

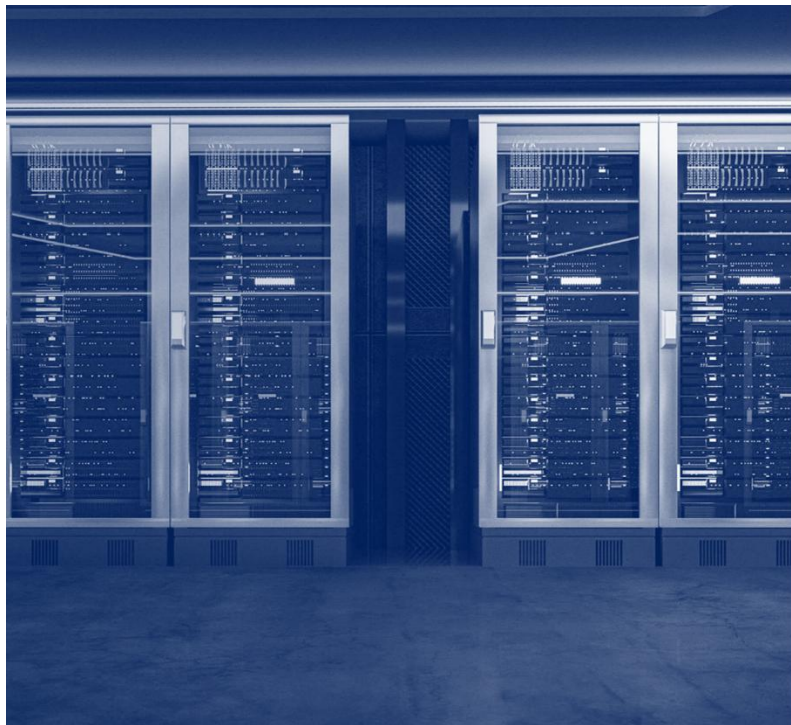
Vastaanottaja  
Data Prop Link Oy

Asiakirjatyyppi  
Raportti, YVA-selostuksen liite 4

Päivämäärä  
26.2.2026

Projektinumero  
1510089537-007

# Datakeskuksen generaattoreiden pakokaasupäästöjen leviämismallinnus Järvenpään datakeskus



# Datakeskuksen generaattoreiden pakokaasupäästöjen leviämismallinnus Järvenpään datakeskus

|                 |                              |
|-----------------|------------------------------|
| Projekti        | Järvenpään datakeskus YVA    |
| Projekti nro    | 1510089537-007               |
| Vastaanottaja   | Data Prop Link Oy            |
| Asiakirjatyyppi | Raportti, Pakokaasumallinnus |
| Versio          | 2.0                          |
| Päivämäärä      | 26.2.2026                    |
| Laatija         | Heikki Lamberg               |
| Tarkastaja      | Mikko Hoppo                  |

## Sisältö

|       |  |    |
|-------|--|----|
| 1.    | Johdanto   | 2  |
| 2.    | Aineisto ja menetelmät                                   | 2  |
| 2.1   | Leviämismallinnus  | 2  |
| 2.2   | Raja- ja ohjeavot  | 5  |
| 2.3   | Epävarmuustekijöitä                                      | 6  |
| 3.    | Tulokset   | 7  |
| 3.1   | Vaihtoehdon VE1 mukaiset leviämismallinnukset            | 8  |
| 3.1.1 | Kuukausi- ja vuositestauksista aiheutuvat päästöt ilmaan | 8  |
| 3.1.2 | Sähkökatkon aikana muodostuvat päästöt ilmaan            | 12 |
| 3.2   | Vaihtoehto VE2   | 15 |
| 3.2.1 | Kuukausi- ja vuositestauksista aiheutuvat päästöt ilmaan | 15 |
| 3.2.2 | Sähkökatkotilanteen aikana muodostuvat päästöt ilmaan    | 19 |
| 4.    | Yhteenveto   | 22 |

### Liite 1

Generaattorin datalehti

Selvityksessä on käytetty Maanmittauslaitoksen avointa dataa (CC-BY 4.0): maastotietokanta, laserkeilausaineisto, peruskartta, maastokarttarasteri.

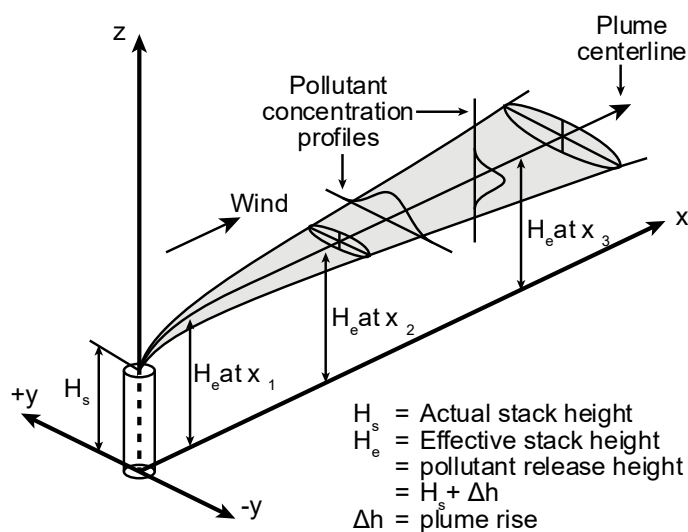
## 1. Johdanto

Tässä työssä tarkasteltiin mallintamalla Järvenpään suunnitellun datakeskuksen aiheuttamia ilmapäästöjä. Suunniteltu datakeskus tulee sijaitsemaan osoitteessa Emalikatku 13. Datakeskuksissa käytetään varavirtalähteinä generaattoreita, joille tehdään kuukausittaista ja vuosittaista testausta, ja jotka sähkökatkon sattuessa tuottavat datakeskukselle kaiken sen tarvitseman sähkön koko sähkökatkon ajan. Mallinnukset tehtiin Ympäristövaikutusten arviointimenettelyssä tarkasteltaville hankkeen toteutusvaihtoehdoille 1 ja 2 (VE1 ja VE2), jotka eroavat rakennusten määrässä ja sijainnissa, sekä laitteiden määrässä. Mallinnetut tilanteet olivat vaihtoehtojen VE1 ja VE2 mukaiset kuukausi- ja vuositestauksista aiheutuvat ilmapäästöt, sekä 24 h yhtäjaksoinen sähkökatko kerran vuodessa. Kuukausi- ja vuositestaus on suunniteltu tehtäväksi klo 7–22 ja tätä oletusta käytettiin myös tässä tarkastelussa. Tässä selvityksessä tarkasteltiin laskennallisilla menetelmillä tärkeimpien pakokaasujen mukana vapautuvia ilman epäpuhtauksia, jotka olivat typpidioksidi ( $\text{NO}_2$ ) ja hengitettävät hiukkaset ( $\text{PM}_{10}$ , aerodynaaminen halkaisija alle  $10 \mu\text{m}$ ).

## 2. Aineisto ja menetelmät

### 2.1 Leviämismallinnus

Päästöjen leviämismallinnuksessa käytettiin 3-ulotteista mallia, joka huomioi maastonmuodot, rakennusten aiheuttaman savukaasupainuman, kaasujen lämpötilasta johtuvan nosteen ja sääolosuhteet. Mallinnukseen käytetty ohjelmisto oli U.S. EPA:n AERMOD-mallinnusohjelman versio 24142, jossa käytettiin apuna sen graafista käyttöliittymää AERMOD View 13.0.0. Malli on laajalti käytössä Yhdysvalloissa ja Euroopassa.  $\text{NO}_x$ - $\text{NO}_2$ -muutoksen arvioimisessa käytettiin PVMRM-menetelmää (Plume Volume Molar Ratio Method). Menetelmän vaatima ilmamehän otsonipitoisuus saatiin Ilmatieteen laitoksen Espoon Luukin havaintoasemalta. Leviämismallin perustana on gaussilainen leviämisyhtälö, joka olettaa päästön laimenevan Gaussin jakauman mukaisesti pysty- ja vaakasuunnassa (Kuva 1). Leviämismallinnuksessa käytettiin taustapitoisuuksina  $\text{NO}_2$   $17,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ja  $\text{PM}_{10}$   $14,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Taustapitoisuudet olivat vuosikeskiarvopitoisuuksia Järvenpään Helsingintien mittausasemalta ja edustivat vuoden 2022 mittaustuloksia.

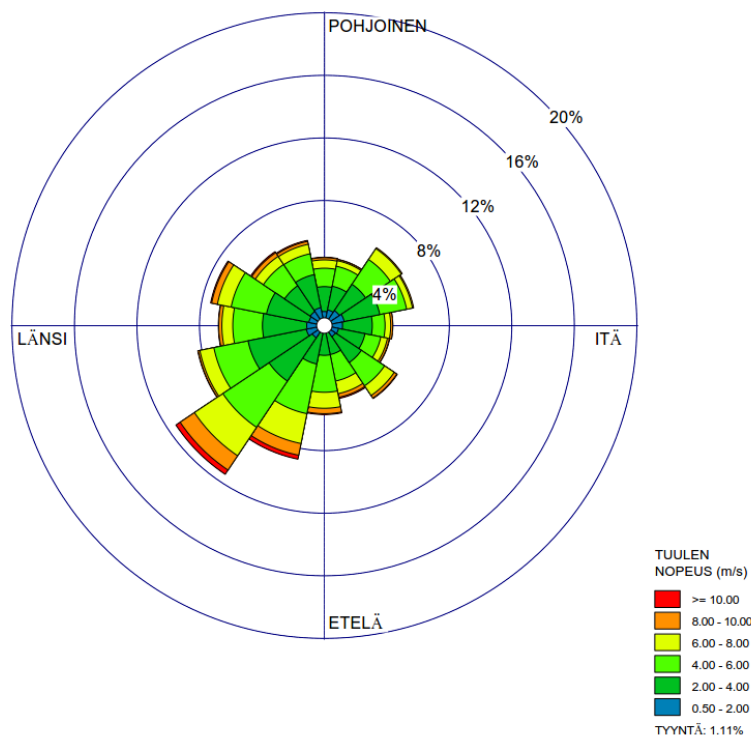


Kuva 1. Päästövahana hajoaminen gaussilaisen leviämisyhtälön mukaan.

Mallissa käytetyt hajontaparametrit ovat tilastollisia ja ne on saatu empiirisesti, eli ne perustuvat mittauksiin ja kokeelliseen tutkimukseen. Vaaka- ja pystysuunnan standardipoikkeamat luonnollisesti kasvavat, kun etäisyys lähteestä kasvaa. Malli huomioi päästövanan korkeutta laskiessaan päästökorkeuden ( $H_s$ ), päästön virtausnopeuden ja lämpösisällön. Tuulennopeuden oletetaan edustavan savuviuhkan kulkeutumisenopeutta ja se määritetään savuviuhkan keskiakselin korkeudelle ( $H_e$ ). Gaussin vanamallin lisäksi malli sisältää osamalleja esim. päästöjen vaihteluiden ja rakennuksista aiheutuvien virtaushäiriöiden käsittelemiseksi.

Sää tietoina mallinnuksissa käytettiin Helsinki-Vantaan lentokentän sääaseman (Ilmatieteen laitos, avoin data) sää tietoja vuosilta 2022–2024, joka oli lähin sääasema, josta oli saatavilla kaikki leviämismallinnuksessa tarvittavat parametrit. Asema sijaitsee noin 20 km datakeskuksesta suunnitellusta sijainnista etelälounaaseen. Kuvassa 2 on esitetty tuuliruusu vuosilta 2022–2024. Laskentamalli käyttää epäpuhtauspitoisuuksien leviämisen ja laimenemisen laskennassa meteorologisen tilanteen tuntikeskiarvoja (ulkoilman lämpötila, tuulen nopeus, tuulen suunta, pilvisuus, pilvien korkeus). Laskenta etenee tunnin aika-askeleella, kunnes koko vuoden pituinen sää tietojen aikasarja on käyty läpi. Malli lasketaan kolmen vuoden sääaineistolla, ja lopuksi eri vuosien tulokset yhdistetään. Tuloksena saadut pitoisuudet on ilmoitettu ulkoilman lämpötilassa ja paineessa.

Laskennasta saadut pitoisuudet kuvaavat tilannetta maanpinnan läheisyydessä, hengitysilmän korkeudella (1,5 m). Työssä lasketulla leviämismallilla arvioitiin päästöjen leviäminen kokonaisuudessaan 11 km × 11 km kokoisella alueella, jonne laskentapisteen sijoitettiin 100 m välein 1000 m etäisyydelle päästöjen keskipisteestä. Tätä kauemmille laskentapisteille käytettiin harvempaa reseptoripisteiden verkostoa, jossa ne sijaitsivat 200 m etäisyydellä toisistaan. Malliin syötettiin päästölähdettä lähimmät rakennukset sekä niiden korkeudet, koska laskenta huomioi rakennusten aiheuttaman savukaasupainuman.



**Kuva 2. Tuuliruusu Helsinki-Vantaan lentokentän sääasemalta vuosilta 2022–2024. Tuuliruusu kuvaa, mistä suunnasta on tuullut. Tyynä (<0,5 m/s) oli 1,1 % ajanjakson havainnoista.**

Lähtötietoina käytettiin kohteen ajantasaisia suunnittelutietoja ja tilaajan toimittamia tietoja. Laskennassa käytetyt päästötiedot ja muut lähtötiedot on esitetty Taulukoissa 1 ja 2. Suunnitellut

ja mallinnetut testikäytöt ja sähkökatkon aikainen käyttö on esitetty Taulukossa 3. Kuukausi- ja vuositestikäyttö asetettiin tapahtuvaksi arkipäivinä klo 7–22.

Sähkökatkotilanne mallinnettiin 24 h mittaisena yhtenäisenä jaksena. Se kuvaa poikkeustilannetta, jossa koko kantaverkko on alhaalla poikkeuksellisen pitkän ajan. Vaihtoehdon VE1 mukaisessa tilanteessa sähkökatkotilanteessa on aktiivisessa käytössä 57 generaattoria ja vaihtoehdossa VE2 74 generaattoria. Mallinnetussa sähkökatkotilanteessa generaattoreiden oletettiin käyvän 75 % teholla, koska sillä tehomäärällä datakeskukseen suunnitellut generaattorit pystyvät tuottamaan koko datakeskuksen ja sen oheistoimintojen tarvitseman sähköntarpeen.

Pakokaasun epäpuhtauksien pitoisuudet sekä pakokaasun happipitoisuus olivat peräisin generaattorin Rehiko KD3750 datalehdeltä (Liite 1). samoin kuin 100 % tehon pakokaasun tilavuusvirtaus ja pakokaasun lämpötila. Päästölaskuissa käytetyt ja mallinnuksessa käytettyjä lähtötietoja on esitetty Taulukoissa 1 ja 2. Pakokaasun kosteus ja piipun halkaisija saatiin generaattoritoimittajalta. Laskennassa käytetty piipun korkeus oli suunnittelutieto. Kuukausi- ja vuositestausta oletettiin tehtävän 10 % generaattoriteholla. Pakokaasun tilavuusvirtaus ja lämpötila olivat saatavilla datalehdellä vain 100 % teholla. Kyseiset tiedot 10 % ja 75 % tehoille on laskettu toisen vastaavantyyppisen generaattorin tietojen avulla (kts. Liite 1)

**Taulukko 1. Päästölaskuissa käytetyt pakokaasun ominaisuudet ja malliin syötetyt päästöt.**

| Mallissa käytetty pitoisuus  | Pitoisuus (mg/nm <sup>3</sup> )* | Päästö (g/s), 1 piippu | Pakokaasun lämpötila (°C) | Pakokaasun virtausnopeus (m/s) |
|------------------------------|----------------------------------|------------------------|---------------------------|--------------------------------|
| PM <sub>10</sub> , 10 % teho | 25                               | 0,074                  | +360                      | 7,0                            |
| PM <sub>10</sub> , 75 % teho | 30                               | 0,15                   | +520                      | 21,4                           |
| NO <sub>x</sub> , 10 % teho  | 1850                             | 5,5                    | +360                      | 7,0                            |
| NO <sub>x</sub> , 75 % teho  | 2450                             | 12,0                   | +520                      | 21,4                           |

\*5 % O<sub>2</sub>

**Taulukko 2. Pakokaasujen leviämismallinnuksessa käytettyjä lähtötietoja.**

| Generaattoreiden lähtötietoja | Arvo | Yksikkö |
|-------------------------------|------|---------|
| Piipun korkeus                | 23,8 | m       |
| Piipun halkaisija             | 0,7  | m       |
| Savukaasun kosteus            | 8    | %       |

**Taulukko 3. Mallinnetut käyttötilanteet. Kuukausi- ja vuositestausta mallinnettiin samassa mallissa.**

| Tilanne           | Käytetty teho | Todellinen                   | Mallinnettu                                 |
|-------------------|---------------|------------------------------|---|
| Kuukausitestausta | 10 %          | 20 min/gen.,<br>1 kerrallaan | 1 h/gen., 2 kerrallaan                      |
| Vuositestausta    | 10 %          | 90 min/gen.,<br>1 kerrallaan | 2 h/gen., 2 kerrallaan                      |
| Sähkökatko        | 75 %          | 24 h                         | 24 h/kerran jokaisena mallinnettuna vuotena |

## 2.2 Raja- ja ohjearvot

Leviämislaskelmilla saatuja tuloksia on verrattu voimassa oleviin asetettuihin ilmanlaadun ohje- ja raja-arvoihin. Ilmanlaadun ohje- ja raja-arvot on laadittu puhtaan ympäristön takaamiseksi ja terveydellisten haittojen ehkäisemiseksi. Ilmanlaadulle olevat säädökset ovat vuonna 1996 annetut ohjearvot terveyden suojelemiseksi (Vnp 480/1996, Taulukko 3) ja vuonna 2017 voimaan tullut ilmanlaatuasetus (79/2017, Taulukko 4). Raja-arvot määrittelevät ilmansaasteille korkeimmat sallitut pitoisuudet, joiden ylittyessä viranomaisten on ryhdyttävä toimenpiteisiin pitoisuuksien alentamiseksi. Ohjearvot ovat ensisijaisesti ympäristöviranomaisten käytössä suunnittelun ja päätöksenteon apuvälineenä. Ohjearvot ovat raja-arvoja tiukemmat, ja pitoisuuksien ollessa niiden alapuolella myös raja-arvot alittuvat.

**Taulukko 4. Ilmanlaadun ohjearvoja tunti- ja vuorokausipitoisuuksille [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ] (Valtioneuvoston päätös 480/1996).**

| Epäpuhtaus                                   | Ohjearvon tarkastelu-aika | Tilastollinen määritelmä                  | Ohjearvot [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ] |
|--|---------------------------|---|--|
| Typpidioksidi ( $\text{NO}_2$ )              | tunti                     | kuukauden tuntiarvojen 99. prosenttipiste | 150                                    |
| Typpidioksidi ( $\text{NO}_2$ )              | vuorokausi                | kuukauden toiseksi suurin vuorokausiarvo  | 70                                     |
| Hengitettävät hiukkaset ( $\text{PM}_{10}$ ) | vuorokausi                | kuukauden toiseksi suurin vuorokausiarvo  | 70                                     |

**Taulukko 5. Ilmanlaadun raja-arvoja tunti-, vuorokausi- ja vuosipitoisuuksille [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ] (Ilmanlaatuasetus 79/2017).**

| Epäpuhtaus                                   | Raja-arvon tarkastelu-aika | Tilastollinen määritelmä                           | Raja-arvopitoisuus [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ] |
|--|----------------------------|--|---|
| Typpidioksidi ( $\text{NO}_2$ )              | tunti                      | raja-arvon lukuarvo saa ylittyä 18 kertaa vuodessa | 200   |
| Typpidioksidi ( $\text{NO}_2$ )              | vuosi                      | vuosikeskiarvo                                     | 40  |
| Hengitettävät hiukkaset ( $\text{PM}_{10}$ ) | vuorokausi                 | raja-arvon lukuarvo saa ylittyä 35 kertaa vuodessa | 50  |
| Hengitettävät hiukkaset ( $\text{PM}_{10}$ ) | vuosi                      | vuosikeskiarvo                                     | 40  |

Syksyllä 2024 Euroopan unioni antoi direktiivin (2024/2881), jossa on annettu tarkennettuja ilmanlaadun raja-arvoja terveyden suojelemiseksi. Direktiivin liitteessä on lueteltu ilmanlaadun raja-arvot, jotka tulee saavuttaa vuoden 2030 alkuun mennessä. Unionin jäsenvaltioiden tulee kirjata uudet raja-arvot lakiin vuoden 2026 lopulla. Direktiivin mukaiset raja-arvot on esitetty Taulukossa 6.

Taulukko 6. Uuden EU ilmanlaatudirektiivin mukaiset raja-arvot.

| Epäpuhtaus                                   | Raja-arvon tarkastelu-aika | Tilastollinen määritelmä                           | Raja-arvopitoisuus [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ] |
|--|----------------------------|--|---|
| Typpidioksidi ( $\text{NO}_2$ )              | tunti                      | raja-arvon lukuarvo saa ylittyä 3 kertaa vuodessa  | 200   |
| Typpidioksidi ( $\text{NO}_2$ )              | vuosi                      | vuosikeskiarvo                                     | 20  |
| Typpidioksidi ( $\text{NO}_2$ )              | vuorokausi                 | raja-arvon lukuarvo saa ylittyä 18 kertaa vuodessa | 50  |
| Hengitettävät hiukkaset ( $\text{PM}_{10}$ ) | vuorokausi                 | raja-arvon lukuarvo saa ylittyä 18 kertaa vuodessa | 45  |
| Hengitettävät hiukkaset ( $\text{PM}_{10}$ ) | vuosi                      | vuosikeskiarvo                                     | 20  |

### 2.3 Epävarmuustekijöitä

Leviämismallin epävarmuustekijöitä ovat sääaineiston ja sen edustavuuden epävarmuudet (10–40 %) ja laskennan epävarmuudet (10–20 %). Lopputuloksen luotettavuus yksittäisessä pisteessä on heikoimmillaan tuntipitoisuuksia laskettaessa ja sen edustavuus paranee pitempiä aikavälisiä laskettaessa. Leviämismallin kokonaisepävarmuutena on pidetty 10–40 % pitoisuuksia, kun tarkastellaan suurimpia päästöarvoja (USEPA, 2017).

Epävarmuutta laskentatuloksiin aiheuttaa myös mallin stationaarisuus. Mallilla lasketaan päästölähteeltä etenevän epäpuhtauspilven keskimääräistä jakautumista ympäristöön tunnin aika-askelin, olettaen sääolosuhteen ja päästön pysyvän vakiona koko ajan. Tyynissä olosuhteissa päästöjen leviäminen poikkeaa mm. inversion ansiosta, ja etenkin pölymäiset päästöt voivat leijaila ilmassa pitempään, seuraavienkin tuntien aikana. Ääriolosuhteissa päästö voi vaihdella paljonkin esim. tuulen nopeuden ja puuskittaisuuden mukaan.

Kasvillisuus, erityisesti puusto, vaikuttavat ilmanlaatuun suoraan pidättämällä ja emittoimalla, eli tuottamalla, hiukkasia ja kaasuja sekä epäsuoraan muuttamalla meteorologisia olosuhteita. Meteorologisilla tekijöillä on vaikutusta epäpuhtauksien kulkeutumiseen sekä sen aikana tapahtuvaan epäpuhtauksien sekoittumiseen, laimenemiseen, depositioon ja muutuntaan. Malli huomioi päästöalueen ympäröivän maaston karkealla tasolla (kaupunki/maaseutu) dispersiokertoimella. Puusto tehostaa kuitenkin ilmavirtojen sekoittumista ja laimentaa näin kaikkien epäpuhtauksien pitoisuuksia ilmassa.

### 3. Tulokset

Datakeskuksen generaattoreiden kuukausi- ja vuositestauksen, sekä 24 h sähkökatkon pakokaasupäästöjen aiheuttamat yksittäisessä reseptoripisteessä korkeimmat NO<sub>2</sub>- ja PM<sub>10</sub>-pitoisuudet ilmassa on esitetty voimassa olevaan lainsäädäntöön verrannollisina pitoisuuksina Taulukossa 7 ja uuden EU direktiivin (202/2881) osalta Taulukossa 8. Korkeimmat pitoisuudet eivät kuvaa sitä, miten suurella alueella pitoisuus tai mahdollinen raja- tai ohjearvo on ylitetty. Taulukosta kuitenkin nähdään ne tilanteet, joissa mallinnetut pitoisuudet olivat selvästi raja- ja ohjearvopitoisuuksien ylä- tai alapuolella.

Mallinnetut NO<sub>2</sub>-pitoisuudet olivat taustapitoisuudet huomioon ottaen alhaisia mallinnetuissa kuukausi- ja vuositestaustilanteissa molemmissa vaihtoehdossa VE1 ja VE2. Sen sijaan sähkökatkotilanteissa NO<sub>2</sub>-tuntiohjearvo ja uuden EU direktiivin mukainen tuntiraja-arvo ylittyivät sekä vaihtoehdossa VE1 että vaihtoehdossa VE2. Voimassa olevan lainsäädännön mukainen tuntiraja-arvo ylittyi molemmissa vaihtoehdoissa suunnitellun datakeskuksen kiinteistön itäpuolella olevan kiinteistön alueella, mutta ei sitä laajemmalla alueella.

PM<sub>10</sub>-pitoisuudet olivat alhaiset kaikissa mallinnetuissa tilanteissa ja vain vähän taustapitoisuuksia korkeammalla. Ilmanlaadun raja- tai ohjearvopitoisuudet eivät olleet vaarassa ylittyä mallinnetuissa testaus- ja sähkökatkotilanteissa.

Kuvissa 3–9 on esitetty mallinnustulokset karttapohjalla niistä NO<sub>2</sub>-pitoisuuksista, joista mallinnetut pitoisuudet olivat taustapitoisuuksia selvästi korkeammalla. Sähkökatkon aikaista generaattoreiden käyttöä kuvaavissa tilanteissa oletuksena on käytetty yhtä tilannetta jokaisena mallinnettuna vuotena, eli tilanteita on ollut yhteensä kolme. Sähkökatko ajoitettiin jokaisena vuotena eri ajankohtaan. Kuvissa 7, 8 ja 9 sekä 14, 15 ja 16 esitetyissä tilanteissa NO<sub>2</sub>-pitoisuudet leviävät valittuina päivinä vallinneiden tuulen suuntien mukaisesti. Tuulen suunnan ollessa toinen, voi vastaavanlainen pitoisuusviuhka edetä vastaavalla tavalla myös muihin ilmansuuntiin, vallitsevan tuulen mukana.

**Taulukko 7. Korkeimmat pitoisuudet mallinnetuissa tilanteissa.**

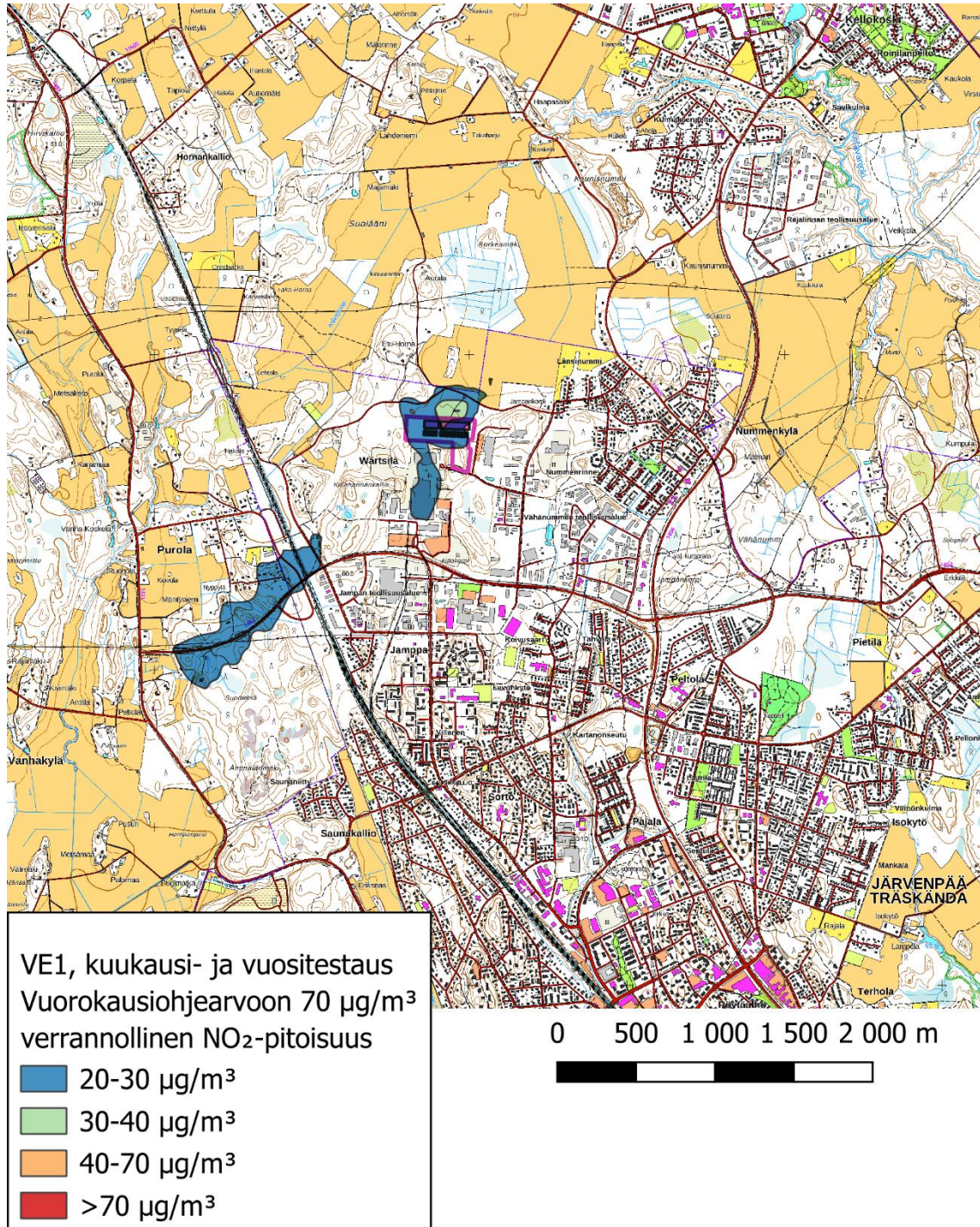
|                  | Aika  | Raja- tai ohjearvo (µg/m <sup>3</sup> ) | VE1 (kk- ja vuositestaus) (µg/m <sup>3</sup> ) | VE1 sähkökatko (µg/m <sup>3</sup> ) | VE2 (kk- ja vuositestaus) (µg/m <sup>3</sup> ) | VE2 sähkökatko (µg/m <sup>3</sup> ) |
|------------------|-------|---|--|-------------------------------------|--|-------------------------------------|
| NO <sub>2</sub>  |       |   |  |                                     |  |                                     |
| Ohjearvo         | Vrk   | 70                                      | 40   | -                                   | 41   | -                                   |
| Ohjearvo         | Tunti | 150                                     | 97   | 910                                 | 108  | 1600                                |
| Raja-arvo        | Vuosi | 40                                      | 18,5   | 19,8                                | 18,7   | 18,6                                |
| Raja-arvo        | Tunti | 200                                     | 87   | 305                                 | 93   | 390                                 |
| PM <sub>10</sub> |       |   |  |                                     |  |                                     |
| Ohjearvo         | Vrk   | 70                                      | 17   | -                                   | 17   | -                                   |
| Raja-arvo        | Vuosi | 40                                      | 14,4   | 14,9                                | 14,4   | 14,7                                |
| Raja-arvo        | Vrk   | 50                                      | -  | -                                   | -  | -                                   |

**Taulukko 8. Korkeimmat pitoisuudet mallinnetuissa tilanteissa uuden EU direktiivin (2024/2881) mukaisissa tilanteissa.**

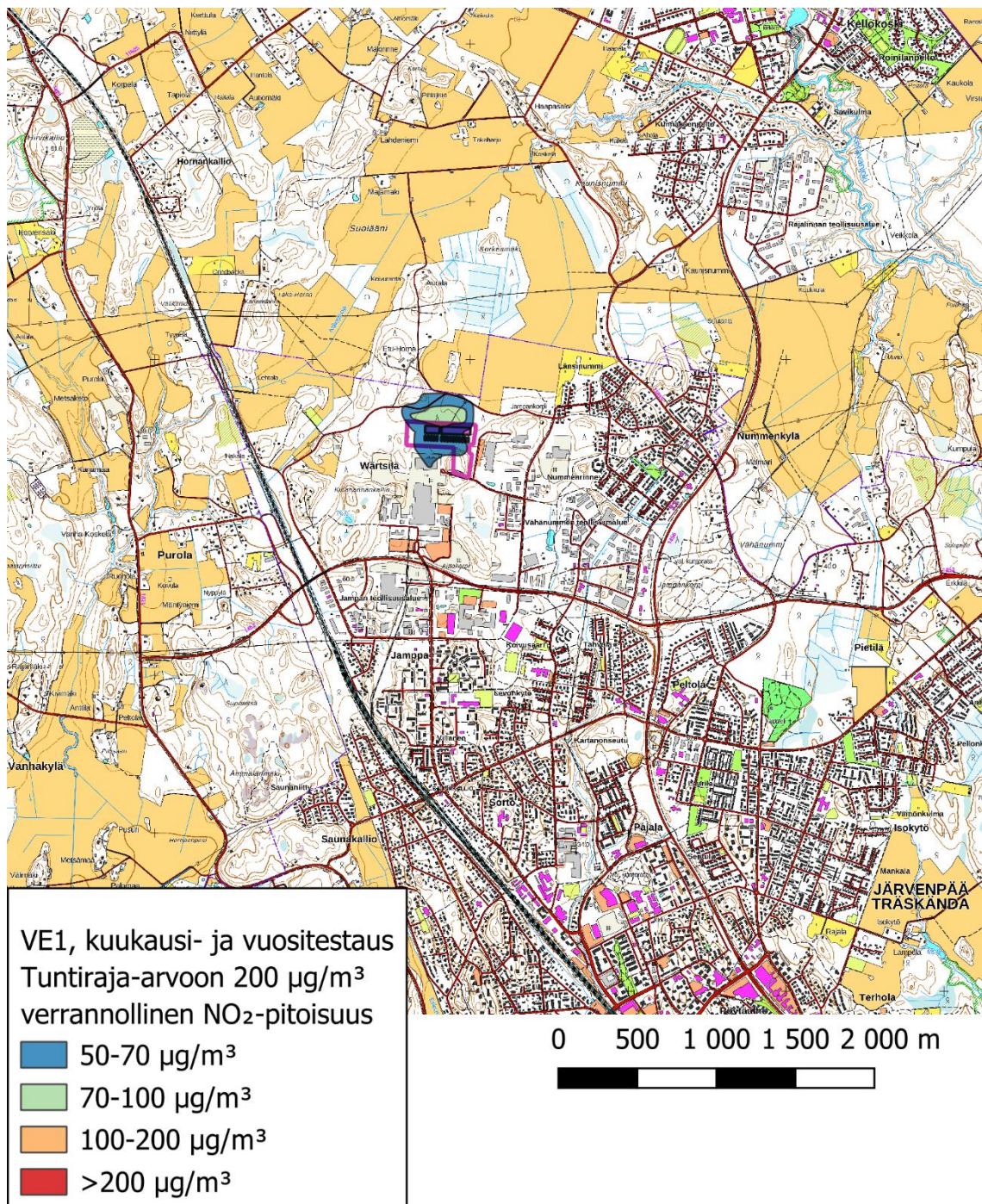
|                  | Aika  | Raja- tai ohjearvo (µg/m <sup>3</sup> ) | VE1 (kk- ja vuositestaus) (µg/m <sup>3</sup> ) | VE1 sähkökatko (µg/m <sup>3</sup> ) | VE2 (kk- ja vuositestaus) (µg/m <sup>3</sup> ) | VE2 sähkökatko (µg/m <sup>3</sup> ) |
|------------------|-------|---|--|-------------------------------------|--|-------------------------------------|
| NO <sub>2</sub>  |       |   |  |                                     |  |                                     |
| Raja-arvo        | Vuosi | 20                                      | 18,5   | 19,8                                | 18,7   | 18,6                                |
| Raja-arvo        | Tunti | 200                                     | 140  | 1200                                | 140  | 2600                                |
| Raja-arvo        | Vrk   | 50                                      | 33   | -                                   | 33   | -                                   |
| PM <sub>10</sub> |       |   |  |                                     |  |                                     |
| Raja-arvo        | Vuosi | 20                                      | 14,4   | 14,9                                | 14,4   | 14,7                                |
| Raja-arvo        | Vrk   | 45                                      | 14,8   | -                                   | 14,8   | -                                   |

### 3.1 Vaihtoehdon VE1 mukaiset leviämismallinnukset

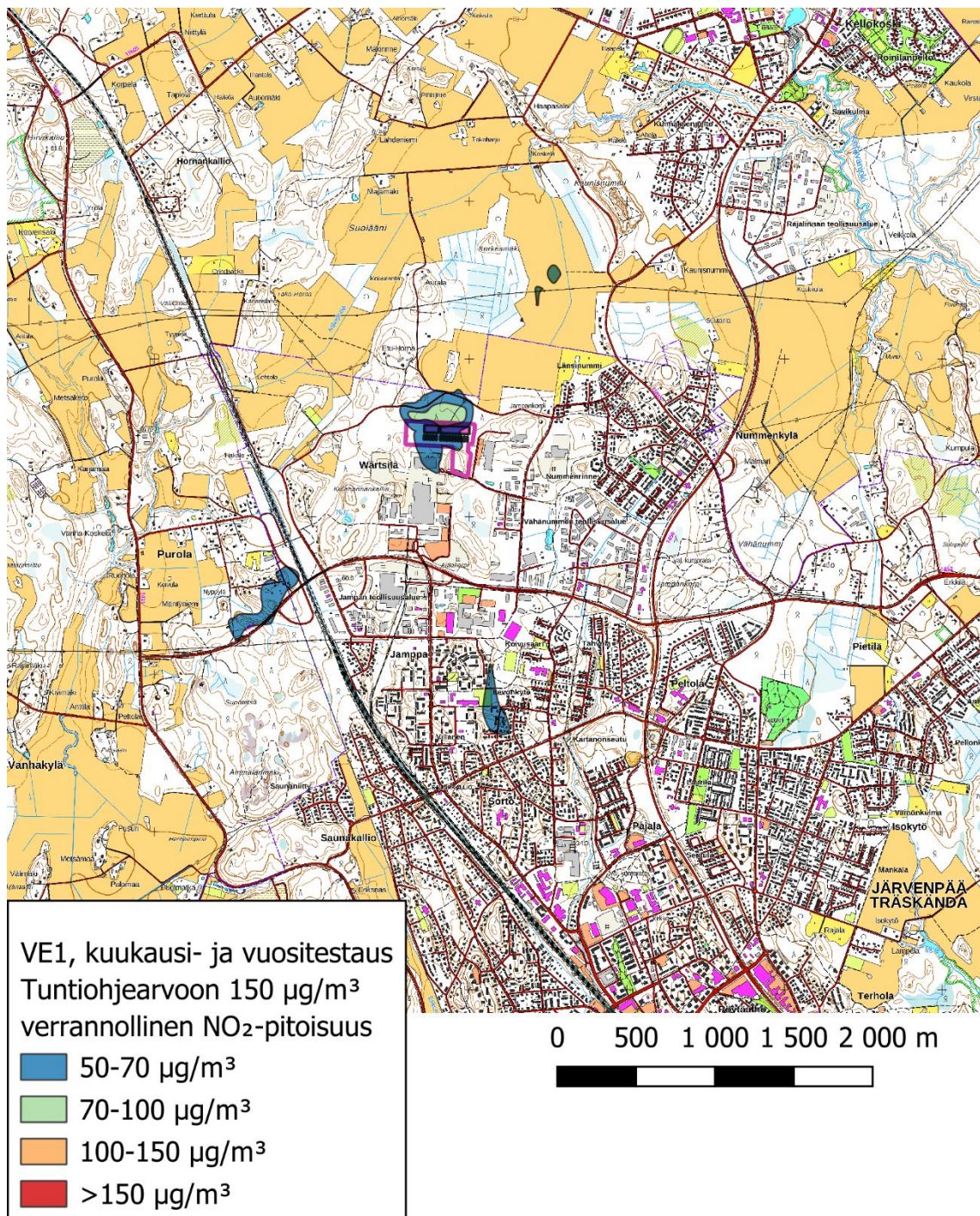
#### 3.1.1 Kuukausi- ja vuositestauksista aiheutuvat päästöt ilmaan



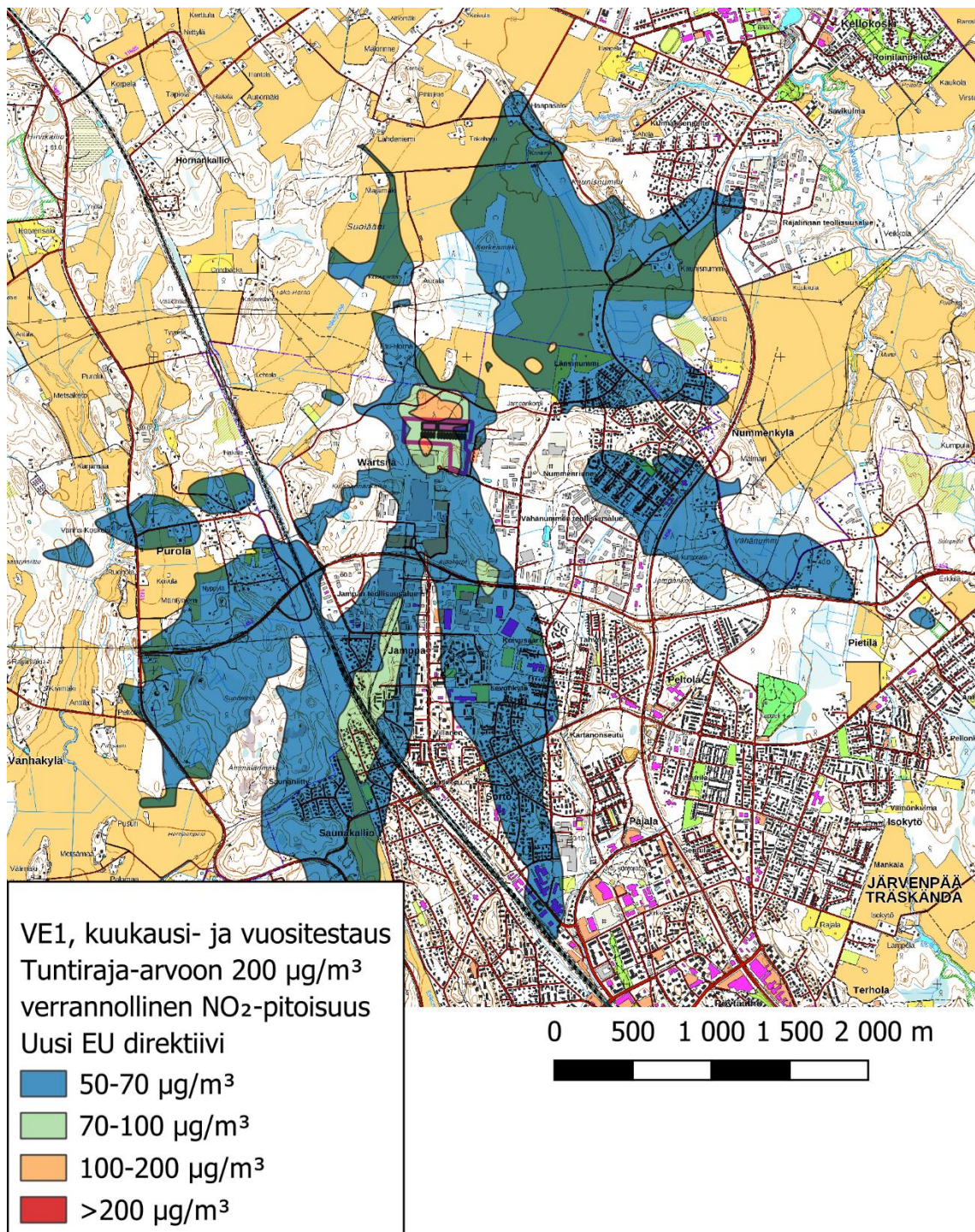
Kuva 3. Kuukausi- ja vuositestauksen aiheuttamat  $\text{NO}_2$ -pitoisuudet vaihtoehdossa VE1. Vuorokausiohjeeseen  $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$  verrannollinen pitoisuus. Mallinnuksessa käytettiin  $\text{NO}_2$ -taustapitoisuutena  $17,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .



Kuva 4. Kuukausi- ja vuositetauksen aiheuttamat  $\text{NO}_2$ -pitoisuudet vaihtoehdossa VE1. Tuntiraja-arvoon  $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$  verrannollinen pitoisuus. Mallinnuksessa käytettiin  $\text{NO}_2$ -taustapitoisuutena  $17,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

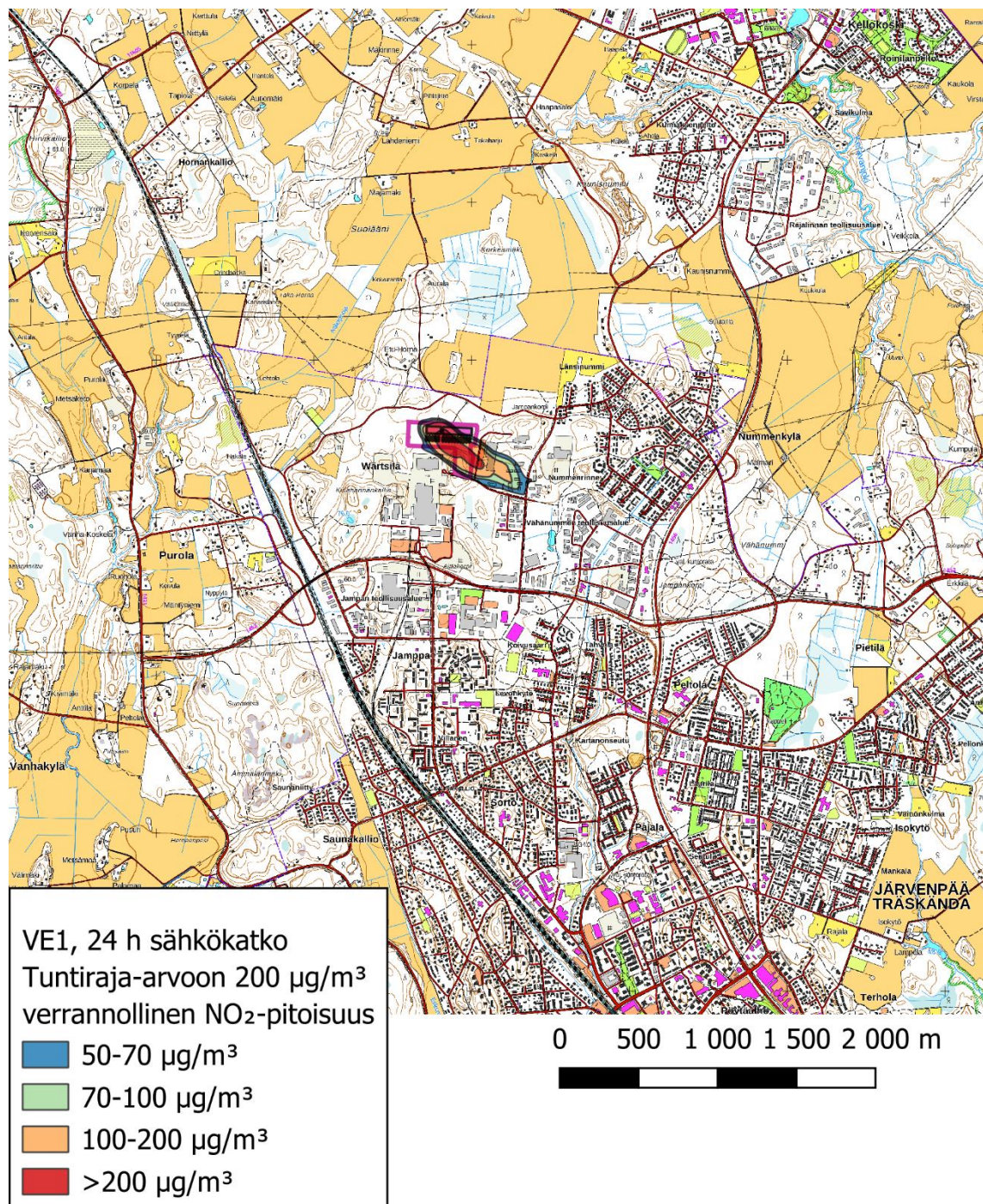


Kuva 5. Kuukausi- ja vuositestauksen aiheuttamat  $\text{NO}_2$ -pitoisuudet vaihtoehdossa VE1. Tuntihjearvoon  $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$  verrannollinen pitoisuus. Mallinnuksessa käytettiin  $\text{NO}_2$ -taustapitoisuutena  $17,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

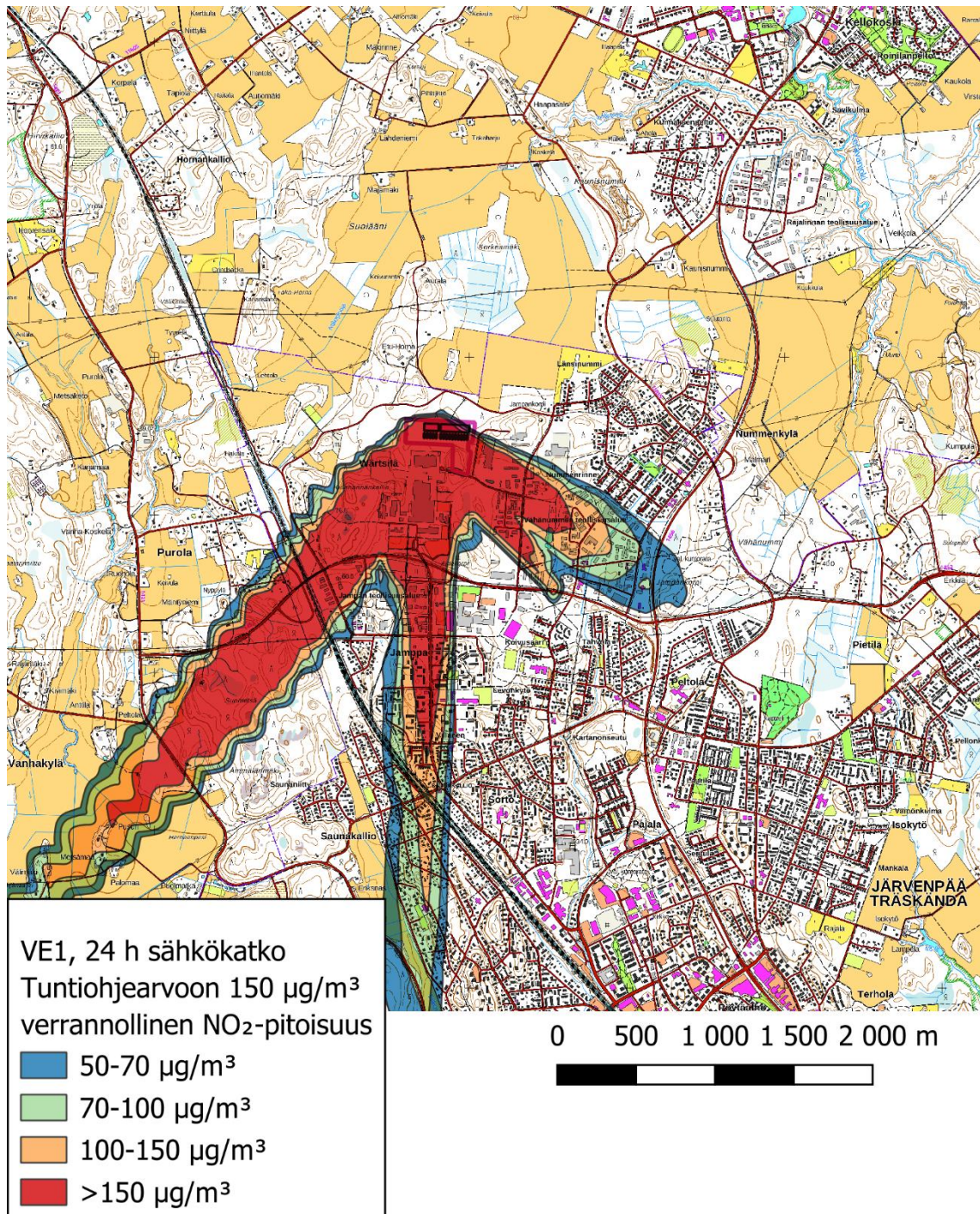


Kuva 6. Kuukausi- ja vuositetauksen aiheuttamat  $\text{NO}_2$ -pitoisuudet vaihtoehdossa VE1. Uuden EU direktiivin mukainen tuntiraja-arvoon  $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$  verrannollinen pitoisuus. Mallinnuksessa käytettiin  $\text{NO}_2$ -taustapitoisuutena  $17,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

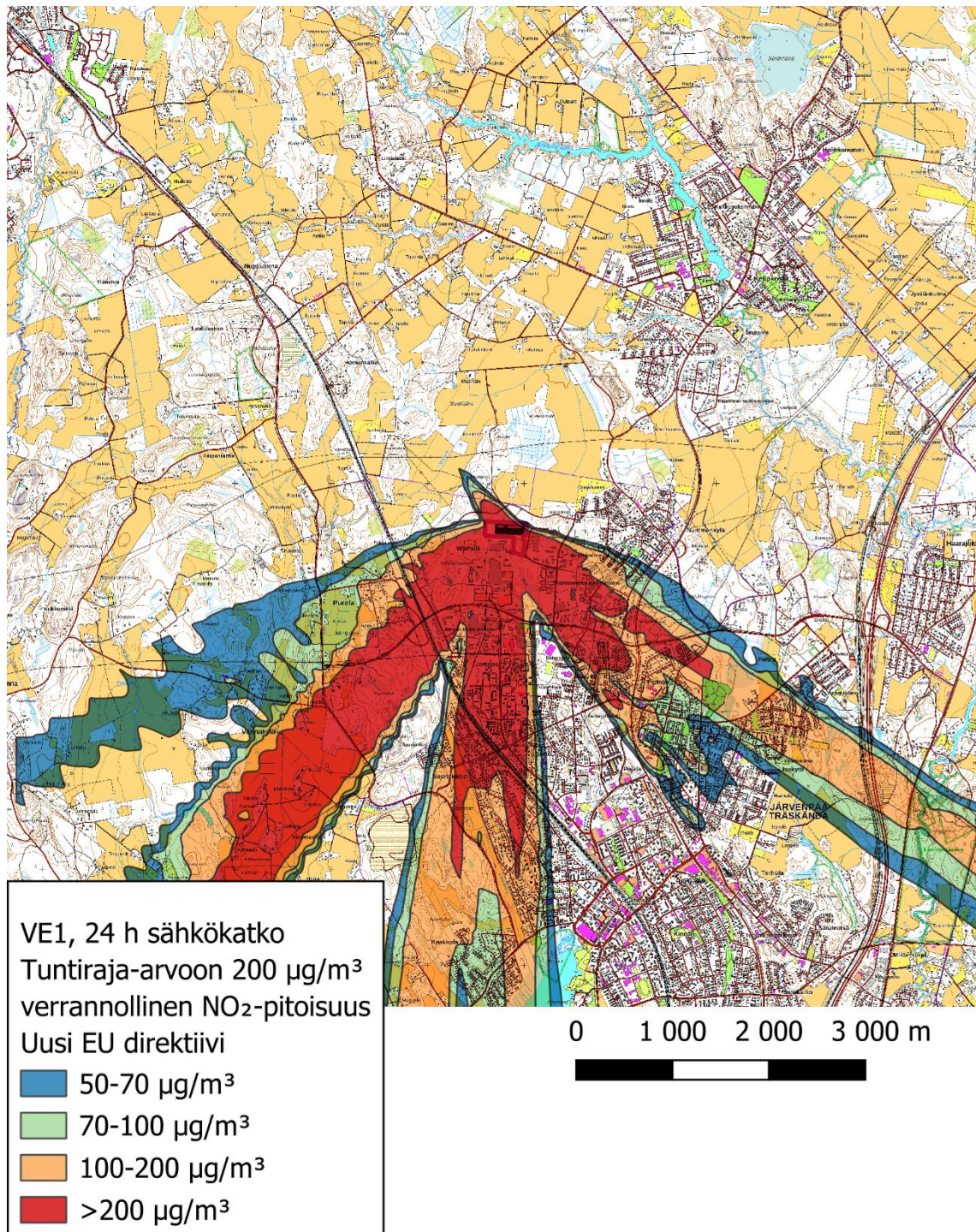
### 3.1.2 Sähkökatkon aikana muodostuvat päästöt ilmaan



Kuva 7. 24 h sähkökatkotilanteen aiheuttamat  $\text{NO}_2$ -pitoisuudet vaihtoehdossa VE1. Tuntiraja-arvoon  $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$  verrannolliset pitoisuudet. Mallinnuksessa käytettiin  $\text{NO}_2$ -taustapitoisuutena  $17,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .



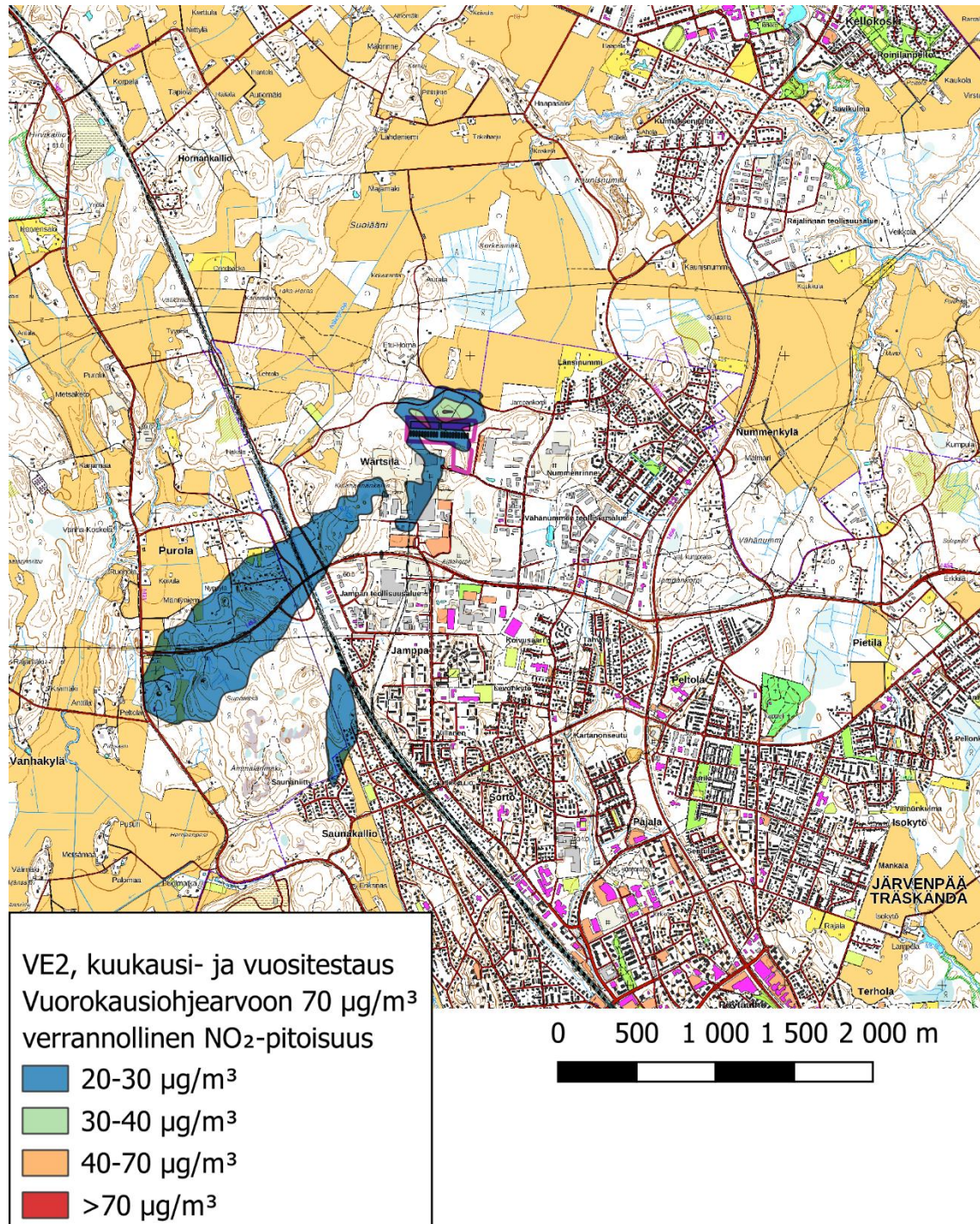
Kuva 8. 24 h sähkökatkotilanteen aiheuttamat  $\text{NO}_2$ -pitoisuudet vaihtoehdossa VE1. Tuntijearvoon  $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$  verrannolliset pitoisuudet. Mallinnuksessa käytettiin  $\text{NO}_2$ -taustapitoisuutena  $17,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .



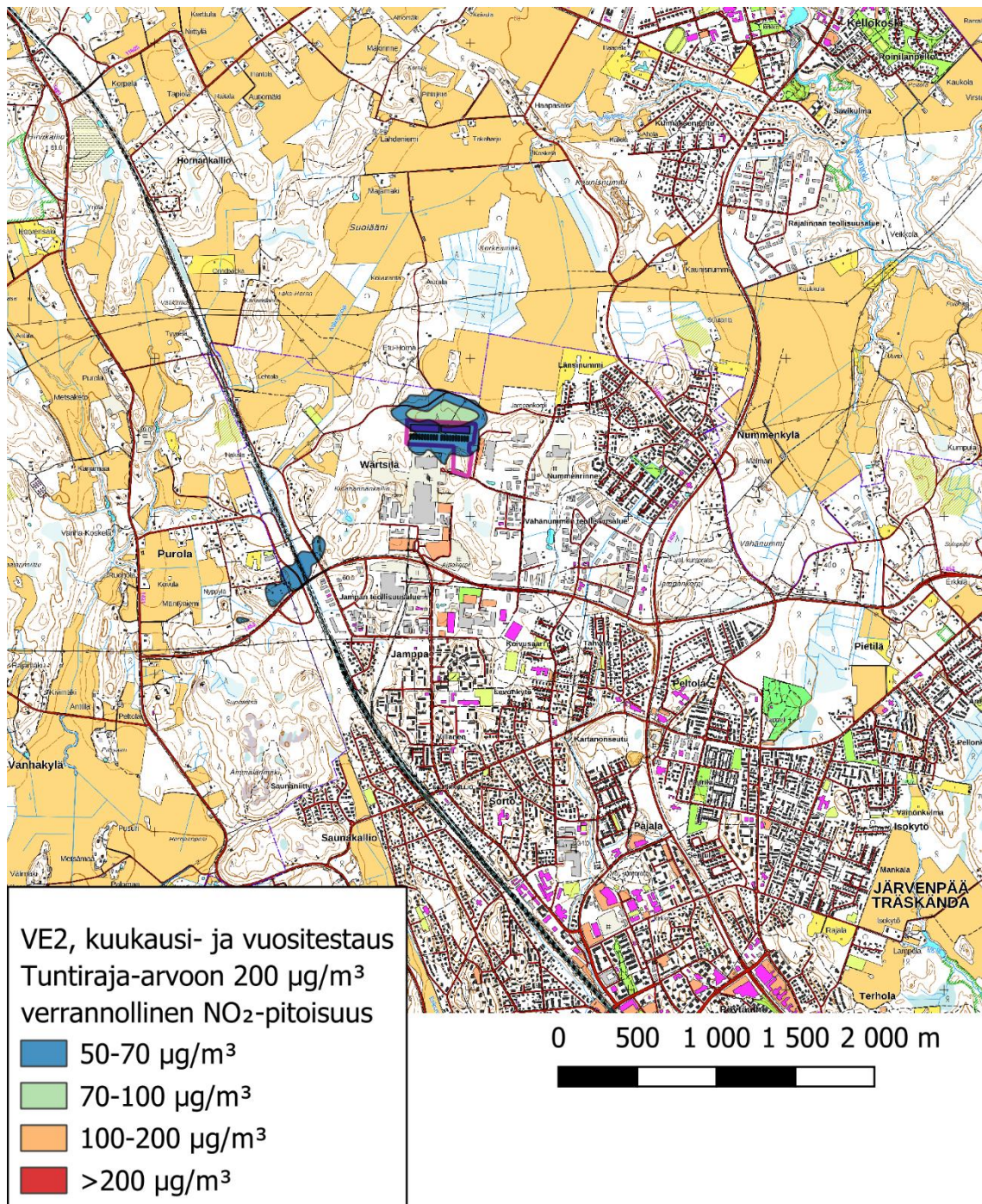
Kuva 9. 24 h sähkökatkotilanteen aiheuttamat  $\text{NO}_2$ -pitoisuudet vaihtoehdossa VE1. Uuden EU direktiivin mukainen tuntiraja-arvoon  $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$  verrannollinen pitoisuus.

### 3.2 Vaihtoehto VE2

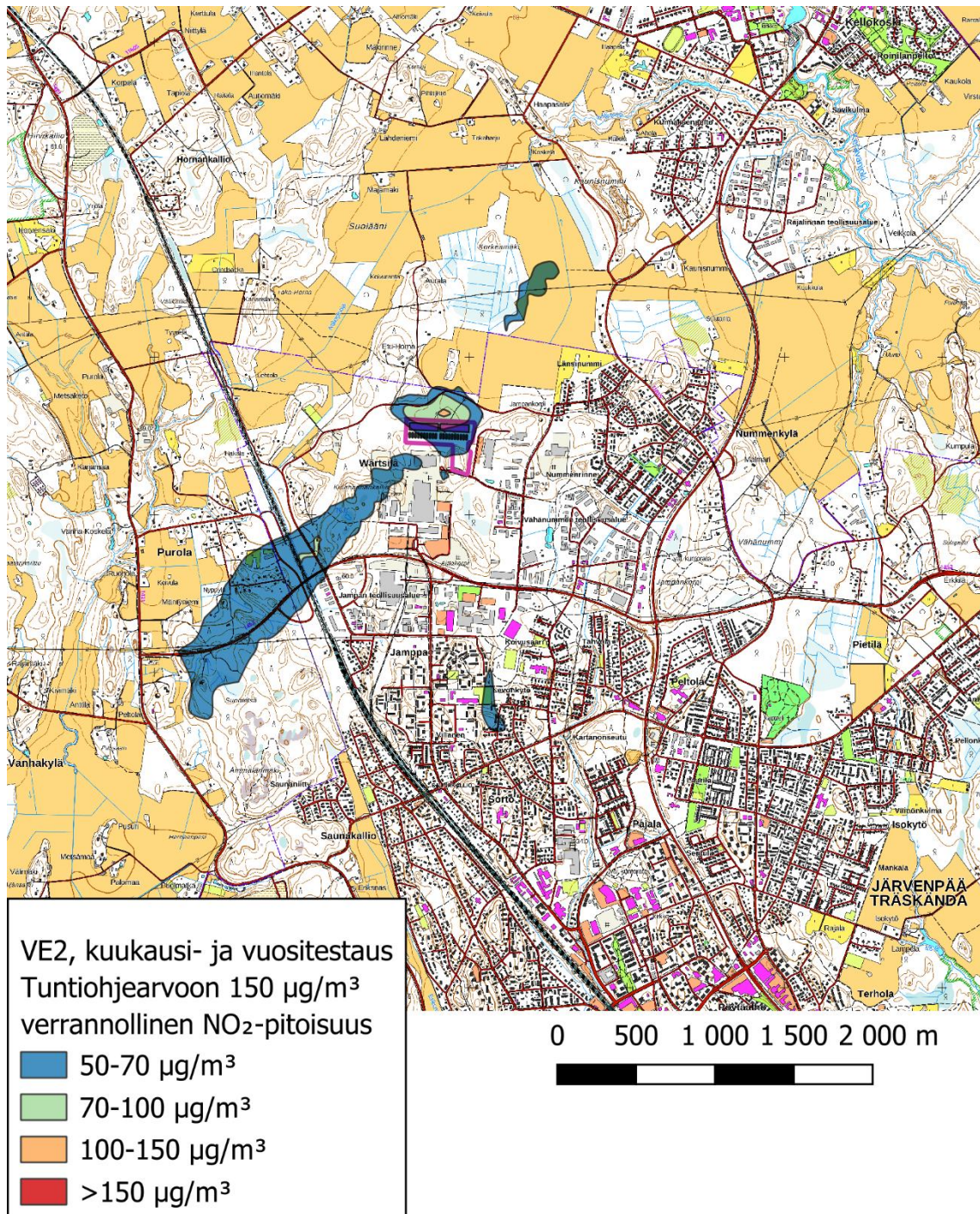
#### 3.2.1 Kuukausi- ja vuositestauksista aiheutuvat päästöt ilmaan



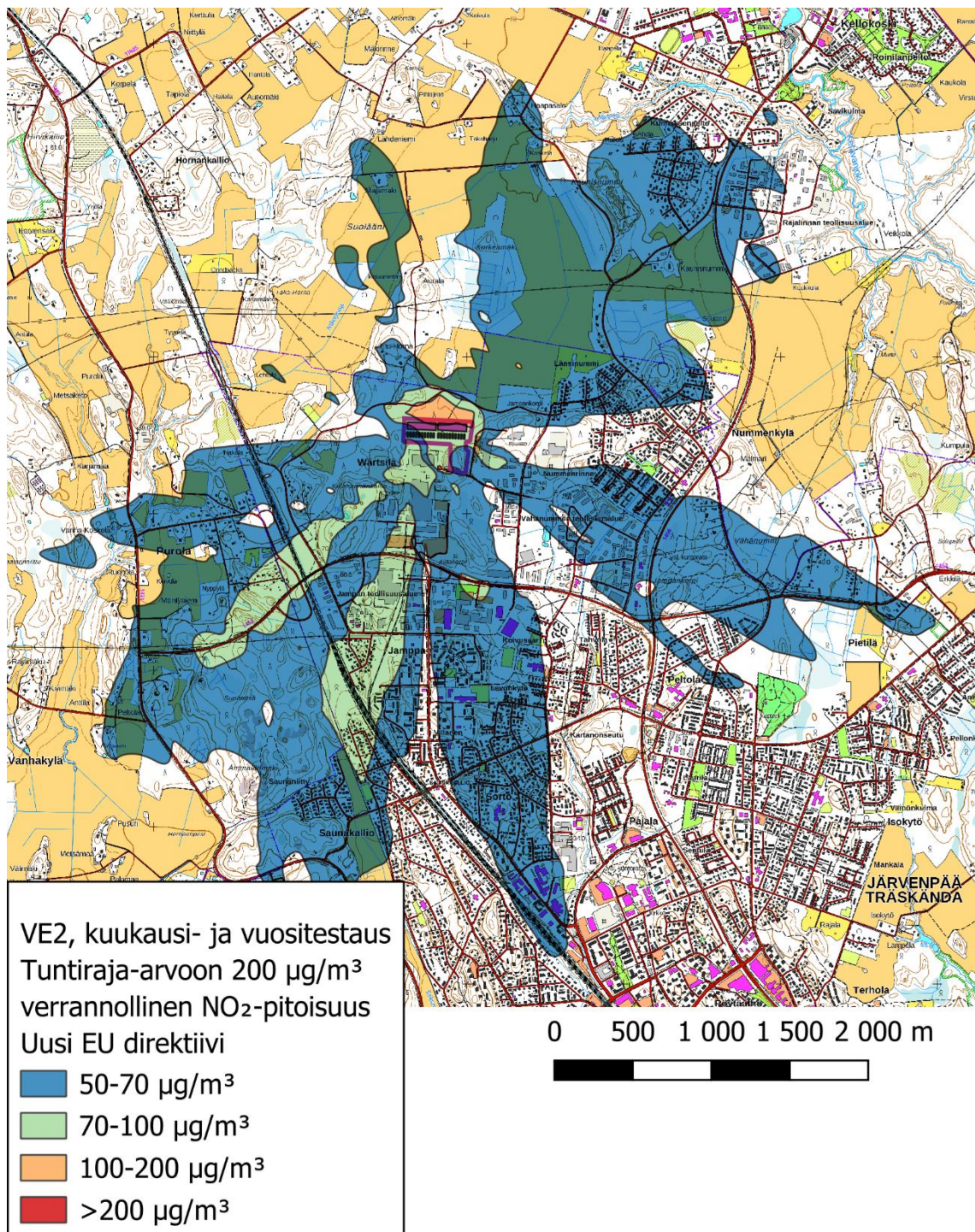
Kuva 10. Kuukausi- ja vuositestauksen aiheuttamat  $\text{NO}_2$ -pitoisuudet vaihtoehdossa VE2. Vuorokausiohjearvoon  $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$  verrannollinen pitoisuus. Mallinnuksessa käytettiin  $\text{NO}_2$ -taustapitoisuutena  $17,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .



Kuva 11. Kuukausi- ja vuositetauksen aiheuttamat  $\text{NO}_2$ -pitoisuudet vaihtoehdossa VE2. Tuntiraja-arvoon  $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$  verrannollinen pitoisuus. Mallinnuksessa käytettiin  $\text{NO}_2$ -taustapitoisuutena  $17,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

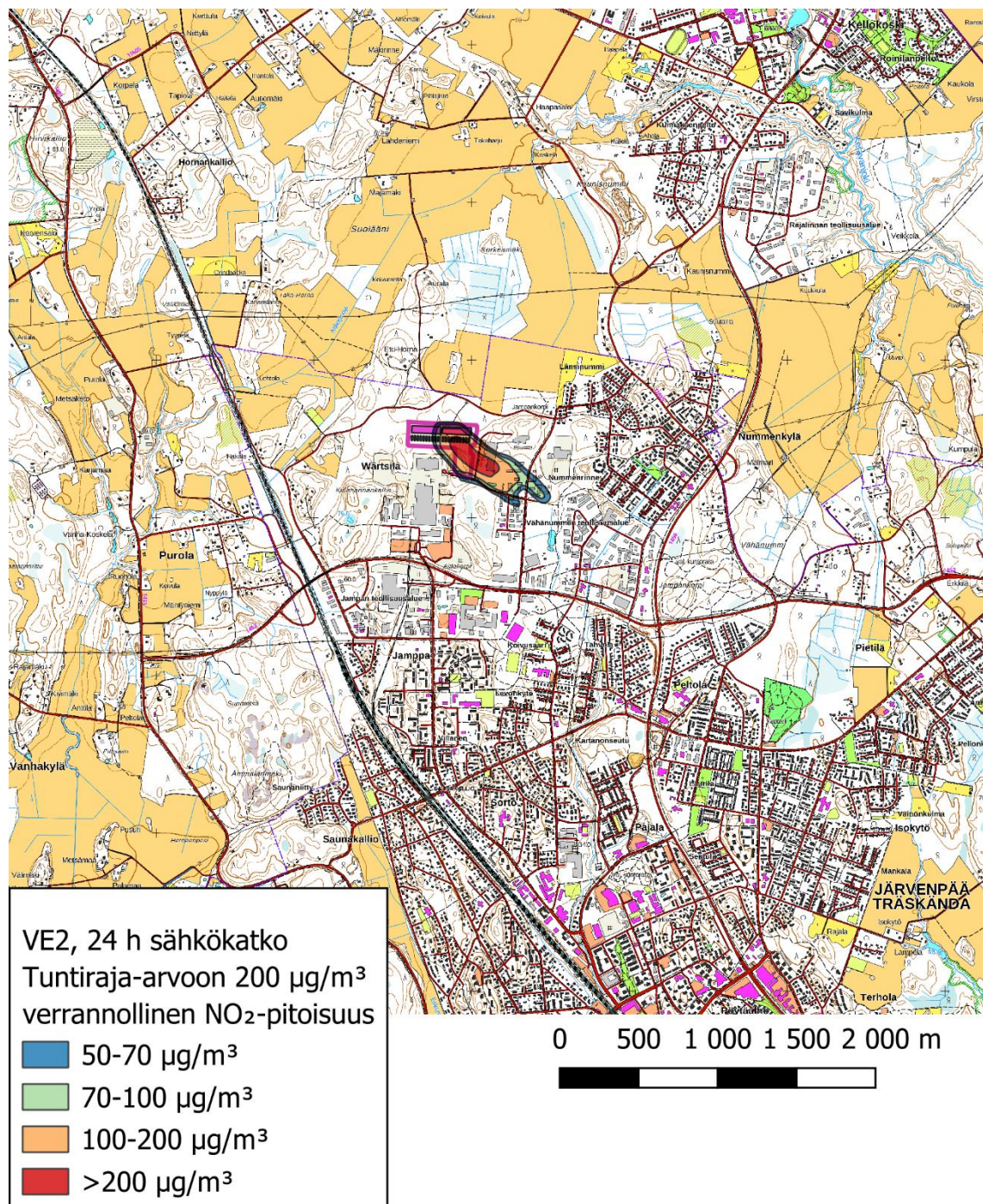


Kuva 12. Kuukausi- ja vuositetauksen aiheuttamat NO<sub>2</sub>-pitoisuuden vaihtoehdossa VE2. Tuntiojearvoon 150 µg/m<sup>3</sup> verrannollinen pitoisuus. Mallinnuksessa käytettiin NO<sub>2</sub>-taustapitoisuutena 17,0 µg/m<sup>3</sup>.

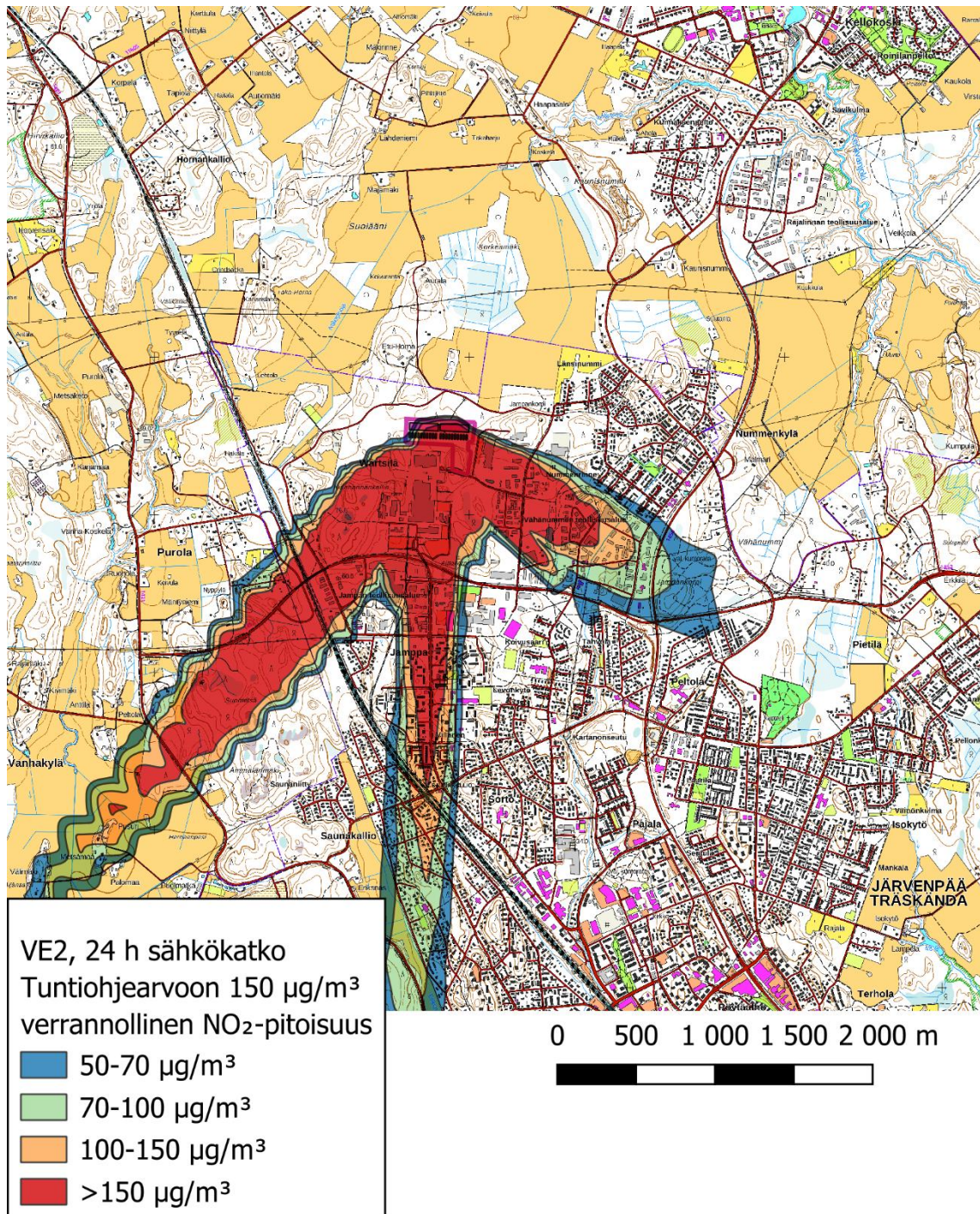


Kuva 13. Kuukausi- ja vuositetauksen aiheuttamat  $\text{NO}_2$ -pitoisuudet vaihtoehdossa VE2. Uuden EU direktiivin mukainen tuntiraja-arvoon  $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$  verrannollinen pitoisuus. Mallinnuksessa käytettiin  $\text{NO}_2$ -taustapitoisuutena  $17,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

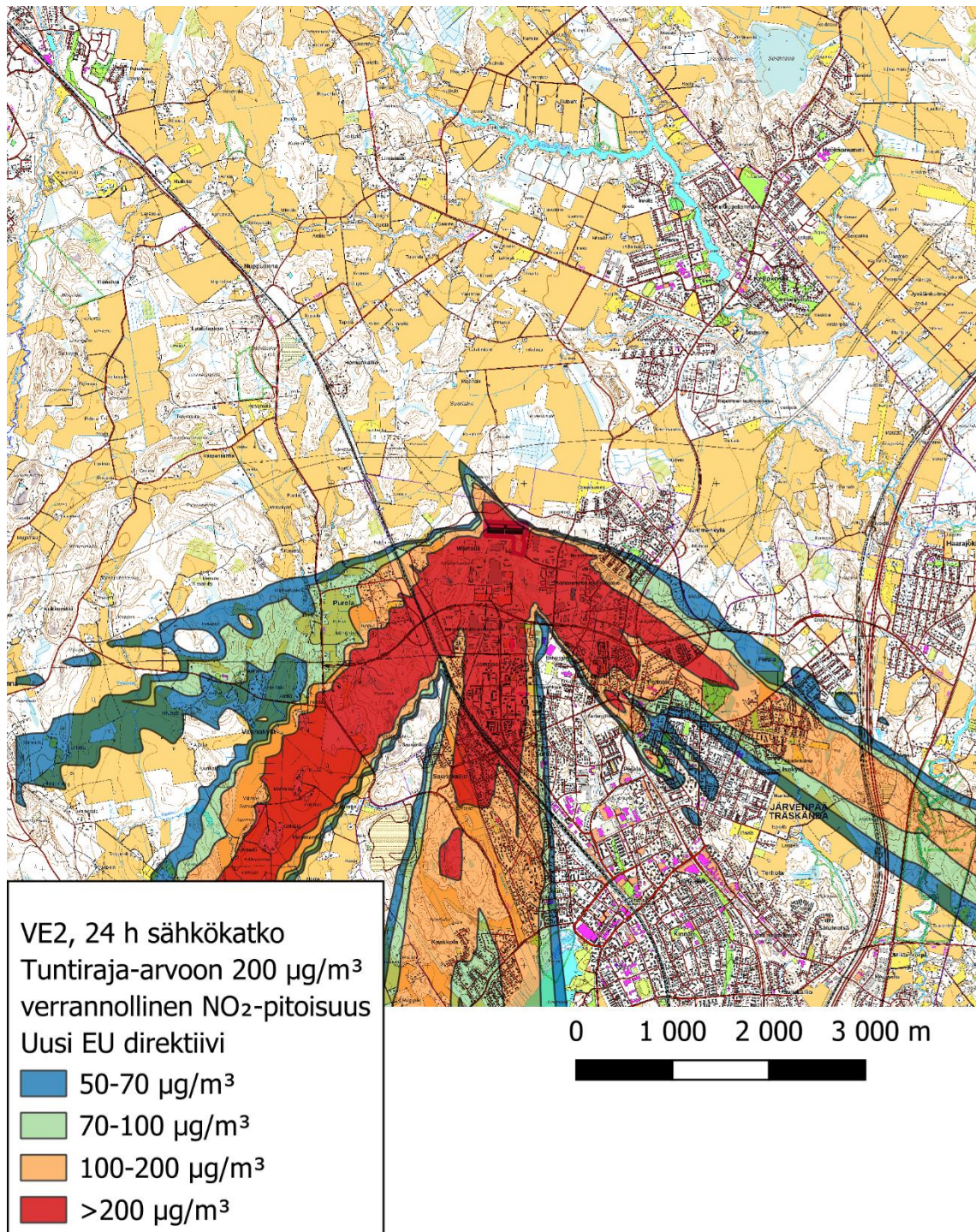
### 3.2.2 Sähkökatkotilanteen aikana muodostuvat päästöt ilmaan



Kuva 14. 24 h sähkökatkotilanteen aiheuttamat  $\text{NO}_2$ -pitoisuudet vaihtoehdossa VE2. Tuntiraja-arvoon  $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$  verrannolliset pitoisuudet. Mallinnuksessa käytettiin  $\text{NO}_2$ -taustapitoisuutena  $17,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .



Kuva 15. 24 h sähkökatkotilanteen aiheuttamat  $\text{NO}_2$ -pitoisuudet vaihtoehdossa VE2. Tuntihjearvoon  $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$  verrannolliset pitoisuudet. Mallinnuksessa käytettiin  $\text{NO}_2$ -taustapitoisuutena  $17,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .



Kuva 16. 24 h sähkökatkotilanteen aiheuttamat  $\text{NO}_2$ -pitoisuudet vaihtoehdossa VE2. Uuden EU direktiivin mukainen tuntiraja-arvoon  $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$  verrannollinen pitoisuus. Mallinnuksessa käytettiin  $\text{NO}_2$ -taustapitoisuutena  $17,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

## 4. Yhteenveto

Tässä työssä tarkasteltiin Järvenpään suunniteltavan datakeskuksen generaattoreiden pakokaasun epäpuhtauksien vaikutusta alueen ilmanlaatuun. Mallinnus tehtiin vaihtoehdoille VE1 ja VE2. Kuukausi- ja vuositestauksen lisäksi tarkasteltiin 24 h sähkökatkotilanne, joka on luokiteltavissa poikkeustilanteeksi eikä siten edusta datakeskuksen normaalitoiminnasta aiheutuvia päästöjä ilmaan. Työssä mallinnetut ilman epäpuhtaudet olivat NO<sub>2</sub> ja PM<sub>10</sub>.

Ilmaan vapautuvat päästöt laskettiin tilaajan toimittamista lähtötiedoista, generaattorin datalehden tiedoista ja generaattoritoimittajalta saaduista tiedoista. 10 % ja 75 % tehojen pakokaasun tilavuusvirtaukset ja lämpötilat laskettiin hyödyntäen käytetyn generaattorityypin 100 % tehoalueen tietoja (Liite 1) ja toisesta vastaavanlaisesta generaattorista saatuja tietoja pakokaasun virtausten ja lämpötilojen suhteista eri tehoalueilla.

Mallinnuksessa oletettiin, että kuukausittain jokaista generaattoria testataan 1 h ajan ja vuosittain 2 h ajan 10 % teholla. Sähkökatkotilanteessa generaattoreiden oletettiin käyvän 24 h ajan niin, että vaihtoehdossa VE1 generaattoreita on 57 kpl ja vaihtoehdossa VE2 74 kpl, joilla tuotetaan datakeskuksen vaatima kokonaistehontarve. Todelliseksi testiajoiksi on suunniteltu jokaiselle generaattorille kuukausittain 20 min ja lisäksi 90 min vuosittain, mutta mallin rajoitteiden takia jouduttiin käyttämään pidempiä käyttöaikoja.

Mallinnuksen mukaan korkeimmat pitoisuudet havaittiin datakeskuksen alueella ja sen läheisyydessä. Saatuja tuloksia verrattiin voimassa oleviin ilman epäpuhtauksien raja-, ohje- ja tavoitearvoihin.

Mallinnuksen mukaan kuukausi- ja vuositestauksen aikana vapautuvien pakokaasun epäpuhtauksien vaikutus alueen ilmanlaatuun on vähäinen. Voimassa olevat ilmanlaadun raja- tai ohjearvot, eivät ole taustapitoisuus huomioiden, vaarassa ylittyä kummallakaan mallinnetulla epäpuhtaudella tai vaihtoehdolla. Uuden EU ilmanlaatudirektiivin mukainen raja-arvo NO<sub>2</sub>-vuosikeskiarvolle on 20 µg/m<sup>3</sup>, joka on vain hieman korkeampi kuin alueen tämänhetkinen NO<sub>2</sub>-vuosikeskiarvo 17 µg/m<sup>3</sup>, jota käytettiin mallinnuksen taustapitoisuutena. Datakeskuksen aiheuttama lisävaikutus NO<sub>2</sub>-vuosikeskiarvoon on pieni, mutta taustapitoisuus huomioon ottaen mallinnetut NO<sub>2</sub>-vuosikeskiarvot ovat uuden EU:n ilmanlaatudirektiivin vuosiraja-arvon tasolla tai vain hieman sen alapuolella.

Sähkökatkotilanteessa NO<sub>2</sub>-tuntiraja-arvo voisi mallinnuksen mukaan ylittyä pienellä alueella datakeskuksen alueella ja sen itäpuolella olevan kiinteistön alueella molemmissa vaihtoehdoissa. Sen sijaan sähkökatkotilanteessa NO<sub>2</sub>-tuntiohjearvo ja uuden EU:n ilmanlaatudirektiivin mukainen tuntiraja-arvo voisivat mallinnuksen mukaan ylittyä selvästi datakeskuksen lähialueilla ja myös kauempana datakeskuksesta molemmissa vaihtoehdoissa. Samoin kuin kuukausi- ja vuositestauksen yhteydessä, on NO<sub>2</sub>-vuosikeskiarvo lähellä uuden EU:n ilmanlaatudirektiivin vuosiraja-arvoa, koska mallinnuksessa käytetty alueen taustapitoisuus (17 µg/m<sup>3</sup>) on lähellä tulevaa raja-arvoa 20 µg/m<sup>3</sup>. PM<sub>10</sub>-pitoisuudet olivat pieniä myös mallinnetuissa sähkökatkotilanteissa.

Sähkökatkojen aikainen generaattoreiden käyttö on poikkeustilanne ja 24 h sähkökatko vaatisi, että sähkön kantaverkko olisi pitkäaikaisesti pois käytöstä. Tällaista tilannetta voidaan pitää hyvin poikkeuksellisena, eikä sen katsota olevan datakeskuksen tavanomaista käyttöä. Kantaverkkoasiakkaille aiheutuu sähkönjakelun keskeytyksiä keskimäärin noin 2–3 minuuttia vuodessa (Fingrid 2026). Todellisissa käyttötilanteissa, joissa datakeskus ei saa tarvitsemaansa sähköä kantaverkosta, datakeskuksen generaattoreita käytetään vain lyhytaikaisesti, esimerkiksi yksittäisiä tunteja vuoden aikana, kunnes sähkönsaanti kantaverkosta normalisoituu. Näillä oletuksella Valtioneuvoston asetuksen (79/2017) tai uuden EU-direktiivin mukaiset raja-arvot eivät ylitä lyhytaikaisessa sähkökatkotilanteessa. Nykyisessä NO<sub>2</sub>-tuntiraja-arvossa sallitaan 18 raja-arvopitoisuuden (200 µg/m<sup>3</sup>) ylitystä vuoden aikana. Näin ollen, jos sähkökatkoja on vuoden aikana korkeintaan 18 tuntia, ei tuntiraja-arvo ylitä. Uudessa EU:n ilmanlaatudirektiivissä NO<sub>2</sub>-tuntiraja-arvo pysyy samana, mutta vuoden aikana sallitaan vain kolme ylitystä. Näin ollen raja-arvo ei ylitä, jos sähkökatkojen aikaista generaattoreiden käyttöä on korkeintaan kolme tuntia.

Poikkeuksellisen pitkää sähkökatkotilannetta lukuun ottamatta datakeskuksen generaattoreista ei mallinnuksen mukaan aiheudu merkittäviä vaikutuksia alueen ilmanlaatuun.

## Viitteet

Fingrid, 2026. Käyttöhäiriöt. Saatavilla:

<https://www.fingrid.fi/sahkomarkkinat/sahkojarjestelman-tila/kayttohairiot/> Viitattu 9.2.2026.

USEPA 2017. Guideline on Air Quality Models. Appendix W, part 51.

<https://www.ecfr.gov/current/title-40/chapter-I/subchapter-C/part-51/appendixAppendix%20W%20to%20Part%205>

Liite 1  
 Generaattorin datalehti



**KD3750**  
 50 Hz. Diesel Generator Set  
 Emission Optimized for Stationary Applications  
 Field conditions 40°C / 400 m

| ENGINE INFORMATION       |   |               |        |
|--------------------------|---|---------------|--------|
| Model:                   | KD83V16A  | Bore:         | 175 mm |
| Type:                    | 4-Cycle, 16-V Cylinder, 4TC   | Stroke:       | 215 mm |
| Aspiration:              | Turbocharged, Intercooler   | Displacement: | 83 L   |
| Compression ratio:       | 16.0 : 1  |               |        |
| Emission Control Device: | Direct Diesel Injection, Engine Control Module, Turbocharger, Charge Air Cooler |               |        |

| EXHAUST EMISSION DATA             | ISO8178 Test Cycles Type D2 |
|-----------------------------------|-----------------------------|
| NO <sub>x</sub> (Nitrogen Oxides) | 7.77 g/kWh                  |
| CO (Carbon Monoxide)              | 1.53 g/kWh                  |
| HC (Hydrocarbons)                 | 0.43 g/kWh                  |
| PM (Particulate Matter)           | 0.14 g/kWh                  |

| POTENTIAL CHANGE in EMISSION                              |       |      |      |      |      |
|---|-------|------|------|------|------|
| Cycle point   | 100%  | 75%  | 50%  | 25%  | 10%  |
| Engine Power [kW]   | 3230  | 2423 | 1615 | 808  | 323  |
| Speed [rpm]   | 1500  | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 |
| Exhaust Gas Flow [kg/h]                                   | 15230 | -    | -    | -    | -    |
| Exhaust Gas Temperature [°C]                              | 550   | -    | -    | -    | -    |
| Exhaust back Pressure [mbar]                              | 10.6  | 12.5 | 8.0  | 5.9  | 2.2  |
| O <sub>2</sub> [%]  | 7.8   | 9.2  | 9.3  | 9.4  | 13.4 |
| NO <sub>x</sub> [g/kWh]                                   | 13.2  | 7.8  | 6.4  | 6.7  | 8.1  |
| CO [g/kWh]  | 0.43  | 0.77 | 1.24 | 4.62 | 2.18 |
| HC [g/kWh]  | 0.23  | 0.29 | 0.41 | 0.73 | 2.00 |
| PM [g/kWh]  | 0.02  | 0.10 | 0.06 | 0.43 | 0.39 |
| CO <sub>2</sub> [g/kWh]                                   | 699   | 771  | 781  | 868  | 1031 |
| NO <sub>x</sub> [mg/Nm <sup>3</sup> ] @5%O <sub>2</sub>   | 4400  | 2450 | 1900 | 1850 | 1850 |
| CO [mg/Nm <sup>3</sup> ] @5%O <sub>2</sub>                | 155   | 250  | 410  | 1315 | 520  |
| HC [mg/Nm <sup>3</sup> ] @5%O <sub>2</sub>                | 75    | 85   | 120  | 195  | 435  |
| PM [mg/Nm <sup>3</sup> ] @5%O <sub>2</sub>                | 5     | 30   | 25   | 150  | 25   |
| CH <sub>2</sub> O [mg/Nm <sup>3</sup> ] @5%O <sub>2</sub> | 20    | 25   | 30   | 50   | 50   |

| TEST METHODS AND CONDITIONS   |
|---|
| <p>Test Methods:<br/>                     Steady-State emissions recorded per ISO8178-1 during operation at rated engine speed (+/-2%) and stated constant load (+/-2%) with engine temperatures, pressures and emission rated stabilized.</p>  |
| <p>Fuel Specification:<br/>                     EN590 Diesel Fuel OR EN15940 HVO100 Renewable Fuel</p>  |
| <p>Reference Conditions:<br/>                     40 °C (104 °F) Air Inlet Temperature, 40 °C (104 °F) Fuel Inlet Temperature, 95.2 kPa (28.12 in Hg) Barometric Pressure; 10.7 g/kg (75 grains H<sub>2</sub>O/lb.) adjusted to dry conditions; Intake Restriction set to maximum allowable limit for clean filter; Exhaust Back pressure set to maximum allowable limit.</p> |
| <p>Data was taken from a single engine test according to the test methods, fuel specification and reference conditions stated above and is subjected to instrumentation and engine-to-engine variability. Tests conducted with alternate test methods, instrumentation, fuel or reference conditions can yield different results.</p>   |
| <p>Data and specifications subject to change without notice.</p>  |