
VIITASAAREN VESILAITOKSEN PAINEENKOROTUSPUMPPAAMON RISKIT JA UUDISTAMINEN

Jani Paananen

Opinnäytetyö

Ammattikorkeakoulututkinto

Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala	
Koulutusohjelma Ympäristötekniikan koulutusohjelma	
Työn tekijä Jani Paananen	
Työn nimi Viitasaaren vesilaitoksen paineenkorotuspumppaamon riskit ja uudistaminen	
Päiväys	26.4.2011
Sivumäärä/Liitteet	44/2
Ohjaaja Yliopettaja Pasi Pajula	
Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani Viitasaaren kaupunki, Tekninen osasto	
Tiivistelmä	
<p>Viitasaaren Kaupungin vesilaitoksen nykyinen paineenkorotuspumppaamo sijaitsee riskialttiilla paikalla Mustaniemen teollisuusalueella jätevedenpuhdistamon ja sen kompostointikentän välittömässä läheisyydessä. Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli löytää perusteluja sille, että uusi pumppaamo kannattaa rakentaa nykyaikaisella pumppaamotekniikalla uudelle paikalle ja laatia kustannuksista arvioita, joita voitaisiin hyödyntää pumppaamohankkeen käynnistämiseksi, sekä mitoitaa pumppaamon uusi kriisiajan syöttövesijohto ja arvioida sen rakentamisen kustannuksia.</p> <p>Työssä selvitettiin aluksi paineenkorotuspumppaamon nykytila, yleisellä tasolla sen riskialttiin sijainnin myötä muodostuvat riskit talousvedenlaadulle sekä vedenjakelun toimintavarmuuteen liittyviä tekijöitä. Paineenkorotuspumppaamon uudistamista käsiteltiin kolmen toteutusvaihtoehdon kautta: 1. nykyisen pumppaamon saneeraus siten, että se on täysin riskitön, 2. uuden pumppaamon rakentaminen nykyisen pumppaamon ja rannan väliselle alueelle ja 3. uuden pumppaamon rakentaminen sivummalle. Toteutusvaihtoehdoille suunniteltiin tehtävät toimenpiteet ja laadittiin arvioita kustannuksista. Pumppaamon syöttövesijohto mitoitettiin optimaaliseksi veden huippukulutustilanteen perusteella.</p> <p>Työn perusteella ilmenee, että paineenkorotuspumppaamolla on vedenjakelun toimintavarmuuden ja talousveden terveydellisen laadun kannalta huomioitavia riskejä. Tuloksena saatiin aikaiseksi vertailua pumppaamon toteutusvaihtoehdoille, ja syöttövesijohdon mitoituksessa löydettiin optimaalinen putkikoko teknisen toimivuuden ja kustannusten kannalta.</p>	
Avainsanat riski, vedenjakelu, syöttövesijohto, paineenkorotuspumppaamo	

Field of Study Technology, Communication and Transport			
Degree Programme Degree Programme in Environmental Technology			
Author Jani Paananen			
Title of Thesis Risks and Renewal of Booster Pump Station at Viitasaari Waterworks			
Date	26 April, 2011	Pages/Appendices	44/2
Supervisor Mr. Pasi Pajula, Principal Lecturer			
Project/Partners City of Viitasaari, Technical Department			
<p>Abstract</p> <p>The existing booster pump station of Viitasaari Waterworks is located in a risky place in the Mustaniemi industrial area in the immediate vicinity of the Wastewater Treatment Plant and its composting site.</p> <p>The aim of this final year project was to find arguments that the new pump station with modern technology should be built in a new location and to draw cost estimates that could be used when launching a new pump station project, and to dimension a new water supply pipe and estimate its construction costs.</p> <p>At first the current state of the booster pump station and the risks of drinking water at a general level and water supply reliability related factors were viewed. The renewal of the booster pump station was viewed with three main options: 1. a pump station renovation so that all risks are eliminated, 2. a new pump station between the current location and the shore and 3. a new pump station aside. The water supply pipe of the pump station was tried to be dimensioned optimal by a high water consumption situation.</p> <p>This final year project showed that there are risks of drinking water and water supply reliability which should be noticed. The results of this final year project were comparisons for options for the pump station. For the dimensioning of the water supply pipe, an optimal pipe size for technical performance and costs was found.</p>			
<p>Keywords risk, water supply, water supply pipe, booster pump station</p>			

ALKUSANAT

Tämä opinnäytetyö on tehty Viitasaaren kaupungille liittyen sen vesilaitoksen paineenkorotuspumppaamoon. Kiitän Viitasaaren kaupunkia mahdollisuudesta saada tehdä opinnäytetyö aiheesta ja kaupungin puolelta erityisesti yhdyskuntatekniikan päällikkö Ari Kahilaista työn ohjaamisesta. Kiitokset myös maanrakennusmestari Jukka Rauhalalle ja vesilaitoksen työntekijä Hannu Luukkaiselle saadusta avusta työn edetessä.

Savonia-ammattikorkeakoulun puolelta kiitän opinnäytetyöni ohjaajaa yliopettaja Pasi Pajulaa.

Erityiskiitokset Situra Oy:lle yhteistyöstä paineenkorotuspumppaamon kustannusarvion laatimisessa.

2.5.2011

Jani Paananen

SISÄLLYS

1. JOHDANTO	7
2. TALOUSVESI JA VEDENJAKELUJÄRJESTELMÄ	8
2.1 Lainsäädäntö ja veden laatuvaatimukset	8
2.2 Pohjavedenhankinta talousvedeksi	9
2.3 Vesilaitoksen vedenjakelujärjestelmä.....	11
2.4 Vesistössä kulkevan syöttövesijohdon suunnittelu	13
2.5 Pohjavedenottamon ja vedenjakelujärjestelmän riskejä	14
3. VIITASAAREN VESILAITOS.....	16
3.1 Asutus ja vedenkulutus	16
3.2 Vedenhankinta ja -jakelu vesilaitoksen toiminta-alueella.....	17
4. MUSTANIEMEN PAINEENKOROTUSPUMPPAAMO	19
4.1 Pumppaamon nykytila	19
4.2 Nykyiseen pumppaamoon liittyviä riskitekijöitä.....	22
5. UUSIEN PUMPPAAMORATKAISUJEN TOTEUTUSVAIHTOEHDOT.....	26
5.1 Nykyisen pumppaamon saneeraus.....	26
5.2 Uuden pumppaamon rakentaminen lähelle järven rantaa	28
5.3 Uuden pumppaamon rakentaminen sivummalle	29
5.4 FCG Oy:tä tilatut suunnitelmat	29

6. PUMPPAAMORATKAISUJEN KUSTANNUSTARKASTELU	30
6.1 Nykyisen pumppaamon saneeraus	30
6.2 Uuden pumppaamon rakentaminen lähelle järven rantaa	30
6.3 Uuden pumppaamon rakentaminen sivummalle	32
6.4 Energiakustannukset nykyisen ja uuden pumppaamon välillä.....	33
7. PUMPPAAMON SYÖTTÖVESIJOHDON MITOITUS JA KUSTANNUSTARKASTELU ...	35
8. JOHTOPÄÄTÖKSET.....	39
LÄHTEET	42

LIITTEET

Liite 1: Syöttövesijohtolinja vedenottamolta keskustaajama-alueelle.

Liite 2: Paineenkorotuspumppaamotarjous.

1. JOHDANTO

Kunnan vesilaitoksen tavoitteena on tuottaa ja toimittaa toiminta-alueensa kuluttajille riittävästi puhdasta ja hyvälaatuista talousvettä. Vesihuoltotoimintaa ohjaa lainsäädäntö, jossa määrätään kuntien ja vesilaitosten vastuista, talousveden hankinnasta, jakelusta ja laadusta. Viitasaaren kaupungin vesilaitos hankkii talousvetensä pohjavedenottamoilta, joista se siirretään syöttövesijohdolla paineenkorotuspumppaamon kautta ylävesisäiliöön. Vuonna 1984 rakennettu alavesisäiliöllinen paineenkorotuspumppaamo sijaitsee Mustaniemen teollisuusalueella jätevedenpuhdistamon ja sen kompostointikentän välittömässä läheisyydessä.

Vesihuollon toimintavarmuuteen ja talousveden terveydelliseen laatuun kiinnitetään nykyisin yhä enemmän huomiota. Uuden paineenkorotuspumppaamon rakentaminen on tullut Viitasaarella ajankohtaiseksi nykyisen pumppaamon iän ja sen riskialttiin sijainnin myötä. Vesihuollon toimintavarmuutta parannetaan saneeraamalla pumppaamo nykyaikaiseksi siten, että sijainnin aiheuttamat riskit poistuvat, tai rakennetaan kokonaan uusi pumppaamo pois jätevedenpuhdistamon alueelta. Uuden pumppaamoratkaisun lisäksi pumppaamon järvessä kulkevan syöttövesijohdon rinnalle rakennetaan toinen syöttövesijohto.

Opinnäytetyössä selvitetään nykyisen pumppaamon tila sekä pumppaamon toimintaan ja sijaintiin liittyvät haitat ja riskit yleisellä tasolla. Nykytilan selvitys tehdään selvitystyönä tutustumiskäynteihin ja olemassa olevaan aineistoon pohjautuen. Riskien selvitys tehdään tutkimalla ja pohdiskelemalla paineenkorotuspumppaamoon liittyviä haittoja aiheuttavia tekijöitä. Työssä tarkastellaan pumppaamoratkaisujen toteutusvaihtoehtoja suunnittelemalla niille tehtävät toimenpiteet ja arvioimalla niiden kustannuksia. Näiden lisäksi mitoitetaan pumppaamon syöttövesijohto ja arvioidaan sen kustannukset. Opinnäytetyön tavoitteena on löytää perusteluja uuden pumppaamon rakentamiseksi, saada aikaan arvioita kustannuksista, joita voidaan hyödyntää pumppaamohankkeen käynnistämisenä, sekä mitoittaa pumppaamon rinnakkainen syöttövesijohto.

2. TALOUSVESI JA VEDENJAKELUJÄRJESTELMÄ

2.1 Lainsäädäntö ja veden laatuvaatimukset

Tärkeimpiä kunnan vesilaitokseen ja talousveden jakeluun ja laatuun liittyviä lakeja ja asetuksia ovat vesihuoltolaki (119/2001), vesilaki (264/1961), ympäristönsuojelulaki (86/2000) ja -asetus (169/2000), terveydensuojelulaki (763/1994), sekä sosiaali- ja terveysministeriön asetus talousveden laatuvaatimuksista ja valvontatutkimuksista (461/2000). [1]

Vesihuoltolain tavoitteena on turvata käyttäjille riittävästi hyvälaatuista ja terveydelliset vaatimukset täyttävää talousvettä. Vesihuoltolaissa määritellään kunnan ja vesilaitoksen vastuut. Laki velvoittaa kuntaa huolehtimaan alueensa vesihuollon kehittämisestä ja asianmukaisesta järjestämisestä. Vesilaitos vastaa toiminta-alueensa vedenjakeluun liittyvien palveluiden järjestämisestä ja vesihuollon toimivuudesta. Laki velvoittaa vesilaitoksen huolehtimaan, että sen toimittama vesi täyttää terveydensuojelulain asettamat vaatimukset, sekä raakaveden määrän ja laadun tarkkailuun. [1; 2]

Vesilaki sisältää säädöksiä talousvesihuollon osalta veden hankinnasta vesistöistä ja pohjaveden ottamisesta. Vesilaissa veden hankkimista ja vesistön hyväksikäyttämistä ohjaa ja rajoittaa vesistön sekä pohjaveden muuttamiskielto. [1; 3]

Ympäristönsuojelulain tavoitteena on pyrkiä estämään ympäristön pilaantumista. Talousveden hankinnan kannalta tämä koskee erityisesti vesistöjen ja pohjavesien suojelua pilaantumista aiheuttavilta toiminnoilta. Pohjavesien suojelemiseksi ympäristönsuojelulaissa on säädetty pohjaveden pilaantumiskielto, jossa kielletään tärkeillä pohjavesialueilla pohjaveden pilaantumisen aiheuttavat toiminnot. Ympäristönsuojeluasetuksessa määritellään tarkemmin useiden ympäristön pilaantumisen vaaraa aiheuttavien toimintojen luvanvaraisuudesta. [1; 4; 5]

Terveydensuojelulaissa säädetään talousveden osalta vesilaitoksen toimittaman veden laadusta, sen valvonnasta, terveydellisistä vaatimuksista sekä erityistilantei-

siin varautumisesta ja veden välityksellä leviävien tautien ehkäisemisestä. Laki velvoittaa suunnittelemaan, sijoittamaan, rakentamaan sekä hoitamaan vedenotannon ja vesilaitoksen siten, että terveydelliset vaatimukset täyttyvät. [6]

Sosiaali- ja terveysministeriön asetus talousveden laatuvaatimuksista ja valvontatutkimuksista sisältää yleiset määräykset talousveden laatuvaatimuksista, valvonnasta ja tutkimuksista. Asetuksessa esitetään vähimmäisvaatimukset haitallisten aineiden, pieneliöiden ja loisien pitoisuuksille tai määrille, joita talousvedessä ei saa ylittää, sekä talousveden käyttökelpoisuuteen perustuvat laatusuositukset haitallisten syöpymisten ja saostumien estämiseksi vesijohdoissa ja vedenkäyttölaitteissa. Talousveden laatua on valvottava säännöllisillä tutkimuksilla ja asetuksen mukaisilla määritysmenetelmillä. Asetus velvoittaa kunnan ja sen vesilaitoksen laatimaan valvontatutkimusohjelman säännöllisen valvonnan toteuttamisesta. [7]

2.2 Pohjavedenhankinta talousvedeksi

Suomessa pohjavettä käytetään yleisesti vesilaitosten raakavetenä. Pohjaveden laatu on yleensä parempi, koska se on pintavettä paremmin suojassa pilaantumiselta, ja sitä voidaan käyttää talousvetenä usein ilman erityisiä vedenkäsittely- ja puhdistusmenetelmiä. Pohjavesi on maa- ja kallioperän avoimissa huokosissa varastoitunutta vettä, joka muodostuu sulamis- ja sadevesien imeytyessä maan kerrosten läpi maaperän huokosiin. Suomessa pohjavettä esiintyy lähes kaikkialla, mutta runsainta sen muodostuminen on sora- ja hiekkapitoisilla maa-alueilla. [8]

Pohjaveden laatuun vaikuttavia tekijöitä ovat maaperän ominaisuudet, sääolosuhteet, sadeveden määrä ja laatu sekä ihmisen toiminta. Yleisesti tarkastellen pohjaveden laatu on Suomessa hyvä eikä sen hyödyntäminen talousvedeksi vaadi suuria käsittelytoimenpiteitä. Pohjaveden terveydelliset riskit ovat normaalisti pienet, mutta yleisimmät laatuongelmat pohjaveden hyödyntämisessä talousvedeksi liittyvät raudan ja mangaanin esiintymiseen vedessä sekä pohjaveden happamuuteen. Suurien rauta ja mangaanipitoisuuksien sekä happamuuden aiheuttamat haitat ovat

pääosin teknis-esteettisiä eikä niillä ole terveydellisiä haittavaikutuksia. Usein pohjaveden käsittelytoimenpiteiksi riittävät veden alkalointi happamuuden säätämiseksi ja puskurikyvyn lisäämiseksi sekä desinfiointi. Raudan ja mangaanin poisto tehdään, jos niiden pitoisuudet pohjavesiesiintymässä ovat liian korkeat. Tietyillä alueilla pohjavedessä voi esiintyä korkeita fluoridipitoisuuksia ja erityisesti kallioporakaivojen tapauksissa radonpitoisuus voi kasvaa suureksi. [9]

Pohjaveden käyttöönottotekniikoita ovat kuilukaivot, siiviläputkikaivot ja kallioporakaivot. Näiden lisäksi on mahdollista käyttää muita kaivotyyppejä, kuten esimerkiksi edellä mainittujen yhdistelmiä. Pohjavesiesiintymän antoisuus ja vedenottamalla otettava veden määrä, maaperän ominaisuudet, pohjaveden pinnan korkeus-taso ja vettä johtavan maakerroksen paksuus vaikuttavat vedenottamon kaivotyy-pin valintaan. [10]

Kuilukaivo soveltuu pohjavedenottamiseen, kun pohjaveden pinta on suhteellisen lähellä maan pintaa, vettä johtava maakerros ei ole erityisen paksu eikä maaperä rajoita erityisemmin kaivon rakentamista. Kuilukaivot rakennetaan betonista renkaista tai betonista paikanpäällä valamalla. Kaivojen pohjalle asennetaan suodatinkerros, jonka läpi vesi tulee kaivoon ja samalla se estää maaperän hienoaineksen kulkeutumista kaivoon. [10]

Suuremman mittakaavan pohjavedenottamiseen soveltuu kuilukaivoa paremmin siiviläputkikaivo, kun pohjavedenpinta on syvemmällä ja maan vettä johtava kerros on paksu. Siiviläputkikaivoilla voidaan hyödyntää paremmin laajemmalla alueella ja syvemmällä maaperässä olevia pohjavesiesiintymiä. Siiviläputkikaivossa on yleisimmin muovista valmistettu putkikaivo, jonka alapäässä on siiviläputkiosa. Vesi tulee kaivoon suodatinkerroksella ympäröidyn siiviläosan reikien kautta, minkä mitoituksella pyritään samalla estämään maaperän hienoaineksen kulkeutuminen kaivoon. [10]

Kallioporakaivoa käytetään pohjavedenottamiseen yleensä, kun kuilukaivoa tai siiviläputkikaivoa ei voida käyttää eikä kallioperä sijaitse maan pintaan nähden liian syvällä. Kaivo porataan syvälle kallioperään, jonka raoista ja halkeamista vesi tihkuu

kaivoon. Kun on kyse kallioporakaivoista, veden laatua ja antoisuutta on vaikea ennustaa tarkasti ennen kaivon poraamista. [10]

Pohjavedenottamoiden kaivoista vesi pumpataan useimmiten uppopumpuilla vedenkäsittelylaitokselle, mikäli veden laatu vaatii käsittelytoimenpiteitä. Yleisimmät käsittelytoimenpiteet pohjaveden tapauksessa ovat alkalointi ja desinfiointi. [10]

2.3 Vesilaitoksen vedenjakelujärjestelmä

Vedenkäsittelylaitokselta vesi johdetaan vedenjakelujärjestelmään. Vedenjakelujärjestelmä käsittää vedenkäsittelylaitoksen jälkeen veden johtamiseen tarkoitettut syöttö- ja jakeluvesijohdot, vesisäiliöt sekä pumppaamot. Vesilaitoksen vedenjakelujärjestelmä suunnitellaan ja mitoitetaan siten, että talousvettä saadaan siirrettyä jakelualueelle arvioidun huippukulutustilanteen vaatima vesimäärä ja verkoston painetaso riittää nostamaan veden kaikkiin kulutuspisteisiin. [1]

Vedenjakelujärjestelmän syöttövesijohdolla vesi siirretään vedenottamoilta tai vedenkäsittelylaitokselta jakeluverkkoon, josta se edelleen johdetaan jakeluvesijohdoilla vedenkäyttäjille. Yleensä vedenjakelujärjestelmä sisältää vedenvarastoisiksi vesisäiliöitä, kuten ala- ja ylävesisäiliö, jotka toimivat vedenkulutushuippujen tasaajina ja vedenjakeluhäiriöiden vesivarastoina. Vesilaitosten käytössä olevat ala- ja ylävesisäiliöt ovat perustyypeiltään maanalaisia tai maanvaraisia sekä ylävesisäiliöiden tapauksessa varrellinen säiliö eli vesitorni, jossa vesi varastoidaan sen yläosaan. Säiliöjärjestelmänä vedenjakelussa voidaan käyttää ala- ja ylävesisäiliöjärjestelmien yhdistelmiä tai jompaakumpaa säiliöjärjestelmää erikseen. Säiliöjärjestelmien valintaan vaikuttavat vedenjakelualueen korkeussuhteet, vedenjakeluverkoston rakenne ja kulutuspisteiden sijainti. [1; 10]

Alavesisäiliöjärjestelmät ovat toimivia ratkaisuja alueilla, joissa ei ole suuria korkeuseroja maanpinnan suhteen ja tarvittaessa paineenkorotus tehdään erillisellä paineenkorotuspumppaamalla. Ylävesisäiliöjärjestelmät sopivat alueille, joissa voidaan hyödyntää maanpinnan korkeussuhteita ja rakentaa ylävesisäiliö vesijohtoverkosto-

aluetta korkeampaan kohtaan. Ylävesisäiliöt voidaan rakentaa maanalaisiksi tai maanvaraisiksi, jos alueelta löytyy korkeampia kohtia. Vesitorni tulee tarpeeseen, kun alueelta ei löydy riittävän korkeita kohtia ja säiliötila on saatava korkeammalle. Ylävesisäiliöjärjestelmillä ylläpidetään vedenjakeluverkoston painetasoa, jolloin paineenkorotukseen ei tarvita erillistä pumppausta kyseisen säiliön painepiirissä. [1; 10]

Pumppaamoiden tarkoitus vedenjakelujärjestelmässä on siirtää vesi alemmasta tasosta ylemmälle tasolle sekä pitää verkoston painetaso kaikissa kulutusasteissa riittävällä tasolla. Yleisimmät vedenjakelujärjestelmien pumppaamoiden perustyytit ovat syöttövesilinjan pumppaamot ja paineenkorotuspumppaamot. Vedenjakeluverkosto voi muodostua yhdestä tai useammasta erillisestä painepiiristä, joiden painetasoa ylläpidetään pumppaamoiden ja ylävesisäiliöiden avulla. [1; 10]

Syöttövesijohdon pumppaamot ovat usein vedenkäsittelylaitoksella, josta vesi pumpataan syöttövesijohtoon. Pumppaamo voi olla myös vedenottamolla, jos vedenkäsittely tarvetta ei ole. Pumppaamo ohjataan syöttövesijohdon painetason ja vedenkulutuksen mukaan eikä pumppaamoissa yleensä ole erillistä vesisäiliö tilaa. [1; 10]

Vedenjakelualueen laajuuden tai korkeuserojen takia tarvitaan usein syöttövesijohdon pumppaamon lisäksi paineenkorotuspumppaamo painetason nostamiseksi. Joissakin tapauksissa voidaan tarvita myös paineenalennusta. Paineenkorotuspumppaamo käytetään nostamaan vettä ylävesisäiliöihin tai veden pumppaukseen jakeluverkoston niihin alueisiin, joissa painetaso ei ole riittävän korkea. Paineenkorotuspumppaamot, joilla siirretään vettä ylävesisäiliöihin tai vedenjakelualueen kulutusasteisiin, on yleensä varustettu alavesisäiliöllä. Vedenjakelualueen sisällä olevien pienempien osa-alueiden painetaso voidaan tarvittaessa nostaa usein pelkillä paineenkorotuspumpuilla eikä alavesisäiliötä välttämättä tarvita. Paineenkorotuspumppaamon ohjaus tapahtuu ylä- tai alavesisäiliön vedenpinnan tai verkoston painetason mukaan. Pumppaamotyyppin mukaan käytössä voi olla myös painesäiliöohjaus. [1; 10]

2.4 Vesistössä kulkevan syöttövesijohdon suunnittelu

Vesistöналitukseна kulkeva syöttövesijohdo mitoitetään samojen periaatteiden mukaan kuin tavalliset vesijohdotkin. Vesistöналituslinjan suunnittelussa on tärkeä tietää asennuspaikan olosuhteet, koska ne muodostavat syöttövesijohdon rakentamiselle omat vaatimuksensa. Esimerkiksi virtaukset, aallot, jää sekä vesijohdoon kohdistuva noste saattavat huonoimmassa tapauksessa aiheuttaa vesijohdon rikkoutumisen. [1]

Vesistöön rakennettavan syöttövesijohdon asennuspaikasta tehdään tutkimukset, joissa selvitetään virtaus-, maaperä- ja pohjaolosuhteet. Näiden lisäksi tarvitaan tiedot vedenpinnan korkeuden vaihtelusta, asennuspaikalla ennestään olevista rakenteista ja mahdollisesta vesiliikenteestä. Syöttövesijohdon putket ja muut tarvittavat varusteet valitaan asennuspaikan olosuhteiden perusteella. Putken paineluokan valintaan vaikuttaa asennuspaikan olosuhteiden lisäksi syöttövesijohdon käyttöpaine. Suunnittelussa täytyy huomioida, että syöttövesijohdo asennetaan vesistön pohjalle jännityksettömään tilaan putkivaurioiden ehkäisemiseksi. [10; 11]

Tärkeä osa vesistöналitukseна kulkevan syöttövesijohdon suunnittelussa on putkilinjan painotus. Painotuksen tarkoituksena on upottaa syöttövesijohdo vesistön pohjalle ja pitää se siellä paikallaan suunnitellulla tavalla. Syöttövesijohdon painotuksessa käytetään betonipainoja, jotka kiinnitetään putkeen kiiloilla. Betonipainojen muodolla voidaan vaikuttaa putken asettumiseen paikalleen erilaisille pohjanalustoille. *"Pienin mahdollinen painotus kompensoi putkimateriaalin ja veden välisen tiheyseron. Painottomaton putki, joka on täynnä vettä, kelluu pinnalla ja 100-prosenttisesti painotettu putki, jossa on vain ilmaa, on tasapainossa veden kanssa".* [11] Vesijohdon painotus mitoitetään yleensä minimipainotuksella, jonka suositus on 10 - 20 % tyhjään putkeen kohdistuvasta nosteesta. Lisäpainotuksen tarve riippuu tapauskohtaisesti asennuspaikan olosuhteista. Mitoitusohjeena pidetään, että betonipainojen etäisyys toisistaan putkilinjassa on ≤ 15 kertaa putken ulkohalkaisija tai maksimissaan 4 metriä. [10; 11]

2.5 Pohjavedenottamon ja vedenjakelujärjestelmän riskejä

Talousveden hankinnan ja jakelun yhteydessä esiintyy riskejä veden riittävydessä, saatavuudessa tai laadussa. Riskien ehkäisemiseksi niihin varaudutaan järjestelmien suunnitteluvaiheessa tai parantamalla jo olemassa olevia järjestelmiä. Vesihuoltojärjestelmän toimintavarmuudesta huolehtiminen on osa vesilaitoksen riskienhallintaa. Riskit voivat toteutuessaan aiheuttaa vesihuoltojärjestelmässä erityistilanteen, jolla tarkoitetaan vesihuoltotoimintaa vaikeuttavia ja vaarantavia tilanteita [12].

Pohjavedenottamalla ja sen pohjavesiesiintymän yhteydessä riskit liittyvät usein veden saannin riittävyyteen pohjavesiesiintymästä tai pohjaveden pilaantumiseen/saastumiseen. Pohjavesialueilla tapahtuva hiekan ja soran otto sekä muu maankaivu voivat aiheuttaa pohjaveden laadun heikkenemistä, muutoksia pohjaveden virtauksissa ja esiintymän antoisuuden pienenemisen. Veden laatuun vaikuttavat suoraan erilaisista ihmisen toiminnoista pohjavesiesiintymään pääsevät haitalliset ja myrkylliset aineet. Kuivuus voi aiheuttaa veden riittävyysongelmien lisäksi pohjaveden laadun heikkenemistä, kuten rauta- ja mangaanipitoisuuden kasvaminen tai mikrobiologisen laadun heikkeneminen. [12]

Vedenottamon, vedenkäsittelylaitoksen ja vedenjakelujärjestelmän yhteydessä huomioitavia riskejä ovat tulva- ja pintavesien päätyminen raakaveden tai puhtaan talousveden sekaan [12]. Tulva- ja pintavedet on huomioitava erityisesti pohjavedenottamoiden kaivojen ja jakelujärjestelmän alavesisäiliöiden kohdalla. Vedenotokaivojen ja vesisäiliöiden yhteydessä on riski veden pilaantumiselle/saastumiselle, jos veteen pääsee sekoittumaan jotain veden laadun kannalta haitallista ja epäterveydellistä.

Energian saannin pitkäaikainen keskeytys aiheuttaa haittaa vedenottamoilla, vedenkäsittelylaitoksilla ja vedenjakelujärjestelmän pumppaamoilla sekä vesijohtoverkostossa. Yleisimmin sähkökatkokset aiheutuvat myrskyjen, ukkosten ja muiden sääilmiöiden myötä. Pitkäkestoinen sähkökatko voi muiden haittavaikutusten lisäksi aiheuttaa pumppaamoiden sekä vesisäiliöiden jäätymistä kovien pakkasten aikana. [12]

Laiterikot vedenottamoilla, vedenkäsittelylaitoksella ja pumppaamoilla aiheuttavat ongelmia vedenjakelussa ja vedenjakelu voi keskeytyä. Laitteiden rikkoutumisen lisäksi vesihuoltojärjestelmän toimintaa vaikeuttavat ja vaarantavat pumppaamoiden käyttöhäiriöt, automaatiojärjestelmä-, kaukovalvonta- ja tiedonsiirtohäiriöt. Vesijohtoverkoston yhteydessä esiintyviä riskejä ovat putkirikot ja muut verkostovauriot. Putkirikot voivat aiheuttaa vedenjakelun katkeamisen suurellekin alueelle mikäli ei ole mahdollisuutta saada vettä muualta. Putkirikkojen ja verkostovaurioiden myötä on mahdollisuus vesijohtoverkoston veden pilaantumiseen/saastumiseen, jos sen ympäristöstä pääsee putkeen kulkeutumaan veden laatua merkittävästi heikentäviä tai terveydelle haitallisia aineita. [12]

Vesijohtoverkostossa muodostuvat vaaralliset paineiskut muodostavat riskin verkoston toiminnalle. Yleisimpiä syitä vaarallisten paineiskujen syntymiseen ovat sähkökatkosten aiheuttamat pumppauseisokit, venttiilien liian nopea sulkeminen, takaiskuventtiilien aiheuttamat paineiskut sekä venttiilien sulkeminen tai avaaminen väärällä hetkellä tai väärässä järjestyksessä. Vakavimmillaan paineiskut voivat aiheuttaa suuria vauriota vesijohtoverkostossa ja vedenjakelu keskeytyy jakelualueella. [13, s. 36 - 37]

Tulipalojen runsas sammutusvedenotto jakeluverkostosta voi heikentää merkittävästi veden laatua ja aiheuttaa häiriöitä vedenjakelussa kuluttajille. Tulipalot vedenottamoilla, -käsittelylaitoksilla tai pumppaamoilla haittaa vesilaitoksen toimintaa, heikentää veden laatua ja huonoimmassa tapauksessa aiheuttaa vedenjakeluun pitkäkestoisen katkoksen. [12]

Vesihuoltojärjestelmän riskinä voidaan pitää myös ilkivaltaa, jolla vahingoitetaan vesihuoltojärjestelmän toimintaa. Ilkivalta voi ilmetä esimerkiksi veden saastuttamisena vedenottamoilla tai vesisäiliöissä sekä vedenottamon tai vedenjakelujärjestelmän rakenteiden vahingoittamisena. [12]

3. VIITASAAREN VESILAITOS

3.1 Asutus ja vedenkulutus

Viitasaaren kaupunki sijaitsee Länsi-Suomen läänissä pohjoisessa Keski-Suomessa sinisen tien ja nelostien risteyksessä 99 km Jyväskylästä pohjoiseen. Kunnan pinta-ala on 1 589 km², josta maa-aluetta on 1 250 km² ja vesistöjä 339 km². Asemakaa-voitettua aluetta on noin 0,4 % pinta-alasta. [14]

Viitasaaren asukasluku väestökisterikeskuksen mukaan tammikuun 2011 lopussa oli 7 163, joista yli puolet asuu keskustaajaman alueella [15]. Tilastokeskuksen väestöennusteen mukaan Viitasaaren asukasluku tulee hieman pienenemään [16]. Taulukossa 1 on Viitasaaren asukasmäärän ennuste vuoteen 2040 asti. Asutuksen vähenemisen oletetaan tapahtuvan pääosin haja-asutusalueelta ja keskustaajaman väkiluku tulisi pysymään nykyisen suuruisena [17].

Taulukko 1. Viitasaaren väestöennuste [16]

	2003	2005	2010	2020	2030	2040
Asukasluku	7602	7399	6971	6408	6052	5699

Vedenjakelusta Viitasaarella vastaa vesilaitos, joka toimii Viitasaaren kaupungin teknisen lautakunnan alaisena. Viitasaaren asukasmäärästä hieman yli 4 500 (v. 2010) asukasta kuuluu vesilaitoksen piiriin. Vesilaitoksen toiminta-alueeseen kuuluu Viitasaaren keskustaajaman lisäksi Kymönkosken kyläkeskus, mutta vesilaitos toimittaa vettä myös Kärnän kyläkeskukseen, joka ei kuulu varsinaiseen toiminta-alueeseen. Haja-asutusalueilla veden hankkimisesta ja jakelusta vastaavat vesiosuuskunnat. [17]

Vesilaitoksen toiminta-alueeseen ei ole suunnitteilla merkittävää laajennusta eikä uusia asuinalueita ole lähitulevaisuudessa rakenteilla. Viitasaaren keskusalueen lä-

hellä olevan Kirkkosaaren hyödyntämisestä asuinalueena on kuitenkin selvitetty. Mahdollisen rakentamisen myötä toiminta-alueella tullaan laajentamaan vähitellen asemakaavoitetulle alueelle. Teollisuuden ja elinkeinopalveluiden osalta ei ole tapahtumassa merkittävää kasvua, vaan toiminta pysyy nykyisen kaltaisena. [17]

Viitasaaren vedenjakelujärjestelmän yleissuunnitelman yhteydessä on laadittu taulukossa 2 esitetty vedenkulutusennuste vuosille 1980 - 2010. Vuonna 1980 laadittua vedenkulutusennustetta on käytetty vedenjakelujärjestelmän mitoituksen perusteena. Vedenkulutukseen ei ole odotettavissa merkittävää kasvua ja nykyisen vesijohtoverkoston kapasiteetti riittää reiluunkin vedenkulutuksen kasvuun. [18]

Taulukko 2. Viitasaaren vedenkulutusennuste ja nykyinen tilanne [18]

	1980	1990	2000	2010	Nykyinen tilanne
Keskikulutus, m³/d	1020	1320	1730	2100	1400
Maks.vuorokausikulutus, m³/d	1900	2400	3030	3550	3000
Maks.tuntikulutus, m³/h	137	166	208	240	-
Pumppaamon ja syöttöjohdon mitoitusvirtaama, l/s	26	33	42	49	35

3.2 Vedenhankinta ja -jakelu vesilaitoksen toiminta-alueella

Vesilaitos hankkii veden Kokkolanniemen ja Toulatkankaan pohjavesialueilla sijaitsevien Kokkolanniemen ja Luukkaanniemen pohjavedenottamoista. Nämä pohjavesialueet liittyvät samaan kunnan itälaidalla kulkevaan harjumuodostelmaan. Viitasaaren talousvedestä noin puolet on peräisin Luukkaanniemen vedenottamolta ja

puolet Kokkolanniemen vedenottamolta. Luukkaanniemen vedenottamolla on yksi siiviläputkikaivo ja Kokkolanniemen vedenottamolla neljä siiviläputkikaivoa, joista yksi on käytössä. [17; 18]

Vesi pumpataan Luukkaanniemen vedenottamolta ja yhdestä Kokkolanniemen siiviläputkikaivosta. Luukkaanniemen vedenottamolta pumpattu vesi johdetaan parin kilometrin päässä olevalle Kokkolanniemen vedenottamolle, jossa on vedenkäsittelylaitos. Vedenkäsittelylaitoksella vesi alkaloidaan lisäämällä veteen soodaa (natriumkarbonaatti, Na_2CO_3). Kokkolanniemen vedenkäsittelylaitokselta vesi johdetaan runkovesijohtoa pitkin Kärnän ja Kymönkosken kyläkeskusten kautta Viitasaaren Mustaniemen paineenkorotuspumppaamolle. [17]

Runkovesijohto kulkee noin 15 km:n matkan Kokkolanniemestä Viitasaarelle ja siitä hoidetaan vedenjakelu Kärnän ja Kymönkosken asukkaille, jotka ovat liittyneet vesilaitoksen verkostoon (liite 1). Kymönkoskelta runkovesijohto kulkee vesistön alitukkena Kymönselän yli noin 3 km:n matkan ja nousee maalle Mustaniemessä, jossa syöttövesijohto yhdistyy paineenkorotuspumppaamon alavesisäiliöön. [18]

Veden desinfiointiin käytettävä kemikaali (natriumhypokloriitti, NaClO) syötetään veteen Mustaniemen paineenkorotuspumppaamolla. Paineenkorotuspumput pumppaavat vettä alavesisäiliöstä kahteen Savivuorella sijaitsevaan ylävesisäiliöön ja tällä tavalla paine korotetaan vesijohtoverkoston edellyttämälle tasolle. Ylävesisäiliöiden tilavuudet ovat 200 m^3 ja $1\,000 \text{ m}^3$, ja niistä tapahtuu talousveden jakelu keskustaajamassa asuville kuluttajille. Vesijohtoverkoston kokonaispituus Kokkolanniemestä Viitasaarelle ja jakeluverkosto kuluttajille on yhteensä noin 68,9 km. [19]

4. MUSTANIEMEN PAINEENKOROTUSPUMPPAAMO

4.1 Pumppaamon nykytila

Tässä insinööriyössä tarkastellaan Viitasaaren vesilaitoksen paineenkorotuspumppaamon riskejä ja suunnitellaan sen uudistamista. Paineenkorotuspumppaamo sijaitsee Mustaniemen teollisuusalueella, jätevedenpuhdistamon tontin järvenpuoleisessa kulmauksessa (kuva 1). Alavesisäiliöllinen paineenkorotuspumppaamo on rakennettu vuonna 1984 ja siihen kuuluvat pumppaamorakennus, betoninen alavesisäiliö, pumput ja niihin liittyvät laitteet sekä kemikaalien syöttölaitteet. Pumppaamon alavesisäiliö on tilavuudeltaan noin 50 m³.



Kuva 1. Paineenkorotuspumppaamon sijainti jätevedenpuhdistamon tontilla (Lähde: Viitasaaren kaupunki)

Pumppaamorakennus on rakennettu maapenkereen päälle hieman ympäristöään korkeammalle ja alavesisäiliö on suoraan rakennuksen alapuolella maanpinnan alla. Pumppaamon ympäristö on pengerrytetty rakennuksesta pois päin viettäväksi ja se on ympäröity ympärysojalla. Rakennuksen ympäristön kuivatus on järjestetty salaojituksella ja sen sivut on täytetty tiivistetyllä vettäläpäisevällä soralla, jonka päälle on levitetty rakennuksesta pois päin viettävä tiivistetty maakerros. [20]

Alavesisäiliö on valettu vesitiiviistä betonista ja sen saumat on tiivistetty saumanauhoilla. Vesitiiviiden betonivalujen läpi menevien putkien asennus on tehty ennen vesialtaan valamista vesitiiviiden varmistamiseksi. Alavesisäiliön kansilaatta, pumppuhuoneen lattia, on tehty lattiakaivojen suuntaan viettäväksi ja siihen on valettu pumppuille ja paineilmakompressorille asennusalustat. Pumppuhuoneessa on tilavaus myös yhdelle jälkeensä asennettavalle pumpulle. Lattia-aukon ja tasoluukun kautta on pääsy vesisäiliötilaan. Pumppaamon ilmanvaihto tapahtuu rakennuksen molemmissa päädyissä sijaitsevien ilmanvaihtoputkien sekä ovesa ja seinän yläosassa olevan säädettävällä sulkupellillä varustetun ilmanvaihtosäleikön kautta. [20]

Kymönkoskelta alavesisäiliöön tulevassa syöttöjohdossa on jousitoiminen läppäventtiili, jota ohjaavat alavesisäiliön ala- ja ylärajakytkimet magneettiventtiilin välityksellä. Vedenpinnan laskiessa alarajakytkimen tasolle, kytkin ohjaa magneettiventtiiliä päästämään ilmanpaineen läppäventtiilille, mikä avaa venttiilin ja alavesisäiliö alkaa täyttyä. Vedenpinnan saavuttaessa ylärajakytkimen tason, kytkin ohjaa magneettiventtiiliä päästämään ilmanpaineen pois läppäventtiililtä, mikä sulkee venttiilin. [21]

Paineenkorotuspumppaamossa on kaksi vaaka-akselista keskipakopumppua, joiden tuotto on noin $122 \text{ m}^3/\text{h} \times 67 \text{ mvp}$. Pumput ovat alkuperäisesti pumppaamoon asennettuja ja tyyppiltään Serlachius DE 100/65/250 pumppuja, joissa on 45 kW/3000 r/min moottorit. Pumppuja ohjataan kauko-ohjauksella ylävesisäiliön vedenpinnan mukaan, käynnistyminen tapahtuu ylävesisäiliön alarajakytkimen ohjaamana ja pumput sammuvat vedenpinnan saavuttaessa ylärajan. Pumppaamossa on 2 m^3 painesäiliö, joka on tasaamassa mahdollisia paineiskuja. [21]

Mustaniemen paineenkorotuspumppaamolla on veden desinfiointikemikaalin syöttämiseksi tarvittavat laitteet. Natriumhypokloriittiliuos syötetään pumppaamon alavesisäiliöön tulevaan veteen liuossäiliöstä kloorinsyöttöpumpulla. Desinfiointikemikaalin syöttöä ohjataan siten, että kloorinsyöttöpumppu käynnistyy, kun syöttöjohdon läppäventtiili on auki ja putkessa on virtausta eli ohjaus tapahtuu syöttöjohdon läppäventtiiliä ohjaavan magneettiventtiilin sekä virtauskytkimen säätelemänä. Virtauskytkin sammuttaa kloorinsyöttöpumpun, jos syöttöjohdossa ei ole virtausta. [19; 22]

Pumppaamon sähkölaitteiden pääkeskus sijaitsee pumppuhuoneen päätyseinällä. Pumppaamossa on kaukovalvontajärjestelmässä tarvittavat ohjaus- ja hälytyslaitteistot, missä tiedonsiirto toteutetaan radiomodeemien välityksellä. Mustaniemen paineenkorotuspumppujen varotoimina ovat alavesisäiliön pinnanmittauksen ylä- ja alarajahälytystasot sekä painekytkimet ja lämpörele. Alarajahälytys suojaa pumppuja kuivakäynniltä ja sammuttavat pumpput sekä hälyttää, jos vedenpinta laskee alle alarajahälytys-asetusarvon. Vedenpinnan noustessa ylärajahälytystasolle pumpput käynnistyvät uudelleen. Pumppujen painekytkimet valvovat niiden käyntipainetta ja sammuttavat pumpput sekä hälyttää, jos paine ei tietyssä ajassa saavuta asetetusarvoa. Lämpöreleet suojaavat paineenkorotuspumppuja ja paineilmakompressoria ylikuormittumiselta. Ylikuormitustilanteessa lämpörele sammuttaa laitteen ja antaa hälytyksen valvontajärjestelmän välityksellä. [19; 23]



Kuva 2. Pumppaamotila laitteineen.

4.2 Nykyiseen pumppaamoon liittyviä riskitekijöitä

Mustaniemen paineenkorotuspumppaamon merkittävin riskin aiheuttaja on sen tämän hetkinen sijainti. Pumppaamo sijaitsee jätevedenpuhdistamon ja sen kompostointikentän lähellä. Kompostointikenttä sijoittuu jätevedenpuhdistamon ja paineenkorotuspumppaamon väliselle alueelle ja siihen varastoidaan kompostoitavaksi jätevedenpuhdistusprosessista syntyvä puhdistamoliete sekä biojätettä.

Jätevedenpuhdistusprosessista syntyvä liete sisältää orgaanisen aineksen, kasvira-vinteiden ja lietteeseen kerääntyvien raskasmetallien sekä orgaanisten epäpuhtauk-sien lisäksi paljon mikrobeja. Puhdistamolietteeseen kerääntyvistä mikrobeista osa on patogeenisiä bakteereja ja viruksia. Tautia aiheuttavien bakteerien ja virusten esiintyminen on suoraan yhteydessä terveydellisiin näkökohtiin. [9]



Kuva 3. Näkymä jätevedenpuhdistamon pihalta pumppaamolle



Kuva 4. Näkymä pumppaamon edestä jätevedenpuhdistamolle

Paineenkorotuspumppaamon vieressä sijaitseva jätevesilietteen kompostointikenttä sekä sen toisella laidalla sijaitseva jätevedenpuhdistamo aiheuttavat riskin talousveden saastumiselle/pilaantumisen. Nykyisessä pumppaamossa ilmanvaihto tapahtuu ilmanvaihtoputkien ja -säleikön kautta, joten siinä ole erillistä ilmanvaihtoa eikä ilmansuodattimia. Jätevedenpuhdistamolla puhdistusprosessissa ilmastetaan jätevettä ja tästä syystä on olemassa riski ilmasteitse siirtyvien epäpuhtauksien pääsemisestä puhtaanveden pumppaamolle. Pumppaamon välittömässä läheisyydessä sijaitsevan puhdistamolietteen sekä biojätteen kompostointikenttä ja sen ympäristö on riskitekijä talousveden saastumiselle. Kompostointikenttä houkuttelee ympäristöönsä eläimiä, kuten jyräjät ja linnut, jotka saattavat aiheuttaa pumppaamoon ja sen altaan tiloihin päästessään talousveden pilaantumisen. Kompostointikentän ympäristön tulva- ja hulevesien mukana epäpuhtauksien on mahdollista kulkeutua pilaamaan alavesisäiliön puhdasta vettä. Epätavallisen korkealle nouseva tulvavesi pumppaamon ja kompostointikentän ympäristössä voi aiheuttaa veden pilaantumisen, jos tulvavesi pääsee kulkeutumaan alavesisäiliön sisälle.

Yksi Mustaniemen pumppaamon riskitekijä on pumppaamotilassa käynnit ja sen puhtaanapito, koska paineenkorotuspumppaamoa valvoo ja käyttää jätevedenpuhdistamon alueella sama henkilöstö. Pumppaamorakennuksessa ei ole erillistä tilaa, jossa pumppaamotilaan mennessä vaatteet, kengät ja muut varusteet voidaan vaihtaa. Tästä syystä pumppaamotilan hygieenisuus voi vaarantua, koska jätevedenpuhdistamolta tai kompostointikentältä peräisin olevilla epäpuhtauksilla on henkilökunnan käyntien myötä pääsy pumppaamotiloihin, ja sen vuoksi on mahdollisuus talousveden saastumiselle.

Nykyisen pumppaamon toimintavarmuuteen vaikuttava riskitekijä on sen ikä ja laitteiden kunto. Pumppaamo on rakennettu yli 25 vuotta sitten ja pumput sekä pääosa laitteista ovat pumppaamon rakentamisvaiheessa asennettuja. Betonisten rakenteiden käyttöiän voidaan arvioida olevan hyvinkin pitkä [24], ja alavesisäiliön tämän hetkinen kunnon oletetaan olevan niin hyvä, että sille ei tarvitse tehdä erityisiä toimenpiteitä pumppaamoa saneerattaessa. Pumppaamon pumput ja muut laitteet

alkavat olla käyttöikänsä loppupuolella. Nykyisen pumppaamon pumput ja muut laitteet ovat kuntonsa puolesta täysin toimintakykyisiä veden siirtämiseen kuluttajille. Kuitenkin laitteiden iän puolesta niiden toimintavarmuus heikentyy ja mahdollisten laiterikkojen todennäköisyys kasvaa käyttöiän kasvaessa. Näiden lisäksi pumpujen ja oheislaitteiden vanha tekniikka aiheuttaa sen, että niiden huoltotoimenpiteet voivat hankaloitua. Vanhoihin laitteisiin tarvittavien varaosien saatavuus voi olla heikko tai myös niin, että varaosia ei ole enää mahdollista saada pumppaamolaitteiden tekniikan kehittyessä. Mahdollisessa pumppaamolaitteiden korjaustilanteessa voisi varaosien saanti kestää niin kauan, että veden toimittaminen kuluttajille voisi keskeytyä pitkäksi aikaa. Vanhojen pumpujen ja laitteiden käyttö heikentää pumppaamon toimintavarmuutta ja on riski talousveden siirtämiselle vesilaitoksen toiminta-alueella.

Mustaniemen paineenkorotuspumppaamon alavesisäiliölle tulee yksi syöttövesijohdot vesistön alituksena Kymönkoskelta. Viitasaaren vedenjakelu on tällä hetkellä tämän yhden syöttölinjan varassa eikä varalla olevaa vedensyöttöä ole, joten järvessä olevan syöttöputken rikkoutuessa vedenjakelu katkeaisi koko keskustaajaman alueelta. Tämä on ongelmallinen tilanne sellaisissa olosuhteissa, joissa korjaustöitä ei päästä tekemään nopeasti. Esimerkiksi keväällä ja syksyllä heikon jäätilanteen aikana, kun korjaustöitä ei päästä toteuttamaan, voi veden jakelussa aiheutua keskustaajaman alueella pitkäkestoinenkin katkos.

Myös pitkäkestoinen sähkökatkos aiheuttaa ongelmia vedenjakelussa, koska vedenottamoilla ja paineenkorotuspumppaamolla ei ole varaenergianlähdettä. Viitasaaren kaupungin vedenkulutus vaihtelee vuodenajasta ja viikonpäivistä riippuen välillä 1 300 - 1 600 m³/d [25]. Ylävesisäiliöihin saadaan varastoitua vettä yhteensä 1 200 m³, joten säiliötilavuus tulisi riittämään normaalitilanteissa vajaan vuorokauden vedenkulutukseen sähkökatkoksen venyessä pitkäksi.

5. UUSIEN PUMPPAAMORATKAISUJEN TOTEUTUSVAIHTOEHDOT

5.1 Nykyisen pumppaamon saneeraus

Pumppaamon iän ja sijainnista aiheutuvien riskitekijöiden takia saneeraustarve on ajankohtainen toimivuuden ja terveydellisten asioiden parantamiseksi. Mustanien paineenkorotuspumppaamon saneeraustapauksessa pumppaamon sijainti pysyy alkuperäisessä paikassa jätevedenpuhdistamon ja kompostointikentän läheisyydessä.

Saneeraus on tarkoitus toteuttaa siten, että jätevedenpuhdistamon ja sen kompostointikentän aiheuttamien riskitekijöiden vaikutukset saataisiin poistettua tai minimoitua peruskorjaustoimenpiteillä. Pumppaamorakennuksen ilmanvaihto toteutetaan ilmansuodattimilla varustettuna, jotta sisälle tulevasta ilmasta saadaan ilmaiteitse kulkeutuvat epäpuhtaudet poistettua mahdollisimman tehokkaasti. Pumppaamorakennukseen rakennettaisiin lisätila, jossa kenkien, vaatteiden ja muiden varusteiden vaihtaminen on mahdollista ennen kuin mennään sisään varsinaiseen pumppaamotilaan.

Jätevedenpuhdistamon ja kompostointikentän läheisyydestä johtuvien riskitekijöiden, kuten eläimet ja tulvavedet, poistamisesta on vaikea todeta onko niiden poistamiseksi edes mahdollista tehdä mitään. Jätevedenpuhdistamo ja kompostointikenttä sijaitsevat joka tapauksessa paineenkorotuspumppaamon lähialueella ja alueen tilankäyttö on rajallista. Alueella liikkuvien eläimien hävittäminen kokonaan on käytännössä mahdotonta, mutta pumppaamon peruskorjaustoimenpiteitä tehtäessä voidaan huolehtia siitä, että estetään kaikin puolin eläimien sisäänpääsy pumppaamotiloihin ja alavesisäiliöön. Tulva- ja hulevesien kohdalla voidaan tarkkailla vesien liikkeitä alueella ja parantaa tilannetta sitä kautta. Pumppaamo sijaitsee ympäristöään korkeammalla ja alavesisäiliön pinta on niin korkealla verrattuna ympäristön maanpintaan, että tulvavesien aiheuttama veden saastumisen todennäköi-

syys on hyvin pieni. Lisäksi pumppaamon ympäristö on ojitettu, millä tulva- ja hulevesiä johdetaan siitä poispäin.

Pumppaamon pumput ja laitteistot ovat pääosin alkuperäisiä rakennusvaiheessa asennettuja. Toinen lähtökohta saneeraukselle on käyttökänsä loppupuolella olevien pumppujen vaihtaminen uusiin nykytekniikan energiatehokkaimpiin ja paremman hyötysuhteen omaaviin pumppuihin. Paineenkorotuspumppujen lisäksi pumppaamon sähköistys, automaatio- ja kemikaalinsyöttölaitteet päivitetään nykyaikaisiksi. Uusimalla pumput ja muut laitteistot saadaan pumppaamon toimintavarmuus korkeammalle tasolle ja veden siirtämisen energiakustannukset pienemmäksi. Viita-saaren kaupungin vedenkulutuksen ollessa tällä hetkellä 1 300 - 1 600 m³/d, voidaan huippukulutustilanteissa ajatella vettä kuluvan noin kaksinkertainen määrä eli noin 3 000 m³/d [25]. Uusien pumppujen hankinta tehdään huippukulutustilanteet huomioiden eli yhden pumpun tuottovaatimus on 125 m³/h ja nostokorkeus 67 mvp. Pumppuja hankitaan kaksi ja ne toimivat rinnakkain siten, että toinen pumppu on varalla toisen ollessa käytössä. Pumppaamon muut laitteet hankitaan nykyisen tilanteen vaatimusten mukaan siten, että ne muodostavat toimivan pumppaamokonaisuuden. Uuteen pumppaamoon veden pH:n ja kloorin mittaus halutaan asentaa kiinteäksi sekä virtaaman mittaus jatkuvatoimiseksi.

Pumppaamon saneerauksen lisäksi Kymönkoskelta tulevan syöttövesijohdon rinnalle rakennetaan toinen vesijohto parantamaan toimintavarmuutta vesistönlaitusosuudella. Tällä toimenpiteellä varmistetaan veden saanti tilanteessa, jossa nykyinen järvessä oleva vedensyöttöputki rikkoutuu eikä sitä päästä korjaamaan nopeasti. Nykyisen syöttöputken rikkoutuessa voidaan siirtyä toimittamaan vettä uudella rinnakkaisella syöttöputkella eikä vedenjakelussa keskustaajaman alueella aiheudu katkoksia.

5.2 Uuden pumppaamon rakentaminen lähelle järven rantaan

Uuden paineenkorotuspumppaamon rakentaminen toteutetaan samaan linjaan nykyisen pumppaamon syöttövesijohdon kanssa pumppaamon ja rannan väliselle alueelle läheisen tien viereen, missä syöttövesilinja nousee järvestä maalle.

Tässä tapauksessa rakennetaan kokonaan uusi alavesisäiliö ja pumppaamorakennus sekä asennetaan uudet pumput, putket ja muut tarvittavat laitteet. Tämä toteutetaan yhtenäisenä pumppaamopakettina, jolloin saadaan pumppujen, automaatio-, sähköistys- ja kemikaalinsyöttölaitteiden sekä muiden laitteiden osalta aikaiseksi toimiva kokonaisuus. Uuden pumppaamon pumput ja muut laitteet hankitaan samojen mitoitustekijöiden ja -vaatimusten mukaan, kuten edellä saneerattavan pumppaamon tapauksessa (kohta 5.1). Alavesisäiliön tilavuutta kuitenkin suurennetaan nykyisestä ja uuden pumppaamon alavesisäiliön tilavuus tulee olemaan 100 m³. Uuden putkilinjan kaivua tässä pumppaamon toteutusvaihtoehdossa arvioidaan tulevan noin 350 m.

Uuden pumppaamon lisäksi rakennetaan rinnakkainen alavesisäiliön syöttövesijohdot, kuten nykyisen pumppaamon saneeraustapauksessa tehtäisiin. Nykyistä pumppaamoa ei ole tarkoitus purkaa pois käytöstä vaan se jätetään toimintakuntoiseksi varapumppaamoksi, joka voidaan tarvittaessa ottaa nopeasti käyttöön. Uuden pumppaamon rakentamistapauksessa molemmat järvestä tulevat rinnakkaiset syöttövesijohdot liitetään uuteen pumppaamoon siten, että vettä voidaan siirtää tarvittaessa myös nykyisen varalle jäävän pumppaamon kautta vedenjakelun turvaamiseksi.

5.3 Uuden pumppaamon rakentaminen sivummalle

Uusi paineenkorotuspumppaamo rakennetaan kokonaan uuteen paikkaan kauemaksi nykyisestä paikasta. Tässä vaihtoehdossa pumppaamon rakentaminen toteutetaan vastaavalla tavalla kuin uuden pumppaamon rakentaminen edellä (kohta 5.2), mutta vesijohdolle joudutaan tekemään uudet linjaukset sekä pumppaamon syöttövesijohdon että pumppaamolta lähtevän vesijohdon osalta. Pumppaamo sijaitsee noin 200 m edellä olevan pumppaamovaihtoehdon paikasta vieressä olevan tien toisella puolella. Uusien putkilinjojen kaivua tässä pumppaamon toteutusvaihtoehdossa arvioidaan tulevan yhteensä noin 600 m.

5.4 FCG Oy:tä tilatut suunnitelmat

Viitasaaren kaupunki on tilannut Mustaniemen pumppaamoja koskevia suunnitelmia FCG Oy:ltä. Näissä suunnitelmissa tarkastellaan Viitasaaren kaupungin vesilaitoksen mitoitusta ja selvitetään kuinka olisi mahdollista järjestää Mustaniemen pumppaamolla paineenkorotus siten, että alavesisäiliö jäisi kokonaan pois käytöstä. Tämä toteutettaisiin liittämällä pohjavedenottoa Kakkolanniemestä tuleva pumppaamo syöttävä tuloputki suoraan uusiin pumppuihin, jotka nostavat veden ylävesisäiliöille. Tällainen ratkaisu vaatii, että Kakkolanniemestä pystytään pumppaamaan vettä enemmän kuin paineenkorotuspumppujen imupuolelle tarvitaan myös hetkellisissä huippukulutustilanteissa. Alavesisäiliön poistaminen järjestelmästä ja syöttövesiputken kytkeminen suoraan paineenkorotuspumppuihin mahdollistaa ympäristöönsä nähden suljetun pumppaamokokonaisuuden, jossa jätevedenpuhdistamon ja sen kompostointikentän aiheuttamat riskitekijät veden saastumiselle on suljettu pois.

6. PUMPPAAMORATKAISUJEN KUSTANNUSTARKASTELU

6.1 Nykyisen pumppaamon saneeraus

Pumppujen ja muiden laitteistojen osalta voidaan olettaa kustannusten olevan samaa luokkaa kuin uuden pumppaamon vastaavat lukuun ottamatta uutta alavesisäiliötä, jota saneerauksessa ei tule. Laitteistojen asennettavuudesta nykyiseen pumppaamotilaan ei ole tietoa, joten on mahdollista muodostua lisäkustannuksia, jos asennukset vaativat muutoksia tilassa. Veden pumppaamiseen tarvittavista laitteista muodostuvien kustannusten lisäksi tulevat kustannukset pumppaamon riskitekijöiden minimoimiseksi tehtävistä toimenpiteistä. Riskien poistamisesta ja minimoimisesta aiheutuvien toimenpiteiden kustannusten voisi olettaa nousevan niin suureksi, että yhdessä uusien pumppujen ja muiden laitteistojen kanssa saneerauksen kokonaiskustannukset tulisivat olemaan vähintään samaa luokkaa, ja mahdollisesti paljon suuremmatkin, kuin uuden pumppaamon rakentaminen. Tällöin uusi pumppaamo tulisi taloudellisemmaksi ratkaisuvaihtoehdoksi.

Mustaniemen paineenkorotuspumppaamon saneeraustapauksen kustannuksia arvioitaessa on vaikea luoda todellista kustannuspohjaa tässä työssä, koska se vaatii tarkemman saneeraussuunnitelman ja perusteellisemmän selvityksen erityisesti riskitekijöiden poistamisen tai minimoimisen osalta. Ei voida varmasti sanoa, että voidaanko vieressä sijaitsevan jätevedenpuhdistamon aiheuttamia riskejä edes poistaa tai vähentää riittävällä tasolla.

6.2 Uuden pumppaamon rakentaminen lähelle järven rantaa

Uuden pumppaamon hankinta tehdään yhtenäisenä pumppaamopakettina, joka sisältää paineenkorotuspumput, alavesisäiliön sekä muut pumppaamoon liittyvät laitteet. Pumppaamopaketin kustannusarvio perustuu pumppujen mitoituksen ja muiden vaatimusten mukaiseen pumppaamotarjoukseen (liite 2). Uuden pump-

paamon rakentamisen kokonaiskustannusarvion selvittämiseksi on lisäksi arvioitu uuden putkilinjan rakentamisesta muodostuvat kustannukset.

Pumppaamopakettiin sisältyy tilavuudeltaan 100 m³:n alavesisäiliö, joka on valmistettu elintarvikelaatuisesta PE-muovista. Pumppaamopakettissa on kaksi paineantu-reilla ja kuivakäyntisuojiilla varustettua Grundfos CR 120-4-1 pysty akselista keskipa-kopumpppua, joissa on nimellistehoaltaan 37 kW:n moottorit. Alavesisäiliön päässä on pystymallinen maanalainen laitetila, jonka yläpuolella on huoltorakennus. Huoltora-kennuksessa ja laitetilassa on sähköpääkeskuksen kWh-mittauskeskus pumppujen ohjauksella ja taajuusmuuttajilla, tilavaraus kaukovalvontalaitteille sekä tilassa tar-vittavat valaistus, sähköpistorasiat ja lämpöpatterit. Paineenkorotuspumppaamossa natriumhypokloriitin syöttölaitteisto sekä pH:n ja kloorin mittauslaitteet ovat Grundfos -laitteilla ja virtaaman mittaus tapahtuu Siemens Magflow -virtausmittarilla. Pumppaamopakettile laadittu suuntaa antava kustannusarvio on 162 000 € (alv 0 %). Pumppaamon asennus ja maanrakennustöiden sekä sähkö- ja putkitöiden kustannuksiksi arvioidaan muodostuvan tarvikkeineen yhteensä noin 38 300 € (alv 0 %) eli pumppaamon rakentamisen kustannuksiksi muodostuu yh-teensä noin 200 300 € (alv 0 %).

Pumppaamon rakentamisesta muodostuvien kustannusten lisäksi tässä paineenko-rotuspumppaamon toteutusvaihtoehdossa muodostuu kustannuksia uuden putki-linjan kaivusta. Uuden putkilinjan pituudeksi on arvioitu noin 350 metriä ja se ra-kennetaan 280 mm:n putkesta, kuten nykyinen alavesisäiliöltä ylävesisäiliölle lähte-vä putki. Putkilinjan kustannusarvio perustuu kaivutyöstä ja putkimateriaaleista se-kä tarvikkeista muodostuviin kustannuksiin. Työkustannusten selvittämiseksi on putkikaivannon kaivamiselle ja asennustöille arvioitu hinnaksi 50 €/m (alv 0 %) sekä putkimateriaaleille ja asennuksissa tarvittaville tarvikkeille yhteensä 100 €/m (alv 0 %).

Taulukossa 3 esitetään uuden paineenkorotuspumppaamon rakentamisesta muo-dostuvat kokonaiskustannukset, kun uusi pumppaamo rakennetaan tämän hetkisen pumppaamon ja rannan väliselle paikalle. Putkilinjan rakentamisesta muodostuvien

kustannusten arvioidaan olevan noin 52 500 € (alv 0 %). Tämän pumppaamoratkaisuvaihtoehdon kokonaiskustannusarvioksi saadaan yhteensä noin 252 800 € (alv 0 %).

Taulukko 3. Mustaniemen paineenkorotuspumppaamon toteutusvaihto 2 kustannukset

Kaivu, €/m	Kaivuhinta/€	Putki + tarvikkeet, €/m	Putkihinta, €	Putkilinja, €	Pumppaamo, €	Yhteensä, €
50	17 500	100	35 000	52 500	200 300	252 800

6.3 Uuden pumppaamon rakentaminen sivummalle

Tämä paineenkorotuspumppaamon toteutusvaihtoehto on pumppaamon rakentamisen osalta vastaava kuin edellä oleva (kohta 6.2), mutta ero kustannuksissa tulee uuden putkilinjan kaivun myötä. Uuden putkilinjan pituudeksi on arvioitu noin 600 metriä ja se rakennetaan myös 280 mm:n putkesta.

Taulukossa 4 esitetään uuden paineenkorotuspumppaamon rakentamisesta muodostuvat kokonaiskustannukset toteutusvaihtoehdossa, jossa pumppaamo sijaitsee kauempana ja uuden putkilinjan rakentamista tulee pidemmästi kuin edellä olevassa toteutusvaihtoehdossa. Putkilinjan rakentamisen kustannuksiksi arvioidaan muodostuvan noin 90 000 € (alv 0 %). Tämän pumppaamoratkaisuvaihtoehdon kokonaiskustannusarvioksi saadaan yhteensä noin 290 300 € (alv 0 %).

Taulukko 4. Mustaniemenpaineenkorotuspumppaamon toteutusvaihtoehto 3 kustannukset

Kaivu, €/m	Kaivuhinta/€	Putki + tarvikkeet, €/m	Putkihinta, €	Putkilinja, €	Pumppaamo, €	Yhteensä, €
50	30 000	100	60 000	90 000	200 300	290 300

6.4 Energiakustannukset nykyisen ja uuden pumppaamon välillä

Mustaniemen tämänhetkiset paineenkorotuspumppaamon pumput ovat tekniikaltaan vanhoja sekä energiatehokkuudeltaan ja hyötysuhteeltaan nykytekniikan pumppuihin verrattuna huonompia. Uusilla energiatehokkaammilla ja paremman hyötysuhteen omaavilla pumpuilla saadaan pumppausten energiakustannuksissa pidemmällä aikavälillä aikaiseksi säästöä. Nykyisen pumpun ja uuden pumpun energiankulutusta vertaillaan pumppujen moottoreille ilmoitettujen nimellistehojen (nykyinen 45 kW ja uusi 37 kW) perusteella, minkä mukaan lasketaan pumppujen moottoreiden sähköverkosta ottama energian määrä. Vertailulaskelmassa energian hinnaksi on laskettu 0,08672 €/kWh (alv 0 %), pumppujen käyntiajat ja niillä pumpattu vesimäärä ovat Viitasaaren kaupungin vuoden 2010 ajalta tilastoituja tietoja. Taulukoissa 5 ja 6 on esitetty nykyisen ja uuden paineenkorotuspumpun nimellistehon mukainen sähkönkulutus ja siitä muodostuvat energiakustannukset vuoden 2010 pumppausten tiedoilla.

Taulukko 5. Mustaniemen paineenkorotuspumppujen sähkönkulutus. Sähkönkulutusvertailu on laskettu nykyisille 45 kW:n pumpuille sekä uusille 37 kW:n pumpuille vuoden 2010 tilastoiduilla pumpun käyntiajoilla.

Moottorinteho, kW	Pumpun käyntiaika, h	Sähkönkulutus, kWh
45	2 540	114 309
37	2 540	93 987

Taulukko 6. Mustaniemen paineenkorotuspumppujen energiakustannukset. Energiakustannus vertailu laskettuna nykyisille ja uusille pumpuille vuoden 2010 pumppaustiedoilla.

Moottorinteho, kW	Pumpattu vesimäärä, m ³	Sähkönkulutus, kWh/m ³	Energiakustannukset, €
45	484 862	0,24	9 913
37	484 862	0,19	8 151

Vertailuvuoden 2010 mukaisilla pumppauksilla sähkönkulutus on nykyisillä 45 kW:n moottorilla varustetulla pumpulla noin 114 000 kWh ja energiakustannukset noin 9 900 €. Uusilla pienempitehoisilla pumppuilla sähkönkulutuksessa saadaan noin 20 000 kWh:n ja energiakustannuksissa vajaan 1 800 €:n vuosittainen säästö.

7. PUMPPAAMON SYÖTTÖVESIJOHDON MITOITUS JA KUSTANNUSTARKASTELU

Kymönselän yli Mustaniemen paineenkorotuspumppaamolle tulevan syöttövesijohdon rinnalle rakennetaan toinen syöttövesiputki kriisiajan vedensiirtämisen turvaamiseksi tilanteessa, jossa nykyinen syöttövesijohto jostain syystä rikkoutuisi ja välitön korjaus ei ole mahdollista. Nykyinen 3 km:n pituinen syöttövesijohto on 280 mm:n paineluokan PN 10 putkea, jonka tekninen toimivuus riittäisi reiluunkin vedenkulutuksen kasvuun. Varalle tuleva kriisiajan syöttöputki voisi olla nykyistä pienempi kuitenkin niin, että huippukulutustilanteet ja putken tekninen toimivuus huomioidaan mitoituksessa.

Uuden syöttövesijohdon mitoitusta ja kustannuksia tarkastellaan määrittämällä paineputkelle optimaalinen koko huomioiden putken kokonaiskustannukset ja tekninen toimivuus veden siirtämisessä. Kriisiajan syöttöputki mitoitetaan Viitasaaren nykyisten vedenkulutus määrien mukaan, joten kaupungin vuorokautisen vedenkulutuksen vaihdella 1 300 - 1 600 m³ välillä, arvioidaan huippukulutustilanteessa vettä kuluvan kaksinkertainen määrä noin 3 000 m³/d eli paineputken optimikoon määrittämisessä mitoitustuotona käytetään 35 l/s [25].

Kokonaiskustannukset muodostuvat putkilinjan rakentamisen pääomakustannuksista ja käyttökustannuksista. Pääomakustannusten laskennassa hyödynnetään annuiteettimenetelmää, jossa kustannukset on laskettu 30 vuoden käyttöajalle ja 8 %:n korkokannan mukaisesti putkilinjan investointikustannuksista. Investointikustannukset sisältävät putkimateriaaleista ja putken painotuksesta muodostuvat kustannukset. Syöttövesijohdon putkimateriaalikustannukset on laskettu KWH Pipe:n paineputkistohinnaston perusteella [26]. Putken painotus on laskettu 100 %:n painotuksella, koska ei ole tietoa painotuksen vaatimuksista ja putkilinjan asennuspaikan olosuhteista. Painotuksen mitoitus on laadittu pohjaksi investointikustannustason selvittämiseksi ja todellisen painotuksen mitoitus vaatii tarkemman selvityksen vaatimuksista ja olosuhteista. Putken painotus on mitoitettu Suomen Rakennusinsinöörien Liiton julkaisujen ohjeistukseen perustuen [10; 11]. Putkipainoista muodostuvat

kustannukset on laskettu Lujabetoni Oy:n betonipainohinnastoon perustuen [27]. Investointikustannusten laskennassa ei ole huomioitu putkilinjan rakentamisesta aiheutuvia työkustannuksia, koska niiden voidaan olettaa pysyvän lähes samansuuruisina huolimatta putkikoosta.

Käyttökustannukset lasketaan pumppauksissa siirrettävän vesimäärän ja energian hinnan perusteella. Putkilinjalla 3 km:n matkalla huippukulutustilanteessa muodostuvat painehäviöt on laskettu Hazen-Williamsin kaavan mukaan [28, s. 36]. Energian hinnaksi on laskettu 0,08672 €/kWh (alv 0 %) ja pumppauksissa siirrettävänä vesimääränä käytetään vuoden keskimääräistä vedenkulutusta 1 500 m³/d.

Taulukko 7. Mustaniemen pumppaamon syöttövesijohtovaihtoehtojen vertailu

Putki mm	Hinta (alv 0%) €/m	Pääoma- kustannukset €/a	Painehäviö $\Delta h/m$	Käyttö- kustannukset €/a	Kokonais- kustannukset €/a
140 x 8,3	17,05	7 270	160,8	29 885	37 154
160 x 9,5	22,05	8 839	84,0	15 611	24 450
180 x 10,7	28,05	11 165	47,4	8 803	19 968
200 x 11,9	34,30	12 631	28,4	5 272	17 903
225 x 13,4	44,50	17 143	16,0	2 971	20 114
250 x 14,8	54,80	22 643	9,5	1 773	24 416
280 x 16,6	68,60	27 368	5,5	1 022	28 390
315 x 18,7	86,7	34 904	3,1	576	35 480
355 x 21,1	111	43 383	1,7	321	43 705

Taulukossa 7 esitetään Mustaniemen pumppaamon syöttövesijohdolle tarkasteltujen putkikokovaihtoehtojen mitoitusta ja putkikohtaiset kustannukset. Taulukosta voidaan havaita, että optimaalisin putki veden siirtämisen teknisen toimivuuden ja

kustannusten kannalta olisi putkikoko 200 x 11,9 kokonaiskustannusten ollessa 17 903 € vuodessa. Vuosittaiset kokonaiskustannukset kasvavat noin 2 000 €:lla siirryttäessä jo yhtä kokoluokkaa pienempää tai suurempaan putkeen ja seuraavissa vuosittaisten kokonaiskustannusten kasvu on yli kaksinkertaistunut. Viitasaaren kaupungin tapauksessa sopivin putkivaihtoehto olisi kuitenkin putkikoko 225 x 13,4 suuremmista kokonaiskustannuksista huolimatta, koska putkea mitoittavalla huippukulutusvirtaamalla 200 mm:n putkessa muodostuvat painehäviöt kasvavat suuriksi. Tästä syystä putkivalinta kohdistuisi 225 mm:n putkeen, jonka vuosittaiset kokonaiskustannukset ovat 20 114 € ja painehäviöt jäävät putken teknisen toimivuuden kannalta edullisimmiksi.

Pumppaamon syöttövesijohdon mitoitusta ja kustannuksia on tarkasteltu todennäköisempien putkikokovaihtoehtojen kohdalla myös siten, että kustannuksia ei laske- ta annuiteettimenetelmän mukaisesti eikä pumppauksista muodostuvia käyttökus- tannuksia huomioida. Syöttövesijohdon investointikustannuksiin on laskettu putki- materiaaleista ja vesijohdon painotuksesta muodostuvista materiaalikustannuksista. Syöttövesijohdon rakentamisesta aiheutuvat työkustannukset on jätetty huomioi- matta, kuten edellä optimaalisen paineputken määrityksessä tehtiin.

Taulukko 8. Mustaniemen paineenkorotus pumppaamon syöttövesijohdon todennäköisimpien putkivaihtoehtojen mitoitus ja investointikustannukset

Putki	Painehäviö, m	Virtausnopeus, m/s	Investointikustannukset, €
160 x 9,5	84	2,24	102 302
180 x 10,7	47,4	1,77	129 223
200 x 11,9	28,4	1,44	146 190
225 x 13,4	16	1,13	198 413
250 x 14,8	9,5	0,92	262 073

Taulukkoon 8 on koottu todennäköisimmät putkivaihtoehdot syöttövesijohdoksi, niiden mitoitusarvot huippukulutusilanteessa sekä materiaaleista muodostuvat investointikustannukset. Painehäviöiden ja virtausnopeuksien perusteella järkevin putkikoko olisi 225 x 13,4, jonka investointikustannuksiksi arvioidaan muodostuvan noin 198 413 €. Edellä määritetty optimaalinen paineputkikoko 200 x 11,9 olisi investointikustannuksiltaan yli 50 000 € edullisempi ratkaisu, mutta kuten aiemmin todettiin niin mitoittavalla huippukulutusvirtaamalla putkessa muodostuvat painehäviöt kasvavat suuriksi.

8. JOHTOPÄÄTÖKSET

Insinööriyön tavoitteena oli Mustaniemen paineenkorotuspumppaamoon liittyvien riskien selvittäminen, tarkastella pumppaamon uudistamisen toteutusvaihtoehtoja ja laatia niiden kustannuksista arvioita sekä mitoittaa pumppaamon alavesisäiliön syöttövesijohto ja arvioida sen kustannukset. Tässä työssä saatiin selvitettyä nykyisen Mustaniemen paineenkorotuspumppaamon tila sekä eriteltyä tämän hetkisestä sijainnista, jätevedenpuhdistamon ja sen kompostointikentän lähellä, aiheutuvia riskitekijöitä yleisellä tasolla. Yleisesti ei voida todeta, että kuinka merkittäviä riskejä jätevedenpuhdistamon ja kompostointikentän läheisyys alavesisäiliöllisen talousvedenpumppaamon kohdalla aiheuttaa, vaan riskien selvitys vaatii tarkemman selvityksen. Aikaisempia talousveden saastumis-/pilaantumistapauksia ei ole esiintynyt, mutta riskit siihen ovat kuitenkin olemassa. Tämän selvityksen perusteella voidaan kuitenkin todeta, että Mustaniemen paineenkorotuspumppaamon tapauksessa riskien poistamiseksi tai minimoimiseksi tulisi jonkinlaisia toimenpiteitä tehdä.

Nykyinen paineenkorotuspumppaamon saneerauksessa tulisi erityisesti kiinnittää huomio ainakin pumppaamorakennuksen ilmanvaihtoon, koska nykyinen ilmanvaihto tapahtuu ainoastaan ilmanvaihtosäleikön ja -putkien kautta eikä siinä ole minikäänlaista ilmansuodatusjärjestelmää. Toinen erityishuomion arvoinen asia on pumppaamossa käynnit, koska rakennuksessa ei ole erillistä varusteidenvaihtotilaa. Pumppaamon iän puolesta saneeraustarve on perusteltu, koska vanhojen pumppujen ja muiden laitteiden uusiminen parantaa toimintavarmuutta.

Paineenkorotuspumppaamon muiden riskitekijöiden poistamiseksi tai minimoimiseksi on tässä työssä vaikea sanoa, että mitä toimenpiteitä ne vaatisivat ja onko kaikkien riskien poistaminen kannattavasti edes mahdollista. Nykyisen pumppaamon saneeraus vaatii tarkemman saneeraussuunnitelman tehtävistä toimenpiteistä yhdessä perusteellisemmän riskiselvityksen kanssa. Saneeraustapauksen kokonaiskustannusten arvioiminen on myös vaikeaa, koska kaikista tarvittavista toimenpiteistä ei ole tietoa.

Kaksi muuta tässä työssä käsiteltyä paineenkorotuspumppaamon toteutusvaihtoa olivat uuden alavesisäiliöllisen pumppaamon rakentaminen kokonaan pois jätevedenpuhdistamon alueelta. Näiden kahden pumppaamoratkaisun etuina ovat se, että saadaan rakennettua kokonaan uusi nykyaikainen paineenkorotuspumppaamo ja jätevedenpuhdistamon alueella muodostuvat riskitekijät poistuvat. Täyttä varmuutta ei kuitenkaan ole siitä onko etäisyys jätevedenpuhdistamoon riittävä, koska ei ole tietoa talousvedenpumppaamoiden turvallisista etäisyyksistä riskitekijöitä muodostaviin kohteisiin.

Pumppaamoratkaisujen kokonaiskustannuksia vertailtaessa kahden jälkimmäisen vaihtoehdon kustannusten erot muodostuvat uuden rakennettavan putkilinjan pituudesta, joten uuden pumppaamon sijainti vaikuttaa suoraan muodostuviin kokonaiskustannuksiin. Nykyisen pumppaamon saneeraustapauksen kustannusten vertaileminen uuden pumppaamon rakentamistapausten kustannuksiin on varsin hankalaa, koska saneerauksen kustannuksista ei saada tässä työssä selkeää arviota. Saneerauksen kokonaiskustannukset muodostuvat sen mukaan mitä siinä joudutaan tekemään ja tehtävät toimenpiteet vaativat tarkemman selvityksen tilanteesta. Voidaan kuitenkin olettaa, että riskien poistamiseksi tehtävien toimenpiteiden kustannukset yhdessä pumppaamon muun saneerauksen kustannusten kanssa ovat vähintään samaa luokkaa kuin uuden pumppaamon rakentamisesta muodostuvat kustannukset tai jopa enemmän.

Viitasaaren tapauksessa uuden pumppaamon rakentaminen olisi järkevin vaihtoehto, jos saneerausta ja riskien poistamista ei voida toteuttaa merkittävästi edullisemmin. Uuden pumppaamon rakentamista puoltaa sekin, että ei tiedetä voidaanko kaikkia riskejä saneeraustoimenpiteillä edes poistaa tai minimoida.

Tämän työn aikana esille tullut ja suunnittelussa oleva toteutusvaihto, että alavesisäiliö jätettäisiin pois järjestelmästä ja syöttövesijohto kytketään suoraan uusien pumppujen imupuolelle, olisi riskitekijöiden kannalta paras ratkaisu. Tässä tapauksessa pumppaamo voisi sijaita nykyisellä paikallaan, koska järjestelmästä tulee sul-

jettu eikä jätevedenpuhdistamon ja kompostointikentän riskitekijöistä ole talousveden kannalta terveydellisiä ongelmia.

Nykyisen paineenkorotuspumppaamon veden pumppauksista muodostuvia energiakustannuksia vertailtiin vastaavilla uusilla pumpuilla muodostuviin energiakustannuksiin. Energiakustannusten vertailu laskettiin pumppujen moottorin nimellistehojen perusteella, joten ne eivät anna ehkä todellista kuvaa energiankulutuksesta. Vertailulla saadaan kuitenkin suuntaa antava arvio energiakustannusten säästöstä. Tässä tapauksessa energiakustannuksissa saavutettava säästö ei varmastikaan ole kunnallistalouden kannalta merkittävin peruste nykyisen pumppaamon saneeraukselle tai uudelle pumppaamolle vaan tärkeimmät perusteet ovat nykyisen pumppaamon ja sen laitteiden ikä sekä alueen muodostamat riskit talousveden terveydelliselle laadulle.

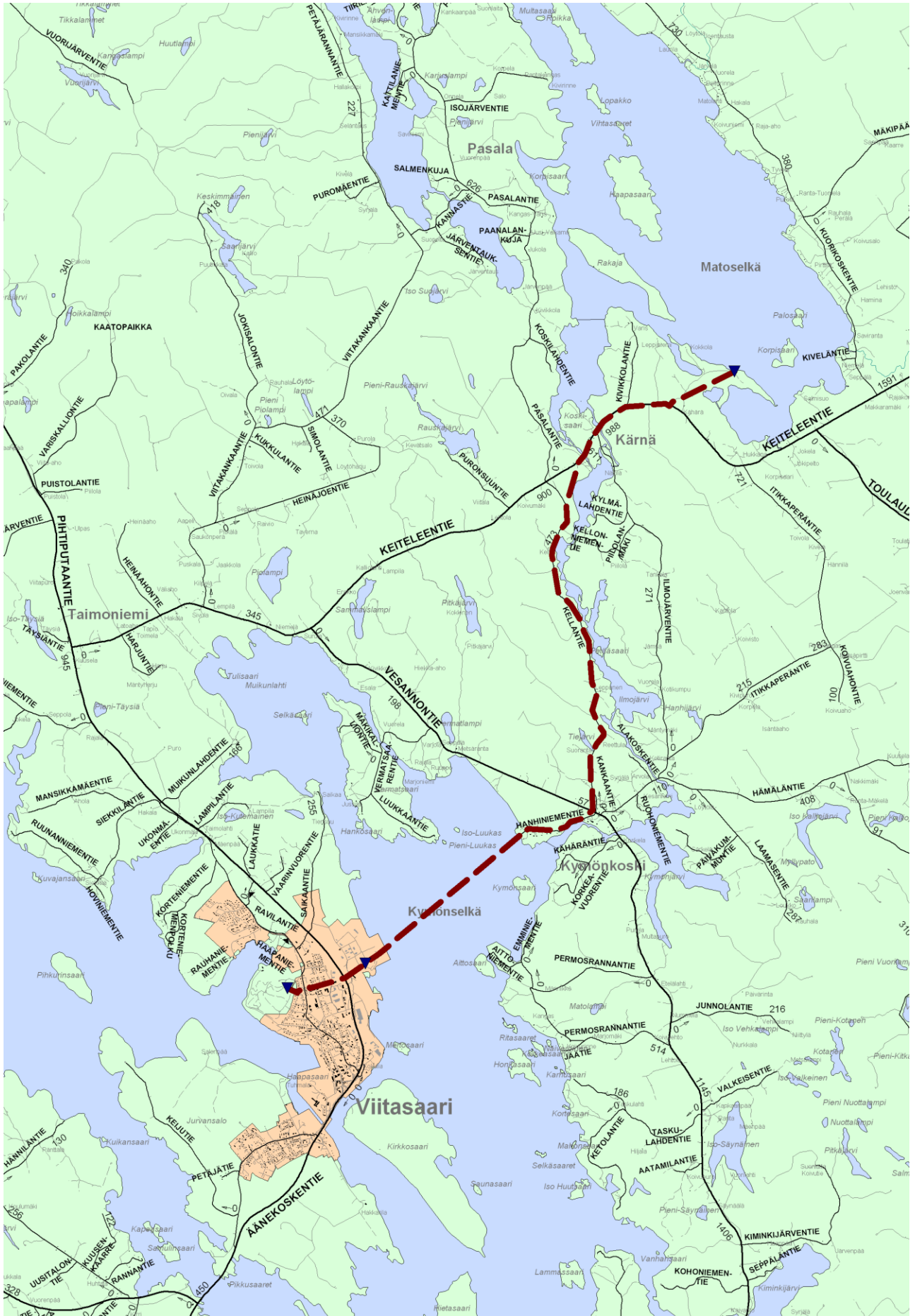
Alavesisäiliön syöttövesijohdon rinnalle rakennettavan varasyöttövesijohto mitoitettiin veden huippukulutusvirtaaman perusteella, minkä arvioitiin olevan 35 l/s. Tällä virtaamalla mitoitettuna sopivaksi putkikokoalinnaksi osoittautui halkaisijaltaan 225 mm:n putki. Jos huippukulutusvirtaama voidaan arvioida pienemmäksi, niin putkimateriaaleista muodostuvat kustannukset pienevät. Huippukulutusvirtaaman arvioiminen vaatisi ehkä tarkennusta, koska työn aikana esillä ollut virtaama 25 l/s vaikuttaisi Viitasaarella varsin riittävältä ja sillä mitoitettuna riittäisi alavesisäiliön syöttövesijohdoksi 200 mm:n putki. Syöttövesijohdon mitoituksen mukaan 200 mm:n putki olisi kokonaiskustannuksiltaan ja tekniseltä toimivuudeltaan edullisin putkivaihtoehto eivätkä putkessa muodostuvat painehäviöt kasva liian suuriksi. Myös uusien paineenkorotuspumppujen valinnassa olisi mahdollista päätyä edelleen pienempitehoisiin pumppuihin mitoittamalla pumput pienemmän huippukulutusvirtaaman perusteella.

LÄHTEET

1. *RIL 237-1-2010 Vesihuoltoverkkojen suunnittelu, perusteet ja toiminnallisuus*. Helsinki. Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry. 2010.
2. Vesihuoltolaki 9.2.2001/119. [viitattu 2.3.2011]. Saatavissa: <http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2001/20010119>
3. Vesilaki 19.5.1961/264. [viitattu 2.3.2011]. Saatavissa: <http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1961/19610264>
4. Ympäristönsuojelulaki 4.2.2000/86. [viitattu 2.3.2011]. Saatavissa: <http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2000/20000086>
5. Ympäristönsuojeluasetus 18.2.2000/169. [viitattu 3.3.2011]. Saatavissa: <http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2000/20000169>
6. Terveystoimintalaki 19.8.1994/763. [viitattu 3.3.2011]. Saatavissa: <http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1994/19940763>
7. Sosiaali- ja terveysministeriön asetus talousveden laatuvaatimuksista ja valvontatutkimuksista 461/2000. [viitattu 3.3.2011]. Saatavissa: <http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2000/20000461>
8. Valtion ympäristöhallinnon verkkopalvelu. Päivitetty 3.3.2011. [viitattu 21.3.2011]. www.ymparisto.fi > Ympäristön tila > Pohjavesi. Saatavissa: www.ymparisto.fi/pohjavesi
9. *RIL 124-1 Vesihuolto 1*. Helsinki. Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry. 2003.
10. *RIL 124-2 Vesihuolto 2*. Helsinki. Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry. 2004.
11. *RIL 77-2005 Maahan ja veteen asennettavat kestopuoviputket, asennusohjeet*. Helsinki. Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry. 2005.

12. Vikman, Hannu - Arosilta, Anna (toim.). *Ympäristöopas 128. Vesihuollon erityistilanteet ja niihin varautuminen*. Helsinki. Maa- ja metsätalousministeriö, Huoltovarmuuskeskus, Suomen ympäristökeskus. 2006.
13. Pulli, Martti. *Virtaustekniikka. Vedensiirtojärjestelmien toiminnallinen suunnitelu nykyaikaisin menetelmin*. Tampere. Tammertekniikka. 2009.
14. Viitasaaren kaupungin www-sivu. [viitattu 15.3.2010]. www.viitasaari.fi > Yleistä.
15. Väestörekisterikeskus. Väestötietojärjestelmä. Kuntien asukasluvut aakkojärjestyksessä. Päivitetty 31.1.2011. [viitattu 21.2.2011]. www.vaestorekisterikeskus.fi > Palvelut kansalaisille > Tilastot > Asukasluvut. Saatavissa:
<http://vrk.fi/default.aspx?docid=4258&site=3&id=0>
16. Suomen virallinen tilasto (SVT): Väestöennuste [verkkajulkaisu]. ISSN=1798-5137. 2004, Väestöennuste kunnittain ja maakunnittain vuoteen 2040 - Muuttoliikkeen sisältävä laskelma. Helsinki: Tilastokeskus [viitattu: 12.4.2011].
Saantitapa: http://www.stat.fi/til/vaenn/2004/vaenn_2004_2004-09-20_tau_002.html.
17. Viitasaaren kaupunki, Vesihuollon kehittämissuunnitelma. 2004.
18. Viitasaaren kunta, Vedenhankinta Kokkolanniemestä. 1982.
19. Erityistilanteiden vesihuolto, Viitasaaren kunta. 1994.
20. Viitasaaren kunta, Mustaniemen paineenkorotuspumppaamo, rakennustyöselitys. 1982.
21. Viitasaaren kunta, Mustaniemen paineenkorotuspumppaamo, koneistotyöselitys. 1982.
22. Viitasaaren kunta, Mustaniemen paineenkorotuspumppaamon desinfiointilaitteet, hankintaohjelma.

23. Viitasaaren kunta, Vedenhankinta, Kokkolanniemen pohjavedenottamon ja Mustaniemen paineenkorotuspumppaamo, sähkötyöselitys. 1983.
24. Betoni www-sivu. [viitattu 4.10.2010]. www.betoni.com > Tietoa betonista > Betoni ja kestävä kehitys > Betonin käyttöikä.
25. Ari Kahilainen. Yhdyskuntatekniikan päällikkö. Viitasaaren kaupunki.
26. Hinnasto, paineputkistot, 1.7.2010. [viitattu 18.10.2010]. Saatavissa: http://www.kwhpipe.fi/Suomeksi/Tuotteet_ja_Palvelut/Paineputkistot
27. Painohinnasto 1.1.2011. [viitattu 17.1.2011]. Saatavissa: <http://www.lujabetoni.fi/Putkipainot>
28. *RIL 237-2-2010 Vesihuoltoverkkojen suunnittelu, mitoitus ja suunnittelu*. Helsinki. Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry. 2010.





8.3.2011

Jani Paananen

Tarjous.

Kiitämme tarjouspyynnöstänne.

Tarjoamme Viitasaaren paineenkorotuspumppaamoja ja alavesisäiliötä (hinnat alv 0 %):

<i>Selite</i>	<i>Määrä</i>	<i>Yksikköhinta</i>	<i>Yhteensä</i>
Suunniteltu pumppaamo (sis. säädöt)	1 kpl	162 000,00	162 000,00
Kohteen asennus ja maanrakennustyöt (huom. kaivumaat verhoillaan rakennusalueelle. Kaivumäärä noin 600 m ³)	1 erä	29 800,00	29 800,00
Sähkö – ja putkiasennustyöt	1 erä	8 500,00	8 500,00

YHTEENSÄ: 200 300,00 € (alv 0 %)

Lisätietoja:

Sisältää tarvikkeet asennettuina kohteeseen. Hinnat vuodelle 2011. Ei sisällä louhintatöitä, sekä alin kaivutaso pohjavedenyläpinnan yläpuolella.

Työn suoritus: Sopimuksen mukaan 2011.

Ystävällisin terveisin,
Situra Oy (0849738-1)
Päivärannantie 3
70400 Kuopio

Juuso Siltanen
040-7597738
juuso.siltanen@situra.fi
www.situra.fi

www.savonia.fi

