

Hyväristönmäen suunnitellun jätevesipuhdistamon hajupäästöjen leviämismallinnus

Lappeenrannan Lämpövoima Oy

Hannu Lauri
Heimo Vepsä
Titta Anttila

Pöyry Finland Oy, Ympäristötutkimus, Oulu

Copyright © Pöyry Finland Oy

Kaikki oikeudet pidätetään Tätä asiakirjaa tai osaa siitä ei saa kopioida tai jäljentää missään muodossa ilman Pöyry Finland Oy:n antamaa kirjallista lupaa.

Sisäinen tarkistussivu

Asiakas	Lappeenrannan Energia Oy
Otsikko	Hyväristömäen suunnitellun jätevesipuhdistamon hajupäästöjen leviämismallinnus
Projekti	
Vaihe	1.0
Työnumero	
Luokitus	
Piirustus/arkistointi/sarjanro.	
Tiedoston nimi	Hyvaristonmaki_hajumallinnus_v2.docx
Tiedoston sijainti	
Järjestelmä	Microsoft Word 14.0
Ulkoinen jakelu	
Sisäinen jakelu	
Contribution	
Vastaava yksikkö	
Revisio	
Alkuperäinen	
Dokumentin pvm	4.5.2017
Laatija/asema/allekirj.	Hannu Lauri, Consultant
Tarkistuspvm	4.5.2017
Tarkistanut/asema/allekirj.	Kristian Sahlstedt, osastopäällikkö
A	
Dokumentin pvm	
Laatija/asema/allekirj.	
Tarkistuspvm	
Tarkistanut/asema/allekirj.	
B	
Dokumentin pvm	
Laatija/asema/allekirj.	
Tarkistuspvm	
Tarkistanut/asema/allekirj.	

Sisältö

1	JOHDANTO	2
2	HYVÄRISTÖNMÄEN PUHDISTAMON HAJUKUORMITUS	2
3	HAJUKUORMITUKSEN ARVIOINTI	4
3.1	Hajupitoisuus ja hajukuormitus	4
3.2	Hajupäästön leviäminen	4
3.3	Arviointimenetelmä ja epävarmuustekijät	4
3.4	Ilmanlaadun raja- ja ohjearvot	5
3.5	Säätiedot	5
3.6	Maastotiedot	7
3.7	Hajukuormituksen arviointi	7
3.8	Laskentavaihtoehtojen hajukuormitus	7
4	TULOKSET	8
4.1	Vaihtoehto VE1	8
4.2	Vaihtoehto VE2	11
4.3	Vaihtoehto VE3	11
5	TULOSTEN TARKASTELU	14
6	MALLINETUN HAJUPÄÄSTÖN TARKASTELU TOIKANSUON JÄTEVEDENPUHDISTAMON ALUEELLA	14
7	LÄHDELUETTELO	16
	LIITE 1: MALLINNUKSEN LÄHTÖTIETOJA	17

1 JOHDANTO

Tässä selostuksessa on arvioitu Lappeenrannan Energian suunnitteleman Hyväristömäen jätevesipuhdistamon aiheuttamia hajupäästöjä laitoksen lähialueelle ilmanlaatumallinnuksen avulla. Jätevesipuhdistamolle suunniteltu alue sijaitsee noin 5,5 km Lappeenrannan keskustasta etelä-kaakkoon. Sijainti on esitetty kuvassa 1.

Hajupäästön leviämislaskelma tehtiin AERMOD - mallilla. Mallinnuksen lähtökohdaksi oli arvio suunnitellun laitoksen hajukuormituksesta ja lopputuloksena saatiin arvio lähialueen todennäköisistä hajupitoisuuksista. Tulokset on esitetty karttapohjalla tilastollisina arvoina esim. siitä miten usein häiritsevä hajupitoisuus ylittyy vuodessa.

2 HYVÄRISTÖNMÄEN PUHDISTAMON HAJUKUORMITUS

Suunniteltu jäteveden puhdistamon suunniteltu läpivirtaama on 20 000 m³/d, ja asukaskäytöstä 119 000. Puhdistamo toimii aktiivilieteprosessilla, jossa jäteveden reitti on seuraava: esikäsittely (välppäys ja hiekanerotus), HYBAS-aktiivilieteprosessi (ilmastus ja jälkiselkeytys), sekä jälkikäsittely. Puhdistusprosessissa syntyvät lietteet sakeutetaan ja kuivataan, minkä jälkeen ne kuljetetaan jälkikäsittelyyn muualle.

Tarkastelussa käsitellään kolmea skenaariota:

- Vaihtoehdossa VE1 puhdistamolla ei käytetä hajunpoistoa
- Vaihtoehdossa VE2 hajukaasut käsitellään UV-säteilytykseen ja aktiivihiihihiisuodatukseen perustuvalla hajunpoistolaitteistolla
- Vaihtoehdossa VE3 käytetään vaihtoehdon VE1 hajupäästöjä kaksinkertaisena (ns. worst case scenario)

Hajupäästöjen arviointi suunnitelluille laitoksille on jossakin määrin epävarmaa, koska mallinnettavaa hajulähdettä ei vielä ole olemassa. Vaihtoehdot VE1 ja VE2 edustavat tässä todennäköistä tilannetta, vaihtoehdolla VE3 haetaan puolestaan ylärajaa, jota pienemmäksi toteutuva hajutilanne mitä todennäköisimmin jää.

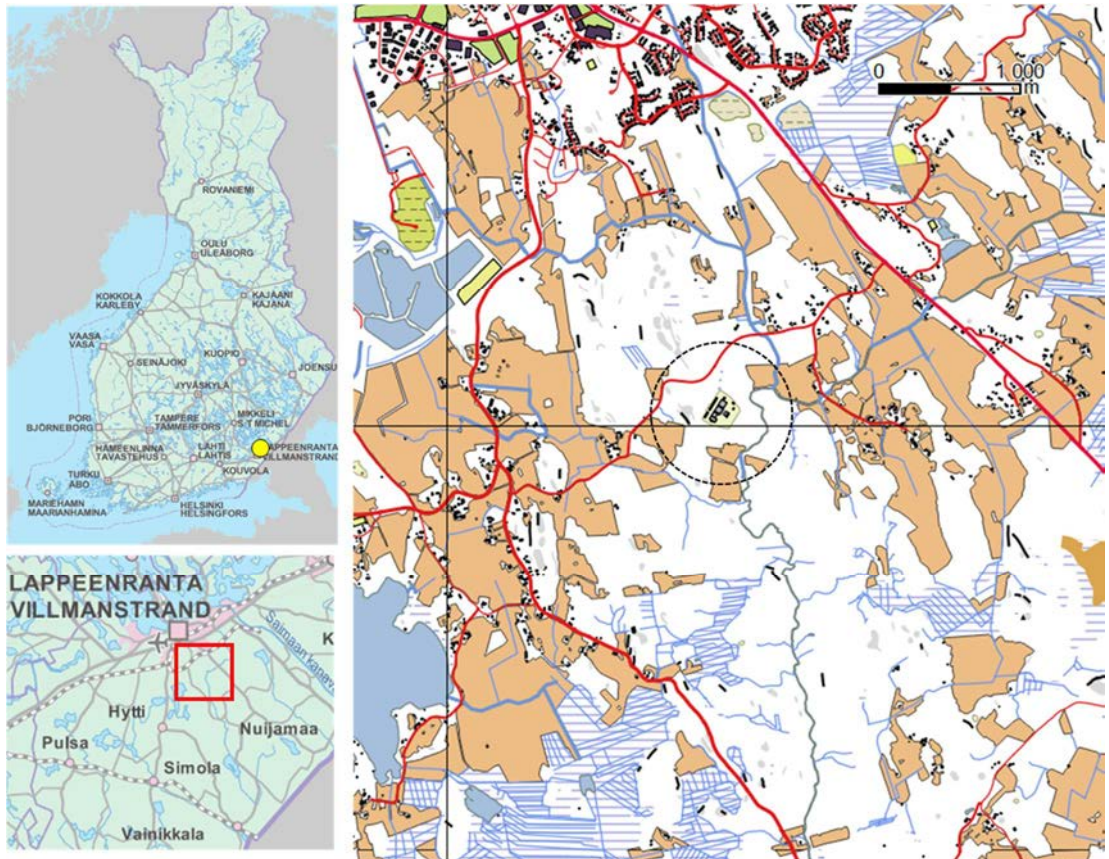
Kaikissa tapauksissa jäteveden puhdistukseen liittyvät prosessit suoritetaan sisätiloissa. Tilojen ilmanvaihto ohjataan tapauksissa VE1 ja VE3 suoraan ulos ja tapauksessa VE2 hajunpoistoprosessiin ja sitä kautta ulos. VE1 ja VE3 mallittavat siis tilannetta, jossa puhdistamolla ei ole hajujen käsittelyä tai hajunkäsittely on jostain syystä poissa käytöstä. Tarkemmat päästöparametrit on arvioitu liitteessä 1.

Puhdistetut jätevedet

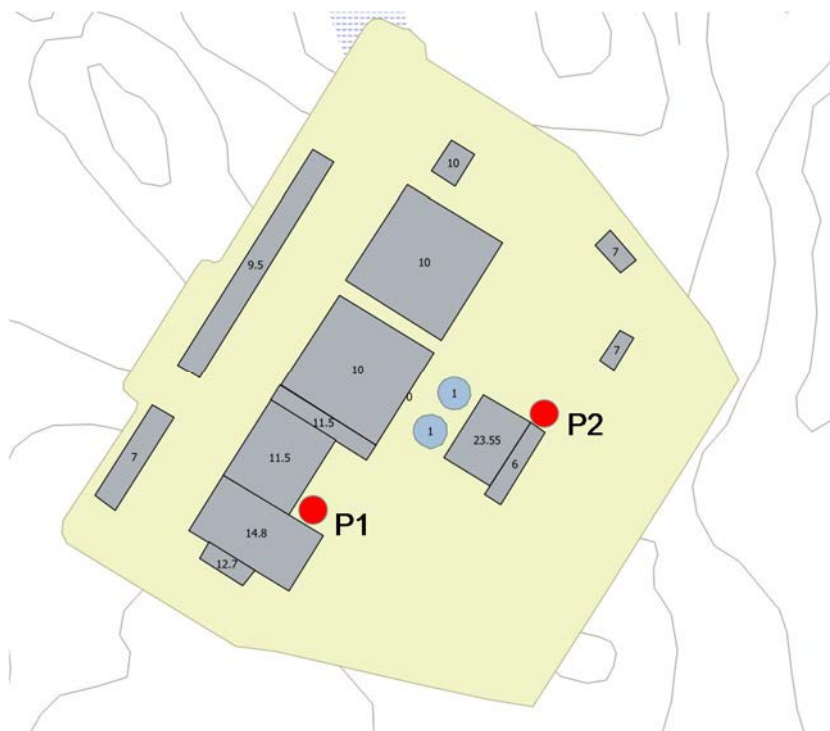
Puhdistetut jätevedet johdetaan Rakkolanjokeen. Puhdistetuista jätevesistä ja purkupuikasta ei tule hajupäästöjä.

Puhdistamolietteen siirto

Jätevedenpuhdistamolla muodostuu puhdistamolietettä 60000 – 90000 t/a. Puhdistamoliette siirretään lietesiihlooloon ja kuljetetaan jälkikäsittelyyn muualle maanteitse. Lietteiden kuormaus on suunniteltu tapahtuvan sisätiloissa.



Kuva 1. Hyväristönmäen jätevedenpuhdistamon sijainti. Katkoviivalla merkityn ympyrän säde 500 m.



Kuva 2. Mallilaskennassa käytetty laitosten sijainti ja hajukuormituspisteet P1 ja P2 (esitetty punaisilla pisteillä). Kuvassa myös rakennusten korkeudet metreinä

3 HAJUKUORMITUKSEN ARVIOINTI

3.1 Hajupitoisuus ja hajukuormitus

Hajupitoisuutta mitataan tyypillisesti hajuyksiköinä kuutiometriä kohden (HY/m^3). Hajuyksikkö on subjektiivinen, suure, joka on määritelty siten, että yhden hajuyksikön pitoisuus vastaa hajumäärää, jolla 50 % ihmistä tunnistaa hajua olevan (havaintokynnys). Noin $5 \text{ HY}/\text{m}^3$ pitoisuus mielletään yleensä häiritseväksi hajuna.

Hajukuormitus puolestaan aiheutuu hajua aiheuttavan aineen sekoittumisesta ilmaan, sen yksikkö on HY/s . Yhden HY/s kuormitus tuottaa sekunnissa kuutiometrin ilmatilavuuteen yhden HY/m^3 hajupitoisuuden. Tyypillinen hajukuormituksen lähde on haisevien tilojen ilmanvaihto, jonka kuormitus saadaan kertomalla ilmanvaihdon poistoilman määrä (m^3/s) poistoilman hajupitoisuudella (HY/m^3).

3.2 Hajupäästön leviäminen

Hajun leviämisen kannalta keskeisiä meteorologisia muuttujia ovat tuulen suunta ja nopeus sekä ilmakehän rajakerroksen korkeus ja sen stabiilius. Hajupäästön keskimääräisen kulkeutumisen suunnan ja nopeuden määrää vallitseva tuuli. Hajupäästön sekoittuminen ohi virtaavaan ilmassaan tapahtuu pääosin ilmakehän rajakerroksessa maan pinnan ja arvioidun rajakerroksen korkeuden välillä rajakerroksen stabiiliuden määräämällä nopeudella.

Rajakerroksen stabiiliudella tarkoitetaan rajakerroksen ilmapirtauksen pyörteisyyttä ja siten sekoittumisen nopeutta. Pyörteisyyden syntymiseen vaikuttaa kaksi prosessia: 1) auringon lämmittämän maanpinnan lähellä oleva lämmin ilma nousee ylöspäin ja aiheuttaa samalla sekoittumista, ja 2) maanpinnan karheus aiheuttaa kitkaa ja pyörteitä ilman virtaukselle. Suomen oloissa voimakasta sekoittumista (labiili tilanne) esiintyy lähinnä vain kesäisin. Talvella sekoittuminen on yleensä heikkoa tai kohtalaista (stabiili ja neutraali tilanne).

Rajakerroksen korkeus on Suomessa tyypillisesti alle kilometrin, mutta voi nousta kesäisissä olosuhteissa yli kahteen kilometriin. Sekoittumiskorkeuden ollessa pieni pitoisuudet kohoavat erityisesti matalien päästölähteiden läheisyydessä.

Ilmanlaadun kannalta huonoin tilanne on inversio. Tällöin maanpinta ja sen lähellä oleva ilma ovat kylmempiä kuin ylempänä oleva ilma, jolloin rajakerros on erittäin stabiili ja sekoittuminen jää vähäiseksi. Inversiokerroksen vaikutuksesta myös tuuli maan pinnan lähellä on yleensä heikko. Inversiotilanteissa hajupäästö ei pääse sekoittumaan ja laimenemaan, vaan kerääntyy päästölähteen läheisyyteen ja lähelle maanpintaa (Huutoniemi 2002).

3.3 Arviointimenetelmä ja epävarmuustekijät

Päästöjen leviäminen arvioitiin kaasumaisten epäpuhtauksien ja leijailevan pölyn leviämisen mallintamiseen kehitetyllä AERMOD-ohjelmistolla. Ohjelmiston on kehittänyt ja sitä ylläpitää Yhdysvalloissa U.S. EPA, liittovaltion ympäristönsuojeluviranomainen. Malli soveltuu yksi- ja monipiippu- sekä viiva- ja pintalähteiden päästöjen mallintamiseen ja se ottaa huomioon sää- ja maasto-olosuhteet. Leviämismallin perustana on analyyttinen Gaussin jakaumaan perustuva leviämisyhtälö, joka olettaa päästön laimenevan pysty- ja vaakasuunnassa Gaussin jakauman mukaisesti. Ohjelmisto ja sen ominaisuudet on esitelty yksityiskohtaisemmin verkkosivustolla <http://www.epa.gov/scram>.

Hajuja voidaan pitää kaasumaisena aineena, joten ohjelmisto sopii hyvin hajun leviämisen laskentaan. Mallia on käytetty myös aikaisemmin vastaavissa hajupäästöjen leviämislaskennoissa (esim. Hulkkonen et al. 2016, Salokannel & Järvinen 2014, Thorndyke 2013).

Epävarmuustekijät

Leviämismallilaskelmilla saatavien tulosten luotettavuuteen vaikuttavat malliin syötettävät lähtötiedot sekä itse mallin toiminta. Mallilaskelmilla kuvataan ilmiöiden tavanomaista kehittymistä pitkällä aikavälillä yksinkertaistaen jossain määrin todellisuutta. Malliin sisältyy olettamuksia ja yksinkertaistuksia, jotka ovat välttämättömiä mallin toiminnan ja lähtötietojen puutteellisen saatavuuden vuoksi. Laskennan tuloksen saadut keskiarvopitoisuudet edustavat vallitsevaa pitoisuustilannetta pidemmällä ajanjaksoilla. Enimmäispitoisuudet edustavat puolestaan lyhytkestoisempia episoditilanteita, jolloin meteorologinen tilanne on paikallisesti päästöjen laimenemisen ja sekoittumisen kannalta epäedullinen. Huomionarvoista on, että suurimman osan ajasta epäpuhtauspitoisuudet ovat pienempiä kuin korkeimmat hetkelliset pitoisuudet.

Yleensä leviämismallilaskelmien tuloksiin liittyy epävarmuutta sitä enemmän mitä lyhyemmän jakson pitoisuusarvoista on kyse. Näin ollen ilmanlaatuvaikutuksia arvioitaessa on suositeltavaa tarkastella vuosiraja-arvoon ja vuorokausiohjearvoon verrannollisia pitoisuustasoja.

Suurin epävarmuus hajupäästöjen laskennassa liittyy usein hajukuormituksen suuruuteen. Tässä kuormituksia on arvioitu päästörajoiden ja referenssilaitosten avulla.

3.4 Ilmanlaadun raja- ja ohjearvot

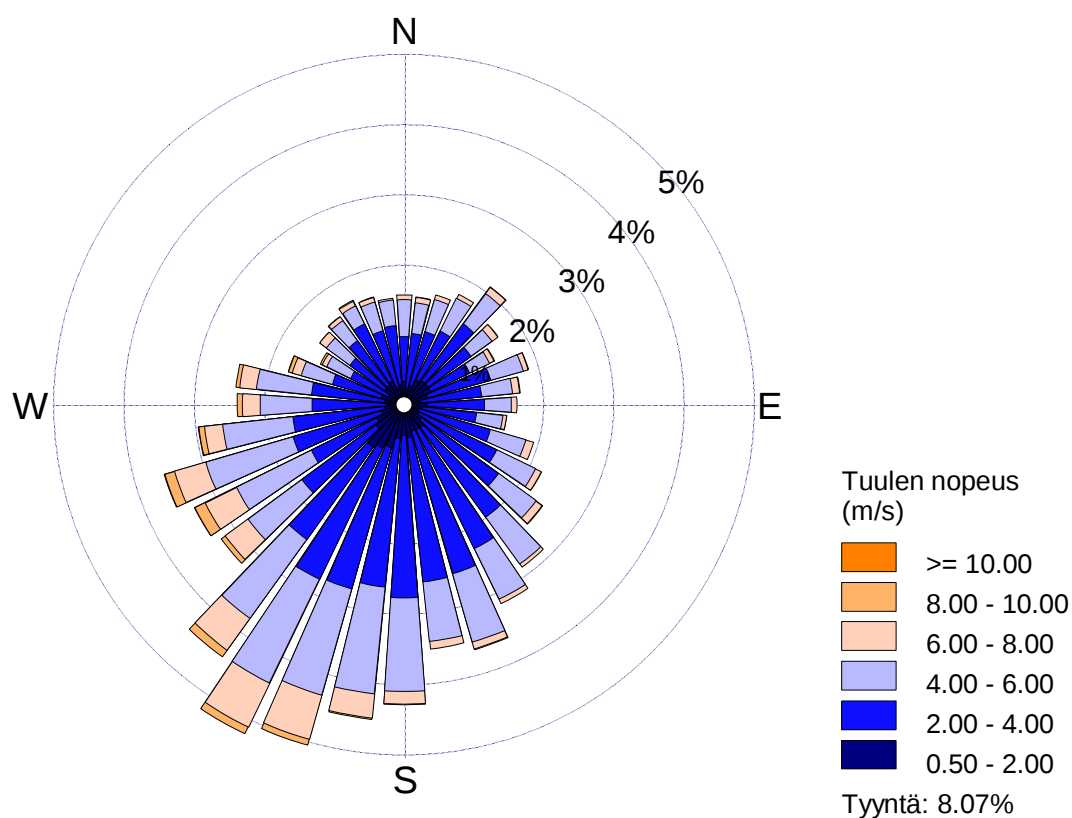
Hajupäästöille ei ole määritelty Suomessa raja-arvoja. Esimerkiksi biokaasulaitosten ympäristöluvituksessa on kuitenkin ohjeistettu ilmanvaihdon poistoilmalle hajupitoisuuden raja-arvoja, jotka ovat tasolla 2000 - 2500 HY/m³ (Tammisto, 2014).

Hajun esiintymistodennäköisyyksille ei myöskään ole suoria ohjearvoja. VTT:n tutkimuksessa ”Hajuohjearvojen perusteet” on arvioitu, että hajun esiintymistodennäköisyyttä 3 % vuoden tunneista voidaan pitää raja-arvona viihtyvyshaitan esiintymiselle silloin, kun kyseessä on epämiellyttäväksi koettu haju (Arnold 1995).

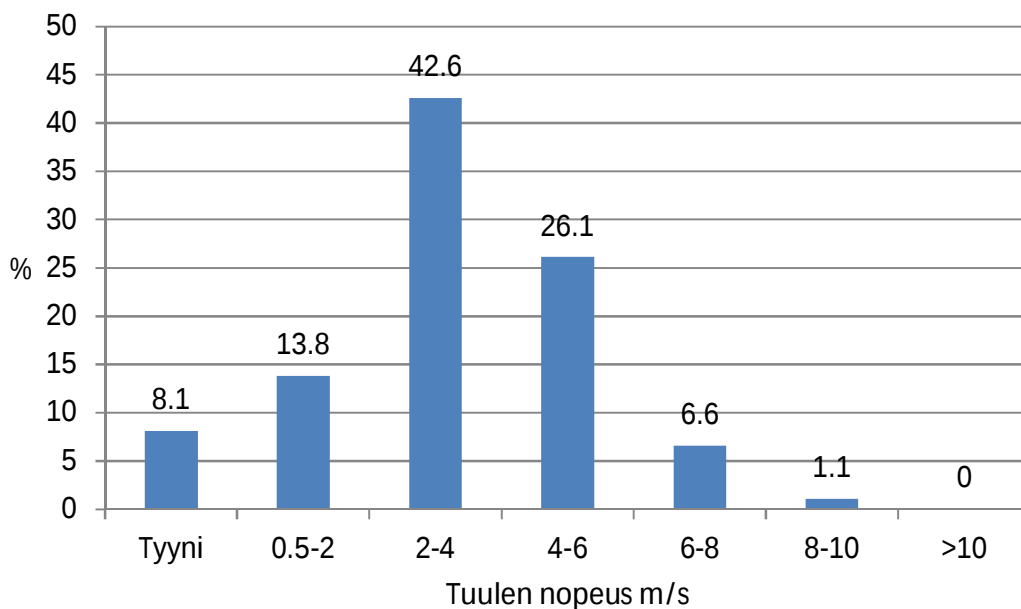
3.5 Sää tiedot

Mallinnuksen pintatuulen sääaineistona on käytetty MM5-mesoskaalan tuulimallilla paikallisiin olosuhteisiin laskettua säädataa, joka on tilattu Trinity consultant- palveluntarjoajalta (www.trinityconsultants.com). Hyväristönmäkeä lähin sääasema löytyy Lappeenrannan lentokentältä (sijainti lat 61,04° lon 28,13°) noin 5 km Hyväristönmäeltä luoteeseen.

Kuvassa 3 on esitetty MM5- sää tietojen pintatuulen suunta- ja nopeusjakauma 1h välein tallennetuista sää tiedoista vuosilta 2014 – 2016. Kuvassa 4 on esitetty tuulen nopeusjakauma. Tuulen keskinopeus laskentajaksolla oli 3,11 m/s.



Kuva 3. Tuulensuunnat ja -nopeudet. Kaavio kertoo, mistä suunnasta tuuli on puhaltanut ja millä nopeudella. Asteikko on prosentteja laskentajakson tunneista.



Kuva 4. Tuulen nopeusjakauma. Y-akselin asteikko on prosentteja laskentajakson tunneista.

3.6 Maastotiedot

Maastotiedot saatiin maastotietokannasta, korkeusmallista (Maamittauslaitos 2017), ja Corine-2012 maankäyttödatasta (Suomen ympäristökeskus, 2017).

3.7 Hajukuormituksen arviointi

Jätevesipuhdistamolla hajuja kertyy käytännössä esikäsittelystä ja lietteenkäsittelystä. Hajukuormitus riippuu puhdistamon toiminnasta ja kuormituksesta, sekä käsiteltävän veden lämpötilasta. Hajukuormituksen arviointi ei ole täysin yksiselitteistä, ja suunnitellulle laitokselle hajukuormitusta ei voi arvioida mittauksilla. Paras tapa on tällöin käyttää referenssilaitoksia, ja arvioida mahdollinen hajukuormitus näiden perusteella.

Hyväristönmäen puhdistamon toiminnot on tarkoitus sijoittaa sisätiloihin. Sisätiloihin sijoitettujen jätevesipuhdistamojen hajupäästöjä on selvitetty ainakin Viikin ja Kakolanmäen kallioluoliin sijoitettujen puhdistamojen osalta. Helsingin Viikissä puhdistamon poistoilman hajupitoisuus on mittausten mukaan ollut 450–3 800 HY/m³, ollen keskimäärin 1700 HY/m³ ilmanvaihdolla 120 m³/s (Etelä-Suomen AVI, 2015). Toisaalta Turun Kakolanmäen puhdistamon poistoilman hajupitoisuus oli 1300 HY/m³ ja ilmanvaihto 44,5 m³/s (Hulkkonen et al. 2016). Hajupäästön mittausta ei ole tarkka (sen suorittaa hajupaneeli), esim. Kakolanmäen puhdistamon osalta mittauksen keskihajonta oli 530 HY/m³. Hajupitoisuus poistoilmassa on siis näiden kahden vertailukohteen perustella keskimäärin noin 1500 HY/m³, vaihteluvälillä 500–4000 HY/m³.

Hyväristönmäen osalta laitostilojen poistoilmamäärä on yhteensä 12,5 m³/s. Jos kerrotaan em. referenssilaitosten keskipitoisuus varmuuskertoimella 1,3 saadaan hajupitoisuudeksi 1950 HY/m³, ja kokonaishajukuormitukseksi noin 24000 HY/s. Ilmastus- ja selkeytyslaitaiden hajukuormitus on tässä oletettu pieneksi, eikä niitä ole erikseen otettu huomioon, tai niiden voidaan olettaa sisältyvän varmuuskertoimeen.

3.8 Laskentavaihtoehtojen hajukuormitus

Taulukossa 1 on esitetty lasketut hajukuormitusvaihtoehdot. Laskentavaihtoehdon VE1 hajukuormitukset on arvioitu referenssilaitosten avulla vastaamaan todennäköistä hajukuormitusta. Laskentavaihtoehdossa VE2 oletetaan, että hajukuormitus vietään hajunpoistolaitteistoon, joka poistaa 95% hajusta. VE2 kuormitus on siis 5% VE1 hajukuormituksesta. Vaihtoehdolla VE3 haetaan hajukuormituksen ylärajaa, jonka alle hajukuormitus hyvin todennäköisesti jää. Kuormitusarvona on käytetty vaihtoehdon VE1 kuormitusarvoa kaksinkertaisena.

Taulukko 1: Laskennassa käytettävät hajukuormitukset

Vaihtoehto	Puhdistamo HY/s	Lietteenkäsittely HY/s	Yhteensä HY/s
VE1	14400	9600	24000
VE2	720	480	1200
VE3	28800	19200	48000

4 TULOKSET

Hajupäästön leviäminen arvioitiin vuosille 2014 – 2016. Mallinnetulta jaksolta piirrettiin karttapohjalle niiden tuntien määrä, joina hajupitoisuus ylittää annetun raja-arvon. Yksikkönä käytettiin prosenttimäärää vuoden tunneista. Hajupitoisuuden raja-arvoina käytettiin pitoisuuksia 1 HY/m³ (juuri havaittava haju), ja 5 HY/m³ (voimakas haju). Näiden rajapitoisuuksien lisäksi kartalle piirrettiin koko laskentajakson ajalta havaittu yhden tunnin maksimipitoisuuksien jakautuminen.

4.1 Vaihtoehto VE1

Vaihtoehtoon VE1 osalta havaittavan hajupitoisuuden (1 HY/m³) ylittävien tuntien lukumäärä vuotta kohti keskiarvotettuna kolmelta laskentavuodelta on esitetty kuvassa 5, ja selvän (3 HY/m³) ja voimakkaan hajun (5 HY/m³) tuntien lukumäärä kuvassa 6 ja 7. Laskettu tunnin kestävä enimmäishajupitoisuus koko laskentajakson ajalta on esitetty kuvassa 8.

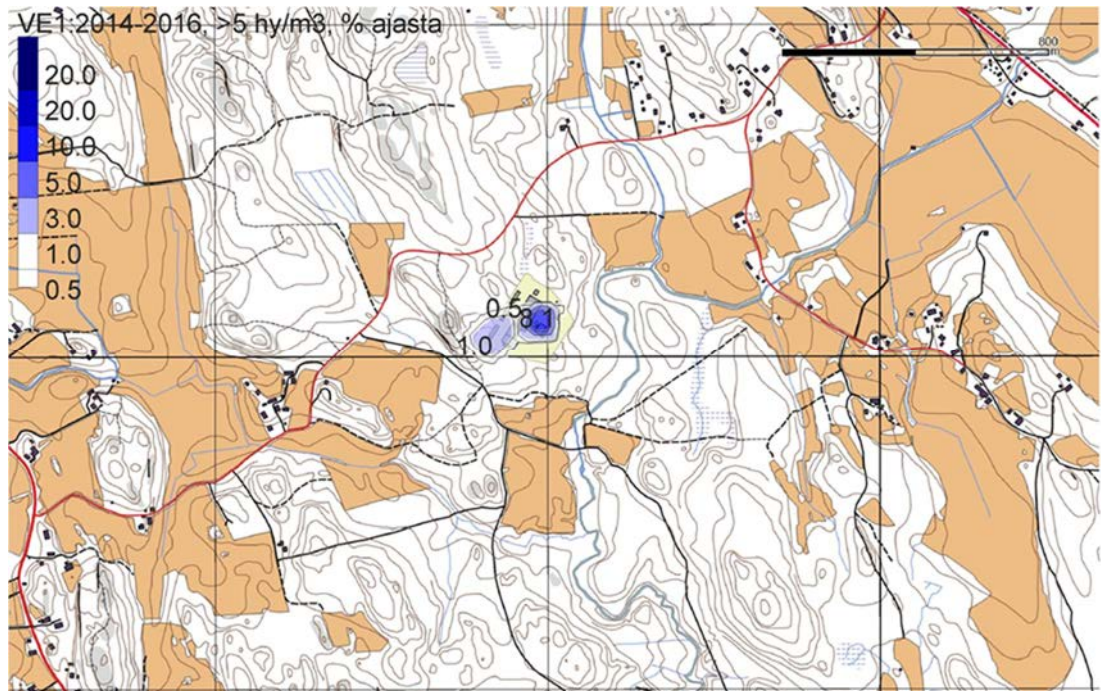
Haju kulkeutuu kuormituspaikalta pisimmälle länsi-luoteen, pohjoisen ja koillisen suuntiin.. Hajupitoisuuden 1 HY/m³ ja esiintymistodennäköisyyden 1 % raja ulottuu kuormituspisteeltä etelän ja idän suunnalla alle 500 m etäisyydelle ja lännen, luoteen, pohjoisen ja koillisessa suunnissa noin 600 m etäisyydelle päästölähteestä.

Lännen-pohjoisen-koillisen suunnalla päästöpaikasta on pääosin metsää, missä hajupäästöä ei aiheudu suurempaa haittaa. Lähin asutus on alueella, missä laskelmien mukaan havaittavan hajupitoisuuden esiintyminen jää alle prosenttiin vuoden tunneista, kun hajuhaitan rajana pidetään yleensä noin 3 % esiintymistodennäköisyyttä ja 3-5 HY/m³ hajupitoisuutta.

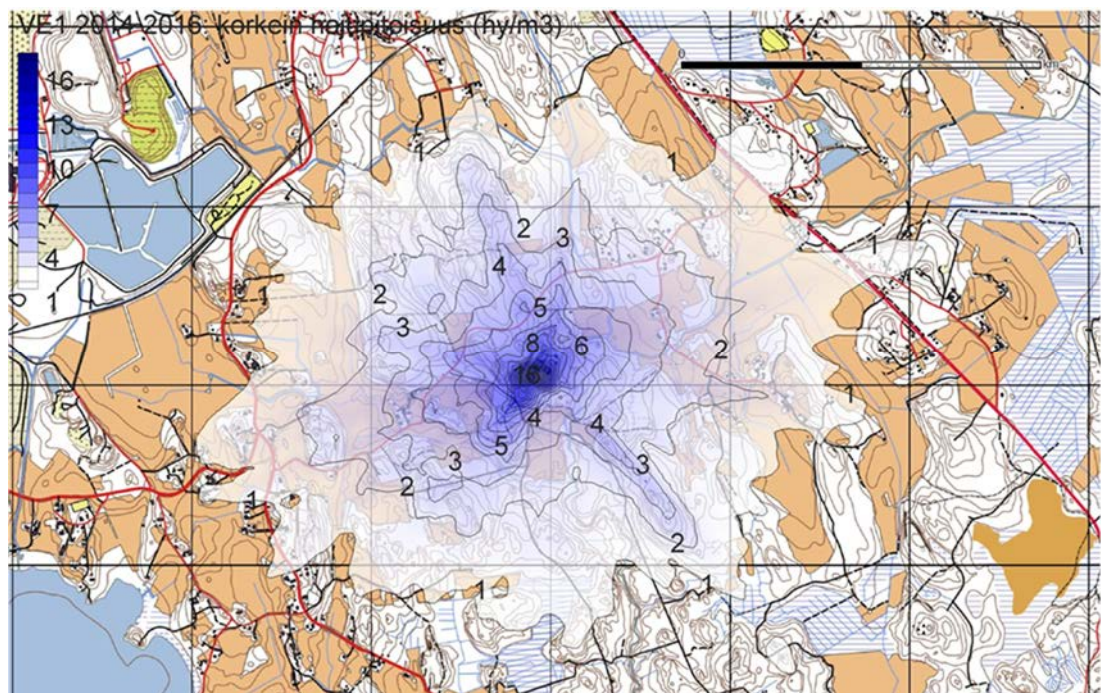
Voimakkaan hajun (5 HY/m³) ja 1 % esiintymistodennäköisyyden ylitysalue ulottuu noin 100 m säteelle päästöpaikasta. Alueella sijaitsee pääasiassa jätevesipuhdistamon toimitoja.

Enimmäispitoisuuden osalta vähintään kerran kolmessa vuodessa havaittavan voimakkaan 5 HY/m³ hajun alue ulottuu päästöpaikalta enimmillään noin 500 m etäisyydelle. Rajan sisälle jäävä alue on pääosin metsää tai jätevesipuhdistamon aluetta. Alueen sisällä ei sijaitse asutusta.





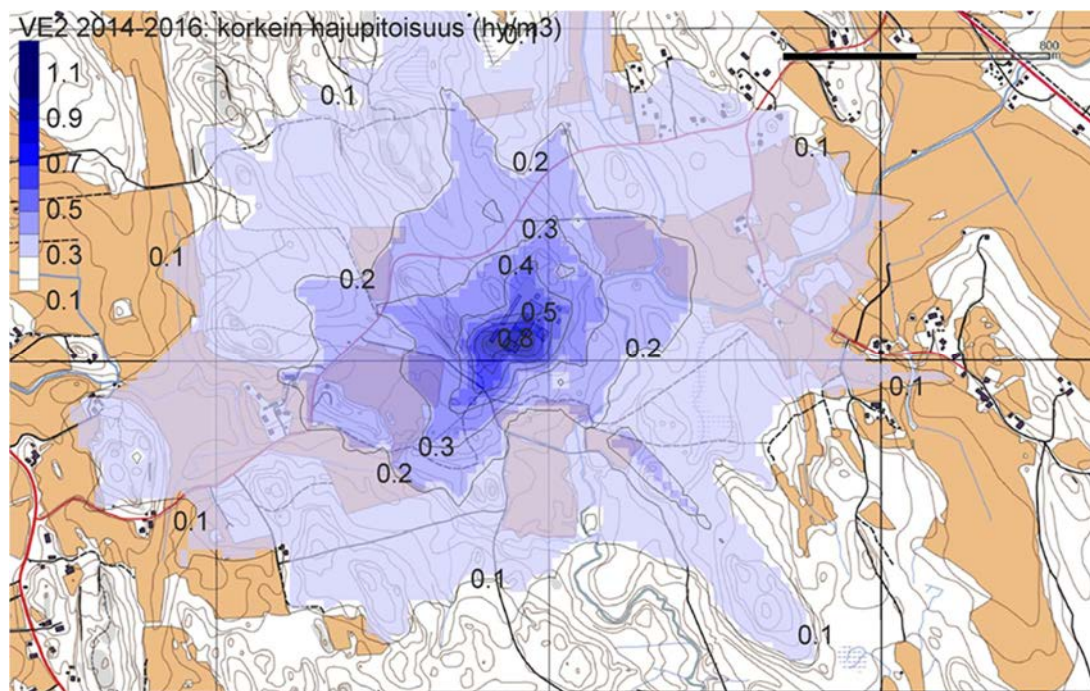
Kuva 7: VE1, hajupitoisuuden 5 HY ylittävien tuntien määrä prosenttiosuutena vuoden tunneista.



Kuva 8: VE1, enimmäishajupitoisuus (1h) koko laskentajakson ajalta

4.2 Vaihtoehto VE2

Vaihtoehtoon VE2 osalta tunnin kestävä enimmäishajupitoisuus koko laskentajakson ajalta on esitetty kuvassa 9. Enimmäishajupitoisuus jää alle pääasiassa alle 1 HY/m³ aivan hajupäästön vierustaa lukuunottamatta. Hajupitoisuuden 1, 3 ja 5 HY/m³ ylittäviä tuntimääriä ei ole piirretty, ne jäävät koko alueella alle 0,5 prosentin vuoden tunneista.



Kuva 9: VE2, enimmäishajupitoisuus (1h) koko laskentajakson ajalta

4.3 Vaihtoehto VE3

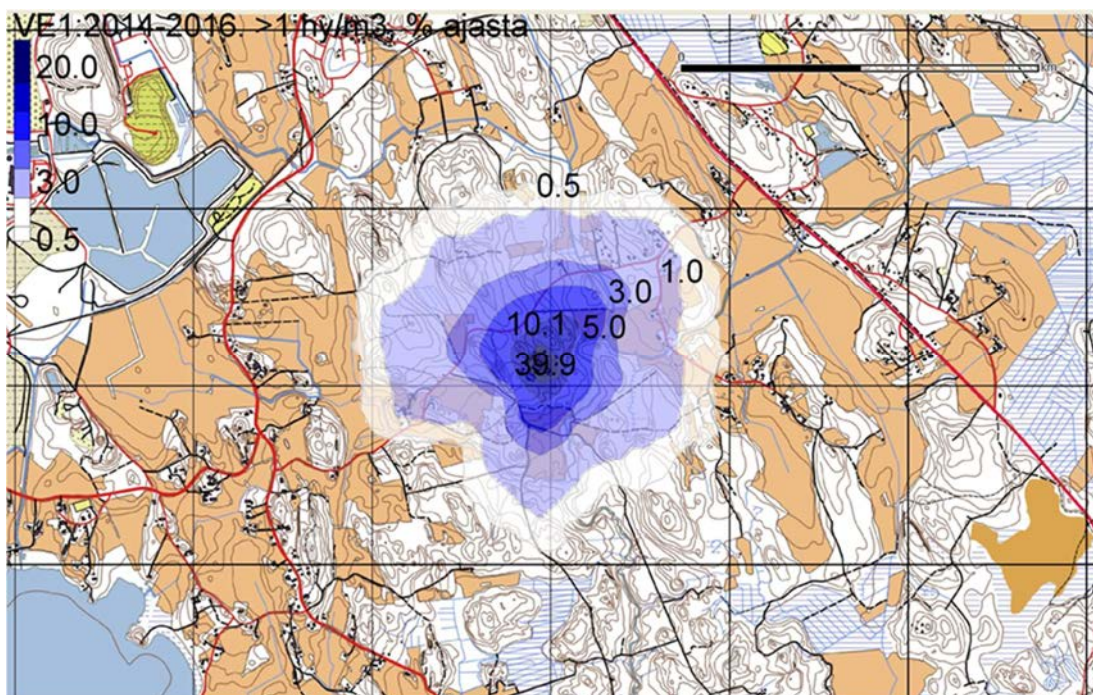
Vaihtoehdolla VE3 havaittavan hajupitoisuuden (1 HY/m³) ylittävien tuntien lukumäärä vuotta kohti keskiarvotettuna kolmelta laskentavuodelta on esitetty kuvassa 10, ja selvän (3 HY/m³) sekä voimakkaan hajun (5 HY/m³) tuntien lukumäärät kuvissa 11 ja 12. Laskettu tunnin kestävä enimmäishajupitoisuus koko laskentajakson ajalta on esitetty kuvassa 13.

Haju kulkeutuu kuormituspaikalta pisimmälle lännen, pohjoisen ja koillisen suuntiin. Hajupitoisuuden 1 HY/m³ ja esiintymistodennäköisyyden 1 % raja ulottuu kuormituspisteeltä etelän ja idän suunnalla alle 700 m etäisyydelle sekä lännen, pohjoisen ja koillisessa suunnissa vajaan 1 km etäisyydelle päästölähteestä.

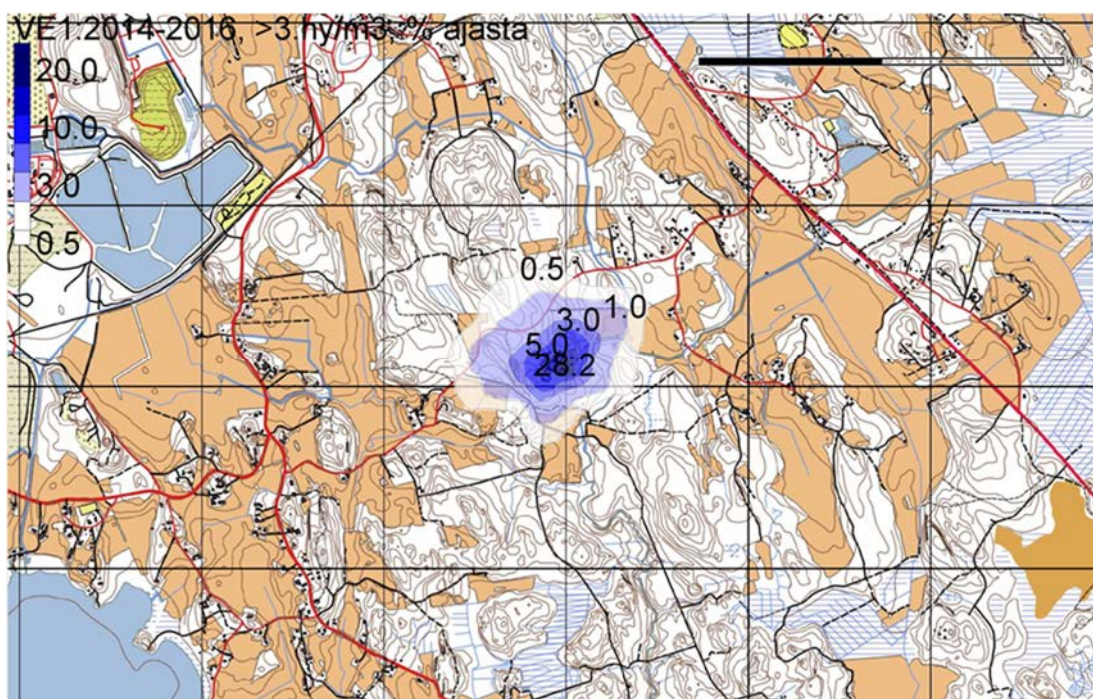
Etelän ja luoteen suunnalla päästöpaikasta on pääosin metsää, missä hajupäästöä ei aiheudu suurempaa haittaa. Lännessä ja koillisessa sijaitsee asutusta, joiden lähialueella esiintyy havaittavia hajua 1-3 % ajalla vuoden tunneista. Hajuhaitan raja (3 % esiintymistodennäköisyyttä ja 3-5 HY/m³ hajupitoisuutta) ei rikkoudu.

Voimakkaan hajun (5 HY/m³) ja 1 % esiintymistodennäköisyyden ylitysalue ulottuu noin enimmillään noin 500 m säteelle päästöpaikasta. Alueella sijaitsee jätevesipuhdistamon toimintoja ja metsää.

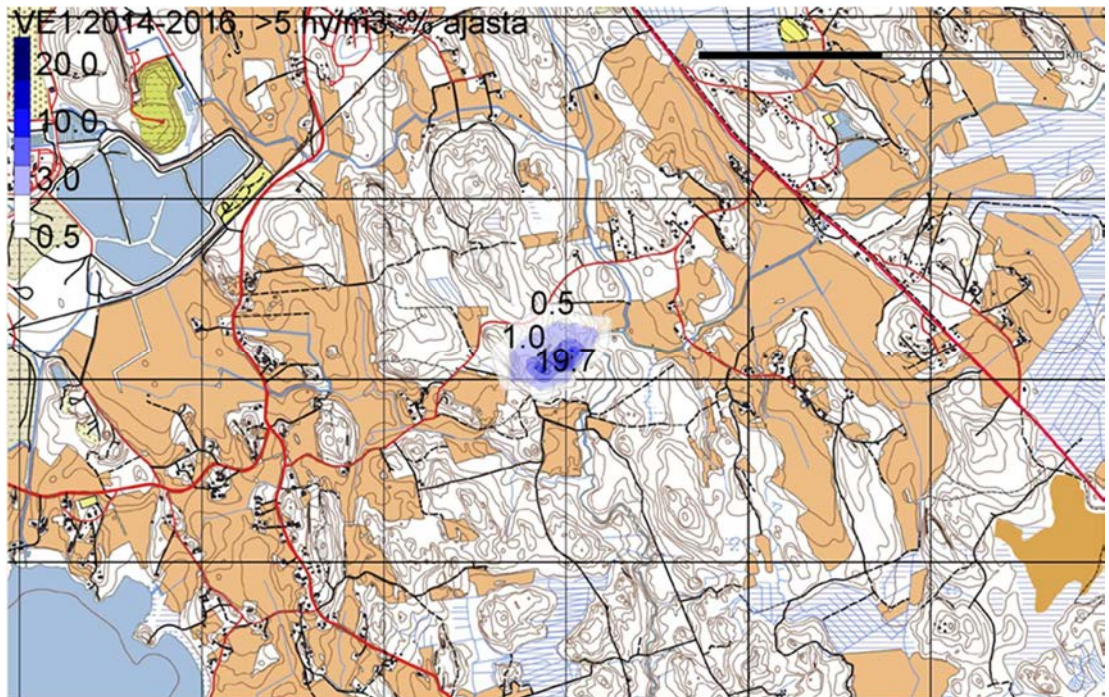
Enimmäispitoisuuden osalta vähintään kerran kolmessa vuodessa havaittavan voimakkaan 5 HY/m^3 hajun alue ulottuu päästöpaikalta keskimäärin noin 1000 m etäisyydelle. Alueella on jonkin verran asutusta idässä ja lännessä.



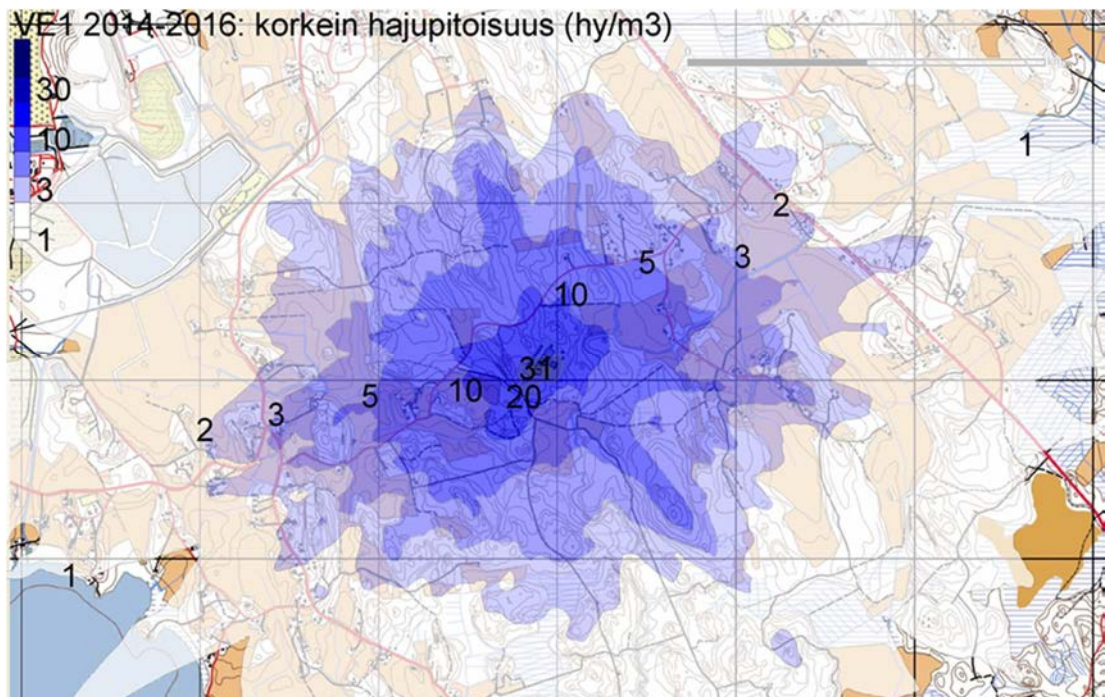
Kuva 10: VE3, hajupitoisuuden 1 HY ylittävien tuntien määrä prosenttiosuutena vuoden tunneista.



Kuva 11: VE3, hajupitoisuuden 3 HY ylittävien tuntien määrä prosenttiosuutena vuoden tunneista.



Kuva 12: VE3, hajupitoisuuden 5 HY ylittävien tuntien määrä prosenttiosuutena vuoden tunneista.



Kuva 13: VE3, enimmäishajupitoisuus (1h) koko laskentajakson ajalta

5 TULOSTEN TARKASTELU

Jätevesipuhdistamon hajupäästön pysyvät vaihtoehdoilla VE1 haitallisena pidetyn raja alla puhdistamoaluetta lukuun ottamatta. Vaihtoehdolla VE2 hajupäästöjä ei synny havaittavissa määrin muuten kuin päästöpisteen vieressä. Yläraja-arviossa VE3 hajuhaitan raja ei ylety lähistön asutuksen alueelle. Hajupäästöt leviävät pisimmälle länsiluode-pohjoinen-koillinen -sektorille, ja jonkin verran vähemmän idän ja etelän suuntiin. Kokonaisuutena leviämisalueella on pääosin metsää ja peltoa.

Vaihtoehdossa VE1 havaittavan hajupitoisuuden ylitys 1 % ajalla ulottuu kuormituspisteeltä enimmillään länsiluoteeseen ja koilliseen noin 600 m etäisyydelle jätevedenpuhdistamosta. Alueella sijaitsee metsää ja peltoa.

Vaihtoehdossa VE2 hajupitoisuutta ei levinnyt havaittavissa määrin jätevesipuhdistamon alueen ulkopuolelle

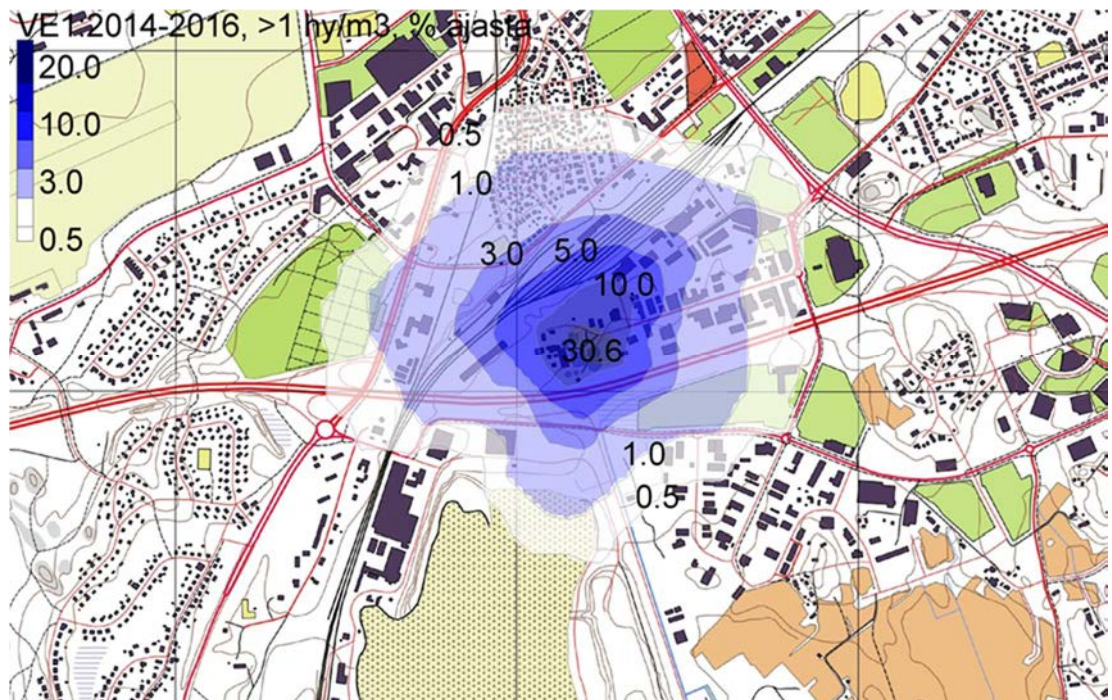
Vaihtoehdossa VE3 havaittavan hajupitoisuuden ylitys 1 % ajalla ulottuu noin 1 km päähän päästöpisteestä, pisimmälle koillisen ja lännen suuntiin. Alueella sijaitsee jonkin verran asutusta. Häiritsevän hajun esiintymisalue ($>5 \text{ HY/m}^2$, yli 3 % ajasta) ulottui muutaman sadan metrin etäisyydelle päästöpisteestä. Alueella sijaitsee puhdistamon toimintoja ja metsää.

6 MALLINETUN HAJUPÄÄSTÖN TARKASTELU TOIKANSUON JÄTEVEDENPUHDISTAMON ALUEELLA

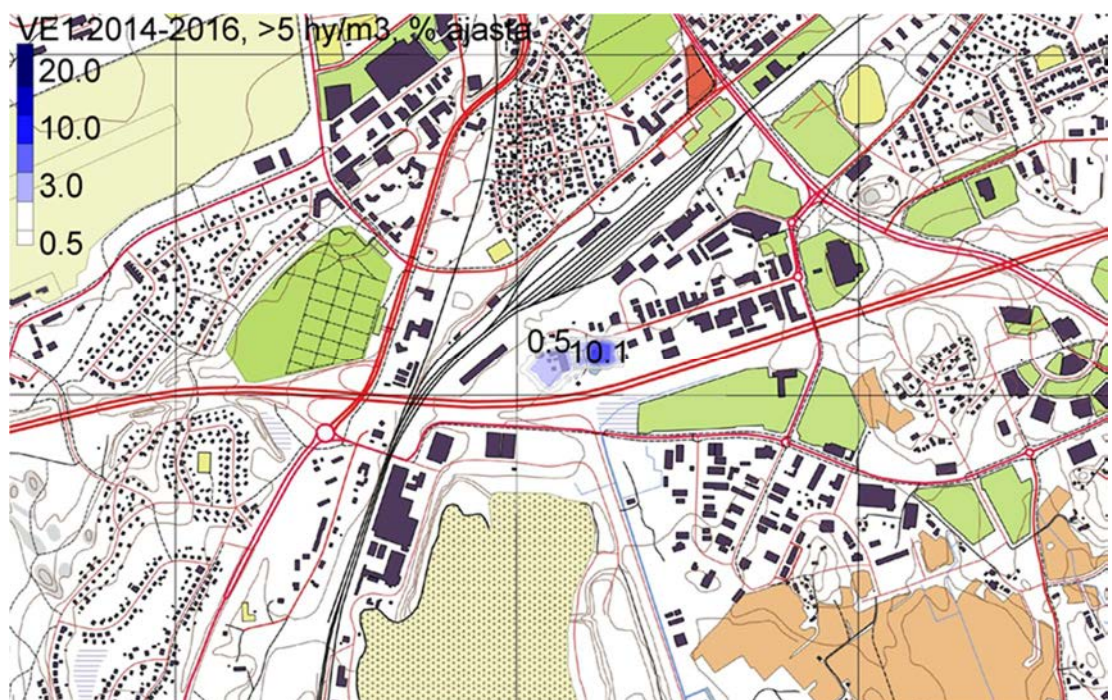
Kuvissa 1 ja 2 on esitetty hajumallinnusvaihtoehdon VE1 tilanne piirrettynä nykyisen puhdistamon kohdalle. VE1 tarkoittaa referenssipuhdistamojen perusteella arvioitua uuden Hyväristönmäen jätevedenpuhdistamon hajupäästöä siinä tapauksessa, että puhdistamolla ei ole hajujen käsittelytekniikkaa. Leviämislaskelmia ei ole tehty nykyisen puhdistamon päästö-, maasto- eikä säätiedoilla, joten kuvat eivät vastaa nykyisen puhdistamon hajupäästöjen leviämistä. Tarkastelun tarkoitus on havainnollistaa, miten Hyväristönmäen uuden jätevedenpuhdistamon mallinnettu hajupäästö leviäisi nykyisen puhdistamon ympäristössä. Kuvista nähdään, että havaittavan hajuvaikutuksen piiriin jäisi sekä teollisuus- että asuinalueita.

Toikansuon jätevedenpuhdistamon toiminnan johdosta ei kuitenkaan ole tehty hajuvalituksia viime vuosina, vaikka Toikansuon jätevedenpuhdistamon todelliset hajupäästöt ovat todennäköisesti suuremmat kuin uuden Hyväristönmäen jätevedenpuhdistamon päästöt. Toikansuolla esiselkeytys on avoallas ja kuivatun lietteen lastaus tapahtuu osittain avotilassa, kun taas Hyväristönmäelle on suunniteltu katettu esiselkeytys ja täysin suljettu lietteen lastaushalli.

Tämän vertailevan tarkastelun perusteella voidaan päätellä, että mallinnustulokset eivät ole ylioptimistisia, ts. todellinen, asukkaiden kokema hajuvaikutus uuden jätevedenpuhdistamon ympäristössä on korkeintaan samansuuruinen ja mahdollisesti vähäisempi kuin mallinnettu vaikutus.



Kuva 1: VE1, hajupitoisuuden 1 HY ylittävien tuntien määrä prosenttiosuutena vuoden tunneista piirrettynä nykyisen puhdistamon sijaintipaikalle



Kuva 2: VE1, hajupitoisuuden 5 HY ylittävien tuntien määrä prosenttiosuutena vuoden tunneista piirrettynä nykyisen puhdistamon sijaintipaikalle

LÄHDELUETTELO

Arnold M., 1995, Hajuohjearvojen perusteet. VTT Tiedotteita 1995.

Etelä-Suomen Aluehallintavirasto, päätös 240/2015/2, Viikinmäen jätevedenpuhdistamon ympäristöluvan lupamääräysten tarkistaminen, Helsinki.

Hulkkonen M., Vepsä H., Mäenpää J, 2016, Selvitys Kakolanmäen jätevesipuhdistamon hajupäästöistä, päästöjen leviämisestä sekä hajunkäsittelyvaihtoehdoista, Turun Seudun Puhdistamo Oy, Pöyry Finland Oy.

Huutoniemi, K. (toim.), 2002. Ilmansuojelu; Ilmakehän rakenne ja toiminta –saasteet ilmakehässä –havainnot, mittaukset, mallit. Ilmansuojeluyhdistys ry. 44 s.

Suomen Ympäristökeskus, 2017, Corine 2012 - data Lapio-paikkatietojärjestelmästä, <http://www.syke.fi/AVOINTIETO>, haettu 02/2017.

Maanmittauslaitos, 2017, Avoimien aineistojen tiedostopalvelu, tiedot haettu 02/2017, lisenssi ja tietojen haku sivulta <http://www.maanmittauslaitos.fi/asioi-verkossa/avoimien-aineistojen-tiedostopalvelu>

LIITE 1: MALLINNUKSEN LÄHTÖTIEDOT

Molemmissa vaihtoehtoissa kaikki puhdistamon altaat on katettu. Rakennukset on esitetty kuvassa 2. Rakennusten ilmanvaihdon poistot ja hajupäästöpaikat sijoittuvat kuvan pisteisiin P1 ja P2. P1 on puhdistamorakennuksen poistoilma, ja P2 lietteen säilytys- ja kuormausrakennuksen poistoilma.

Hajukuormitukset	P1	P2	Yhteensä
VE1, HY/s	14400	9600	24000
VE2, HY/s	729	480	1200
VE3, HY/s	28800	19200	48000
Päästötiedot			
Virtausnopeus (m/s)	7.5	7.5	
Aukon koko (m ²)	1.04	0.67	
Aukon halkaisija (m)	1.15	0.92	
Päästön lämpötila	22 °C	22 °C	
Suunta	ylös	ylös	
Korkeus tasosta 75m (m)	8	6	
Virtaama m ³ /h	26100	18100	
Virtaama m ³ /s	7,8	5,0	
Hajupitoisuus VE1 (HY/m ³)	1920	1920	
Hajupitoisuus VE2 (HY/m ³)	192	192	
Hajupitoisuus VE2 (HY/m ³)	3840	3840	
X koordinaatti (TM35FIN)	566910	567000	
Y koordinaatti (TM35FIN)	6765055	6765095	

Taulukko: Maankäyttötiedot sektoreittain (0-360 astetta, 10 asteen sektorit myötäpäivään pohjoisesta lukien), molemmille päästöpaikoille:

0-90	90-180	180-270	270-360
4 4 4 4 4 2 2 2 2	4 4 4 4 4 4 4 4 4	4 4 4 2 2 2 2 2 2	2 3 3 4 2 4 4 4 4

Taulukko: Maankäyttöluokat, AERMOD classification

Luokka	Kuvaus
1	urban, no vegetation
2	agricultural
3	rangeland
4	forest
5	suburban, grass
6	suburban, trees
7	water
8	barren, desert
9	non-forested wetland