

Raisioaqua Oy, Raisio

Raisioaqua Oy:n Raision tehtaan hajun leviämismalli



Työ 11692Y22C
21.4.2022 / Riku Kanala

21.4.2022

Työ 11692Y22C

Tilaaaja Raisioaqua Oy
Katri Järvinen-Wilén
Raisionkaari 55
21201 RAISIO

Tehtävä Raisioaqua Oy:n Raision tehtaan hajun leviämismallinnus

Mittauspaikka ja -aika Raisio 6.4.2022

Mittaajat Mikko Kultanen ja Perttu Kriikku

Mallinnus Riku Kanala

Raportin laatija Riku Kanala
0400 846 223
riku.kanala@ains.fi

INSINÖÖRITOIMISTO AX-LVI OY – osa A-Insinöörejä
Ympäristöyksikkö



Riku Kanala
ympäristöinsinööri



Perttu Kriikku
projektipäällikkö

Tämän raportin julkaiseminen kokonaan tai osittain on sallittu vain Insinööritoimisto AX-LVI Oy:n antaman kirjallisen luvan perusteella.

21.4.2022

Työ 11692Y22C

SISÄLLYSLUETTELO

1	Johdanto	3
2	Raja-arvot	3
3	Tulosten tarkastelu	3
3.1	Hajun leviäminen.....	4
3.2	Lähtötiedot	4
4	Laskentamenetelmät.....	5
4.1	Leviämismalli.....	5
4.2	Laskennassa käytetyt parametrit	5
4.3	Säädädata.....	5
5	Kenttätyön suoritus ja menetelmät	6
5.1	Haju	6
5.2	Tilavuusvirta ja kaasun tila.....	7
6	Mallinnuksen epävarmuus	7
7	Käytetyt mittalaitteet	8

LIITELUETTELO

LIITE 1	Raisioaqua Oy, Raisio. Hajun leviämiskartta tuntikeskiarvojen 98. prosenttipiste uusi ja vanha linja tuotannossa
LIITE 2	Raisioaqua Oy, Raisio. Hajun leviämiskartta tuntikeskiarvojen 98. prosenttipiste vanha linja tuotannossa
LIITE 3	Raisioaqua Oy, Raisio. Hajun leviämiskartta tuntikeskiarvojen 98. prosenttipiste uusi linja tuotannossa
LIITE 4	Raisioaqua Oy, Raisio. Hajun leviämiskartta lyhytkestoisen hajun (30 s) 98. prosenttipiste uusi ja vanha linja tuotannossa
LIITE 5	Raisioaqua Oy, Raisio. Hajun leviämiskartta lyhytkestoisen hajun (30 s) 98. prosenttipiste vanha linja tuotannossa
LIITE 6	Raisioaqua Oy, Raisio. Hajun leviämiskartta lyhytkestoisen hajun (30 s) 98. prosenttipiste uusi linja tuotannossa
LIITE 7	Raisioaqua Oy, Raisio. Päästölähteet
LIITE 8	Raisioaqua Oy, Raisio. Leviämismallinnuksessa käytetyt lähtötiedot

21.4.2022

Työ 11692Y22C

1 Johdanto

Työssä mallinnettiin Raisioaqua Oy:n Raision tehtaan hajupäästön leviämistä lähiympäristöön. Hajua muodostuu tehtaan uudelta ja vanhalta tuotantolinjalta, kuivureiden ja jäähdyttimien poistoista. Hajupäästöposteitä on yhteensä 10 kappaletta.

2 Raja-arvot

Hajupäästöille on annettu ympäristölupapäätöksessä Dnro ESAVI/23231/2021 pitoisuusraja-arvo, joka on tuntikeskiarvona ilmaistuna asuinkiinteistöillä alle 3 hy/m³ vähintään 98 % kokonaisajasta.

3 Tulosten tarkastelu

Leviämiskartat on esitetty LIITTEESSÄ 1-6.

Tulokset on esitetty hajupitoisuutena vuoden 98. prosenttipisteessä. Hajupitoisuuksia tarkasteltiin sekä pitkä- (1 h) että lyhytkestoisena (30 s) hajupitoisuutena. Kartoissa hajun esiintyvyys on esitetty kolmena eri vyöhykkeenä (1, 3 ja 5 hy/m³), joilla kuvataan hajun voimakkuutta maanpinta tasolla laitoksen ympäristössä.

1 hy/m³: hajukynnyksen ylittävä hajua

3 hy/m³: selvästi aistittava ja tunnistettava hajua

5 hy/m³: melko voimakas ja tunnistettava hajua

Hajupitoisuuden yksikkö, hajuyksikkö, määritellään siten, että kun puolet väestöstä haistaa tietyn hajun, on sen hajupitoisuus 1 hy/m³ (SFS-EN17325).

Lyhytkestoisen hajun leviämislilla pyritään kuvaamaan, että kauempanakin hajulähteistä voi esiintyä selvästi aistittavia hajupitoisuuksia lyhytkestoisina ajanjaksoina, joita yhden tunnin keskiarvo ei ota huomioon.

Hajun leviämistä on mallinnettu kolmessa eri tuotantotilanteessa: uusi linja tuotannossa, vanha linja tuotannossa sekä molemmat linjat tuotannossa.

3.1 Pitkäkestoinen haju

Leviämismallinnuksen mukaan ympäristölupapäätöksen raja-arvo ylittyy ainoastaan tehtaan pohjoispuolella olevilla Asematien asuinkiinteistöillä, kun uusi tai molemmat linjat ovat tuotannossa.

Voimakasta (5 hy/m^3) hajupitoisuutta esiintyy vain tehdasalueen sisäpuolella noin 200 metrin päässä päästöposteistä. Selkeästi tunnistettavaa (3 hy/m^3) hajupitoisuutta esiintyy noin 300 metrin päässä päästöposteiden länsi- ja pohjoispuolella. Hajukynnyksen ylittäviä hajupitoisuuksia (1 hy/m^3) voi esiintyä 750 metrin päässä päästöposteistä tehdasalueen länsi- ja pohjoispuolella, kun molemmat linjat ovat tuotannossa.

Koska uuden linjan hajupäästöt vastaavat noin 89 % kokonaishajupäästöistä on hajun leviäminen hyvin samanlaista kuin tilanteessa, jossa molemmat linjat ovat tuotannossa.

Vanhan linjan ollessa tuotannossa hajupitoisuudet pysyvät alhaisina ja tehdasalueen sisäpuolella.

3.2 Lyhytkestoinen haju

Lyhytkestoista ja voimakasta hajupitoisuutta (5 hy/m^3) esiintyy noin 500 metrin säteellä päästöposteiden lounais-, länsi-, ja pohjoispuolella. Lyhytkestoista ja selkeästi tunnistettavaa (3 hy/m^3) hajupitoisuutta esiintyy noin 600 metrin säteellä päästöposteiden lounais-, länsi-, ja pohjoispuolella. Lyhytkestoisia ja hajukynnyksen ylittäviä (1 hy/m^3) hajupitoisuuksia voi esiintyä 1,4 kilometrin päässä päästöposteistä, kun molemmat linjat ovat tuotannossa.

3.3 Lähtötiedot

Laskennassa käytetyt lähtötiedot on saatu AX-suunnittelun vuoden 2022 tekemästä hajupäästömittauksesta. Mallinnuksen lähtötiedot on esitetty LIITTEESSÄ 8.

Tilaaajalta saatujen tietojen mukaan kumpikin linjoista on tuotannossa noin 1 200 h/a.

21.4.2022

Työ 11692Y22C

Lyhytkestoisen hajupitoisuuden laskennassa käytettiin huippuarvon ja keskiarvon välistä suhdekerrointa¹ (peak-to-mean) hajupitoisuudelle alla olevan kaavan mukaan, joka on 30 sekunnin hajupitoisuudelle 2,605.

$$C_{lyhyt} = C_{pitkä} \times \left(\frac{t_{pitkä}}{t_{lyhyt}} \right)^{0,2}$$

4 Laskentamenetelmät

4.1 Leviämismalli

Tarkastelualueen pitoisuudet on laskettu AERMOD-leviämismallin avulla, mikä on Yhdysvaltain ympäristönsuojeluviraston (U.S. EPA) kehittämä ja ylläpitämä laskentamalli.

Maastonmuodot sekä teiden, rakennusten ja päästölähteiden sijainnit digitoidaan maastokartalta ohjelman tietokantoihin. Tämän lisäksi tietokantaan syötetään päästölähteen tiedot. Malliin tarvittavat meteorologiset tiedot lasketaan U.S. EPA:n AERMET laskentamallilla, mihin syötetään lähtötiedoiksi sääaseman havaintoja.

Malli huomioi laskennassa myös ympäristön korkeussuhteet sekä rakennuksien aiheuttamat vaikutukset virtauskenttään, jotka osaltaan vaikuttavat päästöjen leviämiseen. Ohjelmaan syötetyistä maastotiedoista muodostetaan kolmiulotteinen maastomalli, jonka päälle sijoitetaan laskentapisteverkko. Laskentapisteyden tiheys voidaan vapaasti määrittää. Ohjelma laskee pitoisuudet kussakin pisteessä, ja tulokset esitetään laskenta-alueella esiintyvänä alueina.

AERMOD ja AERMET -laskentamallit sisältyy Breeze-ohjelmistoon.

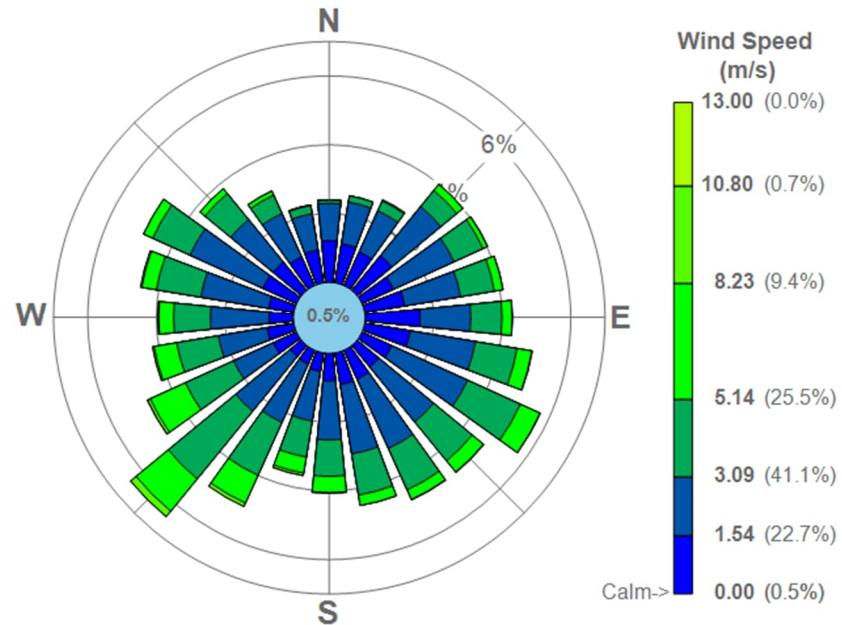
4.2 Laskennassa käytetyt parametrit

Maasto ja rakennukset digitointiin laskentaohjelmaan Maanmittauslaitoksen korkeusmallista sekä maastokartoista. Laskenta-alue rajoitettiin kattamaan lähialue, kooltaan n. 2 x 3 km. Neliölaskentaverkon tiheytenä käytettiin 20 m ja laskentapisteyden korkeutena 2 m maanpinnasta.

4.3 Säädata

Laskenta suoritettiin vuoden 2019–2021 säätiedoilla Ilmatieteenlaitoksen Turun lentokentän havaintoasemalta.

¹ Brancher, K. David Griffiths, Davide Franco, Henrique de Melo Lisboa. Chemosphere 168 (2017), A review of odour impact criteria in selected countries around the world s. 1537



Kuva 1. Tuuliruusu

5 Kenttätöön suoritus ja menetelmät

5.1 Haju

Hajupitoisuudet määritettiin poistoilmasta prosessien normaalitoiminnan aikana otetuista hajunäytteistä dynaamisen olfaktometrin avulla standardin SFS-EN 13725 - *Air quality: determination of odour concentration by dynamic olfactometry* mukaisesti.



Kuva 2. T08 Dynaaminen olfaktometri

21.4.2022

Työ 11692Y22C

Dynaaminen olfaktometri on laite, jonka avulla määritetään hajupitoisuuksia Ou_E/m^3 ($Ou = \text{Odour Unit}$). Olfaktometri ei suoraan mittaa hajupitoisuuksia, vaan se laimentaa tutkittavaa näytettä puhtaalla ilmalla ja tuottaa toistettavasti erittäin tarkkoja laimennoksia hajupaneelin jäsenten arvioitavaksi. Hajupitoisuudet määritettiin menetelmällä, jossa näytettä laimennetaan aina siihen asti, kunnes 50 % hajupaneelin jäsenistä ei tunnista enää hajua. Tällöin on saavutettu hajun raja-arvo $1 Ou_E/m^3$. Hajuyksikkö siis määrittää hajun voimakkuuden suhteessa keskimääräisen ihmisen aistiin hajukynnykseen.

Ihmisten hajuaistit poikkeavat toisistaan, ja hajupanelistityöskentelylle on standardissa määritetty kriteerit. Valittavien henkilöiden on pystyttävä tunnistamaan toistettavasti n-butanolin hajukynnys oikein väliin $62...246 \mu g/m^3$, jotta voi toimia hajupaneelissa. Näin pystytään karsimaan henkilöt, joilla on liian huono tai hyvä hajuaisti.

Suoritetuissa hajupaneeleissa on lisäksi standardin mukaan laskettu hajupaneelille karsintaparametri ΔZ ($-5 \leq \Delta Z \leq 5$), jolla edelleen poistetaan liikaa keskiarvosta poikkeavat tulokset. Myös virheellinen nollanäytteen haistaminen poistaa koko suorituksen laskentatuloksista.

Hajunäytteenotto suoritettiin vakuumlaitteistolla näytteenottopumpusta mahdollisesti aiheutuvan kontaminaation välttämiseksi. Näytteet otettiin inerttiä materiaalia oleviin näytepusseihin ja hajupaneelit järjestettiin standardin suosittaman ajan puitteissa näytteenotosta.

5.2 Tilavuusvirta ja kaasun tila

Poistokaasujen virtausnopeus mitattiin pitot-putkella ja mikromanometrilla standardin ISO 10780 mukaan.

Poistokaasun lämpötila mitattiin K-tyyppin termoelementillä ja lämpömittarilla. Poistokaasun kosteus määritettiin kuiva-/märkälämpötilamittauksella.

6 Mallinnuksen epävarmuus

Leviämismallin tuloksia tarkasteltaessa tulisi ottaa huomioon laskentaan liittyvät epävarmuustekijät. Epävarmuustekijöitä ovat esimerkiksi lähtöteitojen luotettavuus (mittauksien epävarmuus), säätietojen luotettavuus ja edustavuus. Selvityksessä käytetylle AERMOD-leviämismallille ei suoraan voida ilmoittaa laskentaepävarmuuksia.

Mallinnuksen kokonaisepävarmuus voidaan määrittää, mikäli kaikille mallinnukseen liittyville epävarmuustekijöille voidaan antaa virhearvio.

21.4.2022

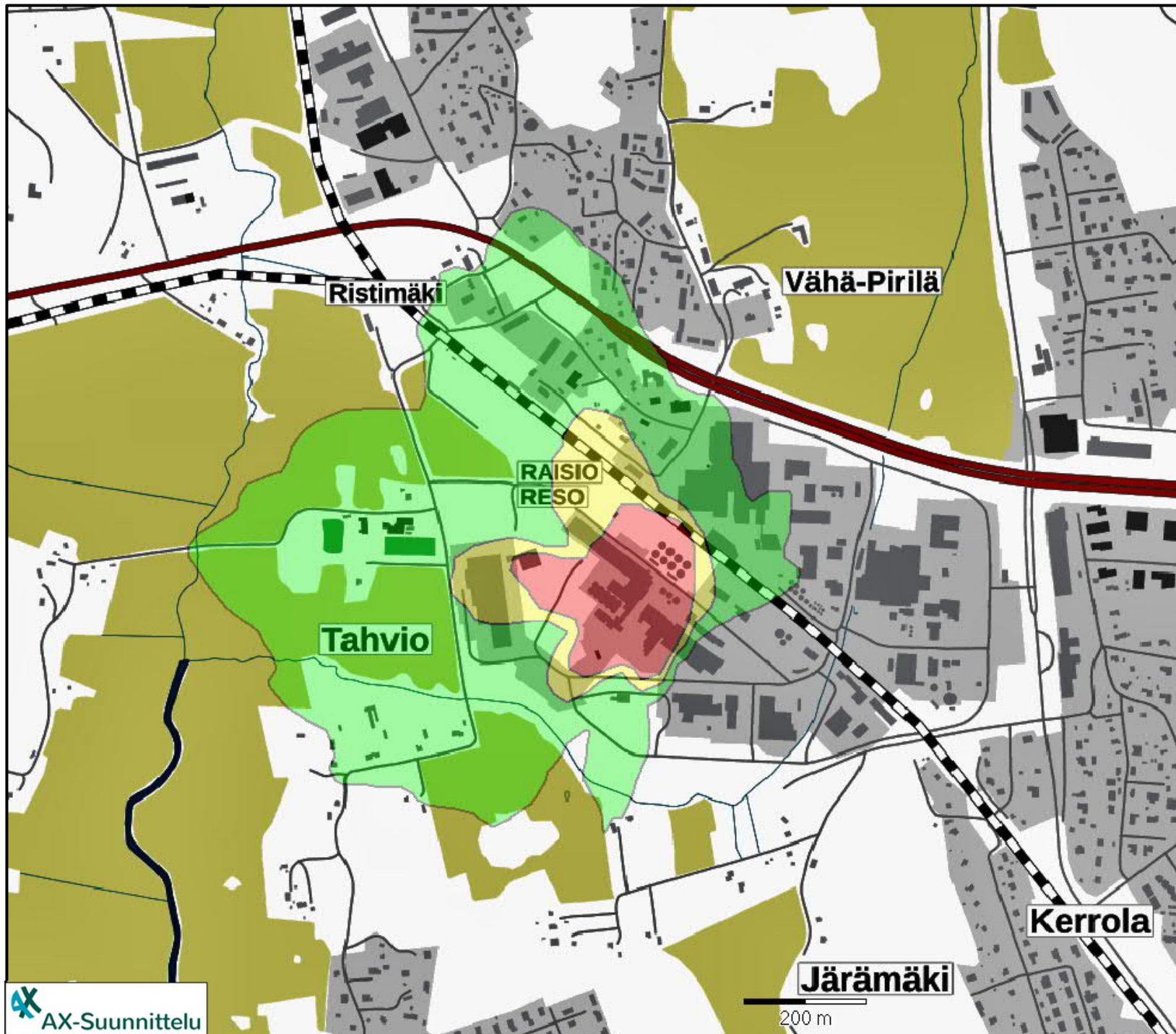
Työ 11692Y22C

Tilavuusvirranmittauksen menetelmäepävarmuus on $\pm 5\%$, mikäli standardin asettamat vaatimukset täyttyvät. Kyseisessä kohteessa näin ei kaikilta osin ollut, joten arvioimme ilmavirtamittauksen kokonaisepävarmuudeksi on $\pm 20\%$.

Hajupaneelin ja hajunäytteenoton epävarmuudeksi arvioimme $\pm 30\%$.

7 Käytetyt mittalaitteet

Dynaaminen olfaktometri Odournet GmbH T08
SKC- tai Gilian -näytteenottopumppu + vakuumlaitteisto + laminaattipussit



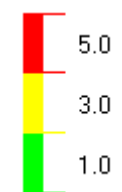
Raisioaqua Oy Raisio

Uusi ja vanha linja
tuotannossa 1 200 h/a

Tuntikeskiarvojen
98. prosenttipiste

Kokonaishajupäästö:
2 795 Mhy/h

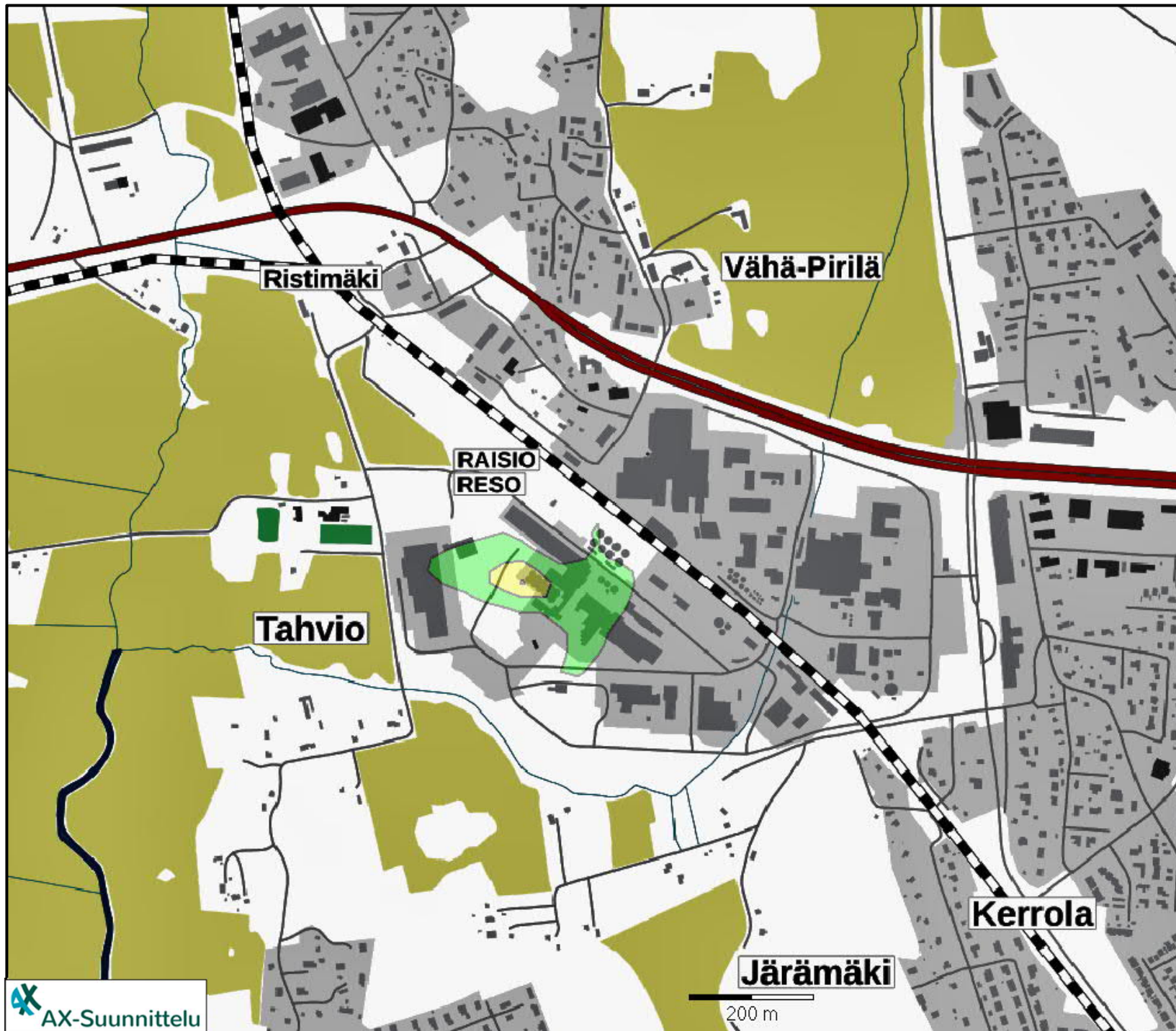
Hy/m³



Säädäta:

Turun lentokenttä 2019-2021

LIITE 1



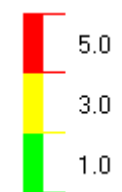
Raisioaqua Oy Raisio

Vanha linja tuotannossa
1 200 h/a

Tuntikeskiarvojen
98. prosenttipiste

Kokonaishajupäästö:
313 Mhy/h

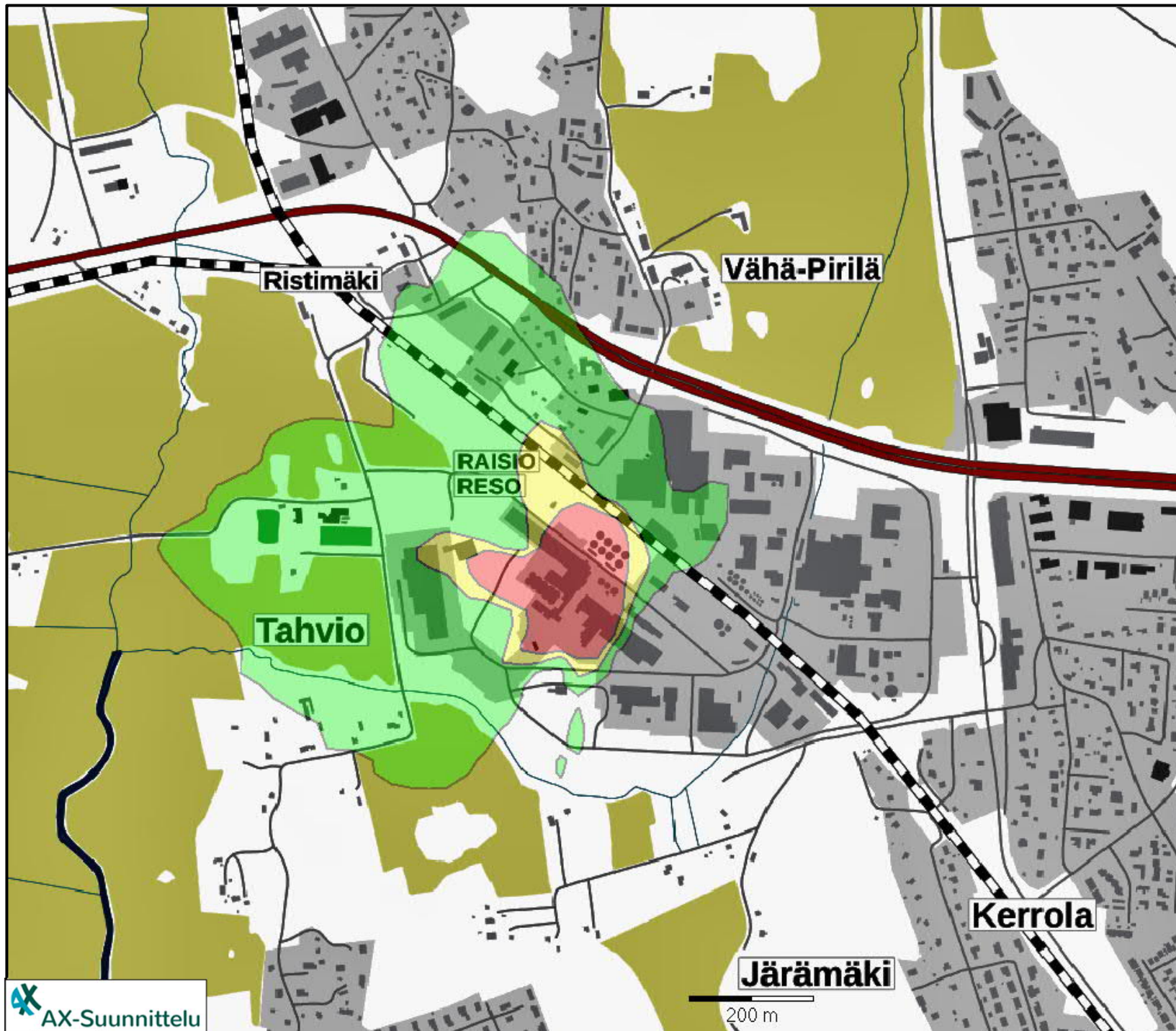
Hy/m³



Säädäta:

Turun lentokenttä 2019-2021

LIITE 2



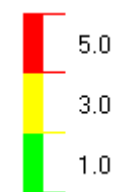
Raisioaqua Oy Raisio

Uusi linja tuotannossa
1 200 h/a

Tuntikeskiarvojen
98. prosenttipiste

Kokonaishajupäästö:
2 481 Mhy/h

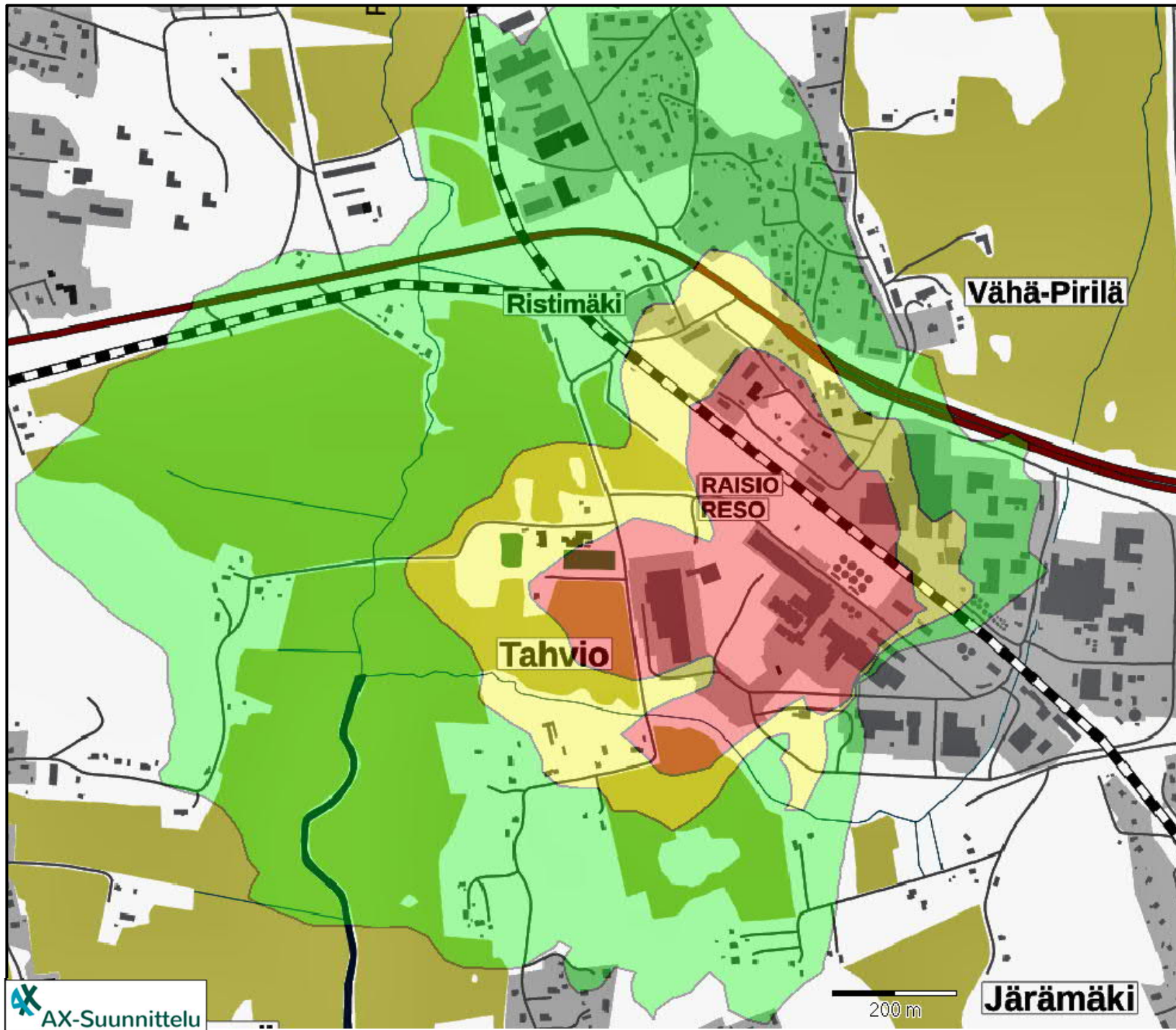
Hy/m^3



Säädäta:

Turun lentokenttä 2019-2021

LIITE 3



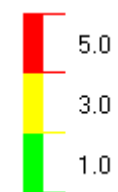
Raisioaqua Oy Raisio

Uusi ja vanha linja
tuotannossa 1 200 h/a

Lyhytkestoisen hajun (30 s)
98. prosenttipiste

Kokonaishajupäästö:
2 795 Mhy/h

Hy/m³



5.0

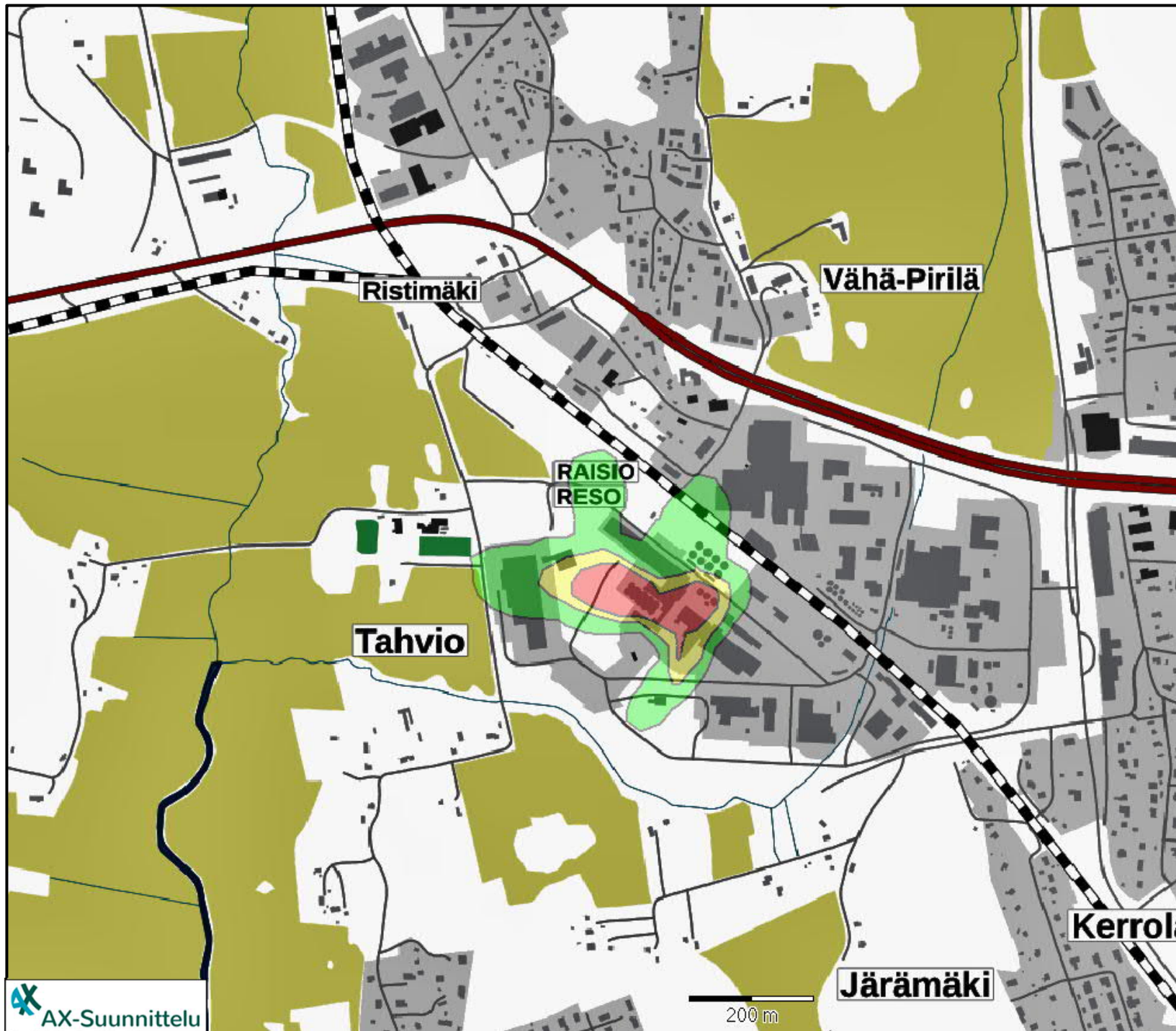
3.0

1.0

Säädäta:

Turun lentokenttä 2019-2021

LIITE 4



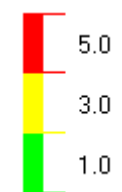
Raisioaqua Oy Raisio

Vanha linja tuotannossa
1 200 h/a

Lyhytkestoisen hajun (30 s)
98. prosenttipiste

Kokonaishajupäästö:
313 Mhy/h

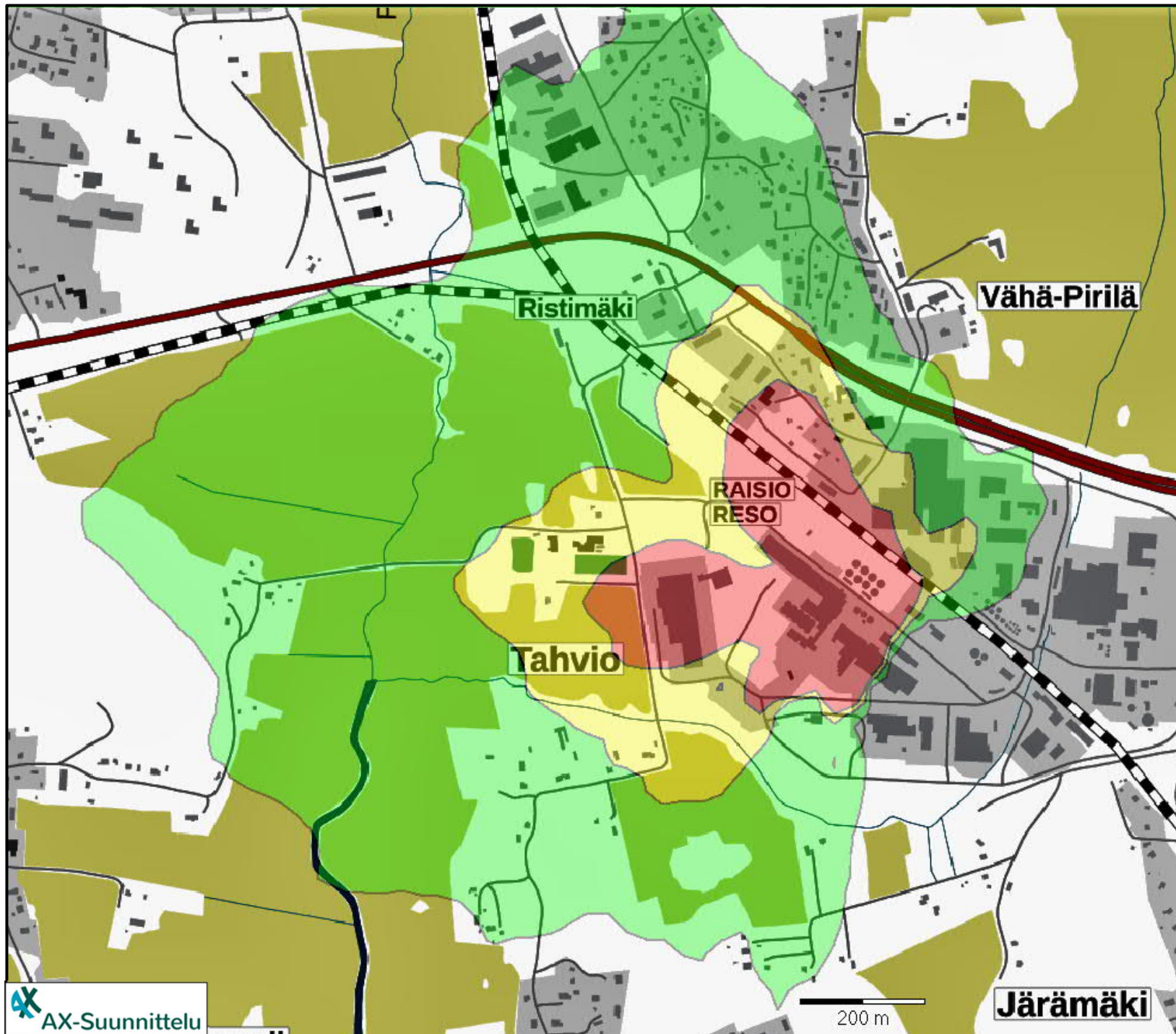
Hy/m³



Säädäta:

Turun lentokenttä 2019-2021

LIITE 5



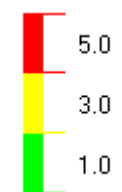
Raisioaqua Oy Raisio

Uusi linja tuotannossa
1 200 h/a

Lyhytkestoisen hajun (30 s)
98. prosenttipiste

Kokonaishajupäästö:
2 418 Mhy/h

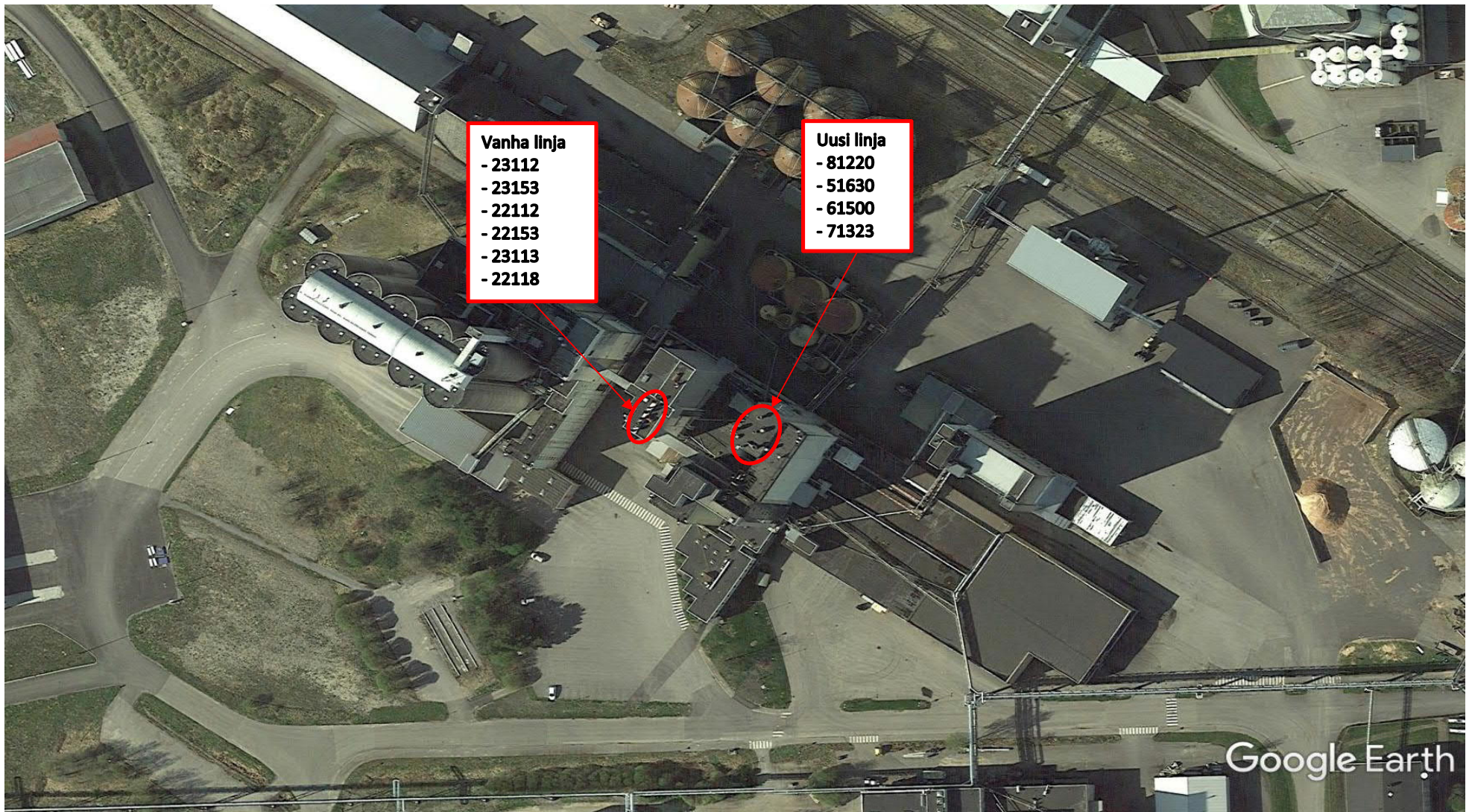
Hy/m³



Säädäta:

Turun lentokenttä 2019-2021

LIITE 6



Kohde	Pitoisuus	Virtaus	Poistokaa- su-	Päästö	Päästö	Piipun korkeus	Piipun halkaisija	Virtaus- nopeus	Lämpötila	Käyntiaika	Vuosi- päästö
	<i>hy/m³</i>	<i>Nm³/s</i>	<i>Nm³/h</i>	<i>hy/s</i>	<i>milj. hy/h</i>	<i>m</i>	<i>m</i>	<i>m/s</i>	<i>°C</i>	<i>h/a</i>	<i>milj. hy/a</i>
Vanha linja											
22118	2 910	2,6	9 228	7 460	26,9	42,7	0,50	14,8	34,2	1 200	32 226
23113	3 775	3,0	10 838	11 365	40,9	42,7	0,80	6,6	25,5	1 200	49 095
22153	4 868	2,6	9 334	12 621	45,4	42,7	0,50	14,8	32,5	1 200	54 523
23112	5 758	3,0	10 917	17 462	62,9	42,7	0,70	9,1	31,5	1 200	75 434
22112	6 403	3,2	11 498	20 450	73,6	42,7	0,80	7,4	38,7	1 200	88 346
23153 ⁽¹⁾	4 743	3,7	13 391	17 641	63,5	42,7	0,50	20,1	17,0	1 200	76 210
Uusi linja											
61500	106 802	5,3	19 098	566 587	2 040	45,5	0,70	20,5	101,1	1 200	2 447 657
51630	31 377	2,8	10 050	87 592	315	45,5	0,45	19,9	18,2	1 200	378 398
81220	15 360	1,9	6 905	29 461	106	45,5	0,70	5,2	12,1	1 200	127 272
71323	24 360	0,2	830	5 616	20,2	45,5	0,50	1,3	19,1	1 200	24 259

¹⁾ Kohde ei ollut tuotannossa mittauspäivänä, hajupitoisuutena käytetty vanhan linjan muiden kohteiden keskiarvoa.