



**Enwin**  
*- Vision Keeper -*

14. SYYSKUUTA 2020

Ranta-Tampellan putkikeräys Oy  
Kelloportinkatu 1  
33100 Tampere

**RANTA-TAMPELLAN KOONTA-  
ASEMAN HAJUMALLINNUS**  
RANTA-TAMPELLAN PUTKIKERÄYS OY

**Enwin**  
*- Vision Keeper -*

ENWIN OY, 2020

Kivipöytälankuja 2  
33920 Pirkkala  
[www.enwin.fi](http://www.enwin.fi)

## Sisältö

---

RANTA-TAMPELLAN KOONTA-ASEMAN HAJUMALLINNUS .....	0
1. Johdanto .....	2
2. Koonta-aseman arvioidut hajupäästöt .....	3
3. Haju viihtyvyyshaittana .....	4
3.1 Hajuhaitan arviointi Suomessa .....	5
3.2 Ulkomaisia hajun arviointikriteereitä viihtyvyyshaitan arvioinnissa .....	6
4. Hajun leviämismallinnus .....	8
5. Hajumallinnuksen tulokset.....	9
6. Johtopäätökset ja suositukset.....	13
7. Mallin kokonaisuvarmuuden arviointi .....	15
LIITE 1. AERMOD-leviämismalli .....	16

Copyrights2020 ©ENWIN Oy

## 1. Johdanto

Ranta-Tampellan Putkikeräys Oy suunnittelee kotitalousjätteiden putkikeräyksen koonta-asemaa Tampereelle Ranta-Tampellan alueelle osoitteeseen Tampellan esplanadi 14. Kuvassa 1 on aseman sijainti kartalla ja havainnekuva asemasta.



Kuva 1. Ranta-Tampellan koonta-aseman sijainti ja havainnekuva, Tampellan esplanadi 14.

(Lähde: Arkkitehtuuristo Vihanto & Co 2.7.2020).

Tampereen kaupunki on edellyttänyt kotitalousjätteen imuputkijärjestelmän koonta-aseman ilmanvaihtopiipun hajupäästöjen mallinnusta. Tässä työssä koonta-aseman hajupäästöjen leviäminen mallinnetaan AERMOD-leviämismallinnusohjelmistolla. Leviämismallinnustuloksia arvioidaan hajun mahdollisen viihtyvyshaitan näkökulmasta lähimpien asuinkerrostalojen läheisyydessä.

Työn on tehnyt Enwin Oy:ssä Tarja Tamminen ja Ari Tamminen. Yhteyshenkilönä Ranta-Tampellan Putkikeräys Oy:ssä on ollut Hannu Koisti.

## 2. Koonta-aseman arvioidut hajupäästöt

Kotitalousjätteen imuputkijärjestelmän ilmanvaihto - ja hajupäästötiedot saatiin Ranta-Tampellan Putkikeräys Oy:stä. Kotitalousjätteen imut tehdään 06-22 välisenä aikana päiväsaikaan noin neljä kertaa päivässä, jolloin kokonaisimuaikaa kertyy n. 3 tuntia.

Taulukossa 1 on lähtötiedot hajupäästön mallinnukseen. Koonta-aseman ilmanvaihtopiippu sijaitsee rakennuksen radanpuoleisessa päässä. Lähimmät kerrostalot sijaitsevan mäen päällä aseman itäpuolella. Etäisyys ilmanvaihtopiipusta lähimpään kerrostalon on noin 30 m.

Piipun korkeus merenpinnasta	109	m
Piipun korkeus katosta	4	m
Piipun halkaisija	0.35	m
Poistoilman virtaus	18	m/s
Poistoilman tilavuusvirtaus	1.73	m <sup>3</sup> /s
Hajupäästö hajuyksikköinä	2000	OU <sub>E</sub> /s
Hajupäästön pitoisuus	1155	OU <sub>E</sub> /m <sup>3</sup>

Hajupäästöt on ilmoitettu hajuyksikköinä (OU<sub>E</sub>=odor unit =HY=hajuyksikkö), joka perustuu olfaktometriseen eurooppalaiseen standardiin SFS-EN 13725 "Air Quality - Determination of Odour Concentration by Dynamic Olfactometry".

Hajupäästöt määritetään olfaktometrisesti silloin, kun prosesseista muodostuu hajuja, joiden sisältämiä komponentteja ja niiden pitoisuuksia ei pystytä yksiselitteisesti määrittämään mittaamalla analyttisin menetelmin ja haju aiheutuu komponenttien seoksesta.

Menetelmässä otetaan hajukaasusta näyte, jota laimennetaan niin pitkään, että hajupanelisteista 50 % ei enää tunne hajua. Näin saadaan ko. hajun hajukynnys eli  $1 \text{ OU}_E/\text{m}^3$  ( $\text{OU}_E = \text{odor unit} = \text{HY} = \text{hajuyksikkö}$ ), mikä tarkoittaa, että 50 % hajupaneelin osallistujista havaitsee näytteessä hajua ja toinen puoli (50 %) ei vielä havaitse hajua. Hajua ei tällöin vielä ole välttämättä tunnistettavissa tiettyyn lähteeseen liittyväksi ominaishajuksi. Olfaktometrisen hajupaneelin osallistujien hajuaistit testataan ns. kalibrointitestillä.

Olfaktometrisesti määritetyissä hajunäytteissä hajuyksiköiden lukumäärä päästössä osoittaa, kuinka monta kertaa hajunäytettä on jouduttu laimentamaan ennen kuin on päästy ko. hajun hajukynnyspitoisuuteen. Hajuyksiköiden lukumäärä osoittaa siis hajun voimakkuutta suhteessa hajukynnykseen. Olfaktometrinen määrittäminen ei ota kantaa hajun laatuun, sen miellyttävyys/epämiellyttävyysasteeseen.

### 3. Hajua viihtyvyyshaittana

---

Ihmisen nenä aistii hajua hyvinkin pieninä pitoisuuksina. Hajuhaitan kokemiseen ja hajun häiritsevyyteen vaikuttavat hajun esiintymistiheys (Frequency), voimakkuuden vaihtelu (Intensity, strength), kesto (Duration), laatu (Offensiveness/character, hedonic tone, miellyttävyysaste) ja paikka (Location) (= FIDOL-factor). Esim. hajun esiintyminen viikonloppuisin tai iltaisin aiheuttaa enemmän hajuvalituksia, koska elämänlaadun vaatimukset ovat korkeammalla vapaa-ajalla. Toisaalta hajuerkkyyttä voi vähentää, jos asukkaat ovat hajujen kanssa tekemisissä esim. työssään.

Hajuhaitta on ennen kaikkea viihtyvyyshaitta, koska yksittäisten hajua aiheuttavien komponenttien pitoisuudet ovat yleensä alhaisia eikä hajusta aiheudu varsinaista terveyshaittaa. Hajuhaitta voi kuitenkin olla ihmisten elämänlaatuun merkittävästi vaikuttava asia.

Hajua voi aiheuttaa monentyyppiset yhdisteet, rikkiyhdisteet (rikkivety, merkaptaanit, sulfidit, disulfidit), typpiyhdisteet (ammoniakki, amiinit), sekä orgaaniset hapot ja aldehydit ja monet hiilivety-yhdisteet (VOC, PAH). Hajut muodostuvat yleensä useamman yhdisteen yhteisvaikutuksesta.

Hajun ns. yleinen valitustaso on  $5 \text{ OU}_E/\text{m}^3$  eli viisi kertaa olfaktometrisen määrittäksen teoreettinen minimi ( $1 \text{ OU}_E$ ). Hajuvalituksia voi esiintyä, kun hajupitoisuus on esim.  $2-10 \text{ OU}_E/\text{m}^3$ . Hajuvalitukseen vaikuttaa suuresti myös hajun koettu miellyttävyysaste ja esim. voimakkuuden vaihtelu, jolloin hajuaistin mukautumista ei ehdi tapahtumaan.

Haju on pitoisuudessa 1 OUE/m<sup>3</sup> juuri aistittavissa, pitoisuudessa >3 OUE/m<sup>3</sup> selvästi tunnistettavissa ja pitoisuudessa > 5 OUE/m<sup>3</sup> useimmat ihmiset pitävät hajua melko voimakkaana.

### 3.1 Hajuhaitan arviointi Suomessa

Suomessa kansallisissa ilmanlaadun ohjearvoissa (VNp 480/1996) on annettu ohjearvo pelkistyneiden rikkiyhdisteiden (TRS-yhdisteet=total reduced sulfur) vuorokausipitoisuudelle ulkoilmassa (10 µgS/m<sup>3</sup>). Muille hajukomponenteille tai yleisesti olfaktometrisesti määritetyille hajuseoksille ei Suomessa ole annettu ohjearvoja eikä erilaisten hajujen aiheuttamalle viihtyisyshaitalle ole esitetty yksiselitteisiä kriteereitä.

Viihtyvyshaittoja käsitellään lainsäädännössä mm. seuraavasti:

- Ympäristönsuojelulain (527/2014, 141 §) periaatteena on, että kaikessa toiminnassa on tavoiteltava sellaista ilmanlaatua, jossa vaarallisia tai haitallisia aineita tai yhdisteitä ei esiinny aiheuttaen terveyshaittaa tai merkittäviä muita seurauksia
- Maankäyttö- ja rakennuslain (132/1999, 54 §) mukaan asemakaava on laadittava siten, että luodaan edellytykset terveelliselle, turvalliselle ja viihtyisälle elinympäristölle.
- Naapurussuhdelain (Laki eräistä naapurussuhteista, 26/1920, 3 §) mukaan kiinteistöstä tai rakennuksesta ei saa aiheutua lähistöllä asuvalle kohtuutonta räsitusta hajusta.

Suomessa 90-luvulla tehdyssä hajuselvityksessä on esitetty, että hajujen esiintyvyyksiä ohjearvona voitaisiin käyttää hajufrekvenssiarvoja 3 % - 9 % kokonaisajasta (VTT, Arnold 1995<sup>1</sup>). Alaraja koskisi hyvin epämiellyttäviä hajuja ja yläraja koskisi hajuja, joiden miellyttävyysaste on vaihtelevampi. Hajufrekvenssi tarkoittaa hajun esiintyvyyttä kokonaisajasta.

VTT:n mukaan<sup>2</sup> hajuhaitan kriteerinä voitaisiin käyttää esimerkiksi em. selvityksen suosituksia:

- Häiritsevyyks on merkittävää, kun 25-50 % asukkaista kokee hajun selvästi häiritsevänä
- Tällöin ”selvästi häiritsevän hajun” esiintymistiheys voisi olla 3-9 % kokonaisajasta, riippuen hajun miellyttävyyydestä
- koska ”selvästi häiritsevää” hajua ei pysty yksiselitteisesti määrittelemään, monesti on käytetty ”selvää hajua” oletuksena (selvä haju=3 OUE/m<sup>3</sup>)

<sup>1</sup> Arnold M., 1995 Hajuohejearvojen perusteet, VTT Tiedotteita 1711, Espoo 83 p.

<sup>2</sup> Kajolinna T., Hajujen esiintymisen mittaamisesta ja hajuhaitan arviointi, Maatalouden ympäristösuojelun neuvottelupäivät 31.8.2020

## 3.2 Ulkomaisia hajun arviointikriteereitä viihtyvyyshaitan arvioinnissa

Ulkomailla on annettu hajuohjearvosuosituksia ja raja-arvoja erityyppisille hajuille. Ohje- ja raja-arvot perustuvat hajun leviämisen mallintamiseen. Useimmissa maissa annetut hajukriteerit ovat tuntikeskiarvopitoisuuksia ja sidottu hajulähteeseen, jolloin ohje/raja-arvoissa voidaan huomioida hajun laatu ja häiritsevyys jo lähtökohtaisesti paremmin. Yleisimmin ulkoilman hajuohjearvoja on asetettu esim. jätevedenpuhdistamoille, sikaloille, teurastamoille ja kompostoinnille. Näille spesifioituille hajuille on annettu enimmäishajupitoisuussuosituksia ympäristössä (hajuyksikköinä  $OU_E/m^3$ ) ja lisäksi hajun esiintyvyyden rajoituksia esim. hajutuntien määränä vuodessa (% vuoden tunneista, hajufrekvenssit, pitoisuuksien prosenttipisteet eli persentiilit).

Hollannissa hajulle on annettu yksityiskohtaisempia toimialakohtaisia pitoisuuslimittejä ja esiintyvyyksirajoituksia ympäristössä (NeR 2014). Ne perustuvat hajun tuntikeskiarvopitoisuuksiin ja ne pääsääntöisesti sallivat ohjearvoylityksiä 2 % ajasta. Esimerkiksi jätevedenpuhdistamojen hajujen ohjearvot ovat seuraavat:

Uudet kohteet:

- 0.5  $OU_E/m^3$  98. prosenttipiste - herkätkohteet
- 1  $OU_E/m^3$  98. prosenttipiste - teollisuusalueet ja haja-asutusalueet

Siirtymäkaudella (vanhemmat kohteet):

- 1.5  $OU_E/m^3$  98. prosenttipiste - herkätkohteet
- 3.5  $OU_E/m^3$  98. prosenttipiste - teollisuusalueet ja haja-asutusalueet

Saksan hajustandardit koskevat useimmiten hajuemissioita, päästöä. Hajupäästöjen lisäksi arvioidaan aina myös hajun levinneisyysmallinnuksen avulla. Kenttätutkimuksissa Saksassa hajua arvioidaan myös sen miellyttävyyden mukaan asteikolla -4 (epämiellyttävä) - 0 (neutraali) - +4 (miellyttävä). Saksan hajuohjeissa hajua saa esiintyä enintään 10 % kokonaisajasta asutusalueilla ja 15 % ajasta mm. teollisuusalueilla. Vaikutusarvioinnissa huomioidaan myös alueen muut hajut ja esim. uuden laitoksen tuoma lisähaju kokonaishajukuormaan. Hajun miellyttävyyden/epämiellyttävyyden mukaan voidaan käyttää laskennassa myös erilaisia kertoimia. Saksan kansallinen ohjeistus on julkaistu 2008 <sup>(3,4)</sup>

---

<sup>3</sup> CEN/TC 264/WG 27 N 185, Guideline on Odour in Ambient Air (GOAA 2008)

<sup>4</sup> Marlon Brancher, K. David Griffiths, Davide Franco, Henrique de Melo Lisboa, A review of odour impact criteria in selected countries around the world, Chemosphere, 2016  
<http://dx.doi.org/10.1016/j.chemosphere.2016.11.160>

Irlantilainen haitattoman hajukuorman yleinen tavoitetaso hajulle on  $1.5 \text{ OU}_E/\text{m}^3$  (98.p,1 h), jolloin tavoitearvon ylittävää hajua saa esiintyä ympäristössä korkeintaan 2 % kokonaisajasta.

Tanskan ympäristönsuojeluvirasto on vuonna 2018 esittänyt uuden hajuoppaan hajuhaittojen rajoittamiseksi, missä siirrytään eurooppalaisten hajuyksiköiden ( $\text{OU}_E$ ) käyttöön<sup>5</sup>: Tarkistetussa hajuoppaassa hajukynnysarvo asetetaan tuntikeskiarvoksi ja luovutaan aiemmista minuuttikeskiarvoista. Tämä siksi, että hajumallit laskevat tuntipitoisuudet ympäristön olosuhteissa ja pitoisuuksien muuntamiseen minuuttikeskiarvoiksi liittyy paljon epävarmuuksia. (29.10.2018 Høringsbrev, Miljøstyrelsen)

Tanskan uudet ohjeelliset hajukynnysarvot ovat tuntipitoisuutena  $1.0\text{-}1.9 \text{ OU}_E/\text{m}^3$  kuukauden 99. prosenttipiste (10 vuoden meteorologinen aineisto). Kauppa- ja teollisuusalueilla sekä avoimessa maastossa ohjeellinen hajukynnysarvo on  $1.9 \text{ OU}_E/\text{m}^3$ . Muunnoskaava tanskalaisista vanhoista minuuttiarvoista eurooppalaisen hajuyksikön tuntipitoisuuksiin on seuraava:

$$5 \text{ LE}/\text{m}^3 \square (5 * 1.5) / 7.8 = 0,96 \text{ OU}_E/\text{m}^3 \approx 1.0 \text{ OU}_E/\text{m}^3$$
$$10 \text{ LE}/\text{m}^3 \square (10 * 1.5) / 7.8 = 1.92 \text{ OU}_E/\text{m}^3 \approx 1.9 \text{ OU}_E/\text{m}^3$$

Myös Norjassa on siirrytty (KLIF, 2013<sup>6</sup>) tuntikeskiarvoihin hajun arvioinnissa. Lähimmän häiriintyvän kohteen läheisyydessä hajupitoisuus saisi olla enintään tuntipitoisuutena  $1\text{-}2 \text{ OU}_E/\text{m}^3$  (kuukauden tuntiarvojen 99. prosenttipiste).

Britannian ympäristönsuojelutoimiston hajuohjeen (03/2011) mukaan hajupitoisuuksia arvioidaan tuntikeskiarvopitoisuuksina laitoksen tontin rajalla. Tuntipitoisuuksista lasketaan vuoden tuntiarvojen 98.prosenttipiste eli 98 prosenttia tuntiarvoista tulee olla alle ko. pitoisuuden ja siis 2 % tuntiarvoista voi ylittää ko. pitoisuusarvon.

Perusnäkemys englantilaisten julkaisujen mukaan on, että jos pitoisuudet teollisuuslaitoksen rajalla ylittävät alla esitetyt haitattoman hajukuorman tavoitetasot, mahdollisuudet hajuhaitan esiintymiseen ovat olemassa. Paikalliset olosuhteet voivat kuitenkin vaikuttaa ko. perustavoitetasoihin. Tällaisia ovat esim. jo hajuille herkistyneet asukkaat. Tällöin tavoitetasoja voidaan alentaa esim. 0.5 yksikön verran.

Yleiset tavoitetasot haitattomalle hajukuormalle teollisuuslaitoksen rajalla (tuntipitoisuus, 98 prosenttipiste eli 2 % tuntiarvoista voi ylittää ko. pitoisuustason) ovat Iso-Britanniassa:

---

<sup>5</sup> UDKAST, Luftvejledning, Begrænsning af lugtgener fra virksomheder, Miljøstyrelsen <https://hoeringsportalen.dk>, 2018/2019

<sup>6</sup> KLIF, 2013. Veileder - Regulering Av Luktutslipp I Tillatelse Etter Forurensningsloven. TA 3019:2013. Klima og Forurensningsdirektoratet, Oslo, p. 67



- 1.5 OU<sub>E</sub>/m<sup>3</sup> hyvin epämiellyttäville hajuille (teurastamot, kalanjalostustehtaat, rasvaa käsittelevät prosessit, jätevedenkäsittely, öljynjalostus, eläinruokatehtaat)
- 3 OU<sub>E</sub>/m<sup>3</sup> keskimääräisesti epämiellyttäville hajuille (laajamittainen eläintenkasvatus, hajut, jotka eivät selvästi sovi kahteen muuhun kategoriaan)
- 6 OU<sub>E</sub>/m<sup>3</sup> vähemmän epämiellyttäville hajuille (suklaatehtaat, panimot, kahvinpaahtimot, leipomot)

## 4. Hajun leviämismallinnus

---

Hajun leviämismallinnus tehtiin AERMOD-leviämismallinnusohjelmistolla, josta on tietoja Liitteessä 1. Mallinnuksessa huomioitiin maaston muoto ja lähirakennukset Maanmittauslaitoksen korkeusmallin avulla ja koonta-aseman suunnittelukuvien perusteella. Meteorologisena aineistona käytettiin Tampere-Pirkkala-lentosäättietoja vuosilta 2017-2019. (ks. Liite 1)

Koonta-aseman ilmanvaihdon hajupäästöt mallinnettiin korkeimpina ns. *worst case*-tuntipitoisuuksina kolmen vuoden meteorologisessa aineistossa ja 98.prosenttipistepitoisuuksina ympäristössä. 98.prosenttipistepitoisuudet tarkoittavat, että 2 % tuntipitoisuuksista voi olla korkeampia kuin pitoisuuksien aluejakaumat osoittavat, kun huomioidaan kolmen vuoden sääaineisto.

Lisäksi mallinnettiin vertikaaliset pitoisuudet vertailupisteissä lähimpien kerrostalojen eri kerroksiin. Nämä pitoisuudet mallinnettiin sekä korkeimpina *worst case* -tuntipitoisuuksina että 98.prosenttipisteen pitoisuuksina.

Hajumallinnuksessa ei voitu laskea hajun esiintyvyyshäksijä kokonaisajasta eri ilmansuunnissa, koska koonta-asemalla kotitalousjätteen imuja tehdään ainoastaan noin neljä kertaa päivässä vaihtelevasti klo 06-22 välisenä aikana. Tällöin ilmaa tulee ulos piipusta keskimäärin kolme tuntia/vrk. Hajun esiintyvyyshäksijä riippuvat tällöin imujan ajankohdan tuulen suunnasta ja muista meteorologista sääparametreistä. Kaikille päivätunneille lasketut hajufrekvenssit antaisivat yliarvion hajun esiintyvyydestä.

## 5. Hajumallinnuksen tulokset

---

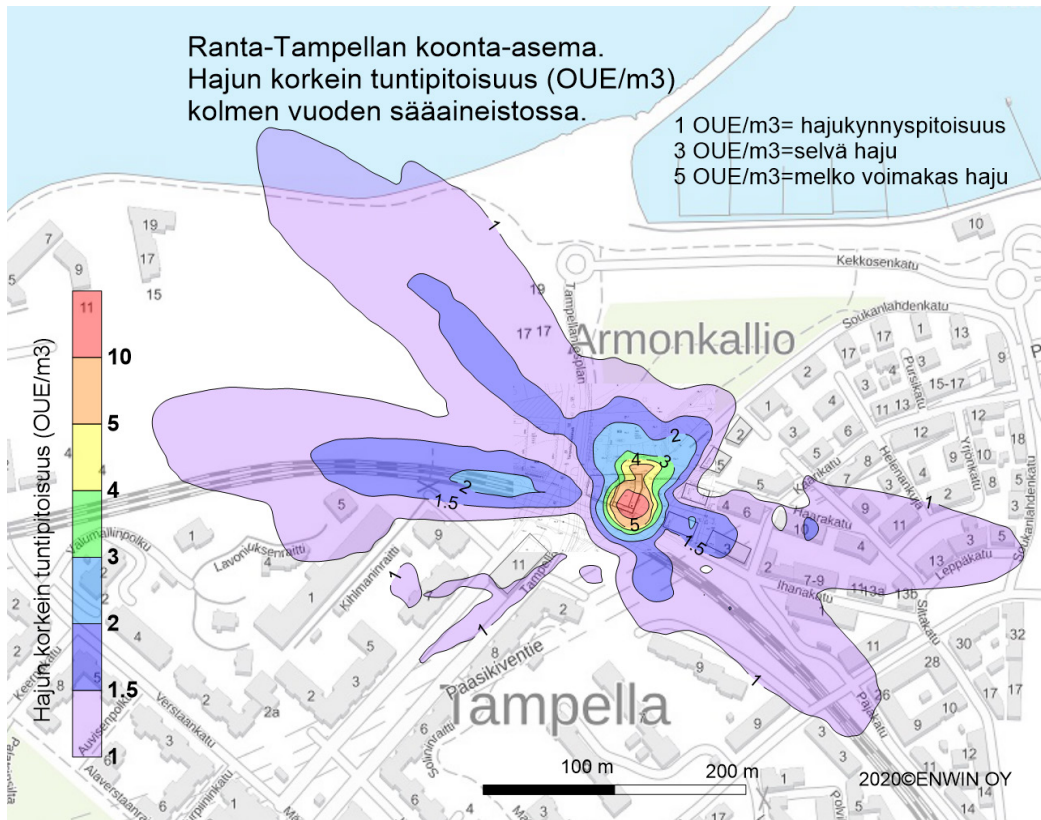
Ranta-Tampellan koonta-aseman hajujen leviämismallinnuksessa huomioitiin koonta-aseman rakennus ja sen korkeusasemointi rinteessä sekä lähimmät kerrostalot ja niiden korkeudet. Lähimmän kerrostalon etäisyys koonta-aseman katolla sijaitsevasta poistoilmakanavasta olisi suunnitelman mukaan n. 30 metriä.

Pitoisuuksien aluejakaumakuvia luettaessa on huomioitava, että

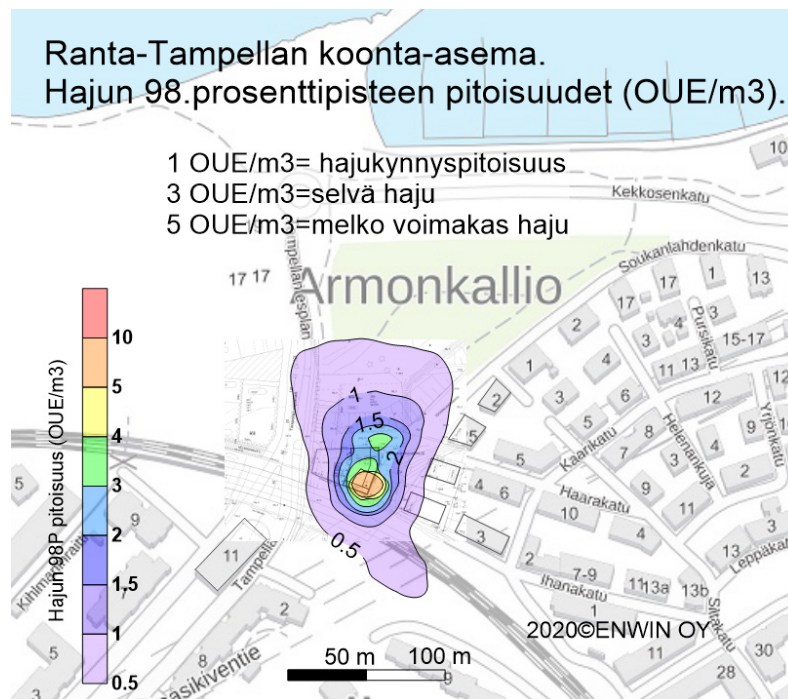
- Aluejakaumakuvat eivät esitä ajallisesti yhtenäistä tilannetta, vaan pitoisuuksien suurimmat arvot esiintyvät eri laskentapisteissä eri ajankohtina (mm. tuulen suunnasta ja sekoitusolosuhteista riippuen).
- Pitoisuuksien aluejakaumia tulkittaessa on huomattava, että suurimman osan ajasta pitoisuudet voivat olla laskentapisteissä esitettyjä korkeimpia vertailuarvoja pienempiä.

Kuvassa 2 on koonta-aseman ilmanvaihdosta aiheutuvat hajun korkeimmat tuntipitoisuudet ( $OU_E/m^3$ ) ympäristössä eli ns. *worst case*- tilanne kolmen vuoden meteorologisessa aineistossa.

Kuvassa 3 on hajun 98.prosenttipisteen tuntipitoisuudet ( $OU_E/m^3$ ) eli käytännössä esimerkiksi hollantilaisiin hajun ohjearvoihin verrannolliset hajupitoisuudet aseman ympäristössä.

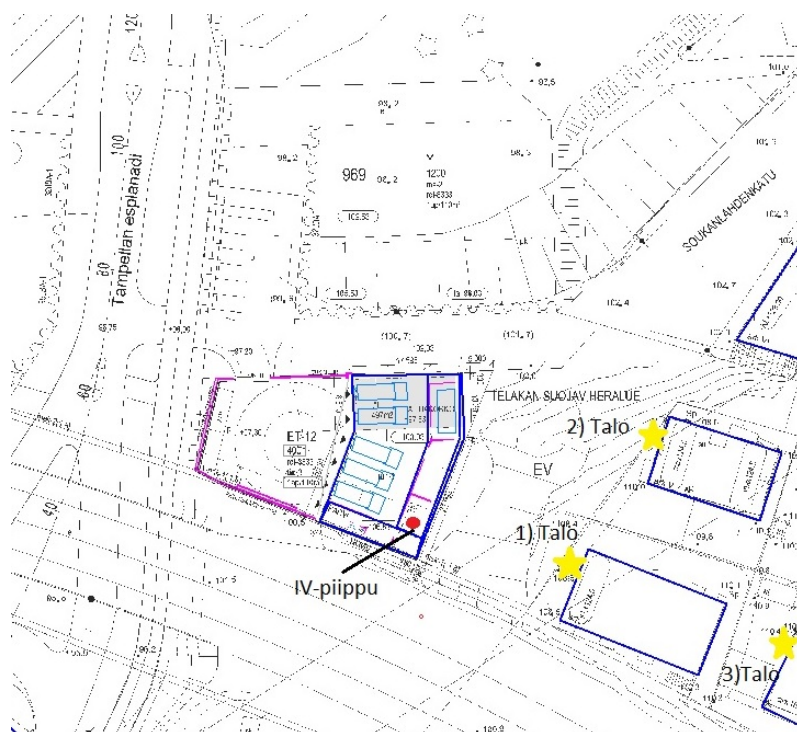


Kuva 2. Hajun korkeimmat tuntipitoisuudet ( $OUE/m^3$ ) koonta-aseman ympäristössä maanpintatasossa eri ilmansuunnissa (3 vuoden sääaineisto).



Kuva 3. Hajun 98.prosenttipisteen tuntipitoisuudet ( $OUE/m^3$ ) Ranta-Tampellan koonta-aseman ympäristössä maanpintatasossa. Aluejakauman pitoisuuskäyriä korkeampia pitoisuuksia voi esiintyä 2 % tunneista. Pitoisuudet ovat verrannollisia esimerkiksi hollantilaisiin hajun ohje/raja-arvoihin, jotka perustuvat 98 prosenttipistepitoisuuksiin.

Mallinnetut hajupitoisuudet lähimpien häiriintyvien kohteiden (Talo1 Talo 2 ja Talo 3) kohdalla maanpintatasossa on esitetty taulukossa 2. Vertailupisteissä hajupitoisuudet (P98 pitoisuus ja korkein tuntipitoisuus,  $OU_E/m^3$ ) mallinnettiin myös vertikaalisesti eli korkeustasossa kerrostalojen eri kerroksiin. Vertailupisteiden sijainti on esitetty kuvassa 4.

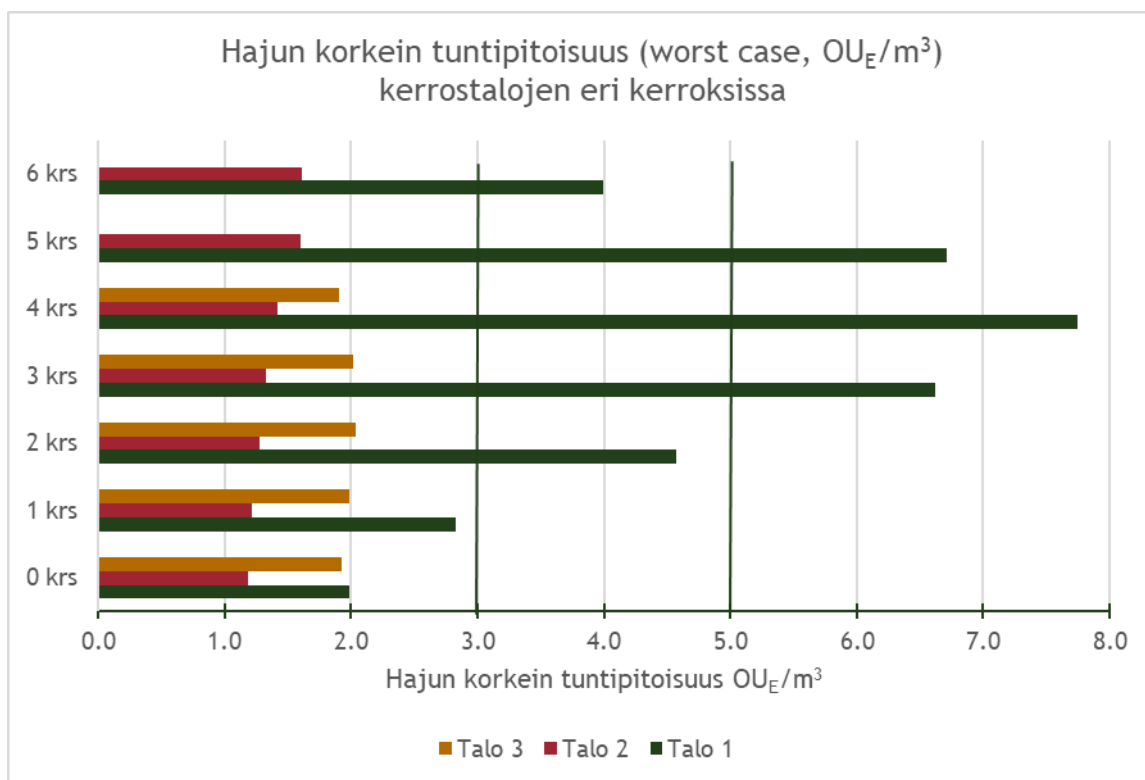


Kuva 4. Vertailupisteet kartalla - Talo1, Talo 2 ja Talo 3. Ilmanvaihtopiippu kuvassa suunnittelualan etelä-itäreunassa koonta-aseman katolla.

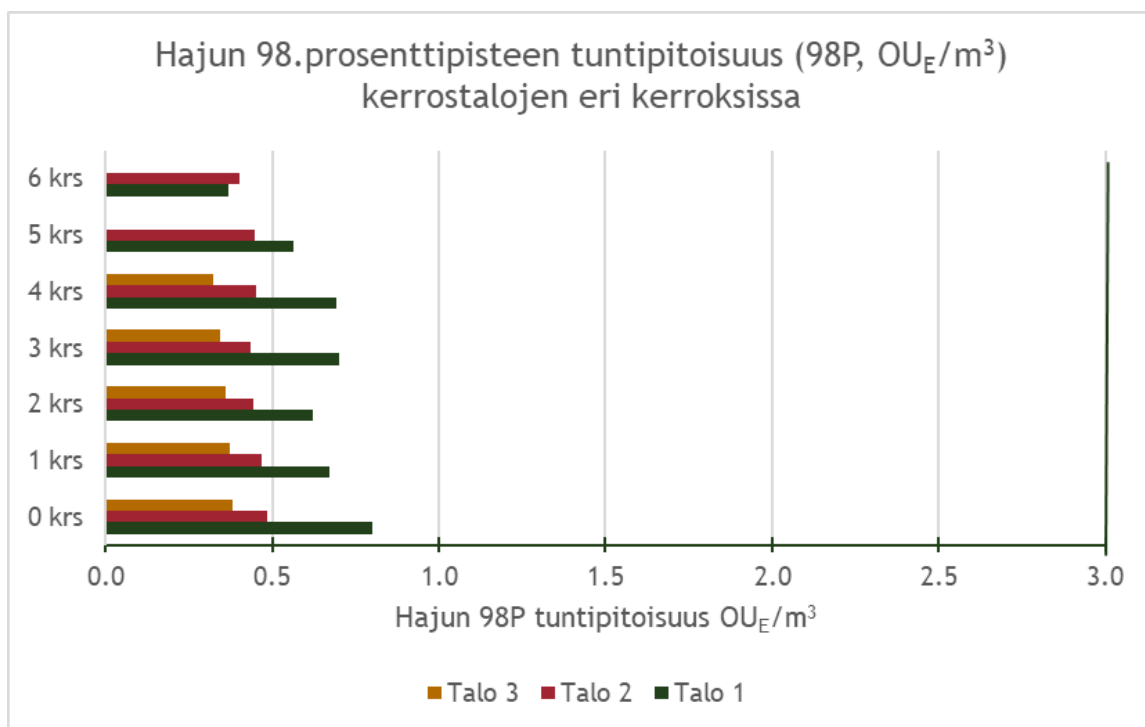
Talot sijaitsevat n. 30-60 metrin etäisyydellä piipusta. Maasto nousee koonta-aseman itäpuolella niin, että kerrostalojen pihat (+108.5-+ 110 m merenpinnasta) ovat likimain IV-piipun tasossa (+109 m merenpinnasta). Piipussa ilmanvaihtoilman nopeus on 18 m/s.

Taulukko 2. Mallinnetut hajupitoisuudet ( $OU_E/m^3$ ) lähimpien asuintalojen pihalla maanpintatasossa.			
Hajupitoisuudet	1) Talo (n. 30 m)	2) Talo (n. 40 m)	3) Talo (n. 63 m)
Korkein tuntipitoisuus ( $OU_E/m^3$ )	2.0	1.2	1.9
98P tuntipitoisuus ( $OU_E/m^3$ )	0.8	0.5	0.4

Kuvissa 5 ja 6 on esitetty pylväsdigrammeina mallinnetut hajupitoisuudet (korkein tuntipitoisuus ja P98-pitoisuus,  $OU_E/m^3$ ) vertailupisteissä vertikaalisesti eli korkeustasossa kerrostalojen eri kerroksissa. Taloissa 1 ja 2 on n. 7 kerrosta, joista 5 on asuinkerroksia. Talossa 3 on neljä asuinkerrosta.



Kuva 5. Hajun korkein tuntipitoisuus ( $OU_E/m^3$ , worst case) lähimpien kerrostalojen eri kerroksissa kolmen vuoden sääaineistossa.



Kuva 6. Hajun 98.prosenttipistepitoisuus ( $OU_E/m^3$ ) lähimpien kerrostalojen eri kerroksissa.

Kuvan 5 mukaan Talon 1) 2.-5. asuinkerroksessa hajupitoisuus voisi korkeimmillaan ylittää 3  $\text{OU}_E/\text{m}^3$  (=selvä haju). Ylemmissä kerroksissa, 3.-5. asuinkerroksissa, worst case tilanteessa hajupitoisuus voisi ylittää 5  $\text{OU}_E/\text{m}^3$ , mitä pidetään melko voimakkaana hajuna. Talojen 2) ja 3) kohdalla hajupitoisuus eri kerroksissa olisi korkeimmillaan 1-2  $\text{OU}_E/\text{m}^3$ .

Kuvan 6 98.prosenttipistepitoisuuksista nähdään, että 98 prosenttia ajasta pitoisuudet jäävät alle 1  $\text{OU}_E/\text{m}^3$  (alle hajukynnyspitoisuuden) riippumatta hajupäästön ajankohdasta välillä 06-22 kaikkien lähitalojen asuinkerroksissa.

## 6. Johtopäätökset ja suositukset

---

Ranta-Tampellan Putkikeräys Oy suunnittelee kotitalousjätteiden putkikeräyksen koonta-asemaa Tampereelle Ranta-Tampellan alueelle osoitteeseen Tampellan esplanadi 14. Tässä työssä koonta-aseman hajupäästöjen leviäminen mallinnettiin AERMOD-leviämismallinnusohjelmistolla. Leviämismallinnustuloksia arvioitiin hajun mahdollisen viihtyvyyshaitan näkökulmasta lähimpien asuinkerrostalojen läheisyydessä.

- Hajun korkeimmat tuntipitoisuudet 3-10  $\text{OU}_E/\text{m}^3$  sijoittuivat Ranta-Tampellan kotitalousjätteen koonta-aseman ilmanvaihtopiipun välittömään läheisyyteen ja Soukanlahdentien lähialueelle.
- Lähimpien asuintalojen kohdalla korkein maanpintapitoisuus oli 1.5-2  $\text{OU}_E/\text{m}^3$ .
- Lähimmän kerrostalon eri kerroksissa hajun tuntipitoisuus voi worst case-tilanteessa ylittää 3 ja 5  $\text{OU}_E/\text{m}^3$  eli haju on selvästi aistittavissa tai se voidaan arvioida melko voimakkaaksi.
- Kolmen vuoden sääaineistossa 98 prosenttia tuntipitoisuuksista on lähimpien kerrostalojen kohdalla kuitenkin alle 1  $\text{OU}_E/\text{m}^3$  eli alle ns. hajukynnyksen. Myös vertikaalisesti kerrostalojen eri kerrosten kohdalla hajupitoisuus jää alle 1  $\text{OU}_E/\text{m}^3$  98 prosenttia ajasta.
- Hajua on kuitenkin mahdollista aistia lähimpien kerrostalojen kohdalla aika ajoin, mutta tilanteet ovat mallin mukaan harvinaisia.
- Hajun leviämiseen vaikuttaa myös koonta-aseman lähialueen maaston muoto ja ilmanvaihtoilman nopeus piipussa.
- Kotitalousjätteen koonta-asemalla jätteen imuja tehdään klo 06-22 välisenä aikana noin neljä kertaa vuorokaudessa, jolloin kokonaismuuaukaa muodostuu noin kolme tuntia

vuorokaudessa. Lähin kerrostalo sijaitsee noin 30 metrin etäisyydellä koonta-aseman ilmanvaihdosta.

Kokonaisuutena hajumallinnus antaa kuvaa Ranta-Tampellan kotitalousjätteen koonta-aseman hajupäästön aiheuttamista pitoisuustasoista ympäristössä maanpintatasossa ja vertikaalisesti kerrostalojen eri kerroksissa. Suomessa ei ole olemassa selkeitä hajun viihtyvyyshaitan kriteereitä, vaan hajuja arvioidaan yleensä tapauskohtaisesti. Mallinnettuja pitoisuuksia voidaan verrata ulkomaisiin hajun ohje- ja raja-arvoihin sekä suomalaisen hajututkimuksen ohjeistuksiin. Eri maissa hajun ohje- ja raja-arvojen kriteerit ovat vaihtelevia, mikä osoittaa hajuarvioinnin vaikeutta hajuaistimuksen subjektiivisen luonteen takia. Kaikille yhteistä on se, että jonkin verran hajua voi teollisen toiminnan ympäristössä esiintyä. Hajukriteerien avulla on pyritty helpottamaan esim. viranomaisen arviota siitä, mikä on se viihtyvyyshaitta, jonka teollinen tai muu välttämätön toiminta voi ympäristössään hyväksyttävästi aiheuttaa.

Koonta-aseman hajupäästöä ja sitä kautta hajuvaikutuksia on mahdollista pienentää esimerkiksi asentamalla aktiivihiilisuodatin ilmanvaihdon päästölle.

## 7. Mallin kokonaisepävarmuuden arviointi

---

Hajupäästön kokonaisepävarmuuteen vaikuttaa eniten hajupäästön ja sen vuodenaikaisvaihteluiden epävarmuus. Hajun mittaus perustuu olfaktometrisessä analyysissä hajupanelistien hajuaistiin ja analyysissä näytteestä tehtäviin laimennoksiin.

Päästömäärityksen lisäksi muita mallinnukseen vaikuttavia tekijöitä ovat mm. meteorologinen aineisto, maaston muoto ja kasvillisuus sekä lähirakennukset. Meteorologisen aineiston edustavuudessa on huomioitu useamman vuoden tuntisääaineisto. Maaston muoto on huomioitu Maanmittauslaitoksen korkeusmallin mukaisesti ja piipun lähirakennukset on huomioitu mallissa rakennuskorkeuksien mukaisesti.

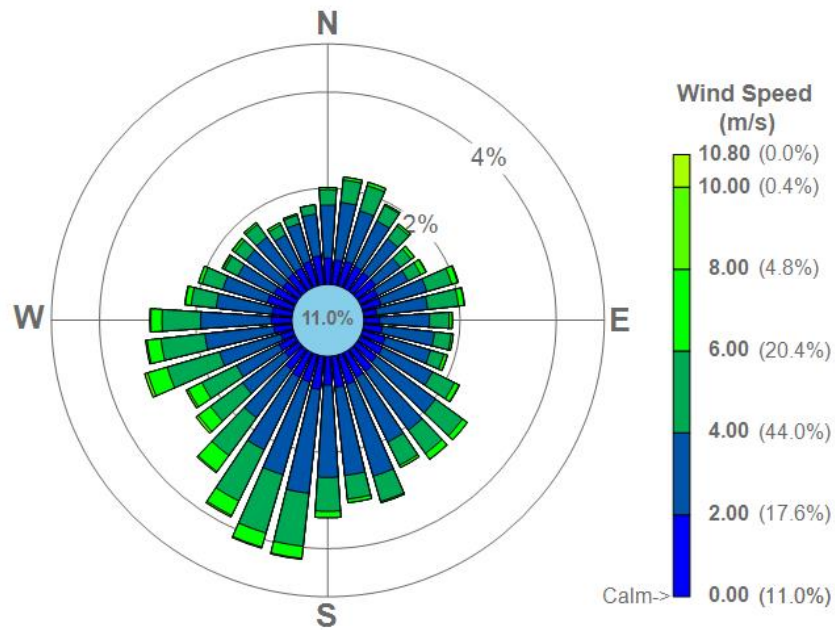
Tavallisesti leviämismallinnuksen epävarmuusarviointi tehdään vertaamalla saman ajankohdan ulkoilmapitoisuuksien mittausdataa ja mittauspisteeseen mallilla laskettuja pitoisuuksien aikasarjoja keskenään silloin, kun kaikki suurimmat ulkoilmapitoisuuksiin vaikuttavat päästölähteet ja taustapitoisuus ovat mallissa mukana. Hajun osalta tätä ei voida tehdä.

Hajun leviämismallinnuksen päästötietojen epävarmuus on usein suurempi kuin esimerkiksi jatkuvatoimisesti online-mittauksilla määritettävien epäpuhtauskomponenttien päästöjen epävarmuus. Hajun määrä ja intensiteetti riippuu aina voimakkaasti sen hetkisestä tilanteesta.

Standardin mukaisessa olfaktometrisessä hajumäärityksessä määritetään hajuyksiköiden määrä näytteessä, mutta siinä ei pohdita esim. hajun miellyttävyyttä/epämiellyttävyyttä, millä kuitenkin on vaikutusta hajun häiritsevyyden subjektiiviseen kokemiseen. Hollantilaisissa toimialakohtaisissa hajun raja-arvoissa tämä on huomioitu. Suomessa ei ole selkeitä raja-arvoja hajupitoisuudelle vaan vaikutusten arviointia tehdään pääosin tapauskohtaisesti huomioiden asutus, herkät kohteet ja hajuhavaintohistoria.







Kuva 2/L1. Tuuliruusu (=mistä tuulee) Tampere-Pirkkalan tuntisäätiöjen mukaan vuosina 2017-2019.

*Enwin*  
- Vision Keeper -

14,9.2020

---

2020©ENWIN OY