



**TALLINNA
TEHNIKA KÕRGKOO**L

Silver Tiit Somma

BÜROOHOONE E HITUSTÖÖDE ORGANISEERIMINE

LÕPUTÖÖ

Tallinn 2021



Silver Tiit Somma

BÜROOHOONE E HITUSTÖÖDE ORGANISEERIMINE

LÕPUTÖÖ

Ehitusinstituut

Hoonete ehituse õppekava

Juhendaja: Aivars Alt

Tallinn 2021

Mina

Silver Tiit Somma,

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

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

Juhendaja (nimi, /allkirjastatud digitaalselt/) Aivars Alt

Lihtlitsents lõputöö reprodutseerimiseks ja lõputöö üldsusele kättesaadavaks tegemiseks

Mina,

Silver Tiit Somma

(*autori nimi*)

sünnikuupäev: 10.08.1997

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

Büroohoone ehitustööde organiseerimine

(*lõputöö pealkiri*)

1. reprodutseerimiseks paberkandjal kõrgkooli raamatukogus avaldamise ja säilitamise eesmärgil;
2. elektroonseks avaldamiseks kõrgkooli repositooriumi kaudu;
3. kui lõputöö avaldamisele on instituudi direktori korraldusega kehtestatud tähtajaline piirang, lõputöö avaldada pärast piirangu lõppemist.

Olen teadlik, et nimetatud õigused jäävad alles ka autorile ja kinnitan, et:

1. lihtlitsentsi andmisega ei rikuta teiste isikute intellektuaalomandi ega isikuandmete kaitse seadusest tulenevaid ega muid õigusi;
2. PDF-failina esitatud töö vastab täielikult kirjalikult esitatud tööle.

Tallinnas,

/allkirjastatud digitaalselt/

LÕPUTÖÖ ÜLESANNE

Lõpetaja: **Silver Tiit Somma**
Õpperühm: HE71/81
Eriala: Hoonete ehitus (1827)
Lõputöö teema: **Büroohoone ehitustööde organiseerimine**

Lähteandmed töö koostamiseks:

- Arhitektuurne projekt – Tehnopol 3 büroohoone põhiprojekt/tööprojekt ja seletuskiri, Agabus Arhitektid OÜ.
- Konstruktiivne projekt – Tehnopol 3 büroohoone tööprojekt, Insener Projekt OÜ

Töö sisu, ülesehitus ja lahendamisele kuuluvate küsimuste loetelu:

- lähteandmete ja ehitustingimuste kirjeldus;
- arhitektuurse osa kirjeldus;
- majandusosa;
- ehitusplatsi üldplaan;
- üldkalendergraafik;
- tõstemehhanismid;
- parkimismaja keldrikorruse vahelae monoliitbetoonitööde tehnoloogiakaart;
- kogu hoone soklikorruse betoonist monteeritavate seinapaneelide tehnoloogiakaart;
- töö-, tuleohutuse ning keskkonnakaitse tagamise plaan.

Seletuskirja ning graafilise materjali sisu ja maht:

- seletuskiri 40-60 lehekülge;
- lisade maht kuni 20 lehekülge;
- graafilise materjali maht on 4-5 A1 joonist.

Lõputöö juhendaja: Aivars Alt
(nimi)

 02.02.2021
(allkiri) (kuupäev)

Lõpetaja: Silver Tiit Somma
(nimi)

 02.02.2021
(allkiri) (kuupäev)

Kinnitaja: Aivars Alt
ehitusinstituudi direktor

 02.02.2021
(allkiri) (kuupäev)

Lõputöö ülesanne antud: 02.02.2021

Lõputöö esitamise tähtaeg: 19.04.2021

SISUKORD

SISSEJUHATUS.....	9
1 LÄHTEANDMED JA E HITUSTINGIMUSED.....	10
1.1 Asukoht.....	10
1.2 Olemasolev olukord.....	10
1.3 Ehitusgeoloogilised tingimused.....	10
2 ARHITEKTUURNE OSA	11
2.1 Hoone otstarve.....	11
2.2 Vundament.....	11
2.3 Kandekonstruktsioonid	11
2.4 Välissein	12
2.5 Põrandad	12
2.6 Siseseinad	12
2.7 Laed ja katus.....	12
2.8 Küte	13
2.9 Ventilatsioon.....	13
2.10 Veevarustus ja kanalisatsioon.....	13
2.11 Kundi ja hoone tehnilised näitajad	14
3 MAJANDUSOSA	16
4 KOONDKALENDERPLAAN	18
4.1 Lühiülevaade koondkalenderplaanist	18
4.2 Ettevalmistus	18
4.3 Mullatööde kirjeldus.....	18
4.4 Hüdroisolatsiooni kirjeldus.....	18
4.5 Vundamentide rajamise kirjeldus	19
4.6 Montaažitööde kirjeldus	19
4.7 Betoontööde kirjeldus.....	19
4.8 Katusetööde kirjeldus	20
4.9 Eritööde kirjeldus	20

4.10	Elektrisüsteem	21
4.11	Sise- ja välisviimistlustööde kirjeldus	21
4.12	Objekti üleandmine.....	22
5	EHITUSPLATSI ÜLDPLAAN	23
5.1	Objekti planeerimisloogika.....	23
5.2	Pinnasevesi	23
5.3	Soojakud	23
5.4	Jäätmekäitlus	24
5.5	Ajutine elekter, veevarustus ja kanalisatsioon.....	24
5.6	Veevajaduse määramine	24
5.7	Elektrienergia vajaduse määramine.....	26
6	TÕSTEMEHHANISMID EHITUSE LÄBIVIIMISEKS	29
7	PARKIMISMAJA KELDRIKORRUSE VAHELAE MONOLIITBETOONITÖÖDE TEHNOLOOGIAKAART	31
7.1	Tööde loetelu	31
7.2	Tööde kirjeldus	32
7.2.1	Vahelae puittala laeraketise paigaldustööd	32
7.2.2	Terassarruse paigaldustööd	33
7.2.3	Betoneerimistööd	34
7.2.4	Põrandapindade katmine pinnakõvandiga.....	35
7.2.5	Pingesarruse pingutamistööd hüdraulilise tungrauaga.....	35
7.2.6	Raketise demontaaž.....	35
7.3	Tööde mahuarvutused.....	36
7.3.1	I haardeala töömahtude arvutus.....	36
7.3.2	II haardeala töömahtude arvutus	36
7.3.3	III haardeala töömahtude arvutus.....	36
7.3.4	IV haardeala töömahtude arvutus.....	37
7.4	Brigaadide suurused	37
7.4.1	Vahelae puittala laeraketise paigaldustööd	37
7.4.2	Teras- ja pingesarruse paigaldustööd	37
7.4.3	Betoneerimistööd	37

7.4.4	Põrandapindade katmine pinnakõvendiga.....	38
7.4.5	Pingesarruse pingutamistööd hüdraulilise tungrauaga	38
7.4.6	Raketise demontaaž.....	38
7.5	Tööde ajamahukus.....	39
7.5.1	I haardeala ajamahukus	39
7.5.2	II haardeala ajamahukus.....	40
7.5.3	III haardeala ajamahukus	41
7.5.4	IV haardeala ajamahukus	42
7.6	Betooni kivinemise arvutus	43
7.7	Töödeks vajalike masinate määramine.....	45
7.7.1	Betooni pumba valik	45
7.7.2	Betooniveokite valik	45
7.7.3	Tõstemasinate valik.....	46
7.8	Tööohutuse nõuded vastavalt tööle	46
7.8.1	Tööohutuse nõuded puittala laeraketise paigaldustöödel.....	46
7.8.2	Tööohutuse nõuded teras- ja pingesarruse paigaldustöödel.....	48
7.8.3	Tööohutuse nõuded betoneerimistöödel.....	48
7.8.4	Tööohutuse nõuded betoonpinna katmisel pinnakõvendiga	50
7.9	Tööde kvaliteedinõuded	52
7.9.1	Betoonpinna kvaliteedinõuded.....	52
8	SOKLIKORRUSE MONTEERITAVATE SEINAPANEELIDE MONTAAŽITÖÖDE TEHNOLOOGIAKAART	53
8.1	Tööde loetelu	53
8.2	Tööde kirjeldus	53
8.2.1	Montaaži ettevalmistustööd.....	53
8.2.2	Seinapaneeli monteerimine	53
8.2.3	Ajutiste tugipostide paigaldus	54
8.2.4	Püstvuugi ja ankurdussüvendi betoneerimine	54
8.3	Tööde mahuarvutus	54
8.4	Brigaadide suurused	55
8.4.1	Betoonkannude valamine vasturaskuseks	55

8.4.2	Seinapaneelide monteerimine ja tugipostide paigaldus	55
8.4.3	Püstvuukide ja ankurdussüvendite betoneerimine	55
8.5	Tööde ajamahukus.....	55
8.6	Töödeks vajalike masinate määramine.....	57
8.6.1	Tõstemasina valik.....	57
8.6.2	Betooni pumba valik	58
8.7	Tööohutuse nõuded vastavalt tööle	59
8.7.1	Tööohutuse nõuded montaažitöödel.....	59
8.7.2	Tööohutuse nõuded betoneerimistöodel.....	60
9	TÖÖVÕTUMEETOD.....	63
10	TÖÖ- JA TULEOHUTUSE NING KESKKONNAKAITSE TAGAMISE PLAAN.....	64
10.1	Tööohutus	64
10.2	Tuleohutus	64
10.3	Keskkonnakaitse	64
	KOKKUVÕTE.....	66
	SUMMARY	67
	VIIDATUD ALLIKAD.....	68
	LISAD	71
	Lisa 1. Detailne eelarve	71
	GRAAFILINE OSA.....	82

SISSEJUHATUS

Käesoleva lõputöö eesmärgiks on Tehnopol 3 büroohoone ehitustööde organiseerimine. Hoone asub Harjumaal, Mustamäel, aadressil Mäealuse 2/4. Projekti tellijaks ja ehitajaks on Astlanda Ehitus OÜ ning omanikujäreлvalvet teostab Tallinna Linnaehituse AS.

Töö autor kuulub samuti Tehnopol 3 büroohoone objektimeskonda ning täidab töödejuhataja abi ametit. Autoril on ligipääs projektiga seotud teostusdokumentatsioonile ning arhitektuursetele ja konstruktiivsetele joonistele.

Lõputöö on koostatud lähtudes Tallinna Tehnikakõrgkooli ehitusinstituudi „Ehituse organiseerimise teemaliste lõputööde“ juhendist. Lõputöös on kirjeldatud ehitatava hoone lähteandmed, arhitektuurne osa, töövõtumeetod, tõstemehhanismid, töö- ja tuleohutuse ning keskkonnakaitse tagamise plaan. Lisaks sisaldab lõputöö hoone detailset eelarvet, koondkalenderplaani, tehnoloogilisi kaarte ja ehitusplatsi üldplaani.

1 LÄHTEANDMED JA E HITUSTINGIMUSED

1.1 Asukoht

Rajatav büroohoone Tehnopol 3 asub Harjumaal, Mustamäel, aadressil Mäealuse 2/4. Objekti lõunaküljelt möödub Mäealuse tänav ning lääneküljelt Akadeemia tee. Põhjaküljel asub Tehnopoly kvartali parkla. Rajatava hoone idaküljel asub eelmisena arendatud büroohoone Tehnopol 2.

1.2 Olemasolev olukord

Rajatav hoone asub krundi läänepoolses osas, kus on enne ehitustöödega alustamist asfaltkattega parkla ja kõnniteed, mis kuuluvad likvideerimisele. Kinnistu keskel on välja ehitatud kahe tornina Tehnopol 2 büroohoone ning selle kõrval kinnistu idaküljel omakorda büroohoone Tehnopol 1. Mõlemad büroohood on välja ehitatud kõikide tehnovõrkudega ning ühise maa-aluse parklaga. Kinnistu pindala on 15167 m² ehk 1,52 ha. [1]

1.3 Ehitusgeoloogilised tingimused

Rajatav hoone paikneb oma asukohalt Põhja-Eesti madalikul, kus maapind on tasane, kuid väikse kaldega põhja suunas. Maapinna absoluutkõrgused jäävad maaüksusel 20,3 ja 22,0 meetri vahele. Puurimise- ja löökpenetratsiooni katsete tulemusena on geoloogilises lõikes eraldatud järgnevad kihid [2]:

- Muld – 0,2-0,5 meetri paksuselt;
- täide – liiva ja kruusa segust koosnev täide kuni 2,0 meetri paksuselt;
- peenliiv – kesktihe kuni tihe liiv kuni 2,15 meetri paksuselt;
- veeristik – veeristest ja kruusasest liivast koosnev vahekiht 1,6-2,75 meetri sügavusel maapinnast, 0,1-1..05 meetri paksuselt;
- möll – kihi paksus 0,6-1,9 meetrit;
- peenliiv – 3,75-8,65 meetri paksuselt;
- mölline peenliiv – absoluutkõrgustel 10,1-18,15 ning kihi paksus 1,2-4,95 meetri vahel;
- savimöllmoreen ja sinisavi.

2 ARHITEKTUURNE OSA

2.1 Hoone otstarve

Hoone koosneb kahest keldri ja parkimishoonega ühendatud korpusest, millest A-korpus on 9-korruseline ja 27,9 meetri kõrgune. B-korpus on 6-korruseline ning maksimaalse kõrgusega 25,2 meetrit. Lisaks asub kahe korpuse keskel 6-korruseline parkimismaja, mille kolm külge on seotud büroohoonega ning üks külge jääb välisseinaks. Ehitatava hoone juhtkasutusotstarve on büroohoone koodiga 12201 ning ühest küljest välisõhule avatud parkimishoone 12432. [3]

Hoone esimesele korrusele on kavandatud teenindus- ja toitlustuspinnad, avalikud tualetid, koristajaruumid ja prügimaja sissepääsuga õuest. Teisest korruses algavad avatud büroopinnad, mis on paindliku ruumilahendusega ning võimaldavad teha rentniku vajaduste järgi muudatusi. Tehnovarustuse ruumid on jaotatud keldrikorrusele, 1. korrusele ning mõlema korpuse katusekorrustele. [3]

2.2 Vundament

Hoone rajatakse raudbetoonist lint- ja postvundamentidele. Lintvundament asub ümber kogu hoone perimeetri, välisseinade all. Lintvundamendi madalaim rajamissügavus on hoone esimese korruse põrandast ehk suhtelisest nullist -4,250 meetrit madalamal, laius on 800 mm ja paksus 400 mm. Lintvundamendi pikkus on 221 jooksvat meetrit ning selle pealispinnalt ultuvad välja $\varnothing 12$ mm sarrustapid, mille peale kinnitatakse soklipaneelid. Hoone põrandaalusele osale on projekteeritud 104 postvundamenti, millest suurima suhteline rajamissügavus on -6,100 meetrit ning mõõtmed 12250x11500x1600. Sellest järeldades on suurima postvundamendi ruumala 225,4 m³.

2.3 Kandekonstruksioonid

Hoone kandekonstruksioonideks on raudbetoonist postid ja seinad, mille peale toetuvad monoliitsetest betoonist vahelaeplaadid. Hoone kandvad monoliitbetoonist seinad on peamiselt trepikojad ja liftišahtid. Parkimismaja osas on erinevalt büroohoonele kavandatud kaldu asetsevad monoliitbetoonist plaadid, mida toetavad ka järelpingebetoonist talad. [2]

2.4 Välissein

Büroohoone soklisein koosneb 41 monteeritavast soklipaneelist, millest osadel on lisatud kõrgemasse tsooni soojustatud lisapaneel. Parkimismaja soklisein on monoliitne betoonsein. Büroohoone välissein koosneb kogu ulatuses peamiselt alumiiniumkomposiit kassettidest ja klaasfassaadist. Parkimismaja välissein jääb avatuks, kuid kaetakse dekoratiivse vertikaal puitrooviga.

2.5 Põrandad

Aluspõrand pinnasel ja vahelaed on kõik kavandatud monoliitsest betoonist. Üüripindade koridorite ja kontorite osa kaetakse vaipkattega, kus üürnik saab valida etteantud siseviimistlusvalikute vahel. Keldrikorrusel kavandatakse ühiskasutatavatel aladel ja suurt koormustaluvust nõudvatel ruumidel kasutatud betoonpinna tugevdamiseks pinnakõvendit. Väiksema kulumiskoormusega ruumides keldrikorrusel ja tehnoruumides kavandatakse betoonpõrand, mis kaetakse tolmutõkkega. Tasandusvaluga nähakse ette trapiga ruumides anda vajalikud kalded äravoolutrappide suunas. [3]

2.6 Siseseinad

Hoonesisesed kandvad ja jäigastavad seinad on kavandatud monoliitses raudbetoonist. Mittekandvateks siseseinadeks on ette nähtud teraskarkassiga kergseinad ja laotud Columbia-kivist plokkseinad. Valmis seinapinnad peavad vastama välismusklassile Ps1. Lisaks on ette nähtud märgades ja niisketes ruumides viimistluskihi alla hüdroisolatsioon. [3]

2.7 Laed ja katus

Üldmähus on büroohoonele kavandatud avatud valubetoonist vahelaed, mis vastavad betooniklassile A. Betooni pinnad kaetakse läbipaistva tolmutõkke vedelikuga. Rendipindade kontorites on planeeritud betoonlagi värvida ning osaliselt katta 50 mm paksuste klaasivilla plaatidega. Hoone keskel asuvatel valamutega eesruumidel, WC-boksidel, koristusruumidel ja pesuruumidel on ette nähtud helipidav ja niiskuskindel topeltkipsiga ripplagi, mis varjab lae taga olevaid kommunikatsioone ning on heli isoleerivaks kihiks. [3]

Hoone katuslagi on monoliitsest raudbetoonist, mis soojustatakse vahtpolüstorooniga ja kaetakse tuulutussoontega jäiga villaplaadiga, kuhu omakorda kinnitatakse hüdroisolatsioon rullmaterjal.

Konstruksiooni tuulutamiseks on ette nähtud alarõhutuulutid, mis paiknevad vastavalt tuulesoonde sihile. Katusele on kavandatud ummistust tõkestavate restide ja elektrikütte kaablitega katuselehid. Liitekohad seinale, ukse või aknaga lahendatakse katusekatte ülespööretega. [3]

2.8 Küte

Hoone soojusvarustus teostatakse linna kaugküttevõrgust. Väline projekteeritud soojustorustik ühendatakse olemasoleva eelisoleeritud soojustorustikuga. Hoone siseselt on ette nähtud tehaskomplekteeritud ja täisautomaatne soojussõlm. Soojussõlm paikneb hoone 1. korrusele planeeritud tehnilises ruumis. Hoone radiaatorkütte soojuskandjaks on parameetritel 70°C/50°C olev vesi. Küttekehadeks on enamjaolt kavandatud aknaalused valged terasplekkist radiaatorid ning mõningates kohtades on ka õhkküttes laealused puhurid. Torustikud küttekehadeni tuuakse horisontaalmagistraalidena alumise korruse lae all. Soojusväljastuse reguleerimine radiaatorküttesüsteemis toimub läbi iga üksiku küttekeha motoriseeritud termostaatventiili. [4]

2.9 Ventilatsioon

Ehitatavale büroohoonele on kavandatud mehaaniline sissepuhke-väljatõmbe ventilatsioon. Parkimismajas mehhanilise ventilatsioonisüsteemi vajadus puudub kuna seal on loomulik tuuldumine avatud fassaadiosade ja väravaavade kaudu. Ventilatsioonisüsteem tagab sisse- ja väljatõmbeõhu filtreerimise, sissepuhkeõhu soojendamise ning tagastamise. Sissepuhkeõhu tagastamiseks on ette nähtud rootorsoojusvaheti ja vastuooluplaatsoojusvaheti ning soojendamiseks vesikalorifeer. Õhutorudena kasutatakse valdavalt tsinkplekktorusid ning need on isoleeritud villaga kõikides ventkambrites ja püstikud šahtides. Lisaks isoleeritakse jahutusega sissepuhke torud korrustel. Ventilatsiooni lõppseadmena on süsteemil sissepuhkel difuuserid ning väljatõmbel plafoonid. [4]

2.10 Veevarustus ja kanalisatsioon

Ehitatava hoone veeallikaks on ühisveetorustik kahe olemasoleva veeühenduse kaudu. Olemasolevad liitumispunktid asuvad ehitatava hoone kinnistu maa-alal. Peaveemõõdusõlm on esimeses ehitusjärgus rajatud büroohoones aadressil Mäealuse 2/1. Kogu rajatava büroohoone veevarustus on ette nähtud lahendada ühiste olemasolevate veeühenduste ja peaveemõõdusõlme kaudu. Lisaks liidetakse olemasoleva hoone tulekustutussüsteemi külge ka uus ehitatava hoone oma. Igale büroopinnale tuleb ette

näha täiendav veemõõdusõlm. Majandus- ja joogivee magistraaltorud, jaotustorud ning püstikud on projekteeritud komposiittorudest. Magistraalid paigaldatakse parkla korruse ja esimese korruse lae alla ning püstikud isoleerituna šahtidesse. Haru- ja jaotustorustikud paigaldatakse isoleerituna lae alla ripplae taha ning ühendustorustikud hülssides seinakonstruktsioonide sisse. [5]

Kinnistu olmereovee kanaliseerimine on lahendatud lahkvoolsena. Büroohoone kanalisatsiooni süsteemid järgnevad olmereovee kanalisatsiooniks, allpool paisutustaset oleva parkla kanalisatsioon, allpool paisutustaset olev olmereovee kanalisatsioon, sadevee kanalisatsioon, sadevee kanalisatsioon maa-aluse parkimismaja katuslaelt ning drenaažitorustik. Eraldi väljaviigud on ette nähtud olmereoveele ja sademeveele. Sademevesi hoone katuselt juhitakse ära sisemise sademeveekanalisatsiooniga. Hoonesisesed olmekanalisatsioonisüsteemi torud on projekteeritud pasttorudest, PVC lehtservaga ja kummitihendiga. [5]

2.11 Kundi ja hoone tehnilised näitajad

Ehitatava hoone kinnistul asub juba kaks olemasolevat hoonet ning büroohoone Tehnopol 3 on kolmas hoone, mis krundile ehitatakse. Järgnevas tabelis (Tabel 1) on välja toodud antud kinnistu tehnilised näitajad. [3]

Tabel 1. Krundi tehnilised näitajad

Nimetus	Väärtus
Krundi pind	15 170 m ²
Hoone 1 ehitusalane pind	3 746 m ²
Hoone 2 ehitusalane pind	3 102 m ²
Hoone 3 ehitusalane pind (ehitav hoone)	7 701 m ²
Ehitusalane pind kokku	14 549 m ²
Täisehituse %	95,90%
Sihtotstarve: ärimaa	100%

Hoone tehnilised näitajad on välja toodud alljärgnevas tabelis (Tabel 2). [3]

Tabel 2. Hoone tehnilised näitajad

Nimetus	Väärtus
Maapealne ehitusalane pind	7 701 m ²
Maa-alune ehitusalane pind	12 276 m ²

Nimetus	Väärtus
Suurim korruselisus	8 ja -1
Hoone suurim kõrgus	32,5 m
Hoone pikkus	106 m
Hoone laius	42,5 m
Hoone sügavus	2,9 m
Hoone kubatuur kokku	118 904 m ³
Suletud brutopind	44 741 m ²
Köetav netopind (ilma parkimismaja ja prügiruumita)	15 399 m ²
Suletud netopind kokku	19 879 m ²
Mitteeluruumi pind	12 425 m ²
Üldkasutatav pind	2 086 m ²
Keldri garaaž	4 480 m ²
Tehnoruumide pind	888 m ²

3 MAJANDUSOSA

Büroohoone Tehnopol 3 ehitustööde eelarve aluseks on kasutatud Astlanda Ehitus OÜ eelarvestajate poolt koostatud detailset eelarvet. Eelarve on koostatud lähtudes standardist EVS 885:2005. Detailne ehituseelarve on välja toodud lõputöö lisa (Lisa 1). Hoone kulud eelarve pearühmade kaupa on välja toodud allolevas tabelis (Tabel 4). Hoone maksumus ilma käibemaksuta on 17 611 153 € ning kõige suurema osakaaluga eelarvest on kandetarindid. Kandetarindite osakaal kogu ehitusmaksumusest on 30,7% ehk 4 829 110 €.

Hoone suletud brutopind on 44 741 m². Arvutatakse hoone suletud brutopinna ruutmeetri hind:

$$\frac{17\,611\,153}{44\,741} = 393,62 \text{ €/m}^2$$

Hoone suletud netopind ilma parkimismajata on 15 399 m². Arvutatakse büroohoone osa suletud netopinna ruutmeetri hind:

$$\frac{17\,611\,153}{15\,399} = 1143,66 \text{ m}^2$$

Kogu hoone suletud netopind on 19 879 m². Arvutatakse kogu hoone suletud netopinna ruutmeeri hind:

$$\frac{17\,611\,153}{19\,879} = 885,92 \text{ m}^2$$

Hoone ruutmeetrihinnad on välja toodud järgnevas tabelis (Tabel 3):

Tabel 3. Hoone ruutmeetri hinnad

Nimetus	Hind, €/m ²
Suletud brutopind	393,6
Suletud netopind ilma parkimismajata	1143,7
Suletud netopind kokku	885,9

Tabel 4. Hoone maksumus

Rühma number	Rühma nimetus	Summa, €	Osakaal, %
0	Tellija kulud	491 500 €	3,1
1	Välisrajatised	526 085 €	3,3
2	Alused ja vundamendid	431 343 €	2,7
3	Kandetarindid	4 829 110 €	30,7
4	Fassaadielemendid ja katused	1 555 691 €	9,9
5	Ruumitarindid ja pinnakatted	2 783 077 €	17,7
6	Sisustus ja inventar	330 018 €	2,1
7	Tehnosüsteemid	4 275 217 €	27,2
8	Ehitusplatsi korralduskulud	58 804 €	0,4
9	Ehitusplatsi üldkulud	443 400 €	2,8
	Kõik kulud kokku	15 724 244 €	100,0
	Ehitaja kate ja kasum	1 886 909 €	
	Kõik kokku käibemaksuta	17 611 153 €	
	Käibemaks	3 522 231 €	
	Kokku käibemaksuga	21 133 383 €	

4 KOONDKALENDERPLAAN

4.1 Lühiülevaade koondkalenderplaanist

Kalenderplaani kohaselt kestab ehitustegevus alates 26. oktoobrist 2020 kuni 28. novembrini 2022. Ehituse kogukestvuseks on plaani kohaselt 546 päeva. Ajanormid kalendergraafiku koostamiseks on saadud objektimeeskonnaga arutades ning autori enda kogemusest ehitusplatsil. Tööbrigadide koosseisud on määratud enda kogemusest arvestades töö ning objekti eripära. Koondkalenderplaan on esitletud dokumendi graafilises osas (graafiline osa, joonis 2).

4.2 Ettevalmistus

Ettevalmistustööde esimene etapp algab nädal enne olemasoleva asfaltkatte freesimist. Sellel ajal paigaldatakse kogu ehitusobjekti perimeetrile ajutine piirdeaed. Objektikontor, lisa soojak alltöövõtjale ja olmesoojakud tuuakse objektile kui algavad esimesed betoonitööd. Objektikontor koosneb kahest konteinersoojakust ning see ühendatakse vajalike elektri ning sidevõrkudega. Olmesoojak koosneb kahest WC-st, kahest duššikabiinist ning neljast kraanikausist. Lisaks kuulub ettevalmistustööde alla ka ajutise vee- ja elektrivarustuse ühendamise ning vajalike elektrikilpide paigaldamine.

4.3 Mullatööde kirjeldus

Ehitatava hoone asukohal asub enne ehitustöid asfaltbetoonist teekattega parkla. Esmalt alustatakse parkla teekatte lõhkumise ning utiliseerimisega. Lisaks eemaldatakse ette jäävad äärekivid. Seejärel algavad suuremahulised kasvupinnase kaevetööd, mille eesmärgiks on rajada kaevik kogu hoone vundamendi ning null korruse jaoks. Töid teostatakse roomikekskavaatori ning veoautodega.

4.4 Hüdroisolatsiooni kirjeldus

Vundamendile on ette nähtud hüdroisolatsioon kogu hoone lintvundamendi perimeetril kuni 2 meetri kõrguseni. Lisaks on planeeritud hüdroisolatsioon kleepida ka hoone liftišahtide ning trepikodade vundamendikannudele ning null korruse seinadele kuni 1 meetri kõrgusele vundamendist. Tööde teostamiseks kasutatakse SBS-rullhüdroisolatsiooni, mis kleebitakse kuumutades bituumenkrundile.

4.5 Vundamentide rajamise kirjeldus

Peale hoone kaeviku valmimist alustatakse eraldiseisvate vundamendikannude süvendite rajamisega ning killustikaluste ehitusega. Vundamendisüvendisse tihendatakse 300mm paksune killustikukiht, mille peale rajatakse vundament. Raudbetoonvundamendi minimaalne kvaliteediklass on C30/37 ning kaitsekiht vastavalt tööjoonistele, kuid ilmastiku mõju all olevatuel pindadel mitte vähem kui 30mm. Vundamendi keskkonnaklassiks on XC2/XF1/KK. Raudbetoonvundamentide ehituse protsess näeb ette vundamendi kujulise raketise ehitamist, vastavalt tööprojektile armatuuri sidumist ja paigaldamist ning seejärel betoneerimist. Betoneerimisel on tähtis jälgida, et betooni ei valata raketisse liiga aeglaselt ning, et betoon saaks korralikult läbi vibreeritud. Kuna betoneerimistööd teostatakse ka talvisel perioodil, siis tuleb alla +5°C võtta kasutusele talvise betoneerimise meetodid. Tähtis on jälgida betooni temperatuuri veendumaks, et betoon ei läheks liiga varakult miinus kraadideni. Vajadusel kaetakse betoon presentidega ning köetakse elektri- või diiselkalorifeeridega. Samuti on vajalik raketis ja armatuur enne betoneerimist üles soendada ja kuivatada. Vundamendi ehitustööd teostatakse paralleelselt pinnase kaevetööde ja vundamendi killustikaluste ehitustöödega.

4.6 Montaažitööde kirjeldus

Objektile on planeeritud kolm tornkraanat, mida kasutatakse igapäevaselt armatuurraua, raketise elementide, konteinerite, mahutite ja muu taolise tõstmiseks. Montaažitööde ajaks tellitakse autokraana, et veenduda vajalikus tõstevõimes. Sellega säilitatakse ka muu objektile käiv tööriist, mida tornkraana hõivamine peataks. Esimene montaažitöö on sokliseina elementide monteerimine lintundamendi taldmikule. Sokliseina elemendid tarnitakse objektile spetsiaalse paneeliveokiga tarnegraafiku alusel. Autokraana asukohad on strateegiliselt määratud, et kraanat peaks võimalikult vähe kordi ümber liigutama, kuid kandevõime oleks tagatud. Monteerides kinnitatakse kraana tõstekonks elemendi tõsteaasadesse ning tõstetakse seinaelemendi all olevate ankurdussüvenditega lintvundamendi peal olevate ankurdusvarraste otsa. Seejärel kontrollitakse paneeli asukoha korrektsust ning vajadusel korrigeeritakse metallkangiga.

4.7 Betoontööde kirjeldus

Lisaks vundamentidele kuulub betoontööde alla ka raudbetoonpostid, -seinad, -talad ja -vahelaed. Vastavalt tööjoonistele ehitatakse detaili või tarindi kujuline raketis. Seejärel paigaldatakse vastav

terasarmatuur, jälgides vajalike ülekatte ja kaitsekihtide nõudeid. Mõningatel juhtudel on võimalik tellida eelnevalt tehases seotud armatuuri, mille puhul piisab selle õigesse kohta tõstmisest ning sidumisest olemasoleva terasega. Vastavalt betoneeritava elemendi asukohale kasutatakse betoneerimiseks vajalike seadmeid. Enamasti kasutatakse betooni objektile toomiseks betoonimiksrit ning betooni raketisse saamiseks Pumi. Vajadusel võetakse kasutusele talvise betoneerimise meetodid, näiteks betooni katmine, kütmine, eelsoojendamine ja lisandite kasutamine.

4.8 Katusetööde kirjeldus

Hoone katuslae kandekonstruksiooniks on monoliitsest raudbetoonist 270mm paksune plaat, mille ehitamisel järgitakse samuti betoonitööde teostamise nõudeid ja töövõtteid. Järgmisena kleebitakse betoonpinnale esimene SBS-rullmaterjali kiht, mis töötab aurutõkkena. Sinna peale kinnitatakse 200mm paks EPS60, millega antakse katusele vajalik kalle vihmavee äravooluks. Vahtpolüstüreeni peale kinnitatakse 50mm tuulutussoontega mineraalvillaplaat ning sinna omakorda kahekordne kiht SBS-rullhüdrolatsioon materjali.

4.9 Eritööde kirjeldus

Hoone veevarustuse rajamiseks on vajalik ühendada hoone magistraaltorustik kõrval olemasoleva hoone veevarustussüsteemiga. Magistraaltorustikud paigaldatakse parkla ja esimese korruse lae alla ning sealt juba läbi šahtide järgmistele korrustele. Haru- ja jaotustorustikud paigaldatakse isoleerituna ripplagede taha ning ühendustorustikud hülssides seinakonstruksioonide sisse.

Kogu rajatava büroohoone veevarustus on ette nähtud lahendada ühiste olemasolevate veeühenduste ja peaveemõõdusõlme kaudu. Lisaks liidetakse olemasoleva hoone tulekustutussüsteemi külge ka uus ehitatava hoone oma. Igale büroopinnale tuleb ette näha täiendav veemõõdusõlm. Majandus- ja joogivee magistraaltorud, jaotustorud ning püstikud on projekteeritud komposiittorudest. Magistraalid paigaldatakse parkla korruse ja esimese korruse lae alla ning püstikud isoleerituna šahtidesse. Haru- ja jaotustorustikud paigaldatakse isoleerituna lae alla ripplae taha ning ühendustorustikud hülssides seinakonstruksioonide sisse.

Hoonesised olmekanalisatsioonisüsteemi torud on projekteeritud pasttorudest, PVC lehtservaga ja kummitihendiga ning on projekteeritud põrandate alla ning lagedesse, kus omakorda juhatakse läbi šahtides olevate püstikute vesi alla. Kanalisatsioonitoru ühendatakse kinnistu kanalisatsiooni liitumispunktiga.

Hoone soojavarustus on projekteeritud kasutades linna kaugküttevõrku. Hoone on varustatud täisautomaatse soojasõlmega. Küttekehadena on planeeritud terasplekist radiaatorid, mille sees voolab soojuskandjana vesi. Torustikud küttekehadeni tuuakse horisontaalmagistraalidena parkla korruse lae all. Soojusväljastuse reguleerimiseks paigaldatakse iga üksiku küttekeha külge motoriseeritud termostaatventiil.

Ventilatsioonisüsteemist liigub õhk tsinkplekktorudes edasi šahtidesse ning sealt püstikutes järgmistele korrustele. Korruste peal on lõppseadmena ette nähtud difuuserid ja plafoonid. Kõik ventilatsiooni torustikud ventkambrites ja šahtides peavad olema villaga isoleeritud. Korruse peal isoleeritakse ainult jahutusega sissepuhketorud.

4.10 Elektrisüsteem

Hoone elektrivarustus saadakse olemasoleva keskpinge liitumise alusel. Hoone kahetrafoline alajaam asub hoone parkla korrusel ning lisaks on igale korrusele ette nähtud korrusejaotlad. Kaabliredelid paigaldatakse tehnilistesse ruumidesse ja vahekäikudesse ning põhikorruste koridorites ripplagede taha ning elektrišahtidesse. Lisaks kasutatakse kaablikarbikuid kohtades, kus võib ette näha pistikupesade muutusi ja täiendusi. Pinnapealsete pistikupesade paigalduskõrgused on põrandast 1 meetri kõrgusel, süvispaigaldusel koristus ja üldtarbeks mõeldud pistikupesad 0,3 meetrit põrandast. Mehhanilistele suitsutõrje süsteemidele ja rentnikute kriitilistele süsteemidele on planeeritud garanteeritud toiteallikas ehk diisलगeneraator, mille toimimisaeg on vähemalt 24 tundi. [6]

4.11 Sise- ja välisviimistlustööde kirjeldus

Hoone sisearhitektuur näeb ette, et põrandakattena kasutatakse peamiselt vaipkatet, epopõrandat ning kõik kõnnitavad betoonpinnad töödeldakse tolmuwabaks. Niiske ruumi põrandad ja seinad kaetakse keraamiliste plaatidega. Lageviimistlus näeb ette värvitud betoonpinda või moodulriiplage. Seinad on krohvitud ja värvitud vastavalt projektis välja toodud toonidele.

Büroohoone välisviimistluseks on kavandatud alumiinium-komposiitplaat kassett, mis kinnitatakse metallroovile ning klaasfassaad. Parkimismaja hoonesisesed seinad kaetakse kiudtsementplaadiga ja väline sein läbituulduva puidust kerggrooviga. [3]

4.12 Objekti üleandmine

Peale büroohoone ehitustööde lõppemist on vajalik erinevate tehniliste seadmete käivitamine ja seadmistamine. Lisaks on vaja seadmed auditeerida ning teostada vajalikud mõõdistused. Enne objekti üleandmist koostavad alltöövõtjad oma töödele teostusdokumentatsiooni, mis hõlmab vajalike fotosid, jooniseid juhendeid ja kaetud tööde akte. Samuti on vajalik läbi viia erinevate tehnosüsteemide kohta tulevastele maja halduritele lühikoolitused, kus selgitatakse seadmete kasutus- ja hoolduspõhimõtteid.

5 EHITUSPLATSI ÜLDPLAAN

5.1 Objekti planeerimisloogika

Objekt on piiratud ajutise piirdeaiaga, välja arvatud kahest kohast, kus objekti piirab olemasolev hoone. Piirdeaedadesse on moodustatud sissesõiduväravad kolme kohta: esimene värav asub objekti kagupoolses nurgas, teine edelapoolses suunas ja kolmas loodesuunas. Esimese ja teise värava vahel on täielikult avatud läbisõit ehitustehnikale, kuid kolmas värav on ülejäänud objektis eraldatud ning on ette nähtud nulltsükli ajal kaevikusse sõitmiseks. Kaeviku ümbruses on võimalik materjale ladustada ning lisaks on üks materjalide ladustamiseks mõeldud ala objekti loodesuunas ning teine lõunasuunas soojakute vahel. Peale nulltsükli lõppemist tekib lisa ladustamise ala ehitatava maa-aluse parkla vahelae peale, kuhu maapealset hoonet ei ehitata. Kogu ehitusprotsessi vältel on objektile planeeritud kaks tornkraanat ning vajadusel tellitakse tööde teostamiseks autokraanad. Ehitusplatsi nulltsükli üldplaan on välja toodud lõputöö graafilises osas (graafiline osa, joonis 1).

5.2 Pinnasevesi

Pinnaseveetase veerikkal ajal antud asukohas on 3,65-4,55 meetrit maapinnast [2]. Kõige sügavam vundament asub maapinnast 6,1 meetri sügavusel. Veetaseme langetamiseks on planeeritud nõelfiltriga veepumpa ning väiksemaid elektrilisi veepumpasid.

5.3 Soojakud

Kõik soojakud asuvad objekti lõunasuuna küljel. Objektikontor on vastavalt sildistatud ning teistest eraldatav. Alltöövõtjate soojakud paigutatakse vajadusel üksteise peale ning soojakute ümber ehitatakse trepikonstruktsioon. Samuti asub objektil olmesoojak, kus on töölistel kaks WC-d, kaks duššikabiini ja neli kraanikaussi. Soojakutele on eraldi veetud ajutine voolukaabel koos elektrikilbiga ning kõik soojakud on kaablitega omavahel ühenduses. Olmesoojakul on lisaks veetud ka ajutine veevarustus ja kanalisatsiooni toru. Objektikontoris asuvad hädaolukorra jaoks tulekustutid ja esmaabivahendid. Kogu objekt on liikumisanduritega ja objektikontoris on lisaks eraldiseisev alarmisüsteem vältimaks soojakusse sissetungimist.

5.4 Jäätmekäitlus

Ehitusobjektile on planeeritud kolm kraanaga teisaldatavat prügikonteinerit, mis on ette nähtud ehitusprügi jaoks. Konteinerid on võimalik tõsta ehitusplatsil mugavasse asukohta, et kulutada vähe aega prügi ära viskamisele. Konteinerite täitumisel tõstetakse need maapinnale, kus see tühja konteineriga asendatakse. Lisaks on soojakute juurse olmejäätmete konteiner, mis on mõeldud igapäevasele olmeprügile mis töölistel tekib. Olmejäätmete konteineri tühjendus toimub automaatselt iga nädal. Samuti on eraldi konteiner ohtlikute jäätmete jaoks, mis on loodusele ja inimestele ohtlikud ning vajavad erilist jäätmekäitlust.

5.5 Ajutine elekter, veevarustus ja kanalisatsioon

Ajutine elekter ehitustööde teostamiseks saadakse olemasoleva kõrvalhoone Tehnopol 2 alajaamast. Voolukaablitega on toodud eraldi kilp soojakute jaoks, eraldi kilbid mõlema kraana jaoks ning üks kilp ehitustöölistele erinevate elektriseadmete kasutamiseks. Soojakute kaabel, mis ületab sõidutee, freesitakse asfaltbetooni sisse vältimaks kaabli isolatsiooni kahjustumist. Kõik ajutised voolukaablid on ümbritsetud kaablikaitsega.

Ajutine veetrass olmesoojaku veevarustuseks ja ehitustegevuse jaoks, tuleb samuti olemasoleva kõrvalhoone veevarustussüsteemist, mis veetakse mööda olemasoleva hoone seina olmesoojakuni. Kõige lähim tuletõrjehüdrant asub ehitatava hoone kõrval, 40 meetri kaugusel, krundi läänesuunas. Olmesoojakust tuleb kanalisatsioonitoru, mis on paigaldatud kalde alla ning suudub olemasolevasse kanalisatsioonitrassi.

5.6 Veevajaduse määramine

Tuletõrjehüdrant asub objektis vähem kui 100 meetri kaugusel, seega tuletõrjeveevajadust (Q_{tt}) ei arvutata.

Objekti üldine veevajadus $Q_{\text{üld}}$ arvutatakse valemiga (1) [7, p.65]:

$$Q_{\text{üld}} = Q_t + Q_{\text{maj}} + Q_{\text{tt}}, \quad (1)$$

Kus Q_t – tootmisvee vajadus;

Q_{maj} – majandusvee vajadus;

Q_{tt} – tuletõrjeveevajadus.

Tootmisvee vajadus Q_t arvutatakse valemiga (2) [7, p.65]:

$$Q_t = \frac{1,2 \sum Q_k * kl}{8 * 3600}, \quad (2)$$

kus 1,2 – tegur, hindamaks arvestamata veekulu;

Q_k – tootmise keskmine veevajadus vahetuses, 800;

kl – veetarbimise ebaühtluse tegur (tootmises 1,6);

8 – tundide arv vahetuses;

3600 – sekundit tunnis.

Leian veekulu toomisotstarbeks Q_t vajaduse valemiga (2):

$$Q_t = \frac{1,2 * 800 * 1,6}{8 * 3600} = 0,053 \text{ l/s}$$

Tootmisvee vajadus on 0,053 l/s.

Majandusvee vajadus Q_{maj} on leitav valemiga (3) [7, p. 65]:

$$Q_{maj} = \frac{n}{3600} * \left(n_1 * \frac{k_2}{8,2} + n_2 * k_3 \right), \quad (3)$$

kus n – suurim inimeste arv vahetuses (80);

n_1 – normatiivne veekulu 1 inimese kohta vahetuses;

n_2 – veekulu ühe dušivõtu kohta (30l);

k_2 – veetarbimise ebaühtlase tegur (2,7);

k_3 – tegur, mis arvestab duššivõtjate ja töötajate suurima arvu suhet vahetuses (0,3-0,4).

Leian majandusvee (Q_{maj}) vajaduse valemiga (3):

$$Q_{maj} = \frac{80}{3600} * \left(25 * \frac{2,7}{8,2} + 30 * 0,3 \right) = 0,383 \text{ l/s}$$

Majandusvee vajadus on 0,383 l/s.

Leian valemiga (1) üldise veevajaduse:

$$Q_{\text{üld}} = 0,053 + 0,383 = 0,436 \text{ l/s}$$

Üldine veevajadus objektil on 0,436 l/s.

Veetorustiku läbimõõt (D) leitakse valemiga (4) [7, p. 79]:

$$D = \sqrt{(4 * q * \frac{1000}{(\pi * v)})}, \quad (4)$$

kus q – arvutuslik veekulu;

v – vee liikumiskiirus torudes 1,5 l/s.

Leian veetorustiku läbimõõdu (D) valemiga (4):

$$D = \sqrt{(4 * 0,436 * \frac{1000}{(\pi * 1,5)})} = 19,24 \text{ mm}$$

Ajutise veetoru läbimõõt peab olema vähemalt 19,24 mm. Ajutiseks veetoru läbimõõduks valin 20 mm.

5.7 Elektrienergia vajaduse määramine

Arvutuslik objekti elektrikoormus on leitav valemiga (5) [7, p. 73]:

$$P_{arv} = \alpha \left(\frac{\sum k_{1n} * P_j}{\cos \varphi} + \frac{\sum k_{2n} * P_t}{\cos \varphi} + \sum k_{3n} * P_{s-v} + \sum P_{v-v} \right), \quad (5)$$

kus α - tegur, mis arvestab võrgukadu (1,05-1,1);

$k_{1n} \dots k_{3n}$ – nõudlustegurid, sõltuvad tarbiljate liigist ja kogusest;

P_j – tarbija võimsus;

P_t – võimsustegur, mis sõltub masinate koormusest ja kogusest;

P_{v-v} – välisvalgustusseadmete võimsus;

P_{s-v} – sisevalgustusseadmete võimsus.

Valgustuse vajadus (n) on leitav valemiga (6) [7, p. 75]:

$$n = \frac{m * E * S}{P_1}, \quad (6)$$

kus n – valgusallikate arv;

m – valgustite võimsus, W/m^2lx (ehitusplatsi üldvalgustus $0,4 W/m^2$);

E – pinna valgustustugevus ($lx = 2lux$);

S – valgustatava pinna arvutuslik suurus, m^2 ($7340 m^2$);

P_1 – valgusallika võimsus, W (LED 500W).

Kasutades valemit (6) leian valgustite vajaduse:

$$n = \frac{0,4 * 2 * 7340}{500} = 11,7 \approx 12 tk$$

Objekti valgustamiseks on vaja kasutada kaksteist 500W võimsusega LED valgustit. Objekti välivalgustuse summaarne võimsus on 6000W. Ühe töökoha valgustamiseks on vajalik 300W valgustit ning kokku on maksimaalselt objektil 8 brigaadi. Brigaadide tööks vajalik valgustusvõimsus:

$$12 * 3600W$$

Brigaadide jaoks vajalik maksimaalne valgusvõimsus on 3600W.

Järgnevas tabelis (Tabel 5) toon välja objekti elektritarbimise:

Tabel 5. Objekti elektritarbimine.

Nimetus	Võimsus, W	Kogus, tk	Koguvõimsus, W
Tornkraanad	77	2	154
Soojakud	9	13	117
Käsitööriistad	1,5	60	90
Elektrilised soojapuhurid	15	8	120
Kokku			481

Arvutusliku elektrikoormuse (P_{arv}) leian valemiga (5):

$$P_{arv} = 1,1 \left(\frac{0,2 * 481}{0,5} + \frac{0,8 * 4}{1} + 1 * 6 + 3,6 \right) = 225,72 \text{ kW}$$

Peakaitse suuruse (I_p) leidmiseks kasutan valemit (7) [7, p. 38]:

$$I_p = \frac{P_{arv} * 1000}{\sqrt{3} * U * \cos \varphi}, \quad (7)$$

kus P_{arv} – arvutuslik elektrivõimsuse vajadus, kW;

U – võrgupinge (400V);

$\cos \varphi$ – faasinurk (0,9).

Kasutades valemit (7) leian peakaitse suuruse:

$$I_p = \frac{225,72 * 1000}{\sqrt{3} * 400 * 0,9} = 362 \text{ A}$$

Peakaitse suuruseks valin 400 A.

6 TÕSTEMEHHANISMID EHTUSE LÄBIVIIMISEKS

Objektile on planeeritud kaks Liebherr 180 EC-H 10 Litronic tornkraanat, mis asetsevad hoone erikülgedes ning lisaks on need hoone maapealse osa parameetritest väljaspool, kuid läbivad maa-aluse parkla katuslage. Tornkraanade asukoht on määratud vastavalt vajadustele, et kogu objekti perimeeter oleks kraana poolt teenintatav. Liebherr 180 EC-H Litronic tornkraana tehnilised näitajad on järgnevad [8]:

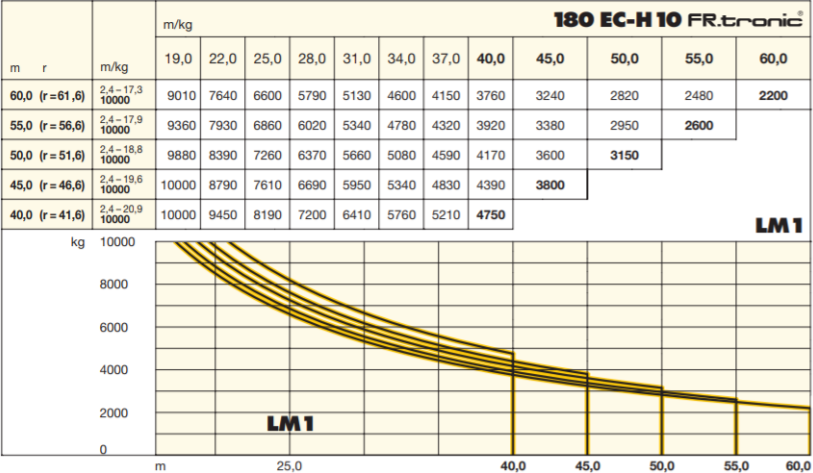
- Konksu kõrgus vabalt seisvalt – 45,4 m;
- Maksimaalne tõstevõime – 10 t;
- Maksimaalne noole ulatus – 60 m;
- Tõstevõime maksimaalse raadiuse juures – 2,2 t.

Tornkraana Liebherr 180 EC-H 10 Litronic pilt on välja toodud järgneval joonisel (Joonis 1) [8].



Joonis 1. Tornkraana Liebherr 180 EC-H 10 Litronic [8]

Tornkraana Liebherr 180 EC-H 10 Litronic tõstegraafik on välja toodud järgneval joonisel (Joonis 2) [9].



Joonis 2. Tornkraana Liebherr 180 EC-H Litronic tõstegraafik [9]

7 PARKIMISMAJA KELDRIKORRUSE VAHELAE MONOLIITBETOONITÖÖDE TEHNOLOOGIAKAART

7.1 Tööde loetelu

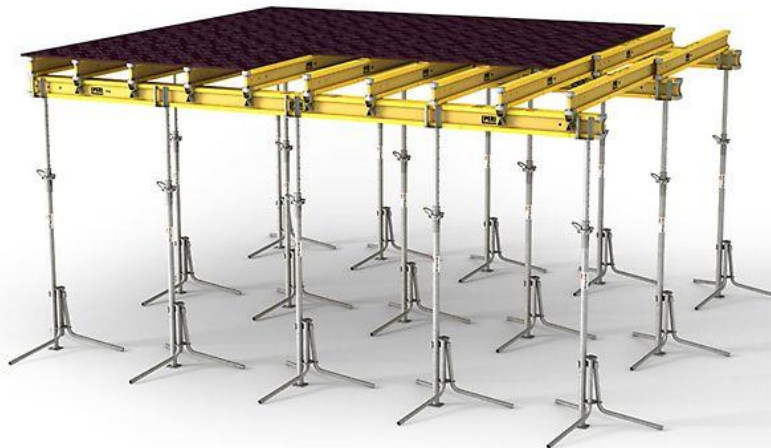
- I haardeala vahelae puittala laeraketise paigaldustööd;
- I haardeala teras- ja pingesarruse paigaldustööd;
- I haardeala betoneerimistööd;
- I haardeala põrandapindade katmine pinnakõvandiga;
- I haardeala pingesarruse pingutamistööd hüdraulilise tungrauaga;
- I haardeala raketise demontaaž;
- II haardeala vahelae puittala laeraketise paigaldustööd;
- II haardeala teras- ja pingesarruse paigaldustööd;
- II haardeala betoneerimistööd;
- II haardeala põrandapindade katmine pinnakõvandiga;
- II haardeala pingesarruse pingutamistööd hüdraulilise tungrauaga;
- II haardeala raketise demontaaž;
- III haardeala vahelae puittala laeraketise paigaldustööd;
- III haardeala teras- ja pingesarruse paigaldustööd;
- III haardeala betoneerimistööd;
- III haardeala põrandapindade katmine pinnakõvandiga;
- III haardeala pingesarruse pingutamistööd hüdraulilise tungrauaga;
- III haardeala raketise demontaaž;
- IV haardeala vahelae puittala laeraketise paigaldustööd;
- IV haardeala teras- ja pingesarruse paigaldustööd;
- IV haardeala betoneerimistööd;
- IV haardeala põrandapindade katmine pinnakõvandiga;
- IV haardeala pingesarruse pingutamistööd hüdraulilise tungrauaga;
- IV haardeala raketise demontaaž;

7.2 Tööde kirjeldus

Keldrikorruse pingebetoonist vahelaekonstruktsiooni ehitustööd koosnevad neljast haardealast. Esimene haardeala hõlmab I korruse parkimismaja sissesõitu ning esimesel tasandil olevat prügila ala. Parkimismaja sissesõit on 1,7 meetri pikkune ramp kaldega 1:10. Teine haardeala on täies mahus 1:25 kalde all olev ülessõit järgmisele parkimismaja korrusele. Kolmas haardeala on jällegi platvorm kahe kaldega tõusu vahel ning neljas haardeala on 1:25 kaldega tõus järgmisele korrusele. Haardeala ehitusprotsess jaguneb kuute suuremasse etappi: puittala laeraketise paigaldustööd, teras- ja pingesarruse paigaldustööd koos ankrutega, betoneerimistööd, pinnakõvandi paigaldus, pingeterase pingutamine ja raketise demontaaž. Peale betooni piisava tugevuse saavutamist teostatakse raketise demontaaž, pingesarruse järelpingutamine ning betoonpinna katmine pinnakõvendiga.

7.2.1 Vahelae puittala laeraketise paigaldustööd

Järelpingebetoonist vahelae ehitustööde esimeseks etapiks on paigaldada puittala laeraketis. Näide puittala raketisest on kujutatud järgneval joonisel (Joonis 3) [10].



Joonis 3. Multiflex puittala laeraketis. [10]

Vahelae puittala laeraketise paigaldus algab sellest, et postide otstesse lükatakse iselukustuvad harkpostipead. Juhul kui harkpostpea on ilma iselukustuva kinnitusseadmeta, siis tuleb see kinnitada fikseerimissõrmedega. Põhipostide püstihooldmiseks rakestamise ajal kasutatakse kolmjalgu ning nende abil seatakse põhipostid vastavatesse asukohtadesse püsti. Peale põhipostide paigaldamist tõstetakse montaažiharkide abil peatalad harkpeadesse. Seejärel tõstetakse montaažihargi abil paika abitalad, mis jäävad lõpuks vineeri otste alla ning aitavad vineeri kindlamini paigaldada. Lisaks kinnitatakse vineer pisteliselt abitalade külge naeladega, vältimaks abitalade kaldumist. Puittala laeraketise paigaldustöö viimaseks sammuks on raketise loodimine. [11]

Peale vahelae puittala laeraketise paigaldustööd on vajalik paigaldada küljeraketis. Selleks kasutatakse 90 kraadise nurgaga vineeriplaati, kus nurk on fikseeritud metallist diagonaaliga. Ääreraketis kinnitatakse naeladega puitala laeraketise vineeri külge. Illustratsioon näitlikust nurgaraketisest on joonisel 4 [12].



Joonis 4. PERI plastikust ääreraketis. [12]

7.2.2 Terassarruse paigaldustööd

Terasarmatuuri paigaldustöödel on väga tähtis rajada järgmised tööala osad: mahalaadimiskoht, lõikamiskoht, painutuskoh, sarruse koostamise ala ja valmissarruse ladustamiskohad. Lisaks on oluline,

et sarruse ladustamistingimused välistaksid sarruse määrdumise. Samuti on oluline, et ladustamisala asukoht oleks kraana teenindusraadiuses. [13]

Armatuuri paigaldustööde alguses on tähtis jälgida armatuuri paigaldusjärjekorda. Antud haardealas on sarruse paigaldusjärjekord järgmine:

- Talade sarrus koos pingesarrusega;
- põhjavõrk;
- X suuna alumine sarrus;
- X suuna pingesarrus;
- Y suuna alumine sarrus;
- Y suuna ülemine sarrus;
- X suuna ülemine sarrus.

Jälgides paigaldusjärjekorda ning projekti jooniseid lõigatakse, painutatakse ja paigaldatakse armatuur eelnevalt ehitatud raketisse. Paigaldades jälgitakse minimaalset kaitsekihti ning selle tagamiseks kasutatakse spetsiaalseid fiksaatoreid. Antud betoonivalu tagatud minimaalne kaitsekiht alumises pinnas ja külgedel on 35 mm ning pealmises pinnas 50 mm. Armatuur seotakse omavahel kasutades 0,9 mm või 1,2 mm läbimõõduga traati. Traati sidutakse kasutades sidumiskonksu, pumpkonksu või automaatset traadisidujat.

Pingesarrus paigaldatakse tsingitud gofreeritud kanalimoodustajasse, mis peale pingutamist injekteeeritakse täis. Sellega tagatakse sarruse korrosioonikaitse ja pingearmatuuri mitte-nakkumise betooniga. Pingesarruste otsadesse paigaldatakse ankur, mis võimaldab pingestussarrust hiljem pingutada.

7.2.3 Betoneerimistööd

I haardeala betoneerimistöödeks kasutatakse tööde mahu tõttu eraldi pumpa ja miksereid. Pump on fikseeritud sobivasse asukohta ja mikserid toovad objektile värsket betooni. I haardealas kasutuseloleva betooni tugevusklass on C35/45 ja kuulub keskkonnaklassidesse XC4, XD3, XF4. Betoneerimistööd toimuvad eeldatavasti sobivas temperatuurivahemikus ehk erimeetmete rakendamine ei ole vajalik. Peale betooni pumpamist raketisse algab koheselt betooni tihendamine vibraatoriga ja pinna tasandamine latiga. Peale betoneerimistööde lõpetamist peab jälgima betooni korrektset kivinemist.

7.2.4 Põrandapindade katmine pinnakõvandiga

Pinnakõvendi pealekandmiseks peab betooni tardumine olema alanud ning betoonpinnale võib vaikselt peale astuda. Kuivsegud tuleb värsketele betoonile kanda mehhaanilise puisturiga, et tagada ühtlane kaetus. Kuivseguga ümberkäimisel tuleb kasutada kaitsekindaid, kaitseriietust ja prille. Peale betoonipinna katmist pinnakõvendiga hõõruda niiskunud kuivsegu betoonpinna sisse lihvimiskettaga või kopteriga. Seejärel on vajalik hea tulemuse saamiseks protsessi uuesti korrata. Koheselt peale lõppviiemistluse valmimist tuleb põrand katta väljakuivamise vältimiseks järelhooldusainega. [14]

7.2.5 Pingesarruse pingutamistööd hüdraulilise tungrauaga

Pingestustöödega tohib alustada kui betoon on saavutanud silindrilise survetugevuse 21Mpa. Trossid pingestatakse kasutades hüdraulilist tungrauda ning pinge siirdub konstruktsiooni ankrute betooni suruva jõu vahendusel [15]. Algeelpingestusjõud ühes trossis on 209 kN. Peale pingutamist lõigatakse trosside otsad maha ja betoneeritakse pesad kinni.

7.2.6 Raketise demontaaž

Raketise võib demonteerida pärast pingestustööde lõppu, vajalik on hoida järeltoestust vahelae all kuni 28 päeva peale betoonivalu. Raketise lahtirakestamine algab vahepostide eemaldamisega ja põhipostide lühendamisega. Seejärel eemaldatakse vineerplaadid ning abi- ja peatalad. Lõpuks on võimalik eemaldada ka harkpostipeadega postid ning ladustada need teiseldusalustele. Peale raketise demontaaži ja enne järjekordset kasutust on vajalik vineeri servad puhastada ja katta vormiõliga. See kergendab rakestamist ja lahtirakestamist ning tagab kasutuskõlblikkuse pikemaks ajaks. [11]

7.3 Tööde mahuarvutused

7.3.1 I haardeala töömahtude arvutus

- I haardeala vahelae puittala laeraketise paigaldustööd = $589,58 \text{ m}^2$
- I haardeala terassarruse paigaldustööd = $117,92 \text{ t}$
- I haardeala pingesarruse paigaldustööd = $0,536 \text{ t}$
- I haardeala betoneerimistööd = $126,51 \text{ m}^3$
- I haardeala raketise demontaaž = $589,58 \text{ m}^2$
- I haardeala põrandapindade katmine pinnakõvandiga = $475,58 \text{ m}^2$
- I haardeala pingesarruse pingutamistööd hüdraulilise tungrauaga = 57 tk

7.3.2 II haardeala töömahtude arvutus

- II haardeala vahelae puittala laeraketise paigaldustööd = $643,26 \text{ m}^2$
- II haardeala terassarruse paigaldustööd = $126,65 \text{ t}$
- II haardeala pingesarruse paigaldustööd = $1,3 \text{ t}$
- II haardeala betoneerimistööd = $141,48 \text{ m}^3$
- II haardeala raketise demontaaž = $643,26 \text{ m}^2$
- II haardeala põrandapindade katmine pinnakõvandiga = $543,26 \text{ m}^2$
- II haardeala pingesarruse pingutamistööd hüdraulilise tungrauaga = 80 tk

7.3.3 III haardeala töömahtude arvutus

- III haardeala vahelae puittala laeraketise paigaldustööd = $497,08 \text{ m}^2$
- III haardeala terassarruse paigaldustööd = $79,42 \text{ t}$
- III haardeala pingesarruse paigaldustööd = $0,536 \text{ t}$
- III haardeala betoneerimistööd = $113,19 \text{ m}^3$
- III haardeala raketise demontaaž = $497,08 \text{ m}^2$
- III haardeala põrandapindade katmine pinnakõvandiga = $397,08 \text{ m}^2$
- III haardeala pingesarruse pingutamistööd hüdraulilise tungrauaga = 57 tk

7.3.4 IV haardeala töömahtude arvutus

- IV haardeala vahelae puittala laeraketise paigaldustööd = $643,26 \text{ m}^2$
- IV haardeala terassarruse paigaldustööd = $126,65 \text{ t}$
- IV haardeala pingesarruse paigaldustööd = $1,3 \text{ t}$
- IV haardeala betoneerimistööd = $141,48 \text{ m}^3$
- IV haardeala raketise demontaaž = $643,26 \text{ m}^2$
- IV haardeala põrandapindade katmine pinnakõvandiga = $543,26 \text{ m}^2$
- IV haardeala pingesarruse pingutamistööd hüdraulilise tungrauaga = 80 tk

7.4 Brigaadide suurused

7.4.1 Vahelae puittala laeraketise paigaldustööd

Vahelae puittala laeraketise paigaldustöö teostamiseks on määratud neljast inimesest koosnev brigaad. Kaks inimest paigaldavad tugiposte ning puit abi- ja peatalasid. Seal hulgas kontrollivad talade korrektset kõrgust vastavalt projektile ning tugipostide stabiilset aluspinnast. Esialgu on ka ülejäänud kaks inimest neil abiks, kuid töö edenedes alustavad teised vineerplaatide paigaldusega.

7.4.2 Teras- ja pingesarruse paigaldustööd

Teras- ja pingesarruse paigaldustööks on määratud 8 liikmeline meeskond. Terasarmatuuri tõstmisel vajaliku kohta on hõivatud 3 meest. Kaks neist kinnitavad kraana juurest koorma ning üks võtab vastu ning suhtleb kraanajuhiga. Enamasti on tööl kasutuses eelpainutatud armetuurelemendid, kuid vajadusel võib üks mees tegeleda armatuuri painutamisega. Koorma tõstmise või terase painutamise tööde lõppedes naasevad vabad töömehed taas ülejäänud brigaadi juurde armatuuri paigaldamis- ja sidumistöödele. Enamasti on iga terasarmatuuri positsiooni juures kaks meest, kes paigaldavad armatuuri õigesse kohta ning seovad selle traadiga.

7.4.3 Betoneerimistööd

Betoneerimistöödeks on brigaadi suuruseks määratud neli inimest. Üks hoiab pumba voolikut ning sihib betooni õigesse kohta. Teise inimene kasutab vibronuia ning vastutab betooni tihendamise eest. Kaks meest käivad valatud betooni latiga üle ning tõmbavad betooni pealispinna sirgeks.

7.4.4 Põrandapindade katmine pinnakõvendiga

Põrandate katmiseks pinnakõvendiga on brigaadi suuruseks määratud kaks inimest. Tegemist on tööga, mida on võimalik teha üksinda, kuid töömahu suuruse tõttu on objektile määratud ka teine inimene.

7.4.5 Pingesarruse pingutamistööd hüdraulilise tungrauaga

Pingesarruse pingutamistöödeks hüdraulilise tungrauaga on brigaadi suuruseks määratud kaks inimest. Tegemist on tööga, mida on võimalik teha üksinda, kuid töömahu suuruse tõttu on objektile määratud ka teine inimene.

7.4.6 Raketise demontaaž

Raketise demontaažitöödeks on määratud neli inimest. Kaks inimest lammutavad raketist lahti ning viskavad need enda kõrvale maha. Kolmas inimene kogub pidavalt kokku kõiki raketisena kasutatud vineerplaate ning neljas inimene peseb plaadid puhtaks ning asetab need virna, mida on võimalik hiljem kraanaga tõsta. Vastavalt olukorrale teostatakse tugipostidega vahelagede järeltoestuv või viiakse need koos vajaliku kohta.

7.5 Tööde ajamahukus

Projekti läbiviimisel kulub erinevatel tööloigul aega erinevalt. Tabelis (Tabel 1) on välja toodud vastavate tööloikude ajanormid, kasutades Astlanda Ehitus OÜ fimasiseseid andmeid.

Tabel 6. Tehnoloogiakaardis kasutuselolevad ajanormid.

	Töö nimetus	Ühik	Ajanorm 1 in-h
1	Vahelae puittala laeraketise paigaldustööd	1 m ²	0,21
2	Terassarruse paigaldustööd	1 t	2,2
3	Pingesarruse paigaldustööd	1 t	45
4	Betoneerimistööd	1 m ³	0,15
5	Põrandapindade katmine pinnakõvandiga	1 m ²	0,02
6	Pingesarruse pingutamistööd hüdraulilise tungrauaga	1 tk	0,2
7	Raketise demontaaž ja puhastus	1 m ²	0,25

7.5.1 I haardeala ajamahukus

Tabel 7. I haardeala ajamahukus.

	Töö nimetus	Ühik	Maht	Ajanorm 1 in-h	Kokku in-h	Töölised, tk	Töö kestvus, h
1	Vahelae puittala laeraketise paigaldustööd	m ²	589,58	0,21	123,81	4	30,95
2	Terassarruse paigaldustööd	t	117,92	2,2	259,42	8	32,43

	Töö nimetus	Ühik	Maht	Ajanorm 1 in-h	Kokku in-h	Töölised, tk	Töö kestvus, h
3	Pingesarruse paigaldustööd	t	0,536	45	80,4	8	3,0
4	Betoneerimistööd	m ³	126,51	0,15	18,98	4	4,7
5	Põrandapindade katmine pinnakõvandiga	m ²	475,58	0,02	9,51	2	4,76
6	Pingesarruse pingutamistööd hüdraulilise tungrauaga	tk	57	0,2	11,4	2	5,7
7	Raketise demontaaž ja puhastus	m ²	589,58	0,25	294,79	4	36,85

7.5.2 II haardeala ajamahukus

Tabel 8. II haardeala ajamahukus.

	Töö nimetus	Ühik	Maht	Ajanorm 1 in-h	Kokku in-h	Töölised, tk	Töö kestvus, h
1	Vahelae puittala laeraketise paigaldustööd	m ²	643,26	0,21	135,08	4	33,77
2	Terassarruse paigaldustööd	t	126,65	2,2	278,63	8	34,82
3	Pingesarruse paigaldustööd	t	1,3	45	58,5	8	7,31

	Töö nimetus	Ühik	Maht	Ajanorm 1 in-h	Kokku in-h	Töölised, tk	Töö kestvus, h
4	Betoneerimistööd	m ³	141,48	0,15	21,2	4	5,3
5	Põrandapindade katmine pinnakõvandiga	m ²	643,26	0,02	12,87	2	6,43
6	Pingesarruse pingutamistööd hüdraulilise tungrauaga	tk	80	0,2	16	2	8,0
7	Raketise demontaaž ja puhastus	m ²	643,26	0,25	321,63	4	40,2

7.5.3 III haardeala ajamahukus

Tabel 9. III haardeala ajamahukus.

	Töö nimetus	Ühik	Maht	Ajanorm 1 in-h	Kokku in-h	Töölised, tk	Töö kestvus, h
1	Vahelae puittala laeraketise paigaldustööd	m ²	497,1	0,21	104,39	4	26,1
2	Terassarruse paigaldustööd	t	79,4	2,2	174,68	8	21,84
3	Pingesarruse paigaldustööd	t	0,5	45	22,5	8	2,8
4	Betoneerimistööd	m ³	113,2	0,15	16,98	4	4,25
5	Põrandapindade katmine pinnakõvandiga	m ²	397,1	0,02	7,94	2	3,97

	Töö nimetus	Ühik	Maht	Ajanorm 1 in-h	Kokku in-h	Töölised, tk	Töö kestvus, h
6	Pingesarruse pingutamistööd hüdraulilise tungrauaga	tk	57,0	0,2	11,4	2	5,7
7	Raketise demontaaž ja puhastus	m ²	497,1	0,25	248,55	4	31,07

7.5.4 IV haardeala ajamahukus

Tabel 10. IV haardeala ajamahukus.

	Töö nimetus	Ühik	Maht	Ajanorm 1 in-h	Kokku in-h	Töölised, tk	Töö kestvus, h
1	Vahelae puittala laeraketise paigaldustööd	m ²	643,3	0,21	135,1	4	33,77
2	Terassarruse paigaldustööd	t	126,7	2,2	278,74	8	34,84
3	Pingesarruse paigaldustööd	t	1,3	45	58,5	8	7,3
4	Betoneerimistööd	m ³	141,5	0,15	21,23	4	5,31
5	Põrandapindade katmine pinnakõvandiga	m ²	543,3	0,02	10,87	2	5,43
6	Pingesarruse pingutamistööd hüdraulilise tungrauaga	tk	80,0	0,2	16	2	8

	Töö nimetus	Ühik	Maht	Ajanorm 1 in-h	Kokku in-h	Töölised, tk	Töö kestvus, h
7	Raketise demontaaž ja puhastus	m ²	643,3	0,25	321,65	4	40,21

7.6 Betooni kivilinemise arvutus

Parkimishoone keldrikorruse vahelae pingebetoonitööd algavad kevade alguses ning eeldatavasti ei ole betooni soojendamine ega betooni katmine vajalik. Betooni tugevuseklass on C35/45 ning kivilinemise tingimuseks loen esimesed 18 tundi 16°C ja seejärel 7°C. Monoliitsest betoonist vahelae pingestamist võib alustada kui betoon on saavutanud minimaalse survetugevuse 21 Mpa ehk ~50% lõplikust tugevusest. Betooni küpsusastet hindan valemiga (8) [16]:

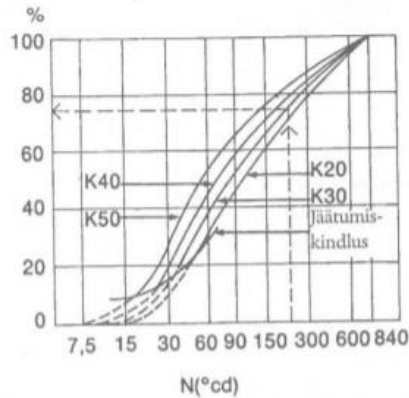
$$N_+ = \sum (T + 10) * \frac{\Delta h}{24} \quad (8)$$

kus N - kraadpäevad;
 T - betooni temperatuur °C;
 Δh - mõõtmisintervall tundides.

Esimese 18h kraadpäevad:

$$N_{+1} = \sum (16 + 10) * \frac{18}{24} = 19,5 \text{ °Cd}$$

Leian vastava betooni tugevuse klassi K tähisega. C35/45 võrdub K tähisega tugevusklassides K45-ga. Seejärel saan jooniselt (Joonis 5) leida vastava betooni tugevuse klassi juures betooni 50%-lise kivilinemise.



Joonis 5. Betooni kraadpäevad [16]

Leian mitu kraadpäeva on jäänud:

$$60 - 19,5 = 40,5 \text{ } ^\circ\text{Cd}$$

Leian järgneva aja (20 °C):

$$N_{+2} = \sum (7 + 10) * \frac{x}{24} = 40,5 \rightarrow x = 24 * \frac{40,5}{17} = 57,18 \text{ h}$$

Leian lõpliku kivilinemise aja:

$$\sum N = 19,5 + 57,18 = 76,68 \text{ h} \rightarrow \frac{76,68}{24} = 3,2 \text{ (ööpäeva)}$$

Vahelage saab pingestama hakata 3,2 ööpäeva peale betooni valamist.

7.7 Töödeks vajalike masinate määramine

7.7.1 Betooni pumba valik

Betooni pumpamiseks objektil valisin Betoonimeistri poolt pakutavat Putzmeister M42-5 autobetonipumpa. Antud pumba masti pikkus on 42 meetrit. Sõiduki mõõdud on järgnevad [17]:

- Pikkus 12 m;
- laius 2,5 m, tööasendis kuni 7,9 m;
- kõrgus 4,0 m.

Valisin betoonipumbaks Putzmeister M42-5, sest sõiduk on sobivate mõõtudega ning mahub objektil manööverdama. Lisaks on see varustatud piisavalt pika pumba mastiga, mis ulatub betooni valama. Valitud pumi on näha joonisel (Joonis 6). [17]



Joonis 6. Putzmeister M42-5[17]

7.7.2 Betooniveokite valik

Betooni vedamiseks valisin Betoonimeistri poolt pakutavat ja Liebherr-Mischtechnik GmbH poolt toodetud autobetonisegistit. Sõiduk võib kaaluda kuni 32 tonni ning sõiduki mõõtmed on järgnevad [18]:

- Pikkus 9,1 m;
- laius 2,5 m;
- kõrgus 3,8 m.

Valisin käesoleva betoonimikseri, sest sõiduki mõõdud on piisavalt väiksed, et projektil liigelda ning lisaks on betoonimikseril suur veomaht, milleks on 7,5 m³.

7.7.3 Tõstemasinade valik

Parkimismaja keldrikorruse vahelae betoonitööde käigus esineb tihtipeale tõstetöid. Tõsta on vaja raketise elemente ja armatuurvardaid. Kuna antud tõstetööde koormused on piisavalt kerged ja tõsted toimuvad tornkraanade tõsteraadiuses, siis kasutatakse töö teostamiseks objektile monteeritud Liebherr 180 EC-H 10 Litronic tornkraanasid.

7.8 Tööohutuse nõuded vastavalt tööle

7.8.1 Tööohutuse nõuded puittala laeraketise paigaldustöödel

Üldised tööohutuse nõuded MULTIFLEX puittala-laeraketise paigaldustöödel on järgmised [11]:

- PERI tooted on tehnilised töövahendid, mida võib kasutada ainult vastavalt koolitatud personal;
- Antud paigaldus- ja kasutusjuhendit võib kasutada alusena riskide analüüsimiseks ja kasutamiseks ettevõtja (kasutaja) poolt. Kasutada võib ainult PERI originaaldetaile. Teiste tootjate detailide kasutamine kujutab riski raketise turvalisusele;
- Materjali ja töökohta tuleb regulaarselt, eriti enne iga kasutust ning paigaldamise algust, kontrollida. Veenduge stabiilsuses, funktsionaalsuses ja kahjustuste puudumises. Kahjustatud komponendid tuleb ehitusplatsil viivitamatult välja vahetada ja neid ei tohi rohkem kasutada;
- Ohutusjuhiseid tuleb rangelt järgida, lubatavaid koormusi ei tohi ületada;
- Kinnituselemente saab maha võtta ainult siis, kui need ei ole enam vajalikud või see on vastutava isiku otsus;
- PERI tooteid tuleb kasutada vastavalt asjakohaste siseriiklike ja Euroopa ohutuseeskirjade nõuetele;
- Tellija poolt tarnitud materjali parameetrid peavad vastama antud paigaldusjuhendi ning rahvusvaheliste standardinõuetele. Juhindu järgnevatest nõuetest, kui muid lisatingimusi ei ole seatud. - puidust detailid: tugevusklass C24, standard EN 338, - tellingu torud: galvaniseeritud

terasest torud minimaalsete mõõtmetega Ø 48,3 x 3,2 mm, standard EN 12811 1:2003 4.2.1.2, -tellingu klambrid, standard EN 74;

- Igasugused kõrvalekalded standardsest konfiguratsioonist raketise kokkupanemisel ja/või kasutamisel kujutavad endast potentsiaalset riski, mistõttu on kõrvalekalded lubatud ainult pärast raketise kasutaja poolt teostatavat spetsiaalset riskianalüüsi. Riskianalüüsi põhjal tuleb tööohutuse ja raketise püsivuse tagamiseks rakendada asjakohaseid meetmeid;
- Töövõtja peab veenduma, et raketise paigaldus- ja kasutusjuhendis toodud info on alati kättesaadav ja selgelt arusaadav;
- Ebasoodsate ilmastikutingimuste korral peavad olema täidetud kõik ettevaatusabinõud ja meetmed, et tagada tööohutus ja stabiilsus;
- Peale erakordseid juhtumeid või pikaajalisi tööseisakuid tuleb alati kontrollida raketist ja veenduda kahjustuste puudumises, stabiilsuses ja funktsionaalsuses;
- Töövõtja peab tagama stabiilsuse kõikide ehituse etappide jooksul. Ta peab veenduma ja kontrollima, et kõik koormused kantakse üle ohutult;
- Kasutaja peab tagama turvalise ja ohutu juurdepääsu töotsoonidesse. Riski piirkonnad peab selgelt tähistama. Töötamise ajal peavad juurdepääsu luugid olema suletud;
- Töövõtja peab tagama kaitsevahendite olemasolu:
 1. kaitsekindad;
 2. kaitsekiiver;
 3. turvakingad.

Ladustamise ja transpordi ohutusnõuded MULTIFLEX puittala-laeraketise paigaldustöödel on järgmised [11]:

- Ära viska detaile;
- Ladusta ning transpordi detaile nii, et nende nihkumine on välistatud. Vabasta tõstekonks alles siis, kui tõstetav moodul on stabiilselt paigas ning nihkumine on välistatud;
- Komponendid tõstetakse ja pannakse peale nii, et vältida nende ümberkukkumist, lagunemist, libisemist ja veeremist sõidu ajal;
- Kasuta detailide tõstmiseks ainult vastavat koormust taluvat varustust;
- Tõstmisel kasuta juhtköisi;

- Liiguta komponente ainult puhtal, tasasel ning piisavat koormust taluval pinnal;
- Kasuta ladustamiseks ja transpordiks PERI süsteeme, sh. metallkastid, alused ja raamid;

7.8.2 Tööohutuse nõuded teras- ja pingsarruse paigaldustöödel

Tööohutuse nõuded teras- ja pingsarruse paigaldustöödel on järgnevad [19]:

- Töömehed peavad olema läbinud ohutusinstruktaazi;
- tõstetöid teostavatel töömeestel peab olema troppija tunnistus;
- mehhaanilistel painutuspinkidel ja giljotiinidel töötavad inimesed peavad olema vastavalt instrueeritud;
- töökoht peab olema piisava valgustusega;
- kasutatud tellingud ja tööladad peavad olema vastavad (mittelibisev platvorm, lukustatavad rattad, piirdestatud tööpiind);
- sarrustamisel peab kasutama kindaid, et vältida sidumistraadi kätte torkamist. Traadid on kaetud õliga, mis võib põhjustada veremürgitust;
- töö lühikeste pükste ja palja ülakehaga ei ole lubatud. Et vältida sidumistraadist ja sarruse löike kohast põhjustatud löikeohtu;
- ketaslõikuriga töödes peab kandma kaitseprille või kaitsemaski;
- lõigates ketaslõikuriga peab arvestama teiste töölistega, vältida sädemete sattumist teistele töölistele;
- elementaarne heakord on oluline, et vältida komistamist ja kukkumist;
- õlitatud rõhtraketis (laeraketis) on väga libe, eriti talvel, kui see on kaetud lumega, mis teeb selle veel libedamaks;
- käiguteed peavad olema lume ja jäävabad;
- töötades kõrgustes, peab töö ala olema ümbritsetud piiretega.

7.8.3 Tööohutuse nõuded betoneerimistöödel

Tööohutuse nõuded betoneerimistöödel on järgnevad [20]:

- Betoneerimisel peab kasutama ettenähtud isikukaitsevahendeid (prillid, kindad, saapad, kiivrid, sobilik tööriietus);

- betoneerimise käigus peab olema tähelepanelik tarindist väljuvate sarrusvarrastega - varraste lõigatud otsad on teravad;
- oluline on töö käigus kaitsta silmi, selleks peab kandama kaitseprille või maski. Silma sattunud betoon tuleb pesta välja rohke puhta veega;
- kraana kasutamisel kasutada korrektseid käemärke. Halva või puuduva silmiside korral kasutada raadiosidet;
- betooni tehnika pesemine korraldada selleks ettenähtud kohas, et vältida keskkonna reostust;
- enne betooni paigaldamise algust kontrollitakse hoolikalt masinate olukorda ning laadimislehtrite, rennide, lontide ja vibrolontide püsivust;
- betoonisegu andmisel betooniautodega varustatakse estakaadid ja teisaldatavad betoonimissillad kaitseprussidega; prusside ja kaitsepiirde vahele jäetakse 0,7 m laiune läbikäik;
- töölavad, millel betoonisegu kärutatakse, ehitatakse tiheda laudisega, mille laius peab olema 1,2 m;
- elektriseadmetega (betoonisegurid, vibraatorid) tohivad töötada töölised, kes on tutvunud ohutu töötamise juhendiga, andnud selle kohta allkirja ning keda on instrueeritud enne tööde algust kohapeal;
- betoonisegurit tohib puhastada vaid siis, kui ajam on elektrivõrgust välja lülitatud;
- töölisi, kes töötavad betooni tihendamise vibraatoriga, peavad olema pideva arstliku kontrolli all;
- ei tohi unustada, et betoon on torudes surve all;
- kõrvaliste inimeste jaoks on betoonitorustik kogu pikkuses surve all seni, kuni elukutseline pumpaja teatab, et liin ei ole enam surve all;
- surve all olnud torustiku lukke ei või avada enne tagurpidi pumpamist;
- arvestada, et ummistus võib torudes põhjustada väga kõrge surve;
- torustiku puhastamist suruõhu abil võib sooritada ainult kogenud ametimehe juhendusel. Ka tema abilised peavad olema kogenud või instruktaazi läbi teinud;
- suruõhuga torude puhastamist tuleks sooritada ainult neil juhtudel, kui kõrgsurvevett ei ole võimalik või otstarbekas kasutada;
- on väga tähtis, et suruõhuga puhastamise juures peetakse kinni ohutehnikast ja instruktaazist, kuna töö on väga ohtlik;

- noole kasutamisel peab kasutama pesuvett ning pesupalli kinnipüüdmise jaoks peab toru otsa panema korvi;
- peab olema ettevaatlik töötades kõrgepingeliinide läheduses;
- betooniauto torustiku käänamisel või pööramisel ei tohi see ohustada ega vigastada teisi inimesi;
- torude paksuse valik peab kokku langema kasutatava pumbaga;
- kulunud toru või liitekoht võib tekitada lõhkemisel tõsiseid vigastusi. Kulunud osasi ei tohi kasutada;
- betoonitoru lukul peab olema turvaseade, mis ei lase lukul soovimatult avaneda;
- kummivoolikuid peab käsitlema hoolikalt, vältides nende keerduminekut, mis võib põhjustada vooliku ohtliku omapead suure jõuga visklemise;
- töömeestel tuleb hoiduda noole all töötamisest;
- eriti tähelepanelik tuleb olla töötades asustatud piirkondades, kus inimesed võivad kõndida tööplatsil. Peab järgima nõuet, et pumpamise ajal on tööväljak eristatud inimeste ligipääsust või nende ligipääs on hoiatusplakatitega tõkestatud;
- betooniauto siirdamisel peavad kõik töövahendid olema pakitud ja nool kokkupandud;
- peab alati võtma arvesse, et pumba püstitamise koht oleks ohutul kaugusel lahtikaevatud kohast või kaevust;
- ära seisa kunagi betooniauto ja pumba vahel betooniauto tagurdades pumba juurde;
- kui tööplatsile tullakse pimedas, peab betoonitorustiku püstitamine ja sellega töötamine toimuma eriti tähelepanelikult ja ohutult, võttes arvesse noole pööramisel tarvilik vaba pöörderaadius;
- pumbautot ei püstitata kaldpinnale, ka siis mitte, kui pumbatakse maapinnast allapoole või väga kõrgele. Sellega võib kaasneda betoonipumba stabiilsuse kaotus töö ajal;
- betoonipumba noolega ei tohi kunagi tõsta inimesi, asju või töövahendeid, nagu näiteks torusid või pikendusvoolikuid.

7.8.4 Tööohutuse nõuded betoonpinna katmisel pinnakõvendiga

Tööohutuse nõuded betoonpinna katmisel pinnakõvendiga on järgmised [21]:

- Vältida tuleb materjali sattumist silma, suhu, nahale või toiduainetele. Kokkupuute korral loputada silmad ja naha pind rohke veega ning seejärel pöörduda koheselt arsti poole;

- allaneelamise või sissehingamise korral tuleb kohe pöörduda arsti poole;
- tsement võib põhjustada allergilist reaktsiooni;
- materjali käitlemisel tuleb järgida üldisi tsementi sisaldavate ehitusmaterjalidega töötamise ettevaatusabinõusid (kasutada kindaid, maski, kaitseprille).

7.9 Tööde kvaliteedinõuded

7.9.1 Betoonpinna kvaliteedinõuded

Kõik nähtavad ja mitte-nähtavad betoonpinnad jäävad By40 järgi kvaliteediklassi B. Betoonpinnale vastavad nõuded on järgnevad [22]:

- Mügarite suurim kõrgus 6 mm, laius 20 mm ja arv 40 tk/m^2 ;
- süvendite suurim sügavus 7 mm, laius 15 mm, arv 40 tk/m^2 ;
- lubatus astmelisus 5 mm;
- valupurske või valuhaava lubatud suurim kõrgus või sügavus 4 mm, laius 6 mm, arv 30 % raketise vuukide pikkusest;
- horisontaalselt valatud pindade poorid läbimõõduga suurem kui 5 mm. Maksimaalne läbimõõt ja sügavus 10 mm, suurim üldkogus 80 tk/m^2 ;
- vertikaalselt valatud pindade poorid läbimõõduga suurem kui 5 mm. Maksimaalne läbimõõt ja sügavus 12 mm, üldkogus 100 tk/m^2 ;
- horisontaalselt valatud pindade valuvea suurim lubatud suurus $0,3 \text{ m}^2$, arv $2 \text{ tk}/100\text{m}^2$;
- vertikaalselt valatud pindade valuvea suurim lubatud suurus $0,3 \text{ m}^2$, arv $2 \text{ tk}/100\text{m}^2$.

8 SOKLIKORRUSE MONTEERITAVATE SEINAPANEELIDE MONTAAŽITÖÖDE TEHNOLOOGIAKAART

8.1 Tööde loetelu

- Montaaži ettevalmistustööd;
- seinapaneeli monteerimine;
- ajutiste tugipostide paigaldus;
- püstivuugi ja ankurdussüvendi betoneerimine.

8.2 Tööde kirjeldus

8.2.1 Montaaži ettevalmistustööd

Elementide monteerimisele eelnevalt on vaja teostada mitmed eeltööd. Hoone välisküljele betoneeritakse 700x700x200 monoliitsest raudbetoonist kannud, et seda peale elemendi montaaži toe vasturaskuseks kasutada. Betoonkannusid ei saa valada hoone siseküljele kuna peale 0-korruse vahelae valu ei ole võimalik neid sealt enam kätte saada. Batoon tuleb valada soklipaneelide ette vastavates kohtades, kus tugiposti kinnitamiseks puudub hoonesisene vundamendikann.

Lisaks kuulub antud montaaži ettevalmistustööde alla ka, elemendi asukohtade mahamärkimine. Selleks, et ettevalmistustöödega oleks võimalik jätkata on kindlasti vajalik ka montaažipind ehk antud juhul lintvundament korralikult puhtaks teha. Märketöödeks kasutatakse üldiselt geodeeti teenust, et märged oleksid võimalikult täpsed. Seejärel paigaldatakse tulevaste soklipaneeli külgede alla montaažiklotsid ning kontrollitakse lasernivelliiriga montaažiklotsi pealse kõrgust. Kõrgus peab vastama projektis ettenähtud kõrgusmärgiga.

8.2.2 Seinapaneeli monteerimine

Seinapaneeli montaažiks kasutatava kraanaga minnakse tõstetava elemendi kohale ning kinnitatakse kraana tõstekonks elemendi tõsteasadega. Element tõstetakse õhku ning vajadusel pööratakse ta õiget pidi, vastavalt elemendi monteerimis asendile projektis. Veendutakse elemendi puhtuses ning vajadusel eemaldatakse mustus, jää või lumi elemendi monteeritavalt pinnalt. Seinapaneel tõstetakse kraanaga

õigesse asukohta ning istutatakse see seinaelemendi all olevate ankurdussüvenditega lintvundamendi peal olevate ankurdusvarraste otsa. Seejärel kontrollitakse paneeli asukoha õigsust ning vajadusel liigutatakse seda kasutades metallkange ja kraanat.

8.2.3 Ajutiste tugipostide paigaldus

Peale elemendi monteerimist õigele kohale, on endiselt kraana tõstekonks kinnitatud elemendi tõsteaasadega ning element seisab püsti ainult tänu kraanale. Selleks, et elementi ajutiselt fikseerida, paigaldatakse elemendi külge kaldu tugipostid ning kruvitakse need piisava vasturaskusega elemendi külge. Igale paneelile paigaldatakse vähemalt kaks kaldtuge. Peale kaldtugede paigaldust on vajadusel võimalik tugiposti keermikut kasutades seinapaneeli vertikaalsust korrigeerida. Seejärel fikseeritakse seinapaneel ja eemaldatakse kraana tõstekonks elemendi tõsteaasadest. Ajutisi tugiposte ei ole võimalik demonteerida enne vahelae betoneerimist.

8.2.4 Püstvuugi ja ankurdussüvendi betoneerimine

Püstvuugi betoneerimiseks paigaldatakse läbi trossaasade kogu paneeli ulatuses terasvarras. Trossaasade ja terasvarda eesmärk on omavahel siduda kaks paneeli otsa. Seejärel ehitatakse vineerist raketis ankurdussüvendite ning püstvuugi betoneerimiseks. Kuna antud asukohtades betoneerides ei ole võimalik betooni efektiivselt vibreerida, siis on vajalik kasutusele võtta peeneteraline betoon.

8.3 Tööde mahuarvutus

- Montaaži ettevalmistustööd – betoonkannude valamine 9 tükki ehk $0,88 \text{ m}^3$;
- seinapaneeli monteerimine – 41 tk ;
- ajutiste tugipostide paigaldus – 82 tk;
- püstivuugi ja ankurdussüvendi betoneerimine – 42 püstivuuki ehk $0,52 \text{ m}^3$ ja 119 ankurdussüvendit ehk $0,3 \text{ m}^3$.

8.4 Brigaadide suurused

8.4.1 Betoonkannude valamine vasturaskuseks

Betoonkannude valamiseks on brigaadi määratud 3 inimest, kes kõik tegelevad eraldi betoonkannu raketiste ehitustöödega ning lõpuks paigaldavad need vajaliku kohta. Hiljem jääb betoneerimiseks üks mees, kes suunab betooni kannudesse ning tõmbab latiga betooni pealispinna sirgeks.

8.4.2 Seinapaneelide monteerimine ja tugipostide paigaldus

Seinapaneelide montaažitöödeks on määratud kolmest inimesest koosnev brigaad. Üks töömees on veoauto peal ning kinnitab paneele kraana konksu otsa. Kaks meest suhtlevad kraanajuhiga, monteerivad paneeli õigesse kohta ning seejärel kinnitavad tugipostid.

8.4.3 Püstvuukide ja ankurdussüvendite betoneerimine

Püstvuukide ja ankurdussüvendite betoneerimiseks on määratud brigaadi neli inimest. Kaks tegelevad püstivuugi raketiste ning kaks ankurdussüvendite raketise ehitus- ja paigaldustöödega. Hiljem määratakse brigaadist kaks meest, kes suunavad betooni raketisse ja vibreerivad selle.

8.5 Tööde ajamahukus

Tööde ajanormide määramiseks kasutan firmasiseseid andmeid, mis on koostatud eelnevate objektide põhjal. Tabelis (Tabel 11) on välja toodud tööde ajamahukuse arvutamiseks kasutatud ajanormid.

Tabel 11. Montaažitöödel kasutusel olevad ajanormid.

	Töö nimetus	Ühik	Ajanorm 1 in-h
1	Montaaži ettevalmistustööd - betoonkannude valamine koos raketise ehitamisega	m ³	12
2	Seinapaneelide monteerimine	tk	1,2

3	Ajutiste tugipostide paigaldus	tk	0,1
4	Püstivuugi betoneerimine koos raketise ehitamisega	tk	0,2
5	Ankurdussüvendi betoneerimine koos raketise ehitamisega	tk	0,2

Nüüd on võimalik leida iga tööloigu summaarne ajamahukus. Tööloikude summaarne ajamahukus on välja toodud järgnevas tabelis (Tabel 12).

Tabel 12. Tööde summaarne ajamahukus.

	Töö nimetus	Ühik	Maht	Ajanorm, 1 in-h	Kokku, in-h	Töölised , tk	Töö kestvus , h
1	Montaaži ettevalmistustööd - betoonkannude valamine koos raketise ehitamisega	m ³	0,88	12	10,6	3	3,5
2	Seinapaneelide monteerimine	tk	41	1,2	49,2	3	16,4
3	Ajutiste tugipostide paigaldus	tk	82	0,1	8,2	2	4,1
4	Püstivuugi betoneerimine koos raketise ehitamisega	tk	42	0,2	8,4	4	2,1
5	Ankurdussüvendi betoneerimine koos raketise ehitamisega	tk	119	0,2	23,8	4	6,0

8.6 Töödeks vajalike masinate määramine

8.6.1 Tõstemasina valik

Monteerides sokliseina paneele hoone kaugematesse nurkadesse ulatub tõsteraadius tornkraanast 47 meetrini. Tõstegraafikult interpoleerimise teel arvutades saame teada, et 47 meetrisel tõsteraadiusel on antud tornkraana maksimaalne tõstevõime 3072 kg. Hoone kaugemas nurgas asuva seinapaneeli kaal on 8,4 t. Järeldan, et antud töö teostamiseks ei ole võimalik kasutada objektile monteeritud tornkraanat.

Töö teostamiseks on vajalik objektile tellida autokraana, mis võimaldaks hoone soklipaneele efektiivselt monteerida. Valikut tehes lähtusin autokraana tõstevõimest, et oleks võimalik monteerida võimalikult mitu soklipaneeli ilma kraanat ümberpaigutamatta. Autokraana töö tegemiseks valin 220t Liebherr LTM1220 ning autokraana tehnilised näitajad on järgnevad [23]:

- Tõstevõime – 220 tonni;
- põhinoole pikkus – 60 meetrit;
- autokraana pikkus – 15,6 meetrit;
- autokraana laius – 3,0 meetrit;
- autokraana kõrgus – 4,0 meetrit.

Autokraana 220t Liebherr LTM1220 tõstegraafik on välja toodud järgneval joonisel (Joonis 7) [24].

    													
	13,3 m	17,6 m	21,9 m	26,2 m	30,5 m	34,8 m	39,1 m	43,4 m	47,7 m	52 m	56,3 m	60 m	
3	220	134	134	134									3
3,5	150,3	134	134	134									3,5
4	142,4	130,8	130,4	129,9	124,6								4
4,5	130,6	122	122,1	121,4	120,1								4,5
5	119,4	114,2	114,3	111,6	110,2	99,5							5
6	105	100,7	101,3	99,5	97,1	94,9	80,2						6
7	93,4	89,8	90,4	89,2	86,8	84,7	79,1	57,9					7
8	83,4	80,9	81,5	80,8	78,5	76,5	75,7	55,1	46,3				8
9	73,7	73	73,6	73,7	71,7	70,9	69,3	51,8	44,5				9
10	63,1	63,1	66,7	67	65,9	65,4	63,6	48,7	42,4	36,3			10
11	45	45	60,8	61	60,7	60,4	58,8	45,6	40,2	35	29,5		11
12			55,2	55,5	55,1	55,8	54,5	42,6	38,4	33,5	28,6	24,3	12
14			45,1	46,3	46,6	46,8	46,2	37,6	35	30,7	26,5	22,8	14
16				39,3	39,5	39,2	38,5	33,3	31,6	28,2	24,5	21,3	16
18				33,7	33,7	33,3	32,7	29,8	28,6	25,9	22,8	20	18
20					29,2	28,8	28,1	27,4	25,9	23,8	21,2	18,6	20
22					25,6	25,2	24,5	25,3	23,6	21,9	19,7	17,4	22
24					15,2	22,3	22,3	22,3	21,6	20,2	18,5	16,3	24
26						19,9	20,6	19,9	19,3	18,7	17,3	15,3	26
28						15,6	18,5	17,9	17,4	17,5	16,2	14,4	28
30							16,8	16,1	15,9	15,8	15,2	13,6	30
32							13,6	14,6	14,9	14,3	14,1	12,8	32
34								13,2	13,5	13	13	12,1	34
36								12	12,3	12,1	11,8	11,5	36
38									11,3	11,2	10,7	10,6	38
40									10,1	10,3	9,9	9,6	40
42										9,4	9,2	8,7	42
44										8,7	8,5	8	44
46											7,8	7,3	46
48											7,2	6,6	48
50												6,1	50
52												5,6	52
54												2,3	54
56												4,6	56

Joonis 7. Autokraana 220t Liebherr LTM1220 tõstegraafik [24]

8.6.2 Betooni pumba valik

Betooni pumpamiseks antud töö teostamiseks valisin Betoonimeistri poolt pakutavat ja Putzmeister Concrete Pumps GmbH poolt toodetud betoonpumbaga komplekteeritud betoonmiksrit ehk PUMI. Soklipaneele monteerides on betooneerimismahud antud tööloigul väga väikesed, kuid betooni on vaja valada paljudesse erinevatesse kohtadesse. Putzmeister Concrete Pumps GmbH PUMI valisin ma töö efektiivse teostamise huvides kuna PUMI jaotusmasti otsaga on võimalik betooni erinevatesse kohtadesse. Antud pumi veomaht on 5 m^3 , ning pumba masti pikkus 16-28 m. Sõiduki mõõdud on järgnevad [25]:

- Pikkus 9,7 m;

- laius 2,5 m;
- kõrgus 4,0 m.

Valisin betoonipumbaks antud pumi, sest sõiduk on sobivate mõõtudega ning mahub objektil manööverdama. Lisaks on see varustatud piisavalt pika pumba mastiga, mis ulatub betooni valama. Valitud pumi on näha joonisel (Joonis 8). [25]



Joonis 8. Putzmeister Concrete Pumps GmbH PUMI [25]

8.7 Tööohutuse nõuded vastavalt tööle

8.7.1 Tööohutuse nõuded montaažitöödel

Tööohutusnõuded montaažitöödel on järgnevad [26]:

- Montaažitööd on seotud raskete ja suurte elementide tõstmise ja teisaldamisega, raskete ja võimsate masinatega, töötamisega suures kõrguses jne. Kõik see nõuab tööde tegemisel suurt tähelepanu ja nende täpset, varem läbimõeldud organiseerimist;
- kõrgmontaaziks loetakse töid, mida tehakse enam kui 5m kõrgusel maapinnast, vahelaest või töölaudisest. Seejuures on kukkumise vältimise põhiliseks abinõuks kaitsevöö, ilma milleta kõrgmontaazil töötada ei tohi;
- kõik ehitusplatsil viibivad inimesed peavad kandma kaitsekiivrit;
- elemendid ja konstruktsioonid tuleb troppida nii, et nad antaks paigalduskohale võimalikult õiges asendis;
- kõik signaalid annab vaid üks isik, signaali “stopp” võib anda iga töötaja, kes märkab ohtu;
- inimeste viibimine monteeritavast korrusest üks korrus madalamal (samal haardealas) on keelatud;

- lubamatu on konstruktsioonide tõstmine üle monteeriijate töökoha. Seda tehes peab töölisi hoiatama;
- elemente lastakse paigalduskohale nii, et see jääb paigalduskohast 30 cm kõrgemale. Sellest asendist suunavad monteeriijad elemendi projektis ettenähtud kohale;
- inimeste viibimine elementidel ja konstruktsioonidel nende tõstmise, teisaldamise ja paigaldamise ajal on keelatud;
- tõstetud elemente ei tohi jätta rippuma;
- paigaldatud elemente lubatakse lahti troppida vaid pärast nende tugevat ja püsivat kinnitamist;
- montaažitöid ei tohi teostada tugeva tuulega, väga ohtlik on puhanguline tuul. Samuti ei tohi töid teostada tugevas lume- ja vihmasajus;
- kõrgepingeliinide läheduses töötades peab jälgima ohutuid vahekaugusi elektri liinist. Sõltuvalt pingest on ohutud kaugused erinevad. Kui tööd toimuvad lähemal kui on ettenähtud ohutusala, võib tekkida kõrgepinge liini ja tõsteseadme masti vahel.

8.7.2 Tööohutuse nõuded betoneerimistööl

Tööohutuse nõuded betoneerimistööl on järgnevad [20]:

- Betoneerimisel peab kasutama ettenähtud isikukaitsevahendeid (prillid, kindad, saapad, kiivrid, sobilik tööriietus);
- betoneerimise käigus peab olema tähelepanelik tarindist väljuvate sarrusvarrastega - varraste lõigatud otsad on teravad;
- oluline on töö käigus kaitsta silmi, selleks peab kandama kaitseprille või maski. Silma sattunud betoon tuleb pesta välja rohke puhta veega;
- kraana kasutamisel kasutada korrektseid käemärke. Halva või puuduva silmiside korral kasutada raadiosidet;
- betooni tehnika pesemine korraldada selleks ettenähtud kohas, et vältida keskkonna reostust;
- enne betooni paigaldamise algust kontrollitakse hoolikalt masinate olukorda ning laadimislehtrite, rennide, lontide ja vibrolontide püsivust;
- betoonisegu andmisel betooniautodega varustatakse estakaadid ja teisaldatavad betoonimissillad kaitseprussidega; prusside ja kaitsepiirde vahele jäetakse 0,7 m laiune läbikäik;
- töölavad, millel betoonisegu kärutatakse, ehitatakse tiheda laudisega, mille laius peab olema 1,2 m;

- elektriseadmetega (betoonisegurid, vibraatorid) tohivad töötada töölised, kes on tutvunud ohutu töötamise juhendiga, andnud selle kohta allkirja ning keda on instrueeritud enne tööde algust kohapeal;
- betoonisegurit tohib puhastada vaid siis, kui ajam on elektrivõrgust välja lülitatud;
- töölisi, kes töötavad betooni tihendamise vibraatoriga, peavad olema pideva arstliku kontrolli all;
- ei tohi unustada, et betoon on torudes surve all;
- kõrvaliste inimeste jaoks on betoonitorustik kogu pikkuses surve all seni, kuni elukutseline pumpaja teatab, et liin ei ole enam surve all;
- surve all olnud torustiku lukke ei või avada enne tagurpidi pumpamist;
- arvestada, et ummistus võib torudes põhjustada väga kõrge surve;
- torustiku puhastamist suruõhu abil võib sooritada ainult kogenud ametimehe juhendusel. Ka tema abilised peavad olema kogenud või instruktaazi läbi teinud;
- suruõhuga torude puhastamist tuleks sooritada ainult neil juhtudel, kui kõrgsurvevett ei ole võimalik või otstarbekas kasutada;
- on väga tähtis, et suruõhuga puhastamise juures peetakse kinni ohutehnikast ja instruktaazist, kuna töö on väga ohtlik;
- noole kasutamisel peab kasutama pesuvett ning pesupalli kinnipüüdmise jaoks peab toru otsa panema korvi;
- peab olema ettevaatlik töötades kõrgepingeliinide läheduses;
- betooniauto torustiku käänamisel või pööramisel ei tohi see ohustada ega vigastada teisi inimesi;
- torude paksuse valik peab kokku langema kasutatava pumbaga;
- kulunud toru või liitekoht võib tekitada lõhkemisel tõsiseid vigastusi. Kulunud osasi ei tohi kasutada;
- betoonitoru lukul peab olema turvaseade, mis ei lase lukul soovimatult avaneda;
- kummivoolikuid peab käsitlema hoolikalt, vältides nende keerduminekut, mis võib põhjustada vooliku ohtliku omapead suure jõuga visklemise;
- töömeestel tuleb hoiduda noole all töötamisest;

- eriti tähelepanelik tuleb olla töötades asustatud piirkondades, kus inimesed võivad kõndida tööplatsil. Peab järgima nõuet, et pumpamise ajal on tööväljak eristatud inimeste ligipääsust või nende ligipääs on hoiatusplakatitega tõkestatud;
- betooniauto siirdamisel peavad kõik töövahendid olema pakitud ja nool kokkupandud;
- peab alati võtma arvesse, et pumba püstitamise koht oleks ohutul kaugusel lahtikaevatud kohast või kaevust;
- ära seisa kunagi betooniauto ja pumba vahel betooniauto tagurdades pumba juurde;
- kui tööplatsile tullakse pimedas, peab betoonitorustiku püstitamine ja sellega töötamine toimuma eriti tähelepanelikult ja ohutult, võttes arvesse noole pööramisel tarvilik vaba pöörderaadius;
- pumbaautot ei püstitata kaldpinnale, ka siis mitte, kui pumbatakse maapinnast allapoole või väga kõrgele. Sellega võib kaasneda betoonipumba stabiilsuse kaotus töö ajal;
- betoonipumba noolega ei tohi kunagi tõsta inimesi, asju või töövahendeid, nagu näiteks torusid või pikendusvoolikuid.

9 TÖÖVÕTUMEETOD

Büroohoone ehitustööde projekt on organiseeritud peatöövõtu meetodil. Peatöövõtja korraldab kogu edaspidise ehitustegevuse leides töödele vastavad alltöövõtjad. Peatöövõtja ülesandeks on kontrollida alltöövõtjate töö vastavust ja kvaliteeti projektile, panna paika platsi ajutine logistika, organiseerida ajutine vee- ja elektrivajadus ning jälgida tööohutusnõuete täitmist. Tellija poolt on määratud järelvalve, kes kaitseb tellija huve ning kontrollib alltöövõtjate ja peatöötötja tööde korrektsust ning vastavust projektile.

Vastavalt hankeplaanile leitakse erinevate tööde jaoks vastavad alltöövõtjad. Konkreetse firma valimine käib läbi konkursi, kus võrreldakse alltöövõtjate pakutud hindasid, kompetentsi, eelnevalt teostatud töid, makse häireid ja mainet. Leides sobiliku ettevõtte, sõlmitakse lepingud, kus fikseeritakse tööde mahud, hinnakiri ja tähtajad. Iga alltöövõtja on sunnitud esitava vastavalt nõudmistele oma töödele teostusdokumentatsiooni ning peatöövõtja koos järelvalvega kinnitab antud dokumendi allkirjaga.

10 TÖÖ- JA TULEOHUTUSE NING KESKKONNAKAITSE TAGAMISE PLAAN

10.1 Tööohutus

Sõlmides mõne ettevõttega alltöövõtulepingu koostatakse neile ka tööohutuse plaan. Tööohutuse plaanis kirjeldatakse vastavate tööde ohte ning tööohutusnõudeid arvestades tööde eripärasid. Iga tööline, kes antud ettevõtte alt objektile tuleb läbib tööohutus instruktaaži, tutvub vastava tööohutusplaaniga ning allkirjastades kinnitab, et on teadlik vajalikest tööohutusnõuetest. Tööohutus instruktaažis tehakse selgeks isikukaitsevahendite kandmine, evakatsiooniteede, tulekustutite ja esmaabi asukohad ning veendutakse antud isiku pädevuses vastava töö tegemiseks.

Iga nädal toimub objektil täiendav tööohutuskontroll, mida viib läbi peatöövõtja ettevõtte tööohutusspetsialist. Kontrolli käigus kontrollitakse eelkõige isikukaitsevahendite kandmist ning piirete, redelite ning tellingute korrektsust. Lisaks kontrollitakse üldist tööohutusnõuete täitmist vajadusel tehakse märkusi puuduste kohta. Puudused edastatakse alltöövõtjatele ning kuuluvad koheselt likvideerimisele. Korduva tööohutusnõuete rikkumisel on peatöövõtjal õigus töövõtulepingu mittevastavuse akt ning nõuda sisse ka rahaline trahv.

10.2 Tuleohutus

Teostades töid, kus esineb sädemeid või kuumust, tuleb hoida läheduses tulekustuteid. Eriti tuleohtlike tööde puhul peab tulekustuti olema koheselt tööpaiga kõrval. Lisaks tuleb jälgida, et tuleohtlike tööde teostamise ajal ei viibi läheduses kergeltsüttivaid materjale. Ehituse hilisemas staadiumis paigaldatakse tulekustutid igale korruse kõikidesse korpustesse. Samuti on üks tulekustuti alati saadaval objekti kontoris. Tuletõrjehüdrant asub ehitatava hoone kõrval ning vajadusel on see päästeteenistusel kasutusvalmis.

10.3 Keskkonnakaitse

Objektile sorteeritakse eraldi ehitusprügi, olmeprügi ja ohtlike jäätmeid. Ehitusprügi kogumiseks on objektile määratud kolm metallkonteinerit, mida saab vastavalt vajadusele tornkraanaga tõsta. Soojakute läheduses asub olmekonteiner, mida tühjendatakse automaatselt iga nädal. Lisaks asub soojakute juures

eraldi sildistusega ohtlike jäätmete konteiner. Objektil töödates on tähtis jälgida, et ohtlikud jäätmed ei satuks pinnasesse. Peatöövõtjana peame veenduma üldises objekti ning selle ümbruse puhtuses. Lendlev prügi ei tohi sattuda kõrvaltänavatele ning peab olema asetatud korralikult vastavasse konteinerisse.

KOKKUVÕTE

Lõputöö raames koostati büroohoone ehituse organiseerimise projekt. Projektile koostati detailne eelarve, kus on välja toodud hoone ehituskulud ja tööde mahud. Hoone lõplik eelarve ilma käibemaksuta on 17 611 153 €. Suurimaks kululiigiks on kandetarindid, mis moodustab kogueelavest 30,7% ehk 4 829 110 €. Koostati kalendergraafik koos tööjõuvajadusgraafikuga. Ehitustööd algavad 26.10.2020 ja lõppevad 02.11.2022 ehk ehitusprotsess kestab 528 päeva. Autori poolt on koostatud ka üldine ehitusplatsiplaan, kus on näidatud masinate liikumise skeem, soojakute, kõrvalhoonete, elektrikilpide, tulekustutite ja esmaabi paiknemise asukohad.

Lõputöö sisaldab tehnoloogia kaarte parkimismaja nullkorruse vahelae betoonitöödele ja kogu hoone soklikorruse seinaelementide montaažitöödele. Tehnoloogiakaartide peatükis kirjeldatakse tööde läbiviimist, tehnoloogiat ja mahte. Samuti on lisadesse koostatud tehnoloogiakaartidega seonduvad joonised.

Eraldi on peatükk kirjeldamaks projekti töövõtu meetodit. Samuti on koostatud peatükk tööohutuse ja keskkonnakaitse tagamise plaanist.

SUMMARY

Organizing the Construction of the Office Building

In the framework of the final thesis, a project has been prepared to organise the construction of an office building. A detailed budget was prepared for the project, indicating the construction costs of the building and the volumes of the works. The final budget of the building net of value added tax is 17,611,153 euros. The largest cost item is the supporting structure, which accounts for 30.7% of the total budget, or 4,829,110 euros. A calendar schedule was drawn up together with a schedule of manpower requirements. The construction works start on 26 October 2020 and end on 2 November 2022, so the construction will take 528 days. The author has also prepared a general construction site plan showing how the machinery moves and where the site accommodation, outbuildings, electric switchboards, fire extinguishers and first aid kits are located.

The thesis includes technological maps for the concrete works of the inserted ceiling of the ground floor of the car park and the assembly of the wall elements on the lower ground floor of the entire building. The chapter on technological maps describes the works, the technology and the work volumes. The annexes also include drawings linked to the technological maps.

A separate chapter has been dedicated to describing the method of contracting the project. A chapter has also been drawn up on the plan to ensure occupational safety and environmental protection.

VIIDATUD ALLIKAD

- [1] Geoportaal, „Kiirpäring maakadastrist“, [Võrgumaterjal]. Available: <https://xgis.maaamet.ee/ky/78405:502:0173> [Kasutatud 8. märts, 2021]
- [2] Inseneriprojekt, „Ehituskonstruksioonid“, [Võrgumaterjal]. [Kasutatud 14. aprill, 2021]
- [3] Agabus arhitektid, „Ehitusprojekt – arhitektuur ja sisearhitektuur“, [Võrgumaterjal]. [Kasutatud 14. aprill, 2021]
- [4] Kliimakonsult, „Küte, ventilatsioon ja jahutus“, [Võrgumaterjal]. [Kasutatud 14. aprill, 2021]
- [5] VP Projekt, „Veevarustus, kanalisatsioon ja tulekustutus“, [Võrgumaterjal]. [Kasutatud 14. aprill, 2021]
- [6] Meljor Projekt, „Hoone tugevvoolupaigaldise seletuskiri“, [Võrgumaterjal]. [Kasutatud 14. aprill, 2021]
- [7] O. Mürsepp ja J. Sutt, Ehitusplatsi korralduse kavandamine, Tallinn: Tallinna Tehnikaülikooli Kirjastus, 2004.
- [8] Vikingcranes „Liebherr 180 EC-H 10 Litronic“, [Võrgumaterjal]. Available: <http://vikingcranes.ee/equipment/liebherr-180-ec-h-10-litronic/> [Kasutatud 14. jaanuar, 2021]
- [9] Turmdrehkran, „Liebherr 180 EC-H 10 Litronic“, [Võrgumaterjal], [Kasutatud 14. jaanuar, 2021]
- [10] PERI, „MULTIFLEX puittala laeraketis“, [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.peri.ee/peri-tooted/raketised/multiflex-girder-lae-raketis.html> [Kasutatud 14. jaanuar, 2021]
- [11] PERI, „MULTIFLEX Paindlike kasutusvõimetega puittala-laeraketis“, 2006. [Võrgumaterjal]. [Kasutatud 14. jaanuar, 2021].
- [12] PERI, „Plastic Stopend Angle“, [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.peri.ee/peri-tooted/raketised/plastic-stopend-angle.html#&gid=1&pid=1> [Kasutatud 14. jaanuar, 2021]

- [13] Tallinna Tehnikakõrgkool, „Sarrusetööd 1,“ 2018. [Võrgumaterjal]. Available: <https://moodle.ttk.ee/mod/book/view.php?id=82299&chapterid=15264> [Kasutatud 14. jaanuar, 2021]
- [14] Semtu, „Sem Quartz pinnakõvendid,“ 2011. [Võrgumaterjal]. [Kasutatud 14. jaanuar, 2021]
- [15] Järelinge Inseneribüroo, „Järeltõmmatav nakketa pingesarrus,“ [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.jarelinge.ee/et/pakutavad-lahendused/jareltommatav-nakketa-pingesarrus> [Kasutatud 14. jaanuar 2021]
- [16] Tallinna Tehnikakõrgkool, „Harjutustööde portfoolio koostamise juhend,“ 2019. [Võrgumaterjal]. [Kasutatud 14. jaanuar, 2021].
- [17] Betoonimeister, „Autobetonpump ehk pump,“ [Võrgumaterjal]. Available: <https://betoonimeister.ee/beton/betooni-pumpamine/autobetonipump/> [Kasutatud 14. jaanuar, 2021]
- [18] Betoonimeister, „Betonimikser ehk autobetonisegisti,“ [Võrgumaterjal]. Available: <https://betoonimeister.ee/beton/betooni-transport/betonimikser/> [Kasutatud 14. jaanuar, 2021]
- [19] Tallinna Tehnikakõrgkool, „Sarrusetööd 2,“ [Võrgumaterjal]. Available: <https://moodle.ttk.ee/mod/book/view.php?id=82307&chapterid=15273> [Kasutatud 14. jaanuar 2021]
- [20] Tallinna Tehnikakõrgkool, „Betoneerimine,“ [Võrgumaterjal]. Available: <https://moodle.ttk.ee/mod/book/view.php?id=82316&chapterid=15278> [Kasutatud 14. jaanuar 2021]
- [21] Monoshake „Pulbriline pinnakõvendi betoonpõrandatele,“ [Võrgumaterjal]. [Kasutatud 14. jaanuar, 2021]
- [22] Tallinna Tehnikakõrgkool, „Kvaliteedinõuded betoonkonstruktsioonile,“ 2019. [Võrgumaterjal]. [Kasutatud 11. jaanuar, 2020]
- [23] Kraana 2, „220t Liebherr LTM1220“, [Võrgumaterjal]. Available: <https://www.kraana2.ee/220t-liebherr-ltm1220/> [Kasutatud 4. märts, 2021]
- [24] Liebherr, „Mobile Crane LTM 1220-5.2,“ [Võrgumaterjal], [Kasutatud 4. märts, 2021]

[25] Betoonimeister „Pumi ehk pumbaga betoonimikser“, [Võrgumaterjal]. Available: <https://betoonimeister.ee/betoon/betooni-transport/pumi/> [Kasutatud 4. märts, 2021]

[26] Tallinna Tehnikakõrgkool, „Montaaž 3“, [Võrgumaterjal]. Available: <https://moodle.ttk.ee/mod/book/view.php?id=82341&chapterid=15292> [Kasutatud 4. märts, 2021]

LISAD

Lisa 1. Detailne eelarve.

Kood	Nimetus	Ühik	Kogus	Ühikhind	Hind kokku	
0	TELLIJA KULUD					491 500 €
03	Ehitusprojekteerimine					491 500 €
	Projekteerimine	kmpl	1	476 500,00 €	476 500,00 €	
	Projektide ekspertiisid	kmpl	1	10 000,00 €	10 000,00 €	
	Uuringud	kmpl	1	5 000,00 €	5 000,00 €	
1	VÄLISRAJATISED					526 084 €
11	Ettevalmistus ja lammutus					39 330 €
111	Ettevalmistus ja raadamine					
	Olemasoleva asfaldaluse freesimine ja olemasolevate objektide (piirded, postid, lillepotid) teisaldamine või eemaldamine.	obj	1	39 330,00 €	39 330,00 €	
12	Hoonealune süvend					120 855 €
122	Kaeve mahud					
	Põranda alune väljakaev kuni km -3,53 koos vahelattu viimisega	m3	3861	4,00 €	15 444,00 €	
	Põranda alune väljakaev kuni km -3,53 koos töövõtja utiliseerimisega	m3	14907	3,00 €	44 721,00 €	
	Kaeve hoone perimeetris 45 kraadi koos töövõtja utiliseerimisega	m3	3510	3,00 €	10 530,00 €	
	Vundamendi süvendite väljakaev (taldmikud ja lintvundamendid) töövõtja utiliseerimisega	m3	2409	8,00 €	19 272,00 €	
123	Täited					
	Sokli tagasitäide (0,5km kauguselt laost toodud pinnasega)	m3	2900	8,00 €	23 200,00 €	
	Vundamendi süvendite tagasitäide liivaga (0,5km	m3	961	8,00 €	7 688,00 €	

Kood	Nimetus	Ühik	Kogus	Ühikhind	Hind kokku	
	kauguselt laost toodud pinnasega)					
15	Välisvõrgud					236 917 €
151	Drenaaz ja truubid					
	Drenaažitorustikud ja truubid	obj	1	10 000,00 €	10 000,00 €	
152	Väliskanalisatsioon					
	Kinnistuväline reoveekanaliseerimisitorustik	obj	1	18 667,00 €	18 667,00 €	
	Kinnistuväline sademeveekanaliseerimisitorustik	obj	1	27525	27 525,00 €	
	Rasvapüüdur REN 5	kmpl	1	4752	4 752,00 €	
	Õli-liivapüüdur ENS 20	kmpl	1	5923	5 923,00 €	
	Ühtlustusmahuti 60m3 koos pumplaga	kmpl	1	25862	25 862,00 €	
	Läbiviikude avade puurimine, läbiviigutihendid	kmpl	13	200	2 600,00 €	
153	Välisvalgustus	kmpl	1	18 000,00 €	18 000,00 €	
154	Veetorustik					
	Kinnistuväline veetorustik	kmpl	1	31 428 €	31 428,00 €	
155	Gaasitorustik					
	Gaasitorustiku ümbertõstmine	kmpl	1	16500	16 500,00 €	
156	Küttetorustik					
	Eelisoleeritud kaugküttetorustik	jm	157	380	59 660,00 €	
157	Kaabelliinid	kmpl	1	14 000,00 €	14 000,00 €	
158	Sideliinid	kmpl	1	2 000,00 €	2 000,00 €	
16	Kaeved maa-alal					4 613 €
162	Kaeved					
	Kaeve asfaltbetoonkatte tee rajamiseks	m3	539	5,38 €	2 899,82 €	
	Kaeve sillutiskivi tee rajamiseks	m3	129,25	5,38 €	695,37 €	
	Kaeve Kõnnitee asfaltkatend rajamiseks	m3	189,2	5,38 €	1 017,90 €	
17	Maa-ala pinnakatted					76 634 €
171	Haljastus					

Kood	Nimetus	Ühik	Kogus	Ühikhind	Hind kokku	
	Taimed koos istutamisega	tk	38	100,00 €	3 800,00 €	
	Projekteeritud haljastus, murukülv kasvupinnasek, h=8cm	m2	2712	2,02 €	5 478,24 €	
172	Teede ja platside alused					
	Sillutiskivi alus	m2	235	11,00 €	2 585,00 €	
	Sõidutee asfaltbetoonkatte alus	m2	770	12,90 €	9 933,00 €	
	Kõnnitee asfaltkatendi alus	m2	378,4	9,75 €	3 689,40 €	
173	Teede ja platside katted					
	Sõidu- ja kõnniteede ehitus ning taastamine	m2	2019	18,19 €	36 725,61 €	
175	Äärekivid ja sadeveerennid					
	Sõidu- ja kõnnitee äärekivi	jm	319,2	18,87 €	6 023,30 €	
	Tänavasulgumine Akadeemia teel	ndl	1	8 400,00 €	8 400,00 €	
18	Väikeehitised maa-alal					47 735 €
181	Piirded					
	Trosspiire	jm	14	150,00 €	2 100,00 €	
182	Hoone juurde kuuluv välisvarustus					
	Lillepotid, aadressinumbrid, jalgrattaparklad ja lipuvardad	obj	1	15 655,00 €	15 655,00 €	
185	Liiklusalade varustus					
	Kummist parkimistöki, liiklusmärgi postid, parkimisjooned numbrikohtade märgistus, ülekäiguraja märgistus, ivaliidi koha märgistused.	obj	1	29 980,00 €	29 980,00 €	
2	ALUSED JA VUNDAMENDID					431 342 €
22	Vundamendid					266 610 €
211	Liiv- ja killustikalused					
	Killustikalus vundamenditaldmikule 0,2 m	m3	312,4	70,00 €	21 868,00 €	
	Killustikalus lintvundamendile 0,2 m	m3	97,4	70,00 €	6 818,00 €	
212	Betoontarindid					

Kood	Nimetus	Ühik	Kogus	Ühikhind	Hind kokku	
	Vundamenditaldmikud	m3	954,02	211,37 €	201 651,21 €	
	Lintvundamendid	m3	85,22	250,31 €	21 331,42 €	
217	Sooja- ja hüdroisolatsioon					
	Hüdroisolatsioon vundamentidele, trepikodadele ja liftišahtidele.	m2	1065	14,03 €	14 941,95 €	
23	Aluspõrandad					164 732 €
231	Liiv- ja killustikalused					
	Parkla aluspõranda killustikalus 10cm	m3	1276	18,00 €	22 968,00 €	
232	Betoontarindid					
	Põranda pealispind pinnakõvendiga Mastertop 210	m2	5457	1,50 €	8 185,50 €	
	Põrand pinnasel 130mm kiudbetoonist plaat	m2	5234	25,00 €	130 850,00 €	
236	Sooja- ja hüdroisolatsioon					
	Parkla pinnasel põranda 2xPE-kile	m2	5457	0,50 €	2 728,50 €	
3	KANDE TARINDID					4 829 109 €
31	Metalltarindid					59 509 €
311	Metallkarkass					
	Metallpostid, -diagonaalid, -talad ja -raamid	kg	28265,78	1,52 €	42 963,99 €	
313	Metalltarinditre pinnatöötlus					
	Tuletõke, värv	kg	28265,78	0,30 €	8 479,73 €	
315	Katuse profiilplekk					
	Vent kambri katuse profiilplekk	m2	728	11,08 €	8 066,24 €	
32	Kandvad ja välisseinad					1 510 921 €
321	Monoliitsed betoonist tarindid					
	Monoliitsed RB-postid	m3	451,11	450,00 €	202 999,50 €	
	Raudbetoonist 1-kihiline sokli seinaelement	m2	566	80,00 €	45 280,00 €	
	Monoliitne soklisein	m3	55,9	467,59 €	26 138,28 €	
324	Müüritised					

Kood	Nimetus	Ühik	Kogus	Ühikhind	Hind kokku	
	Parkimismaja väikeplokkmüüritis 150mm FIBO 3	m2	2938	40,00 €	117 520,00 €	
325	Seinte elemendid					
	Välisseinad (kergroov, SW kergpaneel ventkambrites)	m2	3804	73,92 €	281 191,68 €	
	Parkimismaja seinad telgedel 3,A ja 11	m2	2403,2	48,80 €	117 276,16 €	
327	Sooja-, heli- ja hüdroisolatsioon				0,00 €	
	Soojustus EPS120 perimeeter pluss 250mm	m2	424	24,00 €	10 176,00 €	
328	Seinte fassaadikatted				0,00 €	
	Sokli seina fassaad	m2	1196	22,61 €	27 041,56 €	
	Alumiinium-komposiitplaat kassett koos metallrooviga ja paigaldusega	m2	2057	130,69 €	268 829,33 €	
	Kiudtsementplaat, alusroov kinnitustega ja paigaldus	m2	2265	58,09 €	131 573,85 €	
330	Muud fassaaditööd					
	Ventilatsiooni restid fassaadil koos restide veeplekkidega	m2	6,55	716,83 €	4 695,24 €	
331	Kraanad					
	Liebherr 180 tornkraana (montaaž, transport, kuurent, juhi töötunnid)	tk	3	92 733,30 €	278 199,90 €	
33	Vahe- ja katuslaed					3 138 774 €
332	Betoontarindid					
	Monoliitsed raudbetoon talad, plaadid ja vahelaed koos järeldpingetöödega	m3	8527	353,94 €	3 018 046,38 €	
332	Vahelaekonstruktsioonid					
	Keldri katuslagi	m2	1955,0	49,50 €	96 772,50 €	
	Ventkambri vahelagi	m2	619,0	38,70 €	23 955,30 €	
34	Trepielemendid					119 904 €
342	Betoontarindid					
	Betoontrepid	m3	22,4	544,51 €	12 197,02 €	
343	Metalltarindid					

Kood	Nimetus	Ühik	Kogus	Ühikhind	Hind kokku	
	Metalltrepid	tk	4	3 835,00 €	15 340,00 €	
345	Treppide elemendid					
	Monteeritavad betootrepid koos montaažiga	tk	127	727,30 €	92 367,10 €	
4	FASSAADIELEMENDID JA KATUSED					1 555 691 €
41	Klaasfassaadid, vitriinid, eriaknad					956 862 €
411	Klaasfassaadid					
	Klaasfassaad koos klaasfasaadis olevate uste ja akente mootoritega	m2	3412	276,82 €	944 509,84 €	
415	Suitsuluugid, katuseaknad					
	Suitsuluugid koos automaatika, mootorite ja paigaldusega	tk	11	1 123,00 €	12 353,00 €	
42	Aknad					179 790 €
421	Aknaaluslauad				0,00 €	
	Aknaalauad koos paigaldusega	jm	462	20,00 €	9 240,00 €	
	Veepilek 0,7mm ja kuumtisngitud	jm	462	16,50 €	7 623,00 €	
427	PVC-aknad				0,00 €	
	Plastikaknad koos paigalduse ja aknapalede viimistlusega	tk	319	492,97 €	157 257,43 €	
	Alumiinium raamiga siseaknad	m2	11,34	500,00 €	5 670,00 €	
43	Välisüksed ja -väravad					75 240 €
431	Lukustus ja varustus					
	Välisuste lukustus koos automaatikaga	tk	33	581,82 €	19 200,06 €	
432	Alumiiniumuksed ja -väravad					
	Alumiiniumuksed koos käepidemete ja liistudega	tk	19	2 735,37 €	51 972,03 €	
433	Terasuksed ja -väravad					
	Terasuksed	tk	8	508,50 €	4 068,00 €	
47	Piirded ja käiguteed					112 003 €
473	Metallist piirded					
	Trepi käsipuud ja metallpiirded	jm	249,32	136,60 €	34 057,11 €	

Kood	Nimetus	Ühik	Kogus	Ühikhind	Hind kokku	
	Katuseredel	kmpl	3	675,00 €	2 025,00 €	
	Pörkepiire parkimismajas	jm	121	30,00 €	3 630,00 €	
	Fassaadipesusüsteem	kmpl	1	25 440,00 €	25 440,00 €	
	Katuseterrasside teraslattpiire	jm	203,7	230,00 €	46 851,00 €	
48	Katusetarindid					231 794 €
481	Katusekatted					
	Ventilatsiooni kambri katus koos parapetiga	m2	690	44,25 €	30 532,50 €	
	Büroohoone osa katuslagi	m2	680	63,42 €	43 125,60 €	
	Parkimismaja osa katuslagi	m2	1638	45,84 €	75 085,92 €	
	Katuseterrassi katuslagi	m2	590	96,84 €	57 135,60 €	
	Sisehoovi kunstmuruga katuslagi	m2	255	83,04 €	21 175,20 €	
489	Muud katusetööd					
	Alarõhutuulutid	tk	36	25,00 €	900,00 €	
	Sadeveelehter, el.küttegaabliga	tk	32	120,00 €	3 840,00 €	
5	RUUMITARINDID JA PINNAKATTED					2 783 076 €
51	Vaheseinad					969 917 €
511	Kohtbetoonist siseseinad					
	Monoliitsed betoonseinad	m3	815,2	422,25 €	344 218,20 €	
512	Klaasvaheseinad					
	Klaasvaheseinad kabinetides ja nõupidamisruumides	m2	1272,2	102,36 €	130 222,39 €	
514	Laotud vaheseinad					
	Väikeplokist sein 150mm	m2	4312	40,20 €	173 342,40 €	
516	Puit-ja kipsplaatvaheseinad					
	Kipsvaheseinad	m2	12481,00	25,81 €	322 134,61 €	
52	Siseuksed					515 752 €
	Alumiinium- ja klaasuksed koos käepidemete ja liistudega	tk	101	2 458,00 €	248 258,00 €	
523	Metalluksed					
	Metalluksed koos käepidemete ja liistudega	tk	67	456,13 €	30 560,71 €	

Kood	Nimetus	Ühik	Kogus	Ühikhind	Hind kokku	
525	Puit- ja puit/klaasuksed					
	Puituksed koos käepidemete ja liistudega	tk	380	415,73 €	157 977,40 €	
527	Lukustus ja varustus					
	Mootorlukud	tk	96	442,67 €	42 496,32 €	
	Tavalised lukud	tk	510	71,49 €	36 459,90 €	
53	Siseviimistlus					594 960 €
	Plokk-, betoon ja kipsseinte viimistlus	m2	34148	11,12 €	379 725,76 €	
	Keraamiline plaat, vajadusel hüdroisolatsiooni ja tasandusega	m2	1583	85,84 €	135 884,72 €	
	Puitribi plaadid koos aukustiliste plaatidega	m2	690	115,00 €	79 350,00 €	
54	Lagede pinnakatted					311 783 €
541	Värvkatted					
	Tolmutõkkega töödeldud betoonlaed	m2	2516,8	4,67 €	11 753,46 €	
	Pahteldatavad ja värvitavad betoonlaed	m2	8553	8,50 €	72 700,50 €	
543	Lagede metall- ja plekk-katted, ripplaed					
	Pahteldatud ja värvitud kipsplaatlaed	m2	702	17,78 €	12 481,56 €	
	Moodulripplaed	m2	707,4	51,54 €	36 459,40 €	
547	Lagede sooja-, heli- ja hüdroisolatsioon					
	Lae helisummutusplaat	m2	2689	66,34 €	178 388,26 €	
55	Põrandate pinnakatted					390 663 €
551	Värvkatted					
	Tolmutõke betoonpõrandal	m2	2094	1,80 €	3 769,20 €	
	Parkla pinnakõvendi	m2	4740	1,00 €	4 740,00 €	
552	Põranda tasandus					
	Isetasanduv epomass põrandakate	m2	505,3	17,50 €	8 842,75 €	
553	Põranda katteplaadid, restid, vuugid				0,00 €	
	Porirest	m2	61,4	172,10 €	10 566,94 €	

Kood	Nimetus	Ühik	Kogus	Ühikhind	Hind kokku	
554	Plaatpõrandad					
	Keraamiline plaat koos sokliliistude ja plaatimisega	m2	1143,48	58,29 €	66 653,45 €	
555	Rullmaterjalist põrandakatted, vaibad					
	Plaatvaibad koos põrandaliistudega	m2	11666,3	25,38 €	296 090,69 €	
6	SISUSTUS JA INVENTAR					330 017 €
66	Sisustus ,inventar					43 918 €
	Sildid,viidad	kmpl	1	16 000,00 €	16 000,00 €	
	Postkastid	kmpl	1	0,00 €	0,00 €	
	WC -inventar koos paigaldusega	tk	99	282,00 €	27 918,00 €	
66	Töste- ja teisaldusseadmed					286 099 €
661	Liftid					
	9 peatusega lift	kmpl	2	58 700,00 €	117 400,00 €	
	8 peatusega lift	kmpl	3	53 433,33 €	160 299,99 €	
	Liftipaled	kmpl	42	200,00 €	8 400,00 €	
7	TEHNOSÜSTEEMID					4 275 216 €
71	Veevarustus ja kanalisatsioon					375 694 €
711	Veevarustus					
	Kogu hoone veevarustus	obj	1	105 000,00 €	105 000,00 €	
712	Kanalisatsioon ja sadevesi					
	Kogu hoone kanalisatsioon	obj	1	198 414,00 €	198 414,00 €	
713	Santehnika seadmed					
	Kogu hoone sanitaartehnika koos paigaldusega	obj	1	72 280,73 €	72 280,73 €	
72	Küte, ventilatsioon ja jahutus					1 868 764 €
721	Küttesüsteem					
	Küttesüsteem (soojasõlm, radiaatorid ja torustik)	obj	1	279 700,00 €	279 700,00 €	
722	Ventilatsioonisüsteem					
	Ventilatsioonisüsteem (seadmed, torustik, kubud)	obj	1	953 464,24 €	953 464,24 €	
723	Jahutussüsteem					

Kood	Nimetus	Ühik	Kogus	Ühikhind	Hind kokku	
	Jahutussüsteem (seadmed, torustik)	obj	1	635 600,00 €	635 600,00 €	
73	Tuletõrjevarustus					82 284 €
	Parkimismaja sprinklersüsteem	obj	1	69 648,00 €	69 648,00 €	
733	Tuletõrjevesi					
	Tuletõrjevesi	obj	1	12 636,79 €	12 636,79 €	
74	Tugevoolupaigaldis					1 257 173 €
	Tugevoolupaigaldis (hoone alajaam, keskpinge kaabelliinid, diisलगeneraator, juhtmestik)	obj	1	1 257 173,00 €	1 257 173,00 €	
75	Nõrkvoolupaigaldis ja automaatika					691 300 €
751	Hooneautomaatika					
	Hooneautomaatika	obj	1	240 000,00 €	240 000,00 €	
752	Tuleohutusautomaatika					
	Tuleohutusautomaatika	obj	1	32 300,00 €	32 300,00 €	
753	Nõrkvoolusüsteemid					
	Nõrkvoolusüsteemid	obj	1	419 000,00 €	419 000,00 €	
8	EHITUSPLATSI KORRALDUSKULUD					98 804 €
81	Ajutised ehitised ehitusplatsil					20 264 €
811	Soojakud ja olmeruumid					
	Hügieenisoojak (2x WC + 2x dušš)	kuu	20	200,00 €	4 000,00 €	
	Soojakud alltöövõtjatele	kuu	20	400,00 €	8 000,00 €	
815	Piirded ja reklaamtahvlid					
	Ajutine metallpiire koos paigaldamisega	jm	800	10,33 €	8 264,00 €	
82	Ajutise tehnosüsteemid	obj	1	2 000,00 €	2 000,00 €	
86	Energiakulu					42 000 €
861	Elektrikulu	kuu	20	2 000,00 €	40 000,00 €	
862	Veekulu	kuu	20	100,00 €	2 000,00 €	
87	Veod					36 540 €
874	Jäätmekäitlus					

Kood	Nimetus	Ühik	Kogus	Ühikhind	Hind kokku	
	Ehitusjäätmete konteineri tühjendus	tk	160	225,00 €	36 000,00 €	
	Olmejäätmete konteineri tühjendus	tk	80	6,00 €	480,00 €	
	Ohtlike jäätmete konteineri tühjendus	tk	5	12,00 €	60,00 €	
9	EHITUSPLATSI ÜLDKULUD					443 400 €
911	ITP palgad					
	Projektijuht	kuud	20	6 940,00 €	138 800,00 €	
	Objektijuht	kuud	20	4 680,00 €	93 600,00 €	
	Töödejuhataja abi	kuud	20	2 950,00 €	59 000,00 €	
912	Kontori ülalpidamiskulud					
	Kontori ülalpidamiskulud (palgad, kontoritarbed, komunaalarved)	kuud	20	5 000,00 €	100 000,00 €	
915	Objekti valve					
	Objekti valve (liikumisandurid, signalisatsioon, tarkvara, kaamerad)	kuud	20	350,00 €	7 000,00 €	
920	Kulud abistavatele tegevustele					
	Abitööline (abi- ja koristustööd)	tundi	3000	15,00 €	45 000,00 €	
	KULUD KOKKU					15 764 243 €
	Ehitaja kate ja kasum 12%					1 891 709 €
	Kõik kokku käibemaksuta					17 655 952 €
	Kõik kokku käibemaksuga					21 187 143 €

GRAAFILINE OSA

Joonis 1. Ehitusplatsi üldplaan

Joonis 2. Koondkalender- ja tööjõugraafik

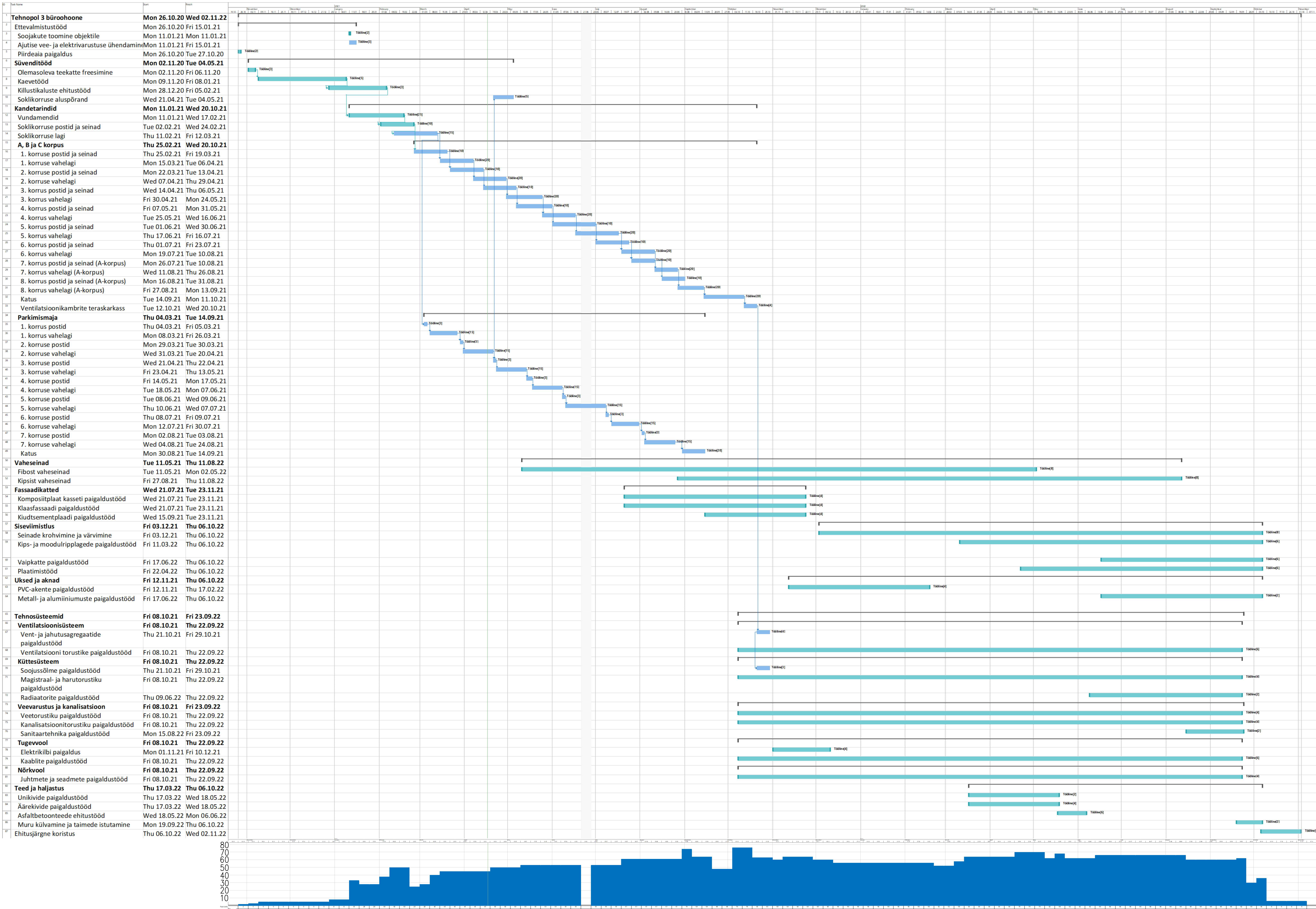
Joonis 3. Parkimismaja keldrikorruse vahelae betoonitööde tehnoloogiakaart

Joonis 4. Soklikorruse monteeritavate seinapaneelide montaažitööde tehnoloogiakaart

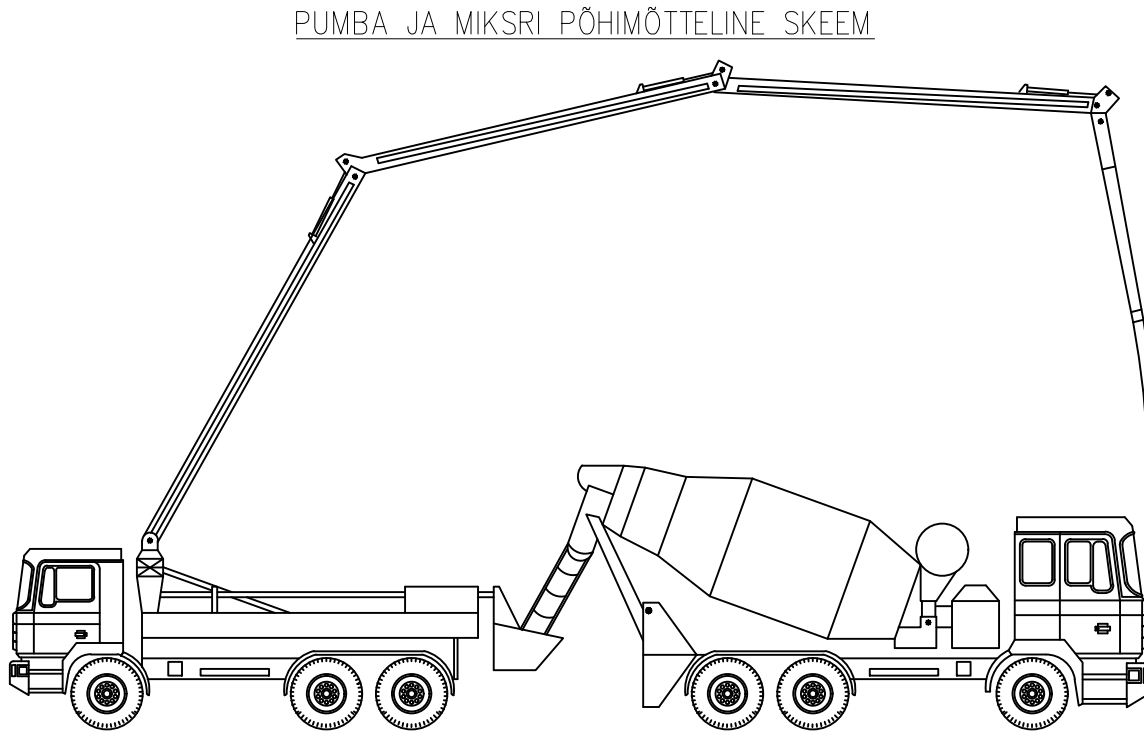
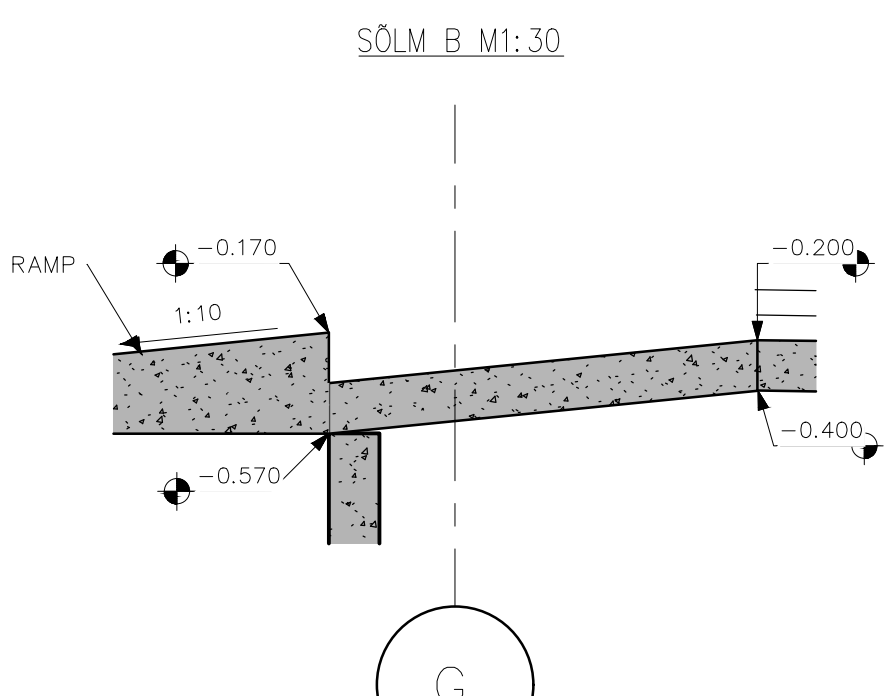
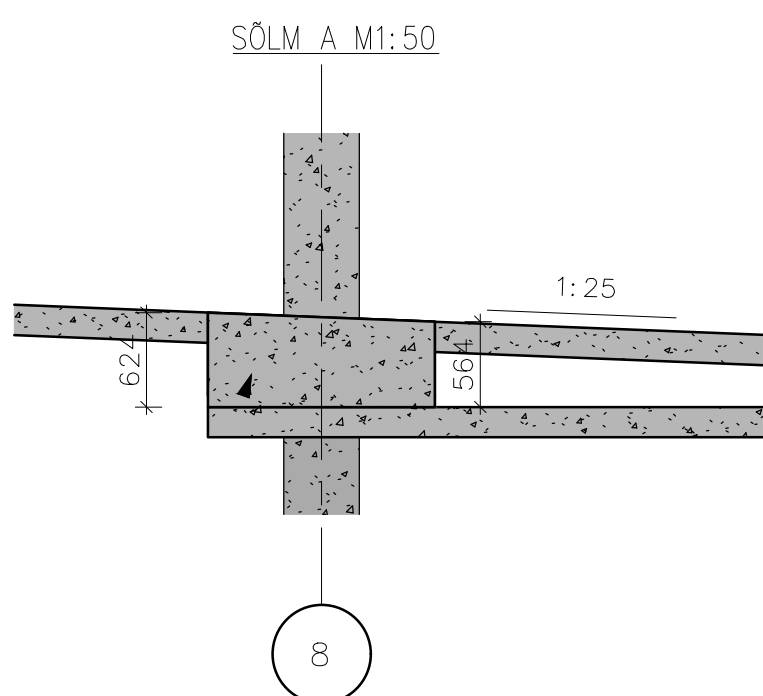
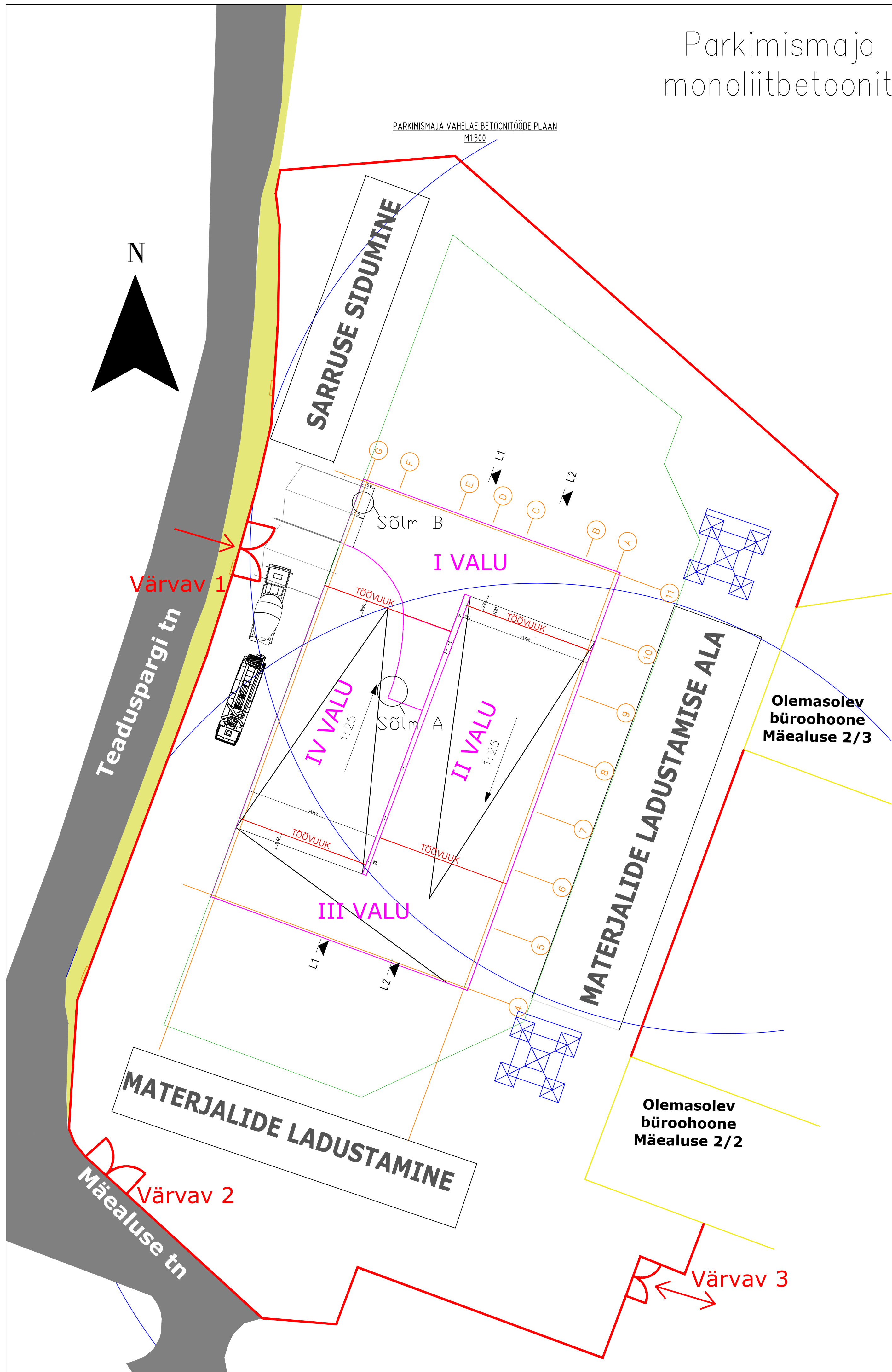
The site plan shows the construction area for the Mäealuse tn area. The main building is a large rectangular structure with a red outline. The building is divided into several sections, including a large central area labeled "-4.500 m" and a smaller section labeled "±0.000 m". The building is surrounded by a blue circular boundary. The plan includes various labels for different parts of the site, such as "Materjalide ladustamine + betooni pumpamine" (Material storage + concrete pumping), "TORNKRAANA 1" (Tower crane 1), "TORNKRAANA 2" (Tower crane 2), "Objekti PJK" (Object PJK), "Olemasolev büroohoone Mäealuse 2/3" (Existing office building Mäealuse 2/3), "Olemasolev büroohoone Mäealuse 2/2" (Existing office building Mäealuse 2/2), "Pesula, dušš ja WC Soojakud" (Laundry, shower and WC Heating), "Objekti peakontor" (Object main office), "Materjalide ladustamine" (Material storage), "ATV soojakud" (ATV heating), "Raketiste komplekteerimine" (Rocket assembly), "Armatuuride ladustamine" (Reinforcement storage), "Künitsee" (Künitsee), "Värvav 1" (Painting 1), "Värvav 2" (Painting 2), "Värvav 3" (Painting 3), "Erasõidukite parkla" (Car parking lot), "Mäealuse tn" (Mäealuse tn), and "Teaduspargi tn" (Teaduspargi tn). The plan also shows the location of the building relative to the surrounding streets and infrastructure.

	- ehitatava hoone perimeeter
	- ehituskaeviku kontuur
	- olemasolev kõrvalhoone
	- objekti perimeetri piirdeaed
	- sissepääsu värav
	- Tornkraana
	- Tornkraana töötsoon 60 m
	- soojak
	- laokonteiner
	- segaehitusjäätmete konteiner
	- olmejäätmete konteiner
	- ohtlikejäätmete konteiner
	- sissesõidukeeld
	- elektrikiip (vt. Ehitusobjekti ajutise elektrivarustuse põhimõteline skeem)
	- esmaabikapp
	- hädaabi telefon
	- tulekustuti

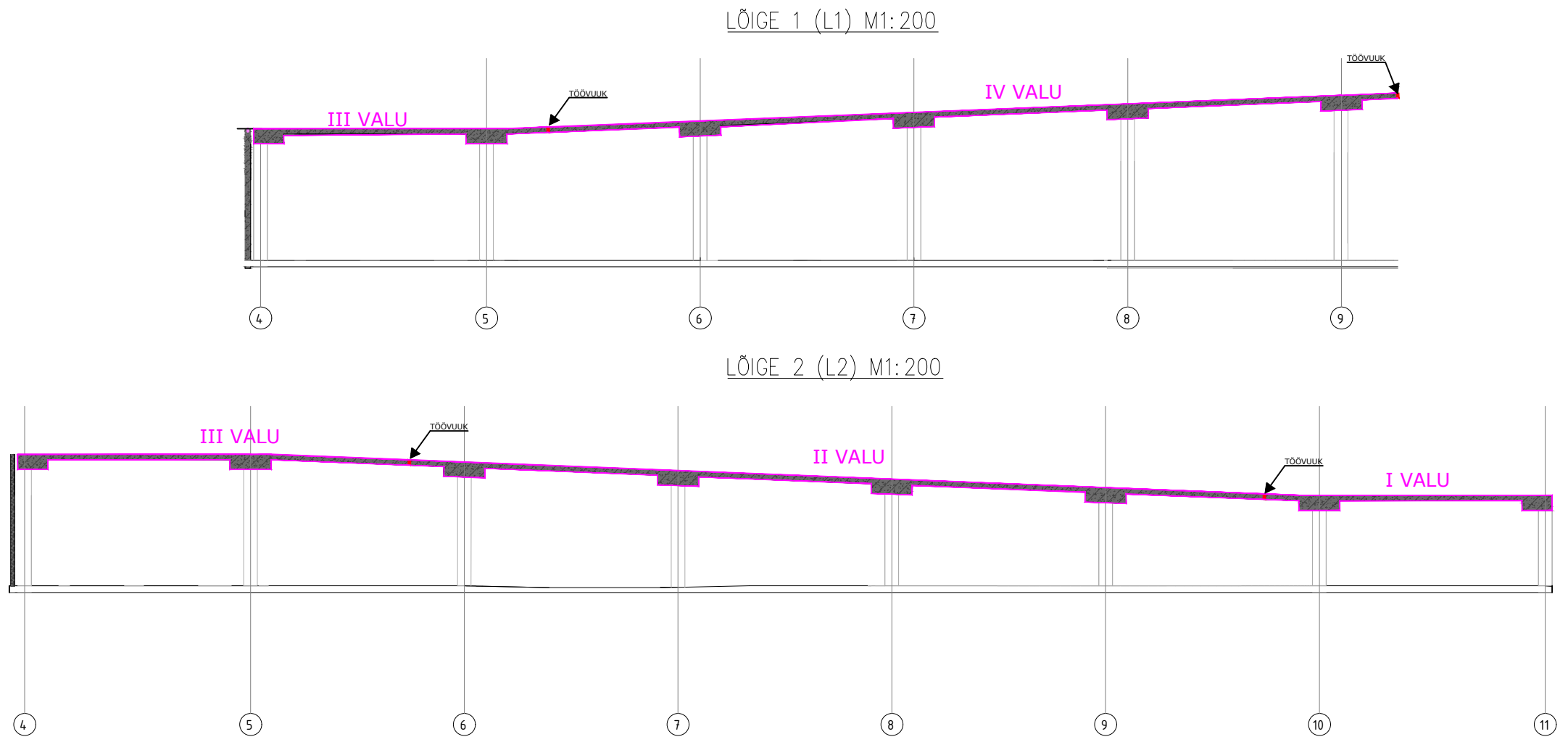
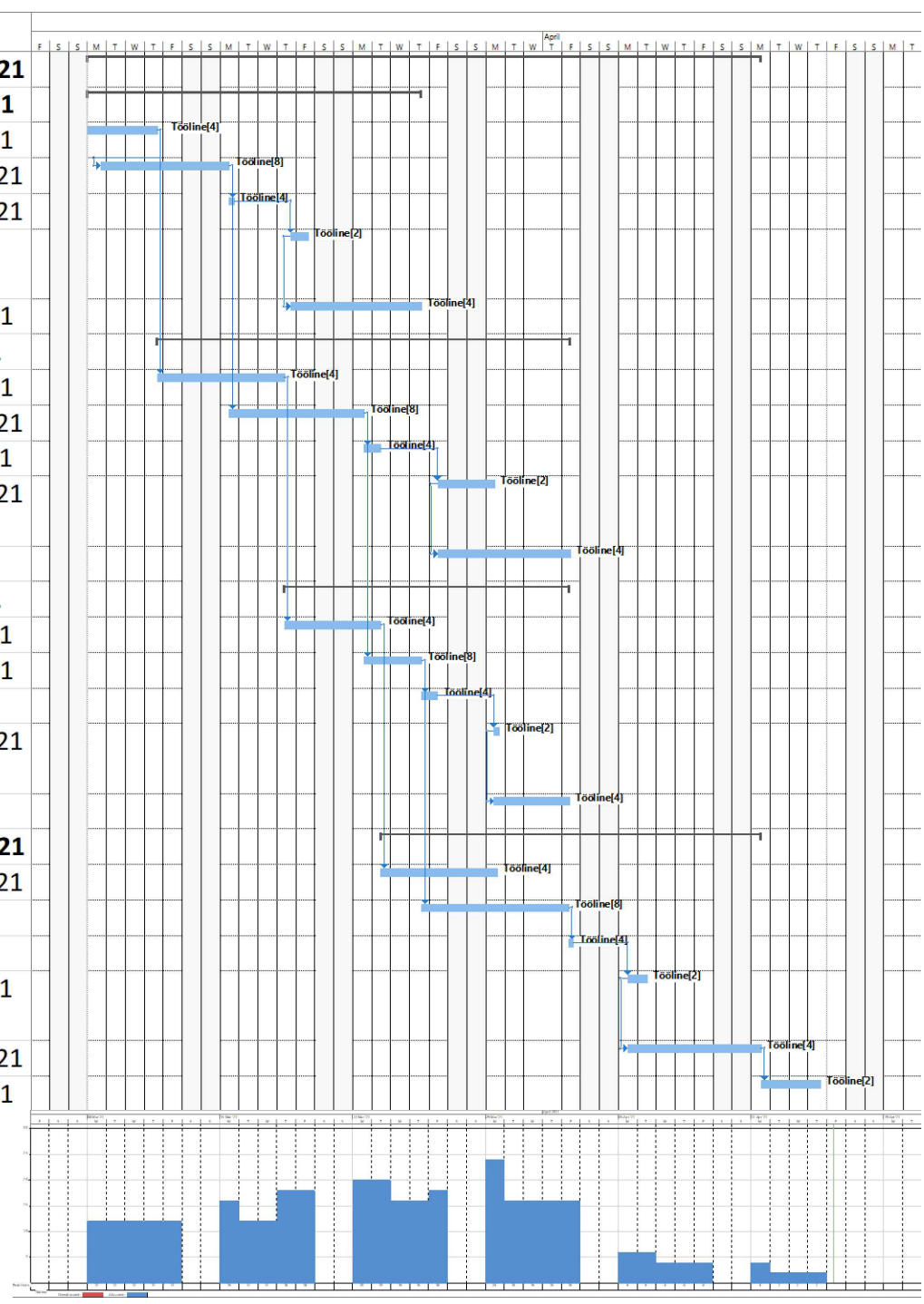
Koondkalender– ja tööjõugraafik



Parkimismaja keldrikorruse vahelae
monoliitbetoonitööde tehnoloogiakaart

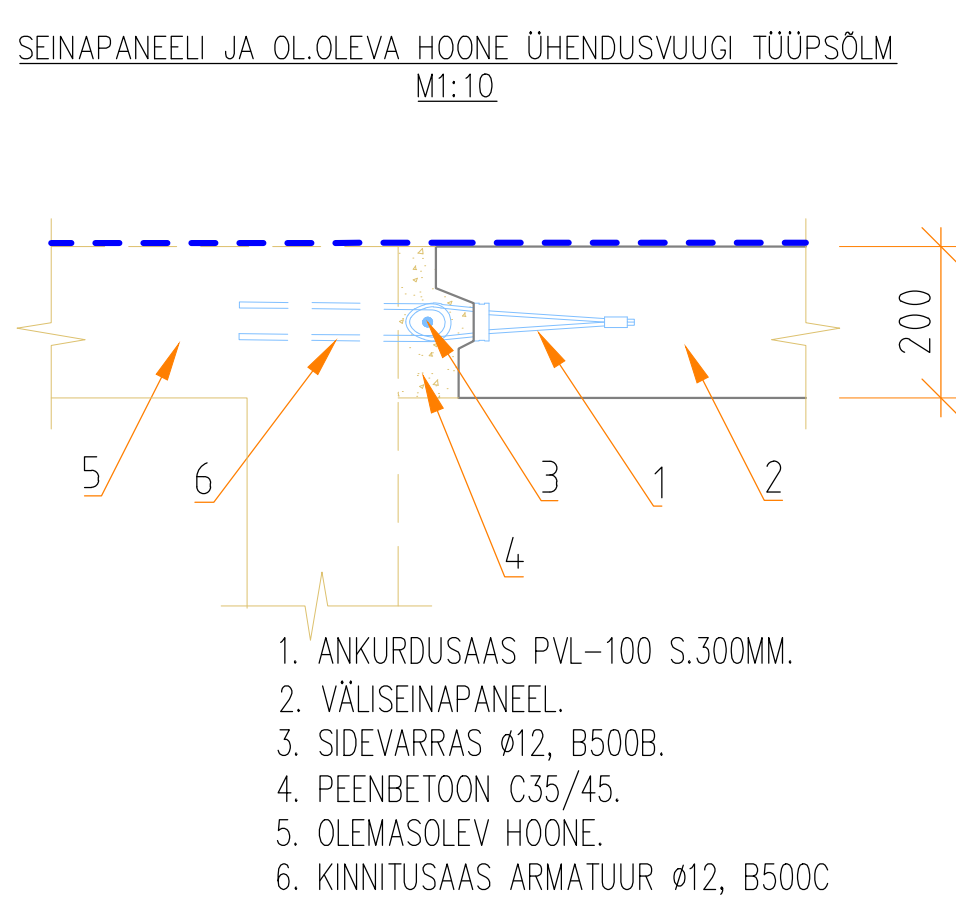
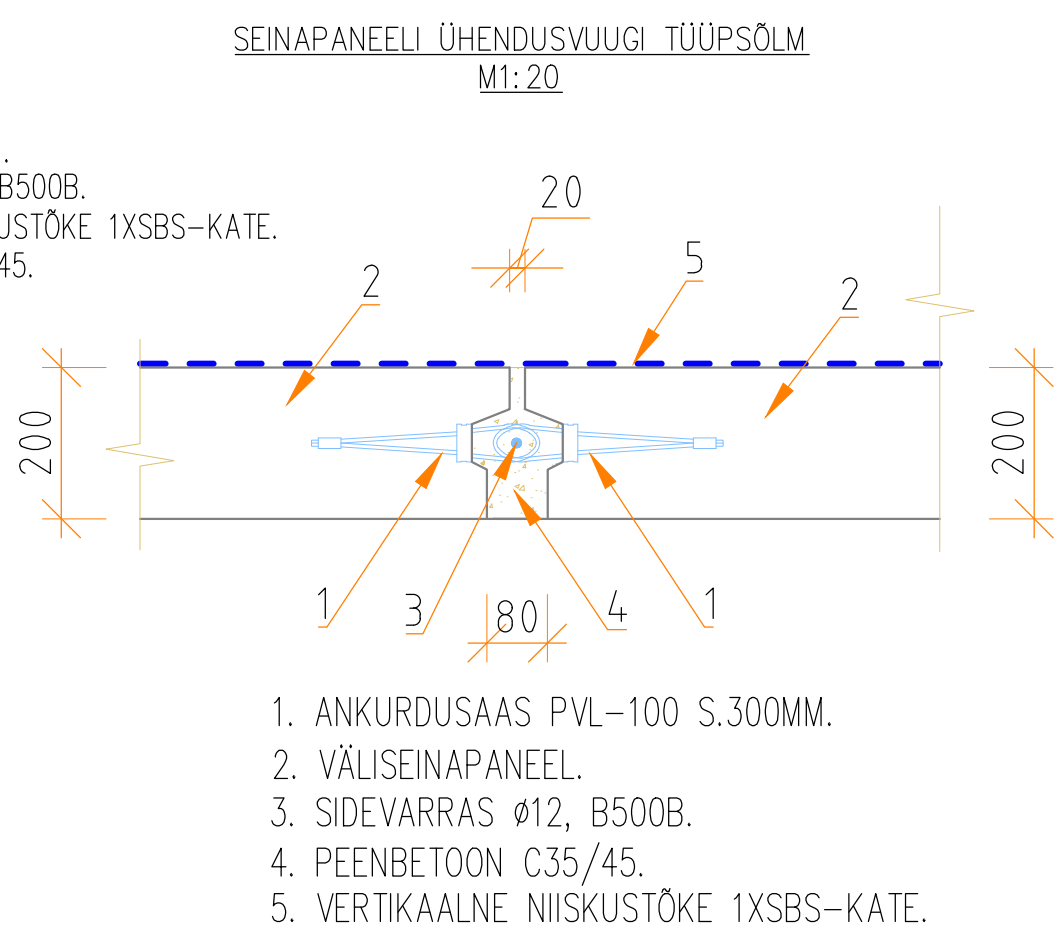
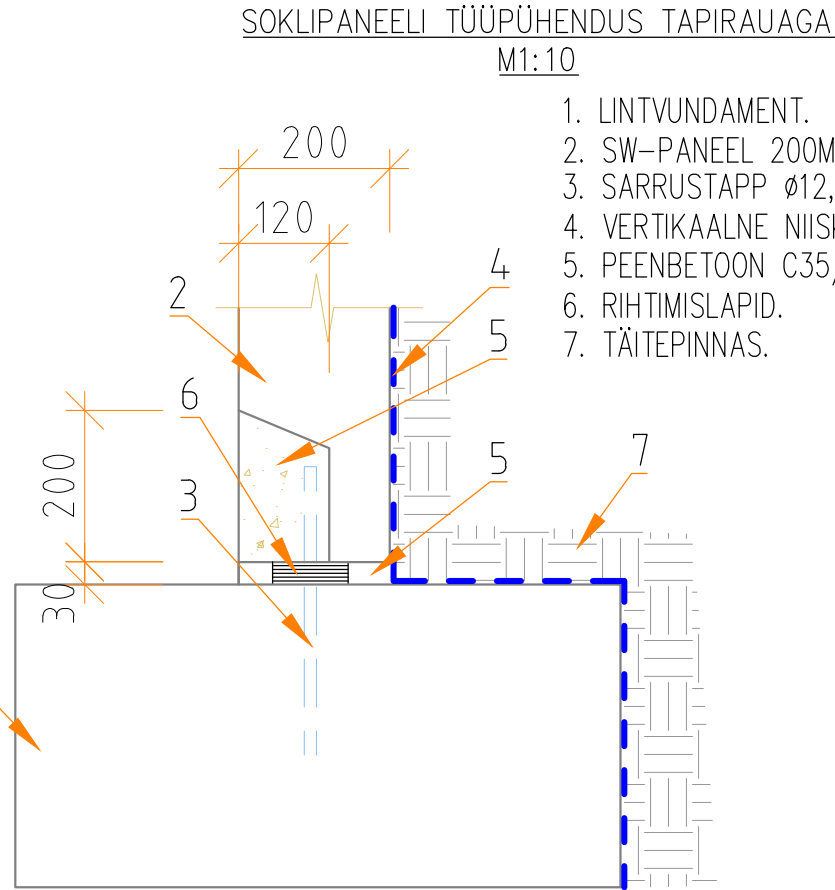
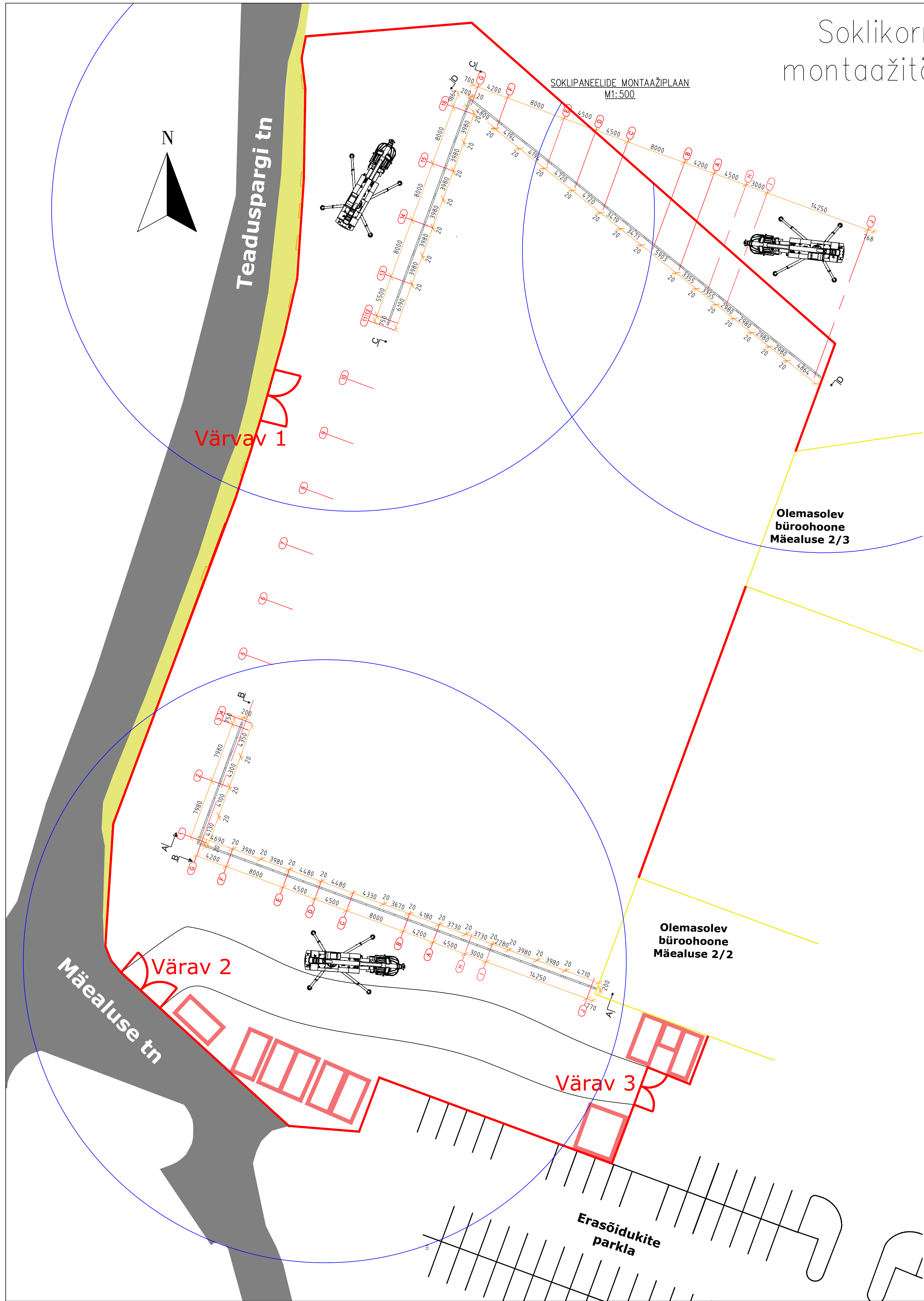


Parkimismaja keldrikorruse vahelagi		Mon 08.03.21	Mon 12.04.21
I haareala		Mon 08.03.21	Thu 25.03.21
Vahelae puittala laeraketise paigaldustööd		Mon 08.03.21	Thu 11.03.21
Teras- ja pingsarruse paigaldustööd		Mon 08.03.21	Mon 15.03.21
Betoneerimistööd		Mon 15.03.21	Mon 15.03.21
Pingesarruse pingutamistööd hüdraulilise tungrauuga		Thu 18.03.21	Fri 19.03.21
Raketise demontaaž ja puhastus		Thu 18.03.21	Thu 25.03.21
II haardeala		Thu 11.03.21	Fri 02.04.21
Vahelae puittala laeraketise paigaldustööd		Thu 11.03.21	Thu 18.03.21
Teras- ja pingsarruse paigaldustööd		Mon 15.03.21	Mon 22.03.21
Betoneerimistööd		Mon 22.03.21	Tue 23.03.21
Pingesarruse pingutamistööd hüdraulilise tungrauuga		Fri 26.03.21	Mon 29.03.21
Raketise demontaaž ja puhastus		Fri 26.03.21	Fri 02.04.21
III haardeala		Thu 18.03.21	Fri 02.04.21
Vahelae puittala laeraketise paigaldustööd		Thu 18.03.21	Tue 23.03.21
Teras- ja pingsarruse paigaldustööd		Mon 22.03.21	Thu 25.03.21
Betoneerimistööd		Thu 25.03.21	Fri 26.03.21
Pingesarruse pingutamistööd hüdraulilise tungrauuga		Mon 29.03.21	Mon 29.03.21
Raketise demontaaž ja puhastus		Mon 29.03.21	Fri 02.04.21
IV haardeala		Tue 23.03.21	Mon 12.04.21
Vahelae puittala laeraketise paigaldustööd		Tue 23.03.21	Mon 29.03.21
Teras- ja pingsarruse paigaldustööd		Thu 25.03.21	Fri 02.04.21
Betoneerimistööd		Fri 02.04.21	Fri 02.04.21
Pingesarruse pingutamistööd hüdraulilise tungrauuga		Mon 05.04.21	Tue 06.04.21
Raketise demontaaž ja puhastus		Mon 05.04.21	Mon 12.04.21
Betooni katmine pinnakövendiga		Mon 12.04.21	Thu 15.04.21

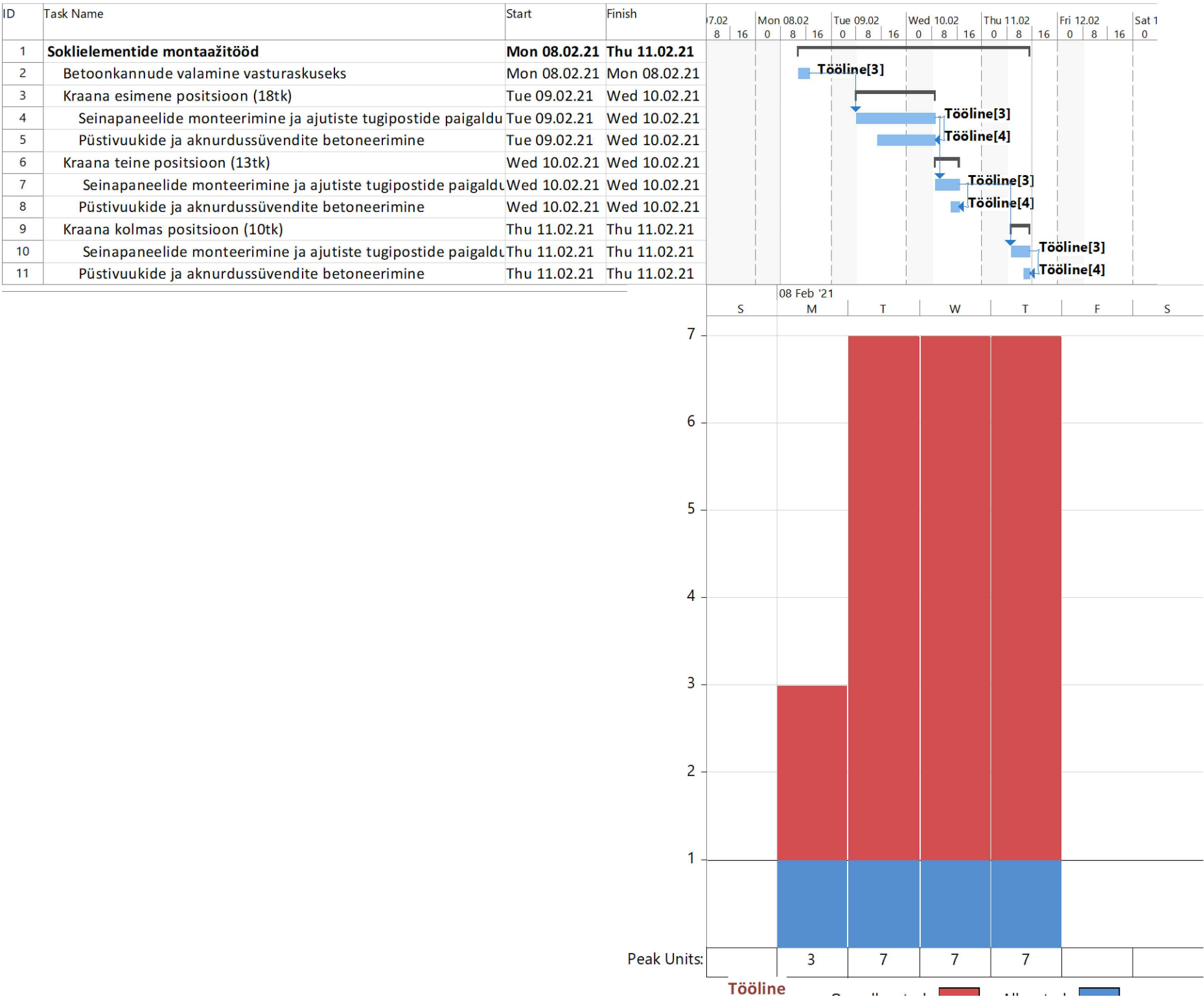


TALLINNA TEHNIKAKÕRKKOOL		LÕPUTÖÖ Büroohoone ehituse organiseerimine		
Koostas:	Silver Tiit Somma	Joonise nimetus Parkimismaja keldrikorruse vahelae tehnoloogiakaart		
Juhendas:	A. Alt			
Juhend:		Joonise nr 1	T88 nr EHE037	Õpperühm: HE 81
TALLINN	12.04.2021	Skaala -	Leht: 3	Leht: 4

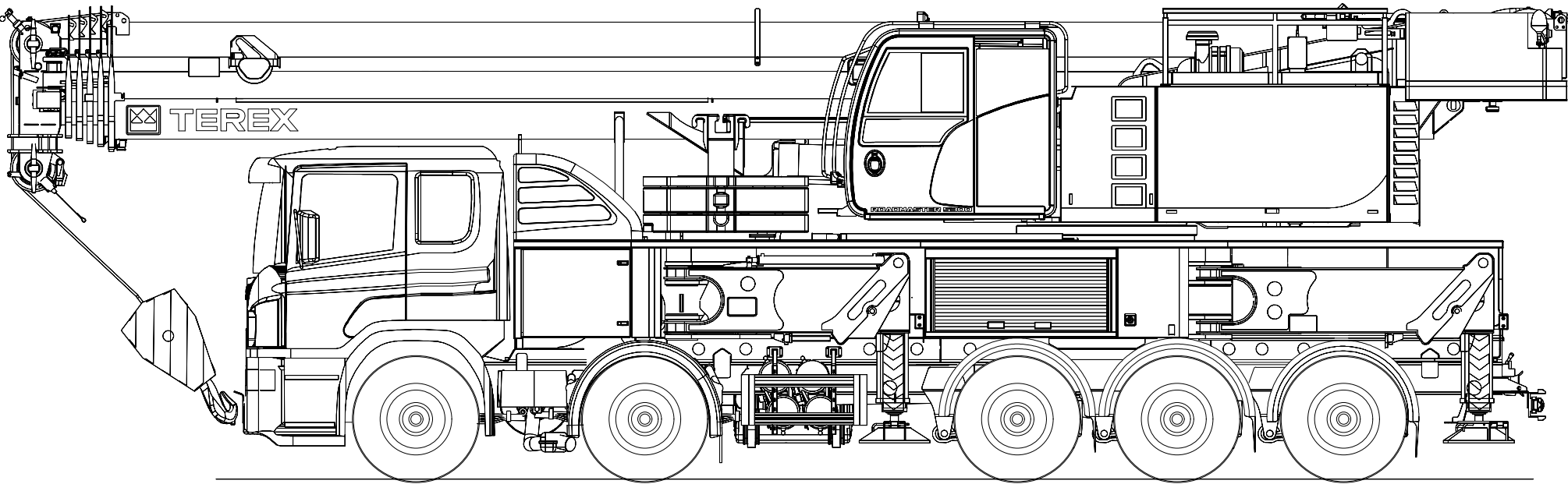
Soklikorruse seinapaneelide
montaažitööde tehnoloogiakaart



KALENDER- JA TÖÖJÕUGRAAFIK



AUTOKRAANA PÕHIMÖTTELINE SKEEM



TALLINNA TEHNIKAKÕRGGKOL		LÕPUTÖÖ Büroohoone ehituse organiseerimine		
Koostas:	Silver Tiit Somma	Joonise nimetus Soklikorruse seinapaneelide montaažitööde tehnoloogiakaart		
Juhendas:	A. Alt	Joonise nr 1	T88 nr EHE037	Õpperühm: HE 81
TALLINN	12.04.2021	Skaala -	Leht: 4	Lehti: 4