



Dormis Heinmaa

RÄSTA TN 18
KORTERELAMU – ÄRIHOONE
EHITUSTÖÖDE
ORGANISEERIMINE

LÕPUTÖÖ

Ehitusteaduskond

Hoonete ehituse eriala

Tallinn 2014

Tõendan, et lõputöö on minu, Dormis Heinmaa kirjutatud. Töö koostamisel kasutatud teiste autorite, sh juhendaja loome- ja teadustööde seisukohad on viidatud.

Lõputöö koostamine, kaitsmine ja selles sisalduv informatsioon on *prima facie* õppeotstarbeline ja töö on kaitstud autoriõiguse seadusega, mille kohaselt on autoril töö suhtes mittevoralised õigused.

Juhul, kui seda lõputööd kasutatakse muudel põhjustel kui reprodutseerimine õppe- ja teaduslikel eesmärkidel, mis ei ole ajendatud ärilistest huvidest, siis laienevad lõputöö autorile lisaks mittevoralistele õigustele ka voralised õigused.

Lõputöö autor: Dormis Heinmaa19.05.14.
(allkiri ja kuupäev)

Üliõpilase kood 100820564

Õpperühm KEI 82

Lõputöö vastab ülesandele ja kehtivatele nõuetele.

Juhendaja: Anneli Ramjalg19.05.14.
(allkiri ja kuupäev)

Kaitmisele lubatud "19" mai 2014 a
Ehitusteaduskonna dekaan
Martti Kiisa
(allkiri)

Ehitusteaduskond

LÕPUTÖÖ ÜLESANNE

Diplomand: Dormis Heinmaa

Üliõpilase kood 100820564

Õpperühm KEI 82

Eriala: Hoonete ehitus (kood 1827)

Lõputöö teema: RÄSTA TN 18 KORTERELAMU – ÄRIHOONE EHITUSTÖÖDE
ORGANISEERIMINE

Lähteandmed töö koostamiseks:

Pikoprojekt OÜ poolt koostatud projektdokumentatsioon töö nr 681/2013 ja selle juurde kuuluvad seletuskirjad

Põldme Arhitektuur OÜ poolt projektdokumentatsioon töö nr 831 A - 1

Töö koosseis, lahendamisele kuuluvate küsimuste loetelu:

Ehituse generaalplaan

Koondkalenderplaan

Ehituse organiseerimiskulud

Tööde mahtude ja mahukuse määramised

Töövõtumeetodi kirjeldus

Tööde teostamise tehnoloogiakaardid:

Mullatööde ja vaiatööde tehnoloogiakaart

Vundamendi ehitus ja keldri konstruktiivpõranda betoonitööde tehnoloogiakaart

Graafiline osa:

Generaalplaan

Mulla- ja vaiatööde tehnoloogiakaart

Vundamendi betoonitööd tehnoloogiakaart

Ehitustööde graafik

Lõputöö juhendaja: Anneli Ramjalg

(nimi)

(allkiri)

(kuupäev)

Diplomand: Dormis Heinmaa

(nimi)

(allkiri)

(kuupäev)

Kinnitan ülesande: Martti Kiisa

Ehitusteaduskonna dekaan

(allkiri)

(kuupäev)

Lõputöö ülesanne antud: 17 aprill 2014 a.

Lõputöö esitamise tähtaeg: 12 mai 2014 a.

SISUKORD

SISSEJUHATUS.....	8
1. HOONE ARHIDEKTUURNE JA KONSTRUKTIIVNE LAHENDUS.....	9
1.1. Lähteandmed ja ehitustingimused	9
1.2. Hoone arhitektuurne lahendus	10
1.3. Hoone tehnilised näitajad	10
1.4. Aknad ja välisüksed.....	11
1.5. Siseseinad	11
1.6. Välisseinad.....	12
1.7. Vundament.....	12
1.8. Vahelaed	12
1.9. Katus	12
1.10. Hoone kandekonstruksiooniline üldlahendus	13
1.11. Veevarustus ja kanalisatsioon	13
1.12. Küte ja ventilatsioon	14
1.13. Elektri- ja sidevälisvõrgud	14
1.14. Tulekaitse	15
1.15. Hoone elektrivarustus	16
1.16. Tuletõrje veevarustus	16
2. EHITUSTÖÖDE ORGANISEERIMISE PLANEERIMINE	17
2.1. Koondkalenderplaan.....	17
2.2. Generaalplaan	19
2.2.1. Ajutised ehitised.....	19
2.2.2. Ajutise elektrienergia vajadus	20
2.2.3. Ajutine veevajadus	21

2.2.4.	Kraana valik	22
2.3.	Ehitusmaksumus ja organiseerimiskulude osakaal.....	23
3.	MULLATÖÖDE JA VAIATÖÖDE TEHNOLOOGIAKAART	24
3.1.	Mulla ja vaiatööde üldine seletuskiri.....	24
3.2.	Mullatööde ja vaiatööde tööjõukulu kalkulatsioonid	27
3.3.	Mullatööde ja vaiatööde ehitustehnika maksumus.....	27
3.4.	Mullatöödel ja vaiatöödel kasutatava ehitustehnika kirjeldus	27
3.5.	Mulla- ja vaiatööde tehnilised kirjeldused ning ehitustehnika ja selle vajaduse leidmine..	30
3.5.1.	Tööd takistavate puude eemaldus, kändude väljajuurimine ja utiliseerimine.....	30
3.5.2.	Olemasolevate puude kaitsmine laudadega.....	31
3.5.3.	Märke ja mõõtetööd enne mullatööde algust	31
3.5.4.	Kasvupinnase eemaldamine ja killustikaluse ehitus	31
3.5.5.	Märketarade ehitus ja hoone telgede märketööd.....	35
3.5.6.	Terassulund tugiseina paigaldustööd	36
3.5.7.	Vaiatööd	40
3.5.8.	Vundamendi augu kaevamine	44
3.5.9.	Vaiapeade projektkõrgusesse lõikamine	48
3.5.10.	Rostvärkide aluse killustikaluse ehitus.....	50
3.5.11.	Vundamendi väline tagasitäide.....	52
4.	VUNDAMENDI EHITUS JA KELDRI KONSTRUTIIVPÕRANDA BETOONITÖÖD	55
4.1.	Vundamendi ehituse ja keldri põranda ehituse üldine seletuskiri	55
4.2.	Vundamenditööde tööjõukulu kalkulatsioonid.....	57
4.3.	Vundamenditöödel kasutatava ehitustehnika maksumus	57
4.4.	Vundamenditöödel kasutatava ehitustehnika kirjeldus	57
4.5.	Vundamenditööde tehnilised kirjeldused ning ehitustehnika ja selle vajaduse leidmine....	58
4.5.1.	Vundamendi rostvärkvundamentide ehitus.	58
4.5.2.	Kiudbetoon konstruktiivpõranda betoneerimine	65
4.5.3.	Vundamendi sokliseinte betoonosa tööd.....	68
5.	TÖÖVÕTUMEETOD	76
6.	TÖÖ- JA TULEOHUTUSE NING KESKKONNAKAITSE TAGAMISE PLAAN	78
6.1.	Ehitusplatsil tehtavate ohtlike tööde loetelu, ning abinõud töötajate ohutuse tagamiseks..	78
6.2.	Abinõud töötajate ohutuse tagamiseks	80
6.3.	Jäätmekorraldus	81

KOKKUVÕTE.....	82
SUMMARY	83
VIIDATUD ALLIKATE LOETELU.....	85
LISAD	89
GRAAFILINE OSA.....	98

SISSEJUHATUS

Käesoleva töö eesmärgiks on lahendada korterelamu- ärihoone asukohaga Tallinn Rästa tn 18 ehitustööde üldist organiseerimist. Töös kirjeldatakse käesoleva töö aluseks oleva hoone näitajaid ja ehitustingimusi. Süüvitakse sügavamalt hoone nulltsükli tööde ehitusorganiseerimisse ja tööde tehnoloogiatesse. Määratakse ehitustöödeks vajalikud tehnilised vahendid. Leitakse protsentuaalne ehitustehniliste organiseerimisvahendite maksumuse osakaal ehituse kogumaksumusest. Vastavalt hoone iseärasustest, kujundatakse tööde tehnoloogiad ja tööde tehnoloogilised teostusjärjekorrad. Määratakse ehitustööde kestvused tööde loetelu iga töö kohta ja kajastatakse kogu eelnevalt kirjeldatud ehitustööde graafikul.

Käesoleva töö lähteülesande lahendamisel on aluseks võetud põhiliselt Pikoprojekt OÜ poolt koostatud projektdokumentatsioon töö nr 681/2013 ja selle juurde kuuluvad seletuskirjad ning Põldme Arhitektuur OÜ poolt projektdokumentatsioon töö nr 831 A – 1. Ehitustööde töökiiruse arvestustes, nii inimtööjõu osas kui ehitustehnika osas, on aluseks autori kogemuslikud teadmised, kui käesolevas töös ei ole viidatud teisiti.

1. HOONE ARHIDEKTUURNE JA KONSTRUKTIIVNE LAHENDUS

Käesoleva peatüki koostamise aluseks on:

- Pikoprojekt OÜ poolt koostatud projektdokumentatsioon töö nr 681/2013 ja selle juurde kuuluvad seletuskirjad;
- Põldme Arhidektuur OÜ poolt projektdokumentatsioon töö nr 831 A – 1;
- Vip Projekt poolt koostatud „Kütte ja ventilatsiooni projekt“, töö nr 131101;
- Vip Projekt poolt koostatud „Elektri ja sidevõrkude seletuskiri“, projekt töö nr 131101.

1.1. Lähteandmed ja ehitustingimused

Ehitatav hoone on planeeritud ehitada aadressil Harju mk, Tallinn, Rästa tn 18. Krunn asub Sõpruse puistee ääres. Krunn on hoonestamata ja seal asub jäätmaa. Krunn il kasvab võsa ja väheväärtuslikud puud. Pinnas on vesine ning halva kandvusega. Ehitusaegselt tuleb tegeleda pinnase liigvee drenimisega ja ehitustehnika ajutiste kandeteede ehitusega. Hoone ehitatakse detailplaneeringuga määratud ehitusalale. Detailplaneeringu alusel tohib krunnile ehitada 550 m² äripinda ja 4900 m² elamupinda, suletud brutopinna mõistes. Sõidukite liikumistee krunnile toimub nii ehitusaegselt kui ka hoone kasutusajal Sõpruse puistestelt Rästa tänava poolt. Hetkel Rästa tänav on tupiktänav. Enne ehitustööde algust rajatakse väljapääs Rästa tänavalt Sõpruse puisteeni. Väljapääsu rajamise teetööde koosseisus, rajatakse ehitatava hoonega seotud krunnivalised maaalused tehnoloogilised trassid.

1.2. Hoone arhitektuurne lahendus

Projekteeritav hoone on pikliku kujuga ja viie korruseline, millest üks korrus asub maa all ja hõlmab tervet hoone aluspinda. Hoone ehitatakse nii äri- kui ka elamuotstarbeliseks. Esimesel korrusel asub äripind ja kolm korterit. Esimesel korrusel asub kokku neli äripinda. Samuti asuvad esimesel korrusel korterite panipaigad ja hoone tehnoruumid. Teisest- viienda korruseni asuvad korterid. Kokku on hoones 47 korterit. Viis korterit on neljatoalised, viisteist korterit on kolmetoalised ja kakskümmend seitse korterit on kahetoalised. Keldrikorrusel asub autode parkla 40- le sõidukile.

1.3. Hoone tehnilised näitajad

Krundi tehnilised näitajad:

- krundi pind: 5637 m²,
- hoone ehitusalune pind: 1250 m².

Hoone tehnilised näitajad:

- hoone korruselisus: 5 m,
- parapeti kõrgus maapinnast: 18 m,
- kasulik pind: 5597,3 m²,
- eluruumide pind: 3327,6 m²,
- mitteeluruumide pind: 1654,6 m²,
- autoparkla: 1004,3 m²,
- panipaigad: 131,7 m²,
- äripind: 518,6 m²,
- üldkasutatav pind: 615,1 m²,
- suletud netopind: 5597,3 m²,
- suletud brutopind: 6529 m²,
- maaalune brutopind: 1250 m²,
- maapealne brutopind 5279 m²,

- hoone ruumala: 18661 m³,
- maapealne ruumala: 14786 m³,
- hoone pikkus: 65,2 m,
- hoone laius: 21,5 m,
- korterite arv: 47 tk,
- rõdude ja terasside arv: 25 tk,
- rõdude ja terasside pind: 384,9 m²,
- parkimiskohtade arv: 61,
- tuelpüsivusaste TP-1.

1.4. Aknad ja välisüksed

Hoone aknad peavad olema soojapidavusega vähemalt 1,5 W/m²K. Aknaklaasideks tuleb kasutada kolmekordset klaaspaketti. Akende ja uste avamisskeemid on näidatud projekti joonistel. Esimese korruse aknaraamid on ettenähtud valmistada pulbervärvitud alumiiniumist. Teiste korruste aknaraamid on ettenähtud puitaluiniinium konstruktsioonilised. Põrandapinnast algavate avatäidete klaasid peavad olema turvaklaasid. Välisüksed on ettenähtud külmasillakatkestustega alumiiniumprofiilsete raamide ning lengidega. Välisuste klaasosad peavad olema valmistatud turvaklaasist.

1.5. Siseseinad

Sisemised mittekanalid seinad tehakse 100...150 mm kergkruusplokkidest ning teraskarkassil kipsplaatseinana. Kanalid siseseinad ehitatakse monteeritavatest raudbetoonpaneelidest. Täpsemad andmed on kirjeldatud projektis ja selle lisades.

1.6. Välisseinad

Kandvad välisseinad rajatakse kolmekihilistest monteeritavatest raudbetoonpaneelidest, mille fassaadipool on tehases eelvärvitud.

1.7. Vundament

Hoone rajatakse vaivundamendile. Koormusi kandvate välisseinte ja karkassipostide all asuvad rostvargid, mis toetuvad vundamendivaiadele ning nende gruppidele. Rostvärkvundament koos selle peale toetuva konstruktiivpõrandaplaadiga moodustab veetiheda kessooni. Vaiad rajatakse raudbetoonist. Vundamendi sokliseinad rajatakse veetiheda raudbetoonkonstruktsioonina.

1.8. Vahelaed

Vahelagede kandekonstruktsiooniks on õõnespaneelid. Laepaneelide peal asub kandvast mineraalvillast isolatsioonikiht, tasandusbetoon ja põranda pinnaviimistlus. Esimese korruse vahelagi soojustatakse altpoolt mineraalvillaga, kuna keldrikorrus on külm korrus.

1.9. Katus

Katuse kandekonstruktsiooniks on õõnespaneelid. Katuse kalded antakse soojustuseks paigaldatava vahtpolüstürooliga. Vahtpolüstürooli peale paigaldatakse koormustaluv tuulutussoonega mineraalvillaplaat. Katuse soojustuskihid ja esimene kiht rullbituumen katusematerjali ankurdatakse katuse kandekonstruktsiooni külge, vastavalt projektis ettenähtud kinnitustihedusega ja kinnititega. Katusekatteks on kahekihiline SBS bituumenruberoid. Sadeveed juhitakse katusel asuvatesse neeludesse ja sealt edasi sisemise sadeveetorustiku kaudu ühisvoolsesse kanalitrassi. Katus on parapettkatus. Parapetile paigaldatakse turvapiire. Katusele pääseb trepikojast viiendalt korruselt seinale kinnitatud redelilt katuseluugi kaudu.

1.10. Hoone kandekonstruksiooniline üldlahendus

Keldrikorruse välistarindid on projekteeritud kõik monoliitraudbetoonist. Esimese korruse kandekonstruksioonideks on enamasti monteeritavad raudbetoonelemendid, väljaarvatud esimese korruse vahelage ja ülemistelt korrustelt tulevaid koormusi karkassipostidele kandev jaotustalastik ning samuti eelnimetatud karkassipostid, mis tehakse monoliitsest raudbetoonist. Teise kuni viienda korruse kandekonstruksioonid on monteeritavad raudbetoonelemendid, mis toetuvad esimese korruse vahelaes asuvale monoliitsest raudbetoonist jaotustalastikule. Rõdude kandekonstruksiooniks paigaldatakse monteeritavad raudbetoonplaadid. Raudbetoonplaadid toetuvad kandevseinte peale läbi soojustuse paigaldatud terashülssidega ja seinteta osades toetuvad õuekeskkonnas asuvatele teraspostidele.

Liftišahtide seinadeks on osaliselt monteeritavad raudbetoonpaneelid, osaliselt klaasfassaadid, mis kinnituvad seinaelementide ja šahti välisnurka moodustatava terasposti külge. Teraspost seotakse raudbetoonelementidega terasprofiilide abil, millele kinnituvad klaasfassaadid ja lifti juhtkonstruktsioonid. Trepikodade välisseinteks olevad klaasfassaadid kinnituvad korruste kandekonstruksioonide külge.

1.11. Veevarustus ja kanalisatsioon

Vee- ja kanalisatsioonisüsteemidega tagatakse hoone varustus majandus-joogiveega, samuti reovee ärajuhtimine hoonest ning sademevete ärajuhtimine krundilt ööpäevaringselt. Ehitatavasse hoonesse rajatakse :

- puhta tarbevee süsteem,
- kanalisatsiooni süsteem,
- sademevee kanaliseerimise süsteem.

Hoonele on projekteeritud vooluhulkadeks:

- arvutuslik puhta tarbevee vajadus: 20,0 m³/ööpäevas; 6,0 m³/h; 2,8 l/s,
- sealhulgas soojavee vajadus: 8,0 m³/ööpäevas; 2,4 m³/h; 1,88 l/s.

Projekteeritud hoonesse vajalik puhas tarbevesi saadakse projekteeritavast Rästa tänava ühisveetorustikust $\varnothing$ 160 mm.

1.12. Küte ja ventilatsioon

Hoone köetav kubatuur on ca 16100 m³. Hoone küttesooja ja tarbevee soojendamise allikaks on esimesel korrusel asuv gaasikatlamaaja. Hoone arvutuslik maksimaalne küttele kuluv soojuskulu tunnis on kokku 200 kW.

Soojusenergia tarbimine jaguneb:

- radiaatorküttele 50 kW/h,
- põrandaküttele 120 kW/h,
- ventilatsioonile 30 kW/h.

Hoones on põhiliselt vesitorustikuga põrandaküte. Äripinnad, trepikojad ning panipaigad köetakse radiaatorkütte süsteemiga. Autoparkla kütmiseks on projekteeritud õhkküttesüsteem koos ventilatsiooniga.

Hoonele on projekteeritud loomulik väljatõmbesüsteem ja mehaaniline väljatõmbe- ning sissepuhkeventilatsioon, kasutades ventilatsioonitorudeks metallist õhutorusid. Kõikidele korteritele on projekteeritud korteripõhine ventilatsiooniseade. Igasse korterisse on ettenähtud pliitide juurde kohtventilatsioon. Panipaikadele, tehnoruumidele ja trepikodadele on ette nähtud üldvahetuslik väljatõmbeventilatsioon.

1.13. Elektri- ja sidevälisvõrgud

Hoonele on projekteeritud pingesüsteem 3 N 230 / 400 V, 50 Hz, mis on jäigalt maandatud neutraaliga. Hoone elektrivarustus projekteeritakse vastavuses Elektrilevi OÜ Tallinn- Harju regiooni tehnilistele tingimustele 23.10.2013 nr 214561 ning nr 214562. Eesti Energia asendab kasutuses oleva alajaama nr 497 kahetrafolise komplektaljaamaga. Hoonele on projekteeritud kahepoolne elektrivarustus alajaamast nr 497, toited saadakse kahelt erinevalt trafolt. Ehitatavale

hoonele paigaldatakse kaks liitumiskilpi, kumbki peakaitsetega 3 * 125 A, kahetariifse arvestussüsteemiga. Liitumiskilbid paigaldatakse hoone krundi piirile. Liitumiskilpide juurest, maja peakilpideni PJK1 ja PJK2, paigaldatakse toitekaablid 2 * AXP 4 * 120 pinnasesse. Kaablid paigaldatakse pinnasesse vähemalt 0,7 m (teede aluses osas 1,0 m) sügavusele täiteliivakihti. Kaablid kaitstakse kaablikaitsega.

1.14. Tulekaitse

Hoone tulepüsivusklass on TP-1, mis klassifitseerib hoone tulepüsivaks. Hoone on jagatud tuletõkketsoonideks kasutusotstarbe alusel.

Tuletõkketsoonide jaotus:

- iga korter on eraldi omaette tuletõkketsoon,
- iga esimese korruse äripind on omaette tuletõkketsoon,
- trepikojad ja liftišahtid on igaüks eraldi omaette tuletõkketsoon,
- kommunikatsioonide šahtid alates esimese korruse lae alt kuni viienda korruse lae alla on igaüks eraldi omaette tuletõkketsoonid,
- esimesel korrusel asuv elektrikilbiruum on omaette tuletõkketsoon,
- esimesel korrusel asuv gaasikatlaluum on omaette tuletõkketsoon,
- esimesel korrusel asuv ventilatsiooniruum on omaette tuletõkketsoon,
- panipaigad esimesel- ja keldrikorrusel on igaüks eraldi omaette tuletõkketsoonid.

Tuletõkkeused on ettenähtud siseseintel kõikidesse tuletõkketsooni piiril asuvatesse ukseavadesse. Korterite- ja trepikotta avanevate uste tulepüsivusklass on ettenähtud EI - 30.

Kandekonstruksioonide tulepüsivusklass on projekteeritud tulepüsivusajaga 60 min ehk klass R 60. Tuletõkkeseptsioone eraldavad seinte ja laegade konstruksioonid on projekteeritud klassi EI 60. Hoone varustatakse tulekustutitega.

1.15. Hoone elektrivarustus

Hoone elektriga varustamine on vastavuses Eesti Energia ASi Jaotusvõrgu Tallinn- Harju Piirkonna tehnilistele tingimustele. Hoone elektrivarustuse teostatamiseks projekteeritakse eraldi tugevvoolu tööprojekt.

1.16. Tuletõrje veevarustus

Hoone vajab sisemist- ja välimist kustutusvett. Arvutuslikeks vooluhulkadekst on tuletõrjekraanide rajamisel, sisemised kustutused 2,5 l/s joa kohta ja välimised kustutused 15 l/s joa kohta. Sisemine kustutusvesi võetakse hoone tarbeveetrassilt enne veemõõtjaid. Sisemisele tuletõrjesüsteemile lisatakse elektrilise ajamiga AUMA SA 07.5 varustatud kummikiilsiiber $\varnothing 50$ mm, mis avaneb automaatselt vaid tulekahju korral.

Tuletõrjehüdrantid rajatakse 50 mm läbimõõduga tsingitud keermisliidetega terastorudest. Tuletõrjekraanid asuvad keldris parklakorrusel, selleks ettenähtud tähistega kappides. Kapp peab sisaldama lisaks kraanile tuletõrjevoolikut $\varnothing 52$ mm, $l=20$ m ja standardile vastavat joatoru ühenduses voolikuga. Projekteeritud tuletõrjekraanid paigaldatakse 1,35 m kõrgusele põranda pinnast.

Hoone välimine tulekustutusvesi saadakse lähedalasuvast, rajatavast Rästa tänava tuletõrjehüdrandist.

2. EHITUSTÖÖDE ORGANISEERIMISE PLANEERIMINE

2.1. Koondkalenderplaan

Enne ehitustegevuse alustamist krundil, rajatakse peatöövõtja tellimusel, uued tehnoloogilised krundivälised trassid, ehitatava hoone teenendamiseks. Trassid rajatakse Rästa tänava uuendamistööde tegemise koosseisus. Rajatud trassid teenendavad ka ehitustöödeagset veevajadust, kanalisatsiooni tagamist ja elektrivajadust. Samuti lahendatakse rajatavate trasside käigus nõutav tuletõrjevee tagamine Rästa tänavale rajatava hüdrandiga.

Ehitustööde eeltöös on säilitamisele kuuluvate puude kaitsmine ja raadamistööd. Ehituskrunt piiratakse ajutise moodulaiaga. Järgnevalt rajatakse killustikalus ehitustehnika kandmiseks. Seejärel, paigaldatakse vundamendi kaevetööde võimaldamiseks terassulundseinad ning rajatakse vaivundamendid. Vundamendisüvise väljakaevamistööd on osaliselt ülekattes vaiatöödega. Väljakaevetööd hakkavad peale ligi nädal pärast vaitööde alustamist, et rajatud vaivundamendid saaks enne väljakaeve alustamist kivineda. Vundamendiaugu väljakaeve ajal eemaldatakse ka liigsed vundamendivaiade osad ning toestatakse kaeviku terasest tugisein. Väljakaeve tööde lõpuks tehakse valmis ka vundamendi rostvärkide ja konstruktiivplaadi killustikalused. Tagasitaitetööd ja terssulundseinte eemaldustööd teostatakse pärast vundamenditööde valmimist.

Mullatööde põhiosa valmimisele järgneb rostvärkvundamentide ja konstruktiivplaadi ehitus. Koheselt pärast alusvundamendi konstruktsioonide valmimist ehitatakse valmis keldri raudbetoon sokliseinad. Juba sokliseinte ehituse ajal alustatakse keldrikorruse kohapeal valatavate kandvate raudbetoonpostide ja talade ehitusega. Ajal, kui keldri monoliitbetoonist konstruktsioonid kivinevad, tehakse vahepeal ära keldrikorruse autoparkla põrandatööd, rajatakse raudbetoonist ülessõidupandus ning monoliitbetoonist evakuatsioonitrepp.

Keldri ja vundamendi monoliitbetoonist kandvate konstruktsioonide valmimise järel, paigaldatakse keldri lae õõnespaneelid, mis on ka ühtlasi tööplatvormiks järgnevatele töödele. Ehitatakse valmis esimese korruse kandvad monoliitbetoonist postid ja talad. Sellega lõpeb ka suuremate kohapeal betoneeritavate kandekonstruktsioonide ehitus, väljaarvatud paneelide monolitiseerimised ja põrandate betoonivalud.

Järgnevad hoone seinte- ja laepaneelide montaažitööd ning nende elementide monolitiseerimised koos vajalike sarruste paigaldusega. Samaaegselt tehtavate seinte ja lagede montaažitöödega tehakse müüritöid ja korruste raudbetoonpõrandate valutöid.

Viienda korruse laepaneelide paigalduse lõppemisel, on järgnevaks tööks katusetööd. Katusetööde lõppemine on märgilise tähendusega, kuna sellest hetkest on võimalik ehitustöid teha mitmetel erinevatel tööfrontidel korraga. Alustatakse, samaaegselt sisetöödest kipsplaattöödega ja välitöödest avatäidete paigaldusega. Sisetöid tehakse tehnoloogilise järjestuse alusel, kus kõigepealt rajatakse pinnad (kipsplaatpinnad, jne) ja seejärel pinnad viimistletakse. Pärast seinte ja laepindade kruntvärvimist, kui põrandakatted on juba paigaldatud, paigaldatakse sisemised avatäited. Seejärel viimistletakse maalritööd lõpuni ning paigaldatakse uste liistud.

Kõikide eelnevate töödega koos tehakse ka hoone tehnoloogilised eritööd, nagu:

- tarbevee- ja kanalisatsioonisüsteemide rajamine hoonele, nii seespool hoones, kui ka hoone väliselt;
- hoone sadevee ja pinnavee torustikude rajamised ja drenaaž;
- tugev- ja nõrkvoolutööd, nii seespool hoones, kui ka hoone väliselt;
- põrnda raudbetoonplaatide sisesed vesipõrandaküttetorustikude paigaldused;
- kütte- ja ventilatsioonisüsteemide ehitustööd;
- liftide paigaldused,
- sanitaartehnilise inventari paigaldustööd.

Kõikidele loetelus eelkirjeldatud töödele, tehakse töödegraafikud, iga loetelu töönimetuse kohta eraldi. Eritööde töödegraafikute tegemine peab olema kooskõlas potentsiaalsete tööde teostajatega, ehk eritöid teostavate ettevõtetega. Käesolev töö hoones tehtavaid eritöid ei käsitle.

2.2. Generaalplaan

2.2.1. Ajutised ehitised

Koos ehitustööde alustamisega piiratakse ehituskrunt ajutise piirdeaiaga, mis kulgeb piki krundi piiri. Pääs krundile avaneb Rästa tänava poole, kuhu paigaldatakse ajutised väravad. Vahetult värava kõrvale asetatakse valvuri soojak. Objektil on kogu ehitusperioodi vältel mehitatud ööpäevaringne valve.

Värava läheduses asub ka peatöövõtja soojakute komplekt ja objekti infotahvel. Arvestatud on kolmeliikmelise projektimeeskonna koosseisuga:

- projektijuht,
- objektijuht,
- objektiinsener.

Ehitusajal, korraga objektil töötavate ehitustööliste arv, varieerub neljast mehest ehitustööde algusperioodil, kuni viiekümmne seitsme töötajani viimistlustööde ajal. Üks nominaalse pikkusega 6 m soojak mahutab kaheksa töötajat ja üks nominaalse pikkusega 10 m soojak mahutab kümme töötajat. Soojakuid hakatakse paigaldama paralleelselt Sõpruse puistestega ning soojakute arvu suurendatakse vastavalt tööliste arvu suurenemisele jooksvalt. Kõige viimaseks soojakute paigalduse alaks on generaalplaanel näidatud soojakud, mis asetsevad K telje ja 23 telje ristumiskoha läheduses. Need soojakud paigaldatakse pärast katusetööde lõppu, kui töödest tingituna kasvab töötajate arv objektil. Eelnimetatud kolme soojaku paigaldamine, generaalplaanel näidatud kohta, enne tornkraana eemaldamist, on keelatud.

Alates suuremahuliste mullatööde lõppemisest, paigaldatakse objekti krundile kaks tööriistahoidlat. Samuti paigaldatakse soojak, mis täidab ainult santehnilist funktsiooni. Pesuruumi ja käimlatega varustatud santehniline soojak ühendatakse ühistrassidega. Tööriistahoidlad ja santehniline soojak on objekti krundil kuni ehitustööde lõppemiseni.

2.2.2. Ajutise elektrienergia vajadus

Elektritarbijate korraga kasutatavad potentsiaalsed kasutusvõimsused:

- elektriste drellide kasutusvõimsus = $1 \text{ kW} * \text{viis potentsiaalset tarbijat korraga} = 5 \text{ kW}$;
- betooni nuivibraatorite kasutusvõimsus = $1 \text{ kW} * \text{kaks potentsiaalset tarbijat korraga} = 2 \text{ kW}$;
- elektriliste ketassaagide kasutusvõimsus = $1,5 \text{ kW} * \text{kaks potentsiaalset tarbijat korraga} = 3 \text{ kW}$;
- akudrellide laadijate kasutusvõimsus = $0,1 \text{ kW} * \text{kümme potentsiaalset tarbijat korraga} = 1 \text{ kW}$;
- suurte ketaslõikurite kasutusvõimsus = $2 \text{ kW} * \text{kolm potentsiaalset tarbijat korraga} = 6 \text{ kW}$;
- väikeste ketaslõikurite kasutusvõimsus = $1,5 \text{ kW} * \text{viis potentsiaalset tarbijat korraga} = 7,5 \text{ kW}$;
- niiskusimurid viimistlustöödel kasutusvõimsus = $3 \text{ kW} * \text{viisteist potentsiaalset tarbijat korraga} = 45 \text{ kW}$;
- soojakute kütteks elektripuhurite kasutusvõimsus = $2 \text{ kW} * \text{kuus potentsiaalset tarbijat korraga} = 12 \text{ kW}$;
- santehnilise soojaku soojaveeboilerite kasutusvõimsus = $2,5 \text{ kW} * \text{kaks potentsiaalset tarbijat korraga} = 5 \text{ kW}$;
- mobiilsed töökoha prožektorvalgustite kasutusvõimsus = $0,4 \text{ kW} * \text{viiskümmend kaks potentsiaalset tarbijat korraga} = 20,8 \approx 21 \text{ kW}$;
- töödeaegsed välisvalgustid = $0,5 \text{ kW} * \text{kaheksateist potentsiaalset tarbijat korraga} = 9 \text{ kW}$;
- 10% reserv erinevate elektriliste tööriistade jaoks = $116,5 \text{ kW} * 0,1 = 11,65 \approx 12 \text{ kW}$.

Kokku maksimaalsed potentsiaalsed kasutusvõimsused = $128,5 \text{ kW}$.

Maksimaalne koormusvool = $128,5 * 10^3 \text{ W} / 220 \text{ V} = 584 \text{ (A)}$. [1]

Vastavalt käesolevas töös alapeatükk nr 1.13., nimega „Elektri ja sidevälisvõrgud“ kirjeldatule varustatakse ehitatav hoone kahe peakilbiga $3 * 125 \text{ A}$, mis teeb kokku koguvoolutugevuse 750 A . Hoone peakilbid paigaldatakse juba enne ehitustööde algust. Seega kilpide koguvoolutugevus on ehitustööde teostuseks piisav, kui tarbimine jaotada kahe peakilbi vahel eraldi peakaitsetega rühmaliinidele. Tornkraanale paigaldatakse tööde ajaks eraldi peakaitse $3 * 125 \text{ A}$.

2.2.3. Ajutine veevajadus

Ajutine liitpunkt asub Rästa tänava pool peatöövõtja soojaku ja santehnilise soojaku vahel. Liitepunkti paigaldatakse maakraan. Veemõõtja paigaldatakse santehnilisse soojakusse. Santehniline soojak ühendatakse ühisveetrassiga. Läbi santehnilise soojaku seinaga paigaldatakse külmumisvastane kraan objekti krundil töödeagseks veetarbimiseks. Esimesel võimalusel ühendatakse ehitatav hoone ühisveevõrku ja paigaldatakse hoone igasse trepikotta, kõikidele korrustele, ehitustööde tarvis veekraanid ja toitetorustikud. Tuletõrjevett pole antud töös arvatud, sest on teada, et enne tööde algust rajab peatöövõtja Rästa tänavale tuletõrjevee hüdrandi. Maasisesed veetorustikud isoleeritakse külmumisvastase soojustuskihiga või paigaldatakse külmumispiirist sügavamale.

Ehitustöödeagse vee kasutus on jaotatud põhiliselt kahte kasutusvaldkonda:

- olmevesi nõutud voolukiirusega 0,35 l/s;
- tootmisvesi nõutud voolukiirusega 0,1 l/s.

Toiteveetoru läbimõõd määratakse valemiga (1) [2]

(1)

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot q \cdot 1000}{\pi \cdot v}},$$

kus: D on toru läbimõõt mm;

q on arvutuslikveekulu;

v on vee liikumise kiirus torudes.

Vastavalt valemile 1, on leitav vajalik veetoru läbimõõt:

$D = \sqrt{(4 \cdot 0,45 \cdot 1000) / (\pi \cdot 1,5)} = 19,54 \text{ mm}$, valin toru läbimõõduks standardis esineva survetoru „PEM“ 32 * 3,0 mm.

2.2.4. Kraana valik

Vundamendi ehitusaja algusest kuni seinte ja lagede paigaldustöö lõpuni, paikneb objektis statsionaarne tornkraana. Tornkraana paigaldatakse rajatava hoone mõttelisse poolituskohta Sõpruse puistee poolsesse krundi serva, arvestades minimaalset kaugust hoonest 7 m. Tornkraana valik on tehtud seoses kahe kriteeriumiga, millest üks on krundil materjalide ladustuskoha kaugus kraana tõstetsentrist ja teine viienda korruse laepaneelide paigaldusel vajalik tõstekaugus ning tõstekõrgus. Arvesse on võetud ka kraana tõstevõimet tõstetavate elementide kaalu mõttes.

Viiendale korrusele, paigaldatakse projektijärgselt laepaneelideks õõnespaneel HCE 265, mille omakaal on 360 kg/m^2 . [3] Kõige kaugemaks tõstetavaks punktiks laepaneelide ja seinapaneelide paigaldusel kraana tsentrist on 45,7 m. Kõige kaugemale tõstetava lae õõnespaneeli detali kaaluks on 2,3 tonni. Valitud on 65 m tõsteraadiusega kaana, et tõsted saaks võimalikuks ka kõige kaugemast materjalide ladustuskohast krundil.

Tornkraana tõstekõrgus määratakse valemiga (2) [4]

(2)

$$H_{min} = h + a + c + b + p,$$

kus: h on monteeritava elemendi sängituspinna kõrgus võrrelduna kraana seisupinnaga;

a on ohutusvahe teisaldatava elemendi ja montaažipinna vahel, võetakse 0,5...1,0 meetrit;

c on paigaldatava elemendi kõrgus;

b on üle tõstetava elemendi ulatuva haardeseadme (tõstevahendi) kõrgus;

p on kraana polüspasti/plokisüsteemi kõrgus keskmiselt 1,5 m.

Vastavalt valemile 2, on leitav vajalik kraana kõrgus:

$$H_{min} = 17,3 + 1 + 0,265 + 1,5 + 1,5 = 21,56 \text{ m.}$$

Valin kraana Liebherr 355HC, kõrgus moodustub vastavalt võimalike kraanamoodulite andmetele $25,9 \approx 26 \text{ m}$.

2.3. Ehitusmaksumus ja organiseerimiskulude osakaal

Hoone maksumus leitakse käesolevas töös lihtsustatud korras pindalamaksumuse meetodiga. Käesoleval ajal on elamuehituses keskmiseks ehitusmaksumuseks 700 € /brutopinna m², millele lisandub käibemaks. Seega antud töös kajastatava hoone ehitusmaksumuseks kujuneb eelduslikult $= 6529 \text{ m}^2 * 700 \text{ €} = 4570300 \text{ €}$, millele lisandub käibemaks.

Vastavalt käesoleva töö lisa nr 1 tabelis nimega „Tööjõu ajakulu ja ehitustehniliste organiseerimisvahendite maksumus“ leitule, kujuneb ehitustehniliste organiseerimisvahendite maksumuseks 491687,8 € + km, mis moodustab kogu ehituse maksumusest $10,75 \approx 11\%$. Kusjuures mullatööde maksumuse osa kogu ehitusmaksumusest on $3,78 \approx 4\%$ ja vundamenditööde maksumuse osa $2,92 \approx 3\%$.

3. MULLATÖÖDE JA VAIATÖÖDE TEHNOLOOGIAKAART

3.1. Mulla ja vaiatööde üldine seletuskiri

Tehnoloogiakaardi koostamise aluseks on Pikoprojekt OÜ poolt koostatud projektdokumentatsioon töö nr 681/2013 ja Põldme Arhidektuur OÜ poolt projektdokumentatsioon töö nr 831 A – 1. Tehnoloogiakaardil esitatud ja arvutustes kasutatud masinate ja inimtööjõu normkiirused tööühiku kohta tuginevad Ehitus Kamin OÜ eelarvestus andmebaasile, kui ei ole viidatud teisiti.

Olemasolevaks haljastuseks krundil on hetkel remmelgad, toomingad, vahtrad ja mõned muud väheväärtuslikud puuliigid. Kokku on suurusjärgus 24 puud. Esineb ka võsa. Enamus olemasolevatest puudest raiutakse maha ja kannud juuritakse välja, samuti raiutakse maha võsa. Säilitamisele kuuluvad vaid kolm puud Rästa tn. 18 ja Rästa tn. 16 piiri lähedal. Mahavõetavate ja säilitamisele kuuluvate puude asukohad on ära märgitud ehitatava hoone asendiplaanil.

Esimeseks tööks on Rästa tänava pikendamine Sõpruse Puiesteeni (hetkel tupiktänav ja lõpeb enne magistraali). Mainitud tee ümberehitust käesolev diplomitöö ja selle juurde kuuluv tehnoloogiakaart ei kajasta. Tee ümberehituseks tuleb tellida projekt ja koostada eraldi tehniline töödeteostuse kirjeldus.

Antud hoone rajamise aluspinnaseks on ehituslikust seisukohast vaadates suhteliselt halbade kandevõime näitajatega pinnas, mis koosneb suures ulatuses erinevatest savidest, savimõllist voolava savini. Pinnase kõige ülemiseks kihiks on täitepinnas ja muld, mille kihi paksuseks on 0,4...1,2 m. Teiseks pinnaseliigiks, pärast allpool täitepinnast ja mulda, on 1,6...1,8 m ulatuses mõlline peenliiv. Kolmandaks pinnasekihiks on 20 m paksuse üldistatud kihina erinevad savimõllid ja savid Täpsem geoloogiline pinnase lõikekirjeldus on ära toodud antud töö juurde kuuluvas joonises „Kaeviku vertikaallõige“. Neljandaks kihiks on 2,5 m paksune sitke ja poolkõva moreeni kiht ning pärast seda kihti hakkab hästikandev kõva moreeni kiht, mille ulatust pole geoloogilisel

lõikel välja toodud. Pinnavee tase on suhteliselt kõrge. Pinnasevee tase asetseb keskmise näitajana maapinnast 1,25...1,3 m sügavusel ja võib ajutiselt tõusta antud piirist 0,5 m kõrgemale. [5]

Täitepinnas ja muld eemaldatakse hoone ehitusaluse pinna ulatuses ja lisaks ümber selle perimeetri 10...13 m. ulatuses, samuti eemaldatakse täitepinnas ning muld rajatavate teede aluste pindade ulatuses. Perimeetri ümbert 10...13 m laiuselt kasvupinnase eemaldamine on põhjendatud sellega, et antud alasse jäävad ka hiljem enamus haljastuse käigus rajatavad teed ja platsid. Keskmine olemasoleva täitepinnase ja mulla eemaldatava kihi paksus on 0,8 m. Täpsemad täitepinnase eemaldamise piirid on toodud antud töö juurde kuuluvas joonises „Pinnase koorimine ja killustikualuse ehitus“. Pinnase mittekanava iseloomu tõttu on vajalik pinnast killustikuga tugevdada, vundamenditööde paigalduseks vajamineva tehnika kandmiseks. Selleks rajatakse kogu eemaldatud täitepinna asemele 0,4 m paksune mehaaniliselt tihendatud jämeda fraktsiooniga killustikust killustikalus.

Rajatav hoone on keldrikorrusega hoone ja seetõttu kaevatakse ligi nelja meetri sügavune vundamendiauk. Vundamendi augu väljakaevamiseks tuleb paigaldada terassulund seinad pinnase toetuseks. Kuna pinnas on vesine, tuleb kasutada lukkühendustega terasest sulundseinasid [6].

Pinnase pehmuse tõttu ei saa sulundseinu kasutada niiõelda konsoolsena vaid sulundseinad lisatoestatakse ülevalt poolt pinnase horisontaalse surve vastu, üheaegselt vundamendi väljakaevetöödega. Sulundist toeseinad paigaldatakse enne vundamendivaiade paigaldamist, vältimaks sulunditöödel tekkivast vibratsioonist ning mehhanismide raskuse tõttu pinnases tekkivate horisontaaljõududest tulenevaid potentsiaalseid kahjustusi vundamendi vaiadele. Enne pinnasetoetuse tööde alustamist, tuleb tellida sulundseinade paigalduse täpne tööprojekt, milles määratakse sulundseina vajalik ulatus kaevikupõhjast allapoole maapinna sisse ja sulundseinade toetusjoonised. Täpsemad sulundite paigalduspiirid on toodud antud töö juurde kuuluvas joonises „Sulundseina paigaldus“.

Vundament rajatakse täisbetoneeritud ja armeeritud kohtvaivundamendina, kuhu hakkavad toetuma vundamendi roostvärgid. Täpsem vaiatööde kirjeldus on välja toodud antud töö alapeatükis nr 7.5.7. nimega „Vaiatööd“.

Vundamendi süvendi pinnase väljakaevetöödel, tuleb arvestada asjaoluga, et pinnase väljakaevamine toimub raskendatud olukorras, see tähendab vundamendi vaiade vahel. Esmalt kaevatakse välja vundamendi augu pindala ulatuses sinna eelnevalt paigaldatud jämekillustik.

Pinnas kaevikust kaevatakse välja kahes järgus. Samaaegselt pinnase viimase järgu väljakaevamisega, paigaldatakse esmalt eemaldatud jämekillustik kaeviku põhja, et tekitada sinna tööde ajaks vett dreniv pinnasekiht ja stabiilne alus vundamendi tööde tegemise teenindamiseks. Killustikukiht tihendatakse mehaaniliselt. Antud killustikukihi rajamine tuleb kooskõlastada projekteerijaga. Projektis on toodud roostvärkide aluseks kihiks liivalus. Majanduslikult on antud olukorras tulusam vahetada liivalus killustikaluse vastu, sest killustik on juba eelnevatest töödest sõltuvalt objektil olemas ning samas töötab killustik ka parema drenkihina. Kuna ehitusalune pinnas on liigmärg, tuleb rajada ajutine drenaaž. Killustikukihi sisse paigaldatakse ajutine drenaaž vastavalt drenaaži rajamise nõuetele. Drenaaži teenindamiseks rajatakse kaeviku põhja madalam koht, mis kogub vett ja kuhu paigaldatakse pinnavee pump. Ajutisest drenaažist tulev vesi pumbatakse Sõpruse puistee äärsesse kanalisatsioonikaevu või võimalusel Rästa tn kraavi. Kohustuslik on drenvee kanalikaevu juhtimine kooskõlastada AS Tallinna Veega. Vundamendi august väljakaevatavaks pinnaseks on mölline peenliiv ja möllsavi, milledest esimese kasutamist võib kaaluda osaliselt haljastusel pinnasetäiteks ning vajadusel ladustada objekti krundil aga väljakaevatud möllsavi viiakse objektilt ära utiliseerimiseks ehitusjäätmete vastuvõtupunkti. Antud töös siiski arvestatakse kogu väljakaeve utiliseerimisega. Väljakaevatud pinnase kasutamist hilisemate täidete teostamiseks kaalutakse ja otsustatakse tööde käigus, olenevalt reaalsest pinnase omadustest.

Pärast vundamenditööde lõppemist, alustatakse vundamendi välise tagasitäitetöödega. Tagasitäite teostatakse puhta täiteliivaga, mis tihendatakse 300 mm kihtide kaupa mehaaniliselt. Osaliselt ennem tagasitäite teostamist ja osaliselt tagasitäite teostuse käigus, rajatakse maaalused tehnoloogilised trassid ja kommunikatsioonid ning nende liitumised hoonega nagu kaugküttetrass, gaasitrass, veetrass, kanalisatsioonitrass nõrkvool ning tugevvool. Sellest lähtuvalt tuleb tagasitäitetöid teha koostöös ja kooskõlastuses eelmainitud eritööde teostajatega ning samaaegselt tuleb rajada kaeveliine trasside liitumiskohtadeni. Samuti tehakse rajatud kaeveliinide tagasitäited koos vundamendi tagasitäitetöödega. Kaeveliinide rajamised ja nende tagasitäitmised teostavad eritööde ettevõtted peatöövõtja juhtimisel. Antud tehnoloogiakaardis ei käsitleta eritööde teostamist.

Pärast vundamendi tagasitäite tööde lõppemist eemaldatakse vundamendikaeviku tugiseinad ja nende horisontaaltoed. Teostatakse objekti krundile rajatavate teede killustikalused, millede rajamist antud tehnoloogiakaart ei käsitle.

Järgnevalt kirjeldatud pinnakatte- ja teetööd kuuluvad küll kaudselt mullatööde alla, kuid tehnoloogiakaardil neid ei kajastata. Asfalteeritakse projektis ettenähtud teed. Rajatakse

kiviparketted koos selle aluse tasanduseks vajaliku alusliiva ja äärekividega. Istutatakse projektis ettenähtud taimed. Tuuakse objektile muld ja planeeritakse see laiali. Külvatakse muru.

3.2. Mullatööde ja vaiatööde tööjõukulu kalkulatsioonid

Tööjõu ajakulukalkulatsioon ja tööde kestvus on esitatud käesoleva töö lisas nr 1, tabelis nimega „Tööjõu ajakulu ja ehitustehniliste organiseerimisvahendite maksumus“.

3.3. Mullatööde ja vaiatööde ehitustehnika maksumus

Ehitustehnika maksumuse alusmahtude arvutus on esitatud käesoleva tehnoloogiakaardi alapeatükkides ja kajastub summalise maksumusena töö lisas nr 1, tabelis nimega „Tööjõu ajakulu ja ehitustehniliste organiseerimisvahendite maksumus“. Käesoleval tehnoloogiakaardil on ära toodud ka mõningate üksikute tööde ehitustehniliste vahendite ja materjalide maksumuse kalkulatsioon, eesmärgiga toetada eelmainitud töö lisas n. 1 kirjeldatud summade lahtimõtestamist.

3.4. Mullatöödel ja vaiatöödel kasutatava ehitustehnika kirjeldus

Kändude juurimisel ja väiksemamahulistel mullatöödel kasutatav tehnika [7]:

Ekskavaator – laadur JCB 4CX, suurte ratastega. Kaevesügavus 5,8 m. Täismass 8600 kg. Mehaaniline kiirühendus.

Võimalikud lisaseadmed:

- hüdrohaamer HM495Q (kaal 419 kg löögijõuga 1058 J);
- lahtikäiv esikopp (laius 2350 mm ja maht 1,1 m³);
- kaevamiskopp (laius 600 mm ja maht 0,25 m³);
- kaevamiskopp (laius 800mm ja maht 0,3m³);
- kitsas kaevamiskopp (laius 400 mm ja maht 0,2 m³);
- planeerimiskopp;

- külmunud pinnase kihv.

Suuremahulistel kaevetöödel, kaeviku planeerimistöodel ning samuti sulundseinte abitöödel ja vaiatööde abitöödel kasutatav tehnika:

- roomikekskavaator LIEBHERR R 924. Masina kaal 27 tonni. Noole pikkus 3 m. Maksimaalne kaevesügavus 6,8 m. Maksimaalne kaevekaugus 9,95 m. Maksimaalne tõstekõrgus 6,9 m. Mehaaniline lisaseadmete kiirkinnitus. Lindi laius 750 mm. Erisurve pinnasele 0,48 kg/cm². Täismass 27000 kg. Gabariitmõõdud: pikkus 9800 mm. laius 3165 mm. kõrgus 3065 mm. Kaevamiskopp laiusega 1400 mm ja mahuga 1,2 m³. Planeerimiskopp laiusega 2000 mm ja mahuga 1,5 m; [8]
- roomikekskavaator Liebherr R944. Masina kaal 45 tonni. Kaevesügavus 7,15 m. Kaevamise raadius 11,4 m. Gabariitmõõdud: pikkus 11400 mm. laius 3190 mm. kõrgus 3350 mm. [9]

Pinnase teisaldamistöode abitööks objekti piires kasutatakse frontaallaadurit Liebherr L550. Kopp 3,5 m³. Neljaratta vedu. Liigendraam. Masina kaal 18,2 tonni. Kopa tera laius 2,78 m. Kühvli laius 2,68 m. [10]

Kändude äraviimiseks utiliseerimiskohta, ning ehitusjäätmete äraveoks, mille kogunemine võtab aega kasutatakse kallur – multilifti Volvo FM12. Kandevõime 10 tonni. Taha kallutav. Kastid suurusega 15...20 m³. [11]

Pinnase ja täitematerjalide vedudeks kasutatakse kallurautot Mercedes-Benz Actros 41418x4/4. Kandevõime 17,5 tonni. Taha kallutav. Kasti soojendusega. Kasti pikkus 5,3 m. Kasti laius 2,4 m. Kasti kubatuur 13 m³. [12]

Pinnase ja täitematerjalide mehaanilisel tihendamisel kasutatav tehnika:

- maatihendusseade plaatvibraator-maatihendaja, kaaluga 500 kg diiselmootoriga, suuremahulisteks tihendustöödeks;
- maatihendusseade plaatvibraator-maatihendaja, kaaluga 250 kg diiselmootoriga, väiksemamahulisteks tihendustöödeks;
- maatihendusseade plaatvibraator-maatihendaja, kaaluga 150 kg, bensiinimootoriga, drenaažitööde tihendustöödeks.

Vundamendi vaiade ja terassulundseinade paigaldusel kasutatav tehnika [13]:

- vaiapuud BAUER RG 25 S. Masina kaal koos maksimaalse vastukaaluga 99 tonni. Masina kaal koos seadmetega 105 tonni. Transpordipikkus 20,87 m ja transpordikõrgus 30,6 m. Transpordi laius 3,3 m. Roomiku pikkus 5,76 m;

- lisaseadeldis kaeviku toetuse terassulund seinade paigalduseks MPZ 700;
- lisaseadeldis vundamendi vaiaaukude puurimiseks pinnasesse KDK 275, mis on vibraatorseade, mida kasutatakse koos kraanaga sulundseina eemaldusel.

Tõstetöödel kasutatakse autokraanat LIEBHERR LTM 1030. Tõstejõud kuni 30 tonni. Põhinool 9...30 m. Noole lisapikendus kuni 15 m. [14] Masina kaal 24 tonni. Veotelje skeemiks on nelivedu. Maksimaalne kiirus 80 km / h. [15]

Terassulund tugiseinade paigaldus- ja eemaldustöödel kasutatakse pikemate kui 9 m detailide vedudeks DAF FTS 85 (poolhaagis koos hüdrokraanaga). Hüdrotõstuk 35 t/m. JBI topeltkraana + metsaveohaaratsid. Tõstevõime kõrvalt 7 tonni. Noole pikkus 13,5 m, koos JBI topeltkraanaga 23,5 m. Tõstevõime 24,5 m pealt 400 kg. Poolhaagis 12 m. Kande võime 21 tonni. [16]

Vundamendivaiade betoneerimistöödel kasutatav tehnika:

- betoonisegurauto koorma maksimaalse suurusega 7 m³[17];
- madelveok hüdrotõstukiga vaivundamentide armatuurkarkassi kohaletoomiseks objektile. MAN 26.313 - Palfinger PK 18500. Veokast seest 2,48 m * 8,50 m * 0,8 m, taga- ja küljeluugid ning postid eemaldatavad. Kande võime 13 tonni. Auto kabiini taga hüdrotõstuk Palfinger PK 18500D. Maksimaalne tõstevõime 4 tonni. [18]

Tagasitõimetöödel kasutatav tehnika:

- teleskooplaadur MT 1840. Tõstevõimsus kuni 2,3...6,5 tonni. Hea läbivusega ning manööverdusvõimega neljarattaveoline masin. Tõstegraafiku järgselt suudab 700 kg raskust kandamit tõsta ca 13 m kaugusele; [19]
- laadurmasin BobCat 1,8 - 2,3t. Mass: 2268 kg. Max transporditava laadungi mass: 622 kg. Laius (koos frontaalkopaga): 1560 mm. Pikkus (koos frontaalkopaga): 3061 mm. Torkekindlad rehvid. Sõidukiirus: 10,6 km/h. [20]

3.5. Mulla- ja vaiatööde tehnilised kirjeldused ning ehitustehnika ja selle vajaduse leidmine

3.5.1. Tööd takistavate puude eemaldus, kändude väljajuurimine ja utiliseerimine

Eemaldatakse otseselt ehitatava hoone alt ja ümbrusest ca 20 puud, mis takistavad ehitusprotsessi. Mahavõetud puud tükeldatakse 2 m pikkusteks ja antakse võimalus küttepuid vajavatel inimestel need tasuta ära viia, eelnevalt kooskõlastades seda objektijuhiga. Kännud juuritakse kopaga pinnasest välja ja teisaldatakse selleks tellitud jäätmete konteinerisse ning lastakse teenustööna jäätmekäitlejal utiliseerida. Samuti utiliseeritakse eelkirjeldatud meetodil võsa. Laadur – kopa teenus ostetakse sisse.

Vajaliku ehitustehnika arvutus :

- rataslaadur – ekskavaatori vajadus:

Kännu juurimise ja teisaldamise ajanorm koos konteinerisse laadimisega 1 känd/h. Kändude arv on 21 kändu. Arvestuslik objekti kaugus masinapargist 15 km. Keskmine kopa sõidukiirus 20 km/h.

Kokku laadur – ekskavaatori töötunde = $1,0 \text{ känd/h} * 21 \text{ kändu} + 30 \text{ km} / 20 \text{ km/h} = 24 \text{ h}$.

- jäätmekonteiner 15 m³ multilift vajadus:

Konteineri transport objektile kaugusega 6 km ja äraviimine ehitusprügilasse kaugusega 6 km. Ehitusjäätmete veoga tegeleva ettevõtte andmetel Tallinna linna piires on ühe konteineri objektile toomise ja äraviimise maksumus kokku 75 € + km. Kännu orienteeruv kaal on ca 200 kg = 0,2 tonni. Kändude utiliseerimine 25 € + km ühe tonni kohta [21]. Arvestatud on, et kümme kändu mahub ühte konteinerisse. Lisaks tuleb arvestada võsa äraviimiseks ja utiliseerimiseks ca neli lisakonteinerit keskmise maksumusega 120 € + km konteineri kohta.

Kokku jäätmekonteineri kulu kändude utiliseerimiseks ja võsa äraviimiseks = $21 \text{ kändu} * 0,2 \text{ tonni} * 25 \text{ €} + 2 \text{ konteinerit} * 75 \text{ €} + 4 \text{ konteinerit} * 120 \text{ €} = 735 \text{ €} + \text{km}$.

3.5.2. Olemasolevate puude kaitsmine laudadega

Kaitstakse allesjäävate puude tüved 2 meetri kõrguseni maapinnast, kasutades selleks ehituslikku lauda. Lauad ühendatakse omavahel metallist perfolindiga. Puude tüvedesse kinnitusvahendite paigaldamine ja muul moel puude vigastamine on keelatud. Kaitstavaid puid on 3 tk. Puude ümbermõõt ca 1,6 m.

3.5.3. Märke ja mõõtetööd enne mullatööde algust

Esimese tööna, enne kõiki töid, märgitakse maha orienteeruvad hoone aluse ja kasvupinnase eemaldamise piirid. Pannakse paika ja märgitakse maha hoone $\pm 0,00$ kõrgusmärk. Kasutatakse geodeesia firma teenust, kelle ülesanne on siduda digitaalselt asendiplaan antud teenuse koosseisus.

Geodeetide poolt tehtavad mõõtmised ja sellega seonduv tööjõud ostetakse teenusena sisse.

3.5.4. Kasvupinnase eemaldamine ja killustikaluse ehitus

Eemaldatakse huumust sisaldav ca 0,8 m paksune kasvupind hoone ehitusaluse pinna alt ning 10...13 m laiuselt ümber hoone ehitusaluse pinna perimeetri. Lisaks eemaldatakse kasvupinnas ka tulevaste objekti krundil rajatavate teede ja killustikalade aluspindade alt. Kasvupinnase eemaldamine on vajalik järgneva tööna rajatava killustikaluse killustiku sängitamiseks. Hoone ümbert sellise suurusega killustikala loomine on põhjendatud sellega, et killustikalus tuleks hiljem rajatavate teede alla rajada. Samas, on ehitustööde teostamisel vaja ümber hoone, tugevat pinnast, mis kannaks erinevat ehitustehnikat, milledeks on antud tehnoloogiakaardi tööde teostamisel eelkõige vaiapuuri- ja sulundseina paigaldusmasin ning betoonitööde masinad.

Eeldatakse, et kasvupinnas viiakse objektilt ära ja utiliseeritakse. Sellise eeldusotsuse tagamaaks on teadmine, et kasvupinnaseks pole korralikkude näitajatega muldkeha vaid rohkelt põõsajuuri sisaldav huumusvaene pinnas, mis hilisemaks haljastuseks vaevalt sobib. Kui tööde käigus selgub, et antud pinnas pole nii väheväärtuslik, tuleb tööde ajal langetada otsus ja osaliselt pinnase sobivusel see objektile ladustada.

Kasvupinnase koorimist alustatakse krundi Rästa tänava poolt ja liigutakse järjest Tedre tänava poole. Kaevavad kaks roomikekskavaatorit korraga kõrvuti paralleelselt. Kuna ühe ekskavaatori kaevahaardeks on ca 10 m lai sektor siis katavad kõrvuti töötavad ekskavaatorid praktiliselt kogu kaevatava pinna laiuse. Samaaegselt pinnase koorimisega, laadivad ekskavaatorid väljakaeve peale seda äraviivatele veokitele. Veokid viivad pinnase utiliseerimiseks 6 km kaugusel asuvasse Slops OÜ ehitusjäätmete käitluskohta Maleva tänav 4. Pärast utiliseerimisele viidava pinnase mahalaadimist, võtavad veokid jäätmekäitluskohast peale seal müüdavat betoonkillustikku, fraktsiooniga 32...64 mm ja toovad selle objekti krundile. Killustik kallutatakse maha alasse, kust kasvupinnas on juba eemaldatud. Ekskavaatorid ajavad selle omakorda koheselt laiali. Planeeritav killustikukihi paksus on 400 mm. Killustikaluse paksus on teadlikult valitud pool väljakaevatud kasvupinnase kihi paksusest, et jääks ruumi ka pärast rajatavate teede tasanduskillustike ja teede viimistluste jaoks. Laialiaetud killustikukiht tihendatakse suurekaalulise (vähemalt 500 kg) plaatvibraator maatihendajaga. Tihendamine viiakse läbi töö produktiivsuse huvides kahe maatihendajaga korraga. Killustiku tihendamine toimub paralleelselt killustiku paigaldusega. Maatihendajate vajaduse päevades määrab ekskavaatorite tööjõudlus.

Antud meetod aitab rahalise ja ajalisi ressursse kokku hoida, sest:

- veokid teevad ilma koormata minimaalses koguses tühje sõite;
- järk - järguliselt kasvupinnase väljakaevetega samaaegselt tekkiv killustikala, on tugevaks aluspinnaks veokitele;
- inimressursse hoitakse kokku, kuna samaaegselt teiste töödega tehakse killustikaluste tihendustööd.

Pinnase eemaldusmahtude ja killustiku mahu arvutus:

- väljakaevatava pinnase maht = $4039 \text{ m}^2 * 0,8 \text{ m} = 3231 \text{ m}^3$;
- pinnase mahukaal $\approx 1,2 \text{ tonni/m}^3$ [22];
- väljakaevatava pinnase kaaluline maht = $3231 \text{ m}^3 * 1,2 \text{ tonni/m}^3 = 3877 \text{ tonni} \approx 3900 \text{ tonni}$;
- paigaldatava killustiku maht = $4039 \text{ m}^2 * 0,4 \text{ m} = 1615 \text{ m}^3$;
- killustiku mahukaal $\approx 1,3 \text{ tonni/m}^3$ [23];
- paigaldatava killustiku kaaluline maht = killustiku maht $1615 \text{ m}^3 * \text{killustiku erikaal } 1,3 \text{ t/m}^3 * \text{tihendamise koefitsent koguselise mõistes } 1,7 = 3569 \text{ tonni} \approx 3600 \text{ tonni}$.

Suur tihendamise koefitsent ehk ülekao protsent on määratud antud töö autori kogemustest lähtuvalt ja on tingitud järgnevatest teguritest:

- olemasolevasse aluspinnasesse tihendamiseks sisseminev osa;
- kaevapiiride ebaühtlus. Kunagi ei ole kaevik täpsete plaaniliste mõõtudega vaid varieerub tavaliselt psuuremaks;
- tihendamisel killustiku mahukaal kasvab võrreldes puistetihedusega.

Vajaliku ehitustehnika arvutus:

- 1) roomikekskavaatori LIEBHERR R 924 R töökiirus kasvupinnase koorimisel koos väljakaevet pealelaadimisega veokitele on eeldatavalt 3 min/m^3 . Roomikekskavaatori eeldatavate töötundide vajadus pinnase koorimiseks = pinnase maht 3231 m^3 / kaevekiirus $20 \text{ m}^3/\text{h} = 161,6 \text{ h} \approx 162 \text{ h}$;
- 2) roomikekskavaatori vajaduse leidmisel killustikaluse ehituseks arvestatakse LIEBHERR R 924 R veokitelt mahakallatud killustiku laialiajamiseks ja planeerimiseks, keskmist töökiirust $25 \text{ m}^3/\text{h}$. Roomikekskavaatori eeldatavate töötundide vajadus killustikaluse ehituseks = killustiku maht 1615 m^3 / keskmise töökiirusega $25 \text{ m}^3/\text{h} \approx 65 \text{ h}$;

Kokku roomikekskavaatori LIEBHERR R 924 R vajadus pinnase koorimiseks ja killustikplatsi ehituseks = 227 h.

Kasvupinnase koorimise ja killustikplatsi ehitustööde kestvus kokku = $(162 \text{ h} + 65 \text{ h}) / 2 \text{ ekskavaatorit} / 8 \text{ h} = 14 \text{ päeva}$, kaheksa tunni kestvusega.

- 3) kallurauto Mercedes-Benz Actros vajadus kasvupinnase äraveoks:

- koormate kogus = $3900 \text{ tonni} / \text{kallurauto kandevõime } 17,5 \text{ tonni} = 222,85 \approx 223 \text{ autokoormat}$;
- transpordiks kuluv aeg = $\text{kilometraaz ühe koorma kohta } 12 \text{ km} * 223 \text{ koormat} / \text{keskmise sõidukiirus } 40 \text{ km/h} = 66,9 \text{ h} \approx 67 \text{ h}$;
- koormate pealelaadimise aeg objektil = $(\text{maksimaalne koorma maht } 17,5 \text{ tonni} / \text{ekskaatori pealelaadimis- ja kaevekiirus } 24 \text{ tonni/h}) * \text{koormate kogus } 223 = 162,6 \approx 163 \text{ h}$. (ühe koorma kohta $\approx 44 \text{ min}$);
- objektil kallurauto manööverdamise aeg = $5 \text{ min} * 223 \text{ koormat} = 1115 \text{ min} \approx 18,5 \text{ h}$;
- utiliseerimispunktis mahalaadimisaeg koos kaalumiseaeg = $15 \text{ min} * 223 \text{ koormat} = 3345 \text{ min} \approx 56 \text{ h}$;

- 4) kallurauto Mercedes-Benz Actros vajadus killustiku veoks:

- koormate kogus = $3600 \text{ tonni} / \text{kallurauto kandevõime } 17,5 \text{ tonni} = 205,71 \approx 206 \text{ autokoormat}$;

- transpordiks kuluv aeg = kuna killustiku jaoks eraldi reisi ei tehta, vaid killustik tuuakse tagasi tulles utiliseerimispunktist, siis eraldi sõiduaega ei ole vaja arvestada;
- koormate pealelaadimise aeg koos kaalumiseaega = 15 min * 223 koormat = 3345 min $\approx$ 56 h;
- koormate mahalaadimisaeg objektil = 5 min * 223 koormat = 1115 min $\approx$ 18,5 h;
- objektil kallurauto manööverdamise aeg = 5 min * 223 koormat = 1115 min $\approx$ 18,5 h.

Kokku kallurauto eeldatavad töötunnid seoses kasvupinnase äraviimisega ja killustiku toomisega = 397,5 h.

Kallurauto tsükli ajaline kestvus määratakse valemiga: (3) [24]

(3)

$$t_t = t_1 + \frac{120 \cdot l}{V_k} + t_2 + t_m,$$

kus: t_1 - laadimiskestvus min;

l – veokaugus km;

t_2 - mahalaadimiskestvus min;

t_m - manööverdusaeg min;

V_k - keskmine kiirus km/h

Vastavalt valemile 3, on leitav kallurauto koorma ajalise tsükli kestvus:

$$t_t = (44 + 15) + \frac{120 \cdot 6}{40} + (5 + 15) + (5 + 5) = 107 \text{ min.}$$

$$\text{Kontroll} = 107 \cdot 223 / 60 = 397,68 \approx 397,5 \text{ h.}$$

Kallurautode arvuline vajadus tööde teostuseks = kallurauto tunnid kokku 397,5 h / roomikekskavaatorite töökiirusest tingitud tööde kestvus / (162 h + 65 h) / 2 = 3,5 $\approx$ 4 veokit. Kuna 3,5 moodustab 4- ja 87,5% siis tuleb eelarves arvestada veoki kuludele lisakulu 12,5% $\approx$ 13%. Veokitele arvestatud lisakulu lisamata jätmisel ja veokite vajaduse ümardamisel vähemuse suunas, tuleb arvestada muu tehnika lisatöötundidega nagu näiteks pikeneb roomikekskavaatori tööaeg.

Ülalolevas viimases arvutustehtes on roomikekskavaatori tunnid jagatud kahega kuna töötab korraga kaks ekskavaatorit, mis tõstab topelt töökiirust.

- 5) Maatihendusseadmete vajadus, killustikaluste ehituseks arvutuse aluseks, on orienteeruv töökiirus operaatoriga plaatvibraator maatihendaja puhul 12 m³/h, seega kujuneks 1615 m³ tihendamiseks ühe masinaga ca 135 h. Kuna roomikekskavaatorite töödeks kuluv aeg on kahe ekskavaatori puhul kokku ca 114 h siis ühest maatihendusaparaadist jääb väheks. Määravaks saab ekskavaatorite töökiirus ning tööle rakendatakse kaks maatihendusseadet, mida kasutatakse kogu töö vältel.

Kvaliteet tagatakse:

- kaevepiiride kontrolliks jälgida kaeveplaani ja geodeetide mahamärkeid;
- kõrgusmärkide ja killustikukõrguse kontrolli kvaliteedi tagamise meetod on pidev nivelliiriga kontroll;
- killustikaluste tihenduskoeffitsient $D_t = 95$;
- teostatavatel kasvupinnase töödel järgitakse Maa Ryl 2010, Ehitustööde kvaliteedi üldnõuded, Hoone ehituse pinnasetööd, lk 72, peatükk 2221 „Kasvukihi eemaldamine“.

3.5.5. Märketarade ehitus ja hoone telgede märketööd

Ehitatakse vajalikud märketarastikud. Tarad ehitatakse vastavalt, et oleks tagatud piisav tugevus töödeagseks kasutuseks. Kaldtoed vertikaalsetel „tarajalgadel“ on kohustuslikud. Rõhtsed tarade märkelauad on kohustuslik panna nivelleeritult ühele kõrgusele, mis võiks asetseda 100 mm kõrgemal vundamendi 0,00– list, et tagada teljenõõride kasutamine kuni 0 tsükli tööde lõpuni.

Taradele märgitakse täpsed telgede asukohad, kusjuures on nõutav, lisaks märkepunkti märkimisele, koheselt märkepunkti paigaldada kruvi, vältimaks märkepunkti võimalikku kustumist ilmastiku tõttu, samas kruvi jääb kinnituseks teljenõõridele.

Samuti märgitakse antud tööde koosseisus maha teraselementidest sulundseina paigalduse piirid.

Geodeetide poolt tehtavad mõõtmised ja sellega seonduv tööjõud ostetakse teenusena sisse.

Kvaliteet tagatakse:

- telje omavaheliste mõõtude kontrollmõõtmistega ja vastavuskontrolliga projekti suhtes;
- tellitakse geodeetide töö kontrolliks kontrollmõõtmised mõnest teisest geodeetilisi mõõtmisi teostavast ettevõttest.

3.5.6. Terassulund tugiseina paigaldustööd

Vundamendi kaeviku toetuse lahenduseks tuleb teostada projekteerijal toetusseinte projekt. Projektis võtta aluseks OÜ REI Geotehnika töö nr 3316-13 esitatud pinnase andmed. Kuna pinnas käsitletaval objektil, koosneb põhiliselt liigmärjast tolmlüvast ja voolavatest savidest siis võib eeldada, et kaeviku tugiseinad tuleb tingimata toetada ülemises osas horisontaaljõudude vastu ca 600 mm diameetriga metallist toruprofiil tugelega. Tugele paigalduseks keevitatakse sulundseina külge horisontaalne metallist karpraud. Tugele eeldatava sammu võib võtta 6 m [25]. Täpse tugele sammu, toe profiili ja karpraua profiili ning nende kinnituskõrguse terassulundi külge, määrab projekteerija. Mainitud tugele paigalduse teostamiseks kasutatakse autokraanat, toed paigaldatakse vundamendi auku väljakaevamise ajal. Horisontaaltugele eemaldamisel, kasutatakse tõsteseadeldisena juba objekti statsionaarset kraanat. Statsionaarse kraana paigaldusega võib alustada alles pärast süvendi tugiseintele tugele paigaldamist vältimaks pinnases tekkivat lisasurvet kaeviku tugiseintele, mis ilma lisatugeledeta tekkivaid koormusi eeldatavasti vastu ei võta. Eelkirjeldatud sulundseinte toed tuuakse objektile 12 m pikkustena ja keevitatakse objektile kohapeal kaks detaili omavahel kokku, et saavutada nõutud ca 24 m pikkune toedetaili pikkus. Vundamendi kaeviku toetuse võimaldamiseks paigaldatakse pinnasevee läbilaskvust takistav lukkühendusega terassulundseina detailid. Sulunddetaili pikkus eeldatavalt 11...12 m ja kasulik laius 0,6 m [25]. Täpse terassulundi elemendi süvispikkuse määrab projekteerija. Ilmselt tuleks terassulundseina ülemise serva kõrgusjoon jätta hoone nullist ca 1 m kõrgemale, et sulundseina külge paigaldatavad horisontaal abitoed ei jääks takistama vundamendi seinte ehitamist. Vundamendi sokliseinte esimene kõrguslik horisontaalne töövuuk asub hoone nullist 750 mm madalamal, seega jääks horisontaaltugele paigalduseks kõrguslikku varu ca 1,7 m. Sulundsein paigaldatakse sama masinaga, millega hiljem teostatakse vaiasüvendi puurimistöö. Masinaks sobib näiteks BAUER RG 25 S, kasutades lisaseadet MPZ 700, mis paigaldab elemente pinnasesse surumise meetodil [13]. Kuna nimetatud masinsümbioos, vastavalt antud töö peatükis 7.4. kirjeldatud andmetele, suudab

paigaldada terastugiseina elemente pikkusega kuni 25 m siis võib selle masina kasutamist pidada eeldustele vastavaks.

Terassulundsein on määratud eemaldada meetodil autokraanaga või roomikkraanaga, koos vibroseadmega. Sulundseina eemaldusega võib alustada alles pärast vundamendi välise tagasitäite teostamist.

Lisaks masina operaatorile on vaiatöödel kaheliikmeline tööliste koosseis, kes tropivad elemente ja paigaldavad mõõteliine.

Sulundseina plaaniline asetus on näidatud käesoleva töö graafilises osas joonise kaks alajoonisel "Sulundseina paigaldus"

Vajaliku ehitustehnika arvutus:

- 1) vaiapaigaldusmasin BAUER RG 25 S, kasutades lisaseadet MPZ 700, tööjõudlusega 20 sulundseinadetaili / 8 h [25], kuna üks sulundseinadetail annab tugiseina paigalduspikkust 0,6 m siis on sulundseina paigalduskiiruseks 12 m 8 h tööpäeva jooksul;

Kokku vaiapaigaldusmasina eeldatav vajadus sulundseina paigalduseks = sulundseina perimeeter 184 m / paigalduskiirus 12 m / 8 h = 15,33 tööpäeva $\approx$ 123 h.

- 2) veoki DAF FTS (poolhaagis koos hüdrokraanaga) vajadus terassulund detailide objektile toomiseks:

- veoki ühe koorma mahutavus = 24 sulunddetaili koorma kohta [25];
- veoki koormate arv seotult sulunddetailide toomisega = 307 tk / koorma mahutavus 24 tk = 12,79 $\approx$ 13 koormat;
- pealelaadimine laos = 15 min/koorem * 13 koormat = 195 min $\approx$ 3,5 h;
- trantspordiks kuluv aeg = eeldatav kilometraaž ühe koorma kohta 20 km * 13 koormat / keskmine sõidukiirus 40 km/h = 6,5 h;
- objektil veoki manööverdamise aeg = 5 min. * 13 koormat = 65 min $\approx$ 1 h;
- mahalaadimine objektile = 15 min/koorem * 13 koormat = 195 min $\approx$ 3,5 h.

Kokku veoki DAF FTS eeldatav vajadus sulundi detailide toomiseks = 14,5 h.

Veoki DAF FTS vajadus kokku terassulundite toomiseks objektile ja äraviimiseks objektilt = 14,5 h * 2 = 29 h.

3) veoki DAF FTS (poolhaagis koos hüdrokraanaga) vajadus horisontaalvööde (sulundseina tuge alusvööde) toomiseks objektile:

- veoki koorma mahutavus = 10 metallist vöödetaili (12 m pikad) koorma kohta [25];
- veoki koormate arv seotult sulunddetailide toomisega = (sulundseina perimeeter 184 m / vöödetaili pikkus 12 m) / koorma mahutavus 10 detaili = $1,6 \approx 2$ koormat;
- pealelaadimine laos = 15 min/koorem * 2 koormat = 30 min $\approx 0,5$ h;
- transpordiks kuluv aeg = eeldatav kilometraaž ühe koorma kohta 20 km * 2 koormat / keskmine sõidukiirus 40 km/h = 1 h;
- objektil veoki manööverdamise aeg = 5 min. * 2 koormat = 10 min $\approx 0,1$ h;
- mahalaadimine objektil = 15 min/koorem * 2 koormat = 30 min $\approx 0,5$ h.

Kokku veoki eeldatav vajadus vööde toomiseks = 2,6 h ≈ 3 h.

Veoki DAF FTS vajadus kokku horisontaalvööde toomiseks objektile ja äraviimiseks objektilt = 3 h * 2 = 6 h.

4) veoki DAF FTS (poolhaagis koos hüdrokraanaga) vajadus sulundseina toedetailide toomiseks objektile:

- veoki koorma mahutavus = 7 metallist toedetaili (12 m pikad) koorma kohta[25];
- 12 m pikkuste toedetailide arv = (kaevikuserva pikkus 68 m / toedetailide samm 6 m) * 2 ≈ 24 detaili;
- veoki koormate arv seotult toe detailide toomisega = 24 detaili / koorma mahutavus 7 tk = $3,42 \approx 4$ koormat;
- pealelaadimine laos = 15 min/koorem * 4 koormat = 60 min ≈ 1 h;
- transpordiks kuluv aeg = eeldatav kilometraaž ühe koorma kohta 20 km * 4 koormat / keskmine sõidukiirus 40 km/h = 2 h;
- objektil veoki manööverdamise aeg = 5 min. * 4 koormat = 20 min $\approx 0,5$ h;
- mahalaadimine objektil = 15 min/koorem * 4 koormat = 60 min ≈ 1 h.

Kokku veoki eeldatav vajadus toedetailide toomiseks = 4,5 h ≈ 5 h.

Veoki DAF FTS vajadus kokku toedetailide toomiseks objektile ja äraviimiseks objektilt = 5 h * 2 = 10 h.

5) autokraana LIEBHERR LTM 1030 vajadus sulundseina toedetailide paigalduseks:

- autokraana vajadus on seotud detailide paigalduse inimtööjõu kiirusega, milleks on sulundseinte tugede paigaldusel eeldatavalt 1,2 h/jm[26];
- inimtunde seotult sulundseina toestamisega = sulundseina pikkus 184 m * 1,2 = 220,8 ≈ 221 h. Tööde teostus brigaadis on neli töötajat, kellest kaks on keevitajad ja kaks on troppijad- paigalduse abistajad.

Kokku autokraana vajadus toedetailide paigalduseks = 221 h / 4 inimest = 55,25 h ≈ 7 tööpäeva.

- 6) autokraana LIEBHERR LTM 1030 vajadus sulundseina paigaldusaegseteks tõstetöödeks nagu näiteks sulundidetailide tõstmine paigaldusmasinani vajadus on seotud sulundseinadetailide paigalduse ajaga, milleks on eelnevalt antud töö koosseisus tehtud arvutustele 123 h ≈ 15,5 tööpäeva;
- 7) autokraana LIEBHERR LTM 1030 koos vibroseadmega vajadus sulundseina eemalduseks vajadus on seotud sulundseinadetailide eemaldamise töökiirus ajaga, milleks on eelnevalt antud töö koosseisus tehtud arvutustele 123 h ≈ 15,5 tööpäeva.

Kvaliteet tagatakse:

- tugiseinte paigalduse ajal liinjoone pidev kontrollmõõtmine, võttes aluseks käesoleva töö graafilises osas joonise kaks alajoonisel "Sulundseina paigaldus" antud kaugusmõõdud hoone telgedest (teljed: 1; 23; A; K). Vajadusel ehitatakse ajutised märketarad, kuhu saab paigaldada nõõrliini määramaks kaeviku servajoont;
- tööde teostusel järgitakse standardis EVS-EN 12063:2001 "Execution of special geotechnical work - Sheet-pile walls" toodud nõudeid;
- tugiseinte projekt peab vastama EVS-EN 1997-1:2005+NA:2006 "Eurokoodeks 7: Geotehniline projekteerimine. Osa 1: Üldeeskirjad" ja EVS-EN 1997-2:2007+NA:2008 "Eurokoodeks 7: Geotehniline projekteerimine. Osa 2: Pinnaseuuringud ja katsetamine" esitatud nõuetele.

3.5.7. Vaiatööd

Vaiatööde aluseks on Pikoprojekt OÜ poolt koostatud projektdokumentatsioon töö nr 681/2013 „Vaiaplaan“ milles on ära määratud ka vaia armeering, betooni mark ning eeldatav pikkus. Kokku on projektis määratud ehitada 144 raudbetoon vaivundamenti diameetriga 450 mm. Armatuurikarkass valmistatakse keevitatud liidete meetodil rauatöödega tegeleva ettevõtte töökojas ja tarnitakse veomasinaga objektile. Vastavalt eeltoodud vaiatööde projektile peaks paigaldama pinnast tihendava vaiatüübi niinimetatud „Fundex“ vaia. Vaiasüvendi puuraugu sügavus on maapinnast vastavalt Pikoprojekt OÜ poolt koostatud projektdokumentatsioon töö nr 681/2013 „Vaiaplaan geoloogiline lõige“ esitatule 26 m. Arvestama peab võimaliku suurema vaiasüvendi sügavuse tekkimise võimalusega (vaia pikkuste varieerumisega seoses moreenpinnase looduslikust tegelikust sügavusest iga vaia all) olenevalt tööde käigus selguvale olukorrale, sest vai tuleb süvistada kandvasse kõva moreeni kihti minimaalselt 4 vaia diameetri sügavusse. OÜ REI Geotehnika töö nr 3316-13 esitatud andmetele tuginedes on tegemist vaiatööde mõistes kõrge pinnasevee tasemega (1,25...1,3 m) ja pinnasekihtides on esindatud erinevad „pehmed“ savid. Eeltoodule on vaiatööde tegemisel oht pinnasevee sissetungimisele puurauku tööde ajal mistõttu võib tekkida puuraugu põhja puhastusega probleeme.

Projektis on viidatud vaiatüübile, milleks sobiks pinnast tihendav kohtvaiatüüp FDP (ingl. k. Full Displacement Pile). Antud vaiatüüp oleks hea valik vähese vibratsiooni ja vaia rajamise aegse manteltoru tõttu, kuna manteltoru takistaks võimalikku pinnasevee sissetungi vaiaauku. Probleemiks on aga asjaolu, et vaiahülssi sissesurumisel väga plastsesse pinnasesse (mida antud juhul voolav savi ongi) on raske tagada nõuetekohast vaia vertikaalloodsust, mida on parem tagada sissepuuritavate puuraukude või kruvipuuraukude vaiatüüpidega. [27]

FDP vaiatüübi rajamise kahjuks räägib ka asjaolu, et masinale Bauer RG 25 S paigaldatav lisaseade suudab tagada vaiasügavuse kuni 22 m [13]. Vajadus on vaiasügavuse 26 m saavutamiseks maapinnast mõõdetuna.

Eelnevale infole tuginedes võiks kohtvaiade rajamiseks kasutada „pideva spiraalpuuriga“ vaiapaigaldussüsteemi ehk CFA (ingl. k. Continuous Flight Auger) meetodit. Masinaks sobib näiteks BAUER RG 25 S, kasutades lisaseadet KDK 275, millega on võimalik rajada vaia puurauku puhastatud sügavusega kuni 28,4 m [13]. Majanduslikuks eeliseks on sama masina (BAUER RG 25 S) kasutamine, nii sulundseinade paigaldusel kui vaiatööde tegemisel, mis annab

majandusliku kokkuhoiu masina transpordi arvelt. CFA vaiameetod on vibratsioonivaba ning sobib kasutamiseks praktiliselt kõikides pinnasetüüpides [28].

Enne vaiatööde algust tellitakse geodeetiline teenustöö ja paigaldatakse tulevaste vaiade mahamärked. Mahamärked tähistatakse puidulattidest tehtud tokkidega. Teine võimalus on vaiatööde ajal telgede nõõrliinide rajamine ja nende kasutamisel vaiakohtade määramine, mida pigem võiks kasutada siiski tööde mõõtetäpsuse kontrolliks. Vaiatöödega alustatakse teljel 1 asuvate vaiade rajamisega ja liigutakse paralleelselt A ja K telgedega Rästa tänava poole.

Tööde käigus esimeseks tööks on vaiapuurmasina poolt spiraalse keermega toru süvistamine pinnasesse kuni projektis ettenähtud sügavusnõude saavutamiseni. Järgmiseks tööks on süvistatud spiraaltoru aeglane üleskeeramine ning samaaegselt surutakse läbi toru otsas asuva avavuse vaiasüvendisse betoon. Betoneerimise kiirus ja toru eemaldamise kiirus peavad olema sünkroonis, vältimaks pinnase sissetungimist puurauku. Betoneerimiseks kasutatakse betoonipumpa, mis on vaiapuurmasina koosseisus. Betoon tuuakse segusõlmest kohale betoonimikseriga ehk segurautoga. Pärast betoneerimist eemaldatakse ekskavaatoriga koheselt väljakruvitud pinnas koos betooni jääkidega ning paigaldatakse veoki kasti. Viimaseks tööks on armatuurkarkassi sissevibreerimine värskesse betooni, mida tehakse vahetult pärast spiraalpuuri eemaldamist ja betoneerimise lõpetamist. [28]

Vaiatööde lõppemisel viiakse vaiapuurmasin objektilt minema. Armatuurikarkassi tellides tuleb arvestada sellise armatuurkarkassi lisapikkusega, et karkass ulatuks ülemisest kõrgusest karkassi projektkõrguseni pinnases Üleliigsed osad vaiapeadel eemaldatakse hiljem, koos vundamendiaugu kaevetöödega.

Vaiatööde mahtude arvutus:

- rajatavate vaiade arv vastavalt projektile on 144 tk ja läbimõõt 450 mm ning vaia pikkus ca 26 m;
- vaiade rajamiseks vajalik betoonikogus $= \pi * (0,45 \text{ m} / 2)^2 * 26 \text{ m} * 144 \text{ tk} = 595,45 \approx 605 \text{ m}^3$ (ühe vundamendi vaia rajamiseks $4,13 \approx 4,2 \text{ m}^3$ betooni);
- vaiaaugust väljakruvitud pinnase mahukaal $= 1,8 \text{ tonni/m}^3$ [22];
- vaiaaugust väljakruvitud pinnase kogukaal $= 1,8 \text{ tonni/m}^3 * 4,2 \text{ m}^3 * 144 \text{ tk} = 1088,6 \text{ tonni} \approx 1100 \text{ tonni}$;
- armatuuri meetrimassid [29]:
 - 16 mm armatuur 1,58 kg/m;

- 6 mm armatuur = 0,222 kg/m.
- armatuurkarkassi kaal = 6 tk * 9m * 1,58 kg + 18 tk * 1,3 m * 0,222 kg = 90,5 kg (armatuurikarkass arvestatud 9 m pikkuseks, sest see peab ulatuma killustikpinnani);

Vajaliku ehitustehnika arvutus:

- 1) vaiapuurmasin BAUER RG 25 S, kasutades lisaseadet KDK 275. Töökiirus 6 vaia/8 h = 1,33 vaia/h [27];

Vaiapuurmasina vajadus kokku vaiatöödel = 144 vaia * 1,33 = 192 h = 24 tööpäeva.

- 2) „LIEBHERR R 924 R“ roomikekskavaatori vajadus vaiaaugust väljakrubitava pinnase teisaldamiseks veoki kasti = vaiapuurmasina töökiirus = 192 h. Kuna ekskavaatori töökiirus ületab tegelikult kordades vaiapuuri poolt tekitava väljakrubitud pinnase tekkekiiruse siis kasutatakse ka ekskavaatorit armatuurkarkassi objektil laialijaotamistöödeks (objekti ladustuskohast iga vaia või vaiagrupi juurde);

Kokku roomikekskavaatori vajadus vaiatöödel = 192 h.

- 3) Kallurauto Mercedes-Benz Actros vajadus väljakrubitud pinnase äraveoks:

- koormate kogus = 1100 tonni / kallurauto kandevõime 17,5 tonni = 62,85 ≈ 63 autokoormat;
- transpordiks kuluv aeg = kilometraaz ühe koorma kohta 12 km * 63 koormat / keskmine sõidukiirus 40 km/h = 18,9 h ≈ 19 h;
- koormate pealelaadimise aeg objektil = (maksimaalne koorma maht 17,5 tonni / vaiapuuri töökiirus 5,72 tonni/h) * koormate kogus 63 = 192,7 ≈ 193 h. (ühe koorma kohta ≈ 184 min);
- objektil kallurauto manööverdamise aeg = 5 min. * 63 koormat = 315 min ≈ 5,25 h;
- utiliseerimispunktis mahalaadimisaeg koos kaalumisega = 15min * 63 koormat = 945 min ≈ 16 h.

Kokku kallurauto eeldatavad töötunnid seoses väljakrubitud savipinnase äraaviimisega ≈ 233 h.

Kallurautode arvuline vajadus tööde teostuseks = kallurauto tunnid kokku 233 h / vaiapuuri töökiirusest tingitud tööde kestvus 192 h = 1,21 ≈ 2 veokit. Kuna 1,21 moodustab 2- ja 60% siis tuleb eelarves arvestada veoki kuludele lisakulu 40%. Veokitele arvestatud lisakulu lisamata jätmisel ja veokite vajaduse ümardamisel vähemuse suunas, tuleb arvestada muu tehnika lisatöötundidega nagu näiteks pikeneb vaiapuuri ja roomikekskavaatori tööaeg.

4) Madelveoki vajadus armatuurkarkassi veoks:

- 1) madelveok hüdrotõstukiga vaivundamentide armatuurkarkassi kohaletoomiseks objektile. MAN 26.313 - Palfinger PK 18500, kasti ristlõikepindalaga $\approx 2 \text{ m}^2$, kuna eeldatavasti saab madelautole peale laadida koormarihmadega kinnitatud koorma, mis on oma ristlõikelt 1,5 korda suurem kasti ristlõikest ehk siis 3 m^2 ;
- 2) madelveoki ühe koorma mahutavus $= 3 \text{ m}^2 / (\pi * 0,225^2) = 18,86 \approx 19$ armatuurkarkassi koorma kohta;
- 3) madelveoki koormate arv seotult armatuurkarkassi toomisega $= 144 \text{ tk} / 19 \text{ tk} = 7,57 \approx 8$ koormat;
- 4) pealelaadimine tehases $= 15 \text{ min/koorem} * 8 \text{ koormat} = 120 \text{ min} \approx 2 \text{ h}$;
- 5) transpordiks kuluv aeg $= \text{kilometraaz ühe koorma kohta } 10 \text{ km} * 8 \text{ koormat} / \text{keskmine sõidukiirus } 40 \text{ km/h} = 2 \text{ h}$ (tarne tehases aadressil Narva mnt 24 a);
- 6) objektil kallurauto manööverdamise aeg $= 5 \text{ min.} * 8 \text{ koormat} = 40 \text{ min} \approx 1 \text{ h}$;
- 7) mahalaadimine objektile $= 20 \text{ min} * 8 \text{ koormat} = 160 \text{ min} \approx 3 \text{ h}$.

Madelveoki vajadus kokku armatuurkarkasside transpordiks objektile $= 8 \text{ h}$.

5) Betoonimikseri 7 m^3 mahutiga vajadus:

- 1) koormate kogus $= 605 \text{ m}^3 / 7 \text{ m}^3 = 86,42 \approx 87$ koormat;
- 2) pealelaadimine tehases $= 15 \text{ min/koorem} * 87 \text{ koormat} = 1305 \text{ min} \approx 22 \text{ h}$;
- 3) transpordiks kuluv aeg $= \text{kilometraaz ühe koorma kohta } 22,6 \text{ km} * 87 \text{ koormat} / \text{keskmine sõidukiirus } 30 \text{ km/h} = 65,54 \text{ h} \approx 66 \text{ h}$ (tarne tehases aadressil Peterburi tee 94);
- 4) objektil kallurauto manööverdamise aeg $= 5 \text{ min.} * 87 \text{ koormat} = 435 \text{ min} \approx 7,5 \text{ h}$;
- 5) mahalaadimine objektile $= 7 \text{ m}^3 / \text{betoneerimise kiirus seotult vaiapuuri töökiirusega } 3,15 \text{ m}^3/\text{h} * 87 \text{ koormat} = 193 \text{ h}$ (2,2 h koorma kohta).

Kokku betoonimikseri eeldatavad töötunnid seoses vaiatöödega $= 288,5 \approx 289 \text{ h}$.

Vastavalt valemile 3, on leitav segurauto koorma ajalise tsükli kestvus:

$$t_t = 15 \text{ min} + (120 * 11,3 \text{ km}) / 30 \text{ km/h} + 133 \text{ min} + 5 \text{ min} = 198,2 \text{ min} \approx 3,3 \text{ h}.$$

Segurautode arvuline vajadus tööde teostuseks $= \text{segurauto tunnid kokku } 289 \text{ h} / \text{betoneerimise kiirus seotult vaiapuuri töökiirusega ajakulu kokku } 193 \text{ h} = 1,49 \approx 2$ veokit. Kuna 1,49 moodustab 2- just 75% siis tuleb eelarves arvestada veoki kuludele lisakulu 25% .

Kvaliteet tagatakse:

- tööde tegemisel järgida standardis EVS-EN 1536:2010 "Execution of special geotechnical work - Bored piles" esitatud eeskirju;
- tuleb tagada pidev mõõtekontroll, et tuvastada vundamendipostide asukoha mõõtevastavus projektile, vajadusel tuleb kasutada geodeetiliste töödega tegeleva ettevõtte abi;
- vaivundamendid tuleb rajada vertikaaltelje suhtes loodselt. Vaivundamendi otsa kõrvalekalle vertikaalsest loodis teljest võib olla kõige enam 2% mõõdetavate punktide vahemaast [30]. Kontrollida saab seda lasernivelliiri vertikaal laserjoone abil, enne vaiapeade eemaldamist;
- tarnitud betooni margi ja omadeuste vastavus projektile kontrollitakse enne mahalaadimist saateleheltselt üle;
- tööde käigus avastatud pinnaseandmete kõrvalekallete esinemisel projektist, tuleb koheselt töö peatada ja esitada muutunud olude raport antud hoone projekteerijale, kellel vajadusel tuleb projekteerida muudatusjoonised.

3.5.8. Vundamendi augu kaevamine

Vundamendi augu kaevamisel kasutatakse kahte roomikekskavaatorit margiga Liebherr R944 (45 tonni). Suurema roomikekskavaatori valik on vajalik suure kaeveraadiuse saavutamiseks. Kuna OÜ REI Geotehnika töö nr 3316-13 esitatud andmetele tuginedes on tegemist väga pehme pinnasega, tuleks vundamendi süvendi väljakaevetööd teostada väljapoolt sulundseina. Kaevatakse korraga kahe roomikekskavaatoriga, millest üks asetseb ühel pool vundamendiauku ja teine teisel pool vundamendi auku. Selgitav joonis käesoleva töö graafilises lisas kaks alajoonisel nimega "Vundamendiaugu kaevetööd". Roomikekskavaator asetseb alati, väljakaevamise tööde ajal, igale kaevepositsioonile liikudes, väljapool kaeviku terassulundseinte piirjoont. Kaeveala peale roomikekskavaatoriga sõitmine ulatuses rohkem kui 1 m on rangelt keelatud, kuna pehme pinnase tõttu, võib masina raskusest tingituna, tekkida pinnase surve liikumine, mis halvimal juhul lükkab vundamendi vaiad paigast ära.

Vundamendi augu välisperimeetri roostvärkide aluse kaevetööd eelnevalt rajatud kaevikuvälisest killustikaluse pinnast on teostatakse -3,9 m. Välimise ringi roostvärki aluspinda, on kõrgusmõõt küll ainult kaevikuvälisest killustikukihist - 3,7 m, kuid kaeve tehakse 0,2 m sügavam, et mahutada roostvärgialune killustikukiht. Samas on osade keskmistele vaiagruppidele toetuvate roostvärkide

aluspind 300 mm sügavam kui välimise perimeetri rostvärkide alused ning konstruktiivpõrandaalune pind jällegi kõrgem rostvärkide alustest pindadest. Kuna väljakaeve ja selle peal asuva kaevikusisese killustikukihi kõrgusjoon on vastavalt projektile muutlik, siis antud töös kasutatakse lihtsustatud väljakaevetõõrõrgust, milleks on võetud -3,9 m kaevikuvälisest eelnevalt ennem rajatud killustikupinnast allapoole. Killustikukihi paksuseks arvestatakse siin töös terve kaeviku põhjapindala katmisega 200 mm paksuse killustikkihiga, millesse rajatakse nagu käesolevas töös ka eelnevalt mainitud, ajutine drenaaž. Kaevikusügavuse ja kaevikusisese killustikukihi täpse lõppkõrguse määramiseks järgida Pikoprojekt OÜ poolt koostatud projektdokumentatsioon töö nr 681/2013 „Rostvärgiplaan“ esitatud rostvärkide aluskõrgusi.

Vundamendi augu kaevetõõd teostatakse kolmekihilisena. Kõigepealt kooritakse kaevealalt kokku sinna eelnevalt paigaldatud killustikukiht. Kooritakse ainult suhteliselt puhas killustik, savi ja huumusega segamini olev killustik kaevatakse välja koos järgneva kihiga. Eeldatav on olemasolevast killustikukihi 400 mm paksusest ca 300 mm killustikukihi puhtalt kättesaamine. Killustik laaditakse koorimise käigus otse kallurautole ja teisaldatakse objekti piires ajutisele ladustamisele. Ajutises ladustuskohas kasutatakse frontaalladurit koormate kokkulükkamiseks ja seeläbi ladustuspinnale kokkuhoideks. Järgmise kihina kaevatakse ära ca 1,7 m pinnasekiht. Seejärel eemaldatakse (lõigatakse) vaiapead tekkinud süvendi 2 m kõrguses osas. Peale teise pinnasekihi väljakaevet, tuleb paigaldada terassulundseintele horisontaalsed lisatoed, millede paigaldustehnoloogiat käsitleb antud töö alapeatükk nr 7.5.6. Enne eelmainitud tuge de paigaldamist on keelatud kaevetõõde edasine tegemine. Järgnevalt kaevatakse vundamendi kaevikust välja kolmas 1,9 m pinnasekiht. Teise ja kolmanda kihi väljakaevatud pinnas laaditakse kaeve käigus otse kallurautodele. Veokid viivad pinnase utiliseerimiseks 6 km kaugusel asuvasse Slops OÜ ehitusjäätmete käitluskohale Maleva tänav 4. Kaeviku kaevetõõde lõpetamise järel lõigatakse ning piigatakse vundamendivaiad projektijärgsesse kõrgusesse.

Roomikekskavaatori kaevekiirusel on arvestatud, et pinnast kaevatakse raskendatud oludes. Väljakaevamistõõde kiiret teostust takistavad vundamendivaiad, mille tõttu tuleb kaevata tavapärasemast väiksema kopamahuga. Samuti on ekskavaatoril vaja palju vahetada kaevepositsioone seoses kolmekihilise kaevamisega ja vaiapeade eemaldustõõga. Järgnevalt arvutustes kasutatud roomikekskavaatori kaevekiirust $10 \text{ m}^3/\text{h}$.

Vundamendi augu väljakaeve mahtude arvutus:

- väljakaevatava ja teisaldatava killustiku mahukaal $\approx 1,3 \text{ tonni/m}^3$ [23];
- väljakaevatava ja teisaldatava killustiku maht $= 1626 \text{ m}^2 * 0,3 \text{ m} = 487,9 \approx 490 \text{ m}^3$;

- väljakaevatava ja teiseldatava killustiku kaaluline maht = $490 \text{ m}^3 * 1,3 \text{ tonni/m}^3 = 637 \text{ tonni}$;
- väljakaevatava loodusliku savipinnase maht = $1626 \text{ m}^2 * 3,6 \text{ m} = 5853,6 \text{ m}^3 \approx 5855 \text{ m}^3$;
- savipinnase mahukaal $\approx 1,8 \text{ tonni/m}^3$ [22];
- väljakaevatava pinnase kaaluline maht = $5855 \text{ m}^3 * 1,8 \text{ tonni/m}^3 = 10539 \text{ tonni} \approx 10540 \text{ tonni}$;
- eemaldatavate raudbetoon vaiaotste kaaluline
maht = $\pi * (0,225 \text{ m})^2 * 3,7 \text{ m} * 2,5 \text{ tonni} * 144 \text{ tk} = 211,84 \approx 212 \text{ tonni}$.

Vajaliku ehitustehnika arvutus:

- 1) roomiekskavaatori Liebherr R944 eeldatavate töötundide vajadus vundamendiaugu pindala ulatuses killustiku koorimiseks = 490 m^3 kaevekiirus koos veokile pealelaadimisega $10 \text{ m}^3/\text{h} = 49 \text{ h}$;
- 2) roomiekskavaatori Liebherr R944 eeldatavate töötundide vajadus vundamendiaugu väljakaevamiseks = pinnase maht 5855 m^3 / kaevekiirus koos veokile pealelaadimisega $10 \text{ m}^3/\text{h} = 585,5 \text{ h} \approx 586 \text{ h}$;

Kokku roomiekskavaatori vajadus vundamendiaugu kaevega = 635 h.

- 3) kallurauto Mercedes-Benz Actros vajadus killustiku objekti piires teisalduseks:
 - koormate kogus = $637 \text{ tonni} / \text{kallurauto kandevõime } 17,5 \text{ tonni} = 36,4 \approx 37 \text{ autokoormat}$;
 - trantspordiks kuluv aeg = kilometraaž ühe koorma kohta $0,2 \text{ km} * 37 \text{ koormat} / \text{keskmise sõidukiirus } 10 \text{ km/h} = 0,74 \text{ h} \approx 1 \text{ h}$;
 - koormate pealelaadimis aeg objektil = (maksimaalne koorma maht $17,5 \text{ tonni} / \text{ekskavaatori pealelaadimis- ja kaevekiirus } 13 \text{ tonni/h}) * \text{koormate kogus } 37 = 49,8 \approx 50 \text{ h}$ (ühe koorma kohta $\approx 81 \text{ min}$);
 - objektil kallurauto manööverdamise aeg ekskavaatori juurde paigutades = $5 \text{ min} * 37 \text{ koormat} = 185 \text{ min} \approx 3 \text{ h}$;
 - mahalaadimisaeg = $5 \text{ min} * 37 \text{ koormat} = 187 \text{ min} \approx 3 \text{ h}$.
- 4) kallurauto Mercedes-Benz Actros vajadus utiliseeritava pinnase äraveoks:
 - koormate kogus = $10539 \text{ tonni} / \text{kallurauto kandevõime } 17,5 \text{ tonni} = 602,22 \approx 602 \text{ autokoormat}$;
 - transpordiks kuluv aeg = kilometraaž ühe koorma kohta $12 \text{ km} * 602 \text{ koormat} / \text{keskmise sõidukiirus } 40 \text{ km/h} = 180,6 \text{ h} \approx 181 \text{ h}$;

- koormate pealelaadimise aeg objektil = (maksimaalne koorma maht 17,5 tonni / ekskavaatori pealelaadimis- ja kaevekiirus 18 tonni/h) * koormate kogus 602 = 585,3 ≈ 585 h (ühe koorma kohta ≈ 59 min);
- objektil kallurauto manööverdamise aeg ekskavaatori juurde paigutudes = 5 min * 602 koormat = 3010 min ≈ 50 h;
- utiliseerimispunktis mahalaadimisaeg koos kaalumiseks = 15min * 602 koormat = 9030 min ≈ 150 h;

Kokku kallurauto eeldatavad töötunnid seoses väljakaeve äraviimisega ja killustiku teisaldusega = 57 h + 966 h = 1023 h.

- 5) frontaallaadur Liebherr L550 vajadus. Killustiku teisaldusaegsetel abitöödel kasutatava frontaallaaduri vajadus, on seotud killustiku teisaldava roomikekskavaatori töökiirusega ja sellega seotud killustiku teisalduseks kuluva ajaga, milleks eelnevalt tehtud arvutuste alusel on 57 h;

Vastavalt valemile 3, on leitav kallurauto koorma, killustiku objekti piires teisaldamise ajalise tsükli kestvus:

$$t_t = 81 \text{ min} + (120 * 0,2 \text{ km}) / 10 \text{ km/h} + 5 \text{ min} + 5 \text{ min} = 93,4 \text{ min} \approx 1,55 \text{ h}.$$

Kallurautode arvuline vajadus objekti piires killustiku teisaldamise teostuseks = kallurauto tunnid utiliseeritava pinnase äraveoks kokku 57 h / roomikekskavaatorite töökiirusest tingitud tööde kestvus / 49 h / 2 = 2,32 ≈ 3 veokit. Kuna 2,32 moodustab 3- mest 77,3% siis tuleb eelarves arvestada veoki kuludele lisakulu ≈ 23%. Veokitele arvestatud lisakulu lisamata jätmisel ja veokite vajaduse ümardamisel vähemuse suunas, tuleb arvestada muu tehnika lisatöötundidega nagu näiteks pikeneb roomikekskavaatori tööaeg.

Ülalolevas viimases arvutustehtes on roomikekskavaatori tunnid jagatud kahega kuna töötab korraga kaks ekskavaatorit, mis tõstab topelt töökiirust.

Vastavalt valemile 3, on leitav, kallurauto utiliseerimispunkti viidava pinnasekoorma, ajalise tsükli kestvus:

$$t_t = 59 \text{ min} + (120 * 6 \text{ km}) / 40 \text{ km/h} + 15 \text{ min} + 5 \text{ min} = 97 \text{ min} \approx 1,6 \text{ h}.$$

Kallurautode arvuline vajadus pinnase utiliseerimisele viimiseks = kallurauto tunnid killustiku teisalduseks kokku 966 h / roomikekskavaatorite töökiirusest tingitud tööde kestvus / 586 h / 2 = 3,29 ≈ 4 veokit. Kuna 3,29 moodustab 4- just 82,25% siis tuleb eelarves arvestada veoki kuludele

lisakulu $\approx 17\%$. Veokitele arvestatud lisakulu lisamata jätmisel ja veokite vajaduse ümardamisel vähemuse suunas, tuleb arvestada muu tehnika lisatöötundidega nagu näiteks pikeneb roomikekskavaatori tööaeg.

Ülalolevas viimases arvutustehtes on roomikekskavaatori tunnid jagatud kahega kuna töötab korraga kaks ekskavaatorit, mis tõstab topelt töökiirust.

3.5.9. Vaiapeade projektkõrgusesse lõikamine

Nagu eelmises alapunktis nr 7.5.8. kirjeldatud, eemaldatakse ülearused vundamendivaiade pikkused kahe etapilise töökäiguna ning seotuna vundamendiaugu väljakaevu kihtide eemaldusega. Esimeses järgus, mille käigus eemaldatakse ca 50% ülearusest vaiapikkusest ei ole vaja armatuuri välja piigata. Vundamendivai lõigatakse ketaslõikajaga praktiliselt läbi. Teises järgus, kus eemaldatakse ülejäänud ülearune vaiapikkus, tuleb armatuur välja piigata. Armatuur, peab vastavalt projektile, jääma vaia betoonkehast välja 500 mm. Väljajäetud armatuuride külge seotakse hiljem rostvärkide armatuurid vundamendivaiade ja vundamendi rostvärkide koostöötamise tagamiseks.

Eemaldatud ülearused raudbetoon vaiaosad tõstetakse roomikekskavaatori abi kasutades kaevikust välja ja laaditakse kallurautole, mis omakorda viivad need ehitusjäätmekeskusesse utiliseerimisele 6 km kaugusel asuvasse Slops OÜ ehitusjäätmete käitluskohhta Maleva tänav 4.

Vaiapeade mahalõikamisel kasutatakse lisaks tehnikale ja selle operaatoritele vähemalt nelja liikmelist ehitustööliste meeskonda. Vaiapeade otste mahalõikamise normkiiruseks põiklõikega on 1,7 inimtöötundi / 1 vaiadetail [31].

Vaiapeade mahalõikamise aeg, kui lõigatakse ühte vaia kaks korda ja tehakse seda neljaliikmelise töömeeskonnaga

$$= (288 \text{ detaili} * 1,7 \text{ inimtöötundi}) / 4 \text{ töötajat} = 122,4 \text{ h} \approx 15 \text{ kaheksatunnist tööpäeva.}$$

Vundamendivaiade lõppkõrguse määramiseks järgida Pikoprojekt OÜ poolt koostatud projektdokumentatsioon töö nr 681/2013 „Rostvärgiplaan“ esitatud rostvärkide aluskõrgusi.

Järgnevalt arvutustes on kasutatud roomikekskavaatori vaiade kaevikust väljatõstekiirust koos veokitele pealelaadimisega 6 detaili/h.

Vaiapeade eemaldusmahtude arvutus:

- raudbetooni tihedus = 2,4 tonni/m³[32]; eemaldatavate raudbetoon vaiatoste kaaluline maht
 $= \pi * (0,225 \text{ m})^2 * 3,7 \text{ m} * 2,4 \text{ tonni} * 144 \text{ tk} = 203,37 \approx 203,5 \text{ tonni}.$

Vajaliku ehitustehnika arvutus:

- 1) roomikekskavaatori Liebherr R944 eeldatavate töötundide vajadus betoonkehade eemaldamiseks kaevikust ja pealeladimiseks veokitele = ekskavaatori teisalduskiirus 10 min/tk * 288 tk = 2880 min $\approx$ 48 h;

Kokku roomikekskavaatori vajadus betoonkehade eemalduseks = 48 h

- 2) kallurauto Mercedes-Benz Actros vajadus utiliseeritavate vaiapeade äraveoks:
 - 1) koormate kogus = 203,5 tonni / kallurauto kandevõime 17, 5 tonni = 11,62 $\approx$ 12 autokoormat;
 - 2) transpordiks kuluv aeg = kilometraaz ühe koorma kohta 12 km * 12 koormat / keskmine sõidukiirus 40 km/h = 3,6 h $\approx$ 4 h;
 - 3) koormate pealeladimise aeg objektile = ekskavaatori teisalduskiirus 10 min/tk * 288 tk = 2880 min $\approx$ 48 h;
 - 4) objektile kallurauto manööverdamise aeg ekskavaatori juurde paigutades = 5 min * 12 koormat = 60 min $\approx$ 1 h;
 - 5) utiliseerimispunktis mahalaadimisaeg koos kaalumisega = 15min * 12 koormat = 180 min $\approx$ 3 h.

Kokku kallurauto eeldatavad töötunnid seoses ülearuste vaiaosade utiliseerimisele viimisega = 56 tundi.

Eelarves arvatud kallurauto kulu ei ole vajalik arvesse võtta, antud töö tehakse koos vundamendiaugu väljakaevetöödega ning kaetakse eelmises alapeatükis arvutuslikult tekkinud veokite ülekulu arvelt.

3.5.10. Rostvärkide aluse killustikaluse ehitus

Rostvärkide aluste keskel läbi 200 mm paksuse killustikaluse rajamiseks kasutatakse sama killustikmaterjali, mis tuuakse objektile juba pinnasekoorimise tööde käigus ja vaheladustatakse vundamendiaugu kaeve teostuse ajaks objektile. Killustikaluse rajamisel kasutatakse killustiku sissepuistamiseks vundamendiauku teleskooplaadurit MT 1840 või analoogi. Killustik puistatakse vundamendi auku sisse ja selle laialiajamiseks kasutatakse minilaadurmasinat BobCat 1,8 - 2,3t. Killustikukiht tihendatakse mehaaniliselt plaatvibraator-maatihendajaga kuni killustiku tiheduse tihenduskoefitsient $D_t = 95$ saavutamiseni. Killustiku tiheduse kontrolliks kasutada näiteks pinnase elastsusmooduli testrit. Killustikukihi lõpppaksuse ning lõppkõrguse määramiseks järgida Pikoprojekt OÜ poolt koostatud projektdokumentatsioon töö nr 681/2013 „Rostvärgiplaan“ esitatud rostvärkide aluskõrgusi. Minilaadurkopaga töötades ja pinnasetihendajaga killustikku tihendades peab olema eriti ettevaatlik, et mitte vigastada vundamendivaiade otsi. Minilaaduriga üle vaiatoste sõitmine on rangelt keelatud. Kui vaiade omavaheline kaugus on liiga väike minilaaduri töö võimaldamiseks, tuleb killustik selles kohas planeerida laiali käsitsi.

Rajatava killustikukihi sisse rajatakse ajutine kaeviku drenaaž, vajadusel koos pinnasevee pumplakaevuga, mille rajamist antud tehnoloogikaart ei kajasta. Samuti rajatakse vundamendi süvise auku inimtööjõu pääsemiseks ajutine rajatis (puitplatvorm tellingsüsteem koos kaldtrepiga või tõstelifi), mille rajamist antud tehnoloogikaart ei kajasta.

Minilaadur ja pinnasetihendajad tõstetakse tööde teostamiseks kraanaga vundamendiauku sisse ja pärast tööde teostust välja. See eeldab, et statsionaarne objekti tornkraana on juba antud killustikutöö ajaks paigaldatud. Masinate kaevikusse paigalduse tõstetöö võib teha ka autokraanaga aga käesolevas töös arvestatakse tõstetöö tegemist tornkraanaga meetodil kuna järgnevas tööks oleva rostvärkide ehituse juures on juba igal juhul vaja pidevalt kraana abi. Antud tehnoloogiakaart statsionaarse kraana paigaldust ei kajasta.

Järgnevalt arvutustes kasutatud teleskooplaadur tagasitäitekiirust $40 \text{ m}^3/\text{h}$, mis sisaldab nii killustiku kopasse kühveldamist killustikuhunnikust kui selle väljapuistamist vundamendikaevikusse. Määrangu aluseks on kogemustega laaduri juhi arvamus ning see on kindlasti eelduslik. Kopa suuruseks on arvestatud $1,5 \text{ m}^3$. Arvutuste abisuuruste aluseks on käesoleva töö autori ehituseelarve andmebaas, kui ei ole viidatud teisiti.

Killustiku mahu arvutus:

- killustiku mahukaal $\approx 1,3$ tonni/m³ [23];
- killustiku vajalik maht = $1626 \text{ m}^2 * 0,2 \text{ m} * \text{tihenduskoefitsient } 1,7 = 552,84 \approx 553 \text{ m}^3$;
- paigaldatava killustiku kaaluline maht = killustiku maht $325 \text{ m}^3 * \text{killustiku erikaal } 1,3 \text{ t/m}^3 * \text{tihendamiskoefitsient koguselise mõistes } 1,7 = 718,25 \text{ tonni} \approx 718 \text{ tonni}$;
- juurdetoodava killustiku vajadus = $718 \text{ tonni} - 637 \text{ tonni} = 81 \text{ tonni}$. Antud juurdetoodav kogus tugineb alapeatükis 7.5.8. leitud väljakaevatava ja objektile ladustatava 637 tonni kasutamises täitetöödel. Kuna killustiku puistemahut ja tihenemise vahekord on ainult eeldatav siis täpne juurdetoodava killustiku maht selgub tööde tegemisel.

Vajaliku ehitustehnika arvutus:

- 1) teleskooplaadurit MT 1840 vajadus pinnase sisseveoks ja puistamiseks vundamendiauku:
 - pealelaadimine ja vundamendiauku puistamine = $553 \text{ m}^3 / 40 \text{ m}^3/\text{h} = 13,82 \approx 14 \text{ h}$;
 - teisaldamine distantiga ca $0,2 \text{ km} = (\text{killu maht } 553 \text{ m}^3 / \text{kopa maht } 1,5 \text{ m}^3 * \text{keskmise edasi ja tagasi distantis } 0,2 \text{ km}) / \text{keskmise kiirus } 10 \text{ km/h} = 7,37 \text{ h} \approx 8 \text{ h}$.

Kokku teleskooplaaduri vajadus roostvõrkide aluse killustikutöödeks = 22 h.

- 2) orienteeruv töökiirus operaatoriga plaatvibraator maatihendaja puhul on $12 \text{ m}^3/\text{h}$, seega kujuneks 553 m^3 tihendamiseks ühe masinaga ca 46 h. Kuna teleskooplaaduri täite- ja teisaldustööks kuluvaks ajaks on eeldatavalt kokku 22 h siis ühest maatihendusaparatuurist jääb väheks. Määravaks saab teleskooplaaduri töökiirus ning tööle rakendatakse kaks maatihendusseadet, mida kasutatakse kogu töö vältel;

Kokku kahe maatihendusseadme kasutusaeg orienteeruvalt kolm tööpäeva.

- 3) minilaadurmasinad BobCat 1,8 - 2,3t on vaja kogu vundamendi sisese killustikaluse ehituse perioodi jooksul. Töö teostatakse aja võitmiseks kahe minilaaduriga korraga, sest killustiku laialiplaneerimine on vaiagruppide tõttu raskendatud;

Kokku kahe minilaadurmasina vajadus roostvõrkide aluse killustikutöödeks = $22 \text{ h} * 2 \text{ masinat} = 44 \text{ h}$.

- 4) kallurauto Mercedes-Benz Actros vajadus killustiku veoks:
 - koormate kogus = $80 \text{ tonni} / \text{kallurauto kandevõime } 17,5 \text{ tonni} = 4,57 \approx 5 \text{ autokoormat}$;
 - transpordiks kuluv aeg = $\text{kilometraaz ühe koorma kohta } 12 \text{ km} * 4 \text{ koormat} / \text{keskmise sõidukiirus } 40 \text{ km/h} = 1,2 \text{ h} \approx 1,5 \text{ h}$;

- koormate pealelaadimise aeg koos kaalumisega = 15 min * 4 koormat = 60 min $\approx$ 1 h;
- koormate mahalaadimisaeg objektil = 5 min. * 4 koormat = 20 min $\approx$ 0,5 h;
- objektil kallurauto manööverdamise aeg = 5 min. * 4 koormat = 20 min $\approx$ 0,5 h.

Kokku veoki vajadus killustiku juurdetoomiseks = 3,5 h.

- 5) väiketreilerid miniekskavaatori veoks. Transpordi kogus kaks reisi, keskeltläbi arvestuslik ühe reisi kohta 3 h.

Kokku treileri vajadus miniekskavaatori transpordiks = 6 h.

Kvaliteet tagatakse:

- kõrgusmärkide ja killustikukõrguse kontrolli kvaliteedi tagamise meetod on pidev niveliiriga kontroll. Killustikukihi lõppkõrguse määramiseks jägida Pikoprojekt OÜ poolt koostatud projektdokumentatsioon töö nr 681/2013 „Rostvärgiplaan“ esitatud rostvarkide aluskõrgusi (vaiapead ei ole kõik ühel kõrgusel, osad vaiagrupid on enamustest madalamal);
- tööde tegemisel ja vastuvõtmisel juhenduda Maa Ryl 2010, Ehitustööde kvaliteedi üldnõuded , Hoone ehituse pinnasetööd, lk 80...83, peatükk 2232 „Hoonealune täide“ nõutust;
- killustiku tiheduse kontrolliks kasutada kalibreeritud pinnase elastsusmooduli testrit või kalibreeritud penetromeetrit;
- killustikalus akteeritakse kaetud tööde aktiga.

3.5.11. Vundamendi väline tagasitäide

Vundamendi välimise tagasitäite tööde alustamise eelduseks on vundamendi tööde valmidus. Valmiduse all käsitletakse ka seotud töid nagu maasisesed tehnosõlmede liitumised hoonega või tehakse need tööd jooksvalt koos tagasitäitetöödega. Hoonevälise tagasitäitetöödega samaaegselt tuleb teha ka hoone drenaaži- ja sadeveesüseemi paigaldustööd, millede ümbruses kasutatakse puhast killustikku ja vajalikke geoekstiile. Antud tehnoloogiakaart hoone eritöid ei käsitle ja tagasitäite maht arvutatakse nagu kogu tagasitäide tehtaks liivaga. Tööde käigus tuleb eritöödeks kasutatava väljaarvutatud killustiku maht antud tehnoloogiakaardil arvutatud tagasitäiteliiva mahust maha arvata. Samas ei muuda see oluliselt väljaarvutatud transpordi vajadust.

Hoonevälist tagasitäidet teostatakse kahe etapilisena, kus esimeses etapis täidetakse tagasi pool täitekõrgusest. Eesmärk on vältida liigset kohtsurvet vundamendile. Tagasitäiteks kasutatakse puhast ilma huumuseta ja suurte osisteta (üle 10 mm) täiteliiva. Tagasitäite kihid tuleb mehaanilise

maatihendajaga tihendada 300 mm kihtide kaupa. Kuna osaliselt jääb tagasitäite pind ka hoone sillutisteede ja raudbetoon panduste aluseks, tuleb tihendustöödega saavutada tihenduskoeffitsient $D_t = 95$ nõude täidetust. Täiteliiva paigaldusel ja tihendamisel tuleb hoolikalt järgida, et ei vigastataks vundamendi soojustust ega hüdroisolatsiooni. Esimese etapi tagasitäite lõpetamisel eemaldatakse kaeviku terassulundseinte horisontaaltoed ja muud seotudtoestik, mille eemaldamist on kirjeldatud antud töö alapeatükis 7.5.6. Tagasitäite tööde lõpetamise järel eemaldatakse kaeviku terassulundseinad lõplikult.

Tagasitäitetöödeks kasutatakse teleskooplaadurit. Tagasitäite liivmaterjal on mõistlik tuua objektile ja seal vaheladustada enne tagasitäitetööde algust. Selleks transporditööks on hea kasutada ära vundamendi vundamendi tarindite rajamise aega. Selliselt talitades ei ole vajalik tagada teleskooplaaduri ja liiva toovate veokite tööde sünkroonsust, mis lihtsustab tööde organiseerimist.

Järgnevalt arvutustes kasutatud teleskooplaadur tagasitäitekiirust $40 \text{ m}^3/\text{h}$, mis sisaldab nii liiva kopasse kühveldamist liivahunnikust kui selle väljapuistamist vundamendikaevikusse. Määrangu aluseks on kogemustega laadurijuhi arvamus ning see on kindlasti eelduslik. Kopa suuruseks on arvestatud $1,5 \text{ m}^3$. Teiste mahuarvutuste abisuuruste aluseks on autori kogemuslikud tähelepanekud kui ei ole viidatud teisiti. Liiva karjääri kauguseks objektilt on arvestatud $7,1 \text{ km}$, sellisel kaugusel asub näiteks Tallinn Männiku tee 104 liivakarjäär.

Täiteliiva mahu arvutus:

- täiteliiva mahukaal = $1,6 \text{ tonni}/\text{m}^3$ [22];
- täiteliiva vajalik maht = $184 \text{ m} * 1,5 \text{ m} * 3,7 \text{ m} * \text{tihenduskoeffitsient } 1,4 = 1429,68 \approx 1430 \text{ m}^3$;
- täiteliiva kaaluline maht = $1430 \text{ m}^3 * 1,6 \text{ tonni}/\text{m}^3 = 2288 \text{ tonni}$.

Vajaliku ehitustehnika arvutus:

- 1) teleskooplaadurit MT 1840 vajadus pinnase sisseveoks ja puistamiseks vundamendiauku:
 - pealelaadimine ja vundamendiauku puistamine = $1430 \text{ m}^3 / 40 \text{ m}^3/\text{h} = 35,75 \approx 36 \text{ h}$;
 - teisaldamine distantiga ca $0,2 \text{ km} = (\text{killu maht } 1430 \text{ m}^3 / \text{kopa maht } 1,5 \text{ m}^3 * \text{keskmine edasi ja tagasi distant } 0,2 \text{ km}) / \text{keskmine kiirus } 10 \text{ km}/\text{h} = 19,02 \text{ h} \approx 19 \text{ h}$.

Kokku teleskooplaaduri vajadus tagasitäitetöödeks = 55 h .

- 2) orienteeruv töökiirus operaatoriga plaatvibraator maatihendaja puhul on $12 \text{ m}^3/\text{h}$, seega kujuneks 1430 m^3 tihendamiseks ühe masinaga ca 119 h . Kuna teleskooplaaduri täite- ja

teisaldustööks kuluvaks ajaks on eeldatavalt kokku 55 h siis ühest maatihendusaparaadist jääb väheks. Määravaks saab teleskooplaaduri töökiirus ning tööle rakendatakse kaks maatihendusseadet, mida kasutatakse kogu töö vältel;

Kokku kahe maatihendusseadme kasutusaeg orienteeruvalt seitse tööpäeva.

3) kallurauto Mercedes-Benz Actros vajadus killustiku veoks:

- koormate kogus = 2288 tonni / kallurauto kandevõime 17, 5 tonni = $130,75 \approx 131$ autokoormat;
- transpordiks kuluv aeg = kilometraaž ühe koorma kohta 14,2 km * 131 koormat / keskmine sõidukiirus 40 km/h = 46,5 h ≈ 47 h;
- koormate pealelaadimise aeg koos kaalumisega = 15 min * 131 koormat = 1965 min ≈ 33 h;
- koormate mahalaadimisaeg objektil = 5 min. * 131 koormat = 655 min ≈ 11 h;
- objektil kallurauto manööverdamise aeg = 5 min. * 131 koormat = 655 min ≈ 11 h.

Kokku veoki vajadus täiteliiva transpordiks = 102 h.

Kvaliteet tagatakse:

- liivtagasitäite lõppkõrguse kontrolli kvaliteedi tagamise meetod on pidev niveliiriga kontroll. Liivtagasitäite lõppkõrguse määramiseks järgida Pikoprojekt OÜ poolt koostatud arhidektuurse projektdokumentatsiooni hoone lõikejooniseid ja esimese korruse põhiplaani;
- vundamendi välimise tagasitäitetööde tegemisel ja vastuvõtmisel juhinduda Maa Ryl 2010, Ehitustööde kvaliteedi üldnõuded , Hoone ehituse pinnasetööd, lk 80...83, peatükk 2232 „Hoonealune täide“ üldnõuetest ja selle alapeatüki 2232.5, lk 82 nõutust;
- tehnovõrkude rajamisel lähtuda kaasnevate pinnasetööde tegemisel Maa Ryl 2010, Ehitustööde kvaliteedi üldnõuded , Hoone ehituse pinnasetööd, lk 84...88, peatükk 2233 „Tehnovõrkude kaevikute tagasitäide“ üldnõuetest;
- liiva tiheduse kontrolliks kasutada kalibreeritud pinnase elastsusmooduli testrit või kalibreeritud penetromeetrit.

4. VUNDAMENDI EHITUS JA KELDRI KONSTRUTIIVPÕRANDA BETOONITÖÖD

4.1. Vundamendi ehituse ja keldri põrand ehituse üldine seletuskiri

Tehnoloogiakaardi koostamise aluseks on Pikoprojekt OÜ poolt koostatud projektdokumentatsioon töö nr 681/2013 ja Põldme Arhitektuur OÜ poolt projektdokumentatsioon töö nr 831 A – 1. Tehnoloogiakaardil esitatud ja arvutustes kasutatud masinate ja inimtööjõu normkiirused tööühiku kohta tuginevad Ehitus Kamin OÜ eelarvestus andmebaasile, kui ei ole viidatud teisiti. Vundamendi aluskonstruksioon rajatakse raudbetoon rostvärkvundamendina, mis toetub vundamendivaiadele. Rostvärkvundamendi armatuurkontuur seotakse vaiapeadest väljaulatuva armatuurikontuuriga. Hoone välisperimeetris moodustab rajatav rostvärk ühese, suhteliselt sirgjoonelise geomeetriaga kontuuri, ainult rostvärgile toetuma planeeritud raudbetoonpostide aluspinna kohtades on laiendid. Hoone sisesed rostvärgid on pigem kirjeldatavad kui üksikvundamendid, mis toetuvad vaiagruppidele. Rostvärk rajatakse betoonist C 35/45, millele lisatakse veekindlust tagavat ainet „Betocrete C - 17“ doseeringuga 8 kg/m³. Rostvärkvundamendid rajatakse horisontaalse töövuugiga, mis tekib keldri kiudbetoonist aluspõranda alumises kõrguses. Selline töövuugi kõrgus on enamustel rostvärkvundamentidel, väljaarvatud liftishahti all, teraskessoonide osas ning telgede 11 ja 14 vahel asetseva süvendi osas, kus tekivad võrreldes muu keldri põrandaga süvendid. Ka kirjeldatud süvendite põhjad valatakse kiudbetoonist.

Keldrile rajatakse kahekihiline põrand, millest maapinnapoolne alumine 180 mm paksune kiudbetoonpõrand on vaadeldav vundamendi osana, kuna moodustab koos rostvärkvundamendiga ja sellele toetuvate seintega veetiheda kessooni põhja. Kiudbetoonpõrand valatakse rostvärkvundamendiga kokku („kiudbetoon jookseb üle rostvärkide“), tekitades hoonealuse veekindla 180 mm plaadi. Järgnevalt nimetatakse seda plaati antud töös konstruktiivseks plaadiks või konstruktiivseks põrandaks. Konstruktiivse plaadi keskmine ülemine kõrgus on hoone 0,00– list

-3,500 m, väjaarvatud juba eelmainitud liftishahti süvendite põhjades ja välimise ringi rostvärgi välisservades, kus on 50 mm aste allapoole. Täpseid kõrgusmärke tuleb järgida vastavalt projektile. Konstruktiivne plaat rajatakse kiudbetoonist C 30/37, millele lisatakse veekindlust tagavat ainet „Betocrete C - 17“ doseeringuga 8 kg/m³. Hiljem rajatakse konstruktiivse põranda peale killustikukiht ja niinimetatud „ujuv“ betoonpõrand aga nende rajamist antud tehnoloogiakaart ei kajasta, kuna need konstruktsioonid ei kuulu vundamendi konstruktsioonide hulka.

Konstruktiivse põrandaplaadi valmimise ja piisava tugevuse saavutamise järel hakatakse rajama vundamendi seinakonstruktsioone. Vundamendi kandvad seinakonstruktsioonid moodustuvad raudbetoon monoliitsetest seinatarinditest ja raudbetoon postidest. Vundamendi välisseinadeks on 200 mm paksune raudbetoonseinakonstruktsioon, mis toetub rostvärgile. Rostvärgi armatuurkarkass ja seinaarmatuur seotakse omavahel vastavalt projektile. Vundamendi välisseinad rajatakse betoonist margiga C 30/37, millele lisatakse veekindlust tagavat ainet „Betocrete C - 17“ doseeringuga 8 kg/m³. Projektis on näidatud, et vertikaalsetesse, vundamendi välisseina töövuukidesse, paigaldatakse pinnasevee sissetungi vastumeetmena vuugilint „Waterstop“. Horisontaalvuukide (välisseina ja konstruktiivse põrandaplaadi kokkupuutekoht) veekindluse tagamiseks on samuti projektis ettenähtud vuugilint aga seda kajastab ainult rostvärkide konstruktiivne joonis. Raudbetoonseinte konstruktiivsel joonisel vuugilinti projektis pole näidatud. Ilmselgelt vuugilint siiski tuleb paigaldada. Vuugilindi puudumisele antud joonisel tuleks projekteerija tähelepanu juhtida.

Vundamendi välisseinad soojustatakse 100 mm paksuse soojustuskihiga. Projektis hetkel soojustuse materjali pole määratud. Antud tingimustes oleks soovituslik kasutada soojustusematerjaliks ekstrudeeritud kärgpolüstüreenist valmistatud soojustusplaate. Antud tehnoloogiakaart ei sisalda vundamendi soojustustöid.

4.2. Vundamenditööde tööjõukulu kalkulatsioonid

Tööjõu kulukalkulatsioon ja tööde kestvus on esitatud töö lisas nr 1, nimega „Tööjõu ajakulu ja ehitustehniliste organiseerimisvahendite maksumus“.

4.3. Vundamenditöödel kasutatava ehitustehnika maksumus

Ehitustehnika maksumuse alusmahtude arvutus on esitatud käesoleva tehnoloogiakaardi alapeatükkides ja kajastub summalise maksumusena töö lisas nr 1, nimega „Tööjõu ajakulu ja ehitustehniliste organiseerimisvahendite maksumus“.

4.4. Vundamenditöödel kasutatava ehitustehnika kirjeldus

Tõstetööd teostatakse tornkraanaga Liebherr 355HC – H26.

Betooni valutööd teostatakse:

- autobetoonipump. Jaotusnoole ulatus horisontaalsuunas 25...40 m. Jaotusnoole pöördelaius 360°. Maksimaalne betooni pumpamise kiirus 95 m³/h. Masina kaal olenevalt masinast 25...39 tonni [33];
- betoonisegurauto (betoonimikser) koorma maksimaalse suurusega 7 m³[17];
- pumpsegurauto ehk pumi. Pumba pumpamisjõudlus on ca 10...40 m³ / h. Pumbamasti vertikaalsuunaline ulatavus 16...28 m, horisontaalsuunaline ulatavus 3...25 m. Pumpamisvahemaa pikkust võib suurendada kuni 30 m kasutades pikendusvoolikuid. Koorma suurus 1...5 m³[33].

Trantsporditööd teostatakse madelveokiga mis on varustatud hüdrotõstukiga MAN 26.313 - Palfinger PK 18500. Veokast seest 2,48 m * 8,50 m * 0,8 m, taga- ja küljeluugid ning postid eemaldatavad. Kandevõime 13 tonni. Auto kabiini taga hüdrotõstuk Palfinger PK 18500D. Maksimaalne tõstevõime 4 tonni.[34]

4.5. Vundamenditööde tehnilised kirjeldused ning ehitustehnika ja selle vajaduse leidmine

4.5.1. Vundamendi rostvärkvundamentide ehitus.

Esimeseks tööks on kaevikuauku telgede märkimiseks tarade ehitus. Geodeetilisi töid teostavalt ettevõttelt tellitakse uuesti telgede mahamärketööd. Põhjendatud on topelt teljetaristike (üleval maapinnal on samuti eelnevalt rajatud märketarad) rajamine sellega, et ülevalt teljemärkide ehitustööliste poolt alla kaevikusse ülekandmisel võivad tekkida lubamatud mõõtehälbed.

Rostvärkide rajamine algab raketiste ehitamisega. Rostvärkvundamendi rajamiseks kasutatakse moodulraketisi sarjast „PERI TRIO“, mida on võimalik rentida ettevõttest Peri AS. Raketise paigaldusprojekt lastakse koostada samal ettevõttel. Raketised tuuakse raketisi rentiva ettevõtte laoplatsilt objektile tõstukautoga ja vaheladustatakse objektile. Raketised tõstetakse vundamendikaevikusse ja sealt tööde lõppedes välja kasutades tornkraana abi. Tornkraanaga raketisi alla auku tõstes tehakse ka niinimetatud esmane raketisekilpide jaotis. See tähendab, et kilpe ei tõsteta ühe koha peale vaid jaotatakse juba tõstetööde ajal nii, et kilbid asetseksid paigalduskohale võimalikult lähedal. Kuna rostvärk on suhteliselt madal 600..950 mm on kilbid ka käsitsi hõlpsasti liigutatavad. Rostvärkvundament toetub (mitte kandmise mõttes) allolevale killustikule ning seetõttu on tegemist sisuliselt lintvundamendi raketise ehitusega. „Peri“ raketistel on olemas võimalus perfolindi ja lindipingutiga tagada raketise alumise osa stabiilsus [35]. Selline lahendus on väga mugav, sest tõmbimutrite keeramine tõmbi pikkuse reguleerimiseks killustiku sees on väga vaevaline ja tähendab tavaliselt lisatööd labidaga. Raketisekilbid tuleb enne paigaldamist nõuetekohaselt õlitada vältimaks raketiste määrdumist betooniga ja sellega seotud hilisemaid suuri puhastuskulusid. Õlitada võib ainult selleks ettenähtud raketiseõliga. Kogu rostvärkide raketisemaht rajatakse ühekorraga. Vertikaalseid töövuuke pole projektis ette nähtud. Raketise põhja see tähendab killustiku peale paigaldatakse 0.2 mm poletüleen ehituskile, mis annab betoneerimisel betoonisegu kokkuhoiu, kuna betoon ei kao killustikutühimikesse ära. Lisaks väldib selline kile betoonisegust vee kiiret eraldumist killustikku.

Keskmine madalseinte moodulraketise rajamise normtöökiirus on 0,9 inimtundi/ 1 m² raketise betooniga kokkupuutepinnale. Antud hoonel on rostvärkide raketise kokkupuutepind betooniga ≈ 371 m². Seega kuluks töötegemiseks 334 inimtöötundi. Moodulraketiste tegemisel kaasatakse

raketise paigaldustöösse kaks kolmeliikmelist töömeeskonda. Töö kestvuseks kujuneb = $334 \text{ h} / 6$ töötajat = $55,65 \text{ h} \approx$ seitse kaheksatunnilist tööpäeva.

Moodulraketiste demontaažitööde normtöökiirus $\frac{1}{2} * 0,9$ inimtundi / 1 m^2 raketise betooniga kokkupuutepinnale. Seega oleks raketiste eemaldusaeg 167 h. Moodulraketiste lahtirakestamisel kaasatakse raketise paigaldustöösse kaks kolmeliikmelist töömeeskonda. Töö kestvuseks kujuneb = $167 \text{ h} / 6$ töötajat = $27,83 \text{ h} \approx 3,5$ kaheksatunnilist tööpäeva.

Raketised eemaldatakse kahejärgulise etapina. Kõigepealt eemaldatakse hoone sisemiste roostvärkvundamentide raketised ning välimise perimeetri seespoolsed raketised. Hoone välimises perimeetris asetsevad välimised raketisekilbid eemaldatakse alles pärast kiudbetoon konstruktiivpõranda betoneerimistööd. Põhjendatud on tehnoloogia sellega, et nii puudub vajadus kiudbetoon konstruktiivpõrandat valades paigaldada plaadi ääreperimeetrisse lisa raketisi. Välimised raketised tuleb ainult minimaalselt lisa toetada, lisatoetuse tehnoloogiat käsitletakse järgmises alapeatükis 8.5.2.

Lisaks kulub raketisekilpide kaevikusse sisse- ja väljatõsteks koos jaotustööde ja vaheladustustööga kokku üks päev neljaliikmelise töömeeskonna tööd. Kilpide puhastamiseks kulub eeldatavalt üks päev neljaliikmelise töömeeskonna tööd.

Kokku raketisetööde kestvus kaheksa tunnistes tööpäevades = $12,5 \approx 13$ päeva.

Rostvärkide armeerimisel jälgitakse projektdokumentatsioonis etteantud armeerimisjooniseid. Armatuuri klass on vastavalt projektile A500HW. Enne armatuuri paigaldama asumist kontrollitakse saatekirjalt armatuuriklassi õigsust, samuti peavad olema märkelipikud saadetud vardakimpude otstel. Armatuurid tuuakse kohale veokiga ja tõstetakse kasutades tornkraanat alla vundamendiauku. Armatuuride tarnekaugus objektist 19 km (Vana – Narva maantee). Kaitsekiht armatuuri ja raketise vahel ning armatuuri ja pinnase vahel tagatakse spetsiaalsete plastikdetailide kasutamisel. Kaitsekihi määramisel lähtuda projektist. Armatuuri painutamiseks (rangid ja muud väänded) kasutatakse elektrilist armatuuriväänajat. Arvestades armeerimise suurt mahtu on mõttekas kasutada armatuuri lõikamisel elektrigiljotiini, mis annaks eeldatavalt tööajas võitu, eriti rangide ettevalmistustöödel. Armatuurid seotakse omavahel, vastavalt tööreeglitele sidumistraadiga. Projektis on ette nähtud kahe erineva $100 * 100 \text{ mm}$ silmaga võrgutüübi kasutust, millest üks on $\varnothing 12 \text{ mm}$ armatuurrauast ja teine on 25 mm armatuurrauast. Kuna $\varnothing 25 \text{ mm}$ armatuurvarrastest võrgutüüp ei ole standardne, siis seotakse see kokku objektile kohapeal raketise sees.

Armeerimise kiiruseks arvestatakse rostvärkvundamendi rajamisel, käsitsi armatuuri sidumisel 2 inimtöötundi / 1 m² rostvärkvundamendi põhjapindala kohta.

Antud hoone rostvärkide armeerimiseks kulub aega = rostvärgi vundamentide orienteeruv põhjapindala 209 m² * 2 h/m² = 418 inimtundi. Armeerimisel kaasatakse armatuuri paigaldustöösse kaks neljaliikmelist töömeeskonda. Töö kestvuseks kujuneb = 418 h / 8 töötajat = 52,25 h ≈ seitse kaheksatunnist tööpäeva. Armeerimistööd tehakse samal ajal raketisetöödega.

Betoneerimistööd teostatakse üheetapiliselt. Telgede 11 ning 12 vahel asuva süvendi raudbetoonseinad rajatakse aga alles pärast kiudbetoon konstruktiivpõranda betoneerimist, et tagada vettakistavate vuugilintide paigaldus süvendi seinakonstruktsiooni ja süvendi kiudbetoonpõrandapinna vahele. Samuti betoneeritakse lifti šahti alussüvendite seinakonstruktsioonid alles pärast kiudbetoonpõranda valmimist.

Betoon võetakse vastu autobetoonipumbaga ja tarnitakse betoonimikseriga. Betoon võetakse vastu niinimetatud „rippuva masti“ meetodil, toruliinide käsitsi rajamisele (laialivedamisele) aega ei raisata. Betoonipumba surveöögi vastu kasutatakse rippuva toru otsas spetsiaalset S profiiliga abitoru. Kasutatakse kahte autobetoonipumpa, tagades mõlemale betoneerimisbrigaadile samaaegse betoonipumpamise. Üks betoneerijate brigaad pannakse betoneerima alustades Tedre tänava poolt ja liikudes betoneerimise käigus Rästa tänava poole, teine brigaad alustab betoneerimist Rästa tänava poolt ja liigub esimesele brigaadile vastu. Kahe betoonitööde tööliismeeskonna kasutamine on põhjendatud töökiiruse tõstmise vajadusega. Eeldatakse rostvärkide betoneerimisperioodi töödekestvust kokku üks 9 h tööpäev. Üheksa tunnine seetõttu, et sisse mahuks ka puhkepausid ja lõunavaheaeg. Autobetoonipumbal on pumpamiskiirus vastavalt antud töös alapeatükk 8.4- ja eeltoodud andmetele 95 m³/h. Segurautode betooni tarnekiirust saab suurendada segurautode arvu tõstmisega. Betooni tarne tehast aadressil Peterburi tee 94. Määravaks saab betoneerijate brigaadi töökiirus ning ei ole eeldatav kogu autobetoonipumba kiirusressursi täielik ärakasutamine.

Brigaadi töökiiruse määrajaks on omakorda rostvärkvundamendi rajamisel betooni vibraatoriga tihendamise kiirus, milleks on tihesarrustusega konstruktsiooni valamisel 5...10 m³ betooni/h. [36] Käesolevas tehnoloogiakaardis võetakse aluseks eelnevast tihendamiskiirusest aritmeetiline keskmine ≈ 8 m³ betooni/h. Kuna betoneerida on vaja 114 m³ betooni, siis selleks kulub puhast tööaega kahel tööbrigaadil üheaegselt töötades, ilma puhkepause arvesse võtmata ca 7 h.

Betoon valatakse raketisse kahe kihina, mõlemad kihid tihendatakse eraldi. Tihendamiseks kasutatakse betooni nuivibraatorit, mida hoitakse tihendades vertikaalses asendis. Oluline on

jälgida, et vibraatori kaldenurk ei oleks horisontaalsem kui 45° , sest horisontaalasendis vibraatornui tekitab tihendamise asemel kihistumist. Vibreerimistsoonide vahemaa ei tohi ületada 400 mm ja ajaliselt vibreeritakse ühte kohta ca 15...20 s. Ülemist kihti vibreerides lastakse lisaks nuial oma raskusega vajuda alumisse kihti 200 mm sügavusse. Vibreerimisel jälgitakse, et ei oldaks vibreerimise hetkel lähemal valamise kohale kui 1,5...2 m. [36]

Betoneeritakse kahe neljaliikmelise töömeeskonnaga. Antud juhul puudub betoneerimistöödel roostvärkide pealispindade silumisvajadus. Projekt näeb ette karestatud töövuuki, milleks sobib nuivibraatoriga tihendatud betoonipind silumata kujul. Hoolikalt jälgitakse valupinna kõrguse vastavust projektile.

Betoneerimisbrigaadi koosseis:

- üks töötaja betooni vastuvõtmiseks ehk tööülesanne on pumbatoruotsaga liikumine, täites betooniga raketist vajalikule kõrgusele;
- üks töötaja kõrguste ettemärgimiseks ja lasernivelliiriga betoneerimise kõrgusjoone kontrollimiseks;
- üks töötaja nuivibraatoriga betooni tihendamiseks;
- üks töötaja abitöödeks nagu vajadusel labidaga betooni kaasaaitamine valamise käigus.

Põhimõtteliselt oleks võimalik teostada töö ka kolme töötajaga. Selleks märgitakse raketise valupoolsesse külge, lasernivelliiriga kõrgusmärgid, enne valutööde algust ja kasutades märkenööri või 50 cm intervalliga märkekruve tähistatakse valu kõrgusjoon. Igal juhul on mõistlik kasutada raketiseks roostvärgist kõrgemat raketisekilpi, vastasel juhul tuleb raketise ülemine serv paigaldada valukõrgusega samaks ja loodi. Selline raketiste täpse ülaserva loodsuse tagamine on välditav lisatöö. Valupinnast kõrgem raketise serv, tagab kiirema tööproduktiivsuse, seoses kõrgusmärkidega betoneerimise meetodi kasutamise võimalusega.

Rostvärkvundamentide arvestus mahud:

- $\varnothing 25$ mm armatuurraua erikaal = 3,85 kg/m [29];
- armatuurvõrgu $\varnothing 25$ mm, silm 100 * 100 mm tegemiseks vajaliku armatuurraua kogukaal = 3,85 kg/m * 20 m/m² * 72 m² * ülekattekoefitsient 1,3 = 7207,2 kg $\approx$ 7,2 tonni;
- armatuurvõrk $\varnothing 12$ mm, silm 100 * 100 mm erikaal = 18.32 kg/m² [37]

- vajalike armatuurvõrkude Ø 12 mm, silm 100 * 100 mm
kogukaal = $18.32 \text{ kg} * 72 \text{ m}^2 = 1318,32 \text{ kg} \approx 1,32 \text{ tonni}$; sarrusteras läbimõõdus
12...32 mm = 11688 kg $\approx 11,7 \text{ tonni}$;
- betoon C35/45, lisandiga Betocrete C - 17 doseeringuga $8 \text{ kg/m}^3 = 114 \text{ m}^3$. Eelarves oleks mõistlik arvestada eeltoodud betoonimahule lisaks betooni ülekulu ca 5%;
- moodulraketise kaaluks on seinaraketise puhul 60 kg/m^2 koos tarvikutega. Arvesse võetakse pindala arvestamisel betooni kokkupuutepinda raketisega [38];
- moodulraketiste kaal roostvõrkvundamentide rajamisel = roostvärgi raketise kokkupuutepind betooniga $371 \text{ m}^2 * 60 \text{ kg/m}^2 + 10\% \text{ ülekulu} = 24486 \text{ kg} \approx 24,5 \text{ tonni}$.

Vajaliku ehitustehnika arvutus:

- madelveoki vajadus roostvärgi armatuurraudade transpordimiseks objektile:
 - 1) koormate kogus = 20,22 tonni / madelauto kandevõime 13 tonni = $1,55 \approx 2$ autokoormat;
 - 2) transpordiks kuluv aeg = kilometraaz ühe koorma kohta $38 \text{ km} * 2 \text{ koormat} / \text{keskmine sõidukiirus } 40 \text{ km/h} = 1,9 \text{ h} \approx 2 \text{ h}$;
 - 3) koormate pealelaadimise aeg koos kaalumisega = $60 \text{ min} * 2 \text{ koormat} = 120 \text{ min} = 2 \text{ h}$;
 - 4) koormate mahalaadimisaeg objektil = $60 \text{ min.} * 2 \text{ koormat} = 120 \text{ min} = 2 \text{ h}$;
 - 5) objektil kallurauto manööverdamise aeg = $10 \text{ min.} * 2 \text{ koormat} = 20 \text{ min} \approx 0,33 \text{ h}$.

Kokku veoki vajadus roostvärgiarmatuuri transpordiks $\approx 6,5 \text{ h}$.

- madelveoki vajadus moodulraketise kilpide transportimiseks objektile:
 - 1) koormate kogus = 24,5 tonni / madelauto kandevõime 13 tonni = $1,88 \approx 2$ autokoormat;
 - 2) transpordiks kuluv aeg = kilometraaz ühe koorma kohta $26 \text{ km} * 2 \text{ koormat} / \text{keskmine sõidukiirus } 40 \text{ km/h} = 1,15 \text{ h} \approx 1,5 \text{ h}$;
 - 3) koormate pealelaadimise aeg koos kaalumisega = $60 \text{ min} * 2 \text{ koormat} = 120 \text{ min} = 2 \text{ h}$;
 - 4) koormate mahalaadimisaeg objektil = $60 \text{ min.} * 2 \text{ koormat} = 120 \text{ min} = 2 \text{ h}$;
 - 5) objektil kallurauto manööverdamise aeg = $10 \text{ min.} * 2 \text{ koormat} = 20 \text{ min} \approx 0,5 \text{ h}$.

Kokku veoki vajadus moodulraketise transpordiks objektile ja äraviimiseks objektilt = $6 \text{ h} * 2 \text{ reisi} = 12 \text{ h}$.

- autopumba vajadus roostvärgi betoneerimisel = brigaadi töökiirus mahalaadimisel = betooni vibraatoriga tihendamise kiirus $114 \text{ m}^3 / 8 \text{ m}^3 \text{ betooni/h} = 14,25 \text{ h} \approx 14,5 \text{ h}$. Lisaks tuleb

arvestada vajalikud betoneerimispositsioonide ümberpaigutused, kokku eelduslikult 1 h autopumba kohta;

Kokku autopumba vajadus roostvarkide betoneerimiseks = 16,5 h.

- betoonimikseri 7 m³ mahutiga vajadus roostvarkitöödel:
 - koormate kogus = 114 m³ / 7 m³ = 16,28 ≈ 17 koormat;
 - pealelaadimine tehases = 15 min/koorem * 17 koormat = 255 min ≈ 4,5 h;
 - transpordiks kuluv aeg = kilometraaž ühe koorma kohta 22,6 km * 17 koormat / keskmine sõidukiirus 30 km/h = 12,8 h ≈ 13 h (tarne tehases aadressil Peterburi tee 94);
 - objektil kallurauto manööverdamise aeg = 10 min. * 17 koormat = 170 min ≈ 3 h;
 - mahalaadimine objektil = 7 m³ / betoneerimise kiirus seotult betooni tihendamise töökiirusega 8 m³/h * 17 koormat = 14,85 h ≈ 15 h (53 min koorma kohta).

Kokku betoonimikseri eeldatavad töötunnid seoses roostvarki töödega = 35,5 ≈ 36 h.

Vastavalt valemile 3, on leitav segurauto koorma ajalise tsükli kestvus:

$$t_t = 15 \text{ min} + (120 * 11,3 \text{ km}) / 30 \text{ km/h} + 53 \text{ min} + 10 \text{ min} = 123,2 \text{ min} \approx 2 \text{ h}.$$

Segurautode arvuline vajadus tööde teostuseks = segurauto tunnid kokku 36 h / kahe tööbrigaadi betoneerimise kiirus koos puhkepausidega kokku 9 h = 4 veokit.

Kekeltläbi arvestatakse, et objektile saabub kaks koormaga segurautot korraga, mida laaditakse maha ca üks tund. Seega tarnegraafikus arvestatakse kaks koormat iga tunni aja tagant tööajal. Puhkepausid lisatakse samuti graafikusse.

- tornkraana vajadust hinnatakse tööpäevades, kuna selle järgi arvestatakse tornkraana renditasu. Tornkraana vajadus raketisetöödel sõltub raketise- ja armeerimistöde üldisest kestvusest, milleks kujuneb eeldatavalt vastavalt vundamenditööde töögraafikule 13 tööpäeva. Tornkraanat on vaja igapäevaselt nii moodulraketiste paigaldustöö, kui armeerimise töödel. Lisaks töödeagsetele tõstetele on tornkraanat vaja moodulraketiskilpide ja armatuuride mahatõsteks veokilt, selleks on tornkraana vajadus üks päev.

Kokku tornkraana vajadus roostvarkvundamentide rajamiseks = 14 päeva.

Kvaliteet tagatakse:

- raketisetöödel järgitakse Tarindi RYL 2000, lk 161...163, peatükk nr 21 ja selle viidetes esitatud nõudeid ning EVS-ENV 13670-1:2003 esitatud eeskirju;
- raketisetöödel, moodulraketiskilpide paigaldusel, kontrollitakse nivelliiriga pidevalt raketise servakõrguse vastuvõetavust projektijärgse betoonkeha rajamise võimaldamiseks;
- armatuuri paigaldustöödel järgitakse Tarindi RYL 2000, lk 165...167, peatükk nr 22 ja selle viidetes esitatud nõudeid;

Lisaks järgitakse asjakohaseid eeskirju järgnevatest sarrusetöid reguleerivatest standarditest:

- EVS-ENV 13670-1:2003;
- EVS-EN 1992-1-1:2005;
- EVS 1992-1:2003.
- betoneerimisel vastu killustikalust, peab nimikaitsekiht (killustikaluse ja armatuursarruse minimaalne vahe) olema 40 mm [39]
- armatuurikontuuri kaitsekihid vastu raketist teha vastavalt Pikoprojekt OÜ poolt koostatud projektdokumentatsioonile töö nr 681/2013, joonis „Rostvärgi plaan“ ja selle juurde kuuluvatele lõikejoonistele;
- betoneerimistöödel kontrollitakse nivelliiriga pidevalt rostvärkvundamendi kõrguse vastavust eelmises lõigus nimetatud projektile;
- betoneerimistöödel järgitakse Tarindi RYL 2000, lk 169...175, peatükk nr 23 ja selle viidetes esitatud nõudeid;
- kaetud tööde aktiga akteeritakse järgnevad tööetapid:
 - raketisekilpide vastavus projektile ja paigalduskvaliteedi vastuvõetavus betoneeristöödel kasutamiseks;
 - armatuur terasarruse paigalduse vastavus projektile ja kasutatud terasemargi vastavus projektile;
 - rostvärkide betoneerimine koos betoonimargi ja kasutatud betoonilisandite tõestusdokumentidega.

4.5.2. Kiudbetoon konstruktiivpõranda betoneerimine

Kiudbetoon konstruktiivpõrand valatakse betoonist margiga C 30/37, millele lisatakse veekindlust tagavat ainet „Betocrete C - 17“ doseeringuga 8 kg/m³. Konstruktiivpõrandaplaat toetub nii kaeviku põhja rajatud killustikalusele kui ka rostvärkvundamendi osadele. Konstruktiivpõranda konstruktsiooniline eesmärk on tekitada koos vundamendisokli maaaluse seinadega pinnasevee vastu veekindel kesson. Kogu konstruktiivpõrand tuleb valada üheetapilise töökäiguna, mis tähendab, et plaati läbivat töövuuki ei ole lubatud tekitada.

Esimeseks tööks on hoone välimises perimeetris asetsevad rostvärgi välimiste teadlikult eemaldamata jäetud raketisekilpide toetustööd. Kuna betoonisurve raketisele ei ole eeldatavalt suur, siis lisatoestatakse kilbid kasutades „PERI TRIO“ reguleeritava pikkusega tugesid. Toe üks ots kinnitub spetsiaalklambriga raketise külge ja teine ots toestatakse vastu kaeviku terassulund tugiseina. Samuti lahendatakse enamuses plaadi servades, välisperimeetri osas 50 mm sügavuse ja 450 mm laia madalama astmeosa tekitamine plaadipinda. Selleks tehakse prussidest ja lattidest spetsiaalne raketis, mis kinnitatakse „Peri“ klambritega olemasolevate vertikaalsete kilpide külge. Kirjeldatud spetsiaalraketise eskiis tööjoonis on ära toodud käesoleva töö graafilises osas joonis kolme alajoonises nimega „Rostvärgi välisserva töösõlm konstruktiivpõrandaplaadi betoneerimisel“.

Kaeviku kogu põhjapindala ulatuses, killustiku peale, paigaldatakse 0.2 mm poletüleen ehituskile, mis annab betoneerimisel betoonisegu kokkuhoiu, kuna betoon ei kao killustikutühimikesse ära. Kile võib paigaldada ainult aluskillustiku peale, rangelt on keelatud kile jäämine rostvärkvundamendi ja valatava betoonplaadi vahele.

Kuna kasutatakse projekteerija poolt arvutuslikku kiudbetooni siis konstruktiivpõrandaplaati ei armeerita. Tööde teostuse suhtes, on see töökiiruse ja töötervishoiu mõttes positiivne lahenduskäik. Armeerimise töömaht jääb ära, hoides seetõttu kokku hulgaliselt tööaega. Põrandkonstruktsiooni betoneerijad saavad töötades olla stabiilsel aluspinnal, mistõttu väsivad vähem betoneerijate jalad ja väheneb risk komistamise tõttu tööõnnetuse tekkimisele.

Betoneerimisel kasutatakse autobetoonipumpa ja betoon tarnitakse betoonimikseriga. Betooni tarne tehast aadressil Peterburi tee 94. Betoon võetakse vastu niinimetatud „rippuva masti“ meetodil. Otse mastist betoneerimine eeldab autobetoonipumpade betoneerimiseaegset

ümberpositsioneerimist, mis on ikkagi ajaliselt tõhusam toruliinide rajamisest. Betoonipumba surveöögi vastu kasutatakse rippuva toru otsas spetsiaalset S profiiliga abitoru. Betoneerimine toimub kahe töömeeskonnaga, mõlemas meeskonnas on neli töölist. Kasutatakse kahte autobetoonipumpa, tagades mõlemale betoneerimisbrigaadile samaaegse betoonipumpamise. Üks betoneerijate brigaad pannakse betoneerima alustades Tedre tänava poolt ja liikudes betoneerimise käigus Rästa tänava poole, teine brigaad alustab betoneerimist Rästa tänava poolt ja liigub esimesele brigaadile vastu. Kahe betoonitööde töölistmeeskonna kasutamine on põhjendatud töökiiruse tõstmise vajadusega, kuna betoneerimine tuleb teostada järjest. Betoneerimise ajal ei tohi erinevate valukordade üleminekud hakata kivinema, vaid uus valukorra betoon peab segunema eelmise betooniga. Betoneeritava konstruktiivpõrandaplaadi paksus on kesktlābi 180 mm. See paksus valatakse ühekihiliselt, tihendades betooni enne „lattimist“ nuivibraatoriga. Nuivibraatoriga töötades järgida antud töö alapeatükis nr 8.5.1. väljatoodud infot. Valatav betoon silutakse lattismeeetodil. Valmis betooni pind peab vastama projektkõrgusele. Betooni pealispinda ei töödelda muul moel kui ainult õigesse kõrgusesse ja sirgeks lattimisega, see tähendab, et niinimetatud betooni „kopterdamist“ ei teostata. Hoolikalt tuleb betoonipinna pinnasirgusesse ja valamismügerike vältimisse suhtuda konstruktiivplaadi piirkondades kuhu, hakkavad toetuma vundamendi sokliseinad. Tööde koosseisus betoneeritakse ka telgede 11 ja 14 vahel asuva süvendi põhi ja liftišahtide põhjad.

Betoneeritakse kahe viieliikmelise tööbrigaadiga. Hoolikalt jälgitakse valupinna kõrguse vastavust projektile.

Betoneerimisbrigaadi koosseis:

- üks töötaja betooni vastuvõtmiseks, ehk tööülesanne on pumbatoruotsaga liikumine, täites ning planeerides, betooniga valatavat piirkonda vajalikule kõrgusele;
- üks töötaja lasernivelliiriga kõrguste ettemärkimiseks ja värskest betoonist rajatavate „majakate“ teostustööks;
- üks töötaja nuivibraatoriga betooni tihendamiseks;
- kaks töötajat betooni silumiseks lattidega;
- üks töötaja abitöödeks nagu vajadusel labidaga ja rehaga betooni planeerimine, valamise käigus.

Eeltoodud viieliikmelise töömeeskonna põrandaplaadi betoneerimise töökiiruseks on arvestuslikult 100 m² põrandapinda / h. Antud hoone konstruktiivpõrandaplaadi rajamise pindalaks on 1261 m².

Eelduslik põranda konstruktiivplaadi betoneerimise aeg, kasutades kahte viieliikmelist betoneerijate meeskonda = $1261 \text{ m}^2 / 100 \text{ m}^2/\text{h} / 2 = 6,3 \approx 6,5 \text{ h}$. Kuna arvestada tuleb ka puhkepausidega, oleks betoneerimise ajaks 8 h. Lisaks võtavad aega autobetoonipumba positsioonimuutmisel ning muud abitööd nagu vahendite pesemine pärast kasutamist. Samuti tuleb arvestada võimalike töödeagsete ootamatustega. Sellele arutelule toetudes võiks betoneerimise ajaks määrata eeltoodud brigaadide ja nende liikmete koosseisu kasutades ca 10 h. Ilmselt saaks antud tööd teha väiksema tööjõukuluga, kui kasutada betooni silumiseks mehaanilisi „vibrolatte“ aga antud tööarvetuses sellist tehnoloogiat aluseks ei võeta, kuna autoril puudub info meetodi tööproduktiivsuse kohta.

Kiudbetoon konstruktiivpõranda arvestusmahud:

- valatav pind = 1261 m^2 ;
- valatav betoon C 30/37, millele lisatakse veekindlust tagavat ainet „Betocrete C - 17“ doseeringuga 8 kg/m^3 betooni kogus = $1261 \text{ m}^2 * 0,18 \text{ m} = 226,98 \approx 227 \text{ m}^3$. Eelarves oleks mõistlik arvestada, eeltoodud betoonimahule lisaks, betooni ülekulu ca 5%.

Vajaliku ehitustehnika arvutus:

- autopumba vajadus konstruktiivpõrandaplaadi betoneerimisel = brigaadide töökiirus betoneerimisel = 10 h;

Kokku autopumba vajadus konstruktiivpõranda betoneerimiseks = $10 \text{ h} * 2 \text{ masinat} = 20$ betoonimikseri 7 m^3 mahutiga vajadus konstruktiivpõranda betoneerimisel:

- koormate kogus = $227 \text{ m}^3 / 7 \text{ m}^3 = 32,42 \approx 33$ koormat;
- pealelaadimine tehases = $15 \text{ min/koorem} * 33 \text{ koormat} = 495 \text{ min} \approx 8 \text{ h}$;
- transpordiks kuluv aeg = kilometraaz ühe koorma kohta $22,6 \text{ km} * 33 \text{ koormat} /$ keskmine sõidukiirus $30 \text{ km/h} = 24,86 \text{ h} \approx 25 \text{ h}$ (tarne tehastest aadressil Peterburi tee 94);
- objektil kallurauto manööverdamise aeg = $10 \text{ min.} * 33 \text{ koormat} = 330 \text{ min} \approx 5,5 \text{ h}$;
- mahalaadimine objektil = $7 \text{ m}^3 /$ betoneerimise kiirus seotult betoonivalajate ühe töömeeskonna töökiirusega $18 \text{ m}^3/\text{h} * 33 \text{ koormat} = 12,83 \text{ h} \approx 13 \text{ h}$ (24 min koorma kohta).

Kokku betoonimikseri eeldatavad töötunnid seoses roostvõrgi töödega = 51,5 ≈ 52 h.

Vastavalt valemile 1, on leitav segurauto koorma ajalise tsükli kestvus:

$$t_t = 15 \text{ min} + (120 * 11,3 \text{ km}) / 30 \text{ km/h} + 24 \text{ min} + 10 \text{ min} = 94,2 \text{ min} \approx 1,6 \text{ h}.$$

Segurautode arvuline vajadus tööde teostuseks = segurauto tunnid kokku 52 h / kahe tööbrigaadi betoneerimise kiirus koos puhkepausidega kokku 10 h = 5 veokit.

Kekeltläbi tuleb arvestatakse, et objektile saabub kaks koormaga mikserautot korraga, mida laaditakse maha ca pool tundi. Seega tarnegraafikus arvestatakse, tööde teostuse ajal, kaks koormat iga poole tunni tagant. Puhkepausid lisatakse samuti graafikusse.

Kvaliteet tagatakse:

- betoneerimistöodel järgitakse Tarindi RYL 2000, lk 169...175, peatükk nr 23 ja selle viidetes esitatud nõudeid;
- betoonitööd teha vastavalt Pikoprojekt OÜ poolt koostatud projektdokumentatsioonile töö nr 681/2013, joonis „Rostvõrgi plaan“ ja selle juurde kuuluvatele lõikejoonistele;
- betoneerimistöodel kontrollitakse nivelliiriga pidevalt konstruktiivpõrandaplaadi pinnakõrguse vastavust eelmises lõigus nimetatud projektile.

4.5.3. Vundamendi sokliseinte betoonosa tööd

Vundamendi sokliseinad moodustavad koos keldri kiudbetoon konstruktiivpõrandaga ühtse pinnaseveekindla keskooni. Sokliseinad valatakse betoonist margiga C 30/37, millele lisatakse veekindlust tagavat ainet „Betocrete C - 17“ doseeringuga 8 kg/m³. Sokliseinad toetuvad konstruktiivpõrandaplaadile ja asetsevad roostvõrgvundamentide kohal. Projektis on näidatud, et vertikaalsetesse, vundamendi välisseina töövuukidesse, paigaldatakse pinnasevee sissetungi vastumeetmena vuugilint „Waterstop“. Horisontaalvuukide (välisseina ja konstruktiivse põrandaplaadi kokkupuutekoht) veekindluse tagamiseks on samuti projektis ettenähtud sama vuugilint.

Sokliseinte rajamiseks kasutatakse moodulraketisi sarjast „PERI TRIO“, mida on võimalik rentida ettevõttest Peri AS. Kuna rajatavate sokliseinte seinakõrgus on 3,3...3,36 m ja enamus seintest 3,08 m, siis kasutatakse standard kilbikõrgust 3,3 m. Raketise täpne paigaldusprojekt lastakse

koostada moodultellinguid rentival ettevõtte. Raketised tuuakse raketisi rentiva ettevõtte laoplatsilt objektile tõstukautoga ja vaheladustatakse objektile. Raketised tõstetakse vundamendikaevikusse ja sealt tööde lõppedes välja kasutades tornkraana abi. Samuti kasutatakse raketiste montaaži ja demontaaži ajal pidevalt tornkraanat. Raketiste tõstmiseks kasutatakse spetsiaalseid Peri tõsteklambreid. Raketise ja betoneerimisetööd tehakse mitmes järgus. Vertikaalsed töövuugid korraldatakse selliselt, et viimase valukorra raketise vertikaalne serv ulatub üle töövuugi asukoha. Selleks tehakse moodulraketise otsa vineerist ja prussist lõpetuskilp, millest tuuakse läbi armatuurid nende jätkamiseks vajaliku pikkusega. Antud armatuuri jätkamispikkuseks peab olema vähemalt 40 * armatuuri läbimõõt. Sarnase kohapeal valmistatud kilbiga lõpetatakse ka muud vajalikud valukordade vertikaalsed lõpetuskohad.

Objektile ei tellita ega tooda, moodulraketisi nii suurel hulgal, et nende hulk kataks kogu seinte valamise ühekorraga. Kuna sokliseina rajatakse nelja etapilisena, ca 46 m pikkuste seinajärkudega siis tuuakse objektile ca 600 m² moodulraketisi koos vajalike tarvikutega. Eesmärk on, et saaks rajada vähemalt ühelt poolt seina mõõdetuna, 150 m² sokliseina ühe tööetapina. Raketiste maht on tellitud nii, et järgmise valuetapi teostamiseks oleks samuti moodulraketised olemas. Ehk siis, lahtiseletatult, tekib töökorraldus nii, et kui üks seiniosa betooni kuivab, paigaldatakse järgneva valukorra raketisi. Peale järgneva valukorra teostamist, eemaldatakse esimese valukorra raketised ja paigaldatakse uue valukorra kohta. Kui üks tööetapp on täielikult valmis ja sokliseina tugevusnäitajad lubavad seina lahtirakestamist, alles siis alustatakse raketiste demontaažiga. Esmalt eemaldatakse tõmbid, tööplatvormid ja kaldtoed. Tornkraanaga üritatakse tõsta edasi uuele tööalale võimalikult suured moodulkilpide kogumid, kui nende kilpide jaotis sobib uue osa ehituseks.

Raketiste paigaldust alustatakse raketiste õlitamisega, vältimaks raketiste määrdumist betooniga ja sellega seotud hilisemaid suuri puhastuskulusid. Õlitatakse ainult selleks ettenähtud raketiseõliga. Raketised õlitatakse kindlasti enne raketisekilpide paigaldust, keelatud on raketiseõli piserdamine konstruktsiooni armeeringule. Raketisekilpe tuleb õlitada iga valukorra järel.

Esimese järgus paigaldatakse seina ühe poole moodulraketis planeeritud tööetapi ulatuses. Sein paigaldatakse arvestades projektijärgset asukohta. Sein märgid kantakse teljeliinidelt üle konstruktiivpõrandaplaadile ning märkenööri kasutades märgitakse raketise paigaldusjooned. Raketis kinnitatakse kiilankrutega konstruktiivpõrandaplaati, jälgides märkenööri joont. Antud kiilankrud ei pea vastu võtma koormusi, vaid on kilpide paigaldusaegseteks fiksaatoriteks. Fiksaatoriteks kasutatavad kiilankrud ja nende tarvis tehtud puurimised, ei tohi ulatuda konstruktiivpõrandaplaadi sisse rohkem kui 90 mm, vältimaks plaadi kahjustumist ja selle lekkivaks

muutumist pinnaseveele. Järgnevalt paigaldatakse ühe seinapoole moodulraketiste kaldtoed ja kinnitatakse need nii moodultellingu kui ka põrandaplaadi külge. Seejärel armeeritakse sein vastavalt Pikoprojekt OÜ poolt koostatud projektdokumentatsioon töö nr 681/2013 raudbetoon seinade konstruktiivsetele joonistele. Samuti jälgida eelnimetatud projektis antud sokliseina kõrguseid, sõlmi ja muud asjasse puutuvaid juhiseid. Armatuuri klass on vastavalt projektile A500HW. Enne armatuuri paigaldama asumist kontrollitakse saatekirjalt armatuuriklassi õigsust, samuti peavad olema armatuuri klassi tõendavad märkelipikud tarnitud vardakimpude otstel. Armatuurid tuuakse kohale madelveokiga ja tõstetakse kasutades tornkraanat alla vundamendiauku. Armatuuride tarnekaugus objektist 19 km (Vana – Narva maantee). Kaitsekiht armatuuri ja raketisevahel tagatakse spetsiaalsete plastikdetailide kasutamisel. Kaitsekihi määramisel lähtuda projektist. Armatuuri painutamiseks (nurkade L detailid ja muud väänded) kasutatakse elektrilist armatuuriväänajat. Arvestades armeerimise suurt mahtu on mõttekas kasutada armatuuri lõikamisel elektrigiljotiini, mis annaks eeldatavalt tööajas võitu. Armatuurid seotakse omavahel, vastavalt tööreeglitele sidumistraadiga. Pärast armeerimistööde lõpetamist, planeeritud tööalas, paigaldatakse ka teisele poole seina raketisekilbid ja lisatakse vajalikud lisatarvikud nagu tõmbi mutrid ja kaldtoed. Hoone seespoolsetele raketistele paigaldatakse Peri moodulraketiste süsteemiosana kasutatavad töölavad betoneerimise hõlbustamiseks. Kokku on sokli raudbetoonseinte pikkust ühelt poolt mõõdetuna 237 m.

Armeerimise kiiruseks arvestatakse normaalseinte rajamisel, käsitsi armatuuri sidumisel 0,5 inimtöötundi / 1 m² seinapindala kohta ühelt poolt seinapindala arvesse võttes.

Antud hoone sokliseinte armeerimiseks kulub aega = sokliseinte orienteeruv ühepoolne pindala 718 m² * 0,5 h / m² = 359 inimtundi. Armeerimisel kaasatakse armatuuri paigaldustöösse üks kaheliikmeline töömeeskond. Töö kestvuseks kujuneb = 359 h / 2 töötajat = 179,5 h ≈ kakskümmend kaks kaheksatunnilist tööpäeva. Armeerimistööd tehakse samal ajal raketisetöödega. Raketisetöödele arvestada eelarves lisaks armeerijatele kaks abitöölist.

Keskmine normaalseinte moodulraketise rajamise normtöökiirus on 0,45 inimtundi/ 1 m² raketise betooniga kokkupuutepinnale. Antud hoonel on sokliseinte raketise kokkupuutepind betooniga ≈ 1564 m². Seega kuluks töötegemiseks 704 inimtöötundi. Moodulraketiste tegemisel kaasatakse raketise paigaldustöösse üks neljaliikmeline töömeeskond. Töö kestvuseks kujuneb = 704 h / 4 töötajat = 176 h ≈ kakskümmend kaks kaheksatunnilist tööpäeva.

Moodulraketiste demontaažitööde normtöökiirus ½ * 0,45 inimtundi / 1 m² raketise betooniga kokkupuutepinnale. Seega oleks raketiste eemaldusaeg 352 h. Moodulraketiste lahtirakestamisel

kaasatakse raketise lahtirakestusele üks neljaliikmeline töömeeskond. Töö kestvuseks kujuneb = $352 \text{ h} / 4 \text{ töötajat} = 88 \text{ h} \approx$ üksteist kaheksatunnilist tööpäeva.

Lisaks kulub raketisekilpide kaevikusse sisse- ja väljatõsteks, abitöödeks ning vaheladustustööks kokku neli päeva neljaliikmelise töömeeskonna tööd. Kilpide puhastamiseks raketiste tagastamiseks kulub eeldatavalt kaks päeva neljaliikmelise töömeeskonna tööd.

Betoon võetakse vastu pumpsegurauto ehk pumiga ja tarnitakse juurde betoonimikseriga. Betoon võetakse vastu niinimetatud „rippuva masti“ meetodil. Betoonipumba surveöögi vastu kasutatakse rippuva toru otsas spetsiaalset S profiiliga abitoru. Pumpsegurautol on pumpamiskiirus vastavalt antud töös alapeatükk 8.4. toodud andmetele $10...40 \text{ m}^3/\text{h}$. Betooni tarne tehast aadressil Peterburi tee 94. Määravaks saab betoneerijate brigaadi töökiirus ning ei ole eeldatav kogu pumpsegurauto kiirusressursi täielik ärakasutamine. Brigaadi töökiiruse määrajaks on omakorda sokliseinte betoneerimisel betooni vibraatoriga tihendamise kiirus, milleks on tihesarrustusega konstruktsiooni valamisel $5...10 \text{ m}^3$ betooni / h [36]. Käesolevas tehnoloogiakaardis võetakse aluseks eelnevast tihendamiskiirusest aritmeetiline keskmine $\approx 8 \text{ m}^3$ betooni / h. Kuna betoneerida on vaja 152 m^3 betooni, siis selleks kulub puhast tööaega tööbrigaadil töötades, ilma puhkepause arvesse võtmata ca 19 h. Kuna sokliseinad betoneeritakse nelja erineva valukorraga, siis ühe valukorra betoneerimise kestvuseks arvestatakse $4,75 \approx 5$ tundi ühe kolmeliikmelise brigaadi tööd ilma puhkepausideta.

Betoon valatakse raketisse 450 mm kihtidena, kihid tihendatakse eraldi. Tihendamiseks kasutatakse betooni nuivibraatorit, mida hoitakse tihendades vertikaalses asendis. Oluline on jälgida, et vibraatori kaldenurk ei oleks horisontaalsem kui 45° , sest horisontaalasendis vibraatornui tekitab tihendamise asemel kihistumist. Vibreerimistsoonide vahemaa ei tohi ületada 400 mm ja ajaliselt vibreeritakse ühte kohta ca 15...20 s. Ülemist kihti vibreerides lastakse lisaks nuial oma raskusega vajuda alumisse kihti 200 mm sügavusse. Vibreerimisel jälgitakse, et ei oldaks vibreerimise hetkel lähemal valamise kohale kui 1,5...2 m [36].

Betoneeritakse kolmeliikmelise tööbrigaadiga. Hoolikalt jälgitakse valupinna kõrguse vastavust projektile.

Betoneerimisbrigaadi koosseis:

- üks töötaja betooni vastuvõtmiseks ehk tööülesanne on pumbatoruotsaga liikumine, täites betooniga raketist vajalikule kõrgusele;

- üks töötaja kõrguste ettemärkimiseks ja lasernivelliiriga betoneerimise kõrgusjoone kontrollimiseks ja silumiseks;
- üks töötaja nuivibraatoriga betooni tihendamiseks.

Vundamendi sokliseinte arvestusmahud:

- sarrusteras läbimõõdus 8...25 mm = 19030,6 kg $\approx$ 19 tonni;
- betoon C30/37, lisandiga Betocrete C - 17 doseeringuga 8 kg/m³ = 152 m³;
- moodulraketise kaaluks on seinaraketise puhul 60 kg/m² koos tarvikutega. Arvesse võetakse pindala arvestamisel betooni kokkupuutepinda raketisega [38];
- tarnitavate moodulraketiste kaal vundamendi sokliseinte rajamisel = toodavate raketiste maht 600 m² * 60 kg/m² + 10% ülekulu = 39600 kg $\approx$ 40 tonni.

Vajaliku ehitustehnika arvutus:

- 1) madelveoki vajadus sokliseinte armatuurraudade transportimiseks objektile:
 - 1) koormate kogus = 19 tonni / madelauto kandevõime 13 tonni = 1,46 $\approx$ 2 autokoormat;
 - 2) transpordiks kuluv aeg = kilometraaz ühe koorma kohta 38 km * 2 koormat / keskmine sõidukiirus 40 km/h = 1,9 h $\approx$ 2 h;
 - 3) koormate pealelaadimise aeg koos kaalumisega = 60 min * 2 koormat = 120 min = 2 h;
 - 4) koormate mahalaadimisaeg objektil = 60 min. * 2 koormat = 120 min = 2 h;
 - 5) objektil kallurauto manööverdamise aeg = 10 min. * 2 koormat = 20 min $\approx$ 0,33 h.

Kokku veoki vajadus vundamendi sokliseinte armatuuri transpordiks $\approx$ 6,5 h.

- 2) madelveoki vajadus moodulraketise kilpide transportimiseks objektile:
 - 1) koormate kogus = 40 tonni / madelauto kandevõime 13 tonni = 3,07 $\approx$ 3 autokoormat;
 - 2) transpordiks kuluv aeg = kilometraaz ühe koorma kohta 26 km * 4 koormat / keskmine sõidukiirus 30 km/h = 1,73 h $\approx$ 2 h;
 - 3) koormate pealelaadimise aeg koos kaalumisega = 60 min * 3 koormat = 180 min = 3 h;
 - 4) koormate mahalaadimisaeg objektil = 60 min. * 3 koormat = 120 min = 3 h;
 - 5) objektil kallurauto manööverdamise aeg = 10 min. * 3 koormat = 30 min = 0,5 h.

Kokku veoki vajadus moodulraketise transpordiks objektile ja äraviimiseks objektilt = 8,5 h * 2 reisi = 17 h.

- 3) pumpsegurauto vajadus:

- 1) pumpsegrauto vajadus vundamendi sokliseinte betoneerimisel = brigaadi töökiirus mahalaadimisel = betooni vibraatoriga tihendamise kiirus $152 \text{ m}^3 / 8 \text{ m}^3 \text{ betooni} / \text{h} = 19 \text{ h}$. Lisaks tuleb arvestada vajalikud betoneerimispositsioonide ümberpaigutused, kokku eelduslikult 1 h valukorra kohta;
- 2) pumpsegrauto vajadus betooni transpordiks:
 - 1) koormate kogus = $20 \text{ m}^3 / 5 \text{ m}^3 = 4 \text{ koormat}$;
 - 2) pealelaadimine tehases = $15 \text{ min/koorem} * 4 \text{ koormat} = 60 \text{ min} = 1 \text{ h}$;
 - 3) transpordiks kuluv aeg = kilometraaz ühe koorma kohta $22,6 \text{ km} * 4 \text{ koormat} /$ keskmine sõidukiirus $30 \text{ km/h} = 3,01 \text{ h} \approx 3 \text{ h}$ (tarne tehasest aadressil Peterburi tee 94);
 - 4) objektil kallurauto manööverdamise aeg = $10 \text{ min} * 4 \text{ koormat} = 40 \text{ min} \approx 1 \text{ h}$.

Kokku pumpsegrauto vajadus vundamendi sokliseinte betoneerimiseks = 28 h.

- 4) tornkraana vajadust hinnatakse tööpäevades, kuna selle järgi arvestatakse tornkraana renditasu. Tornkraana vajadus raketisetööl sõltub raketise- ja armeerimistööde üldisest kestvusest, milleks kujuneb eeldatavalt vastavalt eeltoodud arvutustele 31 tööpäeva. Tornkraanat on vaja igapäevaselt nii moodulraketiste paigaldustööl, kui armeerimise tööl. Lisaks töödeagsetele tõstetele on tornkraanat vaja moodulraketiskilpide ja armatuuride mahatõsteks veokilt, selleks on tornkraana vajadus üks päev;

Kokku tornkraana vajadus sokliseinte rajamiseks = 32 päeva.

- 5) betooni segrauto 7 m^3 mahutiga vajadus vundamendi sokli betoneerimisel:
 - 1) koormate kogus = $132 \text{ m}^3 / 7 \text{ m}^3 = 18,85 \approx 19 \text{ koormat}$;
 - 2) pealelaadimine tehases = $15 \text{ min/koorem} * 19 \text{ koormat} = 285 \text{ min} \approx 5 \text{ h}$;
 - 3) transpordiks kuluv aeg = kilometraaz ühe koorma kohta $22,6 \text{ km} * 19 \text{ koormat} /$ keskmine sõidukiirus $30 \text{ km/h} = 14,31 \text{ h} \approx 14,5 \text{ h}$ (tarne tehasest aadressil Peterburi tee 94);
 - 4) objektil kallurauto manööverdamise aeg = $10 \text{ min.} * 19 \text{ koormat} = 190 \text{ min} \approx 3 \text{ h}$;
 - 5) mahalaadimine objektile = $7 \text{ m}^3 / \text{betoneerimise kiirus seotult betooni tihendamise töökiirusega } 8 \text{ m}^3/\text{h} * 19 \text{ koormat} = 16,62 \text{ h} \approx 17 \text{ h}$ (53 min koorma kohta).

Kokku betoonimikseri eeldatavad töötunnid seoses sokli betoneerimistöödega = $39,5 \approx 40 \text{ h}$.

Vastavalt valemile 3, on leitav segrauto koorma ajalise tsükli kestvus:

$$t_t = 15 \text{ min} + (120 * 11,3 \text{ km}) / 30 \text{ km/h} + 53 \text{ min} + 10 \text{ min} = 123,2 \text{ min} \approx 2 \text{ h}.$$

Kokku teostatakse betoneerimistöö nelja valukorraga. Ühel valukorral betoneeritakse 38 m³ betooni.

Segurauto tunnid kokku ühe valukorra ajal = (valatav maht 38 m³ – pumi toodav osa 5 m³) / betoonsegurauto koorma maksimaalne maht 7 m³ * tsükli kestvus 2 h = 9,42 ≈ 10 h.

Segurautode arvuline vajadus ühe valukorra tööde teostuseks = segurauto tunnid valukorral kokku 10 h / tööbrigaadi betoneerimise kiirus koos puhkepausidega kokku 6,5 h = 1,5 ≈ 2 segurautot.

Kvaliteet tagatakse:

- raketisetöödel järgitakse Tarindi RYL 2000, lk 161...163, peatükk nr 21 ja selle viidetes esitatud nõudeid ning EVS-ENV 13670-1:2003 esitatud eeskirju;
- raketisetöödel, moodulraketiskilpide paigaldusel, kontrollitakse nivelliiriga pidevalt raketise servakõrguse vastuvõetavust projektijärgse betoonkeha rajamise võimaldamiseks;
- armatuuri paigaldustöödel järgitakse Tarindi RYL 2000, lk 165...167, peatükk nr 22 ja selle viidetes esitatud nõudeid;

Lisaks järgitakse asjakohaseid eeskirju järgnevatest sarrusetöid reguleerivatest standarditest:

- EVS-ENV 13670-1:2003;
- EVS-EN 1992-1-1:2005;
- EVS 1992-1:2003.
- armatuurikontuuri kaitsekihid vastu raketist teha vastavalt Pikoprojekt OÜ poolt koostatud projektdokumentatsioonile töö nr 681/2013, raudbetoon seinade konstruktiivsed joonised ja selle juurde kuuluvatele lõikejoonistele;
- betoneerimistöödel kontrollitakse nivelliiriga pidevalt vundamendi sokliseinte kõrguse vastavust eelmises lõigus nimetatud projektile;
- betoneerimistöödel järgitakse Tarindi RYL 2000, lk 169...175, peatükk nr 23 ja selle viidetes esitatud nõudeid;
- kaetud tööde aktiga akteeritakse järgnevad tööetapid:
 - raketisekilpide vastavus projektile ja paigalduskvaliteedi vastuvõetavus betoneeristöödel kasutamiseks;
 - raketiste asukohtade projektijärgne täpsus;
 - armatuur terasarruse paigalduse vastavus projektile ja kasutatud terasemargi vastavus projektile;

- sokliseinte betoneerimine koos betoonimargi ja kasutatud betoonilisandite tõestusdokumentidega.

5. TÖÖVÕTUMEETOD

Hoone rajatakse peatöövõtu korras. Peatöövõtu korras ehitamise põhimõte on, et ehitustööde lepingu tellijaga sõlmib peatöövõtja. Samas, vastutab peatöövõtja tellija ees kõikide objektil tehtavate tööde kvaliteedi eest ja lepingus ettenähtud rahaliste vahendite piires püsimise eest. Peatöövõtja organiseerib ehitustööde üldplaneerimise ja palkab alltöövõtu lepingute alusel erinevate ehitusvaldkondade alltöövõtjatest ettevõtteid ning kontrollib neid vastavalt kvaliteedi tagamise plaanile.

Peatöövõtja täidab ise, ja kontrollib enda alltöövõtjate ehitusdokumentatsiooni reeglipärast täitmist. Ehitustööde töödeagseteks täidetavateks ja nii tellija kui ka töövõtja allkirjastatavateks dokumentideks on:

- ehituspäevik, on informatiivne tehniline dokument iga päeva kohta, millel on oma kindel väljakujunenud vorm ning mille alusel on võimalik tagantjärele taastada olukordade infot. Täidab peatöövõtja, esitamiseks tellijale ja täidab alltöövõtja esitamiseks peatöövõtjale;
- kaetud tööde akt, mis koostatakse igakordselt, kui mingi töömaht kaetakse järgnevate konstruktsioonidega. Kaetud tööde akti on kohustatud koostama alltöövõtja oma tööloigu ulatuses, peatöövõtja oma töövõtu ulatuses ja tellija on kohustatud akti kas heaks kiitma või esitama pretensiooni ning põhjuse miks ei tohiks järgnevat katvat tööd alustada;
- erinevad mõõtmisaktid, milledeks on vajadusel tugevvoolu isolatsioonide mõõtmised, ventilatsiooni õhuhulkade kontrollmõõtmised, geodeetilised mõõtmised, termoisolatsiooni pildistusaktid, niiskusemõõtmise aktid jne. Need aktid koostab mõõtmise teostav ettevõtte või pädev isik. Mõõtmisakte kontrollib peatöövõtja ja esitab nõudmisel tellijale;
- teostatud tööde rahalised aktid, milles määratakse aruandeperioodil tehtud tööde protsentuaalne valmidus lepingu kogumahust ja maksumus. Tavaliselt on selline akt ka tööde järk-järguliseks üleandmise vormiks. Selle akti koostab nii alltöövõtja peatöövõtjale, kui ka peatöövõtja tellijale;

- tööde üleandmis-vastuvõtmis akt, koostatakse töövõtja poolt tööde lõplikuks üleandmiseks;
- materjalide kuluaktid, mis koostatakse kulupõhise ehitamise juhul, aruande perioodi jooksul, töövõtja poolt tellijale esitamiseks. Tavapärasel situatsioonis on see akt ainult raamatupidamise ja eelarve kontrolli osa, ehk siis ettevõtte siseinfo;
- materjalide vastavussertifikaatide esitamine tellijale ja arhiveerimine;
- kasutatavate materjalide tabelid ja viimistlustabelid;
- tööde teostusjoonised, mis koostab konkreetset tööd teostav töövõtja;
- ehitise kasutamise- ja hooldamisjuhendid üleandmiseks tööde lõpul ja vajadusel tellija koolitamised;
- ehitusplatsil tehtud katsetuste ning ehitusplatsilt võetud katsekehade toimimise protokollid.

6. TÖÖ- JA TULEOHUTUSE NING KESKKONNAKAITSE TAGAMISE PLAAN

6.1. Ehitusplatsil tehtavate ohtlike tööde loetelu, ning abinõud töötajate ohutuse tagamiseks

Ohtlike tööde loetelu ning abinõud nende vältimiseks:

- 1) töö, millega teostusel on oht maanhkele või vajumisele pinnasesse. Sellisteks töödeks on antud objektile nulltsükli tööd, mille suhtes tuleb koostada eraldi tööohutusplaan;
- 2) töö, mille puhul ohustavad töötajate tervist bioloogilised ohutegurid või ohtlikud kemikaalid. Antud iseloomuga töid teostatakse kogu lepinguliste tööde perioodi jooksul. Sellisteks töödeks loetakse kõik tööd, mille teostamine nõuab ehituskeemia kasutamist või ehitusmaterjalide kasutamist, mis sisaldavad ehituskeemiat.

Ohutusmeetmed:

- isikukaitsevahendid;
 - töötajate juhendamine;
 - töötajate isikukaitsevahendite kasutamise kontrollimine töökeskonna ohutuse eest vastutava isiku poolt.
- 3) tööd, mida teostatakse kõrgepingeliini või trafoalajaama läheduses. Sellisteks töödeks on antud objektile krundivälised elektritööd, mille suhtes tuleb koostada eraldi tööohutusplaan;
 - 4) tööd, millega võib kaasneda uppumisoht. Antud iseloomuga töid ei teostata;
 - 5) tööd, mida tehakse maa-alustes tingimustes, nt kaevus, tunnelis. Sellisteks töödeks on antud objektile vundamendi rajamistööd. Tööohutus tagatakse kaevikust korralike väljapääsuteedega, töötajate instrueerimisega kriitilises olukorras käitumiseks. Kaeviku tugiseinade paigalduse kohta peab olema insenertehniline projekt;

- 6) tööd, mida teostatakse vees, mis vajab õhuvarustussüsteemi kasutamist. Antud iseloomuga töid ei teostata;
- 7) tööd, mida teostatakse kessoonis. Sellisteks töödeks on antud objektil vundamendi rajamistööd. Tööohutus tagatakse kaevikust korralike väljapääsuteedega, töötajate instrueerimisega kriitilises olukorras käitumiseks. Kaeviku tugiseinade paigalduse kohta peab olema insenertehniline projekt;
- 8) tööd mis on seotud lõhkeaine kasutamisega. Antud iseloomuga töid ei teostata;
- 9) tööd mis on seotud raskete valmisdetailide tõstmise, monteerimise või demonteerimisega. Antud iseloomuga töödeks objektil on järgnevad tööd ja kasutusele võetakse järgnevad ohutusmeetmed:

- tööde teostus periood on kogu ehitusperioodi vältel materjalide auto- ja tornkraanaga ehitusmaterjalide mahatõstmised ja kõik seinte- ja laekonstruktsioonide montaažitööd, samuti raketisetööd.

Tööohutusmeetmeteks on:

- isikukaitsevahendite kasutamine (kiiver, turvajalatsid, kindad);
 - töid tohivad teostada väljaõppinud troppijad;
 - tuleb märkelindiga piirata ajutine mahatõstega seotud ohutsoon, kuhu ei tohi läheneda tõstetööga mitteseotud isikud;
 - tuleb veenduda troppide vastavusest nõutele.
- 10) tööd, millega kaasneb töötaja kõrgusest kukkumise oht. Antud iseloomuga tööks objektil on montaaži ja katusetööd.

Ohutusmeetmed:

- pärast iga korruse vahelaepaneelide paigaldust, paigaldatakse koheselt turvapiiarded;
- katusetööde ajaks paigaldatakse turvapiiarded;
- katusel töid teostaval isikul on keelatud viibida katusel mistahes tegevusteks ilma reeglipäraselt kinnitatud rakmeteta;
- igakordsel ohutusrakmete kasutamisel kohustub neid kasutav isik viima läbi rakmete visuaalse kontrolli ja veenduma et ei esineks ühtegi võimalikku kahjustust. Kui tuleb ilmsiks kahjustuste esinemine, on töid teostav isik, kohustatud koheselt teavitama sellest oma otsest ülemust või ettevõtte ohutusega tegelevat spetsialisti. Defektse rakmega või ükskõik millise rakme osaga on keelatud katusel või kõrgustes viibida,

6.2. Abinõud töötajate ohutuse tagamiseks

Lisaks eelnevas alapeatükis loetletud ohutusmeetmete rakendamisele konkreetsete tööde teostusel, peavad olema täidetud ükskõik millise ehitustöö või seotud töö teostamisel järgnevad abinõud:

- töötaja või töömaal viibiv muu isik peab ehitusplatsil kandma alati ehituskiivrit;
- töötaja peab kasutama mürarikaste tööde tegemisel või ehitusplatsil esinemisel kõrvaklappe;
- töötaja peab kasutama kõikide ehitustööde tegemisel vastavalt vajadusele kaitsekindaid;
- töötaja peab kasutama kõikide ehitustööde tegemisel kaitseprille;
- töötaja peab ehitusplatsil kandma ehitustööks ettenähtud läbistamatu talla ja raudtugevndusega turvajalatseid;
- tolmurikaste tööde puhul on töötajal kohustus kanda tolmmaske;
- kemikaalidega töötamise puhul, milleks loetakse ka värvimistööd (ka.kinnises ruumis lateksvärviga töötamine), on töötajal kohustus kanda selleks ettenähtud vahetatavate filtritega hingamismaske;
- töötaja peab nõudma enda tööohutusalast informeerimist tööandjalt või teatama oma mitteinformeeritusest peatöövõtjale;
- töötaja või töömaal viibiv muu isik ei tohi loata siseneda märkelindi või muu arusaadava piirdega piiritletud töotsooni. Luba ohutsooni sisenemiseks on ainult isikutel, kes on selle kooskõlastanud peatöövõtjaga;
- töötaja või töömaal viibiv muu isik ei tohi objektil viibida kõrgustes ilma kukkumisvastaste rakmeteta, tellingutel või tööplatvormidel viibides või töötades tuleb kasutada spetsiaalset rakmeid ja tellingut ühendavat turvatrossi;
- töötajal on keelatud teha ühtki tööd või täita ühtki töökorraldust, kui töötaja kahtleb oma pädevuses selleks tööks või tunneb vajadust lisainstrueerimise järele;
- töötajal on rangelt keelatud enne juhendamist kasutada seadeldisi või tööriistu, mille kohta puudub töötajal pädevus või tunneb töötaja ennast ebakindlalt;
- tellingute monteerimisel ja demonteerimisel peab jälgima tellingutootja poolseid juhendeid, keelatud on niinimetatud omalooming ja sobimatute elementide kokkusobitamine. Töötajate poolt iseseisvalt objektil valmistatud tellingud või mis tahes tööplatvorm, tuleb enne kasutusele võtmist kontrollimiseks esitada peatöövõtja esindajale, vastasel juhul on selle kasutamine keelatud;

- alltöötaja peab igakordselt informeerima iga uue tööetapi alustamisel peatöövõtja esindajat ja selle tööde võimaliku alguse koostöökoostama;
- töötajal tuleb koostöökoostatult objektijuhiga korraldada töö nii, et kategooriliselt oleks välditud tööde teostamine ühel vertikaalil katmata avade vahetus läheduses, šahtides ning hoone perimeetril, kui eksisteerib vähimgi oht inimeste sattumiseks võimalike kukkuvate esemete alla. Samuti vältida suuremõõtmeliste ja suurekaaluliste konstruktiivlementide montaaži ajal tööde teostamist kahel allpool asetseval korrusel;
- hädaväljapääsud ja nende juurde viivad teed peavad olema vabad igasugustest takistustest ja võimaldama väljapääsu otse ohutule alale;
- liikumisteede ja töökoha valgustus ehitusobjektidel peab vastama määruse "Töötervishoiu ja tööohutuse nõuded ehituses" nõuetele.

6.3. Jäätmekorraldus

Ehitusjäätmed paigaldatakse objektidel pidevalt vahetatavasse teiseldatavasse ehitusjäätmete konteinerisse, mille tühjendamine ja ehitusjäätmete utiliseerimine tellitakse vastava tegevuslooga ettevõttelt. Konteineri asukoht on näidatud generaallaanil. Ohtlike jäätmete paigalduskoht on näidatud samuti generaallaanil. Betooni transpordivad autod ja valamisel kasutatavad betoonipumbad ei tohi masinaid objektidel läbi pesta, vaid peavad seda tegema betoonitehase territooriumil.

KOKKUVÕTE

Töös käsitleti kogu töö aluseks oleva hoone üldisi ehitustööde organiseerimislahendeid. Määrati tööde kestvused ja ehitustehnika vajadus, koostati generaalplaan ning ehitustööde üldine graafik.

Käesoleva töö raames koostati nulltsükli tööde põhjalikud tehnoloogiakaardid ja nende juurde kuuluvad tööde teostamist abistavad joonised. Eesmärk oli tehnoloogiakaardid koostada olemuslikult sellised, et neid saaks kasutada vajadusel abivahendina, edaspidi erinevate analoogsete projektide nulltsükli ehitustööde organiseerimisküsimuste lahendamisel.

Käesoleva töö autorile, kujunes antud töö huvitavaks õppetööks, kuna vaatamata pikale ehituskogemusele, puudus nii suure hoone ehitustööde organiseerimise kogemus.

SUMMARY

„Organising Construction Works of Rästa Street 18 Apartment Building – Office Building“

In this thesis, organising construction works of an apartment and office building are discussed in general, and the organisation and technical solutions of earth and foundation works are viewed in greater depth. The following projects serve as the basis of calculations and technologies presented in the thesis:

- Project documentation prepared by Pikoprojekt Ltd. work No. 681/2013, and the explanatory memorandums that belong together with it;
- Project documentation by Põldme Arhitektuur Ltd. work No. 831 A – 1.

In the first chapter of the thesis, information is given about the architectural and constructional solutions of the building that is being constructed. In addition, the heating and ventilation systems, water supply and sewage of the building are briefly viewed as well as the power supply system of the building.

In the second chapter, the construction works and their durations are defined that will be done while constructing the building. A calendar schedule is compiled using the technological maps that are a part of this thesis, and the scopes of construction works that are identified in this thesis. In defining the durations of construction works, the labour capacity of machines or people per works' measuring unit are used, as well as the technologies of works. In addition, a general plan for the period of construction works is composed. In subchapter 2.3 with a heading „Construction Price and Proportion of Organisational Costs“ the total price of construction works is calculated, as well as the percentage of the cost of organising technical works out of the total price of the construction, which is about 10% of the total price of construction works according to calculations.

The third and fourth chapter of this thesis are the most voluminous and make up the main content of this thesis. In the third and fourth chapter, the earth works and construction works of concrete structures of the foundation are discussed in detail. For all the works that are displayed in the technological map, calculations of construction and transport equipment are made. The main aim of technological maps is to define the works' technological and chronological order. Detailed calculations of construction and transport equipment were made in order to identify the percentage of the cost of technical organisational equipment used at zero-cycle works out of the total construction price of the building. According to the results of this thesis, the earth works' technical organisational equipment makes up almost 4% and foundation works' technical organisational equipment almost 3% of the total price of the construction. As the building that is being constructed has as cellar floor and the earth on the site is not the best for construction works, the technological descriptions of this thesis feature many different work technologies and work cycles which gives a good basis for making generalised budget estimations. The percentages of earth works' and foundation works' costs that are presented in this thesis can be used in generalised budget estimations before drawing up a detailed budget in different projects.

The two last parts of this thesis describe the labour operations method used at the building and the work and fire safety plan.

VIIDATUD ALLIKATE LOETELU

- [1] S. Käärid, Koormusvoolu leidmine, Tallinn: Tallinna Tehnikakõrgkool, 2002, lk 38.
- [2] A.Veski, Ehituse organiseerimine, Tallinn: kirjastus Valgus, 1976.
- [3] „www.betoonelement.ee“, AS E-Betoonelement koduleht, [Võrgumaterjal]. Available: <http://betoonelement.ee/tooted-%C3%B5%C3%B5nespaneelid> [kasutatud 01.mai, 2014]
- [4] J.Sutt. O.Müürsepp. Ehitusplatsi korralduse kavandamine. Käsiraamat. Tallinn: TTÜ Kirjastus, 2004.
- [5] OÜ REI Geotehnika töö nr 3316-13.
- [6] „www.lemminkainen.ee“, LEMMINKÄINEN EESTI AS koduleht, [Võrgumaterjal]. Available: http://www.lemminkainen.ee/tooted/betoonrajatised_ja_geotehnilised_ehitustood/terasest_sulundseinad [Kasutatud 25. aprill, 2014].
- [7] „www.multivara.ee“, Multivara Transport OÜ koduleht. [Võrgumaterjal]. Available: http://www.multivara.ee/dt_catalog/ekskavaator-laadur-jcb/ [Kasutatud 27. aprill, 2014].
- [8] „www.multivara.ee“, Multivara Transport OÜ koduleht. [Võrgumaterjal]. Available: http://www.multivara.ee/dt_catalog/roomikekskavaatori-rent-liebherr-r924/ [Kasutatud 27. aprill, 2014].
- [9] www.multivara.ee , Multivara Transport OÜ koduleht. [Võrgumaterjal]. Available: http://www.multivara.ee/dt_catalog/roomikekskavaatori-rent-roomikekskavaator-liebherr-r944-45-tonni/ [Kasutatud 27. aprill, 2014].
- [10] „www.multivara.ee“, Multivara Transport OÜ koduleht. [Võrgumaterjal]. Available:

http://www.multivara.ee/dt_catalog/frontaallaadur-kaaluga-liebherr-l550/ [Kasutatud 27. aprill, 2014].

[11] „www.multivara.ee“, Multivara Transport OÜ koduleht. [Võrgumaterjal]. Available:

http://www.multivara.ee/dt_catalog/kallurveod-liiv-killustik-muld-multilift-kalluriga/ [Kasutatud 27. aprill, 2014].

[12] „www.multivara.ee“, Multivara Transport OÜ koduleht. [Võrgumaterjal]. Available:

http://www.multivara.ee/dt_catalog/kallur-8x4-krokodill/ [Kasutatud 27. aprill, 2014].

[13] „www.rtg-rammtechnik.de“, RTG Rammtechnik GmbH koduleht. [Võrgumaterjal]. Available:

http://www.rtg-rammtechnik.de/export/sites/www.rtg-rammtechnik.de/pdf/products/905_640_1.pdf

[Kasutatud 29. aprill, 2014].

[14] „www.cranex.ee“, Cranex Group OÜ koduleht. [Võrgumaterjal]. Available:

<http://cranex.ee/rent/kraanad/?gclid=CJL0rJPY870CFagKwwod0j0ARg> [Kasutatud 29. aprill,

2014].

[15] „www.liebherr.com“, Liebherr-International Deutschland GmbH koduleht. [Võrgumaterjal].

Available: http://www.liebherr.com/AT/en-GB/products_at.wfw/id-3657-0/measure-metric

[Kasutatud 31. aprill, 2014].

[16] „www.abiveod.ee“, Abiveod OÜ koduleht. [Võrgumaterjal]. Available:

<http://abiveod.ee/masinad/> [Kasutatud 01. mai, 2014].

[17] „www.rudus.ee“, Rudus AS koduleht. [Võrgumaterjal]. Available:

<http://www.rudus.ee/Bmehh2.htm> [Kasutatud 01. mai, 2014].

[18] „www.arulaveod.ee“, Arulaveod OÜ koduleht. [Võrgumaterjal]. Available:

http://www.arulaveod.ee/index.php?lang=1&sub_id=50# [Kasutatud 02. mai, 2014].

[19] „www.fr.manitou.com“, Manituo group koduleht. [Võrgumaterjal]. Available:

<http://www.fr.manitou.com/manitou/en/type/1/product/40-mt-1840> [Kasutatud 02. mai, 2014].

[20] „www.ramirent.ee“, Ramirent Baltic AS koduleht. [Võrgumaterjal]. Available:

<http://www.ramirent.ee/tooted/ekskavaatorid-ja-laadurid-11/laadurmasinad-11/laadurmasin-bobcat-18---23t-568> [Kasutatud 02. mai, 2014].

[21] „www.slops.ee“ Slops OÜ koduleht. [Võrgumaterjal]. Available: <http://www.slops.ee/teenuste-hinnad> [Kasutatud 03. mai, 2014].

[22] Arvo Veski, Ehitustööd, Tallinn: kirjastus Valgus, 1975 a, lk 99, tabel 17.

[23] „www.vaopaas.ee“ Vão Paas OÜ koduleht. [Võrgumaterjal]. Available: <http://vaopaas.ee/tootedteenused/killustik/> [Kasutatud 04. mai, 2014].

[24] Arvo Veski, Ehitustööd, Tallinn: kirjastus Valgus, 1975 , lk 27.

[25] Dimitri Klepikov, Temiir AS töödejuhataja. [Intervjuu]. 05. mai, 2014.

[26] Ekenora OÜ, Tööajanormide andmebaas, Vaiatööd, lk 11, positsioon 48.

[27] Veikko Vapper, Lemminkäinen Eesti AS betoonrajatiste ja geotehniliste ehitustööde valdkonna juht. [Intervjuu]. 06. mai, 2014.

[28] „www.lemminkainen.ee“, Lemminkäinen Eesti AS koduleht. [Võrgumaterjal]. Available: http://www.lemminkainen.ee/tooted/betoonrajatised_ja_geotehnilised_ehitustood/cfa_vaiad [Kasutatud 05. mai, 2014].

[29] Toimetanud Tiit Masso, Ehitus Konstruktori Käsiraamat, Tallinn: Autorid ja EHITAME kirjastus, 2012, lk 270, Tabel 10.5.

[30] Ehitusteave OÜ väljastatav info, ET-INFO, 1997, lk 203.

[31] Ekenora OÜ, Tööajanormide andmebaas, Vaiatööd, lk 9, positsioon nr 40.

[32] Toimetanud Tiit Masso, Ehitus Konstruktori Käsiraamat, Tallinn: Autorid ja EHITAME kirjastus, 2012, lk 147, Tabel 7.11.

[33] „www.rudus.ee“, Rudus AS koduleht. [Võrgumaterjal]. Available: <http://www.rudus.ee/Bmehh5.htm> [Kasutatud 10. mai, 2014].

[34] „www.arulaveod.ee“, Arula Arenduse OÜ koduleht. [Võrgumaterjal]. Available: http://www.arulaveod.ee/index.php?lang=1&sub_id=50# [Kasutatud 12. mai, 2014].

[35] „www.peri.ee“, Peri AS koduleht. [Võrgumaterjal]. Available:

http://www.peri.ee/files/pdf2/DO-06-0003653_0_2_1.PDF [Kasutatud 14. mai, 2014].

[36] „www.rudus.ee“, Rudus AS koduleht. [Võrgumaterjal]. Available: http://www.rudus.ee/Bvalik2_1.htm [Kasutatud 14. mai, 2014].

[37] „www.eestitraat.ee“ Eesti Traat OÜ koduleht. [Võrgumaterjal]. Available: <http://www.eestitraat.ee/wp-content/uploads/2011/10/Armatuurvork.pdf> [Kasutatud 14. mai, 2014].

[38] Kristo Rääk, Peri AS tehnilise osakonna juhataja. [Intervjuu]. 14. mai, 2014.

[39] Toimetanud Tiit Masso, Ehitus Konstruktori Käsiraamat, Tallinn: Autorid ja EHITAME kirjastus, 2012, lk 277, peatükk nr 10, alapeatükk „Kaitsekihi lubatav hälve“.

LISAD

Lisa 1. Tabel: Tööjõu ajakulu ja ehitustehniliste organiseerimisvahendite maksumus

Töö nimetus	Ühik	Maht	Ajanorm inimtöö h/1mahu ühikule	Tööliste arv	Töö kestvus päevades	Töö tunnid	Ehitustehnika nimetus	Ehitusteh- nika maksumus	Ehitustehnika maksumus kokku
Peagrupp: ettevalmistustööd									
Puude langetamine ja koristus	kompl.	1	72	3	3	72,0			
Olemasolevate puude kaitsmine laudadega	kompl.	1	16	2	1	16,0			
Kändude juurimine kopaga, eemaldatud puude ja kändude objektilt äraviimine ja utiliseerimine	kompl.	1					Ekskavaator – laadur JCB 4CX+juht	768,0	1503,0
							multilift jäätmekonteiner koos prügi utiliseerimisega	735,0	
Peagrupp: ajutised rajatised									
Ehituskruundi püramine ajutise pürideaia	jm.	760	0,1	2	5	76,0	Rataslaadur kahveltõstuki ja käruga + juht	608,0	608,0
Ehituskruundi ajutise pürideaia eemaldus	jm.	760	0,1	2	5	76,0	Rataslaadur kahveltõstuki ja käruga + juht	608,0	608,0
Pürideaia rendikulu ja transport	kompl.	1					pürideaia rent	12768,0	12918,0
							Transport mahatõstega	150,0	
Märketarade ehitus	tk.	64	1,5	4	3	96,0			
Ehitussoojakute rendikulu	tk.	9					Soojak	5520,0	5520,0
Ehitussoojakute transport ja paigaldus	kompl.	9	1,5	2	1	13,5	Soojakute tõstukiga transportimasin	1350,0	1350,0
Ehitussoojakute ühendamine asula tehnovõrkudega	kompl.	9	5	1	6	45,0			0,0
Valvuri soojaku rendikulu	tk.	1					valvurisoajak	1680,0	1680,0
Valvuri soojaku transport ja paigaldus	kompl.	1	1,5	1	0,2	1,5	Soojakute tõstukiga transportimasin	150,0	150,0
Tööriistahoidlate rendikulu	tk.	2					hoidla	2800,0	2800,0
Tööriistahoidlate transport ja paigaldus	kompl.	2	1,5	1	0,4	3,0	Soojakute tõstukiga transportimasin	300,0	300,0
Peagrupp: mullatööd, alused ja täited ning pinnasetoetused									
Kaevepiiride mähkimine (godeet+märkevaid)	kompl.	1	8	2	1	8,0			
Kasvupinnase eemaldamine koos killustikaluse ehitusega samades piirides. Väljakaeve utiliseerimine.	m²	4039	0,055	2	14	222,1	Roomik - ekskavaator LIEBHERR R 924 +juht (27 tonni raske)	11804,0	27716,9
							kallurauto Mercedes-Benz Actros 4141 8x4/4+juht	13515,0	
							Mehaaniline maatihendaja kaaluga 500 kg. diiselmootoriga	1078,0	
							Muud ehitustehnilised väikevahendid, nagu nivell, tihendajate kütus ja transport, jne.	1319,9	

Lisa 1. Tabel: Tööjõu ajakulu ja ehitustehniliste organiseerimisvahendite maksumus järg									
Töö nimetus	Ühik	Maht	Ajanorm inimtöö h/1mahu ühikule	Tööliste arv	Töö kestvus päevades	Töö tunnid	Ehitustehnika nimetus	Ehitusteh- nika maksumus	Ehitustehnika maksumus kokku
Roomikekskavaatori objektile toomine ja äraviimine	kompl.	2					Raskeveotreiler Goldhofer kandevõimega kuni 33,5 tonni+juht	376,0	376,0
Geodeetilised tööd: hoone märketarade ehitus ja telgede mahanärimine	tara	64	1,5	4	3	96,0			
Terasest sulund tugiseina paigaldus	jm.	184	1,3	2	15	245,3	Vaiapaigaldus- masin BAUER RG 25 S, kasutades lisaseadet MPZ 700	30720,0	37522,5
							Veoki DAF FTS (poolhaadis koos hüdrokraanaga)	652,5	
							Autokraana LIEBHERR LTM 1030	6150,0	
Terasest sulundseina horisontaalsete tuge paigaldus	jm.	184	1,2	4	7	220,8	Veoki DAF FTS (poolhaadis koos hüdrokraanaga)	360,0	3122,5
							Autokraana LIEBHERR LTM 1030	2762,5	
Terasest sulundseina eemaldus koos horisontaaltuge eemaldusega	jm.	184	1,3	2	15	245,3	Veoki DAF FTS (poolhaadis koos hüdrokraanaga)	1012,5	7162,5
							Autokraana LIEBHERR LTM 1030	6150,0	
Vaiapaigaldus-masina BAUER RG 25 S, + MPZ 700 transpord.	kompl.	2					Erikabariidiline raskeveotrilier	600,0	600,0
Teras sulund tugiseina rendikulu	päev	140						16800,0	16800,0
Vundamendi augu kaevamine (vund.vaiade vahel), koos killustiku ajutise ümberpaigaldusega kaevetööst	tonn	11176	0,05714	2	40	638,6	Roomik - ekskavaator LIEBHERR R 924 +juht (27 tonni raske)	33020,0	70196,0
							Frontaallaadur Liebherr L550+juht (3,5 m3 kopp)	2394,0	
							kallurauto Mercedes-Benz Actros 4141 8x4/4+juht	34782,0	
Killusikaluse ehitus: roostvõlvfundamentide alused, konstruktiiv keldripõranda alus. Juurdetoodav killustiku osa 81 tonni.	tonn	718	0,06667	2	3	47,9	Teleskooplaadur MT 1840	704,0	2028,0
							Minilaadurmasin BobCat 1,8 - 2,3t	704,0	
							kallurauto Mercedes-Benz Actros 4141 8x4/4+juht	119,0	

Lisa 1. Tabel: Tööjõu ajakulu ja ehitustehniliste organiseerimisvahendite maksumus järg

Töö nimetus	Ühik	Maht	Ajanorm inimtöö h/1mahu ühikule	Tööliste arv	Töö kestvus päevades	Töö tunnid	Ehitustehnika nimetus	Ehitusteh- nika maksumus	Ehitustehnika maksumus kokku
							Treiler miniekskav.toomi seks	270,0	
							Mehaaniline maatihendaja kaaluga 500 kg. diiselmootoriga	231,0	
Vundamendi väline liivtagasitäide	tonn	2288	0,04808	2	7	110,0	Teleskooplaadur MT 1840	1760,0	5767,0
							kallurauto Mercedes-Benz Actros 4141 8x4/4+juht	3468,0	
							Mehaaniline maatihendaja kaaluga 500 kg. diiselmootoriga	539,0	
Peagrupp: vundamend betoonkehätööd									
Geodeetilised tööd: vaivundamentide mahamärkimised	kompl.	6	8	2	3	48,0			
Vundamendivaiade paigaldus koos täisbetoneerimisega ja liitearmatuuride sissevalamisega	tk.	144	2,66	2	24	383,0	Vaiauurmasin BAUER RG 25 S, kasutades lisaseadet KDK 275	46080,0	75317,0
							Roomik - ekskavaator LIEBHERR R 924 +juht (27 tonni raske)	9984,0	
							kallurauto Mercedes-Benz Actros 4141 8x4/4+juht	7582,0	
							Madelveok MAN 26.313 - Palfinger PK 18500+juht	400,0	
							Betoonimikser	11271,0	
Geodeetilised tööd: vaivundamentide projektkõrguste märkimine	kompl.	4	8	1	4	32,0			
Vaivundamentide õigesse kõrgusesse lõikamine	detail	288	1,77	4	16	509,8	Roomik - ekskavaator LIEBHERR R 924 +juht (27 tonni raske)	2496,0	4400,0
							kallurauto Mercedes-Benz Actros 4141 8x4/4+juht	1904,0	
Rostvärkvundamentide moodulraketiste paigaldus. Mahuks on raketiste pinna kokkupuutepind betooniga.	m²	371	0,9	6	7	333,9			0,0
Rostvärkvundamentide moodulraketiste eemaldus. Mahuks on raketiste pinna kokkupuutepind betooniga.	m²	371	0,45	6	3	167,0			0,0
Rostvärkvundamentide moodulraketiste paigalduse abitööd. Mahuks on raketiste pinna kokkupuutepind betooniga.	m²	371	0,18182	0,6	14	67,5			0,0

Lisa 1. Tabel: Tööjõu ajakulu ja ehitustehniliste organiseerimisvahendite maksumus järg									
Töö nimetus	Ühik	Maht	Ajanorm inimtöö h/1mahu ühikule	Tööliste arv	Töö kestvus päevades	Töö tunnid	Ehitustehnika nimetus	Ehitusteh- nika maksumus	Ehitustehnika maksumus kokku
Rostvärkvundamentide armeerimine arvestuse aluseks rostvärkide põhjapindala	m²	209	2	8	7	418,0			0,0
Rostvärkvundamentide betoneerimine	m³	114	0,6	8	1	68,4			0,0
Rostvärkvundamentide rajamiseks vajaliku tehnika kulu	kompl.	1					Madelveok MAN 26.313 - Palfinger PK 18500+juht	600,0	14410,6
							Betoonimikser	1404,0	
							Betooni autopump	1089,0	
							Peri raketiste rendikulu 371 m² kilbipinda koos kõikide vajalike lisadega komplekt.	2077,6	
							Tornkraana	9240,0	
Konstruktiiüpõrandaplaadi betoneerimine	m²	1261	0,05	10	1	63,1	Betoonimikser	2028,0	3348,0
							Betooni autopump	1320,0	
Vundamendi sokliseinte moodulraketiste paigaldus. Mahuks on raketiste pinna kokkupuutepind betooniga.	m²	1564	0,45	4	22	703,8			
Vundamendi sokliseinte moodulraketiste eemaldus. Mahuks on raketiste pinna kokkupuutepind betooniga.	m²	1564	0,225	4	11	351,9			
Vundamendi sokliseinte moodulraketiste paigalduse abitööd. Mahuks on raketiste pinna kokkupuutepind betooniga.	m²	1564	0,12	4	6	187,7			
Vundamendi sokliseinte armeerimine. Mahuks on seina pindala ühelt poolt mõõdetuna.	m²	718	0,5	2	22	359,0			
Vundamendi sokliseinte betoneerimine	m³	152	0,375	3	2	57,0			
Vundamendi sokliseinte rajamiseks vajaliku tehnika kulu	kompl.	1					Madelveok MAN 26.313 - Palfinger PK 18500+juht	1175,0	36263,0
							Pumpsegurauto	1848,0	
							Peri raketiste rendikulu 600 m² kilbipinda koos töölavade ja kõikide vajalike lisadega komplekt.	10560,0	
							Betoonimikser	1560,0	
							Tornkraana	21120,0	
Peagrupp: vundamendi sokliseinade soojustustööd									
Sokliseinade tõmbiaukude tihendamine	kompl.	1	80	2	5	80,0			
Sokliseinade toruläbiviikude tihendamised	kompl.	1	48	2	3	48,0			
Sokliseinte soojustuse paigaldus	m²	636,3	0,2	3	5	127,3			
Peagrupp: keldri kandvad konstruktsioonid ja lagi									
Keldri raudbetoonpostide ehitus	m³	20	11,5	4	7	230,0			
Raudbetoonalade betoonitööd	m³	47,1	11,5	4	17	541,7			
Lae õõnespaneelide montaaž koos betooniga monoliitmise tööga	m²	1083	0,3	5	8	324,9			

Lisa 1. Tabel: Tööjõu ajakulu ja ehitustehniliste organiseerimisvahendite maksumus järg

Töö nimetus	Ühik	Maht	Ajanorm inimtöö h/1mahu ühikule	Tööliste arv	Töö kestvus päevades	Töö tunnid	Ehitustehnika nime tus	Ehitusteh- nika maksumus	Ehitustehnika maksumus kokku
Keldri kandvate konstruktsioonide ja lae ehituseks vajalik ehitustehnika	kompl	1					Betoonimikser	1053,0	10811,0
							Betooni autopump	1188,0	
							Madelveok MAN 26.313 - Palfinger PK 18500+juht	650,0	
							Tornkraana	7920,0	
Peagrupp: keldrikorruse autoparkla põrandatööd									
Keldri monoliitbetoonist evakuatsioonitrepp	m³	14,2	11,5	2	10	163,3			
Raudbetoon kaldtee keldrist maapinnale	m³	12	11,5	4	4	138,0			
Killustikalus põrandaplaadi all (kahe põrandaplaadi vahel)	tonn	417,8	0,06667	2	2	27,9			
Raudbetoon põrandaplaadi ehitus	m²	1114	0,05	4	2	55,7			
Keldrikorruse autoparkla põrandatöödeks vajalik tehnika							Teleskooppladur MT 1840	416,0	5081,5
							Minilaadurmasin BobCat 1,8 - 2,3t	112,0	
							kallurauto Mercedes-Benz Actros 4141 8x4/4+juht	1292,0	
							Treiler miniekskav.toomi seks	270,0	
							Mehaaniline maatibendaja kaaluga 500 kg. diiselmootoriga	192,5	
							Betoonimikser	1677,0	
							Betooni autopump	1122,0	
Peagrupp: esimese korruse kandvad konstruktsioonid									
Esimese korruse raudbetoonpostide ehitus	m³	20	11,5	5	6	230,0			
Esimese korruse raudbetoonalade ehitus	m³	234,9	11,5	10	34	2701,4			
Esimese korruse kandvate konstruktsioonide ehituseks vajalik ehitustehnika	kompl	1					Betoonimikser	3081,0	27421,0
							Madelveok MAN 26.313 - Palfinger PK 18500+juht	1900,0	
							Tornkraana	22440,0	
Peagrupp: raudbetoonelementide montaažitööd									
Keldri raudbetoon elementtrepi paigaldus	tk.	1	21,5	4	1	21,5			
Esimese korruse seinte raudbetoonelementide montaažitööd	m²	1210	0,4	4	15	484,0			
Esimese korruse lae õõnespaneelide paigaldus ja monolitiseerimine	m²	1083	0,3	5	8	324,9			
Teise korruse seinte raudbetoonelementide montaažitööd	m²	1093	0,4	4	14	437,2			
Teise korruse rõdude montaažitööd	kompl	1	32	4	1	32,0			
Teise korruse trepid montaažitööd	kompl	3	21,5	4	2	64,5			

Lisa 1. Tabel: Tööjõu ajakulu ja ehitustehniliste organiseerimisvahendite maksumus järg									
Töö nimetus	Ühik	Maht	Ajanorm inimtöö h/1mahu ühikule	Tööliste arv	Töö kestvus päevades	Töö tunnid	Ehitustehnika nimetus	Ehitusteh- nika maksumus	Ehitustehnika maksumus kokku
Teise korruse lae õõnespaneelide paigaldus ja monolitiseerimine	m²	799	0,3	5	6	239,7			
Kolmanda korruse seinte raudbetoonelementide montaažitööd	m²	1093	0,4	4	14	437,2			
Kolmanda korruse rõdude montaažitööd	kompl	1	32	4	1	32,0			
Kolmanda korruse trepid montaažitööd	kompl	3	21,5	4	2	64,5			
Kolmanda korruse lae õõnespaneelide paigaldus ja monolitiseerimine	m²	785	0,3	5	6	235,5			
Neljanda korruse seinte raudbetoonelementide montaažitööd	m²	1093	0,4	4	14	437,2			
Neljanda korruse rõdude montaažitööd	kompl	1	32	4	1	32,0			
Neljanda korruse trepid montaažitööd	kompl	3	21,5	4	2	64,5			
Neljanda korruse lae õõnespaneelide paigaldus ja monolitiseerimine	m²	785	0,3	5	6	235,5			
Viienda korruse seinte raudbetoonelementide montaažitööd	m²	1093	0,4	4	14	437,2			
Viienda korruse rõdude montaažitööd	kompl	1	32	4	1	32,0			
Viienda korruse lae õõnespaneelide paigaldus ja monolitiseerimine	m²	873	0,3	5	7	261,9			
Raudbetoon elementide paigaldusel vajalik ehitustehnika							Betoonimikser	1170,0	67445,8
							Tornkraana	50160,0	
							Raskeveotreiler	16115,8	
							Goldhofer kandevoimega kuni 33,5 tonni+juht		
Peagrupp: Tornkraana									
Betoonvundamendi rajamine tornkraanale	m³	20	5	4	3	100,0			
Tornkraana paigaldustööd	kompl	1							
Tornkraana eemaldustööd	kompl	1							
Tornkraana paigaldustöödega seotud vajalik tehnika							Pumpsegrauto	660,0	3168,0
							Peri raketised 45 m² raketispinda komplekt	108,0	
							Autokraana LIEBHERR LTM 1030	2400,0	
Tornkraana lisakulu, mis ei sisaldu erinevate tööde loetelude vajaliku tehnika ridades	päev	11					Tornkraana	7260,0	7260,0
Peagrupp: raudbetoonpõrandaplaadid soojustusel ja nende alune aurutõke									
Esimese korruse põrandaplaadialuse soojustuse paigaldus	m²	1083	0,15	5	4	162,5			
Teise korruse veranda- ja katuseterassi põrandaplaadialuse soojustus	m²	273	0,25	5	2	68,3			
Teise korruse veranda ja katuseterassi kalletega raudbetoonpõranda ehitus	m²	273	0,35	5	2	95,6			
Esimese korruse raudbetoonpõrandaplaadi ehitus	m²	1083	0,2	5	5	216,6			
Teise korruse põrandaplaadialuse soojustuse paigaldus	m²	843	0,15	5	3	126,5			
Teise korruse raudbetoonpõrandaplaadi ehitus	m²	843	0,2	5	4	168,6			
Kolmanda korruse põrandaplaadialuse soojustuse paigaldus	m²	829	0,15	5	3	124,4			
Kolmanda korruse raudbetoonpõrandaplaadi ehitus	m²	829	0,2	5	4	165,8			

Lisa 1. Tabel: Tööjõu ajakulu ja ehitustehniliste organiseerimisvahendite maksumus järg									
Töö nimetus	Ühik	Maht	Ajanorm inimtöö h/1mahu ühikule	Tööliste arv	Töö kestvus päevades	Töö tunnid	Ehitustehnika nimetus	Ehitusteh- nika maksumus	Ehitustehnika maksumus kokku
Kolmanda korruse lodza põrandaplaadialune soojustus	m²	29	0,25	1	1	7,3			
Kolmanda korruse lodza raudbetoonpõranda ehitus	m²	29	0,35	1	1	10,2			
Neljanda korruse põrandaplaadialuse soojustuse paigaldus	m²	827	0,15	5	3	124,1			
Neljanda korruse raudbetoonpõrandaplaadi ehitus	m²	827	0,2	5	4	165,4			
Viienda korruse põrandaplaadialuse soojustuse paigaldus	m²	827	0,15	5	3	124,1			
Viienda korruse raudbetoonpõrandaplaadi ehitus	m²	827	0,2	5	4	165,4			
Raudbetoonplaatide soojustusel rajamisel vajalik tehnika							Teleskooplaadur MT 1840	1024,0	9073,5
							Materjalide transpordid rekaga	2000,0	
							Betoonimikser autopump	4086,4 1963,1	
Peagrupp: katuse ehitus									
Lodzade katusekatted teine ja kolmas korrus	m²	29	0,25	1	1	7,3			
Põhikatuse ja aurutõke, soojustus	m²	1254	0,66	6	17	827,6			
Põhikatuse katusekate ja plekid	m²	1254	0,5	6	13	627,0			
Katuste ehitusel vajalik tehnika							Tomkraana	1660,0	2060,0
							Materjalide transpordid rekaga	400,0	
Peagrupp: hoonekarbi avatäited fassaadil									
Puitakende paigaldustööd	tk	148	2	4	9	296,0			
Äripindade alumiiniumakende ja uste paigaldustööd	tk	44	3	4	4	132,0			
Parkla uks ja muud ukсед	tk	4	3	2	1	12,0			
Trepikodade alumiinium fassaad	m²	357	1,5	4	17	535,5			
Avatäidete paigaldamisel vajalik ehitustehnika							Autokraana LIEBHERR LTM 1030	4000,0	10440,0
							Materjalide transpordid rekaga	2000,0	
							Dino teleskoopstük	4440,0	
Peagrupp: sisetööd									
Keldribokside seinte ladumine	m²	120,2	1,5	5	5	180,3			
Esimese korruse müüritööd	m²	784	1,5	5	29	1176,0			
Teise korruse müüritööd	m²	303	1,5	5	11	454,5			
Kolmanda korruse müüritööd	m²	314	1,5	5	12	471,0			
Neljanda korruse müüritööd	m²	312	1,5	5	12	468,0			
Viienda korruse müüritööd	m²	297	1,5	5	11	445,5			
Katusel müüritööd	m²	87	1,5	5	3	130,5			
Müüritöödel vajalik tehnika							Tomkraana	1980,0	1980,0
Kipsplaatseinte ehitus	m²	1994	1,2	5	60	2392,8			
Kipsplaatlagede ehitus	m²	2312	1,2	5	69	2774,8			
Kipsplaatitöödel vajalik tehnika							Teleskooplaadur MT 1840	1280,0	2280,0
							Materjalide transpordid rekaga	1000,0	
Krohvitööd	m²	514	1	15	4	514,0			
Lagede ja seinte viimistlus lõppvärvi	m²	13040	0,8	15	87	10432,0			
Akna ja ustepalede viimistlus	jm	1351	0,8	15	9	1080,8			
Põrandate tasandustööd	m²	0,25	3969	5	25	992,3			

Lisa 1. Tabel: Tööjõu ajakulu ja ehitustehniliste organiseerimisvahendite maksumus järg									
Töö nimetus	Ühik	Maht	Ajanorm inimtöö h/1mahu ühikule	Tööliste arv	Töö kestvus päevades	Töö tunnid	Ehitustehnika nimetus	Ehitusteh- nika maksumus	Ehitustehnika maksumus kokku
Plaatimistööd seinad ja põrandad	m²	1	3380	10	42	3380,0			
Parketi paigaldus koos seina ja liitelistudega	m²	2514	0,6	10	19	1508,4			
Siseuste paigaldus	tk	217	1	2	14	217,0			
Ehitustehnika vajadus antud loetus krohvitöödest parketi paigalduseni							Materjalide transpordid rekaga	1400,0	1400,0
Peagrupp: välisviimistlus									
Paneelivukkide hermetiseerimine	m²	2438	0,15	2	23	365,7			
Paneelivukimisel vajalik tehnika							Dino teleskoopstük	5520,0	5520,0
Puitterasside ehitus	m²	219	1,5	4	10	328,5			
Fassaadi värvimine	m²	2438	0,25	4	19	609,5			
Fassaadi värvimisel vajalik tehnika							Dino teleskoopstük	5280,0	5280,0

GRAAFILINE OSA

Joonis 1 – Generaalplaan

Joonis 2 – Mulla ja vaiatööde tehnoloogiakaart

Joonis 3 – Vundamendi betoonitööd tehnoloogiakaart

Joonis 4 – Kalendergraafik