



TALLINNA
TEHNIKA KÕRGKOO

Artjom Esholts

KORTERELAMU E HITUSTÖÖDE ORGANISEERIMINE

LÕPUTÖÖ

Tallinn 2024



Artjom Esholts

KORTERELAMU E HITUSTÖÖDE ORGANISEERIMINE

LÕPUTÖÖ

Ehitusinstituut

Hoonete ehitus

Juhendaja: Anneli Ramjalg

Tallinn 2024

Lihtlitsents lõputöö reprodutseerimiseks ja lõputöö üldsusele kättesaadavaks tegemiseks

Mina, Artjom Esholts

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

Korterelamu 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, Artjom Esholts

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 Anneli Ramjalg

Töö vastab lõputööle esitatavatele nõuetele.

(allkirjastatud digitaalselt)

Lõputöö on kaitsmisele lubatud instituudi direktori korraldusega.

(allkirjastatud digitaalselt)

(kuupäevad digiallkirjades)

SISUKORD

1	LÄHTEANDMED JA EHTUSTINGIMUSED.....	7
1.1	Asukoha kirjeldus.....	7
1.2	Geodeetilised tingimused	7
1.3	Elektri- ja veevarustus	8
2	ARHITEKTUURNE OSA	9
2.1	Asukoha kirjeldus.....	9
2.2	Ehitise kirjeldus	9
2.2.1	Hoone tehnilised näitajad	9
2.3	Välisviimistlus.....	10
2.4	Siseviimistlus.....	10
2.5	Konstruktiivelemendid	11
2.5.1	Vundament	11
2.5.2	Seinad	11
2.5.3	Katus ja vahelaed	11
2.6	Tehnilised süsteemid	12
2.6.1	Küte	12
2.6.2	Ventilatsioon	12
2.6.3	Veevarustus ja kanalisatsioon	13
3	MAJANDUSOSA.....	14
4	KOONDKALENDERPLAAN.....	15
4.1	Ettevalmistustööd	15
4.2	Mullatööd	15
4.3	Vundament.....	15
4.4	Montaažitööd	16
4.5	Katusetööd	17
4.6	Sise- ja välisviimistlus.....	17
4.6.1	Fassaaditööd	17
4.6.2	Sisetööd.....	18
4.7	Eritööd.....	18
4.7.1	Elektritööd	18
4.7.2	Küte, vesi ja kanalisatsioon	19
4.7.3	Ventilatsioon	19
4.8	Objekti üleandmine	19

5	EHITUSPLATSI ÜLDPLAAN	20
5.1	Ehitusobjekti plaani kirjeldus	20
5.2	Elektrienergia vajaduse määramine	21
5.3	Veevajaduse määramine	23
6	KALKULATSIOON EHITUSE ORGANISEERIMISE KULUDE MÄÄRAMISEKS	27
7	TÕSTEMEHHANISMID EHITUSE LÄBIVIIMISEKS	30
8	0-TSÜKLI TEHNOLOOGIAKAART.....	33
8.1	Ehitustööde kirjeldus	33
8.2	Tööde loetelu.....	33
8.3	Süvendi kaevamine	33
8.4	Ettevalmistustööd	34
8.5	Plaatvundamendi armeerimine ja rakestamine	34
8.6	Plaatvundamenid betoneerimine.....	36
8.7	0-korruse kandevkonstruktsioonid	36
8.7.1	Postid	37
8.7.2	Seinad	37
8.7.3	Talad	38
8.8	Vahelagi.....	38
9	KATUSETÖÖDE TEHNOLOOGIAKAART	40
9.1	Kandevkonstruktsiooni montaaž	40
9.2	Lamekatuse varustus ja läbiviigud	41
9.3	Katuse isoleerimine	42
9.4	Kandekihi betoneerimine	43
9.5	Katuse isoleerimine	43
10	TÖÖVÕTUMEETOD	45
11	TÖÖ-JA TULEOHUTUSE NING KESKKONNAKAITSE TAGAMISE PLAAN	46
11.1	Tööohutus	46
11.2	Tuleohutus	46
11.3	Keskkonnakaitse	47
	VIIDATUD ALLIKAD.....	51
	GRAAFILINE OSA.....	54

SISSEJUHATUS

Antud lõputöö teemaks on korterelamu ehitustööde planeerimine, mille käigus koostatakse ehitustööde organiseerimise projekt, koos ajagraafiku ja tehnoloogiliste kaartidega. Ehitusobjektiks on neljakorruseline korterelamu, mis asub Tallinnas Kalamaja linnaosas Uus-Volta tänaval, Kalamaja elurajooni lääneosas. Antud ala alles hakatakse täitma uute ja renoveeritud äripindade ja korterelamutega. Neljasaja meetri kaugusel põhja pool asub Noblessneri sadam. Elurajoon sobib hästi inimestele, kes väärtustavad elu mere ääres ning soovivad elada südalinna lähedal.

Seletuskirja koostaja valis lõputöö teemaks ehitusobjekti organiseerimise, kuna saab omandatud teadmisi rakendada hiljem igapäevatoos. Lõputöö teostamiseks küsis lõputöö koostaja ehitusprojekti erinevatest ettevõtetest. Hoone projekti jagas ettevõtte Metropoli Ehitus OÜ. Lõputöö koostamisel on kasutatud Apex Arhitektibüroo OÜ poolt projekteeritud tööprojekti. Hetkel on antud projekt tööde alustamise staadiumis ning samale krundile tahetakse ehitada veel kaks maja koos ühise maa-aluse parkla, kõnniteede ja pargialaga.

Lõputöö esimeses osas kirjeldatakse ehitise arhitektuurset ja konstruktiivset lahendust, antakse ülevaade hoone tehnosüsteemidest ning seejärel kirjeldatakse teostatavaid ehitustöid. Ehituseelarve on koostanud Metropoli Ehitus OÜ. Lõputöö koostaja koostab koondeelarve, kuhu arvutab lisaks ehituse organiseerimiskuludele ka üldkulused. Samuti koostatakse ehitusprotsessi koondkalendergraafik vastavalt arvutatud mahtudele ja tööde teostamise ajamahukusele. Ajamahukuse arvutamiseks kasutatakse RATU kaarte ning peatöövõtja ajanorme.

Järgnevalt koostatakse ehitusobjekti üldplaan, mis aitaks efektiivsemalt ehitustöid organiseerida ning tagada töötavate inimeste ohutust. Skeemile märgitakse objekti perimeetri, sisenemise väravaid, soojakute asukohti, tulekustutite ja esmaabikomplektide asukohti. Ehitusplatsi organiseerimise käigus arvutatakse välja objekti elektri- ja veevajadus ning dimensioneeritakse veetorustik.

Lõputöö raames koostatakse kaks tehnoloogiakaarti – üks 0-tsükli ning teine katusetööde teostamise kohta. Mõlemat tehnoloogiakaarti toetatakse graafiliste joonistega. Kaartide seletuskirja osas kirjeldatakse teostatavate tööde etappe, kasutatud tööriistu ja masinaid ning arvutatakse välja tööjõuvajadus ning tööde kestvus. Samuti kirjeldab autor kvaliteedi- ja ohutusnõudeid. Lõputöö viimases osas kirjeldatakse töövõtumeetodit, tööohutust ning keskkonnakaitset.

1 LÄHTEANDMED JA E HITUSTINGIMUSED

1.1 Asukoha kirjeldus

Käesolevaks ehitusobjektiks on neljakorruseline korterelamu, mis asub Põhja-Tallinna linnaosas, Kalamaja asumis, Uus-Volta tänaval, Telliskivi kvartalist loode pool. Objekti täpne aadress on Uus-Volta 10/1. Antud ala sobib hästi äripindade ja eluhoonete jaoks. Neljasaja meetri kaugusel asub Noblessneri sadam ning ümbritsevad hooned piiravad Tööstuse ja Erika tänavatel tekkivast mürast. Lähim pood on Selver Arsenali keskuses, mis asub 500 meetri kaugusel. Lähim bussipeatus asub 200 meetri kaugusel. Kogu krundi suurus on ligikaudu 3 451 m² ning on registreeritud 100% elumumaaks. Kinnistu pikem külg on 69 meetrit ja lühem külg 50 meetrit. Hetkel on krunt hoonestamata ning taimestik puudub. Ala on tasane, kaetud mulla ja killustiku seguga. Enne lammutustöid asusid antud kinnistul vanad tehasehooned. Kinnistu lõunapoolsel osal asub tihendatud killustikuga tee, mida saab kasutada ehitustehnika. Ehituse ajal asuvad kontor- ja sansoojakud objekti kirdeosas.

1.2 Geodeetilised tingimused

Ehitusalane krunt on tasane. Maapinna absoluutkõrgused jäävad 12,7-13,2 m vahemikku. Krundi ehitusgeoloogia uuringu koostas REI Geotehnika OÜ. Kogu Uus-Volta 10 kinnistu jääb Kopli aluspõhja kõrgendikule. Ala pindmisele täitekihile järgneb liivakivi ning seejärel on savipinnas. Ehitusalane pind ei ole vesine, kuid kaevikusse tekkiv sademevesi filtreeritakse liivast ja juhitakse lähimasse kanalisatsiooni. Vastavalt sellele rajatakse hoonete kompleks monoliitsest raudbetoonist plaatvundamendile. Vundamendi alt peab eemaldama pehmet ja vett kinnipidavat pinnast ning asendama tihendatud liiva- ja killustikkihiga. Samuti korraldati objekti radooni sisalduse test. Piiranguteta ehitamise piirmääraks on >50kBq/m³, antud kinnistu tulemuste vahemikuks saadi 24-56 kBq/m³, mis tähendab, et hoone ehitamisel on soovitatav kasutada radoonitõkestust, kõik kommunikatsioonid hoolikalt hermetiseerida ning tagada nõuetele vastav ventilatsioon [1].

1.3 Elektri- ja veevarustus

Kontor- ja sansoojakud asuvad objekti kirdeosas, mistõttu asub ka peakilp seal. Peakilp on ühendatud soojakutega ning maapealse elektrikilbiga. Ehitamise ajal tuleb paigaldada ehitusobjektile pinnapealne elektrikilp, mis kaitseks peakilpi objektil tekkivatest lühistest. Kontor- ja sansoojakud saaks varustada veega liitudes olemasoleva veetorustikuga, mis asub krundi põhjaosas. Enne ehitustööde alustamisega tuleb kooskõlastada vastavate ettevõtetega objekti varustamine vee ning elektriga.

2 ARHITEKTUURNE OSA

2.1 Asukoha kirjeldus

Kokku ehitatakse krundile kolm elamuhoonet. Kirde- ja kaguservas asetsevad pikemad ja madalamad hooned ning hoonegrupi loodeosas on kõrgem ja väiksema ehitusalaga hoone. Lõputöös kirjeldatav hoone asub krundi kaguservas, millest kirdesse jääb planeeritud pargiala. Hoonegrupist edelasse jääb peamine kvartalisisene Uus-Volta tänav, millelt toimub sisenemine maa-alusesse parklasse. Tänavad on piiritletud kõnni- ja jalgrattateedega. Peamised sisenemised hoonetesse toimuvad hoonete vaheliselt sisealalt. Hoonegrupi sisealal paiknevad jalgteed, esimese korruse terrassid, mis piiratakse haljastuse ja terrassimööbliaga. Eraldi mänguväljakut kinnistule pole kavandatud.

2.2 Ehitise kirjeldus

Elamuhoonet on projekteeritud nelja maapealse ja ühe maa-aluse parklakorrusega. Antud eluhoone kõrgus keskmisest olemasolevast maapinnast on 14,55 meetrit. Hoone pikkus on 28,4 meetrit ning laius on 14,5 meetrit. Maapealsetel neljal korrusel on projekteeritud korterid ning üks sissepääs ja trepikoda. Trepikojas on paigaldatud üks lift, mis teenindab maa-alust korrust ning maapealseid korruseid. Maa-alusel korrusel asuvad kolme maja ühine parkla, tehnoruumid, soojasõlm ning ventilatsiooniseade. Kolme maja jaoks on ette nähtud 66 parkimiskohta. Hoonetel on 15 korterit, millest 12 kolmetoalist ja kolm neljatoalist. Neljateistkümnel korteril on oma rõdu ning suurimal korteril on oma 41 m² suurune terrass [1].

2.2.1 Hoone tehnilised näitajad

Tabel 1. Hoone tehnilised näitajad [1]

Krundi pindala	3 451 m ²
Ehitusalane pind	2 467,3 m ²
Hoonestuse pind	1 438,86 m ²
Suletud brutopind (maapealne)	1 521 m ²
Suletud brutopind (maa-alune)	2 465 m ²
Suletud netopind	1 277,2 m ²
Maapealsete korruste arv	4 tk

Maaaluste korruste arv	1 tk
Hoone kõrgu maapinnast	14,55 m
Hoone pikkus	28,4 m
Hoone laius	14,5 m
Tulepüsivusklass	TP1
Eluruumide pind kokku	1 173,2 m ²
Kinnistu täisehitus %	41,35%

2.3 Välisviimistlus

Materjalide valikul lähtuti piirkonnas juba kasutatud materjalidest nagu tellis, teras, betoon ja klaas. Hoone viimistluseks on kasutatud krobeline pinnaga punase tooniga tellist ning sileda vormipinnaga valgeks värvitud ning naturaalses toonis betooni. Monteeritavad betoonist välisseinad on viimistletud tehases horisontaalselt kleebitud punaste telliskiviplaatidega. Avatäidete silluste kohal on kleebitud tellised vertikaalselt. Sissepääsude-äärsed seinad ja laed on viimistletud, õlitatud ning termotöödeldud puitlaudisega. Fassaadi avatäited ja rõdude piirded on pulbervärvitud mustaks. Rõdud on viimistletud puiduliistudega, et tagada iga korteri privaatsus. Hoonel on lamekatus, mille parapeti ääred on viimistletud tumehalli *sandwich*-välisseinaplaatidega [1].

2.4 Siseviimistlus

Hoone üldalad on projekteeritud soojades toonides. Põrandad on kaetud tumedate keraamiliste plaatidega, mille struktuuris esinevad pruunid ja helehallid laigud. Samasugust põrandaplaati paigaldatakse ka seinale, mis ulatub 300 millimeetrini. Seinale läinud plaadi äär peidetakse vasevärvi dekoratiivliistuga. Sokliplaadist kõrgemale jäävad seinapinnad krohvitakse, pahteldatakse siledaks ning värvitakse valge pestava seinavärviga. Kontrasti tekitamiseks valgete seintega on mõned trepikoja seinad kaetud helepruuni keraamilise dekoratiivplaadiga. Hoone siseuksed on viimistletud musta tammespooniga ning kõik ukseingid on värvitud vaskse pronksiga. Korterite siseviimistlust saavad valida kliendid, mistõttu ei ole projektis korterite siseviimistluse jooniseid [1].

2.5 Konstruktiivelemendid

2.5.1 Vundament

Ehitis rajatakse monoliitsele raudbetoonist plaatvundamendile paksusega 350 mm. Plaatvundament valatakse objektil C35/45 betooniga. Eemaldades pinnase ülemised kihid tuleb asendada see kvaliteetse mineraalse täitematerjaliga. Juhul, kui väljakaevamisel selgub, et vundamendialune pinnas pole piisavalt tihe, siis tuleb üle vaadata armatuuride samm, läbimõõt ning kogus. Vundamendi alla rikkumata ja kobestamata pinnasele rajatakse paksusega mitte vähem kui 50 mm peenkillustiku kiht, mis kaetakse polüetüleen kilega, tagades kile ülekatteid minimaalselt 200 mm. Hoone maaalune korrus peab moodustama tiheda kessooni. Vundamendi ehitamisel tuleb kindlasti jälgida seinte, süviste ning kogu konstruktsiooni veekindlust, milleks on ette nähtud betooni veepidavust tõstvad lisandid [1].

2.5.2 Seinad

Maa-alused välisseinad ja kandekonstruktsioonid valatakse objektil monoliitse raudbetoonkonstruktsioonina. Maa-aluse korruse välisseinad soojustatakse 100 millimeetri paksusega vahtpolüstüreen plaatidega ning kaetakse need vundamendi kaitsemembraaniga. Garaažiukse juures olevad seinad soojustatakse tulekindla kivivillaga. Hoone välisseinad ehitatakse monteeritavatest kolmekihilistest raudbetoonseintest ning hoonesisesed kandvad seinad monteeritavatest raudbetoonplaatidest paksusega 200 mm. Šahtide seinad laotakse kergplokkides paksusega 150 mm. Kõik kandvad vertikaalsed ja horisontaalsed kandevkonstruktsioonid ühendatakse omavahel side- ja tapivarrastega. Korterite mittekandvad siseseinad ehitatakse aga kergetest teraskarkassil kipsseintega [1].

2.5.3 Katus ja vahelaed

Hoone vahelaed ja katuslagi on projekteeritud raudbetoonist monteeritavatest õõnespaneelidest paksusega 265 mm. Kõik õõnespaneelid töötavad lihttala põhimõttel. Paneelid asetatakse 20 mm paksustele montaažklotsidele ja tehakse betoonist sängituskiht. Paneelide õõntesse ja vuukidesse paigaldatud vuugiarmatuuridega seotakse omavahel vahelaed ja kandevseinad. Mittekandvate seinte kohal avatakse paneelide õõned ning betoneeritakse täis, et tagada korteritevahelist helipidavust. Õõnespaneelide peale paigaldatakse sammumüra isolatsioon, kuhu peidetakse põrandal olevad kommunikatsioonid. Märgruumidesse, köögitubadesse ja hoone üldaladesse laotakse keraamilisi põrandaplaate, parketti paigaldatakse ainult korteritesse. Vahelaed on enamasti pahteldatud ja värvitud [1].

Korterite rõdud ehitatakse monteeritavatest raudbetoonplaatidest, mis toestatakse hoone kandevseintele terasest kanduritega. Rõduplaadid on valmistatud veepidavust tõstva lisandiga ja pind on vormitud veeäravoolu kalletega [1].

Hoonel on raudbetoonõõnespaneelidest lamekatust. Õõnespaneelide peale paigaldatakse aurutõkkekembraan, nõutud ülekatete, teipide, tihendite ja ülespöördega parapetile. Seejärel paigaldatakse katusele alumiinium laminaatkattega ja sulunditega soojustusplaadid. Katusekalded on tagatud vahtpolüstüreenist soojustusplaatide kaldulõikamisega. Soojustuse minimalseks paksuseks on 20 mm ning kaldeks on 1:80. Kalletega soojustusplaatidele paigaldatakse ülekatete ja ülespöõretega polüetüleen kile. Soojustuse ja hüdroisolatsiooni kinnitamiseks tuleb kasutada plasttüübleid, et vältida külmasilla teket. Kaldekihid kaetakse minimaalselt 50 mm kiudbetoonist kandekihiga, mille peale kaetakse kahekordse kihiga SBS rullmaterjal, mis kleebitakse kuuma meetodiga. Katusele paigaldatakse katusepollarid, soojustusega lehtrid, katuseluuk ja tuulutuskorstnad [1].

2.6 Tehnilised süsteemid

2.6.1 Küte

Hoone põhiline kütmissviis toimub põrandaküttega. Samuti soojendavad hoonet ventilatsiooniküte ning põrandaküttega ühendatud radiaatorid. Sanruumides on aga elektriline põrandaküte. Hoone kütmine toimub kaugküttega. Soojasõlm asub maja maa-alusel korrusel edelapoolses otsas paiknevas tehnoruumis. Korterite ja üldalade temperatuuri reguleeritakse termostaatide ja temperatuurianduritega. Hoones on kavandatud kahetoru küttesüsteem. Küttetrassid tuleb isoleerida fooliumkattega villaga. Kõik küttesüsteemid varustatakse vajalike sulgemis- ja reguleerimisseadmetega ning automaatikaga [2].

2.6.2 Ventilatsioon

Hoone igasse eluruumi on tagatud õhu juurdevool sisepuhkesüsteemist või siirdeõhuna. Mustad ja märjad ruumid nagu parkla ja vannitoad hoitakse alarõhulistena, et reostunud õhk kõrvalruume ei mõjutaks. Sellistesse ruumidesse satub õhk läbi uksepilude ja siirdeõhurestide. Antud tehases valminud ventilatsiooniseade on varustatud soojustagastiga, mis suurendab süsteemi kasutegurit ning kütusekulude vähenemist [2].

2.6.3 Veevarustus ja kanalisatsioon

Hoone põhilisteks veetarbimisruumideks on korterite köögid, saun- ja pesuruumid. Samuti tarvivad vett kastmiskraanid ja koristajaruumid. Veevarustussüsteem ühendatakse automaatikasüsteemidega, et jälgida ja kontrollida hoone veevarustust. Antud piirkonnas on veevarustuse allikaks Tallinna ühisveevärk, mis tagab veesurvet normaalolukorras 280 kPa, tulekahju olukorras 100 kPa. Antud kinnistule on ette nähtud uus de75 mm veeühendus ja liitumispunkt olemasolev De160x9,5 PN10 plasttoruga. Veesisend on projekteeritud maa-alusesse tehnoruumi, kuhu on ette nähtud paigaldada veemöödusõlm. Kõik läbiviigud läbi hoone maa-aluste seinte tuleb teostada hülssidega, mis tagavad konstruktsiooni nõuetekohast veepidavust. Eraldi alamveemööttjad paigaldatakse korterite veepüstikutest külma ja sooja vee väljavõtetele. Samuti eraldi veemööttjad on paigaldatud tehno- ja koristajaruumidesse [3].

Kinnistule projekteeritud kanalisatsioonisüsteem on lahkvoolne, mis tähendab eraldi süsteemi reoveele ja sademeveele. Hoone reoveed suunatakse kinnistu kaguosas asuvasse Uus-Volta tänava de315 kanalisatsiooni torusse läbi K1-LP kaevu. Olmekanalisatsiooni püstikud paigaldatakse šahtidesse, püstikud on ette nähtud plastikust. Torustiku õhutustoru peab viima katusepinna minimaalselt poole meetri kõrguseni ning toru peab olema UV-kindlast materjalist. Kogu reovesi suunatakse maa-aluse korruse lagede alla. Parklakorruse reovee äravoolusüsteemis on kavandatud õli- ja bensiinipüüdur. Kanalisatsioonisüsteem peab olema varustatud tagasilöögiklappidega, mis tõkestaks reovee tagasivoolu ja haisu torustikus. Hoone reoveepumpla on ette nähtud maa-aluse korruse aluse paigaldusega. Pumpla peab olema paigaldatud betoonist süvisesse ja olema ankurdatud, et põhjavee taseme tõusmisel ei oleks pumpla nihkunud. Kanalisatsioonipüstikud ja torustikud isoleerida vastavalt vajadusele müra, tulepüsivuse ja kondensaadi vastu mineraalvillaga [3].

3 MAJANDUSOSA

Antud ehituseelarve on kokku pannud Metropoli Ehitus OÜ meeskond, kasutades klassifikaatorit EVS 885:2005 „Ehituskulude liigitamine“ [4]. Antud eelarve kirjeldab kogu kinnistu terve maa-aluse parklakorruse ja Uus-Volta 10 aadressil asuvat „Hoone 1“ maksumust. Kõik välja toodud summad on arvestatud peatöövõtu firma kasumita ja käibemaksuta ning koondhinne näitab ehitise omahinda.

Tuginedes hoone omahinnale 3 629 290 eurot (Tabel 2) saab arvutada hoone suletud netopinna ühe ruutmetri maksumust, milleks on 2842 eurot/m². Analüüsides lähelasuvate elurajoonide ruutmeetri hinda ning arvestades antud projekti peatöövõtja kasumiks 10% ja käibemaksu 22% saab analüüsida hoone hinda turul. Antud kinnistu lõpliku suletud netopinna ruutmeetri maksumuseks on 3 813 eurot, mis on turu keskmise hinnaga võrreldes pigem madal.

Tabel 2. Hoone maksumus

EVS 8005 kood	Rühma nimetus	Summa €	Osakaalu % eelarvest
1	Välisrajatised	447 550,0	12,3
2	Alused ja vundament	848 948,6	23,4
3	Kandetarindid	628 354,0	17,3
4	Fassaadielemendid ja pinnakatted	231 547,2	6,4
5	Ruumitarindid ja pinnakatted	441 023,7	12,2
6	Sisustus, inventar, sea	47 852,5	1,3
7	Tehnosüsteemid	421 014,2	11,6
8	Ehitusplatsi korralduskulud	267 420,0	7,4
9	Ehitusplatsi üldkulud	295 580,0	8,1
KOKKU		3 629 290,2	100

4 KOONDKALENDERPLAAN

Antud peatükis kirjeldatakse lühidalt koondkalendergraafikus olevaid ehitustöid (Joonis 1, graafiline osa). Tööde ajamahukuse määramiseks on kasutatud objektimeeskonna ja lõputöö koostaja kogemust ning ajanorme RATU kartoteegist [5]. Tööde algust plaanitakse 15.04.2024 ja tööde lõppkuupäevaks on arvestatud 11.09.2025. Kalendergraafiku kestvus on 369 päeva.

4.1 Ettevalmistustööd

Enne ehituse algust peab objekti selleks ette valmistama. Objektile tuuakse sanitaar- ja kontorsoojakud, määratakse teede, turnikee, parkimis- ja ladustamisalade asukohad. Turnikee on vajalik, kuna alates 2025. aastast peab igal suuremal objektil töötavatel ehitajatel olema töötaja kaart, mida peab tööline iga hommik turnikees registreerima. Antud kinnistul asuvad vanad tehase- ja laohooned, mida tuleb rasketehnikaga purustada ning tekkinud ehitusjäätmed koguda konteineritesse ja viia jäätmekeskusesse, kus need sorteeritakse ja võimalusel taaskasutatakse. Kuna lammutustöö kuulub ohtlike ehitustööde alla, tuleb ehitusala piirata ning riputada piirdeaedadele vajalikku ohumärgistust. Soojakud ühendatakse vajalike kommunikatsioonidega ning paigaldatakse elektrikilbid.

4.2 Mullatööd

Lammutustööde lõpemisel märgib geodeet väljakaevatava pinnase perimeetri ning tellitakse objektile roomikekskavaator. Antud objekti puhul tuleb välja kaevata 4,2 meetrit pinnast ning lifti šahti kohtades 5,2 meetrit. Pinnaseproovidega selgus, et hoonealune krunt on naftareostusega 0,5 meetri sügavuselt kuni 3 meetri sügavusel asuva liivakivini. Kuna maa-aluse parkla pärast väljakaevatava pinnase maht on väga suur, tuleb kogu reostunud pinnas objektilt ära viia. Ehitusplats on piisavalt suur, et tagada kaeviku äärtele piisavat kallet, et vältida kaeviku sissevarisemist. Tekkivast pinnaseveest tuleb eraldada liiv ning suunata kanalisatsiooni kaevu.

4.3 Vundament

Hooned on kavandatud plaatvundamendile, mille alla peab tagama tihedat killustikkihti paksusega 200 mm. Killustikualune looduslik pinnase pealmine kiht ei tohi olla rikutud, peab olema tihe. Esialgu rajatakse alusplats kraanale kaeviku edelapoolses servas. Enne põhivundamendi töid ehitatakse esimesena liftisüvend, mille samuti märgib maha geodeet.

Süvendi madalaim kõrgusmärk on -5,2 m. Esiteks rajatakse 200 mm paksune killustikkiht, mida hoolikalt tihendatakse ning laotakse. Seejärel püstitatakse raketis, paigaldatakse armatuurid, paigaldatakse sisse vajalikud kommunikatsioonid ning täidetakse kõik betooniga veetihedust tõstva lisandiga. Armatuurid peavad ulatuma betooni pinnast kõrgemale, et hiljem siduda liftisüvendi seinu plaatvundamendiga. Kuna süvend on väga suur ning pinnast rikkuda ei tohi, tuleb teostada betoneerimistöid kraana ja betooni etteandekorviga. Samal ajal saab hakata tooma objektile killustiku ning seda koluga kaevikusse puistama. Seejärel tõstetakse kaevikusse plaatvibraator ning pidevalt kontrollitakse killustikukihi kõrgusmärke. Killustikukihi tihedust tuleb kontrollida erinevates kohtades ja tulemused protokollida. Kui killustikukiht on rajatud rullitakse killustikule polüetüleenkile, mis tõkestab betooni imbumist pinnasesse. Kile peale paigaldatakse distantsplokid ja laotakse peale armatuurid. Pärast vundamendi valamist betoneeritakse järgnevalt postid ja välisseinad, mistõttu peab plaatvundamendi sisse jätma väljaulatuvad jätkuvrauad. Täpsemalt on vundamendi ehitus kirjeldatud plaanil „0-tsükli tehnoloogiakaart” (Joonis 3, graafiline osa).

Plaatvundamendi tööd algavad suve alguses, seepärast peaks vältima kiiret vee aurustumist betoonist, mille vältimiseks tellitakse lisanditega betoon ning valatakse betoonpinnale õhuke veekiht, mis omakorda kaetakse kilega. Seinte ja postide armatuurid seotakse plaatvundamendi jätkuvarmatuuridega, püstitakse ümber ja toestatakse raketised. Seinte postide betoneerimisel tuleks kihid järk-järgult tihendada vibronuiaga. Kui seined on lahti rakestatud saab seintele väljastpoolt isolatsiooni paigaldada. Vundamenti soojustatakse 100 mm paksude vahtpolüstüreenist soojusisolatsiooni plaatidega. Garaažiust ümbritsevaid seinu soojustatakse tulekindla kivivillaga. Soojustusplaadid kinnitatakse vundamendi seintele liimimise teel ja kaitstakse 9 mm paksu vundamendi kaitsemembraaniga. Lisakaitse tagamiseks kleebitakse hüdroisolatsioon kohtadesse, kus vundamendi sein liitub esimese korruse seinaelementidega.

4.4 Montaažitööd

Hoone vahelaed ehitatakse monteeritavatest raudbetoonõõnespaneelidest, mis toetuvad eelnevalt valatud postidele, taladele ja monteeritud kandeveintele. Montaažitööd toimuvad korruste kaupa, kus esiteks paigaldatakse korruste sisesed kandvad seinad ning seejärel välimised. Elementide tõsteid teostab tornkraana tõstehaaratsite ja trossidega. Vahelaed paigaldatakse 20 mm paksustele montaažiklotsidele. Kui vahelaed on paigaldatud, tuleb servapaneelide õõnte ääred purustada ja ühendusaasad sisse panna. Samuti tuleb teha ka paneelide otstes, kus õõntesse paigaldatakse ühendussarrused. Seejärel saab teostada

paigalvalu, et õõnespaneelid moodustaksid ühtse membraani. Iga korruse vahelaepaneelide monteerimise järel paigaldatakse korterite rõdud, kinnitades need terasest kanduritele. Selleks purustatakse õõnespaneelidesse avad, mis on eelnevalt projekteerijaga kooskõlastatud. Tekkinud avadesse paigaldatakse teraskandurid ja betoneeritakse täis. Järgnevalt tuuakse objektile tehases eelvalmistatud kandvaid väli- ja siseseinapaneele. Seinapaneelid ühendatakse sidevarrastega horisontaalsuunaliste konstruktsioonidega ning seejärel toestatakse diagonaaltugedega, sidemekohtadesse paigaldatakse armatuurid ja täidetakse betooniga.

4.5 Katusetööd

Katusetööde projekteerimisel ja tööde organiseerimisel on lähtutud ehitusstandardist EVS 920-5:2003 [6]. Hoone katuse õõnespaneelide paigaldamise lõpus rullitakse paneelidele BH1 klassi aurutõkkemembraan. Membraani paigaldamisel tuleb tagada konstruktsiooni aurutihedus. Selleks kontrollitakse õõnespaneelide pealmine kiht, et peal ei oleks tolmu ja prahti, mis membraani vigastada saavad. Membraan kinnitatakse pinnale kahepoolse teibiga tagades ülekattet minimaalselt 10 cm ning teipides ülekatte koht teibiga. Paigalduse ajal ei tohi õhutemperatuur langeda alla $+5^{\circ}\text{C}$. Järgnevalt paigaldatakse lamekatusele nihutusega kahes kihis sulunditega isolatsiooniplaadid alumiiniumkattega, mille soojusläbivus peaks olema väiksem või võrdne $0,022\text{ W/mK}$. Isolatsiooniplaadid kinnitatakse lamekatusesse mehaaniliselt tüüblitega. Seejärel tagatakse vahtpolüstüreenist soojustusplaatidega põhikalded. Katusekalded saavad olla minimaalse paksusega 20 mm ning peavad olema ühtlase 1° kaldega. Plaadid kinnitatakse plasttüüblitega allolevatesse kihtidesse. Soojustuse peale paigaldatakse polüetüleenkile minimaalse paksusega 0,2 mm. Kile paigaldatakse minimaalse 15 cm ülekattega ning tekkinud vuugid tuleb teipida ja teha ülespöörded parapetile. Tekkinud kalded kaetakse 50 mm kiudbetoonist katusekatte kandekihiga, moodustades lehtrite ümber vastukalded parema veeärastuse jaoks. Pealmiseks katusekihiks rullitakse kahekordse kihina SBS rullmaterjali, mis kinnitatakse kuuma meetodiga. Täpsemalt on kirjeldatud katusetööd „Katusetööde tehnoloogiakaart” (Joonis 4, graafiline osa). Katuse ehituse ajal viibib töötsoonis maksimaalselt 10 töölisi.

4.6 Sise- ja välisviimistlus

4.6.1 Fassaaditööd

Oktoobris, katusetööde teostamise ajal saab alustada sise- ja fassaaditöödega. Fassaaditööd algavad oktoobris ja kestavad kuni detsembri lõpuni. Põhilisteks töödeks on fassaadi

värvimine, välisseinte paneelide vaheavade vuukimine ja akende paigaldus. Hiljem tuleb paigaldatud aknad samuti katta kilega, kuna hoone sees teostatakse mitmed tolmurikkad tööd. Töid teostatakse talve alguses, mistõttu tuleb eelnevalt hoolikalt läbi mõelda tööde teostamist ning uurida materjalide kasutusjuhendeid. Mõningaid materjale ei saa paigaldada niiskele pinnale ning mõni materjal kardab miinuskraade. Vajadusel tuleb töödeldav pind varjata ning soojendada. Kui fassaad on kaetud ning hoone on ilmastikukindlamaks muutunud saab alustada sisetöödega, mis on niiskuse ja temperatuuri vastu tundlikud.

4.6.2 Sisetööd

Põrandate tööd kestavad samal ajal fassaaditöödega detsembris. Selleks, et ilm sisetöid ei mõjutaks tuleb kõik aknaavad kilega kinni katta ning vajadusel paigaldama ruumidesse soojapuhurid. Vastasel juhul tekkiv külm tuuldus võib värsket betoonpinda rikkuda. Kandvatele paneelidele laotakse isolatsiooniks jäigad sammumüra plaadid, paigaldatakse sisse kommunikatsioonid ning kaetakse kilega. Kile peale paigaldatakse armatuuri distantiskandurid ja sellele omakorda armatuurvõrk. Enne betooni valamist tuleb kõikidesse seinäärtesse ja kõrvalruumidega liitumiskohtadesse paigaldada isolatsiooniribad, mis aitaksid vältida betooni pragunemist. Ajutiselt jäävad lahti need aknaavad, millest pumbatakse sisse betoon. Jaanuarist maini püstitatakse ruumides karkasseinu ja paigaldatakse sisse tehnosüsteeme. Selleks ajaks peab maja olema ilmastikukindel, kuna kasutatav kips ja pahtel kardavad liigset niiskust. Töid teostatakse korruse kaupa konkreetses järjekorras. Kui ühel korrusel lõpetab brigaad karkasside paigaldust, siis jätkatakse töödega kohe järgneval korrusel.

Veebruaris peaksid lõppema esimese korruse sisetööd ning korterite ja üldalade seinu saaks hakata krohvima ja viimistlema seitsmeliikmeline meeskond. Sanruumide plaatimistööd on kavandatud enne ruumide parketi paigaldust, kuna plaatimistööd on majas viimased tolmurikkad tööd. Kui ruumi põrandad ja seinad on valmis saab ukSED paigaldada.

4.7 Eritööd

4.7.1 Elektritööd

Elektritöid teostatakse mitmes etapis, hoone vundamendi rajamise lõpus, enne põranda valu, šahtide ehitamise, kipsseinte ja lagede paigaldamise ajal. Elektritööde brigaadi suurus on 3-5 inimest. Maa-alusest jaotuskilbist juhitakse kaablid kaabliredelitega maa-aluse korruse lae all ning elektrišahtidesse. Elektrišahtist juhitakse kaablid iga korruse ripplagede all. Nõrk- ja tugevvoolu kaablitel on ette nähtud eraldi kaabliteed. Niisketes ja tolmustes ruumides

paigaldatakse IP44 kaitsetasemega pistikupesid. Hoonele piksekaitset ei ole ette nähtud, kuna hoone on ümbritsevast hoonestusest madalam. Katuse vihmavee äravoolu neeludele paigaldatakse elektriküttegaablid, mille tööd reguleerib termostaat. Hoone katusele on kavandatud päikesepaneelid koguvõimsusega 100 kW, mille inverter, kaitseülidid ja väljalülitusseade asub hoone peakilbis.

4.7.2 Küte, vesi ja kanalisatsioon

Selleks, et püstakuid paigaldama hakata, peavad eelnevalt olema osaliselt laetud šahti seinad, et ankurdada püstakute kinnitusi. Eelkõige, kui katus on valmis, ehitatakse novembris sadeveekanalisatsioon, et viia katusel kogunev vesi minema ja siseruume kuivana hoida. Tööd teostab 3-6 liikmeline meeskond. Seejärel paigaldatakse korrustele põrandaküte, veevarustuse ja kanalisatsioonitorud ning ühendatakse need püstakutega. Vahel tehakse ka tehnoloogiline paus karkasseinte ehitamiseks. Kui püstakud on valmis piiratakse maa-alusel korrusel vee äravool ning täidetakse need veega, et kontrollida lekkekohtade puudumist. Kui torud on kontrolli läbinud saab neid isoleerima hakata ning sellega tegeleb sama brigaad.

4.7.3 Ventilatsioon

Novembris peavad šahtid olema osaliselt laetud ning selleks ajaks peaks olema paigaldatud ka maa-alusel korruse olev ventseade. Venttorude paigaldamist teostab viieliikmeline meeskond, arvestatud on 6 tööpäeva iga korruse venttorude paigaldamiseks. Tööde teostamise ajal peavad torude otsad olema suletud, et sisse ei sattuks ehitustolm.

4.8 Objekti üleandmine

Ehitustööde lõppemisel palgatakse seitsmeliikmeline puhastusbrigaad, kelle eesmärgiks on ehitusjärgse puhastuse teostamine. Seejärel saab tellijale valminud hoonet näidata. Juhul, kui tellijal tekkivad märkused tuleb organiseerida parandustööd ning teostada uus ülevaatus tellijaga. Enne korterite klientidele üleandmist tuleb peatöövõtjal saada hoonele kasutusluba.

5 EHITUSPLATSI ÜLDPLAAN

Lõputöö raames koostatakse korterelamu maapealses staadiumis oleva ehitusplatsi üldplaani (Joonis 2, graafilisene osa) ja seletuskirja, kus kirjeldatakse ehitusplatsi graafilise plaani koostamise põhimõtteid ning arvutatakse objekti elektrivoolu ja veevajadust.

5.1 Ehitusobjekti plaani kirjeldus

Kinnistu maapind on tasane ning on võrreldes kõrvalasuvate teede ja hoonetega kõrgemal, absoluutkõrgus jääb 12,6-13,4 m vahemikku. Ehitusobjekti geoloogiliste uuringute raames uuriti pinnast kuni 11 m sügavuseni maapinnast. Antud kinnistul 3,5 kuni 8 m sügavusel asub tihe liivakivi, millele toetub hoone vundament. Uuringute ajal selgus, et pinnasevee tase on 3 m sügavusel maapinnast, mis eeldab pinnasevee alandamist pumpamise teel. Kaevetööde ajal aga selgus, et kaevik pinnaseveega ei täitu. Ajutine drenaažisüsteem rajati selleks, et eemaldada lumest tekitatud sulavesi ja sademeveed, kuna 0-tsükli tööd on plaanitud kevadel.

Ehitusobjektil väljakaevatav pinnas utiliseeritakse, kuna varem kinnistul asunud tehas reostas vundamendi allolevat pinnast. Samuti ei sobiks see pinnas ka haljastustöödeks, kuna sisaldab ainult liiva ja killustiku.

Kogu objekt piiratakse piirdeaedadega. Objektile pääsevad töölised läbi turnikee töötajakaardiga, mis on eelnevalt elektrooniliselt registreeritud Maksu- ja Tolliameti e-teenuste keskkonnas [7]. Transpordile on ettenähtud eraldi väravad ning paigaldatud nii, et vähendada tööliste käimist läbi väravate. Kuna kinnistule ehitatakse kokku kolm eluhoonet, siis paigaldatakse esimene kraana nii, et kraana ulatuks esimese ja teise hooneni ning igasse vundamendi nurka. Kolmanda hoone jaoks püstitatakse eraldi kraana.

Kõik soojakud paigaldatakse objekti kirdepoolses osas ning samuti asub seal tööliste sissepääs objektile. Kokku paigaldatakse objektile 20 soojakut, millest 6 suuremat on peatöövõtja soojakut ning 14 väiksemat on alltöövõtjate omad. Soojakute tsoonis asuvad peatöövõtja kontorsoojakud, sanitaarsoojakud ning alltöövõtjate olmesoojakud. Soojakute vahel asub maapealne peaelektrikilp, mis toidab ehitusobjekti ning ühte kraanat. Soojakute juures asuv parkla on ainult peatöövõtjate autode jaoks. Peatöövõtja loal on lubatud ajutiselt parkida ehitusmaterjalide mahalaadimiseks. Laoalad on plaanitud ehitusobjekti ja olmetsooni vahelistel aladel, kuhu rajatakse killustikkiht. Peatöövõtja kontori seinal on hermeetilises karkas paigaldatud esmaabikomplekt ning seinal kinnitatud tulekustutid. Suitsetamise ala on planeeritud olmealast väljas ning on varustatud eraldi prügikasti ja tulekustutiga. Kinnistu

edelapoolses osas asuvad Uus-Volta tänava tee ääres kaks tulekustutushüdranti [8]. Selleks, et töölisel oleksid ehitusobjekti korraldusest informeeritud viiakse läbi instruktaaz ning objektile sisenemiskohtades on piirdeaedadele kinnitatud ehitusplatsi üldplaanid.

Ehitusobjektile on ette nähtud viis prügikonteinerit, erinevate jäätmete jaoks. Puidu ja kartongi, metalli, plastiku ja kilede, olmejäätmete ning ohtlike jäätmete konteinerid, mis asuvad objektil vastavalt prügi tekkekohale. Metallikonteiner on tõstetav kraanaga ning asub ehitusobjektil armatuuri ladustamise ja painutamise alas, kuna seal tekib neid jäätmeid rohkem.

Ehituslinnaku ja ehitusobjekti peaelektrikilp saab oma toidet Volta Energeetika OÜ alajaamast. Kuna peaelektrikilp toidab korraga kahte ehitusobjekti, siis paigaldatakse kilbis kaks elektriarvestit. Elektrikilbist väljuvad jaotuskaablid kinnitatakse piirdeaedade külge või peidetakse painduvasse plasttorusse, mis kaevatakse pinnase sisse, et liikuv rasketehnika seda puruks ei sõidaks.

Sansoojakud ühendatakse olemasoleva Tööstuse tänavapoolse ühisveetoriga. Selleks sõlmitakse leping Tallinna Vesi AS-ga, paigaldatakse kraan ning veearvesti [9]. Kaevikus tekkiv vesi ja soojakute reovesi suunatakse de110 mm torudega Uus-Volta tänavale varem projekteeritud de250 lahkvoolsesse kanalisatsioonitorustikku.

Enne ehitustööde algust sõlmitakse valvefirmaga tööleping. Objekti piirdeaedade ja ehituslinnaku juurde paigaldatakse liikumisandurid. Lisaks varustatakse objekt valvekaameratega, et peatöövõtjad saaksid jälgida distantsilt ehitusprotsessi ning toimuks pidev salvestus. Samuti paigaldatakse objektile suitsuandurid. Objektile määratakse tööajad ning tööpäeva lõpus läheb objekt automaatselt valvesse. Pikemate tööpäevade puhul saab valvekeskusega tööaegu muuta.

5.2 Elektrienergia vajaduse määramine

Ehitusaegse peakaitsme leidmiseks tuleb arvutada objekti elektrienergia maksimaalne vajadus, arvestades sellega, et kõik tarbivad seadmed töötavad samal ajal. Kõige aktiivsem elektritarbimise periood on veebruaris ja märtsis, millal objektil on suurim brigaadide ja soojakute hulk. Järgnevates tabelites (Tabel 3) ja (Tabel 4) on välja toodud seadmed, mis tarbivad elektrit antud perioodil soojakutes ja ehitusobjektil.

Tabel 3. Soojakute energiavajadus

Nimetus	Kogus, tk	Võimsus, kW	Võimsus kokku, kW
Laevalgustid	30	0,04	1,2
Boiler	3	2,00	6,0
Õliradiaator	24	2,50	60,0
Mikrolaineahi	8	0,90	7,2
Veekeetja	8	1,70	13,6
Kohvimasin	3	0,30	0,9
Joogiveeautomaat	5	0,50	2,5
Külmkapp	5	0,40	2,0
Printer	2	0,50	1,0
Arvuti	15	0,45	6,7
Monitor	15	0,10	1,5
KOKKU			102,6

Tabel 4. Ehitusplatsi tööriistad ja seadmed

Nimetus	Kogus, tk	Võimsus, kW	Võimsus kokku, kW
Armatuuri painutuspink	1	2,00	2,0
Soojapuhurid	8	3,20	25,6
Niiskuse eristajad	8	1,50	12,0
Käsitööriistad	25	1,80	90,0
Krohviprits	2	2,00	4,0
Kraana	1	110,00	110,0
Objekti valgustid	35	0,06	2,1
Tolmuimejad	2	1,00	2,0
KOKKU			202,7

Elektrivajadus kokku on 305,3 kW, millest soojakute sisevalgustid moodustavad 1,2 kW ja objektivalgustid 2,1 kW.

Arvutuslik elektrikoormus P_{arv} (kW) saadakse valemiga (1) [10]:

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

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.

Arvutuslik elektrikoormus P_{arv} leitakse vastavalt valemile (1):

$$P_{arv} = 1,1 \times \left(\frac{0,2 \times 302}{0,5} + 0,8 \times 1,2 + 2,1 \right) = 136,3 \text{ kW}.$$

Arvutusvooluhulgaks on 136,3 kW.

Peakaitsme suurus leitakse valemiga (2) [10]:

$$I_p = \frac{P_{arv} \times 1000}{\sqrt{3} \times U \times \cos \varphi}, \quad (2)$$

kus P_{arv} – samaaegne võimsus, kW;

I_p – peakaitsme voolutugevus, A;

U – Võrgupinge, 400 V;

$\cos \varphi$ – faasinurk väärtusega 0,9.

$$I_p = \frac{136,3 \times 1000}{\sqrt{3} \times 400 \times 0,9} = 218,6 \text{ A}.$$

Vastavalt elektrikoormusele valitakse peakaitsme suuruseks 3x200 A.

5.3 Veevajaduse määramine

Palju vett tarbitakse maalritööde ajal, kuna siis kulub palju vett mörtide ja müürisegude valmistamisel. Lisaks algavad veebruaris sisetööd ning inimesi on objektil palju, seega vaja vett igapäevaselt sanitaarsoojakutes. Ehitusobjekti lõunapoolses osas asuval Uus-Volta tänava ääres on kaks tuletõrjehüdranti, seega ei ole vaja arvestada tuletõrje veevarustust. Objekti ajutiseks veevarustamiseks ühendutakse krunti läbiva veetoruga, kuhu paigaldatakse veevõtu- ja veemöödu sõlme.

Veetoru dimensioneerimiseks on vaja kokku arvutada kõik ehitusplatsil vett tarbivad seadmed ning valida EVS 385:2022 standardi tabel 6.1 alusel veevõtuseadmete normvooluhulgad (Joonis 1) [11].

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	$0,07 + n \times 0,03^*$	$0,07 + n \times 0,03^*$
Loputuspaagiga 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. Veearmatuuri ja -seadmete normvooluhulgad l/s [11]

Tabel 5. Ehituslinnakus olevate seadmete normvooluhulgad

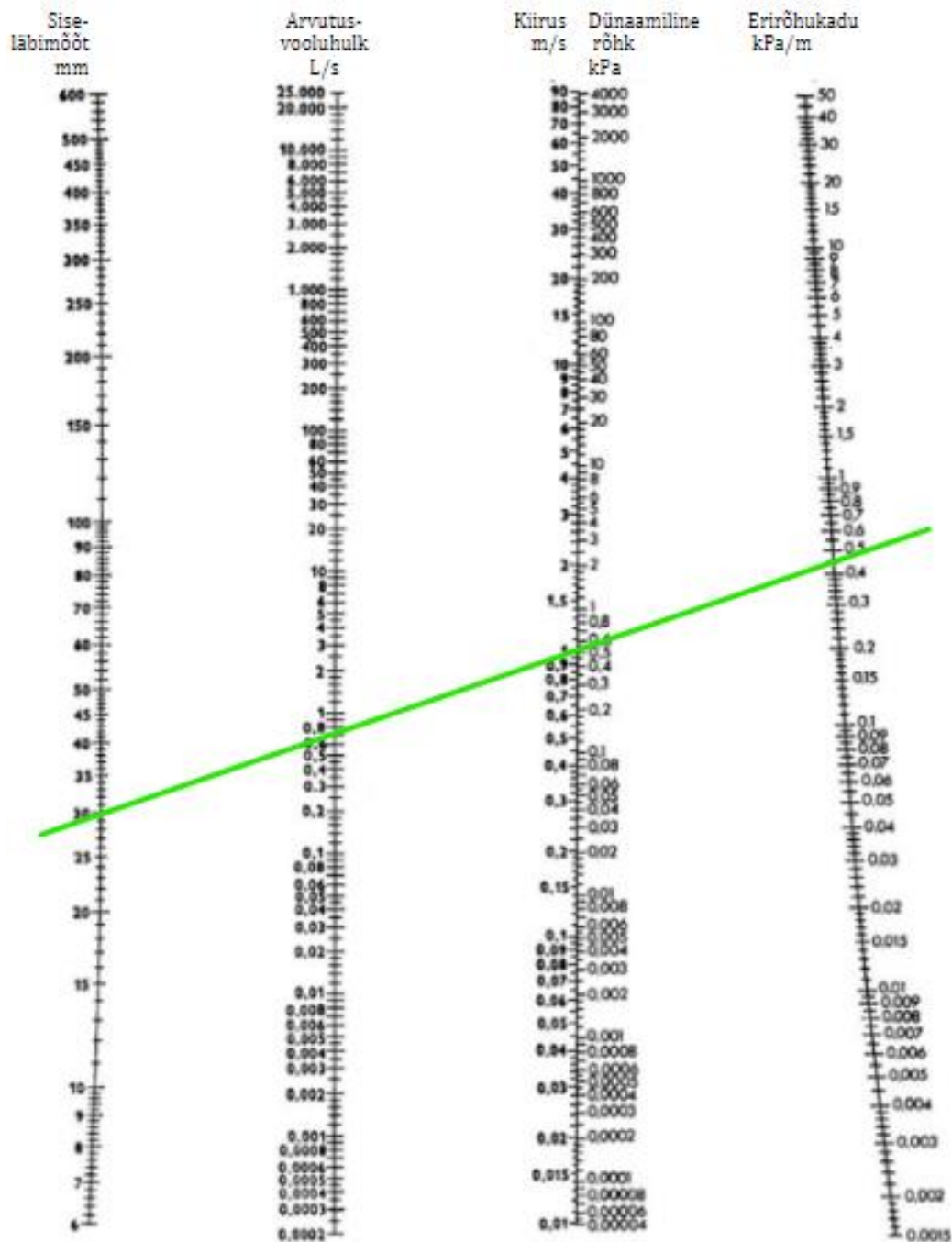
Veevõtuseadmed	Kogus, tk	Normvooluhulk, l/s	Normvooluhulk kokku, l/s
Valamusegisti	5	0,2	1
Dušisegisti	3	0,2	0,6
WC-pott	5	0,1	0,5
Kastmiskraan	2	0,4	0,8
KOKKU			2,9

Normvooluhulkade liitmise tulemusena saab leida veevärgi standardi tabel 6.3 alusel arvutusvooluhulga Q_a (Joonis 2). Leidmiseks tuleb arvestada torustiku suurimat normvooluhulka Q_{ni} , milleks on 0,4 l/s ning normvoolu hulkade summat ΣQ_n , mis kõiki seadmeid arvestades on kokku 2,9 l/s (Tabel 5).

Normvoolu- hulkade summa ΣQ_n L/s	Arvutusvooluhulgad Q_n L/s				Normvoolu- hulkade summa ΣQ_n L/s	Arvutusvooluhulgad Q_n L/s			
	Q_{ni} L/s					Q_{ni} L/s			
	0,1	0,2	0,3	0,4		0,1	0,2	0,3	0,4
1,9	0,35	0,45	0,54	0,63	22,0	1,22	1,32	1,42	1,51
2,0	0,36	0,46	0,55	0,64	23,0	1,26	1,35	1,45	1,56
2,2	0,38	0,47	0,56	0,65	24,0	1,29	1,39	1,48	1,58
2,4	0,39	0,48	0,58	0,67	25,0	1,32	1,42	1,51	1,61
2,6	0,41	0,50	0,59	0,68	26,0	1,35	1,45	1,55	1,64
2,8	0,42	0,51	0,61	0,70	27,0	1,38	1,48	1,58	1,67
3,0	0,43	0,53	0,62	0,71	28,0	1,42	1,51	1,61	1,71

Joonis 2. Elamute ja ühiskondlike hoonete jaotustorustiku arvutusvooluhulgad [11]

Arvutuslikuks vooluhulgaks on 0,71 l/s (Joonis 2). Ehituslinnaku ajutine veetorustik ehitatakse PE – torudest ning dimensioneerimisel arvestatakse voolukiirusega 1 m/s [11].



Joonis 3. Plasttorude hüdraulilise arvutuse nomogram [11]

Plasttorude nomogrammi alusel saab leida ajutise veetorustiku siseläbimõõdu, kus arvestatakse arvutusvooluhulka ja voolukiirust (Joonis 4). Antud parameetrite alusel saame toru sisemiseks läbimõõduks 30 mm. Kuna sellise läbimõõduga PE-toru ei ole, siis valitakse plasttoru välisläbimõõduga 40 mm ja seinte paksusega 4 mm [12].

6 KALKULATSIOON EHTUSE ORGANISEERIMISE KULUDE MÄÄRAMISEKS

Antud peatükis kirjeldatakse ehituse organiseerimise kulusid. Ehitusobjekti eelarve põhjaks on kasutatud EVS 885:2005 „Ehituskulude liigitamine” ehitusstandardit [13]. Järgnevas tabelis (Tabel 6) on liigitaud ehituskulud pearühmade 8 ja 9 järgi, vastavalt ehitusplatsi korralduskulud ja ehitusplatsi üldkulud. Ehitusplatsi korraldus- ja üldkulud maksavad käibemaksuta kokku 563 000 eurot. Kogu eelarvest moodustavad ehituse organiseerimise kulud 15 protsenti. Antud tabeli (Tabel 6) mahtude arvutamiseks on kasutatud Metropoli Ehitus OÜ poolt antud projekti jooniseid ning ühikhinnad on leitud rendivarustuse veebilehtedelt, on uuritud infot platsimeeskonnalt ja küsitut otse rendivarustuse pakkujatelt.

Tabel 6. Ehituse organiseerimise kulud [13]

EVS 885 Kood	Kirjeldus	Maht	Ühik	Ühikhind, €	Hind kokku, €
8	EHITUSPLATSI KORRALDUSKULUD				267 420
81	Ajutised ehitised ehitusplatsil				73 350
811	Soojakud ja olmeruumid	14	kuu	250	3500
813	Kraanateed	4350	m ²	11	47 850
815	Piirded ja reklaamtahvlid	400	jm/päev	4,5	1800
816	Ehitise kaitse	14	kuu	1300	18200
818	Tellingud, lavad ja tõstukid	1	obj		2000
82	Ajutise tehnosüsteemid				11 450
821	Vesi ja kanalisatsioon	1	obj	750	750
822	Elektripaigaldis	1	obj	1500	1500
8221	Elektri seadmete kontroll	14	kuu	550	7700
824	Side ja infosüsteem	1	obj	1500	1500
83	Masinad ja seadmed				104 000

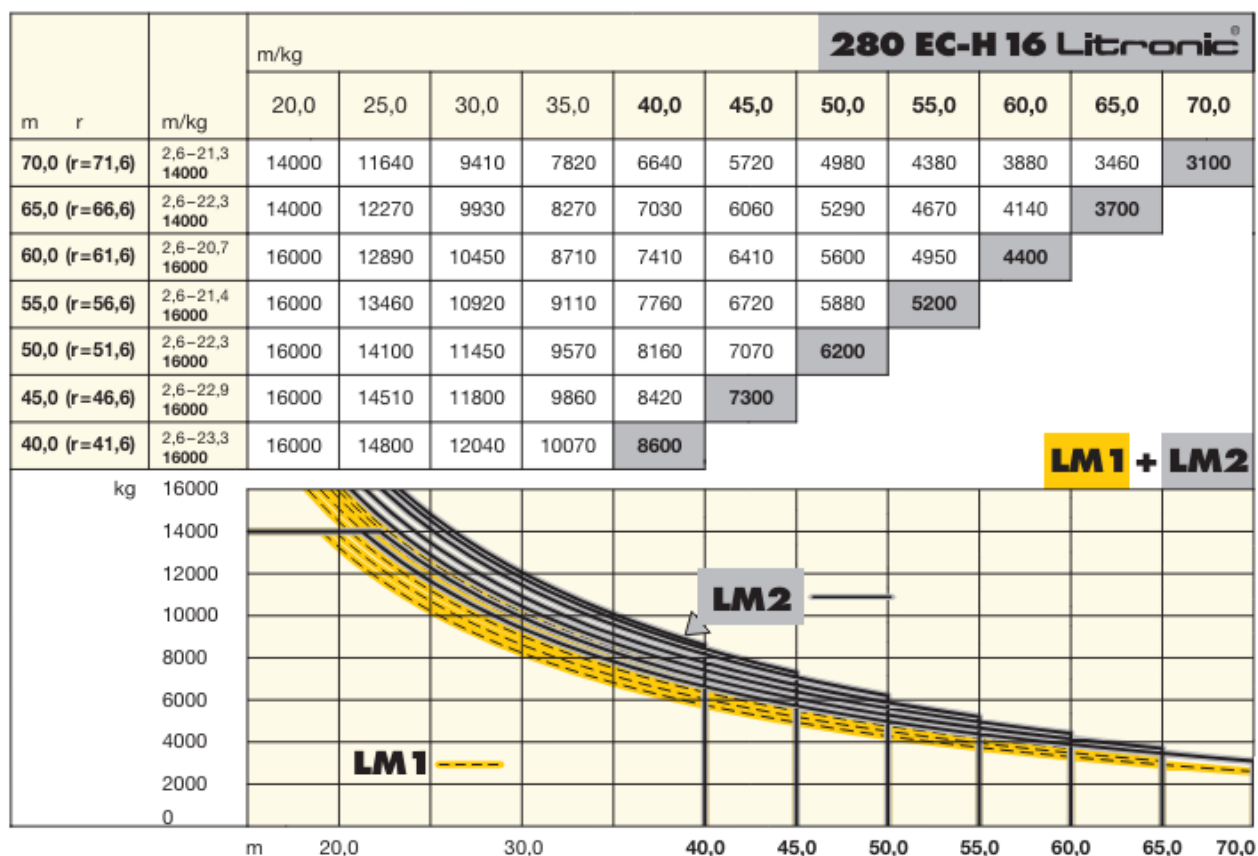
EVS 885 Kood	Kirjeldus	Mah t	Ühik	Ühikhind, €	Hind kokku, €
833	Tornkraana	8	kuu	13 000	104 000
85	Abimaterjalid				18 000
86	Energiakulu				28 420
861	Elektrikulu	14	kuu	1 850	25 900
862	Veekulu	14	kuu	180	2520
87	Veod				32 200
871	Materjalide vedu	14	kuu	1 000	14 000
874	Jäätmekäitlus	14	kuu	1 300	18 200
9	EHITUSPLATSI ÜLDKULUD				295 580
91	Juhtimiskulud				233 000
911	ITP palgad	14	kuu	13 700	191 800
912	Kontori ülalpidamiskulud	14	kuu	150	2100
913	Abitöölise palgad	14	kuu	2 500	35 000
914	Proovide võtmine ja katsetamine	1	obj	2 000	2000
915	Valve	14	kuu	150	2100
92	Kulud abistavatele tegevustele				15 080
921	Möötmise	1	obj	3 000	3000
923	Ruumide korrashoid	14	kuu	400	5600
925	Lõplik koristamine	4320	m²	1,5	6480
94	Talvised lisakulud				2000
96	Lepingu erikulud				45 500
961	Ehitustööde kindlustus	1	obj	5 500	5500

EVS 885 Kood	Kirjeldus	Mah t	Ühik	Ühikhind, €	Hind kokku, €
963	Garantii tagatis, -kindlustus	1	obj	10 000	10 000
964	Garantii parandustööd	1	obj	30 000	30 000
	Ehituse organiseerimise kulud kokku				563 000
	Osakaal kogumaksumusest, %				15

7 TÖSTEMEHHANISMID E HITUSE LÄBIVIIMISEKS

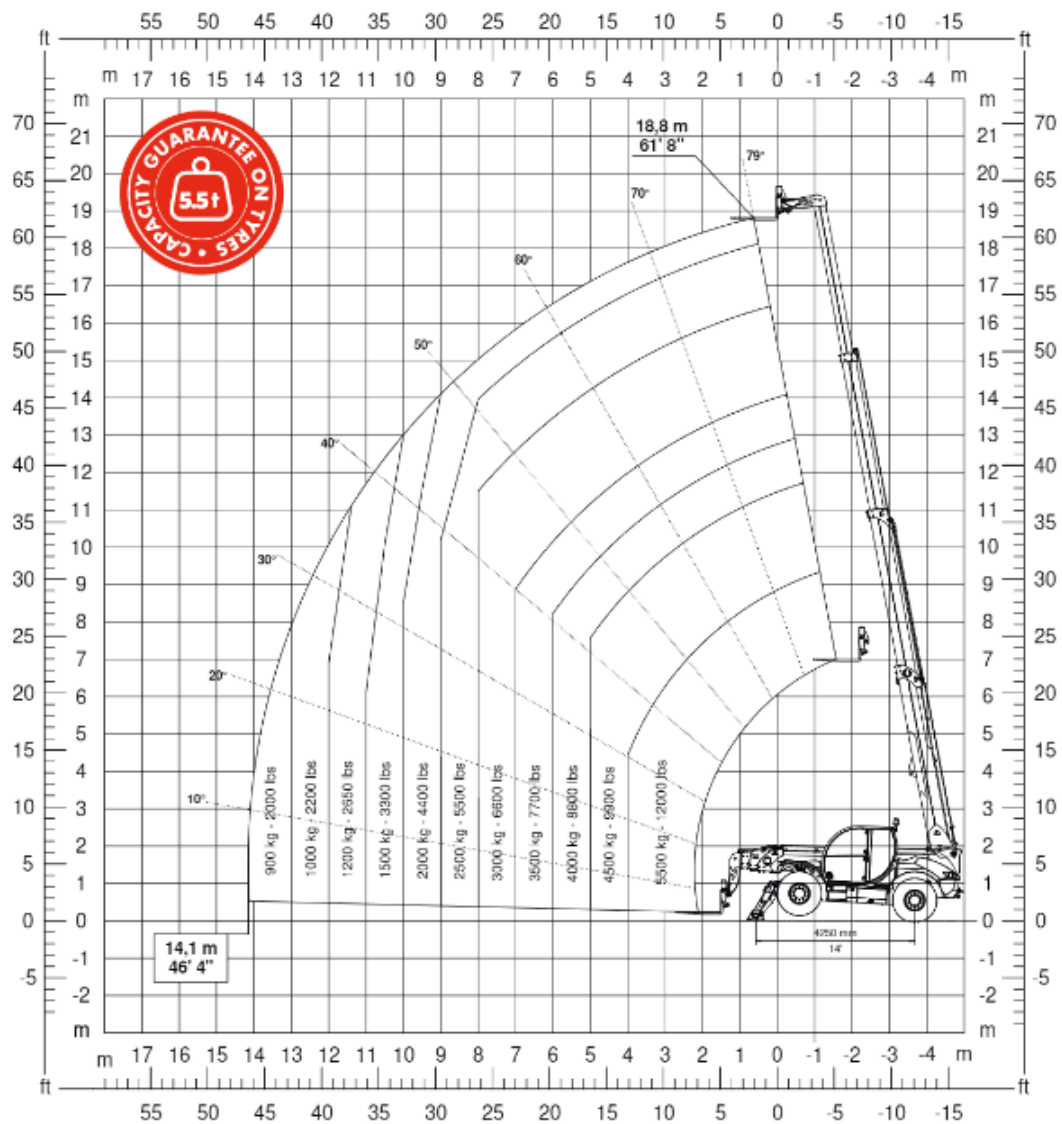
Käesolevale kinnistule on plaanitud kolm elamuhoonet ning ühine maa-alune parkla. Iga hoone vahelagi ja seinad on projekteeritud monteeritavatest elementidest ning lähtudes tõstetööde rohkusest on kõige ratsionaalsem kasutada antud objektil tornkraanat. Tornkraanat on vaja objektil kaheksaks kuuks, plaatvundamendi armatuuride paigalduse algusest kuni katuse ehituse lõpuni. Kraana paigaldatakse objektile nii, et lisa tõstetehnikat vaja ei oleks. Väiksemate tõstetööde jaoks tellitakse vajadusel objektile teleskooplaadur. Vastavalt objekti tingimustele paigaldatakse objektile Liebherr 280 EC-H 16 Litronic tornkraana [14], mille maksimaalseks tõstekauguseks on 70 meetrit ning antud raadiusel suudab tõsta 3 100 kilogrammi. Kraana maksimaalne tõstevõime on 16 000 kilogrammi vastavalt allolevale joonisele (Joonis 4). Tornkraana on valitud selliselt, et tõstekaugus ja tõstejõud vastaks objekti nõuetele. Kõige kaugemaks ja raskemaks tõsteks on 35 meetri kaugusel paiknevad maa-pealse korruse monteeritav seinapaneel, mis kaalub 5 400 kg. Antud kaugusel on kraana tõstevõime 6 820 kg, seega tõstetav element ei ületa antud kraana tõstevõimet.

Enne tornkraana paigalduse algust rajatakse objektile killustikkiht, mida tihendatakse ning seejärel kontrollitakse tihedust mitmest kohast. Kraana juures asub eraldi elektrikilp, mis saab toidet otse peakilbist. Toidet 400V / 125 A tagatakse plasttorusse paigaldatud kummikaabliga ristlõikega $4 \times 50 \text{ mm}^2$ [15], mida maetakse pinnasesse, et kaitsta mehaaniliste vigastuste eest. Kraanale on ette nähtud maandusjuhe suurima takistusega 10 oomi, mille paksus on 50 mm^2 [16]. Järgnevalt ühendatakse maandusjuhe pinnasesse paigaldatud taldmiku ehitamise ajal maandustraadiga.



Joonis 4. Tornkraana Liebherr 280 EC-H 16 Litronic tõstegraafik [14]

Ülejäänud lihtsamaid tõstetöid teostatakse teleskooplaaduriga Magni TH 5,5.19 [17], mille maksimaalseks tõstekõrguseks on 18,8 meetrit ning suurimaks tõstevõimeks on 5,5 tonni. Antud teleskooplaadur sobib antud objektile, kuna hoone kõrgus on 14,4 m ning selle tõstevõime võimaldab teostada suurt kogust lihtsamaid tõstetöid. Sellega saaks teostada materjalide tõsteid hoone katusele, eemaldada prügi korrustelt ning liigutada esemeid objektile. Tõstegraafik on toodud allpool (Joonis 5).



Joonis 5. Teleskooplaaduri Magni TH 5,5.19 tõstegraafik [17]

8 0-TSÜKLI TEHNOLOOGIAKAART

8.1 Ehitustööde kirjeldus

Peatükis kirjeldatakse Uus-Volta tänaval asuva elamahoone 0-tsükli tööde läbiviimist. Antud tehnoloogiakaart kirjeldab kaevetöid, plaatvundamendi ehitust, maa-aluse korruse postide, talade, seinte ja vahelae ehitamist. 0-tsükli töid on kirjeldatud ka graafilisel joonisel (Joonis 3, graafiline osa). Järgnevate ehitustööde teostamise tootlused on arvutatud tuginedes Ratu ajanormidele [5]

8.2 Tööde loetelu

0-tsükli ehitamise tööetapid:

- süvendi kaevamine (sh paksendid ja liftišahtid),
- ettevalmistustööd (geotekstiil, killustik, kile),
- armeerimistööd (sh kommunikatsioonid, raketis),
- betoneerimine ja järeltööd,
- kandevkonstruktsioonide ehitus,
- 0-korruse vahelae ehitus.

8.3 Süvendi kaevamine

Enne tööde teostamise algust rajatakse tulevase süvendi perimeetri ümber piirdeaed. Süvendi kaevamiseks tuuakse objektile kaks roomikekskavaatorit, näiteks Hyndai HX220AL >22 t [18], millega kaevatakse pinnas kallurautodesse ja viiakse objektilt minema. Kogu väljakaevatav pinnas tuleb utiliseerida, kuna eelnevalt läbiviidud uuringutest selgus, et pinnases esineb mitmeid keemilisi ühendeid. Süvendit kaevatakse vastavalt plaatvundamendi suurusele, arvestades ajutise drenaaži süsteemi, nõlvade ja tööliste liikumise ruumiga. Süvendi kaevamisel tuleb arvestada nõlvade kalletega, et see tööliste liikumist kaevikus ei ohustaks. Nõlvad tehakse kaldega 130°, kuna pealmised pinnasekihid on liivased ning ei ole tihedad. Süvendit kaevatakse olemasolevast maapinnast 4,2 meetri sügavusele ning sügavamad kohad on ette nähtud liftišahtide kohtades, kus sügavus on 5,2 meetrit. Liftišahtide süvendid asuvad telgede 5 ja R, 10 ja G ning 15 ja J ristumiskohtades. Samuti tuleb sügavamale kaevata vundamendi paksendid, mille asukohad on märgitud graafilise osa joonisel (Joonis 3).

Kuna pinnasevee tase jääb maapinnast 2 kuni 3 meetri vahemikku, siis kaevikusse vee kogunemise vältimiseks kaevatakse süvendi perimeetril 40 sentimeetrit sügav kaev, mis täidetakse killustikuga ning paigaldatakse sisse pump. Sobivaks oleks 1 kW võimsusega ning

tootlikusega 600 L/min pump. Vundamendi perimeetri ja liftišahtide asukohad märgib objektile geodeet. Samuti saab geodeet selgeks teha süvendi madalaima koha, kuhu asetatakse ajutine pump. 0-tsükli tööde raames tuleb välja kaevata 11 670 m³ pinnast. Arvestades ühe masina tootluseks 720 m³/vahetus leiame, et süvendi kaevamiseks kulub kahel masinal 8 päeva.

8.4 Ettevalmistustööd

Kuna plaatvundamendi töid teostatakse järjest nelja sektsioonina ning iga etapp on teineteisega sarnane, siis kirjeldatakse edaspidi plaatvundamendi ühe sektsiooni töid. Esialgu betoneeritakse ¼ plaatvundamendi pindalast ning sellepärast tuleb algul ette valmistada ainult antud osa. Enne tööde teostamise algust paigaldatakse süvendisse tellingutest trepid, et tagada tööliste kiire ja ohutu liikumine. Esimene tööloik asub A, K ja 14, 20 telgede vahelises alas. Vundamendi plaat on projekteeritud toetuma tihedale liivakivi kihile, mistõttu peab jälgima pinnasevee taset, et liivakivi solgiseks ei muutuks. Sadamerikka perioodi puhul peab paigaldama ajutisse drenaažisüsteemi veel ühte pumpa. Objektile jääb ainult üks roomikekskavaator ning kolm abitöölist. Ettevalmistatud tasasele liivakivi pinnale ei tohiks enam tehnika peale sõita. Tasasele liivakivi kihile rullitakse geotekstiil filterkangast ülekatetega 300 mm. Geotekstiilile rajatakse peale 200 mm peenkillustikkiht fraktsiooniga 16-32 mm. Killustikkihi minimaalseks tihedusastmeks on lubatud 98% ning minimaalne kandevõime $E_1 > 120 \text{ MPa}$. Kiht tihendatakse vibroplaadiga ning seni kuni kihi nõutud tihedus on tagatud. Kui killustikalus on valmis rullitakse peale PE-kile paksusega $> 0,2 \text{ mm}$ ning minimaalne ülekate tohib olla 200 mm. ¼ sektsiooni ettevalmistustööde teostamisele kulub neljal töölisel 7 tööpäeva.

8.5 Plaatvundamendi armeerimine ja rakestamine

Plaatvundamendi armeerimise ja rakestamise etapil on objektile kokku 10 inimest. Armeerimise ja rakestamise meeskonnas 8 töolist ning 2 inimest, kes paigaldavad vundamendiplaadis olevaid kommunikatsioone. Armeerimise brigaadist 4 töolist paigaldavad ning seovad armatuure, 2 inimest paigaldavad raketisi ja ülejäänud 2 inimest teostavad armatuuride lõikamist ja painutamist.

Polüetüleenkile peale paigaldatakse distantiskandurid, et tagada armatuuridele piisav kaitsekiht. Plaadi armatuuride kaitsekihtide tolerants on $-10 \text{ mm}/+10 \text{ mm}$. Plaadi alumises pinnas on minimaalne kaitsekiht 55 mm ning külgedes 35 mm. Armeerijatega töötab objektile ka geodeet, kes märgib armatuuride täpsed asukohad. Kui armatuuride pealmine ja alumine kiht on paigaldatud, saavad oma tööd alustada kommunikatsioonide paigaldajad.

Kommunikatsioonide paigaldajad ei tohi armatuuride asukohti muuta ega neid lõigata. Osade kommunikatsioonide jaoks on plaatvundamendis ette nähtud eraldi tsoonid, kus on plaadi sügavus ja armatuuri vahed suuremad.

Armeerimise käigus hakatakse püstitama Armatuuride ümber raketist. Plaatvundamendi puhul ehitatakse need veekindlast vineerist minimaalse paksusega 18 mm ja prussidest. Horisontaalselt pikki raketist on toestatud 50x100 mm prussidega. Raketise fikseerimiseks lüüakse vasaraga maapinna sisse kaks omavahel kinnitatud vertikaalset 50x100 mm prussi, samm on antud juhul 1000 mm. Kohtades, kus vundament jätkub tehakse raketise sisse pikiarmatuuride diameetriga võrdsed augud ning suunatakse sealt pikiarmatuurid välja. Hiljem saab vundamendi armatuurid omavahel siduda ning vältida betoonivalu ajal betooni kadu.

0-tsükkel on projekteeritud kessoonina. Veetihedus tuleb tagada vundamendiplaadi välisseinte, süviste ja panduse liitekohtades, mistõttu kasutatakse konstruktsioonide liitekohtades vuugiplekk. Vuugiplekk paigaldatakse jätkuarmatuuride vahele ning peab olema süvistatud värskesse betooni minimaalselt 3 cm sügavusele. Jätkuarmatuurid on ette nähtud kohtades, kuhu hiljem püstitatakse seinu ja poste. Jätkuarmatuurid peavad betoonipinnast välja ulatuma 800 mm postide puhul ning seintel 480 mm. Kasutatavate armatuuride tugevusklass on B500B ning armatuuride sammuks on 200 mm. ¼ etappi armeerimiseks kulub nelja liikmelisel meeskonnal 15 tööpäeva ning antud sektsiooni raketamiseks kulub kahel töölisel 8 päeva [19].

Tabel 7. Armatuurterase kokkuvõtte läbimõõtude järgi [19]

Nimetus	Kogus, m, m ² *	Mass, kg	Märkused
Armatuurteras Ø10	1 293,5	798,2	
Armatuurteras Ø12	6 973,9	6 184,6	
Armatuurteras Ø16	2 547,9	4 024,2	
Armatuurteras Ø20	1 944,2	4 802,5	
Armatuurteras Ø25	7 623,6	29 354,3	
Armatuurvõrk Ø12*	2 556,0	23 413,0	Arvestatud +4% ülekattega
Armatuurvõrk Ø16*	2592,0	40 953,6	Arvestatud +5,4% ülekattega
KOKKU		109 530,4	

8.6 Plaatvundamenid betoneerimine

¼ sektsiooni raketamise lõpus saab hakata betooni valamist planeerima. Betoontööd on planeeritud kalendergraafikus (Joonis 1) suve alguses, mis tähendab, et jälgima peab betooni üleliigset vee aurustumist. Kogu vundamendi plaadi maht on 1134 m³. Esimese sektsiooni betoneerimise maht on ligikaudu 285 m³, mis eeldab ühte pumbaga betoonimikserit ning 35 autobetonisegistit. Objektile on ette nähtud 7 töölist, kellest 1 hoiab voolikut, 2 töölist siluvad betooni pinda, 3 töölist tihendavad betooni vibronuiadega ning ülejäänud tööline jääb abitööliseks. Hiljem tuleb teine vahetus, kus brigaadi koosseisus on 4 inimest ning nende eesmärgiks on betoonisilujaga pinna kopterdamine ning kivinemisprotsessi jälgimine. Vajadusel tuleb betoonipind katta kinni kilega ja kasta üle õhukese veekihiga. Vibronuiaga tööd tehes tuleb jälgida tihenevat ala, kuna reeglina tiheneb vibronuia ümber kaheksakordne vooliku diameeter. Betoneerimisele ja pinna järeltöötlusele kulub kaks vahetust.

Betoneerimise töid sooritades peab meeles pidama, et betoon on aluseline ning kokkupuutel nahaga või sattumisel silma on söövitav. Lisaks üldisikukaitsevahenditele objektile, tuleb betoneerimise tööde ajal kanda lisaks kaitseprille, turvakummikuid, veekindlaid kaitsekindaid ning vibronuiaga töötades vibratsiooni eest kaitsvaid kindaid.

Antud objekti 0-tsükkel on projekteeritud kessoonina, mistõttu lisaks konstruktsioonide liitekohtadesse vuugipleki lisamisele kasutatakse betoonis veepidavust tõstvat lisandit BETOCRETE-CP-360-WP [20]. Lisaks lisatakse betooni mahukahanemist vähendavaid lisandeid. Vundamendi plaadi betooni tugevusklass on C35/45 ning keskkonnaklass XC4/CD2. Betoonisegu täitematerjali tera suurim läbimõõt tohib olla 16 mm. Pealispinna tasasus peab vastama A klassi nõuetele ning pealispinna kulumiskindlus vastavalt klass 2 nõuetele, mis tähendab, et betooni ülemine pind on sõidetav. Selleks kasutatakse ka pealispinna pinnakõvendit. Kuna maa-alust korrust kasutatakse parklana, siis tagatakse pealispinnale kalded rennideni [19].

8.7 0-korruse kandevkonstruktsioonid

Paari päeva jooksul, kui viimane neljandik plaatvundamendist on saavutanud piisava tugevuse saab jätkata töödega juba plaadi peal. Järgnevalt seotakse plaatvundamendi jätkuvraudadega postide ja seinte armatuurid, püstitatakse raketised ning betoneeritakse. Antud tööde teostamiseks on objektile kaheksaliikmeline brigaad. Alustatakse postide ja liftišahti armeerimisega ja betoneerimisega, kuna alustades välisseintega oleks tööliste liikumine objektile aeglustatud. Kokku tuleb ehitada kolme liftišahti seinu ning poste on kokku 78 tükki. Tööde

teostamiseks vajaminevad raketised tarnitakse objektile enne tööde teostamist ning hoitakse spetsiaalsetel kandevraamidel [21].

8.7.1 Postid

Postide ristlõige on 400x400 mm, kuid kõrgus on igal postil individuaalne. Postide betoneerimiseks kasutatakse betooni tugevusklassiga C40/50 ning keskkonnaklassiks on XC4+XD2. Antud keskkonnaklassi on vaja, kuna teedel kasutatav sool satub autodega maa-alusesse parklasse ning võib konstruktsiooni ohustada. Postides kasutatakse tugevusklassiga B500B armatuure ning kaitsekiht peab olema 40 mm. Horisontaalsed läbimõõduga 10 mm rangid paigaldatakse sammuga 200 mm. Nurkades olevate vertikaalsete armatuuride läbimõõd on 20 mm ning nendevahelised vertikaalsed armatuurid 16 mm. Vastavalt projekti joonistele tuleb jälgida, millistel postidel on ette nähtud jätkuvraudad või ankrupoldid PEIKKO HPM 20P [22]. Postide valamiseks kasutatakse PERI TRIO postiraketisi, mis on sobilikud elementidele läbilõikega kuni 750x750 mm [23]. Postide raketisi paigaldavad 3 inimest ning kõigi 78 posti raketamiseks kulub neil 7 tööpäeva. Sarrustamisega tegelevad 5 töölist ning kõikide postide sarrustamiseks kulub brigaadil 10 tööpäeva. Enne betoneerimist peab geodeet postide ning nende ankrupoltide asukohad ja kõrgusmärgid üle kontrollima. Betoneerimisega tegelevad 3 inimest ning töid teostatakse nelja etapiga. Iga etappi betoneerimiseks kulub 1 päev ning vahetuse teises pooles teostatakse betooni järelhooldust [21].

8.7.2 Seinad

Maa-alusel korrusel ehitatakse monoliitbetoonist kolme liftišahti seinu ning vundamendi välisseinu. Antud tööetappi armeerimisega tegeleb kaheksaliikmeline brigaad. Betoneerimisega tegeleb neljaliikmeline brigaad. Välisseintesse paigaldatakse 16 500 kg armatuuri ning liftišahti seintesse 6 500 kg. Betooni kulub kõikidesse seintesse kokku 200 m³. 0-korruse kõikide seinte armeerimisele ja raketamisele kulub 10 tööpäeva. Seinte betoneerimist teostatakse kahe etapiga, mõlema etapi teostamiseks kulub üks tööpäev [21].

Seintes kasutatakse tugevusklassiga C35/45 ja keskkonnaklassiga XC4+XD1 betooni. Konstruktsiooni veepidavuse suurendamiseks kasutatakse betoonisegus veekindlust tõst vaid lisandeid ning armatuuride vahele paigaldatakse vuugiplekke. Kuna maa-aluseid seinu läbivad mitmed kommunikatsioonid on seinas ette nähtud torustikele vastavad veekindlad hülsid, mida paigaldatakse alles pärast betooni kivistumist. Seinte nii välis- kui ka sisepinnal on kaitsekihiks määratud 35 mm. Seinte raketamiseks kasutatakse PERI MAXIMO seinaraketisi diagonaaltugedega. Raketise moodulid ehitatakse kokku väljaspool süvendit ning seejärel

tõstetakse kraanaga kaevikusse. Välisseinte diagonaalid kinnitatakse seestpoolt betoonikruvidega plaatvundamenti ning väljaspoolt toestatakse vastu kaevikunõlvasid. Kui üks pool raketisest on paigas määratakse sisemised paneelid õliga, et hiljem raketise eemaldamine lihtsam oleks [21].

Välisseinte lahtirakestamise lõpus hakatakse isoleerima vundamenti. Esiteks kaetakse betooni pind kleepuv mastiksiga, millele tunni jooksul paigaldatakse isekleepuv kummibetuumenrullmembraan. Antud tööde teostamise ajal on tähtis jälgida välistemperatuuri, mis ei tohi langeda alla -10 °C ja olla kõrgem kui 35 °C. Seejärel kinnitatakse liimimise teel ülekatetega 100 mm paksused XPS soojustusplaadid, mida omakorda kaitstakse membraaniga Delta Terraxx 9 mm [21].

8.7.3 Talad

Pärast seinte ja postide valmimist saab alustada talade ehitamisega. Kortermaja esimese korruse vahelae paneelid toetuvad teras- ja raudbetoonialadele. Kõik talad on monteeritavad. Terastalad kaetakse montaaži lõpus tuletõkkevärviga. Raudbetoonist talad on samuti eelnevalt tehases valmistatud. Talade paigaldusel paigaldatakse postide ja talade vahele 5 mm paksune neopreenist kumm. Talade montaaži ajaks tellitakse objektile geodeet. Kõiki tõsteid teostab tornkraana. Talade montaažitöid teostab neljaliikmeline brigaad ning selleks kulub neil 2 päeva. Tekkinud vuugid betoneeritakse vahelae monolitiseerimise ajal [21].

8.8 Vahelagi

Keldrikorruse vahelagi ehitatakse monoliitsest raudbetoonist ja monteeritavatest õõnespaneelidest. Monoliitse raudbetoonosa paksused on 250, 300 ja 350 mm. Õõnespaneelid on 265 mm paksud. Objektile tarnitud õõnespaneelid kontrollitakse visuaalselt üle enne tõste sooritamist. Vahelagede ehitust alustatakse õõnespaneelide paigaldusega, et tekitada monolitiseerimise tööde jaoks rohkem tööruumi. Vahelae õõnespaneeli tõstetakse tornkraana ja traaversitega. Tööohutuse mõttes tuleb kõik kukkumisohuga kohad piirata. Paneelide paigaldamisega tegeleb neljaliikmeline meeskond ning selleks kulub 4 tööpäeva. Paneelide tõstetööde ajal peavad vahelae all toimuvad tööd olema peatatud ohutuse tagamiseks. Seejärel saab neljaliikmeline meeskond hakata monoliitse vahelae kohtadesse PERI MULITIFLEX raketisi paigaldama [22]. Kokku tuleb neil paigaldada 1525 m² raketisi, milleks kulub 10 tööpäeva. Enne raketise elemendi paigaldamist tuleb betoonipoolne pind üle kontrollida, et pind ei oleks vigastatud ning hiljem pinna välimus oleks vastuvõetav.

Samal ajal alustab kuueliikmeline brigaad armatuuride paigaldamist. Esiteks paigaldatakse raketise pinnale distantiskandurid. Projekti järgi on kaitsekihiks ette nähtud 30 mm alumises ja 40 mm ülemises pinnas. Antud vahelaes on kokku 39 100 kg armatuuri ning sellise mahu sarrustamiseks kulub töölistel 15 tööpäeva. Sarrustamisega teostatakse samal ajal ka vahelagede siseseid kommunikatsioone. Sama brigaad armeerib vahelaes õõnespaneelide vahelisi vuuke. Selleks kulub kokku 2 730 kg armatuuri. Rangid paigaldatakse 200 mm sammuga. Pikki seina olevatesse õõnespaneelidesse tehakse augud sammuga 1 200 mm, kuhu paigaldatakse ankurdusaas ja monolitiseerimise ajal täidetakse betooniga.

Enne betoneerimist tuleb raketise pind puhastada ning vajadusel survepesuriga üle pesta. Seejärel kaetakse raketise pind õliga. Betoneerimist teostatakse kahe etappiga. Kokku valatakse 490 m³ betooni tugevusklassiga C30/37 ja keskkonnaklassiga XC3. Betoneerimist teostab viieliikmeline meeskond. Seejärel tuleb objektile teine vahetus, kelle ülesandeks on betoonipinna kopterdamine. Järgmisena teostab viieliikmeline meeskond vahelaes monolitiseerimist. Selleks kasutatakse betooni tugevusklassiga C35/45 ning töö teostamiseks kulub üks tööpäev. Antud töid teostatakse juulis, kus päike võib olla väga aktiivne. Seega enne betoneerimist peab jälgima ilma ning vajadusel tuleb betooni pind katta kilega ja kasta üle veega [23].

9 KATUSETÖÖDE TEHNOLOOGIAKAART

Katusetööde tehnoloogiakaardis kirjeldatakse Volta kvartalis asuva elamuhoone lamekatuse ehitamise protsessi. Antud peatükis kirjeldatakse tööetappe, kasutatavaid materjale, tööjõu vajadust, tööohutust ning kvaliteedinõudeid, tuginedes katuseehitusreeglitele EVS 920-5:2023 [24]. Katusetööde graafiline joonis asub graafilises osas (Joonis 4, graafiline osa).

Lamekatuse ehitamisel teostatavad tööd:

- õõnespaneelide paigaldus (sh monolitiseerimine),
- läbiviikude montaaž,
- katuse soojustamine,
- kallete betoneerimine,
- katuse isoleerimine.

9.1 Kandevkonstruktsiooni montaaž

Neljanda korruse kandevkonstruktsioonide valmimisel alustatakse katusetöödega. Kalendergraafikus on need tööd planeeritud oktoobri lõpus. Katuslage moodustavad erimöödulised vahelae õõnespaneelid paksusega 265 mm. Kokku on neid katusel 43 tükki ning kaaluvad kokku 102 t. Katuslage läbivad mitmed šahtid ja läbiviigud, mistõttu on mõndades paneelides juba tehastest ette nähtud avad konkreetse paiknemisega. Projekteeritud avad, mille läbimõõt on väiksem kui 150 mm tuleb paneelidesse puurida kohapeal vastavalt eriosade projektile. Õõnespaneelid on konstrueeritud toetuma kandvatele välis- ja siseseintele ning terastaladele. Paneelide toetuspikkus on 70 mm ning paigaldatakse 20 mm paksusele peenbetoon sängituskihile tugevusklassiga C30/37 ja montaažiklotsidele. Enne õõnespaneeli montaaži paigaldatakse õõnte otstesse ja süvenditesse plastikkorgid vähemalt 50 mm sügavusele. Neljanda korruse välisseinad on tehases valmistatud parapetidega, seepärast ei ole antud tehnoloogiakaardis parapeti montaaži eraldi kirjeldatud. Paneele tarnitakse objektile kolme korruga ning nende tõsteid teostatakse koheselt veoautolt katusele. Õõnespaneelide tõsteid teostab tornkraana tõstehaaratsitega valitud vastavalt õõnespaneelide gabariitidele. Montaaži teostab kolmeliikmeline meeskond, selleks kulub neil 2 päeva, tuginedes RATU ehitustööde ajanormidele [5].

Tööohutuse tagamiseks kinnitatakse katuslaesse katusepollareid ning töölised on sunnitud kandma automaatse pidurdussüsteemiga turvarakmeid või trossi, mille pikkus ei lase töölisel katuse äärest alla kukkuda.

Seejärel tuleb katuslage monolitiseerida. Antud tööd teostatab viieliikmeline meeskond. Sarruste paigaldamisele, rakestamisele, betoneerimisele ja betooni järelhooldusele kulub neil kokku 5 päeva. Pikki välisseinu paiknevatesse õõnespaneelidesse puuritakse õõntesse avad sammuga 1 200 mm, kuhu paigaldatakse plastikkorgid ja ankurdusaasad. Kui tekkiv ava sein ja õõnespaneeli vahel on suurem paigaldatakse lisaks pikiarmatuuri ja ankurdusaasale erimõõdulisi range läbimõõduga 8 mm. Pikiarmatuuride ülekatte pikkus peab olema vähemalt 60 varda läbimõõtu. Kõikide armatuuride kaitsekihiks peab olema minimaalselt 25 mm. Monolitiseerimisbetooni tugevusklass on C30/37 ja keskkonnaklass XC1. Kuna tööd on plaanitud oktoobri lõpus, siis peaks kindlasti jälgima ilma betoneerimise ajal. Vajadusel peaks projekteerija ja betooni tehasega kooskõlastama külmakindlust tõstvaid lisandeid või tarnima eelsoojendatud betooni. Samuti saaks objektile katta kinni neljanda korruse aknaid ning hoida ruumi soojana soojapuhuritega. Lisaks sellele saab betooni pinda katta kilega ning samuti soojendada soojapuhuritega [25].

Tabel 8. Kokkuvõtte läbimõõtude järgi [26]

Läbimõõt	Pikkus, m	Kaal, kg
Ø8	196	77,1
Ø10	18,5	11,5
Ø12	417,2	370,7
Ø16	29,0	45,8
Ø20	24,0	59,3
Kaal kokku:		564,4

9.2 Lamekatuse varustus ja läbiviigud

Katuse kandevkonstruktsiooni valmimisel hakatakse sellele paigaldama erinevaid seadmeid. Katusel olevate seadmete paigaldust teostatakse talvel, mistõttu tuleb tööde teostamise ajal katust katta ning läbiviikude avasid sulgeda. Raskemate seadmete ja materjalide tõsteid teostatakse tornkraanaga. Katust läbivaid kommunikatsioone ja paigaldisi installeerivad vastavalt iga ala spetsialistid. Töid teostatakse järjest, et iga ala töölised teineteist ei segaks. Kanalisatsiooniga seotud läbiviike paigaldavad 2 inimest. Ventilatsiooniga seotud töid teostavad 2 töölisi. Suitsueemaldusluugi ja katusepollarite paigaldust teostavad 2 töölisi. Katuseseadmete ja läbiviikude paigaldamiseks kulub töölistel kokku 5 päeva. Mõningate tööde teostamises tekitab tehnoloogiline paus, mis on tingitud katuse isoleerimisest. Näiteks katuse tuulutuskorstnaid paigaldatakse alles pärast soontega soojustuse paigaldust bituumenkatte

paigaldamise ajal. Projektiga pole katuse tuulutite arv määratud, seega tuli seletuskirja koostajal määrata tuulutite arvu tuginedes katuseehitusreeglitele EVS 920-5:2023 [27]. Difusioonõhutite kogus sõltub katuse pindalast, antud juhul on katuse pindala 370 m² seega paigaldada tuleb 4 õhuti.

Tabel 9. Katusel paiknevate seadmete ja läbiviikude loetelu

Nimetus	Kogus, tk
Katusepollarid turvatrossiga	16
Difusioonõhuti	4
Kanalisatsiooni tuulutuskorsten	9
Küttegaabliga sadeveelehter	4
Suitsueemaldusluuk	1
Jahutusseade välisosa	3
Ventilaator	5

9.3 Katuse isoleerimine

Soojustamise töid teostatakse talvel. Kõiki kasutatavaid materjale peab hoidma kuivas kohas. Välisseina ja katuslae konstruktsioonide liitekohtadesse paigaldatakse 8 mm paksune tsementkiudplaat, mida kinnitatakse liimvahaga. Kuidplaadi ja parapeti vahele paigaldatakse sügavimmutatud kolmnurkse profiiliga puitpruss, mis kumerdab isolatsioonimaterjalide nurkasid. Enne isolatsioonimaterjalide paigaldust peab betooni pind olema sile ja puhas.

Soojustusmaterjalide paigaldamise ajal peab järgima materjalide paigaldusjuhendit. Näiteks aurutõkkemembraani kleepimisel peab betooni pind ja ümbritsev keskkond olema vähese niiskuse ja temperatuuriga vähemalt +5 °C. Aurutõkke paigaldamisel peab jälgima ka ülekatete laiust, mis antud juhul võib minimaalselt olla 100 mm. Aurutõkke paigaldatakse ülespööretega parapetile ja ventilatsioonišahtide seintele [27].

Seejärel paigaldatakse aurutõkkele alumiiniumi laminaatkattega soojustusplaadid. Plaatide sulundid peavad olema tihedalt ühendatud. PIR-soojustuskiht peab olema vähemalt kahes nihutatud kihis ning plaatidevahelised sulundid tihedalt ühendatud. Nihe peab olema minimaalselt 200 mm. Ühenduskohad teibitakse aurutõkketeibiga. Materjalid tuleb paigaldada nii, et vältida palju liitekohti. Lamineeritud plaadid ankurdatakse plasttööblitega, et vältida külmasildade teket ning paigaldatakse nii, et aurutõkke ja tüübli vahele jääks minimaalselt 15 mm soojustust. Tööblite arv peab vastama materjali tuulekoormusarvutustele, kuid tingituna pealevalatavast kiudbetooni kandekihist võib tööblite arv väiksem olla.

Järgnevalt tagatakse soojustusega veeäravoolu kalded. Selleks kasutatakse vahtpolüstüreenist kaldu lõigatud soojutusplaate. Antud katuse kalded erinevad ning seetõttu tuleb töölistel lõigata soojutusplaadi kalded vastavalt projektile ning plaadi asukohale. Minimaalne kaldsoojustuse paksus on arvestatud 20 mm. Kaldu lõigatud põhikallete soojutusplaatide peale paigaldatakse polüetüleenkile, minimaalse paksusega 0,2 mm. Kile paigaldatakse ülekatetega 100 mm ning ülespööretega parapetile. Aurutiheduse saavutamiseks teibitakse hermeetiliselt kilede liitekohad [28].

Katuse soojustustöödega tegeleb neljaliikmeline brigaad. Kiudplaadi, nurgaprussi, aurutõkke, soojustusplaatide ja polüetüleenkile paigaldamiseks kulub töölistel 13 tööpäeva.

9.4 Kandekihi betoneerimine

Katuse kaldekihid kaetakse kiudbetoonist katusekatte kandekihiga, mille minimaalseks paksuseks on 50mm. Enne betoneerimist peab olema katus varjualusega kaitstud ja soojapuhuritega kütetud. Betoneerimist teostatakse ühe päevaga, objektile töötab viieliikmeline meeskond. Kokku valatakse katusele 20 m³ kiudbetooni. Betooni pumbatakse Liebherr 24 M4 XH betoonipumbaga [29] ning lisaks selle betoonimahule tellitakse objektile kaks betoonimikserit. Betooni pind peab järgima soojustusega ette tehtud kattusekaldeid ning olema sile pinnaga, kuna hiljem paigaldatakse peale bitumen rullmaterjal.

9.5 Katuse isoleerimine

Katuse pealmiseks kihiks on kuumal meetodil paigaldatud SBS-rullmaterjal. Enne tööde läbiviimist peavad töölistel saama tuletööde luba. Töötsoonis peab olema kaks 6 kg tulekustutit. Enne bituumen rullmaterjali kleepimist paigaldatakse kandebetooni ja parapeti vahele sügavimmutatud kolmnurkliist, et tagada vee efektiivne äravool. Bituumenit paigaldatakse kahes kihis kasutades gaasipõleteid. Töölistel töötavad kolmekesi ning

kahekordse bituumenkihi paigaldamiseks kulub neil neli päeva. SBS-kate paigaldatakse ülespööretega parapetile ning tähtis on tagada hermeetilisust väljaulatuvate seadmete kandraamide ning sademevee lehtrite ümber. Selleks, et vesi ei pääseks SBS-katte kihtide vahele paigaldatakse parapetile tsingitud tilgaplekk, mida kinnitatakse spetsiaalse hüdroisolatsiooni ja pleki kinnituskruviga. Teostatud tööde kohta peavad olema koostatud kaetud tööde aktid ja objekti päevikud, et hiljem saaks järelvalve teostatud tööde vastavust nõuetele kontrollida.

10 TÖÖVÕTUMEETOD

Antud projekti töövõtumeetodiks on peatöövõtu meetod. Tellija on korraldanud konkreetsete kriteeriumitega võistupakkumise, mille raames valitakse sobivaim peatöövõtu kandidaat. Valitud peatöövõtu firma kohustub järgima tellija lähteandmeid, hoone eelprojekti projekteerimisel ning tellijale lubatud esialgset ajagraafikut. Samuti on peatöövõtja eesmärgiks ehitusloa hankimine. Peatöövõtja ja tellija vahelise lepingu sõlmimise ajal ei olnud veel tööprojekti jooniseid ja dokumentatsiooni olemas. Peatöövõtja kohustub tellima hoone tööprojekti ise ning seda tellijaga kooskõlastama. Hoone täpne eelarve koostatakse ehitusprojekti valmimisel, milles oleks projekteeritud tehnosüsteemide ja siseviimistluse lahendused.

Ehitustööde kvaliteeti kontrollib tellija valitud omanikujärelevalvet teostav pädev isiki ning peatöövõtja järelevale. Ehitustööde ajal peab peatöövõtja järgima kehtivaid seaduseid, ehitusnorme, standardeid ning tuginema headele ehitustavadele. Tööde teostamise raames peab peatöövõtja täitma ehitustööde dokumentatsiooni, mida hiljem ka järelevalvele esitama.

Tööde teostamiseks korraldab peatöövõtja hankeid, mille raames valib alltöövõtufirmat, kes pakkub väiksemat hinda või soodsamaid tingimusi. Peatöövõtja saadab hinnapäringu firmadele, keda on eelnevalt ise välja valinud kontrollides firmade tausta. Peatöövõtja sõlmib alltöövõtufirmaga lepingu ning kooskõlastab teostatavate tööde ajagraafiku, tööde lõpphinna ja kvaliteedinõuded. Peatöövõtja peab hindama teostatud tööde kvaliteeti, tööliste ohutust objektil ning jälgima graafikus püsimist.

Alltöövõtja on kohustatud täitma lepingus määratud tingimusi ning lõpetama töid õigeaegselt. Alltöövõtja vastutab tarnitavate materjalide ja nende paigalduse kvaliteedi eest. Peab esitama peatöövõtjale kaetude tööde akte, kasutatud materjalide seritifikate ning oma vajadusel oma tööliste pädevustunnistusi. Samuti peab alltöövõtja juht tagama oma tööliste turvalisust objektil, varustama neid vajalike tööriiete ja kaitsevahenditega ning jälgima peatöövõtjate tähelepanekuid seoses ohutusega objektil.

11 TÖÖ-JA TULEOHUTUSE NING KESKKONNAKAITSE TAGAMISE PLAAN

11.1 Tööohutus

Objekti ohutuse eest vastutab peatöövõtja. Peatöövõtja on kohustatud korraldama alltöövõtjatele tööohutuse ja töötervishoiu instruktaaže. Vastavalt tööde eripärale korraldatakse lisakoolitusi ning väljastatakse lubasid konkreetsetele tööloikudele määratud ajaks. Samuti peab peatöövõtja teavitama töölisi esmaabivahendite ja tulekustutite asukohast. Selleks, et töölised saaksid antud infot igapäevaselt kätte on objekti iga sissepääsu juures riputatud ehitusplatsi skeem (Joonis 2, graafiline osa).

Ehitusplatsi skeemil näidatakse (Joonis 2):

- objekti perimeetri märgistus,
- soojakute ja olmeruumide paigutus ehitusplatsil,
- materjalide ladustamise kohad,
- mere- ja prügikonteinerite asukohad,
- objektile pääsuvärvate ja liikumisteede paiknemine,
- tulekustuti ja esmaabikomplektide asukohad,
- evakuatsiooni kogunemiskoht.

Peatöövõtu meeskonnast valitakse üks insener, kes vastutab tööohutuse eest ehitusplatsil. Tema ülesanneteks on tööohutusala koolitused, töölubade väljastamine ning iganädalaste tööohutuse kontrollide teostamine. Iga tööohutuse ringkäigu jooksul kontrollitakse kogu objekt ning lõpus koostatakse protokoll, mida hilejms analüüsitakse meeskonna koosolekul. Tehtud tähelepanekud edastatakse otse töölistele ning vajadusel teavitatakse nende juhatajat. Mittevastavused peavad olema parandatud esimesel võimalusel.

11.2 Tuleohutus

Tuletöödeks loetakse kõiki tegevusi, mis hõlmavad tuleohtlike materjalide kasutamist või tööriistu, mille töö võib tekitada sädemeid ning tuld. Tuletööde teostamiseks peab alltöövõtja läbima vajadusel tuletööde koolitust ning peatöövõtjalt luba saama.

Tuletöödeks loetakse järgmisi tegevusi:

- keevitamine,
- materjalide lõikamine ja lihvimine,

- leeklõikamine,
- soojuskiirgurite ja põletite kasutamine,
- lahustite ja kütuste kasutamine.

Tuletööde peamised ohutusnõuded:

- tulekustutid (tuletöödest 10 meetri raadiuses peab sisenema vähemalt kaks 6 kg tulekustutusaine või üks 12 kg tulekustutusainega tulekustutit),
- põlevate materjalide katmine või eemaldamine (tuletööde lähedal asuvad materjalid tuleb katta mittepõleva materjaliga või eemaldada neid töötsoonist),
- kiire evakueerumise võimalus (tähendab, et evakuatsioonitee on vaba, puudub komistamise oht ning ladustatud materjalid ei sega kiiret evakueerumist).

11.3 Keskkonnakaitse

Objektil korraldatakse ehitusjäätmete sorteerimine, utiliseerimine ja kogumine vastavalt Tallinna jäätmehoolduseeskirjale [30]. Kasutusloa taotlemisel esitatakse kohalikule omavalitsusele jäätmeõiend, mille tõendatakse ehitusjäätmete nõuetekohast käitlemist. Objekti esimesed jäätmekäitlused tekivad juba süvendi kaevamise etapis, kuna kinnistul olev pinnas on reostunud. Ehitusplatsi meeskond sõlmib lepingu jäätmekäitlusfirmaga. Objektile tellitakse kallurautosid, mis viivad reostunud pinnase jäätmekäitlusjaama, kus pinnas pestakse ja vajadusel põletatakse. Mitmed ehitusjäätmekäitlused nagu metall, puit, plastik, ja kivi saab taaskasutada. Seepärast on mõistlik neid objektil sorteerida.

Ehitusplatsil sorteeritakse ehitusjäätmekäitlused järgmiselt:

- olmejäätmekäitluse konteiner,
- ohtlike jäätmekäitluse konteiner,
- puidujäätmekäitluse konteiner,
- üldehitusjäätmekäitluse konteiner,
- metallijäätmekäitluse konteiner.

KOKKUVÕTE

Antud lõputöö raames organiseeriti neljakorruselise korterelamu ehitusprotsessi. Algusest tutvustati lühidalt hoone paiknemist ning selle arhitektuuri, seejärel hoone konstruktiivset ning eriosade lahendust. Majandusosas toodi välja koondeelarve koos ehitusplatsi korraldus- ja üldkuludega. Koondkalenderplaani osas koostati kalendergraafik tuginedes hoone mahtudele ning anti ülevaadet ehitustööde etappidest, tagades sujuva ja tõhusa ehitusprotsessi. Samuti kirjeldati ehitusobjektile teostatavaid töid, selleks kasutatud tehnikat ja tööriistu. Lõputöös koostati ehitusplatsi üldplaan ning kaks tehnoloogiakaarti graafiliste joonistega. Tehnoloogiakaartides kirjeldatakse 0-tsükli ja katuse ehitustöid. Samuti on tehnoloogiakaartides kirjeldatud tööde tehnoloogiat, kasutatavaid materjale, tööriistu ja masinaid ning arvatud välja tööde tööjõuvajadust ja tootlust. Autor koostas järgmiseid graafilisi jooniseid – kalendergraafik, ehitusplatsi üldplaan, 0-tsükli tehnoloogiakaart ning katusetööde tehnoloogiakaart. Lõputöö viimases osas toodi välja objektile tööohutuse ja keskkonna kaitsmise põhimõtteid.

Tuginedes koostatud kalendergraafikule alustatakse ehitustöödega 15. aprillil 2024. aastal ning lõpetatakse 11. detsembril 2025. aastal. Kokku kestab ehitus 369 päeva ning maksimaalne tööliste arv objektile on 62 inimest siseviimistlustööde ajal.

Ehituseelarve on koostanud Metropoli Ehitus OÜ meeskond. Koondeelarve koostamisel kujunes ehitustööde omahinnaks 3 629 290 eurot ilma käibemaksuta. Sellest hinnast 15% moodustavad ehitusplatsi korraldus- ja üldkulud ehk 563 000 eurot. Arvestades juurde käibemaksu ja peatöövõtufirma kasumi saame neto ruutmetri hinnaks 3813 eurot/m².

Ehitusplatsi üldplaani koostamisel arvestati antud objekti eripära. Kraana asukoht ja tüüp valiti vastavalt objekti tõstevajadusele, monteeritavate elementide massi ja kaugusele.

Elamahoone ehitustööde töövõtumeetodiks on peatöövõtu meetod. Valituks osutunud peatöövõtja kohustub teostama töid vastavalt tellija lähteülesandele ning tuginedes ehitusnormidele, standartidele ja headele ehitustavadele.

Lõputöö koostamine andis autorile hea ülevaade ehitatavast hoonest ning ehitusobjekti organiseerimist puudutavatest etappidest juba enne ehitusprotsessi algust. Lõputöö koostaja saab rakendada lõputöö koostamise raames omandatud teadmisi ka hiljem tööl.

SUMMARY

Organization of Construction Works at an Apartment Building

The topic of this thesis is the planning of the construction works of an apartment building, during which a project for the organization of construction works is prepared, together with a schedule and technology cards. The object of construction works is a four-story apartment building located in the western part of the Kalamaja district in Tallinn on Uus-Volta street.

The first part of the thesis describes the architectural and constructive solution of the building, provides an overview of the technical systems of the building and describes the construction works to be carried out. The construction budget has been prepared by Metropoli ehitus OÜ. The author of the thesis has drawn up a consolidated budget, which includes a calculation of the organizational and general costs of construction. During the preparation of the consolidated budget, the cost price of construction works was calculated at EUR 3,629,290.2, excluding VAT. 15% of this price, i.e. EUR 563,000, is accounted for by the building site organization and general costs. Taking into account the value added tax and the profit of the general contracting company, we can calculate the net cost per square meter at EUR 3,813.

The calendar schedule of the construction process has also been drawn up according to the calculated volumes and the time intensity of carrying out the construction works. RATU cards and standard time limits of the general contractor are used to calculate the required time. Based on the calendar schedule that has been drawn up, construction works will begin on 15 April 2024 and will be completed on 11 December 2025. The total construction will last 369 days and the maximum number of workers on site at one time is 62 people during the interior finishing works.

Next, a general plan for the construction site is drawn up, which helps to organize the construction work more efficiently and ensure the safety of workers. The diagram indicates the location of the site's perimeter, entrance gates, heaters, waste containers, fire extinguishers and first aid kits. In the course of organizing the construction site, the electricity and water requirements of the site are calculated and the water pipeline is dimensioned.

Within the framework of the thesis, two technology cards have been prepared, one for the execution of the 0-cycle and the other for the execution of roofing works. Both technology cards are supported by graphical drawings. The explanatory memorandum section of the maps describes the stages of the work to be carried out, the tools and machines used, and calculates

the need for labor and the duration of the work. The author has also described the quality and safety requirements.

The final part of the thesis describes the contracting method, occupational safety and environmental protection. The contracting method for the construction of a residential building is the general contracting method. The selected general contractor undertakes to perform the works in accordance with the initial task of the contracting authority and on the basis of building codes, standards and good construction practices.

The author was given a good overview of the building under construction and the stages concerning the organization of the construction site even before the construction process began. The author of the thesis can apply the knowledge acquired during the preparation of the thesis later at work.

VIIDATUD ALLIKAD

- [1] J. Blehner, „Uus-Volta 10 korterelamu tööprojekt 2343,” Apex Arhitektibüroo OÜ, Tallinn, 2024.
- [2] K.Jermilov, „Küte, ventilatsioon ja jahutuse süsteemide seletuskiri,” Virtex OÜ, Tallinn, 2024.
- [3] J. Seleznjova, „Veevarustuse ja kanalisatsiooni süsteemide seletuskiri,” Virtex OÜ, Tallinn, 2024.
- [4] Eesti Standardimis- ja akrediteerimiskeskus, „EVS 885:2005,” [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.evs.ee/et/evs-885-2005>. [Kasutatud 30 03 2024].
- [5] ET Infokeskuse AS, „ETF-Net kartoteek,” [Võrgumaterjal]. Available: <https://etfnet.ehituskeskus.ee/kartoteek/etf>. [Kasutatud 05 04 2024].
- [6] Eesti Standardimis- ja Akrediteerimiskeskus, „EVS 920-5:2023,” 2023. [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.evs.ee/et/evs-920-5-2023>. [Kasutatud 06 04 2023].
- [7] Maksu- ja tolliamet, „Elektrooniline registreerimine ehituses,” 2023. [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.emta.ee/ariklient/registreerimine-ettevotlus/elektrooniline-registreerimine-ehituses>. [Kasutatud 10 04 2024].
- [8] Maa-amet, „Kaart: Vesivarustus, hüdrant, veevõtukoht,” 2023. [Võrgumaterjal]. Available: https://xgis.maaamet.ee/xgis2/page/app/paasteamet_ohtvesi.
- [9] Talinna Vesi AS, „Liitumisprotsessi põhisammud,” [Võrgumaterjal]. Available: <https://tallinnavesi.ee/klient/liitumisprotsess-2/>. [Kasutatud 13 04 2024].
- [10] J. S. Olev Mürsepp, „Ajutine elektrivarustus,” %1 *Ehitusplatsi korralduse kavandamine*, Tallinn, 2004, p. 71.
- [11] Eesti standardimis- ja akrediteerimiskeskus, „EVS 835:2022, Hoone veevõrk,” 2022. [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.evs.ee/et/evs-835-2022>. [Kasutatud 15 04 2024].
- [12] FEB AS, „PE SURVETORU VEELE 40X3,7 6m,” [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.feb.ee/et/pe-survetoru-veele-40x3-7-6m-pe100-sdr11-pn16-pipelife>. [Kasutatud 20 04 2024].
- [13] Eesti standardimis- ja akrediteerimiskeskus, „Ehituskulude liigitamine, EVS 885:2005,” 2010. [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.evs.ee/et/evs-885-2005>.

- [14] Vikingcranes, „Liebherr 280 EC-H 16 Litronic,” [Võrgumaterjal]. Available: <http://vikingcranes.eu/wp-content/uploads/2019/04/Liebherr-280EC-H16-Litronic.pdf>. [Kasutatud 20 04 2024].
- [15] Esvika, „AXPK-PLUS,” [Võrgumaterjal]. Available: https://www.esvika.ee/wp-content/uploads/2017/06/AXPK-PLUS_tk.pdf. [Kasutatud 24 04 2024].
- [16] Esvika, „H07Z1-K 50mm² ko-ro HF juhe, 70°C, Dca,” NEXANS, [Võrgumaterjal]. Available: <https://pood.esvika.ee/kaablid-ja-juhtmed/h07z1k-50mm2-koro-hf-juhe-70degc-dca>.
- [17] Tõsta OÜ, „Magni TH 5,5.19,” [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.magnith.com/en/products/55-19-2/>.
- [18] Balti Tehnika OÜ, „Hyundai HX220AL Roomikekskavaator,” [Võrgumaterjal]. Available: <https://baltiteh.ee/ehitustehnika/roomikekskavaatorid-hyundai/hyundai-hx220al-roomikekskavaator>.
- [19] P. Pikand, „Vundamendipaalt,” Civen OÜ, Tallinn, 2024.
- [20] Primostar OÜ, „BETOCRETE CP-360-WP,” [Võrgumaterjal]. Available: [file:///C:/Users/Artjom%20Esholts/Downloads/SCHOMBURG%20BETOCRETE-CP-360-WP%20-TDS\(EST\)%20\(2\).pdf](file:///C:/Users/Artjom%20Esholts/Downloads/SCHOMBURG%20BETOCRETE-CP-360-WP%20-TDS(EST)%20(2).pdf).
- [21] Civen OÜ, „Postide, seinte talade plaan,” Tallinn, 2024.
- [22] Peikko Group Global, „PEIKKO HPM 20P,” [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.peikko.com/products/product/hpm-rebar-anchor-bolt/>.
- [23] Peri AS, „PERI TRIO postikaretis”.
- [24] Peri AS, „MULTIFLEX puittala laeraketis,” [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.peri.ee/peri-tooted/raketised/laeraketis/multiflex-girder-lae-raketis.html>.
- [25] Civen OÜ, „Keldri vahelagi,” Tallinn, 20204.
- [26] Eesti standardimis ja akrediteerimiskeksus, „EVS 920-5, Katuseehitusreeglid. Osa 5: Lamekatused,” 2023. [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.evs.ee/et/evs-920-5-2023>.
- [27] Civen OÜ, „H1-4K-VL-laepaneelid,” Tallinn, 2024.
- [28] Civen OÜ, „4K vahelae monolitiseerimine,” Tallinn, 2024.
- [29] Eesti standardimis ja akrediteerimiskeskus, „EVS 920-5: Katuseehitusreeglid. Osa 5: Lamekatused,” 2023. [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.evs.ee/et/evs-920-5-2023>.

- [30] Apex Arhitektibüroo OÜ, „Katuste, varikatuste spetsifikatsioon,“ Tallinn, 2024.
- [31] Betoonimeister AS, „PUMBAGA BETOONIMIKSER,“ [Võrgumaterjal]. Available: <https://betoonimeister.ee/wp-content/uploads/2022/11/PUMI-ehk-pumbaga-betonimikser.pdf>.
- [32] Riigi Teataja, „Tallinna jäätmehoolduseeskiri,“ 2023. [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.riigiteataja.ee/akt/418032023007>.

GRAAFILINE OSA

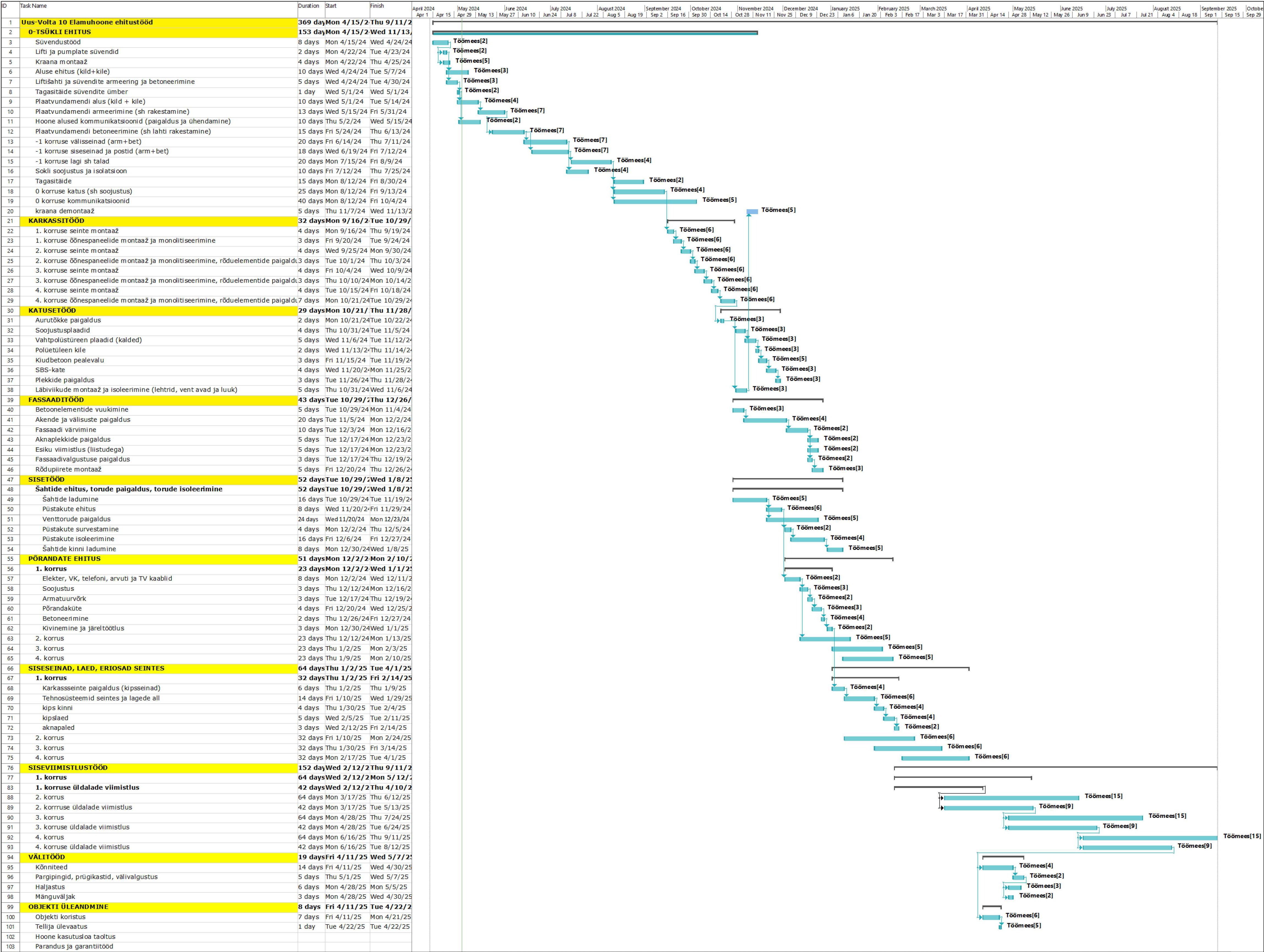
Joonis 1. Koondkalenderplaan

Joonis 2. Ehitusplatsi üldplaan

Joonis 3. 0-tsükli tehnoloogiakaart

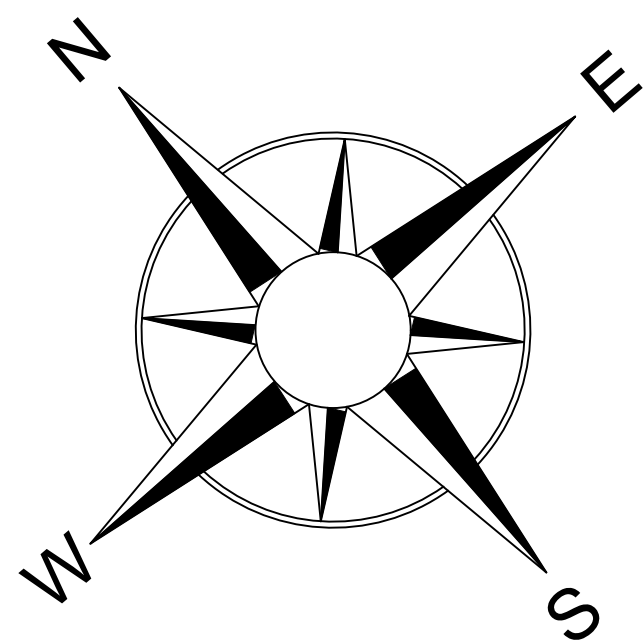
Joonis 4. Katusetööde tehnoloogiakaart

ELAMUHOONE KOONDKALENDERGRAAFIK

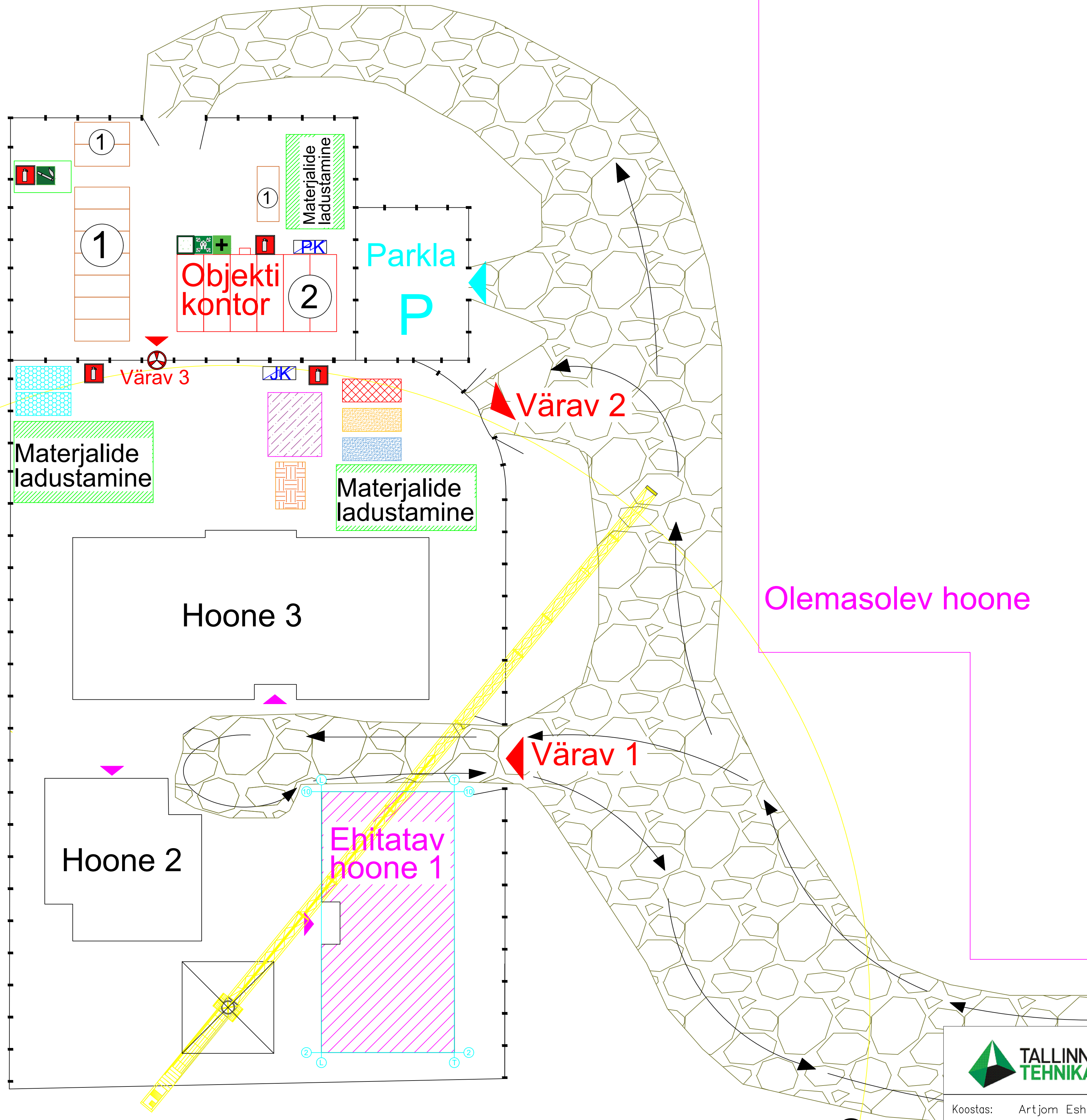


Korterelamu ehitustööde organiseerimine

Koostas:	Artjom Esholts	Joonise nimetus Koondkalenderplaan		
Juhendas:	Anneli Ramjalg			
Juhendas:		Joonise nr 1	Töö nr EHE053	Õpperühm: HE2020
TALLINN	29.04.2024	Skaala	Lehti: 1	Lehti: 4



Olemasolev hoone



Tingmärgid

	Ehitatav hoone
	Objekti piirdeaia
	Sissepääs objektile (värav)
	Sissepääsu turnikee
	ATV soojakud
	PTV kontor
	Parkimis ala
	Merekonteiner
	Armatuuri painutusala
	Metallijääkide konteiner
	Olmejäätmete konteiner
	Ohtlikud jäätmed
	Ehitusjäätmete konteinerid
	Materjalide ladustamise ala
	Suitsetamise ala
	Ajutine tee (killustik)
	Ehtusaegne peakilp
	Jaotuskilp
	Esmaabivahendid
	Evak. kogunemiskoht
	Tulekustuti asukoht
	Ol.ol. tuletõrjehüdrant



Korterelamu ehitustööde organiseerimine

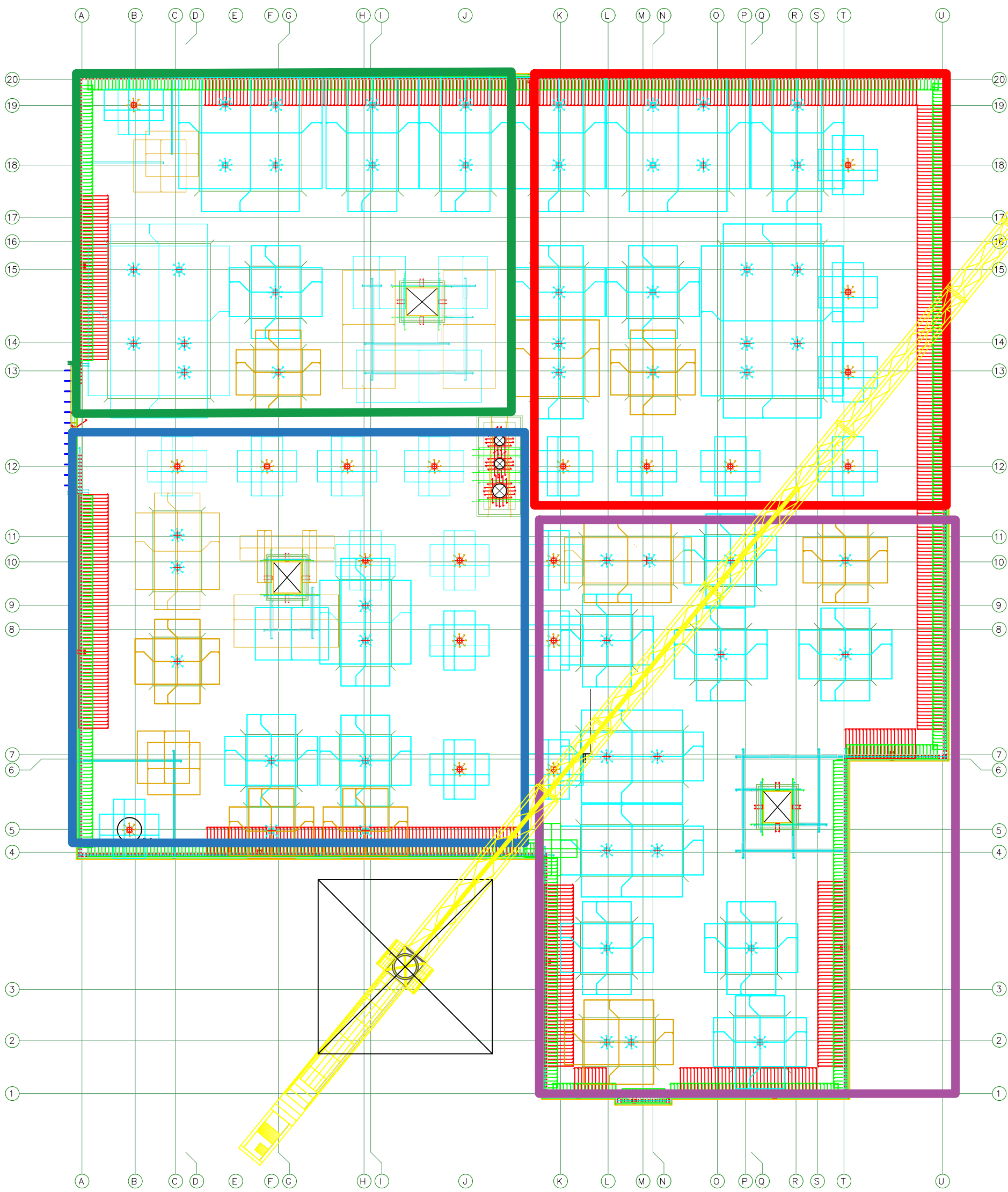
Koostas: Artjom Esholts	Joonise nimetus	Ehitusplatsi üldplaan
Juhendas: Anneli Ramjalg	Joonise nr	2
Juhendas: TALLINN 22.04.2024	Töö nr	EHE053
	Skaala	Lehti: 2
		Õpperühm: HE2020
		Lehti: 4

Uus-Volta tänav

O-TSÜKLI TEHNOLOOGIAKAART

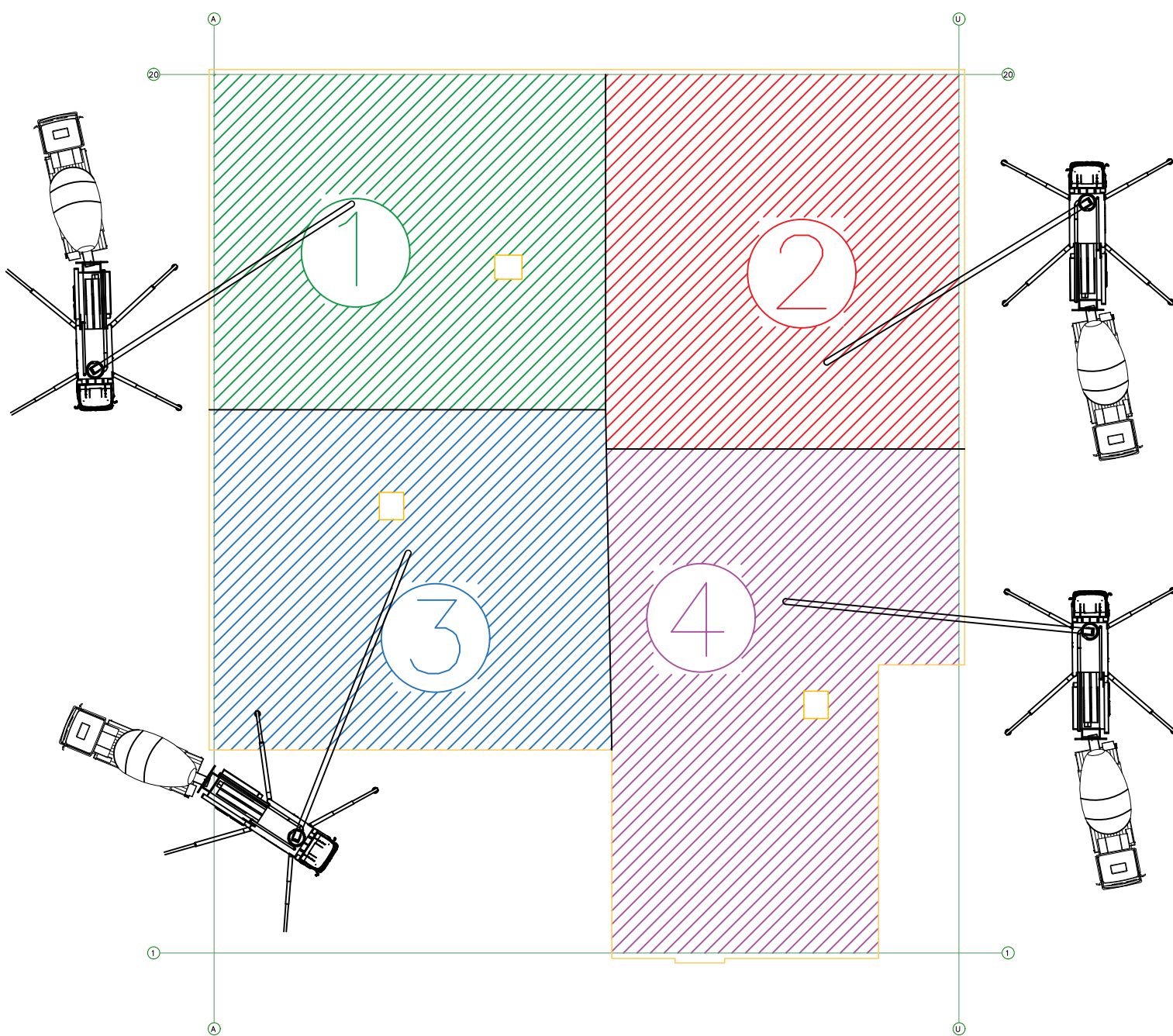
Plaatvundamendi armatuuride ja paksendite plaan

Armeerimise etappid

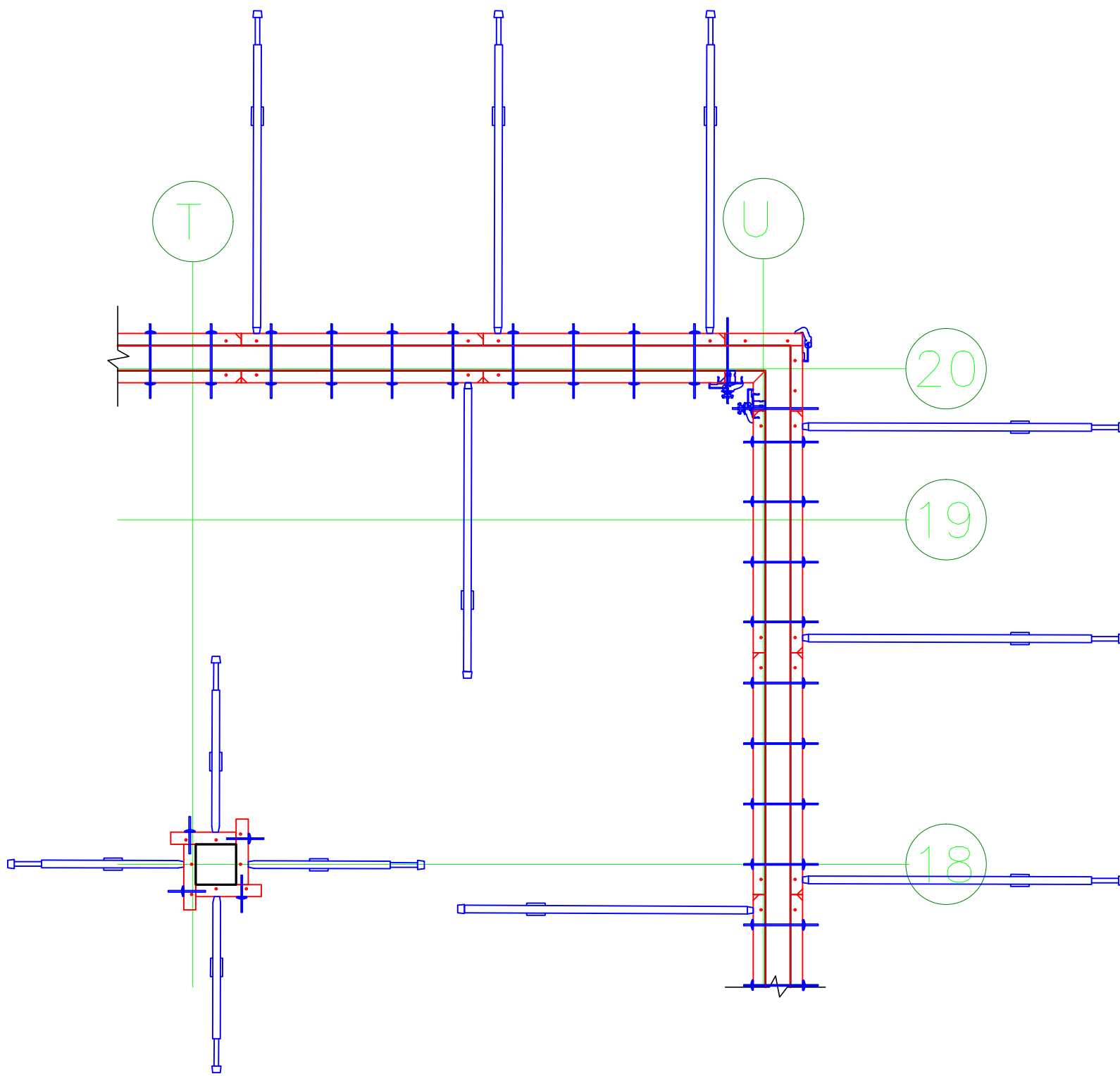


- ARMEERIMISE JÄRJEKORD
- 1. tsoon
 - 2. tsoon
 - 3. tsoon
 - 4. tsoon

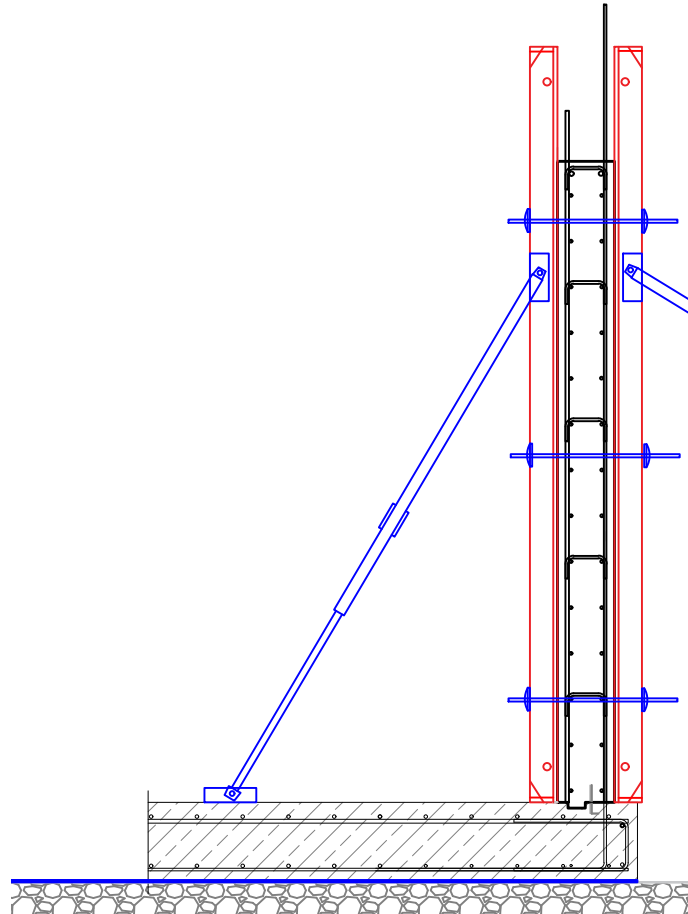
Plaatvundamendi tsoonide betoneerimise järjekord



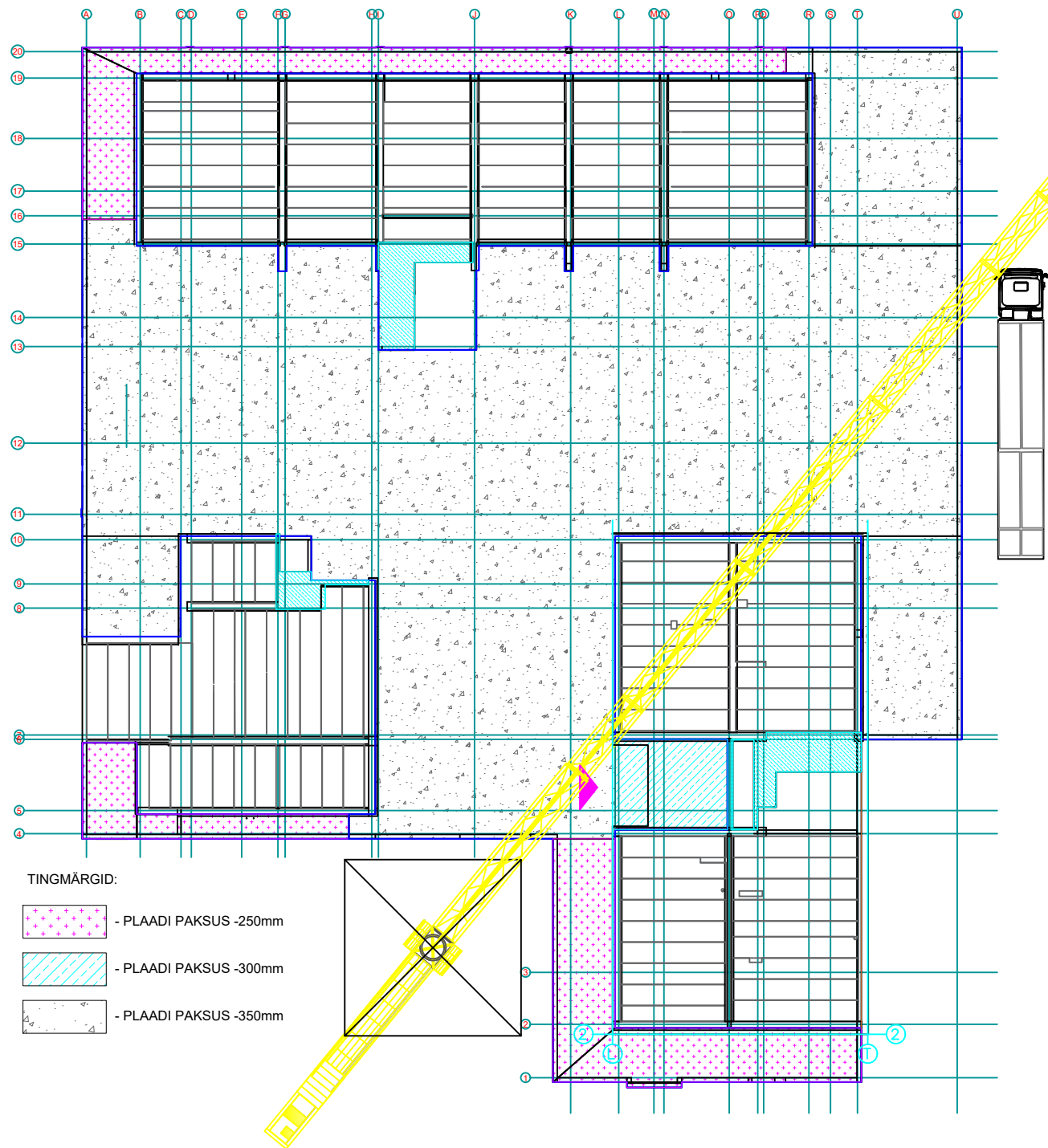
Seinte ja posti raketiste plaan



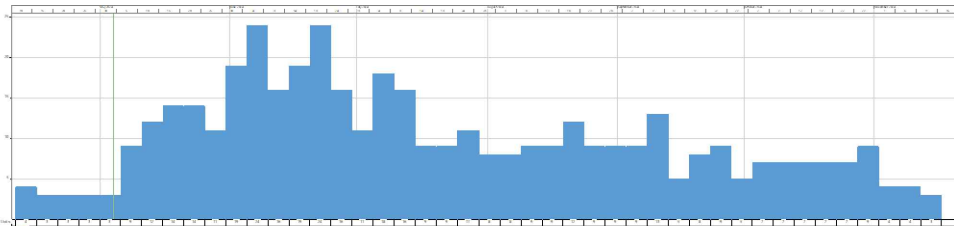
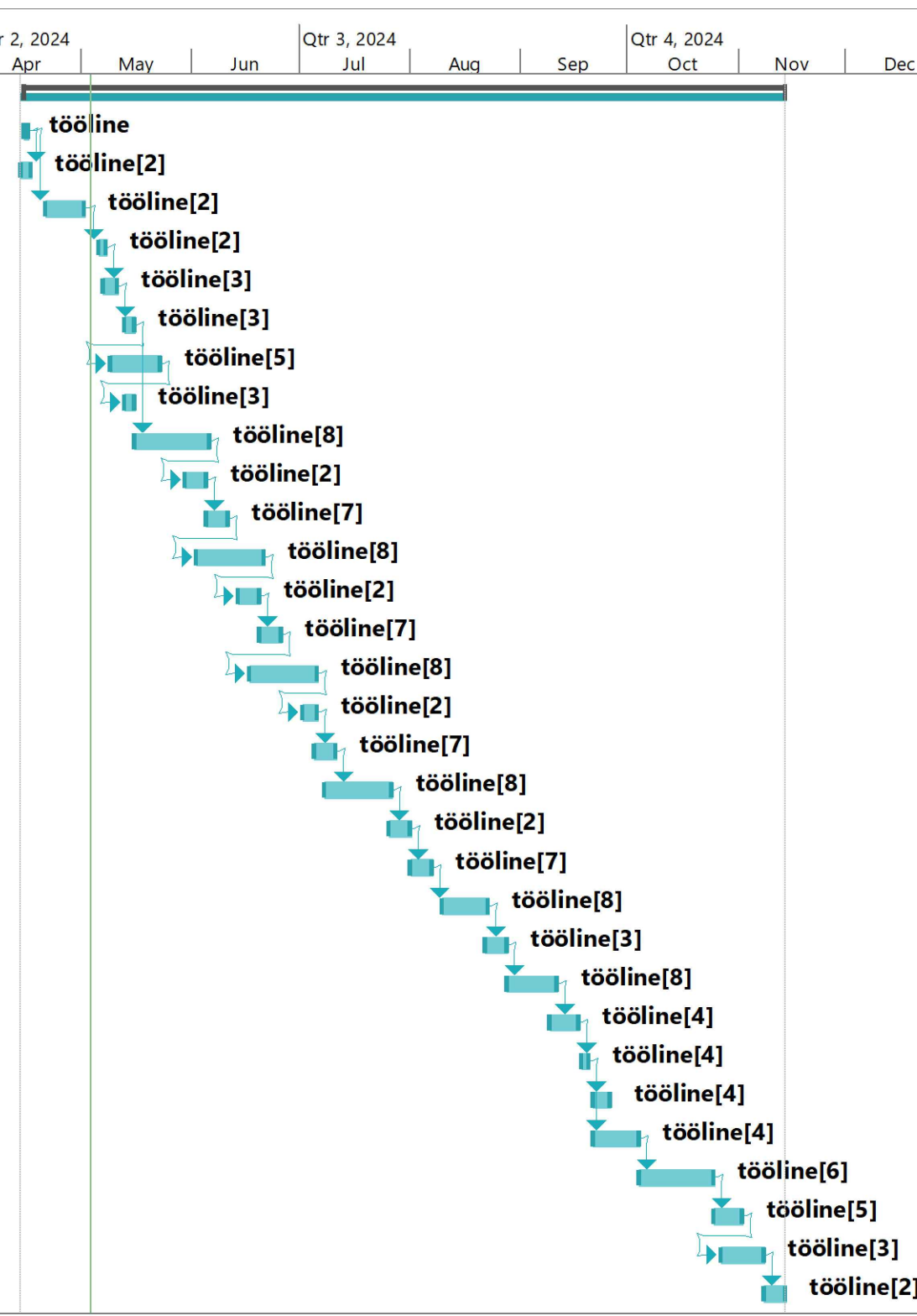
Välisseina raketis



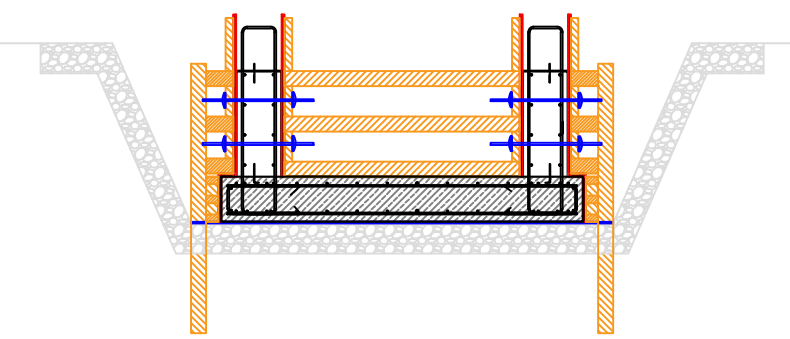
Vahelae õõnespaneelide ja radbetooni plaan



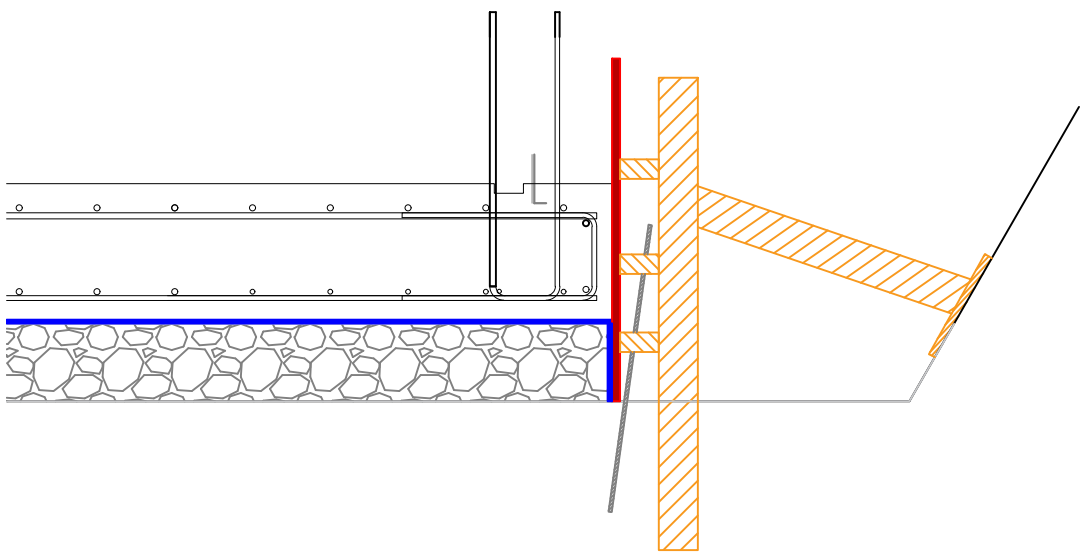
ID	Task Name	Duration	Start	Finish
1	0-Tsükkel	152 day	Mon 4/15/24	Wed 11/13/24
2	Geodeedi märgistus	1 day	Mon 4/15/24	Mon 4/15/24
3	Piirdeade paigaldus	3 days	Sun 4/14/24	Tue 4/16/24
4	Süvendi kaevamine	8 days	Sun 4/21/24	Wed 5/1/24
5	Geotekstiili paigaldus	2 days	Mon 5/6/24	Tue 5/7/24
6	Killustik (sh tihendamine)	4 days	Tue 5/7/24	Fri 5/10/24
7	PE-kile paigaldus	3 days	Mon 5/13/24	Wed 5/15/24
8	Liftištide armeerimine (sh raketamine)	10 days	Thu 5/9/24	Wed 5/22/24
9	Liftištide betoneerimine (sh järelhooldus)	3 days	Mon 5/13/24	Wed 5/15/24
10	1/4plaatvundamendi armatuuride paigaldus ja raketamine	15 days	Thu 5/16/24	Wed 6/5/24
11	1/4 plaadi kommunikatsioonid	4 days	Thu 5/30/24	Tue 6/4/24
12	1/4 plaadi betoneerimine (sh järelhooldus)	4 days	Wed 6/5/24	Mon 6/10/24
13	2/4plaatvundamendi armatuuride paigaldus ja raketamine	15 days	Sun 6/2/24	Thu 6/20/24
14	2/4 plaadi kommunikatsioonid	4 days	Fri 6/14/24	Wed 6/19/24
15	2/4 plaadi betoneerimine (sh järelhooldus)	4 days	Thu 6/20/24	Tue 6/25/24
16	3/4plaatvundamendi armatuuride paigaldus	15 days	Mon 6/17/24	Fri 7/5/24
17	3/4 plaadi kommunikatsioonid	4 days	Tue 7/2/24	Fri 7/5/24
18	3/4 plaadi betoneerimine (sh järelhooldus)	4 days	Fri 7/5/24	Wed 7/10/24
19	4/4plaatvundamendi armatuuride paigaldus ja raketamine	15 days	Mon 7/8/24	Fri 7/26/24
20	4/4 plaadi kommunikatsioonid	4 days	Fri 7/26/24	Wed 7/31/24
21	4/4 plaadi betoneerimine (sh järelhooldus)	4 days	Thu 8/1/24	Tue 8/6/24
22	Postide armeerimine (sh raketamine)	10 days	Sat 8/10/24	Thu 8/22/24
23	Postide betoneerimine (sh järelhooldus ja lahtiraketamine)	4 days	Thu 8/22/24	Tue 8/27/24
24	Sise- ja välisseinte armeerimine	10 days	Wed 8/28/24	Tue 9/10/24
25	Sise- ja välisseinte betoneerimine	6 days	Mon 9/9/24	Mon 9/16/24
26	Talade montaaž	2 days	Wed 9/18/24	Thu 9/19/24
27	Vahelae õõnespaneelide montaaž	4 days	Sat 9/21/24	Wed 9/25/24
28	RB vahelae raketiste paigaldus	10 days	Sat 9/21/24	Thu 10/3/24
29	RB vahelae armeerimine	15 days	Fri 10/4/24	Thu 10/24/24
30	Vahelae monolitiseerimine (sh betooni järelhooldus)	6 days	Fri 10/25/24	Fri 11/1/24
31	Välisseinte hüdroisolatsioon ja soojustus	10 days	Sun 10/27/24	Thu 11/7/24
32	Süvendi tagasitide ja tihendamine	4 days	Fri 11/8/24	Wed 11/13/24



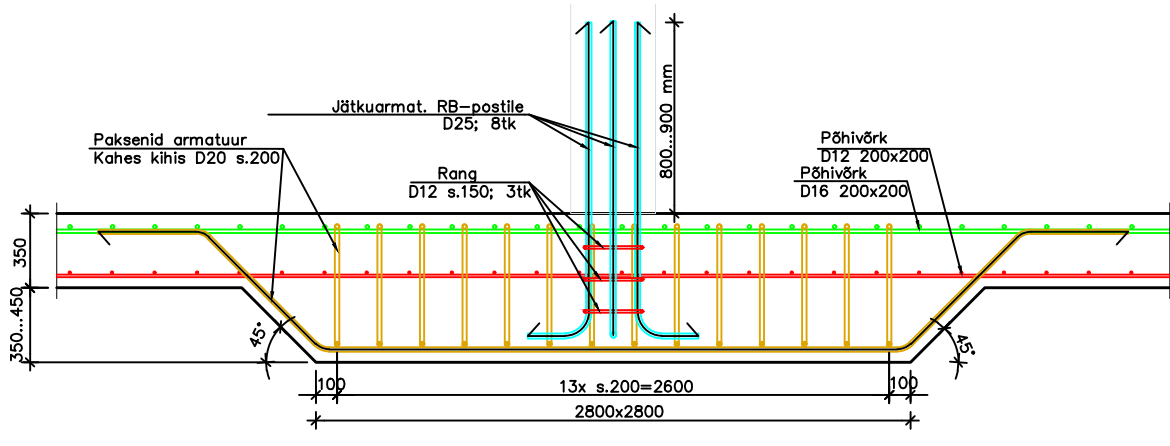
Liftištati raketis



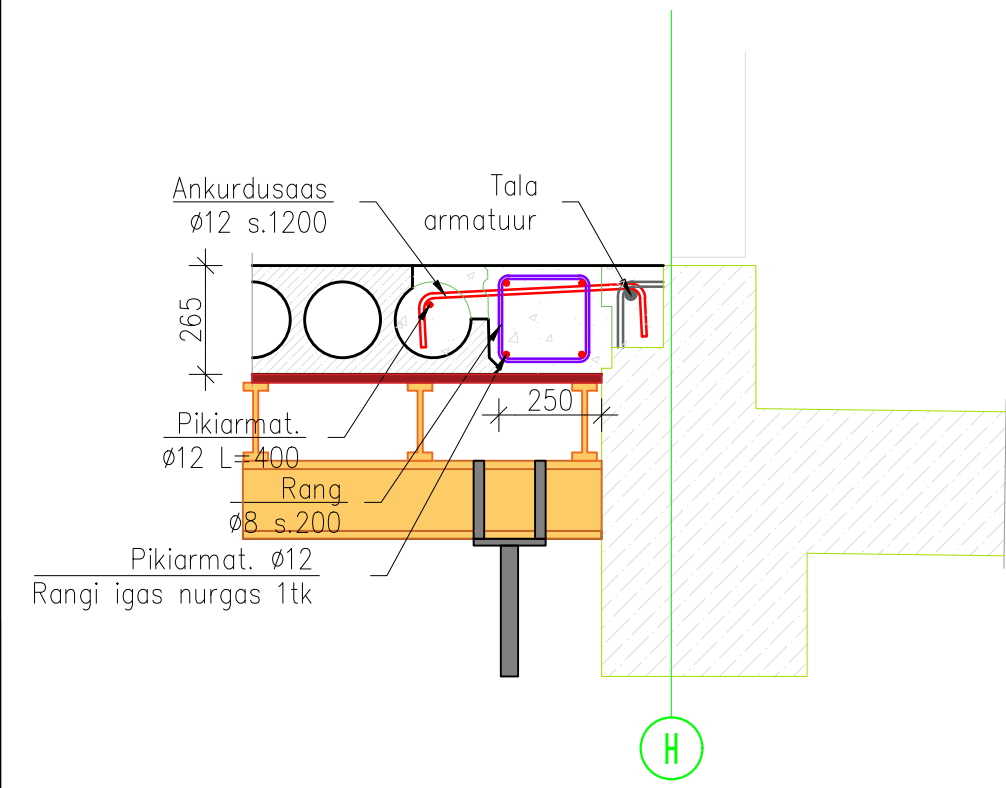
Plaatvundamendi raketise lõige



Paksendi lõige



Vahelae monolitiseerimise lõige

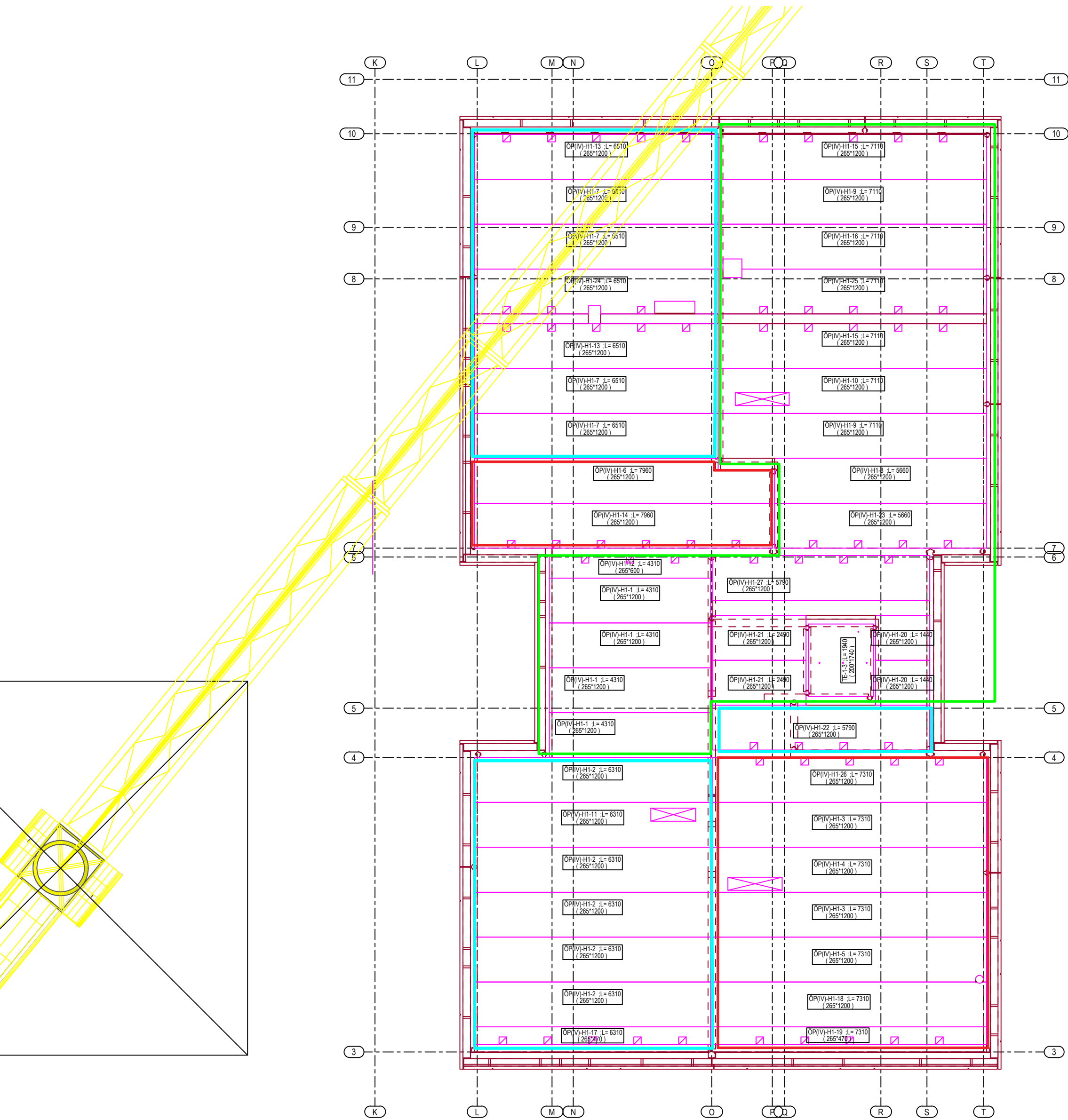


Korterelamu ehitustööde organiseerimine

Koostas:	Artjom Esholts	Joonise nimetus	O-tsükli tehnoloogiakaart
Juhendas:	Anneli Ramjalg	Joonise nr	3
Juhendas:		Töö nr	EHE053
TALLINN	29.04.2024	Skaala	Lehti: 3
			Lehti: 4

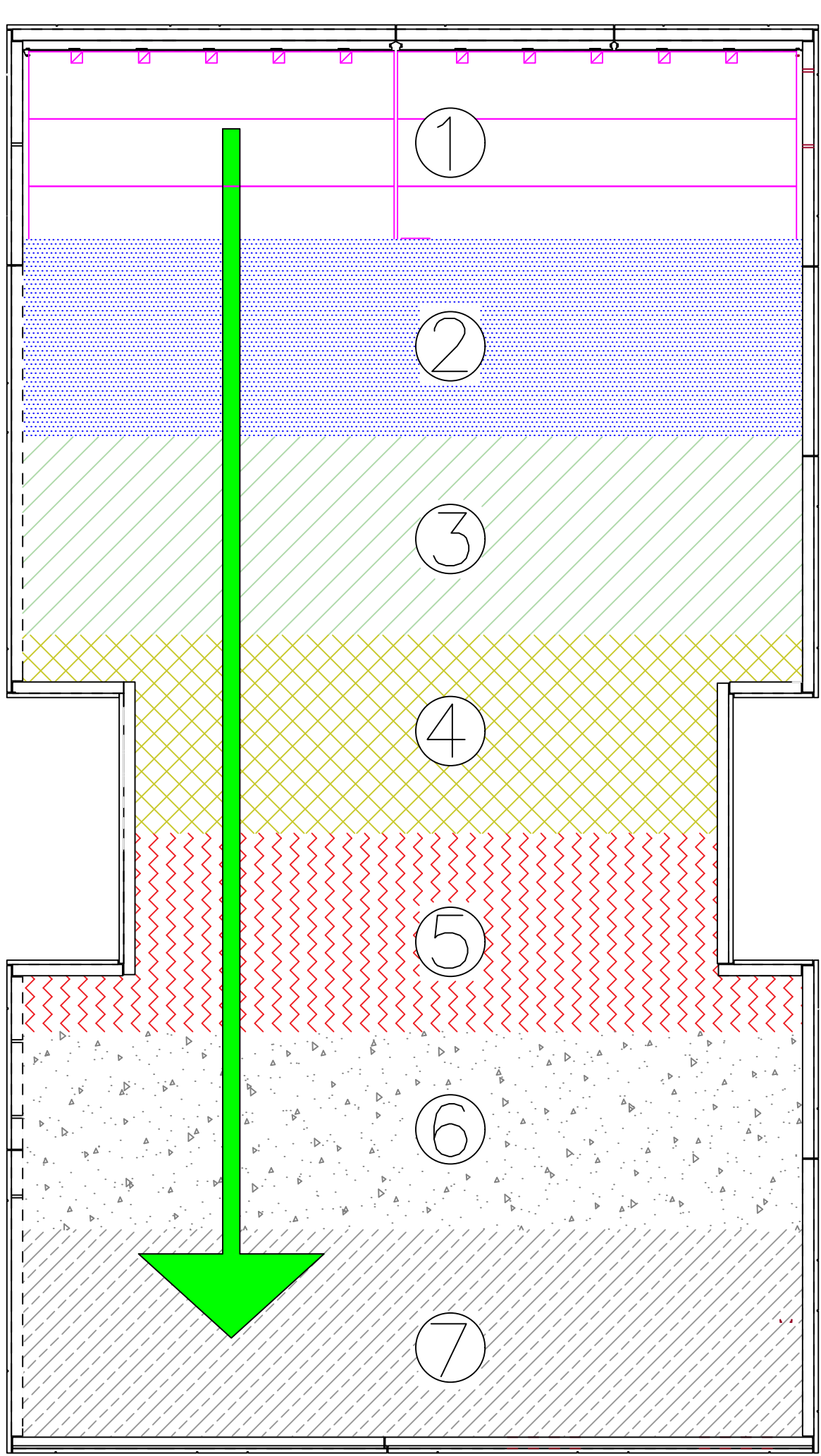
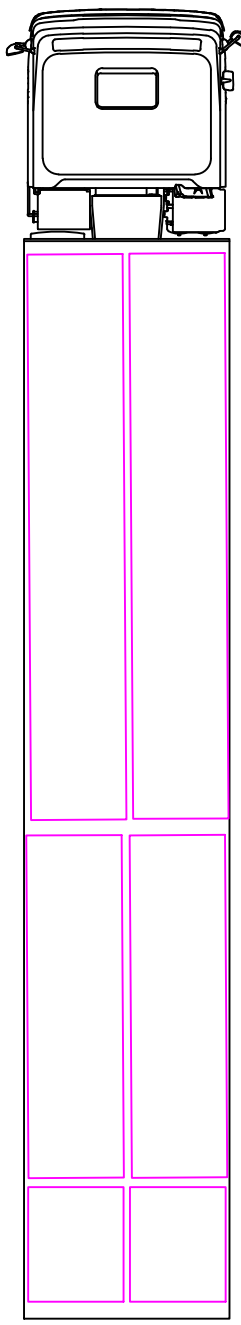
Katusetööde tehnoloogiakaart

Õõnespaneelide paigalduse ja tarne järjekord

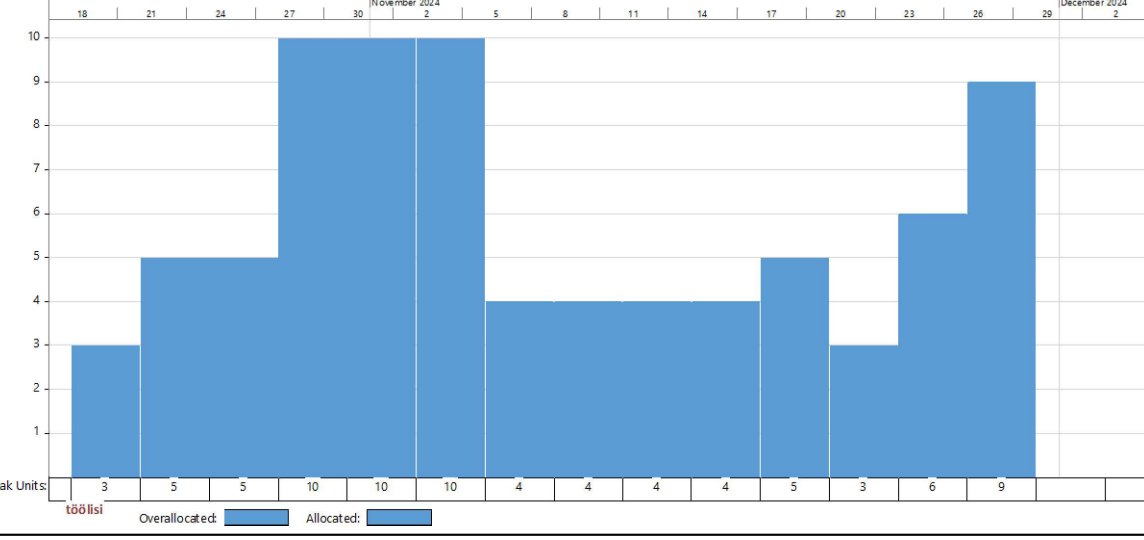


- Õõnespaneelide tarne nr. 1
- Õõnespaneelide tarne nr. 2
- Õõnespaneelide tarne nr. 3

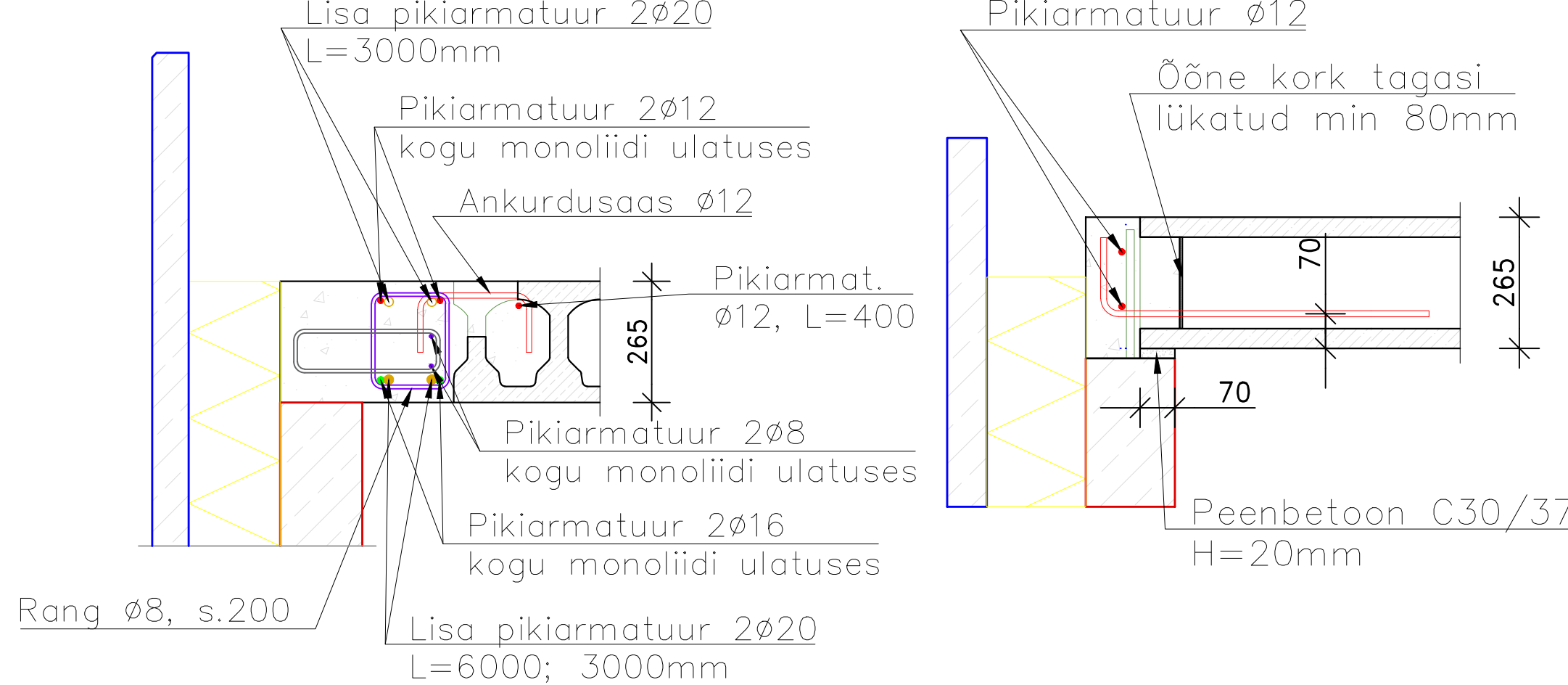
ID	Task Name	Duration	Start	Finish
1	Katusetööd	29 days	Mon 10/21/24	Thu 11/28/24
2	Õõnespaneelide montaaž	2 days	Mon 10/21/24	Tue 10/22/24
3	Katuslae monolitiseerimine	5 days	Wed 10/23/24	Tue 10/29/24
4	Läbiviikude ja tehnosüsteemide karkasside montaaž	5 days	Wed 10/30/24	Tue 11/5/24
5	Aurutõkke, kipsplaadi ja kolmnurkliistu paigaldus	3 days	Wed 10/30/24	Fri 11/1/24
6	Isolatsioonplaadi montaaž	4 days	Mon 11/4/24	Thu 11/7/24
7	Vahtpolüstüreen (kalded)	4 days	Fri 11/8/24	Wed 11/13/24
8	Polüetüleen kile paigaldus	2 days	Thu 11/14/24	Fri 11/15/24
9	Kiudbetoon pealevalu (järelhooldusega)	3 days	Mon 11/18/24	Wed 11/20/24
10	SBS-kate ja puitprussi paigaldus	4 days	Thu 11/21/24	Tue 11/26/24
11	Plekkide paigaldus	3 days	Tue 11/26/24	Thu 11/28/24
12	Läbiviikude ja tehnosüsteemide paigaldus	2 days	Wed 11/27/24	Thu 11/28/24



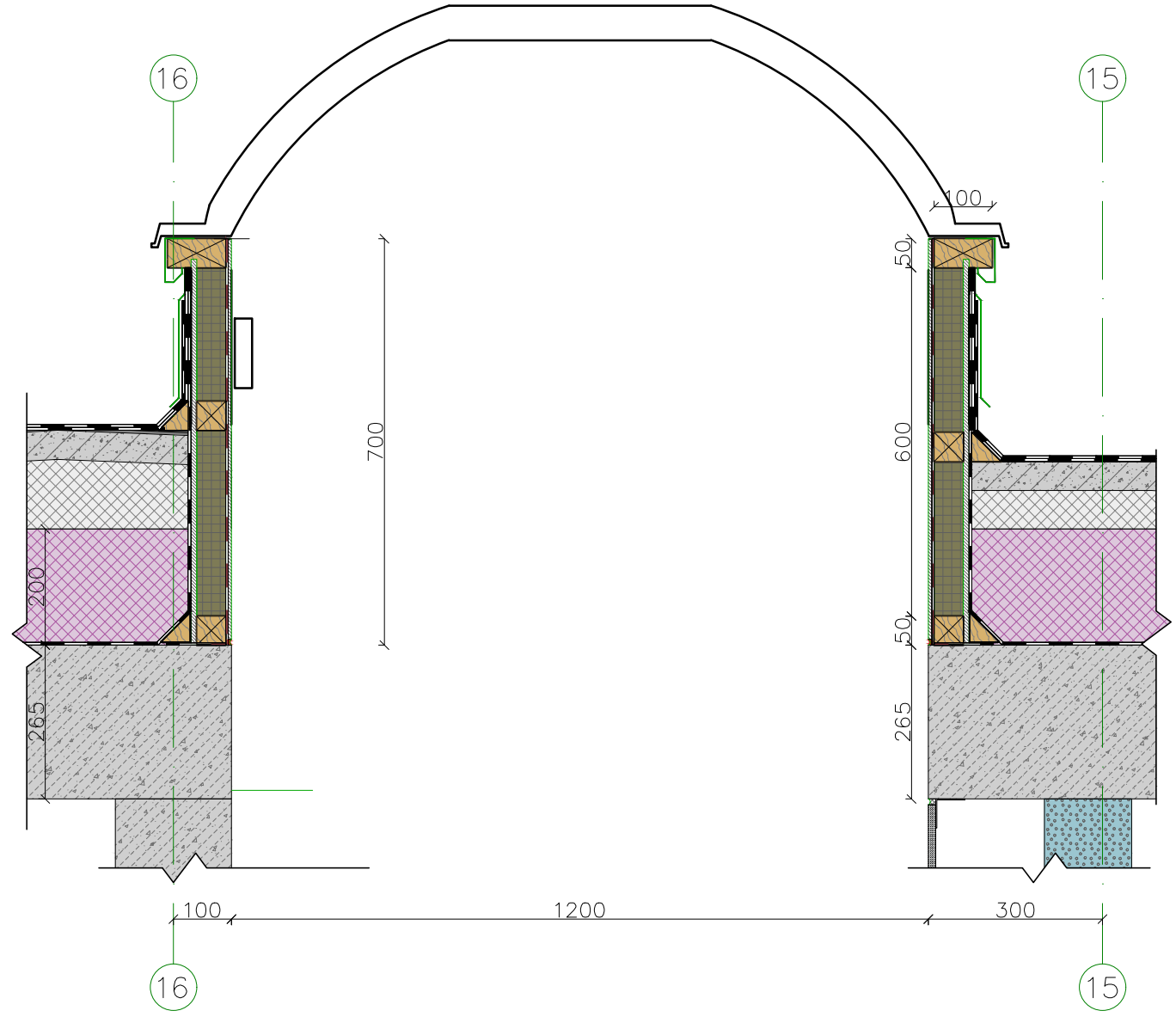
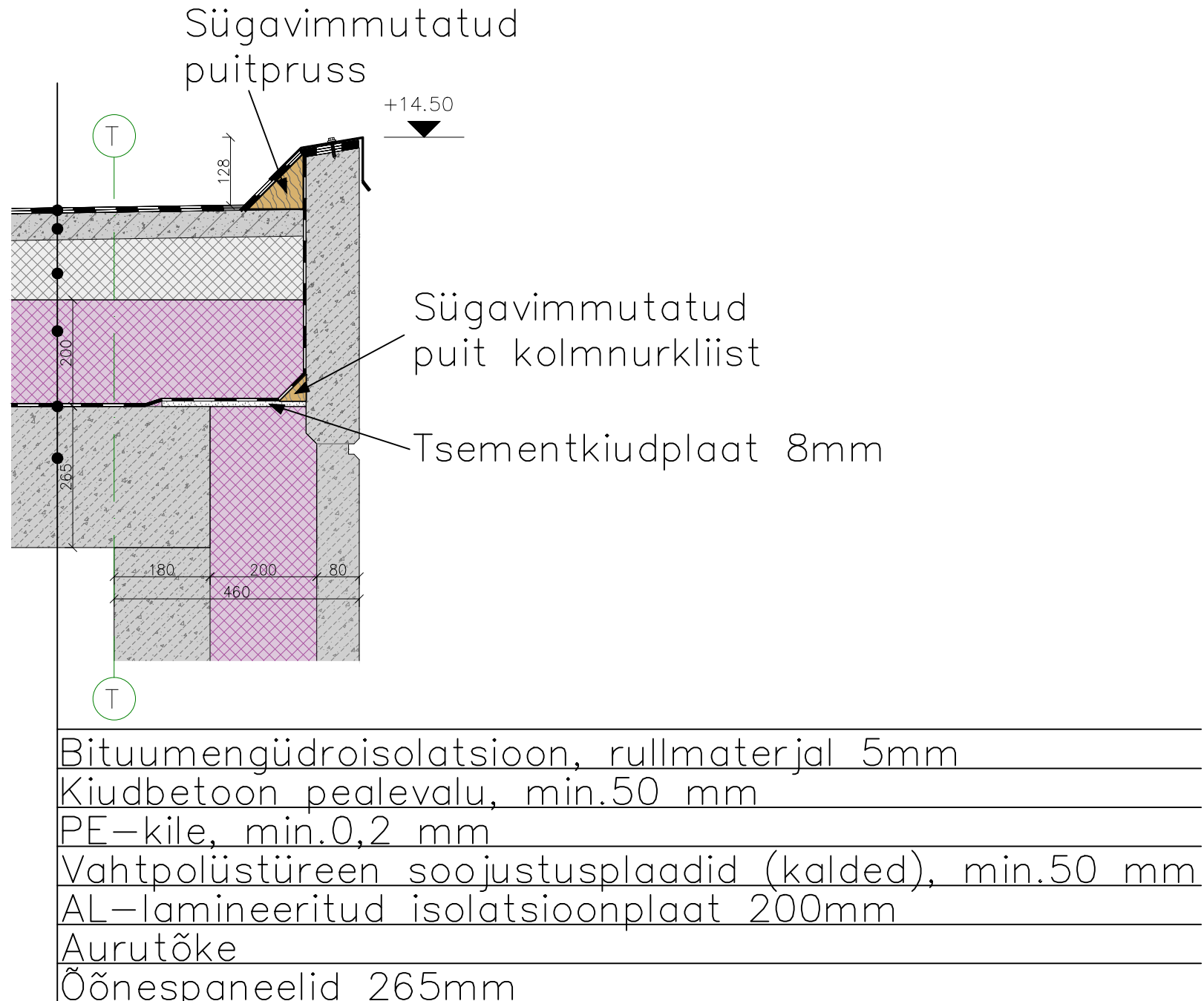
- Õõnespaneelid, 265 mm;
 - Aurutõke;
 - AL-lamineeritud isolatsiooniplaat, 200 mm;
 - Vahtpolüstüreen soojustusplaadid (kalded), min.50 mm;
 - PE-kile, min.0,2 mm;
 - Kiudbetoon pealevalu, min.50 mm;
 - SBS-kate, min. 2 kihti;
- Paigalduse suund



Vahelae monolitiseerimise lõiked



Katuse lõiked



		Korterelamu ehitustööde organiseerimine	
Koostas:	Artjom Esholts	Joonise nimetus Katusetööde tehnoloogiakaart	
Juhendas:	Anneli Ramjalg	Joonise nr	4
Juhendas:		Töö nr	EHE053
TALLINN	29.04.2024	Skaala	Lehti: 4
			Lehti: 4