

Kirsi Paakkunainen

Harmaiden jätevesien puhdistuslaitteiston suunnittelu ja käyttöönotto kesämökille

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Kemiantekniikka

Insinöörityö

20.5.2015

<p>Tekijä(t) Otsikko</p> <p>Sivumäärä</p> <p>Aika</p>	<p>Kirsi Paakkunainen Harmaiden jätevesien puhdistuslaitteiston suunnittelu ja käyttöönotto kesämökille</p> <p>35 sivua + 3 liitettä</p> <p>20.5.2015</p>
<p>Tutkinto</p>	<p>Kemiantekniikka</p>
<p>Koulutusohjelma</p>	<p>Insinööri (AMK)</p>
<p>Ohjaaja(t)</p>	<p>Lehtori Kaj Lindedahl</p>
<p>Insinööriyön tarkoituksena oli suunnitella ja asentaa harmaiden jätevesien puhdistuslaitteisto Kangasniemellä sijaitsevan kesämökin saunarakennukselle. Työssä tutkittiin harmaiden jätevesien ominaisuuksia ja niiden puhdistukseen soveltuvia pienpuhdistamoja. Haja-asutusalueita koskeva uusi valtioneuvoston asetus (209/2011) astui voimaan maaliskuussa 2011. Asetus määrittää vähimmäisvaatimukset harmaiden jätevesien puhdistukselle.</p> <p>Aluksi selvitettiin kesämökin nykytilanne ja perehdyttiin erilaisiin saunarakennuksesta syntyvien jätevesien puhdistusvaihtoehtoihin. Laitteen asennuksen jälkeen otettiin vesinäytteitä, jotka analysoitiin laboratoriossa. Vesinäytteistä määritettiin kokonaistyyppi, kokonaisfosfori, pH ja sameus. Tutkittuja mittaustuloksia vertailtiin haja-asetusalueita koskevan jätevesiasetuksen määrittämiin kuormituslukuihin typen ja fosforin osalta.</p> <p>Laitteen soveltuvuus kesämökille ja sen asennus onnistui hyvin. Analysoitujen vesinäytteiden tuloksia ei voi pitää täysin luotettavina, koska jätevedestä otettujen näytteiden tulos määräytyi vain sillä hetkellä käytettävien pesuaineiden mukaan.</p>	
<p>Avainsanat</p>	<p>Kesämökki, harmaat jätevedet, jätevesiasetus, haja-asutus, Sauna-Seppo</p>

Author(s) Title	Kirsi Paakkunainen Planning and installing a grey wastewater treatment system at a summer cottage
Number of Pages	35 pages + 3 appendices
Date	20 May 2015
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Chemical Engineering
Instructor(s)	Kaj Lindedahl, Senior Lecturer
<p>The purpose of this Bachelor's thesis was to plan and install a grey wastewater treatment system for an outdoor sauna located at a summer cottage in Kangasniemi. Several properties of the site's wastewater were analysed, and the capabilities of small grey wastewater treatment system were evaluated. The minimum requirements for the treatment of grey wastewater are defined by the Government Decree on Treating Domestic Wastewater in Areas Outside Sewer Networks that came into force in March 2011.</p> <p>First, the current situation at the sauna was analysed and the different options for the treatment of wastewater originating from such building were surveyed. After the treatment system had been installed, water samples were collected for laboratory analysis. The water samples were analysed for total nitrogen, total phosphorous, pH and turbidity. The measured values on nitrogen and phosphorous were compared against person-equivalent load values given in the Government Decree.</p> <p>The installation of the treatment system was successful and the system was found suitable for use at a summer cottage. The results of the water sample analysis are not fully reliable as they represent only the detergents use at time of sample collection.</p>	
Keywords	Summer cottage, gray wastewater, wastewater Decree, rural area, Sauna-Seppo

Sisällys

1	Johdanto	1
2	Jätevesiasetus	2
3	Jätevesityypit ja haitalliset aineet	5
3.1	Jätevesien synty ja puhdistuksen merkitys	5
3.2	Vesistöjen rehevöityminen ja pohjaveden laatu	5
3.3	Jätevesien haitalliset aineet	6
3.3.1	Mustat jätevedet	6
3.3.2	Harmaat jätevedet	7
4	Harmaan jäteveden puhdistamotyypit	7
4.1	Maasuodatus	7
4.2	Maahanimeytys	9
4.3	Pienpuhdistamot	10
4.3.1	Biolan Harmaaavesisuodatin 125	11
4.3.2	Uponor saunakaivo	13
4.3.3	Sauna-Seppo	14
5	Yleistietoa Puulavedestä	16
6	Kesämökin nykytilanne	17
6.1	Maaperä ja etäisyydet	17
6.2	Saunarakennus	18
6.3	Pesuaineet	20
6.4	Vedenpuhdistuksen tilanne ja käyttömäärät	21
7	Pienpuhdistamon valinta ja asennus	22
8	Näytteiden otto ja analyysit	26
8.1	Näytteiden otto	26
8.2	Analyysit ja analysaattorit	27
8.2.1	Lämpötila, pH ja sameus	27
8.2.2	Kokonaistypen määrittäminen	28
8.2.3	Kokonaisfosforin määrittäminen	29
9	Tulokset ja tulosten tarkastelu	29

9.1	pH	30
9.2	Sameus	30
9.3	Kokonaistyyppi ja kokonaisfosfori	31
9.4	Tulosten luotettavuus	32
10	Johtopäätökset	32
	Lähteet	34
	Liitteet	
	Liite 1. Kangasniemen kesämökin maastokartta	
	Liite 2. Sauna-Sepon rakennuspiirustus	
	Liite 3. Vesinäytteiden tulokset	

Lyhenteitä ja määritelmiä

Mustat jätevedet: tarkoittaa kaikkia kotitaloudesta syntyviä jätevesiä

Harmaat jätevedet: saunarakennuksesta syntyvät pesuvedet

Jätevesien käsittelyjärjestelmä: järjestelmä tai puhdistamo, joka puhdistaa jätevedestä kiintoaineista, fosforia, typpeä, viruksia ja bakteereita

BOD₇/BHK: biologinen hapenkulutus eli jäteveden luokittelussa käytetty parametri, joka kuvastaa vedessä olevan orgaanisen aineen mikrobiologisessa hapettumisessa kuluttaman hapen määrää (mg/l) seitsemän vuorokauden aikana. Mitä suurempi jäteveden BHK- arvo, sitä enemmän se kuluttaa happea purkuvesistöstä.

N_{kok}: Jäteveden sisältämä kokonaistyppimäärä. Typpikuormitus aiheuttaa vesistön rehevöitymistä.

P_{kok}: Jäteveden sisältämä kokonaisfosforimäärä. Fosforikuormitus aiheuttaa vesistön rehevöitymistä.

Kyvetti: mittausastia, jota käytetään optisissa mittauksissa kuten sameuden määrittämisessä

1 Johdanto

Kesämökkien jätevesien puhdistus on asia, josta on riittänyt keskustelua viime vuosina. Eri asetukset, poliitikot ja laitevalmistajat ovat tehneet hyvän asian toteuttamisesta liiankin monimutkaisen ja hankalan. [1.]

Vuoteen 2016 mennessä jokaisella viemäriverkoston ulkopuolisella kiinteistöllä tulisi olla jätevesiasetuksen (209/2011) puhdistusvaatimukset täyttävä jätevesijärjestelmä [2]. Jätevesijärjestelmällä tarkoitetaan jätevesien haitta-aineiden poistamiseen suunniteltua järjestelmää. Kesämökkien ja kiinteistöjen jätevedet voidaan jakaa mustiin ja harmaisiin jätevesiin. Harmaat jätevedet eivät sisällä ulosteita eikä virtsaa ja koostuvat pääsääntöisesti peseytymisestä aiheutuvista vesistä, pyykinpesuvesistä ja mahdollisista siivous ja astioiden pesuvesistä.

Insinööriyön tarkoituksena on perehtyä haja-asutusalueen ja kesämökkien jätevesien käsittelyä koskeviin valtioneuvoston asetuksiin, jotka määrittelee puhdistukselle minimitason joka on täytettävä. Minimitaso puhdistukselle määritellään fosforin, typen ja biologisen hapenkulutuksen osalta. Työssä tutkittiin eri pienpuhdistamoja ja niiden toimintaperiaatteita kesämökin harmaiden vesien puhdistukseen.

Lisäksi insinööriyössä tehdään käytännön osuutena valitun harmaan veden puhdistuslaitteiston asennus kesämökille. Työssä selvitetään nykytilanne ja siihen liittyvät haitat sekä kuvataan uuden laitteiston asennus. Laitteiston käyttöönoton jälkeen otetaan useita eri näytteitä, jotka analysoidaan laboratorio-olosuhteissa. Tuloksena on tarkoitus saada tietoa laitteen toimivuudesta sekä tuloksia typen ja fosforin osalta. Näitä saatuja tuloksia vertaillaan jätevesiasetuksen kuormituslukuihin.

2 Jätevesiasetus

Ympäristösuojelulain (86/200) 11 ja 18 §:n nojalla säädettiin valtioneuvoston asetus (542/2003) talousjätevesien käsittelystä vesihuoltolaitosten viemäriverkostojen ulkopuolisilla alueilla Helsingissä 11.6.2003. Asetus astui voimaan 1.1.2004.

Asetusta sovelletaan talousjätevesien käsittelyyn ja johtamiseen, jätevesijärjestelmien rakentamiseen ja ylläpitoon sekä jätevesistä muodostuviin lietteisiin sekä niiden keräilyyn ja käsittelyyn. Asetuksella määriteltiin vähimmäisvaatimukset talousvesien käsittelylle. Vuodesta 2004 lähtien kaikissa viemäriverkoston ulkopuolelle rakennetuilla kiinteistöillä täytyy olla jätevesiasetuksen määrittämien vaatimusten mukainen jäteveden puhdistusjärjestelmä. [3.]

Haja-asutusalueen jätevesien käsittelyä koskeva asetus uusittiin. Uusi valtioneuvoston asetus (209/2011) astui voimaan 15.3.2011. Uudessa asetuksessa normaalitasoksi on asetettu vuoden 2004 asetuksen lievennetty vaatimustaso. Tämä tarkoittaa, että ympäristöön aiheutuva kuormitus vähenee orgaanisen aineen osalta vähintään 80 %, kokonaisfosforin osalta vähintään 70 % ja kokonaistypen osalta vähintään 30 %. Rantojen läheisyydessä ja herkästi pilaantuvilla alueilla kuntia ohjastetaan noudattamaan aikaisempaa vaatimustasoa (orgaanisen aineen osalta vähintään 90 %, kokonaisfosforin osalta vähintään 85 % ja kokonaistypen osalta vähintään 40 %). Entinen normaalitaso koskee pilaantumiselle herkempiä alueita ja rantojen läheisyyttä sekä aiempi lievennetty taso koskee muita alueita.

Aiemmin kunta saattoi antaa vaatimustasolle lievennyksen ja nyt taas kunta voi edellyttää tarpeen vaatiessa tiukempaa tasoa. Uuden asetuksen myötä parannustoimenpiteille annettiin myös kaksi vuotta lisääaikaa. Ennen vuotta 2004 rakennetuissa kiinteistöissä vaatimukset tuli täyttää 15.3.2016 mennessä, mutta nyt siis kahden vuoden lisäajan myötä vasta 15.3.2018. Huomion arvoista on myös se, että toimenpiteille on haettavissa lykkäystä, jos kiinteistöllä on mahdollisuus liittyä viemäriverkoston, vaikka ei se onnistuisikaan annetun aikarajan puitteissa. [4.]

Merkittävä muutos uudessa asetuksessa on 68-vuotiaiden ja sitä vanhempien vapauttaminen asetuksen mukaisista puhdistusvaatimuksista. Tämä tarkoittaa sitä, että jos haja-asutusalueen kiinteistöllä vakituisesti asuvat kiinteistönomistajat ovat täyttäneet 68 vuotta ennen 9.3.2011, kiinteistön jätevesijärjestelmää ei tarvitse kunnostaa uuden asetuksen mukaiseksi. Näissä tapauksissa riittää, kun pitää sen käyttökuntoisena.

Asetuksen määritelmässä talousvedellä tarkoitetaan asuntojen, toimistojen, liikerakennusten ja laitosten vesikäymälöistä, keittiöistä, pesutiloista ja niitä vastaavista tiloista ja laitteista sekä ominaisuuksiltaan ja koostumukseltaan vastaavaa, karjatilojen maito- huoneista tai muusta elinkeinotoiminnasta peräisin olevaa jätevettä. Jätevesien käsittelyjärjestelmällä tarkoitetaan talousjätevesien puhdistusta tai muuta käsittelyä varten tarvittavien laitteiden tai rakenteiden muodostamaa kokonaisuutta, kuten saostussäiliötä, umpisäiliötä, maahanimeyttämöä, maasuodattamoaa tai pienpuhdistamoaa. Jätevesijärjestelmällä tarkoitetaan rakennuksissa ja rakennusten ulkopuolella olevien talousjätevesiviemäreiden sekä jätevesien käsittelyjärjestelmien muodostamaa kokonaisuutta, joka on tarpeen kiinteistön talousjätevesien johtamiseksi ja käsittelemiseksi.

Asetuksessa on määritetty minimivaade kuinka puhtaiksi jätevedet on puhdistettava. Jäteveden puhdistusmenetelmällä ei ole niin suurta merkitystä, jos jätevesien puhdistustaso täyttää vaatimukset. Puhdistustuloksen arvioimista varten asetuksessa on määrätty keskimääräiset kuormitukset orgaaniselle ainekselle, fosforille ja typelle. Taulukossa 1 on kuvattu kuormitukset lasketulla teoreettisella kuormituksella, jonka yksi henkilö aiheuttaa käsittelemättömällä talousjätevedellä grammoina vuorokaudessa (g/p/d). Taulukosta voidaan erottaa harmaiden jätevesien osuus kokonaiskuormituksesta. Niiden kuormitus on selvästi pienempi. Suurin vaikutus on orgaanisen aineen kuormituksella. Typen sekä fosforin osuudet ovat selkeästi pienemmät.

Taulukosta 1 on esitetty harmaiden jätevesien määrät orgaaniselle ainekselle, kokonaisfosforille ja kokonaistypelle teoreettisena kuormituslukuna (g/p/d). Kuormitusluvut saadaan muutettua milligrammoiksi litrassa (mg/l) kaavan 1 avulla.

Taulukko 1. Jätevesiasetuksen (209/2011) mukaiset keskimääräiset kuormitukset asukasta kohden vuorokaudessa (g/p/d) sekä kuormituksen jakautuminen ulosteen, virtsan ja harmaiden jätevesien osalta (%)

Kuormituksen al- kuperä	Orgaaninen aines, BOD ₇		Kokonaisfosfori P _(kok)		Kokonaistyyppi, N _(kok)	
	g/p/d	%	g/p/d	%	g/p/d	%
Uloste	15	30	0,6	30	1,5	10
Virtsa	5	10	1,2	50	11,5	80
Harmaat jätevedet	30	60	0,4	20	1,0	10
Kokonaiskuormitus	50	100	2,2	100	14	100

Keskimääräisten kuormitusten perusteella voidaan laskea kaavan 1 avulla harmaiden jätevesien pitoisuudet (mg/ml).

$$Pitoisuus (mg/ml) = \frac{1000 \times \text{kuormitusluku (g/p/d)}}{\text{vedenkulutus (l/p/d)}} \quad (1)$$

Jos asukkaiden keskimääräinen vedenkulutus on 80 litraa vuorokaudessa (80 l/p/d), kaavaa hyödyntäen saadaan laskettua pitoisuudet vedenkulutusta kohden (Taulukko 2).

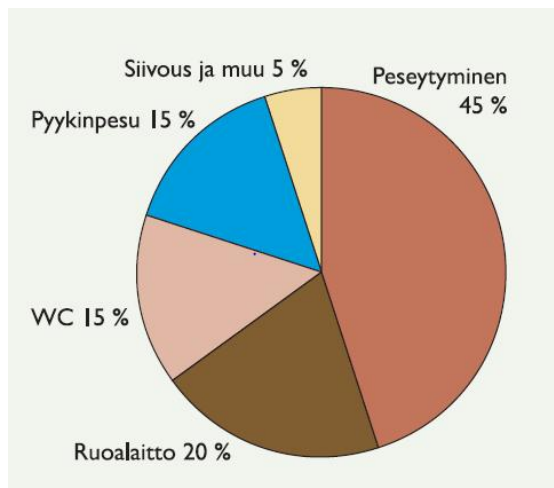
Taulukko 2: Harmaiden jätevesien pitoisuudet (mg/l) keskimääräistä vedenkulutusta (80 l/p/d) kohden vuorokaudessa.

Kuormittava tekijä	Pitoisuus (mg/l)
Orgaaninen aines, BOD ₇	375
Kokonaisfosfori P _(kok)	5
Kokonaistyyppi, N _(kok)	12,5

3 Jätevesityypit ja haitalliset aineet

3.1 Jätevesien synty ja puhdistuksen merkitys

Jätevettä syntyy ihmisen toiminnasta. Kesämökkien ja kotitalouksien jätevedet jaetaan niiden muodostumisen mukaan kahteen osaan, ulosteita sisältävään mustaan jäteveeseen ja muihin eli harmaisiin jätevesiin. [5.] Harmaat jätevedet koostuvat peseytymisestä, siivoamisesta, keittiöstä tai muusta vastaavasta. Se ei siis sisällä vesikäymälän huuhteluvettä eikä esimerkiksi erottelevan käymälän virtsaa eikä kuiva- tai komposti-käymälän suotonestettä. [6.] Kuviossa 1 on esitetty kotitalouksista syntyvän jäteveden jakautuminen eri osa-alueisiin ja suurin osa ihmisen tuottamasta jätevedestä syntyy peseytymisen ja ruoanlaiton yhteydessä.



Kuvio 1. Kotitalouksien jäteveden muodostuminen käyttötarkoituksen mukaan

Jätevesien puhdistamisen tavoitteena on vähentää ihmisille ja luonnolle haitallisten ainesosien pääsyä luontoon. Ihmisille haitallisia ainesosia ovat mm. ulosteperäiset bakteerit ja puhdistusaine- ja kemikaalijäämät. Luontoa rasittavat jätevesien ravinteet, jotka edistävät vesien rehevöitymistä. [7.]

3.2 Vesistöjen rehevöityminen ja pohjaveden laatu

Suomessa on noin 300 000 asuntoa, jotka eivät kuulu vesihuoltolaitosten viemäriverkostojen piiriin. Lisäksi Suomessa on lähes puolimiljoonaa kesämökkiä, joista yli

400 000 sijaitsevat kunnallisen jätevesijärjestelmän ulkopuolella. Valtaosa niistä on varustettu perinteisillä ulkokäymälöillä, osa sisälle sijoitetuilla kuivakäymälöillä. Koska vapaa-ajan asuntojen ympärivuotinen käyttö on yleistynyt, on niiden varustetaso myös kohonnut. Yhä useammin vapaa-ajan asunto varustetaan vesikäymälällä. [5.]

Vuosikymmenten aikana järviin ja jokiin kulkeutuneet jätevedet ovat lisänneet vesistöjen kuormittumista ja osaltaan aiheuttaneet niiden rehevöitymistä. Esimerkiksi Säkylän Pyhäjärveä tutkittaessa arvioitiin, että asumisperäisten jätevesien osuus järven kuormituksesta oli noin 15 %. Jäteveden sisältämä typpi ja fosfori ovat ravinteita, joita muun muassa myrkylliset sinilevät tarvitsevat elääkseen. Sinileväkukinnat ovatkin Suomessa nykyään jokakesäinen ongelma.

Osa maahan johdetusta jätevedestä imeytyy maaperään ja kulkeutuu syvemmälle, lopulta pohjaveteen. Jätevesi sisältää veteen liukenevia yhdisteitä, jotka joutuessaan pohjaveteen voivat aiheuttaa pohjavedessä makuhaittoja, laadun huonontumista tai jopa myrkyttymistä. Nitraattia runsaasti sisältävän pohjaveden käyttö aiheuttaa terveysriskejä varsinkin imeväisikäisille lapsille. Nitraatista muodostuva nitriitti aiheuttaa häiriötä veren punasolujen happiaineenvaihduntaan, ns. methemoglobinemian.

3.3 Jätevesien haitalliset aineet

3.3.1 Mustat jätevedet

Ulosteperäiset bakteerit aiheuttavat ihmisille hygieniahaittoja ja terveysriskejä. Jäteveden kautta leviäviä tauteja ovat mm salmonella, oireina ripuli ja kuume, ruuansulatuselinsairaudet ja keltatauti. Riski altistumiselle on suurin jäteveden purkupaikan läheisyydessä, usein siis omassa rannassa. Koska auringonvalo steriloi ajan myötä veden, haitta pienenee purkupaikalta etäännyttäessä. Suolistolaiset, kuten lapamato, leviävät myös jäteveden mukana. Tartuntariski on suuri jätevedelle altistuneita kaloja syötäessä. Kiintoaines, jota jäteveden mukana joutuu luontoon, sameuttaa pintavesiä, estää vesikasvien yhteyttämistä ja pienentää näkösyvyyttä. Orgaanisen aineksen aikaansaama biologisen hapenkulutuksen kasvu voi aiheuttaa happikatoa järvenissä. Orgaaniset liuottimet ja epäorgaaniset kemikaalit, joita on puhdistusaine-, pyykinpesuaine- ja maalijäämissä, ovat eliöstölle haitallisia.

3.3.2 Harmaat jätevedet

Harmaa jätevesi on asumisessa syntyvää lähinnä erilaisista pesuvesistä koostuvaa jätevettä. Harmaa vesi ei sisällä virtsaa tai ulostetta eikä muutakaan käymälässä syntyvää jätettä, kuten kuivakäymälän suotonesteitä. Tästä syystä harmaan jäteveden käsittely on yksinkertaisempaa, koska suurin osa jäteveden fosfori- ja typpiravinteista tulee virtsasta ja ulosteesta. Harmaat jätevedet sisältävät kuitenkin tyypillisesti saippuaa ja pesuaineita sekä likaa eli ihmisen ihosta ja käyttövaatteista irtoavaa nukkaa, rasvaa ja öljyä. Orgaanisen eli eloperäisen jätteen päästessä vesistöön se kuluttaa happea ja huonontaa vesistön vedenlaatua.

4 Harmaan jäteveden puhdistamotyypit

4.1 Maasuodatus

Jäteveden maasuodattamo on harmaan jäteveden puhdistusjärjestelmä, jossa järjestelmän rakentamisvaiheessa, joko maa-aineksien rakeisuuksia tai erillisiä suodatuskasetteja hyväksikäyttämällä luodaan otolliset olosuhteet jäteveden puhdistamiselle. Maasuodattamo koostuu yleensä jäteveden saostussäiliöstä, suodatinkentästä ja tarvittaessa fosforisuodattamosta. Maasuodattamossa jätevesi kerätään maakerroksissa tapahtuneen suodatuksen jälkeen purkupaikkaan johdettavaksi.

Maasuodattamossa jäteveden kiintoaines ja vettä kevyempi aines erotellaan saostussäiliössä, jonka jälkeen vesi johdetaan varsinaiseen suodatuskenttään. Vesi johdetaan jakokaivoa ja jakoputkistoa hyväksikäyttäen jakokerrokseen, josta vesi valuu edelleen suodatinkerrokseen. Suodatinkerros voi olla rakeisuudeltaan ohjeiden mukaista suodatinhiekkaa tai tehdasvalmisteista suodatinmateriaalia, joka on asennettu suodatinhiekan sekaan tai erilliseksi kerrokseksi. Suodatinkerros asennetaan maahan. Jakokerroksen alla on kokoomakerros, josta kokoomaputkistolla puhdistettu vesi kerätään talteen ja johdetaan edelleen purkuputken kautta purkuojaan.

Maasuodatuksessa jäteveden orgaanista ainetta hajoaa mikrobikerroksessa, joka muodostuu tavanomaisesti suodatinkerroksen yläosaan. Fosforia sitoutuu maa-aineksen rakeisiin ja poistuu jätevedestä myös muiden reaktioiden kautta. Tavallisen

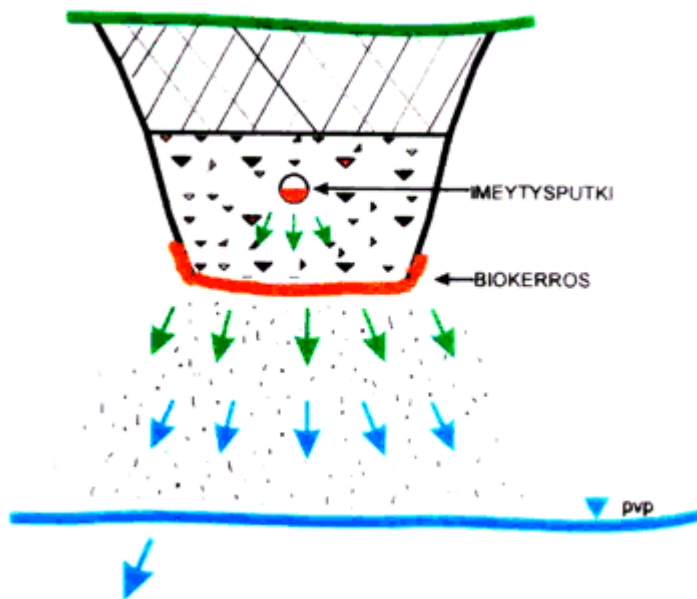
4.2 Maahanimeytys

Jäteveden maahanimeyttämö on jäteveden puhdistuslaitteisto, jossa saostussäiliöllä erotettu talousjätevesi imeytetään maaperän kerrokseen puhdistumaan ennen sen kulkeutumista pohjaveteen. Maahan imeytyksessä hyödynnetään maa-ainesten luonnollista kerrostumista ja saadaan aikaan perinteinen jäteveden puhdistusprosessi. Maanimeytyksellä voidaan oikeissa olosuhteissa saavuttaa jätevesiasetuksessa asetetut puhdistustulosvaatimukset.

Maahanimeytyksessä jätevesi johdetaan imeytysputkista jakorakenteen kautta maahan. Jätevesi kulkee kohti pohjavettä maakerrosten läpi suodattuessaan. Pohjaveden pinnantason saavuttaessaan se siirtyy kulkemaan pohjaveden mukana. Jätevesi voi sekoittua kokonaan tai osittain pohjaveteen tai se voi kulkea enemmän tai vähemmän kerrostuneena pohjaveden kanssa. [9.]

Maahan imeytyksessä maaperän kerrostuneisuus ja sopivat luonnon olosuhteet mahdollistavat veden jakautumisen ja mikrobitoimintaan perustuvan orgaanisen aineen hajoamisen. Maahanimeytyksessä jäteveden orgaaniset ainekset puhdistetaan maa-ainesten kerrokseen muodostuvassa mikrobikerroksessa. Hapettamalla imeytyskerrosta saadaan ylläpidettyä tehokasta mikrobiprosessia ja poistettua typpeä. Tämä tapahtuu pääasiassa tuuletusputkien kautta, mutta pintarakenteita ei saa tehdä niin ilmatiiviiksi, että biokerroksessa tapahtuva eloperäisen aineksen hajoustoiminta estyisi. Jos esimerkiksi kaivannosta poistettu maa-aines on kovin tiivistä, on parempi käyttää huokoisempaa, ilmaa läpäisevää täytemaata. Veteen liennut sitoutuu maa-aineksen rakeisiin ja puhdistunut vesi painuu edelleen alempiin maakerrokseen [10]. Typpeä hapettuu nitraatiksi ja voi poistua järjestelmästä osittain typpikaasuna. Nitraattina typpeä kulkeutuu helposti pohjaveteen. Jäteveden bakteereista kuolee suurin osa melko aikaisessa vaiheessa, mutta varsinkin virusten on todettu voivan kulkeutua pohjaveden mukana pitkälle. Myös jäteveden kloridit ja sulfaatit kulkeutuvat usein pohjaveden mukana. Jätevesi purkautuu yleensä pohjaveden mukana pintaveteen, esimerkiksi järveen.

Maahanimeytystä suunniteltaessa on tärkeää selvittää, että imeytettyä jätevettä ei kulkeudu kenenkään kaivoon (vedenottamoon), imeytyskohdan ja ylimmän mahdollisen pohjaveden pinnankorkeuden välillä on tarpeeksi paksu maakerros puhdistamaan jätevettä riittävästi ja maa-aineksen tulisi johtaa jätevettä sopivasti eli maa-aineksen rakeisuusikäyrä asettuu ohjeiden mukaiselle alueelle.



Kuvio 3. Maahanimeytyksen periaate.

Maasuodattamolla ja maahanimeyttämöllä on merkittävä periaatteellinen ero. Maahanimeyttämössä suodatettu jätevesi kulkeutuu pohjavedeksi. Maasuodattamossa suodatettu jätevesi kerätään kokoomaputkiin ja johdetaan purkupaikkaan, esimerkiksi avo-ojaan. [9.]

4.3 Pienpuhdistamot

Pien- eli laitepuhdistamot ovat joko paikanpäällä osista valmistettu tai valmis tehdasvalmisteinen käsittelyjärjestelmä. Pienpuhdistamot voivat toimia jatkuvatoimisesti tai panospuhdistamoina. Pelkkiä harmaita jätevesiä käsiteltäessä saostuskaivojen tyhjenystarve on vähäisempi, koska niihin ei tule ulostetta eikä vessapaperia.

Useimmissa harmaiden jätevesien käsittelyyn suunnitelluissa pienpuhdistamoissa orgaanista ainetta poistetaan biologisella hajotuksella. Kysymys on yksinkertaisimmillaan siitä, että orgaanisen jätteen monimutkaisia yhdisteitä hajotetaan vedeksi ja hiilidioksidiksi. [6.]

Puhdistamon mallista ja valmistajasta riippuen jätevedet johdetaan joko suoraan puhdistamoon tai ne esiselkeytetään saostussäiliössä.

Puhdistamoa valittaessa on otettava huomioon, että mikään ratkaisu ei sovellu rutiiniratkaisuksi jokaiseen kohteeseen. Paitsi talouden koko ja henkilömäärä, myös esimerkiksi vedenkulutustottumukset, kiinteistön sijainti ja maaperän laatu vaikuttavat puhdistamon valintaan. Lisäksi kaikki puhdistamot on asennettava, huollettava ja käytettävä oikein, valmistajan ohjeiden mukaan, jotta hajajätevesiasetuksessa annetut puhdistusteho-vaatimukset täyttyvät ja puhdistamo tarkoitetulla tavalla.

Harmaiden jätevesien käsittelyyn tarkoitettuja, kesä sekä ympärivuotiseen käyttöön sopivia puhdistamoratkaisuja löytyy markkinoilta nykyään todella paljon. Puhdistamotyyppejä löytyy sekä vähäisempien saunan ja kesäasunnon pesuvesien käsittelyyn että vakituisen asuintalon kaikkien harmaiden jätevesien käsittelyyn. Myös tietoa eri ratkaisuista löytää paljon eri valmistajien sivuilta sekä liikkeistä. Seuraavissa luvuissa on esitelty muutama tällä hetkellä markkinoilta saatavissa oleva harmaan veden käsittelyyn sopiva puhdistamo kesämökki käyttöön.

4.3.1 Biolan Harmaavesisuodatin 125

Biolan Harmaavesisuodatin 125 on suunniteltu erityisesti vapaa-ajan asuntojen pesuvesien puhdistukseen. Suodatin puhdistaa kiinteistön pesu-, sauna-, tiski- ja pyykinpesukoneenvedet. Puhdistamo sietää pieniä määriä siivouksessa käytettäviä antibakteerisia ja klooripohjaisia puhdistusaineita. Pesuaineiden annostelussa tulee noudattaa valmistajan antamia ohjeita. Puhdistamo täyttää Valtioneuvoston asetuksen (542/2003) vaatimukset talousjätevesien käsittelystä vesihuoltolaitosten viemäriverkostojen ulkopuolisilla alueilla. [11.]

Kiinteistön WC:n tai kuivakäymälän jätevedet on johdettava umpisäiliöön tai käsiteltävä muuten asianmukaisesti. Suodattimeen ei saa johtaa sade-, hule- tai perustusten kuivatusvesiä. Ohjeiden mukaisesti asennetun suodattimen puhdistuskapasiteetti on noin 500 litraa vuorokaudessa, eli käytännössä 1–5 henkilön pesuedet. Suodatinmateriaalin puhdistusteho säilyy noin 100 käyttövuorokautta, jonka jälkeen se on vaihdettava.

Suodattimen toiminta perustuu jäteveden mekaaniseen ja biologiseen suodattamiseen. Suodattimessa käytetään eloperäistä suodatinmateriaalia, johon jäteveden lika-aineet tarttuvat. Materiaalin pinnalla elävä pieneliöstö käyttää epäpuhtaudet ravinnokseen.

Harmaavesisuodatin 125 koostuu kymmenestä päällekkäin sijoitetusta suodatinlaatikosta. Jätevesi johdetaan ylimmäiseen suodatinlaatikkoon. Suodattimen sisällä jätevedet valuvat painovoimaisesti suodatintasolta toiselle laatikon päädystä olevien aukkojen kautta.

Biolan Harmaavesisuodatin 125 sijoitetaan maan päälle. Suodatin sijoitetaan paikkaan, johon ei kerry seisovaa vettä esimerkiksi tulva-aikana. Puhdistamo voidaan asentaa ulos ilman sääsuojaa. Laite on lämpöeristetty, minkä ansiosta se toimii pikkupakkasilla. Mikäli suodatinta käytetään talvella, siihen on kuitenkin asennettava lisävarusteena saatava Biolan Lämmityskaapeli, tai suodatin tulee sijoittaa tilaan, jonka lämpötila on nollan yläpuolella.

Sijoituspaikkaa valittaessa on lisäksi huomioitava käyttö- ja huoltotoimenpiteiden vaatima tila. Laitteen edessä tilaa on oltava suodatinmateriaalin vaihtoa varten vähintään yksi metri. Myös laitteen sivuilla ja takana tulee olla riittävästi tilaa, jotta viemärin lähtö yhteen liitoksen huolto sekä takaseinän ilmanvaihtoventtiilien säätö on mahdollista. Ilmanvaihtoventtiileitä ei saa peittää tai ilmanvaihto on järjestettävä muutoin, jotta pieneliöiden tarvitsema hapensaanti varmistuu.

Biolan Harmaavesisuodatin 125 on kooltaan 600 x 1230 x 1000 mm (leveys x korkeus x syvyys) ja laitteisto painaa 75kg. Tulo- ja lähtöyhteen korkeusero on 1040 mm.

Tämän laitteen hankintahinta on lähes kaksituhatta euroa, joka on monelle kesämökilläiselle turhan suuri investointi. Myös käytettävä suodatinmateriaali on jokavuotinen lisäkustannus.



Kuvio 4. Biolan Harmaavesisuodatin 125

4.3.2 Uponor saunakaivo

Saunakaivo on tarkoitettu pesuvesien puhdistamiseen erityisesti mökeillä ja ranta-aunoilla, joissa vedenkäyttö on vähäistä ja kantoveden omaista. Vesien puhdistuminen perustuu maahan imeytymiseen ja maassa tapahtuvaan biologiseen puhdistamiseen. Saunakaivo toimii imeytyskaivona, jossa on 275 litran puskuritilavuus. Mikäli veden virtaus ylittää maaperän imeytymiskyvyn, varastoituu vesi saunakaivoon. Vedenkäytön loputtua esimerkiksi yöllä, saunakaivo tyhjenee imeytymällä ja on taas valmiina ottamaan vastaan uutta vettä.

Uponor saunakaivon 300 litran tilavuus riittää ottamaan vastaan hetkellisen isonkin joukon pesuvedet. Edullinen ja vain 16 kg painava saunakaivo on helppo kuljettaa kaukapaikalle auton takakontissa tai peräkärjessä. Saunakaivo toimitetaan asennusvalmiina pakettina puoliskot sisäkkäin. Lisäksi mukana tulee selkeät asennusohjeet.

Uponor saunakaivon pohja on rei'itetty kauttaaltaan, jotta imeytyskyky olisi mahdollisimman hyvä. Tosin saunakaivon ympärillä oleva maaperä tulee olla helposti imeytyvää lajia kuten hiekka- tai soramaata. Saunakaivo on erittäin helppohoitoinen ratkaisu. Se on tarkistettava kerran vuodessa ja poistettava mahdollisesti kerääntyneet roskat ja hiukset. Saunakaivon tuuletusputken pitää tulla maan pinnalle, jotta järjestelmä tuuletuu. Jos samaan viemäriin yhdistetään mökin tiskivedet, on saunakaivon eteen asennettava mökkikaivo rasvaisia vesiä varten.

Saunakaivo on vähäisille vesimäärille soveltuva. Se on tarkoitettu erityisesti saunan pesuvesien imeyttämiseen. Mukana tuotteessa on kansi 315 mm, nousuputki asennussyvyydelle 240 mm ja ilmastusputki 110 mm. Tuloviemärin koko on 75 mm. [12.]



Kuvio 5. Uponor saunakaivo



Kuvio 7. Sauna-Seppo

Toimituspakkaus sisältää puhdistusmassan (18kg) yhden kesän tarpeisiin. Nordkalk Filtra P on rakeinen kalkkipohjainen suodatinmassa, joka puhdistaa fosforin tehokkaasti jätevedestä.

Puhdistus teho perustuu fosforin kemialliseen saostumiseen. Massa nostaa suodattimessa veden pH- arvon tasolle, jossa fosfori saostuu ja bakteeritoiminta lakkaa. Tämän vuoksi suodatusmassan avulla vedestä poistetaan fosforin lisäksi myös taudinaiheuttajia. Suodatusmassa koostuu kalkin, kipsin ja rautayhdisteiden seoksesta. Puhdistusprosessin aikana suodatusmassa ei tiivisty tai muuta muotoaan. Suodatusmassaan perustuvan puhdistimen toiminta ei ole riippuvainen sähköstä tai tarkasta annostelusta. Tämä takaa, että puhdistus toimii tehokkaasti ja varmasti vuodenajoista tai kuormituksen vaihtelusta riippumatta.

Suodatinmassan vaihto tehdään kerran kesässä. Käytetty fosforinpoistomassa ei ole ympäristölle haitallista, vaan sen voi hyväksikäyttää maanparannusaineena pellolla, puutarhassa tai kompostin tukiaineena.

Laitteen korkeus on 600 mm ja halkaisija 600 mm, joten se on helppo asentaa myös hankaliin maastoihin tai kivenkoloihin.

5 Yleistietoa Puulavedestä

Puulavesi (Puula) sijaitsee Etelä-Savossa Hirvensalmen, Kangasniemen ja Mikkelin alueilla sekä Keski-Suomen maakuntaan kuuluva Joutsa. Puulan pinta-ala on 330 km² ja se on Suomen 13. suurin järvi. Vesistön keskisyyvyys on 9,2 metriä ja syvin kohta 62 metriä. Puula vastaanottaa koillisesta Läsäkosken kautta Kyyveden alueen vedet. Puulavesi virtaa Liekuneeseen ja laskee Kissakosken kanavan ja voimalaitoksen kautta Mäntyharjun reittiä myöten Kymijokeen. [14.]

Suurin osa Puulavedestä on kirkasvetistä, niukkahumuksisia ja väriltään vain hieman ruskeahkoa. Happitilanne on järvessä hyvä. Seurantatiedon mukaan suurin osa järvestä on rehevyytasoltaan lähinnä karu. Virkistyskäyttö luokituksen mukaan järvi kuuluu luokkaan erinomainen. Luokitus on tehty Uimaniemen edustalla, Hirvensalmella, 51 metrin syvänteen vedenlaatutekijöiden mukaan ja koskee suurinta osaa Puulaa. Kuormittajien velvoitetarkkailu tulosten perusteella Otavan lähialueella Kotalahden vedenlaatu on luokiteltu yleisessä käyttökelpoisuusluokituksessa lähinnä luokkaan tyydyttävä. Kangasniemen kunnan edustalla, Puulaveden vedenlaatu on luokiteltu luokkaan hyvä.

Puulaveteen pohjoisesta ja idästä laskevat vesistöt ovat pääasiassa karuja ja osin suoalueiden sekä metsäojitusten vuoksi humuksen tummentamia. Puulan pääaltaaseen tultaessa humuksen vaikutus heikkenee ja kalastusalueen eteläosassa järvet ovat karuja ja melko kirkasvetisiä. Puulaveteen laskee luoteesta Siikaveden kautta Kälkäjoen vesistöalue, jonka vesi on valuma-alueen laajojen suoalueiden ja turvetuotannon vuoksi tummaa.

Puulan luoteinen osa on melko matala ja humuskuormituksen vuoksi melko tummavetinen. Puulaveden pääaltaassa humus- ja ravinnekuorma on laimentunut ja pääallas on kirkasvetinen ja erittäin karu. [15.]

Pelkästään Kangasniemen alueella Puula veden rannalla sijaitsee reilu 3600 kesämökkiä ja uusia rakennetaan koko ajan lisää. Vuoden 2012 tehdyn tutkimuksen mukaan Kangasniemellä on enemmän mökkejä kuin asuttuja asuinrakennuksia [16]. Yli puolet kesämökeistä on rakennettu 1970 ja 1980 luvuilla. Silloin ei ole osattu ottaa huomioon yksittäisten ihmisten pistekuormitusta jätevesien päästöjen osalta. Kesämökkien harmaat jätevedet johdettiin käsittelemättömänä maaperään. Poikkeuksetta sauna- ja

asuinrakennukset sijaitsivat rantaviivan läheisyydessä ja jätevedet päätyivät puhdistamattomana rantaveteen.

6 Kesämökin nykytilanne

Kesämökki, jolle harmaan jäteveden puhdistuslaitteisto suunnitellaan ja asennetaan, sijaitsee Vaimosniemellä haja-asutusalueella. Tie Vaimosniemelle kääntyy Kangasniemeltä Mikkeliin menevältä tieltä oikealle (etelään) muutaman kilometrin jälkeen. Itse Vaimosniemen tie niemen kärkeen asti on pituudeltaan yhdeksän kilometriä pitkä.

Kesämökki ja saunarakennus ovat rakennettu nykyiselle paikalleen jo vuosina 1974 ja 1975. Rakennusaikana tontille ei ollut tie yhteyttä, joten kaikki rakennusmateriaalit uittettiin järven kautta vesitse rakennuspaikalle. Kesämökki sai sähköliittymän vasta vuonna 2012. Kunnallista vesi ja viemäriverkostoa ei ole Vaimosniemen alueella.

Kesämökin käyttöaste on ollut kaikki vuosikymmenet suhteellisen suurta ja lomaviettäjiä löytyy useammasta sukupolvesta. Tällä hetkellä rakennukset ovat pääsääntöisesti kesäkäytössä, mutta myös satunnaista talvikäyttöä on. Veden käyttö on lisääntynyt sähköliittymän myötä, jolloin saunarakennukseen asennettiin sähköllä toimiva vedenottopumppu.

Rakennuksissa on eroteltu mustat ja harmaat jätevedet. Asuinrakennuksesta syntyvät harmaat jätevedet johdetaan viemäriputkea pitkin maastoon, johon jätevesi imeytetään. Nämä asumisesta koostuvat harmaat jätevedet koostuvat lähinnä tiskivesistä. Alueella on erikseen ulkokuussi, joka on nykyaikaistettu Biolanin Kompostikäymälään muutama vuosi sitten. Saunan peseytymisestä aiheutuvat jätevedet ovat ohjattu vain muutaman metrin päähän Puulaveden rannasta.

6.1 Maaperä ja etäisyydet

Kesämökin tontin maasto on vanhaa järvenpohjaa eli hyvin kivikkoista. Ympäristössä kasvaa perinteistä suomalaista kangasmetsää. Mökkirakennus on mäen päällä, josta johtaa polku saunarakennukselle sekä järvenrantaan.



Kuvio 8. Yleiskuva maaperästä ja rakennuksien sijoittumisesta tontille

Kuviossa 8 on yleiskuva kesämökiltä. Kuvan vasemmassa laidassa sijaitsee mökkirakennus, josta etäisyys rantaan on noin 40 metriä. Rakennuksen ja järvenpinnan korkeusero on noin 4 metriä. Kuvassa vasemmalla alhaalla sijaitsee saunarakennus.

6.2 Saunarakennus

Saunarakennus sijaitsee lähempänä rantaa ja rakennuksen etäisyys vedenrajasta on noin 6 metriä. Samassa rakennuksessa on saunan lisäksi pukuhuone, puuliiteri ja varastuhuone. Vedenottopumppu on asennettu saunarakennuksen ulkoseinään, josta pumpataan peseytymisvedet sekä pyykinpesuvedet saunaan. Vedenottoletkun pää sijaitsee laiturin päässä ja lähellä rantaa. Saunassa on veden lämmitystä varten pata ja pesuvesien valmistelua varten useita vateja. Harmaat jätevedet ohjautuvat saunatilan viemäriputken kautta ulos (Kuvio 9).



Kuvio 9. Saunan viemäri

Viemäriputki kulkee saunarakennuksen alla eristämättömänä. Putki ohjaa jätevedet maakuoppaan, joka sijaitsee kolmen metrin päässä saunarakennuksesta sekä kolmen metrin päässä järvenrannasta (Kuviot 10 ja 11). Maakuopan korkeusero järvenpintaan on maksimissaan metrin.



Kuvio 10. Etäisyys rantaan



Kuvio 11. Maakuoppa

Maakuoppaa ei ole erikseen kaivettu eikä siihen ole kerrostettu soraa tai hiekkaa. Maakuoppa on muodostunut vuosien saatossa siihen johdettujen jätevesien ansiosta. Kivikkoisen maaperän sekä lähellä sijaitsevan järvenpinnan vuoksi jätevesien puhdistus on jäänyt vähäiseksi.

6.3 Pesuaineet

Pesuun ja puhdistukseen tarkoitetut valmisteet ovat pesuaineita. Näitä ovat muun muassa ihmisten, tekstiilien, lattioiden ja muiden pintojen pesemiseen ja puhdistamiseen käytettävät aineet. Myös esimerkiksi pyykinpesussa liotukseen tarkoitetut pesuapu- ja huuhteluvalmisteet ovat pesuaineita.

Kesämökin saunalla on ihmisten peseytymisen lisäksi pesty pyykkiä käsin sekä vanhan ajan käsikäyttöisellä pesupumpulla. Sähköliitännän jälkeen pyykkiä on pesty pulsaattorilla. Pesuista aiheutuneet jätevedet on johdettu maaperään saunan viemäriputken kautta. Nämä jätevedet ovat sisältäneet pieniä määriä fosfaatteja. Suomessa tapahtui suuri ja ympäristöön merkittävästi vaikuttava muutos vuonna 2013, kun kuluttajille tarkoitettujen pyykinpesuaineiden fosforirajoitukset estivät fosfaatin käytön kokonaan pyykinpesuaineissa. Päätös tehtiin koskemaan koko EU aluetta ja se astui Suomessa voimaan 30.6.2013.

Suurin merkitys yksittäisen ihmisen tuottamien jätevesien puhdistuksessa on omat tuotevalinnat ja niiden oikeaoppinen käyttö. Pesuaineet ovat muuttuneet valtavasti 70-luvulta ja suurin osa myynnissä olevista pesu- ja pyykinpesuaineista ovat ympäristöystävällisiä. Pyykinpesuun on mahdollista valita ekologisia vaihtoehtoja, joissa pesuaineet

eivät sisällä fosfaattia, zeoliittia, väriaineita, hajusteita tai optisia kirkasteita ja ovat lisäksi biohajoavia. Nestemäiset pesuaineet ovat käteviä käytössä ja helppoja annostella, jolloin pyykinpesussa käytetään minimaalinen määrä pesuaineita.

Shampoot ja suihkusaippuat sisältävät usein paljon keinotekoisia kemikaaleja. Hajusteina käytetään ftalaatteja ja säilyvyysominaisuuksien parantamiseen parabeeneja, jotka voivat vaikuttaa sekä ihmisten että vesieliöiden hormonituotantoon. Joidenkin shampoo tuotteiden puhdistavana ja vaahtoa muodostavana ainesosana käytetään sodium laureth sulfate eli natriumlauryylisulfaattia, jonka on todettu olevan ympäristölle haitallinen sekä erityisesti vesieliöille myrkyllinen. Natriumlauryylisulfaatti edistää ympäristömyrkyjen leviämistä luontoon parantamalla niiden kykyä liueta veteen. Myös säilöntäaineet ja kompleksimuodostajat voivat olla ympäristölle haitallisia.

Hiustenpesuainevalinnoissa kannattaa siis suosia sulfaattomia vaihtoehtoja. Hajusteet ja väriaineet eivät ole välttämättömiä shampoossa. Esimerkiksi biohajoavan shampoon raaka-aineet viljellään kestävän kehityksen kriteerein ja tuotteissa käytetään kotimaisia raaka-aineita, kuten lummeuutetta ja kaurapeptidejä [17].

6.4 Vedenpuhdistuksen tilanne ja käyttömäärät

Saunarakennuksen nykytilanne harmaiden jätevesien puhdistuksessa perustuu ainoastaan maakuoppaan ja maaperän suodatukseen. Kaikki tarjolla olevat harmaaveden käsittelyyn tarkoitetut ratkaisut parantavat nykytilannetta ja rantaveden vedenlaatua.

Veden kulutus ja siitä syntyvän jäteveden määrä vaihtelee vuoden aikana paljon. Yleisten vedenkulusta käsittelevien tutkimusten mukaan vedenkulutus voi vaihdella 30 litraa useaan sataan litraan asukasta kohden vuorokaudessa. Suomessa eri kotitalouksien keskimääräinen kulutus on noin 110 litraa asukasta kohden vuorokaudessa (l/p/d), joista harmaiden jätevesien osuudeksi arvioidaan olevan noin 80 litraa asuakasta kohden vuorokaudessa. [18.]

Haja-asutusalueella kesäkäytössä olevien kiinteistöjen keskimääräinen vedenkulutuksen määrä on talousvesimääriin verrattuna pienempi.

Kesäkuukausina vedenkulutus on runsaampaa ja kävijämäärä kesämökillä on suurempaa. Kesämökkiä käytetään asumiseen toukokuusta elokuun loppuun ja keskimääräi-

nen käyttömäärä on kolme henkilöä vuorokaudessa. Sauna lämmitetään joka päivä ja saunarakennuksesta syntyvän jäteveden määrä on keskimäärin 30 litraa vuorokaudessa mökkeilijää kohden eli kolmen henkilön yhteenlaskettu vedenkulutuksen arvio vuorokaudessa on noin 90 litraa. Tämän lisäksi jätevesiä syntyy satunnaisesti siivouksen ja pyykinpesun yhteydessä.

7 Pienpuhdistamon valinta ja asennus

Työssä tutkittiin erilaisia vaihtoehtoja, jotka soveltuivat harmaiden jätevesien puhdistukseen. Maasuodatus vaatii näistä vaihtoehdoista kaikkein suurimman tilan saunarakennuksen läheisyydestä. Kivikkoisen maaston vuoksi tämä vaihtoehto rajattiin valintojen ulkopuolelle.

Maasuodatuksen lisäksi vaihtoehdoissa olivat kolme eri pienpuhdistamo, joiden toimintaperiaatteet olivat kaikissa erilaiset. Uponor saunakaivon jätevesien puhdistus perustuu maahanimeytykseen ja maaperässä tapahtuvaan biologiseen puhdistukseen. Hyvän lopputuloksen saavuttamiseksi imeytyskohdan ja järvenpinnan väliin jäävän maakerroksen paksuus pitäisi olla suurempi. Biolanin harmaavesisuodatin 125 vaikutti toimintaperiaatteeltaan kaikista pienpuhdistamoista parhaimmalle. Tämän puhdistamon talvieristys vaati lämmityskaapelin, laitteen koko oli liian suuri suunniteltuun sijoituspaikkaan ja hankintahinta kaikkein suurin.

Vaihtoehdoista valittiin Sauna-Seppo. Valmistajan mukaan Sauna-Seppo täyttää jätevesiasetuksen puhdistusvaatimukset ja huoltotoimiksi riittää saostuskaivojen tyhjentäminen noin kerran vuodessa. Tämän lisäksi saunarakennuksen ympärillä olevan maaston profiilin, laitteen hankintahinnan, ylläpitokustannusten, laitteen koon ja yksinkertaisen asennuksen puolesta Sauna-Seppo osuu valintakriteereihin. Tämä puhdistuslaite toimii ilman sähköä ja sen saa helposti talvikäyttöön soveltuvaksi eristelevyillä. Sauna-Seppo on yksinkertainen ja helppokäyttöinen puhdistin vähäisille määrille sauna- ja pesuvesiä. Laitteen voi asentaa vesistöjen läheisyyteen sekä kallioisille tonteille, joille imeytykseen perustuvia käsittelyjärjestelmiä on vaikea tai mahdoton asentaa.

Sauna-Seppo on puhdistuslaitteena hyvin yksinkertainen. Laite koostuu kahdesta säiliöstä (Kuvio 12). Ulompaan säiliöön johdetaan tulovesi, jossa erotellaan kiintoaine sekä rasvat. Sisempään säiliöön laitetaan Nordkalk Filtra P suodatinmassa, jonne vesi virtaa

säiliön alaosan reikien kautta alhaalta ylöspäin. Nordkalk Filtra P-suodatinmassa on saatavilla 18kg:n säkeissä ja yksi säkki riittää yhteen täyttöön (Kuvio 13).



Kuvio 12. Sauna-Seppo



Kuvio 13. Sauna-Seppo ja suodatinmassa

Asennustöiden alussa tarkastetaan saunarakennuksen alla kulkevan viemäriputken kunto. Saunarakennuksen sokkelin alta viemäriputki jatkaa matkaansa pienen kävelytien alta maakuoppaan. Maan alla oleva putki kaivetaan esille ja sen kunto tarkastetaan (Kuvio 14). Saunan alla kulkeva putki oli hyväkuntoinen ja se päätetään hyödyntää. Kävelytien alla kulkeva keltainen putki on hapertunut vuosikymmenten ajalla ja sen tilalle asennetaan uusi 75mm paksu viemäriputki.



Kuvio 14. Saunarakennuksen vanhat viemäriputket

Sauna-Seppo sijoitetaan samaan paikkaan, jossa vanha maakuoppa sijaitsee. Maaperä on hyvin kivikkoinen ja vaihtoehtoista paikkaa ei löytynyt. Asennuksessa otettava huomioon oikea viemäriputken kallistus, joten muita mahdollisia sijoituspaikkoja laitteelle ei löytynyt. Vanhan maakuopan kohtaan kaivetaan syvempi Sauna-Sepolle sopiva kuoppa, jonka pohjalle tehdään sepelistä tasainen alusta.

Saunarakennuksen mahdollisen talvikäytön varalta harmaaveden puhdistuslaitteeseen asennetaan talvieriste. Sauna-Sepon eristeellä puhdistuslaitteen käyttökautta voidaan laajentaa kesäkauden ulkopuolelle. Sauna-Sepon eriste sisältää neljä muotoon leikatua seinäosaa ja muotoon leikatun kannen. Tuote on suunniteltu ja mitoitettu Sauna-Sepon eristämiseen. Eriste on valmistettu 60 mm vahvasta EPS-muovista.

Sepelin päälle leikataan EPS levystä Sauna-Sepon pohjan kokoinen lisäeristekappale, jonka päälle puhdistuslaite asetetaan. Tien alta johtava 75mm viemäriputki liitetään mutkan avulla Sauna-Sepon tuloyhteeseen, josta pesuvedet virtaavat ulompaan säiliöön kiintoaineiden sekä rasvojen erotteluun (Kuvio 15). Muotoon leikatut eristekappaleet asetetaan laitteen ympärille ja kiinnitetään ilmastointiteipillä yhteen, jotta ympärille täytettävä maa-aines ei pääse irrottamaan eristelevyjä laitteen ympäriltä.



Kuvio 15. Sauna-Sepon eristys ja putket

Sauna-Sepon alempaan putkiyhteeseen kiinnitetään puhdistetulle vedelle poistoputki. Poistoputken päähän kaivetaan kuoppa, jonne kasataan sepelistä ja hiekasta imeytys kenttä. Puhdistetun putkiyhteen päähän asennetaan pala salaojaputkea, jotta puhdistunut jätevesi imeytyy maaperään hajautetusti.

Sauna-Sepon sijainti on lähellä rantaa ja hieman rinteessä. Tästä johtuen Sauna-Sepon asennuksen yhteydessä laite ankkuroidaan, jotta kuoppaan valuva sadevesi tai pintavedet eivät nosta puhdistuslaitetta pois paikoiltaan. Kivikkoisen maaston suuria kiviä hyödynnetään ankkuroinnissa. Laitteen alle asennetaan kaksi alumiiniputkea, jotka kiilataan isojen kivien väliin. Laitteen molemmin puolin solmitaan köydet. Toinen pää kiinnitetään alumiiniputkeen ja toinen pää solmitaan tulo- ja poistoyhteen ympärille.

Laitteen asennuksen jälkeen Sauna-Sepon ympärille täytetään maata (Kuvio 16).



Kuvio 16. Sauna-Seppo ja maantäyttö

Maantäytön jälkeen laitteen sisempään säiliöön lisätään Nordkalk Filtra P-suodatinmassa, jonne vesi virtaa säiliön alaosan reikien kautta alhaalta ylöspäin.

8 Näytteiden otto ja analyysit

Sauna-Seppo asennettiin kesällä 2014 ja näytteiden ottaminen suoritettiin 16-17.8.2014 viikonloppuna. Puhdistuslaitteisto oli ollut aktiivisessa käytössä kuukauden ennen näytteiden ottamista ja analysointia. Kesän aikana tehtiin visuaalisia havaintoja Sauna-Sepon sekä laitteeseen lisätyn suodatinmassan toiminnasta.

8.1 Näytteiden otto

Näytteitä otettiin yhteensä kahdeksan kappaletta. Näytteidenottopisteitä oli kolme ja jokaisesta pisteestä otettiin kaksi näytettä. Näytepurkkeina toimivat lasiset hillopurkit, joissa oli tiiviit kannet. Ennen näytteiden ottamista kaikki näytepurkit pestiin laimealla tiskipesuaine vedellä ja huuhdeltiin huolellisesti. Tämän jälkeen näytepurkit huuhdeltiin kolme kertaa tislatulla vedellä ja ennen varsinaisen näytteen ottamista vielä tutkittavalla näytevedellä kolmeen kertaan. Huolellisella näytepurkkien huuhtelulla minimoitiin muut mahdolliset mittauksia vääristävät tekijät.

Sauna-Seppoon virtaavan jäteveden sekä puhdistetun jäteveden näytteenotto ajankoh- ta ajoittui hetkeen, jolloin saunassa oli peseytymässä henkilö. Puhtaan järiveden sekä Sauna-sepon uloimpaan säiliöön kertyvän jäteveden näytteenoton pystyi suorittamaan myös muuna kuin peseytymisajankohtana.

Ensimmäiset näytteet otettiin likaisesta jätevedestä Sauna-Sepon tuloyhteen päästä eli laitteeseen saapuvan viemäriputken päästä. Toiset näytteet otettiin puhdistuslaitteen ulommasta säiliöstä, jonne pesuvedet kerääntyvät kiintoaineiden ja rasvojen erottomi- ta varten. Kolmannet näytteet otettiin puhdistuslaitteen poistoputken päästä. Vertailun vuoksi otettiin kaksi näytettä puhtaasta järivedestä rannan läheisyydestä. Näytepurkit täytettiin mahdollisimman täyteen, suljettiin hyvin ja säilytettiin valolta suojattuna sekä viileässä siihen asti kunnes ne analysoitiin. Mittaukset suoritettiin kolme päivää näyttei- den ottamisesta.

8.2 Analyysit ja analysaattorit

Näytteiden analysoinnit suoritettiin Metropolia ammattikorkeakoulun ympäristötekniikan laboratoriotiloissa. Näytteistä määritettiin kokonaistyyppi, kokonaisfosfori, pH, lämpötila ja sameus. Kokonaistyyppi ja kokonaisfosfori analysointiin Lange DR3900 pika- analysaattorilla ja näytteiden lämmitys suoritettiin Lange LT200 laitteella. Sameus mi- tattiin Hanna HI 88713- ISO Turbidimeter laitteella sekä pH määrittäminen suoritettiin Mettler Toledon Sevengo Duopro laitteella.

8.2.1 Lämpötila, pH ja sameus

Näytteet otettiin kylmiöstä huoneenlämpöön aamulla ja mittaukset suoritettiin iltapäiväl- lä. Vesinäytteiden pH määritetään potentiometrisesti pH-mittarilla, johon on liitetty yh- distelmäelektrodi. Ihanteellinen pH:n määrittämissä lämpötila on huoneenlämpö.



Kuvio 17. pH mittaus vesinäytteistä

Näytevesiä kaadettiin pieniin dekantterilaseihin, joissa mittaus suoritettiin. pH mittari kalibroitiin laitteen ohjeiden mukaisesti (Kuvio 17). Ennen mittausta elektrodi huuhdeltiin kahteen kertaan analysoitavalla näytevedellä mittaustuloksien virhelähteiden minimoimiseksi. Elektrodi huuhdeltiin hyvin puhdistetulla vedellä jokaisen näytteen analysoinnin välissä. Mittaustulokset on esitetty liitteessä 3.

Sameus mitattiin HANNA HI 88713 mittarilla. Kyvetin pinnat puhdistettiin huolellisesti nukkaamattomalla paperilla ja silikoniöljyllä. Silikoniöljy puhdistus on erittäin tärkeää varsinkin silloin, kun näytteiden sameus on alhainen. Näin saadaan minimoitua virhetulokset kyvetin ulkopinnassa olevien pienten naarmujen vuoksi. Näytevettä lisättiin laitteen mittausastiaan ja kyvetin lasit kuivattiin. Näytekyvetti asetettiin laitteeseen ja näyttöruudusta luettiin saatu mittaustulos. Mittaustulokset on esitetty liitteessä 3.

8.2.2 Kokonaistypen määrittäminen

Kokonaistyyppi määritettiin Lange DR3900 pika-analysaattorilla. Mittausta varten vesinäytteitä esikäsiteltiin valmistajan ohjeiden mukaisesti. Vesinäytteitä pipetoitiin erillisiin näyteputkiin ja niihin lisättiin reagenssiliuosta A sekä reagenssitabletti B. Näytteitä lämmitettiin tyyppimääritykselle soveltuvalla ohjelmalla 60 minuuttia 100 asteen lämpötilassa. Lämmityksen jälkeen näyteputket jäähdytettiin ja jäähtyneisiin näyteputkiin lisättiin reagenssi C. Odotettiin reagenssin liukenemistä. Näyteliuoksia pipetoitiin testi kyvetteihin ja lisättiin reagenssia D. Lopuksi liuoksen annettiin tasaantua 15 minuuttia ennen mittausta.



Kuvio 18. Kokonaistypen määrittäminen vesinäytteistä

Kyvetti asetettiin laitteeseen sille varattuun paikkaan. Analysaattori poimi automaattisesti kokonaistypen määrittämiseen käytettävän mittausohjelman näyte kyvetin viivakoodista. Kuviossa 18 on analysaattori ja vesinäytteiden esivalmistelua. Liitteessä 3 on esitetty kaikkien näytteiden saadut tulokset.

8.2.3 Kokonaisfosforin määrittäminen

Kokonaisfosfori määritettiin vesinäytteistä samalla laitteella, kuin kokonaistyyppi. Näytteille tehtiin ohjeiden mukainen esivalmistelu ja pitoisuudet määritettiin laitteen automaattisen mittausohjelman avulla. Tulokset ovat esitetty Liitteessä 3.

9 Tulokset ja tulosten tarkastelu

Tässä osiossa tarkastellaan tuloksia ja verrataan saatuja mittaustuloksia asetuksessa määrättyihin keskimääräisiin kuormituksiin fosforin ja typen osalta. Orgaanisen aineen määrää saunan harmaista vesistä ei määritetty, joten tulokset eivät anna täysin luotettavaa kuvaa puhdistustuloksista. Kaikkien näytteiden analyysitulokset on esitetty liitteessä 3.

9.1 pH

Analysoitujen vesinäytteiden pH vaihteli 6,61 ja 10,5 välillä. Puhtaan järiveden tulokset olivat 6,53 ja 6,63. Tutkimusten perusteella Suomen pohja- ja pintavesien pH on 6-8 välillä. [19.]

Saunasta syntyneiden jätevesien pH lukemat vaihtelivat näytteiden otto ajankohdasta riippuen. Ensimmäisessä näytteessä pH oli 6,61. Tämän vesinäytteen ottamisen yhteydessä saunassa peseytyvä henkilö käytti normaalia suihkusaippuaa peseytymiseen. Toisen näytteen kohdalla saunan lauteita pestiin saunanpesu aineella ja näytteen pH oli 10,5. Ulomassa säiliössä seisovan jäteveden vesinäytteiden pH- arvot olivat 6,86 ja 6,82.

Sauna-Seposta ulos virtaavasta puhdistetusta jätevedestä otettujen näytteiden pH arvot olivat 9,90 ja 10,32. Vesi on kohtalaisen emäksistä, joka kertoo Sauna-Sepon toimivan valmistajan kuvauksen mukaisesti. Massa nostaa suodattimessa veden pH- arvon tasolle, jossa fosfori saostuu ja bakteeritoiminta lakkaa. Jos puhdistetun veden pH arvo olisi jäänyt alle yhdeksän, niin laite ei toimisi odotusten mukaisesti.

Mahdollisten mittausvirheiden minimoimiseksi elektrodin puhdistukseen kiinnitettiin erityistä huomiota. Näytteiden lämpötila oli mittaushetkellä hieman liian alhainen, mutta sen vaikutus näiden vesinäytteiden mittaustuloksiin ei vaikuttanut merkittävästi.

9.2 Sameus

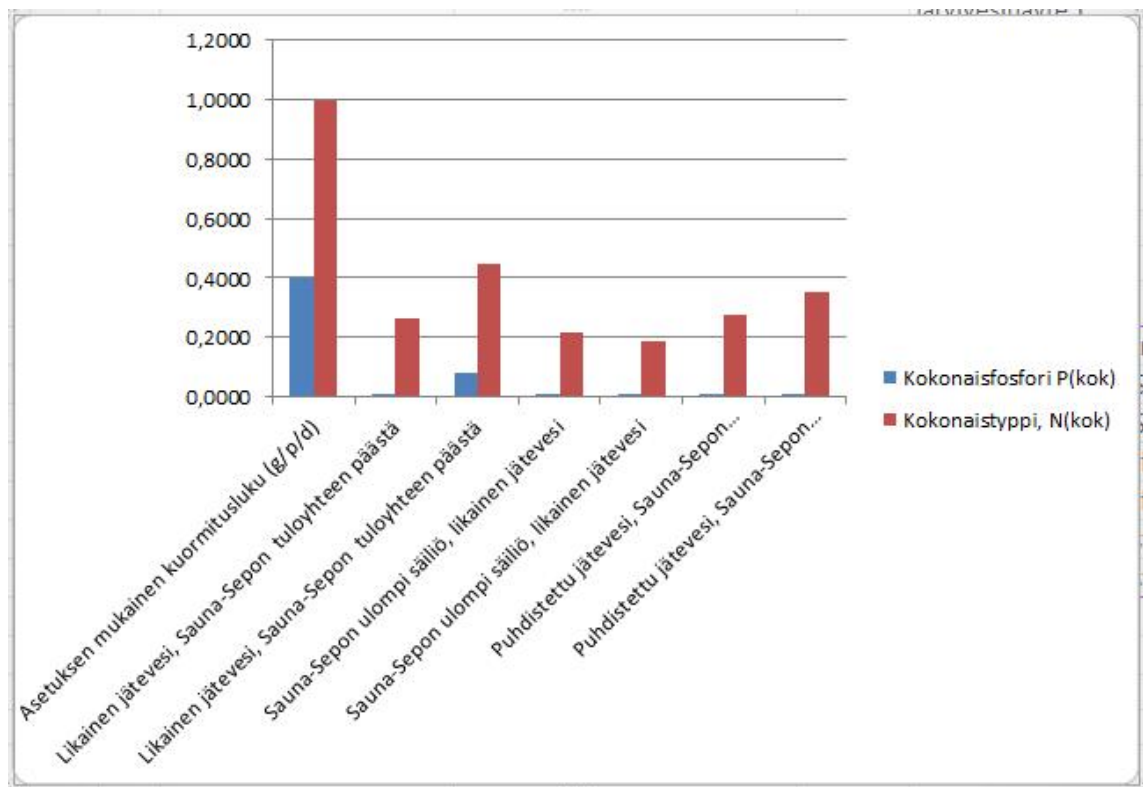
Järiveden sameus muodostuu vedessä olevista humus-, maa-, planktonlevä- ja siitepölyhiukkasista. Mitä sameampaa vesi on sitä enemmän siinä on hiukkasia. Sameus vaihtelee vuodenajan ja sademäärien mukaan. Kevättulvien ja runsaiden sateiden aikaan sameus lisääntyy. Keväällä ja loppukesästä myös kasviplanktonin määrä on runsasta. [20.]

Näytteiden mittauksissa puhtaan järivesinäytteen sameus oli 2,84 ja 3,00. Tähän verrattuna puhdistetun jäteveden sameuden arvoiksi saatiin 112,00 ja 118,00. Sauna-Sepon suodatusmassa koostuu kalkin, kipsin ja rautayhdisteiden seoksesta. Puhdistetun jäteveden sameus johtuu siihen sekoittuvan kalkin määrästä.

9.3 Kokonaistyyppi ja kokonaisfosfori

Kokonaistyyppien määrä tutkituissa vesinäytteissä oli hyvin pientä. Sauna-Seppoon tulevien jätevesien tyyppipitoisuus hieman vaihteli, joka johtui pääosin näytteidenotto hetkellä käytetyistä pesu- ja siivousaineista. Tuloksia verrattiin asetuksen määrittämään keskimääräiseen kuormitukseen peseytjää kohden vuorokaudessa (g/p/d). Kesämökillä peseytyvän yksittäisen henkilön vuorokaudessa käyttämä vesimäärä arvioitiin olevan noin 30 litraa. Kuormitusluvut ovat laskettu 30 litran vesimäärän mukaan. Vedenkulutuksen ja mitattujen pitoisuuksien perusteella voitiin laskea kuormitusluku asukasta kohden vuorokaudessa kaavan 2 avulla:

$$\text{Kuormitusluku (g/p/d)} = \frac{\text{Pitoisuus (mg/l)} \times \text{vedenkulutus (l/p/d)}}{1000} \quad (2)$$



Kuvio 19. Kokonaistyyppien ja kokonaisfosforin vertailu asetuksen määrittämään keskimääräiseen kuormitukseen peseytjää kohden vuorokaudessa (g/p/d)

Kuviossa 19 ensimmäisenä on asetuksen mukainen kuormitusluku kokonaistypen ja kokonaisfosforin osalta. Tuloksien perusteella voidaan todeta, että likaisen jäteveden pitoisuudet sekä puhdistetun jäteveden pitoisuudet jäävät alle asetuksen mukaisen vaatimuksen.

9.4 Tulosten luotettavuus

Näytteenottoon ja analyysien mittaustuloksiin vaikuttavia epävarmuustekijöitä oli muutamia. Näytteet otettiin vain yhtenä viikonloppuna ja tulokset sekä niiden vertailu asetuksen arvoihin perustuivat pelkästään senhetkisten pesuaineiden käytöstä aiheutuviin kuormituslukuihin. Mahdollisia virheitä tuloksiin voi aiheutua myös näytteiden säilytyksestä ja säilytysajasta, näytteiden kuljetuksesta sekä lämpötilasta mittausten tekemisen yhteydessä.

10 Johtopäätökset

Opinnäytetyön tarkoituksena oli parantaa kesämökin harmaiden jätevesien puhdistusta saunarakennuksesta syntyvien jätevesien osalta ja tutkia jätevesiasetuksen antamia jätevesien puhdistamiseen annettuja määräyksiä. Kesämökin nykytilanne kartoitettiin ja sen jälkeen selvitettiin eri vaihtoehtoja ja pienpuhdistamoiden tarjontaa. Laitteen valinnan jälkeen työn toteutus suunniteltiin ja asennus suoritettiin. Lisäksi työssä otettiin vesinäytteet asennetusta puhdistuslaitteesta ja ne analysoitiin laboratoriossa. Saatuja mittaustuloksia vertailtiin haja-asetusalueita koskevan jätevesiasetuksen määrittämiin kuormituslukuihin typen ja fosforin osalta. Orgaanisen aineen määrittäystä työssä ei tehty.

Harmaiden jätevesien puhdistuslaitteiden tarjonta sauna- ja keittiövesien puhdistukseen on valtava. Useiden valmistajien sivuilla kuvataan laitteiden puhdistusteho melko huonosti, mutta kerrotaan kyllä puhdistamoiden toimintaperiaate. Näiden argumenttien perusteella yksittäiset henkilöt tekevät ostopäätöksen vaikka todelliset pitoisuudet syntyvissä harmaissa jätevesissä voi jäädä jopa alle asetuksen määrittämien kuormituslukujen.

Sauna-Seppo toimii, kuten valmistaja lupasi. Tehtyjen mittausten perusteella voidaan todeta, että suodatinmassa nostaa läpi virtaavan jäteveden pH:ta jonka vaikutuksesta fosfori sitoutuu ja bakteerit sekä virukset vähenee. Typen ja fosforin pitoisuudet otettujen vesinäytteiden osalta olivat hyvin pienet ja merkittävää puhdistavaa muutosta Sauna-Sepolla ei saavutettu. Laitteen valmistajan sivuilla ei ollut orgaanisen aineen poistosta erillistä mainintaa, joka tutkimuksen mukaan on harmaiden jätevesien eniten luontoa ja ympäristöä kuormittava tekijä. Tämä on mielestäni harhaanjohtavaa, jos kuluttaja ei ole tehnyt tarkempaa selvitystä jätevesien sisällöstä ennen laitehankintaa. Tästä pitoisuudesta ei myöskään tehty mittauksia, joten sen osalta tutkimus on puutteellinen.

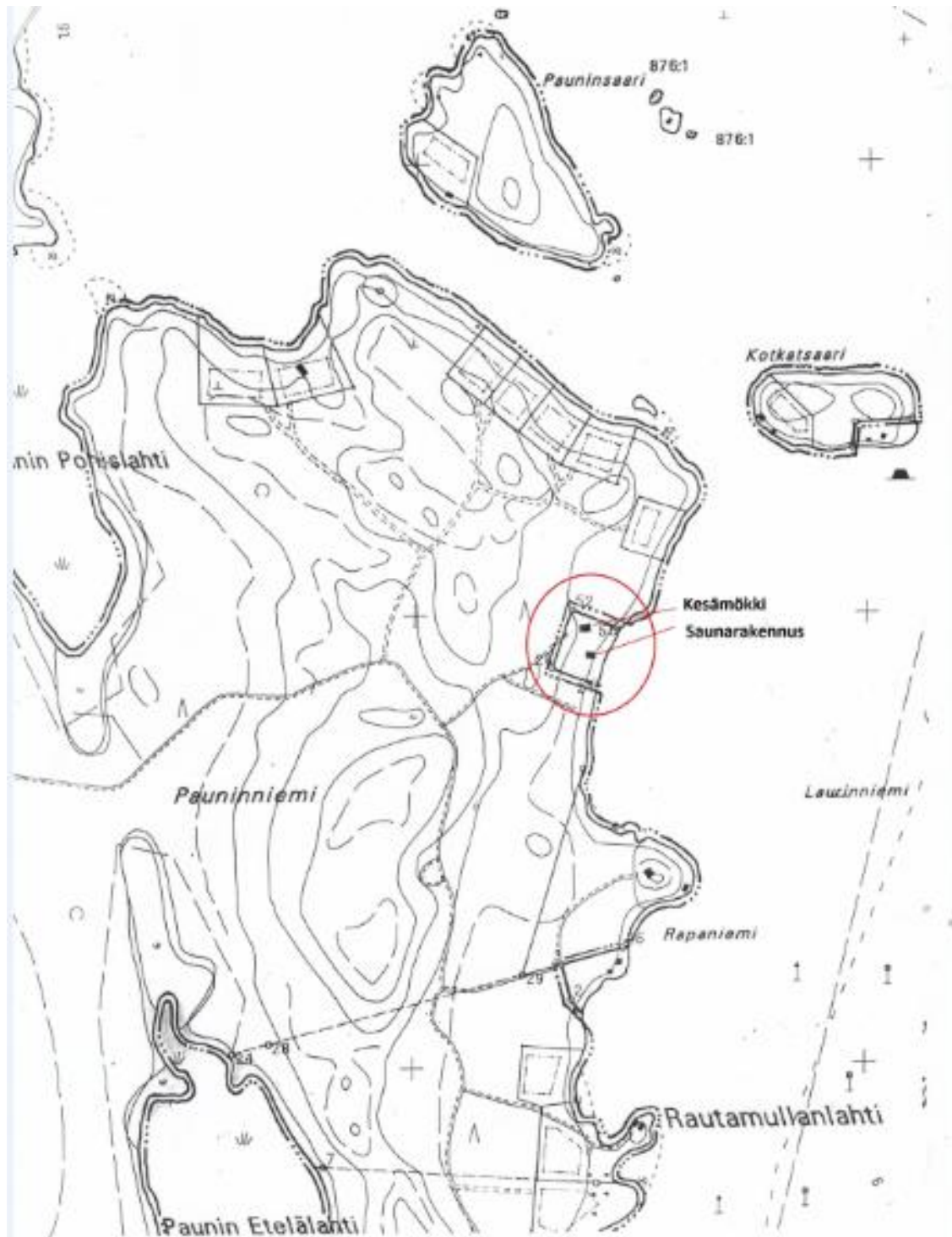
Työssä tehty selvitys asetuksen asettamista määräyksistä ja laitteiden tarjonnasta sekä valitun pienpuhdistamon suunnittelu ja asennus onnistui hyvin. Mittausten tuloksien tarkastelun jälkeen jäin pohtimaan Sauna-Sepon todellista hyötyä harmaiden jätevesien puhdistuksessa. Varsinkin, kun käyttävien pesuaineiden fosfaattipitoisuudet ovat vähentyneet merkittävästi ja sen vuoksi erillisen fosforin saostuksen tarpeellisuutta pesuvesien puhdistuksessa on vähentynyt. Harmaiden jätevesien ominaisuuksien ja pitoisuuksien tietoutta olisi hyvä lisätä kesämökkien omistajien tietouteen. Näin saataisiin varmistettua oikeanlainen puhdistusmenetelmä ja sitä kautta vähennettyä yksittäisten ihmisten jätevesistä aiheutuvaa päästöä ympäristöön.

Lähteet

- 1 Mökkikeskus. Kesämökkien jätevedet. Verkkodokumentti. <<http://www.mokkikeskus.fi/blogi/tag/mokin-harmaat-vedet/>> Luettu 19.5.2014
- 2 VNA 209/2011. Valtioneuvoston asetus talousjätevesien käsittelystä viemäriverkostojen ulkopuolisilla alueilla. Verkkodokumentti. <<http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2011/20110209>> Luettu 25.5.2014
- 3 VNA 542/2003. Valtioneuvoston asetus talousjätevesien käsittelystä vesihuolto-laitosten viemäriverkostojen ulkopuolisilla alueilla. Verkkodokumentti. <<http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2003/20030542?search%5Btype%5D=pika&search%5Bpika%5D=542%2F2003>> Luettu 19.5.2014
- 4 Jätevesiasetus pähkinänkuoressa. Verkkodokumentti. <http://www.rakentaja.fi/artikkelit/7759/uusi_jatevesiasetus.htm> Luettu 20.1.2015
- 5 Luoko ry. 2007. Haja-asutuksen jätevesiopas, katsaus maaperäkäsittelyyn. Verkkodokumentti. <<http://www.salaojakeskus.fi/pdf/hajajatevesiopas.pdf>> Luettu 24.5.2014
- 6 Harmaiden jätevesien käsittely. Verkkodokumentti. <http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Rakentaminen/Rakennushanke/Talotekniset_jarjestelmat_LVI/Kiinteiston_jatevesien_kasittely/Puhdistamosivusto_jatevesien_kasittelymenetelmista/Harmaiden_jatevesien_kasittely> Luettu 24.5.2014
- 7 Pipelife. Miksi jätevedet kuuluu puhdistaa. Verkkodokumentti. <<http://www.puhdastulevaisuus.fi/jatevesitietoa/tietoa-jatevedenpuhdistuksesta/miksi-jatevedet-tulee-puhdistaa.html>> Luettu 25.5.2014
- 8 Maasuodatus. Verkkodokumentti. <http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Rakentaminen/Rakennushanke/Talotekniset_jarjestelmat_LVI/Kiinteiston_jatevesien_kasittely/Puhdistamosivusto_jatevesien_kasittelymenetelmista/Kaikkien_jatevesien_kasittely/Jatevesien_maaperakasittely/Maasuodatus> Luettu 14.5.2014
- 9 Maahanimeytys. Verkkodokumentti. <http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Rakentaminen/Rakennushanke/Talotekniset_jarjestelmat_LVI/Kiinteiston_jatevesien_kasittely/Puhdistamosivusto_jatevesien_kasittelymenetelmista/Kaikkien_jatevesien_kasittely/Jatevesien_maaperakasittely/Maahanimeytys> Luettu 7.6.2014
- 10 Pipelife. Ympäristö. Maahanimeytys. Verkkodokumentti. <<https://www.puhdastulevaisuus.fi/jatevesitietoa/tietoa-jatevedenpuhdistuksesta/jateveden-kasittelyjarjestelmat/maahanimeyttamo.html>> Luettu 21.1.2015
- 11 Biolan. Harmaaavesisuodatin 125. Verkkodokumentti. <<http://www.biolan.fi/suomi/puhdistamot/harmaaavesisuodatin-125/kaeyttoe>> Luettu 15.4.2014
- 12 Uponor. Saunakaivo. Verkkodokumentti. <https://www.uponor.fi/ratkaisut/jateveden_kasittely/pesu_ja_saunavedet.aspx> Luettu 15.4.2014

- 13 Pipelife. Sauna-Seppo. Verkkodokumentti.
<<https://www.puhdastulevaisuus.fi/verkkokauppa/tuotteet/tuote/sauna-seppo.html>> Luettu 15.4.2014
- 14 Wikipedia. Kangasniemi. Verkkodokumentti.
<<http://fi.wikipedia.org/wiki/Kangasniemi>> Luettu 12.3.2015
- 15 Järviwiki. Puula. Verkkodokumentti.
<http://www.jarviwiki.fi/wiki/Puula_%2814.923.1.001%29> Luettu 12.3.2015
- 16 Tilastokeskus. 2012. Kesämökit. Verkkodokumentti.
<http://www.stat.fi/til/rakke/2012/rakke_2012_2013-05-24_kat_001_fi.html> Luettu 12.3.2015
- 17 Vihreä lanka. Shamppoot. Verkkodokumentti.
<<http://www.vihrealanka.fi/uutiset/ei-otsikkoa-16>> Luettu 19.3.2015
- 18 Etelämäki, Lauri, Veden käyttö Suomessa. Suomen Ympäristö 305, Vedenkäyttökäytön jakauman muodostuminen, s.44. 1999.
- 19 Laboratorioanalyysit. pH. Verkkodokumentti.
<http://www03.edu.fi/oppimateriaalit/laboratorio/ymparistoanalyysit_ph_vedesta.html> Luettu 20.4.2015
- 20 Vanajavesikeskus. 2014. Vedenlaatuopas. Sameus. Verkkodokumentti.
<http://www.vanajavesi.fi/onnimonni/wp-content/uploads/2014/02/vvk_vedenlaatuopas_vedos_191213.pdf>Luettu 21.4.2015

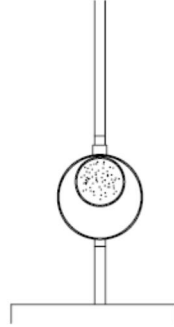
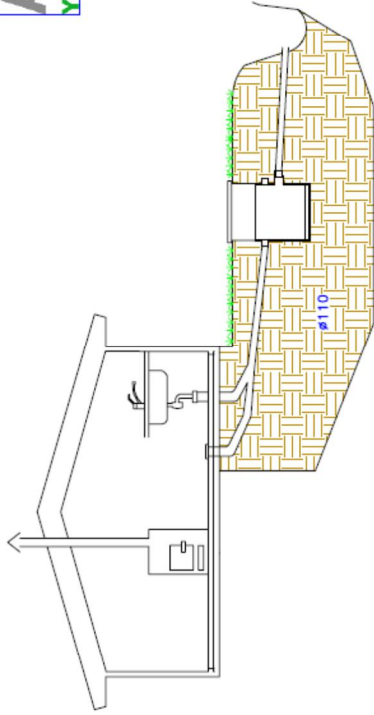
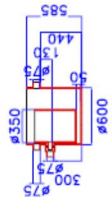
Kangasniemen kesämökin maastokartta



Sauna-Sepon rakennuspiirustus



Sauna-Seppo vähäisten vesimäärien puhdistamiseen kohteisiin, joissa ei ole lämmönvesituloa. Saunoihin ja mummomökkeihin.



TOIMITUSSISÄLTÖ:

Sauna-Seppo
Nordcalc FiltraP-fosforinpoistomassa 18 kg

Kaupunginosa / kyä	Viranomaisen merkintä	Muutos
Rakennuksen nimi ja osoite	Sisäitö PIPELIFE Sauna-Seppo	
Rakennustoimenpide	Suunniteluala	Työn numero
Päivöys ja allekirjoitus	Suunn.	Piirt.
	Tark.	Tark.

Vesinäytteiden tulokset

	Näytteenottopiste	Lämpötila, °C	pH	Sameus	Kokonaistyppi (mg/l)	Kokonaisfosfori (mg/l)
Näyte 1	Likainen jätevesi, Sauna-Sepon tuloyhteen päästä	19,8	6,61	88,90	8,79	0,171
Näyte 2	Likainen jätevesi, Sauna-Sepon tuloyhteen päästä	20,0	10,5	17,30	14,9	2,600
Näyte 3	Sauna-Sepon ulompi säiliö, likainen jätevesi	20,1	6,86	64,20	7,19	0,295
Näyte 4	Sauna-Sepon ulompi säiliö, likainen jätevesi	20,1	6,82	54,20	6,10	0,291
Näyte 5	Puhdistettu jätevesi, Sauna-Sepon ulostuloputken päästä	19,6	9,90	112,00	9,20	0,233
Näyte 6	Puhdistettu jätevesi, Sauna-Sepon ulostuloputken päästä	19,5	10,32	118,00	11,7	0,253
Näyte 7	Järvivesinäyte 1	18,2	6,53	3,00	0,623	0,100
Näyte 8	Järvivesinäyte 2	18,9	6,63	2,84	0,615	0,115