

**KIINTEISTÖKOHTAINEN
PAINEVIEMÄRIJÄRJESTELMÄ**

Ehdot Vesilaitosyhdistyksen julkaisu- ja monistesarjan pdf -tiedostoina myytävien julkaisuiden käyttöön:

- Julkaisun jakaminen pdf -tiedostona ja koko julkaisun tulostaminen on sallittu enintään 10 henkilölle samassa organisaatiossa.
- Julkaisua kopioitaessa tulee noudattaa voimassa olevaa lainsäädäntöä.
- Julkaisun tai sen osan levittäminen kaupallisessa tarkoituksessa on kielletty.
- Julkaisua lainattaessa tulee tehdä lähdeviittaus alkuperäiseen julkaisuun.
- Vesilaitosyhdistyksen kanssa voidaan sopia erikseen julkaisun hyödyntämisen ehdoista opetuskäytössä.

Kuvailulehti

Julkaisija	Vesi- ja viemärlaitosyhdistys ry	Julkaisuaika Marraskuu 2003
Tekijät	Infratec Oy, työryhmä Robert Donner, Matti Heino, Kari Mäkinen	
Julkaisun nimi	KIINTEISTÖKOHTAINEN PAINEVIEMÄRÖINTIJÄRJESTELMÄ	
Tiivistelmä	Kiinteistökohtaisessa paineviemärijärjestelmässä jätevesien johtaminen tapahtuu pumppauksen avulla. Pumppaamo on yleensä kiinteistökohtainen. Nykytilakyselyyn vastanneiden 46 vesihuoltolaitoksen hoidossa on noin 350 km paineviemäriverkostoa. Kiinteistökohtaisiin paineviemärijärjestelmiin on liittynyt yhteensä 2 056 kiinteistöä. Kiinteistöpumppaamoon oli liitetty keskimäärin 2,18 kiinteistöä. Paineviemäröinnin suunnitteluun tarvitaan ammattitaitoinen suunnittelija, joka tulee valita heti hankkeen käynnistyessä. Suunnitteluratkaisuissa tulee aina tarkastella vaihtoehtoja ja selvittää mm. kokonaismitoitus, virtaamat, putkistojen itsepuhdistuvuus ja pumppaamon valinta. Paineviemärijärjestelmän mitoittamiseen ei ole laadittu selkeitä viranomaisohjeita. Putkiston vähimmäisvirtausnopeuden tulee olla vähintään 0,7 m/s jokaisella pumppauskerralla (vähintään kuitenkin kerran vuorokaudessa) ja maksimiviipymän 8 tuntia. Paineviemärijärjestelmä sopii erityisesti haja-asutusalueiden viemäröintiin. Järjestelmä on elinikäkustannuksiltaan edullinen viemäröintiratkaisu. Vesiosuuskunnilla vesimaksun suuruus on ollut 1,3 €/m³ ja jätevesimaksun suuruus 1,7 €/m³ keskimäärin. Paineviemärijärjestelmän investointikustannukset vaihtelevat olosuhteista (maasto, maaperäolosuhteet) riippuen varsin paljon, 40 – 300 €/m. Edellä mainitut hinnat ovat verollisia hintoja vuosilta 2001 – 2002.	
Asiasanat	viemäröinti, paineviemäröinti, pumppaamot, pienpumppaamot, kiinteistöt, haja-asutusalueet, vesihuolto	
Julkaisusarjan nimi ja numero	Vesi- ja viemärlaitosyhdistyksen monistesarja nro 13	
Julkaisun teema	Viemäröinnin järjestäminen kiinteistökohtaista pumppausta käyttäen	
Projektihankkeen nimi ja projektinnumero	Kiinteistökohtainen paineviemäröinti	
Rahoittaja/toimeksiantaja	Ympäristö- ja maa- ja metsätalousministeriöt, Uudenmaan ja Keski-Suomen ympäristökeskukset, Vesi- ja viemärlaitosyhdistys ry, Onninen Oy, Oy Björn Backström Ab, Lining Oy, Oy KWH Pipe Ab, Oy Grundfos Pumpput Ab ja Suunnittelukeskus Oy	
Projektiryhmään kuuluvat organisaatiot	Ympäristö- ja maa- ja metsätalousministeriöt, Uudenmaan ja Keski-Suomen ympäristökeskukset, Suomen Kuntaliitto, Vesi- ja viemärlaitosyhdistys ry, Onninen Oy, Oy Björn Backström Ab, Lining Oy, Oy KWH Pipe Ab, Oy Grundfos Pumpput Ab ja Suunnittelukeskus Oy	
	ISSN	ISBN 952-5000-43-5
	Sivuja 94	Kieli Suomi
	Luottamuksellisuus	Hinta
	Julkinen	32 € (VVY:n jäsenille), 50 € (ei-jäsenille) (sis. alv:n 8 %)
Julkaisun myynti/jakaja	Vesi- ja viemärlaitosyhdistys ry, Ratavartijankatu 2 A, 00520 HELSINKI. Puh. (09) 868 9010, sähköposti: vvy@vvy.fi, kotisivu: www.vvy.fi	
Julkaisun kustantaja	Vesi- ja viemärlaitosyhdistys ry ja Uudenmaan ympäristökeskus	
Painopaikka ja -aika	Copy-Set Oy, Helsinki 2003	

Presentationsblad

Utgivare	Vatten- och avloppsverksföreningen i Finland rf	Datum November 2003
Författare/ Redaktör	Infratec Oy, arbetsgrupp Robert Donner, Matti Heino, Kari Mäkinen	
Publikationens titel	TRYCKAVLOPPSSYSTEM FÖR ENSKILDA FASTIGHETER	
Sammandrag	I ett tryckavloppssystem för enskilda fastigheter förflyttas avloppsvattnet genom pumpning. Vanligtvis har varje fastighet en skild pumpstation. I en enkät som gjordes har 46 vattentjänstverk sammanlagt ca 350 000 rörmeter tryckavlopp. Till tryckavloppssystem för fastigheter har anslutit sig sammanlagt 2 056 fastigheter. Till en fastighetspumpstation har anslutit sig i medeltal 2,18 fastigheter. I planeringen av ett tryckavloppssystem ska en yrkeskunnig planerare genast i början av projektet väljas. I planeringslösningarna ska olika alternativ vägas och behandlas bl.a. helhetsdimensionering, flöde, självspoling av rören och val av pumpstation. Tydliga myndighetsföreskrifter för dimensionering av tryckavloppssystem har inte uppgjorts. Det lägsta flödet i tryckavloppsröret ska vara minst 0,7 m/s per pumpningsgång (dock minst en gång i dygnet) och genomloppstiden högt 8 timmar. Tryckavloppssystem passar speciellt i glesbygder som lösning av avloppsvattenhanteringen. Systemet är livstidskostnadsmässigt förmånligt. I medeltal uppbär vattenandelslagen i vattenavgift 1,3 €/m³ och i avloppsvattenavgift 1,7 €/m³. Investeringskostnaden för ett tryckavloppssystem varierar beroende på omständigheterna (terräng, markbeskaffenhet) förhållandevis mycket: 40 – 300 €/m.	
Nyckelord	avloppsarbeten, tryckavloppsarbeten, pumpverk, små pumpverk, fastigheter, glesbygdsområden, vatten och avlopp	
Publikationsserie och nummer	Vatten- och avloppsverksföreningen i Finland duplikatserie nr. 13	
Publikationens tema	Tryckavlopp för enskilda fastigheter	
Finansiär/ uppdragsgivare	Miljö- och jord- och skogsbruksministerierna, Nylands och Mellersta Nylands miljöcentraler, Vatten- och avloppsverksföreningen i Finland rf, Onninen Oy, Oy Björn Backström Ab, Lining Oy, Oy KWH Pipe Ab, Oy Grundfoss Pumput Ab och Suunnittelukeskus Oy	
Organisationer i projektgruppen	Miljö- och jord- och skogsbruksministerierna, Nylands och Mellersta Finlands miljöcentraler, Finlands Kommunförbund, Vatten- och avloppsverksföreningen i Finland rf, Onninen Oy, Oy Björn Backström Ab, Lining Oy, Oy KWH Pipe Ab, Oy Grundfos Pumput Ab, Suunnittelukeskus Oy	
	ISSN	ISBN 952-5000-43-5
	Sidantal 94	Språk Finska
	Offentlighet Offentlig	Pris 32 € (VAF:s medlemmar), 50 € (icke-medlemmar) (inkl. moms. 8 %)
	Beställningar/ distribution	Vatten- och avloppsverksföreningen i Finland rf, Banvaktsgatan 2 A, 00520 HELSINGFORS. Tfn (09) 868 9010, elpost: vvy@vvy.fi, hemsida: www.vvy.fi
Förläggare	Vatten- och avloppsverksföreningen i Finland rf och Nylands miljöcentral	
Tryckeri/ tryckningsort och -år	Copy-Set Oy, Helsingfors 2003	

Documentation page

Publisher	Finnish Water and Waste Water Works Association	Date November 2003
Author(s)	Infratec Oy, working group Robert Donner, Matti Heino, Kari Mäkinen	
Title of Publication	Properties with pressure sewerage systems	
Abstract	In pressurized house sewer systems sewage is conducted by pumping. Usually the property has its own pumping station. The 46 water and sewage works that answered the enquiry concerning the present situation were responsible for the maintenance of 350 km of pressure sewers. A total of 2056 properties have individual pressurized sewer systems. On an average 2.18 properties were connected to a property pumping station. Pressure sewer systems require skilled professional designers, and the designer should be selected as soon as the project starts. Different options should be assessed and dimensioning, flows, self-purification of the pipes and the choice of pumping station should be carefully looked into. No clear official dimensioning specifications exist. The minimum flow velocity in the pipe system should be at least 0.7 m/s each time sewage is pumped (and this should be done at least once every 24 hours) and the maximum retention time should be 8 hours. The pressurized sewer system is especially well suited for sparsely settled areas. The system is economically viable though the whole life-span of the system. The water and sewage co-operatives have charged a 1.3 EUR/m³ fee for water and a 1.7 EUR/m³ fee for sewage, on an average. The investment costs of a pressurized sewer system have varied greatly, from 40 to 300 EUR/m, depending on the ground conditions etc.	
Keywords	Pressure sewerage systems, small-scale pumping stations, house sewerage, domestic wastewater, water supply, sewerage, sparsely settled areas	
Publication series and number	Mimeograph series of Finnish Water and Waste Water Works Association nr 13.	
Theme of publication	House sewerage using the property's own pumping station	
Project name and number, if any	Properties with individual pumping stations for sewage	
Financier/ commissioner	Ministry of Environment, Ministry of Agriculture and Forestry, Uusimaa Regional Environment Centre, Central Finland Regional Environment Centre, Finnish Water and Waste Water Works Association, Onninen Oy, Oy Björn Backström Ab, Lining Oy, Oy KWH Pipe Ab, Oy Grundfos Pump Ab and Plancenter Ltd	
Project organizations	Ministry of Environment, Ministry of Agriculture and Forestry, Uusimaa Regional Environment Centre, Central Finland Regional Environment Centre, The Association of Finnish Local and Regional Authorities, Finnish Water and Waste Water Works Association, Onninen Oy, Oy Björn Backström Ab, Lining Oy, Oy KWH Pipe Ab, Oy Grundfos Pump ab and Plancenter Ltd	
	ISSN	ISBN 952-5000-43-5
	No. of pages 94	Language Finnish
	Restrictions Public	Price 32 € (members of FIWA), 50 € (non-members) (including VAT 8 %)
For sale at/ distributor	Finnish Water and Waste Water Works Association, Ratavartijankatu 2 A, 00520 HELSINKI, FINLAND. Tel. +358 9 868 9010, email: vvy@vvy.fi, homepage: www.vvy.fi	
Financier of publication	Finnish Water and Waste Water Works Association and Uusimaa Regional Environment Centre	
Printing place and year	Copy-Set Oy, Helsinki 2003	

SISÄLLYSLUETTELO

ESIPUHE	7
TIIVISTELMÄ	9
MÄÄRITELMIÄ, KÄSITTEITÄ	11
1. PAINEVIEMÄRIJÄRJESTELMÄT, NYKYTILANNE SUOMESSA	13
1.1 YLEISTÄ	13
1.2 VIEMÄRIVERKOSTOT	13
1.2.1 VERKOSTOJEN KOKONAISTIEDOT	14
1.2.2 LIITTYJÄMÄÄRÄT	14
1.2.3 TEKNISET PERUSTIEDOT	14
1.2.4 MITOITUSPERIAATTEET	14
1.2.5 HALLINNOINTI	15
1.3 PUMPPAAMOT	15
1.3.1 PUMPPUKAIVO	15
1.3.2 PUMPPU JA OHJAUSJÄRJESTELMÄ	15
1.3.3 PUMPPAAMOIDEN SIJOITUS JA OMISTUS	15
1.3.4 KÄYTTÖ- JA VIKAHISTORIA	16
1.4 INVESTOINTI- JA KÄYTTÖKUSTANNUKSET	17
NYKYTILAN YHTEENVETO	18
2. PAINEVIEMÄRIN JA VIETTOVIEMÄRIJÄRJESTELMIEN KUSTANNUSVERTAILU	19
2.1 INVESTOINTIKUSTANNUKSET	19
2.1.1 YLEISTÄ	19
2.1.2 TYYPPIRAKENTEET	21
2.1.3 KUSTANNUSLASKENTA	28
2.1.4 KUSTANNUSEROT	29
2.2 KÄYTTÖKUSTANNUKSET	30
2.2.1 YLEISTÄ	30
2.3 ESIMERKKIKOhteet	32
2.3.1 KALLJÄRVI (UUSIMAA, VEIKKOLA)	32
2.3.2 MUURATSALON ITÄRANTA (KESKI-SUOMI, SÄYNÄTSALO)	32
2.3.3 SUVISAARISTO (UUSIMAA, ESPOO)	33
2.4 YHTEENVETO	33
YHTEENVETO KUSTANNUKSISTA	33
3. PAINEVIEMÄRIJÄRJESTELMÄN SUUNNITTELU	35
3.1 SUUNNITTELU	35
3.1.1 SUUNNITTELUN PÄÄVAIHEET	35
3.1.2 SUUNNITELTAVAN ALUEEN LAAJUUS	35
3.1.3 RATKAISUVAIHTOEHDOT	35
3.1.4 VERKOSTON YLEISSUUNNITTELU	36
3.1.5 JÄTEVEDEN VIRTAAUSNOPEUS JA VIIPYMÄ	37
3.1.6 VERKOSTON MITOITUS	37
3.1.7 PAINEVIEMÄRIVERKOSTON HUOLLETTAVUUDEN SUUNNITTELU	39
3.1.8 ILMANPOISTO	40
3.1.9 JÄTEVESIPUMPUN SUORITUSKYKY JA SEN VAIKUTUS SUUNNITTELUUN	40
3.1.10 PUMPPUKAIVO	41
3.1.11 TARKASTUSKAIVOT JA PUMPPAAMON TUULETUS	42
3.1.12 PUMPPAAMON LÄMPÖERISTYS	44
3.1.13 YLIVUODON SUUNNITTELU	45
3.1.14 VIRANOMAISMÄÄRÄYKSET JA KIINTEISTÖPUMPPAAMOT	45
3.1.15 VARATILAVUUDEN LASKEMINEN	46
3.2 PUMPPAAMON SIJOITUS	47
3.2.1 RAKENNUKSEN VÄLITTÖMÄSSÄ LÄHEISYYDESSÄ	47

3.2.2 USEAN KIIINTEISTÖN YHTEISENÄ	48
3.2.3 SISÄLLE RAKENNUKSEEN.....	49
3.3 JÄTEVESI PAINEVIEMÄRISSÄ.....	49
3.3.1 KIIINTEISTÖKOHTAINEN JÄTEVESI.....	49
3.3.2 MIKROBITOIMINTA.....	50
3.3.3 HAJUT VIEMÄRIVERKOSSA.....	50
3.3.4 KORJAAVAT TOIMENPITEET.....	52
3.3.5 VAIKUTUKSET PUHDISTAMOLLA	54
3.4 PAINEVIEMÄRIJÄRJESTELMÄN HALLINNOINTI	54
3.4.1 OSUUSKUNTAMUOTOISEN VESIHUOLTOLAITOKSEN PERUSTAMINEN.....	54
3.4.2 LIITTYMINEN ALUEELLA TOIMIVIIN VERKOSTOIHIN	55
3.4.3 LIITTÄMISKOHTA	55
3.4.4 HOITO- JA HUOLTOSOPIMUS.....	56
4. PAINEVIEMÄRIJÄRJESTELMÄN TOTEUTTAMINEN.....	57
4.1 PUMPPAAMOIDEN HANKINTAMENETTELY	57
4.1.1 YLEISTÄ	57
4.1.2 KOKONAISTALOUEDELLINEN TARJOUSPYYNTÖ.....	57
4.1.3 TARJOUKSEN SISÄLTÖ.....	58
4.1.4 TARJOUKSEN LAADINTA	58
4.1.5 TARJOUKSEN ANTAMINEN.....	61
4.1.6 TARJOUSTEN ARVOSTELU	61
KOKONAISTALOUEDELLISESTI EDULLISIN TARJOUS.....	63
4.2 RAKENNUTTAMINEN.....	63
4.2.1 RAKENNUTTAMISASIAKIRJAT.....	63
4.2.2 URAKAN RAJAUS.....	64
4.2.3 URAKKA-AJAN MÄÄRITTELY	64
4.2.4 URAKKAMUODON JA MAKSUPERUSTEEN VALINTA	64
4.2.5 HANKINTAMENETTELYT	64
4.3 URAKKAKILPAILUN JÄRJESTÄMINEN	65
4.3.1 TARJOUSAIKA	65
4.3.2 LISÄTIETOJEN ANTAMINEN.....	65
4.3.3 TARJOUSTEN VASTAANOTTO	65
4.3.4 TARJOUSTEN VOIMASSAOLO.....	65
4.3.5 TARJOUSTEN KÄSITTELY JA VERTAILU.....	65
4.3.6 TARJOUKSEN HYVÄKSYMINEN	66
4.4 VALVONTA	66
4.4.1 YLEISTÄ	66
4.4.2 VALVOJAN PÄTEVYYS, ESTEELLISYYS, VASTUU	67
4.4.3 TYÖMAAPÄIVÄKIRJA.....	67
4.4.4 TYÖMAAKOKOUKSET	67
4.4.5 MUUTOSTYÖT.....	67
4.4.6 TYÖN VASTAANOTTO	68
4.4.7 LAADUNARVOSTELU.....	68
4.4.8 TALOUDELLINEN LOPPUSELVITYS.....	68
4.4.9 TAKUUTARKASTUS	68
4.4.10 TAKUUKORJAUKSET.....	69
4.4.11 VASTUU TAKUUAJAN JÄLKEEN.....	69
URAKKAKILPAILUN JÄRJESTÄMINEN.....	69
5. PAINEVIEMÄRIJÄRJESTELMÄN HOITO JA HUOLTO	71
5.1 PUMPPAAMON HOITO JA HUOLTO	71
5.2 PUTKISTON YLLÄPITO	72
5.3 MUUT LAITTEET	73
5.4 HAJUHAITTA	73
HAJUHAITTOJA JA NIIDEN ESTÄMISTÄ ON KÄSITELTY MYÖS KOHDASSA 3.3 JÄTEVESI PAINEVIEMÄRISSÄ	

6. OHJEITA PAINEVIEMÄRIJÄRJESTELMÄÄN LIITTYVÄLLE KIIINTEISTÖLLE	75
LÄHDEAINEISTOA.....	77
KUVALUETTELO	78
TAULUKKOLUETTELO.....	78
JOHTORYHMÄN YHTEYSTIEDOT	79

LIITE

ESIPUHE

Suomessa haja-asutusalueilla asuu noin miljoona henkilöä 400 000 kiinteistössä, jotka eivät ole järjestetyn viemäroinnin piirissä. Perinteiseen viettoviemärointiin perustuvan kunnallistekniikan rakentaminen voi olla sekä kallista että aikaavieppää. Usein rakentamista voidaan nopeuttaa ja kustannuksia alentaa rakentamalla alueelle paineviemärijärjestelmä.

Keskitetyn vedenhankinnan ja jakelun sekä viemäroinnin tarpeessa olevan asutusalueen asukkaat voivat perustaa vesihuoltolaitoksen toteuttamaan ja hoitamaan alueensa vesihuoltoa. Useimmiten asukkaiden perustaman vesihuoltolaitoksen omistus- ja hallinnointimuoto on osuuskunta.

Kiinteistökohtainen paineviemärointi - projektin tavoitteena on selvittää kiinteistökohtaisen paineviemärijärjestelmän nykytilaa, etuja ja haittoja sekä löytää järjestelmälle sopivat käyttöalueet. Lisäksi selvitetään kiinteistökohtaiseen paineviemärointiin liittyviä asioita kuten kiinteistöpumppaamon omistus ja hallinnointi, kiinteistökohtaisen pumppaamon sijoitus tontille, jäteveden johtaminen tiivistä paineviemäristä olemassa olevaan vanhaan verkostoon ja jäteveden laadun vaikutukset viettoviemäriverkostossa.

Selvitystyön tavoitteena on laatia ohjeistusta siten, että kiinteistökohtaisen paineviemärijärjestelmän valinta eräänä viemärointivaihtoehtona perustuu riittäviin teknisiin, toiminnallisiin ja taloudellisiin perusteisiin. Selvitystyön tavoitteena on myös koota olemassa olevat kiinteistökohtaisen paineviemärijärjestelmän suunnittelu-, mitoitus- ja rakentamisohjeistus ja täydentää sitä tämän projektin tuloksilla.

Työn tarkoituksena on palvella suunnittelijoita, vesihuoltolaitoksia sekä ympäristökeskuksia, jotta osataan valita teknisesti ja taloudellisesti parhaat mahdolliset ratkaisut keskitetyn viemäroinnin järjestämiseksi.

Kiinteistökohtainen paineviemärointi – projektin raportin laadintaa on ohjannut työryhmä, jossa puheenjohtajana toimi Marketta Virta Uudenmaan ympäristökeskuksesta ja jäseninä Ari Andersson Onninen Oy:ltä, Björn Backström Oy Björn Backström Ab:ltä, Karl-Erik Blomgren Suomen kuntaliitosta, Timo Eronen Oy Lining Ab:ltä, Juha Kainulainen Oy KWH Pipe Ab:ltä, Jorma Kaloinen Ympäristöministeriöstä, Markku Maunula Maa- ja metsätalousministeriöstä, Matti Ojala Suunnittelukeskus Oy:stä, Juha Pälvimäe Oy KWH Pipe Ab:ltä, Mika Rontu Vesi- ja viemärlaitosyhdistyksestä, Jorma Räsänen ja Kyösti Salonen Oy Grundfos pumpput Ab:ltä, Juhani Tengvall Ympäristöministeriöstä, Kai Voutilainen ja Juha Vuorenmaa Keski-Suomen ympäristökeskuksesta sekä Hanna Yli-Tolppa Uudenmaan ympäristökeskuksesta.

Raportin laadinnasta on vastannut työryhmä Matti Heino ja Kari Mäkinen Infratec Oy:stä, Robert Donner Suvisaariston Vesiosuuskunnasta ja Ari Kangas Uudenmaan ympäristökeskuksesta.

Kommenttikierrokseen osallistuivat Juha Hiltula Kotkan Vedestä, Hannu Kytölä MVT Oy:stä, Erkki Nikkari Uponor Oy:stä, Timo Tolonen Limingan Vesihuolto Oy:stä ja Hannu Vornanen Kauniaisten kaupungista.

TIIVISTELMÄ

Kiinteistökohtaisessa paineviemärijärjestelmässä jätevesien johtaminen tapahtuu pumpppaamalla. Pumpppaamo on yleensä kiinteistökohtainen. Maasto-olosuhteista riippuen useampi kiinteistö voidaan liittää samaan pumpppaamoon. Samanaikaisesti paineviemärijärjestelmän kanssa rakennetaan vesijohto.

Nykytilakyselyyn vastanneiden 46 vesihuoltolaitosten hoidossa on yhteensä yli 400 kilometriä viemäriverkostoa, josta lähes 350 km on paineviemäriverkostoa. Kiinteistökohtaisiin paineviemärijärjestelmiin on liittynyt yhteensä 2056 kiinteistöä. Keskimääräinen vesihuoltolaitoksen verkoston pituus on 9,1 km, josta 7,6 km on paineviemäriä. Jokaista liittyjää kohti oli keskimäärin noin 196 metriä viemäriverkostoa. Kiinteistöpumpppaamoon oli liitetty keskimäärin 2,18 kiinteistöä.

Paineviemäröinnin suunnitteluun tarvitaan ammattitaitoinen suunnittelija, joka tulee valita heti hankkeen käynnistyessä. Suunnitteluratkaisuissa tulee aina tarkastella vaihtoehtoja ja selvittää mm. kokonaismitoitus, virtaamat, putkistojen itsepuhdistuvuus ja pumpppaamon valinta. Pumpppaamon ja verkoston mitoittamiseen on laskentaohjelmia. Ohjelmat eivät täysin palvele erityyppisten järjestelmien mitoittamista. Paineviemärijärjestelmän mitoittamiseen ei ole laadittu selkeitä viranomaisohjeita.

Putkiston vähimmäisvirtausnopeuden tulee olla vähintään 0,7 m/s jokaisella pumpppauskerralla (vähintään kuitenkin kerran vuorokaudessa) ja maksimi-viipymän 8 tuntia.

Paineviemärijärjestelmä sopii erityisesti haja-asutusalueiden viemäröintiin. Kaivannot voidaan yleensä tehdä pienempinä ja putkikoot ovat pienemmät kuin viettoviemäröinnissä. Järjestelmä on elinikäkustannuksiltaan edullinen viemäröintiratkaisu.

Vesihuoltolaitokseen liittyjiltä peritään maksuja, joilla katetaan investointi- ja käyttökustannukset. Vesiosuuskunnilla veden käyttömaksun suuruus on ollut 1,3 €/m³ ja jäteveden käyttömaksun suuruus 1,7 €/m³ keskimäärin. Paineviemärijärjestelmän investointikustannukset vaihtelevat olosuhteista (maasto, pohjaolosuhteet) riippuen varsin paljon 40 – 300 €/m). Edellä mainitut hinnat ovat verollisia hintoja vuosilta 2001 – 2002. Erityyppisten järjestelmien elinkaarikustannuksissa on merkittäviä eroja, jotka tulee suunnitteluvaiheessa tiedostaa.

Kiinteistökohtaisen jätevesipumpppaamon käyttäjän ohjeet viemärin käytöstä eivät eroa tavanomaisen viemäriverkostoon käytöstä. Viemäriin kuuluu vain likavesi. Ohjeiden noudattamisen tärkeys kuitenkin korostuu kiinteistökohtaisissa paineviemärijärjestelmissä, sillä viat ohjeiden vastaisesta käytöstä tulevat heti esiin liittyjän omassa kiinteistöpumpppaamossa.

MÄÄRITELMIÄ, KÄSITTEITÄ

viettoviemäröinti

Viemäröintijärjestelmä, jossa jäte-, hule- ja salaojavesien johtaminen tapahtuu painovoimaisesti.

paineviemäröinti

Viemäröintijärjestelmä, jossa jäte-, hule- ja salaojavesien johtaminen tapahtuu pumppauksen avulla.

tonttijohto

Tonttijohtoja ovat tonttivesijohto, tonttivilmäri ja tonttihulevesivilmäri.

tonttivilmäri

Vilmäri, joka yhdistää kiinteistön vilmärilaitteistot yleiseen vilmäriin.

tonttivesijohto

Vesijohto, joka yhdistää kiinteistön vesilaitteiston yleiseen vesijohtoon.

liittämiskohta (Vesihuoltolaki 12 §, 13 §)

Kohta, jossa kiinteistön vastuu vesi- tai vilmärijohdosta päättyy ja vesihuoltolaitoksen vastuu alkaa.

liittymiskohta (Rakentamismääräyskokoelma D1)

Kohta, jossa kiinteistön vesi- tai vilmärilaitteisto liitetään yleiseen vesijohtoon tai vilmäriin.

linjapumppaamo

Vilmäriverkoston pumppaamo, jonka avulla jätevesiä johdetaan verkostossa eteenpäin. Linjapumppaamo voi olla viettovilmäri-verkoston tai painevilmäriverkoston osa

kiinteistöpumppaamo

Kiinteistöpumppaamo on yhden/muutaman kiinteistön pumppaamo.

pumppaamon hyötytilavuus

Hyötytilavuus on pumppaamon imualtaan tilavuus. Katso kuva 6.

pumppaamon tehollinen tilavuus

Tehollinen tilavuus on pumpun käynnistysrajan ja pysäytysrajan välinen tilavuus. Katso kuva 6.

varatilavuus

Varatilavuus on käynnistysrajan ja turvallisen padotuskorkeuden välisen viemäriverkon tilavuus. Katso kuva 6.

ruuvipumppu

Pumpputyyppejä, joihin pumppauspaine saadaan aikaan ruuvilla.

keskipakopumppu

Pumpputyyppejä, joihin pumppauspaine saadaan aikaan juoksupyörällä.

osuusmaksu

Maksu, joka kerätään osuuskuntaan liittyviltä jäseniltä liittymisen yhteydessä.

liittymismaksu

Liittymismaksu on vesihuoltolaitokseen liitettävän kiinteistön maksama kiinteistökohtainen kertamaksu. Liittymismaksulla katetaan osa laitoksen investointikustannuksista, siihen ei yleensä sisällytetä liitostyön kustannuksia eikä tonttijohtojen rakentamiskustannuksia. Maksu voi olla erisuuruinen eri alueilla.

tonttviemäriin liittämismaksu

Liittämistyöstä perittävä maksu kun tonttviemäri liitetään liittämiskohdassa runkoviemäriin.

perusmaksu

Perusmaksua peritään palvelujen käytöstä riippumatta siitä lähtien kun kiinteistö on liitetty laitoksen verkostoon. Maksulla katetaan osa kulutuksesta riippumattomista käyttö- ja pääomakustannuksista. Maksu voi olla erisuuruinen eri alueilla.

käyttömaksu

Käyttömaksu peritään erikseen vedenhankinnasta ja viemäroinnista. Käyttömaksu peritään kiinteistön käyttämän veden ja poisjohdettavan jäteveden määrän ja laadun perusteella.

Maksu veloitetaan yksikköhinnaltaan samansuuruisena kaikilta liittyjiltä. Viemäroinnin käyttömaksussa voidaan kuitenkin ottaa huomioon poisjohdettavan jäteveden määrä ja laatu.

1. PAINEVIEMÄRIJÄRJESTELMÄT, NYKYTILANNE SUOMESSA

1.1 YLEISTÄ

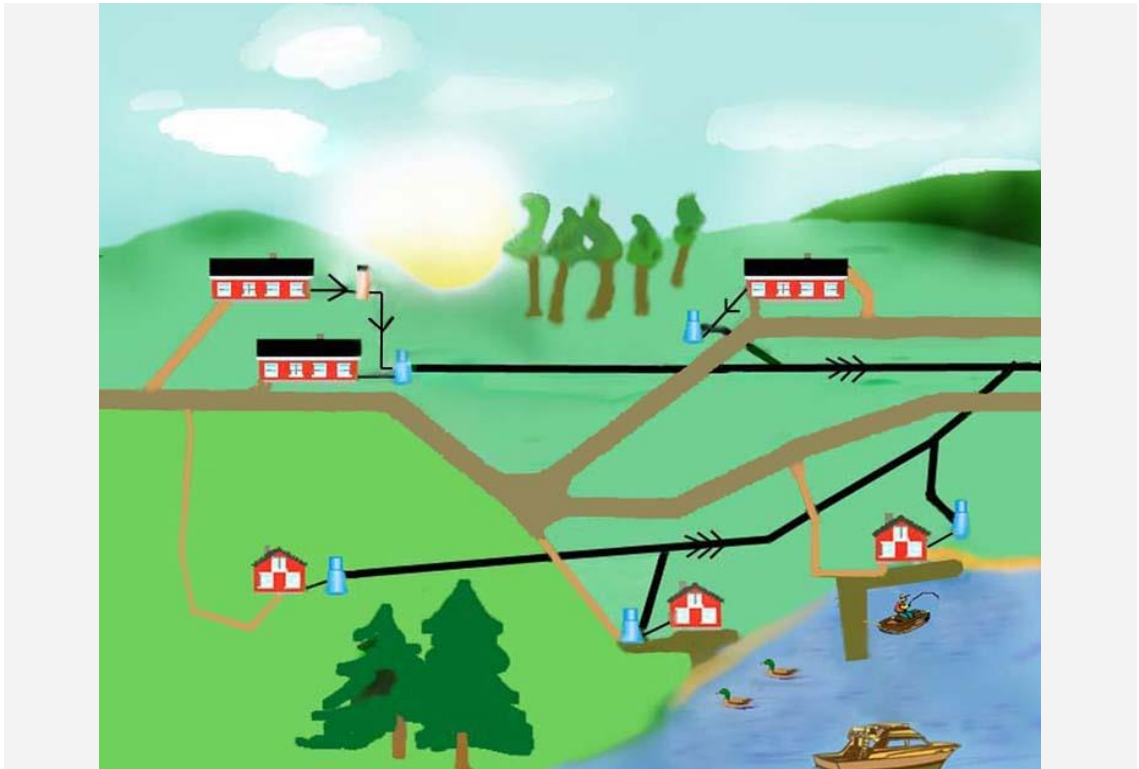
Suomessa on rakennettua yleistä viemäriverkostoa noin 40 000 km ja viemäröinnin piiriin kuuluu noin 81 % asukkaista. Viemäröinti on pääasiassa vietto-viemäröintiä. Haja-asutusalueilla on kuitenkin noin 400 000 kiinteistöä (yli miljoona asukasta), jotka eivät ole järjestetyn viemäröinnin piirissä.

Uudenmaan ja Keski-Suomen ympäristökeskukset tekivät syksyn 2002 aikana kyselyn, jossa kartoitettiin kiinteistökohtaisten paineviemärijärjestelmien laajuutta, hallinnointia, kustannuksia ja käyttökokemuksia. Kyselylomakkeita lähetettiin 70 vesihuoltolaitokselle. Vastauksia saatiin 46 kappaletta. Nykytilanteen selvittämiseksi työryhmä vieraili myös hankkeeseen osallistuneiden pumppaamotoimittajien luona sekä muutamassa kyselyyn vastanneessa vesiosuuskunnassa.

Seuraavassa esitetyt tiedot perustuvat edellä mainittuun kyselyyn.

1.2 VIEMÄRIVERKOSTOT

Paineviemärijärjestelmän putkisto on yleensä asennettu roudattomaan syvyyteen maastoa mukailevaksi. Mikäli maaperä on ollut vaikeasti kaivettavaa tai vaatinut louhintaa, putket on voitu asentaa matalaan. Tällöin putkisto on lämpöeristetty ja varustettu tarvittaessa saattolämmityksellä.



Kuva 1. *Paineviemärijärjestelmän periaate*

1.2.1 VERKOSTOJEN KOKONAISTIEDOT

Kyselyyn vastanneiden 46 vesihuoltolaitoksen hoidossa on yhteensä yli 400 kilometriä viemäriverkostoa, josta lähes 350 kilometriä on paineviemäriverkostoa.

Sekä liittyjien määrällä että verkoston pituudella mitattuna laajin järjestelmä oli syksyllä 2002 Mämmen vesiosuuskunnalla Äänekoskella. Järjestelmässä oli paineviemäriä 57,6 km, viettoviemäriä 0,5 km ja liittyjiä kaikkiaan 176 kpl. Kuusamon energia- ja vesiosuuskunnalla on pienin järjestelmä, jossa paineviemärin pituus oli 430 m, viettoviemäriä 133 m ja liittyjiä 3 kpl.

Keskimääräinen vesihuoltolaitoksen verkoston pituus oli 9,1 km, josta 7,6 km oli paineviemäriä. Jokaista liittyjää kohti oli keskimäärin noin 196 metriä viemäriverkostoa.

1.2.2 LIITTYJÄMÄÄRÄT

Kyselyyn vastanneissa vesihuoltolaitoksissa oli kiinteistökohtaisiin paineviemärijärjestelmiin liittynyt yhteensä 2056 kiinteistöä. Näistä 1771 (86 %) kiinteistöä oli ympärivuotisessa käytössä ja 285 (14 %) kiinteistöä oli vapaa-ajan asuntoja.

Keskimäärin liittyjiä vesiosuuskunnassa oli 45,7 kappaletta, joista 39,4 ympärivuotisessa käytössä ja 6,3 kappaletta vapaa-ajan käytössä.

1.2.3 TEKNISET PERUSTIEDOT

Paineviemärijärjestelmän putkisto on halkaisijaltaan pienempi kuin viettoviemärijärjestelmässä. Tonttioviemärinä on käytetty Ø 40 - Ø 75 mm PE-putkea. Runkolinjan alkupäässä putkena on käytetty Ø 63 - 75 mm PE-putkea. Virtaaman lisääntyessä runkolinjan putkikokoa on suurennettu ja suurimmissa järjestelmissä putki on purkupäässä jopa Ø 160 mm.

Verkosto on rakennettu joko 6 tai 10 barin (600/1000 kPa) PE-putkesta.

Kiinteistöltä pumppaamolle tuleva viettoviemäri on yleensä 110 mm PVC-putkea. Pumppaamoon voi olla kytkettynä useampia kiinteistöjä. Kartoitukseen vastanneiden vesihuolto-osuuskuntien keskiarvo on 2,18 kiinteistöä / pumppaamo.

1.2.4 MITOITUSPERIAATTEET

Suunnittelija käyttää verkoston mitoituksessa yleensä mitoitusohjelmistoa. Ohjelmistoja on erilaisia, osa on tarkoitettu pumpun mitoitukseen ja osa koko järjestelmän mitoittamiseen.

Mitoittamista säätelevät myös viranomaisten määräykset ja ohjeet. Niissä määrätään mm. virtausnopeudeksi 0,7 m/s ja maksimiviipymäksi 8 h.

1.2.5 HALLINNOINTI

Paineviemärijärjestelmän hallinnointia varten on joko perustettu vesiosuuskunta tai järjestelmä on osa alueellista vesihuoltolaitosta. Vesiosuuskunnat toimivat yleensä talkoovoimin, vain suurimmilla osuuskunnilla on palkattu toimitusjohtaja.

Liittämiskohdan määrittelyn suhteen käytäntö vaihtelee. Kohdan määrittely on tärkeää, koska siinä vastuu verkoston kunnossapidosta vaihtuu vesihuoltolaitokselta kiinteistölle. Määriteltäviä kohtia ovat mm. runkolinja, kiinteistön raja, pumppaamon tuloyhde, kaksi metriä rakennuksen seinästä ja pumppaamon paineputken alku.

1.3 PUMPPAAMOT

1.3.1 PUMPPUKAIVO

Pumppukaivot ovat nykyään PE-muovista, lasikuidusta tai betonista valmistettuja. Valmistustapoina ovat rotaatiovalu ja PE-putkesta hitsaamalla rakentaminen. Käytössä on myös vanhempia pumppaamoita, jotka on tehty joko betonirenkaista tai lasikuidusta.

Kiinteistöstä jätevesi johdetaan pumppaamoon viettoviemäriä pitkin ja pumpataan pois paineviemäriä pitkin. Putkien liittymät on tehty joko tehtaalla pumppukaivon valmistusvaiheessa tai työmaalla asennuksen yhteydessä.

1.3.2 PUMPPU JA OHJAUSJÄRJESTELMÄ

Jätevesien pumppaamisessa käytetään sekä keskipako- että ruuvipumppuja. Keskipakopumpussa paine saadaan aikaan pumppupyörällä ja ruuvipumpussa ruuvilla. Kaikki kiinteistökohtaisissa pumppaamoissa käytettävät jäteveden pumppaamiseen tarkoitetut pumput on varustettu repijällä, joka rikkoo normaalit jäteveden mukana kulkevat kiinteät aineet.

Pumppujen ohjausjärjestelmä on yleisimmin toteutettu pintavipoilla. Ratkaisu on edullinen ja sillä saavutetaan riittävä toimintavarmuus kiinteistökäyttöön tarkoitetuissa pumppaamoissa. Osa toimittajista toimittaa vakiona pumppaamonsa paineakytkimellä varustettuna. Haluttaessa voidaan toimittaa myös esim. paineenmittaukseen tai ultraääneen perustuvia ohjausjärjestelmiä. Kalleutensa takia niitä kuitenkin asennetaan melko harvoin.

1.3.3 PUMPPAAMOIDEN SIJOITUS JA OMISTUS

Rakennettujen kiinteistöjen liittyessä paineviemärijärjestelmään on kiinteistökohtaiset pumppaamot rakennettu yleensä saostuskaivon välittömään läheisyyteen. Mikäli yhteen kiinteistöpumppaamoon on liitetty useampia kiinteistöjä, on pumppaamo sijoitettu kiinteistöjen väliseen maastoon.

Uutta kiinteistöä rakennettaessa pumpppaamon paikka on valittavissa vapaamin. Reunaehdoja asettavat kiinteistöstä viettoviemärinä tuleva viemäri, pumpppaamolle pääsy ja pihan järjestelyt.

Pumpppaamoiden omistus vaihtelee eri vesihuoltolaitoksissa, osassa laitoksia pumpppaamot kuuluvat kiinteistölle, toisissa ne ovat vesihuoltolaitoksen omaisuutta.

1.3.4 KÄYTTÖ- JA VIKAHISTORIA

Kyselyyn vastanneiden vesihuoltolaitosten paineviemärijärjestelmät olivat melko uusia, suurin osa on otettu käyttöön vuoden 1998 jälkeen. Raportoiduista vioista merkittävä osa oli järjestelmien käyttöönottoon liittyviä vikoja.

Kyselyn perusteella käyttäjät ovat yleensä olleet tyytyväisiä järjestelmäänsä. Järjestelmät koettiin yleensä melko toimintavarmiksi ja luotettaviksi. Kyselyssä raportoidut viat ja virheet jaettiin kahteen pääryhmään, takuuajan virheet ja korjaukset sekä huollot. Molemmat pääryhmät jaettiin vielä viiteen alaryhmään.

Takuuajan virheet ja puutteet jaettiin suunnitteluvirheisiin (5 kpl), asennus- ja työvirheisiin (10 kpl), materiaalivirheisiin (6 kpl), käyttövirheisiin (0 kpl), sekä muihin (5 kpl).

Huollot jaettiin olosuhteista johtuviin (7 kpl), käyttäjistä johtuviin (4 kpl), säädöistä johtuviin (9 kpl), määräaikaishuoltoihin (9 kpl) ja muihin huoltoihin (7 kpl).

Olosuhteista johtuvia vikoja ilmeni seitsemän kappaletta, näistä viidessä tapauksessa kyseessä oli jäätyminen. Sähkökatko ja täyttöjen painumat olivat molemmat aiheuttaneet yhden vian.

Käyttäjistä johtuvien vikojen syynä oli kaikissa tapauksissa ollut viemäriin kuulumaton esine, joka oli tukkinut tai jumiuttanut pumpun silppurin.

Säädöistä johtuvissa vioissa seitsemän vian syy oli pintavipossa, muut syyt olivat pumpppujen toimintahäiriöt ja pumpun liian herkkä lämpörele.

Määräaikaishuollot aiheutuivat kaikki joko pumpppujen öljyjen vaihdosta tai pintavippojen puhdistamisesta.

Muita huoltojen syitä olivat mm. pumpppaamoiden kokoonpanoviat, pyörimissuunnan tarkastaminen, ilmanvaihtoputken irtoaminen (routa), pumpppujen tai pintavippojen rikkoutuminen ja linjojen vähäkäyttöisyydestä johtuva huuhtelun tarve.

1.4 INVESTOINTI- JA KÄYTTÖKUSTANNUKSET

Seuraavassa esitetyt hinnat ovat kaikki verollisia kustannuksia.

Useimmissa vesihuoltolaitoksissa on rakennettu kiinteistökohtaisen viemärintijärjestelmän kanssa rinnan myös vesijohtoverkosto. Näiden eri verkkojen rakentamiskustannuksia ei ole seurattu erikseen, eikä kulujen jakaminen jälkikäteen anna luotettavaa tietoa.

Mikäli vesihuoltolaitos on ilmoittanut investointikustannukset yhtenä summana, joka sisältää molempien verkkojen investointikustannukset, ei summaa ole jaettu, vaan sitä on käytetty kokonaishinnan määrittelyssä. Mikäli ilmoitettu hinta on ollut selvästi keskiarvosta poikkeava, on poikkeaman syyt selvitetty. Osa hinnoista ei ollut vertailukelpoisia, joten ne on jätetty pois lopullisesta keskiarvohinnan laskemisesta. Viemäriverkoston hinnat on ilmoitettu siten, että ne sisältävät kiinteistökohtaisten pumppaamojen hankinnan.

Koko järjestelmän rakentamisen keskimääräiset kustannukset ovat keskimäärin 32,95 €/johtometri (joko vesijohto tai viemäri). Niiltä osin kun toteutuneet kustannukset on eritelty, viemärin rakentamiskustannukset olivat keskimäärin 30,94 €/m ja vesijohdon 18,15 €/m.

Huoltokustannuksia vastaajat eivät ole juurikaan seuranneet. Vesihuoltolaitoksissa huoltoja, (lähinnä kaivojen ja linjojen pesua) on tehty talkoilla ja kunnallisissa vesihuoltolaitoksissa normaalin työn ohessa.

Käyttäjille lankeavien maksujen osalta kysyttiin liittymismaksujen, perusmaksujen ja käyttömaksujen suuruutta. Keskimäärin liittymismaksu oli vesi- ja jätevesiliittymistä yhteensä 1948 €. Vaihteluväli oli suuri, pienimmillään maksu oli vain 84,09 € ja suurimmillaan 6200 €. Vesihuoltolaitokset, joissa liittymismaksu oli pieni, perivät todennäköisesti myös muita verkoston rakentamiskustannuksia peittäviä maksuja.

Perusmaksua ei kaikissa vesihuoltolaitoksissa ole vielä otettu käyttöön. Vesihuoltolaitoksissa, joissa se oli käytössä, vaihtelut olivat melko suuria. Keskimääräinen maksu oli 45,97 €/a vaihteluvälin ollessa 12–183 €.

Käyttömaksujen suuruus perustui yleensä kulutettuun vesimäärään. Mikäli kiinteistössä käytettiin (myös) oman kaivon vettä, lisättiin käyttövesimittarin osoittamaan kulutukseen jokin yhteisesti sovittu kuutiomäärä. Keskimäärin puhdasvesi maksoi 1,23 €/m³ ja jätevesi 1,72 €/m³.

Taulukko 1: Nykytilan yhteenveto

**hinnat ovat verollisia, kyselyyn vastanneiden
vesihuoltolaitosten antamia hintoja v. 2002**

**VESIHUOLTOLAITOKSILLA PAINEVIEMÄRIÄ YLI 346 KM
LIITTYNEITÄ KIINTEISTÖJÄ YHTEENSÄ 2056 KPL
YMPÄRIVUOTISESSA KÄYTÖSSÄ OLEVIA 1771 KPL
TOTEUTUNEET KUSTANNUKSET KESKIMÄÄRIN 32,95 €/M
VESIJOHTO 18,15 €/M, VIEMÄRI 30,94 €/M
VESIHUOLTOLAITOKSELLA ON KESKIMÄÄRIN 9177 METRIÄ
VIEMÄRIVERKOSTOA
LIITTYJÄÄ KOHDEN ON KESKIMÄÄRIN 196 METRIÄ
VIEMÄRIVERKOSTOA
YHTEEN PUMPPAAMOON OLI KESKIMÄÄRIN LIITETTY 2,18
KIINTEISTÖÄ
KESKIMÄÄRIN VESIMAKSU 1,23 €/M³ JA JÄTEVESIMAKSU 1,72 €/M³
KÄYTTÄJÄT TYYTYVÄISIÄ JÄRJESTELMIIN**

2. PAINEVIEMÄRIN JA VIETTOVIEMÄRIJÄRJESTELMIEN KUSTANNUSVERTAILU

2.1 INVESTOINTIKUSTANNUKSET

2.1.1 YLEISTÄ

Tässä teoreettisessa kustannusvertailussa on tarkasteltu sekä runkojohdon rakenteellisia vaihtoehtoja, että tonttijohdon vaihtoehtoihin liittämiskohtiin liittyviä vaihtoehtoja.

Runkojohdon kustannusvertailu on tehty neljälle vaihtoehtoiselle viemärirakenteelle:

<u>Vaihtoehto 1</u>	Viетtoviemäri, asennettu roudattomaan syvyyteen.
<u>Vaihtoehto 2</u>	Paineviemäri, asennettu roudattomaan syvyyteen.
<u>Vaihtoehto 3a</u>	Paineviemäri suojattu vaakasuoralla eristeellä, kaivussyvyys 1,6 m.
<u>Vaihtoehto 3b</u>	Paineviemäri suojattu kourueristeellä, kaivussyvyys 1,6 m.
<u>Vaihtoehto 4</u>	Paineviemäri, asennettu matalaan, saattolämmitys.

Liittämiskohtien kustannusvertailussa on tarkasteltu neljää vaihtoehtoa:

<u>Vaihtoehto 1</u>	Liittämiskohta on runkojohdossa
<u>Vaihtoehto 2</u>	Liittämiskohta on tonttirajalla olevissa venttiileissä.
<u>Vaihtoehto 3</u>	Liittämiskohta kiinteistökohtaisen pumppaamon tuloyhteessä. Pumppaamon sähkön syöttö kiinteistöstä.
<u>Vaihtoehto 4</u>	Liittämiskohta kiinteistökohtaisen pumppaamon tuloyhteessä. Pumppaamon sähkön syöttö yleisestä verkosta. Erillinen jakokaappi.

Kussakin vaihtoehdossa on tarkasteltu erikseen maarakennustöitä ja putki-verkoston. Lisäksi on tarkasteltu maa- ja kalliokaivannon kustannuseroja. Roudattomaan syvyyteen asennetuissa johdoissa on tarkasteltu eri kaivantosyvyyksiä. Kaivantosyvyydet roudattomaan syvyyteen asennettaessa on valittu seuraavasti:

- kaivantosyvyys 2,5 m (peittosyvyys 2,3 m) vastaa keskimäärin pakkasmäärää F 45 000 h°C
- kaivantosyvyys 3,0 m (peittosyvyys 2,8 m) vastaa keskimäärin pakkasmäärää F 60 000 h°C

Vaihtoehdossa 3 kaivantosyvyys on 1,6 metriä. Lämmöneristys on määritelty pakkasmäärän F 45 000 h°C mukaan.

Tyypipipoikkileikkaukset on määritelty Kunnallisteknisten yleisten työselityksen KT 97 mukaan.

Tehdyn kyselyn mukaan keskimääräinen liittyjämäärä oli 38 kiinteistöä/verkosto. Eräissä vastauksissa oli ilmoitettu koko rakennettu verkostopituus, mutta liittyjämäärä oli kyselyhetken tilannetta vastaava.

Mitoitusvirtaamaa laskettaessa kiinteistömääräksi on otettu 50 kiinteistöä/verkosto. Asukaslukuna on edellisen mukaan käytetty 3 asukasta/kiinteistö.

Kaikissa vaihtoehdoissa asumisjäteveden mitoitusvirtaama on määritelty seuraavien lähtökohtien mukaan:

- ominaiskulutus 120 l/as vuorokaudessa (haja-asutusalueiden keskiarvo)
- verkostoon liitettyjen kiinteistöjen asukasluku 150 (50 kiinteistöä/verkosto)
- vuorokausikulutuskerroin 1,4
- tuntikulutuskerroin 1,4
- vuotovesiä ei oteta huomioon

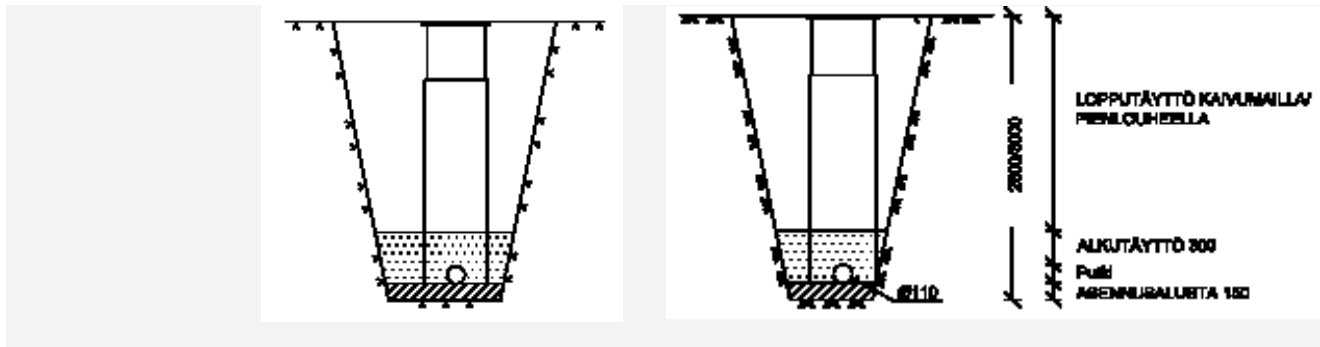
Mitoitusvirtaama on siten 0,4 l/s (0,4 dm³/s).

2.1.2 TYYPPIRAKENTEET

2.1.2.1 Runkojohto

Seuraavat tyyppipoikkileikkaukset on laadittu siten, että kaivannon mitoitus mahdollistaa sekä viemärin, että vesijohdon rakentamisen. Poikkileikkaukseen on piirretty kuitenkin vain viemäri. Vaihtoehtojen tyyppipoikkileikkaukset ja – rakenteet ovat seuraavat:

Vaihtoehto 1 Viettoviemäri (asennettu roudattomaan syvyyteen)



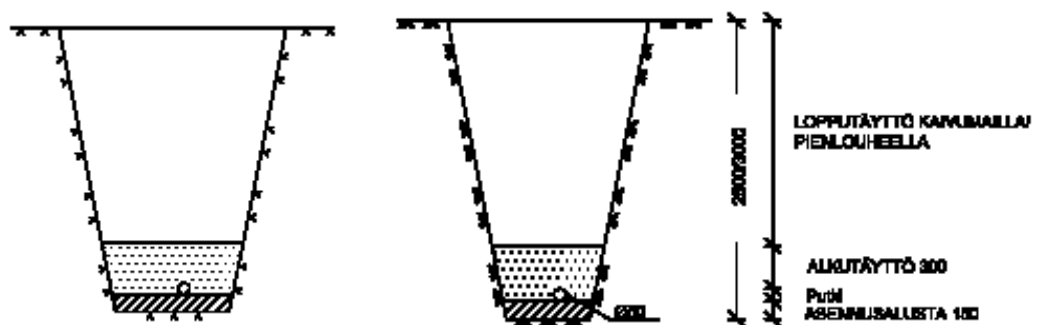
Kalliokaivanto

Maakaivanto

Tässä vaihtoehdossa on tehty seuraavat lähtöolettamukset:

- ei tuentaa
- pohjamaan vahvistamista ei tarvita
- ei arinarakenteita
- ei kaivantoa suurentavia erikoisrakenteita
- kaivoväli 60 m, muovikaivo Ø 560 teleskooppi
- ei vettä pidättäviä patoja

Vaihtoehto 2 Paineviemäri (asennettu roudattomaan syvyyteen)

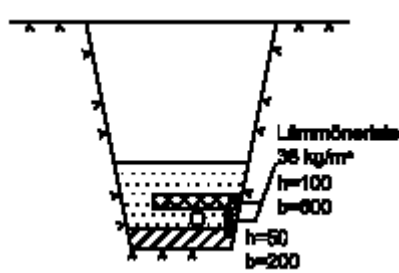


Kalliokaivanto

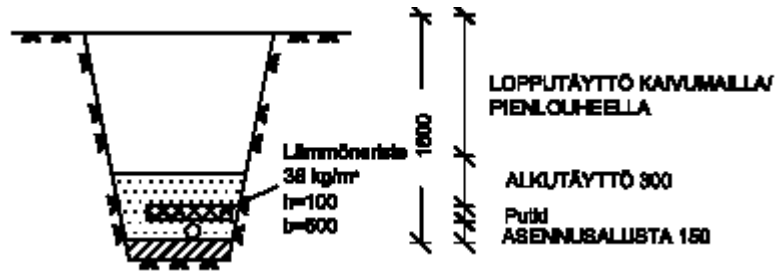
Maakaivanto

Tässä vaihtoehdossa on tehty seuraavat lähtöolettamukset:

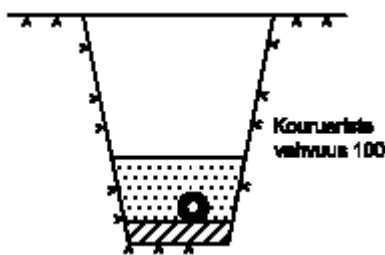
- ei tuentaa
- pohjamaan vahvistamista ei tarvita
- ei arinarakenteita
- ei kaivantoa suurentavia erikoisrakenteita
- ei vettä pidättäviä patoja

Vaihtoehto 3a**Paineviemäri (levyeristys, kaivantosyvyys 1,6 m)**

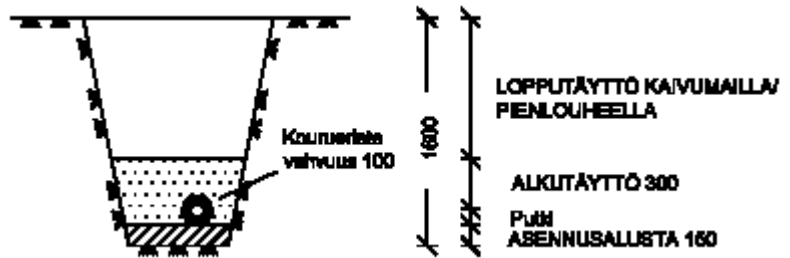
Kalliokaivanto



Maakaivanto

Vaihtoehto 3b**Paineviemäri (kourueristys, kaivantosyvyys 1,6 m)**

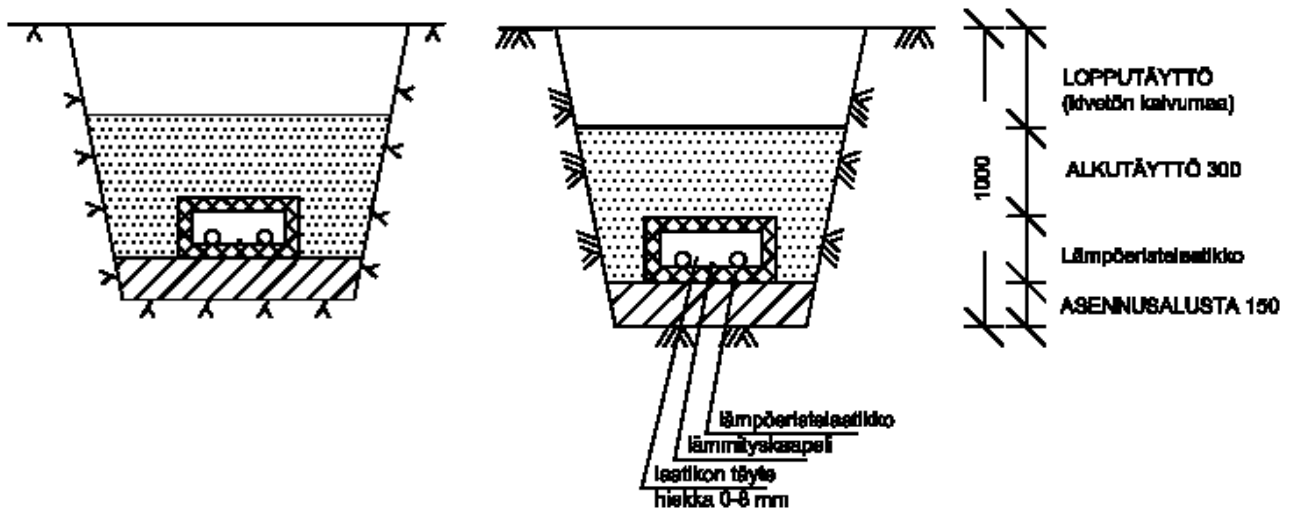
Kalliokaivanto



Maakaivanto

Vaihtoehdossa 3a ja 3b on tehty seuraavat lähtöolettamukset:

- ei tuentaa
- pohjamaan vahvistamista ei tarvita
- ei arinarakenteita
- ei kaivantoa suurentavia erikoisrakenteita
- ei vettä pidättäviä patoja

Vaihtoehto 4**Paineviemäri (saattolämmitys)**

Kalliokaivanto

Maakaivanto

Tässä vaihtoehdossa on tehty seuraavat lähtöolettamukset:

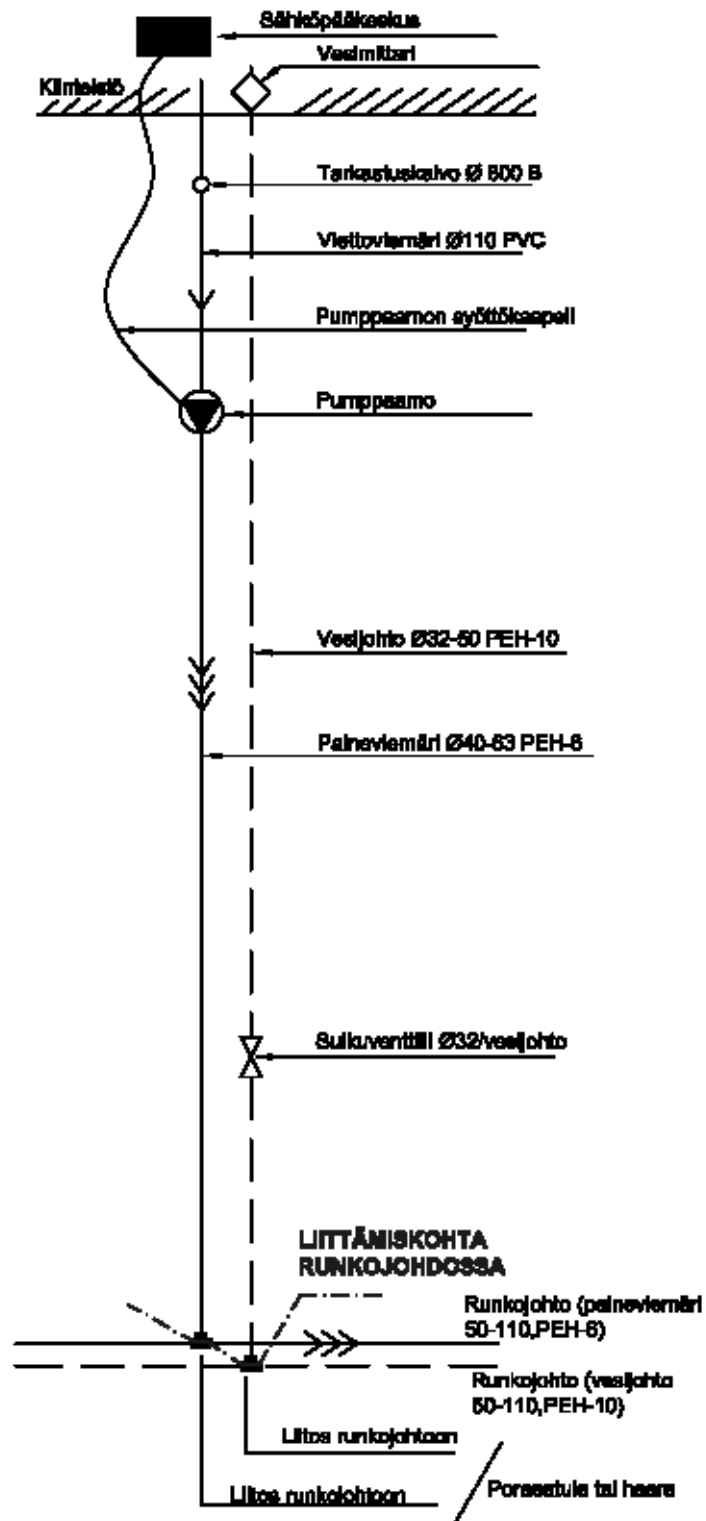
- ei kaivantoa suurentavia erikoisrakenteita
- ei vettä pidättäviä patoja
- jakokaapit ja kesukset 1 kpl/1000 m
- sähköliittymä 20 m



Kulhon vesiosuuskunta (Jouko Kakkonen)

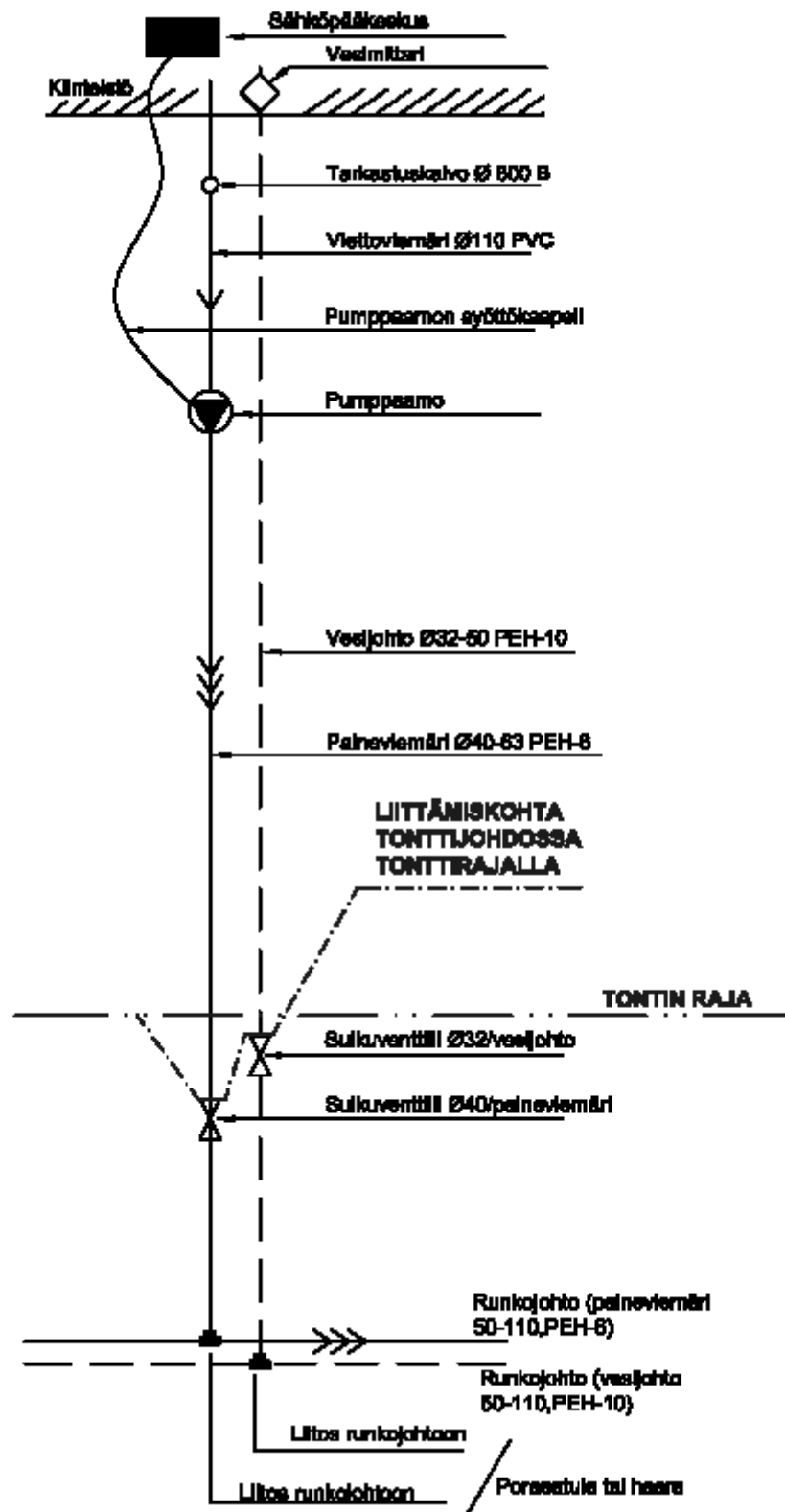
2.1.2.2 Tonttijohto

Vaihtoehtojen periaateratkaisut ovat seuraavat:

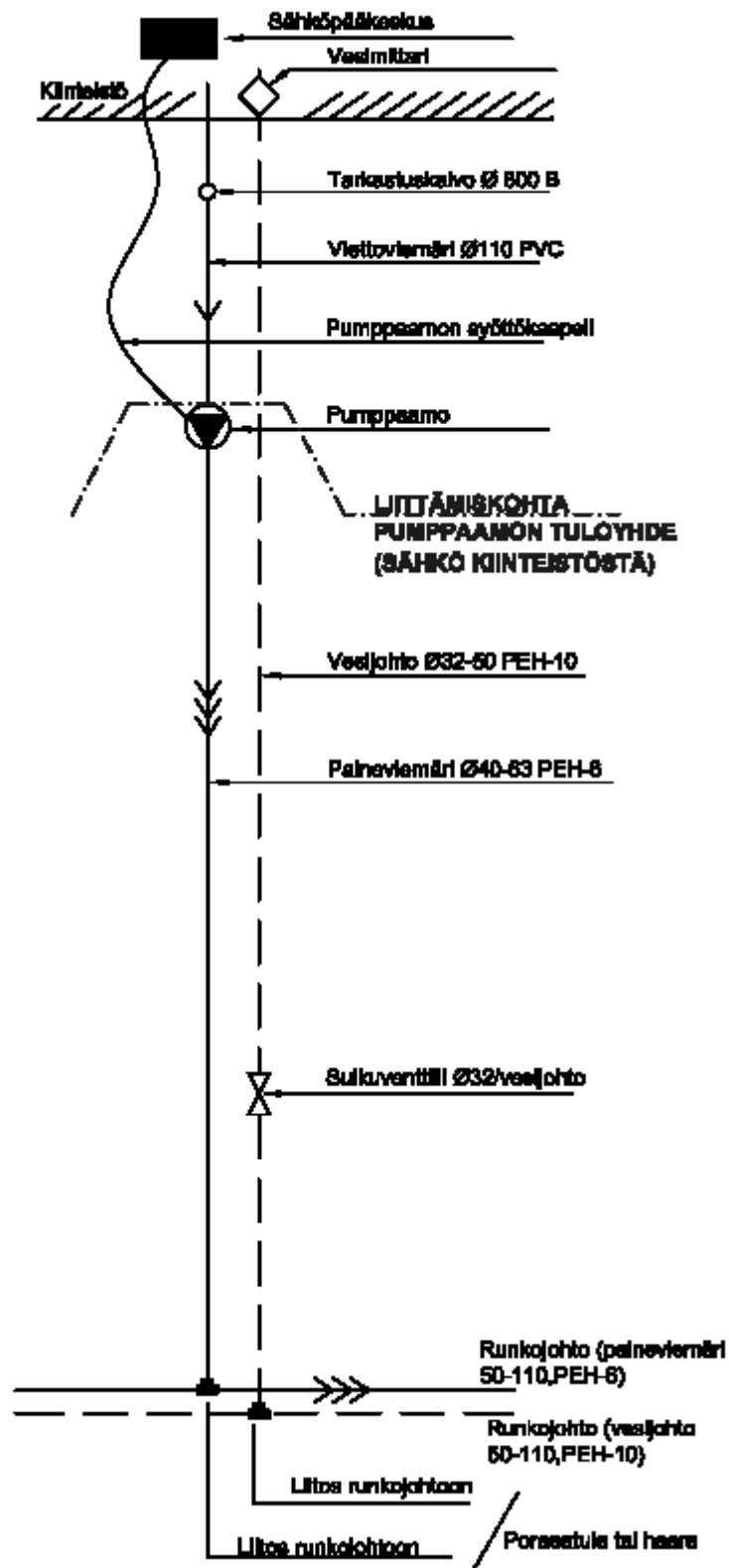
Vaihtoehto 1Liittämiskohta runkojohdossa

Vaihtoehto 2

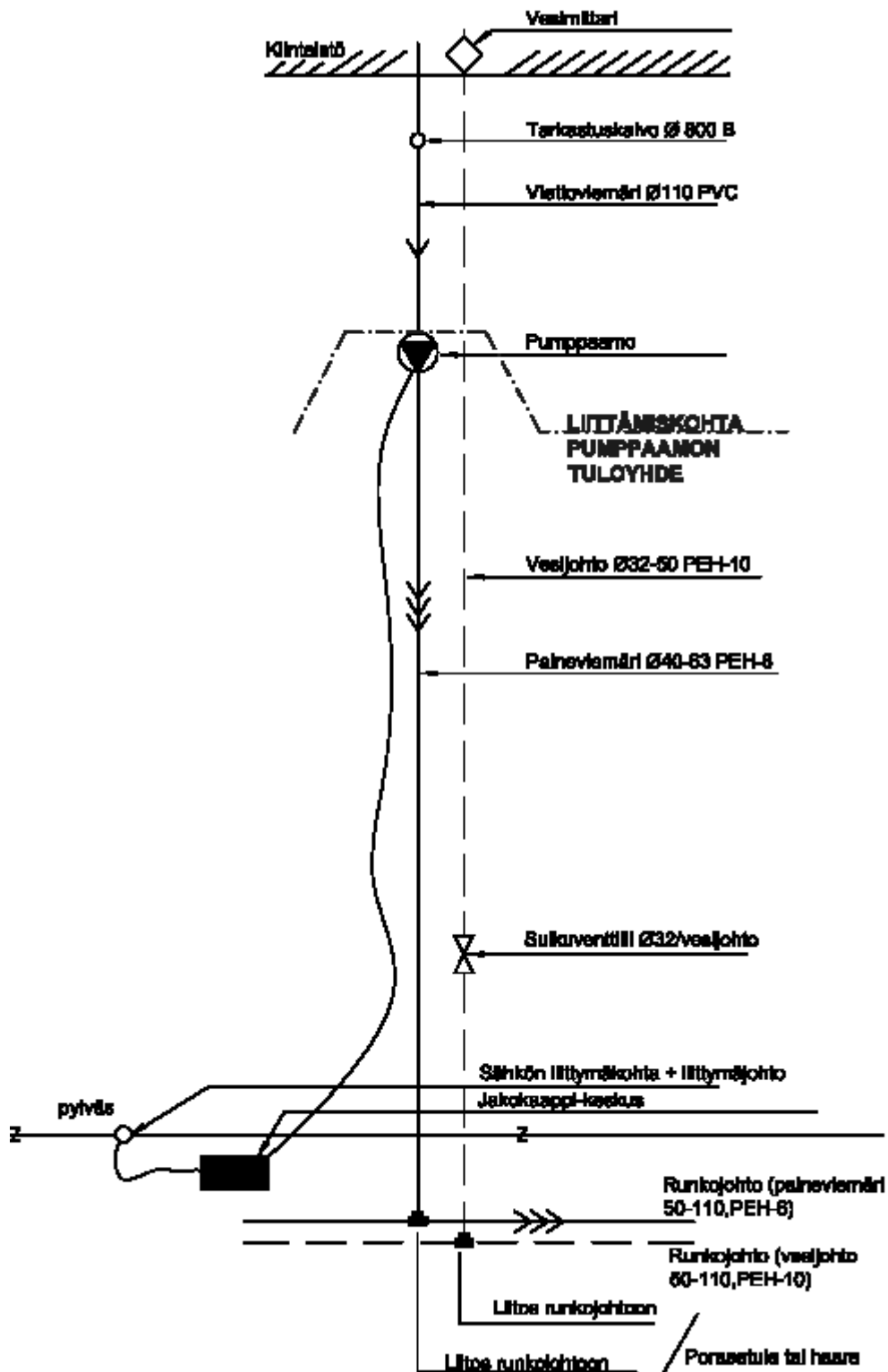
Liittämiskohta tonttirajalla



Vaihtoehto 3

Liittämiskohta pumppaamon tulo
yhteessä, sähkö kiinteistöstä

Vaihtoehto 4

Liittämiskohta pumppaamon
tuloyhteessä, sähkö yleisestä verkosta

2.1.3 KUSTANNUSLASKENTA

2.1.3.1 Yleistä

Seuraavassa esitetyt hinnat ovat arvonlisäverollisia kustannuksia.

Määrälaskenta on tehty Kunnallisteknisten yleisten työselityksen KT 97 ja määramittausperusteiden KM 97 mukaan. Vesijohdon aiheuttamaa kaivannon levenemistä ei ole erikseen otettu huomioon koska Kunnallisteknisten yleisten työselityksen KT 97 mukaan maakaivannon pohjan vähimmäisleveys on 70 cm ja kalliokaivannon pohjan vähimmäisleveys 100 cm. Tämä mahdollistaa vesijohdon asentamisen samaan kaivantoon viemärin kanssa. Kaivojen kohdalle tuleva lisäkaivu- ja louhinta on otettu huomioon kaivantomassoissa.

Saattolämmitetyssä vaihtoehdossa eristelaatikko ja lämmityskaapeli ovat mitoitettut siten, että eristelaatikkoon voidaan asentaa myös vesijohto. Eristelaatikkoon voidaan asentaa kaksi $\varnothing$ 90 mm:n johtoa.

Kustannukset on laskettu työvaiheittain. Yksikköhinnoittelu on määritelty Etelä-Suomessa toteutettujen hankkeiden hintatasossa vuosilta 2000–2002 .

Tonttviemärin pituudeksi on otettu 18,5 metriä (KTVVS - tutkimus 2001). Kustannuslaskennan lähtöoletuksena on lisäksi tonttviemärin asennus roudattoomaan syvyyteen.

2.1.3.2 Runkolinja

Yhteenveto kustannuksista on esitetty seuraavassa taulukossa 2 suhdelukuin siten, että edullisin on 1.

Taulukko 2: Kustannusyhteenvedot suhdelukuin

vaihtoehto	maa h = 2,5	kallio h = 2,5	maa h = 3,0	kallio h = 3,0	maa h = 1,6	kallio h = 1,6	maa h = 1,0	kallio h = 1,0
Vaihtoehto1, viettoviemäri	3,42	5,65	3,95	7,72				
Vaihtoehto 2, paineviemäri (roudaton)	1,42	3,65	1,95	5,73				
Vaihtoehto 3a, paineviemäri (eristys, levy)					1,04	2,34		
Vaihtoehto 3b, paineviemäri (eristys, kouru)					1	2,27		
Vaihtoehto 4, paineviemäri (lämmitetty)							2,07	2,97

2.1.3.3 Tonttijohto

Seuraavassa taulukossa 3 tonttiviljemäristä aiheutuvat kustannukset on esitetty vesihuoltolaitokselle syntyvinä lisäkustannuksina. Vaihtoehto 1 on perusratkaisu (liittämiskohta runkojohdossa), jossa lisäkustannuksia vesihuoltolaitokselle ei synny. Yhteenveto kustannuksista (€/liittyjä) on esitetty seuraavassa taulukossa.

Taulukko 3: Tonttiviljemäristen kustannukset

vaihtoehto	vesihuoltolaitokselle syntyvä lisäkustannus €/liittyjä
Vaihtoehto 1, liitos runkolinjassa	ei lisäkustannuksia
Vaihtoehto 2, liitos tonttirajalla	480
Vaihtoehto 3, liitos pumppaamossa, sähkö kiinteistöstä	5 800
Vaihtoehto 4, liitos pumppaamossa, sähkö yleisestä verkosta	14 600

2.1.4 KUSTANNUSEROT

Kustannuslaskenta osoittaa, että paineviemärointi on maa- ja kalliokaivannossa rakentamiskustannuksiltaan 20–35 % viettoviemärointiä edullisempi ratkaisu. Tässä tarkastelussa liittämiskohta on runkoverkossa.

Vaihtoehtoja vertailtaessa on syytä aina ottaa huomioon hankkeiden erilaisuus ja investointikustannusten tarkastelut tulee tehdä hankekohtaisten vaihtoehtojen välillä, ei vain yleisten tarkastelujen perusteella.

Muita johtopäätöksiä kustannuksista:

- saattolämmitetty paineviemäri maakaivanto-olosuhteissa on 46 % (kaivanto 2,5 m) ja 6 % (kaivanto 3,0 m) kalliimpi kuin roudattomaan syvyyteen asennettu paineviemäri
- saattolämmitetty paineviemäri kalliokaivanto-olosuhteissa on 19 % (kaivanto 2,5 m) ja 52 % (kaivanto 3,0 m) halvempi kuin roudattomaan syvyyteen asennettu paineviemäri
- viettoviemäri on sekä maa- että kalliokaivantoon asennettuna muita vaihtoehtoja kalliimpi

Tämän työn yhteydessä selvitettyt muut kustannustiedot osoittavat, että Keski-Suomen hintataso on selvästi edullisempi kuin Etelä-Suomen.

Alueelliset erot johtuvat osin yleisestä hintaerosta, mutta myös rakentamisolosuhteista ja – tavoista:

- Keski-Suomessa vesihuoltolinjat voidaan suunnitella maastoon vapaammin, tilaa on enemmän
- tiealueiden käyttö verkoston linjauksissa Etelä-Suomessa johtaa suurempiin työnaikaisiin järjestelyihin ja viimeistelykustannuksiin
- maa-ainekset voidaan hyödyntää tehokkaammin eikä massojen vastaanotosta synny kustannuksia
- talkootyö alentaa kustannuksia rakentamisessa



Kulhon vesiosuuskunta (Jouko Kakkonen)

2.2 KÄYTTÖKUSTANNUKSET

2.2.1 YLEISTÄ

Elinkaarikustannukset syntyvät kolmesta kustannusosasta:

- investointikustannukset
- tulevaisuudessa syntyvät kustannukset (hoito-, käyttö-, kunnostus- ja peruskorjauskustannukset)
- käyttöiän korkokustannukset

Muita ovat investoinnin pääomakustannukset, käytöstä poistamiskustannukset ja jäännösarvo, joka vähentää elinkaarikustannuksia. Em. kustannusten osalta ei ole riittäviä perustietoja.

2.2.2 KUSTANNUSTARKASTELU

Seuraavassa on tarkasteltu eräitä tulevaisuudessa syntyviä kustannuksia, joiden osalta nykyarvo ja tarkastelujakso ovat kohtuullisella tarkkuudella määriteltävissä. Kustannukset on ilmoitettu verollisina ja ovat suuruusluokkaa kuvaavia. Tarkastelujaksot eivät ole elinkaaren pituisia (esim. vesihuolto-verkko 30 – 40 vuotta).

Tarkasteluissa ei ole otettu huomioon korkokantaa, inflaatiota ja jäännösarvon merkitystä.

2.2.2.1 Viettoviemäri

Viettoviemäriä voi elinkaaren alkuvuosina (12 – 15 vuotta) pitää lähes huoltovapaana. Myöhemmin säännöllinen 3 – 8 vuoden välein toistuva huuhtelu riittää pitämään verkon toimintakunnossa.

2.2.2.2 Paineviemäriverkosto

Paineviemäriverkosto edellyttää säännöllisin välein (varsinkin jos verkosto on vajaakäytössä) huuhtelua (aluksi 5-8 vuoden välein, myöhemmin joka toinen vuosi), venttiilien ja muiden laitteiden huoltotarkastusta/huoltoa (vuosittain). Vuosikustannusarvio on noin 5 €/km/vuosi.

2.2.2.3 Pumppaamo

Kiinteistökohtaisen pumppaamon pumpun päivittäiset käyntituntiajat ovat varsin pienet (noin 2 - 15 min). Pumppujen huoltotarve ei yleensä johdu käyntituntimääristä vaan laitteen yleisestä vanhenemisesta. Pumpun perushuoltoväli on 10 – 15 vuotta. Pumpun perushuollosta johtuva kustannus on 600 € / 15 vuotta.

Kiinteistökohtaisen pumppaamon vuosittainen huolto (säiliön ja pintakytkimien pesu- ja puhdistus) on 25 € / vuosi. Pumppaamon energiakustannus noin 9 € / vuosi (ei sisällä perusmaksua, liitetty kiinteistön sähköpäätauluun).

Yhteensä kiinteistökohtaisen pumppaamosta aiheutuva diskonttaamaton vuosikustannus nykyarvossa on noin 75 €. Linjapumppaamosta aiheutuva vuosikustannus on jonkin verran suurempi.

2.2.2.4 Saattolämmitys eristekotelossa

Saattolämmitys mitoitetaan tehoalueelle 5 – 10 W/m, jolloin normaalitalven päivittäinen käyttötuntimäärä on 8 h ja järjestelmä käytössä 5 kuukautta. Tässä on käytetty tehona 7,5 W/m. Diskonttaamaton vuosikustannus metriä kohden on nykyarvossa 0,5 €.

Tehdyn kyselyn mukaan jokaista liittijää kohden on noin 196 metriä rakennettua verkostoa. Tällöin lämmityksestä aiheutuisi 10–20 €/n vuosikustannus /liittijä. Kustannus riippuu merkittävästi liittijätiheydestä.

Saattolämmitys edellyttää myös sähkölaitteiden (keskus) ja lämpötila-antureiden säännöllistä seuranta. Seuranta on yleensä manuaalista, jolloin lämpötilatiedot käydään lukemassa ja samalla tarkistetaan keskuksista sulakkeet ja tehdään tarvittavia säätöjä. Talvikautena kerran viikossa tehty seurantakierros aiheuttaa noin 600 €/n vuosikustannuksen.

Lämmityskustannus ja seuranta ovat merkittävä käyttökustannuserä, jolle on vaihtoehtojen valintavaiheessa oltava riittävät perustelut:

- rakennuskustannusten selvä edullisuus verrattuna muihin vaihtoehtoihin (esim. syvät kaivannot, vaikeat louhinnat, pohjavesi)
- luontoarvot ja maisemamalliset näkökohdat
- työn nopeus (työnaikaisen liikenteen haitat ja huollon järjestäminen)

2.3 ESIMERKKIKOhteet

Seuraavassa on käyty läpi toteutuneita hankkeita. Kaikki hinnat ovat ilmoitettu verollisina.

2.3.1 KALLJÄRVI (UUSIMAA, VEIKKOLA)

- pituus 2 805 m
- paineviemärilinjan (päälinja) putkikoko Ø 63 – 90 mm
- vesijohdon putkikoko Ø 90 – 110 mm
- vesijohto rakennetaan samanaikaisesti viemäriin kanssa
- urakkahinta 329 400 € (kaivu roudattomaan syvyyteen)
- vaihtoehtoinen tarjous 384 300 € (lämpöeristelaatikko)
- yksikköhinta; maakaivanto roudattomaan syvyyteen 117,44 €/m (jonkin verran louhintaa), paineviemäriin osuus noin 70,76 €/m
- yksikköhinta; lämpöeristelaatikko 137,00 €/m (jonkin verran louhintaa), paineviemäriin osuus noin 82,35 €/m
- normaalit urakkaehdot
- kiinteistöpumppaamot eivät sisälly kustannuksiin

2.3.2 MUURATSALON ITÄRANTA (KESKI-SUOMI, SÄYNÄTSALO)

- pituus; viemäri 4 111 m (osa vesistöasennusta), vesijohto 5 992 m (osa vesistöasennusta)
- paineviemärilinjan putkikoko Ø 90 – 110 mm
- vesijohdon putkikoko Ø 40 – 110 mm
- vesijohto rakennetaan samanaikaisesti viemäriin kanssa
- urakkahinta 329 400 €
- yksikköhinta; paineviemäri, maakaivanto roudattomaan syvyyteen 48,63 €/m

- normaalit urakkaehdot
- kiinteistöpumppaamot sisältyvät kustannuksiin

2.3.3 SUVISAARISTO (UUSIMAA, ESPOO)

- pituus 24 768 m
 - paineviemäriin (päälinja) putkikoko Ø 63 – 160 mm
 - vesijohdon putkikoko Ø 63 – 160 mm
 - vesijohto rakennetaan samanaikaisesti viemäriin kanssa
 - urakkahinta 3 383 119 € (lämpöeristelaatikko)
 - normaalit urakkaehdot
 - kiinteistöpumppaamot eivät sisälly kustannuksiin
 - yksikköhintoja (vesihuolto täysin valmiina)
- | | |
|--|---------|
| maakaivannossa tiealueen ulkopuolella (600x300) | 97 €/m |
| maakaivannossa tiealueella (600x300) | 112 €/m |
| kalliokaivannossa tiealueen ulkopuolella (600x300) | 128 €/m |
| kalliokaivannossa tiealueella (600x300) | 150 €/m |
| maakaivannossa tiealueen ulkopuolella (440x260) | 89 €/m |
| maakaivannossa tiealueella (440x260) | 103 €/m |
| kalliokaivannossa tiealueen ulkopuolella (440x260) | 119 €/m |
| kalliokaivannossa tiealueella (440x260) | 140 €/m |

2.4 YHTEENVETO

Runkoviemäriin rakentamiskustannusten teoreettinen hinta vaihtelee välillä 80–441 €/m. Esimerkkikohteiden paineviemäreiden rakentamiskustannusten vaihteluväli oli 48–140 €/m.

Käyttökustannuksista suurimman osuuden muodostaa saattolämmityksen energiakustannus. Pitkällä aikavälillä kustannukset nousevat merkittäviksi.

Elinkaarikustannuksiltaan edullisia ovat viettoviemärijärjestelmä, johon ei kuulu linjapumppaamoita sekä roudattomaan syvyyteen rakennettu kiinteistökohtainen paineviemärijärjestelmä, jossa liittämiskohta on runkoverkossa.

Linjapumppaamosta voi arvioida syntyvän noin 200 €/n vuosikustannuksen.

Taulukko 4: Yhteenveto kustannuksista

hinnot verollisia

VERTAA VAIHTOEHTOJEN RAKENTAMISKUSTANNUKSIA
viettoviemäri (roudaton syvyys, maakaivanto) 150 €/m
paineviemäri (roudaton syvyys, maakaivanto) 60 €/m
linjapumppaamo kahdella pumpulla 8500 €/kpl
kiinteistökohtainen pumppaamo 2 900 €/kpl

ARVIOI ELINKAARIKUSTANNUKSIA
viettoviemäri on halvin vaihtoehto
saattolämmitys on kallein ratkaisu
paineviemäroinnissä pumppaamo aiheuttaa käyttökuluja

3. PAINEVIEMÄRIJÄRJESTELMÄN SUUNNITTELU

3.1 SUUNNITTELU

3.1.1 SUUNNITTELUN PÄÄVAIHEET

Paineviemärijärjestelmän suunnittelusta vastaa ammattitaitoinen suunnittelija. Huolellinen suunnittelu maksaa itsensä takaisin hallinnassa pysyvillä rakentamiskustannuksilla sekä taloudellisella ja helpolla järjestelmän ylläpidolla. Paineviemärijärjestelmän suunnitteluvaihe käsittää seuraavat vaiheet:

- A. Päädetään suunniteltavan alueen laajuus
- B. Etsitään ratkaisuvaihtoehtoja
- C. Valitaan yksi tai useampi vaihtoehto (alustavat suunnitelmat)
- D. Tehdään vaihtoehtoista tarkemmat suunnitelmat (yleissuunnitelmat)
- E. Kilpailutetaan pumppamoiden hankinta
- F. Valitaan toteutettava vaihtoehto (rakennussuunnitelma)
- G. Laaditaan rakennuttamisasiakirjat

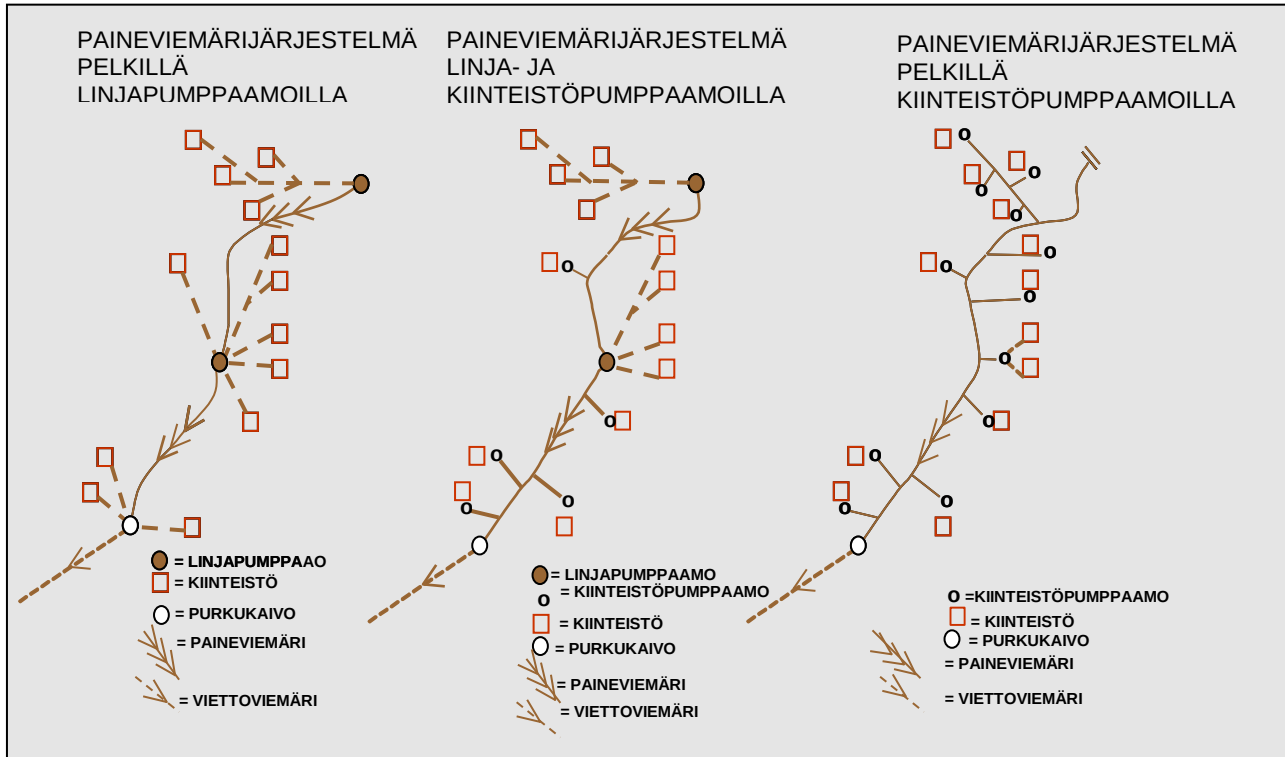
Paineviemärijärjestelmän suunnittelutyö eroaa perinteisen viemäriverkoston suunnittelusta vain siinä, että painevisemärijärjestelmä antaa joustavuutensa ansioista enemmän mahdollisuuksia etsiä eri ratkaisuvaihtoehtoja. Joustavuus asettaa samalla vaatimuksia suunnittelijan asiantuntemukselle ja ammattitaidolle, eli kykyyn hahmottaa suunniteltavan alueen lähtökohdat ja nähdä eri ratkaisumahdollisuuksia, hyödyntää markkinoilla olevia tuotteita ja tuoda esille eri ratkaisujen tuomia hyötyjä ja haittoja.

3.1.2 SUUNNITELTAVAN ALUEEN LAAJUUS

Paineviemärijärjestelmän suunnitteluvaiheessa tärkeintä on arvioida mahdollisimman tarkasti järjestelmää käyttävien kiinteistöjen lopullinen lukumäärä ja käyttötarkoitus. Jos suunniteltava alue on rakenteilla tai muuten on odotettavissa vähitellen kasvavaa liittymistä verkostoon, on suunnittelussa otettava huomioon sekä alkuvaiheen että kokonaan käyttöön otetun verkoston toimivuus.

3.1.3 RATKAISUVAIHTOEHDOT

Kun viemäröintialue on rajattu, tarkastellaan seuraavaksi viemäröinnin toteutustapaa. Yhteisen viemäröinnin tehtävä on huolehtia kiinteistöjen jätevesien siirtämisestä jäteveden puhdistamoon. Jätevesipumppaamot voivat olla kiinteistökohtaisia, mutta yhtä hyvin pelkästään linjapumppaamoiden verkostona toteutettu järjestelmä on painevisemärijärjestelmä.



Kuva 2. Kolmella tavalla toteutettu alueen paineviemärijärjestelmä

Ratkaisuvaihtoehtojen suunnittelussa on suunnittelijan kokemus ja ammattiosaaminen ratkaisevassa asemassa. Suunnittelijan tulee olla monipuolinen osaaja, jolle sekä viettoviemäriverkostojen että paineviemäriverkostojen suunnittelu on tuttua. Vain harvoissa tapauksissa voidaan jo suunnittelun alkuvaiheessa todeta, että verkoston toteuttamiseksi ei löydy useampia vaihtoehtoja.

Suunnittelukustannukset pienenevät, jos toimeksiantaja tuntee alueen ja sen maastolliset olosuhteet sekä kiinteistöjen lukumäärän, sijainnin ja ympäristösuojelunäkökohdat. Toimeksiantajan tulisi esittää kiinteistökartta, johon verkoston piiriin kuuluvat kiinteistöt, niin nykyiset kuin tulevat, on merkitty.

3.1.4 VERKOSTON YLEISSUUNNITTELU

Maanpinnan muoto, maaperän laatu, liittymistiheys ja rakennettu tieverkko ovat keskeisiä suunnittelua ohjaavia tekijöitä. Aluksi tulee suunnitella verkoston reitti, eli valita se pääreitti (tai vaihtoehdot), joille sijoitetaan paineviemäriverkoston runkolinja. Usein löytyy yksi hyvä vaihtoehto, joka on luonnollinen asutuksen, maanpinnan muodon, maapohjan laadun ja tiestön suhteen. Sijoittamalla verkosto tiealueelle ei avata luontoon uusia väyliä. Missä tieverkkoa ei ole, tai sillä ei ole suunnittelun kannalta merkitystä, voidaan verkkoa suunnitella vapaammin mahdolliset muut rajoitukset huomioonottaen.

Jos ei reitille löydy yhtä selkeää vaihtoehtoa, on syytä ottaa suunnittelun seuraavaan vaiheeseen mukaan kaikki ne reittivaihtoehdot, jotka tuntuvat perustelluilta, tai joihin halutaan myöhemmin palata. Reittivalinnoissa paikallistuntemus ja erilaisten rajoittavien tekijöiden tuntemus on avuksi.

3.1.5 JÄTEVEDEN VIRTAAUSNOPEUS JA VIIPYMÄ

Paineviemärijärjestelmän mitoittamiseen ei ole laadittu selkeitä viranomaisohjeita.

Putkiston virtausnopeudeksi esitetään SFS-EN 1671:ssä 0,7 m/s vähintään kerran vuorokaudessa. LVI-kortin 23–10222 mukaan vähimmäisvirtausnopeuden poistoputkistossa tulee olla $\geq 0,7$ m/s. SFS-EN 1671:ssä määritellään lisäksi maksimiviipymäksi 8 tuntia.

Suosituksena on tehdä mitoitus siten, että vaadittu virtausnopeus 0,7 m/s saavutetaan jokaisella pumppauskerralla. Tällä varmistetaan putkiston pysyminen puhtaana ja minimoidaan viipymä.

3.1.6 VERKOSTON MITOITUS

Kun reitti tai vaihtoehtoiset reitit ovat hahmottuneet, mitoitetetaan verkosto. Mitoitustehtävä on vaativa osa suunnittelua. Lähtökohdat mitoitukselle ovat verkoston sijainti, kiinteistökartta sekä alueen topografia.

Mitoituksen tuloksena voi olla yksi suunnitelma, mutta tavallisesti on kaksi tai useampiakin vaihtoehtoja. Jos suunniteltava alue on suppea ja verkoston haaroja vähän, voi yksikin suunnitelma riittää.

Paineviemärijärjestelmää ei suunniteltaessa saa ylimitoitaa, eli varata kapasiteettia kaikkien mahdollisuuksien varalle ellei olla varmoja niiden toteutumisesta. Paineviemärijohdossa kulkevan jäteveden on säännöllisin väliajoin (mieluummin joka pumppauskerralla) siirryttävä tietyllä miniminopeudella, jotta jäteveden partikkelit eivät sakkautuisi johdon seinämään ja aiheuttaisi johdon tukkeutumista. Liian isoksi mitoitettu putki johtaa kohonneisiin ylläpitokustannuksiin, esim. paineilmasyötön tai painevesihuuhtelun tarpeeseen tai pahimassa tapauksessa korjauskustannuksiin putken tukkeutuessa.

Esimerkki 1. Paineviemärijärjestelmä pelkillä linjapumppaamoilla

Tietyllä alueella voi olla edullista toteuttaa järjestelmä linjapumppaamoiden varaan, jolloin useita linjapumppaamoita sijoittamalla maastollisesti edullisimmin saadaan suurin osa kiinteistöistä kytkettyä viettoviemärillä linjapumppaamoihin. Joitakin kiinteistöjä saatetaan joutua varustamaan kiinteistökohtaisilla pumppaamoilla, joiden avulla vedet pumpataan linjapumppaamoihin.

Esimerkki 2. Paineviemärijärjestelmä linja- ja kiinteistöpumppaamoilla

Alueella on osia, joissa kiinteistöt voidaan helposti liittää viettoviemärin avulla linjapumppaamoihin. Näiden lisäksi on kuitenkin alueita, joissa rakentamiskustannukset tai muut syyt (esim. etäisyys) puoltavat kiinteistökohtaista pumppaamoratkaisua. Yhdistelemällä saadaan jätevedensiirtojärjestelmä,

joka perustuu sekä kiinteistökohtaiseen jäteveden pumppaukseen että linjapumppaamoihin. Alueen laajuus tai suuret korkeuserot voivat myös johtaa paineviemäriverkoston pilkkomiseen osiin, jolloin turvaudutaan linjapumppaamoihin.

Esimerkki 3. Paineviemärijärjestelmä pelkillä kiinteistöpumppaamoilla

Alueen olosuhteet voivat suosia järjestelmää, jossa jokaisella kiinteistöllä on oma tai muutamalla yhteinen jätevesipumppaamo. Tällaisessa järjestelmässä kaikki kiinteistöt ja niiden pumppaamot ovat kytkettyjä samaan paineviemärijohtoverkoston.

Pumpun mitoitus

Kaikilla pumpputoimittajilla on käytössään ohjelmistot, joilla voidaan mitoittaa yksittäinen pumppu. Yleensä ohjelmistolle annetaan lähtötiedoksi vuorokaudessa pumpattava vesimäärä, pumpun korkeusasema suhteessa purkupäähän, pumpattava matka ja paineputken koko. Näistä tiedoista ohjelmisto laskee kyseiseen kohteeseen sopivan pumpun ns. toimintapisteen. Tämän perusteella suunnittelija / toimittaja valitsee tarkoitukseen sopivan pumpun.

The screenshot shows the 'Pipe calculation' window with the following data:

- Flow: 3.2 l/s
- Recommended diameter: DN 80
- Type: PEHD-pipe PN10/PE 80
- Pipe roughness: Default value for sewage technology
- Naming: DN 80 (90x8.2)
- Flow velocity: 0.8 m/s
- Pipe length: 0 m
- Name: PEHD-pipe PN10/PE 80 DN 80 (90x8.2)
- Length: 195.0 m
- Rough. Cnt.: 0.25
- Radius: 0 mm
- Angle: 0°
- ζ-value: 0.8
- Velocity: 0.8 m/s
- H loss: 2.3 m
- Outlet loss: 0.03 m
- Loss at pipe connections: 0.00 m
- Static head H_{geo} : 5.0 m
- Friction head H_{loss} : 2.3 m
- Man. head H_{man} : 7.3 m

Kuva 3. Esimerkki pumpun toimintapistemitoitusohjelmiston tulosteesta (Jung-Pumpen)

Verkoston mitoitus

Osa pumpputoimittajien ohjelmistoista mitoittaa koko verkoston. Silloin ohjelmistolle annetaan yllämainitut tiedot jokaisesta pumppaamosta ja lisäksi myös verkostossa olevien muiden pumppujen sijainti. Ohjelmisto mitoittaa kauimpana sijaitsevan pumpun siten, että se yksin kykenee pumppaamaan purkupisteeseen, vaikka samanaikaisesti käynnissä olisi muitakin pumppuja.

Ohjelmistoon on sijoitettu tietyillä oletuksilla toimiva laskentaosa, joka ottaa huomioon pumppujen todennäköisesti tapahtuvan yhtäaikaisen käynnin.

Seuraavassa kuvassa 4 on esimerkki paineviemärijärjestelmän mitoitusohjelman tulosteesta.

Oy Firma AB								
Kohde: Esimerkki								
Kunta								
Tilaaaja:								
PVM: 1.12.2002								
Osuus Runkolinja A-H1, matka 4800m, 140 liittijää.								
Piste	Matka	Maanpinta	Määrä	Putkikoko	Määrä	Nopeus	Häviöt	Nostok.
No:	(m)	(m)	Pumppuja	sis.halk.	(l/s)	(m/s)	Promille	Yht. (m)
Linja 1 - 8								
P1 (H1)	4800	78	0	32,60				118,00
P2	4100	77	6	55,40	1,62	0,67	9,49	111,35
P3	3800	77	8	55,40	1,79	0,74	11,61	107,87
P4	3400	77	11	55,40	2,01	0,83	14,55	102,05
P5	2800	77	11	66,00	2,01	0,71	5,72	98,62
P6	2500	77	22	66,00	2,57	0,75	9,38	95,80
P7	2450	77	27	66,00	2,76	0,81	10,85	95,26
P8	2350	77	27	66,00	2,76	0,81	10,85	94,17
P9	2200	77	35	79,20	3,03	0,75	4,93	93,44
P10	1800	77	45	79,20	3,31	0,71	5,88	91,08
P11	1650	77	48	79,20	3,38	0,69	6,15	90,16
P12	1300	77	54	96,80	3,53	0,78	2,29	89,36
P13	1250	77	92	96,80	4,27	0,75	3,35	89,19
P14	1020	77	92	96,80	4,27	0,71	3,35	88,42
P15	1000	77	132	96,80	4,92	0,71	4,45	88,33
P16	520	80	132	96,80	4,92	0,71	4,45	86,20
P17	500	80	135	96,80	4,96	0,90	4,54	86,11
P18	200	78	135	96,80	4,96	0,90	4,54	84,74
P19	50	80	135	96,80	4,96	0,90	4,54	84,06
P20	40	85	140	96,80	5,04	0,95	4,68	84,02
P21(A)	0	80	140	96,80	5,04	0,95	4,68	83,83

Kuva 4. Esimerkki paineviemärijärjestelmäverkoston mitoitusohjelmiston tulosteesta (LPS)

3.1.7 PAINEVIEMÄRIVERKOSTON HUOLLETTAVUUDEN SUUNNITTELU

Paineviemäriverkostoa on säännöllisin väliajoin puhdistettava. Runkoverkkoon suunnitellaan tätä varten riittävästi huuhteluyhteitä. Jos jotakin verkoston osaa käytetään epäsäännöllisesti tai se jää vajaakäyttöön, esim. vapaa-ajan asuntojen alueella, tulee niihin erikseen suunnitella huuhteluyhteitä. Huuhteluyhteet suunnitellaan tarvittaessa niin, että niiden kautta myös possutus on mahdollista.

Myös tonttijohdon puhdistus esim. possutuksella (katso kohta 5.2 Putkiston ylläpito) on otettava huomioon.

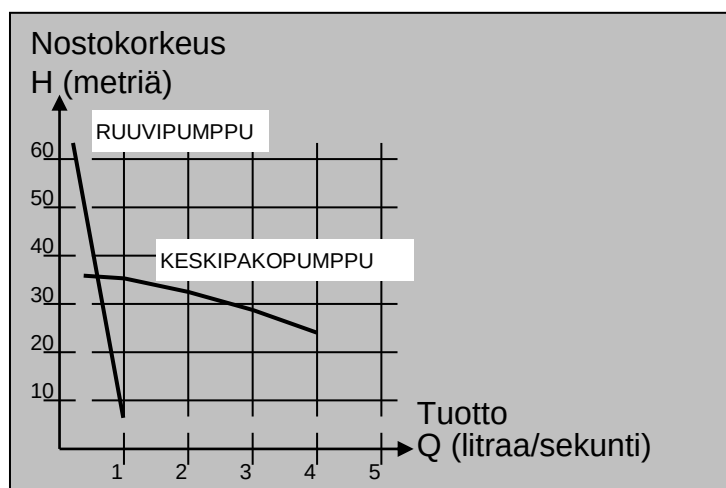
3.1.8 ILMANPOISTO

Johto-osuuksille, missä paineviemärijohdossa kerääntyvä ilma tai muodostuva kaasu ei pääse etenemään kohti purkupistettä, on suunniteltava ilmanpoisto-venttiili. Yleensä ilmanpoisto suoritetaan kyseisen johto-osan korkeimmasta kohdasta.

3.1.9 JÄTEVESIPUMPUN SUORITUSKYKY JA SEN VAIKUTUS SUUNNITTELUUN

Markkinoilla on tarjolla useita eri valmistajien jätevesipumppuja. Kiinteät partikkelit jätevedessä joko rikotaan tai silputaan pumpussa olevalla repijällä tai leikkurilla.

Pumppujen teknisissä suorituskyvyissä on eroja. Tällöin puhutaan pumpun tuotosta (litraa/sekunti) ja nostokorkeudesta (metriä vesipatsasta, eli kuinka suuren paineen pumppu tuottaa). Näiden suoritusarvojen perusteella jokaiselle pumpulle voidaan piirtää sille ominainen paine/tuotto-käyrä. Kuvassa 5 on esitetty markkinoilla olevien eri pumppaustekniikkaan perustuvien pumppujen paine/tuotto-käyriä.



Kuva 5. Kahden eri pumppaustekniikkaan perustuvan pumpputyypin paine/tuotto-käyriä

Keskipakopumppu

Keskipakopumpussa paine saadaan aikaan pumppupyörällä. Sen tuotto on nostokorkeudesta riippuen 1-5 l/s. Kolmivaihesähkömoottorin ottoteho on luokkaa 2,5-4 kW.

Keskipakopumpun tyyppillinen käyntiaika yhden omakotitalon jätevesien pumppaamisessa on pari minuuttia vuorokaudessa.

Ruuvipumppu

Ruuvipumpussa paine saadaan aikaan ruuvilla. Ruuvipumppujen tuotto on nostokorkeudesta riippuen 0,3–1,3 l/s. Yksivaiheisen sähkömoottorin ottoteho on 0,75–1,5 kW.

Ruuvipumpun tyyppillinen käyntiaika yhden omakotitalon jätevesien pumppaamisessa on 10–15 minuuttia vuorokaudessa.

3.1.10 PUMPPUKAIVO

Putkesta rakennetuissa pumppukaivoissa kaivon seinämä on kaksikerroksinen ja molemmiin puolin sileä. Putkesta valmistetut kaivot ovat lieriön muotoisia ja ne voidaan tarvittaessa valmistusvaiheessa mitoittaa haluttua asennussyvyyttä varten.

Rotaatiovaletun pumppukaivon seinämä on yksikerroksinen ja sen paksuus on noin 15 mm. Muodoltaan kaivo voi olla myös lieriöstä poikkeava.

Pumppukaivoja valmistetaan myös lasikuidusta sekä betonista.

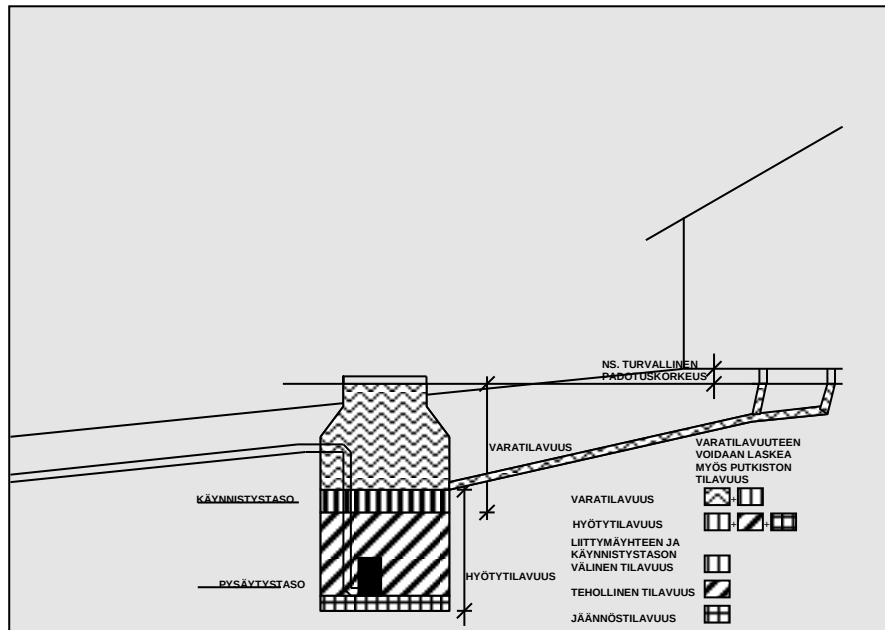
Pumppaamon sisällä olevana putkistona käytetään joko PE- tai rst-putkea. Putkistoon tulee kuulua sulku-, yksisuunta- ja tarvittaessa laponestventtiili. Paineviemärijohdon huuhteluyhde kuuluu normaaliin varustetasoon. Venttiilit ovat yleensä metallisia palloventtiileitä, mutta myös läppäventtiileitä on käytössä.

Jäteveden sisältämä kiintoaines ohjataan eräissä pumppaamoissa pumpun imuaukon alle pohjan muotoilulla. Ratkaisu vähentää pumppaamon liettymistä. Ulkopuolella kaivon pohjaan on hitsattu pohjalevy, jonka tarkoitus on estää pumppaamoa nousemasta ulkopuolisen pohjaveden aiheuttaman nosteen vaikutuksesta. Pumppukaivon muoto voi myös olla valittu siten, että se estää tai ainakin vähentää nosteen vaikutusta.

Pintavesien pääsy pumppaamoon estetään jättämällä pumppaamon kansi noin 30 cm maanpinnan yläpuolelle. Osa pumppaamoista voidaan varustaa erillisellä lisäkorotusosalla, jolla asennussyvyyttä voidaan lisätä. Pumppaamon yläosassa voi olla myös ns. teleskooppiosa, jolla pumppaamon korkeutta saadaan työmaalla säädettyä portaattomasti. Valmistajan ilmoittamaa suurinta asennussyvyyttä ei kuitenkaan tule ylittää. Liian syvälle asennettaessa on vaarana, että kasvanut maanpaine tai pohjaveden noste vioittaa pumppukaivoa.

Pumppaamon ohjauskeskus sijoitetaan pumppaamon läheisyyteen huoltotöiden helpottamiseksi. Ohjauskeskuksen sijoittamisesta ei saa aiheutua haittaa tai vaaraa pumppaamon ja pumppujen huollolle.

Pumppukaivon tilavuus jaotellaan teholliseen tilavuuteen ja varatilavuuteen. Tehollinen tilavuus on pumpun yhden käyntijakson aikana pumppaama vesimäärä eli pumppukaivon tilavuus pumpun käynnistystasosta pumpun pysäytystasoon. Varatilavuus taas on käynnistyskorkeuden ja alimman viemärintipisteen turvallisen padotuskorkeuden välinen tilavuus. Tähän tilavuuteen voidaan laskea mukaan pumppukaivon tilavuuden lisäksi myös viemäriputkien tilavuus.

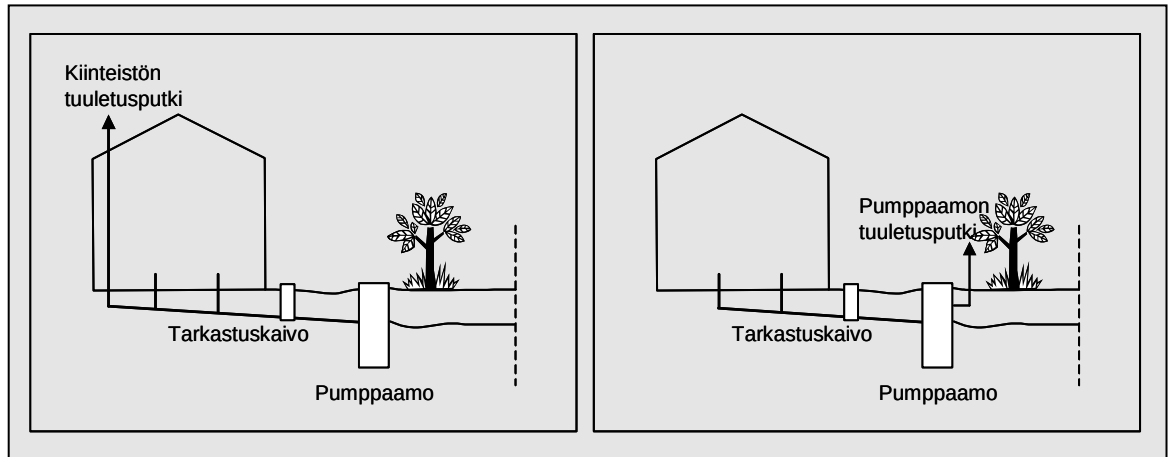


Kuva 6. Pumppaamon tilavuuskäsitteitä

3.1.11 TARKASTUSKAIVOT JA PUMPPAAMON TUULETUS

Rakennuksesta tulevat viettoviemäriputket liitetään pumppaamoon. Rakennuksen ulkoseinän ja pumppaamon väliin, rakennuksen välittömään läheisyyteen, on tarvittaessa asennettava tarkastuskaivo tai – putki (min 160 mm), jotta viemäriputkiston huolto- ja tarkastustoimenpiteet olisivat mahdollisia. Jos rakennuksesta on aikaisemmin johdettu harmaita vesiä ja käymälävesiä erikseen, on tarkastuskaivot asennettava molempiin ennen niiden liittämistä yhteen tai vaihtoehtoisesti liittämällä ne yhteiseen kokoojakaivoon.

Kun rakennuksen viemärit liitetään pumppaamon suljettuun säiliöön, voi vanhan rakennuksen viemäriputkiston tuuletusta joutua muuttamaan. Jos rakennuksen viemäristä ei ole ulkoilmaan johdettua tuuletusputkea, voi viemärinhaju purkautua talon sisätiloihin. Näin voi käydä esimerkiksi rakennuksissa, jossa WC:n tuuletus on hoidettu huoneistossa sijaitsevalla ns. alipaineventtiilillä. Hajupurkauksia syntyy silloin tilanteissa, joissa viemäriputkistossa muodostuva ylipaine pääsee purkautumaan vesilukon läpi.



Kuva 7. Pumppaamon tuuletuksen järjestäminen

Jos tuuletukselta rakennuksen viemäriputkistosta ei jälkeenkäin voida rakentaa tuuletusputkella ulkoilmaan, voi sen hoitaa asentamalla tuuletusputki pumppaamon yhteyteen. Tämä ratkaisu voi tuoda ajoittaisia hajuhaittoja pumppaamon lähiympäristöön, ellei putkea johdeta riittävän korkealle esim. lähellä sijaitsevan rakennuksen ulkoseinää pitkin katolle. Pumppaamosta järjestetyn tuuletuksen yhteydessä on varmistettava, että pakkasilma ei pääse sen kautta pumppaamoon, jolloin pumppu tai pumppaamon laitteet voivat jäätää. Kiinteistön viemärin kautta järjestetty tuuletus voi johtaa ilmanpaineeroon, joka kylmällä säällä jäädyttää pumppaamon.



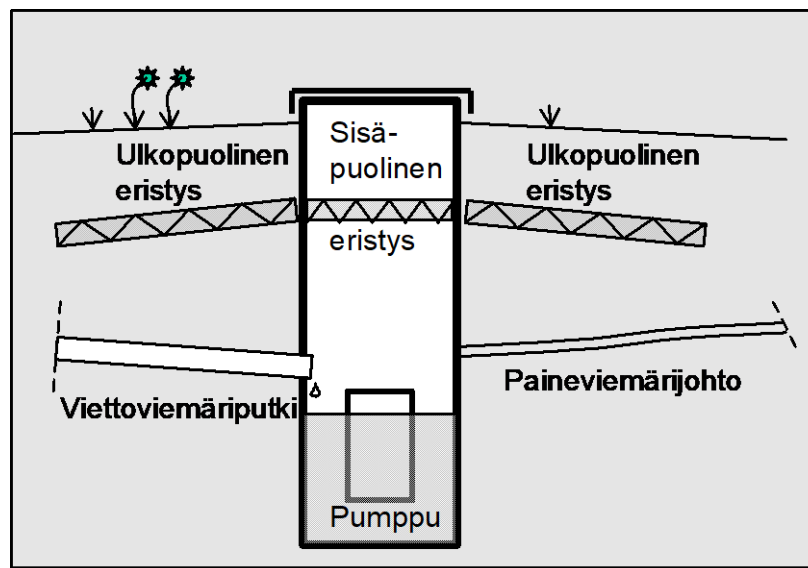
Kulhon vesiosuuskunta (Jouko Kakkonen)

3.1.12 PUMPPAAMON LÄMPÖERISTYS



Kulhon vesiosuuskunta (Jouko Kakkonen)

Pumppaamo lämpöeristetään valmistajan ohjeiden mukaan. Ilman asianmukaista eristystä pumppaamon jätevesi voi jäätyä, joka voi aiheuttaa huomattavia vahinkoja pumpulle tai rikkoa pumppaamon osia. Pumppaamo tulee tarvittaessa (asennusvaiheessa) eristää ulkopuolelta noin metrin säteellä kaivon ulkoreunasta. Tämä eristys katkaisee roudan etenemisen maassa kaivon ulkopuolella. Kaivo on yleensä eristettävä myös sisäpuolelta. Tähän valmistajat tarjoavat eri ratkaisuja. Periaate on kuitenkin se, että pakkasilma ei pääse jäädyttämään pumppaamon sisällä olevia osia. Talvikaudeksi käyttämättä jäävän pumppaamon asianmukaisen eristämisen lisäksi voi pumppaamovalmistajan hyväksymän lämmityslaitteen asentaminen olla tarpeen. Kallio-kaivannossa pumppaamon eristäminen tulee toteuttaa tapauskohtaisen suunnitelman mukaan.



Kuva 8. Esimerkki pumppaamon lämmöneristämisestä

3.1.13 YLIVUODON SUUNNITTELU

Pumppaamon tulee antaa hälytys, jos pumppu ei pysty pumppaamaan vettä pois. Hälytyksen tulee olla selvästi havaittava. Mikäli pumppaamo on useamman kiinteistön yhteinen, tulee hälytys olla havaittavissa jokaisessa kiinteistössä. Hälytyksen sattuessa on välittömästi etsittävä ja poistettava sen syy.

Yhden kiinteistön käytössä olevassa pumppaamossa hälytys yleensä havaitaan nopeasti. Ylivuodon suunnittelu ei ole normaalisti kriittinen. Useamman kiinteistön yhteisessä pumppaamossa hälytystä ei aina havaita heti kaikissa kiinteistöissä. Tällöin on vaarana, että häiriötilanteen jatkuessa varatilavuus täyttyy ja jätevettä alkaa virrata viettoviemärin kautta alimmaisena olevaan kiinteistöön. Siksi padotustilanteet on otettava huomioon ja pumppaamoon on suunniteltava ylivuoto.

Ylivuoto on suunniteltava siten, että siitä purkautuva jätevesi ei aiheuta vaaraa tai kohtuutonta haittaa.

3.1.14 VIRANOMAISMÄÄRÄYKSET JA KIINTEISTÖPUMPPAAMOT

Pumppaamoita koskevia viranomaismääräyksiä ja ohjeita on Suomen rakentamismääräyskokoelmassa (RakMK), Rakennustieto Oy:n LVI-korteissa ja Suomen Standardisoimisliitto SFS ry:n SFS-standardissa. Määräyksiä on noudatettava ehdottomasti, kun taas ohjeet ovat neuvoja, joita noudattamalla määräykset tulevat täytetyiksi. Ohjeiden noudattaminen ei siis ole ehdotonta. Mikäli ohjeista poiketaan, on suunnittelijan pystyttävä osoittamaan pumppaamon määräystenmukaisuus.

Määräykset eivät ole kattavia eivätkä kaikin osin soveltuvia. Tätä selvitystä laadittaessa (v. 2003) RakMk D1 on tarkistettavana.

3.1.15 VARATILAVUUDEN LASKEMINEN

Varatilavuuden suuruudeksi on Suomen rakentamismääräyskokoelman D1:ssä kohdassa 3.2 "Viemäröinnin järjestely" annettu ohje. Tämän ohjeen mukaan varatilavuuden tulisi vastata kaksi tuntia kestävän käyttökeskeytyksen aikana normaalikuormituksen vallitessa pumppaamoon tulevaa vesimäärää. Varatilavuus voidaan ohjeen mukaan määrittää jätevesivirtaaman avulla seuraavasti:

$$q = 0,025 \times q_m + q_v, \text{ dm}^3/\text{s}$$

q_m = pumppaamoa kuormittavien viemäripisteiden normivirtaamien summasta saatu mitoitusvirtaama, dm^3/s (= l/s)

q_v = mahdolliset vakiovirtaamat, dm^3/s

Esimerkkeinä käytetään kolmea kuviteltua kiinteistöä. Niiden viemäripisteet ja normivirtaamat on lueteltu alla olevassa taulukossa. Normivirtaamista on saatu mitoitusvirtaama käyttämällä RakMk D1:n kuvassa 24 esitettyä nomogrammia.

Taulukko 5. Mitoitusvirtaamia

viemäripiste	määrä/kpl	normivirtaama / dm^3/s	normivirtaamien summa / dm^3/s	mitoitusvirtaama / dm^3/s
vapaa-ajan asunto				
pesuallas	1	0,3	0,3	
suihku	1	0,6	0,6	
WC-istuin	1	1,8	1,8	
astianpesupöytä	1	0,6	0,6	
			3,3	1,0
tavanomainen omakotitalo				
pesuallas	2	0,3	0,6	
suihku	1	0,6	0,6	
WC-istuin	2	1,8	3,6	
astianpesupöytä	1	0,6	0,6	
pyykinpesukone	1	0,6	0,6	
astianpesukone	1	0,6	0,6	
			6,6	1,4
suuri omakotitalo				
pesuallas	5	0,3	1,5	
suihku	2	0,6	1,2	
WC-istuin	3	1,8	5,4	
astianpesupöytä	1	0,6	0,6	
pyykinpesukone	1	0,6	0,6	
astianpesukone	1	0,6	0,6	
			9,9	1,7

Jätevesivirtaaman kaava antaa tulokseksi dm^3/s . Näin ollen jätevesivirtaama on vielä kerrottava luvulla 7200, jotta saadaan virtaama kahden tunnin aikana.

Oletetaan, ettei mitään vakiovirtaamia ole. Tällöin saadaan seuraavat varatilavuudet:

vapaa-ajan asunto

$$0,025 \times 1 \text{ dm}^3/\text{s} = 0,025 \text{ dm}^3/\text{s} \text{ eli varatilavuus } 180 \text{ dm}^3 (\text{l})$$

tavanomainen omakotitalo

$$0,025 \times 1,4 \text{ dm}^3/\text{s} = 0,035 \text{ dm}^3/\text{s} \text{ eli varatilavuus } 252 \text{ dm}^3 (\text{l})$$

suuri omakotitalo

$$0,025 \times 1,7 \text{ dm}^3/\text{s} = 0,0425 \text{ dm}^3/\text{s} \text{ eli varatilavuus } 306 \text{ dm}^3 (\text{l})$$

Varatilavuuden laskennassa käytetään laskennallista kahden tunnin aikana pumppaamoon tulevaa vesimäärää. Keskimääräinen vedenkulutus osuuskunnissa on noin $120 \text{ dm}^3/\text{asukas}/\text{vrk}$, joten varatilavuus riittää todellisuudessa huomattavasti pitempään kuin ohjeen laskentakaavassa mainittu kaksi tuntia.

3.2 PUMPPAAMON SIJOITUS

Kiinteistökohtainen jätevesipumppaamo sijoitetaan yleensä ulos rakennuksen välittömään läheisyyteen. Se on kuitenkin mahdollista sijoittaa myös sisälle rakennukseen tai kauemmas rakennuksista esimerkiksi kahden tai kolmen kiinteistön yhteiseksi pumppaamoksi.

Sijoittelua harkitessa tulee ottaa huomioon seuraavia seikkoja:

- mahdollisten putkien sijainti
- kiinteistöstä pumppaamolle johtavan viettoviemärin riittävä pituuskaltevuus
- pumppaamolta verkostoon johtavan paineviemärin asentaminen
- sähkön saanti pumppaamolle
- maasto-olosuhteet (esim. maastonmuoto, kallio)
- piha-alueen muu käyttö
- pumppaamon huollettavuus
- mahdolliset hajuhaitat
- ylivuodon järjestäminen

3.2.1 RAKENNUKSEN VÄLITTÖMÄSSÄ LÄHEISYYDESSÄ

Yleisin tapa kiinteistökohtaisen pumppaamon asentamiseen on rakennuksen välittömässä läheisyydessä. Tällöin tarpeellisten viettoviemäreiden pituudet jäävät kohtuulliseksi ja sähkökaapelin veto kiinteistöstä pumppaamolle ei ole ongelmallista.

Mikäli kiinteistössä on jo viemärijärjestelmä, asennetaan pumppaamo yleensä nykyisen saostuskaivon läheisyyteen. Tällöin selvittää pienellä viettoviemärin rakentamisella eikä pumppaamo muuta pihajärjestelyitä. Pumppaamolta

lähtevä paineviemäri rakennetaan siten, että se saadaan liitettyä mahdollisimman lyhyellä putkella runkoviemäriin.

Kiinteistöissä, joissa ei vielä ole viemärijärjestelmää, voidaan pumppaamon paikka valita vapaammin. Paikan valinta kannattaa tehdä huolellisesti, jotta se sulautuu pihaympäristöön eikä haittaa muuta pihan käyttöä.

Asennettaessa pumppaamo ulos huoltotöissä aiheutuva hajuhaitta on vähäisempää, pumpun nostaminen ylös pumppaamosta helpompaa kuin sisätiloihin asennettaessa ja tarvittaessa pumppaamolle päästään ajoneuvokalustolla.



Kulhon vesiosuuskunta (Jouko Kakkonen)

3.2.2 USEAN KIINTEISTÖN YHTEISENÄ

Usein pumppaamo rakennetaan myös kahden tai muutaman kiinteistön yhteiseksi. Tällöin sen sijoituspaikka etsitään kiinteistöjen välisestä maastosta sellaisesta kohdasta, johon kiinteistöistä saadaan helposti rakennettua viettoviemärit.

Asennuksen etuina ovat mm. kustannusten säästöt, pumppaamon sijainti kauempana pihapiiristä ja pumpun käyminen useammin.

Ongelmina taas ovat esimerkiksi alimpana sijaitsevan kiinteistön tulvimisvaara ja varatilavuuden riittävyys. Ongelmia voivat aiheuttaa mm. sähkön saanti sekä käyttö- ja ylläpitokustannusten jakaminen kiinteistöjen kesken.

3.2.3 SISÄLLE RAKENNUKSEEN

Sisälle asennettaessa pumppaamon on oltava kaasutiivis ja se on asennettava siten, ettei kiinteistöön välity pumppaamosta tärinää tms. Tätä asennusmuotoa voidaan pitää toissijaisena, yleensä on suositeltavampaa asentaa pumppaamo ulos.

Sisälle asennettaessa pumppaamon huoltotöiden aiheuttamat hajut pääsevät rakennuksen sisälle. Myös pumppaamon peseminen ja pumpun nostaminen pois pumppaamosta on vaikeampaa tehdä sisällä.

Asennusta kannattaa harkita, mikäli ulos asennettaessa jouduttaisiin tekemään esimerkiksi kalliita louhintatöitä ja mikäli sisällä on sopiva tila, johon pumppaamo voidaan asentaa.

3.3 JÄTEVESI PAINEVIEMÄRISSÄ

(lyhennelmä Ari Kankaan liitteenä olevasta kirjoituksesta)

3.3.1 KIIENTEISTÖKOHTAINEN JÄTEVESI

Jätevesi on tyypillistä yhdyskuntajätevedenpuhdistamolle tulevaa asumajättevettä väkevämpää ja lämpimämpää, koska sen joukosta puuttuvat laimentavat ja jäädyttävät sulamis-, sade- ja vuotovedet. Taulukkoon 4 on koottu kiinteistökohtaisen asumajäteveden muodostuminen kuormituslukujen perusteella. Lämmin ja runsaasti substraatteja sisältävä jätevesi toimii hyvänä kasvualustana niille mikrobeille, jotka sopeutuvat paineviemäristön olosuhteisiin.

Taulukko 6. Kiinteistökohtaisen asumajäteveden muodostuminen

	Orgaaninen aine, BHK ₇		Fosfori		Typpi	
	gBHK ₇ /as·d	%	gP/as·d	%	gN/as·d	%
Uloste	15	30	0,6	30	1,5	10
Virtsa	5	10	1,2	50	11,5	80
Muu	30	60	0,4	20	1,0	10
Yhteensä	50	100	2,2	100	14	100

Kun jätevesi tulee imusäiliöön kiinteistöstä, alkaa mikrobien toiminta välittömästi, koska kiinteistökohtaisessa jätevedessä hyvin harvoin on mikrobeille myrkyllisiä tai niiden kasvua hidastavia aineita. Tavanomaisiin yhdyskuntajätevesiin mikrobitoimintaa hidastavia aineita voi tulla teollisuuden ja palvelualojen jätevesistä.

Pumppaamon imusäiliö on tuuletettu, mutta varsinaista ilmastusta siinä ei ole. Jo imusäiliössä saattaa alkaa syntyä hajuyhdisteitä, jotka on johdettava tuuletusputkella riittävälle korkeudelle.

Kiinteistökohtaiset asumajätevedet ovat selvästi tyypillisiä yhdyskuntajätevedenpuhdistamolle tulevia asumajätevesiä lämpimämpiä (kiinteistökohtaisen jäteveden lämpötila on keskimäärin yli 30 °C). Viemärijärjestelmässä jätevedet alkavat vähitellen jäähtyä ympäristön lämpötilaan ja jäähtyminen riippuu viipymästä paineviemärijärjestelmässä ja järjestelmän lämpöeristyksestä.

Revintä vapauttaa kiintoaineessa olevat ravinteet ja mikrobit suspensioon ja pumpussa tapahtuva sekoittuminen homogeeniseksi massaksi tehostaa jätevedessä olevien ravinteiden aineensiirtoa mikrobien käytettäväksi.

3.3.2 MIKROBITOIMINTA

Osa jäteveden mikrobeista kiinnittyy viemäriputken seinille biofilmikasvustoksi, joka kasvaa ja käyttää ravinteekseen ohi virtaavan veden ravinteita ja orgaanista ainetta. Muodostuvan biofilmin paksuus riippuu virtausolosuhteista. Virtaamien ollessa pysähdyksissä voi biofilmi kasvaa putken umpeen asti.

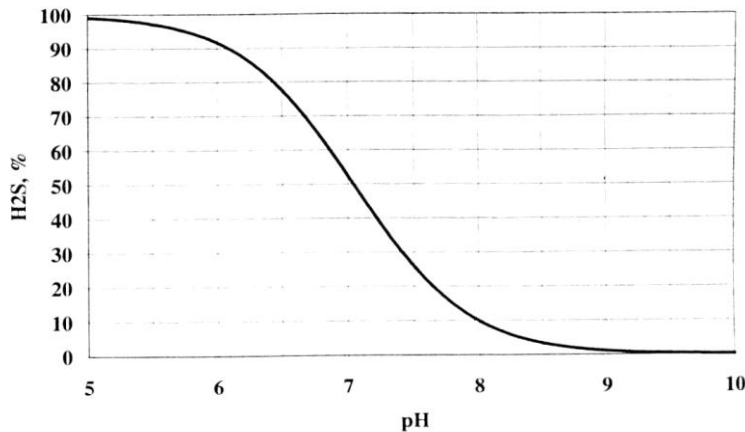
Verkostossa tapahtuvan biotoiminnan aktiivisuus riippuu monista tekijöistä, mutta määräävinä ovat jäteveden viipymä viemärissä, jäteveden laatu ja lämpötila. Kun happokäymistä on todettu tapahtuvan viettoviemäreissäkin, niin erityisesti paineviemäreissä siihen on hyvät edellytykset, kun jäteveden ilmastumista ei tapahdu. Myöskään paineviemäriin ei tule lika-aine- ja mikrobimääriä laimentavia ja hapekkaita vuoto-, sade- eikä sulamisvesiä.

Hapettomassa toiminnassa muodostuvat kaasut liukenevat paineessa jäteveeseen, mutta osa vapautuu ja muodostaa kaasutaskuja putkistoon. Riittävällä virtausnopeudella kaasut saadaan ajettua putkistossa eteenpäin, mutta usein äärimmäisiin korkeuskohtiin asennetaan kaasunpoistovenkilleitä. Poistettavat kaasut ovat biotoiminnasta muodostuneita haisevia, myrkyllisiä ja joissain tapauksissa jopa räjähtäviä kaasuja, joiden päästäminen ilmaan on tapahduttava asianmukaisin varotoimenpitein. Kaasumäärät ovat käytännössä kuitenkin hyvin pieniä ja todellinen riski on vähäinen.

3.3.3 HAJUT VIEMÄRIVERKOSSA

Pitkät jäteveden siirtomatkat lisäävät jäteveden viipymää paineviemärissä, jolloin siellä vallitsevassa hapettomassa tilassa mikrobitoiminnasta muodostuu haisevia yhdisteitä. Yhdisteet ovat lähinnä pelkistyneitä rikkiyhdisteitä, joista yleisin ja haitallisin hajua aiheuttava yhdiste on rikkivety. Paineviemärin purkukohdan jälkeen haisevat yhdisteet erkanevat vedestä ja leviävät viettoviemärin ja sen pumppaamojen tuuletusaukkojen ja tuuletusviemäreiden kautta ulkoilmaan. Erityisen ongelmalliseksi hajujen osalta ovat osoittautuneet pumppaamoista lähtevien paineviemärien jälkeiset viettoviemäriosuudet.

Rikkivedyn osuus riippuu pH-arvosta kuvassa 9 esitetyn kuvaajan mukaisesti.



Kuva 9. Rikkivedyn esiintyminen pH:n funktiona

Rikkivety on väritön kaasu, jonka paha haju on tunnusomaisesti sama kuin mädäntyneellä kananmunalla. Se liukenee veteen varsin runsaasti (3 000 – 5 000 mg/l) jäteveden normaalissa lämpötilassa. Kaasuna se on hieman ilmaa raskaampaa. Rikkivety aiheuttaa korroosio-ongelmia viemäriverkostojen ja kaivojen metalli- ja betonirakenteissa. Se kondensoituu viemärin seinämille ja muodostaa vesiliuoksessa hapellisissa olosuhteissa rikkihapoketta ja edelleen rikkihappoa, joka syövyttää betoni- ja metallirakenteita putkistoissa ja pumppaamolla.

Hajuhaittojen lisäksi rikkivety on terveydelle vaarallinen myrkky, mikä ilmastus- ja tuuletusyhteiden sijoittelussa on otettava huomioon. Ilmaa raskaampana rikkivety kerääntyy helposti pumppukaivoihin ja vastaaviin suljettuihin tiloihin jopa hengenvaarallisiksi pitoisuuksiksi. Kaasun vaarallisuutta lisää se, että se turruttaa pikaisesti hajuaistin.

Yleisesti ottaen rikkivedyn muodostuminen ja muodostumisen nopeus paine- viemäriissä riippuu seuraavista tekijöistä:

- Happipitoisuus, orgaanisen aineen pitoisuus ja ravinteiden määrä
 - Mitä enemmän orgaanisia aineita, sitä enemmän mikrobitoimintaa.
 - Sulfaatin pelkistyminen rikkivedyksi on mahdollista vasta, kun jäte- veden happi ja nitraatti ovat kuluneet loppuun
- Sulfaattipitoisuus
 - Rikkivetyä muodostuu sulfaatin pelkistymisestä.
- pH
 - Yleisesti ottaen mikrobien optimi-pH on 7,5 – 8,0, mutta sulfaattia pelkistävät mikrobit ovat kuitenkin varsin kestäviä pH:n vaihteluille.

- Lämpötila
 - Lämpötila vaikuttaa suuresti mikrobien aktiivisuuteen.
- Jäteveden virtausnopeus
 - Virtausnopeus ei saisi olla alle 0,6 - 0,7 m/s. On osoitettu, että virtausnopeudella 1,2 m/s rikkivedyn muodostuminen on vähäisempää kuin alhaisemmillä nopeuksilla.
- Viipymä
 - Jäteveden määrän vaihtelu noudattaa normaalin asumisen ja elämisen rytmiä, joka vaihtelee todennäköisesti vain vähän asunnosta toiseen.
 - Viemäristön mitoituksessa viipymä ei saisi olla yli 8 tuntia.
- Viemäriputken sisäpinta-ala
 - Pinta-ala on suoraan verrannollinen mikrobibiofilmin alaan ja määrään.

3.3.4 KORJAAVAT TOIMENPITEET

Hajuhaittoja voidaan yrittää ehkäistä pitämällä viipymät paineviemärijärjestelmässä (pumppaamot ja viemäriputkistot) mahdollisimman lyhyinä ja mitoittamalla virtausnopeus paineviemäriissä riittäväksi. Valittaessa jäteveden purkukohtaa paineviemäristä viettoviemäriin on todennäköiset hajuhaitat otettava huomioon.

Paineviemärin oikean mitoituksen jälkeen hajuhaittoja voidaan estää ehkäisemällä rikkivedyn ja hajuyhdisteiden muodostumista (viemärin huuhtelu, jäteveden laimennus, jäteveden kemiallinen käsittely) tai voidaan vaikuttaa jo muodostuneisiin hajuyhdisteisiin (jäteveden kemiallinen käsittely, ilman käsittely).

Rikkivedyn ja hajuyhdisteiden muodostumisen ehkäisy

- Viemärin huuhtelu ja jäteveden laimennus
 - Periaatteena on tällöin lyhentää jäteveden viipymää verkostossa ja lisätä happipitoisuutta.
 - Putkiston itsepuhdistuminen saadaan aikaan, jos virtausnopeus putkissa nousee tasolle 0,7 – 0,8 m/s muutaman kerran vuorokaudessa.
 - Kun jäteveden viipymä pumppaus- ja viemärointisysteemissä ei saisi ylittää 8 – 10 tuntia, voidaan paineviemärijärjestelmään johtaa säännöllisin väliajoin vettä viipymien lyhentämiseksi, jolloin samalla viemäri myös puhdistuu.
 - Ajoittaista ilmahuuhtelua varten tarvitaan kompressori, jonka tuottamaa paineilmaa päästetään lyhytaikaisina panoksina verkostoon.

- Ajoittaisen paineellisen vesi- tai ilmahuuhtelun etuna on myös virtausnopeuden kasvu, jolla saadaan irrotettua putkiston seinille muodostunutta biofilmiä.
- Jäteveden kemiallinen käsittely
 - Hapettavat ja happipitoiset kemikaalit voivat vähentää rikkivedyn muodostumisen edellytyksenä olevaa anaerobitilaa.
 - Nitraatteja annosteltaessa on mitoituksen lähtökohtana se, että tarvitaan 6 – 10 g nitraattia ehkäisemään 1 g rikkivetyä muodostumasta.
 - Ferrinitraatissa myös kolmenarvoinen ferrirauta nostaa jäteveden redox-potentiaalia.
 - Ajoittaisilla pH-nostoilla (lipeä) voidaan tilapäisesti tappa putkistoon muodostunut bakteerikanta.
 - Markkinoilla on myös erilaisia hapetuskemikaaleja ja entsyymejä rikkivetyä muodostavien mikrobien hävittämiseen hapettamalla (bio-orgaaniset katalyytit).

Muodostuneiden hajuyhdisteiden käsittely

- Jäteveden kemiallinen käsittely
 - Rautakemikaalien rauta sitoo kahdenarvoisena ferrorautana rikkiä sulfidina muodostaen rautasulfidisaostuman ja rikkivetyä ei pääse syntymään.
 - Koska haisevan, veteen liukenevan kaasun ja sen liukoisen ionit jätevedessä määräytyvät pH-arvon perusteella, voidaan rikkivedyn haitallista vapautumista vedestä vähentää nostamalla jäteveden pH-arvoa. Jäteveden pH:n on oltava vähintään 8, jotta lähes kaikki rikkivety olisi sulfidina. Rikkivedyn kemialliseen hapettamiseen on käytetty vetyperoksidia, klooria (hypokloriittia) ja kaliumpermanganaattia.
- Viemäri-ilman käsittely
 - Pelkällä parannetulla ilmanvaihdolla viemäristössä pitoisuudet saatu laskemaan tasolle 10 – 70 ppm, mikä on kuitenkin edelleen yli hygieenisen raja-arvon 10 ppm.
 - Viemäriin poistoilman käsittely otsonoinnilla, kaasunpesurilla tai biosuotimella.

Rikkivedyn varalta on paineviemäriin ja viettoviemäriin liittymäkohdassa käytettävä sopivia materiaaleja ja varauduttava kemikaaliannosteluun. Kemikaalin annostelutarve on selvitettävä tapauskohtaisesti.

3.3.5 VAIKUTUKSET PUHDISTAMOLLA

Seuraavaan on koottu paineviemärijärjestelmän vaikutuksia jätevedenpuhdistamolla ja luokiteltu niitä puhdistusta edistäviksi tai haittaaviksi vaikutuksiksi.

- Vastaavat haju- ja korroosio-ongelmat kuin paineviemärin ja viettoviemärin yhtymäkohdassa.
- + Paineviemäröidyltä alueelta ei tule vuotovesiä puhdistamolle.
- + Jätevedessä on mukana myös verkostossa muodostunutta biomassaa, joka toimii jatkuvana mikrobikasvuston lisääjänä aktiivilieteprosessille ja tekee hajotustoimintaa puhdistamon esikäsittelyvaiheissa.
- + Revitty kiintoaine vähentää välpettä ja lisää primäärilietettä.
- Toisaalta revityt hajoamattomat aineet kulkeutuvat lietteenkäsittelyyn ja voivat keräytyä siellä eri prosessivaiheisiin.
- Puhdistamolle tulevan hapettoman jäteveden kiintoaineen laskeutumisominaisuudet esiselkeytyksessä voivat olla heikot.
- + Viemärin anaerobisissa olosuhteissa alkanut hajotustoiminta helpottaa jäteveden käsittelyä biologisissa ravinteidenpoistoprosesseissa.

Yleensä kuitenkin kiinteistökohtaisella paineviemärijärjestelmällä kerättyjä jätevesiä on niin vähän suhteessa muuhun puhdistamolle tulevaan jätevesimäärään, ettei puhdistamolla huomata mitään.

3.4 PAINEVIEMÄRIJÄRJESTELMÄN HALLINNOINTI

3.4.1 OSUUSKUNTAMUOTOISEN VESIHUOLTOLAITOKSEN PERUSTAMINEN



Kulhon vesiosuuskunta (Jouko Kakkonen)

Keskitetyn vedenhankinnan ja jakelun sekä viemäröinnin tarpeessa olevan asutusalueen asukkaat voivat perustaa vesihuoltolaitoksen hoitamaan alueensa vesihuoltoa. Usein asukkaiden perustaman vesihuoltolaitoksen omistus- ja hallinnointimuoto on osuuskunta.

Vesiosuuskunta on vesihuoltolain tarkoittama vesihuoltolaitos. Kunta vahvistaa osuuskunnalle toiminta-alueen, jonka sisällä osuuskunnan tulee huolehtia vesihuollosta. Kiinteistöt ovat vesihuoltolain mukaan velvollisia liittymään rakennettuun vesihuoltoverkostoon, mikäli vapautukselle liittymisestä ei ole edellytyksiä. Liittymisvelvollisuus ei riipu liittymän teknisestä ratkaisusta. Vesihuoltolakiin on syytä perehtyä ennen vesiosuuskunnan perustamispäätöstä.

Haja-asutusalueilla perinteiseen viettoviemäröintiin perustuvan kunnallistechniikan rakentaminen voi olla sekä kallista että aikaavieppä. Usein rakentamista voidaan nopeuttaa ja kustannuksia alentaa rakentamalla alueelle paineviemärijärjestelmä. Vaikka paineviemärijärjestelmä ei Suomessa ole uutta tekniikkaa, ovat kunnalliset vesihuoltolaitokset usein vierastaneet sitä. On siis luonnollista, että useat paineviemärijärjestelmät Suomessa ovat osuuskuntien rakentamia. Asukkaiden omistaman vesihuoltolaitoksen perustamiseen ryhdytään yleensä silloin, kun alueella toimivan vesihuoltolaitoksen resurssit eivät riitä toteuttamaan laajentumistarpeita riittävän nopealla aikataululla.

Vesi- ja viemärilaitosyhdistys on laatinut vesiosuuskunnan mallisäännöt. Vesiosuuskunnan perustamiseen liittyvissä asioissa on tarpeen tutustua myös osuuskuntalakiin ja vesihuoltolakiin. Pellervo-seura on laatinut myös ohjeita vesiosuuskunnille.

3.4.2 LIITTYMINEN ALUEELLA TOIMIVIIN VERKOSTOIHIN

Keskitettyä vesihuoltoa rakentavan vesiosuuskunnan on sovittava alueella toimivan vesihuoltolaitoksen kanssa liittymisehdoista vesijohtoon ja viemäriin, sekä maksuista, jos vesiosuuskunnalla ei ole omaa vedenottamoja ja/tai jätevedenpuhdistamoja.

Alueellisen vesihuoltolaitoksen ja vesiosuuskunnan välisessä sopimuksessa määritellään vähintään liittymien liittämiskohdat, suunnitelmien hyväksyttämiseen, mahdollisten maksujen suuruudet sekä laskutukseen liittyvät ehdot.

3.4.3 LIITTÄMISKOHTA

Vesihuoltolaitoksen ja kiinteistöjen välisissä liittymissopimuksissa on yleensä määriteltä liittettävän kiinteistön veden ja viemäröinnin liittämiskohdat. Vesihuoltolain 12 ja 13 pykälissä puhutaan liittämiskohdasta näin "Vesihuoltolaitoksen tulee määrätä jokaista verkostoonsa liitettävää kiinteistöä varten liittämiskohdat, joiden tulee sijaita kiinteistön välittömässä läheisyydessä" ja "Vesihuoltolaitoksen verkostoon liitettävän kiinteistön omistaja tai haltija vastaa kiinteistön vesihuoltolaitteistosta liittämiskohtaan saakka".

Yksi vaihtoehto on määritellä viemärin liittämiskohdaksi liitos runkolinjaan, edellyttäen että se on ”kiinteistön välittömässä läheisyydessä”.

Toinen tapa on määritellä liittämiskohta kiinteistön rajalla sijaitsevaan sulkuventtiiliin.

Vesi- ja viemärilaitosyhdistyksen kannanoton mukaan on suositeltavaa, että liittämiskohta määritellään kiinteistön rajalle tai sen ulkopuolelle. Tämän kannanoton perustelu on se, että vesihuoltolaitoksen vastuun ulottaminen kiinteistön puolelle toisi sille mahdollisesti hankalia vastuukysymyksiä tai rajoittaisi sen toimintamahdollisuuksia esim. korjaustöissä kiinteistön rajojen sisäpuolella. Liittämiskohtaongelmia voi syntyä jos vesiosuuskunta pyrkii luovuttamaan verkoston paikalliselle vesihuoltolaitokselle.

Jos jätevesipumppaamo sisällytetään vesihuoltolaitoksen vastuun piiriin, tulee laissa mainituksi liittämiskohdaksi määritellä viettoviemärin liitoskohta pumppaamoon. Juridisesti on arveluttavaa, voidaanko pumppaamon sähkö ottaa kiinteistön sähköliittymästä vai tarvitaanko pumppaamolle oma vesihuoltolaitoksen hankkima sähköliittymä. Katso kohdasta 2.1.2.2 kuvat vaihtoehto 2 ja vaihtoehto 3. Eräät energialaitokset tulkitsevat pumppaamon omaksi sähköliittymäksi.

Ruotsalaisen VA-Forsk rapport 2000–13:ssa julkaistussa tutkimuksessa, jossa kerättiin käyttötietoa noin 4000:sta kiinteistökohtaisesta jätevesipumppaamosta, todettiin kiinteistöjen vastuulla olevilla pumpuilla pienempi vikatiheys kuin vesihuoltolaitoksien vastuulla olevien. Tutkimuksen mukaan tämä johtui siitä, että kiinteistönomistaja hoitaa pienemmät viat itse niitä raportoimatta sekä myös siitä, että kiinteistönomistaja todennäköisesti on huoleellisempi sen suhteen mitä viemäriin päästää.

3.4.4 HOITO- JA HUOLTOSOPIMUS

Vesihuoltolaitoksen ja kiinteistön välisessä liittymissopimuksessa voidaan määritellä vastuunjako esimerkiksi pumppaamon ylläpidosta riippumatta liittämiskohdan sijainnista. Sopimuksen yleisissä sopimusehdoissa voisi tässä tapauksessa olla maininta poikkeavasta vastuunjaosta pumppaamon hoidosta ja huollosta.

Keski-Suomessa on vallitsevana käytäntönä, että pumppaamot ovat vesiosuuskuntamuotoisen vesihuoltolaitoksen vastuulla. Vikatilanteessa kiinteistönomistaja ottaa yhteyttä vesihuoltolaitoksen yhteyshenkilöön, joka ohjaa paikalle huoltomiehen. Huoltokustannuksista vastaa yleensä vesihuoltolaitos. Keski-Suomessa on myös käytäntö, jossa vesihuoltolaitos ja liittynyt ovat tehneet sopimuksen, jossa sovitaan vastuunjako hoidosta ja huollosta.

4. PAINEVIEMÄRIJÄRJESTELMÄN TOTEUTTAMINEN

4.1 PUMPPAAMOIDEN HANKINTAMENETTELY

4.1.1 YLEISTÄ

Julkisen sektorin piiriin kuuluvissa hankkeissa hankinnat on kilpailutettava. Vesihuoltolaitosten hankinnat on kilpailutettava silloin, kun hankkeeseen on saatu ympäristökeskusten avustuksia tai muuta julkista rahoitusta. Myös kuntien avustuksissa, takauksissa tai muussa osallistumisessa saattaa olla kilpailuttamiseen viittaava ehto. Hankintalainsäädäntö ohjaa kilpailuttamista.

Kilpailuttaminen koskee myös pumppaamohankintoja. Tarjouskilpailu voidaan järjestää periaatteessa kahdella tavalla, toimittajaksi valitaan hinnaltaan halvin tai kokonaistaloudellisesti edullisin. Kun suunnittelussa on vaihtoehtotarkastelujen jälkeen päädytty ratkaisuun, jossa pumpputyypin on voitu riittävästi yksilöidä, käydään tarjouskilpailu hintaperustein. Kun suunnitelmassa eri pumpputyypit ovat mahdollisia, järjestetään tarjouskilpailu kokonaistaloudellisesti edullisimman toimittajan valitsemiseksi.

Seuraavassa pumppaamohankinta on suunniteltu tehtäväksi kokonaistaloudellisesti edullisimman tarjouksen perusteella, jossa arvostellaan sekä laatua, että tarjoushintaa. Kokonaistaloudellisesti edullisimman hankinnan kriteerit tulee aina mainita ja vain niitä voidaan arvostelussa käyttää. Hankintakriteerit eivät saa johdatella arvostelua mihinkään suuntaan. Kiellettyjä kriteereitä on mm. paikallisuus tai paikallistuntemus.

Pumppaamoiden kilpailuttaminen tulee hoitaa yhtenä suunnitteluun kuuluvana vaiheena. Suunnittelija määrittelee ja laatii tarjouspyynnön lähtöaineiston ja jatkaa yksityiskohtaisella suunnittelulla, kun pumppaamot hankintakilpailun jälkeen ovat yksilöityneet.

Suunnittelijan vastuu ei tarjouskilpailulla siirry pumpputoimittajalle. Kilpailu on yksi suunnittelun välietappi, jossa pumppaamoratkaisu tehdään.

4.1.2 KOKONAISTALOUELLINEN TARJOUSPYYNTÖ

Kokonaistaloudellisen tarjouspyynnön kohteena ovat kiinteistöpumppaamot ja toiminnallisen järjestelmän mahdollisesti edellyttämät linjapumppaamot. Tarjouskyselyn onnistuminen edellyttää riittävien lähtötietojen antamista.

Tarjouspyynnön sisältö:

- verkkokartta

Karttaan merkityt linjat laaditaan yhteistyössä kiinteistöjen edustajien kanssa. Lähtökohtana on, että verkoston linjauksia ei tarvitse tässä tarjousvaiheessa muuttaa.

- pituusleikkaukset
Mikäli pituusleikkauksia ei ole mahdollisuus laatia, tulee alueen topografiasta olla riittävä kartta-aineisto.
- mahdollisimman kattavat kiinteistötiedot
- pumppaamon perusvarustuksen määrittely
- arvostelukriteerit painoarvoineen
- hinnan pisteytys

Tarjouspyynnössä tulee esittää mahdollisimman tarkoin haluttu pumppaamon perustaso ja tarjoajalta edellytettävä toimitus- ja suoritusvelvollisuus. Laatu-kriteerit määräytyvät näiden lähtökohtien mukaan. Velvollisuudet vaihtelevat hankkeittain. Myös arvostelukohteiden pisteytys tulee mainita.

Tarjouspyyntöaineistoon kuuluu myös palautuskuoret, varsinainen palautuskuori ja hintakuori. Hintakuoreen on merkitty ”Hintakuori”.

4.1.3 TARJOUKSEN SISÄLTÖ

Tarjoajan tulee tarjouksessaan esittää mm.

- paineviemäriverkoston ohjeellinen mitoitus (putkikoko osuuksittain)
- mahdollisten linja- ja välipumppaamoiden sijoitusehdotus ja näihin liittyvät muut toimenpiteet (esim. tuuletuksen järjestäminen)
- pumppaamoiden tekniset ja muut yksityiskohdat (toiminnallisen arvostelun perusteet)
- referenssit (tarjouspyynnön kohteena olevan kaltaiset)
- yhteiskunnallisten velvoitteiden hoitaminen
- maksuehdot
- toimitusehdot
- laatudokumentit

Tarjouksen tekijän suunnittelupanos rajoittuu vain järjestelmän toiminnalliseen tarkasteluun siten, että tarjoustiedoilla voidaan tehdä kokonaistaloudellisesti edullisin pumppaamohankinta.

4.1.4 TARJOUKSEN LAADINTA

Hintatarjous tulee antaa pyydettyssä muodossa käyttäen tarjouspyynnön tarjouslomaketta.

Tarjouksessa tulee antaa tiedot kaikkiin pyydettyihin kohtiin, jotta mitään tarjouksen hylkäämiseen perustetta ei synny.

Kun tilaajan valintaperusteena on kokonaistaloudellisuus, tulee hintatiedot sulkea erilliseen hintakuoreen. Tarjousaineisto erottelemalla estetään se, ettei laatu- ja hintakriteereillä voida spekuloida.

Kokonaistaloudellinen tarjous

Kokonaistaloudellinen tarjous avataan ja käsitellään kahdessa vaiheessa.

Käsittelyvaihetta 1 varten esitettävät tiedot: (laitetaan palautuskuoreen)

1. *Selvitykset, suunnitelmat, piirustukset, esitteet ym. laatukriteerien arvosteluun liittyvistä asiakirjoista.*
2. *Jäljennökset voimassaolevasta ennakkoperintärekisteriotteesta, verovelkatodistus sekä ilmoitus eläkemaksuvelvoitteiden täyttämistä tai muut vastaavat luotettavat selvitykset verojen, ennakonpidätystilitysten, sosiaaliturvamaksujen ja eläkemaksujen täyttämisestä. Verovelkatodistus ei saa olla kahta kuukautta vanhempi eikä LEL-todistus kuukautta vanhempi.*
3. *Muut toimittajan tähän tarjoukseen tarpeelliseksi katsomansa asiakirjat*

Hinnan ja laatukriteerien suhde tässä esimerkissä on 50 / 50. Laatu arvostellaan seuraavien arvostelukohteiden (esimerkki) mukaan.

Taulukko 7. Arvostelukohteet

ARVOSTELUKOhteet	PISTEET
TARJOUKSEN ANTAJA	
Tarjouksen antajan yleiset referenssit	0 – 3
Tarjouksen antajan pumppaamotoimitusten referenssit	0 – 7
yhteensä	0 – 10
JÄRJESTELMÄN TOIMINNALLISET TIEDOT	
Pumppujen kokonaismäärä ja tyypit	0 – 5
Pumpun/pumppaamon sopivuus järjestelmään	0 – 5
Järjestelmän ympäristöön sopivuus	0 – 3
Pumpun vaikutus paineviemäriverkoston kokoon	0 – 1
Järjestelmän laajentamismahdollisuudet	0 – 1
yhteensä	0 – 15
TEKNISET YKSITYISKOHdat	
Jäätymisen estäminen	0 – 3
Ohjausjärjestelmä	0 – 2
Sähkö- ja ohjauslaitteiden sijainti	0 – 2
Asennettavuus, käytetyt materiaalit	0 – 3
yhteensä	0 – 10
PUMPPAAMON HUOLLON JÄRJESTÄMINEN	
Huoltoväli	0 – 6
Huoltoverkoston kattavuus	0 – 6
Takuuaika	0 – 3
yhteensä	0 – 15
Enimmäispistemäärä 50 pistettä	YHTEENSÄ 0 - 50

Seuraavassa on ohjeelliset arvosteluperusteet:

TARJOUKSEN ANTAJA (0 – 10 pistettä)

Tarjouksen antajan yleiset referenssit, pisteet 0 - 3

Tässä arvostellaan toimintaa alalla. Pitkäaikainen monipuolinen alan tuntemus ja kehitystoiminta antaa enimmäispisteet.

Tarjouksen antajan pumppaamotoimitusten referenssit, pisteet 0 - 7

Tässä arvostellaan pumppaamotoimitusten referenssejä.

Enimmäispisteet edellyttävät kyselyssä olevien tyyppisten järjestelmien toimitusta lähivuosina.

JÄRJESTELMÄN TOIMINNALLISET TIEDOT (0 – 15 pistettä)

Pumppaamojen kokonaismäärä ja tyypit, pisteet 0 – 5

Tässä arvostellaan pumppaamoiden kokonaismäärää, eri tyyppisyyttä, keskinäistä vaihdettavuutta.

Pumpun/pumppaamon sopivuus järjestelmään, pisteet 0 – 5

Tässä arvostellaan järjestelmän teknistä sopivuutta (esim. optiminopeuden ja minimiviipymän saavuttaminen, tuotto, nostokorkeus)

Järjestelmän ympäristöön sopivuus, pisteet 0 – 3

Tässä arvostellaan pumppaamoiden sopivuutta (sijoittamista) verkkoon (ympäristöön) ja mahdollisia reunaehtoja (huollettavuus, hajuhaitat, tuuletuksen järjestäminen).

Pumpun vaikutus paineviemäriverkoston kokoon, pisteet 0 – 1

Tässä arvostellaan järjestelmän vaikutusta paineviemäriverkon putkikokoon.

Järjestelmän laajentamismahdollisuudet, pisteet 0 – 1

Tässä arvostellaan järjestelmän laajennusmahdollisuuksia.

TEKNISET YKSITYISKOHDAT (0 – 10 pistettä)

Jäätymisen estäminen, pisteet 0 – 3

Tässä arvostellaan jäätymissuojaamisen suunnittelua ja toteutusta sekä näiden varusteiden toimitusvalmiutta.

Ohjausjärjestelmä, pisteet 0 – 2

Tässä arvostellaan ohjausjärjestelmää (esim. hälytyksen järjestäminen) yleensä ja veden pinnan valvontaa.

Sähkö- ja ohjauslaitteiden sijainti, pisteet 0 – 2

Tässä arvostellaan sähkö- ja ohjauslaitteiden sijainti ja sijoitusvaihtoehtoja eri käyttötilanteissa.

Asennettavuus, käytetyt materiaalit, pisteet 0 – 3

Tässä arvostellaan pumppaamossa käytettyjä materiaaleja (pitkäaikaiskestävyys, lujuus), pumppaamon asennettavuutta (esim. nosteen eliminointi, ympärystän täyttö)

PUMPPAAMON HUOLLON JÄRJESTÄMINEN (0 – 15 pistettä)

Huoltoväli, pisteet 0 – 6

Tässä arvostellaan käytännön huoltoväliä pumppaamon eri komponenteilla.

Huoltoverkoston kattavuus, pisteet 0 – 6

Tässä arvostellaan huollon järjestämistä, varaosien saatavuutta, huoltosopimusten mahdollisuutta.

Takuuaika, pisteet 0 – 3

Tässä arvostellaan takuuajan pituutta, takuuehtoja ja muita takuu aikaan liittyviä ehtoja.

Käsittelyvaihetta 2 varten: (laitetaan hintakuoreen)

Urakoitsijan on täytettävä tarjouspyyntökirjeen mukana lähetetty tarjouslomake hintatiedoin. Tarjouslomakkeeseen on merkittävä hintatiedot kaikkiin niille varattuihin sarakkeisiin.

4.1.5 TARJOUKSEN ANTAMINEN

Varsinaisessa palautuskuoreessa tarjoaja palauttaa kaiken tarjousaineiston, johon kuuluu myös hintakuori. Varsinaiseen palautuskuoreen on merkitty palautusosoite ja tarjoajan nimi valmiiksi.

4.1.6 TARJOUSTEN ARVOSTELU

Tarjousten avaus

Tarjouksista avataan tai käsitellään vain ne, jotka on toimitettu tarjouspyynnössä esitetyllä tavalla. Tarjoukset ovat sitovia avaustilaisuuden alkamishetkestä lähtien. Saatujen tarjousten avaustilaisuudesta pidetään pöytäkirjaa, vaikka avaustilaisuus ei olekaan julkinen. Tarjousten avaamiseen ja käsitteilyyn osallistuu kolme - neljä henkilöä, joista osan tulee olla pumpppaamotekniikan tuntevia.

Kokonaistaloudellisuuden arvostelu

Kokonaistaloudellinen valinta tapahtuu kahdessa käsittelyvaiheessa.

Käsittelyvaihe I:

Käsittelyvaiheeseen 1 tarkoitettu aineisto ja siinä esitetyt selvitykset tarkastetaan ja pisteytetään. Jokaiselle pisteytystaulukossa esitetylle asiakokonaisuudelle annetaan pisteet. Pisteet määritetään vain tarjouksesta ilmenevien tietojen sekä arvioitsijan omien kokemusten perusteella. Arvioitsijan omiin kokemuksiin perustuva arviointi perustuu saatuun kokemukseen käytännön toiminnasta.

Jokaisen tarjoajan tiedot arvioidaan arvostelukohde kerrallaan taulukossa ilmoitetun pistemäärän vaihteluvälillä. Samasta arvostelukohteesta voi saman pistemäärän saada useampi tarjoaja.

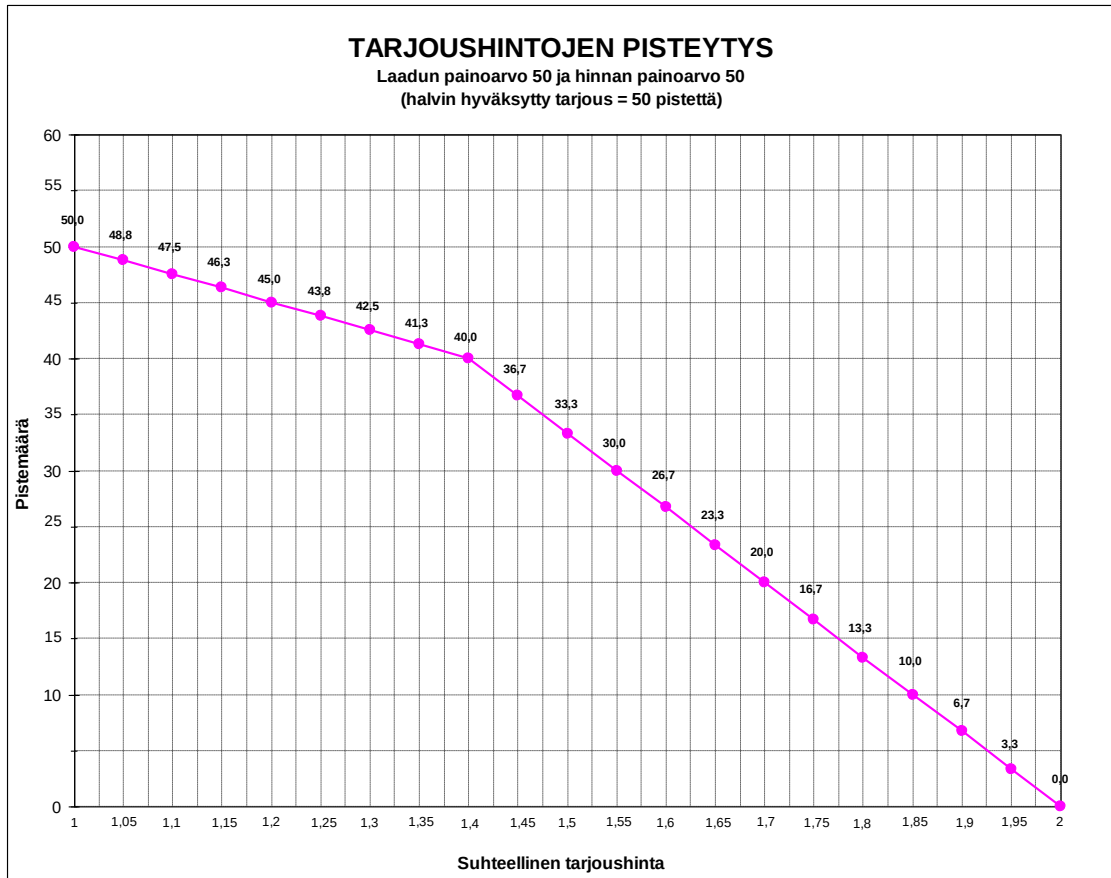
Jokainen arviointiin osallistuva arvioi itsenäisesti koko aineiston ja antaa pisteet kohteittain taulukkoon kokonaislukuna. Kaikista arvostelukohteen henkilökohtaisista pisteistä lasketaan keskiarvo yhden desimaalin tarkkuudella. Saatua keskiarvoa ei pyöristetä.

Kun jokaisen tarjouksen kaikki arvostelukohteet on pisteytetty, luvut lasketaan yhteen, jolloin saadaan tarjouksen kokonaislaatu-pisteet (enimmäismäärä 50 pistettä).

Käsittelyvaihe II:

Käsittelyvaiheessa II avataan hintatarjoukset ja tehdään vertailu hintojen ja laukupisteiden avulla. Tarjouksista tarkastetaan laskutoimitukset.

Halvin hyväksyttävä tarjoushinta antaa 50 pistettä. Muiden hintapisteet lasketaan seuraavan hintakäyrän mukaan. Hintapiste lasketaan keskiarvo yhden desimaalin tarkkuudella. Saatua keskiarvoa ei pyöristetä.



Kuva 10: Tarjoushintojen pisteytys

Toimittajaksi valitaan suurimman pistemäärän saanut tarjoaja. Mikäli toimittajat saavat saman vertailuluvun toimittajaksi valitaan se, jolla on paremmat laukupisteet.

Tilaaajalla on oikeus hylätä tarjoaja, joka ei ole toimittanut itsestään (tai tarjoushetkellä tiedossaan olevista alihankkijoistaan) selvityksiä yhteiskunnallisten velvoitteiden hoitamisesta tai jonka toimittamisessa selvityksissä ilmenee maksulaiminlyöntejä. Tilaaajalla on perustellusta syystä oikeus hylätä kaikki tarjoukset. Tilaaaja ilmoittaa hylkäämisestä ensi tilassa tarjouksen tekijöille.

Vaihtoehtoisen tarjouksen hyväksymisen ehtona on, että kaikilla tarjouksen tekijöillä on ollut yhtäläinen mahdollisuus sellaisen tekemiseen.

Taulukko 8: Kokonaistaloudellisesti edullisin tarjous

KILPAILUTTAMISTA SÄÄTELEE HANKINTALAINSÄÄDÄNTÖ

PERIAATTEENA ON KAIKKIEN ASIAKIRJOJEN JULKISUUS

LÄHTÖKOHTANA ON KOKONAISTALOUEDELLISUUS

LAATU JA HINTA PISTEYTETÄÄN ERIKSEEN

PERIAATTEENA ON KAHDEN KUOREN MENETTELY

LAATUKRITEERIT OVAT TÄRKEITÄ

ANNETTAVA RIITTÄVÄSTI LASKENTA-AIKAA

4.2 RAKENNUUTTAMINEN**4.2.1 RAKENNUUTTAMISASIAKIRJAT**

Tilaajan haluamana lopputuloksena ovat suunnitelmat ja niihin liittyvät selostukset. Hyvä suunnitelma on perusteellisen suunnittelun lopputulos, josta tulee löytyä kaikki tarjouslaskennassa ja rakentamisessa tarvittava tieto. Hyvä suunnitelma on myös läpikäynyt suunnitteluprosessin aikana kaikki tarvittavat päätösvaiheet.

Toteutuksessa tarvittavat luvat voidaan ryhmitellä maanomistukseen liittyviin ja työn tekniseen toteutukseen liittyviin lupiin. Periaatteena tulee olla, että eri luvista suunnittelija on hankkinut etukäteen kaikki ne, joilla on merkitystä urakan tekniseen toteutukseen, kustannuksiin ja aikatauluun.

Tarjouspyyntöasiakirjoihin kuuluu (yleisesti)

- yleiset sopimusehdot (YSE 98)
- tarjouspyyntö
- ennen tarjouksen antamista annetut kirjalliset lisäselvitykset
- urakkaohjelma ja turvallisuusasiakirja
- urakkarajaliite
- tarjouslomake
- määrä- ja mittaluettelot
- muutostöiden yksikköhintaluettelo
- työkohtaiset laatuvaatimukset ja selostukset
- piirustukset
- Kunnallisteknisten töiden yleinen työselitys 02
- Kunnallisteknisten töiden määrämittauserusteet 02

4.2.2 URAKAN RAJAUS

Urakka tulee rajata niin, että siitä muodostuu teknisessä mielessä järkevästi ja taloudellisesti suoritettava työkokonaisuus. Rajausten tulee olla selvästi ja ristiriidattomasti esitettyjä. Rajausta ei tule tehdä niin, että kokonaistavoite jaotellaan sellaisiin osiin, jotka ovat kiinteässä riippuvuussuhteessa ajallisesti ja/tai toiminnallisesti tai joissa lopputuloksen laadun vastuurajaukset eivät ole selvät.

Tilaaaja voi suorittaa hankintoja tai tehdä määriteltyjä työvaiheita itse. Rajaukset tulee esittää yksiselitteisesti. Tilaaajan työt ja hankinnat voidaan alistaa varsinaiseen urakkaan.

4.2.3 URAKKA-AJAN MÄÄRITTELY

Urakka-ajan määrittelyssä tulee ottaa huomioon töiden sopivuus kesä- tai talvitöiksi ja isoissa urakoissa töiden jatkuminen vuodenajasta huolimatta. Urakan kokonaisajan on mahdollistettava toteutus tasaisilla resursseilla. Urakka-aika on valittava realistisesti, sillä se vaikuttaa kustannuksiin ja työn laatuun.

4.2.4 URAKKAMUODON JA MAKSUPERUSTEEN VALINTA

Urakkamuodon valintaan vaikuttavat paitsi teetettävän työn ominaisuudet myös tilaaajan valmiudet valvoa eri urakkamuotoja. Valinnan tulos on yhdistelmä urakoitsijan suoritusvelvollisuudesta, urakan maksuperusteista ja urakoit- sijoiden välisistä alistussuhteista. Valinnassa pyritään hyödyntämään eri urak- kamuotoihin liittyvät mahdollisuudet ja jakamaan niihin liittyvät riskit.

Kokonaisurakassa urakoitsija vastaa kohteen rakentamisesta kokonaisuudessaan ja on sopimussuhteessa mahdollisiin aliurakoitsijana toimiviin erikoistöiden suorittajiin. Suunnittelu sen sijaan on kokonaisuudessaan tilaa- jan vastuulla. Urakkamuoto on eniten käytetty maarakennustöissä.

Kokonaishintaurakassa urakoitsija saa etukäteen sovitun kokonaiskor- vauksen sopimuksessa määritellyn työn suorittamisesta, jolloin kustannus- riski on urakoitsijalla.

Yksikköhintaurakassa vastikkeen suuruus määräytyy tehtyjen työmäärien perusteella etukäteen sovittujen yksikköhintojen mukaan, jolloin hintariski on urakoitsijalla, mutta määräriski rakennuttajalla.

4.2.5 HANKINTAMENETTELYT

Avoimessa menettelyssä tarjouspyynnöstä ilmoitetaan julkisesti. EU- hankinnassa ilmoitus laitetaan julkiset hankinnat lehteen, jolloin kaikki haluk- kaat voivat saada tarjousasiakirjat tarjouksen tekemiseksi.

Rajoitetussa menettelyssä tilaaja valitsee ne toimittajat, joilta pyytää tarjoukset. Olennaista on, että tarjouksia pyydetään niin monelta yritykseltä, että riittävä kilpailu syntyy. Tarjouskilpailusta voidaan sulkea pois sellainen ehdokas, jolla ei voida katsoa olevan teknisiä tai taloudellisia edellytyksiä hankinnan toteuttamiseksi tai joka on laiminlyönyt verojen tai lakisääteisten sosiaalimaksujen suorituksen.

4.3 URAKKAKILPAILUN JÄRJESTÄMINEN

4.3.1 TARJOUSAIKA

Tarjousaika riippuu tarjousajankohdasta, hankkeen laajuudesta, erikoistöiden ja hankintojen määrästä sekä urakkamuodosta. Tarjousaika vaihtelee yleensä 2 - 6 viikkoon. Heinäkuuta ei tule käyttää laskenta-aikana, mikäli tarjouksenanto-mahdollisuuksia ei ole etukäteen selvitetty.

EU-hankinnan määräajoista on säädetty hankinta-asetuksessa.

4.3.2 LISÄTIETOJEN ANTAMINEN

Lisätietojen antaminen ja antaja yhteystietoineen tulee ilmoittaa tarjouspyyntöasiakirjoissa. Työkohteen esittely on myös eräs lisätietojen antotilaisuus. Tilaajaa sitovat lisätiedot on annettava kirjallisina kaikille tarjoajille.

4.3.3 TARJOUSTEN VASTAANOTTO

Tarjous toimitetaan tilaajalle tarjouspyynnössä ilmoitettuun määräaikaan mennessä. Eri toimittamistapojen (posti, telekopio, henkilökohtainen tuonti) varalle on järjestettävä tarjousten vastaanotto siten, että voidaan todeta määräaikaan mennessä tapahtunut tarjouksen jättö.

Mikäli rakennuttaja hyväksyy telekopiotarjouksen, tulee menettelytavat esittää tarjouspyyntöasiakirjoissa.

4.3.4 TARJOUSTEN VOIMASSAOLO

Tarjouspyyntöön on syytä sisällyttää riittävä tarjouksen voimassaoloaika. Määräajan asettamisella varmistetaan tarjoajien sitoutuminen siinäkin tapauksessa, että käsittelybyrokratia kestäisi arvioitua kauemmin.

4.3.5 TARJOUSTEN KÄSITTELY JA VERTAILU

Tarjouksista avataan ja käsitellään vain ne, jotka on toimitettu tarjouspyynnössä esitetyllä tavalla. Tarjoukset ovat sitovia avaustilaisuuden alkamishetkestä lähtien. Saatujen tarjousten avaustilaisuudesta pidetään pöytäkirjaa, vaikka tilaisuus ei olisikaan julkinen.

Tarjouksen hylkäämisen syyt on vaadittaessa esitettävä tarjoajalle.

Tarjoukset eivät ole julkisia, ennen kuin joku tarjouksista on hyväksytty ja lopullinen sopimus syntynyt tai kaikki tarjoukset on hylätty.

4.3.6 TARJOUKSEN HYVÄKSYMINEEN

Kun urakoitsijan tarjouksen hyväksymistä koskeva päätös on tehty, tulee se saattaa mahdollisimman nopeasti urakoitsijan tietoon.



Kulhon vesiosuuskunta (Jouko Kakkonen)

4.4 VALVONTA

4.4.1 YLEISTÄ

Valvonnalla tilaaja haluaa varmistaa tuotannon laadun siten, että urakan lopputuloksena syntyy haluttu, sopimuksen mukainen tuote sekä varmistaa, että työ suoritetaan hyvää rakennustapaa sekä viranomais määräyksiä, lakeja ja normeja noudattaen.

Urakoitsijan tulee olla yhteistyökumppani, jonka avulla rakennuttaja saa haluamansa tuotteen.

4.4.2 VALVOJAN PÄTEVYYS, ESTEELLISYYS, VASTUU

Tilaaajan puolesta urakkasuoritusta valvovat pätevät valvojat (YSE 98, 60 §). Valvoja on rakennuttajan edustaja ja luottamusmies rakentamiseen liittyvissä teknisissä, taloudellisissa ja juridisissa kysymyksissä.

Valvonta ei rajoita eikä vähennä urakoitsijan sopimuksenmukaista vastuuta (YSE 98, 62 §). Valvojan vastuu määräytyy muutoin työsopimuslain ja työsopimuksen mukaan, jos valvoja on työsuhteessa rakennuttajaan. Valvojan valtuudet voivat olla organisaatiosta johtuen erilaiset.

Jos valvojana on itsenäinen yritys, esim. rakennuttajakonsultti, yleinen vastuu määräytyy toimeksiantosopimuksen mukaan (KSE 1995, kohta 3). Lisäksi toimeksiantosopimuksessa tulee valvojan ja rakennuttajan tehtävät ja vastuut määritellä.

4.4.3 TYÖMAAPÄIVÄKIRJA

Työmaan johtovelvollisuuksista vastaavan urakoitsijan on huolehdittava (ellei toisin sovita), että työmaalla pidetään työmaapäiväkirjaa (YSE 98, 75 §). Valvoja osoittaa kuittauksellaan saaneensa työmaapäiväkirjan tiedoksi.

Valvojan merkintöjen on oltava perusteltuja, yksilöityjä ja yksiselitteisiä. Työmaapäiväkirjan tiedoilla tulee työn päätyttyä pystyä luotettavasti ja yksiselitteisesti selvittämään työn kulku yleisesti sekä laatuun, aikaan ja kustannuksiin liittyvät seikat.

4.4.4 TYÖMAAKOKOUKSET

Työmaakokouksessa voidaan ottaa käsiteltäväksi mikä tahansa rakennustyöhön liittyvä asia. Sopimuksen sisältöä ja sopimusehtoja ei voida työmaakokouksessa muuttaa. Työmaakokouksesta on pidettävä pöytäkirjaa, jonka molemmat allekirjoittavat. Rakennuttajan edustaja on puheenjohtajana ja erikseen sovittu henkilö sihteerinä. Työmaakokouspöytäkirja vastaa kirjallista ilmoitusta (YSE 98, 66 §).

4.4.5 MUUTOSTYÖT

Useimmiten urakan aikana tulee esiin kysymys muutostöistä (YSE 98, 43 §) ja/tai lisätöistä (YSE 98, 46 §). Muutos- ja lisätyöt voivat olla välttämättömiä tai harkinnanvaraisia, jolloin tarkastellaan niiden tarkoituksenmukaisuutta. Tuotesuunnitelmien ja/tai tuotantosuunnitelmien kehittäminen on erotettava muutostöistä.

4.4.6 TYÖN VASTAANOTTO

Vastaanottotarkastuksessa on todettava, onko aikaansaatu työntulos sopimusasiakirjojen mukainen (YSE 98, 71 §). Vastaanottotarkastukselle järjestetään sellaiset olosuhteet, että urakan lopputulosta voidaan tarkastella ainakin silmämääräisesti.

Urakan suorituksessa on pyrittävä siihen, että työ on täysin valmis vastaanottotarkastuksessa. Mahdolliset viat ja puutteet todetaan ennakkotarkastuksissa (itselleluovutuksessa) ja ne korjataan vastaanottotarkastukseen mennessä.

Vastaanottotarkastuksessa erilaiset selvitykset, kokeet ja yhteenvedot tulee olla valmiina ja osapuolten tarkistamia. Urakan aikana tehtyjen (urakoitsijan ja rakennuttajan) laadunvalvontatoimenpiteiden tulokset kootaan hankkeen laatu yhteenvedoksi.

4.4.7 LAADUNARVOSTELU

Laadunarvostelun lähtökohtana on, että laatuvaatimukset on asiakirjoissa esitetty. Vaatimusten on oltava yksiselitteiset ja mitalliset. Laatuvaatimusten tulee olla myös kohtuudella saavutettavissa.

Laadunvalvontaa suoritetaan kelpoisuuden toteamisen edellyttämällä tavalla. riittävästi ja systemaattisesti. Laadunarvostelu perustuu asetettujen vaatimusten ja saatujen tulosten vertailuun ja sitä suoritetaan samalla tavalla kaikissa urakoissa eikä laatu poikkeamia jätetä huomioimatta.

Laadunvalvonnan tehtävänä on myös sekä urakoitsijan että tilaajan huomion kiinnittäminen eri teknisten ratkaisujen toimivuuteen ja kunnossapidon kannalta tärkeisiin asioihin.

4.4.8 TALOUDELLINEN LOPPUSelvitys

Taloudellisessa loppuselvityksessä selvitetään sopijaosapuolten väliset tilisuhteet (YSE 98, 73 §). Taloudellisessa loppuselvityksessä todetaan urakka-summa, muutostyöt, arvon alennukset, sakot, hyvitykset, pidätykset, indeksikorotukset, valuuttakurssien aiheuttamat muutokset, mahdollinen jako eri maksajien kesken ja kolmansien osapuolten vaatimukset. Lisäksi sovitaan maksamattomien erien maksamisesta.

Kolmansien osapuolten vaatimukset tulee aina yksilöidä vaatimusten laadun, vahingon määrä ja vahingon jatkokäsittelyn osalta.

4.4.9 TAKUUTARKASTUS

Takuutarkastus (YSE 98, 74 §) on pidettävä aikaisintaan kuukautta ennen takuuajan päättymistä ja viimeistään kuukausi takuuajan päättymisestä. Takuutarkastuksessa selvitetään takuuajana ilmenneet viat ja puutteet. Takuutarkastus noudattaa vastaanottotarkastuksen menettelytapoja ja periaatteita.

Takuutarkastuksessa määrätään korjaustoimenpiteet ja aika, johon mennessä korjaukset on tehtävä. Urakan sopimusasiakirjat koskevat myös takuukorjauksia. Usein on kuitenkin syytä kirjata myös korjaustapaa koskevia ohjeita.

Takuutarkastuksesta laaditaan pöytäkirja (vrt. työmaakokouspöytäkirja).

4.4.10 TAKUUKORJAUKSET

Korjaustöiden tultua suoritetuksi pidetään jälkitarkastus, josta laaditaan pöytäkirja.

4.4.11 VASTUU TAKUUAJAN JÄLKEEN

Urakoitsija vastaa YSE 30 §:n mukaan takuuajan jälkeenkin 10 vuoden ajan vastaanottotarkastuksesta lukien niistä virheistä ja puutteista, joita tilaaja ei ole kohtuudella voinut havaita vastaanottotarkastuksessa tai takuuajana, ja jotka tilaaja osoittaa johtuneen urakoitsijan törkeästä laiminlyönnistä, täyttämättä jääneestä suorituksesta ja laadunvarmennuksen olennaisesta laiminlyönnistä

Taulukko 9: Urakkakilpailun järjestäminen

**SUUNNITELMIEN YHTEENSOPIVUUS TARKISTETTAVA
URAKKARAJAUSTEN TULEE OLLA YKSISELITTEISIÄ
LASKENTA-AJAN TULEE OLLA RIITTÄVÄ
TARKISTA URAKOITSIJAN KYKY SELVIYTYÄ HANKKEESTA
TYÖMAAKOKOUKSET ON HYVÄ URAKAN OHJAUSVÄLINE
URAKOITSIJAN TULEE PITÄÄ TYÖMAAPÄIVÄKIRJAA
URAKOITSIJA OSOITTA LAADUN KELPOISUUSKIRJASSAAN**

5 PAINEVIEMÄRIJÄRJESTELMÄN HOITO JA HUOLTO

Paineviemärijärjestelmän hoito ja huolto liittyy koko toiminnallisen järjestelmän ylläpitoon. Siihen kuuluvat pumppaamot, niin kiinteistökohtaiset kuin linja-pumppaamot, putkisto, sekä muut laitteet kuten esimerkiksi sulku- ja takaiskuventtiilit.

Jos järjestelmän jakaa toiminnallisiin elementteihin voidaan ylläpidon työkenttä jakaa esimerkiksi seuraaviin osiin:

- Pumppaamot
- Putkisto
- Muut laitteet

5.1 PUMPPAAMON HOITO JA HUOLTO

Pumppaamoiden edellytetään toimivan normaalikäytössä ja –olosuhteissa ilman ylläpitotoimenpiteitä pumppuvalmistajan ilmoittamaan huoltovälin aikana. Erilaisista käyttöolosuhteista riippuen huoltoväliä on lyhennettävä tai sitä voidaan pidentää. Pumppaamoiden huolto-ohjelmaan voi kuulua seuraavia toimenpiteitä säännöllisin ajoin suoritettuna:

- pumpun öljyn tarkastus
- sähköiset mittaukset
- hydraulisten osien tarkastus
- pumpun ja kaivon pesu
- pumpun virtakytkinten toimivuuden tarkastus (päälle/pois, hälytys)
- pumpun muiden laitteiden tarkastus
- sähköosien silmämääräinen tarkastus

Järjestelmän vanhetessa ennaltaehkäisevien tarkastustoimenpiteiden merkitys kasvaa. On todennäköistä, että uuden järjestelmän vaatima huolto-ohjelma voi olla kevyempi kuin pidempään käytössä olleen järjestelmän. Ylläpidon ja huollon tarve ei välttämättä ole suorassa yhteydessä pumpun käyttötunteihin. Säännöllisessä käytössä oleva pumppu voi toimia ilman huoltotoimenpiteitä kauemmin kuin harvaan, epäsäännöllisesti käytetty pumppu.

Pumppaamon hälytysjärjestelmän tulisi ilmoittaa pumppaamon käyttöhäiriöstä. Yleensä pumppaamosta lähtee hälytys kaivon vedenpinnan noustessa tietyn rajan yli.

Pumppaamon käyttöhäiriö voi johtua esimerkiksi seuraavista syistä:

- pumppu jumittunut (vieras esine)
- vika pumpun moottorissa
- vika pumppaamon sähköjärjestelmässä
- vika pumppaamon ohjausjärjestelmässä
- vika pumpun painelaitteessa (esim. takaiskuventtiili)
- pumppu kulunut
- vika virtakytkimessä
- vika painejohdossa, joko kiinteistöjohdossa tai runkojohdossa
- vika painejohdon muussa laitteessa (esim. kiinteistön takaiskuventtiilissä tai sulkuventtiilissä)

Pumpun jumittuminen tai tukkeutuminen johtuu yleensä käyttäjän virheestä. Muut luetellut virheet johtuvat muista syistä. Erityisen maininnan vaatii pakkasesta aiheutuvat jäätymiset, joita tapahtuu pumppaamossa painepuolen osissa, pumppaamon läpiviennissä, kiinteistön painejohdossa tai runkojohdossa. Syitä ovat puutteellisesti eristetty pumppaamo ulkoa ja sisältä, pumppaamon yhteyteen rakennetun tuuletusputken kautta siirtyvän kylmän ilman kulkeutuminen pumppaamoon, painejohdon puutteellinen eristys tai saattolämmityksen päällekytkennän unohtuminen tai vika siinä.

5.2 PUTKISTON YLLÄPITO

Paineviemärijohtoverkoston ylläpitoon liittyy verkoston tiiviiden valvominen, sekä muiden laitteiden toimintakunnon ylläpitäminen. Tärkeä osa putkiverkoston ylläpitoa ovat mahdolliset huuhtelutoimenpiteet varsinkin vähäisessä tai epäsäännöllisessä käytössä olevissa johto-osuuksissa. Myös kiinteistöjen jätevesissä mukana kulkeutuva hieno hiekka voi kasvattaa tukoksen otollisessa putkistoa osuudessa. Huuhteluun voidaan käyttää joko vettä tai ilmaa.

Huuhtelua tehokkaampi puhdistusmenetelmä on ns. possutus. Siinä putkistoon laitetaan vaahtomuovisia possuja. Possujen perään putkistoon pumpataan puhdasta vettä paineella, joka työntää niitä edellään. Possun ohi virtaava vesi leikkaa irti putken seinälle kertynyttä ainesta.

Possutusta suositellaan huoltotoimenpiteenä painelinjoihin 6-7 vuoden välein tai aina, kun kapasiteetin todetaan vähentyneen. Kerralla voidaan possuttaa jopa 5 kilometriä muoviputkea.

Yleensä possut voidaan asentaa pumppaamoiden huuhteluyhteistä, tarvittaessa runkolinjaan voidaan rakentaa myös erilliset huuhteluyhteet. Possutuksen mahdollistamiseksi kaikkien käytettyjen venttiilien ja liitoskappaleiden tulee olla täysaukkoisia.

5.3 MUUT LAITTEET

Muita laitteita paineviemärijärjestelmässä ovat mm. sulku-, takaisku- ja ilmanpoistiventtiilit. Häiriöt näissä voivat johtaa ongelmatilanteeseen, esim. takaiskuventtiilin juuttuessa kiinni tai sen kulumisen seurauksena aiheutuva vuotaminen. Jos laitteet ovat asennettu niin, että niihin on helppo päästä käsiksi ja osa voidaan eristää verkoston paineesta, on huoltaminen helpompaa. Huolellisuutta tulisi aina noudattaa, kun erilaisia kaivoja rakennetaan, hyvä eristys takaa sen, että kaivon laite ei talvella pääse jäätymään.

5.4 HAJUHAITTA

Hajuhaitta paineviemärin purkupisteissä voi nousta ylläpidon ongelmaksi. On olemassa tapoja, joilla voidaan vähentää hapettomassa tilassa muodostuvan kaasun hajun leviämistä purkupisteen ympäristöön. Paras keino vähentää mahdollisen hajun synnyttämää ongelmaa on sijoittaa purkupiste tai linjapumppaamot alueille, joissa ei ole asutusta lähellä. Huomiota olisi myös kiinnitettävä tapaan, jolla paineviemärijohdon vesi purkautuu purkupisteessä.

Hajuhaittoja ja niiden estämistä on käsitelty myös kohdassa 3.3 Jätevesi paineviemäriässä.



Kulhon vesiosuuskunta (Jouko Kakkonen)



Kulhon vesiosuuskunta (Jouko Kakkonen)

6. OHJEITA PAINEVIEMÄRIJÄRJESTELMÄÄN LIITTYVÄLLE KIINTEISTÖLLE

Kiinteistökohtaisen jätevesipumppaamon käyttäjän ohjeet viemärin käytöstä eivät eroa tavanomaisen viemäriverkoston käytöstä. Ohjeiden noudattamisen tärkeys kuitenkin korostuu kiinteistökohtaisissa paineviemärijärjestelmissä, sillä viat ohjeiden vastaisesta käytöstä tulevat heti esiin liittyjän omassa kiinteistöpumppaamossa. Vian aiheuttama keskeytys aiheuttaa aina vaivaa ja tilapäistoimia.

Viemäriin kuuluu vain likavettä. Viemäriin saa johtaa:

- astian- ja pyykinpesuvesiä
- peseytymisessä käytettyjä vesiä
- WC:n huuhteluvesiä

Viemäriin eivät kuulu:

- bensiini, tärpätti, liuottimet, öljyt, emäkset ja hapot
- maalit, liimat, lääkkeet
- kahvinporot, hiekka, kissanhiekka, kukkamulta
- paperipyyhkeet, sanomalehdet, terveyssiteet, vaipat, pikkuhousunsuojat
- hammasharjat, muovipussit
- ruoantähteet, perunan- ja hedelmänkuoret, rasvat
- pumpulipuikot, tupakantumpit, kondomit

Edellä mainituista viemäriin kuulumattomista aineksista nimenomaan kiinteistökohtaiselle pumppaamolle ovat erittäin haitallisia; liuottavat ja syövyttävät aineet, esineet ja materiaalit, jotka voivat juuttua pumppuun, kulumista aiheuttavat hiekka ja multa. Muut aiheuttavat ongelmia jäteveden puhdistusprosessissa ja viemäriverkoston putkissa.

Vesihuoltolaitoksen tulee huolehtia liittyjien riittävästä neuvonnasta ja käytön opastuksesta, kun kiinteistökohtaista pumppaamoa asennetaan ja otetaan käyttöön. Liittyjälle tulee toimittaa

- yleisohje järjestelmän toiminnasta
- pumppaamon ja sen laitteiden ”kansanomaisen käyttöohje”
- ohjeesta tulee selvitä tavanomaiset ongelmatapaukset, jotka liittyjä itsekin voi ratkaista
- ohjeesta tulee selvitä ne ongelmatapaukset, joihin tarvitaan alan ammattilaista
- vesihuoltolaitoksen edustajat, toimihenkilöt ja heidän yhteystietonsa
- hälytysnumerot, joista saa aina apua tai joista sitä voidaan edelleen järjestää
- selvitys ongelmien hoidon vastuuperiaatteista (miten ongelman hoito etenee, kuka huolehtii, että sovitut työt tulevat taloudellisesti ja nopeasti tehdyksi, kuka toteaa, että korjaus on oikein tehty)
- ohjeellinen arvio tavanomaisten ongelmatilanteiden hoidon kestosta
- vesiosuuskunnan vastuullisen suunnittelijan yhteystiedot ja mitä apua suunnittelijalta voi saada ja mitä se mahdollisesti maksaa
- tarkistuslista tavanomaisista kiinteistöön liittyvistä asioista, jotka tulee selvittää, kun liitytään verkostoon (vanhojen laitteiden käyttö, painetasot, tuulettuminen, työlupa-asiat)



Kulhon vesiosuuskunta (Jouko Kakkonen)

LÄHDEAINEISTOA

Tässä raportissa on lähdeaineistona käytetty mm. seuraavia julkaisuja:

Suomen säädöskokoelma N:o 119–123, Vesihuoltolaki
SFS-EN 1671 Paineelliset viemärijärjestelmät
Suomen rakentamismääräyskokoelma osa D1
Kunnallisteknisten töiden yleinen työselostus 97, KT97
Kunnallisteknisten töiden määramittausperusteet 97, KM97
Kunnallisteknisten töiden yleinen työselostus 02, KT02
Kunnallisteknisten töiden määramittausperusteet 02, KM02
Vesi- ja viemärilaitoksen julkaisu ”Vesihuoltolaitosten maksuja koskevat ohjeet ja suositukset”
Vesi- ja viemärilaitoksen julkaisu ”Tehdasvalmisteiset jäteveden pumppaamot”
Vesi- ja viemärilaitoksen julkaisu ”Kiinteistöjen tonttivesijohtojen ja –viemäreiden saneeraus KTVVS - tutkimus 2001”
Vesi- ja viemärilaitosyhdistyksen julkaisu ”Vesiosuuskunnan mallisäännöt selityksin”
Maa- ja metsätalousministeriön julkaisu ”Vesihuoltolakiopas”
Suomen ympäristökeskuksen julkaisu ”Vesihuoltolaitokset 1998-2000, Vesilaitokset”
Suomen ympäristökeskuksen julkaisu ”Vesihuoltolaitokset 1998-2000, Viemärilaitokset”
Valtion teknillisen tutkimuskeskuksen tiedote 2089 ”Jätevesiviemäriin hajuhaittojen vähentäminen”
VA-forsk rapport 2000*13 Tryckavloppsystem av rör med kläna dimensioner
Pumppaamotoimittajien tekniset esitteet ja huolto-ohjeet
Pellervo, Osuuskunnan perustajan opas (www.pellervo.fi/wuokko)

KUVALUETTELO

Kuva 1.	Paineviemärijärjestelmän periaate	sivu 13
Kuva 2.	Kolmella tavalla toteutettu alueen painevismärijärjestelmä	sivu 36
Kuva 3.	Esimerkki pumpun toimintapistemitoitusohjelmiston tulosteesta (Jung-Pumpen)	sivu 38
Kuva 4.	Esimerkki painevismärijärjestelmäverkoston mtoitusohjelmiston tulosteesta (LPS)	sivu 39
Kuva 5.	Kahden eri pumppaustekniikkaan perustuvan pumpputyypin paine/tuotto-käyriä	sivu 40
Kuva 6.	Pumppaamon tilavuuskäsitteitä	sivu 42
Kuva 7.	Pumppaamon tuuletuksen järjestäminen	sivu 43
Kuva 8.	Esimerkki pumppaamon lämmöneristämisestä	sivu 45
Kuva 9.	Rikkivedyn esiintyminen pH:n funktiona	sivu 51
Kuva 10.	Tarjoushintojen pisteytys	sivu 62

TAULUKKOLUETTELO

Taulukko 1.	Nykytilan yhteenveto	sivu 18
Taulukko 2.	Kustannusyhteenvedet suhdelukuina	sivu 28
Taulukko 3.	Tonttivismärin kustannukset	sivu 29
Taulukko 4.	Yhteenveto kustannuksista	sivu 33
Taulukko 5.	Mitoitusvirtaamia	sivu 46
Taulukko 6.	Kiinteistökohtaisen asumajäteveden muodostuminen	sivu 49
Taulukko 7.	Arvostelukohteet	sivu 59
Taulukko 8.	Kokonaistaloudellisesti edullisin tarjous	sivu 63
Taulukko 9.	Urakkakilpailun järjestäminen	sivu 69

JOHTORYHMÄN YHTEYSTIEDOT*Uudenmaan ympäristökeskus, Helsinki*

Marketta Virta puh. 020 490 101
fax. 020 490 3200

Maa- ja metsätalousministeriö, Helsinki

Markku Maunula puh. 09 16 001
fax. 09 160 52417

Ympäristöministeriö, Helsinki

Jorma Kaloinen puh. 09 16 007
fax. 09 1603 9716

Juhani Tengvall puh. 09 16 007
fax. 09 1603 9680

Kirkkonummen kunta

Hanna Yli-Tolppa puh. 09 29 671
fax. 09 29 672636

Keski-Suomen ympäristökeskus, Jyväskylä

Juha Vuorenmaa puh. 014 697 211
fax. 014 614 273

Kai Voutilainen puh. 014 697 211
fax. 014 614 273

Vesi- ja viemärilaitosyhdistys, Helsinki

Mika Rontu puh. 09 8689 0114
fax. 09 148 4750

Suomen kuntaliitto, Helsinki

Karl-Erik Blomgren puh. 09 7711
fax. 09 771 2568

Oy Björn Backström Ab, Sipoo

Björn Backström puh. 0400 461 460
fax. 09 272 6468

Oy Grundfos pumpput Ab, Vantaa

Kyösti Salonen puh. 09 8789 150
fax. 09 8789 1550

Jorma Räsänen puh. 09 8789 150
fax. 09 8789 1550

Oy KWH Pipe Ab, Vaasa

Juha Pälvimaa puh. 06 326 5511
fax. 06 315 2955

Juha Kainulainen puh. 06 326 5574
fax. 06 315 2955

Oy Lining Ab, Vantaa

Timo Eronen puh. 09 476 4611
fax. 09 4764 6246

Onninen Oy, Vantaa

Ari Andersson puh. 0204 85 5111
fax. 0204 85 5597

Suunnittelukeskus Oy, Helsinki

Matti Ojala puh. 09 15 641
fax. 09 145 150

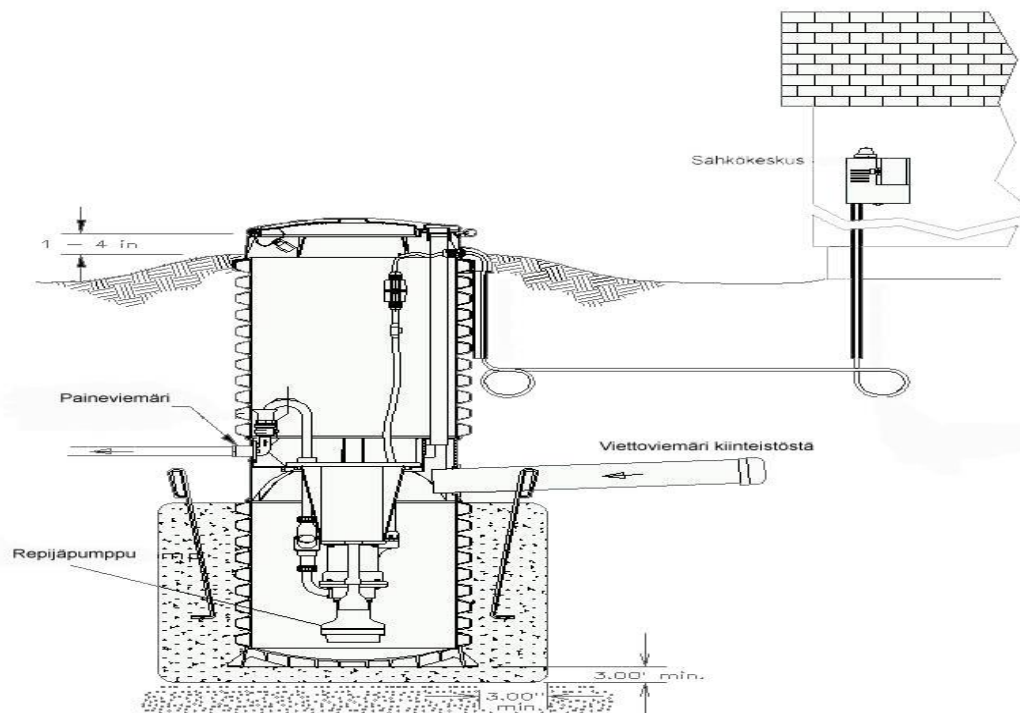
JÄTEVESI PAINEVIEMÄRISSÄ

JÄRJESTELMÄ

Kiinteistökohtainen paineviemärijärjestelmä koostuu paineviemäriverkostosta ja siihen kuuluvista laitteistoista. Pumppaamoyksiköt sijoitetaan tavallisesti kiinteistölle mahdollisimman lähelle taloa tai taloja, joiden tavanomainen painovoimainen viemäröinti liitetään pumppaamoon. Tietyissä tapauksissa pumppaamo sijoitetaan rakennusten sisälle kellariin.

Pumput voivat olla epäkeskoruuvipumppuja tai keskipakopumppuja. Ne on varustettu repijällä, joka leikkaa ja hienontaa kiinteistön jätevesien joukossa olevan kiintoaineen. Paineviemäriputket voivat siten olla halkaisijaltaan pieniä (~40 – 140 mm).

Pumppaamo koostuu yhdistetystä keruu- ja imusäiliöstä, pumpusta, paineviemäriputkesta ja siihen liittyvistä laitteista (sulku- ja takaiskuventtiilit), pinnankorkeusmittauksista sekä sähköautomatiikasta hälytyksineen. (Kuva 1.)



Kuva 1. Kiinteistökohtainen paineviemäripumppaamo

KIINTEISTÖKOHTAINEN JÄTEVESI

Jätevesi on tyypillistä yhdyskuntajätevedenpuhdistamolle tulevaa asumajätevettä väkevämpää ja lämpimämpää, koska sen joukosta puuttuvat laimentavat ja jäädyttävät sulamis-, sade- ja vuotovedet. Väkevyydet eli korkeammat konsentraatiot koskevat niin kaikkia epäorgaanisia ja orgaanisia yhdisteitä kuin myös jäteveden mikrobeja. Taulukkoon 1 on koottu kiinteistökohtaisen asumajäteveden muodostuminen kuormituslukujen perusteella. Lämmin ja runsaasti substraatteja sisältävä jätevesi toimii hyvänä kasvualustana niille mikrobeille, jotka sopeutuvat paineviemäristön olosuhteisiin.

Taulukko 1. Kiinteistökohtaisen asumajäteveden muodostuminen

	Orgaaninen aine, BHK ₇		Fosfori		Typpi	
	gBHK ₇ /as·d	%	gP/as·d	%	gN/as·d	%
Uloste	15	30	0,6	30	1,5	10
Virtsa	5	10	1,2	50	11,5	80
Muu	30	60	0,4	20	1,0	10
Yhteensä	50	100	2,2	100	14	100

Kun yhden asukkaan kuormitusluvut ovat 50 gBHK₇/as·d, 2,2 gP/as·d ja 14 gN/as·d, saadaan keskimääräisellä vedenkäytöllä 120 l/as·d jäteveden pitoisuusarvoiksi 420 mg BHK₇/l, 18 mgP/l ja 120 mgN/l.

Kiinteistökohtaisista sakokaivoista lähtevän veden näytteiden perusteella SYKE:n Hajasampo-projekti sai jäteveden laaduksi: 230 mg BHK₇/l, 16 mgP/l, 105 mgN/l, 71 mgSS/l.

Kun jätevesi tulee imusäiliöön kiinteistöstä, alkaa mikrobien toiminta välittömästi, koska kiinteistökohtaisessa jätevedessä hyvin harvoin on mikrobeille toksisia tai niiden kasvua inhiboivia aineita. Tavanomaisiin yhdyskuntajätevesiin mikrobitoimintaa hidastavia aineita voi tulla teollisuuden ja palvelualojen jätevesistä.

Imusäiliö on tuuletettu, mutta varsinaista ilmastusta siinä ei ole. Jo imusäiliössä saattaa alkaa syntyä hajuyhdisteitä, jotka on johdettava tuuletusputkella riittävälle korkeudelle.

Kiinteistökohtaiset asumajätevedet ovat selvästi tyypillisiä yhdyskuntajätevedenpuhdistamolle tulevaa asumajätevesiä lämpimämpiä. (Kiinteistökohtaisen jäteveden lämpötila on keskimäärin yli 30°C). Viemärijärjestelmässä jätevedet alkavat vähitellen jäähtyä ympäristön lämpötilaan ja jäähtyminen riippuu viipymästä paineviemärijärjestelmässä ja järjestelmän lämpöeristyksestä.

Revintä vapauttaa kiintoaineessa olevat ravinteet ja mikrobit suspensioon ja pumpussa tapahtuva sekoittuminen homogeeniseksi massaksi tehostaa jätevedessä olevien ravinteiden aineensiirtoa mikrobien käytettäväksi.

MIKROBITOIMINTA

Kaikki viemärit toimivat biologisesti aktiivisina reaktoreina. Osa jäteveden mikrobeista kiinnittyy viemäriputken seinille biofilmikasvustoksi, joka kasvaa ja käyttää ravinteekseen ohi virtaavan veden ravinteita ja orgaanista ainetta. Muodostuvan biofilmin paksuus riippuu virtausolosuhteista. Virtaamien ollessa pysähdyksissä voi biofilmi kasvaa putken umpeen asti.

Vaikka mikrobiologinen toiminta paineviemäreissä keskittyy viemäriputken sisäpinnalle voi putken sisäpinnan biofilmin lisäksi biotoimintaa tapahtua myös viemäristön eri kohtiin liian alhaisen virtausnopeuden vuoksi liettyneessä kiintoaineessa.

Mikrobitoiminta saa aikaan normaalin hajoamisprosessin, jossa jäteveden orgaaniset aineet alkavat hajota jo viemäristössä. Jäteveden orgaanisen aineen hajoamisnopeus vaihtelee orgaanisten yhdisteiden mukaan ja sen mukaan, ovatko ne liukoisia, kolloideja tai kiinteitä aineita. Biokemiallisista reaktioista tapahtuu ensin eniten energiaa tuottavia aerobisia reaktioita, joissa kuluu jäteveden liuennutta happea. Hapen loputtua alkaa vallitseviksi mikrobeiksi valikoitua sellaiset anaerobiset mikrobit, jotka kykenevät pelkistämään nitraattia, rautaa tai sulfaattia. Jätevedessä ei yleensä ole rautaa eikä nitraattia, joten pelkistymisreaktiot kohdistuvat sulfaattiin. Sulfaatti pelkistyy vesifaasissa rikkivedyksi.

Kiinteistökohtaisessa paineviemärijärjestelmässä muodostuu helposti hapettomat olot, koska kiinteistöstä tuleva jätevesi on vähähappista ja väkevien lika-aine- ja mikrobipitoisuuksien vuoksi mahdollinen liuennut happi kuluu nopeasti loppuun. Lämpimyyden edesauttaa hapettomuutta, koska hapen liukoisuus lämpimään veteen on vähäisempää kuin kylmään. Jätevesi pysyy siten viimeistään pumppauksesta lähtien hapettomana paineellisessa, täydessä viemäriputkessa, kunnes jätevesi purkautuu jätevedenpuhdistamolle johtavaan viettoviemäriin. Jäteveden orgaanisten yhdisteiden hajoaminen alkaa tapahtua anaerobisena happokäymisenä eli fermentaationa.

Verkostossa tapahtuvan biotoiminnan aktiivisuus riippuu monista tekijöistä, mutta määräävinä ovat jäteveden viipymä viemäriissä, jäteveden laatu ja lämpötila. Kun happokäymistä on todettu tapahtuvan viettoviemäreissäkin, niin erityisesti paineviemäreissä siihen on hyvät edellytykset, kun jäteveden ilmastumista ei tapahdu. Myöskään paineviemäriin ei tule lika-aine- ja mikrobimääriä laimentavia ja hapekkaita vuoto-, sade- eikä sulamisvesiä.

Kaikkien anaerobisten prosessien reaktionopeudet kasvavat lämpötilan myötä, joten lämpimät kiinteistökohtaiset jätevedet ovat suotuisa kasvupaikka fermentoiville bakteereille.

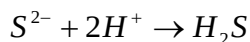
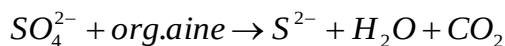
Anaerobitoiminnassa muodostuvat kaasut liukenevat paineessa jäteveteen, mutta osa vapautuu ja muodostaa kaasutaskuja putkistoon. Riittävällä virtausnopeudella kaasut saadaan ajettua putkistossa eteenpäin, mutta usein äärimmäisiin korkeuskohtiin asennetaan kaasunpoistoventtiileitä. Poistettavat kaasut ovat biotoiminnasta muodostuneita haisevia, myrkyllisiä ja joissain

tapauksissa jopa räjähtäviä kaasuja, joiden päästäminen ilmaan on tapahduttava asianmukaisin varotoimenpitein. Kaasumäärät ovat käytännössä hyvin pieniä ja todellinen riski on vähäinen.

HAJUT VIEMÄRIVERKOSSA

Pitkät jäteveden siirtomatkat lisäävät jäteveden viipymää paineviemärissä, jolloin siellä vallitsevassa anaerobisessa tilassa mikrobitoiminnasta muodostuu haisevia yhdisteitä. Yhdisteet ovat lähinnä pelkistyneitä rikkiyhdisteitä, joista yleisin ja haitallisin hajua aiheuttava yhdiste on rikkivety, H_2S . Mikrobit muodostavat rikkivetyä hapettomissa olosuhteissa pelkistämällä sulfaattia. Paineviemärin purkukohdan jälkeen haisevat yhdisteet erkanevat vedestä ja leviävät viettoviemärin ja sen pumppaamojen tuuletusaukkojen ja tuuletusviemäreiden kautta ulkoilmaan. Erityisen ongelmalliseksi hajujen osalta ovat osoittautuneet pumppaamoista lähtevien paineviemärien jälkeiset viettoviemäriosuudet.

Rikkivetyä muodostuu hapettomissa olosuhteissa sulfaateista seuraavan reaktioyhtälön mukaisesti:



Rikkivedyn muodostumisen edellytyksenä ovat anaerobiset olosuhteet suosivat myös muiden epämiellyttävää hajua aiheuttavien yhdisteiden muodostumista. Metyylimerkaptani (CH_3SH) aiheuttaa rikkivedyn tavoin hajun esiintymistä jo pienissä pitoisuuksissa. Haisevista typpiyhdisteistä muodostuu eniten ammoniakkia (NH_3), mutta suhteellisen korkean hajukynnyksen vuoksi sen aiheuttama haju ei ole niin voimakasta kuin pelkistyneiden rikkiyhdisteiden (H_2S , CH_3SH) aiheuttama haju.

Kun paineviemäreissä putki on täynnä pelkistyneissä olosuhteissa, on rikkivedyn muodostumiselle esitetty seuraava kokeellisesti saatu kaava:

$$S_2 = S_1 + M \cdot t \cdot \left[EBOD \cdot \left(\frac{4}{D} + 1,57 \right) \right]$$

jossa

S_2	= rikkivedyn pitoisuus hetkellä t_2 [mg/l]
S_1	= rikkivedyn pitoisuus hetkellä t_1 [mg/l]
M	= kokeellinen kerroin [m/h], arvo n. $1 \cdot 10^{-3}$
t	= $t_2 - t_1$, aika kahden havaintotilanteen välillä
EBOD	= tehollinen BOD [mg/l], = $BOD \cdot 1,07^{(T-20)}$ (T =lämpötila [$^{\circ}C$])
D	= putken halkaisija [m]

Kaavan mukaan rikkivedyn muodostumisnopeus riippuu mm. suoraan jäteveden BOD-arvosta. Riippuvuus putken halkaisijasta osoittaa, että putken sisäpinnan mikrobitoiminnalla on merkittävä vaikutus.

Rikkivedyn muodostumiselle on esitetty myös kaava:

$$C_s = K \cdot L_{\text{COD}} \cdot t$$

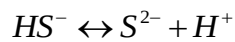
jossa

C_s	= rikkivedyn pitoisuus [mg/l]
K	= mm. lämpötilasta ja putken halkaisijasta riippuva kerroin
L_{COD}	= jäteveden COD_{Cr} -arvo [mg/l]
t	= viipymä [h]

K :lle on eräässä esimerkkitapauksessa saatu arvoksi 0,0025 (mgH₂S/l)/(mgCOD_{Cr}/l·h). Kun $L_{\text{COD}} = 500$ mg/l ja viipymä 8 tuntia saadaan rikkivetypitoisuudeksi 10 mg/l.

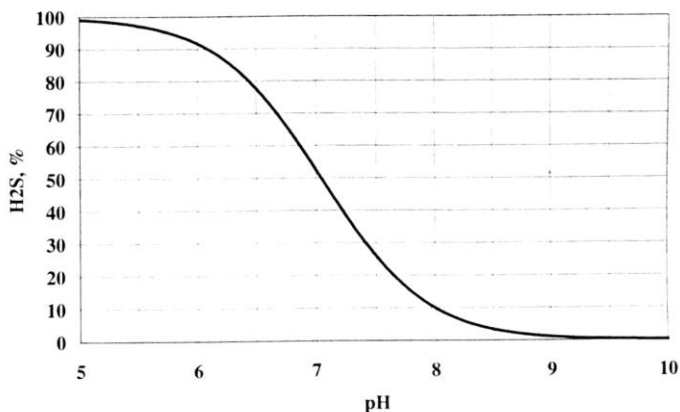
Edellä esitetyt kaavat ovat yksinkertaistuksia monimutkaisista mikrobiologisista ilmiöistä. Niitä voidaan käyttää lähinnä karkeaan ennakoarvioon rikkivedyn muodostumispotentiaalista, sillä molemmissa kaavoissa rikin ja sulfaatin esiintyminen ja pitoisuus jätevedessä oletetaan lähtökohtaisesti riittäväksi.

Sulfaattien pelkistymisessä muodostunut rikkivety liukenee ja dissosioituu veteen seuraavien reaktioyhtälöiden mukaan:



Sulfidi S^{2-} ja vetysulfidi HS^- eivät aiheuta hajuja vaan niitä muodostuu ainoastaan rikkivedystä H_2S . Rikkivedyn osuus riippuu pH-arvosta kuvassa 2 esitetyn kuvaajan mukaisesti.

Orgaanisten aineiden happokäyminen vapauttaa jäteveteen rasvahappoja, joten jäteveden pH pyrkii laskemaan, mikä lisää haisevan rikkivedyn osuutta.



Kuva 2. Rikkivedyn esiintyminen pH:n funktiona

Rikkivety on väritön kaasu, jonka paha haju on tunnusomaisesti sama kuin mädäntyneellä kananmunalla. Se liukenee veteen varsin runsaasti (3 000 – 5 000 mg/l) jäteveden normaalissa lämpötilassa. Kaasuna se on hieman ilmaa raskaampaa. Rikkivety aiheuttaa korroosio-ongelmia viemäriverkostojen ja kaivojen metalli- ja betonirakenteissa. Se kondensoituu viemärin seinämille ja muodostaa vesiliuoksessa hapellisissa olosuhteissa rikkihapoketta ja edelleen rikkihappoa, joka syövyttää betoni- ja metallirakenteita putkistoissa ja pumppaamolla.

Hajuhaittojen lisäksi rikkivety on terveydelle vaarallinen myrkky, mikä ilmastus- ja tuuletusyhteiden sijoittelussa on otettava huomioon. Ilmaa raskaampana rikkivety kerääntyy helposti pumppukaivoihin ja vastaaviin suljettuihin tiloihin jopa hengenvaarallisiksi pitoisuuksiksi. Kaasun vaarallisuutta lisää se, että se turruttaa pikaisesti hajuaistin.

Rikkivedyn maksimipitoisuus ilmassa riippuu jätevedeen liuenneesta rikkivetypitoisuudesta ja lämpötilasta. Esimerkiksi 20°C:n lämpötilassa veden rikkivetypitoisuutta 3 mg/l vastaa ilmassa pitoisuus 780 ppm. Kuten yleisesti kaasujen liukoisuudessa nesteisiin, nousee ilman rikkivetypitoisuus lämpötilan noustessa. Paineviemäriverkostosta on Ruotsissa mitattu yli 300 ppm H₂S-pitoisuuksia.

Yleisesti ottaen rikkivedyn muodostuminen ja muodostumisen nopeus paine- viemäriässä riippuu seuraavista tekijöistä:

- Happipitoisuus, orgaanisen aineen pitoisuus ja ravinteiden määrä
 - Mitä enemmän orgaanisia aineita sitä enemmän mikrobitoimintaa, joka kuluttaa hapen ja saa aikaan anaerobiset olosuhteet. Olosuhteet voidaan määrittää redox-potentiaalin mittauksella.
 - Sulfaatin pelkistyminen rikkivedyksi on mahdollista vasta, kun jäteveden happi ja nitraatti ovat kuluneet loppuun eli redox-potentiaali on alle -175 mV. Jätevedessä voi kuitenkin olla yhtä aikaa happea ja rikkivetyä, sillä rikkivedyn muodostuminen tapahtuu pääosin putken sisäpinnalla ja sen läheisyydessä, jossa olosuhteet poikkeavat jäteveden päävirran olosuhteista. Rikkivedyn muodostumista on havaittu jo redox-potentiaalissa < +50 mV.
- Sulfaattipitoisuus
 - Rikkivetyä muodostuu sulfaatin pelkistymisestä. Toisaalta sulfaatin on todettu alkavan rajoittaa rikkivedyn muodostumista pitoisuuksissa 20 – 100 mg/l.
- pH
 - Yleisesti ottaen mikrobien optimi-pH on 7,5 – 8,0, mutta sulfaattia pelkistävät mikrobit ovat kuitenkin varsin kestäviä pH:n vaihteluille ja niitä voi esiintyä pH-alueella 5,5 – 9,0.
- Lämpötila
 - Lämpötila vaikuttaa suuresti mikrobien aktiivisuuteen. Sulfaattia pelkistävien mikrobien osalta lämpötilan noustessa sulfidin

- muodostumisen on arvioitu kasvavan 7 % per °C aina 30°C:een asti. Tämä vastaa likimain reaktionopeuden kaksinkertaistumista lämpötilan noustessa 10°C.
- Jäteveden virtausnopeus
 - Virtausnopeus ei saisi olla alle 0,6 - 0,7 m/s. Virtausnopeus paineviemäriässä ei vaikuta suoraan rikkivedyn muodostumisnopeuteen, mutta suurilla virtausnopeuksilla viemäriputken sisäpinnan biofilmikerros kuluu ja ohenee, mikä vähentää mikrobitoimintaa ja hidastaa rikkivedyn muodostumista. On osoitettu, että virtausnopeudella 1,2 m/s rikkivedyn muodostuminen on vähäisempää kuin alhaisemmilla nopeuksilla.
- Viipymä
 - Jäteveden määrän vaihtelu noudattaa normaalin asumisen ja elämisen rytmiä, joka vaihtelee todennäköisesti vain vähän asunnosta toiseen. Näin ollen yhteiseen järjestelmään liitetyssä paineviemäristössä jätevesien muodostumisen rytmikassa ei tapahdu kompensaatiota vaan virtaamamaksimit ja -minimit ovat koko lailla yhteneviä. Keskimääräinen viipymä muodostuu siten jätevesien muodostumisrytmiikan mukaisista pumppausjaksoista ja seisontavaiheista, jolloin jätevesi ei liiku lainkaan paineviemäriässä.
 - Viemäristön mitoituksessa viipymä ei saisi olla yli 8 tuntia.
- Viemäriputken sisäpinta-ala
 - Pinta-ala on suoraan verrannollinen mikrobibiofilmin alaan ja määrää.

KORJAAVAT TOIMENPITEET

Hajuhaittoja voidaan yrittää ehkäistä pitämällä viipymät paineviemärijärjestelmässä (pumppaamot ja viemäriputkistot) mahdollisimman lyhyinä ja mitoittamalla virtausnopeus paineviemäriässä riittäväksi. Valittaessa jäteveden purkukohtaa paineviemäristä viettoviemäriin olisi todennäköiset hajuhaitat otettava huomioon.

Yksiselitteistä kaikkiin kohteisiin sopivaa tapaa hajuhaitan vähentämiseksi ei ole, vaan kulloinkin käytettävä menetelmä on valittava tapauskohtaisesti. Paineviemäriin oikean mitoituksen jälkeen hajuhaittoja korjaavat menetelmät voivat pyrkiä ehkäisemään rikkivedyn ja hajuyhdisteiden muodostumista (viemäriin huuhtelu, jäteveden laimennus, jäteveden kemiallinen käsittely) tai niillä voidaan vaikuttaa jo muodostuneisiin hajuyhdisteisiin (jäteveden kemiallinen käsittely, ilman käsittely).

Rikkivedyn ja hajuyhdisteiden muodostumisen ehkäisy

- Viemäriin huuhtelu ja jäteveden laimennus
 - Periaatteena on tällöin lyhentää jäteveden viipymää verkostossa ja lisätä happipitoisuutta, jolloin olosuhteet muodostuvat epäedullisemmiksi rikkivedyn muodostumisen kannalta.
 - Putkiston itsepuhdistuminen saadaan aikaan, jos virtausnopeus putkissa nousee tasolle 0,7 – 0,8 m/s muutaman kerran

- vuorokaudessa. Liian suuret virtausnopeudet aiheuttavat painehäviöitä ja lisäävät pumppauskustannuksia.
- Kun jäteveden viipymä pumppaus- ja viemäröintisysteemissä ei saisi ylittää 8 – 10 tuntia, voidaan paineviemärijärjestelmään johtaa säännöllisin väliajoin vesijohtovettä viipymien lyhentämiseksi, jolloin samalla viemäri myös puhdistuu.
- Vettä voidaan mahdollisesti myös tuoda ajoittain säiliöautolla paineviemäriverkoston huuhtelua varten. Laimennus- ja huuhteluvesi voidaan lisätä järjestelmän omiin pumppaamoihin tai pumpata korkeammalla paineella huuhteluyhteistä verkostoon.
- Ajoittaista ilmahuuhtelua varten tarvitaan kompressori, jonka tuottamaa paineilmaa päästetään lyhytaikaisina panoksina verkostoon.
- Ajoittaisen paineellisen vesi- tai ilmahuuhtelun etuna on myös virtausnopeuden kasvu, jolla saadaan irrotettua putkiston seinille muodostunutta biofilmiä.
- Laimennusvettä voi päästää jatkuvasti paineviemäriverkostoon, mutta menetelmän taloudellisuus voi olla kyseenalaista ja se edellyttää vedenottomahdollisuutta.
- Jäteveden kemiallinen käsittely
 - Hapettavat ja happipitoiset kemikaalit voivat pitää viemäriverkoston redox-potentiaalin riittävän korkeana, ettei rikkivedyn muodostumisen edellytyksenä olevaa anaerobitilaa pääse syntymään. Nitraattipitoiset kemikaalit (kalsiumnitraatti, ferrinitraatti) vaikuttavat redox-potentiaaliin, mutta hapettavat peroksidit (kalsiumperoksidi) voivat myös tuhota mikrobeja verkostossa.
 - Nitraatteja annosteltaessa on mitoituksen lähtökohtana se, että tarvitaan 6 – 10 g nitraattia ehkäisemään 1 g rikkivetyä muodostumasta.
 - Kalsiumnitraatilla on vähennetty hajuhaittoja Göteborgissa olevassa paineviemäriverkostossa annostelemalla 45 % $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ -liuosta 0,03 – 0,1 ‰ jätevesimäärästä.
 - Ferrinitraatissa myös kolmenarvoinen ferrirauta nostaa jäteveden redox-potentiaalia. Pelkistyttyään ferroraudaksi se sitoo rikkiä.
 - Ajoittaisilla pH-nostoilla (lipeä) voidaan tilapäisesti tappaa putkistoon muodostunut bakteerikanta.
 - Jos veden pH pidetään arvossa 12 vähintään puolen tunnin ajan, saadaan putkiston mikrobit tuhottua. Tuhoaminen on uusittava säännöllisin väliajoin.
 - Kemikaalin lisääminen ajoittaisina mikrobitoimintaa tuhoavina panoksina on ollut joissain tapauksissa tehokasta, mutta se voi myös johtaa ”liian säännöllisesti” käytettynä kemikaaliolosuhteita sietävien mikrobien adaptaatioon ja valikoitumiseen.
 - Markkinoilla on myös erilaisia hapetuskemikaaleja ja entsyymejä rikkivetyä muodostavien mikrobien hävittämiseen hapettamalla (bio-orgaaniset katalyytit). Käyttökokemukset ovat vaihtelevia.

Muodostuneiden hajuyhdisteiden käsittely

- Jäteveden kemiallinen käsittely
 - Rautakemikaalien (ferrinitraatti, rautakloridi) rauta sitoo kahdenarvoisena ferrorautana rikkiä sulfidina (S^{2-}) muodostaen rautasulfidisaostuman ($FeS \downarrow$) ja rikkivetyä ei pääse syntymään.
 - Teoreettisesti ferrorautaa tarvitaan noin $1,65 \text{ gFe/gH}_2\text{S}$, mutta käytännössä tarve on kaksinkertainen.
 - Koska haisevan, veteen liukenevan kaasun H_2S ja sen liukoisien ionien HS^- osuudet jätevedessä määräytyvät pH-arvon perusteella, voidaan rikkivedyn haitallista vapautumista vedestä vähentää nostamalla jäteveden pH-arvoa. Jäteveden pH:n on oltava vähintään 8, jotta lähes kaikki rikkivety olisi sulfidina. Emäksiset hydroksidit (magnesiumhydroksidi, natriumhydroksidi) nostavat viemäriveden pH-arvoa niin, että rikkivety pysyy veteen dissosioituneena.
 - Natriumhydroksidin (lipeän) annostelutarve asumajätevesillä on $10 - 25 \text{ g/m}^3$.
 - Niukkaliukoinen magnesiumhydroksidi annostellaan suspensiona (55 %) tai jauheena. Sen etuna on, ettei se mahdollisissa yliannostustilanteissakaan nosta jäteveden pH-arvoa yli 8,5:n.
 - Kalkin käyttöä pH:n nostoon ei suositella kalkkikivisaostumariskien vuoksi.
 - Rikkivedyn kemialliseen hapettamiseen on käytetty vetyperoksidia, klooria (hypokloriittia) ja kaliumpermanganaattia.
 - Vetyperoksidiannostus on $1,0 - 1,5 \text{ gH}_2\text{O}_2/\text{gH}_2\text{S}$. Rikkivety hapettuu rikiksi tai sulfaatiksi. Ylimääräisen vetyperoksidin hajoamistuotteena on happi.
 - Klooria tarvitaan stökiometrisesti 2,2-kertainen määrä rikkivetyyn nähden, mutta kloori voi muodostaa muita haitallisia yhdisteitä jäteveden orgaanisen aineen kanssa.
 - Kaliumpermanganaattia ei ole kustannussyistä käytetty kuin pienissä kohteissa.
- Viemäri-ilman käsittely
 - Ruotsissa on pelkällä parannetulla ilmanvaihdolla viemäristössä pitoisuudet saatu laskemaan tasolle $10 - 70 \text{ ppm}$, mikä on kuitenkin edelleen yli hygieenisen raja-arvon 10 ppm .
 - Viemäriin poistoilman käsittely otsonoinnilla, kaasunpesurilla tai biosuotimella. Menetelmä soveltuu erityisesti pumppaamojen imukaivojen ilmanvaihtoilman käsittelyyn, koska viettoviemäriin ilmatilan hallinta on hankalampaa.
 - Otsonaattorilla tuotettua otsonipitoista ilmaa johdetaan pumppaamon imukaivon ilmatilaan ja poistoilma johdetaan suoraan ulos. Otsoni toimii voimakkaana hajuyhdisteiden hapettajana.
 - Kaasunpesuri ja biosuodin käsittelevät viemäriin poistoilmaa, joka johdetaan käsittely-yksikön kautta ennen ulkoilmaan päästämistä.

- Kaasunpesuri voi koostua adsorboivasta kemikaalista (alumiinioksidi, aktiivihiili) ja reagoivasta kemikaalista (kaliumpermanganaatti, kaliumhydroksidi, kaliumjodidi).
- Kosteassa biosuotimessa voidaan käyttää materiaaleina kompostia, savea, kuoriketta tai mullan ja turpeen sekoituksia.

Rikkivedyn varalta on paineviemärin ja viettoviemärin liittymäkohdassa käytettävä sopivia materiaaleja ja varauduttava kemikaaliannosteluun. Kemikaalin annostelutarve on selvitettävä tapauskohtaisesti. Jatkuvana annostuksena kemikaalitarve on yleensä suhteellisen suuri ja annostelulaitteiston sijoittaminen verkostoon edellyttää kemikaaliturvallisuuden huomioon ottamista. Kemikaalin käyttö jatkuvana syöttönä on perusteltua, jos ongelma-aika on vain lyhytkestoinen periodi.

VAIKUTUKSET PUHDISTAMOLLA

Seuraavaan on koottu paineviemärijärjestelmän vaikutuksia jätevedenpuhdistamolla ja luokiteltu niitä puhdistusta edistäviksi ja haittaaviksi vaikutuksiksi.

- Vastaavat haju- ja korroosio-ongelmat kuin paineviemärin ja viettoviemärin yhtymäkohdassa.
- + Paineviemäröidyltä alueelta ei tule vuotovesiä puhdistamolle.
- + Jätevedessä on mukana myös verkostossa muodostunutta biomassaa, joka toimii jatkuvana mikrobikasvuston lisääjänä (ymppinä) aktiivilieteprosessille ja tekee hajotustoimintaa puhdistamon esikäsittelyvaiheissa.
- + Revitty kiintoaine vähentää välpettä ja lisää primäärilietettä.
- Toisaalta revityt hajoamattomat aineet kulkeutuvat lietteenkäsittelyyn ja voivat keräytyä siellä eri prosessivaiheisiin.
- Puhdistamolle tulevan hapettoman jäteveden kiintoaineen laskeutumisominaisuudet esiselkeytyksessä voivat olla heikot.
- + Viemärin anaerobisissa olosuhteissa alkanut hajotustoiminta helpottaa jäteveden käsittelyä biologisissa ravinteidenpoistoprosesseissa. USA:n ensimmäisten biologista fosforinpoistoa toteuttaneiden laitosten hapettoman paineviemäriverkon todettiin edistävän jäteveden happokäymistä helposti hajoaviksi yhdisteiksi (SCVFA, lyhytketjuiset haihtuvat rasvahapot).

Yleensä kuitenkin kiinteistökohtaisella paineviemärijärjestelmällä kerättyjä jätevesiä on niin vähän suhteessa muuhun puhdistamolle tulevaan jätevesimäärään, ettei puhdistamolla huomata mitään.

