Vastaanottaja
Puumalan kunta

Asiakirjatyyppi
Raportti LUONNOS

Päivämäärä
11.11.2025

PISTOHIEKAN ALUEEN JÄTEVEDENKÄSITTELYN VAIHTOEHDOT ESISUUNNITELMA

RAMBOLL Bright ideas. Sustainable change.

Confidential

PISTOHIEKAN ALUEEN JÄTEVEDENKÄSITTELYN VAIHTOEHDOT ESISUUNNITELMA

Projekti	**Pistohiekan alueen jätevedenkäsittelyn vaihtoehdot -esisuunnitelma**
Projekti nro	**1510093760**
Vastaanottaja	**Puumalan kunta**
Asiakirjatyyppi	**Raportti**
Versio	**1**
Päivämäärä	**11.11.2025**
Laatija	**Venla Ruotanen, Marie Hedström**
Tarkastaja	**Jyri Rautiainen**
Hyväksyjä	**Jyri Rautiainen**

Ramboll
PL 25
Itsehallintokuja 3
02601 ESPOO

P +358 20 755 611
F +358 20 755 6201
https://www.ramboll.com/fi-fi/

Confidential

Sisältö

1.	YLEISTÄ	2
2.	TOIMINTAYMPÄRISTÖN KUVAUS	2
2.1	Matkailualue	2
2.2	Harmaiden jätevesien käsittely	3
3.	MITOITUSPERUSTEET JA KUORMITUSENNUSTE	4
4.	SIIRTOVIEMÄRIRATKAISU	6
5.	PURKUPAIKKASELVITYS	6
5.1	Purku vesistöön	6
5.1.1	Soveltuvuus alueelle	6
5.1.2	Mitoitus	8
5.2	Imeytyskenttä	9
5.2.1	Soveltuvuus alueelle	9
5.2.2	Mitoitus	10
6.	PROSESSIRATKAISUT	11
6.1	Yleistä	11
6.2	Vertailu	11
7.	KUSTANNUSARVIOT	14
7.1	Puhdistamoratkaisut ja siirtoviemäri	14
7.2	Jätevesien purkuputki ja imeytyskenttä	15
8.	YHTEENVETO	17

Liitteet

1. Vesihuollon yleissuunnitelman liite 1
2. Kustannusarviot

1. YLEISTÄ

Pistohiekan matkailualue sijaitsee Puumalan kunnassa Lietveden pohjoisrannalla. Alueelle on kaavoitettu 700 vuodepaikkaa ja arvioiden mukaan noin 500 vuodepaikka olisi toteutumassa tulevaisuudessa. Alueella on noin 10 mökkiä, ravintola ja saunarakennus sekä huolto- ja vastaanottorakennuksia sekä asuntovaunualue. Pistohiekan alueella on ollut käytössä kahden vuoden ajan harmaavesijärjestelmä, ja jätevedet johdetaan puhdistamon viereiseen ojaan, joka laskee vesistöön. Mustat jätevedet (WC-vedet) ohjataan umpisäiliöihin ja kuljetetaan Puumalan jätevedenpuhdistamolle. Jätevesimäärä on ollut toistaiseksi melko pieni.

Alueen kasvaessa jätevesien määrä lisääntyy niin suureksi, ettei autokuljetus ole enää taloudellisesti järkevää. Vuonna 2015 laaditussa vesihuollon yleissuunnitelmassa jätevesien määräksi on arvioitu lopputilanteessa keskimäärin 56 m^3/d. Alueelle on suunniteltu jätevedenpuhdistamoa, jonka kapasiteetti olisi 60 m^3/d. Puhdistetut jätevedet oli suunniteltu johdettavaksi purkuputkella Lietveteen. Purkuputken sijoittamiseen ei ole kuitenkaan saatu lupaa vesialueen omistavalta osakaskunnalta. Puhdistamon ympäristölupahakemuksen käsittely on toistaiseksi keskeytetty. Toisena vaihtoehtona on ollut 8,5 km pitkän siirtoviemärin rakentaminen Kuoreksenniemeen, jossa sijaitsee viemäriverkoston lähin mahdollinen liityntäpiste.

Tämä esisuunnitelman tavoitteena on löytää Pistohiekan matkailualueelle sopiva jätevedenpuhdistamon toteutusratkaisu, joka on sekä taloudellinen että kestävä. Suunnitelma sisältää uuden jätevedenpuhdistamon kuormitusennusteet, puhdistettujen jätevesien purkupaikkaselvityksen, siirtoviemäriselvityksen, maaimetysselvityksen sekä pienpuhdistamon prosessivaihtoehtojen vertailun.

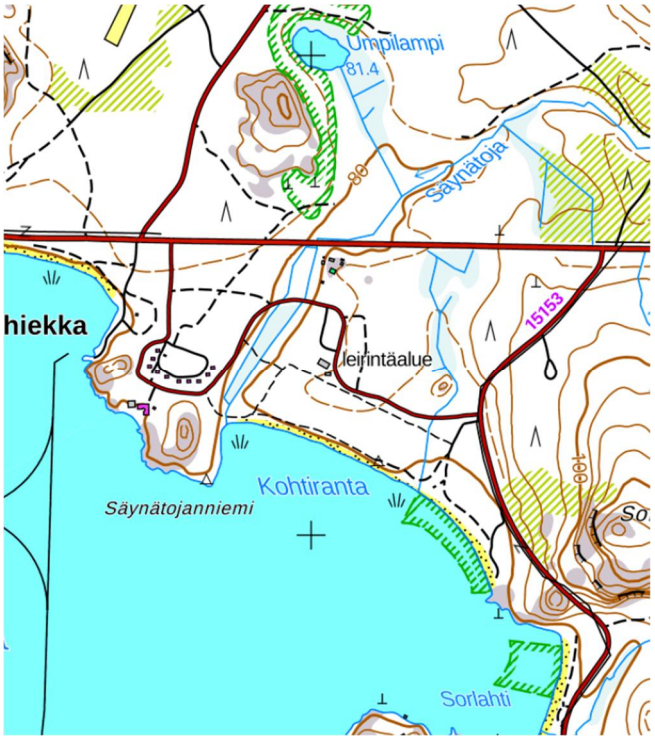
Esisuunnitelman lähtöaineistona käytetään ympäristölupahakemuksen luonnosta ja alueen asemapiirrosta. Molemmat on laatinut yritys Raita Oy, joka on toimittanut harmaavesijärjestelmän ja ehdottanut ratkaisua mustien jätevesien puhdistamiselle. Näiden lisäksi on käytetty Sito Oy:n laatima Pistohiekan alueen vesihuollon yleissuunnitelma vuodelta 2015.

2. TOIMINTAYMPÄRISTÖN KUVAUS

2.1 Matkailualue

Alueelle on rakennettu 10 mökkiä, jotka ovat mitoitettu 2-4 henkilölle. Mökeissä on minikeittiö ja kylpyhuone. Lisäksi majoittuminen on mahdollista Pistocamp-leirintäalueella, jossa ovat teltta- ja caravan-paikat, glamping-teltat, Kehto-mökit ja vaunumökki. Pistocampin alueella majoittuville ovat käytössä kahvila, suihkut, sauna, wc, yhteiskeittiö ja huoltotilat. Huoltotiloissa on vesi- ja tiskauspiste, mahdollisuus pyykinpesulle sekä caravan-autojen kemiallisen vessan tyhjentämiselle. Asuntovaunu/autopaikkoja on noin 100 kpl. Alueen muita palveluita ovat nuotiopaikka, aktiviteeteista muun muassa sup-laudat, soutuvene ja leikkipuisto sekä uimaranta. Kuvassa 1 on karttakuva Pistohiekan matkailualueelta. Alueelle on mahdollisesti tulossa lähivuosina myös hotellirakennus, jossa olisi n. 100 vuodepaikkaa.

Confidential



Kuva 1. Pistohiekan matkailualue (lähde: MML Karttapaikka).

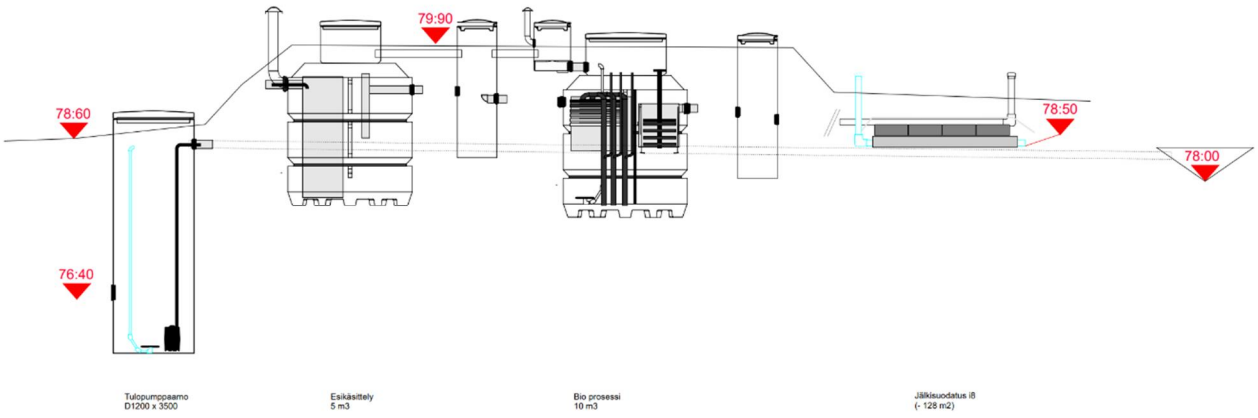
2.2 Harmaiden jätevesien käsittely

Puumalan Pistohiekan alueelle toimii tällä hetkellä Raita Oy:n harmaiden jätevesien biologinen puhdistamo, jonka mitoitus on 10 m^3/d (Raita HS). Puhdistettujen jätevesien purkupiste on viereisessä ojassa, joka laskee vesistöön. Mustat jätevedet (WC-vedet) ohjataan tällä hetkellä umpisäiliöihin ja kuljetetaan Puumalan jätevedenpuhdistamolle.

Harmaanveden biologisen puhdistamon yksikköprosessit nykytilanteessa ovat seuraavat:

- tulopumppaamo
- esikäsittely (5 m^3)
- bioprosessireaktori (10 m^3)
- jälkisuodatus (128 m^2)

Kuvassa 2 on esitetty prosessikaavio.



Kuva 2. Pistohiekan harmaaveden puhdistamon prosessikaavio (Raita OY:n laatima pääpiirustus).

3. MITOITUSPERUSTEET JA KUORMITUSENNUSTE

Vuoden 2015 vesihuoltosuunnitelmassa (Sito Oy, 2015) todetaan, että keskimääräisen vedenkulutuksen vastaavanlaisilla matkailualueilla on noin 80 l/as/d. Pistohiekan matkailualueen vuosittaiseksi vedenkulutukseksi saadaan näin ollen noin 20 000 m^3, kun alueelle suunniteltujen vuodepaikkojen määrä on 700. Tällöin alueen keskimääräinen vuorokausikulutus olisi noin 56 m^3/d ja 2,3 m^3/h.

Kuormitusennuste ohjataan toteutettavaksi kahdessa vaiheessa. Ensimmäisessä vaiheessa matkailijamäärän ennustetaan olevan 250 matkailijaa päivässä. Toisessa vaiheessa matkailijamäärän ennustetaan kasvavan 250 matkailijalla eli toisessa vaiheessa matkailijoiden määrä olisi yhteensä 500 matkailijaa päivässä. Kuormitusennusteeseen kuvataan myös kuormituksen sesonkiluonteisuus omalla kuormituskertoimellaan. Kuormitusennusteessa käytetyt mitoitusperusteet ovat taulukossa 1.

Taulukko 1. Kuormitusennusteen mitoitusperusteet.

Mitoitusperuste	Arvo	Yksikkö
Vedenkulutus	80	l/as/d
BOD	50	g/as/d
P	2,2	g/as/d
N	14	g/as/d
SS	100	g/as/d
AVL (asukasvastineluku, määritelmä)	70	BOD_7 g O_2/as*d

Kuormitusennusteen mukaan vedenkulutus vaihtelee sesongin mukaan vaiheessa 1 välillä 5-20 m^3/d mitoituksen ollessa 20 m^3/d. Vaiheessa 2 vedenkulutus on välillä 10-40 m^3/d mitoituksen ollessa 40 m^3/d. Lähtötietojen perusteella lasketut kuormitusennusteet vaiheelle 1 ja 2 ovat taulukoissa 2 ja 3.

Taulukko 2. Ensimmäisen vaiheen kuormitusennuste.

Ensimmäinen vaihe: 250 matkailijaa				
	tammi-huhtikuu	**touko-syyskuu**	**loka-joulukuu**	**Yksikkö**
Kuormituskerroin	0,25	1	0,5	
Matkailijamäärä	63	250	125	as
AVL	45	179	89	
Vedenkulutus	5	20	10	m^3/d
BOD	3,13	12,5	6,25	kg/d
	625	625	625	mg/l
P	0,14	0,55	0,28	kg/d
	27,5	27,5	27,5	mg/l
N	0,88	3,5	1,75	kg/d
	175	175	175	mg/l
SS	6,25	25	12,5	kg/d
	1250	1250	1250	mg/l

Taulukko 3. Toisen vaiheen kuormitusennuste.

Toinen vaihe: 500 matkailijaa				
	tammi-huhtikuu	**touko-syyskuu**	**loka-joulukuu**	**Yksikkö**
Kuormituskerroin	0,25	1	0,5	
Matkailijamäärä	125	500	250	as
AVL	89	357	179	
Arvioitu vedenkulutus	10	40	20	m^3/d
BOD	6,25	25	12,5	kg/d
	625	625	625	mg/l
P	0,275	1,1	0,55	kg/d
	27,5	27,5	27,5	mg/l
N	1,75	7	3,5	kg/d
	175	175	175	mg/l
SS	12,5	50	25	kg/d
	1250	1250	1250	mg/l

Kuormitusennusteen mukaan laskettu vuosittainen vedenkulutus vaiheessa 1 on noin 4600 m^3/vuosi ja vaiheessa 2 noin 9200 m^3/vuosi. Arvot ovat taulukossa 4.

Taulukko 4. Kuormitusennusteen mukainen vedenkulutus vuodessa.

Vedenkulutus		**Yksikkö**
Vaihe 1 (250 matkailijaa)	4580	m^3/vuosi
Vaihe 2 (500 matkailijaa)	9160	m^3/vuosi

4. SIIRTOVIEMÄRIRATKAISU

Alueen liittäminen kunnan vesihuoltoverkostoon on jo selvitetty vesihuoltosuunnitelmassa (Sito Oy, 2015). Tämä edellyttää jätevedenpumppaamoiden (4 kpl) sekä noin 8,5 kilometrin pituisten siirtolinjojen rakentamista Kuoreksenniemelle, jossa kunnalliseen verkostoon liittäminen voidaan toteuttaa. Siirtolinjat noudattelevat kantatie 62:n linjausta, kulkien tien pohjoispuolella.

Siirtolinjan rakentaminen edellyttää myös louhintatöitä. Suunnitelman mukaan kustannusarvio sisäisen verkoston rakentamisesta ja liittämisestä kunnan vesihuoltoverkostoon on 1,6 milj. €. Kustannusarvio on päivitetty vuoden 2024 ja kustannustaso ei ole siitä juurikaan muuttunut.

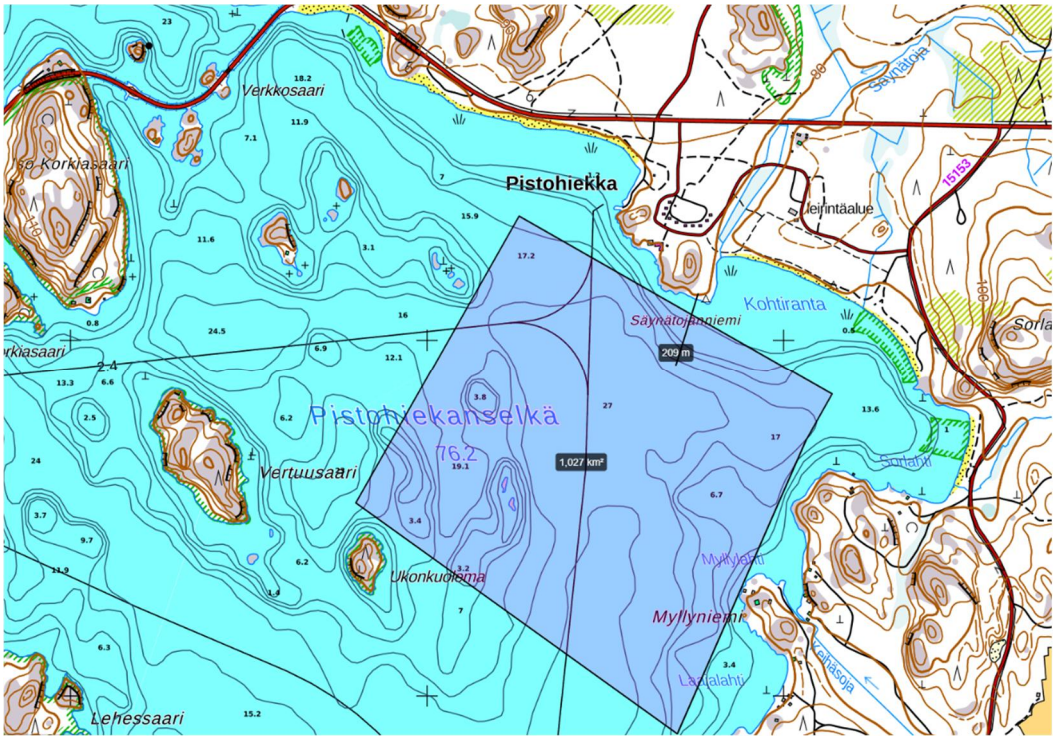
5. PURKUPAIKKASELVITYS

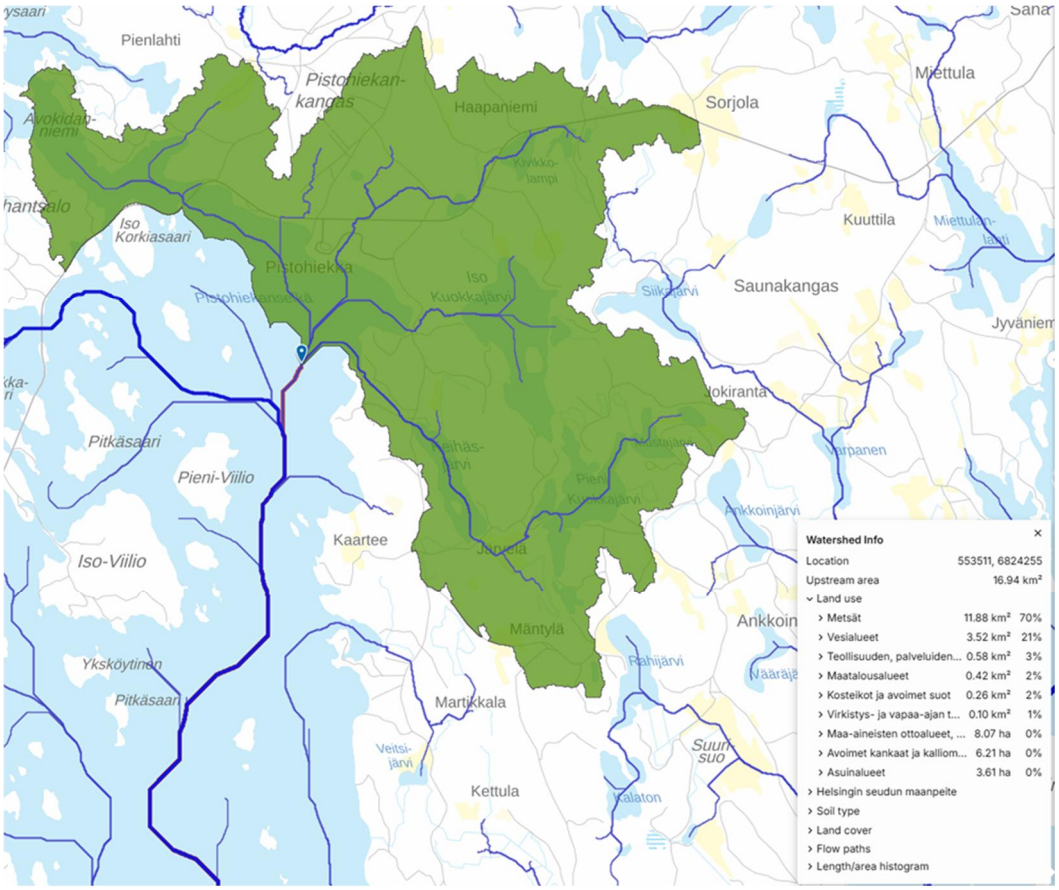
5.1 Purku vesistöön

Purkuputken avulla puhdistettu jätevesi johdetaan vesistöön, mikä on tavanomainen käytäntö yhdyskuntien jätevesienpuhdistamoilla. Soveltuvuutta puhdistettujen jätevesien purkamiselle vesistöön arvioidaan vesistön virtausolosuhteiden ja valuma-alueen tunnuslukujen avulla. Soveltuvuuden arvioinnin jälkeen purkuputkelle ja purkupisteelle määritetään optimaalinen sijainti. Vesistöön johdettava puhdistettu jätevesimäärä on 2. vaiheessa kesän sesonkiaikana 40 m^3/d eli 0,00046 m3/s.

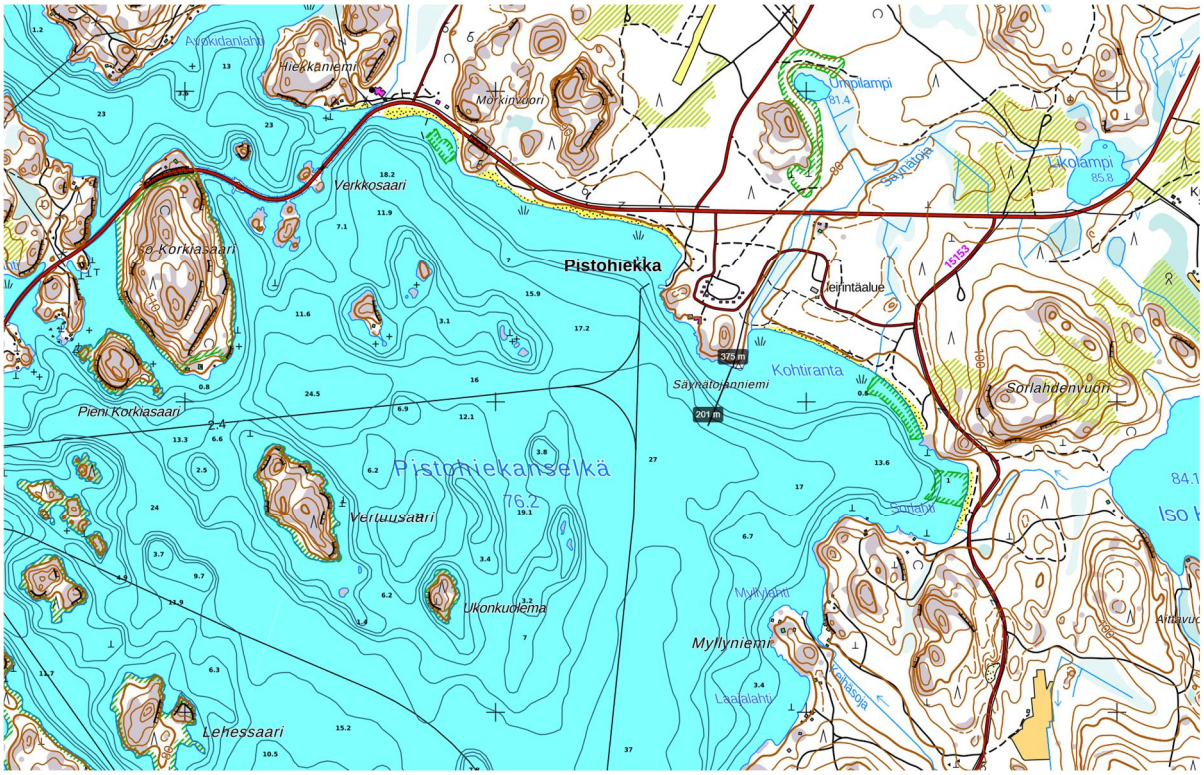
5.1.1 Soveltuvuus alueelle

Puhdistettujen jätevesien purkupaikaksi on alustavasti suunniteltu Pistohiekanaselällä olevaa syvännettä n. 200 m rannasta. Valuma-alue on juuri ennen yhtymäkohtaa noin 16,9 km^2. (kuva 2). Purkualueen vesialtaan eli Pistohiekanselän pinta-ala on yhteensä n. 2 km^2 ja välittömästi purkualueen ympärillä noin 1 km^2 ja keskisyvyys yli 10 m, jolloin altaan tilavuus on yli 10 milj. m^3. Yhden vuoden aikana purkualueelle johdettavien puhdistettujen jätevesien määrä on maksimissaan 10 000 m^3. Näin laskettu laimentumiskerroin on 1:1000 eli 0,1 %. Lähivaluma-alueilta purkualueelle kohdistuva valunta on keskimäärin n. 6 milj.m^3 vuodessa (0,19 m^3/s). Kun lisäksi huomioidaan vesistöalueen laajempien virtausten ja tuulisuuden vaikutus veden vaihtuvuuteen vesialueella, voidaan karkeasti arvioida, että purkualueen altaassa veden viipymäaika on enintään yksi vuosi, jolloin tuo laimentumissuhde 1:1000 on realistinen lähtökohta vesistöön johdettavien jätevesien aiheuttamien vaikutusten arvioimiselle. Jäätilannekarttojen perusteella Pistohiekanselän ympärillä olevissa salmissa on suhteellisen voimakas virtaus myös talviaikana, sillä virtausreitit pysyvät sulina myös talviaikaan. Tämän perusteella puhdistettujen jätevesien johtamisella Pistohiekanselälle ei ole mitattavissa olevaa vaikutusta veden laatuun tai vesistön tilaan, kun jätevedet puhdistetaan suunnitellulla tehokkuudella.





Kuva 2. Valuma-alue purkupisteessä (lähde: Scalgolive).



Säynätojan virtaamaa tai valuntaa ei ole mitattu, vaan niitä on arvioitu pienen vertailuvesistön (Huhtisuonoja) avulla. Virtaaman ja valunnan arvioidut tunnusluvut sekä jäteveden laimentumiskertoimet eri tilanteissa valuma-alueelle ovat taulukossa 5.

Taulukko 5. Valuma-alueen arvioidut virtaamat ja valunnat sekä jäteveden laimentumiskertoimet.

Valunta		Yksikkö	Virtaama		Yksikkö	Laimentumis-kerroin
Nq	2,5	l/s/km^2	**NQ**	0,042	m^3/s	0,011 (1:100)
MNq	4,0	l/s/km^2	**MNQ**	0,068	m^3/s	0,007 (1:147)
Mq	11	l/s/km^2	**MQ**	0,186	m^3/s	0,002 (1:400)
MHq	35	l/s/km^2	**MHQ**	0,592	m^3/s	0,0008 (1:1290)
Hq	55	l/s/km^2	**HQ**	0,930	m^3/s	0,0005 (1:2000)

Vesistössä tulvahuiput muodostuvat lumen sulannan seurauksena huhti-toukokuun vaihteessa.

Alivirtaamakaudellakin (talvi) teoreettinen laimentuminen on kohtalaista (1:100), mutta käytännössä silloinkin jätevesi johdetaan vesialtaan syvänteeseen, jossa vesitilavuutta on 10 milj. m^3 ja laimentuminen siten kymmenkertaista eli 1:1000. Toisaalta talviaikaan jätevesien määrä on pienimmillään ja enintään neljäsosa kesäajan virtaamasta.

5.1.2 Mitoitus

Purkuputki, joka rakennetaan paineellisena viettoviemärinä, rakennetaan hulevesien purku-uoman välittömään läheisyyteen (liite 1). Putkikooksi valitaan 160 PEH. Purkuputkelle tulee pituudeksi vesistössä noin 200 m ja maa-alueella noin 375 m.

5.2 Imeytyskenttä

Imeytyskentässä puhdistettu jätevesi suodatetaan maakerroksen läpi, jonka aikana siitä pidättyy vielä jäljellä olevat vähäiset ravinnejäämät. Alueen soveltuvuutta imeytyskentälle arvioidaan sijainnin, maaperän ja valuma-alueen tarkastelun perusteella. Soveltuvuuden arvioinnin jälkeen imeytyskentälle lasketaan mitoitusperusteet.

5.2.1 Soveltuvuus alueelle

Pistohiekan matkailualue on osittain Pistohiekankankaan pohjavesialueella, joka on luokiteltu II-luokan pohjavesialueeksi (Pistohiekan alueen vesihuollon yleissuunnitelma 2015). Maaperä on kartta-aineiston (GTK Maankamara) perusteella karkearakeista maalajia ja pohjavesialueeksi luokittelun perusteella hiekkaa ja soraa. Kairauskokeiden perusteella voitaisiin määrittää tarkemmin alueen maalajit imeytyskenttää varten. Imeytyskentällä maaperän tulee olla vettä läpäisevää kivennäismaata tai hiekkaa.

Pistohiekan alueella imeytyskenttä sijoitettaisiin matkailualueen itäpuolelle maastoon tien välittömään läheisyyteen. Kuvaan 3 on merkitty Pistohiekankankaan pohjavesialueen muodostumisalue (musta rajaus) ja pohjavesialue (sininen rajaus).



Kuva 3. Pistohiekankankaan pohjavesialueen muodostumisalue (musta rajaus) ja pohjavesialue (sininen rajaus) sekä suunniteltu imeytyskentän sijainti (punainen merkki).

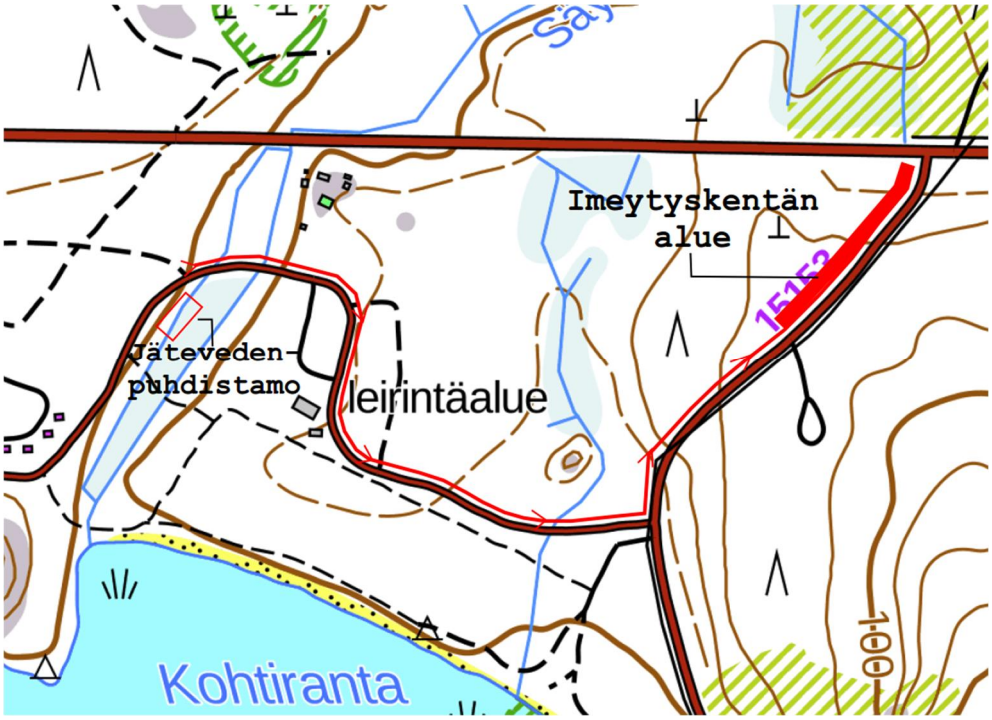
Imeytyskentän valunnan selvittämiseksi kartoitettiin myös maaston pinnanmuotoja ja etäisyyksiä pohjavesialueeseen. Pohjavesialue sijaitsee vajaan 500 m päässä pohjavesialueen muodostumisalueelta. Valunta suuntautuu alueelta poispäin (kuva 4) valuntatarkastelun mukaan. Säynätojaa pitkin vesi kulkeutuu kohti Säynätojanniemeä. Säynätojan veden laatua tulee tarkkailla säännöllisesti.



Kuva 4. Valuntatarkastelu imeytyskentältä Säynätojaan ja edelleen Lietveteen.

5.2.2 Mitoitus

Imeytyskenttä suunnitellaan ojaksi, jonne puhdistettu ja desinfioitu jätevesi johdetaan pienpuhdistamolta paineputkea pitkin (kuva 5). Putkistolle tulisi pituutta jätevedenpuhdistamolta imeytyskentälle noin 850 m.



Kuva 5. Imeytyskentän (korostettu punainen) ja sinne johdettavan putken sijainti (punainen viiva).

Jätevesi desinfioidaan pienpuhdistamolla ennen sen johtamista umpiputkella imeytyskenttään, jotta taataan jäteveden parempi hygieeninen laatu. Jätevettä imeytetään maahan rei'itetystä putkesta, jossa on 5–10 mm reikiä tasavälein. Putken alapuolelle ajetaan karkeampaa sepeliä tai soraa, johon jätevesi ensiksi imeytetään. Pidemmän aikavälin tarkastelussa tulee huomioida myös

imeytyskentän mahdollinen tukkeutuminen ja mahdollisuus maa-ainesten vaihtoon ja kunnostukseen.

Imeytysojan rakenne on seuraavanlainen:

- Imeytysoja — yksi imeytysoja
- Imeytysojan mitat — 70 m pitkä ja 1 m leveä oja tien suuntaisesti
- Putken asennussyvyys — 1…1,5 m
- Ojaston imeytyskerroksen paksuus — 0,5 m
- Ojassa oleva imeytyssora — pesty sepeli, raekooltaan 32 mm – 64 mm
- Ojaston päälle lämpöeriste — xps 80 mm
- Purkuputki rei'ittämätön — xx m PEH 110
- Purkuputki rei'itetty — xx m PEH 110
- Ojaston lämpöeristeen päälle kasataan suojakerros kaivumailla, joka maisemoidaan ja tehdään kaltevaksi poispäin ojastosta.

6. PROSESSIRATKAISUT

6.1 Yleistä

Pienpuhdistamot ovat tavallisesti laitekoneikkoja, joissa prosessin eri vaiheet on asennettu samaan koneikkoon. Puhdistusprosessin yleiset vaiheet ovat saostussäiliö, biologinen osa ja selkeytys. Biologinen puhdistus pohjautuu useimmiten aktiivilietemenetelmään tai biosuodatukseen. Fosforin saostus tehdään kemiallisesti joko alumiini- tai rautapohjaisella saostuskemikaalilla. Kaikissa prosessivaihtoehdoissa viimeisenä vaiheena on jäteveden hygienisointi UV-valoon perustuvalla desinfiointilaitteella, joka sijoitetaan puhdistamolta lähtevään paineputkeen.

Seuraavaksi tarkastellaan eri pienpuhdistamojen prosessiratkaisuja. Tarkoituksena on hyödyntää jo olemassa olevaa harmaiden jätevesien käsittelyjärjestelmää ja laajentaa sen kapasiteettia siten, että jatkossa voidaan käsitellä myös sekajätevedet.

Prosessiratkaisut soveltuvat vaiheen 1 kuormitusennusteisiin, joissa asukasvastineluku (AVL) on 179 ja jätevesikuormitus 20 m³/d. Nämä prosessiratkaisut voidaan laajentaa niin, että ne soveltuvat myös vaiheen 2 kuormitukseen, jolloin AVL olisi 358 ja jätevesikuormitus kasvaisi 40 m³/d.

6.2 Vertailu

Alla ovat lueteltuna pienpuhdistamoratkaisut vertailua varten:

1. Panostoiminen aktiivilieteprosessi
2. Jatkuvatoiminen aktiivilieteprosessi
3. Jatkuvatoiminen biosuodin
4. Jatkuvatoiminen bioroottoriprosessi

VE 1. Panostoiminen aktiivilieteprosessi käsittelee jätevettä jaksoittain. Panosten määrä vaihtelee puhdistamolta tulevan virtaaman mukaisesti. Lähtökohtana puhdistamossa käsitellään yksi tai kaksi jätevesipanosta vuorokaudessa.

Panostoimisessa aktiivilieteprosessissa jätevesi pumpataan aluksi varastosäiliöön, joka toimii samalla saostussäiliönä. Tämän jälkeen jätevesi pumpataan prosessisäiliöön, joka toimii ilmastus-

, selkeytys- ja kemikalointialtaana. Ilmastuksen aikana esikäsitelty jätevesi sekoittuu prosessisäiliössä olevaan aktiivilietteeseen, jolloin biologinen puhdistus alkaa. Ilmastusjakson lopussa jäteveteen lisätään saostuskemikaalia fosforin saostamiseksi. Prosessiin tarvittava kemikaali lisätään automaattisesti kemikaalipumpulla puhdistamolla olevasta kemikaalisäiliöstä. Ilmastuksen loputtua alkaa selkeytysjakso, jonka aikana aktiiviliete saostuu säiliön pohjalle. Selkeytyksen jälkeen kirkaste pumpataan purkuviemäriin. Prosessisäiliöstä syntyvä ylijäämäliete voidaan joko tyhjentää ajoittain loka-autolla jatkokäsittelyyn tai säilöä erillisessä tiivistävässä lietevarastossa. Prosessin yksityiskohdat voivat vaihdella laitetoimittajan mukaan.

VE 2. Jatkuvatoiminen aktiivilieteprosessi jätevesi virtaa puhdistusprosessien läpi jatkuvana virtauksena ja virtaaman suuruus on riippuvainen kulloinkin muodostuvan jäteveden määrästä. Jätevesi virtaa saostussäiliöön, joka voi toimia samanaikaisesti myös virtaaman tasaussäiliönä. Se myös vähentää biologisen prosessin kuormitusta. Tämän jälkeen jätevesi virtaa biologiseen puhdistukseen aktiivilietteen avulla. Siinä ilmastuksen aikana sekoittuu säiliössä oleva aktiiviliete esikäsiteltyyn jäteveteen, jolloin biologinen puhdistus alkaa ja aktiivilietteen mikrobit käyttävät orgaanista ainesta ravintonaan. Tämän jälkeen fosfori saostetaan vielä kemikaalin avulla ja laskeutetaan jälkiselkeytyksessä, jonka jälkeen kirkaste johdetaan purkuviemäriin. Osa lietteestä myös kierrätetään takaisin esisaostukseen jälkiselkeytyksestä. Saostussäiliö tyhjennetään tarpeen mukaisesti loka-autolla.

VE 3. Jatkuvatoiminen biosuodin prosessivaiheet toimivat pääosin samalla periaatteella kuin jatkuvatoiminen aktiiviliete lukuun ottamatta biologisen pudistuksen reaktoriosaa. Biologinen prosessi on jatkuvatoiminen kantoaineprosessi. Siinä on siis biologinen täytekappalesuodin. Biologisessa yksikössä mikrobiomassa (biofilmi) kasvaa muovisten kantoainekiekkojen pintoihin ja mikrobit käyttävät orgaanista ainesta ravintonaan. Biologinen suodin ei tarvitse ilmastusta toisin kuin aktiivilieteprosessi, mutta biosuodatusosassa voi olla ilmaa kierrättävä puhallin. Biosuotimen jälkeen vesi suodatetaan vielä jälkisuodattimella ennen johtamista purkuviemäriin.

VE 4. Jatkuvatoiminen bioroottoriprosessi perustuu mikrobisen kasvun eli biofilmin kasvuun pyörivien levyjen pinnalle bioroottorisylinterissä. Levyt upotetaan osittain jätevesialtaaseen ja osittain ilmaan, mikä mahdollistaa biofilmin kasvun. Jätevesi pumpataan tulopumppaamolla bioroottoriin, jolloin tulopumppaamo toimii myös tulevan jäteveden kiintoaineen silppurina ja esikäsittelynä. Prosessi toimii muuten painovoimaisesti. Bioprosessin jälkeen jätevesi suodatetaan esimerkiksi jälkisuodattimella, jotta kiintoainetta poistuu ennen veden johtamista eteenpäin.

Taulukossa 6 on koottu eri prosessivaihtoehtojen edut ja haitat

Taulukko 6. VE 1- 4 Prosessiratkaisuiden tekninen vertailu.

	Edut	Haitat
VE 1. Panostoiminen aktiivilieteprosessi	+Prosessi soveltuu paremmin kuin jatkuvatoiminen prosessi vaihteleviin kuormitusolosuhteisiin +Prosessi käynnistyy helposti tauon jälkeen. Aktiivilietettä voidaan tarvittaessa tuoda toiselta jätevesipuhdistamolta, jolloin mikrobikantaa ei tarvitse kasvattaa alusta alkaen	-Vaatii kompressoreilla tuotettua paineilmaa ilmastuksen, jonka vuoksi sähköenergian kulutus on suurempaa kuin biosuodin ja bioroottorin prosessi -Kompressoreista voi aiheutua ajoittaista meluhaittaa, jos äänieristys ei ole riittävää

	+Ei vaadi niin paljoa huoltoa kuin jatkuvatoiminen aktiivilieteprosessi	-Vaatii useita pumppuja prosessin toiminnan varmistamiseksi -Mikäli jäteveden joukossa on poikkeavia aineita, jäävät ne helposti kiertämään panosprosessiin, heikentäen puhdistustulosta ja tukkien pumppuja aiheuttaen huoltotoimenpiteitä
VE 2. Jatkuvatoiminen aktiivilieteprosessi	+Pitkän käyttöhistorian omaava prosessi +Prosessi käynnistyy helposti tauon jälkeen. Aktiivilietettä voidaan tarvittaessa tuoda toiselta jätevesipuhdistamolta, jolloin mikrobikantaa ei tarvitse kasvattaa alusta alkaen	-Pienissä laitoksissa ja vaihtelevissa kuormitustilanteissa häiriöherkkä **-**Vaatii kompressoreilla tuotettua paineilmaa ilmastuksen, jonka vuoksi sähköenergian kulutus on suurempaa kuin biosuodin ja bioroottorin prosessi **-**Kompressoreista voi aiheutua ajoittaista meluhaittaa **-**Vaatii eri vaihtoehdoista eniten huoltoa ja valvontaa
VE 3. Jatkuvatoiminen biosuodin	**+**Prosessi toimii hyvin kaikissa olosuhteissa, eikä ole herkkä kuormitusvaihteluille **+** Edulliset käyttökustannukset, ei vaadi ilmastusta eikä monia pumppuja **+**Vaatii vähemmän huoltoa ja valvontaa kuin aktiivilieteprosessit	**-**Biofilmin muodostuminen kestää muutamia viikkoja, joten nopea käynnistäminen ei ole mahdollista, jos mikrobikanta kuolee **-**Suodattimen tukkeutumisriski
VE 4. Jatkuvatoiminen bioroottoriprosessi	**+**Prosessi toimii hyvin kaikissa olosuhteissa, eikä ole herkkä kuormitusvaihteluille **+**Edulliset käyttökustannukset, ei vaadi	**-**Mekaanisten osien kuluminen **-**Bioroottoriprosessia ei ole Suomessa markkinoilla tarjolla näin pieneen kohteeseen. On hieman isompien laitosten prosessi.

	ilmastusta eikä monia pumppuja **+**Vaatii vähemmän huoltoa ja valvontaa kuin aktiivilieteprosessit **+**Biofilmi kasvaa nopeammin kuin biosuodin	**Bioroottoriratkaisua ei oteta huomioon kustannusarvioissa**

7. KUSTANNUSARVIOT

7.1 Puhdistamoratkaisut ja siirtoviemäri

Puhdistamoratkaisujen ja siirtoviemärin kustannukset koostuvat investointikustannuksista sekä käyttökustannuksista. Taulukossa 7 on eriteltynä pienpuhdistamoiden ja siirtoviemärin kustannusarviot investointi- ja käyttökustannuksista vaiheelle 1.

Taulukko 7. Puhdistamoratkaisuiden ja siirtoviemärin kustannusarviot vaiheelle 1.

INVESTOINTI-KUSTANNUKSET		**Vaihe 1**			
		VE 1	**VE 2**	**VE 3**	**VE 4**
		Panospuhdistamo	Aktiiviliete, jatkuvatoiminen	Biosuodin	Siirtoviemäri
Rakennustyöt	€	20 000	20 000	20 000	1 089 000
Koneistotyöt	€	30 500	46 000	46 000	0
SAI-työt	€	14 000	17 000	17 000	0
LVI-työt	€	14 000	17 000	17 000	0
Yleiskustannukset, 25 %	€	19 625	25 000	25 000	272 250
YHTEENSÄ	**€**	**98 125**	**125 000**	**125 000**	**1 361 250**
Vuotuinen annuiteetti	€/a	7 564	9 726	9 726	78 721
KÄYTTÖ-KUSTANNUKSET					
Energia	€/a	820	715	572	1 139
Kemikaalit	€/a	4 950	4 950	4 350	0
Lietteenkäsittely	€/a	1 000	1 000	1 000	10 220
Kunnossapito	€/a	6 000	6 000	6 000	8 445
YHTEENSÄ	**€/a**	**12 770**	**12 665**	**11 922**	**19 804**
VERTAILU-KUSTANNUKSET	**€/a**	**20 334**	**22 391**	**21 648**	**98 525**
	€/m3	**2,79**	**3,07**	**2,97**	**6,75**
Laskutettu vesimäärä	**m3/d**	20	20	20	40*

*Siirtoviemäri vaihtoehto on mitoitettu vaiheen 2 kuormitukseen

Mikäli päätetään investoida puhdistamon laajennukseen, sekä investointikustannukset että käyttökustannukset kasvavat. Kustannukset nousevat, kun prosessiin lisätään uusi moduuli tai

säiliö sekä tarvittava instrumentointi, jotta puhdistamo soveltuu kaksinkertaiselle virtaamalle (40 m^3/d).

Taulukossa 8 on esitetty pienpuhdistamoiden investointi- ja käyttökustannusarviot. Taulukossa on esitetty vaiheen 2 kokonaisinvestointikustannukset, mukaan lukien vaiheen 1 investointikustannukset. On oletettu, että investointikustannukset ovat noin 70 % vaiheen 1 investointikustannuksista. Taulukossa on myös esitetty vaiheen 2 käyttökustannusten arvio. Oletetaan, että käyttökustannukset kaksinkertaistuvat vaiheessa 2.

Taulukko 8. Puhdistamoratkaisuiden kustannusarviot vaiheelle 2 (mukaan lukien vaiheen 1 investointikustannukset).

INVESTOINTI-KUSTANNUKSET		**Vaihe 1 ja 2**		
		VE 1	**VE 2**	**VE 3**
Rakennustyöt	€	34 000	34 000	34 000
Koneistotyöt	€	57 730	78 200	78 200
SAI-työt	€	23 800	28 900	28 900
LVI-työt	€	23 800	28 900	28 900
Yleiskustannukset, 25 %	€	34 833	42 500	42 500
YHTEENSÄ	**€**	**174 163**	**212 500**	**212 500**
Vuotuinen annuiteetti	€/a	13 450	16 534	16 534
KÄYTTÖ-KUSTANNUKSET				
Energia	€/a	1 380	1 170	884
Kemikaalit	€/a	9 900	9 900	8 700
Lietteenkäsittely	€/a	2 000	2 000	2 000
Kunnossapito	€/a	6 000	6 000	6 000
YHTEENSÄ	**€/a**	**19 280**	**19 070**	**17 584**
VERTAILU-KUSTANNUKSET	**€/a**	**32 730**	**35 604**	**34 118**
	€/m3	**2,24**	**2,44**	**2,34**
Laskutettu vesimäärä	**m3/d**	40	40	40

7.2 Jätevesien purkuputki ja imeytyskenttä

Jätevedet puretaan puhdistamisen jälkeen joko:

- VE A: purkuputkea pitkin Lietveden Pistohiekanselälle tai
- VE B: ne johdetaan paineputkella imeytyskentälle

Jäteveden purku on mitoitettu suoraan vaiheen 2 kuormitukselle eli 40 m^3/d.

Kustannusarvioiden mukaan VE A investointikustannukset ovat 64 700 € käyttökustannusten ollessa vuotuisasti 260 €. Vertailukustannukset ovat vuosittain noin 4000 € ja 0,27 €/m^3. VE 2 investointikustannukset ovat 111 000 € käyttökustannusten ollessa vuotuisasti 3900 €. Vertailukustannukset ovat vuosittain noin 10 800 € ja 0,74 €/m^3. Taulukkoon 9 ovat eriteltynä VE A ja B vertailukustannukset.

Taulukko 9. Jätevesien purkuputken ja imeytyskentän kustannusarviot.

INVESTOINTI-KUSTANNUKSET		**VE A** Purkuputki	**VE B** Imeytyskenttä
Rakennustyöt	€	51 750	73 150
Koneistotyöt	€	0	10 800
SAI-työt	€	0	5 000
LVI-työt	€	0	0
Yleiskustannukset, 25 %	€	12 938	22 238
YHTEENSÄ	**€**	**64 688**	**111 188**
Vuotuinen annuiteetti	€/a	3 741	6 937
KÄYTTÖ-KUSTANNUKSET			
Energia	€/a	0	130
Kunnossapito	€/a	259	761
Käyttöhenkilökunta	€/a	0	3 000
YHTEENSÄ	**€/a**	**259**	**3 891**
VERTAILUKUSTANNUKSET	**€/a**	**4 000**	**10 828**
	€/m3	**0,27**	**0,74**
Laskutettu vesimäärä	**m3/d**	40	40

Taulukossa 10 on esitetty puhdistamo- ja purkupaikkavaihtoehtojen sekä siirtoviemärivaihtoehdon kokonaisvertailu panospuhdistamoprosessia (VE1) käyttäen. Vertailuhinta purkuputkivaihtoehdolla on 2,52 €/m3, imeytyskenttävaihtoehdolla 2,98 €/m3 ja siirtoviemärivaihtoehdolla 6,75 €/m3. Siirtoviemärikustannuksissa on huomioitu jätevedenpuhdistuksen kustannuksena 0,70 €/m^3. Siirtoviemärin investointikustannus on 1,1 M€ suurempi kuin paikallisen puhdistamon investointikustannus ja käyttökustannukset samaa suuruusluokka kuin paikallisessa puhdistamossa.

Taulukko 10. Jätevesien kokonaisratkaisujen kustannusarviot.

INVESTOINTI-KUSTANNUKSET		**VE 1 + VE A** Panospuhdistamo + Purkuputki	**VE 1 + VE B** Panospuhdistamo + Imeytyskenttä	**VE 4** Siirtoviemäri
Rakennustyöt	€	85 750	107 150	1 089 000
Koneistotyöt	€	57 730	68 530	0
SAI-työt	€	23 800	28 800	0
LVI-työt	€	23 800	23 800	0
Yleiskustannukset, 25 %	€	47 770	57 070	272 250
YHTEENSÄ	**€**	**238 850**	**285 350**	**1 361 250**
Vuotuinen annuiteetti	€/a	17 191	20 387	78 721
KÄYTTÖ-KUSTANNUKSET				
Energia	€/a			
Kunnossapito	€/a			
Käyttöhenkilökunta	€/a			
YHTEENSÄ	**€/a**	**19 539**	**23 171**	**19 804**
VERTAILUKUSTANNUKSET	**€/a**	**36 729**	**43 558**	**98 525**
	€/m3	**2,52**	**2,98**	**6,75**
Laskutettu vesimäärä	**m3/d**	40	40	40

8. YHTEENVETO

Pistohiekan matkailualue sijaitsee Puumalan kunnassa Lietveden pohjoisrannalla. Alueelle on kaavoitettu 700 vuodepaikkaa ja arvioiden mukaan noin 500 vuodepaikka olisi toteutumassa tulevaisuudessa. Alueella on noin 10 mökkiä, ravintola ja saunarakennus sekä huolto- ja vastaanottorakennuksia sekä asuntovaunualue. Pistohiekan alueella on ollut käytössä kahden vuoden ajan harmaavesijärjestelmä, ja jätevedet johdetaan puhdistamon viereiseen ojaan, joka laskee vesistöön. Mustat jätevedet (WC-vedet) ohjataan umpisäiliöihin ja kuljetetaan Puumalan jätevedenpuhdistamolle. Vedenkulutus vaihtelee sesongin mukaan.

Kuormitusennusteen oletetaan toteutuvan vaiheittain ja puhdistamon kapasiteettia rakennettaisiin kahdessa vaiheessa. Ensimmäisessä vaiheessa matkailijamäärän ennustetaan olevan 250 matkailijaa päivässä, jolloin vedenkulutuksen on noin 20 m^3/d. Toisessa vaiheessa matkailijamäärän ennustetaan kasvavan 250 matkailijalla, jolloin vedenkulutus on 40 m^3/d. Kun sesonkien kuormitusvaihtelut huomioidaan vedenkulutuksessa, vuotuiseksi vedenkulutukseksi arvioidaan vaiheessa 1 vajaa 5 000 m^3/d ja vaiheessa 2 vajaa 10 000 m^3/d.

Imeytyskentän toteuttamiseksi arvioitiin alueen soveltuvuutta Pistohiekan itäpuolisella alueella. Imeytyskenttä rakennettaisiin pistohiekan itäpuolelle, josta valunta suuntautuisi kohti Säynätojaa, jolloin pohjavesialue rajautuisi valunnan ulkopuolelle. Alueen arvioidaan olevan karkeaa maalajia, mikä soveltuisi imeytyskentän rakentamiselle. Imeytyskentän investointikustannuksien arvioidaan olevan noin 111 000 € vuotuisten vertailukustannusten ollessa noin 10 800 €/a ja 0,74 €/m^3.

Jos puhdistettu jätevesi puretaan suoraan vesistöön, vaiheen 2 suurimman kuormituksen keskimääräinen laimentumissuhde (40 m^3/d) on noin 1:1000. Purkuputken pituus olisi noin 200 m rannasta Pistohiekanselälle ja kokonaispituus puhdistamolta noin 575 m. Kustannusarvioissa purkuputken investointikustannukset olisivat noin 65 000 € vuotuisten vertailukustannusten ollessa noin 4 000 €/a ja 0,27 €/m^3.

Prosessivertailussa nostettiin esiin, että panostoiminen aktiivilieteprosessi (VE1) soveltuu parhaiten kuormitusvaihteluille ja biologisen toiminnan käynnistäminen on nopeaa, jos aktiiviliete tuodaan toiselta laitokselta. Panostoiminen aktiivilieteprosessi on myös investointikustannuksiltaan alustavasti edullisin. Jatkuvatoiminen aktiivilieteprosessi (VE2) ei sovellu niin hyvin vaihtelevaan virtaukseen ja vaatii eniten huoltoa ja valvontaa verrattuna muihin prosessivaihtoehtoihin. Jatkuvatoiminen biosuodinprosessi (VE3) on hyvä vaihtoehto, koska se vaatii vähiten käyttökustannuksia ja soveltuu vaihteleviin kuormituksiin. Tämän prosessin biologinen ylösajo on kuitenkin pidempi kuin aktiivilieteprosessin, koska biofilmin kasvattaminen kantoaineisiin aloitetaan usein tyhjästä, eikä mikrobikantaa voida siirtää toiselta laitokselta. Kaikkien prosessivaihtoehtojen kustannukset kasvavat noin 70 %, jos tarvitaan laajennus vaihe 2 kuormitusennusteisiin, mutta laajennus on mahdollinen kaikissa vaihtoehdoissa.

Vaiheen 1 kustannusarvioiden mukaan pienpuhdistamoiden VE 1, VE 2 ja VE 3 investointikustannukset olivat 98 000 € (VE 1) ja 125 000 € (VE 2 ja 3). Vuotuiset kokonaiskustannukset arvioitiin pienpuhdistamoilla olevan 20 300 € (VE 1), 22 400 € (VE 2) ja 21 600 € (VE 3) ja 2,79 €/jv-m^3 (VE 1), 3,07 €/jv-m^3 (VE2) ja 2,97 €/jv-m^3 (VE3). Mikäli puhdistamo päätetään laajentaa vaiheen 2 kuormitukselle sopivaksi, investointikustannukset kasvavat arviolta 76 000 € (VE 1) ja 88 000 € (VE 2 ja 3). Vuotuiset kokonaiskustannukset ovat silloin 32 700 € (VE 1), 35 600 € (VE 2) ja 34 100 € (VE 3) ja 2,24 €/jv-m^3 (VE 1), 2,44 €/jv-m^3 (VE2) ja 2,34 €/jv-m^3 (VE3).

Kustannusarvioiden mukaan siirtoviemäriratkaisu VE5 maksaa arviolta 1 361 000 € vuotuisten kokonaiskustannusten (vuotuiset investointikustannukset + käyttökustannukset) ollessa vuotuisasti noin 98525 € ja 6,75 €/jv-m3.

Ympäristölupaprosessin kannalta imeytyskenttä olisi todennäköisesti helpompi vaihtoehto, sillä imeytyskentän alue on kunnan omistuksessa. Purkuputki vesistöön olisi hieman edullisempi vaihtoehto, mutta sen rakentaminen ja luvittaminen edellyttäisi vesialueen omistajalta suostumusta. Jos suostumusta ei saada, lupaprosessi voi kestää useita vuosia.
Tämän tarkastelun perusteella puhdistettujen jätevesien johtamisella suunniteltuun purkupisteeseen ei kuitenkaan olisi mitään havaittavia tai mitattavissa olevia vaikutuksia vesialueen veden laatuun tai vesistön tilaan, sillä alueen virtausolosuhteiden ja jätevesien pienen määrän vuoksi laimentumisolosuhteet vesialueella ovat erittäin hyvät. Kun puhdistettu ja hygienisoitu jätevesi johdettaisiin 200 m:n päähän rannasta 20 metrin syvyyteen, ei siitä aiheudu myöskään hygieenistä riskiä alueen uimarannoille.

Confidential