



1918

TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOL
TARTU KOLLEDŽ

Säästva tehnoloogia õppetool

KAUBANDUSKESKUSE KÜTTE, VEEVÄRGI JA KANALISATSIOONI PROJEKTEERIMINE

DESIGN OF CENTRAL HEATING, WATER SUPPLY AND DRAINAGE FOR A
SHOPPING CENTRE

NTS 60 LT

Magistritöö
materjalide taaskasutuse erialal

Üliõpilane: **Mirjam Vesi**

Juhendajad: **Aivo Veisman, Jüri Resev**

Tartu, 2014

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

..... (töö autori allkiri ja kuupäev)

Üliõpilase kood: 091643EAKI

Töö vastab magistritööle esitatud nõuetele

..... (juhendaja allkiri ja kuupäev)

Kaitsmisele lubatud: (kuupäev)

Kaitsmiskomisjoni esimees: (allkiri)

ABSTRACT

The present paper, Design of central heating, water supply and drainage for a shopping centre was written by Mirjam Vesi under the supervision of Mr. Aivo Veisman and Jüri Resev to pursue the M.Sc. degree in environmental engineering. The thesis is bound in two separate parts: explanatory memorandum and graphic appendixes. There are 72 pages of text, 5 figures, 20 tables, 33 references, 12 appendixes and 26 graphic appendixes. The paper has been written in Estonian.

The purpose of this project is to design the water supply, fire extinguishing system, draining system and central heating for the extension of Pärnu shopping centre.

During the hydraulic calculation the required pressure and flow were set and the water supply pipes were dimensioned. Based on calculations a pressure raising device had to be designed to ensure the normal functioning of the water extraction devices. The pump Grundfos Hydro Multi-E CRE 3-5 was selected to be installed. Water heating was resolved with a 186 kW plate heat exchanger, which allows to heat the domestic water from 5 °C up to 55°C. Warm water circulation was provided by the circulation pump Grundfos UPE 25 -B-60. The turbine meter DN32 was chosen to measure the total water consumption and water meters DN15 were used to measure consumption in separate parts of the building.

Fire extinguishing in the building was solved with the fire hose system which is aimed for putting out incipient stage fires. The manual fire extinguisher system consists of 10 necessarily equipped fire valves, fire mains and one main and reserve fire pump Note 32-125.1/140, to ensure the required water pressure.

Three types of sewer systems were designed into the building: sanitary sewer, techno sewer and storm sewer. All the waste water is drawn into the Pärnu city sewer system by self-flowing. The sewer piping was dimensioned according to the sewer calculations. Municipal and techno sewers are designed to PP (polypropylene) plastic tubes, with outer diameters of 50...160 mm. PE (polyethylene) pipes with an outer diameter of 110...200 mm are envisaged for the storm sewer. The grease separator REN 8 from the manufacturer Fertil AS has been applied to clean oily wastewater from the techno sewage system.

The radiator heating system was planned for two-pipe system with convectors and radiators for heaters. The heating system is hydraulically balanced and adjusted with flow adjustment valves and conversion valves. The piping was designed to be built of steel and composite pipes. The circulation pump Grundfos Magna 50-100 was chosen to be used according to the hydraulic calculation for main circulation. According to the size, height and heat carrier parameters the expansion tank Reflex G was chosen to balance the pressure.

The graphical part of the thesis consists of floor plans, which show pipelines, riser pipes, inlets and outlets. The written part of the thesis contains a short description of the building, materials, pipeline and equipment explanations and necessary numerical values. The academic project also highlights the pipeline hydraulics calculations and justification for the choice of equipment.

The main input information for the project comes from the architectural specifications of the building, such as constructional plans, sections, sanitary equipment layouts and external pipelines.

Drawings that are shown in the paper are created with AutoCAD's special add-in MagiCad, which allows to design 3D models of pipelines and prepare material specifications. The software is also able to carry out calculations, but these are brought out for explanatory reasons.

Valid normative documents, such as standards, laws and regulations are the basis for designing. Structural materials manufacturer's recommendations are also taken into consideration.

Keywords: water supply, sewerage, firewater, heating, hydraulic calculations, equipment.

SISUKORD

MÕISTED	9
SISSEJUHATUS	12
1. TÖÖ EESMÄRK JA ÜLESANDED	13
2. PROJEKTEERITAVA HOONE KIRJELDUS	14
3. VEEVARUSTUS	15
3.1. Üldosa	15
3.2. Veevõrgu projekteerimine	15
3.3. Külmaveetorustiku hüdrauliline arvutus.....	16
3.3.1. Arvutusvooluhulk	16
3.3.2. Rõhukaod.....	17
3.4. Rõhutõsteseadme valik	20
3.5. Veevarustuse vooluhulgad	22
3.6. Soojaveetorustiku hüdrauliline arvutus	23
3.7. Sooja vee tsirkulatsioonitorustiku arvutus	25
3.8. Sooja tarbevee soojusvõimsuse arvutus.....	27
3.9. Veemõõdukõlm ja rõhutõstmiskeskus	27
3.10. Veetorustike kirjeldus ja materjal	28
3.11. Veevõrguarmatuur.....	29
3.12. Veetorustike isolatsioon	29
3.13. Torustike kinnitused ja toetused.....	30
3.14. Hüdraulilised katsetused	31
3.15. Kastmisvee süsteem	32
4. TULETÕRJE VEEVARUSTUS	33
4.1. Tuletõrjeveevärgi kirjeldus	33
4.2. Kustutusvee normvooluhulgad	34
4.3. Tuletõrjekraanid.....	35
4.4. Tuletõrjeveevärgi hüdrauliline arvutus	35
4.5. Tuletõrjepumba valik.....	37
5. KANALISATSIOON	38
5.1. Üldosa	38
5.2. Kanalisatsiooni projekteerimine	38

5.3.	Tehno- ja olmekanalisisatsioon	39
5.3.1.	Tehno- ja olmekanalisisatsiooni kirjeldus	39
5.3.2.	Tehno- ja olmekanalisisatsiooni arvutusäravool	39
5.3.3.	Tehno- ja olmekanalisisatsioonitorustiku dimensioneerimine	40
5.3.4.	Rasvapüüduuri valik	44
5.4.	Sademeveekanalisisatsioon	47
5.4.1.	Sademeveekanalisisatsiooni kirjeldus	47
5.4.2.	Sademeveekanalisisatsiooni arvutusäravool	47
5.4.3.	Sademeveekanalisisatsioonitorustiku dimensioneerimine	47
5.4.4.	Sademevee äravoolulehtrid	48
5.5.	Kanalisisatsioonitorustike materjalid	49
5.6.	Kanalisisatsioonitorustike isolatsioon	49
5.7.	Läbiminekuud tuletõkkeseksioonidest	50
5.8.	Torustike kinnitused ja toetused	50
5.9.	Kanalisisatsioonitorustike õhutamine ja puhastamine	51
6.	KÜTE	52
6.1.	Üldosa	52
6.2.	Kütte projekteerimine	52
6.3.	Ruumide arvutuslikud soojuskaod	53
6.4.	Soojuskadu läbi piirdekonstruktsioonide	53
6.5.	Soojuskadu läbi pinnasel asuva põranda	55
6.6.	Soojuskadu infiltratsioonile	57
6.7.	Soojuskoormuse arvutuse tulemused	58
6.8.	Küttekehad	58
6.9.	Küttesüsteemi reguleerimine	61
6.10.	Küttesüsteemi hüdrauliline arvutus	62
6.11.	Tasakaalustusventiilide dimensioneerimine	66
6.12.	Ringluspumba ja paisupaagi valik	68
6.13.	Torustike kirjeldus	69
6.14.	Torustike paigaldus	70
6.15.	Torude ja kanalite soojusisolatsioon	70
	KOKKUVÕTE	71
	KASUTATUD KIRJANDUS	73

LISAD		75
Lisa 1. Materjalide spetsifikatsioon: veevarustus.....		76
Lisa 2. Materjalide spetsifikatsioon: kanalisatsioon.....		77
Lisa 3. Materjalide spetsifikatsioon: radiaatorküte.....		79
Lisa 4. C.Colebrooki-White'i mudelil põhinev plasttorude hüdraulilise arvutuse nomogramm		81
Lisa 5. Elamu piirdetarinditest ja infiltratsioonist tingitud soojusvõimsuse arvutus.....		82
Lisa 6. Tsirkulatsioonipumba graafik		87
Lisa 7. Joogiveepumba graafik		88
Lisa 8. Külma vee arvesti tehnilised andmed		89
Lisa 9. Sooja vee arvesti tehnilised andmed		90
Lisa 10. Tuletõrjepumba graafik		91
Lisa 11. Terastorude valiku nomogramm		92
Lisa 12. Nomogramm tasakaalustusventiilide läbimõõtude ja eelseadearvu valikuks.....		93
GRAAFILISED LISAD (eraldi köidetud)		
1.korruse plaan. Veevarustus ja tuletõrjevesi	VK-1	1:100
2.korruse plaan. Veevarustus ja tuletõrjevesi	VK-2	1:100
3.korruse plaan/alumine. Veevarustus ja tuletõrjevesi	VK-3	1:100
3.korruse plaan/ülemine. Veevarustus ja tuletõrjevesi	VK-4	1:100
4.korruse plaan/alumine. Veevarustus ja tuletõrjevesi	VK-5	1:100
4.korruse plaan/ülemine. Veevarustus ja tuletõrjevesi	VK-6	1:100
Veevarustus. Põhimõtteline skeem	VK-7	–
Külmaveetorustik. Aksonomeetriline skeem	VK-8	1:200
Soojavee- ja tsirkulatsioonitorustik. Aksonomeetriline skeem	VK-9	1:200
1.korruse plaan. Kanalisatsioon	VK-10	1:100
2.korruse plaan. Kanalisatsioon	VK-11	1:100
3.korruse plaan/alumine. Kanalisatsioon	VK-12	1:100
3.korruse plaan/ülemine. Kanalisatsioon	VK-13	1:100
4.korruse plaan/alumine. Kanalisatsioon	VK-14	1:100
4.korruse plaan/ülemine. Kanalisatsioon	VK-15	1:100
Katus. Kanalisatsioon	VK-16	1:100
Olmekanaliseerimine. Aksonomeetriline skeem	VK-17	1:200
Tehnokanaliseerimine. Aksonomeetriline skeem	VK-18	1:200

Sademeveekanalisisatsioon. Aksonomeetriline skeem	VK-19	1:200
1.korruse plaan. Küte	K-1	1:100
2.korruse plaan. Küte	K-2	1:100
3.korruse plaan/alumine. Küte	K-3	1:100
3.korruse plaan/ülemine. Küte	K-4	1:100
4.korruse plaan/alumine. Küte	K-5	1:100
4.korruse plaan/ülemine. Küte	K-6	1:100
Küttetorustik. Aksonomeetriline skeem	K-7	1:200

MÕISTED

Käesolevas magistritöös on kasutatud alljärgnevat mõisteid. Tähisted ja ühikud on toodud töö sisulises osas.

Esitatud terminid pärinevad järgnevatest Eesti standarditest:

- Kinnistu veevärgi projekteerimine. EVS 835:2003;
- Ehitiste tuleohutus. Osa 6, Tuletõrje veevarustus: EVS 812-6:2012;
- Hoone kanalisatsioon. EVS 846:2013;
- Hoone soojuskoormuse määramine. EVS 829:2003;
- Hoone kütte projekteerimine EVS 844:2004.

Arvutuspunkt – tarnepunkti suhtes hüdrauliliselt kõige ebasoodsam veevõtupunkt.

Arvutusvooluhulk – vooluhulk, mida veetorustike projekteerimisel kasutatakse koostisosade mõõtmete määramiseks.

Dünaamiline rõhk – dünaamiline ehk kiiruslik rõhk on osa liikuva vee kogurõhust.

Ehitisesisene tuletõrjevõrk - kustutusvee saamiseks ette nähtud ehitisesisene veetorustik koos toruarmatuuriga, sh voolikute ja joatorudega varustatud tuletõrjekraanidega ning automaatse kustutusveega varustamise seadmetega.

Hõõrderõhukadu – vee voolamisel toru sisepinna ja vee vedelikukihtide vahelise hõõrdumise tagajärjel kaotatud energia.

Hülsstoru – veetoru kaitsmiseks ette nähtud toru, mida kasutatakse juhul, kui toru läbib seina, vahelage, vundamenti jm.

Infiltratsioon – välisõhu ja hoonesisese temperatuuride vahe tõttu või/ja tuule toimel välispiiretele ebatiheduste kaudu ruumidesse tungiv välisõhk.

Isevoolukanalisatsioon – kanalisatsioonivõrk, milles vesi voolab raskusjõu toimel ja mis projekteeritakse nii, et torustikud on osalise täitega.

Jaotustorustik – torustik, mille kaudu antakse vett enam kui ühele veevõtuseadmele.

Kahetorusüsteem – küttesüsteem, kus küttekehad on ühendatud soojuskandja liikumise suhtes paralleelselt.

Keskküte – küttesüsteem soojuskandja temperatuuri tõstmisega soojuskeskuses.

Kinnistu – kinnistu on kinnisturaamatusse iseseisva üksusena kantud kinnisasi, aga ka mistahes hoonestatud maatükk, mis võib saada kinnisasjaks.

Kogumistoru – toru kuhu äravoolutorude kaudu suubub reovesi veeneeludest.

Kogurõhk – kogurõhk on staatilise ja dünaamilise rõhu summa.

Kanalisatsioonitorustik – kanalisatsioonitorude, toruühenduste ja torustikul paiknevate seadmete kogum.

Kogurõhukadu – vaadeldavas torustikus esinevate hõõrde- ja kohtrõhukadude summa.

Kohtrõhukadu – vee voolamisel läbi kohttakistuse esinev rõhukadu.

Kohttakistus – ristlõike muutused, hargnemised, ventiilid ja muu toruarmatuur, millest vee läbivoolamisel võib tekkida rõhukadu.

Konvektor – küttekeha, mis töötab konvektsiooni põhimõttel (õhk tõuseb soojenedes üles, tekitades ruumis õhu ringkäigu).

Küttesüsteem – seadmete kogum, mis koosneb soojuskeskusest, soojuse jaotusvõrgust, küttekehadest ja käsitsi- või automaatjuhtimisel reguleerimisseadmetest.

Normvooluhulk – veevõtupunktis kasutatud veevõtuseadmele tootja poolt etteantud vooluhulk.

Olmereovesi – reovesi, mis tuleb köögist, pesuruumist, WC-st, vannitoast, jms. Igapäevase elutegevusega seotud ruumidest.

Otseõhutusega hoone kanalisatsioon – hoone kanalisatsioon, mille püstikud on pikendustorude kaudu ühendatud välisõhuga.

Puhastusluuk – püstiku puhastusava.

Puhastuskork – rõhttoru puhastusava.

Reoveeneel – kasutatud vee kogumise ja ärajuhtimise seade, nt vann, pesukauss, WC-pott, pesumasin jne.

Sademevesi – sademetena langenud ja äravoolu tekitav vesi.

Soojuskandja – keskkond soojuse edastamiseks.

Tagasivoolutorustik – torustik, mille kaudu juhitakse küttekehi või soojusvaheteid läbinud ja jahtunud soojuskandja tagasi soojuskeskusesse.

Tarnepunkt – koht tänavatorustikul, kust saab alguse tarnetoru.

Tarnetoru – toru tänavatorust kuni veemõõdusõlmeni.

Tühjenduskraan – kraan, mis on ette nähtud süsteemi suletud osast vee välja laskmiseks.

Toru läbimõõt – tähistatakse D või d ja torul on siseläbimõõt d_s ja välisläbimõõt d_v , mis samal torud erinevad üksteisest toru seinapaksuse võrra. Toru välisläbimõõdu puhul kasutatakse ka tingmärki \emptyset .

Toru nimimõõt DN – torude iseloomustamiseks kasutatav mõõde, milleks on leppeliselt täisarv, ligikaudselt võrdne valmistamismõõtmetega millimeetrites. Seda võib rakendada, kas siseläbimõõdule (DN/DI) või välisläbimõõdule (DN/OD).

Tuletõrjekraan – hoonesisesele veetorustikule paigaldatud kraan tuletõrjevooliku ühendamiseks ja kustutusvee võtmiseks.

Tuletõrjepump – paikne pump, mis on ette nähtud ainult kustutusvee vajaliku rõhu ja vooluhulga tagamiseks.

Veevõtuseade – veevarustussüsteemiga ühendatud kraan, segisti või masin.

Ühendustoru – toru, mille kaudu ühendatakse jaotustorustikuga ainult üks veevõtuseade.

Äravailutoru – reoveeneelu ja kogumistoru ühendav toru.

SISSEJUHATUS

Projekt peab täitma soovitud otstarvet, vastama ohutusnõuetele ning võimaldama määratleda ehituse ligikaudsed kulud. Projekteerimisel võetakse aluseks kehtivad normdokumendid – standardid, seadused ja määrused. Samuti arvestatakse tootjate soovitustega. Hästi koostatud projekt tagab:

- väikesed kulud;
- funktsionaalse efektiivsuse;
- süsteemi tehnoloogiliselt sobiva lahenduse;
- esteetilise välimuse;
- tellija nõuete täitmise.

Projektülesande puhul on lähteinformatsiooniks eelkõige hoone arhitektuur-ehituslikud alusplaanid, lõiked, hoone seadmete paigutus ja informatsioon välistrasside kohta. Välistrasside puhul on vaja andmeid trassi asukoha, torude läbimõõtude ja kõrgusmärkide kohta.

Valmis projektis on esitatud seletuskiri ja graafiline osa. Antud töös on seletuskiri ja graafiline osa köidetud eraldi. Tehnovõrkude projekti graafilises osas on esitatud korruste plaanid, kuhu on kantud torustikud, püstikute asukohad ning välja- ja sisseviigud. Plaanidel on näidatud ka peamiste lisaseadmete asukohad. Projekti seletuskirjas on esitatud hoone lühiseloomustus, kasutatud materjalid, seadmete ja torustiku skeemi põhjendus ja vajalikud arväärtused. Akadeemilises projektis on välja toodud torustiku hüdrauliline arvutus ja seadmete valiku põhjendus. Vastavalt projektile ehitatud süsteemid peavad toimima ohutult ja efektiivselt.

Antud töös koostati joonised ja materjalide spetsifikatsioonid AutoCADi lisaprogrammi MagiCAD abil. Vastav programm võimaldab läbi viia ka arvutused, kuid programmi sisulise poole mõistmiseks on töös esitatud peamised arvutuskäigud.

1. TÖÖ EESMÄRK JA ÜLESANDED

Antud magistritöö eesmärgiks on projekteerida vastavalt lähteandmetele Pärnu Keskuse juurdeehitatava osa veevarustus-, kanalisatsiooni- ja küttesüsteem. Tagamaks kaubanduskeskuse veevarustus-, kanalisatsiooni- ja küttesüsteemi toimimine, tuleb projekteerimisel lahendada järgmised küsimused:

- veevarustuse vooluhulkade (ööpäevane vooluhulk, suurim tunnivooluhulk, keskmine tunnivooluhulk) arvutamine;
- torustike materjalide valimine;
- veevarustus (sh. tuletõrjeevevarustus)-, ja kanalisatsioonisüsteemide skeemide koostamine;
- tuletõrjeeve-, külmavee-, soojavee- ja tsirkulatsioonitorustike dimensioneerimine hüdrauliliste arvutuste käigus;
- veearesti valimine;
- vajadusel veevarustussüsteemidele rõhutõsteseadmete valimine;
- olme- ja sadmeveekanaliseerimise torustike dimensioneerimine hüdrauliliste arvutuste käigus;
- radiaatorküttega ruumide soojuskoormuse määramine;
- küttekehade valimine;
- küttesüsteemi skeemi koostamine;
- küttestorustiku dimensioneerimine hüdrauliliste arvutuste käigus;
- küttesüsteemile lisaseadmete valimine;
- sooja tarbevee ja radiaatorkütte soojusvahetite võimsuse määramine;
- veevarustus-, kanalisatsiooni- ja küttesüsteemide materjalide spetsifikatsioonide koostamine;
- veevarustus-, kanalisatsiooni- ja küttesüsteemide joonestamine programmiga MagiCAD.

2. PROJEKTEERITAVA HOONE KIRJELDUS

Antud objekt asub Pärnu kesklinnas Laias tänavas. Lai 5 kinnistule ehitati 6132,2 m² netopinnaga uus meelelahutus- ja kaubanduskeskus, mille kõik korrused on umbes 42 x 43 m põhiplaaniga. Lai 5 on Pärnu Keskuse kompleksi üks osa, mis on ühendatud olemasoleva PK Investi hoone ning parkimismajaga ühte tervikusse. PK Investi hoone ühendamise on teostatud jalakäijate sildade ehk galeriide abil teise ja kolmanda korruse tasandis. Arhitektuurse projektiga on kaubanduskeskusesse ette nähtud kohvikud, sanitaarruumid, kaubanduspinnad, äripinnad, kinoruumid, koridorid ning atrium. Hoone on põhiosas kolmekorruseline ja osaliselt neljakorruseline. Neljandal korrusel asuvad kinoruumid, büroopind ja ventilatsioonikamber. Hoonele on ette nähtud kaks peasissepääsu. Kaubanduskeskuse tehnilised näitajad on toodud tabelis 2.1 [10].

Tabel 2.1. Kaubanduskeskuse tehnilised näitajad [10]

Tehnilised näitajad	Arvväärtus
Suletud netopind, m ²	6132,5
Suletud brutopind (maapealne), m ²	6300
Hoone maht, m ³	37 800
Krundi pind, m ²	2179,0
Ehitise alune pind (1.korrus), m ²	1851
Täisehitusprotsent, %	85
Galeriide pind, m ²	1012
Netopind ja galeriid, m ²	6780

Hoone on rajatud vaivundamendile. Kaubanduskeskuse kandekonstruksiooniks on raudbetoonkarkass.

3. VEEVARUSTUS

3.1. Üldosa

Hoone veevärgi projekteerimisel on lähtunud Eesti Vabariigi poolt välja antud projekteerimise standardist EVS 835:2003 Kinnistu Veevärk. Veevärgi projekteerimise lähteandmeteks on hoones asuvad veevõtupunktid. Veevõtuseadme normaalse töö tagamiseks on koostatud veetorustiku hüdraulilised arvutused. Veevarustus on projekteeritud suletud süsteemina, mis töötab rõhu all.

Kaubanduskeskuse tarbevesi saadakse olemasolevast Pärnu veevõrgust. Hoonele on ette nähtud kaks sisendit polüetüleen (PE) plasttorudest Ø200 x 14,9 mm PN10. Selline torustike läbimõõt on tingitud eelnevalt automaatkustutusüsteemi projekteerija poolt etteantud sprinklerkustutusele seatud nõuetest. Hoone veemõõdukõlm asub esimesel korrusel tehnilises ruumis, kuhu on paigutatud ka rõhu tõstmiseks vajalikud pumbad. Kaubanduskeskuse sisemine veevõrk koosneb kahest veesisendist, veemõõdukõlmest, magistraaltorudest, püstikutest, harutorudest ning reguleerimis- ja sulgemisarmatuurist. Magistraaltorustik paigaldada lae alla ning püstikud šahtidesse. Jaotustorustikud ja ka ühendustorustikud on projekteeritud põrandasse ja korruse lae alla. Veevarustusüsteem on ette nähtud komposiittorudest.

Võimalusel liitmikke ja hargnemisi põranda sisse mitte paigaldada. Põrandasse paigaldatava torustiku suunamuutused teostada painutuse teel ning torustik isoleerida. Kõik seadmed ühendada läbi sulgarmatuuri. Soojaveetorustik on projekteeritud tsirkulatsiooniga.

Projekteerimisel kasutati arvutiprogrammi MagiCAD, mille abil joonestati torustik kolmemõõtmelisena. Veevarustuse plaaniline lahendus on esitatud graafilise lisa veevarustuse joonistel VK-1, VK-2, VK-3, VK-4, VK-5, VK-6 ning materjalide spetsifikatsioon lisas 1.

3.2. Veevõrgu projekteerimine

Veetorustiku hüdrauliline arvutus põhineb optimaalsete toruläbimõõtude dimensioneerimises selliselt, et ei esineks vee pikaaegset seismist torustikus. Veevärgi hüdraulilisel arvutusel tuleb määrata arvutuslikud vooluhulgad ja vajalik rõhk süsteemis. Kui vajalik rõhk süsteemis on suurem kui garanteeritud rõhk, siis tuleb kasutada pumpa [25].

Veevärgi projekteerimisel koostati esmalt põhimõtteline arvutuskeem ja viidi läbi hüdraulilised arvutused, et tagada vajalikud vooluhulgad nõutava rõhu juures, ilma hüdrauliliste löökide ja mürata. Arvutuskeemi koostamisel lähtuti arvutuspunktist, mis asub kõige kaugemal ja kõrgemal hoone sisendist. Arvutused viidi läbi lõikude kaupa tingimusel, et vooluhulk lõigul ei muutu.

3.3. Külmaveetorustiku hüdrauliline arvutus

3.3.1. Arvutusvooluhulk

Hoone veevõrgu hüdraulilise arvutuse aluseks on veevõtuarmatuuri ja -seadmete normvooluhulgad. Torustiku dimensioneerimisel määrati normvooluhulkade põhjal arvutuslikud vooluhulgad. Arvutusvooluhulkade leidmiseks vajalikud normvooluhulgad sõltuvalt veevõtuseadmest on esitatud tabelis 3.1.

Tabel 3.1. Veevõtuseadmete normvooluhulgad Q_n (l/s) [9]

Seade	Normvooluhulk Q_n , l/s		Vajalik rõhk P , kPa
	Külm vesi	Soe vesi	
Kätepesu segisti	0,2	0,2	160
Köögisegisti	0,2	0,2	160
Dušisegisti	0,2	0,2	160
Käsidušiga segisti	0,2	0,2	160
WC-pott	0,1		160
Kastmiskraan	0,2		160
Pissuaar	0,1		160
Pesumasin	0,2		75

Arvutusvooluhulk Q_a (l/s) avaldub järgmise valemiga [9]:

$$Q_a = Q_{nl} + \theta \times (\Sigma Q_n - Q_{nl}) + A \times \sqrt{\theta \times Q_k} \times \sqrt{\Sigma Q_n - Q_{nl}} \quad (3.1)$$

kus

Q_{nl} - vaadeldava torustiku osa poolt toidetavate veevõtupunktide suurim normvooluhulk l/s,

θ - tõenäosus, et arvutusvooluhulk Q_a esineb tipptunnil,

ΣQ_n - veevõtupunktide normvooluhulkade summa l/s,

Q_k - vaadeldava veevõtupunkti keskmine vooluhulk l/s,

A – tegur, mis arvestab, kui sageli ületatakse arvutusvooluhulka Q_a .

$A = f(Q')$ kus Q' on tõenäosus, et vajalikku normvooluhulka Q_n ei saavutata. Suuruste A ja Θ omavaheline sõltuvus on näidatud standardis (vt. [9] ptk.2.4.3 tabel 2.2). Ühiskondlike hoonete jaotustorustiku arvutusvooluhulga leidmisel kasutatakse järgmisi väärtusi: $\Theta = 0,015$, $Q_k = 0,2$ l/s, $A = 3,1$ [25].

Valemi 3.1 põhjal on koostatud tabel (vt. [9] ptk.2.4.3 tabel 2.3), kust on võimalik leida arvutusvooluhulk vastavalt normvooluhulgale. Arvutusvooluhulgad on määratud lõikude kaupa vastavalt suurima normvooluhulgaga tarbimispunkti ja sanitaarseadmete normvooluhulkade summa järgi.

Veevarustustorude dimensioneerimisel on aluseks veevoolu kiirus torus, arvutusvooluhulk ja toru materjal. Mittevahetatavate torude puhul on jaotustorudes külmal veel maksimaalseks kiiruseks 2,0 m/s. Vahetatavate torude puhul on jaotustorudes külmal veel maksimaalseks kiiruseks 4,0 m/s. Voolukiirus, mis jääb 0,9 m/s ja 1,2 m/s vahele, loetakse ökonoomseks kiiruseks. Torustikus esinevad tegelikud voolukiirused ei tohi ületada suurimaid lubatud kiirusi. Torude läbimõõtude valimiseks kasutati plasttorude hüdraulilise arvutuse nomogrammi, mis põhineb C. Colebrooki-White'i mudelil ning on esitatud lisas 4 [9, 26].

3.3.2. Rõhukaod

Rõhukadude leidmisel on aluseks võetud veevõtupunkt, mis paikneb hüdrauliliselt kõige ebasoodsamas kohas ehk veesisendist kõige kõrgemal ja kaugemal. Kõige kõrgemal ja kaugemal asuvaks veevõtuseadmeks on köögisegisti, mis asub neljandal korrusel ruumis nr. B413.

Vajalik rõhk arvutusliku veepunkti suhtes p_{na} (kPa) on määratud järgmise valemiga [9]:

$$p_{na} = \Delta p_t + \Delta p_a + \Delta p_r + \Delta p_m + \Delta p_g + \Delta p_v, \quad (3.2)$$

kus

p_{na} – tänavatoru tarnepunktis vajalik rõhk, mis tagab hoone arvutusliku veevõtupunkti normvooluhulga kPa,

Δp_t – tarnetoru rõhukadu kPa,

Δp_a – rõhukadu veearvestis kPa,

Δp_r – jaotustorustiku kogurõhukadu kPa,

Δp_m – muud rõhukaod veevõrgus (rõhukaod lisaseadmetes) kPa,

Δp_g – arvutusliku trassi alg- ja lõpp-punktide geodeetilisest kõrguste vahest tingitud rõhumuutus kPa,

Δp_v – täielikult avatud veevõtuseadme rõhukadu normvooluhulgal kPa.

Jaotustorustiku rõhukao Δp_r (kPa) leidmisel on summeeritud arvutuslõikude rõhukaod [9]:

$$\Delta p_r = \Sigma \Delta p_i, \quad (3.3)$$

Jaotusvõrgu iga arvutuslõigu kogurõhukadu Δp_i (kPa) on leitud valemiga [9]:

$$\Delta p_i = RI + \Sigma \zeta p_d, \quad (3.4)$$

kus

R – erirõhukadu kPa/m,

I – jaotustorustiku arvutuslõigu pikkus m,

ζ – kohttakistustegur,

p_d – dünaamiline rõhk väljendatuna kiiruse kaudu ($\rho(v^2/2)$) kPa,

ρ – vee tihedus kg/m³.

Kohttakistustegur ζ on määratud standardi tabelist (vt. [9] ptk.2.8.3 tabel 2.6) vastavalt kohttakistuse tüübile. Erirõhukadu R ja dünaamiline rõhk p_d leiti plasttorude hüdraulilise arvutuse nomogrammilt, mis on toodud lisas 4.

Veetorustiku hüdraulilised arvutused on esitatud tabelis 3.2 ning veetorustiku lõikude tähistused arvutuspunktist veemõõdusõlmeni on näidatud külmavee aksonomeetrilisel skeemil, mis on esitatud graafilise lisa joonisel VK-8.

Tabel 3.2. Külmaveetorustiku hüdrauliline arvutus.

Jaotustorustik					$P_0 = 300 \text{ kPa}$			$P_{vaba} = 160 \text{ kPa}$			
Arvutusliku lõigu tähis	ΣQ_n , l/s	Q_a , l/s	D_s , mm	v , m/s	R , kPa/m	L , m	$\Sigma \zeta$, -	p_d , kPa	Δp_r , kPa	ΔH_{10} , kPa	$\Sigma \Delta p$, kPa
0 – 1	24,6	1,40	41	1,10	1,2	2,1	1,0	0,4	2,92	26	28,92
1 – 2	24,4	1,39	41	1,10	1,2	1,0	0,3	0,4	1,32	0	1,32
2 – 3	14,2	1,00	32	1,30	0,6	4,7	0,3	0,8	3,06	0	3,06
3 – 4	9,6	0,86	32	1,10	0,6	1,2	0,3	0,7	0,93	0	0,93
4 – 5	5,1	0,65	26	1,20	0,7	20,2	0,7	0,8	14,70	0	14,70
5 – 6	4,9	0,64	26	1,20	0,7	13,6	1,7	0,8	10,88	0	10,88
6 – 7	4,7	0,63	26	0,97	0,6	4,0	0,3	0,6	2,58	40	42,58
7 – 8	2,8	0,51	26	1,20	0,9	6,5	0,3	0,9	6,12	65	71,12
8 – 9	1,0	0,36	20	1,50	1,6	3,7	0,7	1,3	6,83	37	43,83
9 – 10	0,4	0,28	15,5	1,50	2,1	5,2	1,4	1,3	12,74	52	64,74
10 – 11	0,3	0,26	15,5	1,40	1,8	1,2	0,3	1,0	2,46	0	2,46
11 – 12	0,2	0,20	12	1,80	4,0	2,0	1,3	2,0	10,60	0	10,60
								Σ	72,22	220	266,22

Tabeli 3.2 täitmiseks määrati lisas 4 toodud plasttorude nomogrammilt toru läbimõõt maksimaalsel lubatud kiirusel ning leiti erirõhukaod ja dünaamiline rõhk. Tabelis 3.2 arvestati toru lõigu pikkuse ning geodeetilisest kõrguste vahest tingitud rõhukaoga.

Trassi alg- ja lõpp-punktide geodeetilisest kõrguste vahest tingitud rõhu muutus Δp_g (kPa) on leitud järgmiselt [25]:

$$\Delta p_g = h_g \times 10 \quad (3.5)$$

$$h_g = h_s + (z_1 - z_2), \quad (3.6)$$

kus

h_s – arvutusliku veevõtupunkti kõrgus põrandast m,

z_1 – ülemise korruse põranda geodeetiline kõrgus m,

z_2 – tänavatoru telje geodeetiline kõrgus m.

Käsitletavas töös on hüdrauliliselt ebasoodsaimaks punktiks köögisegisti, mille kõrgus neljanda korruse põrandast on 1,0 m. Vastavalt valemitele 3.5 ja 3.6 saadi geodeetilisest kõrguste vahest tingitud rõhukaoks Δp_g 248 kPa. Rõhukaoks mehaanilises filtris võeti 20 kPa ning täielikult avatud veevõtuseadme rõhukadu normvooluhulgal on antud juhul 160 kPa. Rõhukadu veearvestis Δp_a sõltub veearvestist ja arvutusvooluhulgast. Vastavalt arvutusvooluhulgale valiti jaotises 3.11 veearvesti, mille rõhukaoks on 20 kPa. Tarnetoru rõhukao Δp_t arväärtus pärineb välisvõrkude arvutusest, mis ei ole lahendatud käesolevas töös. Välisvõrkude arvutustes on toodud, et tarnetoru rõhukadu Δp_t on 10 kPa. Vastavalt valemile 3.2 antud hoones vajalik rõhk $\Delta p_{na} = 530,4 \text{ kPa} = 5,3 \text{ bar}$.

AS Pärnu Vesi garanteerib liitumispunktis veesurve 3,0 baari. AS Pärnu Vesi poolt tagatud veesurve pole piisav hoones vajaliku rõhu Δp_{na} 5,3 baari tagamiseks. Seega on hoonesse ette nähtud rõhutõstmisseadmed [29].

3.4. Rõhutõstmiseadme valik

Kuna välisvõrgu garanteeritud rõhust ei piisa veevarustuse normaalseks toimimiseks, siis on veemõõdusõlme projekteeritud kaks rõhutõstepumpa. Rõhutõstepumbad on varustatud sagedusmuunduritega, et hoida pidevat rõhku veevõrgus. Sagedusmuundurid muudavad automaatselt vahelduvvoolu sagedust, et reguleerida pumpade elektrimootorite pöörlemis-

sagedust. Rõhutõsteseadme tootluse Q_p määramisel on aluseks hoone kogu arvutusvooluhulk [14].

Rõhutõsteseadmete kasutamisel on vajalik lisarõhk p_p (kPa) leitud järgmiselt [9]:

$$p_p = p_{pv} - p_{ps}, \quad (3.7)$$

kus

p_{pv} – rõhku rõhutõsteseadme surveavas kPa,

p_{ps} – rõhku rõhutõsteseadme imiavas kPa.

Rõhk rõhutõsteseadme imiavas p_{ps} (kPa) avaldub järgmiselt [9]:

$$p_{ps} = p_0 - (\Delta p_t + \Delta p_a + \Delta p_{ma} + \Delta p_{gs}), \quad (3.8)$$

kus

p_0 – tänavatoru minimaalne garanteeritud rõhk 300 kPa,

Δp_t – rõhukadu tarnetorus 10 kPa,

Δp_a – rõhukadu veearvestis 20 kPa,

Δp_{ma} – kogurõhukadu veearvestist kuni rõhutõsteseadmeni 10 kPa,

Δp_{gs} – tänavatoru ja rõhutõsteseadme telgede geodeetilisest kõrguste vahest tingitud rõhu muutus 20 kPa.

Rõhk rõhutõsteseadme surveavas p_{pv} (kPa) avaldub järgmiselt [9]:

$$p_{pv} = \Delta p_{gv} + \Delta p_v + \Delta p_{rv} + \Delta p_{mv}, \quad (3.9)$$

kus

Δp_{gv} – rõhutõsteseadme ja arvutusliku veevõtupunkti telgede geodeetilisest kõrguste vahest tingitud rõhu muutus 220 kPa,

Δp_v – arvutusliku veevõtupunkti vajalik minimaalne vabarõhk 160 kPa,

Δp_{rv} – kogurõhukadu rõhutõsteseadmest kuni arvutusliku punktini 70,8 kPa,

Δp_{mv} – rõhutõsteseadme järgi asuvate lisaseadmete rõhukadu 20 kPa.

Vastavalt valemile 3.8 on antud juhul rõhutõsteseadme imiavas rõhk järgmine:

$p_{ps} = 300 - (10 + 20 + 10 + 20) = 240$ kPa. Vastavalt valemile 3.9 on rõhutõsteseadme surveavas rõhk järgmine: $p_{pv} = 220 + 160 + 70,8 + 20 = 470,8$ kPa.

Vastavalt valemitele 3.7, 3.8, 3.9 on rõhutõsteseadme kasutamisel vajalik lisarõhk p_p antud hoone puhul 2,3 baari. Korraga töötab kaks pumpa. Olenevalt hoone kogu arvutusvooluhulgast Q_a ja vajalikust lisarõhust p_p valiti vastavalt Grundfosi tootekataloogi graafikule (vt. lisa 7) kaks pumpa Grundfos Hydro Multi-E CRE 3-4. Pumbasüsteemi tehnilised näitajad: $Q_a = 1,4 \text{ l/s} = 5,04 \text{ m}^3/\text{h}$, $H = 23 \text{ m}$, $N = 0,37 \text{ kW}$.

3.5. Veevarustuse vooluhulgad

Ööpäevane majandus-joogivee vooluhulk Q_d (m^3/d) on määratud järgmise valemiga [33]:

$$Q_d = \frac{N \times q}{1000}, \quad (3.10)$$

kus

N - inimeste arv,

q – veetarbimismäär ühe inimese kohta l/d.

Inimeste arv valiti vastavalt evakuatsiooni arvutustele, mis on tehtud arhitektuurses eelprojekti. Antud töös on arvestatud ligikaudu 700 külastaja ning 30 töötaja viibimisega kaubanduskeskuses. Ühe inimese summaarne ööpäevane veetarbimine q määrati Eesti standardis EVS 835-2003 toodud tabeli põhjal (vt. [2] lisa D). Kaubanduskeskuses on arvestatud külastaja kohta ööpäevane veetarbimine q 20 l/d ning töötaja kohta 30 l/d. Vastavalt valemile 3.10 on ööpäevane vooluhulk leitud järgmiselt:

$$Q_d = (700 \times 20 + 30 \times 25) / 1000 = 14,75 \text{ m}^3/\text{d}.$$

Keskmine tunnivooluhulk Q_{hk} (m^3/d) on leitud järgmiselt [33]:

$$Q_{hk} = \frac{Q_d}{24}, \quad (3.11)$$

Keskmine vooluhulk Q_{hk} valemi 3.11 põhjal: $Q_{hk} = 14,75 / 24 = 0,61 \approx 0,6 \text{ m}^3/\text{h}$.

Suurim tarbevee maksimaalne tunnivooluhulk $Q_{\max h}$ (m^3/d) on arvutatud järgmiselt [33]:

$$Q_{\max h} = Q_{hk} \times K_{\max h}, \quad (3.12)$$

kus

$K_{\max h}$ – ebaühtlustegur.

Standardi EVS 847-3:2003 põhjal on ebäühtlustegur K_{maxh} vastavalt inimeste arvule 4,6.

Vastavalt valemile 3.12 tarbevee maksimaalne tunnivoolumuhuk

$$Q_{max h} = 0,6 \times 4,6 = 2,78 \text{ m}^3/\text{h} \approx 2,8 \text{ m}^3/\text{h}.$$

3.6. Soojaveetorustiku hüdrauliline arvutus

Sooja tarbevee valmistamine toimub tehnoruumis soojussõlmes läbivoolse veesoojendi ehk plaatsoojusvaheti abil. Sooja tarbevee soojuskoormuse leidmisel on aluseks sooja vee arvutusvoolumuhuk ning peale- ja tagasivoolumutemperatuurid. Soojaveesüsteem on projekteeritud sooja vee tsirkulatsiooniga, et tagada sooja vee jõudmine kaugeima veetarbijani vähemalt 30 sekundiga. Tsirkulatsioon hoiab ära vee mahajahtumise ajal, mil soojaveetarbijat ei ole. Sooja vee ringluse tagamiseks nähakse ette tsirkulatsioonipump. Soojaveetorustiku hüdrauliline arvutus koostati sarnaselt külmaveetorustiku hüdraulilisele arvutusele. Mittevahetatavate torude puhul on jaotustorudes soojal veel maksimaalseks kiiruseks 1,5 m/s. vahetatavate torude puhul on jaotustorudes soojal veel maksimaalseks kiiruseks 3 m/s. Torustiku arvutusel ei tohi voolu kiirus ületada maksimaalset kiirust. Veevõtuseadmete sooja vee normvoolumuhugad on toodud eelnevalt tabelis 3.1 [15, 25].

Vastavalt standardis olevale tabelile määrati arvutuslikud voolumuhugad ning koostati soojaveetorustiku hüdraulilise arvutuse koondtabel (vt. tabel 3.3). Arvutus on tehtud soojusvahetist kuni hüdrauliliselt ebasoodsaimas punktis asuva veevõtuseadmeni, milleks on köögi-segisti.

Tabel 3.3. Soojaveetorustiku hüdrauliline arvutus.

Arvutusliku lõigu tähis	Jaotustorustik					$p_0 = 300 \text{ kPa}$			$p_{vaba} = 100 \text{ kPa}$		
	ΣQ_n , l/s	Q_a , l/s	D_s , mm	v , m/s	R , kPa/m	L , m	$\Sigma \zeta$, -	p_d , kPa	Δp_r , kPa	ΔH_{10} , kPa	$\Sigma \Delta p$, kPa
1 – 2	10,2	0,89	32	0,97	0,62	0,8	0,3	0,60	0,676	0	0,676
2 – 3	7,9	0,79	26	0,90	0,35	1,4	0,7	0,45	0,805	0	0,805
3 – 4	4,7	0,63	26	0,98	0,59	20,3	0,3	0,62	12,163	0	12,163
4 – 5	4,5	0,62	26	0,98	0,63	20,8	2,1	0,71	14,595	40	54,595
5 – 6	2,6	0,5	20	0,95	0,55	6,5	0,7	0,45	3,89	65	68,890
6 – 7	0,8	0,34	15,5	0,98	0,60	3,7	0,7	0,89	2,843	37	39,843
7 – 8	0,3	0,26	15,5	0,95	0,92	3,2	1,6	0,62	3,936	52	35,936
8 – 9	0,2	0,20	12	1,00	2,00	4,0	1,3	1,10	9,43	0	9,430
								Σ	50,24	194	234,810

Soojaveetorustiku lõikude tähistused arvutuspunktist soojusvahetini on esitatud soojavee- ja tsirkulatsioonitorustiku aksonomeetrilisel skeemil graafilise lisa joonisel VK-9. Sooja tarbevee arvutuslik vooluhulk $Q_a = 0,89$ l/s.

3.7. Sooja vee tsirkulatsioonitorustiku arvutus

Tsirkulatsioonitorustiku arvutustel on aluseks soojaveevõrgu soojuskaod. Vastavalt eeskirjale võeti erisoojuskaoks φ torustikul 10 W/m. Tsirkulatsioonitorustiku arvutused koostati lõikude kaupa ning igale toru osale leiti vooluhulk, soojuskaod, toru läbimõõt ning voolukiirus. Toru läbimõõt ja voolukiirus valiti nomogrammilt (vt. lisa 4). Arvutused koostati sarnaselt külma- ja soojaveetorustiku hüdraulilistele arvutustele [15].

Torustiku lõigu soojuskadu φ_{sk} (W) on arvutatud järgmise valemiga [15]:

$$\varphi_{sk} = L \times \varphi, \quad (3.13)$$

kus

L – torulõigu pikkus m,

φ – torustiku soojuskadu meetri kohta W/m.

Kogu tsirkulatsioonitorustiku pikkus $L = 105,4$ m. Tsirkulatsioonitorustiku kogu soojuskadu vastavalt valemile 3.13 $\varphi_{sk} = 105,4 \times 10 = 1054$ W.

Torulõikude soojakao põhjal on leitud ringlustorustiku vooluhulk Q_{ts} (l/h) valemiga [15]:

$$Q_{ts} = \frac{0,242 \times 10^{-3} \times \varphi_{sk}}{\Delta t_r} \times B, \quad (3.14)$$

kus

φ_{sk} – torustiku soojuskadu W,

Δt_r – temperatuuride vahe peale- ja tagasivoolutorustikul °C,

B – varutegur, 1,2.

Valemi 3.14 põhjal leitud tsirkulatsioonitorustiku vooluhulk Q_{ts} on 0,061 l/s. Arvutuste tulemused lõikude kaupa on esitatud tabelis 3.4. Tsirkulatsioonitorustike lõikude asukohad on näidatud soojavee- ja tsirkulatsioonitorustiku aksonomeetrilisel skeemil graafilise lisa joonisel VK-9.

Tabel 3.4. Tsirkulatsiooniveetorustiku hüdrauliline arvutus.

Arvutusliku lõigu tähis	φ , W	Q_{ts} , l/s	$Q_{ts} = 0,061$ l/s			$\Delta t = 5$ °C		p_d , kPa	$\Sigma \Delta p$, kPa
			D_s , mm	v , m/s	R , kPa/m	L , m	Σ , -		
7' – 6	162	0,009	12	0,09	0,014	8,1	1,0	0,005	0,1184
6 – 5	232	0,013	15,5	0,07	0,018	3,5	1,0	0,003	0,066
5 – 3	1022	0,059	20	0,21	0,035	39,5	1,9	0,015	1,411
3 – 2	1038	0,06	26	0,13	0,014	1,7	0,3	0,008	0,0262
2 – 1	1054	0,061	26	0,18	0,017	0,8	0,3	0,010	0,0166
1 – 2	1054	0,061	26	0,18	0,017	0,8	1,7	0,01	0,0306
2' – 3'	1038	0,060	26	0,13	0,014	1,7	0,7	0,008	0,0294
3' – 5'	1022	0,059	20	0,21	0,035	39,5	1,6	0,015	1,4065
5' – 6'	232	0,013	15,5	0,07	0,012	3,5	0,7	0,003	0,0441
6' – 7'	162	0,009	12	0,09	0,021	8,1	1,0	0,005	0,1751
								Σ	3,3239
Soojusvaheti, kPa									30
								Σ	33,3239

Rõhukadudeks antud süsteemis on 3,3 kPa. Tsirkulatsioonipumba valimisel on arvestatud ka rõhukadudega plaatsoojusvahetis. Tavaliselt võetakse veesoojendi rõhukaoks 30...50 kPa. Antud töös võeti soojusvaheti rõhukaoks 30 kPa. Summaarseks tsirkulatsioonitorustiku rõhukaoks $\sum \Delta p$ on 33,3 kPa [15].

Tsirkulatsioonitorustiku vooluhulga Q_{ts} ning rõhukadude põhjal $\sum \Delta p$ valiti Grundfosi tootekataloogi tsirkulatsioonipumba graafikult (vt. lisa 6) pump Grundfos UPE 25-B-60. Tsirkulatsioonipumba tehnilised näitajad: $Q_{ts} = 0,22 \text{ m}^3/\text{h}$, $\sum \Delta p = 33,3 \text{ kPa}$, $N = 0,35 \text{ kW}$.

3.8. Sooja tarbevee soojusvõimsuse arvutus

Sooja tarbevee soojuskoormus Φ_{stv} (W) on arvatud valemiga [9]:

$$\Phi_{stv} = 4180 \times Q_a \times (t_{sv} - t_{kv}), \quad (3.15)$$

kus

Q_a – sooja vee arvutusvooluhulk l/s,

t_{sv} – sooja tarbevee temperatuur °C,

t_{kv} – külma vee temperatuur °C,

4180 – tegur, mis avaldub vee tiheduse ja erisoojuse korrutisena ($\rho_v \times c_v$) J/l×K.

Sooja tarbevee pealevoolutemperatuur on 55 °C ning külma vee temperatuur on 5 °C. Vee temperatuuri tõstetakse 50 °C võrra. Sooja vee arvutusvooluhulk Q_a , mis on arvatud tabelis 3.6, on 0,89 l/s. Vastavalt valemile 3.15 sooja vee kütmiseks vajalik võimsus $\Phi_{stv} = 186 \text{ kW}$.

3.9. Veemõõdusõlm ja rõhutõstmiskeskus

Hoone veevõrk on projekteeritud nii, et on võimalik mõõta kogu hoone veetarbimist. Kõik, mis puudutab hoone üksikute osade veetarbimise mõõtmist, on eelnevalt kokkulepitud hoone omanike ja rentnikega. Veemõõdusõlm paigutada võimalikult lähedale veesisendile. Veesisend ja veemõõdusõlm asuvad esimese korruse tehnilises ruumis. Veearvesti paigaldada 0,8 m kõrgusele tehnilise ruumi põrandast.

Hoone sisendile paigaldada sulgventiilid ja tagasilöögiklapp. Tagasilöögiklapp laseb veel voolata ainult ühes suunas ning sulgventiilid võimaldavad veevoolu läbi lasta ja sulgeda. Pärast peaveemõõtjat paigaldada tagasipestav mehaaniline filter ja tühjenduskraan [14].

Veearvesti valikul on lähtutud koguvooluhulgast Q_a ja rõhukaost $\Sigma \Delta p$ veesisendil. Antud hoones koguvooluhulk $Q_a = 1,3$ l/s (sh. soe vesi $Q_a = 0,8$ l/s), mille põhjal valiti Zenner tootekataloogi tabeli ja graafiku abil turbiinveearvesti: $Q_n = 6$ m³/h, DN32, jälgides et rõhukadu jääks 20...50 kPa vahele. Valitud veearvesti rõhukaoks on vastavalt graafikule (vt. lisa 8) 20 kPa. Antud hoones on vajadus mõõta ka sooja vett, millele on eraldi ette nähtud veearvesti. Veearvesti soojale veele määrati sarnaselt kogu hoone veetarbimiseks mõeldud veearvesti valikule. Sooja vee mõõtmiseks projekteeriti veearvesti järgmiste näitajatega: $Q_a = 2,5$ m³/h, DN20, mis valiti Zenner tootekataloogi tabelist (vt. lisa 9). Hoone üksikute osade mõõtmiseks ettenähtud veearvestid valiti samuti Zenner tootekataloogi graafiku ja tabeli põhjal (vt. lisa 8 ja 9). Veemõõdukem on esitatud graafilise lisa joonisel VK-7 [15, 24].

3.10. Veetorustike kirjeldus ja materjal

Igal torul on märgistus toru kasutusala, nimimõõtme ja materjali valmistajaga. Veevarustustorustik peab [9]:

- pidama vastu rõhule;
- olema korrosioonikindel;
- ei tohi anda maitset veele;
- kergesti paigaldatav;
- vastama normidele ja eeskirjadele.

Veevarustussüsteemis kasutatavad materjalid peavad vastama Standardiameti ja Tervisekaitse Inspektsiooni nõuetele. Hoonele on projekteeritud veevarustussüsteem komposiitorudest Unipipe. Tabelis 3.5 on toodud Unipipe komposiitorude tehnilised andmed.

Tabel 3.5. Unipipe komposiitorude tehnilised andmed [30]

Välisläbimõõt × seina paksus, mm	16×2,0	20×2,5	25×2,5	32×3,0	40×4,0	50×4,5	63×6,0
Siseläbimõõt, mm	12	15,5	20	26	32	41	51

Komposiittorusüsteem koosneb alumiiniumtorust, mille sise- ja välispind on kaetud polüetüleenist kihiga. Komposiittoru näol on ühendatud metall- ja plasttorude mitmed positiivsed omadused ning eemaldatud mõlema materjali puudused. Alumiiniumsüdamik annab torule mehaanilise vastupidavuse, tagab toru hapnikubarjääri ning vähendab soojuspaisumist. Sisemine plastkiht on hügieeniline, elastne ning samas ka korrosioonikindel. Toru mitmekihilisus summutab vee voolamisest tulenevaid helisid ja vähendab kondenseerumist toru pinnal. Komposiittorusid on lihtne töödelda-painutada, lõigata ja see teeb nende paigaldamise metalltorude paigaldamisest lihtsamaks [25, 30].

Komposiittoru termiline pikenemine on väiksem (soojus-paisumistegur on $0,025 \text{ mm/m}\cdot\text{C}^\circ$) kui metalltorudel, kuid siiski tuleb pikkade sirgete jaotustorustike vahele paigaldada kompensatorid. Kompensatorid on mõeldud kompenseerima soojuspaisumist, mis viib torude pikenemiseni. Kompensatori vajalikkus sõltub toru pikkusest ja temperatuuride erinevusest [13].

3.11. Veevõrguarmatuur

Torustikule paigaldatav armatuur peab olema sama kvaliteediga nagu torustik. Veevõrguarmatuuri abil suletakse, muudetakse ja juhitakse veevoolu ning reguleeritakse rõhku. Armatuuri paigalduskohtadesse on ette nähtud selline kinnitus, et armatuuri avamis-sulgemiskoormus ei kanduks edasi torudele. Veetorude hargnemistel kasutada sulgarmatuurina kuulkraane. Tagasilöögiklapid paigutada pärast veearvestit, vältimaks vee tagasi-voolu. Veevõrku koguneva õhu eraldamine toimub läbi veevõtuseadmete. Sooja vee ring-luse reguleerimiseks, tasakaalustamiseks ja torude sulgemiseks tuleb paigaldada igale tsir-kulatsioonitoru hargnemisele termostaatilised tasakaalustusventiilid. Kogu veevarustuse armatuur peab vastama surveklassile PN10 [30].

3.12. Veetorustike isolatsioon

Veevarustustorude isolatsioon on valitud vastavalt RYL-2002 kaartidele LVI 50-10344 ja 50-10345. Antud hoones on ette nähtud isoleerida kõik magistraalitorud, püstikud, harutorud ning jätta isoleerimata ühendustorud.

Külmaveetorud isoleerida nähtaval paigaldusel Aa21 6K (koorikisolatsioon $s=20\text{mm}$, kivi-vill, PV-E ning PVC-plastikkate ja aurutõke) ja mittenähtaval paigaldusel Ac22K (koo-ri-

kisolatsioon $s = 30$ mm, kivivill, alumiiniumkate PV-AE ning aurutõke). Soojaveetorud isoleerida Aa25 (koorikisolatsioon $s = 60$ mm, kivivill, PV-E) ja šahtis Ac23 (koorikisolatsioon $s = 40$ mm, kivivill, alumiiniumkate PV-AE).

Külma- ja soojaveetorustike isoleerimiseks kasutatavad materjalid ja isolatsiooni katematerjalid ei tohi nõrgestada hoone ruumide süttivustundlikkuse ja tuleleviku klassi. Torude hoone konstruktsiooniosadest läbiminekuks peavad olema teostatud nii, et need ei kahjustaks läbitavaid konstruktsioone ja ei vähendaks nende tulepüsivust. Nõue käib eriti hoonekonstruktsiooni niiskus- ja helitiheduse kohta. Niiskusohtlikud läbiminekuks tuleb ehitada niiskuskindlad. Tuletõkkesektsioonist läbiminekul konstruktsiooni ja hülsivaheline tühimik täita mittepõleva materjaliga, mille tulepüsivus vastaks konstruktsiooni tulepüsivusele. Hülsi ja toruvaheline tühimik täita tuletõkkemastiksi, mineraalvilla või tuletõkkemansetiga [8].

3.13. Torustike kinnitused ja toetused

Torustike kinnituste ja tugede paigaldamisel järgida tootjaettevõtte ettekirjutusi. Torude kinnitamiseks kasutada kinnitusklambreid. Kinnitused peavad vastu pidama torude, ventiilide, torudes oleva vedeliku, torude isolatsioonimaterjalide ja võimalike väliste koormuste raskusele. Kinnitused peavad ära hoidma ka toru võimaliku vibreerimise hüdrauliliste löökide korral [31].

Metallklambritel peavad olema sisenurgad ümardatud ning komposiittorude korral peab klambri ja toru vahel olema kummitihend. Torude kinnituselementide vahekaugus oleneb torude välisläbimõõdust. Komposiittorude maksimaalsed kinnituspunktide vahed on toodud tabelis 3.6.

Tabel 3.6. Komposiittorude maksimaalsed kinnituspunktide vahed [30]

Kinnituse tüüp	Toru välisläbimõõt × seinapaksus, mm								
	16×2,0	20×2,25	25×2,5	32×3,0	40×4,0	50×4,5	63×6,0	75×7,5	90×8,5
Horisontaalne kinnitus, m	1,2	1,3	1,3	1,4	1,4	1,5	1,5	1,5	2,4
Vertikaalne kinnitus, m	1,5	1,7	2	2,1	2,2	2,6	2,85	3,1	3,1

Pinnapealse paigalduse korral on 16 mm toru kinnituspunktide vahe 500 mm ja 20 mm toru puhul 800 mm. Painutatud põlved ja liitmikud kinnitatakse mõlemalt poolt 300 mm vahedega [31].

3.14. Hüdraulilised katsetused

Veetorustiku vastupidavuse kontrollimiseks tuleb kohe pärast montaažitööd viia läbi hüdraulilised katsetused. Katsetused tuleb teha enne torustike isolatsiooniga katmist.

Hüdraulilised katsetused sisaldavad järgmisi etappe:

- veetorustiku läbipesemine;
- veetorustiku surveproov;
- veetorustiku desinfitseerimine.

Veetorustiku läbipesemine

Enne veetorustiku läbipesu tuleb teha torustiku algtäide ning toestamine. Pesemisel kasutatakse vett, mis pärineb olemasolevast veevõrgust. Pärast pesemist juhtida kasutatud vesi kanalisatsiooni. Torustiku pesemine toimub 10...15 minutit maksimaalse vooga. Seejärel tuleb teostada visuaalne kontroll, kas torustikust väljavoolav vesi on selge. Pärast pesemist jäetakse toru vett täis, et viia läbi surveproov [31].

Veetorustiku surveproov

Surveproovi teostamisel tuleb süsteemis 30 minuti jooksul hoida 1,5-kordset töö rõhku ning iga 10 minuti järel kontrollida, et rõhk ei langeks. Järgneva 30 minuti jooksul ei tohi rõhk langeda rohkem kui 0,6 baari. Sellest edasi kahe tunni jooksul ei tohi rõhk langeda rohkem kui 0,2 baari. Kogu surveproovi vältel tuleb liitekohti kontrollida visuaalselt. Plasttorustike korral on lubatud maksimaalseks proovirõhuks 15 baari [26; 31].

Veetorustiku desinfitseerimine

Enne veetorustiku ühendamist olemasolevasse veevõrku tuleb süsteem desinfitseerida. Torru tuleb viia veevõrgu vesi, millesse lisatakse desinfitseerimisainet. Desinfitseerimisainete kontsentratsioon peab olema määratud vastava toru tootjatehase poolt. Pärast desinfitseerimise protseduuri tuleb toru tühjendada ja loputada veevõrgu veega. Desinfitseerimiseks kasutatud aine ja vee lahus tuleb juhtida kogumismahutisse. Pärast desinfitseerimist

tuleb anda veeanalüüs sõltumatule kontroll-laboratooriumile, mis otsustab kas desinfitseerimine õnnestus või mitte [26].

3.15. Kastmisvee süsteem

Kastmisvesi saadakse kaubanduskeskuse majandus-joogivee süsteemist. Hoonele on haljasalade kastmiseks ette nähtud kaks kastmiskraani DN15, mis paigaldatakse 0,4...1 m kõrgusele maapinnast. Külmal ajal kastmisvee torustik tühjendada.

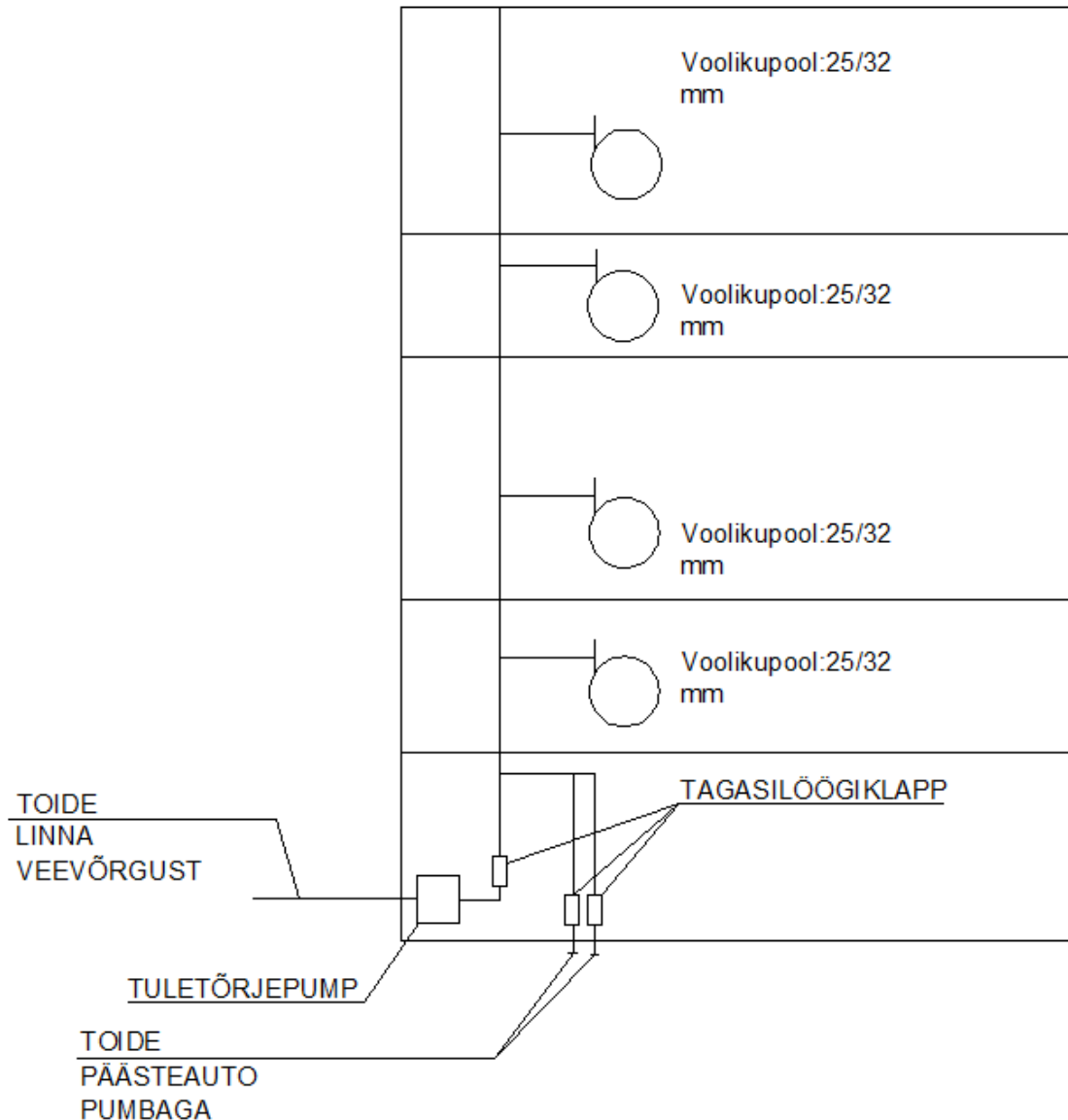
4. TULETÕRJE VEEVARUSTUS

4.1. Tuletõrjeveevärgi kirjeldus

Antud kaubanduskeskusesse on ette nähtud nii automaatne sprinkler- kui ka vooliksüsteemiga kustutussüsteem. Automaatset tulekustutussüsteemi ei käsitleta käesolevas töös. Tuletõrjeveevärk on projekteeritud nii, et tulekahju korral on tagatud kustutusvee kättesaadavus. Tuletõrje vooliksüsteem on mõeldud algstaadiumis tulekolde kustutamiseks. Ehitisesiseseks tulekahju esmakustutamiseks projekteeritud tuletõrje veevarustuse süsteem koosneb tuletõrjekraanidest ning nendega ühendatud voolikutest.

Tuletõrje vooliksüsteem varustatakse veega hoone veesisendist. Tuletõrjeveesüsteem hargneb omaette süsteemina enne peaveemõõtjat veemõõdusõlmes. Hooneväliselt paigaldada süsteemile kaks ühendust tuletõrjeautodele. Tuletõrjeautodele mõeldud ühendustorustiku läbimõõduks on DN80. Tuletõrje veevarustuse toititorudele lisatakse elektriajamiga siibrid, mis normaalseisus on kinnises asendis, kuid mis tuletõrjepumba käivitumisel peavad avanema automaatselt. Magistraaltorud paigaldada lae alla ning püstikud šahtidesse. Hoonesse projekteeriti kaks tuletõrjevee püstikut V-1 ja V-2.

Eesti standardi EVS 812-6:2012 kohaselt kuulub ehitisesisene veevärk, mis on mõeldud kasutamiseks hoones viibivatele inimestele ja päästemeeskonnale, klassi B. Veevärk, mis on mõeldud kasutamiseks ainult päästemeeskonnale ning on survestatav vaid tuletõrjeauto pumbaga, kuulub klassi A. Antud hoonesse nähti ette B I-klassi veevärk (vt. joonis 4.1), mis arvestab A-klassi ehitisesisese veevärgi lahendusi.



Joonis 4.1. B I-klassi ehitisesisese tuletõrjevõrgu põhimõtteline skeem [2]

Vesikuid kasutada käsitsi joatoru avamisega. Tuletõrjevõrustus on projekteeritud terastorust survetaluvusega PN16. Magistraaltorustus on DN80 ning ühendused tuletõrjekraanidega on DN50. Kapid voolikute hoidmiseks paigutada seinale või postile kinnitatuna. Voolikukapid tuleb tähistada ohutusmärkidega.

4.2. Kustutusvee normvooluhulgad

Väliskustutusvee normvooluhulga määramiseks on vaja teada hoone tuletõkkesektiooni piirpindala, kasutusviisi ja põlemiskoormust. Vastavalt hoone otstarbele määrati hoone kasutusviis standardi EVS 812-7:2008 ehitiste kasutusviiside tabelist (vt. [3] lisa E). Kauban-

duskeskuse kasutusviisiks on IV ning põlemiskoormus vähemalt 600 MJ/m². Standardi EVS 812-6:2012 tabelist (vt. [2] ptk.5.3 tabel) määrati vastavalt brutopindalale ehitise väliskustutuse normvooluhulk, milleks antud hoone puhul on 30 l/s. A-klassi tulekustutuseks kasutatakse summaarse vooluhulga saavutamiseks erinevatel püstikutel ning eri korrustel olevaid ühendusi DN50. Iga korruse kraan tagab vooluhulga 10 l/s [1, 2].

Hoone siseseks tuletõrjervee normvooluhulgaks on B I-klassi puhul 1,7 l/s ning tööajaks üks tund. Kuna antud hoone puhul jääb vooluhulk alla 15 l/s, siis on ette nähtud magistraltorustiku minimaalseks läbimõõduks DN80 [2].

4.3. Tuletõrjekraanid

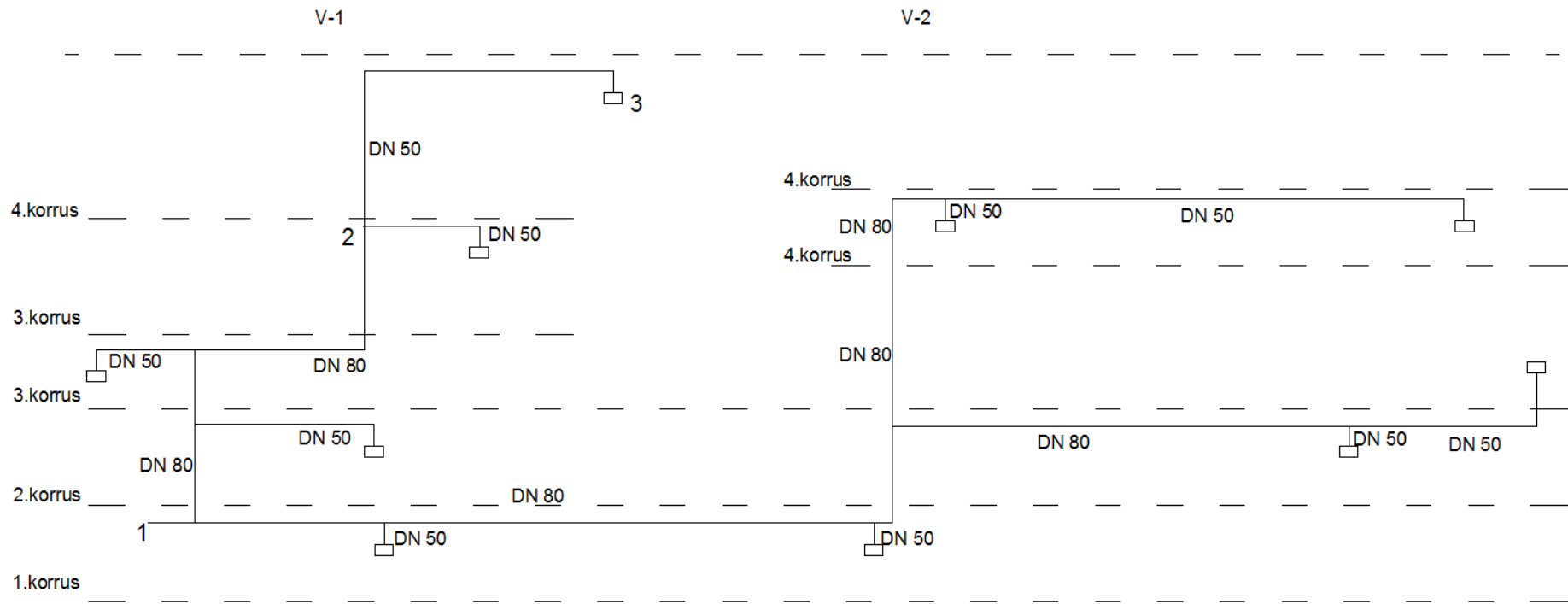
B I-klassi kustutussüsteem on projekteeritud selliselt, et hoones oleks iga ruum kaetud kustutusjoaga. Antud hoonesse on tulekahju kustutamiseks ette nähtud kümme tuletõrjekraani koos varustusega. Varustusse kuuluvad pooljäigad voolikud, joatorud, kustutid ja voolikukapid. Tuletõrjekraanid varustada 32 mm läbimõõduga 30-meetrise voolikuga. Igal korrusel on üks kraan, millele on lisatud sulgekraaniga A-klassi kustutusots DN50 ning kiirühendus tulekustutuseks. Tuletõrjekraanide telg peab olema 1,35 m kõrgusel põranda pinnast. Vooliku kapid tuleb tähistada ohutusmärkidega [2].

4.4. Tuletõrjerveevärgi hüdrauliline arvutus

Tuletõrjerveevärgi hüdraulilisel arvutusel leiti voolukiirus, dünaamiline rõhk ning rõhukaod. Vabarõhk tuletõrjekraani ees vastavalt standardi tabelile (vt. [3] lisa C, tabel C.2) on 300 kPa. Tuletõrjerveevärgi arvutused on koondatud tabelisse 4.1. Tuletõrjveetorustiku arvutuslõikude tähistused on näidatud lihtsustatud skeemil joonisel 4.2.

Tabel 4.1. Tuletõrjveetorustiku arvutustabel

Arvutusliku lõigu tähis	Q_a , l/s	DN, mm	v , m/s	R , kPa/m	L , m	$\Sigma\zeta$, -	P_a , kPa	Δp_r , kPa	ΔH_{10} , kPa	$\Sigma\Delta p$, kPa
1 – 2	1,7	80	0,35	0,035	52	2,4	0,06	1,964	180	181,96
2 – 3	1,7	50	0,70	0,240	23	5,1	0,25	6,795	40	46,80
Vabarõhk tuletõrjekraani ees										300,00
									Σ	528,76



Joonis 4.2. Tuletõrjeveetorustiku lihtsustatud arvutuskeem

Hoonesse on projekteeritud kaks kustutusvee püstikut. Arvutused on koostatud püstiku V-1 põhjal ja arvutusvooluhulga 1,7 l/s juures. Standardi EVS 812-6:2012 kohaselt dimensioneeriti magistraalitorud vastavalt DN80 ning jaotustorud DN50. Vajaliku rõhu määramiseks tuletõrjekraani ees kasutati standardis toodud tabelit (vt. [1] lisa C, tabel C.2). Tuletõrjekraani, mille läbimõõduks on DN50, minimaalseks vabarõhuks määrati 3 baari [1, 2].

4.5. Tuletõrjepumba valik

Rõhutõsteseadmete kasutamisel on arvatud vajalik lisarõhk p_p (kPa) järgmiselt [9]:

$$p_p = p_{pv} - p_{ps}, \quad (4.1)$$

kus

p_{pv} – rõhku rõhutõsteseadme surveavas kPa,

p_{ps} – rõhku rõhutõsteseadme imiavas kPa.

Vastavalt ptk.4.4 toodud arvutustes on rõhk rõhutõsteseadme surveavas $p_{pv} = 528,8$ kPa

Rõhk pumba imiavas p_{ps} on määratud järgmise valemiga [9]:

$$p_{ps} = p_0 - (\Delta p_t + \Delta p_{gs}), \quad (4.2)$$

kus

p_0 – tänavatoru minimaalne garanteeritud rõhk 300 kPa,

Δp_t – rõhukadu tarnetorus 10 kPa,

Δp_{gs} – tänavatoru ja rõhutõsteseadme telgede geodeetilisest kõrguste vahest tingitud rõhu muutus 20 kPa.

Valemi 4.2 kohaselt rõhk pumba imiavas $p_{ps} = 300 - (10 + 20) = 270$ kPa. Valemite 4.1 ja 4.2 põhjal vajalik lisarõhk tuletõrje süsteemis $p_p = 528,8 - 270 = 258,8$ kPa. Tehnilisse ruumi projekteeriti tuletõrje põhi- ja reservpump. Olenevalt arvutusvooluhulgast ja vajalikust lisarõhust valiti Grundfosi tootekataloogi pumbagraafikult (vt. lisa 10) pump NB 32 - 125.1/140. Pumba tehnilised näitajad: $Q_a = 6,12$ m³/h, $H = 25,88$ m, $P = 2,2$ kW, $n = 2900$ 1/min.

5. KANALISATSIOON

5.1. Üldosa

Kanaliseatsioon on süsteem, mis on mõeldud olme- ja tootmisreovee ning sademevee kogumiseks, kahjutukstegemiseks ja ärajuhtimiseks. Torustikud ja seadmed, mis asuvad hoones sees, nimetatakse sisekanaliseatsiooniks ning need, mis asuvad väljas, väliskanaliseatsiooniks. Kanaliseaioonitorud peavad olema külma- ja korrosioonikindlad, gaasi- ja veetihedad ning olema vastupidavad väliskoormustele. Kaubanduskeskuse kanaliseaioon projekteeritakse selliselt, et oleks tagatud kiire ja müratu reovee äravool ning torustiku isepuhastus [17].

Antud hoones jaguneb kanaliseaioon kolmeks: olmekanaliseaioon (K-1), sademeveekanaliseaioon (K-2) ja tehnoanaliseaioon (K-3). Kõik kanaliseaionisüsteemid on ette nähtud isevoolse äravooluga. Hoone kõik kanaliseaioonivõrgud on lõikuvad ehk mitmel püstikul on ühine väljaviik.

Olme-, sademe- ja tehnoanaliseaiooni joonestamisel ning arvutuste koostamisel on lähtutud Eesti Vabariigi poolt välja antud projekteerimise standardist EVS 846:2013 Hoone kanaliseaioon. Kanaliseaionisüsteemide joonestamiseks kasutati arvutiprogrammi MagiCAD. Olme-, tehno- ja sademeveekanaliseaiooni plaaniline lahendus on esitatud graafilise lisa joonistel VK-10, VK-11, VK-12, VK-13, VK-14, VK-15 ning materjalide spetsifikatsioon lisa 2.

5.2. Kanaliseaiooni projekteerimine

Kaubanduskeskuse kanaliseaiooni projekteerimist alustatakse kanaliseaioonipüstikute asukohtade valimisega. Püstikute asukoha valikul lähtutakse arhitekti poolt eelnevalt paika pandud reoveeneelude asukohast. Kanaliseaioonitorustike projekteerimiseks ja arvutuste läbiviimiseks on koostatud kõikidele kanaliseaionisüsteemidele aksonomeetrilised skeemid.

Kanaliseaioonitorustiku läbimõõtu on projekteeritud selliselt, et tippvooluhulgal ei ole kogu toru ristlõige täis. Osa ristlõikest peab olema tühi seetõttu, et torustikud oleks ventileeritavad. Torud arvutatakse suhtelisele täitele $h/d_i = 0,5$. Reoveevõõrste seadimise vältimiseks ei tohi voolukiirus olla väiksem isepuhastuskiirusest ning torustiku mõõtmed ei tohi vähe-

neda voolu suunas. Isepuhastuskiirus oleneb toru läbimõõdust ja arvutustäitest. Äravoolu- ja kogumistorude langude valikul on lähtutud tabelist 5.1 [5, 17].

Tabel 5.1. Toru langud ja lubatud täited [25]

Nimiläbimõõt DN, mm	Lang		Täide
	Normaalne	Väikseim	
50	0,035	0,025	Mitte suurem kui
100	0,02	0,012	0,5 läbimõõtu
150	0,01	0,007	Mitte suurem kui
200	0,008	0,005	0,6 läbimõõtu

Toru langud määrati vastavalt toru materjalile, läbimõõdule ja arvutusäravoolule. Väikseim lubatud torulang kogumistorudele on $i = 0,0012$ ning suurim lubatud lang $i = 0,15$ [25].

5.3. Tehno- ja olmekanalisatsioon

5.3.1. Tehno- ja olmekanalisatsiooni kirjeldus

Hoone köökidest ja toidupoodidest pärinev reovesi on rasvane, seega juhitakse see hoonest välja olmekanalisatsioonist eraldi. Süsteemi, mille ülesandeks on rasvase reovee ohutu eemaldamine hoonest, nimetatakse tehnokanalisatsiooniks. Rasvane reovesi kogutakse kokku ja puhastatakse rasvapüüduris ning seejärel juhitakse olmekanalisatsioonitorustikku. Rasvapüüdur on projekteeritud hoonest välja. Olme- ja tehnokanalisatsiooni süsteemidele on ette nähtud õhutustorud, mis viiakse läbi katusekatte. Kanalisatsioonivesi juhitakse hoonest ära isevoolelt. Olme- ja tehnokanalisatsioonitorustik paigaldatakse PP plasttorudest Ø50...160 mm koos vastavate liitmikega ning languga $i = 0,01...0,03$. Olmekanalisatsiooni eelvooleks on olemasolev Pärnu linna olmekanalisatsioonitorustik.

5.3.2. Tehno- ja olmekanalisatsiooni arvutusäravool

Kanalisatsioonitorustiku dimensioneerimiseks on vajalik määrata esmalt olmereovee arvutusäravool. Olmereovee arvutusäravoolu leidmisel on võetud aluseks reoveeneelude normäravoolud, mis olenevad reoveeneelu äravooluavast, töötamise hüdraulilisest režiimist, äravoolutorust ja konstruktsioonist. Äravoolutorude suurim pikkus ja läbimõõt valiti olenevalt reoveeneelust ja torustiku õhutatusest EVS 848:2013 standardis toodud tabelist

(vt. [5] ptk.5.2.2 tabel 4). Antud hoones olevate reoveeneelude normäravoolud ning äravoolutoru läbimõõt ja lang on toodud tabelis 5.2.

Tabel 5.2. Reoveeneelude normäravoolud [5]

Reoveeneel	Normäravool $Q_{n,r}$, l/s	Toru välisläbimõõt, mm
Pesukauss, bidee	0,3	50
Renn-pissuaar	0,2	50
Köögivalamu	0,6	75
Eriotstarbeline valamu	0,6	75
Dušš	0,6	50
Restorani nõudepesumasin	1,2	50
Pesupesemismasin pesumajas	1,2	50
Restorani nõudepesumasin	1,2	50
Loputuspaagiga WC	1,8	110
Trapp DN50	0,6	50
Trapp DN70	1,2	75
Trapp DN100	1,5	110
Trapp toidupoes DN50	0,3	50

Vastavalt Eesti Standardile on reovee arvutusäravool $Q_{a,r}$ (l/s) arvutatud valemiga [5]:

$$Q_{a,r} = K \times \sqrt{\sum Q_{n,r}}, \quad (5.1)$$

kus

$\sum Q_{n,r}$ – vaadeldavate reoveeneelude normäravoolude summa l/s,

K – reoveeneelude üheaegse töötamise tegur, mis määratakse (vt[6] ptk.3.2 tabeli 2) põhjal olenevalt hoone otstarbest. Antud hoones on regulaarne veekasutus, seega $K = 0,7$.

5.3.3. Tehno- ja olmekanaliseerimise dimensioonide määramine

Arvutuste läbiviimiseks koostati olme- ja tehnoanaliseerimise aksonomeetrilised skeemid. Äravoolu- ja kogumistorude läbimõõt ja suurim pikkus oleneb reoveeneelust ja torustiku õhutusest. Äravoolu- ja kogumistorud dimensioneeriti vastavalt standardis EVS 848:2013 toodud tabelitele (vt. [5] ptk.5.2.2 tabel 4, tabel 5, tabel 6). Olmekanaliseerimise punktide läbimõõdud valiti vastavalt äravoolu- ja kogumistorude ühendusnurgale

ning summaarsele vooluhulgale standardi tabelist (vt. [5] ptk.5.2.2 tabel 7). Vastavalt Eesti Standardile EVS 848:2013 koostati tehno- ja olmekanalisatsiooni püstikute arvutus, ning andmed on koondatud tabelitesse 5.3 ja 5.4.

Tabel. 5.3. Olmekanalisatsiooni püstikute arvutus

Püstik	Reoveeneel	Arv	Q_{rn} , l/s	ΣQ_{rn} , l/s	Q_{ars} l/s	\emptyset , mm
KP-1	Köögivalamu	2	0,6	1,2		
	WC	2	1,8	3,6		
	Valamu	2	0,3	0,6		
	Köögivalamu	2	0,6	1,2		
	Trapp (DN70)	1	1,2	1,2		
			Σ KP-1	7,8	1,95	110
KP-2	Valamu	3	0,3	0,9		
	Trapp (DN70)	1	1,2	1,2		
			Σ KP-2	2,1	1,01	75
KP-3	Trapp (DN70)	2	1,2	2,4		
	Valamu	5	0,3	1,5		
	WC	9	1,8	16,2		
	Pissuaar	5	0,2	1,0		
			Σ KP-3	21,1	3,22	160
KP-4	Valamu	10	0,3	3,0		
	Köögivalamu	1	0,6	0,6		
	Trapp (DN70)	2	1,2	2,4		
	Trapp (DN50)	2	0,6	1,2		
	Pesumasin	2	1,2	2,4		
	Koristaja valamu	1	0,6	0,6		
	WC	2	1,8	3,6		
			Σ KP-4	13,8	2,6	110
KP-5	WC	2	1,8	3,6		
	Trapp (DN70)	1	1,2	1,2		
	Valamu	2	0,3	0,6		
			Σ KP-5	5,4	1,62	75
KP-6	Valamu	1	0,3	0,3		
			Σ KP-6	0,3	0,38	50

Arvutusaravoolu põhjal võib püstiku KP-5 toru läbimõõt olla $\emptyset 75$ mm, kuid antud püstiku taha ühendatakse ka loputuspaagiga WC-pott, mille aravoolutoru läbimõõt on $\emptyset 110$ mm, ning voolusuunaliselt ei või toruläbimõõt väheneda, siis projekteeriti püstiku toru läbimõõduks $\emptyset 110$ mm.

Tabel. 5.4 Tehnokanalisatsiooni püstikute arvutus

Püstik	Reoveeneel	Arv	Q_{rn} , l/s	ΣQ_{rn} , l/s	Q_{av} , l/s	\varnothing , mm
KP-1	Köögivalamu	2	0,6	1,2		
			Σ KP-1	1,2	0,78	75
KP-2	Eriotstarbeline valamu	1	0,6	0,6		
			Σ KP-2	0,6	0,54	50
KP-3	Trapp (DN100)	1	1,5	1,5		
	Trapp (DN70)	2	1,2	2,4		
	Köögivalamu	4	0,6	2,4		
	Nõudepesumasin	2	1,2	2,4		
			Σ KP-3	12,3	2,45	110
KP-4	Trapp (DN50)	6	0,6	3,6		
	Trapp (DN70)	1	1,2	1,2		
	Köögivalamu	1	0,6	0,6		
			Σ KP-4	5,4	1,63	110

Arvutustes selgus, et püstiku KP-2 toru läbimõõt peaks olema $\varnothing 50$ mm, kuid projekteerimisel tuleb arvestada esimesel korrusel asuvate kogumistorude õhutamise vajadusega. Kaubanduskeskuses võib tekkida juurde ka rentnikke, kes soovivad lisa reoveeneele, seega dimensioneeriti püstik KP-2 läbimõõduga $\varnothing 110$ mm.

Eesti Standardi EVS 848:2013 kohaselt võib hoone väljaviigu läbimõõdu määrata Prandtl-Colebrooki valemi põhjal koostatud arvutustabeli (vt[5] ptk.5.5.2 tabel 9). või arvutusdiagrammi (vt[5] lisa B joonis B.2) alusel.

Hoone väljaviigu hüdrauliline arvutus põhineb Prandtl-Colebrooki valemil [5]:

$$Q = A_r \left[-2 \times l \times g \left(\frac{2,5 \times l \times \vartheta}{d_i \times \sqrt{2 \times g \times i \times R}} + \frac{k}{3,71 \times R} \right) \sqrt{2 \times g \times i \times iR} \right], \quad (5.2)$$

kus

Q - väljaviigu äravooluhulk l/s,

A_r - voolu ristlõikepind mm^2 ,

ϑ - reovee viskoossus m^2/s ,

R - hüdrauliline raadius mm (toru suhtelisel täitel $h_i/d = 0,5$ või $h_i/d = 0,7$ kehtib praktiliselt seos $R = d$),

d_i - toru siseläbimõõt mm,

g - raskuskiirendus m/s^2 ,

i – torulang cm/m \equiv %,

k – toru absoluutkaredus mm.

Hüdrauliline raadius R (mm) avaldub valemiga [5]:

$$R = 4 \times \frac{A_r}{\chi}, \quad (5.3)$$

kus voolu ristlõike pinna A_r (mm²) arvutamiseks võib kasutada valemit [5]:

$$A_r = \frac{d_i^2}{8} \times \left\{ \frac{\pi \times [2 \times \arccos(\frac{d_i - 2 \times h}{h})]}{180^\circ} - \sin [2 \times \arccos(\frac{d_i - 2 \times h}{d_i})] \right\}, \quad (5.4)$$

kus

χ – vooluristlõike märgperimeeter mm,

h – hoonekollektori täide mm.

Vastavalt Prandtl-Colebrooki valemi põhjal koostatud arvutusdiagrammile (vt. [5] lisa B joonis B.2) koostati väljaviikude leidmiseks arvutustabelid tabel 5.5 ja tabel 5.6. Kuna hoonesse on ette nähtud üks olmekanaliseerimise ja teine tehnoanaliseerimise väljaviik, siis leiti kummagi kanaliseerimise vooluhulgad eraldi.

Tabel 5.5. Tehnoanaliseerimise hoone kollektorite arvutus

Püstikud ja veeneelud	ΣQ_{rn} l/s	Q_{ar} l/s	\emptyset , mm	i , cm/m
K3P-3+K3P-4	17,7	2,9	110	0,015
K3P-1+K3P-2+4,2	6,0	1,7	110	0,015
K3P-1+K3P-2+4,2+K3P-3+K3P-4	23,7	3,4	110	0,015
K3P-1+K3P-2+4,2+K3P-3+K3P-4+7,8	31,5	3,9	110	0,015
K3P-1+K3P-2+4,2+K3P-3+K3P-4+9,0	32,7	4,0	110	0,015
K3P-1+K3P-2+4,2+K3P-3+K3P-4+15,9	39,6	4,4	160	0,01
K3P-1+K3P-2+4,2+K3P-3+K3P-4+19,2	42,9	4,6	160	0,01
K3P-1+K3P-2+4,2+K3P-3+K3P-4+28,8	52,5	5,0	160	0,01
K3P-1+K3P-2+4,2+K3P-3+K3P-4+42,9	66,6	5,7	160	0,01
K3P-1+K3P-2+4,2+K3P-3+K3P-4+48,30	72,0	5,9	160	0,01

Tabel. 5.6. Olmekanalisatsiooni hoone kollektorite arvutus

Püstikud ja veeneelud	ΣQ_{rn} , l/s	Q_{ar} , l/s	\varnothing , mm	i , cm/m
K1P-1+K1P-3	9,9	2,42	110	0,015
K1P-5+3,6	9,0	2,0	110	0,015
K1P-5+3,6+K1P-6	9,3	2,1	110	0,015
K1P-5+3,6+K1P-6+K1P-1+K1P-3	19,2	3,1	110	0,015
K1P-5+3,6+K1P-6+K1P-1+K1P-3+1,5	20,7	3,2	160	0,01
K1P-3+K1P-4	34,9	4,1	160	0,01
K1P-5+3,6+K1P-6+K1P-1+K1P-3+1,5+K1P-3+K1P-4	55,6	5,2	160	0,01

Antud hoone tehnikanalisatsiooni kogu arvutusaravool $Q_{a,r} = 11,1$ l/s. Rasvase reovee arvutusaravool $Q_{a,r} = 5,9$ l/s ning olmereovee arvutusaravool $Q_{a,r} = 5,2$ l/s. Vastavalt arvutustabelitele on tehnikanalisatsiooni väljaviigu välisläbimõõduks $\varnothing 160$ mm ning olmekanalisatsiooni väljaviigu välisläbimõõduks $\varnothing 160$ mm.

5.3.4. Rasvapüüduuri valik

Antud hoones asuvad köögid ja toidupoed, kust on vaja ära juhtida reovesi, mis sisaldab rasva. Kuna rasvast reovett ei ole lubatud juhtida olmekanalisatsioonitorustikku, siis tuleb rasvane vesi enne olmekanalisatsiooni juhtimist puhastada rasvapüüduris. Rasvapüüdur on mehaaniline puhastusseade, mille reovesi läbib väikese kiirusega. Rasvapüüduris tõuseb reovees olev rasv veepinnale. Vee väljavool püüdurist on põhja lähedal, siis rasv jääb veepinnale ja puhtam vesi voolab kanalisatsiooni. Puhastusseade peab olema gaasikindlate kaantega, õhutatud ning varustatud ületäitumise signalisatsiooniga. Käesolevas töös projekteeriti rasvapüüdur hoonest välja [5, 21].

Vastavalt standardile EVS-EN 1825-2:2002 valiti rasvapüüdur nelja näitaja alusel:

- maksimaalne ööpäevane reovee läbivool;
- reoveetemperatuur;
- rasva sisaldus reovees;
- pesemisvahendite kasutus.

Rasvapüüduuri nominaaljõudlus NS (l/s) on arvatud järgnevalt [21]:

$$NS = Q_s \times f_t \times f_r \times f_d, \quad (5.5)$$

kus

Q_s – maksimaalne ööpäevane läbivool l/d,

f_t – temperatuurikoefitsent,
 f_d – rasva tiheduskoefitsent,
 f_r – pesuvahendikoefitsent.

Kui vee temperatuur jääb alla 60 °C, siis temperatuurikoefitsent $f_t = 1$. Restoranide ja taoliste objektide reovee korral on rasva kontsentratsioonitase tavaliselt alla 0,94 g/cm³, seega rasva tiheduskoefitsent $f_d = 1$. Antud juhul satub reovette ka pesuvahendeid, seega määrati pesuvahendikoefitsendiks 1,3. Reovee temperatuur jääb alla 60 °C, seega temperatuurikoefitsendiks on 1 [21].

Maksimaalne ööpäevane läbivool Q_s (l/s) on määratud järgmise valemiga [21]:

$$Q_s = V \times F/t \times 3600, \quad (5.6)$$

kus

V – reovee kogus ööpäevas, l/d,

F – voolukoefitsent sõltuvalt ettevõtte tüübist;

t – keskmine tööpäeva kestvus tundides, h.

Hoones on restoranid, köök ja pood, seega voolukoefitsent $F = 8$.

Heitvee keskmine reoveekogus ööpäevas V (l/s) on leitud järgnevalt [21]:

$$V = M \times V_m, \quad (5.7)$$

kus

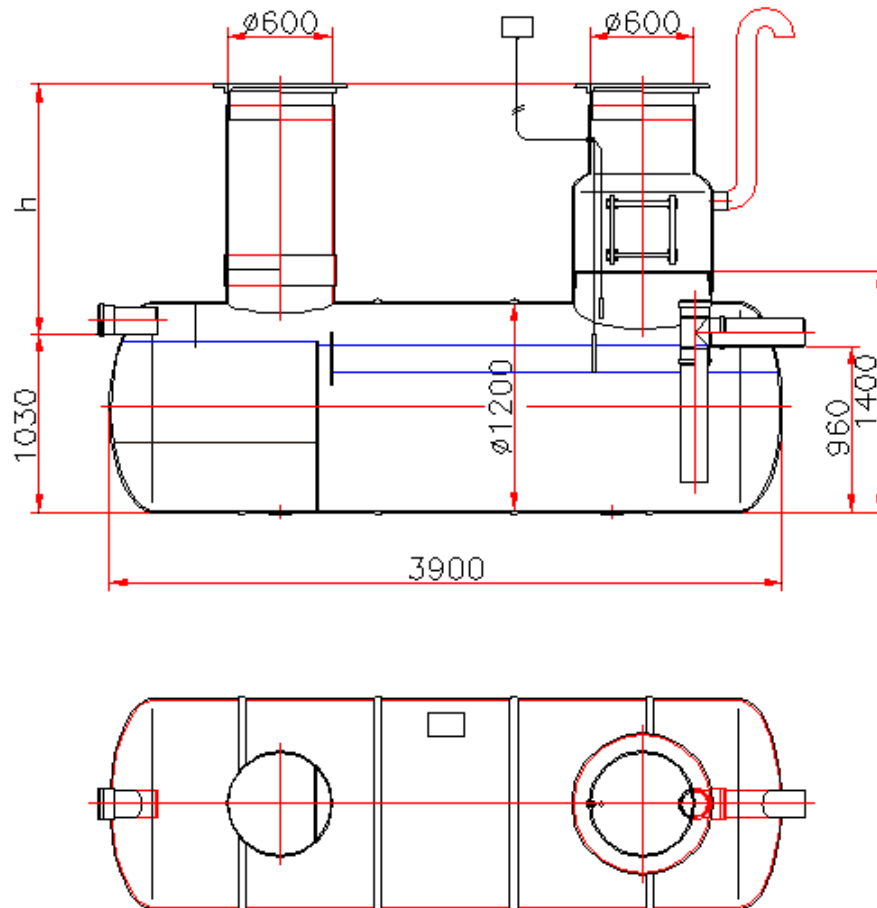
V_m – veekogus toiduportsjoni kohta l,

M – ööpäeva jooksul valmistatud kuumade toiduportsjonite hulk.

Keskmine reovee kogus ööpäevas on arvatud evakuatsiooni arvutustes määratud inimeste arvu põhjal. Evakuatsiooni arvutustes on välja toodud, et kohvikutes viibib korraga umbes 40 inimest ning küllastajate vahetumine toimub umbes tunni ajaga. Kuna iga küllastaja kohta ei valmistata toiduportsjonit, siis portsjonite hulga määramisel arvestati umbes 25 toiduportsjoni valmistamisega tunnis. Toitlustusettevõtetes on üldiselt töötunde päevas 12, seega ligikaudne toiduportsjonite arv päevas: $12 \times 25 = 375$. Kuna tegemist on kohvikutega, siis ööpäevase reoveekoguse V määramisel arvestati 50 l toiduportsjoni kohta. Vastavalt valemile 5.7 on keskmine reoveekogus ööpäevas leitud järgnevalt: $375 \times 50 = 18750$ l/d.

Valemi 5.6 põhjal on maksimaalne ööpäevane läbivool arvatud järgmiselt:

$Q_s = (1875 \times 8) / (8 \times 3600) = 5,21 \text{ l/s}$. Vastavalt valemile 5.5 vajaliku rasvapüüduri nominaaljõudlus $NS = 5,21 \times 1,3 = 6,78 \text{ l/s}$. Kuna ööpäevane toiduportsjonite arv võib kōikuda ning samuti suubub rasvapüüdjasse esimesel korrusel asuva toidupoe reovesi, siis valiti rasvapüüdur varuga. Valitud rasvapüüduri nominaaljõudlus $NS = 8 \text{ l/s}$ (vt. joonis 5.1) [21].



Joonis 5.1. Rasvapüüdur [20]

Rasvapüüdur AS Fertil toode REN 8 (vt. joonis 5.1) on klaasplastkorpusega ning varustatud teeninduspüstikute, rasvakihi taseme kontrollseadme, õhutustoru, hoolduskaevude ja r/b katteplaadiga. R/b katteplaat ühtlustab rasvapüüdurile tulevaid koormusi ning takistab lisaraskusena rasvapüüduri üleskerkimist kõrgvee perioodil.

5.4. Sademeveekanalisisatsioon

5.4.1. Sademeveekanalisisatsiooni kirjeldus

Sademevee ärajuhtimine katuselt toimub katuselehtrite abil hoonesiseselt ja isevoolselt. Sademeveetorustiku püstikud paigutati nii, et nende kokku kogumine toimub põrand ja taldmiku vahel olevas vabas ruumis. Sademeveekanalisisatsiooni eelvooluks on olemasolev Pärnu linna sademeveekanalisisatsioonitorustik. Sademeveekanalisisatsioonitorustik paigaldada PE plasttorudest Ø110...160 mm koos vastavate liitmikega ning languga $i = 0,01...0,02$.

5.4.2. Sademeveekanalisisatsiooni arvutusaravool

Sademeveekanalisisatsioonitorustiku dimensioneerimiseks on esmalt vajalik määrata sademevee arvutusaravool. Vastavalt standardile EVS 846:2013 on arvatud mingilt pinnalt ärajuhitava sademevee arvutusaravool $Q_{a,s}$ (l/s) valemiga:

$$Q_{a,s} = q \times A_a \times k_{\psi}, \quad (5.8)$$

kus

q – sademevee normaravool l/(s m²),

A_a – pinna arvutuslik suurus m²,

k_{ψ} – dimensioonita aravoolutegur, mis väljendab sademevee aravoolu intensiivsuse q_k ja sademete intensiivsuse q suhet, st. $k_{\psi} = q_k/q$.

Katuste, betooni, asfaldi ja muude tihedate pinnakatete korral on aravooluteguri k_{ψ} väärtuseks 1. Pinna arvutuslikuks suuruseks A_a , on 1851 m². Soome normi D1 järgi võetakse sademete intensiivsuseks $q = 0,015$ l/(s m²). Sademevee arvutusaravool $Q_{a,s}$ vastavalt valemile 5.8 leiti järgmiselt: $Q_{a,s} = 0,015 \times 1851 \times 1 = 27,77 \approx 27,8$ l/s.

5.4.3. Sademeveekanalisisatsioonitorustiku dimensioneerimine

Arvutuste läbiviimiseks koostati sademeveekanalisisatsiooni aksonomeetriline skeem, mis on esitatud graafilises lisas joonisel VK-18. Kuna hoone katuselt voolab sademevesi ära kaheksa aravoolulehtri abil, siis ühe püstiku arvutusaravool on: $27,8 / 8 = 3,48$ l/s $\approx 3,5$ l/s. Püstiku dimensioneerimisel peab sademevee arvutusaravool olema võrdne või väikesem tabelis 5.7 toodud vooluhulkadest. Püstiku ringtäituvuseks võetakse üldiselt $f = 0,33$, kuid

ummistuste tekkimise vältimiseks valiti käesolevas töös ringtäituvuseks 0,2. Tabeli 5.7 põhjal võeti sademevee püstikute läbimõõduks DN100 [5].

Tabel. 5.7. Püstiku suurim lubatud arvutusaravool Q_{ap}^{max} [5].

DN,mm	$Q_{ap}^{max}, l/s$	
	$f = 0,20$	$f = 0,33$
50	0,7	1,7
70	1,8	4,1
100	4,7	10,6
150	13,7	31,6
200	29,5	68,0
300	87,1	200,6

Sademeveekollektorite läbimõõdud määrati Prandtl-Colebrooki valemi põhjal koostatud sademeveekanaliseerimise arvutusdiagrammist (vt. [5] lisa D). Antud hoonesse on projekteeritud kaks sademevee väljaviiku, seega koostati mõlemale väljaviigule arvutused ning tulemused koondati tabelisse 5.8.

Tabel. 5.8. Sademeveekollektorite arvutus

Püstiku nr.	$\Sigma Q_{ar}, l/s$	\varnothing, mm	$i, cm/m$
KP2-1	3,5	110	0,01
KP2-5+KP2-6	7,0	110	0,015
KP2-5+KP2-6+KP2-7	10,5	110	0,015
KP2-5+KP2-6+KP2-7+KP2-8	14,0	160	0,01
KP2-3+KP2-4	7,2	110	0,015
KP2-3+KP2-4+KP2-2	10,5	110	0,015
KP2-5+KP2-6+KP2-7+KP2-8+KP2-3+KP2-4+KP2-2	24,5	160	0,01

Ühe sademeveekanaliseerimise (V-1) väljaviigu välisläbimõõduks vastavalt arvutustele saadi $\varnothing 110$ mm ning teise väljaviigu (V-2) läbimõõduks $\varnothing 160$ mm.

5.4.4. Sademevee äravoolulehtrid

Lehtrite paiknemine katusel on eelnevalt lahendatud arhitekti poolt. Äravoolulehter peab tagama vihma- ja lumesulamisvee kiire ärajuhtimise katusepinnalt. Sademevee äravoolulehter peab takistama prahi sattumist kanalisatsiooni. Kuna antud hoone puhul arvestatakse katusel inimeste liikumise võimalusega, siis paigaldatakse tasapinnalised äravoolulehtrid. Jäätumise vältimiseks kasutati käesolevas projektis äravoolulehtreid, mis on varustatud

elektrilise soojenduskaabliga. Äravoolulehtrite läbimõõt oleneb püstiku läbimõõdest ja arvutusäravoolust. Käesolevas projektis on püstikute läbimõõduks Ø110 mm, seega on ka sademevee äravoolulehtrite läbimõõduks Ø110 mm.

5.5. Kanalisatsioonitorustike materjalid

Surve- ja isevooles kanalisatsioonis kasutatavad torud jagunevad rõngasjäikuse järgi. Rõngasjäikus näitab võimet säilitada oma ümarust koormuse (kN/m^3) all. Klassifikatsiooni näitavad väärtused on 2, 4, 8 ja 16 kN/m^3 . Standardi SFS 3343 kohaselt on toruklassid PP torude jaoks SN4, SN8 ja SN16 ning PE survetorude jaoks PN6, PN10 ja PN16. Toruklassi valik oleneb kasutusotstarbest, paigalduskohast, paigaldussügavusest ja liikluskoormusest [13].

Sisemiste olme- ja tehno kanalisatsioonitorudena projekteeriti muhvidega plastkanalisatsioonitorud, näiteks SN4 PP Ø32...75 mm ja SN8 PP Ø110...160 mm. Polüpropeeni (PP) tihedus on $0,902 \text{ kg/dm}^3$ ning soojuspaisumistegur $0,1 \text{ mm/m}^\circ\text{C}$. PP kanalisatsioonitoru ei tohi liimida, kuid võib keevitada.

Polüpropüleeni eelised teiste plastide ees [31]:

- talub kõrget kui ka madalat temperatuuri;
- suur löögikindlus;
- suur keemiakindlus;
- ei eralda tervisele kahjulikke aineid.

PP-kanalisatsioonitorusid ja toruliitmikke teatakse ka tootenime Uponor HTP all. Toru välismõõtmed on Ø 32, 50, 75, 110 ja 160 mm.

Sademeveekanalisatsiooni puhul kasutatakse PE (polüetüleen) survetorusid välisläbimõõduga Ø110...160 mm ning surveklassiga PN6. Polüetüleentorud on pikaalised, korrosioonikindlad, painduvad ja kerged [13].

5.6. Kanalisatsioonitorustike isolatsioon

Kanalisatsioonitorud isoleeritakse eelkõige [5]:

- müra leviku vältimiseks;

- kondensatsiooni tekke takistamiseks;
- tule leviku takistamiseks ühest tuletõkketsoonist teise;
- soojustamise eesmärgil.

Isolatsiooni materjali ja paksuse valikul võeti aluseks hoone konstruktsioon, ruumides tehnosüsteemidele lubatud müratasemed ning tootja juhised. Lae all paiknev torustik isoleeritakse alumiiniumkattega mineraalvillaga, mille kihi paksus on 50 mm. Isolatsiooni tihedus min. 100 kg/m³. Juhul kui ülemise korruse valamü kanaliseerimisitorustik asub alumise korruse lae all ja ruumis puudub ripplagi, siis on ette nähtud torustik isoleerida ja lisaks ehitada ümber toru kahekordsest kipsist ümbris. Vähendamaks müra levimist, tuleb ehitada torustiku pöörded ja üleminekud sujuvalt ning kinnitada torustik hoone konstruktsiooni külge kummitihenditega. Torud ja seadmed tuleb paigaldada nii, et kahe isoleeritud toru või isoleeritud toru ja konstruktsiooni vahele jääb vähemalt 40 mm vahe. Sademeveekanalisatsioonitorustik tuleb isoleerida kondensaadivastase isolatsiooniga, mille paksuseks on 50 mm. [8, 31]

5.7. Läbimineku tuletõkkeseektsioonidest

Kanaliseerimisitorustike läbimineku hoone konstruktsiooniosadest peavad olema teostatud nii, et need ei kahjustaks läbitavaid konstruktsioone ja ei vähendaks nende tulepüsivust. Läbimisekul tuletõkketsoonist paigaldada tuletõkkemansetid või mähised vastavalt tootja paigaldusjuhisele. Tuletõkkemansetid takistavad tule, suitsu ja kuumade gaaside levikut tuletõkkeseektsiooni läbiviigust. Tuletõkkemansetis olev täidis paisub temperatuuri tõustes ning seetõttu sulgeb plasttoru [5, 31].

5.8. Torustike kinnitused ja toetused

Torustik tuleb paigaldada nii, et ta toetub kogu pikkuses tihendatud aluskihile. Muhvide ja äärikute kohal tehakse neile toru aluskihti pesad nii, et toru ei jääks toetuma muhvidele või äärikutele. Plastkanaliseerimisitorustike kinnituste, riputite vahekaugus mitte rohkem kui tabelis 5.9.

Tabel. 5.9. Torustike kinnituste ja riputite maksimaalsed vahekaugused [31]

Välisdiameeter, mm	Horisontaalsete kinnitite maksimaalne vahekaugus, m	Vertikaalsete kinnitite maksimaalne vahekaugus, m
32	0,3	0,8
50	0,5	1,2
75	0,7	1,8
110	1,0	2,0
160	1,0	2,0

Kinnitusklambri ja toru vahele tuleb asetada 1,5...2,0 mm paksusega polüetüleen vaheti-hend, üldlaiusega 27 mm. Kinnitus peab olema kaetud korrosioonivastase kihiga.

5.9. Kanalisatsioonitorustike õhutamine ja puhastamine

Kanalisatsioonitorustikel peavad olema suletavad puhastusavad, mille kaudu saab kogu kanalisatsioonivõrku puhastada. Ummistuste kõrvaldamiseks paigutada püstikutele ehk vertikaalselt paiknevatele torudele puhastusluugid ning horisontaalselt paiknevatele torudele puhastuskorgid. Puhastusluugid paigaldada esimesele korrusele kanalisatsioonipüstiku-tele vahetult enne põrandat alla suundumist. Puhastusavad peavad paiknema suunamuutus-ja hargnemiskohtades. Šahtides asuvate kanalisatsioonitorustike kontrollimiseks ja hool-damiseks on ette nähtud igale korrusele šahti seinale kontroll-luuk, mis võiks olla paigal-datud põrandast 100...150 mm kõrgusele. Puhastusavade paigutamisel tuleb jälgida ka tule-ja helikindluse tagamise põhimõtteid. Kohtpuhasti, mis asub hoone vundamenti läbival kanalisatsioonitorul, tuleb paigaldada vahetult vundamendi sisekülje juurde [26].

Õhutustoruga ventileeritakse torustikku ja välditakse vaakumi tekkimist. Õhutustoru välju-tab välisvõrkude reostunud õhku ja selle kaudu siseneb püstikutesse atmosfääriõhk, mis ai-tab tagada hüdrolokkude tasakaalu. Kui arvutusaravool on alla 5 l/s ja suurimaks läbimõõ-duks on Ø70 mm, siis õhutuspüstiku vähimaks läbimõõduks võib olla Ø70 mm ning püstik peab olema paigaldatud vähemalt 0,5 meetrit üle katuse pinna [17, 26].

6. KÜTE

6.1. Üldosa

Hoone soojavarustus toimub Pärnu linna ühtsest kaugküttevõrgust, mille valdajaks on Fortum Eesti AS. Hoone soojussõlm asub esimesel korrusel tehnilises ruumis. Hoone soojavarustuse süsteem jaguneb kolmeks: radiaatorküttesüsteem, õhkküttesüsteem ja ventilatsiooniküttesüsteem. Esimese korruse laoruumi (ruum nr 104) ja koridori kütmiseks on ette nähtud õhkkütteseadmed ning tuulekodadesse välisuste ette õhkkardinad. Esimesel korrusel asuvale müügisaalile projekteeriti küte läbi ventilatsiooniseadme, mis lahendati ventilatsiooni projekteerimisel. Ventilatsiooniga kütmist ja õhkküttesüsteemi käesolevas töös lähemalt ei käsitleta. Ülejäänud ruumidesse on määratud radiaatorküttesüsteem. Antud tööga projekteeriti kahetorusüsteemne radiaatorküttesüsteem, mille soojuskandjaks on vesi. Magistraalitorud, mis ühendavad soojusallikat ja jaotustorustikku, paiknevad lae all ja šahtides. Hoonesse on ette nähtud nii vertikaalne kui ka horisontaalne jaotustorustiku paiknemine [28].

Vastavalt standardile EVS 844:2013 on radiaatorküttesüsteemis peale- ja tagasivoolutemperatuuriks vastavalt 70 ja 50 °C. Maksimaalne vee kiirus torudes on määratud vastavalt toru läbimõõdule. Torudes kuni välisläbimõõduga 32 mm võib kiirus olla maksimaalselt 0,8 m/s ning sellest torust suurema läbimõõduga torudel on maksimaalne lubatud kiirus 1,0 m/s. Küttesüsteemi reguleerimiseks ja sulgemiseks on ette nähtud sulgemis- ja reguleeriventiilid. Õhu eraldamiseks paigutada küttekehadele õhutusventiilid [7, 12].

Kütte arvutusteks ja joonestamiseks kasutati arvutiprogrammi MagiCAD, mille arvutused põhinevad Eestis kehtival normatiividel. Programm dimensioneerib kogu küttesüsteemi vastavalt etteantud toru materjalile, kiiruse parameetritele, peale- ja tagasivoolutemperatuurile ning küttekehade küttevõimsustele. Programm arvutab küttesüsteemi töötamise parameetrid ning koostab materjalide spetsifikatsiooni. Käsitletavas töös koostati arvutused vaid pearingluskontuurile. Küttelehendused on esitatud graafilises lisas joonistel K-1, K-2, K-3, K-4, K-5. Radiaatorküttesüsteemi materjalide spetsifikatsioon on toodud lisas 3.

6.2. Kütte projekteerimine

Kogu küttevõimsuse määramiseks arvutati hoone soojuskoormus ning küttekehade valikuks leiti soojuskaod ruumide kaupa. Ruumide soojuskadude arvutustel on lähtutud piirde-

konstruktsioonide soojustakistusest, nende mõõtmetest, arvutuslikest temperatuuridest ning soojendatava õhu soojuskoormusest. Vastavalt küttevõimsustele ja ruumile valiti küttekehad ning määrati nende paigutus. Seejärel koostati küttesüsteemi arvutuskeem, viidi läbi hüdraulilised arvutused ja valiti põhiseadmed. Küttesüsteemi hüdraulilise arvutusega toimub torustiku läbimõõdu valimine ja ringluskontuuride tasakaalustamine. Ringluskontuuride arv võrdub küttekehade arvuga. Antud töös on esitatud ainult pearingluskontuuri arvutuskäigud. Pearingluskontuur on kõige suurema hüdraulilise takistusega küttekontuur. Küttesüsteemi aksonomeetrisel skeemil on näidatud küttekehad ja torustik koos ventiilidega kuni soojusvahetini. Torustike arvutuslõigud on tähistatud aksonomeetrisel skeemil numbritega. Küttesüsteemi aksonomeetrisel skeem on esitatud graafilises lisas joonisel K-7 [12].

6.3. Ruumide arvutuslikud soojuskaod

Ruumi soojuskoormus on leitud ruumide jahtuvate piirete arvutuslike soojuskadude summana, kuhu lisandub soojuskoormus infiltreeruva õhu soojendamiseks.

Ruumi arvutuslik soojuskoormus $\Phi (W)$ on määratud valemiga [7]:

$$\varphi = \sum_{i=1}^n \varphi_{pki} + \varphi_p + \varphi_v + \varphi_{inf}, \quad (6.1)$$

kus

φ_{pki} – soojuskadu läbi i-nda piirdekonstruktsiooni W,

n – ruumi piirdetarindite arv, läbi millise arvutatakse soojuskaod,

φ_p – soojuskadu läbi pinnase W,

φ_v – soojuskadu ventilatsioonile W,

φ_{inf} – soojuskadu infiltratsioonile W.

6.4. Soojuskadu läbi piirdekonstruktsioonide

Ruumi soojuskaod läbi piirete on leitud läbi piirete (seinad, lagi, põrand, aknad, ukсед) toimuvate soojuskadude summana [7]:

$$\varphi_{ruum} = \sum \varphi_{piirde}, \quad (6.2)$$

kus

φ_{ruum} – ruumide soojuskaod läbi piirdetarindi W.

Soojuskadu läbi piirdekonstruktsiooni või selle osa on arvatud valemiga [7]:

$$\varphi_{pk} = A \times U \times (t_s - t_{va}) \times n_1 \times n_2, \quad (6.3)$$

kus

A – piirde pindala m^2 ,

U – jahutatava piirde soojuslähikandetegur (U -väärtus) $W/m^2 \cdot K$,

t_s – arvutuslik sisetemperatuur $^{\circ}C$,

t_{va} – arvutuslik välistemperatuur $^{\circ}C$,

n_1 – tegur, mis arvestab piirde asetust välisõhu suhtes,

n_2 – tegur, mis arvestab kõrge ruumi temperatuuri ebaühtlust vertikaalsuunas.

n_1 teguri määramine: 1) välisõhuga kokkupuutuva keldri lagi, põõningu ja ülemise korruse lagi: $n_1 = 0,9$; 2) vaheseinad köetavate ja mitteköetavate ruumide vahel: $n_1 = 0,75$.

n_2 teguri määramine: kasutatakse üle nelja meetri kõrguste ruumide välispiirete soojuskao arvutamisel. Igale meetrile, mis ületab nelja meetrit, lisatakse parandus 2%.

Jahtuva piirde soojusjuhtivus ehk U väärtus on etteantud eelnevalt konstruktori poolt koostatud konstruktiivse lahendusega järgnevalt:

- $U_{katus} = 0,15 \text{ W}/(m^2 \cdot K)$;
- $U_{välissein} = 0,2 \text{ W}/(m^2 \cdot K)$;
- $U_{uks} = 3,00 \text{ W}/(m^2 \cdot K)$;
- $U_{aken/klaassein} = 1,7 \text{ W}/(m^2 \cdot K)$;
- $U_{1.k pörand} = 0,16 \text{ W}/(m^2 \cdot K)$.

Arvutuslikud sisetemperatuurid t_s on esitatud tabelis 6.1.

Tabel 6.1. Ruumide arvutuslikud siseõhu temperatuurid [6]

Ruumi/kasutus	Ruumi arvutuslik temperatuur, $^{\circ}C$
I	II
Hotellid/Elamud	
Elu-, magamis-, söögi- ja töötuba, köök,	21
majandusruum, saun korteris, tualettruum	21
Vannituba, pesuruum	24
Esik, garderoob	19

I	II
Üldkasutatavad ruumid	
Trepikoda	17
Kauplus	20
Soojussõlm, katlaruum	5
Büroohooned	
Kontor, nõupidamiste ruum	21
Kaubandushoonete hügieeniruumid	
Pesuruum	22
Riietusruum	21
Koristajate ruum	18
Tualettruum	20
Kinod	
Vaatesaal, lava, fuajee, tualettruum	21

Välisõhu arvutuslik temperatuur (VAT) on määratud standardi EVS 844:2004 tabelite põhjal (vt. [8] lisa A). VAT väärtus oleneb hoone soojuspüsivusest, mis väljendatakse soojusliku ajakonstandina. Antud hoone kuulub keskmise soojuspüsivusega hoonete hulka. VAT väärtuse määramisel tuleb arvestada ekstreemsest madalaimast temperatuurist antud piirkonnas ja maksimaalsest lubatud siseõhu temperatuuri langusest külmima perioodi keskel. Olenevalt hoone tüübist on lubatud kahte erinevat temperatuuri maksimaalset langust, võrreldes lubatud ruumiõhu temperatuuri piiriga [7]:

- $\Delta t_s = 2,5 \text{ }^\circ\text{C}$ haiglad, raamatukogud, hotellid, õppeasutused, lasteaiad jt analoogse otstarbega hooned, kus hoonetes viibijate individuaalne termoregulatsioon on piiratud;
- $\Delta t_s = 4,0 \text{ }^\circ\text{C}$ kõik ülejäänud hoonetüübid, s.h elamud.

Vastavaid parameetreid arvesse võttes saadi VAT väärtuseks $-20,0 \text{ }^\circ\text{C}$.

6.5. Soojuskaod läbi pinnasel asuva põranda

Pinnasel asuva põranda soojuskadu on arvutatud järgneva valemiga [7]:

$$\varphi_p = \left(\sum U_{ting} \times A \right) \times (t_s - t_{v.a}), \quad (6.4)$$

kus

φ_p – soojuskadu pinnasel asuva põranda W,

U_{ing} – tinglik põranda soojusjuhtivus $W/(m^2 \cdot K)$,

A – Vastava tsooni põranda pind m^2 ,

t_s – arvutuslik sisetemperatuur $^{\circ}C$,

$t_{v.a}$ – arvutuslik välistemperatuur $^{\circ}C$.

Pinnasel asuva põranda soojuskadude täpsemaks leidmiseks arvutatakse soojuskaod tsoonide kaupa. Põrand jagatakse kahe meetri laiusteks ribadeks piki välisseinu. Välispiirdele asub kõige lähemal esimene tsoon, järgnevad teine, kolmas ja neljas tsoon. Ruumidele, mis paiknevad hoone välisnurgas, arvutatakse intensiivsema soojuse ära voolu tõttu lisaks põranda pinnale juurde veel I tsooni põranda pinda 2×2 m. Soojustakistus, mis langeb seinapinna tsooni, võetakse võrdseks vastava tsooni põranda soojustakistusega [8].

Pinnasel oleva põranda soojuskaod kokku Φ_p (W) [7]:

$$\varphi_p = \varphi_{pI} + \varphi_{pII} + \varphi_{pIII} + \varphi_{pIV} \quad (6.5)$$

kus

φ_{pI} – põranda esimese tsooni soojuskadu W,

φ_{pII} – põranda teise tsooni soojuskadu W,

φ_{pIII} – põranda kolmanda tsooni soojuskadu W,

φ_{pIV} – põranda neljanda tsooni soojuskadu W.

Põranda esimese tsooni soojuskadu on leitud valemiga [7]:

$$\varphi_{pI} = A_I \times U_I \times (t_s - t_{v.a}), \quad (6.6)$$

kus

φ_{pI} – põranda esimese tsooni soojuskadu W,

A_I – põranda esimese tsooni pindala m^2 ,

$U_I = 1/R_1$ – põranda esimese tsooni soojusjuhtivus $W/(m^2 \cdot K)$,

t_s – arvutuslik temperatuur $^{\circ}C$,

$t_{v.s}$ – arvutuslik välistemperatuur $^{\circ}C$.

Põranda esimese tsooni soojustakistus R_{spI} ($m^2 \cdot K/W$) soojustamata põrandale on arvutatud järgmiselt [7]:

$$R_{spI} = R_I + \sum \frac{\delta}{\lambda}, \quad (6.7)$$

kus

δ - soojustuskahi paksus m,

λ - soojustuskihi materjali soojuseri juhtivus $W/(m \cdot K)$.

Soojustakistuse R_{spI} ($m^2 \cdot K/W$), väärtused soojustamata põranda tsoonidele on ette antud järgnevalt [8]:

$$\text{I tsoon } R_I = 2,1 \text{ m}^2 \cdot K/W;$$

$$\text{II tsoon } R_{II} = 4,3 \text{ m}^2 \cdot K/W;$$

$$\text{III tsoon } R_{III} = 8,6 \text{ m}^2 \cdot K/W;$$

$$\text{IV tsoon } R_{IV} = 14,2 \text{ m}^2 \cdot K/W.$$

Põranda vastava tsooni soojuseritaksituse ($m^2 \cdot K/W$) pöördväärtus on põranda vastava tsooni soojusjuhtivus ($W/(m^2 \cdot K)$). Soojusjuhtivused vastavalt tsoonile on järgnevad:

$$U_I = 0,12 \text{ W}/(m^2 \cdot K);$$

$$U_{II} = 0,1 \text{ W}/(m^2 \cdot K);$$

$$U_{III} = 0,07 \text{ W}/(m^2 \cdot K);$$

$$U_{IV} = 0,05 \text{ W}/(m^2 \cdot K).$$

Põranda teise tsooni soojuskadu φ_{pII} leiti sarnaselt esimesele tsoonile, kuid kasutusele tulevad suurused A_{II} , U_{II} , R_{II} . Analoogselt määrati soojuskad ka ülejäänud kolmandale ja neljandale tsoonile.

6.6. Soojuskadu infiltratsioonile

Hoone välispiirete ebatihedusest tingituna infiltreerub köetavatesse ruumidesse jahedat välisõhku. Selle õhu sisenemise tõttu tuleb kulutada täiendavalt küttesüsteemi soojust, mida tuleb arvestada ka soojuskoormuse määramisel.

Soojuskoormus infiltratsioonile Q_{inf} (W) on arvutatud järgnevalt [7]:

$$Q_{inf} = L_{inf} \times \rho_{\bar{o}} \times c_{\bar{o}} \times (t_s - t_{v.a.}), \quad (6.8)$$

kus

L_{inf} – infiltreeruv õhuhulk m^3/s ,

$\rho_{\bar{o}}$ – õhutihedus $1,2 \text{ kg}/m^3$,

$c_{\bar{o}}$ – õhuerisoojus $1005 \text{ J}/\text{kg} \cdot K$,

t_s – arvutuslik siseõhu temperatuur, vastavalt tabelile 6.1 °C,

$t_{v.a.}$ – välisõhu temperatuur, määratud vastavalt jaotisele 6.4. °C.

Infiltreruva õhuhulga L_{inf} määramine [7]:

$$L_{inf} = n_v \times \frac{V}{3600}, \quad (6.9)$$

kus

n_v – infiltreruva õhuhulga kordsus tunnis l/h,

V – ruumi maht m^3 ,

3600 - dimensioonimuutmisest tulenev tegur, et tulemus oleks m^3/s .

Infiltreruva õhuhulga kordsus tunnis n_v võetakse 0,2 l/h.

6.7. Soojuskoormuse arvutuse tulemused

Radiaatorite valimiseks leiti soojuskoormus ruumide kaupa. Iga ruumi küttevõimsuse määramiseks koostati valemi 6.1 ja valemi 6.2 põhjal tabel (vt. lisa 5). Arvutatud väärtusele lisati küttekehade valikul 10% varu. Kuna antud hoones ei ole konstantselt töötavat ventilatsioonisüsteemi, siis ruumide soojuskoormuse määramisel ei arvestatud ventilatsiooniõhu soojendamisega. Soojuskaod infiltratsioonile leiti valemi 6.8 põhjal. Tabelis on välja toodud ruumide kaupa ka energiakulu ruutmeetri kohta. Antud hoone ida küljel on parkla, seega võeti idapoolsete välisseintel arvutuslikuks välistemperatuuriks $t_{v,a} = 5 \text{ }^\circ\text{C}$. Ruumides, kus soojuskaod jäävad alla 250 W, paigutati radiaatorid, mille võimsuseks on vähemalt 250 W, et hoida küttesüsteem tasakaalus. Liiga väikese võimsusega radiaatorid viivad süsteemi tasakaalust välja. Radiaatorite valikul ümardati soojusvõimsused täiskümneni. Arvutuslikul välistemperatuuril radiaatorküttesüsteemi tehnilised näitajad: radiaatorküttesüsteem 101-RK, $Q = 160,56 \text{ kW}$; $t_1 / t_2 = 70/50 \text{ }^\circ\text{C}$.

6.8. Küttekehad

Soojuskadude kompenseerimiseks tuleb ruumidesse paigaldada küttekehad, mis kannavad vajaliku soojuse küttesüsteemis ringlevalt soojuskandjalt ruumi. Vastavalt küttekeha ehitusele ja välispinna iseloomule toimub soojusülekanne küttekeha ja ruumiõhu vahel peamiselt kas konvektsiooni või konvektsiooni ja kiirguse teel. Soojusjuhtivuse osakaal on väga väike. Soojusülekanne osakaalu mõjutavad veel küttekehade pinna temperatuur, küttekeha mõõtmed, värvus, paiknemine ruumis ja küttepindade kujundus. Küttekehade valikul lähtutakse ruumi otstarbest, soojuskadudest, ruumi siseõhutemperatuurist ning soojuskandja ar-

vutuslikest temperatuuridest. Küttekehad tuleb paigutada nendele aladele, kus on soojuskaod kõige suuremad, näiteks akende alla ja ette ning külmade seinte ette. Käesolevas töös kasutati küttekehadena radiaatoreid ja konvektoreid, mis on nii alt- kui ka külgühendusega [11].

Radiaatorite ja konvektorite valikul kasutati vastavalt küttekeha tüübile tootja PURMO küttekehade soojusväljastuse tabelit. Tootjate kataloogides on antud küttekehade soojusväljastuse väärtused kindlatel küttekeha keskmise $t_{kesk,R}$ ja ruumiõhu t_s temperatuuride logaritmilise Δt_k vahe juures.

Küttekehasse siseneva, väljuva ja ruumiõhu temperatuuride logaritmiline vahe on leitud järgnevalt [12, 19]:

$$\Delta t_k = \frac{t_{pv} - t_{tv}}{\ln \frac{t_{pv} - t_s}{t_{tv} - t_s}} \quad (6.10)$$

kus

Δt_{pv} – küttekehasse sisenevad soojuskandja arvutuslik temperatuur °C,

Δt_{tv} – küttekehast väljuva soojuskandja arvutuslik temperatuur °C,

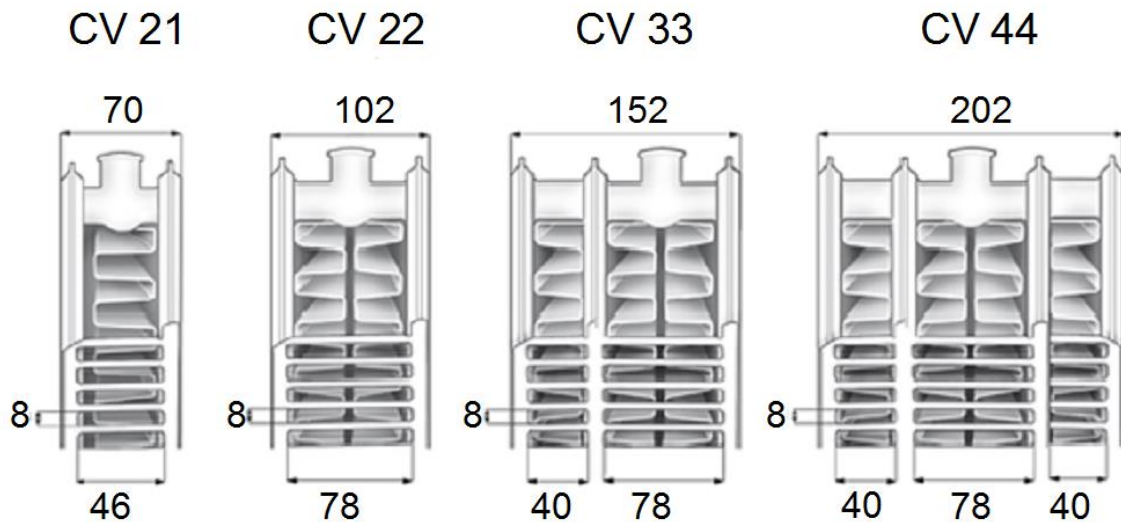
Δt_s – ruumi siseõhu arvutuslik temperatuur °C.

Antud juhul on küttekehasse siseneva soojuskandja arvutuslikuks temperatuuriks 70 °C ja küttekehast väljuva soojuskandja arvutuslikuks temperatuuriks 50 °C. Ruumide siseõhu arvutuslikud temperatuurid on toodud tabelis 6.1.

Radiaatorküttesüsteemis kasutati küttekehadena terasplaatradiaatoreid (vt. joonis 6.1.), näiteks PURMO Ventil Compact ja konvektoreid, näiteks PURMO Narbonne (vt. joonis 6.2.). Plaatradiaatorid näevad esteetilised välja, on soodsa hinnaga ja laia nomenklatuuriga. Neid on lihtne paigaldada ja puhastada ning on hästi reguleeritavad. Plaatradiaatorite miinuspooleks on see, et nad on tundlikud veekvaliteedi suhtes ning ringlevas soojuskandjas ei tohi vaba hapniku sisaldus ületada 0,01 mg/kg kohta. Antud terasplaatradiaatorid on varustatud ka konvektiiv lisa küttepindadega, seega nende küttekehade puhul levib soojus ruumi kiirguse ja konvektsiooni teel. Konvektiivküttepinna lisamisel väheneb kiirgusliku komponendi osakaal 35%-ni. Läbivoolava soojuskandjaga plaatide ja konvektiivküttepindade arvu kombineerimisel suurendatakse küttekeha soojusväljastust. Enamik tootjaid kajastavad plaatradiaatori tähistust järgmiselt [11]:

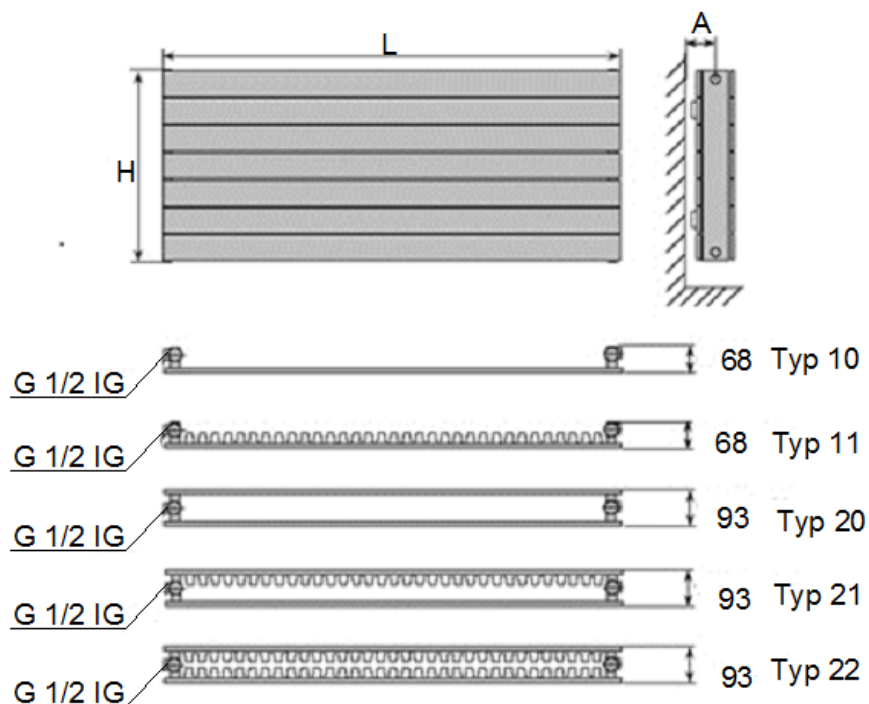
- 10 – ühekordne plaat ilma konvektiivpinnata;
- 11 – ühekordne plaat ühe konvektiivküttepinnaga;
- 20 – kahekordne plaat ilma konvektiivküttepinnata;
- 21 – kahekordne plaat ühe konvektiivküttepinnaga;
- 22 – kahekordne plaat kahe konvektiivküttepinnaga;
- 33 – kolmekordne plaat kolme konvektiivküttepinnaga;
- 44 – neljakordne plaat nelja konvektiivküttepinnaga.

Konvektiivpinnaks joonisel 6.1. on näidatud altühendusega kahe plaadi ja ühekordse konvektiivküttepinnaga, kahe plaadi ja kahekordse konvektiivküttepinnaga, kolme plaadi ja kolmekordse konvektiivküttepinnaga ning nelja plaadi ja neljakordse konvektiivküttepinnaga terasplaatradiaatorid.



Joonis 6.1. Terasplaatradiaator [18]

Konvektorid töötavad enam kui 75% ulatuses konvektsiooni põhimõttel. Konvektorid paigaldatakse eelkõige suurte külmade vertikaalsete pindade ette, et vähendada suurte ülalt alla liikuvate külmade õhuvoolude mõju. Konvektorite paigaldamisel klaaspindade ette põranda peale või süvendisse tekitatakse alt üles liikuv sooja õhu vool, mis seguneb vastupidiselt liikunud külma õhuga. Konvektorid valmistatakse terasorust, mis kaetakse pealt ribidega. Ribistus võib olla spiraalne, üksikribidena, ringikujuline või neljakandiline. Antud töös on kasutatud kestaga konvektoreid (vt. joonis 6.2.). Ümbriskest võimaldab efektiivsemalt suunata õhku läbi küttelelementide ning annab parema väljanägemise [11].



Joonis 6.2. Kestaga konvektor [27]

Kõikides ruumides, kus asub jahutus, tuleb radiaatorite reguleerimine ühendada läbi automaatsete mootorajamiga ventiilide. Küttekehad tuleb vastavalt pakkumisjoonistele kinnitada kas seinale kompleksis olevate kinnitusklambritega või jalgadele põranda külge.

6.9. Küttesüsteemi reguleerimine

Käesolevas töös on ette nähtud paigaldada termostaatventiilid küttekehasse sisenevale torule ning tagasivoolutorule sulgventiilid. Termostaatventiilid reguleerivad küttekehade soojusväljastust. Termostaatventiilid suurendavad või vähendavad olenevalt õhutemperatuuri muutusest ruumis soojuskandja läbivoolu radiaatoris. Ventiil avaneb või sulgub olenevalt juurde voolava vee hulgast. Termostaatventiilid võimaldavad tagada vajaliku temperatuuri igas ruumis eraldi ning kompenseerida küttekehade võimalikku üledimensioneeritust. Küttekehade ette paigutatavate reguleerventiilide eelseadetakistuseks valitakse tavaliselt 5...10 kPa, olenevalt püstiku pikkusest. Antud töös valiti küttekehade termostaatventiili rõhukaoks 5 kPa [12].

Projekteeritud vooluhulga saavutamiseks igas süsteemi osas tuleb tekitada täiendavaid hüdraulilisi takistusi. Süsteemides tegelikult voolava keskkonna koguse reguleerimiseks ja mõõtmiseks kasutatakse tasakaalustusventiile. Tasakaalustusventiilid võimaldavad olene-

valt tingimustest süsteemi kõikides osades ja süsteemis tervikuna välja häälestada arvutuslikud vooluhulgad. Tasakaalustusventiilid paigutada püstikute tagasivoolutorudele. Staatiliseks tasakaalustamiseks paigaldada liiniseadeventiilid ka jaotustorustiku hargnemistele. Tasakaalustusventiilid paigaldatakse tagasivoolutorule. Pearingluskontuuri tasakaalustusventiilide takistuseks on orienteeruvalt 3 kPa. Hargnemistele ette nähtud tasakaalustusventiilide rõhulangud on suuremad kui peeringluskontuuri tasakaalustusventiilide rõhulangud [11, 12].

Reguleerventiilidel reguleeritakse vastavalt arvutustes saadud tulemusele vajalik K_v -arv. K_v -arv on läbivooluava suurus, mis satub soojuskandja teele ning loob antud vooluhulga saavutamiseks sobiva takistuse. K_v -arv näitab vooluhulka Q (m^3/h) rõhulangul Δp 1 bar ventiilis. K_v -arv arvutatakse vastavalt arvutuslikule vooluhulgale ja rõhulangule ventiilis [11].

Torustiku sulgemiseks ja tühjendamiseks kasutada kuulventiile. Õhuärastus- ja tühjendusventiilid paigutada nii, et süsteemist oleks võimalik kõikidest osadest õhku välja lasta ning süsteemi tühjendada. Püstikutel ja harudel tuleb kasutada keermega ühendusi [11].

6.10. Küttesüsteemi hüdrauliline arvutus

Tagamaks vajalik vooluhulk läbi ebasoodsaima küttekeha, koostati peeringluskontuuri hüdraulilised arvutused, mis on ka ringluspumba valiku aluseks. Hüdrauliliste arvutustega määrati reguleer- ja tasakaalustusventiilide eelseade takistused ja eelseade arvud. Torustike läbimõõtude valikul lähtutakse erihõõrderõhukaost ja vooluhulkadest [12].

Arvutuslõigu vooluhulk G_m (kg/s) on leitud järgmise valemiga [12]:

$$G_m = \varphi / [c \times (t_3 - t_4)], \quad (6.11)$$

kus

G_m – arvutuslõigu vooluhulk kg/s,

φ – arvutuslõigu soojuskoormus W,

C – vee erisoojus J/(kg×K),

t_3 ja t_4 – küttesüsteemi peale ja tagasivoolu vee arvutuslikud temperatuurid °C.

Torude läbimõõtude valikul kasutati komposiit- ja terastorude nomogramme (vt. lisa 4 ja lisa 11). Pärast toruläbimõõtude valimist summeeriti kohttakistuste tegurid ja arvatati kohtrõhukaod.

Pearingluskontuuri kogu rõhukadu leitakse arvutuslõikude rõhukadude summeerimisel. Kogu rõhukao leidmisel arvestatakse reguleer- ja tasakaalustusventiilised takistustega, ning soojusvaheti rõhukadudega.

Kogu rõhukadu $n_{i=1}^i$ (Pa) on arvatatud järgnevalt [12]:

$$n_{i=1}^i = \sum(R \times l + \sum \zeta \times p_D + \Delta p_{vent})_i + \Delta p_{sa}, \quad (6.12)$$

kus

R – arvutuslõigu erihõõrdekadu Pa/m,

$\sum \zeta$ – arvutuslõigu kohttakistustegurite summa,

Δp_{VENT} - arvutuslõigu reguleer- või tasakaalustusventiili takistus Pa,

p_D – arvutuslõigu dünaamiline rõhk Pa,

l – arvutuslõikude arv,

l – arvutuslõigu pikkus.

Δp_{sa} – rõhukaod soojusallikas Pa

Erihõõrdekaoks R võetakse 50...150 Pa/m. Vastavalt jaotisele 6.9 on pearingluskõigu tasakaalustusventiili takistuseks 3 kPa ning küttekehade reguleerventiili takistuseks 5 kPa [12].

Torulõikudel paiknevad kohttakistustegurid $\sum \zeta$ määratakse olenenevalt kohttakistuse tüübist (vt. [16] ptk.4.3 tabel 4). Küttesüsteemis peab rõhukadu soojusvahetis Δp_{sa} vastama seosele: $\Delta p_{sa} \leq 20$ kPa. Soojusallika rõhukaoks Δp_{sa} võeti 20 kPa, et tsirkulatsioonipumba valimisel oleks tagatud varu [24].

Arvutuslõigu dünaamiline rõhk p_D on määratud valemiga [12]:

$$p_D = \frac{v^2 \times \rho}{2}, \quad (6.13)$$

kus

v – vee voolamise kiirus m/s,

ρ – vee tihedus arvutuslikul temperatuuril kg/m³.

Vee tihedus ρ temperatuurivahemikus $t = 10 \dots 100 \text{ }^\circ\text{C}$ on leitud järgmise seosega [12]:

$$\rho = 1001,1 - 0,0916 \times t - 0,0034 \times t^2 \quad (6.14)$$

Vee tihedus leiti vastavalt torustikus oleva vee keskmisele temperatuurile. Kuna pealevoolu temperatuur on $70 \text{ }^\circ\text{C}$ ja tagasivoolutemperatuur $50 \text{ }^\circ\text{C}$, siis vee keskmiseks temperatuuriks on $60 \text{ }^\circ\text{C}$. Vastavalt valemile 6.14 on veetiheduseks $60 \text{ }^\circ\text{C}$ juures $983,4 \text{ kg/m}^3$.

Küttesüsteemi hüdrauliline arvutus on koondatud tabelisse 6.2.

Tabel 6.2. Küttesüsteemi hüdrauliline arvutus.

Lõik	φ , W	G_m , l/s	DN, mm	v , m/s	L , m	R , Pa/m	$\Sigma \zeta$ -	Δp_{vent} , Pa	p_d , Pa	$\Sigma \Delta p$, Pa
1	2500	0,03	15	0,26	0,8	70	9,5	5000	33,24	5371,77
2	5000	0,06	15	0,27	2,5	70	3,5		35,84	300,46
3	11600	0,14	25	0,36	11,7	90	4,5		63,72	1339,76
4	17250	0,21	25	0,33	14,1	55	9,5		53,55	1284,19
5	24000	0,29	25	0,29	15,5	95	2,5		41,35	1575,88
6	37720	0,45	32	0,46	26,5	65	2,5		104,04	1982,61
7	103950	1,24	50	0,54	10,0	60	2,5		143,38	958,45
8	109250	1,30	50	0,57	8,0	70	2,5		159,75	959,38
9	160560	1,91	65	0,50	3,0	50	2,0		122,93	395,85
9'	160560	1,91	65	0,50	3,0	50	2,0		122,93	395,85
8'	109250	1,30	50	0,57	8,0	70	2,5		159,75	959,38
7'	103950	1,24	50	0,54	10,0	60	2,5		143,38	958,45
6'	37720	0,45	32	0,46	26,5	65	2,5		104,04	1982,61
5'	24000	0,29	25	0,29	15,5	95	2,5		41,35	1575,88
4'	18100	0,22	25	0,33	14,1	55	9,5	3000	53,55	4284,19
3'	11600	0,14	25	0,36	11,7	90	4,5		63,72	1339,76
2'	5000	0,06	15	0,27	2,5	70	3,5		35,84	300,46
1'	1500	0,02	15	0,26	0,8	70	7,0		33,24	288,67
Rõhukadu enne soojusvahetit, kPa									Σ	26253,60
Soojusvaheti, kPa										20000,00
Kogu rõhukadu, kPa									Σ	46253,60

Tabelis 6.2 arvestati ühel arvutuslõigul nii peale- kui tagasivoolutorustikuga. Küttetorustiku kogurõhukadu $\sum \Delta p_i = 46,3$ kPa ja arvutusvooluhulk $G_m = 1,91$ l/s.

6.11. Tasakaalustusventiilide dimensioneerimine

Vastavalt vooluhulgale ja pearingluskontuuri ja tasakaalustatava kontuuri rõhuvahеле arvutati K_v -arv ning määrati tasakaalustusventiilide nomogrammilt (vt. lisa 12) ventiilide läbimõõdud ja eelseadearvud.

K_v -arvu arvutamiseks on kasutatud järgmist valemit [12]:

$$K_v = \frac{36 \times G}{\sqrt{\Delta p_{TV}}}, \quad (6.15)$$

kus

G – vooluhulk l/s,

Δp_{TV} – rõhulang ventiilis kPa.

Tasakaalustusventiilide läbimõõdud ja eelseadearvud on esitatud tabelis 6.3.

Tabel 6.3. Tasakaalustusventiilide dimensioneerimine

Lõik	G_m, l/s	Rõhukaod pearingluskontuuris, kPa	Rõhukaod pearingluskontuuris, kPa	Vahe ΔP_{tv}, kPa	Ventiili tüüp	DN, mm	K_v	Seadearv
LSV-1	0,210	26,25	23,25	3,0	STAD	25	4,36	2,0
LSV-2	0,082	26,25	21,55	4,7	STAD	20	1,36	1,5
LSV-3	0,200	26,25	21,15	5,1	STAD	20	3,21	2,5
LSV-4	0,230	26,25	19,35	6,9	STAD	20	3,14	2,5
LSV-5	0,250	26,25	23,25	3,0	STAD	40	5,16	1,5
LSV-6	0,370	26,25	20,95	5,3	STAD	40	5,85	2,0
LSV-7	0,064	26,25	11,75	14,5	STAD	15	0,61	2,0
LSV-8	0,210	26,25	19,95	6,3	STAD	20	2,98	2,5
LSV-9	0,0061	26,25	23,25	3,0	STAD	15	0,13	0,5
LSV-10	0,210	26,25	16,05	10,2	STAD	25	2,34	1,5
LSV-11	0,140	26,25	15,25	11,0	STAD	20	1,48	1,5
LSV-12	0,170	26,25	20,25	6,0	STAD	15	2,46	4,0
LSV-13	0,066	26,25	11,45	14,8	STAD	15	0,61	2,0
LSV-14	0,140	26,25	23,25	3,0	STAD	20	2,93	2,5
LSV-15	0,066	26,25	20,85	5,4	STAD	15	1,02	2,5

Tasakaalustusventiilide asukohad on esitatud kütte aksonomeetrilisel skeemil (vt. Graafilised lisad, joonis K-7).

6.12. Ringluspumba ja paisupaagi valik

Soojuskandja liikuma panekuks tuleb kasutada ringluspumpa, mis valiti pearingluskontuuri ja soojusvaheti summaarsete rõhukadude ning ringleva vee vooluhulga põhjal. Sagedusmuunduriga ringluspumba valikul on arvestatud varuteguriga 1,2. Kütetorustiku kogurõhukao $\sum \Delta p_i$ ja arvutusvooluhulga G_m põhjal valiti Grundfosi tootekataloogi tsirkulatsioonipumba graafikult (vt. lisa 6) tsirkulatsioonipump Grundfos Magna 50-100. Tsirkulatsioonipumba tehnilised näitajad: $G_m = 1,91$ l/s, $\sum \Delta p_i = 46,3$ kPa, $N = 2,1$ kW.

Küttesüsteemile projekteeriti paisupaak, et võtta vastu vee paisumise tõttu suurenenud maht. Paisupaagis on ka vee varu, et kompenseerida vee jahtumisel veemahu vähenemist. Antud töös on kasutatud kinnist membraanpaisupaaki, kus gaasilist keskkonda ja vedelikku eraldavaks vaheseinaks on kummist membraan. Paisupaagi valikuks on vaja teada küttesüsteemi ja soojusallika veemahtusid, küttesüsteemi kõrgust ning soojuskandja parameetreid [12].

Surve all töötava membraanpaisupaagi valikul on lähtutud järgmise valemiga arvutatud mahust [12]:

$$V = \varphi_k \times W \times (0,01 + E) \times (1 + p_m) / (p_m + p_g) \quad (6.16)$$

kus

φ_k – küttesüsteemi võimsus kW,

W – vee maht küttesüsteemis 1 kW võimsuse kohta l,

E – paisumistegur, maksimaalsele veetemperatuurile,

p_m – maksimaalne rõhk paisupaagis baari,

p_g – eelrõhk paisupaagi valikuks kPa.

Antud küttesüsteemis on maksimaalseks veetemperatuuriks 70 °C ning vastavalt sellele paisumistegur $E = 0,023$. Maksimaalne rõhk paisupaagis võeti 0,5 baari madalam kaitseklapi avanemisrõhust. Kaitseklapi avanemisrõhk on määratud kõige väiksema lubatud töö rõhuga komponendi poolt, ega tohi olla sellest suurem. Antud töös on kaitseklapi ava-

nemisrõhuks 5,5 baari, seega maksimaalne rõhk paagis $p_m = 5,5 - 0,5 = 5,0$ baari. Veemaht W küttesüsteemis peale- ja tagasivoolutemperatuuridel 70/50 °C ning paneelradiaatoride korral võetakse 11,9 l. Eelrõhk p_g on leitud järgmiselt:

$p_g = (h + 5) / 10 = (18,8 + 5) / 10 = 2,4$ baari, kus h on küttesüsteemi kõrgeima punkti ja paisupaagi kõrguste vahe [11, 12].

Vastavalt valemile 4.15 on membraanpaisupaagi vajalikuks mahuks V 48 l. Paisupaak valitakse vajalikust mahust lähim suurem paak. Antud juhul valiti Reflex tootekataloogist küttesüsteemile mõeldud paisupaak Reflex G, mille mahuks on 50 l ning eelrõhuks 2,4 baari.

6.13. Torustike kirjeldus

Torustike materjalid ja mõõdud peavad vastama standardi EVS 844:2004 nõuetele. Konstruksiooniväliste torudena on kasutatud terastoru ning konstruksioonisiseste torudena komposiittoru, näiteks Unipipe. Komposiittorude eelised teistest materjalidest torude ees: korrosiooni- ja difusioonikindlad; sobivad agressiivsesse keskkonda; kiire ja lihtne paigaldada; esteetiline ja korrektne välimus ning madal maksumus. Komposiittorude miinusteks on: mehaanilise vigastamise oht, deformeermise oht paigaldamisel ning liitekohtades elektrokeemilise korrosiooni tekkimise võimalus [11, 30].

Terastorude ühendamiseks kasutatakse pressliitmike ning keermes-, äärik- ja surveühendust. Terastorud on suurepärase mehaanilise tugevusega, mistõttu võib neid paigaldada ka kohtades, kus on suur toru vigastamise oht. Terastorude joonpaisumine on väiksem kui teistel torudel ning seetõttu puudub vajadus kompensatorite järele. Terastoru on difusioonikindel, pikaajaline ning talub kõrgeid soojuskandja temperatuure. Terasest torude paigaldamine on aga töömahukas, kuna veetihedate ühenduste tegemine on keerukas. Terastorude hind on kõrge ning nende torude puhul on korrosioonioht [11].

Küttetorustik on lahendatud T-süsteemselt ehk torud hargnevad kuni küttekehani. Horisontaalselt paiknevate torude miinimum kalle on 0,002 soojussõlme suunas, et tagada vajadusel isevoolne torustiku tühjenemine.

6.14. Torustike paigaldus

Torustikud kinnitatakse ehituskonstruksioonide külge, kas kiilankrutega või montaažipüstoliga. Ettenähtud kohtades paigaldatakse liikumatud toed ning kompensatorid. Kinnitusviis peab sobima kinnitavate torustike läbimõõtudega. Toed ja konstruksioonid ei tohi nõrgendada põhiehituskonstruksioone. Kinnitusdetailid peavad olema minimaalsete mõõtudega.

6.15. Torude ja kanalite soojusisolatsioon

Torud on ette nähtud isoleerida torustiku kaitsmiseks soojuskadude ja kondenseerumise eest sõltuvalt toru asukohast ja tüübist vastavalt normile LVI 50-10345. Isolatsioon on vajalik ka müra vähendamiseks ning torustiku kaitseks tule eest. Kõik konstruksioonidesse paigaldatavad torud peavad olema kas hülsis või isolatsioonis klass Ef9. Vastavalt LVI kaardile 50-10345 valiti isolatsiooni materjalideks nähtavale magistraaltorule isolatsioonimaterjal Ac ning nähtamatule torule isolatsioonimaterjal Aa. Isolatsiooni materjalidena kasutada kivivilla ja klaasvilla valmiselemente vastavalt isolatsiooni tootja soovitudele. Isolatsioonikihi kattena tuleb kasutada nähtaval paigaldusel PVC katet ning mitternähtaval paigaldusel fooliumkattet [8].

Isoleerida ei tohi järgnevat :

- kaitseventiili väljalöögitord;
- tühjendus-, õhutus-, manomeetrite ühendustord ning paisumispaagi torud;
- pumbad;
- reservuaaride ja seadmete tehnilist informatsiooni sisaldavad sildid.

Torud ja seadmed tuleb paigaldada nii, et kahe isoleeritud toru või isolatsiooni ja konstruksiooni vahele jääb vähemalt 40 mm. Isolatsiooni ja kattekihi materjalid peavad vastama tulekindluse nõuetele ja ei tohi olla põlevast materjalist [8].

KOKKUVÕTE

Antud magistritöös lahendati kaubanduskeskuse veevarustus (sh. tuletõrjerveevarustus), olme-, tehno- ja sademeveekanaliseerimine ning küte.

Vastavalt veevärgi hüdraulilisel arvutusel leitud vooluhulkadele ja rõhukadudele dimensioneeriti külma, soojavee- ja tsirkulatsioonitorustik välisläbimõõduga 16...50 mm. Kõik tarbevee torustikud tuleb isoleerida. Arvestades kvaliteeti, paigaldamise lihtsust ja hinda on veetorustike materjaliks valitud Unipipe komposiittorud. Hüdraulilise arvutuse tulemusena ületab hoones vajalik rõhk ühisveevärgi poolt garanteeritud rõhku, seega projekteeriti veevarustussüsteemile rõhutõsteseadmed. Valitud pumbaks on Grundfos Hydro Multi-E CRE 3-5. Soojavee valmistamine toimub plaatsoojusvaheti abil kaubanduskeskuse esimesel korrusel asuvas tehnoruumis. Plaatsoojusvaheti võimaldab soojendada tarbevett 5 °C-st kuni 55 °C-ni ning tema võimsus on 186 kW. Soojavee ringluse tagamiseks valiti tsirkulatsioonipump Grundfos UPE 25-B-60. Hoone kogu veetarbimise mõõtmiseks valiti turbiinveearvesti DN32. Kaubanduskeskuse üksikute osade veetarbimise mõõtmiseks projekteeriti veearvestid DN15. Kaubanduskeskust ümbritsevate haljasalade kastmiseks projekteeriti kaks kastmiskraani DN15.

Käesolevas töös lahendati vooliksüsteemiga kustutussüsteem, mille eesmärgiks on algstaadiumis tulekolde kustutamine. Kaubanduskeskuse vooliksüsteemne tuletõrjerveevärk kuulub klassi B I, mis arvestab A-klassi veevärgi lahendusi. Kaubanduskeskusesse on ette nähtud 10 tuletõrjekraani koos varustusega. Tuletõrjerveetorustik projekteeriti terastorust. Magistraaltorustiku minimaalseks läbimõõduks määrati DN80. Tuletõrjervee hüdrauliliste arvutuste põhjal valiti tuletõrje põhipump ja reservpump NB 32-125.1/140.

Kaubanduskeskuse kanalisatsioon lahendati lahkvoolsena. Hoonesse projekteeriti kolm kanalisatsioonisüsteemi: olme-, tehno- ja sademeveekanaliseerimine. Olme- ja tehnokanalisatsioon juhitakse isevoolselt Pärnu linna olmekanaliseerimise ja sademeveesi juhitakse isevoolselt Pärnu linna sademeveekanaliseerimise. Kanalisatsioonitorustike puhastamiseks projekteeriti puhastuskorgid ja -luugid. Kanalisatsioonitorustike dimensioneerimine põhineb reovee arvutusaravoolu määramisel.

Olme- ja tehnokanalisatsioonitorustik projekteeriti PP (polüpropüleen) plasttorudest, välisläbimõõduga 50...160 mm. Tagamaks olme- ja tehnokanalisatsioonitorustike ventilatsioon,

on ette nähtud paigaldada püstikute otsa õhutusklapid. Tehnokanaliseerimiseks pärineva rasvase reovee puhastamiseks projekteeriti rasvapüüdur AS Fertil toode REN 8, mis paigutatakse hoonest välja.

Sademevee ärajuhtimine toimub hoonesisiselt. Sademeveekanaliseerimise torustik on ette nähtud PE (polüetüleen) torudest, välisläbimõõduga 110...200 mm. Vihmavesi juhtida katusele ära kaheksa küttekaabliga varustatud sademevee äravoolulehtri abil.

Hoone radiaatorküttesüsteem lahendati kahetorusüsteemsel ja küttekehadeks valiti radiaatorid. Küttekehad paigutati kohtadesse, kus on kõige intensiivsem soojuskadu ja puuduvad soojusülekanne takistavad tegurid. Küttesüsteemi hüdrauliliseks häälestamiseks ja tasakaalustamiseks kasutati reguleer- ja seadeventiile. Torustikud projekteeriti teras- ja komposiittorudest. Hüdrauliliste arvutuste käigus dimensioneeriti regeuleerventiilid ning määrati nende eelseade takistused. Pearingluskontuuri hüdrauliliste arvutuste tulemuste põhjal valiti tsirkulatsioonipump Grundfos Magna 50-100. Tsirkulatsioonipump tagab süsteemis soojuskandja liikumise. Vastavalt küttesüsteemi mahule, kõrgusele ja soojuskandja parameetritele, valiti surve all töötav membraanpaisupaak Reflex G mahuga 50 l.

Pärnu Keskuse projekti joonised on eraldi köites Graafilised lisad.

KASUTATUD KIRJANDUS

1. Ehitiste tuleohutus. Osa 6, Tuletõrje veevarustus: EVS 812-6:2005. Tallinn: Standardiamet, 2005.
2. Ehitiste tuleohutus. Osa 6, Tuletõrje veevarustus: EVS 812-6:2012. Tallinn: Standardiamet, 2012.
3. Ehitiste tuleohutus. Osa 7, Ehitistele esitatava põhinõude tuleohutusnõude tagamine projekteerimise ja ehitamise käigus: EVS 812-7:2008. Tallinn: Standardiamet, 2008.
4. Grundfos Hydro Multi-E booster sets with 2 or 3 CRE pumps. [WWW] <http://www.adara-bg.com/img/110113050743HydroMulti-E-GB.pdf> (01.02.2014)
5. Hoone kanalisatsioon. EVS 846:2013. Tallinn: Standardiamet, 2013.
6. Hoone kütte projekteerimine. EVS 844:2004. Tallinn: Standardiamet, 2004.
7. Hoone soojuskoormuse määramine. EVS 829:2003. Tallinn: Standardiamet, 2003.
8. Hoonete tehnosüsteemide RYL: Ehitustööde üldised kvaliteedinõuded. Soome Ehitusnormide kogumik. Tallinn: Eesti Ehitusteabe Fond, 2002.
9. Kinnistu veevärgi projekteerimine. EVS 835:2003. Tallinn: Standardiamet, 2003.
10. Konstruktiivne eelprojekt. Pärnu EKE Projekt, 2012.
11. Kõiv, T.-A. Rant, A. Hoonete küte. Tallinn: Tallinna Tehnikaülikooli Kirjastus, 2013.
12. Kõiv, T.-A. Rant, A. Küte: juhend kursuseprojekti koostamiseks. Tallinn: Tallinna Tehnikaülikooli Kirjastus, 2009.
13. Lindström, K. Veevarustus ja kanalisatsioonitehnika. Tallinn: Ehitame, 2006.
14. Maastik, A. Haldre, H. Koppel, T. Hüdraulika ja pumbad. Tartu: Greif, 1995.
15. Majandus-joogiveetorustike arvutusjuhend. ORAS
16. Membran-Druckausdehnungsgefäße. [WWW] http://www.reflex.de/fileadmin/user_upload/documents/PI0106de_9571015_reflex_MAG.pdf (10.11.2013)
17. Omaveevärg ja omakanalisatsioon. Alasi, K. Heinsaar, Ü. Kriipsalu, M. Maastik, A. Tallinn: Ehitame, 2001.
18. Plaatradiaatorid-PURMO Ventil Compact. [WWW] [http://www.purmo.com/et/tooted/plaatradiaatorid/purmo-ventil-compact.htm#tehnilised-andmed_\(10.10.2013\)](http://www.purmo.com/et/tooted/plaatradiaatorid/purmo-ventil-compact.htm#tehnilised-andmed_(10.10.2013))
19. Purmo Ventil Compact võimsusarvutus programmid.[WWW] <http://www.purmo.com/et/allalaetav-info/software.htm> (20.01.2014)
20. Rasvapüüdur. [WWW]

- <http://www.fertil.ee/tooted/rasvapuudurid/> (12.12.2013)
21. Rasvapüüdurid. Osa 2: Nimimõõdu valik, paigaldamine, toimimine ja hooldamine: EVS-EN 1825-2:2002. Tallinn: Standardiamet, 2002.
 22. Series 2000 circulatorpumps. [WWW]
http://www.vodomer.net/novo/Magna_databooklet.pdf (14.03.2014)
 23. Single-stage end suction pumps. [WWW]
http://www.pumppower.com.au/wp-content/uploads/2013/07/NB_NBE-Data-Booklet.pdf (20.03.2014)
 24. Soojusõlmed: Juhised ja eeskirjad. Tallinn: Eesti Jõujaamade ja Kaugkütte Ühing, 2007.
 25. Suurkask. V, Kinnistu veevõrk ja kanalisatsioon: Juhend kursuseprojekti koostamiseks. Tallinn: Tallinna Tehnikaülikooli Kirjastus, 2001.
 26. Suurkask.V, Hoonete veevõrk ja kanalisatsioon. Tallinn: Tallinna Tehnikaülikooli Kirjastus, 2012.
 27. Technical catalogue convectors. [WWW]
http://www.purmo.com/docs/Purmo-technical-catalogue-radiators-NARBONNE_09_2012_EN_PL.pdf (09.10.2013)
 28. Tehnilised tingimused nr. PT-200/33 kinnistu Lai 5 soojavarustuse projekteerimiseks. (Väljastatud 23.08.2012). AS Fortum Eesti
 29. Tehnilised tingimused nr. TT-231/12 kinnistu Lai 5 ühisveevõrgi ja/või kanalisatsiooniga liitumise projekteerimiseks ja ehitamiseks. (Väljastatud 29.08.2012). AS Pärnu Vesi.
 30. Unipipe tarbevee-, kütte- ja jahutussüsteemide komposiitorustik. Uponor Eesti OÜ, 2006.
 31. Uponori kinnistukanalisatsiooni projekteerimine ja paigaldamine. Uponor Eesti OÜ, 2012.
 32. Veemõõtja. [WWW]
http://www.zenner.com/tl_files/content/ZENNER%20COM%20ENGLISCH/Downloads/CAT_Domestic_water-meters.pdf (28.11.2013)
 33. Ühisveevõrk. Osa 3, Veevõrgi projekteerimine: EVS 847-63:2003. Tallinn: Standardiamet, 2003.

LISAD

Lisa 1. Materjalide spetsifikatsioon: veevarustus

Nr.	Tähistus	Nimetus	Kogus	Ühik	Märkused
Tarbeveevarustus					
1		Segisti kätepesuvalamule	21	tk	nt. Focus
2		Segisti inva-WC kätepesuvalamule	1	tk	nt. Focus
3		Segisti köögivalamule	26	tk	nt. Focus
4		Segisti dušile	3	tk	nt. Focus
5		Segisti koos käsidušiga koristaja valamule	1	kpl	nt. Focus
6	DN15	Kastmiskraan	2	tk	nt. ORAS 431415
7	Ø16×2,0	Unipipe veevarustustoru	660	m	nt. Uponor
8	Ø20×2,25	Unipipe veevarustustoru	420	m	nt. Uponor
9	Ø25×2,5	Unipipe veevarustustoru	330	m	nt. Uponor
10	Ø32×3,0	Unipipe veevarustustoru	150	m	nt. Uponor
11	Ø40×4,0	Unipipe veevarustustoru	10	m	nt. Uponor
12	Ø50×4,5	Unipipe veevarustustoru	10	m	nt. Uponor
13		Isolatsioon veetorudele		m	Vastavalt joonistele ja seletuskirjale
14	DN15	Sulgventiil	66	tk	
15	DN20	Sulgventiil	27	tk	
16	DN25	Sulgventiil	9	tk	
17	DN32	Sulgventiil	2	tk	
18	MTCV 15	Reguleerventiil	6	tk	nt. Danfoss
19	DN15	Veemõõtja $Q_n=1,5\text{m}^3/\text{h}$ külmale veele	13	tk	
20	DN15	Veemõõtja $Q_n=1,5\text{m}^3/\text{h}$ soojale veele	11	tk	
21	DN20	Veemõõtja $Q_n=1,5\text{m}^3/\text{h}$ külmale veele	6		
22	DN20	Veemõõtja $Q_n=1,5\text{m}^3/\text{h}$ soojale veele	6		
Tuletõrjveevarustus					
1	DN50	Must vee- ja gaasitoru DN50	190	m	
2	DN80	Must vee- ja gaasitoru DN80	90	m	
3		Tuletõrjekraan DN50 (A-klassi kustutussüsteem)	5	tk	
4	DN32	Tuletõrjekapp koos voolikuga 30 m, 12 mm joatoruga, 33 mm voolikuga ja ventiiliga	10	kpl	

Lisa 2. Materjalide spetsifikatsioon: kanalisatsioon

Nr.	Tähistus	Nimetus	Kogus	Ühik	Märkused
I	II	III	IV	V	VI
Olmekanalisatsioon					
1		Kätepesuvalamu koos sifooniga	21	tk	
2		Inva-WC valamu koos sifooniga	1	tk	
3		Köögivalamu koos sifooniga	3	tk	
4		Roostevaba valamu koos sifooniga koristaja ruumi	1	tk	
5		Roostevaba valamu koos sifooniga vent. Kambrisse	1	tk	
6		Pissuaari loputusseade	5	tk	
7		WC-pott (allavooluga)	14	tk	Kerasan K09 (Wermstock)
8	De160	Puhastusots	1	tk	nt. Uponor
9	De110	Puhastusots	2	tk	nt. Uponor
10	De75	Puhastusluuk	2	tk	
11	De110	Puhastusluuk	6	tk	
12	De160	Puhastusluuk	3	tk	
13	De 50	PP kanalisatsioonitoru	95	m	nt. Uponor
14	De 75	PP kanalisatsioonitoru	50	m	nt. Uponor
15	De110	PP kanalisatsioonitoru	170	m	nt. Uponor
16	De160	PP kanalisatsioonitoru	45	m	nt. Uponor
17	De110	Tuulutuskorsten	3	tk	
18	De160	Tuulutuskorsten	1	tk	
19	T50/150	Roostevaba kaanega trapp ujuva haisulukuga	4	tk	
20	T75/150	Roostevaba kaanega trapp ujuva haisulukuga	9	tk	nt. HL
21	T110/150	Roostevaba kaanega trapp ujuva haisulukuga	3	tk	
22	Ø50	Tuletõkkemansett		tk	Vastavalt vajadusele
23	Ø75	Tuletõkkemansett		tk	Vastavalt vajadusele
24	Ø110	Tuletõkkemansett		tk	Vastavalt vajadusele
25		Jahutusseadmete kondensaadi ärajuhtimine valamute sifooni	1	tk	

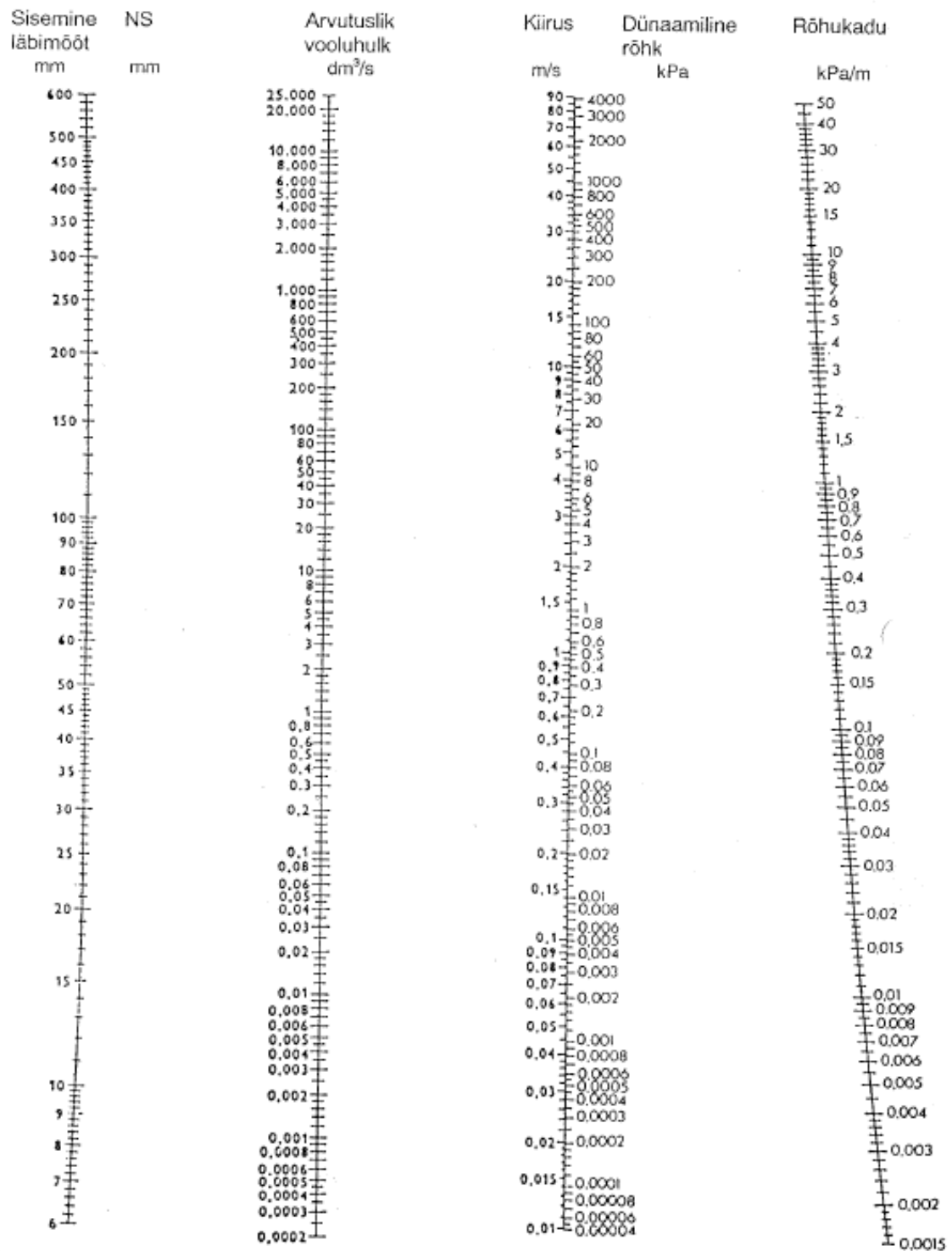
I	II	III	IV	V	VI
Tehnokanalisatsioon					
1		Köögivalamu	8		
2	T50/150	Trapp	51		
3	T75/150	Trapp	3		
4	T110/150	Trapp	17		
5	De 50	PP kanalisatsioonitoru	65	m	nt. Uponor
6	De75	PP kanalisatsioonitoru	170	m	nt. Uponor
7	De110	PP kanalisatsioonitoru	190	m	nt. Uponor
8	De160	PP kanalisatsioonitoru	25	m	nt. Uponor
9	De75	Tuulutuskorsten	1	tk	
10	De110	Tuulutuskorsten	2	tk	
11	De75	Puhastusluuk	1	tk	
12	De110	Puhastusluuk	4	tk	
13	De110	Puhastusots	1	tk	
14	De160	Puhastusots	1	tk	
		Rasvapüüdur REN 8	1	kmp.	nt. Fertil
Sademeveekanal					
1	De110	PE survekanalisatsioonitoru	210	m	nt. Pipelife
2	De160	PE survekanalisatsioonitoru	50	m	nt. Pipelife
3	De200	PE survekanalisatsioonitoru	10	m	nt. Pipelife
4	De110	Puhastusluuk	3	tk	
5	De160	Puhastusluuk	1	tk	
6	De200	Puhastusots	1	tk	
7	De110	Sadeveelehter küttegaabliga	8	tk	nt. HL

Lisa 3. Materjalide spetsifikatsioon: radiaatorküte

Nr.	Tähistus	Nimetus	Kogus	Ühik	Märkused
I	II	III	IV	V	VI
Radiaatorküte					
1	C11-300-400	Teraspaneelradiaator	1	tk	nt. PURMO
2	C11-300-500	Teraspaneelradiaator	1	tk	nt. PURMO
3	C11-300-600	Teraspaneelradiaator	1	tk	nt. PURMO
4	C11-300-800	Teraspaneelradiaator	4	tk	nt. PURMO
5	C11-300-1400	Teraspaneelradiaator	1	tk	nt. PURMO
6	C11-400-800	Teraspaneelradiaator	1	tk	nt. PURMO
7	C11-600-700	Teraspaneelradiaator	1	tk	nt. PURMO
8	C11-600-1000	Teraspaneelradiaator	1	tk	nt. PURMO
9	C21-300-600	Teraspaneelradiaator	1	tk	nt. PURMO
10	C21-300-1100	Teraspaneelradiaator	1	tk	nt. PURMO
11	C21-600-1400	Teraspaneelradiaator	1	tk	nt. PURMO
12	C21-900-2000	Teraspaneelradiaator	1	tk	nt. PURMO
13	C21-900-2300	Teraspaneelradiaator	4	tk	nt. PURMO
14	C22-300-700	Teraspaneelradiaator	1	tk	nt. PURMO
15	C22-400-2300	Teraspaneelradiaator	1	tk	nt. PURMO
16	C22-600-900	Teraspaneelradiaator	1	tk	nt. PURMO
17	C22-900-1000	Teraspaneelradiaator	2	tk	nt. PURMO
18	C22-900-2000	Teraspaneelradiaator	2	tk	nt. PURMO
19	C33-400-2300	Teraspaneelradiaator	6	tk	nt. PURMO
20	CV21-300-700	Teraspaneelradiaator	1	tk	nt. PURMO
21	CV21-300-1000	Teraspaneelradiaator	1	tk	nt. PURMO
22	CV21-300-1800	Teraspaneelradiaator	2	tk	nt. PURMO
23	CV21-400-2000	Teraspaneelradiaator	2	tk	nt. PURMO
24	CV21-600-900	Teraspaneelradiaator	1	tk	nt. PURMO
25	CV21-600-1000	Teraspaneelradiaator	1	tk	nt. PURMO
26	CV21-600-1200	Teraspaneelradiaator	1	tk	nt. PURMO
27	CV21-600-1600	Teraspaneelradiaator	2	tk	nt. PURMO
28	CV21-600-1800	Teraspaneelradiaator	8	tk	nt. PURMO
29	CV21-600-2000	Teraspaneelradiaator	3	tk	nt. PURMO
30	CV21-600-2300	Teraspaneelradiaator	1	tk	nt. PURMO
31	CV21-900-1400	Teraspaneelradiaator	1	tk	nt. PURMO
32	CV21-900-1600	Teraspaneelradiaator	1	tk	nt. PURMO
33	CV22-400-1800	Teraspaneelradiaator	2	tk	nt. PURMO
34	CV22-400-2300	Teraspaneelradiaator	1	tk	nt. PURMO
35	CV22-400-2600	Teraspaneelradiaator	2	tk	nt. PURMO
36	CV22-600-1600	Teraspaneelradiaator	2	tk	nt. PURMO
37	CV22-600-1800	Teraspaneelradiaator	1	tk	nt. PURMO
38	CV22-900-1400	Teraspaneelradiaator	2	tk	nt. PURMO

I	II	III	IV	V	VI
39	NA 23-28-180-VL	Konvektor	1	tk	nt. PURMO
40	NA 23-28-110-VR	Konvektor	1	tk	nt. PURMO
41	NA 23-28-180-VR	Konvektor	3	tk	nt. PURMO
42	NA 34-28-260-VL	Konvektor	1	tk	nt. PURMO
43	NA 34-28-200-VR	Konvektor	1	tk	nt. PURMO
44	NA 34-28-260-VR	Konvektor	1	tk	nt. PURMO
45	NA 46-28-130-VL	Konvektor	4	tk	nt. PURMO
46	NA 46-28-140-VL	Konvektor	6	tk	nt. PURMO
47	NA 46-28-160-VL	Konvektor	4	tk	nt. PURMO
48	RA-N 15	Radiaatoriventii	89	tk	nt. Danfoss
49	RVL-15	Radiaatori sulgemiskraan	89	tk	nt. Danfoss
50	RA 2940	Termostaat	88	tk	nt. Danfoss
51	MSV-BD 15	Liiniseadeventii	5	tk	nt. Danfoss
52	MSV-BD 20	Liiniseadeventii	6	tk	nt. Danfoss
53	MSV-BD 25	Liiniseadeventii	2	tk	nt. Danfoss
54	MSV-BD 40	Liiniseadeventii	2	tk	nt. Danfoss
55	MSV-S 15	Sulgventii	2	tk	nt. Danfoss
56	MSV-S 20	Sulgventii	3	tk	nt. Danfoss
57	MSV-S 25	Sulgventii	8	tk	nt. Danfoss
58	MSV-S 40	Sulgventii	2	tk	nt. Danfoss
59	DN15	Must vee- ja gaasitoru	330	m	
60	DN20	Must vee- ja gaasitoru	125	m	
61	DN25	Must vee- ja gaasitoru	165	m	
62	DN32	Must vee- ja gaasitoru	160	m	
63	DN40	Must vee- ja gaasitoru	70	m	
64	DN50	Must vee- ja gaasitoru	45	m	
65	DN65	Must vee- ja gaasitoru	15	m	
66	Ø16×2,20	Unipipe kütetoru	280	m	
67	Ø20×2,25	Unipipe kütetoru	110	m	
68	Ø25×2,5	Unipipe kütetoru	100	m	
69	Ø32×3,0	Unipipe kütetoru	10	m	
70	Ø40×4,0	Unipipe kütetoru	40	m	
71		Isolatsioon torudele		m	vastavalt joonisele
72	Flexvent 1/2"	Õhueraldi		tk	vastavalt vajadusele

Lisa 4. C.Colebrooki-White'i mudelil põhinev plasttorude hüdraulilise arvutuse nomogramm [15]



Lisa 5. Elamu piirdetarinditest ja infiltratsioonist tingitud soojusvõimsuse arvutus

Nr.	Ruumi nimetus	Piirde nimetus	Infiltratsioon, W	Mõõtmed, m		Pindala, m ²	U, W/m ² K	T _s -T _v , °C	Tegur n	Soojuskadu, W	Soojuskadu ruumis, W	Soojuskadu ruutmeetrile W / m ²	Varuga 10 %	Radiaatori võimsus, W
I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XIII	XIV	XV
I KORRUS														
1	Trepikoda	Välissein	262,37	4,50	11,00	49,50	0,20	38,00	1,01	379,96				
	22,90	Põrand I		3,40	2,00	6,80	0,48	38,00	0,90	111,63				
		Uks		1,80	3,00	5,40	2,00	38,00	1,00	410,40				
		Põrand II		3,40	2,00	6,80	0,10	38,00	0,90	22,58				
		Põrand IV		3,30	0,80	2,64	0,05	38,00	0,90	4,47				
		Põrand III		3,40	2,00	6,80	0,07	38,00	0,90	15,93	1207,33	52,72	1328	1350
2	Trepikoda	Põrand I	1290,44	6,50	3,00	19,50	0,12	38,00	0,90	82,33				
	32,70	Põrand II		2,20	6,20	13,64	0,10	38,00	0,90	45,29				
		Soe välissein		8,50	15,50	131,75	0,20	13,00	1,01	345,98				
		Välissein		5,00	15,50	77,50	0,20	38,00	1,01	594,89				
		Katus		6,00	5,40	32,40	0,16	38,00	0,90	178,72	2537,65	77,60	2791	2800
3	Lilled	Klaas sein	350,58	6,00	4,50	27,00	1,70	38,00	1,01	1761,64				
	30,60	Põrand I		5,30	1,80	9,54	0,12	38,00	0,90	40,28				
		Põrand II		5,30	1,80	9,54	0,10	38,00	0,90	31,68				
		Põrand III		5,30	1,80	9,54	0,07	38,00	0,90	22,35	2206,53	72,11	2427	2450
4	Aatrium	Klaas sein	8972,64	15,00	9,90	148,50	1,70	40,00	1,01	10198,98				
	216,00	Välissein		15,50	4,20	65,10	0,20	40,00	1,01	526,01				
		Põrand I		24,00	2,00	48,00	0,12	40,00	0,90	213,33				
		Põrand II		24,00	2,00	48,00	0,10	40,00	0,90	167,77				
		Põrand III		24,00	2,00	48,00	0,07	40,00	0,90	118,36				

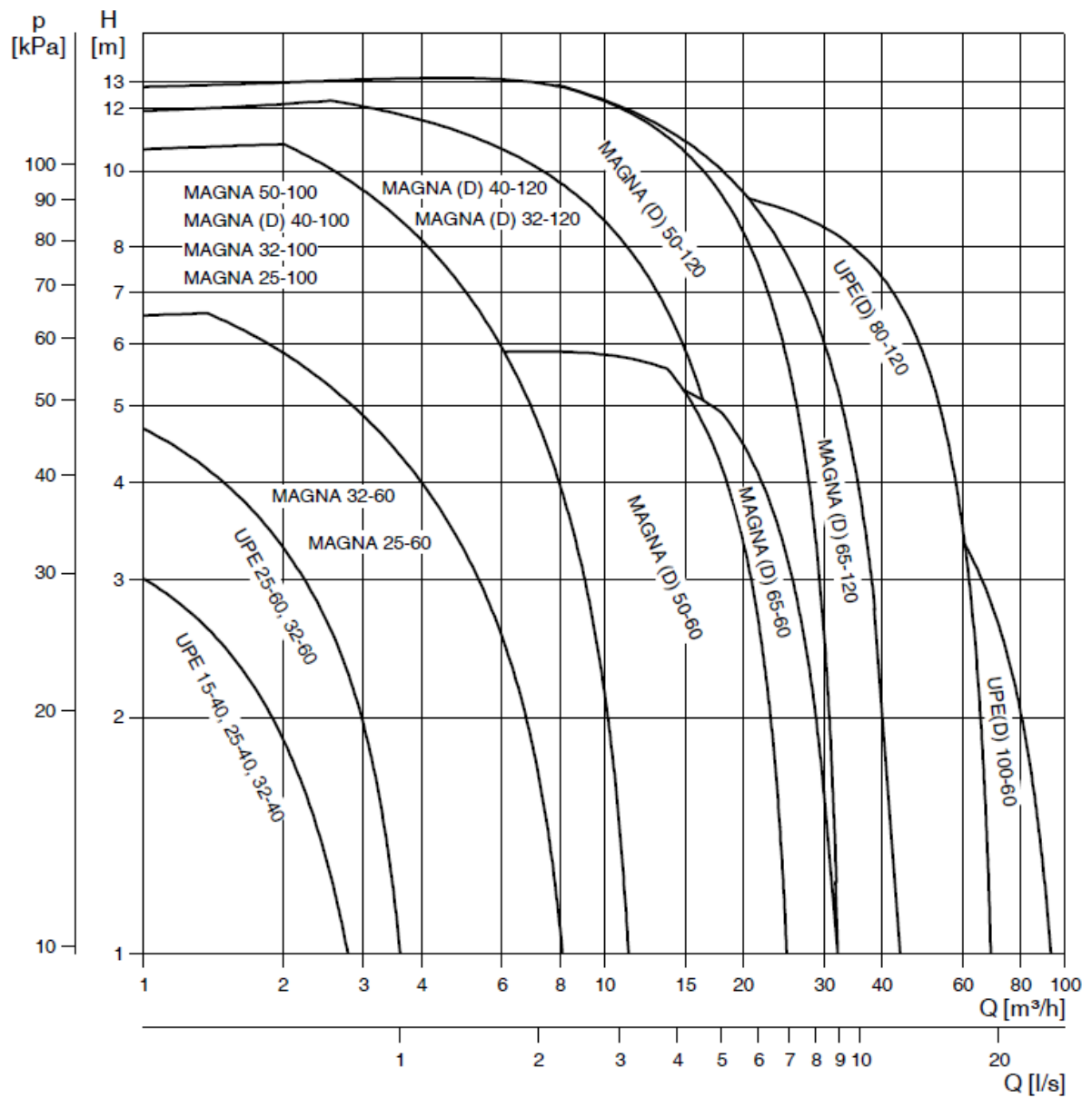
I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XIII	XIV	XV
		Katus		5,80	40,00	216,00	0,15	40,00	1,00	1296,00				
		Uks		2,50	3,50	8,75	1,70	40,00	1,00	595,00				
		Põrand IV		8,00	11,00	88,00	0,12	40,00	0,90	391,11	22479,20	104,07	24727	24750
5	Garderoob	Põrand I	38,59	1,50	1,10	1,65	0,12	40,00	0,90	7,33				
	3,20	Põrand II		1,50	1,00	1,50	0,12	40,00	1,00	7,41	53,33	16,67	59	250
6	Vastuvõtu ruum	Põrand I	60,30	2,20	1,00	2,20	0,12	40,00	1,00	10,86				
	5,00	Põrand II		2,30	1,00	2,30	0,12	40,00	1,00	11,36	82,52	16,50	91	250
II KORRUS														
7	Kohviku köök	Välissein	648,83	16,00	4,50	72,00	0,20	40,00	1,01	581,76				
	53,80					0,00		40,00	1,00	0,00	1230,59	22,87	1354	1360
8	Kauplus	Välissein	1724,58	14,50	4,50	65,25	0,20	40,00	1,01	527,22				
	143,00										2251,80	15,75	2477	2500
9	Kauplus	Välissein	6512,40	4,50	50,00	225,00	0,20	40,00	1,01	1818,00				
	540,00										8330,40	15,43	9163	9200
10	Kaupluse ruum	Välissein	1085,40	4,50	15,00	67,50	0,20	40,00	1,01	545,40				
	90					0,00				0,00	1630,80		1794	1800
11	Kaupluse ruum	Välissein	75,98	4,50	4,40	19,80	0,20	40,00	1,01	159,98				
	6,30					0,00	1,70	40,00	1,00	0,00	235,96	37,45	260	260
12	Puhkeruum	Soe välissein	80,95	4,50	7,00	31,50	0,20	15,00	1,00	94,50				
	17,90					0,00					175,45	9,80	193	250
13	Eesruum	Soe välissein	7,69	4,50	1,80	8,10	0,20	19,00	1,00	30,78				
	1,70										38,47	22,63	42	250
14	Sild 1	Klaassein	1251,10	4,50	20,45	92,03	1,70	38,00	1,01	6004,26				
	109,20	Põrand		10,92	10,00	109,20	0,16	38,00	0,90	597,54	7852,91	71,91	8638	8650

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XIII	XIV	XV
15	Sild 2	Klaassein	1775,84	4,50	45,80	206,10	1,70	38,00	1,01	13447,20				
	155,00	Põrand		15,50	10,00	155,00	0,16	38,00	0,90	848,16	16071,20	103,69	17678	17700
16	Kauplus	Soe välissein	1517,30	4,50	15,30	68,85	0,20	15,00	1,01	208,62				
	335,50										1725,91	5,14	1899	1900
17	Kauplus	Soe välissein	407,93	4,50	10,00	45,00	0,20	15,00	1,01	136,35				
	90,20										544,28	6,03	599	600
18	Garderoob	Välissein	338,10	4,50	4,50	20,25	0,20	42,00	1,01	171,80				
	26,70	Aken		2,70	3,00	8,10	1,70	42,00	1,00	578,34	1088,24	40,76	1197	1200
19	Kauplus	Välissein	348,23	4,50	2,50	11,25	0,20	40,00	1,01	90,90				
	27,5										439,13	15,97	483	490
III KORRUS														
20	Sild 1	Klaassein	1251,10	4,50	20,45	92,03	1,70	38,00	1,01	6004,26				
	109,20	Lagi		10,92	10,00	109,20	0,15	38,00	0,90	560,20	7815,56	71,57	8597	8600
21	Sild 2	Välissein	1775,84	4,50	45,80	206,10	1,70	38,00	1,01	13447,20				
	155,00	Lagi		15,50	10,00	155,00	0,15	38,00	0,90	795,15	16018,19	103,34	17620	17700
22	Kohvik	Välissein	2244,50	6,70	11,40	76,38	0,20	40,00	1,01	617,15				
	125,00	Lagi		3,50	10,00	35,00	0,15	40,00	0,90	189,00	3050,65	24,41	3356	3360
23	Kauplus	Välissein	3966,03	6,70	9,90	66,33	0,20	46,50	1,01	623,04				
	190,00	Lagi		19,00	10,00	190,00	0,15	46,50	1,00	1325,25	5914,32	31,13	6506	6500
24	Raamatupood	Välissein	9297,62	6,70	34,50	231,15	0,20	40,00	1,01	1867,69				
	517,80	Aken		4,00	38,00	152,00	1,70	40,00	1,00	10336,00				
		Lagi		51,78	10,00	517,80	0,15	40,00	0,90	2796,12	14999,81	28,97	16500	16500
25	Raamatupoe ladu	Välissein	313,87	6,70	2,60	17,42	0,20	38,00	1,01	133,72				
	18,40	Lagi		6,60	2,80	18,48	0,15	38,00	0,90	94,80	542,39	29,48	597	600

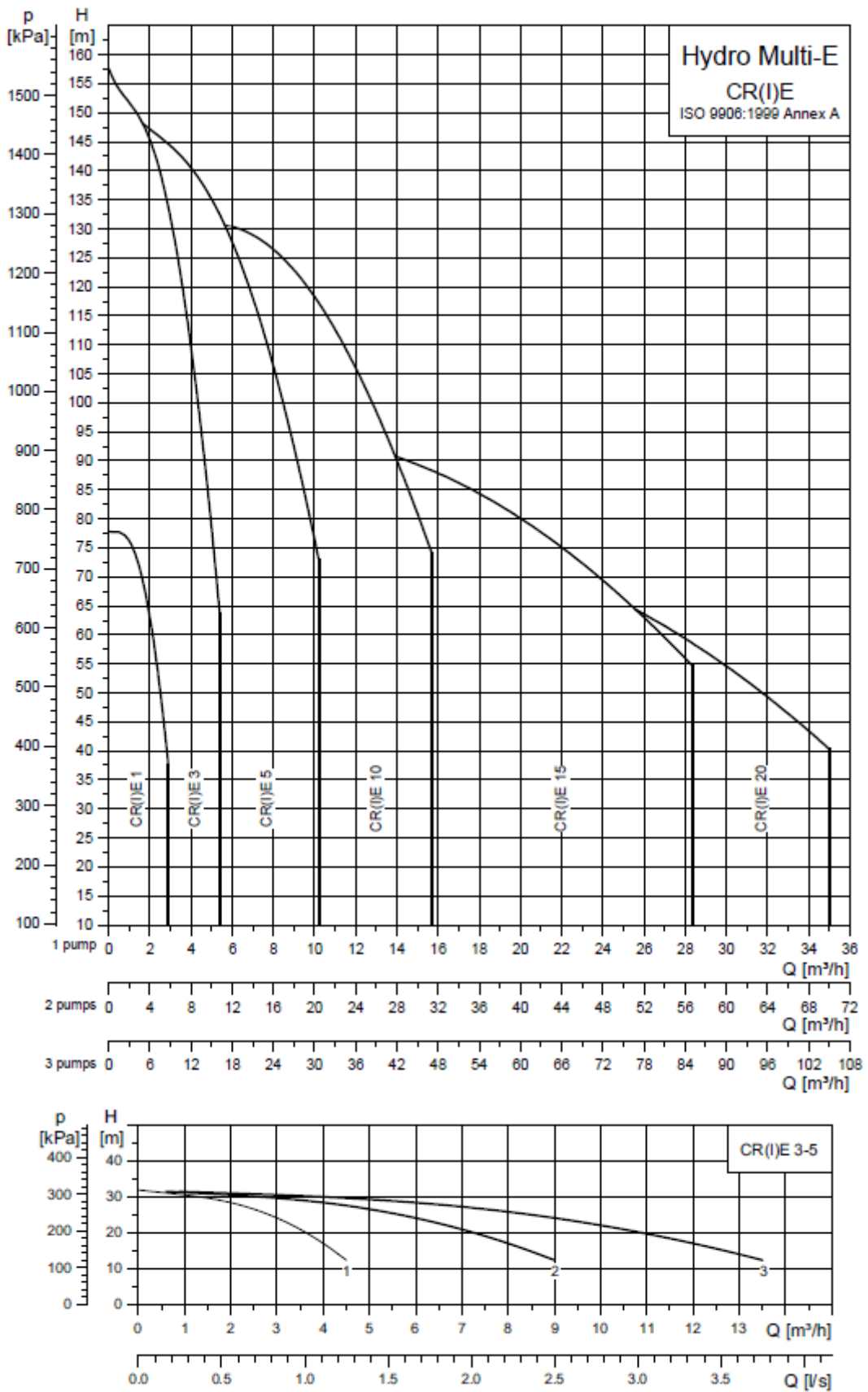
I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XIII	XIV	XV
26	WC M	Välissein	296,10	3,60	2,40	8,64	0,20	46,50	1,00	80,35				
	26,4	Aken		2,50	1,80	4,50	1,70	46,50	1,00	355,73	732,17	27,73	805	800
27	WC N	Välissein	344,57	3,50	3,35	11,73	0,20	46,50	1,00	109,04				
	31,6	Aken		5,30	1,20	6,36	1,70	46,50	1,00	502,76	956,37	30,27	1052	1050
28	Koristaja ruum	Soe välissein	17,00	3,60	2,00	7,20	0,20	15,00	1,00	21,60				
	4,7										38,60	8,21	42	250
29	Prillipesuruum	Soe välissein	44,40	3,60	3,10	11,16	0,20	15,00	1,00	33,48				
	9,4										77,88	8,29	86	250
30	Pood	Välissein	226,25	6,70	4,20	28,14	0,20	40,00	1,01	227,37				
	33,6										260,97	7,77	287	290
IV KORRUS														
31	Kino ladu	Välissein	202,41	5,30	9,30	49,29	0,20	38,00	1,04	389,59				
	15	Lagi		3,00	5,00	15,00	0,15	38,00	1,00	85,50	677,50	45,17	745	750
32	Kino eesruum	Välissein	551,12	5,30	5,00	26,50	0,20	40,00	1,04	220,48				
	38,8	Aken		2,00	4,00	8,00	1,70	40,00	1,00	544,00				
		Lagi		4,00	9,70	38,80	0,15	40,00	1,00	232,80	1548,40	39,91	1703	1700
33	Kino kontor	Välissein	389,19	5,30	13,00	68,90	0,20	40,00	1,04	573,25				
	27,4	Aken		2,00	3,50	7,00	1,70	40,00	1,00	476,00				
		Lagi		9,00	3,05	27,45	0,15	40,00	0,90	148,23	1586,67	57,91	1745	1750
34	Äripind	Välissein	984,10	3,40	21,00	71,40	0,20	40,00	1,00	571,20				
	108	Aken		12,00	1,80	21,60	1,70	40,00	1,00	1468,80				
		Soe välissein		3,40	7,50	25,50	0,15	16,00	1,00	61,20	3085,30	28,57	3394	3400
35	Äripind	Välissein	2190,63	6,70	24,10	161,47	0,20	40,00	1,04	1343,43				
	122	Aken		12,40	1,70	21,08	1,70	40,00	1,00	1433,44				
		Lagi		12,20	10,00	122,00	0,15	40,00	0,90	658,80	5626,30	46,12	6189	6200

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XIII	XIV	XV
28	Kino koda	Välissein	304,96	5,30	2,70	14,31	0,20	38,00	1,00	108,76				
	22,6	Lagi		5,70	4,00	22,80	0,15	38,00	1,00	129,96	543,68	24,06	598	600
29	Kino puhkeruum	Sein	199,71	5,30	2,80	14,84	0,20	40,00	1,04	123,47				
	14,8	Aken		1,50	1,80	2,70	1,70	40,00	1,00	183,60				
		Lagi		1,48	10,00	14,80	0,15	40,00	0,90	79,92	586,70	39,64	645	650
30	Kino saal	Välissein	7361,96	2,00	20,00	40,00	0,20	41,00	1,00	328,00				
	335	Soe sein		6,00	20,00	120,00	0,20	41,00	1,01	993,84				
		Lagi		33,50	10,00	335,00	0,15	41,00	0,90	1854,23	10538,03	31,46	11592	11600
														160560

Lisa 6. Tsirkulatsioonipumba graafik [22]

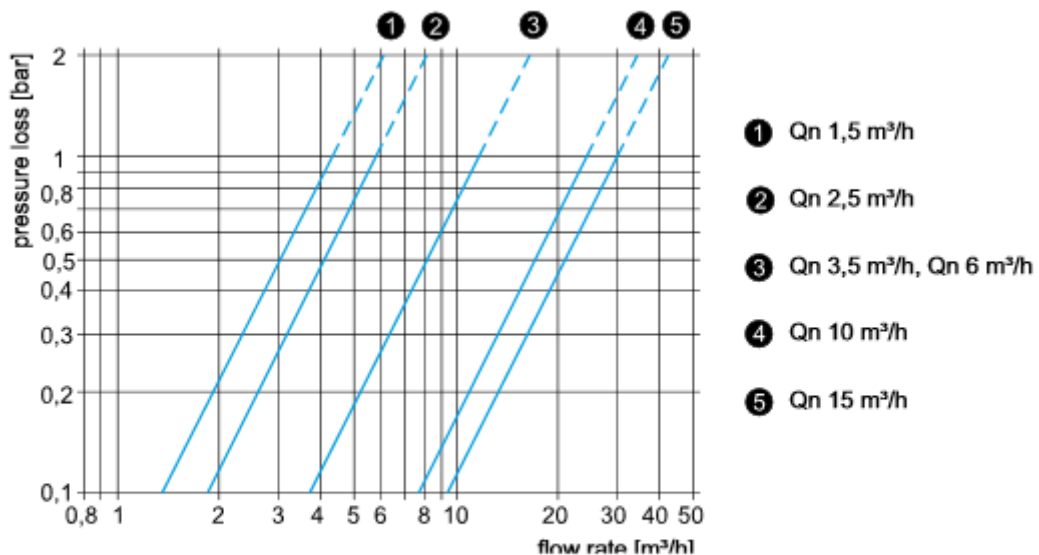


Lisa 7. Joogiveepumba graafik [4]



Lisa 8. Külma vee arvesti tehnilised andmed [32]

Technical data for the models MNK, MNK-I-N, MNK-RP, MNK-RP-I-N, MTK, MTK-I-N						
Nominal flow	Qn	m³/h	3.5	6	6	10
Nominal diameter	DN	mm	20	25	32	40
		Inch	1	1	1 1/4	1 1/2
Overall length without conn.	L2	mm	175	260	260	300
Overall length with connectors	L1	mm	293	378	378	438
Thread meter G x B	D1	Inch	1 1/4	1 1/4	1 1/2	2
Thread connector R x	D2	Inch	1	1	1 1/4	1 1/2
Metrological class			C*H	C*H	C*H	C*H
			A*V	A*V	A*V	A*V
Maximum flow	Qmax	m³/h	7	12	12	20
Minimum flow	Qmin	l/h	35	60	60	100
Starting flow		l/h	5	10	10	20
Display range	min	l	0.05	0.05	0.05	0.05
	max	m³	99,999	99,999	99,999	99,999
Maximum temperature		°C	30	30	30	30
Operating pressure, max.	PN	bar	16	16	16	16
Head loss at Qmax		bar	1	1	1	1

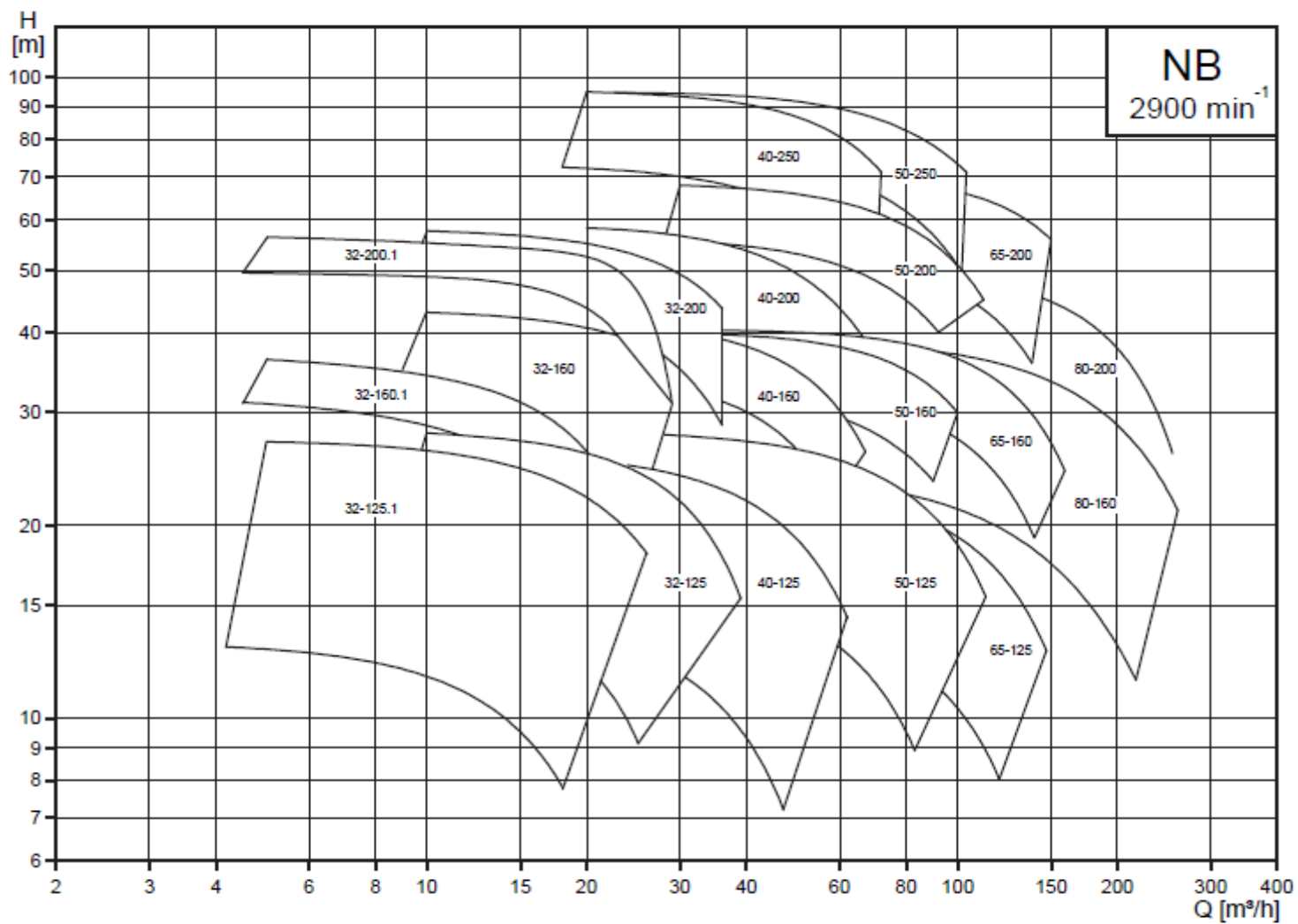


Head loss curves

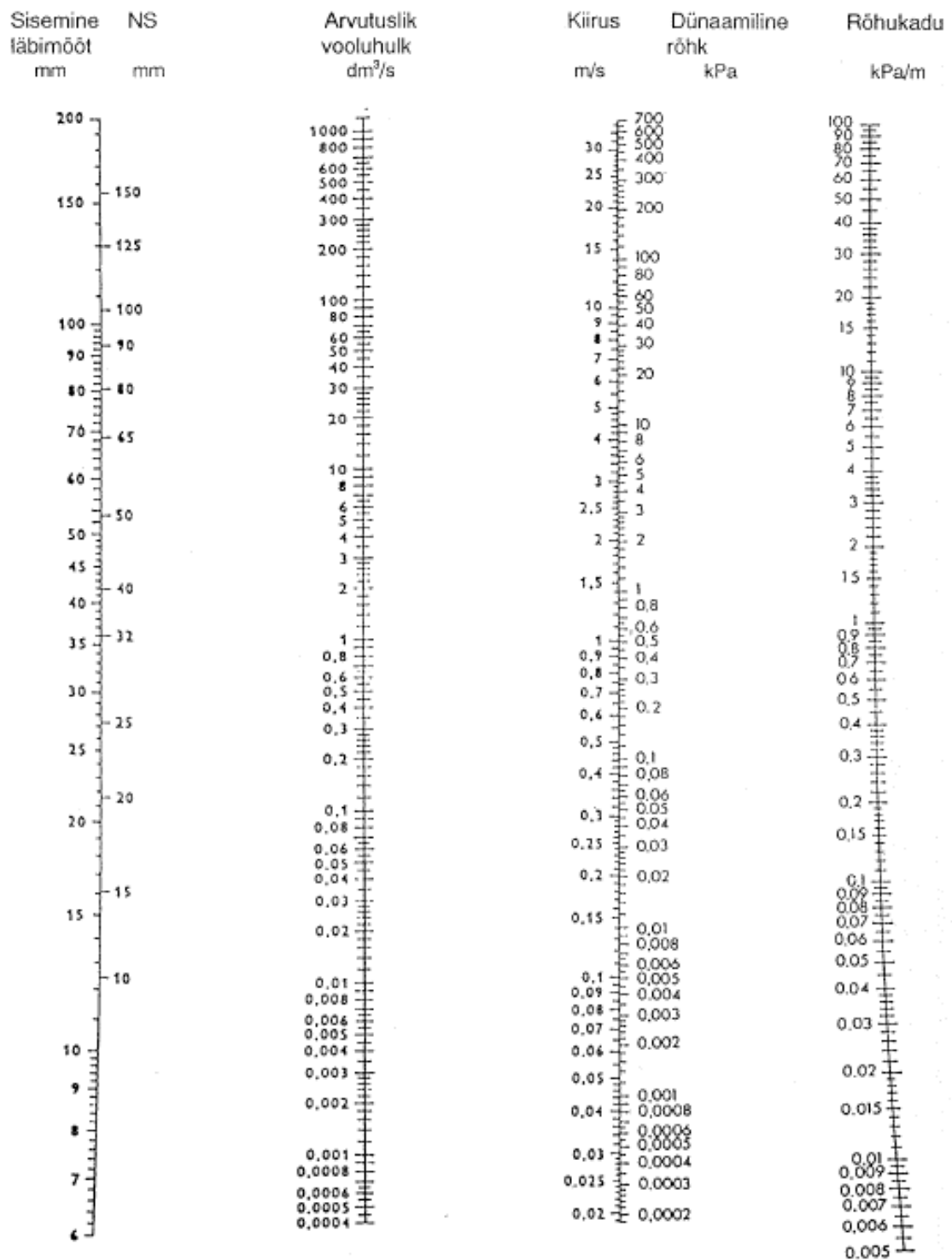
Lisa 9. Sooja vee arvesti tehnilised andmed [32]

Technical data for the model MTW-F					
Nominal flow	Qn	m ³ /h	2.5	6	10
Nominal diameter	DN	mm	20	25	25
		Inch	3/4	1	1 1/2
Overall length without conn.	L2	mm	105	150	150
Overall length with connectors	L1	mm	205	268	268
Thread meter G x B	D1	Inch	1	1 1/4	2B
Thread connector R x	D2	Inch	3/4	1	1 1/2
Metrological class			B*H	B*H	B*H
Maximum flow	Qmax	m ³ /h	5	12	20
Minimum flow	Qmin	l/h	50	120	200
Starting flow		l/h	10	18	25
Display range	min	l	0.05	0.05	0.05
	max	m ³	99,999	99,999	99,999
Maximum temperature		°C	90	90	90
Operating pressure, max.	PN	bar	16	16	16
Head loss at Qmax		bar	1	1	1

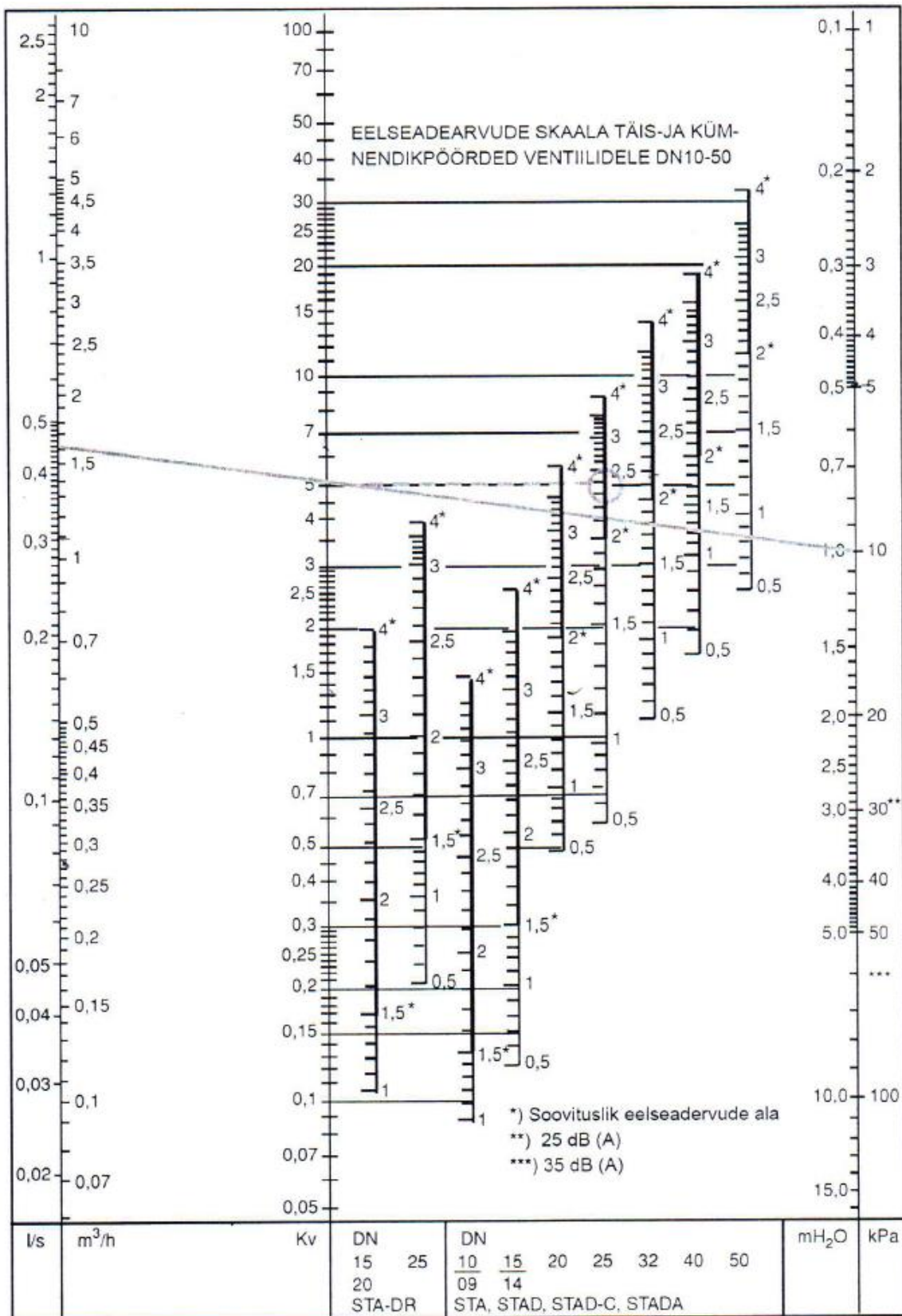
Lisa 10. Tuletõrjepumba graafik [23]



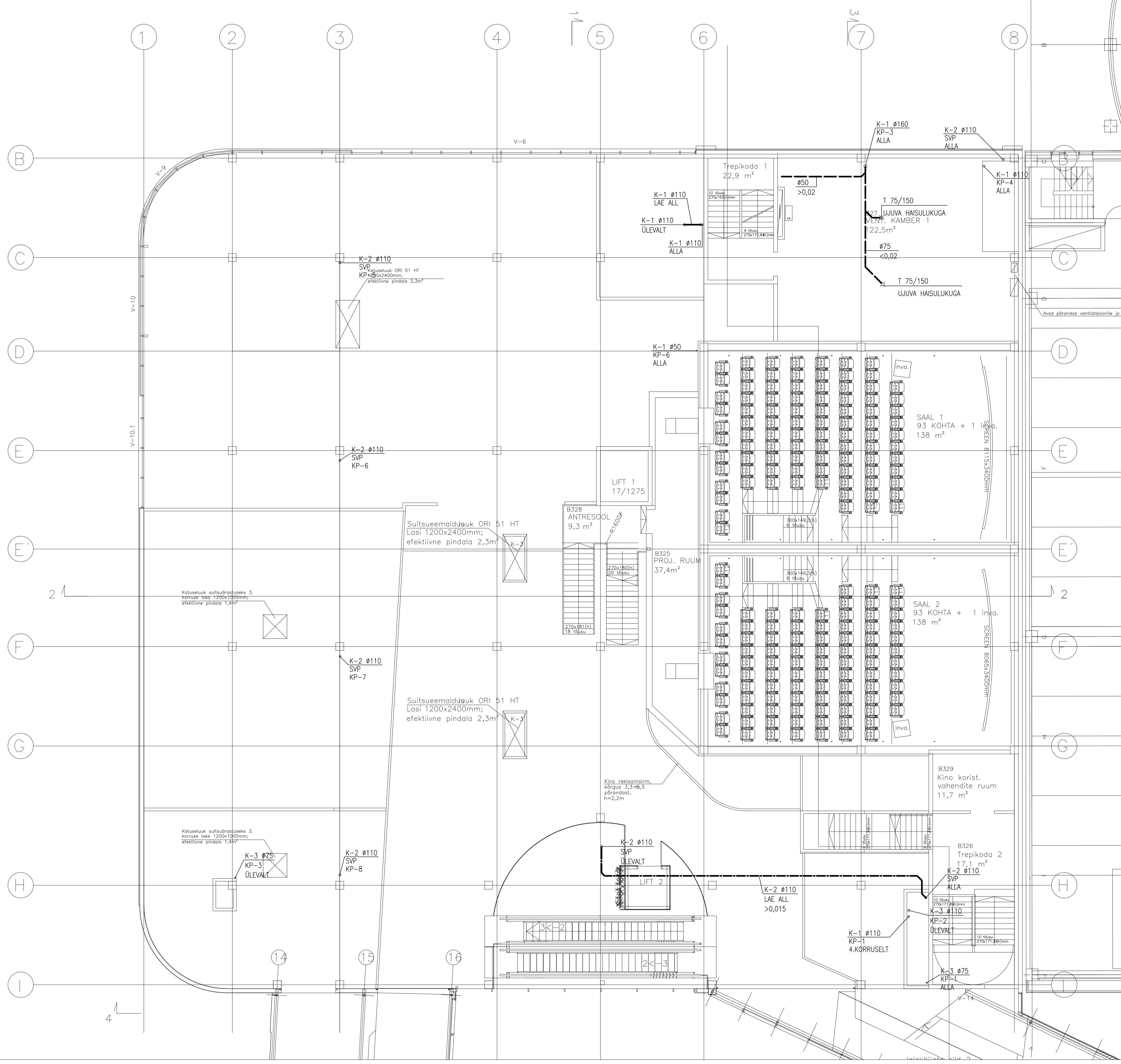
Lisa 11. Terastorude valiku nomogramm [15]



Lisa 12. Nomogramm tasakaalustusventiilide läbimõõtude ja eelseadearvu valikuks [12]



GRAAFILISED LISAD (eraldi köidetud)



MÄRKUSED

OLME- JA SADEVEEKANALISATSIOONILE PAIGALDADA TULETÖKKESEKTSIOONIDEST LÄBIVIKUDELE TULETÖKKEMANSETT.
 KANALISATSIOONI TORUD PAIGALDA ALUMISE KORRUSE LAE ALLA, KUI JOONISEL EI OLE TÄPSUSTAVAT MÄRGET LISATUD.
 LAE ALL PAIKNEV TORUSTIK ISOLEERIDA 50mm MINERAALVILLAGA $\approx 100\text{kg/m}^3$, FOOLIUMKATTEGA TORUKOORIK.

TINGMÄRGID

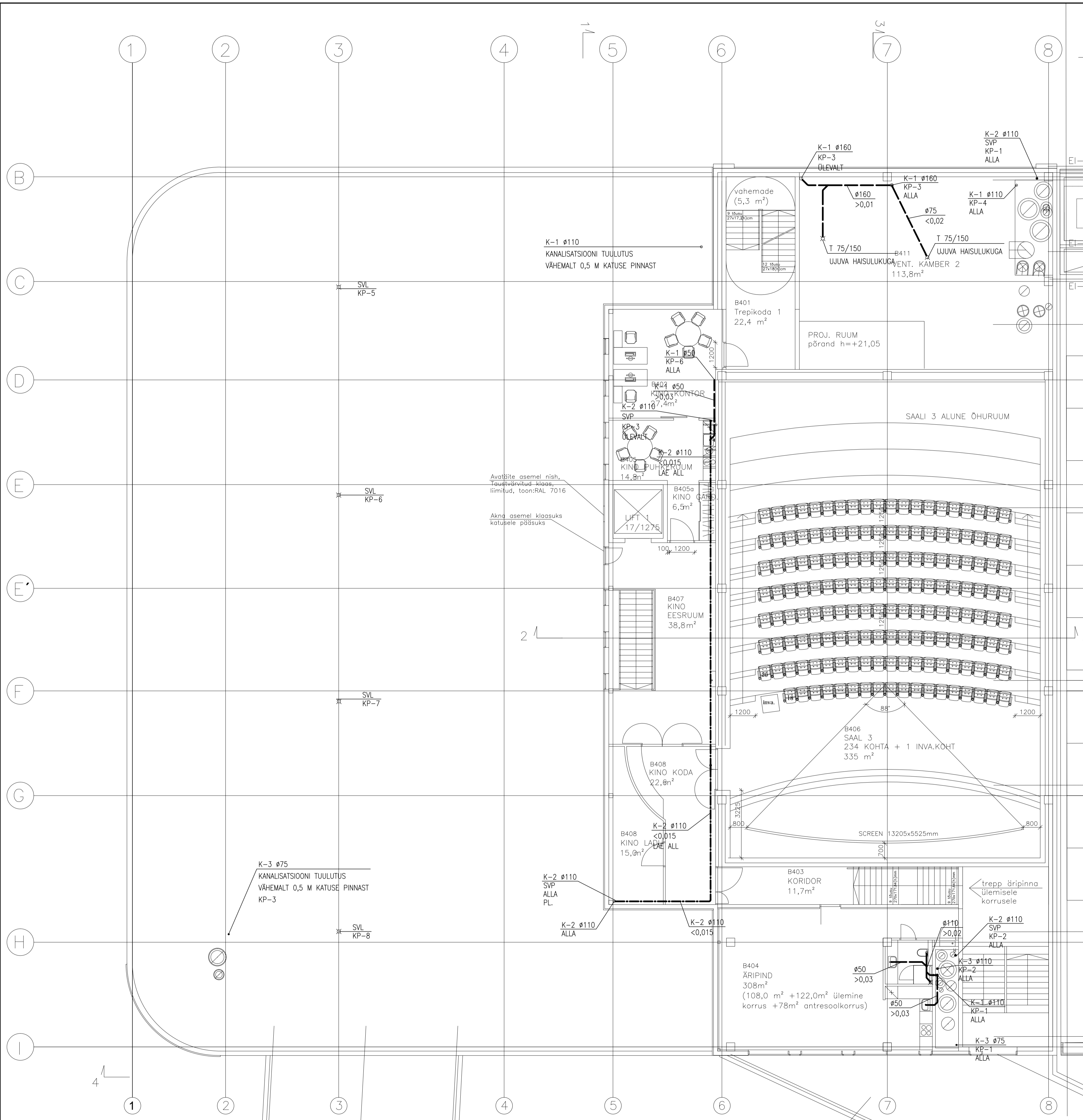
- K1 –OLMEKANALISATSIOON
- K2 –SADEVEEKANALISATSIOON
- K3 –TEHNOLOOGILINE KANALISATSIOON

- KP –KANALISATSIOONIPÜSTIK
- SVP –SADEVEEPEÜSTIK
- SVL –SADEVEEPELEHTER
- TM –TULETÖKKEMANSETT
- PO –PUHASTUSOTS
- PL –PUHASTUSLUUK
- KM: –TORU PÕHJA KÕRGUSMÄRK

- T50/150 – TRAPP DN50/150
- T75/150 – TRAPP DN75/150
- T110/150 – TRAPP DN110/150

- — — — — LÖIKEST ALLPOOL NÄHTAMATU TORU (PÕRANDAS VÕI ALUMISE KORRUSE LAE ALL)
- — — — — LÖIKEST ALLPOOL NÄHTAV TORU (PÕRANDA KOHAL VÕI SEINAL)
- · — · — · — LÖIKEST ÜLEVALLPOOL NÄHTAV TORU (LAE ALL)
- · — · — · — LÖIKEST ÜLEVALLPOOL NÄHTAMATU TORU TORU (RIPPLAE TAGA)

Magistritöö			Objekt:	Pärnu Keskus, Lai tn. 5
Nimi	Allkiri	Kuupäev	Nimetus:	3. korruse plaan/ülemine Kanalatsioon
Koostas	M.Vesi			
Juhendas	A. Veisman			
TTÜ Tartu Kolledž			Joonis:	VK-13
			Mõõkava:	1:100



MÄRKUSED

OLME- JA SADEVEEKANALISATSIOONILE PAIGALDADA TULETÖKKEKESKTSIOONIDEST LÄBVIKUDELE TULETÖKKEMANSETT. KANALISATSIOONI TORUD PAIGALDA ALUMISE KORRUSE LAE ALLA, KUI JOONISEL EI OLE TÄPSUSTAVAT MÄRGET LISATUD. LAE ALL PAIKNEV TORUSTIK ISOLEERIDA 50mm MINERAALVILLAGA $\approx 100\text{kg/m}^3$, FOOLIUMKATTEGA TORUKOORIK.

TINGMÄRGID

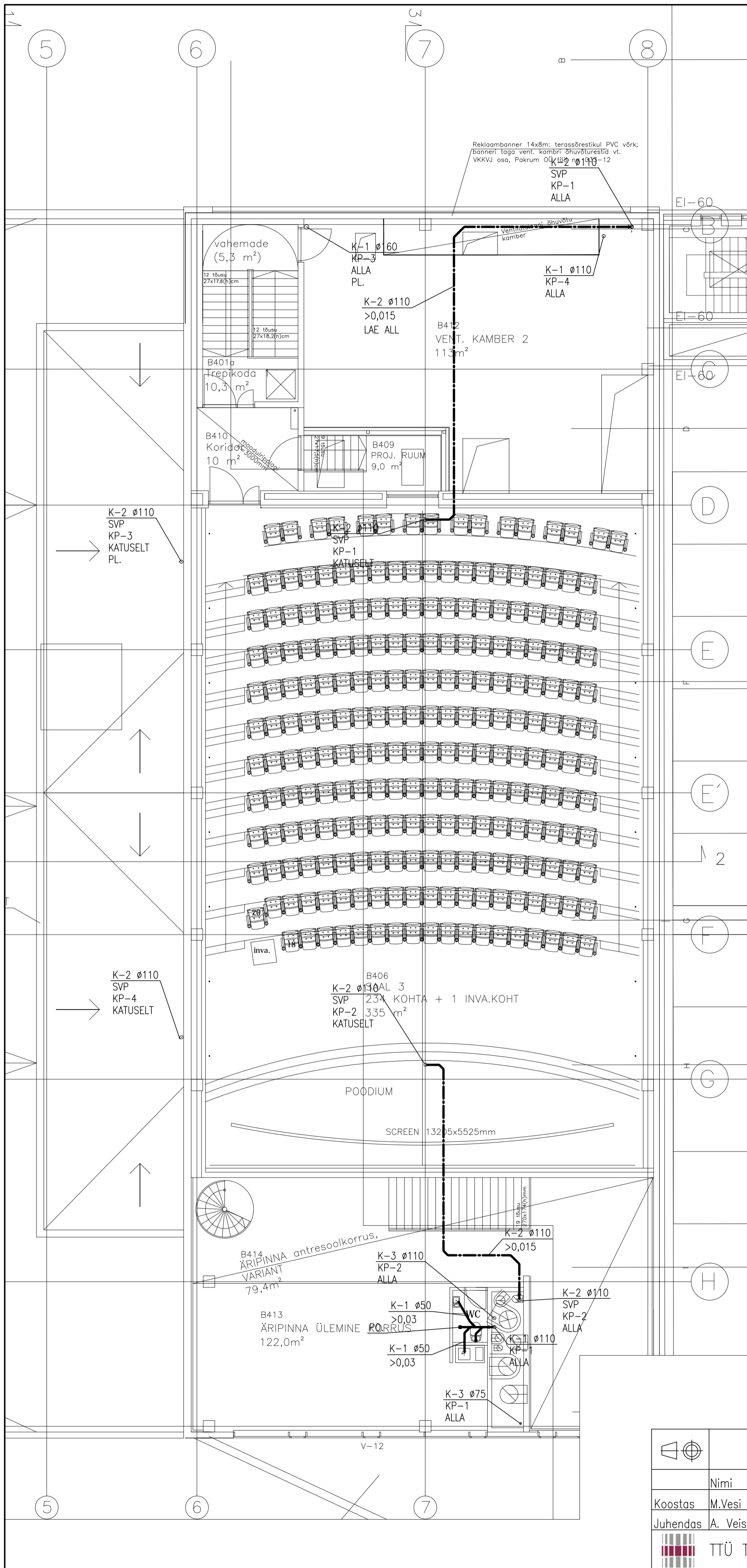
- K1 -OLMEKANALISATSIOON
- K2 -SADEVEEKANALISATSIOON
- K3 -TEHNOLOOGILINE KANALISATSIOON

- KP -KANALISATSIOONIPÜSTIK
- SVP -SADEVEEPEÜSTIK
- SVL -SADEVEEVELEHTER
- TTM -TULETÖKKEMANSETT
- PO -PUHASTUSOTS
- PL -PUHASTUSLUUK
- KM: -TORU PÕHJA KÕRGUSMÄRK

- T50/150 - TRAPP DN50/150
- T75/150 - TRAPP DN75/150
- T110/150 - TRAPP DN110/150

- — — — — LÖIKEST ALLPOOL NÄHTAMATU TORU (PÕRANDAS VÕI ALUMISE KORRUSE LAE ALL)
- — — — — LÖIKEST ALLPOOL NÄHTAV TORU (PÕRANDA KOHAL VÕI SEINAL)
- · — · — LÖIKEST ÜLEVALPOOL NÄHTAV TORU (LAE ALL)
- · — · — LÖIKEST ÜLEVALPOOL NÄHTAMATU TORU (RIIPLAE TAGA)

Magistritöö			Objekt: Pärnu Keskus, Lai tn. 5
Nimi	Allkiri	Kuupäev	Nimetus: 4. korruse plaan/alumine Kanalisatsioon
Koostas M.Vesi			
Juhendas A. Veisman			Joonis: VK-14
TTÜ Tartu Kolledž			Mõõtkava: 1:100



MÄRKUSED

OLME- JA SADEVEEKANALISATSIOONILE PAIGALDADA TULETÖKKESEKTSIOONIDEST LÄBIVIKUDELE TULETÖKKEMANSETT.

KANALISATSIOONI TORUD PAIGALDA ALUMISE KORRUSE LAE ALLA, KUI JOONISEL EI OLE TÄPSUSTAVAT MÄRGET LISATUD.

LAE ALL PAIKNEV TORUSTIK ISOLEERIDA 50mm MINERAALVILLAGA $\delta \geq 100 \text{ kg/m}^3$, FOOLIUMKATTEGA TORUKOORIK.

TINGMÄRGID

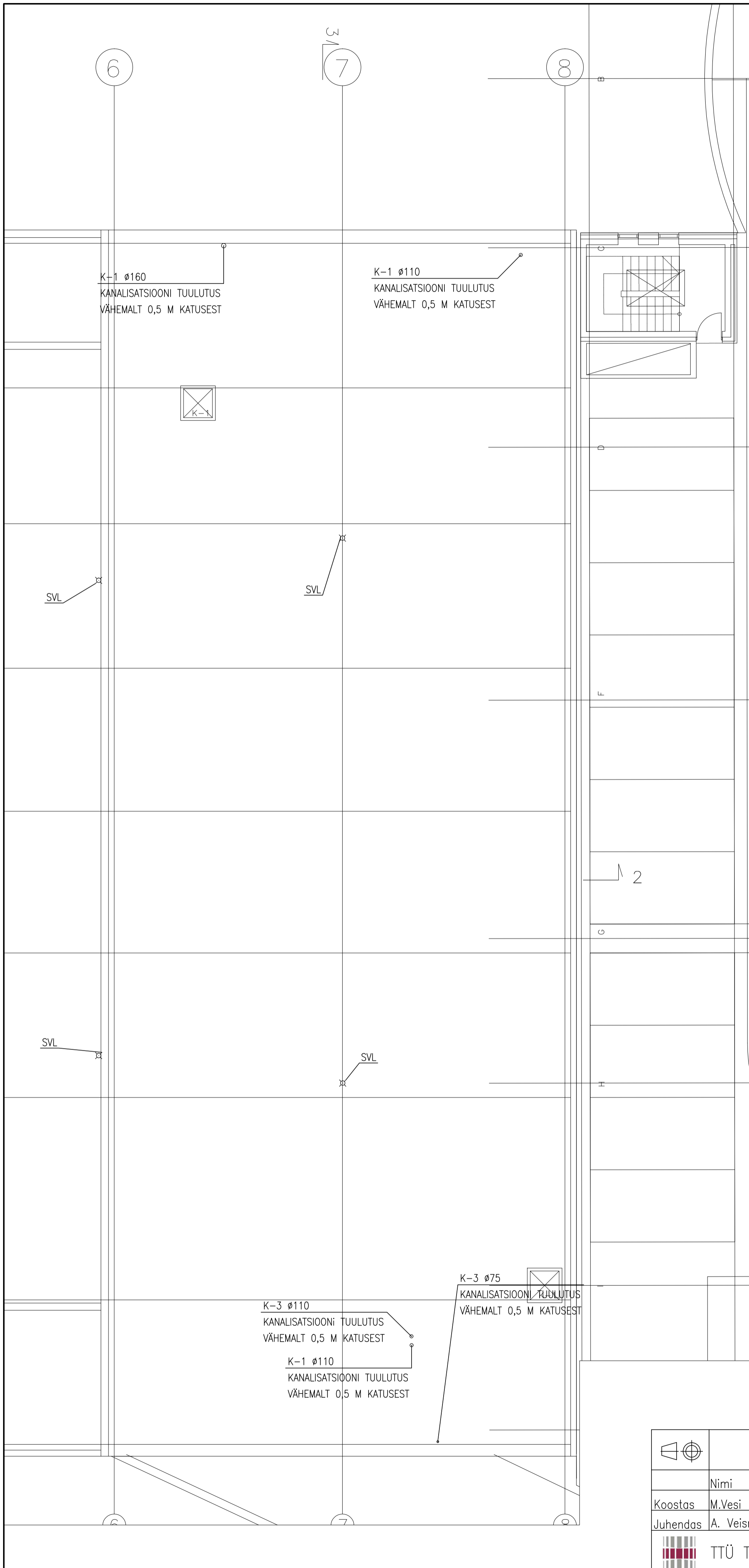
K1 –OLMEKANALISATSIOON
K2 –SADEVEEKANALISATSIOON
K3 –TEHNOLOOGILINE KANALISATSIOON

KP –KANALISATSIOONIPÜSTIK
SVP –SADEMEVEEPÜSTIK
SVL –SADEMEVEELEHTER
TTM –TULETÖKKEMANSETT
P. –PUHASTUSOTS
PL. –PUHASTUSLUUK
KM: –TORU PÕHJA KÕRGUSMÄRK

T50/150 – TRAPP DN50/150
T75/150 – TRAPP DN75/150
T110/150 – TRAPP DN110/150

- — — — — LÕIKEST ALLPOOL NÄHTAMATU TORU (PÖRANDAS VÕI ALUMISE KORRUSE LAE ALL)
- — — — — LÕIKEST ALLPOOL NÄHTAV TORU (PÖRANDA KOHAL VÕI SEINAL)
- · — · — LÕIKEST ÜLEVALPOOL NÄHTAV TORU (LAE ALL)
- · — · — LÕIKEST ÜLEVALPOOL NÄHTAMATU TORU TORU (RIPPLAE TAGA)

	Magistritöö			Objekt:	Pärnu Keskus, Lai tn. 5
	Nimi	Allkiri	Kuupäev	Nimetus:	4. korruse plaan/ülemine Kanalisatsioon
Koostas	M.Vesi				
Juhendas	A. Veisman				
				Joonis:	VK-15
				Mõõtkava:	1:100



MÄRKUSED

OLME- JA SADEVEEKANALISATSIOONILE PAIGALDADA TULETÖKKESEKTSIOONIDEST LÄBIVIKUDELE TULETÖKKEMANSETT.

KANALISATSIOONI TORUD PAIGALDA ALUMISE KORRUSE LAE ALLA, KUI JOONISEL EI OLE TÄPSUSTAVAT MÄRGET LISATUD.

LAE ALL PAIKNEV TORUSTIK ISOLEERIDA 50mm MINERAALVILLAGA $\delta \geq 100 \text{ kg/m}^3$, FOOLIUMKATTEGA TORUKOORIK.

TINGMÄRGID

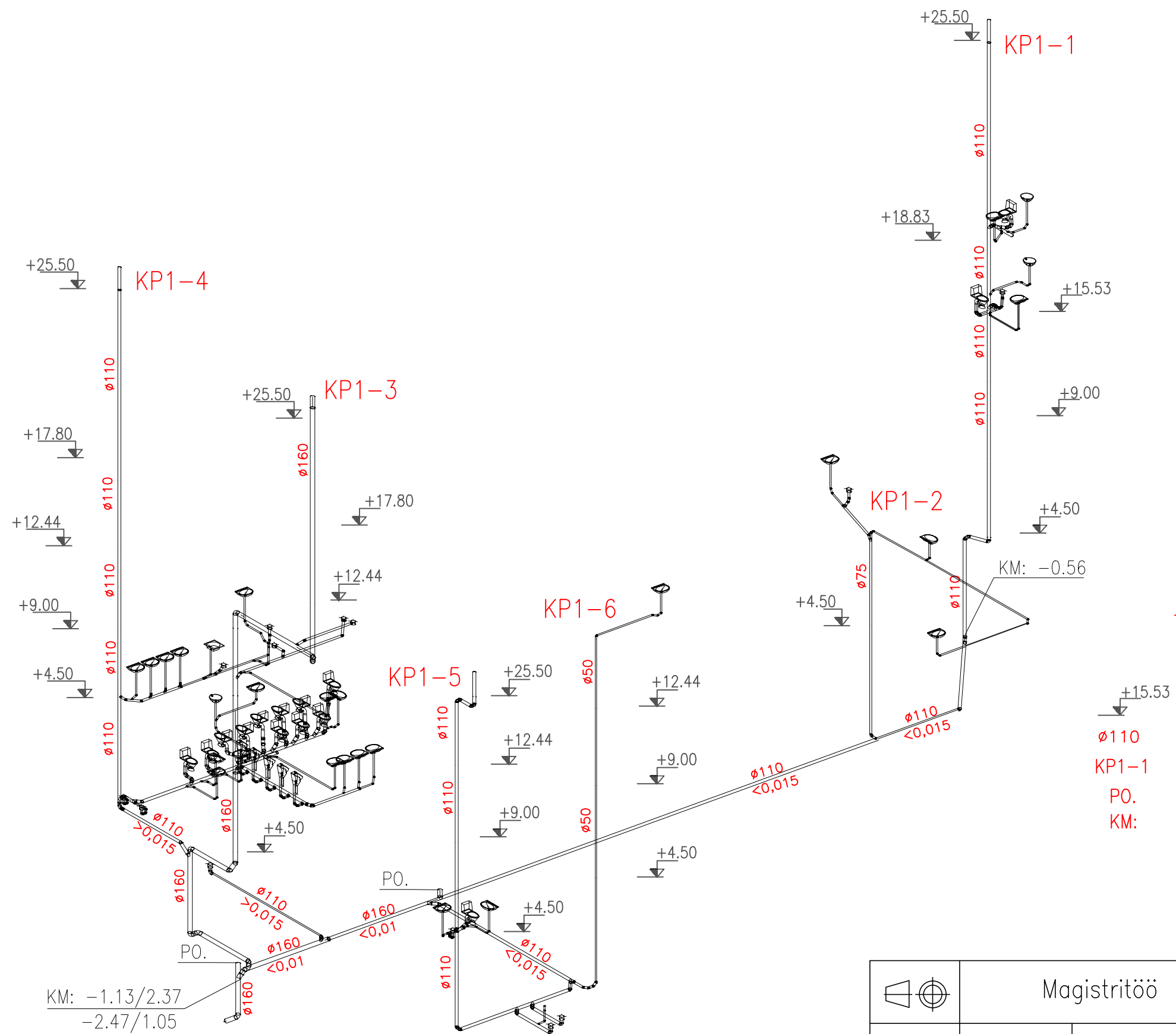
K1 -OLMEKANALISATSIOON
 K2 -SADEMEVEEKANALISATSIOON
 K3 -TEHNOLOOGILINE KANALISATSIOON

KP -KANALISATSIOONIPÜSTIK
 SVP -SADEMEVEEPÜSTIK
 SVL -SADEMEVEELEHTER
 TTM -TULETÖKKEMANSETT
 PO. -PUHASTUSOTS
 PL. -PUHASTUSLUUK
 KM: -TORU PÕHJA KÕRGUSMÄRK

T50/150 - TRAPP DN50/150
 T75/150 - TRAPP DN75/150
 T110/150 - TRAPP DN110/150

- — — — — LÕIKEST ALLPOOL NÄHTAMATU TORU (PÕRANDAS VÕI ALUMISE KORRUSE LAE ALL)
- — — — — LÕIKEST ALLPOOL NÄHTAV TORU (PÕRANDA KOHAL VÕI SEINAL)
- · · · · · LÕIKEST ÜLEVALPOOL NÄHTAV TORU (LAE ALL)
- · · · · · LÕIKEST ÜLEVALPOOL NÄHTAMATU TORU TORU (RIPPLAE TAGA)

	Magistritöö			Objekt:	Pärnu Keskus, Lai tn. 5
	Nimi	Allkiri	Kuupäev	Nimetus:	Katuse plaan Kanalisatsioon
Koostas	M.Vesi				
Juhendas	A. Veisman				
	TTÜ Tartu Colledž			Joonis:	VK-16
				Mõõtkava:	1:100

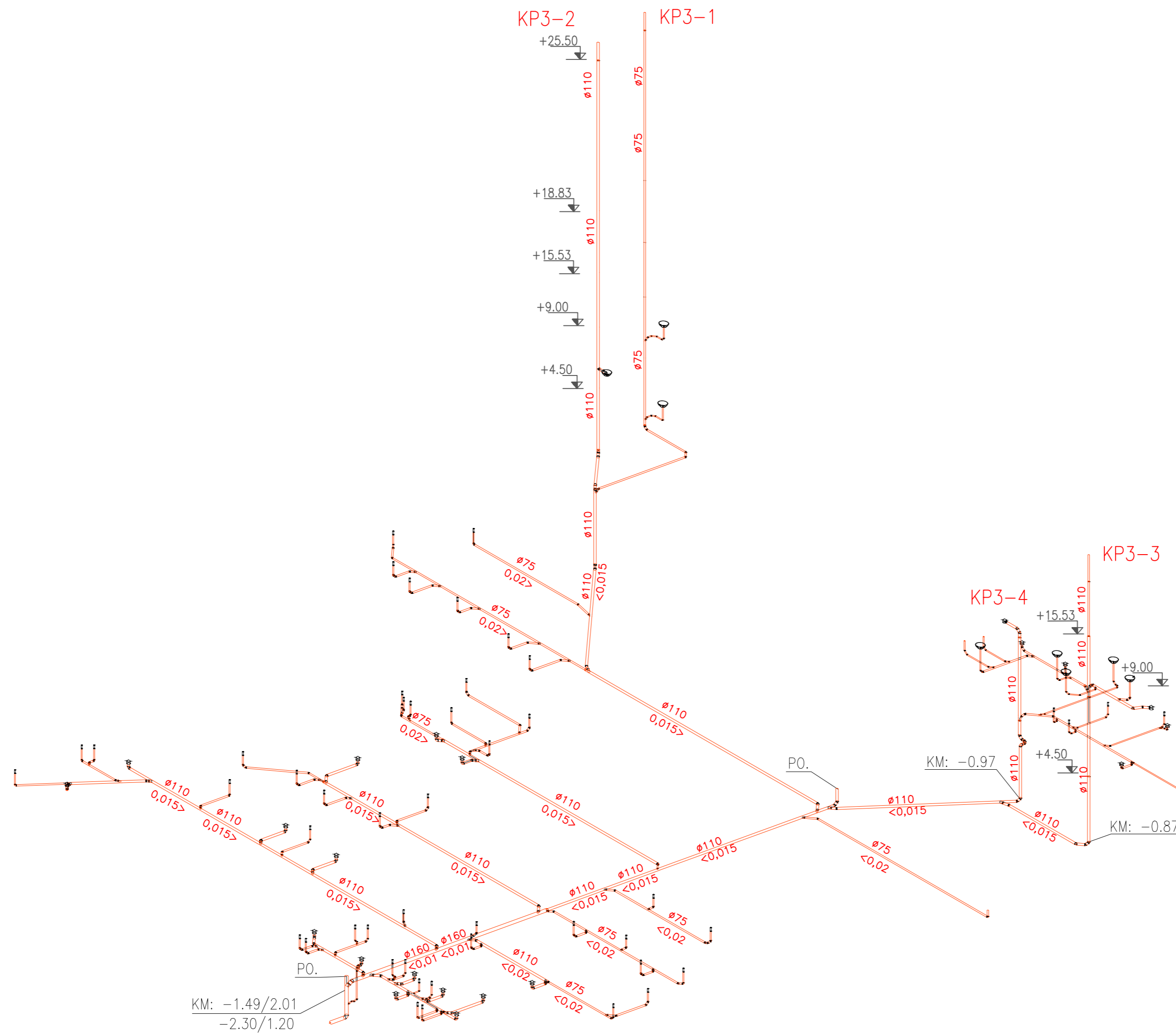


TINGMÄRGID

KORRUSE PÕRANDA KÕRGMUSMÄRK
 TORU VÄLISLÄBIMÕÖT, mm
 KP1-1 OLMEKANALISATSIOONIPÜSTIK
 PUHASTUSOTS
 TORU PÕHJA KÕRGMUSMÄRK

KM: -1.13/2.37
 -2.47/1.05

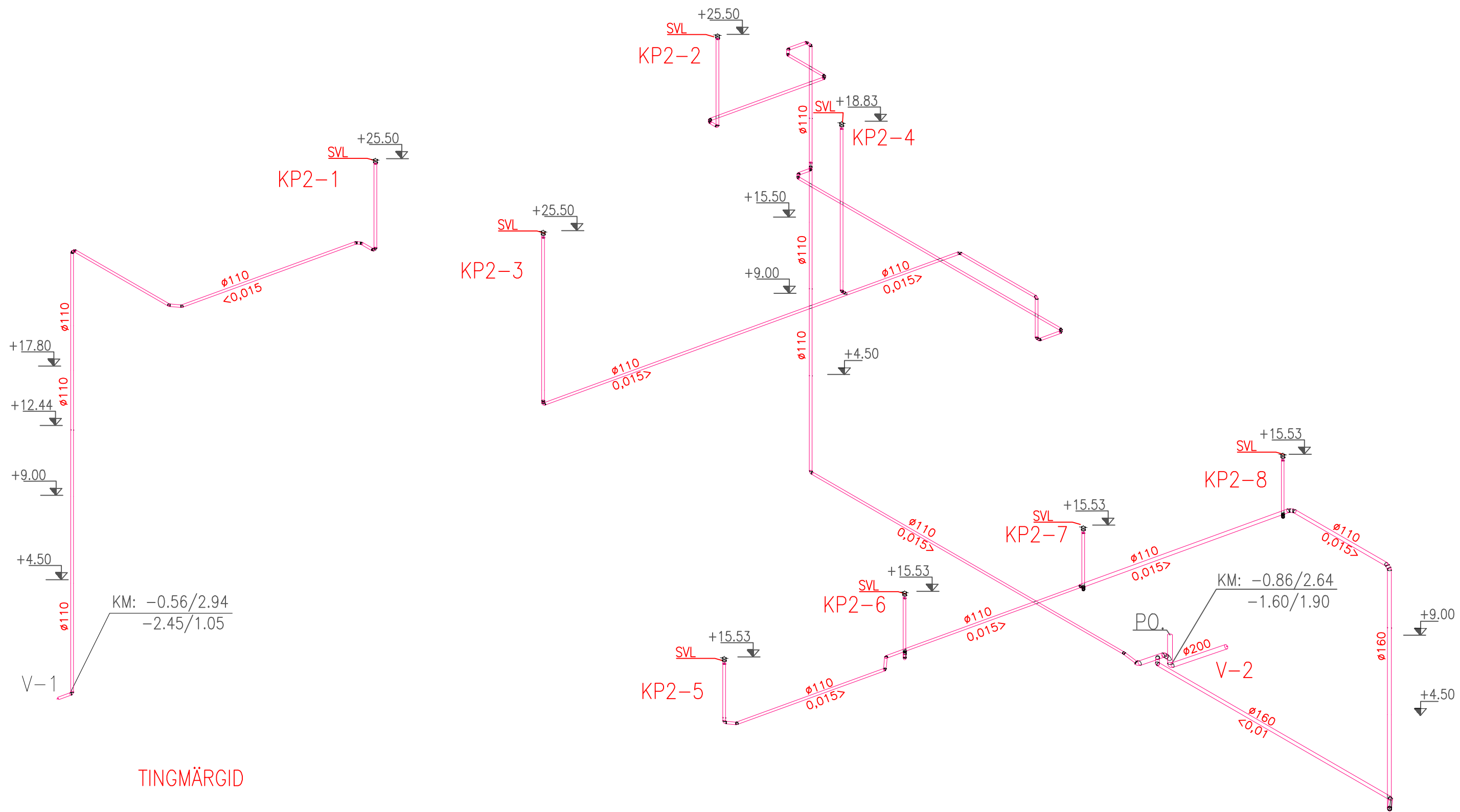
	Magistritöö			Objekt:	Pärnu Keskus, Lai tn. 5	
	Nimi	Allkiri	Kuupäev	Nimetus:	Aksonomeetiline skeem Olmekanalisatsioon	
Koostas	M.Vesi			Joonis:	VK-17	Mõõtkava: 1:200
Juhendas	A.Veisman			TTÜ Tartu Kolledž		




TINGMÄRGID

- ± 15.53 KORRUSE PÕRANDA KÕRGMUSMÄRK
- $\phi 110$ TORU VÄLISLÄBIMÕÖT, mm
- KP2-1 SADEMEKANALISATSIOONIPÜSTIK
- PO. PUHASTUSOTS
- KM: TORU PÕHJA KÕRGMUSMÄRK

	Magistritöö			Objekt:	Pärnu Keskus, Lai tn. 5
	Nimi	Allkiri	Kuupäev	Nimetus:	Aksonomeetriline skeem Tehnokanaliseatsioon
Koostas	M.Vesi				
Juhendas	A.Veisman				
	TTÜ Tartu Kollidz	Joonis:	VK-18	Mõõtkava:	1:200



TINGMÄRGID

-  +15.53 KORRUSE PÖRANDA KÕRGMUSMÄRK
- ø110 TORU VÄLISLÄBIMÕÖT, mm
- KP2-1 SADEMEKANALISATSIOONIPÜSTIK
- PO. PUHASTUSOTS
- KM: TORU PÕHJA KÕRGUSMÄRK
- SVL SADEVEELEHTER

	Magistritöö			Objekt:	Pärnu Keskus, Lai tn. 5	
	Nimi	Allkiri	Kuupäev	Nimetus:	Aksonomeetiline skeem Sademeveekanaliseatsioon	
Koostas	M.Vesi					
Juhendas	A.Veisman			Joonis:	VK-19	Mõõtkava: 1:200
TTÜ Tartu Kolledž						



1918

TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOL
TARTU KOLLEDŽ

Säästva tehnoloogia õppetool

KAUBANDUSKESKUSE KÜTTE, VEEVÄRGI JA KANALISATSIOONI PROJEKTEERIMINE

DESIGN OF CENTRAL HEATING, WATER SUPPLY AND DRAINAGE FOR A
SHOPPING CENTRE

Graafilised lisad

NTS 60 LT

Magistritöö
materjalide taaskasutuse erialal

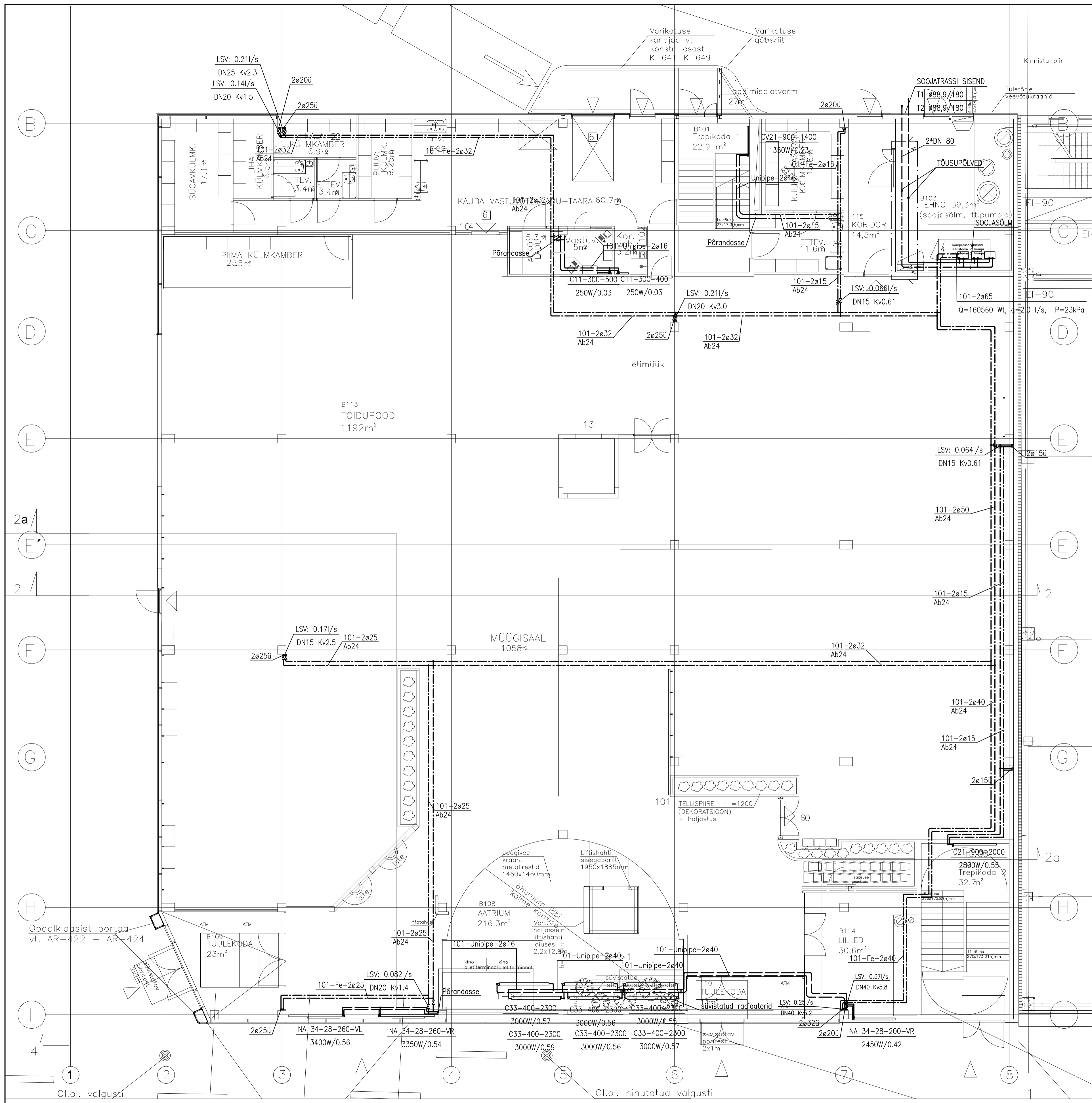
Üliõpilane: **Mirjam Vesi**

Juhendajad: **Aivo Veisman, Jüri Resev**

Tartu, 2014

JOONISTE LOETELU

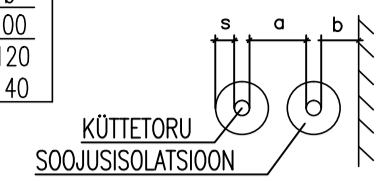
1.korruse plaan. Veevarustus ja tuletõrjevesi	VK-1	1:100
2.korruse plaan. Veevarustus ja tuletõrjevesi	VK-2	1:100
3.korruse plaan/alumine. Veevarustus ja tuletõrjevesi	VK-3	1:100
3.korruse plaan/ülemine. Veevarustus ja tuletõrjevesi	VK-4	1:100
4.korruse plaan/alumine. Veevarustus ja tuletõrjevesi	VK-5	1:100
4.korruse plaan/ülemine. Veevarustus ja tuletõrjevesi	VK-6	1:100
Veevarustus. Põhimõtteline skeem	VK-7	-
Külmaveetorustik. Aksonomeetriline skeem	VK-8	1:200
Soojavee- ja tsirkulatsioonitorustik. Aksonomeetriline skeem	VK-9	1:200
1.korruse plaan. Kanalisatsioon	VK-10	1:100
2.korruse plaan. Kanalisatsioon	VK-11	1:100
3.korruse plaan/alumine. Kanalisatsioon	VK-12	1:100
3.korruse plaan/ülemine. Kanalisatsioon	VK-13	1:100
4.korruse plaan/alumine. Kanalisatsioon	VK-14	1:100
4.korruse plaan/ülemine. Kanalisatsioon	VK-15	1:100
Katus. Kanalisatsioon	VK-16	1:100
Olmekanaliseerimine. Aksonomeetriline skeem	VK-17	1:200
Tehnokanaliseerimine. Aksonomeetriline skeem	VK-18	1:200
Sademeveekanaliseerimine. Aksonomeetriline skeem	VK-19	1:200
1.korruse plaan. Küte	K-1	1:100
2.korruse plaan. Küte	K-2	1:100
3.korruse plaan/alumine. Küte	K-3	1:100
3.korruse plaan/ülemine. Küte	K-4	1:100
4.korruse plaan/alumine. Küte	K-5	1:100
4.korruse plaan/ülemine. Küte	K-6	1:100
Küttetorustik. Aksonomeetriline skeem	K-7	1:200



MÄRKUSED

Torude isoleerimine ja paigalduskaugused

Läbimõõt	Seeria 22			Seeria 24			Seeria 25		
	s	a	b	s	a	b	s	a	b
10-49	30	110	70	50	150	90	60	170	100
50-89	40	130	80	60	170	100	80	210	120
90-169	50	150	90	80	210	120	100	260	140



Horisontaalsete torude kinnituskaukused

Terastorud	DN	mm
	<20	2500
	20	2500
	25	2500
	32	2500
	40	2500
	50	3000

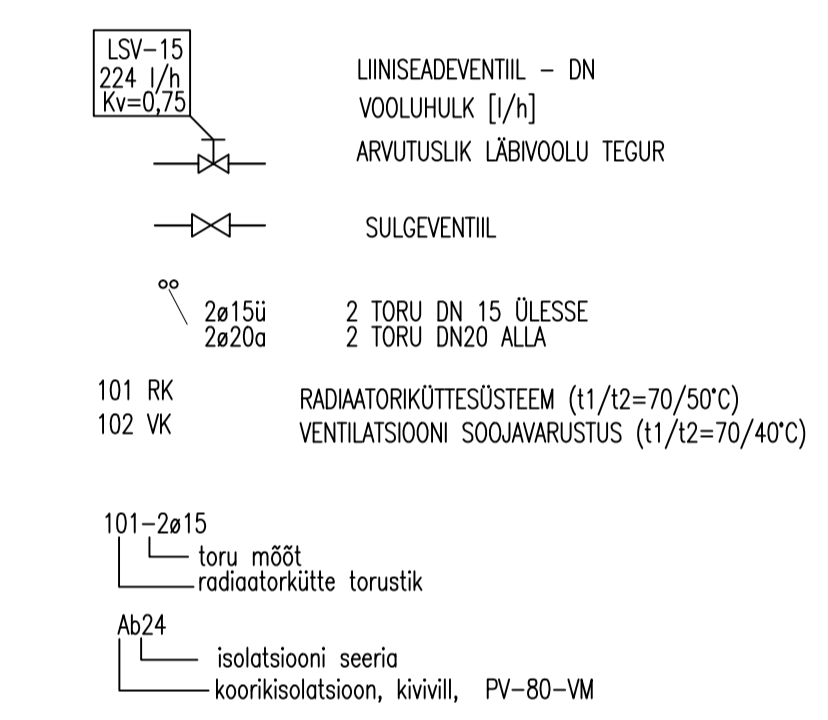
UNIPIPE toru tehnilised andmed

Toru läbimõõt	Sisäläbimõõt
16x2.0	12
20x2.25	15.5
25x2.5	20.0
32x3.0	26.0
40x4.0	32.0

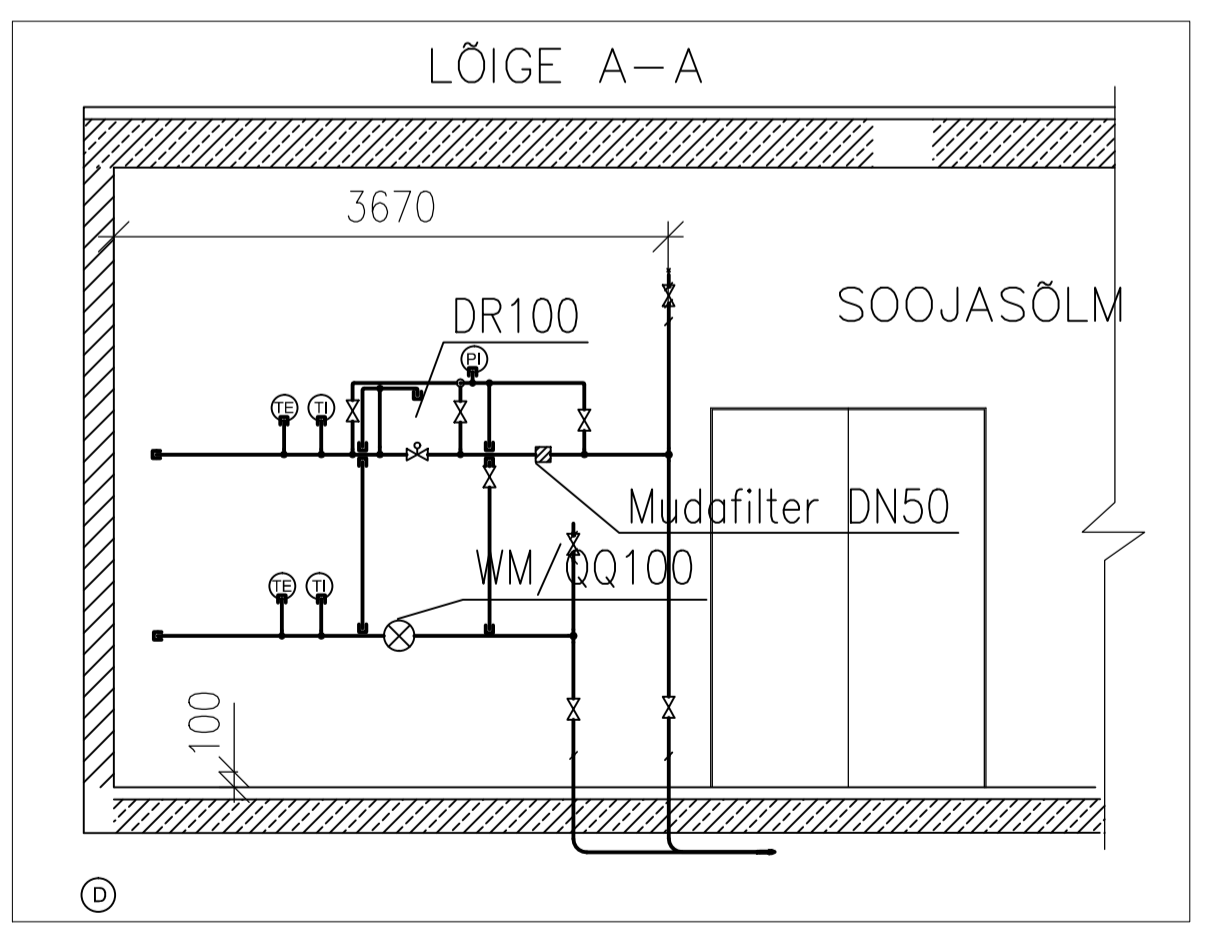
Küttesüsteemides kasutatavate keskseeria terastorude nimiläbimõõdud, seinä nimipaksused ja mass

Nimiläbimõõt DN	Välisläbimõõt min. mm	Seinä min. paksus, mm	Sisäläbimõõt min. mm
15	21.0	2.65	15.7
20	26.5	3.25	21.2
25	33.3	3.25	26.8
32	42.0	3.25	35.5
40	47.9	3.25	41.4
50	59.7	3.65	52.4
65	75.3	2.65	68.0
80	88.0	4.05	79.9
100	113.1	4.50	104.1

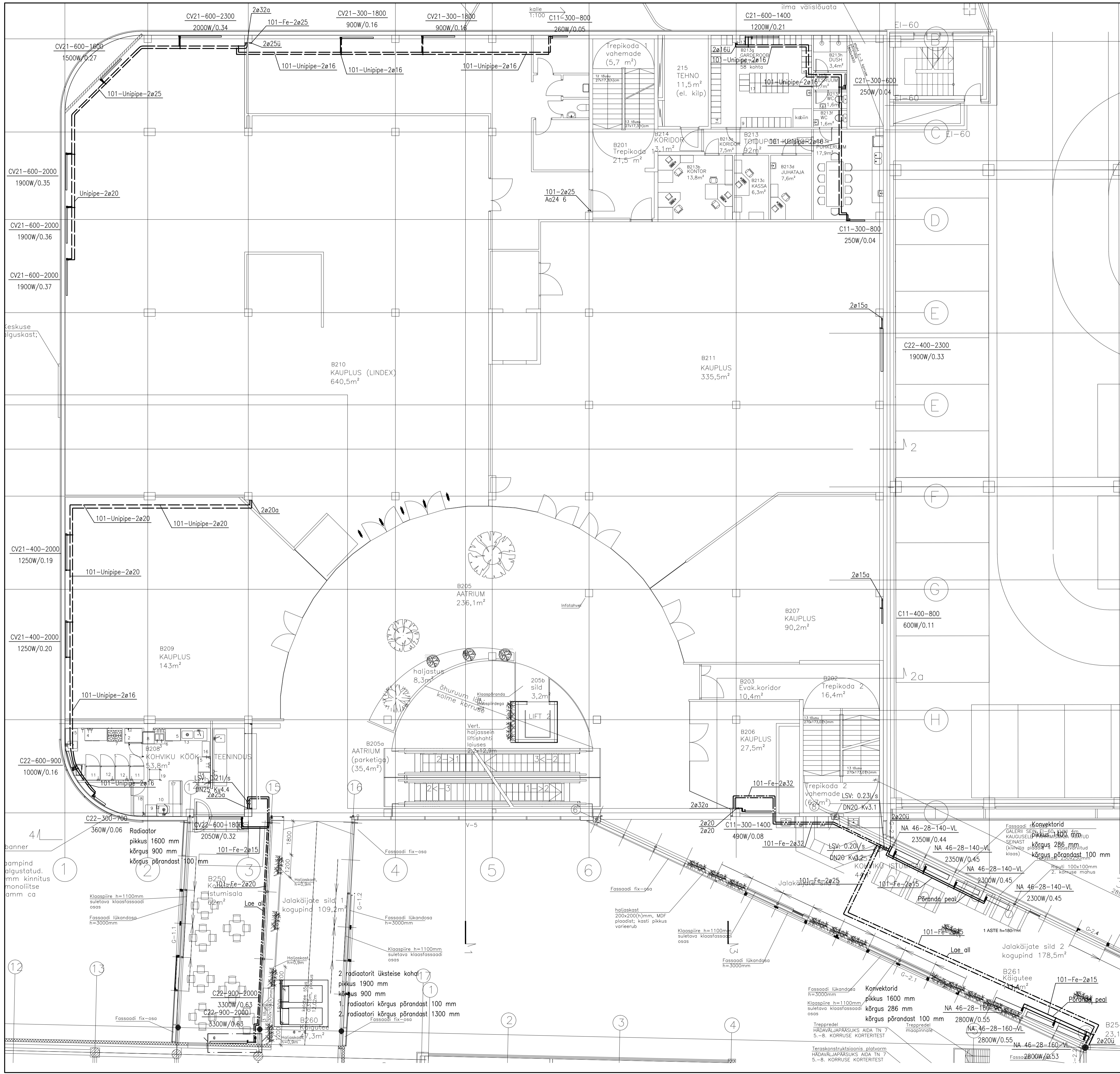
TINGMÄRGID



KÜTTE MAGISTRAALTORUD ISOLEERIDA VASTAVALT LVI 50-10345-le: Ab**
PÕRANDASISESED TORUD EHITADA Unipipe (komposiit) TORUDEST JA PAIGALDADA HÜLSSI.



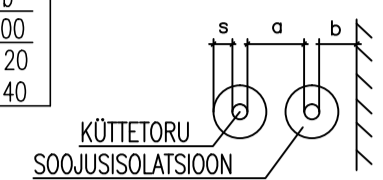
Magistritöö			Objekt:	Pärnu Keskus, Lai tn. 5	
Nimi	Allkiri	Kuupäev	Nimetus:	1. korruse plaan	
Koostas	M.Vesi			Küte	
Juhendas	A. Veisman		Joonis:	K-1	Mõõtka: 1:100
TTÜ Tartu Kolledž					



MÄRKUSED

Torude isoleerimine ja paigalduskaugused

Läbimõõt	Seeria 22	Seeria 24	Seeria 25
Du mm	s a b	s a b	s a b
10-49	30 110 70	50 150 90	80 170 100
50-89	40 130 80	60 170 100	80 210 120
90-169	50 150 90	80 210 120	100 260 140



Horisontaalsete torude kinnituskaukused Terastorud

DN	mm
<20	2500
20	2500
25	2500
32	2500
40	2500
50	3000

UNIPIPE toru tehnilised andmed

Toru läbimõõt	Sisäläbimõõt
mm	mm
16x2,0	12
20x2,25	15,5
25x2,5	20,0
32x3,0	26,0
40x4,0	32,0

Küttesüsteemides kasutatavate keskeeria terastorude nimiläbimõõdud, seinä nipipaksused ja mass

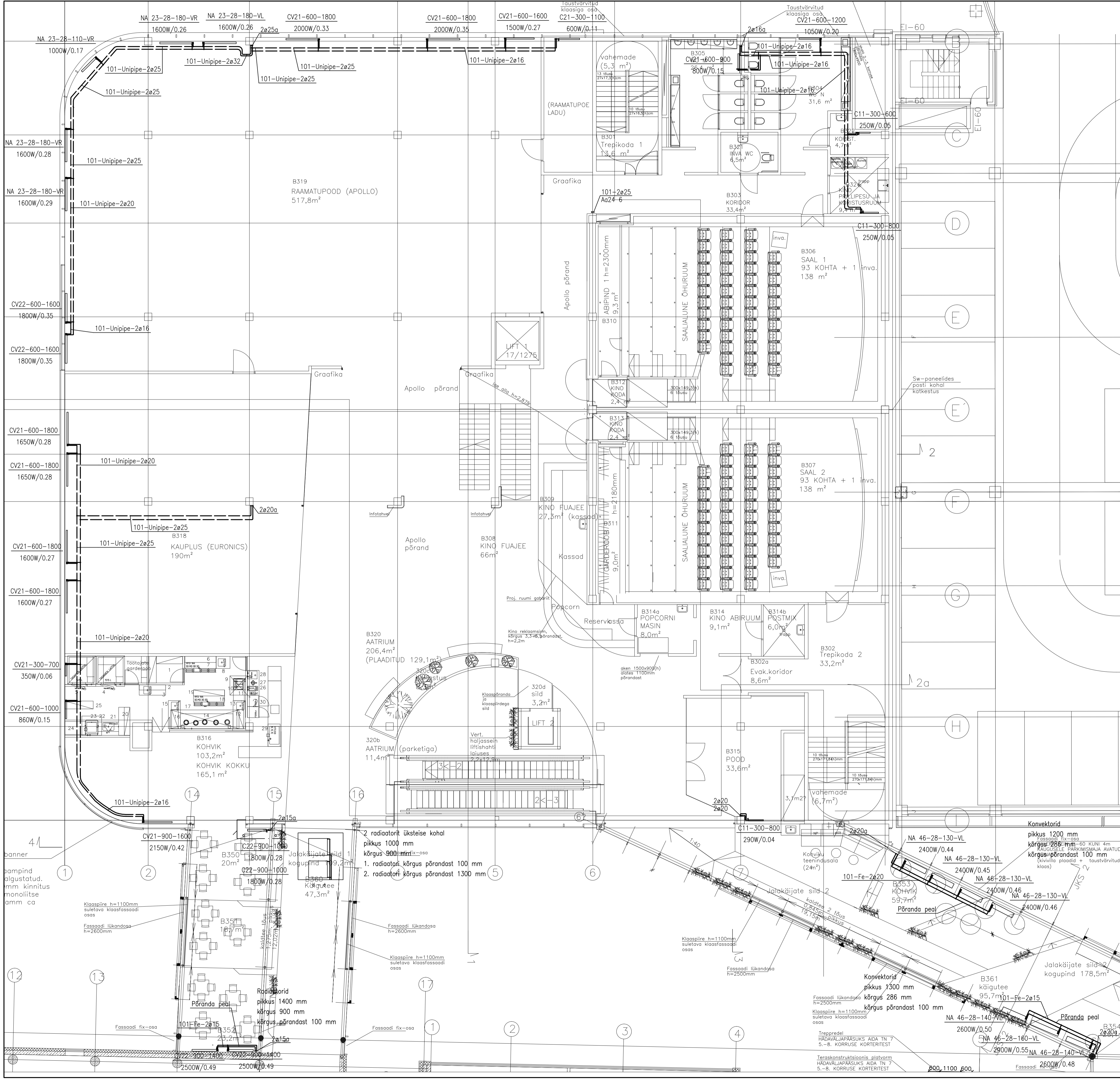
Nimiläbimõõt DN	Välisläbimõõt min. mm	Seinä min. paksus mm	Sisäläbimõõt min. mm
15	21,0	2,65	15,7
20	26,5	3,25	21,2
25	33,3	3,25	26,8
32	42,0	3,25	35,5
40	47,9	3,25	41,4
50	58,7	3,65	52,4
65	75,3	2,65	68,0
80	88,0	4,05	79,9
100	113,1	4,50	104,1

TINGMÄRGID

- LINISEADEVENTIL - DN VOOLUHLUK [l/h] ARVUTUSLIK LÄBVOOLU TEGUR
- SULGEVENTIL
- 2 TORU DN 15 ÜLESSE
2 TORU DN20 ALLA
- 101 RK RADIATORIKÜTESÜSTEEM (t1/t2=70/50°C)
102 VK VENTILATSIOONI SOOJAVARUSTUS (t1/t2=70/40°C)
- 101-2e15 toru mõõt radiatori kütte torustik
- Ab24 isolatsiooni seeria koorisolsatsioon, kivivill, PV-80-VM

MÄRKUSED:
KÜTTE MAGISTRAALTORUD ISOLEERIDA VASTAVALT LW 50-10345-le: Ab**
PÕRANDASESED TORUD EHITADA UniPIPE (komposiit) TORUDELE JA PAIGALDADA HÜLSISI.

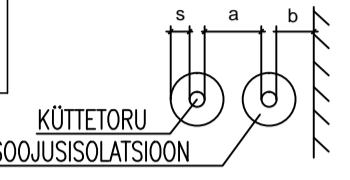
Magistritöö			Objekt:	Pärnu Keskus, Lai tn. 5
Nimi	Alkiri	Kuupäev	Nimetus:	2. korruse plaan
Koostas	M.Vesi			Küte
Juhendas	A. Veisman		Joonis:	K-2
TTÜ Tartu Kollidž			Mõõtkava:	1:100



MÄRKUSED

Toru isoleerimine ja paigalduskaugused

Läbimõõt D _u mm	Seria 22			Seria 24			Seria 25		
	s	a	b	s	a	b	s	a	b
10-49	30	110	70	50	150	90	60	170	100
50-89	40	130	80	60	170	100	80	210	120
90-169	50	150	90	80	210	120	100	260	140



Horisontaalsele torule kinnituskaugetud

Terastorud	DN	mm
	<20	2500
	20	2500
	25	2500
	40	2500
	50	3000

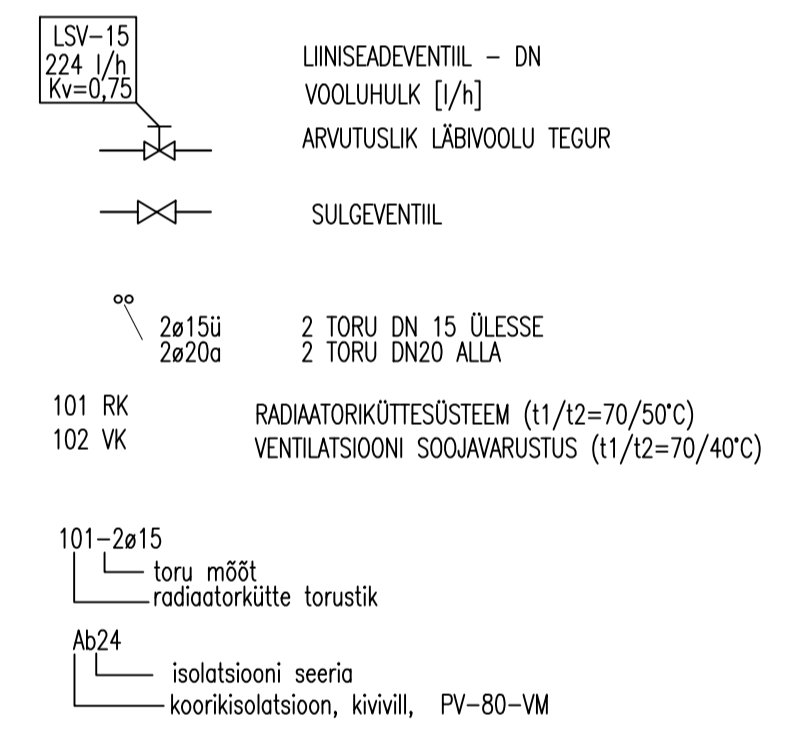
UNIPIPE toru tehnilised andmed

Toru läbimõõt	Sisäläbimõõt
16x2,0	12
20x2,25	15,5
25x2,5	20,0
32x3,0	26,0
40x4,0	32,0

Küttesüsteemides kasutatavate keskseeria terastorude nimiläbimõõdud, seinapaksused ja mass

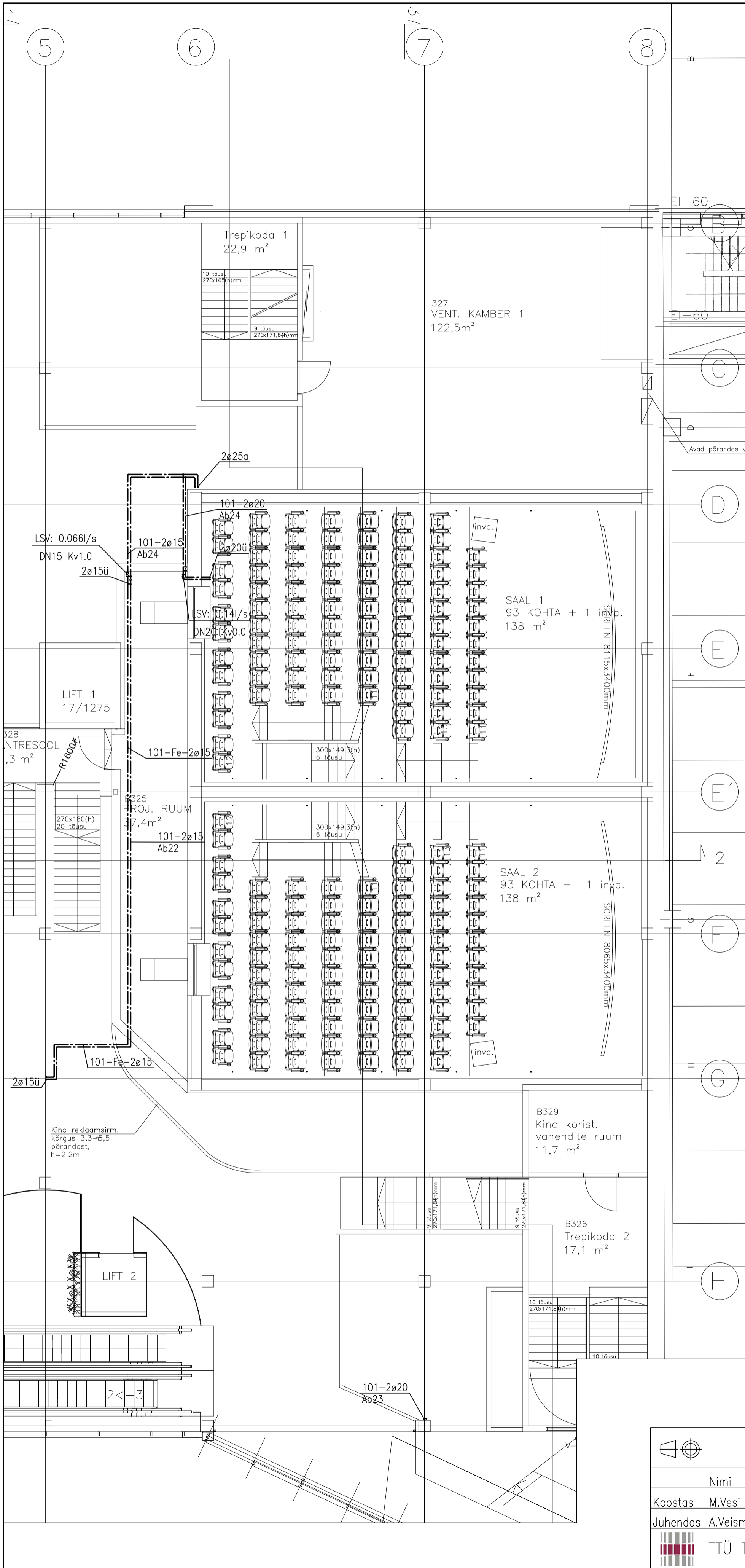
Nimiläbimõõt DN	Välisläbimõõt min., mm	Seina min. paksus, mm	Sisäläbimõõt min., mm
15	21,0	2,65	15,7
20	26,5	3,25	21,2
25	33,3	3,25	26,8
32	42,0	3,25	35,5
40	47,9	3,25	41,4
50	59,7	3,65	52,4
65	75,3	2,65	68,0
80	88,0	4,05	79,9
100	113,1	4,50	104,1

TINGMÄRGID



MÄRKUSED:
KÜTTE MAGISTRALTORUD ISOLEERIDA VASTAVALT LVI 50-10345-le: Ab**
PÕRANDASESED TORUD Ehitada Unipipe (komposiit) TORUDEST JA PAIGALDADA HÜLLSI.

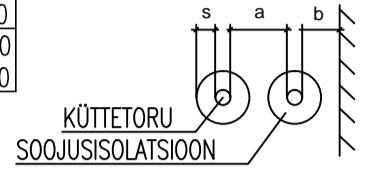
Magistritöö			Objekt:	Pärnu Keskus, Lai tn. 5
Nimi	Allkirj	Kuupäev	Nimetus:	3. korruse plaan/alumine Küte
Koostas	M.Vesi			
Juhendas	A. Veisman			
TTÜ Tartu Kolledž			Joonis:	K-3
			Mõõtkava:	1:100



MÄRKUSED

Torude isoleerimine ja paigalduskaugused

Läbimõõt Du mm	Seeria 22			Seeria 24			Seeria 25		
	s	a	b	s	a	b	s	a	b
10-49	30	110	70	50	150	90	60	170	100
50-89	40	130	80	60	170	100	80	210	120
90-169	50	150	90	80	210	120	100	260	140



Horisontaalsete torude kinnituskauused
Terastorud

DN	mm
<20	2500
20	2500
25	2500
32	2500
40	2500
50	3000

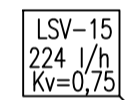
UNIPIPE toru tehnilised andmed

Toru läbimõõt, mm	Sisäläbimõõt, mm
16x2,0	12
20x2,25	15,5
25x2,5	20,0
32x3,0	26,0
40x4,0	32,0

Küttesüsteemides kasutatavate keskseeria terastorude nimiläbimõõdud, seinä nipipaksused ja mass

Nimiläbimõõt DN	Välisläbimõõt min., mm	Seinä min. paksus, mm	Sisäläbimõõt min., mm
15	21,0	2,65	15,7
20	26,5	3,25	21,2
25	33,3	3,25	26,8
32	42,0	3,25	35,5
40	47,9	3,25	41,4
50	59,7	3,65	52,4
65	75,3	2,65	68,0
80	88,0	4,05	79,9
100	113,1	4,50	104,1

TINGMÄRGID

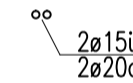


LSV-15
224 l/h
kv=0,75

LIINISEADVENTIL - DN
VOOLUHULK [l/h]
ARVUTUSLIK LÄBIVOOLU TEGUR



SULVENTIL



2015ü
2020a

2 TORU DN 15 ÜLESSE
2 TORU DN20 ALLA

101 RK

RADIAATORIKÜTTESÜSTEEM (t1/t2=70/50°C)

102 VK

VENTILATSIOONI SOOJAVARUSTUS (t1/t2=70/40°C)

101-2015

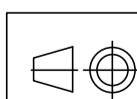
toru mõõt
radiaatorkütte torustik

Ab24

isolatsiooni seeria
koorisolatsioon, kivivill, PV-80-VM

MÄRKUSED:

KÜTTE MAGISTRAALTORUD ISOLEERIDA VASTAVALT LVI 50-10345-le: Ab**
PÕRANDASISESED TORUD EHITADA Unipipe (komposiit) TORUDEST JA PAIGALDADA HÜLSSI.



Magistritöö

Objekt:

Pärnu Keskus, Lai tn. 5

Nimi

Allkiri

Kuupäev

Nimetus:

3. korruse plaan/ülemine
Küte

Koostas

M.Vesi

Juhendas

A.Veisman

Joonis:

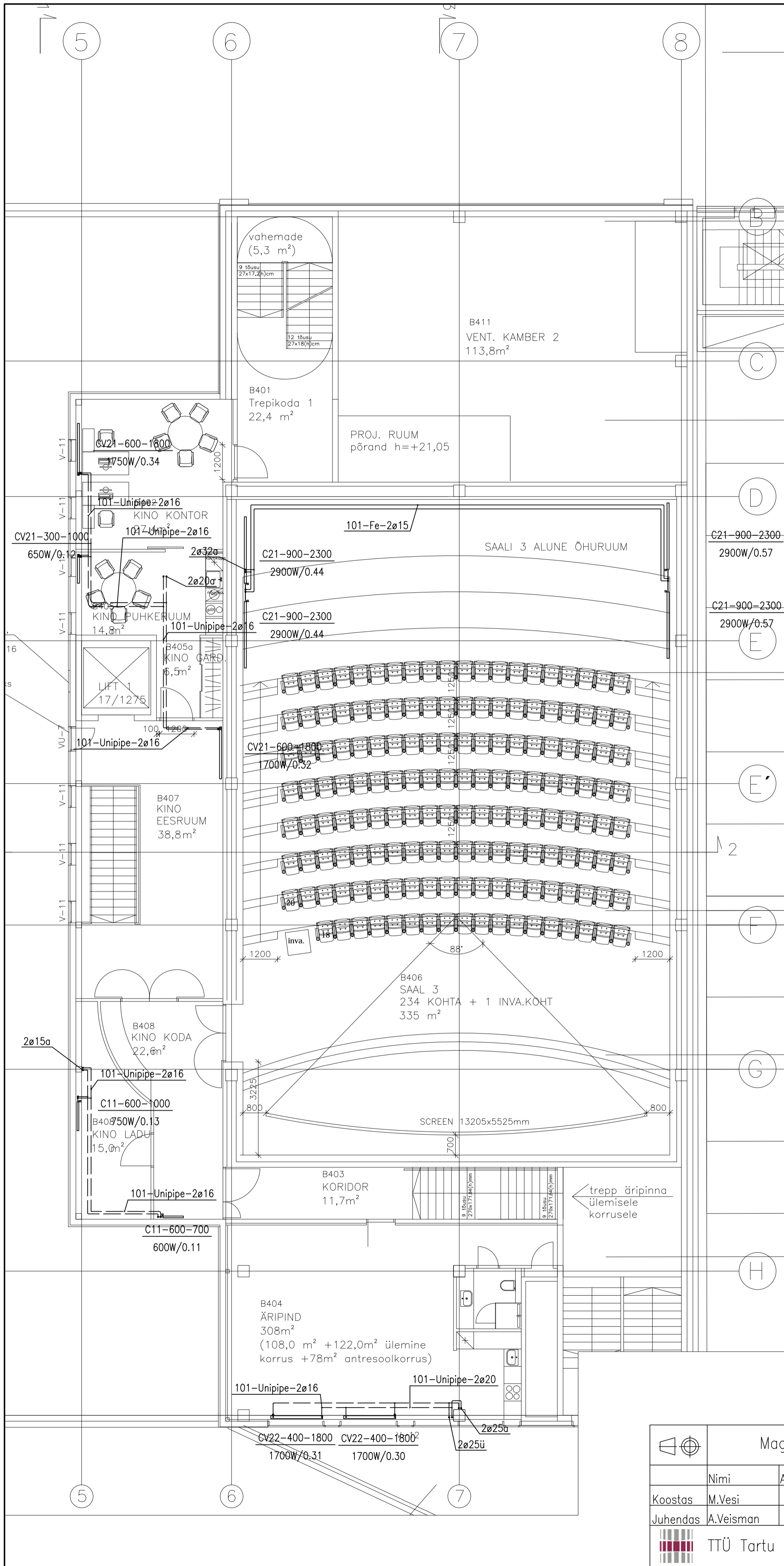
K-4

Mõõtkava:

1:100



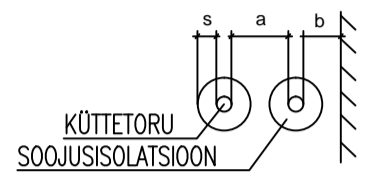
TTÜ Tartu Kolledž



MÄRKUSED

Torude isoleerimine ja paigalduskaugused

Läbimõõt Du mm	Seeria 22			Seeria 24			Seeria 25		
	s	a	b	s	a	b	s	a	b
10-49	30	110	70	50	150	90	60	170	100
50-89	40	130	80	60	170	100	80	210	120
90-169	50	150	90	80	210	120	100	260	140



Horisontaalsete torude kinnituskaukused
Terastorud

DN	mm
<20	2500
20	2500
25	2500
32	2500
40	2500
50	3000

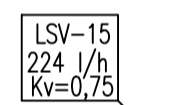
UNIPIPE toru tehnilised andmed

Toru läbimõõt	Sisäläbimõõt
mm	mm
16x2,0	12
20x2,25	15,5
25x2,5	20,0
32x3,0	26,0
40x4,0	32,0

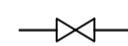
Küttesüsteemides kasutatavate keskseeria terastorude nimiläbimõõdud, seina nimipaksused ja mass

Nimiläbimõõt DN	Välisläbimõõt min., mm	Seina min. paksus, mm	Sisäläbimõõt min., mm
15	21,0	2,65	15,7
20	26,5	3,25	21,2
25	33,3	3,25	26,8
32	42,0	3,25	35,5
40	47,9	3,25	41,4
50	59,7	3,65	52,4
65	75,3	2,65	68,0
80	88,0	4,05	79,9
100	113,1	4,50	104,1

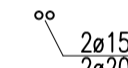
TINGMÄRGID



LIINISEADEVENTIIL - DN
VOOLUHULK [l/h]
ARVUTUSLIK LÄBIVOOLU TEGUR



SULGEVENTIIL



2 TORU DN 15 ÜLESSE
2 TORU DN20 ALLA

101 RK

102 VK

RADIAATORIKÜTTESÜSTEEM (t1/t2=70/50°C)
VENTILATSIOONI SOOJAVARUSTUS (t1/t2=70/40°C)

101-2ø15

toru mõõt
radiaatorkütte torustik

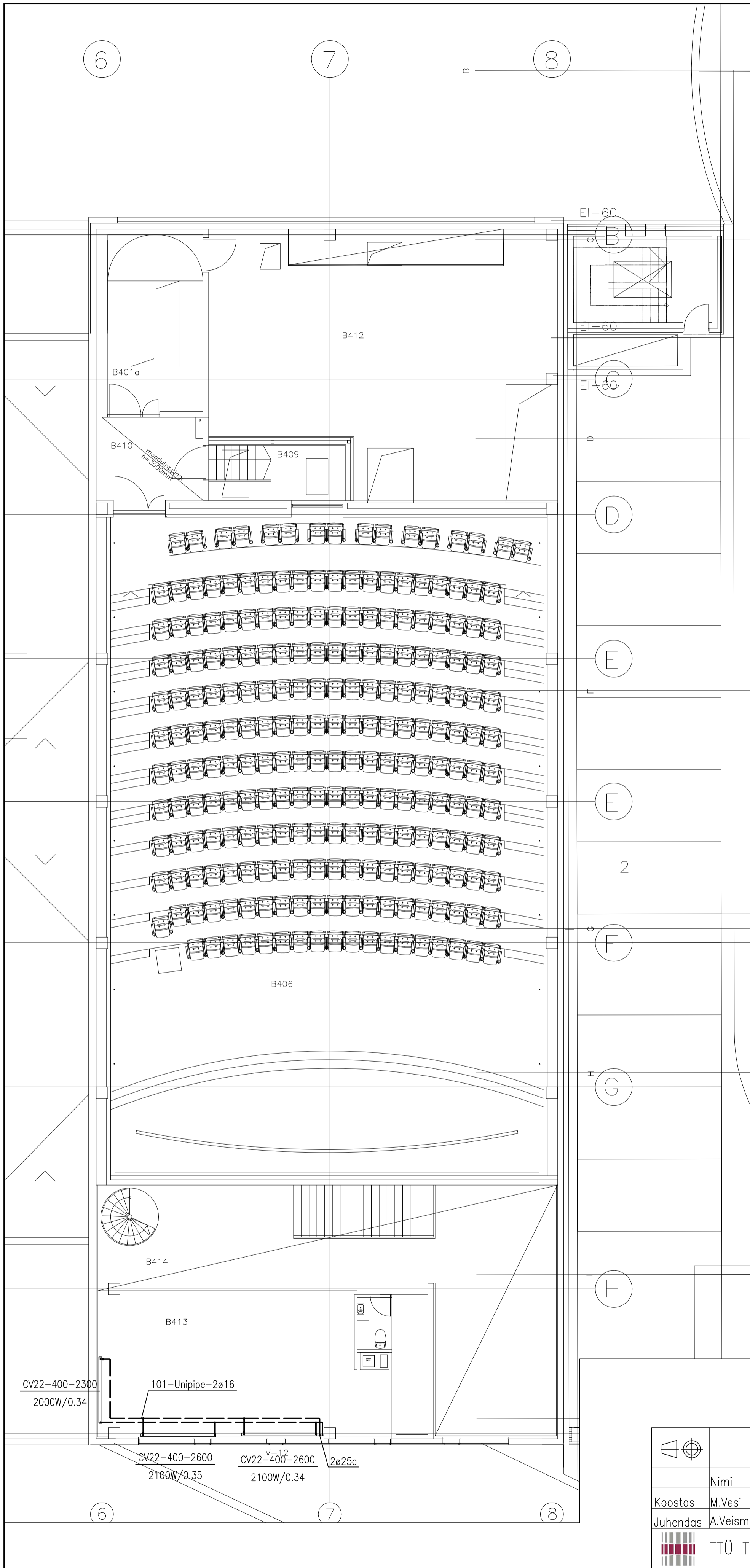
Ab24

isolatsiooni seeria
koorikisolatsioon, kivivill, PV-80-VM

MÄRKUSED:

KÜTTE MAGISTRALTORUD ISOLEERIDA VASTAVALT LVI 50-10345-le: Ab**
PÕRANDASISESED TORUD EHITADA Unipipe (komposiit) TORUDEST JA PAIGALDADA HÜLSSI.

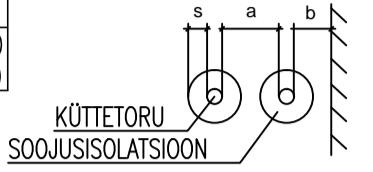
Magistritöö			Objekt:	Pärnu Keskus, Lai tn. 5
Nimi	Allkiri	Kuupäev	Nimetus:	4. korruse plaan/alumine Küte
Koostas	M.Vesi		Joonis:	K-5
Juhendas	A.Veisman		Mõõtkava:	1:100
TTÜ Tartu Kolledž				



MÄRKUSED

Torude isoleerimine ja paigalduskaugused

Läbimõõt Du mm	Seeria 22			Seeria 24			Seeria 25		
	s	a	b	s	a	b	s	a	b
10-49	30	110	70	50	150	90	60	170	100
50-89	40	130	80	60	170	100	80	210	120
90-169	50	150	90	80	210	120	100	260	140



Horisontaalsete torude kinnituskaukused
Terastorud

DN	mm
<20	2500
20	2500
25	2500
32	2500
40	2500
50	3000

UNIPIPE toru tehnilised andmed

Toru läbimõõt, mm	Sisäläbimõõt, mm
16x2,0	12
20x2,25	15,5
25x2,5	20,0
32x3,0	26,0
40x4,0	32,0

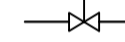
Küttesüsteemides kasutatavate keskseeria terastorude nimiläbimõõdu, seinä nimipaksused ja mass

Nimiläbimõõt DN	Välisläbimõõt min., mm	Seinä min. paksus, mm	Sisäläbimõõt min., mm
15	21,0	2,65	15,7
20	26,5	3,25	21,2
25	33,3	3,25	26,8
32	42,0	3,25	35,5
40	47,9	3,25	41,4
50	59,7	3,65	52,4
65	75,3	2,65	68,0
80	88,0	4,05	79,9
100	113,1	4,50	104,1

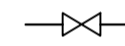
TINGMÄRGID

LSV-15
224 l/h
kv=0,75

LIINISEADVENTIL - DN
VOOLUHULK [l/h]
ARVUTUSLIK LÄBIVOOLU TEGUR



SULGEVENTIL



2ø15ü
2ø20a

2 TORU DN 15 ÜLESSE
2 TORU DN20 ALLA

101 RK

RADIAATORIKÜTTESÜSTEEM (t1/t2=70/50°C)

102 VK

VENTILATSIOONI SOOJAVARUSTUS (t1/t2=70/40°C)

101-2ø15

toru mõõt
radiaatorkütte torustik

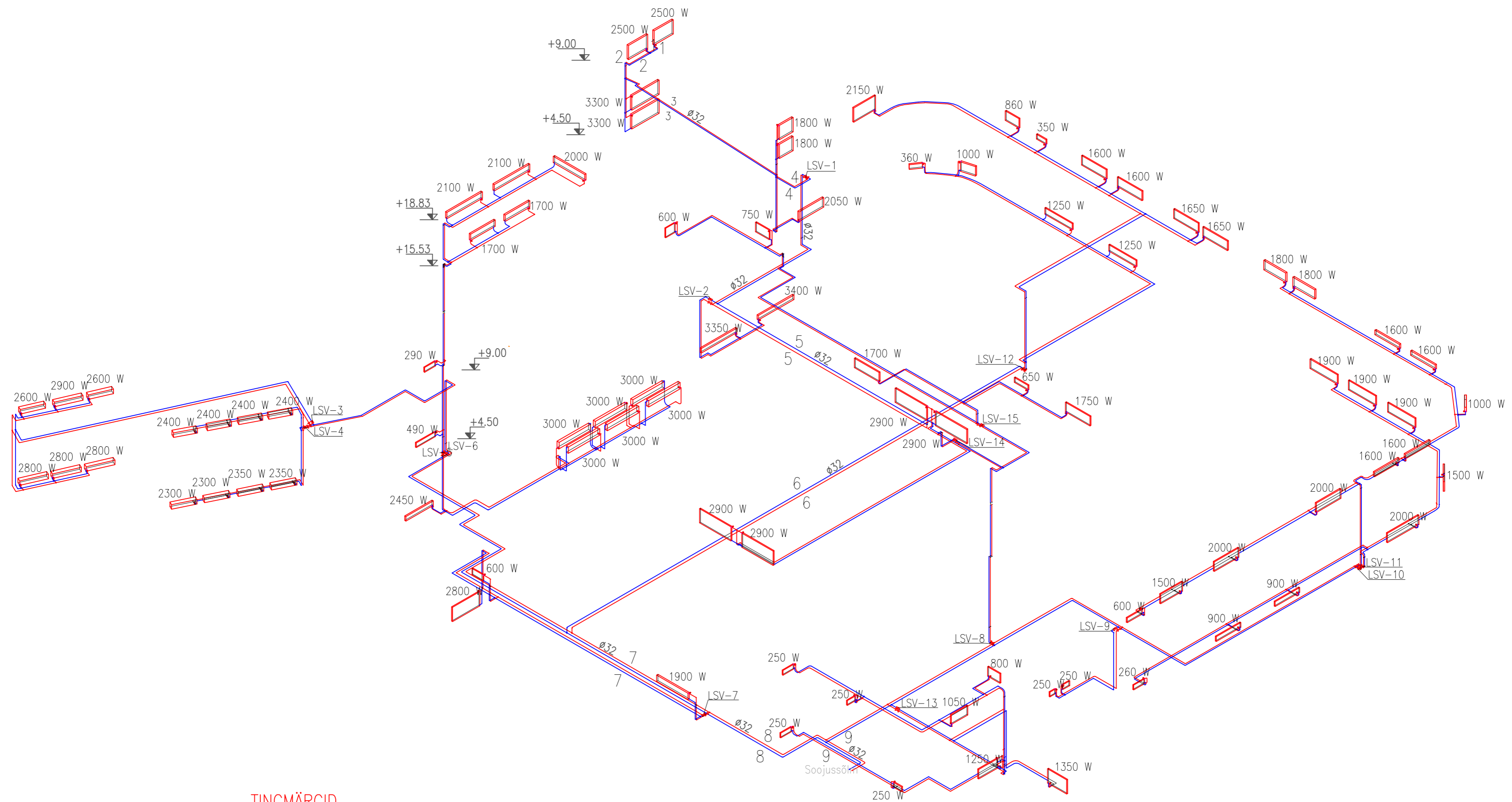
Ab24

isolatsiooni seeria
koorikisolatsioon, kivivill, PV-80-VM

MÄRKUSED:

KÜTTE MAGISTRAALTORUD ISOLEERIDA VASTAVALT LVI 50-10345-le: Ab**
PÕRANDASISESED TORUD EHITADA Unipipe (komposiit) TORUDEST JA PAIGALDADA HÜLSSI.

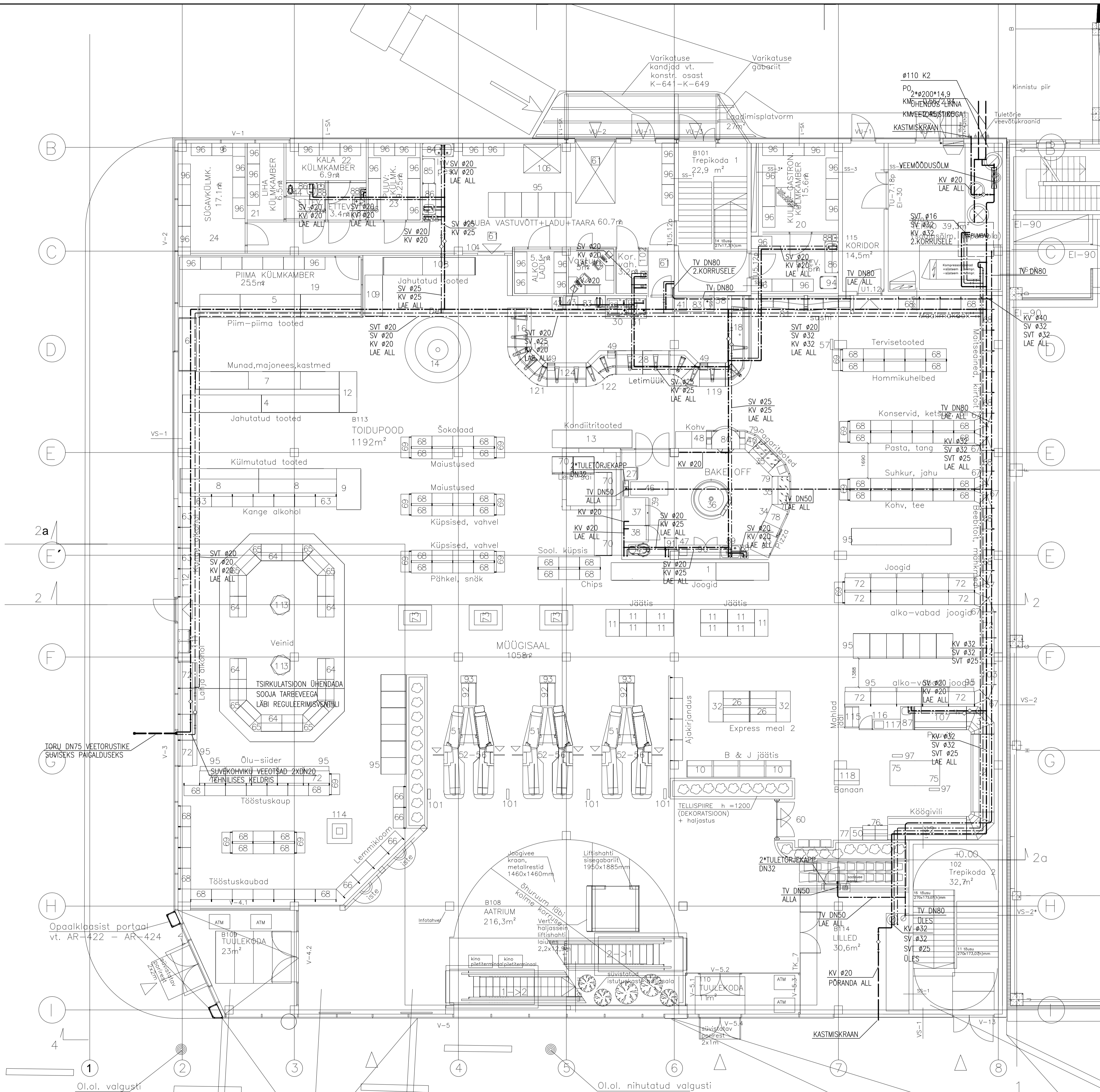
Magistritöö			Objekt:	Pärnu Keskus, Lai tn. 5
Nimi	Allkiri	Kuupäev	Nimetus:	4. korruse plaan/ülemine Küte
Koostas	M.Vesi			
Juhendas	A.Veisman		Joonis:	K-6
TTÜ Tartu Kolledž			Mõõtkava:	1:100



TINGMÄRGID

- PEALEVOOLUTORUSTIK
- TAGASIVOO LUTORUSTIK
- ± 15.53 KORRUSE PÖRANDA KÕRGMUSMÄRK
- $\varnothing 25$ TORU VÄLISLÄBIMÕÖT, mm
- 2900 W RADIATORI VÕIMSUS, W
- LSV-7 LIINISEAVENTIIL

	Magistritöö			Objekt:	Pärnu Keskus, Lai tn. 5
	Nimi	Allkiri	Kuupäev	Nimetus:	Aksonomeetriline skeem Küttetorustik
Koostas	M.Vesi			Joonis:	K-7
Juhendas	A.Veisman			Mõõtkava:	1:200
TTÜ Tartu Colledge					



MÄRKUSED

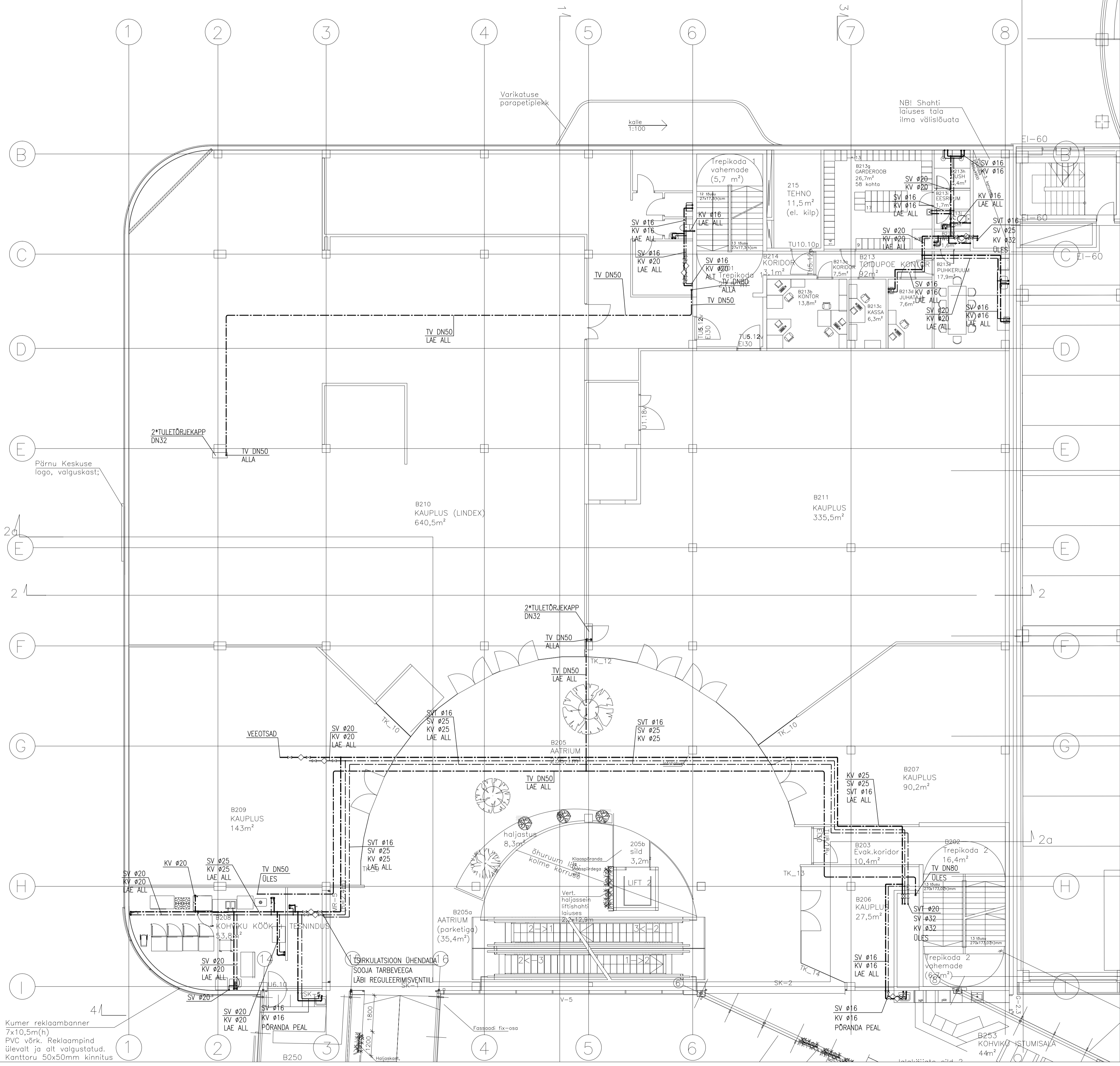
- VEEVARUSTORUD KOMPOSIITORUST UNIPIPE PAIGALDADA LAE ALLA, KUI JOONISTEL POLE LISATUD VASTAVAT MÄRKUST.
- VEEVARUSTORUD ISOLEERIDA VASTAVALT LVI 50-10345 ja LVI 50-10344:
 KV => NÄHTAVAD TORUD Aa21 6K (20mm) ja MITTENÄHTAVAD Ac22K (30mm);
 SV => Aa25 (60mm) ja ŠAHTIS Ac23 (40mm);
 SVT => Aa25 (60mm) ja ŠAHTIS Ac23 (40mm).
 EHITUSKONSTRUKTSIOONIS PAIGALDADA VEETORUD HÜLSSI VÕI ISOLEERIDA EF13.
- MAGISTRAALTORUDE JA SAN. SEADMETE VAHELISE TORUD Ø16x2,0, JUHUL KUI EI OLE NÄIDATUD TEISITI.
- KÕIK SEADMED ÜHENDADA VEEVARUSTORUSTIKUGA LÄBI SULGEMATUURI.
- MAGISTRAALTORUSTIKU HARGNEMISTELE PAIGALDADA KUULKRAANID.
- TSIRKULATSIOONITORUDE HARGNEMISTELE PAIGALDADA REGULEERVENTIL MTCV JA SULGVENTIL.
- VEETORUSTIKE KINNITAMINE JA TOESTUS VASTAVALT TOOTJA FIRMA TEHNILISELE JUHISELE.
- TORUSTIKU PAIGALDAMINE KOOSKÕLASTADA ELEKTRI, KÜTTE JA VENTILATSIOONI TÖÖVÕTTEDEGA.

TINGMÄRGID

- 201 KV - KÜLM VESI
- 202 TV - TULETÕRJEVESI
- -- LÕIKEST ALLPOOL NÄHTAMATU TORU (PÖRANDAS)
- -- LÕIKEST ÜLEVALPOOL NÄHTAV TORU
- -- LÕIKEST ÜLEVALPOOL NÄHTAMATU TORU
- -- SULGVENTIL
- -- REGULEERVENTIL
- -- TULETÕRJEKAPP

- UNIPIPE TORU MÕÖDUD:
- Ø16 - 16x2,0
- Ø20 - 20x2,25
- Ø25 - 25x2,5
- Ø32 - 32x3,0
- Ø40 - 40x4,0
- Ø50 - 50x4,5
- Ø63 - 63x6,0
- Ø75 - 75x7,5

Magistritöö			Objekt:	Pärnu Keskus, Lai tn. 5
Nimi	Allkiri	Kuupäev	Nimetus:	1. korruse plaan
Koostas	M.Vesi			Veevarustus ja tuletõrjevési
Juhendas	A. Veisman		Joonis:	VK-1
TTÜ Tartu Kolledž			Mõõtkava:	1:100



MÄRKUSED

VEEVARUSTUSTORUD KOMPOSIITTORUST UNIPIPE PAIGALDADA LAE ALLA, KUI JOONISTEL POLE LISATUD VASTAVAT MÄRKUST.

VEEVARUSTUSTORUD ISOLEERIDA VASTAVALT LVI 50-10345 ja LVI 50-10344:
 KV => NÄHTAVAD TORUD Aa21 6K (20mm) ja MITTENÄHTAVAD Ac22K (30mm);
 SV => Aa25 (60mm) ja ŠAHTIS Ac23 (40mm);
 SVT => Aa25 (60mm) ja ŠAHTIS Ac23 (40mm).
 EHITUSKONSTRUKTSIOONIS PAIGALDADA VEETORUD HÜLSSI VÕI ISOLEERIDA Ef13.

MAGISTRAALTORUDE JA SAN. SEADMETE VAHELISED TORUD Ø16x2,0, JUHUL KUI EI OLE NÄIDATUD TEISITI.

KÕIK SEADME ÜHENDADA VEEVARUSTUSTORUSTIKUGA LÄBI SULGEARMATUURI.

MAGISTRAALTORUSTIKU HARGNEMISTELE PAIGALDADA KUULKRAANID.

TSIRKULATSIOONITORUDE HARGNEMISTELE PAIGALDADA REGULEERVENTILIT MTCV JA SULGEVENTILIT.

VEETORUSTIKE KINNITAMINE JA TOESTUS VASTAVALT TOOTJA FIRMA TEHNILISELE JUHISELE.

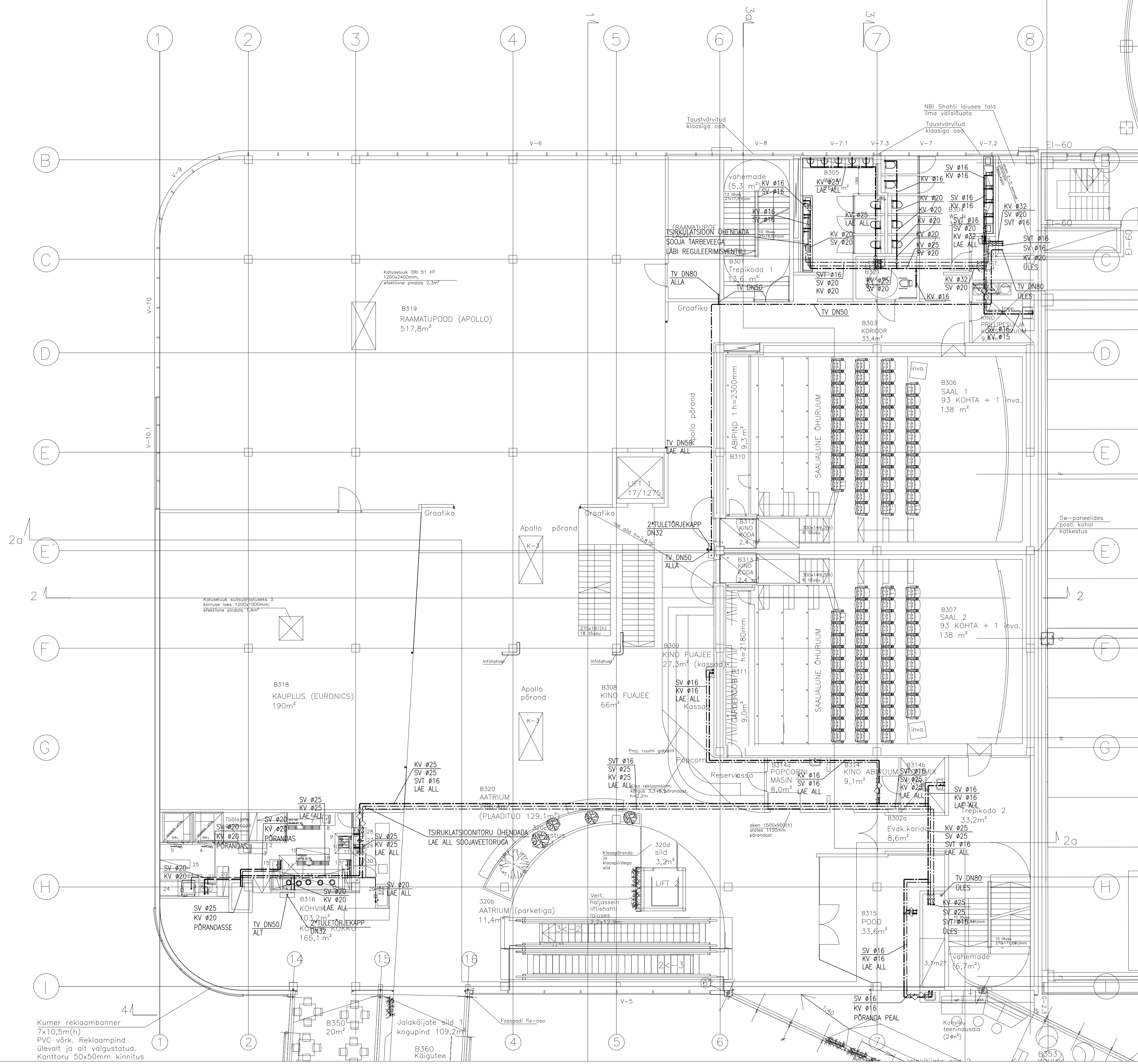
TORUSTIKU PAIGALDAMINE KOOSKÕLASTADA ELEKTRI, KÜTTE JA VENTILATSIOONI TÖÖVÕTDEGA.

TINGMÄRGID

- 201 KV - KÜLM VESI
 - 202 TV - TULETÕRJEVESI
 - LÕIKEST ALLPOOL NÄHTAMATU TORU (PÕRANDAS)
 - LÕIKEST ÜLEVALPOOL NÄHTAV TORU
 - LÕIKEST ÜLEVALPOOL NÄHTAMATU TORU
 - ⊗ - SULGEVENTILIT
 - ⊗ - REGULEERVENTILIT
 - ⊗ - TULETÕRJEKAPP
- UNIPIPE TORU MÕÖDUD:
- Ø16 - 16x2,0
 - Ø20 - 20x2,25
 - Ø25 - 25x2,5
 - Ø32 - 32x3,0
 - Ø40 - 40x4,0
 - Ø50 - 50x4,5
 - Ø63 - 63x6,0
 - Ø75 - 75x7,5

Kumer reklaambanner 7x10,5m(h) PVC võrk. Reklaampind ülevõtt ja alt valgustatud. Kanttoru 50x50mm kinnitus

Magistritöö			Objekt: Pärnu Keskus, Lai tn. 5
Nimi	Allkiri	Kuupäev	Nimetus: 2. korruse plaan Veevarustus ja tuletõrjese
Koostas M.Vesi			Juhendas A. Veisman
TTÜ Tartu Kolledž			Joonia: VK-2 Mõõtkava: 1:100



MÄRKUSED

VEEVARUSTORUD KOMPOSIITRUST UNIPIPE PAIGALDADA LAE ALLA, KUI JOONISTEL POLE LISATUD VASTAVAT MÄRKUST.

VEEVARUSTORUD ISOLEERIDA VASTAVALT LVI 50-10345 JO LVI 50-10344:
 KV => NÄHTAVAD TORUD Aa21 6K (20mm) JA MITTENÄHTAVAD Ac22K (30mm);
 SV => Aa25 (60mm) JA ŠAHTIS Ac23 (40mm);
 SVT => Aa25 (60mm) JA ŠAHTIS Ac23 (40mm).
 EHTISKONSTRUKTSIOonis PAIGALDADA VEETORUD HÜLSSI VÕI ISOLEERIDA EF13.

MAGISTRAALTORUDE JA SAN. SEADMETE VAHELISED TORUD Ø16x2,0, JUHUL KUI EI OLE NÄIDATUD TEISITI.

KÕIK SEADMED ÜHENDADA VEEVARUSTORUSTIKUGA LÄBI SULGEARMAUURI.

MAGISTRAALTORUSTIKU HARGNEMISTELE PAIGALDADA KUULKRAANID.

TSIRKULATSIOONITORUDE HARGNEMISTELE PAIGALDADA REGULEERVENTIL MTCV JA SULGEVENTIL.

VEETORUSTIKE KINNITAMINE JA TOESTUS VASTAVALT TOOTJA FIRMA TEHNILISELE JUHISELE.

TORUSTIKU PAIGALDAMINE KOOSKÕLASTADA ELEKTRI, KÜTTE JA VENTILATSIOONI TÖÖVÕTTEDEGA.

TINGMÄRGID

- 201 KV - KÜLM VESI
- 202 TV - TULETÕRJEVESI
- LÕIKEST ALLPOOL NÄHTAMATU TORU (PÕRANDAS)
- LÕIKEST ÜLEVALPOOL NÄHTAV TORU
- LÕIKEST ÜLEVALPOOL NÄHTAMATU TORU
- SULGEVENTIL
- REGULEERVENTIL
- TULETÕRJEKAPP

- UNIPIPE TORU MÕÖDUD:
- Ø16 - 16x2,0
 - Ø20 - 20x2,25
 - Ø25 - 25x2,5
 - Ø32 - 32x3,0
 - Ø40 - 40x4,0
 - Ø50 - 50x4,5
 - Ø63 - 63x6,0
 - Ø75 - 75x7,5

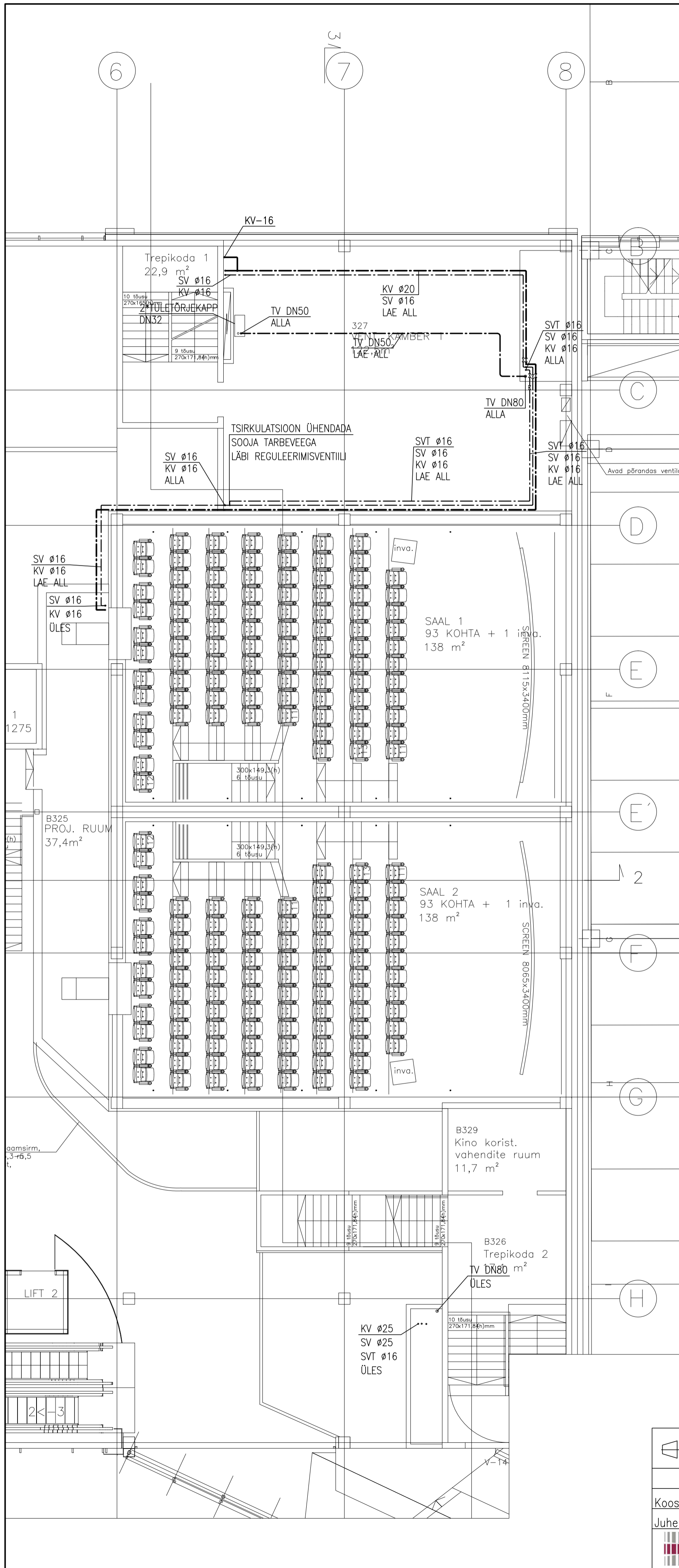
Magistritöö			Objekt:	Pärnu Keskus, Lai tn. 5	
Nimi	Allkiri	Kuupäev	Nimetus:	3. korruse plaan/almine Veevarustus ja tuletõrjevõrk	
Koostas	M. Vesin		Juonits:	VK-3	Mõõtkava: 1:100
Juhendas	A. Veisman				
TTÜ Tartu Kolledž					

Kumer reklaambanner 7x10,5m(h) PVC võrk. Reklaampind ülevalt ja olt valgustatud. Kantortu 50x50mm kinnitus

B350 20m²

Jalakäigute sild 1 kogupind 109,2m²

B360 Käigutee



MÄRKUSED

VEEVARUSTUSTORUD KOMPOSIITRUST UNIPIPE PAIGALDADA LAE ALLA, KUI JOONISTEL POLE LISATUD VASTAVAT MÄRKUST.

VEEVARUSTUSTORUD ISOLEERIDA VASTAVALT LVI 50-10345 ja LVI 50-10344:
 KV => NÄHTAVAD TORUD Aa21 6K (20mm) ja MITTENÄHTAVAD Ac22K (30mm);
 SV => Aa25 (60mm) ja ŠAHTIS Ac23 (40mm);
 SVT => Aa25 (60mm) ja ŠAHTIS Ac23 (40mm).
 EHITUSKONSTRUKTSIOONIS PAIGALDADA VEETORUD HÜLSSI VÕI ISOLEERIDA Ef13.

MAGISTRAALTORUDE JA SAN. SEADMETE VAHELISED TORUD Ø16x2,0, JUHUL KUI EI OLE NÄIDATUD TEISITI.

KÕIK SEADMED ÜHENDADA VEEVARUSTUSTORUSTIKUGA LÄBI SULGEARMATUURI.

MAGISTRAALTORUSTIKU HARGNEMISTELE PAIGALDADA KUULKRAANID.

TSIRKULATSIOONITORUDE HARGNEMISTELE PAIGALDADA REGULEERVENTIIL MTCV JA SULGEVENTIIL.

VEETORUSTIKE KINNITAMINE JA TOESTUS VASTAVALT TOOTJA FIRMA TEHNILISELE JUHISELE.

TORUSTIKU PAIGALDAMINE KOOSKÕLASTADA ELEKTRI, KÜTTE JA VENTILATSIOONI TÖÖVÕTTUDEGA.

TINGMÄRGID

201 KV - KÜLM VESI
 202 TV - TULETÖRJEVESI

— — — — — LÕIKEST ALLPOOL NÄHTAMATU TORU (PÕRANDAS)

— · — · — · — LÕIKEST ÜLEVALPOOL NÄHTAV TORU

— · — · — · — LÕIKEST ÜLEVALPOOL NÄHTAMATU TORU

⊘ — — — — — SULGEVENTIIL

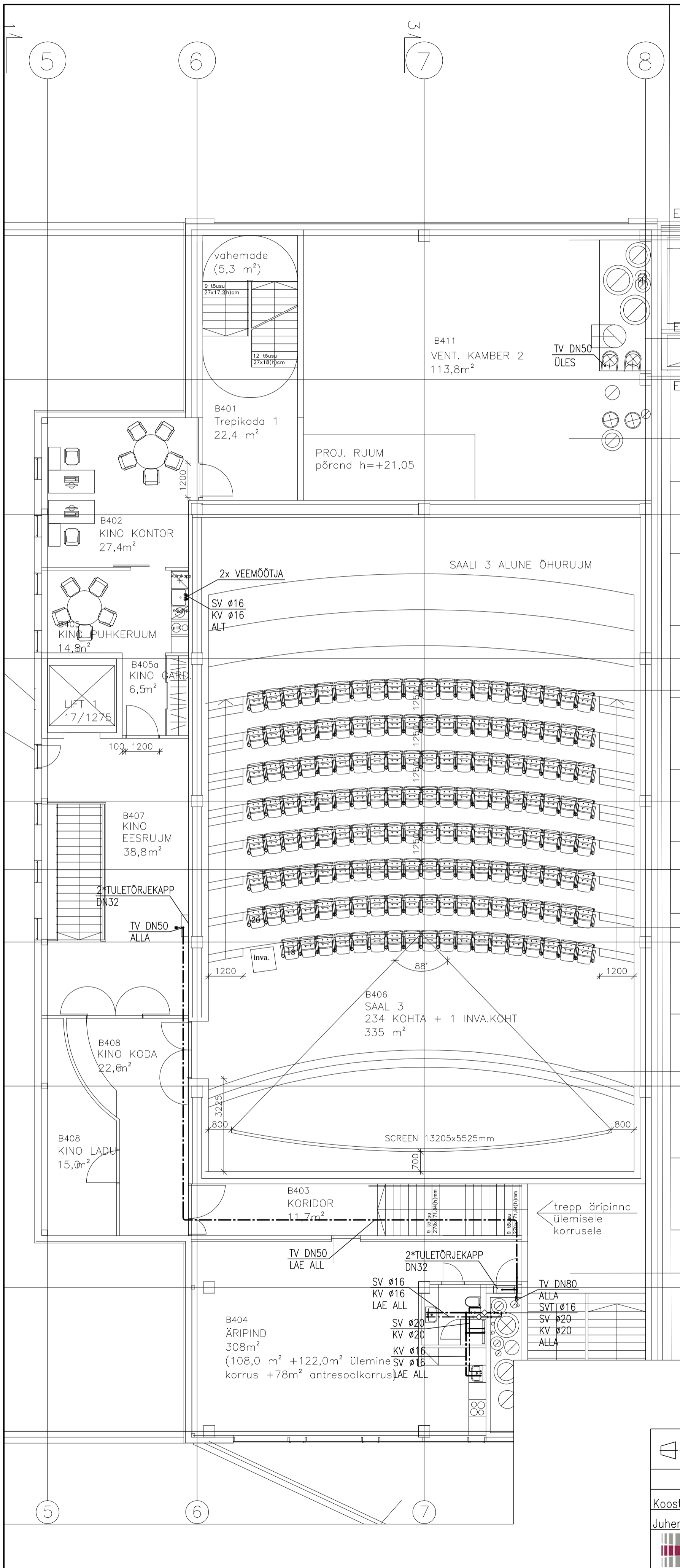
⊘ — — — — — REGULEERVENTIIL

⊠ — — — — — TULETÖRJEKAPP

UNIPIPE TORU MÕÖDUD:

Ø16 - 16x2,0
 Ø20 - 20x2,25
 Ø25 - 25x2,5
 Ø32 - 32x3,0
 Ø40 - 40x4,0
 Ø50 - 50x4,5
 Ø63 - 63x6,0
 Ø75 - 75x7,5

Magistritöö			Objekt:	Pärnu Keskus, Lai tn. 5
Nimi	Allkiri	Kuupäev	Nimetus:	3. korruse plaan/ülemine Veevarustus ja tuletõrjevesi
Koostas	M.Vesi		Juhendas	
Juhendas	A. Veisman		Joonis:	VK-4
TTÜ Tartu Kolledž			Mõõtkava:	1:100



MÄRKUSED

VEEVARUSTUSTORUD KOMPOSIITTORUST UNIPIPE PAIGALDADA LAE ALLA, KUI JOONISTEL POLE LISATUD VASTAVAT MÄRKUST.

VEEVARUSTUSTORUD ISOLEERIDA VASTAVALT LVI 50-10345 ja LVI 50-10344:
 KV => NÄHTAVAD TORUD Aa21 6K (20mm) ja MITTENÄHTAVAD Ac22K (30mm);
 SV => Aa25 (60mm) ja ŠAHTIS Ac23 (40mm);
 SVT => Aa25 (60mm) ja ŠAHTIS Ac23 (40mm).
 EHITUSKONSTRUKTSIOONIS PAIGALDADA VEETORUD HÜLSSI VÕI ISOLEERIDA Ef13.

MAGISTRAALTORUDE JA SAN. SEADMETE VAHELISED TORUD $\varnothing 16 \times 2,0$, JUHUL KUI EI OLE NÄIDATUD TEISITI.

KÕIK SEADMED ÜHENDADA VEEVARUSTUSTORUSTIKUGA LÄBI SULGEARMATUURI.

MAGISTRAALTORUSTIKU HARGNEMISTELE PAIGALDADA KUULKRAANID.

TSIRKULATSIOONITORUDE HARGNEMISTELE PAIGALDADA REGULEERVENTIIL MTCV JA SULGEVENTIIL.

VEETORUSTIKE KINNITAMINE JA TOESTUS VASTAVALT TOOTJA FIRMA TEHNILISELE JUHISELE.

TORUSTIKU PAIGALDAMINE KOOSKÖLASTADA ELEKTRI, KÜTTE JA VENTILATSIOONI TÖÖVÕTTUDEGA.

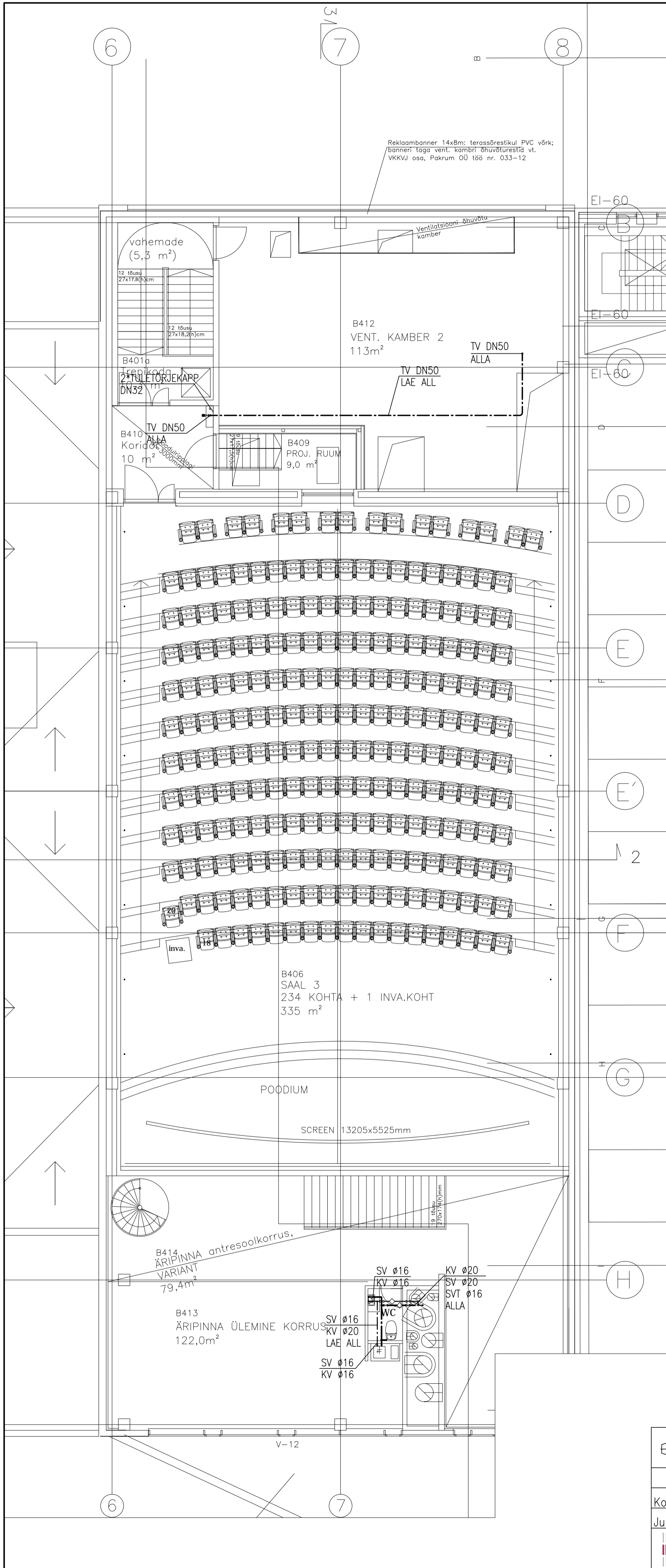
TINGMÄRGID

- 201 KV - KÜLM VESI
- 202 TV - TULETÖRJEVESI
- — — — — - LÕIKEST ALLPOOL NÄHTAMATU TORU (PÕRANDAS)
- · — · — · — - LÕIKEST ÜLEVALPOOL NÄHTAV TORU
- · — · — · — - LÕIKEST ÜLEVALPOOL NÄHTAMATU TORU
- ⊗ - SULGEVENTIIL
- ⊕ - REGULEERVENTIIL
- - TULETÖRJEKAPP

UNIPIPE TORU MÕÖDUD:

- $\varnothing 16$ - $16 \times 2,0$
- $\varnothing 20$ - $20 \times 2,25$
- $\varnothing 25$ - $25 \times 2,5$
- $\varnothing 32$ - $32 \times 3,0$
- $\varnothing 40$ - $40 \times 4,0$
- $\varnothing 50$ - $50 \times 4,5$
- $\varnothing 63$ - $63 \times 6,0$
- $\varnothing 75$ - $75 \times 7,5$

Magistritöö			Objekt:	Pärnu Keskus, Lai tn. 5
Nimi	Allkiri	Kuupäev	Nimetus:	
Koostas	M.Vesi		4. korruse plaan/alamine Veevarustus ja tuletõrjevesi	
Juhendas	A. Veisman		Joonis:	Mõõtkava:
TTÜ Tartu Kolledž			VK-5	1:100



MÄRKUSED

VEEVARUSTUSTORUD KOMPOSIITTORUST UNIPIPE PAIGALDADA LAE ALLA, KUI JOONISTEL POLE LISATUD VASTAVAT MÄRKUST.

VEEVARUSTUSTORUD ISOLEERIDA VASTAVALT LVI 50-10345 ja LVI 50-10344:
 KV => NÄHTAVAD TORUD Aa21 6K (20mm) ja MITTENÄHTAVAD Ac22K (30mm);
 SV => Aa25 (60mm) ja ŠAHTIS Ac23 (40mm);
 SVT => Aa25 (60mm) ja ŠAHTIS Ac23 (40mm).
 EHITUSKONSTRUKTSIOONIS PAIGALDADA VEETORUD HÜLSSI VÕI ISOLEERIDA Ef13.

MAGISTRAALTORUDE JA SAN. SEADMETE VAHELISED TORUD Ø16x2,0, JUHUL KUI EI OLE NÄIDATUD TEISITI.

KÕIK SEADMED ÜHENDADA VEEVARUSTUSTORUSTIKUGA LÄBI SULGEARMATUURI.

MAGISTRAALTORUSTIKU HARGNEMISTELE PAIGALDADA KUULKRAANID.

TSIRKULATSIOONITORUDE HARGNEMISTELE PAIGALDADA REGULEERVENTIIL MTCV JA SULGEVENTIIL. VEETORUSTIKE KINNITAMINE JA TOESTUS VASTAVALT TOOTJA FIRMA TEHNILISELE JUHISELE.

TORUSTIKU PAIGALDAMINE KOOSKÖLASTADA ELEKTRI, KÜTTE JA VENTILATSIOONI TÖÖVÕTTUDEGA.

TINGMÄRGID

201 KV - KÜLM VESI
 202 TV - TULETÕRJEVESI

--- -- LÕIKEST ALLPOOL NÄHTAMATU TORU (PÖRANDAS)

--- -- LÕIKEST ÜLEVALPOOL NÄHTAV TORU

--- -- LÕIKEST ÜLEVALPOOL NÄHTAMATU TORU

⊗ - SULGEVENTIIL

⊗ - REGULEERVENTIIL

⊗ - TULETÕRJEKAPP

UNIPIPE TORU MÕÖDUD:

Ø16 - 16x2,0

Ø20 - 20x2,25

Ø25 - 25x2,5

Ø32 - 32x3,0

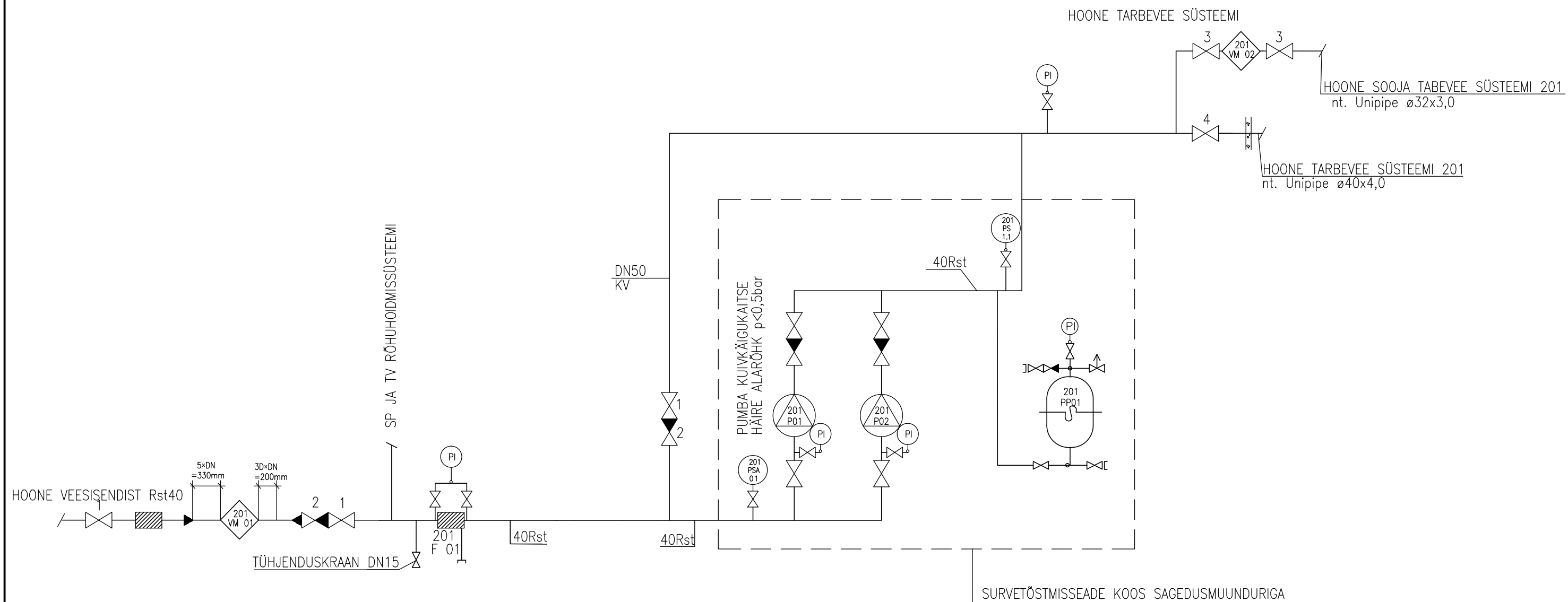
Ø40 - 40x4,0

Ø50 - 50x4,5

Ø63 - 63x6,0

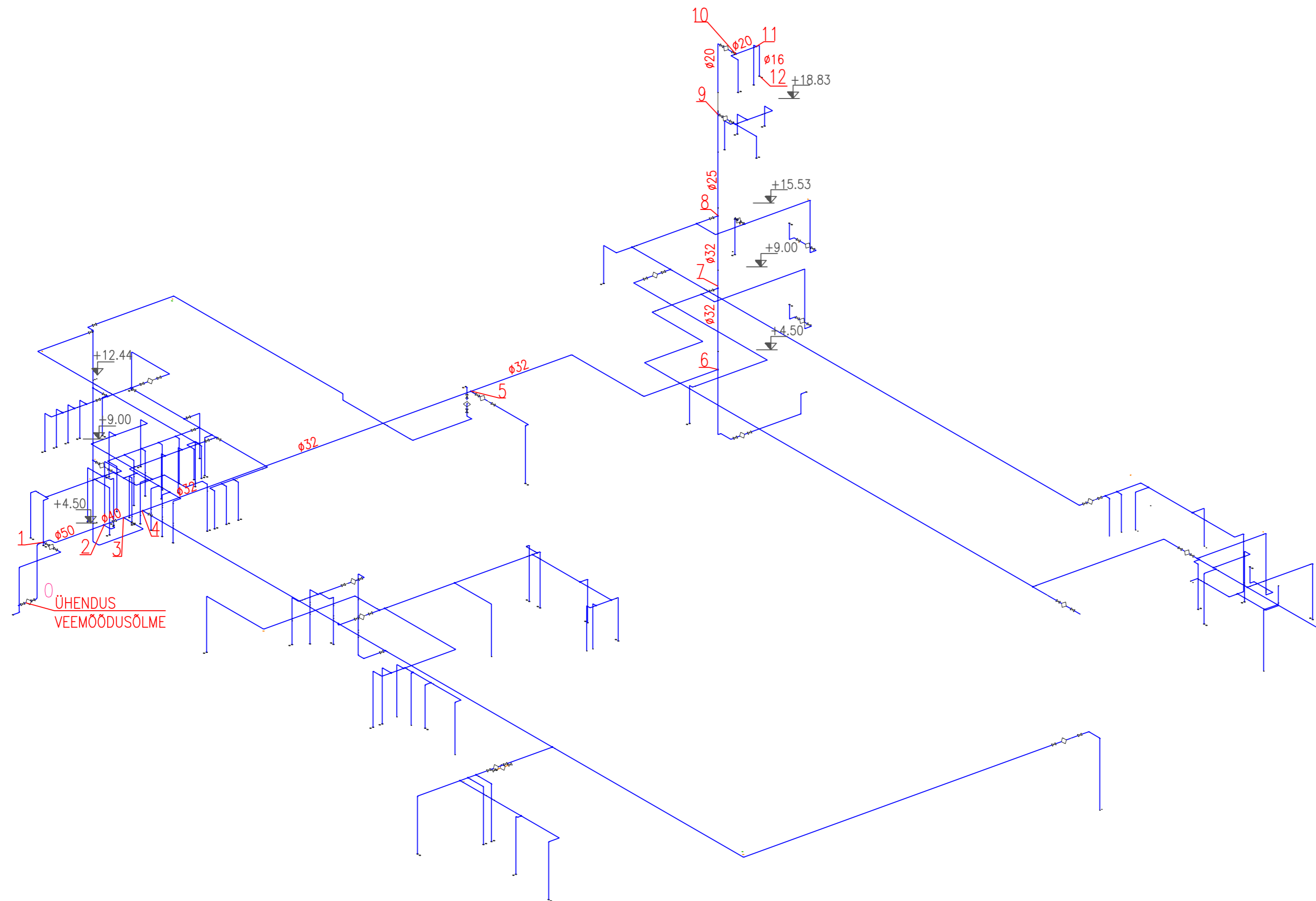
Ø75 - 75x7,5

Magistritöö			Objekt:	Pärnu Keskus, Lai tn. 5	
Nimi	Allkiri	Kuupäev	Nimetus:		
Koostas	M.Vesi		4. korruse plaan/ülemine Veevarustus ja tuletõrjevesi		
Juhendas	A. Veisman		Joonis:	VK-6	Mõõtkava:
TTÜ Tartu Kolledž					1:100



TÄHIS	SEADE, TÖÖKIRJELDUS	MARK	TEHNILISED NÄITAJAD	JUHTIMISSEADE
201 P01	VEEVARUSTUSSÜSTEEMI PUMBAD SAGEDUSMUUNDURIGA	Grunfos Hydro Multi-E	Qsum=5,3 m ³ /h P=2,3 bar	201 PS 1.1
201 P02	KÄIVITUB AUTOMAATSELT RÕHU LANGEMISEL.	CRE 3-5	N=0,37kW	
201 P03	BLOKEERING ALARÕHUST 200PSA 01	(2-pumbaga)		
201 VM 01	VEEMÕOTJA	Zenner, MNK-IN	Qn=6,0 m ³ /h DN32	
201 VM 02	VEEMÕOTJA SOOJALE VEELE	Zenner, MTW-F	Qn=2,5 m ³ /h DN20	
201 F 01	MEHAANILINE FILTER		Qmax=5,5 m ³ /h	
201 PP01	MEMBRAANPAISUPAAK		Qn=24L	
1	SULGARMATUUR DN40			
2	TAGASIVOOLUKLAPP DN65			
3	SULGARMATUUR DN25			
4	SULGARMATUUR DN32			

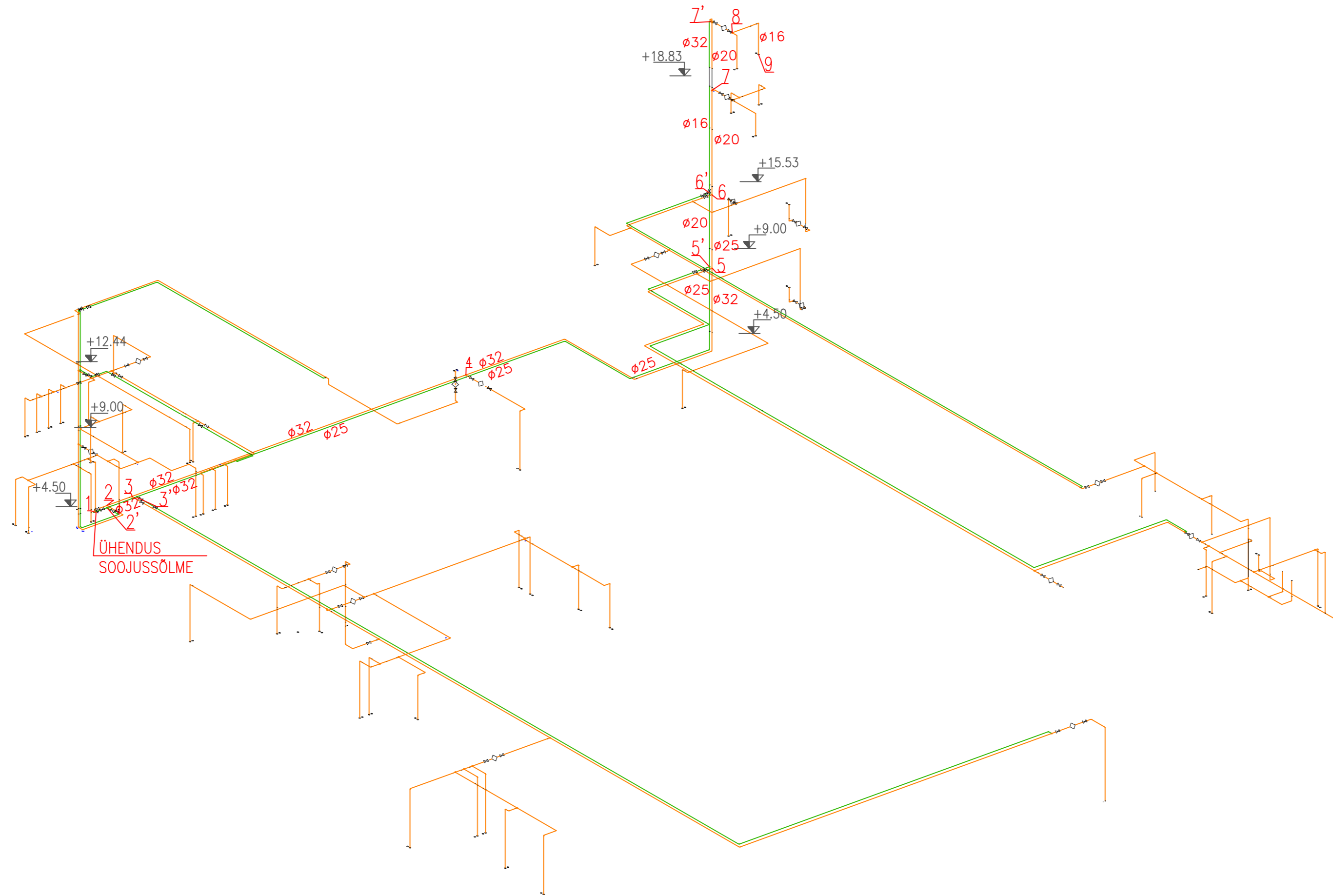
	Magistritöö			Objekt:	Pärnu Keskus, Lai tn. 5
	Nimi	Allkiri	Kuupäev	Nimetus:	Veevarustus Põhimõtteline skeem
Koostas	M.Vesi	M.V			
Juhendas					
	TTÜ Tartu Kolledž			Joonis:	VK-7
				Mõõtkava:	



TINGMÄRGID

- KÜLMAVEETORUSTIK
- +15.53 KORRUSE PÕRANDA KÕRGMUSMÄRK
- φ25 TORU VÄLISLÄBIMÕÖT, mm

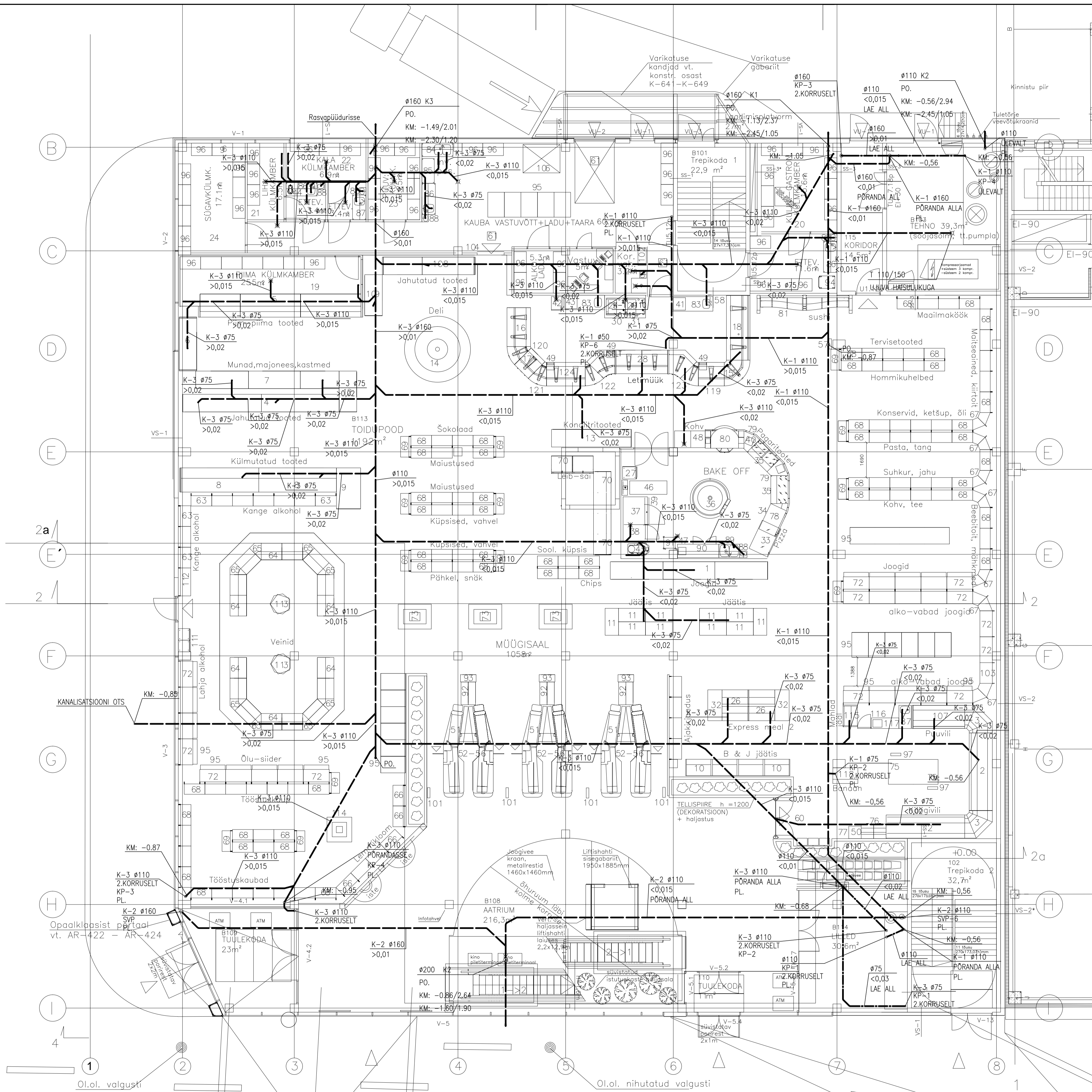
	Magistritöö			Objekt:	Pärnu Keskus, Lai tn. 5
	Nimi	Allkiri	Kuupäev	Nimetus:	Aksonomeetriline skeem Külmaveetorustik
Koostas	M.Vesi			Juhendas	
	TTÜ Tartu Kolledž			Joonis:	VK-8
				Mõõtkava:	1:200



TINGMÄRGID

- SOOJAVEETORUSTIK
- TSIRKULATSIOONITORUSTIK
- ± 15.53 KORRUSE PÕRANDA KÕRGMUSMÄRK
- $\varnothing 25$ TORU VÄLISLÄBIMÕÖT, mm

Magistritöö			Objekt:	Pärnu Keskus, Lai tn. 5	
	Nimi	Allkiri	Kuupäev	Nimetus: Aksonomeetriline skeem Soojavee- ja tsirkulatsioonitorustik	
Koostas	M.Vesi				
Juhendas	A.Veisman			Joonis:	VK-9
TTÜ Tartu Kolledž			Mõõtkava:	1:200	



MÄRKUSED

OLME- JA SADEVEEKANALISATSIOONILE PAIGALDADA TULETÖKSEKTSIOONIDEST LÄBIMIKUDELE TULETÖKKEMANSETT. KANALISATSIOONI TORUD PAIGALDA ALUMISE KORRUSE LAE ALLA, KUI JOONISEL EI OLE TÄPSUSTAVAT MÄRGET LISATUD. LAE ALL PAIKNEV TORUSTIK ISOLEERIDA 50mm MINERAALVILLAGA $\delta \approx 100 \text{ kg/m}^3$, FOOLIUMKATTEGA TORUKOORIK.

TINGMÄRGID

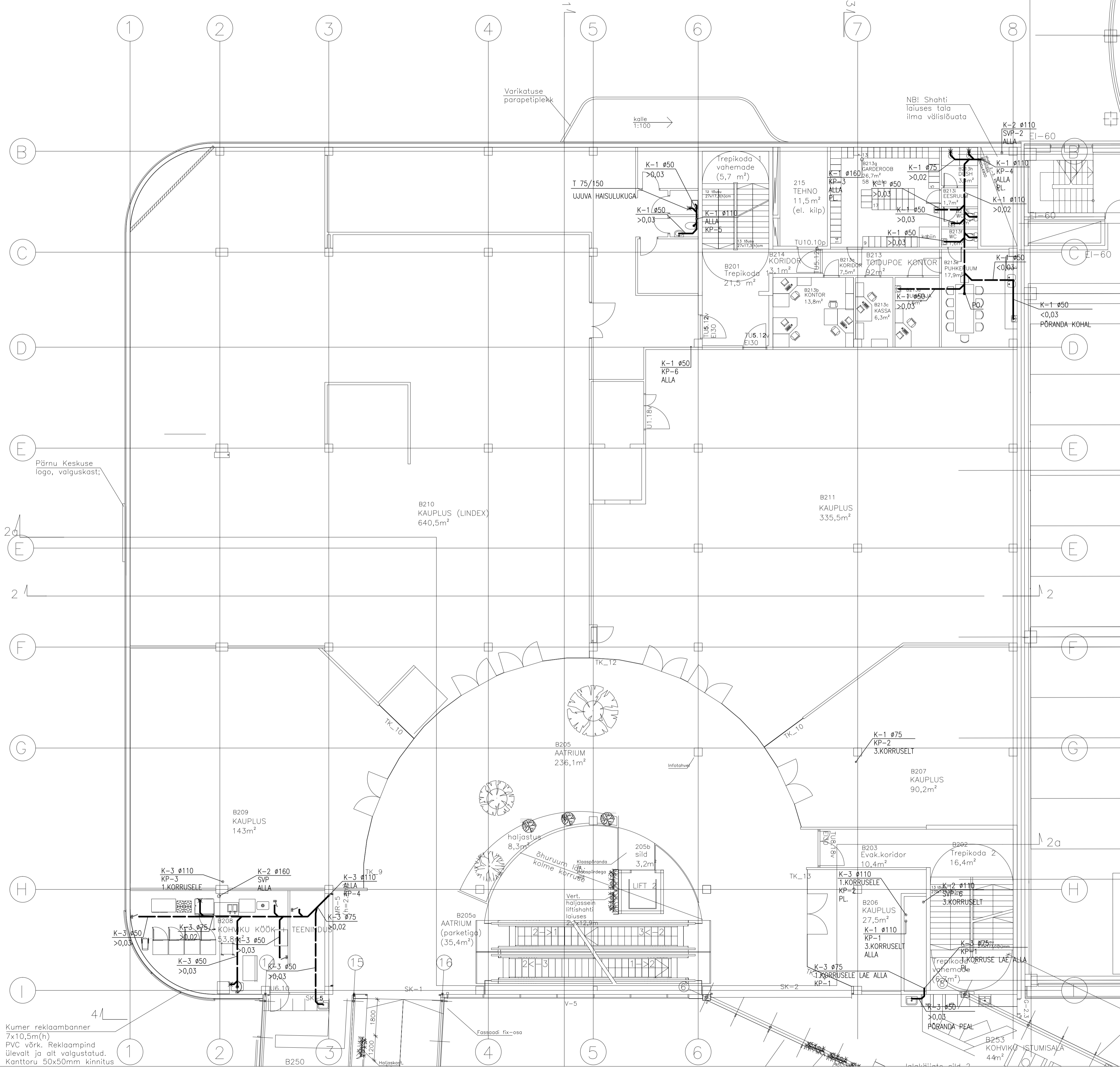
- K1 - OLMEKANALISATSIOON
- K2 - SADEVEEKANALISATSIOON
- K3 - TEHNOLOOGILINE KANALISATSIOON
- KP - KANALISATSIOONIPÜSTIK
- SVP - SADEVEEPEÜSTIK
- SVL - SADEVEEVELEHTER
- TTM - TULETÖKKEMANSETT
- PO - PUHASTUSOTS
- PL - PUHASTUSLUUK
- KM - TORU PÕHJA KÕRGUSMÄRK
- T50/150 - TRAPP DN50/150
- T75/150 - TRAPP DN75/150
- T110/150 - TRAPP DN110/150

- - LÖIKEST ALLPOOL NÄHTAMATU TORU (PÕRANDAS VÕI ALUMISE KORRUSE LAE ALL)
- — — - LÖIKEST ALLPOOL NÄHTAV TORU (PÕRANDA KOHAL VÕI SEINAL)
- - LÖIKEST ÜLEVALPOOL NÄHTAV TORU (LAE ALL)
- - LÖIKEST ÜLEVALPOOL NÄHTAMATU TORU (RIPPLAE TAGA)

1. KORRUSE KAUPLOSE TEHNOLOOGIA MÄRGISTUS

- KT1 - MÄRGTRAPP D100, VARIJATUD
- KT2 - MÄRGTRAPP D100, NÄHTAV, KOORMUSTALUVUS
- KO1 - TORUMÜHV PÕRANDAST, D50, HAISULUK PÕRANDAS
- KO2 - TORUMÜHV PÕRANDAST, D50
- K.V. - KÜLMAVEEÜHENDUS
- S.V. - SOOJAVEEÜHENDUS
- h - ÜHENDUSE KÕRGUS PÕRANDAST, mm

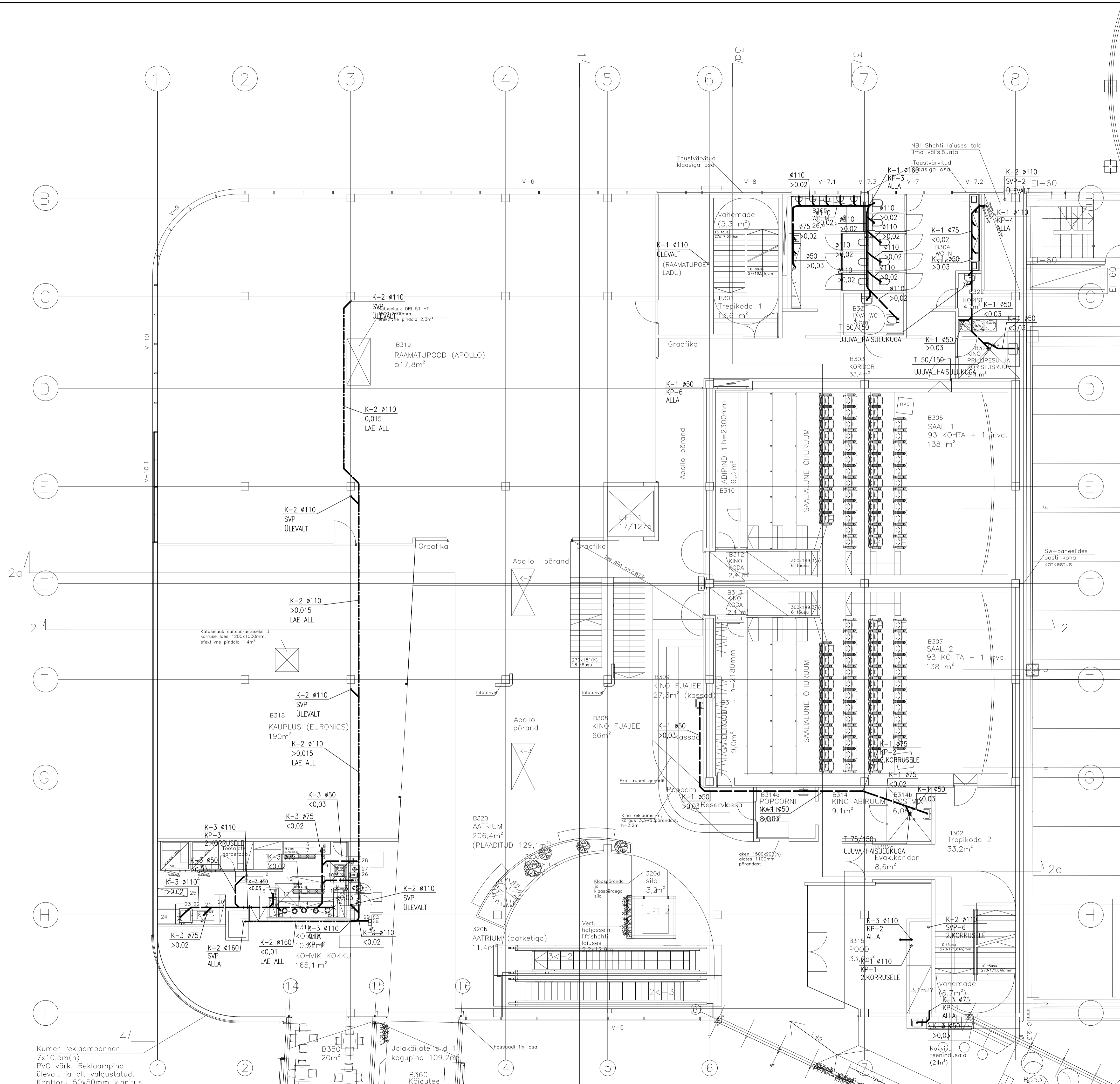
Maagistritöö			Objekt:	Pärnu Keskus, Lai tn. 5	
Nimi	Alkiri	Kuupäev	Nimetus:	1. korruse plaan	
Koostas	M.Vesi			Kandisatsioon	
Juhendas	A. Veisman		Joonis:	VK-10	Mõõtkava:
TTÜ Tartu Kolledž					1:100



- MÄRKUSED:
- OLME- JA SADEVEEKANALISATSIOONILE PAIGALDADA TULETÖKSEKTSIOONIDEST LÄBIVIKUDELE TULETÖKEMANSETT.
- KANALISATSIOONI TORUD PAIGALDA ALUMISE KORRUSE LAE ALLA, KUI JOONISEL EI OLE TÄPSUSTAVAT MÄRGET LISATUD.
- LAE ALL PAKINEV TORUSTIK ISOLEERIDA 50mm MINERAALVILLAGA $\approx 100\text{kg/m}^3$, FOOLIUMKATTEGA TORUKOORIK.
- K1 -OLMEKANALISATSIOON
 K2 -SADEVEEKANALISATSIOON
 K3 -TEHNOLOOGILINE KANALISATSIOON
- KP -KANALISATSIOONIPÕSTIK
 SVP -SADEVEEPÕSTIK
 SVL -SADEVEELEHTER
 TTM -TULETÖKEMANSETT
 PO -PUHASTUSOTS
 PL -PUHASTUSLUUK
 KM: -TORU PÕHJA KÕRGUSMÄRK
- T50/150 - TRAPP DN50/150
 T75/150 - TRAPP DN75/150
 T110/150 - TRAPP DN110/150
- — — — — LÕIKEST ALLPOOL NÄHTAMATU TORU (PÕRANDAS VÕI ALUMISE KORRUSE LAE ALL)
 — — — — — LÕIKEST ALLPOOL NÄHTAV TORU (PÕRANDA KOHAL VÕI SEINAL)
 - - - - - LÕIKEST ÜLEVALPOOL NÄHTAV TORU (LAE ALL)
 - - - - - LÕIKEST ÜLEVALPOOL NÄHTAMATU TORU TORU (RIPPLAE TAGA)

Kumer reklaambanner
 7x10,5m(h)
 PVC võrk. Reklaampind
 ülevat ja alt valgustatud.
 Kanttoru 50x50mm kinnitus

Magistritöö			Objekt:	Pärnu Keskus, Lai tn. 5
Nimi	Allkiri	Kuupäev	Nimetus:	2. korruse plaan Kanalisatsioon
Koostas	M.Vesi		Joonis:	VK-11
Juhendas	A.Veisman		Mõõtkava:	1:100
TTÜ Tartu Kolledž				



MÄRKUSED

OLME- JA SADEVEEKANALISATSIOONILE PAIGALDADA TULETÖKESKETSIOONIDEST LÄBIVIKUDELE TULETÖKEMANSETT. KANALISATSIOONI TORUD PAIGALDA ALUMISE KORRUSE LAE ALLA, KUI JOONISEL EI OLE TÄPSUSTAVAT MÄRGET LISATUD. LAE ALL PAIKNEV TORUSTIK ISOLEERIDA 50mm MINERAALVILLAGA $\delta \geq 100 \text{ kg/m}^3$, FOOLUMKATTEGA TORUKOORIK.

TINGMÄRGID

K1 - OLMEKANALISATSIOON
 K2 - SADEVEEKANALISATSIOON
 K3 - TEHNOLOOGILINE KANALISATSIOON

KP - KANALISATSIOONIPÕSTIK
 SVP - SADEVEEPEÜSTIK
 SVL - SADEVEEVEELEHTER
 TTM - TULETÖKEMANSETT
 PO - PUHASTUSOTS
 PL - PUHASTUSLUUK
 KM - TORU PÕHJA KÕRGUSMÄRK

T50/150 - TRAPP DN50/150
 T75/150 - TRAPP DN75/150
 T110/150 - TRAPP DN110/150

- — — — — LÕIKEST ALLPOOL NÄHTAMATU TORU (PÕRANDAS VÕI ALUMISE KORRUSE LAE ALL)
- — — — — LÕIKEST ALLPOOL NÄHTAV TORU (PÕRANDA KOHAL VÕI SEINAL)
- — — — — LÕIKEST ÜLEVALPOOL NÄHTAV TORU (LAE ALL)
- — — — — LÕIKEST ÜLEVALPOOL NÄHTAMATU TORU TORU (RIPPLAE TAGA)

Kumer reklaambanner
 7x10,5m(h)
 PVC võrk. Reklaampind
 ülevalt ja alt valgustatud.
 Kanttoru 50x50mm kinnitus

Magistritöö			Objekt:	Pärnu Keskus, Lai tn. 5
Nimi	Allkirj	Kuupäev	Nimetus:	3. korruse plaan/alumise Kanalisatsioon
Koostas	M.Vesi		Joonis:	VK-12
Juhendas	A. Veisman		Mõõtkava:	1:100
TTÜ Tartu Kolledž				