

Sisekaitseakadeemia

Päästekolledž

Marek Sein

PÄRNU LINNA TULETÕRJE VEEVARUSTUSE
EFEKTIIVSUSE TÕSTMINE

Lõputöö

Juhendaja:

Aleksandr Frischer

Kaasjuhendaja:

Peeter Randoja, MA

Tallinn 2007

ANNOTATSIOON

Käesolev lõputöö on kirjutatud teemal “Pärnu linna tuletõrje veevarustuse efektiivsuse tõstmine”. Lõputöö on kirjutatud eesti keeles, selle maht on 41 lehekülge. Kasutatud on nelja kirjanduslikku allikat ning Eestis kehtivaid õigusakte ja normdokumente.

Uurimisobjektiks on Pärnu linna veevõrgu ehitus, riskid ja probleemid tulekustutusvee hankimisel ning nende võimalikud lahendused. Põhiliselt keskendutakse töös tuletõrjehüdrantidele. Eesmärgiks on selgitada välja linna hüdrantide veeandmisvõime ja paiknemise iseärasused ning leida võimalused veevarustuse efektiivsemaks kasutamiseks tulekahju tingimustes. Laiem eesmärk on juhtida Pärnu päästetöötajate tähelepanu veevarustuse puudustele ning aidata kaasa probleemide lahendamisele. Uurimuse käigus koguti andmeid kohalikust vee-ettevõttest, töötati läbi erialast kirjandust ning teostati praktilisi katsetusi Pärnu tuletõrjehüdrantidel. Töö käigus uuendati veevõtukohtade andmebaasi ning kaardistati linna hüdrandid.

Uurimustöö tulemusel saadi hea ülevaade Pärnu linna veevõrgu ehitusest ja iseärasustest, eri piirkondade tuletõrjehüdrantide veeandmisvõimest ning võimalikest riskidest ja häiretest linna veega varustamisel. Lõputöö autor toob välja lahendused, kuidas paremini hankida tulekustutusvett hüdrantidelt ning mil viisil saab kustutustöid teostada veevõrgu häirete korral. Töoga kogutud andmeid ja näiteid saab edukalt kasutada päästetöötajate väljaõppe läbiviimisel. Lääne-Eesti Päästkeskusel on võimalus tutvuda linna tuletõrjevee kättesaadavuse olukorraga ja probleemidega ning Pärnu keskkomando meeskonnad saavad kasutada veevõtukohtade otsimisel hüdrantide kaarte. AS Pärnu Vesi saab otseselt kasutada veetrassidel teostatud mõõtmistulemusi.

SISUKORD

TABELID JA JOONISED.....	4
SISSEJUHATUS.....	5
1. VEEVÄRGISÜSTEEMID.....	6
1.1. Vee tarbijad.....	6
1.2. Veevärgi põhiskeem.....	6
1.3. Põhjaveehaarded.....	8
1.4. Veevarkide liigitus.....	8
1.5. Rõhk veevõrgus.....	10
1.6. Veevarustuse välisvõrgud ja nende trassid.....	10
1.7. Veetorustiku rõhukaod.....	11
2. PÄRNU LINNA VEEVÕRGU EHITUS.....	13
2.1. Puurkaevud.....	13
2.2. Puhastusseadmed.....	14
2.3. Mahutid.....	14
2.4. II astme pumpla.....	14
2.5. Veevarustuse välisvõrgud.....	15
3. RISKIFAKTORID JA AVARIIDE LIKVIDEERIMINE.....	17
3.1. Riskifaktorid.....	17
3.2. Avariide likvideerimine.....	18
4. TULETÕRJEHÜDRANDID, ANDMEBAASID, KAARDID.....	20
4.1. Nõuded tuletõrjehüdrantidele.....	20
4.2. Hüdrantide andmebaasid.....	23
4.3. Tuletõrjehüdrantide kaartide koostamine.....	24
4.4. Andmebaaside uuendamine.....	25
6. KUSTUTAMISEKS VAJALIKUD NORMVOOLUHULGAD.....	26
7. VEETRASSIDE VEELOOVUTUSVÕIME MÕÕTMINE JA HINDAMINE.....	28
7.1. Katsed.....	28
7.2. Katsete tulemused ja järeldused.....	29
8. HÜDRANTIDE KASUTAMINE, ALTERNATIIVSED VEEVÕTUKOHAD.....	33
8.1. Hüdrantide efektiivsem kasutamine.....	33
8.2. Alternatiivsete tuletõrje veevõtukohtade vajalikkus.....	34
8.3. Nõuded tuletõrje veevõtukohtadele.....	35
8.4. Alternatiivsete veevõtukohtade asukohad.....	36
KOKKUVÕTE.....	38
PEJOME.....	39
VIIDATUD ALLIKAD.....	40
KASUTATUD KIRJANDUS.....	41
LISAD.....	42

TABELID JA JOONISED

Tabel 1. Samaaegsete tulekahjude arv ja kustutusvee normvooluhulgad linnades ja asulates.

Tabel 2. Maksimaalne vooluhulk Raeküla hüdrantidest.

Tabel 3. Maksimaalne vooluhulk Rääma hüdrantidest.

Tabel 4. Maksimaalne vooluhulk Kesklinna hüdrantidest.

Tabel 5. Mõningate käsijoatorude vooluhulgad.

Tabel 6. Vee võtmine tuletõrjehüdrandist.

Joonis 1. Tsentraalse veevärgi skeem.

Joonis 2. Veevarustuse välisvõrkude skeemid.

Joonis 3. Veehaarde põhimõtteline skeem.

Joonis 4. II astme pumpla skeem.

Joonis 5. Pärnu linna tsentraalse veevärgi skeem.

Joonis 6. Magistraalliinide skeem.

Joonis 7. Veevõtukaevu skeem.

SISSEJUHATUS

Valisin lõputöö teemaks "Pärnu linna tuletõrje veevarustuse efektiivsuse tõstmine", kuna töötan Lääne-Eesti Päästkeskuses Pärnumaa operatiivkorrupidajana ja oma töös puutun sageli kokku veevarustusega ning sellega kaasnevate probleemidega. Antud valdkonna uurimise vajalikkus oli päevakorral ka Lääne-Eesti Päästkeskuses. Konkreetse teema valikuga soovisin põhjalikumalt tutvuda Pärnu linna veevarustussüsteemidega ning aidata kaasa tuletõrje veevarustuse arendamisele, parandamisele ja efektiivsemale kasutamisele. Lõputöö eesmärgiks on uurida Pärnu linna veevarustussüsteeme, selgitada välja veevarustuse riskifaktorid, hinnata tuletõrjehüdrantide hetkeolukorda ja veeandmisvõimet ning kaardistada linna hüdrandid. Töös esitan põhilised riskifaktorid mis võivad ohustada linna varustamist veega ning selgitan välja alternatiivsed veevarustuse võimalused. Lõputöös selgitan võimalusi tuletõrje veevarustuse efektiivsemaks kasutamiseks.

Kuna antud valdkonda ei ole Pärnus varem sellisel kujul uuritud, siis loodan, et minu töös välja toodud probleemid ja nende võimalikud lahendused on aluseks edaspidisele põhjalikumale linna tuletõrje veevarustuse analüüsimisele.

1. VEEVÄRGISÜSTEEMID

1.1. Vee tarbijad

Vett kasutatakse linnades:

- Olmevajadusteks elamutes, ühiskondlikes hoonetes, ettevõtetes ning tänavate ja haljasalade kastmiseks.
- Tehnoloogilisteks vajadusteks tööstustes.
- Tuletõrjeks.

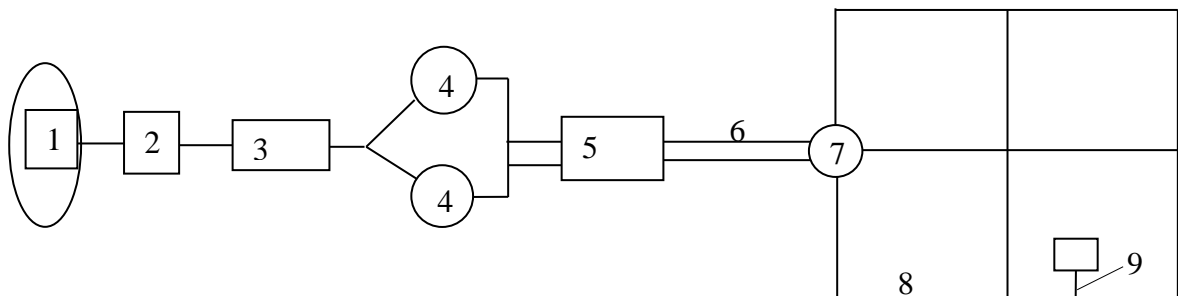
Maa-asulates kasutatakse vett peale selle veel farmides loomade jootmiseks ja hooldamiseks, samuti kastmiseks aedades ja kasvuhoonetes. Olmevee ja tehnoloogilise vee tarbimist iseloomustatakse eritarbimisega, s.o. vee hulgaga (liitrites või m³) ööpäevas ühele tarbijale: linna elanikule, kastetava pindala ruutmeetritele või tööstustootele. Tuletõrjevett vajatakse juhuslikult, kuid küllaltki suures koguses. Sõltuvalt linna elanike arvust ja tööstusettevõtete iseloomust vajatakse realselt tuletõrjeks isegi kuni 100 liitrit vett sekundis ühele kahjutulele vähemalt kolme tunni jooksul. (Paal jt 1981:5)

1.2. Veevärgi põhiskeem

Tsentraalne veevarustussüsteem ehk veevärk koosneb üldjuhul järgmistest elementidest:

- 1) *Veehaare 1* – ehitised ja seadmed loodusliku vee haaramiseks. Veehaarde tüüp, konstruktsioon ja tööprintsip sõltub veeallika iseloomust. Pinnavee haaramiseks jõest, järvest või veehoidlast kasutatakse mitmesuguse konstruktsiooniga hüdrotehnilisi ehitisi, põhjavee haaramiseks puurkaevusid või horisontaalseid veekogureid.
- 2) *Pumbajaamad 2 ja 5*. Kui vesi vajab puhastamist, kasutatakse enamasti kaheastmelist pumpamist. Esimese astme pumbajaam pumpab vett veehaardest veepuhastusjaama, teise astme pumbajaam aga puhta vee varumahutist tarbijale. Põhjavee kasutamisel teise astme pumbajaam enamasti puudub – esimese astme pumbad suunavad vee otse puurkaevust jaotusvõrku.

- 3) *Veepuhastusjaam 3*. Selle ülesandeks on loodusliku vee töötlemine, et vee omadused vastaksid tarbijate nõuetele.
 - 4) *Puhta vee mahuti 4*. Sisaldab endas vajalikku veevaru ööpäevase tipptarbimise kompenseerimiseks, samuti tuletõrje veevaru.
 - 5) *Peaveejuhe 6* – torustikud, mille kaudu puhastatud vesi pumbatakse asulani.
 - 6) *Jaotusvõrk 8* – torustikud linna tänavate, väljakute ja muude maa-alade all, mille kaudu vesi juhitakse tarbijateni (elamud, ühiskondlikud hooned, tehased jne.).
 - 7) *Ehitised ja seadmed veevarude akumulatsiooniks ja rõhu stabiliseerimiseks 7*: veetornid, maa-alused veemahutid ja hüdrofoorid.
 - 8) *Hoonesisendid 9* – ühendustorud jaotusvõrgust kuni veearvestini hoones.
 - 9) *Ehitiste sisevõrgud* – ülesandeks on vee juhtimine üksiktarbijatele (kraanideni).
- (Paal jt 1981:6-7)



Joonis 1. Tsentraalse veevärgi skeem (Paal jt 1981:6)

1- veehaare; 2- esimese astme pumbajaam; 3- veepuhastusjaam; 4- puhta vee mahuti; 5- teise astme pumbajaam; 6- peaveejuhe; 7- veetorn; 8- jaotusvõrk; 9- hoonesisend

Veevärgi põhiskeem sõltub veeallika tüübist, veetarbijate iseloomust, maa-ala reljeefist ja muudest kohalikest looduslikest ja tehnilistest tingimustest. Kui elanikkonna veevajadusi rahuldatakse puurkaevudest või kui tootmisotstarbeks sobib ka puhastamata vesi lahtistest veekogudest, siis puudub põhiskeemis sageli veepuhastusjaam. Maa-ala soodsa reljeefi puhul võib põhiskeemis puududa teise astme pumbajaam. Ebasoodsa reljeefi puhul võib aga põhiskeemi lisanduda koguni kolmanda astme pumbajaam. Kui tarbimine on ajaliselt võrdlemisi ühtlane ja puudub tarvidus veevaru perioodiliseks akumulatsiooniks, võib põhiskeemis puududa veetorn või hüdrofoor. (Paal jt 1981:7)

1.3. Põhjaveehaarded

Eestis kasutatakse linnade veevõrkide veeallikatena enamasti põhjavett. Põhjaveeks nimetatakse seda osa maasisesest veest, mis võib kivimi poorides vabalt raskusjõu mõjul liikuda. Pinnast, mis sisaldab ja juhib põhjavett, nimetatakse vettkandvaks. Vett mitteläbilaskvat pinnast nimetatakse vettpidavaks. Vettkandvad ja vettpidavad kihid vahelduvad maakoos ja seetõttu ka põhjavesi esineb enamasti kihiliselt. Ligikaudu ühesuguse litoloogilise koostisega vettkandvat kihtkonda, mis on teistest hüdrostratigraafilistest ühikutest eraldatud vettpidavate pinnasekihtidega, nimetatakse põhjaveehorisoniks. Mitme põhjaveehorisoni ja –kihi süsteemi, mis on eraldatud mingi geoloogilise tunnuse järgi, nimetatakse põhjaveekompleksiks. Vee voolamine vettkandvas kihis võib olla kas rõhuta või rõhuline. Veevarustuses kasutatakse kõige enam rõhu all olevat põhjavett ehk arteesiavett. Kuna vettkandvad kihid on pealt kaetud vettpidavate kihtidega, siis on nad hästi kaitstud reostumise eest. (Paal jt 1981:25-26)

Eestis kasutatavad põhjaveehaarded võib jagada kolme gruppi:

- 1) Puurkaevud – ehitatakse vee haaramiseks sügaval asuvatest vettkandvatest kihtidest.
- 2) Šahtkaevud – kasutatakse pinnasevee haaramiseks maapinnalähedastest kihtidest sügavusega kuni 10m.
- 3) Horisontaalveehaarded – kasutatakse pinnasevee haaramiseks maapinnalähedastest kihtidest sügavusega 6-7 m. Koosnevad kogumistorustikest, mis suubuvad ühisesse kogumiskaevu. (Paal jt 1981:32,35-36)

1.4. Veevõrkide liigitus

Otstarbe järgi liigitatakse veevõrke järgmiselt:

- Asulaveevõrgid.
- Tööstusveevõrgid.
- Põllumajandusveevõrgid.

Asulates kasutatakse enamasti ühtset veevärki kõigi veevajaduste rahuldamiseks. Ainult nendes linna tööstusettevõtetes, mis vajavad suures koguses puhastamata (või osaliselt puhastatud) vett, kasutatakse autonoomset veevärki. (Paal jt 1981:7)

Tuletõrjeks kasutatakse samuti ühtset süsteemi, kuna viimane hõlmab linna või tööstusettevõtte kogu territooriumi ja võimaldab tuletõrjevett saada praktiliselt peaaegu igas vajalikus kohas. Ainult erandjuhtudel, kui see on tehniliselt ja ökonoomiliselt põhjendatud, kasutatakse tuletõrje vajaduste rahuldamiseks autonoomset veevärki. Suurtes tööstusettevõtetes, mis asuvad väljaspool linna piire, võidakse kasutada eraldi veevarustussüsteeme erinevate omadustega vee juhtimiseks ettevõtte üksikutesse tehkhidesse. (Paal jt 1981:7)

Vee kasutamise mooduse järgi tööstusettevõtetes liigitatakse veevärgid:

- Otsevooluveevärgid.
- Ringlusveevärgid.
- Järjestikused veevärgid.

Otsevooluveevärk varustab veega kõiki tehnoloogilisi protsesse ja pärast kasutamist suunatakse vesi kas puhastatult või puhastamata kujul looduslikku veekogusse tagasi. Ringlusveevärgis tehnoloogiliselt kasutatud vesi kas jahutatakse või puhastatakse ning suunatakse tagasi tehnoloogilisse protsessi. Looduslikust veekogust võetakse seejuures vett ainult ringluses esinevate paratamatute veekadude katteks. Järjestikuse veevärgi puhul läbib vesi järgemööda mitu erinevat tehnoloogilist protsessi. Seejuures ühe tarbija poolt kasutatud vesi on omadustelt kõlblik järgmisele tarbijale. Suurtes ettevõtetes võidakse kasutada ka ringlus- ja järjestikuse veevärgi mitmesuguseid kombinatsioone ning mitme ettevõtte veevõrkide koopereerimist. Otstarbekas tööstusveevärk võimaldab säästa looduslikke veevarusid ja võimaldab rajada tööstusettevõtteid ka suhteliselt veevaesesse rajooni, samuti vähendab veevärgi ehitus- ja eksploatatsioonikulusid. (Paal jt 1981:7-8)

Selliste skeemide järgi ülesehitatud tööstusveevärgid ei mõjuta ühtsest puhta vee süsteemist tuletõrjeks kasutatavat vee vooluhulka.

1.5. Rõhk veevõrgus

Rõhk veevõrgus luuakse enamasti teise astme pumpadega, mõnikord ka esimese astme pumpadega. Kui võrgus on reguleerivaid mahuteid (veetorn või hüdrofoor), siis viimased mõjutavad tunduvalt rõhku võrgu üksikutes osades, töötades ka rõhuregulaatoritena. Vee voolamisel torustikes kulub osa pumpade loodud rõhust hüdrauliliste takistuste ületamiseks ja tekib voolu suunas kasvav rõhukadu. Rõhk veevõrgus peab olema vähemalt nii suur, et oleks tagatud vajaliku vooluhulga saamine nn. dikteerivas punktis asuva hoone kõige kõrgemal korrusel asuvast veevõtuarmatuurist. Dikteeriv on punkt, mille varustamiseks vajaliku rõhu all oleva veega on toiteallika (veetorn, pump) juures tarvis kõige suuremat rõhku, s.o. veetornist või pumbajaamast kaugeim punkt, kus on ühtlasi kõrgeim hoonestus ja suurim maapinna kõrgus. (Paal jt 1981:21)

1.6. Veevarustuse välisvõrgud ja nende trassid

Veevarustuse välisvõrgu ülesandeks on vee juhtimine üksikute tarbijateni (elamud, ühiskondlikud hooned, ettevõtted jne.) või tarbijagrupideni (tehased, elamukvartalid jne.). Välisvõrk koosneb torustikuliinidest ja on vahetult seotud pumbajaamadega ning reguleerimiseadmetega (veetornid ja veemahutid). Välisvõrk peab vastama järgmistele põhitingimustele:

- Andma kõigile veetarbijaile vajaliku vooluhulga vajaliku rõhuga.
- Olema normidele ja nõuetele vastava töökindlusega.

Eelnimetatud nõudeid saab täita välisvõrgu kuju, pumbajaamade ning veemahutite asukoha ja tööparameetrite, samuti torustike läbimõõdu ja materjali õige valikuga.

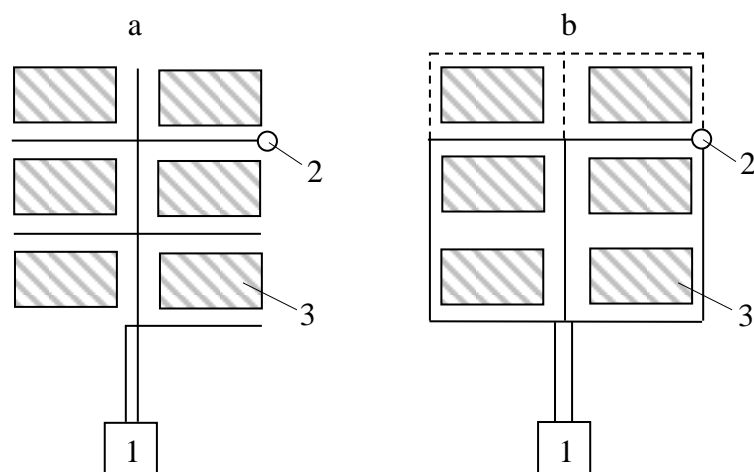
Välisvõrgud jaotatakse harg- ehk tupikvõrkudeks ja ringvõrkudeks. Võrgu töökindluse tagamiseks nõutakse linnades, asulates ja tööstusettevõtetes ainult ringvõrkude ehitamist, et tagada tulekahju korral kustutusvee kättesaadavus territooriumi erinevates punktides ning kus torustiku mingi lõigu avarii puhul tarbijad saavad vee teise liini kaudu. Hargvõrkusid võidakse kasutada väikestes asulates vaid erijuhul, kui vajalik tuletõrjesevi on pikemate (üle 200 m) tupikliinide lõpus garanteeritud vastavate varumahutitega, milles hoitakse nõutav kustutusvee puutumatu varu. (Paal jt 1981:41-42)

Ringvõrkudes on lubatud kasutada üksikuid tupikharusid:

- Tootmisotstarbelise vee puhul – kui on lubatav veevarustuse ajutine katkemine kuni avari lihvvideerimiseni.
- Olmevee puhul – kui toru läbimõõt ei ületa 100 mm.
- Tuletõrjervee puhul – kui tupikliini pikkus ei ületa 200 m.

Ringvõrgu kõik üksikud liinid ei ole vee juhtimisel samaväärsed. Kogu võrk jaotatakse tinglikult magistraalvõrguks (Joonisel 2, b täisjoonega) ja jaotusvõrguks (katkendjoonega). Magistraalvõrgu liinide ülesandeks on transiitvee juhtimine lühimat teed kaudu linna kaugematesse piirkondadesse. Jaotusvõrkude kaudu saavad vee üksiktarbijad.

(Paal jt 1981:42)



Joonis 2. Veevarustuse välisvõrkude skeemid (Paal jt 1981:43)

a – hargvõrk; b – ringvõrk; 1- pumbajaam; 2- veetorn; 3- veega varustatavad kvartalid

1.7. Veetorustiku rõhukaod

Vee voolamisel erineva läbimõõduga ja materjalist torustikes tekivad teatud rõhukaod. Neid arvestatakse veevarustussüsteemide projekteerimisel.

Kirjanduses leiduvad mõõtmisandmed ja uurimused näitavad, et paljudel juhtudel ületavad tegelikud rõhukaod torustikes normatiivseid rõhukadusid küllalt suurel määral, seda just metalltorustikes. Kaasaegsetes plastiktorustikes neid probleeme enamasti ei esine.

Rõhukaod vanades torustikes võivad kasvada kahel põhjusel:

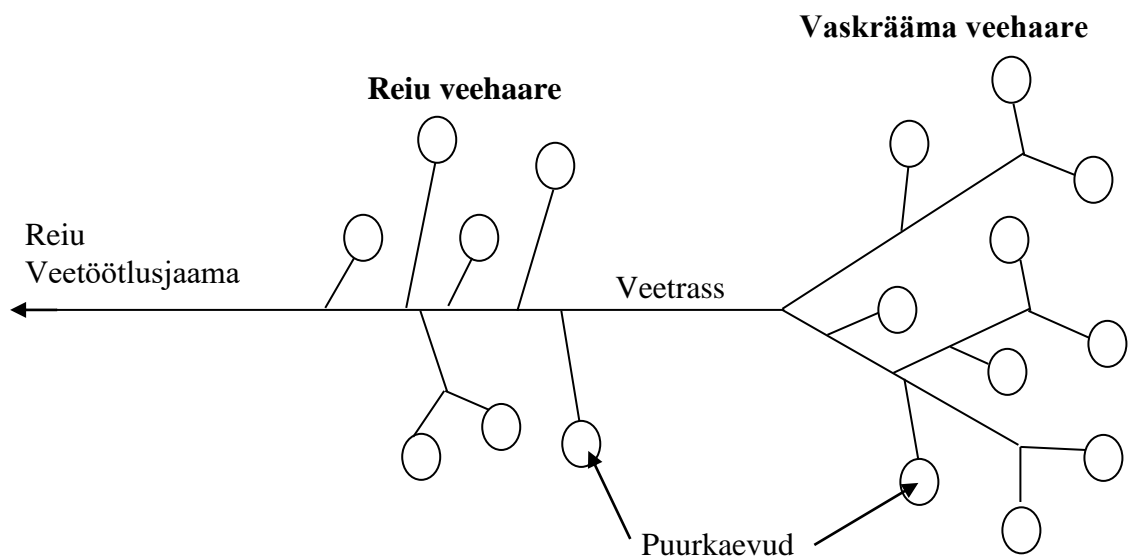
- 1) Toru absoluutkareduse suurenemine seoses toru seintele korrosiooni tõttu tekkivate mügaratega (inkrustatsioon).
- 2) Voolukiiruse suurenemine seoses toruseintele tekkiva pideva kooriku paksenemisega ja toru faktilise läbimõõdu vähenemisega (toru "täiskasvamisega"). Rõhukao kasv sõltub toru materjalist ja vee keemilistest ja bioloogilistest omadustest. Mitme autori andmed näitavad, et 20-30 aasta vältel väheneb metalltorustike läbilaskevõime 40-50 % võrra ja rõhukadu seejuures kasvab 3-4 korda, võrreldes arvutusliku normatiivse rõhukaoga. (Paal jt 1981:47)

2. PÄRNU LINNA VEEVÕRGU EHITUS

2.1. Puurkaevud

Pärnu linna varustatakse joogiveega kahest põhjaveehaardest keskdevoni-siluri veekompleksist. Kogu vesi ammutatakse pumpade abil linnalähedastest puurkaevudest. Selle veevõrguga on ühenduses ka Sindi linn ja Paikuse alevik. 2006.aasta keskmine vee tarbimine oli 6712 m³ ööpäevas. Kuna linnade veetarbimine on suur, on kasutusel kaks eraldipaiknevat veehaaret:

- 1) Reiu veehaare – kasutusel 1968. aastast. Seal paikneb kokku 13 puurkaevu, millest 7 on töötavat sügavusega 55-70 meetrit. Ühe kaevu tootlikkuseks on 25 m³ toorvett tunnis.
- 2) Vaskrääma veehaare – kasutusel 1990. aastast. Asetseb Reiu veehaarest umbes 5 kilomeetri kaugusel. Seal paikneb 10 puurkaevu sügavusega ca 80 meetrit. Ühe kaevu tootlikkuseks on 50 m³ toorvett tunnis.



Joonis 3. Veehaarde põhimõtteline skeem

Puurkaevude sügavveepumplad on varustatud elektroautomaatikaga, mis võimaldab teostada kaugvalvet kaevude tasapindade, pumpade koormuste ja töö häiringute üle. Samuti saab jälgida vooluhulka ja rõhku Vaskrääma veehaardest. Pumplate kaugjuhtimine võimaldab sügavveepumpade automaatlülitust etteantud püsiva toorvee vooluhulga järgi. Seda saab teha ka käsitsilülitusega. Puurkaevude kogutootlikkus on 16200 m³ vett ööpäevas, mis ei tähenda sugugi, et seda maksimaalset tootlikkust ära kasutatakse. Vett pumbatakse maa peale vaid niipalju, kui veetarbijad kasutavad. Seda reguleeribki automaatika. 2006. aasta keskmine tarbimine oli 6712 m³ vett ööpäevas. See ei ole ainult Pärnu linna tarbimine, vaid koos Paikuse aleviku ja Sindi linnaga. Sõltuvalt kellaajast kõigub vee tarbimine suurtes piirides.

2.2. Puhastusseadmed

Maapõuest pumbatav toorvesi juhitakse Vaskrääma ja Reiu veehaardest renoveeritud Reiu Veetöötlusjaama, mis valmis ja käivitati kogu linna veevarustuseks 1998. aastal. Reiu Veetöötlusjaamas puhastatakse ja töödeldakse toorvesi joogikõlblikuks.

Kasutusel on kaasaegsed seadmed ja tehnoloogia ning seetõttu on veetöötlusjaamast väljuv vesi igati normidele vastav.

2.3. Mahutid

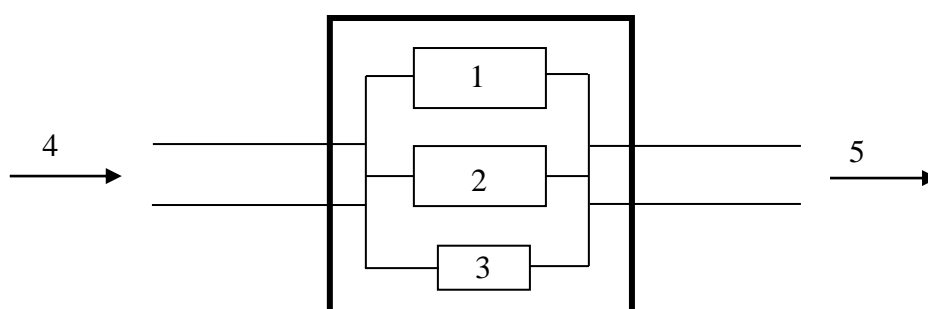
Puhastusseadmetes töödeldud vesi suunatakse reservvee mahutitesse, kust edasi toimub pumpamine jaamast väljuvatesse veetrassidesse. Reiu Veetöötlusjaamas on kaks 1000 m³ ja kaks 300 m³ mahutit, mis on täiesti piisav tagamaks samaaegselt nõutavat veehulka nii tulekahju kustutamiseks kui ka tavatarbijate vajaduste rahuldamiseks.

2.4. II astme pumpla

Mahutitest pumbatakse puhastatud vesi veetöötlusjaamast väljuvatesse trassidesse. Pumbajaamas asetsevad kolm kaasaegset pumpa.

Kaks neist on suurema tootlikkusega (maksimaalselt 230 l/s), üks aga veidi väiksema. Üks suurem pump on peapump, teine reservpump. Viimane lülitub sisse ainult siis, kui teised pumbad ei suuda miskipärast piisavalt trassis rõhku hoida (näiteks suurenenud veetarbimise korral). Väiksema tootlikkusega pump on nn. abipump.

Öisel ajal, kui on väiksem vee tarbimine, töötab põhiliselt väike pump. Tavalise igapäevase tarbimise ajal töötavad korraga peapump ja abipump. Pumpade tööd juhib täielikult automaatika, mis hoiab väljuvate veetrasside alguses survet 3,8 bar-i. Pärnu linnas ei kasutata trassi rõhkude stabiliseerimiseks hüdrofoore ega veetorne.



Joonis 4. II astme pumpla skeem

1- reservpump; 2- peapump; 3- abipump; 4- pumplasse sisenev vesi; 5- pumplast väljuv vesi

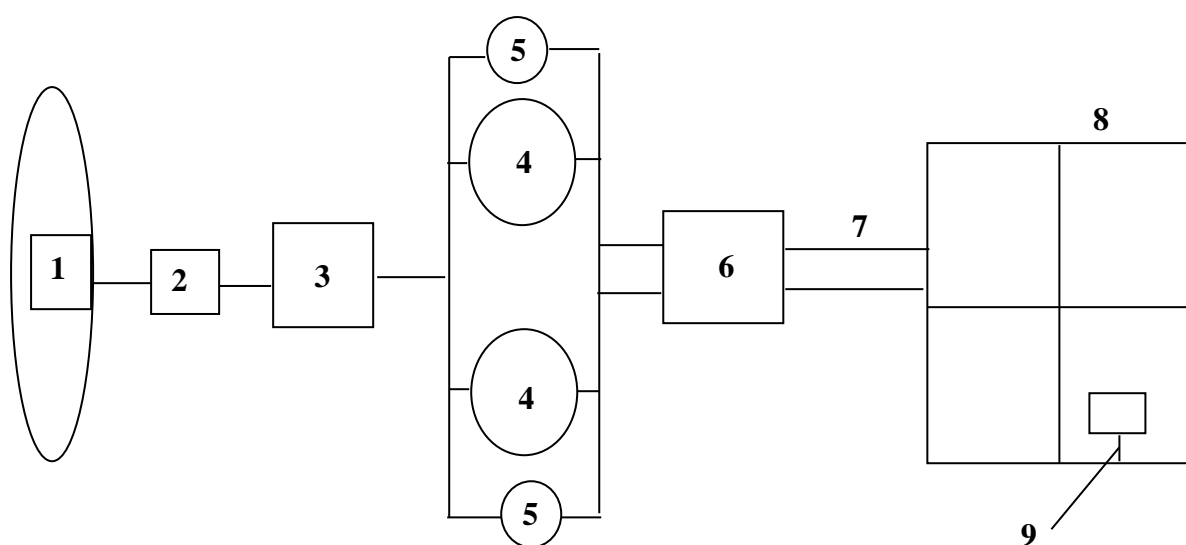
2.5. Veevarustuse välisvõrgud

Reiu Veetöötusjaamast väljuvad veetrassid Pärnu linna, Sindi linna ja Paikuse aleviku veega varustamiseks. Pumplast väljub kaks 300 mm läbimõõduga veetoru, mis kaugemal hargnevad. Pärnu linna liigub vesi mööda kolme 300 mm läbimõõduga magistraalliini. Üks neist on ühendatud linna veevõrguga Rääma linnaosas. Sellest trassist saavad vee Rääma, Ülejõe ja Vana-Pärnu linnaosas. Kaks magistraalliini on ühendatud linna veevõrguga Raeküla linnaosas, kust lisaks Raekülale saavad vee ka Mai linnaosa ja Kesklinn.

Linna ühisveevärgi veetorustikud on ehitatud üldjuhul nn. ringliinideks, et suurendada veevõrgu töökindlust ja tagada tulekahju korral kustutusvee kättesaadavus linna territooriumi erinevates punktides. Ringliinide puhul on veevariide lokaliseerimine lihtne, veevarustuse saab sulgeda teatud lõikudes ning seetõttu kannatab vähem tarbijaid.

Linnas on palju ka nn. tupikliine, kus tuletõrjervee võtmine hüdrantilt võib olla väikese vooluhulga tõttu probleemne.

Enamik linna veetrasse on vananenud ja amortiseerunud, mistõttu tulekahju korral, et saavutada kustutamiseks paremat vooluhulka, ei ole võimalik ka veetrassis rõhku tõsta (torude purunemise oht). Tupikliinidel paiknevate tuletõrjehüdrantide veeandmisvõime on väga erinev. Vanemad hüdrandid ei suuda tulekustutuseks vajalikku veehulka anda seetõttu, et varasematel aegadel kasutati palju metalltorustikke, mis on aja jooksul korrosiooni toimel “täis kasvanud”.



Joonis 5. Pärnu linna tsentraalse veevärgi skeem

1- veehaare (17 töötavat puurkaevu); 2- esimese astme pumbajaam; 3- veepuhastusjaam; 4- puhta vee mahuti 1000 m³; 5- puhta vee mahuti 300 m³; 6- teise astme pumbajaam; 7- peaveejuhe; 8- jaotusvõrk; 9- hoonesisend

3. RISKIFAKTORID JA AVARIIDE LIKVIDEERIMINE

3.1. Riskifaktorid

Linna veevarustushäired põhjustavad tarbijatele suuri ebamugavusi. Veevarustushäireid saab liigitada kaheks:

- 1) Lokaalsed veevarustushäired.
- 2) Ulatuslikud veevarustushäired.

Lokaalsed häired on seotud mingi kindla kohaga veetrassil. Tavaliseks häireks on veetrassi purunemine. Kuna enamik veetrassidest on ehitatud ringliinideks, saab katkise trassilõigu siibrite kinnikeeramiseга üldisest veevõrgust suhteliselt lühikese aja jooksul eraldada. Lokaalse veevarustushäire korral kannatavad reeglina vähesed tarbijad. AS Pärnu Vesi reageerib sellistele avariidele kiiresti ning trassi remont teostatakse tavaliselt kuni ühe ööpäeva jooksul. Kui siibritega suletaval veetrassi lõigul asetsevad tuletorjehüdrandid, on vee-ettevõtte sellest kohustatud teatama päästkeskusele.

Ulatuslikud veevarustushäired on ohtlikumad, kuna sellisel juhul on mõjutatud rohkem tarbijaid. Samuti ei saa selles piirkonnas kasutada tuletorjehüdrante. Ulatuslikke häireid esineb harva, kuid nende likvideerimine võib võtta aega isegi mitmeid ööpäevi. Ulatuslikuks peetakse häiret, kui avarii on juhtunud tähtsatel magistraalliinidel. Eriti ohtlikuks peab AS Pärnu Vesi avariid magistraalliinil, mis varustab Vana-Pärnu, Ülejõe ja Rääma linnaosa. Sellise avarii korral jääb veeta umbes pool Pärnu linna.

AS Pärnu Vesi peab veel riskideks:

- Elektrienergia katkestused – Reiu Veetöötusjaamas paikneb diiselgeneraator, mis on suuteline elektrikatkestuse korral andma energiat teise astme peapumbale (võimsus 135 kW) ja mõnele puurkaevupumbale Reiu veehaardes. Diiselgeneraator käivitub elektrienergia katkemise korral automaatselt. Vaskräama veehaarde puurkaevupumpade elektritoiteks kasutatakse viite väiksemaid generaatorit, mis tuleb avariigrupil ise kohale transportida ja käsitsi käivitada.

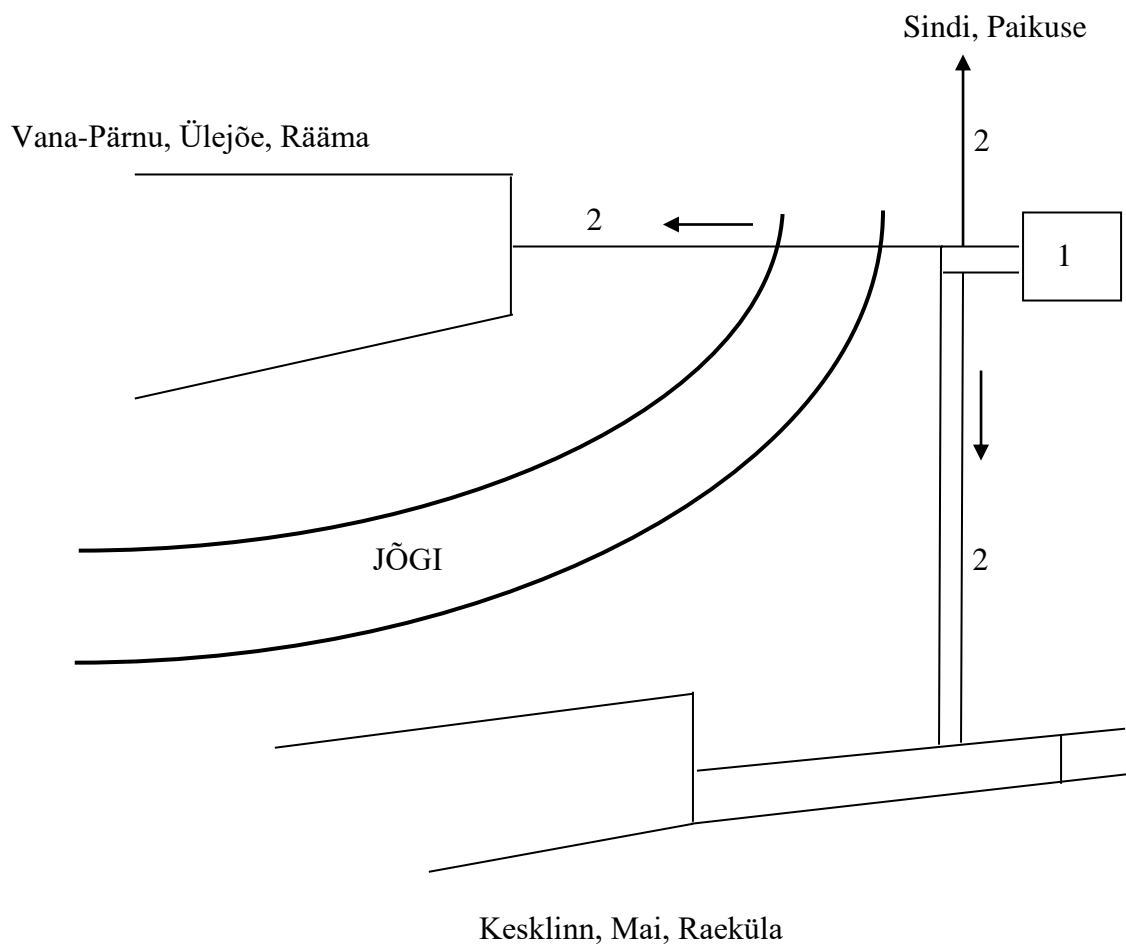
- Mobiilside katkemine – AS Pärnu Vesi kasutab omavahel sidepidamiseks mobiiltelefone. Näiteks loodusõnnetuste korral peavad avariigrupid pidevalt omavahel suhelda saama. Raadiosidevahendite soetamist ei peeta otstarbekaks.

3.2. Avariide likvideerimine

Veevarustushäirete ja veeavariide likvideerimise kiirus on äärmiselt tähtis aspekt. Kui lokaalsed avariid lokaliseeritakse ja likvideeritakse lühikese ajaga, siis peamagistraalidel (Joonis 6) toimunud avariid on märksa raskemad likvideerida. AS Pärnu Vesi andmetel ei ole Eestis ka kõiki suurte veetrasside remondiks vajalikke varuosasid saada, mistõttu need tuleb teistest riikidest tellida.

Veevarustuse häirete likvideerimiseks spetsiaalset ööpäevaringse valmisolekuga gruppi ei ole. Ööpäevaringset on üks tööline nn. koduses valves, kes vajadusel helistab teistele töölistele ning sedasi moodustab avarii likvideerimise grupi.

Pikemaajaliste veekatkestuste korral on AS Pärnu Vesi kohustatud tagama elanikkonna varustamise joogiveega. Selleks kasutatakse tsisternautosid.



Joonis 6. Magistraalliinide skeem
 1- pumbajaam; 2- magistraalliinid

4. TULETÖRJEHÜDRANDID, ANDMEBAASID, KAARDID

4.1. Nõuded tuletõrjehüdrantidele

Pärnu linna territooriumil on ligikaudu 400 tuletõrjehüdranti.

Tuletõrjehüdrante eristatakse paigaldusviisi järgi: on kas maa-alused, maapealsed või seinahüdrandid.. Pärnu linnas on enamlevinud maa-alused hüdrandid. Tüübi järgi liigitatakse neid Moskva tüüpi ja Tallinna tüüpi hüdrantideks. Uued rajatavad hüdrandid on kõik Tallinna tüüpi ja võimalusel ehitatakse nad maapealsetena. Maa-alustena ehitatakse hüdrante vaid siis, kui tehnilisel või muul põhjusel ei ole võimalik maapealset paigaldada. Maapealse ja maa-aluse tuletõrjehüdrandi võib asendada seinahüdrandiga. Järk-järgult toimub vanade Moskva tüüpi hüdrantide väljavahetamine, kuna nad ei vasta Eesti standardi nõuetele.

Moskva tüüpi hüdrandi läbimõõt on 125 mm. See koosneb vertikaalsest malmsilindrist, mis kinnitatakse poltidega torukolmikule (hüdrandalusele). Silindri kõrgus sõltub veetorustiku rajamissügavusest. Moskva tüüpi hüdrandid on kõrgusega 500...2500 mm. Silindri sees on vertikaalvarras koos spindliga, mille pööramisel avaneb või sulgub keraklapp. Hüdrandi kasutamiseks kinnitatakse tema peale pärast kaane avamist nn. hüdrandi püstik ja selle külge omakorda kaks tuletõrjevoolikut. Keraklapp hüdrandi alumises osas avaneb või sulgub püstiku käepideme pööramisel. (Paal jt 1981:65)

Tallinna tüüpi hüdrandid erinevad Moskva tüüpi hüdrantidest oluliselt. Kui Moskva tüüpi hüdrandil oli toru keskel spindel, siis Tallinna tüüpi hüdrandil on toodud avamise-sulgemise siiber vahetult hüdrandi kõrvale. Siibri avamiseks vajatakse eraldi spetsiaalset võtit. Hüdrandi püstikuga ühendamiseks ettenähtud keere on mõlemal hüdrandi tüübil enam-vähem sarnane. Seetõttu saab Tallinna tüüpi hüdrandile paigaldada Moskva tüüpi hüdrandi püstiku. Tallinna tüüpi hüdrandi püstikut Moskva tüübile paigaldada ei saa, kuna Tallinna tüüpi püstikul puudub keskel spindel.

Tuletõrjehüdrant peab vastama Eesti standardi EVS 620-3:1996 nõuetele. Nõuded tuletõrjehüdrandi tüübi valikule, paigaldamisele, tähistamisele, kontrollimisele ja korrashoiule on kehtestanud EV siseministri 13. septembri 2000. a määrusega nr. 58.

Üldnõuded

- Tuletõrjehüdrandi läbilaskevõime peab olema vee 50 kPa rõhul katsestendis vähemalt 50 l/s.
- Tuletõrjehüdrandil peab olema kuetollise väliskeermega liitmik püstiku paigaldamiseks. Liitmiku keermeosa tuleb kaitsta kergesti eemaldatava kaanega, mis ei tohi takistada püstiku paigaldamist.
- Tuletõrjehüdranti tervikuna ja selle liitmikku peab olema võimalik vahetada ilma lõikamiseta ja keevitamiseta.
- Tuletõrjehüdrant, v.a. seinahüdrant, peab olema varustatud automaattühjendusklapiga, mis tagab püsttoru tühjenemise pärast tuletõrjehüdrandi kasutamist ja sulgub, kui püsttorus tekib rõhk 30 kPa kuni 50 kPa.
- Tuletõrjehüdrandi ehitus tervikuna peab olema arvestatud töö rõhule mitte vähem kui 1000 kPa. (EVS 620-3:1996)
- Maapealne ja maa-alune tuletõrjehüdrant (välja arvatud seinahüdrant) paigaldatakse ehitisest vähemalt 1,5 m kaugusele. Väljapoole sõiduteed paigaldatakse tuletõrjehüdrant sõidutee servast kuni 2,5 m kaugusele.
- Maa-alune tuletõrjehüdrant paigaldatakse kaevus selliselt, et:
 - 1) Sellele oleks võimalik paigaldada püstik.
 - 2) Liitmiku ja kaevu luugi ülaservade vaheline kaugus oleks 0,2–0,4 m.
- Seinahüdrant paigaldatakse selliselt, et keermeotsa kese asetseks maapinnast 0,8–1,2 m kõrgusel.
- Tuletõrjehüdrandi tühjendusklapiga ühendatakse dreanaažitoru. Dreanaažitoru peab mahutama vähemalt samapalju vett kui püsttoru.
- Tuletõrjehüdrandi kaev kaetakse kergesti avatava kaanega. (RT I 1994, 28, 424; 1998, 39, 598; 2000, 50, 316)

Tuletõrjehüdrandi soojustus

Tuletõrjehüdrandi ehitus ja paigaldus peavad tagama selle kasutamise miinustemperatuuril. Tuletõrjehüdranti võib soojustada 50 mm paksuse vahtpolüuretaaniga, mille soojusjuhtivustegur on $0,035 \text{ W}/(\text{m} \times \text{K})$ või muu samaväärse isolatsioonimaterjaliga. Isolatsioonimaterjali tuleb kaitsta märgumise eest.

Tuletõrjehüdrandi kaevu võib täita ka pinnase või muu materjaliga. Kui pinnavee tase on kaevu põhjast kõrgemal, tuleb tuletõrjehüdrant eelnevalt soojustada. (RT I 1994, 28, 424; 1998, 39, 598; 2000, 50, 316)

Tuletõrjehüdrantide tähistamine

Tuletõrjehüdrant tähistatakse viidaga. Viit on valge tausta ja punase äärisega tahvel mõõtmetega vähemalt $200 \times 300 \text{ mm}$, millel on tuletõrjehüdrandi võtme punane kujutis ja mustad tähised.

Tuletõrjehüdrandi viidal on järgmised tähised ja andmed:

- 1) Tuletõrjehüdrandi tüübi tähis üleval vasakus nurgas.
- 2) Tuletõrjehüdrandiga ühendatud veetorustiku läbimõõt millimeetrites üleval paremas nurgas.
- 3) Viida kaugus tuletõrjehüdrandist vasakule või paremale meetrites tuletõrjehüdrandi võtme kujutise vasak- või parempoolse käepideme all.
- 4) Viida kaugus tuletõrjehüdrandist viidast ettepoole meetrites tuletõrjehüdrandi võtme kujutise all.
- 5) Tuletõrjehüdrandi registreerimisnumber all keskel.

Tuletõrjehüdrandi viit paigaldatakse hoone seinale, tarale või postile tuletõrjehüdrandist maksimaalselt 20 m kaugusele ja 2,5 m kõrgusele maapinnast ning nende puudumisel spetsiaalsele tulbale tuletõrjehüdrandist maksimaalselt 10 m kaugusele ja 1,5 m kõrgusele maapinnast. Maapealse tuletõrjehüdrandi viida võib paigaldada hüdrandi kattele. (RT I 1994, 28, 424; 1998, 39, 598; 2000, 50, 316)

4.2. Hüdrantide andmebaasid

On täiesti loomulik, et kõik linna tuletõrjehüdrandid peavad olema kusagil üles tähendatud. Pärnumaa päästeosakonnal oli olemas oma andmebaas, millel paraku esinesid teatud puudujäägid. Et korrastada hüdrantide nimekirja, esitas Lääne-Eesti Päästkeskus ametliku päringu AS Pärnu Veele. Päringus sooviti saada AS Pärnu Vee valduses olevaid hüdrantide nimekirju ja võimalusel ka vastavaid kaarte. Saadud nimekirjad erinesid suuresti Pärnumaa päästeosakonna andmebaasist. Vastavaid kaarte tuletõrjehüdrantide asukohtadest AS Pärnu Vesi ei oma. Päril mitmed olulise tähtsusega asukohas paiknevad tuletõrjehüdrandid puudusid päästeosakonna nimekirjast. Autori töö tulemusena valmis uus nimekiri, mis sisaldab endas mõlemate nimekirjade ühendatud versiooni. Viimane edastati ka vee-ettevõttele, kes omakorda uuendas enda andmebaasi. Nimekirjad on koostatud Microsoft Exceli programmiga, mis annab andmebaasi töötlemiseks mitmeid võimalusi. Näiteks saab sorteerida nimekirja tänavanimede, veetrassi läbimõõdu, tüübi või hüdrandi numbri järgi.

Pärnumaa päästeosakonna Pärnu keskkomando kõigil tulekustutus- ja päästeautodel asuvad uuendatud hüdrantide nimekirjad, milles on hüdrandi asukoht määratud tänava nime ja maja numbriga. Tänavad on tähestikulises järjekorras, mis hõlbustab hüdrandi leidmist. Kui hüdrant asub tänavate ristumise kohal, siis on asukoht määratud kahe tänavanime järgi (ükskõik kumba tänava järgi saab nimekirjast hüdranti otsida). Selle süsteemi järgi leiab hüdrandi kergesti, kui otsitaval tänaval hüdrant tõepoolest asub. Seetõttu võib lähima hüdrandi otsimine nimekirjadest olla keeruline ning selleks kulub palju aega. Lõputöö autor koostas tuletõrjehüdrantide kaardid Pärnu linna kohta, mis oma olemuselt annavad päästetöötajatele visuaalse ülevaate hüdrandi asukohast. Nimekirjad oleksid kaarte täiendavaks. See tähendab, kui kaardilt leitakse otsitav hüdrant, kuid selle täpne asukoht ei ole teada, saab nimekirjast lugeda välja hüdrandi paiknemise iseärasuse. Sellised kaardid hakkavad paiknema kõikidel tulekustutus- ja päästeautodel.

Lisaks päästeosakonna nimekirjale on ka Lääne-Eesti Häirekeskusel oma andmebaas Pärnu linna tuletõrjehüdrantidest. See on koostatud päästeosakonna nimekirjade baasil ning vajaliku hüdrandi otsimisel kasutatakse SOS arvutiprogrammi.

Praktika on näidanud, et vajaliku lähima veevõtukohta suudab paremini leida päästetööde juht ise autodel asuvatest nimekirjadest.

4.3. Tuletõrjehüdrantide kaartide koostamine

Tulekustutus- ja päästetööde juhid on pidanud tihti palju vaeva nägema ja aega kulutama vajaliku lähima tuletõrjehüdrandi leidmiseks. Tõsist puudust on tuntud visuaalsete kaartide järel. Autori lõputöö üheks eesmärgiks oli visuaalsete tuletõrjehüdrantide asukohtadega kaartide koostamine. Kaartidele seadis autor teatud tingimused:

- Kaardilehti peab olema võimalikult vähe.
- Kaardid peavad andma hea ülevaate linnast.
- Kaarte peab saama töödelda lihtsate tuntud arvutiprogrammidega.
- Kaartide haldamine ei nõua erilist väljaõpet.
- Kaardilt peab eristuma erinevat tüüpi tuletõrjehüdrandid.
- Kaardilehtede servad peavad olema teineteisega kattuvad.

Kaartide koostamise algusest peale tekitas lõputöö autorile probleeme korralike kaardipõhjade leidmine. Parimaks tehniliseks variandiks osutus kartograafia- ja maamöödufirma AS E.O.Map valmistatud Pärnu linna kaardi osade kaupa arvutisse skaneerimine. Pärast erinevate arvutiprogrammidega töötlemist tekkisid valmis kaardipõhjad Microsoft Word programmis kasutatavateks. Viimati mainitud arvutiprogrammiga on lihtne kaardile paigutada uusi tuletõrjehüdrante ning teha muudatusi vanemate hüdrantide osas.

Pärnu linnas on rohkem kui veerand kõigist tuletõrjehüdrantidest 100 mm läbimõõduga veetrassidel paiknevad hüdrandid. Paljud neist asetsevad vanadel trassidel, mistõttu ei pruugi nende veeandmisvõime olla piisav. Ka tupiktorustikul asetsevad hüdrandid võivad anda ebapiisavat vooluhulka.

Selleks pidas lõputöö autor vajalikuks märgistada kõik 100 mm veetrassidel paiknevad hüdrandid teisiti, kui suurema läbimõõduga veetrassidel asetsevad hüdrandid. Üldiselt ei valmista suurema kui 100 mm veetrassidel asuvad hüdrandid päästetöötajatele probleeme, erandiks on suurema läbimõõduga tupiktorustikud.

Pärnu linnas on mitmes piirkonnas selliseid kohti, kus lähestikku asuvad 100 mm trassil paiknev ja suuremal veetorustikul asetsev hüdrant. Sellisel juhul on alati otstarbekam valida veevõtukohaks suurema tootlikkusega suuremal trassil paiknev hüdrant. Kaartidelt on visuaalselt võimalik neid kiiresti üksteisest eristada (Lisa 1).

Erinevat tüüpi tuletõrjehüdrandid on kaartidel tähistatud erinevalt. Seda seetõttu, et hüdrandi püstikute vee läbilaskevõime on natukene erinev. Tallinna tüüpi püstikul on see näitaja suurem. Seda on vajalik teada, et ei juhtuks olukorda, kus Tallinna tüüpi hüdrandile asetatakse Moskva tüüpi püstik. Praeguse seisuga on Pärnu keskkomandos kasutusel ainult Moskva tüüpi püstikud. Lõputöö autor teeb Pärnumaa päästeosakonnale ettepaneku soetada Tallinna tüüpi püstikuid, et päästetöötajatel oleks võimalik tuletõrjehüdrante maksimaalselt otstarbekalt kasutada.

4.4. Andmebaaside uuendamine

Pärnu linnas toimub uute hüdrantide vastuvõtmine Pärnumaa Päästeosakonna poolt koostöös vee-ettevõttega. Viimastel aastatel on sellega otseselt tegelenud Pärnu keskkomando pealik, kes kontrollib isiklikult hüdrandi vastavust kehtestatud nõuetele. Hüdrandi veeandmisvõimet hinnatakse püstikule paigaldatud manomeetri abil visuaalselt, kuna päästekeskusel puudub vastav spetsiaalne mõõteseade.

Seni on Pärnu keskkomando pealik pärast hüdrandi vastuvõtmist teinud uue sissekande elektroonilisse andmebaasi ning lisanud uue kirje ka kõikide tulekustutus- ja päästeautode nimekirjadesse. Lisaks on saadetud hüdrandi andmed Lääne-Eesti häirekeskusele, kus need sisestatakse SOS programmi.

Tulevikus peaks hakkama hüdrantide kaarte uuendama samuti keskkomando pealik, kuna tekstilise andmebaasi uuendamisega paralleelselt on lihtne lisada uus hüdrant ka elektroonilisele kaardile. Tulekustutus- ja päästeautodel paiknevaid kaarte ei ole otstarbekas liiga tihti uuendada, kuna värviline printimine on kulukas. Uued hüdrandid saab kaardile kanda kasutades tekstimarkereid. Kaarte oleks mõistlik uuendada kord poole aasta möödudes.

6. KUSTUTAMISEKS VAJALIKUD NORMVOOLUHULGAD

Tulekahju kustutamiseks vajamineva veekoguse ja vooluhulga saame arvutada Eesti Standardi (EVS 812-6:2005. Ehitiste tuleohutus. Osa 6: Tuletõrje veevarustus.) järgi, kus on määratud kustutusvee normvooluhulgad linnadele ja asustatud punktidele.

Samaaegsete tinglike tulekahjude arv Pärnu linnas on 2.

Tabel 1. Samaaegsete tulekahjude arv ja kustutusvee normvooluhulgad linnades ja asulates (EVS 812-6:2005)

Elanike arv	Samaaegsete tinglike tulekahjude arv	Kuni 3-korruseline hoonestus	4- ja enamakorruseline hoonestus
		Ühe tulekahju normvooluhulk Q_0 l/s	
kuni 30000	1	15*	15
kuni 100000	2	20	25
üle 100000	2	25	35

* kuni 2-korruseline hoonestus – 10 l/s

Veevõrkude arvutamisel võetakse aluseks periood, mil veetarbimine veevõrgis on maksimaalne. 30000 kuni 100000 elanikuga linnas ning nelja- ja enamakorruselise hoonestuse puhul on kustutusvee normvooluhulk ühele tulekahjule 25 l/s. Mõnes elamupiirkonnas on kuni kolmekorruseline hoonestus ning sellisel puhul on normvooluhulk 20 l/s. Kuna vesi tarnitakse linna ühest kohast (Reiu Veetöötusjaam), siis peab kustutusvee ja veevaru arvutamisel kasutama maksimaalseid normvooluhulkasid. Antud juhul võib eeldada, et kaks tulekahju toimub samaaegselt sellises linna piirkonnas, kus normvooluhulk ühele tulekahjule on 25 l/s. Seega kahe tulekahju kustutamiseks on vaja $2 \times 25 \text{ l/s} = 50 \text{ l/s}$ vooluhulka. Tööstus ja/või laohoone kustutusvee normvooluhulgad sõltuvad hoone kubatuurist ja tulepüsivusklassist.

EVS 812-6:2005 3.tabeli järgi sellist hoonet, kus kustutusvee normvooluhulk oleks suurem kui 25 l/s (ühele tulekahjule), Pärnus ei ole. Seega on Pärnu linnas kahe tulekahju kustutamiseks vajalik vee normvooluhulk 50 l/s.

Tulekahju kestuseks kuni kahekorruseliste hoonetega elamupiirkondades on kuni 2 tundi. Mujal 3 tundi, v.a. suure tuleohuga tööstus- ja laohooned ning palgi- ja saematerjali ladustamisplatsid, kus on tulekahju kestus kuni 6 tundi. Kasutades tuletõrje veevõtukohtadena ainult hüdrante, peab veevärgist saadav veekogus olema seega:

$$6 \text{ tundi} \times 50 \text{ l/s} = 1080 \text{ m}^3$$

See on minimaalne veehulk, mida vajatakse kahe samaaegse suure tulekahju kustutamiseks. Praktikas võib juhtuda, et ühe suure tulekahju kustutamiseks kulutatakse vett isegi ligikaudu 100 liitrit sekundis ja rohkemgi (näiteks suurte lafettjoatorude kasutamise korral). Selliste veekoguste võtmine hüdrantidest eeldab operatiivtöötajate head veevarustusealast väljaõpet ning väga head ülevaadet piirkonna hüdrantidest. Oskus tuletõrjehüdrante otstarbekalt kasutada võimaldab teostada tulekustutustöid efektiivsemalt ja tulemuslikumalt.

Keskmine linna veetarbimine on ööpäevas 6712 m³ (2006 aasta keskmine) ja ligikaudu keskmiselt 280 m³ tunnis. Arvestades siia juurde kahe tulekahju kustutamiseks vajaliku veekulu ühe tunni jooksul (180 m³), saab veekuluks kokku 460 m³ tunnis. Kui arvestada ühe suure tulekahjuga, kus kasutatakse vett 100 l/s, siis on veekulu ühe tunni jooksul 360 m³. Liites siia juurde linna keskmise veetarbimise (280 m³ tunnis), saab kokku 640 m³ tunnis. Reiu ja Vaskräama veehaarde puurkaevude tootlikkus on kokku 675 m³ tunnis, seega Reiu Veetöötlusjaamast väljuv veehulk on ligilähedaselt piisav, et linna normaalse veetarbimise juures saaks ka kustutada normide järgi kaks suuremat tulekahju, realselt aga ühe suure tulekahju.

Eelnevates arvutustes ei ole arvestatud reservvee mahutite mahtusid. Arvutustes esitatud veehulkadest saab järeldada, et selliste tulekahjude ajal kasutatavate vooluhulkade korral ei vähene reservvee mahutites veehulk.

7. VEETRASSIDE VEELOOVUTUSVÕIME MÕÕTMINE JA HINDAMINE

7.1. Katsed

Pärnu linn on enamjaolt kaetud suhteliselt hea hüdrantide võrgustikuga. Kuid läbi uurimata on hüdrantide veeandmisvõime ehk kui palju on veetrass suuteline maksimaalselt vett välja andma. Hüdrantidelt saadavast veehulgast sõltub tulekustutustööde teostamise efektiivsus, kui mitte arvestada lisavee transpordi võimalust kaugematest piirkondadest paakautodega.

Et tõestada veetrasside väga erinevaid vooluhulkasid, tegi lõputöö autor mitmeid katseid linna erinevates piirkondades. Katsete eesmärk oli selgitada välja veetrassi maksimaalset veeloovutust, kasutades selleks tuletõrjehüdrante. Konkreetsetel trassilõikudel teostatud katsetused annavad ligikaudse ülevaate teiste lähipiirkonna hüdrantide veeandmisvõimest. Katsete läbiviimise piirkonnad valiti tööstusettevõtete ja asustustiheduse järgi:

- 1) Raeküla linnaosa – puidutööstusettevõtete läheduses.
- 2) Rääma linnaosa – AS Wendre teki- ja padjavabriku kõrval.
- 3) Kesklinn – vanalinna vahetus läheduses.
- 4) Ülejõe – mitmete tööstusettevõtete läheduses.

Katsete käigus mõõdeti kahelt lähestikku asetsevalt hüdrandilt spetsiaalse vooluhulgamõõtmisega (rotomeetriga) trassist väljuvat veehulka. Esimesena keerati lahti üks püstiku ventiil. Kui veetrassi rõhk langes 0,2 bar`ini, teist selle püstiku väljundit ei avatud. Seejärel avati teise püstiku üks ventiil, misjärel esimeses püstikus langes vooluhulk veelgi. Seda katset korrati, kuid rotomeeter paigaldati teisele püstikule.

Kui esimeses püstikus pärast esimese ventiili avamist rõhk ei langenud 0,2 bar`ini, avati selle püstiku teine väljund. Edasi juba järjest teise püstiku surveväljundid. Kui esimeselt püstikult said veehulgad mõõdetud, teostati mõõtmised teiselt hüdrandilt.

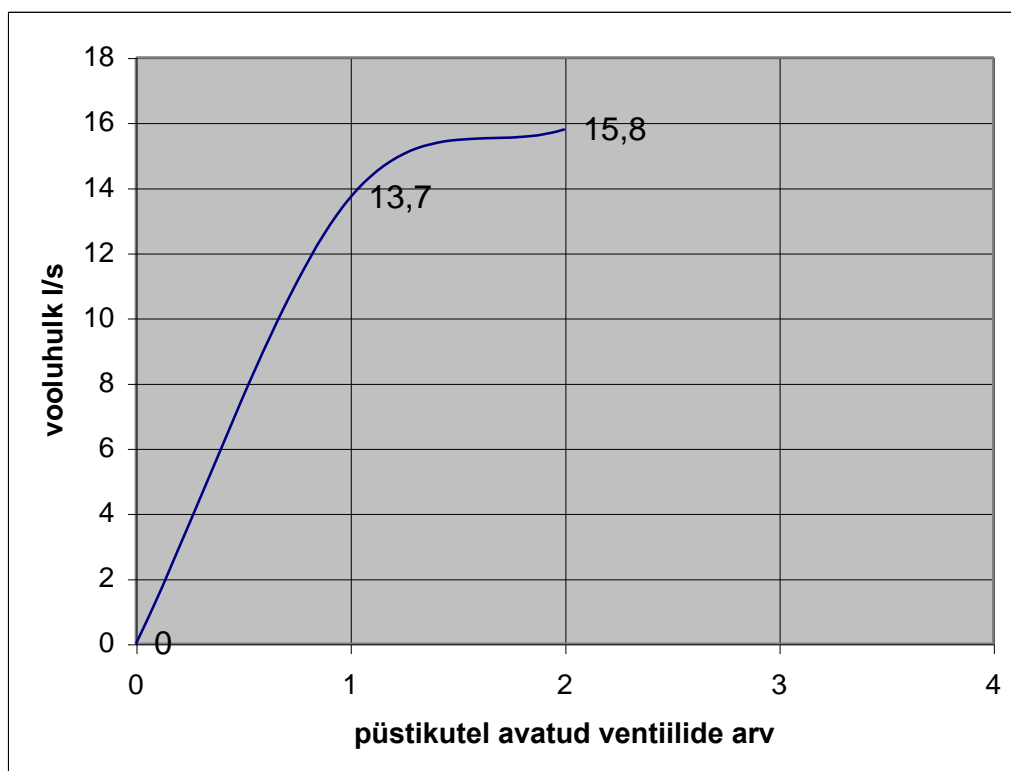
Mõõtmisel arvestatavad tegurid ja iseärasused:

- Ühte mõõtmist tuleb teostada vähemalt paar minutit, et pärast ventiili avamist taastuks normaalne kõikumisteta vee voolamine.
- Mõõtmise ajal võib esineda konkreetse trassi läheduses veetarbimise kõikumisi, mistõttu saadud tulemused ei ole 100% täpsed.
- Kahelt hüdrandilt samaaegselt vett võttes on reeglina pumplale lähemal asuval hüdrandil vooluhulk suurem.

7.2. Katsete tulemused ja järeldused

1. Raeküla katse.

Tabel 2. Maksimaalne vooluhulk Raeküla hüdrantidest



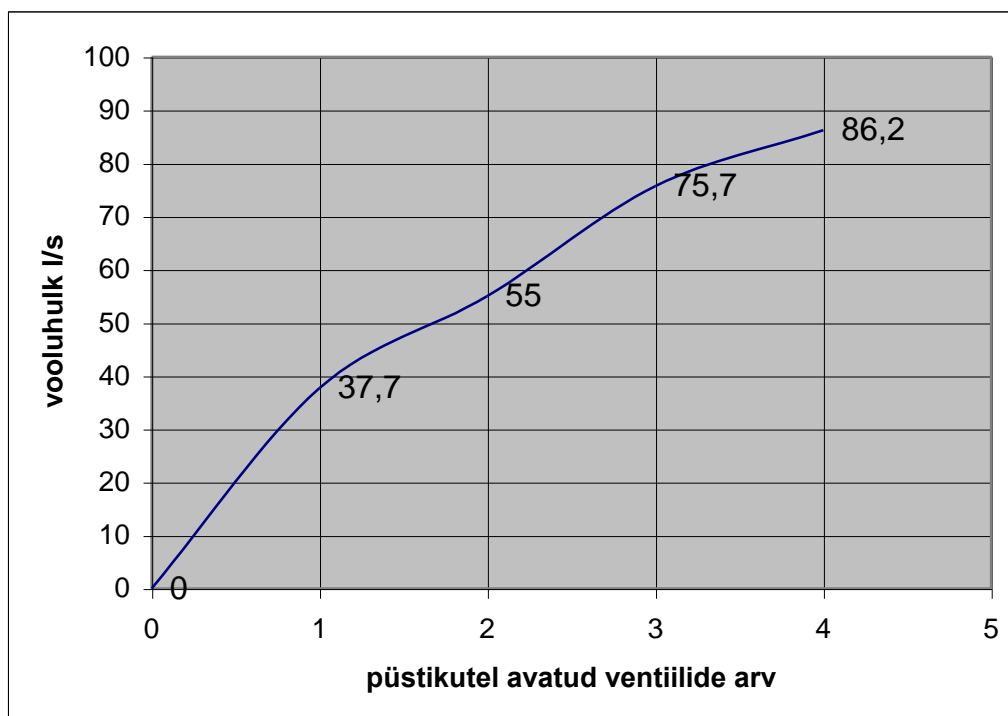
Maksimaalne kahelt lähestikku asetsevalt hüdrantilt saadav veekogus on 15,8 l/s. Katsetus toimus 150 mm läbimõõduga magistraalliini lõpuosas, mis on sisuliselt tupiktorustik. Selline veehulk ei võimalda tulekustutustöid efektiivselt teostada, mistõttu tuleb arvestada lisavee transpordiga kaugematest ringistatud veetrassidest.

Kasutatud hüdrandid:

- 1) Hiie tn. ja Merimetsa tn. ristmik. Moskva tüüpi. Nr.98.
- 2) Laane tn. ja Merimetsa tn. ristmik. Tallinna tüüpi. Nr.99.

2. Rääma katse.

Tabel 3. Maksimaalne vooluhulk Rääma hüdrantidest



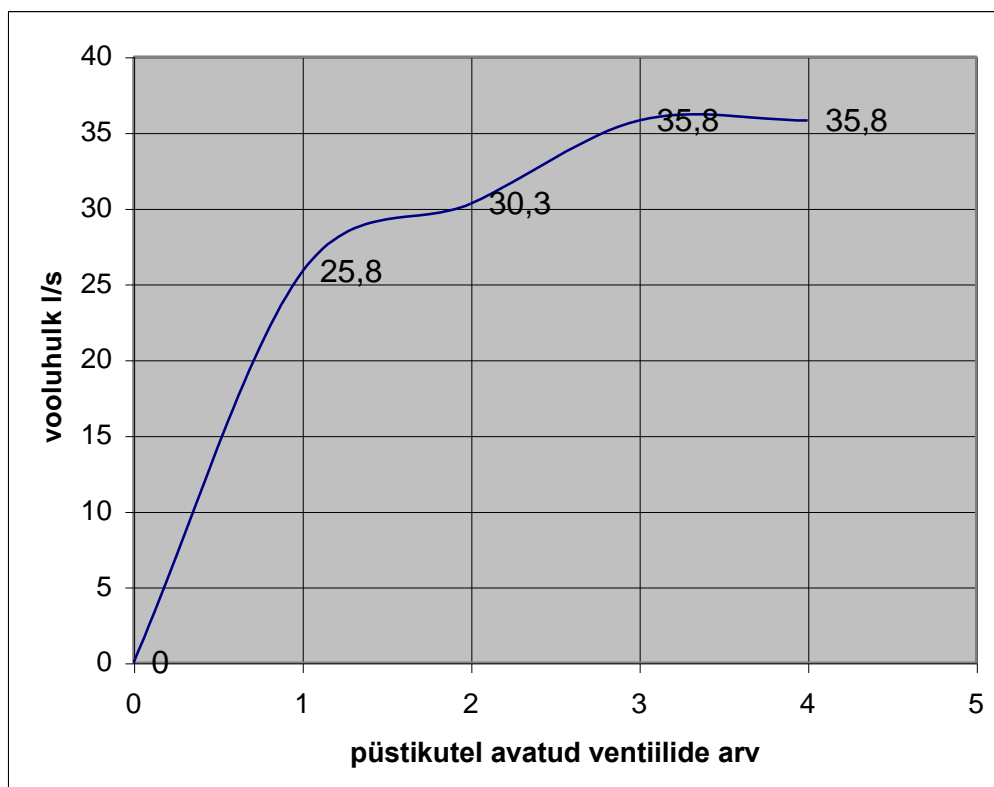
Konkreetselt veetrassilt tehtud katse näitas hüdrantidelt saadavaks veehulgaks 86,2 l/s. Ringliinina ehitatud veetorustiku läbimõõduks on 150 mm ning see asetseb peamagistraali vahetus läheduses. Sellise veehulgaga saamine kustutamiseks ei tekita tõenäoliselt mingisugust vajadust lisavee järele.

Kasutatud hüdrandid:

- 1) Lina tänav. Tallinna tüüpi. Nr.357.
- 2) Lina tänav. Tallinna tüüpi. Nr.358.

3. Kesklinna katse.

Tabel 4. Maksimaalne vooluhulk Kesklinna hüdrantidest



Katse teostati tiheda hoonestusega Pärnu vanalinna vahetus läheduses. Piirkonnas paiknevad veetrassid on kõik 100 mm läbimõõduga ja ringistatud. Maksimaalne hüdrantidelt saadav veehulk selles piirkonnas on 35,8 l/s. Sellise veehulgaga saab kustutada suhteliselt väiksemaid objekte, kuid vanalinna hoonete kustutamisel jääb sellest veekogusest ilmselt väheseks. Ainsad võimalused on vee puudujäägi kompenseerimiseks teostada kustutusvee transporti paakautodega või rajada magistraaltoiteliin Pärnu jõest tulekahjukohani.

Kasutatud hüdrandid:

- 1) Lõuna tn. ja Vee tn. ristmik. Tallinna tüüpi. Nr.7.
- 2) Lõuna tn. ja Akadeemia tn. ristmik. Tallinna tüüpi. Nr.8.

4. Ülejõe katse.

Ülejõe linnaosas katsetati hüdrante 300 mm läbimõõduga magistraalorustikul. Katse käigus ei suudetud isegi kolme püstiku abil trassis veesurvet sedavõrd alandada, et leida hüdrantide maksimaalne veeloovutusvõime. Seetõttu ei koostanud lõputöö autor ka vastavat graafikut. Võrdluseks eeltoodud katsete tulemustega sai kolmelt hüdrandilt vee vooluhulgaks kokku 6600 l/min ehk 110 l/sek. Järelikult on trasside veeloovutusvõime väga suurtes piirides kõikuv.

Selliste katsetega peaks üle kontrollima kogu linna riskiobjektide lähedus paiknevad veetorustikud. Selle tulemusel oskavad operatiivtöötajad õigeaegselt ja efektiivsemalt kasutada erinevaid võimalusi kustutusvee hankimiseks.

Vee vooluhulkade võrdluseks esitab autor tulekahjude kustutamisel kasutatavate mõningate käsijoatorude vooluhulgad, mis on antud lõputöö osana realselt mõõdetud. Leitud vooluhulgad ja rõhud on optimaalsed joatoru töö rõhud kompaktsel joanurga korral.

Tabel 5. Mõningate käsijoatorude vooluhulgad

Joatoru	Töörõhk (bar)	Veekulu (l/s)
MIDFORCE	7,1	15,8
PROTEK	8,0	12,5
ACRON	6,1	15,0
FOGFIGHTER	6,5	6,7

8. HÜDRANTIDE KASUTAMINE, ALTERNATIIVSED VEEVÕTUKOHAD

8.1. Hüdrantide efektiivsem kasutamine

Tulekustutustöödel on Pärnu keskkomando päästjad kasutanud hüdrantidelt vee võtmiseks kahte paralleelset toiteliini, milleks on pehmed survevoolikud. Sellise lahendusega peab jääma vee kasutamisel autopumpa sisenevaks veerõhuks ca 1 bar. Kui pumbast väljuvat veekulu suurendada, väheneb pumba siseneva vee rõhk ning pehme survevoolik hakkab kokku tõmbuma. Sellisel hetkel on käes piir, millist veehulka üldse konkreetselt hüdrandilt saab. Kasutamata jääb aga trassi lõplik veeloovutusvõime.

Lõputöö autor tegi 150 mm veetrassil katse, kus asendas pehmed survevoolikud kõvade imivoolikutega. Seega võeti konkreetselt hüdrandilt vett kahe paralleelse imivoolikuga. Sellise lahendusega on võimalik auto pumbaga kasutada ära kogu veetrassist tulev veehulk. Kui pumba pöörete tõstmisega saavutatakse kriitiline piir, tekib pumbas nn. kavitatsioon. Autojuht peab olema hea koolitusega ja kogemustega, et sellest tekkivast nähtusest aru saada. Nimelt tekib pumbas iseloomulik kolin. Pump võib edaspidi töötada sellel piiril, kus kavitatsiooni veel ei teki.

Mõõtmise teostamiseks asetati rotomeeter ühele pumba surveväljundile.

Tabel 6. Vee võtmine tuletõrjehüdrandist

Meetod	Rõhk pumba survepooles (bar)	Vaakum pumba imipooles (bar)	Veehulk (l/s)
2 survevoolikut	4,0	0,3	27,5
2 imivoolikut	6,0	- 0,9	36,7

Katsest tehtud järeldusena on trassi maksimaalse veeloovutusvõime ärakasutamiseks otstarbekam paigaldada hüdrandi püstiku ja autopumba vahele kaks paralleelset imivoolikut.

8.2. Alternatiivsete tuletõrje veevõtukohtade vajalikkus

Pärnu linnas on põhiline rõhk kustutusvee hankimiseks asetatud tuletõrjehüdrantidele. Neid asetseb linna erinevates piirkondades piisaval hulgal ning praktiliselt ei ole teisi kustutusvee hankimise võimalusi kasutatud. Pärnu linn on aastate jooksul tunduvalt arenenud, rajatud on mitmeid uusi tööstusettevõtteid ja hulgaliselt elamuid. Kustutustööd on muutunud raskemaks ja keerulisemaks. Tulevikus võib tekkida olukordi, mil tulekahju kustutamiseks ei piisa tuletõrjehüdrantidest saadavast veehulgast. Nagu nähtub AS Pärnu Vee avaldatud riskide esinemise võimalikkusest, võib juhtuda olukordi, kui veevarustus linna erinevates piirkondades katkeb täielikult. Selleks võib olla avarii magistraalliinil või loodusõnnetusest tulenev veekatkestus. Täielikult ei saa välistada ka ühiskonna arenguga kaasnevaid terrorismi akte. Kui sellises olukorras, mil kustutusvett hüdrantidest ei saa, juhtub puhkema mõni suurem tulekahju, on kustutusvee hankimine tõeliselt raskendatud. Veevarustuse häirete korral linnas peavad olema rajatud alternatiivsed tuletõrje veevõtukohtad.

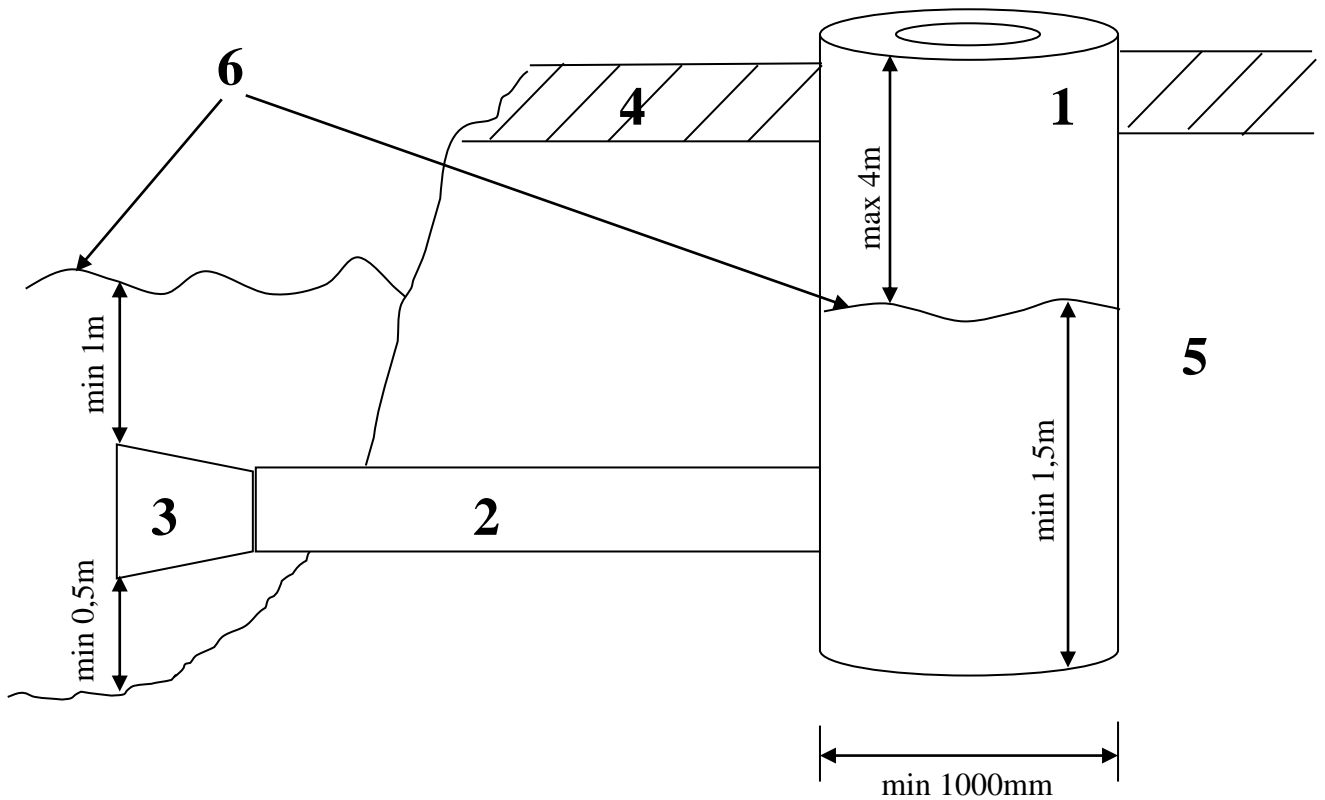
Läbi Pärnu linna voolab Pärnu jõgi. Mõistlik oleks rajada selle kallastele strateegiliselt tähtsatesse kohtadesse tuletõrje veevõtukohtad. Viimased peaksid olema aastaringselt kasutatavad ning vastama kehtestatud normidele. Nende veevõtukohtade asukoht peab võimaldama vaba juurdepääsu nii kustutusautodele kui ka suurtele pumbajaamaautodele. Sellistest veevõtukohtadest on ka võimalik vajadusel rajada linna mistahes piirkonda magistraaltoiteliini.

Lõputöö autor teeb Lääne-Eesti Päästkeskuse kaudu Pärnu linnale ettepaneku rajada põhjendatud asukohtadesse Pärnu jõe äärde normidele vastavad alternatiivsed tuletõrje veevõtukohtad.

8.3. Nõuded tuletõrje veevõtukohale

Üldnõuded:

- Veevõtukoha rajamine looduslikule veekogule ja kustutusvee võtmine ei tohi põhjustada veekogu reostust.
- Kustutusvee ammutamiseks ette nähtud looduslikule veekogule tuleb juurdepääsuks ehitada tee ja kasutuskõlblik veevõtukoht. Juurdepääsutee veevõtukohale ning veevõtukoha platvormid ja kaevud tuleb projekteerida ja ehitada nii, et oleks võimalik tuletõrjeautode juurdepääs veevõtukohale ja vee võtmine kõigil aastaegadel. Tuletõrje veevõtukoht peab olema tähistatud valgustpeegeldava tahvliga või helenduva sildiga, millele on märgitud veevõtuplatvormile üheaegselt paigutatavate tuletõrjeautode maksimaalne arv, veevaru ja omaniku andmed.
- Veekogu veepinna nivoo ja tuletõrjeauto paiknemiskoha kõrguste vahe ei tohi ületada 4 meetrit (imemiskõrgust) ja vee sügavus veevõtukohas peab olema vähemalt 1,5 meetrit.
- Veevõtuplatvormi konstruktiivne lahendus peab tagama tuletõrjeautode paigutuse ja veevõtu operatsiooni ohutuse (piisav kandevõime, veeremistõke jms.). Tuletõrjeauto täismassiks arvestada 25 tonni.
- Projekteerimisel tuleb arvestada nõutava vooluhulgaga varustamist ka veevaestel perioodidel.
- Ummistumise vältimiseks peab veekogusse ulatava ühendustoru ots olema veekogu põhjast vähemalt 0,5 meetri kõrgusel. Samuti peab toru ulatuma läbi veekogu katva jääkatte ka suurima jää paksuse korral (arvestades jää pealispinnast selle alla vähemalt 1 meetrit). Sissevoolukiiruse vähendamiseks tuleb veekogusse asetatava toru otsa laiendada koonuslehtriiga, mille ots on kaitstud metallvõrguga.
- Tuletõrje veevõtukaevud võib ehitada betoonrõngastest vähemalt 1000 mm läbimõõduga. Kaevu sügavus määratakse kindlaks lähtudes kohapealsetest oludest.
- Kaevule tuleb paigaldada soojustatud luuk.
- Veevõtukaevu ja veekogu vahelise isevoolse tarnetoru läbimõõt oleneb toru pikkusest ja kaevust võetavast veehulgast. (EVS 812-6:2005)



Joonis 7. Veevõtukaevu skeem

1- kaev; 2- tarnetoru; 3- koonuslehter; 4- veevõtuplatvorm; 5- pinna; 6- veetasapind

8.4. Alternatiivsete veevõtukohtade asukohad

Veevõtukohtade asukohtade määramisel lähtus lõputöö autor teatud kriteeriumitest:

- Juurdepääsutee jõeni peab olema juba varasemast ajast rajatud, et hoida kulutused veevõtukohtade rajamisel võimalikult väikesed.
- Veevõtukohta saab rajada ainult riigimaale.
- Veevõtukohtad peavad asuma sellistes kohtades, kust on optimaalsed vahekaugused linna erinevatesse piirkondadesse. Eriti oluline on vahekaugused tööstushoonete suhtes.
- Asukoht peab võimaldama vajadusel mobiilse pumbajaama paigutamise veevõtukohtale ning magistraaltoiteliinide soodsa paigalduse mööda linna tänavaid.

Järgides eelnevalt nimetatud kriteeriume määras lõputöö autor Pärnu jõe ääres 6 asukohta, kuhu oleks võimalik rajada veevõtukohtad (kummalgi pool jõge 3 kohta):

- Vingi tänav.
Sellest punktist on võimalik tulekustutusveega varustada kesklinna piirkonda, kus asub palju kaubanduskeskuseid, hotelle ja büroosid ning kus hooned asetsevad piirkonniti suhteliselt lähestikku.
- Kastani tänav (AS Viisnurga vahetus läheduses).
Põhiliseks ohuallikaks ongi AS Viisnurga mööblitööstus. Kuid mööda Kastani tänavat saab moodustada ka magistraalliini Karja ja Tammsaare tänavate piirkondadesse.
- Papiniidu sild.
Silla kõrval on väga soodsad võimalused veevõtukohta rajamiseks, kuna seal on pargi kõrval piisavalt vaba ruumi suurte tuletõrjeautodega manööverdamiseks. Papiniidu tänava piirkonnas asuvad mitmed ehitusmaterjalide kauplused, kolm tanklat ja kaubamaja.
- Niidu tänav.
Peamine ohuallikas on AS Viisnurga plaadivabrik, kus toodetakse puitmaterjalidest ehitusplaate. Selles kohas paiknevast veevõtukohest saab tulekustutusvett transportida Ehitajate tee läheduses asuvate puidutöötlemisettevõtteni. Mööda Niidu tänavat on soodne paigaldada magistraalliini.
- Raba tänav.
Raba tänava piirkonnast saab transportida vett Ehitajate tee lähedale jäävate suurte tootmisettevõtteni. Tegemist on ühe ohtlikuma tööstuspiirkonnaga Pärnu linnas. Selles piirkonnas asub ka maakonna ainus B kategooria ohuga ohtlik ettevõtte (AS Makroflex). Magistraaltoiteliini paigaldamiseks on parim võimalus mööda Raba tänavat.
- Jannseni tänav (Siimu sild).
See veevõtukoht ei asu küll enam päris Pärnu jõe ääres vaid on Sauga jõe suudmealal. Silla kõrval on piisavalt ruumi suurte ja raskete autodega liiklemiseks. Sellest asukohast on võimalik katta nii Vana-Pärnu linnaosa kui ka Ülejõe linnaosa.

KOKKUVÕTE

Lõputöö on kirjutatud teemal “Pärnu linna tuletõrje veevarustuse efektiivsuse tõstmine”. Tööga püüti analüüsida tuletõrje veevarustuse hetkeolukorda Pärnu linnas ning leida ja tõestada probleemseid aspekte. Samas pakkus autor välja võimalikud lahendused tuletõrje veevarustuse paremaks muutmiseks.

Lõputöö tulemusena saadi hea ülevaade veevarustussüsteemidest, tulekustutusvee saamise iseärasustest ning probleemidest ja nende võimalikest lahendustest. Autor järeldab, et peamine põhjus miks tulekustutusvett tihti piisavalt kätte ei saada, peitub veevarustussüsteemide ja võimaluste ebaefektiivses kasutamises ja mittetundmises. Tuletõrje veevõtukohtade (hüdrantide) rajamisel tuleb põhjalikumalt analüüsida nende vajalikkust, asukohta ning kustutamiseks soovitatavat veeandmisvõimet. Selleks peaks Lääne-Eesti Päästkeskus soetama vooluhulgamõõturi ehk rotomeetri, millega saab kõikide uute hüdrantide vastavust nõuetele kontrollida. Nimetatud mõõturit saaksid kasutada ka teised regiooni päästeosakonnad.

Päästetöötajate väljaõppel ja täiendkoolitusel tuleb õpetada põhjalikult vee võtmist erinevatest veevõtukohtadest, et oleks tagatud tulekahjuolukorras olemasolevate võimaluste parim ja efektiivseim kasutamine.

Pärnu linn peab rajama jõe kallastele põhjendatud asukohtadesse alternatiivsed tuletõrje veevõtukohtad, mis vastaksid kehtestatud nõuetele ja oleksid aastaringelt kasutatavad. Tuleb arvestada reaalse linna veevarustuse katkemise võimalusega, mille korral tuletõrjevesi peab olema alati kättesaadav.

РЕЗЮМЕ

Данная дипломная работа написана на тему “Повышение эффективности противопожарного водоснабжения г. Пярну”. Работа написана на эстонском языке, включает в себя 41 страницу. Для написания данной работы было использовано 4 литературных издания, законодательные акты и нормативы Эстонской Республики.

Объектом исследования является противопожарное водоснабжение г. Пярну, его строение, риски и проблемы связанные с доставкой воды на пожарные нужды и так же их возможные решения. В основном в работе рассматриваются пожарные гидранты. Основной задачей является подробное исследование пожарных гидрантов на водоотдачу, их местонахождение и наиболее эффективное применение, привлечение внимания работников Пярнуского отдела Западно-Эстонского Спасательного центра к недостаткам противопожарного водоснабжения.

Во время исследования были использованы данные местного предприятия водоснабжения, была проработана научно - профессиональная литература и были проведены практические замеры отдельных участков водопроводных сетей на водоотдачу.

В результате исследовательской работы было получено хорошее представление о строении и особенностях водопроводной сети г. Пярну. Были выявлены возможные риски в городском водоснабжении. Автор предлагает варианты как можно эффективнее использовать пожарные гидранты и осуществлять пожаротушение при сбоях в водопроводной сети.

Использованные в работе данные и примеры, карты пожарных гидрантов, замеры водопроводных сетей могут быть с успехом использованы Западно-Эстонским Спасательным центром при обучении личного состава, Центральной командой г. Пярну при ликвидации пожаров, AS Pärnu Veski для усовершенствования водопроводных сетей.

VIIDATUD ALLIKAD

1. Paal, L.; Mölder, H.; Tibar, H. 1981. *Veevarustus ja kanalisatsioon*. Tallinn: "VALGUS".
2. RT I 1994, 28, 424; 1998, 39, 598; 2000, 50, 316
3. EVS 620-3:1996
4. EVS 812-6:2005

KASUTATUD KIRJANDUS

1. Иванников, В. П.; Ключ, П. П. 1987. *Справочник руководителя тушения пожара*. Москва: “СТОЙИЗДАТ”.
2. Воротынцев, Ю. П.; Качалов, А. А.; Абросимов, Ю. Г.; Иванов, А. И.; Малахов, Б. Н. 1985. *Гидравлика и противопожарное водоснабжение*. Москва: “ВЫСШАЯ ИНЖЕНЕРНАЯ ПОЖАРНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ ШКОЛА МВД СССР”.
3. Качалов, А. А.; Воротынцев, Ю. П.; Власов, А. В. 1985. *Противопожарное водоснабжение*. Москва: “СТОЙИЗДАТ”.
4. Девлишев, П. П. 1976. *Организация работы тыла на пожарах*. Москва: “СТОЙИЗДАТ”.

LISAD

Lisa 1. Pärnu linna hüdrantide kaart.