

**KERAVAN JÄTEVESIPUMPPAAMOIDEN SANEERAUSOHJELMAN
MÄÄRITYS**



Ylemmän ammattikorkeakoulututkinnon opinnäytetyö

Rakentamisen koulutusohjelma

Visamäki, kevät 2017

Jaakko Keskiäli

Rakentamisen koulutusohjelma
Visamäki

Tekijä	Jaakko Keski­väli	Vuosi 2017
Työn nimi	Keravan jätevesipumppaamoiden saneerausohjelman määritys	
Työn ohjaaja/t	Harri Mattila, HAMK ja Saki Salo, Keravan kaupunki	

TIIVISTELMÄ

Tämä opinnäytetyö tehtiin Keravan kaupungin Vesihuollolle. Opinnäytetyössä tutkittiin Keravalle rakennettujen jätevesipumppaamoiden rakenteellinen ja toiminnallinen kunto. Kuntokartoituksen avulla oli tarkoitus määrittää pumppaamoiden saneerauksen tarve. Opinnäytetyössä tutkittiin käytössä olevien pumppaamoiden säiliöiden ja varusteiden kunnon lisäksi myös pumppaamoiden turvallisuutta sekä huoltokäytäntöjen dokumentointia. Yhtenä tämän opinnäytetyön tavoitteista oli myös tarkistella pumppujen energiatehokkuutta ja pumppujen käyttökustannuksia sähkönkulutuksen kautta.

Keravan jätevesipumppaamot on rakennettu 1970- ja 2010-lukujen välisenä aikana. Vanhimmat pumppaamot ovat jo saavuttaneet rakenteellisen käyttöikänsä päin, joka on käytännössä noin 30 vuotta.

Opinnäytetyön teoriaosuudessa käydään laajasti läpi pumppaamoihin liittyvää teoriaa sekä muun muassa jätevesipumppaamoiden evoluutiota. Tutkimuksissa hyödynnettiin vesilaitoksen henkilökunnan ammattitaitoa sekä opinnäytetyön tekijän omaa tietämystä aiheesta. Lisäksi haastateltiin jätevesipumppauksen ammattilaisia.

Tämän opinnäytetyön lopputuloksena pystyttiin määrittämään käyttöikältään vanhimpien jätevesipumppaamoiden saneeraustarve ja jätevesipumppaamoiden saneerausjärjestyksestä laadittiin ehdotelma opinnäytetyön toimeksiantajalle, Keravan kaupungin Vesihuollolle.

Avainsanat Saneeraus, jätevesipumppaamo, keskipakopumppu, taajuusmuuttaja

Sivut 61 sivua, joista liitteitä 3 sivua

Degree program in Construction and Environmental Engineering
Visamäki

Author Jaakko Keskiväli **Year** 2017

Subject of Master's thesis Evaluation of renovation plan for the wastewater pumping stations at the municipality of Kerava

Supervisors Dr. Harri Mattila, HAMK & Mr. Saki Salo, Kerava City Water Services

ABSTRACT

This thesis was commissioned by Kerava City Water Services. Thesis investigated the structural and functional condition of the wastewater pumping stations built at municipality of Kerava. Main goal was to determine the need for renovation of pumping stations. This thesis also looked at the condition of the wells and components installed, but also the safety of the pumping stations and maintenance practices. One of the goals of this thesis was also to check the energy efficiency of pumps and the running costs of pumps through electricity consumption.

Wastewater pumping stations of municipality of Kerava have been built between 1970s and 2010s. The oldest pumping stations have already reached their designed lifetime, which is roughly about 30 years.

The theoretical part of the Master's thesis extends through the pump-related theory and, among other things, the evolution of wastewater pumping stations. The research utilized the expertise of the water management personnel and the knowledge of the author of the thesis work on the subject. In addition, wastewater pumping station manufacturers were interviewed.

As a result of this thesis, it was possible to determine the need for renovation of the oldest wastewater pumping stations in use at Kerava. The renovation plan of the wastewater pumping stations was drafted for the commissioner of this thesis, Kerava City Water Services.

Keywords renovation, wastewater pumping, centrifugal pump, frequency converter

Pages 61 pages including appendices 3 pages

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	1
1.1	Opinnäytetyön tausta	1
1.2	Opinnäytetyön tekijän tausta.....	1
1.3	Opinnäytetyön tavoitteet.....	1
1.4	Opinnäytetyön tutkimusmenetelmät	2
2	KERAVAN KAUPUNGIN VESIHUOLTO	3
2.1	Vesihuollon järjestäminen Keravalla.....	3
2.2	Vesihuoltoverkosto Keravalla vuonna 2016	6
3	VIEMÄRIVERKOSTO KERAVALLA.....	7
3.1	Jätevesiviemäriverkoston materiaalit	7
3.2	Sekaviemärointi Keravalla	8
4	PUMPPAAMOISTA YLEISESTI	9
4.1	Pumppaamon toimintaperiaate.....	9
4.2	Pumppaamon korkeus	10
4.3	Pumppaamon pää- ja ohjauskeskus.....	11
4.4	Pumppaamoevoluutio.....	11
4.5	Pumppaamotyypit.....	15
4.5.1	Uppopumppaamo eli säiliöpumppaamo.....	16
4.5.2	Mökkipumppaamo	17
4.5.3	Maanpäälliset pumppaamot	18
4.5.4	Turvapumppaamot.....	19
5	PUMPUISTA YLEISESTI	20
5.1	Keskipakopumppu.....	20
5.2	Pumppujen sallitut käyntitiheydet.....	23
5.3	Pumppujen rakenteet	24
5.4	Kavitaatio keskipakopumpussa	24
5.5	NPSH.....	26
6	PUMPUN ENERGIATEHOKKUUDEN MÄÄRITYS	27
6.1	Pumpputeorian pääyhtälö	27
6.2	Nostokorkeus	27
6.3	Pumpun mitoitus ja pumpun valinta.....	29
6.4	Keskipakopumpun systeemikäyrä ja ominaiskäyrä	30
6.5	Pumppaamoiden automaatio	31
6.6	Nostokorkeuksien vaikutus pumpun energiatehokkuuteen.....	32
7	JÄTEVESIPUMPPAAMOIDEN SANEERAUS	34
7.1	Jätevesipumppaamoiden saneerausmenetelmät.....	35
8	KERAVAN PUMPPAAMOIDEN TUTKIMUS	36

8.1	Jätevesipumppaamoiden tutkimus	37
8.1.1	Virrenkulma	38
8.1.2	Jokivarsi	39
8.1.3	Huhtimo	40
8.1.4	Huhtimo pohjoinen	40
8.1.5	Jokitie	41
8.1.6	Etelä-Savio	42
8.1.7	Tuusulantie	43
8.1.8	Nissilänpiha	44
8.1.9	Vellamontie	45
8.1.10	Liesitie	46
8.1.11	Pihkaniitty	47
8.1.12	Laineentie	48
8.1.13	Luotolantie	48
8.1.14	Päivölä	50
8.1.15	Kuusisaari	50
8.1.16	Kylätie	51
8.1.17	Trappukorpi	51
8.1.18	Paasikivenkatu	51
8.2	Pumppujen energiatehokkuuden tarkastelu	52
8.3	Haastattelut	52
8.3.1	Vesihuollon haastattelut	53
8.3.2	Muut haastattelut	54
8.3.3	Pumppaamotoimittajien kyselyt	54
9	JOHTOPÄÄTÖKSET	56
	LÄHTEET	58

Liitteet

Liite 1	KERAVAN JÄTEVESIPUMPPAAMOKARTTA
Liite 2	HAASTATTELUIDEN KYSYMYKSET
Liite 3	JÄTEVESIPUMPPAAMOIDEN SANEERAUSTAULUKKO

1 JOHDANTO

1.1 Opinnäytetyön tausta

Tämä opinnäytetyö tehtiin Keravan kaupungin Vesihuollolle. Tutkimuksen kohteena olivat Keravan kaupungin jätevesipumppaamot. Jätevesipumppaamoita on Keravalla yhteensä 18 kappaletta ja ne on rakennettu 1970-luvun ja vuoden 2016 välisenä aikana; yksittäisiä pumppuja ja varusteita on pumppaamoihin vaihdettu, mutta säiliörakenteita ei ole saneerattu tai vaihdettu. Keravan jätevesipumppaamoiden säiliörakenteen valmistusmateriaalina on käytetty joko betonia tai lujitemuovia. Keravan kaupungin jätevesipumppaamoista vanhimmat – yli 30 vuotta vanhat – ovat saavuttamassa pumppaussäiliöidensä osalta teoreettisen käyttöikänsä, joka on 30 - 40 vuotta.

1.2 Opinnäytetyön tekijän tausta

Tämän opinnäytetyön tekijällä on yhteensä 18 vuoden työkokemus maarakennusalalta niin työmiehenä kuin työnjohtajanakin. Viimeisen kahden vuoden ajan työn tekijä on toiminut rakennuttamis- ja valvontatehtävissä, josta 1,5 vuotta Keravan kaupunkitekniikka -liikelaitoksen toimeksiannosta monipuolisissa kunnallisteknisissä rakennushankkeissa Keravalla. Työelämässä hankittua oppia sekä ammattiteknistä tietoa hyödynnettiin tämän opinnäytetyön tekemisessä, ennen kaikkea teoriaosuudessa, mutta myös tutkimuksissa.

1.3 Opinnäytetyön tavoitteet

Opinnäytetyön tavoitteena oli määrittää Keravan kaupungin jätevesipumppaamoiden saneeraustarve. Saneeraustarpeen määrittämiseksi tutkittiin Keravalle rakennettujen jätevesipumppaamoiden rakenteellinen ja toiminnallinen kunto. Opinnäytetyössä tutkittiin käytössä olevien pumppaamoiden säiliöiden ja varusteiden kunnan lisäksi myös pumppaamoiden turvallisuutta sekä huoltokäytäntöjen dokumentointia.

Saneeraustarpeen määrittämiseksi tehtiin laaja kirjallisuustutkimus, jossa perehdyttiin jätevesipumppaamoiden kehitykseen, pumppauksen teoriaan, pumppaamiseen vaikuttaviin eri ilmiöihin sekä eri pumppaamotyyppisiin ja pumppaamon rakenteeseen ja varusteisiin. Lisäksi yhtenä tämän opinnäytetyön tavoitteista oli tarkistella pumppujen energiatehokkuutta ja pumppujen käyttökustannuksia sähkönkulutuksen kautta.

Tämän opinnäytetyön kaltaista tutkimusta ei ole aiemmin kaupungin pumppaamoille tehty.

1.4 Opinnäytetyön tutkimusmenetelmät

Opinnäytetyön tutkimusmenetelmät olivat kaksivaiheiset; teoriaosuus ja käytännönoosuus. Tutkimusten teoriaosuuden jälkeen toteutettiin kenttätutkimukset. Kenttätutkimusten tukena haastateltiin sekä Keravan kaupungin Vesihuollon henkilöstöä että jätevesipumppaamovalmistajien ja -toimittajien asiantuntijoita. Haastatteluista saadun kokemusperäisen tiedon avulla pysyttiin täydentämään ja tulkitsemaan kenttätutkimuksissa kerättyä tutkimusmateriaalia.

Teoriaosuudessa hyödynnettiin alan kirjallisuuden lisäksi myös jätevesipumppaamoiden valmistajien ja toimittajien internetsivuja. Myös aiemmin laadittuja pumppaamoiden saneerausta ja energiatehokkuutta käsitteleviä opinnäytetöitä hyödynnettiin tämän opinnäytetyön teoriaosuudessa. Lisäksi tutkittiin Keravan kaupungin kunnallistekniikan rakentamista koskevia vanhoja tilastoja sekä kunnalliskertomuksia aina Keravan kauppalan ajoilta asti.

Pumppaamoiden kunnan määritys toteutettiin maastokäyntien avulla. Lisäksi haastateltiin Keravan kaupungin Vesihuollon työntekijöitä, joilta kerättiin pumppaamoihin liittyviä käyttö- ja huoltokokemuksia.

Pumppaamoiden energiatehokkuuden määrittämisessä hyödynnettiin eri pumpputoimittajien ammattitaitoa ja asiantuntemusta haastattelujen avulla. Pumppaamoiden säiliöiden käyttöikä ja rakenteellisiin kysymyksiin haastateltiin pumppaamosäiliöitä valmistavien yritysten edustajia ja asiantuntijoita.

Tutkimuksessa tehtiin lisäksi rakennettujen pumppaamoiden maanpäällisten rakenteiden toimivuuden tarkastelu ympäristöön nähden.

Opinnäytetyöhön ei liitetty jokaista maastokäynneillä otettua kuvaa pumppaamoista niissä tapauksissa, joissa jätevesipumppaamon sijainti olisi liian helppoa yksilöidä maastossa. Opinnäytetyön ei-julkista tietoa olivat pumppaamoiden tarkat sijainnit.

Tämän opinnäytetyön lopputuotos ja päätelmät perustuvat yksinomaan tähän opinnäytetyöhön tehtyihin tutkimuksiin ja materiaaleihin sekä opinnäytetyöntekijän omiin kokemuksiin ja aiheeseen liittyvään asiantuntemukseen.

2 KERAVAN KAUPUNGIN VESIHUOLTO

Kerava sijaitsee Keski-Uudellamaalla, Uudenmaan maakunnassa, Helsingistä 27 kilometriä pohjoiseen (Kuva 1).

Keravan rajanaapurit ovat etelässä Vantaa, lännessä Tuusula ja idässä Sipoo. Keravalla on vuoden 2016 väestömittauksen mukaan 35 531 asukasta, pinta-ala on noin 30 km². (Wikipedia 2017.)

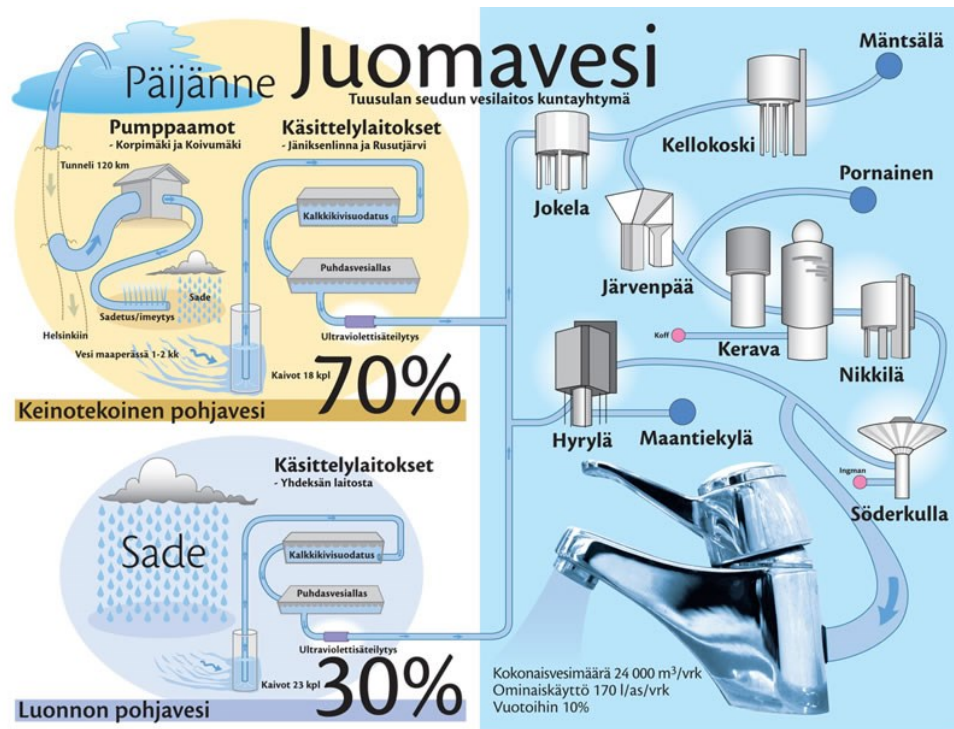


Kuva 1. Keski-Uusimaa ja Kerava kartalla (Wikipedia 2017).

2.1 Vesihuollon järjestäminen Keravalla

Keravan kaupungin Vesihuolto kuuluu Keravan kaupunkitekniikka -liikelaitokseen. Keravan kaupungin Vesihuolto vastaa vesilain mukaisesti veden hankinnasta, veden toimituksesta, viemäroinnin järjestämisestä ja vesihuoltopalveluiden ylläpidosta Keravalla.

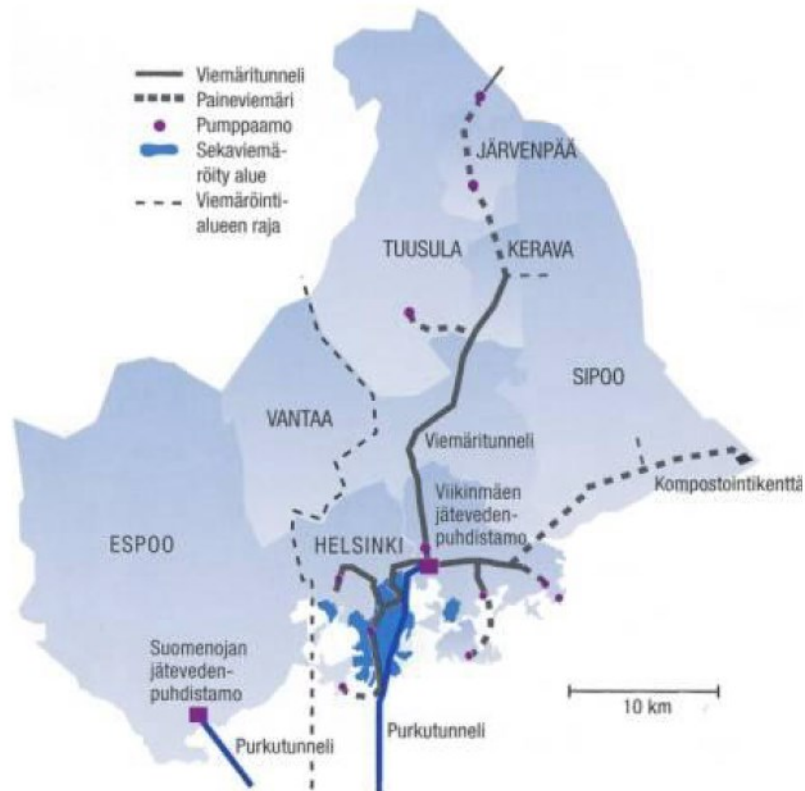
Keravan kaupungin Vesihuolto ostaa talousvetensä Tuusulan seudun vesilaitos kuntayhtymältä (TSV), joka on muodostettu yhdessä Järvenpään kaupungin sekä Tuusulan ja Sipoon kuntien kanssa. Alueellisen vedenhankintajärjestelmän suunnittelu, rakentaminen sekä käyttö- ja kunnossapito ovat Tuusulan seudun vesilaitoksen vastuulla. Yli puolet TSV:n vedenhankinnasta koostuu Päijänne-tunnelin raakavedestä valmistetusta tekopohjavedestä. Loput vedestä tuotetaan useasta eri pohjavedenottamosta; Keravan vedenhankinta keskittyy erityisesti Jäniksenlinnan, Rusutjärven sekä Kaikulan pohjavedenottamoihin. Kuvassa 2 on havainnollistettu vedenottoprosessi. Toiminnan ylläpitämiseksi Tuusulan seudun vesilaitos vastaa vedenottamoista, 14 vedenpuhdistuslaitoksesta ja päävesijohtoverkostosta sekä siihen liittyvistä laitteista kuten paineenkorotusasemista. Tuusulan seudun vesilaitoksen tehtäviin kuuluu myös osakkaidensa vesitornien hoitaminen; vesitornit ovat kuitenkin kunkin osakkaan omaisuutta. (Niemi 2007, 86.)



Kuva 2. Juomaveden vesikaavio (Tuusulan seudun vesilaitos kuntayhtymä, 2017).

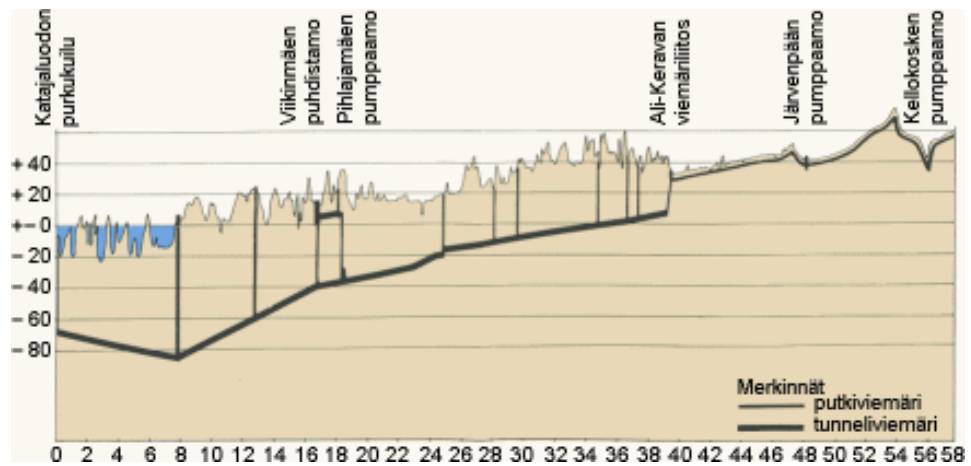
Keravan kaupungin Vesihuollon tilastotietojen mukaan vuonna 2016 Kerava osti vettä TSV:ltä 3,02 miljoonaa kuutiometriä (m³), josta laskutettavan veden määrä vedenkäyttäjiltä oli 2,7 miljoonaa kuutiometriä (m³). Tärkein asiakas Keravan kaupungin Vesihuollolle on Oy Sinebrychoff Ab, jonka osuus laskutetusta vesimäärästä vuonna 2016 oli karkeasti 22 prosenttia. Vuonna 2016 Vesihuollon liikevaihto oli 8,0 miljoonaa euroa.

Jätevedet, jotka kerätään Keravan alueelta, johdetaan Keski-Uudenmaan meriviemäriin. Keski-uudenmaan meriviemäri on Keski-Uudenmaan vesiensuojelun liikelaitoskuntayhtymän (KUVES) omistuksessa. KUVES on samankaltainen kuntien yhteisorganisaatio, kuten Tuusulan seudun vesilaitos kuntayhtymä, mutta vastuualueena ovat jätevesiviemärit. KUVES:n osakkaina ovat Keravan kaupungin lisäksi Järvenpään kaupunki ja Tuusulan kunta, joiden alueet KUVES:n viemäröinti kattaa kokonaisuudessaan. Lisäksi KUVES:n piiriin kuuluu pieni osan Vantaan jätevesistä (Korso-Rekolan, Kehätien ja Ylästön alueilta). KUVES vastaa osakkaidensa jätevesien johtamisesta siirtoviemärin kautta puhdistettavaksi Helsingin Viikissä sijaitsevalle Viikinmäen jätevedenpuhdistamolle. Myös Helsingin ja Vantaan jätevedet käsitellään samalla puhdistamolla (Kuva 3). (Keski-Uudenmaan vesiensuojelun liikelaitoskuntayhtymä 2017.) Vuonna 2016 jätevesiä johdettiin Keravan alueelta Viikinmäen jätevedenpuhdistamolle 3,3 miljoonaa kuutiometriä; käyttäjiltä laskutettu jätevesimäärä oli kuitenkin ainoastaan 2,9 miljoonaa kuutiometriä.



Kuva 3. KUVES:n siirtoviemäri Viikkinmäen jätevedenpuhdistamolle (Niemi 2007, 87).

Keravalta alkava kalliotunneli sijaitsee 20 - 50 metrin syvyydessä maan alla (Kuva 4). Tunnelin jatkuu yhtenäisenä aina Pihlajamäen pääpumppaamolle, josta jätevedet johdetaan edelleen Viikkinmäen jätevedenpuhdistamolle. Kalliotunnelin pituus on 23 kilometriä ja poikkileikkauspinta-ala on seitsemästä 13:een neliometriä (m^2). Tunnelin pohjalla on loivasti V-muotoinen betoninen pohjalaatta, jonka päällä jätevesi virtaa, normaalisti muutaman kymmenen senttimetrin paksuisena kerroksena. Kalliotunnelin lisäksi meriviemäriin kuuluu myös 22 kilometriä KUVES:n jäsenkuntien viemäriverkostoihin liittyviä halkaisijoiltaan suurikokoisia putkijohtoja, 600 - 1200 millimetriä. Meriviemärijärjestelmä on valmistunut kokonaisuudessaan vuonna 1987. Puhdistetut jätevedet puretaan tehokkaasti puhdistettuina Suomenlahden avomeren reunaan Katajaluodolla. Puhdistamo ja poistotunneli ovat Helsingin seudun ympäristöpalvelut kuntayhtymän (HSY) hoidossa, mutta KUVES:illa on niihin pysyvä käyttöoikeus. (Keski-Uudenmaan vesiensuojelun liikelaitekuntayhtymä 2017.)



Kuva 4. KUVES:n meriviemäriin poikkileikkaus (Keski-Uudenmaan vesiensuojelun liikelaitoskuntayhtymä 2017).

Kuntayhtymään kuuluvat kunnat maksavat osuutensa jätevesiviemäröintipalveluiden aiheutuneista kustannuksista, jotka muodostuvat jätevedenpuhdistusmaksuista, järjestelmän hoidosta ja ylläpidosta. Kustannukset määräytyvät KUVES:n siirtoviemärijärjestelmään kuuluvien virtaamamittausasemien tietoihin, joita on kaikkiaan 11 kappaletta. Virtaamamittausasemien lisäksi siirtoviemärijärjestelmään kuuluu runkoviemäriin ohella Pihlajamäen pääpumppaamo ja kaksi pienempää pumppaamoja Hyrylässä ja Järvenpäässä sekä yksi loka-autokuormien purkuasema, joka sijaitsee Vantaan Kulomäessä. Viemäri-toiminnan lisäksi KUVES hoitaa toiminta-alueellaan vesistöjen kunnostustöihin liittyvää tutkimusta, johon liittyy yleissuunnittelu, hoitotoimenpiteet ja rakennustyöt. Vesistöjen kunnostustyön tavoitteena on veden laadun ja vesistöjen tilan parantamisen sekä monipuolisten virkistyskäyttömahdollisuuksien luomisen ja kehittämisen koordinointi. (Keski-Uudenmaan vesiensuojelun liikelaitoskuntayhtymä 2017.)

2.2 Vesihuoltoverkosto Keravalla vuonna 2016

Vuoden 2016 loppuun mennessä Keravalla oli rakennettua jätevesiviemäriverkostoa noin 137,0 kilometriä, hulevesiviemäriverkostoa 157,0 kilometriä ja vesijohtoverkostoa 180 kilometriä.

Vuonna 2016 vedenjakelun ja viemäröinnin liittymisaste oli 99 prosenttia. Vesihuoltolaitokseen liitettyjä kiinteistöjä oli 4 366 kappaletta, asukkaita Keravalla vuonna 2016 oli liittyneenä 35 500.

Viemäriverkostossa on Keravalla yhteensä 30 linjapumppaamoja, joista 18 on jätevesipumppaamoita ja 12 hulevesipumppaamoita; kiinteistöjen omistajien pumppaamoiden tarkkaa määrätietoa ei ole saatavilla, koska niitä ei tilastoida kaupungin johtotietojärjestelmään.

Vesihuoltoverkoston vuositilastot kerättiin Keravan kaupungin johtotietojärjestelmästä, KeyAquaasta.

3 VIEMÄRIVERKOSTO KERAVALLA

Viemäriverkoston rakentaminen on aloitettu Keravalla jo 1940-luvulla. Kunnallistekniikan tilastointia on tehty jo vuodesta 1948, jolloin rakennettiin ensimmäiset lokaviemärit. Vanhoista kunnallis- ja toimintakertomuksista on voitu todeta, että keskimääräinen rakennustahti viemäriverkostolla on ollut noin 2,6 kilometriä vuodessa 1948 – 2016 välisenä aikana. Vuonna 2004 Suunnittelukeskus Oy (SKOY) teki Keravan Kaupunkitekniikan toimeksiannosta Keravan vesihuollon kehittämissuunnitelman, jonka johdosta laadittiin vuonna 2007 valmistunut diplomityö ”*Pitkän tähtäimen saneerausohjelman laatiminen Keravan vedenjakelujärjestelmää ja jäteveden viemärintijärjestelmää varten*”.

Vuonna 2004 tehdyssä tutkimuksessa todettiin, että Keravan viemäriverkostoa kuormittaa ennen kaikkea tuolloin vielä laajasti kunnan alueella käytössä ollut sekaviemärointi. Sekaviemäröinnissä sekä talouksien jätevedet että sulamis- ja pintavedet johdetaan samaan viemärijärjestelmään. SKOY:n toteuttaman kehittämissuunnitelman perusteella tehtiin päätös, jonka mukaan kiinteistökohtaisista sekaviemäröinnistä olisi päästävä eroon vuoteen 2020 mennessä. Vuonna 2007 valmistuneen diplomityön mukaisesti saneerattaessa vanhoja sekaviemäreitä ja uutta aluetta rakennetaan, tulee alueelle rakentaa erillisviemärit (jäte- ja hulevesi).

3.1 Jätevesiviemäriverkoston materiaalit

Vuonna 1973 on asennettu ensimmäiset muoviputket Keravalla, sitä ennen viemäriverkosto on ollut betonia; kiinteistökohtaisissa tonttihaaroissa on käytetty lasitetusta savesta (ns. ”ruukkuputki”) valmistettuja putkia vielä 1980-luvun alussa.

Pääosin Keravan jäteviemäriverkoston materiaali on PVC-muovi tai polyeteeniä eli PEH-muovia. PVC-muovia käytetään gravitaativiemäreissä ja PEH-muovia käytetään paineviemäreissä, jotka ovat yhteydessä linjapumppaamoihin. Uutta linjaa rakennettaessa käytettävä materiaali on aina muovi. Vanhoja alueita saneerattaessa pyritään myös saneeraamaan kiinteistöjen tonttihaarat, jos havaitaan, että vanha putki on muuta kuin muovia.

Putkikoot vaihtelevat runkoviemärin osalta 160 - 800 millimetrin välillä, riippuen kohteesta. Kiinteistökohtaiset tonttihaarat ovat yleensä 110 - 250 millimetriä, riippuen siitä onko kyseessä omakoti- tai kerrostalo tai teollisuusrakennus.

Linjakaivot ovat pääsääntöisesti muovia, mutta tapauskohtaisesti käytetään myös betonikaivoja.

Linjapumppaamoissa materiaali on PE-muovi, betoni tai lujitemuovi eli lasikuitu.

3.2 Sekaviemärointi Keravalla

Viemärointijärjestelmää, jossa kunnan tai yhteisön alueella johdetaan samaa putkistoa tai putken osaa pitkin sekä jätevettä että hulevettä jäteveden puhdistuslaitokselle, kutsutaan sekaviemäriksi. Sekaviemäroinnistä on pyritty kansallisella tasolla kokonaan luopumaan, koska sekaviemäroinnissä kertyvää vettä on vaikeaa tarkasti laskea kiinteistö kohtaisesti ja ennakoida muuttuvan hulevesimäärän vuoksi. Tämä osaltaan lisää puhdistettavan veden käsittelymaksua sekä nostaa prosessointikuluja; rankkasateilla kulut voivat nousta jopa kolminkertaisiksi suuren vesimäärän vuoksi. Erillisviemäroinnin avulla pystytään erottamaan jäte- ja hulevesi toisistaan ja hulevesi voidaan johtaa suoraan vesistöön tai imeyttää maahan. (Salo 2017.)

KUVES laskuttaa Keravan kaupungin Vesihuoltoa jokaisesta meriviemäriin johdetusta vesikuutiosta, veden laadusta riippumatta. Viemäriin johdetut hulevedet aiheuttavat ylimääräisiä kuluja ja haittaavat Viikinmäen jätevedenpuhdistamon toimintaa. Vuonna 2004 Keravan kaupungin Tekninen lautakunta teki päätöksen sekaviemäroinnin lopettamisesta ja siirtymisestä erillisviemärointiin. Päätöksessä todettiin, että jos kaikesta huolimatta hulevesiä johdetaan jätevesiviemäriin, peritään siitä korotettua jätevesimaksua. Perusteluja sekaviemäroinnin lopettamiseksi oli taloudellisten syiden lisäksi mitoittamiseen liittyvät seikat; ennakoimattomat hulevedet aiheuttavat jätevesimäärää varten mitoitetun jätevesiverkostojen tulvimista sekä puhdistuskapasiteetin ylittymisen seurauksena prosessoimattoman jäteveden ohijuoksuttamista suoraan vesistöihin. (Salo 2017.) Kuva 5 on vuoden 2004 tulvasta Keravalla, jolloin voimakkaat rankkasateet, jotka kestivät usean vuorokauden, kerryttivät heinäkuussa mittauspisteestä riippuen paikallisesti Vantaanjoen valuma-alueella, johon Keravakin kuuluu, sademäärää 201 - 245 mm. Kyseinen tulva aiheutti jätevesipumppaamoiden tulvimista niiden pumppaamoiden osalta, jotka sijaitsivat mittausalueella.



Kuva 5. Kuvassa veden peitossa oleva MT 148 Keravalla vuonna 2004 (kuvattu Saviontieltä itään päin).

4 PUMPPAAMOISTA YLEISESTI

4.1 Pumppaamon toimintaperiaate

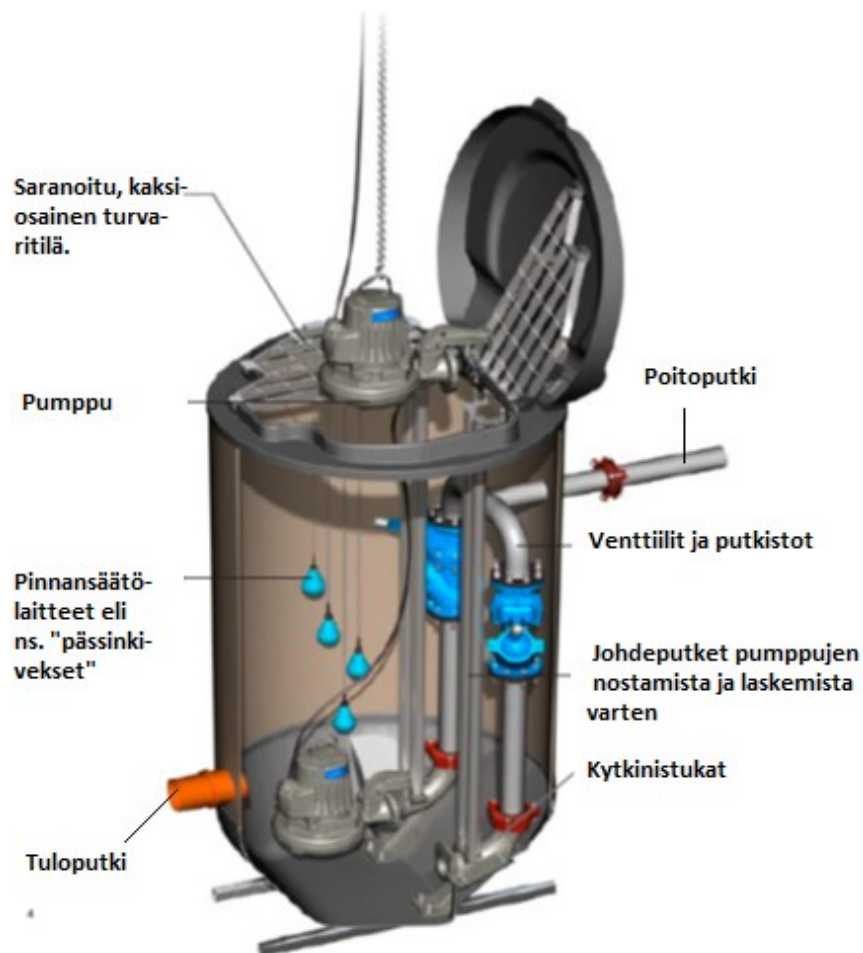
Viemäriverkostoa suunniteltaessa pyritään lähtökohtaisesti aina siihen, että neste saadaan liikkumaan suunnitellussa putkessa painovoimaisesti (ts. viettoviemäri tai gravitaatioviemäri) joko kaivoon tai keräyssäiliöön. Joissakin tapauksissa tämä ei ole kuitenkaan mahdollista; syynä voi esimerkiksi olla maaston muodot, jonka johdosta suunniteltavaan linjaan joudutaan asentamaan pumppaamo. Pumppaamon tehtävä on siirtää neste paineellisesti ylempään korkeusasemaan, jolloin se voi kulkea taas painovoimaisesti eteenpäin kohti purku- tai puhdistuspistettä (esim. jätevedenpuhdistamo). Paineviemärissä tulee olla sulkuventtiili huoltotöitä varten sekä takaiskuventtiili, joka estää nesteen takaisinvirtauksen pumpun pysähdyttyä. (Karttunen 2010, 121.)

Pumppaamo on joko osittain tai kokonaan maan sisään rakennettua umpisäiliötä, johon pumpattava neste kerätään. Säiliöstä neste pumpataan eteenpäin yleensä sähkökäyttöisellä pumpulla painelinjaa pitkin joko viettoviemäriin tai suoraan käsittelylaitokselle. Pumppu tai pumput voivat olla asennettuna joko suoraan pumpattavaan nesteeseen tai nesteen ulkopuolella. (Pumppaamot 2017.)

Pumppaamon pumppujen käynnistysprosessi toimii pinnanvalvonta periaatteella; pinnanvalvonta voi olla joko pumpun oma pintakytkin tai erillinen pumpun käynnistävä pinnanvalvontajärjestelmä. Pinnanvalvontajärjestelmällä ohjattu pumppu käynnistyy, kun säiliöön kerääntyvä nesteen pinnantasoa saavutettua valvontajärjestelmään ennalta asetetun tason. Pumppu sammuu, kun neste laskeutuu määritetylle tasolle. (Pumppaamot 2017.) Kuvassa 6 on esitettyä erään jätevesipumppaamon pääosat.

Pumppaamon säiliörakenne on nykyisin yleisimmin valmistettu joko PE-muovista (polyetyleni) tai lujitemuovista. Lujitemuovista valmistetut säiliörakenteet ovat edullisempia valmistettaessa yli metrin halkaisijaltaan olevia pumppaamoita. PE-muovista valmistettavat alle metrin halkaisijaltaan olevat pumppaamot ovat edullisimpia lujitemuovista valmistettaviin verrattuna niiden kierrätettävyytensä ja muokattavuutensa vuoksi. (Pumppaamot 2017.)

Yleisimmin pumppaamoita käytetään, kun jätevettä siirretään puhdistettavaksi tai hulevettä siirretään vesistöihin.



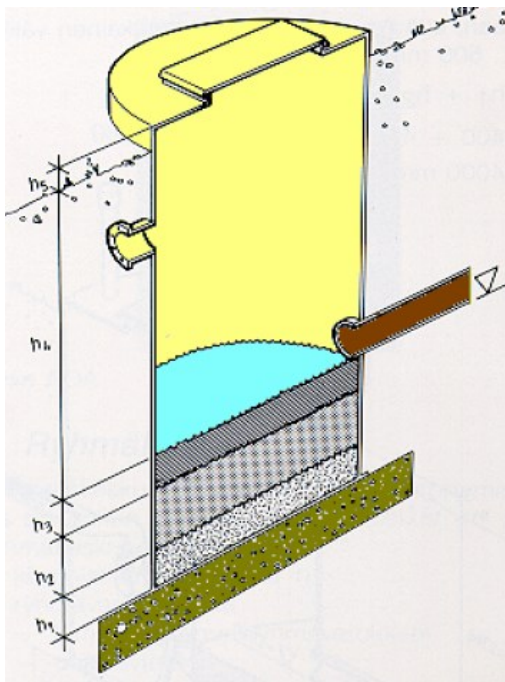
Kuva 6. Jätevesipumppaamon havainnekuva (Xylem Water Solutions Suomi, 2017, muokattu soveltuvaksi).

4.2 Pumppaamon korkeus

Pumppaamon korkeus määräytyy kohteen mukaan. Kuvassa 7 on esitetty pumppaamon minimikorkeuteen vaikuttavat tekijät. Pumppaamon minimikorkeuden määrittävät tekijät ovat:

- Pumpun pysäytystaso, ≥ 300 mm pumpun koosta riippuen (h_1)
- Pumppaamon tehollinen tilavuus, säiliön halkaisijasta riippuen (h_2)
 - $\varnothing 1000$ mm $\Rightarrow 800$ l/m
 - $\varnothing 1400$ mm $\Rightarrow 1500$ l/m
 - $\varnothing 1800$ mm $\Rightarrow 2500$ l/m
 - $\varnothing 2200$ mm $\Rightarrow 3800$ l/m
 - $\varnothing 3000$ mm $\Rightarrow 7000$ l/m
- Pumppaamon varatilavuus, ≥ 200 mm (h_3)
- Sisääntuloyhteen etäisyys maanpinnasta, ≥ 1500 mm (h_4)
- Maan pinnan yläpuolinen rakenteen korkeus, 300...500 mm (h_5)

Minimikorkeus määritetään laskemalla yhteen tekijät h_1 - h_5 . (Grundfos 2017.)



Kuva 7. Pumppaamon minimikorkeuden määrittämiseen vaikuttavat tekijät (Grundfos 2017).

4.3 Pumppaamon pää- ja ohjauskeskus

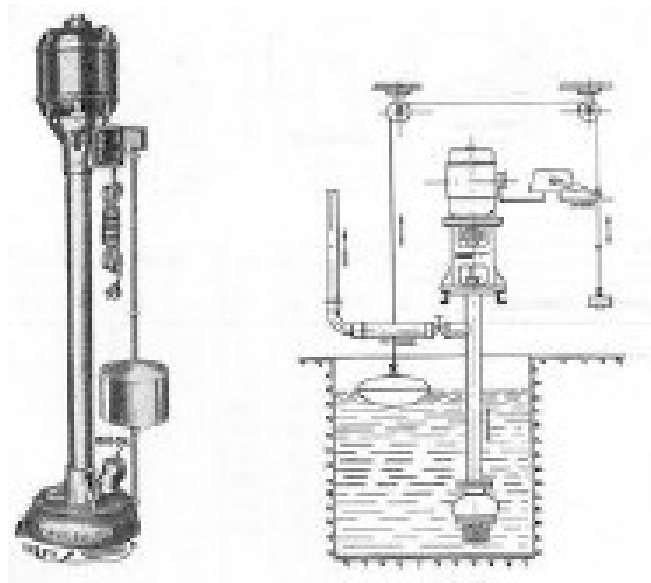
Pumppaamon pääkeskus on keskuskokonaisuus, jossa on liittymiseen, kulumittaukseen, pumppukäyttöihin ja ohjaustekniikkaan liittyvät osat. (Grundfos 2017.)

Pumppaamon ohjauskeskus on asennettava pumppaamon välittömään läheisyyteen, ja esimerkiksi turvapumppaamoissa keskus on mahdollista asentaa sisälle pumppaussäiliöön säiliön seinälle. Ohjauskeskus on mahdollista myös asentaa erilliseen lukittavaan huoltorakennukseen. Tärkeintä ulkotiloihin asennetuissa ohjauskeskuksissa on huomioida, että talviolosuhteissa ohjauskeskus on mahdollista saada helposti auki, ja että kaapit ovat lämpöeristettyjä. (Lining 2017.)

4.4 Pumppaamoevoluutio

Pumppu on tuhansia vuosia vanha keksintö. Ensimmäiset pumput kehitettiin kastelujärjestelmiin. 1700-luvulla kaivonvesien pumppaamisen avuksi otettiin höyrykone. 1850-luvulla hule- ja pohjavesien pumppaamisen avuksi kehitettiin höyrykoneilla varustetut ensimmäiset keskipakopumput. (Hagner 2016, 32.)

Jo vuonna 1678 kehitettiin ensimmäiset viemärivereden keskipakopumput. Vuonna 1908 keksittiin sähkömoottorikäyttöinen uppopumppu, mutta varsinaiset viemärivereden uppopumput tulivat markkinoille vasta 1950-luvulla. Lujitemuovisia pumppaamoita alettiin valmistaa 1960-luvulla. Kuvassa 8 on jätevesipumppaamo vuodelta 1938. (Hagner 2016, 45.)



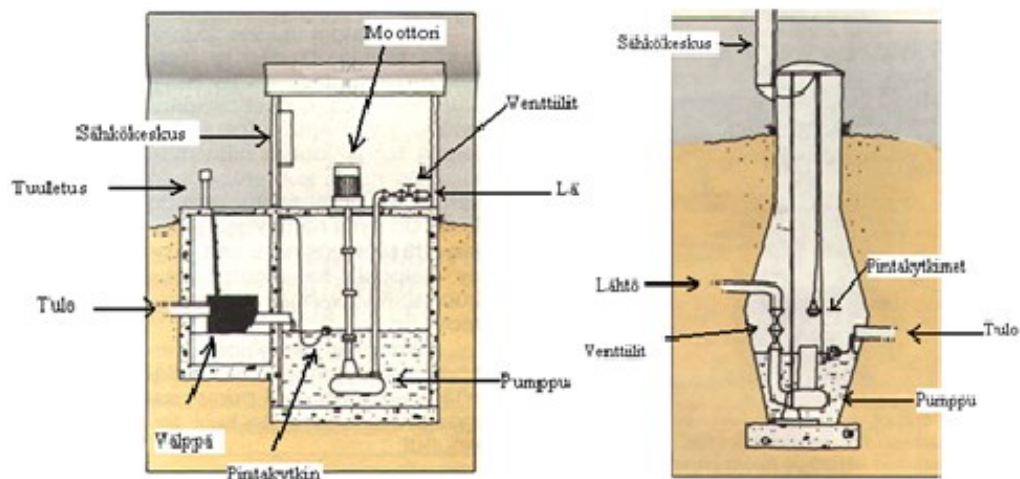
Kuva 8. Jätevesipumppu vuodelta 1938 (Hagner 2016, 45).

Ensimmäiset jätevesipumppaamot olivat betonirakenteisia imualtaita, joiden päälle oli rakennettu mökkirakennus sähkömoottoreita ja muita sähkölaitteita varten. Ensimmäisissä jätevedenpumppaamoissa oli oma välppärakenteensa suurten kiintoainesten poistamiseksi nesteestä, koska läpäisykyky oli varsin vaatimaton vielä tuon ajan pumppuissa. Pumppaamon kunnossapitäminen oli työlästä, sillä välppärakenteen siivilöiden puhdistaminen päivittäin oli välttämätöntä pumppaamon toiminnan ylläpitämiseksi. Pumppaamon pumpun moottori oli asennettu erilleen pumpusta kuivaan tilaan, ja moottoria ja imupumppua yhdisti pitkä nivelakseli, jolla moottorin tuottama voima siirrettiin pumppuun. Pumppu itsessään oli uppoasenteinen. 1960-luvun pumppaamoiden pumppausosan huoltaminen oli erittäin työlästä; pumppu oli kiinteän akselin päässä lietettä pohjalleen keräävässä imualtaassa, nesteen pinnantasoon alapuolelle asennettuna, mikä teki pumpun huoltamisesta vaikeaa. Näiden pumppaamoiden hyväksi puoliksi voitiin todeta, että venttiilit, moottori ja sähkölaitteisto sijaitsivat sisätiloissa, jolloin niiden huoltaminen oli helppoa. (Juttila 2006, 20.)

1960-luvulla uppopumppujen monoblock-rakenne oli mahdollista toteuttaa, kun liukurengastiivisteet kehittyivät. Monoblock-rakenteessa pumppu ja pumppua pyörittävä moottori muodostavat kokonaisuuden, jossa molempien pyörivät osat ovat samalla akselilla. Myös uppoliittimen kehittäminen samoihin aikoihin edesauttoi pumppaamoiden kehittymistä, kun pystyttiin kehittämään pumppuja, joiden nostaminen ja laskeminen pumppaamosäiliöön oli helpompaa; samalla myös pumppujen huoltamisesta tuli vaivattomampaa. Kehityksen myötä 1970-luvulla pumppaamoista ei tarvinnut jättää maanpinnalle enää näkyviin kuin pumppaamon kansi ja sähkökeskus. Kuvassa 9 on esitettyinä pumppaamot 1960- ja 1970-luvulta; kehitys vuosikymmenen aikana näkyy kuvassa. (Juttila 2006, 20-21.)

Näiden pumppaamoiden huonoina puolina oli kuitenkin pumppaamosäiliöiden ahtaat tilat sekä varusteisiin, kuten sulkuventtiileihin, iskevä korrosio.

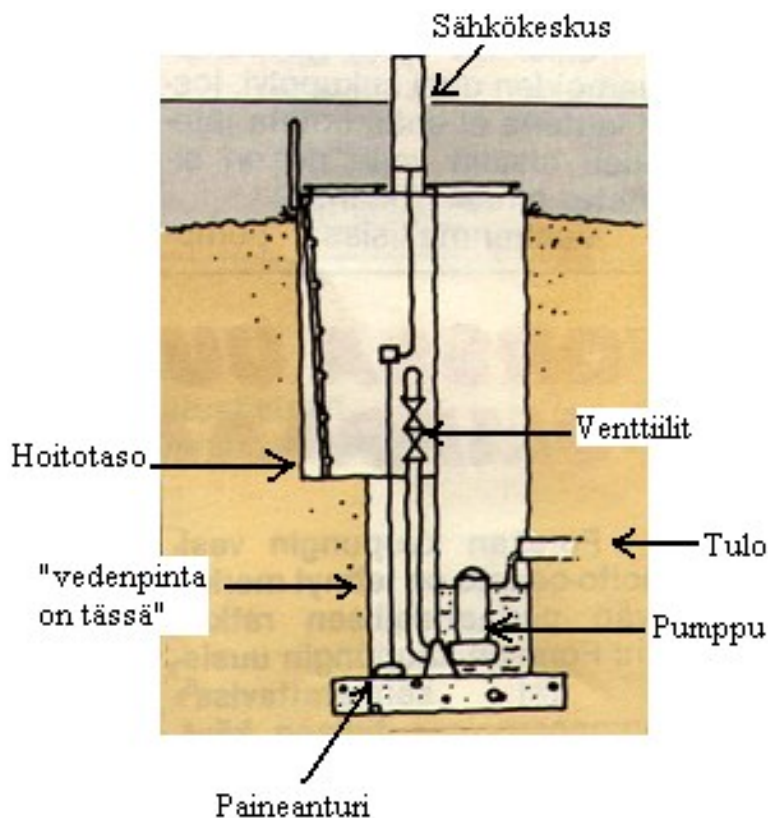
Vaikka pumppu oli helppo huoltaa, olivat kaikki muut huoltotoimenpiteet lähes mahdotonta toteuttaa; venttiilien vaihto ja pumppaamosäiliön pesu oli tehty ongelmalliseksi huoltotason ja vesipisteen puuttumisen vuoksi. Lisäksi ongelmia oli paljon pienempien, alle 5 kW pumppujen kanssa, sillä niiden läpäisykyky rajoittui alle 60 millimetriä halkaisijaltaan olevien partikkeleiden pumppaamiseen, jolloin välppämätön jätevesi aiheutti paljon tukoksia näissä pumpeissa. Myös pinnansäädössä käytössä olleet pintakytkimet eli ”pässinkivekset” tuottivat päänvaivaa pumppaamoissa. (Jutila 2006, 21.)



Kuva 9. Kuvassa vasemmalla tyypipiirustus jätevedenpumppaamosta 1960-luvulta ja oikealla jätevedenpumppaamosta 1970-luvun alussa (Jutila 2006, 21).

Pumppaamoiden koko kasvoi 1980-luvulle tultaessa. Pumppaamoiden huoltoa mietittiin enemmän ja pumppaamoihin alettiin rakentamaan erillisiä huoltotasoja mm. venttiilien vaihtoa varten. Pinnanmittauksen työkaluiksi otettiin käyttöön paine- ja ultraäänianturit. Kuvassa 10 on jätevesipumppaamo 1980-luvulta. (Jutila 2006, 21.)

Erillisen huoltotason lisääminen pumppaamoihin ei kuitenkaan tuonut edistystä niiden huollettavuuteen tai työturvallisuuteen. Kaikki muu pumppaamon laitteisto sähkökeskusta lukuun ottamatta sijaitsi edelleen samassa tilassa jäteveden kanssa kosteassa ja rikkikaasujen täyttämässä tilassa, minkä vuoksi venttiilit, hoitotaso sekä muut metalliset osat kärsivät pumppaamosäiliössä vallitsevien olosuhteiden aiheuttamasta korroosiosta. Kaikki metalliset osat olivat valmistettu vielä tuolloin tavallisesta ruostuvasta teräksestä; nykyään pumppaamosäiliöissä käytettävien laitteiden metalliosat ovat pääosin ruostumatonta terästä (RST). Pumppaamoissa vallitsevat olosuhteet eivät myöskään olleet työturvallisuuden kannalta optimaaliset epähygieenisyyden sekä hengityskelpoisen ilman ja valaistuksen vähyyden vuoksi. (Jutila 2006, 21-22.)

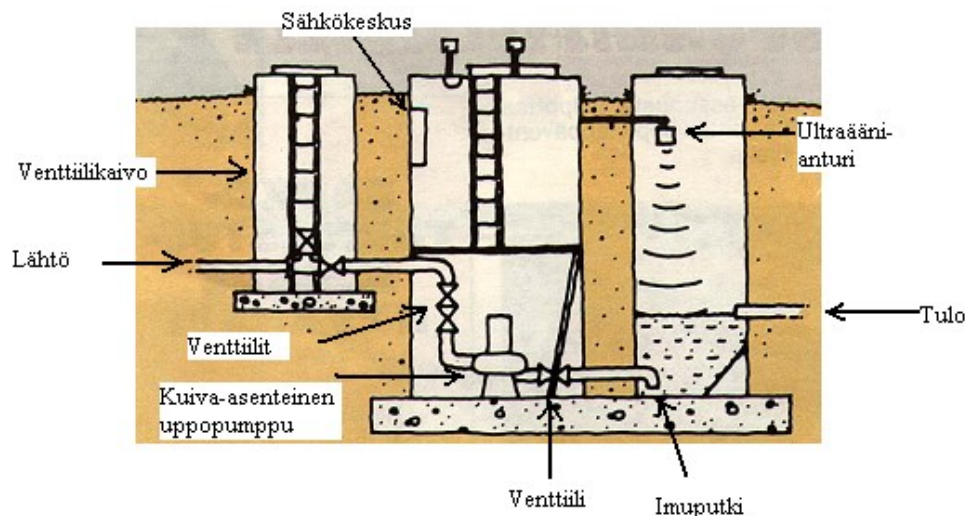


Kuva 10. Jätevedenpumppaamo 1980-luvulta (Jutila 2006, 22).

Pumppaamoiden suunnittelussa siirryttiin uudelle aikakaudelle 1990-luvulle siirryttäessä, kun pumppaamoiden työturvallisuuteen ja työolosuhteisiin kiinnitettiin enemmän huomiota. Kehitystyön tuloksena syntyi niin kutsuttu Salonki-pumppaamo. Salonki-pumppaamoissa olosuhteiden parantaminen oli huomioitu asentamalla uppopumput erilliseen kuivaan ja lämmitettyyn pumppaamokaivoon, erilleen jätevedestä. Samassa pumppaamokaivossa sijaitsi myös sähkökeskus (Kuva 11). (Jutila 2006, 22.)

Pumppaamoiden rakentamisesta tehtiin myös aiempaa helpompaa ja nopeampaa, kun pumppaamotoimittajat aloittivat pumppaamoiden valmispakettien eli pumppaamopakettien markkinoinnin. Pumppaamosäiliöiden valmistusmateriaalina lujitemuovi eli lasikuitu todettiin olevan ominaisuuksiensa puolesta käyttökelpoisempi kuin ennen käytössä ollut betoni. Lujitemuovin paremmuuden puolesta puhui ennen kaikkea materiaalin keveys, lujuus ja tiivis olomuoto rakenteessa. Keveys ja lujuus ovat myös kuljetuksen kannalta ensiarvoisen tärkeitä ominaisuuksia. Lisäksi jätevedestä haihtuvat rikkikaasut eivät syövytä lujitemuovista rakennetta, kun taas betoni on altis rikkikaasujen aiheuttamalle syöpymiselle. (Jutila 2006, 22-23.)

1990-luvun loppupuolella ja 2000-luvulla pumppaamot kehittyivät lisää aimo harppauksin ja uusia pumppaamotyypppejä ilmestyi markkinoille. Pumppaamotyypeistä lisää tämän opinnäytetyön seuraavassa luvussa.



Kuva 11. Jätevedenpumppaamo 1990-luvulta (Jutila 2006, 22).

4.5 Pumppaamotyypit

Tehdasvalmisteiset pumppaamot ovat nykyään hyvin yleinen ratkaisu linjapumppaamoja rakennettaessa. Tehdasvalmisteiset pumppaamot ovat kehittyneet kysynnän kasvun myötä ja samalla niiden toteutusratkaisut ovat myös kehittyneet vastaamaan tilaajan asettamien vaatimusten mukaan. Yleisin valmistusmateriaali kunnallisteknisissä linjapumppaamoissa on lasikuitu eli lujitemuovi sen hyvien lujuus- ja kestävyysominaisuuksiensa vuoksi; betonia ei juurikaan enää käytetä, koska se mielletään varsinkin isoissa kokoluokissa työlääksi asentaa, ja PE-muovi on yli metrin halkaisijaltaan tehtävissä pumppaamon säiliörakenteissa kalliimpaa kuin lujitemuovi. Lujitemuovi on myös materiaalina kevyt, mikä tekee sen kuljettamisesta sekä käsittelystä työmaalla helppoa. Lujitemuovisen säiliörakenteen, kuten myös PE-muovisenkin, asentaminen paikalleen edellyttää kuitenkin pumppaamon pohjalle betonilaatan asentamista tai valamista, johon säiliö on ankkuroitava. (Jutila 2006, 17.)

Pumppaamon suunnittelu tapahtuu kuitenkin pumppujen sekä niiden toiminnan asettamien vaatimusten mukaan; pumppaamon pumppujen, laitteiden ja putkistojen käyttö, huolto ja korjaustyöt on mahdollista suorittaa hyväksyttävällä tavalla. Pumppaamon maanpäälliset rakenteet, kuten huoltorakennus, huoltoluukku tai tuuletusputkisto, tulee sovittaa ympäristön vaatimusten mukaan. (Grundos 2017.)

Pumppaamotyyppinä on erilaisia, eri käyttökohteiden mukaan valmistettuja ratkaisuja. Pumppaamotyyppin valinnassa kuitenkin ratkaisee työturvallisuus ja työhygienian vaatimukset, viemäroinnin asettamat tekniset vaatimukset, maisemalliset näkökohdat, maaperä- ja pohjavesiolosuhteet, sähkön ja veden saatavuus sekä käytössä oleva tila pumppaamon asentamiselle. Pumppaamosäiliön optimaalisin muoto on pyöreä, jolloin minimoidaan säiliössä olevan nesteen pinta-ala, ja lisäksi se poistaa kokonaan sakkaa ja lietettä keräävät

terävät kulmat. Osittain samoista syistä pumppaamon pohjan muotoilu on kupera; kupera pohja antaa optimaalisen kestävyuden rakenteelle ja estää sedimenttien kerääntymisen pumppaamon pohjalle. (Grundfos 2017.)

Pumppaamoa valittaessa tulee huomioida, että pumppaamon tulee kestää siihen kohdistuvat kuormitukset, mutta ennen kaikkea pohjaveden aiheuttaman nosteen synnyttämä kuormitus. Pumppaamot asennetaan usein maastoltaan sellaiseen paikkaan, jossa pohjavedenpinta saattaa olla hyvinkin lähellä maanpintaa. Tällöin pohjaveden aiheuttama noste on huomioitava pumppaamon suunnittelussa. Pohjaveden aiheuttaman nosteen sekä maan routimisen takia kevytrakenteiset lujitemuovisäiliöt tulee ankkuroida säiliön alle valettavaan betonilaattaan. Betonilaatan halkaisijalla on suurempi merkitys kuin sen paksuudella, sillä laatan yläpuoliset täyttömaat toimivat nosteen kumoajina ankkurilaatan ohella. Laatan tulee näin olla vähintään 500 mm leveämpi kuin pumppaamon halkaisija. (Kuusisto 1999, 50-51.)

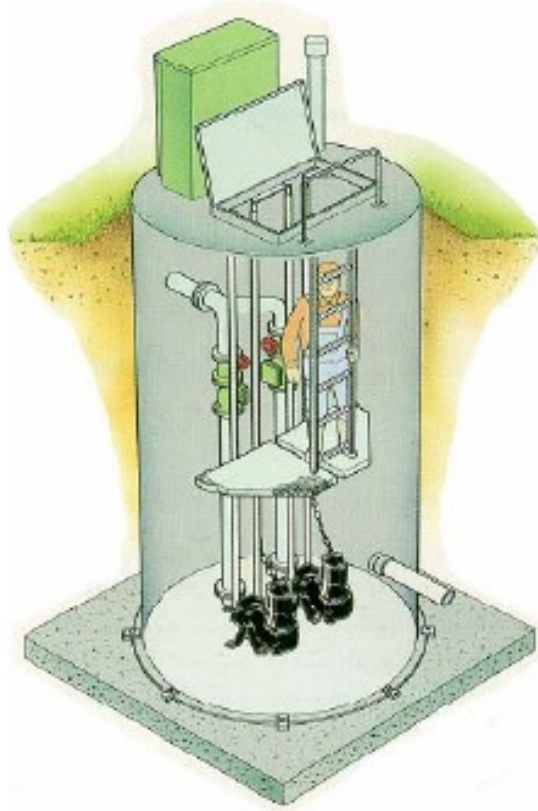
Itse pumppua valittaessa on huomioitava käyttötarkoituksen lisäksi pumpattavan nesteen vaatimukset, mm. pumpun läpäisykyky, sekä kokonaishyötysuhde pumpun toimintapisteessä; toimintapisteestä lisää myöhemmin tässä opinnäytetyössä. (Lining 2016.)

Aiemmassa kuvassa (Kuva 6) on esitettyä pumppaamon pääosat ja varusteet.

4.5.1 Uppopumppaamo eli säiliöpumppaamo

Säiliöpumppaamo on yksinkertaisin ja yleisin malli pumppaamosta, jonka käyttö rajoittuu kiinteistöjen pumppaustarpeisiin tai pieneksi kunnalliseksi pumppaamoksi pienille virtaamille. Säiliöpumppaamossa uppopumput ovat johdeputkia pitkin laskettavissa säiliöön uppoliittimen varaan sekä nostettavissa sieltä. Perinteisessä uppopumppaamossa on tila joko yhdelle tai kahdelle pumpulle ja venttiilit sijaitsevat sisällä kaivossa, jossa on myös hoitotaso ja kiinteät tikkaat. Venttiilit voidaan asentaa myös pumppaamon ulkopuolelle pumppaamon kylkeen kuivaan venttiilitilaan; tällöin puhutaan ns. ”reppupumppaamoista”. Maanpäälliset osat ovat sähkökaapin lisäksi lukittava kansi sekä tuuletusputkisto. Kuvassa 12 on perinteinen uppopumppaamo. (Grundfos 2017, ks. myös Ulefos 2017.)

Näiden pumppaamoiden halkaisija vaihtelee lujitemuovisissa pumppaamoissa 1 000 mm:n ja 3 000 mm:n välillä. Säiliön korkeus voi olla jopa 12 metriä. (Lining 2017.)

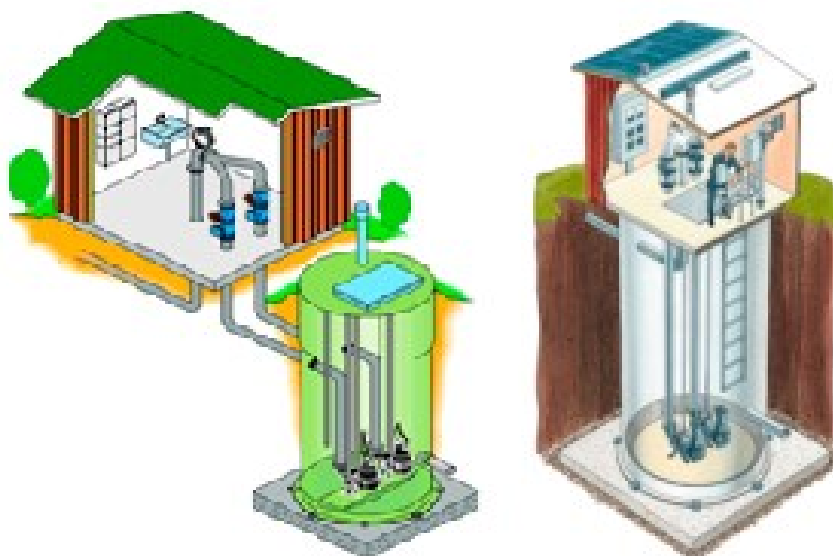


Kuva 12. Perinteinen uoppumpppaamo (Grundfos 2017).

4.5.2 Mökkipumpppaamo

Puhutaan myös integroidusta uoppumpppaamosta hoito- ja käyttörakennuksella. Mökkipumpppaamossa uoppumpppaamon päälle on asennettu erillinen rakennus, jossa pumppujen huoltaminen ja vaihto sekä muut tarvittavat pumpppaamon huoltotoimenpiteet pystytään tekemään kuivassa ja lämmitetyssä tilassa. Sähkökeskus on myös samassa tilassa. Mökkirakennus on varustettu ylipaineistuspuhaltimella, ilmanvaihtohormilla sekä vesipisteellä. (Grundfos 2017.) Pumput voidaan asentaa säiliössä joko märkä- tai kuiva-asenteisina; tällöin puhutaan ns. ”turva-pumpppaamosta”. (Ulefos 2017.)

Mökkipumpppaamot voivat olla myös mallia, jossa mökkirakennuksessa sijaitsee pumpppaamosysteemin venttilit sekä sähkökeskus. Pumpppaamosäiliö sijaitsee erillään mökkirakennuksesta. (Grundfos 2017.) Kuvassa 13 on tyyppilliset mökki-pumpppaamot kummallakin asennusmallilla.



Kuva 13. Uppopumppaamo erillisellä hoito- ja huoltorakennuksella (Grundfos 2017).

4.5.3 Maanpäälliset pumppaamot

Mökipumppaamossa voi olla myös kuiva-asenteiset itseimevät pumpput, jolloin puhutaan maanpäällisestä pumppaamosta. Itseimevät pumpput ovat helposti huollettavissa, koska ne sijaitsevat suoraan kuivassa mökkirakennuksessa. Itseimevät pumpput soveltuvat ennen kaikkea suurille pumppauskorkeuksille sekä suurille jätevesimäärille. (Ulefos 2017.) Kuvassa 14 on esitettyä maanpäällinen, itseimevä pumppaamo. Tästä asennusmallista käytetään myös nimitystä Ateljee-pumppaamo.



Kuva 14. Itseimevä pumppaamo keskipakopumpuilla (Lining 2017).

4.5.4 Turvapumppaamot

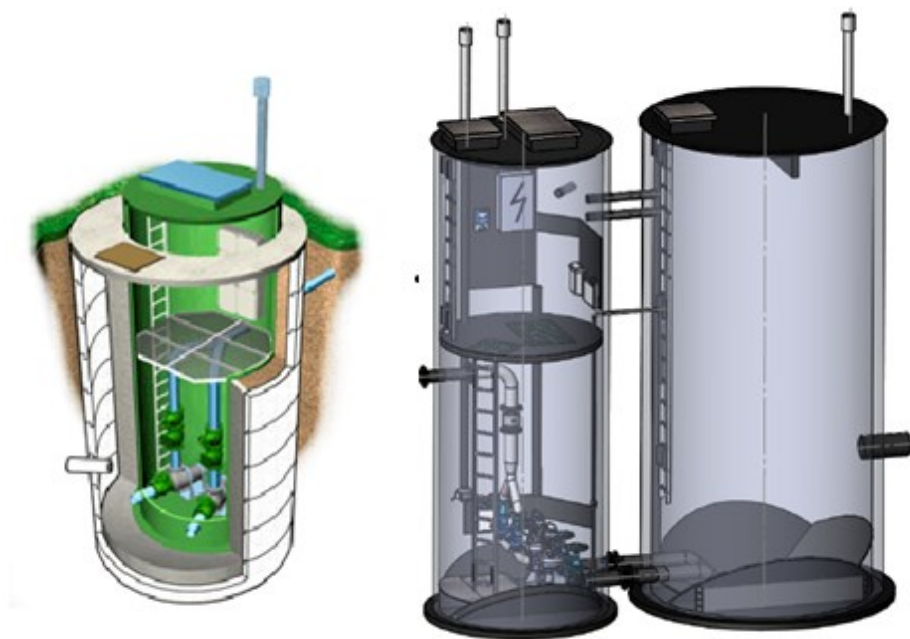
Turvapumppaamoita kahta eri mallia:

- pumppaamosäiliö väliseinällä sekä
- pumppaamo erillisillä imu- ja pumppusäiliöllä.

Molemmat pumppaamot ovat maan alle sijoitettavia pumppaamomalleja, joissa pumput sijaitsevat kuivassa tilassa pumppaamon pohjalla. Sähkö- ja automaatiokeskus sijaitsee ylempänä olevalla huoltotasolla tai sitten pumppaamon yläpuolella, pumppaamorakenteen ulkopuolella. (Ulefos 2017.)

Väliseinäiset pumppaamot ovat kapasiteetiltaan suhteellisen pieniä, ja käyttökohteet rajoittuvatkin lähinnä kiinteistöpuolelle. Sen sijaan erillisillä imu- ja pumppusäiliöllä varustetut pumppaamot soveltuvat erinomaisesti kunnallisteknisiin tarkoituksiin suuren kapasiteettinsa vuoksi (Kuva 15). (Ulefos 2017.)

Erillisillä pumppusäiliöllä varustetusta turvapumppaamosta käytetään myös nimitystä Salonki-pumppaamo.



Kuva 15. Vasemmalla kuvassa on turvapumppaamo väliseinällä ja oikealla turvapumppaamo erillisillä imu- ja pumppusäiliöillä. (Grundfos 2017.)

5 PUMPUISTA YLEISESTI

Pumppuja on monenlaisia ja niiden toimintaperiaate vaihtelee käyttökohtaisesti. Pumppujen tarkoituksensa on siirtää nestettä paikasta A paikkaan B, yleensä myös alemmasta paikasta ylempänä olevaan kohteeseen. Pumppu saa tarvitsemansa energian jostain erillisestä virtalähteestä, joka voi olla esimerkiksi sähkö- tai polttomoottori. (Karttunen & Tuhkanen 2003, 181.)

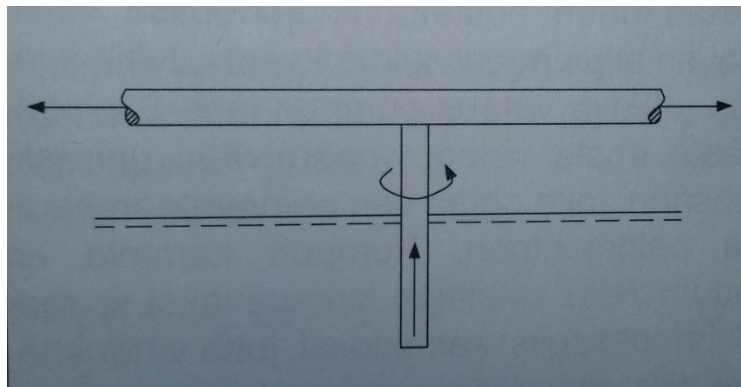
Pumput voidaan jakaa toimintaperiaatteensa mukaan joko nopeusperiaatteella toimiviin pumppuihin (kuten keskipakopumput) tai syrjäytysperiaatteella toimiviin pumppuihin (kuten mäntäpumput). Nopeusperiaatteella toimivat pumput ovat pääosin yleisimmin käytettäviä pumppuja, niin myös jätevesipumppaamoista puhuttaessa. (Karttunen & Tuhkanen 2003, 181.)

Tässä luvussa käsitellään jätevedenpumppausta sekä jätevedenpumppauksessa yleisimmin käytettyä pumpputyyppiä eli keskipakopumppua.

5.1 Keskipakopumppu

Jätevesien pumppauksessa käytettävät pumput ovat lähes poikkeuksetta keskipakopumppuja niiden yksinkertaisesta toimintaperiaatteesta johtuen. Pumppaamotyypistä riippuen voivat pumput olla joko kuiva-asenteisia tai märkäasenteisia.

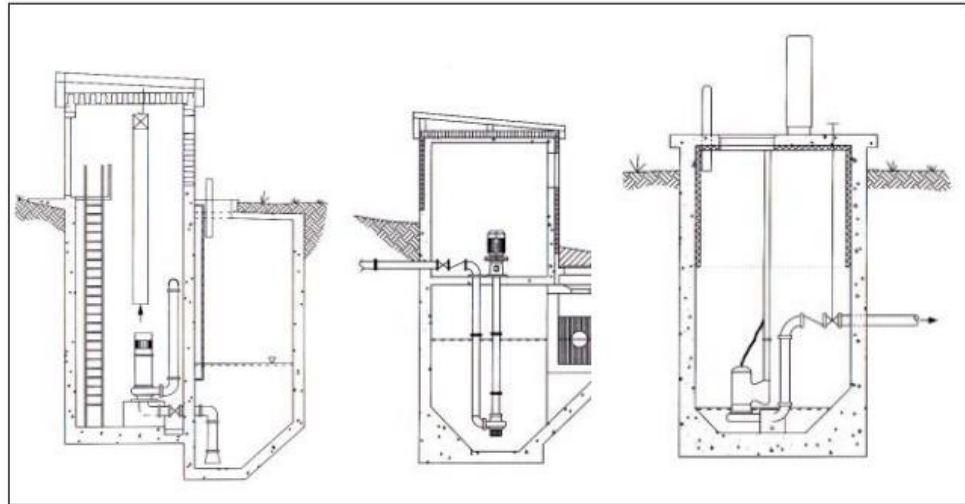
Keskipakopumpun toimintaperiaatteen on esittänyt ensimmäisen kerran jo 1730-luvulla Kernalien Demour. Demouren yksinkertaistetussa mallissa keskipakopumpun periaatteessa oli kaksi T-muotoon yhdistettyä putkea, joista pystyssä olevaa ja veteen upotettua putkea kiertämällä riittävän nopeasti oman akselinsa ympäri, pystyttäisiin ylittämään veteen kohdistuva maanvetovoima ja näin synnyttämään keskipakovoima vaakatasossa olevaan putkeen, jonka seurauksena vesi nousee vaakatasossa olevaa putkea ylös. Nouseva vesi purkautuu vaakasuorassa olevan putken molemmista päistä ulos (Kuva 16). (Karttunen & Tuhkanen 2003, 181.)



Kuva 16. Demouren keskipakopumpun periaate (Karttunen & Tuhkanen 2003, 181).

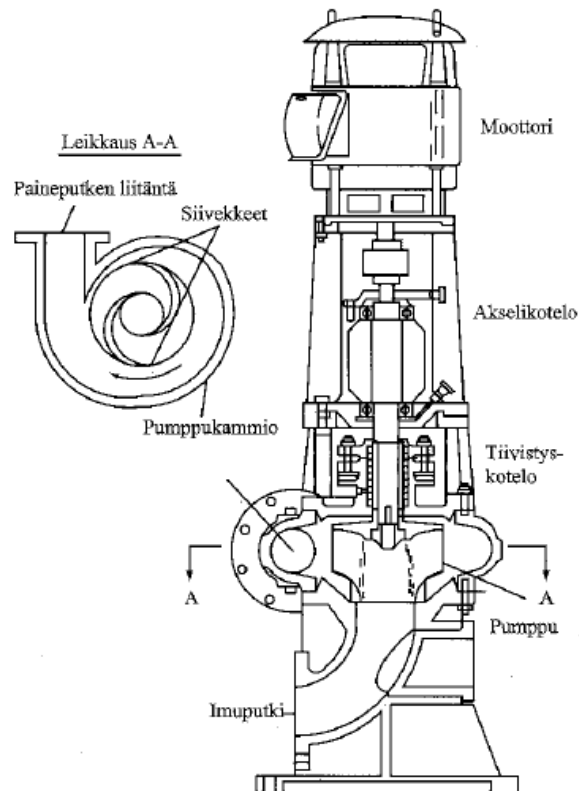
Nykyaikainen keskipakopumppu on moottorin ja pumpun integroitu yksikkö, joka pystyy toimimaan upotettuna pumpattavaan nesteeseen eli uppopumpuna. On myös valmistettu uppopumppuja, jotka voidaan asentaa kuten kuiva-asenteiset pumput kuivaan tilaan pumppaamokaivon yläpuolelle; näistä käytetään nimeä itseimevät pumput.

Kuvassa 17 on esitetty pumppujen tyypilliset asennustavat.



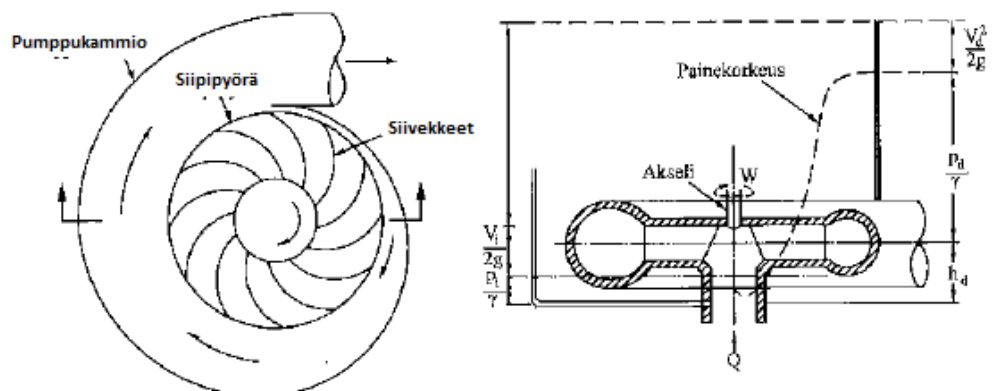
Kuva 17. Uppopumppujen asennustavat vasemmalta oikealle: kuiva-asenteinen pumppu, märkäasenteinen pumppu sekä uppopumpulla varustettu pumppaamo (Karttunen ym. 2004, 489-490).

Keskipakopumpun pääosat ovat moottori, juoksupyörä ja pumppukammio (Kuva 18). Moottorin tehtävä on pyörittää moottorin akselille asennettua juoksupyörää, joka sijaitsee pumpun pumppukammiossa. Moottorin ja pumpuosan välissä on öljypesä, joka on tiivistetty sekä akselikotelon että pumpuosan puolelta liukurengastiivisteellä; itse moottoriosaa on täysin vesitiivis. Pumppukammiossa juoksupyörä pyörii moottorin voimasta synnyttäen pumpattavaan nesteeseen halutun paineen; akselille tuotu mekaaninen energia muuttuu hydrauliseksi energiaksi. Jatkuva virtaus pumpussa saadaan aikaiseksi nesteen tunkeutuessa paineputkeen ja uuden nesteen virratessa tilalle imuputkessa olevan alipaineen vuoksi. Tätä edesauttaa myös pumppukammion muoto, joka on asteittain laajenevan spiraalin muotoinen (Kuva 19). (Karttunen & Tuhkanen 2003, 181-182.)



Kuva 18. Tyypillisen pysty akselisen keskipakopumpun osat (Karttunen & Tuhkanen 2003, 182).

Keskipakopumput voidaan luokitella virtaussuunnan mukaan aksiaali-, radiaali- ja diagonaalipumppuihin. Radiaalipumpuissa vedenvirtaus on pumpun akselia vastakkainen, aksiaalipumpuissa akselinsuuntainen ja diagonaalipumpuissa vinossa akseliin nähden Juoksupyörän mallin valinta riippuu paineen, virtauksen ja asennuksen määrittämistä vaatimuksista. (Karttunen ym. 2004, 27.)



Kuva 19. Pumppukammion poikkileikkaus (Karttunen & Tuhkanen 2003, 183).

Itseimevä pumppu on rakenteeltaan ja toiminnaltaan poikkeava perinteisestä uppopumpusta (Kuva 20). Itseimevässä pumpussa on itsessään suuret vesitilavuudet, joissa tulee olla vettä imun aikaansaamiseksi. Itseimevässä pumpussa onkin tämän vuoksi pieni kansiluukku, josta voidaan lisätä vettä ennen pumpun käyttöönottoa. Itseimevä pumppu asennetaan pumppukaivon yläpuolelle ja imuputket ovat pumpattavassa nesteessä. Nostokorkeus pumpuilla voi olla jopa 50 metriä. (Hyxo Oy 2017.)



Kuva 20. Oikealla kuvassa itseimevä keskipakopumppu, T-sarja (SGN Tekniikka 2017) ja vasemmalla uppopumppu (Grundfos n.d., 21).

5.2 Pumppujen sallitut käyntitiheydet

Uppopumppujen käyntitiheydet ovat suurempia kuin tavallisten ilmajäähdytteisten moottoreiden käyntitiheydet. Käyntitiheydet kuitenkin vaihtelevat pumppaamoon tulevan tilavuusvirran mukaan. Seuraavassa taulukossa on esitetty pumppujen sallittuja käyntitiheyksiä (Taulukko 1). (Grundfos 2017.)

Pumpun teho	Käynn. / H
2.2...3kW	25
5.5...18kW	20
22...75kW	15
>75kW	10

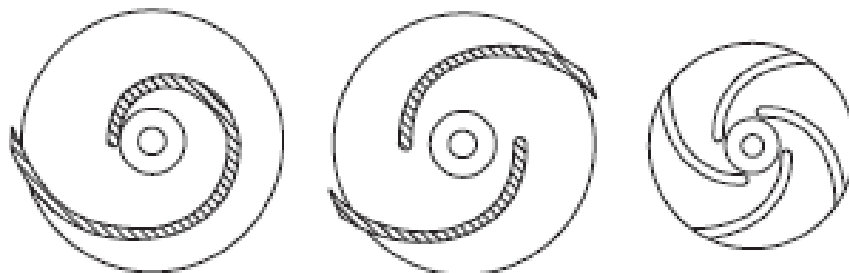
Taulukko 1. Pumppujen sallitut käyntitiheydet (Grundfos 2017).

Jäteveden pumppauksessa on huomioitava pumpattavan nesteen virtausnopeus. Pumppaamon sisäisissä putkistoissa virtausnopeuden tulisi olla 1,5 – 2,5 m/s ja siirtolinjoissa 0,7 – 1,5 m/s. Siirtolinjoissa voidaan virtausnopeudeksi määrittää 0,5 m/s, mutta tällöin on huolehdittava siitä, että painelinja huuhtellaan kovemmalla virtausnopeudella riittävin väliajoin. Huuhtelupumppauksella varmistetaan, että pumpun juoksupyörä sekä putkistot pysyvät puhtaina. (Karttunen ym. 2004, 251.)

5.3 Pumppujen rakenteet

Pumppujen ulkopuoliset rakenneosat ovat pääosin valurautaa ja sisäpuoliset osat pääosin haponkestävää terästä. Pultit ja mutterit sekä muut pienosat ovat niin ikään myös haponkestävää terästä tai ruostumatonta terästä. Valurautaosien syöpyminen kestää verrattain kauan, mutta virtauksien mukana tuomat kiintoaineet, ja varsinkin hiekka, kuluttavat ennen kaikkea pumpun juoksupyörää ja pumppupesää muuta pumppua nopeammin. Pumpun käytöstä ja pumpattavasta nesteestä riippuen, juoksupyörä voidaan joutua vaihtamaan hyvinkin useasti. (Grundfos n.d., 16.)

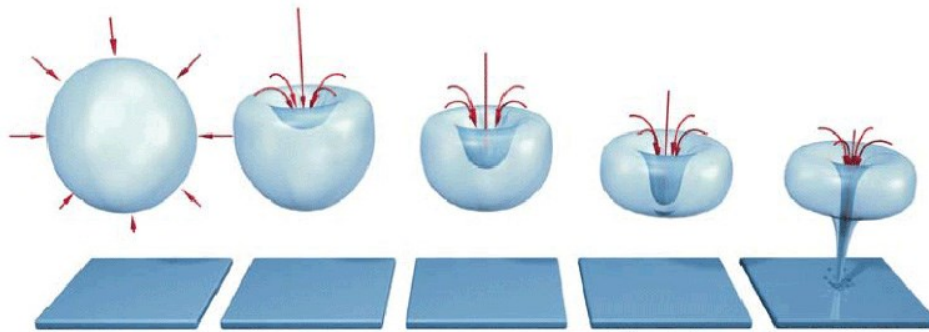
Jätevesipumppaamoissa ratkaisevin tekijä on pumpun siipipyörän siipiluku, koska se vaikuttaa merkittävimmin pumpun tukkeutumismomenteihin. Jätevesipumppuissa on käytetty yleensä yksi- tai kaksisiipistä juoksupyörää, mutta nykyään käytetään niin sanottua pyörrevirtajuoksupyörää, jossa siipiä on useita (Kuva 21). Pyörrevirtauspumput ovat oikein käytettyinä tukkeutumattomia, jonka lisäksi niillä on myös tasaisen käyntinsä lisäksi hyvät kulumis- ja iskunkestävyys ominaisuudet. (Grundfos n.d. 17-20.)



Kuva 21. Jätevesipumpun siipipyörätyypit: vasemmalla yksisiipinen juoksupyörä, keskellä kaksisiipinen juoksupyörä ja oikealla pyörrevirtausjuoksupyörä (Grundfos n.d., 17).

5.4 Kavitaatio keskipakopumpussa

Kavitaatio on ilmiö, jossa pumpun imuaukossa vaikuttava paine laskee alle pumpattavan nesteen höyrystymispaineen, jolloin neste höyrystyy ja muodostuu höyrykuplia. Höyrykuplien siirtyessä virtauksen mukana paikkaan, jossa vaikuttava paine on suurempi kuin höyrystymispaine, romahtaa höyrykupla räjähdysmäisesti aiheuttaen paineiskuja (Kuva 22). (Jyrkkä 2016, 21.)



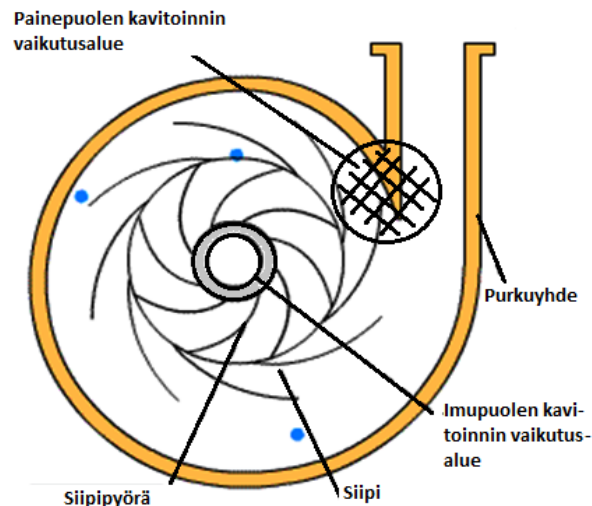
Kuva 22. Kavitaation synnyttämän höyrykuplan räjähtäminen pinnan lähellä (All-Pumps 2017).

Juoksupyörän pinnan lähellä tapahtuva kavitaatio aiheuttaa paineiskuja, jotka irrottavat materiaalia siiven pinnasta. Tämän seurauksena syntyy myös kovaa ääntä ja värähtelyjä pumpun rakenteisiin, jotka helpottavat kavitaation havaitsemista ajoissa. Pitkään jatkuessa kavitaatio on erittäin haitallinen, joten sen eliminointi on otettava huomioon pumppuja ja pumppauslaitoksia suunniteltaessa. Kavitoiva pumppu ei myöskään toimi kuten sen pitäisi vaan sen tuottama paine ei ole sama kuin normaalisti toimivan vastaavanlaisen pumpun. (Jyrkkä 2016, 21.)

Nestevirtausreitit suunniteltiin siten, ettei pumpattavan nesteen paine pääse alittamaan höyrystymispainetta missään vaiheessa pumppausprosessia on tärkein keino kavitaation estämiseksi. (Jyrkkä 2016, 22.)

Kavitointi voi tapahtua sekä imupuolella että painepuolella. Imupuolen kavitointi kohdistuu juoksupyörän keskiosaan eli kohtisuoraan imuaukkoa vasten, kun taas painepuolen kavitointi kohdistuu juoksupyörän siiven kärkeen ja pumppupesän kapeimpaan kohtaan. Kuvassa 23 on esitetty kavitaation esiintymisalueet pumpun imu- ja painepuolella. Yleisin syy pumpun kavitoinnille on virheellinen paineen määrittäminen pumpun imupuolella. Imupuolen painetta määrittäessä on huomioitava paine, joka on oltava pumpun imuaukossa nesteen höyrystymispaineen lisäksi. Tästä käytetään käsitettä NPSH, joka tulee englanninkielisen sanoista *Net Positive Suction Head*. Sen yksikkönä käytetään metriä. NPSH-käsitteestä lisää myöhemmin. (Gorman-Rupp Europe 2017; ks. myös EggCyclopedia 2017.)

Kavitointia aiheuttaa myös jos pumpattava neste on liian lämmintä, pumpattavan nesteen virtausnopeus on suurempi kuin mitä on suunniteltu, pumpattavaa nestettä on vähemmän kuin mitä on suunniteltu, paineputkessa on painehäviöitä tai pumppu on yksinkertaisesti väärin mitoitettu. (Gorman-Rupp Europe 2017; ks. myös EggCyclopedia 2017.)



Kuva 23. Kavitoinnin vaikutusalueet pumpussa (EggCyclopedia 2017, muokattu soveltuvaksi).

5.5 NPSH

NPSH tulee sanoista *Net Positive Suction Head*, ja se kertoo kuinka suuri paine tulee pumpun imuaukossa olla, jottei pumpu kavitoisi. NPSH-käsitteestä on olemassa kaksi erillistä käsitettä: $NPSH_{tarvittava}$ ja $NPSH_{käyt.oleva}$. $NPSH_{tarvittava}$ on pumppuvalmistajan ilmoittama ja se muodostuu pumpun aiheuttamista paineen alentumisista. $NPSH_{käyt.oleva}$, ilmoittaa pumpun käytettäväksi jäävän paineen suuruuden olosuhteiden mukaan. $NPSH_{käyt.oleva}$ on pumppuaseman suunnittelijan määritettävä, ja se lasketaan kaavalla seuraavalla kaavalla:

$$NPSH_{käyt.oleva} = \frac{pb}{\sigma g} - H_{rt} - H_t - \frac{p_v}{\sigma g} \quad (1)$$

missä,

pb = ilmanpaine nestepinnassa, Pa

g = painovoiman kiihtyvyys, $9,81 \text{ m/s}^2$

σ = nesteen tiheys, kg/m^3

H_{rt} = imuputken häviöt, m

H_t = pumpun imuaukon geodeettinen korkeus, m

p_v = nesteen höyrystymispaine, Pa

Kavitaation ehkäisemiseksi ehdon $NPSH_{käyt.oleva} > NPSH_{tarvittava}$ on oltava voimassa. Ehdon marginaalin pitää olla riittävän suuri pumpun toiminnan varmistamiseksi käytännön olosuhteissa. Mitoitusvirheet imuputken painehäviöiden tai pumpun toimintapisteen arvioinneissa tai paineputken vastuksen laskennassa saattavat aiheuttaa poikkeavuuksia. NPSH:n määrittelyn varmistamiseksi pumppuvalmistajat suosittelevat käytettäväksi turvamarginaalia. Turvamarginaalin suositus on, että $NPSH_{tarvittava}$:n lisätään pumpun asennustavasta riippuen 1,5...2,5 metriä. (Jyrkkä 2016, 22.)

6 PUMPUN ENERGIATEHOKKUUDEN MÄÄRITYS

Energiatehokkuus koostuu pumppaamon pumpun asennukseen ja pumpun ominaisuuksiin liittyvistä seikoista, mutta tärkeintä on huomioida energiatehokkuus jo pumppujen hankintaa suunniteltaessa. Pumppuista laadittujen erinäisten käyrästä, kuten pumpun ominaiskäyrän sekä siihen liitettyjen hyötysuhde- ja systeemikäyrien avulla voidaan tutkia valitun pumpun soveltuvuutta ja energiatehokkuutta. (Viitala 2015, 37.) Pumppujen käyrästä lisä tämän opinnäytetyön myöhemmissä luvuissa. Tässä luvussa käsitellään tarkemmin energiatehokkuuteen vaikuttavia tekijöitä, kuten ominaiskäyrästä, pumpputeorian pääyhtälöä sekä pumpun mitoitusta.

6.1 Pumpputeorian pääyhtälö

Pumpputeorian pääyhtälön kehitti vuonna 1765 Leonhard Euler. Pumpputeorian pääyhtälö lähtee siitä edellytyksestä, että virtaus on häviötöntä ja siipiluku on ääretön; häviötöntä virtausta ei kuitenkaan ole ja siipien lukumäärä on rajallinen. Pumpputeorian pääyhtälön avulla keskipakopumpun aikaansaama nostokorkeus saadaan laskettua kaavalla 2. Lisäämällä pumpun kierrosnopeutta tai suurentamalla juoksupyörän halkaisijaa, saadaan suurennettua nostokorkeutta. Siipilukukerroin k ja hydraulinen hyötysuhde η_h pienentävät nostokorkeutta. Hydraulinen hyötysuhde muodostuu kitkahäviöistä, joita muodostuu nesteen virtauksessa. Hyvällä pumpulla hydraulinen hyötysuhde on 80-90 %. Siipilukukerroin muodostuu juoksupyörän siipien lukumäärän, kulmien sekä juoksupyörän sisä- ja ulkohalkaisijan mukaan; keskipakopumpuilla siipilukukerroin k on noin 0,7...0,8. (Karttunen ym. 2003, 185; ks. myös Huhtinen ym. 2008, 149.)

$$H = k \eta_h \left(\frac{u_2 c_{u2}}{g} \right)^2 \quad (2)$$

missä,

H = nostokorkeus, m

k = siipilukukerroin

η_h = hydraulinen hyötysuhde, %

u_2 = juoksupyörän kehänopeus ulkoreunalla, m/s

c_{u2} = nesteen ulostulonopeuden komponentti kehänopeuden suuntaan, m/s

g = putoamiskiihtyvyyden, 9,81 m/s² (Huhtinen ym. 2008, 149.)

6.2 Nostokorkeus

Pumpun nostokorkeus muodostuu staattisesta ja dynaamisesta nostokorkeudesta. Staattinen nostokorkeus eli maantieteellinen nostokorkeus muodostuu nestepinnan ja pumpun välisestä staattisesta imukorkeudesta sekä pumpun ja nostotason välisestä staattisesta painekorkeudesta. Korkeuserot mitataan pumpun akselista vastaaviin vedenpintoihin. Dynaaminen nostokorkeus eli kokonaisnostokorkeus muodostuu staattisesta nostokorkeudesta sekä vir-

taus- ja paikallisvastuksien aiheuttamista painehäviöistä. (Karttunen & Tuhkanen 2003, 182-183.) Nostokorkeus voidaan määrittää pumpun nostokorkeuden yhtälöllä, joka on esitetty kaavassa 3.

$$H = (H_{geod} + \frac{\Delta p_{tot}}{\rho g}) + h_p + h_i + \frac{v^2}{2g} + c_p \left(\frac{v^2}{2g} \right) \quad [m] \quad (3)$$

missä,

c_p = paikallishäviökerroin

H_{geod} = geodeettinen nostokorkeus, m

h_i = imupuolen painehäviö, m

h_p = painepuolen häviö, m

v = keskinopeus putkessa, m/s

Δp_{tot} = systeemin kokonaispaine-ero, m

ρ = nesteen tiheys, kg/m³

g = putoamiskiihtyvyyt, 9,81 m/s² (Karttunen ym. 2004, 256).

Termi $\Delta p_{tot}/\rho g$ jätetään usein huomioimatta, koska kyseessä on ala- ja ylävesipintojen ilmanpaineen korkeusero, joka yleensä on varsin vähäinen. Paikallishäviö tai -häviöt saadaan, kun tiedetään mitä laitteita linjaan on tulossa. (Karttunen ym. 2004, 256.) Yhtälöstä on mahdollista erottaa staattisen nostokorkeuden osa ja dynaamisen nostokorkeuden osa kaavoilla 4 ja 5.

$$H_{st} = H_{geod} + \frac{\Delta p_{tot}}{\rho g} \quad (4)$$

$$H_d = h_p + h_i + \frac{v^2}{2g} + c_p \frac{v^2}{2g} \quad (5)$$

jolloin,

$$H = H_{st} + H_d \quad (6)$$

missä,

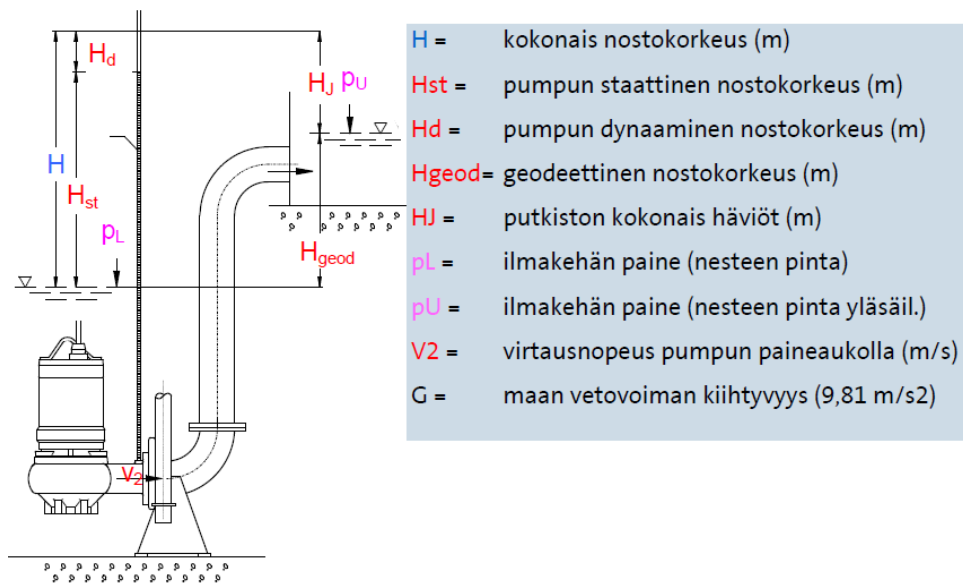
H = Pumpun nostokorkeus, m

H_{st} = Staattinen nostokorkeus, m

H_d = Dynaaminen nostokorkeus, m (Keskinen ym. 1981, 5).

Nostokorkeuden laskentaperuste on havainnollistettu myös kuvassa 24.

Tilavuusvirran ominaisarvona kunnallisilla pumppaamoilla voidaan käyttää laskennassa seuraavia arvoja: 150 l/vrk kerrostaloasukas ja 125 l/vrk omakotitaloasukas, joka perustuu kansallisiin asukasvastikelukuihin.



Kuva 24. Pumpun nostokorkeuden määrittämiseen vaikuttavat osatekijät (Grundfos 2017).

6.3 Pumpun mitoitus ja pumpun valinta

Pumpun mitoituksella tarkoitetaan pumppaamon suunnittelua, jossa pumppaamon pumput moottorit suunnitellaan toimimaan vaaditulla tuotolla ja nostokorkeudella; lähtökohtana mitoitukselle on haluttu virtaama putkessa sekä nostokorkeus. Suunnittelussa tärkeintä on huomioida maksimituotto, jonka pumppaamon on pystyttävä tuottamaan. Pumppuvalmistajien laatimat ominaiskäyrästöt ovat helpoimmat keinot valita parhaiten kohteeseen soveltuva pumppu. (Huhtinen ym. 2008, 7.)

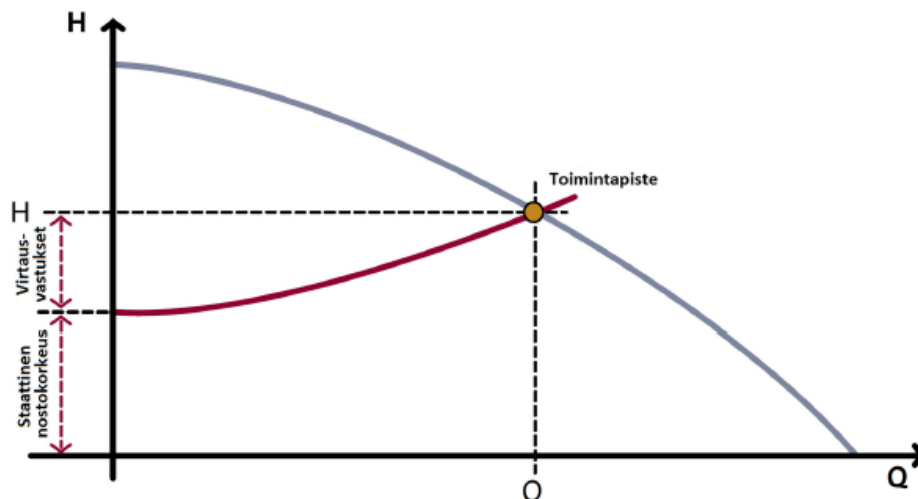
Pumppujen energiatehokkuuden kannalta on tärkeää, että pumpun mitoitus on oikein tehty. Yleistä on kuitenkin sekin, että pumppuja ylimitoitetaan joko järjestelmän toimivuuden takaamiseksi tai tulevaisuudessa mahdollisesti kasvavien jätevesimäärien vuoksi. Virheellinen nostokorkeuden laskenta tai väärän ominaiskäyrän käyttäminen voivat myös aiheuttaa pumpun ylimitoituksen. Myös alimitoitus on mahdollista samoista syistä johtuen. Ylimitoitettu pumppaamo ei ole energiatehokas, vaikkakin toimiva; väärin mitoitettu järjestelmä ei toimi käytännön tilanteessa kuten pitäisi toimintapisteensä mukaan. Ylimitoitettu järjestelmä ei herätä käyttäjiensä huomiota, kun taas alimitoitettu järjestelmä herättää huomiota toimimattomuudellaan ja häiriötilanteilla. Väärin mitoitetun pumppaamon korjausratkaisuna on pumpun vaihtaminen tai taajuusmuuttajan asentaminen. (Federley 2009, 6.)

6.4 Keskipakopumpun systeemikäyrä ja ominaiskäyrä

Systeemikäyrä muodostuu pumppaussysteemin putkiston virtaushäviöistä sekä geodeettisesta nostokorkeudesta. Systeemikäyrä pitää määrittää ennen pumpun valintaa. Systeemikäyrän avulla pystytään määrittämään kokonaisnostokorkeus eri virtaamille (virtaama Q ja nostokorkeus H). (Lining 2016.)

Geodeettinen nostokorkeus on pumpattavan nesteen pinnantasosta purkuputken pään puoleen väliin tai putken lakeen, mikäli purkuputki on kokonaan pinnan alla (Kuva 24). Geodeettiseen nostokorkeuteen vaikuttaa myös linjassa oleva ilma, koska pitkissä linjoissa voi olla paljon nousuja ja laskuja, joiden vuoksi geodeettisen nostokorkeuden määrittäminen voi olla hyvinkin vaikeaa. (Lining 2016.)

Systeemikäyrän toinen osatekijä, virtaushäviöt, määräytyy virtausnopeudesta ja paineputken pituudesta. Lisäksi paikallishäviöt, kuten venttiilit, on huomioitava. Virtausnopeuden kasvaessa myös häviöt ja energian tarve kasvaa. Kuvasssa 25 on esitetty systeemikäyrä eräälle pumpulle. (Lining 2016.)

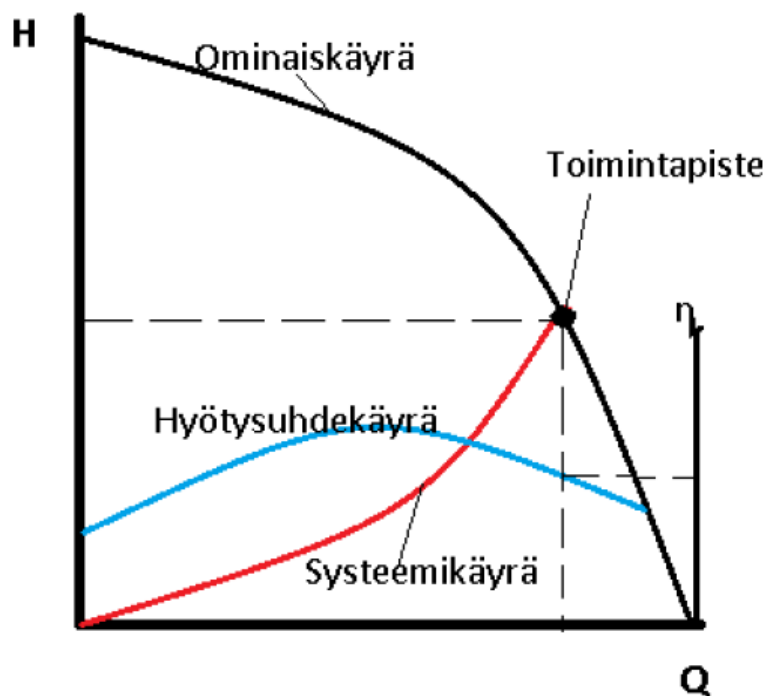


Kuva 25. Systeemikäyrä HQ -koordinaatistossa (Lining 2017).

Pumpun valintaa tehtäessä käytetään apuna pumpulle laadittua ominaiskäyrästöä, jossa kaksi sen tärkeintä tekijää ovat pumpun tuotto Q ja pumpun nostokorkeus H . Pumpun QH -käyrä saadaan, kun pumpun tuotto otetaan muuttuvaksi tekijäksi. (Karttunen & Tuhkanen 2003, 186.)

Pumpun valintaan vaikuttaa myös ennen kaikkea koko pumppausjärjestelmän oikea suunnittelu sekä pumppauksen toteutus; putkiston painehäviöt tulee myös minimoida. Painehäviöitä syntyy putkistossa mm. venttiileistä, liitoskohdista linjassa, linjaan asennetuista kulmakappaleista sekä suorassa putkessa syntyvästä kitkahäviöistä. (Federley 2009, 4.) Näistä parametreista pystytään määrittämään pumpun valintaan vaikuttava putkiston systeemikäyrä, joka kuvaa virtauksen vastusta putkessa. Pumpun toimintapiste pystytään määrittämään ominaiskäyrän ja putkiston systeemikäyrän leikkauspisteen avulla (Kuva 26). Toimintapisteessä pumpun nostokorkeus on sama kuin putkiston vaatima

nostokorkeus. (Viitala 2015, 10.) Pumpun toimintapiste määrittää pumpun parhaan hyötysuhteen annetuilla arvoilla. Toimintapiste kuitenkin muuttuu olosuhteiden muuttuessa. (Federley 2009, 5.)



Kuva 26. Keskipakopumpun ominaiskäyrä, jossa näkyy pumpun toimintapiste ominais- ja systeemikäyrän leikkauspisteessä. Kuvaajaan on lisätty myös hyötysuhdekäyrä η , jolla voidaan todeta toimintapisteeseen hyötysuhde (Viitala 2015, 11).

Pumpusta riippuen, voi hyötysuhdekäyrän muoto vaihdella joko loivana tai jyrkkänä. Jyrkkämuotoisen hyötysuhdekäyrän pumpuilla voi olla vaikeaa saada pumpua toimimaan lähellä parasta hyötysuhdetta. Jyrkkämuotoisen hyötysuhdekäyrän pumpu voi olla haastavaa saada toimimaan lähellä parasta hyötysuhdettaan, koska mahdollinen virheellinen mitoitus muuttaa hyötysuhdetta enemmän kuin loivamuotoisen hyötysuhdekäyrän pumpulla. (Pulli 2009, 207.)

6.5 Pumppaamoiden automaatio

Nykyisten pumppaamoiden automaatio on jo mahdollistanut sen, että pumppaamalla ei tarvita fyysistä paikalla oloa, kun pumppujen käynnistäminen on mahdollista tehdä toisaalta etänä valvontalaitteen kautta. (Lining 2016.)

Nykyisten pumppaamoiden toiminnan valvonta on toteutettu lähes poikkeuksetta kaukovalvonnalla, jonka avulla pystytään tarkasti havaitsemaan toimintahäiriöt sekä ennakoimaan mahdolliset ongelmatilanteet. Kaukovalvonnan avulla voidaan seurata myös mm. pumpatun veden määrää. Pumppaamoiden kaukovalvonta on jo jonkin aikaa helpottanut pumppaamoiden ylläpitoa ja

huoltoa. Jätevedenpumppaamoiden osalta tyypillisimpiä kaukovalvonnan reaaliaikaisia mittauksia ovat virtaamamittauksen ohella myös pinnantasojen mittaukset. Pinnantasonmittauksen avulla pystytään säätelemään pumpun käytintiheyyttä. Yleisimmin käytössä olevat pinnanmittauksessa käytössä olevat menetelmät ovat painemittaus ja kapasiteetin mittaus. (Lining 2016.)

Kaukovalvonnan tärkein osa on tiedonsiirto. Viemäriverkko koostuu useista maantieteellisesti laajalla alueella olevista kohteista, joten keskitettyohjaus sekä kaukokäyttö ja -valvonta edellyttävät luotettavaa ja turvallista tiedonsiirtoratkaisua. Viime vuosina tiedonsiirtojärjestelmät ovat kehittyneet rajusti ja käytettävissä olevia vaihtoehtoja on useita. Automaatiojärjestelmässä tietoa siirretään yleensä kerralla melko vähäisiä määriä, kuten mittausdataa tai hälytyksiä, on tiedonsiirtojärjestelmäksi riittänyt usein melko vaatimatonkin ratkaisu. Yleisen tiedonsiirtotarpeen kasvun myötä on luovuttu kiinteistä kupari-kaapeleihin perustuvista tiedonsiirtoratkaisuista ja siirrytty valokuitukaapeleiden käyttöön. (Karttunen 2010, 162.) Tiedonsiirto pumppaamon ja tiedonsiirtoyksikön välillä tapahtuu datayhteyden kautta.

Pumppaamoiden automaation tärkeänä apuna ovat taajuusmuuttajat, joiden avulla pystytään säätelemään pumppujen pyörimisnopeutta. Etenkin ylimitoitettun pumpun juoksupyörän pyörimisnopeutta säädetään taajuusmuuttajalla, joka onkin nykyään energiatehokkuutensa vuoksi yleisin säätötapa pumppauksessa. Taajuusmuuttaja toimintaperiaatteena on säätää sähkömoottoreille syötettävää jännitettä, ja näin ollen säädellä pumpun juoksupyörän pyörimisnopeutta. (Karttunen ym. 2004, 255.)

Taajuusmuuttajia käytettäessä on kuitenkin huomioitava, että niiden käyttö sovellu kaikille pumppuille. Taajuusmuuttajan käyttö pienentää pumpun hyötysuhdetta, ja on myös huomioitavaa, että taajuusmuuttajien käyttö vaatii vaikeasti tukkeutuvat pumput. Alhaisilla kierrosnopeuksilla tapahtuva tasainen ja jatkuva pumppaus voi aiheuttaa pumppujen tukkeutumisen. Tukkeutumisen ehkäisemiseksi voidaan pumpun juoksupyörän ominaisuuksia muokata tai vaihtoehtoisesti nopeuttaa virtausta kerran päivässä. On huomioitava, että ajettaessa pumppuja alhaisilla kierroksilla, myös painelinjan tukkeutumisen ehkäisemiseksi on paikallaan suorittaa tasaisin väliajoin nopealla virtaamalla huuhtelujaksoja. (Viitala 2015, 23; ks. myös Grundfos 2017.)

6.6 Nostokorkeuksien vaikutus pumpun energiatehokkuuteen

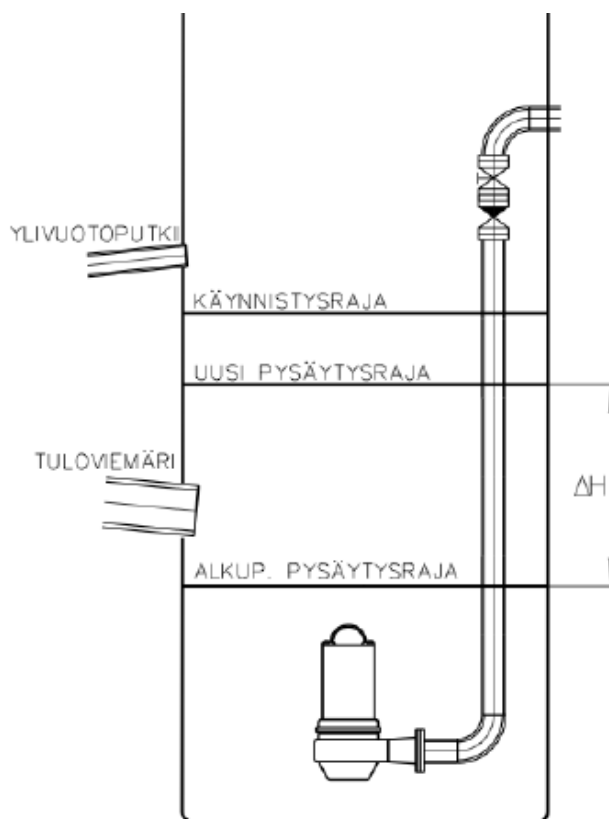
Energiatehokkuuden määrittämisen kannalta olennaisinta on pumpun toimintapisteen määrittäminen, koska tällöin pystytään määrittelemään pumpulle sen paras mahdollinen toimintapiste sekä tapa, kuinka haluttuun toimintapisteeseen mahdollisesti päästään. Suurin merkitys onnistuneen lopputuloksen saavuttamiseen on lähtötietojen hankinnalla. Energiatehokkuus määritetään kohteen mukaan. Tässä osiossa tutkitaan geodeettisen ja dynaamisen nostokorkeuden pienentämisen vaikutusta pumpun energiatehokkuuteen. (Mäkitalo 2013, 25.)

Geodeettisen ja dynaamisen nostokorkeuden pienentäminen

Lähtökohtaisesti pumppaamoiden käynnistys- ja pysäytystasot on asetettu sitten, ettei pumppaamon tuloviemäriin padoteta vettä. Vaarana on, jos pumppaamon tuloviemäri ei pääse purkamaan vapaasti pumppaamosäiliöön, että linjaan voi kertyä kiintoainetta, kuten rasvaa. Energiategohuutta parannaessa voi tulla kyseeseen, että pumppaamoon tuleva tuloviemäri padotetaan. Tällaisessa tapauksessa tuloviemäriin tilavuutta voidaan käyttää hyödyksi pumppaamon ajotavan valinnassa, jolloin pystytään pienentämään geodeettista nostokorkeutta. (Mäkitalo 2013, 25.)

Tuloviemäriin padottamiseksi määritetään pumppaamon käynnistysrajaa mahdollisimman ylös, mahdollinen ylivuotorakenne kuitenkin huomioon ottaen. Hälytysrajan nosto on syytä huomioida myös mahdollisten häiriötilanteiden sattuessa määrittämällä turvamarginaali, jottei turhaa ylivuotoa tapahtuisi. Myös pumpun pysäytysraja on määritettävä ylemmäs, jotta geodeettista nostokorkeutta voidaan pienentää (muutos, ΔH). Geodeettisen nostokorkeuden muutos on havainnollistettu kuvassa 27. (Mäkitalo 2013, 25-26.)

Dynaamista nostokorkeutta pienennettäessä vähennetään pumpun kierrosnopeutta, mikä merkitsee taajuusmuuttajalla ohjattua pumppua. Dynaaminen nostokorkeuden pienentäminen vaatii myös geodeettisen nostokorkeuden pienentämistä. (Lining 2016.)



Kuva 27. Pumpun käynnistys- ja pysäytysrajojen muutokset geodeettisen nostokorkeuden pienentämiseksi (Mäkitalo 2013, 26).

7 JÄTEVESIPUMPPAAMOIDEN SANEERAUS

Jotta voitaisiin varmistaa rakennetun pumppaamon toiminnallinen käyttöikä mahdollisimman pitkäksi, ei saneerausta voida laiminlyödä. Jätevesipumppaamon tekninen käyttöikä on noin 25 - 30 vuotta, jolloin toimintakatkoksien riski kasvaa huomattavasti. Jätevesipumppaamossa kuluvat osat, kuten pumput ja venttiilit, voivat vaatia korjausta tai jopa kokonaan vaihtamista ennen teknisen käyttöiän saavuttamista. Suurin tekijä sille, miksi esimerkiksi pumppu pitää vaihtaa jo vaikka viiden vuoden jälkeen, on usein vääränlainen käyttö tai virhe mitoituksessa. Itse pumppaamosäiliön teknisen käyttöiän saavuttamisen edellytyksenä on, että pumppaamosäiliön huolto ja tuuletus toimivat suunnitellusti. Lujitemuovisen pumppaamosäiliön materiaalin käyttöiän on sanottu olevan 40 - 50 vuotta, betonisen noin 50 vuotta ja PE-muovisen noin 60 vuotta. Tämä tarkoittaa sitä, että 1970-luvulla asennetut lujitemuoviset ja betoniset pumppaamot ovat tulossa teknisen käyttöikänsä päähän. Oikein suunnitellun ja ajoitetun saneerauksen avulla voidaan toimintavarmuutta palauttaa ja joissain tapauksissa jopa pidentää toimintavarmuutta. Pumppaamoiden saneeraus tulisi suunnitella siten, että saneeraustiheys olisi riittävä, jottei korjausvelkaa syntyisi; pumppaamoiden määrästä ja iästä riippuen tietty osuus kunnan pumppaamoista tulisi saneerata vuosittain.

Pumppaamoiden saneeraustarpeen voi aiheuttaa eri tekijät joko yhdessä tai erikseen. Saneeraustarpeeseen vaikuttavia tekijöitä ovat rakenteelliset, toiminnalliset sekä muut yleiset tekijät. (Karttunen 2010, 90.)

Rakenteellisia tekijöitä ovat säiliörakenteiden heikkeneminen, joka ilmenee esimerkiksi vuotoina putkiläpivientien kohdalla, pumppaamon sisäpuolisten metallisten rakenneosien korroosioauriot sekä painumat ja siirtymät, jotka ovat voineet aiheuttaa pumppaamosäiliön kasaan painumista. (Karttunen 2010, 90.)

Toiminnallisia tekijöitä on useita: verkoston kapasiteetin muutokset, energiatehokkuus, pumppaamon tekniset ratkaisut sekä lisääntynyt kunnossapitotarve. Verkoston kapasiteetin muutokset vaikuttavat pumppaamoon eri tavoin; lisääntynyt jätevesimäärän nouseminen kuormittaa alhaisemmalle pumppausmäärälle suunniteltua pumppua haitallisesti, ja esimerkiksi aiemmin sekaviemäröinnissä olevasta linjasta on hulevesien määrä ohjattu erillisviiemäröinnillä pois, jolloin hulevesien virtaamien tuoman huuhtelun vaikutus pumppaamokaivossa vähenee. Energiatehokkuutta määritettäessä tarkkailaan pumppaamon kuluttamaa energiaa verrattuna pumpattuun vesimäärään. Energiatehokkuudesta puhuttaessa ei puhuta vain pelkän pumpun vaihdosta paremmalla hyötysuhteella olevaan pumppuun, vaan saneerauksen yhteydessä se tyypillisesti tarkoittaa pumpputyypin muutosta tai koko pumppaamoratkaisun muuttamista erilaiseksi. Pumppaamon teknisten ratkaisujen muutokseen liittyvät saneerausratkaisut tulevat kysymykseen silloin, kun esimerkiksi pumppaamon käyttötarkoitusta muutetaan. Lisääntyneeseen kunnossapitotarpeeseen liittyvät saneerausratkaisut ovat kyseessä siinä tapauksessa, kun esimerkiksi pumppujen toistuva tukkeentuminen synnyttää tarpeen saneeraukselle. (Karttunen 2010, 90.)

Saneeraustarpeen aiheuttamia muita yleisiä tekijöitä voi olla muun muassa muutos maankäytössä sekä olosuhteiden muutos maan päällä. (Karttunen 2010, 90.)

7.1 Jätevesipumppaamoiden saneerausmenetelmät

Jätevesipumppaamoiden saneerausmenetelmiä on useita ja ne voidaan kohdistaa joko johonkin tiettyyn osaan pumppaamossa tai sitten koko pumppaamosäiliöön kaikkine varusteineen.

Suuritöisin lienee koko pumppaamosäiliön saneeraaminen auki kaivamalla. Tämä toimenpide on kustannuksiltaan suurin ja myös ympäristöä raskaimmin kuormittava tapahtuma. Perinteinen auki kaivaminen eli uuden säiliön asentaminen joko saneerattavan säiliön viereen tai suoraan samoille sijoilleen, vaatii lähtökohtaisesti pumppaamon korkeudesta ja halkaisijasta riippuen suuren kaivannon, joka on usein tuettu teräspontein tai kaivantotukielementein. Auki kaivamalla tehtävä saneeraustyö on lisäksi aikaa vaativaa työtä, jossa kustannuksia lisäävät myös mahdollisen ohipumppauksen järjestäminen saneeraustyön ajaksi.

Pumppaamosäiliön saneeraus voidaan myös toteuttaa asentamalla vanhan pumppaamon sisälle kokonaan uusi säiliö. Etuna tässä menetelmässä on, ettei tarvita isoja kaivantoja ja liitokset linjoihin voidaan tehdä uuden säiliörakenteen sisäpuolella. Yhtenä haittana voidaan todeta, että alkuperäisen pumppaamon tilavuus pienenee.

Yksi saneerausvaihtoehto on asentaa uppopumppaamon päälle erillinen mökkirakennus, jolloin huoltaminen helpottuu ja sähkökeskukset saadaan säiden armoilta suojaan kuivaan tilaan. Uppopumppaamon päälle asennettavien mökkirakennusten sisälle voidaan myös asentaa erillinen kemikaalisyöttösäiliö mahdollisten hajuhaittojen vähentämiseksi. Tämä toimenpide usein edellyttää erillisen perustuksen valamista mökkirakennuksen alle.

Lisäksi saneeraus voidaan kohdentaa yhteen tiettyyn pumppaamosäiliön komponenttiin, esimerkiksi pumppuihin.

Saneerausmenetelmän valinnassa on tärkeintä suunnitella etukäteen mitä saneerataan ja missä järjestyksessä sekä pyrkiä huomioimaan tulevan rakentamisen vaikutus saneerattavaan pumppaamoon.

8 KERAVAN PUMPPAAMOIDEN TUTKIMUS

Keravan jätevesipumppaamot on rakennettu 1970- ja 2010-lukujen välisenä aikana, vanhin on rakennettu vuonna 1970 ja uusin jätevesipumppaamo on rakennettu 2015. Pumppaamoita on kaikkiaan 18 kappaletta ja sijaitsevat eri puolilla Keravaa. Pumppaamoilta lähtevät siirtolinjat ovat halkaisijaltaan verrattain pieniä ja siirtomatkat pumppaamoilta purkupisteeseen ovat lyhyitä.

Kaikki pumppaamot on kytketty kaukovalvontaan, AqvaSemi-järjestelmään. Keravan pumppaamoista yhdeksän kappaletta on oppopumppaamoja, kolme salonki-mallista turvapumppaamo ja kuusi kappaletta mökkirakennuksella varustettuja oppopumppaamoja. Kaikki jätevesipumppaamot on varustettu kahdella pumpulla, ja kuudessa pumppaamossa pumpput on varustettu taa-juusmuuttajilla energiatehokkuuden parantamiseksi, lopuissa 12 jätevesipumppaamoissa pumppujen ohjaus tapahtuu pehmökäynnistimillä. Taa-juusmuuttajilla varustettuja pumppuja ovat mökkipumppaamoissa olevien itseimevien pumppujen lisäksi kahdessa suurempi tehoisessa oppopumppaamossa. Kaikkiaan neljässä Keravan kuudesta mökkipumppaamossa on kuiva-asenteiset itseimevät pumpput ja lopuissa kahdessa on märkäasenteiset oppopumput. Kolmessa ”Salonki”-mallisessa turvapumppaamossa on kuiva-asenteiset oppopumput, ja kaikissa lopuissa Keravan oppopumppaamoissa on märkäasenteiset oppopumput. Jätevesipumppaamoista 12:een on rakennettu ylivuotorakenne.

Keravan jätevesipumppaamot on esitetty liitteessä 1.

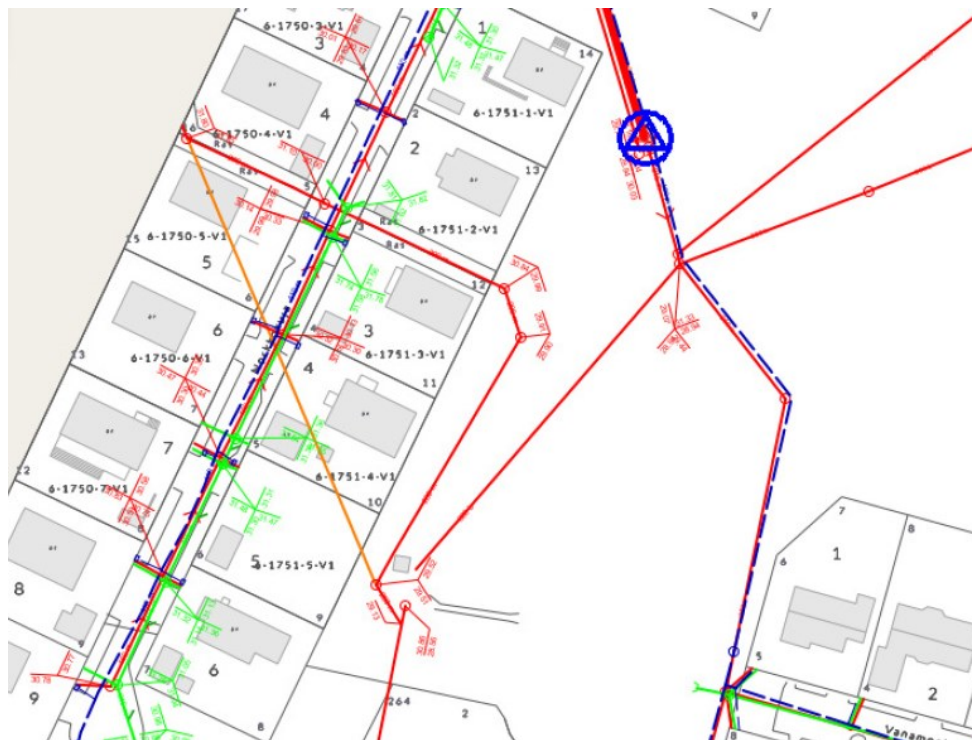
Yhtäkään Keravan pumppaamosäiliöistä ei ole saneerattu, mutta pumppuja on jouduttu vaihtamaan joissain kohteissa verrattain useastikin; yhdessä Keravan jätevesipumppaamoista, joka on rakennettu vuonna 1980, on käytössä vieläkin alkuperäiset pumpput. Tämän kyseisen pumppaamon lisäksi ainoastaan neljässä muussa pumppaamossa on 1980-luvulla asennetut pumpput ja lopuissa 13 pumppaamossa on pumpput vaihdettu 2000-luvulla. Joissakin koh-teissa on myös uusittu pumppaamoiden sähkökeskukset tai putkistot.

Pumppujen rikkoontumiseen voi vaikuttaa montakin tekijää, yhtenä suurimpana syynä voidaan pitää jätevesilinjaan kuulumattoman aineksen kulkeutumista pumppuun. Etenkin linjaan joutunut karkea jäte- tai kiviaines rikkoo pumppuja usein.

Keravan kaupungin Vesihuollon henkilöstön haastatteluissa selvisi, että ongelmia on ollut lähes kaikissa pumppaamoissa tasaisin väliajoin; suurimpia ongelmia ovat aiheuttaneet pumppujen hajoamisista tai sähkökatkoista johtuvat häiriötilanteet.

8.1 Jätevesipumppaamoiden tutkimus

Pumppaamoiden tutkimus aloitettiin tutustumalla Keravan johtotietojärjestelmään, KeyAquaan, josta etsittiin Keravan jätevesipumppaamoiden tarkat sijainnit. Hakuprosessin aikana havaittiin, ettei johtotietojärjestelmästä löytynyt kaikkien pumppaamoiden tietoja; osalta jätevesipumppaamoista puuttui tarkka osoite, pumppujen mallit, huoltotiedot sekä joiltakin pumppaamoilta puuttui kokonaan rakentamisvuosi. Päätettiin, että tämän opinnäytetyön yhteydessä lisättäisiin puuttuvat tiedot järjestelmään. Kuvassa 28 on kuvakaappaus KeyAqua-johtotietojärjestelmästä, jossa on eräs Keravan jätevesipumppaamon sijainti merkittynä sinisellä symbolilla.



Kuva 28. Jätevesipumppaamo Keravalla.

Tutkimuksia varten jätevesipumppaamoiden sijaintitiedot selvitettiin Keyaquasta.

Pumppaamoiden huoltokäytännöistä ei löytynyt suoritetuissa tutkimuksissa kirjallista tietoa; Keravan kaupungin Vesihuollon henkilökuntaa haastatteleamalla saatiin tietoa huoltokäynneistä, joita on tehty keskimäärin kerran viikossa. Haastatteluista selvisi myös, että jätevesipumppaamoita on käyty pesemässä korkeapainepesuautolla keskimäärin kaksi kertaa vuodessa, joskus useamminkin, riippuen mahdollisista häiriötilanteista, joiden johdosta neste-pinta säiliössä on noussut yli hälytysrajan.

Maastokäynnit toteutettiin tammi-maaliskuun aikana. Pumppaamokäynnit jaettiin kolmelle kerralle ja käyntien yhteydessä tarkasteltiin muun muassa seuraavia asioita:

- pumppusäiliön kunto (silmämääräisesti)

- pumppaamon esteettisyys (yhteensopivuus ympäristön kanssa, siisteys)
- pumppaamon esteettömyys (huoltotien kunto, kaiteet, lumitilat)
- pumppaamon tarvikkeiden kunto (ei pumput), siisteys ja varustelu

Yhtä pumppaamoa lukuun ottamatta, kaikki pumppaamot päästiin tarkastamaan. Yhden jätevesipumppaamon osalta jouduttiin turvautumaan pelkätään Vesihuollon henkilökunnan tietoon pumppaamon nykytilasta. Syynä tähän oli se, että kyseinen pumppaamo sijaitsi tarkastushetkellä talonrakennustyömaalla. Jätevesipumppaamoista kaikkiaan 17 tehtiin maastokäynnit. Seuraavissa alaluvuissa on maastokäynneillä tehtyjä havaintoja jätevesipumppaamoista kohde kohtaisesti. Kaikista pumppaamoista ei liitetty kuvaa tähän oppinnäytetyöhön niiden tunnistettavuuden takia.

8.1.1 Virrenkulma

Virrenkulman jätevesipumppaamo on mökkirakennuksella varustettu oppopumppaamo (Kuva 29), joka rakennettu vuonna 2006. Pumppaamossa on kaksi märkäasenteista oppopumppua. Alun perin pumppaamossa oli kuivaasenteiset itseimevät pumput, mutta niistä luovuttiin vuonna 2015, koska pumput eivät toimineet odotetusti eikä hyötysuhde pumpuilla ollut riittävä. Pumpujen vaihdon jälkeen ei käyttöhistoriassa ole ollut suurempia häiriöitä. Pumput on varustettu taajuusmuuttajalla, joiden toiminnassa ei ole ollut häiriöitä.



Kuva 29. Virrenkulman mökkipumppaamon huoltorakennus.

Pumppaamosäiliö on paikallaan valettu betonirakenne. Silmämääräisessä tarkistuksessa todettiin, että säiliön kunto Virrenkulman pumppaamossa oli hyvä (Kuva 30).



Kuva 30. Pumppusäiliö Virrenkulman jätevesipumppaamossa.

Pääsy pumppaamolle oli esteetön ja huoltotie pumppaamolle kunnossa. Huoltotila oli siistissä kunnossa, tosin pesupisteestä puuttui pesuaine ja ensiapukaappia eikä vaahtosammutinta ei löytynyt. Säiliötilassa ei ollut valaistusta. Kulku säiliötilaan oli kiitettävässä kunnossa. Jätevesipumppaamon varustus, kuten tikapuut, sähköjohdot, huoltotaso ja sähkökaappi, oli kiitettävässä kunnossa.

Pumppaamon mökkirakennuksen ulkoasu oli siisti eikä erottunut ympäristöstään mainittavasti.

Ainoina parannusehdotuksina Virrenkulman pumppaamolle todettiin olevan valaistuksen rakentaminen säiliötilaan ja huoltokäytien yhteydessä pesuaineen lisäys. Lisäksi ensiapukaappi ja vaahtosammutin olisivat tarpeellisia lisäyksiä pumppaamon varusteluun.

8.1.2 Jokivarsi

Jokivarren jätevesipumppaamo on niin ikään mökkipumppaamo. Jokivarren pumppaamo on rakennettu vuonna 2005 ja se on varustettu kahdella itseimevällä kuiva-asenteisella pumpulla. Pumppujen ajo on ohjattu taajuusmuuttajilla. Kuiva-asenteiset pumput on tarkoitus vaihtaa lähitulevaisuudessa märkäasenteisiin uppopumppuihin. Nykyinen toimintavarmuus ei ole ollut hyvä; häiriöitä pumppausprosessissa tapahtuu tasaisin väliajoin.

Jokivarren pumppaamosäiliön materiaali on lasikuitu ja kunto oli silmämääräisesti tarkistettuna hyvä. Säiliöön vievät tikkaat olivat hyvässä kunnossa, mutta puutteena todettiin, että säiliössä ei ollut valaistusta. Varusteet olivat hyvässä kunnossa.

Pumppaamon mökkirakennuksen ulkoasu oli siisti eikä erottunut ympäristöstään mainittavasti.

Pääsy pumppaamolle oli huono auraamattoman huoltotien vuoksi; normaali-tilanteessa kulkutie on huollettu ja murskepintainen tie on ajokuntoinen pumppaamon ovelle asti.

Varusteluissa havaittiin samat puutteet kuin Virrenkulman pumppaamossa; pesupisteen pesuaine oli lopussa, ensiapukaappia ja vaahtosammutinta ei huoltorakennuksessa ollut.

8.1.3 Huhtimo

Huhtimon jätevesipumppaamo on kahdella itseimevällä kuiva-asenteisella pumpulla varustettu mökkipumppaamo, joka on rakennettu vuonna 2006. Pumppujen ajo on ohjattu taajuusmuuttajilla. Pumppaamon toimintahistoriassa ei ole mainittavia häiriöitä.

Jätevesipumppaamon säiliön materiaali on lujitemuovi ja kunto silmämääräisesti tarkastettuna hyvä. Säiliöön johtavat tikkaat ja huoltorakennus olivat hyvässä kunnossa ja siistit. Valaistus, ensiapukaappi ja vaahtosammutin puuttuivat pumppaamosta.

Pumppaamon mökkirakennuksen ulkoasu oli siisti eikä erottunut ympäristöstään mainittavasti.

Pumppaamolle johtava huoltotie oli kuljettavassa kunnossa, sulaan vuodenaikaan kunto on ollut kiitettävä.

8.1.4 Huhtimo pohjoinen

Huhtimon pohjoinen jätevesipumppaamo on uppopumppaamo, joka on rakennettu vuonna 2013. Pumppaamo on varustettu kahdella märkäasenteisellä uppopumpulla. Pumppujen ohjaus tapahtuu pehmökäynnistimellä. Pumppaamon käyttöhistoriassa ei mitään mainittavia häiriöitä.

Pumppaamosäiliön materiaali on lujitemuovi. Säiliö oli kiitettävässä kunnossa silmämääräisen tarkastelun perusteella, samoin sisäpuoliset varusteet ja huoltotaso pumppaussäiliössä siistissä kunnossa. Ensiapukaappia ja sammutinta ei pumppaussäiliössä ollut.

Pumppaamolle pääsy oli esteetön.

Maanpäälliset rakenteet (huoltoluukku, tuuletusputkisto ja sähkökaappi) olivat siistissä kunnossa.

8.1.5 Jokitie

Jokitien pumppaamo on uoppumppaamo, joka on rakennettu vuonna 2015. Pumppaamosäiliö on PE-muovinen ja kunto silmämääräisen tarkastelun perusteella kiitettävä. Pumppaamo on varustettu kahdella märkäasenteisella uoppumpulla, joiden käynnistyksen ohjaus tapahtuu pehmokäynnistimellä. Käyttöhistoria on lyhyt, mutta siltikin pumppausprosessissa on ollut joitakin häiriöitä, jotka ovat olleet lähinnä pumppujen tukkeutumiseen liittyviä ongelmia. Tämän lisäksi jätevesipumpun pienen käynnistystiheyden vuoksi vuonna 2016 on jouduttu asentamaan kemikaalinsyöttösäiliö havaittujen hajuhaittojen vuoksi.

Sisäpuolisten varusteiden kunto oli hyvä. Ulkopuoliset varustukset, sähkökaappi ja kemikaalinsyöttösäiliö, olivat myös kunnossa. Tosin huoltorakennuksen asentaminen pumppaamon yläpuolelle olisi esteettisesti parempi ratkaisu kuin nykyinen peltinen sähkökaappi ja vesivanerista rakennettu kemikaalinsyöttösäiliön suojarakenne (Kuva 31). Vaahtosammutinta tai ensiapukaappia ei pumppaamolla myöskään ollut, koska erillistä tilaa näiden varastoinniseksi ei ollut.

Pumppaamolle pääsy huoltoajoneuvolla ilman kunnollista aurausta talviaikaan voi olla haastavaa eikä kesälläkään kunnollista huoltotietä ole rakennettu pumppaamolle asti.

Pumppaamon sähkökaapin takan sijaitsevan huoltoluukun viereen asennettu käsijohde (ei näy kuvassa 30) helpottaa pumppaamosäiliöön kulkemista.



Kuva 31. Jokitien pumppaamon sähkökeskus ja kemikaalinsyöttösäiliö.

8.1.6 Etelä-Savio

Etelän-Savion jätevedenpumppaamo on vuonna 1987 rakennettu ”Salonki”-mallinen eli erillisillä imu- ja pumppusäiliöllä varustettu turvapumppaamo, jossa on kaksi kuiva-asenteista uppopumppua. Pumpuista toinen on alkupeäinen eli vuodelta 1987 ja toinen on asennettu pumppaamoon vuonna 2015. Pumppaamon käynnistyksen ohjaus on pehmokäynnisteinen. Pumppaamon käyttöhistoriassa ei ole mainittavia häiriöitä ja molemmat lujitemuoviset säiliöt todettiin silmämääräisellä tarkastuksella hyväkuntoisiksi. Huoltotaso, sähkökeskus, venttiilit ja putkistot olivat silmämääräisesti tarkastettuna hyvässä kunnossa.

Pumppaamolle pääsy oli esteetön ja huoltotie hyvässä kunnossa. Huoltotilaan käynti oli turvallinen. Maanpäällisten osien esteettisyys ympäristöön nähden olisi tarpeen suunnitella uudestaan (Kuva 32); ympäristöön on rakentunut viimeisen kahden vuoden aikana uusi asuinalue ja ympäristön luonnontilaista metsäistä aluetta on rakennettu puistoksi ulkoilualueineen. Mahdollinen mökkirakennus olisi ympäristöön paremmin soveltuva.



Kuva 32. Etelä-Savion pumppaamon huoltoluukut.

8.1.7 Tuusulantie

Tuusulantien jätevesipumppaamo on vuonna 1979 rakennettu lujitemuovinen uppopumppaamo, jonka putkistoja on uusittu vuonna 1986. Tämän lisäksi pumppaamon sähkökeskus on uusittu vuonna 2005. Pumppuja pumppaamossa oli vielä vuonna 2008 yksi, mutta nykyään kaksi. Alkuperäinen pumppu on vaihdettu vuonna 2008 ja toinen on hankittu vuonna 2012. Pumput ovat pehmökäynnisteisiä. Käyttöhistoriasta voitiin todeta, että pumppaamon pumpuissa on ollut usein häiriöitä ja pumput ovat olleet epäkunnossa useita kertoja. Ongelmia on ennen kaikkea ollut silloin, kun ulkoilman lämpötilan vaihtelut ovat suuria.

Pääsy pumppaamolle oli esteetön ja kulkutie hyvässä kunnossa.

Pumppaamon varusteet olivat hyvässä kunnossa, mutta itse säiliössä oli sisäpuolisessa tarkastelussa havaittavissa väripoikkeamia, jotka voivat merkitä joko säiliön vaurioituneen kyseisistä kohdista tai sitten liasta pumppaamosäiliön pinnassa (Kuva 33). Pumppaamosäiliöstä kulkeutui heti huoltoluukun avaamisen yhteydessä vahva eloperäisen aineksen haju, jota ei muissa tarkastetuissa pumppaamoissa ollut havaittavissa.

Säiliön ulkopuoliset rakenteet olivat tyydyttävässä kunnossa. Sähkökaappia oli töherrelty (Kuva 34). Pumppaamon esteettisyys ympäristöön nähden olisi tarpeen suunnitella uudestaan. Pumppaamon rakenneratkaisusta johtuen, ei säiliössä ollut vaahtosammutinta tai ensiapukaappia.



Kuva 33. Tuusulantien jätevesipumppaamon pumppaamosäiliö.



Kuva 34. Tuusulantien uoppumppaamon ulkopuoliset rakenteet.

8.1.8 Nissilänpiha

Nissilänpihan jätevesipumppaamo on vuonna 1973 rakennettu uoppump-paamo, jonka pumppaamosäiliö on rakennettu betonirenkaista. Uoppump-puja on kaksi ja ne ovat märkäasenteisia. Pumput on vaihdettu pumppaa-moon vuonna 1986. Vuonna 2007 pumppaamon sähkökeskus on uusittu ja samana vuonna uusittiin myös toisen pumpun moottori ja juoksupyörä, joka oli vaurioitunut kavitaation seurauksena. Nissilänpihan pumppujen käynnis-tysprosessi on pehmo-ohjattu.

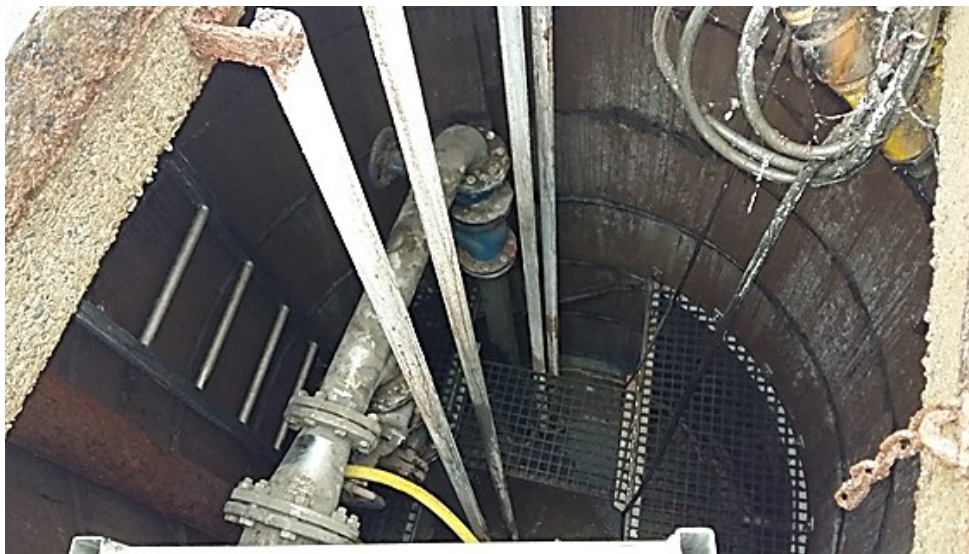
Pumppaamon sisäpuolisista varusteissa on havaittavissa rikkikaasujen aiheut-tamaa korroosiota (Kuva 36), mikä on merkki siitä, että jossain vaiheessa pumppaamosäiliön tuuletus on ollut heikko, jolloin kosteus ja rikkikaasut ovat päässet vaikuttamaan metallirakenteisiin. Tämän lisäksi pumppaamon maan-päällisten rakenteiden soveltuvuus ympäristöön olisi suunniteltava uudelleen (Kuva 35).

Pumppaamolle pääsy ei ollut täysin esteetön, johtuen ympäröivästä kasvilli-suudesta ja puutteellisesta huoltoien kunnossapidosta.

Pumppaamon rakenteesta johtuen, esisammutuslaitteiston ja ensiapuvälinei-den säilytys pumppaamossa ei ole mahdollista.



Kuva 35. Nissilänpihan pumppaamon maanpäälliset rakenteet.



Kuva 36. Nissilänpihan pumppaamon sisäpuolisissa varusteissa oli havaittavissa rikkikaasujen ja kosteuden aiheuttamaa korroosiota.

8.1.9 Vellamontie

Vellamontien uppopumppaamo on rakennettu vuonna 1975. Pumppaamon putkistot, sähkökeskus ja pumput on uusittu vuonna 2008. Pumppaamon säiliö on lujitemuovinen, joka silmämääräisessä tarkastuksessa todettiin olevan hyvässä kunnossa. Pumput ovat märkäasenteisia uppopumppuja ja ohjaus pehmökäynnisteinen. Käyttöhistorian mukaan pumppaamo on

toiminut hyvin eikä suurempia ongelmia pumppujen kanssa ole ollut vaihtamisen jälkeen.

Kulku pumppaamolle oli esteetön ja huoltotie oli kuljettavassa kunnossa; aurattua lunta ei oltu kasattu pumppaamon kulkureitille.

Varustus pumppaamossa oli hyvässä kunnossa. Rakenneratkaisun vuoksi ei esisammutuskalustoa ja ensiapuvälneistöä ollut pumppaamossa.

Vellamontien jätevesipumppaamon maanpäälliset varusteet olivat kiitettävässä kunnossa ja istuivat hyvin ympäristöön.

8.1.10 Liesitie

Liesitien jätevesipumppaamo on rakennettu vuonna 1984. Se on varustettu kahdella märkäasenteisella uppopumpulla, jotka jouduttiin vaihtamaan helmikuussa 2017, vain viikko tarkastuskäynnin jälkeen. Vaihtoon asti vuonna 1984 asennetut pumput olivat toimineet luotettavasti muutamaa häiriötä lukuun ottamatta. Rikkoontumisen syyksi todettiin pumppujen ikä. Käynnistysprosessi pumppaamossa on pehmokytkimellä.

Liesitien pumppaamosäiliö on lujitemuovinen ja silmämääräisen tarkastuksen tuloksena todettiin sen olevan hyvässä kunnossa (Kuva 37). Myös sisäpuoliset varusteet olivat hyvässä kunnossa.



Kuva 37. Liesitien jätevesipumppaamon pumppaamosäiliö.

Kulku tie pumppaamolle oli esteetön ja pumppaamon maanpäälliset osat eivät juurikaan erottuneet ympäristöstä häiritsevästi.

Rakenneratkaisun vuoksi ei pumppaamossa ollut vahtosammutinta ja ensiapukaappia.

8.1.11 Pihkaniitty

Pihkaniityn pumppaamo on vuonna 1980 rakennettu uppopumppaamo, jossa on kaksi alkuperäistä märkäasenteista uppopumppua. Pumppujen ajo on ohjattu taajuusmuuttajalla. Pumppusäiliö on lujitemuovinen, jonka todettiin silmämääräisessä tarkastuksessa olevan tyydyttävässä kunnossa, mutta ehjä; vuotoa vaipassa ei ollut havaittavissa. Varusteet pumppaamossa olivat hyvässä kunnossa, eikä havaittavissa ollut vakavaa korroosion aiheuttamaa syöpymistä.

Pihkaniityn pumppaamon sähkökeskus on uusittu vuonna 2007 ja samana vuonna on uusittu myös pumppaamon sisäiset putkistot. Pumppaamon käyttöhistoriassa ei ollut mainittavia häiriöitä, ja pumppaamo on toiminut luotettavasti.

Kulku pumppaamolle on esteetön, vaikkakin varsinaista huoltotietä ei pumppaamolle ole vaan pumppaamo sijaitsee viheralueella (Kuva 38).

Maanpäälliset rakenteet ovat hyvässä kunnossa, mutta eivät esteettisesti silmää hiveleviä.

Esisammutuskalustoa ja ensiapuvälineitä ei pumppaamon rakenneratkaisusta johtuen ollut jätevesipumppaamossa.



Kuva 38. Pihkaniityn jätevesipumppaamon huoltoluukku ja sähkökeskus.

8.1.12 Laineentie

Laineentien jätevesipumppaamo on mökkirakennuksella varustettu oppopumppaamo, joka on rakennettu vuonna 2002. Pumppaamo on varustettu kahdella itseimevällä oppopumpulla (Kuva 39), joiden ohjaus on hoidettu taajuusmuuttajilla.



Kuva 39. Laineentien pumppaamon itseimevät pumput.

Pumppaamosäiliö on lujitemuovinen ja silmämääräisen tarkastelun perusteella hyvässä kunnossa. Varusteet säiliössä ovat niin ikään hyvässä kunnossa.

Huoltorakennuksen varustelusta puuttuu vaahtosammutin ja ensiapukaappi sekä pesupisteestä pesuaine. Muilta osin huoltotilan yleisilme oli siisti.

Pääsy pumppaamolle oli esteetön ja mökkirakennus sopi hyvin ympäristöönsä.

8.1.13 Luotolantie

Jätevesipumppaamo Luotolantiella on vuonna 1977 rakennettu oppopumppaamo, jossa on kaksi vuonna 2008 vaihdettua märkäasenteista oppopumpua. Samana vuonna pumppaamon imuputkistot ja sähkökeskus on uusittu. Pumppujen käynnistys on pehmokäynnistimellä ohjattu. Pumppaamon käyttöhistoriassa ei ole suurempia häiriöitä ja pumput ovat toimineet luotettavasti. Ainoana mainittavana säännöllisesti tehtävänä huoltotoimenpiteenä on jouduttu tyhjentämään säiliön nestepinta sinne kertyvistä lietelautoista, jotka eivät pumppujen kautta häviä.

Jätevesipumppaamon lujitemuovinen säiliörakenne tarkastettiin silmämääräisesti ja sen todettiin olevan tyydyttävässä kunnossa, kuten myös sisäpuolisten varusteidenkin (Kuva 40), joissa oli havaittavissa korroosion aiheuttama syöpymää.



Kuva 40. Luotolantien jätevesipumppaamon sisäpuoli.

Pumppaamoon pääsy oli tarkastuksessa verrattain vaikeaa, koska huoltoluukun vierestä puuttui käsijohde helpottamaan turvallista laskeutumista pumppaamoon. Lisäksi pumppaamon huoltotasolle johtavat tikkaat olivat muutama askelman verran liian lyhyet; lyhempi huoltotoimenpiteitä pumppaamossa tekevä työmies joutuisi laskemaan jakkaran tai pukin alas voidakseen nousta huoltotasolta takaisin tikkaille.

Pumppaamolle pääsy oli esteetön ja viereisen tien läheisyys edesauttaa pumppaamolle pääsyä. Jätevesipumppaamon näkyvät osat – sähkökaappi ja huoltoluukut – sulautuivat ympäristöönsä hyvin (Kuva 41), ja sijaintinsa vuoksi ei kyseiselle kohdalle olisi edes mahdollista suunnitella muuta ratkaisua, kuten esimerkiksi huoltorakennusta.



Kuva 41. Luotolantien jätevesipumppaamon sähkökaappi ja huoltoluukut.

Kuten muistakin tarkastetuista oppopumppaamoista, puuttuivat Luotolantien pumppaamosta niin ikään vaahtosammutin ja ensiapukaappi.

8.1.14 Päivölä

Päivölän jätevesipumppaamo on huoltorakennuksella varustettu mökkipumppaamo, joka on rakennettu vuonna 2001. Pumppaamossa on kaksi itseimevää oppopumppua ja pumppusäiliö on lujitemuovinen. Pumppujen ohjaus tapahtuu taajuusmuuttajilla. Käyttöhistoriassa ei ole pumppujen osalta merkittävimpiä häiriöitä kirjattu, mutta sitä vastoin pumppujen taajuusmuuttaja on jouduttu vaihtamaan useastikin niiden rikkoutumisten takia.

Tarkastuksessa todettiin pumppaamon varustuksen ja pumppusäiliön olevan hyvässä kunnossa.

Kulku pumppaamolle on esteetön ja pumppaamon sijainti edes auttaa huoltoajoneuvojen pääsyä kohteelle.

Ainoina puutteina Päivölän jätevesipumppaamon varustelussa oli vaahtosammuttimen ja ensiapuvälineiden puuttuminen.

8.1.15 Kuusisaari

Kuusisaaren jätevesipumppaamo on vuonna 2003 rakennettu oppopumppaamo, joka huoltorakennuksella varustettu mökkipumppaamo. Säiliö on lujitemuovinen. Pumppuja on kaksi ja ne ovat itseimeviä, kuiva-asenteisiä oppopumppuja, jotka on varustettu taajuusmuuttajilla. Kuten muissakin Keraavan kuiva-asenteisillä pumpuilla varustetuissa mökkipumppaamoissa, Kuusisaarenkin taajuusmuuttajat ovat rikkoontuneet useasti toistaiseksi tuntemattomasta syystä. Taajuusmuuttajien rikkoontumiset ovat aiheuttaneet häiriöitä pumppausprosessissa Kuusisaaren pumppaamossa; muilta osin pumppujen toiminta on ollut luotettavaa.

Tarkastuksessa havaittiin, että Kuusisaaren pumppaamon säiliötä ei ole puhdistettu kunnolla, jonka johdosta oli vaikea arvioida silmämääräisesti säiliörakenteen kuntoa. Varusteet pumppusäiliön sisäpuolella olivat hyvässä kunnossa.

Huoltorakennuksesta puuttui vaahtosammutin ja ensiapukaappi.

Sijaintinsa vuoksi huoltoajoneuvon pääsy huoltorakennukselle on esteetön.

8.1.16 Kylätie

Kylätien jätevesipumppaamo on vuonna 2008 kokonaan uusittu ”Salonki”-mallinen, erillisillä imu- ja purkusäiliöillä varustettu turvapumppaamo, jossa on kaksi märkäasenteista oppopumppua. Pumppaamon alkuperäinen rakennusvuosi on 1980-luvun alkupuolella, tarkkaa vuotta ei ollut saatavilla haastatteluista huolimatta. Pumppujen ohjaus tapahtuu taajuusmuuttajalla.

Lujitemuoviset pumppaamosäiliöt todettiin silmämääräisessä tarkastelussa hyväkuntoisiksi, kuten myös sisäpuoliset varusteet.

Jätevesipumppaamolle pääsy oli esteetön ja huoltotie oli hyvässä kunnossa.

8.1.17 Trappukorpi

Trappukorven jätevesipumppaamo on vuonna 1988 rakennettu väliseinäallinen turvapumppaamo, jonka pumput on vaihdettu vuonna 2015 vanhojen pumppujen hajottua.

Pumppaamon säiliö on lujitemuovinen ja tarkastuksessa sen todettiin olevan hyvässä kunnossa. Pumppusäiliön sisällä olevat varusteet olivat hyvässä kunnossa, vaikkakin vähäistä korroosion aiheuttamia jälkiä oli havaittavissa.

Huoltotie pumppaamolle oli hyvässä kunnossa ja huoltoajoneuvolla pääsy suoraan huoltoluukuille onnistuu.

8.1.18 Paasikivenkatu

Paasikivenkadun jätevesipumppaamolle ei päästy tarkastukselle, koska tontti, jolla jätevesipumppaamo sijaitsee, oli tarkastushetkellä rakennustyömaana.

Haastatteluista selvitettiin, että Paasikivenkadun jätevesipumppaamo on rakennettu jo vuonna 1970 ja se on Keravan vanhin pumppaamo. Pumppuja pumppaamossa on kaksi, jotka on uusittu vuonna 2015 edellisten pumppujen rikkoonnuttua.

Paasikivenkadun jätevesipumppaamon lopullisesta kohtalosta ei ollut tarkastushetkellä tarkkaa tietoa; puretaanko pumppaamo vai tuleeko rakenteilla oleva asuintalo jätevesipumppaamon päälle.

8.2 Pumppujen energiatehokkuuden tarkastelu

Energiatehokkuutta tarkasteltaessa Vesilaitoksen henkilökuntaa haastateltaessa selvisi, että Keravan jätevesipumppaamoiden energiatehokkuuden parantamiseksi sekä sujuvamman pumppausprosessin parantamiseksi, on pumppaamot varustettu joko taajuusmuuttajalla tai pehmokäynnistimellä. Näillä toimenpiteillä on päästy melkein kokonaan eroon myös aiemmin pumppausprosessia vaivanneista paineiskuista. Taajuusmuuttajilla varustettuja pumppaamoita on ajettu vakio nopeudella, jotta linjat ovat huuhtoutuneet riittävästi. Geodeettisen nostokorkeuden pienentäminen on myös huomioitu näissä samaisissa pumppaamoissa, jotka on varustettu taajuusmuuttajilla.

Taajuusmuuttajien ja pehmokäynnistimien käytön tärkein syy on ennen kaikkea erillisviemäröintiin siirtyminen Keravalla. 2000-luvun alussa Keravan kaupungin Tekninen lautakunta päätti, että silloisesta sekaviemäröinnistä pyritäisiin eroon 2008 vuoteen mennessä; tällä hetkellä Keravan noin 35 000 vesihuollon asiakkaasta enää hieman yli 200 asiakasta maksaa korotettua jätevesimaksua sekaviemäröinnin vuoksi. Sekaviemäröinnistä luopuminen merkitsi sitä, että aiemmin suurempia määriä pumpanneet pumpput olivatkin erillisviemäröintiin siirryttäessä ylimitoitettuja pienentyneiden nestevirtaamien vuoksi. Osaltaan myös tästä syystä Keravan pumppaamoihin asennettiin joko pehmokäynnistimet tai taajuusmuuttajat.

Haastatteluissa selvisi, että taajuusmuuttajilla varustetuista pumppaamoista kuudessa oli tasaisin väliajoin häiriöitä, jotka ilmenivät taajuusmuuttajien rikkoontumisina, joista seurasi myös samassa yhteydessä pumppujen pysähtyminen.

Energiatehokkuuden tarkastelussa selvitettiin Keravan jätevesipumppaamoiden sähkönkulutus. Sähkönkulutus selvitettiin sähkölaitoksen, Keravan Energian, laskutuksesta. Selvisi, että vuoden 2016 sähkönkulutuksen mukaan Keravan kaupunkitekniikkaa laskutettiin kaikkien 18 jätevesipumppaamon osalta 11 639 €, joka on verrattain vähän pumppaamoiden lukumäärä sekä pumpattu jätevesimäärä, 1,2 miljoonaa kuutiometriä, huomioon ottaen. Tarkempaa energia-analyysia tai suorituskyvyn mittausta ei nähty tarpeelliseksi tehdä tässä opinnäytetyössä vaan voitiin todeta, että pumppaamoiden pumpaama jätevesimäärä suhteutettuna sähkönkulutukseen on verrattain pieni eikä tarkemmasta energiatehokkuuden tarkastelusta tämän vuoksi koettu olevan hyötyä.

8.3 Haastattelut

Tutkimuksen yksi osa oli Keravan kaupunkitekniikan henkilökuntaan kuuluvien haastattelut. Opinnäytetyötä varten haastateltiin kaupunkiympäristön kehittämisestä vastaavaa työntekijää sekä Keravan kaupungin Vesihuollon henkilöstöä, mukaan lukien putkimestaria ja vesihuoltopäällikköä.

Vesihuoltoon kuuluvilta työntekijöiltä kysyttiin jätevesipumppaamoiden huoltokokemuksista, jätevesipumppaamoiden häiriöiden tapahtumahistoriasta sekä saneerausikäntöistä.

Kaupunkiympäristön kehittämistä vastaavan henkilön kanssa haastattelussa kysyttiin ainoastaan näkemystä siitä, miten jätevesipumppaamoiden maanpäälliset rakenteet tulisi huomioida puhtaasti kaupunkiympäristön kehittämisen näkökannalta. Sama kysymys koskee tietenkin myös hulevesipumppaamoista keskusteltaessa.

Lisäksi laadittiin kyselyt pumppaamotoimittajille. Kyselyissä selvitettiin jätevesipumppaamoiden materiaaleihin ja saneerausmenetelmiin liittyviä asioita. Eräältä pumppaamotoimittajalta kysyttiin myös sähkötekniisiin asioihin liittyviä asioita.

8.3.1 Vesihuollon haastattelut

Haastateltavat henkilöt ovat olleet Keravan kaupunkitekniikan palveluksessa yli viisi vuotta ja sitä ennen töissä vastaavalaisissa tehtävissä muissa kunnissa Etelä-Suomessa. Kokemusta haastatelluilla henkilöillä on ennen kaikkea jätevesipuolelta. Kaikki tässä luvussa olevat tiedot on koottu kyselyjen vastauksista, jotka tehtiin työtä varten. Kysymykset ovat esitetty liitteessä 2.

Haastatteluissa selvisi, että varsinaista huoltosuunnitelmaa Keravan jätevesipumppaamoille ei ole laadittu vaan huoltotoimenpiteitä tehdään siinä vaiheessa, kun niille on aihetta. Keravan kaupungin Vesihuollon viikko-ohjelmaan kuuluu, että yhtenä päivänä viikossa kaikki pumppaamot kierretään läpi. Näistä huoltotoimenpiteistä ei kuitenkaan ole kirjallista ohjeistusta eikä käynneistä myöskään ole laadittu kirjallista dokumenttia, jossa selviäsi mitä on tehty ja milloinkin. Huoltokierroksilla on yleensä tarkoitus tarkistaa pumppaamoiden varusteiden kunto ja esimerkiksi vesipisteen toimivuus pumppaamosäiliössä sekä siivota huoltotila. Haastattelussa tuotiin esille, että huoltorakennuksen rakentaminen jokaiselle uupumppaamolle parantaisi huoltotoimenpiteiden työskentelyolosuhteita.

Jätevesipumppaamoille ei ole laadittu saneerausohjelmaa tai saneeraussuunnitelmaa. Haastatteluissa selvisi, että jätevesipumppaamoiden saneeraustoimenpiteet on toteutettu ns. ”tilanteen mukaan” ja pumppaamoita on korjattu aina, kun jotain on rikkoutunut tai pumppausprosessissa on ollut samassa pumppaamossa toistuvia häiriöitä.

Haastatteluista selvisi, että tiettyjen jätevesipumppaamoiden pumppujen kanssa on ollut säännöllisesti ongelmia, jonka johdosta on tehty nopeitakin päätöksiä saneeraustoimenpiteiden aloittamisesta. Saneeraustoimenpiteet ovat tosin rajoittuneet lähes poikkeuksetta pelkästään pumppuihin tai muihin laitteistoihin. Haastatteluissa tuli esille, että Keravan jätevesipumppaamoista vanhimpia tulisi alkaa saneeraamaan yhdestä kahteen kappaletta vuositasolla välittömästi.

8.3.2 Muut haastattelut

Kaupunkiympäristön kehittämisen vastuuhenkilön haastattelusta selvisi, että nykyisten uoppopumppaamoiden maan päällä olevat varusteet olisi esteettisyyden vuoksi saatava huoltorakennusten sisälle. Huoltorakennukset tarjoaisivat myös huoltotöitä tekeville työntekijöille paremmat olosuhteet tehdä työtään. Huoltorakennukset olisivat otollisia myös kaupunkitaiteelle ja niitä olisi mahdollista koristella maalauksin ympäristön piristämiseksi.

8.3.3 Pumppaamotoimittajien kyselyt

Neljältä pumppaamotoimittajilta kysyttiin tämän opinnäytetyön lopputuotteen määrittämiseksi kokemuksia lujitemuovisten, PE-muovisten ja betonisten pumppaamosäiliöiden elinkaaresta käytännön tilanteessa. Saatujen vastausten ero oli huomattava. Yksi pumppaamotoimittaja piti lujitemuovia elinkaareltaan ylivertaisena muihin materiaaleihin nähden ja kolme muuta toimittajaa olivat sitä mieltä, että PE-muovilla on käytännössä pitempi elinkaari kuin lujitemuovilla. Betonia pumppaamosäiliön materiaalina pidettiin kaikkien neljän pumppaamotoimittajan mielestä ”viimeisenä vaihtoehtona”. Lujitemuovisen säiliön ylivertaisuuksien argumenttina oli materiaalin keveys, edullisuus ja materiaalin korjattavuus; lujitemuovinen säiliö on korjattavissa hartsilla ja sillä saadaan myös rakenteellinen puute korjattua sekä pinnoitettua uudelleen. Uudelleen pinnoitusta hartsilla korjaustoimenpiteenä kysyttiin muilta, PE-muovia suosivilta, pumppaamotoimittajilta, ja hartsilla korjausta pidettiin kalliina ja hitaana korjausmenetelmänä. Hartsilla korjaus ei yhden kyselyyn vastanneen mukaan anna rikkoutuneelle lujitemuoville sen rengasjäykkyyttä takaisin vaan toimii lähinnä hätäapuna antaen vain joitakin vuosia elinkaarta rikkoutuneelle pumppaamolle. PE-muovisen säiliön paremmuuden argumentteja oli materiaalin muokattavuus etenkin työmaoloissa ja pitkä elinkaari. Lisäksi PE-muovi on kierrätettävissä, kun taas purettu lujitemuovinen säiliö joudutaan hävittämään kaatopaikkajätteenä. Ainoana varsinaisena vasta-argumenttina PE-muoviselle pumppaamosäiliölle mainittiin materiaalin kalleus isommissa, yli 1 000 millimetriä halkaisijaltaan olevissa pumppaamosäiliöissä. Tosin PE-muovien muokattavuus ja kierrätettävyys ovat loistavia etuja jos ainoa este PE-muovisen säiliön käyttämiselle on materiaalin kustannuskäyttökohta.

Kysyttäessä vanhojen pumppaamosäiliöiden saneerauksesta kolmen pumppaamotoimittajan palveluihin kuului jätevesi- ja hulevesipumppaamoiden saneeraukset joko perinteisesti auki kaivamalla tai sisäpuolisella saneerauksella eli asentamalla vanhan pumppaamosäiliön sisälle uusi säiliö. Näistä kahden pumppaamotoimittajan palveluihin kuului myös tietyn osan saneerauspalvelut, kuten mökkirakennuksen asentaminen vanhan uoppopumppaamon päälle tai vanhan uoppopumppaamon muuttaminen turvapumppaamoksi asentamalla väliseinä pumppaamosäiliöön. Tätä opinnäytetyötä varten ei kysytty tarkkoja kustannuksia saneerauksille, mutta pumppaamotoimittajilta saatiin vertailutietoa saneeraustapojen – auki kaivamalla ja sisäpuolisella saneerauksella – kustannusten suuruusluokasta; auki kaivamalla tehtävä saneeraus voi maksaa pumppaamosäiliön syvyydestä ja ympäristöstä riippuen jopa 2,5 kertaa enemmän kuin sisäpuolisella saneerauksella toteutettu saneeraus.

Pelkkien pumppujen ja/tai putkistojen saneeraustöiden kustannukset olivat laskettavissa muutamassa kymmenessä tuhannessa eurossa. Mökkirakennusten asennukset olivat määritettävissä tapauskohtaisesti, mutta kuitenkin kustannukset olivat 30 000 – 50 000 €, tilauksesta riippuen.

Tuusulantien jätevesipumppaamon sähkövioista ja ongelmista pumppujen kanssa kysyttiin eräältä pumppaamotoimittajan sähkötekniseltä asiantuntijalta mielipidettä. Tuusulantien jätevesipumppaamon sähkökaapin keskus on vaihdettu 2000-luvulla ja vaihtamisen yhteydessä on jouduttu asentamaan uusia kaapeleita. Tuusulantien jätevesipumppaamon kanssa on ollut ongelmia varsinkin silloin kun ulkoilman lämpötilan vaihteluvälit on suuria; kovalla pakkasella, nopeasti lauhtuvan tai oikein kovan hellejakson seurauksena on, että Tuusulantien pumput menevät epäkuntoon sähköpiikin tai ylikuumentumisen seurauksena. Yhtenä hypoteesina esitettiin, että voiko eristämätön sähkökaappi tai huono kaapelointi olla syynä sähköongelmiin, koska tutkimuksien yhteydessä havaittiin, että Tuusulantien jätevesipumppaamon sähkökaappi on eristämätön. Pumppaamotoimittajan sähkötekniikan asiantuntijan vastaus oli, että eristämätön sähkökaappi ilman jäähdytystä tai lämmitystä on mitä ilmeisimmin syy siihen, miksi sähkövikoja ilmenee pumppaamossa poikkeavien sääolojen yhteydessä, etenkin kun kyseessä on suuritehoiset pumput (11,1 kW ja 13,5 kW). Samasta syystä voi rikkoontua myös taajuusmuuttajat, jos sähkökeskus on eristämättömässä kotelossa. Sähkötekniikan asiantuntijan mukaan myös huonosti tehdyt kaapeloinnit aiheuttavat sähkövikoja; taajuusmuuttajilla varustetuissa pumppaamoissa tulee olla EMC-suojatut kaapeloinnit.

9 JOHTOPÄÄTÖKSET

Keravan jätevesipumppaamoiden saneeraustarpeen määrittäminen oli tämän opinäytetyön päätavoite. Toteutettujen tutkimusten ja haastatteluiden avulla pystyttiin tämän tavoite täyttämään. Tässä luvussa käydään läpi tutkimusten lopputulosta.

Energiatohokkuuden tarkastelua tässä opinäytetyössä ei nähty tarpeelliseksi, kun tutkittiin pumppaamoiden sähkönkulutusta ja tutustuttiin jo käytössä oleviin ratkaisuihin jätevesipumppaamoissa. Jätevesipumppaamoista kahta pumppaamoaluetta lukuun ottamatta, jotka on rakennettu ennen vuotta 2000, on kaikissa tehty vuoden 2008 jälkeen uusien pumppujen hankintoja sekä siirrytty pehmokäynnistimellä tapahtuvaan käynnistyksen ajoon sekä osaan pumppaamoista on asennettu taajuusmuuttajat. Näitä asennuksia ja pumppujen hankintoja on jouduttu tekemään lähinnä siitä syystä, että 2000-luvun alussa Keravalla tehtiin päätös sekaviemäröinnistä luopumisesta. Sekaviemäröinnistä luopuminen merkitsi sitä, että ennen isommalle virtaamalle mitoitetuista pumpuista tuli ylimitoitettuja. Keravan jätevesiverkoston luonteesta johtuen (siirtomatkat ja korkoerot pieniä) on pehmokäynnistimillä päästy lähes tyystin eroon vielä sekaviemäröinnin aikana joitakin jätevesiverkoston osia vaivanneista paineiskuista sekä isompien pumppaamoiden pumppujen kavitoinnista.

Tutkimustyötä tehtäessä havaittiin, että Keravalla ei ole jätevesipumppaamoita saneerattu järjestelmällisesti; jätevesipumppaamoiden saneeraustoimenpiteet ovat olleet sattumanvaraisia ja yleensä on tehty vain ne välttämättömimmät toimenpiteet, kuten esimerkiksi pumppujen vaihtaminen. Vanhimmissa pumppaamoissa on käyntien perusteella havaittavissa muutoksia rakenteissa sekä puutteita huoltotoimenpiteissä puuttuvasta huolto-ohjelmasta johtuen. Säännöllinen säiliöiden pesu ei pelkästään riitä ylläpitämään pumppaamosäiliöiden kuntoa vaan pesun lisäksi olisi tarpeen kiinnittää huomiota myös säiliössä oleviin muihinkin varusteisiin, esimerkiksi huoltotasoihin. Metallisten osien vaihtamiseen tulisi kiinnittää nykyistä paremmin huomiota, sillä ruostuvat kiinnityslenkit ja saranaosat ovat riskitekijä työturvallisuutta arvioitaessa. Rakenteellisten vikojen korjaamiseksi tulisi suorittaa tarkempi ja perusteellisempi tutkimus, jossa kaikki Keravan yli 20 vuotta vanhojen jätevesipumppaamoiden pumppaamosäiliöt olisi ensin sekä pestävä että huuhdeltava ja sen jälkeen tutkittava rakenteet. Nykyisellään Keravan kaupungin Vesihuollon viikoittaiset huoltokierrokset ovat jääneet dokumentoimatta eikä henkilökunnan käynneistä jätevesipumppaamoilla ole tarkkaa tietoa. Rakennetun omaisuuden arvon säilyttämisen yhtenä tärkeimpänä osatekijänä on tarkkaan suunniteltu huolto-ohjelma ja ennen kaikkea sen dokumentoiminen. Huoltorakennuksen lisääminen olisi huoltotyötätekevälle työntekijälle turvallisempi työskentelypaikka, ja samalla se tarjoaisi suojaisan paikan vaativien säätöjen ylläpitäessä. Ensiaputarvikkeiden ja esisammutuskaluston saatavuus pumppaamoilla on työturvallisuuden ja hätätilanteiden vuoksi tärkeitä seikkoja.

Keravan kaupungin 18 jätevesipumppaamosta kahdeksan pumppaamo (Tuusulantie, Nissilänpiha, Pihkaniitty, Trappukorpi, Etelä-Savio, Luotolantie, Vellamontie ja Liesitie) on yli 30-40 vuotta vanhoja. Näiden pumppaamoiden rakenteellinen kunto todettiin tässä opinnäytetyössä silmämääräisesti hyväksi, mutta tarkemmat kuntotutkimukset olisivat tarpeen ottaen huomioon se tosiasia, että tämä silmämääräinen kunnan määräitys oli ensimmäinen järjestelmällinen kuntokartoitus, joka näille pumppaamoille on tehty. Etenkin Nissilänpihan, Tuusulantien, Pihkaniityn, Luotolantien ja Etelä-Savion jätevesipumppaamoille on suositeltavaa tehdä lähitulevaisuudessa perusteellisia ja vaativiakin saneeraustoimenpiteitä. Tämän opinnäytetyön yhteydessä edellä mainituissa viidessä pumppaamossa tehdyissä tutkimuksissa oli rakenteissa havaittavissa metalliosien korroosiota sekä säiliörakenteiden väri vaihteluja tai murenemistä, jotka ovat huomion arvoisia merkkejä saneeraustarpeesta.

Osaan jätevesipumppaamoista, jotka ovat uppopumppaamo-mallisia, olisi tarpeen rakentaa erillinen huoltorakennus, etenkin niihin, joissa on ollut ongelmia sähköjen kanssa.

Nissilänpihan, Tuusulantien ja Luotolantien jätevesipumppaamoiden toimintavarmuuden takaamiseksi olisi tarpeen suorittaa saneeraus seuraavan vuoden aikana. Saneerausmenetelmäksi voidaan jokaisen kolmen pumppaamon kohdalla valita joko kokonaan uuden pumppaamon rakentaminen vanhan läheisyyteen tai sitten suorittaa sisäpuolinen saneeraus asentamalla olemassa olevan säiliön sisälle uusi säiliö. Sisäpuolista saneerausta suunniteltaessa on tärkeää ensin mitata tarkasti saneerattavan pumppaamon säiliön sisämitta sekä suunnitella saneeraustyönaikainen ohipumppaus. Tämän jälkeen on varmistettava virtaamatarkastelun avulla, minkä kokoinen säiliö on mahdollista asentaa vanhan säiliön sisään. Uuden säiliön kokoa valittaessa on tärkeää huomioida, että siirtämällä venttiilit ja muut varusteet vanhasta pumppusäiliöstä säiliön ulkopuoliseen huoltorakennukseen, saadaan lisättyä säiliön tehollista kapasiteettia. Ainoastaan lähtevä paineviemäri joudutaan kaivamaan esille ohipumppausta varten. Tulevan viemäriin liitos on mahdollista yleensä tehdä vanhan säiliön sisäpuolella, jolloin muita kaivuutöitä ei tarvitse toteuttaa. Nissilänpihan, Tuusulantien ja Luotolantien saneerauksen yhteydessä huoltorakennuksen rakentaminen olisi suositeltava toimenpide.

Muiden yli 20 vuotta vanhojen jätevesipumppaamoiden osalta olisi ensiarvoisen tärkeää aloittaa saneerausohjelman laatiminen. Tämän opinnäytetyön yhteydessä laadittu jätevesipumppaamoiden saneeraustaulukko on liitteenä 3. Saneeraustaulukkoon kerättiin kaikki Keravalla olevat jätevesipumppaamot. Jokaisen pumppaamon kohdalle merkittiin pumppaamon tyyppi, pumppaamossa olevien pumppujen lukumäärä ja hankintavuosi, pumppaamon rakentamivuosi, mahdollinen saneeraustapa sekä saneerauksen kiireellisyys. Laaditun saneeraustaulukon pohjalta olisi mahdollista laatia saneerausohjelma Keravan jätevesipumppaamoille.

LÄHTEET

All-Pumps (2017). Learning Centre. Pump Knowledge. When you operate your pumps away from Best Efficiency Point (BEP). Haettu 19.3.2017 osoitteesta <https://www.allpumps.com.au/blog/2016/02/29/operate-pumps-away-best-efficiency-point-bep/>

EnggCyclopedia (2017). Operation & Maintenance. Process Equipments. Pump Cavitation Causes. Haettu 19.3.2017 osoitteesta <http://www.enggcy-clopedia.com/2011/11/pump-cavitation-causes/>

Federley, J. (2009). Energiatehokas pumppausjärjestelmä. Koulutusmateriaali. Teknillinen korkeakoulu. Motiva Oy. Haettu 13.3.2017 osoitteesta http://www.motiva.fi/files/2419/Energiatehokas_pumppausj_rjestelm_.pdf

Gorman-Rupp Pumps Europe (2017). Pump Education. Articles. Cavitation. Haettu 19.3.2017 osoitteesta <http://www.grpumps.eu/educationsafety/article/1493>

Grundfos Oy Ab (n.d.). Grundfos Wastewater: Sewage Pumping Handbook. Haettu 17.3.2017 osoitteesta <http://net.grundfos.com/doc/webnet/waterutility/documentation.html>

Grundfos Oy Ab. Jäteveden siirto. Yleiskuvaus. Liittyvät sovellukset. Haettu 17.3.2017 osoitteesta http://fi.grundfos.com/kayttokohteet_ja_sovellukset/sovellukset

Grundfos Oy Ab. Pumpputyypit. Pumppaamot. Haettu 17.3.2017 osoitteesta <http://fi.grundfos.com/pumpputyypit/pumppaamot>

Hagner, B. (2016). Suomen LVI-liitto ry. LVI-alan historiakooste. Haettu 21.2.2017 osoitteesta <http://www.sulvi.fi/lvi-alan-historiakooste-2016/>

Huhtinen, M., Korhonen, R., Pimiä, & Urpalainen, S. (2008). Voimalaitostekniikka. Helsinki: Opetushallitus.

Hyxo Oy. Tuotteet. Pumppaus. Itseimevät keskipakopumput. Haettu 9.3.2017 osoitteesta http://www.hyxo.fi/products/fi/pioneer_p_sarja-p-155-53/

Jutila, L. (2006). *Jätevesipumppaamon saneeraussuunnitelma – Tuusulan kunnan Lahelan pumppaamo*. Opinnäytetyö. Ympäristötekniikan koulutusohjelma. Hämeen ammattikorkeakoulu.

Jyrkkä, J. (2016). *Tulvapumppaamon saneeraussuunnittelu*. Opinnäytetyö. Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma. Centria-ammattikorkeakoulu.

Karttunen, E. & Tuhkanen, T. (2003). RIL 124-1 Vesihuolto I. Helsinki: Suomen rakennusinsinöörien liitto RIL R.Y.

- Karttunen, E., Tuhkanen T. & Kiuru, H. (2004). RIL 124-2 Vesihuolto II. Helsinki: Suomen rakennusinsinöörien liitto RIL R.Y.
- Karttunen, E. (2009). RIL 237-1-2010 Vesihuoltoverkkojen suunnittelu. Osa A: Perusteet ja toiminnallisuus. Helsinki: Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry.
- Karttunen, E. (2010). RIL 237-2-2010 Vesihuoltoverkkojen suunnittelu. Osa B: Mitoitus ja suunnittelu. Helsinki: Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL R.Y.
- Keskinen, R., Kurronen, S. & Grönfeldt, L. (1981). Pumpputekniikka: nesteiden pumppaus. Helsinki: Insinöörijärjestöjen koulutuskeskus.
- Keski-Uudenmaan vesiensuojelun liikelaitoskuntayhtymä (2017). Viemärlaitos. Haettu 25.2.2016 osoitteesta <http://www.kuves.fi/viemarilaitos/>
- Kuusisto, P. (1999). Tehdasvalmisteiset jätevedenpumppaamot. Vesi- ja viemärlaitosyhdistyksen monistesarja nro 5. Helsinki: Vesi- ja viemärlaitosyhdistys.
- Lining. Tuotteet. Kunnallistekniset pumppaamot. Haettu 10.3.2017 osoitteesta <http://www.lining.fi/tuotteet/pumput-ja-pumppaamot/kunnallistekniset-pumppaamot>
- Lining. (2017). Lining-akatemia. Koulutus. 24.9.2016. Lining Oy.
- Mäkitalo, J. (2013). *Pumppaamoiden energiatehokkuuden parantaminen*. Opinnäytetyö. Energiatekniikan koulutusohjelma / Automaatio- ja prosessitekniikka. Kymenlaakson ammattikorkeakoulu.
- Niemi, T. (2007). Pitkän tähtäimen saneerausohjelman laatiminen Keravan vedenjakelujärjestelmää ja jäteveden viemärintijärjestelmää varten. Diplomityö. Vesihuoltotekniikka. Teknillinen korkeakoulu. Rakennus- ja ympäristötekniikan osasto.
- Pulli, M. (2009). Virtaustekniikka. Vedensiirtojärjestelmien toiminnallinen suunnittelu nykyaikaisin menetelmin. Tammertekniikka.
- Pumppaamot.fi. Mitä on pumppaamot? Haettu 28.2.2017 osoitteesta <http://pumppaamot.fi/index.html>
- RIL (1994). 102-1994 Viemärivedenpumppaamoiden Suunnittelu- ja hankintaohje. Helsinki: Suomen rakennusinsinöörien liitto RIL R.Y.
- Salo, S. (2017). Keravan Tekninen lautakunta 16.11.2004/149 §. Sähköpostiviesti tekijälle 9.5.2017.

SGN Tekniikka. Pumput. Gorman Rupp. Itseimevät keskipakopumput. Haettu 9.3.2017 osoitteesta <http://www.sgntekniikka.fi/pumput/gorman-rupp/itseimevat-keskipakopumput/>

Tuusulan seudun vesilaitos kuntayhtymä (2017). Vesikaavio. Haettu 25.2.2017 osoitteesta <http://www.tsvesi.fi/veden-tuotanto/vesikaavio/>

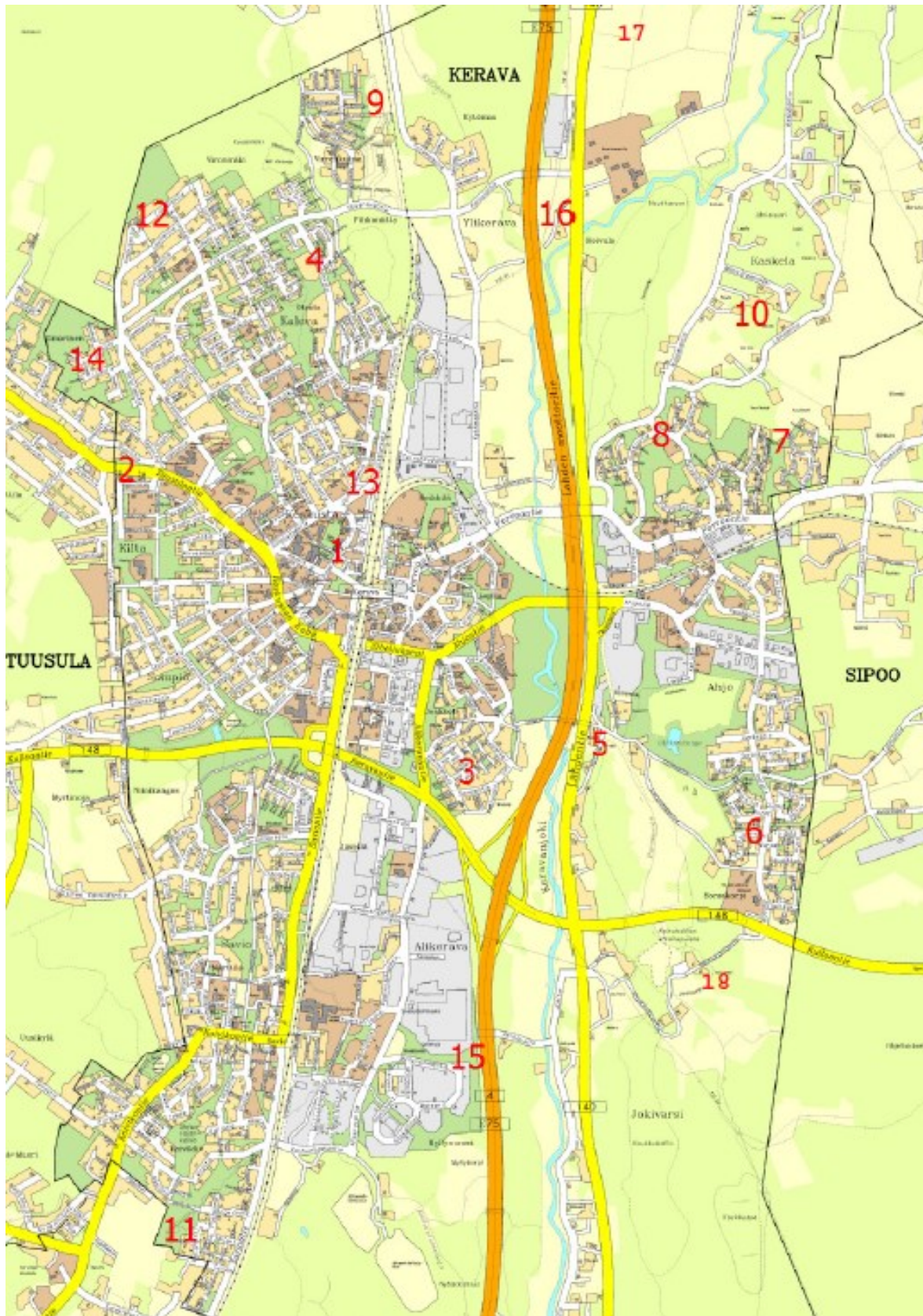
Ulefos Oy. Tuotteet. Pumput ja pumppaamot. Haettu 17.3.2017 osoitteesta <http://ulefos.fi/Pumppaamo>

Viitala, A. (2015). Jätevesipumppaamojen energiatehokkuus. Kandidaatintyö. Ympäristötekniikan koulutusohjelma. Lappeenrannan teknillinen yliopisto. Haettu 13.3.2017 osoitteesta https://www.doria.fi/bitstream/handle/10024/117889/Kandity%C3%B6_AnniViitala_2015.pdf?sequence=2

Wikipedia (2017). Kerava. Haettu 20.2.2017 osoitteesta <http://fi.wikipedia.org/wiki/Kerava>

Xylem Water Solutions Suomi. Pumppaamot. Haettu 28.2.2017 osoitteesta <http://www.xylemwatersolutions.com/scs/finland/fi/products/pumppaamot/Sivut/default.aspx>

KERAVAN JÄTEVESIPUMPPAAMOT



Haastatteluiden kysymykset

1. Onko jätevesipumppaamoiden kunnossapidosta laadittu huoltosuunnitelmaa?

Jos on, niin miten sitä toteutetaan?
2. Ovatko tehdyt huoltotoimenpiteet dokumentoitu?
3. Onko jätevesipumppaamoille laadittu saneeraussuunnitelmaa?
4. Onko tiettyjen jätevesipumppaamoiden pumppujen kanssa havaittu toistuvia ongelmia?
5. Mikä olisi sopiva saneeraustahti (jätevesipumppaamo / vuosi)?
6. Mikä olisi esteettisesti käytännöllisin ratkaisu uppopumppaamoiden maan päälisille rakenteille?

JÄTEVESIPUMPPAAMOIDEN SANEERAUSTAULUKKO

Pumppaamon nimi	Pumppaamon tyyppi	Pumppujen lukumäärä	Rakentamisvuosi	Pumppujen hankintavuosi	Saneerausehdotus	Ylivuoto-rakenne	Lisähuomio	Saneeraus- -hetki (vuosi)
1 Paasikivenkatu	oppopumppaamo	2	1970	2015	???	-		???
2 Tuusulantie	oppopumppaamo	1	1979	2008	Uusi säiliö sisään tai viereen uusi, mökki päälle	on	pumppaamon sähkökeskus uusittu 2005	1-3
3 Nissilämpilä	oppopumppaamo	2	1973	1986	Uusi säiliö sisään tai viereen uusi, mökki päälle	-	sähkökeskus uusittu 2007, toisen pumpun moottori ja juoksupyörä vaihdettu	1-3
4 Pihkanilitty	oppopumppaamo	2	1980	1980	Uusi säiliö sisään tai viereen uusi, mökki päälle	on	sähkökeskus ja putkistot uusittu joulukuussa 2007	1-3
5 Kylätie	salonki	2	2008	2008	Ei toimenpiteitä seuraavaan 10 vuoteen	on		10-15
6 Trappukorpi	salonki	2	1988	2015	Suunniteltava tarkemmin mahdollinen saneeraustarve	on		5-10
7 Kuusisaari	mökki	2	2003	2003	Ei toimenpiteitä seuraavaan 10 vuoteen	on		10-15
8 Päivölä	mökki	2	2001	2001	Ei toimenpiteitä seuraavaan 10 vuoteen	on		8-10
9 Virenkulma	mökki	2	2006	2006	Ei toimenpiteitä seuraavaan 10 vuoteen	on		8-10
10 Laineentie	mökki	2	2002	2002	Ei toimenpiteitä seuraavaan 10 vuoteen	on		8-10
11 Etelä-Savio	salonki	2	1987	2015	Saneeraustarvetta vielä tarkasteltava. Mökki päälle.	on		10-15
12 Luotolantie	oppopumppaamo	2	1977	2008	Uusi säiliö sisään tai viereen uusi, mökki päälle	-	sähkökeskus, putkistot ja pumput uusittu	3-5
13 Vellamontie	oppopumppaamo	2	1975	2008	Saneeraustarvetta vielä tarkasteltava. Mökki päälle.	-	sähkökeskus, putkistot ja pumput uusittu	5-10
14 Liesitie	oppopumppaamo	2	1984	2017	Uusi säiliö sisään, vieressä ei tilaa, mökki päälle	on		5-10
15 Jokivarsi	mökki	2	2005	2005	Ei toimenpiteitä seuraavaan 10 vuoteen	on		10-15
16 Huhtimo	mökki	2	2006	2006	Ei toimenpiteitä seuraavaan 10 vuoteen	on		10-15
17 Jokitie	oppopumppaamo	2	2015	2015	Mökki päälle			5-10
18 Huhtimo pohjoinen	oppopumppaamo	2	2013	2013	Ei toimenpiteitä seuraavaan 10 vuoteen			20-25