

**KAICELL FIBERS OY**  
**Paltamon biojalostamon ympäristövaikutusten arviointi**

**Ilmapäästöjen mallinnus 2018**

FM Heimo Vepsä  
DI Hannu Lauri  
FM Susanna Ylitervo

Pöyry Finland Oy, Ympäristötutkimus, Oulu  
Elektroniikkatie 13  
90590 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.

---

**Sisältö**

<b>LIITTEET</b>	<b>1</b>
<b>1 JOHDANTO</b>	<b>2</b>
<b>2 LASKENTAMALLI JA LÄHTÖTIEDOT</b>	<b>3</b>
2.1 Laskentamalli	3
2.2 Ilmanlaadun raja- ja ohjearvot	3
2.3 Maastotiedot	4
2.4 Tuulitiedot	5
2.5 Savu- ja hajukaasulähteet ja kaasujen keräys ja käsittely	6
2.6 Laitos- ja päästötiedot	6
2.6.1 Häiriötilanteet	7
<b>3 PÄÄSTÖLASKENNAN TULOKSET</b>	<b>9</b>
3.1 NORMAALITILANTEET	9
3.1.1 Rikkidioksidi (SO <sub>2</sub> )	9
3.1.2 Typpidioksidi (NO <sub>2</sub> )	10
3.1.3 Hengitettävät hiukkaset (PM <sub>10</sub> )	11
3.1.4 Hajukaasut (TRS)	11
3.2 HÄIRIÖTILANTEET	12
3.2.1 Hajukaasut	12
3.2.2 Rikkidioksidi	14
<b>4 YHTEENVETO</b>	<b>15</b>
4.1 Mallin lähtötiedot	15
4.2 Tulokset	15
4.3 Epävarmuuksien arviointi	15
<b>5 LÄHDELUETTELO</b>	<b>16</b>

**Keskeiset lyhenteet:**

a	vuosi (1 a = 365 vrk), aikayksikkö
ADt	Ilmakuivaa tonnia
NO <sub>x</sub>	Typen oksidit (NO tai NO <sub>2</sub> ), syntyvät palamisessa
PM <sub>10</sub>	Pienhiukkasten määrä (particulate matter), hiukkasten läpimitta alle 10 µm
SO <sub>2</sub>	Rikkidioksidi, kaasu jota syntyy mm. polttoaineen sisältämän rikin reagoidessa polttoilman hapen kanssa
TRS	Pelkistyneet eli haisevat rikkiyhdisteet (Total Reduced Sulphur)

**LIITTEET**

Liite 1	Mallinnuksessa käytetyt päästölaskentatiedot
Liite 2	Karttaesitykset ilmapäästöjen leviämisen mallinnustuloksista

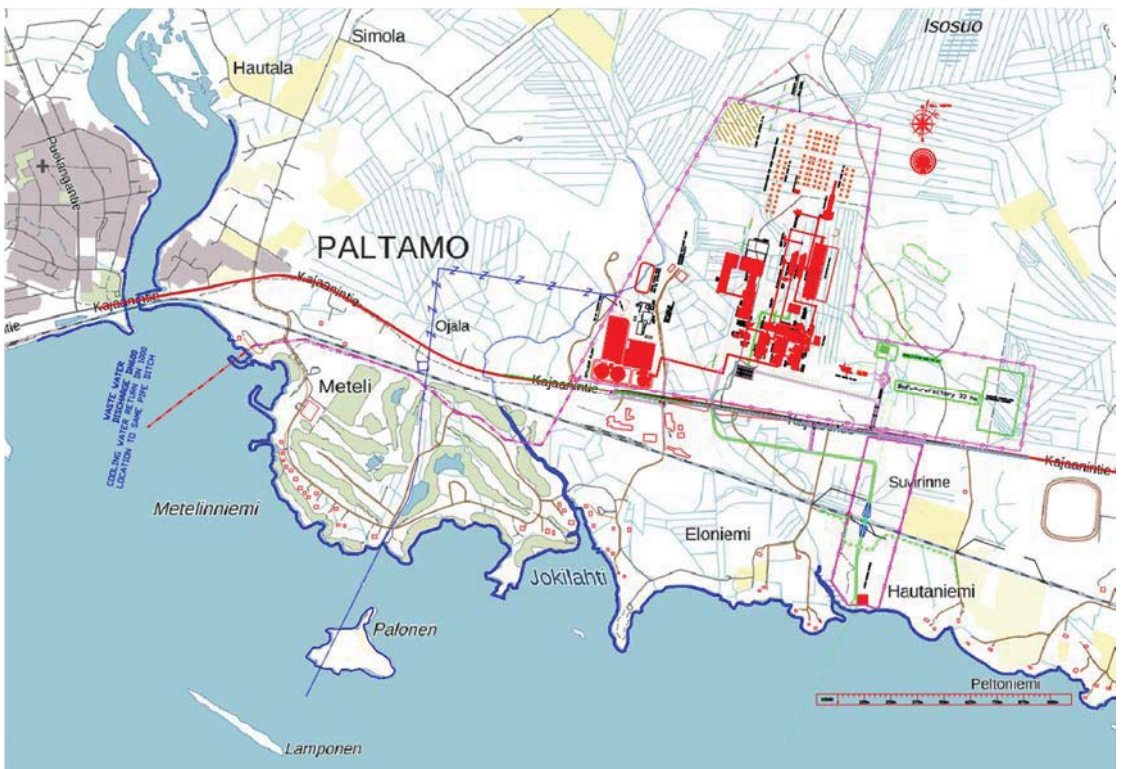
**1 JOHDANTO**

Tässä raportissa on arvioitu laskentamallin avulla KaiCell Fibers Oy:n Paltamon Ky-lämpurou alueelle suunnitteleman biojalostamon tehdasalueen ilmapäästöjen vaikutuksia ilman laatuun. Laskennassa huomioitiin piippupäästöt. Biojalostamon päätuotteet ovat kemiallinen valkaistu selluloosa ja sen johdannainen tekstiilikuitu – Arbron™. Biojalostamon pääprosessi on kemiallinen sellunvalmistusprosessi. Pääraaka-aine on alueen kuitupuu, jonka tarve on 3-3,5 miljoonaa kuutiometriä vuodessa hankevaihtoehdosta riippuen.

Mallinnuksessa käytetyt laskentavaihtoehdot on esitetty taulukossa 1. Jalostamon sijoittuminen ja layout on esitetty karttapohjalla kuvassa 1-1.

**Taulukko 1: Laskentavaihtoehdot**

<b>Vaihtoehto 1 (VE1)</b>	Biojalostamo rakennetaan. Sellua tuotetaan 500 000 t/vuosi, josta jatkojalostetaan Arbronia 350 000 t/vuosi. Myytävää markkinasellua jää tällöin 110 000 t/vuosi.
<b>Vaihtoehto 2 (VE2)</b>	Biojalostamo rakennetaan. Sellua tuotetaan 500 000 t/vuosi, josta jatkojalostetaan Arbronia 100 000 t/vuosi. Myytävää markkinasellua jää tällöin 390 000 t/vuosi.
<b>Vaihtoehto 3 (VE3)</b>	Biojalostamo rakennetaan. Sellua tuotetaan 600 000 t/vuosi, josta jatkojalostetaan Arbronia 400 000 t/vuosi. Myytävää liukosellua jää tällöin 130 000 t/vuosi.



**Kuva 1-1. Biojalostamon tehdasalueen layout-suunnitelma.**

## 2 LASKENTAMALLI JA LÄHTÖTIEDOT

### 2.1 Laskentamalli

Ilmapäästöjen laskentamallina on käytetty EPA:n (U.S. Environmental Protection Agency) hyväksymää ja ylläpitämää AERMOD-mallia, jonka laskenta perustuu ns. Gaussin leviämisyhtälöihin. Ohjelmisto ja sen ominaisuudet on esitelty yksityiskohdaisemmin verkkosivustolla <http://www.epa.gov/scram>.

Malli soveltuu yksi- ja monipiippu- sekä viiva- ja pintalähteiden päästöjen mallintamiseen ja se ottaa huomioon sää- ja maasto-olosuhteet. Leviämismallin perustana on analyttinen Gaussin jakaumaan perustuva leviämisyhtälö, joka olettaa päästön laimenevan pysty- ja vaakasuunnassa Gaussin jakauman mukaisesti. Jakauman hajontaparametrit arvioidaan erikseen jokaiselle tunnille tuulen nopeuden ja ilmakehän alakerroksen stabiilisuusluokan perusteella.

#### Malliin liittyviä epävarmuustekijöitä

Leviämismallilaskelmilla saatavien tulosten luotettavuuteen vaikuttavat malliin syötettävät lähtötiedot sekä itse mallin toiminta. Yleisesti malli kuvaa hyvin keskimääräisiä olosuhteita, ja soveltuu siten parhaiten kuvamaan ilmiöiden tavanomaista kehittymistä pitkällä aikavälillä. Malliin sisältyy olettamuksia ja yksinkertaistuksia, jotka ovat välttämättömiä mallin toiminnan ja käytettävissä olevien lähtötietojen vuoksi.

Ilmalaatumalleilla lasketaan tavallisesti keskipitoisuuksia ja enimmäispitoisuuksia. Laskennan tuloksena 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.

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. Mallitulosten epävarmuuden pienentämiseksi laskennassa tarkastellaan kolmen vuoden aikajaksoa (yli 26 000 tarkastelutuntia), jolloin tilastolliset raja- ja ohjearvoihin verrannolliset pitoisuudet ovat riittävän edustavia.

### 2.2 Ilmanlaadun raja- ja ohjearvot

Ilmanlaadun raja-arvot ovat Euroopan unionin sitovimmat ilmanlaatumormit ja ne on säädetty terveyshaittojen ehkäisemiseksi. Raja-arvot määrittelevät ilmansaasteille korkeimmat sallitut pitoisuudet, joiden ylittyessä viranomaisten on ryhdyttävä toimenpiteisiin pitoisuuksien alentamiseksi. Suomen oloissa keskeiset raja-arvot ovat rikki- ja typpidioksidin vuosiraja-arvo ja hengitettävien hiukkasten vuorokausiarvo (Taulukko 2). Muiden raja-arvojen ylittyminen on mahdollista lähinnä vakavan häiriötilanteen seurauksena teollisuusympäristössä tai hyvin poikkeuksellisissa meteorologisissa olosuhteissa liikenneympäristöissä.

Myös kasvillisuuden suojelemiseksi on annettu omat kriittiset tasot. Kasvillisuuden suojeleminen tulee soveltaa metsä- ja maaseutualueilla eli niin sanotuilla tausta-alueilla. Käytännössä tausta-alueiden pitoisuudet jäävät Suomessa selvästi näiden raja-arvojen alle. Vuonna 1996 voimaan tulleet kansalliset ohjearvot taustapitoisuuksille ovat ensisijaisesti ympäristöviranomaisten käytössä suunnittelun ja päätöksente-



on apuvälineenä ja niitä käytetään esimerkiksi päästöjä aiheuttavan toiminnan ympäristölupamenettelyssä. (<http://ilmatieteenlaitos.fi/ilmanlaatu>, viitattu 26.1.2018)

**Taulukko 2. Terveyshaittojen ehkäisemiseksi annetut ulkoilman rikki- ja typpidioksidin sekä pienhiukkasten pitoisuuksia koskevat raja-arvot (Vna 38/2011).**

Ilman epäpuhtaus	Keskiarvon laskenta-aika	Raja-arvo $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (293 K, 101,3 kPa)	Sallitujen ylitysten määrä kalenterivuodessa (vertailujakso)
Rikkidioksidi ( $\text{SO}_2$ )	1 tunti	350 <sup>1)</sup>	24
	24 tuntia	125 <sup>1)</sup>	3
Typpidioksidi ( $\text{NO}_2$ )	1 tunti	200 <sup>1)</sup>	18
	kalenterivuosi	40 <sup>1)</sup>	—
Hengitettävät hiukkaset ( $\text{PM}_{10}$ )	24 tuntia	50 <sup>2)</sup>	35
	kalenterivuosi	40 <sup>2)</sup>	—
Pienhiukkaset ( $\text{PM}_{2,5}$ )	kalenterivuosi	25 <sup>2)</sup>	—

<sup>1)</sup> Tulokset ilmaistaan lämpötilassa 293 K ja paineessa 101,3 kPa.

<sup>2)</sup> Tulokset ilmaistaan ulkoilman lämpötilassa ja paineessa.

Ilmanlaadun ohjearvot ovat raja-arvoja pienempiä, ja niiden sen avulla pyritään ehkäisemään ennakolta ilmansaasteiden aiheuttamia terveysvaikutuksia. Ohjearvot on otettava huomioon suunnittelussa ja niitä sovelletaan mm. alueiden käytön, kaavoituksen, rakentamisen ja liikenteen suunnittelussa ja ympäristölupaharkinnassa. Suomessa voimassa olevat ulkoilman rikkidioksidin, typpidioksidin, pelkistyneiden rikkijyhdisteiden ja hengitettävien hiukkasten pitoisuuksia koskevat ilmanlaadun ohjearvot on esitetty taulukossa 3.

**Taulukko 3. Ulkoilman rikki- ja typpidioksidin, pelkistyneiden rikkijyhdisteiden ja hengitettävien hiukkasten pitoisuuksia koskevat ilmanlaadun ohjearvot (Vnp 480/1996).**

Ilman epäpuhtaus	Ohje-arvo $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (293 K, 101,3 kPa)	Tilastollinen määrittely
Rikkidioksidi ( $\text{SO}_2$ )	250	Kuukauden tuntiarvojen 99. prosenttipiste
	80	Kuukauden toiseksi suurin vuorokausiarvo
Typpidioksidi ( $\text{NO}_2$ )	150	Kuukauden tuntiarvojen 99. prosenttipiste
	70	Kuukauden toiseksi suurin vuorokausiarvo
Pelkistyneet rikkijyhdisteet (TRS)	10	Kuukauden toiseksi suurin vuorokausiarvo
Hengitettävät hiukkaset ( $\text{PM}_{10}$ )	70	Kuukauden toiseksi suurin vuorokausiarvo

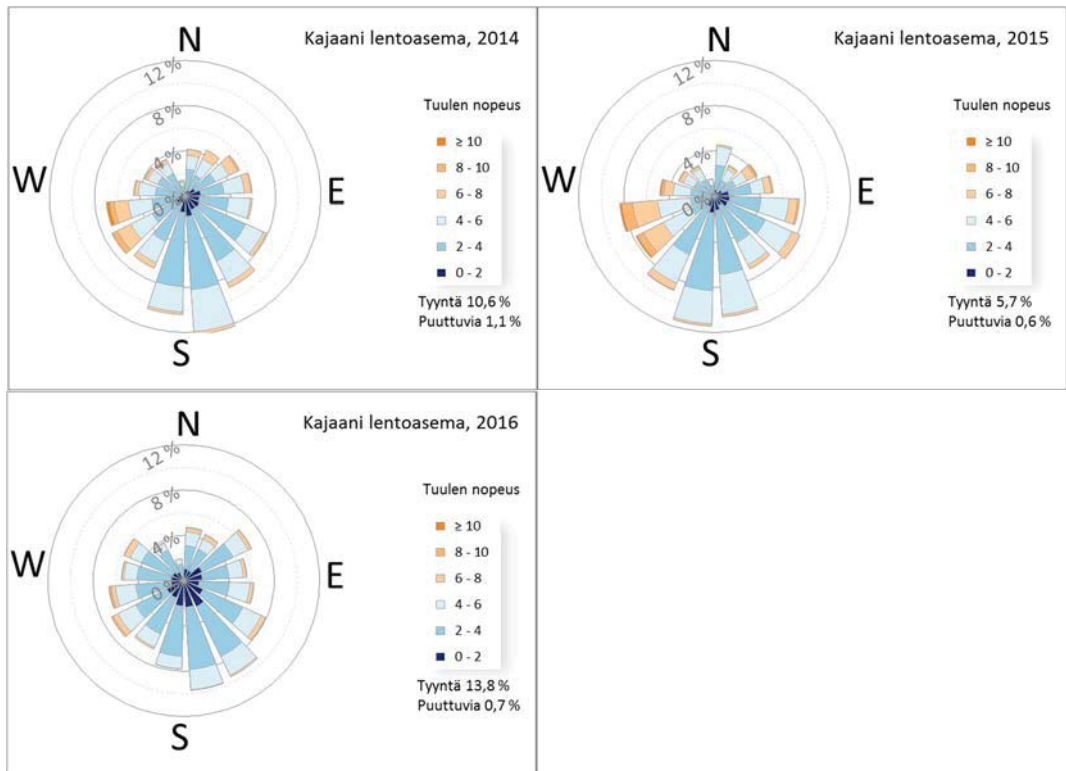
## 2.3

### Maastotiedot

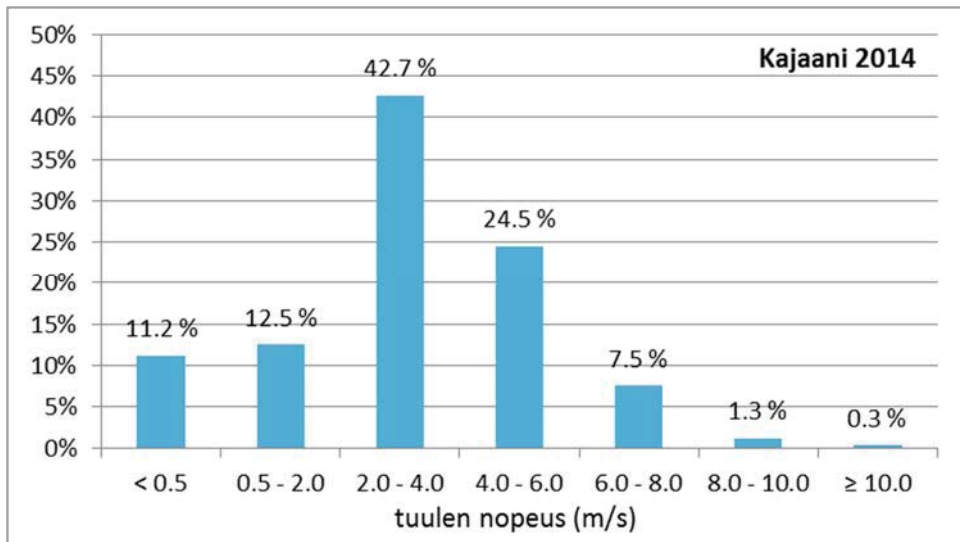
Maastotiedot saatiin maastotietokannasta, korkeusmallista (Maamittauslaitos 2017), ja Corine-2012 maankäyttödatasta (Suomen ympäristökeskus, 2017). Maanpinnan kitka-arvot ( $z_0$ ) arvioitiin maankäyttötietojen ja puuston korkeustietojen perusteella. Puuston korkeustiedot saatiin Luonnonvarakeskuksen latauspalvelusta (Luke 2017).

## 2.4 Tuulitiedot

Laskennan säätietona käytettiin Kajaanin lentoasemalla mitattuja arvoja. Mittaukset suorittaa Ilmatieteenlaitos, mutta ne haettiin NOAA:n ftp-palvelusta (NOAA 2017). Mittausasema sijaitsee kohdealueelta noin 16 km lounaaseen. Havaintoasema on lähellä Oulujärveä, joka voi vaikuttaa jonkin verran mittauksiin. Tuulijakaumat vuosille 2014-2016 on esitetty kuvassa 2-1. Yleisin tuulen suunta on etelä ja etelälounas ja tyypillisin tuulen nopeusluokka 2 - 4 m/s (Kuva 2-2). Pohjoistuulia on vähän ja länsituulia hieman idänpuoleisia tuulia useammin.



Kuva 2-1. Tuulen suuntajakaumat (Kajaanin lentoasema) vuosilta 2014, 2015 ja 2016.



Kuva 2-2. Tuulen nopeusjakauma vuodelta 2014.

Mallin tuuliprofilitiedot konstruointiin ECMWF:n ERA-interim reanalysis-säätietojen pohjalta (Berrisford et al. 2011). Suomessa tuuliprofiileja mitataan Jokioisissa ja Soudankylässä, jotka molemmat sijaitsevat varsin kaukana kohdealueelta.

## 2.5 Savu- ja hajukaasulähteet ja kaasujen keräys ja käsittely

### Savukaasujen puhdistus

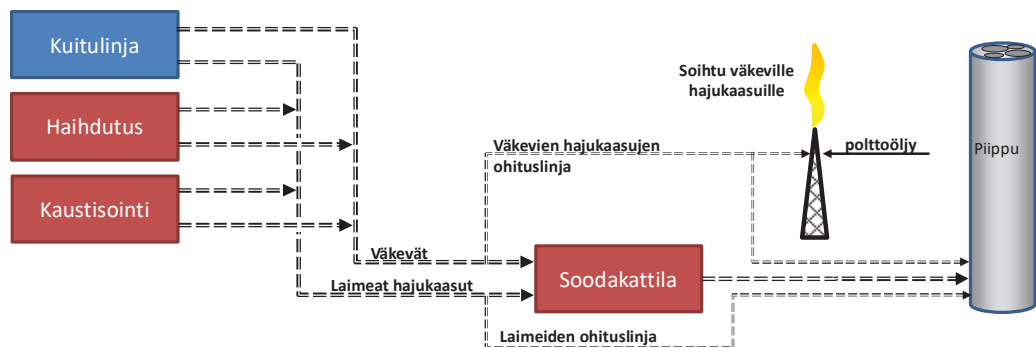
Savukaasujen lähteitä tehtaalla ovat soodakattila, biomassakattila ja meesauuni. Kuoren kaasutuksen päästöt liittyvät kuoren kuivaukseen. Kaasutuksen käynnistyksen ja alasajon yhteydessä tuotekaasu poltetaan soihdussa.

Soodakattila varustetaan rinnakkaisilla sähkösuotimilla savukaasujen puhdistamiseksi. Sähkösuotimet mitoitetetaan niin, että myös yhden suotimen ollessa puhdistettavana ja pois käytöstä varmistetaan savukaasujen puhdistuminen. Sähkösuotimilla savukaasuista erotettu lentotuhka kierrätetään takaisin prosessiin sekoittamalla tuhka vahvamustalipeään ennen soodakattilassa polttamista.

### Hajukaasujen keräys ja käsittely

Väkevät hajukaasut kerätään keittämöltä ja haihduttamolta likaislauhdesäiliöistä, vahvamustalipeäsäiliöistä sekä tyhjäjärjestelmästä. Väkevät hajukaasut poltetaan ensisijaisesti soodakattilassa (Kuva 2-3). Varajärjestelmänä väkeville hajukaasuille on soihtu.

Laimeita hajukaasuja kerätään kuitulinjalta, haihduttamolta, mäntyöljylaitokselta ja valkolipeän valmistuksesta. Myös lipeäsäiliöiden ja hakesiilojen höngät kerätään. Laimeat hajukaasut johdetaan ensisijaisesti osaksi soodakattilan polttoilmaa. Varajärjestelmänä ne voidaan ohjata piippuun.



Kuva 2-3. Hajukaasujen käsittely.

## 2.6 Laitos- ja päästötiedot

Ilmapäästömallinnus tehtiin kolmelle päästölähteelle (soodakattila, meesauuni ja biomassakattila) ja jokainen päästölähde mallinnettiin pistelähteenä. Käytännössä kyseessä on yksi piippu, jossa on kolme hormia. Taulukossa 4 on esitetty mallinnuksessa käytetyt tekniset tiedot.



**Taulukko 4. Päästömallinnuksessa käytetyt tekniset tiedot.**

	Soodakattila	Meesauuni	Biomassakattila
Piipun korkeus (m)	120	120	120
Halkaisija (m)	3,5	1,4	1,5
Savukaasulämpötila	170	250	142
Savukaasuvirtaus	105,8	12,4	15,9

Mallinnukset tehtiin kahdelle eri päästömäärävaihtoehdolle, jotka ovat VE1/VE2 ja VE3. Vaihtoehtojen VE1/VE2 ja VE3 osalta mallinnettiin normaalitilanne, joka vastaa keskimääräistä ympärivuotista vakiopäästöä. Vakiotilanne mallinnettiin rikkidioksidi-, typpidioksidi-, hiukkas- (PM<sub>10</sub>) ja pelkistyneiden rikkiyhdisteiden (TRS)-päästöille. Lisäksi mallinnettiin hajupäästön osalta kahden häiriötilanteen aiheuttama hajuhaitta ja rikkidioksidipitoisuudet soih tupolttotilanteessa. Taulukossa 5 on esitetty mallinnuksessa käytetyt päästömäärät. Päästömäärät on esitetty sekä vuosiarvona (t/a) että hetkellisenä arvona (g/s).

**Taulukko 5. Päästömallinnuksessa käytetyt päästömäärät.**

Ilman epäpuhtaus		VE1/VE2	VE3	Häiriötilanne	
				H1	H2
Rikkidioksidi	t/a	90,0	109,7	—	—
	g/s	2,85	3,48	—	—
Typen oksidit	t/a	1138	1370	—	4,0
	g/s	36,09	43,43	—	0,13
Hiukkaset (PM)	t/a	99,5	119,7	—	—
	g/s	3,16	3,80	—	—
Pelkistyneet rikkiyhdisteet (TRS)	t/a	25,0	29,0	0,12	5,1
	g/s	0,79	0,92	32,73	0,16

## 2.6.1 Häiriötilanteet

Poikkeustilanteissa merkittävimmät haitat aiheutuvat yleensä hajukaasuista. Teollisuus- ja energialaitosten hajuvaikutuksia voidaan arvioida mittaamalla laitoksen päästöjä, kuten rikin ja typen oksideita, haihtuvia orgaanisia yhdisteitä (VOC = Volatile Organic Compound) tai haisevia rikkiyhdisteitä (TRS = Total Reduced Sulphur). Kun tunnetaan laitoksen päästöissä esiintyvän yhdisteen tai seoksen hajukynnys, voidaan hajuyhdisteiden leviämismallilla arvioida, milloin kynnysarvo saavutetaan eri etäisyyksillä lähteestä tietyissä meteorologisissa olosuhteissa. Hajujen arviointi yksittäisen komponentin tai tietyn komponenttiryhmän avulla edellyttää kuitenkin, että laitoksen hajuja aiheuttaa juuri kyseinen yhdiste tai yhdisteryhmä. Sellutehtaiden hajuvaikutuksia voidaan arvioida mittaamalla haisevien rikkiyhdisteiden pitoisuuksia päästössä.

Haisevista eli ns. pelkistyneistä rikkiyhdisteistä käytetään lyhennettä TRS (engl. Total Reduced Sulphur). Haisevien rikkiyhdisteiden kokonaispitoisuudet ilmoitetaan yleensä rikkinä ja myös TRS-pitoisuudelle annettu kotimainen vuorokausiohjearvo on ilmaistu yksiköissä mikrogrammaa rikkiä ilmakeuutiometrissä ( $\mu\text{g(S)}/\text{m}^3$ ). Merkit-

tävimmät haisevien rikkiyhdisteiden päästöt ovat peräisin metsäteollisuuden prosesseista ja jäteveden käsittelystä.

Sulfaattisellutehtaiden hajua aiheuttavat päästöt ovat yleisimmin rikkivetyä, merkaptaaneja ja metyyliisulfideja. Näillä on hyvin matala hajukynnys. Muita haisevien rikkiyhdisteiden päästölähteitä ovat muun muassa öljynjalostus, jätekeskukset, kompostointilaitokset ja yhdyskuntien jätevedenpuhdistamot sekä luonnon omat lähteet kuten orgaanisen aineen hapeton hajoaminen vesistöissä ja soilla.

Haisevista rikkiyhdisteistä tunnetuin on rikkivety ( $H_2S$ ), joka on väritön, vesiliukoinen, pahanhajuinen kaasu. Rikkivety ärsyttää korkeina pitoisuuksina lyhytaikaisessa altistuksessa silmiä, kurkkua ja limakalvoja. Korkeat ulkoilmapitoisuudet voivat lisäksi aiheuttaa muun muassa päänsärkyä, pahoinvointia ja hengenahdistusta. Tällaiset tilanteet ovat nykyisin maamme sellupaikkakunnillakin harvinaisia ja keskeisimmät haisevien rikkiyhdisteiden ilmanlaatuvaikutukset liittyvät hajuista johtuviin viihtyvyyshaittoihin.

Haju on viihtyvyyteen liittyvä stressitekijä, joka saattaa pitkään jatkuessaan johtaa psykosomaattiseen oireiluun. Rikkivedyn hajukynnyksen on arvioitu kaasun puhtaudesta riippuen olevan alimmillaan noin  $0,2\text{--}2\ \mu\text{g}/\text{m}^3$  ja yhdisteelle ominainen mädän kananmunan haju tunnistetaan yleensä pitoisuudessa  $0,6\text{--}6\ \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Metsäteollisuuden haisevien rikkiyhdisteiden päästöt ovat vähentyneet viime vuosikymmeninä merkittävästi, minkä seurauksena kotimaisen ohjearvon ylitykset ovat käyneet harvinaisiksi myös selluntuotantopaikkakunnilla. Huomattaviakin hajuhaittoja saattaa kuitenkin edelleen ainakin ajoittain esiintyä näiden päästölähteiden läheisyydessä.

Leviämislaskelmat voidaan suorittaa käyttämällä TRS-seoksen herkimmin haisevan kaasun hajukynnyspitoisuutta. Tässä tarkastelussa hajukynnyksenä käytettiin rikkivedyn ( $H_2S$ ) pitoisuutta  $0,7\ \mu\text{g}/\text{m}^3$  (Ilmatieteen laitos 2015) ja hajujen leviäminen laskettiin olettamalla koko TRS-päästön olevan rikkivetyä.

Koska häiriötilanteissa merkittävin vaikutus on häiriöstä aiheutuva hajupäästö, keskityttiin häiriötilanteiden mallinnuksessa hajukaasuihin. Mallinnetuiksi valituissa häiriötilanteissa tehtaalla on sähkökatko ja tehtaan toiminta ajetaan alas (H1). Tilanteessa hajukaasut ohjataan suoraan piippuun ohi soodakattilan ja soihdun. Tällaisen häiriöpäästöön arvioidaan aiheuttavan suurimman hajuhaitan. Tilanteet ovat harvinaisia ja niitä arvioidaan tapahtuvan noin tunnin ajan vuodessa, esimerkiksi 3 kertaa 20 minuuttia kestävä tilanne. Toisena häiriötilanteena mallinnettiin laimeiden hajukaasujen ohitus (H2). Häiriötilanne on satunnainen ja yleensä hetkellinen tilanne, arviolta noin 240 tuntia vuodessa, jolloin laimeat hajukaasut pääsevät ilmaan puhdistamattomina. Tilanteessa H2 päästömäärään otettiin mukaan normaalitoiminnan TRS-päästöt vaihtoehdon VE3 mukaisina.

Hajukaasujen lisäksi mallinnettiin soih tupolton aiheuttamat  $SO_2$  -vaikutukset normaalitilanteeseen verrattuna merkittävästi suurempien rikkipäästöjen johdosta.

### 3 PÄÄSTÖLASKENNAN TULOKSET

#### 3.1 NORMAALITILANTEET

Alla on esitetty taulukoituna tehtaan normaalin toiminnan aikaisia mallinnuksen tuloksia suhteessa raja- ja ohjearvoihin rikkidioksidi-, typpidioksidi-, hiukkas- sekä pelkistyneiden rikkidyhdisteiden (TRS) pitoisuuksien osalta. Lasketut pitoisuudet on esitetty myös karttapohjalla liitteessä 2.

##### 3.1.1 Rikkidioksidi (SO<sub>2</sub>)

Leviämislaskelmien tuloksina saadut biojalostamon päästöjen aiheuttamat ulkoilman rikkidioksidipitoisuuksien korkeimmat arvot tutkimusalueella laskentavaihtoehdoissa VE1/VE2 ja VE3 on esitetty taulukossa 6 ja liitteen 2 kuvissa 5-8.

**Taulukko 6. Leviämismallilaskelmilla saadut vaihtoehtojen VE1/VE2 ja VE3 normaalipäästöjen aiheuttamat ulkoilman rikkidioksidipitoisuuksien (µg/m<sup>3</sup>) maksimi-arvot maanpintatasossa.**

SO <sub>2</sub>	raja- tai ohjearvo	VE1/VE2	VE3
Korkein vuosikeskiarvo	20 <sup>3)</sup>	0.04	0.04
Korkein vuorokausiohjearvoon verrannollinen pitoisuus	80 <sup>1)</sup>	0.6	0.7
Korkein vuorokausiraja-arvoon verrannollinen pitoisuus	125 <sup>2)</sup>	0.6	0.7
Korkein tuntiohjearvoon verrannollinen pitoisuus	250 <sup>1)</sup>	1.0	1.2
Korkein tuntiraja-arvoon verrannollinen pitoisuus	350 <sup>1)</sup>	3.7	4.5

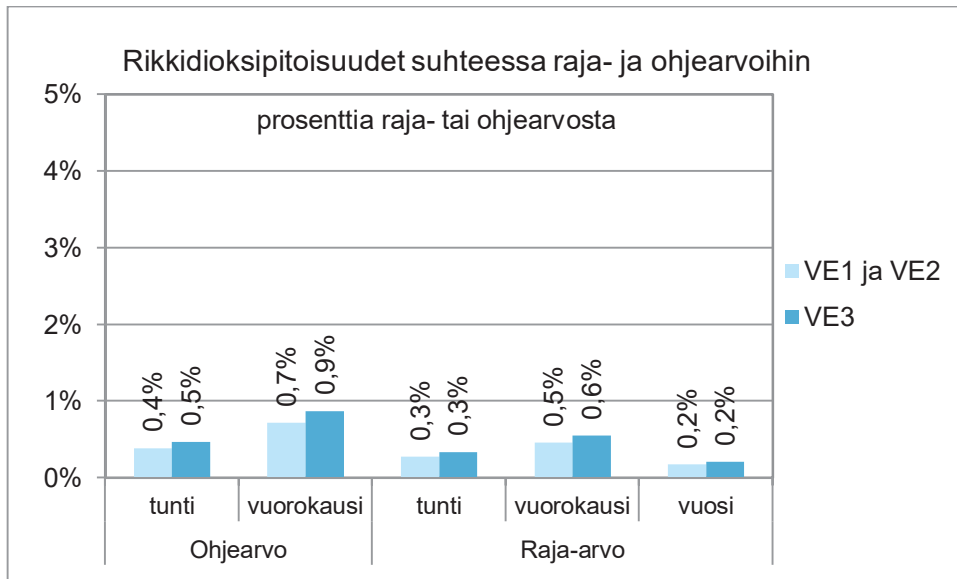
<sup>1)</sup> Ohjearvo

<sup>2)</sup> Raja-arvo

<sup>3)</sup> Kriittinen taso

Korkeasta piipusta vapautuvat päästöt ehtivät laimentua leviämisen aikana tehokkaasti, jolloin maanpintapitoisuudet jäivät pieniksi. Hyvin korkeiden piippujen tapauksessa päästöt voivat myös ajoittain tietyissä säätilanteissa vapautua sekoituskorkeuden yläpuolelle. Tällöin päästöt eivät vaikuta päästölähteen lähelle syntyviin maanpintapitoisuuksiin. Pitoisuudet olivat suurimmillaan laskentavaihtoehdossa VE3. Korkeimmat rikkidioksidin vuosikeskiarvopitoisuudet muodostuivat pääasiassa biojalostamon lähialueelle päästölähteiden luoteis-, itä- ja länsipuolelle. Koillisuunnassa pitoisuudet ovat pieniä luultavimmin Paltaselän/Mieslahden avoimen vesialueen vaikutuksesta pitoisuuksien sekoittumiseen.

Mallinnettujen päästöjen aiheuttamat rikkidioksidipitoisuudet olivat laskentavaihtoehtoissa suurimmillaan noin 1 % voimassa olevista ilmanlaadun ohjearvoista ja 0,5 % raja-arvoista. Rikkidioksidipitoisuuksien suhde ilmanlaadun ohje- ja raja-arvoihin on esitetty kuvassa 3-1.



Kuva 3-1. Leviämismallilla laskettujen ulkoilman korkeimpien rikkidioksidipitoisuuksien suhde ilmanlaadun terveysvaikutusperusteisiin ohje- ja raja-arvoihin päästövaihtoehdoissa VE1/VE2 ja VE3. Kuvan y-akselin arvo 100 % kuvaa ohje- tai raja-arvotasoa, johon pitoisuuksia verrataan.

### 3.1.2 Typpidioksidi (NO<sub>2</sub>)

Maanpinnalle syntyvät typpidioksidipitoisuudet olivat kaikilta osin selvästi raja- ja ohjearvoja pienempiä (Taulukko 7). Korkeasta piipusta vapautuvat päästöt ehtivät laimentua leviämisen aikana tehokkaasti, jolloin maanpintapitoisuudet jäivät hyvin pieniksi. Korkeimmat typpidioksidin maanpintapitoisuudet painottuvat lounais-luoteissektoriin. Pitoisuuksien jakaumakuvat on esitetty liitteen 2 kuvissa 1-4.

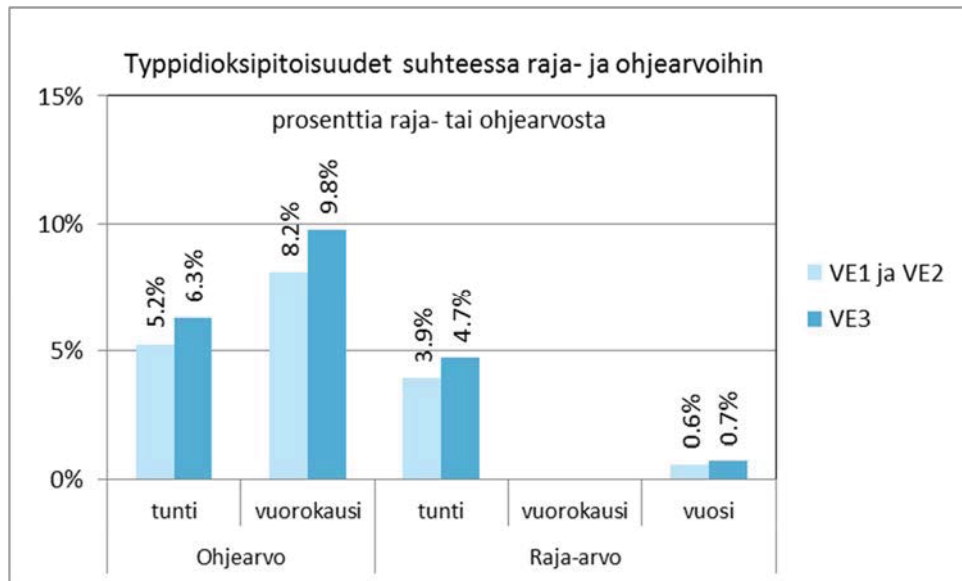
Taulukko 7. Leviämismallilaskelmilla saadut vaihtoehtojen VE1/VE2 ja VE3 normaali-päästöjen aiheuttamat ulkoilman typpidioksidipitoisuuksien (µg/m<sup>3</sup>) maksimiarvot maanpintatasossa.

NO <sub>2</sub>	raja- tai ohjearvo	VE1/VE2	VE3
Korkein vuosikeskiarvo	40 <sup>2)</sup>	0.3	0.4
Korkein vuorokausiohjearvoon verrannollinen pitoisuus	70 <sup>1)</sup>	5.7	6.9
Korkein tuntiohjearvoon verrannollinen pitoisuus	150 <sup>1)</sup>	7.9	9.5
Korkein tuntiraja-arvoon verrannollinen pitoisuus	200 <sup>2)</sup>	31.2	37.5

<sup>1)</sup> Ohjearvo

<sup>2)</sup> Raja-arvo

Tutkimusalueen korkeimpien typpidioksidipitoisuuksien suhde ilmanlaadun ohje- ja raja-arvoihin on esitetty kuvassa 3-2. Mallinnettujen päästöjen aiheuttamat typpidioksidipitoisuudet olivat suurimmillaan noin 10 % voimassa olevista ilmanlaadun ohjearvoista ja 5 % raja-arvoista.



Kuva 3-2. Leviämismallilla laskettujen ulkoilman korkeimpien typpidioksidipitoisuuksien suhde ilmanlaadun terveysvaikutusperusteisiin ohje- ja raja-arvoihin päästövaihtoehdoissa VE1/VE2 ja VE3. Kuvan y-akselin arvo 100 % kuvaa ohje- tai raja-arvoa, johon pitoisuuksia verrataan.

### 3.1.3 Hengitettävät hiukkaset (PM<sub>10</sub>)

Leviämislaskelmien tuloksina saadut biojalostamon päästöjen aiheuttamat ulkoilman hengitettävien hiukkasten korkeimmat arvot tutkimusalueella laskentavaihtoehdoissa VE1/VE2 ja VE3 on esitetty taulukossa 8 ja liitteen 2 kuvissa 9–12. Typpi- ja rikki-dioksidin tapaan, suurimmat mallinnetut maanpintapitoisuudet esiintyvät lounaisluoteissekorissa. Maanpintapitoisuudet jäävät tasolle 0,1 % (vuosi-) ... 1 % (vuorokausiarvo) raja- ja ohjearvoista.

Taulukko 8. Leviämismallilaskelmilla saadut vaihtoehtojen VE1/VE2 ja VE3 normaali-päästöjen aiheuttamat ulkoilman hengitettävien hiukkasten (µg/m<sup>3</sup>) maksimiarvot maanpintatasossa.

PM <sub>10</sub>	raja- tai ohjearvo	VE1/VE2	VE3
Korkein vuosikeskiarvo	40 <sup>2)</sup>	0.03	0.03
Korkein vuorokausiohjearvoon verrannollinen pitoisuus	70 <sup>1)</sup>	0.5	0.6
Korkein vuorokausiraja-arvoon verrannollinen pitoisuus	50 <sup>2)</sup>	0.5	0.6

<sup>1)</sup> Ohjearvo

<sup>2)</sup> Raja-arvo

### 3.1.4 Hajukaasut (TRS)

Hajukaasulaskennan tulokset on esitetty alla TRS-pitoisuuden avulla karttapohjalla normaalitoiminnan aikana. Havaittavan hajupitoisuuden rajan on tässä arvioitu olevan 0,7 µg/m<sup>3</sup>. TRS-vuorokausipitoisuuden ohjearvo on 10 µg/m<sup>3</sup>.



Biojalostamon normaalitoiminnan aikana ei alueella mallinnuksen perusteella esiinny juurikaan hajuhaittoja. Pitoisuuden tunti-arvo ylittää arvon  $0,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$  kolmen vuoden aineistossa ainoastaan yhtenä tuntina (24.9.2015) alueella, joka sijaitsee 2-4,5 km itäkoilliseen tehdasalueelta (välillä Junkkarinvaara-Myllypuron ls-alue). Leveydeltään alue on maksimissaan noin 1 km ja pinta-ala noin  $1 \text{ km}^2$ . Pitoisuuksien jakaumakuvat on esitetty liitteen 2 kuvissa 13–18. Vuorokausikeskiarvon maksimit maanpintatasolla ovat luokkaa  $0,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$  eli selvästi ohjearvoa ( $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) alhaisempia (Kuva 3-3).



maksimipitoisuus  $0,15 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Kuva 3-3. Pelkistyneiden rikkiyhdisteiden (TRS) korkein vuorokausi-ohjearvoon verrannollinen pitoisuus ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) normaalitilanteessa tarkasteluvaihtoehdossa VE1/VE2.

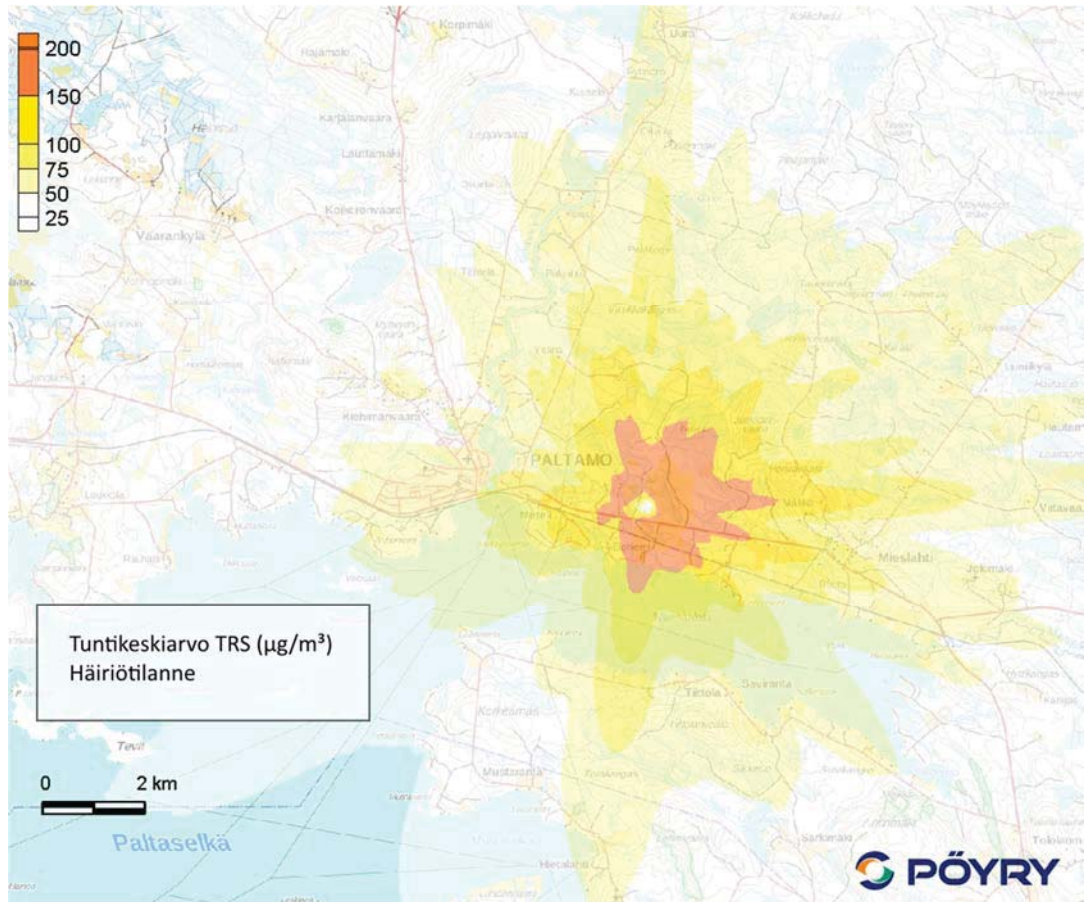
## 3.2 HÄIRIÖTILANTEET

### 3.2.1 Hajukaasut

#### Häiriötilanne H1

Häiriöpäästöjen tarkasteluvaihtoehdossa H1 eli äärimmäisessä häiriötilanteessa (esim. täydellinen sähkökatko), rikkivedyn hajukynnys ylittyy leviämismallilaskelmien mukaan jopa 10 km:n päässä KaiCell Oy:n biojalostamolta (Kuva 3-4 ja liite 2, kuva 19). Näin ollen koko  $20 \cdot 15 \text{ km}$ :n tutkimusalueella on mahdollista äärimmäisessä häiriötilanteessa havaita hajua. Yksittäisen häiriötilanteen sattuessa hajua ei

kuitenkaan havaita yhtäaikaan kaikissa ilmansuunnissa päästölähteen ympärillä, vaan hajua havaitaan sillä hetkellä vallitsevan tuulensuunnan alapuolella. Vastaava häiriötilanteen kuva vaihtoehdolle VE3 on esitetty liitteen 2 kuvassa 20. Häiriötilanteen H1 vuorokausikeskiarvo tilanteen VE3 päästötiedoilla on esitetty puolestaan liitteen 2 kuvassa 21.



maksimipitoisuus 298 µg/m<sup>3</sup>

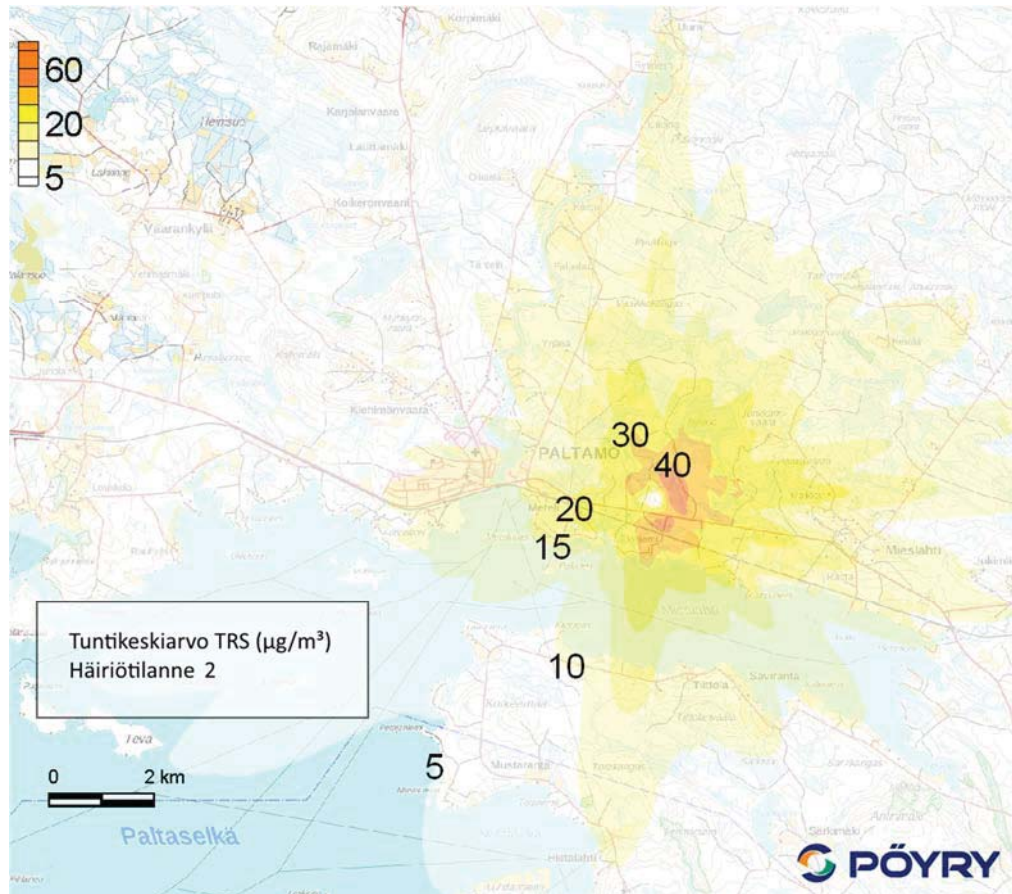
**Kuva 3-4. Pelkistyneiden rikkiyhdisteiden (TRS) korkein tuntikeskiarvopitoisuus (µg/m<sup>3</sup>) häiriötilanteessa H1 tarkasteluvaihtoehdoissa VE1/VE2 (hajukaasujen täydellinen ohitus, ei normaalitilan päästöjä). Häiriöpäästöjä esiintyy noin 1 tunti vuodessa (esimerkiksi 3-20 minuuttia).**

### Häiriötilanne H2

Häiriötilanne H2 (Kuva 3-5) kuvaa tilannetta, jossa hajukaasujen polton häiriötilanteessa väkevät hajukaasut poltetaan soihdussa ja laimeita hajukaasuja johdetaan piipun kautta ulos. Tällaisia tilanteita arvioidaan olevan noin 240 tuntina vuodessa.

Mallinnuksen perusteella häiriötilanteessa H2 TRS-pitoisuuden ohjearvojen arvioidaan alittuvan tarkastelualueella (liitteen 2 kuva 23) tehdasaluetta lukuun ottamatta, mutta havaittavaa hajua voi esiintyä tehdasalueen ulkopuolellekin. Hajukynnys voi ylittyä häiriötilanteessa vielä noin 6 kilometrin päässä tehdasalueelta.





maksimipitoisuus 50,5 µg/m<sup>3</sup>

**Kuva 3-5. Pelkistyneiden rikkiyhdisteiden (TRS) korkein tuntikeskiarvopitoisuus (µg/m<sup>3</sup>) häiriötilanteessa tarkasteluvaihtoehdossa VE3 (laihojen hajukaasujen ohitus ja normaali-tilanteen päästöt vaihtoehdon VE3 mukaisesti). Häiriöpäästöjä esiintyy noin 240 tuntia vuodessa.**

### 3.2.2 Rikkidioksidi

#### Soih tupolttotilanne

Soih tupolttotilanteita, joissa väkeviä hajukaasuja ei voida käsitellä soodakattilassa, vaan ne johdetaan ohituslinjan kautta soih tuun poltettaviksi. Tällaisia tilanteita on arvioitu tapahtuvan noin 72 tuntina vuodessa. Soih tupolton hajukaasujen (TRS) päästöt ovat hieman suuremmat kuin soodakattilan ja meesauunin normaalin toiminnan aikaiset päästöt, mutta sen rikkidioksidipäästöt ovat huomattavan suuret – noin 30 kertaiset normaalitoimintaan verrattuna. Näin ollen soih tupolton osalta mallinnettiin rikkidioksidi hajukaasujen sijaan. SO<sub>2</sub> -pitoisuudet jäivät mallinnuksen mukaan alle raja- ja ohjearvojen (liite 2, kuvat 24–26). Tunti- ja vuorokausiarvojen maksimit ovat luokkaa 50 % ja vuosikeskiarvo noin 10 % raja- ja ohjearvoista.

## 4 YHTEENVETO

### 4.1 Mallin lähtötiedot

KaiCell Fibres Oy:n Paltamoon suunnitteleman biojalostamon ilmapäästöjen vaikutus lähialueen ilmanlaatuun mallinnettiin matemaattisella mallilla, jonka avulla arviointiin biojalostamon rikkidioksidin, typenoksidien, hengitettävien hiukkasten ja pelkistyneiden rikkiyhdisteiden leviämistä jalostamon lähistöllä. Leviäminen laskettiin jalostamon suunniteltuja päästötietoja ja vuosien 2014-2016 säätietoja käyttäen.

### 4.2 Tulokset

Maanpinnassa havaittavat savukaasu- ja hiukkaspitoisuudet rajoittuvat pääosin biojalostamosta muutaman kilometrin etäisyydelle. Normaalityöiminnan aiheuttamat pitoisuudet alittavat selvästi kaikkien mallinnettujen tekijöiden osalta säädetyt raja- ja ohjearvot. Rikkidioksidin suurimmat maanpintapitoisuudet jäävät tasolle 0,5-1 % raja- ja ohjearvoista, typpidioksidin vastaavasti tasolle 4-8 % ja hengitettävien hiukkasten pitoisuus tasolle 0,1-1 % raja- ja ohjearvoista. Häiriötilanteessa, jossa väkevät hajukaasut johdetaan soidussa poltettaviksi, suurin aiheutuva rikkidioksidin maanpintapitoisuus on noin 50 % (tunti- ja vuorokausiarvot) ... 10 % (vuosikeskiarvo) raja- ja ohjearvoista.

Mallinnuksen perusteella tehtaan normaalitoiminnan aikana alueella ei juuri esiinny hajuhaittoja ja pelkistettyjen rikkiyhdisteiden (TRS) vuorokausipitoisuudet jäivät selvästi alle ohjearvon. Pelkistettyjen rikkiyhdisteiden mallinnetut suurimmat tuntikeskiarvopitoisuudet maanpintatasossa ovat luokkaa 0,8 µg/m<sup>3</sup> suurimmat pitoisuudet aiheuttavassa vaihtoehdossa VE3. Tällaisia hajukynnyksen ylittäviä arvoja esiintyy kolmen vuoden mallinnsjaksossa tosin ainoastaan yhtenä tuntina tarkastelualueella.

Äärimmäisessä häiriötilanteessa (mallinnus H1 täydellinen sähkökatkostilanne) rikkivedyn hajukynnys ylittyy leviämismallilaskelmien mukaan jopa 15 km:n päässä KaiCell Oy:n biojalostamolta. Hajuhaitta rajautuu kuitenkin yleensä vain yhteen rajattuun, alatuuleen suuntautuvaan sektoriin, koska häiriötilanne on lyhytkestoinen eikä tuulen suunta sen aikana juuri ehdi muuttua. Täydellinen häiriötilanne on kuitenkin hyvin epätodennäköinen, sillä se on estettävissä erinäisillä varotoimenpiteillä. Häiriötilanteessa, jolloin laimeat hajukaasut johdetaan soodakattilan ohi suoraan piippuun (H2), ylittyy TRS:n ohjearvopitoisuus laitosalueen välittömässä läheisyydessä. Havaittavaa hajua voi esiintyä noin 6 kilometrin säteellä laitoksesta.

Häiriötilanteessa, jossa väkevät hajukaasut poltetaan soihdussa (soihutupolttilanne) on vaikutusten kannalta merkittävintä rikkidioksidin suuri päästö määrä, joka voi olla normaalitoimintaan verrattuna jopa 30-kertainen. Häiriötilanne on kuitenkin melko lyhytaikainen kuten tilanteessa H1, joten vaikutusten sama kapeaan, alatuulen sektoriin, kohdistuminen on odotettavaa. Mallinnustulosten mukaan tällaisessa tapauksessa rikkidioksidin maanpinnan pitoisuudet voivat olla noin puolet ohje- ja raja-arvoista.

### 4.3 Epävarmuuksien arviointi

Mallituloksiin sisältyy säätötilanteen, mallilaskennan ja kuormitusten epätarkkuuksista aiheutuvaa epävarmuutta. Koska mallinnettu laitos on vasta suunnitteilla, ei epävarmuuksia pystytä tässä mittauksilla vähentämään.

Laskennassa käytetyt säätiedot ovat mitattu avoimelta paikalta (lentokentältä) kohdullisen läheltä suunniteltua tehdasaluetta, ja edustavat siten hyvin paikallisia olosuhteita. Käytetty laskentamalli on varmistettu mittaustuloksiin muissa käyttökohdeissa, joten mallia ja käytettyä laskentamenetelmää pitää tässä sovelluksessa riittävän luotettavana. Kuormitusarvot perustuvat olemassa olevaan teknologiaan, joten kuormitusarvojen voi arvioida olevan lähellä toteutuvia päästöjä. Merkittävimmät epävarmuudet liittyvät todennäköisesti hetkittäisiin säätilanteisiin, joita voi esiintyä kun järven ja maan lämpötilaero on suuri ja mallilaskennassa käytetyt oletukset eivät ole voimassa.

Lasketut normaalitilanteen savu- ja hajukaasupäästöt ovat kuitenkin selvästi ohje- ja raja-arvojen alapuolella, joten ei ole todennäköistä, että näitä em. ohje- ja raja arvoja normaalitoiminnan aikana ylitettäisiin.

## 5 LÄHDELUETTELO

Berrisford P, Dee D, Poli P, Brugge R, Fielding K, Fuentes M, Kallberg P, Kobayashi S, Uppala S and Simmons A, 2011, The ERA-Interim archive Version 2.0, ERA report series no 1, November 2011, ECMWF

Ilmatieteen laitos – asiantuntijapalvelut. Ilmanlaatu ja Energia, 2015, Finn pulp Oy, Kuopion Sorsasalons nykyisen sellutehtaan ja tulevan sellutehtaan päästöjen leviämislaskelmat.

Luonnonvarakeskus, 2017, Latauspalvelu <http://kartta.luke.fi/opendata/valinta.html>, teema 'Puuston keskipituus 2013', tiedot haettu 05/2017.

Maanmittauslaitos, 2017, Avoimien aineistojen tiedostopalvelu, tiedot haettu 05/2017, lisenssi ja tietojen haku sivulta <http://www.maanmittauslaitos.fi/asioi-verkossa/avoimien-aineistojen-tiedostopalvelu>

NOAA, 2017, Integrated Surface Data, <ftp://ftp.ncdc.noaa.gov/pub/data/noaa>

Suomen Ympäristökeskus, 2017, Corine 2012 - data Lapio-paikkatietojärjestelmästä, <http://www.syke.fi/AVOINTIETO>, haettu 05/2017.



## Kaicell VE1/VE2

500 000 Adt/a  
1414 ADt/d

Liite 1.1

		Soodakattila t ka/d	Meesauuni t kalkkia/d	Biokattila t ka/d	DNCG ohitus	Soihtu CNCG	Hajukaasut Ohitus
Tuotanto keskimäärin		2539	410	230			
Piipun korkeus	m	120	120	120	85	85	120
Halkaisija	mm	3500	1400	1500	1900	1900	200
Savukaasu							
käyttöaika	h/a	8520	8520	8400	240	72	1,0
kuiva	Nm3/s	106	12,4	15,9	10,0	5,6	0,12
kostea	Nm3/s	137	17,6	23,7	15,8	15,8	0,20
Todellinen	m3/s	202	33,8	35,9	53,4	53,4	0,27
Lämpötila	oC	170	250	142	650	650	95
Nopeus piipussa	m/s	21,0	22,0	20,3	18,8	18,8	8,6
Happi	%O2	2,78	3,04	2,96	20,8	15,0	
Hiukkaset	mg/Nm3 kuiva	24,3	23,9	24,1	0	0	0
	g/s	2,6	0,30	0,38	0,00	0,00	0,00
	t/a	78,8	9,1	11,5	0,0	0,0	0,0
	kg/ADt	0,16	0,02	0,02	0,00	0,00	0,00
NOx	mgNO2/m3 kuiva	243	539	301	500	1000	0
	g/s	25,7	6,7	4,8	5,0	5,6	0,00
	t/a	788	205	144	4,3	1,5	0
	kgNO2/ADt	1,6	0,41	0,29	0,01	0,00	0,00
TRS	mgS/m3 kuiva	6,1	12,0	0,0	491	402	272762
	g/s	0,64	0,15	0,000	4,9	2,3	32,7
	t/a	20	4,6	0	4,2	0,58	0,12
	kgS/ADt	0,04	0,01	0,00	0,01	0,001	0,0002
SO2	mgS/m3 kuiva	12,1	41,9	72,2	0,0	19709	0
	g/s	1,3	0,52	1,1	0,00	110	0,00
	t/a	39,4	16,0	34,6	0,0	28,6	0,00
	kgS/ADt	0,08	0,03	0,07	0,00	0,06	0,00

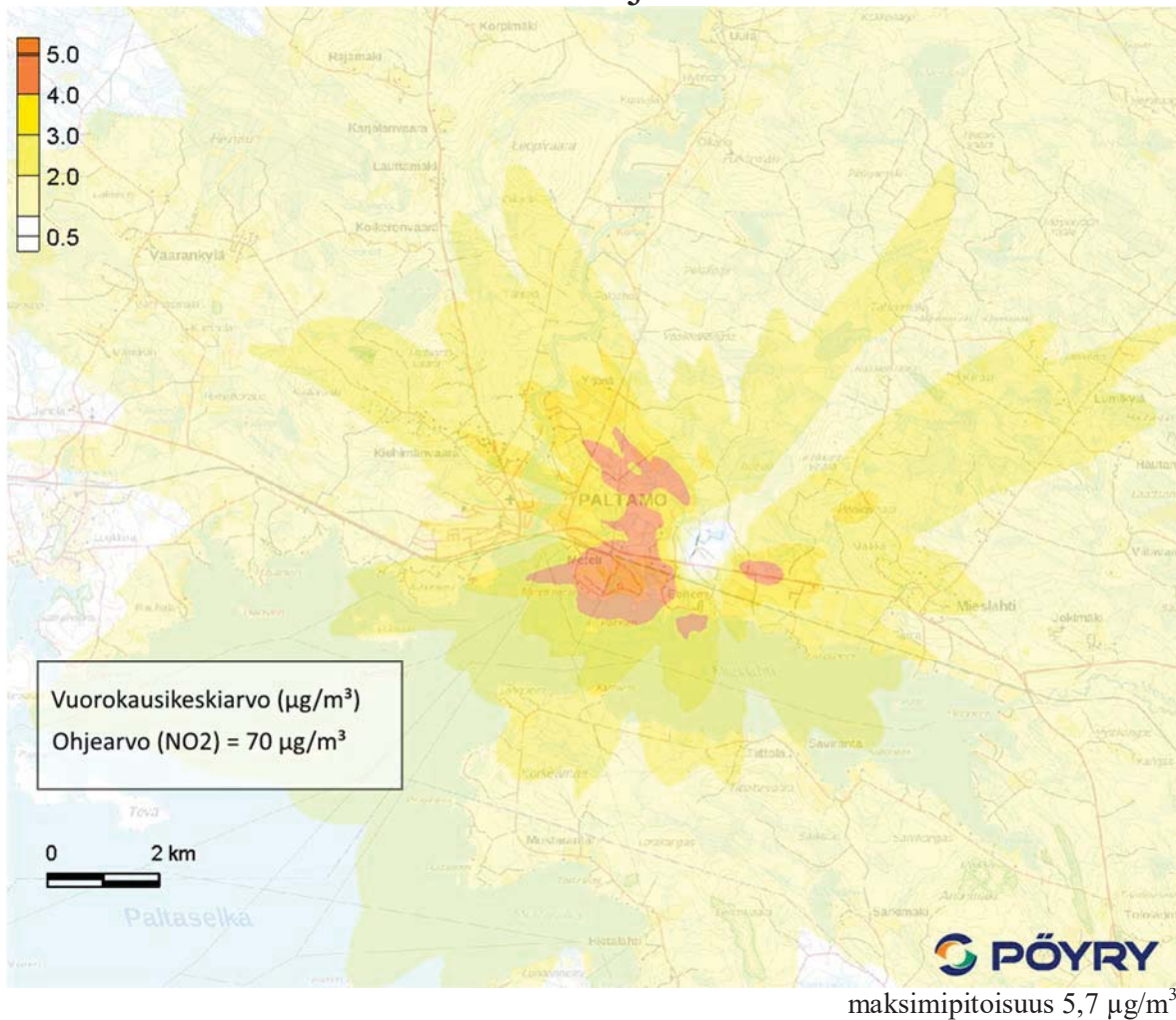
## Kaicell VE3

600 000 Adt/a  
1690 ADt/d

Liite 1.2

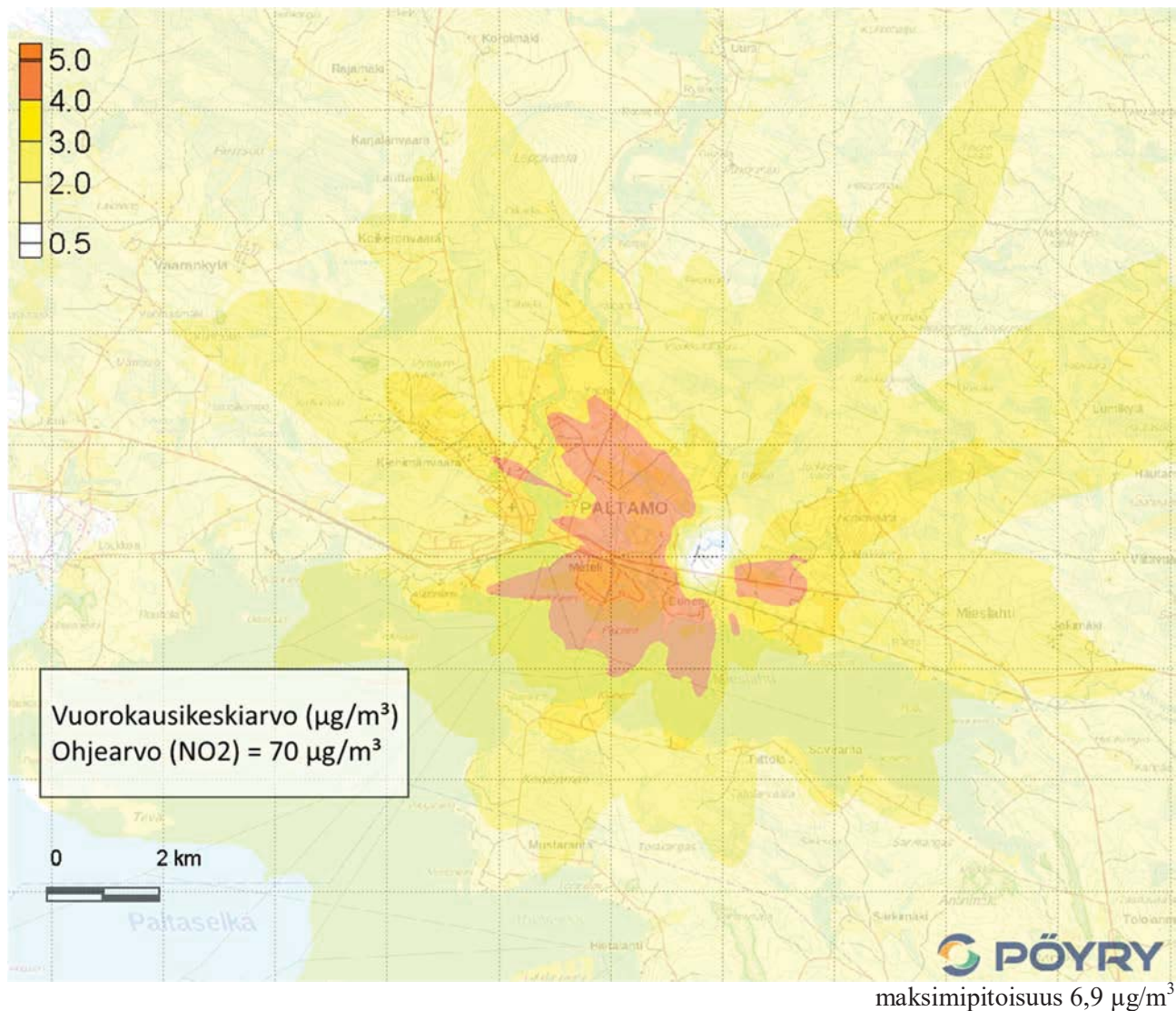
		Soodakattila	Meesauuni	Biokattila	DNCG	Soihitu	Hajukaasut
		t ka/d	t kalkkia/d	t ka/d	ohitus	CNCG	Ohitus
Kapasiteetti		3047	492	293			
Piipun korkeus	m	120	120	120	85	85	120
Halkaisija	mm	3800	1600	1600	1900	1900	200
Savukaasu							
käyttöaika	h/a	8520	8520	8400	240	72	1,0
kuiva	Nm3/s	127	14,9	19,9	12,0	6,3	0,14
kostea	Nm3/s	164	21,1	29,6	15,8	15,8	0,24
Todellinen	m3/s	242	40,5	45,0	53,4	53,4	0,32
Lämpötila	oC	170	250	142	650	650	95
Nopeus piipussa	m/s	21,3	20,1	22,4	18,8	18,8	10,3
Happi	%O2	2,78	3,04	2,96	20,8	15,0	
Hiukkaset	mg/Nm3 kuiva	24,3	23,9	24,1	0,0	0,0	0,0
	g/s	3,1	0,36	0,48	0,00	0,00	0,00
	t/a	94,3	10,9	14,5	0,00	0,00	0,00
	kg/ADt	0,16	0,02	0,02	0,00	0,00	0,00
NOx	mgNO2/m3 kuiva	243	539	301	500	1000	0,0
	g/s	30,7	8,0	6,0	6,0	6,3	0,0
	t/a	943	246	181	5,2	1,6	0,0
	kgNO2/ADt	1,6	0,41	0,30	0,0	0,0	0,0
TRS	mgS/m3 kuiva	6,1	12,0	0,0	489	358	279431
	g/s	0,77	0,18	0,0	5,9	2,3	39,1
	t/a	23,6	5,5	0,0	5,1	0,58	0,14
	kgS/ADt	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
SO2	mgS/m3 kuiva	12,1	41,9	72,2	0,0	17519	0,0
	g/s	1,5	0,62	1,4	0,0	110	0,0
	t/a	47,1	19,1	43,4	0,0	28,6	0,0
	kgS/ADt	0,08	0,03	0,07	0,00	0,05	0,00

## KaiCell Fibers Oy Paltamon biojalostamon YVA VE1 ja VE2



Kuva 1. Typpidioksidin korkein vuorokausiohjearvoon verrannollinen pitoisuus ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) tarkasteluvaihtoehdoissa VE1 ja VE2 (500 000 ADt/a).

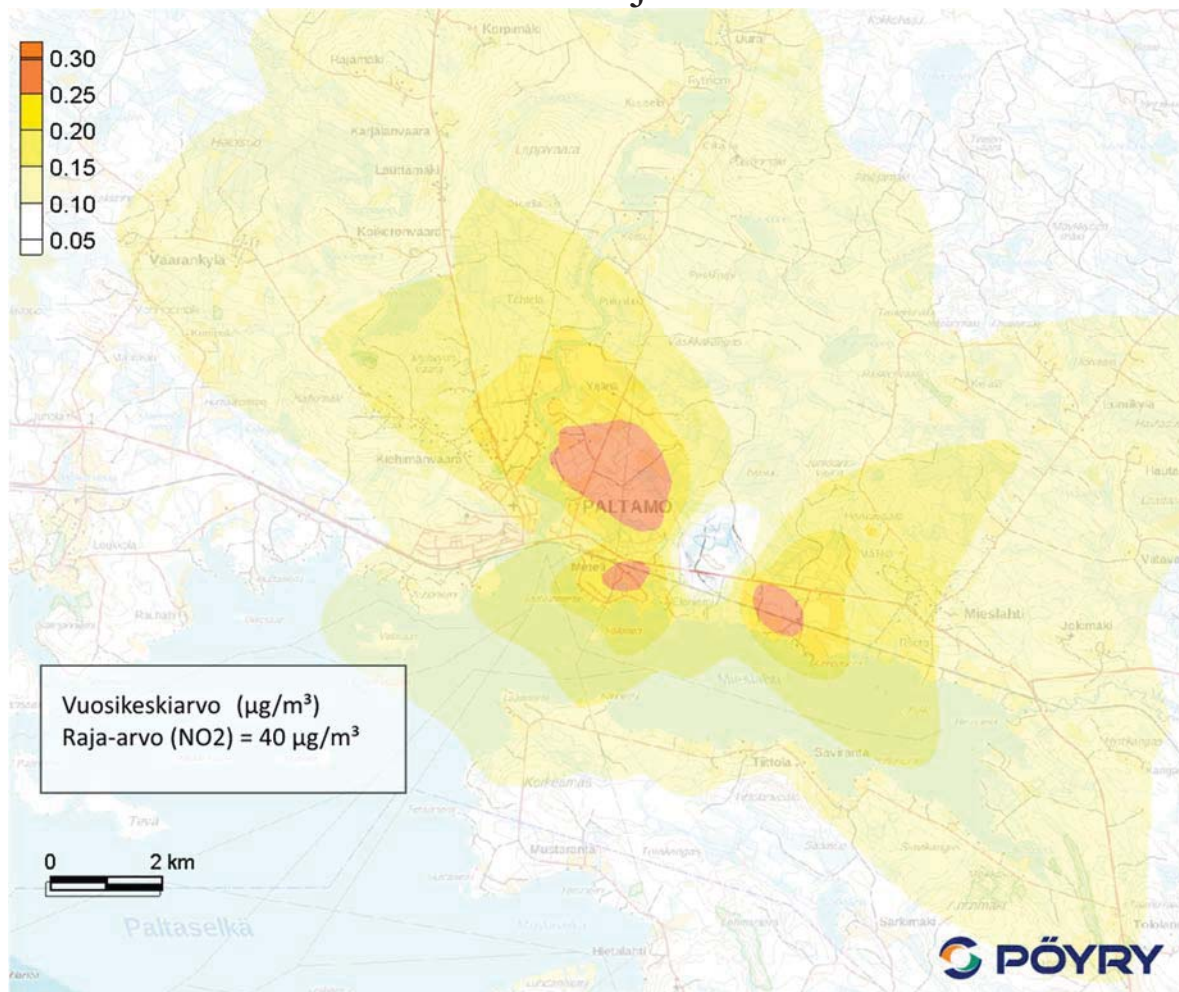
## KaiCell Fibers Oy Paltamon biojalostamon YVA VE3



Kuva 2. Typpidioksidin korkein vuorokausiohjearvoon verrannollinen pitoisuus ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) tarkasteluvaihtoehdossa VE3 (600 000 ADt/a).



## KaiCell Fibers Oy Paltamon biojalostamon YVA VE1 ja VE2

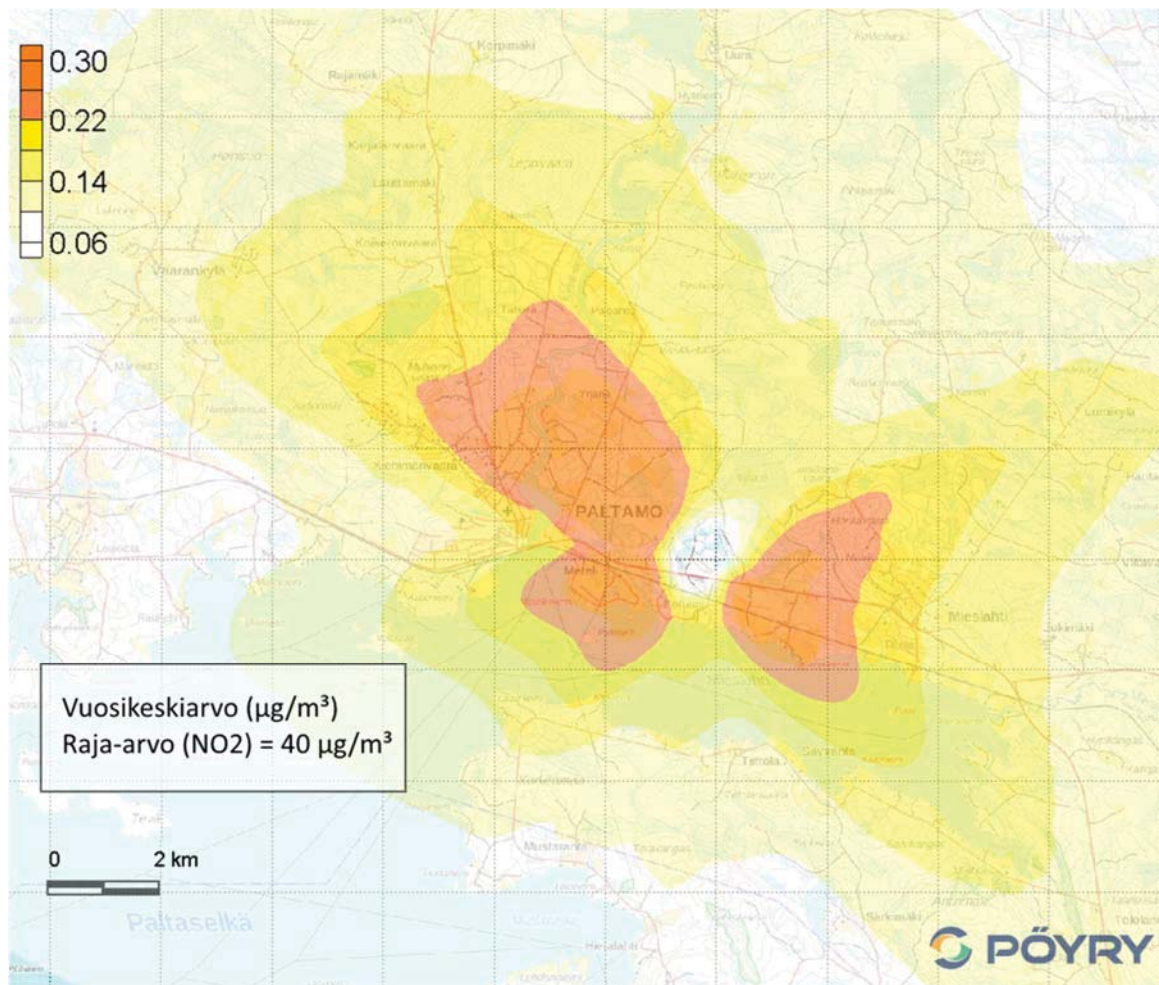


maksimipitoisuus  $0,30\mu\text{g}/\text{m}^3$

Kuva 3. Typpidioksidin korkein vuosikeskiarvopitoisuus ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) tarkasteluvaihtoehtoissa VE1 ja VE2 (500 000 ADt/a).



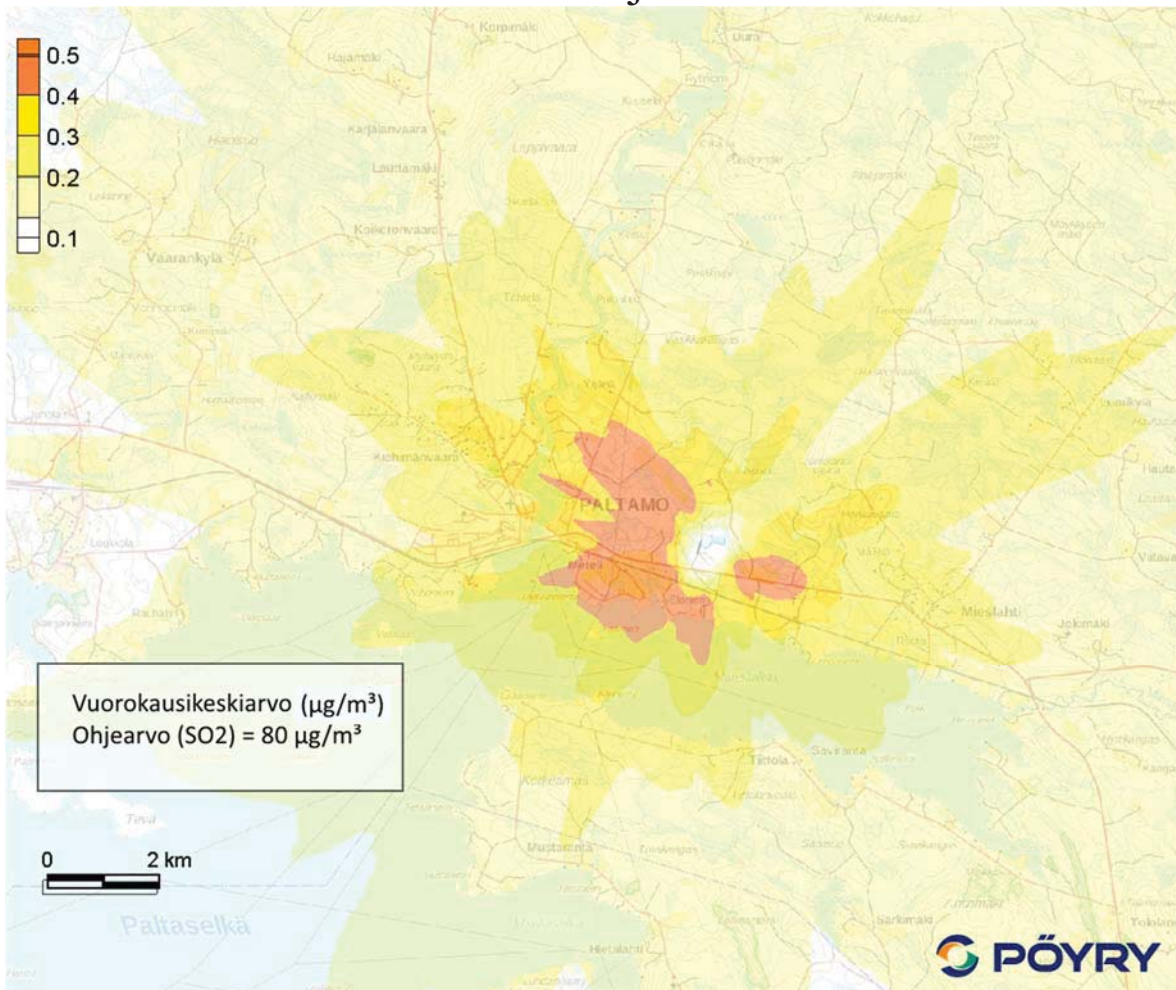
## KaiCell Fibers Oy Paltamon biojalostamon YVA VE3



maksimipitoisuus 0,36 µg/m<sup>3</sup>

Kuva 4. Typpidioksidin korkein vuosikeskiarvopitoisuus (µg/m<sup>3</sup>) tarkasteluvaihtoehdossa VE3 (600 000 ADt/a).

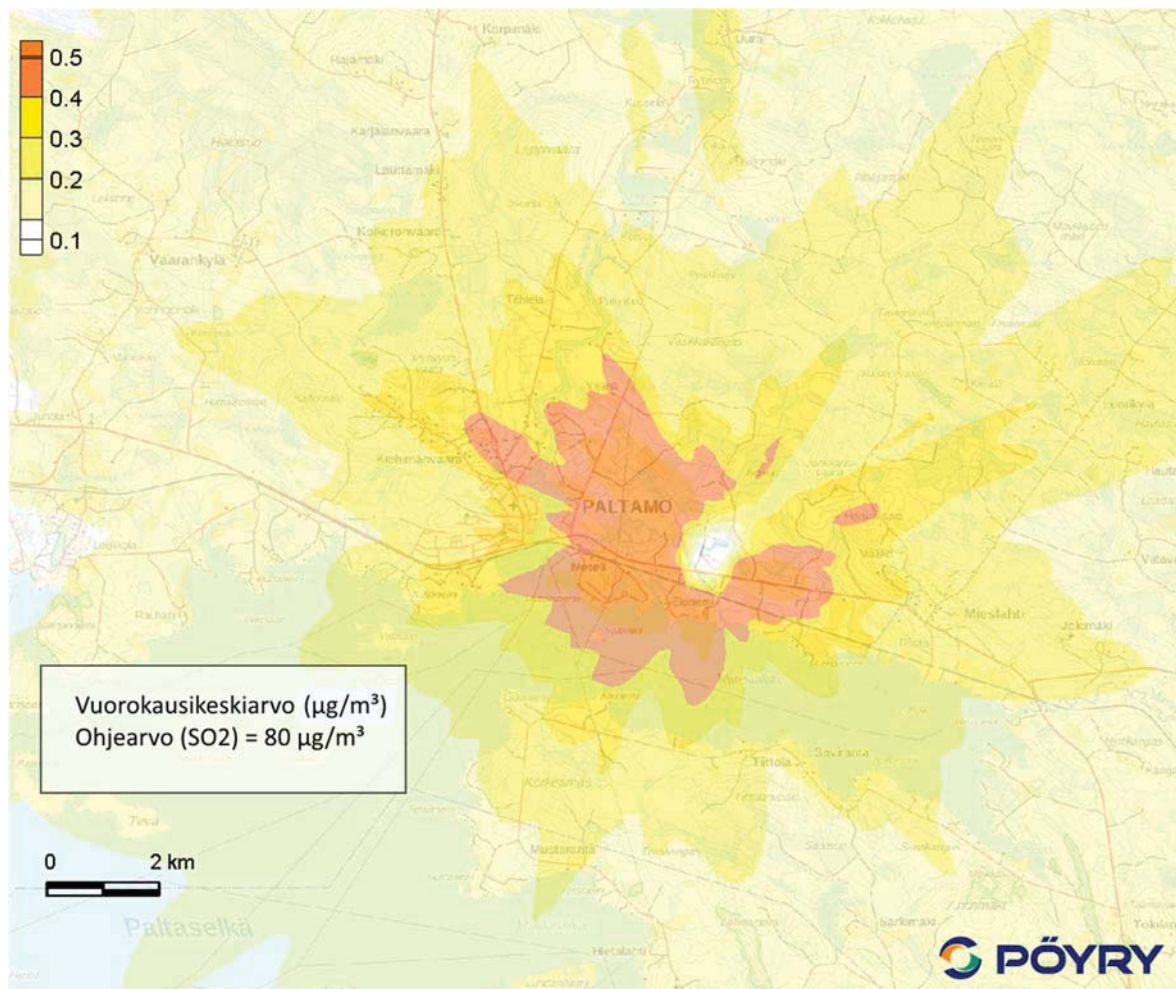
## KaiCell Fibers Oy Paltamon biojalostamon YVA VE1 ja VE2



maksimipitoisuus  $0,57 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Kuva 5. Rikkidioksidin korkein vuorokausiohjearvoon verrannollinen pitoisuus ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) tarkasteluvaihtoehdoissa VE1 ja VE2 (500 000 ADt/a).

## KaiCell Fibers Oy Paltamon biojalostamon YVA VE3

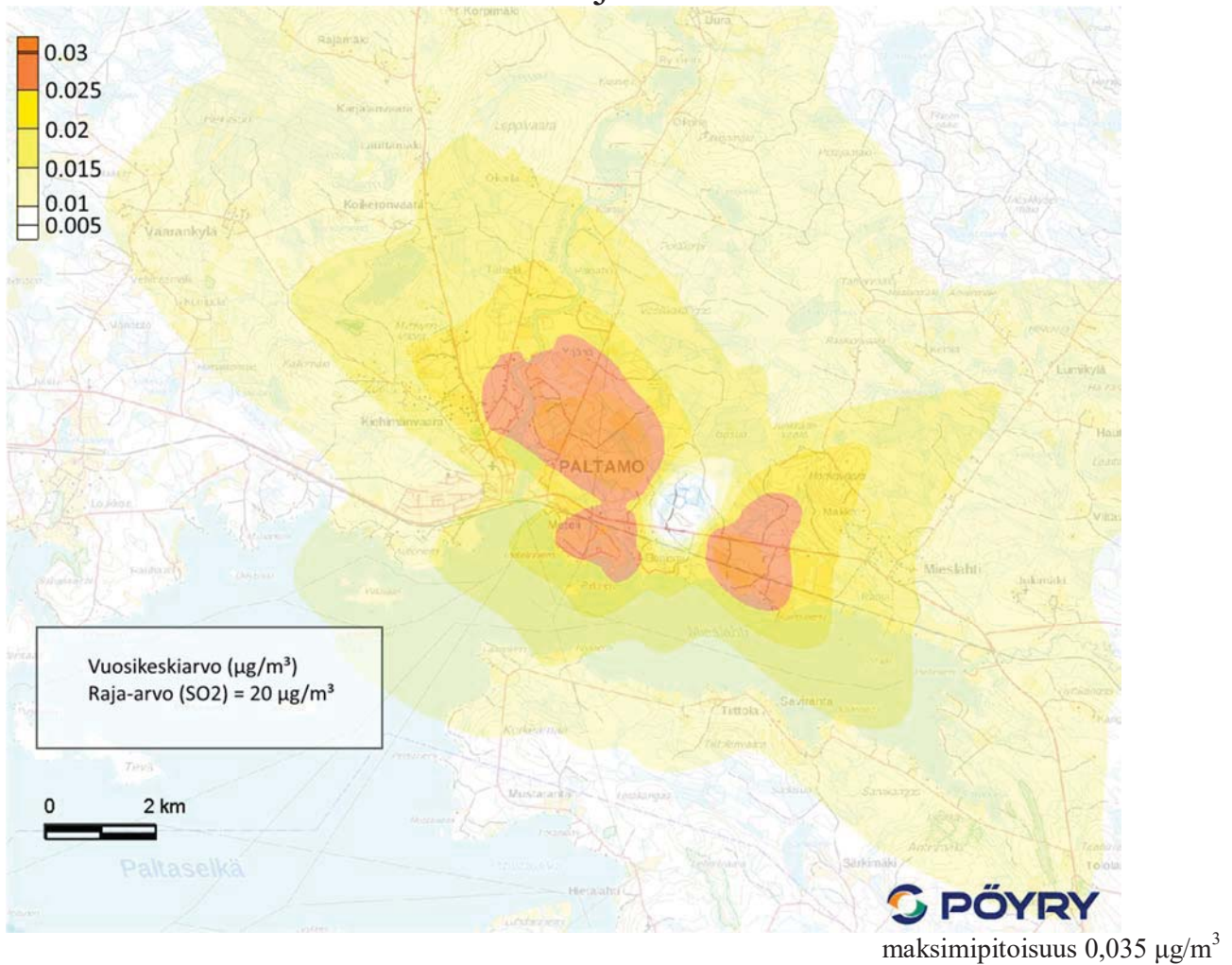


maksimipitoisuus  $0,70 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Kuva 6. Rikkidioksidin korkein vuorokausiohjearvoon verrannollinen pitoisuus ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) tarkasteluvaihtoehdossa VE3 (600 000 ADt/a).

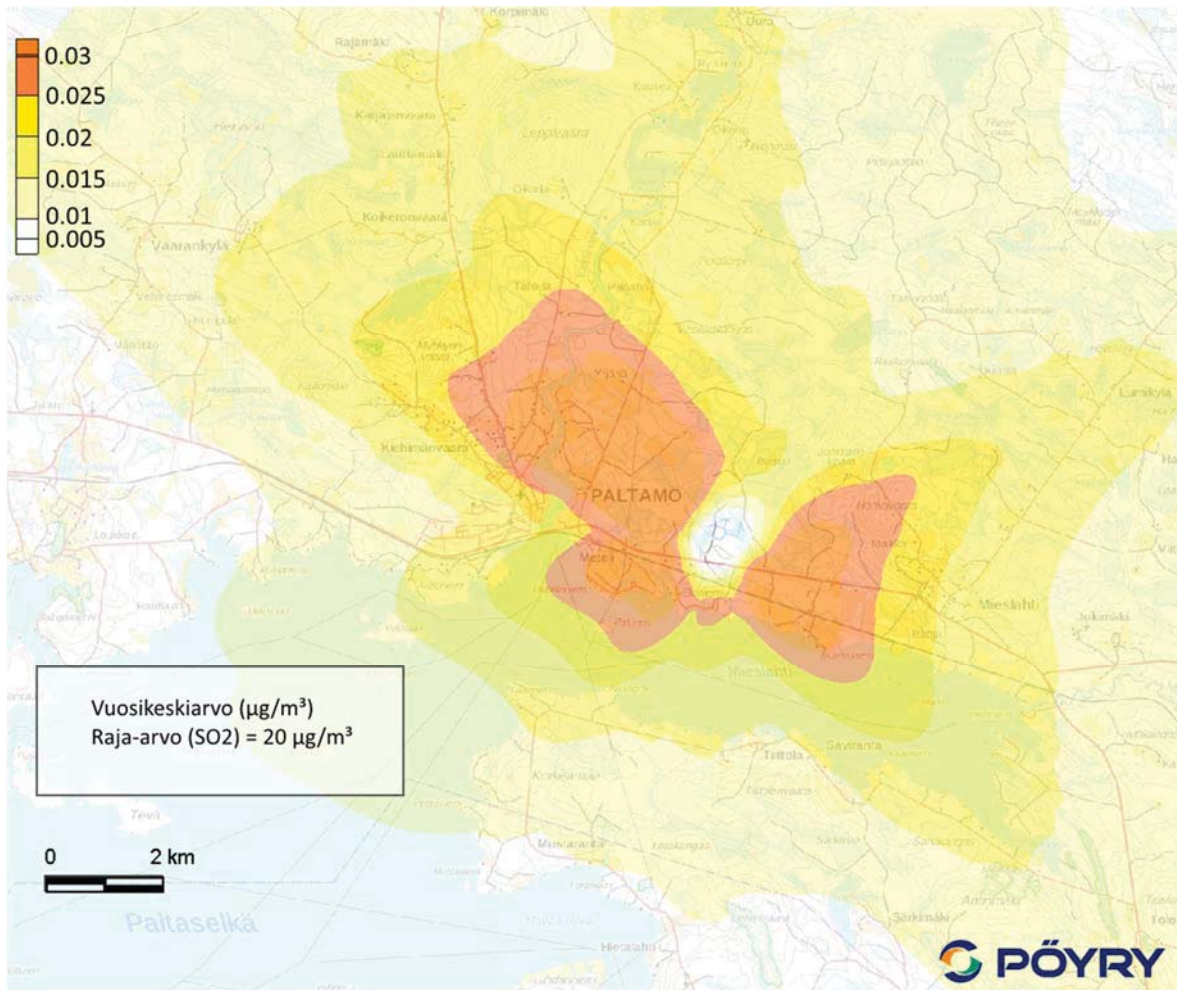


## KaiCell Fibers Oy Paltamon biojalostamon YVA VE1 ja VE2



Kuva 7. Rikkidioksidin korkein vuosikeskiarvopitoisuus ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) tarkasteluvaihtoehtoissa VE1 ja VE2 (500 000 ADt/a).

## KaiCell Fibers Oy Paltamon biojalostamon YVA VE3

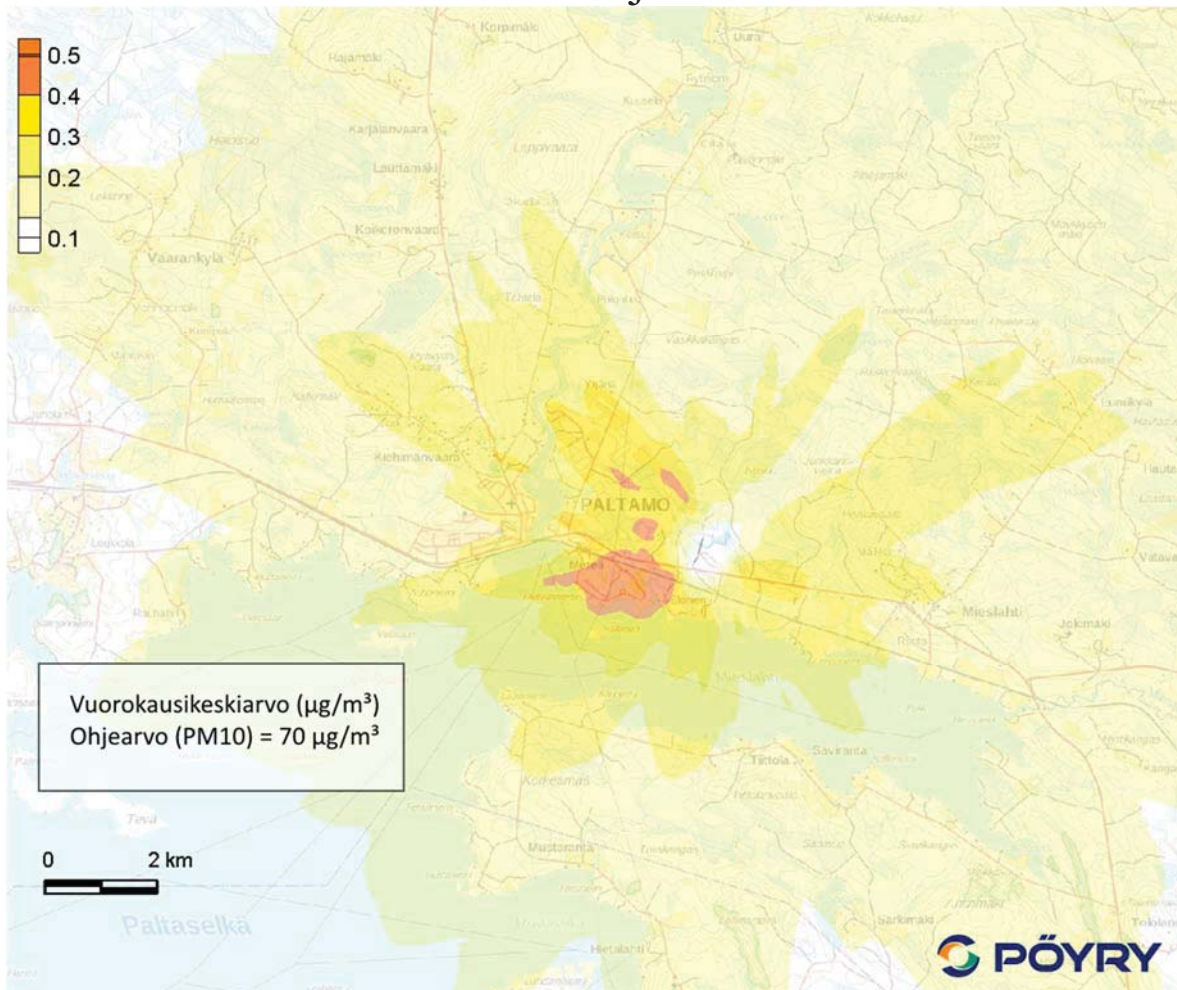


maksimipitoisuus  $0,043 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Kuva 8. Rikkidioksidin korkein vuosikeskiarvopitoisuus ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) tarkasteluvaihtoehdossa VE3 (600 000 ADt/a).



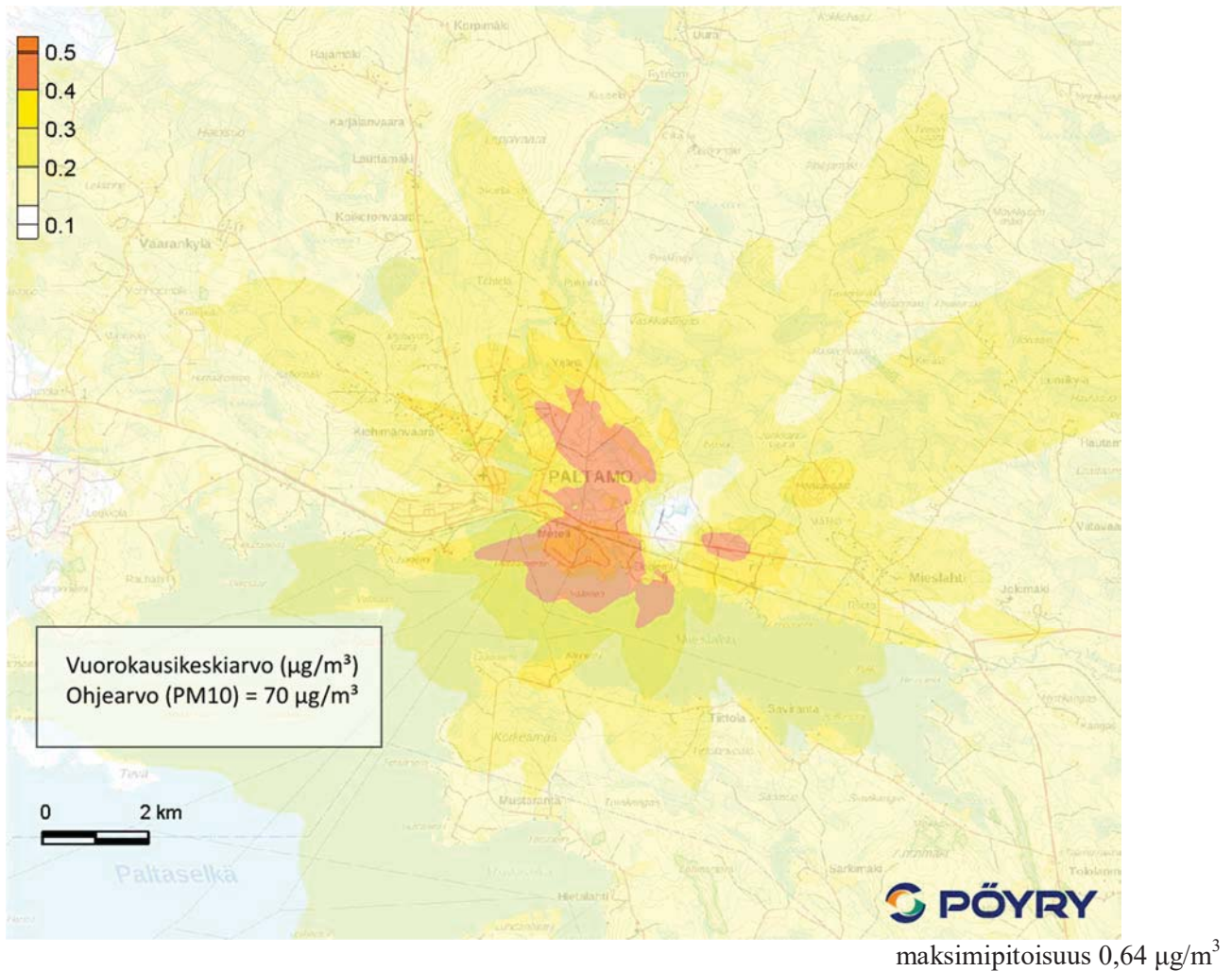
## KaiCell Fibers Oy Paltamon biojalostamon YVA VE1 ja VE2



maksimipitoisuus  $0,53 \mu\text{g}/\text{m}^3$

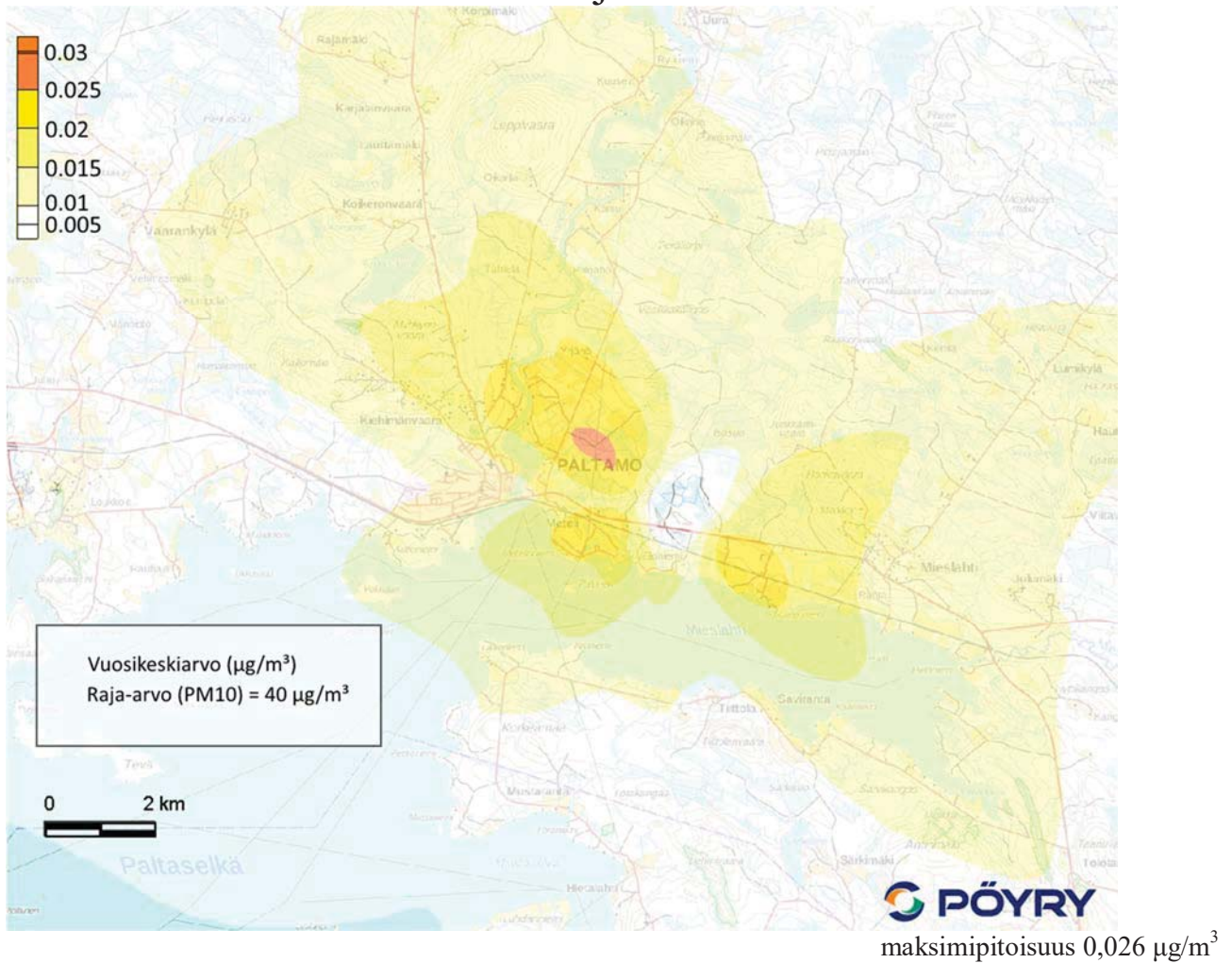
Kuva 9. Hengitettävien hiukkasten korkein vuorokausiohjearvoon verrannollinen pitoisuus ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) tarkasteluvaihtoehdoissa VE1 ja VE2 (500 000 ADt/a).

## KaiCell Fibers Oy Paltamon biojalostamon YVA VE3



Kuva 10. Hengitettävien hiukkasten korkein vuorokausiohjearvoon verrannollinen pitoisuus ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) tarkasteluvaihtoehdossa VE3 (600 000 ADT/a).

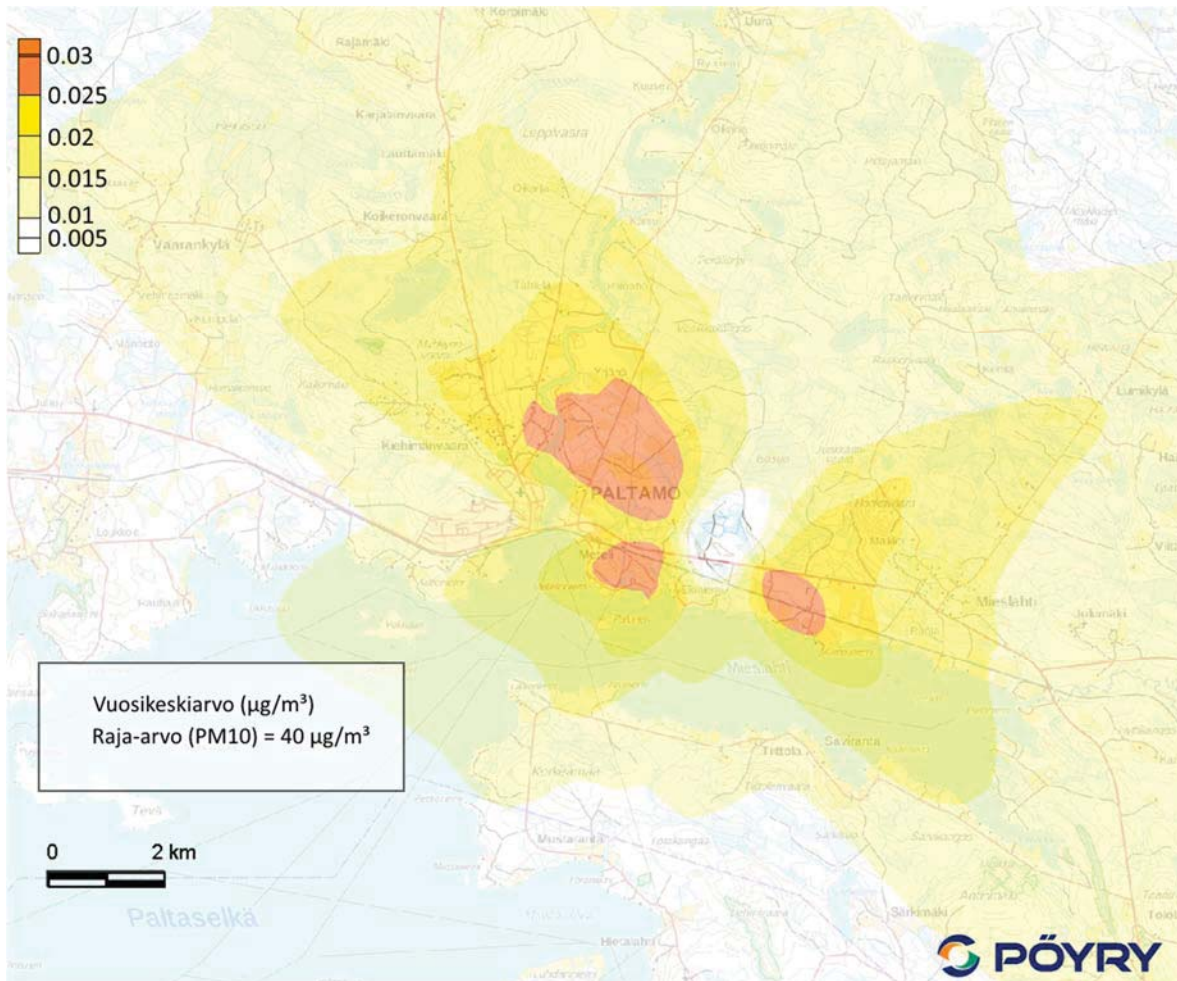
## KaiCell Fibers Oy Paltamon biojalostamon YVA VE1 ja VE2



Kuva 11. Hengitettävien hiukkasten korkein vuosikeskiarvopitoisuus ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) tarkasteluvaihtoehdoissa VE1 ja VE2 (500 000 ADt/a).



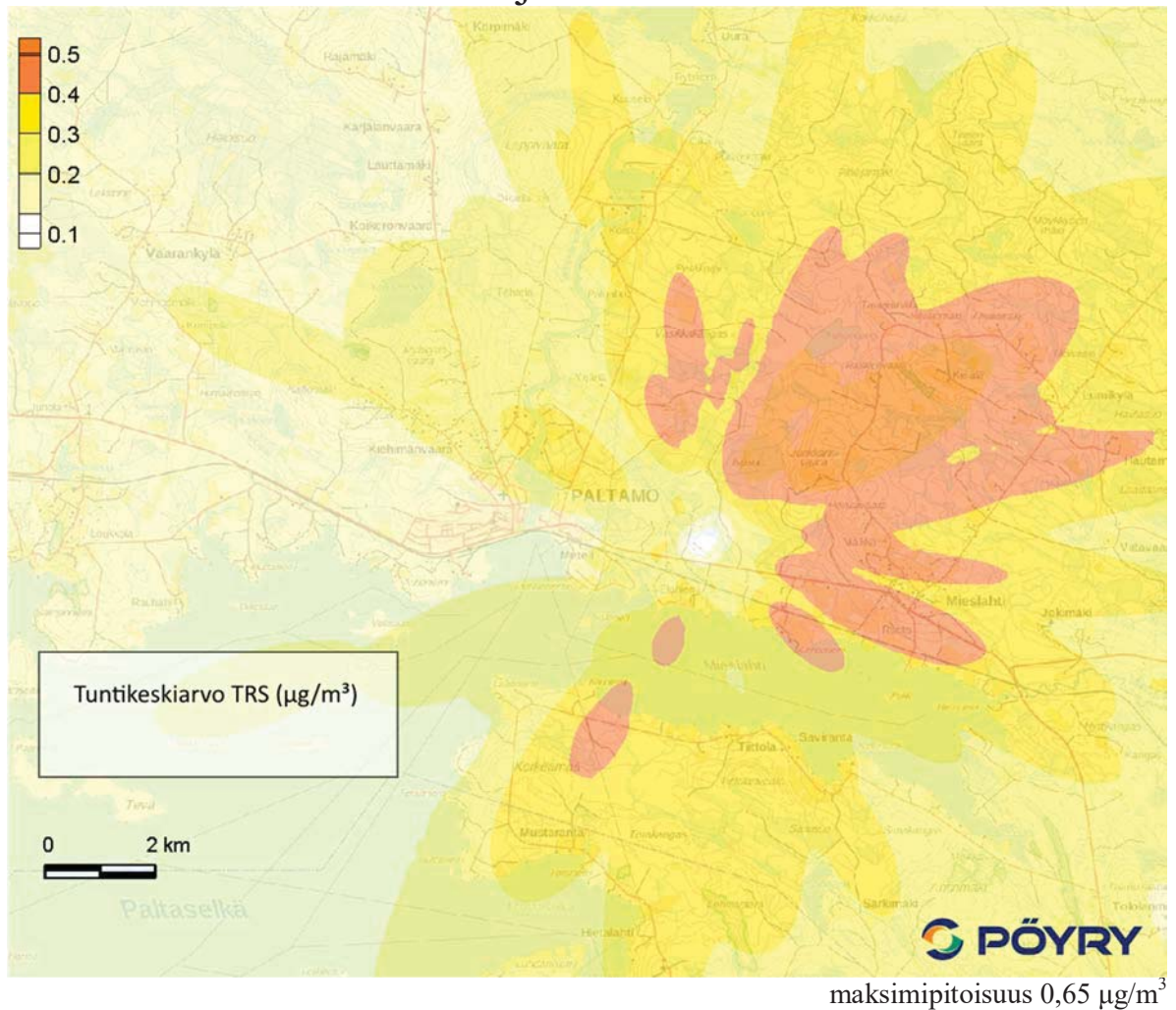
## KaiCell Fibers Oy Paltamon biojalostamon YVA VE3



maksimipitoisuus  $0,031 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Kuva 12. Hengitettävien hiukkasten korkein vuosikeskiarvopitoisuus ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) tarkasteluvaihtoehdossa VE3 (600 000 ADt/a).

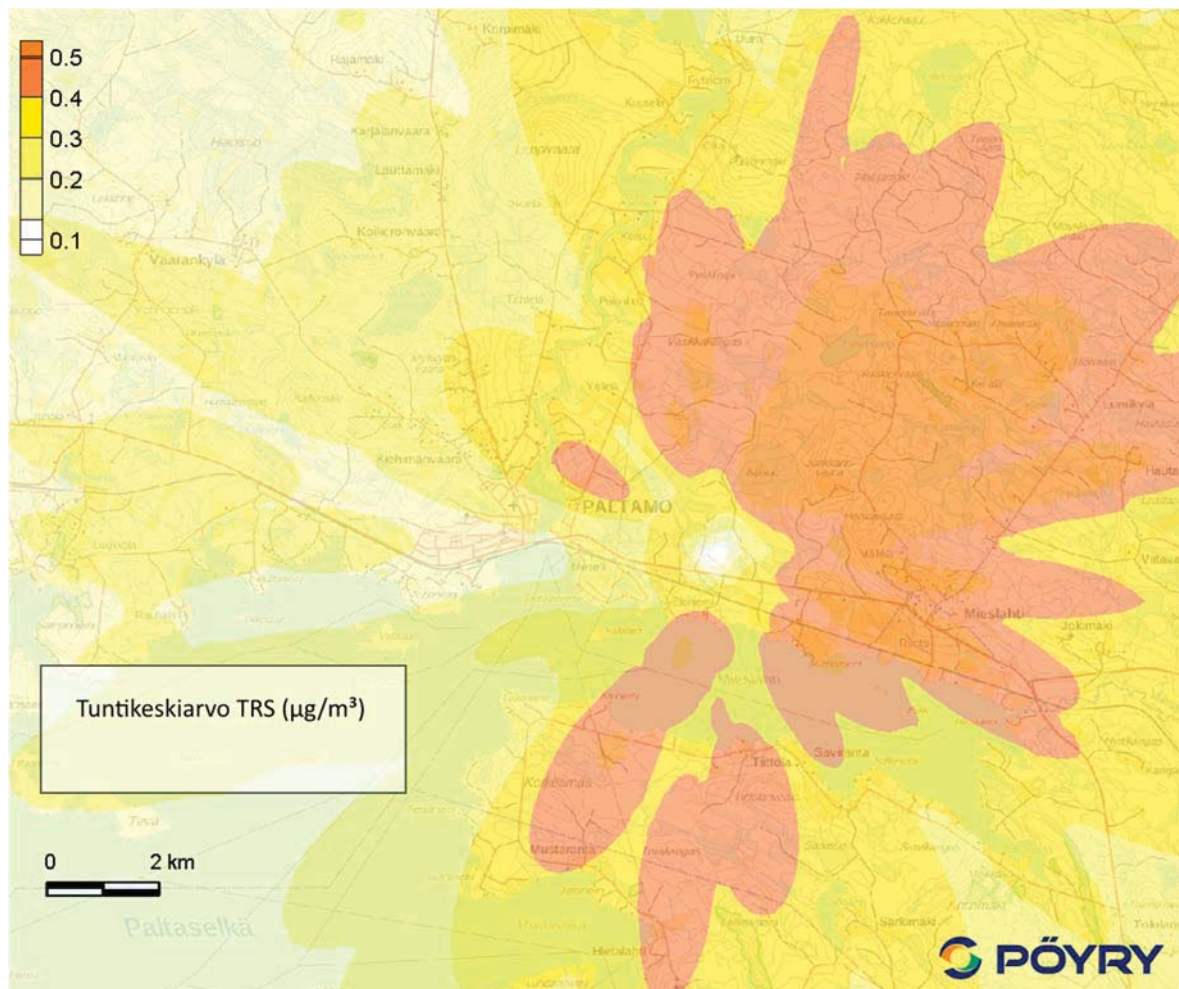
## KaiCell Fibers Oy Paltamon biojalostamon YVA VE1 ja VE2



Kuva 13. Pelkistyneiden rikkiyhdisteiden (TRS) korkein tuntikeskiarvopitoisuus ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) tarkasteluvaihtoehdoissa VE1 ja VE2 (500 000 ADt/a).



## KaiCell Fibers Oy Paltamon biojalostamon YVA VE3



maksimipitoisuus  $0,78 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Kuva 14. Pelkistyneiden rikkiyhdisteiden (TRS) korkein tuntikeskiarvopitoisuus ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) tarkasteluvaihtoehdossa VE3 (600 000 ADt/a).

## KaiCell Fibers Oy Paltamon biojalostamon YVA VE1 ja VE2

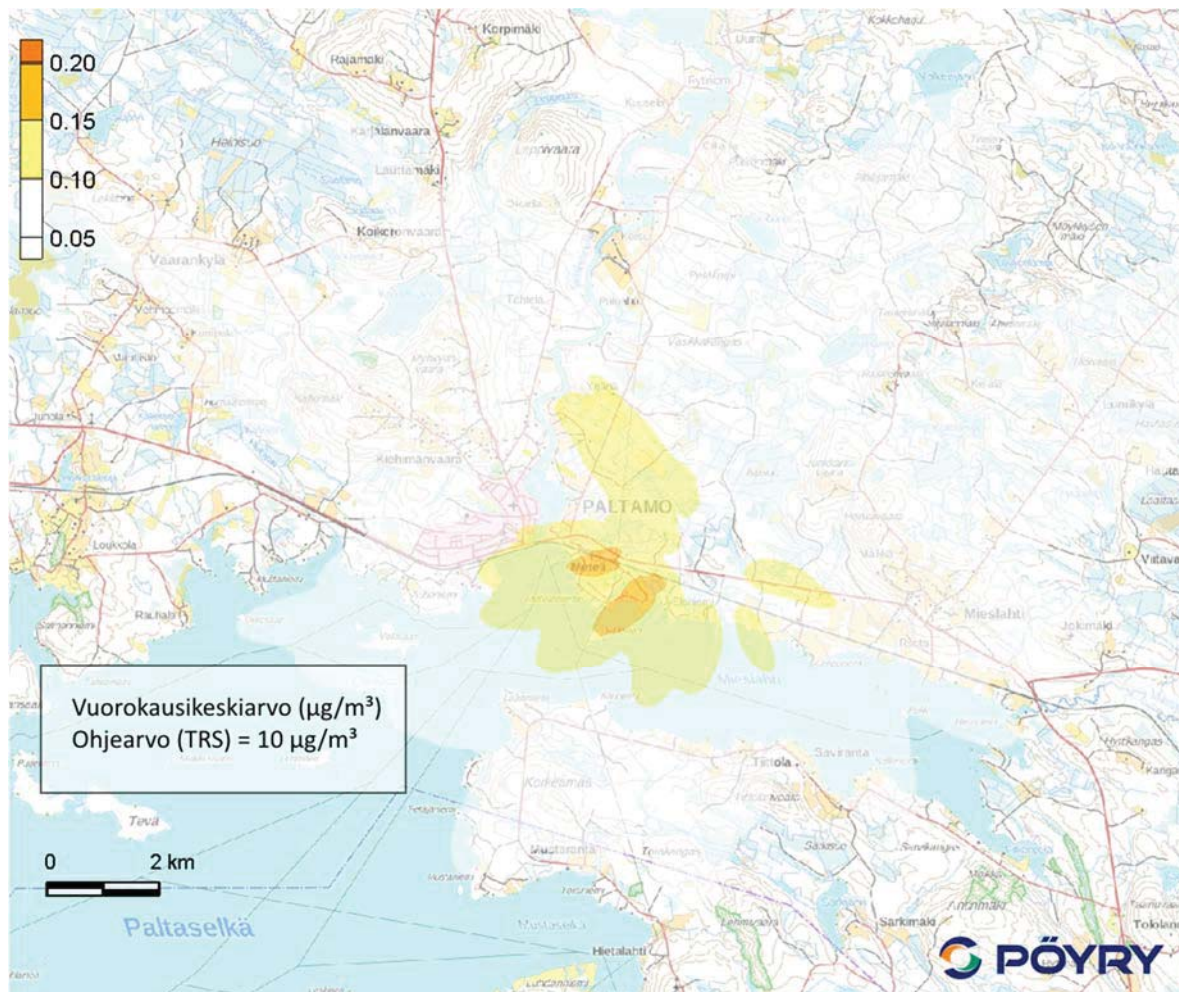


maksimipitoisuus  $0,15 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Kuva 15. Pelkistyneiden rikkiyhdisteiden (TRS) korkein vuorokausiohjearvoon verrannollinen pitoisuus ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) tarkasteluvaihtoehdoissa VE1 ja VE2 (500 000 ADt/a).



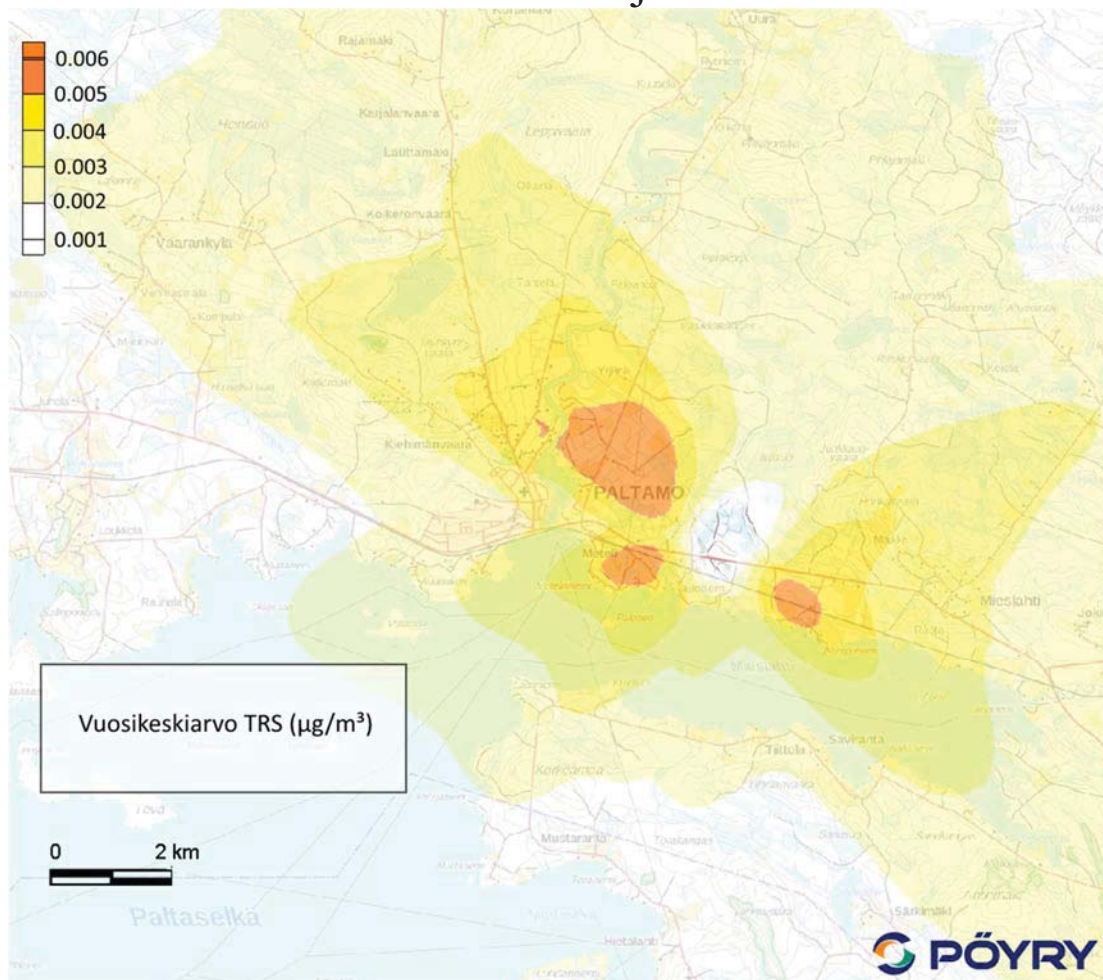
## KaiCell Fibers Oy Paltamon biojalostamon YVA VE3



maksimipitoisuus  $0,18 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Kuva 16. Pelkistyneiden rikkiyhdisteiden (TRS) korkein vuorokausiohjearvoon verrannollinen pitoisuus ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) tarkasteluvaihtoehdossa VE3 (600 000 ADt/a).

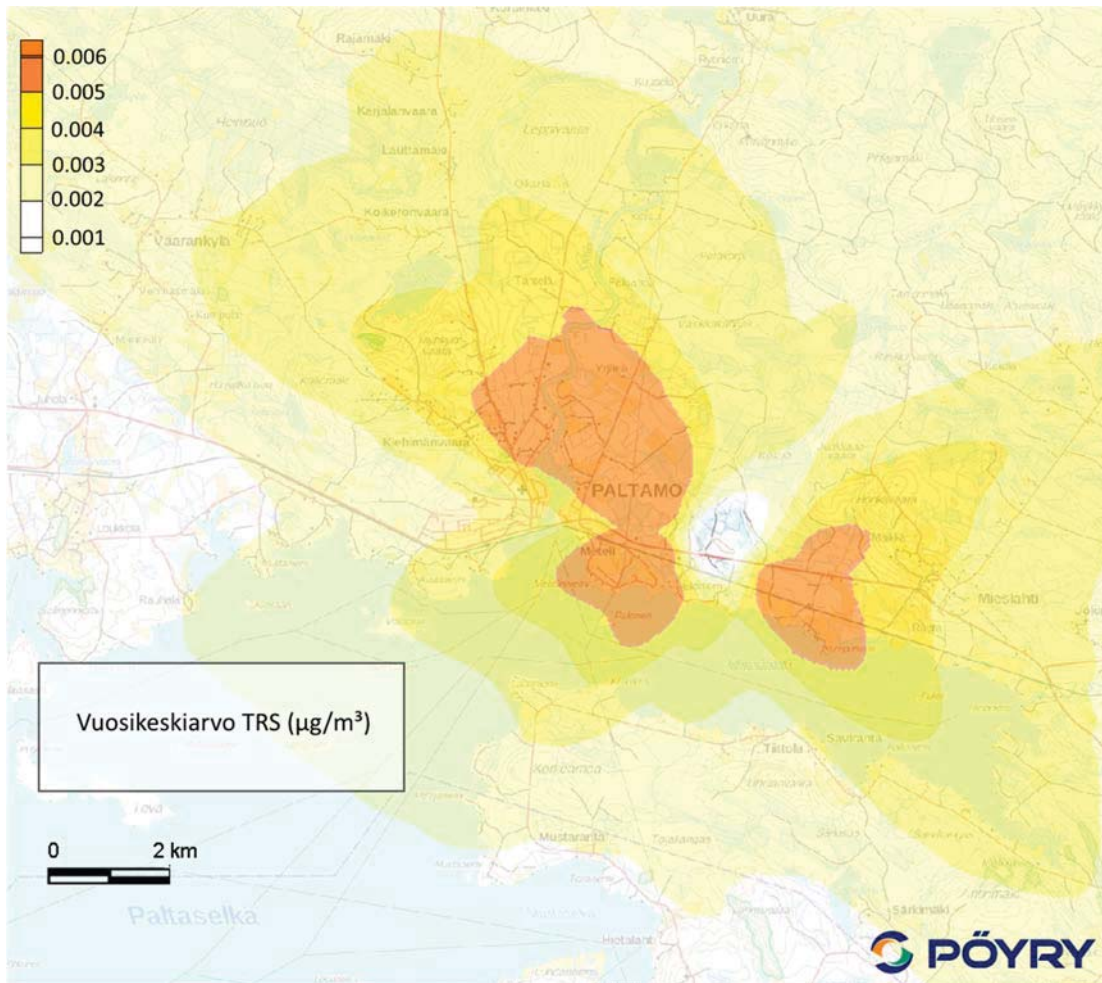
## KaiCell Fibers Oy Paltamon biojalostamon YVA VE1 ja VE2



maksimipitoisuus  $0,006 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Kuva 17. Pelkistyneiden rikkiyhdisteiden (TRS) korkein vuosikeskiarvopitoisuus ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) tarkasteluvaihtoehdoissa VE1 ja VE2 (500 000 ADt/a).

## KaiCell Fibers Oy Paltamon biojalostamon YVA VE3

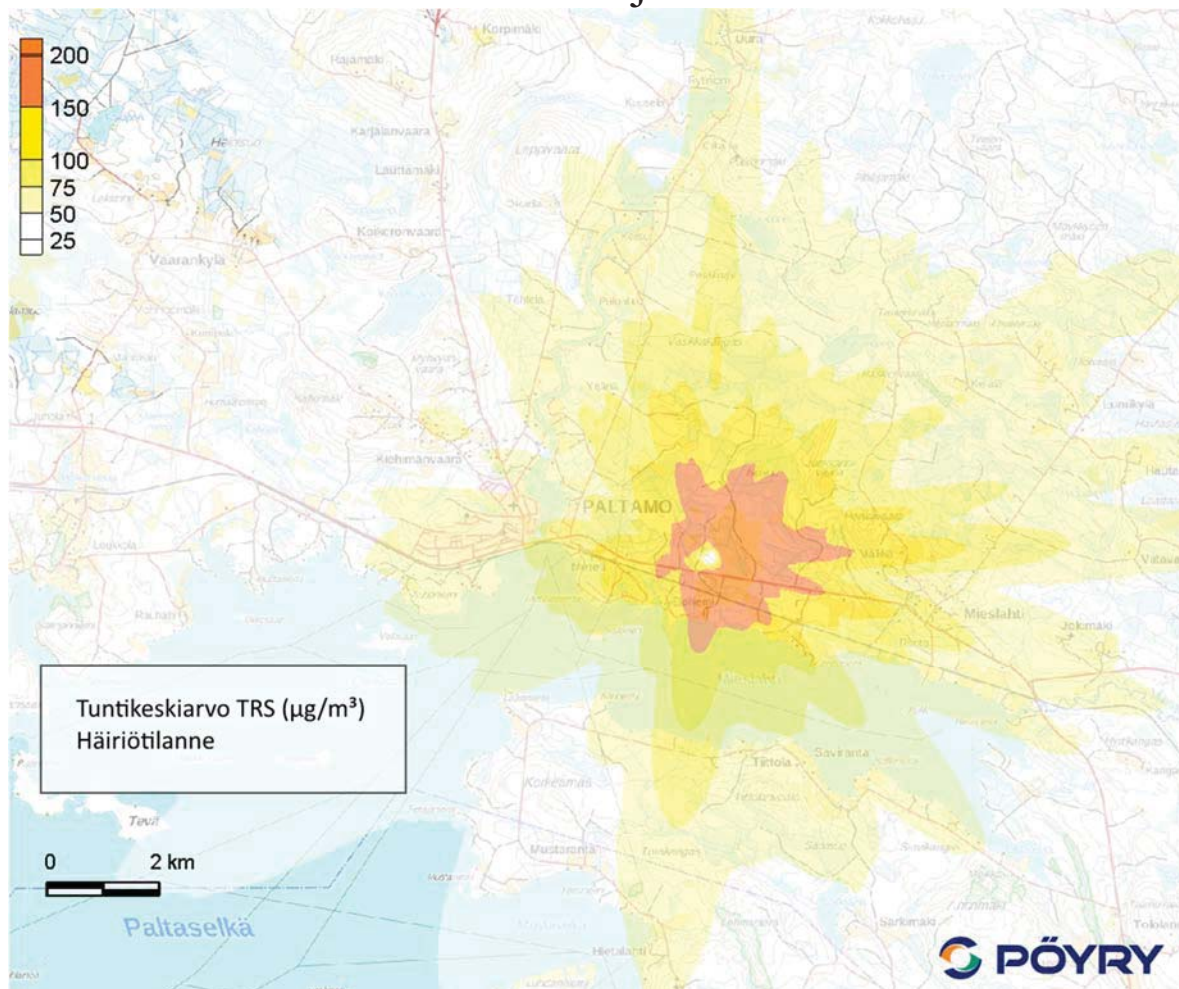


maksimipitoisuus  $0.007 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Kuva 18. Pelkistyneiden rikkiyhdisteiden (TRS) korkein vuosikeskiarvopitoisuus ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) tarkasteluvaihtoehdossa VE3 (600 000 ADt/a).



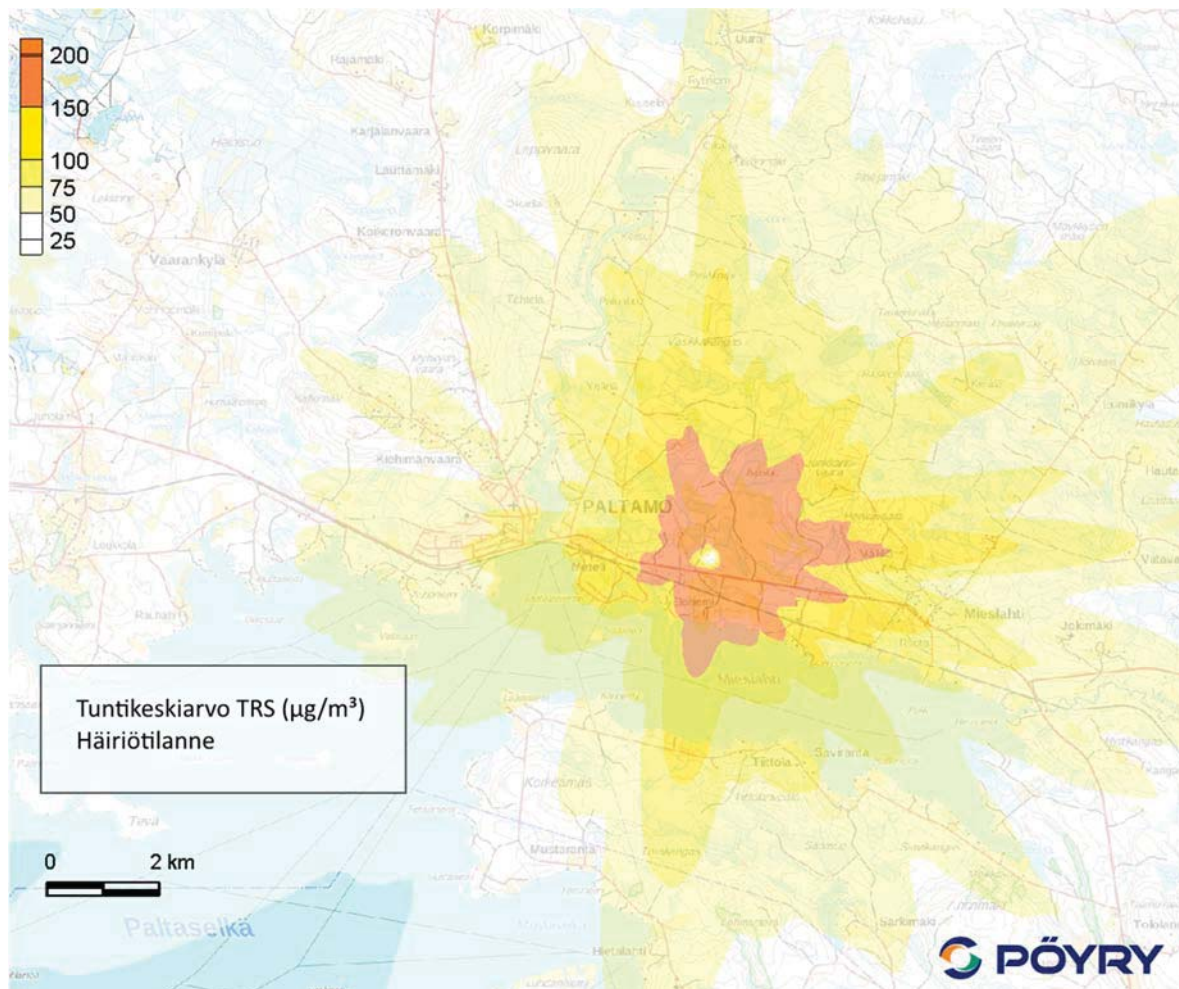
## KaiCell Fibers Oy Paltamon biojalostamon YVA VE1 ja VE2



maksimipitoisuus  $298 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Kuva 19. Pelkistyneiden rikkiyhdisteiden (TRS) korkein tuntikeskiarvopitoisuus ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) häiriötilanteessa tarkasteluvaihtoehdoissa VE1 ja VE2 (hajukaasujen täydellinen ohitus, ei normaalitilan päästöjä). Häiriöpäästöjä esiintyy noin 1 tunti vuodessa (esim.  $3 \cdot 20$  minuuttia).

## KaiCell Fibers Oy Paltamon biojalostamon YVA VE3

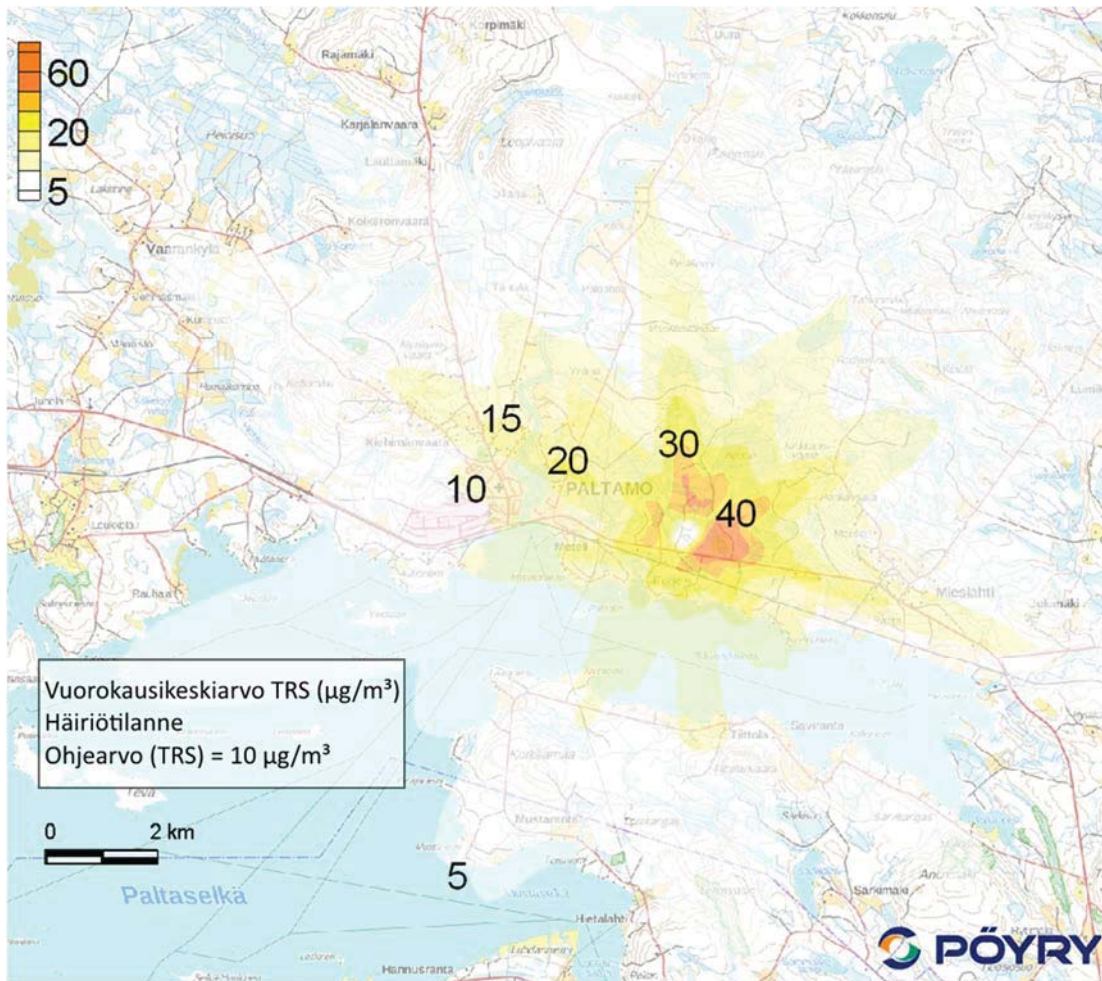


maksimipitoisuus  $336 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Kuva 20. Pelkistyneiden rikkiyhdisteiden (TRS) korkein tuntikeskiarvopitoisuus ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) häiriötilanteessa tarkasteluvaihtoehdossa VE3 (hajukaasujen täydellinen ohitus, ei normaalitilan päästöjä). Häiriöpäästöjä esiintyy noin 1 tunti vuodessa (esim. 3 · 20 minuuttia).



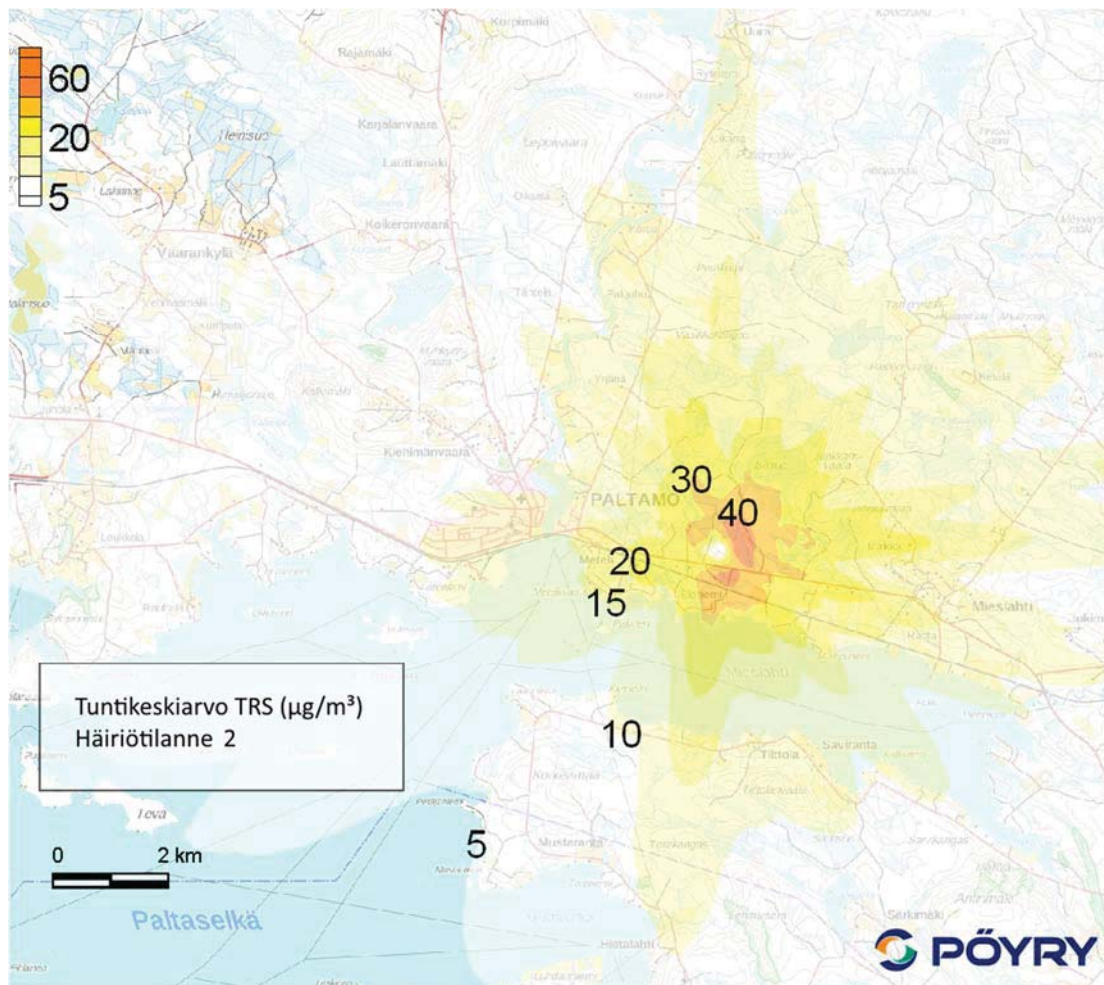
## KaiCell Fibers Oy Paltamon biojalostamon YVA VE3



maksimipitoisuus  $76,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Kuva 21. Pelkistyneiden rikkiyhdisteiden (TRS) korkein vuorokausiohjearvoon verrannollinen pitoisuus ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) häiriötilanteessa tarkasteluvaihtoehdossa VE3 (hajukaasujen täydellinen ohitus, ei normaalitilan päästöjä). Häiriöpäästöjä esiintyy noin 1 tunti vuodessa (esim.  $3 \cdot 20$  minuuttia).

## KaiCell Fibers Oy Paltamon biojalostamon YVA VE3

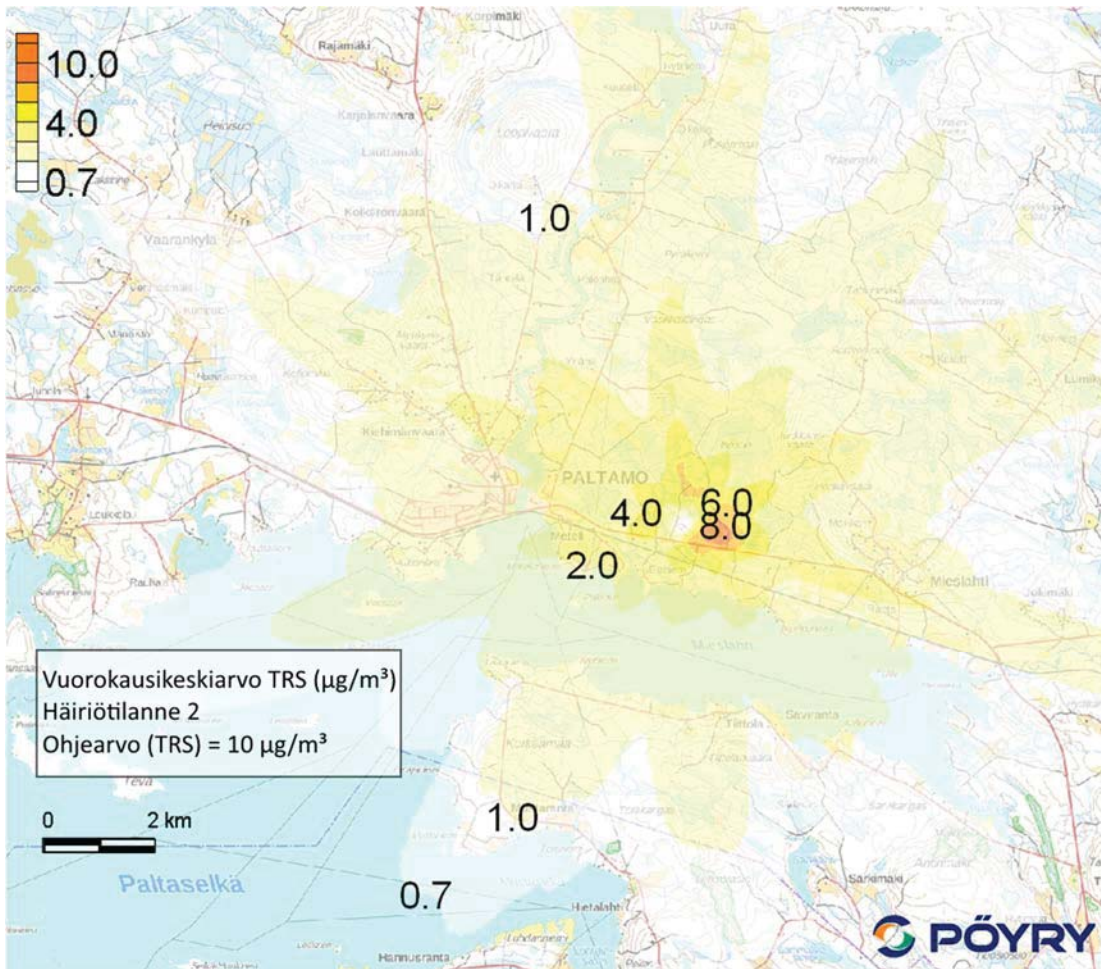


maksimipitoisuus 50,5 µg/m<sup>3</sup>

Kuva 22. Pelkistyneiden rikkiyhdisteiden (TRS) korkein tuntikeskiarvopitoisuus (µg/m<sup>3</sup>) häiriötilanteessa tarkasteluvaihtoehdossa VE3 (laihojen hajukaasujen ohitus ja normaalitilanteen päästöt vaihtoehdon VE3 mukaisesti). Häiriöpäästöjä esiintyy noin 240 tuntia vuodessa.



## KaiCell Fibers Oy Paltamon biojalostamon YVA VE3

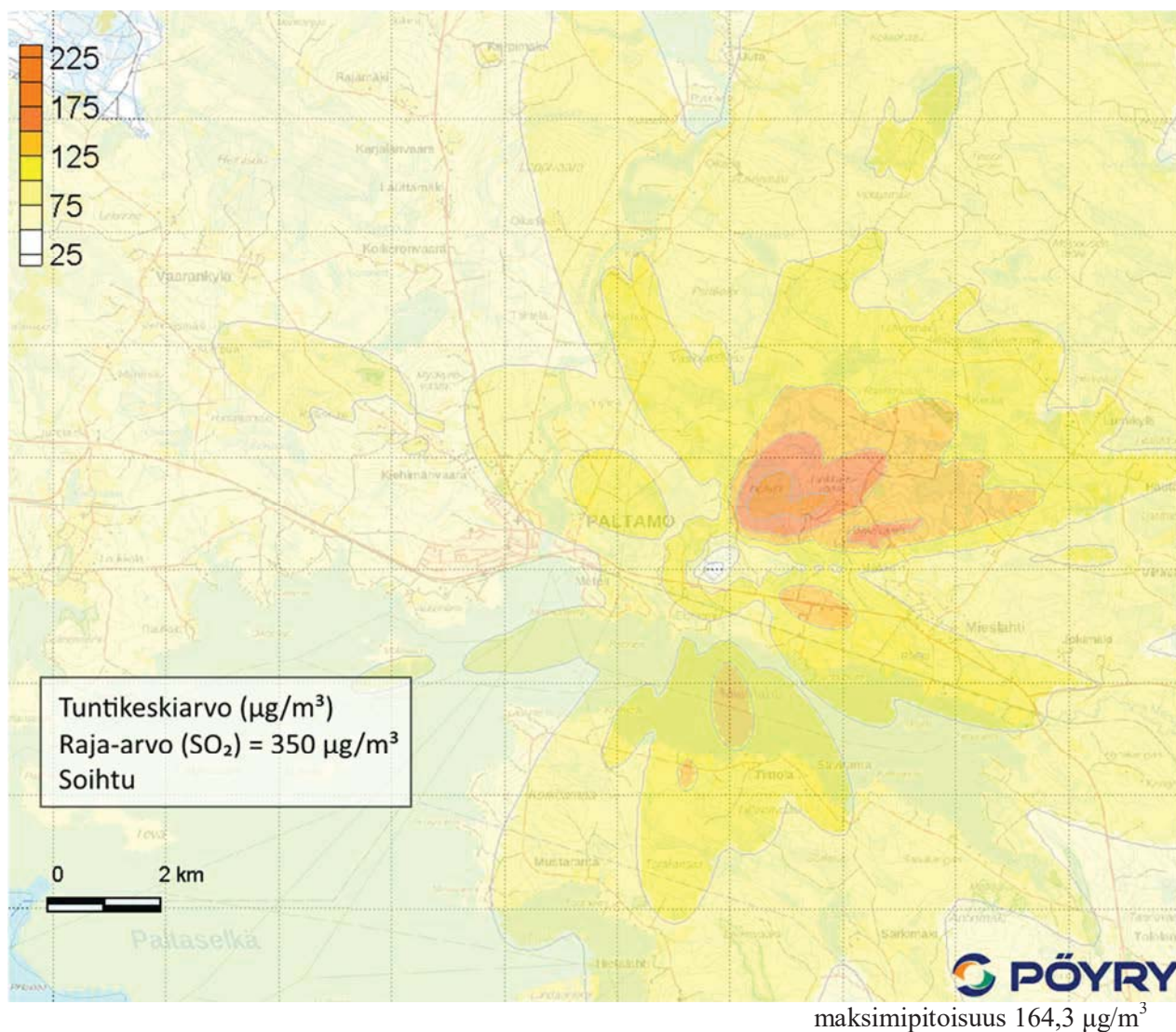


maksimipitoisuus  $11,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Kuva 23. Pelkistyneiden rikkiyhdisteiden (TRS) korkein vuorokausiohjearvoon verrannollinen pitoisuus ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) häiriötilanteessa tarkasteluvaihtoehdossa VE3 (laihohen hajukaasujen ohitus ja normaalitilanteen päästöt vaihtoehdon VE3 mukaisesti). Häiriöpäästöjä esiintyy noin 240 tuntia vuodessa.

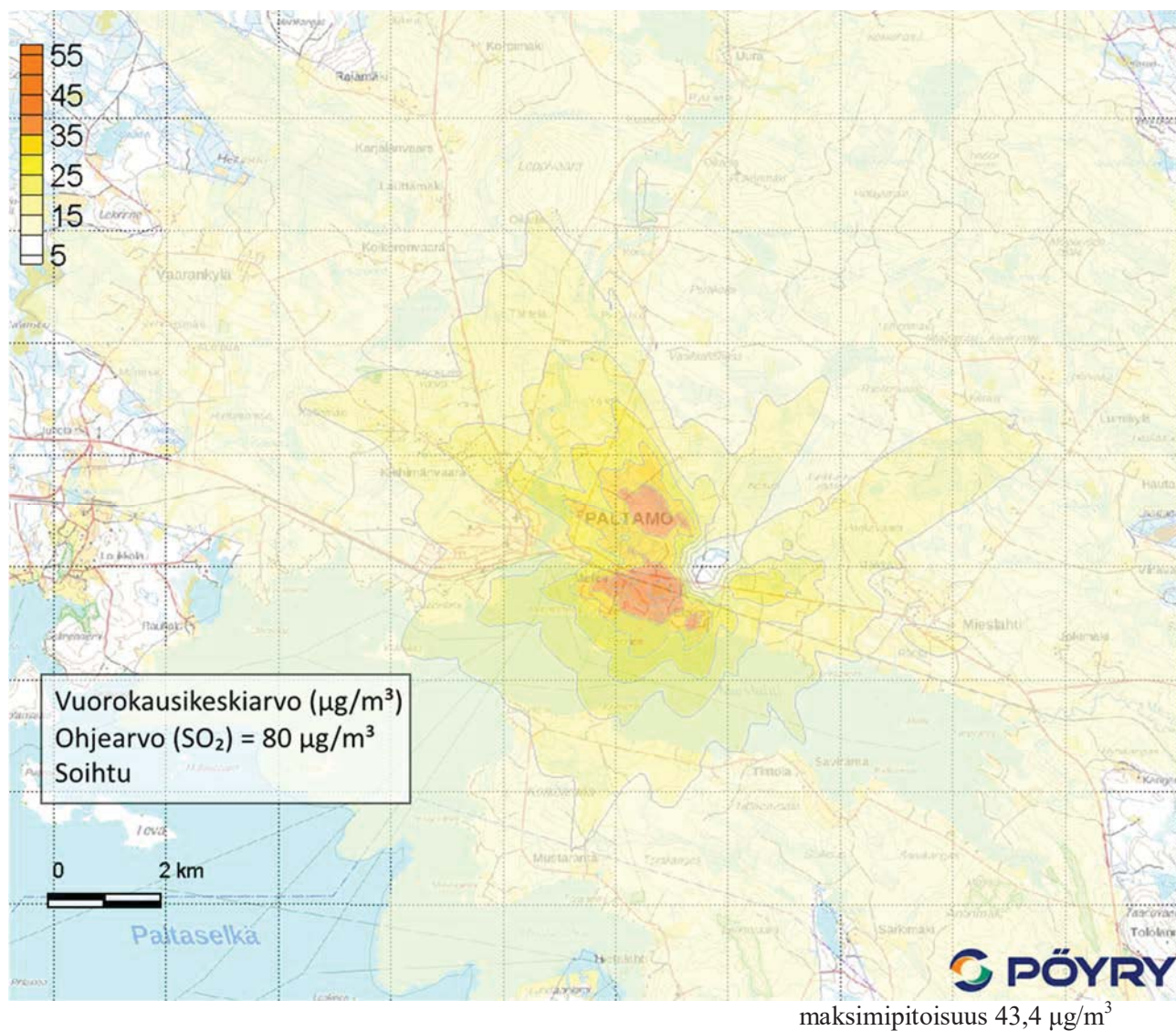


## KaiCell Fibers Oy Paltamon biojalostamon YVA VE3



Kuva 24. Rikkidioksidin korkein tuntipitoisuus ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) tarkasteluvaihtoehdoissa VE1 ja VE2 (500 000 ADt/a). Soihstupoltossa (noin 72 tuntina vuodessa) esiintyvä maksimipitoisuus.

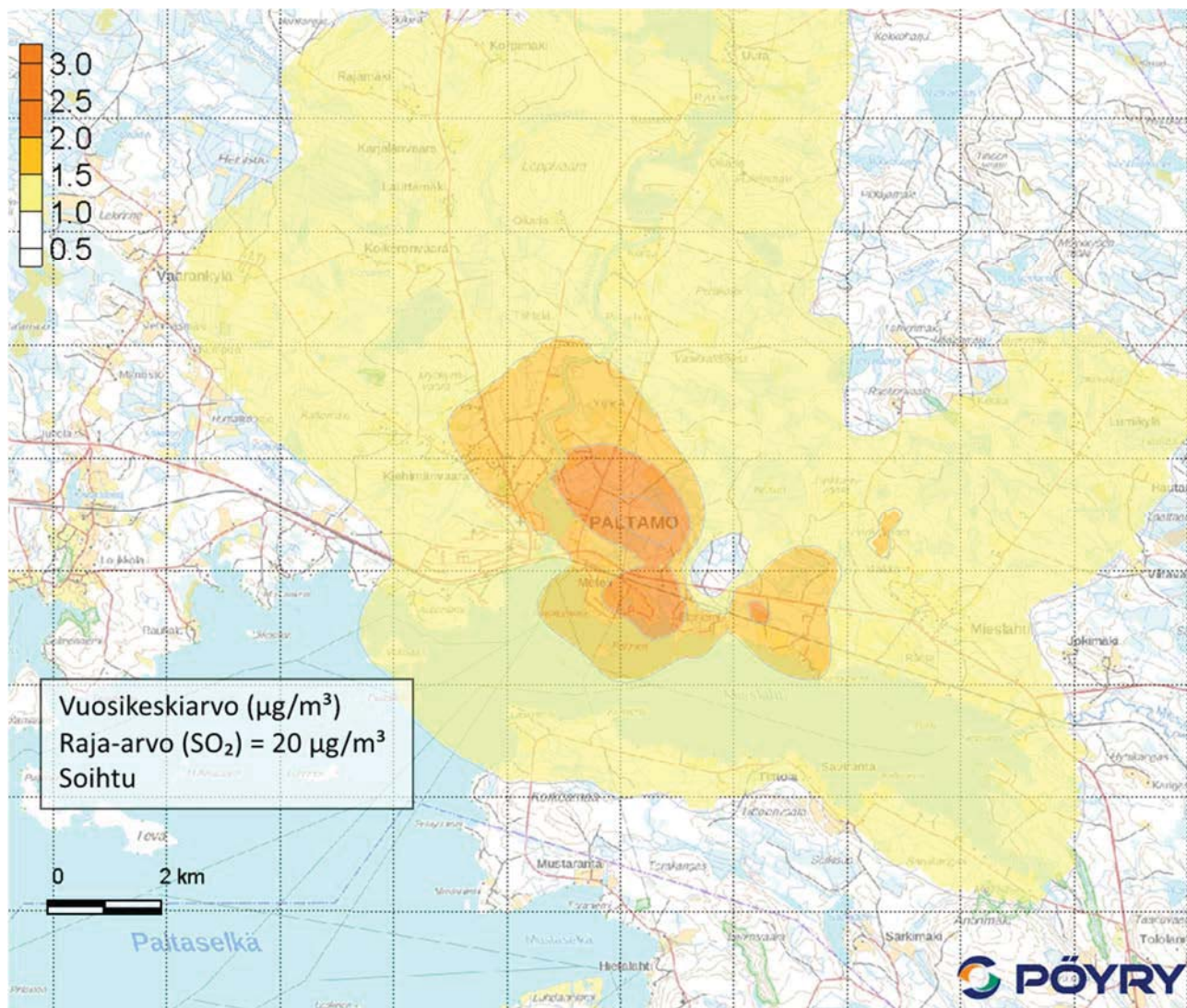
## KaiCell Fibers Oy Paltamon biojalostamon YVA VE3



Kuva 25. Rikkidioksidin korkein vuorokausiohjearvoon verrannollinen pitoisuus ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) tarkasteluvaihtoehdoissa VE1 ja VE2 (500 000 ADt/a). Soihtupoltossa (noin 72 tuntina vuodessa) esiintyvä maksimipitoisuus.



## KaiCell Fibers Oy Paltamon biojalostamon YVA VE3



maksimipitoisuus  $2,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Kuva 26. Rikkidioksidin korkein vuosikeskiarvopitoisuus ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) tarkasteluvaihtoehdoissa VE1 ja VE2 (500 000 ADt/a). Soihutpoltossa (noin 72 tuntina vuodessa) esiintyvä maksimipitoisuus.