



TALLINNA
TEHNIKAÕRGKOO

Jegor Rozanov

LABORIHOONE E HITUSTÕÕDE ORGANISEERIMINE

LÕPUTÕÕ

Tallinn 2024



Jegor Rozanov

LABORIHOOONE E HITUSTÖÖDE ORGANISEERIMINE

LÕPUTÖÖ

Ehitusinstituut

Hoonete ehitus

Juhendaja: Aivars Alt

Tallinn 2024

Lihtlitsents lõputöö reprodutseerimiseks ja lõputöö üldsusele kättesaadavaks tegemiseks

Mina, **Jegor Rozanov**

annan Tallinna Tehnikakõrgkoolile (edaspidi kõrgkool) tasuta loa (lihtlitsentsi) enda loodud teose

Laborihoone ehitustööde organiseerimine

- 1) reprodutseerimiseks eesmärgiga seda säilitada ja teha üldsusele kättesaadavaks Tallinna Tehnikakõrgkooli digiarhiivi DSpace kaudu;
- 2) reprodutseerimiseks pärast piirangu lõppu juhul, kui instituudi direktori korraldusega on kehtestatud lõputöö avaldamisele tähtajaline piirang.

Olen teadlik, et nimetatud õigused jäävad alles ka autorile ja kinnitan, et lihtlitsentsi andmisega ei rikuta teiste isikute intellektuaalomandi ega isikuandmete kaitse seadusest tulenevaid ega muid õigusi.

Autorideklaratsioon

Mina, **Jegor Rozanov**

tõendan/tõendame, et lõputöö on minu/meie kirjutatud. Töö koostamisel kasutatud teiste autorite, sh juhendaja ja iseenda varasematele teostele on viidatud õiguspäraselt.

Kõik isiklikud ja varalised autoriõigused käesoleva lõputöö osas kuuluvad autori/te/le ainuisikuliselt ning need on kaitstud autoriõiguse seadusega.

(allkirjastatud digitaalselt)

Juhendaja **Aivars Alt**

Töö vastab lõputööle esitatavatele nõuetele.

(allkirjastatud digitaalselt)

Lõputöö on kaitsmisele lubatud instituudi direktori korraldusega.

(allkirjastatud digitaalselt)

(kuupäevad digiallkirjades)

SISUKORD

SISSEJUHATUS	7
1 LÄHTEANDMED JA E HITUSTINGIMUSED.....	8
1.1 Lähteandmed.....	8
1.2 Ehitusgeoloogilised tingimused.....	8
2 ARHITEKTUURNE OSA	9
2.1 Arhitektuurne üldlahendus.....	9
2.2 Sisearhitektuurne üldlahendus	9
2.3 Välisviimistlus	9
2.4 Siseviimistlus.....	9
2.5 Konstruktiivelemendid.....	10
2.5.1 Vundamendid	10
2.5.2 Vertikaalsed ja horisontaalsed kandekonstruktsioonid	10
2.5.3 Kandvad ja jäigastavad konstruktsioonid	11
2.5.4 Vahelagi.....	11
2.5.5 Katus.....	11
2.6 Tehnilised süsteemid.....	12
2.6.1 Küttesüsteem	12
2.6.2 Veevarustus	12
2.6.3 Reoveekanaliseerimine.....	13
2.6.4 Ventilatsioon.....	13
2.6.5 Jahutus.....	14
2.6.6 Tuleohutus	14
2.7 Hoone tehnilised andmed	15
3 MAJANDUSOSA.....	16
4 KOONDKALENDERPLAAN.....	18
4.1 Ehitustööde lühikirjeldus	18
4.1.1 Ettevalmistustööd	18
4.1.2 Mullatööde kirjeldus	18
4.1.3 Vundamentide ehitus ja välisvõrgud	19
4.1.4 Montaažitööd	20
4.1.5 Katusetööd.....	20
4.1.6 Põranda- ja betoonitööd.....	21
4.1.7 Tehnilised süsteemid ja eriosad	21
4.1.8 Vaheseinad.....	22
4.1.9 Sise- ja välisviimistlustööd	23
4.1.10 Objekti üleandmine	24

5	EHITUSPLATSI ÜLDPLAAN	25
5.1	Ehitusplatsi planeerimisloogika.....	25
5.2	Ajutise veevajaduse määramine	26
5.3	Elektrienergia vajaduse määramine	28
6	KALKULATSIOON EHTUSE ORGANISEERIMISE KULUDE MÄÄRAMISEKS.....	31
7	TÕSTEMEHHANISMID EHITAMISEKS.....	33
7.1	Hoone suuremad elemendid	33
7.2	Mobiilkraana Liebherr LTM 1070	33
7.3	Teleskooplaadur JCB 540V180.....	34
7.4	Käärtõstuk JLG 2632ES	35
8	ESIMESE KORRUSE VÄLISSEINTE PAIGALDAMISE TEHNOLOOGIAKAART.....	36
8.1	Tööde loetelu	36
8.2	Tööde kirjeldus	36
8.2.1	Transport ja ladustamine.....	36
8.2.2	Eeltööd terasest <i>sandwich</i> tüüpi kergpaneel paigaldusel	36
8.2.3	Terasest <i>sandwich</i> tüüpi kergpaneelide paigaldamise põhimõte	37
8.2.4	Eeltööd raudbetoonist välisseina paigaldusel.....	37
8.2.5	Raudbetoonist välisseina paigalduse põhimõte	38
8.2.6	Kasutatavad masinad.....	38
8.2.7	Töövahendid tööde teostamiseks.....	39
8.2.8	Töömaht ja materjali kulu	39
8.2.9	Välisseinte kvaliteedi nõuded	40
8.3	Tööohutuse nõuded	42
8.3.1	Korvtõstuki kasutamise tööohutus.....	42
8.3.2	Isikukaitsevahendid	42
9	VAHELAEPANEELIDE TEHNOLOOGIAKAART.....	43
9.1	Tööde loetelu	43
9.2	Tööde kirjeldus	43
9.2.1	Transport ja ladustamine.....	43
9.2.2	Eeltööd vahelaepaneelide paigaldusel	44
9.2.3	Paigaldamise põhimõte ja järjekord	44
9.2.4	Kasutatavad masinad.....	45
9.2.5	Töövahendid tööde teostamiseks.....	45
9.2.6	Töömaht ja materjali kulu	45
9.2.7	Vahelaepaneelide kvaliteedi nõuded.....	46
9.3	Tööohutuse nõuded	47
9.3.1	Isikukaitsevahendid	47
9.3.2	Ohutuse tagamine vahelaepaneelide monteerimisel	47

10	TÖÖVÕTUMEETOD	49
11	TÖÖ- JA TULEOHUTUSE NING KESKKONNAKAITSE TAGAMISE PLAAN	50
11.1	Tööohutus	50
11.1.1	Kaevetööd	50
11.1.2	Montaaži – ja tõstetööd	51
11.1.3	Töötamine kõrgustes	51
11.2	Tuleohutus	52
11.3	Keskkonnakaitse	52
	KOKKUVÕTE	54
	SUMMARY	55
	VIIDATUD ALLIKAD	56
	LISAD	58
	Lisa 1. Laborihoone detailne eelarve	59
	GRAAFILINE OSA	69

SISSEJUHATUS

Lõputöö teema on laborihoone ehituse organiseerimine aadressil Raeküla tee 9b ja Tammi tee 20. Töös keskendutakse ehitusprotsessi planeerimisele ja organiseerimisele, lähtudes HML Project Management OÜ juhitud põhiprojektist, kus alltöövõtjad on Moodul Projekt OÜ, PB-Projekt OÜ (elektrisüsteemide plaan), Kustutusprojekt OÜ (tulekustutussüsteemide lahendus) ja T-Model OÜ (teede ja liikluskorralduse projekt). Autor koostas lõputöö, lähtudes põhiprojektist. Hoone ehitus ei ole veel alanud, mis andis autorile võimaluse tutvustada ja analüüsida põhiprojektis välja toodud informatsiooni ning rakendada kõrgkooli õppekava läbimisel omandatud teadmisi, et leida, mis oleks tema arvates laborihoone ehitamiseks sobilik planeerimisviis.

Lõputöö koosneb mitmest peatükist. Esimeses osas kirjeldatakse hoone arhitektuuri, konstruktiivset lahendust, tehnosüsteeme ja tööde sisu. Lõputöö majandusosas käsitletakse projekti finantsilist poolt, planeerides projekti maksumust, mille jaoks lähtutakse EVS 885:2005 Ehituskulude liigitamise standardist. Laborihoone eelarve alusel koostatakse koondkalenderplaani, milles kirjeldatakse ehitustööde protsessi.

Ehitusplatsi organiseerimise peatükis annab autor ülevaate ehitusplatsi üldplaani, kus kirjeldatakse vajalikku ajutist elektri- ja veevajadust, hoone paiknemist krundil, materjalide ladustusalasid, soojakuid, ehitustehnika paiknemiskohti ja muid olulisi elemente, mis on edukaks ehitusprojektiks vajalikud. Lisaks arvutatakse välja ehituse organiseerimise kulud, tuues välja ehitusplatsi korraldus- ja üldkulud.

Eraldi peatükis toob autor välja ehitustööde tegemiseks vajalikud masinad.

Tehnoloogiakaartide peatükis käsitletakse laborihoone esimese korruse välisseinte paigaldamist ja vahelaepaneelide paigaldamise tehnoloogiat. Autor kirjeldab tehnoloogiakaartide ettevalmistustöid, tööde tegemiseks vajalikke seadmeid ja tööjõudu, tööde tegemise põhimõtteid, kvaliteedinõudeid ning tööetapi olulisi ohutusnõudeid.

Töö viimases osas keskendutakse töövõtumeetodile, tööohutusele, keskkonnakaitsele ja tuleohutuse tagamisele. Laborihoone ehituse organiseerimise lõputöö aitab autoril aru saada, kuidas organiseerida laborihoone ehitust, pakkudes ühtlasi lahendusi, et projekt kulgeks edukalt.

1 LÄHTEANDMED JA E HITUSTINGIMUSED

1.1 Lähteandmed

Analüüsides laborihoone projekti leiti, et hoone eristub esindusliku arhitektuuriga ning vastab tellija seatud lähteülesandele, erinevatele projekteerimis standarditele ja kehtivale detailplaneeringule. Hoone asub Rae külas, Raeküla tee 9b kinnistul. Juurdepääs kinnistule asub Raeküla teelt – põhja suunas. Kinnistu, kuhu hoone on kavandatud, piirneb idast ja lõunast transpordimaaga ning läänest ja põhjast ärimaaga. [1]

Käesoleval kinnistul leiti, et puuduvad kaitsealused objektid, kinnismälestised ning muu hooned, mida on tarvis lammutada enne tööde algust. Antud analüüs aitab meil aru saada, et ei ole vajalik projekti raames teostada lammutustöid. [1]

Krundi suurus on 6735 m², millest kavandatava hoone ehitisealune pind on 2090 m². Hoone on projekteeritud olema kahekorruseline, kõrgusega 9 m ja brutopinnaga 2490 m². Projekti käigus oli kokkulepitud ja planeeritud 147 parkimiskohta, kus sissepääsud on kavandatud hoone lõuna- ja idaküljele. [1]

1.2 Ehitusgeoloogilised tingimused

Laborihoone põhiprojekti analüüsides leiti, et ehitataval territooriumil on tehtud ehitusgeoloogilised katsed, millest selgus, et hoone pinnase reljeef on tasane, kuid väikse kaldega. Ehitusgeoloogilisi tingimusi uurides leiti, et maapinna esimene kiht on ligikaudu 0,30 m kasvumulda, 1,40 m liivmoreeni ja sellest allpool asub paekivi. Ehitusgeoloogilistest tingimustest arusaamiseks puuriti kokku 13 auku, mille maksimaalne sügavus oli 4 m. Krundil hinnati proove visuaalselt. Puurimiseks kasutati puurseadet GM-100 GTT. Raeküla tee 9b kinnistul on üsna tasane maapind, mille absoluutkõrgus on 45,05...43,6 m, kus natukene madalam maapind on Tammi tee ääres ehk kinnistu idapoolsel alal. [2]

Põhiprojekti uurides leiti, et pinnase seisukorda hinnati heaks. Pinnast iseloomustatakse heade geotehniliste omadustega ja vähe kokkusurutavana. Täitekiht on õhuke 0,2 m paksune kiht, mis koosneb liivast, mullast ja liivmoreenist ning mis moodustab 1,25...1,65 m paksuse kihi. Pinnasevee tase oli 3,3 m sügavusel maapinnast, absoluutkõrgusel 41,5 m. Tase sõltub sademetest. Projekti käigus jõuti selgusele, et Raeküla tee 9b kinnistul kasutatakse hoone rajamiseks madalvundamente. Samuti jõuti selgusele, et vähe kokkusurutav moreen või kaljupinnas jääb madalvundamentide rajamissügavusele ning eemaldada tuleks üksnes muld ja täide. Eraldi tähelepanekuna toodi välja, et kuna moreenikiht on kaevamise käigus kergesti töödeldav, kuid selle kandevõime võib väheneda, on oluline hoida süvend kuivana. [2]

2 ARHITEKTUURNE OSA

2.1 Arhitektuurne üldlahendus

Hoone projekteeriti, arvestades, et Raeküla tee 9b kinnistule pääseb Raeküla tee kaudu. Kinnistu sisemised teed on ääristatud äärekividega ja juurdepääsutee kogulaius on 8 m.

Projekti uurides leiti, et hoone arhitektuur on minimalistlik ja riskülikukujuline. Hoonele on planeeritud kümme sissepääsu. Peasissepääs asub hoone lõunaosas ja selle kõrval on parkimiskohad laboripersonalile. Idaosa on mõeldud tarbekaupade ladustamiseks. Hoone põhjapoolsele küljele on planeeritud evakuatsioonitrepp, mis viib katusele.

Hoone pikkus on 61,2 m, laius 35,4 m ja kõrgus 9 m. Maapealseid korruseid on kaks. Esimese korruse kõrgus on 5,75 m, teine korrus on väiksema pinnaga ja seda kasutatakse kontoriruumidena. [1]

2.2 Sisearhitektuurne üldlahendus

Laborihoone sisearhitektuuri eesmärk on luua funktsionaalne kasutus labori ja kontorina, kus esimesel korrusel peasissepääsu lõunapoolsel küljel paikneb esik. Esikus on trepp, mis viib otse teisele korrusele kontoriruumidesse.

Esimesele korrusele on planeeritud ettevalmistusalad tööde tegemiseks, masinaruumid, kontorid, proovide võtmise ja analüüsimise alad, töötajate riietusruumid, sööklad ning tehnosüsteemide jaoks mõeldud kambrid [1].

Teine korrus on planeeritud koosolekute pidamiseks, kontoritöödeks ja avaraks õhuruumiks [1].

2.3 Välisviimistlus

Hoone välisviimistluse värvitoonid on leitavad projekti hoone viimistlustabelist. Viimistlustabelit analüüsid leiti, et välisviimistluse värvitoon on valge ja akende värv on tumehall. Sokkel ehitatakse soklipaneele kasutades ja seejärel viimistletakse tumehalliks. Värvimisel järgitakse värvitarnija juhiseid. [1]

2.4 Siseviimistlus

Laborihoone siseviimistlustöödeks kasutatakse viimistlustabelit. Alus- ja viimistlussüsteemi materjalid, nagu pahtel, krunt ja värv, peavad olema valitud ühelt tootjalt ning vastama tootja kasutusjuhendile. [1]

Seinte viimistlusmaterjalid on valitud vastavalt ruumide otstarbele. Esimesel ja teisel korrusel on kasutatud valget sisevärvi. Sõltuvalt ruumist on valitud pesemiskindel või lateksvärv või plekiga kaetud *sandwich*-paneelidest sein. Ainukesed ruumid, kus on kasutusele võetud läbipaistva lakiga kaetud raudbetoonist seinapaneelid, on tarbekaupade ladustamisruum ja tehnosüsteemidega seotud ruumid, nagu gaasikatlaluum ja ventilatsioonikamber. Teisel korrusel on kõik teised seinavärvi toonid valged. [1]

Põrandad on vastavalt projekti viimistlustabelile valged või helehallid. Tumedamad toonid, nagu must, hall ja roheline, on kasutusel kontorites, kohvinurgas, koridorides, tuulekojas ja teistel aladel, mis ei ole seotud laboritöödega. Põrandamaterjalina kasutatakse hallikasrohelist värvitooniga põrandavaipa ja kummist porimatte. Vastavalt ruumi otstarbele on põrandamaterjalina kasutatud antistaatilist või antibakteriaalset katet või eri suurustega keraamilisi plaate. [1]

Kogu hoones on laevärvi toon valge. Ainuke erinevus on konstruktsioonis ja kasutatud materjalis. Sõltuvalt ruumi otstarbest võib laematerjal olla moodulne ripplagi, antibakteriaalne moodulne ripplagi või *sandwich*-paneelidest lagi, mida kasutatakse külmkambris. [1]

2.5 Konstruktiivelemendid

2.5.1 Vundamendid

Hoone konstruktsiooni analüüsidest leiti, et vundament ehitatakse lubjakivi ja liivmoreeni pinnasele, kus taldmiku alla paigaldatakse tihendatud mineraalne alus. Vundamendi kandekarkass koosneb paigalvalu raudbetoonist kohtvundamendist, mille rajamissügavus on 1,2...1,5 m sõltuvalt asukohast. Hoonele on planeeritud ka lintvundamendid, mis ristuvad kohtvundamentidega, mis on paigutatud vastavalt kandevõimele. Kokku kasutatakse kaheksat kohtvundamendi tüüpi, mille laius varieerub 1000...2600 mm, pikkus 1000...2450 mm ja kõrgus 250...400 mm vahel. [1]

Projekti analüüsidest leiti, et vundamendid valatakse betoonist, mille tugevusklass on C25/30. Laborihoone kõige pikem vundament on 9510 mm, kaaludes 8047 kg. Projekti raames kasutatakse kõige sagedamini 1200 × 1200 mm ristlõikega vundamente, mida on kokku 27. Terve hoone peale on kokku 84 madalat kohtvundamenti. [1]

2.5.2 Vertikaalsed ja horisontaalsed kandekonstruktsioonid

Laborihoone põrand valatakse kohapeal raudbetoonist plaadina. Sarrustamiseks kasutatakse teraskiudu koos kohtadesse paigutatud armatuurvarrastega. [1]

Hoones on kasutusele võetud kolm pörandakonstruksiooni lahendust. Esimene koosneb 150 mm laiusest raudbetoonist plaadist, kahest ehituskilest, 50 mm paksusest polüstürooli XPS300 soojustusest ja radoonikilest; teine 50 mm polüstürooli XPS300 kihist, tihendatud killustikust ja jämeliivast. Teine ja kolmas versioon erinevad vaid viimistluse poolest, mida on täpsustatud siseviimistlustabelis. Teise lahenduse puhul kasutatakse pinnakõvendit ja kolmanda puhul keraamilisi plaate, PVC-katet või tolmutõket. Mõlemas on 120 mm laiune raudbetoonplaat, kaks ehituskilet, 50 mm polüstürooli EPS200 kiht, radoonikile, teine 50 mm polüstürooli EPS200 kiht, killustik ja jämeliiv. [1]

Hoone kandekonstruksiooni moodustavad raudbetoonpostid ja metallkarkass, mis koosneb terastaladest ja terasfermidest ning mille eesmärk on kanda õõnespaneelide koormust ja katuse kandvat profiilplekki [1].

2.5.3 Kandvad ja jäigastavad konstruktsioonid

Vertikaalsete kandekonstruksioonidena kasutatakse monteeritud raudbetoonposte, mille suurus varieerub vastavalt nende paigutatud positsioonidele ja vundamendi suurustele. Postide ristlõike on 400 × 400 mm, kus kõige pikem post on 9237 mm pikk. Kokku on neid hoone ehituse käigus vaja 59. Raudbetoonpostide tugevusklass on C35/45. [1]

Katusekandjad on I-profiilidest terastalad sildega ca 8,5 m ja sammuga ca 6,0 m. Terastalad toetuvad raudbetoonpostidele. Teised katusekandjad on HQ-keevistalad, mille sildeks on ca 6 m ja mis kannavad vahelae kandeelemente, milleks on raudbetoonist eelpingestatud õõnespaneelid. [1]

2.5.4 Vahelagi

Vahelae jaoks kasutatakse monteeritavaid raudbetoonist õõnespaneele, mille sildeks on ca 8,5 m ja mis toetuvad HQ-tüüpi keevistaladele. Õõnespaneelide paksus on 265 mm. Kui monteeritud elementide paigaldustööd lõpevad, hakatakse paigaldama heliisolatsiooniplaate, teibitud vuukidega ehituskilet ja seejärel valatakse raudbetoon plaadiks. [1]

2.5.5 Katus

Laborihoone katused rajatakse lamekatusena. Katusekalle on 1:40, mis moodustatakse talade ja fermide kujude järgi. Katus on projekteeritud sellisel viisil, et sadeveed valguksid neile ettenähtud trappidesse kommunikatsioonišahtide kõrval. Katusekonstruktsioon koosneb kandvast profiilplekk-kihist ja toetuvast soojustatud lamekatusel. Katust hüdroisoleeritakse kahekihilise SBS-rullmaterjaliga. Pärast hüdroisoleerimist on võimalik hakata rajama tuulutussüsteemi. [1]

2.6 Tehnilised süsteemid

2.6.1 Küttesüsteem

Põhiprojekti järgi on küttesüsteem lahendatud nii, et laborihoone soojusenergiaallikas on gaasikatlamaaja, mis asub tehnilises ruumis esimesel korrusel. Serveri- ja pumbaruumi paigaldatakse lisasoojusenergiaallikad, milleks on soojuspumbad. [1]

Laborihoone küttesüsteem on lahendatud sellisel viisil, et talveperioodil kasutatakse soojuspumpasid küttesüsteemina, aga väljaspool kütteperioodi sooja tarbevee valmistamiseks [1].

Katlamajas on ette nähtud eri süsteemid vastavalt laborihoone alade kasutamiststarbele. Ettenähtud süsteemid ja nende asukohad on järgmised [1]:

- radiaatoriküte: paigaldatud hoone admin-osasse, kus küttekehadena kasutatakse terasradiaatoreid. Küttesüsteem on kahetoruline;
- *fan-coil*ide küttesüsteem: paigaldatud hoone laborialale;
- vesipõrandaküte: kasutusele võetud riietus- ja duširuumides;
- ventilatsiooni kalorifeeride süsteem: hoone peasissepääsu juurde ja tuulekotta paigaldatakse õhukardinad.

Torude isoleerimine toimub vastavalt ettenähtud standardile ja tootja juhistele. Torude isoleerimiseks järgitakse EVS 860 standardit, mis annab konkreetset informatsiooni tehniliste paigaldiste termilise isoleerimise kohta. Laborihoones on kasutusele võetud fooliumkattega mineraalvillkoorikutega lahendus. [3]

2.6.2 Veevarustus

Laborihoone veesisendusel on uus peaveemööduõlm, mis on esimesel korrusel varustatud peaveemöödtjaga DN25 ning mis paigaldatakse tehnilisse ruumi. Sooja vee saamiseks projekteeritakse tsirkulatsiooniga soojaveesüsteem, kasutades tsirkulatsioonipumpa. [1]

Veevarustussüsteemide torustiku paigaldus toimub kolmikute süsteemiga, alumise ja ülemise toitesüsteemiga paigaldatakse kaetult ripplagedele ja ühendustorustikud konstruktsioonide kaitsekattega. Projektis on arvestatud, et veetorude kasutusiga on vähemalt 50 aastat. [1]

Raeküla tee 9b kinnistu veevarustus tuleb Raeküla tee d110mm ühisveetorustikust. Laborihoone projekti raames on vajalik kinnistutele Raeküla tee 9, 9a, 9b ja Tammi tee 20 ühine veeühendus De63 PE PN10 koos liitumispunkti-maakraaniga DN50. Veetorustiku

rajamissügavus on 1,8 m planeeritavast maapinnast. Selle projekti puhul ei ole külmumiskaitse vajalik. [1]

2.6.3 Reoveekanalisatsioon

Laborihoone reoveekanalisatsioon on lahendatud Raeküla tee De160mm ühiskanalisatsiooni abil. Sarnaselt veevarustusega rajatakse Raeküla tee 9, 9a, 9b ja Tammi tee 20 kinnistule ühist kanalisatsiooniühendust, kasutades De160 PVC SN8 koos liitumispunkti-kontrolltoruga De400/315. Liitumispunkt on kuni 1 m kaugusel väljaspool kinnistu piiri, tänavaalal. [1]

Selle kategooria alla kuulub ka sademevee ärajuhtimine. Sademevee ärajuhtimine toimub ettenähtud perspektiivsesse kraavi ja kanaliseerimine on lahendatud projekteeritava De500mm sademeveetorustikuga. Katusel asuvad sisemised sademeveeäravoolud. Ehituse hulka kuulub kinnistule rajatav ühine sademeveekanalisatsioonisüsteem De315-500 PP SN8 muhvitorudest, mis ühendatakse Tammi tee kraaviga. [1]

Torustiku materjalid on De110-160mm PVC SN8 muhvitorud, mida kasutatakse reovee väliskanalisatsiooniks. Kinnistul oleva sademevee väliskanalisatsiooni torustikuks on De110...500mm muhvitorud. [1]

2.6.4 Ventilatsioon

Laborihoone ventilatsiooniks kasutatakse mehaanilist sissepuhke- ja väljatõmbeventilatsiooni ning mehaanilist väljatõmbeventilatsiooni. Selle lahenduse puhul arvestati, et agregaati juhitakse ajaprogrammiga ja peab olema võimalus, et öisel ajal ventileeritakse väiksema intensiivsusega. Hoone ventagregaadid on täisautomaatikaga juhtpaneelide ja -kaablitega. Talvisel perioodil soojendatakse õhku küttekalorifeeris. [1]

Ventilatsioonisüsteemid koosnevad ventagregaadist, õhutorustikest, mürasummutitest ja õhutorustike armatuurist. Torud viiakse ventseadmetest laiali lae all, kus sõltuvalt ruumist pannakse need lahtiselt lae alla või ripplagede taha. Läbi ülemise tsooni toimub väljatõmme ja sissepuhe kõikidest ruumidest. Kasutusele on võetud õhuhajutid, restid ja plafoonid, et sissepuhe ja väljatõmme toimiksid. [1]

Õhuvõtt toimub läbi hoone õhuvõtukambrite/välisrestide. Õhuvõtutorud on isoleeritud kivivillast lamellmattidega 100 mm paksuselt ja väljapuhked 50 mm paksuselt. Sissepuhketorude isoleerimise lahendus koosneb 20 mm paksustest lamellmattidest. Projektis on oluline jälgida, et ventilatsioonisüsteemid ei ületaks normatiivset lubatud mürataset. Sellise olukorra vältimiseks kasutatakse mürasummuteid. [1]

2.6.5 Jahutus

Jahutuseks kasutatakse fan-coil'ide jahutussüsteemi ja sissepuhutava õhu jahutamist ventagregaadis. Jahutussüsteem on ettenähtud kõikides labori- kontori-, nõupidamis- ja puhkeruumides. [1]

Serveriruumidesse on planeeritud DX-tüüpi jahutusseadmed ja kasutada tuleb inverter-tüüpi seadmeid. Kondensaadi äravoolutorudena kasutatakse jäikplastmasstoru. Sisemine jahutuselement tuleb paigaldada laest 150 mm madalamale, väline jahutusseade aga katusele alusraamile. Jahutussüsteemi külmakandja on freoon. [1]

Ühendus üldkanalisatsiooniga toimub läbi vesiluku kraanikausside all. Juhul kui kraanikausside all ei ole vesilukkude kasutamine võimalik, rakendatakse lahendust, kus vesilukud peavad olema eraldi veega täidetavad. Pärast kondensaaditorustike väljaehitamist on vajalik kõiki lõike eraldi katsetada. Külmamasinad on paigaldatud katusele ning jahutuskandja valmistatakse 2 × 350 kW võimsusega külmamasinate abil. [1]

2.6.6 Tuleohutus

Välistulekustutusvesi on 20 l/s, millest 10 l/s tagatakse ühisveetorustikus paiknevatest hüdrantidest ja teine 10 l/s Raeküla tee 9b 108 m³ tuletõrjemahutist. Alal on ettenähtud kaks kuivhüdranti, mis ühendatakse mahutiga De225 PE veetorude abil. Laborihoone sprinklersüsteemi jaoks on planeeritud 108 m³ tuletõrjemahutid. [1]

Laborihoone tulepüsivusklassiks on määratud TP1 ja tuleohutusest tulenev ehitise liigitus on V kasutusviis. Tuletõkkeseksioonideks on määratud seitse tehnilist ruumi, päästemeeskonna infopunkt ja kergesti süttivate vedelike ruum. Tule ja suitsu tõkestamiseks tihendatakse kommunikatsioonide läbiviigud. Arvestatud on, et hoone telgedel „1” ja „A” sandwich-paneelidest välisseinad on EI kivivilla täidisega. Arvesse on võetud hoone laiendusvõimalust tulevikus. [1]

Hoonele on tagatud tuletõrjeauto juurdepääs. Hoone tervikuna varustatakse sprinkleritega. Projekteerimise käigus on võetud arvesse evakuatsiooniteid ja nende pikkuseid. V kasutusviisi puhul on normatiivse evakuatsioonitee maksimaalne pikkus 30 m. Evakuatsioonitee pikkus on 60 m. Evakuatsioonilahenduse planeerimisel on ette nähtud, et maksimaalne inimeste arv esimesel korrusel on 80 ja teisel korrusel kontorites 20. Hädaolukorras evakueerimine toimub esimesel korrusel välisuste kaudu, kust inimesed pääsevad otse õue. Teisel korrusel on evakueerimine katuse kaudu, kasutades seinaredelit. Täiendav väljapääs on planeeritud koosolekuruumi. [1]

2.7 Hoone tehnilised andmed

Laborihoone tehnilised näitajad on allolevad [1]:

- Hoone kasutusotstarve: 12635 Teadus- ja metoodikaasutuse hoone;
- Hoone ehitusalune pind: 2086,8 m²;
- Maapealse osa alune pind: 2086,8 m²;
- Maapealsete korruste arv: kaks;
- Absoluutne kõrgus: 53,8 m;
- Kõrgus: 9,0 m;
- Pikkus: 61,2 m;
- Laius: 35,4 m;
- Suletud brutopind: 2488,5 m²;
- Suletud netopind: 2368,0 m²;
- Köetav pind: 2238,8 m²;
- Mitteeluruumi pind: 2134,9 m²;
- Maht: 12426 m³;
- Maapealse osa maht: 12426 m³;
- Üldkasutatav pind: 70,6 m²;
- Tehniline pind: 171,4 m².

3 MAJANDUSOSA

Laborihoone eelarve planeeriti ning arvestati, kasutades EVS 885:2005 ehituskulude liigitamise standardit. Kasutatavad materjalid ja andmed võeti põhiprojektist [4].

Projektide mahud arvutati vastavalt joonistelt võetud mahtudele. Ehitusnormid arvutati, kasutades ettevõttesiseseid standardseid ajanorme, mis on aastate jooksul sarnaste laborihoone mahtude projektides välja kujunenud, ja raamatut Ehitustööde kulud 2020 [5]. Tööjõukulud ja tootlus – uusehitus ja remont. Lisaks kasutati RATU-ehitustootluste eestikeelset plakatit [6].

Projekti planeerimisel tehti koostööd eri materjalitootjatega, kes pakkusid töid vastavalt hinnapakkumustele ja kokkulepetele. See lahendus oli mõeldud selleks, et saada erinevaid hinnapakkumusi ning kujundada arusaama tööde hinnast ja kestusest. Allolevas koondeelarve tabelis on toodud kokkuvõtlikud maksumused vastavalt üheksale põhikululiigile. Lisaks on autor välja toonud iga põhikululiigi osakaalu ehituseelarves.

Kokkuvõttes, laborihoone kogumaksumus on 7 836 035,04 eurot. Kogumaksumus tähendab tööde maksumust, mille sisse on arvestatud üheksa põhikululiikide maksumust ning käibemaks, ehitusplatsi otsekulud, korralduskulud ja üldkulud. Ehituse otsekulud on ilma käibemaksuta 6 422 979,54 eurot.

Hoone suletud brutopinna ruutmeetri maksumuseks kujuneb 2581,06 eurot ja suletud netopinna ruutmeetri maksumuseks 2712,4 eurot.

2024. aasta oktoobrikuus on Tallinnas keskmine äripinna ruutmeetri hind 2783 eurot. Kuna laborihoone on planeeritud Rae valda, siis võrreldakse projekti hinda ka Rae valla keskmise äripindade hinnaga, milleks on 1471,4 eurot ruutmeetri kohta. Hinnad võeti Eesti ühest suuremast kinnisvaraportaalist KV.ee. [7]

Enamik hoonete kuulutusi kinnisvaraportaalis on tootmishoonete, laopindade ja äripindade kuulutused. Autori laborihoone ehitusprojekti hind on ligikaudu poolteist korda suurem kui turu keskmine, sest laborihoone projekti analüüsides leiti, et hoone projekteeriti, lähtudes kõrgetest katsete kvaliteedistandarditest ja pakkudes laborihoone personalile mugavaid töötingimusi.

Autor uuris, et laborihoone kvaliteedistandardid võivad olla rangemad kui tavalise laohoone või materjalide tootmishoone puhul, kuna laborihoonetes on katsete sooritamiseks vaja lähtuda kindlatest standarditest.

Tabel 1. Koondeelarve

Rühma nr.	Kululiik	Summa, €	Osakaal eelarvest, %
1	Välisrajatised	546 874,70	8,51
2	Alused ja vundamendid	305 167,72	4,75
3	Kandetarindid	960 751,26	14,96
4	Fassaadielemendid ja katused	481 042,47	7,49
5	Ruumitarindid ja pinnakatted	612 705,82	9,54
6	Sisustus, inventar, seadmed	31 611,04	0,49
7	Tehnosüsteemid	3 088 960,68	48,09
8	Ehitusplatsi korralduskulud	190 155,42	2,96
9	Ehitusplatsi üldkulud	205 710,42	3,20
	Kokku	6 422 979,54	100

4 KOONDKALENDERPLAAN

Kalendergraafik planeeriti ning koostati, toetudes RATU ajanormidele ning ehitusettevõtte varasematele sarnaste laborihoonete objektide ehitamisele ja juhtimisele. Aluseks võeti EVS 885:2005 ehituskulude liigitamise lõigud, mis aitasid koondkalenderplaani korralikus formaadis ette valmistada.

Laborihoone koondkalenderplaanis on välja toodud, et ehitustööd algavad 03.03.2025 ja projekt lõppeb 21.07.2026. Ehitustegevus, mobilisatsioon, platsi ettevalmistus ja vaegtööde likvideerimine koos lõppkoristusega võtab plaani järgi aega 305 tööpäeva. Lõpetustööd kestavad plaani järgi 73 tööpäeva. Kasutusloa saamise kuupäevaks on prognoositud 21.07.2026. Kalendergraafiku koostamisel arvestati, et üks tööpäev kestab kaheksa tundi. Arvesse võeti aastalõpupühasid alates 22.12.2025 kuni 02.01.2026.

Kalendergraafiku sisu algab ettevalmistustöödest ja lõpeb praktilise lõpetamise ning kasutusloa väljaandmisega. Laborihoone ehitustööde planeerimiseks koostatud koondkalendergraafik on esitatud töö graafilises osas (Joonis 1, graafiline osa).

4.1 Ehitustööde lühikirjeldus

4.1.1 Ettevalmistustööd

Selle projekti puhul ei ole vaja teha lammutustöid. Ettevalmistustööde sisu on mobilisatsioon ja ehitusplatsi ettevalmistus. Ehitusplatsi ettevalmistus koosneb alade markeerimisest ja vajalike ruumide või vahendite toomisest. Ettevalmistustöödeks on planeeritud viis tööpäeva ning sellega alustatakse 2025. aasta märtsi alguses.

4.1.2 Mullatööd kirjeldus

Mullatöödega alustatakse pärast mobilisatsiooni ja ehitusplatsi ettevalmistust. Enne hoonealuse süvendi pinnase koorimist ja äravedu on ettevalmistustööd lõpetatud ning vajalikud kaevamiskohad markeeritud. Hoonealuse pinnase koorimine algab 10.03.2025. Kaevatud pinnast taaskasutatakse hiljem. Hoonealuse süvendi pinnase koorimiseks ja selle äraveoks on arvestatud kaks tööpäeva.

Hoonealuse süvendi kaevetööd algavad 12.03.2025 ja kestavad kümme tööpäeva. Pärast hoonealuse süvendi kaevamist algab 26.03.2025 maa-alal pinnase koorimine ja selle äravedu. 28.03.2025 alustatakse maa-alal kaevetöödega, mis aitavad ette valmistada ja kaevata vajalikud kohad välisvõrgu ehituseks ning edasisteks tööetappideks. Kõikide kaevetöödega plaanitakse lõpetada 17.04.2025. Kaevetööde eesmärk on eemaldada

pinnas, millest osa ladustatakse kõrvalkrundile. Sobilikku pinnast kasutatakse tagasitäiteks ja vajaduse korral tuuakse juurde täiendavat materjali.

Täitetöid alustatakse pärast vundamentide ehitust, enamiku raudbetoonpostide ja soklipaneelide paigaldust ning kui sadevee- ja väliskanaliseerimistööd on tehtud. Kalendergraafikus on kirjas, et hoonealuse süvendi tagasitäitetöödega on planeeritud alustada 15.05.2025. Maa-alal algavad täitetööd hiljem, kui välisvõrgutööd on jõudmas lõpule. Täitetööde planeeritud lõppkuupäev on 30.05.2025.

4.1.3 Vundamentide ehitus ja välisvõrgud

Vundamenditööd koosnevad lint- ja postvundamentide paigaldamisest. Vundamenditööd algavad pärast hoonealuse süvendi kaevetööde lõpetamist. Vundamendid ehitatakse lubjakivi ja liivmoreeni pinnasele, kuhu esmalt, 26.03.2025 paigaldatakse tihendatud mineraalset alust.

Pärast mineraalse aluse paigaldamist alustatakse post- ja lintvundamenditöödega. Taldmikud on tugevusega C25/30 ja nende mõõtmed sõltuvad asukohast, kuhu neid on tarvis paigaldada. Kõige suurema ristlõikega taldmikud on 2000 × 200 mm ja asuvad teljel 4-8/A-C. Sinna paigaldatakse kõige suuremad taldmikud, sest teise korruse kontoriruumide kandmiseks peab olema piisavalt kandekoormust. Postvundamendi taldmike ja lintvundamenditööd peaksid plaani järgi kestma seitse tööpäeva ja nendega alustatakse 31.03.2025.

Sadevee- ja väliskanaliseerimistööd tehakse paralleelselt vundamenditöödega. Sadeveekanaliseerimistööd kestavad neli ja väliskanaliseerimistööd kolm tööpäeva. Nende töödega lõpetatakse 2025. aasta aprilli alguses ja 21.04.2025 algab raudbetoonpostide paigaldus, mis kestab seitse tööpäeva. Tööpäevade hulka ei ole arvestatud taldmikute kivinemist, kuid selleks on arvestatud kümme tööpäeva enne raudbetoonpostide paigaldamist. Raudbetoonpostide paigaldusel kasutatakse HPM20L PEIKKO ankrupolte.

Pärast postide paigaldamist algavad teiste välisvõrkude (õli-liivapüüdur, veetorustik, kuivhüdrandid, gaasitorustik, sideliinid ja kaabelliinid) paigaldustööd, millega alustatakse 30.04.2025. Soklipaneelide paigaldustööd algavad 07.05.2025 ja kestavad kuus tööpäeva.

Kalendergraafikus on planeeritud, et hoonealuse süvendi tagasitäitetöödega alustatakse pärast soklipaneelide paigaldust ja tagasitäitetööd toimuvad maa-alal ajal, kui enamik välisvõrgutöid on tehtud.

4.1.4 Montaažitööd

Metallkarkasside monteerimis- ja paigaldustööd algavad 02.06.2025. Kalendergraafikus on kirjas, et töödega on planeeritud alustada tingimusel, et tagasitäitetööd ning raudbetoonpostid ja soklipaneelid on paigaldatud. Metallkarkassitööde alla käivad terastalade, fermide ning muude laborihoone karkassi kuuluvate teraselementide paigaldamine. 21 tööpäeva pärast metallkarkasside monteerimist alustatakse HCE265 eelpingestatud raudbetoon-õõnespaneelide monteerimise ja paigaldusega. Vahelae õõnespaneelide paigaldustööd kestavad viis tööpäeva. Metallkarkasside monteerimis- ja paigaldustööde planeeritud lõppkuupäev on 21.07.2025.

Välisseinteks kasutatakse eri tüüpi *sandwich*-paneele, mida tõstetakse mobiilkraanade abil. Sõltuvalt haardealast ja paigalduse järjekorrast alustatakse kas raudbetoonist *sandwich*-paneelide või terasest *sandwich*-tüüpi kergpaneelide paigaldusega. Esimese korruse välisseinte paigaldus kestab 16 tööpäeva ja see tööetapp planeeritakse lõpetada 18.08.2025.

Teise korruse välisseinteks kasutatakse metallist kassetilahendust, mille paigaldamisega alustatakse pärast esimese korruse välisseinte paigaldust. Teise korruse välisseinte paigaldus kestab kümme tööpäeva ning lõpeb 01.09.2025.

4.1.5 Katusetööd

Katusetöödega alustatakse augustikuu lõpus samal ajal kui monteeritakse metallkarkasside viimaseid elemente. Seda tööetappi alustatakse kandva profiilpleki paigaldusega, mis kestab seitse tööpäeva. 2025. aasta septembri alguses alustatakse parapeti paigaldamisega ning sellele järgneb suitsuluukide paigaldamine ja katuseläbiviikude tegemine.

Katuseakende paigalduse eeldus on, et suur osa suitsuluukide, katuseläbiviikude ja parapetitöödest on tehtud. Katuseakende paigalduseks on planeeritud neli tööpäeva ning sellega on plaanis alustada septembri keskel. Projekti raames on kokku lepitud, et enne soojustuse paigaldust peavad katuseaknad ja suitsuluugid olema paigaldatud.

Soojustuse paigaldustööd kestavad kümme tööpäeva ja nendega alustatakse 26.08.2025. Pärast seda jätkatakse aurutõkke, PVC ja katusepollarite paigaldusega. Kalendergraafikus on katusetöödega lõpetamise kuupäevaks planeeritud 19.09.2025.

4.1.6 Põranda- ja betoonitööd

Laborihoone projekti raames algab aluspõranda ehitus 300 mm killustikualuse paigalduse ja tihendamisega. Sellega alustatakse pärast kassetilahendusega välisseinte monteerimist ja paigaldamist. Killustikualusetööd algavad 28.08.2025 ja nende kestuseks on planeeritud kuus tööpäeva.

Pärast killustiku valamist ja tihendamist alustatakse hüdroisolatsiooni ja soojustuse paigaldusega. Tööetapp algab 02.09.2025 ja kestab 12 päeva. Septembri keskel alustatakse sarrustamisega, betooni valamisega ja ettevalmistustöödega. Esimese korruse betoonpõrandatöödeks on planeeritud kaheksa tööpäeva. Sinna hulka ei ole arvestatud kivinemisaega. Vaheseinte ehitust ei alustata kohe pärast betoneerimist. Esimese korruse põrandate valamine peaks olema lõpetatud hiljemalt 24.09.2025. Laborihoonesse on projekteeritud põrandaküte. Põrandakütte torustiku paigaldustööd toimuvad paralleelselt sarrustamisega. Vaheseinte ehitus algab nädal pärast aluspõranda betoneerimist.

Pärast esimese korruse hüdroisolatsiooni ja soojustuse paigaldust alustatakse järgmisel päeval teise korrusega. Paralleelselt esimese korruse betoneerimistöödega ja nende ettevalmistusega paigaldatakse soojustus ning hüdroisolatsioon, mis lõpetatakse samal päeval esimese korruse betoneerimisega – 24.09.2025. Teise korruse betooni valamisega plaanitakse lõpetada 30.09.2025.

4.1.7 Tehnilised süsteemid ja eriosad

Laborihoone tehniliste süsteemide ja eriosade tööetapp algab hoone veevarustuse ja kanalisatsiooni ehitustöödega 18.08.2025. Enne põrandate ehitust on oluline paigaldada torustikud, et tagada varajane ülevaade veevarustuse ja kanalisatsioonitorustike asukohtadest. Selline lähenemine aitab hiljem vältida võimalikke torustike probleeme. Veevarustuse ja kanalisatsioonitorustiku paigaldusel jälgitakse, et tööetapp oleks koordineeritud kipsplaatvaheseinte paigaldusega. Kõik veevarustuse ja kanalisatsioonitorustikud paigaldatakse hiljemalt 27.11.2025.

Küttesüsteemi paigaldamise esimene etapp on küttetorustiku paigaldamine, millega alustatakse 17.11.2025. Paralleelselt küttetorustiku paigaldusega ja tööetapi ettevalmistusega ehitatakse soojussõlme. Kütteelementide paigaldusega alustatakse neli päeva pärast küttetorustiku tööde algust. Projektis kulgevad küttetorustikud lae all ja suunduvad radiaatoriteni. Kõik vaheseinad, välja arvatud kipsplaadist seinad, on juba paigaldatud. Küttetorustiku paigaldus kestab kuni 04.12.2025. Kütteelementide paigaldus algab 21.11.2025 ja kestab seitse tööpäeva. Küttesüsteemi tööetapp koos soojussõlme paigaldusega lõpetatakse 05.12.2025. Selleks ajaks on ka kõik torustikud ühendatud.

Ventilatsioonitorustiku paigaldamine algab kohe pärast soojussõlme paigaldamist. Sarnaselt küttetorustikega paigaldatakse ventilatsioonitorustikud lae alla. Paigaldustööd kestavad 25 tööpäeva. Ventilatsiooniagregaatide paigaldus algab 17.12.2025 ja kestab viis tööpäeva. Viimased ventilatsioonitorustikud paigaldatakse ja ühendatakse teiste seadmetega hiljemalt 23.01.2026.

Pärast ventilatsiooniagregaatide paigaldust alustatakse jahutustorustiku ja agregaatide paigaldusega. Jahutussüsteemi paigaldus kestab 12 tööpäeva ja see lõpetatakse 22.01.2025. Kui viimased jahutusseadmed on hoones paigaldatud, alustatakse külmkambri seadmete paigaldusega. Külmkambrite seadmeid paigaldatakse kolm tööpäeva ja paigaldus lõpeb 21.01.2026.

Tuletõrje sprinklersüsteem paigaldatakse 22.01.2026 ja töödega alustatakse pärast külmkambri seadmete paigaldust. Paigaldustööd koosnevad torustiku ja sprinklerite paigaldusest. Tööetapi planeeritud kestus on 12 tööpäeva. Tulekustutussüsteemide ja mahutite paigaldus algab 26.01.2026 ja sellega on planeeritud lõpetada 23.02.2026.

Tugevvolupaigaldise tööd algavad 26.01.2026 ja kestavad 34 tööpäeva. Töid alustatakse kaabliteede ja kaablite paigaldusest. Elektri peajaotussüsteemide paigaldamine algab pärast kaabliteede paigalduse algust ja kestab 19 tööpäeva. Valgustussüsteeme hakatakse paigaldama paralleelselt peajaotussüsteemi ja kaabliteede paigaldusega. Valgustussüsteeme paigaldatakse tootmisosas lattliinide abil. Tugevvolupaigaldise tööd lõpetatakse maandustöödega, mis saavad tehtud hiljemalt 10.03.2026.

Nõrkvoolusüsteemide ja automaatika paigaldamine toimub 22.01.2026. Tööde kestus on 31 tööpäeva ning need koosnevad laborihoone automaatika ja turvasüsteemide paigaldusest.

4.1.8 Vaheseinad

Vaheseinte ehitustööd algavad oktoobri alguses. Ehitustööde käigus paigaldatakse eri tüüpi vaheseinad, mille hulka kuuluvad kipsplaatvaheseinad, *sandwich*-paneelidest seinad ning muud vaheseinad, mis võivad olla raudbetoonist või klaasist. Kõik teise korruse vaheseinad on kipskartongplaatidest.

Terasest *sandwich*-paneelidest siseseinad on planeeritud paigaldada laboratoorsete tööde aladele, nagu ettevalmistusruumid, kaalumisruumid ja laborid. Kipsplaatvaheseinad paigaldatakse ruumidesse, kus on ligipääs veele, näiteks sööklad, WC-d, pesuruumid ja teenindusruumid. Lisaks on kipsplaatvaheseinad metalliosakonna ruumides, kontorites ja masinaruumides.

Raudbetoonist vaheseinad leiavad kasutust ruumides, mis on mõeldud tehnosüsteemidele ja kus on vajalik suurem kandevõime treppide kandmiseks.

Vaheseinte ehitustööd kestavad kokku 39 tööpäeva. Arvesse ei ole võetud viimistlustöid.

Raudbetoonist vaheseinte paigaldus algab 06.10.2025 ja selle töö puhul on oluline jälgida, et paigaldatud konstruktsioon vastab tugevusstandarditele, et kanda teraselementidest treppi, mis paigaldatakse pärast seina piisavat kivistumist. Raudbetoonist vaheseinad on lõplikult valatud hiljemalt 24.10.2025.

Pärast raudbetoonist vaheseinte ehitamist alustatakse siseruumides *sandwich*-paneelide paigaldamist postide külge. *Sandwich*-paneelidest vaheseinte paigalduseks on planeeritud 12 tööpäeva ja need on lõpetatud novembri keskpaigaks. Kipsplaatvaheseinte paigaldus algab novembri keskel. Klaasseinte paigaldamisega kontoriruumides alustatakse 11.11.2025, kuna seda saab teha pärast esimese korruse klaasseinte paigaldust ja treppide valmimist. Klaasseinte paigaldus lõppeb 18.11.2025.

4.1.9 Sise- ja välisviimistlustööd

Siseseinte viimistlustööd algavad 04.11.2025 tolmutõkke paigaldamisega. Siseseinte tolmutõkke viimistlustöödega alustatakse pärast raudbetoonseinte valmimist. Projektis on arvestatud, et seinte tolmutõkke viimistlustöid tehakse enne tehnosüsteemide paigaldust.

Siseseinte pahteldamine ja värvimine algab tingimusel, et kõik veevarustuse, kanalisatsioonide, kütte ja ventilatsiooniga seotud torustikud on siseruumides paigaldatud ning seintes puudub vajadus lisalõikusteks. Seinte pahteldamine, värvimine ja seinaplaatide paigaldamine algab 25.02.2026. Seinaplaate paigaldatakse kuus tööpäeva, seinte pahteldamine ja värvimine kestab kaks tööpäeva. Need tööd ei toimu paralleelselt.

Lagede pinnakatete tööd algavad 12.11.2025 tolmutõkke kandmisega. Lagede tolmutõkke viimistlustööd toimuvad enne tehnosüsteemide lae alla paigaldamist. Ripplagede plaatide paigaldamisel arvestatakse, et laes ei ole enam vaja tegeleda mahukate tehniliste süsteemide paigaldamisega. Kalendergraafikus on arvestatud, et ripplagede ja külmkambrite laeplaatide paigaldustööd kestavad seitse tööpäeva ning need lõpetatakse 17.03.2026. Suur osa ripplagedest paigaldatakse kontoriosasse.

Põranda viimistlemisega alustatakse 11.03.2026 ja lõpetatakse 09.04.2026. Tööetapp kestab 22 tööpäeva. Põrandakatete tööde hulka kuuluvad pinnakõvendi, hüdroisolatsiooni, katete, plaatide ja liistude paigaldus.

Alumiinium- ja PVC-aknad paigaldatakse pärast kipsplaatvaheseinte töid. Töö kestus on üheksa tööpäeva. Välisuste ja väravate paigaldus algab 17.10.2025 ja kestab neli tööpäeva. Pärast seda alustatakse lukkude ja varustuse paigaldusega. See võtab aega neli tööpäeva.

Välisuksi hakatakse paigaldama alates 17.10.2025 ning tööetapp kestab koos lukkude ja varustuse paigaldusega kaheksa tööpäeva. Siseuste paigaldustöid tehakse pärast siseinte ehituse lõppu ja ukSED paigaldatakse paralleelselt akendega. Laborihoone ukSED ja väravad peavad olema paigaldatud enne siseinte viimistlustöid. Viimistlustööd lõpetatakse 09.04.2026.

4.1.10 Objekti üleandmine

Ehitustööde lõpetamisel ja üleandmisfaasis on vaja tellija ning objekti järelevalvega ehitustööd üle vaadata ja nende kvaliteeti kontrollida. Protsessi käigus pööratakse tähelepanu eri aspektidele ja ehituse käigus tehtud vigadele, mis on vaja enne üleandmist kindlasti parandada. Samuti koostatakse vaegtööde nimekiri, kuhu märgitakse üles tööd või parandused, mis on tarvis üleandmispäevaks ära teha. Vaegtööde likvideerimiseks on arvestatud neli nädalat. Need ei pea olema ainult konstruktiivsed ega esteetilised, vaid siia alla kuulub ka seadmete korrapärane töötamine. See etapp on hädavajalik, kuna siis kinnitatakse, et kõik tulekustutussüsteemid, automaatikad ja seadmed töötavad. Vaegtööde likvideerimise hulka arvestatakse ka lõppkoristus.

Pärast edukat vaegtööde likvideerimist oodatakse positiivset tagasisidet seoses kasutusloaga ja seejärel antakse tellijale üle kõik täitedokumentatsioonid ning hooldus- ja kasutusjuhendid, mis objekti ehituse käigus loodi. Projektis on planeeritud, et laborihoone kasutusloa taotlus kiidetakse heaks hiljemalt 21.07.2026. Kasutusloa taotluseks planeeritakse 47 tööpäeva.

5 EHITUSPLATSI ÜLDPLAAN

Selles peatükis käsitletakse laborihoone ehitusplatsi planeerimise põhimõtteid. Planeerimise käigus pööratakse tähelepanu ehitusplatsi peakaitse vajaliku suuruse, ajutise veetorustiku minimaalse läbimõõdu ning oluliste tegurite asukohtade määramisele.

Ehitusplatsi üldplaani on kajastatud soojakute paiknemine, prügikonteinerite asukohad, materjalide ladustamisalad, liikumisskeemid, parkimisalad, tõsteseadmete tööalad ja jaotuskilpide ning veevõtupunktide asukohad. Üldplaani aitab pea- ja alltöövõtjatel omavahel töid koordineerida ning objekti piirkonna kasutamisel segadust vältida. Laborihoone ehitusplatsi üldplaani on leitav töö graafilisest osast (Joonis 2, graafiline osa).

5.1 Ehitusplatsi planeerimisloogika

Ehitusplatsi planeerimisloogika on lahendatud sellisel viisil, et ligipääs laborihoone ehitusplatsile toimub Raeküla tee lõunapoolsest suunast. Ehitusplatsi peavärav on metallist kahepoolne värav, mis jääb sinna ehitustööde lõpuni. Värava ees paikneb valvuri soojak ja objekti infotabel.

Peaväravast vasakul asub pöördvärav, mis tagab, et platsile pääsevad üksnes nõuetekohaselt tööle vormistatud isikud. Tööohtuse tagamiseks on jalakäijatele loodud eraldi tee, mis viib otse ehitussoojakuteni. Objekti põhjaosas asub tuletõrjehüdrant. Parkimisvõimalused on vasakul pool enne platsile sisenemist.

Materjalide ladustamise ala asub edelaosas. Seal on kolm konteinerit, mida kasutatakse ehitusjäätmete, puitjäätmete ja ohtlike plastmaterjalide hoiustamiseks. Kaguosas on ehitusmasinate parkimisala ja teine ehitusmaterjalide ladustamise ala. Ehitussoojakute kõrval paikneb kogunemispunkt.

Lääneosas on planeeritud kaheksa soojakut, millest igaühel on kindel funktsioon. Planeerimise käigus arvestati, et novembri lõpus viibib ehitusplatsil korraga maksimaalselt 30 töötajat. Objektil on kaks laokonteinerit, mis on mõeldud tööriistade hoidmiseks ja nende säilitamiseks. Laokonteinerid on vajalikud selleks, et tagada objektil puhtus ja vältida olukordi, kus tööriistad jäetakse järelevalveta.

Ehitusplatsile on paigaldatud kolm riietussoojakut, igas on kümme riietuskappi. Kahest soojakust on tehtud einestamis- ja puhkamisala, kus on tagatud toidu säilitamisvõimalused. Objekti meeskonnale on ette nähtud üks kontori- ja üks koosolekuruum.

Ehitusplatsil on tagatud pesemisvõimalused. Ühes sanitaarsoojakus on kolm dušši ja kolm valamut. Duššide arv on planeeritud vastavalt vajadusele, üks dušš iga 10...15 töötaja kohta. Meestele ja naistele on pesemisvõimalused tagatud eri aegadel [8].

Ehitussoojakute kõrval asuvad kolm välikäimlat, millest üks on mõeldud ainult naissoost töötajatele. Planeerimisel arvestati iga 15 töötaja kohta ühe välikäimlaga. Käimlate kõrvale on planeeritud üks lisavalamu, mis on mõeldud kiirkorras käte pesemiseks. [8]

Ehitusplatsi ümber on püstitatud piirdeaiad ja paigaldatud ajutised valgustussüsteemid, et tagada ohutus.

5.2 Ajutise veevajaduse määramine

Laborihoone ehitustegevuseks on vaja planeerida ajutised vee kasutamise võimalused ehitustööde tegevuseks ja sanitaarseteks eesmärkideks. Ajutine veevarustus tagatakse krundil paiknevast veetrassist, mille juurde paigaldatakse eraldi veevõtusõlm koos veemõõtjaga.

Liitumiskohast sanitaarsoojakuni rajatakse isoleeritud ajutine veetorustik. Ehitustöödeks paigaldatakse veekraan, mida saab vajaduse korral ühendada voolikuga, et juhtida vett otse hooneni.

Tuletõrje veevarustust ei arvestata torustiku dimensioneerimise hulka. Tuletõrjehüdrant asub ehitatava hoone keskpunktist 50 m kaugusel, mis välistab kustutusvee arvutamise vajaduse. Veevajaduse ja torustiku suuruse määramisel järgitakse standardit EVS 835:2022 [9].

Tabel 2. Veevajaduse määramine

Veevõtuseade	Seadmete kogus, tk	Normvooluhulk l/s	Normvooluhulk kokku l/s
Dušisegisti	3	0,20	0,60
Valamu	3	0,20	0,60
Kastmiskraan	1	0,40	0,40
Kokku, l/s			1,60

Järgmisel joonisel kajastuvad seadmete normvooluhulgad (Joonis 1).

Tabel 6.1 — Veevõtuarmatuuri ja -seadmete normvooluhulgad (L/s)

Veevõtuarmatuur või -seade	Külm vesi	Soe vesi
Köögisegisti	0,2	0,2
Valamusegisti	0,2	0,2
Kätepesusegisti	0,1	0,1
Vannisegisti	0,3	0,3
Dušisegisti	0,2	0,2
Duši grupiseade	$n \times 0,14^*$	$n \times 0,14^*$
Pesukauss (grupiseade) või pesurenn	$0,07 + n \times 0,03^*$	$0,07 + n \times 0,03^*$
Loputuspaaigiga klosetipott	0,1	–
Loputuskraaniga klosetipott (grupiseade)	1,5 $1,3 + n \times 0,2^*$	– –
Bidee segisti	0,1	0,1
Pissuaari kraan	0,2	–
Loputusventiiliga pissuaar	0,4	–
Loputusventiiliga pissuaar (grupiseade)	$0,3 + n \times 0,1^*$	–
Loputuskraaniga pissuaar (grupiseade)	$0,14 + n \times 0,06^*$	–
Pesumasin		
a) korteris	0,2	–
b) pesumajas	0,4	–
Nõudepesumasin	0,2	–
Kastmiskraan		
a) eramus	0,2	–
b) ridaelamus	0,4	–
* n – veevõtupunktide arv		

Joonis 1. Veevõtuarmatuuri ja -seadmete normvooluhulga l/s [9]

Lähtudes normvooluhulkadest, määratakse arvutusvooluhulk Q_a järgmise valemiga [9]:

$$Q_a = Q_{nl} + \theta (\Sigma Q_n - Q_{nl}) + A \sqrt{\theta Q_k} \times \sqrt{\Sigma Q_n - Q_{nl}}, \quad (1)$$

- kus
- Q_{nl} – veevõtupunktide, mida toidab vaadeldav torustikuosa, suurim normvooluhulk [l/s];
 - ΣQ_n – veevõtupunktide normvooluhulkade summa [L/s];
 - θ – tõenäosus, et arvutusvooluhulk Q_a esineb tipptunnil;
 - Q_k – vaadeldava veevõtupunkti keskmine vooluhulk [L/s];
 - A – tegur, mis arvestab, kui sageli ületatakse arvutusvooluhulka Q_a .

Andmetega, mis saime EVS 835:2022 standardist, on arvutus järgmine [9]:

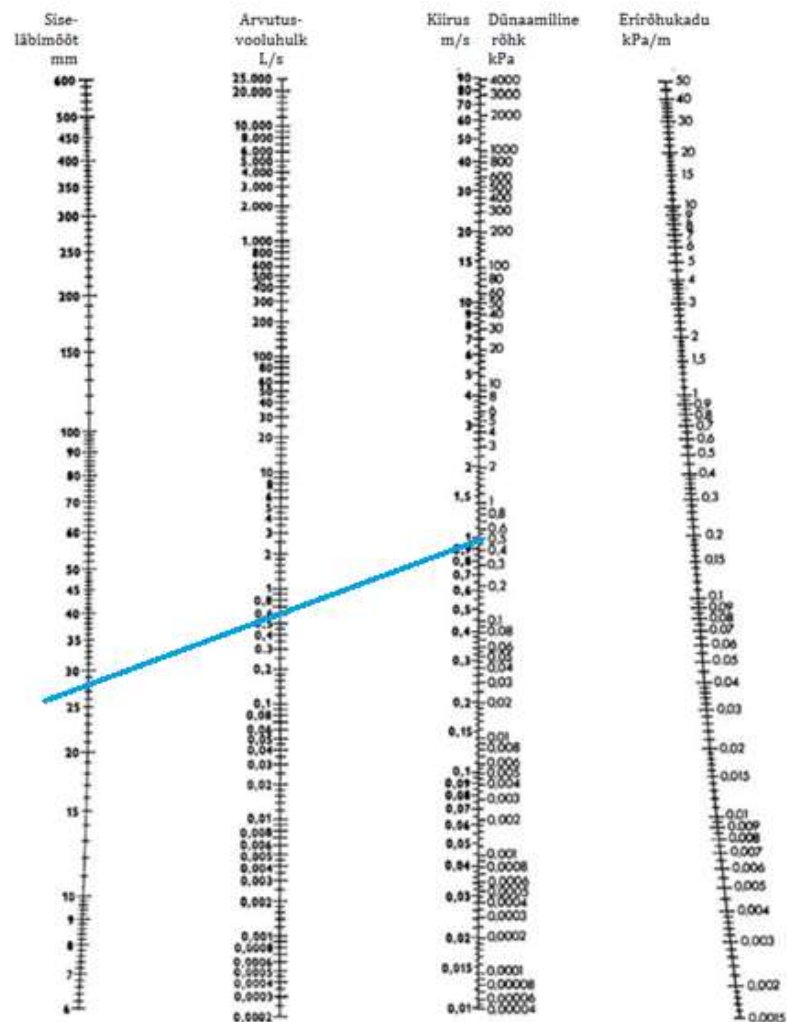
$$Q_a = 0,4 + 0,015 (1,6 - 0,4) + 3,1 \sqrt{0,015 \times 0,2} \times \sqrt{1,6 - 0,4} = 0,604 \text{ l/s}.$$

Valemit (1) kasutades autor sai vastuseks, et arvutusvooluhulk on 0,604 l/s. Valemi kasutamiseks kasutati suurusi, mis on välja toodud EVS 835:2022 standardis [9]:

- $\theta = 0,015$;

- $A=3,1$;
- $Q_k=0,2$ l/s.

Järgmiseks etapiks autor kasutas nomogrammi selleks, et välja arvutada plasttoru minimaalset sisediameetrit (Joonis 2).



Joonis 2. Plasttorude hüdraulise arvutuse nomogramm [9]

Tulemus on 28 mm, kuid ehitustöödeks kasutatakse 32 mm läbimõõduga veetoru. Suurema läbimõõduga toru valiti, sest 28 mm läbimõõduga plasttoru ei olnud saadaval.

5.3 Elektrienergia vajaduse määramine

Alljärgnevides tabelites on esitatud elektrienergia vajaduse määramine laborihoone ehituse jaoks. Sobiva peakaitsme suuruse määramiseks võeti arvesse kõigi seadmete ja

tööriistade samaaegset töötamist. Lisaks võeti arvesse muud tehnikat, mis asub soojakutes, et tagada ehitusplatsil viibivatele isikutele mugav töökeskkond. [10]

Tabel 3. Elektrienergia tarbijad ehitusplatsil

Nimetus	Kogus, tk	Võimsus, kW	Võimsus kokku, kW
Objekti valgustid	8	0,30	2,40
Radiaator	9	2,00	12,00
Mikrolaineahi	4	0,90	3,60
Veekeetja	4	1,70	6,80
Kohvimasin	4	0,76	3,04
Printer	1	0,50	0,50
Arvuti	6	0,45	2,70
Külmik	3	0,40	1,60
Boiler	1	3,00	3,00
Sisevalgustus	23	0,10	2,30
Telefonilaadija	10	0,02	0,20
KOKKU, kW			47,94

Tabel 4. Tööriistade ja seadmete elektrienergia vajadus

Nimetus	Kogus, tk	Võimsus, kW	Võimsus kokku, kW
Laadijat	17	0,10	1,70
Ketaslõikur	3	1,20	3,60
Keevitusaparaat	4	5,30	21,20
Nurklühvija	2	0,72	1,44
Akutrell	13	0,07	0,91
Tikkaag	3	0,55	1,65
Tolmuimejad	2	3,00	6,00
Elektriline torupainutaja	3	1,01	3,03
Elektritrell	7	0,71	4,97
Elektriline mutrikeeraja	1	1,30	1,30
Soojuspuhur	4	9,00	36,00
KOKKU, kW			81,80

Objekti kogu elektrivajadus on 129,74 kW. Järgmise etapina arvutatakse välja elektrikoormus P_{arv} (kW) valemiga (2) [10]:

$$P_{arv} = \alpha \left(\frac{\sum k_{1n} \times P_j}{\cos \varphi} + \frac{\sum k_{2n} \times P_t}{\cos \varphi} + \sum k_{3n} \times P_{s-v} + \sum P_{v-v} \right), \quad (2)$$

- kus α – võrgukadusid arvestatav tegur 1,1;
 $K_{1n}-K_{3n}$ – nõudlustegur, mille suurus sõltub tarbijate arvust ja liigist;
 P_j – jõutarbija võimsus, kW;
 P_t – võimsus tehnoloogiliseks vajaduseks, kW;
 P_{v-v} – välisvalgustusseadmete võimsus, kW;
 P_{s-v} – sisevalgustusseadmete võimsus, kW;
 $\cos \varphi$ – võimsustegur.

Elektrikoormuse arvutamisel saame järgmise tulemuse:

$$P_{arv} = 1,1 \times \left(\frac{125,04 \times 0,5}{0,8} + 0,8 \times 2,3 + 2,4 \right).$$

Arvutusvoolu hulk on 90,6 kW.

Peakaitsme suurus leitakse valemiga (3):

$$I_p = \frac{P_{arv} \times 1000}{\sqrt{3} \times U \times \cos \varphi}, \quad (3)$$

- kus P_{arv} – samaaegne võimsus, kW;
 I_p – peakaitsme voolutugevus, A;
 U – võrgupinge, 400 V;
 $\cos \varphi$ – faasinurk väärtusega 0,9.

$$I_p = \frac{90,6 \times 1000}{\sqrt{3} \times 400 \times 0,9}.$$

Vastavalt elektrikoormusele arvutati välja ehitusplatsil vajalik peakaitsme suurus, milleks on 145,30 A. Ehitustöödeks kasutatakse 160 A peakaitset, sest 145,30 A suurused peakaitsmed ei olnud kättesaadavad.

6 KALKULATSIOON EHITUSE ORGANISEERIMISE KULUDE MÄÄRAMISEKS

Projekti planeerimisel analüüsis autor elemente, mis on laborihoone ehitusplatsil vajalikud ehitustööde korraldamiseks ja üldkulude planeerimiseks. Ehituse organiseerimise eelarve koostati vastavalt EVS 885:2005 ehitusstandardile, kus pearühmadeks liigitati ehituse korralduskulud ja platsi üldkulud. Kulude määramiseks kasutati tellija esindaja ettevõtte väljakujunenud ühikhindade andmebaasi. [4]

Laborihoone ehitusplatsi korraldus- ja üldkulud ilma käibemaksuta on 395 865,84 eurot.

Tabel 5. Ehituse organiseerimise kulud

EVS kood	Ehituskulude liigitamine	Ühik	Maht	Ühikhind, €	Kokku, €
8	EHITUSPLATSI KORRALDUSKULUD				190 155,42
81	Ajutised ehitised ehitusplatsil				52 059,82
811	Soojakud ja olmeruumid	objekt	1,00	39 436,83	39 436,83
815	Piirded ja reklaamtahvlid	objekt	1,00	4 534,72	4 534,72
817	Tööohutusmeetmed	objekt	1,00	5 038,57	5 038,57
818	Tellingud, lavad ja tõstukid	objekt	1,00	3 049,70	3 049,70
82	Ajutised tehnosüsteemid				7725,60
821	Vesi ja kanalisatsioon	objekt	1,00	1 500,00	1 499,60
822	Elektripaigaldis	objekt	1,00	3 272,00	3 272,00
823	Valgustus	objekt	1,00	2 454,00	2 454,00
824	Side ja infosüsteemid	objekt	1,00	500,00	500,00
83	Masinad ja seadmed				76 640,00
832	Mobiilkraanad	objekt	1,00	68 000,00	68 000,00
835	Betoonipumbad	objekt	1,00	8 640,00	8 640,00
86	Energiakulu				18 480,00
861	Elektrikulu	objekt	1,00	3 560,00	16 800,00
862	Veekulu	objekt	1,00	1 680,00	1 680,00
87	Veod				35 250,00
873	ITP autod	objekt	1,00	22 500,00	22 500,00
874	Jäätmekäitlus	objekt	1,00	12 750,00	12 750,00
9	EHITUSPLATSI ÜLDKULUD				205 710,42

EVS kood	Ehituskulude liigitamine	Ühik	Maht	Ühikhind, €	Kokku, €
91	Juhtimiskulud				179 775,00
911	ITP palgad	objekt	1,00	148 500,00	148 500,00
912	Kontori ülalpidamiskulud, telefonide kulud	objekt	1,00	1 275,00	1 275,00
913	Abitööliste palgad	objekt	1,00	15 000,00	15 000,00
915	Valve	kuud	15,00	1 000,00	15 000,00
92	Abistavate tegevuste kulud				9 180,37
921	Möötmise	objekt	1,00	1 060,00	380,37
924	Ehitusplatsi korrashoid	objekt	1,00	1 800,00	1 800,00
925	Lõplik koristamine	objekt	1,00	7 000,00	7 000,00
94	Talvised lisakulud				3 500,00
941	Lume- ja jääkoristus	objekt	1,00	1 000,00	1 000,00
943	Hoonete kütmine ja kuivatamine	objekt	1,00	2 500,00	2 500,00
96	Lepingu erikulud				13 255,05
961	Ehitustööde kindlustus	objekt	1,00	13 255,05	13 255,05

7 TÖSTEMEHHANISMID EHTAMISEKS

Selles peatükis analüüsib autor ehitustööde tegemiseks potentsiaalselt sobilikke laborihoone tõstemehhanisme.

7.1 Hoone suuremad elemendid

Enne tõstemehhanismide valimist analüüsiti projekti, et aru saada, mis on kõige raskemad ja suuremad elemendid, mida on vaja tõsta või masinate abil käsitseda. Projekti planeerimisel valiti kasutamiseks mobiilkraana. Sellega peab saama teha kõiki töid, ilma et tekiks olukord, kus valitud kraana ei sobi ülesande täitmiseks. Kõige raskem betoonpost kaalub 3777 kg. Seinapaneelide puhul kaalub kõige raskem element 17 170 kg, soklipaneelide puhul 6036 kg ja vahelagede puhul 865 kg. [1]

Terasementide hulka kuuluvad eri elemendid, mille raskus varieerub. Kõige raskem teraselement on IPE360, mille mass on 12 000 kg. [1]

7.2 Mobiilkraana Liebherr LTM 1070

Laborihoone ehituse planeerimisel oli vaja teada kõige suuremate materjalide kaalu ja nende monteermiskaugust. Lisaks oli vaja analüüsida objekti seisukorda monteermistööde ajal.

Ehitusperioodil kasutatakse mobiilkraanat Liebherr LTM 1070 [11]. Kraana maksimaalne tõstevõime on 70 t ja seda on vaja kasutada eri elementide tõstmiseks vastavalt ehitusplatsil monteermistöödeks määratud tõstepositsioonidele. Autor selgitas analüüsi abil välja kõige raskemad elemendid ja nende täpsed asukohad. Kõige raskemad raudbetoonpostid kaaluvad 4007 kg ja asuvad hoone C-teljel. Raudbetoonpostide monteermistööde puhul on planeeritud üheksa tõstepositsiooni, kus kraana peab olema võimeline poste tõstma kuni 16 m kaugusele.

Kõige raskem välisseinapaneel kaalub 17 170 kg ja seda tõstetakse 8 m kauguselt. Välisseinapaneelide tööde tegemisel tõstetakse paneele 10 m kauguselt, kuna teine kõige suurem paneel kaalub 12 693 kg. 8 m kauguselt on kraana võimeline tõstma 23 t. Vahelaepaneelide tõstmisel on kraana võimeline tõstma õõnespaneele 25 m kaugusele koos tõstetraaversiga. Autor uuris välja, et selle mobiilkraanaga saab teha ka teraselementide ja soklipaneelide monteermistöid. Mobiilkraana valikul arvestati tõstetöödel 20% kandevõime varuga.

7.4 Käärtõstuk JLG 2632ES

Laborihoone organiseerimisel leidis autor analüüsi tulemusena, et kõrgustes töötamiseks on vaja kasutusele võtta käärtõstuk JLG 2632ES [13]. Käärtõstuk mahutab kaks ehitustöölist ja selle maksimaalne töökõrgus on 9,77 m. Tõstuki turvaliseks kasutamiseks on vaja kanda korrektset turvavarustust ning kukkumisohu vältimiseks tagada, et tõstukil on fikseeritud käsipuud ja kaitsepiirded.



Joonis 4. Käärtõstuk JLG 2632ES [13]

8 ESIMESE KORRUSE VÄLISSEINTE PAIGALDAMISE TEHNOLOOGIAKAART

8.1 Tööde loetelu

Selles peatükis käsitletakse ja analüüsitakse välisseinte elementide paigaldamise tehnoloogiat. Välisseinte elementide hulka kuuluvad raudbetoonist *sandwich*-paneelid ja terasest *sandwich*-tüüpi kergpaneelid. Samuti tuuakse välja töödeks vajalikud tööriistad, masinad, kvaliteedinõuded ja selgitatakse paigaldamise protsessi. Välisseinte paigaldamise graafiline osa on välja toodud töö lõpus (Joonis 3, graafiline osa).

8.2 Tööde kirjeldus

8.2.1 Transport ja ladustamine

Ehitusmaterjale transporditakse ehitusplatsile ettenähtud aladele vastavalt materjali paigalduse järjekorrale. *Sandwich*-paneele transporditakse platsile poolhaagisega veoki abil.

Terasest *sandwich*-kerpaneelide ladustatakse kergelt kallutatud asendis. See väldib vee kogunemist paneelidele, suunates sademevee paneelidelt ära. Laborihoone ehituse ajal ladustatakse paneele õues, mistõttu on neid vaja kaitsta muda, vihma ning päikese eest. Ehitusplatsil ei ladustata kergpaneelide üksteise peale. [14]

Ehitusplatsil kasutatakse ka raudbetoonist *sandwich*-paneele, mille ladustamisel järgitakse tootja juhiseid ja mida ladustatakse ehitusplatsil üksnes selleks ettenähtud alas kandevõimelisel pinnasel.

8.2.2 Eeltööd terasest *sandwich* tüüpi kergpaneel paigaldusel

Laborihoone projekti raames algab terasest *sandwich*-tüüpi kergpaneelide paigaldus ettevalmistustöödest. Enne paigaldust on vaja paneelid üle vaadata, et olla kindel, et puuduvad defektid ja tellitud materjal on õige. [14]

Ülevaatuse ajal kontrollitakse eelnevalt paigaldatud elemente, et veenduda nende kvaliteedis ja kindlustada, et monteerimistöödega võib alustada. Enne paigaldust kontrollitakse postide dimensioone ja paigaldussamme. Eeltööde hulka kuulub ka sokliga ja muude märgtöödega seotud tööde kvaliteedi ülevaatamine. [14]

8.2.3 Terasest *sandwich* tüüpi kergpaneelide paigaldamise põhimõte

Töötappi analüüsidest leiti, et terasest *sandwich*-paneelide paigaldamiseks kasutatakse teleskooplaadurit koos vaakumtõsteseadmega. Vaakumtõsteseade võimaldab paigaldada paneele ohutult ja ilma neid kahjustamata. Kergpaneeli paigaldatakse horisontaalselt, alustades alt servast ja liikudes ülespoole vastavalt tööde joonistele ja paigaldusjärjestusele. Paigaldamise põhimõte tuleneb graafiliste jooniste lahendusest ja tootja paigaldusjuhendist.

Enne kergpaneelide monteerimist paigaldatakse soklipaneelile sokli tihenduslint ja -riba, mis paigaldatakse paneeli ja postide vahele. Järgmise sammuna paigaldatakse U-kujuline kergtala. Selle paigaldamisel arvestatakse raami ja kergtala vahele 7...9 mm vahe, et sinna vahele mahuksid terasest *sandwich*-tüüpi kergpaneelide sisemised sooned. Hermeetikriba kantakse enne kergpaneelide monteerimist ja pärast kergtala paigaldust; samuti tehakse vertikaalvuugid välisnurkadest ning sisenurkades. [14]

Paneelid paigaldatakse vastavalt paigaldusjärjekorrale U-kujulistesse kergtaladesse ettenähtud asukohta ja kinnitatakse postide külge. Kinnitamisel on vaja jälgida, et kinnitused on otstest vähemalt 30 mm kaugusel. [14]

Paigaldustööd jätkatakse alt üles ja pärast igat horisontaalulatuse valmimist paigaldatakse paneelide otstesse mineraalvill. Siin projektis kasutatakse tootja paigaldusjuhendis mainitud süsteemi, kus paneeli otsast lõigatakse lehtmetailist osa ära, nii et see vastaks külgneva paneeli paksusele. [14]

Viimasena lisatakse postide ja paneelide vahele tihenduslint ja külgedele kantakse mastiks-hermeetik. Paneelidelt eemaldatakse kaitsekile, kui ühel haardealal on sein valmis. [14]

8.2.4 Eeltööd raudbetoonist välisseina paigaldusel

Laborihoone raudbetoonist *sandwich*-paneelide paigaldustööd algavad vajalike ettevalmistustega. Enne paneelide paigaldamist tehakse territooriumist ülevaade ja veendutakse, et kõik eelnevad ehitusetapid on korrektselt tehtud. Enne monteerimist veendutakse, et paigaldusalused on puhtad. Kõik ebatasasused on vaja likvideerida. Lisaks tihendatakse eelnevalt paigaldatud paneelivuugid hoolikalt isolatsiooniribaga. Kui see on tehtud, alustatakse paigaldusklotside paigaldamisega aluse kõige kõrgemasse punkti, milleks on umbes 10 mm. Paneelide täpse horisontaalse paigalduse saavutamiseks kasutatakse erineva kõrgusega klotse. [15]

8.2.5 Raudbetoonist välisseina paigalduse põhimõte

Pärast seda, kui eeltööd on tehtud, alustatakse paneelide monteerimisega. Raudbetoonist välisseinu monteeritakse, kasutades mobiilkraanat, traaversit ja tõstetroppe. Seinapaneelide paigaldamisel on vaja arvestada ajutise toetusega, milleks kasutatakse kahte kaldtuge [15]. Raudbetoonist välisseina paigaldamisel vabastatakse tõstetropid, kui torud, ankurdussarrus ning teised ühendusdetailid ja toed on kinnitatud ja üle kontrollitud.

Selle projekti puhul monteeritakse raudbetoonist välisseinad soklipaneelidele siis, kui hüdroisolatsioon on paigaldatud ja paigaldamiskohta on valatud betoon. Vuukides on polüuretaanvaht ja vuugimastiks koos vuuginööri. Monteerimisel ja paigaldamisel on vaja jälgida, et paneelid oleksid korralikult kinnitatud ning sirged. Olukordades, kus tekivad paigaldusvead, nihutatakse paneele või nende tugesid. Täpset paigutust ja seinajoont kontrollitakse tööriistadega, mis toodi välja tööde planeerimisel: lood, mõõdulint ja teodoliit. Projektis arvestatakse, et paneelidesse on tehtud avad akendele ja ustele. Turvalisuse tagamiseks kaetakse vastavad piirkonnad kaitsepiiretega.

Pärast monteerimist peaksid paneelivuugid olema trossaasadega kinnitatud ning sarruse- ja ankurdamistööd tehtud, mis annab eelduse, et paneelide külge saab hakata kinnitama tihedat raketist. Raketis on mõeldud paneelide monolitiseerimiseks. Kasutatud betooni survetugevusklass on C30/37. [15]

8.2.6 Kasutatavad masinad

Ehitustehnika puhul analüüsis autor, et terasest *sandwich*-paneelide tõstetööl on vaja kasutada teleskooplaadurit. Ühtlasi kasutatakse seda objektil teiste materjalide tõstmiseks. Teleskooplaaduri mudel on JCB 540V180 STV [12]. Selle kasutamisel on vaja kasutada spetsiaalset tõstehaaratsit, mis ühendatakse noole külge. Lisaks tõstehaaratsile kasutatakse vaakumtõsteseadet, mis kinnitatakse paneeli terasplekile.

Raudbetoonist *sandwich*-paneelide tõstmisel ei kasutata teleskooplaadurit, sest tõstegraafikut analüüsides leiti, et sobilikum ehitustehnika on mobiilkraana Liebherr 1070-4.1. Autor analüüsis põhiprojekti sisu ja leidis, et see kraana on võimeline tõstma kõige raskemat raudbetoonist *sandwich*-paneeli, mis kaalub 17 170 kg. Raudbetoonist *sandwich*-paneeli tõstetakse koos tõstetroppidega ja traaversiga. Raudbetoonist *sandwich*-paneelidel on ka tõsteaasad, mida kasutatakse, et tõstetööd oleksid mugavad ja turvalised.

Viimased ehitusmasinad, mida kasutatakse, on diiselkorvtõstuk ja poolhaagisega veok. Diiselkorvtõstuk aitab töölistel paigaldustöid lihtsamalt teha. GENIE Z45/25JRT korvtõstuki töökõrgus on 15,8 m, mis sobib selles projektis ettenähtud tööde tegemiseks [16].

8.2.7 Töövahendid tööde teostamiseks

Autor analüüsis töö sisu ja planeeris, et *sandwich*-paneelidega seotud tööde tegemiseks kasutatakse järgmisi töövahendeid:

- laserlood;
- akutrell;
- ketassaag kõvasulamist kettaga;
- tikksaag metalliteraga;
- lööktrell;
- plekikäärid;
- ehitusnuga;
- vahupüstol;
- needipüstol;
- silikoonipüstol;
- mõõdulint;
- teodoliit;
- mutrikeeraja;
- sidumispüstol;
- pliiats;
- nivelliir.

8.2.8 Töömaht ja materjali kulu

Laborihoone välisseinte *sandwich*-paneelide puhul on arvestatud, et kokku paigaldatakse neid 124, millest 34 on raudbetoonist ja 90 terasest kergpaneelid. Paigaldustööde ajaplaneerimisel lähtuti Ehitustööde kulud 2020 Tööjõukulud ja tootlus – uusehitus ja remont raamatust [5]. Lisaks toetuti RATU-ehitustootluste eestikeelsele plakatile [6]. Samuti analüüsiti ja lähtuti eelnevate sarnaste ehitusobjektide kogemusest.

Autor analüüsis töömahtu ja projekti töö sisu ning jõudis järeldusele, et ühel päeval on kõige rohkem vaja üheksat ehitustöölist. Töömahu arvutamisel arvestati eri tööetappidega, et saada täpne ülevaade tööde kestusest ja mahust. Raudbetoonist *sandwich*-paneelide paigaldamiseks arvestati viis ehitustöölist, kus kaks on monteerijad ja kolm inimest kuuluvad kraana meeskonda. Sulundlaudise ja vuukide valamise etapiks planeeriti kolm töölist. Autor analüüsis töömahtu ja projekti töö sisu ning jõudis järeldusele, et kergpaneelidest *sandwich*-paneelide tööetapis on vaja nelja ehitustöölist: kaks töölist korvtõstukis, üks teleskooplaaduri operaator ja üks abitööline, kes kinnitab paneele laaduri külge.

Välisseinte paneelide paigaldustöödega on plaanitud alustada 28.07.2025 ja lõpetada 08.08.2025. Pärast esimese haardeala paigaldamist ning enne kergpaneelide paigaldust ja kinnitamist alustatakse elementide mõõtmisega. Kergpaneelide ehitustööd algavad 04.08.2025 ja lõppevad paneeli vuukide tihendamisega 18.08.2025. Tabelis on toodud paneelide mõõdud ja andmed.

Tabel 6. *Sandwich* paneelide tabel

Paneeli suurus	Arv, tk	Kogus, tk/m²	Kokku, m²
R/B sandwich paneelid			
1230 x 430	2	0,52	1,04
3110 x 430	8	1,34	10,72
830 x 430	2	0,36	0,72
3110 x 350	4	1,09	4,36
3300 x 350	1	1,16	1,16
2360 x 430	1	1,02	1,02
3200 x 430	1	1,38	1,38
2800 x 430	6	1,20	7,20
3200 x 580	2	1,86	3,72
2800 x 350	3	0,98	2,94
2800 x 580	3	1,62	4,86
Kokku	33		39,12
Terasest sandwich tüüpi kergpaneel			
6000 x 1200	40	7,20	288,00
6000 x 850	10	5,10	51,00
4250 x 1200	32	5,10	163,20
4250 x 850	8	3,61	28,88
Kokku	90	21,01	531,08

8.2.9 Välisseinte kvaliteedi nõuded

Planeerimisel otsustati, et enne välisseinatöödega alustamist kontrollitakse üle kõik postid ja soklid, kindlustamaks, et kvaliteet vastaks ootustele ja puuduksid defektid, mille tõttu peab ehituselemendid välja vahetama. Samuti kontrollitakse materjalide kvaliteeti ja ilmastikutingimusi. Tootjad annavad tavaliselt materjaliga kaasa info paigaldusviisi kohta ja eri nõuded, mida peab konkreetse materjali puhul meeles pidama. Tootja kvaliteedinõuded on kirjas paigaldusjuhistes. Projekti käigus ja tööde planeerimisel leiti, et tootekataloogides

ning paigaldusjuhistes on info selle kohta, milliseid lisaelemente ja kinnitusvahendeid on sobilik kasutada.

Kergpaneelide tootja paigaldusjuhendil olid välja toodud järgmised nõuded [14]:

- jälgida liidetevahelisi maksimaalseid mõõtmeid kergpaneelidel;
- jälgida ankurdussügavust ja kergpaneelide kinnitusvahendite sobivust;
- jälgida paigaldustihedust.

Välisseinte tööde tegemisel on vaja järgida TarindiRYL-is toodud kvaliteedinõudeid. Uurides juhendit lähemalt ja analüüsid töö sisu ning arvestades, et kasutatakse terasest *sandwich*-tüüpi kergpaneeli ning raudbetoonist *sandwich*-paneeli, leiti, et on vaja järgida TarindiRYL-i punkte 124 ja 42 [17].

Analüüsid laborihoone põhiprojekti, leiti, et raudbetoonist *sandwich*-paneelide paigaldamisel tuleb jälgida, et elemendid on tehtud vastavalt lubatavatele valmistamise ja ehitamise tolerantsidele [1]. Põhiprojekti puhul leiti, et raudbetoonist *sandwich*-paneelid peavad vastama standardi EVS-EN 13670:2010 „Betoonstruktsioonide ehitamine“ 1. tolerantsiklassi nõuetele [18]. Abiks võeti BÜ9 Eesti Betooniühingu raamat „Betoonelementide tolerantsid“, kus on toodud seinaelementide erinevad tolerantsid, lähtudes standardist EVS-EN 13670:2010 „Betoonstruktsioonide ehitamine“ [19].

Seinaelementide ehitamiseks kasutatakse järgmisi ehitustolerantse [19]:

- a) paiknemishälve: ± 25 mm;
- b) naaberpostide puhas vahekaugus: ± 20 mm;
- c) hälve vertikaalist mitmekorruselise hoone puhul: ± 50 mm;
- d) vuugi asukoha hälve: ± 12 mm;
- e) seinte kaardumus korruste vahel: ± 15 mm.

Seinaelementide ehitamiseks kasutatakse järgmisi valmistustolerantse [19]:

- a) pikkus (L): sõltuvalt elemendi pikkusest;
 - a. $0,5\text{ m} < L \leq 3,0\text{ m}$: ± 5 mm;
 - b. $3,0\text{ m} < L \leq 6,0\text{ m}$: ± 6 mm;
 - c. $6,0\text{ m} < L \leq 10,0\text{ m}$: ± 6 mm.
- b) kõrgus (B): sõltuvalt elemendi laiuselt;
 - a. $0,5\text{ m} < B \leq 3,0\text{ m}$: ± 5 mm;
 - b. $3,0\text{ m} < B \leq 6,0\text{ m}$: ± 6 mm.
- c) paksus (H): ± 3 mm;
- d) pinnadiagonaalide vahe: sõltuvalt elemendi pinnadiagonaalide vahelt;
 - a. $0,5\text{ m} < C \leq 3,0\text{ m}$: ± 5 mm;
 - b. $3,0\text{ m} < C \leq 6,0\text{ m}$: ± 6 mm;

- c. $6,0\text{ m} < C \leq 10,0\text{ m}$: $\pm 8\text{ mm}$.
- e) serva põikkaardumus: $\pm 5\text{ mm}$;
- f) kiive: $\pm 10\text{ mm}$;
- g) taridetaili või ava asukoha hälve piki- ja põikisuunas: $\pm 10\text{ mm}$;
- h) taridetaili süvistushälve: $\pm 5\text{ mm}$.

8.3 Tööohutuse nõuded

Laborihoone ehitusplatsil on väga tähtis järgida tööohutuse nõudeid. Selles peatükis uuritakse põhilisi nõudeid, mida peab tööde tegemisel järgima. Välisseinte paigaldamisel tuleb jälgida, et kõik töötajad kasutaksid isikukaitsevahendeid, ehitusmasinaid juhitaks ohutult ja erilist tähelepanu pöörataks ümbritsevale ehitusplatsile.

8.3.1 Korvtõstuki kasutamise tööohutus

Ehitusplatsil peab korvtõstuki töötsoon olema selgelt nähtav ja märgistatud, et vältida kokkupõrkeohtu. Kõrvaliste isikute kaitseks peab töötsoon olema märgistatud, lisatud peavad olema hoiatusmärgid ja vajaduse korral peab juurdepääs olema piiratud, et vältida olukorda, kus kõrvalised isikud satuvad töötsooni. Korvtõstukit kasutavad töölised peavad jälgima, et teised isikud ei jääks masina tööalasse. Kõrvalised isikud ei tohi jääda tõstuki vahele. [20]

Isikud, kes töötavad korvtõstuki tööplatvormil, peavad pöörama tähelepanu sellele, et platvormi pind ei oleks libe ja et seal ei oleks jääd, lund, vett ega õli. See on tähtis selleks, et vältida kukkumisohtu. Kukkumisoht võib tekkida ka sellisel juhul, kui tõstuk ei ole loodis, pinnas ei ole tasane või kõik neli toetusjalga ei ole maapinnaga täielikult kontaktis. Korvtõstuki kontroll ja hooldus peavad olema kooskõlas tootja kasutusjuhendiga ning tööohutuse tagamiseks. Laborihoone ehitusplatsil pööratakse iga töövahetuse alguses tähelepanu tõstuki toimimisele. [20]

8.3.2 Isikukaitsevahendid

Kuna kergpaneelidel võivad olla teravad ääred, mis tulenevad eelnevast löikamisest, tuleb neid käsitsedes kogu aeg kanda tööriideid ja -kindaid. Kui tekib vajadus ehitusplatsil kergpaneeli lõigata, kantakse kaitseprille ja hingamisteede kaitsmiseks respiraatorit [14]. Üks osa töödest on *sandwich*-paneelide monteerimine. Tõstetööde ajal ei ole lubatud viibida elementide all ja kohustuslik on kanda kaitsekiivrit. Märgurietus on vajalik selleks, et kõrvalised isikud ja töölised oleksid nähtavad, ning turvajalanõud selleks, et jalad oleksid kaitstud. Korvtõstukis tuleb tööde tegemise ajal kanda ohutusvööd või rakmeid [20].

9 VAHELAEPANEELIDE TEHNOLOOGIAKAART

9.1 Tööde loetelu

Selles peatükis käsitletakse vahelaepaneelide paigaldustehnoloogiat, tuuakse välja tööde tegemiseks vajalikud tööriistad, masinad ja kvaliteedinõuded ning kirjeldatakse paigaldusprotsessi etappe. Vahelaepaneelide hulgas on HCE265 tüüpi ekstruuder-õõnespaneelid. Vahelaepaneelide paigaldamise graafiline osa on toodud töö lõpus (Joonis 4, graafiline osa).

9.2 Tööde kirjeldus

9.2.1 Transport ja ladustamine

Ehitusmaterjale transporditakse ehitusplatsil ettenähtud aladele vastavalt materjali paigalduse järjekorrale. Vahelaepaneelide transportimisel ja koorma vastuvõtul on vaja järgida tootja kehtestatud nõudeid, et vältida elementide transportimisel ja vastuvõtul nende kahjustamist.

Vaatamata sellele, et paneele ei ladustata ehitusplatsil, on objektil kohustuslik teha vastuvõtmise ülevaatus. Vastuvõtmise ülevaatusel kontrollitakse [21]:

- tolerantsinõudeid;
- kas paneeli servades olevad tõstesüvendid on kahjustusteta;
- ega paneelid pole transportimisel kahjustada saanud;
- kas projektijärgsed plastmasskorgid on olemas ja õõntes omal kohal;
- ega õõnsustesse ei ole kogunenud vett;
- ega paneeli otste alumises pinnas olevad veeärastusavad ei ole ummistunud;
- kas trossid on korrektselt paigutatud ja betoonkihti on piisavalt;
- ega trosside libisemine ei ületa lubatud piirdeid.

Vahelaepaneele transporditakse platsile poolhaagisega veoki abil. Autor leidis, et kõige optimaalsem viis ehitusprotsessi kiirendamiseks on vahelaepaneelide monteerimisel elemente ehitusplatsil mitte ladustada, vaid alustada monteerimistöödega otse veokilt. Juhul kui tekib olukord, kus elemente on vaja objektile ladustada, siis veendutakse, et elemendid paigutatakse horisontaalsele kõvale alusele ning kasutusel on vahetükid ja puidust alused. Laborihoone ehitusplatsil ei panda rohkem kui neli vahelaepaneeli pealistikku. Kvaliteedi ja materjali vigastamise vältimiseks peab alumise paneeli ja aluse vahel olema 200 mm vaba ruumi. [21]

9.2.2 Eeltööd vahelaepaneelide paigaldusel

Vahelaepaneelide paigaldustööd algavad ettevalmistustöödega. Enne paneelide paigaldust peab olema veendunud, et eelnevate elementide paigaldustööd on tehtud. Nende hulka kuuluvad *sandwich*-paneelide, raudbetoonpostide ja metallkarkassi paigaldustööd. Vahelaepaneelide kandvad elemendid on HQ-keevistalad. Vahelaepaneelide tööde ajal arvestatakse, et vaja läheb B500B armatuurterast. Ettevalmistustööde hulka kuuluvad armatuurvarraste koguste planeerimine, lõikamine ja painutamine. Materjali ladustamise puhul on planeeritud, et õõnespaneelide vahetükkide paksus on tõsteseadmete kinnitamiseks piisav. [21]

9.2.3 Paigaldamise põhimõte ja järjekord

Vahelaepaneelide tõstmisel kasutatakse mobiilkraanat Liebherr LTM 1070-4.1 ja tõstevahendiks tõstetraaversit koos teiste tõstevahenditega, nagu haaratsid, tõsteketid ja rihmad. Õõnespaneelide paigaldusel jälgitakse, et paneel oleks horisontaalasendis.

Laborihoone ehitustööde planeerimisel otsustati, et vahelaepaneelide paika tõstmisel tagatakse toetuspikkuseks 100 mm. Paigaldamiseks kasutatakse tõstehaaratseid, mis lähevad õõnespaneelide külge ning mis suunatakse õigesse asukohta vastavalt paigalduse järjekorrale. Enne vahelaepaneelide tõstmist peab olema veendunud, et paneelid on tõstmise ajal horisontaalasendis. Tõstetraaversi haaratsid ei tohi sattuda täiesti paneeli ottesse. Selles tööetapis kasutatakse ka ohutuskette, mis kinnitatakse, kui paneel on tõstetud maksimaalselt 100 mm kõrgusele. Ketti ei tohi kasutada tõstmiseks. Paneeli juhtimiseks kasutatakse montaažikangi. Laborihoone põhiprojekti analüüsides pandi tähele, et vahelaepaneelide vahel on üks ava ja sellesse piirkonda oleks vaja panna ajutised toed. Tavaliselt ei vaja paneelid toetamist, kuid piirkondades, kus on suured avad, on toed vajalikud. Risttoed paigaldatakse paneelide alla, tagades, et pinnad jääksid samale kõrgusjoonele. [21]

Armeerimisel kasutatakse B500B armatuurterast ning vuukide armeerimiseks kasutatakse vuugi- ja ringarmatuuri. Paneeli keskkohast allapoole paigutatakse paneeli pikivuugid. [21]

Raketise paigaldus aitab agada konstruktsiooni vormi. Leiti, et sobilik raketise materjal on niiskuskindel vineer paksusega 21 mm. Raudbetoonist vööd ja paneelidevahelised vuugid valatakse C25/30 tugevusega betoonist ja selle jaoks kasutatakse objektile tellitud PUMI. Betoonipumba voolik suunatakse ettenähtud kohtadesse, kus on vaja betooni ühtlaselt valada. Betooni tasandamiseks ja tühimike vältimiseks kasutatakse betooni vibronuia.

Tööde tegemisel on vaja jälgida ja kontrollida, et vuukide täitmisel ei ole sinna kogunenud vett, need on prahist puhtad ning paneeli otstes on säilinud valukorgid ja muud valustopperid [21].

9.2.4 Kasutatavad masinad

Vahelaepaneelide monteerimiseks sobib mobiilkraana Liebherr LTM 1070-4.1 [11]. Põhiprojekti analüüsidest leiti, et kõige raskem õõnespaneel kaalub 865 kg. Paneelide monolitiseerimiseks tellitakse objektile PUMI ning betooni tarnitakse objektile mikserautoga.

9.2.5 Töövahendid tööde teostamiseks

Autor analüüsis töö sisu ja planeeris, et vahelaepaneelide ehitustöödel kasutatakse järgmisi töövahendeid:

- lasernivelliir;
- vesilood;
- mõõdulint;
- lööktrell;
- akutrell;
- sidumiskonks;
- alumiiniumredel;
- vibronui;
- armatuuri väänamispink;
- tugipostid;
- montaažikang;
- labidas;
- haamer;
- akuketassaag;
- kellu.

9.2.6 Töömaht ja materjali kulu

Laborihoone vahelaepaneelide paigaldamisel arvestatakse, et kokku paigaldatakse neid 45, millest 22 paigaldatakse B-C/4'-8 teljel ja 23 B-A/4'-8 teljel. Paigaldustööde planeerimisel lähtuti Ehitustööde kulud 2020 Tööjõukulud ja tootlus – uusehitus ja remont raamatust [5]. Lisaks toetas planeerimist RATU-ehitustootluste eestikeelne plakat [6].

Planeerimisel analüüsiti ja lähtuti ka eelnevate sarnaste ehitusobjektide kogemusest. Töömahu arvutamisel arvestati eri tööetappidega, et saada täpne ülevaade tööde kestusest

ja mahust. Kõige rohkem on ühel päeval vaja viit ehitustöölist. Kraanameeskonnas on kolm liiget ja kaks töölist on paigaldajad.

Õõnespaneelide montaaž B-C/4'-8 telgedel algab 30.06.2025 ja kestab poolteist tööpäeva. 01.07.2025 teises pooles alustatakse õõnespaneelide montaažiga B-A/4'-8 telgedel. Pumbaga vuukimine, sarrustamine ja laudise panemine algab 03.07.2025 ning kestab kaks tööpäeva. Vuukimistööd lõpevad 04.07.2025. Allolevas tabelis tutvustatakse elementide koguseid, pikkuseid ja massi.

Tabel 7. Vahelaepaneelide tabel

Elemendi Pos.	Kogus, tk	Pikkus tk, mm	Mass tk, kg
HCE/1	9	8000	834
HCE/2	14	8030	832
HCE/3	1	8000	825
HCE/4	1	8030	825
HCE/5	2	8000	830
HCE/6	2	8000	830
HCE/7	1	8000	594
HCE/8	4	8135	843
HCE/9	1	8135	839
HCE/10	1	8135	839
HCE/11	1	8135	414
HCE/12	1	8305	854
HCE/13	1	8305	415
HCE/14	1	8305	854
HCE/15	1	8305	865
HCE/16	2	1453	149
HCE/17	1	8305	456
HCE/18	1	1875	134

9.2.7 Vahelaepaneelide kvaliteedi nõuded

Kvaliteetseks tööks tuleb järgida tootja paigaldusjuhiseid ja projektis esitatud nõudeid. Ehitustöödel lähtutakse Tarindi RYL 2010 p-st 1235 [17].

Õõnespaneelide paigaldamisel ja tööde tegemisel on kohustuslik jälgida tolerantse. Õõnespaneelid kuuluvad 1. tolerantssiklassi ja need vastavad EVS-EN 1168 „Betonvalmistooted. Õõnespaneelid“ nõuetele [22]. Vahelaepaneelide ehitusel

kasutatakse ka õõnespaneelide ehitustolerantse, mis on võetud BÜ9 Eesti Betooniühingu raamatust „Betoonelementide tolerantsid“ [19].

Õõnespaneelidel järgitakse järgmisi valmistustolerantse [19]:

- a) paneeli pikkus: ± 25 mm;
- b) paneeli laius: ± 5 mm;
- c) pikilõigatud paneeli laius: ± 25 mm.

Õõnespaneelide ehitustolerantsid on järgmised [19]:

- a) paiknemishälve: ± 20 mm;
- b) pikivuugi laius alapinnas: $+12/-4$ mm;
- c) alapinna pikivuugi astmelisus toel: 5 mm;
- d) alapinna pikivuugi astmelisus silde keskel: 8 mm;
- e) pikivuugi täidetuse: $+3/-10$ mm.

Vastavalt tootja paigaldusjuhiste järgitakse, et enne vuukimistööde algust [21]:

- poleks vuukides prahti ega jääd;
- poleks vuukides vett;
- oleks paneeli otstes projektijärgsed valukorgid ja muud valustopperid;
- paigaldada ja ühendada elektrijuhtmestiku kanalid, mis lähevad vuukidesse (kui need on projektis toodud).

Vigastatud või leitud defektiga õõnespaneeli ei paigaldata, vaid sellest informeeritakse peatöövõtjat ja elementide tarnijat ning alustatakse elemendi asendusprotsessiga.

9.3 Tööohutuse nõuded

Laborihoone ehitusplatsil on vaja järgida tööohutuse nõudeid. Vahelaepaneelide monteerimisel on tähtis meeles pidada ja kontrollida, et kantakse isikukaitsevahendeid, ehitusmasinaid juhitakse turvaliselt ning monteerimistööde ajal jälgitakse ümbruskonda.

9.3.1 Isikukaitsevahendid

Kaitsekiivri kandmine ja turvajalanõud on kohustuslikud kõikidele, kaasa arvatud töölistele, kes osalevad õõnespaneelide mahalaadimisel. Märgrüüetus on vajalik selleks, et kõrvalised isikud ja töölisoleksid nähtavad [20].

9.3.2 Ohutuse tagamine vahelaepaneelide monteerimisel

Vahelaepaneelide tootja juhistes on toodud ohutuseeskirjad, milles käsitletakse turvanõudeid, mida tuleb tööde tegemise ajal järgida.

Tööde tegemine paigaldatava paneeli all on keelatud, kuna paneel võib kukkuda. Vahelaepaneelide monteerimisel on vaja jälgida, et töid ei tehtaks paneeli otsa juures. Ootamatult võib haarats järele anda ja ühte suunda liikuda. Vabaservadel ja avade ümber paigaldatakse turvapiirded. [21]

Samuti peab tähelepanu pöörama masinatele, mis on ehitusplatsil. Tegemist on monteerimistöödega, kus on vaja kontrollida masinate dokumentatsiooni, kinnitades, et masin on võimeline turvaliselt töötama ja ehitusplatsile on toodud õige ehitusmasin. [21]

10 TÖÖVÕTUMEETOD

Laborihoone ehitamiseks on vaja korraldada võistupakkumine.

Laborihoone ehitamiseks korraldatakse hange, mille eesmärk on leida sobiv peatöövõtja kandidaat ja sõlmida temaga leping. Peatöövõtja on projekti raames kohustatud tegema ehitustöid vastavalt tellija esitatud kriteeriumitele, nõudmistele, standarditele ja headele ehitustavadele. Muud kokkulepped on mainitud lepingus. Peatöövõtja ei vastuta mitte ainult ehitustööde, vaid ka ehitusplatsi korrashoiu eest, vältides olukordi, kus plats jääb hooldamata. Vastavalt ehitustegevusele on peatöövõtja kohustatud esitama täitedokumentatsiooni.

Laborihoone projektis tegutseb peatöövõtja ehitusprojekti koordinaatorina, kelle jaoks on tähtis tagada tööde kvaliteet ja kontrollida tööohutusnõuete täitmist ehitusplatsil.

Alltöövõtjate valik kuulub peatöövõtja vastutusalasse, kuhu kuulub alltöövõtulepingu sõlmimine, milles määratakse tööde tähtaeg, sisu, kvaliteedinõuded ja maksumus. Alltöövõtja vastutab tööde tegemise eest vastavalt lepingutingimustele ja peab esitama peatöövõtjale kõik vajalikud dokumendid ehk materjalide sertifikaadid, tööliste pädevustunnistused ja toimivusdeklaratsioonid. Alltöövõtja valimiseks küsib peatöövõtja mitmelt kandidaadilt hinnapakkumuse ja seejärel valib koostööpartneri, lähtudes parimast hinnast ja ühistest arusaamadest. Alltöövõtja valimisel on tarvis teada, et ettevõtetel on olemas töötajate reserv juhaks, kui mõni töötaja ei saa tööde tegemisega jätkata või ei ilmu ehitusplatsile.

Tellijal on vaja valida ehitustööde omanikujärelevalve, kes kontrollib, et ehitustööd vastavad kokkulepitud plaanidele, eesmärkidele ja ehitusnormidele. Probleemide tekkimise korral peab omanikujärelevalve sellest teavitama tellijat ja peatöövõtjat ning võimaluse korral pakkuma olukorra parandamiseks lahendusi.

11 TÖÖ- JA TULEOHUTUSE NING KESKKONNAKAITSE TAGAMISE PLAAN

Selles peatükis selgitatakse laborihoone töö- ja tuleohutuse ning keskkonnakaitse tagamise plaani.

11.1 Tööohutus

Edukate ehitustööde tegemisel on suur roll tööohutusel. Ehitustööd ei tohi ohustada ehitusplatsil viibivaid isikuid ja selle eest vastutavad ehitise omanik ning ehitusettevõtja. Kõrvaliste isikute ohutuseks on tarvis piirestada või märgistada ehitusplatsi välispiir. Lisaks on vaja rakendada abinõusid, et ehitusplatsile pääseksid ainult konkreetsed isikud, kellel on lubatud ehitusplatsil viibida. Ehitusplatsil on kohustuslik hoida puhtust ning paigutada materjalid ja muud objektid määratud kohtadesse. Ehitusettevõtja peab järgima töötervishoiu ja tööohutuse seadust, mis on mõeldud terviseriskide ja ohutuse tagamiseks. [8]

Laborihoone ehitustööde planeerimisel pöörati tähelepanu sellele, et ehitusplatsil peab olema isik, kes vastutab tööohutuse eest. Üks vastutavatest isikutest ehitusplatsil on töötervishoiu ja tööohutuse koordinaator, kelle määrab peatöövõtja. Koordinaatori ülesanne on koordineerida ja kontrollida tööde tegevust ehitusplatsil ning tagada tööohutusplaani tutvustamine teistele isikutele, kes ehitusplatsil viibivad. Koordinaatori võib määrata ehitise omanik, kui peatöövõtja ei ole seda ise teinud. Koordinaatori määramata jätmine ei vabasta ehitise omanikku ega ehitusettevõtjat kohustuste täitmisest ega vastutusest. [8]

Koordinaatori ülesanne on vähemalt üks kord nädalas teha ehitusplatsi üldkontrolli. Selle eesmärk on jälgida ehitusplatsi korrasolekut ning töötervishoiu ja tööohutuse nõudeid. Üldkontrollis pööratakse tähelepanu ehitusel kasutatavatele töövahenditele, milleks võivad olla redelid, tõsteseadmed ja tellingud. Töövahendi kontroll toimub vastavalt töövahendi valmistaja kasutusjuhendile. [8]

11.1.1 Kaevetööd

Laborihoone ehitamisel toimuvad ka kaevetööd, mis võivad olla väga ohtlikud ja vajavad ohutuse tagamiseks suuremat tähelepanu. Sageli võivad kaevetööde tegemisel juhtuda järgmised tööõnnetused [20]:

- kaevandiseina varing;
- kaevandisse kukkuv materjal, mis võib töötajat vigastada;
- kaevandisse kukkumine;

- liiklusvahendi sattumine kaevandisse (sissesõitmisel, tagurdamisel või olles kaevandi äärel liiga lähedal).

Laborihoone ehituse planeerimisel leiti, et juhtumite kõrvaldamiseks on vaja rakendada ennetusmeetmeid, millest üks on kaevandinõlva tugevdamine. Kui kaevandinõlv on tugevdatud, siis ennetatakse olukordi, kus nõlv võib variseda või liiklusvahend varisemise tagajärjel kaevandisse kukkuda. Kui materjal ladustatakse kaevandi äärel väga lähedale, väldib tugevdatud kaevandinõlv kukkumis- ja varisemisohtu. Autor uuris ja leidis, et kaevandinõlva saab tugevdada tugend- või sulundseintega. Turvalised liikumisteed ja märgistus aitavad vältida kukkumisohtu ja muuta ohtlikud alad nähtavaks. [20]

11.1.2 Montaaži – ja tõstetööd

Laborihoone ehitamisel kasutatakse eri materjale, millel kaal, kuju ja otstarve erinevad. Suur osa ehitusprotsessist on monteerimistööd, seega on sel tööetapil oluline tagada ohutus. Selleks veendutakse, et ükski tõstmiseks mõeldud tõstetropp ega -kett ei ole kahjustatud ja sobib kasutamiseks. Tõstetöödel veendutakse, et kasutusel on õige kandevõimega tõstetekid ja -tropid.

Laborihoone ehituse organiseerimisel planeeriti, et ajutise ligipääsu võimaldamiseks või kõrgetes kohtades töötamiseks kasutatakse korv- ja käärtõstukit. Käärtõstuki kasutamisel on vaja järgida tootja kasutusjuhiseid ja täita tööohutusnõudeid. Kõige enam levinud tööõnnetuste põhjused on järgmised [20]:

- tõstuki kasutamine ebatasasel pinnasel;
- tõstukiga töötades ei kasutata ohutusvööd ega -rakmeid;
- elementide vastu põrkamine või elementide vahele jäämine;
- tõsteplatvormi liigne koormamine;
- rikkis või puudustega tõstuki kasutamine.

Enne tõstuki kasutamist on seda vaja kontrollida ja veenduda, et sel puuduvad rikked. Lisaks peab tähelepanu pöörama tõsteplatvormi maksimaalsele kandevõimele, mida saab kontrollida tootja juhistelt. Kui järgida eelmainitud tegevusi, on käärtõstuki kasutamisel võimalik vältida ülekoormust. Töölised peavad hoolikalt ümbrust jälgima ja täpselt teadma, kus on turvaline töid teha, vältimaks olukordi, kus tõstukit kasutatakse ebatasasel pinnasel või tekib kokkupõrkeoht. Kukkumisohtu vältimiseks peavad töötajad kandma turvavööd ja -rakmeid. [20]

11.1.3 Töötamine kõrgustes

Laborihoone ehitusplatsil tehakse töid kõrgustel, mille puhul on kukkumisoht. See tekib, kui töötatakse kõrgemal kui 2 m. Olukorra vältimiseks kasutatakse kaitsepiirded,

ohutusvõrgud ja muud kaitsevahendid. Laborihoone tööde planeerimisel analüüsiti eri töid, mille puhul võib tekkida kukkumisoht. Autor on tähele pannud ja analüüsinud, et katusekatte paigaldamisel võivad tekkida raskused kaitsepiirete kasutamisega. Sellises olukorras muutub isikukaitsevahendite, sealhulgas ankurdatud turvavööde ja -rakmete kasutamine eriti oluliseks, et tagada töötajate ohutus isegi lühikeseks perioodiks, kui kaitsepiirdeid ei ole võimalik kasutada. [20]

11.2 Tuleohutus

Laborihoone ehitusplatsil vastutab tuleohutuse eest objektijuht. Ehitatava hoone keskpunktist 50 m kirde suunas on tuletõrjehüdrant. Ehitusplatsil peab olema tagatud, et tuletõrjehüdrandile on ligipääs kogu aeg olemas. Peatöövõtja soojaku juurde on planeeritud kustutusvahendid koos juhistega, kuidas tulekahju korral tegutseda. Peatöövõtja soojakus on üks 6 kg pulbertulekustuti, teine tulekustuti paikneb valvuri kabiinis. Vastavalt ehitusplatsil tehtavatele töödele kasutatakse lisatulekustuteid, et tulekahju korral see võimalikult kiiresti likvideerida.

Laborihoone ehitamisel tehakse eri piirkondades metallitöid, milleks kasutatakse ketaslõikureid, mis tekitavad sädemeid. Tuletöid võib esineda metallpiirete ehitamisel, katuse- ja montaažitöödel või keevitustöödel.

Isikud, kellel on tuletöötunnistus ja kes on läbinud tuletööde tegemise koolituse, on võimelised tegema tuletöid majandustegevusena. Tuletööde tegemise nõuded on järgmised [23]:

- tähelepanu on vaja pöörata tulekahju tekkimise vältimisele ning kasutada eri meetmeid tulekahju tekkimise vähendamiseks, avastamiseks, leviku tõkestamiseks ja kustutamiseks;
- vaja on järgida nõudeid, mille kehtestab valdkonna eest vastutav minister vastava määrusega;
- vaja on tagada pidev järelevalve.

11.3 Keskkonnakaitse

Laborihoone ehitusplatsil vastutab keskkonnakaitse eest peatöövõtja, kes on kohustatud haldama ehitusjäätmete käitlemist ja sõlmima lepingu jäätmekäitlusfirmaga.

Ehitusplatsil on kindlaks määratud koht, kuhu ehitusjäätmekogutakse. See asub ehitusplatsi lääneosas, kus on materjalide ladustamisala. Jäätmete sorteerimiseks kasutatakse kolme prügikonteinerit: kaks mahutavusega 15 m³ ja üks ohtlike jäätmete sorteerimiseks mõeldud konteiner mahutavusega 0,66 m³. Kaevetööde käigus kaevatud

pinnas ladustatakse ettenähtud kohta ja pärast kasutatakse seda tagasitäite- ja haljastustöödel. Pinnas, mis ei sobi tagasitäiteks, transporditakse objektilt eemale.

Krundi kõrval pole metsa, kuid sel alal on olemas elamurajoonid ja tehased. Laborihoone ehitusplatsil on vaja hoida puhtust ja vältida keskkonna reostamist, näiteks prügi sattumist keskkonda või selle sorteerimata jätmist, samuti jälgida ehitusmasinate ja teiste ehitusseadmete tarbetut heitgaaside teket.

Kasutusloa taotluse dokumentide juurde kuuluvad vallavalitsuse kinnitatud jäätmeõiend ja seletuskiri. Keskkonnakaitsereeglite järgimine on vajalik keskkonna säilitamiseks ja reostuse vähendamiseks. Laborihoone projekti raames järgitakse Rae valla jäätmehoolduseeskirju [24].

Ehitustööde paremaks planeerimiseks ja keskkonna säilitamiseks koostati ehitusjäätmete põhimahdade tabel, kus on põhjalikult kirjeldatud ehitusjäätmete mahte, mis võivad ehitustööde ajal tekkida [1].

KOKKUVÕTE

Lõputöö eesmärk oli keskenduda aadressil Raeküla tee 9b ja Tammi tee 20 planeeritud laborihoone ehitusprotsessi planeerimisele ja organiseerimisele. Töös kirjeldati hoone arhitektuuri, konstruktiivset lahendust, tehnosüsteeme ja eelarvet, mille alusel koostati koondkalenderplaani, mis kajastas kõik olulisi ehitusetappe. Autor tõi välja laborihoone tehnilised näitajad, mis kajastavad hoone suurust.

Autori koostatud laborihoone koondkalenderplaanis toodi välja, et ehitustööd algavad 03.03.2025 ja lõpevad 21.07.2026. Laborihoone kogumaksumus on 7 836 035,04 eurot.

Ehitusplatsi organiseerimise peatükis tõi autor ehitustööde tegemiseks välja ajutised elektri- ja veevajadused ning ehitusplatsi üldplaani, kus olid välja toodud olulised tingmärgid ja tutvustati ehitusplatsi planeerimisloogikat. Vastavalt autori arvutatud elektrihoormusele peab peakaitsme suurus olema 145,30 A. Kasutusele võetakse 160 A peakaitse, sest 145,30 A suurusel peakaitsemed ei olnud kättesaadavad. Veevajaduse arvutamise käigus leiti, et vajatakse minimaalselt 28 mm veetoru. Ehitustöödeks otsustati valida 32 mm läbimõõduga toru.

Lõputöö koostamisel leiti, et esimese korruse välisseinte paigaldus kestab 16 ja vahelaepaneelide paigaldus viis tööpäeva. Autor koostas esimese korruse välisseinte ja vahelaepaneelide paigaldusest seletuskirja ning graafilised joonised.

Laborihoone töövõtumeetod on peatöövõtt, mille puhul korraldatakse hoone ehitamiseks hange, et leida peatöövõtja rolli sobiv kandidaat ja sõlmida temaga leping. Peatöövõtja on projekti raames kohustatud tegema ehitustöid vastavalt tellija esitatud kriteeriumitele, nõudmistele ja standarditele.

Lõputöö püstitatud lähteülesanne täideti ja see andis autorile parima ülevaate laborihoone ehituse organiseerimisest. Laborihoone on põhiprojekti staadiumis ja ehitustöödega ei ole alustatud. See lubas autoril kasutada varem omandatud teadmisi ja anda ülevaade ehituse organiseerimisest.

SUMMARY

Organising the Construction Works of a Laboratory Building

The aim of this thesis was to focus on the planning and organization of the construction process for the planned laboratory building at Raeküla tee 9b and Tammi tee 20. The thesis described the building architecture, structural solution, technical systems and budget, that was used to prepare a schedule detailing all the important stages of construction. The author provided technical indicators of the laboratory building, that show the size of the building.

The schedule prepared by the author for the laboratory building showed that construction work would begin on 03.03.2025 and end on 21.07.2026. The total cost of the laboratory building is 7 836 035,04 euros.

In the chapter on organizing the construction site, the author highlighted the temporary electricity, necessary water requirements and general layout of the construction site, where the key symbols were shown and an introduction to the planning logic of construction site. Based on the authors calculated temporary electricity load, the main fuse size has to be 145,30 A. A 160 A main fuse will be used because a main fuse size of 145,30 A was not available. During water demand calculations, it was found that a minimum of 28 mm water pipe was needed. For the construction works it was decided, that a 32 mm diameter pipe will be chosen.

During the preparation of the thesis, it was found that the installation of exterior walls on the first floor would have taken sixteen working days and the installation of ceiling panels would take five working days. The author created explanatory notes and graphical drawings for the installation of exterior walls on the first floor and ceiling panels.

The contracting method for the laboratory building is the general contracting method, where a procurement process is conducted to find a suitable candidate for the general contractor role and conclude a contract. The general contractor is required to carry out construction works in accordance to the client's criteria, requirements and standards.

The initial task of the thesis was fulfilled and provided the author with a better overview of the organization process for the construction of the laboratory building. The laboratory building is in the main design phase and the construction works have not begun. This allowed the author to use previously acquired knowledge and give an overview of construction organisation.

VIIDATUD ALLIKAD

- [1] Moodul Projekt OÜ, „Põhiprojekt Töö nr 2101,” 2021. [Võrgumaterjal].
- [2] T-Model OÜ, „Teed ja liikluskorraldus põhiprojekt Töö nr. 2101,” 2021. [Võrgumaterjal].
- [3] Eesti standardimis- ja akrediteerimiskeskus, „EVS 860:2020 Tehniliste paigaldiste termiline isoleerimine. Torustikud, mahutid ja seadmed. Soojusisolatsiooni teostus,” 02 10. 2020. [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.evs.ee/et/evs-860-2020>.
- [4] Eesti standardimis- ja akrediteerimiskeskus, „EVS 885:2005 Ehituskulude liigitamine,” 04 11. 2005. [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.evs.ee/et/evs-885-2005>.
- [5] Ratu, Ehitustööde kulud 2020. Tööjõukulud ja tootlus – uusehitus ja remont, ET Infokeskuse AS, 2020.
- [6] Ratu, ehitustootlused, eestikeelne plakat (A2), ET Infokeskuse AS, kuupäev puudub.
- [7] KV.ee, „Hinnastatistika,” [Võrgumaterjal]. Available: https://www.kv.ee/hinnastatistika?graph_version=2&show_compare_line=1&deal_type=7&start_year=2022&start_month=11&end_year=2024&end_month=11&county1=1&parish1=1061&city1=0&county2=12&parish2=1063&city2=0&graph_version=2&show_compare_line=1&deal_type=7&star. [Kasutatud 26. 11. 2024.].
- [8] Riigiteataja, „Töötervishoiu ja tööohutuse nõuded ehituses,” 2021. [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.riigiteataja.ee/akt/126022021021?leiaKehtiv>.
- [9] Eesti standardimis- ja akrediteerimiskeskus, „EVS 835:2022 Hoone veevärk,” 01 04. 2022. [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.evs.ee/et/evs-835-2022>.
- [10] M. O ja S. J, Ehitusplatsi korralduse kavandamine, Tallinn: Tallinna Tehnikakülikooli Kirjastus, 2004.
- [11] Cranex Group OÜ, „Liebherr LTM 1070,” 2023-2024. [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.cranex.ee/liebherr-ltm-1070>.
- [12] Cramo, 2024. [Võrgumaterjal]. Available: https://www.cramo.ee/et/category/tosteseadmed_teskooplaadurid/product/66470/teleskooplaadur-h-19m--4t-4wd-4ws-stage-v-jcb540v180stv.
- [13] Cramo, „Käärtõstuk lava<8m,laius <90cm aku/iseliikuv JLG 2632ES,” 2024. [Võrgumaterjal]. Available: https://www.cramo.ee/et/category/tosteseadmed_kaartostukid-elektrilised/product/25634/kaartostuk-lava-8mlaius--90cm-aku-iseliikuv-jlg2632es.
- [14] Ruukki, „Kergpaneel SPA E Life välisseintele,” 2024. [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.ruukki.com/docs/default-source/system-products-pdfs/eesti->

ruukki/kergrpaneel-spa-e-life-v%C3%A4lisseintele-et.pdf?sfvrsn=0638648953066400000.

- [15] RATU, „SEINAPANEELIDE MONTAŽ. Kulud ja meetodid,” 2004. [Võrgumaterjal]. Available: <https://etfnet.ehituskeskus.ee/kaardid/Ratu%2025-0281%20et-1>.
- [16] Cramo, „Korvtõstuk(XT)lava<14m aku/iseliikuv GENIE Z45/25DCJ,” 2024. [Võrgumaterjal]. Available: https://www.cramo.ee/et/category/tosteseadmed_korvtostukid-aku/product/17328/korvtostuk-xt-lava-14m-aku-iseliikuv-geniez4525dcj.
- [17] Rakennustieto OY, Tarindi RYL, Eesti Ehitusteabe Fond, 2010.
- [18] Eesti standardimis- ja akrediteerimiskeskus, „EVS-EN 13670:2010 Betoonstruktsioonide ehitamine,” 03 02. 2010. [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.evs.ee/et/evs-en-13670-2010>.
- [19] K. A. A. H. A. L. U. P. J. P. T. T. A. T. T. V. E. R. V. Leoski, Betoonelementide tolerantsid, Tallinn: Eesti Betooniühing, 2019.
- [20] Tööinspeksioon, Tööohutus ehitusplatsil, 2014.
- [21] E-Betoonelement OÜ, „Õõnespaneelid,” 2024. [Võrgumaterjal]. Available: <https://betoonelement.ee/wp-content/uploads/2019/12/%C3%95%C3%B5nespaneelide-juhend.pdf>.
- [22] Eesti standardimis- ja akrediteerimiskeskus, „EVS-EN 1168:2006+A3:2011 Betoonvalmistooted. Õõnespaneelid,” 02 11. 2011. [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.evs.ee/et/evs-en-1168-2006-a3-2011-consolidated>.
- [23] Riigiteataja, „Tuleohutuse seadus,” 01 01. 2023. [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.riigiteataja.ee/akt/116122022020?leiaKehtiv>.
- [24] Riigiteataja, „Rae valla jäätmehoolduseeskiri,” 31 12. 2023. [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.riigiteataja.ee/akt/422062021023?leiaKehtiv>.

LISAD

Lisa 1. Laborihoone detailne eelarve

Lisa 1. Laborihoone detailne eelarve

Nr.		Ühik	Maht	Uhikhind	Kokku
1	VÄLISRAJATISED				546 874,70
12	Hoonealune süvend				42 579,67
121	Pinnase koorimine ja äravedu	m3	630,00	11,80	7 434,00
122	Kaeved	kmpl	1,00	7 081,99	7 081,99
123	Täited	m3	1 240,00	22,63	28 063,68
14	Hoonevälised ehitised				39 408,25
142	Tugimüürid	jm	10,00	538,55	5 385,45
144	Varikatused	m2	52,40	649,29	34 022,80
15	Välisvõrgud				224 084,80
151	Sadameveekanaliseatsioon	jm	296,00	217,74	64 451,34
152	Väliskanaliseatsioon	jm	191,00	179,83	34 346,77
153	Välisvalgustus	tk	9,00	3 070,52	27 634,68
154	Veetorustik				
1541	diam 32 mm	jm	100	120,75	12 075,00
1542	diam 40 mm	jm	27,5	127,65	3 510,38
1543	diam 63 mm	jm	50,7	136,85	6 938,30
1544	diam 160 mm	jm	55,1	151,8	8 364,18
1545	diam 225 mm	jm	180,5	206,77	37 321,99
1546	kuivhüdrandid	tk	2	1115,94	2 231,88
157	Kaabelliinid	jm	50,00	64,00	3 200,00
158	Sideliinid	jm	46,00	69,15	3 180,88
159	Õli-liivapüüdur	tk	1,00	20 829,40	20 829,40
16	Kaeved maa-alal				74 679,81
161	Pinnase koorimine ja äravedu	m3	796,00	11,80	9 392,00
162	Kaeved	kmpl	1,00	6 963,95	6 963,95
163	Täide	m3	2 360,00	24,71	58 323,86
17	Maa-ala pinnakatted				164 777,28
171	Haljastus				
1711	Muru kasvualuse rajamine, planeerimine ja külv h=10cm	m2	3 471,00	5,69	19 758,67
1712	Puude istutamine	tk	27,00	381,87	10 310,46
1713	Madalhaljastus	jm	205,00	66,65	13 664,07

Nr.		Ühik	Maht	Uhikhind	Kokku
172	Teede ja platside alused				
1721	Sõidutee asfaltbetoonkate				
17211	Tihe kuum asfaltbetoon AC16 surf (h=4cm)	m2	2 240,00	13,19	29 546,72
17212	Poorne asfaltbetoon AC32 base (h=6cm)	m2	2 240,00	12,50	28 001,12
1722	Asfaltbetoonkatte alus				
17221	Killustikalus (h=25cm)	m2	2 349,00	11,25	26 419,20
17222	Dreenkiht (Kf ≥1,0m/ööp) (h=25cm)	m2	2 349,00	6,95	16 316,15
174	Kivi- ja plaatkatted				
1741	Kõnnitee betoonkivikate (tüüp V)				
17411	Sillutis (h=6cm)	m2	189,00	34,72	6 561,80
17412	Paigaldusliiv (h=3cm)	m2	189,00	1,39	262,99
17413	Killustikalus (h=20cm)	m2	189,00	9,72	1 836,61
17414	Dreenkiht (h=20cm)	m2	189,00	5,55	1 049,80
175	Äärekivid ja sadeveerennid				
1751	Betoonäärekivi	m	346,00	31,94	11 049,68
18	Väikeehitised maa-alal				1 344,89
185	Liiklusalade varustus				
1851	Liiklusmärgid	tk	1,00	136,09	136,09
1852	Liiklusmärgipost	tk	1,00	122,20	122,20
1856	Teemärgistus	kmpl	1,00	1 086,60	1 086,60
2	ALUSED JA VUNDAMENDID				305 167,72
21	Rostvärgid ja taldmikud				75 013,57
211	Liiv- ja killustikalused	kmpl	1,00	3 027,20	3 027,20
212	Betoontarindid	m3	96,00	749,86	71 986,37
22	Vundamendid				60 405,95
225	Soklipaneelid	m2	184,70	327,05	60 405,95
23	Aluspõrandad				169 748,20
231	Killustikalus 30 cm	m3	624,00	45,83	28 596,36
232	Betoontarindid	m2	2 080,00	36,11	75 108,80
233	Metalltarindid	kmpl	1,00	2 888,34	2 888,34

Nr.		Ühik	Maht	Uhikhind	Kokku
236	Sooja- ja hüdroisolatsioon	kmpl	1,00	63 154,70	63 154,70
3	KANDE TARINDID				960 751,26
31	Metalltarindid				500 560,96
311	Metallkarkass				
3111	Metallkarkass	kg	69 000,00	4,44	306 291,00
3112	Sisekarkass (raamid, sisepostid jm)	kg	9 000,00	6,60	59 409,00
315	Katuse profiilplekk	m2	2 080,00	64,84	134 860,96
32	Kandvad- ja välisseinad				314 551,63
322	Monteeritavast betoonist tarindid				
3221	RB postid	m3	63,50	1 166,03	74 042,91
3222	RB välisseinad	m2	489,88	306,15	149 978,23
323	Metalltarindid: kassett (2. korruse seinad)	m2	291,65	310,41	90 530,49
33	Vahe- ja katuslaed				100 244,50
332	Betoontarindid	m2	430,00	157,55	67 746,50
335	Lagede soojustus ja hüdroisolatsioon	m2	430,00		arvestatud pos 332.
34	Trepielemendid				45 394,17
342	Betoontarindid	kmpl	1,00		arvestatud pos 343.
343	Metalltarindid	kmpl	1,00	41 458,80	41 458,80
345	Treppide elemendid	kmpl	1,00	3 935,37	3 935,37
4	FASSAADIELEMENDID JA KATUSED				481 042,47
41	Klaasfassaadid, vitriinid ja eriaknad				40 381,00
415	Suitsuluugid, katusaknad	tk	25,00	1 615,24	40 381,00
42	Aknad				77 139,89
421	Aknalauad	kmpl	1,00	1 313,65	1 313,65
422	Alumiiniumaknad	m2	63,60	680,64	43 288,77
427	PVC aknad	m2	88,80	366,41	32 537,47
43	Välisuksed ja väravad				50 064,26

Nr.		Ühik	Maht	Uhikhind	Kokku
431	Lukustus ja varustus	kmpl	1,00	39 630,94	39 630,94
433	Terasuksed ja -väravad				
4331	Tõstvärav	tk	2,00	1 901,44	3 802,88
4333	Ühepoolsed välisuksed	tk	2,00	612,39	1 224,77
4334	Kahepoolsed välisuksed	tk	6,00	900,95	5 405,67
47	Piirded ja käiguteed				27 637,22
473	Metallist piirded				
4731	Välispiirded	kmpl	1,00	9 664,83	9 664,83
474	Katuse kaitsepiirded	jm	54,00	332,82	17 972,39
48	Katusetarindid				285 820,09
487	Soojustus ja hüdroisolatsioon				
4871	Soojustus	m2	2 080,00	70,05	145 696,72
488	Katusekatted				
4881	PVC kate	m2	2 080,00	27,95	58 125,60
485	Elemendid ja muu tööd				
4851	Pollarid	jm	213,00	55,93	11 912,17
4852	Muud tööd(parapetid, aurutõke, katusekaevud, pollarid läbiviigud, luukide paigaldamine)	m2	2 080,00	33,70	70 085,60
5	RUUMITARINDID JA PINNAKATTED				612 705,83
51	Vaheseinad				277 246,96
516	Puit- ja kipsplaatvaheseinad				
5161	Vaheseinad 1. korrusel				
51611	kipsein (1+66(50)+1)	m2	531,90	45,54	24 222,73
51612	kipsein (2+95(100)+2)	m2	230,60	57,39	13 232,98
51613	kipsein (1+75(70))	m2	108,90	36,80	4 007,52
5162	Vaheseinad 2. korrusel				
51621	Kipsplaatvaheseinad	m2	534,08	58,33	31 151,82
515	Elementvaheseinad				
5151	Sandwich-paneelidest seinad 120 mm PIR	m2	108,24	87,20	9 439,02

Nr.		Ühik	Maht	Uhikhind	Kokku
5152	Sandwich-paneelidest seinad 100	m2	1 006,40	83,87	84 406,26
5153	Raudbetoon seinad	m2	524,98	183,36	96 258,23
512	Klaassein uksega				
5121	KS-1, KS-2, KS-3	m2	17,64	412,05	7 268,49
5122	KS-6	m2	11,56	628,02	7 259,91
52	Siseuksed				57 898,14
522	Alumiiniumuksed				
5221	1. Korruse ukсед (U-1)	tk	1,00	3 535,16	3 535,16
523	Terasuksed				
5231	Õhuvõtukambri ukсед	tk	2,00	474,92	949,83
5232	Metalluksed	tk	10,00	554,06	5 540,59
5233	TT ukсед (EI-30;Rw=38dB)	tk	1,00	946,74	946,74
5234	TT ukсед (EI-60)	tk	3,00	985,93	2 957,79
5235	TT lükanduksed	tk	15,00	1 118,40	16 776,00
5236	Külmkambri ukсед	tk	2,00	2 402,33	4 804,66
524	Klaasuksed				
5241	KS-4; KS-5	tk	8,00	436,03	3 488,27
525	Puituksed				
5251	Erilised ukсед (puituksed k.a. dB)	tk	50,00	377,98	18 899,10
53	Siseseinte pinnakatted				94 179,06
531	Värvkatted				
5311	Seinte pahteldamine ja värvimine	m2	2 428,00	20,83	50 566,74
5312	Tolmutõke	m2	624,40	16,66	10 404,69
535	Seinaplaadid	m2	447,00	74,29	33 207,63
54	Lagede pinnakatted				73 928,70
541	Värvkatted				
5411	Tolmutõke	m2	275,60	16,66	4 592,46
543	Ripplaed				
5431	Ecophon Hygienic Clinic A	m2	1 083,80	41,66	45 155,99
5432	Ecophon Master E	m2	194,00	66,65	12 930,88
5433	Külmkabrite laed sandwich-paneelidest	m2	129,00	87,20	11 249,38

Nr.		Ühik	Maht	Ühikhind	Kokku
56	Põrandad ja põrandakatted				109 452,97
563	Epokatted ja pinnakõvendid				
5631	Pinnakõvendi (tolmutõke)	m2	314,50	16,66	5 240,67
5632	Antibakteriaalne Gerflor Mipolam BioControl 4 mm 5312 White Pepper (WR 2415)	m2	254,50	54,21	13 797,00
5633	Gerflor Robust 2 mm + cooper strip	m2	23,90	59,50	1 422,09
565	Plaatpõrandad				
5651	Plaat Caesar BeMore 600x600 white matt R10	m2	91,20	78,37	7 147,78
5652	Plaat Vogue Floorin R10(A+B) 200x200 mm RF Perla	m2	96,20	70,58	6 789,36
568	Rullmaterjalist põrandakatted, vaibad				
5681	Pvc Gerflor Tarasafe Standard 2 mm Marble, antislip R10	m ²	1 048,00	36,58	38 332,59
5682	Pvc Gerflor Tarasafe Standard 2 mm Marble, antislip R10	m ²	91,40	36,58	3 343,55
5683	Forbo Flotex Calgary t590009 plaatvaip 50x50 cm	m2	437,00	67,71	29 589,14
5684	Kummimatt	m2	4,80	135,94	652,52
567	Sooja-, heli- ja hüdroisolatsioon				
5671	Hüdroisolatsioon	m2	187,40	16,75	3 138,26
6	SISUSTUS, INVENTAR, SEADMED				31 611,04
62	Inventar				508,24
622	Aadreessi silt ja lipuhoidja	kmpl	1,00	508,24	508,24
66	Tõste- ja teisaldusseadmed				31 102,80
661	Liftid	tk	1,00	27 236,50	27 236,50
663	Laadimissillad	tk	2,00	1 933,15	3 866,30
7	TEHNOSÜSTEEMID				3 088 960,68
71	Veevarustus ja kanalisatsioon				153 681,90
711	Veevarustus	kmpl	1,00	41 649,00	41 649,00

Nr.		Ühik	Maht	Uhikhind	Kokku
712	Kanalisatsioon	kmpl	1,00	80 743,00	80 743,00
713	Sanitaartechnika seadmed	kmpl	1,00	31 289,90	31 289,90
72	Küte, ventilatsioon ja jahutus				1 618 952,47
721	Küttetorustikud				
7211	Torustikud	kmpl	1,00	13778,2	13 778,20
7212	Sulgarmatuur	kmpl	1,00	7344,9	7 344,90
7213	Seadeventiilid	kmpl	1,00	18842,3	18 842,30
7214	Isolatsioonitööd	kmpl	1,00	11977,5	11 977,50
722	Küttekehad				
7221	Radiaatorid	kmpl	1,00	10 753,50	10 753,50
723	Katlamajad, soojasõlmed, boilerid				
7231	Soojussõlme paigaldus	kmpl	1,00	179804,7	179 804,70
7241	Ventilatsiooniseadmed				
72411	Ventilatsiooni agregaadid	kmpl	1,00	171500	171 500,00
7242	Ventilatsiooniseadmete materjalid				
72421	ventilaator (Systemair)	kmpl	1,00	874,84	874,84
72422	jahutuspatareid	kmpl	1,00	6943,13	6 943,13
72423	torustikud (eritorud, fassoon, abimaterjalid) ETS NORD	kmpl	1,00	206 683,00	206 683,00
72424	klapid, tuletõkkeklapid, mürasummutid, õhujaoturid, õhuvõtt ja väljavise	kmpl	1,00	166135	166 135,00
72425	isolatsioon, mõõdistus, transport, koolitus, teostusdok, rent, muu	kmpl	1,00	39173,1	39 173,10
72426	Paigaldustööd	kmpl	1,00	158 706,00	158 706,00
726	Jahutusseadmed				
7261	torustik, sulgarmatuur, seadeventiilid	kmpl	1,00	50379,3	50 379,30
7262	pumbad, jahutussõlme seadmed	kmpl	1,00	39714,7	39 714,70

Nr.		Ühik	Maht	Ühikhind	Kokku
7263	siseseadmed (CHILLER)	kmpl	1,00	118144	118 144,00
7264	jahutusmasinad (AERMEC)	kmpl	1,00	220541	220 541,00
7265	häälestus, isolatsioon, mehanismid	kmpl	1,00	18329,9	18 329,90
7266	paigalduskulud	kmpl	1,00	102953	102 953,00
726	Külmkambri seadmed	kmpl	1,00	76 374,40	76 374,40
73	Tulekustutussüsteem				595 859,10
731	Sprinkleri torustikud ja armatuur	kmpl	1,00		arvestatud pos 732
732	Sprinklerseadmed	kmpl	1,00	133308	133 308,00
734	Tulekustutusseadmed				
7341	Vahttulekustutus	kmpl	1,00	50268,2	50 268,20
7342	Gaastulekustutus	kmpl	1,00	38603,8	38 603,80
7343	Mahuti,	tk	5,00	41519,9	373 679,10
74	Tugevvoolupaigaldis				475 851,60
741	Elektri peajaotussüsteemid	kmpl	1,00	47 768,70	47 768,70
742	Kaabliteed	kmpl	1,00	103 175,00	103 175,00
743	Kaabeldus	kmpl	1,00	165 827,00	165 827,00
744	Valgustussüsteemid	kmpl	1,00	99 647,70	99 647,70
745	Elektriküte, installatsioonimaterjalid	kmpl	1,00	30 827,50	30 827,50
746	Piksekaitse ja maandus	kmpl	1,00	28 605,70	28 605,70
75	Nõrkvoolupaigaldis ja automaatika				244 615,61
751	Hooneautomaatika	kmpl	1,00	78 901,70	78 901,70
7511	Inva WC süsteem	kmpl	1,00	729,031	729,03
7512	Fonolukusüsteem	kmpl	1,00	2136,68	2 136,68
7513	Suitsueemaldussüsteemi juhtimine	kmpl	1,00	27050,4	27 050,40
7514	Andmesidesüsteem	kmpl	1,00	20875,1	20 875,10
7515	Töö registreerimissüsteem	kmpl	1,00	5432,3	5 432,30
7516	Tuleohutusautomaatika	kmpl	1,00	26 603,30	26 603,30
7517	Automaatne tulekahjusignalisatsioon (ATS)	kmpl	1,00	26 746,30	26 746,30

Nr.		Ühik	Maht	Uhikhind	Kokku
754	Turvasüsteemid				
7541	Valve signalisatsioon	kmpl	1,00	37830,4	37 830,40
7542	Videovalve	kmpl	1,00	18310,4	18 310,40
8	EHITUSPLATSI KORRALDUSKULUD				190 155,42
81	Ajutised ehitised ehitusplatsil				52 059,82
811	Soojakud ja olmeruumid	objekt	1,00	39 436,83	39 436,83
815	Piirded ja reklaamtahvlid	objekt	1,00	4 534,72	4 534,72
817	Tööohutusmeetmed	objekt	1,00	5 038,57	5 038,57
818	Tellingud, lavad ja tõstukid	objekt	1,00	3 049,70	3 049,70
82	Ajutised tehnosüsteemid				7725,60
821	Vesi ja kanalisatsioon	objekt	1,00	1 500,00	1 499,60
822	Elektripaigaldis	objekt	1,00	3 272,00	3 272,00
823	Valgustus	objekt	1,00	2 454,00	2 454,00
824	Side ja infosüsteemid	objekt	1,00	500,00	500,00
83	Masinad ja seadmed				76 640,00
832	Mobiilkraanad	objekt	1,00	68 000,00	68 000,00
835	Betoonipumbad	objekt	1,00	8 640,00	8 640,00
86	Energiakulu				18 480,00
861	Elektrikulu	objekt	1,00	3 560,00	16 800,00
862	Veekulu	objekt	1,00	1 680,00	1 680,00
87	Veod				35 250,00
873	ITP autod	objekt	1,00	22 500,00	22 500,00
874	Jäätmekäitlus	objekt	1,00	12 750,00	12 750,00
9	EHITUSPLATSI ÜLDKULUD				205 710,42
91	Juhtimiskulud				179 775,00
911	ITP palgad	objekt	1,00	148 500,00	148 500,00
912	Kontori ülalpidamiskulud, telefonide kulud	objekt	1,00	1 275,00	1 275,00
913	Abitööliste palgad	objekt	1,00	15 000,00	15 000,00
915	Valve	kuud	15,00	1 000,00	15 000,00
92	Kulud abistavatele tegevustele				9 180,37
921	Möötmine	objekt	1,00	1 060,00	380,37

Nr.		Ühik	Maht	Uhikhind	Kokku
924	Ehitusplatsi korrashoid	objekt	1,00	1 800,00	1 800,00
925	Lõplik koristamine	objekt	1,00	7 000,00	7 000,00
94	Talvised lisakulud				3 500,00
941	Lume- ja jääkoristus	objekt	1,00	1 000,00	1 000,00
943	Hoonete kütmine ja kuivatamine	objekt	1,00	2 500,00	2 500,00
96	Lepingu erikulud				13 255,05
961	Ehitustööde kindlustus	objekt	1,00	13 255,05	13 255,05
TÖÖD KOKKU:					6 422 979,54
VAT 22%:					1 413 055,50
KOGU SUMMA:					7 836 035,04

GRAAFILINE OSA

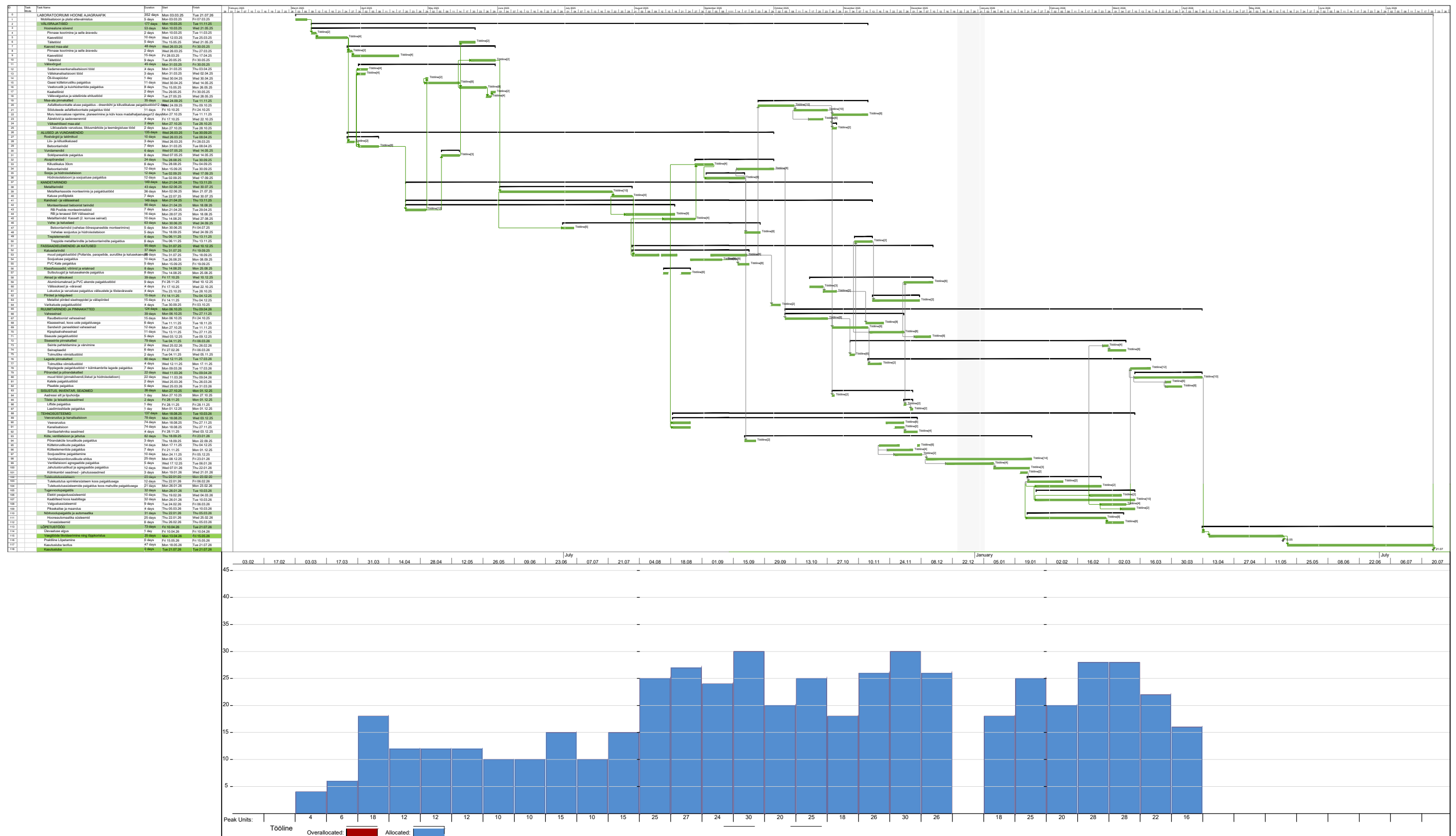
Joonis 1. Ehitustööde koondkalendergraafik

Joonis 2. Ehitusplatsi üldplaan

Joonis 3. Esimese korruse välisseinte paigaldamise tehnoloogiakaart

Joonis 4. Vahelaepaneelide tehnoloogiakaart

EHITUSTÖÖDE KOONDKALENDERGRAAFIK



EHITUSPLATSI ÜLDPLAAN

TINGMÄRGID

- 

Alajaam
- 

Ehitusaegne peakilp
- 

Suitsetamise ala
- 

Objekti valgustid
- 

Hoone sissepääs
- 

Esmaabi punkt
- 

Sissepääs ja väljapääs
- 

Ehitatav hoone
- 

Masinate ala
- 

Lisa valamu
- 

Prügikonteiner
- 

Soojakud
- 

Ajutised teed
- 

Valvur
- 

Objekti infotabel
- 

Objekti piirdeaed
- 

Jalakäijate tee
- 

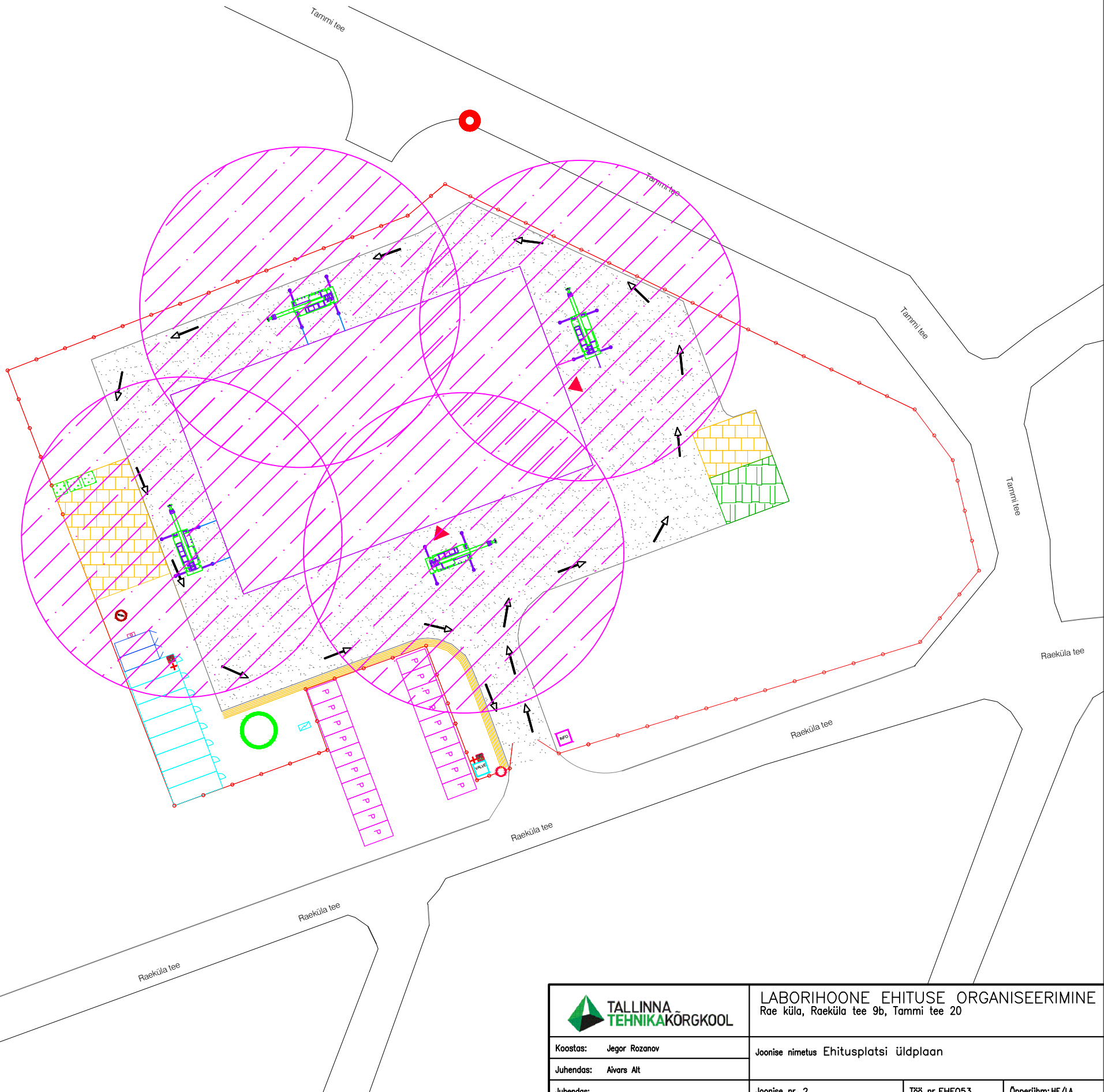
Tulekustuti asukoht
- 

Tuletõrje hüdrant
- 

Materjalide ladustamisala
- 

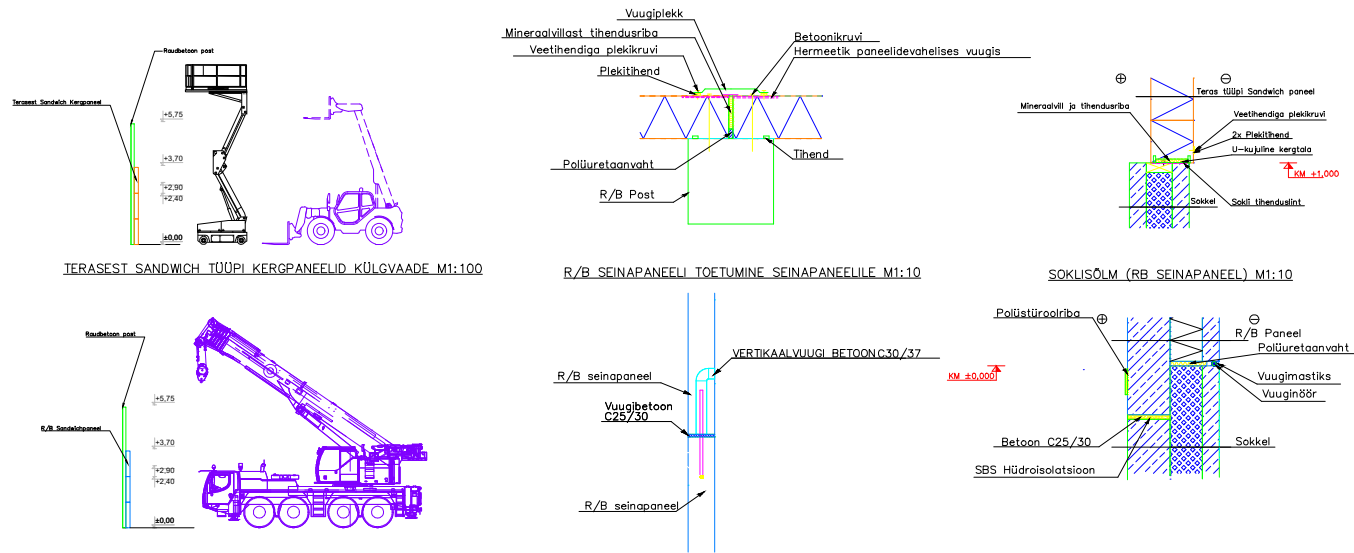
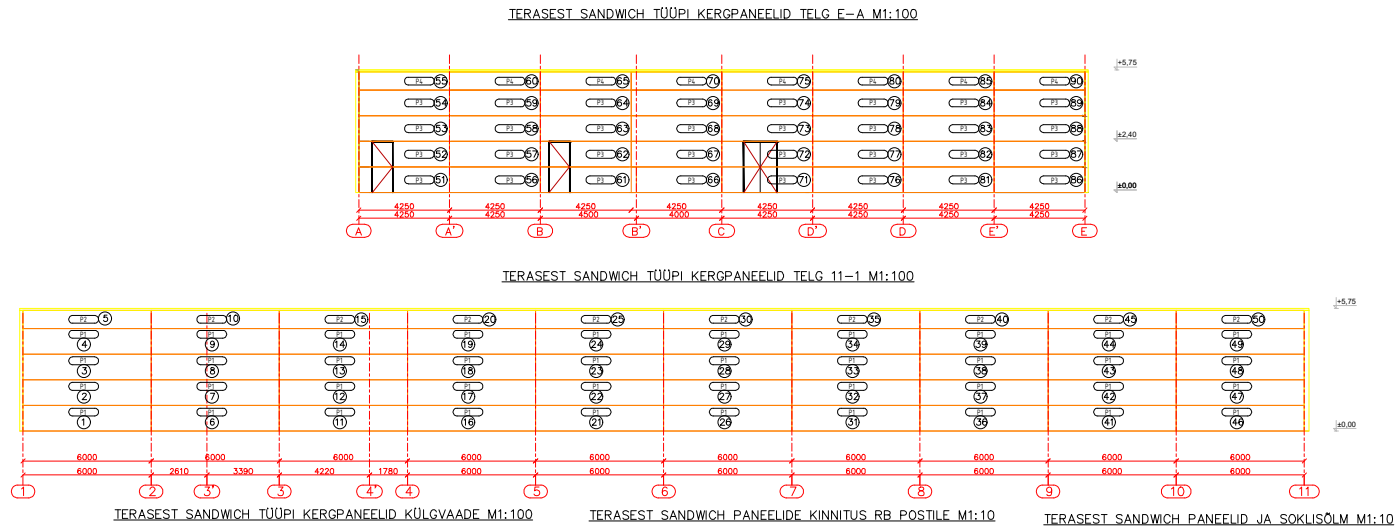
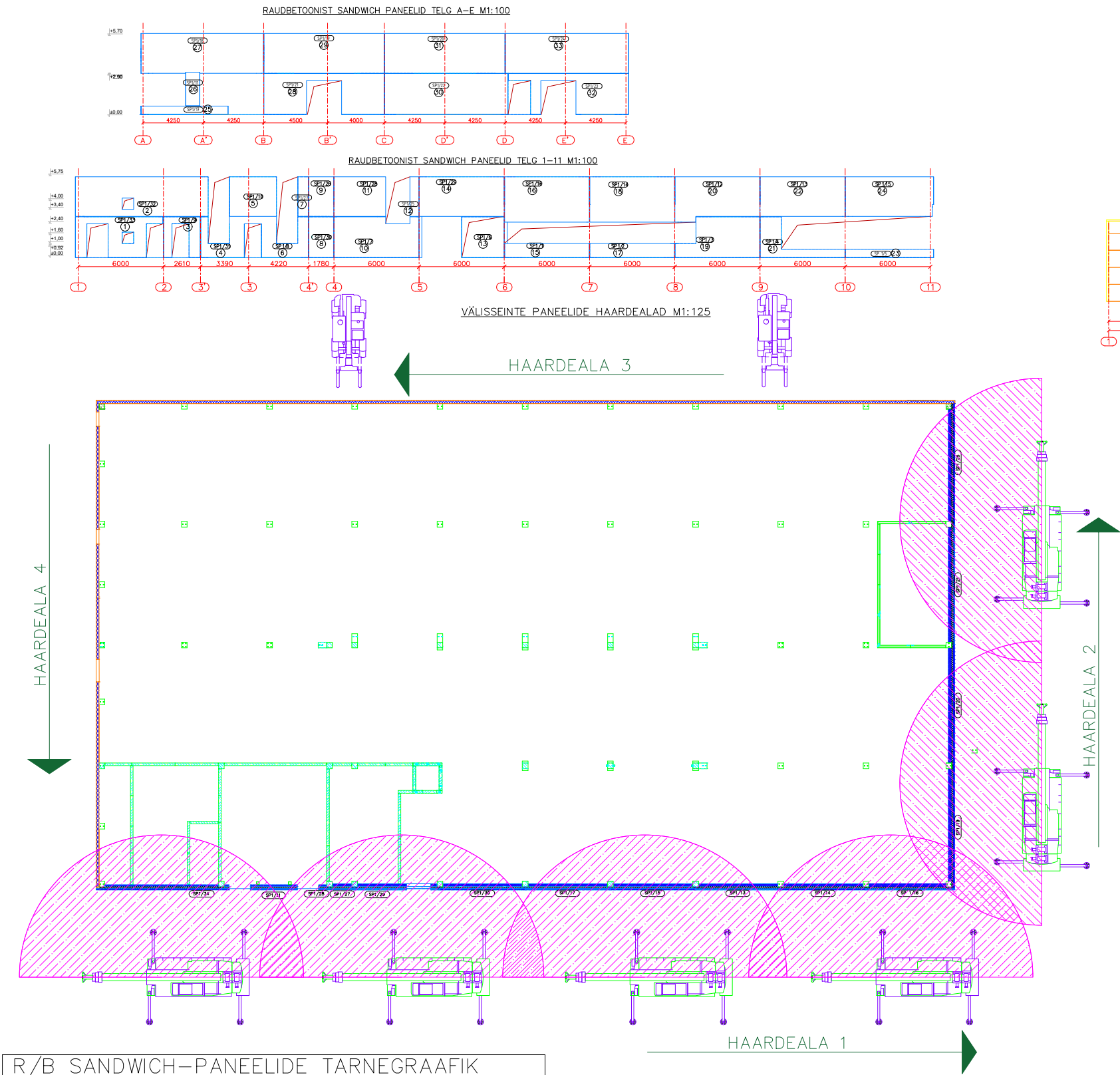
Laokonteiner
- 

Mobiilkraana



 TALLINNA TEHNIKAKÕRGMKool		LABORIHOONE EHITUSE ORGANISEERIMINE Rae küla, Raeküla tee 9b, Tammi tee 20		
Koostas:	Jegor Rozanov	Joonise nimetus Ehitusplatsi üldplaan		
Juhendas:	Aivars Alt			
Juhendas:		Joonise nr 2	T88 nr EHE053	Õpperühm: HE/LA
TALLINN	26.11.2024	Skala 1:500	Leht: 2	Lehti: 4

ESIMISE KORRUSE VALISSEINTE PAIGALDAMISE TEHNOLOOGIAKAART



R/B SANDWICH-PANEELIDE TARNEGRAAFIK				
Kuupäev	Kell	Positsioon	Kogus, tk	Montaazi järjekord
04.08.2025		P1	12	1; 2; 3; 4; 5; 6; 7; 8; 9; 11; 12; 13; 14
		P2	3	5; 10; 15
05.08.2025		P1	12	16; 17; 18; 19; 21; 22; 23; 24; 26; 27; 28; 29
		P2	3	20; 25; 30
06.08.2025		P1	12	31; 32; 33; 34; 36; 37; 38; 39; 41; 42; 43; 44
		P2	3	35; 40; 45
07.08.2025		P1	4	46; 37; 38; 49
		P2	1	50
		P3	8	51; 52; 53; 54; 56; 57; 58; 59
		P4	2	55; 60
11.08.2025		P3	12	61; 62; 63; 64; 66; 67; 68; 69; 71; 72; 73; 74
		P4	3	65; 70; 75
13.08.2025		P3	12	76; 77; 78; 79; 81; 82; 83; 84; 86; 87; 88; 89
		P4	3	80; 85; 90

VALISSEINTE KALENDERGRAAFIK



SANDWICH PANEELIDE LOETELU							
Elemendi POS	Kogus, tk	Ristlõige, mm	Pikkus, mm	Mass, tk, kg	Maht, m ³		
SP1/1	1	1230X430	5970	4513	2.74		
SP1/2	1	1230X430	5980	4515	2.74		
SP1/3	1	3110X430	5980	10057	6.23		
SP1/4	1	3110X430	5980	5050	3.10		
SP1/5	1	830X430	6220	2911	1.74		
SP1/6	1	3110X430	3000	5923	3.68		
SP1/7	1	3110X430	5990	11287	7.02		
SP1/8	1	3110X350	3310	3081	2.15		
SP1/9	1	3110X350	2600	2174	1.55		
SP1/10	1	3300X350	3310	5088	3.69		
SP1/11	1	2360X430	1000	1571	0.98		
SP1/12	1	3200X430	5980	7239	4.57		
SP1/13	1	2800X430	5980	6982	4.38		
SP1/14	1	3200X580	5980	11231	7.38		
SP1/15	1	3200X580	5970	6838	4.32		
SP1/16	1	830X430	6130	2987	1.77		
SP1/17	1	2800X430	8620	9765	6.32		
SP1/18	1	2800X430	8480	11506	7.29		
SP1/19	1	2800X430	8480	12143	7.61		
SP1/20	1	3110X430	8490	12693	7.89		
SP1/21	1	3110X430	8690	17170	10.68		
SP1/22	1	3110X430	8480	9607	5.97		
SP1/23	1	2800X430	8690	10310	6.47		
SP1/24	1	2800X350	530	562	0.43		
SP1/25	1	2800X580	1760	2862	1.87		
SP1/26	1	2800X350	750	867	0.65		
SP1/27	1	2800X580	5980	7866	5.10		
SP1/28	1	2800X580	5990	10208	6.61		
SP1/29	1	3110X430	1760	3038	1.95		
SP1/30	1	3110X350	3080	2741	1.92		
SP1/31	1	2800X350	8810	8658	5.60		
SP1/32	1	3110X350	6180	4958	3.35		
SP1/33	1	1200X200	6000	159.84	1.44		
P1	40	850X200	6000	113.22	1.02		
P2	10	850X200	4250	80.1975	0.72		
P3	32	1200X200	4250	113.22	1.02		
P4	8	850X200	4250	80.1975	0.72		

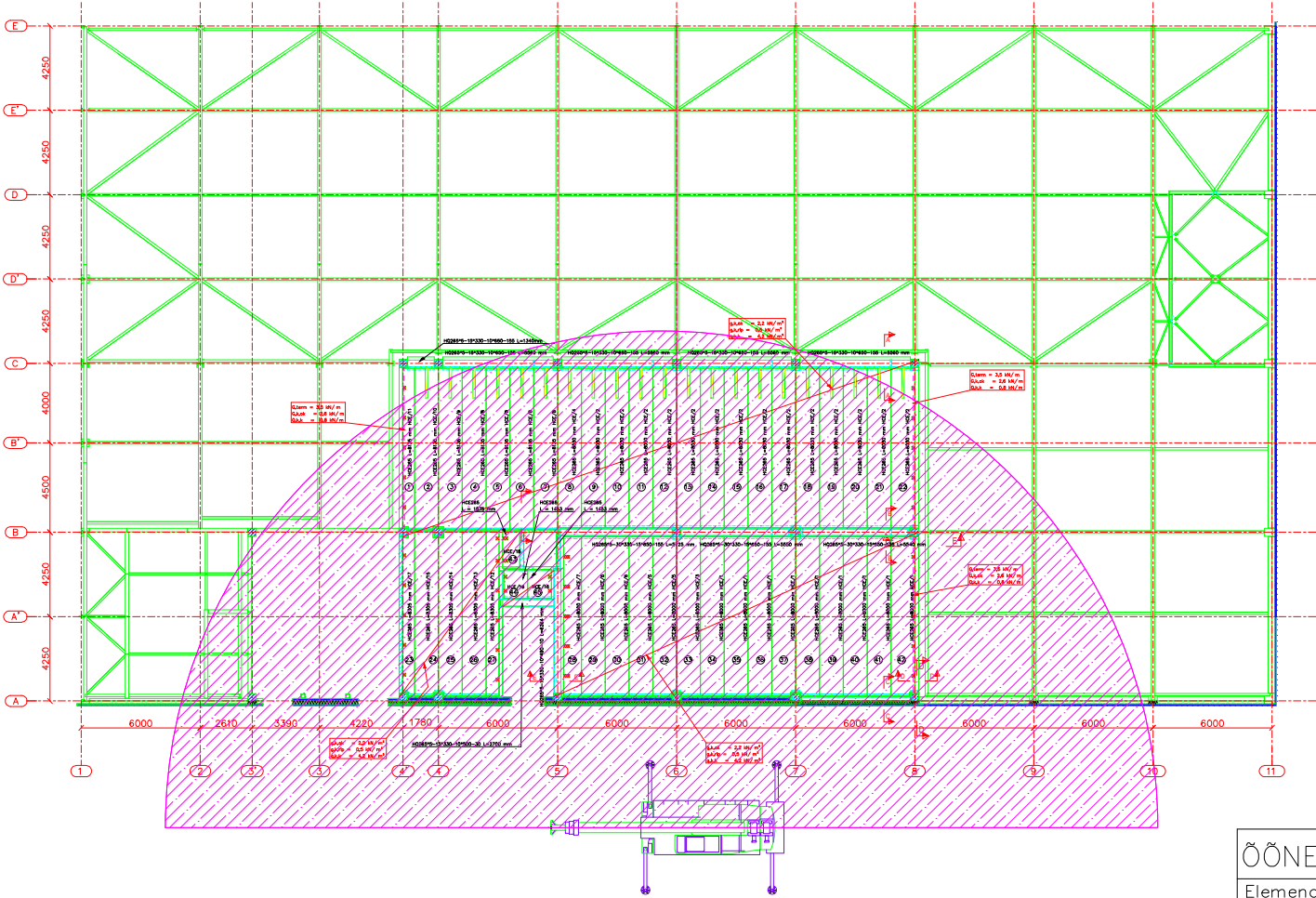
R/B SANDWICH-PANEELIDE TARNEGRAAFIK				
Kuupäev	Kell	Positsioon	Kogus, tk	Montaazi järjekord
25.07.2025		SP1/33	1	1
		SP1/32	1	2
		SP1/9	1	3
		SP1/31	1	4
		SP1/10	1	5
		SP1/8	1	6
		SP1/27	1	7
		SP1/30	1	8
		SP1/26	1	9
28.07.2025		SP1/7	1	10
		SP1/28	1	11
		SP1/25	1	12
		SP1/6	1	13
		SP1/29	1	14
		SP1/1	1	15
		SP1/16	1	16
		SP1/2	1	17
29.07.2025		SP1/14	1	18
		SP1/3	1	19
		SP1/12	1	20
		SP1/4	1	21
		SP1/13	1	22
		SP1/5	1	23
		SP1/15	1	24
		SP1/17	1	25
30.07.2025		SP1/11	1	26
		SP1/18	1	27
		SP1/21	1	28
		SP1/19	1	29
		SP1/22	1	30
		SP1/20	1	31
		SP1/23	1	32
		SP1/24	1	33

TALLINNA TEHNIKAKÕRKOOL		LABORIHOOONE EHTUSE ORGANISEERIMINE	
Koostas: Jegor Rozanov		Rae küla, Raeküla tee 9b, Tammi tee 20	
Juhendas: Aivars Alt		Joonise nimetus Esimese korruse välisseinte paigaldamise tehnoloogiakaart	
Juhendas:		Joonise nr 3	Töö nr EHE053
TALLINN 26.11.2024		Skaala 1:10; 1:20; 1:100	Leht: 3
			Õpperühm: HE/LA

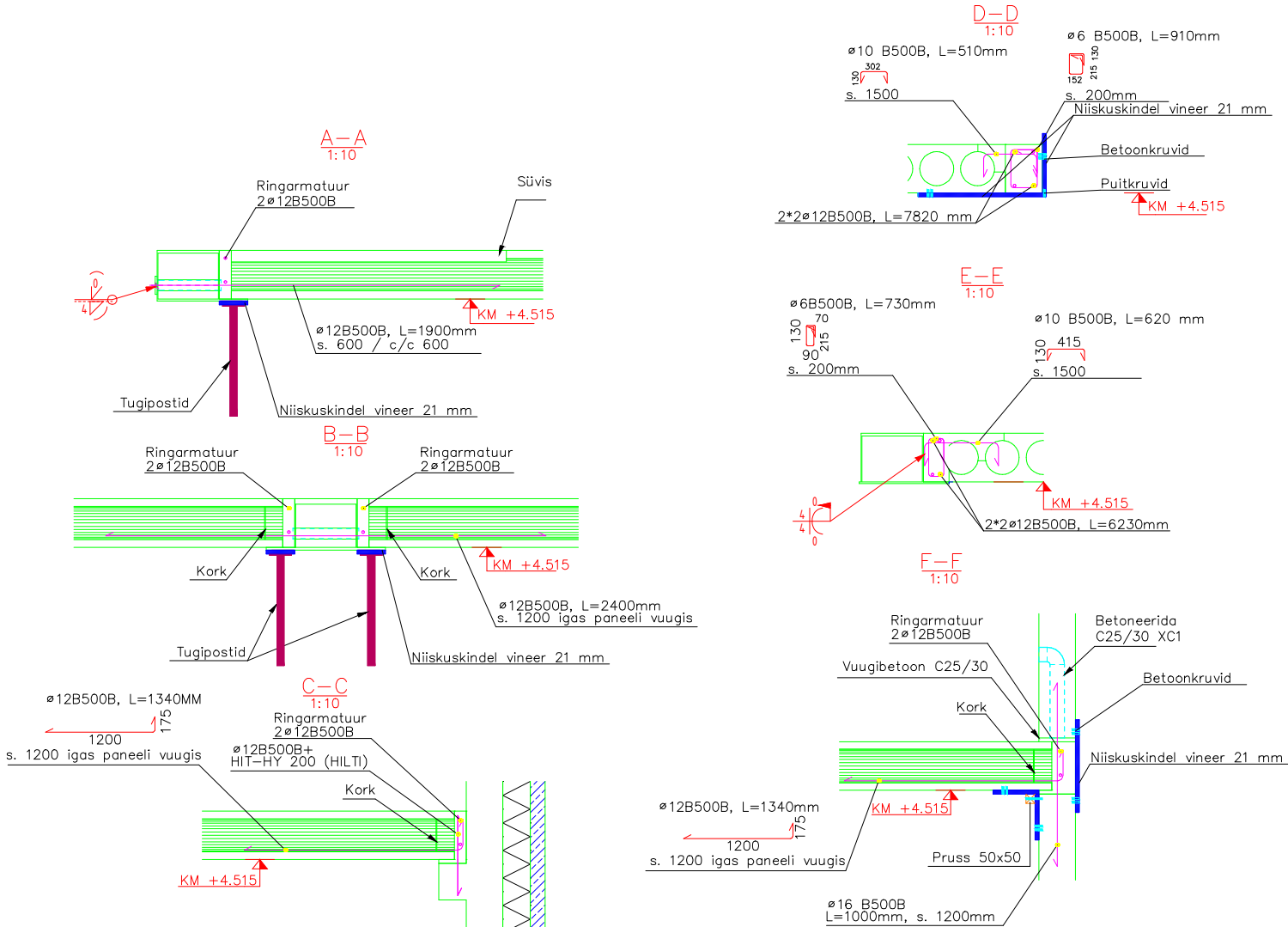
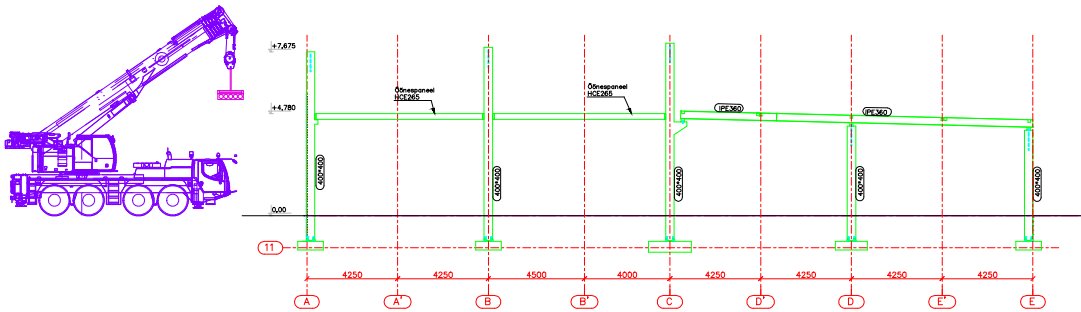
VAHELAEPANEELIDE TEHNOLOOGIAKAART

VAHELAEPANEELIDE SÖLMED M1:10

VAHELAEPANEELIDE PAIGUTUSSKEEM M1:125



VAHELAEPANEELIDE A-E VAADE M1:100



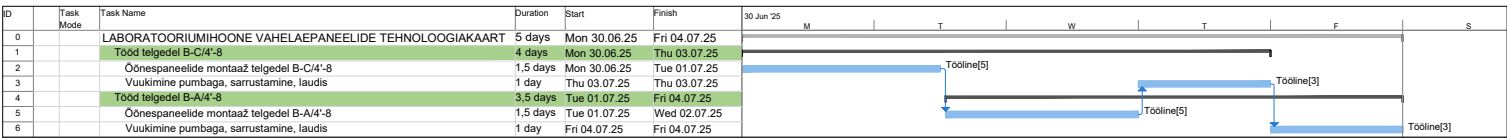
ÕÖNESPANEELIDE LOETELU

Elemendi POS.	Kogus, tk	Pikkus tk, mm	Mass tk, kg	Maht tk, m3
HCE/1	9	8000	834	1.39
HCE/2	14	8030	832	1.39
HCE/3	1	8000	825	1.38
HCE/4	1	8030	825	1.38
HCE/5	2	8000	830	1.38
HCE/6	2	8000	830	1.38
HCE/7	1	8000	594	0.99
HCE/8	4	8135	843	1.41
HCE/9	1	8135	839	1.40
HCE/10	1	8135	839	1.40
HCE/11	1	8135	414	0.69
HCE/12	1	8305	854	1.42
HCE/13	1	8305	415	0.69
HCE/14	1	8305	854	1.42
HCE/15	1	8305	865	1.44
HCE/16	2	1453	149	0.25
HCE/17	1	8305	456	0.76
HCE/18	1	1875	134	0.22
Kokku	45		34.1, t	56.8, m3

ÕÖNESPANEELIDE KELLAAJALINE TARNEGRAAFIK

Kuupäev	Kell	Positsioon	Kogus, tk	Montaazi järjekord
30.06.2025	09:00	HCE/11	1	1
		HCE/10	1	2
		HCE/9	1	3
		HCE/8	4	4; 5; 6; 7
	13:00	HCE/4	1	8
		HCE/2	7	9; 10; 11; 12; 13; 14; 15
01.07.2025	09:00	HCE/2	7	16; 17; 18; 19; 20; 21; 22
	13:00	HCE/17	1	23
		HCE/15	1	24
		HCE/14	1	25
		HCE/13	1	26
		HCE/12	1	27
		HCE/7	1	28
		HCE/6	2	29; 30
02.07.2025	09:00	HCE/5	2	31; 32
		HCE/3	1	33
		HCE/1	5	34; 35; 36; 37; 38
	13:00	HCE/1	4	39; 40; 41; 42
		HCE/18	1	43
		HCE/16	2	44; 45
		Kokku	45	

VAHELAEPANEELIDE KALENDERGRAAFIK



TALLINNA TEHNIKAKÕRGOOL		LABORIHOONE EHTUSE ORGANISEERIMINE	
Koostas: Jegor Rozanov		Rae küla, Rae küla tee 9b, Tammi tee 20	
Juhendas: Aivar Alt		Joonise nimetus: Vahelaepaneelide tehnoloogiakaart	
Juhendas:	Joonise nr 4	Töö nr EHE053	Õpperühm: HE/LA
TALLINN 26.11.2024	Skaala 1:10; 1:100; 1:125	Leht: 4	Leht: 4