

**YHTEENVETO TURUN SEUDUN PUHDISTAMO OY:N  
HAJUTUTKIMUKSISTA VUONNA 2016**

Nina Leino

**25.4.2017  
483-17-1503**



**Lounais-Suomen  
vesi- ja ympäristötutkimus Oy**

## Sisällysluettelo

1. YLEISTÄ .....	2
2. HAJUTARKKAILUTUTKIMUKSET JA HAJUMITTAUKSET .....	2
2.1. PUHDISTAMON POISTOILMAN HAJUN LUONNEHDINTA .....	2
2.2. PUHDISTAMON POISTOILMASTA TEHDYT HAJUMITTAUKSET .....	2
2.2. PUHDISTAMON HAJUJEN ESIINTYMINEN LÄHIYMPÄRISTÖSSÄ .....	4
2.2.1. Aistinvarainen hajutarkkailu loka-marraskuussa 2016.....	4
2.2.2. Topinojan hajupäästöjen yhteistarkkailun hajuhavainnot .....	6
2.2.3. Lähiympäristön asukkaiden tekemät hajuilmoitukset .....	8
2.2.4. Kakolanmäen jätevedenpuhdistamon hajupaneeli.....	8
2.3. HAJUPÄÄSTÖJEN LEVIÄMINEN .....	8
2.4. HAJUKAASUJEN KÄSITTELYVAIHTOEHDOT .....	10
3. YHTEENVETO .....	11

---

### Yhteystiedot

Lounais-Suomen vesi- ja ympäristötutkimus Oy (Y 1564941-9)  
 Telekatu 16, 20360 TURKU  
 puh. 02-274 0200, sähköp. etunimi.sukunimi@lsvsy.fi

## 1. YLEISTÄ

Tämä on yhteenveto Turun seudun puhdistamo Oy:n teettämistä hajututkimuksista ja -selvityksistä. Lounais-Suomen vesi- ja ympäristötutkimus Oy suoritti aistinvaraista hajutarkkailua Kakolanmäen jätevedenpuhdistamon lähiympäristössä 17.10.–16.11.2016 välisenä aikana. Tarkkailun tuloksia on verrattu Turun seudun puhdistamo Oy:lle lähistön asukkailta tulleisiin hajuilmoituksiin sekä Ramboll Finland Oy:n syyskuussa 2016 tekemän hajuselvityksen tuloksiin (*Hajupäästöjen yhteistarkkailu Topinojan alueella 2016–2017, Ympäristöilman hajupitoisuuden ja hajun leviämisen havainnointi – syksy 2016, Ramboll 29.9.2016*).

Lisäksi Turun seudun puhdistamo Oy teetti selvityksen hajupäästöjen leviämisestä lähiympäristöön (*Selvitys Kakolanmäen jätevedenpuhdistamon hajupäästöistä, päästöjen leviämisestä ympäristöön sekä hajunkäsittelyvaihtoehtoista, Pöyry 15.12.2016*).

Kakolanmäen jätevedenpuhdistamon poistoilmapiipun kautta johdettavasta poistoilmasta tutkittiin hajuyhdisteiden pitoisuuksia lokakuussa 2016 sekä Rambollin että Pöyryn toimesta.

## 2. HAJUTARKKAILUTUTKIMUKSET JA HAJUMITTAUKSET

### 2.1. Puhdistamon poistoilman hajun luonnehdinta

Puhdistamon poistoilmapiipun ominaishajun laatua luonnehdittiin Lounais-Suomen vesi- ja ympäristötutkimus Oy:n hajutarkkailijoiden puolesta seuraavasti: imelä/makea, hieman kirpeä, levämäinen ("akvaarion"), hieman tunkkainen, maakellarimainen.

Puhdistamolla tehtyjen hajumittausten (7.10. ja 10.10.2016) yhteydessä puhdistamon poistoilmapiipun hajua on kuvattu sanallisesti myös seuraavasti: jätevesi, likavesi, viemärimäinen, kaalimainen, mätä kaali, kirpeä, imelä, hapanimelä hapan maito.

### 2.2. Puhdistamon poistoilmasta tehdyt hajumittaukset

Turun seudun puhdistamo Oy on teettänyt poistoilmanpiipun kautta johdettavasta poistoilmasta hajuyhdisteiden mittauksia 7.10.2016 (Ramboll) ja 10.10.2016 (Pöyry).

Olfaktometrilla tehtyjen mittausten perusteella poistoilman hajupitoisuudet vaihtelivat hajuyksikköinä (HY) ilmaistuna 7.10.2016 otetuissa näytteissä 2 100–3 200 HY/m<sup>3</sup>. 10.10.2016 otetun näytteen hajupitoisuus oli 1 300 HY/m<sup>3</sup>.

Rambollin 7.10.2016 ottamista näytteistä tutkittiin myös poistoilman hajuyhdisteiden pitoisuuksia (ppm, mg/m<sup>3</sup>). Poistoilmanäytteistä tutkittiin ammoniakki (NH<sub>3</sub>), pelkistyneitä rikkiyhdisteitä (TRS) ja haihtuvia orgaanisia hiilivety-yhdisteitä (VOC).

Ammoniakkia ei havaittu poistoilmasta 7.10.2016 otetuissa näytteissä. TRS-yhdisteisiin kuuluvaa metyylimerkaptania (MeSH) mitattiin 0,09 ppm (0,22 mg/m<sup>3</sup>) yhdessä näytteesä, muissa näytteissä pitoisuus oli alle määrittämissä. Myös muita TRS-yhdisteitä havaittiin, mutta pitoisuudet olivat alle määrittämissä. TRS-yhdisteiden laskennallinen kokonaispäästö oli 3,3 mg/s.

*Taulukkoon 1* on koottu poistoilmasta mitattujen TRS-yhdisteiden pitoisuudet. Taulukossa on vertailuna TRS-yhdisteiden hajukynnysarvoja eri lähteistä koottuna. Hajukynnyksellä tarkoitetaan yhdisteen pienintä pitoisuutta, jonka koehenkilöt pystyvät havaitsemaan. TRS-yhdisteiden hajukynnysarvot ovat merkittävästi pienempiä verrattuna mittauksen määritysrajoihin. Esimerkiksi metyylimerkaptaanin hajukynnys on erittäin alhainen ja se aistitaan jo pitoisuuden miljardisosina. Metyylimerkaptaanin hajua luonnehditaan haisevalle ulosteelle, mädälle kaalille, valkosipulille, sipulille ja palaneelle kumille.

*TAULUKKO 1. Poistoilman TRS-yhdisteiden pitoisuudet 7.10.2016. Vertailuna yhdisteiden hajukynnysarvot.*

	H2S		MeSH		DMS		DMDS	
	ppm	mg/m3	ppm	mg/m3	ppm	mg/m3	ppm	mg/m3
näyte 1	<0,05	<0,08	<0,05	<0,08	<0,05	<0,08	<0,05	<0,08
näyte 2	<0,05	<0,08	<0,05	<0,08	<0,05	<0,08	<0,05	<0,08
näyte 3	<0,05	<0,08	0,09	0,22	<0,05	<0,08	<0,05	<0,08
Hajukynnys*	0,008	0,012	0,0004-0,003	0,00086-0,0064	0,001-0,01	0,0029-0,029	0,003-0,011	0,013-0,046
Odot threshold**	0,0005-0,01		0,0005-0,008		0,001-0,02		0,006-0,09	

\*Suomen soodakattilayhdistyksen käyttämät TRS-yhdisteiden hajukynnysarvot (Burgess, T & Young., R. 1992)

\*\* Question and answers about kraft pulp mill odor (Young S.R., 2005)

Poistoilmasta mitatut VOC-yhdisteet olivat luonteeltaan liuotinmaisia (heksaani, metyyli-syklopentaani), bensiinimäisiä (3-metyylipentaani, heksadekaani) sekä bentseenin/väkevän makean hajuisia (tolueeni).

Rambollin raporttiin laskettujen VOC-yhdisteiden kokonaispäästöt vaihtelivat 0,077–9,0 mg/s eri yhdisteiden välillä. Määritetyistä yhdisteistä suurimmat pitoisuudet havaittiin heksaanilla (kokonaispäästö 3,2 mg/s), heksadekaanilla (kokonaispäästö 6,5 mg/s), 2-metyylipentaanilla (kokonaispäästö 6,4 mg/s), 3-metyylipentaanilla (kokonaispäästö 9,0 mg/s), metyyli-syklopentaanilla (kokonaispäästö 1,9 mg/s) ja nonanaalilla (kokonaispäästö 7,7 mg/s). *Taulukkoon 2* on koottu poistoilmasta mitattujen VOC-yhdisteiden pitoisuudet.

*TAULUKKO 2. Poistoilmasta 7.10.2016 mitatut VOC-yhdisteet.*

yhdiste µg/m3	näyte 1	näyte 2	näyte 3	Kokonaispäästö mg/s
tolueeni	<34	35	38	0,55
O-ksyleeni	5,1	<5,0	<5,0	0,077
heksaani		210	<27	<b>3,2</b>
heksadekaani	430	<8,0	<8,0	<b>6,5</b>
sykloheksaani	11	16	<9,0	0,2
2-metyylipentaani	410	700	170	<b>6,4</b>
3-metyylipentaani	570	1000	220	<b>9,0</b>
metyyli-syklopentaani	120	200	51	<b>1,9</b>
oktanaali	60	<50	<50	0,9
nonanaali	510	<50	<50	<b>7,7</b>
dekanaali	90	<50	<50	1,4

## 2.2. Puhdistamon hajujen esiintyminen lähiympäristössä

### 2.2.1. Aistinvarainen hajutarkkailu loka-marraskuussa 2016

Lounais-Suomen vesi- ja ympäristötutkimus Oy suoritti aistinvaraista hajutarkkailua Kakkolanmäen jätevedenpuhdistamon lähiympäristössä 17.10.–16.11.2016 välisenä aikana. Tarkkailujaksolla havainnoitiin puhdistamon ominaishajun esiintymistä ja hajun voimakkuutta. Hajutarkkailua tehtiin tarkkailujaksolla 17.10.–16.11.2016 joka arkipäivä (ma–pe) yhteensä 20 päivänä klo 8–16 välillä. Hajutarkkailua suoritettiin 10 havaintopaikassa (*kuva 1*). Aistinvaraisessa hajutarkkailussa puhdistamon poistoilmapiipun hajun voimakkuutta kuvattiin seuraavalla asteikolla:

0 = ei haise	puhdistamon poistoilmapiipusta peräisin olevaa hajua ei havaita
1 = lievä haju	haju havaitaan, mutta hajuhavainto on lievä ja vaimea
2 = selvä haju	haju on jo selkeästi havaittavissa, muttei häiritsevää
3 = voimakas haju	haju on voimakas ja lievästi häiritsevää
4 = erittäin voimakas haju	haju on erittäin voimakas ja häiritsevää, hajulla on lieviä fyysisiä vaikutuksia tarkkailijaan

Tarkkailujakson 17.10.–16.11.2016 tuulihavaintojen perusteella noin 21 % ajasta vallitsi itätuuli (E) ja pohjois (N)–koillistuulten (NE) osuus oli yhteensä noin 22 %. Kaakkoistuulten osuus oli noin 9 %. Etelä (E)–lounaistuulten osuus oli tavanomaista pienempi, yhteensä noin 7 % ajasta (*kuva 1*). Tuulen nopeus vaihteli tarkkailukerroilla 1–6 m/s ja tuulen puuskissa 3–6 m/s (*Lähde: Ilmatieteen laitos, Artukaisten mittausaseman tuulitiedot*).

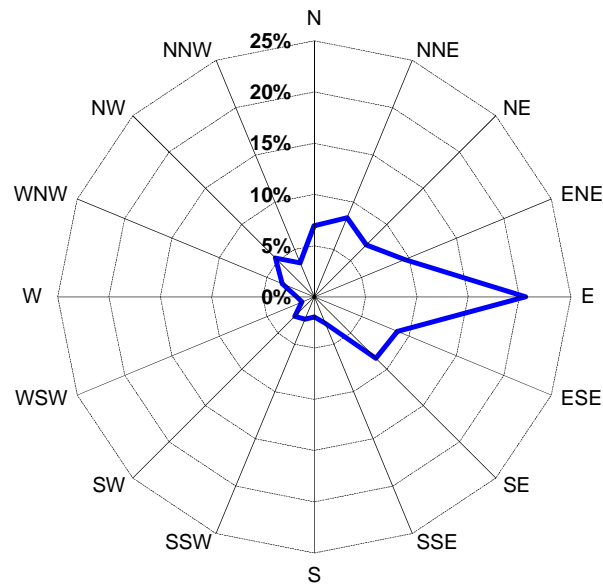
Tarkkailujakson tuulensuuntatiedot ja havaintopaikoissa havaittujen puhdistamon hajujen esiintyminen on esitetty *kuvassa 1*. Lounais-Suomen vesi- ja ympäristötutkimus Oy:n suorittamassa aistinvaraisessa hajutarkkailussa 17.10.–16.11.2016 puhdistamosta peräisin olevaa hajun voimakkuus oli pääosin lievää ja selvästi havaittavaa hajua. Hajua esiintyi havaintopaikoissa 3, 4, 5, 6 ja 8. Hajun esiintyminen oli suurimmillaan 4–5 % kokonaishavaintoajasta havaintopaikoissa 3 ja 6. Tulee huomata, että havaintopaikassa 3 havaittiin runsaasti myös viemäroinnistä peräisin olevaa hajua ja lähde oli todennäköisesti Hansapuiston ylivuotokaivo. Puhdistamon tai viemäroinnin hajua ei koettu millään havaintopaikalla voimakkuudeltaan häiritsevänä.

*Taulukkoon 3* on koottu puhdistamon hajuhavaintojen osuudet (%) kaikista hajuhavainnoista. Hajuhavaintojen osuuksien perusteella on laskettu havaittujen hajujen esiintymistä kuvaava hajun kesto aika.

Tarkkailutuloksia tarkastellessa tulee huomioida, että havaintopaikassa 3 havaittiin myös viemäroinnistä peräisin olevia hajuja, jotka ovat todennäköisesti peräisin Hansapuiston ylivuotokaivosta. Hansapuiston ylivuotokaivon läheisyydessä havaittu haju poikkeaa jonkin verran puhdistamon poistoilmapiipun kautta tulevasta hajusta. Viemäristä tulevaa hajua kuvattiin rikkivedyn ja ummehtuneen jäteveden tuoksuksi ja haju tuntui ”pistävämmältä” verrattuna puhdistamon hajuun verrattuna. Ajoittain myös puhdistamon hajua erotettiin havaintopaikassa. Ko. havaintoja tuki tarkkailun aikana vallinnut tuulen suunta, eli tuuli kävi havaintopaikkaan puhdistamon suunnalta.

TAULUKKO 3. Havaittu puhdistamon hajun voimakkuus ja hajun esiintyminen (hajuhavaintojen osuus % ja kesto) tarkkailujaksolla.

Havaintopaikka	lievä haju (1)	selvä haju (2)
3	4,0 % / 4 min.	0,2 % / 10 s.
4	1,2 % / 1 min. 10 s.	
5	1,2 % / 1 min. 10 s.	
6	5,0 % / 5 min.	0,7 % / 40 s.
8	0,3 % / 20 s.	



KUVA 1. Tuulen suunta tarkkailujaksolla 17.10.–16.11.2016. ja hajutarkkailun havaintopaikassa havaitut puhdistamon hajut (Lähteet: Ilmatieteen laitos, Turun Artukaisten mittausasema, L-Svyt Oy, hajutarkkailutulokset 17.10.–16.11.2016)

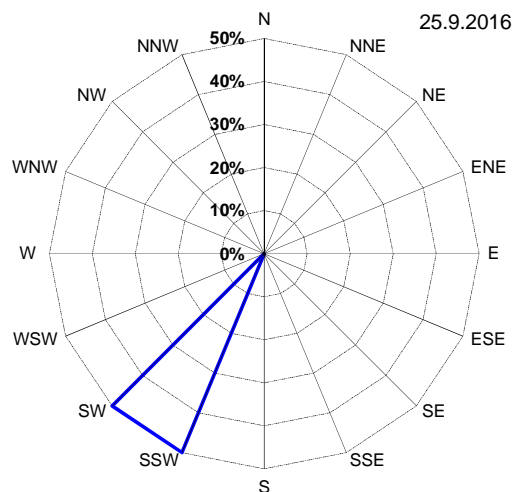
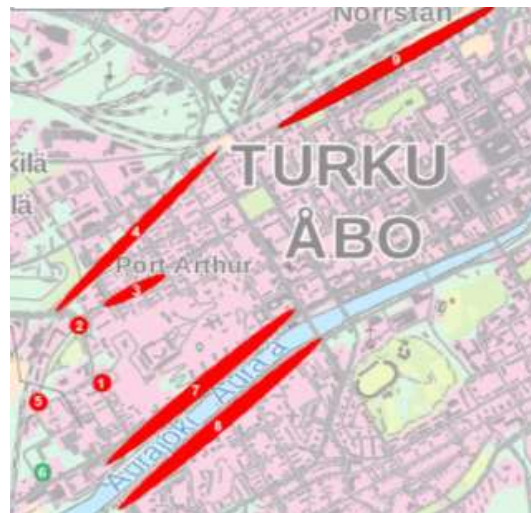
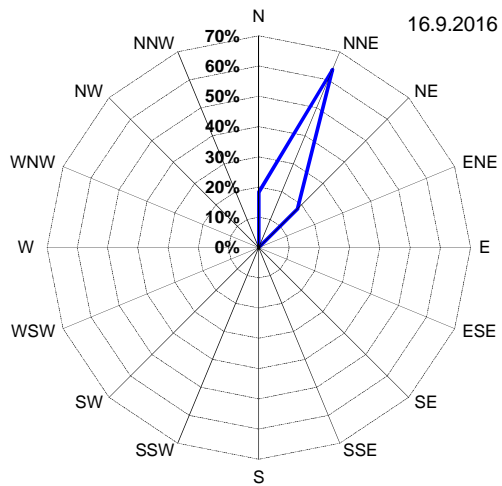
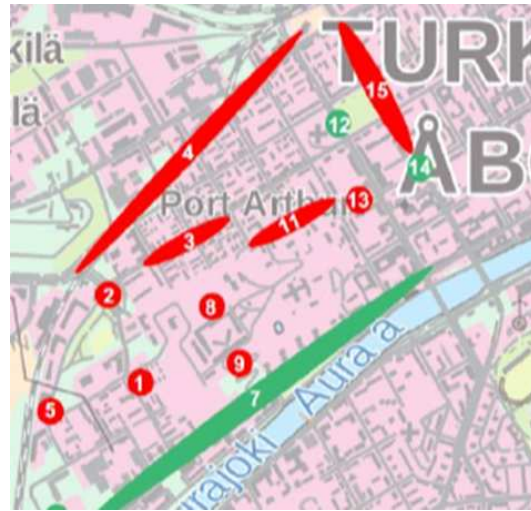
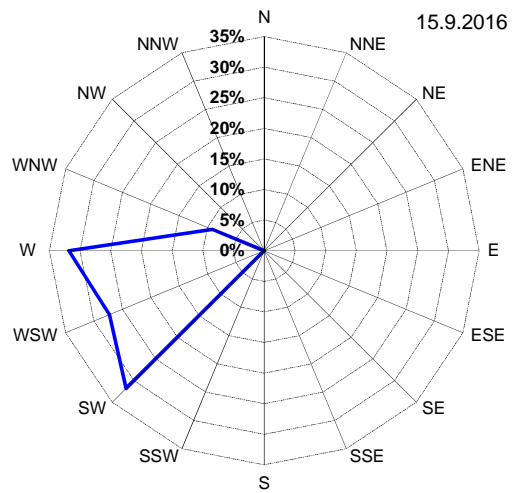
### 2.2.2. Topinojan hajupäästöjen yhteistarkkailun hajuhavainnot

Ramboll Finland Oy teki 9.9.–25.9.2016 ympäristöilman hajupitoisuuden ja hajun leviämisen havainnointia Turussa laajalla alueella. Tutkimuksessa seurattiin hajupäästöjen kulkeutumista ympäristöön, mitattiin hajun voimakkuutta kenttäolfaktometrillä sekä kuvailtiin hajun luonnetta ja tunnistettiin hajupäästön aiheuttajia. Hajuhavainnoiteja tehtiin inversiotilanteissa ja yleisön tekemien hajuhavaintojen perusteella (*Lähde: Hajupäästöjen yhteistarkkailu Topinojan alueella 2016-2017, Ympäristöilman hajupitoisuuden ja hajun leviämisen havainnointi – syksy 2016*).

Hajuhavainnointia tehtiin Kakolanmäellä ja Port Arthurin alueella sekä Turun keskustan alueella 15.9. klo 6–9:30, 16.9. klo 6–9:30 ja 25.9. klo 10-14:30. 15.9.2016 vallitsi lännen-lounaan suuntaiset tuulet. Havainnoinnin aikana 15.9. vallitsi länsi-lounais suuntaiset tuulet, 16.9. vallitsi pohjois-luoteen suuntaiset tuulet ja 25.9.2016 lounaan suuntainen tuuli (*kuva 2*).

15.9.2016. havaittiin jätevedeksi kuvailtua hajua Port Arthurin alueella sekä Tukholman kadulla. Olfaktometrillä mitatut hajupitoisuudet ( $\text{HY}/\text{m}^3$ ) olivat Hansakadun-Puutarhakadun risteyksessä ja Sofiankadun alueella ( $30 > \text{HY} > 15$ ) ja suurimmillaan Kakolanmäellä ( $100 > \text{HY} > 60$ ) ja Graniittilinnankadulla ( $60 > \text{HY} > 30$ ). Hajua havaittiin lievimpänä Tukholmankadulla, Malminkadun / Puutarhakadun risteyksessä ja Mikonkadulla. 16.9. jätevedeksi luonnehdittua hajua havaittiin Port Arthurissa Hansakadun-Puutarhakadun-Malminkadun alueella sekä Tukholmankadulla ja Ratapihankadulla alueella ( $60 > \text{HY} > 30$ ), lisäksi heikompana Linnankadulla ja Itäisellä Rantakadulla ( $15 > \text{HY} > 7$ ). 25.9. jäteveden hajua havaittiin Kakolanmäellä, Tukholmankadulla ja Linnankadulla ( $30 > \text{HY} > 15$ ). Em. hajuhavaintojen lähteeksi arvioitiin Turun seudun puhdistamo Oy (*kuva 2*). Tulosten tarkastelussa tulee huomioida että mittaukset tehtiin inversiotilanteissa ja tulos kuvaa ko. ajankohtien hajutilannetta.

Turun seudulla oli poikkeuksellinen hajutilanne syyskuussa 2016. Myöhemmin keskustan alueelle asti kantautuneiden hajujen lähteeksi on selvinnyt Topinojan biokaasulaitos, jonka toiminnassa oli häiriöitä mm. hydrolyysireaktorin hajoamisen myötä. Siksi osa Rambollin tekemistä Turun keskustan alueen hajuhavainnoista liittyivät todennäköisimmin biokaasulaitoksen poikkeukselliseen toimintaan.



KUVA 2. Tuulen suunta havainnointiajalta 15.9., 16.9. ja 25.9.2016 ja karttakuviin merkitty punaisella alueet, joissa havaittiin jätevedeksi luonnehdittua hajua ja hajun lähteeksi arvioitiin Turun seudun puhdistamo Oy. (Lähteet: Ilmatieteen laitos, Turun Artukaisten mittausasema, Ramboll 29.9.2016)



### 2.2.3. Lähiympäristön asukkaiden tekemät hajuilmoitukset

Turun seudun puhdistamo Oy:lle on mahdollisuus lähettää hajuilmoituksia yhtiön internet-sivujen kautta. Puhdistamo on vastaanottanut toimintavuosien aikana hajuilmoituksia Port Arthurin asuinalueelta etenkin Rauhankadun – Puutarhakadun alueelta sekä Pansiontie – Ratavahdinrinteen – Tukholmankadun risteuksen alueelta. Hajuilmoitusten tultua puhdistamohenkilökunta on käynyt mahdollisimman pikaisesti suorittamassa omaa hajutarkkailua ja toteamassa hajutilanteen alueella, josta ilmoitus on tullut.

Osa hajuilmoituksista on pystytty yhdistämään Hansapuiston ylivuotokaivon tuuletusputkien kautta tulevaan viemärinhajuun. Hansapuiston ylivuotokaivo sijaitsee Tukholmankadun varrella Ratavahdinrinteen risteuksen vastapäätä (ks. kuva 1 kartta, Hansapuiston mittausasema). Hansapuiston ylivuotokaivoon johdetaan läntisen Turun ja Raision suunnan osakaskuntien jätevedet. Hansapuiston ylivuotokaivon ympäristössä iltaisin (klo 19–21 välillä) voimistuvan hajun lähteeksi on yhdistetty Turun matkustussatamaan tulevien risteilijöiden jätevesien tyhjennykset. Satamasta Turun kaupungin viemäriverkostoon pumpatut jätevedet johdetaan Hansapuiston ylivuotokaivon kautta.

### 2.2.4. Kakolanmäen jätevedenpuhdistamon hajupaneeli

Turun Seudun Puhdistamo Oy:n Kakolanmäen jätevedenpuhdistamo on selvittänyt lähialueen hajujen esiintymistä hajupaneelin avulla vuosina 2008–2009. Hajupaneelin tuloksista laadittiin yhteenvetoraportti (*Lounais-Suomen vesi- ja ympäristötutkimus Oy*). Tutkimuksessa selvitettiin vapaaehtoisista kootun koulutetun hajupaneelin avulla hajujen ja hajuhaittojen esiintymistä ja voimakkuutta Kakolanmäen jätevedenpuhdistamon ympäristössä ennen puhdistamon käyttöönottoa sekä käyttöönoton jälkeen. Tällöin eri havaintopaikoissa hajuja esiintyi 0–3,7 % ajasta, kun otettiin huomioon kaikki havaitut hajut ja kaikki voimakkuustasot. Jätevedenpuhdistukseen liittyville ominaishajuille vastaavat frekvenssit vaihtelivat välillä 0–3 %. Jätevedenpuhdistamon tai viemärin hajuksi luokiteltu haju ei siten ylittänyt VTT:n suositusarvoa missään havaintopaikassa tutkimusjaksojen aikana.

## 2.3. Hajupäästöjen leviäminen

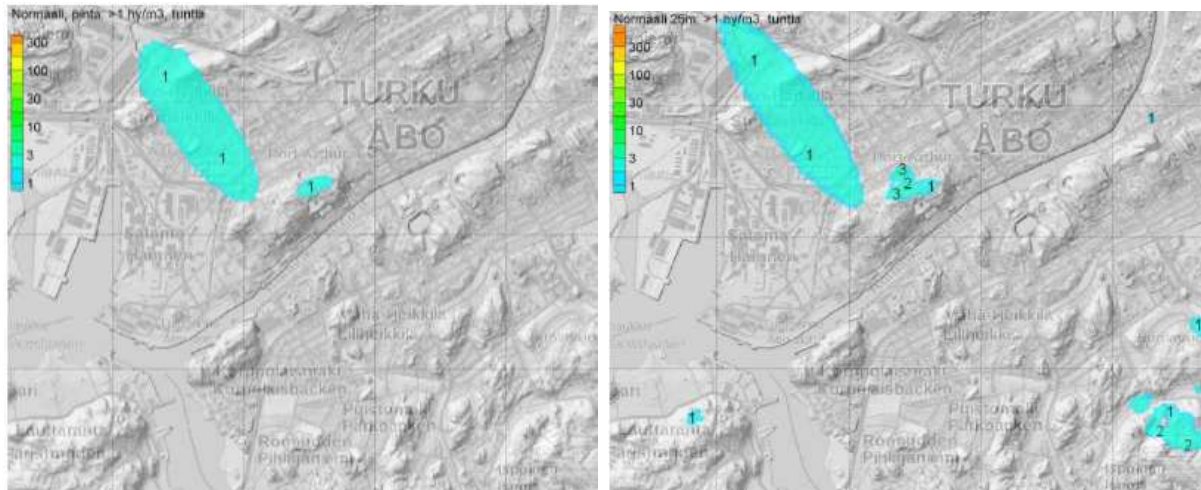
Pöyryn tekemän hajupäästöjen leviämismallin (*Lähde: Selvitys Kakolanmäen jätevedenpuhdistamon hajupäästöistä, päästöjen leviämisestä ympäristöön sekä hajunkäsittelyvaihtoehtoista, Pöyry 15.12.2016*) mukaan Kakolanmäen jätevedenpuhdistamosta aiheutuvat hajupäästöt eivät todennäköisesti aiheuta viihtyisyyshaittaa maanpintatasolla tai muutamiin kymmenien metrien korkeudella maanpinnasta. Maanpintatasolla jätevedenpuhdistamon hajupäästöjä voidaan havaita vain hetkellisesti ja rajatulla alueella. *Kuvissa 3 ja 4* on otteet Pöyryn leviämismallin tuloksista. Hajun esiintymisalueen väriskaala (sinisestä oranssiin) kuvaa 1–300+ tuntia vuodessa.

Leviämismallinnuksen tulosten mukaan puhdistamosta aiheutuvaa havaittavaa hajua (hajupitoisuus  $> 1 \text{ HY/m}^3$ ) voi **maanpintatasolla** esiintyä ainoastaan Kakolanmäen luoteispuoleisella sektorilla, ja sielläkin ainoastaan noin yhtenä tuntina vuoden aikana eli alle 0,01 % ajasta. Hetkellisesti haju voi olla havaittavaa maanpintatasolla myös pienellä alueella Kakolanmäen itäpuolella.

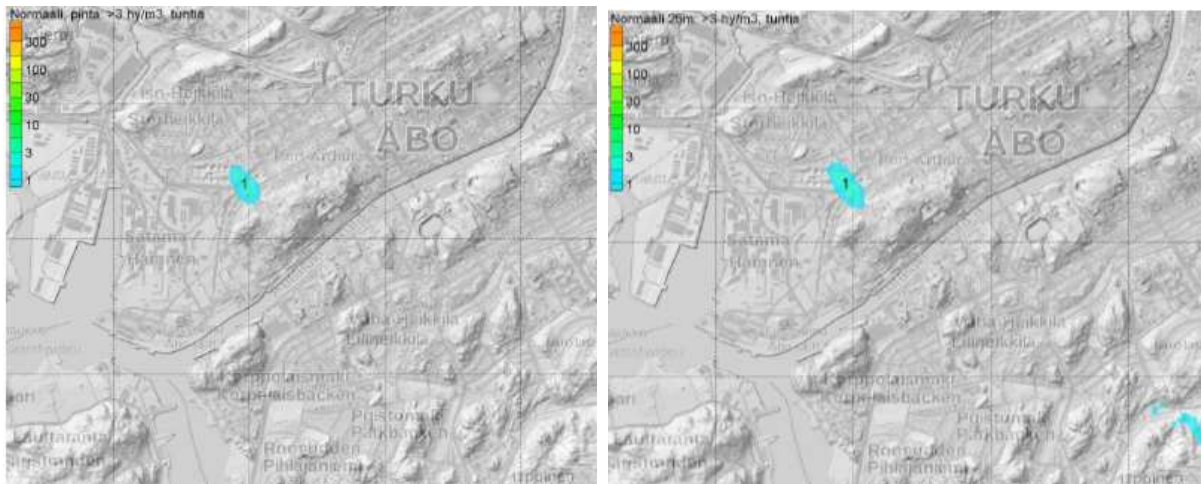
**Tarkastelukorkeus on 25 m (tyypillinen kerrostalon korkeus):** havaittavan hajupitoisuuden raja ylittyy voimakkaimman vaikutuksen alueella (Kakolanmäen itä-koillispuolella, Port Arthurin alueella) alle 0,1 % ajasta. Havaittavaa hajua voi lisäksi esiintyä myös Aura-

joen eteläpuolella maastonmuotojen ohjaamana. Melko voimakkaan hajupitoisuuden (hajupitoisuus  $> 3 \text{ HY/m}^3$ ) raja voi hetkellisesti ylittyä laitoksen läheisyydessä.

Laitoksen välittömässä läheisyydessä sen luoteispuolella voidaan hetkellisesti havaita enintään noin  $11 \text{ HY/m}^3$  pitoisuus maanpintatasolla. Korkeudella 25 m maanpinnasta voidaan hetkellisesti havaita enintään  $15 \text{ HY/m}^3$  pitoisuuksia laitoksen läheisyydessä sen luoteispuolella. Häiritseväksi luokiteltavaa hajupitoisuutta  $5 \text{ HY/m}^3$  ei esiinny maanpintatasossa tai 25 m korkeudessa kuin aivan laitoksen välittömässä läheisyydessä noin tunnin ajan vuodesta.



**Havaittavissa oleva haju maanpintatasossa 0,01 % ajasta ja 25 m korkeudessa 0,03 % ajasta.**

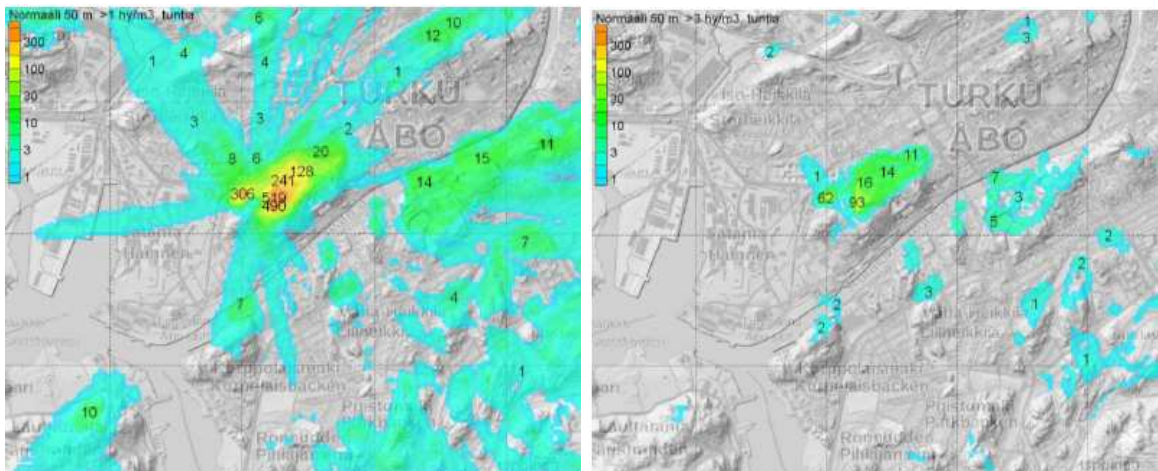


**Melko voimakas haju 0,01 % ajasta sekä maanpintatasossa että 25 m korkeudessa.**

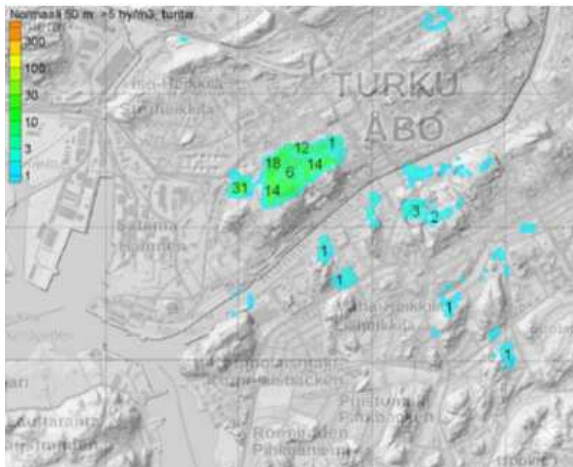
*KUVA 3. Havaittavissa olevan hajun ja melko voimakkaan hajun hajupitoisuuden ylittymisen maanpintatasossa ja 25 m korkeudessa maan pinnasta (Lähde: Pöyry, 15.12.2016).*

**Tarkastelukorkeus on 50 m:** Laitoksen lähellä muutamien satojen metrien päässä haju voi olla havaittavaa tai melko voimakasta alle 6 % ajasta. Häiritsevää hajua (hajupitoisuus  $> 5 \text{ HY/m}^3$ ) voi esiintyä laitoksen välittömässä läheisyydessä sekä Port Arthurin alueella alle 0,5 % ajasta ja muualla joitain tunteja (1-5 h) vuodessa tai ainoastaan hetkellisesti. Hajupitoisuus voi hetkellisesti käydä hyvin korkeissa lukemissa (jopa  $100 \text{ HY/m}^3$ ) laitoksen lähiympäristössä, minkä lisäksi korkea hajupitoisuus  $10 \text{ HY/m}^3$  voi hetkellisesti ylittyä paikoin kauempanakin.

Saksassa käytössä oleviin ohjearvoihin verraten puhdistamon aiheuttama hajukuorma on alueen kokonaishajukuorman kannalta merkityksetön, lukuun ottamatta laitoksen välitöntä läheisyyttä 50 metrin korkeudella maanpinnasta.



**Havaittavissa oleva haju < 6 % ajasta (300-500 h/vuosi) ja melko voimakas haju < 1,1 % ajasta (10-100 h/vuosi) 50 m korkeudessa.**



**Häiritsevä haju 0,4 % ajasta (< 30 h/vuosi) 50 m korkeudessa.**

*KUVA 4. Havaittavissa olevan hajun, melko voimakkaan hajun ja häiritsevän hajun hajupitoisuuden ylittyminen 50 m korkeudessa maan pinnasta (Lähde: Pöyry, 15.12.2016).*

## 2.4. Hajukaasujen käsittelyvaihtoehdot

Pöyryn selvityksessä tarkasteltiin myös hajukaasujen käsittelyvaihtoehtoja joko koko laitoksen poistoilmavirtaaman käsittely (VE1) tai haisevimpien yksiköiden ilmavirtojen käsittely (VE2). Haisevimpiin toimintoihin kuuluvat lietteenkäsittelytilat ja rejektivesikaivo eli kyse olisi näiden tilojen poistoilmavirtojen käsittely paikallisesti ennen poistoilmapiippuun johtamista.

Koko laitoksen poistoilmavirtaaman (180 000 m<sup>3</sup>/h) käsittelyyn (VE1) soveltuisi additiivinen ionisaatio (Neutralox® Gmb), jossa ilmavirran käsittely-yksikkö koostuu pölysuodattimesta, ionisaatioyksiköstä ja puhaltimesta. Menetelmässä itse haisevaa ilmaa ei ionisoida, vaan ionisoitava ilma otetaan laitteen ympäröivästä ilmasta. Ionisoitu ympäröivä ilma sekoitetaan haisevaan ilmaan.

Toinen vaihtoehto VE 1:lle olisi aktiivihiihliisuodatuksen käsittely (OdorOff Oy), joka koostuu aktiivihiihliisuodatusyksiköistä ja puhaltimista.

Haisevimpien yksiköiden poistoilmavirtaaman (6 000 m<sup>3</sup>/h) käsittelyyn (VE2) soveltuisi yhtenä vaihtoehtona UV-säteilytys ja katalyytti (Neutralox® GmbH). Laitteisto koostuu UV -yksikön ja katalyytin lisäksi pölysuodattimesta ja puhaltimesta. Toinen vaihtoehto haisevimpien ilmavirtaamien käsittelyyn (VE2) olisi UV-säteilytys ja aktiivihiihliisuodatus (OdorOff Oy). Laitteisto koostuu UV -laitteesta, aktiivihiihli-suodattimesta ja puhaltimesta.

VE1:lle Pöyry suositteli additiivista ionisaatio (Neutralox® GmbH) –käsittelyä pienempien elinkaarikustannusten sekä pienemmän tilantarpeen vuoksi verrattuna aktiivihiihlikäsittelyyn (OdorOff Oy). Lisäksi laitteisto voidaan sijoittaa joko ulko- tai kalliioiloihin.

VE2:lle suositeltiin Neutralox® GmbH:n UV-säteilytystä ja katalyytti -käsittelyä. Perusteluna ehdotukselle olivat oletettavasti hieman parempi käsittelytehokkuus, pienempi tilantarve ja sijoitusmahdollisuus tarvittaessa ulkotiloihin. VE2 liittyen suositeltiin lisäksi, että hajujen käsittelyn piiriin tulisi ottaa lietteenkäsittelyn ja rejektivesikaivon lisäksi muita erityisen haisevia yksiköitä, kuten esimerkiksi välppäämö ja hiekanerotus sekä muut mahdolliset erityisen haisevat yksiköt, jos ko. yksiköiden poistoilmat ovat ilman suurempia muutoksia erotettavissa koko laitoksen poistoilmavirtaamasta käsittelyä varten.

Pyörän suosituksen mukaan jatkossa tulisi kuitenkin kartoittaa merkittävimmät hajunlähteet ja mitata näiden haisevimpien yksiköiden poistoilmavirtaamien hajupitoisuudet ja yhdisteet sisältäen ilman kosteuden ja lämpötilan mittaukset. Tämän jälkeen haisevimpien ilmavirtojen käsittelyn kokonaiskustannukset ja laitteistojen mitoittaminen voitaisiin tehdä tarkemmin.

### 3. YHTEENVETO

Ilmassa havaittu haju muodostuu usein hyvin monista epäpuhtauksista, joiden pitoisuudet ovat erittäin pieniä ja vaikeasti mitattavissa, eikä eri yhdisteiden vaikutus kokonaisuuteen ole eriteltävissä. Hajupitoisuuden mittana käytetään silloin hajuyksikköä (HY/m<sup>3</sup>), joka kertoo, kuinka monta kertaa haiseva ilma on laimennettava, jotta se tulisi hajuttomaksi (Arnold, M., 1995. *Hajuohjeurvojen perusteet. VTT kemiantekniikka, VTT tiedotteita 1711*).

Yleisesti hajupäästölähteestä mitattavan hajun aistittavana raja-arvona voidaan pitää arvoa 1 HY/m<sup>3</sup> ja häiritsevän hajupitoisuuden raja-arvona 5 HY/m<sup>3</sup>. Voimakkuutta 3 HY/m<sup>3</sup> pidetään kohtalaisen voimakkaana aistittavana hajuna. Tyypillisesti ilman hajupitoisuus vaihtelee välillä 10–100 HY/m<sup>3</sup> riippuen hajupäästöjen lähteistä alueella.

Hajun esiintymiselle on annettu ohjeurvoja/ohjeurvoehdotuksia muun muassa Saksassa, Hollannissa ja Tanskassa. Saksan ohjeistuksen mukaan havaittavissa olevaa hajua saa esiintyä korkeintaan 10 % kokonaisajasta asuinalueilla ja 15 % kokonaisajasta teollisuusalueilla. Laitosta, jonka hajukuorma ei ylitä 2 %:a kokonaisajasta, pidetään alueen kokonaisuuden kannalta merkityksettömänä (*Feststellung und Beurteilung von Geruchsmissionen 1993*). Tanskassa laitoksen ympäristössä laitoksesta peräisin olevaa, häiritsevää hajua saa esiintyä korkeintaan 1 % kokonaisajasta (*Miljøstyrelsen 1985*).

Suomessa ei ole ulkoilman hajupitoisuuksia koskevia raja- tai ohjearvoja eikä viihtyisyshaitalle selvää kriteeriä. Hajuja ei voida kokonaan poistaa, vaan tavoitteena on sellainen ilmanlaatu, joka tyydyttää valtaosaa ihmisistä suurimman osan ajasta. Suomessa ulkoilmassa esiintyvään hajuun voidaan puuttua lainsäädännön perusteella, jos voidaan todeta, että haju koetaan selvästi häiritseväksi. Hajun aiheuttamaa viihtyvyyshaittaa pidetään merkittävänä silloin, kun 20–50 % asukkaista kokee hajun selvästi häiritseväksi.

VTT on tehnyt vuonna 1995 tutkimuksen, jossa on esitetty mahdollisia ohjearvoja hajuille (Arnold, M., 1995. *Hajuohjearvojen perusteet. VTT kemiantekniikka, VTT tiedotteita 1711*). VTT:n mukaan ohjearvona voitaisiin käyttää hajun esiintymistä korkeintaan 3–9 % kokonaisajasta. Tällöin alaraja (3 %) koskisi hyvin epämiellyttävää hajua, kuten sellutehtaiden tai jätevedenpuhdistamoiden ympäristössä esiintyvää haisevien rikkiyhdisteiden hajua. Yläraja (9 %) koskisi hajuja, joiden miellyttävyysaste on vaihtelevampi. Hajuhaitan arviointiin suositellaan käytettäväksi lyhytaikaista selvästi tunnistettavissa olevaa hajua (3 HY/m<sup>3</sup>).

Pöyryn teettämän hajujen leviämismallinnuksen tulosten perusteella jätevedenpuhdistamosta aiheutuvat hajupäästöt eivät aiheuta viihtyisyshaittaa maanpintatasolla tai muutamien kymmenien metrien korkeudella maanpinnasta.

Lounais-Suomen vesi- ja ympäristötutkimus Oy:n suorittamassa aistinvaraisessa hajutarkkailussa 17.10.–16.11.2016 puhdistamosta peräisin olevaa hajun voimakkuus oli pääosin lievää ja selvästi havaittavaa hajua. Hajua esiintyi havaintopaikoilla 3, 4, 5, 6 ja 8 eli puhdistamosta katsoen lounais-länsi ja luoteen suuntaisilla havaintopaikoilla. Hajun esiintyminen oli suurimmillaan 4–5 % kokonaisuajasta havaintopaikoissa 3 ja 6. Havaintopaikassa 3 havaittiin myös viemäroinnistä peräisin olevaa hajua ja lähde oli todennäköisesti Hansapuiston ylivuotokaivo.

Puhdistamolta tai viemäroinnistä peräisin olevaa hajua ei koettu millään havaintopaikalla voimakkuudeltaan häiritseväenä, joten ko. tarkkailujakson perusteella puhdistamon hajun esiintyminen ei ylittänyt tarkkailuajankohtana saksalaista suositusarvoa (maks.10 % kokonaisajasta asuinalueilla) tai tanskalaista ohjearvoa (häiritsevän hajun esiintyminen maks.1 %). VTT:n ehdottamaa ohjearvon alaraja ylittyi havaintopaikoissa 3 ja 6. Tosin VTT:n esittämän hajun esiintymisen alaraja-arvo 3 % koskee hyvin epämiellyttäväksi kuvattavaa hajua.

Aistinvaraisessa hajutarkkailussa ei havaittu puhdistamosta lähtöisin olevaa hajua Kakolanmäellä tai Port Arthurin asuinalueella eli puhdistamosta katsoen pohjoisen, idän ja koillisuunnan havaintopaikoilla. Tarkkailujaksolla vallitsi pääosin idän ja luoteen suuntaiset tuulet, jotka kuljettivat hajuja lounas-luoteissuunnalle. Vuositasolla tarkasteltuna Turun seudulla vallitsee länsi-lounaissuuntaiset tuulet.

Rambollin 15.9., 16.9. ja 25.9.2016 tekemien mittausten perusteella Port Arthurin ja Kakolanmäen alueella mitattiin syyskuussa 2016 jätevedeksi kuvaillun hajun hajupitoisuuksia. Mitatut hajupitoisuudet vaihtelivat 7–100 HY/m<sup>3</sup>, jotka ylittäisivät häiritsevän hajupitoisuuden raja-arvon. Jätevedeksi kuvattua hajua havaittiin myös Port Arthurin ja Kakolanmäen alueella, joissa ei havaittu aistinvaraisessa tarkkailussa puhdistamosta peräisin olevaa hajua loka–marraskuussa. Tulosten tarkastelussa tulee huomioida että mittaukset tehtiin inversiotilanteissa ja tulos kuvaa ko. ajankohtien hajutilannetta.

Turun keskustan alueella vallitsi syyskuussa 2016 poikkeuksellinen hajutilanne samaan aikaan kun Topinojan biokaasulaitoksella oli häiriötilanne mm. hydrolyysireaktorin rikkoutumisen myötä. Biokaasulaitoksen häiriötilanteen aikana Turun keskustan alueelle kantautui hajuja, jotka poikkesivat luonteeltaan Turun seudun puhdistamo Oy:n poistoilmapiipun kautta kulkeutuvista hajuista.

Biokaasulaitoksella ja jätevedenpuhdistamolla tehtyjen aistinvaraisten hajutarkkailututkimusten perusteella biokaasulaitoksen haju on erotettavissa jätevedenpuhdistamolta lähtöisin oleviin hajuihin. Biokaasulaitoksen hajuja on luonnehdittu sanoin mädäntynyt kaali, lietemäinen, mädäntynyt liete, ammoniakkimainen, kompostimainen, tunkkainen, kirpeä, pistävä. Syyskuun 2016 aikana Turun keskusta-alueella havaittujen hajujen luonne kuvasi biokaasulaitokselta lähtöisin olevaa hajua.

Tehtyjen hajututkimusten, hajujen leviämismallinnuksen ja hajutarkkailutulosten perusteella puhdistamon hajuja esiintyy jonkin verran puhdistamon lähialueella, mutta hajupäästöt eivät aiheuta merkittävää viihtyvyyshaittaa.

Puhdistamon lähiympäristössä tullaan jatkossa tekemään säännöllistä aistinvaraista hajutarkkailua, jotta saadaan kattavampi kuva puhdistamon toiminnasta syntyvien hajujen esiintymisestä ja niiden voimakkuudesta puhdistamon lähialueella. Hajutarkkailusta on laadittu erillinen suunnitelma. Lisäksi hajulähteiden tarkempaa kartoitusta ja hajumittauksia voidaan suorittaa puhdistamon eri prosessiyksiköissä. Tulevaisuudessa, jos puhdistamon poistoilman käsittely tulee ajankohtaiseksi tai poistoilman käsittelylle tulee vaateita, voidaan hajutarkkailusta saatuja kattavampia tuloksia käyttää pohjana mahdollisille investointipäätöksille.

Turussa 25. huhtikuuta 2017



Nina Leino  
prosessi-insinööri, DI