



TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOL
INSENERITEADUSKOND
Ehituse ja arhitektuuri instituut

**EHITUSTEHNOLÓGIA JA PLATSIKORRALDUSE
ANALÜÜS KOOS MAJANDUSLIKU TASUVUSEGA
TALLINNAS, LAKI 30 BÜROOHOONE
REKONSTRUEERIMISE NÄITEL**

**ANALYSIS OF CONSTRUCTION TECHNOLOGY AND BUILDING
SITE MANAGEMENT WITH ECONOMIC VIABILITY BASED ON THE
CASE STUDY OF THE RECONSTRUCTION OF OFFICE BUILDING AT
LAKI 30**

MAGISTRITÖÖ

Üliõpilane: Mairit Aru

Üliõpilaskood 177525EAEI

Juhendaja: Virgo Sulakatko

Tallinn 2022

AUTORIDEKLARATSIOON

Olen koostanud lõputöö iseseisvalt.

Lõputöö alusel ei ole varem kutse- või teaduskraadi või inseneridiplomit taotletud.

Kõik töö koostamisel kasutatud teiste autorite tööd, olulised seisukohad, kirjandusallikatest ja mujalt pärinevad andmed on viidatud.

4. mai 2022

Autor:
/ allkiri /

Töö vastab magistritööle esitatud nõuetele.

"....." 20.....

Juhendaja:
/ allkiri /

Kaitsmisele lubatud

"....."20... .

Kaitsmiskomisjoni esimees:

.....
/ nimi ja allkiri /

LIHTLITSENTS LÕPUTÖÖ REPRODUTSEERIMISEKS JA LÕPUTÖÖ ÜLDSUSELE KÄTTESAADAVAKS TEGEMISEKS

Mina, Mairit Aru,

1. Annan Tallinna Tehnikaülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) enda loodud teose **Ehitustehnoloogia ja platsikorralduse analüüs koos majandusliku tasuvusega tallinnas, laki 30 büroohoone rekonstrueerimise näitel,**

mille juhendaja on Virgo Sulakatko

1.1 reprodutseerimiseks lõputöö säilitamise ja elektroonse avaldamise eesmärgil, sh Tallinna Tehnikaülikooli raamatukogu digikogusse lisamise eesmärgil kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni;

1.2 üldsusele kättesaadavaks tegemiseks Tallinna Tehnikaülikooli veebikeskkonna kaudu, sealhulgas Tallinna Tehnikaülikooli raamatukogu digikogu kaudu kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni.

2. Olen teadlik, et käesoleva lihtlitsentsi punktis 1 nimetatud õigused jäävad alles ka autorile.

3. Kinnitan, et lihtlitsentsi andmisega ei rikuta teiste isikute intellektuaalomandi ega isikuandmete kaitse seadusest ning muudest õigusaktidest tulenevaid õigusi.

_____ (kuupäev)

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

Üliõpilane: **MAIRIT ARU** Üliõpilaskood **177525EAEI**

Õppekava: **EAEI02 Ehitiste projekteerimine ja ehitusjuhtimine**
Peeriala: Ehitusmajandus ja juhtimine

Lõputöö teema:

**EHITUSTEHNOLÓGIA JA PLATSIKORRALDUSE ANALÜÜS KOOS
MAJANDUSLIKU TASUVUSEGA, TALLINNAS LAKI 30 BÜROOHOONE
REKONSTRUEERIMISE NÄITEL**

Analysis of construction technology and building site management with economic viability based on the case study of the reconstruction of office building at Laki 30.

Juhendaja: **Teadur, Virgo Sulakatko**

virgo.sulakatko@taltech.ee

Lõputöö konsultandid:

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

Lektor, Johannes Pello

Johannes.pello@taltech.ee

Lõputöö põhieesmärgid:

1. Tehnoloogiliste ja korralduslike lahenduste välja töötamine
2. Majanduliku tasuvuse analüüs tellija vaatepunktist

Töö keel: eesti keel

Lõputöö etapid ja ajakava:

Ülesande kirjeldus	Tähtaeg
1. Sissejuhatus, lähteandmed	11.03.2022
2. Arhitektuurne osa	21.03.2022
3. Konstruktsiooni osa	29.04.2022
4. Ehitusplatsi üldplaan	28.03.2022
5. Koondkalenderplaan	29.04.2022
6. Tehnoloogilised kaardid	29.04.2022
• Lammutustööde tehnoloogiline kaart	29.04.2022
• Fassaaditööde tehnoloogiline kaart	29.04.2022
7. Majandus- ja uurimuslik osa: rekonstrueerimistööde majandusliku mõju analüüs ja tasuvusarvutus	01.05.2022
8. Tööohutus ja keskkonnakaitse	29.04.2022
9. Kokkuvõtte eesti keeles	01.05.2022
10. Kokkuvõtte inglise keeles	01.05.2022

Lõputööde 95% ülevaatus, mille läbimine on kaitsmise eelduseks	04.05.2022

Esitlusmaterjalid kaitsmisel: A1 joonised

Kirjeldus	Tähtaeg
1 Arhitektuursed joonised - 2 lehte	27.04.2022
2 Konstruktsiooni osa – 1 leht	27.04.2022
3 Ehitusplatsi üldplaan - 1 leht	28.03.2022
4 Koondkalenderplaan – 1 leht	29.04.2022
5 Tehnoloogilised kaardid – 3 lehte	29.04.2022

Lõputöö esitamise tähtaeg: 23. mai 2022

Lõputöö ülesanne välja antud: 09.02.2022

Juhendaja: Virgo Sulakatko

Ülesande vastu võtnud: Mairit Aru

Avalikustamise
piirangu tingimused: puuduvad

SISUKORD

Lihtlitsents lõputöö reprodutseerimiseks ja lõputöö üldsusele kättesaadavaks tegemiseks	3
SISUKORD.....	6
EESSÕNA	9
TABELITE LOETELU	10
JOONISTE LOETELU	11
GRAAFILISE MATERJALI LOETELU	12
SISSEJUHATUS	13
1. LÄHTEANDMED JA ERITINGIMUSED	14
1.1 Objekti üldinfo	14
1.1.1 Asukoht ja ligipääs	14
1.1.2 Hoone kirjeldus.....	14
1.1.3 Olemasoleva hoone andmed ehitisregisris	15
1.1.4 Pinnaserelief	15
1.1.5 Parkimine ja haljastus.....	16
1.2 Eritingimused.....	16
2. ARHITEKTUURNE OSA.....	17
2.1 Arhitektuurne üldlahendus.....	17
2.1.1 Plaanilahendus.....	17
2.2 Konstruktsiooni üldlahendus	18
2.2.1 Vundament.....	18
2.2.2 Põrand pinnasel	18
2.2.3 Kandekonstruktsioonid	19
2.3 Siseviimistlus.....	19
2.3.1 Põrandad	19
2.3.2 Seinad	19
2.3.3 Laed	20
2.3.4 Avatäited	20
2.4 Tehnosüsteemid	21
2.4.1 Küttesüsteem	21
2.4.2 Ventilatsioon ja jahutus	21
2.4.3 Veevarustus ja kanalisatsioon	22
2.4.4 Elekter.....	22
2.5 Tuleohutus	22
2.6 Ehitise tehnilised andmed	23

3.	KONSTRUKTSIOONI OSA.....	24
3.1	Varikatuse toeposti arvutus	24
3.1.1	Koormuste määramine.....	25
3.1.2	Arvutusolukorrad ja koormuskombinatsioonid.....	29
3.1.3	Konstruksiooni sisejõud	30
3.1.4	Toeposti ristlõike kontroll	33
3.1.5	Stabiilsuskontroll.....	34
3.2	Betoonpõranda arvutus	35
3.2.1	Alusandmed	36
3.2.2	Koormuste määramine.....	37
3.2.3	Arvutused kandepiirseisundis.....	38
3.2.4	Vuugid	40
4.	EHITUSPLATSI ÜLDPLAAN	42
4.1	Ehitusplatsi üldplaani andmed.....	42
4.2	Kraana valik	42
4.3	Teed ja platsid	42
4.4	Ajutised tehnovõrgud.....	43
4.4.1	Ajutine elekter	43
4.4.2	Ajutine vesi ja kanalisatsioon.....	44
4.4.3	Ajutine soojavarustus	44
4.5	Ehitusplatsi laod.....	44
4.6	Ajutised hooned ja ehitised.....	45
5.	KOONDKALENDERPLAAN	46
5.1	Üldine.....	46
5.2	Ehitustegevus	46
5.3	Ehitusmaksumus	46
6.	TEHNOLOOGILISED KAARDID	48
6.1	Lammutustööd.....	48
6.1.1	Lammutatavad konstruktsioonid	48
6.1.2	Lammutustööd haardealadel 1, 3 ja 5	49
6.1.3	Lammutustööd haardealal 2	50
6.1.4	Lammutustööd haardealal 4	50
6.1.5	Lammutustööd haardealal 6	51
6.1.6	Lammutustööde ohutusnõuded	51
6.1.7	Tehnoloogilised arvutused	52
6.2	Fassaaditööd	55
6.2.1	Fassaadi soojustamine	55

6.2.2	Tehnoloogilised arvutused	55
7.	MAJANDUSLIK OSA.....	58
7.1	Rekonstrueerimistööd	58
7.1.1	Rekonstrueerimistööde vajadus ja ajaline faktor	58
7.1.2	Rekonstrueerimistööde kogu eelarvestuslik kulu.....	59
7.1.3	Rahavood enne, tööde ajal ja pärast ehitustöid	59
7.1.4	Ehitustööde tasuvus	63
7.1.5	Analüüs	67
7.2	Uus ehitis	68
7.2.1	Ligikaudne maksumus	68
7.2.2	Ajaline ja majanduslik tasuvus	68
7.3	Eelarvestuslikud vs tegelikud kulud	68
7.3.1	Tegelik ehitustööde tasuvus.....	70
7.4	Analüüsi tulemused	71
8.	TÖÖOHUTUS JA KESKKONNAKAITSE.....	75
8.1	Riskianalüüs	75
8.2	Tööohutusnõuded	76
8.3	Keskkonnakaitse	77
	KOKKUVÕTE	78
	SUMMARY.....	79
	KASUTATUD KIRJANDUS	80

EESSÕNA

Antud lõputöö on koostatud Laki 30 büroohoone B-korpuse rekonstrueerimise kohta. Tööde tellijaks oli Astro Vara OÜ, kes tegeleb ärikinnisvara halduse ja arendusega. Ehitustööde peatöövõtjaks oli Avona OÜ, kus lõputöö autor ka ise objektiinsenerina töötas. Koostöös tellija ja projektijuhiga sõnastati lõputöö majandusliku osa analüüsi eesmärk, mille tulemusest oli tellija ise väga huvitatud. Täpsemalt aitas lõputöö teema sõnastada juhendaja Tallinna Tehnikaülikooli teadur, Virgo Sulakatko.

Võtmesõnad: büroohoone, rekonstrueerimine, lammutustööd, magistritöö

TABELITE LOETELU

Tabel 1,1 Olemasoleva hoone andmed EHR-is	15
Tabel 2,1 Rekonstrueeritud ehitise andmed.....	23
Tabel 3,1 Tuulerõhutegurid erinevate takistuste puhul [12]	27
Tabel 3,2 Punktkoormusest tekkiv paindemoment	39
Tabel 4,1 Kraana tööparameetrite ja elementide montaažiparameetrite võrdlus	42
Tabel 4,2 Paigaldatavate seadmete võimsus	43
Tabel 4,3 Ajutiste ehitiste vajadus	45
Tabel 5,1 Ehitusmaksumuse koondtabel	46
Tabel 6,1 Lammutustööde tehnoloogiliste arvutuste tabel	53
Tabel 6,2 Fassaaditööde tehnoloogiliste arvutuste tabel.....	56
Tabel 7,1 Kogu eelarvestulik kulu	59
Tabel 7,2 Lihtsustatud rahavood	61
Tabel 7,3 Tasuvusarvutused eelarvestulike kulude põhjal	64
Tabel 7,4 Kogu tegelik kulu koos eelarvestusliku kulu võrdlusega	69
Tabel 7,5 Tasuvusarvutused tegelike kulude põhjal.....	71
Tabel 8,1 Ehitustööde riskihindamise tabel.....	75
Tabel 8,2 Ehitustöödel kasutatavad erimeetmed	76

JOONISTE LOETELU

Joonis 3,1 Varikatuse lõige	24
Joonis 3,2 Õhuvool ümber varikatuse	26
Joonis 3,3 Varikatuse koormustsoonid	27
Joonis 3,4 Konstruktsiooni paindemomendi epüür (kNm)	31
Joonis 3,5 Konstruktsiooni pikijõu epüür (kN)	31
Joonis 3,6 Konstruktsiooni põikjõu epüür (kN)	32
Joonis 3,7 Konstruktsiooni toereaktsioonid	32
Joonis 3,8 Terasprofili CHS ristlõige	33
Joonis 3,9 Projekti järgne põrand pinnasel (PP3)	36
Joonis 3,10 Plaadi ristlõige koos tekkinud sisejõududega	40

GRAAFILISE MATERJALI LOETELU

Lõputöö koosseisu kuulub 6 esitusjoonist formaadis A1 ning 1 joonis formaadis A2:

Joonis 1: Arhitektuurne osa

Joonis 2: Arhitektuurne osa

Joonis 3: Konstruksiooni osa

Joonis 4: Ehitusplatsi üldplaan

Joonis 5: Koondkalendergraafik

Joonis 6: Lammutustööde tehnoloogiline kaart

Joonis 7: Fassaaditööde tehnoloogiline kaart

SISSEJUHATUS

Antud magistritöö ülesandeks on ehitustehnoloogia ja platsikorralduse analüüs koos projekti majandusliku tasuvusanalüüsiga Tallinnas, Laki 30 aadressil asuva büroohoone rekonstrueerimise näitel. Lõputöö koosneb kaheksast osast, millel igal ühel omaette eesmärk.

Esimeses peatükis on kirjeldatud olemasolevat hoonet ning olukorda ja objekti eripärast tulenevaid eritingimusi ehitusele.

Arhitektuurses osas antakse ülevaade hoone arhitektuuri, konstruktsiooni ja eriosi puudutavast lahendusest, kus on kirjeldatud nii olemasolev olukord kui ka uus lahendus vastavalt projektile.

Konstruktsiooniosas teostatakse kontrollarvutus varikatuse toepostile ning projekteeritakse projektijärgse teraskiuga armeeritud põrandpinnasel asemel sarrustatud betoonpõrand.

Neljas peatükk hõlmab endas arvutusi ehitusplatsi üldplaani kohta, kus leitakse ajutise elektri ja soojakute vajadus ning vajalikud kraana parameetrid. Ehitusplatsi üldplaaniga pannakse paika üldine platsikorraldus, kus on märgitud soojakute, laoplatside, jäätmekonteinerite asukohad koos kinnistul toimuva liiklus- ja parkimiskorraldusega.

Viies peatükk on koondkalenderplaan, kus tuuakse välja põhilised ehitustööde maksumused koos tööde alguse ja lõpuga. Lisaks leitakse vastavalt normidele iga töö kohta tööjõukulu ning täälise ja masinate vajadus platsil.

Kuuendas peatükis koostatakse kaks tehnoloogilist kaarti: lammutustööde ja fassaaditööde tehnoloogiline kaart. Arvutatakse tööjõukulud, kirjeldatakse töid haardealade kaupa ning koostatakse detailsemad kalendergraafikud.

Seitsmendas peatükis analüüsitakse ehitustööde majanduslikku tasuvust tellija vaatepunktist. Analüüsis tuuakse välja eelarve ja tegelike kulude mõju tasuvusele ning kuidas mõjutavad erinevad rekonstrueerimise plaanid rahavooge ning tasuvust. Antakse ka lihtsustatud ülevaade uue hoone ehituse maksumusest.

Viimases peatükis koostatakse ehitustööde riskianalüüs ning antakse ülevaade tööohutusest ehitusobjektile.

1. LÄHTEANDMED JA ERITINGIMUSED

1.1 Objekti üldinfo

1.1.1 Asukoht ja ligipääs

Rekonstrueeritav hoone asub aadressil Laki 30, Mustamäe LO, Tallinna linn, Harjumaa. Hoone on kolmest küljest ümbritsetud asfaltkatendiga, et tagada rentnike parkimine ning kaubavedu. Laki tänava poolse hoone osa ees on osaline haljasala. Koos Laki 28 ja Kadaka tee 131 aadressidega kutsutakse seda ala Astro Kvartaliks. Kvartalit läbib sisetänav, mis ühendab omavahel Laki tänavat ja Kadaka teed. Samuti on ka ehitusalale ligipääs tagatud Laki tänavalt ja Kadaka teelt. Laki tänava piirkond on teada tööstus- ja kaubanduspiirkonnana. Kinnistu on piiratud aiaga.

1.1.2 Hoone kirjeldus

Laki 30 hoone puhul on tegemist 1970. aastatel ehitatud raamatubaas- ja administratiivhoonega. Hoone jaguneb kaheks korpuseks, millest A korpus moodustab 3 korruselise müügi- ja kontoriruumidega korpuse ning B korpus on 4 korruseline kõrgete lagede ja suurema kandevõimega lao- ja tootmishoone. B korpuse teenindamiseks kaubaautodega oli 1.korruse kõrgus planeeritud maapinnast ca 1,1 m kõrgusele ning hoone välisosas oli samal kõrgusel laadimisplatvorm koos pealesõidurambiga (1970. aastatel ei olnud kaubaautodel reguleeritava kõrgusega tagaluuki) [1].

Antud projekti raames rekonstrueeritakse B korpuse 1. ja 2. korrus koos kogu korpuse täiendava soojustamise ja avadäidete vahetamisega. Lisaks rekonstrueeritakse tehnosüsteemid, pidades silmas juba olemasolevaid süsteeme. Varasemalt on täielikult renoveeritud B korpuse 4.korrus ning hoone A korpus [1].

Uue projektilahenduse eesmärgiks oli ajakohastada rendipindasid, mis vastaksid hetke üürituru standarditele ning suurendada üürile antava pinna mahte.

1.1.3 Olemasoleva hoone andmed ehitisregistris

Tabel 1,1 Olemasoleva hoone andmed EHR-is

Ehitise liik	Hoone
Ehitise nimetus	Raamatubaas ja administratiivhoone
Ehitisregistrikood	120224248
Esmase kasutuselevõtu aasta	1971
Ehitise seisund	Kasutusel
Peamine kasutamise otstarve	12201 Büroohoone
Ehitise koha-aadress	Harjumaa, Tallinn, Mustamäe LO, Laki tn 30
Ehitisealne pind (m ²)	2214,6
Maapealsete korruste arv	4
Suletud netopind (m ²)	8634,7
Maht (m ³)	28767
Pikkus (m)	85,4
Laius (m)	52,1
Kõrgus (m)	14,6

Vastavalt arhitektuurse projekti andmetele on hoone tegelik maht 41775 m³ [1]. EHR-is olevad hoone andmed hõlmavad endas nii A kui ka rekonstrueeritavat B korpust.

1.1.4 Pinnaserelieef

Vastavalt geodeetilisele plaanile on kinnistu reljeef valdavalt tasane, väikese kaldega kinnistu lõuna osast langusega sisehoovi ehk põhja suunas ning Laki tänava suunas. Absoluutkõrgused jäävad vahemikku 11.94 m -11.36 m [2]. Rekonstrueerimistööde käigus jääb kinnistu relieef valdavalt samaks.

Täiendavat ehitusgeoloogilist uuringut antud objektile ei tehtud. Projekteerimistööde käigus lähtuti olemasolevast hoone konstruktsiooni projektist ning litoloogilistest lõigetest. Lisaks oli pinnase põhiolemus teada kõrval kinnistul toimunud ehituste käigust.

Täpsemalt on RPI „Eesti Tööstusprojekt“ poolt koostatud litoloogilised lõiked 1971. aastal. Vastavalt nende koostatud aruandele koosneb pinnas kuuest erinevast liivakihist. Esimene kiht peale kasvukihti on 1-1,5 m paksune meretolmliiv, selle all leidub kohati mõnekümne sentimeetri paksune kiht kruusa. Edasi on eelduste kohaselt fluvioglatsiaalset liiva 15-17 m. Kohati esineb meretolmliiva ja fluvioglatsiaalse liiva vahel ka voolavat liivsavi ning saviliiva mille paksus ulatub 3-4 meetrini. Vastavalt lõikele jääb see maapinnast ca 1-1,5 m sügavusele. Hoone aluse pikilõikest on veel näha, et 1,5 m sügavusel maapinnast on ca 3m paksune jääjärveline savikas tolmlüiv kruusa ja veeristega, mis läheb kokku voolava liivsaviga [3].

1.1.5 Parkimine ja haljastus

Vastavalt projektile on Laki 30 kinnistule planeeritud 117 parkimiskohta, mis paiknevad B korpuse erinevatel külgedel. Projekteeritud parkimiskohtade arv on väiksem, kui näeb ette parkimismatšiiv- 151 parkimiskohta. Puuduolevad kohad tagatakse linna maale jääva parkimisalaga Laki tänava ääres A korpuse ees [4].

Uue maastikuarhitektuurse lahenduse järgi suurenes haljastuse osakaal. Olemasolev haljastus koosnes peamiselt üksikutest murualadest ning arukaskedest, täiendav madalhaljastus puudus. Rohelisema ilme kui ka sedemevete ära juhtimiseks kasutatakse parkimiskohtadel murukivi. Kinnistu lõuna ja lääne äärde istutatakse hulgaliselt erinevaid puid, põõsaid ja muid pinnakattetaimi. Haljastuse valikul on eelistatud kodumaiseid liike ning rohkem on pööratud tähelepanu teimede lehestiku ja õite värvusele [4].

1.2 Eritingimused

Antud projekti üheks suurimaks eritingimuseks on see, et tegemist on töötava hoonega. Rekonstrueerimisele läheb B korpusest 1. ja 2. korrus, 3. ja 4. korrusel on rentnikud, kelle jaoks peab hoone edasi funktsioneerima- tagatud peavad olema lifti ühendus kaupade transportimiseks, soojavarustus, vee-, kanalisatsiooni- ja elektriühendused. Olukorda raskendab ka parkimis- ja liikluskorraldus, mis peab suuremas osas olema avatud nii rentnikele, neid teenindavale transpordile kui ka nende klientidele. Et tagada võimalikult vähe ebamugavusi olemasolevatele rentnikele tuleb töid teha etappide kaupa ja rentnike ette teavitada kui seoses ehitustöödega on vaja ajutiselt katkestada nt. vee- ja/või kanalisatsiooni ühendus.

2. ARHITEKTUURNE OSA

Arhitektuurne osa on koostatud põhinedes kõikidele projekti osadele, mis puudutavad Laki 30 büroohoone rekonstrueerimist [1], [5]–[9].

2.1 Arhitektuurne üldlahendus

Antud projektiga muudetakse täielikult rekonstrueeritava B korpuse 1. ja 2. korruse ruumilahendust. 1.korruse kõrgus viiakse ca 0,95 m olemasolevast põrandapinnast allapoole ning see võimaldab rajada hoone lõuna küljele 1. korruse ulatuses klaasfassaadi koos eraldi sissepääsudega rendipindadele ning uue peasissepääsu. Hoovi poolses osas olev laadimisestakaad lammutatakse ning hoone külge rajatakse uus teraskonstruksioonist evakuatsioonitrepikoda. Hoone olemasolevast kolmest kaubaliftist kaks asendatakse uute liftidega. Hoone välisilmet parandatakse fassaadi soojustamise ja uue viimistluskihiga ning uute avatäidetega.

2.1.1 Plaanilahendus

Rekonstrueerimistöde eesmärgiks on luua uued büroo-, lao ja tootmisfunktsioonidega üüripinnad. Üüripindade projekteerimisel lähtuti Stock-office tüüpi büroo- ja laofunktsiooniga lahendusest. Kui varasema plaanilahenduse kohaselt oli 1.korruse rendipinnale võimalik ligipääs ainult hoone põhja küljest läbi tõstuste, siis uue lahendusena jaotub 1.korrus neljaks rendipinnaks ja igale rendipinnale on ligipääs nii hoovi poolt läbi tõstukse kui ka hoone lõuna küljel olevate eraldi sissepääsude kaudu. Lisaks on korrus jagatud nõ pikuti pooleks, millest lõuna poolne rendipinna osa moodustab esinduslikum müügi- ja laopind ning teine osa rendipinnast on laopind. Kahel sisemisel rendipinnal on 1. ja 2. korrust ühendavad sisetrepid, kus asuvad rendipinna kontoriruumid.

Uue lahendusega vähenes 2.korrusel märkimisväärselt üldkasutatava pinna maht, mis tähendab tellija/ üürile andja jaoks suuremat üüritulu. Varasema 16 rendipinna asemel on 2. korrusel nüüd 5 rendipinda, millest 2 on otseses ühenduses esimese korrusega. Korrustele lisandusid lifti šahtide kõrvale täiendavad šahtid tehnosüsteemide jaoks. Plaanilahenduste väljatöötamisel lähtuti uue rentniku soovidest ning et tulevikus oleks seoses rentniku vahetusega võimalik rendipinda lihtsasti kohandada uue rentniku jaoks.

2.2 Konstruksiooni üldlahendus

2.2.1 Vundament

Olemasoleva hoone vundament on rajatud 300 x 300 mm ristlõikega rammvaiadele. Hoone karkassipostid, mis ulatuvad 900mm ol.ol. põrandapinnast allapoole, toetuvad vundamendi rostvärgile/ vundamendi kannudele. Vundamendi kannudele on toetatud soklitalad, millele on omakorda toetatud välisseinad. Ehitusuuringute kohaselt on olemasolevate vundamentide kandevõime piisav ja neid ei ole vaja tugevdada.

Projekti raames lammutatakse hoone põhja küljel olev laadimisestakaad kuni teljeni 12. Telgede 11-12 vahele rajatakse uus monoliitsetest raudbetoonist estakaad, mille kaudu toimub ligipääs ligtihalli 1. Täiendavalt rajatakse uued vundamendid peasissekäigu varikatuse ja uue teraskonstruksioonist evakuatsioonitrepikoja alla. Evakuatsioonitrepikoja alla rajatakse terastoruvaiadest ja monoliitsetest raudbetoonist plaatrostvärgist vundament.

2.2.2 Põrand pinnasel

Kogu olemasolev 1. korruse põrand kuni teljeni 12 lammutatakse ja viiakse 950mm allapoole olemasolevast kõrgusest. Uus põrand rajatakse pinnasele toetuva raudbetoon plaadina, mis on altpoolt soojustatud vahtpolüstüreeniga. Uus põrand rajatakse tihendatud killustikalusele. Põranda paksus müügiplindade osas on 120mm ning armeeritud sarrus varrastega ja laorumide osas on teraskiududega armeeritud 150mm paksune põrand. Müügiplindade osas on põrandad vesipõrandaküttega.

Laopind: $U=0,32 \text{ W/m}^2\text{K}$

Müügiplind: $U=0,17 \text{ W/m}^2\text{K}$

2.2.3 Kandekonstruksioonid

Hoone kandeskelett vastab 1970. aastatel ehitatud tüüpse monteeritava raudbetoon karkassile (II-20-1/70). Postide sammuks on 6x6m. Olemasoleva hoone 1. korruse kõrgus on 4,2 m, mis rekonstrueerimise käigus suureneb 5,2 m kõrguseni. 2. - 4. korrus on 3,6 m kõrged. Esimesel kahel korrusel on postide ristlõikeks 400 x 600 mm ning järgnevatel korrustel 400 x 400 mm. Postide konsoolsetele osadele toetuvad 800 mm kõrgused lõuaga riivtalad, milledele omakorda toetuvad ribipaneelid. Riivtalade ja postide ühendused on jäigad ning moodustuvad hoone põikisuunas jäikade sõlmedega raamid. Piki hoonet on karkassi jäikus tagatud terasest portaalsidemetega, mis asuvad telgedes 4-5 ja 11-12.

Rekonstrueerimistööde käigus tugevdatakse 1.korruse poste nende jätkukohtadest, et tagada parem stabiilsus. 1.korruse postide ümber valatakse monoliitset raudbetoonist nõ „särk“ , mis ulatub roostvähikist 1430 mm kõrgusele- st. uuest põrandast 1,2m kõrgusele. Lisaks tuleb terasest portaalsidemed välja vahetada uute vastu, kus alumise osa kinnitus posti osas on viidud allapoole. Et tagada tööde ajal hoone püsivusust mitte kahjustada tuleb portaalsidemed eemaldada ja uued paigaldada ükshaaval. Tulepüsivuse tagamiseks kaetakse need tulekaitsevärvi.

2.3 Siseviimistlus

2.3.1 Põrandad

Hoone 1.korruse müügi- ja laopinna põrandad jäävad puhtad betoonpinnad, lao osas kaetakse põrandaplaat pinnakõvendiga. Märkades ruumides ja peasissepääsu fuajee põrandad on kavandatud keraamilise plaadiga. Hoone 2.korrusel on põranda viimistlus tulevase rentniku otsustada, kus valida saab plaatvaiba ja vinüülkatte vahel. Rentniku puudumisel jäetakse puhas betoonpind.

2.3.2 Seinad

Olemasolevad seinad krohvatakse võimalikult sirgeks ning viimistletakse. 1.korruse betoonplokkidest seinad laotakse puhta vuugiga ning värvitakse. Kipsseinad pahteldatakse ja värvitakse. Märgruumides kaetakse seinad keraamiliste plaatidega

kuni ripplaeni. Vastavalt rentniku soovidele kasutatakse klaasseinu ruumide eraldamiseks.

2.3.3 Laed

Laepaneelide ja talade puhul teostatakse kohtparandused ning värvitakse laevärviga. Laopindade osas kaetakse lagi tuletõkkekrohviga, mis tagab tulepüsivuse R120. Bürooruumide osas paigaldatakse lakke akustilised paneelid ning mägrruumidesse ripplagi.

2.3.4 Avatäited

Uue lahendusena on 1.korruse lõunafassaadile projekteeritud alumiiniumprofiilidest klaasfassaad, raami tooniga RAL7016. Rendipindadele sissepääsuks kasutatakse alumiiniumraamidega käenduksi ning peauksena kasutatakse liuguksi. Välja vahetatakse ka olemasolevate trepikodade klaasfassaadid. Klaaspaketid on ette nähtud topeltselektiivi ja 3x klaasiga, millest välimised on karastatud ning sisemine lamineeritud. Solar faktor 0,31.

Klaasfassaadi raamiprofiilid: $U < 0,65 \text{ W/m}^2\text{K}$

Klaaspaketid: $U < 0,6 \text{ W/m}^2\text{K}$

2. - 3. korruse olemasolevad valged PVC aknad vahetatakse uute vastu nagu on seda juba varasemalt tehtud 4. korrusel. Raamide toon väljast RAL7016 ning seest valge. Lõunapoolsed klaaspaketid on 3x klaasiga ja topeltselektiiviga, solar faktor 0,31. Põhjapoolsed klaaspaketid on 3x klaasiga selektiiv klaasid, solar faktor 0,41.

PVC aknad: $U < 0,81 \text{ W/m}^2\text{K}$

Klaaspaketid: $U < 0,6 \text{ W/m}^2\text{K}$

Laopindadele on väljast ligipääs tagatud läbi klaasidega tõstuste. Ukse keskel on käiguuks, mida kasutatakse ka evakuatsiooniks. Raamiprofiilide tooniks on RAL7016.

Tõstuksed: $U < 3,2 \text{ W/m}^2\text{K}$

Rendi- ja üldpindade vahelistele ustena kasutatakse metalluksi, mis vastavalt tuletokestsoonidele on ka tuletokesteks. Uste tooniks on RAL 7016. Märgruumide uksteks on ette nähtud lamineeritud portaaluksed, mis tulevad vastavalt ukse asukohale seinaga sama tooni.

2.4 Tehnosüsteemid

Kõik olemasolevad tehnosüsteemid 1. - 2. korrusel lammutatakse ning asendatakse uute kaasaegsete süsteemidega.

2.4.1 Küttesüsteem

Hoonel on olemasolev ja töötav küttesüsteem kaugkütte võrgu baasil. Varasemalt renoveeritud 4. korruse küttesüsteem on tehtud muust hoonest sõltumatuks. Uue lahendusena eemaldatakse etappide kaupa kõik 1. - 3. korruse radiaatorid ja küttestorud ning asendatakse need uutega. Esimese korruse büroopindadele on ette nähtud vesipõrandaküte ning laopindadel kalorifeerküte.

2.4.2 Ventilatsioon ja jahutus

Hoonesse rajatakse rendipindade põhine rootorsoojustagastusega ventilatsioonisüsteem, mis on varustatud komplektse automaatikaga ja on ühenduses hooneautomaatikaga. Ventilatsiooniagregaadid asuvad ventilatsiooniruumides 2. korrusel või lift 3 liftihalli 1,5. korrusel. Õhuvõtt ja heitõhu väljapuhe on projekteeritud katusel asuvate liftišahti ruumide kaudu. Alarõhuga ruumides nagu laopinnad tagatakse uue õhu juurdevool läbi välisrestide.

Bürooruumide jahutuseks kasutatakse laealuseid jahutuskonvektoreid. Et vältida ruumide samaaegset kütmist ja jahutamist on seadmetele ette nähtud kütte ja jahutuse funktsiooni vahelised blokeeringud.

2.4.3 Veevarustus ja kanalisatsioon

Laki 30 hoone veevarustus pärineb Tallinna ühisveevõrgust. Liitumispunkt asub väljaspool kinnistu piiri Laki tänaval ja kinnistu olmevesi on lahendatud Laki tn DN200 veetorst läbi DN100 veeühenduse. Hoonel on olemasolev veesisend DN80 terastorstiku baasil. Olemasolev veemöödusõlm renoveeritakse halva torustike seisundi tõttu ning varustatakse impulss väljundiga peaveemöödtjaga DN20.

Rendipindade soojaveevarustus on tagatud 30l elektriboilerite või tsirkulatsiooniga soojasõlmest. Kõikidele rendipindadele lisatakse kaugloetavad allveemöödtjad.

Antud piiskonnas on kanalisatsioon lahkvoolne. Kogu kinnistu ja hoone rekonstrueeritava mahu osas kanalisatsioonitorustikud rekonstrueeritakse. Reovesi juhitakse läbi de300 kanalisatsiooniühenduse Kadaka tee de315 kanalisatsioonitorusse. Rekonstrueeritavas hoones paigaldatakse magistraaltorustikud 1.korruse põranda alla ning püstikud vastavatesse šahtidesse. Kinnistu sademevesi kogutakse platsidelt ja katustelt kokku ning juhitakse Laki tn d1000 sademeveetorusse, kus asub liitumispunkt. Kinnistusesine sademeveetoru on iseoolne ja läbimöödt maksimaalselt dn110.

2.4.4 Elekter

Hoone 1.korrusele rajatakse eraldi tuletöökkeseksioonina uus kilbiruum, kuhu paigaldatakse peajaotuskilp, mille peakaitse on 2x(3x315A), perspektiivselt 2x(3x500A). Liitumispunkt asub alajaamas, mis on ca 100 m kaugusel. Peakilbist jaotuvad kaablid edasi korruste jaotuskeskustesse. Igal rendipinnal on eraldi kilp koos kaugloetava arvestiga, lisaks möödetakse hoone kõikide tehnosüsteemide elektrienergia tarbimist.

Nõrkvoolupaigaldistest paigaldakse hoonesse automaatne tulekahjusignalisatsioon, andmeside-ja telefonivõrk, videovalve ning integreeritud valvesignalisatsiooni- ja läbipääsusüsteem.

2.5 Tuleohutus

Kandekonstruksioonide tulepüsivus on R60, tuletökketarindid, šahtid, tehnilised ruumid ja evakuatsioonitrepikojad EI60. 1.korruse laopindade tuletökketarindite tulepüsivus EI120.

Evakuatsioon on tagatud 1.korruselt vahetult välisuste kaudu, 2. ja 3.korruselt trepikodade 1, 2 ja 3 kaudu.

Hoonesse paigaldatakse automaatne tulekahjusignalisatsioon (ATS), mille häire korral lülituvad välja kõik sundventilatsiooniseadmed, avanevad evakuatsiooniteedel olevad elektrilised lukud ja käivitab suitsueemaldussüsteemid. Ette pole nähtud automaatset tulekustutusüsteemi, märgtõusutoru ega tuletõrje voolikusüsteemi. Tulekustutusvesi tagatakse väliselt tänavahüdrantide baasil kuni 100m hoonest, millest lähim asub Karjavälja tn 12.

2.6 Ehitise tehnilised andmed

Tabel 2,1 Rekonstrueeritud ehitise andmed

Ehitise liik	Hoone
Ehitise nimetus	Raamatubaas ja administratiivhoone
Ehitisregistrikood	120224248
Esmase kasutuselevõtu aasta	1971
Ehitise seisund	Kasutusel
Peamine kasutamise otstarve	12201 Büroohoone
Ehitise koha-aadress	Harjumaa, Tallinn, Mustamäe LO, Laki tn 30
Ehitisealne pind (m ²)	3371,8
Maapealsete korruste arv	4
Maa-aluste korruste arv	0
Hoone +0.00 (abs) (m)	11,95
Hoone kõrgus (abs) (m)	19,52
Suletud netopind (m ²)	8724,6
Suletud netopind A korpus (m ²)	2281,8
Suletud netopind B korpus (m ²)	6442,8
Maht (A+B korpus) (m ³)	41775
Pikkus (m)	85,5
Laius (m)	61,9
Kõrgus (m)	20,5

Andmed võetud arhitektuursest põhiprojektist [1].

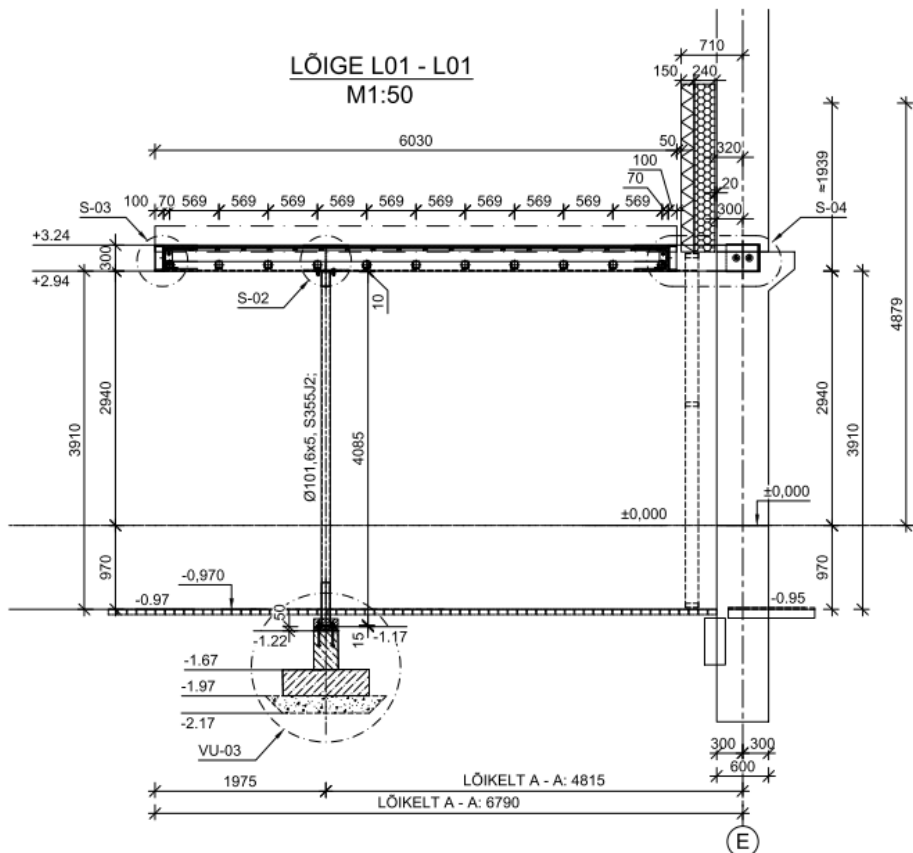
3. KONSTRUKTSIOONI OSA

Antud lõputöö konstruktsiooni osas tehakse kontrollarvutus ja asendus kahele erinevale konstruktsiooni osale. Kontrollarvutus on tehtud peasisekäigu varikatuse toepostide ristlõike kohta. Teisena ülesandena aga asendatakse projektijärgne teraskiududega pinnasel põrand sarrustatud põrand pinnasel vastu.

Toeposti arvutusteks on kasutatud teraskonstruktsioonide loengumaterjale ja varasemalt autori poolt koostatud teraskonstruktsioonide kursuseprojekti. Lisaks asjakohast arvutamiseks mõeldud kirjandust standardite näol. Betoonpõranda arvutusteks on kasutatud Eesti Betooniühingu koostatud juhendit „Betoonpõrandad“ [10].

3.1 Varikatuse toeposti arvutus

Varikatuse posti kontrollarvutust teostatakse teljel E/7 asuva terastoru posti kohta, mis asub hoone lõuna poolisel küljel. Projektijärgselt on tegemist terastoru postiga, mille parameetrid on $\text{Ø}101,6 \times 5 \text{ mm}$, S355J2H.



Joonis 3,1 Varikatuse lõige

3.1.1 Koormuste määramine

Osavaruteguriteks on $\gamma_G = 1,20$ ja $\gamma_Q = 1,50$.

Vastavalt standardile EVS-ES 1991-1-1:2002+ NA:2002 tabel 6.10 põhjal valin katuse kausukoormuseks minimaalseima väärtuse $q_k = 0 \frac{kN}{m^2}$ [11].

Tuulekoormus

Hoone asub Tallinna linnas Mustamäe linnaosas, valin maastikutüübiks IV (vähemalt 15% pinnast on kaetud hoonetega, mille keskmine kõrgus ületab 15m).

Eesti tuule baaskiiruseks on $v_b = 21 \text{ m/s}$ ning õhutihedus on $\rho = 1,25 \text{ kg/m}^3$.

Konstruksiooni välispinnale mõjuv tuulerõhk leitakse valemiga:

$$W_e = q_p(z_e) \cdot C_{pe}, \quad (3,1)$$

kus q_p - tippkiirusrõhk, kN/m^2

z_e - arvutuskõrgus, m

C_{pe} - välisrõhutegur

1) Keskmine tuule baaskiirusrõhk

$$q_b = \frac{\rho \cdot v^2}{2} = \frac{1,25 \cdot 21^2}{2} = 0,276 \text{ kN/m}^2 \quad (3,2)$$

2) Turbulentsi intensiivsus

$$I_v(z) = \frac{K_I}{c_0(z) \cdot \ln\left(\frac{z}{z_0}\right)} = \frac{1,0}{1,0 \cdot \ln\left(\frac{4,2}{1}\right)} = 0,695, \quad (3,3)$$

kus K_I - turbulentsitegur (1,0)

c_0 - pinnavormitegur (1,0)

z - hoone kõrgus, m (4,2 m)

z_0 - karedusmõõt, m (vastavalt IV maastikutüübile $z_0=1,0$ m)

3) Maastikutüübi tegur

$$k_r = 0,19 \cdot \left(\frac{z_0}{z_{0,III}}\right)^{0,07} = 0,19 \cdot \left(\frac{1}{0,3}\right)^{0,07} = 0,207, \quad (3,4)$$

kus $z_{0,III}$ - III maastukutüübi karedusmõõt ($z_{0,III} = 0,3 \text{ m}$).

4) Maastiku karedus

$$C_r(z) = kr \cdot \ln\left(\frac{z}{z_0}\right) = 0,207 \cdot \ln\left(\frac{4,2}{1}\right) = 0,297, \quad (3,5)$$

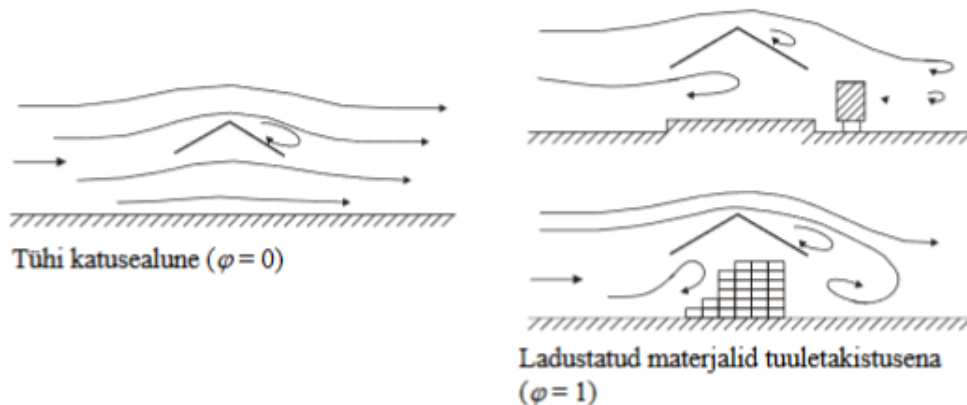
5) Tuulekiiruse keskväärtus

$$v_m(z) = C_r(z) \cdot C_0(z) \cdot v_b = 0,297 \cdot 1 \cdot 21 = 6,24 \frac{\text{m}}{\text{s}}, \quad (3,6)$$

6) Tippkiirusrõhu normatiivne väärtus

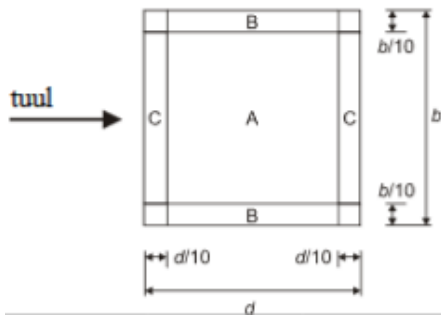
$$q_p(z) = [1 + 7 \cdot I_v(z)] \cdot \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_m^2(z) = [1 + 7 \cdot 0,695] \cdot \frac{1}{2} \cdot 1,25 \cdot 6,24^2 = 0,143 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}, \quad (3,7)$$

Vastavalt standardile määratakse õhuvoolu väärtus, mis tühja katusealuse puhul on võrdne nulliga ning tuuletakistuse korral on võrdne ühega [12].



Joonis 3,2 Õhuvool ümber varikatuse [12]

Seega antud juhul kui tuul puhub piki hoone külge, on katusealune tühi ja $\varphi = 0$. Kui aga tuul puhub risti hoonega, tekib hoone seina näol tuuletakistus ja $\varphi = 1$.



Joonis 3,3 Varikatuse koormustsoonid [12]

Tuule rõhk varikatusele, kui tuule suund $\theta = 90^\circ$

$$b = 5,6 \text{ m}$$

$$d = 6,03 \text{ m}$$

$$\varphi = 1$$

Tuule rõhk varikatusele, kui tuule suund $\theta = 0^\circ$

$$b = 6,03 \text{ m}$$

$$d = 5,6 \text{ m}$$

$$\varphi = 0$$

Tabel 3,1 Tuulerõhutegurid erinevate takistuste puhul [12]

Kaldenurk α	Takistus ω	Üldine jõutegur C_f	Tsoon A	Tsoon B	Tsoon C
0°	min, $\varphi=0$	-0.5	-0.6	-1.3	-1.4
	min, $\varphi=1$	-1.3	-1.5	-1.8	-2.2

Nii 0° kui ka 90° all puhuva tuule korral mõjuvad negatiivsed tuulerõhutegurid, mis tähendab, et tuul on katust tõstev. Et teada saada maksimaalseid mõjuvaid jõude kasutan katusele mõjuva tuulerõhu arvutamiseks olukorda, kus tuul puhub risti hoonet ehk 90° all.

Tuulerõhu leidmiseks erinevates tsoonides kasutan eelpool toodud valemit 3,1.

$$W_{e,A} = q_p(z_e) * C_{pe,A} = 0,143 \cdot (-1,5) = -0,215 \frac{kN}{m^2}$$

$$W_{e,B} = q_p(z_e) * C_{pe,B} = 0,143 \cdot (-1,8) = -0,257 \frac{kN}{m^2}$$

$$W_{e,C} = q_p(z_e) * C_{pe,C} = 0,143 \cdot (-2,2) = -0,315 \frac{kN}{m^2}$$

Seega suurim joonkoormus postile $Q_{k,tuul-} = W_{e,C} \cdot 5,6 = -1,764 \frac{kN}{m}$

Vastavalt eelpool tehtud arvutustele mõjuvad suurimad tuulekoormused katuse servadele.

B tsooni laius- $b/10=5,6/10=0,56$ m

C tsooni laius- $d/10=6,03/10=0,603$ m

Lumekoormus

Normatiivne lumekoormus maapinnal võetakse EVS-EN 1991-1-3:2006 rahvuslikus lisas esitatud Eesti ehituslikult lumekaardilt [13].

Rekonstrueeritav hoone asub Tallinnas, seega lumekaardi järgi on lumekoormuse normatiivseks väärtuseks $s_k = 1,5 \frac{kN}{m^2}$.

Katusele mõjuv lumekoormus leitakse järgmise valemiga

$$s = \mu_i C_e C_t s_k \quad (3,8)$$

kus μ_i - lumekoormuse kujutegur

C_e - avatustegur

C_t - soojustegur

s_k - normatiivne lumekoormus maapinnal, kN/m^2

Antud juhul $C_e = 1$ ja $C_t = 1$ kuna tegemist on tavalise maastikutingimusega ning tegemist on varikatusega, mis ei edasta soojust. Katuse lumekoormuse kujuteguri määramisel arvestatakse katuse kallet, mis sellel varikatusel on 0° . Seega vastavalt EVS-EN 1991-1-3:2006 toodud tabelile 5.2 on 0° - 30° katuse puhul $\mu = 0,8$ [13].

$$s = \mu_i C_e C_t s_k = 0,8 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,5 = 1,2 \frac{kN}{m^2}$$

Seega joonkoormus postile $Q_{k,lumi} = s \cdot 5,6 m = 6,72 \frac{kN}{m}$

Omakaalukoormus

Varikatuse teraskonstruktsiooni omakaal on võetud konstruktiivse projekti spetsifikatsioonist [5].

Teraskonstruktsioon: $g_1 = 2081,5 \text{ kg} : 33,768 \text{ m}^2 = 61,6 \frac{kg}{m^2}$ ehk $0,6 \frac{kN}{m^2}$

Terasest kande- profiilplekk "Ruukki T130M-75L-930, t=0,7 mm" $g_2 = 8,86 \frac{kg}{m^2}$ ehk $0,086 \frac{kN}{m^2}$

OSB-plaat 18 mm $g_3 = 0,567 m^3 * 560 \frac{kg}{m^3} = 317,5 kg$. $317,5 kg : 31,5 m^2 = 10,08 \frac{kg}{m^2}$ ehk $0,09 \frac{kN}{m^2}$

SBS 2 kihti $g_4 = 5,5 \frac{kg}{m^2} * 2 = 11 \frac{kg}{m^2}$ ehk $0,10 \frac{kN}{m^2}$

Kokku: $g_k = 0,6 + 0,086 + 0,09 + 0,1 = \mathbf{0,876 \frac{kN}{m^2}}$

Seega joonkoormus postile $G_k = g_k \cdot 5,6 m = 4,9 \frac{kN}{m}$

3.1.2 Arvutusolukorrad ja koormuskombinatsioonid

Vastavalt standardile EVS-EN 1990:2002+NA:2002 kontrollitakse konstruktsiooni kande- ja kasutuspiir seisundis.

Kandepiir seisundis kasutatav koormuskombinatsioon:

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{g,j} G_{k,j} + \gamma_p P + \gamma_{Q,1} Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i} \quad (3,9)$$

kus + mõjuvad samaaegselt ühes kombinatsioonis

\sum kombinatsiooni koormustulem

γ koormuse osavarutegur vastavalt indeksile

ψ kombinatsioonitegur

$G_{k,j}$ alaliskoormuse j normväärtus

$Q_{k,1}$ domineeriv muutuvkoormus

$Q_{k,i}$ muu muutuvkoormus

1. Domineeriv lumekoormus koos tõstva tuule koormusega,

$$\gamma_G \cdot G_k + \gamma_Q \cdot (Q_{k,lumi} + \psi_{0,tuul} \cdot Q_{k,tuul-}) = 1,2 \cdot 4,9 + 1,5 \cdot (6,72 + 0,6 \cdot -1,764) = 14,37 \frac{kN}{m} \quad (3,10)$$

2. Domineeriv tõstev tuulekoormus koos lumega,

$$\gamma_G \cdot G_k + \gamma_Q \cdot (Q_{k,tuul-} + \psi_{0,lumi} \cdot Q_{k,lumi}) = 1,2 \cdot 4,9 + 1,5 \cdot (-1,764 + 0,5 \cdot 6,72) = 8,27 \frac{kN}{m} \quad (3,11)$$

3. Domineeriv lumekoormus,

$$G_k + \gamma_Q \cdot Q_{k,lumi} = 4,9 + 1,5 \cdot 6,72 = 14,98 \frac{kN}{m} \quad (3,12)$$

kus varu- ja kombinatsioonitegurite väärtusteks on $\gamma_G = 1,2$; $\gamma_Q = 1,5$; $\psi_{0,tuul} = 0,6$; $\psi_{0,lumi} = 0,5$ [14].

Kasutuspiirseisundis kasutatav koormukombinatsioon:

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P + Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \psi_{0,i} Q_{k,i}, \quad (3,13)$$

kus + mõjuvad samaaegselt ühes kombinatsioonis

\sum kombinatsiooni koormustulem

ψ kombinatsioonitegur

$G_{k,j}$ alaliskoormuse j normväärtus

$Q_{k,1}$ domineeriv muutuvkoormus

$Q_{k,i}$ muu muutuvkoormus

1. Domineeriv lumekoormus koos tõstva tuule koormusega,

$$G_k + Q_{k,lumi} + \psi_{0,tuul} \cdot Q_{k,tuul-} = 4,9 + 6,72 + 0,6 \cdot -1,764 = 10,56 \frac{kN}{m} \quad (3,14)$$

2. Domineeriv tõstev tuulekoormus koos lumega,

$$G_k + Q_{k,tuul-} + \psi_{0,lumi} \cdot Q_{k,lumi} = 4,9 - 1,764 + 0,5 \cdot 6,72 = 6,49 \frac{kN}{m} \quad (3,15)$$

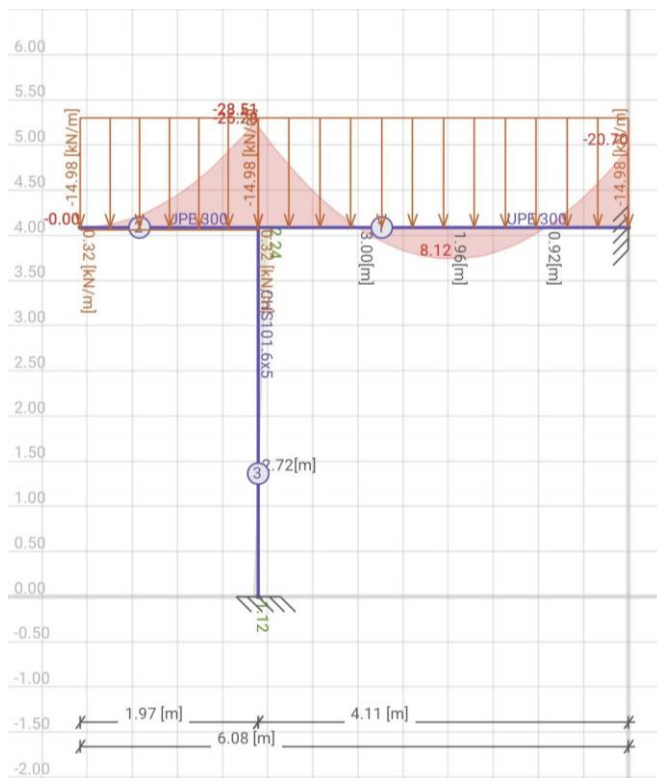
3. Domineeriv lumekoormus,

$$G_k + Q_{k,lumi} = 4,9 + 6,72 = 11,62 \frac{kN}{m} \quad (3,16)$$

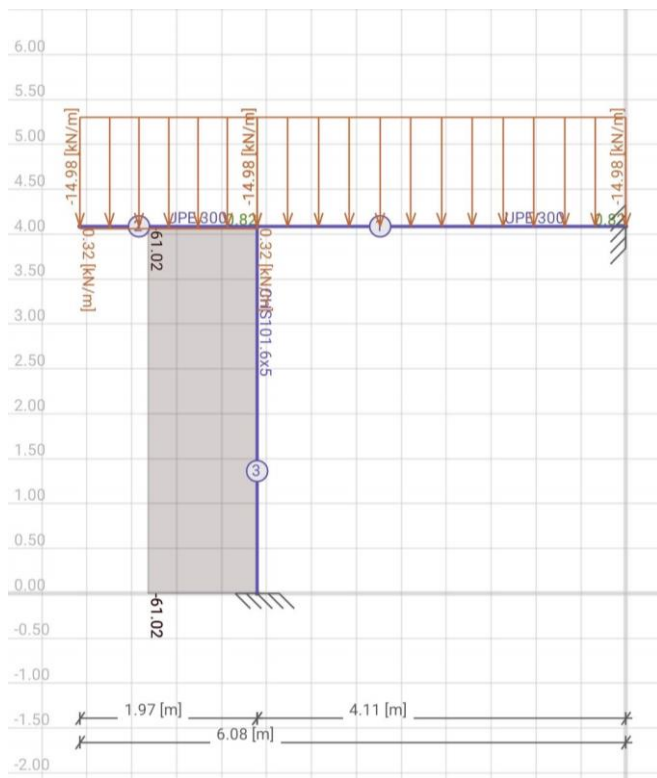
kus kombinatsioonitegurite väärtusteks on $\psi_{0,tuul} = 0,6$; $\psi_{0,lumi} = 0,5$ [14].

3.1.3 Konstruktsiooni sisejõud

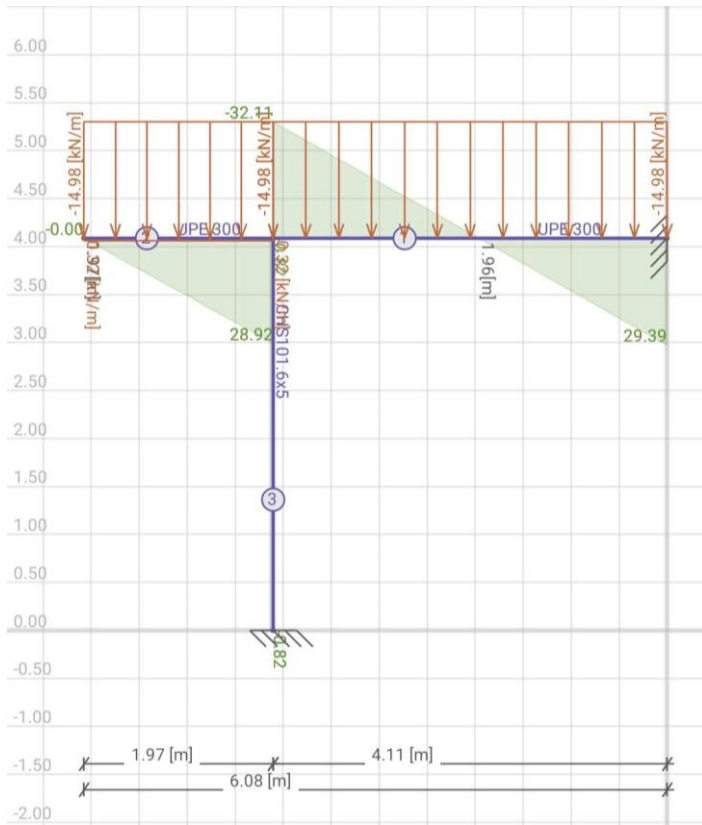
Koormuskombinatsioonide arvutustulemustest selgub, et suurim koormus tekib olukorras, kus domineerib lumekoormus. Sisejõudude leidmiseks on kasutatud vabavaralist tarkvara FrameDesign 2022, mille tulemused on nähtavad alljärgnevatel joonistel.



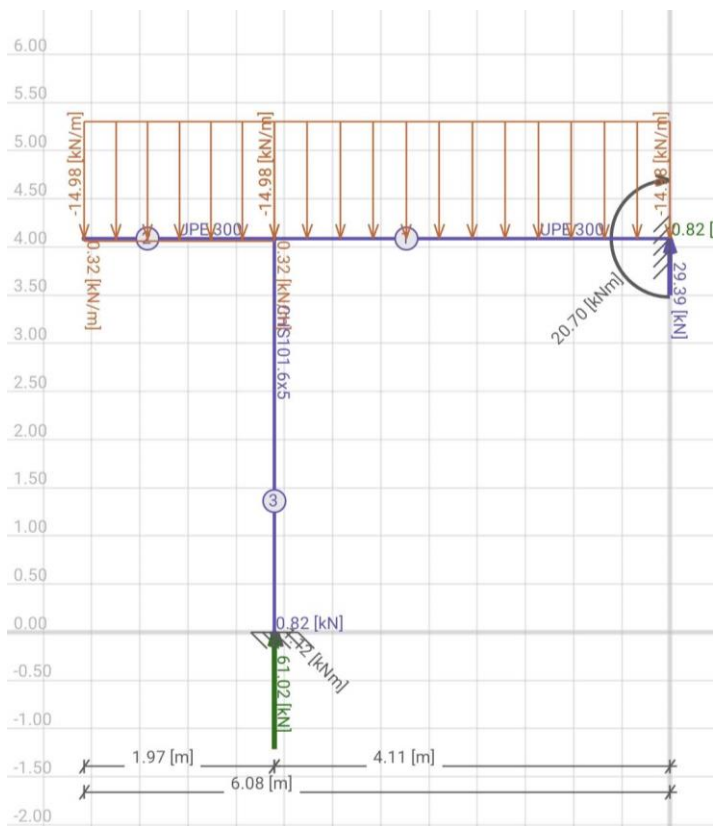
Joonis 3,4 Konstruktsiooni paindemomendi epüür (kNm)



Joonis 3,5 Konstruktsiooni pikijõu epüür (kN)



Joonis 3,6 Konstruktsiooni põikjõu epüür (kN)



Joonis 3,7 Konstruktsiooni toereaktsioonid

3.1.4 Toeposti ristlõike kontroll

Vastavalt standardile EVS-EN 1993-1-1:2005+A1:2014+NA:2015 tuleb ristlõike sisejõudude leidmisel esmalt määrata ristlõikeklass vastavalt ristlõike parameetritele. Nagu sisejõuepüüridelt näha mõjuvad toepostis ainult pikijõud, seega tuleb kontrollida posti ristlõike survekandevõimet. Ristlõike survekandevõime peab olema suurem kui postile mõjuv survejõud.

Projekti järgselt on varikatuse toepostiks valitud terastoru post CHS 101,6 x 5 S355J2H.

CHS 101,6 x 5 parameetrid:

ristlõike diameeter – 101,6 mm

ristlõike seina paksus – 5,0 mm

ristlõike pindala – 1520 mm²

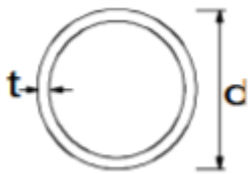
ristlõike inertsimoment $I_y = 177,0 \text{ cm}^4$

ristlõike inertsiraadius $i_y = 34,2 \text{ mm}$

tugevusklass S355 - $f_y = 355 \text{ N/mm}^2$

posti pikkus – 4085 mm

Ristlõikeklassi määramine



Joonis 3,8 Terasprofili CHS ristlõige [15]

Terase tugevusklassi mõju arvestav tegur

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{235}{f_y}} = \sqrt{\frac{235}{355}} = 0,81, \quad (3,17)$$

kus f_y – ülemise voolavuspiiri minimaalväärtus (N/mm²)

Painutatud ja/ või surutud ristlõike puhul leitakse ristlõikeklass valemiga

$$\frac{d}{t} \leq 50\varepsilon^2 \quad (\text{RLK 1 puhul}) \quad (3,18)$$

$$\frac{101,6}{5} \leq 50 \cdot 0,81^2$$

20,32 ≤ 32,8 seega kuulub antud ristlõige klassi 1

Survekandevõime kontroll

Arvutuslik survejõud N_{Ed} peab ristlõikes tagama järgmist tingimust: [15]

$$\frac{N_{Ed}}{N_{c,Rd}} \leq 1,0 \quad (3,19)$$

Arvutuslik maksimaalne survejõud jooniselt 5.

$$N_{Ed} = 61,02 \text{ kN}$$

Arvutuslik ristlõike survekandevõime leitakse vastavalt ristlõikeklassile 1 mõeldud valemiga:

$$N_{c,Rd} = \frac{A f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{1520 \cdot 355}{1} = 539,6 \text{ kN} > N_{Ed}, \quad (3,20)$$

kus A - ristlõike pindala (mm²)

γ_{M0} - ristlõike varutegur (1,0)

Survekandevõime on tagatud suure varuga.

3.1.5 Stabiilsuskontroll

Surutud varraste puhul kontrollitakse varda stabiilsust nõtkekandevõime näol. Tagatud peab olema järgmine tingimus: [15]

$$\frac{N_{Ed}}{N_{b,Rd}} \leq 1,0, \quad (3,21)$$

kus N_{Ed} - arvutuslik survejõud

$N_{b,Rd}$ - surutud varda arvutuslik nõtkekandevõime

Vastavalt ristlõikele valitakse nõtkekõver, mis vastavalt tingimustele on antud juhul a. Nõtkekõvera järgi on määratud hälbetegur- α , mis on 0,21 [15].

Tsentriliselt surutud varda nõtketegur χ leitakse valemiga:

$$\chi = \frac{1}{\Phi + \sqrt{\Phi^2 - \bar{\lambda}^2}}, \quad \text{kusjuures } \chi \leq 1,0 \quad (3,22)$$

$$\text{kus } \Phi = 0,5[1 + \alpha(\bar{\lambda} - 0,2) + \bar{\lambda}^2] \quad (3,23)$$

$$\bar{\lambda} = \frac{\lambda}{\pi} \sqrt{\frac{f_y}{E}} \text{ ristlõikeklasside 1, 2 ja 3 puhul} \quad (3,24)$$

α - hälbetegur

$$\lambda\text{- posti saledus } (\lambda = \frac{L_{eff}}{i_y}) \quad (3,25)$$

E- elastsusmoodul (210000 MPa)

Posti saleduse leidmiseks leitakse esmalt nõtkepikkus L_{eff} .

$$L_{eff} = \mu \cdot l = 0,5 \cdot 4085 = 2042,5, \quad (3,26)$$

kus μ - varda pikkuse redutseerimistegur vastavalt varda kinnitusviisidele

l- varda pikkus

$$\lambda = \frac{L_{eff}}{i_y} = \frac{2042,5}{34,2} = 59,72$$

$$\bar{\lambda} = \frac{\lambda}{\pi} \sqrt{\frac{f_y}{E}} = \frac{59,72}{\pi} \sqrt{\frac{355}{210000}} = 0,7816$$

$$\Phi = 0,5[1 + \alpha(\bar{\lambda} - 0,2) + \bar{\lambda}^2] = 0,5[1 + 0,21(0,7816 - 0,2) + 0,7816^2] = 0,8665$$

Seega nõtketegur valemi 3,22 järgi:

$$\chi = \frac{1}{\Phi + \sqrt{\Phi^2 - \bar{\lambda}^2}} = \frac{1}{0,8665 + \sqrt{0,8665^2 - 0,7816^2}} = 0,806 < 1,0$$

Surutud varda arvutuslik nõtkekandevõime leitakse ristlõikeklassile 1 järgmise valemiga: [15]

$$N_{b,Rd} = \frac{\chi A f_y}{\gamma_{M1}} = \frac{0,806 \cdot 1520 \cdot 355}{1} = 434,91 \text{ kN} > N_{Ed} \quad (3,27)$$

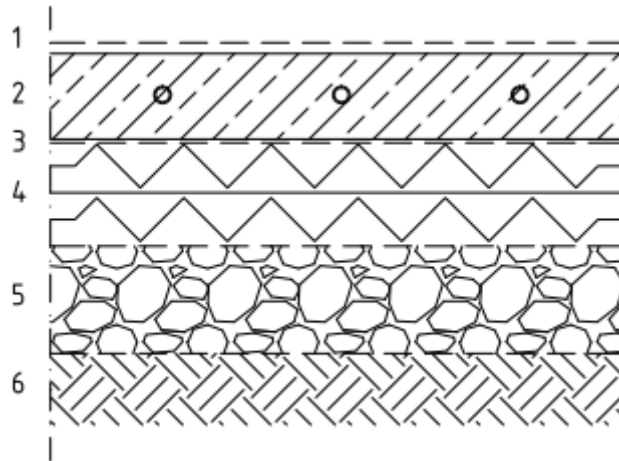
Varda stabiilsus on tagatud.

Kuigi esmapilgul tunduvad toepostid visuaalselt liiga peenikesed, siis kontrollarvutustest järeldub, et vajalikud kandevõimed on mitmekordselt tagatud.

3.2 Betoonpõranda arvutus

Hoone konstruktsiooni projekti kohaselt on 1.korruse põrand telgede vahemikus C-E projekteeritud 120 mm paksusest teraskiududega betoonplaadist. Ehitustööde käigus selgus, et selline lahendus ei ole kõige „mugavam“ ehitada, sest sellesse alasse tuleb ka vesipõrandaküte. Seega oleks torustiku kinnitamiseks ikkagi vaja olnud spetsiaalseid kandureid.

Antud lõputöö osa eesmärgiks on teraskiududega armeeritud betoon vahetada välja terrassarruse vastu.



1. TASANDUSKIHT (VAJADUSEL) + VIIMISTLUS vast. arh. osale
2. 120mm MONOL. R/B PÕRANDAPLAAT, betoon C25/30, XC2;
armeeritud teraskiuga, kiu kogus vastavalt kiu tarnija arvutustele/
põrandakütte torud betoonplaadis
3. LAAGRI-ALUSKIHT, PVC-kile, vuugid ülekatttega 150mm
4. 150mm SOOJUSTUS - vahtpolüstüreen EPS 120 või analoog;
5. 150mm TIHENDATUD KILLUSTIKALUS, fr.= 4 ... 16mm, min.E=100MPa, tihendusaste
>95%
6. ALUSPINNAS, tihendatud

Joonis 3,9 Projekti järgne põrand pinnasel (PP3)

3.2.1 Alusandmed

Uue sarrustatud plaadi projekteerimisel on võetud aluseks projektist pärinevad andmed. Puudu olevad andmed on võetud eelduslikult.

Plaadi paksus: 120 mm [5]

Betooni klass: C25/30 ($f_{ck} = 25 \text{ MPa}$) [5]

Armatuuri klass: $f_{yk} = 500 \text{ MPa}$

$$\text{Betooni arvutuslik väärtus: } f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{25}{1,5} = 16,6 \text{ MPa} \quad (3,28)$$

$$\text{Armatuuri arvutuslik väärtus: } f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_c} = \frac{500}{1,15} = 434,8 \text{ MPa} \quad (3,29)$$

Betooni keskkonnaklass: XC2 [5]

Ehitustöödel kasutatakse sarrusvõrke, mille mõõdud on 2350 x 6000 mm. Varda läbimõõduks valin 10 mm ja varraste sammuks 150 mm.

Kuna tegemist on suhteliselt õhukese plaadiga, alla 150 mm, paigaldatakse sarrusvõrk ühekihiliselt plaadi keskpinda või väikese ekstsentrilisusega, et jätta ruumi põrandakütte torudele.

Vastavalt eurokoodeksile 2 [16] on määratud sarruse kaitsekihid. Alumine kaitsekiht

$$c_{nom} = c_{min} + \Delta c_{dev} = 15 + 10 = 25 \text{ mm}$$

Kuna antud juhul kasutatakse keskpinnas paiknevat sarrusvõrku, on kaitsekihid igal juhul tagatud.

Aluspinnase omadused:

Betoonplaadi aluskihid jäävad samaks, mis on välja toodud projektis. Vastavalt nendele andmetele arvutan kihilise konstruktsiooni süngitusmooduli k .

Tihendatud aluspinnas (liiv), $k_m=50 \text{ MN/m}^3$

150 mm tihendatud killustikalus, $f_r = 4...16 \text{ mm}$, min. $E=100 \text{ MPa}$.

150 mm EPS 120. $E=9,6 \text{ MPa}$

$$k = \frac{1}{\frac{h_1}{E_1} + \frac{h_2}{E_2} + \frac{H-h_1-h_2}{H \cdot k_m}} = \frac{1}{\frac{0,15}{9,6} + \frac{0,15}{100} + \frac{1-0,15-0,15}{1,50}} = 32,1 \frac{\text{MN}}{\text{m}^3}, \quad (3,30)$$

kus h_i - aluse i -nda kihi paksus

H - alustarindi deformeeruv paksus, tavaliselt $H=1 \text{ m}$

E_i - aluse i -nda kihi deformatsioonimoodul

k_m - aluspinnase süngitusmoodul, MN/m^3

3.2.2 Koormuste määramine

Osavaruteguriteks on $\gamma_G = 1,20$ ja $\gamma_Q = 1,50$.

Vastavalt kandepiiriseisundi kontrollile tuleb kontrollida, et plaadis mõjuvad sisejõud oleksid väiksemad-võrdsed plaadi ristlõike kandevõimest.

$$E_d \leq R_d, \quad (3,31)$$

$$\text{kus } E_d = \gamma_G \cdot g_k + \gamma_Q \cdot q_k \quad (3,32)$$

g_k - põrandaplaadi normatiivne kaal

q_k - kasuskoormus

Projekteeritav põrand on kasutuses hoone müügi pinna osas, kus ei toimu materjalide ladustamist ega tõstukite kasutamist. Vastavalt nendele tingimustele ka kasutatud kasuskoormus.

Normikoormused:

$$\text{Kasuskoormus} \quad q_k = 3 \text{ kN/m}^2 \text{ [5]}$$

$$\text{Plaadi omakaal} \quad g_k = 0,12 \cdot 25 = 3 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Kogu normikoormus } p_k = q_k + g_k = 3 + 3 = 6 \text{ kN/m}^2$$

Arvutuskoormused:

$$\text{Kasuskoormus} \quad q_d = q_k \cdot \gamma_Q = 3 \cdot 1,5 = 4,5 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Plaadi omakaal} \quad g_d = g_k \cdot \gamma_G = 3 \cdot 1,2 = 3,6 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Kogu koormus} \quad p_d = q_d + g_d = 4,5 + 3,6 = 8,1 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Punktkoormus} \quad P_d = 2,0 \cdot 1,5 = 3,0 \text{ kN}$$

3.2.3 Arvutused kandepiirsesundis

Leitakse punktkoormusest tekkivad paindemomendid. Lisaks tuleb plaadi projekteerimisel arvestada temperatuurierinevusest tekkivat painet ning mahukahanemisest tekkivat hõõrdejõudu [10].

Koormuse jagunemine:

$$1. \text{ Koormusala raadius } r \text{ [m]}, \quad r = \sqrt{\frac{A}{\pi}} + \frac{1}{2}h = \sqrt{\frac{0,0025}{\pi}} + \frac{1}{2} \cdot 0,12 = 0,0882 \text{ m} \quad (3,33)$$

kus A- punktkoormuse koormusala, m²

h- betoonplaadi paksus, m

$$2. \text{ Plaadi elastne jäikusraadius } I_k \text{ [m]}, \quad I_k = \sqrt[4]{\frac{D}{k}} = \sqrt[4]{\frac{2561,05}{32,1}} = 2,98 \text{ m} \quad (3,34)$$

$$\text{kus} \quad D = \frac{E_{cm} \cdot d^3}{12} = \frac{28,96 \cdot 10^6 \cdot 0,102^3}{12} = 2561,05 \quad (3,35)$$

d- plaadi kasuskõrgus, $d=0,85 \cdot h=102 \text{ mm}$

$$E_{cm} = 22 \cdot \left(\frac{f_{ck}}{10}\right)^{0,3} = 28,96 \text{ MPa} \quad (3,36)$$

$$3. \text{ Koormuse jaotustegur } a_k, \quad a_k = \frac{r}{I_k} = \frac{0,0882}{2,98} = 0,029 \quad (3,37)$$

Tabel 3,2 Punktkoormusest tekkiv paindemoment

Punktkoormuse asukoht	Arvutusvalem	Leitud paindemoment [kNm]
Plaadi keskel	$M_{1max} = +P \cdot (0,056 - 0,211 \log a_k)$	$M_{1max} = +1,14$ (3,38)
	$M_{1min} = -0,02 \cdot P$	$M_{1min} = -0,06$ (3,39)
Vuugi keskel	$M_{2max} = +P \cdot (0,049 + 0,015 \cdot a_k - 0,263 \log a_k)$	$M_{2max} = +1,36$ (3,40)
	$M_{2min} = -0,033 \cdot P$	$M_{2min} = -0,099$ (3,41)
Plaadi serval	$M_{3max} = +P \cdot (0,013 + 0,068 \cdot a_k - 0,526 \log a_k)$	$M_{3max} = +2,47$ (3,42)
	$M_{3min} = -0,066 \cdot P$	$M_{3min} = -0,198$ (3,43)
Vuukide nurgas	$M_{4min} = \frac{P}{8} (1 - 0,74 a_k^{0,6})$	$M_{4min} = +0,342$ (3,44)
Plaadi nurgal	$M_{5min} = \frac{P}{2} (1 - 1,23 a_k^{0,6})$	$M_{5min} = +1,28$ (3,45)

Temperatuurierinevusest tekkiv paindemoment:

$$M_{\Delta T} = \frac{\alpha \cdot \Delta T \cdot E_{cm} \cdot d^2}{12} = \frac{10^{-5} \cdot 0 \cdot 28,96 \cdot 90^2}{12} = 0, \quad (3,46)$$

kus $\Delta T = 0 \text{ } ^\circ\text{C}$, kui ehitis on ühtlase soojusega

$$\alpha = 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$$

E_{cm} - betooni keskmine elastsusmoodul, Mpa ($E_{cm} = 22 \cdot \left(\frac{f_{ck}}{10}\right)^{0,3}$)

d - plaadi kasuskõrgus, mm

Kuna põrandaplaat on vesipõrandaküttega ehk ühtlase soojusega, ei teki plaadis temperatuurierinevusi ega ka sellest tingitud paindemomenti.

Hõõrdejõust tekkiv tõmbejõud:

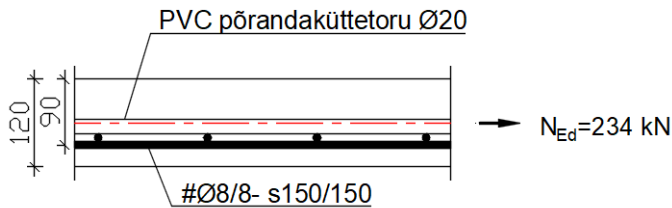
$$N_k = (g + q) \cdot L_x \cdot \mu_F = (8,1 + 4,5) \cdot 11,85 \cdot 1,5 = 233,97 \text{ kN} \approx 234 \text{ kN}, \quad (3,47)$$

kus g – püsikoormus omakaaluga

q – pikaajaline kasuskoormus

L_x - $0,5 \cdot L$, kui plaat saab kahaneda kummastki servast ($0,5 \cdot 23,7 \text{ m}$)

$\mu_F = 1,5$, kui plaadi all on üks $0,15 \text{ mm}$ kile



Joonis 3,10 Plaadi ristlõige koos tekkinud sisejõududega

Ekstsentrilisuse leidmiseks $e_d = \frac{M_{Ed}}{N_{Ed}} = \frac{2,47}{234} = 0,01 > a_s$, kuna $e_d < a_s$, siis on tegemist väikese ekstsentrilisusega.

Sarruse väikese ekstsentrilisuse puhul leitakse vajamineva armatuuri pindala järgmise valemiga:

$$A_s = \frac{N_{Ed}}{f_{yk}} = \frac{234}{400} = 585 \frac{\text{mm}^2}{\text{mm}} \quad (3,48)$$

Töötavaks armatuuriks on valitud $\text{Ø}8 \text{ mm}$ armatuurvõrk sammuga 150 mm .

$$\text{Valitud armatuuri pindala: } A_{s1} = \left(\frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot \frac{1000}{150}\right) \cdot 2 = \left(\frac{\pi \cdot 8^2}{4} \cdot \frac{1000}{150}\right) \cdot 2 = 670,2 \frac{\text{mm}^2}{\text{mm}} \quad (3,36)$$

Seega plaadile valitud sarrusvõrguga on tõmbekandevõime tagatud.

Sarrusvõrkude paigaldamisel tuleb arvestada ka võrkude ülekattega. Antud juhul on võrkude ülekatteks ühe sammu pikkus- 150 mm .

3.2.4 Vuugid

Plaadi võimalikuks deformeerumiseks kasutatakse põrandaplaadis deformatsioonivuuki. Deformatsioonivuugi kohal on põrandaplaat katkestatud, kuid on projekteeritud selliselt, et vuuk kannaks edasi põikkoormust [10]. Antud põrandal pinnase puhul kasutatakse vuukides spetsiaalsid deformatsioonivuugi profile.

3.2.5 Betooni järelhooldus ja talvised tingimused

Põranda valu on planeeritud vahemikus september kuni oktoober. Vastavalt aastale võib sel hetkel olla õues juba miinuskraadid, millega tuleb antud tööde puhul arvestada. Põranda valamise hetkel ei ole hoone esimesel korrusel uksi ega aknaid ees. Valatud põranda kaitsmiseks tuule eest kaetakse kõik avad armeeritud tellingukilega. Peale betoonpinna hõõret tuleb põrand katta PVC kilega, et vältida liiga kiiret vee aurustumist betoonist. Kile tuleks hoida peal ca 4 nädalat. Lisaks kaetakse betoonipind sünteetiliste vaikude baasil betoonpõrandate järelhooldusainega (nt. Korotex), mis samuti takistab liigse vee väljakuivamise vastu.

4. EHITUSPLATSI ÜLDPLAAN

4.1 Ehitusplatsi üldplaani andmed

Lõputöös esitatud ehitusplatsi üldplaan kirjeldab hoone sisetööde (betoonitöödest siseviimistluseni), fassaaditööde, katusetööde ja sinna paigaldatavate seadmete jaotuskorraldust. Üldplaanilt saab ülevaate võimalikest soojakute ja ladude asukohtadest, kus tagatud peavad olema olemasolevate rentnike parkimiskohad ning ehitusmasinate juurdepääs hoonele.

4.2 Kraana valik

Antud objektile ei ole otstarbekas kasutada tornkraanat kuna puuduvad suuremad montaažitööd. Olukorras, kus on vajalik asjade katusele tõstmine või terasest evakuaatsioonitrepikoja monteerimine, kasutatakse liikurkraanat. Liikurkraana valikul lähtutakse hoone kõrgusest, mis katuse tasapinnale on 16,2 m ja tõstetavate asjade raskusest. Liikurkraana asukoht koos tööraadiuse ja ohualaga on märgitud graafilisel joonisel 3.

Tabel 4,1 Kraana tööparameetrite ja elementide montaažiparameetrite võrdlus

Kraana mark	Kraana tehnilised parameetrid				Kraana tööparameetrite võrdlus elementidemontaažiparameetritega			
	Noole pikkus	Tööraadius	Tõstejõud	Tõste-kõrgus	Tõstetav element	Tõstetav kaugus	Tõstejõud vs montaaži-mass	Tõstekõrgus vs montaaži-kõrgus
	L	$\frac{R_{min}}{R_{max}}$	$\frac{R_{min}puhu}{R_{max}puhu}$	$\frac{R_{min}puhul}{R_{max}puhul}$	Tõstetav	R	G vs Gmax	G vs Gmax
Liikur-kraana Liebherr LTM 1055	27,3 m	6/ 28 m	18.5/ 3 t	30.5/ 4,5 m	Külma-seade	20 m	5,4 > 1,2 t	22 > 16 m
					Teras-tala	10 m	13 > 2,2 t	29 > 16 m

Kraana tehnilised parameetrid [17]

4.3 Teed ja platsid

Materjalide transport objektile on tagatud nii Laki tänavalt kui ka Kadaka tee poolt. Laki tn poolt tules on autode piirkõrguseks 3,5 m. Ehitustööde ala on piiratud aiaga ning hooneni juurdepääs on tagatud väravatest 1-4. Kaks väravat mõlemal pool hoonet

tagavad mugavama liikumise autodele ja ehitusmasinatele. Väravate 1 ja 2 ees tuleb olla ettevaatlik kuna nende ees toimub pidev liiklus Laki tn ja Kadaka tee vahel. Hoonet ümbritseb asfaltkate seega ajutisi teid ei rajata.

4.4 Ajutised tehnovõrgud

Ajutiste tehnovõrkudena on vaja rajada ajutised vee, elektri ja kanalisatsiooni ühendused, et tagada ühendused nii soojakutele kui ka ehitajatele hoones sees. Täpsemalt on ajutised tehnovõrgud näidatud joonisel nr. 3.

4.4.1 Ajutine elekter

Ehituse ajal on tagatud üldvalgustus nii sees kui väljas. Lisaks valgustusele on kasutuses teisi ehitusele omaseid elektritarbijaid. Et piisav elektrivarustus oleks tagatud arvutatakse välja erinevate elektritarbijate koguvõimsus.

Tabel 4,2 Paigaldatavate seadmete võimsus

Jrk nr	Ajutise elektritarbija nimetus	Nimivõimsus (kW)	Arv (tk)	Võimsus kokku (kW)
1	Segumasin	0,8	2	1,6
2	Käsitööriistad	2	16	32
3	Ajutine üldvalgustus	0,1	21	2,1
4	Ajutine kohtvalgustus	0,1	12	1,2
5	Olmeelekter	2,5	12	30
6	Ajutine küte	6	3	18
7	Muud elektriseadmed	1,8	8	14,4
	Võimsus kokku:			99,3

Arvesse tuleb võtta üheaegsustegurit: 0,65.

Arvutuslik võimsus $P=0,65*99,3\text{kW}=64,5\text{ kW}$

Ehituseks vajalik voolutugevus amprites arvutatakse 3-faasilise voolu puhul ($U=380\text{V}$)

$$I = 1000 * \frac{P}{\sqrt{3} * PF * U}, [A] \quad (4,1)$$

kus P - arvutuslik võimsus,

PF= 0,8 – võimsustegur

U=380 V – voolutugevus

Antud olukorras on seega ehitustöödeks vajalik voolutugevus

$$I = 1000 * \frac{64,5}{\sqrt{3} * 0,8 * 380} = 122,5 A$$

Ehitustöödeks vajaliku peakaitsme suuruseks on 3x125A.

Ehitustööde aegne elektrivarustus tagatakse läbi hoones olemasoleva peakilbi. Peakilbist jaotub toide edasi 125A peakaitsmega jaotuskilpi. Hoone sisetööde ajaks varustatakse pinnad 16A või 32A alajaotuskilpidega. Elektri kaablid veetakse pinnapealselt, väljas vastavalt vajadusele autoteede alal teede alt kaablikõris ning soojakupargis pinnapealselt või õhus.

4.4.2 Ajutine vesi ja kanalisatsioon

Hoonel on olemasolevad liitumised välisvõrkudega, mis rekonstrueerimistööde käigus vahetatakse välja uute vastu. Kuni uue põranda-aluse kanalisatsiooni väljaehitamiseni kasutatakse tühjendatavaid kemokäimlaid, kus on tagatud kätepesu võimalus. Hiljem on ehitustööliste jaoks tagatud kanaliseeritavad ja veeühendusega wc ja pesemisvõimalused. Ehitustöödeks on hoone mõlemal korrusel 2 veevõtukohta, lisaks täiendav veevõtukoht hoone fassaadil. Väliskatenditööde jaoks vajalik suurem veesurve ja -kogus tagatakse hüdrantist, mis tuleb eelnevalt kokku leppida Tallina Vesi ASga. Objektikontori kanalisatsioon on ajutiselt ühendatud ol.ol. kanalisatsiooni kaevu. Vesi on tagatud veemahutiga, mida vajadusel täidetakse voolikuga hoone veevõrgust.

4.4.3 Ajutine soojavarustus

Kuna sisetööd jäävad peamiselt talvise aega on enne uue kütelahenduse tööle saamiseni vaja ruume ajutiselt kütta. Esimesel korrusel kasutatakse selleks gaasipuhureid ning teisel korrusel elektrikalorifeere. Paralleelselt sisetöödega lõpetatakse uue kütelahendusega seotud tööd teisel ja kolmandal korrusel ning soojasõlmes ja edaspidi on võimalik kasutada radiaatorkütet ja esimesel korrusel põrandakütet ning ajutisi küttekalorifeere laopindadel.

4.5 Ehitusplatsi laod

Ehitusplatsil on võimalik materjale ladustada hoone lõuna ja põhja küljel. Materjalid, mis on veekartlikud, saab ladustada hoone esimesel korrusel. Kõige rohkem võtavad ruumi soojustusmaterjalid fassaadi- ja betoonitöödeks, ventilatsioonitorud, puitmaterjal

saalungite ehituseks ning välistrasside torustikud. Seoses ehitusturul valitsevate tarneraskustega tuli kogu ehituse jaoks vajalik soojustusmaterjal varakult ära tellida ja objektile ladustada. Teised suuremad mahud ehitusmaterjale nagu betoonplokkivid tuuakse objektile vastavalt vajadusele ning nende suurem ladustamisvajadus puudub. Välised laoplatid on katusega avatud alad ning iga töövõtja vastutab oma materjalide turvalisuse eest ise. Kokku on objektile väliseid laoplatse ca 700 m².

4.6 Ajutised hooned ja ehitised

Ajutiste hoonete asukohad on valitud selliselt, et välisvõrkude rajamine oleks minimaalselt takistatud ning, et oleks tagatud piisav parkimiskohtade arv ja autode liiklus. Välisvalgustuse rajamisel tuleb osad soojakud ümber paigutada, k.a. objektikontor. Objektikontoriks on valitud kolm Cramo Estonia AS soojakut mõõtudega 2,9x8,4 m. Objektikontoris on kolm töökohta, koosolekruum, wc ja toidusoojendamise võimalusega köök. Alltöövõtjate soojakud ja nende vajaduse tagab alltöövõtja enda töötajatele ise, peatöövõtja poolt on tagatud elektriühendus ja san.ruumide kasutusvõimalus objektile.

Ajutiste ehitiste valikul on lähtutud maksimaalsest tööliste arvust, mis on näha tööliste vajaduse graafikul. Iga 100 tööliste kohta arvestatakse 12 insener-tehnilist töötajat, seega 42 tööliste puhul oleks vaja 5 insener-tehnilist töötajat. Tegelikult oli 4 töölist [18].

Tabel 4,3 Ajutiste ehitiste vajadus

Jrk nr	Ajutine ehitis	Mõõtühik	Vajadus 1 inimese kohta	Inimeste arv, tk	Vajadus objektile	Valitud kogus, m ²
1	WC	m ²	0,07	42	2,94	7,23
2	Objektikontor	m ²	3	4	12	72

5. KOONDKALENDERPLAAN

5.1 Üldine

Koondkalenderplaanis on välja toodud põhilised ehitustööd koos tööde alguse ja lõpuga. Lisaks on iga töö juurde märgitud töö maksumus, tootlus, tööjõukulu, tööliste arv päevas ja töö kestus päevades.

Vajalikud lähteandmed tööde ajanormidest ja tootlustest on saadud vastavasisulisest kirjandusest [18]-[19].

5.2 Ehitustegevus

Planeeritud ehitustööde kestuseks on 221 päeva ehk 45 nädalat. Esimeste töödega alustatakse 05.07.2021 ning lõpetatakse 09.05.2022. Töönädala pikkuseks on arvestatud 5 tööpäeva ning vahetuse pikkuseks 8 tundi.

5.3 Ehitusmaksumus

Koondkalenderplaani koostamiseks on kasutatud ettevõtte Avona OÜ ehituseelarvet, mis pärineb 2020 aasta I kvartalist [20]. Ettevõtte ning tellija huvides on kõik read läbi korrutatud koefitsendiga vahemikus 0,8...1,15. Eelarve koosneb 28 põhilisest kulureast, mille kogumaksumus on 2,28 miljonit eurot. Suurimateks kuluridadeks on KVJ, hoonevälised ehitised, kandvad ja välisseinad ning tõste- ja teiselduuseadmed.

Tabel 5,1 Ehitusmaksumuse koondtabel

Jrk. Number	Töö nimetus	Maksumus, tuh €
1	Ettevalmistus ja lammutus	108,4
2	Hoonealune süvend	33,62
3	Hoonevälised ehitised	161,14
4	Välisvõrgud	9,06
5	Maa-ala pinnakatted	68,29
6	Rostvärgid ja taldmikud	2,33
7	Vundamendid	18,88
8	Aluspõrandad	109,37
9	Kandvad ja välisseinad	182,77
10	Trepielemendid	18,59
11	Klaasfassaadid, vitriinid ja eriaknad	85,1
12	Aknad	88,52
13	Välisuksed ja väravad	28,5
14	Vaheseinad	117,73

15	Siseuksed	62,51
16	Siseseinte pinnakatted	66,0
17	Lagede pinnakatted	67,45
18	Põrandad ja põrandakatted	71,93
19	Sisustus ja mööbel	22,08
20	Seadmed ja masinad	4,03
21	Tõste ja teisaldusseadmed	158,7
22	Küte, ventilatsioon ja jahutus	415,4
23	Tugevoolupaigaldised	170,6
24	Nõrkvoolupaigaldised ja automaatika	70,09
25	Veevarustus ja kanalisatsioon	85,31
26	Ajutised ehitised ehitusplatsil	40,51
27	Ajutised tehnosüsteemid	5,75
28	Veod	5,52
	Kokku	2278,18

Kuna tegemist on eelarvega enne ehitustööde algust võivad reaalsed kulud esialgsetest erineda rohkem kui 20%. Summad on esitatud siin ja edaspidi ilma käibemaksuta.

6. TEHNOLOOGILISED KAARDID

Lõputöö raames on koostatud kaks tehnoloogilist kaarti:

1. Lammutustööde tehnoloogiline kaart
2. Fassaaditööde tehnoloogiline kaart

Tehnoloogiliste kaartide eesmärgiks on näidata eelpool mainitud tööde põhjalikumat kulu tööjõu, masinate ja aja osas. Tehnoloogiliste kaartide koostamisel on aluseks võetud arhitektuurne [1] ja konstruktiivne projekt [5], RATU kaardid [19] ja [21], EKE NORA OÜ materjalid [22], ettevõtte kogemuslikud normid ning V. Birotsi koostatud lammutustöid sisaldav magistritöö [23].

6.1 Lammutustööd

Kuna tegemist on töötava hoone rekonstrueerimisega, toimuvad lammutustööd etappide kaupa, et tagada hoone rentnikele vajalikud ligipääsud ja liikumisteed. Lammutustööde teostamise tingimuseks on, et hoone kolmest liftist kaks peavad olema töökorras ja rentnikele on tagatud hoovi poolt kauba väljastamine ja vastuvõtt. Vastavalt nendele tingimustele on lammutustööd jagatud kuueks haardealaks, vt. joonis „Lammutustööde tehnoloogiline kaart“. Lammutustööd kestavad kokku 50 päeva, millest 4 lammutuspäeva toimuvad alles ehitustööde lõpufaasis. Lammutustööde ajal on kõige rohkem ehitusplatsil 15 lammutajat.

Vastavalt ehitusseadustikule [24] on ehitise ümberehitamine ehk rekonstrueerimine ehitamine, mille käigus muutuvad hoone omadused oluliselt. Nt. tööde käigus muudetakse või asendatakse hoone kandekonstruktsioone, muudetakse tehnosüsteeme ja/või muudetakse hoone piirdekonstruktsioone. Kuna antud juhul on tegemist ol.ol. hoone 1. ja 2.korruse rekonstrueerimistöödega, mis sisaldab endast lammutustöid, ei ole vaja eraldi lammutusluba taotleda. Lammutustööd tehakse vastavalt ehitusloa saanud projekti põhjal, kus on lammutatavad osad ja konstruktsioonid ära kirjeldatud.

6.1.1 Lammutatavad konstruktsioonid

Lammutustööde käigus lähevad lammutamisel järgmised konstruktsioonid:

1. Laadimisestakaad ja varikatus
2. 1. ja 2.korruse kõik siseseinad ja kommunikatsioonid
3. 1.korruse betoonpõrand
4. 1.k lõuna poolne sein akendega
5. Neli korrustevahelist laepaneeli
6. Trepikodade klaasfassaadid

Peamiselt hõlmavad lammutustööd hoonesisest lammutust. Kuna tegemist on karkasshoonega, on selle võrra ka lammutustööd kergemad- ei pea muretsema kandvate seinte pärast.

6.1.2 Lammutustööd haardealadel 1, 3 ja 5

Lammutustööd algavad hoone põhja küljel oleva varikatuse ja estakaadi lammutusega. Esmalt eemaldatakse eterniitkatus, millega töötamise ohutusnõuetest on kirjeldatud peatükis 6.1.6. Asbesti sisaldav eterniit kogutakse võimaluse korral seda lõhkumata konteinerisse ja viiakse jäätmekäitlusesse. Seejärel keevitatakse ja demonteeritakse lahti terasest varikatuse konstruktsioon. Varikatuse lammutus toimub kõigil kolmel haardealal järjest, järgides rangelt ohutusnõudeid ja rentnike vajadust estakaadi kasutamisel. Vastavalt kalendergraafikule toimub betoonist estakaadi lammutus haardealade kaupa. Esmalt lammutatakse HA1 estakaadi osa ja rentnikele tehakse turvaline läbikäigukoridor lift 1 juurde läbi lift 2 ees oleva tõstukse. Sellel hetkel on võimalik kasutada hoone lifte 1 ja 3- lift 2 demonteeritakse. Enne HA3 lammutust on aega 23 tööpäeva, et valmis ehitada uus estakaadi osa, mis hakkab edaspidi teenindama lift 1. Kui uus estakaadi osa on valmis saab alustada hoone sees HA3 vajalikke lammutustöid. Et lammutustööde ajaks oleks tagatud kahe lifti töötamine, tuleb ehitada lift 3 lõuna poolsele küljele ajutine estakaad. Peale ajutise estakaadi valmimist vabaneb HA5 ja seal saab alustada lammutustöid nii hoones sees kui ka estakaadil.

6.1.3 Lammutustööd haardealal 2

Samaaegselt lammutustöödega väljas alustatakse lammutustöid ka kõige suuremal haardealal. Alustatakse uste, akende ja lagede all olevate kommunikatsioonide eemaldamisega. Kommunikatsioonide eemaldamisel ja lammutamisel tuleb silmas pidada, et hoone 3. ja 4.korrus peavad edasi funktsioneerima, seega vajalikud vee-ja kanalisatsioonitorud tuleb jätta alles ja terveks kuni on rajatud uued ühendused. Sama käib ka sidekaablite kohta. Seejärel lammutatakse kergseinad ja edasi tellisseinad, mille lammutamiseks kasutatakse lammutusrobotit. HA2 lammutustööde hulka kuulub ka lõuna külje 1.k fassaadi lammutus maapinnani. Kui seinad on lammutatud, jätkatakse töid betoonpõrandaga. Ol.ol betoonpõrand on ca 70 mm paksune betoonplaat, ilma armatuurita. Betoonplaadi all on liiv. Et tööd läheksid kiiremini võetakse betoonpõrandate lammutuseks kasutusse ka teine lammutusrobot. Paralleelselt põranda lammutusega toimub lammutusjäätmete väljavedu hoone lõuna küljele. Hoonest tuleb välja vedada kõik lammutusjäätmed, aga ka ligi 0,9 m paksune liivakiht, et tagada uus 1.korruse kõrgus järgmisteks töödeks.

6.1.4 Lammutustööd haardealal 4

2.korruse lammutustöid alustatakse lihtsamatest töödest nagu ripplagede lammutus ja uste demonteerimine. Lammutusjäätmed sorteeritakse kohapeal vastavalt materjalidele. Nende materjalide väljavedu 2.korruselt toimub lift 3 kaudu vastavasse jäätmekonteinerisse. Et tagada rentnike ohutus ja puhtamad tingimused kolmele teise korruse rentnikule koridoride otstes (HA6), ehitatakse koridori kaks ajutist seina HA4 ja HA6 piirile. Kergseinte lammutusel säilitatakse võimaluse korral terved kipsplaadid, et neid saaks hiljem kasutada ajutiste seinte ehituseks. Kui 1.korruse HA2 on lammutustööd ja materjali väljavedu lõpukorral, tehakse 2.korrusel kahe laepaneeli ulatuses kaks trepiava telgede vahemikus 4-5 ja 8-9. Kuna 2.korrusel säilitatakse olemasolev terazzo plaatidest põrand, tuleb nende purunemise vältimiseks tellisseinte lammutamisel kasutada löögipehmenemiseks põrandal vanu rehve ning kummimatte. Edaspidi saab 2.korruse lammutusjäätmed alla visata uutest trepiavadest. Turvalisuse huvides on trepiava kuni 1.korruse pinnani piiratud koormakatete ning 1.korrusel piirdeaiaga. Vastavalt kalendergraafikule toimub pidev jäätmete äravedu.

6.1.5 Lammutustööd haardealal 6

Sarnaselt haardealale 4 toimuvad lammutustööd peale viimaste 2.korruse rentnike välja kolimist ka haardealal 6. Alles jäetakse tellissein teljel 4, kus asub ka uue lahenduse kohaselt rendipindu eraldav sein.

6.1.6 Lammutustööde ohutusnõuded

Ehitustööde ja nende ohtlikuse kohta on koostatud riskianalüüs peatükis 8.1. Peatükis 8.2 on kirjeldatud üldisemad tööohutusnõuded, mida peab järgima ka lammutustöödel. Lammutustöid tuleb teostada pädeva isiku juhtimisel ning võtta kasutusele vajalikud ettevaatusabinõud. Enne lammutustööde alustamist tuleb hoone või ehitis lahti ühendada kõigist elektri-, gaasi, vee- ja muudest ühendustest. Antud juhul pole see aga võimalik, seega tuleb kommunikatsioonide eemaldamisel olla eriti ettevaatlik ning veenduda eelnevalt töö ohutuses. Ehitustöödel on abiks antud hoone elektrik, kes teab ja näitab täpselt, millised kaablid võib eemaldada ja millised tuleb alles jätta.

Tööd asbestiga

Enne lammutustööde alustamist tuleb kindlaks teha, kas ehitis sisaldab asbesti või mitte. Lammutustööd, mis hõlmavad endast tööd asbesti sisaldava ehitusmaterjaliga tuleb teha vastavalt Vabariigi Valitsuse määrusele nr 224 „Asbestitööle esitatavad tervishoiu ja tööohutuse nõuded“. Kui tööd sisaldavad asbestitööd, tuleb nende tööde jaoks koostada riskianalüüs, millest peaks selguma töötajate asbestiga kokkupuute ulatus ja kestus ning millised on sellest tulenevad terviseriskid ja kuidas neid ennetada. Antud juhul on varikatuselt eterniidi eemaldamine madala riskiga asbestitöö, sest eterniitplaat kuulub asbesttsementtoodete alla. Siiski tuleb töid teha ettevaatlikusega ja võimalikult lühikest aega, et maandanda terviseriske töötajale. Vastavalt määrusele tuleb asbestitöö tegijale tagada enne esmakordset tööleasumist väljaõpe, mis sisaldab endast tööohutust, hingamiskaitsevahendite otstarbest ja kasutamisest, ülevaadet tööga kaasnevatest terviseriskidest, asbesti sisaldava materjali lammutamine või eemaldamine ja nende jäätmete kõrvaldamisest [25]. Asbestitöid tegev töötaja peab kandma ühekordset kapuutsiga kombinesooni, kaitsekindaid ning tolumumaski tähistusega P3S või P2S [26].

6.1.7 Tehnoloogilised arvutused

Lammutustöid puudutavad tööjõu- ja masinate vajaduse kalkulatsioon on välja toodud tabelis 6,1. Lammutustööde ehitusplatsi plaan, kalendergraafik ning masinate ja tööjõu vajadus on välja toodud graafilises osas joonistel 6 ja 7 „Lammutustööde tehnoloogiline kaart“.

Tabel 6,1 Lammutustööde tehnoloogiliste arvutuste tabel

Jrk nr	Töö nimetus	Ühik	Ajanorm	Normatiivne tööjõukulu													
				Haardealade kaupa												Kokku	
				1		2		3		4		5		6			
				in-h/ üh	in-h	Ühikuid	in-h	Ühikuid	in-h	Ühikuid	in-h	Ühikuid	in-h	Ühikuid	in-h	Ühikuid	in-h
mas-h/ üh	mas-h	Ühikuid	mas-h	Ühikuid	mas-h	Ühikuid	mas-h	Ühikuid	mas-h	Ühikuid	mas-h	Ühikuid	mas-h	Ühikuid	mas-h		
1	2	3	4	5.1	6.1	5.2	6.2	5.2	6.3	5.4	6.4	5.5	6.5	5.6	6.6	7	8
1	Estakaadi ja varikatuse lammutus																
1.1	Eterniidi eemaldamine ja äravedu	m2	0,2	144,0	28,8			104,0	20,8			52,0	10,4			300,0	60,0
1.2	Terastalade ja -postide eemaldamine	jm	1,2	116,0	139,2			112,0	134,4			64,0	76,8			292,0	350,4
			0,3		34,8				33,6				19,2				87,6
1.3	Betoonist estakaadi piikamine	m2	0,2	84,0	16,8			85,0	17,0			88,0	17,6			257,0	51,4
			0,2		16,8				17,0				17,6				51,4
1.4	Lammutusjäätmete äravedu	m3	0,2	79,8	17,6			80,8	17,8			83,6	18,4			244,2	53,7
			0,1		8,0				8,1				8,4				24,4
1	ESTAKAADI JA VARIKATUSE LAMMUTUS KOKKU		in-h		210,3				198,0				131,6				539,9
			mas-h		59,6				58,7				45,2				163,4
			in-vah		26,3				24,8				16,4				67,5
			mas-vah		3,3				3,1				2,1				20,4
2	1.k seinte ja põrandate lammutus																
2.1	Tellisseinte lammutus	m2	1,0	48,0	45,6	416,6	197,9	40,8	19,4			78,8	37,4			584,2	300,3
			0,2		0,0		41,7		4,1				15,8				61,5
2.2	Kergseinte lammutus	m2	0,5	34,5	17,1	162,5	80,4	42,6	21,1			48,0	23,8			287,6	142,3
2.3	Betoonpõranda piikamine	m2	0,2			1070,0	214,0	231,0	46,2			197,0	39,4			1498,0	299,6
			0,2				214,0		46,2				39,4				299,6
2.4	Lammutusjäätmete ja pinnase väljavedu	m3	0,2			1016,5	223,6	219,5	48,3			187,2	41,2			1423,1	313,1
			0,2				203,3		43,9				37,4				284,6

2.5	Lammutusjäätmete ja pinnase äravedu	m3	0,1			1108,0	110,8	227,6	22,8			202,9	20,3			1538,5	153,8
			0,1				110,8		22,8				20,3				153,8
2.6	Uste demonteerimine ja äravedu	tk	0,4	1,0	0,4	9,0	3,8	4,0	1,7			4,0	1,7			17,0	7,1
2.7	Akende demonteerimine ja äravedu	tk	0,4	2,0	0,8	21,0	8,8	2,0	0,8							25,0	10,5
2.8	Vent.torude, juhtmete ja valgustite eemaldus	m2	0,3			802,5	240,8	173,3	52,0			147,8	44,3			1123,5	337,1
2	1.K SEINTE JA PÕRANDATE LAMMUTUS KOKKU	in-h					1107,7		211,3				208,1				1527,1
		mas-h					573,8		116,9				112,9				803,6
		in-vah					138,5		26,4				26,0				190,9
		mas-vah					17,3		3,3				3,3				100,5
3	2.k pindade lammutus kokku																
3.1	Tellisseinte lammutus	m2	1,0							413,4	392,7			247,0	234,7	660,4	627,4
3.2	Kergseinte lammutus	m2	0,4							119,0	52,4			94,4	41,5	213,4	93,9
3.3	R/B vahelae paneelide lammutus	m3	1,2							4,3	5,2				4,3	5,2	
			4,2					18,1			18,1						
3.4	Ripplagede lammutus	m2	0,1							375,1	33,8			102,4	9,2	477,5	43,0
3.5	Siseuste demonteerimine ja äravedu	tk	0,4							17,0	7,1			6,0	2,5	23,0	9,7
3.6	Vent.torude, juhtmete ja valgustite eemaldus	m2	0,3							701,3	210,4			523,5	157,1	1224,8	367,4
3.7	Lammutusjäätmete väljavedu	m3	0,2							94,6	20,8			58,8	12,9	153,4	33,8
			0,2					18,9			0,0	18,9					
3.8	Lammutusjäätmete äravedu	m3	0,1							94,6	9,5		58,8	5,9	153,4	15,3	
			0,1					9,5			5,9	15,3					
3	2.K PINDADE LAMMUTUS KOKKU	in-h									510,1				288,0		798,1
		mas-h									46,5				5,9		52,4
		in-vah									63,8				36,0		99,8
		mas-vah									5,8				0,7		6,6

6.2 Fassaaditööd

Fassaaditööd on jaotatud kolmeks haardealaks vastavalt tööde teostamise võimalusele sõltuvalt lammutustööde lõppemisest. Esimeseks haardealaks ongi hoone otsaseinad, kus lammutustöid otseselt ei tehta. Teine ja kolmas haardeala on hoone külgmised fassaadid. Kalendergraafiku järgselt algavad fassaaditööd HA1 26.08.2021 ning lõpevad uue aasta kevadel. Fassaaditööde teostamise võimalus on otseses seoses ilmaga, soojustuse liimimiseks ning krohvimistöödeks peab ööpäevane temperatuur olema +5 kraadi. Seega on arvutustel põhinev kalendergraafik eelduslik.

6.2.1 Fassaadi soojustamine

Hoone välisseinad on 320 mm paksused põlevkivi-tuhk gaasbetoonist (kutsutakse ka gaaskukeroon) paneelid, mis on terasankrutega kinnitatud raudbetoonkarkassi külge. Rekonstrueerimistööde käigus B korpuse välisseinad soojustatakse 150 mm paksuse mineraalvillaga. Soojustus paigaldatakse seina paigaldussegu ja plasttüüblitega, mille paiknemisskeem on näha graafilise osa joonisel. Seejärel kantakse soojustusele armeerimiskihti. Armeerimiskiht krunditakse valgeks. Krunditud aluskiht krohvatakse valge silikoonkrohviga õhekrohvi süsteemis.

6.2.2 Tehnoloogilised arvutused

Vastavalt tööjõuvajaduse graafikule on maksimaalne fassaaditöödega seotud inimeste arv 12 inimest. Tööjõuvajaduse arvutamisel lähtusin, et ühel haardealal töötab 6 töölisest koosnev brigaad, 4 ehitustöölisi ja 2 abitöölisi. Tööde tipphetkel on objektil kaks fassaaditööde brigaadi. Tellingute paigaldusel on arvestatud, et HA2 maha võetavad tellingud paigaldatakse kohe HA3.

Tööjõuvajaduse kalkulatsioon on välja toodud tabelis 6,2. Haardealade paiknemine, tööde liikumissuund, kalendergraafik ja muud tehnoloogiat puudutav info on kajastatud graafilises osas joonisel „Fassaaditööde tehnoloogiline kaart“.

Tabel 6,2 Fassaaditööde tehnoloogiliste arvutuste tabel

Jrk nr	Töö nimetus	Ühik	Ajanorm	Normatiivne tööjõukulu							
				Haardealade kaupa						Kokku	
				1		2		3			
in-h/üh	Ühikuid	in-h	Ühikuid	in-h	Ühikuid	in-h	Ühikuid	in-h	Ühikuid	in-h	
1	2	3	4	5.1	6.1	5.2	6.2	5.2	6.3	7	8
1	Ettevalmistustööd										
1.1	Sokli ja vundamendi hüdroisolatsioon	m2	0,08	45,6	3,6	1,6	0,1	62,4	5,0	109,6	8,8
1.2	Tellingute paigaldus	m2	0,3	540,6	162,2	1234,0	370,2	1198,7	359,6	2973,3	892,0
1.3	Tellingutele võrgu ja kile paigaldus	m2	0,04	540,6	21,6	1234,0	49,4	1198,7	47,9	2973,3	118,9
1.4	Akende ja uste katmine	m2	0,04			616,2	24,6	286,8	47,9	903,0	72,6
1	ETTEVALMISTUSTÖÖD KOKKU		in-h		187,5		444,3		460,5		1092,3
			in-vah		23,4		55,5		57,6		136,5
2	Krohvimine										
2.1	Seina aluskruvimine	m2	0,04	521,0	20,8	562,8	22,5	808,8	32,4	1892,6	75,7
2.2	Möötmine ja joondamine	m2	0,05	260,5	13,0	281,4	14,1	404,4	20,2	946,3	47,3
2.3	Liimi/mördi valmistamine ja toimetamine töökohale	m2	0,26	521,0	135,5	562,8	146,3	808,8	210,3	1892,6	492,1
2.4	Mineraalvilla paigaldus tüüblitega	m2	0,36	521,0	187,6	562,8	202,6	808,8	291,2	1892,6	681,3
2.5	Armeerimisvõrgu paigaldus	m2	0,26	521,0	135,5	654,7	170,2	871,8	226,7	2047,5	532,3
2.6	Aluskruvimine	m2	0,05	521,0	26,1	562,8	28,1	808,8	40,4	1892,6	94,6
2.7	Õhekrohvimine	m2	0,3	521,0	156,3	654,7	196,4	871,8	261,5	2047,5	614,2
2.8	Veeplekide paigaldus	tk	0,6			60,0	36,0	54,0	32,4	114,0	68,4
2.9	Avapalede krohvimine	m2	0,3			91,9	27,6	63,0	18,9	154,9	46,5
2.10	Koristustööd	m2	0,01	521,0	5,2	654,7	6,5	808,8	8,1	1984,4	19,8
2	KROHVIMISTÖÖD KOKKU		in-h		679,9		850,4		1142,0		2672,3
			in-vah		85,0		106,3		142,8		334,0
3	FASSAADITÖÖD KOKKU		in-h		867,36		1294,72		1142,02		3764,60
			in-vah		108,42		161,84		200,32		470,58

4	Muutuvate tingimuste mõju										
4.1	Uksed ja aknad	Tegur		-		-5%	-64,7	-10%	-114,2		
							-8,1		-20,0		
4.2	Töömahu mõju	Tegur		1		1		-5%	-57,1		
									-10,0		
3	TÖÖJÕUKULU KOKKU	in-h			867,4		1230,0		970,7		3068,1
		in-vah			108,4		153,7		170,3		432,4

7. MAJANDUSLIK OSA

Majandusliku osa suuremaks eesmärgiks on analüüsida hoone rekonstrueerimistööde tasuvust tellija vaatepunktist. Analüüsis pööratakse tähelepanu faktidele, et lisaks 1. ja 2. korruse rekonstrueerimisele, uuendati kogu maja fassaad, 3. korrusel vahetati välja vanad aknad uute vastu ja uuendati küttesüsteemi, hoonele on võimalik tulevikus juurde ehitada kaks korrust, täieliku uuenduse sai hoone väliala ning tööde käigus ehitati kvartalisse uus alajaam. Peale nende mõjutab analüüsi ka fakt, et ehitustööde ajal olid 3. ja 4. korruse pinnad välja renditud ning tellija teenis sealt tulu.

Tasuvuse all uuritakse nii ajalist kui ka majanduslikku tasuvust, kus võetakse arvesse rendist tulevaid rahavooge enne, ehitustööde ajal ja pärast ehitustöid, kogu ehitustööde kulu kui ka ainult hoone rekonstrueerimise kulu.

Lisaks rekonstrueerimistööde tasuvuse uurimisele, tuuakse analüüsi ka tasuvusarvutus uue samaväärse hoone ehituse kohta. Kas mõistlikum oleks olnud vana hooneosa täielikult lammutada ja ehitada uus? Mis oleks olnud selle ligikaudne maksumus ja kui pikk oleks tasuvusperiood?

Vajalikud andmed analüüsi koostamiseks on saadud tellija Astro Vara OÜ ning peatöövõtja Avona OÜ käest. Ettevõtete huvides on analüüsis esitatud rahalised maksumused korrutatud koefitsendiga vahemikus 0,8...1,15.

7.1 Rekonstrueerimistööd

Juba varajases projekteerimise staadiumis võeti arvesse kogu hoone koos välialaga ning tuleviku plaanid juurdeehituse osas, et ei tekiks suuri „üllatusi“ rekonstrueerimistööde kulude osas uute lahenduste osas.

7.1.1 Rekonstrueerimistööde vajadus ja ajaline faktor

Nagu lähteinfost võis lugeda, siis tegemist on 1971. aastal kasutusele võetud hoonega ehk tegemist on rohkem kui 50 aastat vana funktsioneeriva hoonega, kus pole vahepeal suuremaid ehitustöid tehtud. Peamiselt on piirdutud väiksemate sisetöödega, et tagada vajalikud sanitaar- ja töötingimused.

Lähtuvalt ajalisest faktorist tulnuks Astro Vara-l lähiajal nii või teisiti hoonet uuendada, sarnaselt nagu seda tehti 4.korrusel. Akende vahetus, küttesüsteemi uuendamine,

san.ruumide uuendamine. Sellises mahus tööd oleksid tunduvalt soodsamad, samas pikeneks hoone eluiga vähemalt 10-15 aasta võrra. Analüütikute sõnul tekib lähi aastatel üüriturul suurim vakants just sellistest renoveerimata pindadest.

7.1.2 Rekonstrueerimistööde kogu eelarvestuslik kulu

Peatükis 5 toodud ehitusmaksumuse koondtabeli põhjal oli 1. – 2. korruse eelarvestuslik kulu puhtalt hoone rekonstrueerimistöödele 2,2 miljonit eurot. Sellele lisanduvad projekteerimistööd 160,26 tuh €, väliala katenditööd 68,29 tuh €, uued välisvõrgud koos uue alajaamaga 324,6 tuh € ning ehitustööde üld- ja juhtimiskulud 148,88 tuh €. Kahe korruse rekonstrueerimiskulu ruutmeetri kohta leitakse kulu kokku ja ruutmeetrite jagatisest. Rekonstrueeritavaks pinnaks oli 2997 m² (rendipinnad koos üldaladega).

Tabel 7,1 Kogu eelarvestuslik kulu

Rek.tööde kogu eelarvestuslik kulu	
	Maksumus, tuh €
Projekteerimistööd	160,26
Hoone rek.tööd	2200
Väliala katendid	68,29
Välisvõrgud ja alajaam	324,6
Üld- ja juhtimiskulud	148,88
Kokku	2902,0
Kulu €/m²	968,3

7.1.3 Rahavood enne, tööde ajal ja pärast ehitustöid

Vastavalt Astro Vara OÜ käest saadud andmetele oli enne rekonstrueerimistöid B korpuse rendipindade üürtasu kuus 4,0- 9,0 €/m² ning kogu hoone osa oli rentnikega kaetud. Ehitustööde ajal jäid alles 3. ja 4. korruse rentnikud, kelle üürtasu langetati antud perioodil 0,5 €/m² võrra kuus kompenseerimaks ehitustöödest tekkivaid ebamugavusi. Pärast rekonstrueerimistöid on aga uute 1. ja 2. korruse rendipindade üürtasu kuus 12,0 €/m², mis kolme kordne tõus võrreldes varasemaga. Alljärgnevas rahavoode tabelis on arvestatud, et kõik võimalikud rendipinnad on välja renditud ning

rendipinna kuine üüritasu kasvab iga aastaga 1,5%. Aastase üüritasu kasvu suurus on üldjuhul seotud tarbijahinnaindeksiga ning 2020 aasta tellija ennustuste kohaselt oleks selleks olnud 1,5%.

Tabelis 7,2 on välja toodud järgnevad rahavood aastate 2021-2025 jooksul:

1. 5 aasta rahavood ilma rekonstrueerimistöid tegemata
2. 5 aasta rahavood, kui on rekonstrueeritud ainult 1. ja 2.korrus, 3. ja 4.korrus jäävad olemasolevale renditasemele. Võetakse arvesse ehitustööde ajal saadud renditulu
3. 5 aasta rahavood, kui samaaegselt oleks rekonstrueeritud 1.-3.korrus
4. 5 aasta rahavood, kui 3.korrus rekonstrueeritakse 2023 aasta alguses ja teiste rentnike üüritasu vähendatakse ehitustööde tõttu kuus vastavalt 0,5 €/m² ja 2 €/m².

Kolmanda korruse tööde maksumuseks on võetud eelduslik ruutmeetri kulu hind, mis saadakse 1. -2. korruse eelarvest. Maksumusse arvestatakse järgmised kuluread: ettevalmistus ja lammutus, kandvad ja välisseinad, välisüksed ja väravad, vaheseinad, siseüksed, siseseinte pinnakatted, lagede pinnakatted, põrandad ja põranakatted, sisustus ja mööbel, seadmed ja masinad, küte, ventilatsioon ja jahutus, veevarustus ja kanalisatsioon. Need kuluread on kokku 1342 tuh €, ruutmetri kulu leian järgmiselt-
 $1342 \text{ tuh } \text{€} : 2997 \text{ m}^2 = 448 \text{ €/ m}^2$. Seega kolmanda korruse töödeks kulub ligikaudu $448 \text{ €/ m}^2 \times 1498,5 \text{ m}^2 = 671 \text{ tuh } \text{€}$.

Arvutustes kasutatavad rendipindade m²:

Ol. ol. olukord 1. ja 2. korrus	- 2575,6 m ²
Ol. ol. olukord 3. korrus	- 1399,3 m ²
Ol. ol. olukord 4. korrus	- 1597,5 m ²
Uus lahendus 1. ja 2. korrus	- 2798,9 m ²
Uus lahendus 3. korrus	- 1598,4 m ²

Tabel 7,2 Lihtsustatud rahavood

I	2021				2022				2023				2024	2025
	I kv	II kv	III kv	IV kv	I kv	II kv	III kv	IV kv	I kv	II kv	III kv	IV kv	I-IV kv	I-IV kv
Üüritulu kasvumäär, %					1,5				1,5				1,5	1,5
Üüritasu kuus €/m ²	4				4,06				4,12				4,18	4,25
Välja renditav m ²	3974,9				3974,9				3974,9				3974,9	3974,9
Üüritasu kuus €/m ²	9				9,14				9,27				9,41	9,55
Välja renditav m ²	1597,5				1597,5				1597,5				1597,5	1597,5
Teenitav üüritulu kuus, €	30277,1				30731,3				31192,2				31660,1	32135,0
Teenitav üüritulu aastas, €	363325,2				368775,1				374306,7				379921,3	385620,1

II	2021				2022				2023				2024	2025
	I kv	II kv	III kv	IV kv	I kv	II kv	III kv	IV kv	I kv	II kv	III kv	IV kv	I-IV kv	I-IV kv
Üüritulu kasvumäär, %					1,5				1,5				1,5	1,5
Üüritasu kuus €/m ²	4	4	3,5	3,5	3,5	3,5	4,06	4,06	4,12				4,18	4,25
Välja renditav m ²	3974,9	3974,9	1399,3	1399,3	1399,3	1399,3	1399,3	1399,3	1399,3	1399,3	1399,3	1399,3	1399,3	1399,3
Üüritasu kuus €/m ²	9	9	8,5	8,5	8,5	8,5	9,135	9,135	9,27				9,41	9,55
Välja renditav m ²	1597,5	1597,5	1597,5	1597,5	1597,5	1597,5	1597,5	1597,5	1597,5	1597,5	1597,5	1597,5	1597,5	1597,5
Üüritasu kuus €/m ²							12	12	12,18				12,36	12,55
Välja renditav m ²							2798,9	2798,9	2798,9	2798,9	2798,9	2798,9	2798,9	2798,9
Teenitav üüritulu perioodil, €	90831,3	90831,3	55428,9	55428,9	55428,9	55428,9	161583,4	161583,4	164007,1	164007,1	164007,1	164007,1	166467,2	168964,2
Teenitav üüritulu aastas, €	292520,4				434024,523				656028,4				665868,9	675856,9

III	2021				2022				2023				2024	2025
	I kv	II kv	III kv	IV kv	I kv	II kv	III kv	IV kv	I kv	II kv	III kv	IV kv	I-IV kv	I-IV kv
Üüritulu kasvumäär, %					1,5				1,5				1,5	1,5
Üüritasu kuus €/m ²	4	4												
Välja renditav m ²	3974,9	3974,9												
Üüritasu kuus €/m ²	9	9	8,5	8,5	8,5	8,5	9,135	9,135	9,27				9,41	9,55
Välja renditav m ²	1597,5	1597,5	1597,5	1597,5	1597,5	1597,5	1597,5	1597,5	1597,5	1597,5	1597,5	1597,5	1597,5	1597,5
Üüritasu kuus €/m ²							12	12	12,18				12,36	12,55
Välja renditav m ²							4397,3	4397,3	4397,3	4397,3	4397,3	4397,3	4397,3	4397,3
Teenitav üüritulu perioodil, €	90831,3	90831,3	40736,25	40736,25	40736,25	40736,25	202082,3	202082,3	205113,5	205113,5	205113,5	205113,5	208190,2	211313,1
Teenitav üüritulu aastas, €	263135,1				485637,075				820454,1				832760,9	845252,3

IV	2021				2022				2023				2024	2025
	I kv	II kv	III kv	IV kv	I kv	II kv	III kv	IV kv	I kv	II kv	III kv	IV kv	I-IV kv	I-IV kv
Üüritulu kasvumäär, %					1,5				1,5				1,5	1,5
Üüritasu kuus €/m ²	4	4	3,5	3,5	3,5	3,5	4,06	4,06						
Välja renditav m ²	3974,9	3974,9	1399,3	1399,3	1399,3	1399,3	1399,3	1399,3						
Üüritasu kuus €/m ²	9	9	8,5	8,5	8,5	8,5	9,135	9,135	8,77	8,77	9,27	9,27	9,41	9,55
Välja renditav m ²	1597,5	1597,5	1597,5	1597,5	1597,5	1597,5	1597,5	1597,5	1597,5	1597,5	1597,5	1597,5	1597,5	1597,5
Üüritasu kuus €/m ²							12	12	10,18	10,18	12,18	12,18	12,36	12,55
Välja renditav m ²							2798,9	2798,9	2798,9	2798,9	4397,3	4397,3	4397,3	4397,3
Teenitav üüritulu perioodil, €	90831,3	90831,3	55428,9	55428,9	55428,9	55428,9	161583,4	161583,4	127518,3	127518,3	205113,5	205113,5	208190,2	211313,1
Teenitav üüritulu aastas, €	292520,4				434024,523				665263,7				832760,9	845252,3

Arvutustulemustest selgub, et rahavoode põhjal on 5 aasta perspektiivis kõige tulusam just kolmas versioon, kus korruga rekonstrueeritakse 1.-3. korrus. Küll aga ei saa reaalses elus tagada, et leitakse sobilikud rentnikud kõigile kolmele korrusele ehitustööde lõpuks. Kolmas variant oleks küll ehituslikult kõige mugavam kuid tellija jaoks liiga suurte riskidega. Seega võib pidada hoopis neljandat versiooni justkui kõige tulusamaks, sest vahepealse mitte ehitustööde perioodil jõuab tellija leidale 3. korrusele uued rentnikud, kes peale rekonstrueerimistööid saaksid kohe sisse kolida, tagades seejuures kohese renditulu. Selline lähenemine maandab tellija riske tühjade rendipindade ees.

Tabelis 7,3 on iga-aastaseid rahavooge täiendatud. Arvesse on võetud üüripindade vakantsimäär ja tegevuskulud. Astro Vara OÜ andmete põhjal on vakantsimääraks võetud 10% ning haldus ja hoolduskulude kasvumääraks 2%. Kolmanda versiooni puhul on 2022 ja 2023 aasta vakantsimääraks 20% kuna on suurem võimalus, et kõigile rekonstrueeritud pindadele ei leita koheselt rentniku. Vastavalt eelpool nimetatud määradele on leitud efektiivne kogutulu (EGI)= potentsiaalne kogutulu - saamata jäänud tulu vakantsi tõttu ja puhas tegevustulu (NOI)= efektiivne kogutulu - tegevuskulud .

7.1.4 Ehitustööde tasuvus

Ehitustööde tasuvuse all tuleb arvesse võtta eelnevalt välja toodud rahavooge, perspektiivset hoone laiendamist ning lisakulusid välistrasside, -katendite ja uue alajaama näol. Ühtlasi mängib tasuvuse juures suurt rolli ehitustööde alustamise aeg ja turuolukord antud momendil. Eriti tugevalt on turuolukorda ja ehitushindasid mõjutanud viimastel aastatel haiguspuhangud ning sõda. Võib öelda, et kui oleks alustanud rekonstrueerimisega 2 aastat tagasi oleks tasuvusperiood tunduvalt lühem.

Lisaks suurenevale tulule ja aegtasuvusele tuleb silmas pidada ka teisi faktoreid. Peale hoone fassaadi soojustamist ja kütte- ning ventilatsioonisüsteemide välja vahetamist muutub hoone energiasäästlikumaks ning vähenevad energiakulud. Lisaks on kaasajastatud äripind turul atraktiivsem.

Tabelis 7,3 on tehtud tasuvusarvutused arvestades tabelis 7,2 välja toodud II-IV versiooni rahavooge kogu ehitustööde eelarvestusliku kuluga.

Tabel 7,3 Tasuvusarvutused eelarvestulike kulude põhjal

VER II									
Rahavoo elemendid	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029
Rekonstrueerimise kulud, tuh EUR	-2848,03								
Potentsiaalne kogutulu, tuh EUR	292,52	434,02	656,03	665,87	675,86	685,99	696,28	706,73	717,33
Üüripindade vakantsimäär, %	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Saamata jäänud tulu vakantsi tõttu, tuh EUR	29	43	66	67	68	69	70	71	72
Efektiivne Kogutulu (EGI), tuh EUR	263	391	590	599	608	617	627	636	646
Haldus ja hooldukulude kasvumäär, %		2	2	2	2	2	2	2	2
Haldus, remont ja hooldukulud, tuh EUR	-24,9	-25,4	-25,9	-26,4	-27,0	-27,5	-28,1	-28,6	-29,2
Maamaks, tuh EUR	-3,4	-3,4	-3,4	-3,4	-3,4	-3,4	-3,4	-3,4	-3,4
Kindlustus, tuh EUR	-1,2	-1,2	-1,2	-1,2	-1,3	-1,3	-1,3	-1,3	-1,3
Puhas tegevustulu (NOI), tuh EUR	233,72	360,56	559,84	568,16	576,60	585,16	593,85	602,67	611,62

Diskontokordaja		0,913	0,834	0,762	0,696	0,635	0,580	0,530	0,484
Diskonteeritud NOI, tuh EUR	213,44	329,28	466,91	432,74	401,07	371,71	344,50	319,29	295,92

Diskontomäär, %/100	0,095	
----------------------------	-------	--

Nüüdispuhasväärtus (NPV), tuh EUR	347,11	
Kasumiindeks (PI)	1,040	
Periood, aastat	8	+1
Investeeringiprojekti sisemine tulusus (IRR), %	11,62	

VER III									
Rahavoo elemendid	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029
Rekonstrueerimise kulud, tuh EUR	-3519,36								
Potentsiaalne kogutulu, tuh EUR	263,14	485,64	820,45	832,76	845,25	857,93	870,80	883,86	897,12
Üüripindade vakantsimäär, %	10	20	20	10	10	10	10	10	10
Saamata jäänud tulu vakantsi tõttu, tuh EUR	26	97	164	83	85	86	87	88	90
Efektiivne Kogutulu (EGI), tuh EUR	237	389	656	749	761	772	784	795	807
Haldus ja hooldukulude kasvumäär, %		2	2	2	2	2	2	2	2
Haldus, remont ja hooldukulud, tuh EUR	-24,9	-25,4	-25,9	-26,4	-27,0	-27,5	-28,1	-28,6	-29,2
Maamaks, tuh EUR	-3,4	-3,4	-3,4	-3,4	-3,4	-3,4	-3,4	-3,4	-3,4
Kindlustus, tuh EUR	-1,2	-1,2	-1,2	-1,2	-1,3	-1,3	-1,3	-1,3	-1,3
Puhas tegevustulu (NOI), tuh EUR	207,27	358,45	625,77	718,36	729,05	739,91	750,92	762,09	773,43

Diskontokordaja		0,913	0,834	0,762	0,696	0,635	0,580	0,530	0,484
Diskonteeritud NOI, tuh EUR	189,29	327,35	521,90	547,14	507,11	470,01	435,62	403,75	374,20

Diskontomäär, %/100	0,095	
---------------------	-------	--

Nüüdispuhasväärtus (NPV), tuh EUR	274,99	
Kasumiindeks (PI)	1,0192	
Periood, aastat	8	+1
Investeeringiprojekti sisemine tulusus (IRR), %	9,17	

VER IV									
Rahavoo elemendid	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029
Rekonstrueerimise kulud, tuh EUR	-2848,03		-671,33						
Potentsiaalne kogutulu, tuh EUR	292,52	434,02	665,26	832,76	845,25	857,93	870,80	883,86	897,12
Üüripindade vakantsimäär, %	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Saamata jäänud tulu vakantsi tõttu, tuh EUR	29	43	67	83	85	86	87	88	90
Efektiivne Kogutulu (EGI), tuh EUR	263	391	599	749	761	772	784	795	807
Haldus ja hooldukulude kasvumäär, %		2	2	2	2	2	2	2	2
Haldus, remont ja hooldukulud, tuh EUR	-24,9	-25,4	-25,9	-26,4	-27,0	-27,5	-28,1	-28,6	-29,2
Maamaks, tuh EUR	-3,4	-3,4	-3,4	-3,4	-3,4	-3,4	-3,4	-3,4	-3,4
Kindlustus, tuh EUR	-1,2	-1,2	-1,2	-1,2	-1,3	-1,3	-1,3	-1,3	-1,3
Puhas tegevustulu (NOI), tuh EUR	233,72	360,56	568,15	718,36	729,05	739,91	750,92	762,09	773,43

Diskontokordaja		0,913	0,834	0,762	0,696	0,635	0,580	0,530	0,484
Diskonteeritud NOI, tuh EUR	213,44	329,28	473,84	547,14	507,11	470,01	435,62	403,75	374,20

Diskontomäär, %/100	0,095	
---------------------	-------	--

Nüüdispuhasväärtus (NPV), tuh EUR	366,75	
Kasumiindeks (PI)	1,0467	
Periood, aastat	8	+1
Investeeringiprojekti sisemine tulusus (IRR), %	10,1	

Tasuvuse hindamisel kasutati peamisi kinnisvara objektidel kasutatavaid kriteeriume, milleks on NPV, PI ja IRR. Nüüdispuhasväärtus (net present value – NPV) näitab rahavoogude nüüdisväärtuste summat, millest on maha lahutatud esialgne investeering. NPV leidmiseks kasutatakse diskonteeritud rahavoogusid, antud projekti puhul on diskontomääraks 9,5 %. Kui $NPV > 0$, võib projekti vastu võtta, sest see ületab nõutava tulumäära ning loob omanikule lisandväärtust [27]. Tabelis 7,3 tehtud arvutustes on NPV leidmisel kasutatud viimaseks rahavooks aastat (märgitud punasega), kus investeering hakkab ära tasuma ehk $NPV > 0$.

$$NPV = -C_0 + \frac{C_1}{(1+r)} + \frac{C_2}{(1+r)^2} + \dots + \frac{C_t}{(1+r)^t} = -C_0 + \sum_{i=1}^t \frac{C_i}{(1+r)^i}, \quad (7,1)$$

Kus $-C_0$ - alginvesteering
 r - diskontomäär
 t - perioodide arv
 C_t - tuleviku rahavood

Lisaks nüüdispuhasväärtusele leiti ka kasumiindeks (*profitability index* – PI), mis näitab projekti oodatavate rahavoogude nüüdisväärtuse ja alginvesteeringu suhet [28]. Kui $PI > 1$, tasub projekt vastu võtta ja sellesse investeerida, vastasel korral tuleks teha täiendavat analüüsi või projekt tagasi lükata [27]. Sarnaselt NPV leidmisega kasutati viimaseks rahavooks aastat (märgitud punasega), kus iga projekti investeeritud 1 rahaühik hakkab tagasi teenima PI suurust rahaühikut.

$$PI = \frac{\sum_{i=1}^t \frac{C_i}{(1+r)^i}}{C_0} \quad (7,2)$$

Sisemine tasuvusmäär (*Internal rate of return* – IRR) on NPV alternatiiv, mis näitab projekti minimaalset oodatavat tulusust. Kui IRR on suurem kui omaniku nõutud tulunorm, tasub projekt vastu võtta [29]. Tabelis 7,3 kajastatud IRR väärtus näitab sisemist tasuvusmäära sama aasta kohta kui NPV ja PI.

7.1.5 Analüüs

Tabeli 7,2 analüüsi põhjal võis eeldada, et tasuvaimaks verisooniks arvestades riske, on versioon 4. Tabeli 7,3 põhjal, kus tasuvusnäitajate leidmisel on arvestatud puhta tegevustuluga (NOI), on näha, et kohati on versioon 3 võrreldes versiooniga 4 sama perioodi jooksul tasavam. Tasuvusnäitajad NPV ja PI on versioonil 4 kõrgemad.

Kõikidel versioonidel on tasuvusperiood sama (8 aastat + 1ehitusaasta), kuid erinevusi on näha tasuvusnäitajates. Versiooni 3 puhul tõuseb puhas tegevustulu peale ehitustöid hüppeliselt pea kahekordseks samal ajal arvestades kõrgeenenud vakantsimäära.

Küll aga ei saa täielikult eelistada ühte versiooni kuna tasuvusnäitajad versioon 3 ja 4 puhul on võrdlemisi sarnased.

7.2 Uus ehitis

Arvestades fakti, et selliseid 1970. aastatel ehitatud karkashooneid on Tallinnas palju on nii mõnedki hoone omanikud silmitsi küsimuse ees, kas hakata hoonet rekonstrueerima või oleks mõistlikum hoone maha lammutada ja nullist uus ehitada. Järgnevate lihtsustatud arvutuste põhjal saab mõningase ülevaate, milline variant antud objekti puhul oleks olnud mõistliku.

7.2.1 Ligikaudne maksumus

Hetke turuhindade põhjal on uue hoone brutoruutmeetri ehitushind 1300-1400 eurot. Veel mõni aasta tagasi oli selleks ca 900 €/m². Korruse ehitusealne pind on 1806 m² ning hoonel on 4 korrust. Lihtsa arvutuskäiguga saadakse uue hoone ligikaudne maksumus : 1806 m² x 4 korrust x 1400 € = 10,11 miljonit €.

7.2.2 Ajaline ja majanduslik tasuvus

Lisaks ehituslikule maksumusele tuleb antud hoone puhul arvesse võtta ka ajalist faktorit. Vana hoone lammutamine ja uue ehitamine võtnuks rohkem aega kui rekonstrueerimistööd. Majandusliku poole pealt oleksid pidanud kõik rentnikud B korpusest välja kolima ning seetõttu oleks ka renditulu olnud null. Seega võttes arvesse uue hoone ligikaudset maksumust, ajalist faktorit ja üüritulu puudumisest tekkivaid rahavooge on selge, et antud objekti puhul oli rekonstrueerimine igatpidi põhjendatud valik.

7.3 Eelarvestuslikud vs tegelikud kulud

Ehitustöödega alustati 2021 aasta suvel, eelarve aga koostati 2021 aasta I kvartalis eskiisprojekti põhjal. Tavalises majanduslikus olukorras ei tekiks eelarve ja tegelike

kulude vahel nii suuri erinevusi, aga antud hetkel oli maailmas valitsemas pandeemia ning sellest tingituna oli mitmetel materjalidel tarneraskused ning hinnad tõusnud kohati mitme kordselt. Lisaks materjalide tarneraskustele ja hinnatõusule suurendas tegelikke kulusid ka ehitusturul olev tööjõu puudus. Alltöövõtjate valik oli tavapärasest väiksem ning nii mõnelgi korral tuli valida kallim pakkumine, et saaks töödega alustada õigeaegselt.

Alljärgnevas tabelis on välja toodud eelarvestuslike ja tegelike kulude võrdlus.

Tabel 7,4 Kogu tegelik kulu koos eelarvestusliku kulu võrdlusega

Eelarve vs tegelik kulu				
	Maksumus, tuh € eelarve	Maksumus, tuh € tegelik	Vahe, €	Muutus, %
Projekteerimistööd	106,26	106,26	0	0
Ettevalmistus ja lammutus	108,4	69,82	-38,58	-35,6
Hoonealune süvend	33,62	62,43	28,81	85,7
Hoonevälised ehitised	161,14	392,56	231,42	143,6
Välisvõrgud	9,06	0,00	-9,06	-100,0
Maa-ala pinnakatted	68,29	331,89	263,60	386,0
Rostvärgid ja taldmikud	2,33	0,00	-2,33	-100,0
Vundamendid	18,88	6,70	-12,18	-64,5
Aluspõrandad	109,37	183,88	74,51	68,1
Kandvad ja välisseinad	182,77	269,09	86,32	47,2
Trepielemendid	18,59	62,23	43,64	234,7
Klaasfassaadid, vitriinid ja eriaknad	85,1	159,69	74,59	87,7
Aknad	88,52	79,55	-8,97	-10,1
Välisuksed ja väravad	28,5	42,19	13,69	48,1
Vaheseinad	117,73	149,34	31,61	26,8
Siseuksed	62,51	71,77	9,26	14,8
Siseseinte pinnakatted	66	102,32	36,32	55,0
Lagede pinnakatted	67,45	102,70	35,25	52,3
Põrandad ja põrandakatted	71,93	56,58	-15,35	-21,3
Sisustus ja mööbel	22,08	33,35	11,27	51,0
Seadmed ja masinad	4,03	3,62	-0,41	-10,2
Tõste ja teisaldusseadmed	158,7	141,05	-17,65	-11,1
Küte, ventilatsioon ja jahutus	415,4	545,09	129,69	31,2
Tugevvoolupaigaldised	170,6	294,40	123,80	72,6
Nõrkvoolupaigaldised ja automaatika	70,09	171,35	101,26	144,5
Veevarustus ja kanalisatsioon	85,31	70,14	-15,17	-17,8

Ajutised ehitised ehitusplatsil	40,51	43,19	2,68	6,6
Ajutised tehnosüsteemid	5,75	32,20	26,45	460,0
Veod	5,52	10,12	4,60	83,3
Välisvõrgud ja alajaam	324,6	324,60	0,00	0,0
Üld- ja juhtimiskulud	148,88	191,08	42,20	28,3
Lisatööd	0	151,00	151,00	100,0
Kokku	2857,9	4109,2	1251,31	43,8
Kulu m2 kohta, €	953,6	1371,1	417,52	43,8

Küll aga tuleb arvestada, et tegelikest kuludest saadud ruutmeetri hind ei kajasta ainult 1. ja 2. korruse ehitustöid. See sisaldab ka investeeringuid tuleviku jaoks kui soovitakse juurde ehitada 5. ja 6. korrus. Hiljem 3. korruse rekonstrueerimisel on kulutused selle võrra juba väiksemad- vahetatud on aknad, uus küttesüsteem, uued liftid, uuendatud väliala ja trassid ning uus alajaam.

7.3.1 Tegelik ehitustööde tasuvus

Tabeli 7,5 põhjal on näha, et kuna tegelikud kulud olid ligi 44% suuremad, on sama võrra pikenenud ka ajaline periood, millal investeering hakkaks tulu tootma. Kui eelarve järgi oli selleks 8 aastat ning 1 ehitusaasta, siis tegelike kulude järgi kulub selleks 12 aastat ning 1 ehitusaasta.

Küll aga tuleb tabel 7,3 ja 7,5 puhul arvestada sellega, et arvutustes kasutatud investeeringu suurus ei sisalda pangalaenu ega intresse.

Tabel 7,5 Tasuvusarvutused tegelike kulude põhjal

VER II														
Rahavoo elemendid	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034
Rekonstrueerimise kulud, tuh EUR	-4109,23													
Potentsiaalne kogutulu, tuh EUR	292,52	434,02	656,03	665,87	675,86	685,99	696,28	706,73	717,33	728,09	739,01	750,10	761,35	772,77
Üüripindade vakantsimäär, %	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Saamata jäänud tulu vakantsi tõttu, tuh EUR	29	43	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77
Efektiivne Kogutulu (EGI), tuh EUR	263	391	590	599	608	617	627	636	646	655	665	675	685	695
Haldus ja hooldukulude kasvumäär, %		2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Haldus, remont ja hooldukulud, tuh EUR	-24,9	-25,4	-25,9	-26,4	-27,0	-27,5	-28,1	-28,6	-29,2	-29,8	-30,4	-31,0	-31,6	-32,2
Maamaks, tuh EUR	-3,4	-3,4	-3,4	-3,4	-3,4	-3,4	-3,4	-3,4	-3,4	-3,4	-3,4	-3,4	-3,4	-3,4
Kindlustus, tuh EUR	-1,2	-1,2	-1,2	-1,2	-1,3	-1,3	-1,3	-1,3	-1,3	-1,4	-1,4	-1,4	-1,4	-1,4
Puhas tegevustulu (NOI), tuh EUR	233,72	360,56	559,84	568,16	576,60	585,16	593,85	602,67	611,62	620,70	629,91	639,26	648,75	658,37

Diskontokordaja		0,913	0,834	0,762	0,696	0,635	0,580	0,530	0,484	0,442	0,404	0,369	0,337	0,256
Diskonteeritud NOI, tuh EUR	213,44	329,28	466,91	432,74	401,07	371,71	344,50	319,29	295,92	274,26	254,18	235,57	218,33	168,76

Diskontomäär, %/100	0,095
----------------------------	-------

Nüüdispuhasväärtus (NPV), tuh EUR	270,59
Kasumiindeks (PI)	1,009
Periood, aastat	13 +1
Investeeringiprojekti sisemine tulusus (IRR), %	9,07

VER III													
Rahavoo elemendid	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033
Rekonstrueerimise kulud, tuh EUR	-4780,56												
Potentsiaalne kogutulu, tuh EUR	263,14	485,64	820,45	832,76	845,25	857,93	870,80	883,86	897,12	910,58	924,24	938,10	952,17
Üüripindade vakantsimäär, %	10	20	20	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Saamata jäänud tulu vakantsi tõttu, tuh EUR	26	97	164	83	85	86	87	88	90	91	92	94	95
Efektiivne Kogutulu (EGI), tuh EUR	237	389	656	749	761	772	784	795	807	820	832	844	857
Haldus ja hooldukulude kasvumäär, %		2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Haldus, remont ja hooldukulud, tuh EUR	-24,9	-25,4	-25,9	-26,4	-27,0	-27,5	-28,1	-28,6	-29,2	-29,8	-30,4	-31,0	-31,6
Maamaks, tuh EUR	-3,4	-3,4	-3,4	-3,4	-3,4	-3,4	-3,4	-3,4	-3,4	-3,4	-3,4	-3,4	-3,4
Kindlustus, tuh EUR	-1,2	-1,2	-1,2	-1,2	-1,3	-1,3	-1,3	-1,3	-1,3	-1,4	-1,4	-1,4	-1,4
Puhas tegevustulu (NOI), tuh EUR	207,27	358,45	625,77	718,36	729,05	739,91	750,92	762,09	773,43	784,94	796,62	808,46	820,49

Diskontokordaja		0,913	0,834	0,762	0,696	0,635	0,580	0,530	0,484	0,442	0,404	0,369	0,337
Diskonteeritud NOI, tuh EUR	189,29	327,35	521,90	547,14	507,11	470,01	435,62	403,75	374,20	346,82	321,45	297,92	276,12

Diskontomäär, %/100	0,095
---------------------	-------

Nüüdispuhasväärtus (NPV), tuh EUR	256,1
Kasumiindeks (PI)	1,01
Periood, aastat	12 +1
Investeeringiprojekti sisemine tulusus (IRR), %	8,87

VER IV													
Rahavoo elemendid	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033
Rekonstrueerimise kulud, tuh EUR	-4109,23		-671,33										
Potentsiaalne kogutulu, tuh EUR	292,52	434,02	665,26	832,76	845,25	857,93	870,80	883,86	897,12	910,58	924,24	938,10	952,17
Üüripindade vakantsimäär, %	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Saamata jäänud tulu vakantsi tõttu, tuh EUR	29	43	67	83	85	86	87	88	90	91	92	94	95
Efektiivne Kogutulu (EGI), tuh EUR	263	391	599	749	761	772	784	795	807	820	832	844	857
Haldus ja hooldukulude kasvumäär, %		2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Haldus, remont ja hooldukulud, tuh EUR	-24,9	-25,4	-25,9	-26,4	-27,0	-27,5	-28,1	-28,6	-29,2	-29,8	-30,4	-31,0	-31,6
Maamaks, tuh EUR	-3,4	-3,4	-3,4	-3,4	-3,4	-3,4	-3,4	-3,4	-3,4	-3,4	-3,4	-3,4	-3,4
Kindlustus, tuh EUR	-1,2	-1,2	-1,2	-1,2	-1,3	-1,3	-1,3	-1,3	-1,3	-1,4	-1,4	-1,4	-1,4
Puhas tegevustulu (NOI), tuh EUR	233,72	360,56	568,15	718,36	729,05	739,91	750,92	762,09	773,43	784,94	796,62	808,46	820,49

Diskontokordaja		0,913	0,834	0,762	0,696	0,635	0,580	0,530	0,484	0,442	0,404	0,369	0,337
Diskonteeritud NOI, tuh EUR	213,44	329,28	473,84	547,14	507,11	470,01	435,62	403,75	374,20	346,82	321,45	297,92	276,12

Diskontomäär, %/100	0,095
----------------------------	-------

Nüüdispuhasväärtus (NPV), tuh EUR	347,86
Kasumiindeks (PI)	1,028
Periood, aastat	12 +1
Investeeringiprojekti sisemine tulusus (IRR), %	9,36

7.4 Analüüsi tulemused

Analüüsi tulemusena saadi teada hetkel tehtud ehitustööde eelarvestusliku ja tegelike kulude tasuvusaeg ning -näitajad. Tegelike kulude ligi 44% tõus pikendas tasuvusaega 9 aastalt 13 aastale, mis näitab kui oluline on eelarve täpsus. Küll aga on rahavoogude tabelist näha, et võrreldes rekonstrueerimistööde eelse rahavooga suureneb peale ehitustöid aastane rahavoog üle 2 korra.

Vana hoone rekonstrueerimise võrdluses uue hoone ehitusega sai lihtsate arvutustega selgeks, et kui olemasoleval hoonel on vastupidav (vähemalt 50 aastat) kandekonstruktsioon, ei ole mõistlik hoonet maha lammutada ning selle asemel sarnast uut ehitada. Nii ajaline kui ka rahaline kulu on rekonstrueerimistöödest tunduvalt suurem.

Peatükis 7.1.3 välja toodud 3 erinevat rekonstrueerimis plaani olid tegelike kulude põhjal tasuvusnäitajate põhjal suhteliselt võrdsed, k.a. ajaline periood. Küll aga tasub tähelepanu pöörata sellele, et versiooni 2 põhjal jääb 3. korrus rekonstrueerimata, samal ajal kui versioonides 3 ja 4 seda tehakse. Tabeli 7,5 põhjal tasuks igal juhul ette võtta 3. korruse tööd, et ka sealsete ruutmeetrite eest saadav üüritulu oleks suurem.

Tellija ootus projekti tootluse suhtes oli 7-7,5%, mis eelpool toodud arvutuste põhjal on tagatud.

8. TÖÖOHUTUS JA KESKKONNAKAITSE

Tööhutuse ja keskkonnakaitse alusandmetena on kasutatud Avona OÜ poolt koostatud tööhutus materjale ning lähtunud riiklikest määrustest [30].

8.1 Riskianalüüs

Allolevas riskihindamise tabelis 8,1 on välja toodud põhilised objektil toimuvad ehitustööd ning võimalikud ohutegurid nende tööde teostamisel. Tabel on täidetud numbritega, mis näitab õnnetuse juhtumise tõenäosust. 1- vähetõenäoline risk, 2- tõenäoline risk.

Vähetõenäolisi riske maandatakse tavaliste kaitsemeetoditega, tõenäoliste riskide puhul aga kasutatakse erimeetmeid, et vähendada riske. Töödeks kasutatavad erimeetmed on märgitud tabelis 8,2.

Tabel 8,1 Ehitustööde riskihindamise tabel

Ehitustööde riskianalüüs		Ohutegurid												
		Kukkumine	Löök, muljumine	Torge, löige	Vibratsioon töölele	Müra töölele	Põletus	Elekter	Eralduvad sädemed, killud	Tolm	Ohtlik gaas	Varing	Keskkonna reostus	Ohtlikud jäätmed ja kemikaalid
Teostatav ehitustöö	Lammutustööd	2	1	1	2	2		1	1	2		1		1
	Pinnasetööd				1	1								
	Kaevetööd	1												
	Müüritööd	1	1	1										
	Siseseinte ehitamine			1										
	Betoonitööd		1	1										
	Välisvõrkude ehitamine				1	1								
	Fassaaditööd	1												
	Siseviimistlustööd	1								1				
	Eritööd KVVKJ	1		1			1		1					
	Eritööd EL, NV, A	1						1						

Tabel 8,2 Ehitustöödel kasutatavad erimeetmed

Erimeetmete kasutamine		Teostatav ehitustöö										
		Lammutustööd	Pinnasetööd	Kaevetööd	Müüritööd	Siseseinte ehitamine	Betoonitööd	Välisvõrkude ehitamine	Fassaaditööd	Siseviimistlustööd	Eritööd KVVKJ	Eritööd EL, NV, A
Erimeetmed	Kaevikute toestamine			x								
	Käiguteede ehitus	x										
	Turvaköied ja -rakmed	x										
	Turvavõrgud	x										
	Täiendavad piirde	x			x			x				
	Töötamine korvtöstukist	x								x		
	Energiajaotus- installatsioonide kontrollimine ja märgistamine	x								x		
	Filtreerivad või väliskeskkonnast isoleerivad isikukaitsevahendid hingamiselundite kaitseks	x								x		

8.2 Tööohutusnõuded

Üldised nõuded tööohutuse tagamiseks ehitustöödel:

- Ehitusplatsil on kõrvalistel isikutel viibimine keelatud
- Ehitusplatsil on kiivri kandmine kohustuslik
- Ehitusplatsil on helkurvesti või ohutusriietuse kandmine kohustuslik
- Ehitustöölised peavad kandma turvajalanõusid
- Töökoht peab olema piisavalt valgustatud
- Töökohtadel, kus on kõrgelt kukkumise oht tuleb kasutada turvarakmeid
- Kõrgema müra kui 85 dB korral tuleb kanda kuulmiskaitsevahendeid

- Ketaslõikuri kasutusel või keevitamisel tuleb kanda asjakohaseid silmakaitsevahendeid
- Tolmustes töödes tuleb kasutada nii hingamisteede kui ka nägemiskaitsevahendeid.
- Ehitusplatsil peab igapäevaselt olema tagatud kord, iga töötaja vastutab oma tööfrondi puhtuse eest ise
- Kõiki töötajaid tuleb teavitada esmaabivahendite ning tulekustutite asukohtadest
- Insener-tehnilise personali seas peab olema vähemalt üks esmaabi eest vastutav isik ning ta peab olema läbinud selle sisulise koolituse.
- Kõik töötajad peavad järgima ehitusobjekti sisekorraeeskirju
- Keelatud on kasutada vigaseid ja katkiseid elektrikaableid või -seadmeid. Vigase kaabli korral kutsuda elektrik.
- Hoones on keelatud suitsetamine
- Õnnetuse, tulekahju või potentsiaalse ohu korral teavitada sellest viivitamatult objektimeeskonda ning vajadusel kutsuda hädaabi.

8.3 Keskkonnakaitse

Ehitusjäätmete kogumine ja käitlus peab toimuma vastavalt Tallinna jäätmehoolduseeskirjale. Ehitusjäätmed tuleb liigiti eraldi sortida ning koguda need eraldi mahutitesse: puit, paber ja kartong, metall, mineraalsed jäätmed (kivid, betoon, kips jne), raudbetoon- ja betoondetailid, kile. Ohtlikud ehitusjäätmed kogutakse eraldi. Kui kõikide jäätmete liigiti kogumine ehitusplatsil pole mõistlik või võimalik tuleb jäätmed edasi anda sellekohase jäätmeloaga jäätmekäitlejale. Kasutusloa taotluseks tuleb esitada jäätmeõiendid [31].

Ehituse ajal tuleb kaitsta olemasolevaid puid ning ehitustööde lõpus tuleb taastada rikutud haljastus.

KOKKUVÕTE

Käesolevas magistritöös analüüsiti Tallinnas, Laki 30 kinnistul paikneva büroohoone rekonstrueerimistöid. Töös toodi välja olemasolevad ja uue lahenduse arhitektuursed ja konstruktiivsed lahendused ning nende andmete põhjal koostati konstruktsiooni osas arvutused. Lisaks analüüsiti ehitustööde tasuvust tellija vaatepunktist.

Konstruktsiooni osas tehti kontrollarvutus peasissepääsu varikatuse toepostile. Arvutustest selgus, et toeposti ristlõige on sobilik ning võtab vastu võimalikud tekkivad koormused. Teisena projekteeriti teraskiududega armeeritud põrand pinnase asemel sarrusega armeeritud põrand pinnasel, kus leiti plaadile mõjuvad jõud ning vastavalt sellele määrati vajalik armatuuri kogus.

Ehitusplatsi üldplaanil pandi paika peamiselt kehtiv platsi plaan, kus on märgitud võimalikud ehitusmasinate asukohad, laoplatsid, jäätmete kogumine, soojakute asukohad ning piirdeaia ja väravate paiknemine.

Tehnoloogilised kaardid koostati fassaaditöödele ning lammutustöödele, mille tehnoloogiline järjestus ning ajaline kestus olid antud rekonstrueerimistööde puhul väga olulised. Tehnoloogilistel kaartidel toodi välja haardealad koos nendele vajamineva tööjõu- ja ajakuluga. Lisaks koostati tööstest detailsem kalendergraafik. Vajalike ajanormide arvutamiseks kasutati RATU kaarte.

Majanduslikus osas analüüsiti põhjalikumalt ehitustööde tasuvust koos eelarve ja tegelike kuludega ning kuidas see mõjutab projekti tasuvust. Lisaks toodi võrdlusena juurde uue samaväärse hoone ehitus. Analüüsis lähtuti erinevatest võimalikest rekonstrueerimise versioonidest, mis mõjutavad rahavooge ning seeläbi ka tasuvust.

Tööohutuse ja keskkonnakaitse osas koostati ehitustööde riskianalüüs ning toodi välja täiendavad erimeetmed, et riske vähendada. Lisaks kirjeldati üldiseid tööohutusnõudeid. Keskkonnakaitse poole pealt toodi välja olulisemad punktid keskkonna säästmiseks.

Töö autori poolt püstitatud eesmärgid said täidetud ning nii mõneski osas jõuti paremate lahendusteni, kui seda tehti ehitustööde ajal. Antud lõputööd oli põnev koostada ning andis hea kogemuse objekti ehitustööde korraldamisel.

SUMMARY

In this master's thesis, the reconstruction works of an office building located on the Laki 30 in Tallinn were analyzed and planned. The architectural and constructive solutions of the existing and new solution were pointed out in the work, and calculations on the construction were made based on that data. In addition, the profitability of the construction work was analyzed from the customer's point of view.

In terms of construction, calculations were performed for the main entrance canopy support post. The calculations show that the cross section of the support post is suitable and accepts any loads that may arise. Second, instead of a steel-reinforced floor, a reinforced floor was designed on the ground, where the forces on the slab were found, and the required amount of reinforcement was determined accordingly.

The general plan of the construction site indicates the possible locations of construction machinery, storage sites, waste collection, locations of site huts and the location of the fence and gates.

Technological cards were prepared for facade works and demolition works of which the technological sequence and time duration were very important for the given reconstruction works. In addition, a more detailed calendar schedule of the works was prepared. RATU cards were used to calculate the required time standards.

In the economic part, the profitability of the construction works was analyzed in more detail together with the budget and actual costs and how this affects the profitability of the project. In addition, the construction of a new equivalent building was added for comparison. The analysis was based on different possible versions of the reconstruction, which affect cash flows and thus profitability.

With regard to work safety and environmental protection, a risk analysis of the construction works was prepared and additional specific measures were identified to reduce the risks. In addition, general work safety requirements were described. The most important points for saving the environment were pointed out.

The goals set by the author of the work were achieved, and in some respects better solutions were reached than was done during the construction works. This dissertation was exciting to compile and gave a good experience in organizing the construction of the site.

KASUTATUD KIRJANDUS

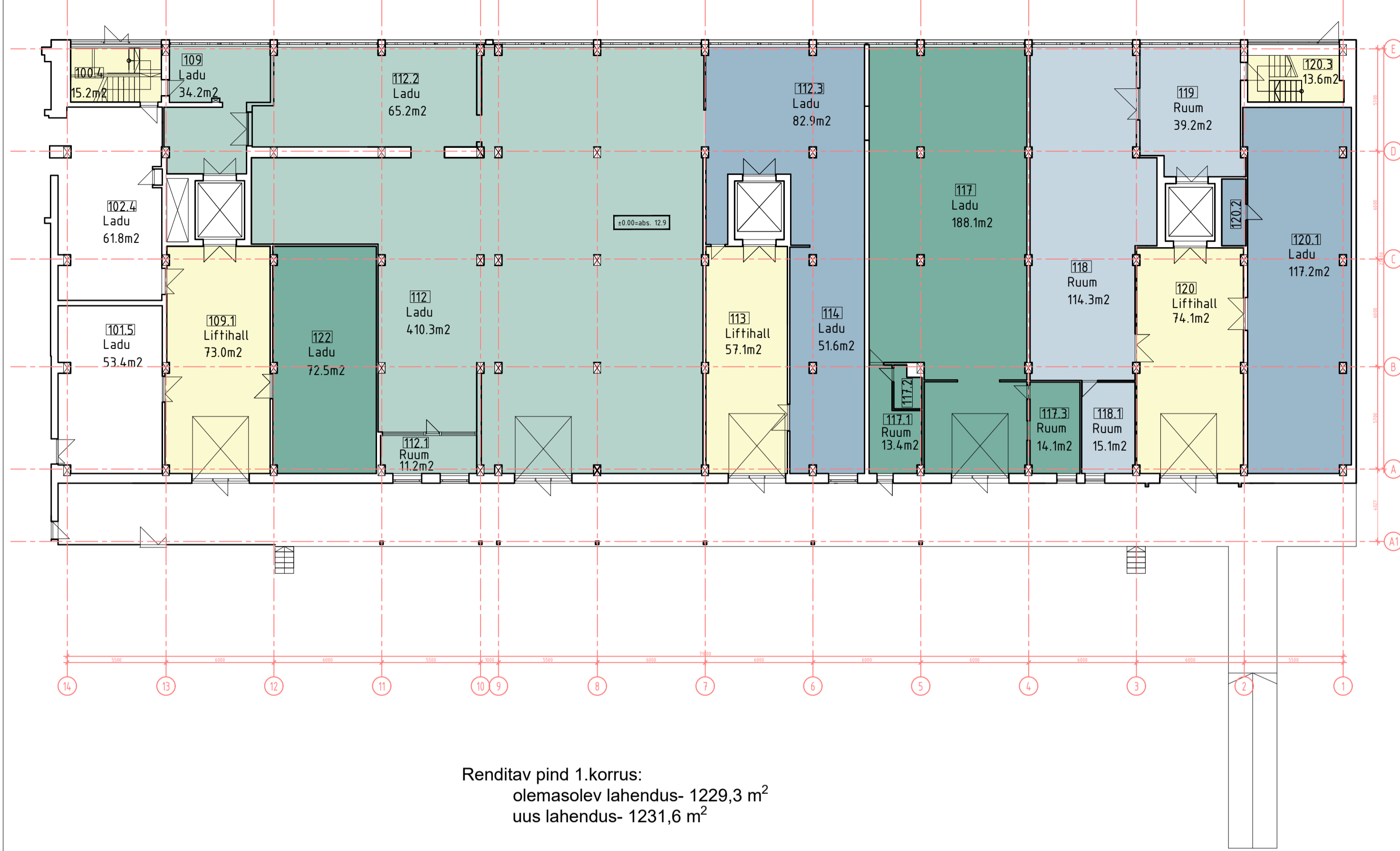
1. A. Põime, „Laki 30 büroohoone rekonstrueerimine, arhitektuurne põhiprojekt“. Arhitektuuribüroo Studio 3, Tallinn 2021.
2. M. Muru, „Maa-ala plaan tehnovõrkudega“. Ruutjuur OÜ, märts 2020.
3. Anvelt, „Litoloogilised lõiked“. RPI „Eesti Tööstusprojekt“, 1971.
4. K. Nigul ja K. Nigul, „Laki 30 büroohoone rekonstrueerimine, Maastikuarhitektuur“. Väli Maastikuarhitektid, 2021.
5. I. Einloo, „Büroohoone Laki 30 Tallinn B-korpuse rekonstrueerimine, tööprojekt“. ULS Insenerid OÜ, Tallinn 2021.
6. K. Luige, „Büroohoone rekonstrueerimine Laki tn 30, Tallinn, Harjumaa. Kütte, ventilatsiooni ja jahutuse projekt“. 1Kelvin OÜ, Tallinn 2021.
7. J. Seleznjova, „Laki 30 büroohoone rekonstrueerimine. Veevarustuse ja kanalisatsiooni projekt“. 1Kelvin OÜ, Tallinn 2021.
8. M. Leoste, „Büroohoone rekonstrueerimine. Elektripaigaldis-tugevvoolu põhiprojekt“. AS Contactus, Tallinn 2022.
9. M. Tammiste, „Büroohoone rekonstrueerimine. Nõrkvoolusüsteemid-põhiprojekt“. VAIMAR Engineering OÜ, Tallinn 2021.
10. Eesti Betooniühing, *Betoonpõrandad*. Tallinn, 2018.
11. „EVS_EN_1991_1_1:2002+NA:2002“, EVS. <https://www.evs.ee/Download/ViewBrowsingServiceSubscription?productId=28165&language=EstonianLanguage> (vaadatud 3. aprill 2022).
12. „EVS-EN 1991-1-4:2005+NA:2007“, EVS. <https://www.evs.ee/et/evs-en-1991-1-4-2005+na-2007> (vaadatud 26. märts 2022).
13. „EVS_EN_1991_1_3:2006+NA:2006“, EVS. <https://www.evs.ee/Download/ViewBrowsingServiceSubscription?productId=28181&language=EstonianLanguage> (vaadatud 1. aprill 2022).
14. „EVS_EN_1990:2002+NA:2002“, EVS. <https://www.evs.ee/Download/ViewBrowsingServiceSubscription?productId=28161&language=EstonianLanguage> (vaadatud 6. aprill 2022).
15. „EVS-EN 1993-1-1:2005+A1:2014+NA:2015“, EVS. <https://www.evs.ee/et/evs-en-1993-1-1-2005+a1-2014+na-2015> (vaadatud 6. aprill 2022).
16. „EVS-EN 1992-1-1:2005+A1:2015+NA:2015“, EVS. <https://www.evs.ee/et/evs-en-1992-1-1-2005+a1-2015+na-2015> (vaadatud 26. aprill 2022).
17. „LIEBHERR-LTM-1055.pdf“. Vaadatud: 25. märts 2022. [Online]. Available at: <https://www.kraana2.ee/wp-content/uploads/2016/03/LIEBHERR-LTM-1055.pdf>
18. I. Lill, „Ehitusplatsi korraldus. Kursuseprojekti juhend aines 'Ehitushanke juhtimine'“. Tallinna Tehnikaülikool, 2013.
19. *Ehitustööde kulud 2020. Tööjõukulud ja tootlus - uusehitus ja remont*. Tallinn: ET Infokeskuse AS, 2020. Vaadatud: 10. aprill 2022. [Online]. Available at: <https://ehituskeskus.ee/raamatud/ehitustoode-kulud-2020-toojoukulud-ja-tootlus-uusehitus-ja-remont/>
20. Avona OÜ, „Laki 30 B korpuse eelarve“. 2021.
21. „Krohvimine. Ratu 71-0307“.
22. OÜ EKE NORA, „EKE nora: ehituslikud üksushinded“. 2. aprill 2013.

23. V. Birotsi ja E. Soekov, „Ehitustehnoloogia ja platsikorralduse analüüs Tallinnas, Tehnika tn.18 Euroopa kooli hoone näitel“, juuni 2019, Vaadatud: 17. aprill 2022. [Online]. Available at: <https://digikogu.taltech.ee/et/Item/e28567fb-304e-4a46-bcae-8e43f0bf63f9>
24. „Ehitusseadustik–Riigi Teataja“. <https://www.riigiteataja.ee/akt/125012017007> (vaadatud 17. aprill 2022).
25. „Asbestitööle esitatavad töötervishoiu ja tööohutuse nõuded–Riigi Teataja“. <https://www.riigiteataja.ee/akt/12872816> (vaadatud 17. aprill 2022).
26. „Juhend_asbest.pdf“. Vaadatud: 17. aprill 2022. [Online]. Available at: https://www.tallinn.ee/keskkond/Juhend_asbest.pdf
27. A. Kalm, „KINNISVARA INVESTEERIMISPROJEKTI ANALÜÜS AS RELLEX AUTO TÖÖKOJAHOONE NÄITEL“, lk 43.
28. „Kasumiindeks (PI)“. <https://www.rahandus.ee/et/kasumiindeks> (vaadatud 29. aprill 2022).
29. „Sisemine tasuvusmäär (IRR)“. <https://www.rahandus.ee/et/irr> (vaadatud 29. aprill 2022).
30. „Töötervishoiu ja tööohutuse nõuded ehituses–Riigi Teataja“. <https://www.riigiteataja.ee/akt/126022021021?leiaKehtiv> (vaadatud 17. aprill 2022).
31. „Tallinna jäätmehoolduseeskiri–Riigi Teataja“. <https://www.riigiteataja.ee/akt/410062014054> (vaadatud 1. mai 2022).

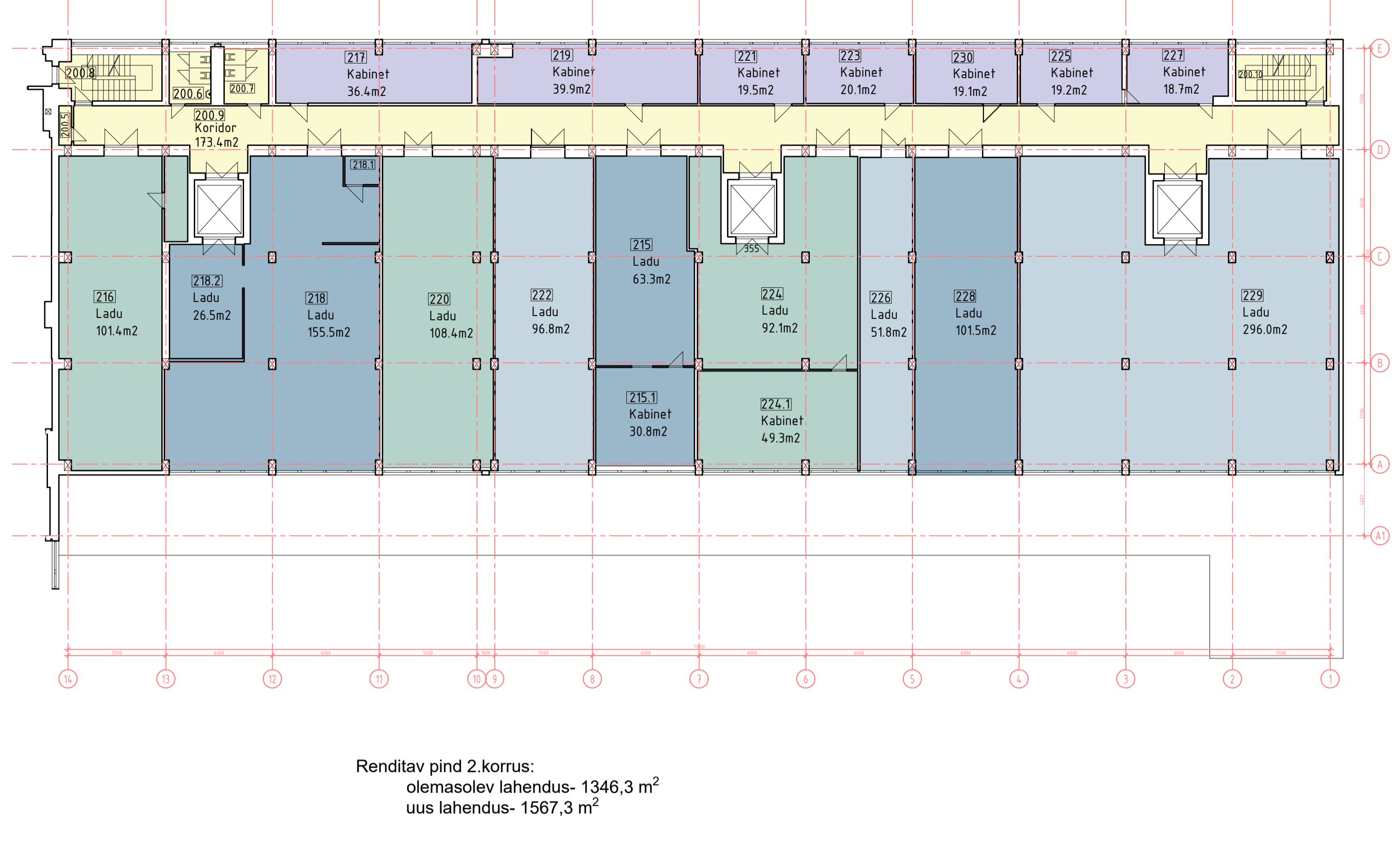
Arhitektuurne osa 1/2

OLEMASOLEV OLUKORD

1.KORRUS (1:200)

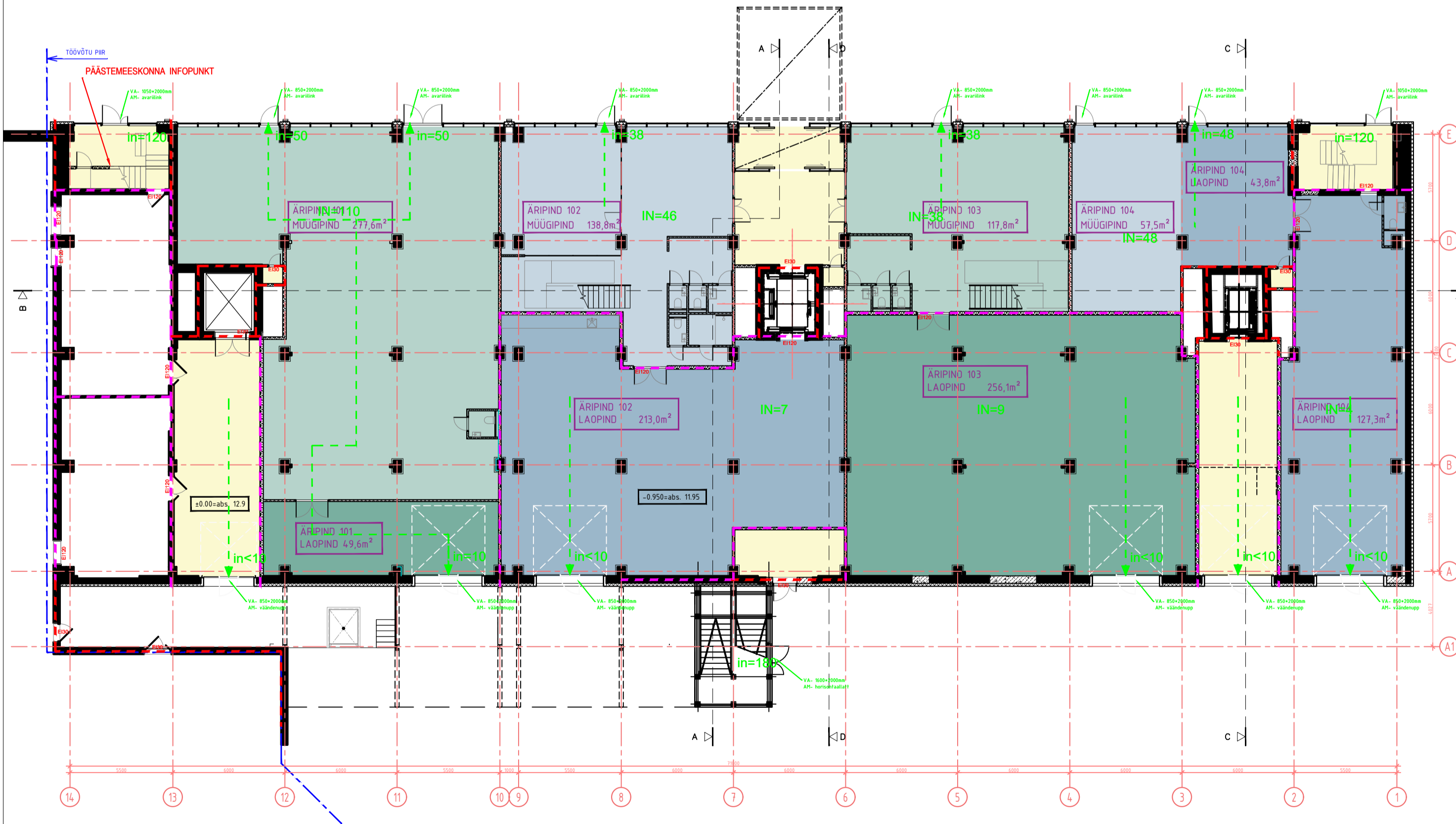


2.KORRUS (1:200)

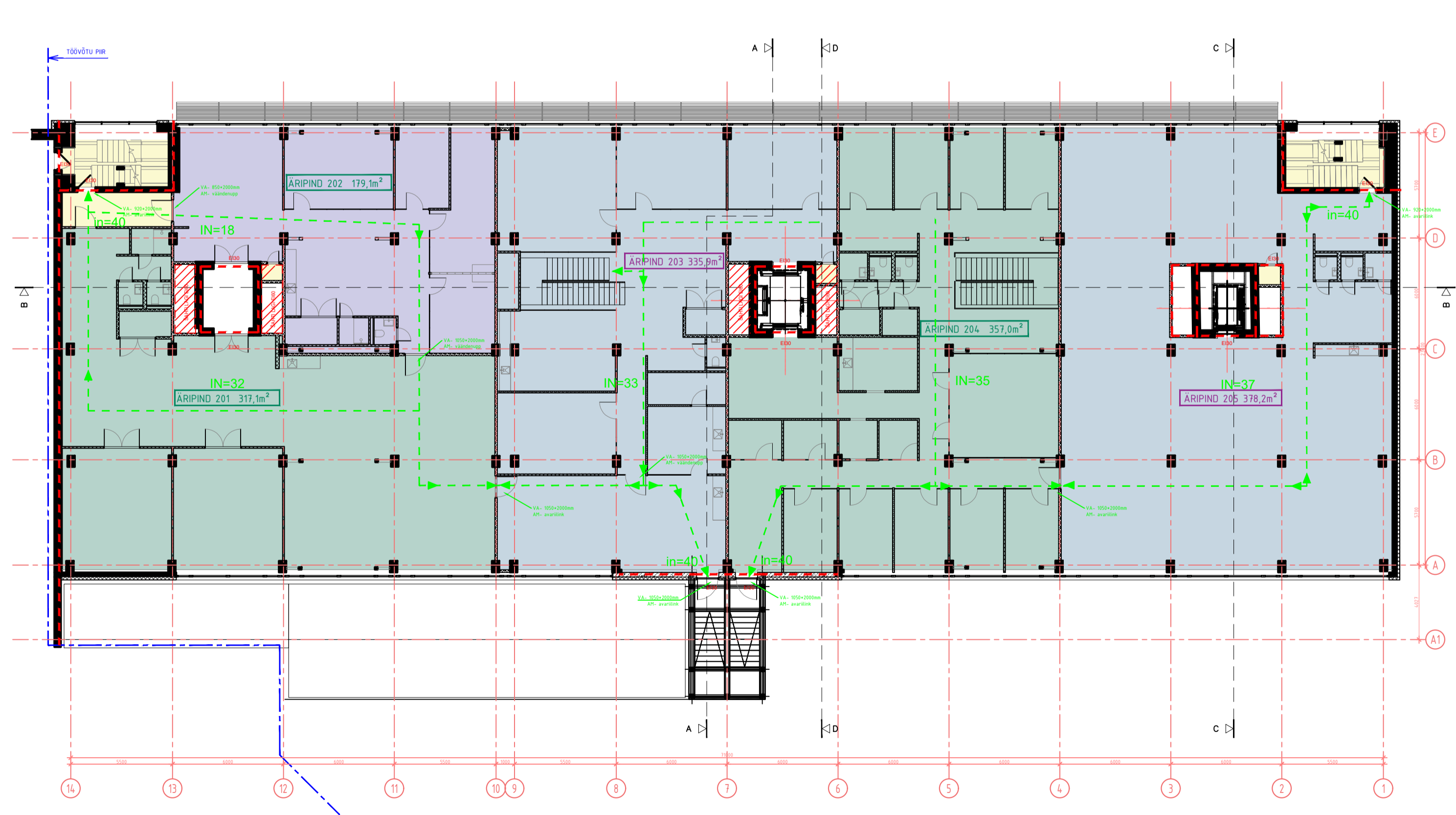


UUS LAHENDUS

1.KORRUS (1:200)



2.KORRUS (1:200)



TINGMÄRGID

- Üldkasutatav pind
- Renditav pind (hele- kontori/büroopind, tume- laopind)
- Tuletõkketarindi piir EI120 (avatailed EI120)
- Tuletõkketarindi piir EI60 (avatailed EI60)
- Evakuaatsioonitee

TAL TTÜ INSENERITEADUSKOND

Koostaja:
Mairit Aru
Juhendaja:
Virgo Sulakatko

Ehituse ja arhitektuuri instituut

Magistritöö

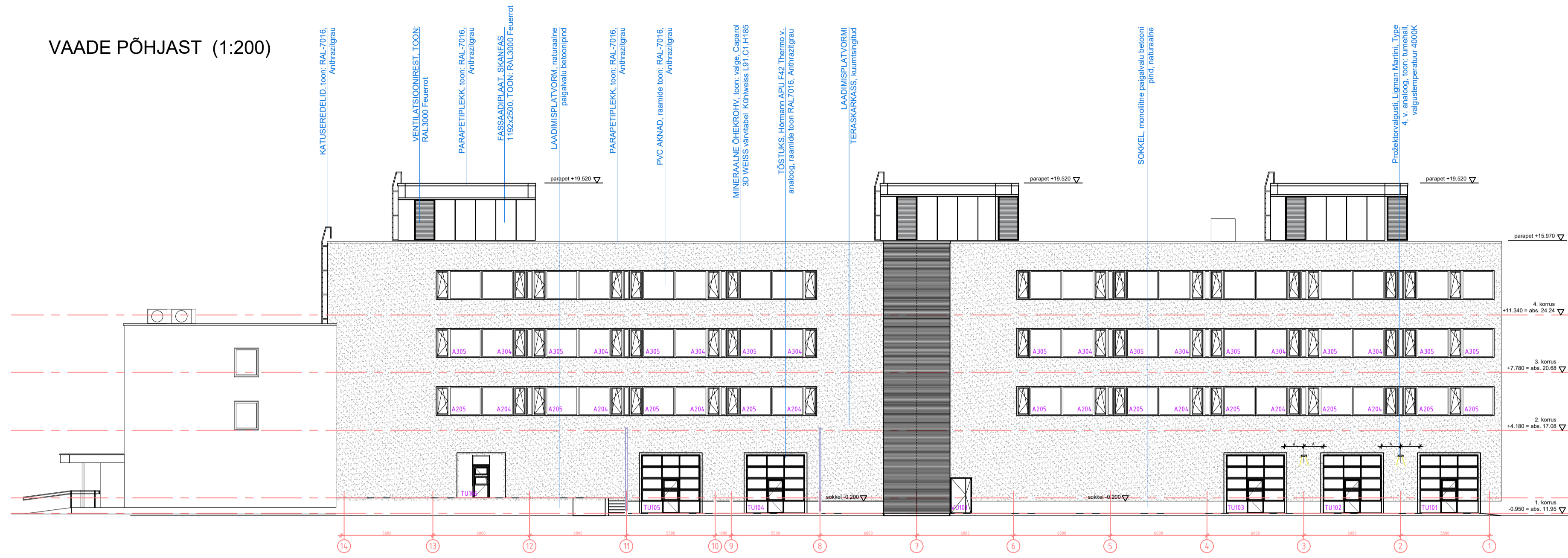
Arhitektuurne osa 1/2

Ehitustehnoloogia ja plattsikorralduse analüüs majandusliku tasuvusega Tallinnas, Laki 30 büroohoone rekonstrueerimise näitel

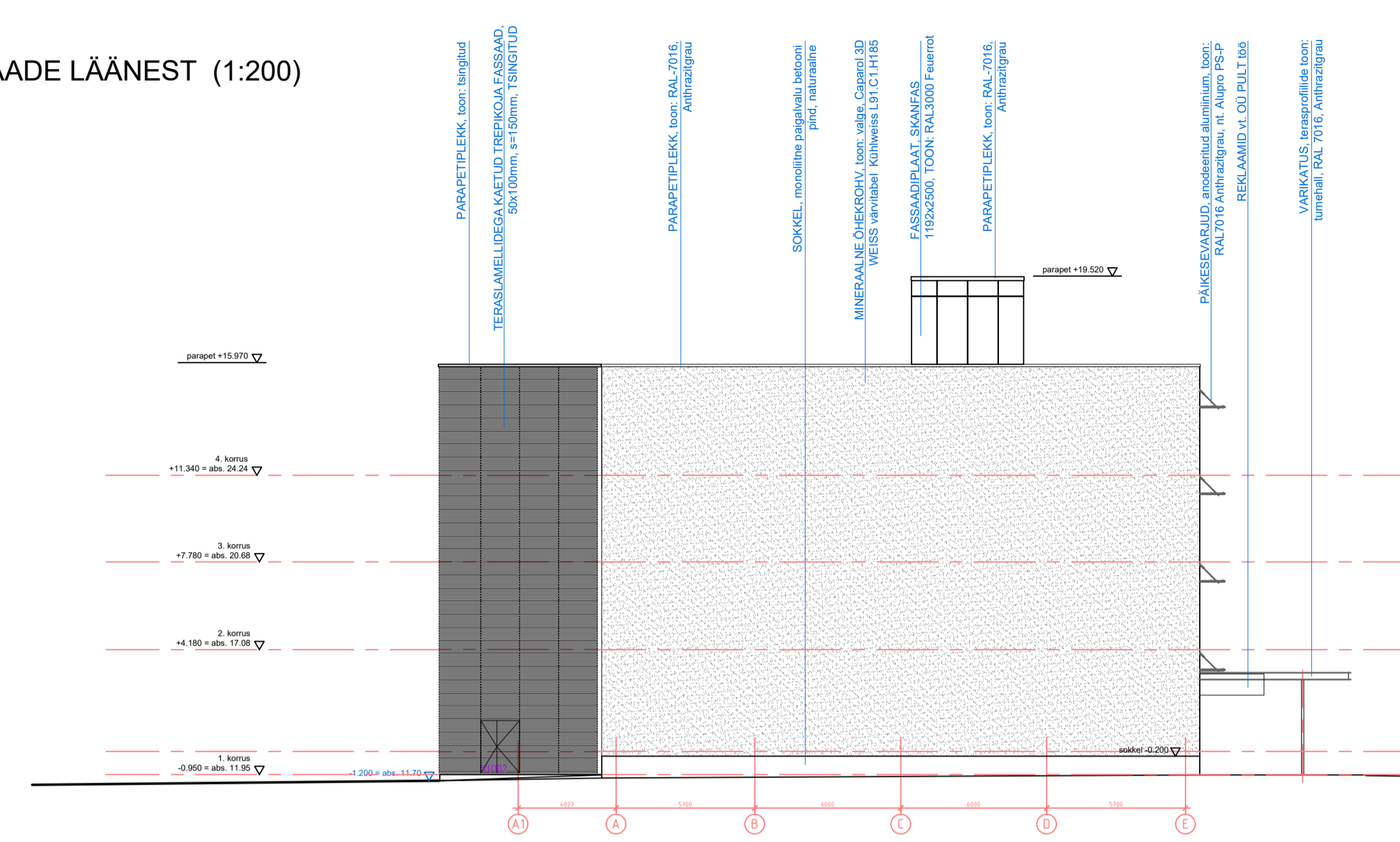
Leht/lehti:
1/8

Arhitektuurne osa 2/2

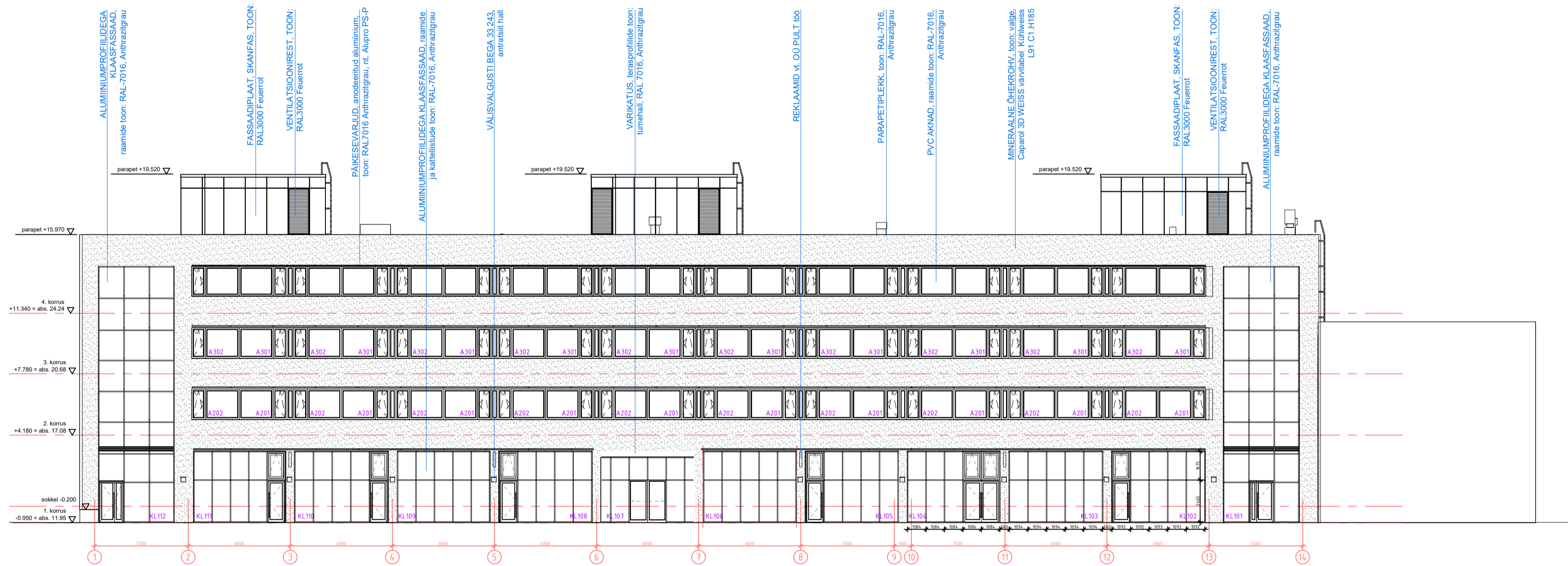
VAADE PÕHJAST (1:200)



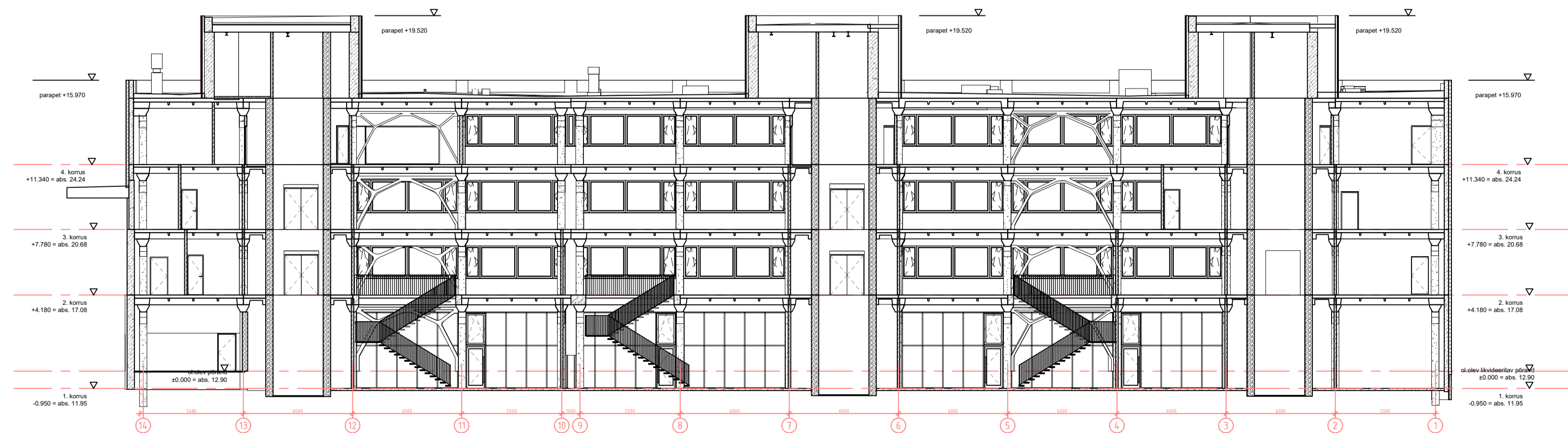
VAADE LÄÄNEST (1:200)



VAADE LÕUNAST (1:200)



LÕIGE B-B (1:200)



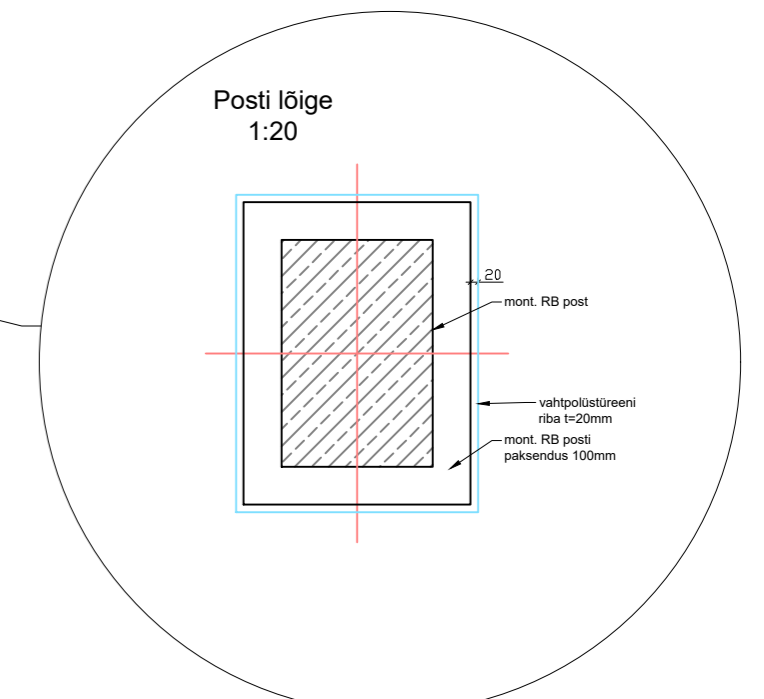
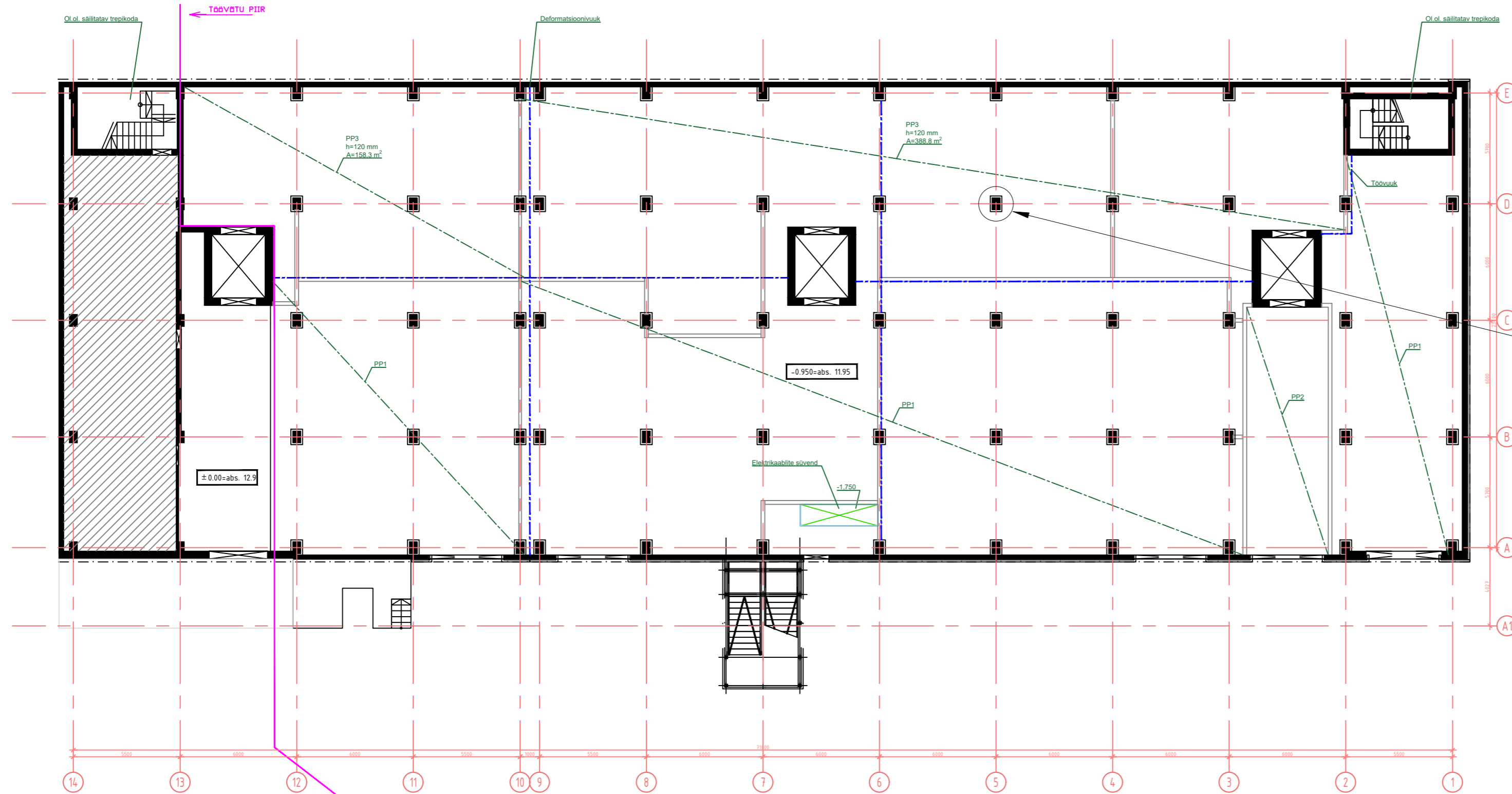
Esmane kasutuselevõtu aasta- 1971



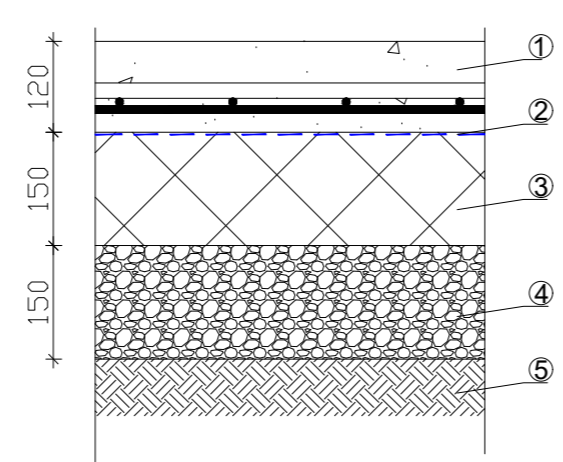
TALTECH TTÜ INSENERITEADUSKOND		Magistritöö	Leht/lehti: 2/8
Koostaja: Mairit Aru	Allkirjakuupäev:	Arhitektuurne osa 2/2	
Juhendaja: Virgo Sulakatko	Allkirjakuupäev:		
Ehituse ja arhitektuuri instituut		Ehitustehnoloogia ja platsikorralduse analüüs majandusliku tasuvusega Tallinnas, Laki 30 büroohoone rekonstrueerimise näitel	

Konstruksiooni osa

PINNASEL PÖRANDA PLAAN (1:200)



PP3 lõige 1:10



- 120 mm monoliitne raudbetoon põrandaplaat, betoon C25/30, XC2. Armeeritud sarrusvõrguga #08/8- s150/150. Põrandaküttetoru Ø20 mm.
- PVC-kile
- 150 mm soojustus- EPS120
- 150 mm tihendatud killustikalus, fr.= 4...16 mm, min.E=100 MPa
- Tihendatud aluspinnas- liiv

TINGMÄRGID

- Deformatsioonivöö
- Põranda tüübi ala
- Siseseina asukoht

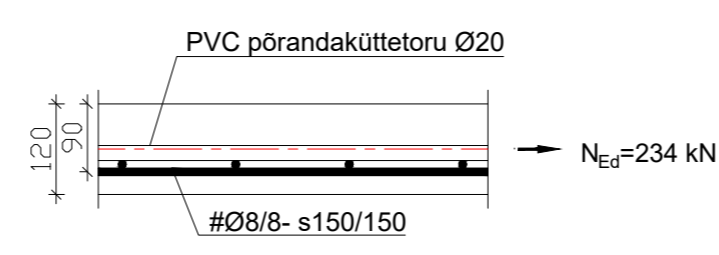
MÄRKUSED:

- Kõik mõõtmed on esitatud millimeetrites
- Põrandaplaadi parima kvaliteedi tagamiseks tuleb vahetult peale valu alustada põranda järelhooldust vastavalt BÜ 7.
- Enne põranda valu eraldada vertikaalsed konstruktsioonid 20 mm paksuse vahipõlastüreeni ribaga. Materjalid valida vastavalt joonisel toodud spetsifikatsioonile.
- Deformatsioonivõrgus kasutada spetsiaalset valmis terasprofili.

PÖRANDA JA BETOONI SPETSIFIKATSIOON						
Tähis	Pindala, m ²	Paksus, mm	Betooni klass	Maht, m ³	Keskonnaklass	Märkused
PP1	838,7	150	C30/37	125,8	XC2	Armeeritud teraskiuga
PP2	55	150	C30/37	8,25	XC2	Armeeritud teraskiuga
PP3	547,1	120	C25/30	65,6	XC2	Armeeritud #08/8-s150/150

PLAADI SARRUSVÕRKUDE SKEEMID 1:100 JA SPETSIFIKATSIOON							
Tähis	Sarruse klass	Pikisarruse kogus-läbimõõt-pikkus-samm, [tk-mm-mm-mm]	Jaotussarruse kogus-läbimõõt-pikkus-samm, [tk-mm-mm-mm]	Võrgu kogus, tk	Ühe võrgu kaal, kg	Kaal kokku, kg	
V-1	B500B	40-Ø8-L6000-S150	16-Ø8-L2350-S150	43	75,16	3231,9	

Plaadis tekkiv tõmbejõud 1:10









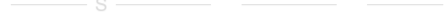














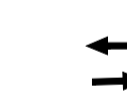
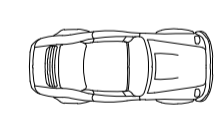







TALTECH TTÜ INSENERITEADUSKOND		Leht/lehti: 3/8
Koostaja: Mairit Aru	Allkiri/kuupäev:	Magistritöö Konstruksiooni osa joonis
Juhendaja: Johannes Pello	Allkiri/kuupäev:	
Ehituse ja arhitektuuri instituut		Ehitustehnoloogia ja platsikorralduse analüüs majandusliku tasuvusega Tallinnas, Laki 30 büroohoone rekonstrueerimise näitel

Ehitusplatsi üldplaan

Laki tn 28
78405:502:3080

TINGMÄRGID

-  Kinnistu piir
-  Piirdeaed/ ehitustsoon
-  Projekteeritud kanalisatsioonitorustik
-  Projekteeritud sademeveetorustik
-  Projekteeritud kõrgpingekaabel
-  Projekteeritud madalpingekaabel
-  Olemasolev veetorustik
-  Olemasolev sidekaabel
-  Ajutine vesi
-  Ajutine olmekanalisatsioon
-  Ajutine elekter
-  Kraana ohuala
-  Rekonstrueeritav hoone
-  Objektkontor
-  ATV soojakud
-  Jäätmete konteinerid
-  Sõiduala
-  Materjalide ladustamine
-  Tellingud
-  Sissepääs ehitustsooni
-  Kuivkäimla/ WC
-  Ligipääs kinnistule
-  Sissepääs hoonesse
-  Sõidusuund
-  Parkimiskoht
-  Peakilp/ jaotuskilp
-  Ajutine veevõtuukoht
-  Tuletõrje hüdrant
-  Tulekustuti
-  Esmaabi

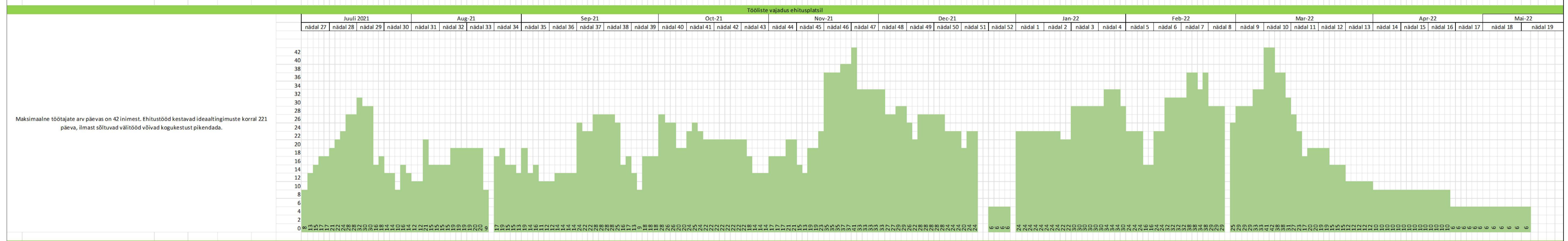


MÄRKUSED:
Ehitusplatsi plaan kehtiv vahemikus
06.09.2020- 25.02.2021

 TTÜ INSENERITEADUSKOND		Magistritöö	Leht/lehti: 4/8
Koostaja: Mairit Aru Juhendaja: Virgo Sulakatko	Alkiri/kuupäev: Alkiri/kuupäev:	<h2>Ehitusplatsi üldplaan</h2>	
Ehituse ja arhitektuuri instituut		Ehitustehnoloogia ja platsikorralduse analüüs majandusliku tasuvusega Tallinnas, Laki 30 büroohoone rekonstrueerimise näitel	

Kalendergraafik

Jrk nr	Töö nimetus	Maksumus, tuh EUR	Tootlus EUR/in-vah	Tööjõukulu, in-vah	Tööliste arv päevas	Päevade arv	Juuli 2021							Aug-21							Sep-21							Oct-21							Nov-21							Dec-21							Jan-22							Feb-22							Mar-22							Apr-22							Mai-22						
							nädal 27	nädal 28	nädal 29	nädal 30	nädal 31	nädal 32	nädal 33	nädal 34	nädal 35	nädal 36	nädal 37	nädal 38	nädal 39	nädal 40	nädal 41	nädal 42	nädal 43	nädal 44	nädal 45	nädal 46	nädal 47	nädal 48	nädal 49	nädal 50	nädal 51	nädal 52	nädal 1	nädal 2	nädal 3	nädal 4	nädal 5	nädal 6	nädal 7	nädal 8	nädal 9	nädal 10	nädal 11	nädal 12	nädal 13	nädal 14	nädal 15	nädal 16	nädal 17	nädal 18	nädal 19																																
1	Ajutised ehitised ehitusplatsil	46.26	600	77.10	6	13	Ajutised ehitised ehitusplatsil																																																																												
2	Ettevalmistus ja lammutus	108.04	420	257.23	6	43	Ettevalmistus ja lammutus																																																																												
2.1	HA 1						HA 1																																																																												
2.2	HA 2						HA 2																																																																												
2.3	HA 3						HA 3																																																																												
2.4	HA 4						HA 4																																																																												
2.5	HA 5						HA 5																																																																												
2.6	HA 6						HA 6																																																																												
3	Töste ja teistsalduseadmed	158.70	450	352.67	4	88	Töste ja teistsalduseadmed																																																																												
3.1	Lift 2 demontaaž						Lift 2 demontaaž																																																																												
3.2	Lift 2 montaaž						Lift 2 montaaž																																																																												
3.3	Lift 3 demontaaž						Lift 3 demontaaž																																																																												
3.4	Lift 3 montaaž						Lift 3 montaaž																																																																												
4	Hoonevälised ehitised	161.14	550	292.99	8	37	Hoonevälised ehitised																																																																												
4.1	Uus estakaad						Uus estakaad																																																																												
4.2	Varikatused						Varikatused																																																																												
4.3	Evak.trepikoda						Evak.trepikoda																																																																												
5	Seadmed ja masinad- käitõstuki paigaldus	4.03	2000	2.01	2	1	Seadmed ja masinad- käitõstuki paigaldus																																																																												
6	Välisvõrgud	9.06	400	22.66	4	6	Välisvõrgud																																																																												
7	Hoonealune süvend- väljavedu	33.62	950	35.39	2	18	Hoonealune süvend- väljavedu																																																																												
8	Vundamendid ja postisärgid	18.88	300	62.92	4	16	Vundamendid ja postisärgid																																																																												
9	Rostvärgid ja taldmikud varikatustele	2.33	600	3.89	2	2	Rostvärgid ja taldmikud varikatustele																																																																												
10	Aluspõrandad	109.37	920	118.88	4	30	Aluspõrandad																																																																												
10.1	1.korrus põrandpinnael						1.korrus põrandpinnael																																																																												
10.2	2.korrus tasandusvalu						2.korrus tasandusvalu																																																																												
11	Välisfassaad	172.16	310	555.34	6	93	Välisfassaad																																																																												
12	Klaasfassaad	85.10	800	106.38	3	35	Klaasfassaad																																																																												
12.1	Lõuna külje klaasfassaad						Lõuna külje klaasfassaad																																																																												
12.2	Trepikodade klaasfassaad koos lammutusega						Trepikodade klaasfassaad koos lammutusega																																																																												
13	Maa-ala pinnakatted	68.29	442	154.50	4	39	Maa-ala pinnakatted																																																																												
SISETÖÖ 2.KORRUS																																																																																			
14	Aknad 3.korrus	44.26	1500	29.51	2	15	Aknad 3.korrus																																																																												
15	Aknad 2.korrus	44.26	1500	29.51	2	15	Aknad 2.korrus																																																																												
16	Laotud seinad	5.30	250	21.22	2	11	Laotud seinad																																																																												
17	Siseseinte pinnakatted	33.02	300	110.05	4	28	Siseseinte pinnakatted																																																																												
18	Küte	43.57	500	87.14	6	15	Küte																																																																												
18.1	Ventilatsioon	83.10	300	277.02	4	69	Ventilatsioon																																																																												
18.2	Jahutus	81.02	600	135.03	4	24	Jahutus																																																																												
19	Tugevoolupaigaldised	85.31	500	170.62	6	28	Tugevoolupaigaldised																																																																												
20	Nõrkvoolupaigaldised ja automaatika	35.05	600	58.41	5	12	Nõrkvoolupaigaldised ja automaatika																																																																												
21	Veevarustus ja kanalisatsioon	42.66	700	60.94	4	15	Veevarustus ja kanalisatsioon																																																																												
22	Lagede pinnakatted	24.90	285	87.38	6	15	Lagede pinnakatted																																																																												
23	Kipsvaheseinad	58.87	600	98.11	4	25	Kipsvaheseinad																																																																												
24	Välisukseid	14.38	1500	9.58	4	2	Välisukseid																																																																												
25	Sisukseid ja sulused	31.26	1500	20.84	4	5	Sisukseid ja sulused																																																																												
26	Põrandad ja põrandakatted	67.50	650	103.85	6	17	Põrandad ja põrandakatted																																																																												
27	Sisustus ja mööbel	11.04	1200	9.20	2	5	Sisustus ja mööbel																																																																												
SISETÖÖ 1.KORRUS																																																																																			
28	Veevarustus ja kanalisatsioon	42.66	700	60.94	2	30	Veevarustus ja kanalisatsioon																																																																												
28.1	Põrandalaused						Põrandalaused																																																																												
28.2	Laalused						Laalused																																																																												
29	Tugevoolupaigaldised	85.31	500	170.62	6	28	Tugevoolupaigaldised																																																																												
30	Küte	43.57	700	62.24	6	10	Küte																																																																												
30.1	Ventilatsioon	83.10	300	277.02	6	46	Ventilatsioon																																																																												
30.2	Jahutus	81.02	600	135.03	6	23	Jahutus																																																																												
31	Välisukseid ja väravad	14.38	1500	9.58	4	2	Välisukseid ja väravad																																																																												
32	Laotud seinad	5.30	250	21.22	2	11	Laotud seinad																																																																												
33	Lagede pinnakatted-värv	42.54	285	149.28	4	37	Lagede pinnakatted-värv																																																																												
33.1	Lagede värvimine						Lagede värvimine																																																																												
33.2	Akustilised paneelid						Akustilised paneelid																																																																												
33.3	Laopindade tuletõkke krohv						Laopindade tuletõkke krohv																																																																												
34	Treplelemendid	18.59	800	23.24	3	8	Treplelemendid																																																																												
35	Kipsvaheseinad	58.87	600	98.11	4	25	Kipsvaheseinad																																																																												
36	Siseseinte pinnakatted	33.02	300	110.05	6	18	Siseseinte pinnakatted																																																																												
37	Põrandakatted- plaat	4.43	600	7.39	1	7	Põrandakatted- plaat																																																																												
38	Sisukseid ja sulused	31.26	1500	20.84	4	5	Sisukseid ja sulused																																																																												
39	Sisustus ja mööbel- wc inventar	11.04	1200	9.20	2	5	Sisustus ja mööbel- wc inventar																																																																												
40	Nõrkvoolupaigaldised ja automaatika	35.05	600	58.41	3	19	Nõrkvoolupaigaldised ja automaatika																																																																												



Masinate vajadus ehitusplatsil						
Jrk nr	Masina tüüp	Arv	Alustamine	Lõpetamine	Arv	Arv
1	Lammutusrobot Brokk	1	10.07.21	15.07.21	1	1
2	Eskavaator	2	10.07.21	15.07.21	2	2
3	Bobcat	2	10.07.21	15.07.21	2	2
4	Kopp/ laadur	1	10.07.21	15.07.21	1	1
5	Betoonipump/ -mikser	1	10.07.21	15.07.21	1	1
6	Kraana	1	10.07.21	15.07.21	1	1
7	Kallur	1	10.07.21	15.07.21	1	1
8	Freer	1	10.07.21	15.07.21	1	1
9	Teerull	1	10.07.21	15.07.21	1	1

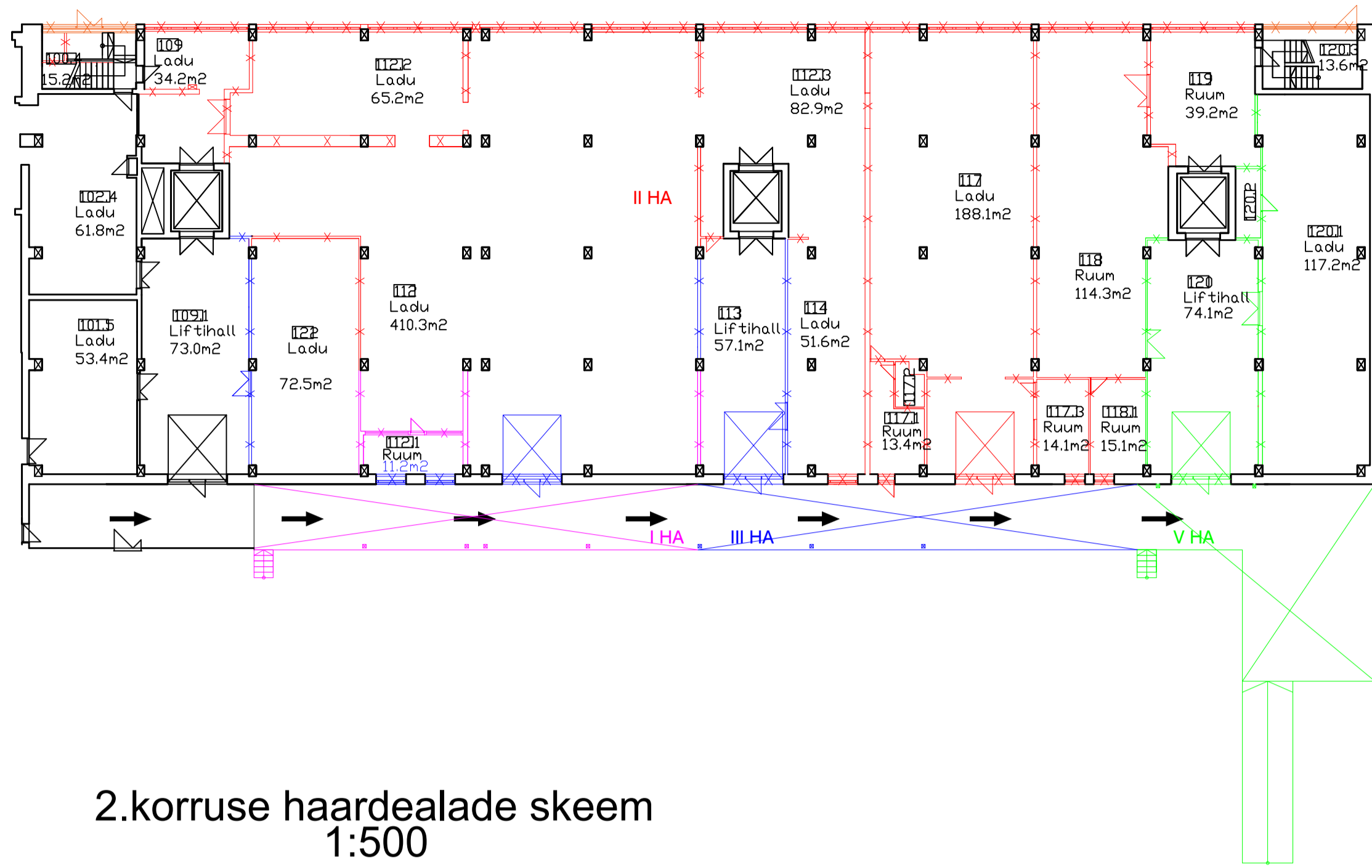
MÄRKUSED:

- Ehitustööd algavad 05.07.2021 ja lõpevad 09.05.2022
- Ehitustööde kestuseks on 221 päeva.

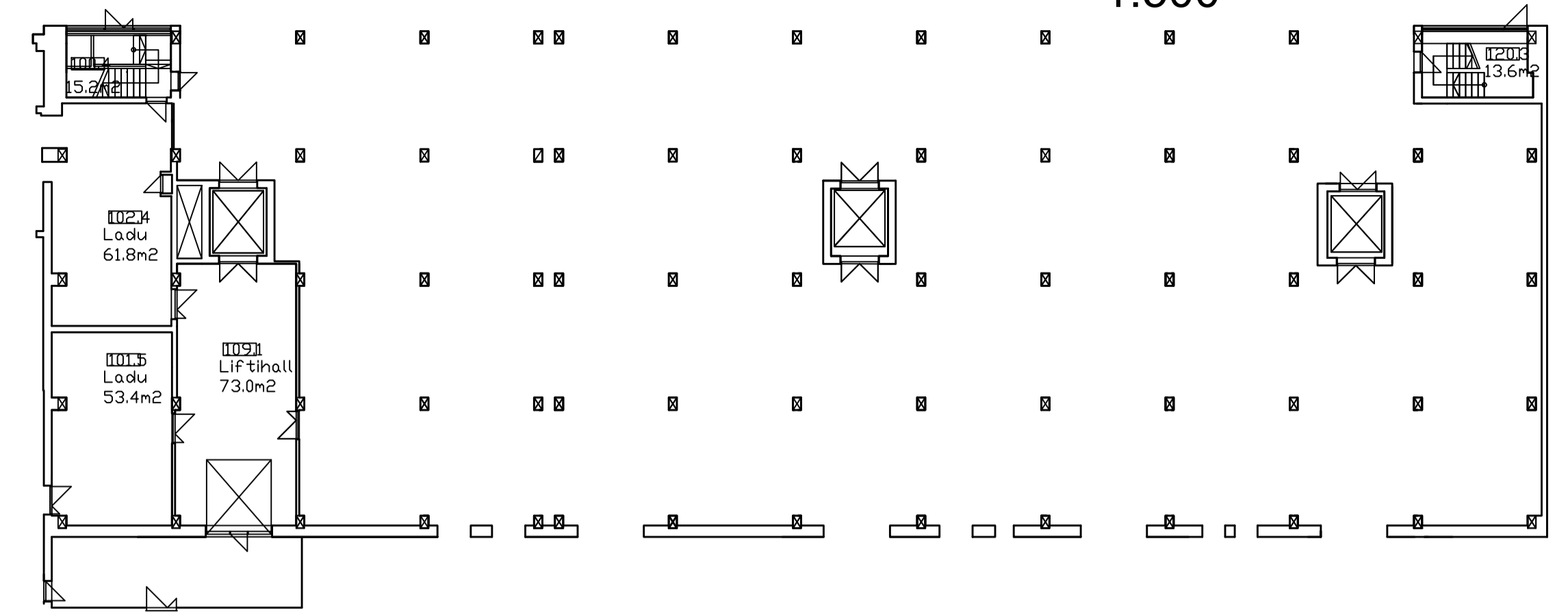
TALTECH TTÜ INSENERITEADUSKOND	Magistritöö	Leht/lehti: 5/8
Koostaja: Mairit Aru	Allkirjakuupäev:	Koondkalendergraafik
Juhendaja: Virgo Sulakatko	Allkirjakuupäev:	
Ehituse ja arhitektuuri instituut		Ehitustechnoloogia ja platsikorralduse analüüs majandusliku tasuvusega Tallinnas, Laki 30 büroohoone rekonstrueerimise näitel

Lammutustööde tehnoloogiline kaart 2/2

1.korruse haardealade skeem
1:500



1.korruse plaan peale lammutustöid
1:500

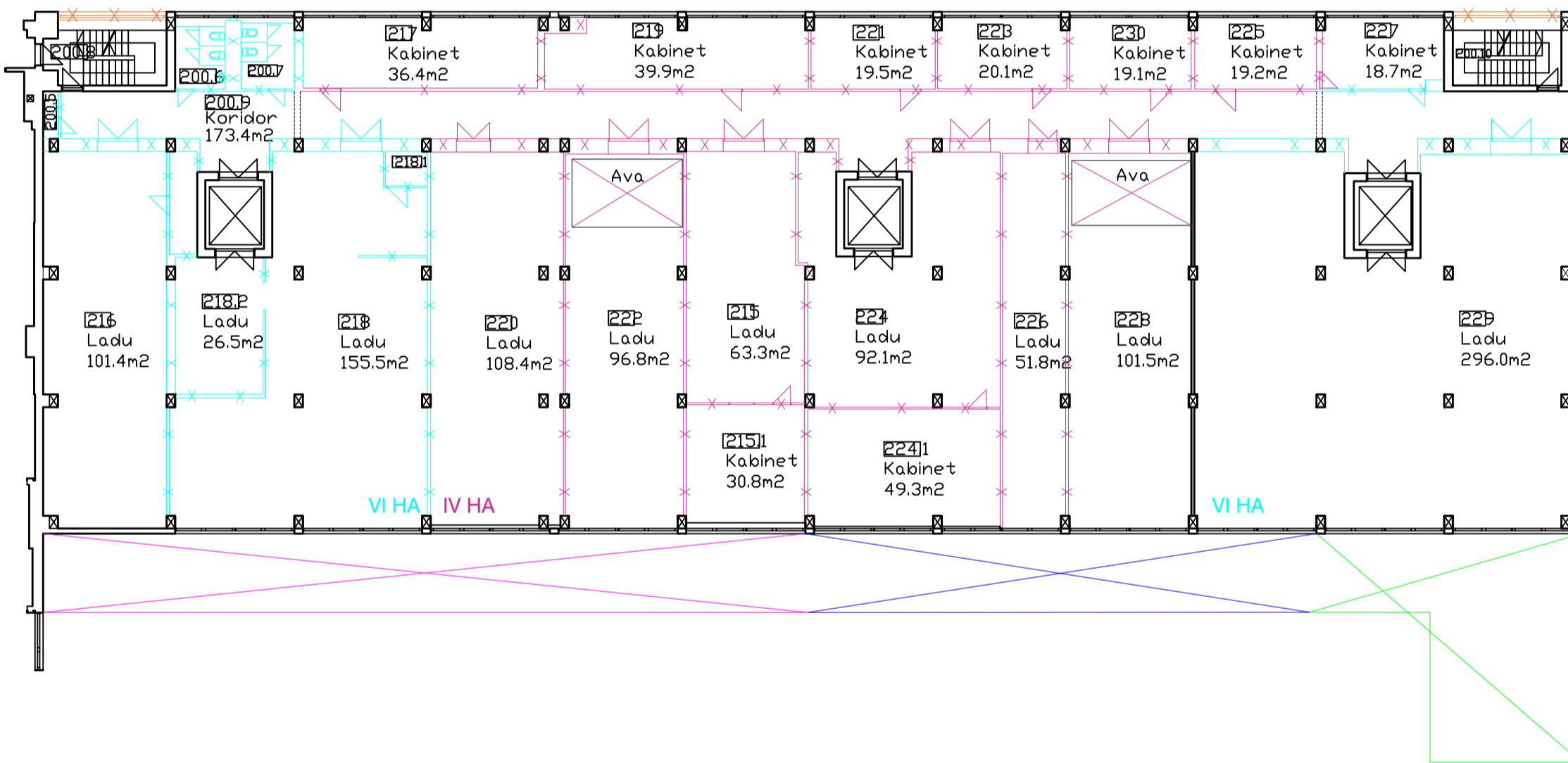


Lammutatavad konstruktsioonid:

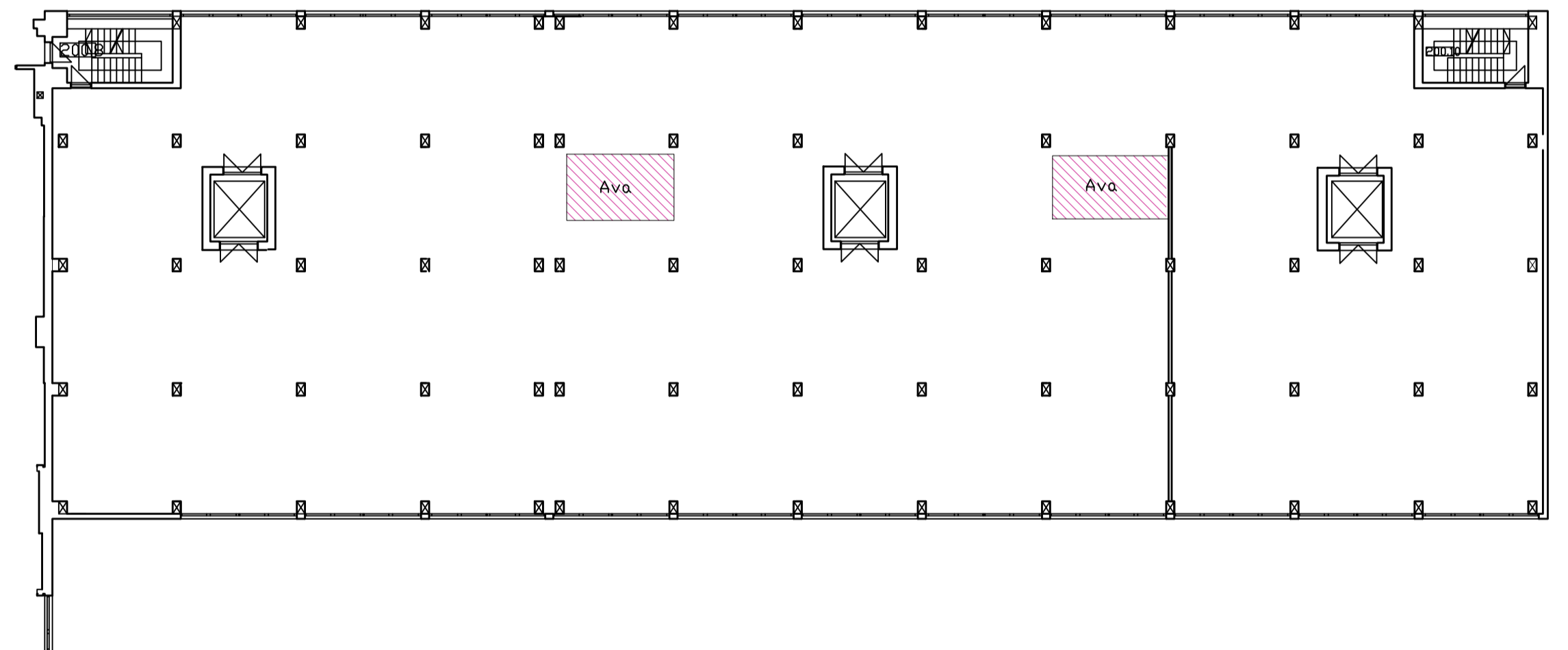
- Laadimisestakaad ja varikatus
- 1. ja 2. korruse kõik siseseinad ja kommunikatsioonid
- 1.korruse betoonpõrand
- 1.k lõuna poolne sein koos akendega
- Neli vahelaepaneeli treppide jaoks
- Trepikodade klaasfassaadid

Äraveetava bet.põranda ja liiva maht ca 2000 m³

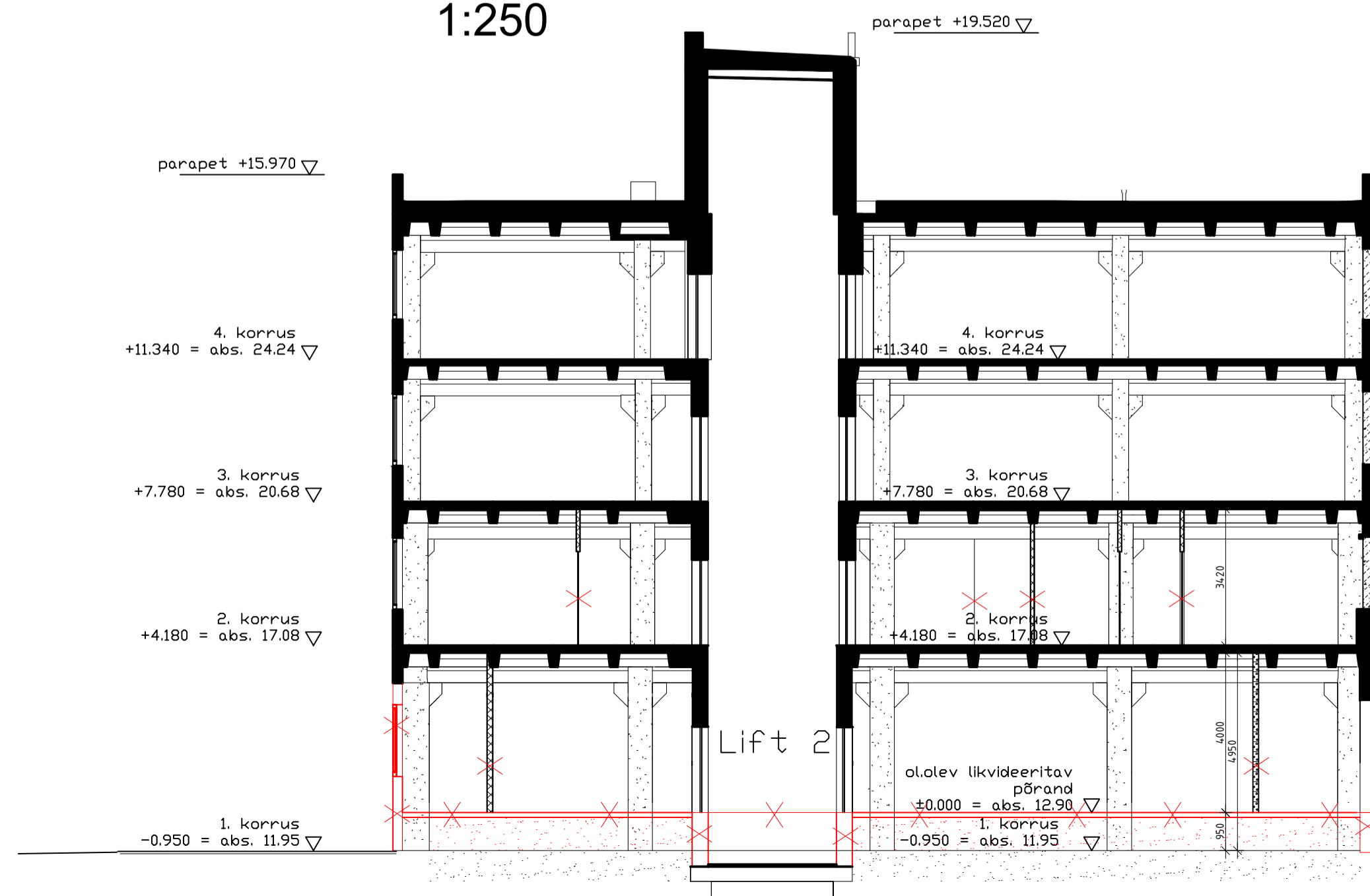
2.korruse haardealade skeem
1:500



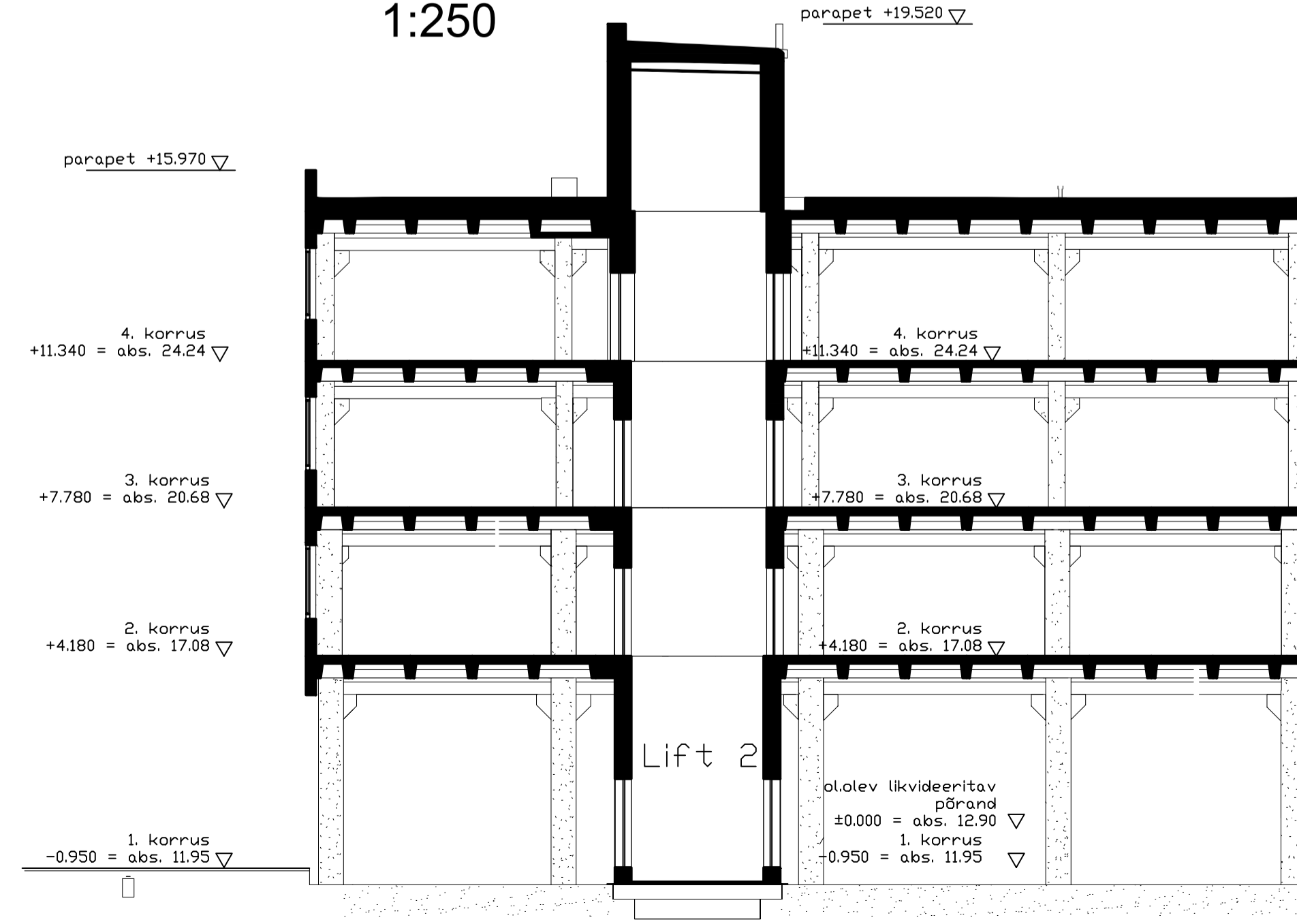
2.korruse plaan peale lammutustöid
1:500



Hoone lõige enne lammutustöid
1:250

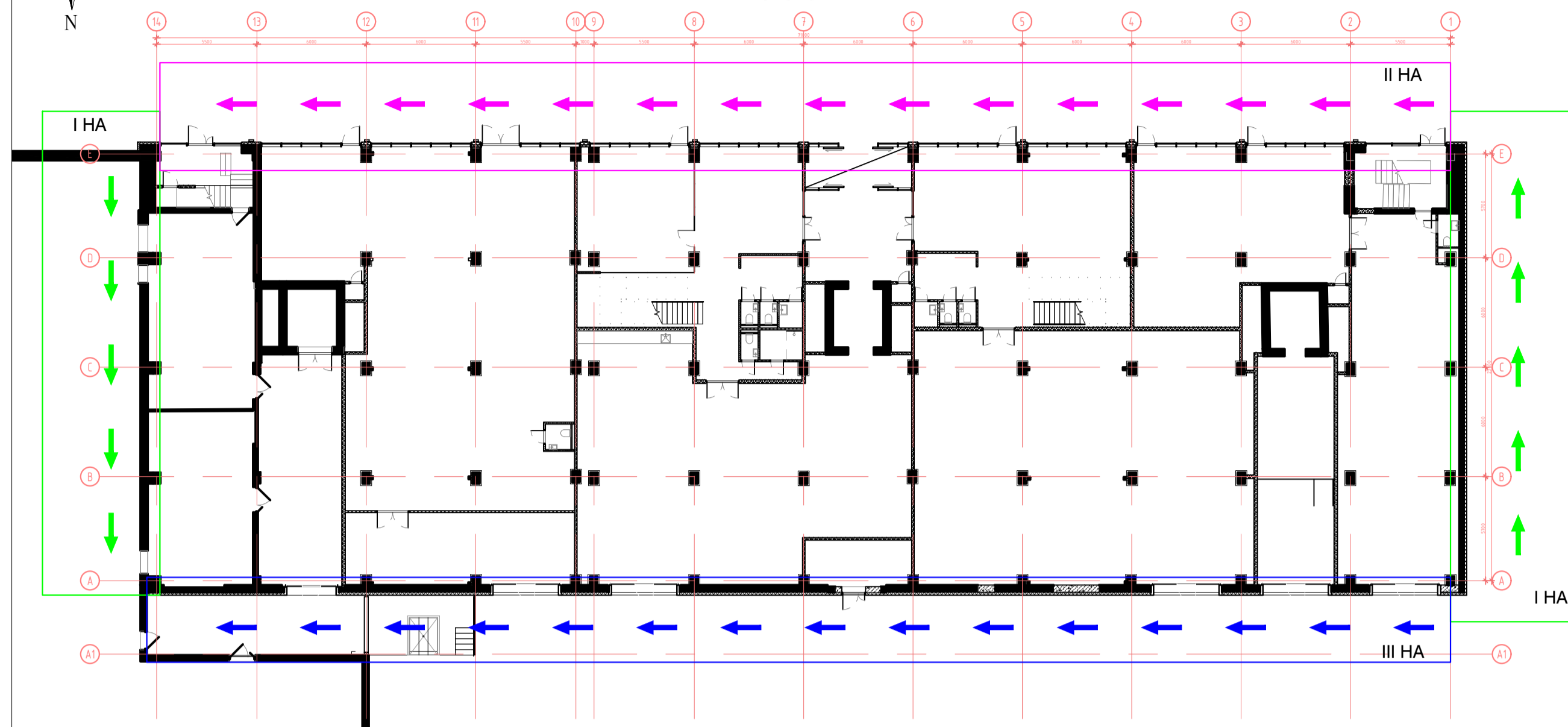


Hoone lõige peale lammutustöid
1:250

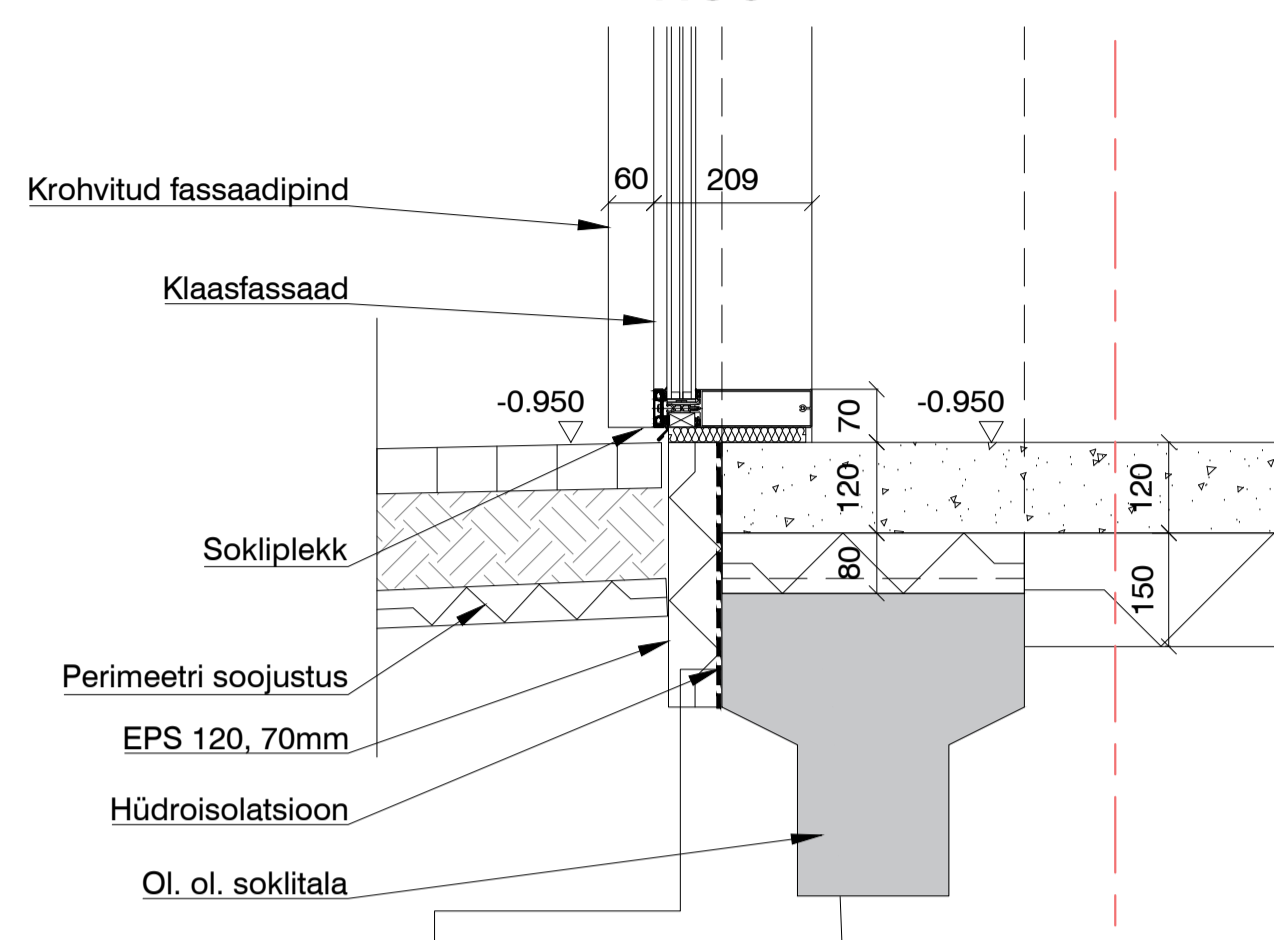


Fassaditööde tehnoloogiline kaart

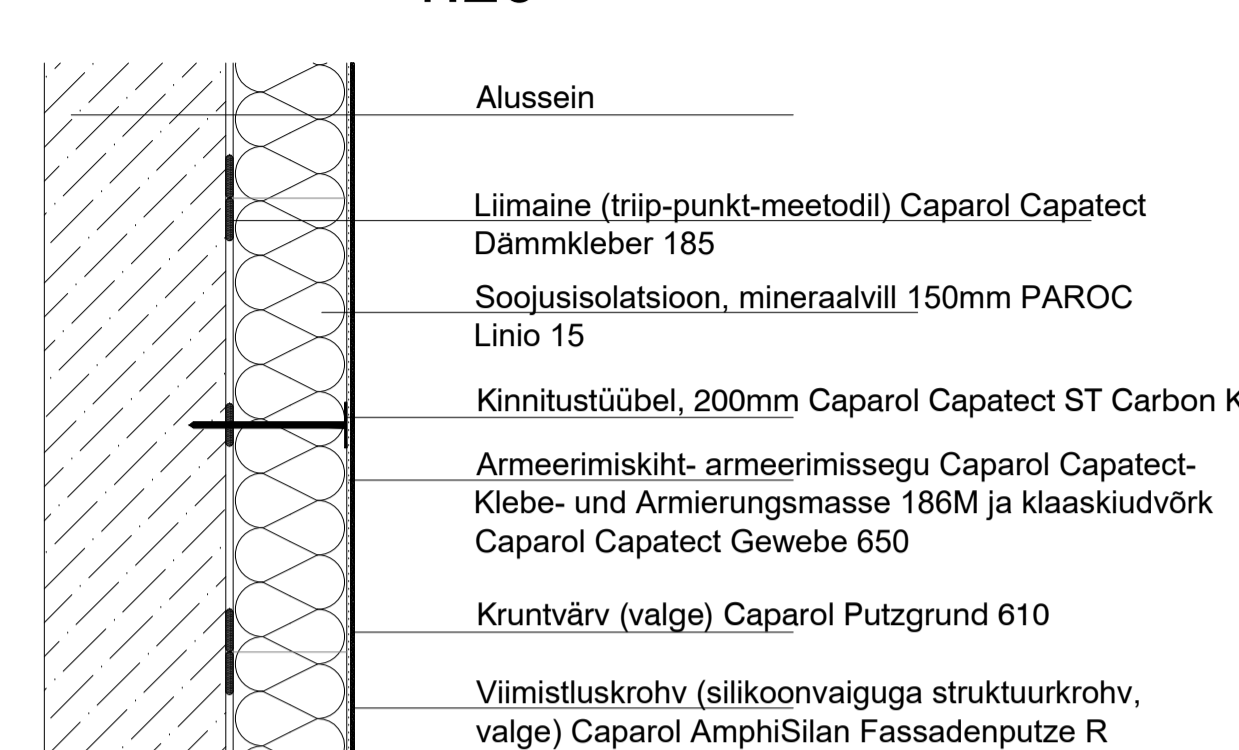
Fassaaditööde haardealade skeem 1:500



Sokli sõlm 1:50



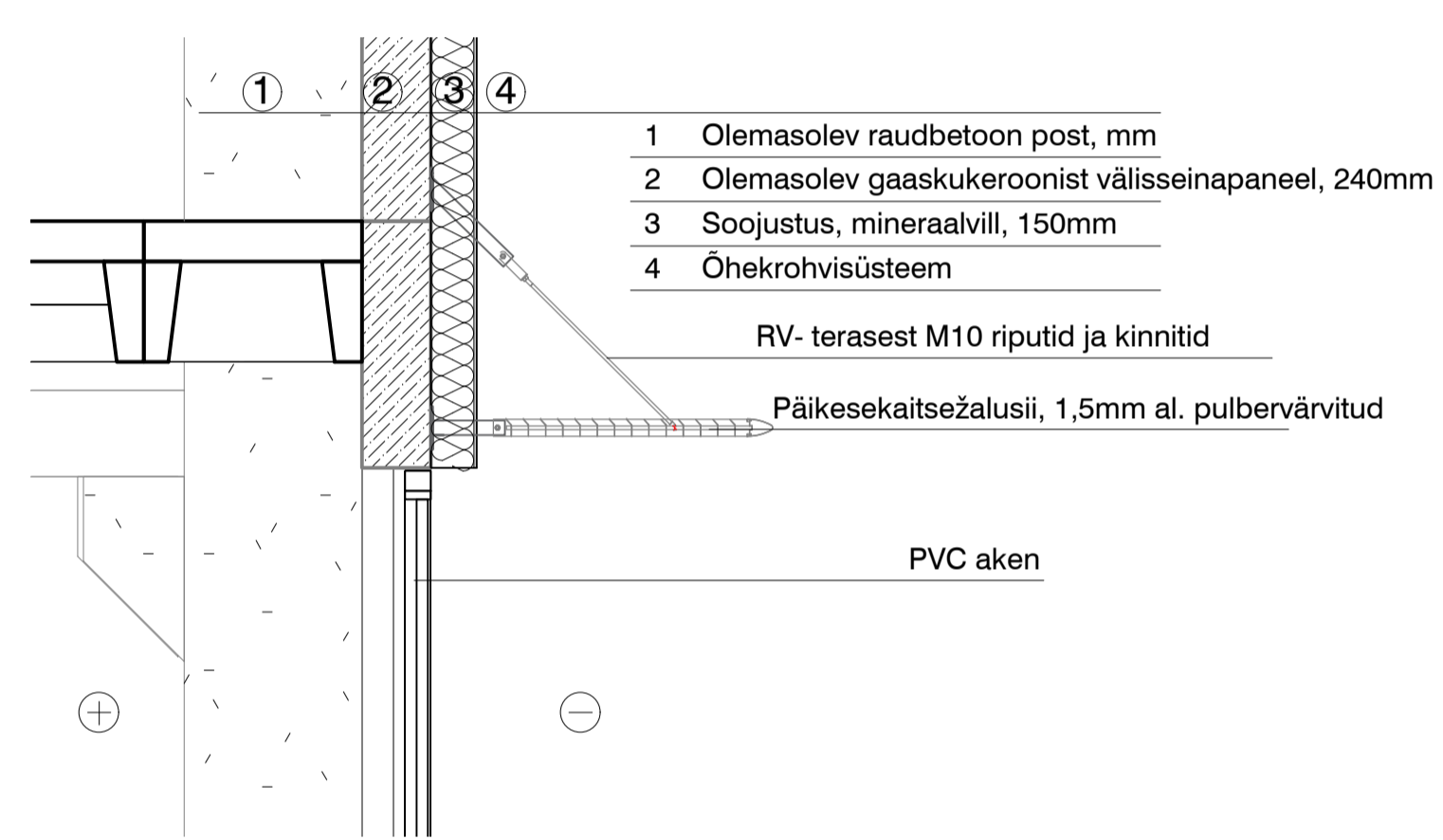
Soojusisolatsiooni liitsüsteem 1:20



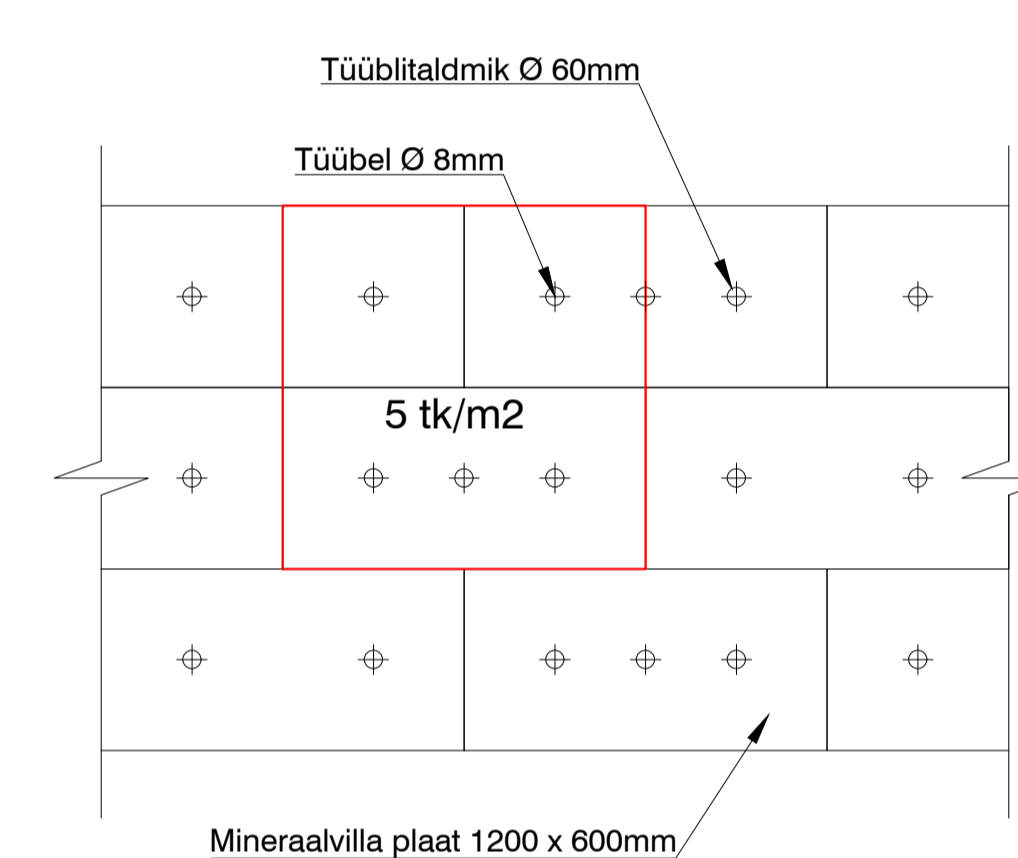
Armeerimisvõrgu ja -segu paigaldus

- Armeerimisseguga kanda armeerimisvõrgu paani laiusele soojusisolevatele, nii et segu paksus moodustaks umbes 2/3 lõplikust kihist. Armeerimisvõrk suruda sisse, ilma kortseteta segu sisse. Järgmised paanid paigaldada umbes 10 cm ülekatega. Seejärel armeerimisvõrk „märg-märjale“ meetodil üle pahteldada, nii et võrk oleks üleni seguga kaetud.
- Armeeritud kihi paksus 3-4 mm.

Välisseina lõige 1:50



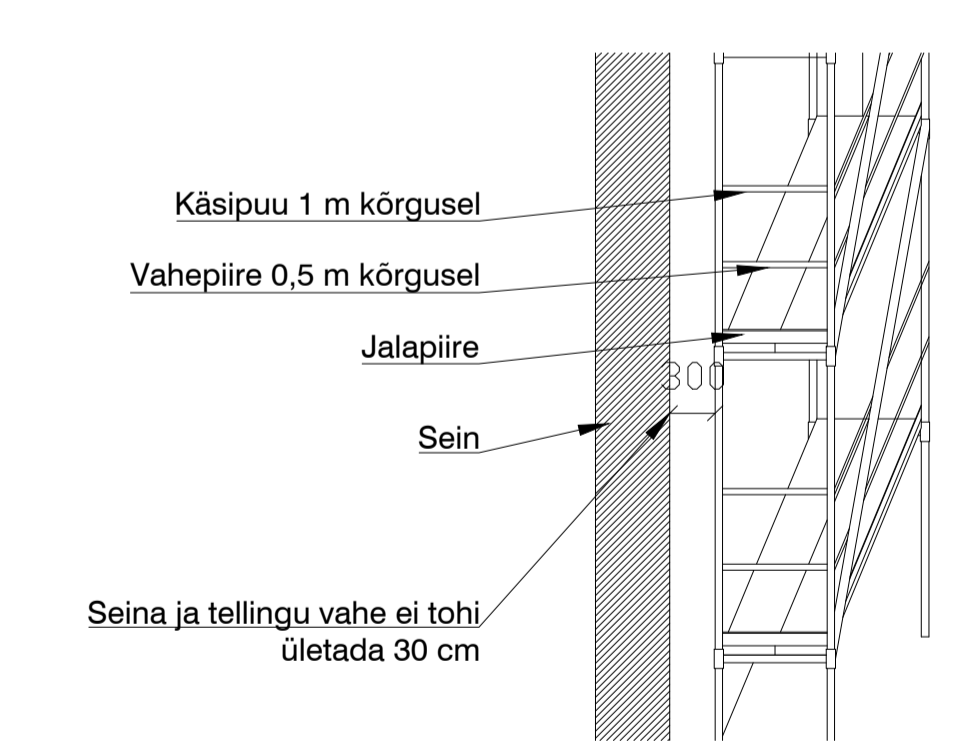
Tüüblite kogus ja paigaldusskeem 1:50



Jrk nr	Töö nimetus	Eriala/ mark	Arv	Haardealade kaupa													
				1			2			3			Normi täitmise tegur	Valitud kestus			
				Normatiivne	Nomni täitmise tegur	Valitud kestus	Normatiivne	Nomni täitmise tegur	Valitud kestus	Normatiivne	Nomni täitmise tegur	Valitud kestus					
				tööjookulu			in-vah			vah			tööjookulu	in-vah	vah	tööjookulu	in-vah
1				5.1				6.1				7.1					
2	Sokli ja vundamenti hüdroisoleerimine	Ehitustööline	1	0.47	0.5	0.47	1					0.53	0.5	0.53	1		
3	Tellingute paigaldus	Tellingute paigaldaja	6	20.27	3.4	1.13	3	43.96	7.3	1.05	7	38.21	6.4	0.91	7		
4	Tellingutele võrgu ja kile paigaldus	Tellingute paigaldaja	3	2.70	0.9	0.90	1	5.86	2.0	0.98	2	5.09	1.7	0.85	2		
5	Akende ja uste katmine	Abitööline	3				2.93	1.0	0.98	1	5.09	1.7	0.85	2			
6	Seina aluskruvimine	Ehitustööline	3	2.6	0.9	0.87	1	2.67	0.9	0.45	2	3.44	1.1	0.57	2		
7	Mootmine ja joondamine	Ehitustööline	3	1.6	0.5	0.54	1	1.67	0.6	0.56	1	2.15	0.7	0.72	1		
8	Limi/mördi valmistamine ja toimetamine töökohale	Abitööline	2	16.9	8.5	0.77	11	17.38	8.7	0.79	11	22.34	11.2	0.80	14		
9	Mineraalvilla paigaldus tüüblitega	Ehitustööline	4	23.4	5.9	0.98	6	24.06	6.0	1.00	6	30.93	7.7	0.97	8		
10	Armeerimisvõrgu paigaldus	Ehitustööline	4	16.9	4.2	0.85	5	20.21	5.1	0.84	6	24.08	6.0	0.86	7		
11	Aluskruvimine valge kruudiga	Ehitustööline	4	3.3	0.8	0.82	1	3.34	0.8	0.83	1	4.29	1.1	1.07	1		
12	Õhukrohvimine	Ehitustööline	4	19.5	4.9	0.98	5	23.32	5.8	0.97	6	27.79	6.9	0.87	8		
13	Veeplekkide paigaldus	Ehitustööline	4				4.28	1.1	1.07	1	3.44	0.9	0.86	1			
14	Avapalade krohvimine	Ehitustööline	4				3.27	0.8	0.82	1	2.01	0.5	0.50	1			
15	Koristustööd	Ehitustööline	4	0.7	0.2	0.16	1	0.67	0.2	0.17	1	0.86	0.2	0.21	1		

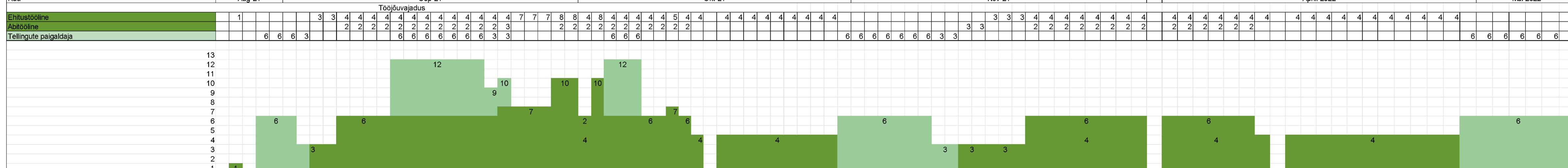
Töö nimetus	Kuu																								
	K	N	R	E	T	K	N	R	E	T	K	N	R	E	T	K	N	R	E	T	K	N	R	E	T
Sokli ja vundamenti hüdroisoleerimine HA1	■																								
Tellingute paigaldus HA1				■	■	■	■	■	■																
Tellingutele võrgu ja kile paigaldus HA1																									
Akende ja uste katmine HA1																									
Seina aluskruvimine HA1																									
Mootmine ja joondamine HA1																									
Limi/mördi valmistamine ja toimetamine töökohale HA1																									
Mineraalvilla paigaldus tüüblitega HA1																									
Armeerimisvõrgu paigaldus HA1																									
Seina aluskruvimine HA1																									
Õhukrohvimine HA1																									
Veeplekkide paigaldus HA1																									
Koristustööd HA1																									

Tellingute ohutuskeem 1:100



Tellingute vajadus m2			Kokku	Renditav
HA1	HA2	HA3	m2	kogus, m2
540.6	1234	1198.7	2973.3	1774.6

Märkused:
1. Fassaaditööde teostamiseks ei tohi ööpäevane temp. langeda alla +5°C.



TAL TECH TTÜ INSENERITEADUSKOND

Magistritöö 8/8

Koostaja: Mairit Aru
Juhendaja: Virgo Sulakatko

Fassaaditööde tehnoloogiline kaart

Ehituse ja arhitektuuri instituut

Ehitustehnoloogia ja platsikorralduse analüüs majandusliku tasuvusega Tallinnas, Laki 30 büroohoone rekonstrueerimise näitel