

EESTI MAAÜLIKOOL
EMÜ Metsandus- ja maehitusinstituut
Veemajandusosakond



Rait Roseniit

**ÄÄSMÄE KÜLA VEEVARUSTUS- JA
KANALISATSIOONISÜSTEEMIDE REKONSTRUEERIMINE**

Magistritöö veemajanduse erialal

Juhendajad: Egle Saaremäe, Mihkel Gross

Tartu 2014

Olen koostanud töö iseseisvalt. Kõik töös kasutatud teiste autorite tööd ja andmed on viidatud.

.....
kuupäev / nimi / allkiri /

Juhendaja

.....
kuupäev / nimi / allkiri

Eesti Maaülikool Kreutzwaldi 1, Tartu 51014		Magistritöö lühikokkuvõte	
Autor: Rait Roseniit		Õppekava: Veemajandus	
Pealkiri: Ääsmäe küla veevarustus- ja kanalisatsioonisüsteemide rekonstrueerimine			
Lk.: 50	Jooniseid: 22	Tabeleid: 10	Lisasid: 3
Osakond:		Veemajandus	
Uurimisvaldkond:		Veemudeli analüüs	
Juhendaja (d):		Egle Saaremäe, Mihkel Gross	
Kaitsmiskoht ja aasta:		Tartu, 2014	
<p>Vastavalt Euroopa Liidu direktiividele ja Eesti seadusandlusele tuleb veevarustuse ja kanalisatsioonisüsteemid projekteerida nii, et tarbijatele oleks tagatud puhas joogivesi ja kvaliteetne ühiskanalisatsiooni teenus ning piirkonnas peab toimima nõuetekohane reoveepuhastus.</p> <p>Veetorustike projekteerimisel kasutatakse tänapäeval veevõrgu arvutamise mudeleid. Nende rakendamine aitab lahendada keerukaid veevarustussüsteemi probleeme ning analüüsida erinevaid olukordi süsteemis. Käesoleva magistritöö eesmärgiks on analüüsida arvutusmudeliga Ääsmäe küla veevõrgu erinevaid olukordi, et leida torustiku parim lahendus. Arvutused tehti modelleerimistarkvaraga EPANET 2.0. Mudelisse sisestati tarbijate tiptunniveevajadus, kasutati ajas muutumatut olukorda. Analüüsiti tavaolukorda, tulekahju- ja avariiolekorda. Analüüsi tulemustest selgus, et Ääsmäe küla veevarustus tuleks lahendada tupikharudega ringvõrguna, milles ringvõrgu torude läbimõõt on De110, ja hargvõrkude torude läbimõõt on vahemikus De40...De63. Tuletõrjevvevarustus on mõistlik lahendada ühisveevärgi kaudu kolme hüdrandiga.</p> <p>Magistritöö teises pooles on koostatud Ääsmäe küla reoveepuhasti projektlahendus. Puhasti projekteerimisel on aluseks võetud arvutuslik reostuskoormus 700 ie, puhasti maksimaalne reostuskoormus on 850 ie. Projekteeriti kestusõhustusega, eeldenitrifikatsiooniga, aktiivmudapuhasti sellise arvestusega, et puhastist väljuva heitvee reostusnäitajad vastaksid lubatud piirväärustele.</p>			
Märksõnad: veevarustus, modelleerimine, epanet, reoveepuhasti			



Estonian University of Life Sciences Kreutzwaldi 1, Tartu 51014		Abstract of Master`s Thesis	
Author: Rait Roseniit		Speciality: Water Management	
Title: Reconstruction of the water supply and wastewater facilities of the Ääsmäe village			
50 pages	22 figures	10 tables	3 appendixes
Department:	Water Management		
Field of search:	Water supply and s sewage		
Supervisor(s):	Egle Saaremäe, Mihkel Gross		
Place and date:	Tartu, 2014		
<p>According to the EU directives and Estonian laws water supply and sewerage systems have to be designed so that consumers are provided with clean water and high quality public sewage service, residential areas have to have properly functioning wastewater treatment and treated water drainage systems.</p> <p>Water network models are used in designing water pipelines nowadays. Application of the models helps to find solutions to complex water supply network problems and analyse various situations in a system. The purpose of the current MA thesis is to analyse various solutions for water network model of Ääsmäe village. The model is made employing modelling software EPANET 2.0. Peak water usage of customers is input into the model and time invariable situation is used. Water usage in everyday, fire and emergency situations is analysed. The results of the analysis reveal that the most optimal solution for water supply of Ääsmäe village is looped network with pipeline diameter of De110 and branched network with pipeline diameter of De40-De63.</p> <p>Advisable solution for fire fighting water supply system is to use three water hydrants using public water supply.</p> <p>The second half of the MA thesis presents a design approach for wastewater treatment system of Ääsmäe village. The values of pollution load of 700 pe and maximal pollution load of 850 pe were used in designing the wastewater treatment facility.</p>			
Keywords: water supply, modelling, epanet, wastewater treatment plant			

Sisukord

1.	Ülevaade olemasolevast olukorrast	8
1.1.	Ülevaade	8
1.2.	Veevarustus	9
1.3.	Kanalisatsioon ja reoveepuhasti	10
2.	Veevarustus	12
2.1.	Joogiveele esitatavad nõuded.	12
2.2.	Üldnõuded	12
2.3.	Veevajaduse arvutus	13
2.4.	Välisvõrgu paigutus ja sellele esitatavad nõuded	16
2.4.1.	Üldnõuded	16
2.4.2.	Ääsmäe küla plaaniline lahendus	17
2.5.	Välisvõrgu hüdrauliline arvutus	17
2.5.1.	Hargvõrgu arvutus	17
2.5.2.	Ringvõrgu arvutus	18
2.6.	Tuletõrje veevarustus	18
2.6.1.	Üldnõuded	18
2.6.2.	Ääsmäe küla tuletõrje veevarustus	19
2.7.	Veevõrgu modelleerimine	20
2.7.1.	Üldosa	20
2.7.2.	Veetarbimine ja tarbimisgraafikud	21
2.8.	Torustiku rõhukaod	23
2.9.	Mudeli elemendid	24
2.10.	Ääsmäe küla veevõrgu mudel	27
2.10.1.	Ääsmäe küla veevõrgu mudel variant 1	28
2.10.2.	Ääsmäe küla veevõrgu mudel variant 2	30
2.10.3.	Ääsmäe küla veevõrgu mudel variant 3	31
3.	Reoveepuhasti	33
3.1.	Puhastusprotsessi tehnoloogiline kirjeldus	33
3.2.	Nõuded puhastatud heitveele	35
3.3.	Ääsmäe küla reoveepuhasti kirjeldus	36
3.3.1.	Reovee pumpamine puhastisse	36
3.3.2.	Reovee eelpuhastus	36

3.3.3.	Bioloogiline aktiivmudapuhastus	36
3.3.4.	Fosforiärastus	38
3.3.5.	Liigmudakäitlus.....	39
4.	Kokkuvõte	40
	Viidatud kirjandus	41
	Lisad	42

Sissejuhatus

Elanikkond vajab kvaliteetset joogivett ning ohutut ja puhast elukeskkonda, mis püütakse tagada veekaitse korraldusega ja seadusandlusega.

EL veepoliitika raamdirektiivi (2000/60/EÜ) tegevusraamistikuga tuleb tagada aastaks 2015 kõikide pinna- ja põhjavete hea seisund. Direktiiv kehtestab meetmed vee kaitseks ja säästvaks veekasutamiseks. Nõuded joogivee kvaliteedile, reovee puhastamisele ning suublasse juhtimisele kehtestatakse asulareovee puhastamise direktiivis (91/271/EMÜ) ja joogivee direktiivis (80/778/EÜ 98/83/EÜ). Direktiivi nõuete täitmisega tagatakse elanikkonnale kvaliteetsed ja kaasaja nõuetele vastavad ühisveevärgi- ja kanalisatsiooniteenused. Paljude Eesti linnade ja asulate ühisveevärgi- ja kanalisatsioonisüsteemid on uuendatud ja viidud vastavusse nõuetega. Nii on ka vaja Ääsmäe küla ühisveevärgi- ja kanalisatsioonisüsteemid viia vastavusse Euroopa Liidu ja Eesti riigi poolt kehtestatud nõuetega, mis tagaksid tarbijale puhta ja ohutu joogiveega varustamise, kvaliteetse ühiskanalisatsiooniteenuse ning nõuetekohase reoveepuhastuse ja puhastatud heitvee juhtimise loodusesse. Kohaliku vee-ettevõtja andmete järgi on küla veetorustikud amortiseerunud ning reoveepuhasti vajab rekonstrueerimist.

Käesoleva lõputöö eesmärgiks on teha Ääsmäe külale veevõrgu mudel modelleerimistarkvaraga EPANET 2.0 ning analüüsida erinevaid lahendusi. Samuti koostatakse reoveepuhasti projekt.

Töö ülesanneteks on :

- 1) Hetkeolukorraga tutvumine ja andmete kogumine,
- 2) Veetorustike välisvõrgu plaaniline ja hüdrauliline lahendamine,
- 3) Programmi EPANET 2.0 tundma õppimine ja veevõrgu mudeli koostamine,
- 4) Reoveepuhasti projektlahenduse tegemine.

1. Ülevaade olemasolevast olukorrast

1.1. Ülevaade

Ääsmäe küla paikneb Harjumaal Saue valla lõunaosas, Tallinn-Pärnu-Ikla mnt. vahetusläheduses. Küla piirneb lõunast Hageri teega, idast Maidla küla ning põhjast Koppelmaa külaga (joonis1.1). Ääsmäe külas elas 2006 a. rahvaloenduse andmetel 628 inimest [14].



Joonis 1.1 Ääsmäe küla

1.2. Veevarustus

Ääsmäe küla vee- ja kanalisatsioonitorud pärinevad Nõukogude ajast, täpne ehitusaeg on teadmata. Ääsmäe küla veetorustike pikkuseks on 5 km, millest 1 km on uuselamurajooni rajatud uued plastiktorud ning ülejäänud 4 km on rekonstrueerimist vajavad malmtorud. Vanade malmtorude läbimõõduks on enamjaolt DN 100 mm. Torustike seisukord halb: palju on amortiseerunud ning lekkivad, esineb surveprobleeme, kus vesi ei jõua viimastele korrustele. Torustiku amortiseerumise tõttu ei saa survet suurendada, sest esineb oht torustiku purunemisele. Ääsmäel puudub ringvõrk. Küla tuletõrjevee vajadus on lahendatud hüdrantide ja veehoidlatega (2 hüdranti ja 3 veehoidlat). Soopealne puurkaev-pumpla ning Karjatee puurkaev varustavad küla veega. Nad on ehitatud 1978 a. Vee-ettevõtja AS Kovek on hinnanud pumplate seisukorda rahuldavaks. Soopealse pumplal vajavad tervendamist välisseinad, katus, ventilatsioon, küte ja valgustus. Saue valla arengukava 2015 järgi on planeeritud küla torustike uuendada KIK ning EL vahendite abiga. Esmajärgus on planeeritud rekonstrueerida veetorustik ning Soopealse puurkaev-pumpla, tagamaks paremat veekvaliteeti Ääsmäe külas [14].

1.3. Kanalisatsioon ja reoveepuhasti

Ääsmäe külas on kanalisatsioonitorustikke ca 5 km, millest 4 km on iseoolne ja 1 km survekanalisatsioon. Kogu torustikust on amortiseerunud ning tehniliselt kehvast seisukorras 3.6 km torusid, millest 3 km on iseoolne ning 0.6 km survekanalisatsioon. Ääsmäel on kaks reoveepumplat, mille seisukord on rahuldav. Üks pumpla asub uuselamurajoonis ning teine 250 m enne reoveepuhastit.

Ääsmäel tekkiv reovesi koguneb reoveepuhasti juures olevasse reoveepumplasse, kust see reoveepuhastisse pumbatakse. Olemasolev reoveepuhasti on madala koormusega, kestusaeratsiooniga aktiivmudapuhasti, mille maksimaalne jõudlus on 250 m³/d. Reoveepuhasti koosneb rahustuskaevust, liivapüünisest, aktiivmudaseadmest ning biotiikidest. Reoveepuhasti eelvooluks on Maidla jõgi.

2011.a.teostatud mõõtmiste kohaselt oli Ääsmäe küla reoveehulk 28443 m³ ning keskmine ööpäevane vooluhulk ligikaudu 78 m³. Tabelis (tabel 3.1) on välja toodud Ääsmäe küla reoveepuhasti maksimaalsed heitvees olevate saasteainete lubatud piirmäärad ja piirhited ning tabelis (tabel 3.1.1) on näidatud biotiikide väljavoolu mõõtmistulemused [14].

Tabel 3.1. Ääsmäe reoveepuhasti väljavoolule kehtestatud nõuded

Suubla	Heitvesi		Reostuse Näitaja	Lubatud heide		
	Ühik	Hulk		konsent. mg/l	Reostusmaht	
Ääsmäe reoveepuhasti, Maidla jõgi 1098300	m ³ /a	25200	BHT ₇	15	0,095	0,38
	m ³ /kv	6300	Heljum	25	0,158	0,632
	m ³ /d	-	Üld N*	-	-	-
			Üld P	1,5	0,0095	0,038
			Naftasaadused	1,0	0,0063	0,0252
			Fenoolid	0,1	0,0006	0,0024

* Saasteained, mille keskkonda viimist loaga ei limiteerita, kuid saastetasu arvutatakse.

Allikas: AS Kovek vee-erikasutusluba

Tabel 3.1.1. Ääsmäe reoveepuhasti biotiigi väljavoolu mõõtmistulemused

Mõõtmisaeg	Ühik	26.02.2010 Kontsentratsioon mg/l	02.11.2010 Kontsentratsioon mg/l	24.05.2011 Kontsentratsioon mg/l
Komponent				
BHT ₇	mgO ₂ /l	29	11	14
Hõljuvaine	mg/l	30	6,7	13
Üld _p	mg/l P	3,53	2,13	2,29
Üld _N	mg/l N	50	40	5,2
Lenduvad fenoolid	mg/l	0,007	0,007	<0,005
Naftasaadused	mg/l	1,2	0,3	<0,3

Allikas: AS Kovek (Terviseameti kesklabori proovivõtu tulemused)

Tabeli andmetel on näha, et iga veeproovi analüüsi korral on üldfosfori mõõdetud kontsentratsioon ületanud lubatud norme. Üldfosfori kõrge kontsentratsioon on põhjustatud sellest, et Ääsmäe küla reoveepuhastil puudub fosforiärastus.

Hindamaks reoveepuhasti tehnilist seisukorda võeti 2011.a. veeproovid reoveepuhastisse sisenevast veest ning puhasti ja biotiigi väljavoolust.

Tabel 3.1.2. Ääsmäe reoveepuhastisse siseneva reovee ning reoveepuhasti ning biotiigi väljavoolu keemiliste analüüside tulemused

Proovid võetud			
Komponent	Puhastisse sisenev	Puhastist väljuv	Biotiigist väljuv
pH	7,4	7,1	7,3
Heljum (mg/l)	430	13	4,0
BHT ₇ (mg O ₂ /l)	310	8,0	4,2
Udlämmastik (mg/l N)	49	18	9,7
Üldfosfor (mg/l P)	12,2	2,75	4,1
Lenduvad fenoolid (mg/l)	0,003	0,007	0,005
Naftasaadused (mg/l)	<0,3	0,3	<0,3

Allikas: Tervisekaitseinspeksiooni Kesklaboriproovivõtu tulemused.

Analüüsi tulemusest on näha (vt tabel 3.1.2), et üldfosfori kontsentratsioon on üle lubatud normide [14].

2. Veevarustus

2.1. Joogiveele esitatavad nõuded.

Igal inimesel on õigus puhtale joogiveele. Joogivesi on joogiks, söögi valmistamiseks ning muudeks olmetarbeks kasutatav vesi. Joogivett peetakse puhtaks, kui see ei sisalda mikroorganisme ning mis tahes saasteained, mis kujutaksid ohtu elanikkonna tervisele. Seetõttu peab joogivesi vastama kvaliteedinõuetele, mis on esitatud sotsiaalministri määruses nr 82 „Joogivee kvaliteedi ja kontrollnõuded ning analüüsimeetodid“.

Tarbijatele pakutava joogivee kvaliteedi peab tagama joogivee käitleja, kes teostab kontrolli vee kõlblikkuse üle ning jagab teavet joogiveekvaliteedi kohta tarbijatele ning riiklikele organisatsioonidele.

2.2. Üldnõuded

Veevõrk peab olema projekteeritud ning ehitatud nii, et vaadeldavas piirkonnas olevad tarbijad saaksid vajalikus koguses ja vajaliku rõhu juures kvaliteetse joogivee. Lisaks eelnevale peab olema veevõrk töökindel ja ka majanduslikult ökonoomne.

Vee pikaajaline seismine torustikus halvendab joogiveekvaliteeti, seega tuleb süsteem projekteerida ning ehitada nii, et võimalus vee seismiseks oleks miinimumi lähedane.

Seega tuleks torustiku rajamisel kaaluda mitmeid variante, kas

- ehitada pea- ja tänavatoru tupikvõrguna või ringvõrguna,
- ehitada eraldi sektsioonidena torustikke, millede vooluhulk on väike,
- suurendada torude läbimõõtu tuletõrjevee vajaliku vooluhulga tagamiseks või mõneks muuks ajutiseks otstarbeks [18].

2.3. Veevajaduse arvutus

Veetarbimine määratakse mõõtmiste alusel. Mõõtmisandmete puudumisel juhendatakse kohaliku omavalitsuse poolt kehtestatud veetarbenormidest. Nende puudumisel võib lähtuda veetarbimise arvandmetest, mis on toodud standardis EVS 835:2014 „Hoone veevärk“ [2].

Ühisveevärk projekteeritakse tippturni arvutuslikule vooluhulgale, mis saadakse üksikute veetarbijate vooluhulkade summeerimise teel, arvestades seejuures ebaühtlust ajas.

Veevajaduse arvutuse käigus leitakse ööpäevane keskmine, ööpäevane maksimaalne ja tippturni veetarbimine Ääsmäe külale. Veetarbimise arvutus tehakse vastavalt EVS 847-3:2003 toodud arvutusmetoodikale.

Ööpäevane keskmine veetarbimine leitakse valemiga:

$$Q_{\text{ööp}}^{\text{kesk}} = N * q, \quad (2.3.1)$$

kus

N - elanike arv,

q - veetarbimisnorm, l/(el d)

Ööpäevane maksimaalne veetarbimine leitakse valemiga:

$$Q_{\text{ööp}}^{\text{max}} = Q_{\text{ööp}}^{\text{kesk}} * K_{\text{ööp}}, \quad (2.3.2)$$

kus

$K_{\text{ööp}}$ - ööpäeva tarbimiste ebaühtlustegur, mis näitab kui palju tipptarbimine ületab keskmist tarbimist. Elanikkonnal on tegur 1,2.

$Q_{\text{ööp}}^{\text{kesk}}$ - ööpäevane keskmine veetarbimine

Tippturni veetarbimine arvutatakse järgmise valemiga:

$$Q_h^{\text{max}} = \frac{Q_{\text{ööp}}^{\text{max}}}{T} * K_h, \quad (2.3.3)$$

kus

K_h - tunnitarbimise ebaühtlustegur,

T- näitab tarbimise kestust ööpäevas,

$Q_{\text{ööp}}^{\text{max}}$ - ööpäevane maksimaalne veetarbimine.

Tunnitarbimise ebaühtlustegur leitakse järgmise valemiga:

$$K_h = A_{\text{max}} * B_{\text{max}} \quad (2.3.4)$$

kus

A_{max} - tegur, mille väärtus on vahemikus 1.2.....1.4

B_{max} - sõltub elanike arvust.

Veetarbimine sõltub kohalikest oludest ning väga rakse on hinnata täpset veetarbimist mõõtmisandmete puudumisel. Eesti standardid pakuvad elanike veetarbenormiks 95-250 l/d.

Eesti ühe elaniku veetarbimine on 90 l/d aastal 2010. Võrreldes aastaga 1992, mil see oli 188 l/d, on see ca 2 korda vähenenud [13].

Näitena tabelis on toodud veetarbimised erinevates Eesti piirkondades aastal 2009 [13].

Tabel 2.3.1. Veetarbimine Eesti piirkondades 2009

Linn, asula	Keskmine külma veetarbimine l/d
Kose	94
Palivere	52
Haapsalu	109
Alatskivi	154
Vaabina	148
Abja-Paluoja	86
Kukruse	331
Pärnu	141

Soojavee tarbimise analüüs [8] viidi läbi Tallinna Mustamäe elamupiirkonnas aastatel 1999-2004, mil uuriti 250 kortermaja. Uuringu andmetel vähenes veetarbimine 1999 aastal 129 l/d-lt inimese kohta 94 l/d-le 2004 aastal.

Veevajaduse hindamine on suur probleem veevõrgu mudeli tegemisel, sest selles on väga palju ebamäärasust ning see võib mõjutada mudeli tööd [17]. Seega on oluline teada mõõdetuid vooluhulkasid, et anda hinnang veetarbimisele.

Veevajaduse arvutuse tegemisel arvestati kogu küla olemasolevat veetarbimist ajavahemikul november 2013 kuni aprill 2014. Mõõdetud veetarbimisest suurkaev-pumpla juures tuletati ligilähedane ühe elaniku veetarbimine l/d.

Tabel 2.3.2 Mõõdetud vooluhulgad

Kuu	Veetarbimine m ³	Arvutatud ühe elaniku veevajadus l/d
November 2013	1603,6	83.8
Detsember 2013	2119,7	107.2
Jaanuar 2014	3356,4	169.7
Veebruar 2014	3114,9	174.36
Märts 2014	3343,5	169.1
Aprill 2014	3296,8	172,3

Mõõdetud vooluhulkade alusel võib oletada, et Ääsmäe küla inimese veetarbenormiks võib olla 143 l/d.

Veevajaduse arvutusel on kasutatud tunnitarbimise ebäühtlustegureid, mis on toodud teatmikus [15].

Tabel 2.3.3 Veevajaduse arvutus

Tarbija	N	q (l/ööp)	Q ööp kesk (m ³ /ööp)	K ööp	Q ööp max (m ³ /ööp)	T (h)	k _h	Q max h (m ³ /h)	Q max h (l/s)
Elanikud	638	143	91.23	1.2	109.48	18	2.33	14.17	3.94
Balsnack	40	35	1.40	1.1	1.54	10	2	0.31	0.09
Kadarbiku talu	22	35	0.77	1.1	0.85	10	2	0.17	0.05
Infokaitse OÜ	15	35	0.53	1.1	0.58	10	2	0.12	0.03
Pood	5	35	0.18	1.1	0.19	8	2	0.05	0.01
Pood 2	2	35	0.07	1.1	0.08	8	2	0.02	0.01
Tankla	2	35	0.07	1.1	0.08	8	2	0.02	0.01
Lasteaed	128	75	9.60	1.2	11.52	10	2.5	2.88	0.80
Põhikool	161	20	3.22	1.1	3.54	16	2	0.44	0.12
Salu kool (erivajadus)	37	30	1.11	1.1	1.22	10	2	0.24	0.07
Raamatukogu	5	35	0.18	1.1	0.19	8	2	0.05	0.01
Noortekeskus	8	35	0.28	1.1	0.31	8	2	0.08	0.02
Postkontor	3	35	0.11	1.1	0.12	8	2	0.03	0.01
Miniloomaaed		267	0.27	1.3	0.35	13	2	0.05	0.01
		Σ=	109.00	Σ=	129.69		Σ=	18.63	5.17
		10%	10.9001		12.96908			1.862556	0.517377
		10% + Σ=	119.90	10% + Σ=	142.66		10% + Σ=	20.49	5.69

2.4. Välisvõrgu paigutus ja sellele esitatavad nõuded

2.4.1. Üldnõuded

Veevõrgu ehitamiseks on mitmeid variante, kas ehitada hargvõrguna, ringvõrguna või ringvõrguna koos tupikharudega. Tuleb läbi mõelda, milline lahendusvariant on kõige sobilikum antud piirkonnale. Alati tuleb arvestada piirkonna kohalike oludega. Välisvõrgu paigutamisel tuleb arvestada olemas olevate kommunikatsioonide kujuga, et ei tekiks ristumisi, mis häiriks üksteise tööd. Sõidutee alla projekteeritud tehnovõrgud peavad asuma võimalikult sõidutee ääres, et ehitus-, hooldus- või puhastustööd häiriks võimalikult vähe liiklust. Eralduriba olemasolul tuleb torustikud projekteerida eraldusriba alla. Vee- ja kanalisatsiooni liitumispunktid tuleb projekteerida kuni 1 m kinnistute piirist väljapoole [9]. Veevärgi projekteerimisel peab arvestama külmumispiiriga, mis on piirkonniti erinev sõltudes pinnasest ning niiskusest.

Veetorustikule tuleb paigaldada siibrid, et avariiolekorras oleks võimalik lõigud sulgeda ning tarbijad saaksid remonttööde ajal veega varustatud. Vajadusel tuleb ette näha torustiku

tühjendamise- või läbipesuvõimalused. Tühjendustoru mõõtmed arvutatakse väljuva vee hulgest, kestusest ja veekogu suuruselt, kuhu vesi juhitakse [18].

Magistraalorustikele tuleb ette näha õhueraldajad, et torustikust saaks õhu välja lasta. Sõltuvalt toru läbimõõdust on võimalik õhk välja lasta tuletõrje hüdrantide kaudu.

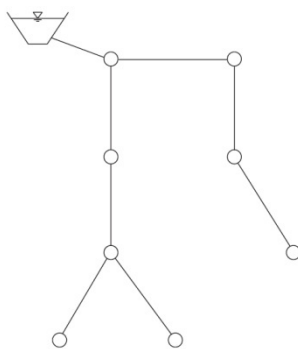
2.4.2. Ääsmäe küla plaaniline lahendus

Ääsmäe küla lahendatakse ringvõrgu ja hargvõrguna. Antud töös näidatakse veetorustiku asukoht skemaatiliselt (vt graafilised lisad, joonis 1), sest puudub kogu küla geodeetiline mõõdistus, kust oleks võimalik saada infot olemasoleva situatsiooni kohta. Töös kasutatakse topograafilise kaardina alust 1:2000, millel on kinnistupiirid. Selline plaaniline lahendus võimaldab teha veevõrgu mudelit piisava täpsusega.

2.5. Välisvõrgu hüdrauliline arvutus

2.5.1. Hargvõrgu arvutus

Hargvõrke ehitatakse väikeasulate ning maapiirkondades. Võrreldes ringvõrguga on hargvõrku majanduslikult odavam ehitada, sest torusid kulub süsteemi välja ehitamiseks vähem. Hargvõrgu peamiseks miinuseks on avariolukord, kui remonttööde ajal ei ole võimalik kõikidele tarbijatele tagada vett.

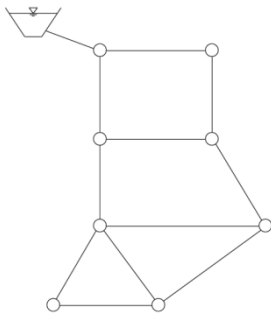


Joonis 2.5.1 Hargvõrk

2.5.2. Ringvõrgu arvutus

Ringvõrke rajatakse kõige enam asulatesse, sest see on hargvõrgust töökindlam. Ringvõrgus saavad tarbijad vee vähemalt kahelt poolt. Kuna torusid tuleb rohkem ehitada, on süsteemi ehitus hargvõrgust kallim. Ringvõrgu arvutuseks kasutatakse Kirchhoffi seaduseid. Esimene seadus ütleb, et võrgu igas sõlmes juurdevool võrduma äravooluga. Kui juurdevoolule anda pluss- ja äravoolule miinusmärk, siis vooluhulkade summa igas sõlmes võrdub nulliga, $\sum Q=0$ [10].

Kirchhoffi teine seadus ütleb, et igal töörežiimil saab igas võrgusõlmes valitseda üksainus surve, mis tähendab, et igas võrguringis võrdub survekadude summa nulliga, $\sum H_{m-n}=0$ [10].



Joonis 2.5.2 Ringvõrk

2.6. Tuletõrje veevarustus

2.6.1. Üldnõuded

Tuletõrje vee rajamiseks on mitu võimalust. Tuletõrje veevõtu kohaks võivad olla looduslikud veekogud, tuletõrje veemahuteid või ühisveevärgi hüdrandid. Tuletõrje veevõrk tuleks planeerida nii, et tulekahju ajal oleks tagatud vajalik kustutusveemaht. Ühe tulekahju normvooluhulk on 10 l/s kuni 800 m² pindalaga hoone puhul, kui pindala jääb vahemikku 800-1600m² peab arvestama vooluhulgaga 15 l/s. Tulekahju kestvuseks arvestatakse 2-3 tundi, olenevalt hoone kasutusviisist ning ehitise tuletõkkeseptsiooni piirpindalast ja põlemiskoormusest. Tulekahju korral tuleb arvestada torustiku vabarõhuga, mis veevõtupunktis ei tohi langeda alla 1.0 bari [1].

Kustutusvee võtmisel ei tohi häirida lähipiirkonna teiste veetarbijate veega varustamist.

Ühisveevärk tuleks rajada ringvõrguna, kui kustutusvee allikana kasutakse ühisveevärki. Minimaalne torustiku läbimõõt on De 110mm. Tuletõrjehüdrandid tuleb paigutada nii, et oleks tagatud vajalik vahemaa, mis on esitatud EVS 812-6:2012. Objektidel, kus ei ole mõistlik rajada hüdrante ühisveevärgi torustikule vastavalt tehnilis-majanduslikele kaalutlustele võib rajada loodusliku veevõtukohta.

Loodusliku veevõtukohta puhul peab arvestama asjaoluga, et vee kättesaadavus oleks tagatud aastaringselt ning selle sügavus oleks vähemalt 1,5 m. Veevõtutoru minimaalne siseläbimõõt peab olema 200 mm ning vältimaks ummistust peab ühendustoru ots põhjast olema 0.5 m kõrgusel.

Tuletõrje veehoidla rajamisel tuleb arvestada, et selle tühjenemise korral, oleks täitmine tagatud 72 jooksul. Selle täitmine võib toimuda ühisveevärgi torustikust, soovitatavalt minimaalse tarbimise ajal nt öösel. Kui tegu on kinniste tuletõrje veehoidlatega, siis lisaks hüdrantile peab see olema varustatud õhutusarmatuuriga, veevõtukohta täitmisarmatuuriga ning hooldusluugiga [1]. Tuletõrje veehoidlad tuleb hajutada laiali, et tulekahju piirkonda saaks kustutusvett kahest veevõtukohest. Kui mingil põhjusel ei ole võimalik kustutusvett veehoidlast võtta või on raskendatud peab saama vett 3 m³ veevõtukaevudest, mis on ühendatud veehoidlaga vähemalt 200 mm läbimõõduga toru abil. Ühendustorule veevõtukaevu ette tuleb rajada siibrikaev, kuhu paigaldatakse sulgarmatuur. Piirkonnas, kus kustutusvett võetakse veehoidlast on soovitatav, et neid oleks kaks ning igas veehoidlas peaks olema vähemalt pool vee kogusest, mis on vajalik, et oleks tagatud tulekahju kustutamiseks piisav vooluhulk.

Tuletõrje veehoidla maht peab olema vähemalt 50 m³ [1].

2.6.2. Ääsmäe küla tuletõrje veevarustus

Antud töös on Ääsmäe küla tuletõrje veevarustuse planeerimisel kaalutletud kahte varianti. Rajada tuletõrjevee mahuti, mille veemaht peaks olema 108 m³, arvestades tulekahju kestvuseks 3 tundi ning normvooluhulgaks 10 l/s. Mahutit toidetakse ühisveevärgi torustikust. Teise võimalusena võiks kasutada kustutusvee allikana ühisveevärgi torustikku ja paigaldada kolm hüdranti. Ligikaudne viibeag veereservuaaris on 5,5 h. See on teoreetiline viibeag, mis on saadud veereservuaari veemahu jagamisel tiptunni veetarbimisega [3].

Lahendusvariante on analüüsitud veevõrgu mudelis, millest on juttu peatükis 2.7.

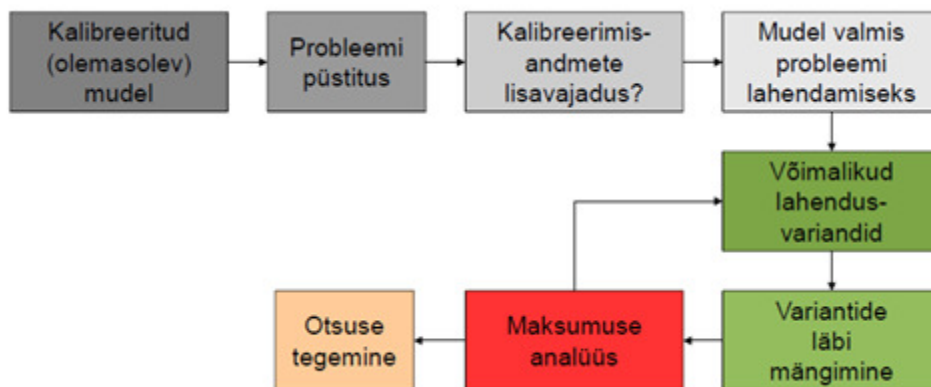
2.7. Veevõrgu modelleerimine

2.7.1. Üldosa

Veevõrgu mudeleid kasutatakse veevarustuse võrgu hüdraulilise arvutuse tegemiseks s.t uute torustike läbimõõtude leidmiseks, optimaalsete parameetritega mahutite ja pumplate rajamiseks.

Samuti on võimalik mudelis teha veekvaliteedi analüüsi, tuletõrjevveevarustus süsteemi analüüsi, hüdraulilise löögi analüüs, avastada lekkeid, hinnata pumpade karakteristikuid ja energiatarvet. Mudeleid kasutatakse ka igapäevase veevarustussüsteemi opereerimiseks, et saada tagasidet võrgutöö kohta, avastada katkestusi jne [11].

Joonisel (joonis 2.7.1) on esitatud üldskeem modelleerimise protsessist, ideest otsuseni. Veevõrgu modelleerimiseks on mitmed erinevad programme WaterCad, Epanet, WaterGEMS, Mikenet jne



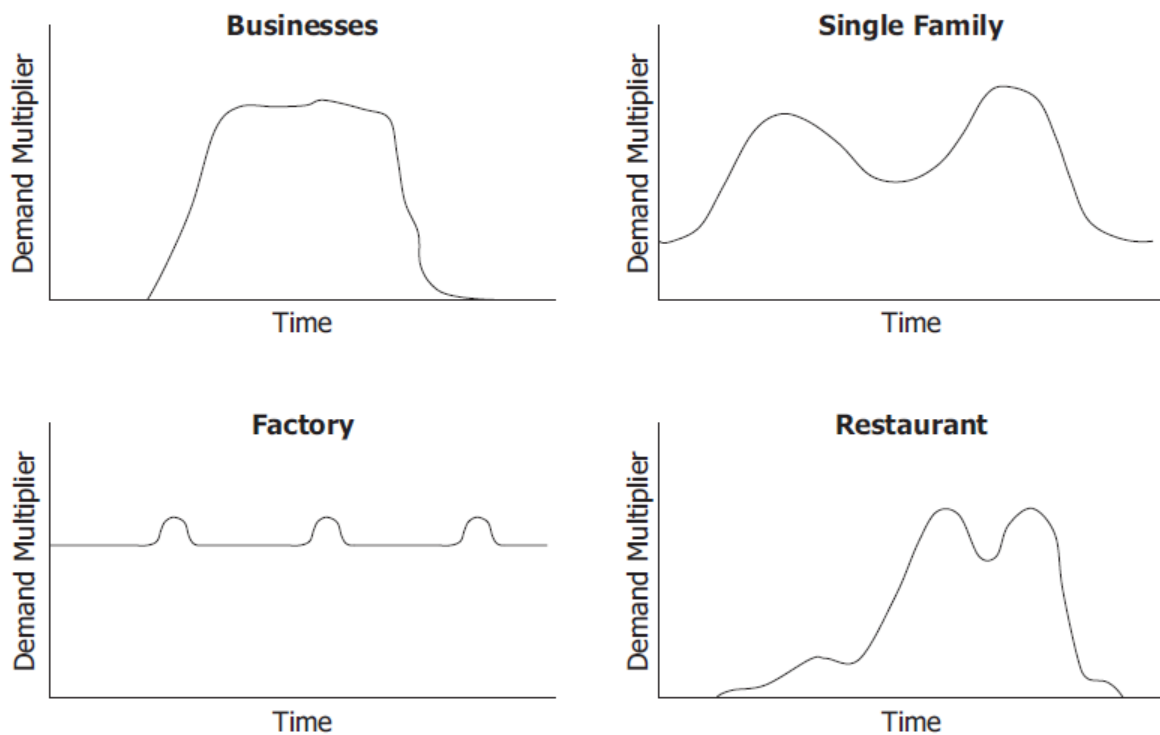
Joonis 2.7.1. Kalibreeritud mudel [4].

Mudeli simulatsiooni tüübid jagunevad ajas muutumatuks ehk statsionaarseks ja muutuvaks ehk dünaamiliseks. Esimene neist kirjeldab veevõrgu ligikaudset olukorda. Dünaamiline simulatsiooniga võetakse arvesse veetarbimise muutust ajas, püüdes anda ettekujutust reasemast olukorrast veevõrgus. Nii on võimalik hinnata veekasutust ajas, teada mahutite veetasapindade muutust ajas jne [11].

2.7.2. Veetarbimine ja tarbimisgraafikud.

Veetarbimine oleneb paljuski kohalikest oludest. Veetarbimine ei ole konstante suurus, vaid seda iseloomustab muutus ajas ning selle peab määrama mõõtmiste alusel. Mudeli tegemisel tuleb arvesse võtta veetarbimise muutust ajas: statsionaarses mudelis ühe kindla tingimusena (keskmine päeva veetarbimine, maksimaalse päeva veetarbimine, tipptunni veetarbimine) või dünaamilises mudelis baastarbimise muutusena ajas. Baastarbimist võib defineerida kui päeva keskmist tarbimist kindlal aastal [11].

Mudelis võetakse tarbimise muutust ajas arvesse tarbimisgraafikuga, mis koosneb kordajatest teatud ajahetkedel. Igal tarbijal on oma tarbimisgraafik. Joonisel (joonis 2.7.2) on näidatud mõnede tarbijate tüüptarbimisgraafikud.



Joonis 2.7.2. Tarbijate tarbimisgraafikud [11].

Ääsmäe küla tarbimise määratlemine ilma reaalsete vooluhulkade mõõtmisandmeteta on ebamäärane ning ajas muutuvat mudelit koostada ei saa. Küll aga, saab välja arvutada tipptunniveetarbimise, toetudes veetarbimismuutustele ja ebaühtlusteguritele, ning teha ajas

muutumatu mudeli torustiku hüdraulilise arvutuse tegemiseks, sest pea- ja tänavatorustiku võib dimensioneerida tipptunni vooluhulga järgi [18].

Hargvõrgu modelleerimisel on võrdluseks kasutatud tarbijate vooluhulkasid, mis on arvatud meetodikaga, mis on esitatud standardis EVS 835:2014.

Normvooluhulkade alusel arvutatakse arvutusvooluhulk (Q_n), mis leitakse järgmise valemiga [2]:

$$Q_n = Q_{nl} + \Theta(\sum Q_a - Q_{nl}) + A\sqrt{\Theta Q_k} \times \sqrt{\sum Q_n - Q_{nl}}, \quad (2.7.2.1)$$

kus

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

$\sum Q_n$ - veevõtupunktide normvooluhulkade summa, l/s,

Θ - tõenäosus, et arvutusvooluhulk esineb tipptunnil,

Q_k - vaadeldava veevõtupunkti keskmine vooluhulk, l/s,

A - tegur, mis arvestab, kui sageli ülendatakse arvutusvooluhulka Q_a .

Arvutuslike vooluhulkade leidmisel võib kasutada tabelit 6.3 [2], mis on koostatud ühiskondlike hoonete tarvis, mille põhjal leitakse hoone jaotustorustiku arvutusvooluhulk normvooluhulgast.

Tabelis 2.7.1. on korteri või maja veevõtuseadmete normvooluhulkade, millest saadakse arvutusvooluhulk.

Tabel 2.7.1. Korteri või maja veevõtuseadmete normvooluhulkad

Normvooluhulk (l/s)	
Köögivalamu	0.2
Valamukraan	0.2
Vann	0.3
Loputuspaagiga klosetipott	0.1
Pesumasin korteris	0.2
Nõudepesumasin	0.2
Kokku	1.2

2.8. Torustiku rõhukaod.

Vedelike voolamisel torudes, kraavides tekib hõõrdumine vastu pinda ning vedeliku erinevad kihid viskoossuse tõttu hõõrduvad ka omavahel, mida nimetatakse hõõrdetakistuseks ning selle tulemusel tekkinud energiakulu on hõõrdesurvekadu. Mudelis on võimalik hõõrdesurvekadusid arvutada kolme meetodikaga: Hazen-Williams, Darcy-Weisbach ning Chezy-Manning. Hazen-Williamsi meetod on väga populaarne Ameerikas ning kasutatakse peamiselt turbolentse voolamise puhul. Darcy-Weisbachi valemit kasutatakse iga voolurežiimi ning iga vedeliku puhul, sest see on kõige täpsem. Avasängide puhul kasutatakse põhiliselt Chezy-Manningu meetodikat ning statsionaarse voolamise korral lähtutakse Darcy-Weisbachi valemist [11].

Ääsmäe mudeli tegemisel on kasutatud Hazen-Williams ning hõõrdesurvekadu leitakse järgmise valemiga [11]:

$$h_t = f \frac{Lv^2}{D2g} = \frac{8fLQ^2}{gD^5\pi^2}, \quad (2.8.1)$$

kus

f - Darcy – Weisbachi kareduskoeffitsent,

v - kiirus (m/s),

L - toru pikkus (m),

D - toru läbimõõt (m),

Q - vooluhulk (l/s)

Kohtsurvekadu leitakse järgmise valemiga [11]:

$$h_m = K_L \frac{v^2}{2g} = K_L \frac{Q^2}{2gA^2}, \quad (2.8.2)$$

kus

K_L kohtsurvekao koefitsient,

L - toru pikkus m,

A - ristlõike pindala,

g - raskuskiirendus,

D - toru läbimõõt m,

Q - vooluhulk l/s.

2.9. Mudeli elemendid

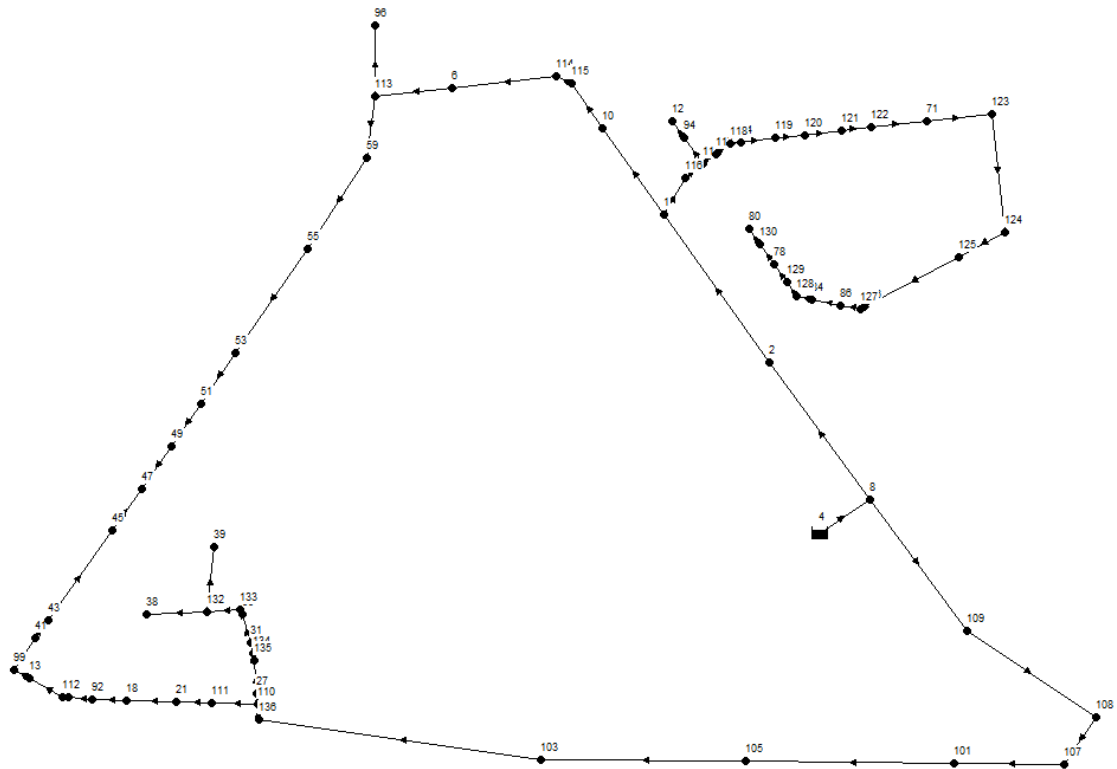
Veevõrgu mudel koosneb sõlmedest, torudest, reservuaaridest, mahutitest, pumpadest, klappidest jne. Tarbimise vooluhulgad ja maapinna kõrgusmärk lisatakse sõlmedesse. Sõlmed ühendatakse toruga, millele tuleb sisestada toru siseläbimõõt, toru pikkus ja kareduskoefitsient.

Pipelife AS tarnitavaid torusid kasutatakse antud töös. Tabelis 2.9.1 on esitatud torude mõõtmed.

Tabel 2.9.1 Torude tehnilised parameetrid.

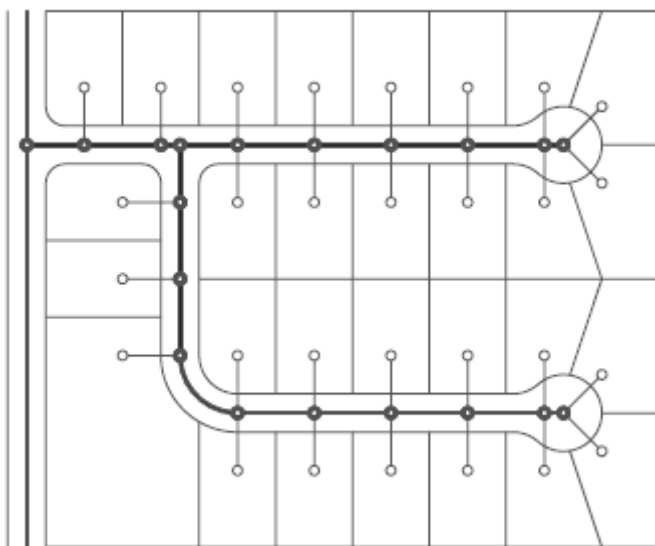
PE-100 toru läbimõõdud		
PN 10 SDR 17 SN17		
De	e	siseläbimõõt
32	3	26.0
40	3.7	32.6
50	4.6	40.8
63	3.8	55.4
75	4.5	66.0
90	5.4	79.2
110	6.6	96.8
125	7.4	110.2
140	8.3	123.4
160	9.5	141.0
180	10.7	158.6
200	11.9	176.2

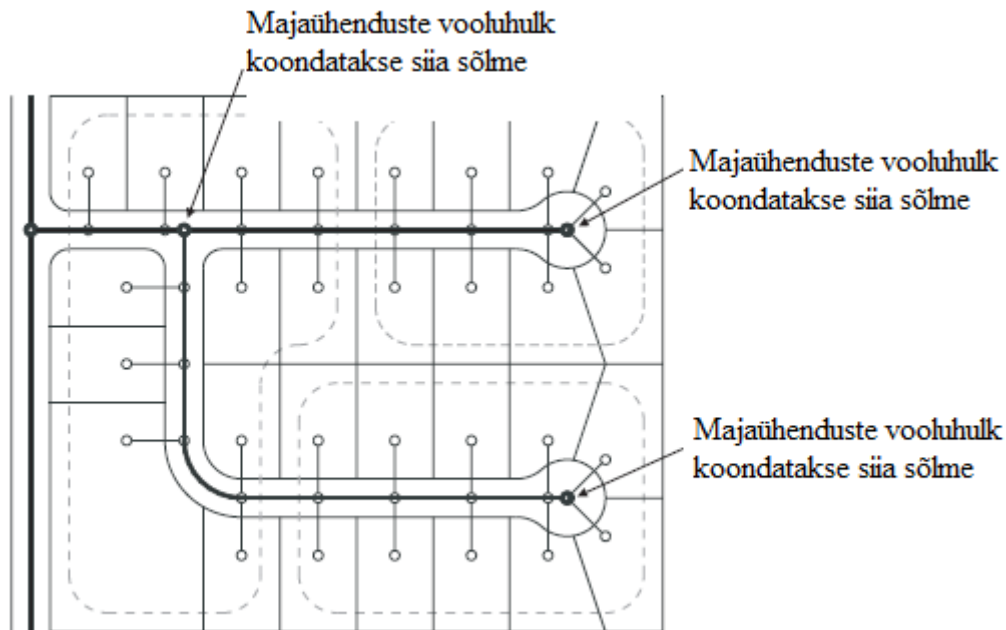
Mudeli elemendid on esitatud joonisel 2.9.1



Joonis 2.9.1. Ääsmäe küla mudel

Mudelis vooluhulkade leidmisel on kasutatud skeletoniseerimist ehk lihtsustamist, mis tähendab seda, et teatud sõlmedesse koondatakse elanike veetarbimine mingi vahemaa tagant, arvesse võttes mudeli täpsuse hinnangut vt joonis 2.9.2.





Joonis 2.9.2. Mudeli skeletoniseerimine ehk lihtsustamine

Korteri või maja vooluhulk leitakse järgmise valemiga [9].:

$$q_0^{korter} = \frac{\sum Q_{elanikud}}{\sum N_{korter}} (l/s), \quad (2.9.1)$$

kus

$\sum Q_{elanikud}$ on elanikkonna kogu vooluhulk (l/s),
on korterite arv.

Toru vooluhulk leitakse järgmise valemiga:

$$q_0 = q_0^{korter} * N_{korter} (l/s), \quad (2.9.2)$$

kus

q_0 on liini vooluhulk (l/s), $\sum N_{korter}$

q_0^{korter} on korteri vooluhulk (l/s),

N_{korter} on korterite arv toru lõigul.

Arvutuslikuks toru vooluhulgaks võetakse pool toru vooluhulka, mis omistatakse sõlmele toru otsas, sest tegemist on muutuva vooluhulgaga torustikuga [10].

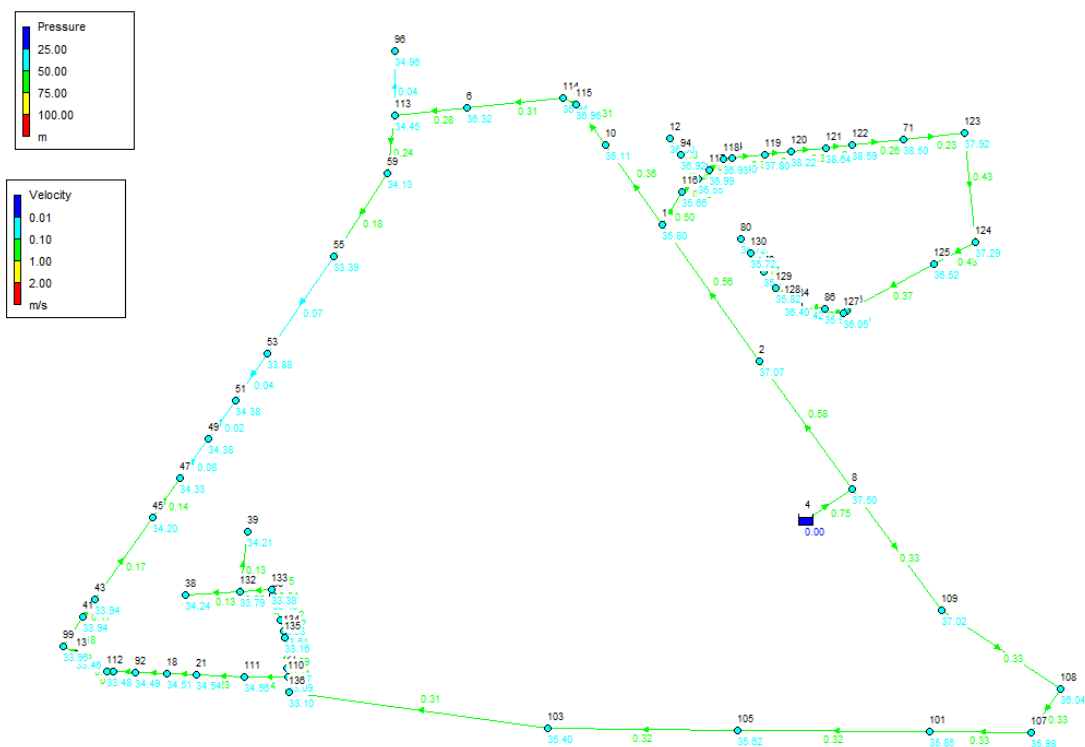
Ääsmäe hüdraulilise mudeli tegemisel on arvesse võetud need sõlmed (vt graafilised lisad, joonis 1), mis omavad olulist mõju veevõrgule. Tabelis (vt lisa 1) on esitatud sõlmed, millega arvestatakse veevõrgu mudelis.

2.10 Ääsmäe küla veevõrgu mudel

Ääsmäe külas tehakse ajas muutumatu veevõrgu mudel eesmärgiga, leida optimaalsed toru läbimõõdud olenevalt vooluhulgast, voolukiirusest ja survest.

Kasutades EVS 835 meetodikat hargvõrgu vooluhulkade leidmisel, on hargvõrku vaadeldud eraldi süsteemina vt joonis 2.9.1, et saada optimaalne hargvõrgu toru läbimõõt lõikudes 2-46. Hargvõrgu lõigus 2 kuni 46 on saadud korterite/majade arvuks 26. Nende normvooluhulkade summa on 31,2 l/s ja arvutuslik vooluhulk on 1,71 l/s. Selles lõigus on arvestatud iga maja/korteri sõlmpunkti 0,07 l/s.

Hargvõrgu lõigus 22 kuni 29 on saadud korterite/majade arvuks 9. Nende normvooluhulkade summa on 10,8 l/s ja arvutuslik vooluhulk on 1,01 l/s. Selles lõigus on arvestatud iga maja/korteri sõlmpunkti 0,11 l/s. Kortermaja sõlmpunkti on arvestatud 0,43 l/s.



Joonis 2.10.1 Veevõrgu mudel

Mudel on tehtud järgmistele olukordadele:

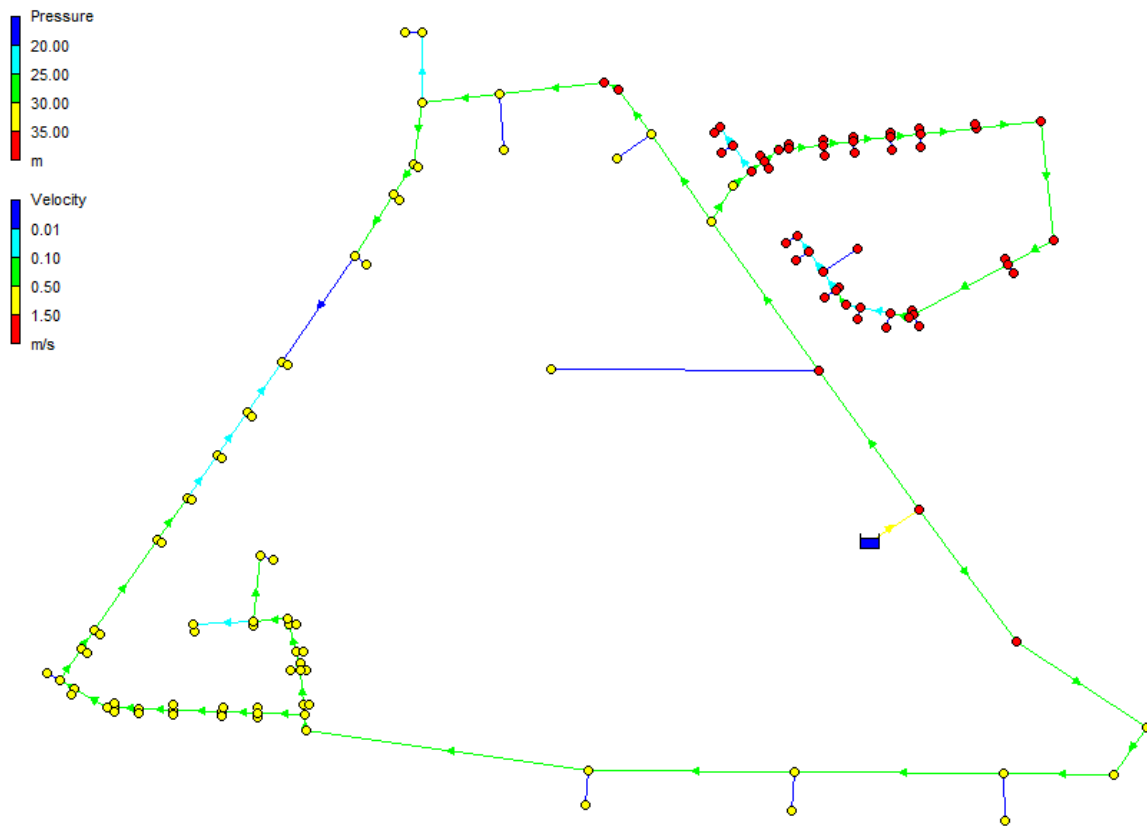
- tuletõrje veevarustus on lahendatud ühisveevõrgu allikana
- pea- ja tänavatorustik on lahendatud ilma tuletõrje veevarutuseta,
- pea- ja tänavatorustik on lahendatud avariiolukorras, ilma tuletõrje veevarutuseta.

2.10.1 Ääsmäe küla veevõrgu mudel variant 1

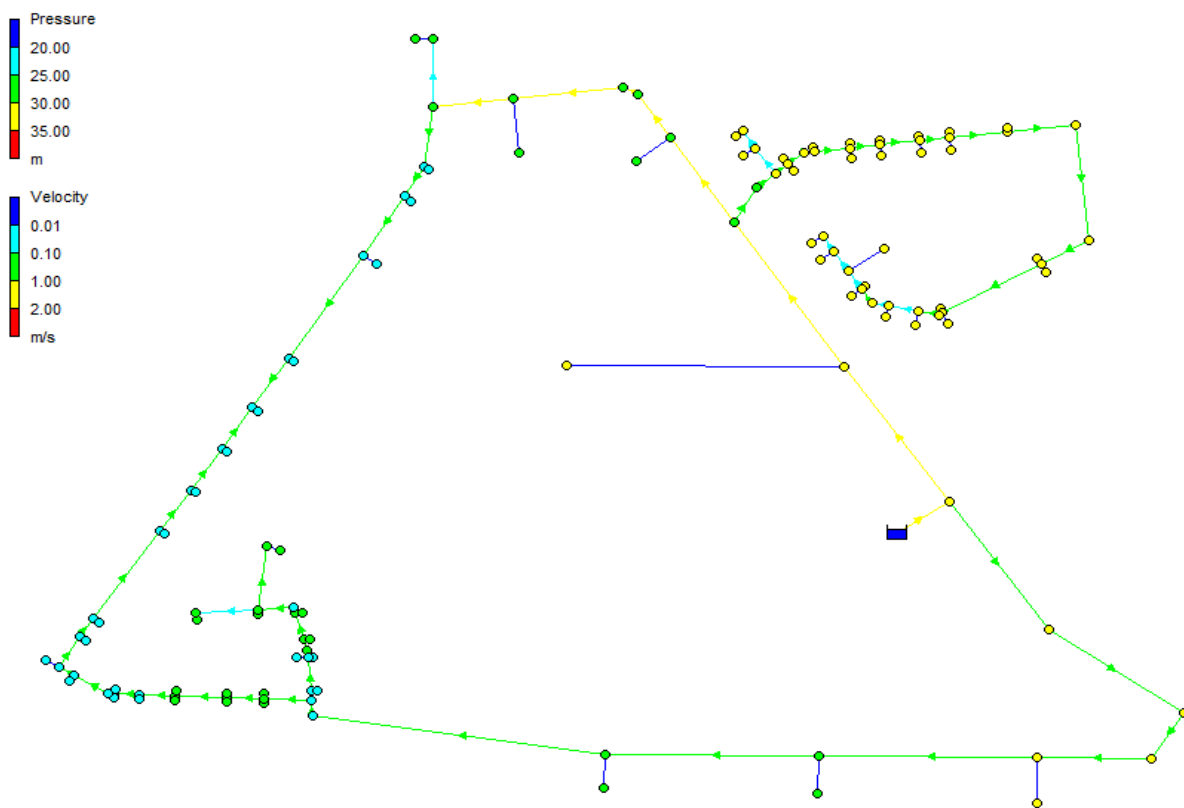
Veevõrgu mudelis on kasutatud arvutuslikke tippturni vooluhulkasid, mis on arvatud EVS 847 meetodikaga. Ringvõrgu toru läbimõõduks on De110, sest tuletõrje veevarustus on planeeritud ühisveevärgi osana. Mudelis antakse veevõrku puurkaev-pumpla juures survet 30 m.

Vastavalt standardile EVS 847:2003 on 2-korruseliste majadele nõutud minimaalne vabarõhk 24 m ning iga järgneval korrusel 4 m rohkem. Ääsmäe külas on kõige kõrgem hoone 3 korruseline, seega vajalik vabarõhk 28 m. Tavaolukorras, vt joonis 2.10.1.1., on veemudelis tagatud vajalik vabarõhk, jäädes vahemikku 31-38 m. Voolukiirus torustikus jääb vahemikku 0.01-0.65 m/s. Optimaalseks kiiruseks loetakse torustikus 0.8-1.4 m/s, vastavalt EVS 847.

Järgmiseks tehakse tuletõrje vee analüüs maksimaalse veetarbimise ajal, tuletõrjevee vooluhulgaks võetakse 10 l/s. Prooviti erinevaid lahendusi, kus hüdrandid paigutati sõlmedesse 1, 51, 105. Analüüsist võib välja tuua, et tulekahju korral on tagatud kõikide tarbijate juures vajalik surve, mis on nõutud standardis EVS 812-6:2012`is, kus tulekahju ajal ei tohi surve langeda alla 1,0 bar. Mudelis on näha vt joonis 2.10.1.2, et ringvõrgus on voolukiirus 0.6-1.72 m/s ning hargvõrgus on 0.02-0.24 m/s.



Joonis 2.10.1.1 Veevõrgu mudel tipptarbimise ajal

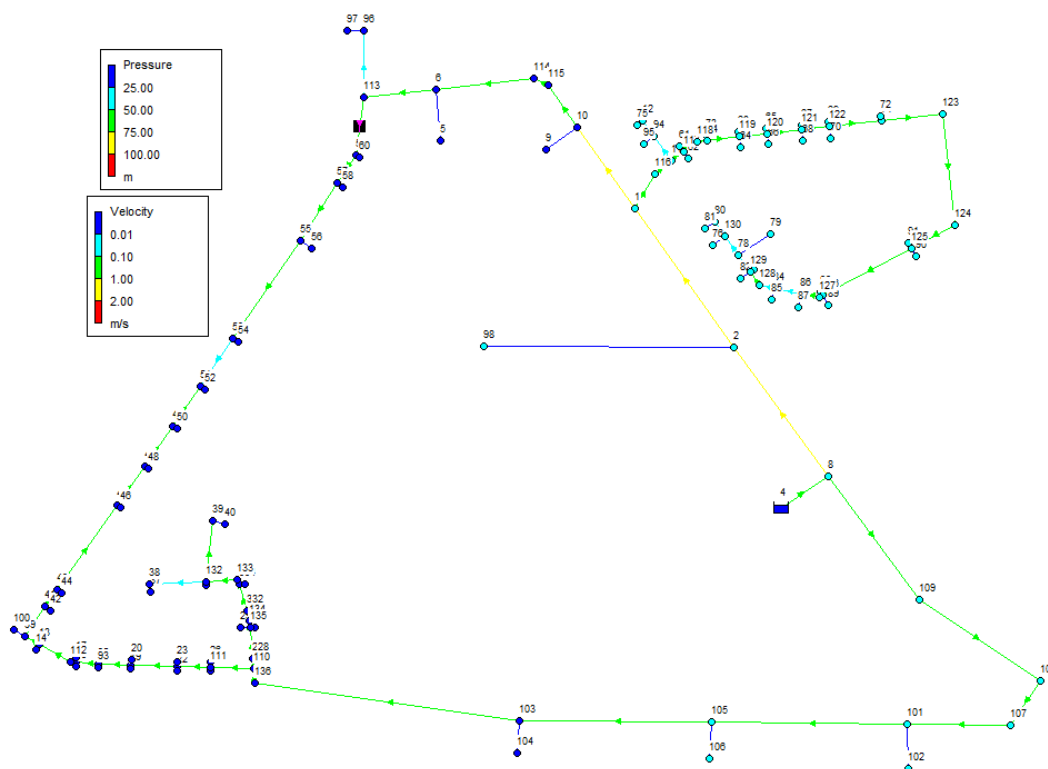


Joonis 2.10.1.2. Veevõrgu mudel tulekahju korral.

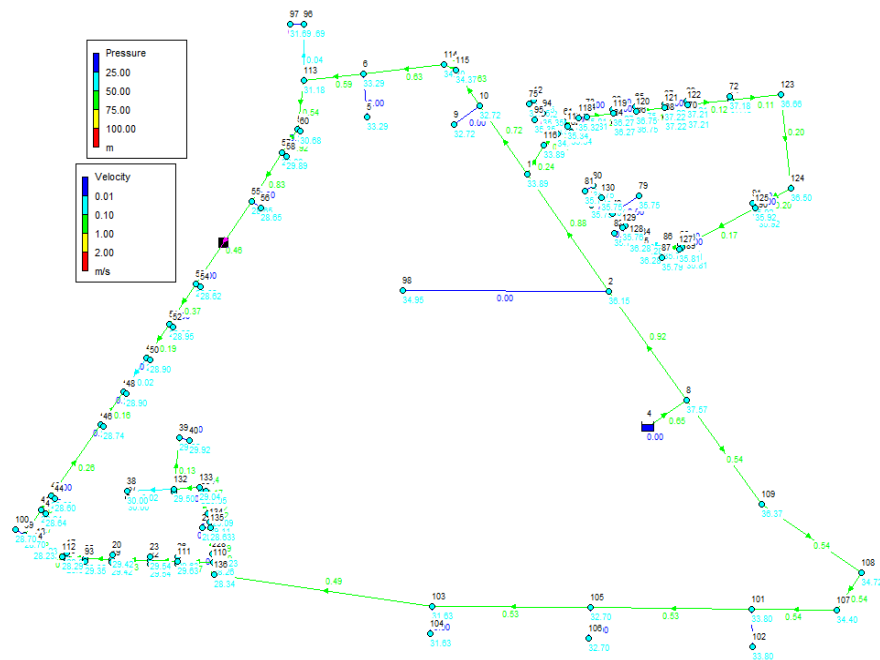
2.10.2 Ääsmäe küla veevõrgu mudel variant 2

Mudelis on analüüsitud olukorda, kui ringvõrgu torustik on läbimõõduga De63 ning tuletõrjevesi planeeritakse võtta mahutist või kuivhüdrandist. Mudelis antakse veevõrku puurkaev-pumpla juures survet 32 m, võrreldes variandiga 1 on survet tõstetud 2 m võrra.

Analüüsi tulemusena selgub vt joonis 2.10.2.1, et kortermajade piirkonnas olevate tarbijate juures vajalik vabarõhk ei ole piisav, jäädes vahemikku 16-20 m. Ringvõrgus jääb voolukiirus enamasti normipiiridesse, valdavalt 0.8 m/s, kuid puurkaev-pumpla piirkonnas on 1.5 m/s. Vajalik on toru läbimõõtu suurendada nii, et oleks tagatud probleemses piirkonnas vajalik vabarõhk. Ringvõrgu torustiku läbimõõduks peab olema De90 sõlm 8 kuni 59 ning sellise lahenduse korral on vabarõhk 28-37 m tarbijate juures ning voolukiirus 0.19 -0.92 m/s vt joonis 2.10.2.2.



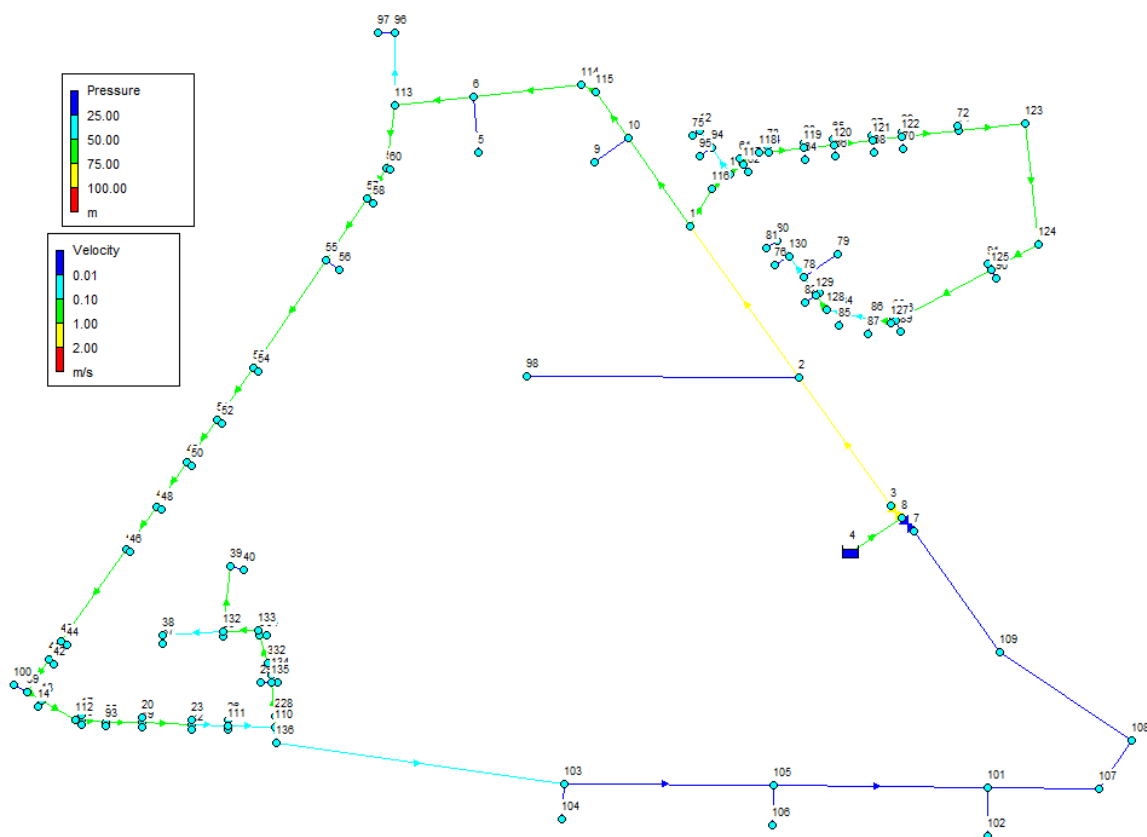
Joonis 2.10.2.1 Veevõrgu mudel ringvõrgu torustikuga De63 tipptunni veetarbimise ajal



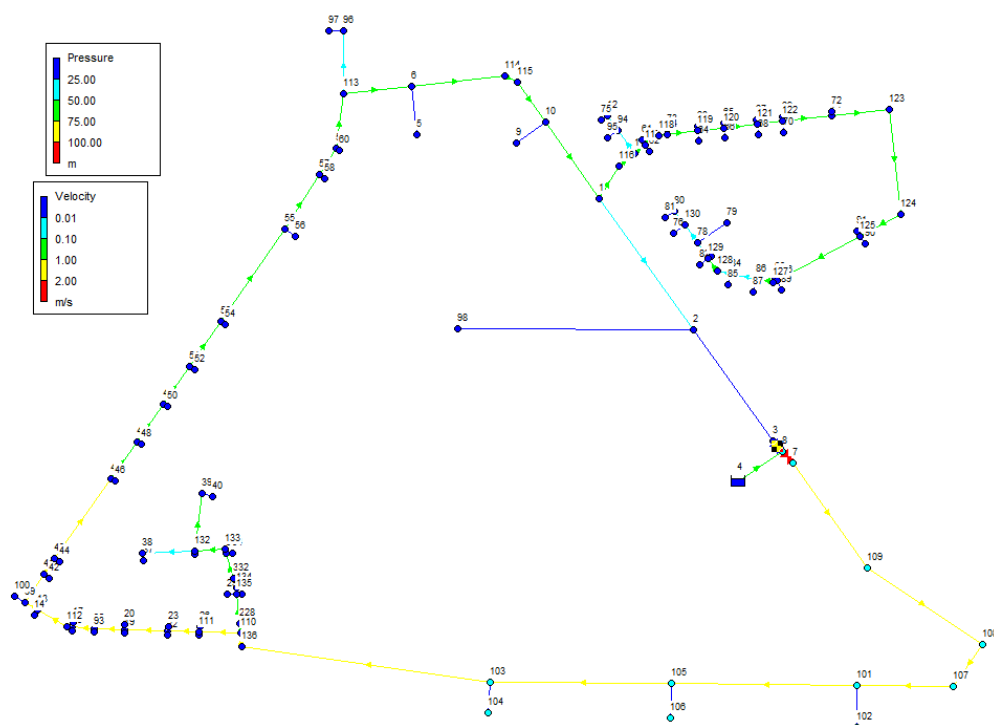
Joonis 2.10.2.2 Veevõrgu mudel ringvõrgu torustikuga De63-De90 tiipturni veetarbimise ajal

2.10.3 Ääsmäe küla veevõrgu mudel variant 3

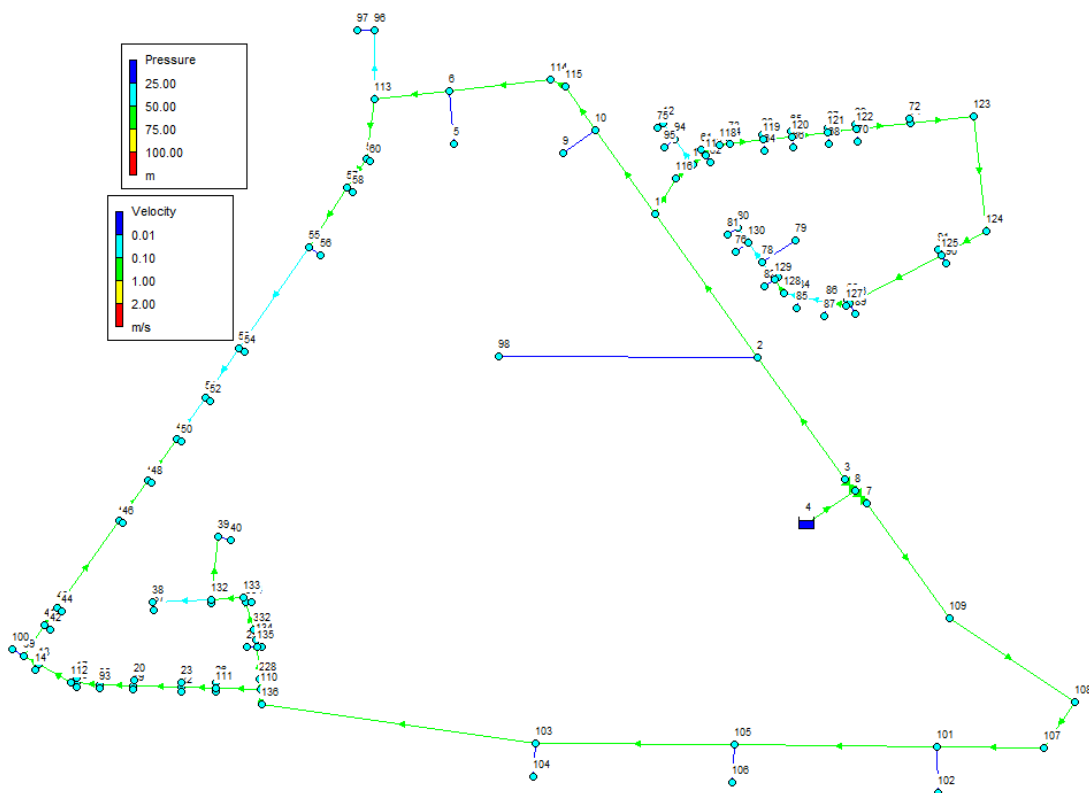
Veevõrgu mudeli tegemisel tuleb arvestada, et torustikku oleks võimalik remontida, ning avariolukorras on vajalik teatud torustiku osad sulgeda. Ringvõrgule paigaldati kaks sulgemisseadet ehk siibrit puurkaev-pumpla läheduses. Mudelis antakse veevõrku puurkaev-pumpla juures survet 35 m. Analüüsi tulemusena segus, et avariolukorras on optimaalseks toru läbimõõduks De110 mm. Kui sulgeda lõunapoolne siiber ja ringvõrgu torustiku läbimõõduks on De90, vt joonis 2.10.3.1, on küla veevajadus tagatud ning sõlmede surved jäävad vahemikku 26-38 m. Probleem tekib siis, kui avarii korral tuleb sulgeda põhja poolne siiber ja torustiku läbimõõduks on De90, vt joonis 2.10.3.2, kus surve langeb kortermajade piirkonnas 13 m peale. Otstarbekas oleks kasutada ringvõrgu torustikku läbimõõduga De110, siis on vabasurve tarbijate juures on 27-38 m ja voolukiirus on 0.02-0.79 m/s vt joonis 2.10.3.3. Lisas 2 on esitatud analüüsi andmed (voolukiirused, vabarõhud jne).



Joonis 2.10.3.1 Veevõrgu mudel ringvõrgu torustikuga De90 avarii korral, kui sulgeda lõunapoolne siiber



Joonis 2.10.3.2 Veevõrgu mudel ringvõrgu torustikuga De90 avarii korral, kui sulgeda põhjapoolne siiber



Joonis 2.10.3.3 Veevõrgu mudel ringvõrgu torustikuga De110

3. Reoveepuhasti

3.1. Puhastusprotsessi tehnoloogiline kirjeldus.

Puhastustehnoloogia projekteerimisel tuleb silmas pidada asjaolu, et tehnoloogilises protsessis kasutatakse kaasaegseid seadmeid, mis oleksid võimalikult ökonoomsed ning töötaksid laitmatult erinevate reostus- ja hüdrauliliste koormuste korral.

Reoveepuhasti operaatore pidevaks kohaloluks puudub otsene vajadus, sest tööprotsessid on puhastis automatiseeritud. Uus rajatav reoveepuhasti ehitatakse vana puhasti kõrvale, mida hoitakse töös kuni uue valmimiseni.

Lähteandmed reoveepuhasti projekteerimiseks on toodud tabelites (tabel 3.2.1 ja tabel 3.2.2).

Tabel 3.2.1 Ääsmäe küla reostuskoormus.

Tarbija	N	q (l/ööp)	R ie	Q	R			
			ühiku kohta	m ³ /d	ie (g)	kgBHT ₇ /d	kg N/d	kgP/d
Elanikud	638	120	1	76.56	638	38.28	7.337	1.276
Balsnack	40	35	0.2	1.4	8	0.48	0.092	0.016
Kadarbiku talu	22	35	0.1	0.77	2.2	0.132	0.0253	0.0044
Mini loomaaed	5	55	0.1	0.275	0.5	0.03	0.00575	0.001
Infokaitse OÜ	15	35	0.1	0.525	1.5	0.09	0.01725	0.003
Pood	5	35	0.1	0.175	0.5	0.03	0.00575	0.001
Pood 2	2	35	0.1	0.07	0.2	0.012	0.0023	0.0004
Tankla	2	35	0.1	0.07	0.2	0.012	0.0023	0.0004
Lasteaed	128	75	0.3	9.6	38.4	2.304	0.4416	0.0768
Põhikool	161	20	0.2	3.22	32.2	1.932	0.3703	0.0644
Salu kool (erivajadus)	37	30	0.3	1.11	11.1	0.666	0.12765	0.0222
Raamatukogu	5	35	0.1	0.175	0.5	0.03	0.00575	0.001
Noortekeskus	8	35	0.1	0.28	0.8	0.048	0.0092	0.0016
Postkontor	3	35	0.1	0.105	0.3	0.018	0.00345	0.0006
MTÜ Sügjs	2	30	0.1	0.06	0.2	0.012	0.0023	0.0004
Kokku:			2.9	94	734.6	44	8.4479	1.4692

Reoveepuhasti projekteerimisel on aluseks võetud järgmised suurused:

- Reovee keskmine vooluhulk – 95 m³/d
- Reovee maksimaalne vooluhulk – 110 m³/d
- Maksimaalne tunnivooluhulk – 9,5 m³/h
- Reostuskoormus (BHT₇) – 730...850 IE; 44...51 kg BHT₇/d
- Hõljuvaine reostuskoormus – 51 kg/d
- Lämmastikukoormus – 8 kg N_{tot}/d
- Fosforikoormus – 1,8 kg P_{tot}/d

Reoveepuhasti puhastusprotsess koosneb järgmistest etappidest:

- a) mehaaniline eelpuhastus võreseadmes ja liivapüünises
- b) bioloogiline aktiivmudapuhastus koos lämmastiku ärastusega nitrifikatsiooni ja denitrifikatsiooniprotsessi käigus
- c) Fosforiärastus
- d) Mudatöötlus
- e) Järelduhastus biotiikides

Ääsmäe reovee peapumplast pumbatakse vesi reoveepuhastisse. Esmalt läbib reovesi võreseedme ja liigub seejärel edasi liivapüünisesse. Eelpuhastuse läbinud reovesi suubub isevoolliselt anoksilisse kambrisse - biopuhastusprotsessi. Biopuhastuse jaoks projekteeritakse anoksilise keskkonnaga segamiskamber ja aeroobse keskkonnaga õhustuskamber, milles lisaks süsinikühendite (BHT) lagundamisele toimub ka nitrifikatsioonil ja denitrifikatsioonil baseeruv lämmastikuärastus. Bioprotsessis osalenud aktiivmuda eraldatakse veest järelsetitis. Väljasettinud aktiivmuda pumbatakse mudapumbaga tagasi anoksilisse kambrisse. Puhastatud reovesi suunatakse ülevoolurennide kaudu biotiikidesse. Reovees leiduvad orgaanilised ühendid muudetakse puhastusprotsessi käigus biomassiks, mille tulemusena aktiivmuda hulk süsteemis suureneb. Liigne muda eemaldatakse aereeritavasse mudamahutisse, kus toimub muda mõningane stabiliseerimine ja tihendamine.

3.2. Nõuded puhastatud heitveele

Reoveepuhasti dimensioneerimisel lähtutakse Eesti Vabariigi Valitsuse määrusest nr 99 „Reoveepuhastamise ning heit- ja sadevee suublasse juhtimise kohta esitatavad nõuded heit- ja sademevee reostusnäitajate piirmäärad ning nende nõuete täitmise kontrollimise meetmed“ kehtestatud heitveenormidest.[7] Seadusest tulenevalt on reostuskoormusega 300-1999 ie reostusallikatele kehtestatud tabelis märgitud nõuded (vt. tabel 3.3.1):

Tabel 3.2.1

<i>Reostusnäitaja</i>	<i>Piirväärtus mg/l</i>	<i>Reovee puhastusaste %</i>
<i>Biokeemiline hapnikutarve (BHT)</i>	25	≥ 80
<i>Keemiline hapnikutarve (KHT)</i>	125	≥ 75
<i>Heljum</i>	35	≥ 70
<i>Üldlämmastik</i>	60	≥ 30
<i>Üldfosfor</i>	2,0	≥ 70

3.3. Ääsmäe küla reoveepuhasti kirjeldus

3.3.1. Reovee pumpamine puhastisse

Ääsmäe reovesi juhitakse isevoolselt ning survetorude kaudu reoveepumplasse ning sealt edasi pumbatakse reoveepuhastisse. Pumpla asub reoveepuhastist 250 m eemal. Pumplal olevate pumpade jõudlus on 8 l/s. Pumplasse projekteeritakse kaks sukelpumpa, millest üks töötab põhipumbana ning teine rakendub tööle vastavalt vajadusele. Selle projekti raames vana reoveepumplat ei rekonstrueerita. Reoveepuhastile projekteeritakse avariimöödavool, kus reovesi suunatakse otse biotiiki. Reovett võib otse biotiiki juhtida reoveepuhasti rikke korral või juhul, kui reovee vooluhulk on neli korda suurenenud.

3.3.2. Reovee eelpuhastus

Reoveepuhastis toimub eelpuhastus võrehoones. Võrehoone on rajatud eraldiseisvana.

Võrehoonesse jõudnud reovesi puhastatakse järgmiselt:

- 1) Praht eemaldatakse kruvivõres
- 2) Liiv eraldatakse liivapüünises

Kruvivõres toimub prahi eraldamine: reovesi läbib sõela ja võõrised jäävad sõelale pidama. Sõela puhastatakse kruvitranspordööri servas olevate harjastega. Eraldunud võrepraht kogutakse konteinerisse ning viiakse prügilasse. Kruviseade koosneb eraldusvõrest ja prahi eraldamise süsteemist. Võreseedme sõelade avade läbimõõt on 3 mm. Prahist puhastatud reovesi suunatakse liivaeraldisse ning seejärel anokskambrisse. Liivaeraldi sees liigub vesi tavapärasest aeglasemalt ja selle tulemusena settivad raskemad mineraalosakesed seedme põhja.

3.3.3. Bioloogiline aktiivmudapuhastus

Reovee puhastamine toimub eeldenitrifikatsiooniga aktiivmudaseadmes, mille moodustavad anoksiline kamber, õhustuskamber, järelsetiti ja kogumismahuti liigmuda jaoks.

Mahutid rajatakse monoliitsest raudbetoonist ning need moodustavad ühtse ploki. Mahutite kõrvale on ettenähtud rajada tehnoloogiliste seadmete hoone. Hoones on kolm köetavat ruumi: tehnoloogiliste seadmete ruum, kilbiruum ja puhurite ruum.

Tehnoloogiliste seadmete hoones asuvad seadmed, mis ei tohi ära külmuda: vooluhulgamõõtur, võreseade, puhurid, fosforiärastuse kemikaalimahuti koos dosaatorpumbaga ja elektrikilp.

Mahutite suurused on järgmised:

Anokskamber - mõõtmed 4x2.5x3.6 m, vee sügavus 3.0 m, vee maht 30 m³

Õhustuskamber – mõõtmed 4x6x3.6 m, vee sügavus 3.0 m, vee maht 72 m³

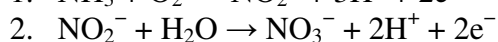
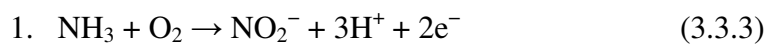
Järelsetiti mõõtmed 3x3 m, V=15.3 m³

Mudamahuti – mõõtmed 3x4m, V=20.13 m³

Aktiivmudapuhastusprotsessi käigus vähendatakse orgaaniliste ainete kontsentratsiooni, toimub lämmastiku ärastus nitrifikatsiooni ja denitrifikatsiooni teel ning fosfori keemiline eraldamine. Kogu protsess on automatiseeritud.

Aktiivmudapuhasti protsessikamber on jagatud kaheks, milledest ühes on anoksilised tingimused (hapnik nitraatitega seotud) ning teises aeroobsed tingimused.

Anoksilisse kambrisse paigaldatakse sukelsegur, et vältida reovee ja aktiivmuda suspensiooni settimist. Sukelsegur peab töötama pidevalt. Denitrifikatsiooni protsessi käigus nitraadid redutseeritakse järk-järgult gaasilisteks ühenditeks, ja paisatakse atmosfääri. Denitrifikatsioon viiakse läbi bakterite poolt[5]. Anoksilisest kambrist voolab reovesi õhustuskambrisse, kus toimub nitrifikatsiooniprotsess. Nitrifikatsioon on ammooniumlämmastiku bioloogiline oksüdeerumine hapniku abil nitraadiks.[6]



Bioloogilise puhastuse õhustuskambris on aeroobne keskkond. Toimub orgaaniline reoainete lagunemine ning lämmastikühendite oksüdeerimine nitraatideks.

Reovee õhustamiseks projekteeritakse mikromull membraaniga toruaeraatorid, mis ühendatakse õhutoru külge. Aeraatorid on valmistatud polüpropüleen (PP) torudest, mille peale on pandud EPDM kummist piludega membraan. Õhustuskambrisse paigaldatakse 2 liini õhusteid. Üks liin koosneb 14-st 1,4 m pikkustest aeraatoritest.

Õhustuskambri parameetrid:

Õhustuskambri maht: 72 m³

Mahuti mõõtmed: 4x6 m

Vee sügavus: 3 m

Mahukoormus: 0.43 kgBHT₇/(m³)

Aktiivmuda sisaldus: 4.3 kgKA/m³

Hapnikutarve (AOR): 81 kg O₂/d

Hapnikutarve (SOTR): 6.4 kg O₂/h

Õhuvajadus: 104 m³/h

Puhurid 2 tk: 57 m³/h

Tehnohoonesse paigaldatakse kaks õhupuhurit, mis varustavad õhustuskambrit õhuga. Õhustuskambri ja anoksilise kambri vahel peab toimuma vee ja aktiivmudasegu ringlus, mis on võrdne 4-5 kordse ööpäevase vooluhulgaga. Selleks kasutatakse õhktõstukit. Õhustuskambrit voolab reovesi edasi järelsetitisse. Järelsetitis toimub vee aeglase voolukiiruse tõttu aktiivmudaosakeste välja settimine. Puhastatud vesi voolab ülevoolurenni kaudu puhastist välja biotiiki, kus toimub reovee järeldpuhastus. Osa järelsetiti põhja kogunevast mudast eemaldatakse puhastusprotsessist mudamahutisse pumpamise teel.

3.3.4. Fosforiärastus

Fosforiärastamine toimub keemilise sadestamise teel koos osalise bioloogilise ärastusega. Fosfori eemaldamine toimub vette lisatud raudsulfaadi abil, selle tulemusena tekivad vees mittelahustuvad raudfosfaadihelbed, sadenevad setiti põhja. Keemiline fosforiärastus toimub järelsetitis, kus see seguneb liigaktiivmudaga. [16] Fosforiärastuseks vajalik kemikaalimahuti koos dosaatorpumbaga paigaldatakse tehnohoonesse. Kemikaalimahuti suurus on 1 m³ ja dosaatorpumba jõudlus kuni 6 l/h.

3.3.5. Liigmudakäitus

Liigmuda eemaldatakse protsessist automaatselt mudatagastuspumba abil. Selleks kasutatakse elektrilist siibrit, mis avaneb kindlatel kellaaegadel 3...4 korda ööpäevas ainult liigmuda eemaldamise ajaks. Liigmuda eemaldamise ajal voolab vesi tagasi anoksilisse kambrisse. Mudamahuti õhustamine tuleb lõpetada vähemalt üks tund enne liigmuda eemaldamist, et võimalikult vähe vana muda tagasi puhastusprotsessi voolaks.

4. Kokkuvõte

Käesoleva magistritööga on lahendatud Ääsmäe küla kinnistute joogiveega varustamine ning reoveepuhasti rekonstrueerimine. Veevajaduse arvutuste tegemisel lähtuti EVS metoodikast. Veetorstike läbimõõtude leidmisel kasutati modelleerimiseks programmi EPANET 2. Koostati veevõrgu mudelid erinevatele olukordadele: tiptunniveetarbimine, tulekahju ja avarii situatsioonile. Pea ja tänavatorustike läbimõõtudeks saadi De40-De110. Kaaluti ka erinevaid lahendusi kustutusvee tagamiseks. Kõige mõistlikum lahendus on kasutada ühisveevärgi tuletõrjehüdrante ringvõrgul, kuna torustiku läbimõõduks saadi De110.

Ääsmäe küla reoveepuhasti on amortiseerunud ning vajab rekonstrueerimist. Käesoleva töö raames projekteeritakse Ääsmäele uus reoveepuhasti. Projektis on ära näidatud kõik reoveepuhastusetapid. Reovesi jõuab pumplasse, pumplast edasi reoveepuhastisse. Puhastis läbib reovesi esmalt mehaanilise võreseedme ning liivapüünise, milles võrepraht ja liiv eemaldatakse ning kogutakse konteinerisse. Peale mehaanilist puhastust puhastatakse reovesi bioloogiliselt aktiivmudapuhastis. Puhastusprotsess toimub anoksilises kambris ja õhustuskambris, kus lisaks süsinikühenditele eemaldatakse ka lämmastik. Edasi liigub reovesi järelsetitisse, kus toimub aktiivmudaosakeste välja settimine ning puhastatud reovesi voolab ülevoolu kaudu biotiikidesse. Liigmuda kogutakse mudamahutisse, mida korrapäraselt tühjendatakse paakautoga.

Viidatud kirjandus

1. Ehitiste tuleohutus 2012. Osa 6: Tuletõrje veevarustus. Eesti Standardikeskus EVS 812-6:2012. Tallinn: Standardiamet.
2. Hoone veevõrk. 2014. Eesti standard EVS 835:2014. Tallinn: Standardiamet.
3. Creating a profile :data requirements and calculations.
[http://water.epa.gov/lawsregs/rulesregs/sdwa/mdbp/upload/2001_01_12_mdbp_profile_benchpt2.pdf lk 9] (05.05.2014)
4. Puust. R. Veetorustikud ja modelleerimine.
[http://www.e-ope.ee/_download/euni_repository/file/4110/Teema07-1_Loenguslaidid.pdf] (05.05.2014)
5. Denitrifikatsioon. Vikipeedia. [<http://et.wikipedia.org/wiki/Denitrifikatsioon>] (05.05.2014)
6. Nitrifikatsioon. Vikipeedia. [<http://et.wikipedia.org/wiki/Nitrifikatsioon>] (05.05.2014)
7. Reovee puhastamise ning heit- ja sademevee suublaste juhtimise kohta esitatavad nõuded, heit- ja sademevee reostusnäitajate piirmäärad ning nende nõuete täitmise kontrollimise meetmed. RT I, 04.12.2012, 1
[<https://www.riigiteataja.ee/akt/104122012001?leiaKehtiv>] (05.05.2014)
8. Kõiv T. A., Toode A. 2010. Hoonete soojaveevõrk. Tallinn: Tallinna Tehnikaülikooli Kirjastus. 102 lk.
9. Linnatänavad. 2003. Eesti standard EVS 843:2003. Tallinn: Standardiamet.
10. Maastik A., Haldre H., Koppel T., Paal L. 1995. Hüdraulika ja Pumbad
11. Methods H., Walski T.M., Chase D.V., Savic D.A., Grayman W., Beckwith S., Koelle E. 2003. Advanced water distribution modeling and management, Haestad Methods, First edition. Waterburg, CT USA: Haestad press. 721 pp.
12. Nemanja Trifunovic. 2006. Introduction to Urban Water Distribution: Unesco-IHE Lecture Note Series. London. Taylor & Francis Group. 505 pp.
13. Pachel K. 2010. Water Resources, Sustainable Use and Integrated Management in Estonia: thesis on civil engineering. Tallinn: TUT Press. 171 pp.
14. Saue valla ühisveevõrgi ja kanalisatsiooni arengukava aastateks 2013-2025.
15. Справочник водоснабжению по и канализации. 1959. Государственный проектный институт. Москва.
16. Väikeste reoveepuhastite hooldamise juhend Tenno T., Maastik A., Danilišina G., Gross M., Kriipsalu M., Tamm P. 2011.
17. Walski, T.M. 2001. The Wrong Paradigm—Why Water Distribution Optimization Doesn't Work. J. Water Resour. Plann. Manage., 127(4), 203-205
18. Ühisveevõrk. 2003. Osa 3. Veevõrgi projekteerimine. Eesti standard EVS 847:2003. Tallinn: Standardiamet

Lisad

Lisa 1. Sõlmede veevajadus

Sõlme nr	Tarbija	Vooluhulk Qarv (l/s)
1	1/2q1-a	0.00
1a	Kool	0.12
	Raamatukogu	0.01
	Noortekeskus	0.02
		0.16
2	1/2q2-30	0.00
	1/2q1a-2	0.00
	1/2q2-3	0.22
		0.22
3	1/2q2-3	0.22
	1/2q3-4	0.22
		0.43
4	1/2q3-4	0.22
	1/2q4-5	0.00
		0.22
5	1/2q5-6	0.22
	1/2q5-4	0.00
		0.22
5a	Pood	0.01
	Postkontor	0.01
		0.02
6	1/2q5-6	0.22
	1/2q6-7	0.22
		0.43
7	1/2q6-7	0.22
		0.22
8	lasteaed	0.88
		0.88
9	1/2q9-10	0.22
		0.22
10	1/2q9-10	0.22
	1/2q10-10a	0.22
		0.43

Lisa 1. Sõlmede veevajadus järg

Sõlme nr	Tarbija	Vooluhulk Qarv (l/s)
10a	1/2q _{10-10a}	0.22
	1/2q _{10a-11}	0.22
		0.43
11	1/2q _{10a-11}	0.22
	1/2q ₁₁₋₁₂	0.22
		0.43
12	1/2q ₁₁₋₁₂	0.22
	1/2q ₁₂₋₁₃	0.01
		0.23
13	1/2q ₁₂₋₁₃	0.01
	1/2q ₁₃₋₁₄	0.01
		0.02
14	1/2q ₁₃₋₁₄	0.01
	1/2q ₁₄₋₁₅	0.01
		0.02
15	Tankla	0.01
22a	Balsnac	0.09
22b	Miniloomaaed	0.01
		0.01
22c	Infokaitse OÜ	0.03
		0.03
16	1/2q ₁₆₋₁₇	0.01
17	1/2q ₁₆₋₁₇	0.01
	1/2q ₁₇₋₁₈	0.02
		0.04
18	1/2q ₁₇₋₁₈	0.02
	1/2q ₁₈₋₁₉	0.01
		0.04
19	1/2q ₁₈₋₁₉	0.01
	1/2q ₁₉₋₂₀	0.02
		0.04
20	1/2q ₁₉₋₂₀	0.02
	1/2q ₂₀₋₂₁	0.02
		0.05

Lisa 1. Sõlmede veevajadus järg

Sõlme nr	Tarbija	Vooluhulk Qarv (l/s)
21	1/2q ₂₀₋₂₁	0.02
	1/2q ₂₁₋₂₂	0.02
		0.05
22	1/2q ₂₁₋₂₂	0.02
	1/2q ₂₂₋₂₃	0.01
	1/2q _{22-22a}	0.00
		0.04
23	1/2q ₂₂₋₂₃	0.01
	1/2q ₂₃₋₂₄	0.01
		0.02
24	1/2q ₂₃₋₂₄	0.01
	1/2q ₂₄₋₂₅	0.02
		0.04
25	1/2q ₂₄₋₂₅	0.02
	1/2q ₂₅₋₂₆	0.01
		0.04
26	1/2q ₂₅₋₂₆	0.01
	1/2q ₂₆₋₂₇	0.01
		0.02
27	1/2q ₂₆₋₂₇	0.01
	1/2q _{27-27a}	0.02
		0.04
28	1/2q ₂₈₋₂₇	0.01
		0.01
29	Salu kool	0.07
		0.07
30	1/2q ₂₋₃₀	0
	1/2q ₃₀₋₃₂	0
	1/2q _{31a-30}	0.01
		0.01
31a	1/2q _{31a-30}	0.01
	1/2q _{31-31a}	0.01
		0.02
31	1/2q _{31-31a}	0.01
		0.01

Lisa 1. Sõlmede veevajadus järg

Sõlme nr	Tarbija	Vooluhulk Qarv (l/s)
32	1/2q32-30	0
	1/2q32-33	0.02
		0.02
33	1/2q32-33	0.02
	1/2q33-34	0.01
		0.04
34	1/2q33-34	0.01
	1/2q34-35	0.02
		0.04
35	1/2q34-35	0.02
	1/2q35-36	0.02
		0.05
36	1/2q35-36	0.02
	1/2q36-37	0.02
		0.05
37	1/2q36-37	0.02
	1/2q37-38	0.02
		0.05
38	1/2q37-38	0.02
	1/2q38-39	0.01
		0.04
39	1/2q38-39	0.01
	1/2q39-40	0.02
		0.04
40	1/2q39-40	0.02
	1/2q40-41	0.02
		0.05
41	1/2q40-41	0.02
	1/2q41-42	0.01
		0.04
42	1/2q41-42	0.01
	1/2q42-43	0.01
		0.02
43	1/2q42-43	0.01
	1/2q43-44	0.02
		0.04

Lisa 1. Sõlmede veevajadus järg

Sõlme nr	Tarbija	Vooluhulk Qarv (l/s)
44	1/2q43-44	0.02
	1/2q44-45	0.01
		0.04
45	1/2q44-45	0.01
	1/2q45-46	0.01
		0.02
46	1/2q45-46	0.01
		0.01

Lisa 2. Epaneti sõlmede andmed

Sõlme nr	Vooluhulk (l/s)	Vabarõhk (m)
1	0.22	29.23
2	0.16	29.99
3	0	29.29
6	0.22	30.18
7	0	38.76
8	0	39.36
10	0.43	28.72
11	0.01	30.21
12	0.01	30.7
13	0.01	29.34
15	0.04	29.53
18	0.04	30.8
21	0.05	31.02
27	0.02	29.87
31	0.04	30.73
33	0.02	30.69
38	0.01	31.64
39	0.07	31.57
41	0.02	29.6
43	0.02	29.5
45	0.23	29.33
47	0.43	29.28
49	0.43	29.15
51	0.43	29.01
53	0.22	28.37
55	0.88	27.61
57	0.22	27.89
59	0.43	28.18
71	0.04	32.53
74	0.04	31.15
78	0.04	31.1
80	0.01	30.1
84	0.02	31.63
86	0.04	31.14
92	0.04	30.64
94	0.02	30.7
96	0.02	28.93
98	0	28.79
99	0.01	29.77
101	0.03	35.65
103	0.09	33.45

Lisa 2. Epaneti sõlmede andmed järg

Sõlme nr	Vooluhulk (l/s)	Vabarõhk (m)
105	0.01	34.54
107	0	36.24
108	0	36.55
109	0	38.18
110	0.04	29.9
111	0.05	31.19
112	0	29.51
113	0.22	28.42
114	0	30.65
115	0	30.64
116	0	29.24
117	0.02	30.69
118	0	30.67
119	0.04	31.62
120	0.05	32.09
121	0.05	32.57
122	0.05	32.55
123	0	32.01
124	0	31.84
125	0.04	31.27
126	0.05	31.16
127	0	31.15
128	0	31.62
129	0.04	31.11
130	0.02	31.1
132	0.04	31.15
133	0	30.68
134	0	30.75
135	0.04	30.27
136	0	29.99

Lisa 3. Epaneti torude andmed

Toru number	Siseläbimõõt (mm)	Voolukiirus (m/s)	1000i
1	96.8	0	0
6	96.8	0.79	6.28
7	96.8	0.79	6.28
26	26	0.74	5.51
58	26	0.73	5.42
64	96.8	0.72	5.33
65	96.8	0.72	5.26
67	96.8	0.71	5.19
68	96.8	0.71	5.12
69	96.8	0.71	5.12
70	96.8	0.7	5.1
71	96.8	0.7	5.08
72	96.8	0.7	5.05
73	96.8	0.7	5.01
74	96.8	0.67	4.62
75	96.8	0.55	3.27
76	96.8	0.49	2.68
77	96.8	0.46	2.4
78	96.8	0.34	1.41
80	96.8	0.31	1.2
81	96.8	0.25	0.83
82	96.8	0.22	0.65
83	96.8	0.19	0.51
84	96.8	0.19	0.51
85	96.8	0.19	0.51
86	96.8	0.24	1.58
87	96.8	0.23	1.4
88	96.8	0.22	1.31
89	96.8	0.22	1.32
94	55.4	0.2	1.15
95	55.4	0.19	0.99
96	55.4	0.17	0.81
97	55.4	0.15	0.64
98	55.4	0.12	0.49
99	55.4	0.11	0.39
100	55.4	0.2	1.63

Lisa 3. Epaneti torude andmed järg

Toru number	Siseläbimõõt (mm)	Voolukiirus (m/s)	1000i
101	55.4	0.2	1.63
102	55.4	0.17	1.23
103	55.4	0.13	0.79
104	40.8	0.13	0.79
105	40.8	0.1	0.5
106	40.8	0.08	0.33
107	40.8	0.13	1.09
108	40.8	0.08	0.33
109	40.8	0.04	0.11
110	40.8	0.01	0.04
111	32.6	0.14	1.26
112	32.6	0.14	1.26
113	32.6	0.17	1.63
114	32.6	0.22	2.51
117	32.6	0.22	2.51
118	32.6	0.26	3.54
119	32.6	0.29	4.11
120	32.6	0.77	6.03
121	32.6	0.04	0.19
122	32.6	0.13	1.27
123	32.6	0.77	6.03
124	96.8	0.79	6.2
125	96.8	0.79	6.22
127	96.8	0.79	6.28
128	96.8	0.65	3.96
129	96.8	0.02	0.09
130	96.8	0.02	0.01
131	96.8	0.24	1.58
136	96.8	0.06	0.28
137	55.4	0.02	0.09
138	96.8	0.61	3.92