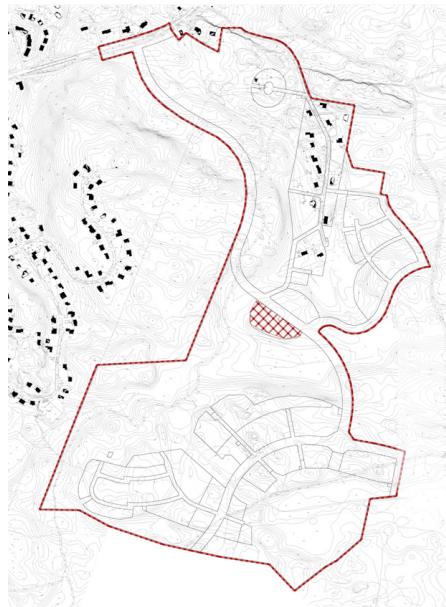


Tampereen kaupunki

Kaupunkiympäristön kehittäminen



**ID 1 966 196**

## OJALA - SIIRRETTÄVÄN KALLIOAINEKSEN MURSKAUS- JA SEULONTALAITOKSEN ILMANLAATUVAIKUTUKSET OJALAN ASEMAKAAVALUONNOS 8637, TAMPERE

## TIIVISTELMÄ

---

Ojalan alueen kehittämissuunnitelmissa (kaava-alue 8637) alueen halki rakennetaan Mossin puistotie. Tien rakentamisessa hyödynnetään alueelle suunniteltujen asuinalueiden kalliopohjan louhetta. Tien rakentamisvaiheessa alueelle on suunniteltu sijoittaa siirrettävä kallioaineksen murskaus- ja louhintalaitos.

Työssä (ID 1 966 196) selvitettiin murskaus- ja seulptalaitoksen ilmanlaatuvaikutuksia Ojalan suunnittelualueella ja lähiympäristössä. Laitoksen vuosituotanto oli alustavasti 80 000 t/a ja maksimipäivätuotanto 750 t/a. Pölynvähennystoimina oli huomioitu materiaalin kostutusta murskausvaiheessa, sekä mm. osittaista seulan ja kuljettimen kotelointia. Myös tiealueiden kastelu vähensi työmaateiden pölyämistä. Murskaus- ja seulptatoiminnan operatiiviset päästöt muodostivat suurimman osan pölypäästöistä ja ne perustuivat murskattavan materiaalin kokonaismäärään ja läpimenoon.

Hiukkasten aluejakaumakuvat on tehty kahdella eri louhintalinja-vaihtoehdolla, louhinnan sijoittuminen alueen eteläosaan (S) tai koillisosaan (NE). Aluejakaumakuvat on esitetty Liitteissä 3-4.

Laitoksen ja työmaaliikenteen päästöarvion ja ilmanlaatuvaikutusten mallinnusten mukaan murskaus- ja seulptalaitoksen vuorokauden maksimituotantoon perustuva voimakkain vaikutusalue ulottuu noin 100 m koilliseen ja 150 m etelälounaaseen laitosalueen rajasta. Tällä alueella PM<sub>10</sub>-hiukkasten vuorokausiohjearvo 70 µg/m<sup>3</sup> ylittyi. Pienhiukkasten WHO:n vrk-ohjearvo 25 µg/m<sup>3</sup> ylittyi vastaavasti n. 60 m koilliseen ja 100 m etelälounaaseen. Alueella ei ole lähiasutusta.

Ojalan nykyinen asutus sijaitsee laitoksesta koilliseen, lähimmät asuintalot ovat n. 200 m päässä murskauslaitoksesta. PM<sub>10</sub>-vrk-pitoisuudet ovat lähimpien asuintalojen kohdalla korkeimmillaan 44 µgPM<sub>10</sub>/m<sup>3</sup> (63 % vrk-ohjearvosta). Kumpulan asuinalueella lähimmät asuintalot sijaitsevat noin 350-400 metrin etäisyydellä suunnitellusta laitosalueesta länteen. Siellä hengitettävien hiukkasten korkeimmat vuorokausipitoisuudet ovat 30 µgPM<sub>10</sub>/m<sup>3</sup> (43 % vrk-ohjearvosta). Tiepohjilla vuorokausipitoisuudet ovat korkeimmillaan 60-70 µg PM<sub>10</sub>/m<sup>3</sup>. Liikenteen vaikutus rajoittuu rakennettavien tiepohjien lähialueille.

Ojalan kylän alueella lähimpien asuintalojen kohdalla PM<sub>2.5</sub>-hiukkasten vuorokausipitoisuudet työmaan aikana voivat olla 12 µgPM<sub>2.5</sub>/m<sup>3</sup> (48 % WHO:n vuorokausiohjearvosta). Kumpulan asuinalueen reunassa lännessä murskaustoiminnasta aiheutuvat pienhiukkasten korkeimmat vuorokausipitoisuudet voivat olla 9 µgPM<sub>2.5</sub>/m<sup>3</sup> (36 % WHO:n vrk-ohjearvosta). Hiukkasten vuosipitoisuudet jäivät lähialueella alhaisiksi ja laitoksen vaikutus näkyi hiukkasten vuosipitoisuuksissa lähinnä laitosalueella ja lähiteillä. Mallinuksissa on huomioitu alueellinen taustapitoisuus.

Ilmanlaatumallinnuksen perusteella suositellaan seuraavaa:

- Ilmanlaadun vaikutusarvion mukaan alueelle on mahdollista sijoittaa siirrettävä murskaus- ja seulptalaitos Ojalan alueen rakennusvaiheessa. Ilmanlaadun ohjearvot eivät ylitä nykyisen Ojalan kylän asuintalojen tai Kumpulan asuinalueen kohdalla. Mallinnusta on tarvittaessa mahdollista tarkentaa laitostoteutuksen tarkemman suunnittelutiedon mukaisesti.
- Laitostoteutuksessa erityistä huomiota on kiinnitettävä pölypäästöjen vähennystoimiin. Murskattavan materiaalin kostuteen tai kasteluun, pölynkeräysmenetelmiin mm. seulptonassa pölynsuodattimiin sekä kuljettimien kattamiseen tai pölysuotimiin. Edelleen laitosalueen maanpinnan ja tiealueiden pölypäästöjen vähennystoimiin, kuten kasteluun tulee varata riittävästi kapasiteettia kuivina aikoina.
- Jos laitosalueelle rakennetaan esim. meluvalleja, voi matalahko esim. n. 4-5 m:n korkea meluvalli vähentää karkeamman pölyn leviämistä ja viihtyvyyshaittaa, mutta pienempien hiukkasten leviämiseen sillä on matalana rakennelmana suhteellisen pieni vaikutus. Myös nykyinen metsäalue sitoo hiukkasia.
- Tarvittaessa murskeesta tulisi määrittää ns. hienoaines eli silttipitoisuus, mikä vaikuttaa materiaalin pölyämiseen ja hiukkaspäästöihin. Lisäksi kalliolineksen arseenipitoisuus tulisi määrittää. Ulkoilman arseenipitoisuudelle on olemassa terveysperusteinen vuosipitoisuuden tavoitearvo 6 ngAs/m<sup>3</sup>. (VNA 113/2017, Valtioneuvoston asetus ilmassa olevasta arseenista, kadmiumista elohopeasta, nikkelistä ja polysyklisistä aromaattisista hiilivedyistä, 16.2.2017)

## Sisältö

---

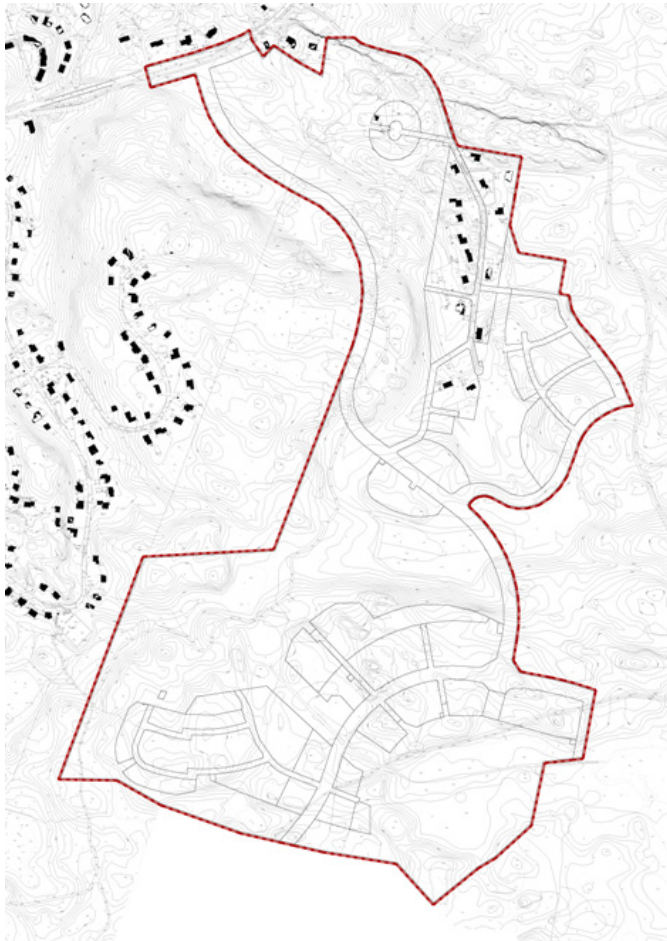
|  |    |
|--|----|
| TIIVISTELMÄ.....   | 1  |
| 1. Johdanto .....  | 3  |
| 2. Lähtötiedot mallinnuksessa .....  | 4  |
| 2.1 Mallinnusohjelma ja meteorologia.....                                    | 4  |
| 2.2 Murskaus- ja seulontalaitoksen päästöt.....                              | 4  |
| 2.3 Työmaaliikenteen päästöt .....   | 6  |
| 3. Ilmanlaadun ohje- ja raja-arvot .....                                     | 6  |
| 3.1 Ilman epäpuhtauksien terveysvaikutuksista .....                          | 7  |
| 4. Tulokset .....  | 8  |
| 4.1 PM <sub>10</sub> -hiukkasten pitoisuudet.....                            | 8  |
| 4.2 PM <sub>2,5</sub> hiukkasten pitoisuudet .....                           | 8  |
| 5. Johtopäätökset ja suositukset .....                                       | 9  |
| 5.1 Suositukset.....   | 9  |
| 6. Mallinnuksen kokonaisepävarmuuteen vaikuttavat tekijät .....              | 10 |
| <br>   |    |
| LIITE 1. AERMOD-leviämismalli .....  | 11 |
| LIITE 2. Ilmanlaadun vertailuarvoja.....                                     | 13 |
| LIITE 3. PM <sub>10</sub> -hiukkasten vuorokausi- ja vuosipitoisuudet.....   | 14 |
| LIITE 4. PM <sub>2,5</sub> -hiukkasten vuorokausi- ja vuosipitoisuudet ..... | 16 |

COPYRIGHTS 2017©ENWIN OY

## 1. Johdanto

---

Ojalan suunnittelualue (8637) sijaitsee Koillis-Tampereella, Kangasalan rajalla, Kumpulan asuntoalueen itäpuolella ja se on laajuudeltaan noin 80 ha. Suunnittelualue käsittää Ojalan kylän ja sen viereistä metsäaluetta. Alueella ei ole voimassa olevaa asemakaavaa. Ojala suunnitellaan ja rakennetaan samanaikaisesti Kangasalan puolella olevan Lamminrahkan alueen kanssa.



Kuva 1. Suunnittelualue koillis-Tampereella Kumpulan alueen itäpuolella. Kuvassa alueen rajaus, olemassa olevat rakennukset ja uudet tie- ja tonttilinjaukset. (Lähde: Tampereen kaupunki)

Tässä työssä arvioidaan alustavasti Ojalan alueelle rakennusvaiheessa sijoitettavan siirrettävän kallioaineksen murskaus- ja seulontalaitoksen sekä sen työmaaliikenteen ilmanlaatuvaikutuksia lähialueen nykyiselle asutukselle (ilmanlaatuselvitys **ID 1 966 196**). Ojalan uuden asemakaavaluonnoksen mukaan alueelle rakennetaan ns. kokoojakatu (Mossin Puistokatu), joka rakennettaisiin alueelta louhittavasta kallioaineksestä. Suunnitellun Mossin Puistokadun varteen likimain keskelle suunnittelualueutta sijoitettaisiin työmaan ajaksi siirrettävä murskaus- ja seulontalaitos.

Murskaus- ja seulontalaitoksen sekä työmaaliikenteen päästöt on arvioitu murskeen vuosituotannolla 80 000 t/a, josta maksimipäivätuotanto olisi 750 t/a. Ilmanlaatumallinnuksessa on mallinnettu hengitettävät halkaisijaltaan alle 10 µm:n hiukkaset (PM<sub>10</sub>) sekä pienhiukkaset (PM<sub>2,5</sub>), joiden kokoluokka on alle 2.5 µm. Päästöarviot ja ilmanlaatumallinnuksen on tehnyt Enwin Oy, Ari Tamminen ja Tarja Tamminen.

## 2. Lähtötiedot mallinnuksessa

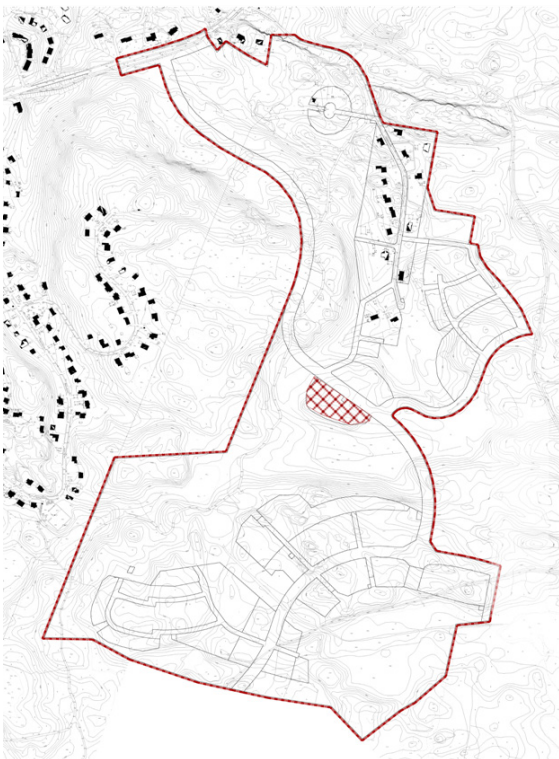
---

### 2.1 Mallinnusohjelma ja meteorologia

Tässä ilmanlaatuselvityksessä ilman epäpuhtauksien pitoisuudet on mallinnettu käyttäen AERMOD-leviämismallinnusohjelmistoa. Sääaineistona on käytetty Tampere-Pirkkalan vuosien 2014-2016 tuntisääaineistoa ja vertikaalisia tuulen ja lämpötilan luotaustietoja samoilta vuosilta Jokioisista. Malliohjelman yleistiedot ja sääaineiston tuuliruusu on esitetty **Liitteessä 1**.

### 2.2 Murskaus- ja seulontalaitoksen päästöt

Siirrettävä murskaus- ja seulontalaitos sijoittuisi alueen keskelle (Kuva 2). Laitoksen tuotanto on alustavasti arvioitu seuraavasti: vuosituotanto 80 000 t/a, maksimi vuorokausituotanto 750 t/a, keskimääräinen vrk-tuotanto n. 360 t/a, jos työpäiviä olisi 220 vrk /vuosi. Työaika on arvioitu sijoittuvan klo 6-22 välille (2-vuorotyö).



Kuva 2. Rakennusaikaisen siirrettävän murskaus- ja seulontalaitoksen sijainti suunnittelualueen keskellä.

Ojalan kallioaineksen murskaus- ja seulontalaitoksen sekä varastointitoimintojen hiukaspäästöjä laskettaessa jouduttiin osa lähtötiedoista arvioimaan, koska tarkempaa laitteistokuvausta ei ole käytettävissä, mm. käytettävät pölyntorjuntamenetelmät. Siirrettävän murskaus- ja seulontalaitoksen pölypäästöjen laskenta kokoluokittain (PM<sub>10</sub> ja PM<sub>2,5</sub>) perustuu ulkomaisiin louhinta- ja murskaustoiminnan sekä kasapäästöjen päästökertoimiin ja päästölaskentaohjeisiin.

Kallion räjäytystä edeltävä kallion räjäytysreikien porauspöly oletetaan kerättävän talteen porausvaunuun liitettävällä pölynkeräysjärjestelmällä / vesihuutelulla. Itse räjäytuspöly on lyhytaikainen pölypäästö, jonka määrä riippuu räjäytettävän rintausten koosta. Louhittavan kallion päällä olevan humuskerroksen siirtämisen pölypäästöjä ei arvioitu, koska ko. toiminto kestää lyhyen aikaa eikä siihen ole varsinaisia päästökertoimia käytettävissä. Tästä työvaiheesta aiheutuu pääasiassa kuorma-autoliikennettä, mikä on huomioitu kuitenkin mallissa vastaavasti louheen – ja murskeenkuljetuksena. Louhinnan operatiiviset päästöt koskevat louheen lastauksesta aiheutuvia pölypäästöjä (louheen kuormaus), jotka on arvioitu työmaaliikenteen päästölaskennassa (kohta 2.3).

Murskaus- ja seulontalaitoksen päästöt perustuvat murskauksen pölypäästöihin (primary, secondary, tertiary crushing) sekä seulonnan ja kuljettimen pölypäästöihin. Jokaisessa vaiheessa arvioidaan myös käytettävä pölynvähennystekniikka. Tässä laitoksessa pölynvähennyksenä on käytetty murskattavan materiaalin kastelua, seulan osittaista kotelointia sekä esim. katettua kuljetinta. Laitoksen pölynvähennystoimien tietojen tarkentuessa on mahdollista arvioida lisää erilaisten vähennysmenetelmien vaikutusta pölypäästöön. Murskaus- ja seulontatoiminnan operatiiviset päästöt muodostavat suurimman osan pölypäästöistä ja ne perustuvat murskattavan materiaalin kokonaismäärään ja läpimenoon. Operatiiviset päästöt liittyvät materiaalin siirtelyyn murskauslaitoksen alueella.

Varastokasojen tuulieroosiossa huomioidaan mm. hiukkaskokoon liittyvä kerroin, sadepäivien lukumäärä vuodessa Tampereella, keskimääräinen silttisäilytys % (tässä käytetty 6 %, materiaalin hienojakoinen osa), tuulen nopeus ja kasan pinta-ala. Tällä laitoksella arvioitiin murskeen varastointitarve melko pieneksi, koska samanaikaisesti rakennetaan tietä, johon mursketta on tarkoitus käyttää.

Murskeen maksimipäivätuotannoksi on arvioitu 750 t/vrk, jolloin maksimivuorokausipäästö olisi 8.1 kgPM<sub>10</sub>/vrk ja 1.7 kgPM<sub>2.5</sub>/vrk. Maksimipäivätuotantoa on käytetty laskettaessa hiukkaspitoisuuksien korkeimpia ilmanlaadun vuorokausiohjearvoihin verrannollisia pitoisuuksia lähiympäristössä. Vuosipitoisuuksia laskettaessa on käytetty lähtötietona vuosituotantoa 80 000 t/a ja siitä laskettua hiukkaspäästöä (Taulukko 1). Tuulieroosio on pieni ja sen laskennassa on käytetty vain pientä kuusi metriä korkeaa kasavarastoa (pinta-ala 625 m<sup>2</sup>). Murske on arvioitu kuljetettavan likimain suoraan tiepohjalle ilman välivarastoa.

| <b>Taulukko 1. Louhinnan, murskauksen ja varastoinnin arvioidut hiukkaspäästöt (PM<sub>10</sub> ja PM<sub>2.5</sub>).</b> |                       |                               |                                |
|---|-----------------------|-------------------------------|--------------------------------|
| <b>Toiminta</b>   | <b>Tuotanto (t/a)</b> | <b>PM<sub>10</sub> (kg/a)</b> | <b>PM<sub>2.5</sub> (kg/a)</b> |
| <b>Kalliomurskaus- ja seulontalaitos*</b>   | 80 000                | 860                           | 185                            |
| <b>Varastointi, tuulieroosio, n.625 m<sup>2</sup></b>   | n. 1000 itr           | 86                            | 34                             |
| *suurin osa päästöstä materiaalin siirtelystä (loading and unloading)   |                       |                               |                                |

Murskaus- ja seulontalaitoksen PM<sub>10</sub>-hiukkasten päästöistä n. 30 % tulee itse laitoksen päästöistä ja suurin osa, n. 70 % aktiveettipäästöistä eli tavarantoimen siirtelystä vaiheesta toiseen. Sen sijaan pienhiukkasten (PM<sub>2.5</sub>) jakauma on n. 50/50 laitos- ja aktiveettipäästöjen välillä. Laitoksen päästöistä seulonnan muodostuu isoin osa hiukkaspäästöistä.

## 2.3 Työmaaliikenteen päästöt

Työmaaliikenteen päästöt arvioitiin louheen ja murskeen kuljetuksen päästöinä tiepohjilla. Kuorma-autojen määrä saatiin jakamalla maksimivuorokausituotanto kuorma-auton kantavuudella (n. 19 t, n. 40 ajon/vrk → 750 t/vrk). Louhetta kuljetetaan murskauslaitokselle ja sama määrä autoja vie valmista mursketta eteenpäin tienpohjan rakennusaineeksi. Lisäksi ajoneuvojen määrä kaksinkertaistuu, kun kuorma-auto kulkee sekä täytenä että tyhjänä tiepohjilla.

Työmaakoneiden ja kuorma-autojen pienhiukkasten (**PM<sub>2.5</sub>**) yksikköpäästöjä laskettaessa lähtötietoina käytettiin VTT:n työmaakoneiden päästökertoimia /2017 LIISA- laskentajärjestelmä (<http://vtt.lipasto.fi>). Päällystämättömien työmaateiden pöly tienpinnasta irtoavan pölyn (ns. resuspensio) eli PM<sub>10</sub>- ja PM<sub>2.5</sub> hiukkasten päästöarvio perustuu US EPA:n ja kanadalaisten käyttämiin työmaateiden päästökertoimiin. Työmaateiden päästövähennyskeinona on huomioitu kastelua yli 2 kertaa päivässä eli 1-2 kertaa työvuorossa. Päästöarvio on poutapäivien päästöarvio. Sadepäivät vähentävät vuotuista kokonaispäästöä.

| Taulukko 2. Ojala – Työmaaliikenteen arvioidut hiukkas päästöt (PM <sub>10</sub> ja PM <sub>2.5</sub> ). |                  |                            |                             |
|--|------------------|----------------------------|-----------------------------|
| OJALA  | max ajon/arkivrk | PM <sub>10</sub> kg/km/vrk | PM <sub>2.5</sub> kg/km/vrk |
| Louhintalinja S tai NE   | 80               | 19                         | 1.9                         |
| Uusi tiepohja / Mossin Puistokatu  | 80               | 19                         | 1.9                         |

Louhintalinja S tai NE tarkoittaa pitoisuuksien aluejakaumakuviissa (Liitteet 3-4) esitettyjä esimerkkejä louhinnan sijoittumisesta alueen eteläosaan (S) tai koillisosaan (NE). Valmis murske kuljetetaan Mossin puistokadun rakennusaineeksi. Esimerkit antavat kuvan ilman hiukkaspitoisuuksista ja liikenteen vaikutuksista ilmanlaatuun ns. worst case -päivinä.

Näkyvää pölyämistä (karkeampaa yli 10 µm:n hiukkaskoko) muodostuu myös sekä liikenteestä että murskaustoiminnasta. Sen vaikutus jää kuitenkin lähelle päästölähdettä ollen pääosin esteettinen viihtyvyshaitta työmaan aikana.

## 3. Ilmanlaadun ohje- ja raja-arvot

Ilmanlaadun vertailuarvoja ovat ns. ilmanlaadun raja-arvot (yhteiset EU:n alueella, VNA 79/2017) ja kansalliset vain Suomessa voimassa olevat ilmanlaadun ohjearvot (VNp 480/1996). Lisäksi Maailman terveysjärjestö WHO on antanut mm. terveysperusteiset vuorokausi- ja vuosipitoisuuden ohjearvot mm. pienhiukkasille (<2.5 µm:n hiukkaskoko). Ilmanlaadun vertailuarvot on esitetty **Liitteessä 1**.

**Kansalliset ohjearvot** on otettava huomioon mm. alueidenkäytön, kaavoituksen, rakentamisen ja liikenteen suunnittelussa. Tavoitteena on, että suunnittelun avulla ohjearvojen ylittyminen estetään ennakoitua. Lyhytaikaispitoisuuksien (tunti ja vrk) ohjearvot on annettu ensisijaisesti terveydellisiin perusteisiin. Ohjearvojen asettamisessa on pyritty ottamaan huomioon muun muassa ilman epäpuhtauksien vaikutukset herkkiin väestöryhmiin, kuten lapsiin, vanhuksiin ja hengityselinsairaisiin. VNp 480/1996

**EU:n yhteiset raja-arvot** määrittelevät suurimmat hyväksyttävät ilman epäpuhtauksien pitoisuudet, joita ei saa ylittää. Raja-arvot on pääosin annettu terveyshaittojen ehkäisemiseksi alueilla, joissa asuu tai oleskelee ihmisiä. Kasvillisuuden ja ekosysteemin suojelemiseksi on annettu ns. kriittiset arvot (vuosipitoisuudet) typenoksideille ja rikkidioksidille. Raja-arvojen ylittyessä viranomaisten tulee ryhtyä toimenpiteisiin pitoisuuksien alentamiseksi. VNA 79/2017

Hiukkasille ei ole annettu lyhytaikaisia esim. tuntipitoisuuden ohje- tai raja-arvoja vaan merkittäviä terveysvaikutuksia ilmenee yleensä vasta pitempiaikaisesta altistuksesta.

## 3.1 Ilman epäpuhtauksien terveysvaikutuksista

Liikenne on merkittävä ilmanlaatuun vaikuttava tekijä taajamissa. Alueidenkäytön suunnittelussa tulee huomioida ilmanlaatuasiat ja pyrkiä vähentämään ihmisten pitkäaikaista altistusta mm. liikenteen päästöille myös suunnittelun keinoin. Liikenteen pakokaasupäästöjä pidetään haitallisina ihmisten terveydelle, erityisesti siksi, että ne muodostuvat matalalla ja purkautuvat suoraan hengityskorkeudelle. Hiukkaspäästöjen lisäksi muita kaupunki-ilman liikenneperäisiä ja suurina pitoisuuksina myös terveydelle haitallisia epäpuhtauksia ovat mm. typenoksidit ( $\text{NO}_x = \text{NO}$  ja  $\text{NO}_2$ ), joista typpidioksidi on typpimonoksidia haitallisempaa. Esimerkiksi henkilöautojen sähköistuminen tulevaisuudessa tulee vähentämään typpidioksidin pitoisuuksia ja haittoja.

Ulkoilman hiukkaspitoisuudet ovat yksi ilman epäpuhtauspitoisuuksista, joilla on merkitystä paitsi ihmisten viihtyvyyteen (karkeimmat hiukkaset) myös terveyteen (pienemmät hiukkaset). Hiukkasten haitallisuus riippuu paitsi hiukkasten koosta ja muista fysikaalisista ominaisuuksista myös kemiallisesta koostumuksesta; orgaanisesta ja epäorgaanisesta aineksesta. Yhdyskuntailman hiukkaset muodostuvat mm. sulfaateista, nitraateista, ammoniakista, mustasta hiilestä ja mineraalipölystä. Niissä on yleensä vähemmän esim. raskasmetalleja kuin teollisuusperäisissä hiukkasissa.

Suuret näkyvät pölyhiukkaset vaikuttavat erityisesti viihtyvyyteen ja aiheuttavat näkyvää likaantumista. Niiden terveysvaikutukset jäävät vähäisiksi, koska ne eivät pääse pitkälle ihmisen hengityselimissä. Myös ns. hengitettävistä hiukkasista ( $\text{PM}_{10}$ ,  $< 10 \mu\text{m}$  hiukkaskoko) kokoluokan suurimmat hiukkaset jäävät yleensä ylempiin hengitysteihin ja ovat siten vähemmän haitallisia kuin pienemmät hiukkaset.  $\text{PM}_{10}$ -hiukkaset ovat pääosin peräisin katupölystä (renkaat, jarrut ja liukkaudentorjunta, tien pinnan kuluminen). Ne voivat myös aiheuttaa ylempien hengitysteiden sairauksia, sekä erilaisten hengityselinsairauksien mm. astman pahenemista esim. kevätpölyaikaan.  $\text{PM}_{10}$ -hiukkasissa on mukana myös kokoluokaltaan pienempiä hiukkasia. Terveydelle haitallisempi hiukkasfraktio ns.  $\text{PM}_{2.5}$  hiukkaset kuuluvat osana  $\text{PM}_{10}$ -hiukkasiin.

Pahimmat terveyshaitat liittyvät erityisesti pienhiukkasiin ( $\text{PM}_{2.5} < 2.5 \mu\text{m}$ :n kokoluokka), joista osa voi päätyä hengitysilman mukana syväälle keuhkoihin aina keuhkorakkuloihin saakka. Ne voivat lisätä sairastuvuutta akuutteihin tai kroonisiin tauteihin, kuten hengityselinsairauksiin sekä sydän- ja verisuonitauteihin. Pienhiukkasten osalta täysin haitatonta kynnyspitoisuutta ei ole voitu osoittaa. Tutkimukset ovat osoittaneet, että ihmisten kuolleisuus korreloi kaupunki-ilman pienhiukkaspitoisuuksien kanssa<sup>1</sup>.

Liikenteen ja teollisuuden lisäksi myös pienpoltto pientaloalueilla sekä kaukokulkeuma aiheuttavat merkittävän osan alueellisista episodimaisista pienhiukkaspitoisuuksista.

<sup>1</sup> ESCAPE - European Study of Cohorts for Air Pollution Effects, <http://www.escapeproject.eu/>



## 4. Tulokset

---

**Liitteissä 3-4** on mallinnetut aluejakaumakuvat PM<sub>10</sub>- ja PM<sub>2.5</sub>-hiukkasten vuorokausi- ja vuosipitoisuuksista siirrettävän murskaus- ja seulontalaitoksen ympäristössä Ojalassa. Tuloksissa on huomioitu alueelliset taustapitoisuudet.

### 4.1 PM<sub>10</sub>-hiukkasten pitoisuudet

PM<sub>10</sub>-hiukkasten vuorokausipitoisuudet voivat murskaus- ja seulontalaitoksen maksimituotantopäivinä ylittää PM<sub>10</sub>-hiukkasten vuorokausiohjearvon (70 µgPM<sub>10</sub>/m<sup>3</sup>) laitosalueen ympäristössä laitosalueen rajalta n. 100 m koilliseen ja n. 150 m etelä-lounaan suunnassa (LIITE 3).

Ojalan nykyinen asutus (Ojalan kylä) sijaitsee laitoksesta koilliseen, lähimmät asuintalot n. 200 m päässä murskauslaitoksesta. PM<sub>10</sub>- vrk-pitoisuudet ovat lähimpien Ojalan kylän asuintalojen kohdalla korkeimmillaan 44 µgPM<sub>10</sub>/m<sup>3</sup> (63 % vrk-ohjearvosta). Kumpulan asuinalueella lähimmät asuintalot sijaitsevat noin 350-400 metrin etäisyydellä suunnitellusta laitosalueesta länteen. Siellä hengitettävien hiukkasten korkeimmat vuorokausipitoisuudet ovat 30 µgPM<sub>10</sub>/m<sup>3</sup> (43 % vrk-ohjearvosta). Tiepohjilla vuorokausipitoisuudet ovat korkeimmillaan 60-70 µg PM<sub>10</sub>/m<sup>3</sup>. Liikenteen vaikutus rajoittuu tiepohjien lähialueille.

Murskaus- ja seulontalaitoksen laitosalueen ulkopuolella PM<sub>10</sub>-hiukkasten vuosipitoisuudet ovat 6-20 µgPM<sub>10</sub>/m<sup>3</sup> siten, että pitoisuudet kasvavat mitä lähemmäs laitosaluetta mennään. PM<sub>10</sub>-hiukkasten vuositaustana on mallissa käytetty 6 µgPM<sub>10</sub>/m<sup>3</sup>. Nykyisten asuinrakennusten kohdalla vuosipitoisuudet ovat Ojalan kylässä n. 7.5 µgPM<sub>10</sub>/m<sup>3</sup> ja Kumpulassa lähimpien talojen kohdalla n. 6.3 µgPM<sub>10</sub>/m<sup>3</sup>. Pitoisuudet jäävät selvästi alle PM<sub>10</sub>-hiukkasten vuosiraja-arvon (40 µgPM<sub>10</sub>/m<sup>3</sup>).

### 4.2 PM<sub>2.5</sub> hiukkasten pitoisuudet

Pienhiukkasten eli PM<sub>2.5</sub>-hiukkasten vuorokausipitoisuudet voivat maksimituotantotilanteessa ylittää WHO:n esittämän vuorokausiohjearvotason 25 µgPM<sub>2.5</sub>/m<sup>3</sup> murskaus- ja seulontalaitoksen rajalta noin 60 m koilliseen ja n. 100 m etelä-lounaaseen (LIITE 4). Alueella ei ole lähiasutusta. Itse laitosalueella on voimassa työhygieeniset hiukkasten HTP-pitoisuuksien ohjearvot.

Ojalan kylän alueella lähimpien asuintalojen kohdalla (n. 200 m päässä laitosalueesta koilliseen) PM<sub>2.5</sub>-hiukkasten vuorokausipitoisuudet työmaan aikana voivat olla korkeimmillaan 12 µgPM<sub>2.5</sub>/m<sup>3</sup> (48 % WHO:n vuorokausiohjearvosta). Kumpulan asuinalueen reunassa lännessä murskaustoiminnasta aiheutuvat pienhiukkasten korkeimmat vuorokausipitoisuudet voivat olla 9 µgPM<sub>2.5</sub>/m<sup>3</sup> (36 % WHO:n vrk-ohjearvosta)

Laitosalueen vaikutus pienhiukkasten vuosipitoisuuteen painottuu laitosalueelle ja sen välittömään läheisyyteen n 40-50 metriä laitosalueen rajasta, jossa vuosipitoisuudet ylittävät 6 µg/m<sup>3</sup> (24 % vuosiraja-arvosta 25 µg/m<sup>3</sup> ja 60 % WHO:n vuosiohjearvosta 10 µg/m<sup>3</sup>). Ojalan kylän alueella pienhiukkasten vuosipitoisuudet nousevat joitakin kymmenyksiä tavanomaisesta vuositaustasta, joka on n. 5 µgPM<sub>2.5</sub>/m<sup>3</sup>. Pienhiukkaspitoisuuteen vaikuttaa myös kaukokulkeumaepisodit sekä mm. pienpoltto pientaloalueilla.

## 5. Johtopäätökset ja suositukset

---

Ojalan alueen kehittämissuunnitelmissa alueen halki rakennetaan Mossin puistotie. Tien rakentamisessa hyödynnetään alueelle suunniteltujen asuinalueiden kalliopohjan louhetta. Tiealueiden rakentamisvaiheessa alueelle on suunniteltu sijoittaa siirrettävä kallioaineksen murskaus- ja louhintalaitos.

Työssä selvitettiin murskaus- ja seulontalaitoksen ilmanlaatuvaikutuksia Ojalan suunnittelualueella ja nykyisen Ojalan kylän alueella. Laitoksen vuosituotanto oli alustavasti 80 000 t/a ja maksimipäivätuotanto 750 t/a. Pölynvähennystoimina oli huomioitu materiaalin kustutusta murskausvaiheessa ja osittaista seulan sekä kuljettimen kotelointia. Myös tiealueiden kastelu huomioitiin työmaateiden hiukkaspäästöissä.

Laitoksen ja työmaaliikenteen päästöarvion ja ilmanlaatuvaikutusten mallinnusten mukaan murskaus- ja seulontalaitoksen vuorokauden maksimituotantoon perustuva voimakkain vaikutusalue ulottuu noin 100 m koilliseen ja 150 m etelä-lounaaseen laitosalueen rajasta. Tällä alueella PM<sub>10</sub>-hiukkasten vuorokausiohjearvo 70 µg/m<sup>3</sup> ylittyi. Pienhiukkasten WHO:n vrk-ohjearvo 25 µg/m<sup>3</sup> ylittyi vastaavasti n. 60 m koilliseen ja 100 m etelä-lounaaseen. Lähimpien asuinrakennusten kohdalla (n. 200 m laitosalueelta koilliseen) Ojalan kylässä korkeimmat PM<sub>10</sub>-hiukkasten vrk-pitoisuudet olivat 44 µgPM<sub>10</sub>/m<sup>3</sup> (63 % vrk-ohjearvosta) ja PM<sub>2.5</sub>-hiukkasten vrk-pitoisuudet 12 µgPM<sub>2.5</sub>/m<sup>3</sup> (48 % WHO:n vrk-ohjearvosta). Hiukkasten vuosipitoisuudet jäivät alueella alhaisiksi ja laitoksen vaikutus näkyi vuosipitoisuuksissa pääasiassa laitosalueella ja lähiteillä.

### 5.1 Suositukset

Ilmanlaatumallinnuksen perusteella suositellaan seuraavaa:

- Ilmanlaadun vaikutusarvion mukaan alueelle on mahdollista sijoittaa siirrettävä murskaus- ja seulontalaitos Ojalan alueen rakennusvaiheessa. Ohjearvot eivät ylitä nykyisen Ojalan kylän asuintalojen tai Kumpulan asuinalueen kohdalla. Mallinnusta on mahdollista tarkentaa laitostoteutuksen tarkemman suunnittelutiedon mukaisesti.
- Laitostoteutuksessa erityistä huomiota on kiinnitettävä pölypäästöjen vähennystoimiin. Murskattavan materiaalin kosteuteen tai kasteluun, pölynkeräysmenetelmiin mm. seulonnessa pölynsuodattimiin sekä kuljettimien kattamiseen, pölysuotimiin tai materiaalin kasteluun. Edelleen laitosalueen maanpinnan ja tiealueiden pölypäästöjen vähennystoimiin, kuten kasteluun, tulee varata riittävästi kapasiteettia kuivina aikoina.
- Jos laitosalueelle rakennetaan esim. meluvällejä, voi matalahko esim. n. 4-5 m:n korkea meluvalli vähentää karkeamman pölyn leviämistä ja viihtyvyshaittaa, mutta pienempien hiukkasten leviämiseen sillä on matalana rakennelmana suhteellisen pieni vaikutus. Myös nykyinen metsäalue sitoo hiukkasia.
- Tarvittaessa murskeesta tulisi määrittää ns. hienoaines eli silttipitoisuus, mikä vaikuttaa materiaalin pölyämiseen ja hiukkaspäästöihin. Lisäksi kallioaineksen arseenipitoisuus tulisi määrittää. Ulkoilman arseenipitoisuudelle on olemassa terveysperusteinen vuosipitoisuuden tavoitearvo 6 ngAs/m<sup>3</sup>. (VNA 113/2017, Valtioneuvoston asetus ilmassa olevasta arseenista, kadmiumista elohopeasta, nikkelistä ja polysyklisistä aromaattisista hiilivedyistä, 16.2.2017)

## 6. Mallinnuksen kokonaisepävarmuuteen vaikuttavat tekijät

---

Mallinnuksessa eri tekijät on pyritty huomioimaan nykyisen parhaan tietämyksen perusteella. Eniten mallinnustuloksiin vaikuttaa lähtötietojen epävarmuus, kuten laitoksella käytettävät pölynvähennyskeinot sekä työmaa-alueiden ja murskauslaitoksen toimintojen päästökertoimet sekä murskatun kallioaineksen hienoainesosuus. Myös sääolosuhteet (tuulisuus, sateisuus, pakkaskaudet) vaikuttavat muodostuviin pitoisuuksiin. Mallinnetut korkeimmat ohjearvoon verrannolliset vuorokausipitoisuudet edustavat kuivan sään olosuhteita. Sadepäivät vähentävät pölyn leviämistä.

## LIITE 1. AERMOD-leviämismalli

---

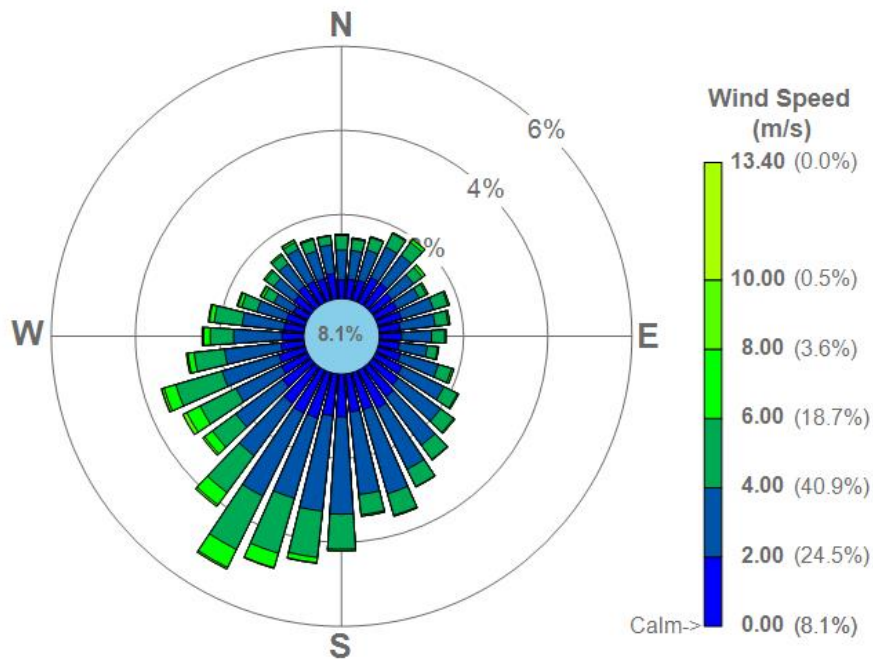
Päästöjen leviämisen mallinnus tehtiin epäpuhtauspäästöjen leviämistä kuvaavalla US EPAn matemaattis-fysikaalisella **AERMOD** -mallilla. Malli soveltuu sekä hiukkasmaisten että kaasumaisten epäpuhtauskomponenttien sekä hajujen leviämisen tarkasteluun ja sillä voidaan tarkastella yhtä aikaa useamman päästölähteen yhteisvaikutusta alueen ulkoilmapitoisuuksiin. Mallia käytetään laajasti ilmanlaadun selvityksissä USA:n lisäksi myös muualla Euroopassa ja mm. Ruotsissa. AERMOD on myös hyväksytty FAIRMODE-mallinnusyhteisön mallinnusohjelmien listalle. AERMOD-mallinnusohjelmisto on avoin dokumentoitu ohjelmisto, josta saa ajantasaista tietoa mm. [www.epa.gov](http://www.epa.gov) sivuilta. AERMOD on myös Ruotsin ilmatieteen laitoksen SMHI:n ilmanlaadun vertailulaboratorion hyväksymä ja Pohjoismaisiin olosuhteisiin suositeltu leviämismalli ([www.smhi.se](http://www.smhi.se)).

AERMOD-mallissa otetaan huomioon mm:

- Maaston muoto todellisten maastokoordinaattien mukaisesti (korkeusmalli)
- Typpidioksidin mallinuksissa typenoksidien ilmakemiallinen muutunta, otsonipitoisuudet ja NO<sub>2</sub>/NO<sub>x</sub> suhde päästöissä
- Päästölähteiden lähellä olevat korkeimmat rakennukset, jotka saattavat vaikuttaa päästöjen leviämiseen
- 1-3 vuoden pintasääaineisto tuntitietoina (8760-->n. 26 000 tuntia) ja vertikaalinen luotauksiin perustuva mittaustieto tuulen nopeudesta ja lämpötilasta
- Sääaineiston käsittelyssä huomioidaan vuodenaajat, kuten lehdetön ja lumisen vuodenaika Suomessa
- Alueellinen taustapitoisuus
- Katupölyn pienhiukkasfraktio on huomioitu PM<sub>2,5</sub>-mallinuksissa.
- Hengitettävien hiukkasten PM<sub>10</sub> (katu- ja asfalttipöly) päästökertoimissa käytetään tutkimustietoa THL:n PILTTI-projektista, pääkaupunkiseudun REDUST-hankkeesta sekä pohjoismaisesta NORDTRIP-projektista.
- Työmaatielikenteen päästöt arvioidaan mm. Minera-raportin, kanadalaisia tai US EPAn päästökertoimia käyttäen.

AERMOD -mallissa huomioidaan maaston muoto todellisten maastokoordinaattien mukaisesti (©Maanmittauslaitos, korkeusmalli). Suunnittelualueelle luotiin tiheä havaintopisteverkosto tiealueiden ja suunnittelualueen ympäristöön.

Säätietoina käytettiin Tampere-Pirkkala lentosääaseman kolmen vuoden tuntisäätietoja vuosilta 2014-2016 (Kuva 1/L1) sekä vertikaalisia tuulen nopeuden ja lämpötilan luotaustietoja Jokioisista samoilta vuosilta.



Kuva 1/L1. Tuuliruusu (=mistä tuulee) Tampere-Pirkkala tuntisäätiетоjen mukaan vuosina 2014-2016.

Epäpuhtauksien alueellinen tausta on huomioitu nykytilanteen mukaisesti ilmanlaatumallinnuksissa kansainvälisesti ohjeistettujen taustapitoisuuskäytäntöjen mukaisesti. PM<sub>10</sub>-hiukkasten vuosipitoisuuden tausta on n. 6 µg/m<sup>3</sup>. PM<sub>2.5</sub> hiukkasten alueellinen vuositausta on n. 5 µg/m<sup>3</sup>. Kaupunkialueella taustapitoisuudet voivat nousta jonkin verran mm. teollisuuden päästöjen ja pienpolton seurauksena.

## LIITE 2. Ilmanlaadun vertailuarvoja

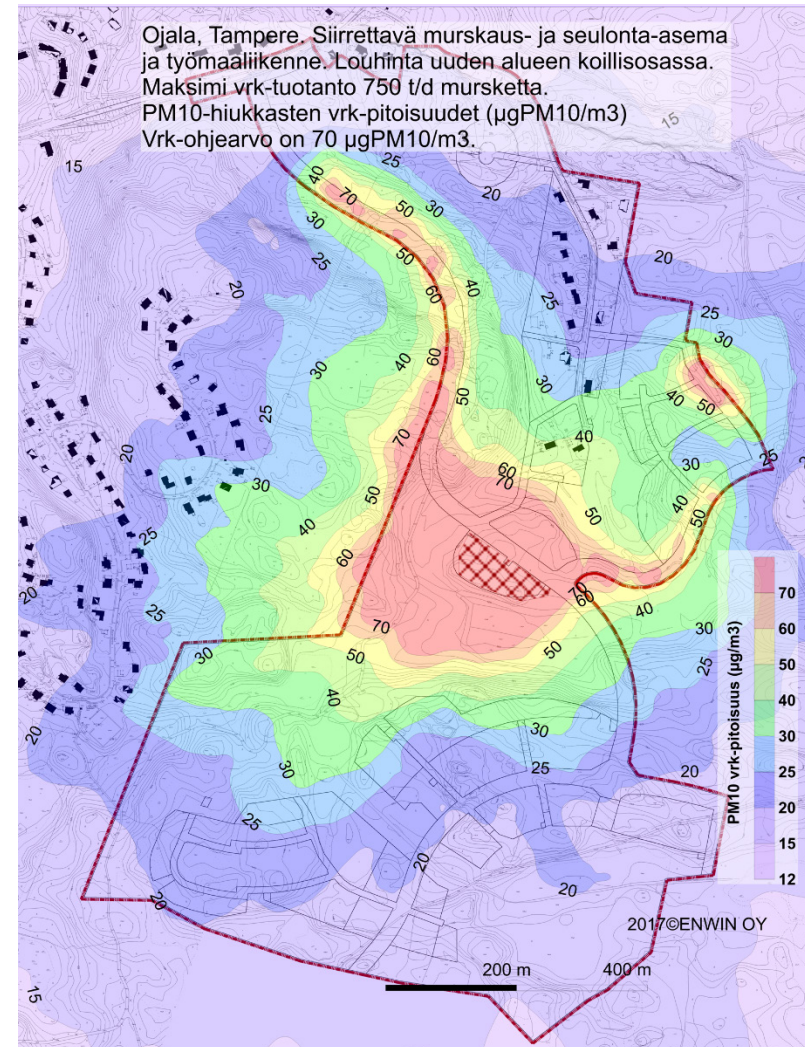
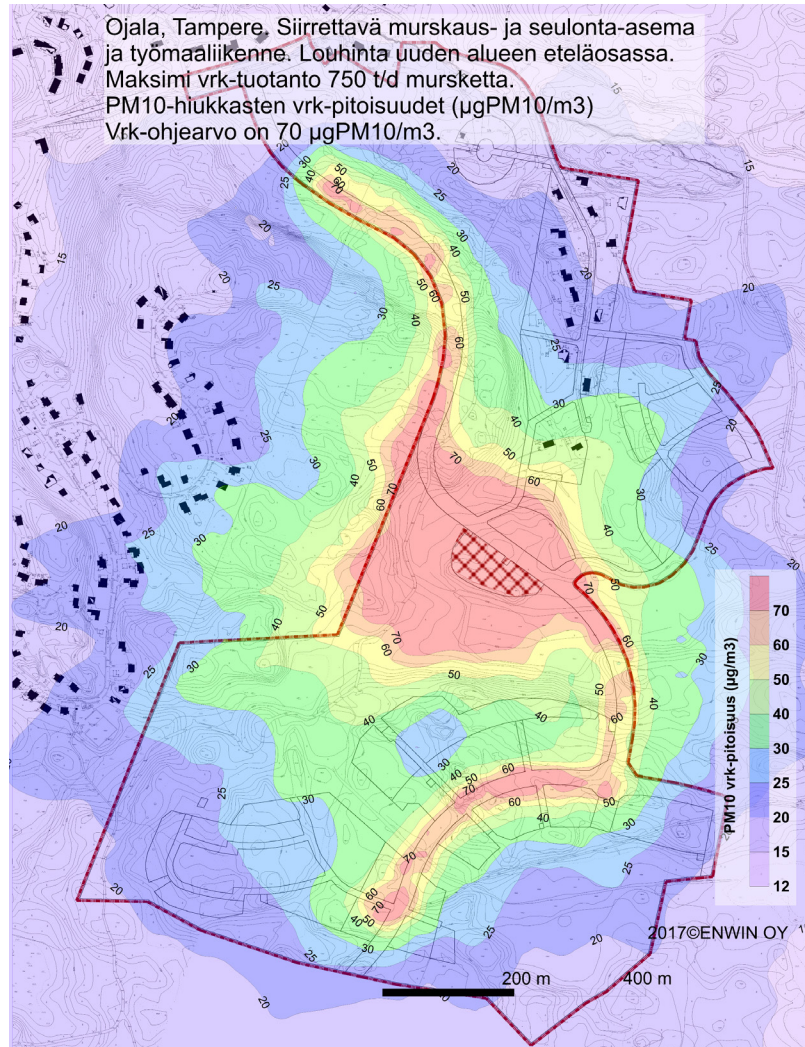
| Taulukko 1/L1. Ilmanlaadun ohjearvot hengitettävälle hiukkasille (PM <sub>10</sub> ) ja typpidioksidille (NO <sub>2</sub> ).<br>Lähde: Vnp 480/1996 |                         |   |
|---|-------------------------|---|
| Aine  | Ohjearvo, (20 °C, 1atm) | Tilastollinen määrittely                  |
| Hengitettävät hiukkaset (PM <sub>10</sub> )   | 70 µg/m <sup>3</sup>    | kuukauden toiseksi suurin vuorokausiarvo  |
| Typpidioksidi (NO <sub>2</sub> )  | 150 µg/m <sup>3</sup>   | kuukauden tuntiarvojen 99. prosenttipiste |
|   | 70 µg/m <sup>3</sup>    | kuukauden toiseksi suurin vuorokausiarvo  |

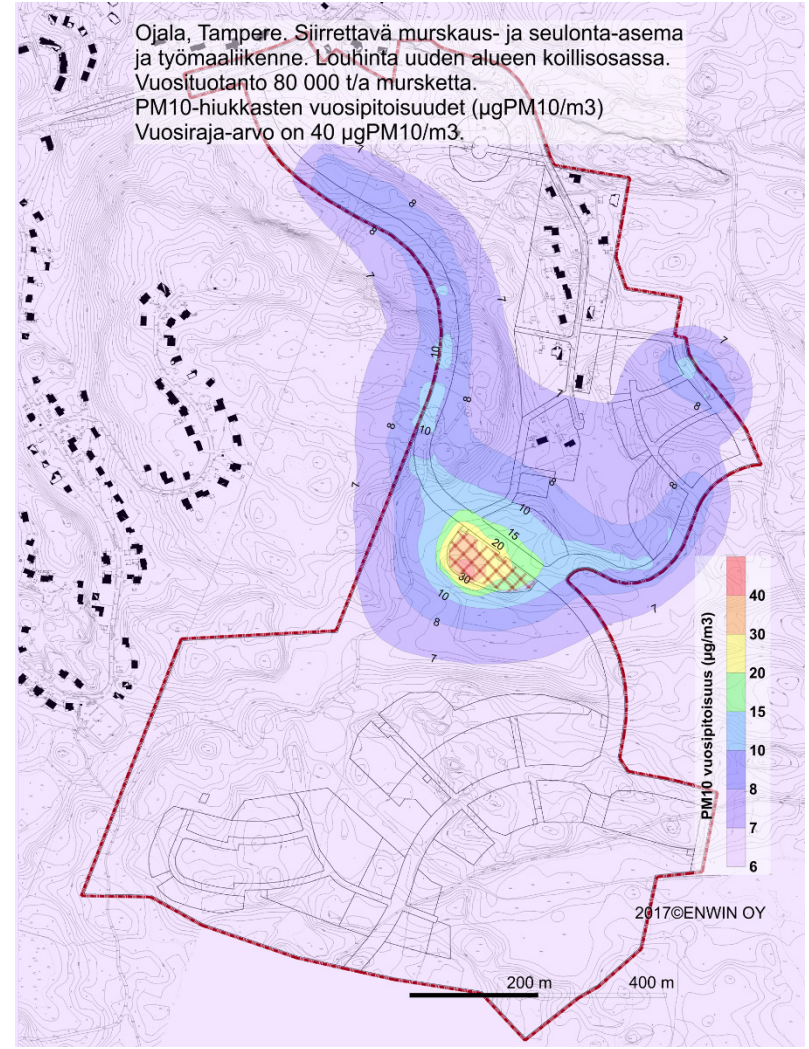
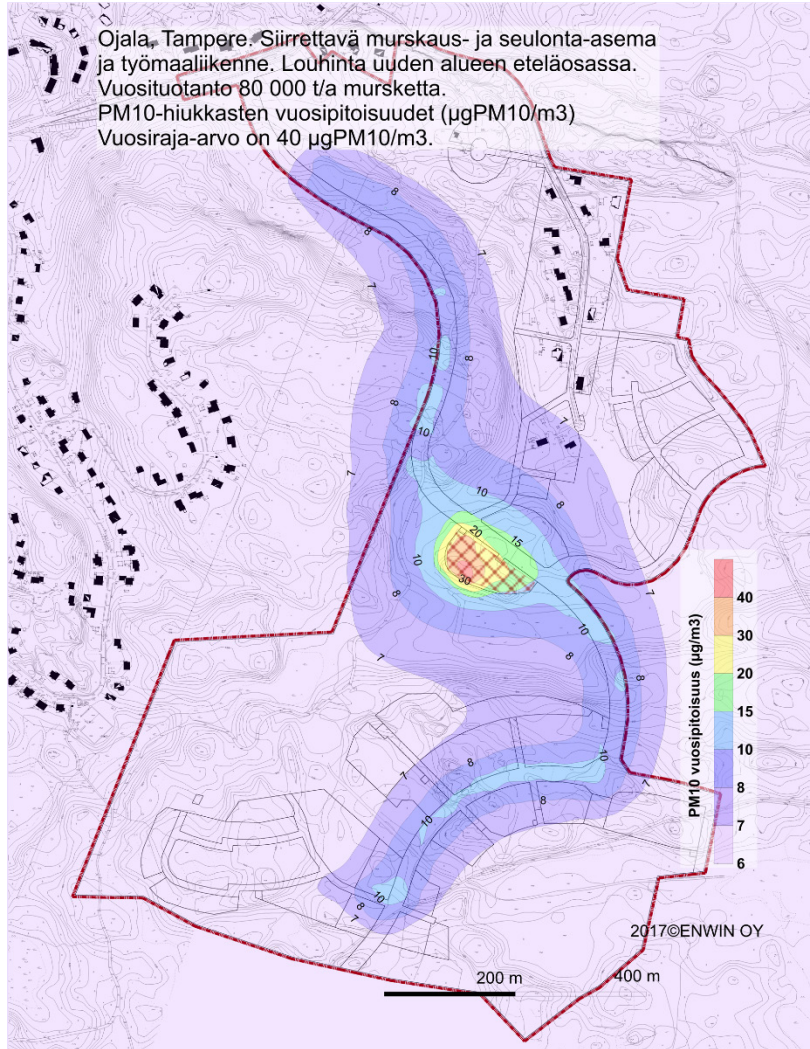
| Taulukko 2/L1. Hengittävien hiukkasten, pienhiukkasten ja typpidioksidin (PM <sub>10</sub> , PM <sub>2.5</sub> , NO <sub>2</sub> ) ilmanlaadun raja-arvot terveyshaittojen ehkäisemiseksi. NO <sub>x</sub> :n kriittinen taso on annettu kasvillisuuden suojelemiseksi.<br>Lähde: VNA 79/2017 |                          |                                |   |  |
|---|--------------------------|--------------------------------|---|--|
| Aine  | Keskiarvon laskenta-aika | Raja-arvo, µg/m <sup>3</sup> * | Sallittujen ylitysten määrä kalenterivuodessa | Ajankohta, josta lähtien raja-arvot ovat olleet voimassa |
| Hengitettävät hiukkaset (PM <sub>10</sub> )   | 24 tuntia kalenterivuosi | 50 µg/m <sup>3</sup> *         | 35  | 1.1.2005   |
|   |                          | 40 µg/m <sup>3</sup>           | -   | 1.1.2005   |
| Pienhiukkaset (PM <sub>2.5</sub> )  | kalenterivuosi           | 25 µg/m <sup>3</sup>           | -   | 1.1.2010   |
| Typpidioksidi (NO <sub>2</sub> )  | 1 tunti kalenterivuosi   | 200 µg/m <sup>3</sup>          | 18  | 1.1.2010   |
|   |                          | 40 µg/m <sup>3</sup>           | -   | 1.1.2010   |
| Typen oksidit (NO <sub>x</sub> =NO+NO <sub>2</sub> ) kasvillisuus   | kalenterivuosi           | 30 µg/m <sup>3</sup>           | -   | 15.8.2001  |

\*Kaasumaisilla yhdisteillä tulokset ilmaistaan 293 K lämpötilassa ja 101,3 kPa paineessa. Hiukkasten tulokset ilmaistaan ulkoilman lämpötilassa ja paineessa

| Taulukko 3/L1. Pienhiukkasten (PM <sub>2.5</sub> ) WHO:n ohjearvot.<br>Lähde: Maailman terveysjärjestö, WHO |                      |
|---|----------------------|
|   | Pitoisuus            |
| WHO / PM <sub>2.5</sub> vuorokausiohjearvo  | 25 µg/m <sup>3</sup> |
| WHO PM <sub>2.5</sub> vuosiohjearvo   | 10 µg/m <sup>3</sup> |

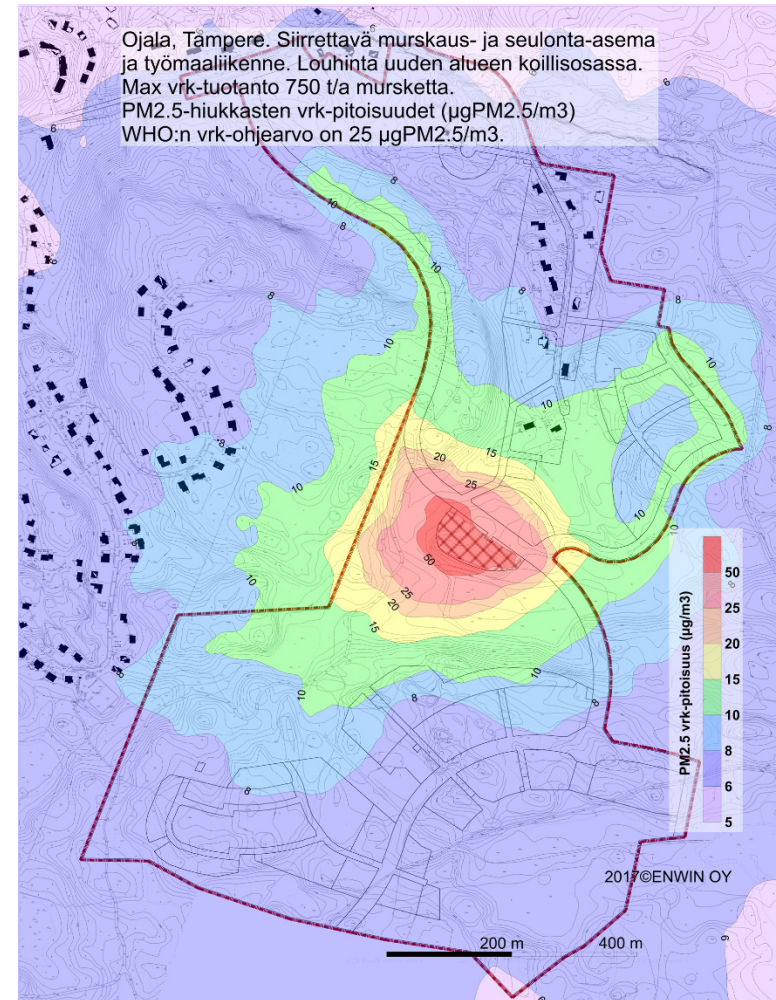
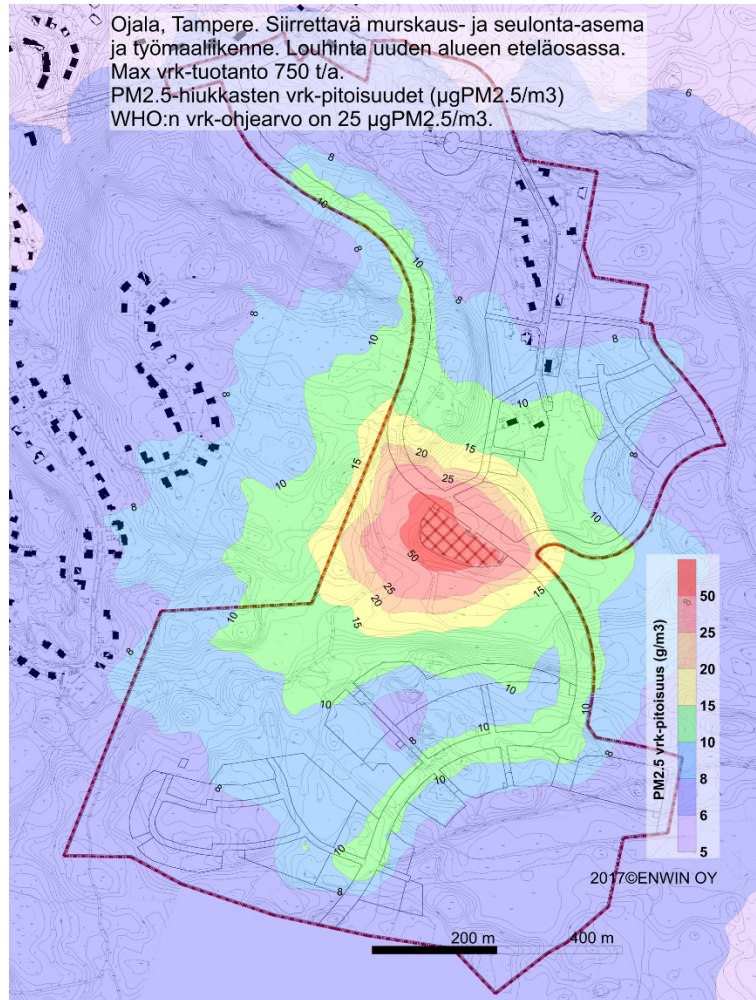
### LIITE 3. PM<sub>10</sub>-hiukkasten vuorokausi- ja vuosipitoisuudet

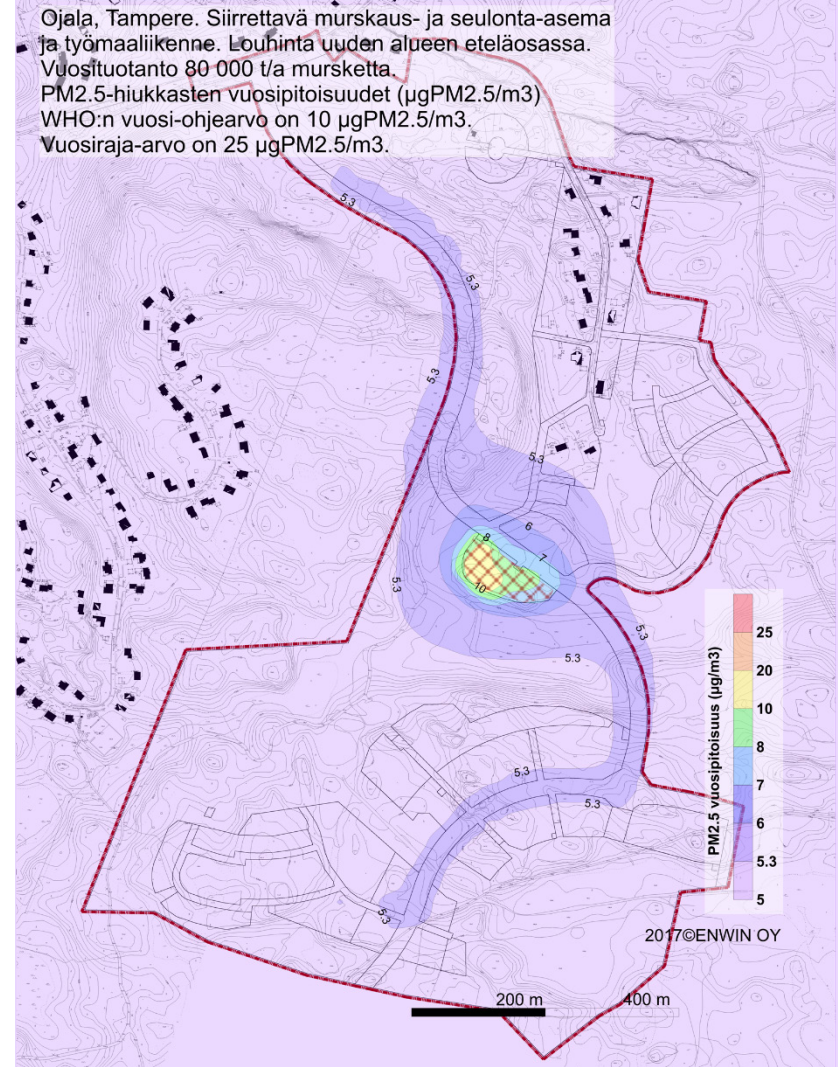
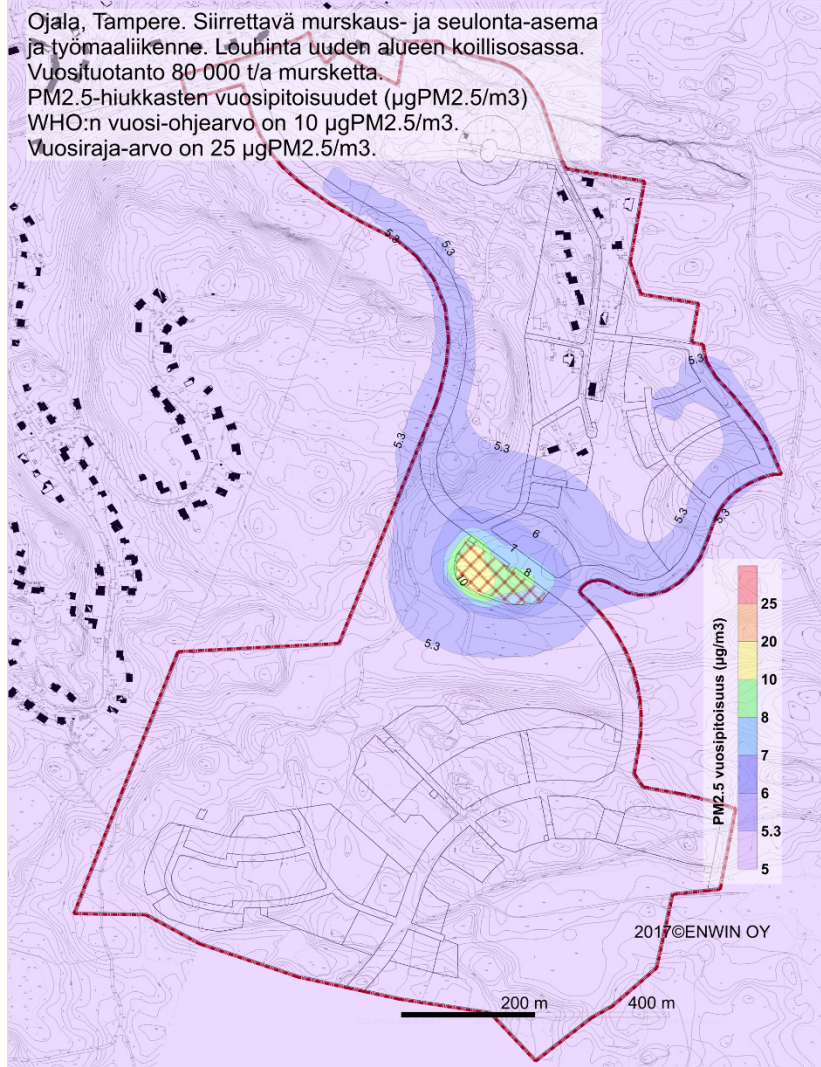






## LIITE 4. PM<sub>2.5</sub>-hiukkasten vuorokausi- ja vuosipitoisuudet





*Enwin*  
- Vision Keeper -

---

COPYRIGHTS 2017©ENWIN OY