

Vastaanottaja
Milla Vesala

Asiakirjatyyppi
Raporttiluonnos

Päivämäärä
03/2023

VAASAN VESI

Påttin jätevedenpuhdistamon hajunpoiston toimenpidesuunnitelma – Hajumallinnus – Skenaario 2

VAASAN VESI

Pättin jätevedenpuhdistamon hajunpoiston toimenpidesuunnitelma – Hajumallinnus – Skenaario 2

Projekti Pättin jvp:n hajunpoiston toimenpidesuunnitelma
Projekti nro 1510072720
Vastaanottaja Milla Vesala, Vaasan Vesi
Asiakirjatyyppi Raporttiluonnos
Versio 0.1
Päivämäärä 3.3.2023
Laatija Toni Keskitalo
Tarkastaja Mikko Happo

Ramboll
Ylistönmäentie 26
40500 JYVÄSKYLÄ

P +358 20 755 611
F +358 20 755 6201
<https://fi.ramboll.com>

Confidential

Sisältö

1.	JOHDANTO	2
2.	AINEISTO JA MENETELMÄT	2
2.1	Hajukäsitteet	2
2.2	Hajujen leviämismalli	3
2.3	Mallinnuksen säätiedot	3
2.4	Mallinnuksessa arvioitu skenaario ja päästöt	4
2.5	Epävarmuustarkastelu	5
3.	TULOKSET	6
3.1	Suurimmat hajupitoisuudet	6
3.2	Hajufrekvenssit	8
4.	TULOSTEN TARKASTELU	12
4.1	Suurimmat hajupitoisuudet	12
4.2	Hajufrekvenssit	12
5.	YHTEENVETO	12

Pohjakartat ovat Maanmittauslaitoksen avointa aineistoa (taustakartta, 12/2023).

1. JOHDANTO

Tässä työssä laadittiin aikaisempiin töihin vertailukelpoinen leviämismallinnus Vaasan Veden Pättin jätevedenpuhdistamolle puhdistamon hajunpoiston toimenpidesuunnitelmaan liittyen. Skenaariorissa 2 lietteen käsittely sijaitsee nykyisessä rakennuksessa ja päästöt ulkoilmaan tapahtuvat kanavoidusti. Myös esiselkeytyksen ja esikäsitteilyn poistokaasut johdetaan kanavoidusti ulkoilmaan piipuista rakennusten katolta.

Tässä raportissa skenaario 2:n tuloksia verrataan selvityksen ”Pättin puhdistamon hajuselvyys Vaasan Palosaarella, loppuraportti, tehotarkkailu” (luonnoksen päiväys 16.12.2022) mallinnustuloksiin.

2. AINEISTO JA MENETELMÄT

2.1 Hajukäsitteet

Hajupitoisuuden yksikkö, *hajuyksikkö*, määritellään siten, että kun puolet väestöstä haistaa tietyn hajun, on sen hajupitoisuus 1 HY/m³ (SFS-EN 13725). Tämä luetaan ”yksi hajuyksikkö kuutiometrissä”. Tietystä kohteesta peräisin oleva haju, jonka hajupitoisuus on ulkoilmassa 3 HY/m³, on selvästi aistittava ja tunnistettava. Hajupitoisuus 5 HY/m³ on melko voimakas ja tunnistettava. Esimerkiksi hajupitoisuus 15 HY/m³ tarkoittaa, että näytettä voi laimentaa puhtaalla ilmalla suhteessa 1:15, ja saadaan vielä juuri aistittava haju puolelle väestöstä. Epämiellyttävän hajun pitoisuuden ollessa 5–10 HY/m³ se yleensä koetaan häiritseväksi. (Arnold. M., *Hajuohjearvojen perusteet*, 1995).

Taulukko 1. Luonnehdinta hajun eri voimakkuuksista.

Hajupitoisuus	Luonnehdinta
1 HY/m ³	juuri havaittava puolelle väestöstä
3 HY/m ³	selvä, tunnistettava haju
5 HY/m ³	melko voimakas, tunnistettava haju

Hajutunti tarkoittaa sitä, että tarkasteltavana tuntina hajun voimakkuus ylittää tietyn tarkastelun kohteena olevan hajupitoisuuden.

Hajujen luokittelussa erotellaan *lyhytkestoiset* (esim. 30 s, muutama hengenveto) ja *pitkäkestoiset* (1 tunti, jatkuva) hajut. Lyhytkestoinen hajupitoisuus vaihtelee nopeasti. Tämän takia yhden lyhytkestoisen hajun hajutunnin aikana voi olla jaksoja, jolloin hajua ei havaita (eli pitkäkestoisen hajun pitoisuus on pienempi kuin 1 HY/m³).

Jos esimerkiksi tietyssä kohteessa on vuoden aikana yhteensä 88 hajutuntia, jolloin hajupitoisuus on vähintään tasolla 5 HY/m³, niin melko voimakkaan hajun *esiintyvyyden* sanotaan olevan kyseisessä kohteessa 1 % vuodesta. Asian voi ilmaista myös siten, että hajupitoisuuden 5 HY/m³ *hajufrekvenssi* on tarkastellussa kohteessa 1 %. Lisäksi vielä voidaan puhua erikseen lyhytaikaisen ja pitkäaikaisen hajun frekvensseistä.

Hajumallin tulostarkoituksissa suurimman hajupitoisuuden kartat kuvaavat pitoisuuksia, jotka esiintyvät ainakin kerran kolmen vuoden mallinnustuloksissa. Siten ne eivät esitä jatkuvia tai toistuvia haju-tilanteita.

Suomessa ei ole voimassa olevia hajupitoisuuden ohjearvoja. VTT:n julkaisu ”Hajuohjearvojen perusteet” esittää, että ohjearvoina voitaisiin käyttää hajufrekvenssejä 3–9 %. Tällöin alaraja 3 % koskisi hyvin epämiellyttäviä hajuja. Ylärajaa 9 % voitaisiin taas käyttää hajuille, jotka ovat vain

vähän epämiellyttäviä. (Arnold. M., *Hajuohjearvojen perusteet*, 1995). Yksi prosentti vuoden tunteista on noin 88 tuntia ja kolme prosenttia noin 263 tuntia.

2.2 Hajujen leviämismalli

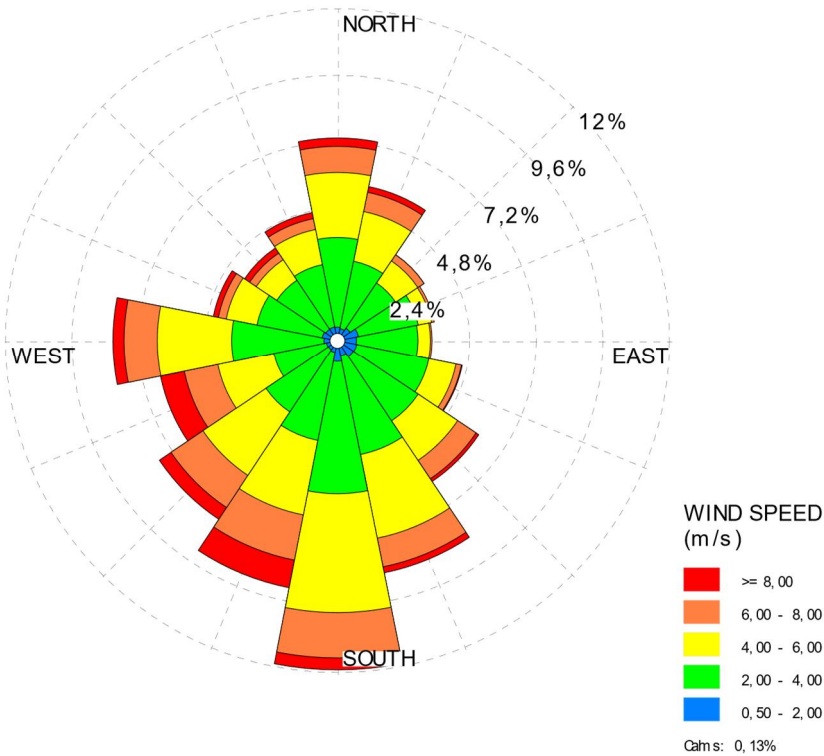
Hajun leviämismallina käytettiin lagrangelais-gaussilaista CALPUFF-mallia (U.S. EPA, Exponent), joka jakaa päästöpilven pieniin osiin ja seuraa niiden etenemistä ja hajaantumista maastossa. Hajumallinnuksien avulla arvioitiin toimintatilanteiden aiheuttamat lyhyt- ja pitkäaikaiset hajupitoisuudet sekä eri hajupitoisuuksien esiintyminen puhdistamon ympäristössä.

CALPUFF-Leviämismalli laskee hajupitoisuuden tuntikeskiarvoja sillä oletuksella, että sääolosuhteet ja hajulähteen päästö pysyvät vakioina tunnin ajan. Tuntikeskiarvo tavallisesti aliarvioi hajujen esiintymistä, koska ihmisen hajuaistimus voi syntyä jo hyvin lyhytaikaisen pitoisuuden nousun seurauksena. Tästä syystä leviämismallissa tarkastellaan tuntikeskiarvojen lisäksi 30 sekunnin pitoisuuksia tunnin otoksessa. Tunti rekisteröityy hajutunniksi jo 30 sekuntia kestävän hajutilanteen jälkeen ilman tunnin kestävää yhtäjaksoista hajutilannetta.

Leviämismallinnus tehtiin aikaisempien leviämismallien päivityksenä ("Pättin jätevedenpuhdistamon hajun leviämismallinnus", päiväys 13.4.2018; "Pättin puhdistamon hajutarkkailu, väliraportti 2021/12–2022/06", päiväys 14.10.2022; sekä "Pättin puhdistamon hajuselvitys Vaasan Palosaaressa, loppuraportti, tehotarkkailu", luonnoksen päiväys 16.12.2022). Aikaisemmista mallinnuksesta poiketen tässä työssä käytettiin tiheämpää reseptoriverkostoa. Alkuperäisessä (vuonna 2018 tehdyssä) työssä käytetty reseptoripisteiden välinen etäisyys oli 100 m, kun tässä työssä laskennassa käytettiin 25 m etäisyyttä.

2.3 Mallinnuksen säätiedot

Työssä käytetyt hajujen leviämismallinnuksen säätiedot olivat samat kuin vuoden 2018 mallinnuksessa ("Pättin jätevedenpuhdistamon hajun leviämismallinnus", päiväys 13.4.2018), jossa oli käytetty Ilmatieteen laitoksen Klemetilän sääaseman havaintoja vuosilta 2015–2017 (Kuva 1). Samoja säätietoja käytettiin, jotta tulokset olisivat siltä osin vertailukelpoisia.



Kuva 1. Leviämismallinnuksessa käytettyjen säätietojen tuulen suunnat ja nopeudet Klemettilän sääasemalla vuosina 2015–2017.

2.4 Mallinnuksessa arvioitu skenaario ja päästöt

Selvityksessä arvioitiin tilanne, jossa lietteenkäsittely pysyy nykyisessä rakennuksessa. Kanavoidut, puhdistetut kaasut johdetaan ulkoilmaan rakennuksen katolta. Yhteenveto Skenaario 2:n osalta on esitetty alla (Taulukko 2). Vertailun vuoksi voidaan mainita, että nykytilanteen malleissa (keskimääräiset päästöt) kokonaishajupäästö oli 8,3 milj. HY/h. Tämä hajupäästö perustui lietteen vastaanoton, esiselkeytyksen ja ilmastusaltaan mittauksiin, joita tehtiin 2021–2022 (Tarkkailusuunnitelma. Vaasan Veden Pättin jätevedenpuhdistamon hajutarkkailu vuosille 2021–2023 ympäristölupaan liittyen. Päiväty 27.8.2021).

Taulukko 2. Hajumallinnuksessa lasketun skenaarion yhteenveto.

Päästölähde	Skenaario 2
Lietteenkäsittelyn sijainti	nykyinen rakennus
Lietteenkäsittelyn poiston tilavuusvirtaus	vuonna 2018 mitattu: 1,4 m ³ /s
Kanavoitujen hajupäästöjen hajupitoisuus	500 HY/m ³
Kokonaishajupäästö	14 milj. HY/m ³

Kanavoitujen päästöjen hajupitoisuudet perustuvat jätteenkäsittelyn parhaan käyttökelpoisen tekniikan (BAT) päätelmiin. Jätteenkäsittelyn BAT-päätelmät eivät ole suoraan sovellettavissa jätevedenpuhdistamoille, mutta niiden arvioidaan antavan suuntaviivoja. Niissä on annettu kanavoidun päästön hajupitoisuuden rajoiksi puhdistuksen jälkeen 200–1 000 HY/m³. Skenaariossa 2 käytettiin

arvoa 500 HY/m³, johon arvioidaan päästävän hyvällä tekniikalla ja ylläpidolla. BAT-päästötason yläraja on 1000 HY/m³.

Tässä mallinnustyössä päästölähteinä huomioitiin ilmastusallaat (2 kpl), esikäsittelyrakennuksen poisto, esiselkeytyksen poistot (2 kpl) sekä lietteenkäsittelyrakennuksen poisto. Ilmastusallaiden päästönä (mallinnettiin pintalähteinä) käytettiin Pättin puhdistamon tehotarkkailun vuosiraportissa (luonnoksen päiväys 16.12.2022) laskettuja, 12 kuukauden mittausten keskimääräisiä päästöjä.

Esikäsittelyn, esiselkeytyksen (kaksi poistoa) ja lietteenkäsittelyn (mallinnettiin pistelähteinä) poistokaasut johdetaan piippujen kautta ulkoilmaan. Skenaariossa 2 käytettiin vuonna 2018 mitattua lietteenkäsittelyn lingon tilavuusvirtausta 1,4 m³/s (Taulukko 3).

Päästökorkeudet asetettiin suunnitelmien mukaisiksi esiselkeytyksen (20 m.p.y) ja esikäsittelyn (16 m.p.y) osalta. Lietteenkäsittelyn poiston päästökorkeus oli sama kuin aikaisemmissa mallinuksissa (19,3 m.p.y.).

Mallissa ei ollut mukana muita Pättin puhdistamon alkuperäisessä mallinnuksessa käytettyjä päästölähteitä (ruuvikuljetin ja rejektivesikanava), koska nämä nykyiselläänkään eivät tuota päästöjä ulkoilmaan.

Taulukko 3. Hajumallinnuksessa käytetyt päästölähteet, skenaario 2. Esiselkeytyksen poistojen yhteenlaskettu osuus oli 31,0 %.

Päästölähde	Tilavuusvirtaus [m ³ /s]	Kaasun virtausnopeus [m/s]	hajupitoisuus [HY/m ³]	hajupäästö [HY/s]	hajupäästö [milj. HY/h]	Osuus kokonaispäästöstä
ilmastusallas 1	7,2	0,014	33	240	0,8	6,1 %
ilmastusallas 2	10,7	0,014	33	350	1,3	9,1 %
esikäsittely	2,8	9,0	500	1 400	5,0	36,2 %
esiselkeytyks	1,2	6,1	500	600	2,2	15,5 %
esiselkeytyks	1,2	6,1	500	600	2,2	15,5 %
lietteenkäsittely	1,4	5,1	500	680	2,5	17,6 %
YHTEENSÄ				3 870	14	100,0 %

2.5 Epävarmuustarkastelu

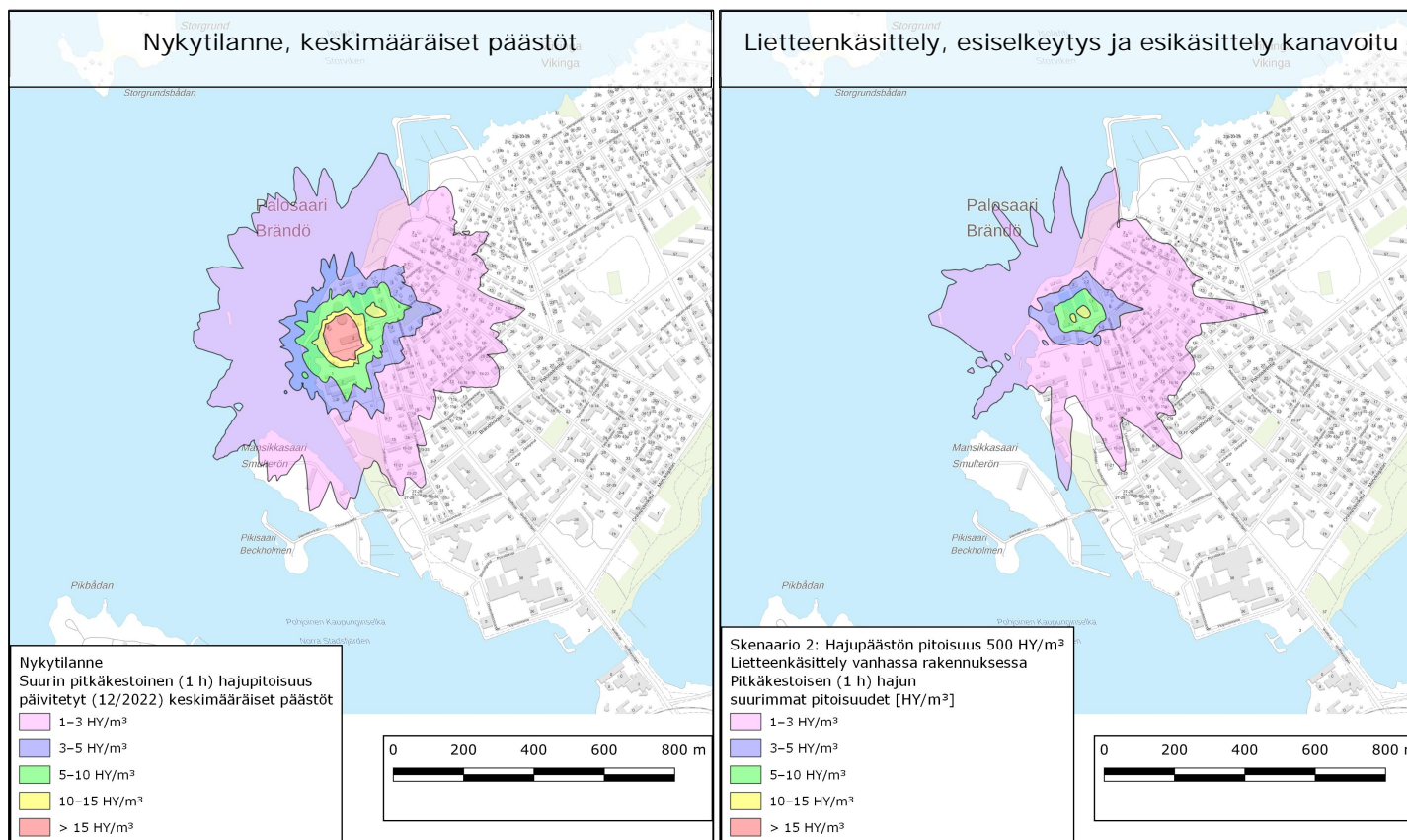
Leviämislaskelmien kokonaisepävarmuus koostuu pääosin päästötietojen epävarmuuksista (10–40 %), sääaineiston ja sen edustavuuden epävarmuuksista (10–30 %) ja laskennan epävarmuuksista (10–20 %). Lopputuloksen luotettavuus yksittäisessä pisteessä on heikoimmillaan tuntipitoisuuksia laskettaessa ja sen edustavuus paranee pitempiäaikaisia keskiarvoja laskettaessa.

Epävarmuutta laskentatuloksiin aiheuttaa myös mallin stationaarisuus. Mallilla lasketaan päästölähteestä etenevän epäpuhtauspilven keskimääräistä jakautumista ympäristöön tunnin aika-askelin, olettaen sääolosuhteen ja päästön pysyvän vakiona koko tunnin ajan. Tyynissä olosuhteissa haju voi leijua ilmassa pidempään, seuraavienkin tuntien aikana.

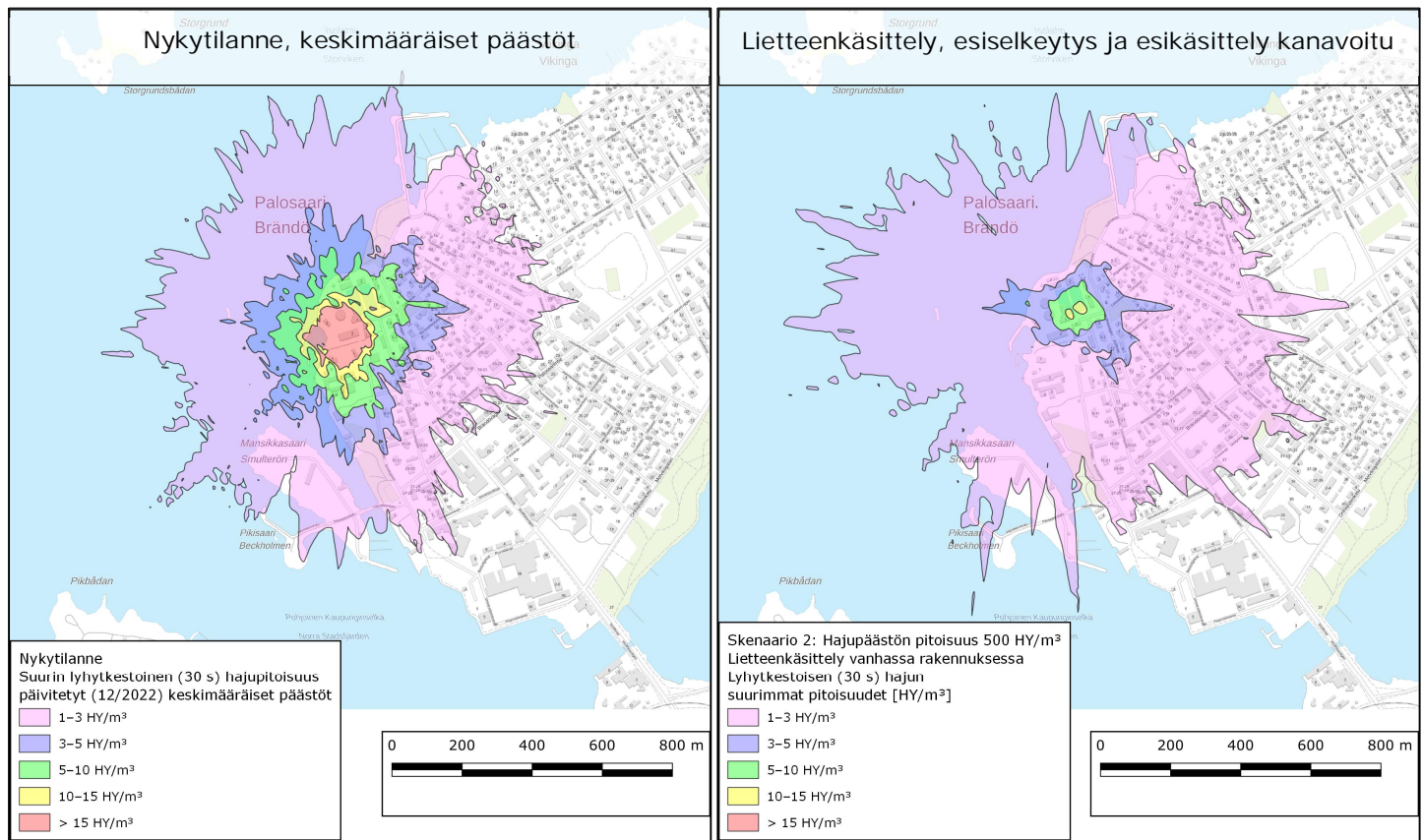
Mallinnuksessa ei ole otettu huomioon mahdollisia lietteen kuljetuksen aiheuttamia hajupäästöjä eikä myöskään poikkeustilanteita.

3. TULOKSET

3.1 Suurimmat hajupitoisuudet

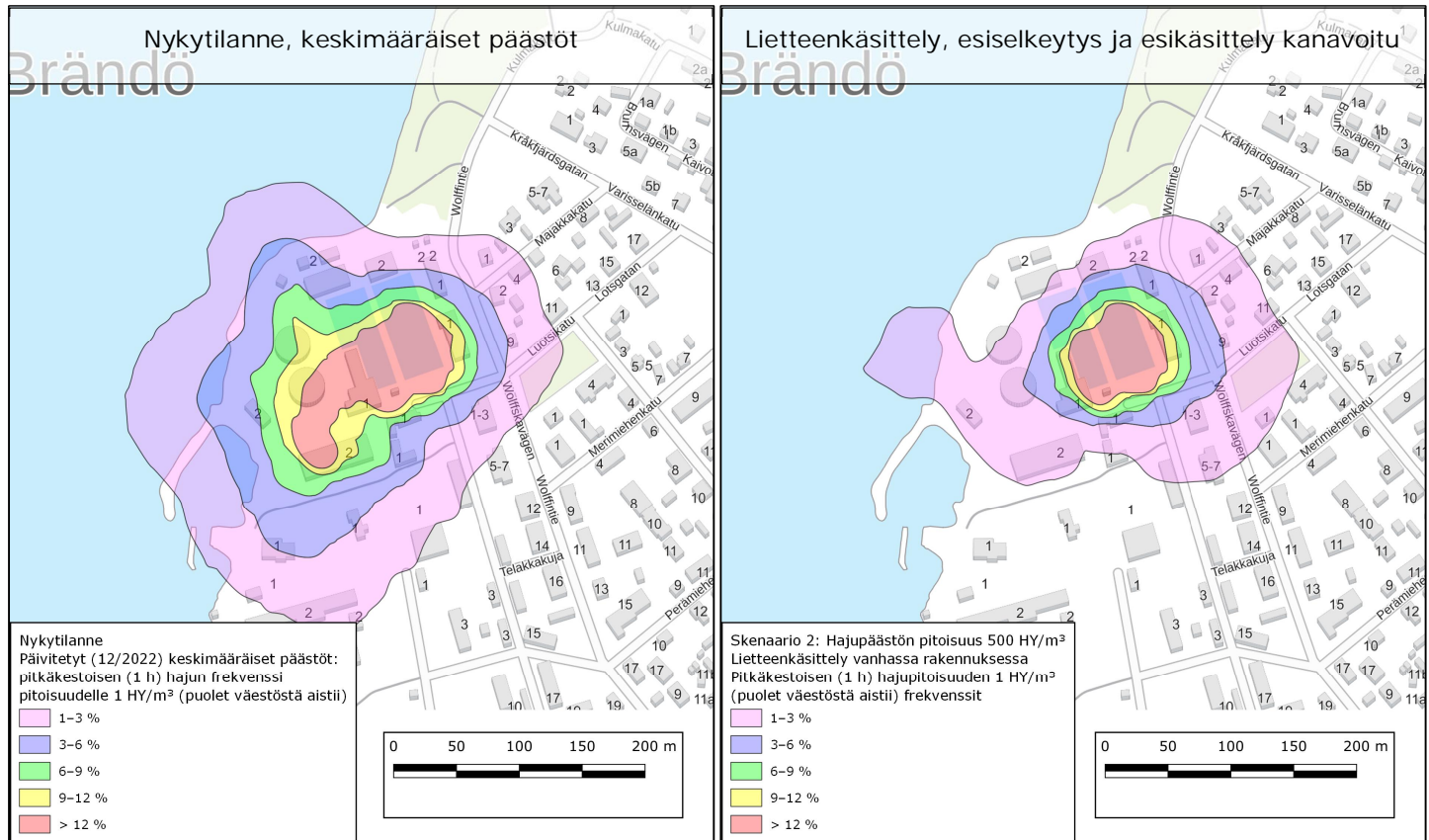


Kuva 2. Skenaario 2: Pitkäkestoinen hajun (1 h) suurimmat hajupitoisuudet (HY/m³) mallinnuksen mukaan, kun puhdistettujen kanavoitujen hajupäästöjen pitoisuus on 500 HY/m³ ja lietteenkäsittely on nykyisessä rakennuksessa. Vyöhykkeet eivät kuvaa alueella yhtä aikaa esiintyviä pitoisuuksia vaan kussakin tarkastelupisteessä joskus havaittavaa suurinta hajupitoisuutta.

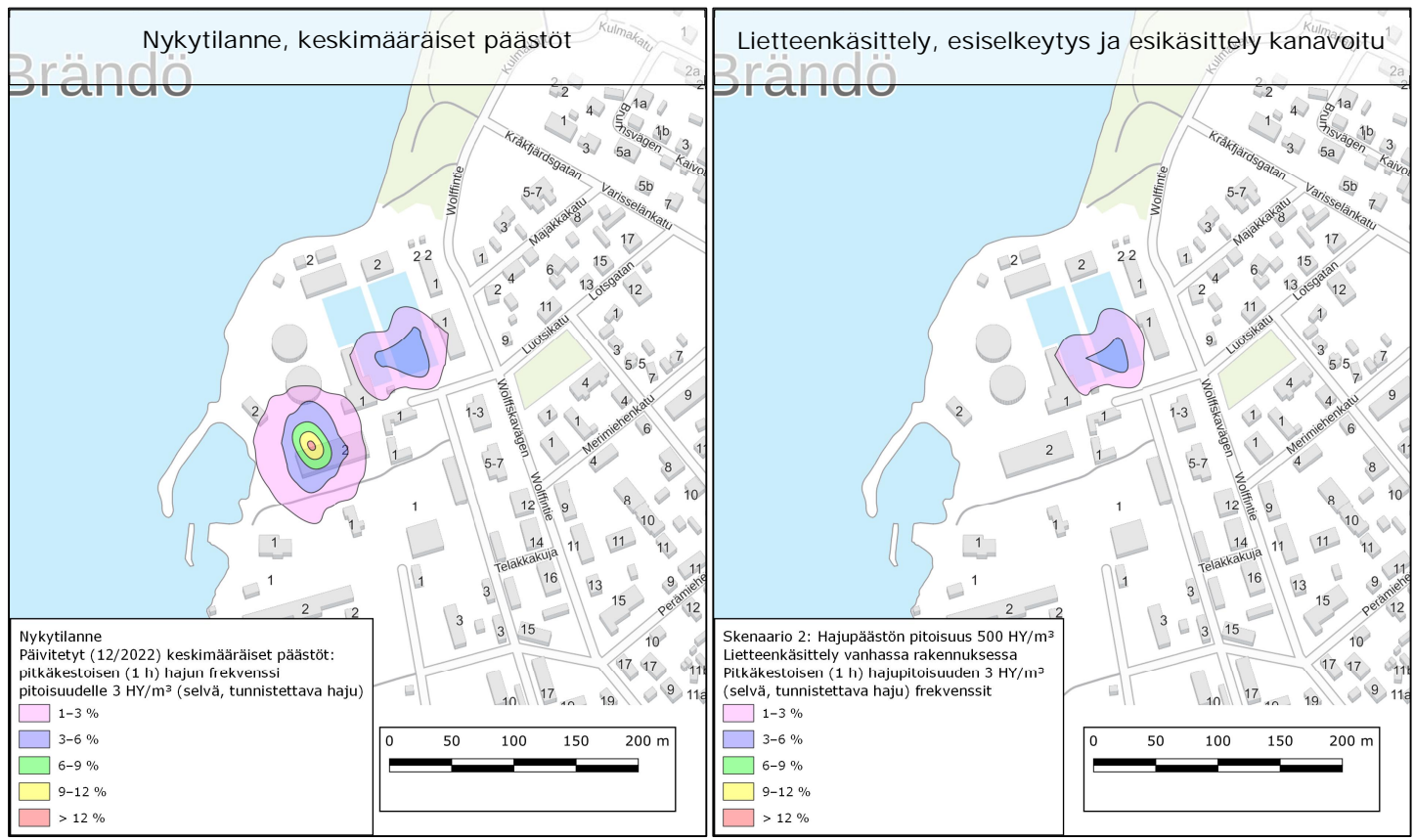


Kuva 3. Skenaario 2: Lyhytkestoinen hajun (30 s) suurimmat hajupitoisuudet (HY/m³) mallinnuksen mukaan, kun puhdistettujen kanavoitujen hajupäästöjen pitoisuus on 500 HY/m³ ja lietteenkäsittely on nykyisessä rakennuksessa. Vyöhykkeet eivät kuvaa alueella yhtä aikaa esiintyviä pitoisuuksia vaan kussakin tarkastelupisteessä joskus havaittavaa suurinta hajupitoisuutta.

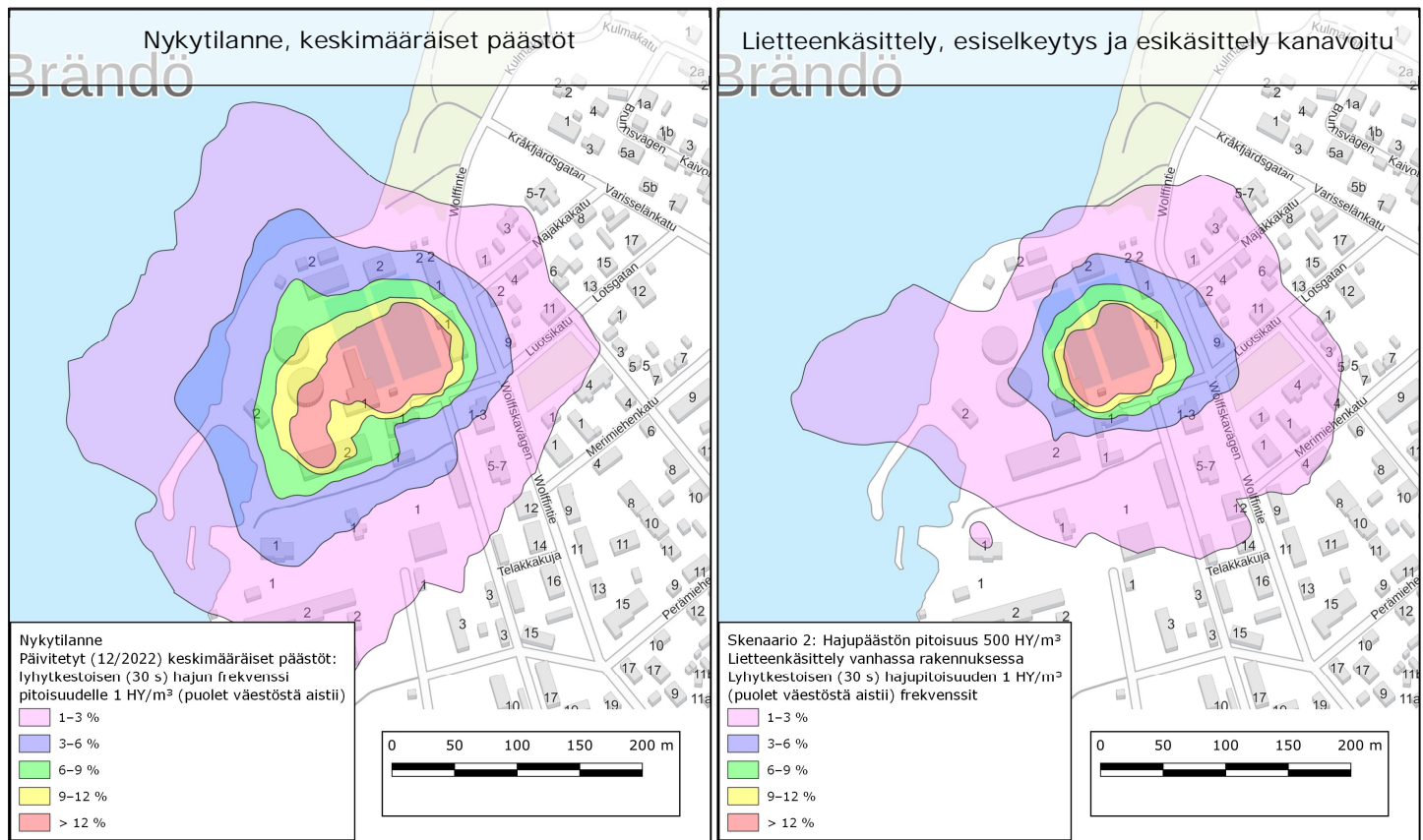
3.2 Hajufrekvenssit



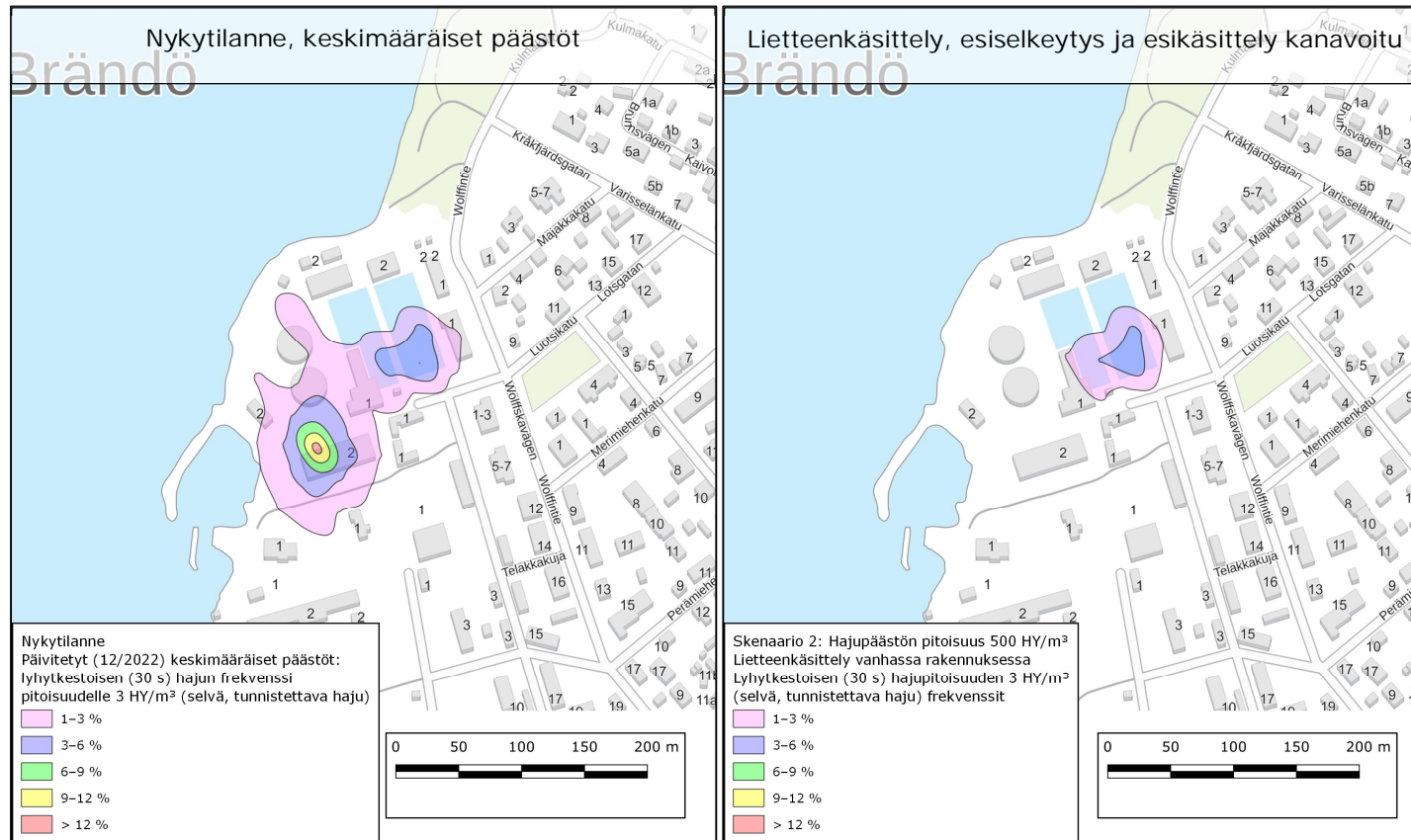
Kuva 4. Skenaario 2: Pitkäkestoisen (1 h) hajupitoisuuden 1 HY/m³ (puolet väestöstä voi aistia) frekvenssit mallinnuksen mukaan, kun puhdistettujen kanavoitujen hajupäästöjen pitoisuus on 500 HY/m³ ja lietteenkäsittely on nykyisessä rakennuksessa.



Kuva 5. Skenaario 2: Pitkäkestoisen (1 h) hajupitoisuuden 3 HY/m³ (selvä, tunnistettava haju) frekvenssit mallinnuksen mukaan, kun puhdistettujen kanavoitujen hajupäästöjen pitoisuus on 500 HY/m³ ja lietteenkäsittely on nykyisessä rakennuksessa.



Kuva 6. Skenaario 2: Lyhytkestoisen (30 s) hajupitoisuuden 1 HY/m³ (puolet väestöstä voi aistia) frekvenssit mallinnuksen mukaan, kun puhdistettujen kanavoitujen hajupäästöjen pitoisuus on 500 HY/m³ ja lietteenkäsittely on nykyisessä rakennuksessa.



Kuva 7. Skenaario 2: Lyhytkestoisen (30 s) hajupitoisuuden 3 HY/m³ (selvä, tunnistettava haju) frekvenssit mallinnuksen mukaan, kun puhdistettujen kanavoitujen hajupäästöjen pitoisuus on 500 HY/m³ ja lietteenkäsittely on nykyisessä rakennuksessa.

4. TULOSTEN TARKASTELU

4.1 Suurimmat hajupitoisuudet

Suurimmat hajupitoisuudet eivät esiinny koko aikaa ympäristössä. Ne esiintyvät kartoilla, kun ainakin kerran kolmen vuoden aikana on ollut laimenemisen kannalta epäedulliset sääolot.

Pitkäkestoisen (1 h) hajun vyöhyke 1 HY/m^3 (puolet väestöstä voi aistia) ulottui kaukaisimmillaan noin 450 metrin etäisyydelle puhdistamon kiinteistöstä. Pitoisuustason 3 HY/m^3 (selvä, tunnistettava haju) ulottui reilun 100 metrin päähän idässä. Vyöhyke 5 HY/m^3 (melko voimakas, tunnistettava haju) ulottui enintään 25 metriä puhdistamon kiinteistön ulkopuolelle, ja se ulottui yhdelle asuinkiinteistölle.

Lyhytkestoisen (30 s) voitaisiin mahdollisesti havaita heikkona (1 HY/m^3 , puolet väestöstä voi aistia) enintään 800 metrin säteellä puhdistamosta. Hajupitoisuutta 3 HY/m^3 (selvä, tunnistettava haju) esiintyi mallissa 200 metrin etäisyydellä. Melko voimakkaan hajun (5 HY/m^3) vyöhyke ulottui noin 30 metrin etäisyydelle yhdelle nykyiselle asuinkiinteistölle.

4.2 Hajufrekvenssit

Skenaariossa 2 pitkäkestoisen (1 h) hajupitoisuuden 1 HY/m^3 (puolet väestöstä voi aistia) frekvenssi oli vähintään 3 % alle 30 metrin päässä puhdistamolta, ja tälle alueelle sijoittui kolme asuintaloa. Lyhytkestoisen (30 s) hajun frekvenssi oli 3 % tai enemmän vain vähän laajemmalla vyöhykkeellä, jolla sijaitsi samat kolme asuintaloa.

Hajupitoisuudelle 3 HY/m^3 (selvä, tunnistettava haju) frekvenssin 1 % vyöhyke käytännössä jäi puhdistamon alueelle niin lyhyt- kuin pitkäkestoisenkin hajun tapauksessa.

Hajupitoisuuden 5 HY/m^3 (melko voimakas, tunnistettava haju) frekvenssi ei ylittänyt tasoa 1 % pitkä- eikä lyhytkestoiselle hajulle skenaariossa 2.

5. YHTEENVETO

Verrattuna vuoden nykytilanteen mallinnustuloksiin suurimpien lyhytkestoisten (30 s) hajupitoisuuksien vyöhyke 1 HY/m^3 (puolet väestöstä voi aistia) oli skenaarion 2 mallissa hieman laajempi. Tämä pienen hajupitoisuuden laajempi vyöhyke selittyy sillä, että mallissa käytetty hajupäästö ohjautuu selvästi nopeammin ylöspäin. Näin hajupäästö voi levitä laajemmalle kuin vuoden nykytilanteen mallissa, mutta hajupitoisuus jää pienemmäksi puhdistamon lähellä.

Suurin ero mallinnustuloksissa nykytilanteeseen verrattuna johtui siitä, että tässä työssä lietteen vastaanoton hallin ovena mallinnettu päästölähde jätettiin pois mallinnuksesta. Näin ollen maanpinnan lähellä ei ole hajunlähdettä, jonka haju voi toisinaan olla havaittavissa voimakkaastikin.

Skenaariossa 2 mallinnuksen mukaan puhdistamon arvioidaan aiheuttavan toisinaan lyhytaikaisia hajuhavaintoja. Niiden toistuvuuden arvioidaan olevan melko vähäinen. Jos poistoista tulevan kaasun hajupitoisuus on pienempi kuin mallissa käytetty, niin kanavoitujen päästöjen hajuvaikutukset ympäristössä vähenevät ja ilmastusaltaiden hajupäästön osuus vaikutuksesta kasvaa, kun kokonaispäästö vähenee.

Selvän hajuhaitan esiintyminen asuintaloilla arvioidaan epätodennäköiseksi skenaariossa 2, kun toiminta on mallinnuksen mukaista eikä poikkeavia hajupäästöjä synny. Perusteena ovat hajupitoisuuden 3 HY/m^3 (selvä, tunnistettava haju) frekvenssien vyöhykkeiden pienialaisuus sekä suurimpien hajupitoisuuksien tason 5 HY/m^3 suppeahkot vyöhykkeet.