



TALLINNA TEHNIKAÜLIKOO
INSENERITEADUSKOND
Ehituse ja arhitektuuri instituut

**EHITUSTEHNOLOOGIA JA PLATSIKORRALDUSE
ANALÜÜS PÄRNUS, RÕUGU 8A PÄIKESE KOOLI
EHITUSE NÄITEL**

**ANALYSIS OF CONSTRUCTION TECHNOLOGY AND
BUILDING SITE MANAGEMENT BASED ON THE
CONSTRUCTION OF THE PÄIKESE SCHOOL BUILDING
AT 8A RÕUGU STREET IN PÄRNU**

MAGISTRITÖÖ

Üliõpilane: Ian Saarik

Üliõpilaskood 153904

Juhendaja: Roode Liias

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.

04. mai 2022

Autor:
/ allkiri /

Töö vastab magistritööle esitatud nõuetele.

"....." 2022

Juhendaja:
/ allkiri /

Kaitsmisele lubatud

"....."2022.

Kaitsmiskomisjoni esimees:

.....
/ nimi ja allkiri /

LIHTLITSENTS LÕPUTÖÖ REPRODUTSEERIMISEKS JA LÕPUTÖÖ ÜLDSUSELE KÄTTESAADAVAKS TEGEMISEKS

Mina, Ian Saarik,

1. Annan Tallinna Tehnikaülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) enda loodud teose
**Ehitustehnoloogia ja platsikorralduse analüüs Pärnus, Rõugu 8a Päikese Kooli
ehituse näitel,**

mille juhendaja on Roode Liias

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.

_____ (kuupäev)

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

Üliõpilane: **IAN SAARIK**

Üliõpilaskood **153904**

Õppekava: **EAEI02 Ehitiste projekteerimine ja ehitusjuhtimine**

Peaeriala: Ehitusmajandus ja juhtimine

Lõputöö teema:

**EHITUSTEHNOLOOGIA JA PLATSIKORRALDUSE ANALÜÜS PÄRNUS, RÕUGU 8A
PÄIKESE KOOLI EHITUSE NÄITEL**

Analysis of construction technology and building site management based on
construction of the Päikese school building at 8a Rõugu Street in Pärnu

Juhendaja: **Roode Liias**

roode.liias@taltech.ee

Lõputöö konsultandid:

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

Lektor, Johannes Pello

johannes.pello@taltech.ee

.....
.....
.....

Lõputöö põhieesmärgid:

1. Analüüsida Pärnu Päikese kooli ehituse ehitustehnoloogiat ning platsikorraldust

Töö keel: eesti keel

Lõputöö etapid ja ajakava:

Ülesande kirjeldus	Tähtaeg
1. Sissejuhatus	21.03.2022
2. Arhitektuurne osa	21.03.2022
3. Konstruksiooniosa	31.03.2022
4. Ehitusplatsi üldplaan	11.04.2022
5. Koondkalendergraafik	11.04.2022
6. Tehnoloogilised kaardid	
▪ Lintvundamendi taldmike ehitus	25.04.2022
▪ Õõnesplokkidest müüride ehitus	25.04.2022
▪ Monoliitsest raudbetoonist vahelae ehitus	25.04.2022
▪ Katuse ehitus	25.04.2022
7. Majanduslik analüüs	27.04.2022
8. Tööohutus ja keskkonnakaitse	28.04.2022
9. Kokkuvõtte eesti keeles	01.05.2022
10. Kokkuvõtte inglise keeles	02.05.2022
Lõputööde 95% ülevaatus, mille läbimine on kaitsmise eelduseks	
04.05.2022	

Esitlusmaterjalid kaitsmisel: A1 ning A2 joonised

Kirjeldus	Tähtaeg
1 Arhitektuursed joonised – 3 lehte	21.03.2022
2 Ehitusplatsi üldplaan – 1 leht	11.04.2022
3 Koondkalenderplaan – 1 leht	11.04.2022
4 Konstruksiooniosa – 1 leht	31.03.2022
5 Tehnoloogilised kaardid – 4 lehte	25.04.2022

Lõputöö esitamise tähtaeg: 23. mai 2022

Lõputöö ülesanne välja antud: 09.03.2022

Juhendaja:

Roode Liias

Ülesande vastu võtnud:

Ian Saarik

Avalikustamise
piirangu tingimused: puuduvad

SISUKORD

SISUKORD.....	6
EESSÕNA	9
TABELITE LOETELU	10
GRAAFILISE MATERJALI LOETELU	11
SISSEJUHATUS	12
1. EHITISE ÜLDANDMED.	14
1.1 Hoone tehnilised andmed	14
1.1.1 Tehnilised andmed	14
1.2 Hoone karakteristikud	15
1.3 Geoloogilised andmed	15
1.3.1 Radoon	16
2. ARHITEKTUURNE OSA.....	17
2.1 Arhitektuursed joonised	17
2.2 Hoone välisviimistlus	17
2.3 Hoone konstruktsioonid.....	17
2.3.1 Vundament.....	17
2.3.2 Välisseinad	18
2.3.3 Siseseinad	18
2.3.4 Põrand pinnasel	18
2.3.5 Talad	19
2.3.6 Trepid ja pandused	19
2.3.7 Vahelaed	19
2.3.8 Katus.....	20
2.4 Tehnosüsteemid	21
2.4.1 Vesi ja kanalisatsioon	21
2.4.2 Küte	22
2.4.3 Tugevvool	22
2.4.4 Nõrkvool	23
2.4.5 Automaatne tulekahjusignalisatsioon	23
2.4.6 Ventilatsioon.....	24
2.5 Haljastus.....	24
3. KONSTRUKTSIOONIOSA.....	26
2.1.1. Normatiivne koormus	28
4. EHITUSPLATSI ÜLDPLAAN	33
4.1 Ehitusplatsi ajutised teed, valgustus ja kommunikatsioonid	33

4.2	Ehitusplatsi laod ja kauba mahalaadimise ala	36
4.3	Ehitussoojakud, WC, käte pesemine, suitsunurk ja esmaabi.....	37
4.4	Kraana valik ja paigaldus	37
4.5	Jäätmekäitlus	38
4.6	Valvestamine	38
5.	KOONDKALENDERPLAAN	39
6.	EHITUSTÖÖDE TEHNOLOOGILISED KAARDID.....	40
6.1	Lintvundamendi taldmike ehituse tehnoloogiline kaart	40
6.1.1	Tööde korraldus ehitusplatsil	40
6.1.2	Lintvundamendi taldmike ehitamiseks kuluva materjali vajadus	41
6.1.3	Lintvundamendi taldmike ehituse tehnoloogilised arvutused	41
6.2	Õõnesplokkidest müüride ehituse tehnoloogiline kaart	44
6.2.1	Tööde korraldus objektil	44
6.2.2	Õõnesplokkidest müüride ehitamiseks kuluva materjali vajadus	45
6.2.3	Õõnesplokkidest müüride tehnoloogilised arvutused	45
6.3	Monoliitsest raudbetoonist vahelae ehituse tehnoloogiline kaart	48
6.3.1	Tööde korraldus objektil	48
6.3.2	Monoliitsest raudbetoonist vahelae ehitamiseks vajalikud materjalid	49
6.3.3	Monoliitsest raudbetoonist vahelae ehituse tehnoloogilised arvutused	50
6.4	Katuse ehituse tehnoloogiline kaart	52
6.4.1	Tööde korraldus objektil	52
6.4.2	Katuse ehitamiseks vajalikud materjalid	53
6.4.3	Katuse ehituse tehnoloogilised arvutused	54
7.	MAJANDUSLIK OSA.....	57
7.1	Betoonitööde kogumaksumuse osakaal objekti eelarve otsekulude maksumusest	57
7.1.1	Vundament.....	57
7.1.2	Kandvad seinad ning sillused	58
7.1.3	Vahelagi.....	58
7.1.4	Põrand pinnasel	58
7.1.5	Trepid, pandused ning tugimüür.....	58
7.1.6	Betoonitööde kogumaksumuse analüüs kogu objekti eelarve otsekulude maksumusest	59
8.	TÖÖOHUTUS JA KESKKONNAKAITSE.....	61
8.1	Ehitusplats	61
8.2	Olmeruumid	61
8.3	Esmaabi	62
8.4	Isikukaitsevahendite kasutamine.....	62

KOKKUVÕTE	63
SUMMARY	65
KASUTATUD KIRJANDUSE LOETELU	67

EESSÕNA

Magistritöö on koostatud Rõugu 8a aadressiga asuva koolihoone põhjal, mida ehitab Optimus Ehitus OÜ. Lõputöö juhendajaks on TalTechi professor, Roode Liias.

Tahan tänada juhendajat Roode Liiast ning konsultanti Johannes Pellot, kes aitasid mind magistritöö käigus tekkinud küsimuste lahendamisel. Samuti soovin tänada ettevõtte Optimus Ehitus OÜ projekti- ning objektijuhti, kes jagasid lõputöö koostamiseks vajalikku dokumentatsiooni ning andmeid. Lisaks tänan ka oma lähedasi, kes olid mulle toeks magistritöö kirjutamise perioodil.

TABELITE LOETELU

Tabel 1.1 Hoone tehnilised andmed.	14
Tabel 1.2 Pinnasekihtide lähteandmed tehnilisteks arvutusteks.	16
Tabel 6.1 Lintvundamendi taldmike ehitamiseks kuluv materjalide vajadus.	41
Tabel 6.2 Lintvundamendi ehitamiseks vundamenditaldmiku vormide spetsifikatsioon.	41
Tabel 6.3 Lintvundamendi taldmike ehitamise tööjõu- ja masinakulu kalkulatsioon. ..	42
Tabel 6.4 Lintvundamendi taldmike ehituse tehnoloogilised arvutused 1-2 HA.	43
Tabel 6.5 Lintvundamendi taldmike ehituse tehnoloogilised arvutused 3-4 HA.	43
Tabel 6.6 Õõnesplokkidest müüride ehitamiseks kuluv materjalide vajadus.	45
Tabel 6.7 Õõnesplokkidest müüride ehituse tööjõu- ja masinakulu kalkulatsioon.	46
Tabel 6.8 Õõnesplokkidest müüride ehituse tehnoloogilised arvutused 1-2 HA.	46
Tabel 6.9 Õõnesplokkidest müüride ehituse tehnoloogilised arvutused 3-4 HA.	47
Tabel 6.10 Õõnesplokkidest müüride ehituse tehnoloogilised arvutused 5-6 HA.	47
Tabel 6.11 Monoliitsest raudbetoonist vahelae ehitamiseks kuluv materjalide vajadus.	49
Tabel 6.12 Laeraketise spetsifikatsioon.	50
Tabel 6.13 Monoliitsest raudbetoonist vahelae ehituse tööjõu- ja masinajakulu kalkulatsioon.	51
Tabel 6.14 Monoliitsest raudbetoonist vahelae ehitamise tehnoloogilised arvutused 1 HA ning 2 HA.	51
Tabel 6.15 Katuse ehitamiseks vajalike puitfermide vajadus.	53
Tabel 6.16 Katuse ehitamiseks kuluva materjali vajadus.	54
Tabel 6.17 Katuse ehitamise tööjõu- ja masinajakulu kalkulatsioon.	55
Tabel 6.18 Monoliitsest raudbetoonist vahelae ehituse tehnoloogilised arvutused 1 HA ning 2 HA.	56
Tabel 6.19 Monoliitsest raudbetoonist vahelae ehituse tehnoloogilised arvutused 3 HA ning 4 HA.	56
Tabel 7.1 Ehitatava hoone kogu betoonitööde loetelu.	59
Tabel 7.2 Ehitatava hoone betoonitööde kogumaksumuse osakaal kogu objekti eelarve otsekulude maksumusest.	60

GRAAFILISE MATERJALI LOETELU

Lõputöö koosseisu kuulub 10 esitlusjoonist formaadis A1 ning A2:

Joonis 1: Arhitektuursed joonised I osa

Joonis 2: Arhitektuursed joonised II osa

Joonis 3: Arhitektuursed joonised III osa

Joonis 4: Konstruksiooniosa joonis

Joonis 5: Ehitusplatsi üldplaan

Joonis 6: Koondkalendergraafik

Joonis 7: Lintvundamendi taldmike ehituse tehnoloogiline kaart

Joonis 8: Õõnesplokkidest müüride ehituse tehnoloogiline kaart

Joonis 9: Monoliitsest raudbetoonist vahelae ehituse tehnoloogiline kaart

Joonis 10: Katuse ehituse tehnoloogiline kaart

SISSEJUHATUS

Magistritöö ülesandeks on ehitustehnoloogia ja platsikorralduse analüüs Pärnu Päikese Kooli (endine Pärnu Toimetulekukool) ehituse näitel. Ehitatav koolihoone asub Pärnus Vana-Pärnu piirkonnas aadressiga Rõugu 8a. Olemasolev hoonestus ja kavandatavasse lahendusse mittesobivad teed, kõnniteed ja parklad kuuluvad lammutamisele. Käesolev ehitusprojekt on planeeritud ühe etapilisena. Kavandatav koolihoone on projekteeritud ühekorruselisena, millel on lisaks osaliselt tehniline korrus, kus asub ventilatsioonikamber. Koolihoone kuju on koorunud välja kärjekujulistest moodulitest, mis moodustavad nõndanimetatud kärgedest tervikkompleksi. Kaks kesket hoone osa on planeeritud teha kõrgemad, katusest välja ulatuvad ning teise osasse on planeeritud tehnilineruum.

Arhitektuurses osas kirjeldatakse hoone arhitektuurset üldlahendust - tuuakse välja hoone tehnilised andmed, karakteristikud ning välisviimistlus. Lisaks vaadeldakse koolihoone konstruktsioonide ja tehnosüsteemide lahendust.

Konstruktsiooniosas arvutatakse monoliitsest raudbetoonist vahelae plaadile mõjuvaid normatiivseid ja arvutuslikke koormusi telje 3 vahetus läheduses ning telje B keskosas. Lisaks leitakse vahelae plaadile vajalik armatuur ning viiakse läbi kontrollarvutused põikjõu- ja paindekandevõimele.

Ehitusplatsi üldplaani eesmärk on kirjeldada olukorda ehitusplatsil ning on ehitajale abiks tulevaste tööde planeerimisel. Üldplaanile on märgitud hoone asukoht, ajutised teed, ajutised ehitised, väravad, piirded, kommunikatsioonid, jäätmete kogumispaid ning laod, kus materjale ladustatakse.

Koondkalenderplaani eesmärgiks on anda ülevaadet ehitustööde kulgemisest. Graafikus on välja toodud erinevate tööliikide lühikirjeldus, maksumus ning nende kestus ajas, platsil rakendust leidvate ehitusmasinate ja tööliste vajadus päevas.

Ehitustehnoloogilised kaardid kirjeldavad ehitusplatsil toimuvate tööliikide ajalisi norme ning tööjõu ja ehitusmasinate kasutust. Tehnoloogiliste arvutuste puhul kasutatakse RATU juhendmaterjale ning need on koostatud objekti tähtsamate tööliikide kohta, milleks antud objekti raames on: lintvundamendi taldmike ehitus, õõnesplokkidest müüride ehitus, monoliitsest raudbetoonist vahelae ehitus ning katuse ehitus.

Majandusliku analüüsi aspektina analüüsitakse kogu ehitatava hoone betoonitööde kogumaksumuse otsekulu sõltuvust kogu objekti eelarve otsekulude maksumusest. Selle jaoks tuuakse välja ehitatava hoone kõigi erinevate betoonitööde eelarve read ning võrreldakse selle maksumuse osakaalu kogu objekti otsekulude maksumusega.

Viimaseks kirjeldatakse antud objekti tööohutust ja keskkonnakaitset ning nendest tulenevaid nõudeid töölistele ja tööandjatele.

1. EHITISE ÜLDANDMED.

Ehitis asub Pärnus Vana-Pärnu piirkonnas aadressil Rõugu 8a. Kavandatav koolihoone on planeeritud ehitada ühekorruiselisena, lisaks on osaliselt tehniline korrus, kus asub ventilatsioonikamber. Koolihoone kuju on inspiratsiooni saanud mesilaskärjest ning kujutab endast kärjekujulisi mooduleid, mis moodustavad üksteisest kokku tervikkompleksi. Hoone kompleks koosneb kokku 13 kärjemoodulist, millest 8 on klassiruumid, 3 on administratiivsed ruumid, ühes moodulis on abiruumid ja ühes multifunktsionaalne saal. Ehitusobjekti tellijaks on Pärnu Linnavalitsus ning peatöövõtjaks Optimus Ehitus OÜ. Koolihoone peaprojekteerijaks on Projektibüroo OÜ (üldosa, arhitektuur ja sisekujundus, asendiplaaniline osa, tehnovõrkude koondplaan, teed ja platsid, ehituskonstruksioonid). Eriosad on projekteerinud KVJ Projekt OÜ (hoone küte ja ventilatsioon, soojustorustiku välisvõrk), OÜ Smart Pipes (hoone veevarustus ja kanalisatsioon, veevarustuse ja kanalisatsiooni välisvõrk), ACDC OÜ (hoone sisene ja väline nõrkvoolupaigaldis ning tugevvoolupaigaldis. [1]

1.1 Hoone tehnilised andmed

Olulisemad ehitatava hoone tehnilised andmed on välja toodud alljärgnevas tabelis.

1.1.1 Tehnilised andmed

Tabel 1.1 Hoone tehnilised andmed [1] [2]

Tehniline näitaja		Ühik
Ehitusalune pind	2600,8	m ²
Maapealse osa alune pind	2632,7	m ²
Absoluutne kõrgus	13,15	m
Kõrgus	8,5	m
Pikkus	72,1	m
Laius	39,9	m
Sügavus	0	m
Suletud netopind	2095,4	m ²
Üldkasutatav pind	1976,6	m ²
Kõetav pind	2095,4	m ²
Tehnopind	118,8	m ²
Maht	8365	m ³
Tuleohutusklass	TP1	-

1.2 Hoone karakteristikud

Kavandatav koolihoone ehitatakse ühekorrukseliseks. Katuslael asub osaliselt tehniline korrus, kus paikneb ventilatsioonikamber. Hoone kuju moodustavad üksteisest kokku nõndanimetatud 13 kärke moodulit, millest kujuneb kokku koolihoone tervikkompleks. Plaanilahendus tekitab lille kuju, kus üks käre moodustab kahe klassilisest grupist ühe mooduli. Ümber kesksete kärke tekivad ühenduskoridorid. Sisemisest kärjest tekib keskele osale multifunktsionaalne saal, mis on läbi kahekorru ja abiruumide kohale on planeeritud tehniline korrus. Hoone kaks keskset osa on kavandatud teha katusest välja ulatuvad, millest ühe osa eesmärk on multifunktsionaalsesse saali loomuliku valguse saamine ning teise ossa on planeeritud tehniline ruum.

Käesoleva lahendusega on ühendatud kaks kuuekärjelist moodulit, mis on omakorda ühendatud kärje mooduliga, mis hakkab olema kahe hoone osa ühenduslülis, kus asuvad abiruumid ja kodunduse klass. Peasissepääs on planeeritud kirde osasse ning teenindav sissepääs asub hoone põhja pool. Köögimooduli kõrval on söögisaal kogu kooli lastele. Söögisaali ja multifunktsionaalset saali on võimalik omavahel ühendada erinevate ürituste tarbeks. Klassid on planeeritud selliselt, et igal klassil on eraldi või siis kahe klassi peale üks sissepääs õuest ning iga mooduli sissepääsu juurde on planeeritud ehitada terrass koos varjualusega, mille tekitab hoone katus.

Krundi kirde osas on planeeritud parkla kooli kasutajatele ja külalistele ja vaba ala koolibusside jaoks. Kooli ida ja lääne suunda on planeeritud mänguväljakud. Lisaks on kinnistu edela nurgas planeeritud multifunktsionaalne spordiväljak, jalgrataste hoiuruum, kojamehe ruum ja ka puhkealad. Kinnistu piir on igast küljest piiratud keevisaiaaga, mille kõrvale on projekteeritud hekk. [1]

1.3 Geoloogilised andmed

Geoloogilisi uuringuid objektile eraldi ei tehtud, sest krundil oli eelnevalt olemasolev hoone juba olemas. Seetõttu lähtuti projekteerimisel ümbritsevate kruntide varasematele geoloogilistele uuringutele.

Ala geoloogiline lõige ülalt alla lähtuvalt ehitusgeoloogia aruandele (töö nr.2028M, Eesti NSV riiklik ehituskomitee „Riiklik Ehitusuuringute Instituut“) 1983. aastal on järgmine:

1. Muld ja liivane kasvukiht paksusega 0,3 - 0,4 m,
2. Mereliste tolmliidade kiht paksusega 4,8 - 6,1 m,
3. Nõrkade savipinnaste kiht paksusega 11,1 - 11,4 m,

4. Kõva saviliivmoreeni kiht.

Pinnaseveetase on 1,00 - 2,05 m sügavusel maapinnast. Ehitusgeoloogilised tingimused antud krundil on piisavalt rahuldavad, et hoone ehitada lintvundamendile, mis toetub tihedale peenliivakihile. Kuna 5,2 - 6,4 m sügavusel lamab voolava konsistentsiga liivsavi, siis tuleb arvestada ehitatava hoone lintvundamendi puhul pikaajaliste vajumitega. [1]

Tabel 1.2 Pinnasekihtide lähteandmed tehnilisteks arvutusteks [1]

Pinnaste geotehnilised näitajad (tõenäosusega 85 %)							
Kihi nr.	Pinnase nimetus	Rahukaal γ_n g/cm ³	Otsaeritakistus T_c kg/cm ²	Siseseisole märk. ψ kraadi	Nidusus σ kg/cm ²	Deformatsiooni moodul E kg/cm ²	Kaevetööde kategoriad SMIF IV-a-82 koosmük 1 Mullatööde, tabel 1
1	muld						9b
2a	tolaliiv	1,95	45	28	0,05	100	27a
2	tolaliiv	1,95	115	32	0,05	200	27a
3	liivsavi	1,80	3,5	14	0,12	12	33a
4	saviliivmoreen	2,20	>150	34	0,25	250	10

1.3.1 Radoon

Eesti Keskkonna Investeeringute Keskuse uuringu kohaselt 2017. aastal asub objekt madala radooniriskiga piirkonnas. R_a-222 sisaldus pinnaseõhus jääb vahemikku 10 – 50

$$\frac{kBq}{m^3}. [1]$$

2. ARHITEKTUURNE OSA

2.1 Arhitektuursed joonised

2.2 Hoone välisviimistlus

Ehitatava koolihoone fassaad on lahendatud tänapäevaste materjalide ja võtetega. Kuna hoone kuju on inspiratsiooni saanud mesilaskärjest ning kujutab endast kärjekujulisi mooduleid, siis kandub kärje temaatikat läbiv joon edasi ka hoone fassaadilahendusele, mille läbivateks värvideks on tumehall ja kollane. Klaasalumiinium välisüksed ja PVC aknad on väljastpoolt kollast värvi ning räästas ja katusekatte valtsplekk tumehalli tooni. Fassaad ehitatakse lamelltelistest, mis on loodussõbralik ehitusmaterjal ning sobib hästi keskkonda. Rõugu ja Vana-Sauga sissepääsude poole paigaldatakse katusele kooli logo, mille konstruktsioon koosneb kollasest pulbervärvitud alumiiniumist. Logo on valgustatud LED valgusti abil. [1]

2.3 Hoone konstruktsioonid

2.3.1 Vundament

Ehitusgeoloogilised tingimused antud krundil on piisavalt rahuldavad, et hoone ehitada madalvundamendile. Koolimaja rajatakse monoliitraudbetoonist lintvundamentidele ning posti taldmikele, mis toetuvad tihedale peenliivakihile. Taldmikud on projekteeritud siseseintel teha 250 x 1000 mm ning välisseintel 250 x 700 mm. Hoonel on projekteeritud ka varikatus, mille postide all on kohtvundamendid 1200 x 1200 mm kõrgusega 300 mm ja sisemiste kandvate postide all on kohtvundamendid 1500 x 1500 mm kõrgusega 300 mm. Vundamendi raudbetoonkonstruktsioonide keskkonnaklass on XC2 (karboniseerumisest põhjustatud korrosiooni vastu, kui betoonipind on märg ning harva kuiv) ning XA2 (mööduka keemilise agressiivsusega keskkonnas olev betoon, mis on avatud looduslikule pinnasele ning pinnaseveele), betooni survetugevusklass C25/30 ning armatuur B500B. [1] [3]

2.3.2 Välisseinad

Projekteeritud hoone kandvad välisseinad on täisbetoneeritud betoonõõnesplokkidest paksusega 190 mm ning seina soojusjuhtivus on 0,1 W/m²K. [1]

Ehitatava hoone kandva välisseina tüüpkonstruktsioon on järgnev:

- Lamelltellis *Caparol Meldorfer*, paksusega 20 mm,
- Soojustuseks kivivillaplaat PAROC Linio10, paksusega 150 mm,
- Columbia KIVI, paksusega 190 mm,
- Siseviimistlus.

2.3.3 Siseseinad

Projekteeritud hoone kandvad siseseinad on paksusega 240 mm ning mittekandvad vaheseinad 140 mm kergplokkseintest monteeritavate kergsillustega. [1]

Ehitatava hoone kandva siseseina (tulepüsivus EI60, õhumüra 51/58 R_w dB) tüüpkonstruktsioon on järgnev:

- Siseviimistlus,
- Columbia KIVI, paksusega 240 mm,
- Siseviimistlus.

Ehitatava hoone mittekandva vaheseina (tulepüsivus EI60, õhumüra 46 R_w dB) tüüpkonstruktsioon on järgnev:

- Siseviimistlus,
- Columbia KIVI, paksusega 140 mm,
- Siseviimistlus.

2.3.4 Põrand pinnasel

Põrand pinnasel valatakse raudbetoonist armeeritud võrguga, mille plaadi paksus on 120 mm. Raudbetoonist põrandaplaadi betooni survetugevusklass on C35/45. Plaadi alla paigaldatakse ehituskile ja 450 mm soojustust Isover *Styrfoam* 300. Kogu hoone

põrandakonstruktsioonide alune on tihendatud killustikuga vähemalt 200 mm paksuselt. Põranda soojajuhtivus on 0,08 W/m²K. [1]

2.3.5 Talad

Hoone kandeseinte avades kasutatakse monoliitbetoon silluseid. Kõrgendatud hoone osade katuslagede kandetalad on projekteeritud terasest S355 nelikanttoru profiilist 250 x 100 x 6 mm. Varikatuse kandetalad on terastalad profiiliga HEB220 ning need toetuvad betoonpostidele. [1]

2.3.6 Trepid ja pandused

Välistrepp ehk peasissepääsutrepp on projekteeritud koos pandusega betoonist, mida katavad pesubetoonplaadid. Pandus ja trepp on käsipuuga, mis kinnitatakse panduse külge põrandast 700 mm ning 900 mm kõrgusele, mis tuleneb vastavalt määrusele „Puudega inimeste erivajadustest tulenevad nõuded ehitisele“. [1] [4]

Hoone sisetrepp on projekteeritud tolmuwababetoonist astmetega, mis on varustatud samuti käsipuuga. Tehnilisel korrusel on lisaks ka piire trepi põranda serval.

Hoonele paigaldatakse ka välisredelid, mis on valmistatud korrosioonikaitsega terasest toruprofiilidest ning viimistletud värvkattega. Redelite minimaalne laius on 0,6 m ja pulgavahe 0,3 m. Tehnilises ruumis paigaldatakse fassaadile akna-luugi alla redel keemiliste ankrutega. Lisaks tuleb katusele katusesilla põhimõttega käigutee pikkusega 37,5 m. [1]

2.3.7 Vahelaed

Hoone esimese korruse vahelagi on projekteeritud monoliitbetoon plaadist paksusega 250 mm. [1]

Ehitatava hoone vahelae tüüpkonstruktsioon on järgnev:

- Soojustus, mineraalvillaplaat ISOVER FS5, paksusega 500 mm,
- Aurutõke, paksusega 5mm, 1 x SBS rullmaterjal, ülespöörded seinale minimaalselt 200 mm,

- Monoliitbetoonist plaat betooni survetugevusklassiga C30/37, paksusega 250 mm,
- Siseviimistlus.

Ehitatava hoone esimese ja tehnilise korruse vahelae tüüpkonstruktsioon on järgnev:

- Siseviimistlus,
- Peenbetoonist pealevalu betooni survetugevusklassiga C25/30 XC1, paksusega 80 mm, sarrustatud võrguga,
- Mineraalvillaplaat ISOVER FLO, paksusega 50 mm,
- Monoliitbetoonist plaat betooni survetugevusklassiga C30/37, paksusega 250 mm,
- Siseviimistlus.

Ehitatava hoone katuse vahelae tüüpkonstruktsioon on järgnev:

- Katusekate, SBS-kate 2 kihti,
- Soojustus, jäik mineraalvillaplaat paksusega 50 mm.

2.3.8 Katuse

Hoonele ehitatakse monoliitbetoonplaadi peale puidust viilkatus, mille soojusjuhtivus on 0,08 W/m²K. Hoone ülejäänud katusest välja ulatuvate kõrgendatud osade katuslaed on planeeritud terastaladele paigaldatud kandvast profiilplekist. Algselt oli planeeritud platsil kohapeal käsitsi prussidest viilkatuse ehitamine, kuid ehituse käigus käis peatöövõtja välja ettepaneku lasta katuse puitfermid valmistada tehases, et sealt saabuval fermid saaks platsil kiirelt katuslaele monteerida. See muudatus aitas oluliselt aega kokku hoida hoone katuse ehitamisel. [1]

Ehitatava hoone katuse tüüpkonstruktsioon on järgnev:

- Valtsplekk, paksusega 30 mm,
- Roovitus katusekatte paigaldamiseks on 100x32 mm, sammuga 200 mm,
- Sarikad suurusega 50 x 200 mm, sammuga 600 mm,
- SBS rullmaterjal (aurutõke),
- Monoliitbetoonist plaat, paksusega 250 mm.

Kuna hoone kaks keskset osa on kavandatud teha kõrgemad viilkatusest välja ulatuvad, siis sellele torni osale vastav katuse tüüpkonstruktsioon on järgnev:

- Valtsplekk, paksusega 30 mm,
- Kübarprofiil, paksusega 20 mm,
- Tuuletõkkeplaat Paroc ROB50t, paksusega 50 mm,
- Polüstürool PAROC ROS50, paksusega 400 mm,
- Aurutõkketile,
- Jäik mineraalvillaplaat Isover RKL-31, paksusega 20 mm,
- Kandeplekk T130, paksusega 130 mm,
- Katuse kandev teraskonstruktsioon.

Katusele on projekteeritud katusesilla põhimõttega käigutee. Sinna pääseb tehniliselt korruselt redeli kaudu ning sealt edasi torni katusele pääsemiseks tuleb kasutada samuti redelit, mis asub torni välisseinas. [1]

2.4 Tehnosüsteemid

2.4.1 Vesi ja kanalisatsioon

Veevarustuse allikaks on Rõugu tänava ühisveetorustik. Olemasolev kinnistut varustav veetorustik likvideeritakse ning selle asemel ehitatakse välja uus veeühendus. Koolihoonele on projekteeritud veeühendus veetoruga alates liitumispunktist. Veetoru paigaldatakse 1,8 m sügavusele liivapadja sisse hülssi Ø110 mm alates 1 m kauguselt vundamendist kuni veemõõdusõlmeni.

Kinnistu veemõõdusõlm asub esimesel korrusel soojasõlmes. Tarbevee magistraaltorustikud paigaldatakse lae alla, üldjuhul ripplae peale. Veevarustuse püstikud on ette nähtud peamiselt vertikaalselt šahtidesse.

Reoveekanaliseerimise eelvooluks on olemasolev Vana-Sauga tänaval asuv reoveekanaliseerimise torustik. Kanalisatsiooni liitumispunktiks paigaldatakse kinnistu piirile liitumiskaev. Hoonesisene kanalisatsioonisüsteem on põrandaalune. Esimesele korrusele nähakse ette puhastustükid ja puhastusluugid ning süsteemi õhutamiseks viiakse läbi katuse UV-kindlad õhutorud. Katusest ja platsidelt kogunev sajuvesi

kogutakse mööda vihmaveerenne kokku ja juhitakse Vana-Sauga tänava sademeveekanaliseerimise, mille liitumispunktiks on antud kinnistul olemasolev kaev. Ülejäänud kinnistu sademeveed kogutakse ühtlustusmahutisse.

Kaitseks pinnasevete vastu on hoonele projekteeritud ümber tehnilise korruse ringdrenaaž, kus drenaažtorudena on kasutatud Ø110/100 mm, SN8 drenaažtorusid. Drenaažkaevudena kasutatakse plastkaeve. Kuna isevoolselt ei ole kinnistult võimalik drenaažvett ära pumbata, siis on projekteeritud ka täisautomaatne drenaažpump, mille elektri- ja automaatikakilp paigaldatakse esimesele korrusele avatud kuivatusruumi trepi alla. [5]

2.4.2 Küte

Hoone kütelahendus on projekteeritud kaugküttele, kus soojus saadakse AS Fortum Eesti Pärnu kaugküttevõrgust. Hoonesse on ette nähtud esimesele korrusele soojasõlm kolme soojusvahetiga, millest sooja tarbevee valmistamiseks on ette nähtud üks soojusvaheti, põrandaküttele üks ning ventilatsioonile samuti üks. Põrandakütte magistraaltorustikud paigaldatakse esimese korruse põranda alla ning on ühendatud kollektoritega, mis paiknevad koridorides ja tehnilistes ruumides. Põrandakütet saab mäggruumides juhtida põrandaanduritega varustatud termostaatidega ning ülejäänud ruumides ruumiõhu termostaatidega. [6]

2.4.3 Tugevvool

Hoonel on olemasolevad kaks liitumispunkti 3 x 100 A (Amper – elektrivoolu tugevuse ühik) Õli tänava alajaamas, mis säilitatakse ning võetakse kasutusele uue hoone varustamiseks elektrienergiaga. Olemasolevatele maja toitekaablitele on planeeritud uus 3 x 200 A mõõtepunkt, mis on planeeritud olemasolevate liitumiskaablite hargnemise kohta planeeritava parkla kõrval. Hoonesse on ette nähtud jaotuskeskuste võrgustik, valgustuspaigaldise toitevõrk, pistikupesade võrgustik jms. Hoonesisene elektri jaotusvõrk teostatakse vastavalt TN-S (5-juhtmelisele) süsteemile. Peajaotuskeskus asub teisel korrusel paiknevas kilbiruumis ning selle nimivool on 3 x 250 A. Peajaotussüsteemide magistraalkaabeldus viiakse selleks ette nähtud šahtidesse, kaabliredelitele, ripplagede taha ja erinevatesse hoone konstruktsioonidesse. Kaabliredelid kasutatakse kaablišahtis, ripplagede taga ning tehnilistes ruumides. Hoone perimeetri ümber paigaldatakse piksekaitse maanduskontuur, et vältida hoone

sattumist pikselöögi alla. Lisaks on koolihoonele mõeldud paigaldada päikesepaneelid, mille ühenduspunkt asub hoone peajaotuskeskuses. [7]

2.4.4 Nõrkvool

Projekteeritud hoone sisevõrk rajatakse CAT6 kaablite baasil. Ette on nähtud andmeside- ja antennipesade võrgustik, valveseadmed, ATS (automaatne adresseeritav tulekahjusignalisatsioonisüsteem), invatualettide abi kutsumise süsteem jms. Kogu juhistik paigaldatakse hoones ehituskonstruksioonidesse (põrandas, seintes, laes jne). Tehnilise võimaluse olemasolul paigaldatakse juhistikku ka varjatult ripplagede taga. Hoone andmeside peajaotuskeskus paigaldatakse hoone kilbiruumi. Projekteeritakse IP (interneti-protokolli) videovalvesüsteem, mis pannakse püsti hoone üldaladele ja välisperimeetrile. Turvalisuse eesmärgil kaetakse valvesüsteemiga hoone administratiivala ning hoone välisperimeetri ukSED. Et tagada kontroll koolihoones toimuvate liikumiste üle, on hoone välisukSED varustatud läbipääsusüsteemiga. Selleks paigaldatakse hoone välisuksele kaardilugeja. [8]

2.4.5 Automaatne tulekahjusignalisatsioon

Hoonesse paigaldatakse automaatne adresseeritav tulekahjusignalisatsioonisüsteem, mida lühidalt nimetatakse ATS-iks. ATS-i töö põhimõte seisneb selles, et tulekahjudetektorid kontrollivad tulekahju tunnuseid (suits, kuumus, temperatuuri tõusukiirus) piirväärtuste põhimõttel. ATS koosneb adresseeritavast keskseadmest, selle laiendusmoodulitest, tulekahjuanduritest, teatenuppudest, indikatsioonileedidest ning sireenidest. Keskseade paigaldatakse päästemeeskonna infopunkti seinale hoone sissepääsu lähisteletuulekotta. Tulekahjuandurid on nii optilised suitsuandurid kui ka temperatuuritõusu andurid. Evakuatsiooniteedele paigaldatakse 0,9 – 1,4 m kõrgusele purustatava klaaskaanega teatenupud, mida saab ohu korral kasutada. Evakuatsiooniteedel olevad tavaolukorras suletud uste elektrilukud avanevad tulekahjusignalisatsioonisüsteemi rakendumisel automaatselt, et inimesed saaksid ilma takistuseeta evakueeruda. Läbi keskseadme saab juhtida erinevaid süsteeme nagu näiteks ventilatsiooni väljalülitamine, erinevad sisendid tuleohutussüsteemide keskseadmetesse jms. Süsteemile on lisatud reservtoide, mille ülesandeks on tagada võrguvoolu kadumisel normaalne töö 72 tunni vältel ja pool tundi häire korral. [8]

2.4.6 Ventilatsioon

Antud hoones on ventilatsioon jaotatud erinevateks süsteemideks vastavalt ruumide otstarbele ja nende paiknemisele. Ühte süsteemi kuuluvad klassiruumid, õpetajate toad, kabinetid ning koridorid. Teise süsteemi moodustavad köök, söökla ja sinna juurde kuuluvad ruumid. Ventilatsiooniagregaadid on varustatud täieliku tehaseautomaatikaga ning need asuvad ventilatsioonikambris. Ruumide sissepuhkeõhk antakse läbi õhujagajate ja sissepuhke restide ning väljatõmme toimub läbi plafoonide ja väljatõmbe restide. Õhu jaotus toimub ümar- või riskülikukujulise õhutorustiku abil. Et vältida liigse müra levikut ruumidesse, on kõikidele sissepuhke ja väljatõmbe kanalitele paigaldatud mürasummutid. WC-d, pesuruumid, koristajaruumid jne, kus on ainult väljatõmme, tuleb siirdeõhu liikumine tagada läbi uste. Sellejaoks paigaldatakse ustele siirdeõhurestid või siis jäetakse ukse alla pilu kõrgusega 25 - 30 mm. Lisaks teenindab väljatõmbeventilaator veel ka õppeklassi pliidikubu. [6]

2.5 Haljastus

Lähtudes kinnistu keskel kärje-teemalisest hoonest, siis on ka läbivaks maastikuarhitektuurseks ideeks just kärgmotiiv, mida kannavad edasi kõik krundil paiknevad jalgteed ja teede ristumiskohtadesse tekkinud sõlmpunktid, samuti ka hoone ümbrusesse rajatud mänguväljakud. Kinnistul asuvaid jalgteid katab tänavakivi Framm 200 x 200 x 60 mm ning sõiduteel on kasutatud asfaltkatet. Krundi kirde osas on planeeritud parkla kooli kasutajatele ja külalistele ning vaba ala koolibusside jaoks. Kooli ida ja lääne ossa tulevad mänguväljakud, kus on kasutatud nii olemasolevat kui ka uut inventari. Juurde lisanduvad inventarile karussell, vedrukiiged, välijõusaal, ümbertõstetav korvpalli konstruktsioon ning üks jalgpallivärv. Olemasolevatest mängukonstruktsioonidest jäävad alles tasakaalurada, võrkkiiged, liivakastid, liumäed. Lisaks tuleb kinnistu edela nurka multifunktsionaalne tartaan kattega spordiväljak, jalgrataste hoiuruum jalgrattahoidjatega VEE (modernsed ja lihtsa disainiga), kojameheruum ja ka puhkealad/pingid. Olemasolev varjualune asub mänguväljaku kõrval, millele lisandub ka üks lisaruum panipaiga näol. Toolid koos laudadega hakkavad paiknema hoone ääres räästa all. Sissepääsu juures asuvad „Puczynski street furniture“ pingid ning valgustatud Keha3 disainitud pingid „Timpan“. Alale on kavandatud 4 väiksemat prügikasti, mis on kõik jaotatud kinnistu erinevatesse osadesse. Lisaks neile on projekteeritud ka koht neljale suurele jäätmekäitluskonteinerile, millest kaks on 1,3 m³ ning kaks 3 m³ mahutit. Kooli peasissepääsu kõrvale tuleb lipuväljak viie lipumastiga kõrgusega 8 m. Rõugu 8a kinnistu on igast küljest 3D keevisaiaga piiratud, mille kõrvale on projekteeritud rajada hekk. Krundi sõidutee ja mänguväljakud on ohutuse mõttes

samuti eraldatud 3D keevisaiaga. Kinnistu reljeef on suhteliselt tasane ning suuri järske langusi ei ole. Kõige kõrgema punkti moodustab lõunapoolsel küljel muruküngas kõrgusega 1,07 m. Küngas sobib pikutamiseks, mängimiseks, üles-alla jooksmiseks ning talvisel ajal ka kelgutamiseks. Projektalal likvideeritakse kokku 9 puud, sest need jäävad projekteeritud hoonele ja teedele alla. Uue haljastusena istutatakse kinnistu ümber elupuu hekk vahega 50 – 60 cm ning muid madalhaljastuse sorte, milleks on keskmisekasvulised heitlehised põõsad ja madalad puud: 774 harilikku elupuud, 16 harilikku luudpõõsast, 5 musta aroonia puud, 4 kirsipuud, 2 harilikku pihlakat ning 16 hostat. [9]

3. KONSTRUKTSIOONIOSA

Konstruksiooniosas teostan kontrollarvutuse monoliitsest raudbetoon katuslae plaadile telje 3 vahetus läheduses ning telje B keskosas. Kontrollarvutuste lahendamiseks kasutatakse vastavaid vahelae arvutusnäiteid ning valemeid Vello Otsmaa raamatust „Betoonkonstruktsioonide arvutamine“. [10] [11]

Betooni survetugevusklassiks on C30/37, keskkonnaklass XC1, konstruktsiooniklass S4 ning armatuuri klass B500B. Kontrollarvutust teostatava vahelae plaadi mõõtudeks on 3,27 x 4,04 m. Katuslae plaadi laiuseks on 1 meeter ning see töötab ühtlaselt jaotatud koormusega lihttalana.

Betoon C30/37

$$f_{ck} = 30 \text{ MPa} \quad f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{30}{1,5} = 20,0 \text{ MPa} \quad (3.1)$$

f_{cd} – Betooni arvutussurvetugevus, MPa,

f_{ck} – Betooni normsurvetugevus, MPa,

γ_c – Betooni tugevuse osavarutegur alalises ja ajutises arvutusolukorras.

Armatuur B500B

$$f_{yk} = 500 \text{ MPa} \quad f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = \frac{500}{1,15} = 434,8 \text{ MPa} \quad (3.2)$$

f_{yd} – Arvutusvoolavustugevus, MPa,

f_{yk} – Normvoolavustugevus, MPa,

γ_s – Armatuuriterase osavarutegur alalises ja ajutises arvutusolukorras.

2.1. Normatiivsed ja arvutuslikud koormused katuslaele

Ehitatava hoone katuslae tüüpkonstruktsioon on järgnev:

- Monoliitsest raudbetoonist plaat paksusega 250 mm;
- SBS rullmaterjal;
- Soojustuseks puistevill 500 mm.

Monoliitsest raudbetoonist katuslae plaadi kaalu leidmine:

$$3,27 \cdot 4,04 \cdot 0,25 = 3,30 \text{ m}^3$$

Kuna betooni mahukaal on 24 kN/m^3 , siis plaadi kaal on

$$3,30 \text{ m}^3 \cdot 24 \text{ kN/m}^3 = 79,26 \text{ kN}$$

Armatuuri läbimõõduks valin 10 mm ja armatuuri sammuks 200 mm:

$$(3,27/0,20) \cdot 3,99 + (4,04/0,20) \cdot 3,22 = 65,2 + 65,1 = 130,3 \text{ jm}$$

Kuna armatuuri Ø10 mass meetri kohta on $0,617 \text{ kg/m}$, siis armatuuri kogu kaal on

$$130,3 \text{ jm} \cdot 0,617 \text{ kg/m} = 80,38 \text{ kg} = 0,80 \text{ kN}$$

Kokku kaalub arvutatav raudbetoonplaat:

$$79,26 + 0,80 = 80,07 \text{ kN}$$

$$80,07 / (4,04 \cdot 3,27) = 6,061 \text{ kN/m}^2$$

Normatiivsed koormused ruutmeetri kohta on:

$$g_{1k} = 6,061 + 0,5 \cdot 0,5 + 0,1 = 6,411 \text{ kN/m}^2$$

Normatiivne lumekoormus katuslaele on:

$$q_{1k} = 1,30 \text{ kN/m}^2$$

2.1.1. Normatiivne koormus

Normatiivne koormus = alaline koormus (katuslagi) + muutuvkoormus (lumekoormus):

$$p_k = g_k + q_k = 6,411 + 1,30 = 7,71 \text{ kN/m}^2$$

2.1.2. Arvutuslik koormus

Alaline koormus kokku:

$$g_d = 1,2 \cdot 6,41 = 7,7 \text{ kN/m}^2$$

Muutuv koormus kokku:

$$q_d = 1,5 \cdot 1,3 = 1,95 \text{ kN/m}^2$$

Arvutuslik koormus kokku = alaline koormus (katuslagi) + muutuvkoormus (lumekoormus):

$$p_d = g_d + q_d = 7,7 + 1,95 = 9,6 \text{ kN/m}^2$$

2.2. Põikjõud ja paindemoment

Arvutuslik plaadi silde pikkus:

$$l_{eff} = 3,03 + (0,095 \cdot 2) = 3,22 \text{ m} \quad (3.3)$$

Tala toereaktsioon:

$$T_{Ed} = \frac{p_d \cdot l}{2} = \frac{9,6 \cdot 3,22}{2} = 15,54 \text{ kN} \quad (3.4)$$

Maksimaalne arvutuslik paindemoment:

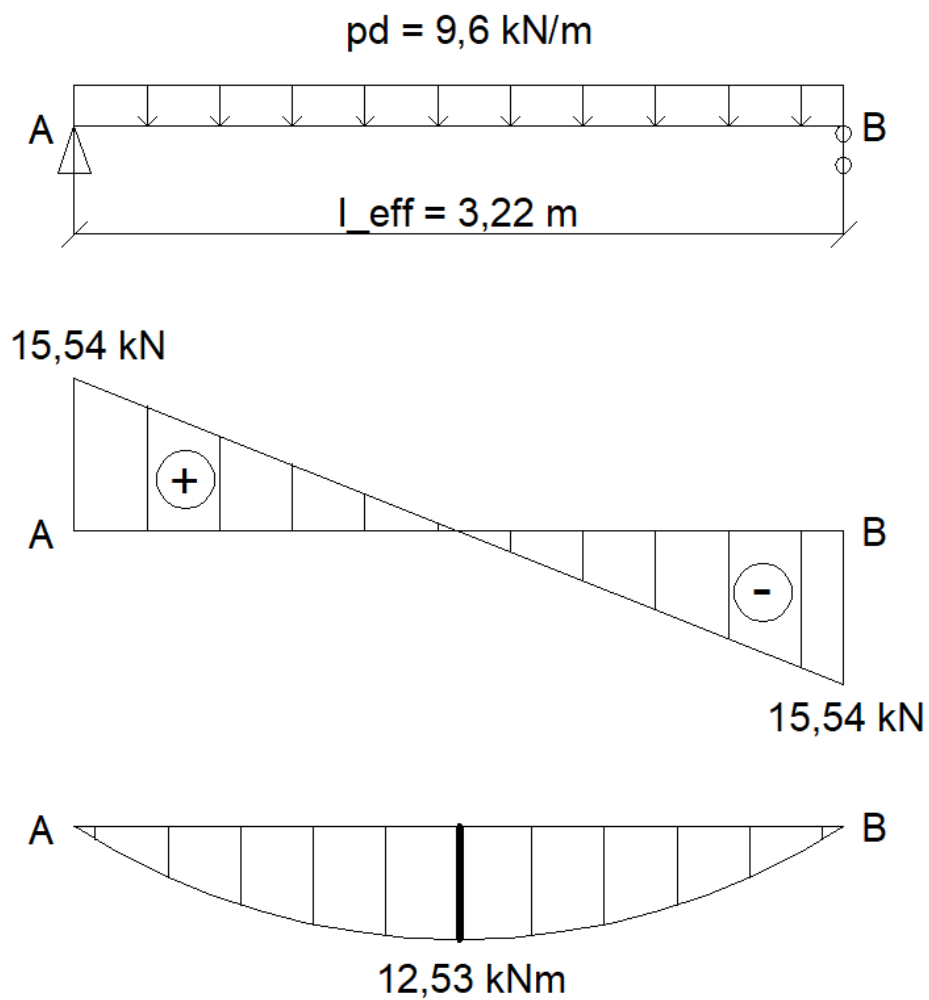
$$M_{Ed,max} = \frac{p_d \cdot l^2}{8} = \frac{9,6 \cdot 3,22^2}{8} = 12,53 \text{ kNm} \quad (3.5)$$

Arvutuslik paindemoment (Toel):

$$M_{Ed,a,b} = 0 \text{ kNm}$$

Maksimaalne arvutuslik põikjõud:

$$V_{Ed,max} = \frac{p_d \cdot l}{2} = \frac{9,6 \cdot 3,22}{2} = 15,54 \text{ kN}$$



Joonis 3.1 Põikjõu ja paindemomendi epüürid

2.3. Tõmbetsooni armatuur ja tala vajalik kõrgus

Kasuskõrgus:

$$d_1 = 250 - (25 + 5) = 220 \text{ mm}$$

Suhteline moment:

$$\mu = \frac{M_{Ed}}{f_{cd} \cdot b \cdot d_1^2} = \frac{12,53 \cdot 10^6}{20 \cdot 1000 \cdot 220^2} = 0,013 < \mu_c = 0,372, \quad (3.6)$$

järelikult puudub vajadus arvutusliku survearmatuuri järele

Survetsooni suhteline arvutuskõrgus:

$$\omega = 1 - \sqrt{1 - 2\mu} = 1 - \sqrt{1 - 2 \cdot 0,013} = 0,013 < \omega_c = 0,494 \quad (3.7)$$

Pikitõmbearmatuuri arvutuslik ristlõikepindala tõmbetsoonis:

$$A_{s1} = \frac{\omega \cdot b \cdot d_1 \cdot f_{cd}}{f_{yd}} = \frac{0,013 \cdot 1000 \cdot 220 \cdot 20}{434,8} = 132 \text{ mm}^2 \quad (3.8)$$

Armatuuriks on valitud Ø10 ning armatuuri vaheliseks sammuks 150 mm, siis ristlõikepindala on:

$$A_{s,prov} = \frac{1000}{150} \cdot \frac{\pi \cdot 10^2}{4} = 524 \text{ mm}^2$$

Survetsooni esialgne kõrgus:

$$x = \frac{f_{yd} \cdot A_{s1}}{\lambda \cdot \eta \cdot f_{cd} \cdot b} = \frac{f_{yd} \cdot A_{s1}}{\lambda \cdot \eta \cdot f_{cd} \cdot b} = \frac{434,8 \cdot 524}{0,8 \cdot 1,0 \cdot 20 \cdot 1000} = 14,23 \text{ mm} \quad (3.9)$$

Survetsooni arvutuskõrgus:

$$Kuna x \leq \zeta_c \cdot d_1 = 0,617 \cdot 220 = 135,74 \text{ mm}, \text{ siis} \quad (3.10)$$

$$y = \lambda \cdot x = 0,8 \cdot 14,23 = 11,38 \text{ mm} \quad (3.11)$$

Paindekandevõime:

$$M_{Rd} = \eta \cdot f_{cd} \cdot b \cdot y \cdot (d_1 - 0,5y) = 1,0 \cdot 20 \cdot 1000 \cdot 19 \cdot (220 - 0,5 \cdot 11,38) = 48,79 \text{ kNm} >$$

$$> M_{Ed} = 12,53 \text{ kNm} \quad (3.12)$$

Järelikult on plaadi paindekandevõime tagatud.

2.4. Jaotusarmatuur

Jaotusarmatuuri vajadus töötava armatuuri ristlõikepindalast peab olema vähemalt 20%. Seega peab jaotusarmatuuri ristlõikepindala olema vähemalt:

$$A_{s3} = 0,2 \cdot A_{s1,prov} = 0,2 \cdot 524 = 104,7 \text{ mm}^2/\text{m}$$

Jaotusarmatuuri suurim lubatav samm on 3,5 plaadi paksust või 450 mm:

$$s_{\max} = \min \left\{ \begin{array}{l} 450 \text{ mm} \\ 3,5 \cdot 250 = 875 \text{ mm} \end{array} \right.$$

Jaotusarmatuuriks on valitud Ø10 B500B, sammuga 150 mm. Ristlõikepindala on sellisel juhul:

$$A_{s3,prov} = \frac{1000}{150} \cdot \frac{\pi \cdot 10^2}{4} = 524 \text{ mm}^2/\text{m}$$

2.5. Arvutusliku põikarmatuuri vajaduse kontroll

Arvutan põikjõukandevõimet, mis on tagatud ainult betooniga:

$$k = 1 + \sqrt{\frac{200}{d}} = 1 + \sqrt{\frac{200}{220}} = 2,0 \leq 2,0, \text{ seega } k = 2,0 \quad (3.13)$$

$$C_{Rd,c} = \frac{0,18}{\gamma_c} = \frac{0,18}{1,5} = 0,12 \quad (3.14)$$

Armeerimistegur:

$$\rho_1 = \frac{A_{s1}}{b_w \cdot d} = \frac{524}{1000 \cdot 220} = 0,0024 \leq 0,02$$

Keskmine normaalpinge ristlõikes:

$$\sigma_{cp} = \frac{N_{Ed}}{A_c} = 0, \text{ kus} \quad (3.15)$$

A_c – betoonristlõike pindala, mm^2

N_{Ed} – koormuse põhjustatud arvutuslik pikijõud lõikes

Põikjõukandevõime kontroll:

$$\begin{aligned} V_{Rd,c} &= (C_{Rd,c} \cdot k \cdot 3\sqrt{100 \cdot \rho_1 \cdot f_{ck}} + k_1 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d = \\ &= (0,12 \cdot 2,0 \cdot 3\sqrt{100 \cdot 0,0024 \cdot 30} + 0,15 \cdot 0) \cdot 1000 \cdot 220 = 423,26 \text{ kN} \end{aligned} \quad (3.16)$$

Miinimumväärtus:

$$v_{\min} = 0,035 \cdot \sqrt{k^3 \cdot f_{ck}} = 0,035 \cdot \sqrt{2,0^3 \cdot 30} = 0,542 \quad (3.17)$$

$$V_{Rd,c,\min} = v_{\min} \cdot b_w \cdot d = 0,542 \cdot 1000 \cdot 220 = 119,29 \text{ kN} \quad (3.18)$$

$$V_{Rd,c} = 423,26 \text{ kN} > V_{Ed,d} = 15,54 \text{ kN}$$

$$V_{Rd,c,\min} = 119,29 \text{ kN} > V_{Ed,d} = 15,54 \text{ kN}$$

Kuna betooni põikjõukandevõime on suurem mõjuvast põikjõust, siis pole vaja lisada põikarmatuuri.

Lisaks peab plaadi igas lõikes olema ka täidetud nõue $V_{Rd,\max} > V_{Ed}$:

$$v = 0,6 \left(1 - \frac{f_{ck}}{250}\right) = 0,6 \left(1 - \frac{30}{250}\right) = 0,528 \quad (3.19)$$

$$V_{Rd,\max} = 0,5 \cdot b_w \cdot d \cdot v \cdot f_{cd} = 0,5 \cdot 1000 \cdot 220 \cdot 0,528 \cdot 20 = 1161,6 \text{ kN} \quad (3.20)$$

$$V_{Rd,\max} = 1161,6 \text{ kN} > V_{Ed} = 15,54 \text{ kN}$$

Järelikult on plaadi põikjõukandevõime tagatud.

4. EHITUSPLATSI ÜLDPLAAN

Ehitusplatsi üldplaan on tehtud enne tööde alustamist ning antud plaanil (vt joonis 5) on välja toodud järgmised punktid:

- Objekti krundi piir koos kahe krundile sissepääsuga,
- Projekteeritud hoone asukoht krundil,
- Ajutiste ehitussoojakute asukoht koos WC ja kätepesu võimalusega (tööliste soojakud, kontorisoojak, tualettruumid),
- Suitsunurk, tulekustuti, hüdrandi ning esmaabivahendite asukoht,
- Elektri- ning veevarustuse asukoht,
- Ehituse jäätmete kogumiskoht (segakonteiner, ohtlike jäätmete ning biojäätmete konteiner),
- Ajutiste ehitusplatsi ladude paiknemine materjalide ja muu ladustamiseks (kinnine ladu, lahtine ladu),
- Kauba mahalaadimise ala.

4.1 Ehitusplatsi ajutised teed, valgustus ja kommunikatsioonid

Ehitusplatsile on tagatud ajutise teena juurdepääs krundi kahest kohast, millest üks asub Vana-Sauga tänava pool krundi edela suunas. Teine juurdepääs ajutise teega asub Rõugu tänava poolt krundile sisenedes. Mõlemast sissepääsust on võimalik ka veoautoga ehitusplatsile ligipääseda kauba mahalaadimise jaoks. Valgustus ehitusplatsil on tagatud ajutiste lampide ning prožektoritega. Koridorid ehitatavas hoones on valgustatud kõik ajutise valgustusega, soojakute ning Rõugu tänavapoolne tsoon prožektoritega.

4.2 Ehitusplatsi elektri- ja veevarustus

4.2.1 Ajutine elektrivarustus

Ajutine elekter saadakse vana lammutatud koolimaja elektrikilbist, mille taha on paigaldatud ajutine kilp, mis asub ehitatava hoone lääne poolsel küljel soojasõlmes.

Ajutisest kilbist võetakse toide soojakutele, valvekaameratele, ajutisele valgustusele, tööriistadele ning muudele seadmetele.

Tabel 4.1 Objekti ajutiste elektritarbijate võimsused

Jrk	Ajutine elektritarbija	Kogus [tk]	Võimsus [kW]
1	Ajutine valgustus	16	1,6
2	Prožektor	3	1,2
3	Olmeelekter	1	3,5
4	Segumasin	3	2,4
5	Tööseadmed	15	7,5
6	Valvekaamera	12	24
Võimsus Kokku			40,2

Ajutiste elektritarbijate üheaegsusteguriks on valitud 0,65.

Arvutuslik võimsus on seega:

$$P = 0,65 \cdot 40,2 = 26,13 \text{ kW}$$

Vajaminev voolutugevus ehitusplatsil:

$$I = 1000 \cdot \frac{P}{\sqrt{3} \cdot PF \cdot U} \quad (4.1)$$

I – vajalik voolutugevus [A],

P – arvutuslik võimsus [kW],

PF = 0,8 – võimsustegur,

U = 380 V - pinge [V].

$$I = 1000 \cdot \frac{P}{\sqrt{3} \cdot 0,8 \cdot 380} = 1000 \cdot \frac{26,13}{\sqrt{3} \cdot 0,8 \cdot 380} = 49,63 \text{ A, järelkult}$$

on 3-faasilises voolus vajalik peakaitsme suurus 3 x 63 A.

4.2.2 Ajutine veevarustus

Ajutine veevõtukoht asub ehitatava hoone lääne küljel soojasõlme juures. Lisaks on võimalik vett võtta ka soojakute vahetus läheduses olevast tualettruumist, mis on

varustatud valamuga. Ajutist vett tarbitakse ehitusplatsil põhiliselt betooni- ning maalritööde jaoks.

Ehitusplatsi päevase veekulu arvutuse jaoks on võetud kokku viimase viie kuu veemõõduri näidud alates kuupäevast 01.12.2021 ning kuupäevani 30.04.2022. Kokku kulutati selle perioodi vahemikus 37 m³ vett. Selle perioodi sisse mahtus 112 tööpäeva.

Arvutus ehitusplatsi päevase veekulu kohta:

$$37,00 \cdot 1000 = 37000 \text{ liitrit, mis teeb } \frac{37000}{112} = 330 \text{ liitrit vett päeva kohta}$$

Üldine veevajadus leitakse järgneva valemiga:

$$Q_{\text{üld}} = Q_t + Q_{\text{maj}} + Q_u \text{ [l/s]}, \quad (4.2)$$

Q_t – tootmisvee vajadus [l/s],

Q_{maj} – majandusee vajadus [l/s],

Q_u – tuletõrjevee vajadus [l/s].

Tootmisvee vajadus:

$$Q_t = \frac{1,2 \sum Q_k \cdot k_1}{8 \cdot 3600} \text{ [l/s]}$$

Q_k – tootmise keskmine veevajadus vahetuses [l],

$k_1 = 1,6$ – veetarbimise ebaühtluse tegur,

8 – tundide arv ühes vahetuses.

$$Q_t = \frac{1,2 \cdot 330 \cdot 1,6}{8 \cdot 3600} = 0,022 \frac{l}{s}$$

Veekulu majanduslikvajadus:

$$Q_{\text{maj}} = \frac{N}{3600} \cdot \left(\frac{n_1 \cdot k_2}{8,2} + n_2 \cdot k_3 \right), \text{ l/s} \quad (4.3)$$

N – suurim inimeste arv vahetuses,

n_1 – normatiivne veekulu 1 inimese kohta (ilma kanalisatsioonita 10-15 l),

n_2 – veekulu ühe dušivõtu korra kohta on 30 l (ehitusplatsil dušš puudub)

$k_2 = 2,7$ – veetarbimise ebaühtluse tegur

$k_3 = 0,35$ – tegur, mis arvestab dušivõtjate ja töötajate suurima arvu suhet vahetuses.

$$Q_{maj} = \frac{41}{3600} \cdot \left(\frac{10 \cdot 2,7}{8,2} + 0 \cdot 0,35 \right) = 0,038 \frac{l}{s}$$

Üldine veevajadus:

$$Q_{\text{üld}} = 0,022 + 0,038 = 0,06 \frac{l}{s}$$

Peatoru läbimõõd määratakse valemiga:

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot Q_{\text{üld}} \cdot 1000}{\pi \cdot v}}$$

d – peatoru läbimõõt,

$Q_{\text{üld}}$ – üldine veevajadus ehitusplatsil

v – vee voolukiirus $\frac{m}{s}$

Peatoru läbimõõd peab olema vähemalt:

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,06 \cdot 1000}{3,14 \cdot 1,2}} = 7,98 \text{ mm}$$

Selle arvutuse põhjal saame peaveetoru läbimõõduks võtta vähemalt 10 mm.

4.3 Ehitusplatsi laod ja kauba mahalaadimise ala

Ajutine lahtine väliladu asub ehitusplatsil mitmes erinevas kohas, millest ühe leiab Vana-Sauga tänava sissepääsu poolt ehitussoojakute vahetust lähedusest ning teise Rõugu tänava poolt sisenedes tulevase autoparkla alalt. Väliladudes hoitakse liiva, killustikku, müüriplokke, armatuurvõrke, terasarmatuuri, fassaadisoojustust ning muid materjale, mis ei nõua ilmastikukindlat kinnist ladu. Kinnise mittekoetava laona kasutatakse objektile merekonteinerit, kus hoitakse tööriistu, kinnitustarvikuid ning muid materjale, mida ei kannata välilaos ladustada. Kui hoone skelett on kinni, tekitatakse hoonesse sisse ruum, kus saab hakata ladustama koetavas ruumis erinevaid materjale. Kauba mahalaadimise üks ala on planeeritud Rõugu tänava sissepääsu juurde ning teine hoone kagu ossa, kus asub ka ajutine lahtine väliladu.

4.4 Ehitussoojakud, WC, käte pesemine, hüdrant ja esmaabi

Ajutiste ehitistena on ehitusplatsile paigaldatud Vana-Sauga sissepääsu poole ehitussoojakud ning tualettruumid koos kätepesu võimalusega. Töölistele on toodud ehitussoojakud, kus neil on võimalus minna pausi aeg sooja puhkama ja lõunat sööma. Samuti saavad nad soojakus riideid vahetada ning isiklike esemeid hoida. Igas soojakus võib maksimaalselt riietuda 15 meest. [12] Soojakute kõrval asub ka suitsunurk. Lisaks on peatöövõtja toonud objektile kolm tualettruumi, millest üks on kätepesuvõimalusega. Tualettruumid asuvad vahetus läheduses soojakutele. Platsil peab olema vähemalt 1 tualett 15 töötaja kohta ning 1 valamu 10 töötaja kohta. [12] Objektiteeskonna kontorisoojak asub alltöövõtjate soojakute kõrval ning eraldi on toodud ka soojak koosolekute korraldamiseks. Tulekustutid ning esmaabivahendid on leitavad kontorisoojakust. Väline tulekustutusvesi saadakse ühisveevärgi torustikul paiknevatest hüdrantidest, millest lähim hüdrant krundile asub 58 m kaugusel Rõugu tänaval.

Tabel 4.2 Ajutiste ehitiste vajadus vastavalt töötajate arvule

Jrk	Ajutised ehitised	Ühik	Vajadus ühe inimese kohta	Märkused
1	Tööliste soojakud	m ²	0,4	Peatöövõtja on toonud platsile 3 tööliste soojakut mõõtmetega 2,44 x 6,06 m, mis rahuldab tööliste soojakute vajaduse (Igas soojakus võib maksimaalselt riietuda 15 töolist. Objekti kõige tihedamal perioodil on platsil 41 meest).
2	Tualettruum	m ²	0,07	Ehituse kõige tihedamal perioodil on platsil umbes 41 töolist. Seetõttu on tellitud platsile 3 tualettruumi (Sellega on täidetud nõue, et platsil peab olema vähemalt 1 tualett 15 töötaja kohta).
3	Objektiteeskonna kontorisoojak	m ²	3	Antud objektile viibib 1 projektijuht, 1 objektijuht. Selle jaoks on tarvis soojakut suurusega vähemalt 6m ² . Järelikult kontorisoojak mõõtmetega 2,44 x 6,06 m on sobilik.
4	Koosolekute soojak	m ²	3	Läbiviidavad koosolekud on maksimaalselt viieliikmelised, mistõttu sobib koosolekute soojak suurusega 2,44 x 6,06 m.

4.5 Kraana valik ja paigaldus

Antud hoone ehitamisel oli autokraanat tarvis katuse ehituse faasis puitfermide tõstmiseks. Fermide tõstmiseks katuslaele kasutati autokraanat, sest tõstekõrgus on madal ning tõstetavate fermide kaal, mõõtmed ning vahemaad katuslael ei ole suured.

Puitfermid tõsteti otse veoautolt katusele kogu protsessi vältel ühest autokraana seisupositsioonist, et säästa aega ja raha üleliigse kraana liigutamise eest ehitusplatsil ümber hoone.

Antud töö tegemiseks osutus valituks Laarmanni 70 tonnise tõstejõuga autokraana Grove GMK 4070. [13] Valiku suurimaks määrajaks sai kõige raskema fermi mass kraana kõige kaugemast punktist.

4.6 Jäätmekäitlus

Objekti prügikonteiner asub ehitatava hoone lõunapoolses otsas ehitussoojakute läheduses. Platsil on üks 30 m³ suurune segakonteiner, kuhu korjatakse kokku kogu prügi, välja arvatud ohtlikud ning biolagunevad jäätmed. Segakonteineri lähevad kõik tavajäätmed, mis ei kuulu ohtlike jäätmete hulka. Ohtlikeks jäätmeteks nimetatakse jäätmeid, mis võivad olla ohtlikud tervisele, varale või keskkonnale. Ohtlike jäätmete jaoks on toodud 240 liitrine konteiner. Lisaks on eraldi ka 240 liitrine konteiner biolagunevate jäätmete jaoks, mis lagunevad anaeroobselt või aeroobselt, nagu toidujäätmed, paber ja papp. Ehitamise ajal, ehitusjäätmete kogumisel, jäätmeveokile laadimisel ja selle veol tuleb jälgida, et ei toimuks jäätmete, tolmu või pinnase levikut edasi veoki ratastelt või konteineri pealt teedele ning tänavatele. [1] [14]

4.7 Valvestamine

Objekti valvestamiseks on kogu krundi perimeeter kaetud liikumisanduritega varustatud valvekaameratega. Kokku on platsil 12 valvekaamerat koos liikumisanduriga, millest osa on suunatud kahe objekti sissepääsu poole, mõned soojakute ning ladude poole. Samuti on liikumisandurid paigaldatud tööliste kui ka objektimeeskonna soojakutesse.

5. KOONDKALENDERPLAAN

Pärnu Päikese Kooli ehitus algas 14.06.2021 ning objekti lõpptähtaeg on 25.08.2022. See teeb objekti ajaliseks kestuseks 314 tööpäeva. Koondkalenderplaani eesmärk on anda ülevaade objekti tööde järjekorrast, nende kestusest ajas ning samuti tööliste kui ka masinate vajadusest platsil kogu ehituse perioodi vältel.

Ehituse käigus on esinenud mõningaid väiksemaid kõrvalekaldeid esialgsest graafikust, kuid suures pildis ei ole need lükanud kalenderplaanis edasiste tööde algustähtaegu niivõrd palju edasi, et tekiks probleeme. Teatud tööde venimisele aitas kaasa koroonaviiruse laialdane levik. Objektiteeskonna ning töötajate haigestumine põhjustas mehitatuse probleeme, mis pärssis mõne tööloigu tööviljakust. Lisaks soodustas koroonaviirus ka ehitusmaterjalide defitsiiti ning materjalide tarneraskusi. Seetõttu oli materjale tellides tarvis planeerida sisse võimalik ajakulu tarneraskuste näol, et ei tekiks tööseisakut materjali puudumise tõttu.

Et kiirendada katuse ehituse protsessi, otsustas peatöövõtja katuse skeleti ehitada tehases valmistatud puitfermidest, kuid kui fermid platsile jõudsid selgus tõsiasi, et need olid tehases valmistatud vale kõrgusega. Selle projekteerimisvea tõttu lükkus katuse ehitus kolme nädala võrra edasi talve poole. Seejärel tabas katuse ehitust halb ebaõnn, sest algasid suured lumesajud, mis takistasid fermide sujuvat paigaldust.

6. EHITUSTÖÖDE TEHNOLOOGILISED KAARDID

6.1 Lintvundamendi taldmike ehituse tehnoloogiline kaart

Lintvundamendi taldmike ehitamise tehnoloogiline kaart kirjeldab hoone lintvundamendi taldmike ehitamist. Töödega alustatakse pärast kaevetööde lõppemist ning pinnase tihendamist. Antud ehitustöö läbiviimiseks on välja toodud selleks vajalikud tööetapid ning need on jagatud erinevateks haardealadeks. Kokku jagatakse lintvundamendi taldmike ehitus neljaks haardealaks, mis on välja toodud joonisel (vt joonis 7).

6.1.1 Tööde korraldus ehitusplatsil

Kaubautoga tuuakse platsile valmis vundamenditaldmiku vormid, mis tõstetakse maha vahelattu ning seejärel paigaldatakse hoone süvendisse tihendatud killustikalusele. Taldmiku vormid on siseseintel mõõtmetega 250 x 1000 mm ja välisseintel 250 x 700 mm.

Kui vundamenditaldmiku vormid on paigaldatud, siis järgneb armeerimine. Armatuurina kasutatakse 8 mm läbimõõduga sarrust, mille klass on B500B. Armatuuri lõikamine ja painutamine teostatakse platsil selleks ettenähtud kohas. Armatuur seotakse traadiga ning armatuuri kaitsekiht 25 mm tagatakse plastikkandurite abil.

Kui vundamenditaldmiku vorm on armeeritud, siis järgneb betoneerimine. Vundamendi raudbetoonkonstruktsioonide betoonina kasutatakse betooni survetugevusklassiga C25/30 ning keskkonnaklassiga XC2 (kaua veega kontaktis olevad betoonpinnad). [3] Kogu hoone lintvundamendi valamiseks kulub 142,7 m³ betooni. Betoneerimiseks kutsutakse platsile betoonisegurauto koos betoonipumbaga, mille pumbavooliku pikkus on 32 m. Kokku kutsutakse lintvundamendi valamistöödeks umbes 24 betoonsegurautot. Betoon pumbatakse vundamenditaldmiku vormidesse betoonivooliku abil, mille otsas kasutatakse valusukka. Valatud betoon tihendatakse vibraatori abil, et vältida vundamendis tühimike tekkimist. [15]

6.1.2 Lintvundamendi taldmike ehitamiseks kuluva materjali vajadus

Kogu hoone lintvundamendi taldmike ehitamiseks kulub 142,7 m³ betooni, 5759,4 kg armatuuri ning 127 vundamenditaldmiku vormi. [16] Allolevas tabelis (tabel 6.1) on jagatud kogu hoone lintvundamendi taldmike ehitus neljaks haardealaks ning välja toodud iga haardeala ehitamiseks kulunud materjalide vajadus.

Tabel 6.1 Lintvundamendi taldmike ehitamiseks kuluv materjalide vajadus

Jrk	Materjal	Ühik	1HA	2HA	3HA	4HA
1	Betoon C25/30	m ³	36,32	36,55	35,79	34,03
2	Sarrus	kg	839,21	842,769	824,268	770,073

Alljärgnevas tabelis (tabel 6.2) on välja toodud lintvundamendi ehitamiseks vajalike vundamenditaldmiku vormide spetsifikatsioon.

Tabel 6.2 Lintvundamendi ehitamiseks vajaminev vundamenditaldmiku vormide spetsifikatsioon

Vundamenditaldmiku vormi spetsifikatsioon					
Jrk	Elemendi nimetus	Elementide mõõtmed			Taldmiku vormi vajadus
		L, m	H, m	S, m ²	
1	lintvundamendi taldmiku vorm	0,70	0,25	0,18	42
2	Siseseina lintvundamendi taldmiku vorm	1,00	0,25	0,25	85
				Kokku	127

6.1.3 Lintvundamendi taldmike ehituse tehnoloogilised arvutused

Lintvundamendi taldmike tehnoloogiliste arvutuste puhul on kasutatud RATU juhendmaterjale, kus on välja toodud lintvundamendi taldmikuvormi paigalduse, sarrustamise ning betoneerimise ajanormid. Alljärgnev tabel (tabel 6.3) illustreerib lintvundamendi taldmike ehitamiseks vajalikku tööjõu- ja masinakulu. [17] [18] [19] [20]

Tabel 6.3 Lintvundamendi taldmike ehitamise tööjõu- ja masinakuulu kalkulatsioon

TÖÖJÕU- JA MASINAJAKULU											
Jrk nr	Töö nimetus	Ühik	Ajanorm	Normatiivne tööjõukulu		Normatiivne tööjõukulu		Normatiivne tööjõukulu		Normatiivne tööjõukulu	
				Haardealade kaupa		Haardealade kaupa		Haardealade kaupa		Haardealade kaupa	
				1		2		3		4	
				in-h/üh mas-h/üh	Kogus	in-h mas-h	Kogus	in-h mas-h	Kogus	in-h mas-h	Kogus
1	2	3	4	5,1	6,1	5,2	6,2	5,3	6,3	5,4	6,4
1	RAKESTAMINE										
1	Teisaldamine	m ²	0,05	145,27	7,3	146,20	7,3	143,17	7,2	136,14	6,8
1	Raketisvormi paigaldamine	m ²	0,15	145,27	21,8	146,20	21,9	143,17	21,5	136,14	20,4
1	RAKESTAMINE KOKKU		in-h/üh		29,1		29,2		28,6		27,2
			mas-h/üh		0,0		0,0		0,0		0,0
			in-h/vah		3,6		3,7		3,6		3,4
			mas-h/vah		0,0		0,0		0,0		0,0
2	SARRUSTAMINE										
2	Teisaldamine	1000kg	3,00	0,84	2,5	0,84	2,5	0,82	2,5	0,77	2,3
2	Painutamine ja lõikamine	1000kg	3,30	0,84	2,8	0,84	2,8	0,82	2,7	0,77	2,5
2	Sarruse sidumine üksikvarrastest	1000kg	10,20	0,84	8,6	0,84	8,6	0,82	8,4	0,77	7,9
2	SARRUSTAMINE KOKKU		in-h/üh		13,8		13,9		13,6		12,7
			mas-h/üh		0,0		0,0		0,0		0,0
			in-h/vah		1,7		1,7		1,7		1,6
			mas-h/vah		0,0		0,0		0,0		0,0
3	BETONEERIMINE										
3	Eeltööd	m ³	0,03	36,32	1,1	36,55	1,1	35,79	1,1	34,03	1,0
3	Betooni etteandmine autobetonipumbaga	50m ³	10,5	0,73	7,6	0,73	7,7	0,72	7,5	0,68	7,1
			5	0,73	3,6	0,73	3,7	0,72	3,6	0,68	3,4
3	Betooni laotamine ja vibreerimine	m ³	0,3	36,32	10,9	36,55	11,0	35,79	10,7	34,03	10,2
3	Järeltööd	m ³	0,02	36,32	0,7	36,55	0,7	35,79	0,7	34,03	0,7
3	BETONEERIMINE		in-h/üh		20,3		20,5		20,0		19,1
			mas-h/üh		3,6		3,7		3,6		3,4
			in-h/vah		2,5		2,6		2,5		2,4
			mas-h/vah		0,5		0,5		0,4		0,4

Lintvundamendi taldmike ehitus jagatakse erinevateks tööetappideks, milleks on lintvundamendi taldmikuvormi paigaldus, selle sarrustamine ning betoneerimine. Antud tehnoloogiliste arvutuste tabelite (tabelid 6.4 ning 6.5) eesmärk on välja selgitada nimetatud ehitustööde kestuse ning selleks vajalike tööliste ja masinate arvu ühes vahetuses. Arvutused on teostatud tööjõu- ja masinajakulu tabeli 6.3 põhjal.

Tabel 6.4 Lintvundamendi taldmike ehituse tehnoloogilised arvutused 1-2 HA

TEHNOLOOGILISTE ARVUTUSTE TABEL											
Jrk	Töö nimetus	Tööliste/masinate		Haardealade kaupa							
		Eriala/ mark	Arv	1				2			
				Normatiivne		Normi täitmise tegur	Valitud kestus	Normatiivne		Normi täitmise tegur	Valitud kestus
				Tööjõuku-lu	Kestus			Tööjõuku-lu	Kestus		
				in-vah mas-vah	Vah			in-vah mas-vah	Vah		
1	2	3	4	5,1	5,2	5,3	5,4	6,1	6,2	6,3	6,4
1	Rakestamine	Rakestaja	4,0	3,6	0,9	0,9	1	3,7	0,9	0,9	1
2	Sarrustamine	Sarrustaja	4,0	1,7	0,4	0,4	1	1,7	0,4	0,4	1
3	Betoneerimine	Betoneerija	2,0	2,5	1,3	1,3	1	2,6	1,3	1,3	1
		Betoonipump	1,0	0,5	0,5	0,5		0,5	0,5	0,5	

Tabel 6.5 Lintvundamendi taldmike ehituse tehnoloogilised arvutused 3-4 HA

TEHNOLOOGILISTE ARVUTUSTE TABEL											
Jrk	Töö nimetus	Tööliste/masinate		Haardealade kaupa							
		Eriala/ mark	Arv	3				4			
				Normatiivne		Normi täitmise tegur	Valitud kestus	Normatiivne		Normi täitmise tegur	Valitud kestus
				Tööjõuku-lu	Kestus			Tööjõuku-lu	Kestus		
				in-vah mas-vah	Vah			in-vah mas-vah	Vah		
1	2	3	4	7,1	7,2	7,3	7,4	8,1	8,2	8,3	8,4
1	Rakestamine	Rakestaja	4,0	3,6	0,9	0,9	1	3,4	0,9	0,9	1
2	Sarrustamine	Sarrustaja	4,0	1,7	0,4	0,4	1	1,6	0,4	0,4	1
3	Betoneerimine	Betoneerija	2,0	2,5	1,3	1,3	1	2,4	1,2	1,2	1
		Betoonipump	1,0	0,4	0,4	0,4		0,4	0,4	0,4	

6.2 Õõnesplokkidest müüride ehituse tehnoloogiline kaart

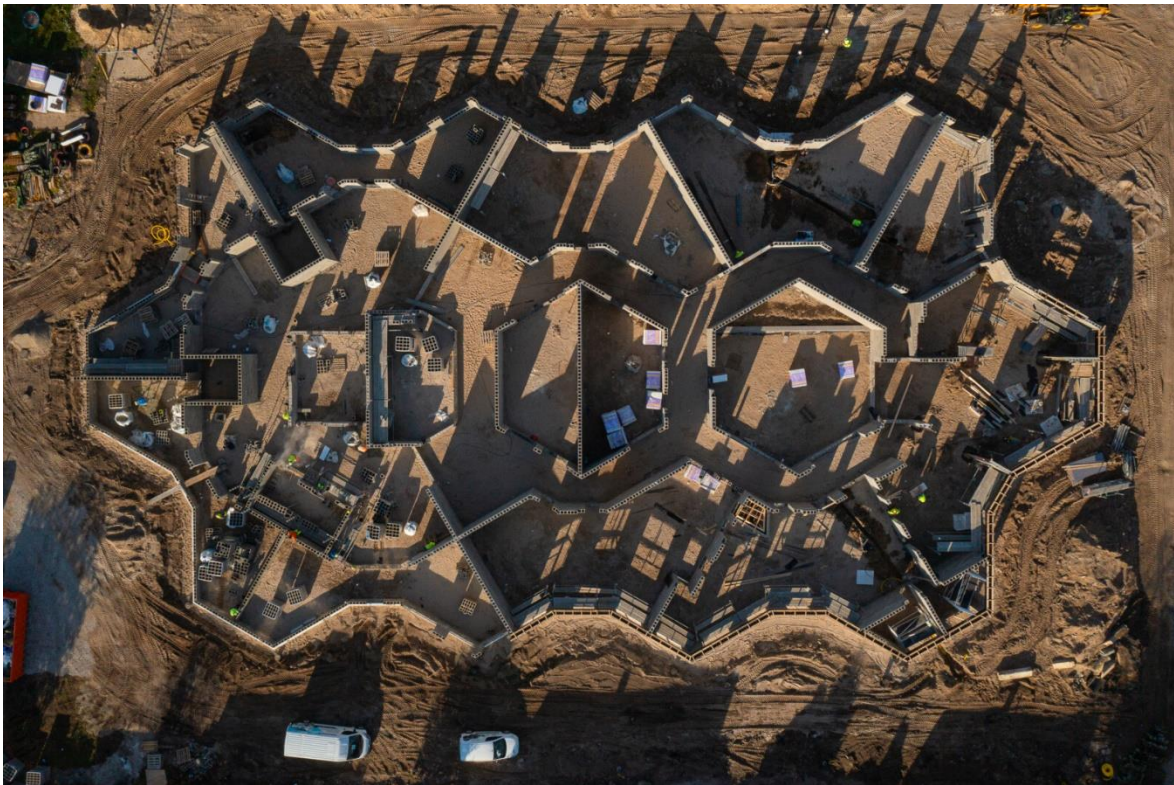
Õõnesplokkidest müüride ehituse tehnoloogiline kaart annab ülevaate ehitatava hoone lintvundamendi müüritise ning kandeseinte ladumise tööst. Tööd alustatakse kohe peale vundamendi ehitust. Antud ehitustöö sooritamiseks on välja toodud selleks vajalikud tööetapid ning need on jagatud erinevateks haardealadeks. Kokku jagati müüride ladumine kuueks haardealaks, mis on välja toodud joonisel (vt joonis 8).

6.2.1 Tööde korraldus objektil

Objektil algab antud ehitustöö ettevalmistusega – müüriplokkid tõstetakse veoautolt otse tööfrondile ette ilma vahelaota, et vältida liigset ajakulu plokkide vedamisel ühest punktist teise. Seejärel märgitakse maha suundnööride abil optilise mõõteseadmega müürijooned, mille järgi hakatakse taldmikule laduma plokkmüüritist. Enne ladumist valmistatakse ette segusõlm ning käiguteed müürimördi vedamiseks. Eelnevalt on lintvundamendi taldmiku paigaldatud vertikaalne L armatuur, mis jääb hiljem kandeseinte ladumise käigus müüriplokkide õõnsustesse. Seejärel alustatakse müüri ladumist lintvundamendi taldmikule. Ladumisel kasutatakse vuukides siduva aina müürimörtil, mis kantakse plokkidele mördikelguga. Müüritise horisontaal vuukidesse asetatakse sarrus, millele peab jääma vähemalt 15 mm kaitsekiht. Kihilati või juhtlauda abil jälgitakse müüri vertikaalsust, horisontaalsust ning kõrgust.

Kui taldmiku peale laotud müüritis on valmis laotud, betoneeritakse selle plokkiõõnsused ära. Selleks kutsutakse platsile betoonisegurauto koos pumiga, mille pumbavooliku pikkus on 32 m. Betooni vajadus selleks on 54,95 m³. Pumi on segurauto, mis on varustatud pumbaga.

Kui vundamendi taldmiku müüriosa on betoneeritud, laotakse edasi hoone kandvad välisseinad ning kandvad siseseinad. See osa on jagatud kokku viieks haardealaks. Müürid laotakse 3,0 m kõrguseks. Müüri ülemist osa laotakse alumiiniumtellingu pealt, mis telliti selleks platsile. Kui müürid on laotud ning sarrustatud, siis betoneeritakse taaskord müüriploki õõnsused täis. Teise haardeala betooni vajadus on 42,04 m³, kolmandal 45,64 m³, neljandal 40,4 m³, viiendal 39,6 m³ ning kuuendal 25,67 m³. Kokku tellitakse platsile umbes 40 betoonisegurautot. Betoon pumbatakse müüritise õõnsustesse betoonivooliku abil, mille otsas kasutatakse valusukka. Valatud betoon tihendatakse vibraatori abil, et betooni ei jääks tühimikke. [21]



Joonis 6.1 Hoone õõnesplokkidest müüride ehitus

6.2.2 Õõnesplokkidest müüride ehitamiseks kuluva materjali vajadus

Kogu kandeseinte ehitamiseks kulub õõnesplokkke 2320,9 m², 7016,4 kg armatuuri ning 248,3 m³ betooni. [16] Allolevas tabelis (tabel 6.6) on jagatud kogu hoone õõnesplokkidest müüride ehitus kuueks haardealaks ning välja toodud iga haardeala ehitamiseks kulunud materjalide vajadus.

Tabel 6.6 Õõnesplokkidest müüride ehitamiseks kuluv materjalide vajadus

Jrk	Materjal	Ühik	1HA	2HA	3HA	4HA	5HA	6HA
1	Betoon C25/30	m ³	54,95	42,04	45,64	40,4	39,6	25,67
2	Sarrus	kg	2248,78	984,68	991,60	971,46	929,74	889,88
3	Õõnesplokkid	m ²	506,48	381,79	412,84	368,53	362,82	288,45

6.2.3 Õõnesplokkidest müüride tehnoloogilised arvutused

Õõnesplokkidest müüride ehituse tehnoloogiliste arvutuste puhul on kasutatud RATU juhendmaterjale, kus on välja toodud antud tööde plokkmüüritise ladumise, armeerimise ning betoneerimise ajanormid. [17] [19] [20] [21] Alljärgnev tabel (tabel 6.7) illustreerib kandeseinte müüride ladumise tööjõu- ja masinakulu.

Tabel 6.7 Õõnesplokkidest müüride ehituse tööjõu- ja masinakulu kalkulatsioon

TÖÖJÕU- JA MASINAJAKULU															
Jrk nr	Töö nimetus	Ühik	Ajanorm	Normatiivne tööjõukulu											
				Haardealade kaupa											
				1		2		3		4		5		6	
				in-h/üh mas-h/üh	Kogus	in-h mas-h	Kogus	in-h mas-h	Kogus	in-h mas-h	Kogus	in-h mas-h	Kogus	in-h mas-h	Kogus
1	2	3	4	5,1	6,2	5,2	6,2	5,3	6,3	5,4	6,4	5,5	6,5	5,6	6,6
1	LADUMINE														
1	Teisaldamine, kraanaga	m ²	0,01	506,5	5,1	381,8	3,8	412,8	4,1	368,5	3,7	362,8	3,6	288,5	2,9
1	Ehitustellingud	m ²	0,2	506,5	101,3	381,8	76,4	412,8	82,6	368,5	73,7	362,8	72,6	288,5	57,7
1	Mõõtmine	m ²	0,04	506,5	20,3	381,8	15,3	412,8	16,5	368,5	14,7	362,8	14,5	288,5	11,5
1	Mõrdi valmistamine	m ²	0,47	506,5	238,0	381,8	179,4	412,8	194,0	368,5	173,2	362,8	170,5	288,5	135,6
1	Ladumine	m ²	0,37	506,5	187,4	381,8	141,3	412,8	152,8	368,5	136,4	362,8	134,2	288,5	106,7
1	LADUMINE KOKKU	in-h/üh		552,1		416,1		450,0		401,7		395,5		314,4	
		mas-h/üh		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	
		in-h/vah		69,0		52,0		56,2		50,2		49,4		39,3	
		mas-h/vah		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	
2	SARRUSTAMINE														
2	Teisaldamine,käsitsi	1000kg	3	2,25	6,6	0,98	3,0	0,99	3,0	0,97	2,9	0,93	2,8	0,89	2,7
2	Sarrustamine	1000kg	13	2,25	28,8	0,98	12,8	0,99	12,9	0,97	12,6	0,93	12,1	0,89	11,6
2	SARRUSTAMINE KOKKU	in-h/üh		35,4		15,8		15,9		15,5		14,9		14,2	
		mas-h/üh		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	
		in-h/vah		4,4		2,0		2,0		1,9		1,9		1,8	
		mas-h/vah		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	
3	BETONEERIMINE														
3	Eeltööd	m ³	0,04	54,9	2,2	42,0	1,7	45,6	1,8	40,4	1,6	39,6	1,6	25,7	1,0
3	Betooni etteandmine autobetonipumbaga	50m ³	14,5	1,10	15,9	0,8	12,2	0,9	13,2	0,8	11,7	0,8	11,5	0,5	7,4
			5	1,10	5,5	0,8	4,2	0,9	4,6	0,8	4,0	0,8	4,0	0,5	2,6
3	Betooni laotamine ja vibreerimine	m ³	0,3	54,9	16,5	42,0	12,6	45,6	13,7	40,4	12,1	39,6	11,9	25,7	7,7
3	BETONEERIMINE KOKKU	in-h/üh		40,1		30,7		33,3		29,5		28,9		18,7	
		mas-h/üh		5,5		4,2		4,6		4,0		4,0		2,6	
		in-h/vah		5,0		3,8		4,2		3,7		3,6		2,3	
		mas-h/vah		0,7		0,5		0,6		0,5		0,5		0,3	

Õõnesplokkidest müüride ehitus jagatakse erinevateks töötappideks, milleks on õõnesplokkidest müüritise ladumine, selle sarrustamine ning betoneerimine. Antud tehnoloogilise tabeli (tabelid 6,8, 6,9 ning 6.10) eesmärk on näidata nimetatud ehitustööde kestust ning selleks vajalike tööliste ja masinate arvu ühes vahetuses. Arvutused on teostatud tööjõu- ja masinajakulu tabeli 6.7 põhjal.

Tabel 6.8 Õõnesplokkidest müüride ehituse tehnoloogilised arvutused 1-2 HA

TEHNOOLOGILISTE ARVUTUSTE TABEL											
Jrk	Töö nimetus	Tööliste/masinate		Haardealade kaupa							
		Eriala/ mark	Arv	1				2			
				Normatiivne		Normi täitmise tegur	Valitud kestus	Normatiivne		Normi täitmise tegur	Valitud kestus
				Tööjõuku- lu	Kestus			Tööjõuku- lu	Kestus		
				in-vah mas-vah	Vah			in-vah mas-vah	Vah		
1	2	3	4	5,1	5,2	5,3	5,4	6,1	6,2	6,3	6,4
1	Ladumine	Müürsepp	8,0	69,0	8,6	1,0	9	52,0	6,5	0,9	7
2	Sarrustamine	Sarrustaja	4,0	4,4	1,1	1,1	1	2,0	1,0	1,0	1
3	Betoneerimine	Betoneerija	3,0	5,0	1,7	1,7	1	3,8	1,3	1,3	1
		Betoonipump	1,0	0,7	0,7	0,7		0,5	0,5	0,5	

Tabel 6.9 Õõnesplokkidest müüride ehituse tehnoloogilised arvutused 3-4 HA

TEHNOOLOOGILISTE ARVUTUSTE TABEL											
Jrk	Töö nimetus	Tööriista/masinate		Haardealade kaupa							
		Eriala/ mark	Arv	3				4			
				Normatiivne		Normi täitmise tegur	Valitud kestus	Normatiivne		Normi täitmise tegur	Valitud kestus
				Tööjõuku- lu	Kestus			Tööjõuku- lu	Kestus		
				in-vah	Vah			in-vah	Vah		
1	2	3	4	mas-vah				mas-vah			
				7,1	7,2	7,3	7,4	8,1	8,2	8,3	8,4
1	Ladumine	Müürsepp	8,0	56,2	7,0	1,0	7	50,2	6,3	0,9	7
2	Sarrustamine	Sarrustaja	4,0	2,0	1,0	1,0	1	1,9	1,0	1,0	1
3	Betoneerimine	Betoneerija	3,0	4,2	1,4	1,4	1	3,7	1,2	1,2	1
		Betoonipump	1,0	0,6	0,6	0,6		0,5	0,5	0,5	

Tabel 6.10 Õõnesplokkidest müüride ehituse tehnoloogilised arvutused 5-6 HA

TEHNOOLOOGILISTE ARVUTUSTE TABEL											
Jrk	Töö nimetus	Tööriista/masinate		Haardealade kaupa							
		Eriala/ mark	Arv	5				6			
				Normatiivne		Normi täitmise tegur	Valitud kestus	Normatiivne		Normi täitmise tegur	Valitud kestus
				Tööjõuku- lu	Kestus			Tööjõuku- lu	Kestus		
				in-vah	Vah			in-vah	Vah		
1	2	3	4	mas-vah				mas-vah			
				9,1	9,2	9,3	9,4	10,1	10,2	10,3	10,4
1	Ladumine	Müürsepp	8,0	49,4	5,5	0,9	6	39,3	5,6	0,9	6
2	Sarrustamine	Sarrustaja	4,0	1,9	0,9	0,9	1	1,8	0,9	0,9	1
3	Betoneerimine	Betoneerija	3,0	3,6	1,2	1,2	1	2,3	0,8	0,8	1
		Betoonipump	1,0	0,5	0,5	0,5		0,3	0,3	0,3	

6.3 Monoliitsest raudbetoonist vahelae ehituse tehnoloogiline kaart

Monoliitsest raudbetoonist vahelae ehituse tehnoloogiline kaart annab ülevaate ehitatava hoone vahelae ehituse tööst. Tööd alustatakse kohe peale kandeseinte müüride ladumist. Antud ehitustöö läbiviimiseks on välja toodud selleks vajalikud tööetapid ning need on jagatud erinevateks haardealadeks. Kokku jagati monoliitsest raudbetoonist vahelae ehitus kaheks haardealaks. Kõigepealt monolitiseeriti esimene pool hoonest ning seejärel teine pool. Esimese haardeala raketist kasutatakse ka teise haardeala rakestamisel. Haardealade jagunemine on välja toodud joonisel (vt joonis 9).

6.3.1 Tööde korraldus objektil

Kõigepealt alustatakse tööd vahelae rakestamisega, milleks kasutatakse Doka laeraketist, mis tagab suurte laepindade kiire rakestamise ka keeruliste kujulahenduste korral. Rakestamiseks kasutatavate Doka vineeride 3-SO alla paigaldatakse vertikaaltoed, mille alla vajaduse korral ka alusplangud. Vertikaaltugedena kasutatakse tugijalgadega terastugesid. Tugede peale paigaldatakse Doka talad, mis on valmistatud puitmaterjalist. Taladele laotakse Doka vineer, mis surutakse tihedalt kokku, et vältida betooni välja tilkumist raketise vahelt. Raketise pind õlitatakse raketise õliga, et raketislauad saaks lahtirakestamisel paremini kätte ning betooni pind jääks sile. Enne valamise algust kontrollitakse veel üle, et raketis oleks vahelae betoneerimiseks kindlasti õigel kõrgusel. [22]

Kuna vahelae betoneerimine toimus talveoludes, pidid raketised olema enne betooni valamist puhastatud lumest ning jääst.

Betoneerimist alustatakse esimesest haardealast, kus betoonivajadus on 269 m³. Betoneerimiseks tellitakse platsile betoonisegurautod koos pumiga, mis on varustatud pumbaga, mille pumbavooliku pikkus on 32 m. Betoneerimisel üks tööline valab betoonivooliku abil betooni ning ülejäänud tegelevad tihendamise, tasandamise ning silumisega. Tihendamine teostatakse vibraatoriga ning tasandamine puidust hõõrutiga.

Kui betoon on saavutanud ettenähtud tugevuse, siis võetakse vahelae plaadiraketised maha. Selleks lastakse alla terasest vertikaaltoed. Raketiskilbid on tarvis eemaldada ettevaatlikult, et vältida betoonpinna vigastamist.



Joonis 6.2 Monoliitsest raudbetoonist vahelae betoneerimine

6.3.2 Monoliitsest raudbetoonist vahelae ehitamiseks vajalikud materjalid

Vahelae ehitamiseks oli tarvis 2035 m² Doka vineeri, 32964 kg armatuuri ja betooni 508,6 m³. [16] Allolevas tabelis (tabel 6.11) on jagatud kogu hoone vahelae ehitus kaheks haardealaks ning välja toodud iga haardeala ehitamiseks kulunud materjalide vajadus.

Tabel 6.11 Monoliitsest raudbetoonist vahelae ehitamiseks kuluv materjalide vajadus

Jrk	Materjal	Ühik	1HA	2HA
1	Plaatraketis	m ²	1076,29	957,95
2	Betoon C30/37	m ³	269,07	239,53
3	Armatuur	kg	17320,53	15643,89

Vahelae raketis on konstrueeritud Doka laeraketisest. Alljärgnevas tabelis (tabel 6.12) on välja toodud antud hoone vahelae raketamise Doka laeraketisest spetsifikatsioon.

Tabel 6.12 Laeraketise spetsifikatsioon

Jrk	Kirjeldus	Kaal [kg]	Kokku
1	Kolmjalg top	11,95	370
2	Allalastav pea H20	6,10	372
3	Tugipea H20 DF	0,77	173
4	Doka laetugi Eurex 20 top 400	21,56	545
5	Jäikusklamber B	1,38	600
6	Doka tala H20 top P 1,80m	9,54	60
7	Doka tala H20 top P 2,45m	12,99	355
8	Doka tala H20 top P 2,65m	14,05	30
9	Doka tala H20 top P 2,90m	15,37	315
10	Doka tala H20 top P 3,30m	17,49	155
11	Doka tala H20 top P 3,60m	19,08	2
12	Doka tala H20 top P 3,90m	20,67	100
13	Doka vineer 3-SO 21mm 200/50cm	9,70	670

6.3.3 Monoliitsest raudbetoonist vahelae ehituse tehnoloogilised arvutused

Monoliitsest raudbetoonist vahelae ehituse tehnoloogiliste arvutuste puhul on kasutatud RATU juhendmaterjale, kus on välja toodud antud tööde rakestamise, armeerimise, betoneerimise ning lahtirakestamise ajanormid. Alljärgnev tabel (tabel 6.13) illustreerib kandeseinte müüride ladumise tööjõu- ja masinajakulu. [17] [18] [19] [20]

Tabel 6.13 Monoliitsest raudbetoonist vahelae ehituse tööjõu- ja masinajakulu kalkulatsioon

TÖÖJÕU- JA MASINAJAKULU							
Jrk nr	Töö nimetus	Ühik	Ajanorm	Normatiivne tööjõukulu			
				Haardealade kaupa			
				1		2	
				in-h/üh mas-h/üh	Kogus	in-h mas-h	Kogus
1	2	3	4	5,1	6,1	5,1	6,1
1	RAKESTAMINE						
1	Eelvalmistus	m ²	0,13	1076,3	139,9	958,0	124,5
1	Mõõdistustöö	m ²	0,023	1076,3	24,8	958,0	22,0
1	Raketise ehitamine	m ²	0,18	1076,3	193,7	958,0	172,4
1	Lahtirakestamine	m ²	0,2	1076,3	215,3	958,0	191,6
1	Raketistarvikute järelhooldus	m ²	0,2	1076,3	215,3	958,0	191,6
1	RAKESTAMINE KOKKU		in-h/üh		788,9		702,2
			mas-h/üh		0,0		0,0
			in-h/vah		98,6		87,8
			mas-h/vah		0,0		0,0
2	SARRUSTAMINE						
2	Teisaldamine	1000kg	3,00	17,3	52,0	15,6	46,9
2	Sarrustamine	1000kg	5,00	17,3	86,6	15,6	78,2
2	SARRUSTAMINE KOKKU		in-h/üh		138,6		125,2
			mas-h/üh		0,0		0,0
			in-h/vah		17,3		15,6
			mas-h/vah		0,0		0,0
3	BETONEERIMINE						
3	Betooni etteandmine autobetonipumbaga	200m ³	34	1,35	45,7	1,20	40,7
			20	1,35	26,9	1,20	24,0
3	Betooni tasandamine	m ²	0,05	1076,3	53,8	958,0	47,9
3	Masinsilumine	m ²	0,02	1076,3	21,5	958,0	19,2
3	Järeltööd	m ³	0,03	269,1	8,1	239,5	7,2
3	BETONEERIMINE KOKKU		in-h/üh		129,2		115,0
			mas-h/üh		26,9		24,0
			in-h/vah		16,1		14,4
			mas-h/vah		3,4		3,0

Monoliitsest raudbetoonist vahelae ehitamine jagatakse erinevateks töötappideks, milleks on vahelae rakestamine, selle sarrustamine ning betoneerimine. Antud tehnoloogilise tabeli (tabel 6.14) eesmärk on näidata nimetatud ehitustööde kestust ning selleks vajalike tööliste ja masinate arvu ühes vahetuses. Arvutused on teostatud tööjõu- ja masinajakulu tabeli 6.13 põhjal.

Tabel 6.14 Monoliitsest raudbetoonist vahelae ehitamise tehnoloogilised arvutused 1 HA ning 2 HA

TEHNOLOOGILISTE ARVUTUSTE TABEL											
Jrk	Töö nimetus	Tööliste/masinate		Haardealade kaupa				Haardealade kaupa			
		Eriala/ mark	Arv	1				2			
				Normatiivne		Normi täitmise tegur	Valitud kestus	Normatiivne		Normi täitmise tegur	Valitud kestus
				Tööjõuku- lu	Kestus			Tööjõuku- lu	Kestus		
				in-vah	Vah			in-vah	Vah		
				mas-vah				mas-vah			
1	2	3	4	5,1	5,2	5,3	5,4	6,1	6,2	6,3	6,4
1	Rakestamine	Rakestaja	8,0	98,6	12,3	0,9	13	87,8	11,0	1,0	11
2	Sarrustamine	Sarrustaja	4,0	17,3	4,3	1,1	4	15,6	3,9	1,0	4
3	Betoneerimine	Betoneerija	5,0	6,7	1,3	1,3	1	6,0	1,2	1,2	1
		Betonipump	1,0	3,4	3,4	3,4		3,0	3,0	3,0	

6.4 Katuse ehituse tehnoloogiline kaart

6.4.1 Tööde korraldus objektil

Katust hakatakse ehitama peale vahelae betoneerimist ning hoone kahe keskse tornide osa müüritise ladumist, mis on kavandatud teha kõrgemad viilkatusest välja ulatuvad. Pääs katusele katuse ehitamiseks toimub mööda ajutist redelit, mis on paigutatud ehitatava hoone lõuna küljele. Kõigepealt kaetakse monoliitbetoonist vahelagi SBS rullmaterjaliga aurutõkke eesmärgil. Seejärel paigaldatakse aurutõkkele müürlatid, mille külge kinnitatakse tehasest saabuvad puitfermid. Katuse puitfermid tõstetakse neljas osas otse masinalt autokraanaga vahelaele, kus need järjest paika pannakse. [13] Kui fermid on paigaldatud, siis järgneb fermide peale aluskatte paigaldus. Peale aluskattet paigaldatakse distantsliist ning roovitis valtspleki kinnitamiseks. Soojustusena kasutatakse puistevilla, mis paigaldatakse pööningvahelaele alles siis, kui pööningul olevad kommunikatsioonid on paigaldatud. Kogu katuse ehitus jagatakse neljaks haardealaks, millest esimene ja neljas haardeala moodustub hoone põhja- ja lõunapoolsest kolmest „kärjest“ ning teine ja kolmas haardeala ida- ja läänepoolsest hoone kesksest osast. Haardealade jagunemine on välja toodud joonisel (vt joonis 10).



Joonis 6.3 Katuse puitfermide paigaldus

Ehitatava hoone katuse tüüpkonstruktsioon on järgnev [1]:

- Valtsplekk, paksusega 30 mm,
- Roovitus katusekatte paigaldamiseks on 100 x 32 mm, sammuga 200 mm,
- Katusefermid, sammuga 600 mm,
- SBS rullmaterjal (aurutõke),
- Monoliitbetoonist plaat, paksusega 250 mm.

6.4.2 Katuse ehitamiseks vajalikud materjalid

Katuse ehitamiseks oli vaja kokku SBS rullmaterjali 2041,66 m², müürlatti 514 jm, puitferme suurusega <7000 mm 48 tk, >7000 mm 24 tk, >12000 mm 136 tk, valtsplekki 2579,10 m², räästa jaoks laudist 190,40 jm. Allolevas tabelis (tabel 6.15) on jagatud kogu hoone katuse ehitus haardealadeks ning välja toodud iga haardeala ehitamiseks kulunud katusefermide vajadus.

Tabel 6.15 Katuse ehitamiseks vajalike puitfermide vajadus

Katusefermid e paigaldus	Pikkus		
	<7000mm	>7000mm	>12000mm
	0,30 in-h /element	0,40 in-h /element	0,50 in-h /element
1HA	24	12	33
2HA	0	0	35
3HA	0	0	35
4HA	24	12	33

Alljärgnevas tabelis (tabel 6.16) on välja toodud katuse ehitamiseks kuluva materjali vajadus haardealade kaupa.

Tabel 6.16 Katuse ehitamiseks kuluva materjali vajadus

Jrk	Materjal	Ühik	1HA	2HA	3HA	4HA
1	SBS rullmaterjal	m ²	491,90	496,61	497,25	555,90
2	Müürlatt	jm	154,50	102,50	102,50	154,50
3	Katusefermid	tk	69	35	35	69
4	Aluskate	m ²	491,9	496,61	497,25	555,9
5	Roovitis	m ²	491,9	496,61	497,25	555,9
6	Distanttsliist	jm	491,9	496,61	497,25	555,9
7	Valtsplekk	m ²	705,05	584,5	584,5	705,05
8	Räästas	jm	65,1	30,1	30,1	65,1
9	Soojustus	m ³	245,95	248,31	248,63	277,95

6.4.3 Katuse ehituse tehnoloogilised arvutused

Hoone katuse ehituse tehnoloogiliste arvutuste puhul on kasutatud RATU juhendmaterjale, kus on välja toodud bituumenist rullmaterjalide-, soojustuse-, puidutööde-, puitfermide- ning katusepleki paigaldamise ajanormid. Alljärgnev tabel (tabel 6.17) illustreerib katuse ehitamise tööjõu- ja masinajakulu. [17] [23] [24] [25]

Tabel 6.17 Katuse ehitamise tööjõu- ja masinajakulu kalkulatsioon

Jrk nr	Töö nimetus	Ühik	Ajanorm	Normatiivne tööjõukulu							
				Haardealade kaupa							
				1		2		3		4	
				in-h/üh	in-h	in-h	in-h	in-h	in-h	in-h	in-h
				mas-h/üh	mas-h	mas-h	mas-h	mas-h	mas-h	mas-h	mas-h
1	2	3	4	5,1	6,1	5,2	6,2	5,3	6,3	5,4	6,4
1	Hüdroisolatsiooni tegemine										
1	Teisaldamine	m ²	0,008	491,90	3,94	496,61	3,97	497,25	3,98	555,90	4,45
1	SBS rullmaterjal, paigaldus	m ²	0,051	491,90	25,09	496,61	25,33	497,25	25,36	555,90	28,35
1	Järeltööd	m ²	0,003	491,90	1,48	496,61	1,49	497,25	1,49	555,90	1,67
1	HÜDROISOLATSIOON KOKKU	in-h/üh			30,5		30,8		30,8		34,5
		mas-h/üh			0,0		0,0		0,0		0,0
		in-h/vah			3,8		3,8		3,9		4,3
		mas-h/vah			0,0		0,0		0,0		0,0
2	Katuslae soojustamine										
2	Puisteseadmete ettevalmistamine ja mahavõtmine	m ³	2	245,95	3,28	248,31	3,31	248,63	3,32	277,95	3,71
2	Puistevilla paigaldamine	m ³	0,13	245,95	31,97	248,31	32,28	248,63	32,32	277,95	36,13
2	Koristamine	m ³	0,009	245,95	2,21	248,31	2,23	248,63	2,24	277,95	2,50
2	SOOJUSTAMINE KOKKU	in-h/üh			34,2		34,5		34,6		38,6
		mas-h/üh			3,3		3,3		3,3		3,7
		in-h/vah			4,3		4,3		4,3		4,8
		mas-h/vah			0,4		0,4		0,4		0,5
3	Katuse konstruktsiooni ehitamine										
3	Teisaldamine, kraana	kord	0,20	14	2,8	7	1,4	7	1,4	14	2,8
3	Müürlati paigaldus	jm	0,075	154,50	11,59	102,50	7,69	102,50	7,69	154,50	11,59
3	Katuseferm, paigaldamine < 7000mm	element	0,3	24,00	7,20	0,00	0,00	0,00	0,00	24,00	7,20
3	Katuseferm, paigaldamine > 7000mm	element	0,4	12,00	4,80	0,00	0,00	0,00	0,00	12,00	4,80
3	Katuseferm, paigaldamine > 12000mm	element	0,5	33,00	16,50	35,00	17,50	35,00	17,50	33,00	16,50
3	Järeltööd	m ²	0,01	491,90	4,92	496,61	4,97	497,25	4,97	555,90	5,56
3	KONSTRUKTSIOONI EHITUS KOKKU	in-h/üh			45,0		30,2		30,2		45,6
		mas-h/üh			2,8		1,4		1,4		2,8
		in-h/vah			5,6		3,8		3,8		5,7
		mas-h/vah			0,4		0,2		0,2		0,4
4	Katusekatte paigaldamine										
4	Teisaldamine, kraana	m ²	0,06	491,90	26,56	496,61	26,82	497,25	26,85	555,90	30,02
4	Aluskate	m ²	0,031	491,90	15,25	496,61	15,39	497,25	15,41	555,90	17,23
4	Distantsliist	m ²	0,10	491,90	49,19	496,61	49,66	497,25	49,73	555,90	55,59
4	Roovitis	m ²	0,12	491,90	53,13	496,61	53,63	497,25	53,70	555,90	60,04
4	Valtsplekk	m ²	0,045	705,05	31,73	584,50	26,30	584,50	26,30	705,05	31,73
4	Räästaste tegemine	jm	0,42	65,10	24,61	30,10	11,38	30,10	11,38	65,10	24,61
4	Järeltööd	m ²	0,01	491,90	4,43	496,61	4,47	497,25	4,48	555,90	5,00
4	KATUSEKATTE PAIGALDAMINE KOKKU	in-h/üh			178,3		160,8		161,0		194,2
		mas-h/üh			26,6		26,8		26,9		30,0
		in-h/vah			22,3		20,1		20,1		24,3
		mas-h/vah			3,3		3,4		3,4		3,8

Hoone katuse ehitus jagatakse erinevateks tööetappideks, milleks on katuse hüdroisolatsioon, konstruktsiooni ehitus, katusekatte paigaldus ning hiljem pööningvahelae soojustamine puistevillaga. Antud tehnoloogilise tabeli (tabelid 6.18 ning 6.19) eesmärk on näidata nimetatud ehitustööde kestust ning selleks vajalike tööliste ja masinate arvu ühes vahetuses. Arvutused on teostatud tööjõu- ja masinajakulu tabeli 6.17 põhjal.

Tabel 6.18 Monoliitsest raudbetoonist vahelae ehituse tehnoloogilised arvutused 1 HA ning 2 HA

TEHNOLOOGILISTE ARVUTUSTE TABEL											
Jrk	Töö nimetus	Tööliste/masinate		Haardealade kaupa				Haardealade kaupa			
		Eriala/ mark	Arv	1				2			
				Normatiivne		Normi täitmise tegur	Valitud kestus	Normatiivne		Normi täitmise tegur	Valitud kestus
				Tööjõu-kulu	Kestus			Tööjõu-kulu	Kestus		
				in-vah	Vah			in-vah	Vah		
				mas-vah				mas-vah			
1	2	3	4	5,1	5,2	5,3	5,4	6,1	6,2	6,3	6,4
1	Hüdroisolatsioon	Paigaldaja	2	3,81	1,91	0,95	2	3,80	1,90	0,95	2
2	Soojustamine	Puistevilla auto	1	3,28	3,28	0,82	4	3,31	3,31	0,83	4
		Paigaldaja	1	4,27	4,27	1,07		4,31	4,31	1,08	
3	Konstruktsiooni ehitus	Paigaldaja	2	5,63	2,81	0,94	3	3,77	1,88	0,94	2
		Autokraana	2	0,35	0,18	0,06		0,18	0,09	0,04	
4	Katusekatte paigaldus	Paigaldaja	3	22,29	7,43	0,93	8	20,10	6,70	0,96	7
		Autokraana	2	3,30	1,65	0,21		3,40	1,70	0,24	

Tabel 6.19 Monoliitsest raudbetoonist vahelae ehituse tehnoloogilised arvutused 3 HA ning 4 HA

TEHNOLOOGILISTE ARVUTUSTE TABEL											
Jrk	Töö nimetus	Tööliste/masinate		Haardealade kaupa				Haardealade kaupa			
		Eriala/ mark	Arv	3				4			
				Normatiivne		Normi täitmise tegur	Valitud kestus	Normatiivne		Normi täitmise tegur	Valitud kestus
				Tööjõuku-lu	Kestus			Tööjõuku-lu	Kestus		
				in-vah	Vah			in-vah	Vah		
				mas-vah				mas-vah			
1	2	3	4	7,1	7,2	7,3	7,4	8,1	8,2	8,3	8,4
1	Hüdroisolatsioon	Paigaldaja	2	3,90	1,95	0,98	2	4,30	2,15	1,08	2
2	Soojustamine	Puistevilla auto	1	3,32	3,32	0,83	4	3,71	3,71	0,74	5
		Paigaldaja	1	4,32	4,32	1,08		4,83	4,83	0,97	
3	Konstruktsiooni ehitus	Paigaldaja	2	3,77	1,89	0,94	2	5,71	2,85	0,95	3
		Autokraana	2	0,18	0,09	0,04		0,35	0,18	0,06	
4	Katusekatte paigaldus	Paigaldaja	3	20,12	6,71	0,96	7	24,27	8,09	1,01	8
		Autokraana	2	3,40	1,70	0,24		3,80	1,90	0,24	

7. MAJANDUSLIK OSA

Antud osa eesmärk on analüüsida kogu ehitatava hoone betoonitööde kogumaksumuse otsekulu sõltuvust kogu objekti eelarve otsekulude maksumusest, mis on kokku summeeritud sarnaselt betoonitööde kogumaksumusele töömahtude ning ühikhindade alusel. Kuna antud koolihoone ehitus sisaldab suurel hulgal betoonitöid, põhiliselt monoliitset raudbetooni, siis seetõttu ongi valitud majandusliku osa analüüsiks just nimetatud betoonitööd, et teada saada, kui suure protsendi see tegelikult terve objekti eelarve otsekulude maksumusest moodustab. Antud osas välja toodud betoonitööde maksumused on läbi korrutatud teatud koefitsiendiga, et hoida Optimus Ehituse eelarvet konfidentsiaalsena. [26]

7.1 Betoonitööde kogumaksumuse osakaal objekti eelarve otsekulude maksumusest

Majanduslikus osas tuuakse välja kogu ehitatava hoone betoonitööde kogumaksumuse otsekulu sõltuvus kogu objekti otsekuludest. Selle jaoks tuuakse välja kõigi erinevate betoonitööde eelarve read. Nendeks on hoone vundamendi, kandvate seinte, vahelae, põrand pinnasel, treppide, panduste ning silluste ehituseks kulunud betooni maht ning sellele vastav maksumus.

Betoonitöödega alustati 06.08.2021 hoone lintvundamendi taldmike betoneerimisega ning lõpetati 20.12.2021 esimese korruse põrandate betoneerimisega. Kuna esimese korruse põranda betoneerimine toimus talvistes oludes ning antud hetkel veel ehitataval hoonel avatäiteid ees polnud, et siseruumides sooja tekitada ning hoida sooja temperatuuri üleval soojapuhurite abil, siis kasutati betoneerimisel külmalisandeid. Külmalisandid aitavad talvistel betoonitöödel vältida betoonisegu jäätumise ohtu. Lisaks kasutati külmalisandeid ka välitreppide ja panduste betoneerimisel, sest antud tööd jäid külmale perioodile.

7.1.1 Vundament

Hoone vundament ehitati lintvundamendile betooni survetugevusklassiga C25/30 ning keskkonnaklassiga XC2 (karboniseerumisest põhjustatud korrosiooni vastu, kui betoonipind on märg ning harva kuiv) ning XA2. Kogu hoone lintvundamendi taldmike ehitamiseks kulub betooni 142,70 m³. [1] [3]

Kuna hoonele oli ette nähtud teha varikatus, siis varikatuse postide alla ehitati kohtvundamendid, mille betoonimaht on kokku 13,12 m³. Kohtvundamendi survetugevusklass ning keskkonnaklass ühtib lintvundamendi omaga. [1]

7.1.2 Kandvad seinad ning sillused

Hoone kandvad välisseinad ning siseseinad on projekteeritud betoonõõnesplokkidest, mille õõnsused betoneeritakse täis betooniga survetugevusklassiga C25/30. Kokku kulub kandvate seinte betoneerimiseks betooni 248,30 m³. [1]

Lisaks kasutatakse hoone kandvate seinte avades monoliitbetoon silluseid survetugevusklassiga C25/30. Silluste ehituseks vajaminev betoonivajadus on 29,4 m³. [1]

7.1.3 Vahelagi

Ehitatava hoone vahelagi ehitati monoliitsest raudbetoonist, mille betooni survetugevusklass on C30/37. Kokku kulub kogu hoone vahelae monolitiseerimiseks betooni 508,6 m³. [1]

7.1.4 Põrand pinnasel

Hoone esimese korruse põrand pinnasele valatakse monoliitsest raudbetoonist survetugevusklassiga C35/45 ning keskkonnaklassiga XC4 (karboniseerumisest põhjustatud korrosioon vaheldumisi märjast ning kuivast betoonpinnast), XD3 (kloriidist põhjustatud korrosiooni vastu külmumise sulamise mõjul koos jäitevastaste ainetega) ning XF2 (mõõdukalt veega küllastunud jäitevastaste ainetega betoonpind). Kogu hoone esimese korruse põrandate betoneerimiseks kulub betooni 241 m³. [1]

7.1.5 Trepid, pandused ning tugimüür

Välistrepid ehk peasissepääsutrepid on projekteeritud koos pandusega ning kaldteedega betoonist. Hoone sisetrepp ehitati tolmuwababetoonist. Välistreppide betooni maht on

35 m³, sisetrepi elementidel 1,5 m³ ning kaldteedel 15,60 m³. Lisaks ehitatakse raudbetoonist tugimüür parkla poolses servas seina alla mahuga 7,2 m³. Treppide, panduste, kaldteede ning tugimüüri ehitamisel kasutati betooni survetugevusklassiga C35/45, keskkonnaklassiga XC4, XF4 (tugevasti veega küllastunud jäitevastaste ainetega betoonpind) ning XD3 (kloriidist põhjustatud korrosiooni vastu külmumise sulamise mõjul koos jäitevastaste ainetega). [1] [3]

7.1.6 Betoonitööde kogumaksumuse analüüs kogu objekti eelarve otsekulude maksumusest

Alljärgnevas tabelis (tabel 7.1) on välja toodud kogu ehitatava hoone betoonitööde loetelu koos betooni mahtude, ühikhindade ning maksumusega.

Tabel 7.1 Ehitatava hoone kogu betoonitööde loetelu [26]

Jrk	Töö nimetus	Betoon	Maht [m ³]	Ühikhind [€]	Summa [€]
1	Lintvundamendi taldmikud	C25/30; XC2; XA2	142,7	125	17838
2	Kohtvundamendid postidele	C25/30; XC2, XA2	13,1	125	1640
3	Kandvad välisseinad	C25/30; XC1	78,5	110	8633
4	Kandvad välisseinad - R/B vöö	C25/30; XC1	18,0	450	8100
5	Kandvad siseseinad	C25/30; XC1	169,8	110	18679
6	Monoliitbetoonitalad - 6 tk	C25/30; XC1	1,8	700	1260
7	Betoonisillused RBS - 140 tk	C25/30; XC1	27,6	700	19320
8	Vahelagi - R/B 250mm	C30/37; XC1	508,6	150	76290
9	Põrand pinnasel - R/B plaat 100mm	C35/45; XC4; XD3; XF2	148,0	125	18500
10	Põrand pinnasel - R/B plaat 120mm	C35/45; XC4; XD3; XF2	93,0	125	11625
11	Välistrepid	C35/45; XC4, XF4, XD3	35,0	600	21000
12	Sisetrepi elemendid	C35/45	1,5	1500	2250
13	Kaldteed	C35/45; XC4, XF4, XD3	15,6	650	10140
14	Tugimüür	C35/45; XC4, XF4, XD3	7,2	600	4320
Kokku					219594

Hinnad on saadud Optimus Ehitus OÜ hinnapakumistest. [26] Kogu koolihoone objekti eelarve otsekulud käibemaksuta on kokku 2 626 076 €, millest betoonitööde otsekulud

moodustavad 219 594 €. Analüüsi tulemusena osutus (tabel 7.2), et kogu koolihoone betoonitööde maksumuse osakaal kogu objekti eelarve otsekulude maksumusest on 8,4 %.

Tabel 7.2 Ehitatava hoone betoonitööde kogumaksumuse osakaal kogu objekti eelarve otsekulude maksumusest [26]

Jrk	Töö nimetus	Summa [€]	%
1	Objekti eelarve	2626076	
2	Betoonitööd	219594	8,4

$$\frac{219594 \cdot 100}{2626076} = 8,4 \%$$

8. TÖÖOHUTUS JA KESKKONNAKAITSE

Igal ehitusobjektil peab peatöövõtja ehitustöö ettevalmistuse käigus enne platsil tööde alustamist koostama tööohutuse- ning keskkonnakaitse plaani, millega peavad tutvuma kõik objektile viibivad isikud ning töötajad. Ehitusobjektile määratakse koordinaator, kes on kohustatud korraldama, koordineerima ning kontrollima tööohutusalast tegevust vähemalt kord nädalas. Koordinaator tutvustab töötajatele, tööandjatele ning teistele asjassepuutuvatele isikutele tööohutuse plaani ning muudatuste korral ajakohastab seda ja annab platsil viibivatele isikutele sellest ka teada. Plaaniga tutvunud isikud peavad plaaniga tutvumist kinnitama oma allkirjaga ning on kohustatud plaanis kirjeldatud platsil järgima. [27]

Tööohutuse plaan sisaldab andmeid ehitustööde korraldusest, mille eesmärk on tagada kõigile ehitusplatsil töötavatele isikutele võimaluse täita tööülesandeid vastavalt töötervishoiu ja tööohutuse nõuetele. [27]

8.1 Ehitusplats

Enne ehituse algust piiratakse objekti krundi piir piirdeaiaga ning valvestamiseks on kogu krundi perimeeter kaetud liikumisanduritega varustatud valvekaameratega, et vältida kõrvaliste isikute pääsemist ehitusplatsile, kes ei ole ehitusplatsil varitsevatest ohtudest teadlikud.

Ehitusplatsile määratud koordinaatori ülesanne on iganädalaselt teostada platsil kontrolli ehitusel kasutatavate töövahendite, tellingute, redelite ning tõsteseadmete korrasoleku kohta ning vastavust töötervishoiu ja tööohutuse nõuetele. Kui koordinaator leiab, et nimetatud töövahendite seas ilmneb oht platsil töötavate isikute elule, siis tuleb eluohtliku töövahendi kasutamine viivitamata peatada kuni puuduste likvideerimiseni. [27]

8.2 Olmeruumid

Ehitusplatsile on enne tööde algust toodud kasutusvalmis ehitussoojakud, kus asuvad töötajate olmeruumid. Need peavad olema komplekteeritud ning sisustatud selliselt, et oleks arvestatud töötingimuste, töötajate arvu ning soolise koosseisuga. Olmeruumides on töötajatel võimalus pauside ajal tööst taastuda, einestada ning hügieeni eest hoolt kanda, et vähendada terviseriske ning sellega töölt puudumist. Tualettruumid paiknevad töötajate soojakute vahetus läheduses ning seal asub ka valamu kätepesuvõimalusega.

Tualettruumid ning olmeruumid peavad olema koristatud ning varustatud töötajate arvule vastava hulga laudade ning seljatoega toolidega. Olmeruumide asukohad leiab ehitusplatsi üldplaanilt. [27] [28]

Need peavad olema komplekteeritud ja sisustatud, arvestades töötingimusi, töötajate arvu ja soolist koosseisu.

8.3 Esmaabi

Ehitusplatsil on tagatud esmaabi andmine selleks koolitatud peatöövõtja objektijuhi poolt, kes on igal ajal platsil kiirelt kättesaadav. Samuti on tagatud esmaabivahendid ning silmadušš, mille asukoht on kõigile platsil viibivatele töötajatel tööohutuse instruktaaži ajal teada antud. Esmaabikomplekt sisaldab mitmesuguseid plaastreid (suured, väikesed), steriilseid haavalappe mitmesugustes suurustes, haavapuhastuslappe, kinnitustepi, elastiksidet, vörksidet, kolmnurkrätikut, turvalõikurit, kaitsekindaid, kaitsemaski, termokile ning esmaabivoldikut. [29] Lisaks on platsi nähtavatele kohtadele paigaldatud sildid, kuhu on märgitud esmaabivahendite asukoht, esmaabiandja kontaktid ning ühtne hädaabi number 112 abi kutsumiseks. [28]

Tulekustutid ning esmaabivahendid on leitavad objektimeeskonna kontorisoojakust, mis asub töötajate soojakute vahetus läheduses.

8.4 Isikukaitsevahendite kasutamine

Ohutuse tagamiseks ning terviseriskide ennetamiseks on platsil töötavad tööandjad kohustatud tagama oma töötajatele isikukaitsevahendid ja nende nõuetekohase kasutamise ning võtma arvesse peatöövõtja koordinaatori korraldusi.

Ehitusplatsil on peatöövõtja poolt määratud koordinaator kohustatud jälgima platsil töötavate tööliste isikukaitsevahendeid, et need vastaksid nõuetele. Kaitsekiivrit tuleb kanda piirkondades, kus sõltuvalt tööst võib esineda peavigastuse oht. Turvarakmeid tuleb kasutada tellingutel, katustel ning kohtades, kus võib tööd tehes esineda kukumisoht. Kaitsejalanõude kasutamine platsil on samuti kohustuslik. [28]

KOKKUVÕTE

Magistritöö ülesandeks on ehitustehnoloogia ja platsikorralduse analüüs Pärnu Päikese Kooli ehituse näitel. Nimetatud koolihoone asub Pärnus, Vana-Pärnu piirkonnas, aadressil Rõugu 8a. Antud töö raames on välja toodud ehitatava hoone arhitektuurne lahendus, konstruktsiooniosa arvutused, ehitusplatsi üldplaan, kogu objekti koondkalendergraafik, tähtsamate tööloikude tehnoloogilised kaardid ning majandusliku osa analüüs.

Arhitektuurses osas on välja toodud ehitatava koolihoone arhitektuurne lahendus. Kirjeldatud on hoone välisviimistlust, olulisemaid konstruktsioone, tehnosüsteemide lahendust, haljastust ning üldist maastikuarhitektuuri. Koolihoone on projekteeritud ühekorruseliseks, millel on lisaks osaliselt tehniline korrus, kus asub ventilatsioonikamber. Koolihoone kuju on koorunud välja kärjekujulistest moodulitest, mis moodustavad nõndanimetatud kärgedest tervikkompleksi. Kärje temaatikat läbiv joon kandub edasi ka maastikuarhitektuuri ning samuti ka hoone fassaadilahendusele.

Konstruktsiooniosas on teostatud kontrollarvutused monoliitsest raudbetoonist katuslae telje 3 vahetus läheduses ning telje B keskosas. Kontrollitud on nimetatud piirkonna katuslae kandevõimet ning leitud nende jaoks vajalik armatuur. Läbi viidud arvutused näitavad, et katuslae kandevõime on tagatud.

Pärnu Päikese Kooli ehitus algas 14.06.2021 ning objekti lõpptähtaeg on 25.08.2022. See teeb objekti ajaliseks kestuseks kokku 314 tööpäeva. Koostatud koondkalenderplaani eesmärk on anda ülevaade objekti tööde järjekorrast, nende maksumusest, tööloikude kestusest ajas ning samuti tööliste kui ka masinate vajadusest platsil kogu ehituse vältel.

Tehnoloogilised kaardid on koostatud objekti tähtsamate tööloikude kohta. Nende hulka kuuluvad antud objekti raames lintvundamendi taldmike ehitus, õõnesplokkidest müüride ehitus, monoliitsest raudbetoonist vahelae ning katuse ehitus. Ehitustehnoloogiliste arvutuste eesmärk on välja selgitada eelnevalt nimetatud tööloikude ehitustööde kestus ning tööliste ja masinate vajadus selliselt, kuidas oleks antud tööloiku kõige optimaalsem ehitada.

Majandusliku osa eesmärk on analüüsida kogu ehitatava hoone betoonitööde kogumaksumuse otsekulu sõltuvust kogu objekti eelarve otsekulude maksumusest. Selle jaoks on välja toodud kõigi erinevate betoonitööde eelarve read. Nende hulka kuuluvad hoone vundamendi, kandvate seinte, vahelae, põrand pinnasel, treppide,

panduste ning silluste ehituseks kulunud betooni maht ning sellele vastav maksumus. Hinnad on saadud Optimus Ehitus OÜ hinnapakkumistest. Analüüsi tulemusena osutus, et kogu koolihoone betoonitööde maksumuse osakaal kogu objekti eelarve otsekulude maksumusest on 8,4 %.

Autor peab magistritöö käigus püstitatud eesmärgid täidetuks. Antud objekti ehitustehnoloogia ja platsikorralduse analüüs oli väga heaks platvormiks õpingute kinnistamiseks ning samuti suureks kogemuseks tulevaste objektide paremaks organiseerimiseks, mis aitab viia edasi kokkuvõttes parema objektijuhtimiseni.

SUMMARY

The purpose of the Master's thesis is to analyze construction technology and building site management based on the construction of the Pärnu Päikese school building. The building is located in Pärnu, in the area of Vana-Pärnu, 8a Rõugu. The framework of the Master's thesis gives an overview of architectural design, constructive part calculations, the main plan of the construction site, consolidated calendar schedule, technological schemes of the most important work sections and analyzes of an economic part.

The architectural part gives an overview of school building architectural exterior, main constructions, technical systems and general landscape architecture. The building consists of one floor, which also has a partly technical floor, where the ventilation chamber is located. The shape of the school building has emerged from the honeycomb modules, forming a complete complex of so-called honeycomb cells. The line running through the theme of the cell is also passed on to landscape architecture and as well to the facade of the building.

In the constructive part, control calculations have been made for reinforced concrete roof ceiling located nearby of axis 3 and in the middle of axis B. Control calculations have been made for reinforcing bars to handle the received loads in the mentioned area. Calculations affirm that all required strengths are met for the roof ceiling.

Pärnu Päikese school building construction began 14th of June 2021 and the deadline is the 25th of August 2022. It would make the construction length 314 working days. The consolidated calendar schedule intends to give an overview of construction work sections, cost of work being done, amount of time being used and also the need for workers and machinery during construction.

The technological part is prepared of the most important work sections of the construction. These include: building the foundations, construction of the wall, construction of reinforced concrete ceiling and construction of the roof. The objective of forming technological schemes is to ascertain the previously named work section's duration and the need for workers and machines to reach maximum efficiency.

The purpose of the economic part is to analyze whole of the construction concrete work's total direct cost compared with the direct cost of the entire site direct cost budget. All concrete work budget lines have been brought out for that. Concrete work includes building foundations, load-bearing walls, reinforced concrete ceilings, the floor on the ground, stairs, pledges and bridges volume of concrete and corresponding costs. Costs are taken from Optimus Ehitus OÜ price offers. As a result, the whole school building

concrete work total direct cost makes up 8,4 % of the budget for the direct costs of the object.

The author considers the target set in this thesis completed. Construction technology and building site management analysis were a valuable platform for embedding studies and also for a great experience to better organize future objects. As an outcome, it helps to lead forward to better object management.

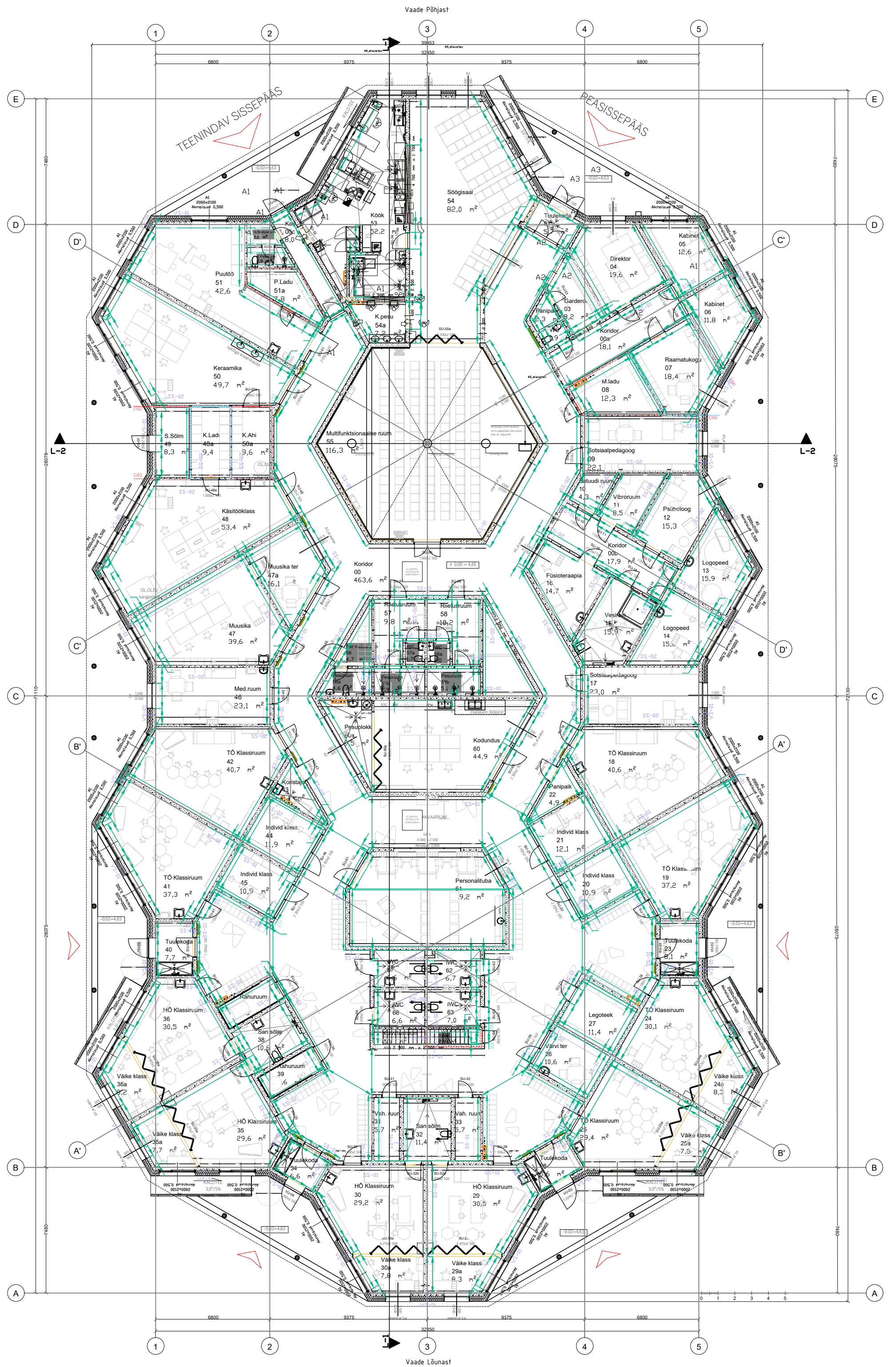
KASUTATUD KIRJANDUSE LOETELU

1. Rõugu 8a Pärnu Päikese kooli arhitektuurse osa ehitusprojekti seletuskiri. Töö nr: 2048. Projektibüroo OÜ. Tallinn, 2020
2. Ehitise 121348150 üldandmed. <https://ehr.ee/app/w/page?4>
3. Betooni keskkonnaklassid. HC Betoon.
<https://www.beton.ee/et/keskkonnaklassid>
4. Puudega inimeste erivajadustest tulenevad nõuded ehitisele.
<https://www.riigiteataja.ee/akt/131052018055>
5. Rõugu 8a Pärnu Päikese kooli veevarustuse ja kanalisatsiooni põhiprojekt. Töö nr: 20058
6. Rõugu 8a Pärnu Päikese kooli kütte, ventilatsiooni põhiprojekt. Töö nr: 2010
7. Rõugu 8a Pärnu Päikese kooli elektrivarustuse tugevoolu põhiprojekt. Töö nr: 20039
8. Rõugu 8a Pärnu Päikese kooli elektrivarustuse nõrkvoolu põhiprojekt. Töö nr: 20039
9. Rõugu 8a Pärnu Päikese kooli asendiplaanilise osa seletuskiri. Töö nr: 2048. Projektibüroo OÜ. Tallinn, 2021
10. Betoonkonstruktsioonide arvutamine, V. Otsmaa, 2014
11. Eurokoodeks. Ehituskonstruktsioonide projekteerimise alused. EVS-EN 1992-1-1
12. Töötervishoiu ja tööohutuse nõuded ehituses.
<https://www.riigiteataja.ee/akt/13181373>
13. Autokraanad. <https://laarmann.ee/kraanad/>
14. Jäätmeseadus. <https://www.riigiteataja.ee/akt/12849608>
15. Betooni pumpamine. <https://www.beton.ee/et/pumpamine>
16. Armatuurteras, tehnilised andmed. <https://www.eestitraad.ee/wp-content/uploads/2020/05/Armatuurteras-uus.pdf>
17. Ajanormide käsiraamat, 2008. Ratu. Rakennusyieto Oy. Helsinki, 2008
18. Rakestamine, puitraketised. Ratu 21-0269, 2005
19. Sarrustamine. Ratu 22-0274, 2004
20. Betoneerimine. Ratu 23-0275, 2004
21. Plokkmüüritised. Ratu 42-0290, 2005

22. Doka laeraketis. <https://www.doka.com/ee/solutions/doka-laesuesteemid>
23. Puittarinditööd. Ratu 51-0260, 2004
24. Puittarinditööd, Katusetarindid. Ratu 51-0258, 2004
25. Bituumenmaterjalidest katusekattetööd. Ratu 63-0304, 2007
26. Rõugu 8a Pärnu Päikese kool, Optimus Ehitus OÜ hinnapakumised.
27. Tööohutuse plaan.
https://www.ti.ee/sites/default/files/Tooohutus_ehitusplatsil_veeb.pdf
28. Töötervishoiu ja tööohutuse nõuded ehituses. [Töötervishoiu ja tööohutuse nõuded ehituses–Riigi Teataja](#)
29. Esmaabikomplektid. <https://tamrex.eu/ee/et/464-tamrex-asutuse-esmaabikomplekt.html>

ARHITEKTUURSED JOONISED I OSA
M 1: 200

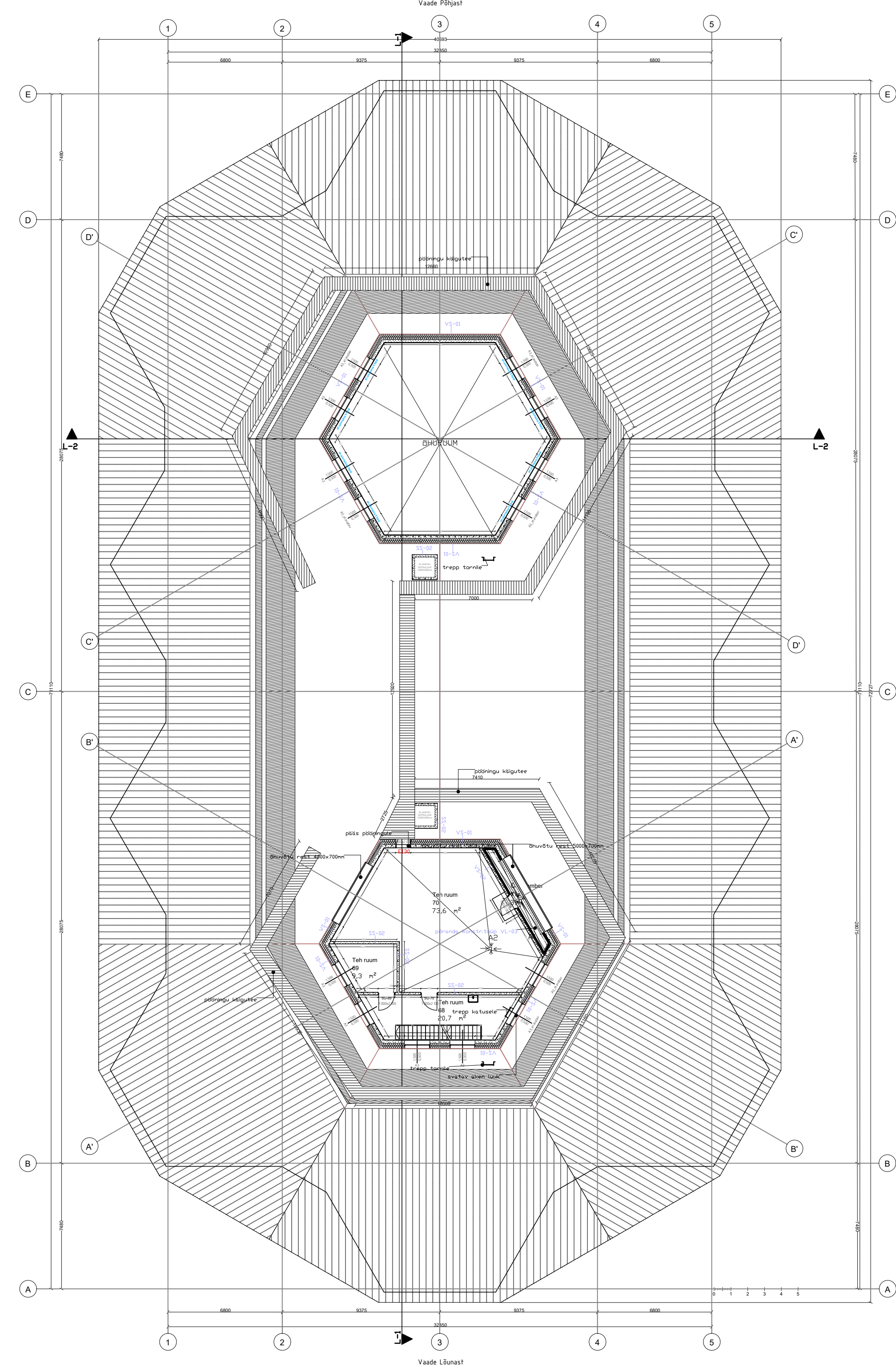
1. KORRUSE PLAAN



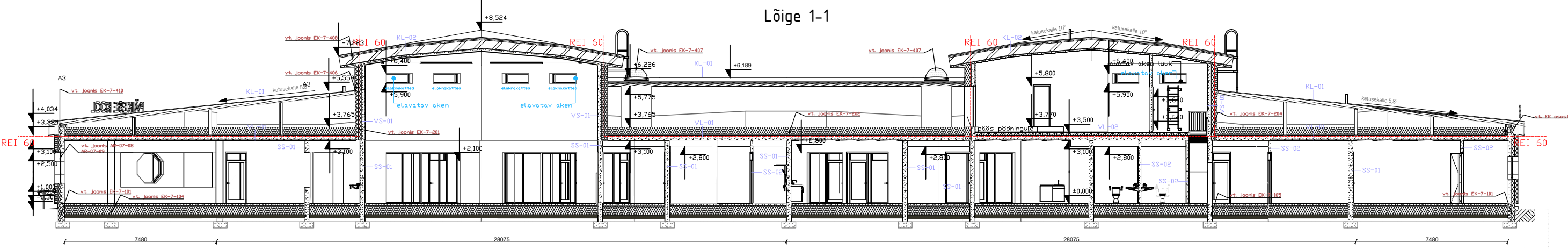
KONSTRUKTSIOONID:

- KL-01:
- 30mm PLEKK
 - 32mm ROOVITIS - 100x32mm s.200mm
 - 200mm FERMI - 50x200mm s.600mm
- KL-02:
- 30mm VALTSPLEKK
 - 20mm KÜBARPROFIIL
 - 50mm TUULETÖKKEPLAAT Paroc R0B50f (λd=0,037);
 - 400mm POLÜSTÜROOL PAROC ROS50 (λd=0,038);
 - AURUTÖKKEKILE
 - 20mm JÄIK MINERAALVILLPLAAT Isover RKL-31
 - 130mm KANDEVPLEKK T130
 - 8 KANDEV TERASKONSTRUKTSIOON
- 0.08 W/m²·K Soojajuhtivus
- SS-01:
- 10mm PINNAVIIMISTLUS, vastavalt arh. osale;
 - 240mm Columbia KIVI;
 - 10mm PINNAVIIMISTLUS, vastavalt arh. osale
- SS-02:
- 10mm KROHV, vastavalt arh. osale;
 - 190mm Columbia KIVI;
 - 10mm KROHV, vastavalt arh. osale;
- SS-03:
- 10mm KROHV, vastavalt arh. osale;
 - 140mm Columbia KIVI;
 - 10mm KROHV, vastavalt arh. osale;
- SS-04:
- 10mm PINNAVIIMISTLUS, vastavalt arh. osale;
 - 240mm Monoliit betoon sein
 - 10mm PINNAVIIMISTLUS, vastavalt arh. osale
- VL-01:
- 400mm SOOJUSTUS, vahtpolüstüreen (λd=0,039, σ10≥60kPa);
 - 5mm AURUTÖKE, 1xSBS rullmaterjal, ülespöördes seinale min. 200mm;
 - 250mm MONOLIITNE R/BETOON PAEEL;
 - 10mm LAE VIIMISTLUS; vastavalt arhitektuuri osale.
- 0.08 W/m²·K Soojajuhtivus
- VL-02:
- 10mm VIIMISTLUS, vastavalt arhitektuuri osale;
 - 80mm PEENBETOONIST PEALEVALU, betoon C25/30 XC1, armeeritud võrguga 5-150, SARRUSTATUD VÖRGUGA #10-150 KESKEL B500B, põrandakütte torustik; MINERAALVILLAPLAAT ISOVER FLO;
 - 50mm MONOLIIT RAUDBETOON PANEEL;
 - 250mm PINNAVIIMISTLUS, vastavalt arh. osale.
 - 10mm
- VS-01:
- 20mm LAMELLELLEIS Caparol Melderfor;
 - 150mm SOOJUSTUS kiviviillaplaad PAROC Linio10 (λd=0,036)
 - 150mm SOOJUSTUS min.viillaplaad ISOVER FSS (λd=0,035)
 - 190mm Columbia KIVI
 - 10mm PINNAVIIMISTLUS, vastavalt arh. osale
- 0.10 W/m²·K Soojajuhtivus
- VS-02:
- 10mm PINNAVIIMISTLUS, vastavalt arh. osale
 - 150mm SOOJUSTUS min.viillaplaad ISOVER FSS (λd=0,035)
 - 190mm Columbia KIVI
 - 10mm PINNAVIIMISTLUS, vastavalt arh. osale
- 0.1 W/m²·K Soojajuhtivus
- EP-01:
- VIIMISTLUS, vastavalt arhitektuuri osale;
 - 100mm RAUDBETOON PLAAT C35/45 XC4 XD3 XF2, SARRUSTATUD VÖRGUGA #10-150 KESKEL B500B, põrandakütte torustik SOOJUSTUS ISOVER Styrofoam 300 (λd=0,035);
 - 50mm
 - 450mm SOOJUSTUS ISOVER Styrofoam 300 (λd=0,035);
 - GEOTEKSTIIL klass 2, vuugid ülekattega 200mm;
 - 200mm KILLUSTIK, tihendatud, fraktsioon 8-32mm;
 - MINERAALNE TIHENDATUD ALUSPINNAS (tihendusaste 0,93).
- 0.08 W/m²·K Soojajuhtivus
- EP-02:
- VIIMISTLUS, vastavalt arhitektuuri osale;
 - 120mm RAUDBETOON PLAAT C35/45 XC4 XD3 XF2, SARRUSTATUD VÖRGUGA #10-150 KESKEL B500B, põrandakütte torustik SOOJUSTUS ISOVER Styrofoam 400 (λd=0,035);
 - 50mm SOOJUSTUS ISOVER Styrofoam 300 (λd=0,035);
 - 450mm GEOTEKSTIIL klass 2, vuugid ülekattega 200mm;
 - 200mm PAEKILLUSTIK, tihendatud, fraktsioon 8-32mm;
 - MINERAALNE TIHENDATUD ALUSPINNAS (tihendusaste 0,93).
- 0.08 W/m²·K Soojajuhtivus

2. KORRUSE PLAAN

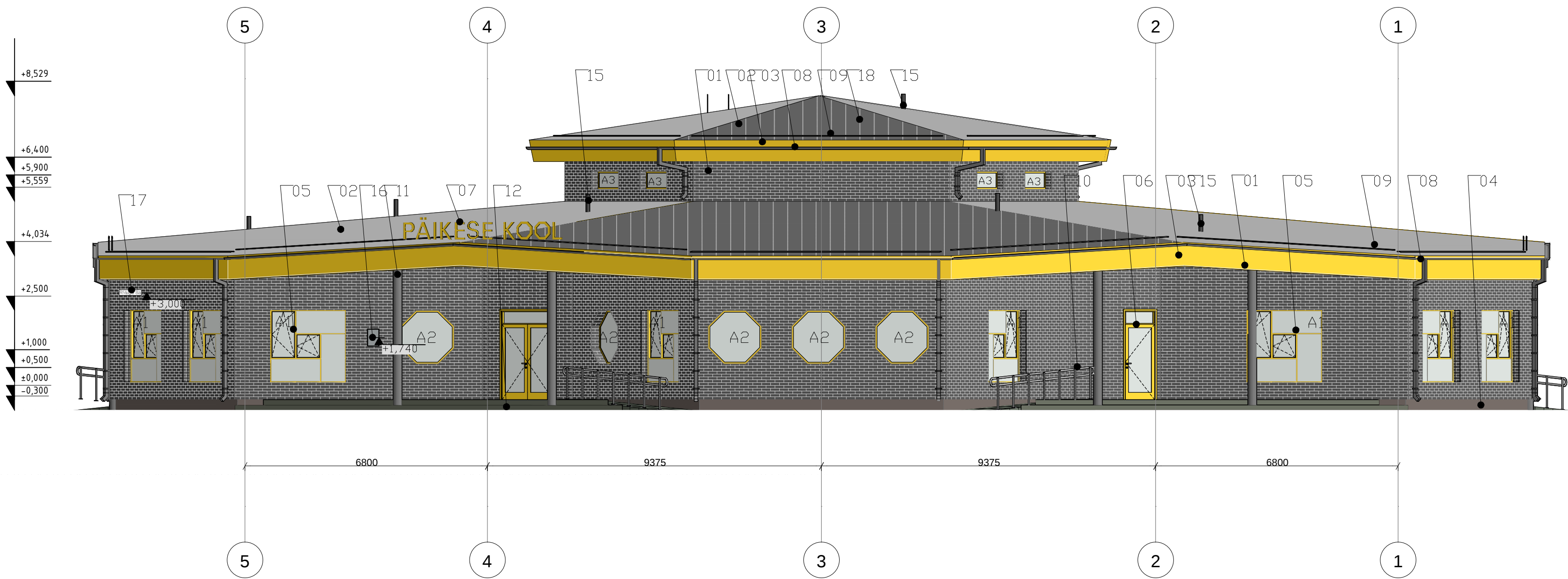


Lõige 1-1



ARHITEKTUURSED JOONISED II OSA
M 1: 100

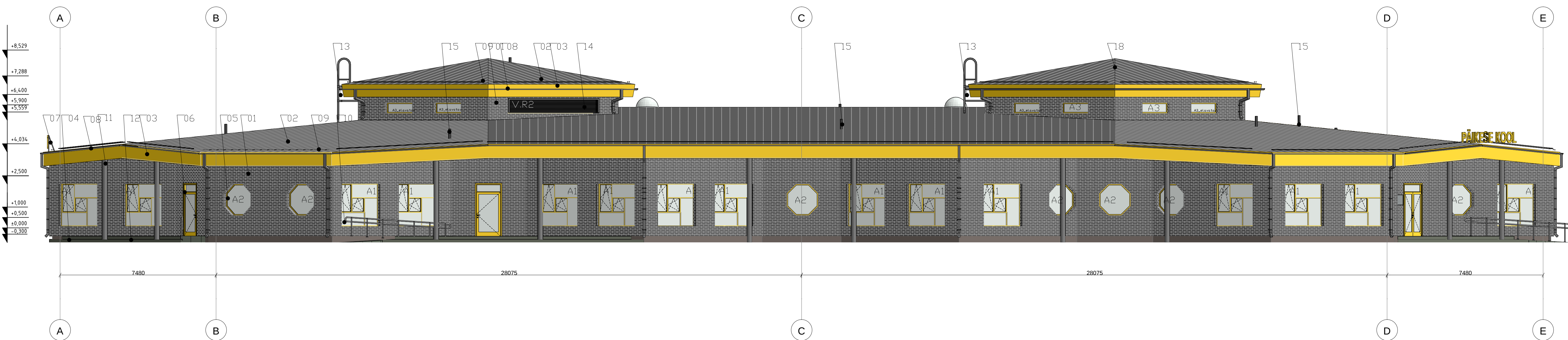
Põhja vaade, Vaade 5-1



VÄLISVIIMISTLUSE EKSPLIKATSIOON

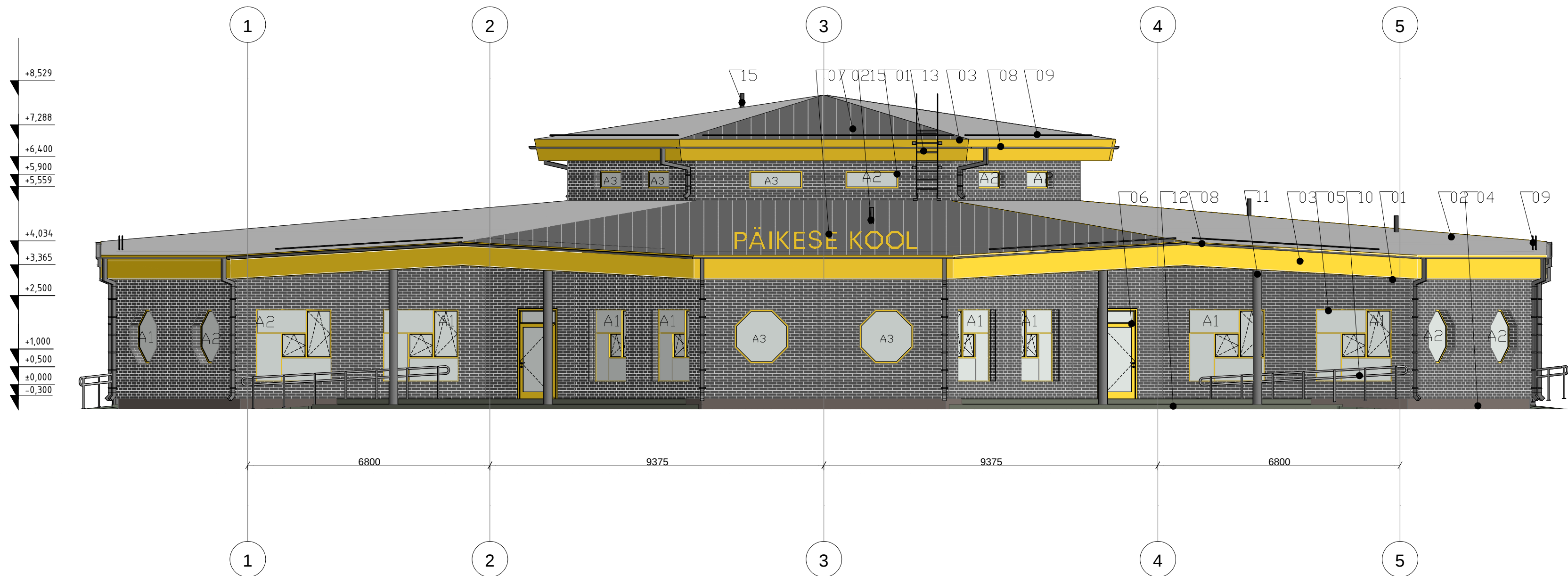
Nr	Tüüp	Materjal	Värvus	3D Kood
01	Välissein	Lamelltellis	Tumehall	Meldorfer 2784/1 RAL7016
02	Katus	Valtsplekk	Tumehall	RAL 7016
03	Tuulekast	Laudis	Kollane	Palazoo 350 (Caparol 3D)
04	Sokkel	Mosaikkrohv	Hall	mira Uppsala 191
05	Akna raam	PVC	Kollane	RAL 1006
06	Uks	Alumiinium	Kollane	RAL 1006
07	Logo	Komposiitplaat	Kollane	RAL 1006
08	Vihmaveetoru	Metall	Tumehall	RAL 7016
09	Lumetõke	Metall	Tumehall	RAL 7016
10	Piire	Metall	Tumehall	RAL 7016
11	Post	Betoon	Betoon tooni	Granit 10 (Caparol 3D)
12	Terrass	Pesubetoon	Tumehall	Granit 10 (Caparol 3D)
13	Redel	Metall	Tumehall	RAL 7016
14	Rest	Metall	Tumehall	RAL 7016
15	Vent. toru	Metall	Tumehall	RAL 7016
16	Postkast	Metall	Tumehall	RAL 7016
17	Hoone silt	Metall	Valge	RAL 9003
18	PV paneelid	Metall	Tumehall	RAL 7016

Ida vaade, Vaade A-E



ARHITEKTUURSED JOONISED III OSA
M 1: 100

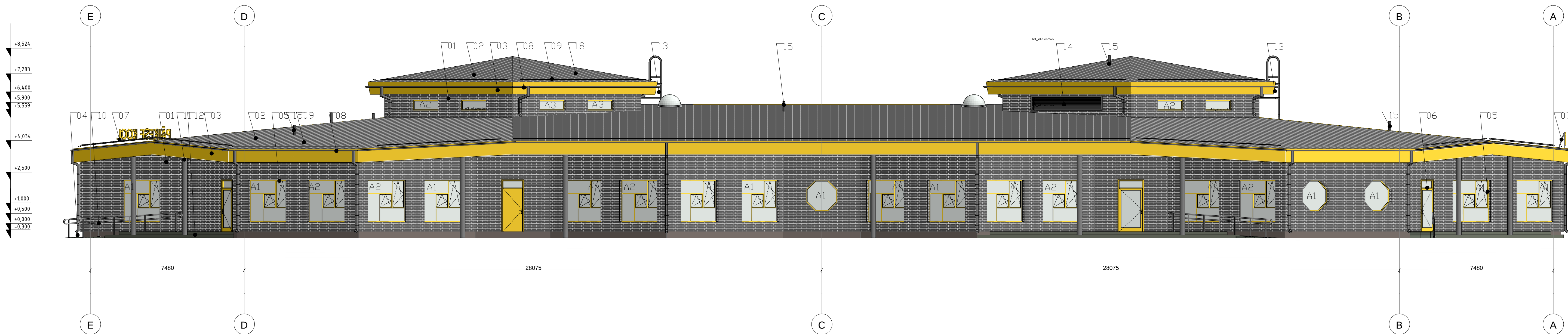
Lõuna vaade, Vaade E-A



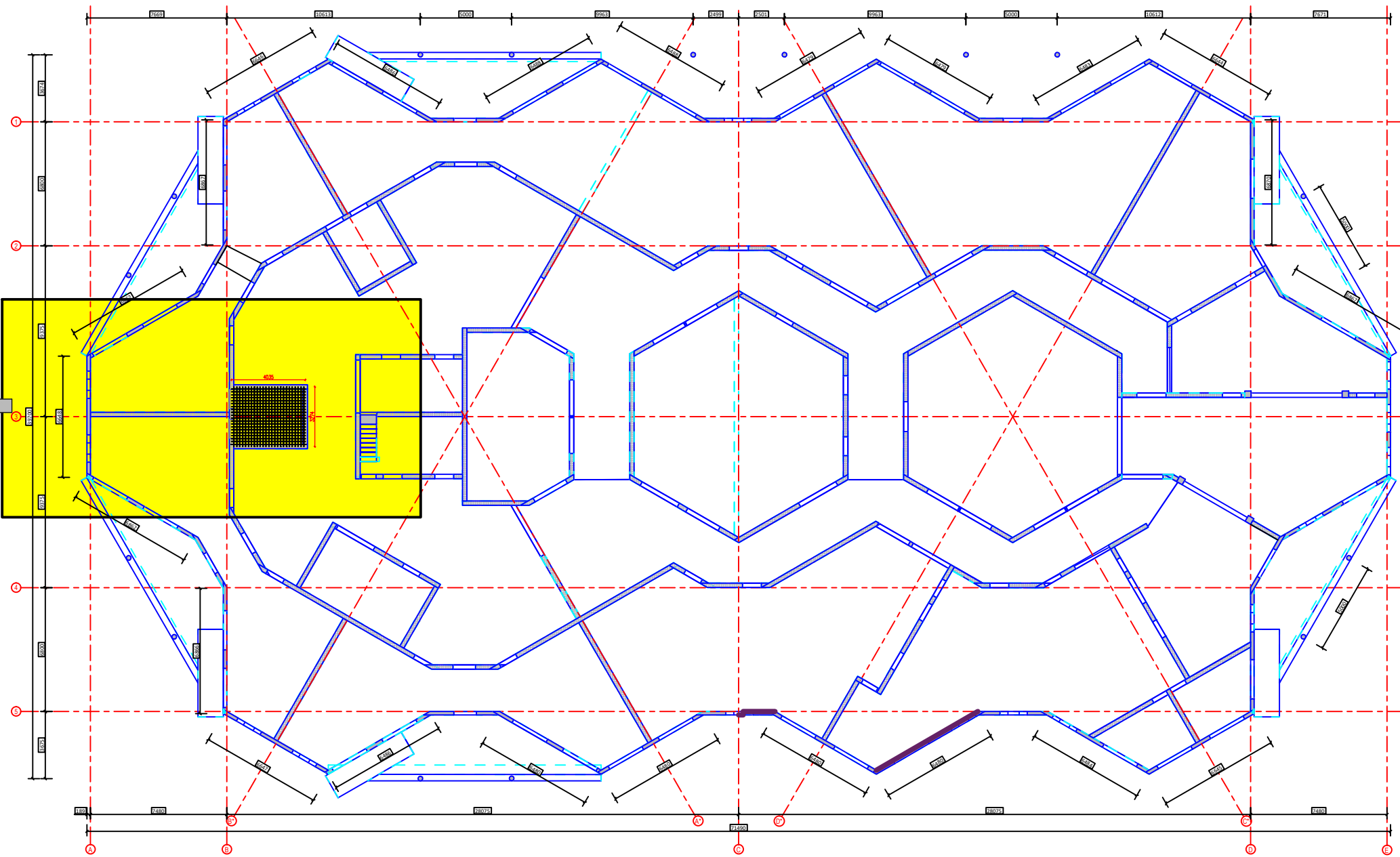
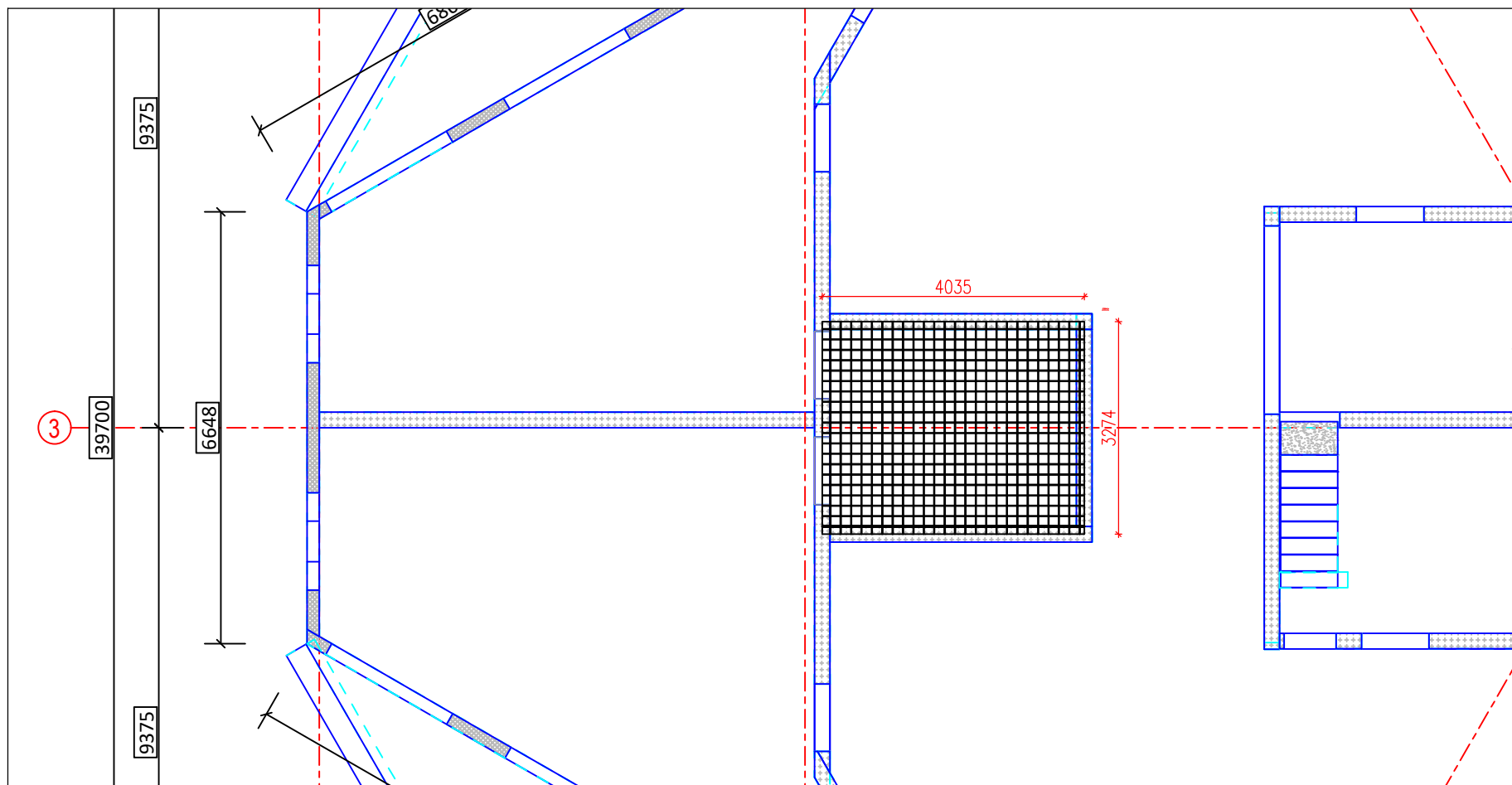
VÄLISVIIMISTLUSE EKSPLIKATSIOON

Nr	Tüüp	Materjal	Värvus	3D Kood
01	Välissein	Lamelltellis	Tumehall	Meldorfer 2784/1 RAL7016
02	Katus	Valtsplekk	Tumehall	RAL 7016
03	Tuulekast	Laudis	Kollane	Palazoo 350 (Caparol 3D)
04	Sokkel	Mosaikkrohv	Hall	mira Uppsala 191
05	Akna raam	PVC	Kollane	RAL 1006
06	Uks	Alumiinium	Kollane	RAL 1006
07	Logo	Komposiitplaat	Kollane	RAL 1006
08	Vihmaveetoru	Metall	Tumehall	RAL 7016
09	Lumetõke	Metall	Tumehall	RAL 7016
10	Piire	Metall	Tumehall	RAL 7016
11	Post	Betoon	Betoon tooni	Granit 10 (Caparol 3D)
12	Terrass	Pesubetoon	Tumehall	Granit 10 (Caparol 3D)
13	Redel	Metall	Tumehall	RAL 7016
14	Rest	Metall	Tumehall	RAL 7016
15	Vent. toru	Metall	Tumehall	RAL 7016
16	Postkast	Metall	Tumehall	RAL 7016
17	Hoone silt	Metall	Valge	RAL 9003
18	PV paneelid	Metall	Tumehall	RAL 7016

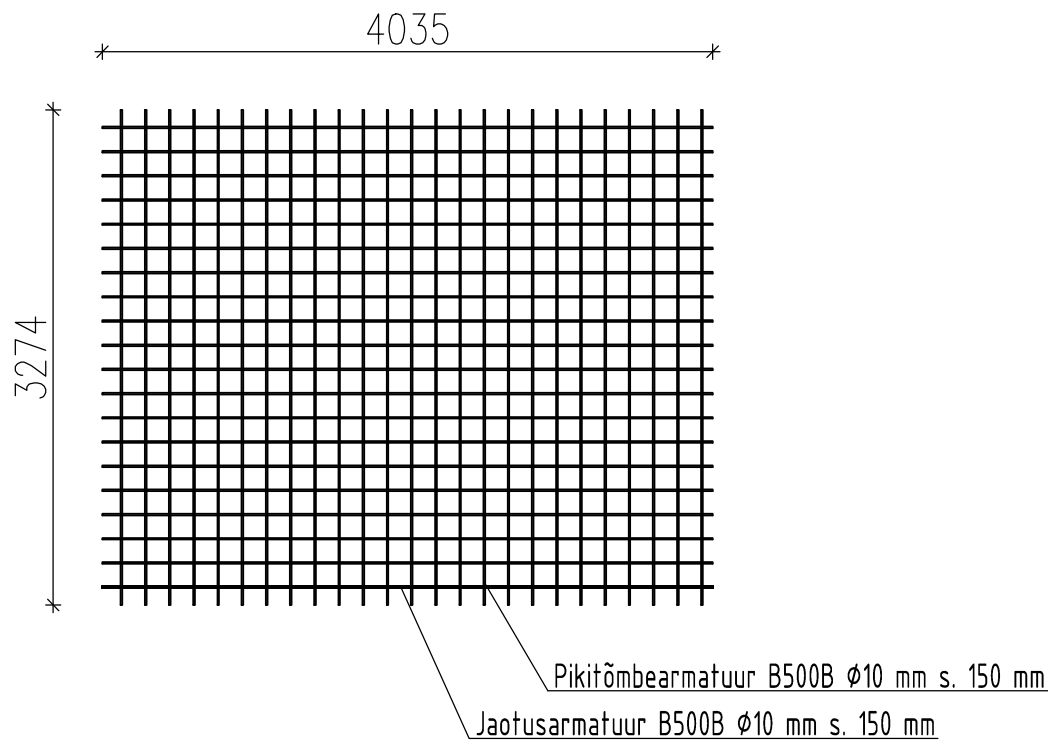
Lääne vaade, Vaade E-A



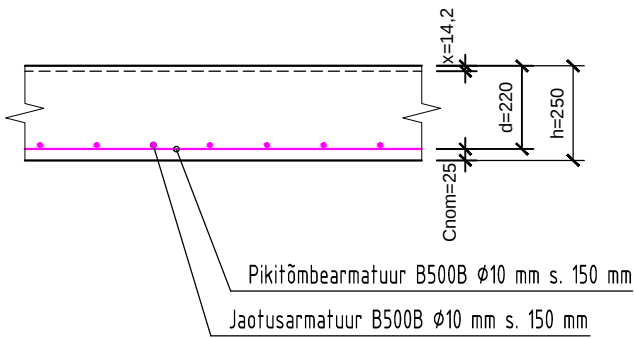
KONSTRUKTSIOONIOSA



MONOLIITSEST RAUSBETOONIST PLAADI ARMEERIMINE



MONOLIITSEST RAUSBETOONIST PLAADI ARMEERIMINE
LÕIGE A-A M 1 : 20



- Märkused:
1. Plaadi alumise põhivõrgu sarrus mõlemas suunas $\phi 10$ s.150, nominaalne kaitsekiht min 25 mm.
 2. Materjalid:
betoon - C30/37, keskkonnaklass XC1;
sarrus - B500B;
sarruse kaitsekiht - 25 mm
sarruse jätkamisel hajutatud ülekattejätkude pikkused $>40\phi$.
 3. Raudbetoonplaadi paksus on 250 mm.
 4. Sarruse painutusmõõdud on antud varraste tsentrist.
 5. Konstruktsiooniklass S4.

Tähis	Armatuuri diameeter [mm]	Mass [kg/m]	Kogus [tk]	Pikkus [mm]	Kokku mass [kg]
1	10	0,617	25	3274	50,50
2	10	0,617	20	4035	49,79
Armatuuri mass kokku					100,29

Betoon raudbetoon plaadis		
Survetugevusklass	Maht [m3]	Mass [t]
C30/37	3,3	7,9

TALTECH TTŠ INSENERITEADUSKOND		Magistritöö	4/10
Koostaja Ivan Saarik	Allkirj ja kuupäev	Konstruktsiooniosa	
Juhendaja Johannes Pello	Allkirj ja kuupäev		
Ehituse ja arhitektuuri instituut		Ehitustehnoloogia ja platsikorralduse analüüs Pärnu, Rõngu 8a Pärnu Kooli ehituse näitel	

EHITUSPLATSI ÜLDPLAAN

TÖÖMAA ORGANISEERIMISE PLAAN

TINGMÄRGID

- Ehitatav hoone

Ajutised teed

Pesubetonplaad varju all

Kontori soojak 2,44 x 6,06 m

Töölise soojak 2,44 x 6,06 m

WC soojak

Materjali ladustamise ala

Transpordi liikumise suund

Ajutine elekter

Ajutine vesi

Suitsetamise koht

Segakonteiner, ohtlike jäätmete konteiner ning biolagunevad jäätmed

Esmaabivahendid

Tulekustuti

Liitumiskilp

Ajutine valgustus

Valvekaamera

Krundi piir / Piirdeaed

Kaugküttesüsteem

Kinnistusisene veetrass

Kinnistusisene reoveekanalisatsioon

Kinnistusisene sademeveekanalisatsioon

Kinnistusisene reoveekanalisatsioon

Kinnistusisene sademeveesurvekorustik

Kinnistusisene drenaaž

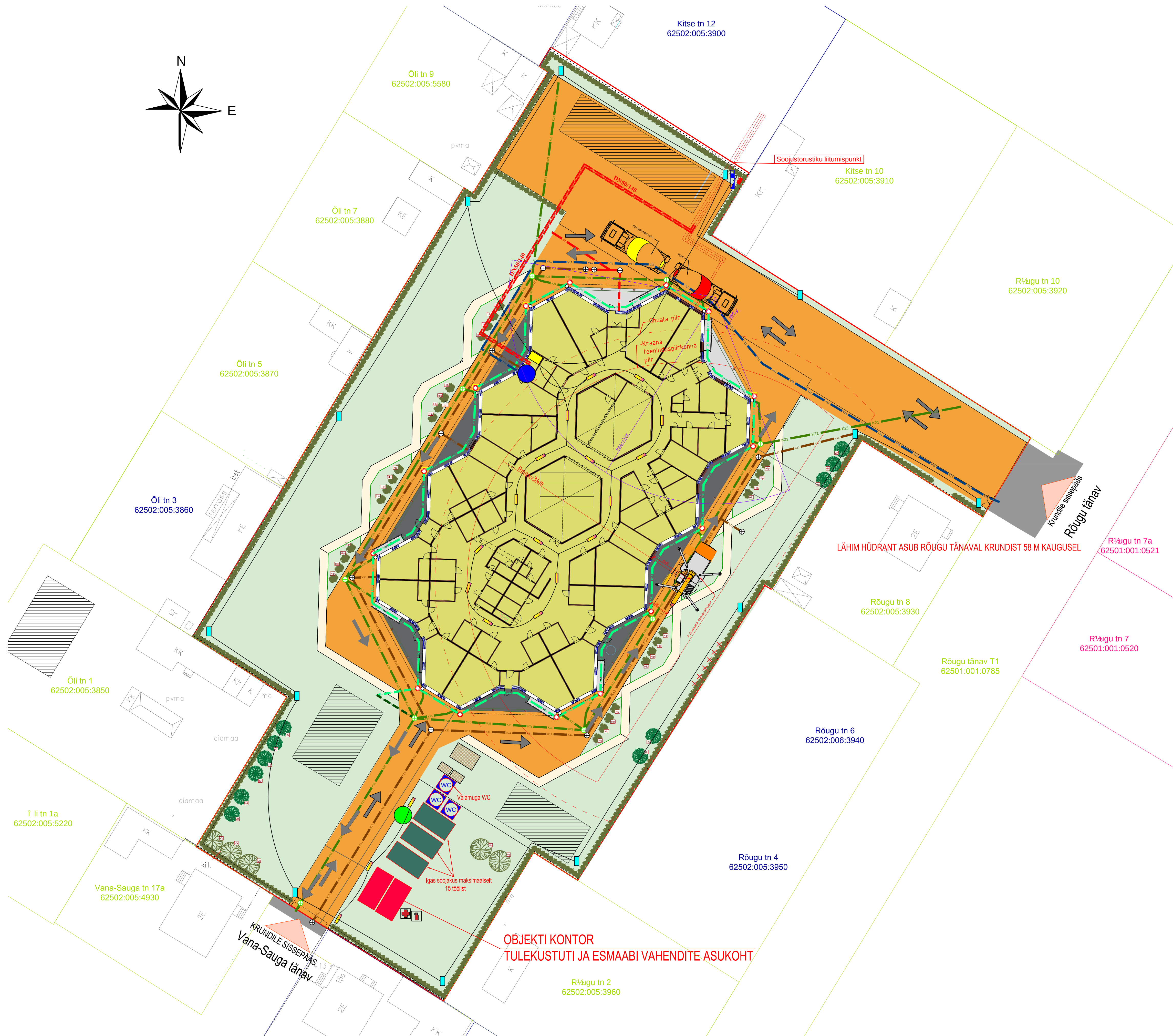
Drenaaži, sademeveekanalisatsiooni ning reoveekanalisatsiooni kaev

Autokraana - P13,40m/L2,50m/H3,60m

Pumi - P10m/L3m/H4m

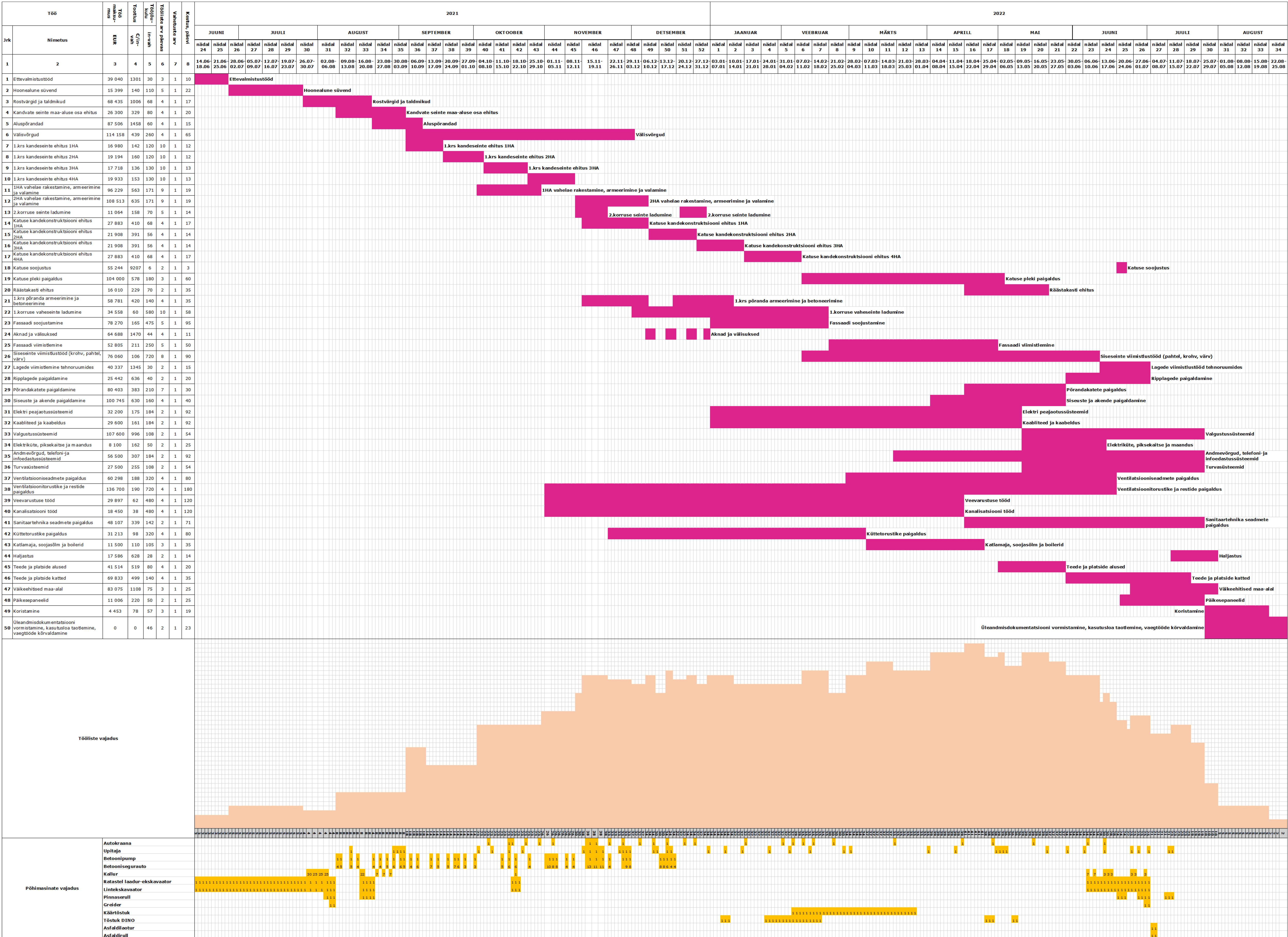
Betoonisegurauto - P13m/L8,9m(tugijalgadega)/H4m

Puud ja põõsastikud



TAL TT S INSENERITEADUSKOND		Magistriti/44	5/10
Koostaja Ivan Saarik	Aktori ja koostaja	Ehitusplatsi Äldplaan	
Juhtimaja Roode Liias	Aktori ja koostaja		
Ehituse ja arhitektuuri instituut		Ehitustehnoloogia ja platsikordluse analüüs P«rnus, Rõugu 8a P«ike Kooli ehituse n«itel	

Koondkalendergraafik



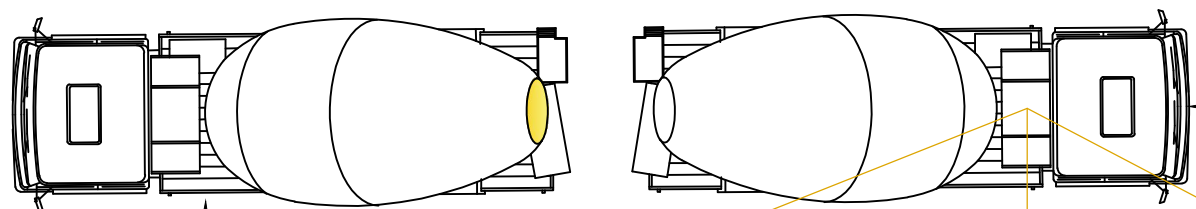
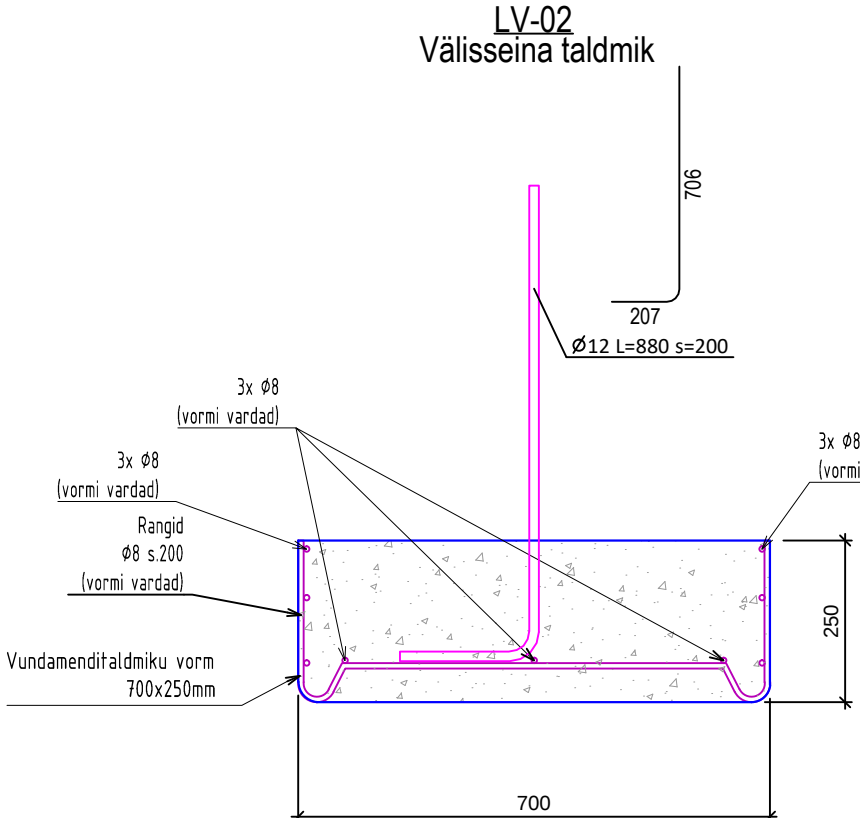
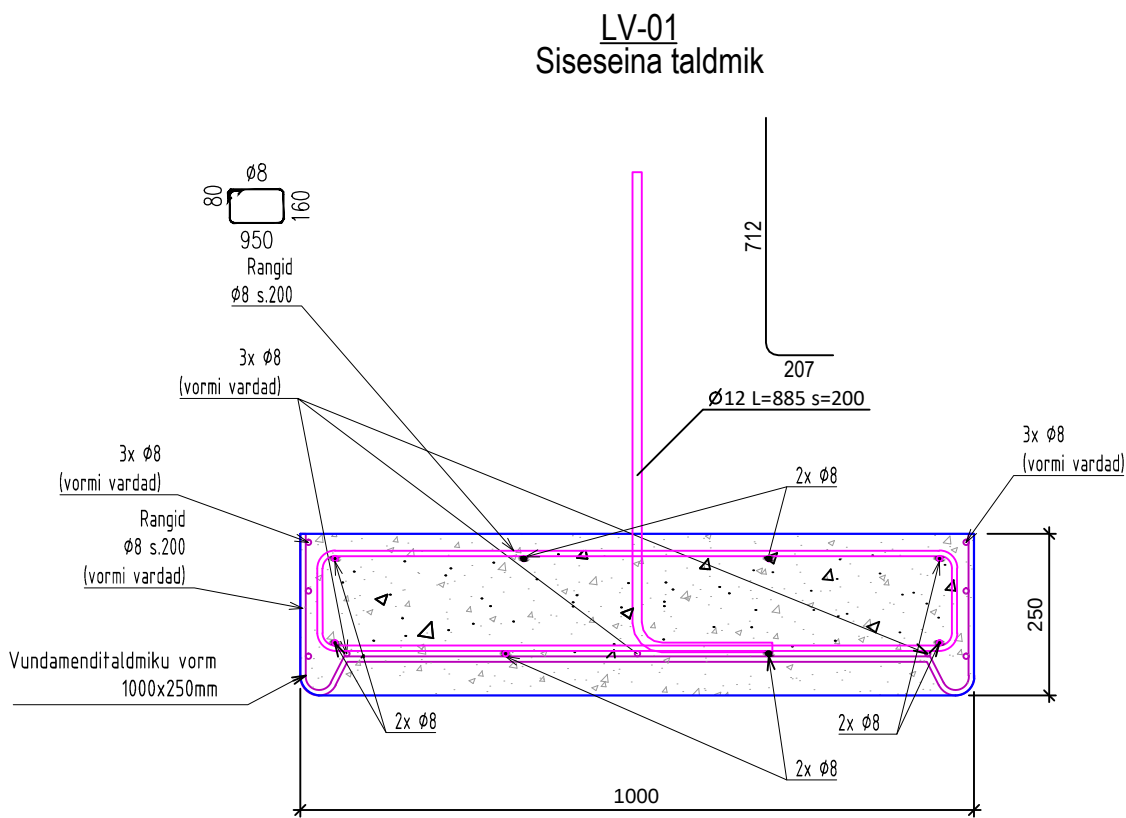
Objekti valmimiseks kuluv tööpäevade arv on 314 tööpäeva
 Algus: 14.06.2021
 Lõpp: 25.08.2022

LINTVUNDAMENDI TALDMIKE EHITUSE
TEHNOLOOGILINE KAART

Lintvundamendi taldmikumik

TEHNOLOOGILISTE ARVUTUSTE TABEL																			
Jrk	Töö nimetus	Tööliste/masinate		Haardealade kaupa															
				1				2				3				4			
		Normatiivne		Valitud kestus	Normatiivne		Valitud kestus	Normatiivne		Valitud kestus	Normatiivne		Valitud kestus	Normatiivne		Valitud kestus			
		Tööjõuku- lu	Kestus		Tööjõuku- lu	Kestus		Tööjõuku- lu	Kestus		Tööjõuku- lu	Kestus							
		In-vah mas-vah	Vah		In-vah mas-vah	Vah		In-vah mas-vah	Vah		In-vah mas-vah	Vah							
		1	2	3	4	5,1	5,2	5,3	5,4	6,1	6,2	6,3	6,4	7,1	7,2	7,3	7,4	8,1	8,2
1	Rakestamine	Rakestaja	4,0	3,6	0,9	0,9	1	3,7	0,9	0,9	1	3,6	0,9	0,9	1	3,4	0,9	0,9	1
2	Sarrustamine	Sarrustaja	4,0	1,7	0,4	0,4	1	1,7	0,4	0,4	1	1,7	0,4	0,4	1	1,6	0,4	0,4	1
3	Betoneerimine	Betoneerija	2,0	2,5	1,3	1,3	1	2,6	1,3	1,3	1	2,5	1,3	1,3	1	2,4	1,2	1,2	1
		Betoonipump	1,0	0,5	0,5	0,5		0,5	0,5	0,5		0,4	0,4	0,4		0,4	0,4	0,4	

Kalendergraafik									
Haardeala	Rakestamine			Sarrustamine			Betoneerimine		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1									
2									
3									
4									
Vahetused	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Tööliste arv kokku	4	6	4	6	4	6	4	2	
Masinat arv kokku									
Pumil									
Betoonisegurauto									



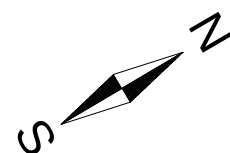
Betonisegurauto

Pumi

1 Haardeala 2 Haardeala 3 Haardeala 4 Haardeala

Vaade Läänest

Vaade Idast



TÖÖJÕU- JA MASINAJAKULU											
Jrk nr	Töö nimetus	Ühik	Ajanorm	Normatiivne tööjõukulu							
				Haardealade kaupa							
				1		2		3		4	
				In-h/Üh	In-h mas-h/Üh	Kogus	In-h mas-h	Kogus	In-h mas-h	Kogus	In-h mas-h
1	2	3	4	5,1	6,1	5,2	6,2	5,3	6,3	5,4	6,4
RAKESTAMINE											
1	Telsaldamine	m ²	0,05	145,27	7,3	146,20	7,3	143,17	7,2	136,14	6,8
1	Raketivormi paigaldamine	m ²	0,15	145,27	21,8	146,20	21,9	143,17	21,5	136,14	20,4
1	RAKESTAMINE KOKKU	In-h/Üh		29,1		29,2		28,6		27,2	
		mas-h/Üh		0,0		0,0		0,0		0,0	
		In-h/vah		3,6		3,7		3,6		3,4	
		mas-h/vah		0,0		0,0		0,0		0,0	
SARRUSTAMINE											
2	Telsaldamine	1000kg	3,00	0,84	2,5	0,84	2,5	0,82	2,5	0,77	2,3
2	Painutamine ja lõikamine	1000kg	3,30	0,84	2,8	0,84	2,8	0,82	2,7	0,77	2,5
2	Sarruse sidumine üksikvarrastest	1000kg	10,20	0,84	8,6	0,84	8,6	0,82	8,4	0,77	7,9
2	SARRUSTAMINE KOKKU	In-h/Üh		13,8		13,9		13,6		12,7	
		mas-h/Üh		0,0		0,0		0,0		0,0	
		In-h/vah		1,7		1,7		1,7		1,6	
		mas-h/vah		0,0		0,0		0,0		0,0	
BETONEERIMINE											
3	Eeltööd	m ³	0,03	36,32	1,1	36,55	1,1	35,79	1,1	34,03	1,0
3	Betooni etteandmine autobetonipumbaga	50m ³	10,5	0,73	7,6	0,73	7,7	0,72	7,5	0,68	7,1
			5	0,73	3,6	0,73	3,7	0,72	3,6	0,68	3,4
3	Betooni laotamine ja vibreerimine	m ³	0,3	36,32	10,9	36,55	11,0	35,79	10,7	34,03	10,2
3	Järetööd	m ³	0,02	36,32	0,7	36,55	0,7	35,79	0,7	34,03	0,7
3	BETONEERIMINE	In-h/Üh		20,3		20,5		20,0		19,1	
		mas-h/Üh		3,6		3,7		3,6		3,4	
		In-h/vah		2,5		2,6		2,5		2,4	
		mas-h/vah		0,5		0,5		0,4		0,4	

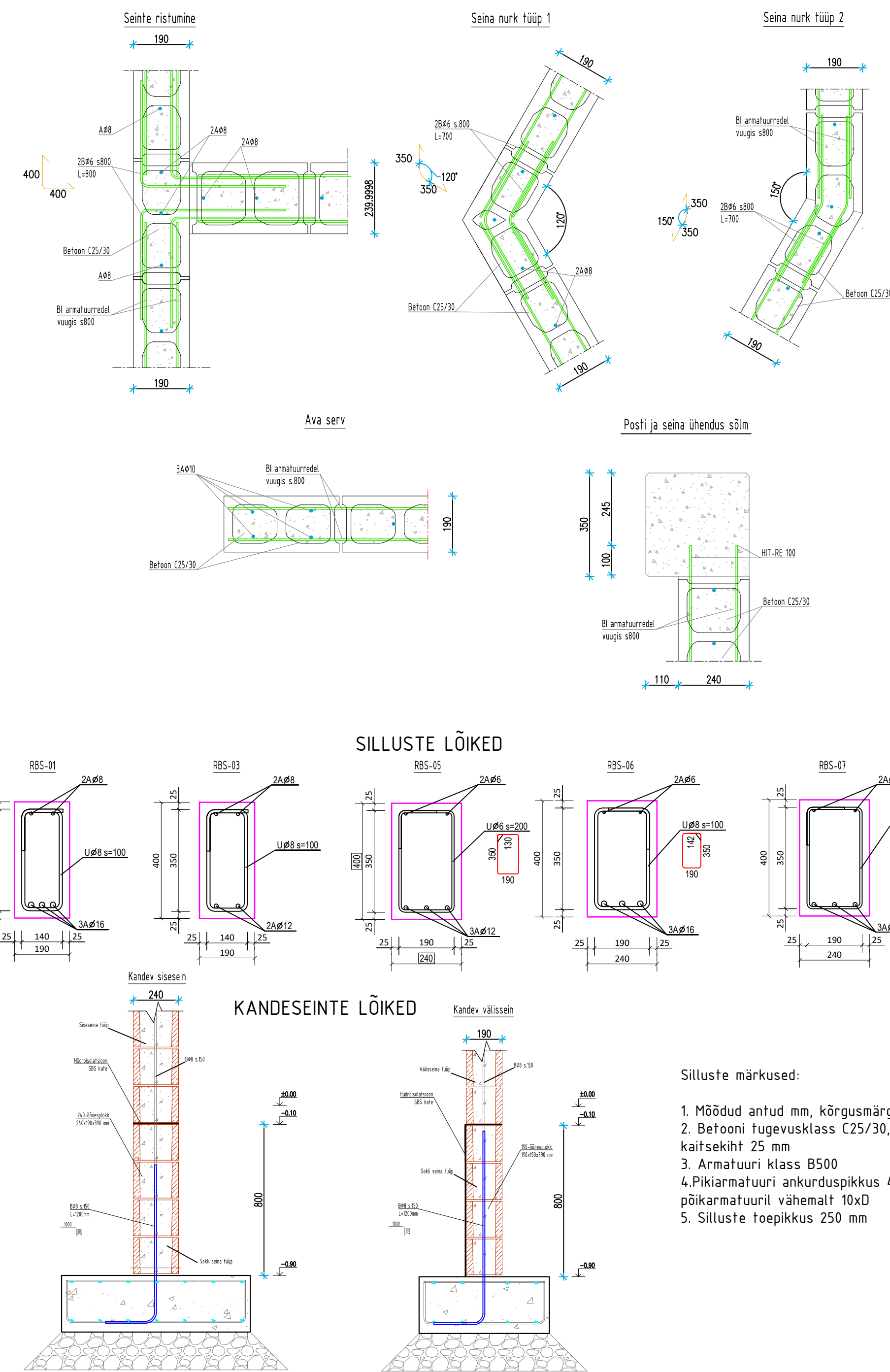
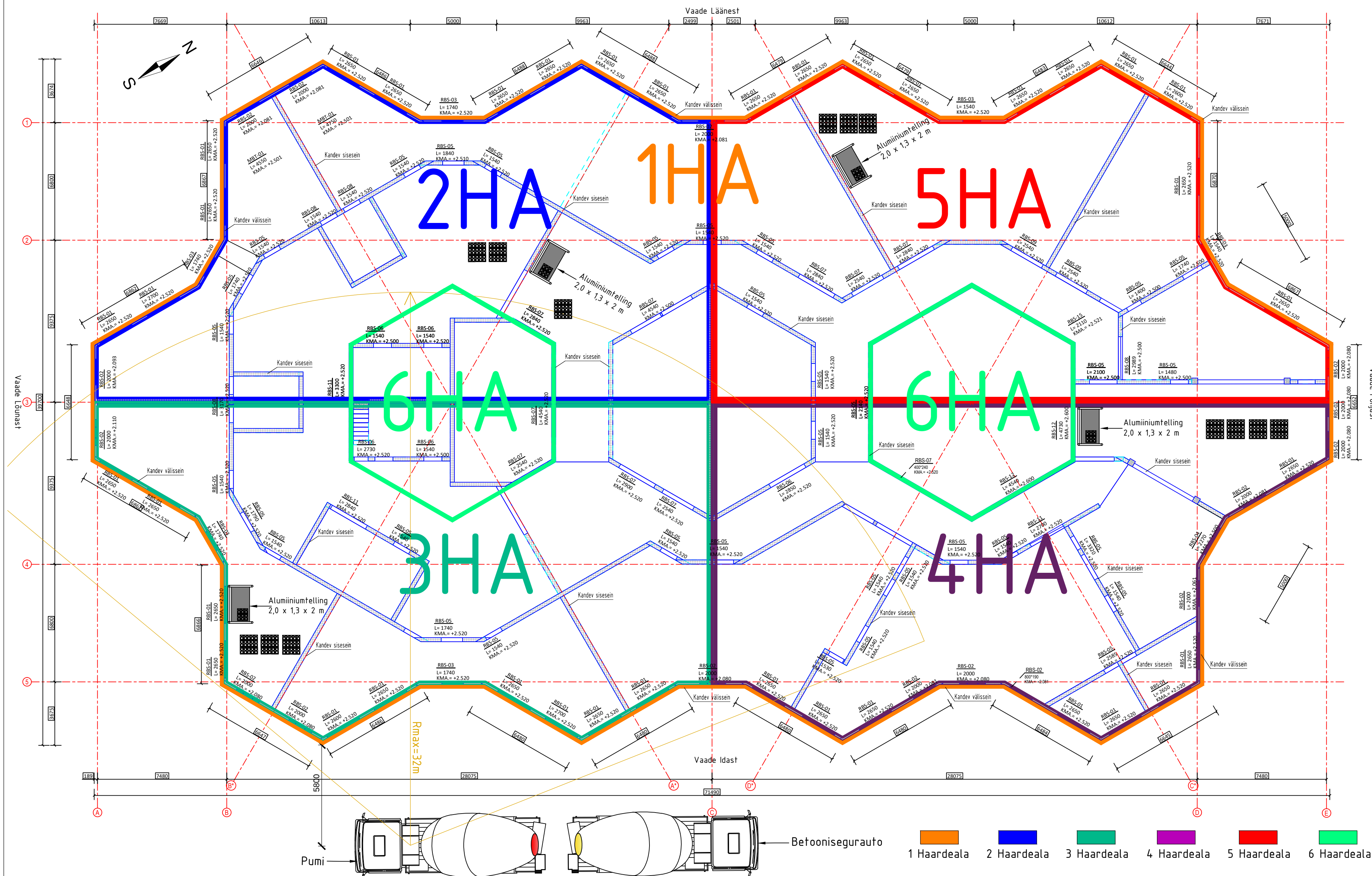
Vundamenditaldmiku vormi spetsifikatsioon					
Jrk	Elemendi nimetus	Elementide mõõtmed			Taldmiku vormi vajadus
		L, m	H, m	S, m ²	
1	Välisseina lintvundamendi taldmiku vorm	0,70	0,25	0,18	42
2	Siseseina lintvundamendi taldmiku vorm	1,00	0,25	0,25	85
Kokku					127

Jrk	Materjal	Ühik	1HA	2HA	3HA	4HA
1	Betoon C20/25	m ³	36,32	36,55	35,79	34,03
2	Sarrus	kg	839,21	842,769	824,27	770,07

Märkused:
Betooni survetugevusklass C25/30
Keskkonnaklass XC2
Sarrus B500B
Sarruse kaitsekiht 25 mm
Sarruse jätkamisel ülekate >40xD
Konstruktsiooniklass S4
Välisseinad 700x250 mm
Siseseinad 1000x250 mm

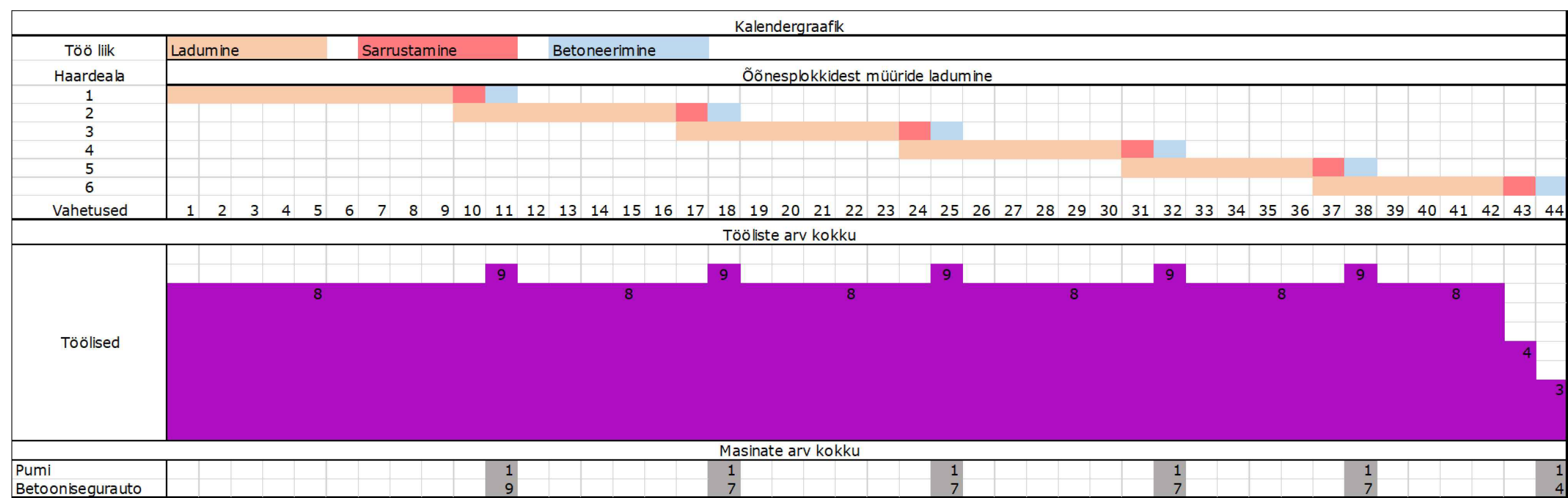
TAL TTS INSENERITEADUSKOND		Magistrit/44	Lehekülg 7/10
Koostaja Ian Saarik	Alkiri ja koostaja	Lintvundamendi taldmike ehituse tehnoloogiline kaart	
Juhtimaja Roode Liias	Alkiri ja koostaja		
Ehituse ja arhitektuuri instituut		Ehitustehnoloogia ja platsikorralduse analüüs Pärnus, Rõngu 8a Pärnuse Kooli ehituse n-til	

ÕÕNESPLOKKIDEST MÜÜRIDE EHITUSE TEHNOLOOGILINE KAART



- Silluste märkused:
- Mõõdud antud mm, kõrgusmärgid m
 - Betooni tugevusklass C25/30, kaitsekiht 25 mm
 - Armatuuri klass B500
 - Pikiarmatuuri ankurduspikkus 40xD, põikarmatuuri vähemalt 10xD
 - Silluste toepikkus 250 mm

TEHNOOLOGILISTE ARVUTUSTE TABEL																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
Jrk	Töö nimetus	Tööliste/mashate		Haardealade kaupa																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
		Eriala/ mark	Arv	1				2				3				4				5				6																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
				Normatiivne		Normi täitmise tegur	Valitud kestus	Normatiivne		Normi täitmise tegur	Valitud kestus	Normatiivne		Normi täitmise tegur	Valitud kestus	Normatiivne		Normi täitmise tegur	Valitud kestus	Normatiivne		Normi täitmise tegur	Valitud kestus																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
				Tööjõuku- lu	Kestus			Tööjõuku- lu	Kestus			Tööjõuku- lu	Kestus			Tööjõuku- lu	Kestus			Tööjõuku- lu	Kestus			Tööjõuku- lu	Kestus																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
				In-vah mas-vah	Vah			In-vah mas-vah	Vah			In-vah mas-vah	Vah			In-vah mas-vah	Vah			In-vah mas-vah	Vah			In-vah mas-vah	Vah	In-vah mas-vah	Vah	In-vah mas-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	8,1	8,2	8,3	8,4	9,1	9,2	9,3	9,4	10,1	10,2	10,3	10,4																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
1	2	3	4																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										</



Märkused:

Õõnesbetoonplokidest müüritis:

- Välisseinad paksusega 190 mm
- Siseseinad paksusega 240 mm

Müüride betooni survetugevusklass C25/30

Konstruktiooniklass S4

Keskkonnaklass XC1

Sarrus B500B

Horisontaalse vuugiarmatuuri samm 800 mm

Kandvad sise- ja välisseinad armeerida müüriõrkudega

järgnevatel kohtadel:

- esimene ja teine vuuk üleval- ja allpool avasid
- armatuur peab asetsema mõlemalt poolt vähemalt 600 mm üle ava
- Kaks vuuki üle põranda tasapinna ja allpool müüritise tippu
- iga neljas vuuk

Haardealad:

1HA - Lintvundamendi seinte ladumine

2HA - 1.korruse seinte ladumine

3HA - 1.korruse seinte ladumine

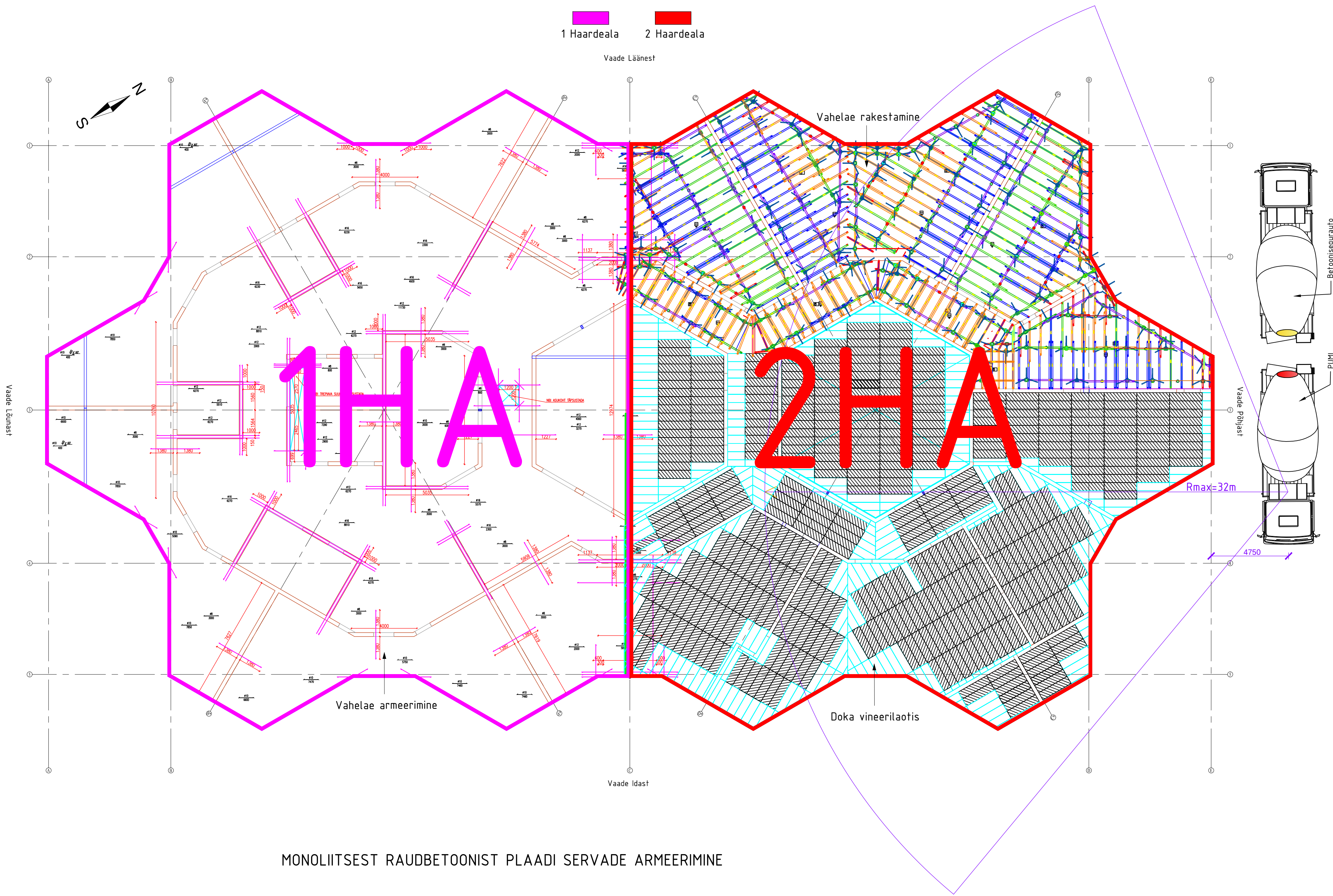
4HA - 1.korruse seinte ladumine

5HA - 1.korruse seinte ladumine

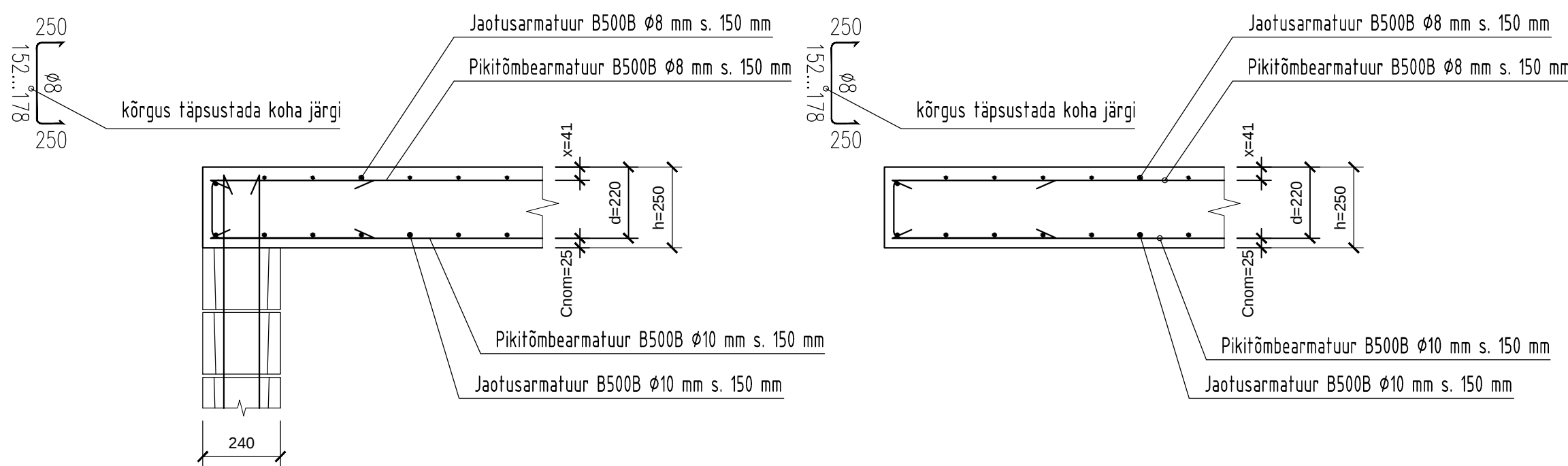
6HA - 2.korruse torniosa seinte ladumine

TAL TTS INSENERITEADUSKOND		Magistrit/44	Lehekülg 8/10
Koostaja Ian Saarik	Arhitekt ja koostaja	1. 1/2nesplokidest mÄÄride ehituse tehnoloogiline kaart	
Juhendaja Roode Liias	Arhitekt ja koostaja		
Ehituse ja arhitektuuri instituut		Ehitustehnoloogia ja platsikorralduse analüüs Põrmus, Rõõgu 8a Põrkese Kooli ehituse näitel	

MONOLIITSEST RAUSBETOONIST VAHELAE EHTITUSE TEHNOLOOGILINE KAART



MONOLIITSEST RAUSBETOONIST PLAADI SERVADE ARMEERIMINE



Jrk	Materjal	Ühik	1 HA	2 HA
1	Plaatrakettis	m ²	1076,29	957,95
2	Betoon C30/37	m ³	269,07	239,53
3	Armatuur	kg	17320,53	15643,89

Märkused:

- Plaadi alumise põhivõrgu sarrus mõlemas suunas Ø10 s.150, nominaalne kaitsekiht min 25 mm.
- Plaadi ülemise põhivõrgu sarrus mõlemas suunas Ø8 s.150, nominaalne kaitsekiht min 25 mm.
- Järeldusklass 2, tolerantsiklass 2 -EVS-EN 13670:2010.
- Materjalid:

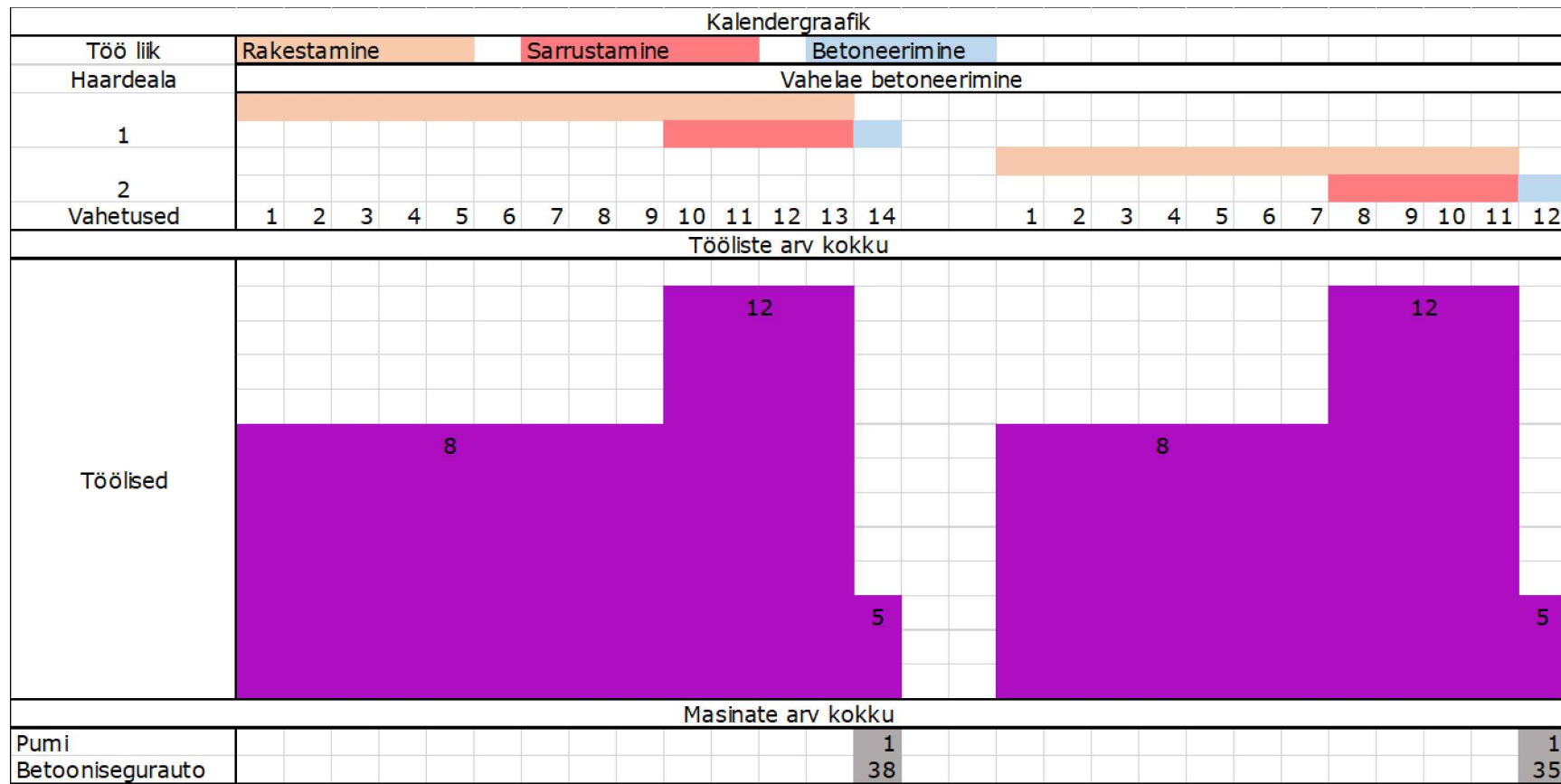
betoon C30/37, keskkonnaklass XC1;
sarrus B500B;
sarruse kaitsekiht- üleval ja all 25 mm
sarruse jätkamisel hajutatud ülekattejätke

pikkused >40Ø.

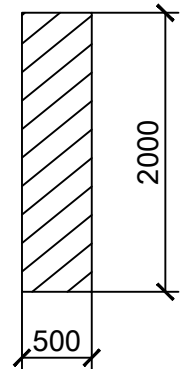
- Raudbetoonplaadi paksus on 250 mm.
- Sarruse painutusmõõdud on antud varraste tsentrist.
- Konstruksiooniklass S4.
- Raudbetoonist vahelae tulepüsivus - R30.

TÖÖJÕU- JA MASINAJAKULU							
Jrk nr	Töö nimetus	Ühik	Ajanorm	Normatiivne tööjõukulu			
				Haardealade kaupa			
				1		2	
				in-h/üh	in-h	in-h	in-h
				mas-h/üh	mas-h	mas-h	mas-h
1	2	3	4	5,1	6,1	5,1	6,1
1	RAKESTAMINE						
1	Eelvalmistus	m ²	0,13	1076,3	139,9	958,0	124,5
1	Möödstustöö	m ²	0,023	1076,3	24,8	958,0	22,0
1	Raketise ehitamine	m ²	0,18	1076,3	193,7	958,0	172,4
1	Lahtirakestamine	m ²	0,2	1076,3	215,3	958,0	191,6
1	Raketisarvukute järelhooldus	m ²	0,2	1076,3	215,3	958,0	191,6
1	RAKESTAMINE KOKKU			in-h/üh	788,9		702,2
				mas-h/üh	0,0		0,0
				in-h/vah	98,6		87,8
				mas-h/vah	0,0		0,0
2	SARRUSTAMINE						
2	Telsaldamine	1000kg	3,00	17,3	52,0	15,6	46,9
2	Sarrustamine	1000kg	5,00	17,3	86,6	15,6	78,2
2	SARRUSTAMINE KOKKU			in-h/üh	138,6		125,2
				mas-h/üh	0,0		0,0
				in-h/vah	17,3		15,6
				mas-h/vah	0,0		0,0
3	BETONEERIMINE						
3	Betooni etteandmine autobetonipumbaga	200m ³	34	1,35	45,7	1,20	40,7
3	Betooni tasandamine	m ²	20	1,35	26,9	1,20	24,0
3	Betooni tasandamine	m ²	0,05	1076,3	53,8	958,0	47,9
3	Masinsilumine	m ³	0,02	1076,3	21,5	958,0	19,2
3	Järeldus	m ³	0,03	269,1	8,1	239,5	7,2
3	BETONEERIMINE KOKKU			in-h/üh	129,2		115,0
				mas-h/üh	26,9		24,0
				in-h/vah	16,1		14,4
				mas-h/vah	3,4		3,0

TEHNOLOOGILISTE ARVUTUSTE TABEL											
Jrk	Töö nimetus	Eriala/ mark	Arv	Haardealade kaupa				Haardealade kaupa			
				1		2		1		2	
				Normatiivne Tööjõukulu	Kestus	Normi täitmise tegur	Valitud kestus	Normatiivne Tööjõukulu	Kestus	Normi täitmise tegur	Valitud kestus
				in-vah	mas-vah	Vah	Vah	in-vah	mas-vah	Vah	Vah
1	2	3	4	5,1	5,2	5,3	5,4	6,1	6,2	6,3	6,4
1	Rakestamine	Rakestaja	8,0	98,6	12,3	0,9	13	87,8	11,0	1,0	11
2	Sarrustamine	Sarrustaja	4,0	17,3	4,3	1,1	4	15,6	3,9	1,0	4
3	Betoneerimine	Betoneerija	5,0	6,7	1,3	1,3	1	6,0	1,2	1,2	1
		Betoonipump	1,0	3,4	3,4	3,4		3,0	3,0	3,0	



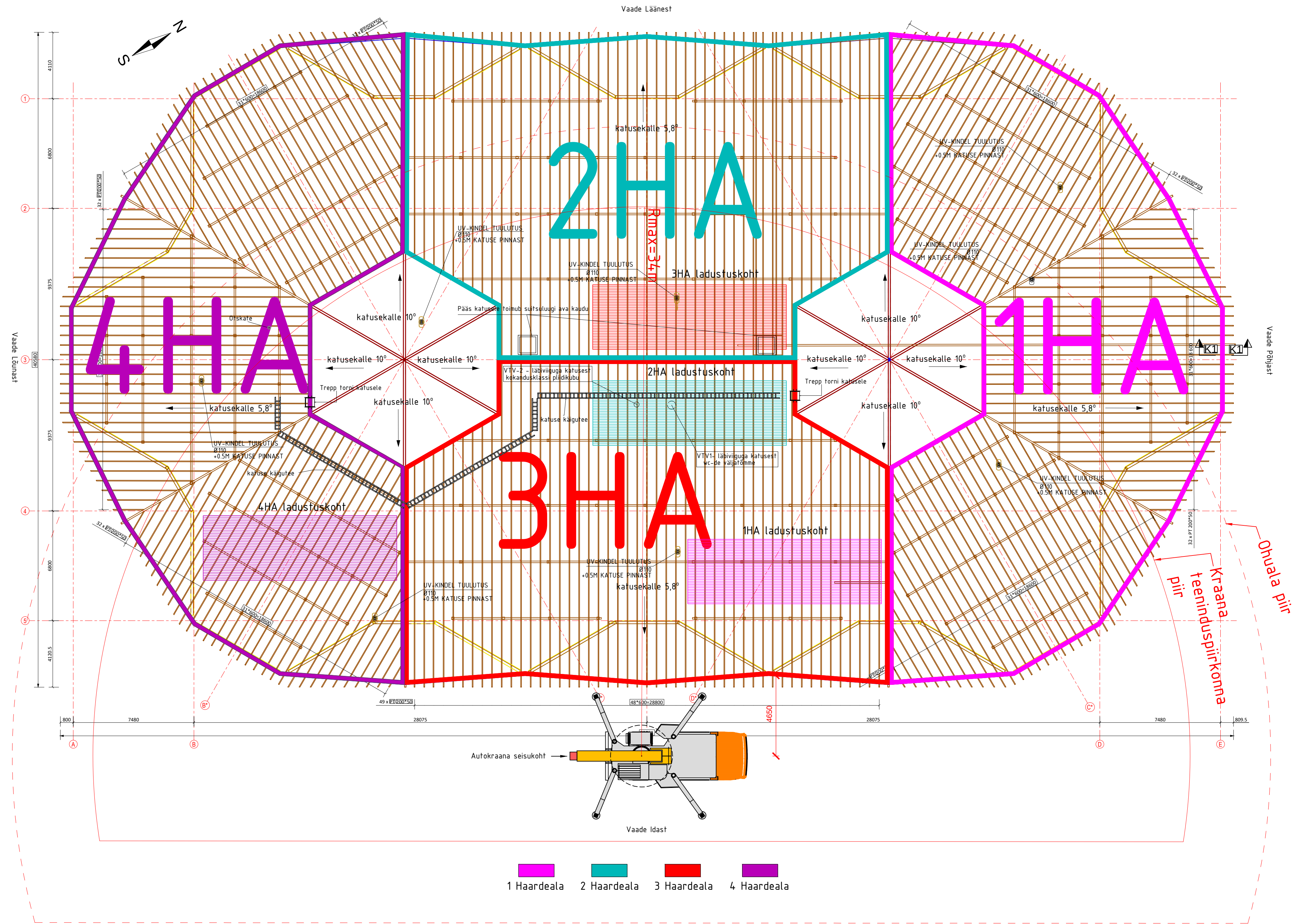
DOKA VINEER 3-SO



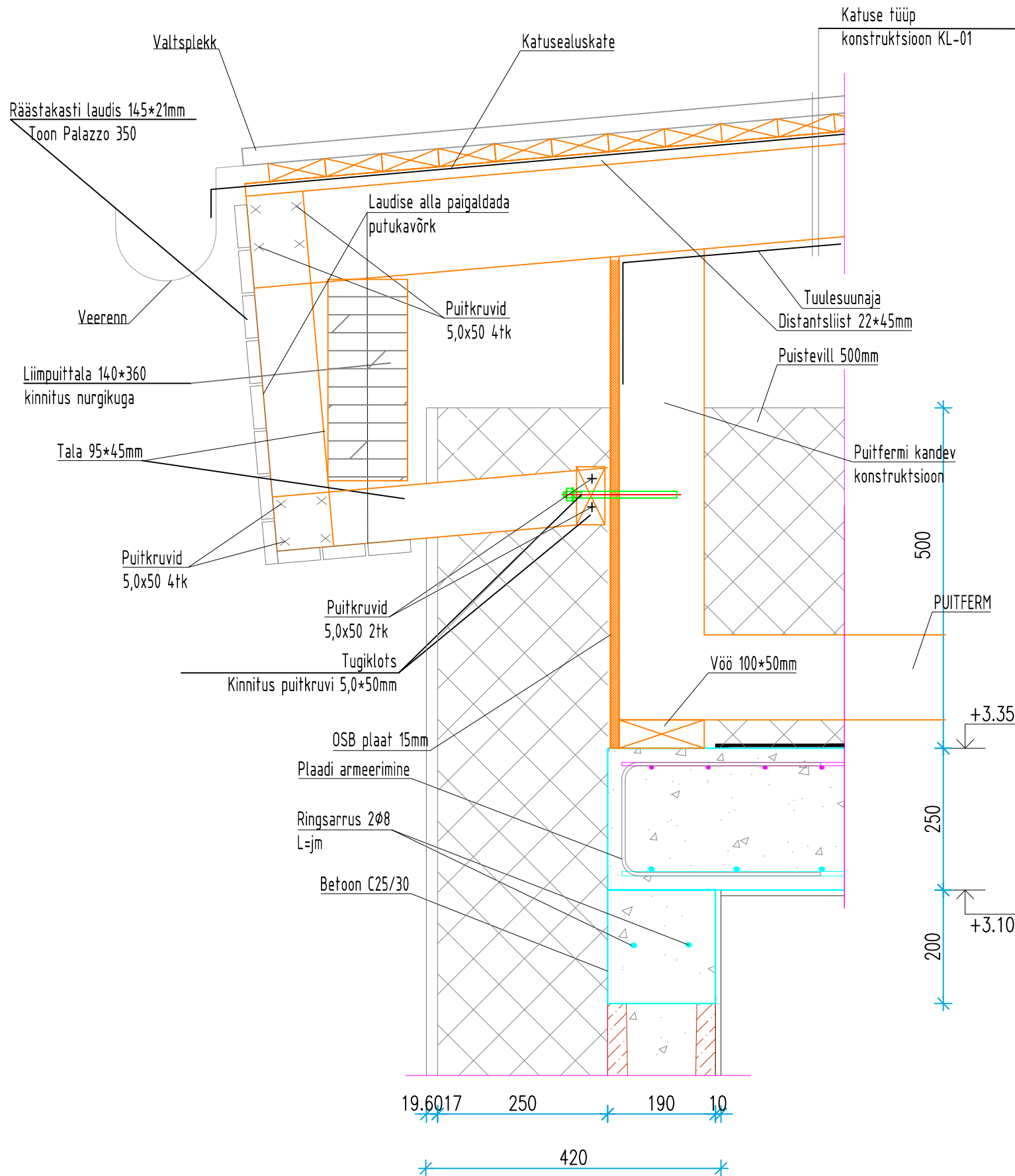
Jrk	Kirjeldus	Kaal [kg]	Kokku
1	Kolmjalg top	11,95	370
2	Alalastav pea H20	6,10	372
3	Tugipea H20 DF	0,77	173
4	Doka laetugi Eures 20 top 400	21,56	545
5	Jätkuskamber B	1,38	600
6	Doka tala H20 top P 1,80m	9,54	60
7	Doka tala H20 top P 2,45m	12,99	355
8	Doka tala H20 top P 2,65m	14,05	30
9	Doka tala H20 top P 2,90m	15,37	315
10	Doka tala H20 top P 3,30m	17,49	155
11	Doka tala H20 top P 3,60m	19,08	2
12	Doka tala H20 top P 3,90m	20,67	100
13	Doka Viner 3-SO 21mm 200/50cm	9,70	670

TAL TTS INSENERITEADUSKOND		Magistrit/44	Lehtide
Koostaja Ian Saarik	Alkiri ja koostaja	Monoliitset raudbetoonist vahelae ehituse tehnoloogiline kaart	
Juhendaja Roode Liias	Alkiri ja koostaja		
Ehituse ja arhitektuuri instituut		Ehitustehnoloogia ja platsikorralduse analAAs Põrnus, Rõõgu 8a Põrnuse Kooli ehituse nite	

KATUSE EHITUSE
TEHNOLOOGILINE KAART



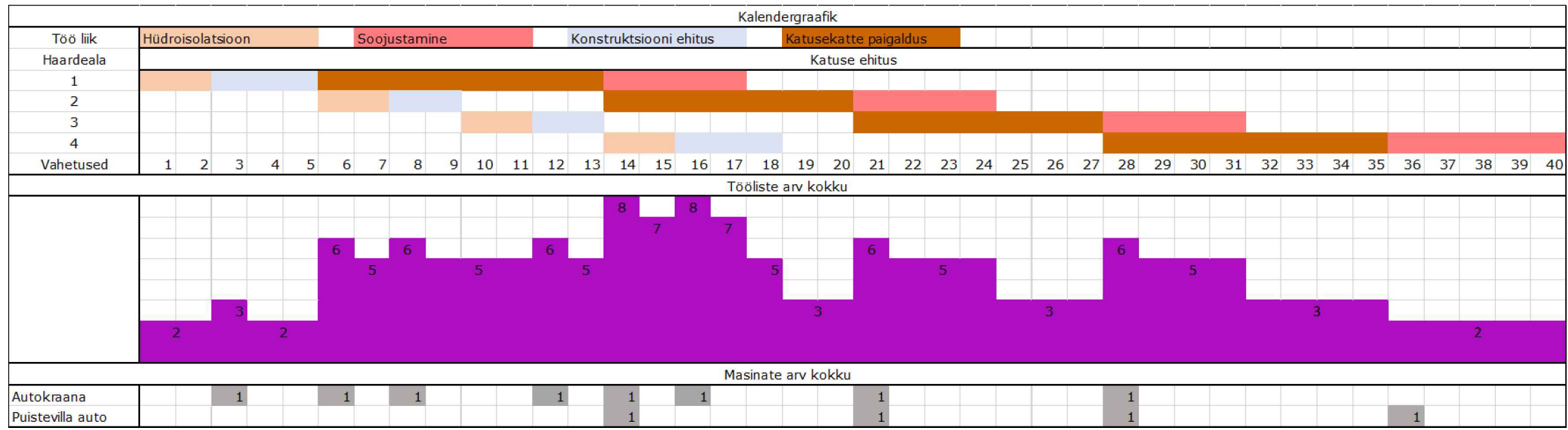
Lõige K1



- Katuse tüüpkonstruktsioon:
- 30mm VALTSPLEKK
 - 32mm ROOVITIS - 100x32mm s.200mm
 - 21mm DISTANTSLIIST
 - ALUSKATE
 - 200mm KATUSEFERM s.600mm
- MÄRKUSED:
- Valtsprofiil 0,50mm RR23
 - Tulepüsivus EI 15

Jrk	Materjal	Ühik	1HA	2HA	3HA	4HA
1	SBS rullmaterjal	m ²	491,9	496,6	497,3	555,9
2	Müürlatt	j/m	154,5	102,5	102,5	154,5
3	Katusefermid	tk	69,0	35,0	35,0	69,0
4	Aluskate	m ²	491,9	496,6	497,3	555,9
5	Roovitis	m ²	491,9	496,6	497,3	555,9
6	Distantslüst	j/m	491,9	496,6	497,3	555,9
7	Valtsplekk	m ²	705,1	584,5	584,5	705,1
8	Räästas	j/m	65,1	30,1	30,1	65,1
9	Soojustus	m ³	246,0	248,3	248,6	278,0

Katusefermide paigaldus	Pikkus		
	<7000 mm	>7000 mm	>12000 mm
1HA	24	12	33
2HA	0	0	35
3HA	0	0	35
4HA	24	12	33



TEHNOLOOGILISTE ARVUTUSTE TABEL																
Jrk	Töö nimetus	Tööliste/ masinate	Eriala/ mark	Arv	Haardealade kaupa				Haardealade kaupa				Haardealade kaupa			
					1				2				3			
					Normatiivne				Normatiivne				Normatiivne			
					Tööjõu- kulu	Kestus	Normi täitmise tegur	Vah	Tööjõu- kulu	Kestus	Normi täitmise tegur	Vah	Tööjõu- kulu	Kestus	Normi täitmise tegur	Vah
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
1	Hüdroisolatsioon	Paigaldaja	2	3,81	1,91	0,95	2	3,80	1,90	0,95	2	3,90	1,95	0,98	2	4,30
2	Soojustamine	Puistevilla auto	1	3,28	3,28	0,82	4	3,31	3,31	0,83	4	3,32	3,32	0,83	4	3,71
3	Konstruktsiooni ehitus	Paigaldaja	1	4,27	4,27	1,07	4	4,31	4,31	1,08	4	4,32	4,32	1,08	4	4,83
4	Katusekatte paigaldus	Paigaldaja	2	5,63	2,81	0,94	3	3,77	1,88	0,94	2	3,77	1,89	0,94	2	5,71
		Autokraana	2	0,35	0,18	0,06	3	0,18	0,09	0,04	2	0,18	0,09	0,04	2	0,35
		Paigaldaja	3	22,29	7,43	0,93	8	20,10	6,70	0,96	7	20,12	6,71	0,96	7	24,27
		Autokraana	2	3,30	1,65	0,21	8	3,40	1,70	0,24	7	3,40	1,70	0,24	7	3,80