



TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOL  
INSENERITEADUSKOND  
Ehituse ja arhitektuuri instituut

**EESTI RAHVUSRAAMATUKOGU  
RENOVEERIMINE, PROBLEEMID VEEVARUSTUSE  
JA KANALISATSIOONI PROJEKTEERIMISES  
NING EHTUSES**

**RENOVATION OF ESTONIAN NATIONAL LIBRARY, PROBLEMS IN THE DESIGN AND  
CONSTRUCTION OF WATER SUPPLY AND SEWERAGE**

MAGISTRITÖÖ

Üliõpilane: Egor Loginov

Üliõpilaskood 182297

Juhendaja: Karin Pachel – kaasprofessor

Tallinn 2023

# 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.

"....." ..... 2023.

Autor: .....

/ allkiri /

Töö vastab magistritööle esitatud nõuetele

"....." ..... 2023.

Juhendaja: .....

/ allkiri /

Kaitsmisele lubatud

"....." .....2023.

Kaitsmiskomisjoni esimees .....

/ nimi ja allkiri /

Lihtlitsents lõputöö reprodutseerimiseks ja lõputöö üldsusele kättesaadavaks tegemiseks

Mina, Egor Loginov

1. Annan Tallinna Tehnikaülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) enda loodud teose

**TALLINNA RAHVUSRAAMATUKOGU RENOVEERIMINE, PROBLEEMID  
VEEVARUSTUSE JA KANALISATSIOONI PROJEKTEERIMISES NING EHTUSES**

mille juhendaja on Karin Pachel.

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.

---

Egor Loginov  
29.05.2023

---

# Ehituse ja arhitektuuri instituut

## LÕPUTÖÖ ÜLESANNE

**Üliõpilane:** Egor Loginov, 182297EAKI  
Õppekava, peeriala: EAKI02/17 – Hoonete sisekliima ja veetehnika  
Spetsialiseerumine: Vee- ja keskkonnatehnika  
**Juhendaja(d):** Kaasprofessor ja uurimisrühma juht, Karin Pachel, 6202504

### Lõputöö teema:

Eesti rahvusraamatukogu renoveerimine, probleemid veevarustuse ja kanalisatsiooni projekteerimises ning ehituses  
Renovation of Estonian National Library, Problems In The Design and Construction of Water Supply and sewerage

### Lõputöö põhieesmärgid:

1. Olemasoleva hoone rekonstrueerimise probleemide analüüs ning soovitused standardite täiendamiseks
2. Hoone projekteerimises ja ehituses tekkinud probleemide alternatiivsed lahendused

### Lõputöö etapid ja ajakava:

Nr	Ülesande kirjeldus	Tähtaeg
1.	Sissejuhatus, lähteandmed	03.2023
2.	Veevarustuse ja kanalisatsiooni projekteerimise probleemid	04.2023
3.	Veevarustuse ja kanalisatsiooni ehituse probleemid	04.2023
4.	Eriosa standardite analüüs ja soovitused täiendamiseks	05.2023

**Töö keel:** eesti keel

**Lõputöö esitamise tähtaeg:** 22. mai 2023a

**Üliõpilane:** Egor Loginov ..... 1. detsember 2022a  
/allkiri/  
**Juhendaja:** Karin Pachel ..... 1. detsember 2022a  
/allkiri/  
**Programmijuht:** Martin Thalfeldt ..... 1. detsember 2022a  
/allkiri/

# SISUKORD

EESSÕNA .....	7
Lühendite ja tähiste loetelu .....	8
SISSEJUHATUS .....	9
1. AJALOOLINE ÜLEVAADE .....	11
2. EESTI RAHVUSRAAMATUKOGU LÄHTEANDMED.....	13
2.1 Üldist .....	13
2.2 Hoone lähteandmed .....	14
2.3 Hoone tehnilised näitajad .....	14
3. VEEVARUSTUSE JA KANALISATSIOONI PROJEKTEERIMINE.....	15
3.1 Hoone veevarustus.....	15
3.2 Hoone kanalisatsioon.....	16
3.3 Hoone sademeveekanaliseerimine .....	17
4. VEEVARUSTUSE JA KANALISATSIOONI PROBLEEMID JA VÕIMALIKUD TEISED LAHENDUSED.....	19
4.1 Veevarustuse kombineeritud süsteem .....	19
4.2 Sademevesi .....	21
4.2.1 Sademevee vooluhulkade võrdlusarvutus .....	21
4.2.2 Hoone sademevee äravoolu lahendus .....	28
4.3 Säätlikud sademeveekanaliseerimise lahendused .....	32
4.3.1 Sademevee kogumine ning kasutamine WC-de loputamiseks .....	33
4.3.2 Rohekatused .....	34
4.3.3 Sademevee immutamine .....	35
4.4 BIM koordineerimine .....	35
4.5 Andmete ebatäpsus .....	36
4.6 Ruumide erinõuetest tingitud torustiku lahendus .....	38
5. ETTEPANEKUD EVS 835, 846 JA 848 STANDARDITE TÄIENDAMISEKS .....	40
5.1 EVS 848 „Väliskanalisatsioonivõrk“ ja EVS 846 „Hoone kanalisatsioon“.....	40
5.1.1 Sademevee taaskasutamine .....	41
5.1.2 Rohelised lahendused.....	42
5.1.3 Sademevee immutamine .....	45
5.1.4 Vett läbilaskvad katted.....	47

5.1.5 Järeldused.....	49
5.2 Mõisted standardites EVS 846 ja EVS 848.....	50
5.3 Torustiku isoleerimine EVS 846 järgi.....	51
5.3.1 Isolatsiooni materjalid.....	52
5.3.2 Isolatsiooni paksus.....	53
5.3.3 Järeldused.....	54
KOKKUVÕTE.....	55
SUMMARY.....	57
KASUTATUD KIRJANDUSE LOETELU.....	59
LISAD.....	61

## **EESSÕNA**

Magistritöö koostaja on Egor Loginov Tallinna Tehnikaülikooli Inseneriteaduskonna ehituse ja arhitektuuri instituudi tudeng.

Töö teema sõnastati Tauri Vilipõld (O3 Technology ettevõtte vee- ja kanalisatsiooni osakonna 8. tase pädevusega insener) algatusel. Kaasprofessor Karin Pachel abistas andmete ja konsultatsioonidega.

Käesolevas magistritöös kirjeldatakse Eesti Rahvusraamatukogu näitel probleeme, mis tekkisid projekteerimise ja ehitamise käigus ning nende võimalikke lahendusi, mida võiks kasutada tulevastes renoveerimise projektides.

Võtmesõnad: rahvusraamatukogu, renoveerimine, veevarustus, kanalisatsioon, magistritöö.

## Lühendite ja tähiste loetelu

**ÜVK** – ühisveevärk ja -kanalisatsioon

**Põhiprojekt** – projekti staadium, milles esitatakse ehitise arhitektuurilahenduste ja insener-tehniliste lahenduste ning kvaliteedi kirjeldus täpsusega, mis võimaldab määrata ehitise eelarvelist maksumust, korraldada ehitushanget ja koostada ehitamiseks hinnapakkumist

**Olmereovesi** – WC, vannide, duššide, valamute ja köökide reovesi

**Valgla** – maa-ala, kust voolab sademevesi

**Rohepööre** – kliimamuutuse ja keskkonnaseisundi säilitamiseks ohutu lahenduste kasutamine

**Q** – vooluhulk, l/s

**H<sub>t</sub>** – rõhutõsteseadme tõstekõrgus, bar

**DN** – nimiläbimõõt, ehk sisemine toru läbimõõt

**De** – väline toru läbimõõt

**KV** – külmavee varustus

**SV** – soojavee varustus

**SVT** – soojavee tsirkulatsioon

**PN** – nominaalne rõhk, mida tähistab maksimaalset lubatud toorõhku (nominal pressure), bar

**PE** – polüetüleen

**Q<sub>ööp</sub>** – ööpäevane äravool/vooluhulk, m<sup>3</sup>/ööp

**Q<sub>t</sub>** – tunnine vooluhulk, m<sup>3</sup>/t

**Q<sub>a, kv</sub>** – külmavee arvutusvooluhulk, l/s

**Q<sub>a, sv</sub>** – soojavee arvutusvooluhulk, l/s

**K** – tegur, mis määrab hoone kanalisatsiooni otstarvet

**Q<sub>a,r</sub>** – olmereovee summaarne arvutusäravooluhulk, l/s

**Q<sub>20</sub>** – vihmavee intensiivsus 20-minutilise kestusega

**Q<sub>a, k</sub>** – summaarne sademevee arvutusäravool katuselt

**HDPE** – kõrge tihedusega polüetüleen (high-density polyethylene)

**jm** – jooksvad meetrid

**db** – detsibell

**EK mudel** – ehituskonstruktivne osamudel

**EKSS** – Eesti keele seletav sõnaraamat



## SISSEJUHATUS

Olemasolevate hoonete renoveerimine Eestis on viimasel ajal muutunud väga aktuaalseks teemaks. Eestis on väga palju hooned, mis vajavad renoveerimist. Hoonete rekonstrueerimise pikaajalise strateegia kohaselt vajab rekonstrueerimist ligikaudu 100 000 üksikelamut (kogupindala 14 mln m<sup>2</sup>), 14 000 korterelamut (kogupindala 18 mln m<sup>2</sup>) ja 27 000 mitteeluhoonet (kogupindala 22 mln m<sup>2</sup>) [Hoonete rekonstrueerimise pikaajaline strateegia, Tallinn 2020, Tallinna Tehnikaülikooli Ehituse ja arhitektuuri instituut ja Majandus- ja kommunikatsiooniministeerium]. Põhjuseks on see, et hooned olid ehitatud ammu tagasi ning tehnosüsteemide tööiga, mida üldjuhul on 50 aastat, on mööda läinud. Seetõttu kõik renoveerimist ootavate hoonete tehnosüsteemid vajavad uuendamist. Samuti tuleb arvestada maailmas toimuva kliima muutusega, millega on vaja arvestada renoveerimise/rekonstrueerimise projektides.

Käesoleva lõputöö 1. eesmärgiks on analüüsida projekteerimisel ja ehitusel esile kerkinud probleeme Eesti Rahvusraamatukogu näitel ning pakkuda võimalikke säästlikke ja optimaalseid lahendusi, mida saaks kasutada edaspidi renoveerimise projektides.

Lõputöö 2. eesmärgiks on olemasolevate lõputööga seotud standardite uurimine ning soovitude andmine nende täiendamiseks lõputöö käigus saadud informatsiooni põhjal.

Käiseolevas lõputöös analüüsitakse kriitiliselt projekteerija ja ehitaja poolt tehtud lahendusi ja otsitakse võimalikke teisi ning alternatiivseid lahendusi tulemuste saavutamiseks.

Eesmärkide saavutamiseks jagati töö sammudeks järgmiselt:

1. Veevarustussüsteemi projekteerimine ja ehitamine: projekteerija arvamuse saamine kavandamisel tekkinud probleemidest ja neile pakutud lahendusest, objektiinseneri arvamuse saamine tekkinud süsteemi ehitamisel probleemidest ja sellele pakutud lahendusest, mõlema osapoole lahenduste analüüsimine ja alternatiivlahenduste leidmine.
2. Kanalisatsioonisüsteemi projekteerimine ja ehitamine: projekteerija arvamuse saamine kavandamisel tekkinud probleemidest ja neile pakutud lahendusest, objektiinseneri arvamuse saamine süsteemi ehitamisel tekkinud probleemidest ja neile pakutud lahendusest, mõlema osapoole lahenduste analüüsimine ja alternatiivlahenduste leidmine.

3. Eesti Vabariigi veevarustuse ja kanalisatsiooni standardite täiendamine: olemasolevate standardite analüüs renoveeritavate hoonete osas ja soovitused standardite täiendamiseks.

Antud lõputöö annab ülevaate sellest,

- milliste probleemidega peab arvestama vanades hoonetes nii projekteerimises kui ka ehituses,
- kui tark ja täpne peab olema inimene, kes ilma konstruktsiooni lammutamiseta mõtleb ja pakub välja lahenduse, mis on kooskõlas ka uute standarditega ja seadustega võrreldes nendega, mille järgi olid vanad majad valmis ehitatud.

Lõputöös on järgmised peatükid:

- Esimene peatükk koosneb renoveeritavale hoonele kehtima hakkavatest uutest tehnilistest näitajatest, tänapäevaste standardite nõuetest ja normidest muinsuskaitse hoonetele.
- Teine peatükk käsitleb veevarustuse süsteemi projekteerimist, selgitatakse välja põhiprobleemid ning võimalikud teised ja alternatiivsed lahendused.
- Kolmas peatükk käsitleb kanalisatsioonisüsteemi projekteerimist, selgitatakse välja põhiprobleemid ning neile projekteeritud võimalikud (alternatiivsed) lahendused.
- Neljas peatükk käsitleb ehitusplatsil tekkinud veevarustuse paigalduse põhiprobleeme ja leitakse neile võimalikud lahendused.
- Viies peatükk käsitleb ehitusplatsil tekkinud kanalisatsiooni paigalduse põhiprobleeme ja leitakse neile võimalikud lahendused.
- Kuues peatükk analüüsib olemasolevaid standardeid, pakutakse välja võimalikud täiendused, mida oleks otstarbekas kasutada uutes projektides.
- Seitsmes peatükk sisaldab kokkuvõtet tehtud tööst.

Käesoleva töö teostamisel planeerisin omandada kogemusi seoses vanade majade renoveerimisega ning samuti anda ülevaade võimalikest esinevatest probleemidest tulevastele renoveerimisprojektidele, kus võivad tekkida samad või sarnased probleemid ja kuidas neid on võimalik lahendada.

# 1. AJALOOLINE ÜLEVAADE

Eesti Rahvusraamatukogu asutati 21. detsembril 1918. aastal. Sel ajal kandis see nime „Eesti Vabariigi Riiklik Raamatukogu“ ja asus Toompea lossi ühes tiivas.

Esiolgu oli raamatukogus umbes 2000 seadusandluseks ja avalikuks halduseks vajalikku raamatut. Alates 1919. aastast hakati iseseisvas Eestis raamatukogus koguma kohustuslikke eksemplare kõigist Eesti väljaannetest. 1919. aastaks oli Riigiraamatukogu muutunud suuremaks kui parlamendi raamatukogu. Selleks ajaks oli seal juba üle 50000 trükise, mille lugejateks olid silmapaistvad haritlased, kultuuri- ja avaliku elu tegelased.

Nõukogude Liidu okupatsiooni ajal nimetati raamatukogu ümber ja kandis nime „Eesti NSV Riiklik Raamatukogu“. Raamatukogu toimis rahvaraamatukoguna ja seda juhiti nõukogude raamatukogu korra kohaselt. Muutusid ka teoste sisureeglid. Suhted välisriikide ja kohalike raamatukogudega katkestati, domineerima hakkas venekeelne ajakirjandus, millest suurem osa koosnes üleliidulistest legaalsetest koopiatest. Suurem osa Eesti- ja välismaistest materjalidest suleti piiratud kasutusega spetsiaalsesse lattu.

1953. aastal nimetati raamatukogu ümber Eesti rahvusliku ärkamisaja suurima kirjaniku ja rahvusteose „Kalevipoeg“ autori Friedrich Reinhold Kreutzwaldi auks. Selleks ajaks oli raamatukogu kogudes juba umbes miljon trükist.

1980. aastatel Balti riikides alanud vabadusliikumine ja iseseisva Eesti Vabariigi taastamine 20. augustil 1991 muutis oluliselt raamatukogu rolli. 1988. aastal nimetati raamatukogu ümber Eesti Rahvusraamatukoguks, mille ülesandeks on koguda, säilitada ja teha kättesaadavaks kõik eesti keeles ja Eestis ilmunud väljaanded ning Eesti kohta teavet sisaldada. 1989. aastal taastati seadusega Eesti Rahvusraamatukogu staatus parlamendi raamatukoguna ning riigikogu ja valitsuse liikmetele teabeteenuste osutamise kohustus.

Aastatel 1985 – 1993 alustati kesklinnas Tõnismägi 2 uue maja ehitamist, kuhu 1993. aastal kolis Eesti Rahvusraamatukogu. Raamatukogu ametlik avamine toimus 11. septembril 1993. aastal.

2019. aasta lõpus hakati teostama projekteerimistööd. Hoonesisese vee- ja kanalisatsiooni eel- ja põhiprojekti koostajaks oli valitud inseneribüroo O3 Technology OÜ. Projekteerimistööd kehtisid kuni 2021. suve lõpuni.

Tänaseks, pärast ligi 30 aastat, on alanud hoone rekonstrueerimine. 1. märtsil 2022 anti raamatukogu hoone pärast pikka kolimist ajutistesse saalidesse Tallinnas üle ehitusfirmale Ehitus5Eco OÜ, kes hakkas hoonet rekonstrueerima täielikult. Ehitustööde eeldatav valmimisaeg on 2025. aasta ja esimesed teenused planeeritakse avada 2025. aasta lõpuks.

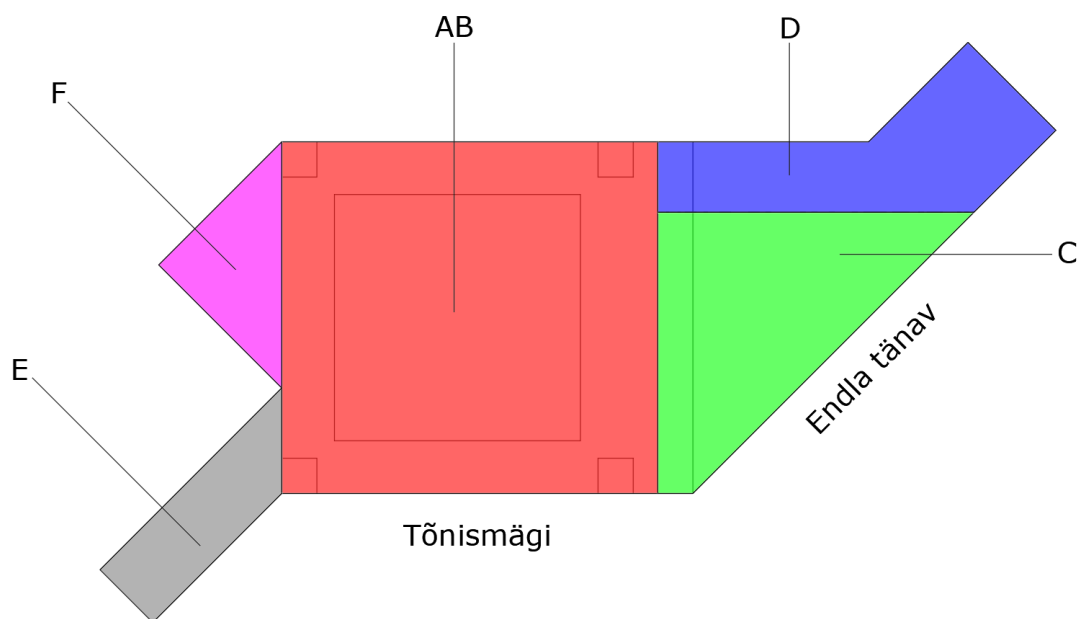
## 2. EESTI RAHVUSRAAMATUKOGU LÄHTEANDMED

### 2.1 Üldist

Eesti rahvusraamatukogu asub Tõnismägi ja Endla tänava ristmikul, kesklinna linnaosas, kinnistul aadressiga Tõnismägi 2, 10119, Tallinn.

Hoone koosneb mitmest korpusest, mis moodustavad ühe terve maja:

1. AB korpus, ehk kesk hoone osa - 9 maapealset korrust, 2 hoone keskosa katusealust tehnilist korrust, 2 maa-alust korrust ja 1 tehniline poolik korrus maa-aluste korruste all;
2. C korpus, Endla tänaval asuv hoone osa - 4 maapealset korrust ja 2 maa-alust korrust;
3. D korpus, Endla tänaval asuv hoone osa - 8 maapealset korrust ja 3 maa-alust korrust;
4. E korpus, Tõnismäe tänaval asuv hoone osa - 3 maapealset korrust ja 1 maa-alune korrus;
5. F korpus, Veetorni tänaval asuv hoone osa - 2 maapealset korrust.



Joonis 1. Tallinna Rahvusraamatukogu hoone korpuste jagamine.

## 2.2 Hoone lähteandmed

- Tellija veevarustuse ja kanalisatsiooni lähteülesanne
- ÜVK tehnilised tingimused - AS Tallinna Vesi, 20.11.19, töö nr PR/1966466-2
- ÜVK tehnilised tingimused (tuletõrjevesi) – AS Tallinna Vesi, 20.05.20, töö nr PR/2036047-1
- Arhitektuurne tööprojekt ja teostusmudel – OÜ Sirkel & Mall, 11.06.20, töö nr 19064
- Ehituskonstruktiiivne tööprojekt – OÜ Sirkel & Mall, 27.11.20, töö nr 19064
- Sisearhitektuurne tööprojekt – VL Sisearhitektuur OÜ, 27.11.20, töö nr 19064
- Tuleohutuse põhiprojekt – OÜ Rovalis, 27.11.20, töö nr 19064
- Välisveevarustus ja -kanalisatsioon – OÜ Sirkel & Mall, 22.06.20, töö nr 19064
- Ehitise auditi aruanne – A Telora-E, 21.03.16, töö nr 169080
- Eesti Rahvusraamatukogu olemasoleva hoone esialgne kütteprojekt – Eesti Projekt, 1988, töö nr KL-83
- Tehnilised nõuded mitteeluhoonetele – Riigi Kinnisvara AS, 2020
- Automaatne sprinklertulekustutus – Ostwind Grupp OÜ, 27.11.20, töö nr 19064

## 2.3 Hoone tehnilised näitajad

Andmed on võetud projekteerimis- ja arhitektuuribüroo Sirkel&Mall OÜ arhitektuurse osa seletuskirjast, tehniliste näitajate peatükist.

Tabel 1. Hoone tehnilised näitajad.

Katastriüksuse tunnus	78401:107:0570
Kasutusotstarve	Raamatukogu
Krundi sihtotstarve	100% Ühiskondlike ehitiste maa
Peamine kasutamise otstarve	12623 Raamatukogu 12624 Arhiiv
Krundi pind	19297 m <sup>2</sup>
Hoone ehitisealune pind	8892,9 m <sup>2</sup>
Hoone netopind	43451 m <sup>2</sup>
Hoone korruselisus	2 maa-alust korrust + 8 k
Hoone maapealne maht	156334 m <sup>3</sup>
Hoone maa-alune maht	15667 m <sup>3</sup>

## **3. VEEVARUSTUSE JA KANALISATSIOONI PROJEKTEERIMINE**

### **3.1 Hoone veevarustus**

Vee kvaliteet peab vastama Eesti vabariigi määrusele nr 61 „Joogivee kvaliteedi- ja kontrollinõuded ning analüüsimeetodid“. Süsteemi kasutusiga peab olema 50 aastat. Üksikseadmete kasutusiga määratakse vastavalt tootja poolsetele andmetele.

Projektis kavandati järgmised veevarustussüsteemid:

- Joogivee süsteem:
  1. Külmavee varustus (KV)
  2. Soojavee varustus (SV)
  3. Tsirkulatsiooni (soojavee ringluse) veevarustus (SVT)
- Tuletõrjeveevarustuse süsteem, ehk märgtõusutoru;
- Automaatne tulekustutuse sprinklersüsteem.

Projekteerimise käigus asendati olemasolevad DN150 veesisendid uute PE 2xDe250 PN10 torudega vastu. Uute torude läbimõõt on suurem, kuna hoonesse projekteeriti sprinklersüsteem, mis nõuab suurt vooluhulka.

Hoonesse projekteeritakse veesüsteem magistraalitoru põhiselt. Magistraalidest seadmeteni vesi jõuab jaotustorude kaudu. Erandiks on AB korpuse 8. korruse sanitaarruumid, mis asuvad klaaskatuse all ja AB -1 korrusel asuv köök. Mõlemas piirkonnas on tarbevee lahendused esitatud külma- ning soojavee kollektoritega.

Vastavalt tellija soovile sooja vee tsirkulatsioon projekteeriti ja pärast ehitatakse hoonesse nii, et soe vesi lõpptarbijani peab jõudma vähem kui 10 sekundiga.

Hoonele olid tellitud uued tehnilised tingimused ettevõttelt AS Tallinna Vesi, vastavalt millistele tagatakse tarbevee süsteemile liitumispunktist tavaolukorras rõhk 260 kPa-i. Vajaliku süsteemirõhu tagamiseks hoonele projekteeriti sagedusmuunduriga rõhutõstepumbad. Rõhutõsteseadme spetsifikatsioon vastavalt arvutustele oli järgmine:

- $Q = 2,61 \text{ l/s}$
- $H_t = 4,58 \text{ bar}$

Kuna süsteemi rõhk peale rõhutõsteseadet on väga suur, tuli otsus projekteerida torustikule madalamate korruste sanitaarseadmete kaitseks rõhualandusventiilid.

Kõik veevarustuse vooluhulgad allolevas tabelis 2 on esitatud vastavalt kehtivatele 28.02.2021 a. esitamise kuupäevaks standartidele EVS 835:2014 „Hoone veevärk” ja EVS 921:2014 „Veevarustuse välisvõrk”. Tänapäeval kasutatakse veevarustuse projekteerimiseks alates 01.04.2022 a. kehtivat standardeid EVS 835:2022 „Hoone veevärk” ja EVS 921:2022 „Veevarustuse välisvõrk”.

Vastavalt tegutseva projekteerija arvutustele tulid välja järgmised arvutusvooluhulgad:

Tabel 2. Tallinna Rahvusraamatukogu veevarustuse arvutusvooluhulgad.

<b>Veevarustuse arvutusvooluhulk</b>	<b>Tulemus</b>	<b>Ühik</b>
Ööpäevane veetarbimine $Q_{\text{ööp}}$	45,60	m <sup>3</sup> /ööp
Tunnine veetarbimine $Q_t$	4,70	m <sup>3</sup> /t
Külmavee summaarne arvutusvooluhulk $Q_{a, kv}$	2,61	l/s
Soojavee summaarne arvutusvooluhulk $Q_{a, sv}$	1,99	l/s

### 3.2 Hoone kanalisatsioon

Hoone olmereovesi on projekteeritud õhustatud püstikute ja isevoolsete kogumistorudega.

Hoonesse projekteeriti iseoolne ning lahkoolne kanalisatsioonisüsteem. D korpuses - 3. korrusel tehnilises ruumis valamü äravool lahendatakse Liftaway trapp pumplaga või analoogiga. Trapp pumplast juhatakse survetoru lae alla isevoolsesse kanalisatsiooni torusse. AB korpuses 3. korrusel puhkeruumis AB3111 on projekteeritud köögivalamu nõudepesumasina pumpla Liftaway, kust survetoru abil olmereovesi juhatakse inva-WC isevoolsesse püstikusse. Mõlemad pumplad paigaldatakse põrandasse.

Tallinna Rahvusraamatukogus on ette nähtud köök, mis asub -1. korrusel. Köögi kanalisatsiooni äravool tuleb lahendada vundamendi alt, kinnisel meetodil.

Koristaja ruumides on projekteeritud trapid korviga sette kogumiseks.

Kõik kanalisatsiooni vooluhulgad allolevas tabelis 3 on esitatud vastavalt kehtivatele 28.02.2021 a. esitamise kuupäevaks standartidele EVS 846:2013 „Hoone kanalisatsioon” ja EVS 848:2013 „Kanaliseatsiooni välisvõrk”. Tänapäeval kasutatakse



kanalisatsiooni projekteerimiseks alates 01.06.2021 a. kehtivaid standardeid EVS 846:2021 „Hoone kanalisatsioon“ ja EVS 848:2021 „Väliskanaliseerimisvõrk“.

Vastavalt tegutseva projekteerija arvutustele tulid välja järgmised arvutusvooluhulgad:

Tabel 3. Tallinna Rahvusraamatukogu kanalisatsiooni arvutusvooluhulgad.

<b>Kanaliseerimise arvutusvooluhulk</b>	<b>Tulemus</b>	<b>Ühik</b>
Ööpäevane olmereovee äravool $Q_{\text{ööp}}$	45,60	m <sup>3</sup> /ööp
Köögi olmereovee summaarne arvutusvooluhulk $Q_{a,r}(K=1,0)$	3,33	l/s
Olmereovee summaarne arvutusvooluhulk $Q_{a,r}(K=0,5)$	9,30	l/s

### 3.3 Hoone sademeveekanaliseerimine

Hoone sademeveekanaliseerimine on lahendatud hoonesiseselt. Sademevesi kogutakse katusel katuselehtrite abil kokku ja juhitakse läbi püstikute hoonest välja, kus see liidetakse hoonevälise sademeveesüsteemiga.

A/B korpuse fuajee katus on projekteeritud lahendada nt. Geberit vaakumsüsteemiga. Vaakumsüsteem paigaldatakse katuse soojustuse sisse. Katusest läbiviiguna kasutatakse olemasolevaid avasid. Šahtis oleva sademeveepüstikuga ühendades tuleb silmas pidada, et vaakumsüsteem peaks kukkuma 4 meetrit, enne isevoolse süsteemiga ühendamist.

Lugemissaalides ja teistes vaikust nõudvates ruumides kasutatakse mürasummutavaid sademevee- ja kanalisatsioonitorusid (nt. Geberit silent-db20). Lisaks isoleerida torud nt. 17mm Isol flex'ga.

Kõik katusekaevud varustatakse küttekaabliga integreeritud kujul või kasutada tootepõhist Geberit'i lahendust „Geberit Pluvia heater 230/8W“ toodet.

Kõik sademeveekanaliseerimise vooluhulgad allolevas tabelis 4 on esitatud vastavalt kehtivatele 28.02.2021 a. esitamise kuupäevaks standartidele EVS 846:2013 „Hoone kanalisatsioon“ ja EVS 848:2013 „Kanaliseerimise välisvõrk“. Tänapäeval kasutatakse sademeveekanaliseerimise projekteerimiseks uusi alates 01.06.2021 a. kehtivaid standardeid EVS 846:2021 „Hoone kanalisatsioon“ ja EVS 848:2021 „Väliskanaliseerimisvõrk“.

Vastavalt tegutseva projekteerija arvutustele tulid välja järgmised arvutusvooluhulgad:

Tabel 4. Sademeveekanaliseerimise arvutusarvooluhulgad.

<b>Sademeveekanaliseerimise arvutusarvooluhulk</b>	<b>Tulemus</b>	<b>Ühik</b>
Vihmavee intensiivsus 20-minutilise kestusega, sagedusega $p=5$ aasta $Q_{20}$	180	$l/(s \cdot ha)$
Summaarne sademevee arvutusarvool katustelt (kaldega alla 1,5%) $Q_{a,k}$	156	$l/s$

## **4. VEEVARUSTUSE JA KANALISATSIOONI PROBLEEMID JA VÕIMALIKUD TEISED LAHENDUSED**

Tänapäeval, ehk 2023. aastal, kus maailm tehnoloogiliselt on jõudnud nii kaugemale, oleks tarvis öelda, et peale projekteerimist ei või ühtegi probleemi ehitusplatsil tekkida, mis on jäänud projekteerimise etapis kahe silma vahel, kuid see ei ole nii. Renoveeritavate hoonete puhul on väga raske läbi mõelda kõik lahendused selliselt, et ei peaks pärast midagi parandama või tegema ümber.

Probleemid tekkivad mitte ainult ehitajal, vaid ka projekteerijal. Tihtipeale teostatud ehituslahendus ei lähe kokku projekteeritud lahendusega. Aastal 1982, mil lõpetati Rahvusraamatukogu ehitamine, ei olnud 3D visualisatsiooni tarkvarasid, kus oleks olnud võimalik jälgida kõikide eriosade omavahelised seoseid ja avastada kohe ka probleemid, mis on projekteerimises tekkinud.

Antud peatükis toon esile tekkinud probleemid Rahvusraamatukogu renoveerimisel projekteerimise ja ehituse käigus, püüan leida pakutud lahendustele alternatiive ning kriitiliselt analüüsida, milline lahendus oleks kõige sobivam antud projekti puhul.

### **4.1 Veevarustuse kombineeritud süsteem**

Vee- ja kanalisatsiooni projekteerija poolt põhiprojekti staadiumis on teostatud veevarustuse lahendus külmavee tupiktoruga. Tarbevesi jõuab läbi magistraalitoru iga tarbijani. Hoones on üks peaveemõõdusõlm tehno ruumis. Üksikud veearvestid on projekteeritud:

- AB -1. korruse köögi ja AB 2. korruse kohviku veesisenditele -1 korrusel;
- Teatri ruumidele E -1. korrusel ning AB 1. korrusel;
- Büroopinnale AB 2. korrusel;
- 8. korrusel.

Veevarustuse välisvõrkudes kasutatakse tihti kombineeritud süsteeme, antud projektis oleks kindlasti mõistlik arvestada sellise lahendusega hoones sees.

Kombineeritud süsteem moodustab ringsüsteemi, tänu millele piirkonnas tagatakse katkestamatu veevarustus. Kombineeritud süsteemiga ühendatakse tupiklõigud. Kui ringsüsteemis mingil lõigul tekib avarii, siis antud torulõik keeratakse kinni ning see ei

ole töös seni kuni torustik on ära vahetatud. Juhul, kui see on tupiklõik, siis ülejäänud magistraal läheb tööst välja ka. Ringsüsteemi puhul sellist probleemi ei ole ja süsteem varustatakse veega edasi, kuid siis teisest veesisendist.

Minu analüüsi eesmärgiks on tõestada, et ringsüsteemi lahendus nii suure pindalaga majades nagu Tallinna Rahvusraamatukogu, oleks otstarbekas kasutada ka hoone sees.

Tänapäeval Eestis kasutatakse antud lahendust vaid ainult välisvõrkude süsteemides, kuid lahendus võiks leida kasutamist ka hoonesisestes süsteemides külma vee puhul.

Tupiktoru süsteemi võrreldes kombineeritud süsteemiga hea eelis on see, et süsteem on odavam, kuna paigaldatakse vähem torusid. Kombineeritud süsteem omakorda on kallim, kuna see süsteemi peamagistraal peab olema ringistatud, mida tähendab, et süsteem nõuab rohkem torustiku ja armatuuri paigaldust.

Tupiktoru süsteem suur puudus vaid on see, et süsteem ei vasta täielikult katkematu veevarustuse nõuetele, ehk avarii puhul ilma vett võib jätta terve hoone. Kombineeritud süsteemi puhul antud probleem on osaliselt lahendatud, kuna süsteem koosneb mitte ainult tupikmagistraalidest (püstikutest), vaid samuti ka ringistatud magistraalidest, millega ühendatakse kokku kõik tupikmagistraalid. Ringistatud magistraal ühendatakse hoonesse tulevate veesisenditega mitmetes kohtades, mis võivad asuda täiesti erinevates kohtades, tänu millele avarii puhul hoones jääb veevarustus töös, kui avarii ei ole tupiklõigul (püstikul) tekkinud, kus ringistatud süsteemi ei ole.

Samuti hea eelis kombineeritud süsteemi puhul on see, et ringistatud magistraali toru läbimõõdud on väiksemad võrreldes tupiktoru süsteemiga, kuna pidev vooluhulk süsteemile tagatakse mitmetest veesisenditest.

Kombineeritud süsteemi hoonetes tuleks kasutada juhul, kui on vaja tagada mitmekorruselistes elamutes või mitteelamutes tarbijate katkematu veevarustus, hoonetes tuletõrjerveevärgiga, ehk märgtõusutoru süsteemiga ja sprinklersüsteemiga ning samuti ka tootmishoonetes. Kombineeritud süsteem koosneb ringsüsteemist, millega on ühendatud kõik tupiklõigud, ehk tarbevee püstikud. Süsteem ühendatakse välisvõrgu süsteemiga mitme väljaviigu kaudu.

Kokkuvõtteks, hoones teevad tööd igapäevaselt suur hulk inimesi, samuti on hoones projekteeritud erinevad tuletõrjerveevarustuse süsteemid, millistele peab olema tagatud

katkematult vesi, hoones on köögid ja kohvikud, kus viibivad igapäevaselt inimesed, seega kombineeritud süsteemi lahendus antud projektis oleks mõistlik teha ka.

## 4.2 Sademevesi

Tallinna Rahvusraamatukogus siseosade projekteerija poolt oli valitud hoonesisene sademevee lahendus, mis tähendab et sademevesi kogutakse katustelt katuselehitrite abil kokku ning hoonesiseste püstikute ja magistraalide abil juhitakse hoonest välja välisvõrgu süsteemi.

### 4.2.1 Sademevee vooluhulkade võrdlusarvutus

Uutes standardites EVS 846:2021 "Hoone kanalisatsioon" ja EVS 848:2021 „Väliskanaliseerimisvõrk“ käsitletakse sademeveevooluhulga ja -mahu arvutust uuendatud, kaasajastatud meetodika alusel. Selleks et võrrelda kui palju sademevee vooluhulgad erinevad vanades standardites esitatud meetodikaga, koostas arvutuse uue meetodika järgi.

Valgla, ehk katuse pindala, on vastavalt arhitektuursetele plaanidele kokku 8700 m<sup>2</sup> = 0,87 ha.

Arvutused teostatakse 20-minutilise kestvusega vihma põhjal. Kestvus jagatakse 5-minutilistele lõikudele, igaühel lõigul on oma vihma intensiivsus, mida arvutatakse vastavalt kehtivale standardile EVS 846:2021 „Hoone kanalisatsioon“.

#### Uue standardi järgi arvutusaravoolu määramine

Vastavalt standardile EVS 846:2021 "Hoone kanalisatsioon" arvutan sademevee arvutusaravoolu valemiga (1):

$$Q_{a,s} = qk_{\psi}A_a \quad (1)$$

kus  $Q_{a,s}$  – on pinnale langeva ja sealt ärajuhitava sademevee arvutusaravool l/s;

$q$  – on arvutusvihma keskmine intensiivsus l/(s\*ha);

$k_{\psi}$  – on tabeli 5 järgi määratav keskmine äravoolutegur, mida sõltub pinnakattest ja arvutusvihmast;

$A_a$  – on valgla suurus ha.

Tabel 5. Pinnakatete äravoolutegur  $k_{\psi}$ .

Pinnakate	Äravoolutegur $k_{\psi}$
Katus, välja arvatud haljaskatus	1,0
betoon- või asfaltkate	0,8
tihedate vuukidega kivisillutis	0,8
liivvuukidega kivisillutis	0,7
kruus- või killustikkate	0,3
haljaskatused <sup>a</sup>	
> 50 cm	0,1
> 25 cm kuni 50 cm	0,2
> 10 cm kuni 25 cm	0,4
≤ 10 cm	0,7

<sup>a</sup> Olenevalt katuse konstruktsioonist.

Kuna tegemist on katusega, siis äravooluteguri  $k_{\psi}$  valin 1,0.

Selleks, et määrata arvutusvihma keskmist intensiivsust, tuleb vastavalt standardile kasutada lühiajalise vihma ( $t = 5$  min) valemit (2):

$$q_5 = 2,31 \frac{aP^b}{t^c} (l/(s * ha)) \quad (2)$$

kus  $a, b, c$  – on empiirilised tegurid, mis olenevad geograafilisest asukohast,

$t$  – on arvutusvihma kestus minutites;

$P$  – on arvutusvihma kordus aastates.

Pikema kui 5 minuti kestvusega arvutusvihma keskmist intensiivsust arvutan toodud standardis EVS 848:2021 „Väliskanaliseerimisvõrk“ valemiga (3):

$$q = 2,778 \frac{aP^b}{t^c} (l/(s * ha)) \quad (3)$$

Vastavalt allolevale tabelile 6 valin sobiva piirkonna jaoks tegurid vihma intensiivsuste arvutamiseks.

Tabel 6. Asukohaparameetrite tabel Eesti suurematele linnadele ja alevikele.

Linn	a	b	c	Linn	a	b	c
Abja-Paluoja	422.9	0.314	0.812	Paide	364.0	0.342	0.787
Antsla	466.3	0.318	0.833	Paldiski	265.9	0.337	0.715
Elva	442.6	0.326	0.828	Põltsamaa	396.7	0.341	0.807
Haapsalu	194.8	0.331	0.645	Põlva	454.3	0.324	0.829
Jõgeva	373.1	0.359	0.791	Pärnu	321.7	0.323	0.741
Jõhvi	384.3	0.361	0.766	Püssi	372.2	0.360	0.772
Kallaste	383.4	0.352	0.795	Rakvere	357.5	0.356	0.780
Karksi-Nuia	436.4	0.314	0.821	Rapla	314.9	0.337	0.748
Kehra	340.8	0.345	0.777	Räpina	446.9	0.327	0.821
Keila	292.4	0.339	0.739	Saue	309.8	0.340	0.755
Kiviõli	370.0	0.360	0.773	Sillamäe	382.0	0.362	0.764
Kilingi-Nõmme	383.4	0.316	0.784	Sindi	335.8	0.322	0.752
Kohtla-Järve	378.5	0.361	0.768	Suure-Jaani	407.2	0.324	0.810
Kunda	360.3	0.355	0.775	Tallinn	325.7	0.342	0.770
Kuressaare	196.3	0.328	0.656	Tamsalu	355.5	0.353	0.786
Kärdla	193.2	0.330	0.661	Tapa	353.0	0.352	0.784
Lihula	227.3	0.329	0.668	Tartu	423.3	0.336	0.818
Loksa	346.1	0.347	0.777	Tõrva	452.2	0.316	0.828
Maardu	331.6	0.342	0.773	Türi	365.3	0.337	0.786
Mustvee	354.6	0.358	0.785	Valga	459.6	0.316	0.825
Mõisaküla	407.3	0.315	0.800	Viljandi	443.1	0.315	0.833
Narva	380.6	0.361	0.763	Võhma	395.5	0.331	0.805
Narva-Jõesuu	379.3	0.362	0.761	Võru	471.1	0.318	0.837
Otepää	455.4	0.321	0.832				

Valitud tegurid on esitatud tabelis 7.

Tabel 7. Tallinna piirkonna sademevee parameetrid.

	Tegur		
Piirkond	a	b	c
Tallinn	325,7	0,342	0,77

Arvutusvihma kordus aastates P määratakse vastavalt allolevale tabelile 8. Mina valin kordussagedust aastates 5, kuna hoone asub kesklinnas. Kesklinnas on tänapäevaks kogu sademevee torustik aladimensioonitud, kuid hoone asub võrreldes teise kesklinna osaga kõrgemal, abs. kõrgusel ~27,5 m, mille tõttu võib järeldada, et antud kinnistul on pinnasevee tase piisavalt madal, mis annab hea võimaluse sademeveel imbuda maasse.

Tabel 8. Näited arvutuslike kanalisatsiooniuputusi puudutavatest nõuetest seisvale tulvaveele.

Mõju	Asukoha näited	Näited arvutuslike kanalisatsiooniuputuste esinemissagedusest	
		Kordussagedus aastates	Tõenäosus ületada esinemissagedust 1 aasta jooksul
Väga madal	Piirkond, kus ajutine sademeveeuputus ei põhjusta kahju, ehitistest eemal paiknevad teed või väliruumid	1	100 %
Madal	Eramute/elamute piirkond	2	50 %
Madal kuni keskmine	Üldkasutatavad väliruumid	3	30 %
Keskmine	Linnakeskused/tööstuspiirkond, kaubanduspiirkond, ehitiste läheduses paiknevad teed või väliruumid	5	20 %
Keskmine kuni kõrge	Uputus kasutuses olevates hoonetes, v.a keldrid	10	10 %
Kõrge	Sügav uputus kasutuses olevates keldrites või tealustes tunnelites	30	3 %
Väga kõrge	Kriitiline taristu	50	2 %

Seal, kus tulvaveed liiguvad kiiresti, tuleks tõsta kordussagedust (vähendada tõenäosust). Olemasolevate võrkude korrastamisel ja seal, kus samade projekteerimisnõuete täitmine uue võrgu puhul tooks kaasa liigseid kulutusi, võib kaaluda madalamaid piirväärtusi. Riski hindamine on vaja teostada valgala põhiselt.

Kui kõik andmed arvutuste järgi on valitud, siis kasutades valemid (2) ja (3) leian arvutusvihma keskmised intensiivsused 20-minutilise vihma kestvusega puhul iga järgmise 5-minuti jaoks.

$$q_5 = 2,31 * \frac{325,7 * 5^{0,342}}{5^{0,77}} = 377,81 \text{ l/(s * ha)},$$

$$q_{10} = 2,778 * \frac{325,7 * 5^{0,342}}{10^{0,77}} = 266,44 \text{ l/(s * ha)},$$

$$q_{15} = 2,778 * \frac{325,7 * 5^{0,342}}{15^{0,77}} = 194,99 \text{ l/(s * ha)},$$

$$q_{20} = 2,778 * \frac{325,7 * 5^{0,342}}{20^{0,77}} = 156,24 \text{ l/(s * ha)}.$$



Standard EVS 848:2021 „Väliskanalisatsioonivõrk“ viitab sellele, et Eestis on valinguvihmad intensiivistumas keskmiselt 4% kümne aasta jooksul. Kanalisatsiooni süsteemid hoonetes ehitatakse tänapäeval sellised, et nende tööiga peab olema vähemalt 50 aastat. Sellest tulenevalt mina teen järelduse, et süsteemi arvutamiseks mina pean saadud arvutusvihma intensiivsuse tulemused korrutama varuga  $4\% * 50 / 10 = 20\%$  või 0,2 ning kasutama edaspidistes arvutustes saadud tulemused.

$$q_5 = 377,81 + 377,81 * 0,2 = 453,37 \text{ l/(s * ha)},$$

$$q_{10} = 266,44 + 266,44 * 0,2 = 319,73 \text{ l/(s * ha)},$$

$$q_{15} = 194,99 + 194,99 * 0,2 = 233,99 \text{ l/(s * ha)},$$

$$q_{20} = 156,24 + 156,24 * 0,2 = 187,49 \text{ l/(s * ha)},$$

Keskmine vihma intensiivsus 20-minutilise kestusega vihma puhul on

$$q_{kesk} = \frac{q_5 + q_{10} + q_{15} + q_{20}}{4} = \frac{453,37 + 319,73 + 233,99 + 187,49}{4} = \frac{1194,58}{4} = 298,65 \text{ l/(s * ha)}.$$

Sademevee arvutusärvavool igal perioodil on

$$Q_{a,s,5} = 453,37 * 1,0 * \frac{8700}{10000} = 394,43 \text{ l/s},$$

$$Q_{a,s,10} = 319,73 * 1,0 * \frac{8700}{10000} = 278,17 \text{ l/s},$$

$$Q_{a,s,15} = 233,99 * 1,0 * \frac{8700}{10000} = 203,57 \text{ l/s},$$

$$Q_{a,s,20} = 187,49 * 1,0 * \frac{8700}{10000} = 155,62 \text{ l/s}.$$

Keskmine sademevee arvutusärvavool on

$$Q_{a,s,kesk} = \frac{Q_{a,s,5} + Q_{a,s,10} + Q_{a,s,15} + Q_{a,s,20}}{4} = \frac{394,43 + 278,17 + 203,57 + 155,62}{4} = \frac{1030,79}{4} = 257,70 \text{ l/s}.$$

Vastav sademevee kogus (maht) arvutatakse valemiga (4):

$$V = \frac{k_\psi q A_a t}{1000} \quad (4)$$

kus  $V$  – on arvutusvihma maht  $\text{m}^3$ ;

$q$  – on arvutusvihma keskmine intensiivsus  $\text{l/(s * ha)}$ ;

$k_\psi$  – on tabeli 4 järgi määratav keskmine ärvavoolutegur;

$A_a$  – on valgla suurus ha;

$t$  – arvutusvihma kestus sek.

$$V = \frac{1,0 \cdot 298,65 \cdot 0,87 \cdot 1200}{1000} = 311,79 \text{ m}^3$$

### Tulemuste võrdlus

Sademevee intensiivsus võrreldes vana standardiga on ligikaudu 66 % suurem.

$$298,65 \cdot 100 / 180 = 165,92 \%$$

$$165,92 - 100 = 65,92\% \approx 66 \%$$

Sademevee vooluhulk võrreldes vana standardiga on ligikaudu 66 % suurem.

$$257,70 \cdot 100 / 156 = 165,19 \%$$

$$165,19 - 100 = 65,19 \% \approx 66 \%$$

Nendest tulemustest võib teha järelduse, et projekteerimise käigus arvutatatud vooluhulgad tänapäeval ei vasta standardile ning on väiksemad võrreldes uues standardis antud arvutuse metoodikaga.

Vihmavee maht tuli ühe 20-minutilise vihmaperioodi puhul ligikaudu 312 m<sup>3</sup>, vt. tabelit 9.

Tabel 9. Sademeveekanaliseerimise arvutusaravooluhulk ja maht uue standardi arvutuskäigu järgi.

<b>Sademeveekanaliseerimise arvutusaravooluhulk</b>	<b>Tulemus</b>	<b>Ühik</b>
Vihmavee intensiivsus 20-minutilise kestusega, sagedusega p=5 aasta Q <sub>20</sub>	298,65	l/(s*ha)
Summaarne sademevee arvutusaravool katustelt Q <sub>a,k</sub>	257,70	l/s
Summaarne sademevee maht katustelt Q <sub>a,k</sub>	311,79	m <sup>3</sup>

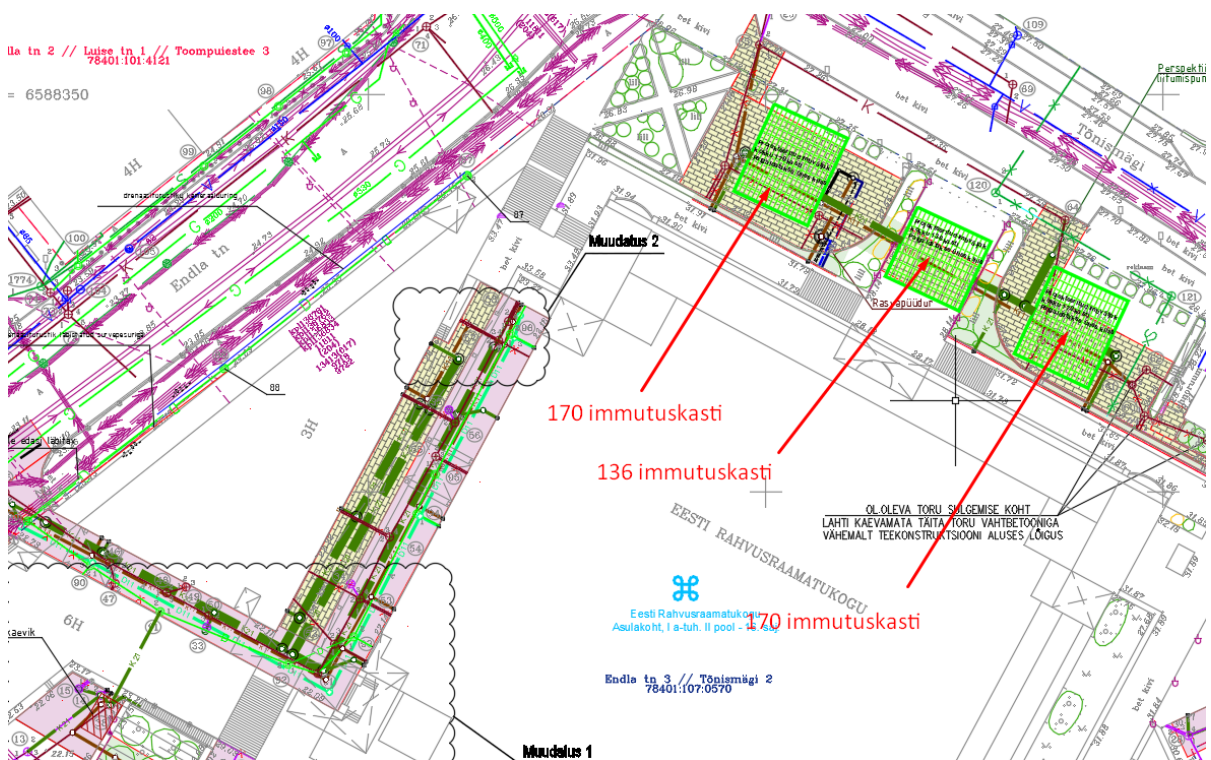
Vastavalt tellitud kinnistule tehnilistele tingimustele ja erikokkuleppele Tallinna Vesi AS-iga lubati kasutada 2 liitumispunkti, kus aravool ühes liitumispunktis ei tohiks olla suurem kui 10 l/s, ehk kokku lubatud kinnistule aravool linnasüsteemi on 2 \* 10 l/s = 20 l/s. Nii väike aravoolu puhul kinnistul kindlasti peavad olema ette nähtud meetmed sademevee ühtlustamiseks või taaskasutamiseks.

Tabelist 9 on teada, et summaarne sademevee maht on ligikaudu 312 m<sup>3</sup>. Välisosa kanalisatsiooni projektis välisvõrkude projekteerija teostas lahenduse, kus väljaviikudest sademevesi juhitakse De1000 läbimõõduga kollektoritesse, tänu millele on võimalik koguda vett torustikus ja aeglasemalt kinnistult ära juhtida. Lahenduse miinuseks on see, et linnasüsteemi ja seejärel reoveepuhastusjaama jõuab lõppude lõpuks samasugune sademevee maht, kuid aeglasemalt, mille tõttu segatud reo- ja

sademevee jaoks tuleb kasutada rohkem energiat ja keemiat puhastamiseks. Jällegi, puudus on selles, et sademeveega midagi kinnistul ei tehta ja kasutusse ei võeta.

Kasutades olemasolevat tehnovõrkude koondplaani mina püüan teostada lahenduse, tänu millele äravoolu maht liitumispunktidesse väheneb. Arvestades sellega, et Tallinna Rahvusraamatukogu on ehitatud mäel, ehk asub võrreldes tema ümber oleva maapinnaga kõrgemal, mina teen järelduse, et kinnistul on madalam pinnaseveetase mis omakorda annab võimalust kasutada immutusblokid. Valin Wavin tootjapoolsed Q-Bic immutusblokid, mille kasulik maht on 410 l. Sademevee maht on ligikaudu 312 m<sup>3</sup>, ehk 312000 l. Kokku on vaja 312000 / 410 = 761 immutusbloki.

Asukohtade valimisel mina jälgisin, et immutusväljakud ei tohiks olla paigaldatud raskesti ligipääsetavates kohtades. Otsustasin paigaldada immutusväljakud peasissepääsu ees ning jagada väljakud kolmeks osaks, arvestades olemasolevate betoonist seintega. Kokku sai projekteeritud 436 kasti (vt. joonist 2).



Joonis 2. Projekteeritud immutuskastid Tallinna Rahvusraamatukogu peasisepääsu ees.

Vasakpoolne sademeveekanalisatsiooni liitumispunkt, kuhu juhitakse teine osa kinnistu sademevett, asub abs. kõrgusel 19,02 (toru põhi) võrreldes peasissepääsu ees liitumispunktiga, mille abs. kõrgus on 25,21 (toru põhi), seega ilma täiendavate

geoloogilist uuringuteta minul tekkisid raskused eeldada, kas tohib sinna paigaldada truupide asemele immutusväljakud või mitte, kuna immutusväljaku arvatavasti tuleb paigalda abs. kõrgusele 18,90 (imbkasti alumine äär), kus võib ilmuda pinnasevesi. Seega jätkaks sinna projekteerija poolt teostatud lahenduse, ehk truubid.

Immutusväljakute kasutamine aitab vähendada kinnistult välja mineva vooluhulka ja mahtu, kuna tänu sellele on võimalik immutada  $410 \text{ l} * 476 \text{ kasti} = 195160 \text{ l}$ , ehk  $\approx 195,2 \text{ m}^3$  vett.

#### **4.2.2 Hoone sademevee äravoolu lahendus**

Põhiprojekti staadiumis vee- ja kanalisatsiooni projekteerijal tekkis sademevee lahenduse koostamisel selline raskus, et hoone AB korpus, ehk kõige kõrgem korpus hoone keskel on ehitatud erikujuga, püramiidi vormis. Rahvusraamatukogu on 8. korruseline hoone, mille loode ja kagu poolel on korrused paigaldatud astmeliselt (vt. Lisa 1), mis tähendab et igal korrusel on oma katus, kust on vaja ära juhtida sademevesi. Probleemi tekitab ka see, et aknad, mis asuvad igal korrusel, paigaldatakse põrandast laeni, seega on probleem müra tekkimisega torustikus ning ka ruumipuudus äravoolupüstikute paigutamisel. Projekteeritud põhiprojektis sademeveelahendus koosnes mitmest torusüsteemidest:

1. Vaakumtorusüsteem (Geberit Pluvia);
2. Süsteem mürasummutavatest torudest (Geberit Silent-db20);
3. PE survetoru süsteem (Geberit HDPE).

Esimene süsteem koosnes vaakumtorustikust, mida paigaldatakse ilma kaldeta katuse isolatsiooni sisse ning viiakse kõrval olevatesse tornidesse (vt. Lisa 2). Süsteemi eesmärk on koguda läbi vihmaveerennide sademevett ning suunata vaakumtorustiku abil tavasüsteemi. Antud lahendus aitas säilitada ruumi, st katusele paigaldatakse vähem äravoolulehtreid, mille tulemuseks sai suurem vooluhulk süsteemis.

Katuselt sademevee äravool peab olema iseoolne ning uue torustiku asukoht peab arvestama olemasoleva lahendusega, st tuleks kasutada olemasolevaid avasid ehitise kandvates konstruktsioonides. Sademevesi juhitakse läbi lugemissaalide ning teiste

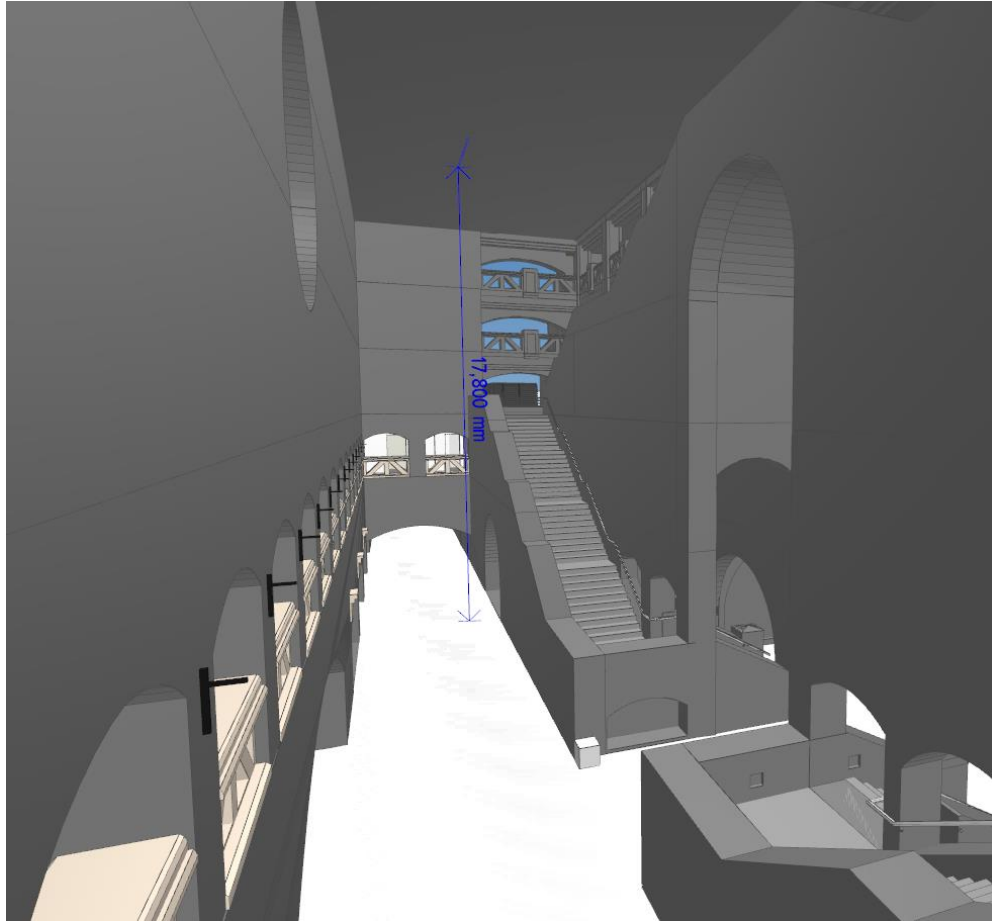
vaikust nõudvate ruumide, mille tõttu põhiprojekti vee- ja kanalisatsiooni projekteerija tegi otsuse kasutada süsteemi, mis koosneb mürasummutavatest Geberit Silent-db20 torudest. Antud toode vastab tänapäevastele kõrgetele müra nõuetele. Antud lahenduse projekteerimise käigus kasutati kõikides ruumides, kus müratase peab olema madal. Probleemiks oli see, et kohtades, kus peaksid minema sademevee püstikud, ei olnud šahte, olid madalad laed ja suured aknad. Põhiprojekti vee- ja kanalisatsiooni projekteerija otsustas, et toru viiakse lubatud kohtades lae alla, kus see ei jää küllastajatele nähtavaks ning torustik ei jookse akende ees. Projekteerija otsustas paigaldada torustik akende vahel olemasolevatele kandvatele postidele. (vt. Lisa 3).

Alumistel korrustel, kus helinõudeid nii ranged ei ole, kasutati kolmandat, ehk tavalist, PE survetoru süsteemi. Kõik üleval toodud 3 torusüsteemi moodustavad ühtse süsteemi, ehk kõik magistraalid ühendatakse kokku ja juhitakse hoonest välja projekteeritud välisvõrgu väljaviikudesse ning sealt edasi liitumispunkti.

Probleemiks oli ka see, et vastavalt Riigi Kinnisvara AS nõuetele fassaadil peab säilima esmane kuju, seega fassaadi peale ei tohiks paigaldada ühtegi sademeveekanaliseerimistoru.

Järgmine murekoht oli hoone fuajee, kus ripplae kõrgus on 17.8 meetrit (vt. joonist 3 ja Lisa 4). Põhiprobleemiks oli ligipääs lae alla. Fuajee katusel on terrassid, kuhu projekteeritakse vihmaveerennid. Vihmaveerennid moodustavad lae all magistraalid pikkusega üle 15 m, seega oleks võimatu liikuda sademevee torudega lae all kaldega, kuna lae all asuvad kassetid ja neid on lubatud läbida ainult kasseti keskel (vt. Lisa 5). Kalde puhul igas järgmises kassetis konstruktiivne ava tuleb madalamale vastavalt toru pikkusele ja langule, selle tõttu kandev kasset võib minna katki katusel asuvate õõnespaneelide kaalu tõttu. Fuajee puhul projekteerimises kasutati samuti ka Geberit Pluvia (ehk vaakumsüsteemi) lahendust, kus torud jooksevad lae all ilma languta, mis võimaldas läbida kassetid ühel kõrgusel.

Fuajee katuse teiseks probleemiks oli see, et suurt tõstukit, mis tõstaks inimest nii suurele kõrgusele laealuse torustiku paigalduseks, ei olnud võimalik kasutada.



Joonis 3. Ripplae kõrgus Tallinna Rahvusraamatukogu fuajees [Arhitektuurne IFC mudel, Tallinn 2020, Sirkel&Mall OÜ].

Minu hinnangul lahenduse võiks teha odavamaks, läbi arutades erinevaid variante teiste eriosade projekteerijatega.

Esimesena, mida oleks vaja arutada projekteerimise käigus, tuleks leida sobivad asukohad mürasummutavate šahtidele ruumides, kuhu oleks võimalik paigaldada PE survetorud, mille helinõuded ei pea vastama ruumide nõuetele, kus jookseb torustik. Šahtid, sh ripplaed, peaksid olema projekteeritud mürasummutavatest materjalidest. Šahtides peab jooksma torustik võimalikult lühikese teega ning võimalusel otse alla tehnilistele korrustele, kuhu on projekteeritud väljaviigud.

Teisena tuleks konstruktoriga arutada ja kooskõlastada antud lahendus Riigi Kinnisvara AS-iga, et oleks võimalik liikuda torudega mitte fassaadi peal või lae all, vaid katuse, terrassi ja fassaadi sees taastades pärast algset vaadet. Antud lahendus annab võimaluse säilitada esmast fassaadi kuju ning samuti teeb lahenduse odavamaks, kuna ei pea kasutama erilahendusi nagu Geberit'i spetsiifilised tooted. Lahenduse miinuseks

on, et konstruktor peab kulutama lahenduse teostamiseks rohkem aega ning teostama rohkem arvutusi. Tuleks teha arvutused, kui suur peab olema fassaadi paksus, et oleks võimalik liikuda nii sademevee torudega. Arvestada tuleb, et pärast ei tekkiks külmasildu kohtades, kus sein isolatsiooni paksus on vähene. Vastasel juhul mingi aja pärast suurte temperatuuride vahe tõttu torustikul hakkab tekkima kondensaad, mille tulemuseks seinas hakkab tekkima niiskus ning lõpuks hallitus.

Selleks et võrrelda, milline lahendus on odavam, mina koostas hinnaarvutuse.

Lahenduse teostamiseks mina kasutasin vee- ja kanalisatsiooni projekteeija materjalide spetsifikatsiooni dokumenti, kus on esitatud kõik kasutatud torumaterjalid ja nende pikkused. Samuti kasutasin Geberit'i tootja poolt 2021. aasta hinnalisti.

Tabel 10. Projektipõhine hinnaarvutus.

	Sademeveekanaliseerimise toru materjal	Ühik	Kogus	Tootja	Hind meetri kohta, €	Kokku, €
1	Ø50 mm survetoru HDPE	jm	60	Geberit	4,13	247,80
2	Ø75 mm survetoru HDPE	jm	480	Geberit	6,90	3312,00
3	Ø110 mm survetoru HDPE	jm	880	Geberit	13,26	11668,80
4	Ø160 mm survetoru HDPE	jm	270	Geberit	30,66	8278,20
5	Ø200 mm survetoru HDPE	jm	150	Geberit	40,65	6097,50
6	Ø250 mm survetoru HDPE	jm	40	Geberit	63,51	2540,40
7	Ø315 mm survetoru HDPE	jm	100	Geberit	99,36	9936,00
8	Ø50 mm Pluvia vaakumtoru PE	jm	1	Geberit	39,01	39,01
9	Ø56 mm Pluvia vaakumtoru PE	jm	70	Geberit	38,88	2721,60
10	Ø75 mm db20 sademeveetoru	jm	110	Geberit	14,95	1644,50
11	Ø110 mm db20 sademeveetoru	jm	120	Geberit	23,85	2862,00
12	Ø160 mm db20 sademeveetoru	jm	50	Geberit	38,19	1909,50
13	Ø75 mm Silent sademeveetoru	jm	50	Geberit	10,68	534,00
14	Ø110 mm Silent sademeveetoru	jm	3	Geberit	18,04	54,12
						<b>51845,43</b>

Tulemuseks on, et kõik sademeveetorud, mida olid kasutatud projekteerimise käigus, moodustavad hinna 51845,43 €.

Järgmisena mina teostasin arvutuse, kus kõik kasutatud projektis mürasummutav ja vaakumtorustik vahetatakse HDPE survetorude vastu eeldusel, et torude pikkused säilitatakse ning teostasin uue arvutuse.

Tabel 11. Vahetatud mürasummutav ja vaakumtorustik HDPE survetoru vastu.

	Sademeveekanaliseerimise toru materjal	Ühik	Kogus	Tootja	Hind meetri kohta, €	Kokku
1	Ø50 mm survetoru HDPE	jm	61	Geberit	4,13	251,93
2	Ø56 mm survetoru HDPE	jm	70	Geberit	5,16	361,20
3	Ø75 mm survetoru HDPE	jm	640	Geberit	6,90	4416,00
4	Ø110 mm survetoru HDPE	jm	1003	Geberit	13,26	13299,78
5	Ø160 mm survetoru HDPE	jm	320	Geberit	30,66	9811,20
6	Ø200 mm survetoru HDPE	jm	150	Geberit	40,65	6097,50
7	Ø250 mm survetoru HDPE	jm	40	Geberit	63,51	2540,40
8	Ø315 mm survetoru HDPE	jm	100	Geberit	99,36	9936,00
						46714,01

Vastavalt toodud tabelis 11 arvutustele tuli välja, et kogu süsteemi hind tuleb 46714,01.

Hinnavõrdluse poole pealt see tähendab, et tavalise HDPE survetorude kasutamise puhul võib kokku hoida  $51845,43 - 46714,01 = 5131,52$  € või ca 11% koguhinnast, mis on minu arvates üsna hea tulemus.

### 4.3 Säätlikud sademeveekanaliseerimise lahendused

Nagu oli mainitud eelmises peatükis, siis sademevee kogumine oli põhiprojekti staadiumis projekteeritud läbi vihmaveelehtrite katustel, kust sademevesi juhiti läbi sademeveesüsteemi hoonest välja ning seejärel sademevee tänavasüsteemi. Antud lahenduse miinuseks pean seda, et sademevett kinnistul mitte keegi kasutusse ei võtta, mille tõttu sademevesi satub reoveepuhastusjaama ja suurendab selle koormust.

Tänapäeval antud lahendus ei tundu kõige mõistlikum rohepööre mõttes, kuna maailmas on puhast vett järjest vähem. Tuleks mõelda tulevikule ja otsida lahendusi, kuidas saaks joogivee kvaliteediga vee kasutust vähendada. Lahenduseks võiks olla sademevee kasutus.



Selleks, et säilitada joogivee kvaliteediga vett ning vähendada koormust veepuhastus- ja reoveepuhastusjaamale, peaks ette nägema meetmed ühiskanalisatsioonisüsteemi juhitava sademevee vooluhulga vähendamiseks, kasutades looduslähendaseid lahendusi. Sellisteks lahendusteks võiks olla sademevee ühtlustamine ja/või kasutamine.

Ühtlustamine antud kontekstis tähendab ühiskanalisatsiooni liitumispunkti juhitava sademevee vooluhulga vähendamist. Kasutamine oma korda tähendab sademeveekäitlust kinnistul.

Võimalikeks lahendusteks sademevee ühtlustamise ja taaskasutamise osas hoonesiseses lahenduses võiksid olla:

1. Sademevee kogumine ning kasutamine WC-de loputamiseks;
2. Sademevee kasutamine rohekatuste terrassidel, muru, taimede ja põõsaste kastmine;
3. Terrassidele paigutatud taimede kasvukastide kastmiseks.

Lahendused, mida oleks mõistlik kasutada hoonevälises lahenduses võiksid olla:

1. Sademevee immutamine;
2. Vett läbilaskva kivisillutise kasutamine;
3. Vihmapeenarde kasutamine;
4. Kasvukastide kasutamine;

Üleval toodud lahendustest mina toon välja sademevee säästlikud lahendused, mida võiksid antud projekti puhul leida kõige rohkem kasu.

### **4.3.1 Sademevee kogumine ning kasutamine WC-de loputamiseks**

Antud lahenduse eesmärk on vähendada vee kasutamist asula veevõrgust, mille tulemuseks on elektrikulu vähenemine vee-ettevõttele ning samuti ka veekogudesse juhitava heitvee vähenemine. Elektrikulu vähendamise all vee-ettevõttele pean silmas joogivee ja reovee töötlusega tulenevad elektrikulusid.

Süsteem peaks ehitama selliselt, et sademevesi katusel kogutakse kokku mahutisse. Mahuti varustatakse pumbaga, mille abil sademevesi juhitakse sademevee puhastuse tehnoloogiasse, töödeldakse ning seejärel juhitakse eraldi projekteeritud kõikidele WC-dele ning pissuaaridele torusüsteemi. Torusüsteem on ühendatud tavalise külmavee torusüsteemiga automaatsulgkraani abil, mida avatakse juhul, kui mahuti on veest tühi. Süsteemi plussid on, et tänu sellisele lahendusele väheneb vee kasutamine veevõrgust ning samuti ka väheneb koormus reoveepuhastusjaamale, kuna sademevee äravool ühiskanalisatsiooni samuti väheneb. Näiteks on selline süsteem Tartus Vanemuise 45 elumajas ja Tallinnas Sõpruse pst 157. büroohoones.

Miinuseks sellise süsteemi puhul on see, et uue torusüsteemi rajamine nõuab lisamagistraali paigaldust ning vajadusel lisaväljaviikude tegemist läbi kandvate seinte ja vahelagede. Teiseks miinuseks on süsteemi hind. Siia kaasnevad lisamagistraali kulu, selle rajamise ajakulu ning tehnoloogia, mahuti ja pumba hoolduse kulud, mis teevad antud lahenduse piisavalt kallimaks.

Teadusartiklis „Life cycle based evaluation of harvested rainwater use in toilets and irrigation“ on öeldud, et sademevee kogumine on seda efektiivsem, mida rohkem inimesi viibib hoones. Sademevee kogumise ning kasutamine taimede kastmiseks ja WC-de loputuseks minimaalne tasuvusaeg on 13 aastat eeldusel, et vett kasutatakse regulaarselt ja suures koguses[1]. See tasuvusaeg on üsna pikk, kuna vesi on praegu odav võrreldes sademevee kogumise ja kasutamise süsteemide ehitamise maksumusega. Tarbeveehinnad aga tõusevad tänu uusehitusele, renoveerimistöodele, elektrihindade tõusule jne, mistõttu kõrgem veehind lühendab sademevee kogumissüsteemide tasuvusaega. Seega minu arvamusel antud projektis sademevee kasutus WC-des peaks kindlasti olema tehtud.

### **4.3.2 Rohekatused**

Renoveeritavas hoones tulevad terrassid katusele. Ilu mõttes kõik terrassid oleks vaja katta taimestikuga ning mittekäidavad katused muruga. Sellise lihtsa ja moodsa lahendusega on võimalik mitte ainult korraldada ilusaid terrasse, vaid samuti ka vähendada sademevee vooluhulka ühiskanalisatsiooni liitumispunktis. Taimestiku ja muru eluks on hädavajalik vesi, mida on võimalik saada nii vihmast kui ka kastmisest.

Kastmiskraanid ühendatakse sama süsteemiga, millega on ühendatud kõik WC-d ja pissuaarid, mille tõttu rohekatused ning WC-de veetorustik võib olla üks ja sama torusüsteem.

### **4.3.3 Sademevee immutamine**

Immutamine Eestis kasutatakse tänapäeval piisavalt tihti, peamiselt Tallinnas ja Viimsis, kus reoveepuhastusjaamad ei ole vastu võimelised vihma perioodi jooksul vastu võtta nii suured kogused vett. Antud meetod oluliselt vähendab juhitava liitumispunkti vooluhulka, mille tõttu vähendavad elektrikulud reoveepuhastusjaamadele.

Sademevee immutamiseks kasutatakse immutusblokke, mille abil madala pinnasevee taseme juhul vihmavesi imbub pinnasesse ning seetõttu liitumispunkti ei jõua nii palju vett, kui immutuse süsteemi puudumisel.

Sademevee immutamise lahendus Rahvusraamatukogu näitel on kirjeldatud peatükis 4.2.1.

## **4.4 BIM koordineerimine**

Põhiliseks probleemiks projekteerimise käigus oli BIM koordineerimine. Projekteerijate ülesandeks oli 1993. aastal olemasoleva hoone ümber projekteerimine. Sel ajal olid veel puudu 3D modelleerimise tarkvarad ja see tekitas suurt probleemi, kuna 2D jooniste järgi kandvad hoone osad ei vastanud tegelikule olukorrale ning lisaks sellele olid peidetud mittekandvate osade (riiplaad, dekoratiivsed seinad jne.) taha. Et fikseerida olemasolev olukord selleks projekteerijad töötasid kohapeal, kus neil oli võimalus vajadusel minna konkreetsele kohale ja vaadata, mis seis on.

Hoone ümberprojekteerimine teostati ajal, kui hoone oli veel kasutuses ning ei olnud võimalik vajadusel mittekandvate osade lahti võtmine ning kontrollimine paberi joonistega, et kas lahendus on sama või mitte. Sellest tulenevalt projekteerijatel oli vaja saada kindlust, kas uus projekteeritud lahendus, sh olemasolevad torud, mida vahetatakse välja uute torude vastu, asuvad samades asukohtades nagu paberi

joonistel või mitte. Projekteerijate lähteülesandeks oli teha võimalikult vähem uusi läbiviikuseid läbi kandvate hoone osade, et vältida olukorda, kus kandvad osad ei ole võimalised vastu võtma nii suurt koormust ülemistelt korrustelt ning neid peaks välja vahetama uute kandvate osade vastu.

Projekteerijate arvates, nii suure mahuga hoone jaoks oli projekteerimise tähtaeg väga lühike, mille tõttu hiljem ehituse käigus võivad tekkida ebakõlad ja mittevastavused võrreldes uue projektiga.

Olemasoleva hoone 3D arhitektuurse mudeli teostati läbi punktpilvede. Punktpilvede mudel tähendab, et mudel sisaldab suurt hulka ruumiliste koordinaatidega punkte, mille andmed tulevad laserskaneerimise teel.

Mõned kandvad talad siiski otsustati välja vahetada, seega esimene EK mudel vahetatavate kandvate osadega tuli alles mõned nädalad enne 1. tähtaega, mis tekitas lisaprobleemi projekteerijatele, kuna oleks vaja terve maja uuesti läbi käia ning kontrollida, kus tekivad vastuolud, ning samuti leida alternatiivlahendused neile või koostada lähteülesanne konstruktorile, kus on vaja teha šahtid või läbiviigud. Selle tõttu tähtajad lükati edasi mitu korda ning lõplikuks tähtajaks pandi 31. mai 2021 a.

Minu arvamusel nii suure ja mahulise projekti koostamiseks Tallinna Rahvusraamatukogu peaks tagama võimalust vajadusel võtta lahti vajalikud projekteerijale mittekanvad osad selleks, et selgitada välja, kuidas oli teostatud üks või teine lahendus. Sellisel juhul põhiprojekti oleks võimalik koostada paremini, mitte tekitades lisatöid ehitajale.

3D EK mudel vahetatavate kandvate osadega kindlasti peaks tulema varem, kuna vastasel juhul kõik eriosade projekteerijad peavad hakkama üle vaatama tervet oma lahendust, kulutades sellele lisa-aega projekti lõpufaasis.

## **4.5 Andmete ebatäpsus**

Nagu mina mainisin varasemates peatükides, siis projekteerijad ei saanud väga täpselt olemasolevate plaanide põhjal teha uut lahendust, mida peaks kasutama ehitaja. Sellest

tulenevalt ehituse käigus hakkasid tekkima probleemid ka projekteeritud lahenduste teostamisega.

Ehitus5Eco projektijuht Andres Neemre ütles meie arutelul, et mitte kõik lahendused, mis olid ette nähtud projekteerimise käigus, ei saanud platsil lahendatud vastavalt projektile. Tekkinud probleemid tuli lahendada jooksvalt kohapeal kaasates vee- ja kanalisatsiooni projekteerijat, kelle peale läks tööprojekti tegemine.

Esimene probleem objektil tekkis juba maa-alustel korrustel A/B korpuses, kus pidid jooksuma uued projekteeritud sademeveekanaliseerimise magistraalid. Põranda lammutamise käigus -2. korrusel selgus, et põranda all on valatud põhjaplaat, millest projekteerimise faasis keegi ei teadnud. Kas oli see tingitud projekteerijate hooletusega või olemasoleva projekti andmete puudusega mina öelda ei oska, kuid fakt jääb faktiks ning olukord oli vaja lahendada. Esimesena telliti täiendavad uuringud, et teada saada, kas põhjaplaati tohib lammutada või mitte. Põhjaplaadi lammutamine võib kaasa tuua vundamendi ujumise, mille tulemuseks on paremal juhul ehituskonstruksioonide kahjustused ning kehvemal juhul hoone võib täiesti kokku kukkuda. Uuringute tulemuseks jäi oodatud vastus, et lammutada ei tohi ning projektijuhi ja projekteerija koostöös leiti alternatiivlahendus, kus -2. korrusel tekitati kaks sademeveekanaliseerimise süsteemi, mis suunati erinevatesse suundadesse, mis võimaldas põhjaplaadist mööda minna.

Minu arvates antud probleem peabki olema lahendatud selliselt, et ennem kui midagi hakata ümber tegema, peavad olema saadud kindlad vastused projekteeritud lahenduse kohta, sest vastasel juhul mõtlematud lahendused ja selle teostamine võivad tekitada pöördumatuid tagajärgesid.

Teiseks probleemiks maa-alustel korrustel olid tehnilised kanalid, kuhu olemasolevate projektide järgi olid paigaldatud kanalisatsiooni ja sademeveekanaliseerimise peamagistraalid. Tehnilised kanalid olid varustatud suurte luukidega vajadusel ummistuste puhastamiseks (vt. Lisa 6). Reaalne olukord tuli välja selline, et osades kohtades tehnilisi kanaleid ei olnud (vt. Lisa 7), mille tõttu ehitajale tekkisid lisakulud. Enne uute magistraalide paigaldamist tuleks olemasolevad magistraalid välja kaevata ja siis just peale seda paigaldada uued torustikud.

Antud lahendusele ma ei teinud alternatiivlahendust, kuna magistraalide väljaviigud hoonest olid juba paika pandud ehitusplatsil ning ainukeseks lahenduseks jäi olemasolevate magistraalide välja kaevamine.

Minu hinnangul projektijuhi poolt oli valitud õige otsus, kuna peamagistraalide ümber projekteerimine võtaks aega, mida ehitajatel ei olnud seoses paika pandud tähtaegadega ning samuti osa tööd seoses selle lahendusega vähemalt välisvõrgus oli juba teostatud.

#### **4.6 Ruumide erinõuetest tingitud torustiku lahendus**

Vastavalt Riigi Kinnisvara AS tehnilistele nõuetele mitteleluhoonetele on keelatud vee- ja kanalisatsiooni torustike kulgemine läbi dokumendihoidla, kuna seal võivad tekkida lekked ning vesi satub säilitatavatele dokumentidele või asjadele, mida ei tohiks kindlasti olla.

Põhiprojekti staadiumis vee- ja kanalisatsiooni projekteerijal oli tehtud lahendus, kus sademevee- ja olmekanalisatsiooni magistraalid katuselt olid projekteeritud külmas hoidlas, kus hoitakse dokumente (vt. Lisa 8 ja 9). Ehitaja juhtis projekteerija tähelepanu sellele ning mõlema koostöös pakuti välja lahendus, kaasates ka arhitekti. Laealuse torustiku ümber projekteeriti eraldi veetihe kast lekkeanduriga.

Mina arvan, et Riigi Kinnisvara AS tehniliste nõuetest mittekinnipidamine ei ole hea, kuna veetiheda kasti eesmärk on hoida vett teatud perioodil, ja juhul kui torustikus esinevad praod, siis kasti kogutakse vesi mida aja pärast hakkab tilkuma säilitatavatele raamatutele ja muudele dokumentidele. Lisaks sellele on see lahendus kallim, kuna lekkeanduri paigaldamine tekitab lisakulusid nii paigaldamise kui ka juhtimise mõttes. Samuti oluline on see, et andurid vajavad aeg-ajalt hooldust. Kindlasti ei ole hea ka see, et probleem avastati ehituse mitte ekspertiisi käigus. Olen arvamusel, et lahendus tuleb ümber mõelda ning viia torustik läbi nende ruumide, kus see ei ole keelatud.

Teiseks probleemiks antud lahenduses on see, et külmas hoidlas õhutemperatuur varieerub vahemikus -5 kuni 20 °C, mis tähendab, et torustik peab olema isoleeritud vastavalt välisõhu tingimustele, kuna vastasel juhul miinuskraadide puhul see külmub ära. Seega küsimuseks jääb see, kuidas vältida torustiku külmumist. Ehitajaga kahjuks sellest ei ole saanud rääkida, kuid mina näen siin kahte lahendust. Esimese lahendusena võiks olla sademeveekanalisatsiooni torustiku isoleerimine vastavalt küttestandardile EVS 844:2022 „Hoonete kütte projekteerimine“, kuna kanalisatsiooni standardis EVS 846 torustiku isoleerimise kohta informatsiooni miinuskraadide puhul ei ole. Leian, et

vastavalt tabelile 12 De110 läbimõõduga torustikule tuleb paigaldada seeria 24 80 mm või seeria 25 100 mm paksusega isolatsiooni. Mõlemad isolatsiooni seeriad sobivad paigaldusele külmades ruumides.

Alternatiivina sellele lahendusele võib kasutada 50 mm mineraalvilla isolatsiooni De110 läbimõõduga torustikule, mida tuleb varustada elektrikaabliga. Miinuseks on siin see, et seoses antud lahendusega kasvavad elektrikulud omanikule, seega mina eelistaks ikkagi seeria 24 või 25 isolatsiooni paigaldust, kui torustik peab ikkagi jääma sellese ruumi.

Tabel 12. Torustikel kasutatavad isolatsiooni paksused koos selgitustega soovituslike kasutuskohtade osas.

**Tabel K.1 — Torustikel kasutatavad isolatsiooni paksused**

Toru $\varnothing$ DN mm	Seeria 21			Seeria 22			Seeria 23			Seeria 24			Seeria 25		
	<i>s</i>	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>s</i>	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>s</i>	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>s</i>	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>s</i>	<i>a</i>	<i>b</i>
	mm			mm			mm			mm			mm		
10 kuni 49	20	90	60	30	110	70	40	130	80	50	150	90	60	170	100
50 kuni 89	30	110	70	40	130	80	50	150	90	60	170	100	80	210	120
90 kuni 169	40	130	80	50	150	90	60	170	100	80	210	120	100	260	140
170 kuni 324	50	150	90	60	170	100	80	210	120	100	260	140	120	300	170

*s* Isolatsiooni paksus.  
*a* Kahe toru omavaheline kaugus.  
*b* Kaugus kandepinnast.

Seeriade soovituslikud kasutuskohad:

- a) seeria 21: kütetorustikud köetavates ruumides, kui arvutusliku õhutemperatuuri ja arvutusliku pealevoolutemperatuuri vahe  $\Delta t_{pv-\delta} \leq 30$  °C:
  - 1) põrandkütte torustikud jaotuskollektorini;
  - 2) kütetorustikud, mille välisläbimõõt on väiksem kui 90 mm;
- b) seeria 22:
  - 1) kütetorustikud köetavates ruumides, kui  $\Delta t_{pv-\delta} \leq 30$  °C ja välisläbimõõt suurem kui 90 mm;
  - 2) kütetorustikud köetavates ruumides, kui  $\Delta t_{pv-\delta} \leq 45$  °C;
- c) seeria 23:
  - 1) kütetorustikud köetavates ruumides, kui  $\Delta t_{pv-\delta} \leq 55$  °C;
  - 2) kütetorustikud ruumides, kus siseõhutemperatuur võib langeda alla +5 °C ja  $\Delta t_{pv-\delta} \leq 45$  °C;
- d) seeria 24 ja 25:
  - 1) soojussõlmede, katlamajade primaarpoole torustikud;
  - 2) kütetorustikud katlamajade külmades ruumides.

## **5. ETTEPANEKUD EVS 835, 846 JA 848 STANDARDITE TÄIENDAMISEKS**

Antud lõputöö osas teen ettepanekud eesti standartide täiendamiseks. Käsitlesin järgmiseid standardeid:

- EVS 835:2022 „Hoone veevärk“
- EVS 848:2021 „Väliskanaliseerimisvõrk“
- EVS 846:2021 „Hoone kanalisatsioon“

Seoses tehtud Eesti Rahvusraamatukogu projekteerimise ja ehituse analüüsiga mina järeldan, et vee ja kanalisatsiooni standardid nõuavad ka täiendust.

Põhiliseks põhjuseks on see, et Eestis on palju hooneid, mida nõuavad kas tänapäeval või lähiajal renoveerimist. Sellest tulenevalt standardites minu arvates peavad olema lahti kirjutatud lahendused, mida tuleks kasutada renoveeritavates hoonetes.

Teine teema, mis on jäänud siiani käsitlemata, on sademevee käitlemise looduslähedased lahendused. Uutes EVS 846 ja EVS 848 standartides antakse uus sademevee arvutusmetoodika. Nagu on näidatud arvutustes peatükis 3, siis vana standardi arvutuse metoodika ei vasta tänapäevasele sademevee olukorrale ning kõikide hoonete sademevee lahendused, mis projekteeriti vana standardi järgi on nüüdseks aladimensioonitud.

Standardites tuleks kajastada üksikasjalikumalt meetmeid kinnistult ärajuhitava sademevee vooluhulga vähendamiseks ning samuti ka meetmed sademevee taaskasutamiseks.

### **5.1 EVS 848 „Väliskanaliseerimisvõrk“ ja EVS 846 „Hoone kanalisatsioon“**

Uutes standartides EVS 848:2021 „Väliskanaliseerimisvõrk“ ja EVS 846:2021 „Hoone kanalisatsioon“ on antud sademevee arvutused tuginedes uuendatud sademete andmetele. Tallinna Rahvusraamatukogu näitel minu poolt on tehtud võrdlusarvutus, mille tulemuseks mina sain, et sademevee intensiivsus, vooluhulk ning seejärel maht tõuseb ligi 70% võrra.



Vastavalt Tallinna linna AS Tallina Vesi vee-ettevõtte tehnilistele nõuetele kinnistu liitumiskaevu ühendatava kinnistusisese isevoolse sademeveetoru läbimõõt valida maksimaalselt DN/OD 110 ja läbilaskevõime peab toru täite  $h/d = 0,95$  korral olema maksimaalselt 10 l/s. Küll, aga tänapäeval Tallinnas peaaegu ei ole selliseid kinnistuid, kust saab ilma ühtlustamiseta või sademevee taaskasutamise kinnistul juhtida kogu vesi liitumispunkti, mis moodustub kinnistul.

Ükski kanalisatsiooni standarditest ei anna soovitusi lahendusest, mida oleks mõistlik kasutada kinnistul sademevee vooluhulga ühtlustamiseks või taaskasutamiseks.

Üldiselt kõik sademevee säästlikud lahendused võib jagada neljaks kategooriaks:

1. Sademevee taaskasutamine;
2. Rohelised lahendused;
3. Immutamine;
4. Vett läbilaskvad katted.

Allolevates peatükides mina püüan lühidalt kirjeldada, mis on konkreetse lahendused plussid ja miinused.

### **5.1.1 Sademevee taaskasutamine**

Sademevett saab kasutada seal, kus vee kvaliteet ei ole reglementeeritud vastavalt joogiveestandardile.

Hoonesiseses lahenduses võib sademevett kasutada WC-pottides ja pissuaarides.

Sademevee taaskasutamise lahendus kujuneb eraldi süsteemi ehitamisest. Süsteem algab katuselt, kust kogutud sademevesi vihmaveerennide ja -lehtrite kaudu juhitakse keldri korrusel (kui selline on olemas hoones) mahutisse, mida on varustatud pumbaga. Pumba abil sademevesi juhitakse veetöötlusseadmesse, töödeldakse ning juhitakse varem mainitud eraldi välja ehitatud veesüsteemi. Süsteemis jaotustorustiku kaudu vihmavesi jõuab lõppseadmeteni. Juhul, kui sademevesi kogutakse hoonevälise süsteemi abil, st kogutakse maapinnas olevate restkaevude abil parklatest või muu platsidest, siis üks oluline erinevus on see, et vesi peab läbima õlipüüduuri enne mahutisse sattumist. Põhjusteks on see, et õline sademevesi raskendab pumba ja

töötlusseadmete tööd, mille tulemuseks süsteemis võivad tekkida ummistused või katkestused. Teiseks põhjuseks on see, et maapinnast kogutud vees võib esineda väike prügi (puulehed, väikesed osakesed jne), mida on vaja koristada ennem, kui see satub mahutisse. Juhul, kui mahuti on tühi, ehk pikal perioodil vihma ei ole olnud, täidetakse mahuti reservühendusest veemöödusõlmest.

Lahenduse plussid:

1. Kinnistult välja mineva vooluhulga vähenemine liitumispunktis.
2. Ühisveevärgist tarbitava vee vähenemise, tulemusel on kinnistu omanikule teatud raha kokkuhoid;

Lahenduse miinused:

1. Süsteem nõuab pidevat hooldust, et töös hoida;
2. Süsteemi projekteerimine ja välja ehitamine on kulukas;
3. Kemikaalide kasutus vee puhastamiseks.

### **5.1.2 Rohelised lahendused**

Roheliste lahenduste all mõeldakse keskkonnasäästlikke lahendusi, millega luuakse ka meeldiv keskkond linnas.

Sii kuuluvad:

1. Roheseinad;
2. Rohekatused;
3. Vihmapeenrad;
4. Kasvukastid;
5. Tiigid.

Kõik need lahendused loovad looduslähedase keskkonda, tänu millele linnas väheneb sademeveekanaliseerimise süsteemi uputuse oht, müra, tuuled ning samuti parandatakse õhukvaliteeti ja mingil määral reguleeritakse õhutemperatuuri.

Viimasel ajal Eestis hakatakse populariseerima rohekatuse lahendust, vt. joonist 4. Põhjuseks on see, et tihti majad ehitatakse välja sellised, et inimestel oleks võimalus hea ilma puhul viibida katuserassidel. Tänu sellele rohelsele lahendusele luuakse

mitte ainult roheline ja meeldiv puhkeala, vaid väheneb ka sademevee vooluhulk, sest kõik taimed, põõsad ja muu roheline tarbib vett elu jaoks.

Lahenduse puuduseks on lisakulud ehituseks seoses tulevatele katusele lisakihtidega. Allosas eraldab tavakatuse uuest katuseaia fliisikiht, pärast paigaldatakse veekindel kaitsekile, eelviimasena paigaldatakse hoiumatt drenaažikihtiga, mille peale pannakse muld ja roheline.

Lahenduse plussid:

1. Sademevee vooluhulga vähendamine ja aeglustamine kinnistul.
2. Meeldiv ja elurikas keskkond;
3. Puhtam õhk;
4. Toimib hea soojusisolatsioonina ning jahutajana.

Lahenduse miinused:

1. Kõik taimestik vajab aeg ajalt puhastust ja hooldust.
2. Rohekatuse ehituskulud kõrgemad võrreldes tavakatuse konstruktsiooni ehituskuludega.



Joonis 4. Roheline katus kunstihoone Lasnamäe paviljonil [Autori foto].

### 5.1.3 Sademevee immutamine

Enam levinud immutamise viisid on:

1. Imbväljak;
2. Imbkraav.

Süsteem koosneb sademevee torustikust, millega kogutakse kokku sademevesi ning juhitakse imbväljakuu või imbkraavi, kus mingi aja pärast imbib pinnasesse. Antud lahenduse teostamiseks eelnevalt on vaja teada pinnase immutusvõimekust. Peamiseks probleemiks antud lahenduses on pinnasevee sügavus maapinnast, kuna kõrge pinnasevee tõttu imbväljaku või imbkraavi kasutegur väheneb või süsteem ei tööta üldse, sest pinnas on koguaeg vett täis ning kogutud sademevesi ei imbu mitte kuhugi.

Imbkraavid võib jagada kaheks:

1. Kinnine imbkraav;
2. Lahtine imbkraav.

Kinnine imbkraav – kraav, mida on täidetud poorse materjaliga, milles imbib vesi pinnasesse, vt. joonist 5. Vajaduse korral poorse materjali sisse võib paigaldada vihmavee ärajuhtimiseks dreanaažitoru.

Lahtine imbkraav – tavaline kraav, kus sademevesi kogutakse kokku ja imbib maapinda. Vajadusel vihmavee kiiremaks ärajuhtimiseks võib imbkraavi all maapinda paigaldada dreanaažitoru.

Milline imbkraav tuleb konkreetses projektis valida, selgitatakse välja kanalisatsiooni projekteerija ja maastikuarhitekti koostöös.

Põhiline erinevus kraavi ja imbväljaku vahel on see, et kraav jääb elanikele nähtavaks, kuid imbväljak mitte, seega kraavi rajamiseks on vaja kindel olla selle esteetilisuses.

Eestis eelistatakse rohkem imbväljaku rajamist. Põhjuseks on see, et imbväljak rajatakse maa alla ning peale ehituse lõppu keegi ei näe seda. Lisaks imbväljaku on võimalik paigaldada peaaegu kõikjal, nt. lastemänguplatsi alla, maapealse parkla alla või isegi rohealale. Ainuke asi, mida tuleb pidada meeles, et imbväljaku rajamise käigus tuleb ehitada hoolduskaevud, tänu millistele pärast saab ligi imbväljaku hoolduseks.

Lahenduse plussid:

1. Võimaldab lahendada sademevett kinnistu piiris;
2. Võimaldab ühtlustada sademevee äravoolu;

Lahenduse miinused:

1. Vajab pidevat hooldust;
2. Vajab täiendavaid geoloogilisi uuringuid.



Joonis 5. Kinnine imbkraav. [Natural Water Retention Measures, aprill, 2023]

### **5.1.4 Vett läbilaskvad katted**

Alternatiivina traditsioonilistele vett mitteläbilaskvatele katetele populariseeritakse tänapäeval Eestis vett läbilaskvad katted, vt. joonist 6.

Läbilaskvad katted aitavad veel kiiremini imbuda pinnasesse, tänu millele väheneb sademevee äravooluhulk.

Kõige rohkem eelistatakse puisteid, kivisillutisi ning samuti ka vett läbilaskvad asfaldi. Lahenduse ülesehitus on selline, et kasutatakse materjalid, milliste veetakistused on palju väiksemad võrreldes tavaliste kattega. Parklate puhul näiteks võib kasutada murukivi või poorset asfaldi, mis võimaldab sademeveel pinnasesse imbuda ning samal ajal kasutada ala parkimiseks.

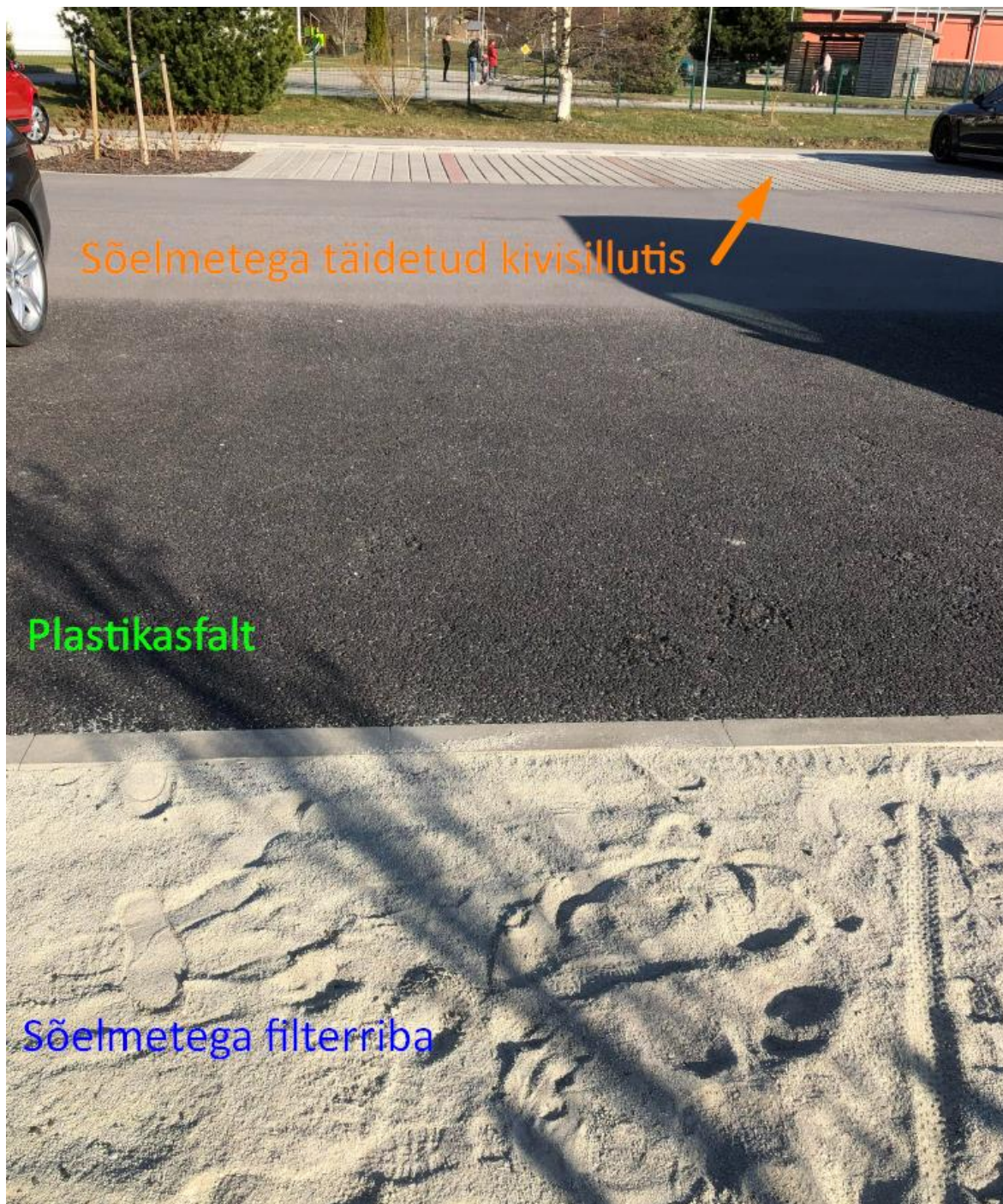
Suur puudus antud lahenduses on see, et tööperiood on väike seoses sellega, et alates novembrist kuni mai kuuni pinnas on külmunud ning katted ei lase vett läbi, seega lahendus kasutatakse vaid täiendava lahendusena, ehk lahenduse tuleks kasutada koos teiste säästlike lahendustega.

Lahenduse plussid:

1. Äravooluhulga (koormuse) vähendamine sademevee süsteemile;
2. Meeldiv rohekeskkond.

Lahenduse miinused:

1. Tööperiood on lühike külmunud pinnase tõttu;
2. Nõuavad pidevat renoveerimist ja hooldust.



Joonis 6. Vett läbilaskvad katted parklas Viimsis. [Autori foto]



### 5.1.5 Järeldused

Kõik üleval kirjeldatud säästlikud sademevee käitlemise aitavad oluliselt vähendada sademevee äravooluhulka kinnistult.

Suur osa nendest lahendustest kindlasti vajab pidevat hooldust, mis tekitab kinnistu omanikutele lisakulusid. Imbsüsteemide puhul tuleb silmas pidada, et süsteemi satuvad sademeveega ka väiksed osakesed, mis settivad, mille tõttu väheneb immutussüsteemi maht. Juhul kui imbsüsteemi ees vastavalt piirkonna vee ettevõtja nõuetele tuleb paigaldada sademevee puhastusseadmed, ehk õlipüüdurid, siis vajavad hooldust õlipüüdurite filtrid ning kambrid, kuhu samuti kogutakse puulehed ja teised osakesed. Samuti vajavad hooldust kõik restkaevud, kuhu esmalt satub maapinnast sademevesi. Vett läbilaskvate katete puhul tuleb silmas pidada, et pärast talve kattel võivad tekkida praod ja augud, mis ilma hoolduseta lähevad mingi aja pärast suuremaks.

Küll, aga kõik need lahendused loovad keskkonnasõbraliku keskkonda linnas, mis on väga oluline. Taimestik aitab vähendada sademevee äravooluhulka, tuulekoridore ja müra, samuti paraneb õhukvaliteet ja reguleerib õhutemperatuuri. Rohealad peidavad enda taga ka tehnilised lahendused, ehk näiteks roheplatside või vett läbilaskvate katete alla paigaldatakse imbväljakud, mis on puhtalt tehniline lahendus sademevee vooluhulga ühtlustamiseks ja äravoolu vähendamiseks. Sademevee kasutamine tualetis aitab vähendada puhta joogivee kasutamist ja hoida kokku raha.

Kõikidel süsteemidel on oma plussid ja miinused. Iga süsteemi loomine nõuab korralikult tehtud arvutusi ning uuringuid. Säästlikute lahenduste valimine peab olema kindlasti selgelt põhjendatud ning sellest peab olema omanikutele kasu, mitte kahju. Lahendus valitakse vastavalt tegelikule olukorrale konkreetses piirkonnas, seega valimiseks tuleb arvestada kõikide võimalikke faktoritega, mis on seotud sademevee tekkimisega ning ärajuhtimisega.

Sademevee säästlikuid lahendusi tänapäeval ei kasutata kõikides projektides. Kui vee-ettevõtte poolt sademevee äravoolu juhtimine ühiskanalisatsiooni süsteemi ei ole piiratud tehniliste tingimustega, siis kõik ikkagi eelistavad lihtsamat teed ja juhivad veed kinnistult välja. Ei mõelda selle peale, et ühiskanalisatsiooni sattuv sademevesi seguneb olme- ja tööstusreoveega ja vajab puhastamist. Roeveepuhastile juhitava reovee koormuse suurenemine tähendab samuti ka rohkem elektri ja kemikaalide kasutust, milliste tootmine omakorda saastab keskkonda.

Mina arvan, et esiletoodud lahendustega peavad olema täiendatud standardid EVS 848 „Väliskanaliseerimine“ ja EVS 846 „Hoone kanalisatsioon“ ning standardites tuleb käsitleda tehnilisi lahendusi, tuua välja plussid ja ka miinused ning samuti lahendused tuleb varustada näidetega.

## **5.2 Mõisted standardites EVS 846 ja EVS 848**

Standardis EVS 846:2021 „Hoone kanalisatsioon“ käsitletakse sellised sõnu nagu kasutusiga ja eluiga. Vastavalt peatükile 5.3.8 „Kasutusiga“ kasutusiga on ajavahemik, mille kestel hoone kanalisatsioon või selle osa peab olema eesmärgi kohaselt kasutatav ettenähtud hooldusega, kuid ilma suurema remondi vajaduseta. Eluiga vaid mainitakse ainult üks kord peatükis 7.2.2.3 „Korduvusperiood“ ning sellele tähendust ei ole.

Standardis EVS 848:2021 „Väliskanaliseerimise võrk“ käsitletakse sõna tööiga. Vastavalt peatükile 6.1.1 „Projekteerimise lähteandmed“ tööiga tähendab rajatise nõutava kestvust. Minule jääb segaseks, mis sõna mingisuguses kontekstis tuleks kasutada.

Vastavalt EKSS-ile sõnade eluiga, kasutusiga ja tööiga tähendused on järgmised:

- Eluiga –
  1. Inimese, looma või taime elu kestus;
  2. Aeg sünnist käesoleva momendini;
  3. Teatud järk eluajast.
- Kasutusiga – aeg, mille jooksul miski on kasutuskõlblik, kasutamiseks.
- Tööiga –
  1. Töötamist lubav iga;
  2. Aeg, mille vältel toote töövõimelisus säilib.

Minu arvamusel nendest seletusest kõige paremini inseneritehnilise poole pealt sobib sõna 'tööiga'. Sõna 'eluiga' tähendus on seotud eluorganismiga ja kasutusiga määrab perioodi, mille jooksul on lubatud kasutada miskit.

### 5.3 Torustiku isoleerimine EVS 846 järgi

Kehtivates EVS 835 „Hoone veevärk“ ja EVS 846 „Hoone kanalisatsioon“ käsitletakse isoleerimise põhjused, vastavalt sellele projekteerija peab valima isolatsiooni tüübi torustikule konkreetses olukorras. Isolatsioon on jagatud liikideks ning igaühele tuuakse välja isoleerimise põhjused vastavalt nende paigaldusasukohale ja otstarbele. Küll, aga ükski nendest standartidest ei käsitle isolatsiooni materjali ega paksuse määramist vastavalt torustiku asukohale.

Kogemustega projekteerijad otsivad sobiva isolatsiooni tootjate juhenditest, kus on selgelt kirjutatud, milline isolatsioon tuleb paigaldada vastavalt konkreetsetele tingimustele. Tihtipeale ehitajad ega noored projekteerijad ei oska ise valida isolatsiooni tüüpi ning seetõttu selle valimisega neid aitavad kogemusega projekteerijad.

Uues standardis EVS 860-5:2023 „Tehniliste paigaldiste termiline isoleerimine. Osa 5: Torustike, mahutite ja seadmete isoleerimine. Isolatsiooni paksuse määramine.“, mis on kehtiv alates 02.05.2023, kirjeldatakse veetorustiku isoleerimist erinevatel tingimustel. Standardis isolatsioon jagatakse kaheks tüübiks, ehk soojusisolatsioon ja külmaisolatsioon. Igale tüübile on toodud välja tabelite kujul vastavalt veetorustiku läbimõõtudele isolatsiooni paksused ja soojakaod sõltuvalt ümbritsevale olukorrale. Küll, aga standardis ei käsitleta kanalisatsiooni torustiku isoleerimist.

Oluline puudus on see, et kanalisatsiooni standardis EVS 846 ei käsitleta ühtegi olukorda ning sellele pole toodud andmeid, kuidas isoleerida kanalisatsiooni torustikud vastavalt ümbritsevatele tingimustele. Selleks et määrata isolatsiooni tüübi ja paksuse torustikule kanalisatsiooni siseosa projekteerijad lähtuvad toodud EVS 844 „Hoonete kütte projekteerimine“ standardis lisas K „Küttetorustiku isolatsioon“ või EVS 860-5:2023 „Tehniliste paigaldiste termiline isoleerimine. Osa 5: Torustike, mahutite ja seadmete isoleerimine. Isolatsiooni paksuse määramine.“ selgitustest, kus on selgelt määratud isolatsiooni materjalid ja paksused vastavalt soovituslikele kasutuskohtadele. Antud standardites on toodud kõik võimalikud olukorrad, milliste jaoks peab valima sobiva isolatsiooni tüübi.

Minu arvamusel kanalisatsiooni siseosa standardis EVS 846 samuti peab sisse tooma tingimused tabelite kujul, ehk erinevad paigaldise olukorrad, kus selgelt kirjeldatakse millistel tingimustel on ette nähtud kasutada isolatsiooni, st millise läbimõõduga peavad olema isoleeritud kanalisatsiooni torustikud sõltuvalt toru läbimõõdust. Lisaks läbimõõdule standardis oleks hea tuua näited erinevatest olukordadest, ehk kuidas peab

isoleerima kanalisatsioonitorustiku ühes või teises ümbritseva õhutemperatuuri tingimustes.

Allolevates peatükides püüan tuua soovitused, millistega võiks täiendada EVS 846 „Hoone kanalisatsioon“ standardi.

### **5.3.1 Isolatsiooni materjalid**

Standardit EVS 846 „Hoone kanalisatsioon“ tuleks täiendada isolatsiooni materjalidega. Toru isolatsioonid jagatakse vastavalt nende paigaldusotstarbele. Tänapäeval eristatakse kolme otstarvet, soojusisolatsioon, külmaisolatsioon ja heliisolatsioon.

Soojusisolatsiooni materjaliks sobivad:

- Mineraalvill;
- Klaasvill;
- Vahtpolüstürool;
- Basaltkiud;
- Perliit materjal;
- Polüetüleen ja kumm.

Enamlevinud isolatsioonimaterjalid on mineraalvill ja klaasvill, kuna need on odavamad võrreldes teiste materjalidega ning samuti on väikese soojusjuhtivusega.

Külmaisolatsiooni (kondensaadi teket takistav isolatsioon) materjaliks sobivad:

- Vahtpolüetüleen;
- Vahtkumm.

Antud materjalidel on suletud õhk-porne struktuur, tänu millele on need torude jaoks tõhusaks soojusisolaatoriks kõrge vastupidavusega niiskuse imendumisele ja auru läbilaskvusele.

Heliisolatsiooni materjaliks sobivad:

- Vahtkumm;
- Jäik polüuretaanvaht;
- Vahtpolüetüleen.

Kõik need materjalid vähendavad torudes tekkiva müra sattumist tubadesse. Paigaldamiseks eelistatakse vahtpolüetüleeni tänu isolatsiooni väikesele paksusele, kõrgele heliisolatsiooni indeksile (alates 32 dB) ning odavamale hinnale.

Isolatsiooni materjali valimiseks tuleb juhendada ka ehitisele esitatavate tuleohutusnõuete määrusest nr 17, ehk peavad olema tagatud asjaomase õigusakti torude tuletundlikkuse ja tulepüsivuse nõuded.

### **5.3.2 Isolatsiooni paksus**

Isolatsiooni paksuse valik peab olema kirjeldatud EVS 846 „Hoone kanalisatsioon“ eraldi vastavalt torusüsteemi kasutusviisile ja paigalduskohale. Standardi täiendamiseks peab lähtuma sellest, et kanalisatsiooni süsteemi temperatuurid võivad erineda sõltuvalt kasutuseotstarbest, kas tegemist on tavalise olmevee kanalisatsiooniga või tehnilise kanalisatsiooniga, ehk suurte kohvikutega ja köökidega, kus olmevee temperatuur ja veekoosseis erineb tavalist olmekanalisatsioonist.

Standardis tuleks näidata, milline isolatsiooni paksus peab olema valitud kasutuskohtades.

Eesti Rahvusraamatukogu puhul mul on teada, et kanalisatsiooni magistraalid köetavates ruumides isoleeritakse mineraalvillaga enamuse juhtudel 50 mm isolatsiooni paksusega.

Tingitud ruumide nõuetest ei ole keelatud kasutada kanalisatsiooni puhul väiksema paksusega isolatsiooni, kuid oluline on see, et peavad olema tagatud külmaisolatsiooni ja müratase nõuded. Antud lahendused kasutatakse enamasti projektides, kus ruumide kõrgused lubavad paigaldada isolatsiooni üleval toodud paksustega.

Kanalisatsiooni standardis puudub informatsioon isolatsiooni paksuste kohta, seetõttu sõltuvalt projekteerimise ettevõtte kogemustest, need paksused võivad erineda, kuid oluline puudus on ikkagi see, et sõltuvalt hoone tüübist ja kasutustarbest võivad olla hoones kütmata või eritingimustega ruumid, mille õhutemperatuur võib olla nulli lähedal või isegi võrdne välisõhu temperatuuriga sõltuvalt hooajast. Standard ei anna soovitusi isolatsiooni paksuste kohta. Nagu oli mainitud varasemas peatükis, siis mitteköetavates ruumides lähtutakse tänapäeval standardis EVS 844 lisas K „Küttetorustiku isolatsioon“

toodud soovitudest, ehk külmades ruumides isolatsiooni seeria peab olema 25 ja sõltuvalt torude läbimõõdust varieerub paksus vahemikus 60 kuni 120 mm, vt. tabelit 12. Samuti hakatakse kasutama uues standardis 860-5:2023 tabelit 7, kus on toodud külmumisvastane isolatsioon ümbritseva õhu temperatuuri -30 °C puhul. Mõlemate tabelite suured puudused kanalisatsiooni süsteemi puhul on need, et standardites käsitletatakse lahendusi survetorustikule.

Minu hinnangul see on oluline puudus kanalisatsiooni siseosa standardis, kuna kütte- ja tarbeveetorustiku isolatsiooni valikul lähtutakse ikkagi sellest, et torustikus jookseb kogu aeg vesi ning torud on surve all. Kanalisatsioonitorustikus vee voolamine on perioodiline, ehk sõltuvalt hoone kasutusotstarbest mingil ajal võib voolamist mitte toimuda ning torustik võib külmuda. Torustiku külmumise puhul võivad tekkida torudes praod ja torustik puruneda.

### **5.3.3 Järeldused**

Isolatsiooni materjalid ja paksused peavad kindlasti olema käsitletud kanalisatsiooni siseosa EVS 846 standardis, kuna tänapäeval vee- ja kanalisatsiooni projekteerijatel on arusaamatusi selles osas. Samuti selle puuduse tõttu tekib raskus tõestada ehitajale aga ka tellijale, miks antud lahenduse teostamiseks oli valitud selline isolatsioon. Kindlasti ei ole õige vastus lähtuda EVS 844 „Hoonete kütte projekteerimine“ ja EVS 860-5:2023 „Tehniliste paigaldiste termiline isoleerimine. Osa 5: Torustike, mahutite ja seadmete isoleerimine. Isolatsiooni paksuse määramine.“ standarditest, kuna surve all süsteemide omadused palju erinevad isevoolsest kanalisatsioonisüsteemidest.

## KOKKUVÕTE

Käesoleva lõputöö 1. eesmärgiks oli analüüsida projekteerimisel ja ehitusel esile kerkinud probleeme Tallinna Rahvusraamatukogu näitel ning pakkuda võimalikke säästlikke ja optimaalseid lahendusi, mida on otstarbekas kasutada edaspidi renoveerimise projektides.

Lõputöö 2. eesmärgiks oli olemasolevate vee- ja kanalisatsiooni standardite uurimine ning soovitude esitamine täiendamiseks.

Veevarustuse osas oli kirjeldatud põhiprojekti staadiumis teostatud lahendust külma vee tupiktoru näol ja selle asemele alternatiivse erilahendusena oli pakutud kombineeritud süsteemi rajamine, et tagada suure pindalaga ning riigi tähtsusega hoonele katkematu veevarustus, kus igapäevaselt viibib suur hulk inimesi.

Võrdluseks vana standardi arvutustega tegin sademevee arvutused uue standardi järgi, mille tulemuseks sain, et sademevee intensiivsus ja vooluhulk on märkimisväärselt tõusnud, ca 66% võrra. Samuti pakkusin sademevee säästlikud ja keskkonnasõbralikud lahendused, mida oleks otstarbekas kasutada antud projektis.

Lõputöös analüüsisin põhiprojekti staadiumis teostatud sademevee lahendust ning pakkusin alternatiivi ja teostatud mõlematele võrdlusarvutus, kus kõik sademevee erisüsteemid vahetati tavaliste PE sademeveekanaliseerimise survekorude vastu. Tulemusena sai, et kasutades eritoode asemele tavapäraseid PE materjalist survekorude on võimalik vähendada materjalide tellimisel hinda ca 11%.

Käesolevas töös käsitlesin probleeme seoses BIM koordineerimisega ja tõin välja soovitud koordineerimise parandamiseks tulevates projektides. Samuti ebakõlad olemasoleva hoone ja sellele varem tehtud projekti seoses, mis tingis ehituse käigus teiste lahenduste leidmise vajaduse.

Antud lõputöö teises osas minu poolt olid tehtud ettepanekud EVS 835 „Hoone Veevõrk“, EVS 846 „Hoone kanalisatsioon“ ja EVS 848 „Väliskanaliseerimisvõrk“ standardite täiendamiseks, kus tõin välja soovitusel:

- Sademevee säästlike lahenduste täiendamiseks EVS 846 ja EVS 848 standardites;
- Mõistete „eluiga“, „tööiga“ ja „kasutusiga“ ühtlustamiseks EVS 846 ja EVS 848 standardites;
- Kanalisatsiooni torustiku isoleerimise olukordade ja materjalide täiendamiseks EVS 846 standardites;

Kokkuvõtteks, antud lõputöö eesmärk on täidetud, Tallinna Rahvusraamatukogu põhiprojektile ja ehitusele on tehtud võrdlus- ja kriitiline analüüs, esitatud lõputöö koostaja poolt põhjendatud arvamus projekteeritud ja teostatud lahendustele ning pakutud alternatiivsed ja teised lahendused. Antud lõputöö koostamise käigus sain palju teoreetilist ja praktilist kogemust, mida saan kasutada tulevastes projektides.



## **SUMMARY**

The 1st goal of this thesis was to analyse the problems encountered in design and construction on the example of the National Library of Estonia and to offer possible economical and optimal solutions that are expedient to use in future renovation projects.

The 2nd goal of the thesis was to study the existing water and sewerage standards and make recommendations for improvement.

With regard to water supply, a solution in the form of a cold water dead-end pipe had been described at the stage of the main project, and in its place as an alternative special solution, the construction of a combined system was proposed to ensure uninterrupted water supply to a building with a large area and of national importance, where a large number of people are present on a daily basis.

In comparison with the calculations of the old standard, I made stormwater calculations according to the new standard, which resulted in a significant increase in the intensity and flow of storm water, by about 66%. I also offered sustainable and environmentally friendly stormwater solutions that would be expedient to use in this project.

In my thesis, I analysed the storm water solution performed at the main project stage and offered an alternative and performed a comparative calculation for both, where all the special storm water systems were replaced with conventional PE storm water sewer pressure pipes. As a result, it became possible to use conventional pressure pipes made of PE material instead of a special product, it is possible to reduce the price of materials by about 11%.

In this work, I addressed the problems associated with the coordination of BIM and outlined recommendations for future projects to improve coordination. There were also inconsistencies in the existing building and the project previously made to it, which made it necessary to find other solutions during construction.

In the second part of this thesis, I made proposals for EVS 835 "Building Water supply", EVS 846 "Building sewerage" and EVS 848 "External sewerage network for supplementing standards, where I highlighted the recommendations:

- To supplement the sustainable solutions of storm water in the EVS 846 and EVS 848 standards;
- To harmonise the concepts of "lifespan", "service life" and "service life" in the EVS 846 and EVS 848 standards;
- To supplement the situations and materials of insulation of sewerage pipes in EVS 846 standards;

In conclusion, the purpose of this thesis has been fulfilled, a comparative and critical analysis has been made of the main project and construction of the National Library of Estonia, a reasoned opinion has been submitted by the author of the thesis on the solutions designed and implemented, and alternative and other solutions have been proposed. In the process of compiling this thesis, I gained a lot of theoretical and practical experience that I can use in future projects.

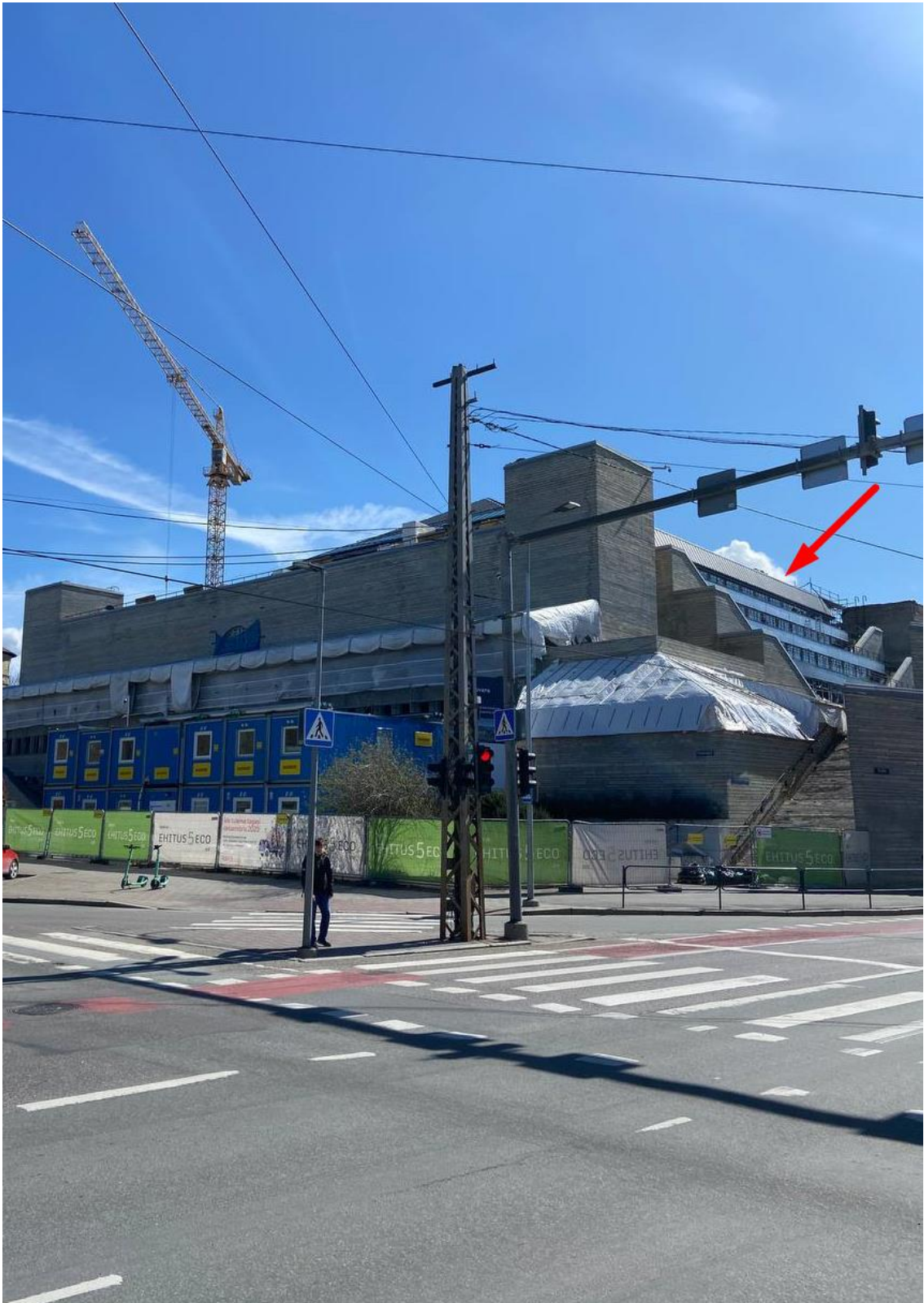
## KASUTATUD KIRJANDUSE LOETELU

1. Eesti Rahvusraamatukogu rekonstrueerimine, Ehitus5Eco OÜ 2023.  
Kättesaadav <https://ehitus5eco.ee/portfolio/eesti-rahvusraamatukogu-rekonstrueerimine/>
2. EKSS Eesti keele seletav sõnaraamat 2009. Kättesaadav  
<http://www.eki.ee/dict/ekss/index.cgi>
3. EVS 835:2022 „Hoone veevärk“
4. EVS 844:2022 „Hoone kütte projekteerimine“
5. EVS 846:2013 „Hoone kanalisatsioon“
6. EVS 846:2021 „Hoone kanalisatsioon“
7. EVS 848:2013 „Väliskanaliseerimisvõrk“
8. EVS 848:2021 „Hoone kanalisatsioon“
9. EVS 860-5:2023 „Tehniliste paigaldiste termiline isoleerimine. Osa 5: Torustike, mahutite, ja seadmete isoleerimine. Isolatsiooni paksuse määramine.“
10. EVS 921:2022 „Veevarustuse välisvõrk“
11. Geberit Drainage Price List 2021. Kättesaadav  
[https://www.barbourproductsearch.info/25745\\_Geberit\\_Drainage%20Price%20List\\_Sterling\\_LR\\_SP-file111864.pdf](https://www.barbourproductsearch.info/25745_Geberit_Drainage%20Price%20List_Sterling_LR_SP-file111864.pdf)
12. Geberit PE 2022. Kättesaadav  
<https://www.geberit.ee/tooted/hoonekanalisatsiooni-torususteemid/geberit-pe/>
13. Geberit Pluvia 2022. Kättesaadav  
<https://www.geberit.ee/tooted/hoonekanalisatsiooni-torususteemid/geberit-pluvia/>
14. Geberit Silent-db20 2022. Kättesaadav  
<https://www.geberit.ee/tooted/hoonekanalisatsiooni-torususteemid/geberit-silent-db20/>
15. Infiltration Trenches, Natural Water Retention Measures 2015. Kättesaadav  
<http://nwrme.eu/measure/infiltration-trenches>
16. [1] Life cycle based evaluation of harvested rainwater use in toilets and for irrigation, 2015, Jay Devkota, Hannah Schlachter, Defne Apul
17. Majandus- ja taristuministri määrus nr 97 „Nõuded ehitusprojektile“
18. M-Bus korteriarvesti SMART+ 2023. Kättesaadav  
<https://www.santehnika.ee/toode/korteriarvesti-smart/?mid=689>
19. Nutikas sademeveelahenduse testala 2020. Kättesaadav  
<https://viimsiteataja.ee/uudised/valmis-nutikas-sademeveelahenduse-testala/>
20. Piret Lotman „Eesti Rahvusraamatukogu 1918 – 2018“

21. Проблема конденсата 2023. Kättesaadav <https://sanpol.ua/library/uteplenie-i-zvukoizolyatsiya/problema-kondensata>
22. Renoveerimislaine, Majandus- ja Kommunikatsiooniministeerium 2023. Kättesaadav <https://mkm.ee/ehitus-ja-elamumajandus/elamud-ja-hooned/renoveerimislaine>
23. Sademevee kasutus kinnistu reoveesüsteemis, Tallinna Vesi AS 2023. Kättesaadav <https://tallinnavesi.ee/wp-content/uploads/2023/03/Sademevee-taaskasutus-v3.pdf>
24. Sademevee vooluhulka ühtlustamine, Tallinna Vesi AS 2022. Kättesaadav <https://tallinnavesi.ee/tehnilised-nouded/sademevee-vooluhulga-uhtlustamine/>
25. Siseministri määrus nr 17 „Ehitisele esitatavad tuleohutusnõuded“
26. Sotsiaalministri määrus nr 61 „Joogivee kvaliteedi- ja kontrollnõuded ning analüüsimeetodid“
27. Säästlike sademeveesüsteemide teejuht 2023. Kättesaadav [https://urbanstorm.viimsivald.ee/wp-content/uploads/2021/03/urbanstorm-voldik\\_EST\\_veebifail.pdf](https://urbanstorm.viimsivald.ee/wp-content/uploads/2021/03/urbanstorm-voldik_EST_veebifail.pdf)
28. Свод правил. Внутренний водопровод и канализация зданий 2020. Kättesaadav <https://docs.cntd.ru/document/573741260>
29. Схемы сетей внутренних водопроводов 2023. Kättesaadav [http://www.know-house.ru/info\\_new.php?r=engineering&uid=42](http://www.know-house.ru/info_new.php?r=engineering&uid=42)
30. Звукоизоляция канализационных труб 2023. Kättesaadav <https://www.teploflex.com/primenenie/zvukoizolyatsiya-kanalizatsionnykh-trub>
31. Tallinna Rahvusraamatukogu rekonstrueerimine 2022. Kättesaadav <https://www.nlib.ee/et/rekonstrueerimine>
32. Tehnilised nõuded mitteleuhoonetele 2021, Riigi Kinnisvara AS. Kättesaadav <https://nouded.rkas.ee/ruumikaardid/sisu/142-dokumendihoidla>
33. Теплоизоляция трубопроводов водоснабжения и отопления 2023. Kättesaadav <https://poriflex.com/teploizolyaciya-truboprovodov-vodosnabzheniya-i-otopleniya>
34. Vabariigi valitsuse määrus nr 99 „Reovee puhastamise ning heit- ja sademevee suublasse juhtimise kohta esitatavad nõuded, heit- ja sademevee reostusnäitajate piirmäärad ning nende nõuete täitmise kontrollimise meetmed“
35. Wavin imbfiltratsioonisüsteemide tootekataloogi 2013.

# LISAD

Lisa 1 Trepikujuline katus [Autori foto]



Lisa 2 Sademevee äravoolu Geberit Pluvia vaakumtorustik katuselt tornis [Autori foto]



Lisa 3 Trepikujulise katuse sademeveetorustik akende vahel posti kohal [Autori foto]



Lisa 4 Fuajees laealuste tööde teostamiseks paigaldatud tellingud [Autori foto]





Lisa 5 Kassetid ripplae taga fuajees [Autori foto]



Lisa 6 Sademevee- ja olmekanaliseerimise puhastusotsad pörandas tehnilises kanalis  
[Autori foto]



Lisa 7 Sademevee- ja kanalisatsiooni torustik paigaldatakse otse pinnasesse [Autori foto]



Lisa 8 Kanalisatsiooni püstik ja sademevee püstiku valmidus külmas hoidlas, millele hiljem paigaldatakse veetihe sein lekkeanduriga [Autori foto]



Lisa 9 Laealune kanalisatsiooni magistraal külmas hoidlas, millele hiljem paigaldatakse veetihe ripplagi lekkeanduriga [Autori foto]



Lisa 10 Sademevee Geberit Pluvia vaakumtorustik (vasakpoolne toru) šahtis [Autori foto]



Lisa 11 Sademeveekanaliseerimise Geberit Pluvia vaakumtorustiku ühendus sademevee HDPE survetoruga šahtis [Autori foto]

