



TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOL  
INSENERITEADUSKOND  
Tartu kolledž

**PARKLAKORRUSE HÜDROISOLATSIOONIDE  
TÄISLAHENDUSTE VÕRDUS KASARMU TN 3  
MULTIFUNKTSIONAALSE HOONE NÄITEL**

**UNDERGROUND PARKING FLOOR WATERPROOFING  
COMPARISON ON THE EXAMPLE OF KASARMU 3  
MULTIFUNCTIONAL BUILDING**

MAGISTRITÖÖ

Üliõpilane: Annika Kraiss

Üliõpilaskood 177609EAEI

Juhendaja: Lehar Leetsaar, lektor

Tartu 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.

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

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, Annika Kraiss,

1. Annan Tallinna Tehnikaülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) enda loodud teose  
**PARKLAKORRUSE HÜDROISOLATSIOONIDE TÄISLAHENDUSTE VÕRDLUS  
KASARMU TN 3 MULTIFUNKTSIONAALSE HOONE NÄITEL,**

mille juhendaja on Lehar Leetsaar

- 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 loomingulise 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.*

## LÕPUTÖÖ ÜLESANNE

Üliõpilane: **ANNIKA KRAIS**

Üliõpilaskood **177609**

Õppekava: **NTK2018 Ehitiste projekteerimine ja ehitusjuhtimine**

Peeriala: Arhitektuur

Lõputöö teema:

### **PARKLAKORRUSE HÜDROISOLATSIOONIDE TÄISLAHENDUSTE VÕRDLUS KASARMU TN 3 MULTIFUNKTSIONAALSE HOONE NÄITEL**

Underground parking floor waterproofing comparison on the example of Kasarmu 3  
multifunctional building

Juhendaja: **Lehar Leetsaar**

Lehar.leetsaar@taltech.ee

Lõputöö konsultandid:

Tiitel või ametikoht, Ees- ja  
Perekonnanimi

Kontakt (e-post või  
telefon)

Allkiri ja kuupäev

Lõputöö põhieesmärgid:

1. Koostada arhitektuurne põhiprojekt ja seletuskiri jälgides liginullenergia hoonetele antud soovitusi (EVS 932:2017).
2. Parklakorruse hüdroisolatsiooni lahendus kahel meetodil – membraanhüdroisolatsiooni- ja veetiheda betooni meetodiga.
3. Võrrelda kahte hüdroisolatsiooni täislahendust.

Töö keel: eesti keel

### Lõputöö etapid ja ajakava:

| Ülesande kirjeldus                                 | Tähtaeg    |
|--|------------|
| 1. Arhitektuursete jooniste ja mudelite koostamine | 17.02.2022 |
| 2. Artiklitega tutvumine ja allikate läbitöötamine | 02.03.2022 |
| 3. Hüdroisolatsioonide täislahenduste koostamine   | 24.03.2022 |
| 4. Põhiosa mustandi kirjutamine                    | 08.04.2022 |
| 5. Hüdroisolatsioonide täislahenduste võrdlemine   | 15.04.2022 |
| 6. Lõputöö lõplik korrigeerimine                   | 06.05.2022 |

**Lõputööde 95% ülevaatus, mille läbimine on kaitsmise eelduseks**

**22.04.2022**

Esitlusmaterjalid kaitsmisel: Powerpoint esitlus ja jaotusmaterjalid

| Kirjeldus | Tähtaeg |
|-----------|---------|
| 1         |         |
| 2         |         |
| 3         |         |
| 4         |         |
| 5         |         |

**Lõputöö esitamise tähtaeg:**

**20. mai 2022**

Lõputöö ülesanne välja antud: ....

Juhendaja:

\_\_\_\_\_

Ülesande vastu võtnud:

\_\_\_\_\_

Avalikustamise  
piirangu tingimused: puuduvad

# SISUKORD

|  |    |
|--|----|
| Lihtlitsents lõputöö reprodutseerimiseks ja lõputöö üldsusele kättesaadavaks tegemiseks..... | 3  |
| SISUKORD .....   | 6  |
| EESSÕNA.....   | 8  |
| SISSEJUHATUS .....   | 9  |
| 1. HÜDROISOLATSIOON .....  | 10 |
| 1.1 Hüdroleerimise olulisus .....  | 10 |
| 1.1.1 Pinnase mõju konstruktsioonile.....  | 12 |
| 1.2 Hoonete hüdroisolatsioonilahendusi käsitlevad normid .....                               | 13 |
| 1.3 Kasutatavad hüdroisolatsiooni materjalid .....   | 16 |
| 1.3.1 Bituumen võõpisolatsioonid .....   | 17 |
| 1.3.2 Bituumenrullmaterjalid .....   | 17 |
| 1.3.3 Krohvisolatsioonid ja mördid .....   | 18 |
| 1.3.4 Veetihe betoon.....  | 19 |
| 1.3.5 Täielikult ühendatud lehtmembraanid .....  | 21 |
| 1.3.6 Vedelplastid.....  | 21 |
| 1.4 Hüdroleerimise meetodid.....   | 22 |
| 1.4.1 Võõbatavad- või kleebitavad hüdroisolatsioonid ehk „must vann“ .....                   | 24 |
| 1.4.2 Kristallilise lisandiga veetihe betoon ehk „valge vann“ .....                          | 25 |
| 2. ARHITEKTUUR.....  | 27 |
| 2.1 Üldandmed.....   | 27 |
| 2.1.1 Projekteerimistöö piiritletus.....   | 27 |
| 2.1.2 Normdokumendid .....   | 27 |
| 2.2 Olemasolev olukord .....   | 27 |
| 2.3 Arhitektuuri üldlahendus .....   | 28 |
| 2.3.1 Hoone paiknemine .....   | 28 |
| 2.3.2 Hoone arhitektuuri üldkontseptsioon.....   | 28 |
| 2.3.3 Energiatõhusus ja sisekliima .....   | 28 |
| 2.3.4 Hoone ruumid .....   | 29 |
| 2.3.5 Akustika .....   | 29 |
| 3. KONSTRUKTSIOONID.....   | 30 |
| 3.1 Üldandmed.....   | 30 |
| 3.2 Konstruktsiooni kirjeldus.....   | 30 |
| 3.2.1 Vundament, aluspõrand ja sokkel.....   | 30 |

|       |   |    |
|-------|---|----|
| 3.2.2 | Välisseinte konstruktsioonid .....                                      | 32 |
| 3.2.3 | Vahelagede konstruktsioonid.....  | 35 |
| 3.2.4 | Katusekonstruktsioonid.....   | 36 |
| 3.2.5 | Siseseinad .....  | 37 |
| 3.2.6 | Avatäited .....   | 37 |
| 3.2.7 | Sisetrepid.....   | 37 |
| 3.2.8 | Lift.....   | 37 |
| 3.2.9 | Rõdud .....   | 37 |
| 4.    | HÜDROISOLATSIOONI LAHENDUSED KASARMU TN 3 HOONE NÄITEL.....             | 39 |
| 4.1   | Vööbatava- või kleebitava hüdroisolatsiooni ehk „must vann“ näitel..... | 39 |
| 4.1.1 | Vundamendiplaadi ja seina ühendumise koht.....                          | 39 |
| 4.1.2 | Sokkel .....  | 40 |
| 4.1.3 | Kaldtee ühendumine parklaga .....                                       | 41 |
| 4.1.4 | Liftišahti alusplaadi ühendumine seintega.....                          | 42 |
| 4.1.5 | Posti ja plaatvundamendi liitumissõlm .....                             | 43 |
| 4.2   | Kristallilise lisandiga veetiheda betooni ehk „valge vann“ näitel ..... | 44 |
| 4.2.1 | Vundamendiplaadi ja seina ühendumise koht.....                          | 44 |
| 4.2.2 | Sokkel .....  | 45 |
| 4.2.3 | Kaldtee ühendumine parklaga .....                                       | 47 |
| 4.2.4 | Liftišahti alusplaadi ühendumine seintega.....                          | 48 |
| 4.2.5 | Posti ja plaatvundamendi liitumissõlm .....                             | 49 |
| 4.2.6 | Töövuugid.....  | 50 |
| 4.3   | Hüdroisolatsioonilahenduste analüüs.....                                | 52 |
|       | Kokkuvõte.....  | 54 |
|       | kasutatud kirjandus.....  | 56 |
|       | GRAAFILINE OSA.....   | 61 |

## **EESSÕNA**

Käesolev magistritöö käsitleb multifunktsionaalse hoone maa-aluse parklakorruse hüdroisolatsiooni lahendusi membraanhüdroisolatsiooni ja veetiheda betooni näitel. Arhitektuurne lahendus on loodud õppeaine „NTS1873 Disainistuudio III (hoonete kompleksid)“ raames ning lähtunud on Raadi piirkonna visioonivõistluse lähteülesandest. Uuriti maa-aluse korruse hüdroisolatsioonisüsteeme ning lahendati multifunktsionaalse hoone hüdroisolatsioon.

Oma panuse töö juhendamiseks andis lektor Lehar Leetsaar. Hüdroisolatsioonisüsteemide lahendamisel abistas Primostar OÜ müügiinsener Kaarel Kiisler ning Langeproon OÜ tootejuht Karl Kuus. Tänan kõiki oma aja eest käesoleva töö valmimiseks.

Märksõnad: maa-alune parkla, hüdroisolatsioon, veetihe betoon, magistritöö.



## SISSEJUHATUS

Eestis pole uuritud hoonete maa-aluste hüdroisolatsioonide lahendusi- uuritud on sildade ehitamisel kasutatavaid ja niiskete siseruumide hüdroisolatsioone. Rohkem käsitletakse teede ja sildade hüdroisolatsiooni ning seetõttu valiti eesmärk uurida erinevaid lahendusi, mida kasutatakse hoonete maa-aluseks hüdroisoleerimiseks.

Järjest päevakajalisem on muuta ehitust jätkusuutlikumaks ning seetõttu uuriti täpsemalt erinevaid hüdroisoleerimis võimalusi ja lahendusi. Töös tuuakse välja hüdroisolatsiooni olulisus ning mis võib juhtuda, kui on valitud vale lahendus. Õige hüdroisolatsioon pikendab hoone eluiga ning aitab vähendada tulevikus tekkivaid parandustööde kulusid, mis on jätkusuutlik lahendus. Pinnase mõju konstruktsioonile antud töös täpsemalt ei käsitleta, sest puuduvad andmed Kasarmu 3 krundi pinnasest.

Kogu töö on jaotatud neljaks osaks, kus suurema osa moodustab hüdroisolatsiooni uurimine ja lahenduste kasutamine Kasarmu 3 projektis. Teine osa on seletuskiri, mis on omakorda jaotatud kaheks- arhitektuurseks ja konstruktiivseks osaks. Kolmas osa on lahendused ja nende võrdlus. Lisaks tehti projektile mudel, mis aitab paremini visualiseerida hoone lõplikku välimust.

Esimeses osas kirjeldatakse ja uuritakse hüdroisolatsiooni materjalide ja süsteemide kohta. Teises osas kirjeldatakse hoone arhitektuurset lahendust, mis on valminud õppeaine „NTS1873 Disainistuudio III (hoonete kompleksid)” raames ning lähtunud on Raadi piirkonna visioonivõistluse lähteülesandest. Arhitektuurse osa juurde kuuluvad plaanid, lõiked, vaated ja sõlme joonised, mis on esitatud graafilises osas. Kolmandas osas kirjeldatakse konstruktsiooni lahendusi. Viimasena on esitatud hüdroisolatsioonide lahendused Kasarmu tn 3 hoone näitel ja nende võrdlus. Täpsemalt esitatakse veetiheda betooni ja membraanhüdroisolatsiooni lahendused soklisõlmes, vundamendiplaadi ja seina ühendumise kohas, liftišahti alusplaadi ja seina ühendumisel, posti ja alusplaadi ühendumisel ja kaldtee ühendumisel parklakorrusega. Lähteülesandes on pinnasevesi maapinnani.

Töö eesmärk on teada saada, kumb hüdroisolatsiooni lahendus on sobivam Kasarmu tn 3 hoone näitel.

Magistritöö koostamisel kasutati järgnevaid programme: AutoCAD 2022, Revit 2022, Enscape, Microsoft Word, Microsoft Excel.

# 1. HÜDROISOLATSIOON

## 1.1 Hüdroleerimise olulisus

Antud töös käsitletakse monoliitbetoonist ehitatud maa-aluse parkla hüdroleerimise lahenduste võrdlust.

Betoon on üks kasutatumaid ehitusmaterjale, mida peetakse jätkusuutlikuks, kuigi betoonitootmises kasutatavad materjalid pärinevad taastumatutest allikatest. Jätkusuutlikkus tuleb betooni konkurentsi võimest ja elueast, mis kestab sajandeid [2]. Betoon on heterogeenne materjal, mis koosneb sideainest (tsement-, silikaat-, polümeerbetoon), veest ja täitematerjalist. Betooni tugevust mõjutavad keskkonnatingimused, termiline töötlemine ja kivinemise kiirendavate lisandite kasutamine. Betooni struktuuris esineb mikropoore ja kapillaare, mis sisaldavad vett, veeauru ja õhku. Temperatuuri muutumisel vesi muutub jääks ja paisub 9%, mille tagajärjel võivad tekkida praod. Ehitise pika eluea ja kvaliteedi tagamiseks tuleb kaitsta tarindi maa-aluseid osi kahjustava vee ja niiskuse eest, mille tagajärjel võib hakata betoon pragunema, armatuur roostetama ning kogu ehitise struktuur võib kaotada oma kandetugevuse. See toob endaga kaasa kõrged hoolduskulud ja parandustööd [4]. 2006 aastal moodustas Euroopas taastustööde kogumaksumus poole ehitusse investeeritud kogukuludest, eelnevalt oli see 25% [13]. Ehitise maa-aluseid osi on vaja kaitsta niiskuse eest, mis tuleb sademetest ja pinnaseveest, et vältida pragude teket ja korrosiooni [4].

Kui hüdroleerimise ei kasutata õigesti või see puudub, on võimalikud tekkivad tagajärjed järgnevad:

- Ehituse ajal: parandustööde ja hilinemisega seotud kulud; juba paigaldatud seadmete kahjustumise korral remondi kulud; viimistluse parandus kulud; objekti töögraafiku edasi lükkumine ja tööjõudude übermobiliseerimine; era- või avaliku vara kahjustumise vastutus; vaidlustega seotud kulud.
- Ehitusjärgne: parandustöödega seotud kulud; ehitustööde tagajärjel saamata jääv tulu (üüri kaotamine, vara väärtuse vähenemine, äritegevuse katkemine) keldripindadele juurdepääs takistatud; arhiveeritud dokumentide ning ladustatud kauba kahjustused; arendaja maine kahjustamine; vaidlustega seotud kulud.

Näiteks halva hüdroisolatsiooni korral peal tugevat vihma tungis vesi kortermaja maaalusesse parklasse. Parkla sai kahjustada ning tarvis oli teha parandustöid, mille tõttu ei pääsenud üürnikud parklasse. Üürnikud keeldusid üüri maksmast ning hoone omanik kaotus tulu. [19]

Kui parandustöid ei alustata õigeaegselt, võivad sellel olla halvad tagajärjed. 24. juunil 2021 Ameerika Ühendriigis Floridas Miami-Dade`i maakonnas Surfside`is varises kokku 12-korruseline kortermaja, kus hukkus pea 100 inimest. [22] Eelnevalt 2018. aastal esitati raport hoone omanikele, milles oli välja toodud veekahjustusi ja Florida soolasest õhust tingitud kahjustusi parklakorrusel (kahjustused esitatud Pilt 1 ja Pilt 2) [23]. Antud probleeme eirati ning tagajärjeks kaotas hoone konstruktsioon oma tugevuse ning varises.



Pilt 1 Parklakorruse postide pragunemine ja lõhenemine



Pilt 2 Terasarmatuuri paljastumine lõhenemise tagajärjel parklakorrusel

### 1.1.1 Pinnase mõju konstruktsioonile

Enne keldrikorruse rajamist on tarvis välja selgitada, milline on rajatava hoone alune pinnas. Pinnases võib esineda pinnaseniiskust, kui selles on kapillaarselt seotud vett. Selleks peab hoone olema ümbritsetud vett mittesiduva materjaliga nagu seda on liiv ja kruus, mis võimaldavad veel kiiresti liikuda kuni põhjaveeni välja. Pinnase läbilaskevõime peab olema vähemalt 0,01 cm/s [7]. Pinnase liigitamine vastavalt veejuhtivuse järgi ning võimalikud määramisviisid on esitatud Tabel 1. [16]

Tabel 1 Pinnase liigitus ja määramismeetodid veejuhtivuse järgi

| 10                          | 1    | 10 <sup>-1</sup>            | 10 <sup>-2</sup> | 10 <sup>-3</sup> | 10 <sup>-4</sup>    | 10 <sup>-5</sup>                      | 10 <sup>-6</sup> | 10 <sup>-7</sup>     | 10 <sup>-8</sup> | mm/sec |
|-----------------------------|------|-----------------------------|------------------|------------------|---------------------|---------------------------------------|------------------|----------------------|------------------|--------|
| Hästi vettjuhtiv            |      |                             |                  |                  | Halvasti vettjuhtiv |                                       |                  | Praktiliselt veetõke |                  |        |
| Kruus                       | Liiv |                             |                  |                  | Möll, möllsavi      |                                       |                  | Savi                 |                  |        |
| Püsiva rõhuga permeameeter  |      |                             |                  |                  |                     |                                       |                  |                      |                  |        |
|                             |      | Langeva rõhuga permeameeter |                  |                  |                     |                                       |                  |                      |                  |        |
| Välikatse proovipumpamisega |      |                             |                  |                  |                     |                                       |                  |                      |                  |        |
|                             |      |                             |                  |                  |                     | Kaudne määrand tihenemiskiiruse järgi |                  |                      |                  |        |

Keldri seinale võib mõjuda survealine või mittesurvealine vesi. Mittesurvealine vesi esineb vettsiduva pinnase puhul, mis ei tekita konstruktsiooni pinnale hüdrostaatilist rõhku. Mittesurvealise vee korral tuleb kasutada дренаazi, vastasel juhul tekib pinnase veesiduvuse tõttu vundamendi alaosasse hüdrostaatiline surve. Sellisel juhul on tegu survealise veega. Survelist vett jaotatakse kolmeks: ajutine survevesi, kuni 3 meetri kõrguse veesambaga survevesi ja üle 3 meetri kõrguse veesambaga survevesi. [7]

Kuigi betoon on veekindel, võivad betooni koostisosad mõjutada veekindlust. Betooni side- ja täitematerjalide osakeste kuju ja suuruse korrapäätus tekitab poore ning kapillaare. See võimaldab veele ja niiskusele ligipääsu konstruktsiooni. [11]

Peale pragude tekke betoonis võib tekkida hallitus, ebameeldiv lõhn ja soolade kristalliseerumisel infrastruktuuride lagunemine, mis on tingitud pinnases asuvatest mineraalidest [12]. Pinnases asuva vee ja niiskuse sissepääsul hoonesse halvenevad aja jooksul betoonkonstruktsioonid ja muud infrastruktuurid [3]. Selle tagajärjel tekib

armatuuri korrusioon, kloriidi läbilaskvus, happeline ja keemiline rünnak ja gaaside läbilaskvus. [11]

## **1.2 Hoonete hüdroisolatsioonilahendusi käsitlevad normid**

Eestis puuduvad hüdroisolatsiooni käsitlevad normid- olemas on infomaterjal „ET-2 0501-0614 Hoonete hüdroisolatsioon. Vundamendid,“ mis baseerub normile DIN 18195. Eestis kasutatakse rohkem Saksamaa ja Inglismaa standardeid, mida on kasutatud paljude juhendite koostamisel [43]. On olemas standard EVS-EN 14695:2010 „Hüdroisolatsioonirullmaterjalid. Armeeritud bituumenrullmaterjal betoonist sillatekkide ja muude sõidukite liikluseks kasutatavate betoonipindade hüdroisolatsiooniks. Määratlused ja karakteristikud“, mis ei käsitle hoonete hüdroisolatsiooni ning ei kirjelda erinevaid süsteeme. EVS-EN 13707:2013 „Painduvad hüdroisolatsioonimaterjalid. Armeeritud bituumenmaterjalid katuse hüdroisolatsiooniks. Määratlused ja omadused“ esitab nõuded katusel kasutatava bituumenmaterjali omaduste kohta ning ei käsitle kogu hoone hüdroisolatsiooni. Võrreldes teiste riikide standarditega ei ole Eestis välja toodud eraldi pinnasega kokkupuutuvate ehitisosade, rõdude, mahutite, vannide ja siseruumide hüdroisolatsiooni [44]. Eestis kasutatakse lisaks Euroopa standardit EN 1928:2000, mis määrab kindlaks katuse hüdroisolatsiooni bituumen-, plast- ja kummikatete veekindluse nõuded, mida tootjad peavad järgima. Seda standardit võib kasutada ka muude hoone osade hüdroisolatsiooni materjalidel. Standardi kohaselt tuleb läbi viia test vastavalt hüdroisolatsiooni materjali omadustele. Näiteks vähem veesurvet kannatavatele materjalidele viiakse läbi katse, kus katsetatav materjal on 24 tundi 60kPa veesurve all ning katse peetakse läbinuks, kui vesi ei ole tunginud läbi filterpaberi. Tugevamat veesurvet kannatavat materjali katsetatakse veesurve all 24 tundi ning katse peetakse läbinuks, kui kõik katsekehad on jäänud veetihedaks. [17]

Käsitletavas töös keskendutakse keldrikorruse hüdroisolatsioonile, kuid kasutuskohti on rohkem. Näiteks hüdroisoleeritakse katus, rõdupinnad ja sise-märgruumid. Vastavalt hüdroisoleeritavale kohale tuleb valida ka vastavad lahendused. Näiteks rõdul, katustel, treppide ja terrassidel tuleb kasutada 1- või 2- komponentset polümeer-tihendusmörti ehk mineraalset hüdroisolatsioonivööpa või vedelplastset hüdroisolatsiooni vastavalt Saksamaa hüdroisolatsiooninormile DIN 18195. Liited ja vuugid tuleb tihendada vastavate tihenduslintidega ning läbiviigud vastavate flantssüsteemidega. Kui katusealune ruum on eluruum, tuleb tagada 100% aurupidavus aurutõkke abil. [14]

Saksamaal on kasutusel 5 hüdroisolatsiooni käsitlevat normi: 1. DIN 18531 – Katuste ja rõdude hüdroisoleerimine; 2. DIN 18532 – Liikluspindade hüdroisoleerimine; 3. DIN 18533 – Maaga kokkupuutuvate ehitisosade hüdroisoleerimine; 4. DIN 18534 – Siseruumide hüdroisoleerimine; 5. DIN 18535 – Mahutite ja vannide hüdroisoleerimine. Käsitletavas töös on oluline kolmas norm DIN 18533, mis kirjeldab nõudeid hüdroisolatsioonile, aluspinnale, üleminekutele ja liidetel, hüdroisolatsiooni deformatsioonivuukidele ja hüdroisolatsiooni kaitsele. Norm ei käsitle veetiheda betooniga seotud aspekte, hüdroisolatsioonide injekteerimist, ohtlike ainete eest isoleerimist, pinnases olevate tunnelite ja maa-aluste rajatiste hüdroisolatsioone [44]. Käesolevas uurimustöös on kasutatud Inglismaa standardit, mille alusel on määratud parklakorruse keskkonnaklass Tabel 3 ja Tabel 2 abil. Standardite alusel on tehtud membraanhüdroisolatsiooni lahendusel materjali valik. Veetiheda betooni lahendusel on järgitud standardi BS 8102:2009 soovitusi kasutada konstruktsiooni sõlmedes töövuugi profiile ja tihenduslinte- täpsemad juhised tootjatelt.

Inglismaal kasutatakse standardit BS 8102:2009 [21], mis kirjeldab erinevaid keldrikorruse keskkonnaklasse (Tabel 3) ning lisaks täiendab seda CIRIA Report R140 [20], mis on esitatud Tabel 2. Keskkonnaklassi määrab suhtelise niiskuse, niiskuse, märguse ja temperatuuri nõue vastavalt kasutusele. Näiteks maa-alune parkimismaja ilma elektriliste tehnoruumideta sobib keskkonnaklassi 1, kus on lubatud >65% suhtelist niiskust ja väikesed vee imbumised on lubatud. Eluruumid on keskkonna klassiga 3, kus pole lubatud väikeseid imbumisi ja suhteline niiskus võib olla 40-60%.

Eestis pole tehtud uurimustöid hoonete maa-aluste hüdroisolatsioonide lahendustele. Uuritud on sildade ehitamisel kasutatavid hüdroisolatsiooni materjale [51], niiskete ruumide kergseintes kasutatavate hüdroisolatsioonisüsteemide toimivust [52] ja sildadel kasutatava SBS hüdroisolatsioonrullmaterjali nakketugevust [53].

Tabel 2 CIRIA Report R140 keldriklasse keskkonnanõuded

| Keldri keskkonnaklass            | Kirjeldus**  |  |  |  | Temperatuur |
|----------------------------------|--|--|--|--|-------------|
|                                  | Suhteline niiskus**  | Niiskus  | Märgus   | Märgus   |             |
| 1                                | >65%   | Nähtavad niiskuslaigud on lubatud, ühe niiskuslaigu pindala kuni 4m <sup>2</sup> , niiskuslaikude pindala kokku kuni 10% pinnast | Voolav vesi pole lubatud, väikesed imbumised lubatud | Töökojas 15-29°C, mehaanilistes tehno ruumides 32°C lae pinnal       |             |
| 2                                | 35-50%   | Nähtavad niiskuslaigud pole lubatud  | Pole lubatud   | Ladu 15°C, elektriline tehno ruum 42°C                               |             |
| 3                                | 40-60%, 55-60% restoranides suvel  | Pole lubatud   | Pole lubatud   | Büroo 21-25°C, eluruumid 18-22°C, riietusruum 22°C, restoran 18-25°C |             |
| 4                                | 50% kunsti hoiustamiseks, >40% filmilintide hoiustamiseks, 35% raamatute hoiustamiseks | Aktiivsed meetmed sisemise niiskuse kontrollimiseks  | Pole lubatud   | Kunsti hoiustamine 18-22°C, raamatute hoiustamine 13-18°C            |             |
| **CIRIA Report R140 Tabel 2.2 25 |  |  |  |  |             |

Tabel 3 Standardi BS 8102:2009 keldriklasse määrus vastavalt keskkonnanõuetele

| Keldri keskkonnaklass*   | Kasutus*   | Kirjeldus*   |
|--------------------------|--|--|
| 1 (Tavaline kasutatavus) | Parkla, tehnoruumid ilma elektriseadmeteta, töökojad | Lubatud vee nõrgumised ja niiskuslaigud  |
| 2 (Suurem kasutatavus)   | Tehnoruumid ja töökojad, kus on seadmed, laod        | Käega katsudes kuiv, veeauru liikumisest põhjustatud värvimuutus viimistlemata betooni pinnal on lubatud       |
| 3 (elamiskõlbulik)       | Elu- ja äriruumid                                    | Kuiv keskkond, veeauru liikumine tõkestatud, ventilatsiooni või õhukonditsioneeride kasutamine                 |
| (4)(eri)                 | Arhiivid, kontrollitud keskkonnaga ruumid            | Täielikult kuiv keskkond, vajalik ventilatsioon, õhuniiskuse eemaldamine, kasutusotstarbele vastav kliimaseade |

\* BS 8102 Tabel 2

### 1.3 Kasutatavad hüdroisolatsiooni materjalid

Hüdroisolatsiooni lahendused on jaotatud Tabel 4 materjali kestvuse ja veega kokkupuute järgi [15]:

Tabel 4 Hüdroisolatsioonide jaotus veega kokkupuute korral

| Kestvus    | Kõrge    | Osadeks jaotatud membraansüsteemid  |                  |          |                            |       |            |
|------------|----------|-------------------------------------|------------------|----------|----------------------------|-------|------------|
|            |          |                                     | Madal            | Keskmine | Keskmise ja kõrge vahepeal | Kõrge | Väga kõrge |
| Keskmine   | Keskmine | Vedelplastid (polüuretaan/polüurea) |                  |          |                            |       |            |
|            |          | Täielikult ühendatud membraanid     |                  |          |                            |       |            |
|            |          | Veetihe betoon                      |                  |          |                            |       |            |
| Madal      | Madal    | Bituumen membraan                   |                  |          |                            |       |            |
|            |          | Mördid ja tihenduskrõhvid           |                  |          |                            |       |            |
| Väga madal |          | Bituumen vööpisolatsioonid          |                  |          |                            |       |            |
|            |          |                                     | Madal            | Keskmine | Keskmise ja kõrge vahepeal | Kõrge | Väga kõrge |
|            |          |                                     | Veega kokkupuude |          |                            |       |            |

Nagu on näha Tabel 4, siis kõige halvema elueaga materjal on bituumen vööpisolatsioon, mis kannatab vähe vett. Kõige kõrgema kestvusega on osadeks jaotatud membraansüsteemid, mis kannatavad väga kõrget veega kokkupuudet. Väga kõrget veega kokkupuudet kannatavad ka vedelplastid ja membraanid. Neist vähem veetihe betoon, kuid kestvuse poolest on eelnevad kolm materjali samal tasemel. Lühemat aega kestavad bituumen membraanid, mördid ja tihenduskrõhvid, mis ühtlasi



kannatavad ka vähem vett kui veetihe betoon. Vastavalt asukohale ja veetasemele tuleb valida sobiv hüdroisolatsiooni materjal.

### **1.3.1 Bituumen võõpisolatsioonid**

Koosneb krundikihist, eelkihist ning ühe- või kahekomponentsest, lisanditega või ilma, bituumen paks kihist, mis on pahteldatav või pritsitav hüdroisolatsiooni materjal vedal kujul. Eelisteks on kerge töödeldavus pluss temperatuuridel, on asbestivaba, töödeldav ka külmalt vertikaalsetel pindadel ning moodustab vuukideta pinnakatte. Puuduteks on mehhaaniliste vigastuse teke ja UV-kiirguse suhte tundlik. Vajalik on eelnev aluspinna kruntimine, et parandada võõba nakkevõimet [26]. Materjali võib kasutada alates +5°C...35°C juures- ei kannata paigaldamisel külma [45]. Kasutatakse pinnaseniiskuse, surve ja mittesurve vee vastu ning märgades ruumides, horisontaalisolatsioonina plaatide või tasandussegude all. [26]

UV-kiirguse vastu annab kaitset mineraalne võõpisolatsioon, mis on ühe- või kahekomponentne kuivsegu, mis segatakse tööplatsil veega. Segu koosneb peeneteralisest kvartslüvast, tsemendist ning lisanditest. Elastsetele isolatsioonivõõpadele lisatakse polümeerlisandeid. Materjali isolatsiooniomadused on saavutatud väikese poorsusega, mille tagab täpselt valitud terade koosseis ning vee mõjul paisuvad (polümeer)lisandid. Teralisus 0,5..1,0 mm võib segus olla kuni 10 %, üle 1,0 mm terasid segus olla ei tohi. Äärmiselt tähtis on vee täpne lisamine. Üleliigne vesi vähendab oluliselt võõba isolatsiooniomadusi. Mineraalne võõpisolatsioon vajab ka kuivamisfaasis niiskust 24 tundi. Mineraalset võõpisolatsiooni kasutatakse ka bituumenkatete all. [7]

Bituumentõõpasid paigaldatakse kas müüritisele, betoonile või krohvile, kasutades harja, rulli või pritsi. Sõltuvalt kasutatava tootele võib see olla sobilik ka radoonitõkkeks [6]. Paigaldust ei saa viia läbi vihma korra, sest aluspind peab olema kuiv. [26]

### **1.3.2 Bituumenrullmaterjalid**

Bituumen on kleepuv, väga viskoosne vedel või pooltahke naftavorm, mida kasutatakse hüdroisolatsioonina [27]. Bituumen membraani kasutatakse katuste, põrandate, vundamentide, sildade, parklate, terrasside ja rõdude hüdroisolatsiooniks. Eestis enamlevinum on SBS-bituumenrullmaterjal, mida kasutatakse peamiselt

katusekattena. Katuse rullmaterjal on valmistatud polümeerbituumenist, mis on armeeritud klaas- või polüesterkangaga, mis annab tootele tugevuse. Hüdroisolatsiooni omaduse tagab bituumen. Rullmaterjal paigaldatakse naelutamise, liimimise, gaasipõleti või kuumaõhu puhuriga ühe-, kahe- või kolmekihilisena vastavalt lahendusele [28]. Paigaldust ei saa läbi viia vihma, lume või tugeva tuule korral. Arvestada tuleb madalaima lubatud paigaldustemperatuuriga, mida tuleb vaadata vastava materjali paigaldusjuhendist või tootjalehelt [46]. Jälgida tuleb külmapaindumist, mis näitab, millise temperatuuri juures võib tekkida materjali painutades mõrad. Tavaliselt jääb see vahemikku 0°C...-30°C. [28]

Isekleepuvat bituumen rullmembraani kasutatakse mittesurvelise vee korral hoonete maapinnast allpool asuvate osade hüdroisoleerimiseks. Nagu nimi kirjeldab, on tegu isekleepuva materjaliga, mis paigaldatakse betooni, kergkruusploki, gaasbetoonploki, tellise, krohvi või tsemendi peale. Aluspind peab olema puhas ning naket halvendavad ained tuleb eemaldada. Paigaldamiseks sobiv temperatuur on -5°C...+30°C. [29]

### **1.3.3 Krohvisolatsioonid ja mördid**

Isolatsioonikrohvid on tsemendi baasil veetihedad krohvid, mida kasutatakse pinnaseniiskuse ja mittesurvelise veekoormuse korral nii välis- kui sisepinnal. Tähtis on tagada korralik nake aluspinnaga. Veekindlus tuleneb materjali minimaalsest poorsusest, mida saavutatakse täpse tera koosseisu valikuga ning vastavate lisandite lisamisega. Kuna isolatsioonikrohv sisaldab palju peeneteralisi osiseid, on suur oht pragude tekkeks, mistõttu on kihi paksus reglementeeritud 10 kuni 20mm. Krohv tuleb peale kanda kihiti kas käsitsi või pumbaga. Tuleb oodata, kuni eelnev kiht on piisavalt tugev ja tahenenud, et kanda järgmine kiht. Krohvida ei tohi päikese käes, tugeva tuulega ning tuleb vältida külmumist. Tihendusrohvi ehk isolatsioonikrohvi kasutatakse tugevama toimega hüdroisolatsioonide alus- või tasanduskihina. [7]

Mördi kasutatakse vett kandvate aukude, lõhede, betooni-, müüritise- ja looduskivist tarindite pragude tasandamiseks ja parandamiseks, kui segule on lisatud kristallilist lisandit. Vastavalt koostisosale võib alates 10mm kihipaksusega toode taluda negatiivset veesurvet. Sobib kasutamiseks ka madalal temperatuuril ja suure õhuniiskuse korral. Minimaalne kivistustemperatuur on 10°C ning täielikult kivistub 7 päeva pärast 23°C juures. [30]

### 1.3.4 Veetihe betoon

Täidab nii konstruktsiooni kui ka hüdroisolatsiooni rolli. Betooni pole võimalik täielikult veetihedaks teha, seega tungib veeaur läbi betoonkihi [7]. Sellest tulenevalt on oht pragude tekkeks, mida on lahendatud prao tekitajatega. Praotekitaja profiili kasutatakse ettemääratud purunemispunkti kujutamiseks kandvates betoonkonstruktsioonides [18]. Eeliseks on kuni 0,4mm laiuste staatiliste pragude sulgumine, pole võimalik vigastada paigaldamise käigus, talub kõrget negatiivset ja positiivset hüdrostaatilist rõhku (USA standardi CRD-C-48-73 järgselt testiti 1,2MPa survele), kõrge keemiline vastupidavus (pH 3-11 pidevas kontaktis). Veetiheda betooni kasutamine nõuab konstruktsioonisõlmede hoolikat lahendamist ning lõpptulemus sõltub betoonivalu kvaliteedist. Ühtlasi ei taga see veeauru ja gaasikindlust.


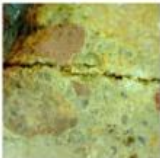





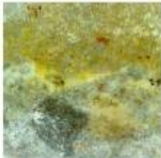

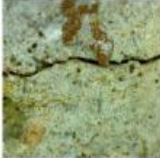


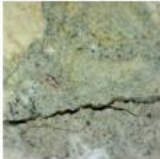


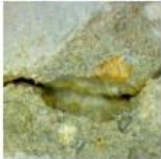
Probleemiks kujuneb pragudeta betoonpinna ja veetihedate vuukide tegemine. Pragude tekkimisel on vajalik nende saneerimine juba injektsioonmeetodiga, mis on üsna kulukas. Vuugid (deformatsioonivuugid, temperatuurivuugid, tehnoloogilised vuugid) on vajalik hoolikalt planeerida ning nii tihendada, et vesi ei saaks neist läbi tungida. Kristallilise lisandiga betoon talub kuni 12 baari veesurvet. [7]

Betonile veetihedust andvat lisandit tuleb kasutada vastavalt tootja juhistele. Näiteks WFP Crystalline Powder Concentrate toote puhul tuleb lisandit doseerida 0,8-1,7% tsemendi kogusest. Minimaalselt 3,5 kg/m<sup>3</sup> betooni kohta. Lõplik doseering sõltuvalt betooni retseptist, keskkonna klassist ja tsemendi omadustest. Antud lisandi kasutamisel saadakse parim tulemus vesi-tsementtegi puhul kuni 0,52. Enne kasutamist teostada alati sobivuskatseid [31]. Sobivuskatsed peavad hõlmama betoonisegu omaduste visuaalset hindamist (vee eraldumine, valgustusomadused, kihistumisoht), temperatuuri, konsistentsi, survetugevust (kaasaarvatud betooni tugevuse kasv ajas 2 päeva ja 28 päeva survetugevuste keskväärtuste suhte kaudu), lõhestustõmbetugevust, veepidavust. Sobivuskatse puhul katsetatakse enne algbetooni, kuhu ei ole lisatud keemilisi lisandeid ja seejärel lisanditega betooni. [47]

Kristallilises lisandis on aktiivsed kemikaalid, mis reageerivad niiskuse ja betooni koostisosadega, põhjustades katalüütilise reaktsiooni. See reaktsioon tekitab betooni poorides ja kapilaarkanalites lahustumatu kristalse moodustise, mis parandab tekkivaid pragusid. See hoiab ära vee ja muude vedelike tungimise hoonesse isegi kõrge hüdrostaatilise rõhu korral. [32]

Veetihedat betooni kasutatakse seinte, põrandate, veemahutite, tunnelite, tammide, kanalite, keldrite, liftišahtide ja jahutustornide ehitamiseks. Paigaldustemperatuur peab olema üle 5°C. [31]

Tabel 5 Katsekeha pragude paranemisvõime erinevates keskkonnatingimustes

|          |                  | Control concrete  |   | Concrete with Crystalline Admixtures  |  |
|----------|------------------|---|---|---|--|
|          |                  | Before healing  | After healing   | Before healing  | After healing  |
| EXPOSURE | Water Immersion  |    | <br>Crack closure ~ 75%  |    | <br>Crack closure ~ 100% |
|          | Water Contact    |    | <br>Crack closure ~ 60%  |    | <br>Crack closure ~ 100% |
|          | Humidity Chamber |   | <br>Crack closure ~ 0%  |   | <br>Crack closure ~ 0%  |
|          | Air Exposure     |  | <br>Crack closure ~ 0% |  | <br>Crack closure ~ 0% |

Pragude paranemisvõimet katsetati uurimustöös, kus kasutati kiudbetoonist katsekehi. Ühele katsekeha betoonisegule lisati 4% tsemendi massist kristallilist lisandit. Mõlema katsekeha vee ja tsemendi suhe oli 0,45. Esmalt tekitati proovikehadesse kontrollitud kahjustused, teisena taastumis omaduste mõõtmise, kolmandaks vajalike tingimuste või keskkonnaga kokkupuute simuleerimine ja viimaseks taastumise hindamine. Esimesel juhul (Tabel 5 ülevalt alla) pandi kehad vee alla, mis imiteerib veeluste konstruktsioonide keskkonda. Teisel juhul pandi kehade üks külg vette ja teine külg õhu kätte, mis imiteerib veega kokkupuutuvadi konstruktsioone. Kolmandana simuleeriti kõrge õhuniiskusega keskkonda (20°C ja 95±5% suhteline niiskus) ja viimasena keskmise niiskusega keskkonda (17°C ja 40% suhteline niiskus). Selgus, et kristallilise lisandiga betooni paranemisvõime on usaldusväärne ning paranemiseks on vajalik vee

olemasolu. Pragude paranemisvõime veega kokkupuutel oli 95-100% kuni 0,25mm läbimõõduga pragude korral (suuremaid pragusid ei tekkinud). [33]

### **1.3.5 Täielikult ühendatud lehtmembraanid**

Bituumenkatetele ja isolatsioonivõõpadele on alternatiiviks järgmised bituumenpaanid või kunstmaterjalist paanid: bituumenpaanid klaaskiudkangal, klaaskiudvõrgul, metallvõrgul või kunstkiust kangal; polümeer-bituumenpaanid klaaskiudvõrgul; külmlüümumiseega bituumenpaanid (KSK); termoplastilisest kunstmaterjalist paanid. Bituumenpaanid on membraanisarnased tugevalt anisotroopsete omadustega liitmaterjalid. Nad koosnevad kandekihist, mis on bituumeniga immutatud ning seejärel kaetud kaitsekihiga. Kandekihina kasutatakse viltpappi, klaaskiudkangast, klaaskiudvõrku, džuuat kangast, polüesterkangast, alumiiniumist või vasest võrku, polüetüleentereftalaadist fooliumit. Kandekiht annab paanile tugevuse, mistõttu saab teda paigaldada ka vertikaalpinnale. Bituumenpaane kasutatakse eelkõige katusekattena ning harvem vertikaalse hüdroisolatsioonina. [7]

### **1.3.6 Vedelplastid**

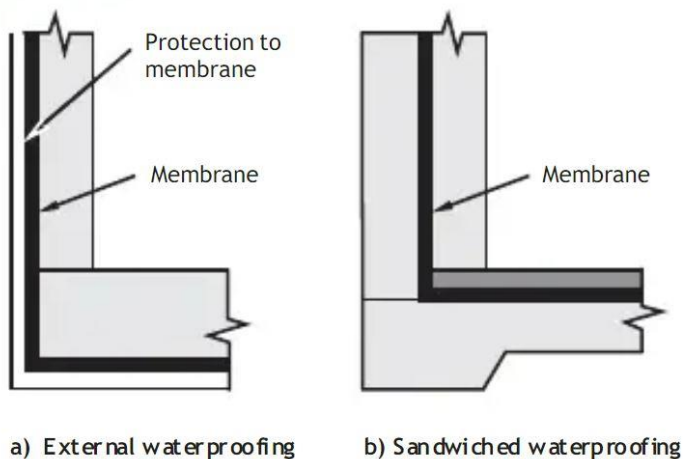
Reaktsioonivaikude baasil isolatsioonimaterjale nagu vedelplaste kasutatakse vesiehituses, mahutites ja rasketes tingimustes töötavate pindade kaitseks. Need on näiteks epoksiid, PMMA, polüuretaan ja polüurea [7]. Polüurea on polümeerne materjal, mis on veekindel, hea nakkuvusega aluspinnale ja tugev. Seda saab kasutada pikaajaliselt temperatuuri -45°C...120°C juures ning kannatab lühiajaliselt termošoki 160°C-ni. On vastupidav külmumisele ja sulamisele, vahelduvale lumele ja jääle ning termilisele šokile. Polüureal on väga head omadused: tõmbetugevus, rebenemistugevus, löögitugevus, kulumiskindlus, torkekindlus, muljumiskindlus. Hea vastupidavus hapete, aluste, soolade, merevee ja kloriidioonide suhtes. Kantakse hoonele pihustiga - 5-20 sekundiga muutub aine geeliaks ning 10 minutiga on piisavalt tugev. Aluspind peab olema niiske ja kaetud tootja soovitatud kruntvärville. Paigaldamistemperatuur ei ole oluline. Vedelplasti miinuseks on hind, mis on kallim kui membraanhüdroisolatsioonil. Hiina on üks juhtivamaid vedelplasti kasutajaid kiirraudteede, tunnelite, metroode ja olümpiarajatiste ehitusel. [48]

## 1.4 Hüdroleerimise meetodid

Hüdroleerimiseks kasutatakse erinevaid meetodeid, millest antud töös käsitletakse „musta- ja valge vanni“ meetodeid, mis takistavad niiskuse levimist vundamendi ühest kihist teise. Vanasti Eestis hüdroleeriti vundamente „savisärgiga“ ehk välisküljed kaeti saviga või tõrvati [5]. Nüüd kasutatakse selleks veetihedaid membraane bituumenvõõba, hüdroleolatsioonivõõba või hüdroleolatsiooni rullmaterjali näol ja kristallse lisandiga veetihedat betooni [6]. Lisaks on ka kasutusel „pruuni vanni“ meetod, mis koosneb bentoniitisolatsioonist, mida antud töös ei vaadata täislahendusena. [7] Käesolevas töös on rajatud vundamendist allpool dreanaažisüsteem, mis vähendab liigset veekoormust vundamendi seinale, mida põhjustab survealine ja mittesurvealine vesi. Kasutatakse 110mm läbimõõduga torusid ning need asetatakse kaevikusse kaldega, et vesi saaks ära voolata soovitud kohta. [50]

Hüdroleolatsioonisüsteemi valikul on kasutatud UK Ehitusinseneride Liidu tellimusel Ramboll UK poolt koostatud juhend hoonete omanikele. Esmalt tuleb selgeks teha lähteandmed: arhitektuurne lahendus (ruumide kasutusotstarve), geoloogilised uuringud (vundeerimise võimalused, pinnasevee tase) ja hoone konstruktsioon (uusehitus või olemasolev, ehitusmeetodid). [19]

Inglismaa standardis BS 8102:2009 on hüdroleolatsioonimeetodid jaotatud kolmeks erinevaks tüübiks- A, B ja C. [19]

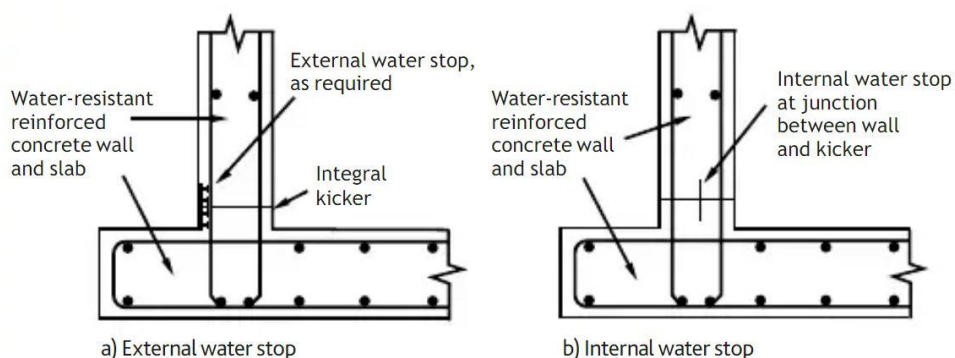


Joonis 1 Tüüp A näide

on juurdepääs konstruktsiooni välispinnale, kuhu paigaldatakse membraan. Hilisemate parandustööde korral on juurdepääs piiratud ning vea allika leidmine on keeruline. Vead

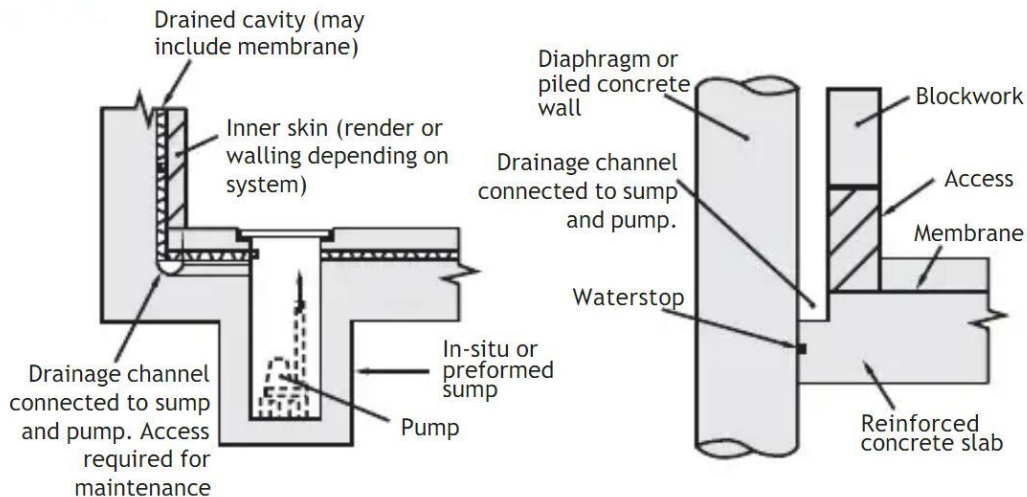
A tüüpi konstruktsioon on täielikult veekindla membraaniga kaetud (Joonis 1), mis võib asuda seintel, põrandal väliskülgedel, aluspinnase ja konstruktsiooni vahele. Valitud membraan peab vastu pidama hüdrostaatilisele rõhule ja koormuse mõjule. Konstruktsioon ise ei pea olema veekindel, kuid vajalik

ilmnevad peale ehitamist. Agressiivsete pinnasetingimuste korral on soovituslik kasutada membraanhüdroisolatsioone. [24]



Joonis 2 Tüüp B näide

Tüüp B on konstruktiivselt terviklik lahendus (Joonis 2), kus puuduvad veekindlad membraanid. Kui pinnaseveetase on madal ning kasutusklass on 1 (Tabel 3 **Error! Reference source not found.**), on antud lahendus sobiv. Konstruktsioon ise on veetihe, kuid mitte aurukindel ning kasutusklassi muutmiseks tuleb kasutada tüüp B ja C meetodeid lisaks. Antud tüübi puhul on levivaks veaks vett läbilaskev betoon (halb tihendus, kõrgbetoon), veetorude halb paigaldus ja vuukide halb ettevalmistus ning saastumine. Pragude tekkel saab parandustöid teha hoone seestpoolt. [24]



To avoid complications, sumps are often specified to be poured in one pour either with the basement slab using hanging formwork or by using central water bars in the top of the sump walls which are poured to the underside slab level.

Provision of a ventilated cavity and horizontal damp-proof membrane minimises the risk of vapour ingress. Termination of membranes into cavities requires care to avoid 'damp bridges'.

**a) Reinforced concrete wall with drained cavity to wall and slab**

**b) Diaphragm or piled concrete wall with drained cavity to wall**

Joonis 3 Tüüp C näide

Tüüp C puhul kasutatakse dreenitud lahendust (Joonis 3), kus keldris asuvad õõnsused, mis juhivad vee kaevudesse. Antud lahendus vajab hooldusnõudeid, et vältida äravoolu ummistumist. Tuleb märkida, et Keskkonnaagentuur ei kiida heaks põhjavee kanalisatsiooni või kraavi pumpamist. [24]

### 1.4.1 Võõbatavad- või kleebitavad hüdroisolatsioonid ehk „must vann“

Hüdroisolatsiooni süsteem, kus kasutatakse veetihedat membraani ehitise põrandaalusel pinnal ja seintel, nimetatakse „mustaks vanniks“. Nimetuse on saanud see meetod bituumenkatte musta värvi poolest [7]. Inglise standardi BS 8102:2009 järgi on antud meetod A tüüpi.

Veetihedate membraanidena on kasutusel: võõpisolatsioonid (kummibituumen-emulsioonid ja polümeersed katted); krohvisolatsioonid (veekindlad krohvisegud); rullmaterjalist membraanid (kummibituumenil baseeruvad rullmaterjalist membraanid, betoniitmatid, polüetüleenkatted). [9]



Veetiheda membraani puhul tuleb tagada aluspinna piisav nake- pind ei tohi olla niiske ning vajalik on karestamine. Maapinna läheduses on pinnas niiskem ning vajalik on kahekordne isolatsioonivõõp ja isolatsioonikate, mis takistab niiskusel tungida katte taha. [7]

### **1.4.2 Kristallilise lisandiga veetihe betoon ehk „valge vann“**

Teise meetodina kasutatakse veetihedat betooni, mis on ka kandekonstruksiooniks. „Valge vanni“ nimetus tuleb värvist, sest veetihe betoon on heledat tooni [7]. Inglise standardi BS 8102:2009 järgi on antud meetod B tüüpi.

Veetiheda betooni all on peetud silmas betooni omadust mitte lasta vett läbi, mida hinnatakse vastavalt standardile EVS-EN 12390-8 kohaselt - vee sissetung betooni võib olla maksimaalselt 100mm. Veetiheda konstruktsiooni valamisel tuleb betoonivalu teostada seisakuteta ja tihendada ning vertikaalkonstruksioonide valukihhi maksimaalne kõrgus ei tohi ületada 0,5 meetrit. [25]

Mahukahanemispragude vältimiseks on välja töötatud spetsiaalsed praotekitaja profiilid. See võimaldab tekitada pragu kindlaksmääratud kohas, mis on veetihe ning ei mõjuta konstruktsiooni kandevõimet [6]. Selleks, et välja selgitada sobiv koht, kuhu lisada seinaosale praotekitaja, on olemas valem [8].

Praotekitaja sammu valem:

$$L = H/2d , \quad (1.1)$$

kus  $H$  – sein kõrgus

$d$  – sein paksus

$L$  – praotekitaja sammu pikkus

Lahendada tuleb hoone töövuugid, deformatsioonivuugid, tõmbiavad ja läbiviigud.

Välja on toodud soovituslikud paigaldussammud vundamendiplaadis (Tabel 6):

Tabel 6 Soovituslik paigaldussamm vundamendiplaadis

| Plaadi paksus | Armatuur 10 | Armatuur 12 | Armatuur 14 | Armatuur 16 |
|---------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| 200mm         | 8m          | 10m         | 12m         | 14m         |
| 250m          | 10m         | 12m         | 14m         | 16m         |
| 300mm         | 12m         | 14m         | 16m         | 18m         |
| 350mm         | 14m         | 16m         | 18m         | 20m         |
| 400mm         | 16m         | 18m         | 20m         | 22m         |
| 450mm         | 18m         | 20m         | 22m         | 24m         |

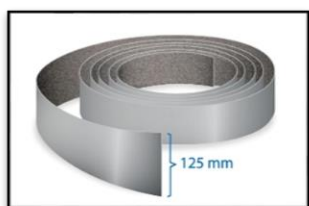
Välja on toodud soovituslikud paigaldussammud seinaelemendis [41] (Tabel 7):

Tabel 7 Soovituslik paigaldussamm seinaelemendis

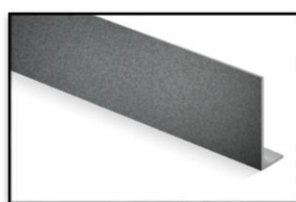
| Seina paksus | Armatuur 8 | Armatuur 10 | Armatuur 12 | Armatuur 14 |
|--------------|------------|-------------|-------------|-------------|
| 150mm        | 4m         | 5m          | 6m          | 7m          |
| 200mm        | 5m         | 6m          | 7m          | 8m          |
| 250mm        | 6m         | 7m          | 8m          | 9m          |
| 300mm        | 7m         | 8m          | 9m          | 10m         |

Antud lahendust kasutatakse kõrgema pinnaveetasemega kohtades või kõrgema veepidavus nõudega betoonkonstruktsioonides nagu näiteks basseinid, reservuaarid. [25]

Töövuugiplekk kinnitatakse armatuuri külge ning peab olema minimaalselt 30mm betooni sees [39]. Erinevad valikud näidatud järgnevalt:



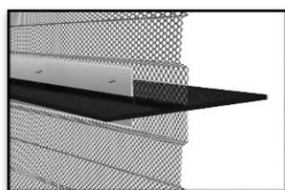
a) Töövuugiplekk



b) L-kujuline töövuugiplekk



c) Praotekitaja



d) Stop-end profiil

## **2. ARHITEKTUUR**

### **2.1 Üldandmed**

#### **2.1.1 Projekteerimistöö piiritus**

Põhiprojekti koostamisel on lähtunud Raadi piirkonna visioonivõistluse lähteülesandest, õppeaine „NTS1873 Disainistuudio III (hoonete kompleksid)“ raames valminud hoone eskiisist ja projekteerimise normdokumentatsioonidest. Projekteeritav ala asub Tartu linnas, Kasarmu tn 3, Kasarmu ja Puiestee tänava ristumiskohas.

#### **2.1.2 Normdokumendid**

Projekti koostamiseks kasutatud normdokumendid:

- Ehitusseadustik
- EVS 865-2:2014 „Ehitusprojekti kirjeldus. Osa 2: Põhiprojekti seletuskiri“
- EVS 932:2017 „Ehitusprojekt“
- Majandus- ja taristuministri 03. juuni 2015 aasta määrus nr55 „Hoone energiatõhususe miinimumnõuded“
- Majandus- ja taristuministri 05. juuni 2015 aasta määrus nr57 „Ehitise tehniliste andmete loetelu ja arvestamise alused“
- Majandus- ja taristuministri 17. juuli 2015 aasta määrus nr97 „Nõuded ehitusprojektile“
- Tartu linna üldplaneering

### **2.2 Olemasolev olukord**

Olemasolev Kasarmu tn 3 ala on piiritletud edela suunal Puiestee tänavaga, loodest Kasarmu tänavaga, põhjast Peetri tänav. Põhja küljel asub park, mis on olnud osa sõjaväe aladest üheskoos Kasarmu 3 alaga 19. sajandi lõpul. Pargis asub neogooti stiilis kirik ja 1905. aastal ehitatud hobusetall, mille arhitektuuri on kasutatud antud töö inspiratsioonina [1]. Puiestee 79 korterelamu, mis asub projekteeritava hoone vastas, on Stalini-aegne hoone, kus on väljapoole eenduvate osadega kujutatud valgeid sambaid.

## **2.3 Arhitektuuri üldlahendus**

### **2.3.1 Hoone paiknemine**

Projekteeritav hoone asub Puiestee tänava ääres, luues Puiestee tänavale omanäolist tänavafrondi. Hoonest kagu ja edela suunda on planeeritud identsed hooned, mida ühendab ühine maa-alune parkimine. Antud töös tuuakse välja äärmise hoone lahendust. Sarnases stiilis hooned asuvad Kasarmu ja Peetri tänava ääres, mis ümbritsevad krundi. Krundi keskel asub laste mänguväljak ja vaba aja veetmiseks mõeldud alad.

### **2.3.2 Hoone arhitektuuri üldkontseptsioon**

Hoone on ristkülikukujulise põhiplaaniga, kolme maapealse korrusega ja maa-aluse parklaga. Esimene korrus on osaliselt rendipindadeks jaotatud ja panipaikadeks. Panipaigad on viidud esimesele korrusele, et tekitada võimalikult palju parkimiskohti.

Hoone fassaad on kaetud punase kiviplaadiga S415 tartu, mis on inspireeritud lähedal asuvast ajaloolisest ratsakoolist ja kiriku säilmetest. Puiestee tänava poolses osas on kasutatud valget krohvi, millest loodud sammaste efekt peasissepääsu juures aitab siduda hoonet üle tee asuva Stalini-aegse korterelamuga. Valge krohv annab hoonele juurde õhulisust, mis aitab esile tuua kiviplaadi toone. Klaasid on tumeda tooniga ning ukse- ja aknaraamid mustad, mis annab hoonele sügavust.

### **2.3.3 Energiatõhusus ja sisekliima**

Korteritesse on projekteeritud erineva suurusega avatäited, mis tagavad ruumides vajaliku loomuliku valguse hulga. Lõuna ja põhja suunas on igal korteril kas sisse- või välja eenduv rõdu. Väljaeenduvatel rõdudel on toonklaasidega klaassüsteem, mis aitab takistada korterit ülekuumenemist. Projekteeritud välispiirded vastavad määrusega ette nähtud energiatõhususe miinimumnõuetele.

### **2.3.4 Hoone ruumid**

Hoone on 18 korteri ja 4 äripinnaga korterelamu. Esimesel korrusel asuvad äripinnad, panipaigad, tehnilised ruumid ja suur koridor. Äripindadel on oma sissepääsud jalakäijate tänavalt, mis tagab neile ligipääsu jättes pea sissepääsud korteri elanikele. Teine ja kolmas korrus on jaotatud kaheks võrdseks osaks eraldi trepikodade ja liftiga. See aitab vältida pikkade koridoride teket, mis tekitab juurde privaatsustunde. Teisel ja kolmandal korrusel on 9 ühe kuni kolmetoalist korterit.

Hoonesse on projekteeritud:

|                   |                    |
|-------------------|--------------------|
| Parkla            | 712m <sup>2</sup>  |
| Äripinnad         | 472m <sup>2</sup>  |
| Eluruumide pinnad | 1112m <sup>2</sup> |

### **2.3.5 Akustika**

Nõuded välispiiretele tuleb määrata vastavalt välismüra suurusele hoone vahetus läheduses. Hoone asub Puiestee ääres, olles otseses tänavamüra ning mürataseme määramiseks tuleb teostada mürauring. Puiestee poolsed rõdud peavad olema õhutihedad ja rõduklaas ulatuma minimaalselt 30mm üle rõdu serva.

### 3. KONSTRUKTSIOONID

#### 3.1 Üldandmed

Projekti konstruktsiooni osa hõlmab valitud konstruktsioonitüüpide kirjeldusi.

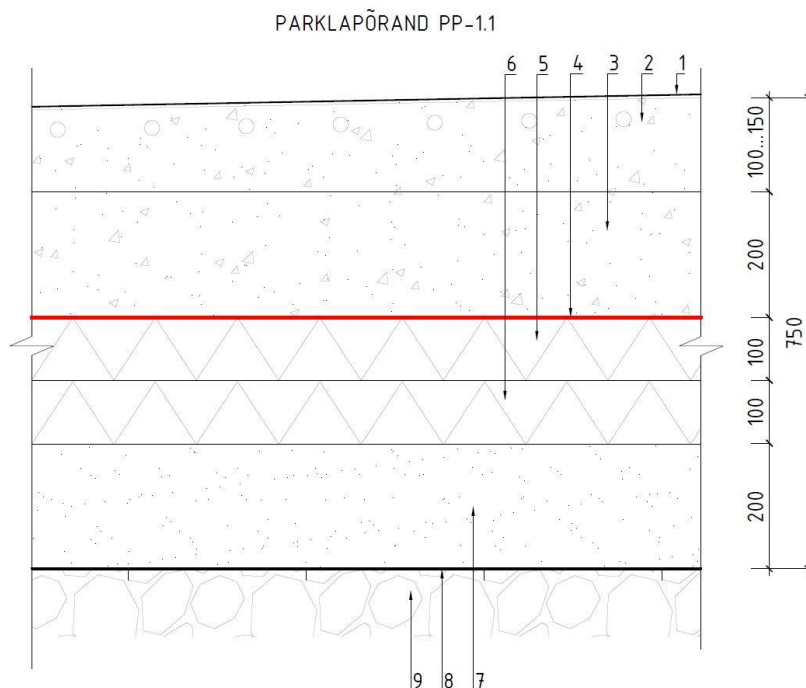
#### 3.2 Konstruktsiooni kirjeldus

##### 3.2.1 Vundament, aluspõrand ja sokkel

Hoone rajatakse plaatvundamendile. Täpsemate mõõtmete määramiseks tuleb teostada pinnaseuuring.

Keldrikorruse põranda moodustab valatud monoliitne raudbetoonist plaat, mis toetatakse pinnasele. Konstruktsiooni alus tuleb täita minimaalselt 200mm tihendatud liivaga.

PP – 1.1 PARKLAPÕRAND



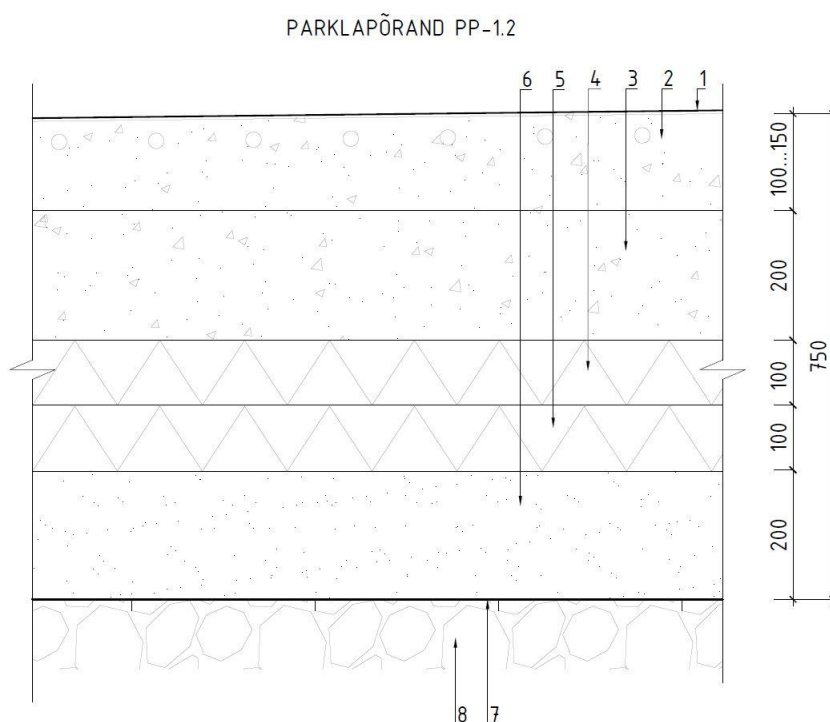
Tihendatud liiva ja pinnase vahele on projekteeritud filterkangas. Liivakihi peale tuleb EPS200 foam 200mm soojustus või analoog, mille survepinge 2% deformatsiooni korral on  $\geq 60\text{kPa}$  (10% deformatsiooni korral  $\geq 200\text{kPa}$ ).

Hüdroisolatsioonimembraan Preprufe 300R või analoog on projekteeritud 200mm paksuse plaatvundamendi ja soojustuse vahele. Vundamendiplaadi peal on kalletega 100...150mm raudbetoonplaat, mille sees on põrandaküttetorud. Kalded aitavad juhtida

sõidukite sisse toodud (lumesulavesi) vett veerennidesse. Viimasena pinnaviimistlus vastavalt arhitektursele osale.

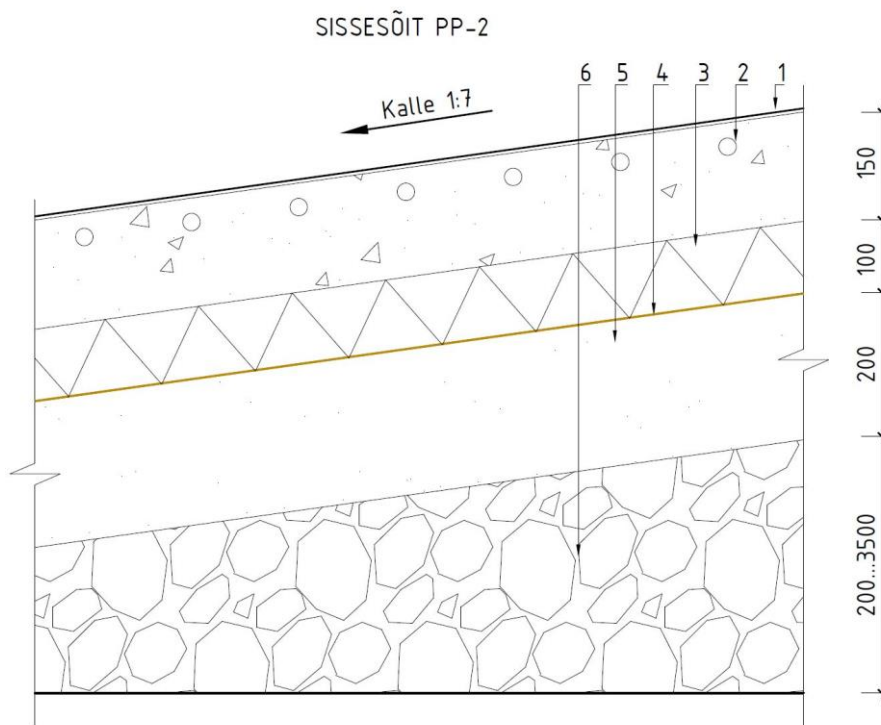
#### PP – 1.2 PARKLAPÕRAND VEETIHEDA BETOONIGA VARIANT

Tihendatud liiva ja pinnase vahele on projekteeritud filterkangas. Liivakihi peale tuleb EPS200 foam 200mm soojustus või analoog, mille survepinge 2% deformatsiooni korral on  $\geq 60\text{kPa}$  (10% deformatsiooni korral  $\geq 200\text{kPa}$ ). Soojustuse peal on 200mm kristallilise lisandiga plaatvundament ja 100...150mm raudbetoonplaat, mille sees on põrandaküttetorud. Kalded aitavad juhtida sõidukite sisse toodud (lumesulavesi) vett veerennidesse. Viimasena pinnaviimistlus vastavalt arhitektursele osale.



#### PP – 1.2 PARKLAPÕRAND VEETIHEDA BETOONIGA VARIANT

Kalle moodustatakse tihendatud pinnasest, mille peale läheb 200mm tihendatud killustikku. Selle peale geotekstiil, mis kaitseb juurikate läbitungimise eest. Lisaks 100mm EPS200 foam ja 150mm raudbetoonplaat, mille sees on põrandaküttetorud.



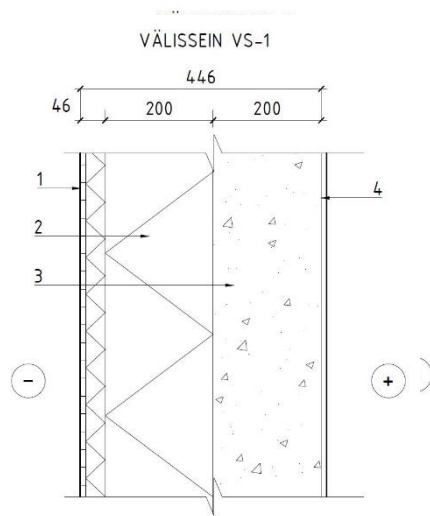
Sokkel koosneb keldrikorruse monoliitsest raudbetoon seinast ja 200mm paksusest EPS100-st. Maa-aluse osa hüdroisolatsioon on lahendatud kahe meetodiga, kus ühel juhul kasutatakse veetihedat membraani ja teisel kristallilise lisandiga veetihedat betooni.

### 3.2.2 Välisseinte konstruktsioonid

Kandvad välis- ja siseseinad on 200mm paksud monteeritavad raudbetoonpaneelid. Keldrikorruse seinad on monoliitsest raudbetoonist. Hoone jäikus ja stabiilsus tagatakse vundamendi, jäikusseinte, postide ja vahelaeplaatide koostöös.

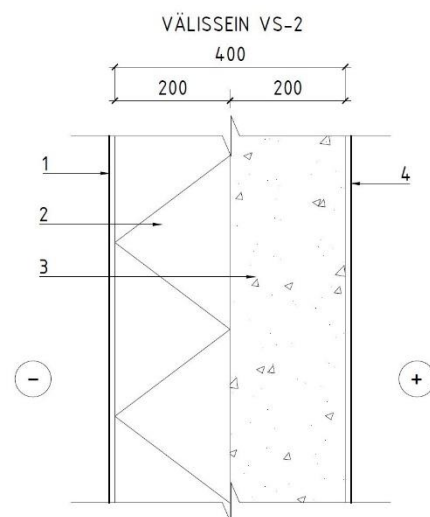


### VS-1



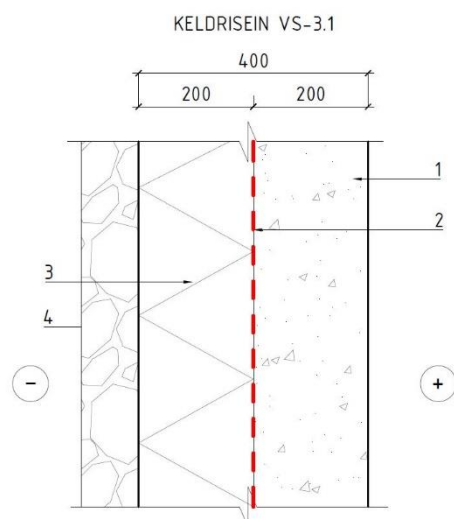
Kandekonstruktsioon on 200mm paks raudbetoonpaneel, soojustus on 200mm polüstürool EPS60. Niisketes ruumides tuleb kasutada hüdroisolatsiooni. Välisviimistlusena kasutatakse 46mm paksu Raketerm S415 tartu fassaadipaneeli.

### VS-2



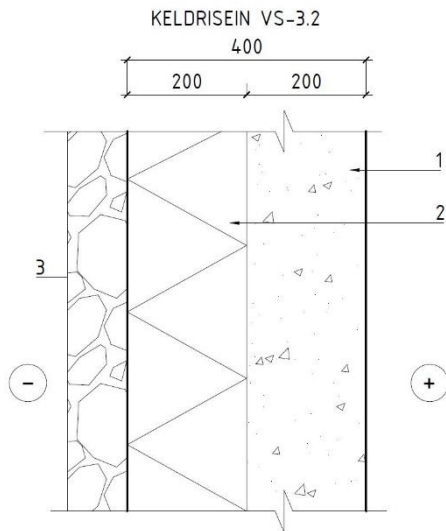
Kandekonstruktsioon on 200mm paks raudbetoonpaneel, soojustus on 200mm polüstürool EPS60. Niisketes ruumides tuleb kasutada hüdroisolatsiooni. Välisviimistlusena kasutatakse silikoonkrohvi RAL9003.

### VS-3.1



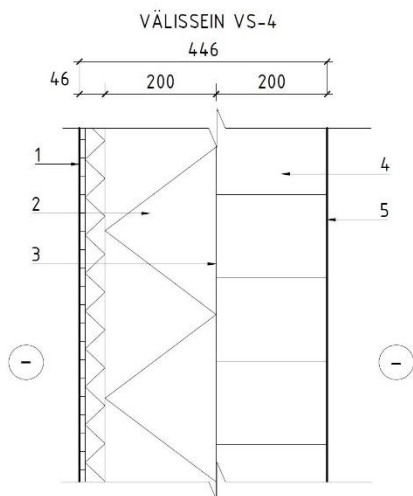
Parklakorruse kandekonstruktsioon on 200mm paks monoliitne raudbetoon, soojustus on 200mm XPS300 foam SL või analoog. Raudbetooni ja soojustuse vahele läheb hüdroisolatsioon „musta vanni“ meetodi puhul.

### VS-3.2



Parklakorruse kandekonstruktsioon on 200mm paks monoliitne raudbetoon, soojustus on 200mm XPS300 foam SL või analoog. „Valge vanni“ meetodil kasutatakse veetihedat betooni, milles on kristalliline lisand, mis töötab hüdroisolatsiooni kihina

### VS-4

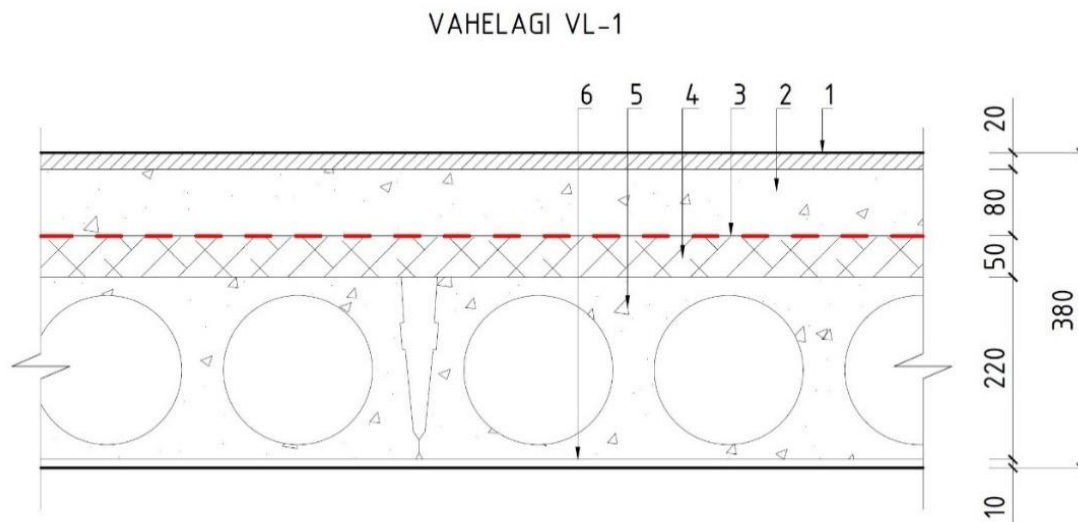


Kandekonstruktsioon on 200mm paks fibo plokk, soojustus on 200mm polüstürool EPS60. Fibo ploki peale panna hüdroisolatsioon ülespöördega parapeti peale. Välisviimistlusena kasutatakse 46mm paksu Raketerm S415 tartu fassaadipaneeli.

### 3.2.3 Vahelagede konstruktsioonid

Vahelaed jagunevad kaheks, kus peamine erinevus asub soojustuses.

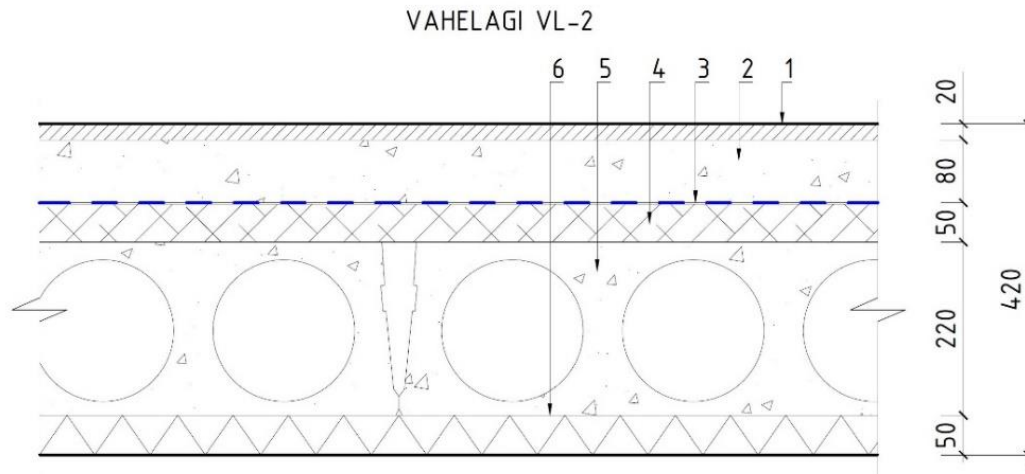
VL-1



Kandekonstruktsioon on 220mm paks monteeritav raudbetoon õõnespaneel, mille peale läheb 50mm mürasummutusplaat Isover FLO-50 või analoog ja polüetüleenkile. Selle peale valatakse 80mm pealevalubeton, mille sisse paigaldatakse põrandaküttetorustik. Viimistluseks parkett või keraamiline plaat. Niisketes ruumides tuleb kasutada keraamilise plaadi all hüdroisolatsiooni, mis on ülespööretega seintele. Õõnespaneelid on alt krohvitud.

VL-2

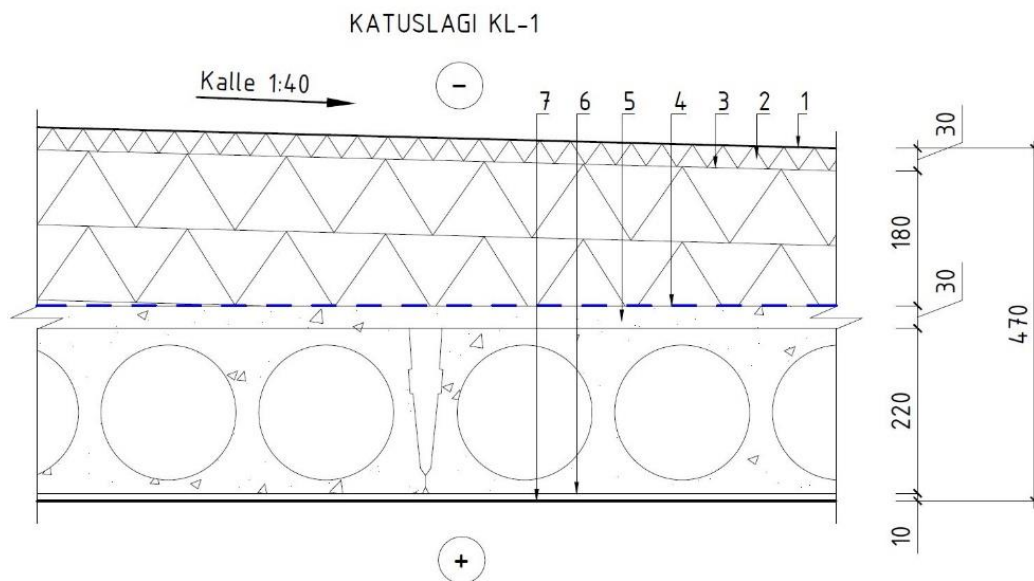
Kandekonstruktsioon on 220mm paks monteeritav raudbetoon õõnespaneel, mille peale läheb 50mm mürasummutusplaat Isover FLO-50 või analoog ja aurutõkketega seintele 60mm. Selle peale valatakse 80mm pealevalubeton, mille sisse paigaldatakse põrandaküttetorustik. Viimistluseks parkett või keraamiline plaat. Niisketes ruumides tuleb kasutada keraamilise plaadi all hüdroisolatsiooni, mis on ülespööretega seintele. Õõnespaneelid all läheb 50mm klaaskiud villa Rockwool Ventirock F+ või analoog.



### 3.2.4 Katusekonstruktsioonid

KL-1

Lamekatus on kavandatud sisemise sadevee äravooluga. Kandvaks konstruktsiooniks on 220mm monteeritavad raudbetoon õõnespaneelid. Peale valatakse 30mm tasanduskiht, mis kaetakse aurutõkkemembraaniga. Katuse kalle 1:40 tehakse soojusisolatsiooniga (180...350mm), kus tuulutussooned 15x20 s150 on ülemises osas. Peale läheb 30mm kivivilla plaat Paroc ROB60 või analoog ja kahekihiline sbs-bituumenrullmaterjalist katusekate.



### **3.2.5 Siseseinad**

Kandvad siseseinad on raudbetoonpaneelidest. Mittekandvad kergseinad on mitmekihilise kipsplaadistusega kaetud karkass-seinad. Niiskete ruumides kasutada hüdroisolatsiooni ja niiskuskindlamat kipsplaati. Viimistlusena kasutada värvi, tapeeti või keraamilist plaati.

### **3.2.6 Avatäited**

Hoone aknad on musta värvi (RAL9004) plastikprofiiliga ning kolmekordse klaaspaketiga. Klaasid on toonitud tumedamaks. Aknasüsteemi soojajuhtivus ei ole üle  $0,95 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ .

Välisüksed on kolmekordse klaaspaketiga, värvitud alumiiniumraamis (must RAL9004) ning soojajuhtivus ei ole üle  $1,10 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ .

Korterite välisüksed on puitkonstruktsioonist, mis vastavad EI30 nõuetele. Hoonete korruste vahelised trepid rajatakse monteeritavast raudbetoonist. Korterite ja äripindade sisesed uksed on spoonitud puituksed.

### **3.2.7 Sisetrepid**

Hoones on kaks trepikoda, mis on projekteeritud monteeritavatest raudbetoon elementidest. Trepilaius on 1000mm.

### **3.2.8 Lift**

Hoonesse on projekteeritud 2 lifti, mille kabiini laius on 1100mm ja sügavus 1400mm. Tõstejõud on 630kg, mahutavusega 8 inimest ja liikumiskiirus 1m/s. [10]

### **3.2.9 Rõdud**

Välja eenduvad rõdud on planeeritud klaasimissüsteemiga, mis kaitseb rõdu linnatolmu eest. Sisse poole eenduvad rõdud on klaaspiirdega. Piirde kõrgus on 1100mm rõdu

põrandast, vastavalt RT 103344-ET nõuetele. Mõraanalüüsi tulemuste järgi kohendada piirete kõrgusi.

## **4. HÜDROISOLATSIOONI LAHENDUSED KASARMU TN 3 HOONE NÄITEL**

### **4.1 Võõbatava- või kleebitava hüdroisolatsiooni ehk „must vann“ näitel**

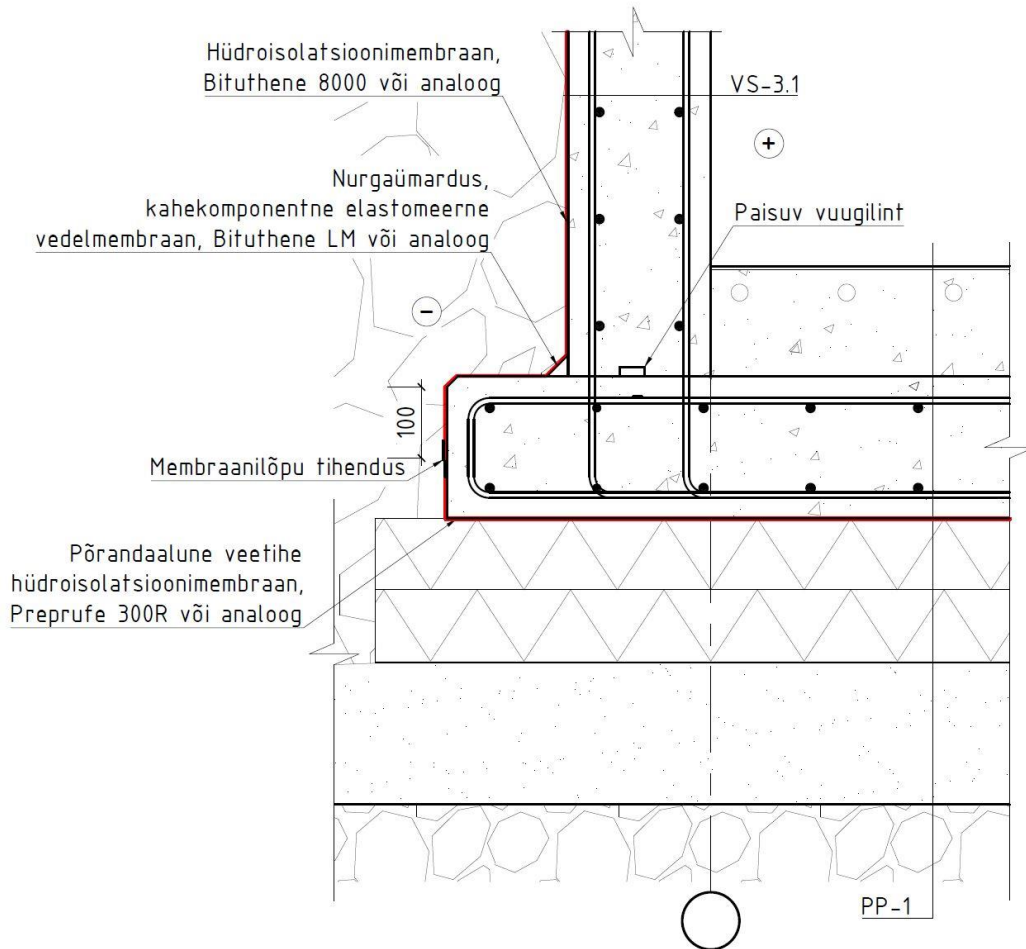
#### **4.1.1 Vundamendiplaadi ja seina ühendumise koht**

Membraanhüdroisolatsiooni lahenduse puhul tuleb lisada plaatvundamendi alla kas soojustuse kiht või betoonalus, et vältida membraani vigastamist või rebenemist. Alumisele osale valiti Preprufe 300R, mis on mõeldud suurt koormust kandvate plaatvundamentide alla. Membraan moodustab vee,- niiskuse-, kemikaalide- ja gaasikindla tõkke ning ei sõltu veesurve. Lisaks nakkub antud toode täielikult valatud betooniga, mis takistab vee igasuguse sissetungi ehitisse. [34]

Alternatiivina võib kasutada WFP Pre-Tec Membrane Plus, mis on värske betooniga täielikult nakkuv ja elastne. On paljude keemiliste ühendite suhtes vastupidav, gaasitihe, veekindel. [35]

Seinte kaitsmiseks valiti Bituthene 8000 membraanhüdroisolatsioon, mis sobib väga hästi kokku Preprufe 300R-ga. Antud materjal kaitseb vee, niiskuse ja gaasi eest. Enne seina paigaldamist katta pinnad üle Primer S2 kihiga ning kleepida toode aluskihile. Aluskihti ei tohi panna vundamendiplaadi alla oleva membraani peale. Bituthene on vastu pidanud enam kui 70m veesambale ning vigastuste teket on kerge märgata, kuna purustunud kohta paistab mustana läbi pealmise halli kile [36]. Alternatiivina võib kasutada ka WFP Pre-Tec Membrane Plusi.

Valikul sai määravaks pinnasevee tase ning paigalduse lihtsus. Väljatoodud membraanid kannatavad suuri koormusi ja on veekindlad ka suurema surve korra. Lisaks on tagatud ka gaasikindlus. Parkla korrus on keskkonna klassiga 1, mis ei vaja niiskusekindlust, kuid arvesse võeti survevee olemasolu. Hoone ümber on projekteeritud drenaaž. Lahendus Joonis 4.

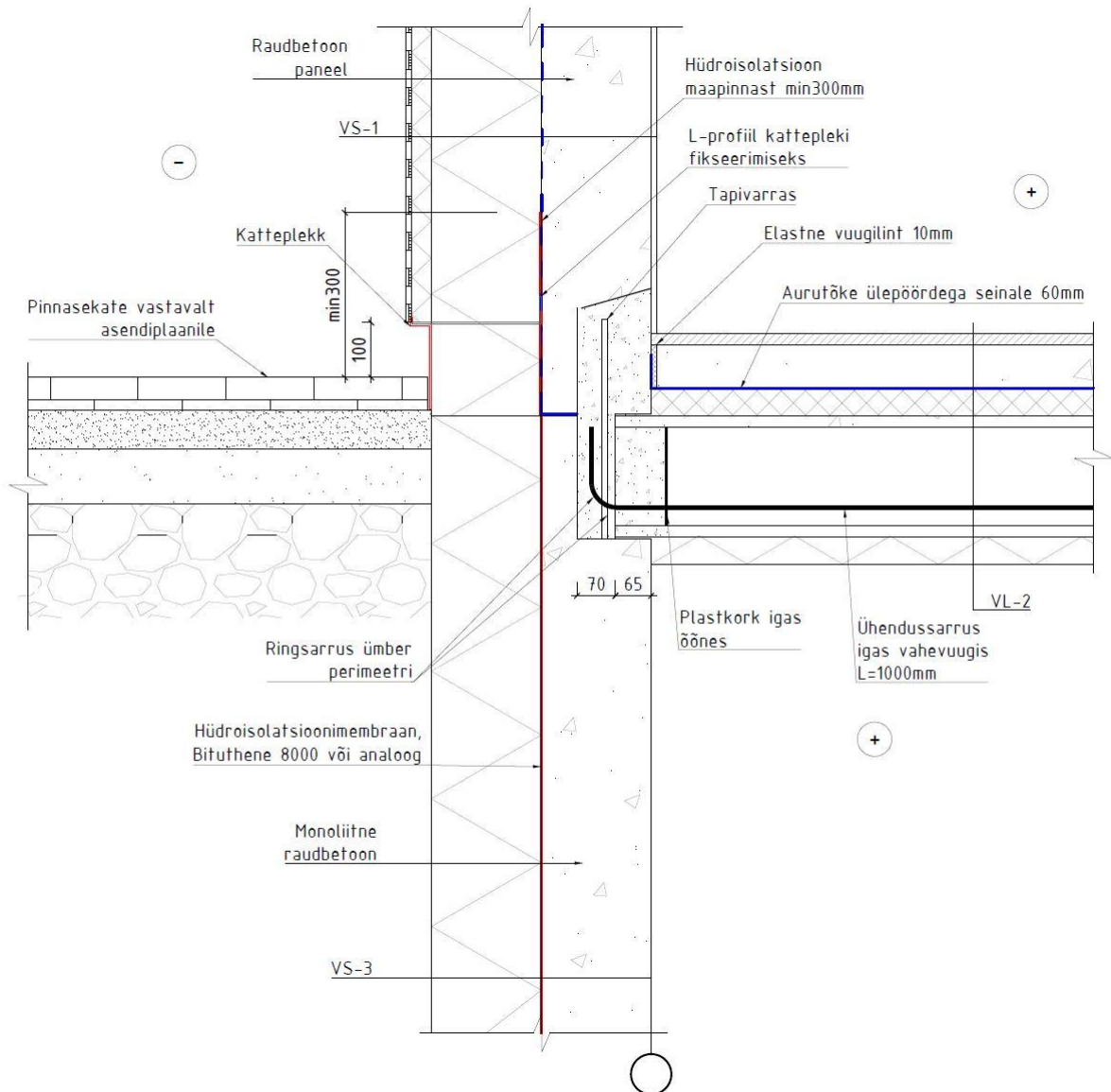


Joonis 4 Membraanhüdroisolatsiooniga lahendus vundamendiplaadi ja seinä ühendus kohas

#### 4.1.2 Sokkel

Kasutada Bituthene 8000 membraanhüdroisolatsiooni. Hüdroisolatsioon tuleb viia maapinnast 300mm kõrgusele, et kaitsta konstruktsiooni pritsiva vee eest [7]. Välisfassaadi alaosas on kasutatud katteplekki, et veepritsmed ei satuks fassaadile. Membraanhüdroisolatsiooni peab paigaldama katkematult, sest pinnasevesi ei asu rajatavast hoonest madalamal [49]. Horisontaalselt peab ülekate olema vähemalt 100mm ja vertikaalselt vähemalt 150mm. Lahendus Joonis 5.

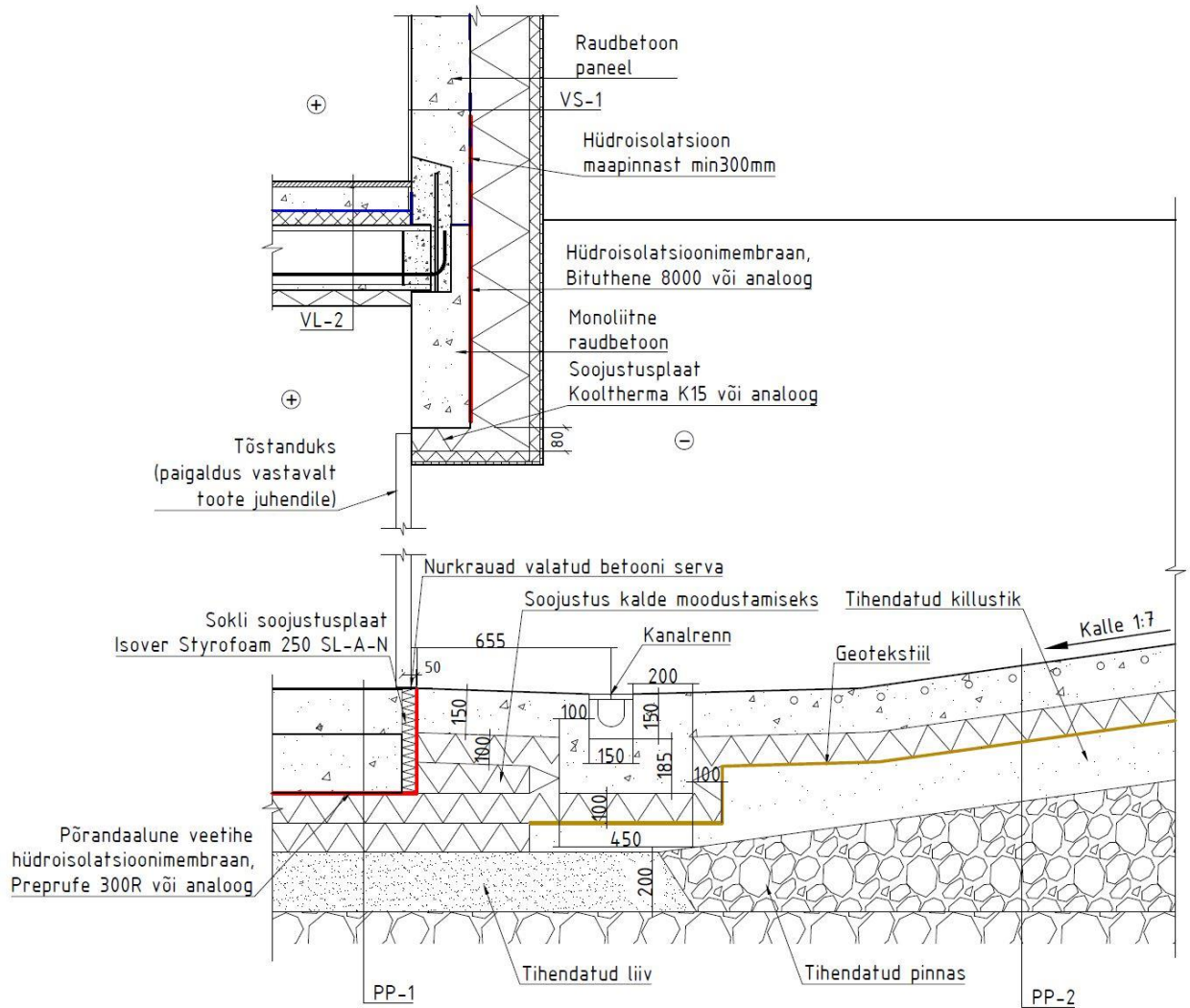




Joonis 5 Membraanhüdroisolatsiooniga lahendus sokli sõlmes

#### 4.1.3 Kaldtee ühendumine parklaga

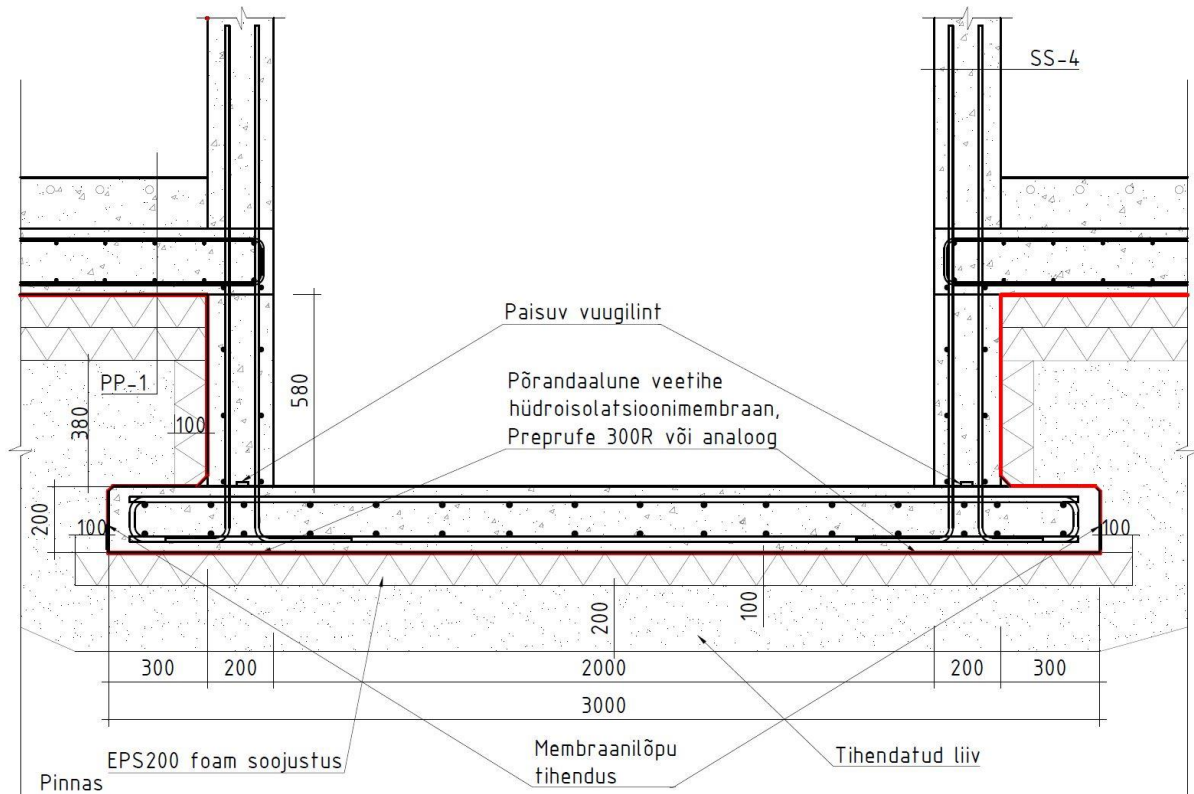
Parkla vundamendiplaadi all kasutada Preprufe 300R membraan katet ja seinal Bituthene 8000 või analoogi. Kalde osas kasutada geotekstiili, mis takistab taimede juursetikul läbi tungida betoonini. Parklaosa ja kallaku vahele paigaldada veerenn, mis juhib vee hoonest eemale. Kaldtees on põrandaküttetorud, et vältida talvel tee jäätumist ning libedaks muutumist. Lahendus Joonis 6.



Joonis 6 Membraanhüdroisolatsiooniga lahendus kaldtee ühendumisel parklaga

#### 4.1.4 Liftišahti alusplaadi ühendumine seintega

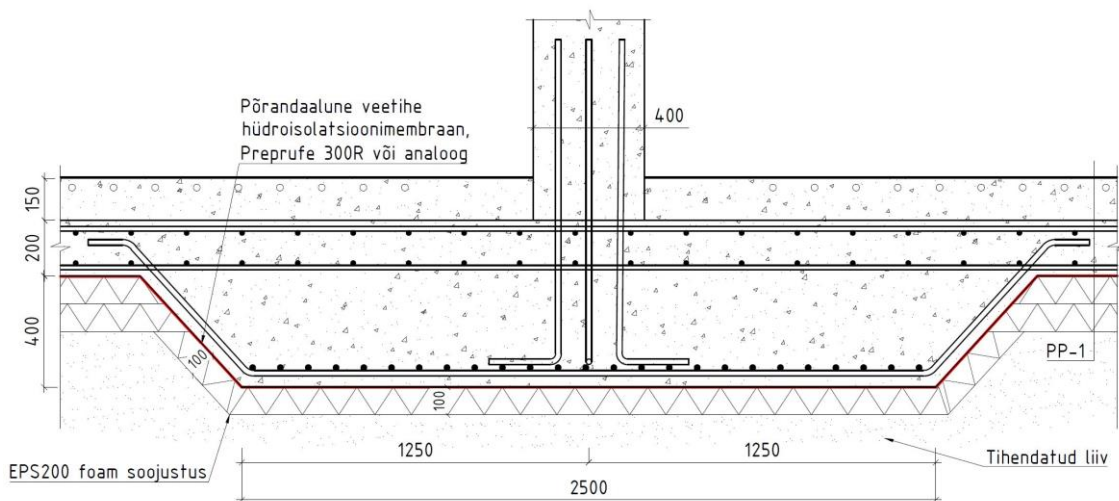
Kasutada Preprufe 300R membraan katet või analoogi. Lahendus Joonis 7.



Joonis 7 Membraanhüdroisolatsiooniga liftišahti alusplaadi ja seinte ühendumine

#### 4.1.5 Posti ja plaatvundamendi liitumissõlm

Kasutada Preprufe 300R membraan katet või analoogi. Hüdroisolatsioon ei tohi katkeda. Lahendus Joonis 8.

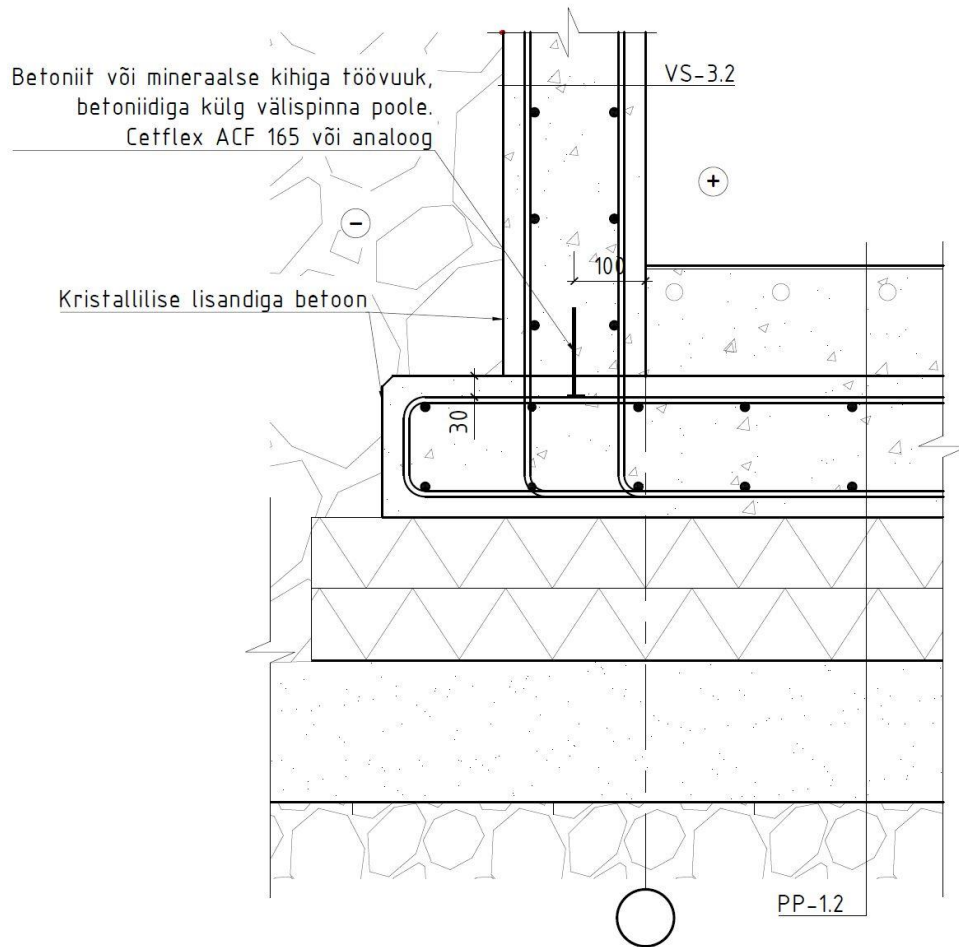


Joonis 8 Membraanhüdroisolatsiooniga posti ja alusplaadi liitumissõlm

## **4.2 Kristallilise lisandiga veetiheda betooni ehk „valge vann“ näitel**

### **4.2.1 Vundamendiplaadi ja seina ühendumise koht**

Kristallilise lisandiga veetiheda betooniga lahenduse korral oli vajalik lisada seina ja vundamendiplaadi ühendumiskohta töövuugiplekk. Töövuugipleki eesmärk on takistada vee sissetungi hoonesse. Valituks osutus betoniit kihiga töövuugiplekk, sest pinnasevesi on kõrgemal kui antud sõlm ning betoniidi kiht annab lisa kaitse. Võib kasutada ka mineraalse kattega töövuugiplekke. Ceflex ACF on Swelltite´i kihiga kaetud tsinkplekist vuugiprofiil, mis on ette nähtud betoonivalu töövuukide veetiheduse saavutamiseks [37]. Betoniidiga külg tuleb paigaldada välispinna poole. Paigaldatakse objektialusplaadi armatuurile metallaasadega ning nurgad painutatakse kohapeal. Lisa hüdroisolatsioon pole tarvis, sest tegu on parklaga, kus on lubatud niiskuslaigud ja vee nõrgumised (Tabel 2 ja Tabel 3). Veepidavuse saavutamiseks kasutada betoonilisandeid- näiteks Xypex Admix või BETOCRETE-CP-360-WP. Hoone ümber on projekteeritud drenaaž. Lahendus esitatud Joonis 9.



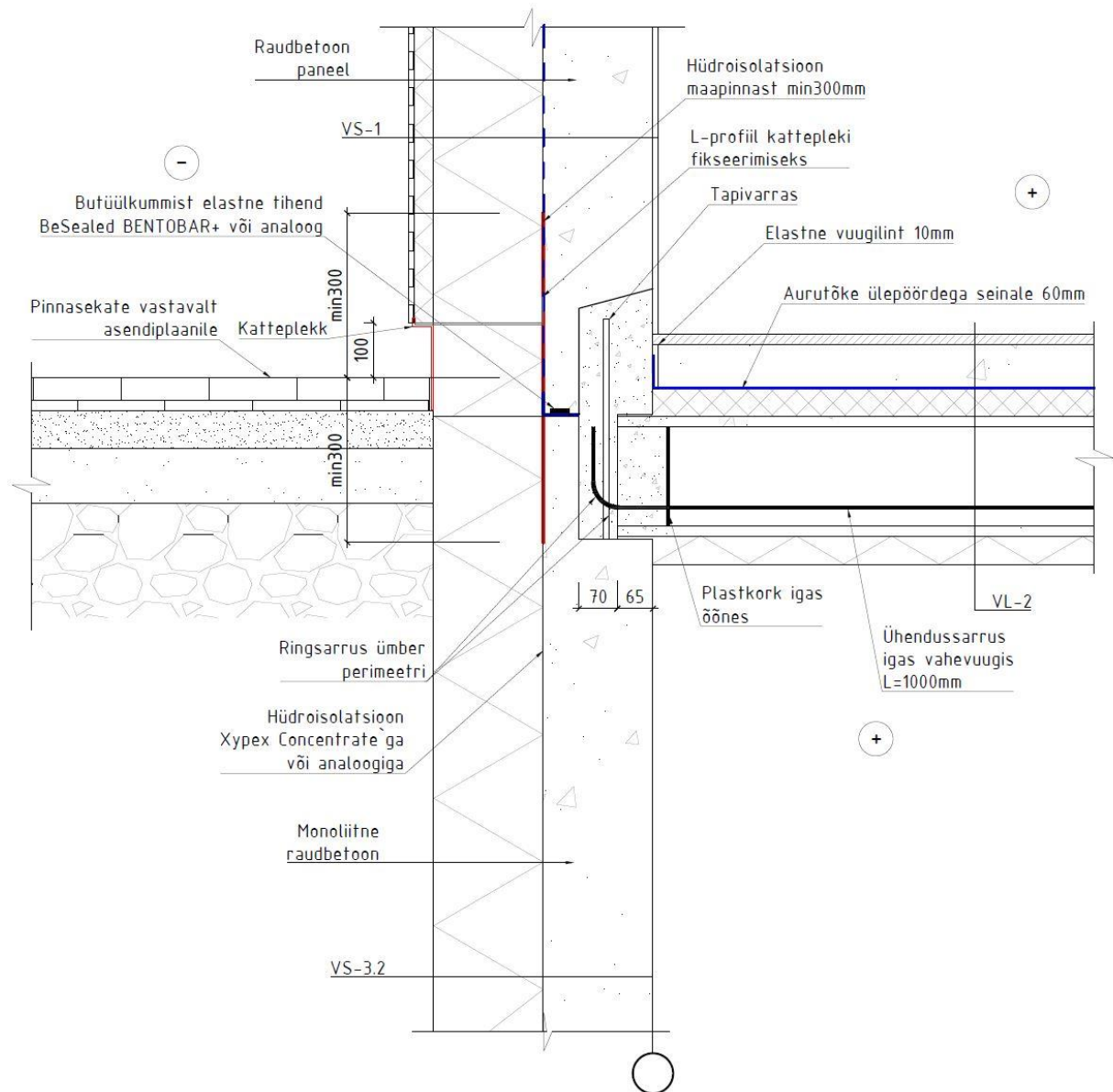
Joonis 9 Kristallilise lisandiga veetiheda betooniga lahendus vundamendiplaadi ja seina ühendus kohas

#### 4.2.2 Sokkel

Sokli lahendusel ei piisanud ainult veetihedast betoonist, vahelae konstruktsioon asub maapinnast allpool. Kui vahelae konstruktsioon oleks asetunud kõrgemal, oleks piisanud üksnes elastsest tihendist või vuugiprofiilist. Lisaks oleks sellisel juhul pidanud tellima esimese korruse raudbetoonpaneelid kristallilise lisandiga, mida saab lisada elemenditootja tehases. Praeguses olukorras tuli lisaks kasutusele võtta Xypex Concentrate tsementsegu, mis antud olukorras toimib hüdroisolatsioonina. Üldiselt kasutatakse antud toodet ehitusvuukide tihendamiseks või parandatakse lekkivaid pragusid, vigaseid ehitusliiteid ja muid defekte [32]. Omadused on samad veetiheda betooniga- reageerib veega tekitades katalüütilise reaktsiooni, mis parandab tekkivaid pragusid. Toode talub äärmist hüdrostaatilist survet, vastupidav agressiivsetele kemikaalidele, toote paigaldamisel ei ole ohtu vigastuste teketele (toode ei rebene või õmblused ei tule lahti, sest neid pole), ei vaja kaitset tagasitäitmise ajal.

Hüdroisolatsioon on vaja viia maapinnast 300mm kõrgusele nii nagu ka membraanhüdroisolatsiooni korral ja soovituslikult mõned sentimeetrid vahelae konstruktsioonist alla poole.

Monteeritava seinapaneeli ja monoliitse sokliseina vaheline vuuk tehakse veekindlaks BeSealed BENTOBAR+ või analoogse tootega, mis on butüülkummist elastne tihend, mis paisub veega kokkupuutel. Toode on mõeldud ehitusvuukide tihendamiseks ning on valmistatud kõrgekvaliteetsest butüülkummist ja naatriumbentoniidist [38]. Tihend kannatab hästi kuiv-märg tsükleid ning teatud arv tsüklite järel uhutakse osa lindi materjalist väliskeskkonda. Selle käigus täidavad lindi osad ümbruses olevad praod ja lõhed, mis omakorda tagab konstruktsiooni veetiheduse. Lahendus esitatud Joonis 10.

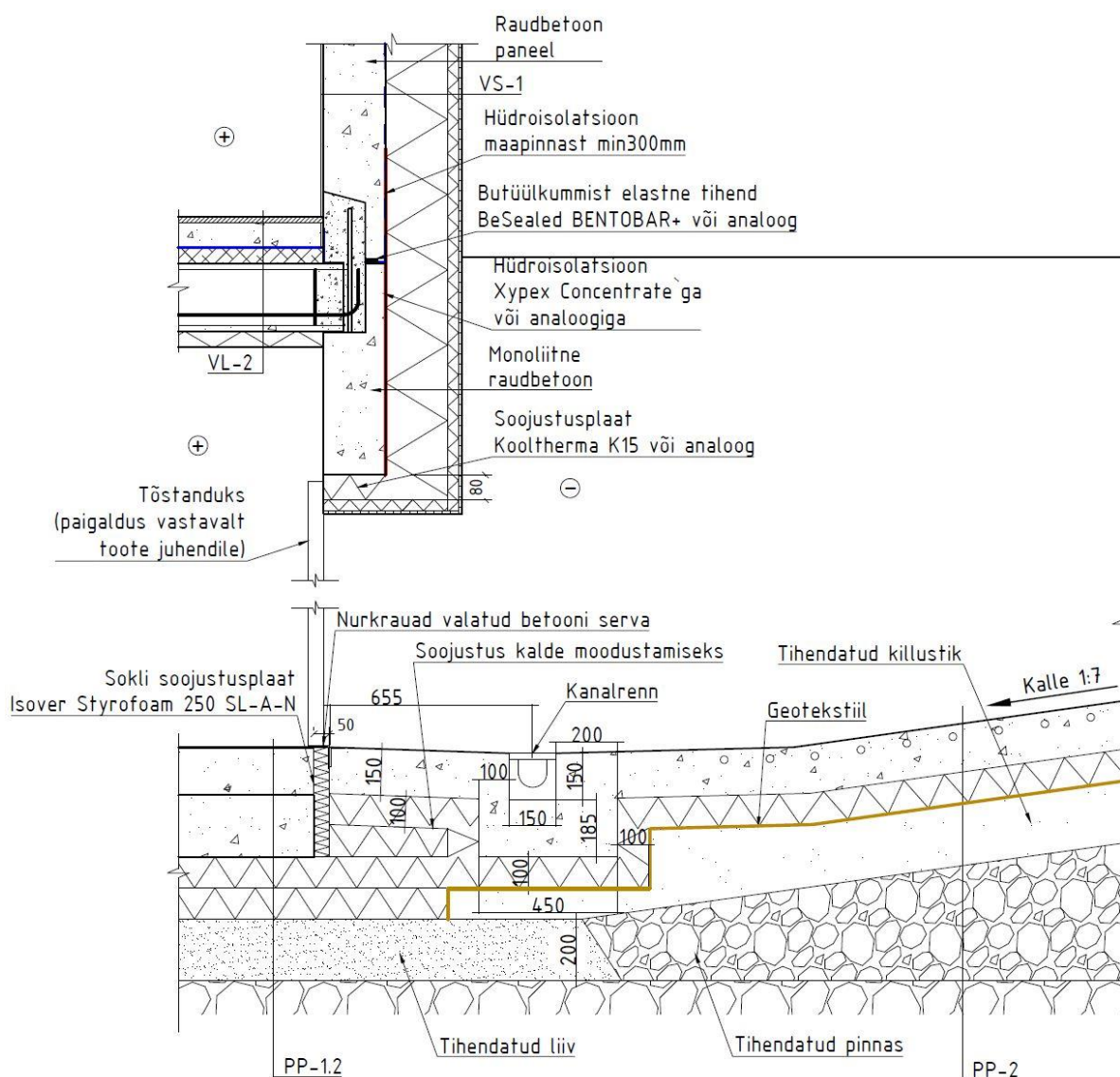


Joonis 10 Kristallilise lisandiga veetiheda betooniga lahendus sokli sõlmes

#### 4.2.3 Kaldtee ühendumine parklaga

Lahendus on analoogne membraanhüdroisolatsiooniga, kuid puutub vundamendiplaadi alune hüdroisolatsioon. Sokli osas sama lahendus, mis eelnevalt Xypex Concentrate tsementseguga, mis viiakse kuni avani välja. Veepidavuse saavutamiseks kasutada betoonilisandeid- näiteks Xypex Admix või BETOCRETE-CP-360-WP. Lahendus esitatud Joonis 11.



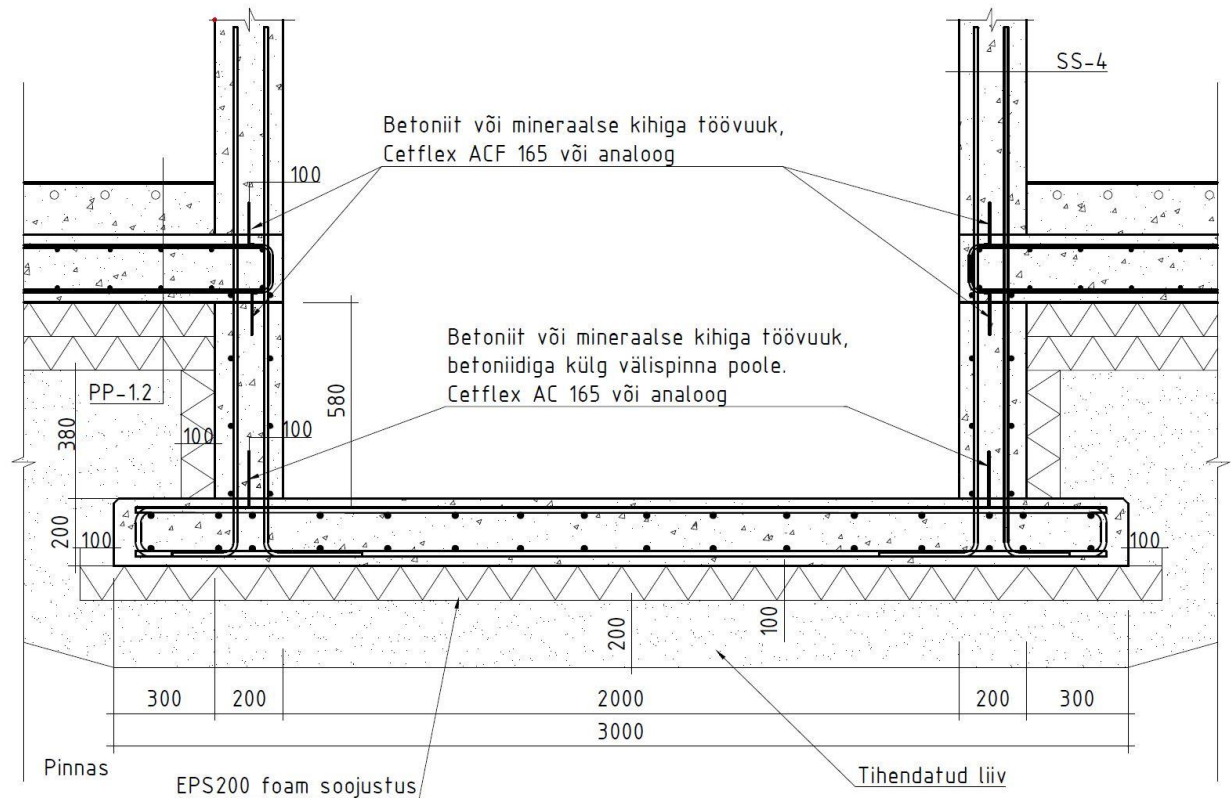


Joonis 11 Kristallilise lisandiga veetiheda betooniga lahendus kaldtee ühendumisel parklaga

#### 4.2.4 Liftišahti alusplaadi ühendumine seintega

Liftišahti lahendusel on kasutatud kahte sorti töövuuki- Cetflex ACF 165 ja AC 165, mille erinevus seisneb kujus. ACF 165 töövuuk on L-kujuline ja pikem osa on 125mm pikk, AC 165 on aga sirge 165mm pikk töövuuk. Veepidavuse saavutamiseks kasutada betoonilisandeid- näiteks Xypex Admix või BETOCRETE-CP-360-WP. Lahendus esitatud Joonis 12.

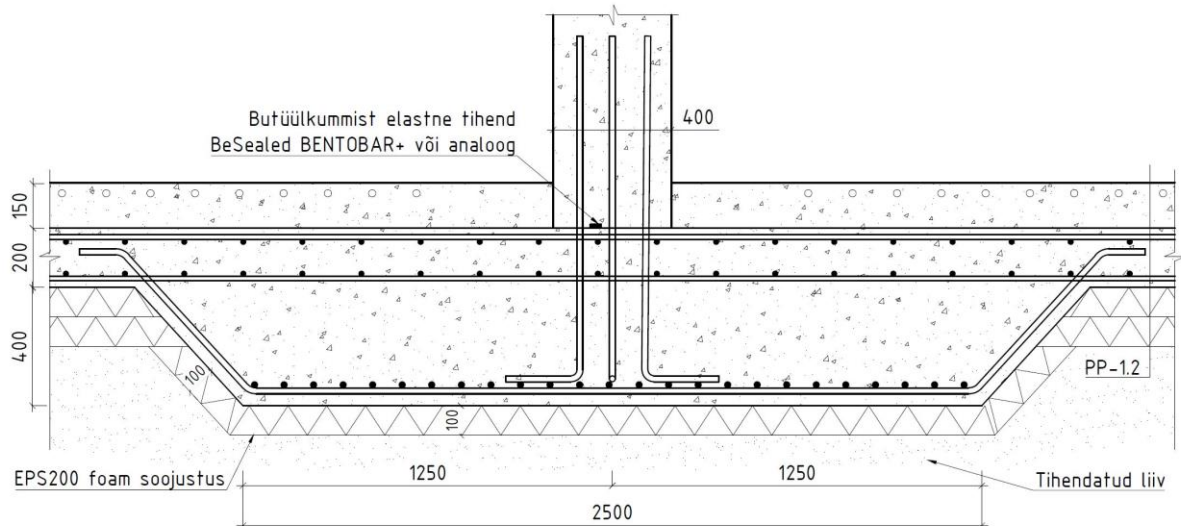




Joonis 12 Kristallilise lisandiga veetiheda betooniga lahendus liftišahti alusplaadi ja seinte ühendumine

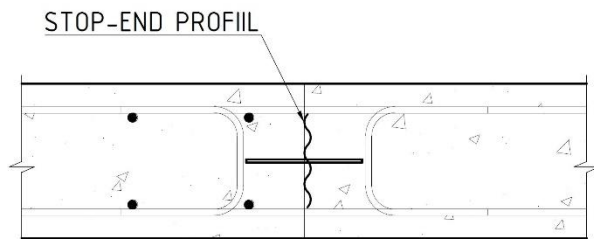
#### 4.2.5 Posti ja plaatvundamendi liitumissõlm

Posti ja alusplaadi ühendamisel on kasutatud butüülkummist elastset tihendit. Eraldi töövuumi posti puhul ei kasutata. Veepidavuse saavutamiseks kasutada betoonilisandeid- näiteks Xypex Admix või BETOCRETE-CP-360-WP Lahendus esitatud Joonis 13.



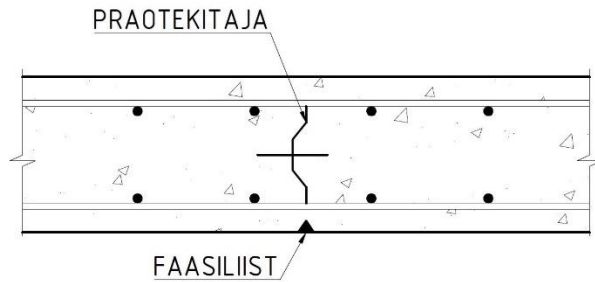
Joonis 13 Kristallilise lisandiga veetiheda betooniga lahendus posti ja alusplaadi liitumissõlm

#### 4.2.6 Töövuugid



Joonis 14 Stop-end profiili kasutamine elemendi jätkamiseks

Joonis 14 on esitatud betonelemendi jätkamise tüüplahendus stop-end profiiliga. Profiil koosneb terasplekist hõlmadest ning teraspleki lehest, mis on ühelt poolt kaetud mineraalse kattega, mis tagab ühenduskohas veekindluse. Profiili kasutatakse põranda, seinä või lae raketiste jaoks peidetud raketisena töövuugis. Terasplekist hõlmad on tapikujulise ristlõikega, et säilitada konstruktsiooni tugevust. Element paigaldatakse armatuuri vahele kasutades sidumistraati. [40]



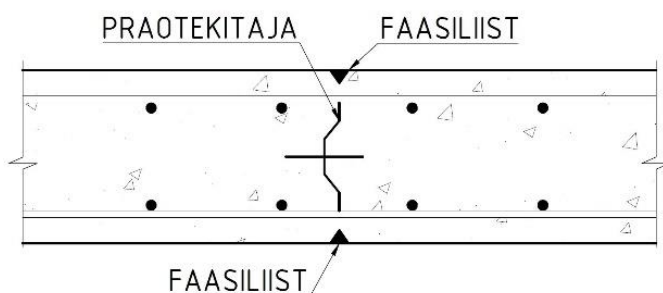
Joonis 15 Praotekitaja põrandaplaadis

Praotekitaja koosneb teraspleki lehest, mis on ühelt poolt kaetud mineraalse kihiga ja terasplekist hõlmadest. Mineraalse kihiga teraspleki leht, mis on 150mm lai, tagab veekindluse ja hõlmad tekitavad prao. Praotekitaja olulisus seisneb betooni mahukahanemise tagajärjel tekkivate pragude veeläbilaskmise vältimiseks. Kui on teada, kuhu pragu tekib ning see on veekindlaks tehtud, on vee sissetung hoonesse ennatlikult takistatud. Profiil paigaldatakse armatuuri vahele sidumistraadiga. Vundamendiplaadi alumisele poolele on soovituslik paigaldada faasiliist, et soodustada prao tekkimist soovitud kohale. [41]

Joonis 16 on esitatud tüüplahendus seinaelemendi praotekitaja kohta. Praotekitaja on sama, mis alusplaadi puhul, kuid lisatakse mõlemale poole faasiliist. Paigalduse põhimõte on sama, mis alusplaadi korral. Vastavalt valemile 1.1 või kasutades tootja poolseid juhiseid.

$$L = \frac{H}{2d} = \frac{3,34}{2 \times 0,2} = 8,35m$$

on sobilik praotekitaja samm 8,35m.



Joonis 16 Praotekitaja seinaelemendis

### 4.3 Hüdrolatsioonilahenduste analüüs

„Musta vanni“ meetodi puhul tagatakse üheaegselt veetihedus ja aurutõke. „Valge vanni“ puhul tuleb eraldi lahendada aurutõke, sest veetihe betoon laseb veeauru läbi. Sellisel juhul saaks täielikult veetiheda betooniga lahendada parkimismajad, mis ei nõua niiskuskindlat keskkonda. Lisaks tuleb vajadusel mõelda ka gaasitõkke lahenduse peale, kui tekib selleks vajadus. See seab teatavaid piiranguid täielikult veetiheda betooniga hüdrolatsioonilahendamisel. Näiteks kõrge veetasemega alates on soovituslik kasutada veetihedat betooni, kuid kui nõutud on suurema kui 1. taseme keskkonnaklassiga ruume vastavalt Tabel 2 ja Tabel 3, on vajalik täiendav hüdrolatsioon.

Membraanhüdrolatsioonilahendamisel on vajalik aluspinna ettevalmistus – aluspind peab olema tasane ja tugev. Soovituslik on kasutada alusbetooni või tihendatud liiva, mis on täiendav ajakulu ja materjalikulu. Samuti vertikaalse aluspinna puhul on vajalik eelnev ettevalmistus, kas krohvimise või eelnevate kihtide lisamisega [34]. Veetiheda betooni puhul pole tarvis eelnevalt aluspinda ette valmistada, sest see töötab ka konstruktsioonina. Tööd saab alustada kohe pärast tihendatud killustiku valmimist, mis kiirendab tööprotsessi.

Membraanhüdrolatsioonilahendamise käigus vigastada ning vigastuste märkamata jäämise korral tekib potentsiaalne oht vee sissetungiks hoonesse. Vigastused on kergesti parandatavad teipide, vööpade või tootjate poolt pakutud lahendustega [34]. Hilisemad parandustööd võivad olla keerulisemad olenevalt hoone kahjustuse asukohast ja sellele ligipääsust

Veetiheda betooni puhul ei ole võimalik juhuslikult betooni vigastada nii, et tekkinud kahjustus mõjutaks hoone hüdrolatsioonisüsteemi. Halb paigaldus või lahendus mõjutavad tulevikus tekkivaid probleeme. Parandustööd on võimalik läbi viia seestpoolt lisades parandusmörti, jootbetooni või kiirkivistuvat tsementi [42]. Seega võib järeldada, et veetiheda betoonkonstruktsiooni parandustööd on lihtsamini läbiviidavad kui membraanhüdrolatsioonilahendamise korral.

Käesolevas uurimustöös ei kasutatud vööpisolatsioonilahendust, sest vastavalt lähteülesandele asub pinnasevesi maapinnani. Vööpisolatsioon ei ole käesolevas töös piisav kaitse vee eest, sest see ei kannata suuremat veega kokkupuudet ning on madala elueaga materjal vastavalt Tabel 4. Vööpisolatsioon tuleb aluspinnale peale kanda kas pritsi, rulli või pintsliga ning aluspinda on kokku 385m<sup>2</sup>. Kiirem ja lihtsam on kasutada membraanhüdrolatsioonilahendamise asemel.

Käesolev uurimustöö näitas, kuidas arhitektuurne lahendus mõjutas veetiheda betooni lahenduste väljakujunemist. Ilma välimise täiendava hüdroisolatsioonikihi pole võimalik veetiheda betooni töövuuke lahendada, kui vahelaekonstruktsioon asub madalamal kui maapind. Töövuugiprofiili eesmärk on tõkestada vee sissetungi hoonesse, kuid suurema vihmajärgi korral koguneb vesi soklis konstruktsiooni pinnale ja töövuuk ilma vuugiprofiilita ei garanteeri veepidavust. Seega on võimalik, et tekivad suuremad kui 0,4mm läbimõõduga praod, mida kristalliline lisand ei suuda parandada. Praod võivad tekkida mahukahanemisest või temperatuurimuutustest tingitud protsessidest. Seetõttu tuli lisada täiendav hüdroisolatsioon. Membraanhüdroisolatsiooni lahenduse puhul sellist probleemi ei tekkinud. Membraanhüdroisolatsiooni lahendamine on lihtsam ja kiirem kui veetiheda betooni puhul. Vajalik on lisa konsulteerimine tootjate ja lahendusi pakkuvate firmadega veetiheda betooniga projekteerimisel. Töövuukide veetihedaks muutmise sõlm lahendusi on vähe ning need pole universaalsed.

Tuginedes eespool leitudle valitakse „valge vanni“ meetodi, sest see vastab parkla keskkonnaklassi nõuetele, ei vaja eelnevat vertikaal ja horisontaal aluspinna ettevalmistamist, tulevikus tekkivad parandustööd on lihtsamini läbiviidavad ning odavamad. „Valge vanni“ meetodi sokli osa tuli lahendada sarnaselt „musta vanni“ meetodile lisades täiendavat hüdroisolatsiooni. Inglismaa standardi BS 8102:2009 alusel on soovitatud kasutada veetihedat betooni parklakorruste ja maa-aluste osade lahendamisel. Kui keldrikorruse kasutus muutuks parklast bürooks või eluruumiks, sobiks membraanhüdroisolatsioon rohkem kui veetihe betoon, sest tagatud on aurutihedus, mis on nõutud standardis BS 8102:2009.

## KOKKUVÕTE

Magistritööna on lahendatud Kasarmu 3 multifunktsionaalse hoone projekt koos parklakorruse hüdroisolatsiooni lahendustega. Arhitektuurne lahendus lähtus Raadi visioonivõistluse lähteandmetest ja õppeaine „NTS1873 Disainistuudio III (hoonete kompleksid)“ raames. Hoone koosneb kolmest maapealsest korrusest ja maa-alusest parklakorrusest. Täpsemalt keskenduti parklakorruse hüdroisolatsiooni lahendustele ja nende võrdlusele.

Töö koosneb kahest osast: erinevate hüdroisolatsioonilahenduste võrdlusest ja arhitektuurse eelprojekti seletuskirjast.

Hüdroisolatsiooni osas analüüsiti esmalt selle olulisust, tööpõhimõtteid ning mis võib juhtuda konstruktsiooniga, kui hüdroisolatsioon on puudulik. Selgitati välja, millised nõuded on erinevatel keskkonnaklassidel, mis tuleb hüdroisolatsiooniga tagada ning milliseid lahendusi kasutatakse. Käesolevas töös keskenduti kaht tüüpi lahendustele: membraan- ja veetiheda betooniga hüdroisolatsioon. Lahenduste koostamisel ja keskkonnaklassi määramisel kasutati Inglismaa standardit BS 8102:2009, sest seal on välja toodud nõuded veetiheda betooni kohta- Sakasamaa standard seda ei käsitle. Eestis puuduvad hüdroisolatsiooni käsitlevad normid- kasutatakse rohkem Saksamaa ja Inglismaa standardeid, mida on kasutatud paljude juhendite koostamisel. Võrreldes teiste riikide standarditega ei ole Eestis välja toodud eraldi pinnasega kokkupuutuvate ehitisosade, rõdude, mahutite, vannide ja siseruumide hüdroisolatsioonilahendusi.

Lahendati Kasarmu 3 multifunktsionaalse hoone vajalikud sõlmed, kus toodi välja vastavas lahenduses vaja minevad tooted. Lahendati järgmised sõlmed: plaatvundamendi ja seina ühendumissõlm; sokkel; liftšahti alusplaadi ja seina ühendussõlm; kaldtee ja parkla ühendumissõlm; posti ja alusplaadi ühendumissõlm. Lisaks lahendati veetiheda betooni korral töövuugid kedri seintes.

Lõpuks võrreldi lahendusi omavahel ning jõuti järeldusele, et veetiheda betooni kasutamine antud olukorras on sobivam kui membraanhüdroisolatsiooni, sest parkla kuulub vastavalt standardile BS 8102:2009 esimesse keskkonnaklassi, mis ei nõua niiskuskindlust ning veekoormus võib olla kõrge.

Töö teises osas esitatakse hoone arhitektuurne lahendus ja kirjeldatakse konstruktsiooni osi. Arhitektuurse osa projekteeriti kolmekordne multifunktsionaalne hoone maa-aluse parklaga. Lahendati äripindade ja elamuosade ruumiprogramm.

Hoonest tehti Revit mudel, mis annab parema ülevaate hoone arhitektuursest lahendusest ning võimaldab paremini näha kasutatud materjalide kokkusobivust.

Eestis pole tehtud uurimustöid hoonete maa-aluste hüdroisolatsioonide lahendustele. Uuritud on sildade ehitamisel kasutatavaid ja niiskete siseruumide hüdroisoleerimise lahendusi. Peamiselt on käsitletud teede ja sildade lahendusi. Järgmistes uurimustöodes võiks uurida veetiheda betooni paranemisomadusi erinevates hüdrogeoloogilistes tingimustes, sealhulgas kokkupuutel mereveega. Lisaks vääriks uurimist koos katsetamistega vuukide veetiheduse tagamist betoniitvuugiprofiiliga ja mineraalse lisandiga vuugiprofiiliga. Mahuka ja huvitava uurimustöö saaks teha ka hüdroisolatsiooni lahenduste avariiliste lahenduste parandamisvõimaluste võrdlemisest.

## KASUTATUD KIRJANDUS

- [1] Raadi piirkonna visioonivõistlus. <https://www.tartu.ee/et/raadi-piirkonna-visioonivoistlus> (20.09.2021)
- [2] J. Brito; R. Kurda (2020). The past and future of sustainable concrete: A critical review and new strategies on cement-based materials. Holland: Elsevier.
- [3] A. Grachev (2021). Waterproofing methods comparison in Russia and Finland. Soome: Häme University of Applied Sciences.
- [4] A. V. Brito; F. R. Pinto; E. C. N. M. Pinheiro (2021). The Importance of Waterproofing Structural Parts of a Building. Brasiilia.
- [5] Vundament ja sokkel. Parandamine ja parendamine. <https://www.muinsuskaitseamet.ee/et/vundament-ja-sokkel-parandamine-ja-parendamine> (28.03.2022)
- [6] Primostar. Vundamendi hüdroisolatsioon. <https://primostar.eu/et/ehitusvaldkond/vundamendi-hydroisolatsioon/> (28.03.2022)
- [7] Tarmatrade. Hoonete hüdroisolatsioon. <http://www.tarmatrade.ee/wp-content/uploads/2017/04/Hoonete-h%C3%BCdroisolatsioon.pdf> (28.03.2022)
- [8] Langeproon. Hüdroisolatsioonimaterjalid. <http://www.langeproon.ee/wp-content/uploads/Adae-Cetco-H%C3%BCdroisolatsioonimaterjalid.pdf> (02.04.2022)
- [9] Hüdroisolatsioonimaterjalid. <http://www.mtgrupp.ee/tootekategooria/hydroisolatsioon/> (02.04.2022)
- [10] Elevator solutions. [https://www.nidec.com/~media/nidec-com/zh-CN/product/catalog/kinetek/elevator\\_solutions/elevatorsolutionbrochure\\_final\\_1011\\_lr](https://www.nidec.com/~media/nidec-com/zh-CN/product/catalog/kinetek/elevator_solutions/elevatorsolutionbrochure_final_1011_lr) (15.03.2022)
- [11] N. Z. Muhammad; A. Keyvanfar; M. Z. A. Majid; A. Shafaghat; J. Mirza (2015). Waterproof performance of concrete: A critical review on implemented approaches. Holland: Elsevier.
- [12] P. Mendes; J. G. Lopes; J. Brito; J. Feiteira (2014). Waterproofing of Concrete Foundations. Ameerika.



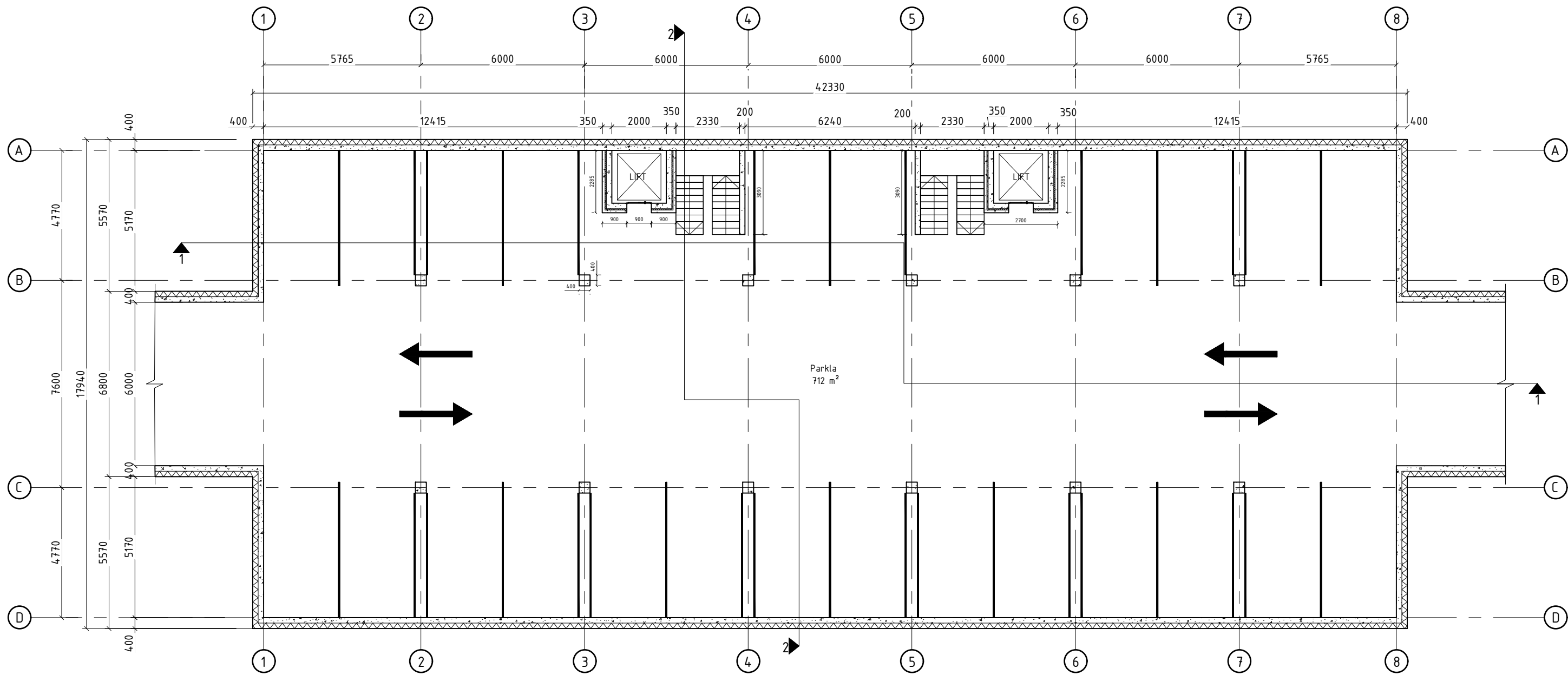
- [13] M. Z. Jummat; M. H. Kabir; M. Obaydullah (2006). A Review of the Repair of Reinforced Concrete Beams. TJASR The Journal of Applied Sciences Research.
- [14] Tarmatrade. Plaatkattealune hüdroisolatsioon kõrgete koormuste tingimustes. <http://www.tarmatrade.ee/wp-content/uploads/2017/04/Plaatkattealune-hydroisolatsioon-korgete-koormuste-tingimustes.pdf> (02.04.2022)
- [15] SIKA. Waterproofing Sika solutions for below ground structures. <https://fdocuments.in/document/bro-sika-waterproofing-brochure.html?page=1> (06.04.2022)
- [16] V. Jaaniso (2012). Pinnasemehaaniks. Tallinn: Tallina Tehnikaülikool
- [17] EVS-EN 1928:2000. Flexible sheets for waterproofing – Bitumen, plastic and rubber sheets for roof waterproofing – determination of watertightness. Eesti Standardikeskus.
- [18] WPM. WPM crack inducer profile. <https://wpmaterials.eu/wpm-crack-inducer-profile/> (23.04.2022)
- [19] M. Maloney; H. Skinner; M. Vaziri; J. Windle (2009). Reducing the Risk of Leaking Substructure. Inglismaa: Ramboll UK.
- [20] CIRIA Report R 140 Water-resisting basements (Summary report). Inglismaa: CIRIA.
- [21] BS 8102:2009 Code of practice for protection of below ground structures against water from the ground (Withdrawn). BSI British Standards Institution.
- [22] T. Winter; H. Austin; D. Martinez (2021). Engineer warned of „major structural damage“ years before Florida condo collapsed. NBC News, 26. juuni.
- [23] Morabito consultants (2018). Champlain Towers South Condominium Structural Field Survey Report MC Job#18217.
- [24] A. Gilbertson; S. Alexander; E. Bergbaum; J. Caine; D. Coughlan; R. Davies; G. Hardwick; B. Hewlett; R. Kuganathan; A. Lyle; S. Marchand; M. Parmar; A. K. Toverly; R. Vollum; B. Watson; R. Webster; D. S. Winsor; P. Bamforth; T. Jones; D. Lauzurus (2012). Concrete Basements – Guidance on the design and construction of in-situ concrete basement structures. MPA The Concrete Centre.

- [25] Betoonimeister. Betoonseigid. <https://betoonimeister.ee/betoon/betoonseigid/> (29.04.2022)
- [26] ET-2 0501-0614. Hoonete hüdroisolatsioon. Vundamendid. Eesti Ehitusteave.
- [27] SIKA. Bituminous membraane. <https://www.sika.com/en/construction/roof-systems/bituminous-membrane.html> (02.05.2022)
- [28] Evari Ehitus. SBS rullmaterjal katuse ehitamisel. <https://evari.ee/sbs-rullmaterjal/> (02.05.2022)
- [29] Weber (2017). Bituumen hüdroisolatsioonid, katuse kaitse ning paranduslahendused. [https://www.ee.weber/files/ee/2018-10/Weber\\_bituumenhu%CC%8droisolatsioonid\\_A4\\_lowres.pdf](https://www.ee.weber/files/ee/2018-10/Weber_bituumenhu%CC%8droisolatsioonid_A4_lowres.pdf) (02.05.2022)
- [30] Primostar. Parandusmördid. <https://primostar.eu/et/ehitusvaldkond/vundamendi-hydroisolatsioon/parandusmordid-vundamendid/> (02.05.2022)
- [31] Primostar. WFP CRYSTALLINE POWDER CONCENTRATE. <https://primostar.eu/wp-content/uploads/2021/03/WFP-Crystalline-Powder-Concentrate-EST.pdf> (02.05.2022)
- [32] XYPEX. Concentrate 071616 Cementitious crystalline. [https://www.xypex.com/docs/default-source/product-data-library/product-data-imperial/concentrate.pdf?sfvrsn=75f5c83b\\_34](https://www.xypex.com/docs/default-source/product-data-library/product-data-imperial/concentrate.pdf?sfvrsn=75f5c83b_34) (02.05.2022)
- [33] M. Roig-Flores; S. Moscato; P. Serna; L. Ferrara (2015). Self-healing capability of concrete with crystalline admixtures in different environments. Holland: Elsevier.
- [34] Langeproon. Preprufe 160/300R. <http://www.langeproon.ee/tooted/grace/preprufe-160300r/> (03.05.2022)
- [35] Primostar. WFP PRE-TEC MEMBRANE PLUS. <https://primostar.eu/wp-content/uploads/2021/03/wfp-pre-tec-membrane-plus-est.pdf> (03.05.2022)
- [36] Langeproon. Bituthene 8000. <http://www.langeproon.ee/tooted/grace/bituthene-8000/> (03.05.2022)
- [37] Langeproon. CETFLEX ACF. <http://www.langeproon.ee/wp-content/uploads/Cetflex-ACF.pdf> (03.05.2022)
- [38] Primostar. BENTOBAR+ (20x25mm). <https://primostar.eu/wp-content/uploads/2021/05/besealed-bentobar.pdf> (03.05.2022).

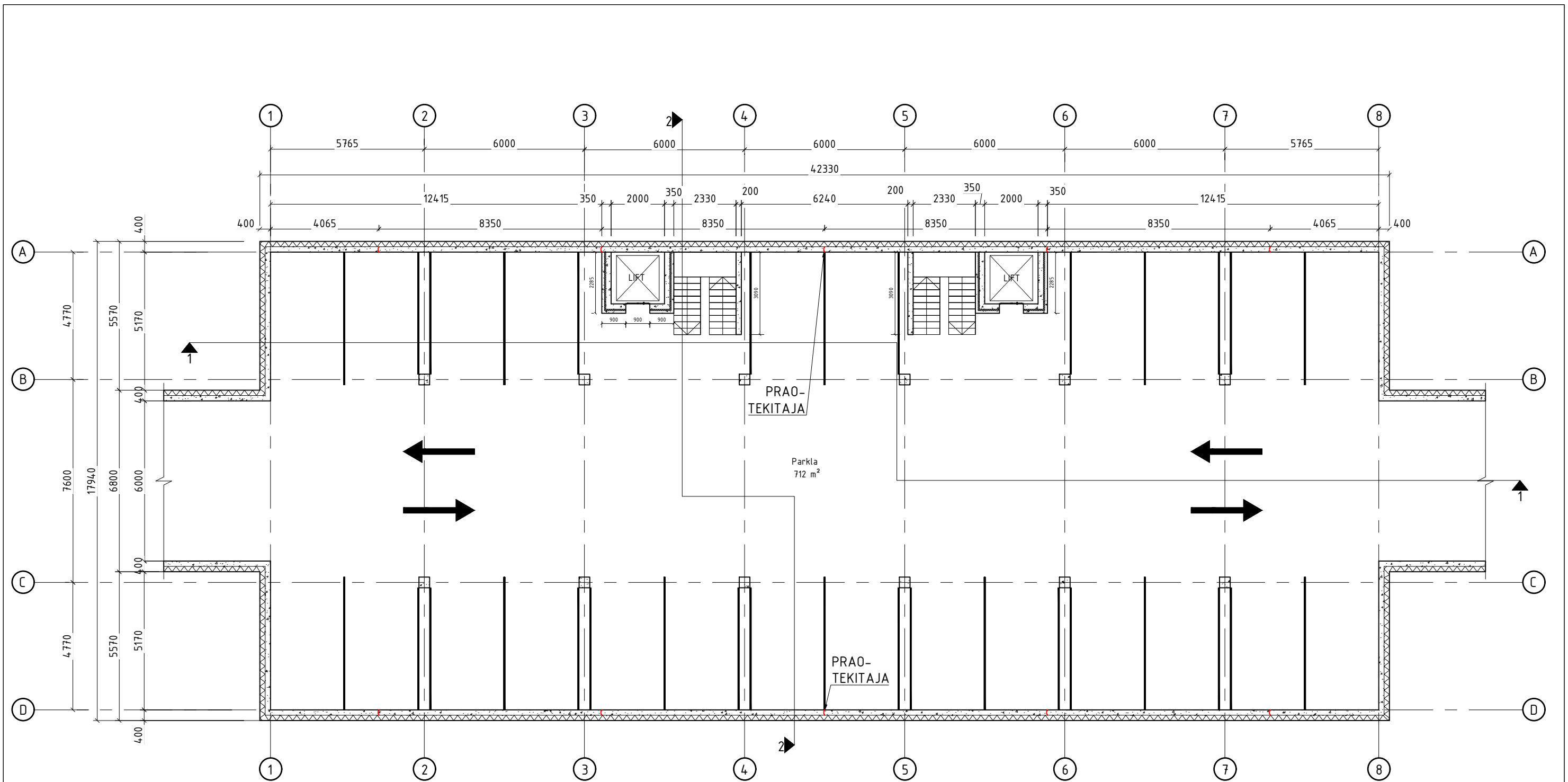
- [39] WPM. Töövuugiprofiilid. <https://wpmaterials.eu/tooted/> (04.05.2022)
- [40] Primostar. WPM STOP-END PROFIIIL. <https://primostar.eu/wp-content/uploads/2021/06/wpm-stop-end-profiil.pdf> (04.05.2022)
- [41] Primostar. WPM CRACK INDUCER PROFIIIL. <https://primostar.eu/wp-content/uploads/2021/06/wpm-crack-inducer-profiil-1.pdf> (04.05.2022)
- [42] Primostar. Betooniremont. <https://primostar.eu/et/ehitusvaldkond/betooniremont/> (07.05.2022)
- [43] Tarmatrade. Hüdroisolatsiooni-süsteemid. <http://www.tarmatrade.ee/hydroisolatsiooni-susteemid/?print=print> (10.04.2022)
- [44] A. Piirfeld (2018). Juhendmaterjal „Hoonete hüdroisolatsioonid DIN 18533:2017 järgi“.
- [45] BORNIT. Bornit Isolieranstrich. Pintsliga ja pihustiga pealekantav bituumenvööp. [http://bornitbaltic.ee/wp-content/uploads/2016/12/Isolieranstrich\\_EE.pdf](http://bornitbaltic.ee/wp-content/uploads/2016/12/Isolieranstrich_EE.pdf) (10.04.2022)
- [46] K-kate. SBS rullmaterjal. <https://k-kate.ee/sbs-rullmaterjal/> (10.04.2022)
- [47] Vesiehitised (ZTV-W), betoon- ja sardbetoonrajatised (rakendusvaldkond 215) (2004). Saksamaa liiklus-, ehitus- ja elamuministeerium.
- [48] Z. Wu (2018). Application of Spray Polyurea in Architecture. International Journal of Science.
- [49] RT 83-10955-et (2009). Vundamendi ja alusmüüri hüdroisolatsioon ning niiskustõke. Eesti Ehitusteabe Fond.
- [50] Pipelife. Sademevee,- kanalisatsiooni ja ehitusdrenaaž. [https://www.pipelife.ee/content/dam/pipelife/estonia/marketing/general/tootedokumendid/kataloogid/Sademeveekanaliseatsioon\\_2408.pdf](https://www.pipelife.ee/content/dam/pipelife/estonia/marketing/general/tootedokumendid/kataloogid/Sademeveekanaliseatsioon_2408.pdf) (19.05.2022)
- [51] V. Olari (2011). EESTI SILDADEL PEAMISELT KASUTATAVATE HÜDROISOLATSIOONI MATERJALIDE EKSPERIMENTAALNE UURIMINE. Tallinna Tehnikaülikool
- [52] O. Ottis (2015). Niiskete ruumide kergseintes kasutatavate hüdroisolatsioonisüsteemide toimivus. Tallinna Tehnikaülikool.

[53] T. Lindeberg (2017). Sildadel kasutatava SBS hüdroisolatsioonrullmaterjali nakketugevuse sõltuvus betoonaluspinna karedusest ja temperatuurist. Tallinna Tehnikaülikool.

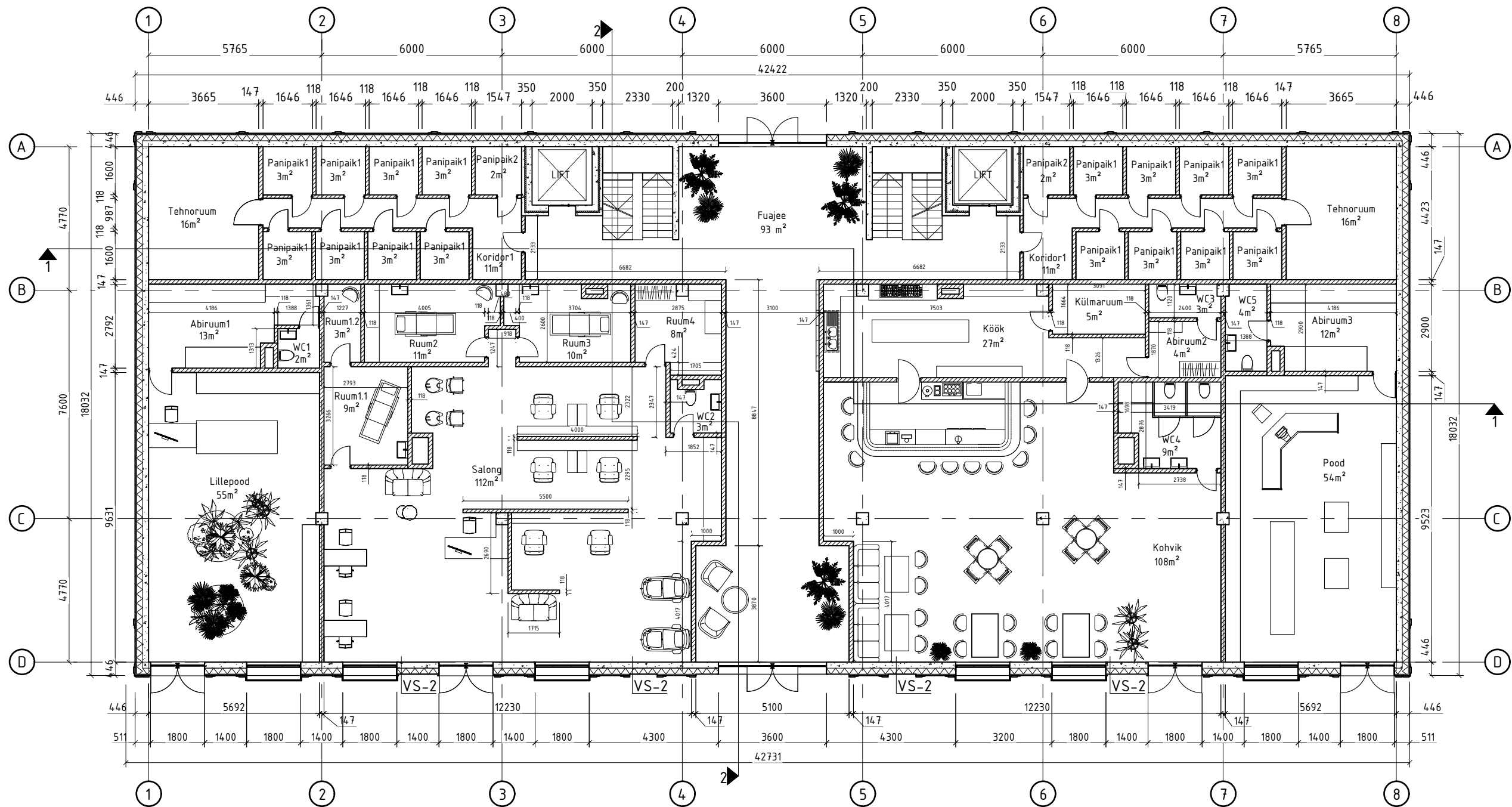
## **GRAAFILINE OSA**



|  |                                   |  |                     |                    |
|--|-----------------------------------|--|---------------------|--------------------|
| <b>TAL<br/>TECH</b> TTÜ INSENERITEADUSKOND |                                   | Magistritöö  | Leht/Lehti:<br>1/16 | Mõõtkava:<br>1:150 |
| Koostaja:<br>Annika Kraiss                 | Allkiri ja kuupäev:<br>12.05.2022 | Parkla korrus<br>membraanhüdroisolatsiooni korral  |                     |                    |
| Juhendaja:<br>Lehar Leetsaar               | Allkiri ja kuupäev:               |  |                     |                    |
| Tartu kolledž instituut                    |                                   | Parklakorruse hüdroisolatsioonide täislahenduste võrdlus Kasarmu tn 3 multifunktsionaalse hoone näitel |                     |                    |

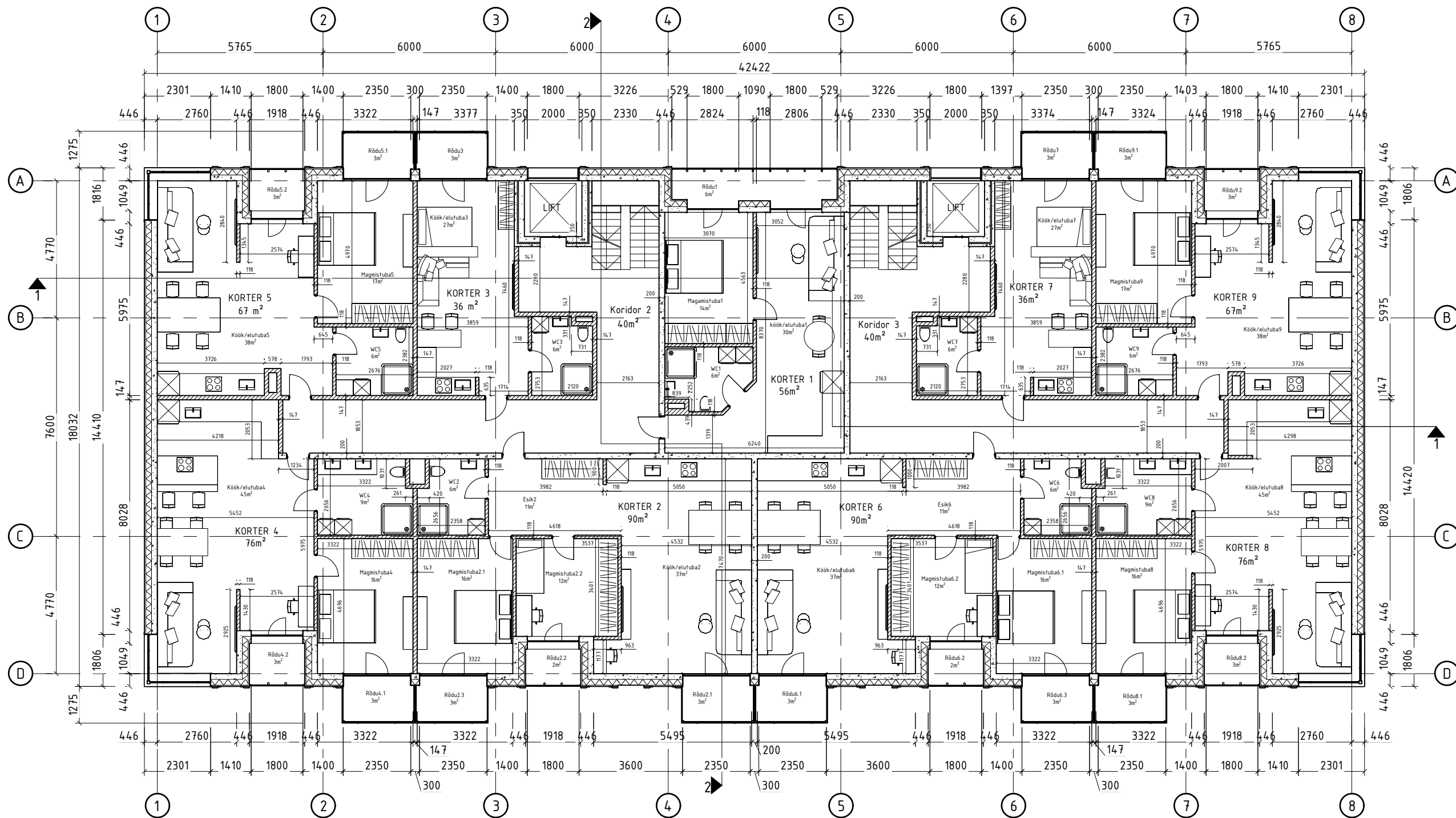


|  |                                   |  |                     |                    |
|--|-----------------------------------|--|---------------------|--------------------|
| <b>TAL TECH</b> TTÜ INSENERITEADUSKOND |                                   | Magistritöö  | Leht/Lehti:<br>2/16 | Mõõtkava:<br>1:150 |
| Koostaja:<br>Annika Kraiss             | Allkiri ja kuupäev:<br>12.05.2022 | Parkla korrus veetiheda betooni korral   |                     |                    |
| Juhendaja:<br>Lehar Leetsaar           | Allkiri ja kuupäev:               |  |                     |                    |
| Tartu kolledž instituut                |                                   | Parklakorruse hüdroisolatsioonide täislahenduste võrdlus Kasarmu tn 3 multifunktsionaalse hoone näitel |                     |                    |

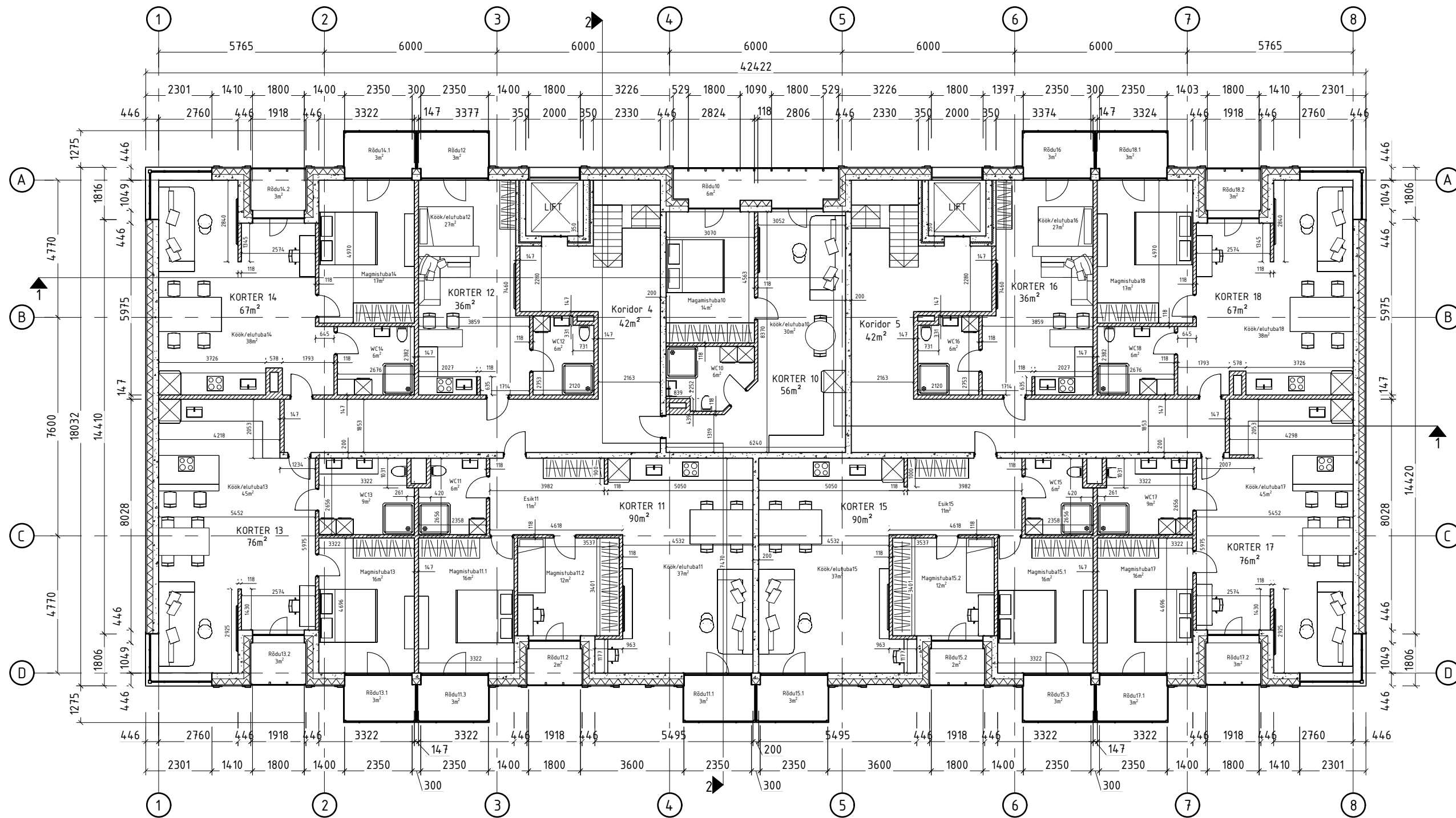


|  |  |  |             |         |
|--|--|--|-------------|---------|
| <b>TAL TECH</b> TTÜ INSENERITEADUSKOND |  | Magistritöö  | Leht/Lehti: | Mõõtka: |
| Koostaja:<br>Annika Kraiss             |  | Esimene korrus   | 3/16        | 1:150   |
| Juhendaja:<br>Lehar Leetsaar           |  |  |             |         |
| Tartu kolledž instituut                |  | Parklakorruse hüdroisolatsioonide täislahenduste võrdlus Kasarmu tn 3 multifunktsionaalse hoone näitel |             |         |

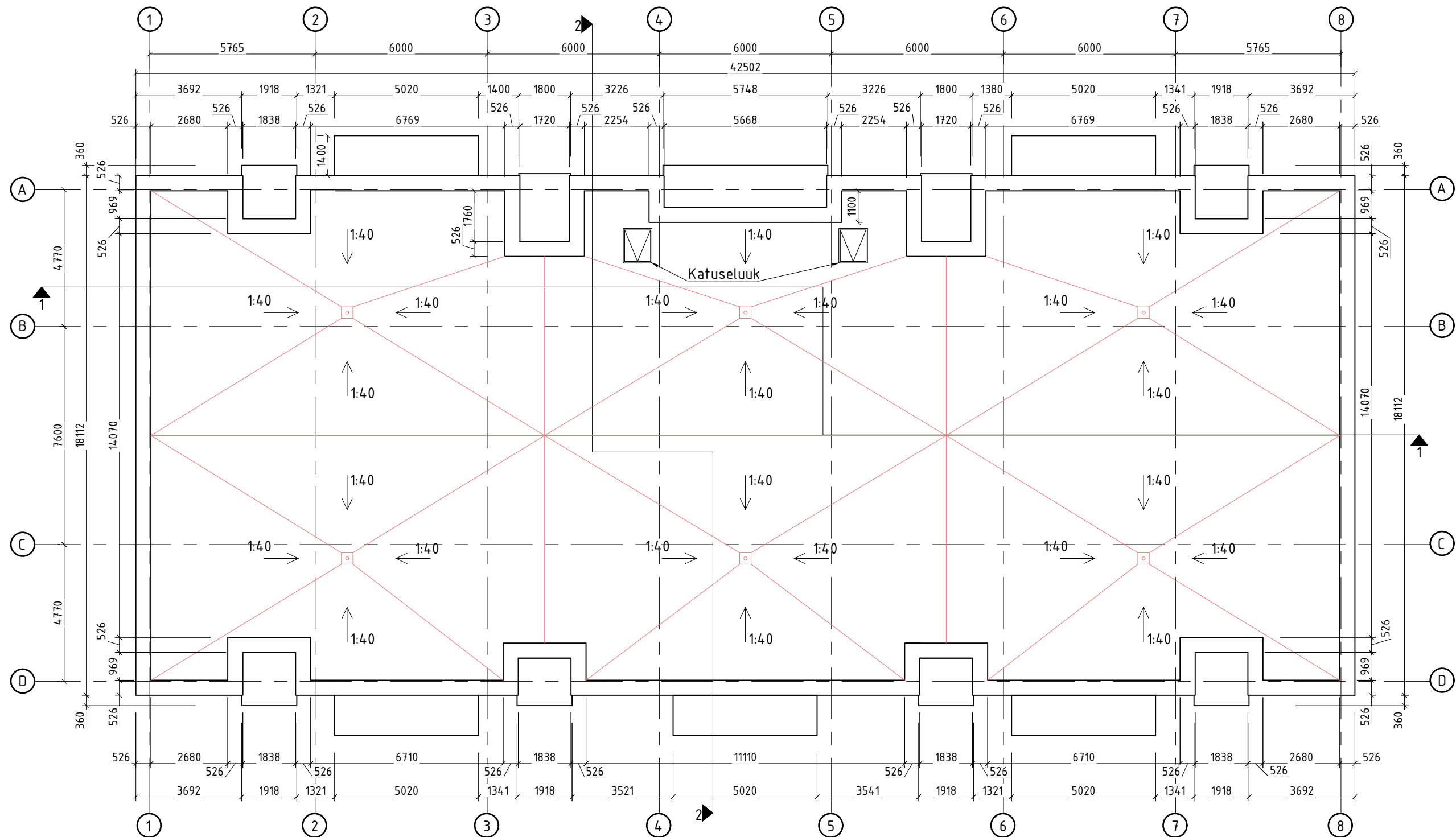




|  |  |  |             |           |
|--|--|--|-------------|-----------|
| <b>TAL TECH</b> TTÜ INSENERITEADUSKOND |  | Magistritöö  | Leht/Lehti: | Mõõtkava: |
| Koostaja:<br>Annika Kraiss             |  | Teine korrus   | 4/16        | 1:150     |
| Juhendaja:<br>Lehar Leetsaar           |  |  |             |           |
| Tartu kolledž instituut                |  | Parklakorruse hüdroisolatsioonide täislahenduste võrdlus Kasarmu tn 3 multifunktsionaalse hoone näitel |             |           |



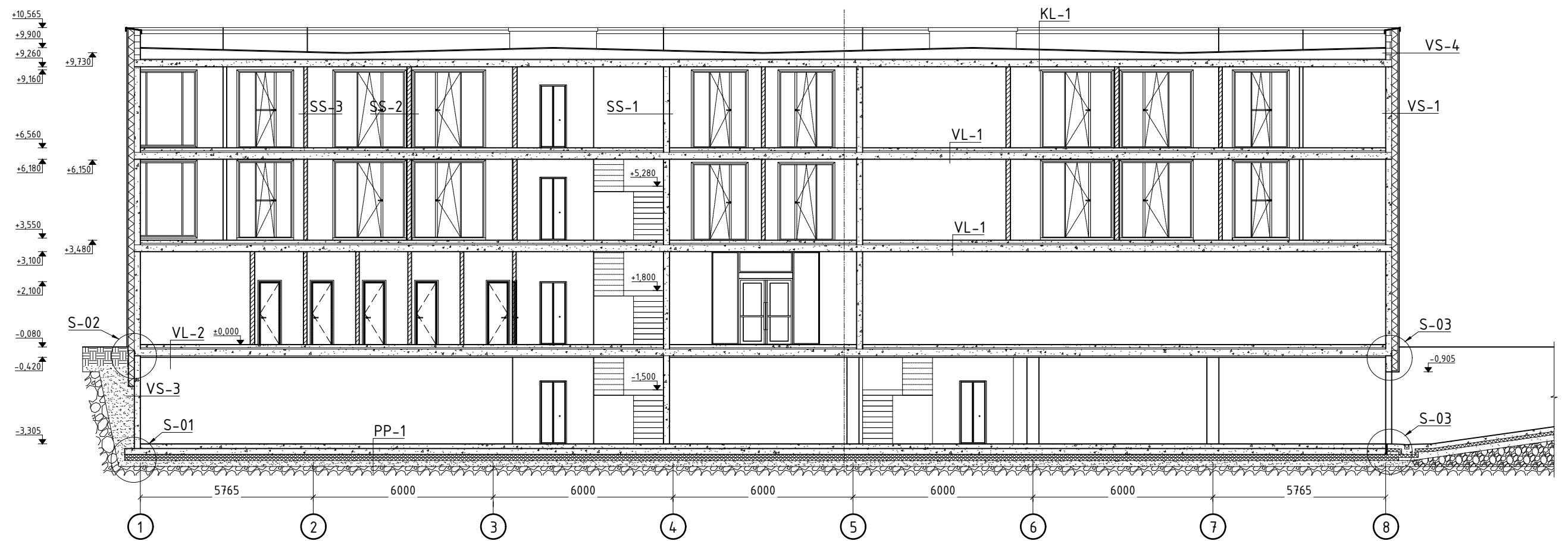
|  |                                   |  |                  |                 |
|--|-----------------------------------|--|------------------|-----------------|
| <b>TAL TECH</b> TTÜ INSENERITEADUSKOND |                                   | Magistritöö  | Leht/Lehti: 5/16 | Mõõtkava: 1:150 |
| Koostaja:<br>Annika Kraiss             | Allkiri ja kuupäev:<br>12.05.2022 | Kolmas korrus  |                  |                 |
| Juhendaja:<br>Lehar Leetsaar           | Allkiri ja kuupäev:               |  |                  |                 |
| Tartu kolledž instituut                |                                   | Parklakorruse hüdroisolatsioonide täislahenduste võrdlus Kasarmu tn 3 multifunktsionaalse hoone näitel |                  |                 |



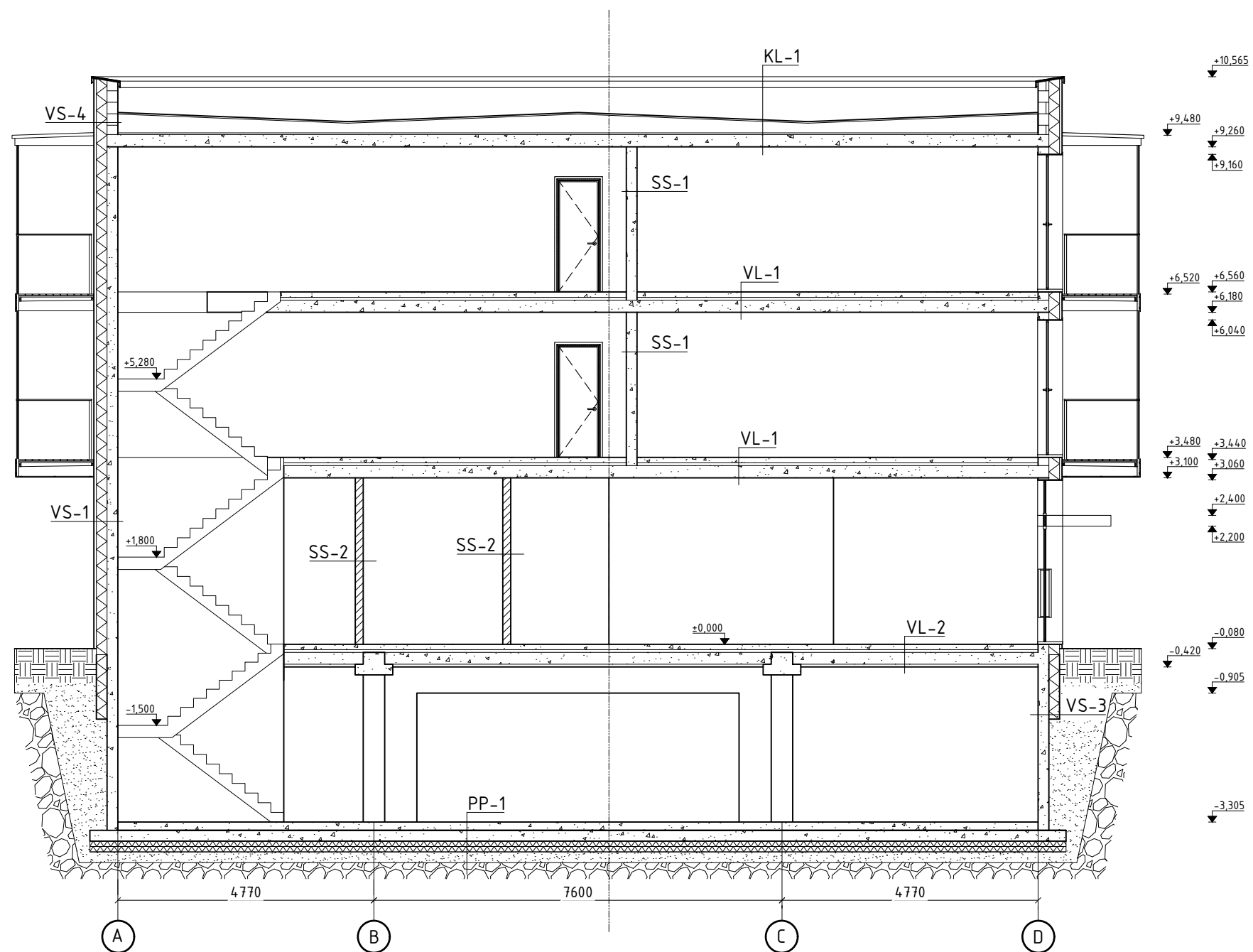
○ - Sadevee äravool

⊓ - Katuseluuk 1200x1000

|  |                                   |  |                  |                 |
|--|-----------------------------------|--|------------------|-----------------|
| <b>TAL TECH</b> TTÜ INSENERITEADUSKOND |                                   | Magistritöö  | Leht/Lehti: 6/16 | Mõõtkava: 1:150 |
| Koostaja:<br>Annika Kraiss             | Allkiri ja kuupäev:<br>12.05.2022 | Katus  |                  |                 |
| Juhendaja:<br>Lehar Leetsaar           | Allkiri ja kuupäev:               |  |                  |                 |
| Tartu kolledž instituut                |                                   | Parklakorruse hüdroisolatsioonide täislahenduste võrdlus Kasarmu tn 3 multifunktsionaalse hoone näitel |                  |                 |

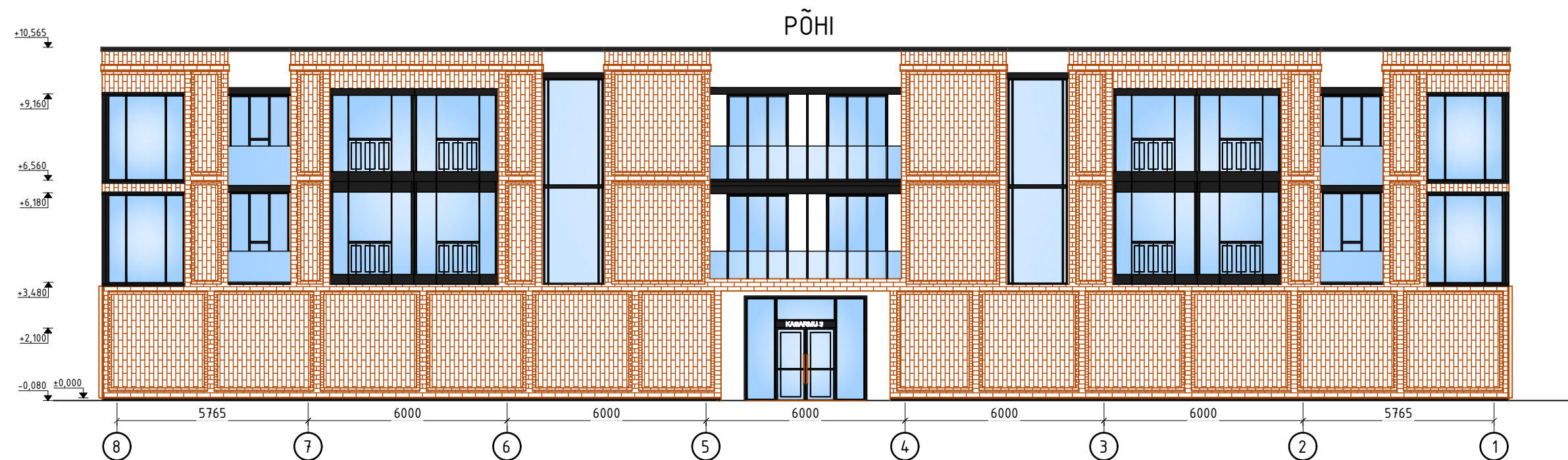
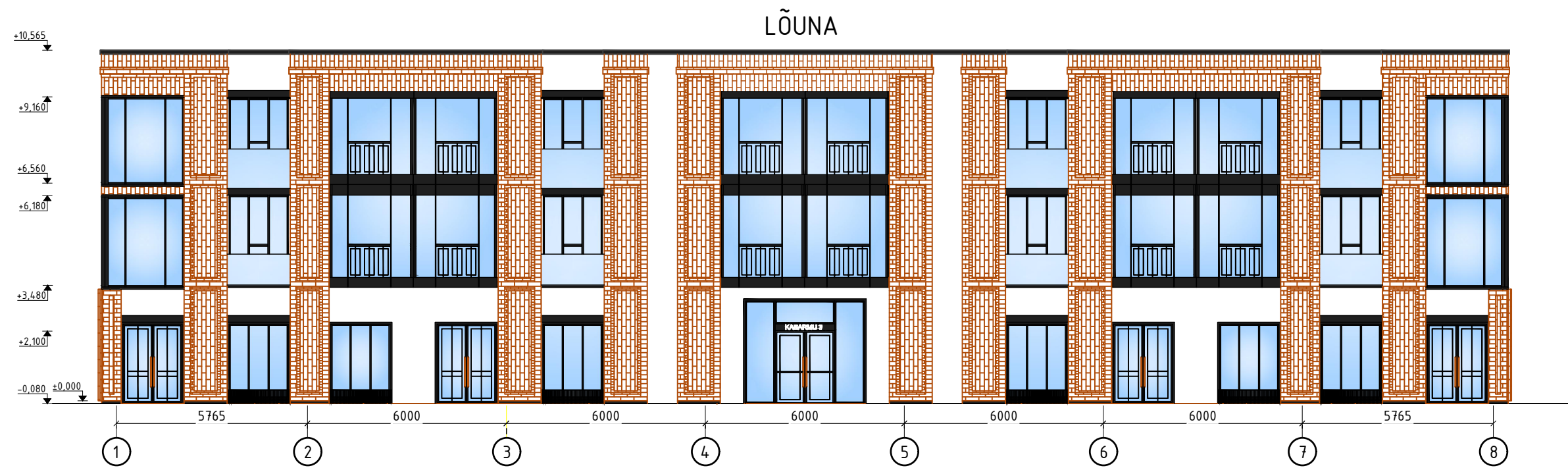


|  |                                   |  |                     |                    |
|--|-----------------------------------|--|---------------------|--------------------|
| <b>TAL<br/>TECH</b> TTÜ INSENERITEADUSKOND |                                   | Magistritöö  | Leht/Lehti:<br>7/16 | Mõõtkava:<br>1:150 |
| Koostaja:<br>Annika Kraiss                 | Allkiri ja kuupäev:<br>12.05.2022 | Lõige 1-1  |                     |                    |
| Juhendaja:<br>Lehar Leetsaar               | Allkiri ja kuupäev:               |  |                     |                    |
| Tartu kolledž instituut                    |                                   | Parklakorruse hüdroisolatsioonide täislahenduste võrdlus Kasarmu tn 3 multifunktsionaalse hoone näitel |                     |                    |



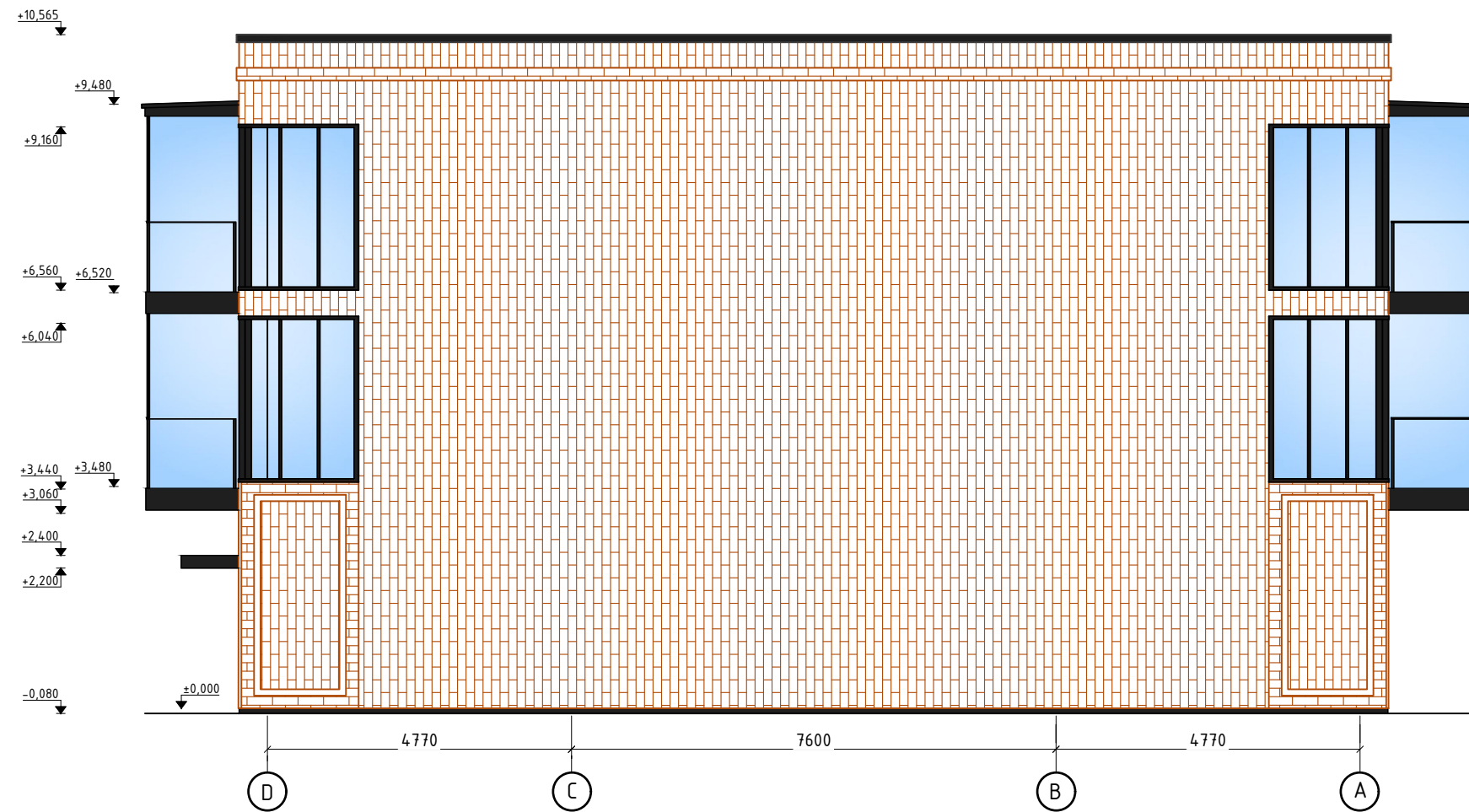
|  |                                   |  |                     |                    |
|--|-----------------------------------|--|---------------------|--------------------|
| <b>TAL TECH</b> TTÜ INSENERITEADUSKOND |                                   | Magistritöö  | Leht/Lehti:<br>8/16 | Mõõtkava:<br>1:100 |
| Koostaja:<br>Annika Kraiss             | Allkiri ja kuupäev:<br>12.05.2022 | Lõige 2-2  |                     |                    |
| Juhendaja:<br>Lehar Leetsaar           | Allkiri ja kuupäev:               |  |                     |                    |
| Tartu kolledž instituut                |                                   | Parklakkoruse hüdroisolatsioonide täislahenduste võrdlus Kasarmu tn 3 multifunktsionaalse hoone näitel |                     |                    |





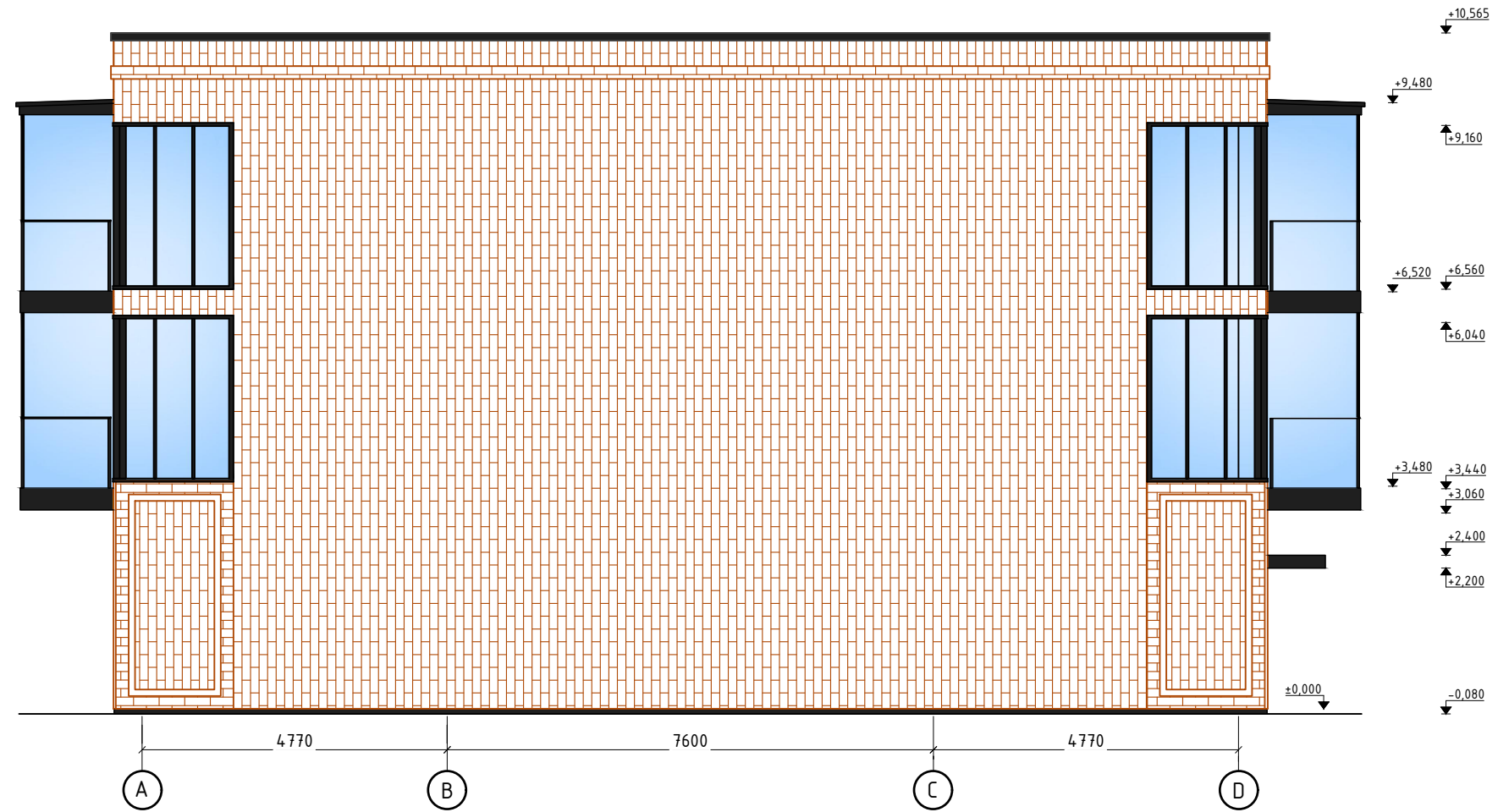
|                              |                            |                                   |  |                    |
|------------------------------|----------------------------|-----------------------------------|--|--------------------|
| <b>TAL<br/>TECH</b>          | TTÜ INSENERITEADUSKOND     | Magistritöö                       | Leht/Lehti:<br>9/16  | Mõõtkava:<br>1:150 |
|                              | Koostaja:<br>Annika Kraiss | Allkiri ja kuupäev:<br>12.05.2022 | Vaade lõunast ja põhjast   |                    |
| Juhendaja:<br>Lehar Leetsaar | Allkiri ja kuupäev:        |                                   |  |                    |
| Tartu kolledž instituut      |                            |                                   | Parklakorruse hüdroisolatsioonide täislahenduste võrdlus Kasarmu tn 3 multifunktsionaalse hoone näitel |                    |

# IDA



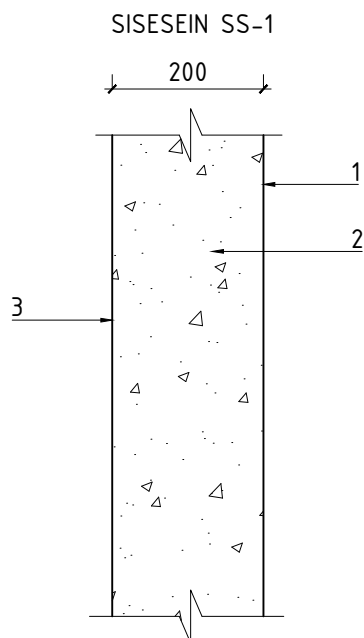
|  |                                   |  |                    |
|--|-----------------------------------|--|--------------------|
| <b>TAL<br/>TECH</b> TTÜ INSENERITEADUSKOND<br>Koostaja:<br>Annika Kraiss<br>Juhendaja:<br>Lehar Leetsaar | Allkiri ja kuupäev:<br>12.05.2022 | Leht/Lehti:<br>10 / 16   | Mõõtkava:<br>1:100 |
|  | Tartu kolledž instituut           | Magistritöö<br><br>Vaade idast<br><br>Parklakorruse hüdroisolatsioonide täislahenduste võrdlus Kasarmu tn 3 multifunktsionaalse hoone näitel |                    |

# LÄÄS



|  |                                   |  |                       |                    |
|--|-----------------------------------|--|-----------------------|--------------------|
| <b>TAL<br/>TECH</b> TTÜ INSENERITEADUSKOND |                                   | Magistritöö  | Leht/Lehti:<br>11/ 16 | Möötkava:<br>1:100 |
| Koostaja:<br>Annika Kraiss                 | Allkiri ja kuupäev:<br>12.05.2022 | Vaade läänest  |                       |                    |
| Juhendaja:<br>Lehar Leetsaar               | Allkiri ja kuupäev:               |  |                       |                    |
| Tartu kolledž instituut                    |                                   | Parklakorruse hüdroisolatsioonide täislahenduste võrdlus Kasarmu tn 3 multifunktsionaalse hoone näitel |                       |                    |





- 1. SISEVIIMISTLUS -
- 2. R/B-PANEEL 200
- 3. SISEVIIMISTLUS -

MÄRKUS:

Niisketes ruumides kasutada seinal hüdroisolatsiooni.



TTÜ INSENERITEADUSKOND

Magistritöö

Leht/Lehti:

12/ 16

Möötkava:

1:10

Koostaja:  
Annika Kraiss

Allkiri ja kuupäev:  
12.05.2022

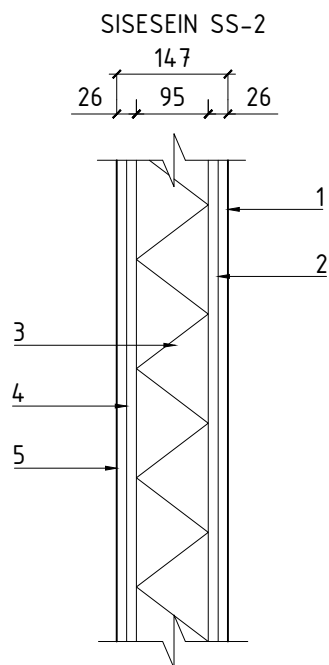
Juhendaja:  
Lehar Leetsaar

Allkiri ja kuupäev:

SS - 1

Tartu kolledž instituut

Parklaskorruse hüdroisolatsioonide täislahenduste võrdlus Kasarmu tn 3 multifunktsionaalse hoone näitel



- |   |        |
|---|--------|
| 1. SISEVIIMISTLUS                         | -      |
| 2. 2x KIPSPLAAT                           | 2x13mm |
| 3. METALLKARKASS PROFILINE + MINERAALVILL | 95mm   |
| 4. 2x KIPSPLAAT                           | 2x13mm |
| 5. SISEVIIMISTLUS                         | -      |

MÄRKUS:

Niisketes ruumides kasutada seinal hüdroisolatsiooni.



TTÜ INSENERITEADUSKOND

Magistritöö

Leht/Lehti:

13/ 16

Möötkava:

1:10

Koostaja:

Annika Kraiss

Allkiri ja kuupäev:

12.05.2022

Juhendaja:

Lehar Leetsaar

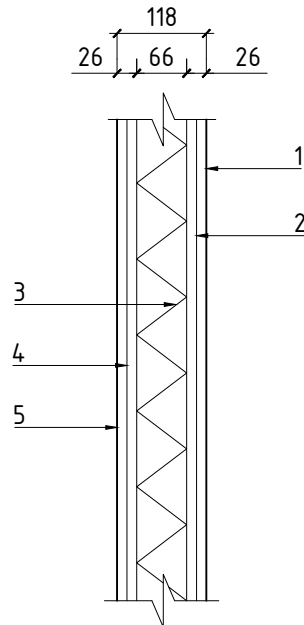
Allkiri ja kuupäev:

SS - 2

Tartu kolledž instituut

Parklaskoruse hüdroisolatsioonide täislahenduste võrdlus Kasarmu tn 3 multifunktsionaalse hoone näitel

SISESEIN SS-3



- |   |        |
|---|--------|
| 1. SISEVIIMISTLUS                                 | -      |
| 2. 2x KIPSPLAAT                                   | 2x13mm |
| 3. METALLKARKASS PROFILINE + MINERAALVILL<br>70mm | 66mm   |
| 4. 2x KIPSPLAAT                                   | 2x13mm |
| 5. SISEVIIMISTLUS                                 | -      |

MÄRKUS:

Niisketes ruumides kasutada seinal hüdroisolatsiooni.

**TAL  
TECH**

TTÜ INSENERITEADUSKOND

Magistritöö

Leht/Lehti:

14 / 16

Möötkava:

1:10

Koostaja:  
Annika Kraiss

Allkiri ja kuupäev:  
12.05.2022

Juhendaja:  
Lehar Leetsaar

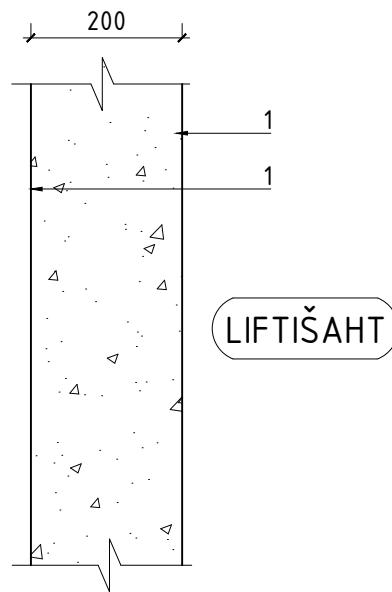
Allkiri ja kuupäev:

SS - 3

Tartu kolledž instituut

Parklaskoruse hüdroisolatsioonide täislahenduste võrdlus Kasarmu tn 3 multifunktsionaalse hoone näitel

SISESEIN SS-4



- 1. R/B- PANEEL      200mm
- 2. SISEVIIMISTLUS      -



TTÜ INSENERITEADUSKOND

Magistritöö

Leht/Lehti:

15/ 16

Möötkava:

1:10

Koostaja:  
Annika Kraiss

Allkiri ja kuupäev:  
12.05.2022

Juhendaja:  
Lehar Leetsaar

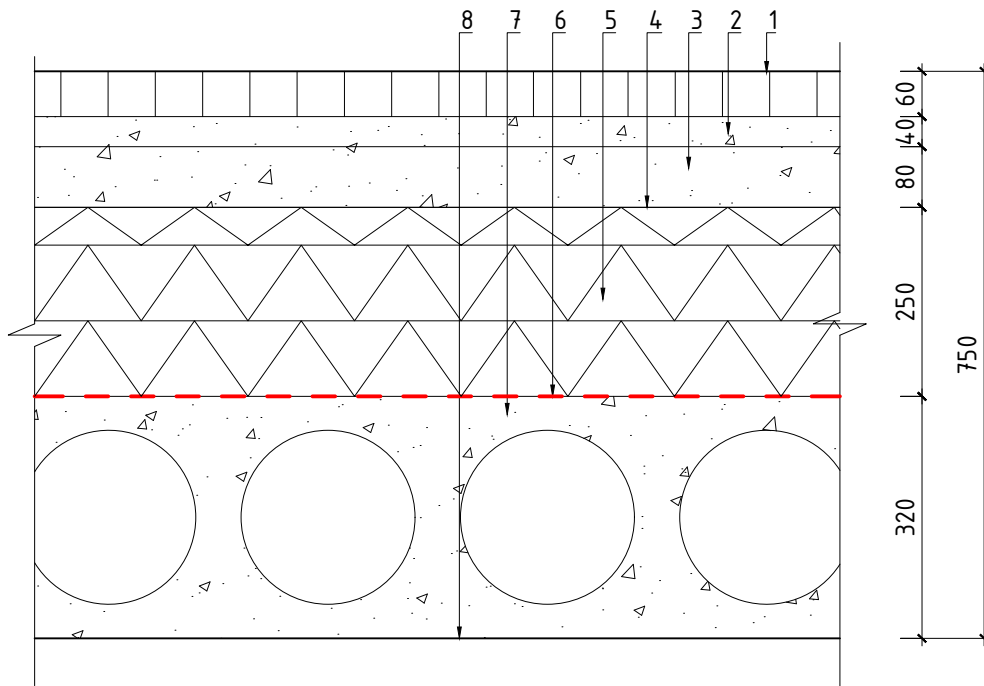
Allkiri ja kuupäev:

SS - 4

Tartu kolledž instituut

Parklakorruse hüdroisolatsioonide täislahenduste võrdlus Kasarmu tn 3 multifunktsionaalse hoone näitel

KATUSLAGI KL-2



|  |       |
|--|-------|
| 1. TÄNAVAKIVI                                      | 60mm  |
| 2. JOOTEBETOON                                     | 40mm  |
| 3. MONOLIITNE R/B-PLAAT                            | 80mm  |
| 4. FILTERKANGAS                                    | -     |
| 5. SOOJUSTUS STYROFOAM 500 SL-A-N                  | 250mm |
| 6. HÜDROISOLATSIOON KUMMIBITUUMENRIBA, KLASS VE80R | -     |
| 7. MONTEERITAV R/B- ÕONESPLANEEL                   | 320mm |
| 8. PINNASE VIIMISTLUS                              | -     |



TTÜ INSENERITEADUSKOND

Magistritöö

Leht/Lehti:

16 / 16

Möötkava:

1:10

Koostaja:

Annika Kraiss

Allkiri ja kuupäev:

12.05.2022

Juhendaja:

Lehar Leetsaar

Allkiri ja kuupäev:

KL - 2

Tartu kolledž instituut

Parklaskoruse hüdroisolatsioonide täislahenduste võrdlus Kasarmu tn 3 multifunktsionaalse hoone näitel







