud kolmeks haardealaks, millest üks osa moodustub rohekatuseehitustööd. [6]

Haardealad on omakorda jagatud päevatöö lõikudeks arvestusega, et iga päeva lõppedes on võimalik soojustusmaterjalide pind katta aluskattega. Kui soojustusmaterjalide paigaldustööd on lõppenud ja hoone kaetud aluskattega, siis alustatakse parapeti pleki ning tormipleki paigaldustöödega. Viimases järgus paigaldatakse kogu haardealale korraka pealne SBS kate.

Tabelis 6.20 on kõikide haardealade kaupa toodud välja materjalide vajadus. Haardealal vajaminevate katematerjalide kogus korrutatakse ülekatte koefitsendiga 1,2.

Tabel 6.20 Katusetööde materjalide laotelu haardealade kaupa

Jrk	Materjal	ühik	HA1	HA2	HA3	HA4	HA5	HA6	HA7	KOKKU
	Pindala	m2	618	302	195	444,2	538	189	233,5	2520
	Parapet	jm	110,9	49,3	84,2	89	73,5	26,8	59	493
	Ülespöörded seinale	jm	76,2	10,5	44,4		43,5	51	81,9	308
	Katusekatted									
1	IKO Carrara 5,5kg SBS pealiskate	m2	741,6	362,4	234	533	645,6		280,2	2797
2	IKO BASE P4000	m2	741,6	362,4	234	533	645,6	453,6	280,2	3250
3	IKO Shield ALU	m2	196	302		378	538	226,8	125	1766
4	IKO Roofgarden	m2						282,8		283
5	IKO Carrara F 5000 ülespööre	m2	112,3	35,88	77,16	53,4	70,2		84,54	433
6	Murumatt (kukehari) 30mm	m2						189		189
	Soojustused									
7	Substraadikiht 30mm	m3						56,7		57
8	Niiskust hoidev villakiht WSM-50 - 50mm	m2						189		189
9	Drenaažimatt Nophadrain NDX 20 8mm	m2						189		189
10	IKO Enetherm ALU 90+90mm	m2	196	302		378	538	189	95	1698
11	lisa-soojustus IKO Enetherm ALU 60mm	m2	196	302		378	538	189		1603
12	EPS 100 Kalded 1:60le (20...200mm)	m2	196	302		378	538	189		1603
13	Isover OL-TOP 30mm soontega	m2							26	26
14	Technoroof N30, 30kpa 100mm	m2							26	26
15	Technoroof 50, 50kpa 50mm	m2					24		26	50
	Puitmaterjal									
16	Veekindel vineer 21mm	m2							66	66
17	Niiskuskindel vineer 12mm	m2	112,3	35,88	17,76	53,4	78	46,68	84,54	429
18	Niiskuskindel vineer 18mm	m2							100	100

Jrk	Materjal	ühik	HA1	HA2	HA3	HA4	HA5	HA6	HA7	KOKKU
19	Immutatud puidust prussid kalde andmiseks 20..100mm	jm							286	286
20	Immutatud pruss 50x50 kalde andmiseks	jm	44,08	46,84						91
21	Immutatud kolmnurkpruss 50x50mm s600	jm	143,1	59,8	128,6	89	117	77,8	81,9	697
22	Immutatud pruss 50x100mm s.600mm	jm				133,5	110,3	40,2		284
23	Immutatud laud 22x50 kalde andmiseks	jm	46,4	49,3						96
24	Parapeti Immutatud laud 22x75mm	jm				66	75	30		171
25	Parapeti Immutatud laud 22x100mm	jm	54	57		24				135
	Lisad									
26	Kandeprofiilplekk T130M-75L-930	m2							166	166
27	Parapetiplekk 0,7mm Pural,	jm	46,4	49,3	84,2	89	73,5	26,8	59	428
28	Vihmaveerenn	jm			45	12,5			36	94
29	Vihmaveetoru	jm			97	2,5			27	127
30	Katusekaev	tk	1	2		3	4		4	14
31	R/V katusesüliti	tk			7			2		9
32	Lõpetusplekk 0,7mm	jm	76,2	10,5	44,4	0	43,5	51	81,9	308
33	Killustik 300x80mm ja geotekstiil	m2						21,4		21

Tabelis 6.21 ja 6.22 on toodud vastavalt RATU juhendmaterjalidele SBS katuse ehitustööde ajanormide suurused haardelade kaupa ning teostatud esmased arvutused tehnoloogilisteks arvutusteks. [31]

Tabel 6.21 Katusetööde tööjõukulu arvutused haardealad 1-3

Jrk nr	Töö nimetus	Ühik	Aja-norm	Normatiivne tööjõukulu							
				Haardealade kaupa						Kokku	
				I		II		III		Ühikud	in-h/üh
				in-h/üh	Ühikud	in-h/üh	Ühikud	in-h/üh	Ühikud		
mas-h/üh	mas-h/üh	mas-h/üh	mas-h/üh	mas-h/üh	mas-h/üh	mas-h/üh	mas-h/üh				
N	2	3	4	5.1	6.1	5.2	6.2	5.3	6.3	7	8
1	KATUSETÖÖD										
1	Eeltööd ja materjalide teisaldamine >300m ²	m ²	0,008	618,00	4,94	302,00	2,42		0,00	1364,20	10,91
2	Eeltööd ja materjalide teisaldamine <300m ²	m ²	0,015		0,00		0,00	195,00	2,93	428,50	6,43
3	Aurutõkkekihi paigaldamine	m ²	0,028	196,00	5,49	302,00	8,46		0,00	1175,70	32,92
4	Parapeti puitkonstruktsioonide ehitus	jm	0,140	46,50	6,51	49,30	6,90	44,40	6,22	311,10	43,55
5	Parapeti katmine aluskattega	jm	0,05	46,50	2,33	49,30	2,47		0,00	266,70	13,34
6	Soojustuskihitide paigaldamine kolmes kihis	m ²	0,300	196,00	58,80	302,00	90,60		0,00	876,00	262,80
7	Soojustuskihitist kallete ehitamine ühes kihis	m ²	0,080	196,00	15,68	302,00	24,16		0,00	876,00	70,08
8	Katusekaevude paigaldamine	tk	0,500	1,00	0,50	2,00	1,00	7,00	3,50	17,00	8,50
9	Läbiviikude tihendamine aluskate	tk	0,50	4,00	2,00	5,00	2,50	10,00	5,00	31,00	15,50
10	Ülespöörete tegemine koos nurga moodustajatega aluskate	jm	0,10	78,90	7,89	59,80	5,98	44,40	4,44	413,00	41,30
11	Aluskatte paigaldamine	m ²	0,037	618,00	22,87	302,00	11,17	195,00	7,22	1792,70	66,33
12	Pinnakatte paigaldamine	m ²	0,046	618,00	28,43	302,00	13,89	195,00	8,97	1792,70	82,46
13	Läbiviikude tihendamine pinnakattega	tk	0,50	4,00	2,00	5,00	2,50	10,00	5,00	31,00	15,50

14	Parapeti JA tormiplekkide paigaldamine	jm	0,12	46,60	5,59	49,30	5,92		0,00	243,90	29,27
15	Parapeti ehitus pinnakattega	jm	0,05	110,90	5,55	49,30	2,47	84,20	4,21	392,40	19,62
16	Ülespöörete tegemine 2 kiht	jm	0,05	78,90	3,95	59,80	2,99	44,40	2,22	324,00	16,20
17	Murukatuse aluskihtide paigaldamine	m2	0,50		0,00		0,00		0,00	0,00	0,00
18	Murukatuse taimekihi paigaldamine	m2	0,30		0,00		0,00		0,00	0,00	0,00
19	Vihmaveesüsteemide paigaldamine	jm	0,10		0,00		0,00	142,00	14,20		
20	Järeltööd ja koristamine >300m2	m2	0,008	618,00	4,94	302,00	2,42		0,00	1364,20	10,91
21	Järeltööd ja koristamine <300m2	m2	0,015		0,00		0,00	195,00	2,93	428,50	6,43
	KATUSETÖÖD KOKKU	in-h/üh eeltöö			4,94		2,42		2,93		17,34
		in-h/üh aurutõke			14,32		17,82		6,22		89,81
		in-h/üh soojustus			74,98		115,76		3,50		341,38
		in-h/üh aluskate			32,76		19,65		16,66		123,13
		in-h/üh pinnakate			30,43		16,39		13,97		97,96
		in-h/üh parapeti ehitus			15,08		11,37		6,43		65,09
		in-h/üh järeltööd			4,94		2,42		17,13		39,34
		in-vah/üh eeltöö			0,62		0,30		0,37		2,17
		in-vah/üh aurutõke			1,79		2,23		0,78		11,23
		in-vah/üh soojustus			9,37		14,47		0,44		42,67
		in-vah/üh aluskate			4,09		2,46		2,08		15,39
		in-vah/üh pinnakate			3,80		2,05		1,75		12,25
		in-vah/üh parapeti ehitus			1,89		1,42		0,80		8,14
		in-vah/üh järeltööd			0,62		0,30		2,14		4,92

Tabel 6.22 Katusetööde tööjõukulu arvutused haardealad 4-7

Jrk nr	Töö nimetus	Ühik	Aja-norm	Normatiivne tööjõukulu									
				Haardealade kaupa								Kokku	
				IV		V		VI		VII			
				in-h/üh	Ühikud	in-h/üh	Ühikud	in-h/üh	Ühikud	in-h/üh	Ühikud	in-h/üh	Ühikud
mas-h/üh	Ühikud	mas-h/üh	Ühikud	mas-h/üh	Ühikud	mas-h/üh	Ühikud	mas-h/üh	Ühikud				
N	2	3	4	5.4	6.4	5.3	6.3	5.4	6.4	5.5	6.5	7	8
1	KATUSETÖÖD												
1	Eeltööd ja materjalide teisaldamine >300m ²	m ²	0,008	444,20	3,55	538,00	4,30		0,00		0,00	1364,20	10,91
2	Eeltööd ja materjalide teisaldamine <300m ²	m ²	0,015		0,00		0,00	189,00	2,84	233,50	3,50	428,50	6,43
3	Aurutõkkekihi paigaldamine	m ²	0,028	444,20	12,44	538,00	15,06	189,00	5,29	233,50	6,54	1175,70	32,92
4	Parapeti puitkonstruktsioonide ehitus	jm	0,140	89,00	12,46	73,50	10,29	26,80	3,75	81,90	11,47	311,10	43,55
5	Parapeti katmine aluskattega	jm	0,05	89,00	4,45	73,50	3,68	26,80	1,34	81,90	4,10	266,70	13,34
6	Soojustuskihitide paigaldamine kolmes kihis	m ²	0,300	378,00	113,40	538,00	161,40	189,00	56,70		0,00	876,00	262,80
7	Soojustuskihitist kallete ehitamine ühes kihis	m ²	0,080	378,00	30,24	538,00	43,04	189,00	15,12		0,00	876,00	70,08
8	Katusekaevude paigaldamine	tk	0,500	3,00	1,50	4,00	2,00	2,00	1,00	4,00	2,00	17,00	8,50
9	Läbiviikude tihendamine aluskate	tk	0,50	7,00	3,50	8,00	4,00	2,00	1,00	5,00	2,50	31,00	15,50
10	Ülespöörete tegemine koos nurga moodustajatega aluskate	jm	0,10	89,00	8,90	117,00	11,70	77,80	7,78	140,90	14,09	413,00	41,30
11	Aluskatte paigaldamine	m ²	0,037	444,20	16,44	538,00	19,91	189,00	6,99	233,50	8,64	1792,70	66,33
12	Pinnakatte paigaldamine	m ²	0,046	444,20	20,43	538,00	24,75	189,00	8,69	233,50	10,74	1792,70	82,46
13	Läbiviikude tihendamine pinnakattega	tk	0,50	7,00	3,50	8,00	4,00	2,00	1,00	5,00	2,50	31,00	15,50

14	Parapeti ja tormiplekkide paigaldamine	jm	0,12	89,00	10,68	73,50	8,82	26,80	3,22	59,00	7,08	243,90	29,27
15	Parapeti ehitus pinnakattega	jm	0,05	89,00	4,45	73,50	3,68	26,80	1,34	59,00	2,95	392,40	19,62
16	Ülespöörete tegemine 2 kiht	jm	0,05		0,00	117,00	5,85	77,80	3,89	140,90	7,05	324,00	16,20
17	Murukatuse aluskihtide paigaldamine	m2	0,50		0,00		0,00	189,00	94,50		0,00	0,00	0,00
18	Murukatuse taimekihi paigaldamine	m2	0,30		0,00		0,00	189,00	56,70		0,00	0,00	0,00
19	Vihmaveesüsteemide paigaldamine	jm	0,10	15,00	1,50		0,00			63,00	6,30		
20	Järeltööd ja koristamine >300m2	m2	0,008	444,20	3,55	538,00	4,30		0,00		0,00	1364,20	10,91
21	Järeltööd ja koristamine <300m2	m2	0,015		0,00		0,00	189,00	2,84	233,50	3,50	428,50	6,43
KATUSETÖÖD KOKKU													
	in-h/üh eeltöö				3,55		4,30		2,84		3,50		17,34
	in-h/üh aurutõke				29,35		29,03		10,38		22,10		89,81
	in-h/üh soojustus				145,14		206,44		72,82		2,00		341,38
	in-h/üh aluskate				28,84		35,61		15,77		25,23		123,13
	in-h/üh pinnakate				23,93		28,75		104,19		13,24		97,96
	in-h/üh parapeti ehitus				15,13		18,35		65,15		17,08		65,09
	in-h/üh järeltööd				5,05		4,30		59,54		9,80		39,34
	in-vah/üh eeltöö				0,44		0,54		0,35		0,44		2,17
	in-vah/üh aurutõke				3,67		3,63		1,30		2,76		11,23
	in-vah/üh soojustus				18,14		25,81		9,10		0,25		42,67
	in-vah/üh aluskate				3,60		4,45		1,97		3,15		15,39
	in-vah/üh pinnakate				2,99		3,59		13,02		1,66		12,25
	in-vah/üh parapeti ehitus				1,89		2,29		8,14		2,13		8,14
	in-vah/üh järeltööd				0,63		0,54		7,44		1,23		4,92

Tabelis 6.23 on teostatud vajalikud tehnoloogilised arvutused tööbrigaadi suuruste määramiseks ning arvutatud kalendergraafiku koostamiseks vajalikud tööde kestvused. [31]

Tabel 6.23 Katusetööde tehnoloogilised arvutused haardealad 1-4

Jrk nr	Töö nimetus	Tööliseriala	Tehnoloogiliste arvutuste tabel haardealade kaupa																
			Arv	I			II			III			IV						
				Normatiivne		Normi täitmise tegur	Normatiivne		Normi täitmise tegur	Normatiivne		Normi täitmise tegur	Normatiivne						
				Tööjõukulu	Kestvus		Valitud kestvus	Tööjõukulu		Kestvus	Valitud kestvus		Tööjõukulu	Kestvus	Valitud kestvus	Tööjõukulu	Kestvus	Normi täitmise tegur	Valitud kestvus
in-vah	Vah		Vah	in-vah	Vah		Vah	in-vah	Vah		Vah	in-vah	Vah	Normi täitmise tegur	Vah				
1	2	3	5	5.1	5.2	5.3	5.4	5.1	5.2	5.3	5.4	5.1	5.2	5.3	5.4	5.1	5.2	5.3	5.4
1	Katuse eeltööd	Katuse ehitaja	1	0,62	0,62	0,62	1,0	0,30	0,30	0,60	0,5	0,37	0,37	0,73	0,5	0,44	0,44	0,89	0,5
2	Katuse aurutõkke paigaldus	Katuse ehitaja	2	1,79	0,90	0,90	1,0	2,23	1,11	1,11	1,0	0,78	0,39	0,78	0,5	3,67	1,83	0,92	2,0
3	Katuse soojustamine	Katuse ehitaja	4	9,37	2,34	1,17	2,0	14,47	3,62	1,03	3,5	0,44	0,11	0,22	0,5	18,14	4,54	1,13	4,0
	Katuse aluskatte paigaldamine	Katuse ehitaja	4	4,09	1,02	1,02	1,0	2,46	0,61	0,61	1,0	2,08	0,52	1,04	0,5	3,60	0,90	0,90	1,0
4	Katuse pinna katete paigaldamine	Katuse ehitaja	4	3,80	0,95	0,95	1,0	2,05	0,51	1,02	0,5	1,75	0,44	0,87	0,5	2,99	0,75	0,75	1,0
5	Parapeti ehitus	Katuse ehitaja	2	1,89	0,94	0,94	1,0	1,42	0,71	0,71	1,0	0,80	0,40	0,80	0,5	1,89	0,95	0,95	1,0
6	Katuse elementide paigaldus ja järeltööd	Katuse ehitaja	2	0,62	0,31	0,62	0,5	0,30	0,15	0,30	0,5	2,14	1,07	1,07	1,0	0,63	0,32	0,63	0,5

Tabel 6.24 Katusetööde tehnoloogilised arvutused haardealad 5-7

Jrk nr.	Töö nimetus	Töölise eriala	Arv	Tehnoloogiliste arvutuste tabel haardealade kaupa											
				V			VI			VII					
				Normatiivne		Normi täitmise tegur	Normatiivne		Normi täitmise tegur	Normatiivne		Normi täitmise tegur			
				Tööjõu kulu	Kestvus		Valitud kestvus	Tööjõu kulu		Kestvus	Valitud kestvus		Tööjõu kulu	Kestvus	
				in-vah	Vah		Vah	in-vah		Vah	Vah		in-vah	Vah	
5.1	5.2	5.3	5.4	5.1	5.2	5.3	5.4	5.1	5.2	5.3	5.4				
1	Katuse eeltööd	Katuse ehitaja	1	0,54	0,54	1,08	0,5	0,35	0,35	0,71	0,5	0,44	0,44	0,88	0,5
2	Katuse aurutõkke paigaldus	Katuse ehitaja	2	3,63	1,81	0,91	2,0	1,30	0,65	0,65	1,0	2,76	1,38	0,92	1,5
3	Katuse soojustamine	Katuse ehitaja	4	25,81	6,45	1,08	6,0	9,10	2,28	0,91	2,5	0,25	0,06	0,13	0,5
	Katuse aluskatte paigaldamine	Katuse ehitaja	4	4,45	1,11	1,11	1,0	1,97	0,49	0,99	0,5	3,15	0,79	0,79	1,0
4	Katuse pinnakatete paigaldamine	Katuse ehitaja	4	3,59	0,90	0,90	1,0	13,02	3,26	0,81	4,0	1,66	0,41	0,83	0,5
5	Parapeti ehitus	Katuse ehitaja	2	2,29	1,15	1,15	1,0	8,14	4,07	1,02	4,0	2,13	1,07	1,07	1,0
6	Katuse elementide paigaldus ja järeltööd	Katuse ehitaja	2	0,54	0,27	0,54	0,5	7,44	3,72	0,93	4,0	1,23	0,61	0,61	1,0

Tabeli andmete põhjal on määratud haardealade töögraafikud. Tööde algus sõltub erinevate hooneosade karkassitööde lõppemisest. Esmajärgus alustatakse algkoolihoone autõkkekihi paigaldustöödega, et hoones oleks võimalik jätkata sisetöödega. Seejärel alustatakse haardealal 1 katusetöödega ning liigutakse edasi vastavalt graafikus toodud haardealadel. Katusetööde kestvuseks kokku on 49 tööpäeva.

7. ALTERNATIIVSETE KATUSEKATETE VÕRDlus JA TASUVUSANALÜÜS

Hoone ehitustööde käigus tekkis tellijal soov kasutada projektijärgse tavapärase musta SBS katusekatte asemel heleda kattega katusekatet, et vähendada hoone jahutusvajadust. Arvestada tuleb ka olemasolevate hooneosade renoveeritavate katusepindadega. Sellest tingituna võrreldi erinevat tüüpi heledaid katusekatteid ja tootesarju, mis vastavad nendele kriteeriumitele. Olulisel kohal on ka katusetööde üldine maksumus. Antud magistritöös on teemat uuritud põhjalikumalt ja valikusse lisatud erinevaid katusekatteid, mis on sobilikud lamekatustele.

Heleda katusekatte kasutamise puhul vaadatakse eelkõige päikesepeegelduse indeksit. Valge katusekate muudab kogu katusekonstruktsiooni temperatuuri võrreldes tumedates toonides katusekattega palju madalamaks. Selle tulemusena pikeneb katusekatte eluiga ja väheneb hoone jahutamise vajadus. Samuti vähendab hele kate näiteks katuse pinnas oleva ventilatsiooni sissepuhkeava ümbruses oleva õhu temperatuuri. [32]

7.1 PVC katusekate

Antud alapeatükis käsitletakse PVC (polüvinüülkloriid) katusekatet, millel on suurem valik erinevaid värvitoone. Erinevatel tootjatel on pakkuda variatsioone tootevalikus ja hinnaklassis. Üldiselt on erinevate tootjate PVC katusekatete omadused ja paigaldusviisid sarnased, kuid erinevate lisanditega saavutatakse näiteks paremad paindumus omadused või suurendatakse materjali tugevust. PVC paigalduseks on vajalik õhutemperatuur +5C ja see seab piiranguid talvistele töödele. PVC katusekatet ei tohi otse paigaldada vanale SBS pinnale. Vajalik kas aluse eemaldamine või lisada vahekiht nt geotekstiili nöol. [33] [34] Järgnevalt on toodud välja kolme tehase tooted, mis on Eesti ehitusturul kättesaadavad.

7.1.1 Protan

Esimesena käsitletakse Eesti turul tuntud tootja Protan toodangut, mille paigaldusteenust pakuvad mitmed katuseehituse ettevõtted. Tegemist on Norra tööstuskontserniga, mis on membraanide tootmise ja arendamise alal maailmas turuliider. Nad arendavad, toodavad ja tarnivad lisaks kattemembraanidele ka katusesüsteeme, ventilatsioonisüsteeme ja tehnilisi tekstiile. [32]

Protani eelistena saab välja tuua, et need taluvad nii kõrgeid kui ka madalaid temperatuure, on tänu armeeringule rebenemiskindlad ning UV-kiirgusekindlad. Seega sobivad hästi just põhjamaade kliimasse. Lisaks toimub paigaldamine kuuma õhuga keevitades, seejuures materjal on isekustuv. See tähendab, et paigaldustöödel ei ole vaja kasutada lahtist tuld ning ka materjal ise ei soodusta tule levikut. Võrreldes SBS kattega paigaldatakse PVC ühes kihis, mis annab selge ajalise võidu paigaldustöödel. [32]

Protani tootevalikus on tellija soovidele vastavad tooted – uutele katustele Protan SE Cool roof, värvus valge, murukatuse jaoks on toode Protan SE Titanium ja olemasolevate katuste renoveerimiseks Protan EX. [32]

7.1.2 Fatrafol

Fatra, a.s on Tšehhi ettevõtte, mis on spetsialiseerunud erinevatele plastikute töötlemisele, sealhulgas ka PVC katusekatte ja hüdroisolatsiooni materjalide tootmisele tootenimega Fatrafol. Fatrafoli tooteid paigaldatakse mehaalilise kinnitusega ning samuti kuuma õhuga. Lisaks saab PVC katusekatete puhul tuua eeliseks ka bituumenkatete ees selle, et üldjuhul paigaldamisel ei vaja kate tuulutussüsteemi. Nagu ka Protani puhul on toodud Fatrafoli toodete eelisteks hea UV taluvus, head mehhaanilised omadused ning ilmastikukindlus. [35]

Fatrafoli tootevalikust on sobivad tooted uutele ja renoveeritavatele katustele FATRAFOL-S 810/V, mida on võimalik tellida ka valget värvi. Murukatustele sobib FATRAFOL-S 818/V. [35]

7.1.3 Renolit

Renolit on Saksamaa ettevõtte, mis on asutatud 1946. aastal. Ettevõtte kasvas kiirelt suureks ning sai tuntuks just PVC materjalist erinevate naha asendajate, põrandakattematerjalide ning kilede tootmise läbi. Tänapäevaks on ettevõttel 20 tehast, mis teenindavad kliente üle maailma. Renoliti toodete hulka kuulub katusele sobiv kate nimega RENOLIT ALKORPLAN F. Valgete katusekatete valikus on toode Alkorplan F cool. Murukatusele sobib RENOLIT ALKORPLAN F Sedum. Renoliti kate paigaldatakse samuti mehhaaniliselt ning ülekatted keevitatakse kuuma õhuga.

7.2 SBS katusekate

Järgnevalt antakse ülevaade erinevatest turul pakutavatest SBS (stüreen-butadieen-stüreen) katusekatte materjalidest, mis on samuti valge kattega. SBS kate on lamekatuste ehitamisel levinud materjal, kuna paigaldus on lihtne ning soodne. SBS on väga elastne ja seetõttu vähem vastuvõtlik UV ja temperatuurimuutustest põhjustatud katte mõranemistele või teistele kahjustustele. Samas on ühes kihis paigaldatud materjal liialt pehme ning vajab kahes kihis paigaldamist. Pinnakate on kaetud UV- ja tulekindluse saavutamiseks mineraalsete graanulitega. SBSi puhul on käsipõletiga paigaldades võimalik paigaldada katusekatteid ka miinustemperatuuridel. [34]

7.2.1 Icopal

Icopal on Soome ettevõtte, kes pakub bituumenkatteid ja hüdroisolatsioonitooteid nii lame- ja viilkatustele kui ka taristu ehituseks. Icopali tooteid valmistatakse Espoos Juvanmalmis. Icopali SBS katete valik on väga mitmekesine pakkudes tooteid nii odavamast kui ka kallimast hinnaklassist. Samuti on võimalik valida erinevate lisaomadustega katusekatteid, vastavalt arhitekti nägemusele või keskkonna tingimustele. [36]

Icopali toodete hulgest valitakse välja valge pealiskate PintaPolar K-PS 170/5000. Sellele sobiv aluskate on Icopal Polar K-MS 170/4000. Tooded sobivad nii uutele kui ka renoveeritavatele katustele. Murukatusele on tootesari Icopal Graviflex. [34]

7.2.2 MIDA

Baltikumi ainus tehas, mis toodab bituumeni- ja polümeerbituumenkatteid katustele ning ehitushüdroisolatsioone asub Leedus ja kuulub MIDA kaubamärgi alla. Lisaks toodetakse tehases ka isekleepuvaid bituumenkatusesindleid nii kald- kui ka lamekatustele. [37]

MIDA tooted on jagatud eelkõige hinna alusel erinevatesse klassidesse. Samas kõrgemas hinnaklassis olevatel materjalidel on ka paremad omadused ning garantiitingimused. Kuna antud töös on oluline ka hind, siis antud projektiks vajalike parameetritega valge SBS kate kuulub teise klassi ehk kaubanduslikku klassi. Tooteks on laialt kasutatav UNIFLEKS EKP 5,0 ning sellele sobiv aluskate MIDA UNIFLEKS PV S3S. Antud tootesari sobib nii uutele kui ka renoveeritavatele katustele. Murukatuse rajamiseks on olemas tooted MIDA VB 1500 ja SCUDO GARDEN. [38]

7.2.3 IKO

IKO on Kanada päritoluga rahvusvaheline ettevõtte, mille Euroopa haru toodete hulgast leiab lisaks SBS katusekatetele veel ka teisi katusekatte tüüpe. Ettevõtte toodab ka soojustusmaterjale ning hüdroisolatsiooni tooteid, pakkudes süsteemseid tootelahendusi näiteks katuste puhul alates aurutõkkekihist, soojustusmaterjalidest kuni pinnakatete ja paigaldustarvikuteni välja. [39]

Iko tootesarjas on olemas valge kate Iko Carrara, mis on polüester-klaas armeeringul SBS bituumen veetõkke rullmaterjal, millel on tulekaitse omadused. Pealispind on kaetud lumivalge titaanium oksiidiga (TiO₂) kaetud graanuli puistega, millel on õhku puhastavad omadused. [40] Aluskattena kasutatakse IKO Base 4000 toodet. Antud tooted sobivad nii uue katuse katmiseks kui ka olemasolevate renoveerimiseks. Murukatuse rajamiseks on olemas toode IKO Roofgarden. [34]

7.3 Vedelplast katusekate

Turul pakutakse ka vähem traditsioonilisi lahendusi lamekatuste ehitamiseks. Üks moodus on katta katus vedelplastist kattega. Vedelplast katusekattega saab moodustada ühtlase homogeense ja ilma vuukideta veekindla kihi kogu katusepinna ulatuses. Vedelplast on väga hea moodus läbiviikude tihendamiseks, sest puuduvad liitekohad ning veel puudub võimalus liikuda katusekatte alla. [41] Vedelplastid ei kaota oma elastsust ka madalatel temperatuuridel, on UV kindlad. Sobivad ka hästi rohekatuste aluspinnaks. [42]

Eestis pakuvad mõned ettevõtted vedelplasti paigaldusteenust ning nende tootevalikust leiab näiteks Triflex ProTect tootesarja, millel on ka valge värvitooni valiku võimalus. Triflex on Saksamaa ettevõtte, mis on arendanud vedelplastist hüdroisolatsioonitooteid 40 aastat. [43] Lisaks pakub ka Icopal toodet Sealoflex Endura Detail. Kuna vedelplastist katusekatet ei ole võimalik paigaldada otse soojustusmaterjalile, siis on vajalik lisakihi paigaldamine tugikanga näol. Vedelplasti kasutamine on otstarbekas väiksematel pindadel ja erajamadel. Kihipaksus peab olema kokku vähemalt 2,1mm, et saavutada veekindlus. [42] Kokkuvõttes on tööprotsess ajamahukas ning materjali hind oluliselt kõrgem kui PVC või SBS, ca 20-45€/m², seega eelarve vahendite piiratuse tõttu antud toode valituks ei osutu.

7.4 Teised sünteetilised materjalid

Kasutusel on veel lisaks materjalid nagu EPDM (etüleen-propüleen-dieen-monomeer), TPO (termoplastiline polüolefiin) , TPE (termoplastiline elastomeer) ja PIB (polüisobuteen). [42]

EPDM on kummibaasil ning tema omadused on võrreldavad SBS katetega, selge eelis on toote eluiga, mis võib olla kuni 50 aastat. Täiendavalt lisatakse materjalile erinevaid lisandeid, et saavutada vajalikud omadused, nt tulekindlus. EPDM materjal paigaldatakse liimiga, mehhaaniliselt või ballastiga koormamise meetodil. Valikus on ka valget värvi toode. EPDMi SRI indeks on 1, kuid toode määrdub ajas kiirelt ning kaotab oma omadusi. Toote paigaldamisel nt EPS või XPS soojustusele, on vajalik lisada lisakiht tuleohutusnõuete saavutamiseks. [42]

TPO ja TPE on samuti rullkatted, mis on kummilisandiga. See annab tootele painduvuse, kuid TPO on siiski jäigem kui PVC. TPO paigaldusprotsess nõuab täpset temperatuuri ja vuuk peab olema äärmiselt puhas. See muudab paigalduse keerukaks ja toode ei ole laialt kasutusel. [44] [42] TPE on ülielastne ning võimaldab paigaldust ka vihmase ilma korral, on hea UV kindlusega ja pika elueaga. [44] IKO tootevalikusse kuulub ka IKO Pectraplan TPE, mille paigaldus käib sarnaselt PVC materjalidega – mehhaanilise kinnituse ja kuumaõhu keevituse teel. TPE on kindlasti pakkumas tulevikus konkurentsi täna kasutatavatele PVC materjalidele, olles seejuures valmistatud loodussõbralikumatest materjalidest. Ruutmeetri hind on 8,4€. [45] Kahjuks Eesti turul TPO ja TPE veel laialt kasutusel ei ole ja hetkel jäävad võrdlusest kõrvale.

7.5 Katusekatete võrdlus

Alljärgnevalt on paigutatud tabelisse 7.1 kõik valitud katusekatted ning toodud välja nende põhilised omadused ja parameetrid, mis on katuse pealiskatte valiku puhul olulised, sealhulgas ka materjali maksumus ning paigaldustööde maksumus. Paigaldustööde juurde kuulub ka transpordi kulu, seega on võrreldud ka materjalide kaalu, mis suuremahuliste tööde puhul määrab transpordivajaduse mahu. Kuna katusekonstruktsioonide ehituslik pool on kõikidel erinevatel lamekatustel sarnane, siis on lihtsustamise huvides jäetud kõrvale aurutõkke ja soojustuskihtide paigalduse etapid. Paigalduse hinnastamisel on lähtutud sellest, et tegemist on suuremate siledade aladega ning hinnastatud on ainult katte paigaldamine.

Eraldi on toodud uue katuse ehitusel kasutatavate materjalide, renoveeritavate katuste ning murukatuse rajamisega seotud materjalide võrdlus. Kuna kõik tooted on

sertifitseeritud ning toimivusdeklaratsioonides vastav info on standarditele vastav ja kontrollitud, siis võrdleme parameetreid, mis annavad erinevatele katetele lisaväärtust paigadusel, keskkonna säästlikkusel, hooldusel ning välja on toodud ka info olemasilul katte eeldatav eluiga või tehase poolt antav materjali garantii.

Tabelis kajastuv materjalide hinna informatsioon on saadud Enerest OÜ, Bestor Kate OÜ ja Maleko ASi-le saadetud hinnapäringu põhjal ning Maleko AS paigaldustööde hinnastamise alusel. Lisaks on kasutatatud tootjate kodulehtedelt kajastuvat informatsiooni ettevõtete jätkusuutlikkuse programmide, toodete ja nende omaduste kohta. [36] [33] [34] [35] [39] [40] [41] [38] [37] [32] [43] [46]

Tabel 7.1 Katusekatete võrdlus

Jrk	Tüüp	Materjal	Hind €/M2 Ilma km-ta	Paigalduse hind €/M2 Ilma km-ta	Rulli mõõdud m	Katte paksus mm	Tehase garantii/materjali eluiga aasta	Jätkusuutlikkus	Paigaldus	Eriomadused
					Materjali kaal kg/m2					
1	PVC uus	Protan SE Cool roof	10,8	2,5	0,67;1,0;2,0 x15-20	1,2; 1,6; 1,8; 2,0	15	REACH heakskiiduga toormaterjalid, BREEAM hindamiskriteeriumistele vastav	Mehhaaniline kinnitus või vaakumkatuse süsteemis ja kuuma õhuga	Päikesepeegelduse kiirgusindeks SRI 0,86
					1,8					
2	PVC renoveerimine	Protan EX	18,6	2,5	1,0; 2,0 x20	1,2; 1,6	15	REACH heakskiiduga toormaterjalid, BREEAM hindamiskriteeriumistele vastav	Mehhaaniline kinnitus või vaakumkatuse süsteemis ja kuuma õhuga	Võimalik otse paigaldada ka olemasolevale SBS kattele.
					1,6					
3	Murukatus	Protan SE Titanium+	18,6	2,5	1,0; 2,0 x20	1,5; 1,6	15	REACH heakskiiduga toormaterjalid, BREEAM hindamiskriteeriumistele vastav	Mehhaaniline kinnitus ja kuuma õhuga	Pind on kaetud lakiga.
					1,8					
4	PVC uus ja renoveerimine	Fatra FATRAFOL-S 810/V	8,8	2,5	2,05x15-25	1,2; 1,5; 1,8; 2,0	1,2mm - 12 1,5mm - 15	Matrjalide taaskasutus, Tšehhi Vabariigi keemiatööstuse liidu tunnustus: „Säästva arengu auhind“ EDP deklaratsioon	Mehhaaniline kinnitus ja kuuma õhuga	
					2					
5	PV Murukatus	FATRAFOL-S 818/V	7,9	2,5	2,05x15-25	1,2; 1,5; 1,8;	1,2mm - 12 1,5mm - 15	Matrjalide taaskasutus, Tšehhi Vabariigi keemiatööstuse liidu tunnustus: „Säästva arengu auhind“ EDP deklaratsioon	Paigaldatakse lahtiselt, paanid liidetakse kuuma õhuga	
					2					

Jrk	Tüüp	Materjal	Hind €/M2 Ilma km-ta	Paigalduse hind €/M2 Ilma km-ta	Rulli mõõdud m	Katte paksus mm	Tehase garantii/materjali eluiga aasta	Jätkusuutlikkus	Paigaldus	Eriomadused
					Materjali kaal kg/m2					
	PVC uus	RENOLIT ALKORPLAN F Bright	10,5	2,5	1,6x15	1,5	10; 15 ja 20 aastat vastavalt tootele. Eeldatav eluiga 40 aastat.	Toode vastab LEED; VERDE, BREEAM nõuetele	Mehhaaniline kinnitus ja kuuma õhuga liimimise teel ja kuuma õhuga	Lamineeritud PVC millel on UV kiirgust peegeldav pind
					1,85					
6	PVC renoveerimine	RENOLIT ALKORPLAN F Sedum	11,3	2,5	1,6x15	1,5				
					1,99					
7	SBS uus ja renoveerimine	Icopal PintaPolar K-PS 170/5000	8,3	4	1x8	4	15	EDP deklaratsioon; materjalide taaskasutus; tootmisjäätmete vähendamine	Kuuma bituumenliimiga; käsipõletiga keevitamine; mehhaaniline kinnitamine	Tootesarjas on ka valge SBS kate titaaniumoksiidiga, millel on õhku puhastav toime.
					5					
		Icopal Polar K-MS 170/4000	5,5		1x10	3				
					4					
8	SBS Murukatus	Icopal Graviflex	9,2	4	1x8	4		Käsipõletiga keevitamine		
					5,5					

Jrk	Tüüp	Materjal	Hind €/M2 Ilma km-ta	Paigalduse hind €/M2 Ilma km-ta	Rulli mõõdud m	Katte paksus mm	Tehase garantii/materjali eluiga aasta	Jätkusuutlikkus	Paigaldus	Eriomadused
					Materjali kaal kg/m2					
9	SBS Uus ja renoveerimine	MIDA UNIFLEKS EKP 5,0	5,2	4	1x10	4	25	CO2 jalajälje vähedamine ja ressursside säästlik kasutamine	Käsipõletiga keevitamine	
					5					
		MIDA UNIFLEKS EPP 4,0	4,2		1x10	3				
					4					
10	SBS Murukatus	SCUDO GARDEN	5,8	4	1x10	4	25	CO2 jalajälje vähedamine ja ressursside säästlik kasutamine	Käsipõletiga keevitamine	Scudo Gardeni toodet võib paigaldada ka olemasolevale SBS aluskihile
					5,2					
		MIDA UNIFLEKS EPP 4,0	4,2		1x10	3				
					4					

Jrk	Tüüp	Materjal	Hind €/M2 Ilma km-ta	Paigalduse hind €/M2 Ilma km-ta	Rulli mõõdud m	Katte paksus mm	Tehase garantii/materjali eluiga aasta	Jätkusuutlikkus	Paigaldus	Eriomadused					
11	SBS uus ja renoveerimine	Iko Carrara	8,5	4	1x7,5	4,3	Tootjalt 10+5a kindlustuskattega garantii, Toote eluiga kuni 35a	Tootmine roheenergial, tootmisel kasutatud ümbertöödeldud toormaterjale, materjal hiljem ümbertöödeldav DUBOkeur® sertifikaat	Iseliimuv, käsipõletiga keevitamine, mehhaaniline kinnitamine	Pealiskate titaanium oksiidiga, millel on õhku puhastav toime, päikese peegeldus SRI 0,79. Lisatud on grafiiti, mille tulemusena efektiivne tuletõkestus.					
					6										
		IKO Base 4000	4,2		1x8	3,1									
					4										
12	Murukatus	IKO Roofgarden	6,5	4	1x7,5	4					NIBE klassifikatsioon LEED nõuetele vastav A+ BRE klass	Käsipõletiga paigaldamine või lahtiselt ballastiga	Iseliimuv, käsipõletiga keevitamine, mehhaaniline kinnitamine		
					1x8										
		IKO Base 4000	4,2		4										

7.6 Järeldus

Analüüsidest tabelist 7.1 olevaid andmeid võib jõuda järeldusele, et PVC materjalide ruutmeetri hinnad on küll kallimad, kui SBS materjalide hinnad, siis paigalduse hinnad on vastupidiselt PVC katte paigaldamise kasuks. Samas tuleb silmas pidada ka, et SBS katte paigaldus käib kahes kihis ning seega tuleb pealis- ja aluskatte ruutmeetri hinda koos vaadelda. Kui PVC paigaldusel on võimalik hoida kokku paigalduskiiruse ja tööetappide arvelt, siis SBS katte natuke odavam hind tasandub paigalduse kõrgema hinnaga. SBS katusekatete tootjad püüdleval samuti selles suunas, et paigaldus oleks võimalik ühes kihis. Näiteks IKO Carrara toodet võib paigaldada ka otse PIR pinnale. [40] PVC katusekatete kasuks räägib toodete kergem kaal ja seega ka odavamad transpordikulud. Suuremahulisemate objektide puhul kulub ressursi transportimisele vähem ning väheneb ka katuse omakaal. Samas on oluline jälgida meie kliimas ka katusekatete paigaldamise perioodi. Kui tööd jäävad talvistesse oludesse, siis tuleks siiski otsustada SBS katte kasuks.

Odavamaks PVC katusematerjaliks on Fatrafoli tootesarja kuuluvad tooted vastavalt hinnaga 7,9 ja 8,8 €/m², lisades paigalduse kulu 2,5€/m² on toote hind kokku 10,4€/m² ja 11,3€/m². Odavamaks SBS kattelahenduseks osutus MIDA tootevalikkuse kuuluv MIDA Uniflex koos aluskattega, moodustades materjali hinnaks 9,4 €/m², lisades juude paigalduse kulu on kattematerjali paigalduse hind kokku 13,4€/m². Kui teha odavama hinnaklassi järgi valik, siis langeb valik PVC toote kasuks.

Kalleim PVC toodete valik on antud hetkel Protani toodetel. Valitud Protan SE Coolroofi hind on 10,8€/m², koos paigaldusega on hind kokku 13,3€/m². Protani murukatuseelahendus ning renoveerimistöökdeks sobivate katete ruutmeetrihinnad on 18,6€, koos paigaldusega seega 21,1€/m². Kalleim SBS kate kuulub IKO tootesarja vastavalt hinnaga 8,5€/m². Kui teha valik lähtudes tootjast ning pakutavatest lisaväärtustest, siis on need kaks tootjaks kindlasti eeskujuks innovatiivsete lahenduste loomisel ning vastutustundliku tootmise ja ringmajanduse edendamise osas.

Murukatuste jaoks vajaliku hüdroisolatsioonimaterjalide hulgast saab esile tuua samuti odavamate toodete hulgast MIDA ning Fatrafoli tooteid. Murukatuste paigaldusel on oluline, et viimane kate enne substraadikihti on piisavalt tugev taimejuurte läbitungimise takistamiseks. Olulisel kohal on katusekatte veepidavuse testi läbiviimine, sest hilisemas etapis ei ole kattele tekkinud vigastusi enam lihtne leida.

PVC ja SBS tootmisprotsessid ja nende keskkonna jalajälg oleneb pigem tehase poliitikast ja võimalustest. Euroopa ja Skandinaavia tehased on keskendunud rohkem

toodete CO jalajälje vähendamisele ja keskkonnasõbralikumate toodete arendamisse. Seega kui on tegemist LEED või BREEAM sertifitseerimisnõuetele vastavate hoonete ehitusega, leidub vajalikke katusekattematerjale nii SBS kui ka PVC katete valikute hulgast.

Toodetele pakutavate garantiitingimuste esimene ja oluline punkt on ehitustöödel tootja poolt tunnustatud katusekatte paigaldaja kasutamine. Seeläbi annab see tehasele kindlust, et töid on teostatud vastavalt paigaldusjuhenditele. Kõige pikaaegsema tootegarantii annab MIDA tehas oma SBS toodetele. Teiste tootjate garantiiperiood on 10-15 aastat. Samas on toodud välja näiteks IKO tootesarja puhul, et eeldatav katuse eluiga on tegelikult 35 aastat. [40]

Kokkuvõttes võib öelda, et iga katus saab olla tellija või arhitekti nägu. Valikukriteeriumite puhul, lisaks tavapärastele hoone ehitamisele esitatavatest miinimumnõuetest, saab lähtuda hinnast, siseveendumustest ja sümpaatiast tootja vastu või keskkonna säästlikkuse aspektist. Samas on siin olulisel kohal valida ka usaldusväärne katuseehituse partner, kelle käeläbi antakse tootele garantii ja on tagatud kvaliteetne paigaldus.

Antud objekti raames tegi tellija valiku IKO Carrara sarja toodete kasuks, kuna tootjal oli pakkuda lahendusena terviklik süsteem aurutõkke, soojustusmaterjalide ja pealistakatete näol. Lisaks on tootel õhku puhastav toime titaanoksiid lisandi näol, mis seob CO ja NO ühendeid õhust. Hoone olemasolevad katused on samuti SBS kattega ning remonditavad pinnad saab ühes kihis uue tootega hõlpsasti katta. Valiku tegemisel sai määravaks ka talvised paigaldamise tingimused. [40]

Tuleviku vaates on meil turul peagi suurem valik erinevaid sünteetilisi materjale, mis asendavad eelkõige PVC tooteid. Ettevõtete suund on ringmajandusele orienteeritud ning looduslikust materjalist lisanditega katete puhul on võimalik vanad katusepinnad eemaldada ja ümbertöödelda. Samas SBS kate on olnud kasutusel üle saja aasta ning tootearendustega täiustatakse ning parendatake paigaldusvõimalusi. Selle tulemusel pakub SBS kate endiselt konkurentsi uuematele innovaativsematele toodetele.

8. TÖÖOHUTUS

Ehitustöödel organiseerimisel on väga oluline pöörata tähelepanu ka tööohutusele ja keskkonnakaitsele. Antud objektil, kus tegemist on lasteasutusega, on äärmiselt oluline tagada lisaks objektil töötavate ja viibivate isikute ohutusele ka lähiümbruses liikuvate inimeste ja eelkõige laste ohutus. Laste uudishimu ja oskamatus hinnata riske võivad viia ohtlike olukordadeni.

Töömaa piiratakse ja hoitakse suletuna, et oleks takistatud juhuslik sattumine ohutsoonile. Töömaa piirdeaiad varustatakse ohuteavitussiltidega. Objektile viibivatel isikutel on kohustus kasutada isikukaitsevahendeid – turvajalanõud, kiiver, kaitseprillid, kindad, kõrvaklapid, kõrgustes tööl turvarakmed, kõrgnähtavusega riietus. Objektile liikuvate ja lahkuvate masinate teekonnad on varustatud liiklusmärkidega ning alltöövõtjaid on kordineeritud vajadusel piirata ajutiselt ohutuse tagamiseks jalakäiate liikumist. Lisaks rajatakse ümbersuunavad teed koolihoone ümbruses, et tagada jalakäiatele turvaline teekond koolihoone ümbruses.

Tööohutuse alapeatükis on kasutatud Haart Ehituse OÜ objekti tööohutuseeskirju ja juhendmaterjale, lisaks tööinspektsiooni andmematerjale ning juhendeid.

8.1 Tööohutusplaan

Peatöövõtja kohustus on iga objekti jaoks koostatada enne tööde algust tööohutuse plaan, kus on info objekti üldandmetega, ehitustööde etappidest ja nende kestvusest, nimekiri objektile tehtavatest ohtlikest töödest koos abinõudega ohutuse tagamiseks ning vastutavate isikute kontaktandmed. Tööohutusplaani juurde kuulub objekti töökeskkonna riskianalüüs, millest selguvad peamised ohuallikad ning kirjeldatakse meetmeid ohtude likvideerimiseks või vähendamiseks. [47]

Tööohutusplaani lisatakse tööohutuse eest vastutavad isikud ja nende vastutusvaldkonnad. Töö- ja keskkonnaohutuse ja sellealase ühistegevus eest saab vastutada isik, kes on vastava koolituse läbinud. Objektile määratakse tööohutuse kordinaator, kes kordineerib, kontrollib ja vastutab üldise tööohutuse eest. Objekt vasustatakse esmaabivahendite ning tulekustutusvahenditega ning märgistatakse nende asukohad, lisaks määratakse objektile esmaabiandja, tuleohutuse ja elektriohutuse eest vastutajad. Töömaaplaaniga määratakse kraanade ja teiste suuremate ehitusmasinate töömaad ja ohutsoonid, koostatakse liikluskeem. [47]

Iga alltöövõtja soojak ning ühiselt kasutatavad ruumid varustatakse töömaaplaani ning avarii- ja hädaabi korral tegutsemise plaaniga, kus on toodud tähtsamad numbrid ning näidatud lähim esmaabi andmise punkt. Kõikidele objektile viibivatele isikutele viiakse läbi tööhutusalane juhendamine enne tööle asumist ning juhendamise läbiviimine dokumenteeritakse. Dokumenteerimisest olulisem on veendumine, et juhendatav mõistab objekti iseärasusi ning on selgelt arusaanud võimalikest riskidest.

8.2 Keskkonnakaitse

Objektile töötades on olulisel kohal ka keskkonnakaitse. Vajalik on pidevalt kontrollida ehitusmasinate korrasolekut, et vähendada võimalikke lekkeid maapinnale, objekt varustatakse ka absorbendiga. Objektile säilitatavaid puud kaitstakse piiretega ning vajadusel märgistatakse ohulintidega. Jäätmete käitlemiseks ja sorteerimiseks varustatakse objekt sorteerimiseks vajalike märgistustega prügikonteineritega – sorteeritakse puidujäätmeid, kivi- ja mineraalseid jäätmeid, kile ja pakendijäätmeid, metallijäätmeid, ohtlikud jäätmed ning olmeprügijäätmed. Lisaks on ka konteiner segaehitusprahile, mida ei ole võimalik sorteerida. Ohutusalase juhendamise üks oluline osa on ka sorteerimise selgitamine ja konteinerite paiknemise selgitamine.

Koolihoone ümbruses töötamisel tuleb arvestada ka mürarikaste tööde ning tolmuleviku tõkestamisega. Mürarikkaid töid teostatakse lühikestel ajaperioodidel ja võimalusel peale kl 14.00, kui koolitöö on suuremas jaos lõppenud. Tolmuleviku tõkestamiseks pinnast kastetakse ning jälgitakse tööde teostamise ajal tuule suunda ja kiirust.

8.3 Riskianalüüs

Riskianalüüsi koostamise käigus selgitatakse välja peamised ohuallikad konkreetsel objektile. Järgnevalt on toodud joonisel 8.1 Kiili Gümnaasiumi objektiga seotud ühe tööloigu riskianalüüs ning vastavad meetmed töö- ja keskkonna ohutuse tagamiseks. Analüüsi aluseks on ettevõttepõhine riskide hindamise juhend, kus on toodud nimekiri võimalikest erinevatest ehitusprojekti juhtimisega seotud riskidest ja meetmed nende minimeerimiseks. Vastavat tööloigu silmas pidades töötatakse kõik riskid läbi ning kirjutatakse välja need, mis on vastava tööloiguga seotud. Analüüsi on ehitustööde käigus koostanud magistritöö autor.

Ehitusettevõtja nimi: **Haart Ehitus OÜ**

Objekti nimi ja aadress: Kiili Gümnaasiumi juurdeehituse ehitustööd. Kooli 2, Kiili

Tööde liik: vundamendi ja hoonekarbi ehitus

Koostaja (nimi, kuupäev): K. Purin; 23.09.2019

Antud liiki töödel esinevad KK (keskkonna) ja TTO (töötervishoiu ja tööohutuse) alased riskid ning ohud:

Sõiduautode / mehhanismide kütuste, õlide ja määrdeainete lekked

Ebatasased või libedad pinnad

Liikuvad sõidukid ja mehhanismid

Ohtliku pinnaga esemed või osad

Kõrgel asuvad töökohad ja ronimine

Käsitööriistad

Elektriseadmed

Ilmastik (vihm, tuul, lumi)

Raskuste käsitsi tõstmine ja kandmine

Pikad tööpäevad

Kõrvalised isikud objektil

Tööd kraanaga

Rakendatud tehnilised või töökorralduslikud meetmed:

Kontrollida sõidukite korrashoidu

Treppide ja käiguteede hooldus

Materjalide ladustamise ja käitlemise korrashoid

Tellingute korrashoid, turvavarustus

Tööriistade ja kaablite kontroll

Objekti piirdeaed

Erimeetmed ohtlike tööde läbiviimiseks:

- **Kraanaga töötamisel troppija väljaõpe.**
- **Isikukaitsevahendite kasutamine**

Käesolevaga kinnitan juhendamist ja kohustun tegevuskava täitma (nimi/allkiri/kuupäev):

■

Joonis 8.1 Riskianalüüs vundamendi ja hoonekarbi ehitustööd

KOKKUVÕTE

Käesoleva magistritöö raames töötati välja tehnoloogilised ja korralduslikud lahendused Kiili Gümnaasiumi juurdehituse objektile, mis asub aadressil Kooli 2, Kiili alev, Kiili vald, Harjumaa. Magistritöö keskseks teemaks kujunes tehnokaartide koostamine ja sellega seonduvate jooniste ning tabelite koostamine. Lisaks keskendus autor majanduslikus osas erinevate valgete lamekatusekatete valikukriteeriumite väljatöötamisele ning analüüsile.

Magistritöö on jagatud 8 suuremaks peatükiks. Esimeses peatükis antakse ülevaade objektiga seotud lähteandmetest ja eritingimustest. Arhitektuurses osas kirjeldatakse hoonetekompleksi plaanilisi ning lahendustest. Konstruktiiivses osas keskendutakse spordihoone laienduse kivimüüritise kontrollarvutusele eesmärgiga kaaluda võimalust asendada projektijärgne 240mm õõnesplokki 190mm plokiga. Arvutustulemuste andmetel on asendus võimalik.

Ehitusplatsiüldplaan annab ülevaate objekti korraldusest - seadmete, laoplatside, olmeruumide paiknemistest ning masinate liikumisteedest. Ehitusplatsiüldplaani joonis kuulub ka graafilise osa hulka.

Viies peatükk keskendub objekti koondkalenderplaani koostamisele, mille tulemusena saab koostada lepinguid ning tööde tellimusi vastavateks ajaraamideks. Selgitati välja tööjõu ja masinate vajadus objektile. Graafik annab võimaluse planeerida ka objekti rahavooge.

Kuuendas peatükis koostatakse kolm tehnoloogiakaarti. Esimene neist käsitleb seinaelementide ja õõnespaeelide montaažitöid. Esitlusjoonistel on toodud välja vastavate elementide montaažiks vajalikud haardealad, masinate paiknemine, . Kolmas kaart keskendub vundamendi betoonitöödele ning õõnesplokist müüritiste müüritöödele ning viimane on katusetööde tehnoloogiakaart. Tehnoloogiakaartide graafiline osa on esitatud neljal A1 formaadis joonisel esitlusjooniste koosseisus.

Seitsmes peatükk keskendub erinevate lamekatusekattematerjalide valikukriteeriumite väljatöötamisele ja võrdlusele ning majanduslikule analüüsile. Võrreldud on valgeid katusekatteid, mille eesmärk on vähendada hoonete jahutusvajadust.

Viimane peatükk käsitleb tööohutuse ja keskkonnakaitse meetmeid. Selgitatud on objekti tööohutusplaani olemust ja koostamise põhimõtteid. Lisaks on toodud välja riskianalüüsi põhimõtted. Keskkonnakaitse osas on käsitletud prügimajandust ning üldiseid keskkonna säästmise lahendusi töömaal.

SUMMARY

In the framework of this master's thesis technological and organizational solutions were developed for the project of the Kiili school building extension which is located at Kooli 2, Kiili township, Kiili parish, Harjumaa. The central topic of the master's thesis is the preparation of technical charts together with related drawings and tables. In addition the author focused on the development and analysis of various selection criteria for white flat roof coverings from the economic aspect.

The master's thesis is divided into 8 major chapters. The first chapter provides an overview of the source data and special conditions related to the project. The architectural part gives an overview of the solutions used in the building complex. In the structural part the focus is on the structural calculations of the stone masonry of the sports building extension with the aim of considering the possibility of replacing the 240mm hollow block according to the project with a 190mm block. Replacement is possible according to the results of the calculation.

The general plan of the construction site provides an overview of the project's organization - the locations of equipment, warehouses, utility rooms and machine paths. The drawing of the general plan of the construction site is also part of the master's thesis.

The fifth chapter focuses on the preparation of a comprehensive calendar plan for the project as a result of which contracts and work orders can be prepared for the corresponding time frames. The need for the amount of manpower and machines at the site was determined. The schedule also provides an opportunity to plan the project's cash flows.

The sixth chapter focuses on the technological processes of construction works. In the first part the assembly works of reinforced concrete elements and hollow core slabs were described. The second part focuses on the foundation concrete works and hollow block masonry works. The last part gives a overview of roofing works. Four graphic design drawings with necessary information were prepared.

The seventh chapter focuses on the comparison and economic analysis of the selection of different flat roof covering materials. Different white roof coverings which aim to reduce the cooling needs of buildings have been compared.

The last chapter dealt with occupational safety and environmental protection measures. The nature of the project's occupational safety plan and the principles of preparation have been explained. In addition the principles of risk analysis are presented. Waste management and general environmental protection solutions in the workplace have been discussed in the field of environmental protection.

KASUTATUD KIRJANDUS

1. A. Roht, *Kooli juurdeehituse ehitusprojekt Töö nr: PR 021/19*, Arhitektuuribüroo Korrus Osaühing, 2019.
2. A. Sedmap, *Ehitusgeoloogiauuringu aruanne, töö nr 2590-09/1*, REI Geotehnika OÜ, 2010.
3. A. Erit, *EHITUSGEODEETILISE UURIMISTÖÖ ARUANNE Töö nr: 289G18*, RADIAAN OÜ, 2018.
4. J. Koval, *Kiili kooli juurdeehituse põhiprojekt, töö nr PR 021/19.*, P.P.Projekt OÜ, 2019.
5. I. Einloo ja O. Sooväli, *Kiili kooli juurdeehitus konstruktiivne tööprojekt nr 19-007*, ULS Insenerid OÜ, 2019.
6. T. Viirelaid, *Algkooli katusesõlmed, tööprojekt*, Haart Ehitus OÜ, 2020.
7. J. Krasilnikova, *Kiili kooli juurdeehitus KÜTE JA VENTILATSIOON VEEVARUSTUS JA KANALISATSIOON Töö nr.: P19-04*, JK-PROJEKT OÜ, 2019.
8. A. Pärnsalu, *Kiili Gümnaasiumi juurdeehitus. Tugevvolupaigaldis. Tööprojekt töö nr 01915*, Support XXL OÜ, 2020.
9. M. Tammiste, *Kiili kooli juurdeehitus. Nõrkvoolusüsteemid. Tööprojekt töö nr V06 – 19.06.2020*, VAIMAR Engineering OÜ, 2019.
10. S. Seebold ja R. Kuzmin, *Kiili Gümnaasium. Automaatika tööprojekt. Töö nr 20E004*, AS Klik, 2020.
11. Columbia Kivi AS, „190-õõnesplokk,“ [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.columbia-kivi.ee/190-oonesplokk/>. [Kasutatud 01 05 2024].
12. K. Loorits, T. Peipman, O. Pukk ja V. Voltri, *Ehituskonstruktorigi käsiraamat osa 3*, Tallinn: Ehitaja kirjastus, 2003.
13. V. Voltri, „Mitmekorruselise hoone projekteerimine Columbia kivist,“ 2022. [Võrgumaterjal]. Available: https://www.columbia-kivi.ee/wp-content/uploads/2020/08/vihik-4-mitmekorruselise_hoone_projekteerimine.pdf. [Kasutatud 02 05 2024].

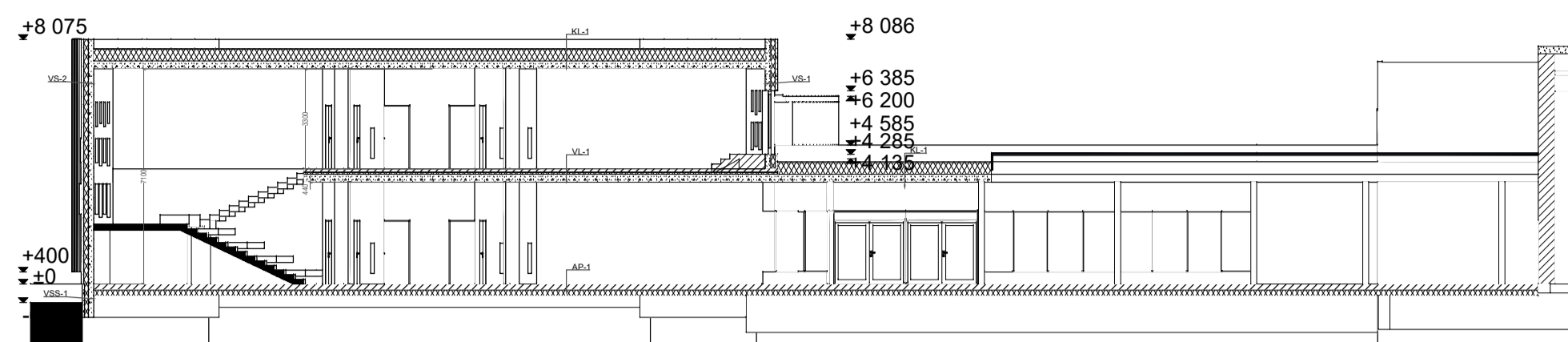
14. Eesti Standard, „Tuulekoormus,“ Eesti Standardikeskus, 2007.
15. Eesti Standard, „Eurokoodeks 1: Ehituskonstruksioonide koormused. Osa 1-1: Üldkoormused . Mahukaalud, omakaalud, hoonete kasuskoormused,“ Eesti Standardikeskus, 2009.
16. Eesti Standard, „Eurokoodeks 6 Kivikonstruksioonide projekteerimine osa 1-1: Üldreeglis sarrustatud ja sarrustamata kivikonstruksioonide projekteerimiseks,“ Eesti Standardikeskus, 2013.
17. Eesti Standard, „Eurokoodeks. Ehituskonstruksioonide projekteerimise alused,“ Eesti Standardikeskus, 2003.
18. Olev Mürsepp; Jüri Sutt, Ehitusplatsi korralduse kavandamine, Tallinn: TTÜ kirjastus, 2004.
19. Irene Lill; Erki Soekov, *Ehitusplatsi korraldus. Kursuseprojekti juhend*, Tallinn: Tallinna Tehnikaülikool, 2023.
20. S. Parri, *Tuletõrjehüdrandi tehnilise seisukorra kontrollimise akt*, Kiili: Kiili Varahalduse AS, 2020.
21. Liebherr Werk ehingen GmbH, „Strele Logistics: Kraanapark 95T AUTOKRAANA,“ Strele Logistics OÜ, 2024. [Võrgumaterjal]. Available: <https://strelelogistics.com/wp-content/uploads/2019/04/LTM1095-5.1.pdf>. [Kasutatud 21 04 2024].
22. Liebherr Werk Ehingen GmbH, „Strele Logistics: Kraanapark 110T MOBILE CRANE,“ Strele Logistic OÜ, 2024. [Võrgumaterjal]. Available: <https://strelelogistics.com/wp-content/uploads/2022/03/liebherr-197-ltm-1110-5.1-td-197-03-defisr03-2020.pdf>. [Kasutatud 21 04 2024].
23. Liebherr Werk Ehingen GmbH, „Strele Logistics: Kraanapark 70T AUTOKRAANA,“ Strele Logistics OÜ, 2024. [Võrgumaterjal]. Available: <https://strelelogistics.com/wp-content/uploads/2019/04/LTM1070-4.2.pdf>. [Kasutatud 21 04 2024].
24. Ratu juhendmaterjalid, *Seinapaneelide montaaž 25-0281*, 2004.
25. Ratu juhendmaterjalid, *Õõnes-ja TT-paneelide montaaž 25-0278*, 2004.

26. Rudus AS, „Betooni pumpamine,“ [Võrgumaterjal]. Available: <https://rudus.ee/betoon/betooni-pumpamine/>. [Kasutatud 01 05 2024].
27. Ratu juhendmaterjalid, *Plokkmüüritused 42-0290*, 2005.
28. Ratu juhendmaterjalid, *Rakestamine, puitraketised 21-0269*, 2005.
29. Ratu juhendmaterjalid, *Sarrustamine 22-0274*, 2004.
30. Ratu juhendamterjalid, *Betoonimine 23-0275*, 2004.
31. Ratu juhendmaterjalid, *Bituumenmaterjalidest katusekattetööd 63-0304*, 2007.
32. Protan AS, „Maleko - Protan PVC,“ 2024. [Võrgumaterjal]. Available: <https://maleko.ee/wp-content/uploads/2023/09/Protan-katusekatted-ja-membraanid.pdf>. [Kasutatud 29 04 2024].
33. Bestor Grupp OÜ, „Bestor Grupp PVC rullmaterjal,“ 2024. [Võrgumaterjal]. Available: <https://bestor.ee/toode/logiroof-v-gr-f-gr-fb/>. [Kasutatud 29 04 2024].
34. Bestor Grupp OÜ, „Bestor Grupp SBS katusekate,“ 2024. [Võrgumaterjal]. Available: <https://bestor.ee/tootekategooria/koik-tooted/lamekatus/sbs-katusekate/>. [Kasutatud 29 04 2024].
35. Fatra a.s, „Fatrafol S Kattematerjalid,“ 2024. [Võrgumaterjal]. Available: https://fatrafol.ee/wp-content/uploads/2019/08/Katalog-HIF_ENG_2016_NAHLED.pdf. [Kasutatud 29 04 2024].
36. BMI Group Management UK Limited, „BMI Suomi,“ 2024. [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.bmigroup.com/fi/bmi-suomi/>. [Kasutatud 29 04 2024].
37. MIDA LT, „MIDA - Meist,“ 2024. [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.mida.lt/et/meist/>. [Kasutatud 29 04 2024].

38. MIDA LT, „MIDA - Bituumenmembraanid,“ 2024. [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.mida.lt/et/bitumenmembraanid/>. [Kasutatud 29 04 2024].
39. IKO Europe N.V., „IKO in Europe,“ 2019. [Võrgumaterjal]. Available: <https://eucareers.iko.com/iko-in-europe/>. [Kasutatud 29 04 2024].
40. IKO PLC, „SBS KATUSEKATE IKO CARRARA,“ 2024. [Võrgumaterjal]. Available: <https://bestor.ee/wp-content/uploads/2020/10/IKO-Carrara-Brochure-v3.pdf>. [Kasutatud 29 04 2024].
41. Katuseprofid OÜ, „LAMEKATUSTE VEDELPLAST KATUSEKATE,“ 2024. [Võrgumaterjal]. Available: <https://katuseprofid.ee/lamekatuste-vedelplast-katusekate/>. [Kasutatud 30 04 2024].
42. EVS/ TK 60, *Katuseehitusreeglid Osa 5: Lamekatused*, Eesti Standardimis- ja Akrediteerimiskeskus, 2023.
43. Triflex GmbH & Co. KG, „Welcome to the Triflex family,“ 2024. [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.triflex.com/en/welcome-triflex-family>. [Kasutatud 30 04 2024].
44. „Katuse süsteemlahendused,“ Tarmatrade OÜ, 2024. [Võrgumaterjal]. Available: <http://www.tarmatrade.ee/katuse-susteemlahendused/>. [Kasutatud 01 05 2024].
45. IKO Polymeric's Technical Team, „IKO Spectraplan TPE versus TPO single ply membranes,“ IKO PLC, [Võrgumaterjal]. Available: <https://ikogroup.co.uk/news-advice/spectraplan-tpe-versus-tpo-single-ply-membranes/>. [Kasutatud 01 05 2024].
46. RENOLIT Cramlington Ltd, „RENOLIT ALKORPLAN,“ [Võrgumaterjal]. Available: https://www.renolit.com/fileadmin/renolit/waterproofing_roofing/Documents/ALKORPLAN/ENUK_RENOLIT_ROOFING_Housing_Brochure_Nov_20.pdf. [Kasutatud 02 05 2024].
47. I. Avi, „Tööohutus ehitusplatsil,“ Tööinspeksioon, Tallinn, 2022.
48. „Technonicol About Corporation,“ 2018. [Võrgumaterjal]. Available: <https://technonicol.com/about/>. [Kasutatud 29 04 2024].
49. Eesti Standard, „Lumekoormus,“ Eesti Standardikeskus, 2006.

50. Ratu juhendmaterjalid , *Šahti- ja trepielementide montaaž*, 2004.

ALGKOOLI LÕIGE M 1:200



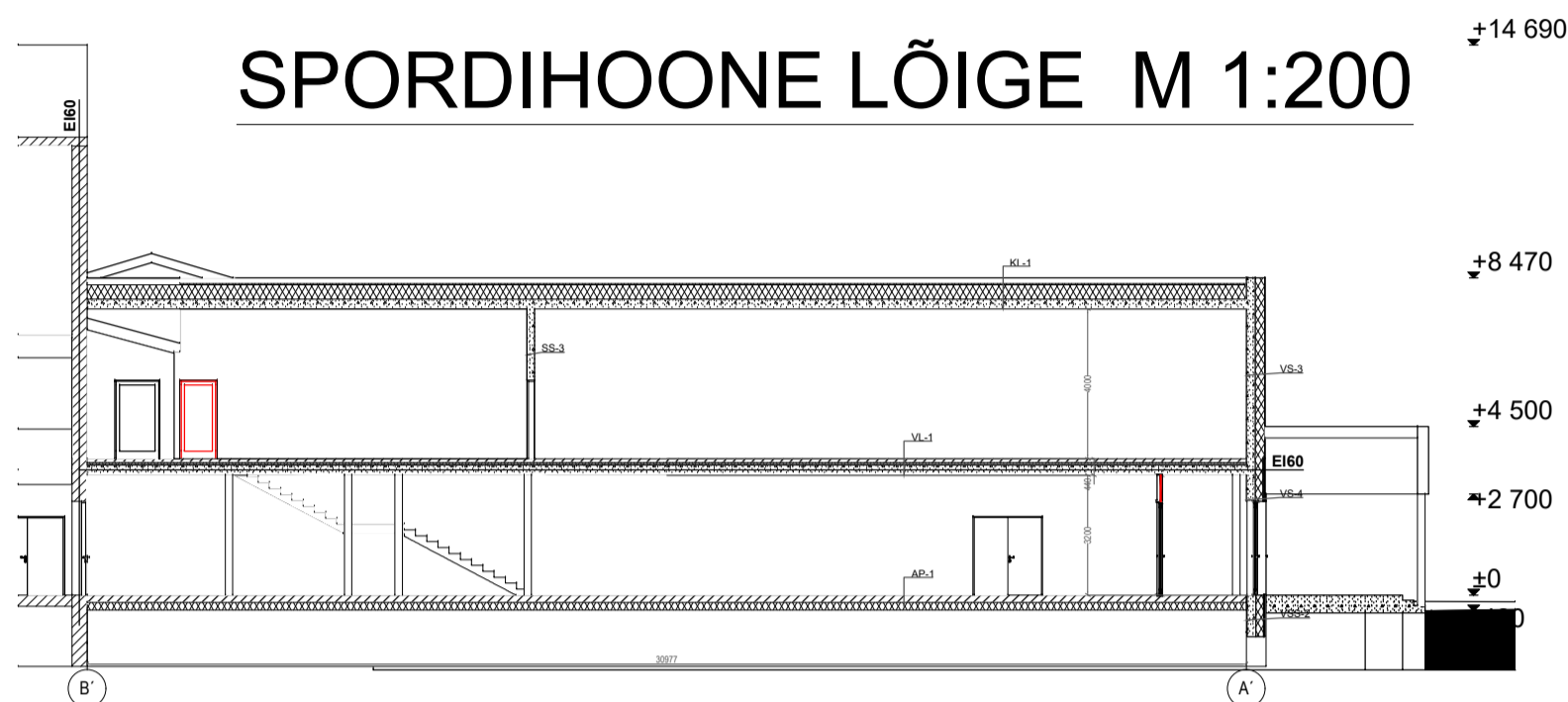
ARHITEKTUURSED PLAANID JA LÕIKED

1. KORRUSE PÕHIPLAAN M 1:300

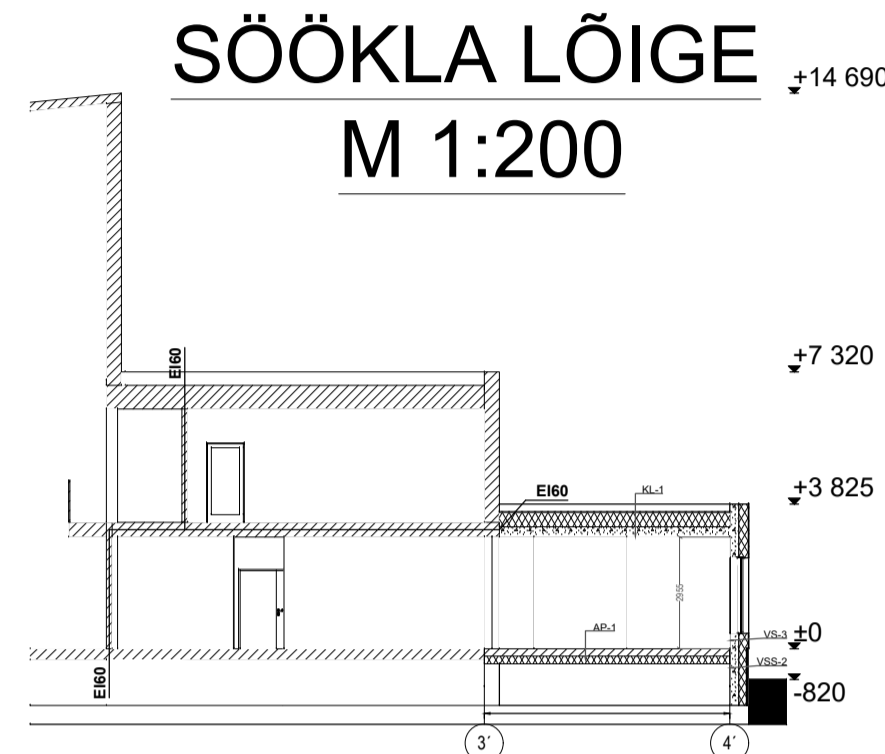
ESIMENE KORRUS		
NR	RUUM	PINDALA
ALGKLASSID		
1111	Garderoob	144.17
1112	Tuulekoda	12.59
1113	Fuajee	25.29
1114	Aatrium	196.13
1115	Koridor	102.49
1116	Klassiruum	67.03
1117	Klassiruum	61.49
1118	WC	1.82
1119	Tegevusala	96.41
1120	Klassiruum	64.05
1121	Klassiruum	64.05
1122	WC	1.82
1123	Klassiruum	61.49
1124	Klassiruum	67.04
1124a	Panipaik	5.96
1125	Raamatukogu	73.85
1125a	Panipaik	16.47
1126	WC	5.58
1127	WC	5.58
1128	Inva WC	6.19
1129	Inva lift	2.59
1130	Panipaik	2.45
1131	Sekretär	19.14
1132	Kontor	21.83
1133	Kontor	18.82
		1144.33 m²

ESIMENE KORRUS		
NR	RUUM	PINDALA
SPORDIHOONE LAIENDUS		
1001	Tuulekoda	8,8
1002	Puhvet / admin	49,7
1003	Koridor	113,2
1004	Treenerid / abiruum	33,4
1005	Riietusruum	29,6
1006	WC	2,1
1007	Dušš	7,1
1008	Koristaja ruum	8,1
1009	Dušš	7,1
1010	WC	2,1
1011	Riietusruum	28,6
		289,8 m²
SÖÖKLA LAIENDUS		
1055	Söökla	391,3
1056	Köök	115,0
1057	Personal	9,9
1058	Dušš	2,5
1059	WC	1,6
1060	Juhataja	7,1
1061	Kauba vastuvõtt	4,5
1062	Taara	4,0
1063	Ladu	18,3
1064	Koristus vahendid	3,0
		557,2 m²

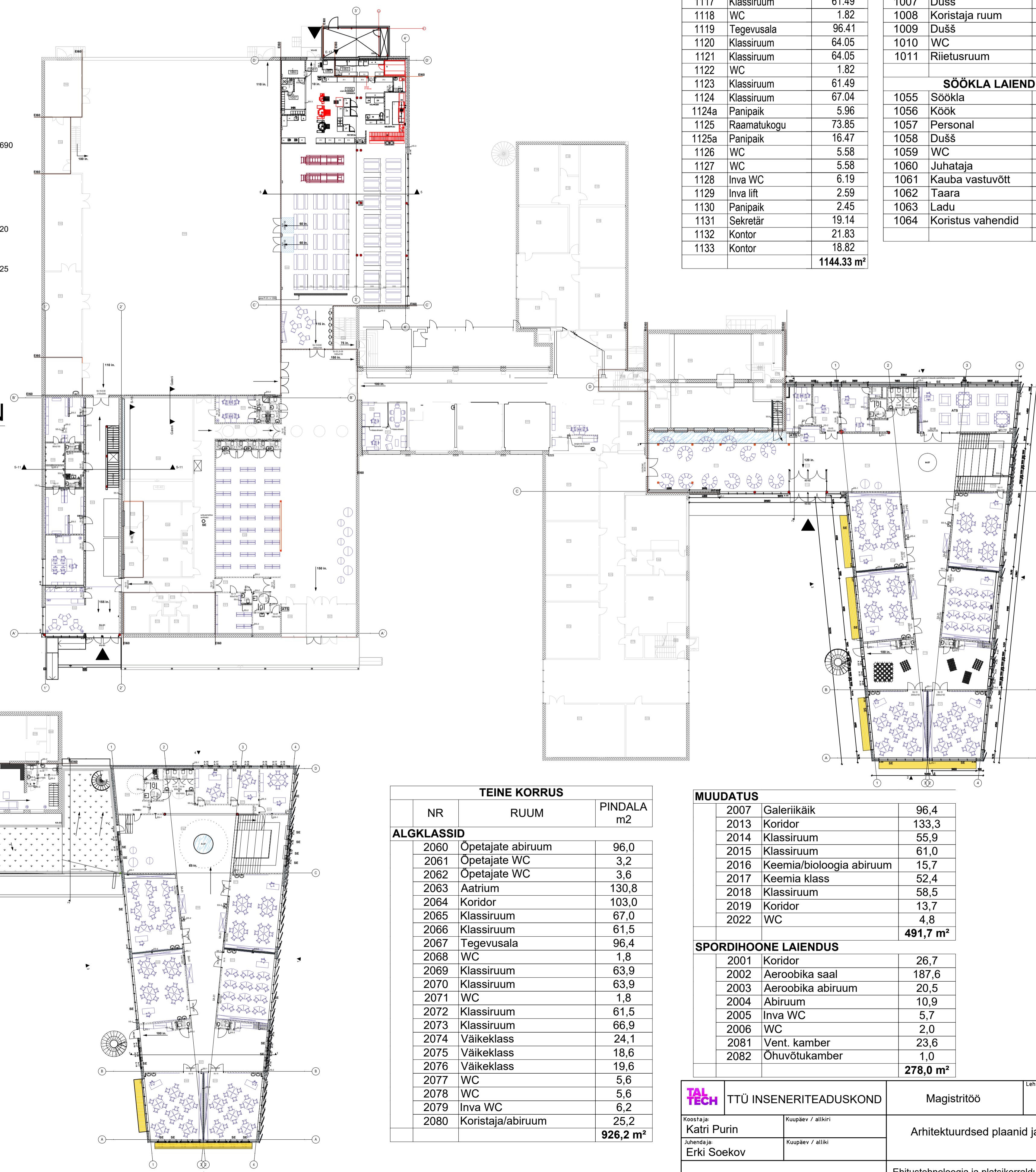
SPORDIHOONE LÕIGE M 1:200



SÖÖKLA LÕIGE M 1:200



2. KORRUSE PÕHIPLAAN M 1:300



TEINE KORRUS		
NR	RUUM	PINDALA m ²
ALGKLASSID		
2060	Õpetajate abiruum	96,0
2061	Õpetajate WC	3,2
2062	Õpetajate WC	3,6
2063	Aatrium	130,8
2064	Koridor	103,0
2065	Klassiruum	67,0
2066	Klassiruum	61,5
2067	Tegevusala	96,4
2068	WC	1,8
2069	Klassiruum	63,9
2070	Klassiruum	63,9
2071	WC	1,8
2072	Klassiruum	61,5
2073	Klassiruum	66,9
2074	Väikeklass	24,1
2075	Väikeklass	18,6
2076	Väikeklass	19,6
2077	WC	5,6
2078	WC	5,6
2079	Inva WC	6,2
2080	Koristaja/abiruum	25,2
		926,2 m²

MUUDATUS		
2007	Galeriikäik	96,4
2013	Koridor	133,3
2014	Klassiruum	55,9
2015	Klassiruum	61,0
2016	Keemia/bioloogia abiruum	15,7
2017	Keemia klass	52,4
2018	Klassiruum	58,5
2019	Koridor	13,7
2022	WC	4,8
		491,7 m²
SPORDIHOONE LAIENDUS		
2001	Koridor	26,7
2002	Aeroobika saal	187,6
2003	Aeroobika abiruum	20,5
2004	Abiruum	10,9
2005	Inva WC	5,7
2006	WC	2,0
2081	Vent. kamber	23,6
2082	Õhuvõtukamber	1,0
		278,0 m²

	TTÜ INSENERITEADUSKOND	Magistritöö	Leht / Lehti: 1/9
	Koostaja: Katri Purin Juhendaja: Erki Soekov	Kuupäev / allkiri Kuupäev / allkiri	Arhitektuursete plaanid ja lõiked
Ehituse ja arhitektuuri instituut		Ehitustehnoloogia ja platsikorralduse analüüs Kiili Gümnaasiumi juurdehituse näitel	

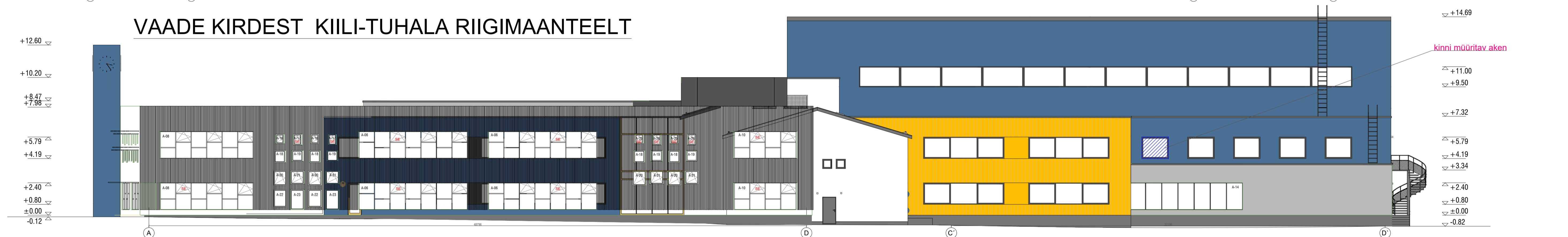


ARHITEKTUURSED VAATED M 1:200

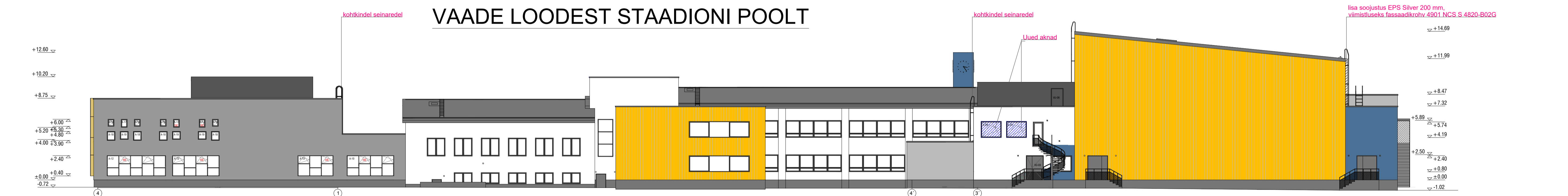
VAADE KAGUST KOOLI TN POOLT



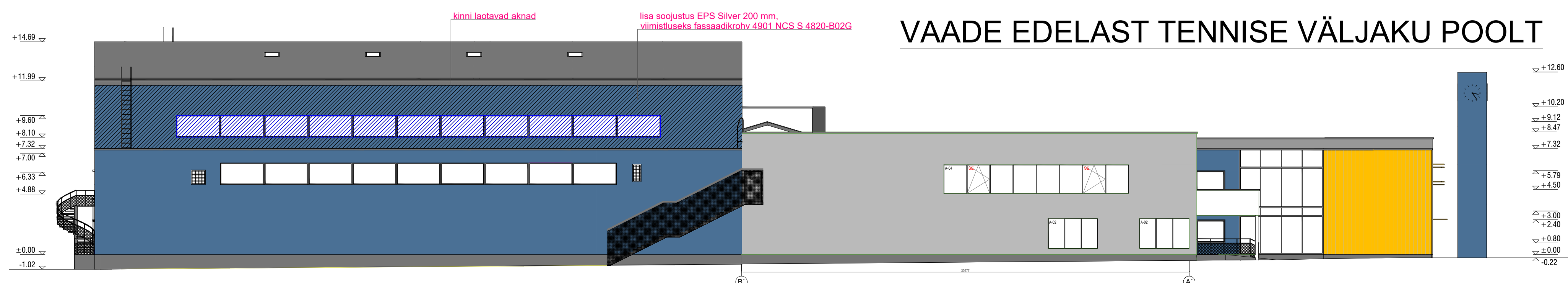
VAADE KIRDEST KIILI-TUHALA RIIGIMAANTEELT



VAADE LOODEST STAADIONI POOLT



VAADE EDELAST TENNISE VÄLJAKU POOLT

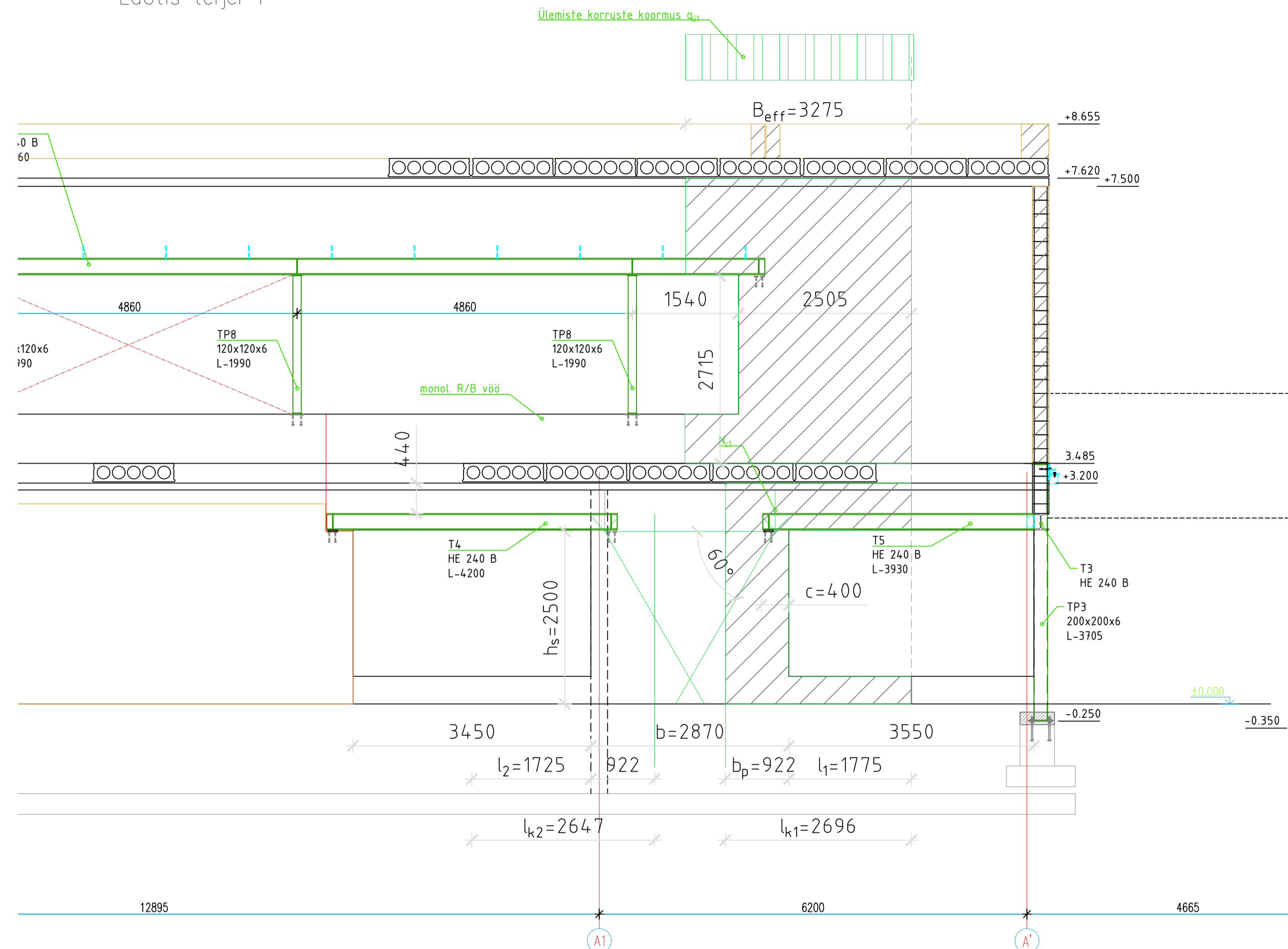
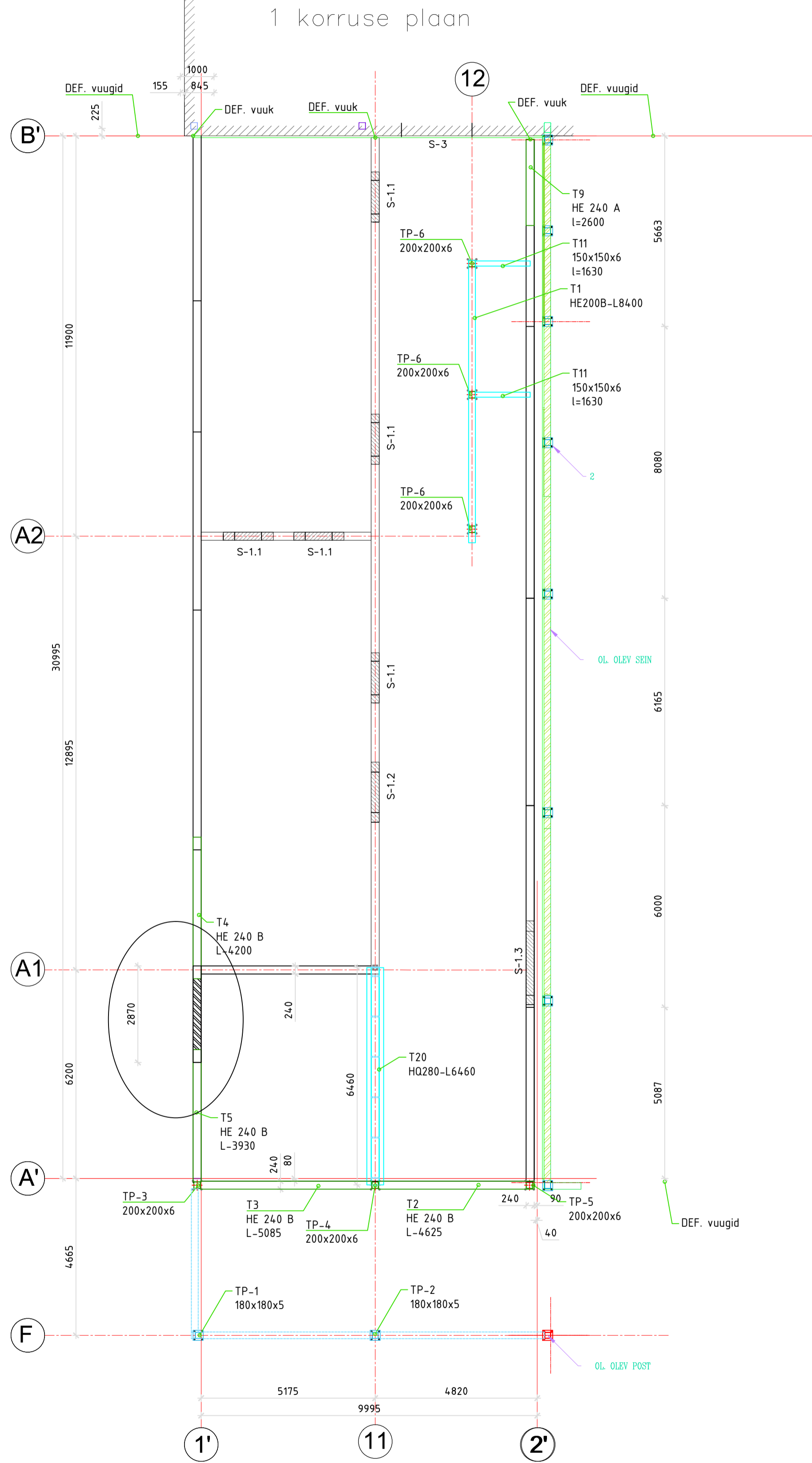


TAL TECH	TTÜ INSENERITEADUSKOND	Magistritöö	Leht / Lehti 2/9
Koostaja: Katri Purin	Kuupäev / allkiri	Arhitektuurised vaated	
Juhendaja: Erki Soekov	Kuupäev / allkiri		
Ehituse ja arhitektuuri instituut		Ehitustehnoloogia ja platsikorralduse analüüs Kiili Gümnaasiumi juurdehituse näitel	

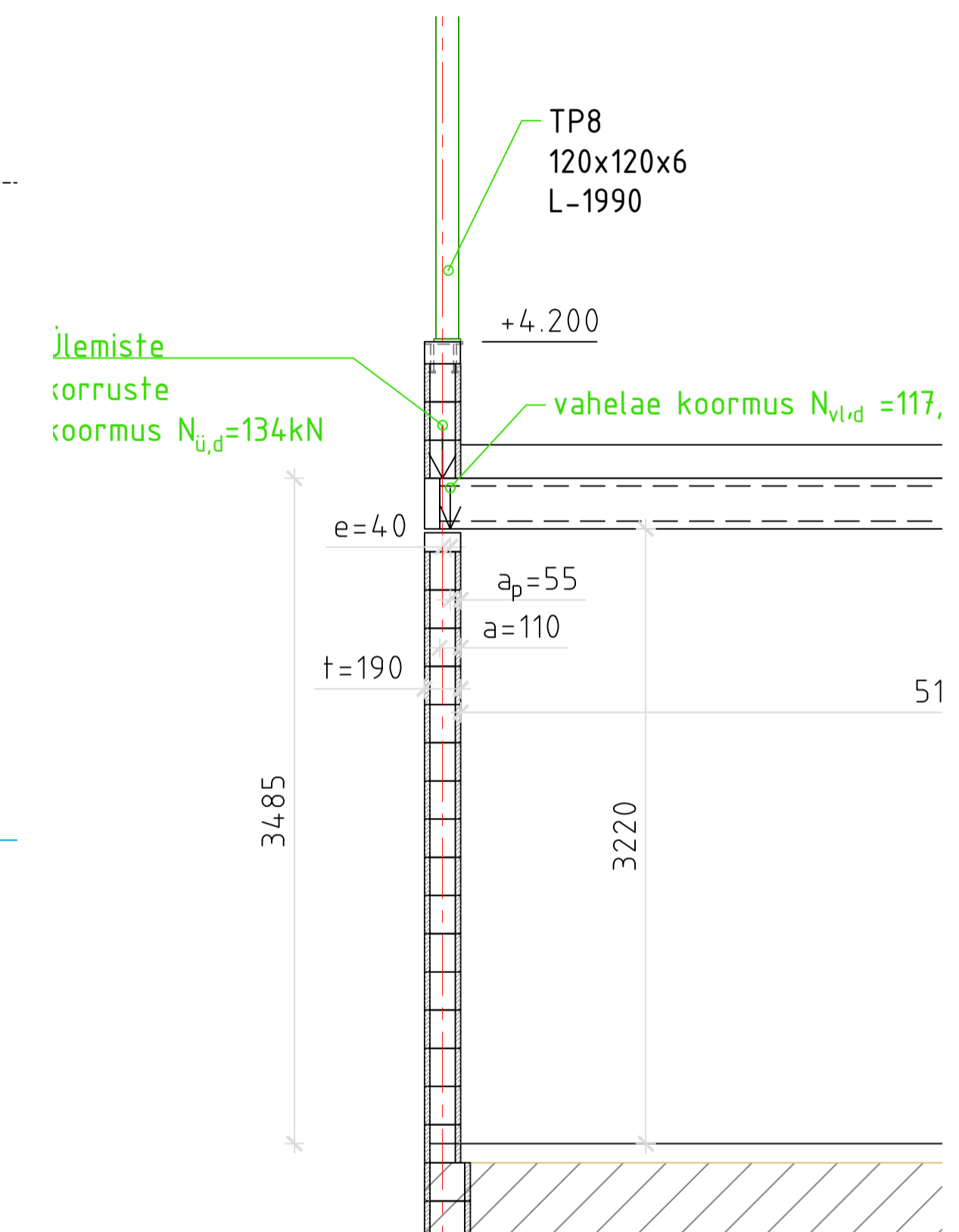
HOONE KORRUSEPLAAN M1:100

SEINAOSA ARVUTUSKEEM M1:50

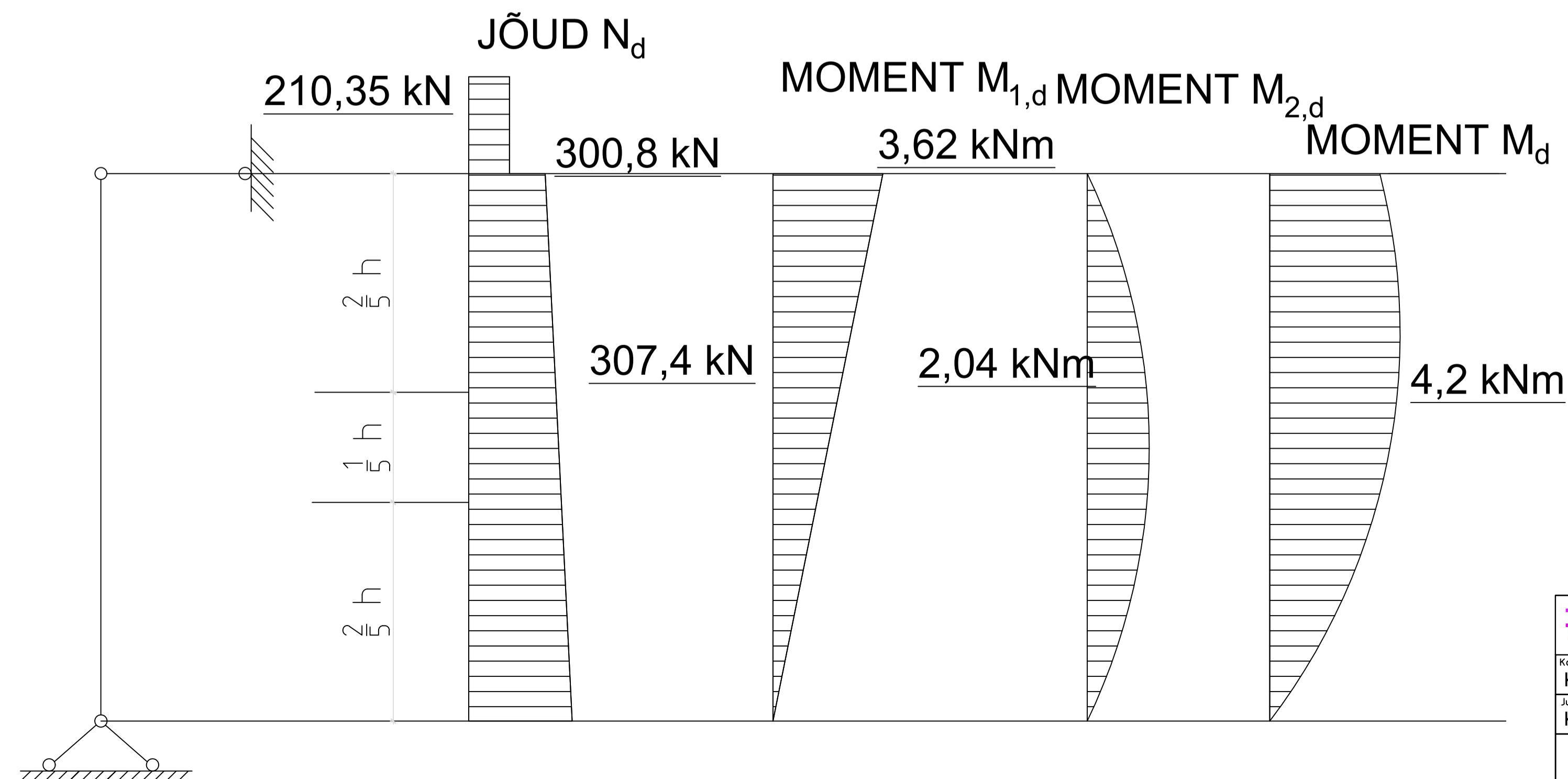
Laotis teljel 1'



VAHELAE SÕLM M1:30

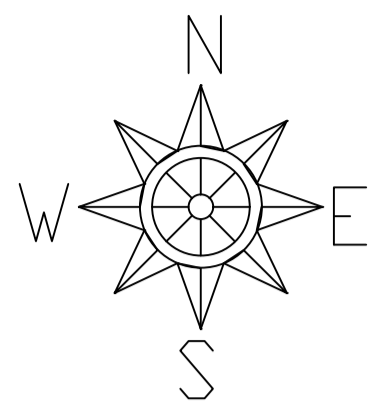


SISEJÕUDUDE EPÜÜRID KOORMUSSKEEM 1



TALTECH		TTÜ INSENERITEADUSKOND	Magistritöö	Leht / Lehti 3/9
Koostaja Katri Purin	Kuupäev / allkiri	Konstruktiivse osa joonised		
Juhendaja Kristo Paalandi	Kuupäev / allkiri	Ehituse ja arhitektuuri instituut		
Ehituse ja arhitektuuri instituut		Ehitustehnoloogia ja platsikorralduse analüüs Kiili Gümnaasiumi juurdeehituse näitel		

EHITUSPLATSI ÜLDPLAAN M1:300

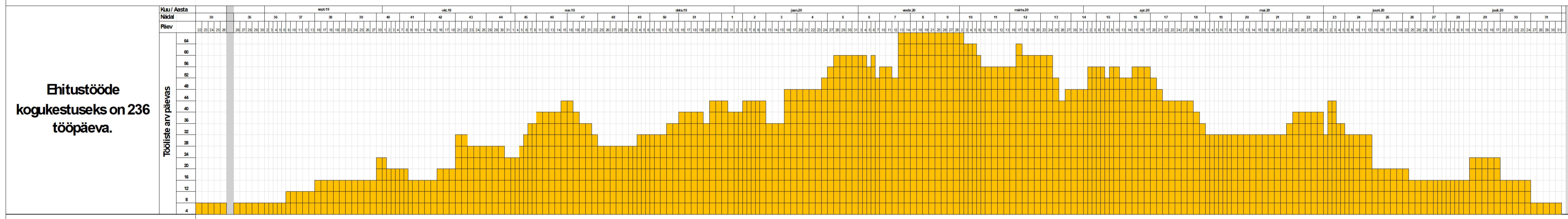


- TINGMÄRGID:**
- Projekteeritava krundi piir
 - Krundipiirid
 - Hoonestusala
 - Olemasolev hoonestus
 - Projekteeritud hoone laiendused
 - Olemasolev asfaltkate
 - Olemasolev betoonkivisillutis
 - Olemasolev säilitatav kõrghaljastus
 - Olemasolevad parkimiskohad (arv)
 - Ajutine ligipääsutee
 - Peatöövõtja kontorisoojak
 - Alltöövõtjate soojakud
 - Kemokäimla, kätepesu
 - Prügikonteinerite asukohad
 - Poolavatud laopind
 - Suletud laopind
 - Avatud laopinnad
 - Armatuuripainutuspink
 - + Hoonesse sissepääs
 - Ajutine piirdeaed
 - VÄRAV 3 Objekti värav
 - ↻ Liikumissuund
 - ↻ Ajutine objektivalgustus
 - ↻ Objekti infotahvel
 - Esmaabivahendid
 - Tulekustuti asukoht
 - Ajutine elektivarustus
 - Kraana koos ohualaga
 - Videovalve kaamerad
 - Tuletõrje hüdrant

TALTECH	TTÜ INSENERITEDUSKOND	Magistritöö	Leht / Lehti 4/9
Koostaja: Katri Purin	Kuupäev / allkiri:	Ehitusplatsi üldplaan	
Juhendaja: Erki Soekov	Kuupäev / allkiri:		
Ehituse ja arhitektuuri instituut		Ehitustehnoloogia ja platsikorralduse analüüs Kiili Gümnaasiumi juurdeehituse näitel	

KOONDKALENDERPLAAN

Jrk. nr	Töönimetus	Määrus, €	Tööde osakaal, %	Töötootlus, t/üh	Tööajal, t/üh	Töötootlus arv, t/üh	Aasta																															
							30	31	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
1	I etapp "Kigula" toot																																					
3	Ehitiselistsuud	50972	1,6%	671	7	2	38																															
4	Välisvõrkude ehitus	73960	2,3%	770	96	4	24																															
6	Vundamendi ehitus	307228	3,3%	856	125	5	25																															
7	Hoone karkassi toot	406113	12,0%	736	552	8	69																															
9	Katuse toot	95770	3,0%	704	136	4	34																															
8	Fassaaditoot	15390	0,0%	128	130	3	40																															
10	Välisavatelid	11823	3,7%	1101	108	3	36																															
11	Põrandate ehitus	10455	3,2%	374	290	5	66																															
12	Vähesaad ehitus	81207	2,9%	274	296	8	37																															
13	Vimistlus	19977	6,2%	424	470	10	47																															
14	Tehnoloogide ehitus	58891	16,7%	610	882	7	126																															
15	Teede ja platside aluste ehitus	38896	1,2%	462	84	3	26																															
16	Tööde üleandmine vastuvõt	4500	0,1%	200	18	2	9																															
17	II etapp "Sporthoone laiendus"																																					
18	Ehitiselistsuud ja lammutus	18735	0,0%	220	65	5	17																															
19	Välisvõrkude ehitus	37440	1,2%	218	172	4	43																															
20	Vundamendi ehitus	42755	1,3%	428	100	5	20																															
21	Tee ja heakorra alal aluste ehitus	4092	0,1%	186	22	2	11																															
22	Hoone karkassi toot	74244	2,3%	502	148	4	37																															
23	Katuse toot	39485	1,2%	823	48	4	12																															
24	Fassaaditoot	53050	1,6%	491	108	4	27																															
25	Välisavatelid	50941	1,6%	2830	18	3	6																															
26	Põrandate ehitus	30355	0,9%	377	80	8	10																															
27	Vähesaad ehitus	54870	1,7%	1524	36	3	12																															
28	Sisetööd	41669	1,9%	316	195	5	30																															
29	Tehnoloogide ehitus	13833	4,3%	196	798	6	116																															
30	Tööde üleandmine vastuvõt	2300	0,1%	164	14	2	7																															
31	III etapp "Soola laiendus karpinn"																																					
32	Ehitiselistsuud	2280	0,1%	87	26	2	13																															
33	Välisvõrkude ehitus	34940	1,1%	380	92	4	23																															
34	Vundamendi ehitus	25854	0,8%	132	106	4	40																															
34	Teede ja platside aluste ehitus	3317	0,1%	101	33	3	11																															
35	Hoone karkassi toot	38011	1,2%	905	42	3	14																															
36	Fassaaditoot	10480	0,3%	194	54	3	18																															
37	Katuse toot	21450	0,7%	670	32	4	8																															
38	Välisavatelid	13120	0,4%	625	21	3	7																															
39	Põrandate ehitus	14759	0,5%	351	42	6	7																															
40	Sisetööd ettevalmistus "sisetööd ja kipestootor"	26628	0,8%	423	63	3	21																															
41	Lammutus	34962	1,1%	81	432	8	54																															
42	Põrandate ehitus	16171	0,5%	404	40	8	5																															
43	Vähesaad ehitus	58892	1,8%	325	180	4	45																															
44	Teede ja platside aluste ehitus	44543	1,4%	223	200	6	26																															
45	Vimistlus	171270	5,3%	463	370	10	37																															
46	Tehnoloogide ehitus	205880	8,0%	198	1305	15	87																															
47	Tööde üleandmine vastuvõt	4500	0,1%	100	45	3	15																															
		HKKM 3 220 29M €	100,0%																																			



Peamiste ehitusmasinate vajadus objektil.

	Kuu / Aasta	aug 19	sept 19	okt 19	nov 19	det 19	jaan 20	veebr 20	märts 20	apr 20	mai 20	juuni 20	juuli 20
Ehitusmasinad	Nädal	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41
	Päev	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	1	2
	Tüüp												
	Roomikekskavaator	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Autokraan	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Betoonpump													
Betoonpump													

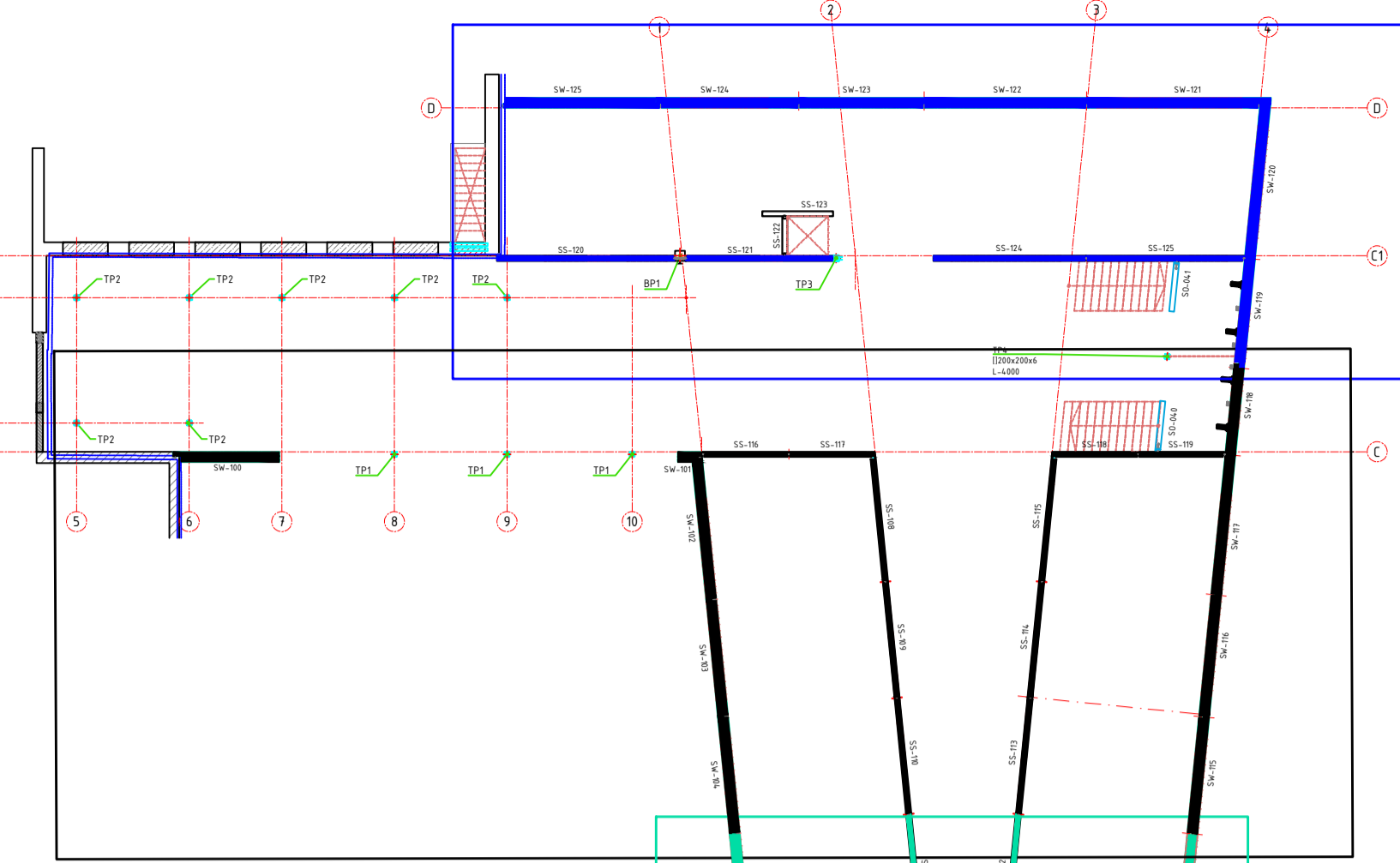
TALTECH	TTÜ INSENERITEADUSKOND	Magistritöö	Leht / Lehti 5/9
Koostaja: Katri Purin	Kaupäev / allkiri	KOONDKALENDERPLAAN	
Juhendaja: Erki Soekov	Kaupäev / allkiri		
Ehituse ja arhitektuuri instituut	Ehitustehnoloogia ja platsikordluse analüüs Kiili Gümnaasiumi juurdeehituse näitel		

1. KORRUSE R/B SW SEINAPANEELIDE MONTAAŽI TEHNOLOOGILINE KAART

SEINAPANEELIDE KELLAJALINE TARNEGRAAFIK

TEHNOLOOGILISTE ARVUTUSTE KOKKUVÕTE

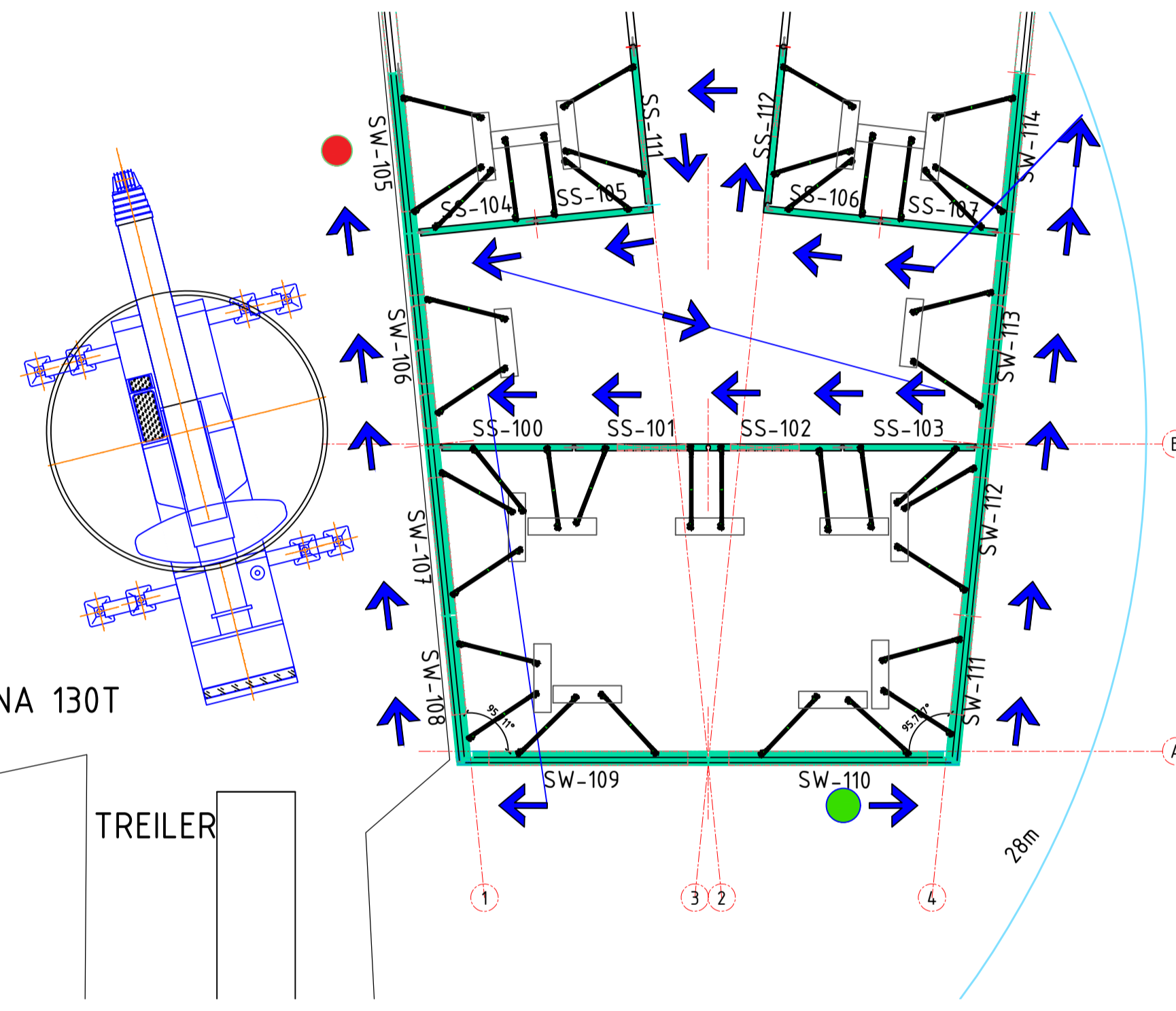
Jrk nr.	Töö nimetus	Töölise / Masinate	Haardealade kaupa													
			Eriala / Mark	Arv	I				II				III			
					Normatiivne		Valitud		Normatiivne		Valitud		Normatiivne		Valitud	
					Tööjõu kulu	Kestvus	Tööjõu kulu	Kestvus	Tööjõu kulu	Kestvus	Tööjõu kulu	Kestvus	Tööjõu kulu	Kestvus		
1	2	3	5	5,1	5,2	5,3	5,4	6,1	6,2	6,3	6,4	7,1	7,2	7,3	7,4	
1	Montaaži eeltööd	Monteerija	2	0,62	0,31	0,62	0,60	0,30	0,60	0,30	0,15	0,30				
		Autokraana	1	0,21	0,21	0,43	0,5	0,21	0,21	0,43	0,5	0,09	0,09	0,18	0,5	
2	Paneelide montaaž	Monteerija	4	4,13	1,03	1,03	3,91	0,98	0,98	2,24	0,56	0,56				
		Kraana 130T	1	0,50	0,50	0,50	1	0,48	0,48	0,48	1	0,28	0,28	0,28	1	
3	Paneelide järeltööd	Monteerija	2	0,63	0,31	0,63	0,59	0,30	0,59	0,34	0,17	0,34				
		Betoonipumi	1	0,13	0,13	0,25	0,5	0,12	0,12	0,24	0,5	0,07	0,07	0,14	0,5	



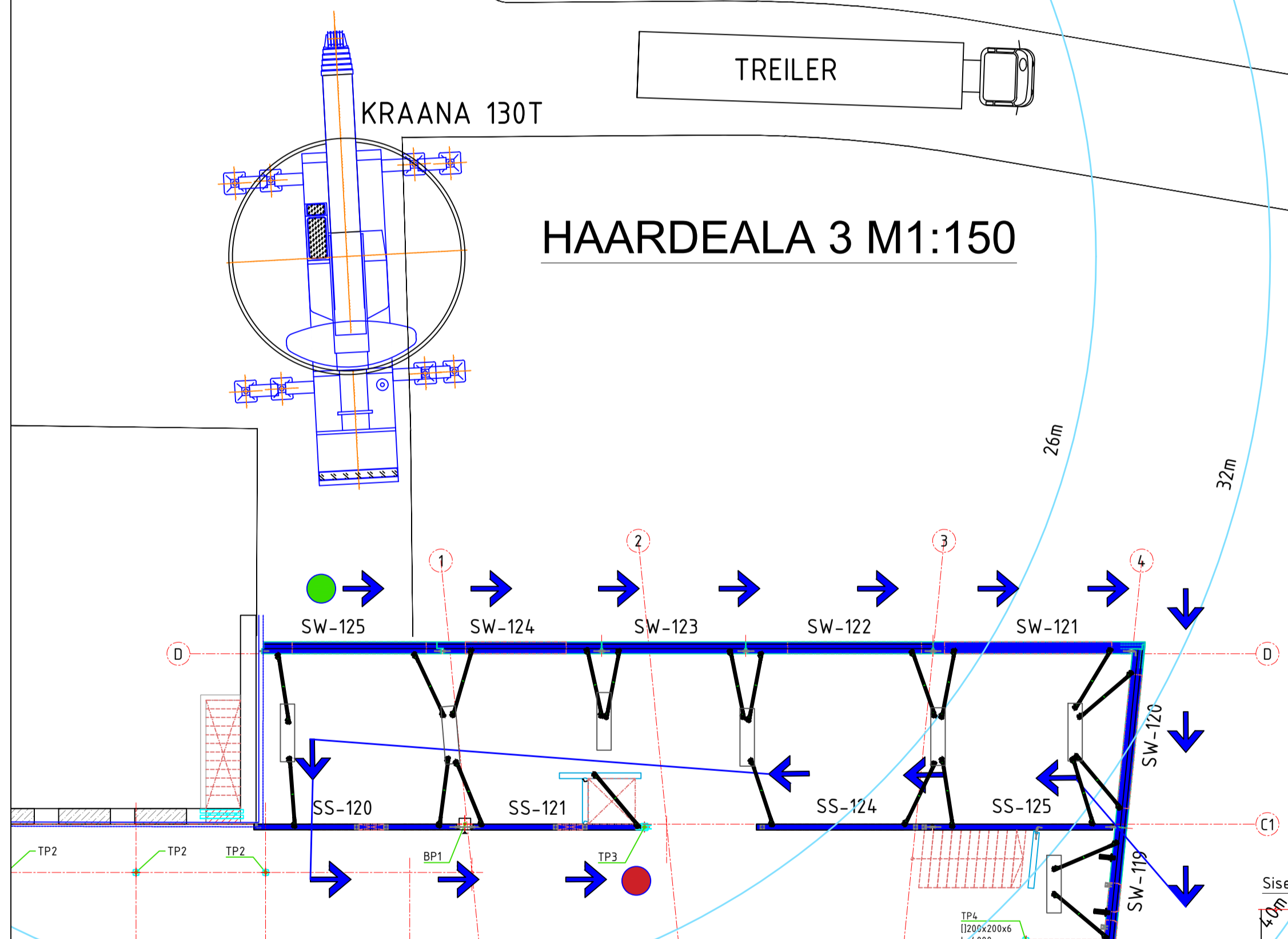
HAARDEALAD
M 1:250

HAARDEALA 1
HAARDEALA 2
HAARDEALA 3

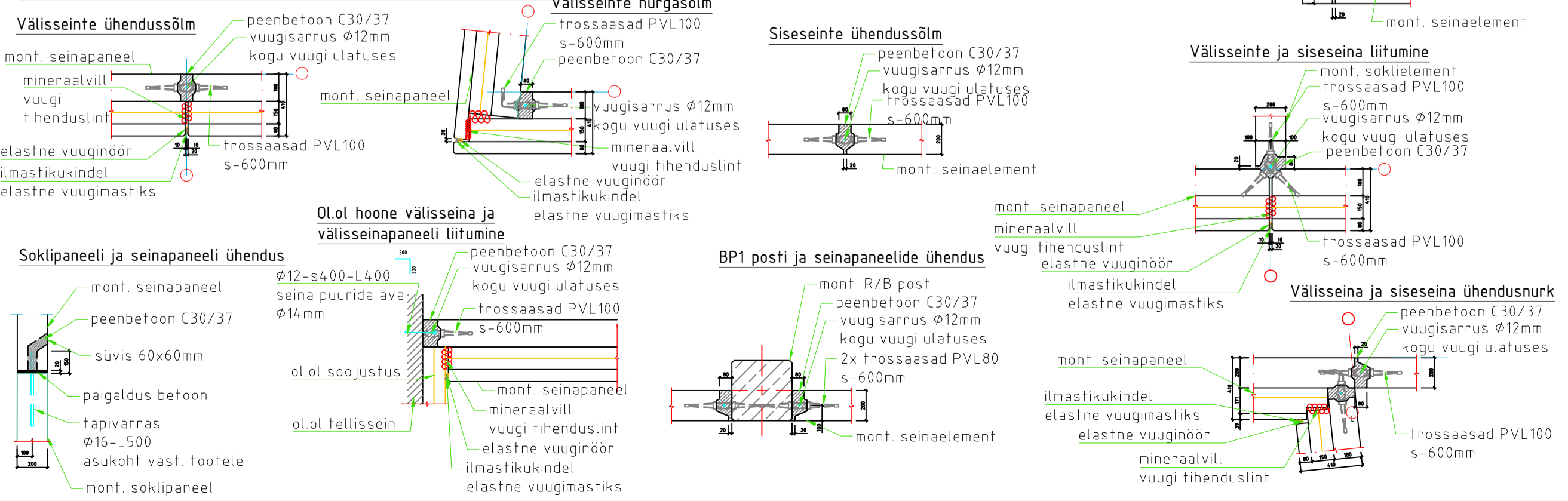
HAARDEALA 1 M1:150



HAARDEALA 3 M1:150



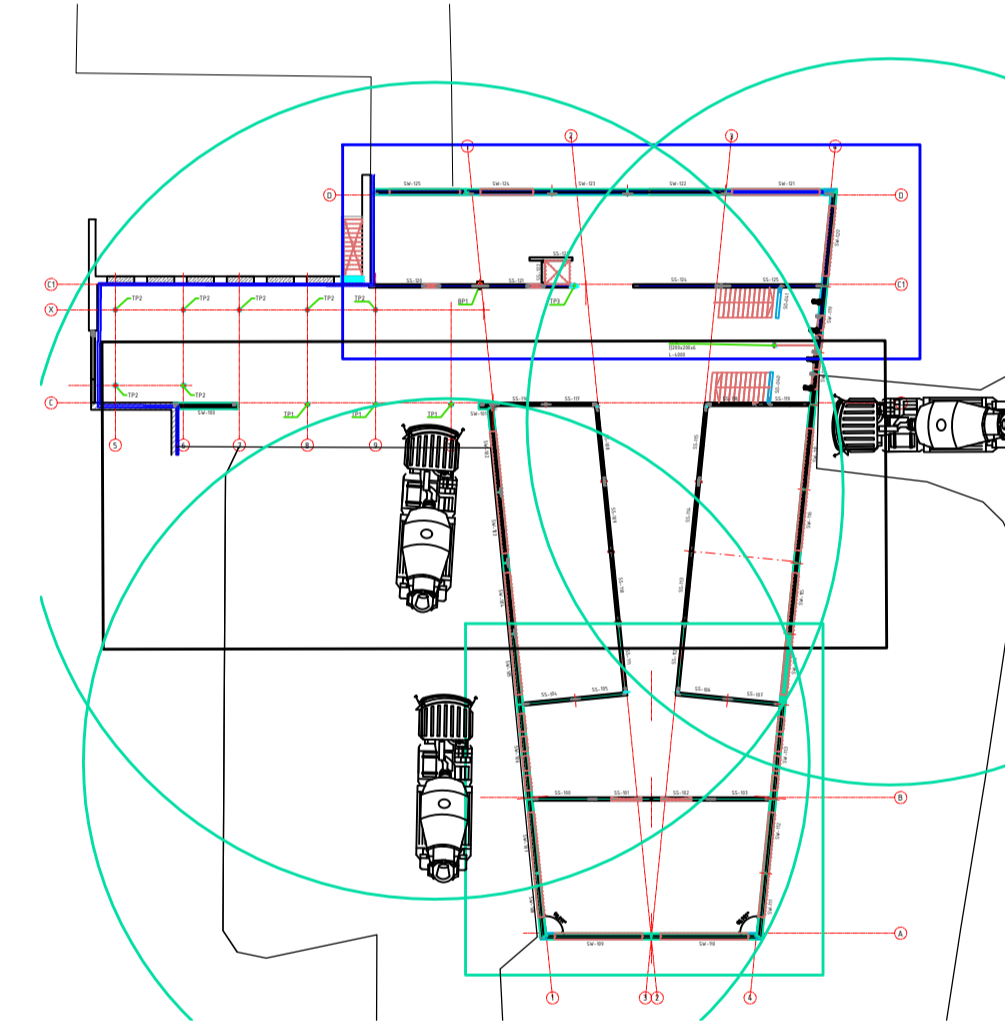
MONTAAŽISÕLMED M1:30



MATERJALIDE KOKKUVÕTE

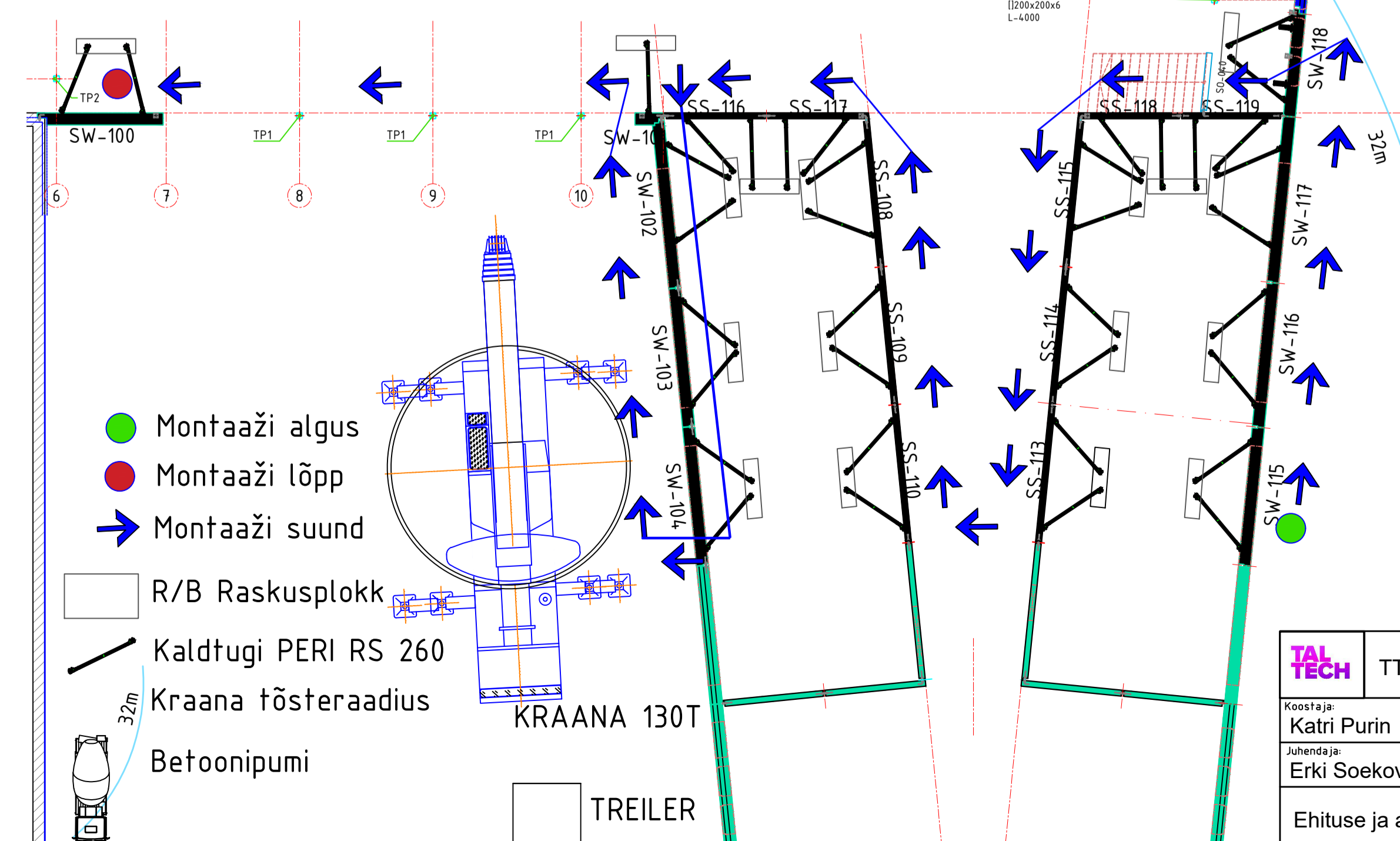
Materjal	Moot	ühik	HA1	HA2	HA3
Välisseinapaneel	vastavalt paneelile	tk	10	9	7
Siseseinapaneel	vastavalt paneelile	tk	10	10	4
Armatuur B500B Ø12	L=3400 mm	tk	16	20	13
Peenbetoon C30/37		m3	0,8	1,01	0,73
R/B raskusplokk	500x2000x 600 mm	tk	17	17	7
Montaažisegu Weber S-30	20mm kiht	kg	760	664	548
Vuugivill ISOVER SK-C	20x170x14000 mm	jm	162	151	113
Peri tugi RS 2600	2,30-2,60	tk	40	37	22

MONOLITISEERIMISE HAARDEALAD M 1:500

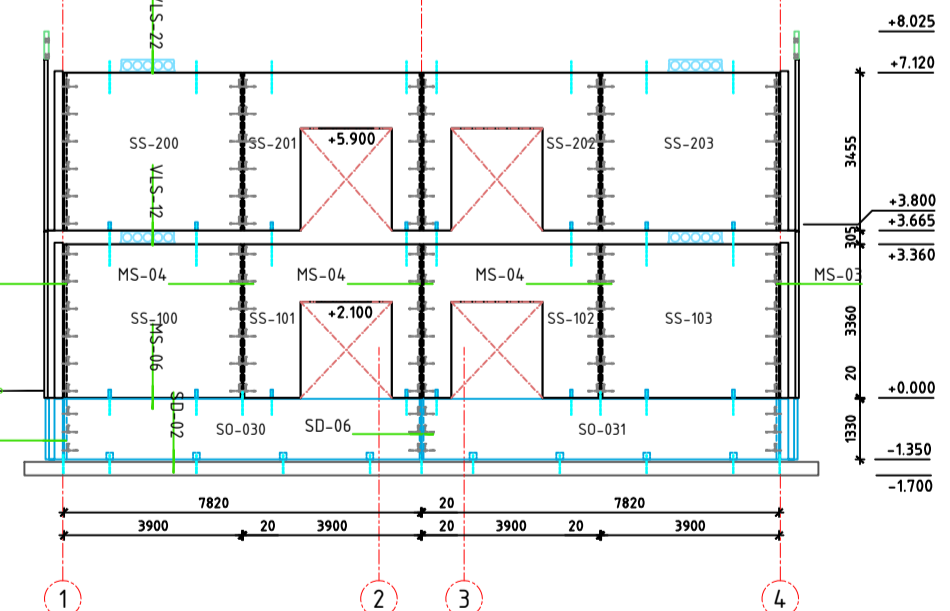


KRAANA ATF 130G-5 TÕSTEGRAAFIK

HAARDEALA 2 M1:150



VAADE TELG B M1:150



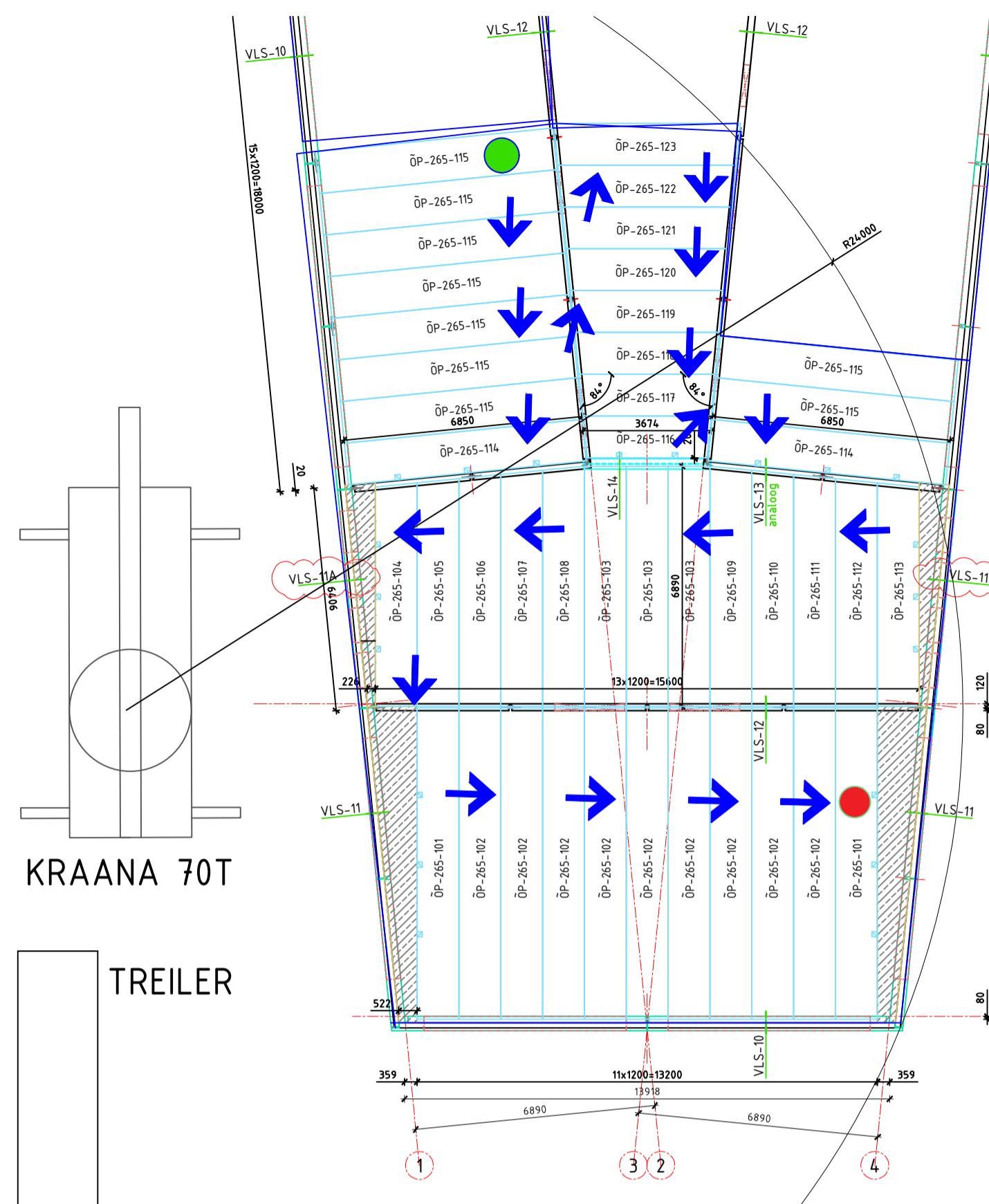
- Montaaži algus
- Montaaži lõpp
- ➔ Montaaži suund
- R/B Raskusplokk
- Kaldtugi PERI RS 260
- Kraana tõsteraadius
- Betoonipumi

MÄRKUSED:

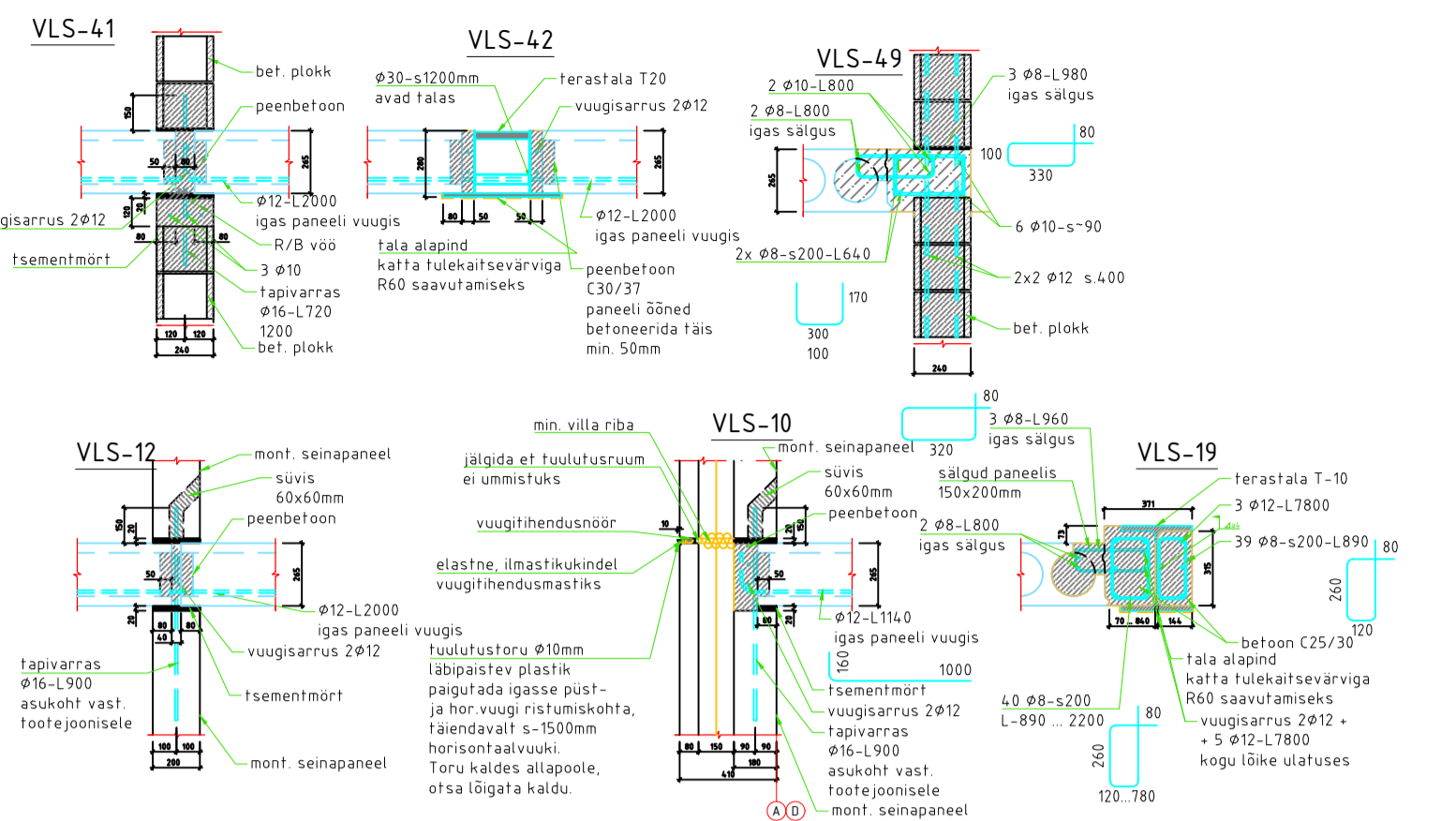
- VUUKIDE BETONEERIMISEL KASUTADA PEENBETOONI C30/37
- VUUKIDE ARMEERIMISEL KASUTADA ARMATUURI D12 KOGU VUUGI ULATUSES
- PANEELIDE PAIGALDAMISEL KASUTADA TIHENDUSVILLA VÕI VUUGIINTI
- HOONE KONSTRUKTSIOONID KÄITLUVAD 2. TÕSTUSKLASSI - EVS-EN 13670:2010
- ELEMENTIDE PAIGALDUSTÄPSUS JA TOLERANTSID - KLASSI 1 NÕUDED, VASTAVALT EVS-ENV 13670-1:2010, EVS-EN 13369:2006
- KONSTRUKTSIOONIKLASS S4
- TARINDITE TULEPISUVUSKLASS R60

TALTECH	TTÜ INSENERITEDUSKOND	Magistritöö	Leht / Lehti
Koostaja: Katri Purin	Juhendaja: Erki Soekov	Montaažitööde tehnoloogiline kaart	6/9
Ehituse ja arhitektuuri instituut		Ehitustehnoloogia ja platsikorralduse analüüs Kiili Gümnaasiumi juurdeehituse näitel	

HAARDEALA 1 M1:150

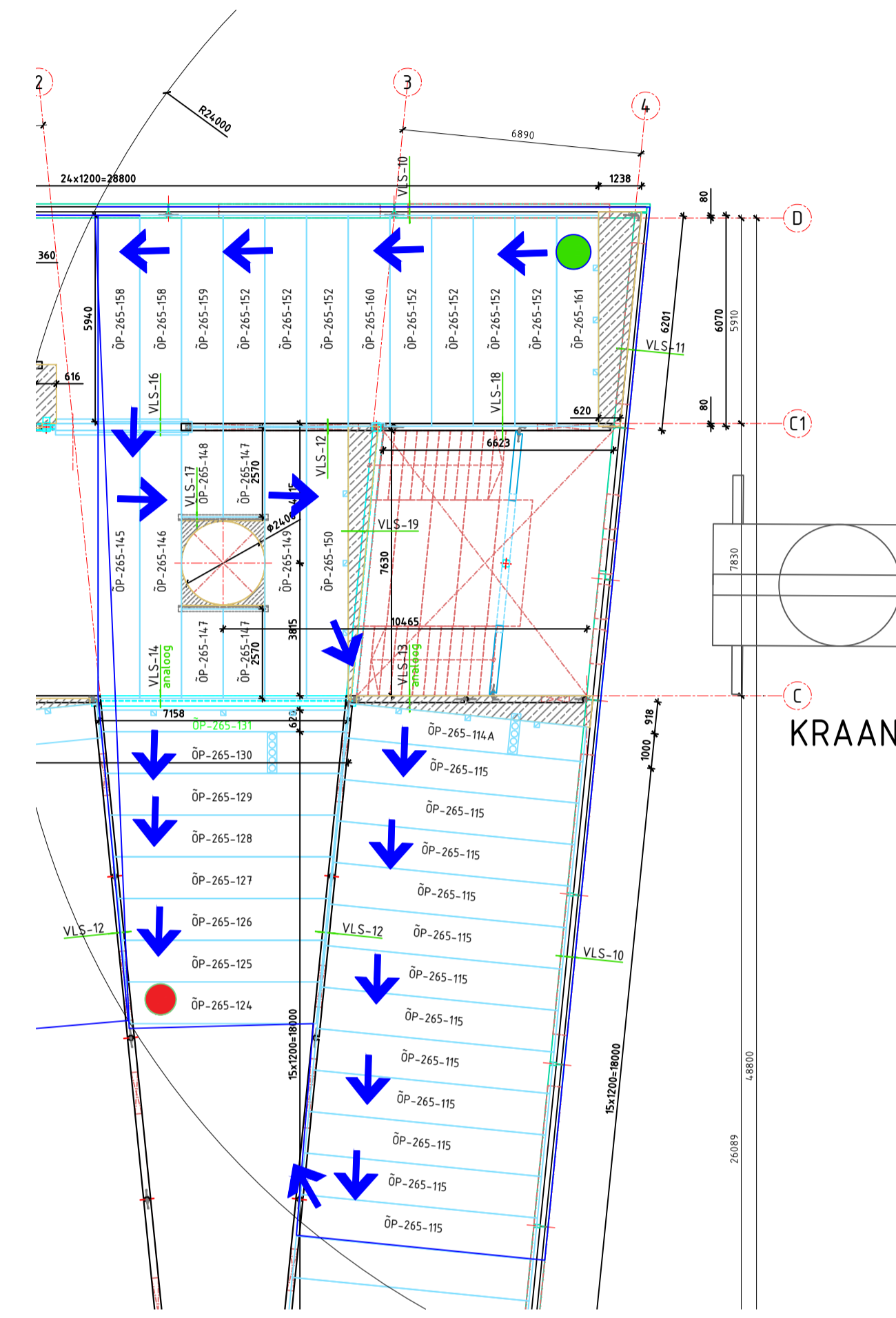


SÕLMED M 1:30

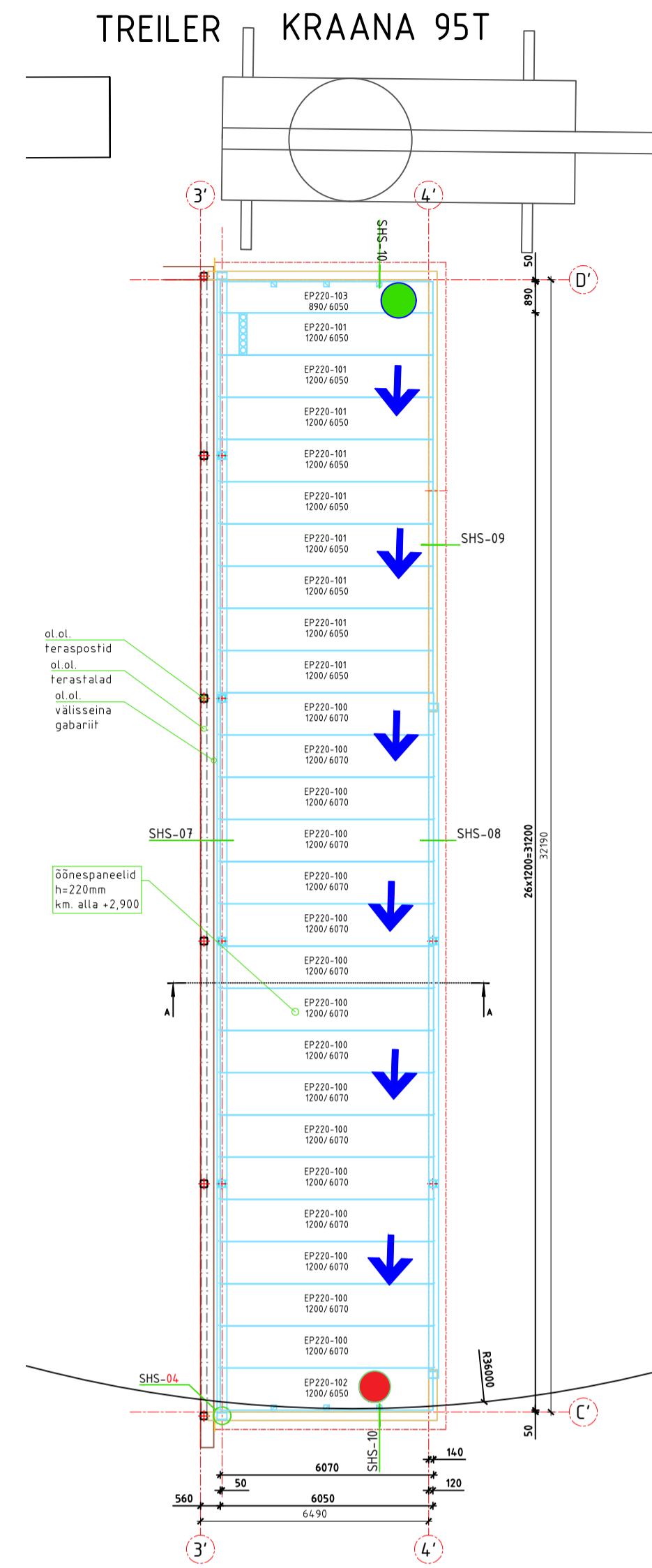


VAHELAE ÕNESPANEELIDE MONTAAŽI TEHNOLOOGILINE KAART

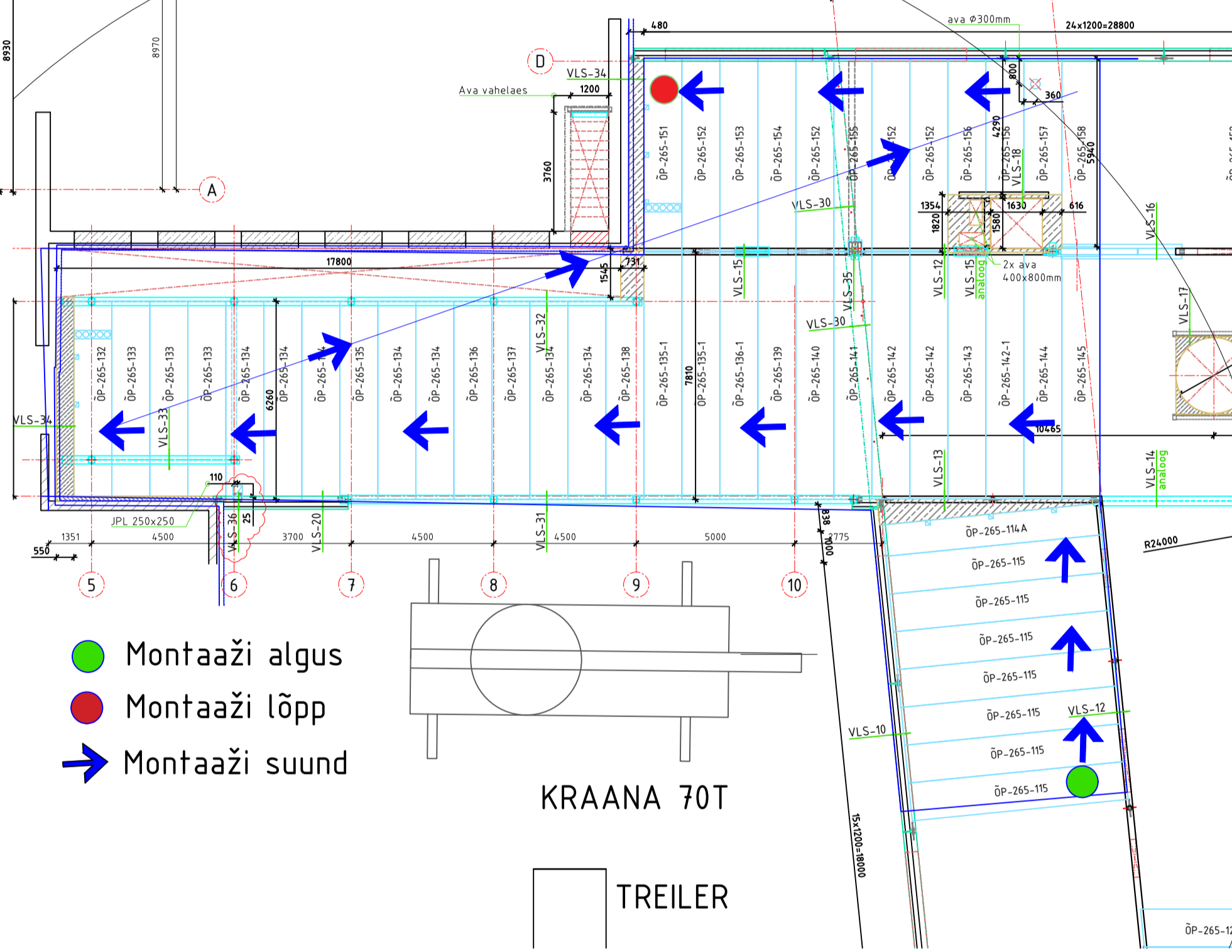
HAARDEALA 3 M 1:150



HAARDEALA 5 M 1:150

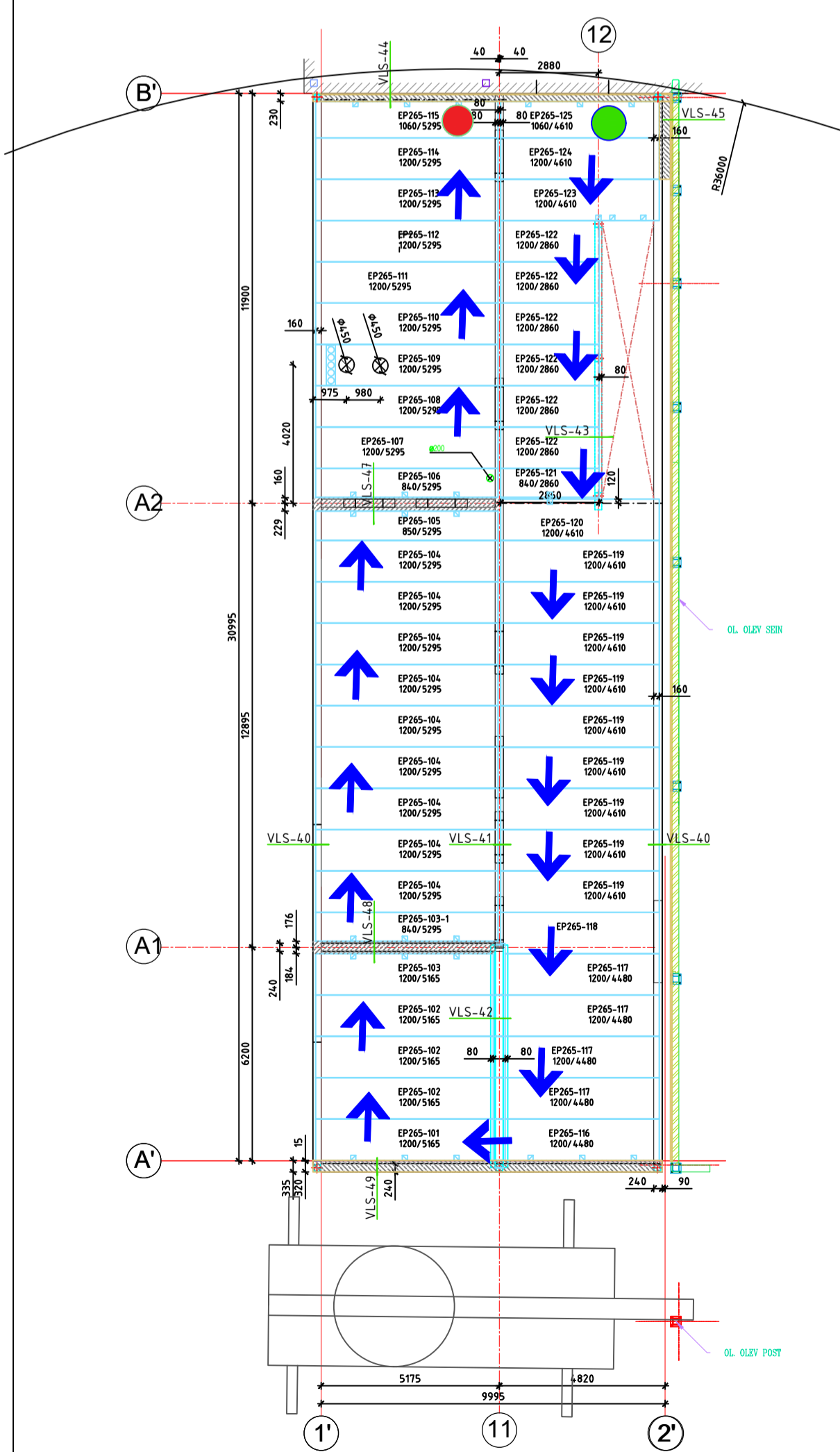


HAARDEALA 2 M 1:150



- Montaaži algus
- Montaaži lõpp
- ➔ Montaaži suund

HAARDEALA 4 M 1:150

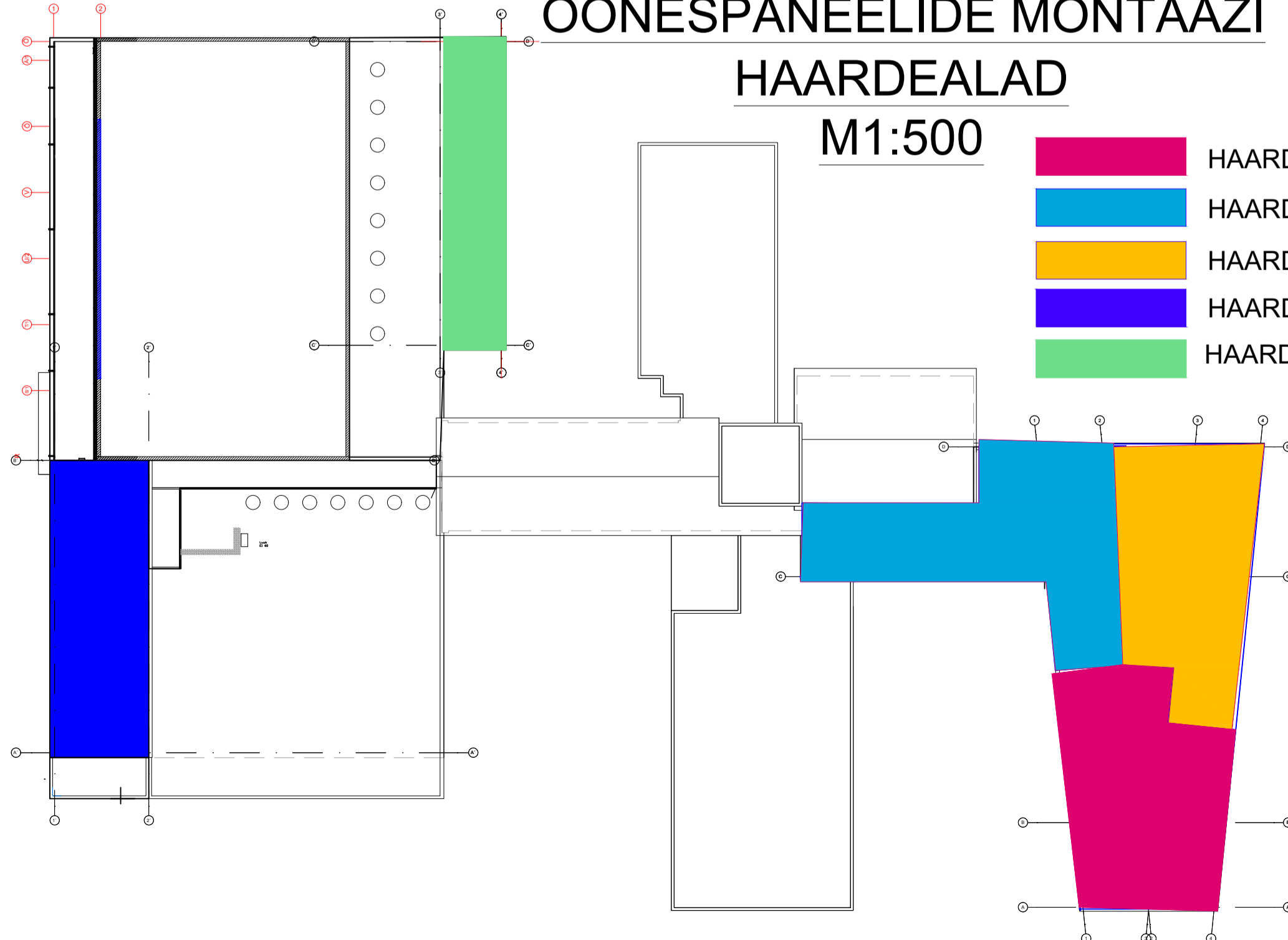


ÕNESPANEELIDE MONTAAŽI

HAARDEALAD

M1:500

- HAARDEALA 1
- HAARDEALA 2
- HAARDEALA 3
- HAARDEALA 4
- HAARDEALA 5



HOONE MONTAAŽITÖÖDE AJAGRAAFIK

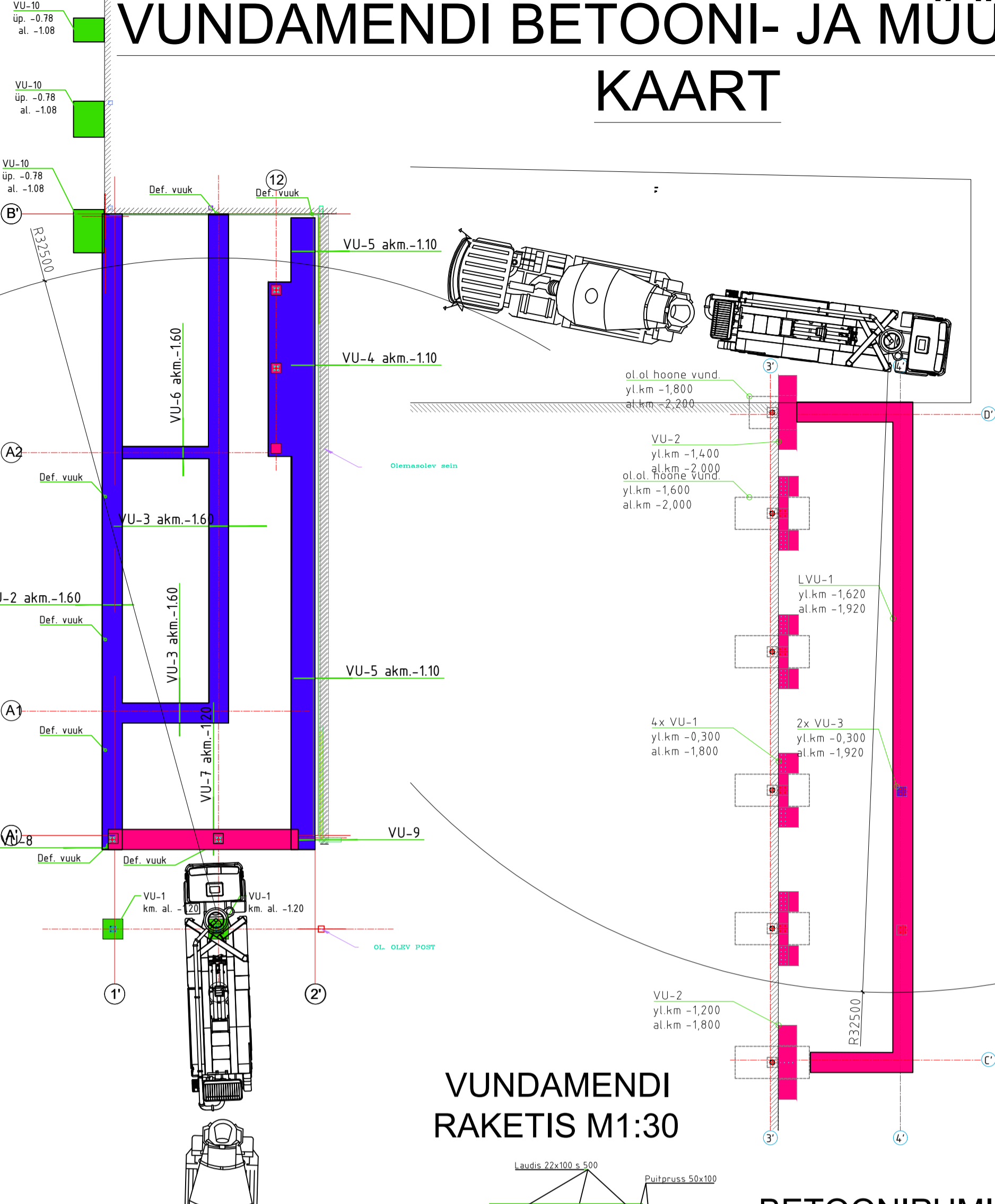
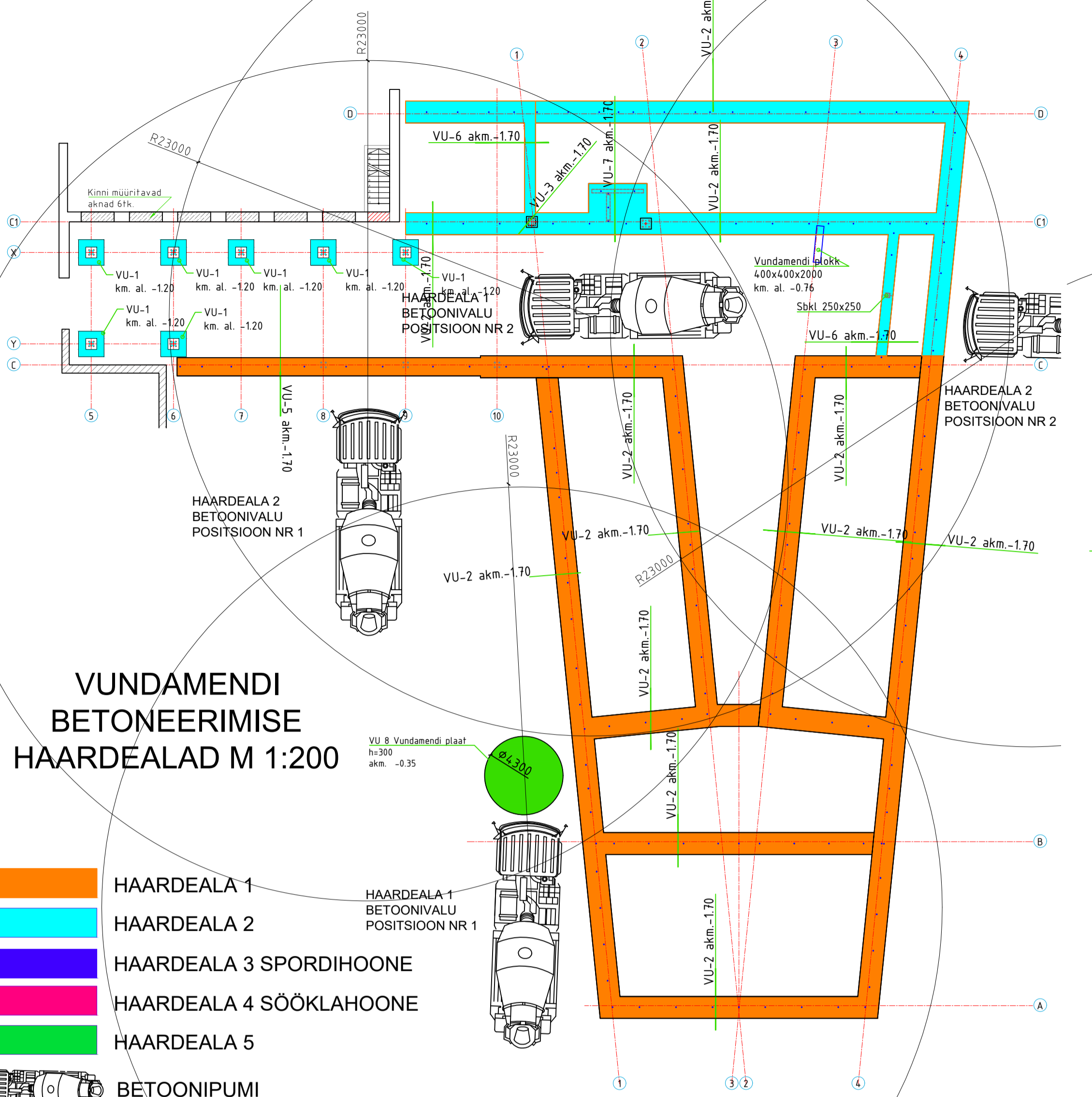
Tööde teostamise kalendergraafik montaažitööd -seinapaneelid, metallidetailid, õnеспaneelid, müritööd																																																
Tööde teostamise kalendergraafik																																																
Haardeala	[Gantt chart showing task progress for 5 construction areas]																																															
1. ALG	[Task 1 progress]																																															
2. ALG	[Task 2 progress]																																															
3. ALG	[Task 3 progress]																																															
4. SHH	[Task 4 progress]																																															
5. SHH	[Task 5 progress]																																															
Vahetusel	[Shift schedule]																																															
Tööpäevad	[Working days]																																															
Märksused	[Notes]																																															
Tööjõu vajadus erialade viisi, vahetuses																																																
Monteerija	[Personnel requirements]																																															
Betoneerija	[Personnel requirements]																																															
Müritööd	[Personnel requirements]																																															
Metallmontaaž	[Personnel requirements]																																															
Vahetusel	[Shift schedule]																																															
Tööpäevad	[Working days]																																															
Tööjõu vajadus, päevas																																																
Tööjõu vajadus	[Bar chart showing daily personnel needs]																																															
Tööpäevad	[Working days]																																															
Ehitusmasinate vajadus, päevas																																																
Autokraana	[Equipment requirements]																																															
Kraana	[Equipment requirements]																																															
Betoonpump	[Equipment requirements]																																															
Mikserauto	[Equipment requirements]																																															
Tõrjija	[Equipment requirements]																																															
Vahetusel	[Shift schedule]																																															
Tööpäevad	[Working days]																																															
Betooni vajadus, m³																																																
Betooni maht	[Bar chart showing concrete volume needs]																																															
Tööpäevad	[Working days]																																															
Betonelementide vajadus, tk																																																
Betonelementide vajadus	[Bar chart showing concrete element needs]																																															
Tööpäevad	[Working days]																																															

MARKUSED:

- KÕRGUSMÄRGID JOONISEL ON SUHTELISED, ±0,000 = 4,7,650 ABS.
- KÕRGUSMÄRK ÕNESPANEELIDE ALLA: +3,380.
- ELEMENTIDE PAIGALDUSTÄPPUS VASTAVALT EVS-EN 13670 2010 KLASSI 1 NÕUETELE.
- PANEELIDE VUUGID TULEB ARMEERIDA VASTAVALT LÕIGETELE. KOGU LAE PERIMEETRI ULATUSES RINGARMATUUR 2812 B500B + VUUGIVARAD Ø12mm, VUUGIVARRASTE ULEKATTEJÄTKU PIKKUS 500mm.
- KÕIK PANEELIDE VUUGID TULEB MONOLITISEERIDA, BETOON C25/30.
- AVAD VAHELAE 150mm JA VÄIKSEMAD PUURITAKSE KOHA PEAL, PANEELIDE RIBISID VIGASTAMATA.

	TTÜ INSENERITEDUSKOND	Magistritöö	Leht / Lehti
	Koostaja: Katri Purin	Kuupäev / alkiri: Erki Soekov	Õnеспaneelide montaaži tehnooloogiline kaart
Ehituse ja arhitektuuri instituut		Ehitustehnoloogia ja platsikorralduse analüüs Kiili Gümnaasiumi juurdeehituse näitel	

VUNDAMENDI BETOONI- JA MÜÜRITÖÖDE TEHNOLOOGILINE KAART



Tööde teostamise kalendergraafik vundamendis

Tööde teostamise kalendergraafik

Haardeala	1	2	3	4	5
Vahetus	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Tööpäevad	1	2	3	4	5
Märkused					

Tööjõu vajadus erialade viisi, vahetused

Betoneerija	1	2	3	4	5
Monteerija	1	1	1	1	1
Müürisep	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Vahetus	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Tööpäevad	1	2	3	4	5

Tööjõu vajadus, päevas

Tööpäevad	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
Tööjõu vajadus	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Tööpäevad	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23

Ehitusmasinate vajadus, päevas

Autokraan	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
Kraana 130T	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Betoonipump	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Betoonimikser	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Mikserauto	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Upliftaja	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Vahetus	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	
Tööpäevad	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23

Betooni vajadus, m³

Betooni maht	0,6	36,0	1,0	27,2	10,7	3,0	8,0	0,8
Vahetus	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Tööpäevad	1	2	3	4	5	6	7	8

Müürkivide vajadus, m²

Müürkivide kogus	105,6	118,4	71,9
Vahetus	0,5	0,5	0,5
Tööpäevad	1	2	3

Betoonielementide vajadus, tk

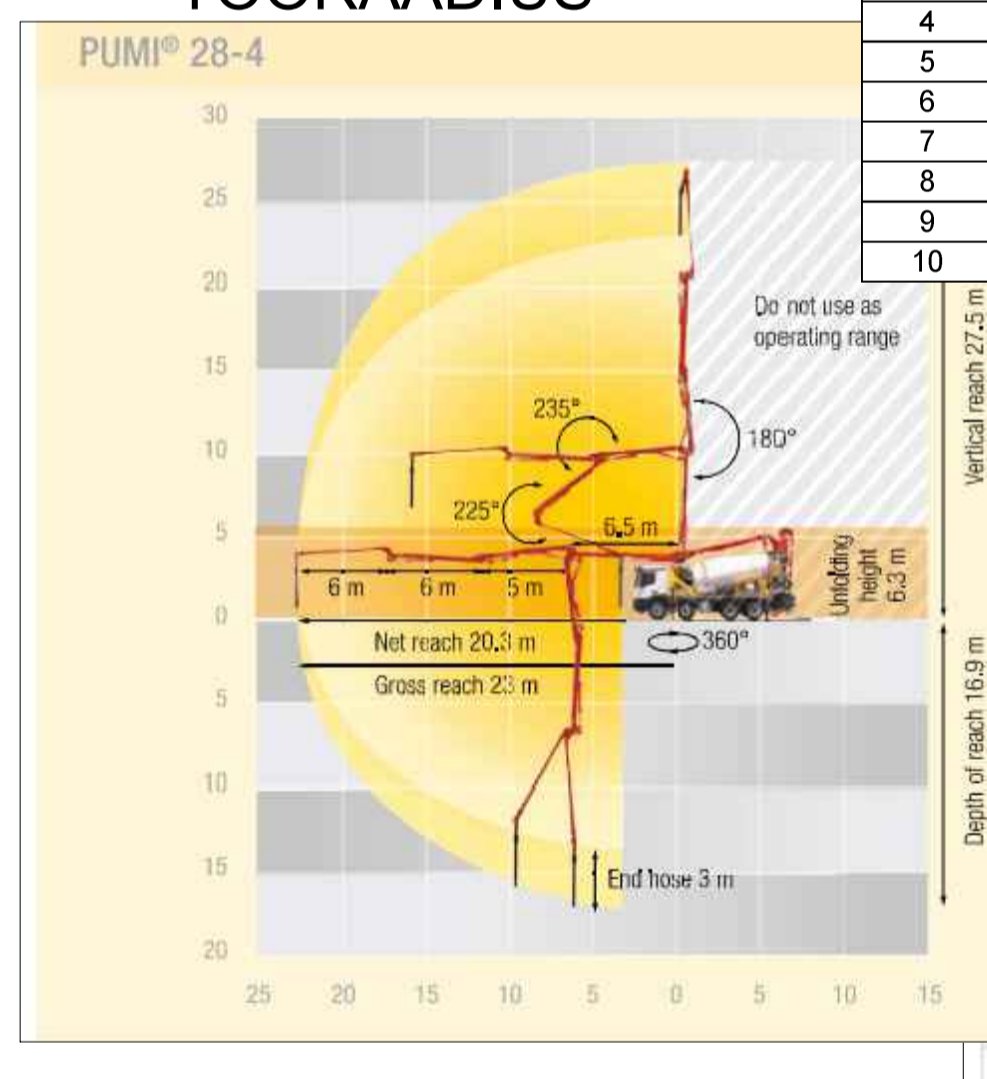
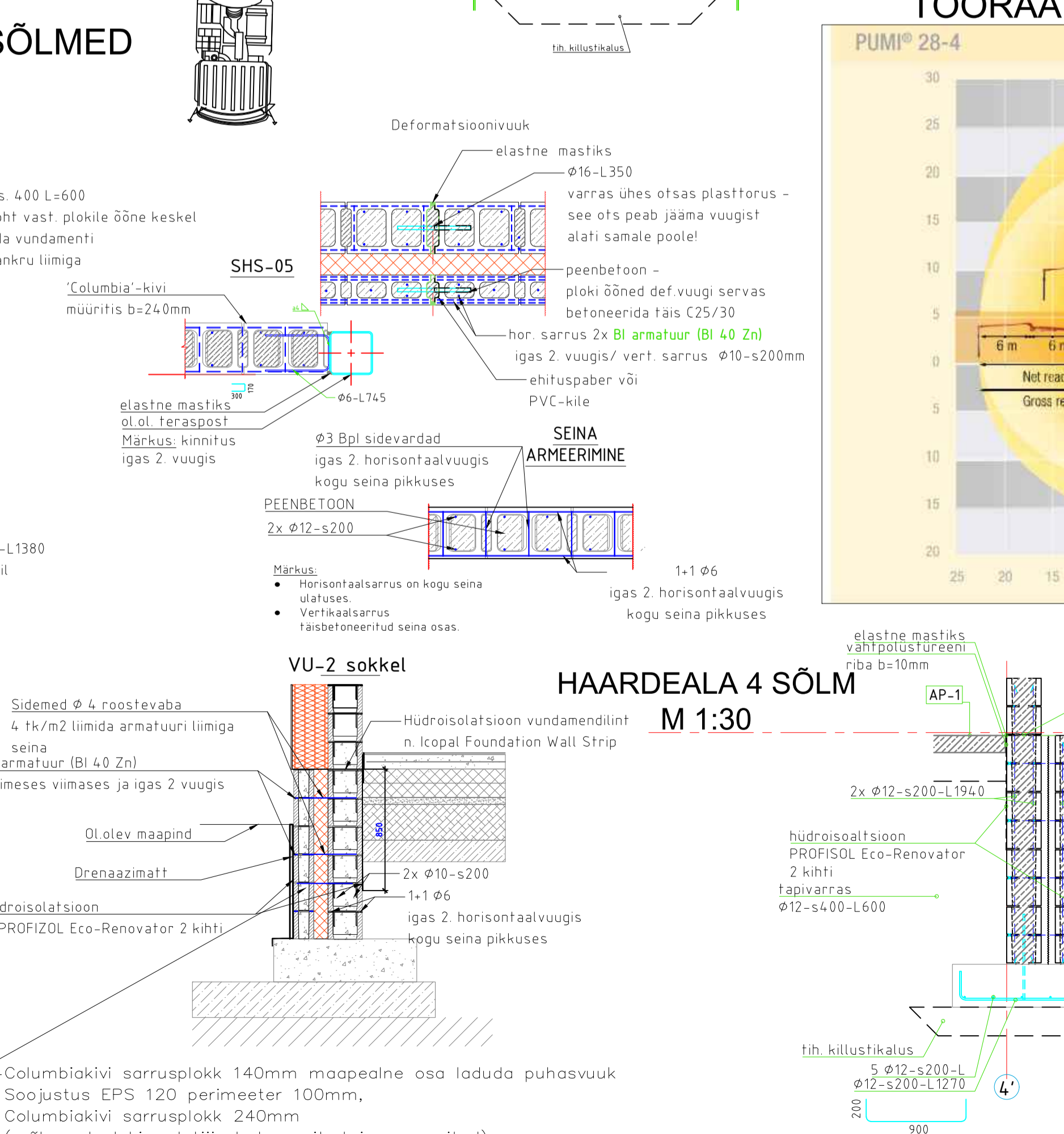
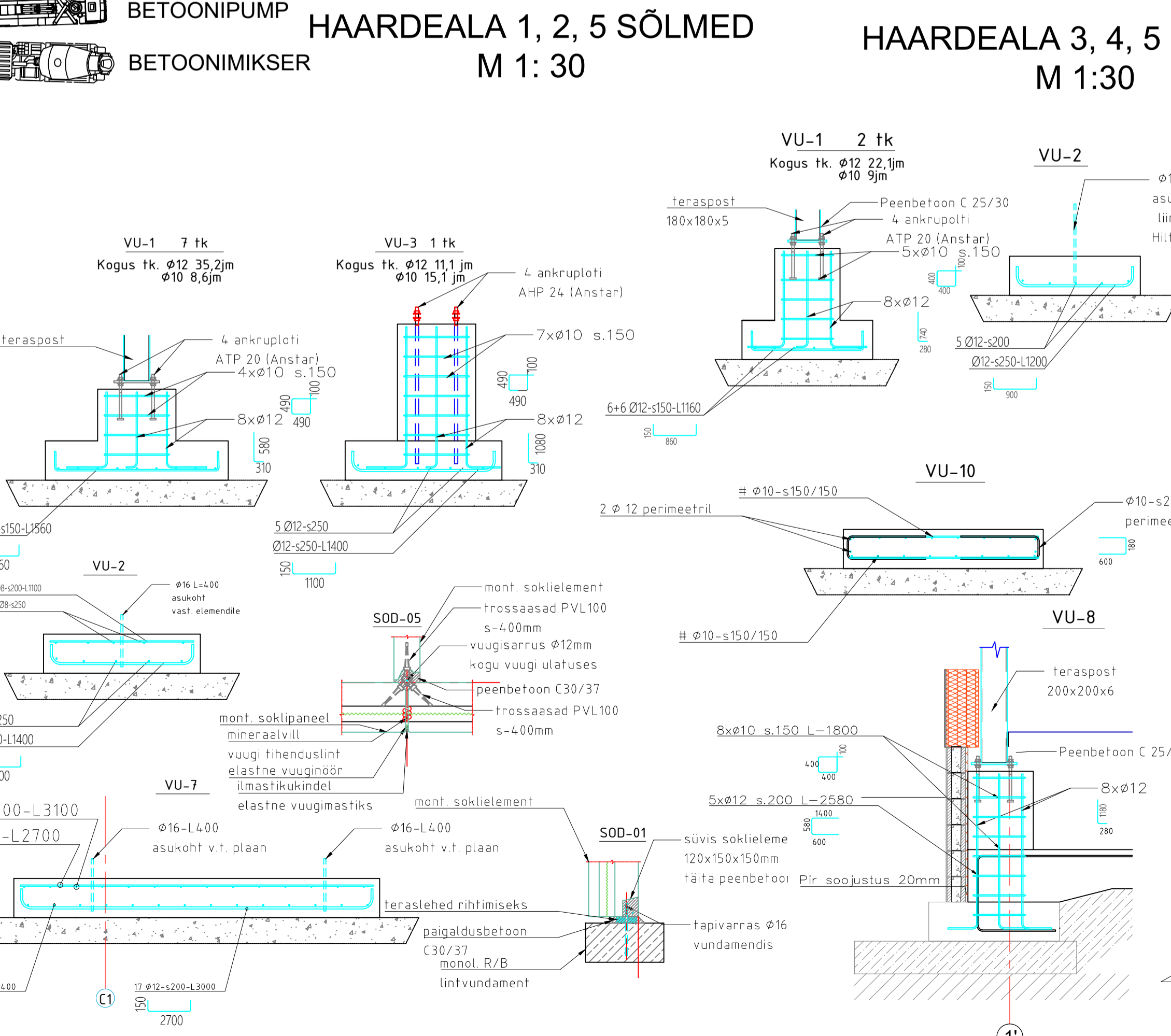
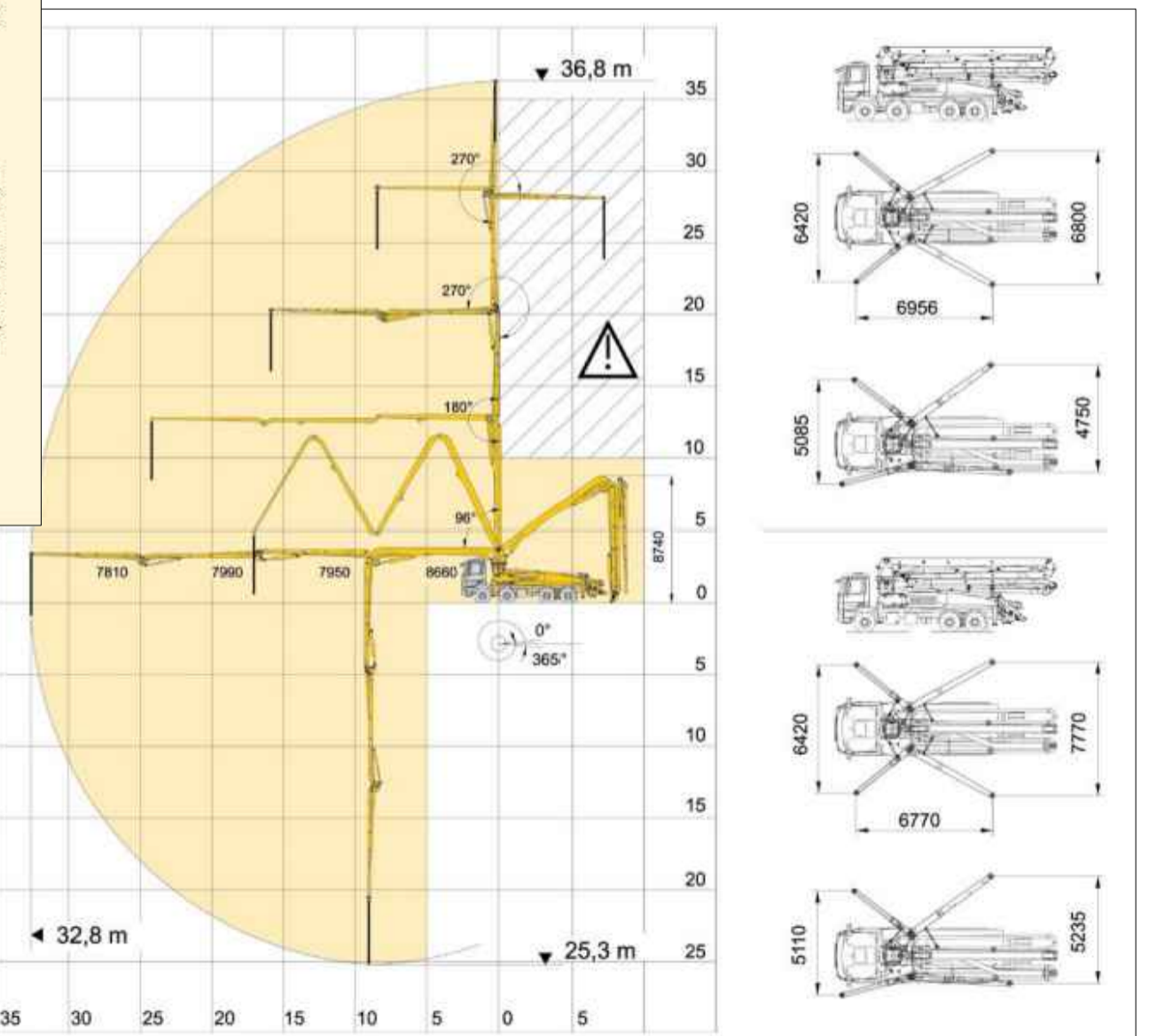
Kogus	21,0	18,0
Vahetus	0,5	0,5
Tööpäevad	1	2

MATERJALIDE KOKKUVÕTE

Vundament								
Jrk	Materjal	ühik	HA1	HA2	HA3	HA4	HA5	Kokku
1	Raketis	m2	114,6	77,0	65,3	63,7	17,2	337,9
2	Armatuur	kg	2526,0	1442,9	1756,7	1526,1	540,5	7792,2
3	Betoon C30/37	m3	67,8	36,0	35,8	27,2	7,7	174,4
4	Ankrupoldid	tk	36,0	12,0	40,0	8,0	96,0	

Sokkel								
Jrk	Materjal	ühik	HA1	HA2	HA3	HA4	HA5	Kokku
1	R/B soklipaneel	m2	224,8	125,5				350,4
2	R/B post BP1	tk	224,8	1,0				225,8
3	Columbia kivi 240mm	m2			97,6	72,7		170,3
4	Columbia kivi 190mm	m2		8,0	0,0	0,0		8,0
5	EPS 120 100mm	m2			44,3	73,2		117,5
6	Columbia kivi 140mm	m2			45,7	73,9		119,6
7	Betoon C30/37	m3	0,6	1,0	14,3	13,1		29,0
8	Armatuur	kg	37,0	53,7	1325,4	1219,7		2635,7
9	Müürankur	tk			183	296		479,0
10	Müürisegu M10	kg	1528,0	809,5	2196,3	1636,2		6170,0

BETOONIPUMBA LIEBHERR-37 TÖÖRAADIUS

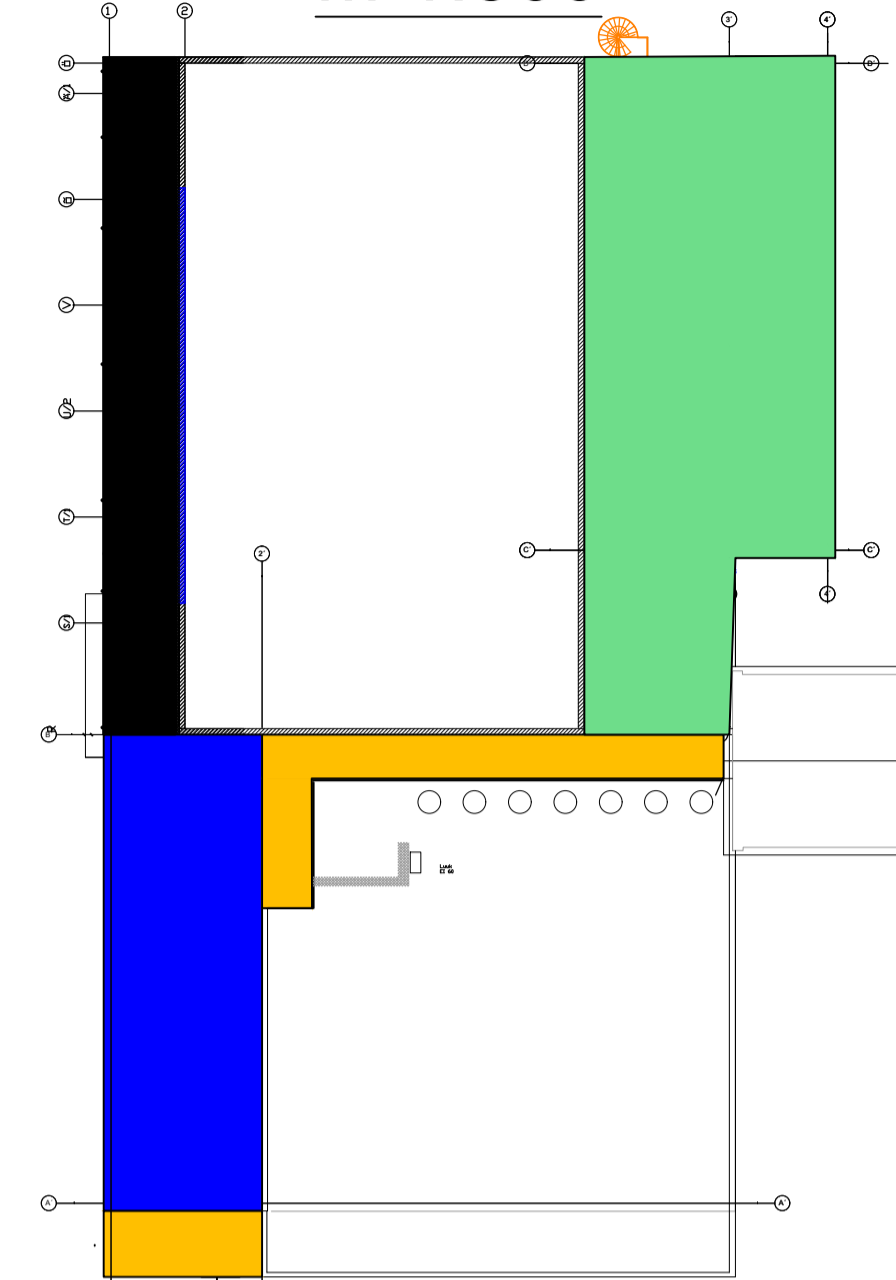


TAL TTÜ INSENERITEADUSKOND		Magistritöö	Leht / Lehti
Kooastaja: Katri Purin		Kuupäev / allkiri	8/9
Juhendaja: Erki Soekov		Kuupäev / allkiri	
Ehituse ja arhitektuuri instituut		MÜÜRI- JA BETOONITÖÖDE TEHNOLOOGILINE KAART	
		Ehitustehnoloogia ja platsikorralduse analüüs Kiili Gümnaasiumi juurdeehituse näitel	

KATUSETÖÖDE TEHNOLOOGILINE KAART

HAARDEALADE PLAAN

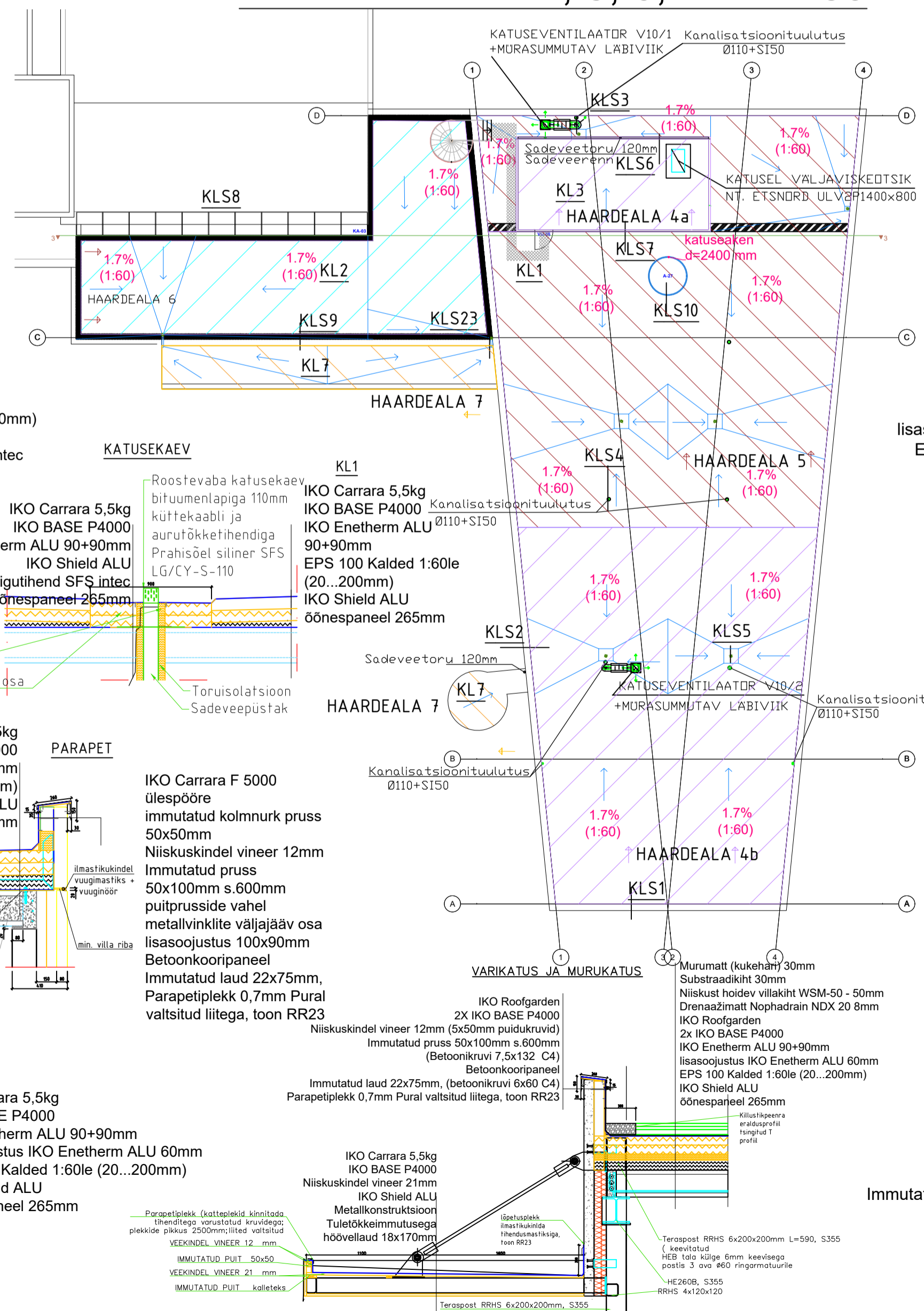
M 1:500



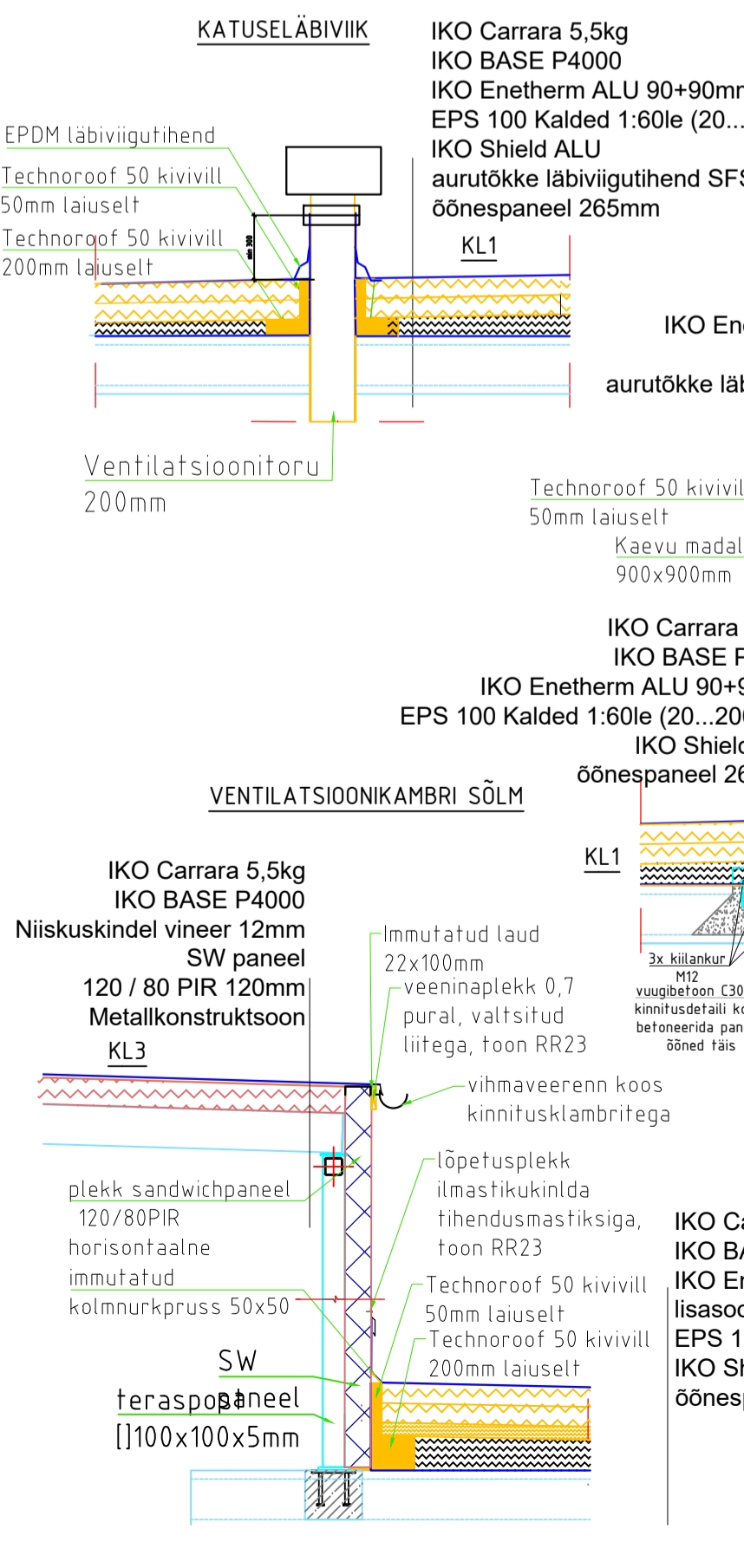
- HAARDEALA 1
- HAARDEALA 2
- HAARDEALA 3
- HAARDEALA 4
- HAARDEALA 5
- HAARDEALA 6
- HAARDEALA 7

Jrk nr.	Töö nimetus	Töölise eriala	Tehnoloogiliste arvutuste tabel haardealade kaupa													
			Normatiivne			Normatiivne			Normatiivne			Normatiivne				
			Arv	Tööjõu kulu	Kestvus	Normi täitmise tegur	Valitud kulu	Tööjõu kulu	Kestvus	Normi täitmise tegur	Valitud kulu	Tööjõu kulu	Kestvus	Normi täitmise tegur		
1	2	3	5	5.1	5.2	5.3	5.4	5.1	5.2	5.3	5.4	5.1	5.2	5.3	5.4	
1	Katuse eeltööd	Katuseehitaja	1	0,62	0,62	0,62	1,0	0,30	0,30	0,30	0,60	0,5	0,37	0,37	0,5	0,44
2	Katuse aurutõkke paigaldus	Katuseehitaja	2	1,79	0,90	0,90	1,0	2,23	1,11	1,11	1,0	0,78	0,39	0,78	0,5	3,67
3	Katuse soojustamine	Katuseehitaja	4	9,37	2,34	1,17	2,0	14,47	3,62	1,03	3,5	0,44	0,11	0,22	0,5	18,14
4	Katuse pinnakatete paigaldamine	Katuseehitaja	4	4,09	1,02	1,02	1,0	2,46	0,61	0,61	1,0	2,08	0,52	1,04	0,5	3,60
5	Katuse pinnakatete paigaldamine	Katuseehitaja	4	3,80	0,95	0,95	1,0	2,05	0,51	1,02	0,5	1,75	0,44	0,87	0,5	2,99
6	Parapeti ehitus	Katuseehitaja	2	1,89	0,94	0,94	1,0	1,42	0,71	0,71	1,0	0,80	0,40	0,80	0,5	1,89
6	Katuse elementide paigaldus ja järeltööd	Katuseehitaja	2	0,62	0,31	0,62	0,5	0,30	0,15	0,30	0,5	2,14	1,07	1,07	1,0	0,63

HAARDEALAD 4, 5, 6, 7 M1:250



HAARDEALA 4, 5, 6, 7 SÕLMED M 1:30



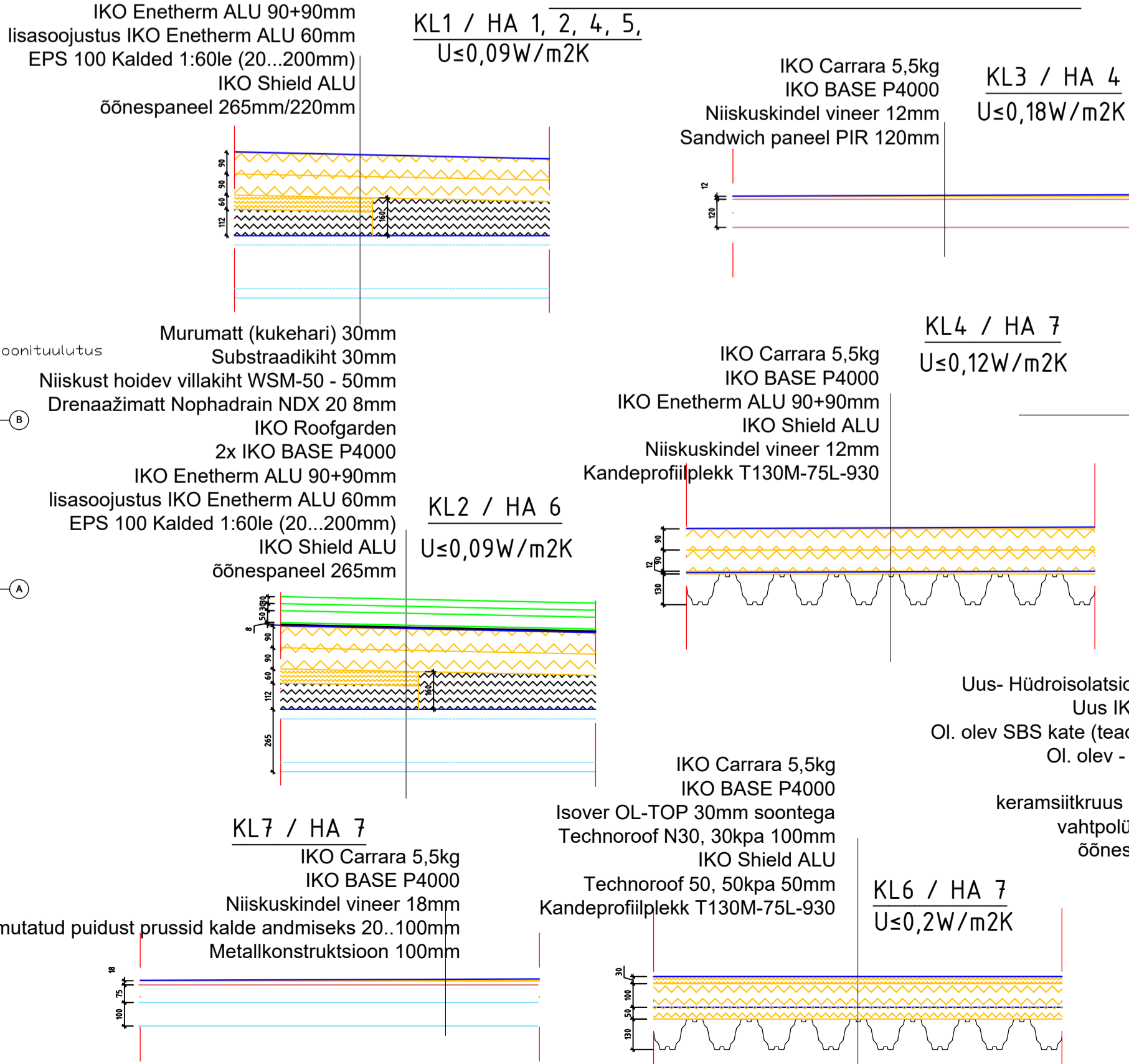
Jrk nr.	Töö nimetus	Töölise eriala	Tehnoloogiliste arvutuste tabel haardealade kaupa													
			Normatiivne			Normatiivne			Normatiivne			Normatiivne				
			Arv	Tööjõu kulu	Kestvus	Normi täitmise tegur	Valitud kulu	Tööjõu kulu	Kestvus	Normi täitmise tegur	Valitud kulu	Tööjõu kulu	Kestvus	Normi täitmise tegur		
1	2	3	5	5.1	5.2	5.3	5.4	5.1	5.2	5.3	5.4	5.1	5.2	5.3	5.4	
1	Katuse eeltööd	Katuseehitaja	1	0,54	0,54	1,08	0,5	0,35	0,35	0,71	0,5	0,44	0,44	0,88	0,5	
2	Katuse aurutõkke paigaldus	Katuseehitaja	2	3,63	1,81	0,91	2,0	1,30	0,65	0,65	1,0	2,76	1,38	0,92	1,5	
3	Katuse soojustamine	Katuseehitaja	4	25,81	6,45	1,08	6,0	9,10	2,28	0,91	2,5	0,25	0,06	0,13	0,5	
4	Katuse pinnakatete paigaldamine	Katuseehitaja	4	4,45	1,11	1,11	1,0	1,97	0,49	0,99	0,5	3,15	0,79	0,79	1,0	
4	Katuse pinnakatete paigaldamine	Katuseehitaja	4	3,59	0,90	0,90	1,0	13,02	3,26	0,81	4,0	1,66	0,41	0,83	0,5	
5	Parapeti ehitus	Katuseehitaja	2	2,29	1,15	1,15	1,0	8,14	4,07	1,02	4,0	2,13	1,07	1,07	1,0	
6	paigaldus ja järeltööd	Katuseehitaja	2	0,54	0,27	0,54	0,5	7,44	3,72	0,93	4,0	1,23	0,61	0,61	1,0	

MATERJALIDE KOKKUVÕTE

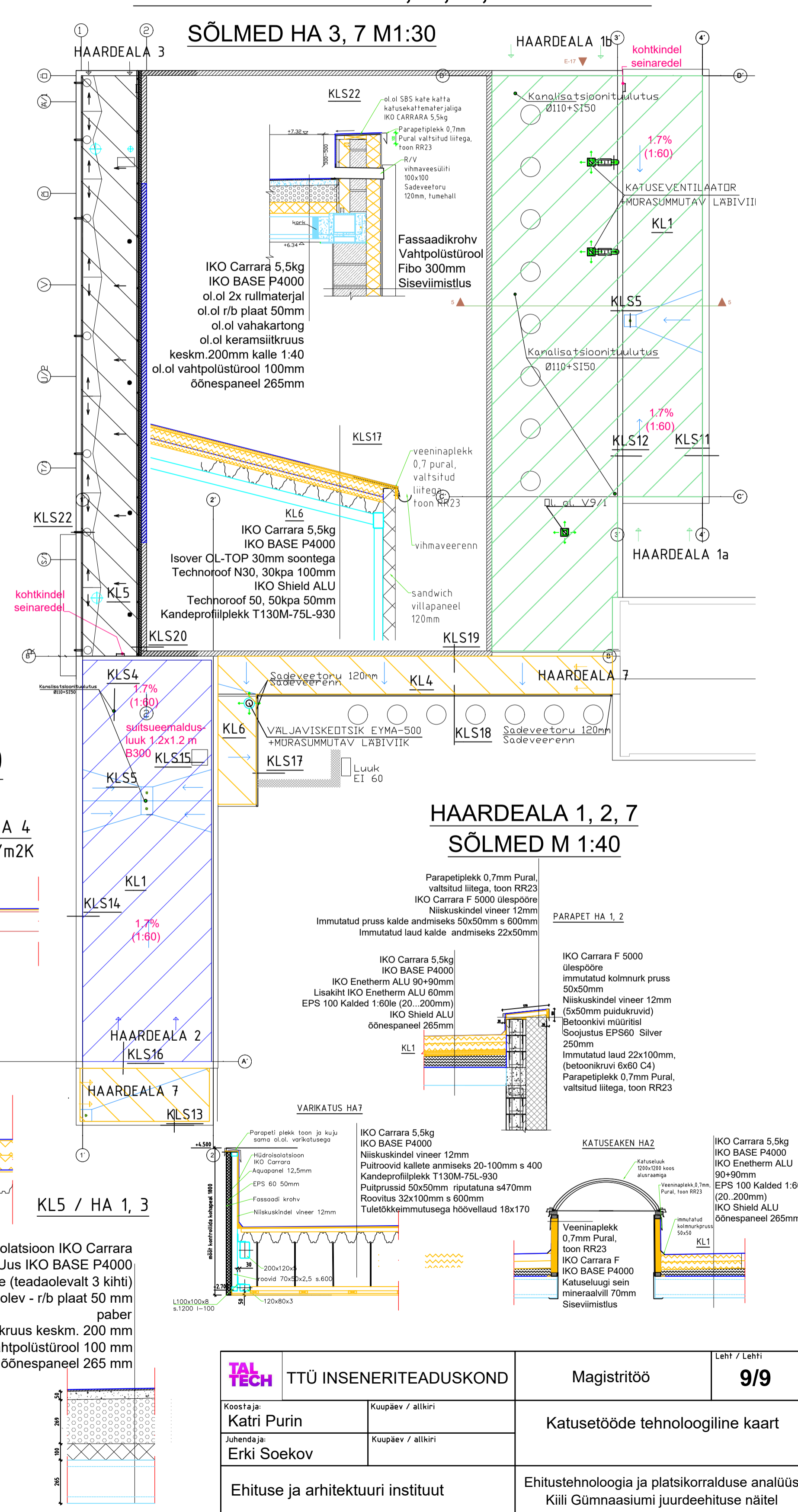
Jrk	Materjal	ühik	HA1	HA2	HA3	HA4	HA5	HA6	HA7	KOKKU
	Pindala	m ²	618	302	195	444,2	538	189	233,5	2519,7
	Parapet	jm	110,9	49,3	84,2	89	73,5	26,8	59	492,7
	Ulespõrded seinale	jm	76,2	10,5	44,4		43,5	51	81,9	307,5
Katusekatted										
1	IKO Carrara 5,5kg SBS pealiskate	m ²	618	302	195	444,2	538		233,5	2330,7
2	IKO BASE P4000	m ²	618	302	195	444,2	538	378	233,5	2708,7
3	IKO Shield ALU	m ²	196	302			378	538	189	125
4	IKO Roofgarden	m ²						235,68		235,68
5	IKO Carrara F 5000 ülespõre	m ²	112,26	35,88	77,16	53,4	70,2		84,54	433,44
6	Murumatt (kukehari) 30mm	m ²						189		189
Soojustused										
7	Substraadikiht 30mm	m ³						56,7		56,7
8	Niiskust hoidev villakiht WSM-50 - 50mm	m ²						189		189
9	Drenaazimatt Nophadrain NDX 20 8mm	m ²						189		189
10	IKO Enetherm ALU 90+90mm	m ²	196	302		378	538	189	95	1698
11	lisasoojustus IKO Enetherm ALU 60mm	m ²	196	302		378	538	189		1603
12	EPS 100 Kalded 1:60le (20...200mm)	m ²	196	302		378	538	189		1603
13	Isover OL-TOP 30mm soontega	m ²						26		26
14	Technoroof N30, 30kpa 100mm	m ²						26		26
15	Technoroof 50, 50kpa 50mm	m ²						24		26

IKO Carrara 5,5kg
IKO BASE P4000
IKO Enetherm ALU 90+90mm
IKO Shield ALU
lisasoojustus IKO Enetherm ALU 60mm
EPS 100 Kalded 1:60le (20...200mm)
öönespaneel 265mm/220mm

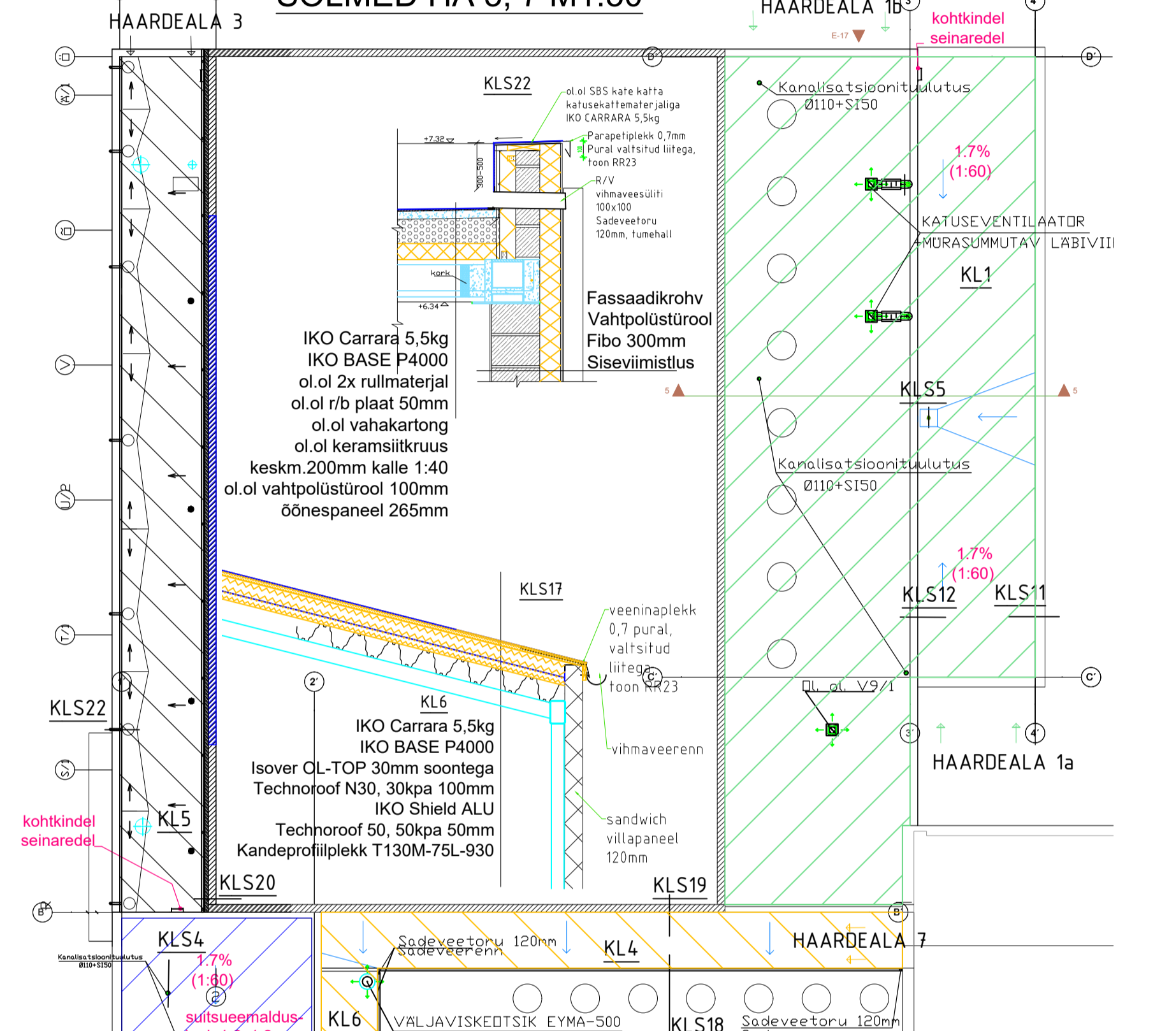
KATUSETÜEBID M1:20



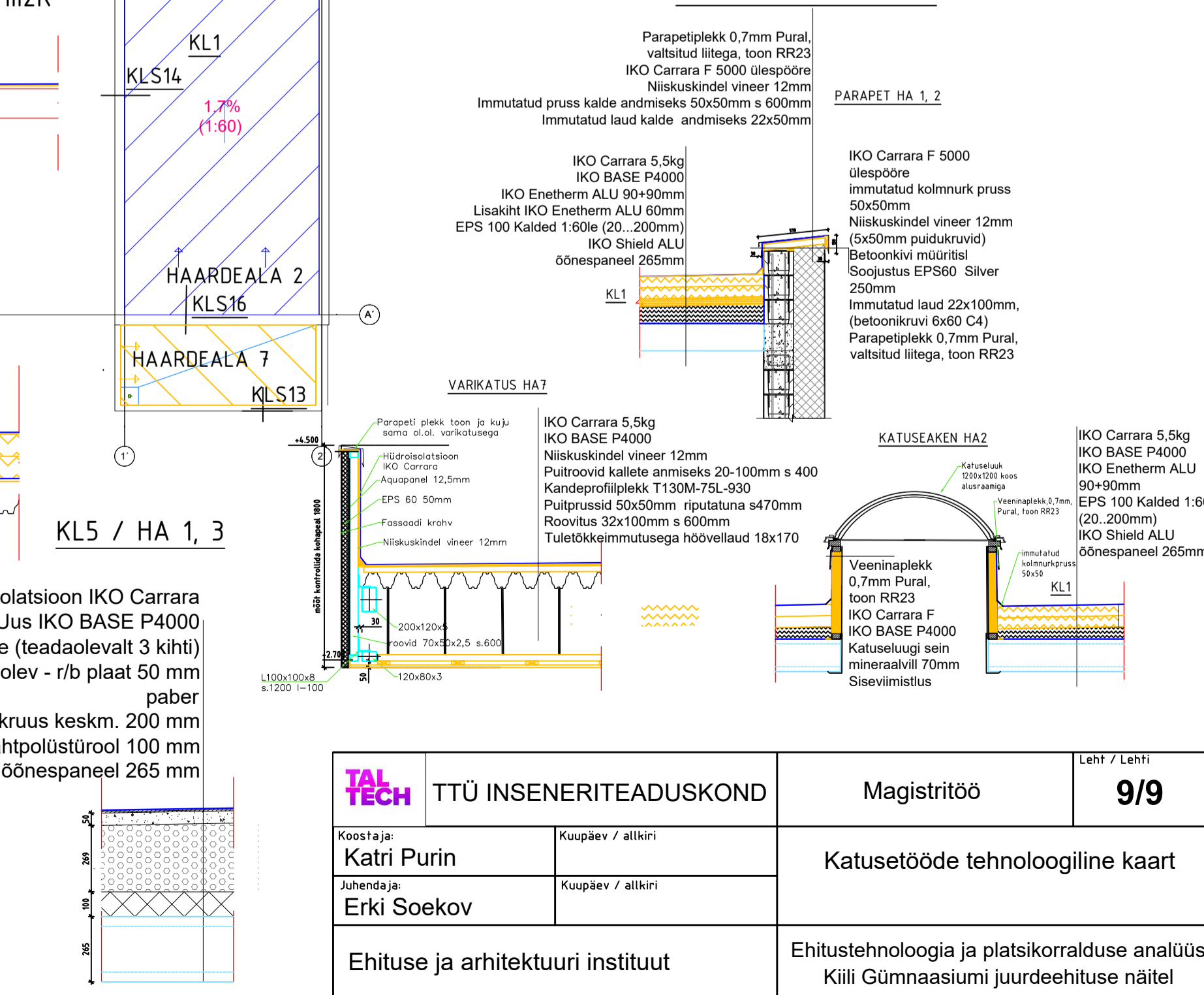
HAARDEALAD 1, 2, 3, 7 M1:250



SÕLMED HA 3, 7 M1:30



HAARDEALA 1, 2, 7 SÕLMED M 1:40



TTÜ INSENERITEADUSKOND Magistritöö **9/9**

Koostaja: **Katri Purin** Kuupäev / allkiri: _____
 Juhendaja: **Erki Soekov** Kuupäev / allkiri: _____

Ehitus ja arhitektuuri instituut Ehitustehnoloogia ja platsikorralduse analüüs
 Kiili Gümnaasiumi juurdeehituse näitel