
Laatija
Arto Heikkinen

Vantaan Energia Oy

Hiilidioksidin talteenoton vaikutus jätevoimalan alueen savukaasupäästöjen ilmanlaatuvaikutuksiin, savukaasupäästöjen leviämismalli

4.11.2025

1	Laskennassa käytetyn mallin kuvaus.....	4
2	Päästölähteet ja lähimmät rakennukset	5
3	Ilmanlaadun raja- ja ohjearvot	6
4	Mallinnuksen tulokset	9
4.1	Yleistä	9
4.2	SO ₂ -pitoisuudet	9
4.3	NO ₂ - ja NO _x -pitoisuudet	16
4.4	Hiukkaspitoisuudet	24
4.5	Muut päästöt.....	26
5	Päästöjen leviämiseen vaikuttavia tekijöitä	29
6	Lähtötiedoista aiheutuvia epävarmuustekijöitä	29
7	Yhteenveto leviämismalliselvityksestä	30

Sisältää Maanmittauslaitoksen Maastotietokannan 8/2025 aineistoa

Tiivistelmä

Vantaan Energia Oy suunnittelee hiilidioksidin talteenottoa Långmossebergenin jätevoimalan savukaasuista. Hiilidioksidin talteenotto tehtäisiin kaikkien yksiköiden savukaasuista. Tässä työssä on tarkasteltu leviämismallilaskelman avulla jätteenpolttoyksiköiden savukaasupäästöjen ilmanlaatuvaikutuksia hiilidioksidin talteenoton jälkeen, ja verrattu sitä nykytilanteeseen ilman hiilidioksidin talteenottoa. Jätevoimalan savukaasupäästöjen leviämistä on mallinnettu yleisesti käytössä olevalla AERMOD-mallilla kahdessa eri tilanteessa: nykytilanteessa (VE0) savukaasut johdetaan kunkin yksikön omaan piippuun ja hankevaihtoehdoissa (VE1–VE3) hiilidioksidin talteenotossa jäljelle jääneet savukaasut johdetaan talteenottolaitoksen piippuun. Mallinnuksessa on tarkasteltu SO₂- , NO₂- ja hiukkaspäästöjä. Lisäksi on mallinnettu seuraavien päästöjen leviämistä: Sb+As+Pb+Cr+Co+Cu+Mn+Ni+V (metallit yhteensä), dioksiinit ja furaanit, kloorivety, fluorivety, elohopea, kadmium+tallium, häkä ja TVOC.

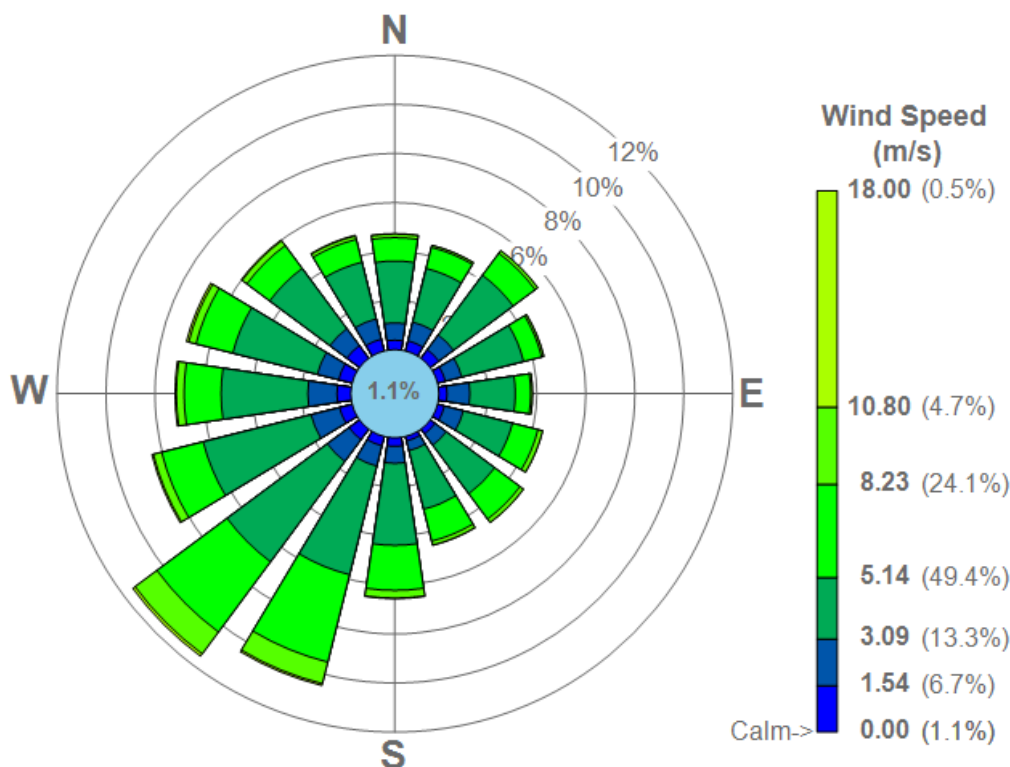
Leviämismallitarkastelun päästöjen arvioinnissa on käytetty laitoksen päästöraja-arvoja. Piipun lähellä olevat korkeat rakennukset on laskennassa otettu huomioon. Laskennassa on oletettu, että kattilat ja talteenottolaitos käyvät koko vuoden. Leviämisselvityksen perusteella saatuja ulkoilman epäpuhtauspitoisuuksia on verrattu ilmanlaadun ohje- ja raja-arvoihin, joita on annettu muun muassa terveyden suojelemiseksi.

Leviämisselvityksen mallilaskelmien tulosten perusteella arvioidaan, että hiilidioksidin talteenottolaitoksen uusi piippu, joka on yhtä korkea kuin nykyiset piiput, takaa ilmanlaadun kannalta riittävät päästöjen leviämis- ja laimenemisolosuhteet. Leviämismalliselvityksen perusteella sekä nykytilanteessa että hankevaihtoehdoissa jätevoimalan savukaasupäästöjen aiheuttamat ulkoilman epäpuhtauspitoisuudet ovat pieniä ja selvästi alle terveys- ja kasvillisuusperusteisten ohje- ja raja-arvojen. Jätevoimalan ympäristöön muodostuvat pitoisuudet ovat kaikkien tarkasteltujen ilman epäpuhtauksien osalta pienempiä hiilidioksidin talteenoton jälkeen kuin nykytilanteessa. Savukaasupäästöjen vaikutukset eivät oleellisesti muutu nykytilanteesta, sillä savukaasupäästöjen aiheuttamat pitoisuudet ovat jo nykytilanteessa pieniä.

1 Laskennassa käytetyn mallin kuvaus

Leviämismallinnuksessa on käytetty BREEZE AERMOD/ISC Pro-ohjelmiston AERMOD-mallia. Yhdysvalloissa U.S. EPA on hyväksynyt AERMOD-mallin viralliseksi ensisijaiseksi leviämismalliksi lokakuussa 2005. Se soveltuu yksi- ja monipiippu- sekä viiva- ja pintalähteiden päästöjen leviämisen arviointiin. Malli soveltuu käytettäväksi sekä kaasumaisten epäpuhtauksien että leijuvan pölyn leviämisen mallintamiseen.

Laskenta etenee tunnin aika-askeleella, kunnes koko meteorologisten tietojen aikasarja (esim. 5 vuotta = yli 40 000 tapausta) ja tuntipitoisuudet on käyty läpi. Tuulen suunta- ja nopeustiedot perustuvat Helsinki-Vantaan lentoaseman tarkkailutietoihin vuosilta 2013–2017. Helsinki-Vantaan aineiston tuuliruuus (tuulen suunta ja nopeus) on esitetty seuraavassa kuvassa (Kuva 1-1).



Kuva 1-1. Helsinki-Vantaan lentoaseman vuosien 2013–2017 tarkkailutietojen mukainen tuuliruuus.

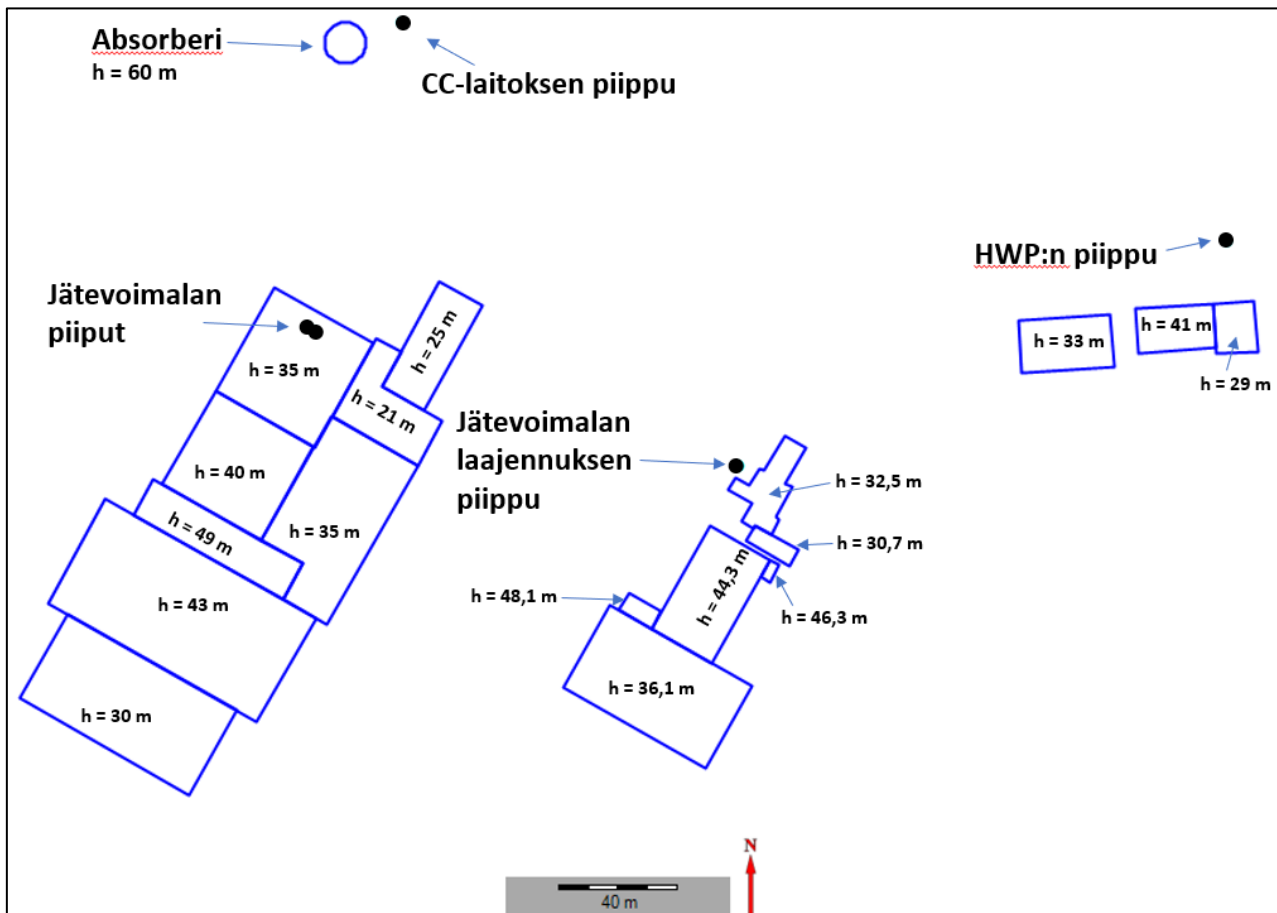
Maaston korkeuserot ja lähimmät korkeat rakenteet on otettu huomioon laskennassa. Maanpinnan korkeudet perustuvat maanmittauslaitoksen korkeusmalliin, josta tiedot on syötetty leviämismalliin 20 metrin hilavälillä. Talteenottolaitoksen takia tehtävää louhintaa ei ole otettu tässä huomioon. Laskennassa käytetyssä napakoordinaatistossa on laskentasäteitä 5 asteen välein, laskenta-askeleena on käytetty lähellä päästölähdettä 50 metriä ja kauempana 100 metriä. Päästöjen leviämistä on tarkasteltu 7,5 kilometrin etäisyydelle saakka. Näin ollen laskentapistettä on 6 840.

Käytännössä NO_x-päästö on piipusta ulos tullessaan lähes kokonaan (90 %) typpimonoksidia (NO), jonka hapettuminen edelleen typpidioksidiksi (NO₂) tapahtuu vähitellen vallitsevista olosuhteista riippuen. Breeze AERMOD-mallissa on erilaisia typenoksidipäästöjen muutunutta

typpidioksidiksi kuvaavia malleja. Tässä on käytetty PVMRM-mallia (Plume Volume Molar Ratio Method). Malli tarvitsee lähtötiedokseen arvion otsonipitoisuudesta. Tässä tapauksessa otsonipitoisuudet ovat Helsingin Vartiokylän Huivipolun vuosien 2013–2017 tarkkailutietojen (Ilmanlaatuportaali, <http://www.ilmanlaatu.fi/>) perusteella saatuja tunti-arvoja.

2 Päästölähteet ja lähimmät rakennukset

Mallinnuksessa on tarkasteltu ympäristövaikutusten arvioinnissa kuvattuja hankevaihtoehtoja VE1–VE3 ja 0-vaihtoehtoa (VE0). Hankevaihtoehdot ovat keskenään identtisiä jätevoimalan ilmapäästöjen osalta. Hankevaihtoehdoissa kaikki päästöt johdetaan hiilidioksidin talteenoton jälkeen talteenottolaitoksen (CC-laitos) uuteen rakennettavaan piippuun. Vaihtoehdossa VE0 päästöt johdetaan laitospaikoiksi piippuihin eli jätevoimalan kahden kattilan, laajennuksen kattilan ja vaarallisen jätteen polttolaitoksen (HWP) olemassa oleviin piippuihin, eikä hiilidioksidin talteenottoa tehdä. Tarkasteltujen piippujen tiedot on esitetty taulukossa 2-1. Laskennassa on oletettu, että laitoksia käytetään koko vuoden (8 760 h vuodessa). Oletuksen mukaan piipuista vapautuu jatkuvasti taulukon 2-2 mukainen tasainen päästö, jolla on kuvattu normaalitilanteen maksimipäästöä. Malliin kuvattuja rakennuksia ja niiden mittoja on tarkasteltu kuvassa 2-1. Hiilidioksidin talteenottolaitoksen absorberi on lisätty hankevaihtoehtojen rakennuksiin, mutta se ei ole mukana 0-vaihtoehdossa.



Kuva 2-1. Päästöjen leviämismalliin kuvatut rakennukset ja niiden korkeudet.

4.11.2025

Leviämismallinnuksessa on tarkasteltu SO₂-, NO_x- ja hiukkaspäästöjä sekä muita taulukossa 2-3 mainittuja päästöjä. Mallilla on tarkasteltu vuosi-, tunti- ja vuorokausikeskiarvoja. Laskennassa käytettyjä lähtötietoja on esitetty taulukoissa 2-1, 2-2 ja 2-3. Päästöt on arvioitu käyttäen laitoksen ympäristölupamääräysten mukaisia raja-arvoja. Kaikkien kattiloiden savupiippu on 69,8 metriä korkea. Uusi suunniteltu CC-laitoksen savupiippu on myös 69,8 metriä korkea.

Taulukko 2-1. Mallinnuksen lähtötietoja.

	JV1 kattilat	JV2	HWP	CC-laitos
Sisäpiipun halkaisija, m	1,8	2,1	1,4	3
Savukaasun lämpötila, °C	50	47	45,5	41
Savukaasun nopeus, m/s	15	11,3	11	15

Taulukko 2-2. Laskennassa käytetyt päästöt, g/s.

	JV1 kattilat	JV2	HWP	CC-laitos
Rikkidioksidi	1,67 ja 1,67	1,33	0,43	5,1
Typenoksidit	7,5 ja 7,5	5,32	1,72	22,0
Hiukkaset*	0,21 ja 0,21	0,22	0,072	0,71

*Hiukkasten kokojakaumaa ei tunneta, joten konservatiivisuuden nimissä laskelmissa ja vertailuissa on oletettu, että kaikki hiukkaset (TSP) ovat hengitettäviä hiukkasia (PM₁₀) tai pienhiukkasia (PM_{2,5}).

Taulukko 2-3. Laskennassa käytetyt päästöt

	JV1 kattilat	JV2	HWP	CC-Laitos
Sb+As+Pb+Cr+Co+Cu+Mn+Ni+V, g/s	0,0125 ja 0,0125	0,0133	0,0043	0,0426
Dioksiinit ja furaanit, µg/s	0,0025 ja 0,0025	0,0018	0,00057	0,00735
Kloorivety, g/s	0,3333 ja 0,3333	0,2658	0,0861	1,019
Fluorivety, g/s	0,0417 ja 0,0417	0,0443	0,0144	0,142
Elohopea, g/s	0,00083 ja 0,00083	0,00089	0,00029	0,00284
Kadmium+tallium, g/s	0,00083 ja 0,00083	0,00089	0,00029	0,00284
Häkä, g/s	2,0833 ja 2,0833	2,2150	0,7177	7,0993
TVOC, g/s	0,4167 ja 0,4167	0,4430	0,1435	1,4199

3 Ilmanlaadun raja- ja ohjearvot

Päästöjen leviämismallilaskelmilla saatuja ilman epäpuhtauspitoisuuksia voidaan arvioida vertaamalla niitä ilmanlaadun ohje-, raja- ja tavoitearvoihin. Ohjearvot on otettava huomioon mm. maankäytön suunnittelussa, kun taas raja-arvot ovat sitovia ja niitä ei saa ylittää alueilla, joilla asuu tai oleskelee ihmisiä. Tavoitearvot ovat sitovuudeltaan hieman löysempiä kuin raja-arvot.

4.11.2025

Terveysvaikutusperusteisia ilmanlaadun ohjearvoja asetettaessa on pyritty ottamaan huomioon ilman epäpuhtauksista ihmisen terveyteen kohdistuvat vaarat sekä mahdollisuuksien mukaan viihtyisyyshaitat. Terveydellisin perustein asetetuissa ohjearvoissa on kiinnitetty erityistä huomioita tutkimustietoihin ilman epäpuhtauksien vaikutuksista herkkiin väestöryhmiin, kuten pienet lapset, vanhukset ja hengityselinsairauksista kärsivät. Suomessa voimassa olevan valtioneuvoston päätöksen (480/1996) mukaisia terveysperustein annettuja ilmanlaadun ohjearvoja on esitetty taulukossa 3-1.

Taulukko 3-1. Ilmanlaadun ohjearvot (Valtioneuvoston päätös 480/1996)

Aine	Ohjearvo	Määrittely
Rikkidioksidi (SO ₂)	250 µg/m ³ 80 µg/m ³	kuukauden tuntiarvojen 99. %-piste kuukauden toiseksi suurin vrk-arvo
Typpidioksidi (NO ₂)	150 µg/m ³ 70 µg/m ³	kuukauden tuntiarvojen 99. %-piste kuukauden toiseksi suurin vrk-arvo
Hengitettävät hiukkaset (PM ₁₀)	70 µg/m ³	kuukauden toiseksi suurin vrk-arvo

Kokonaisleijumalla (TSP, Total Suspended Particles) tarkoitetaan hiukkasia, johon saattaa sisältyä kooltaan varsin suuriakin hiukkasia, joiden korkeat pitoisuudet vaikuttavat merkittävimmin viihtyvyyteen. Terveysvaikutukseltaan haitallisempia ovat pienet hiukkaset, joista ns. hengitettäville hiukkasille (PM₁₀, PM=Particulate Matter) on annettu ohjearvo.

Valtioneuvoston asetuksessa (79/2017) on annettu raja-arvot mm. rikkidioksidin, typpidioksidin ja muiden typen oksidien sekä hengitettävien hiukkasten (PM₁₀), lyijyn (Pb) ja hakekaasun (CO) pitoisuuksista ulkoilmassa. Raja-arvolla tarkoitetaan ilman epäpuhtauksien pitoisuutta, joka on alitettava. Raja-arvot perustuvat EU:n ilmanlaatudirektiiviin (2008/50/EY). Raja-arvot on esitetty taulukossa 3-2. Tavoitearvot on asetettu arseenille (As), kadmiumille (Cd) ja nikkelille (Ni) valtioneuvoston asetuksessa 113/2017 ja ne esitetään taulukossa 3-3.

Taulukko 3-2. Ulkoilmanlaadun raja-arvoja ihmisten terveyden suojelemiseksi (Valtioneuvoston asetus 79/2017).

Ilman epäpuhtaus	Keskiarvonlas-kenta-aika	Raja-arvo, µg/m ³	Sallitut ylitykset kalenterivuodessa
Rikkidioksidi (SO ₂)	1 tunti 24 tuntia	350 125	24 krt/vuosi 3 krt/vuosi
Typpidioksidi (NO ₂)	1 tunti Kalenterivuosi	200 40	18 krt/vuosi
Hengitettävät hiukkaset (PM ₁₀)	24 tuntia Kalenterivuosi	50* 40	35 krt/vuosi
Pienhiukkaset (PM _{2.5})	Kalenterivuosi	25	–
Lyijy (Pb)	Kalenterivuosi	0,5	–
Häkä (CO)	8 tuntia	10 000	–

* tulokset ilmaistaan ulkoilman lämpötilassa ja paineessa.

Taulukko 3-3. Ulkoilmanlaadun tavoitearvot (Valtioneuvoston asetus 113/2017).

Ilman epäpuhtaus	Keskiarvonlas-kenta-aika	Tavoitearvo, ng/m ³
Arseeni (As)	Kalenterivuosi	6
Kadmium (Cd)	Kalenterivuosi	5
Nikkeli (Ni)	Kalenterivuosi	20

Ilmanlaatua koskevassa valtioneuvoston asetuksessa (79/2017) kasvillisuuden ja ekosysteemien suojelemiseksi on asetettu kriittinen taso ulkoilman rikkidioksidi- ja typenoksidipitoisuudelle (NO_x) (Taulukko 3-4). Arvoja sovelletaan rakennetun ympäristön ulkopuolella olevilla alueilla, kuten luonnonsuojelun kannalta merkityksellisillä alueilla ja laajoilla maa- ja metsätalousalueilla.

Taulukko 3-4. Ilmanlaadun kriittiset tasot kasvillisuuden ja ekosysteemien suojelemiseksi (79/2017).

Ilman epäpuhtaus	Keskiarvonlas-kenta-aika	Kriittinen taso, µg/m ³
Rikkidioksidi SO ₂	vuosi ja talvikausi (1.10.–31.3.)	20
Typen oksidit NO _x	vuosi	30

Euroopan unionin neuvosto on hyväksynyt lokakuussa 2024 direktiivin, jossa vahvistetaan päivitettyt ilmanlaatonormit kaikkialla EU:ssa (2881/2024). Nämä uudet ilmanlaatonormit on saavutettava vuoteen 2030 mennessä. Uudessa direktiivissä raja-arvoja kiristetään, sallittuja ylityksiä vähennetään, otetaan käyttöön raja-arvoja uusille aikaväleille ja tavoitearvoja muutetaan raja-arvoiksi. Direktiivi kattaa mm. rikkidioksidin, typen oksidit, hiukkaset (PM_{2,5} ja PM₁₀) ja metallit. Uudistettu ilmanlaatudirektiivi tullaan saattamaan voimaan Suomessa kansallisella lainsäädännöllä kahden vuoden kuluessa. Uuden direktiivin raja-arvot on esitetty seuraavassa taulukossa (Taulukko 3-5).

Taulukko 3-5. Uuden ilmanlaatudirektiivin (2881/2024) raja-arvot vuodelle 2030. Direktiivi tullaan saatamaan osaksi suomen kansallista lainsäädäntöä viimeistään vuonna 2026.

Ilman epäpuhtaus	Keskiarvonlas-kenta-aika	Raja-arvo, $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Sallitut ylitykset kalenterivuodessa
Rikkidioksidi (SO_2)	1 tunti	350	3 krt/vuosi
	24 tuntia	50	18 krt/vuosi
	Kalenterivuosi	20	
Typpidioksidi (NO_2)	1 tunti	200	3 krt/vuosi
	24 tuntia	50	18 krt/vuosi
	Kalenterivuosi	20	
Hengitettävät hiukkaset (PM_{10})	24 tuntia	45	18 krt/vuosi
	Kalenterivuosi	20	
Pienhiukkaset ($\text{PM}_{2.5}$)	24 tuntia	25	18 krt/vuosi
	Kalenterivuosi	10	
Lyijy (Pb)	Kalenterivuosi	0,5	–
Arseeni (As)	Kalenterivuosi	6 ng/m^3	–
Kadmium (Cd)	Kalenterivuosi	5 ng/m^3	–
Nikkeli (Ni)	Kalenterivuosi	20 ng/m^3	–

4 Mallinnuksen tulokset

4.1 Yleistä

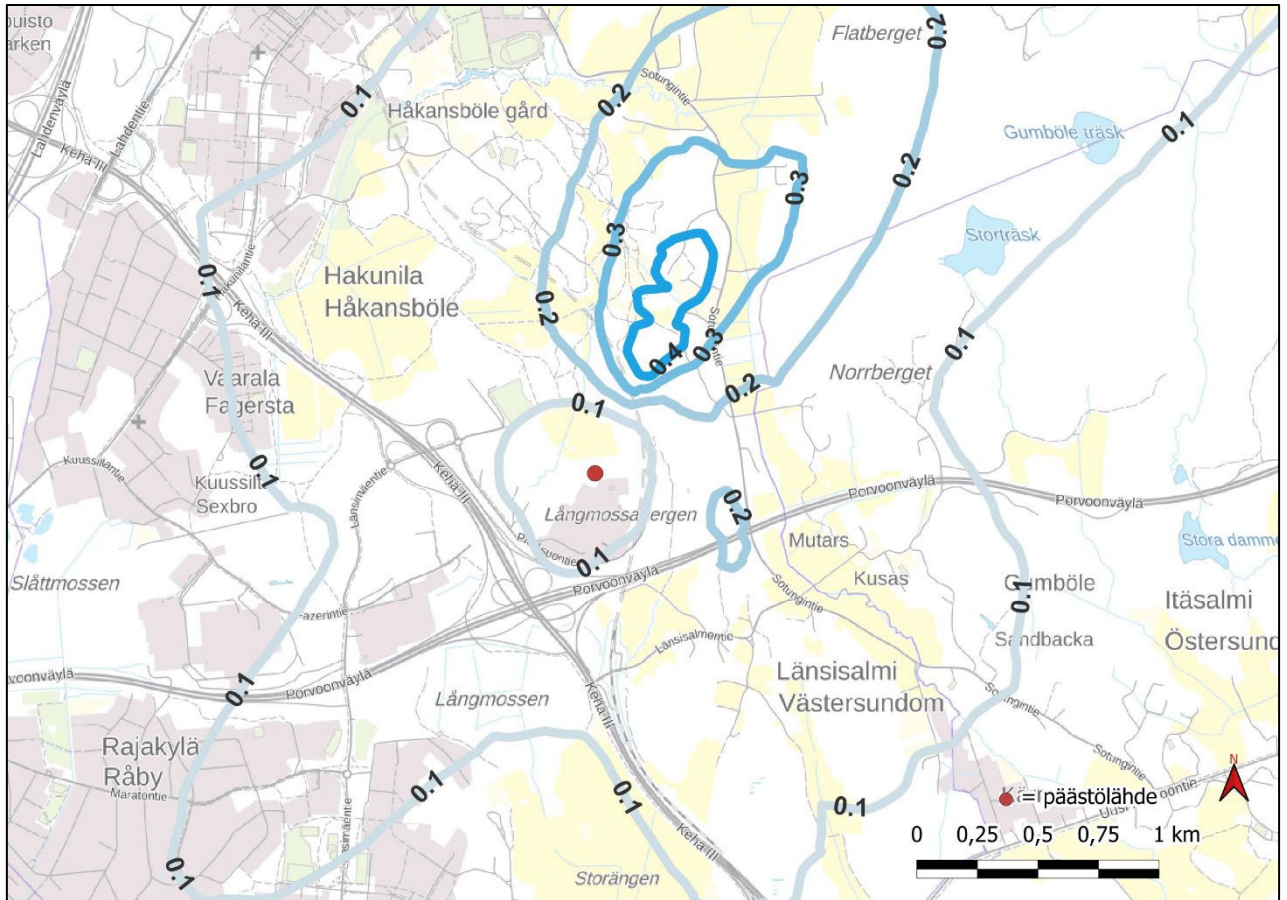
Tässä kappaleessa on esitetty tulokset hankevaihtoehtojen (VE1–VE3) ja 0-vaihtoehdon (VE0) savukaasupäästöjen leviämismalleille. Tulokset ovat pitoisuuksia maan pinnalla.

Vaihtoehtojen (VE1–VE3 ja VE0) savukaasupäästöjen aiheuttamat eri epäpuhtauksien suurimmat ulkoilman pitoisuudet on esitetty taulukoissa 4-1 - 4-3. Taulukoiden arvot ovat yksittäisiin pisteisiin saatuja viiden vuoden tarkastelujakson suurimpia pitoisuusarvoja.

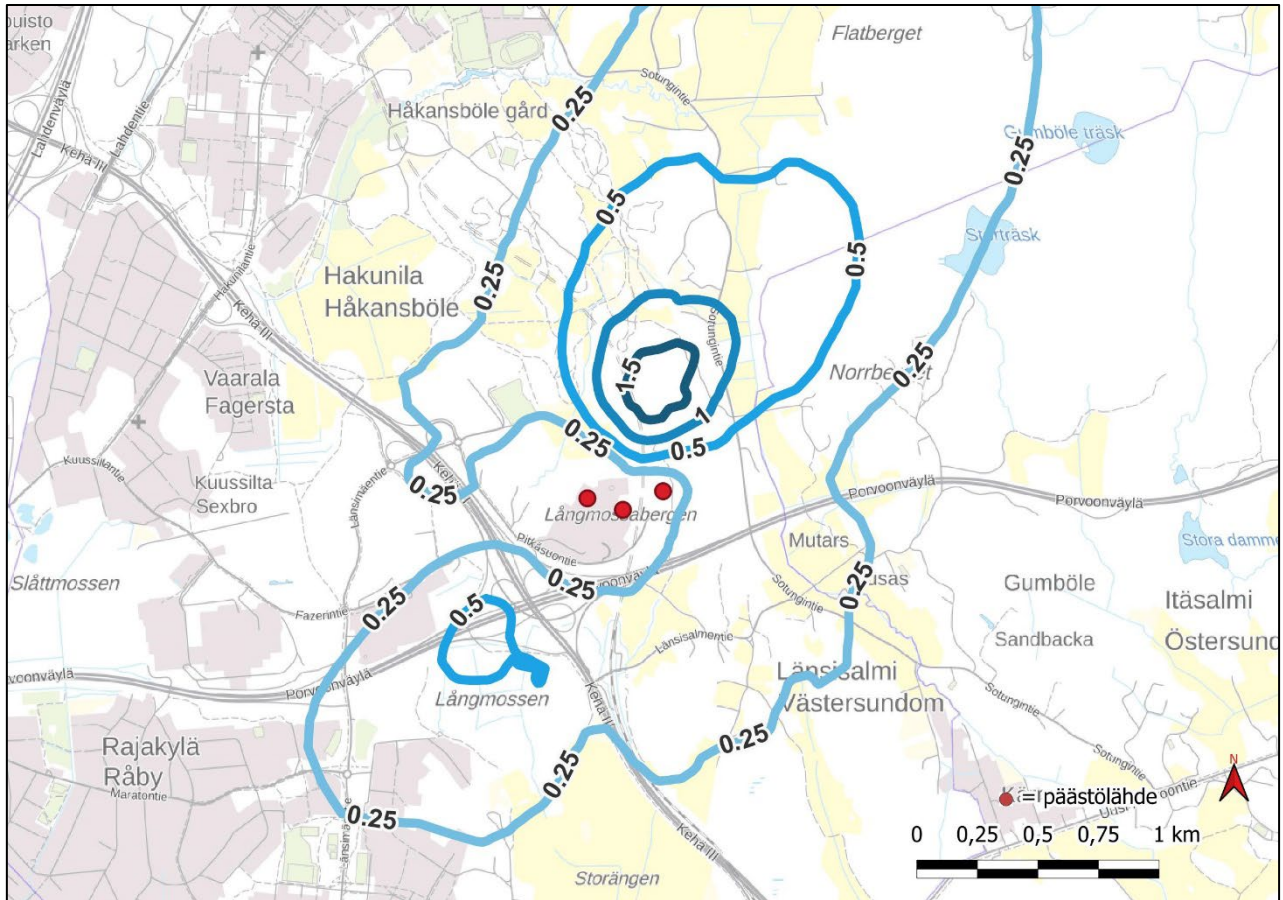
Leviämismallilaskelmien tuloksena saatujen epäpuhtauspitoisuuksien keskiarvopitoisuuksien alueellista vaihtelua on tarkasteltu karttakuvilla. Kuvissa on esitetty tasa-arvokäyrillä ne alueet, joissa tietyn pitoisuuden ylittyminen on todennäköistä havaintojakson aikana.

4.2 SO_2 -pitoisuudet

Hankevaihtoehtojen SO_2 -päästöjen aiheuttama ulkoilman rikkidioksidipitoisuuden korkein vuosikeskiarvo on leviämismallilaskelmien perusteella 0,46 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ja 0-vaihtoehdon aiheuttama 1,75 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Pitoisuudet ovat selvästi pienempiä kuin kasvillisuuden suojelemiseksi asetettu kriittinen taso 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. SO_2 -päästön aiheuttamia pitoisuuden vuosikeskiarvoja on tarkasteltu kartalla kuvissa 4-1 ja 4-2.



Kuva 4-1. Hankevaihtoehtojen SO₂-päästöjen aiheuttama kriittiseen tasoon 20 µg/m³ verrannollinen SO₂-pitoisuus vuoden 2016 säätiedoilla (vuosikeskiarvo), kuvassa pitoisuuden (µg/m³) tasa-arvokäyrät.



Kuva 4-2. Vaihtoehdon VE0 SO₂-päästöjen aiheuttama kriittiseen tasoon 20 µg/m³ verrannollinen SO₂-pitoisuus vuoden 2016 säätiedoilla (vuosikeskiarvo), kuvassa pitoisuuden (µg/m³) tasa-arvokäyrät.

4.11.2025

Taulukko 4-1. Hankevaihtoehtojen ja 0-vaihtoehdon SO₂-päästöjen aiheuttamat ulkoilman rikkidioksidipitoisuuksien (SO₂) suurimmat ohje- ja raja-arvoihin verrannolliset pitoisuudet, µg/m³

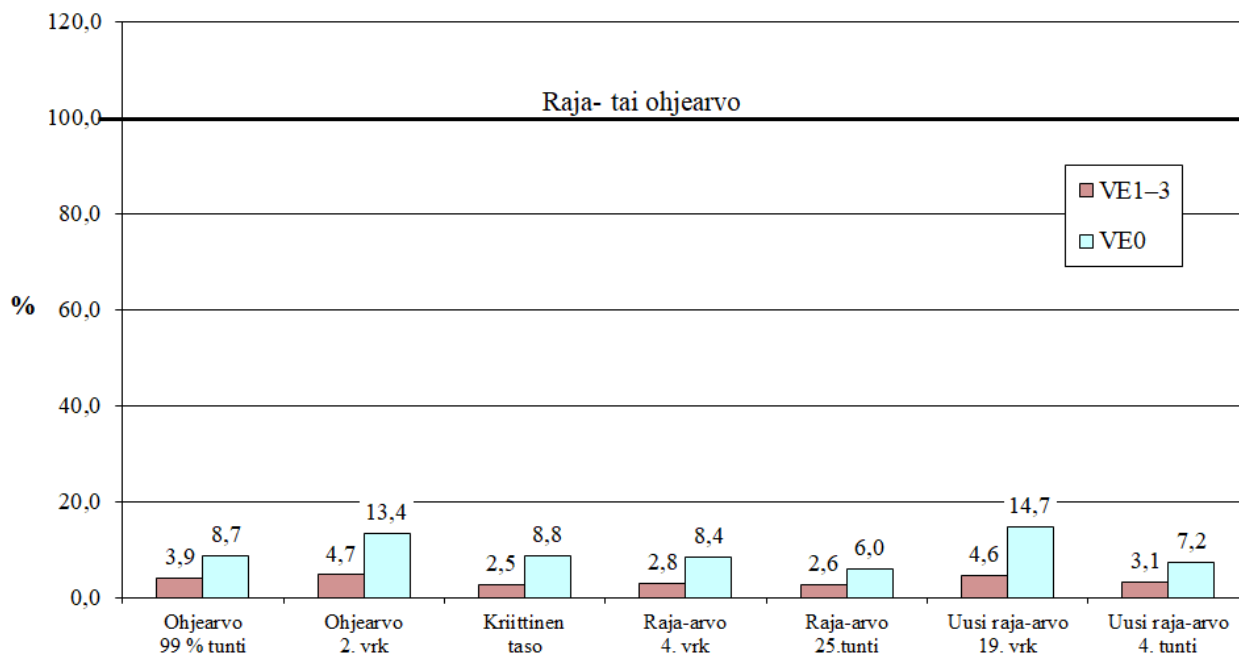
	Ohje-/raja-arvo	SO ₂ -pitoisuus	
		VE1-VE3	VE0
Vuosikeskiarvo	20*	0,51	1,75
Kuukauden 2. korkein vuorokausikeskiarvo	80**	3,7	10,7
Vuoden 4. korkein vuorokausikeskiarvo	125***	3,5	10,4
Kuukauden tuntiarvojen 99 %:n rajapitoisuus	250**	9,7	21,7
Vuoden 25. korkein tuntikeskiarvo	350***	9,2	21,0
Vuoden 19. korkein vuorokausikeskiarvo (uusi raja-arvo)	50	2,3	7,4
Vuoden 4. korkein tuntikeskiarvo (uusi raja-arvo)	350	11	25

* kriittinen taso kasvillisuuden suojelemiseksi ja uusi raja-arvo

** terveysvaikutusperusteinen ohjearvo

*** terveysvaikutusperusteinen raja-arvo

Hankevaihtoehtojen ja 0-vaihtoehdon savukaasupäästöjen aiheuttamat rikkidioksidipitoisuudet alittavat selvästi Suomessa voimassa olevat terveysvaikutusperusteiset ilman epäpuhauksia koskevat ohje- ja raja-arvot. Suurimpia raja- ja ohjearvoihin verrannollisia pitoisuuksia on suhteutettu kuvassa 4-3. SO₂-pitoisuuksien vertailusta havaitaan, että kaikissa tarkastelutilanteissa mallinnetut pitoisuudet jäivät selvästi alle ohje- ja raja-arvojen.

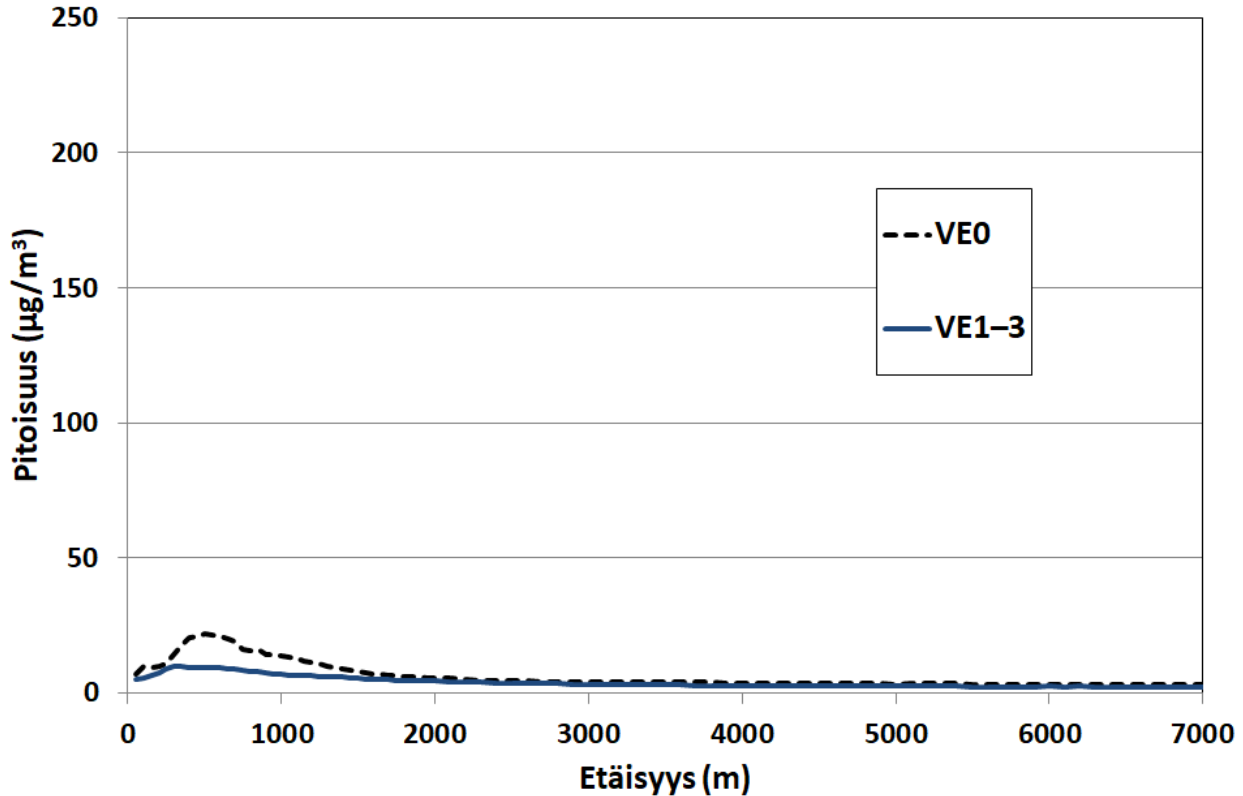


Kuva 4-3. Hankevaihtoehdon ja 0-vaihtoehdon SO₂-päästöjen aiheuttamien korkeimpien rikkidioksidipitoisuuksien (SO₂) suhde ilmanlaadun terveysvaikutusperusteisiin ohje- ja raja-arvoihin.



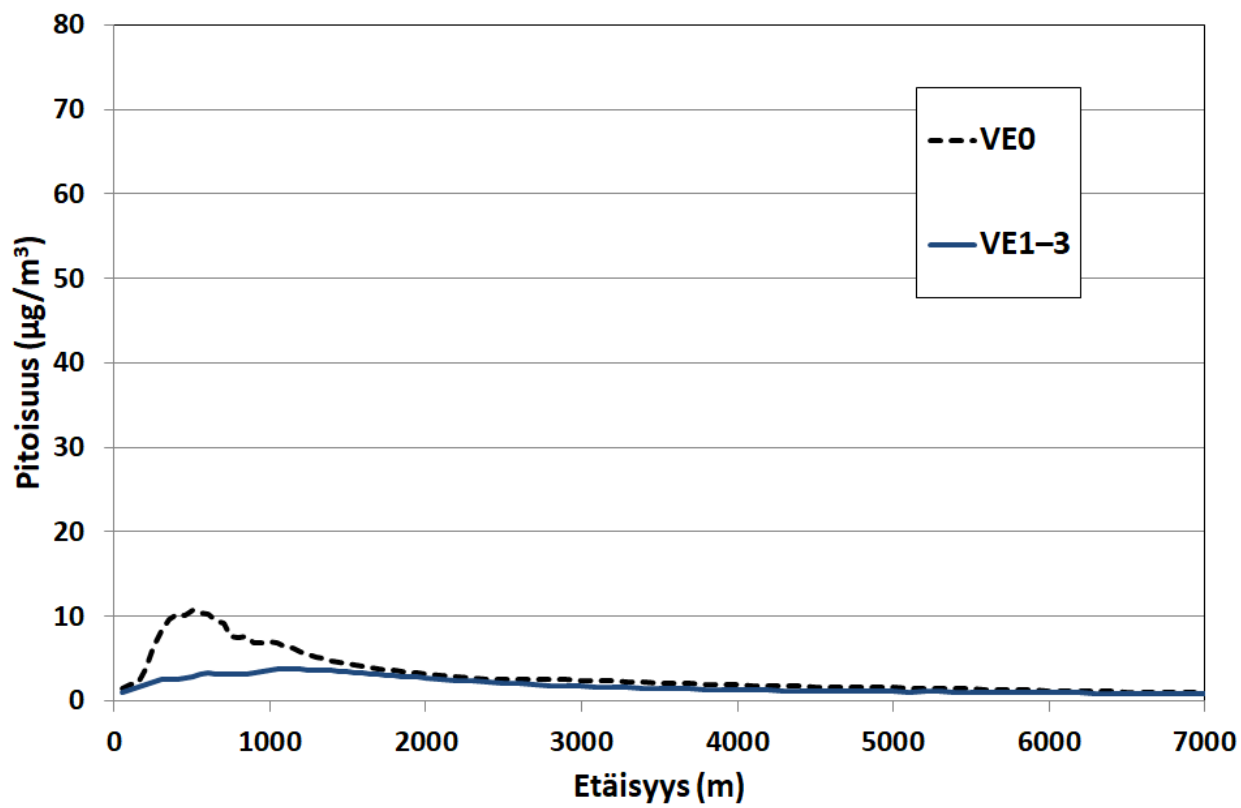
4.11.2025

Hankevaihtoehtojen rikkidioksidipäästöistä aiheutuva suurin SO₂-ohjearvoon 250 µg/m³ verrannollinen rikkidioksidipitoisuuden mallinnettu tuntikeskiarvo on 9,7 µg/m³ ja 0-vaihtoehtoon aiheuttama 21,7 µg/m³. Suurin pitoisuus sijoittuu laitoksesta noin 0,3 kilometrin etäisyydelle hankevaihtoehdoissa ja 0-vaihtoehdossa noin 0,5 kilometrin etäisyydelle. Koko sääaineiston perusteella määritettyjä SO₂-tuntiohjearvoon verrannollisia maksimipitoisuuksia eri etäisyyksillä laitoksesta on tarkasteltu kuvassa 4-4.



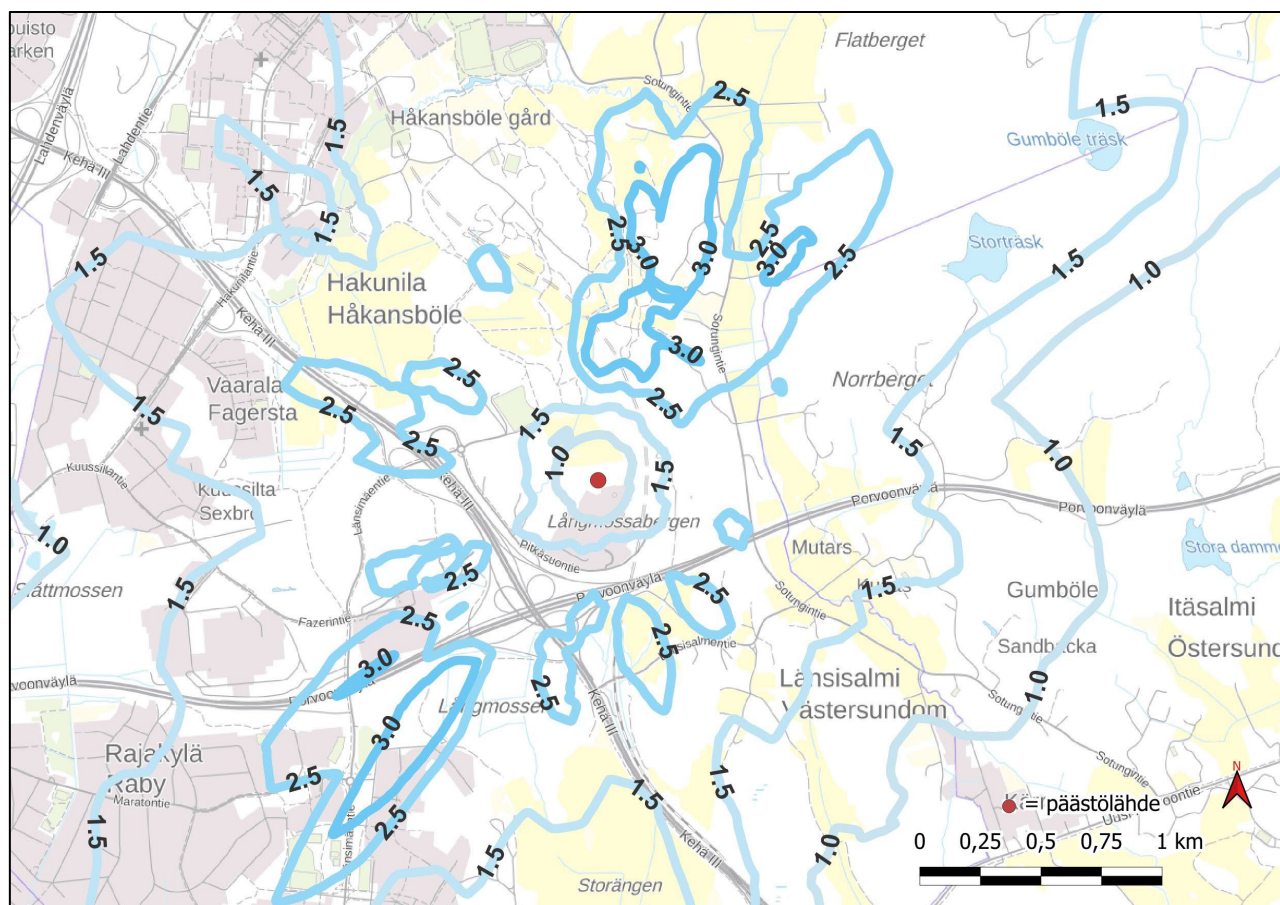
Kuva 4-4. Hankevaihtoehtoon ja 0-vaihtoehtoon rikkidioksidin tuntiohjearvoon 250 µg/m³ verrannolliset pitoisuudet eri etäisyyksillä hankevaihtoehdoissa ja 0-vaihtoehdossa.

Hankevaihtoehtojen suurin SO₂-vuorokausiarvoon 80 µg/m³ vertailukelpoinen vuorokausipitoisuus on noin 3,7 µg/m³ ja 0-vaihtoehtoon aiheuttama 10,7 µg/m³. Suurin pitoisuus osuu noin 1,15 kilometrin etäisyydelle laitoksesta hankevaihtoehdoissa ja 0-vaihtoehdossa noin 0,5 kilometrin etäisyydelle. Koko sääaineiston perusteella määritettyjä SO₂-vuorokausiarvoon verrannollisia maksimipitoisuuksia eri etäisyyksillä laitoksesta on tarkasteltu kuvassa 4-5 ja alueellista jakautumista on havainnollistettu kuvissa 4-6 ja 4-7.

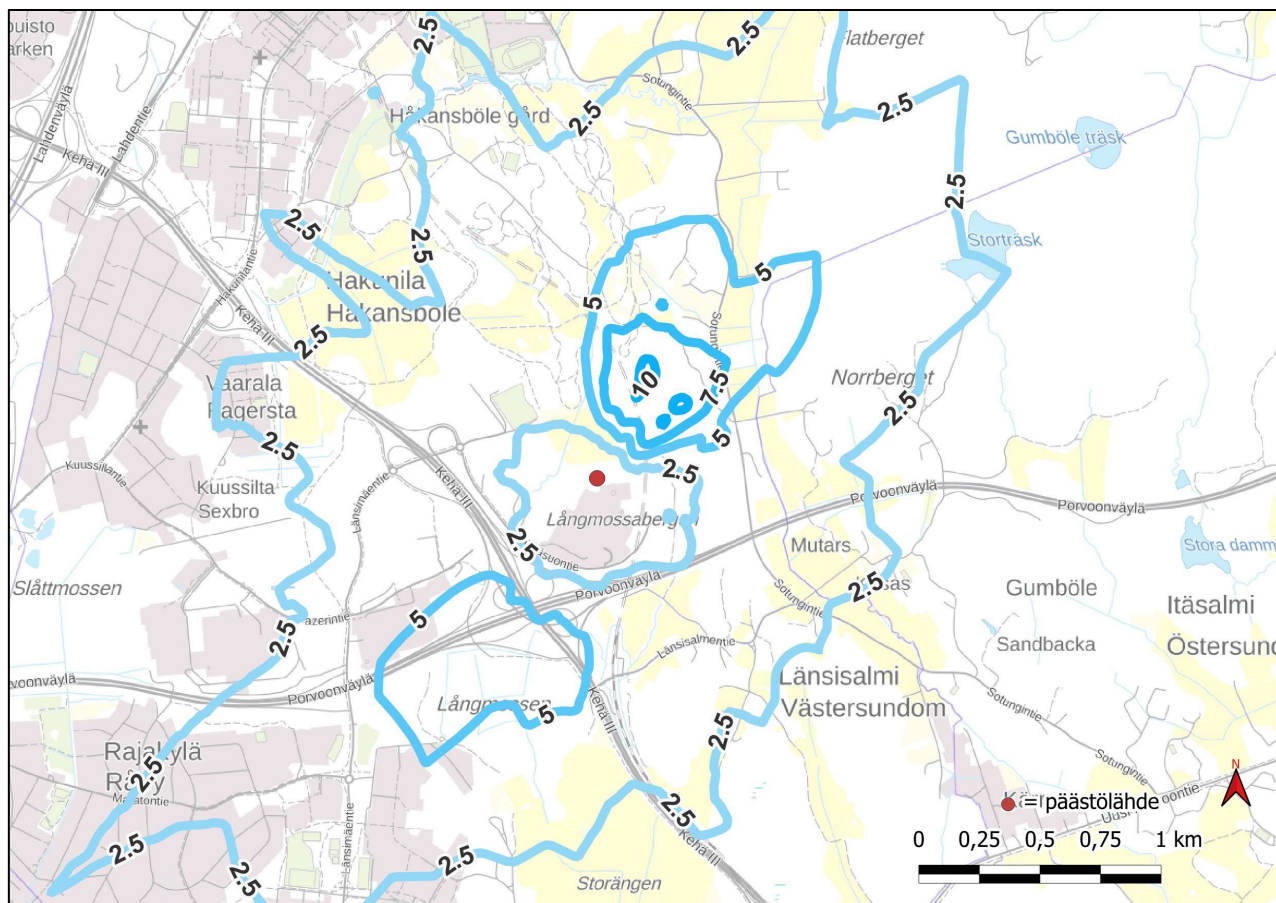


Kuva 4-5. Rikkidioksidin vuorokausiohjearvoon $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$ verrannolliset pitoisuudet eri etäisyyksillä hankevaihtoehdoissa ja 0-vaihtoehdossa.

4.11.2025



Kuva 4-6. Rikkidioksidin vuorokausiohjearvoon $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$ verrannolliset suurimmat pitoisuudet hankevaihtoehtoissa, kuvassa pitoisuuden ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) tasa-arvokäyrät.



Kuva 4-7. Rikkidioksidin vuorokausiohjearvoon 80 µg/m³ verrannolliset suurimmat pitoisuudet vaihtoehdossa VE0, kuvassa pitoisuuden (µg/m³) tasa-arvokäyrät.

4.3 NO₂- ja NO_x-pitoisuudet

Hankevaihtoehtojen ja 0-vaihtoehdon savukaasupäästöjen aiheuttamat suurimmat ulkoilman NO₂- ja NO_x-pitoisuudet on esitetty taulukossa 4-2. NO₂-pitoisuuden korkein vuosikeskiarvo hankevaihtoehdoissa on 0,88 µg/m³ ja 0-vaihtoehdossa 2,3 µg/m³. Mallinnettuja NO₂-päästön vuosikeskiarvoja on tarkasteltu kartalla kuvissa 4-8 ja 4-9. Suurimmassa osassa aluetta pitoisuudet ovat jatkuvasti merkittävästi pienempiä kuin niissä kohteissa, joissa taulukossa 4-1 esiintyvät maksimi-arvot esiintyvät.

Hankevaihtoehdoissa päästöjen aiheuttama ulkoilman NO_x-pitoisuuden korkein vuosikeskiarvo on 2,2 µg/m³ ja 0-vaihtoehdon päästöjen 7,7 µg/m³. Kasvillisuuden ja ekosysteemien suojelemiseksi asetettu kriittinen taso ulkoilman typenoksidipitoisuudelle vuosikeskiarvona on 30 µg/m³. Typenoksidipitoisuuden korkeimmat vuosikeskiarvot alittavat siis selvästi kasvillisuusvaikutusten ehkäisemiseksi asetetun kriittisen tason.

4.11.2025

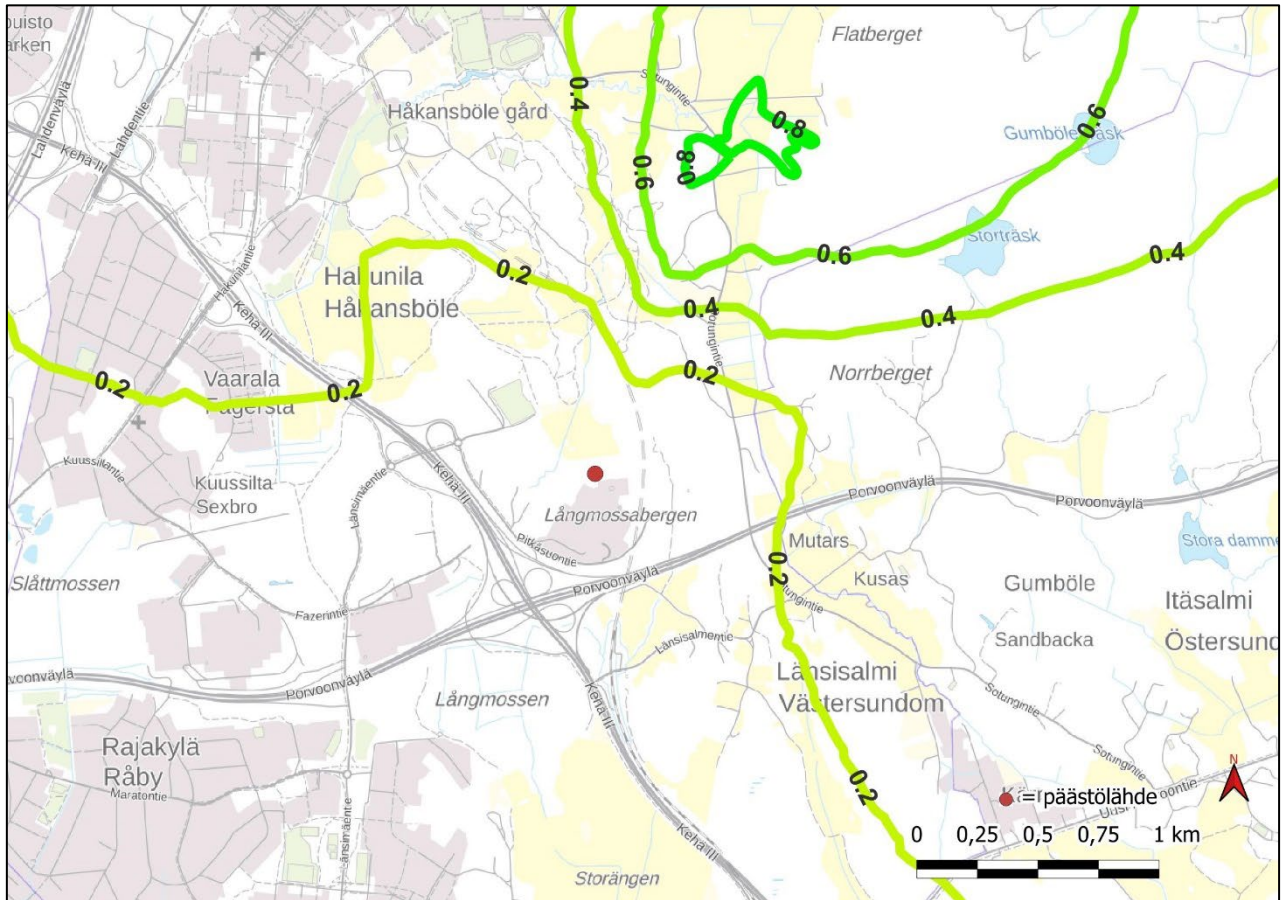
Taulukko 4-2. Hankevaihtoehtojen ja 0-vaihtoehdon NO_x-päästöjen aiheuttamat ulkoilman NO₂-pitoisuuksien suurimmat ohje- ja raja-arvoihin verrannolliset pitoisuudet (µg/m³) viiden vuoden tarkastelujaksolta.

	Ohje- /raja-arvo	NO ₂ -pitoisuus	
		VE1-VE3	VE0
Vuosikeskiarvo	40*	0,88	2,3
Kuukauden 2. korkein vuorokausikeskiarvo	70**	11,1	20,5
Kuukauden tuntiarvojen 99 %:n rajapitoisuus	150**	20,2	55,9
Vuoden 19. korkein tuntikeskiarvo	200*	20,8	41,4
Vuoden 19. korkein vuorokausikeskiarvo (uusi raja-arvo)	50	4,5	10,1
Vuoden 4. korkein tuntikeskiarvo (uusi raja-arvo)	200	24	71
	Kriittinen taso	NO _x -pitoisuus	
		VE1-VE3	VE0
Vuosikeskiarvo	30***	2,2	7,7

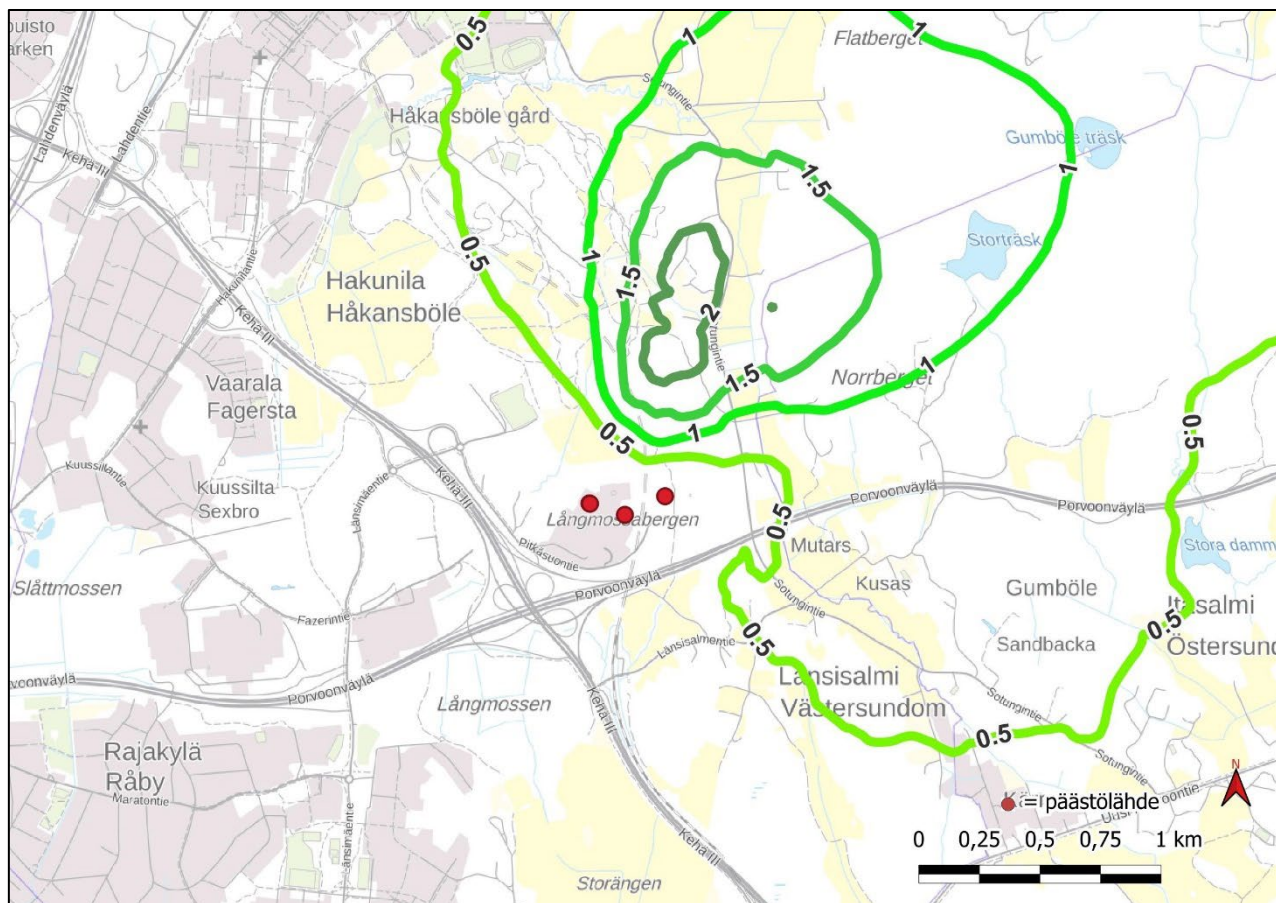
* terveysvaikutusperusteinen raja-arvo

** terveysvaikutusperusteinen ohjearvo

*** kasvillisuuden suojelemiseksi annettu kriittinen taso



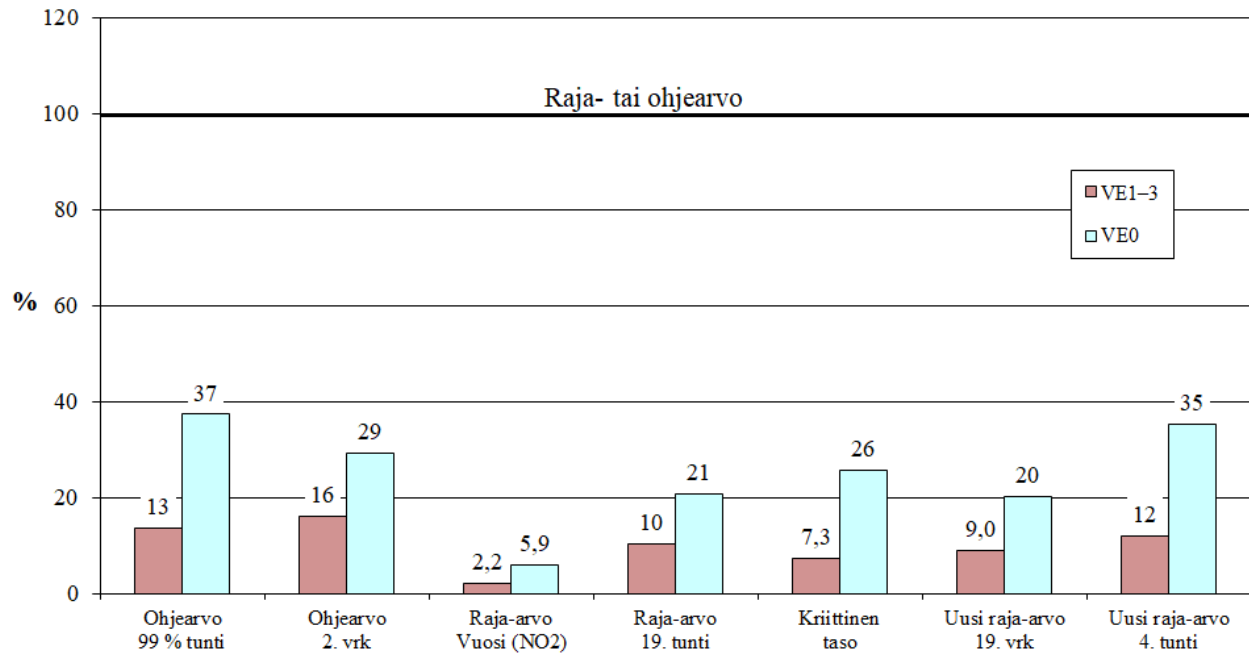
Kuva 4-8. Hankevaihtoehtojen NO_x-päästöjen aiheuttama raja-arvoon 40 µg/m³ verrannollinen NO₂-vuosikeskiarvo vuoden 2015 säätiedoilla, kuvassa pitoisuuden (µg/m³) tasa-arvokäyrät.



Kuva 4-9. Vaihtoehdon VE0 NO_x-päästöjen aiheuttama raja-arvoon 40 µg/m³ verrannollinen NO₂-vuosikeskiarvo vuoden 2015 säätiedoilla, kuvassa pitoisuuden (µg/m³) tasa-arvokäyrät.

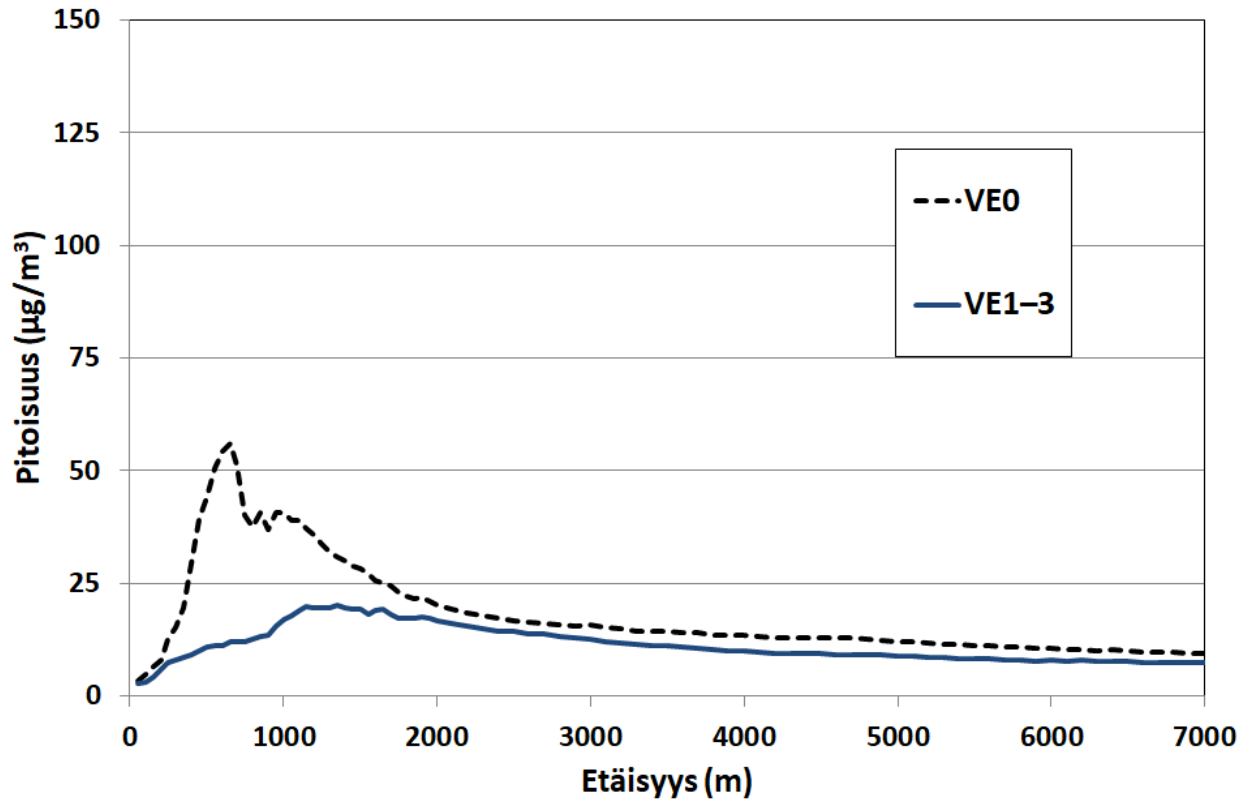
Tarkasteltujen vaihtoehtojen korkeimpia ohje- tai raja-arvoon verrannollisia typpidioksidipitoisuuksia on suhteutettu kuvassa 4-10. Kuvassa on esitetty prosentteina, kuinka paljon korkein typpidioksidipitoisuus on ohje- ja raja-arvosta. NO₂-pitoisuuksien vertailusta havaitaan, että kaikissa tarkastelutilanteissa mallinnetut pitoisuudet jäivät selvästi alle ohje- ja raja-arvojen.

4.11.2025



Kuva 4-10. Hankevaihtoehtojen ja 0-vaihtoehdon NO_x-päästöjen aiheuttamien korkeimpien typpidioksidipitoisuuksien (NO₂) suhde ilmanlaadun terveysvaikutusperusteisiin ohje- ja raja-arvoihin.

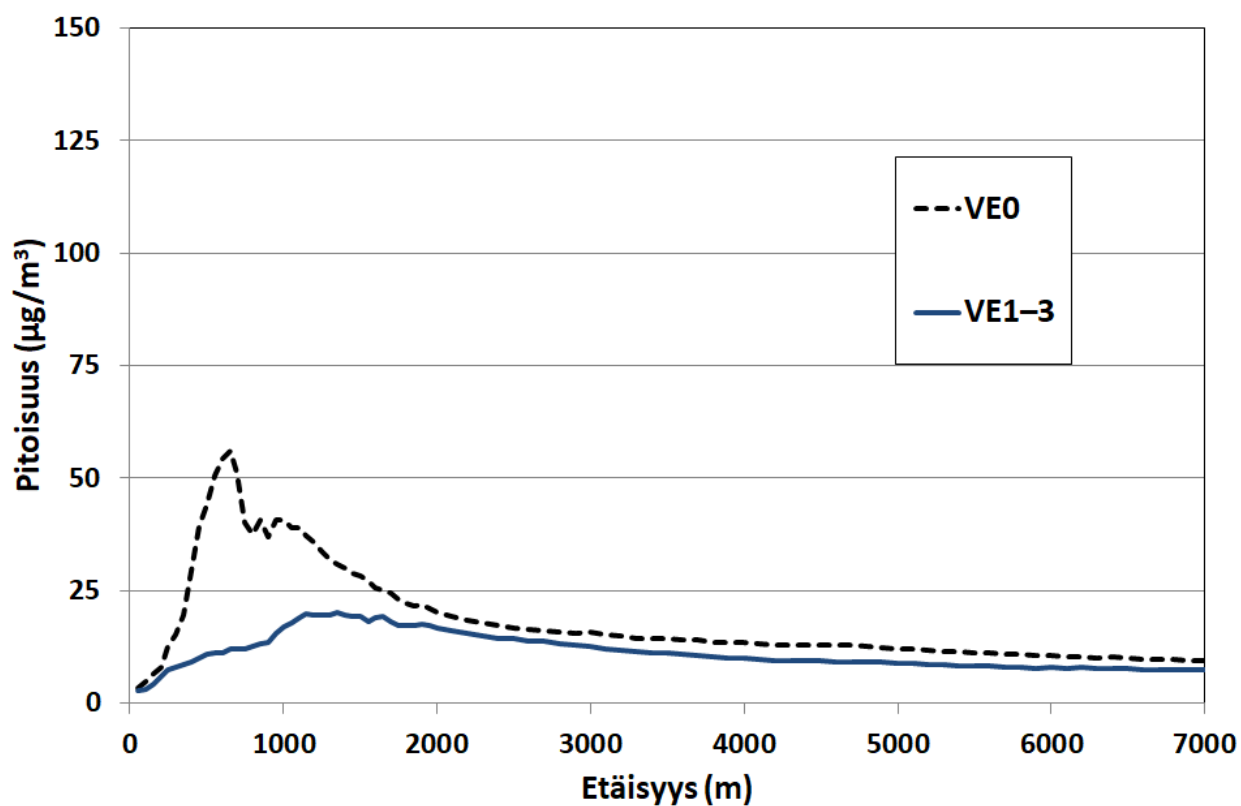
Koko sääaineiston perusteella määritettyjä NO₂-ohjearvoon verrannollisia korkeimpia tunti-keskiarvoja eri etäisyyksillä on tarkasteltu kuvassa 4-11. Hankevaihtoehdoissa NO_x-päästöistä aiheutuva suurin NO₂-ohjearvoon 150 µg/m³ verrannollinen typpidioksidipitoisuus on 20 µg/m³ ja 0-vaihtoehdossa 56 µg/m³. Suurin pitoisuus sijaitsee hankevaihtoehdoissa noin 1,35 kilometrin etäisyydellä laitoksesta ja 0-vaihtoehdossa noin 0,65 kilometrin etäisyydellä.



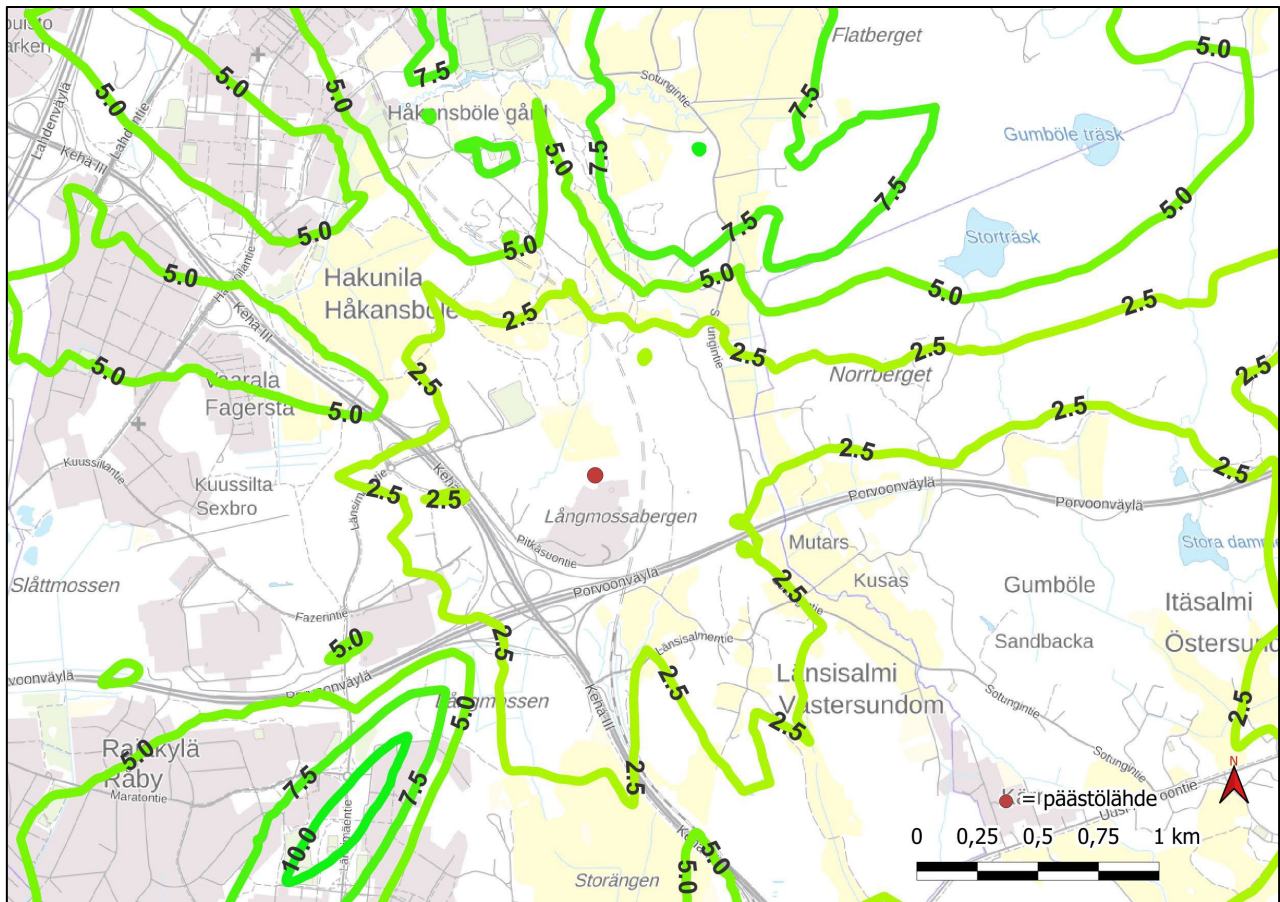
Kuva 4-11. Hankevaihtoehtojen ja 0-vaihtoehdon aiheuttamat NO₂-tuntiojearvoon 150 µg/m³ vertailukelpoiset suurimmat ilman NO₂-tuntipitoisuudet (kuukauden tuntiarvojen 99 %:n rajapitoisuus).

Koko viiden vuoden säääineiston perusteella määritettyjä NO₂-vuorokausiojearvoon verrannollisia maksimipitoisuuksia eri etäisyyksillä Jätevoimalan alueesta on tarkasteltu kuvassa 4-12 ja alueellista jakautumista kuvissa 4-13 ja 4-14.

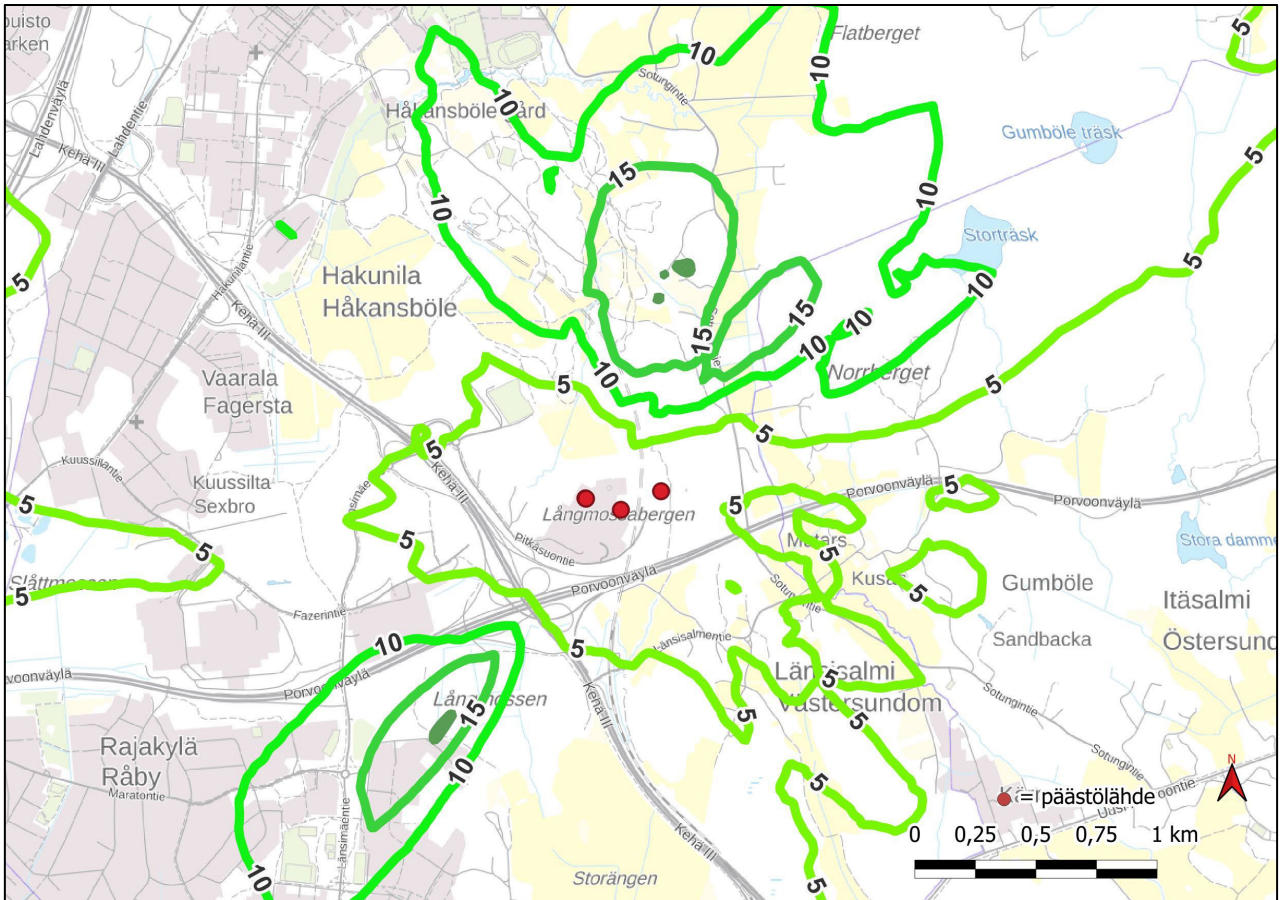
Suurin NO₂-vuorokausiojearvoon 70 µg/m³ vertailukelpoinen vuorokausipitoisuus on hankevaihtoehdossa 11 µg/m³ ja 0-vaihtoehdossa 20 µg/m³. Suurin pitoisuus sijoittuu hankevaihtoehdossa noin 1,7 kilometrin etäisyydelle laitoksesta ja 0-vaihtoehdossa noin 1,0 kilometrin etäisyydelle.



Kuva 4-12. Hankevaihtoehtojen ja 0-vaihtoehdon NO_x-päästöjen aiheuttamat NO₂-vuorokausiohjearvoon 70 µg/m³ vertailukelpoiset suurimmat ilman typpidioksidin vuorokausipitoisuudet (kuukauden 2. korkein vuorokausikeskiarvo).



Kuva 4-13. Hankevaihtoehtojen NO_x -päästöjen ulkoilman NO_2 -vuorokausiokseen ($70 \mu\text{g}/\text{m}^3$) verrannolliset suurimmat pitoisuudet, eli kuukauden 2. korkeimmat NO_2 -vuorokausikeskiarvot, kuvassa pitoisuuden ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) tasa-arvokäyrät.



Kuva 4-14. Vaihtoehdon VE0 NO_x-päästöjen ulkoilman NO₂-vuorokausiohjearvoon (70 µg/m³) verrannolliset suurimmat pitoisuudet, eli kuukauden 2. korkeimmat NO₂-vuorokausikeskiarvot, kuvassa pitoisuu-den (µg/m³) tasa-arvokäyrät.

4.4 Hiukkaspitoisuudet

Hankevaihtoehtojen ja 0-vaihtoehdon hiukkaspäästöjen aiheuttamia suurimpia ohje- ja raja-arvoin verrannollisia hiukkaspitoisuuksia on tarkasteltu taulukossa 4-3 ja suhteutettu kuvassa 4-15. Päästöjen aiheuttamat hiukkaspitoisuudet alittavat selvästi Suomessa voimassa olevat ilman epäpuhtauksia koskevat ohje- ja raja-arvot. Suurimassa osassa aluetta pitoisuudet ovat jatkuvasti merkittävästi pienempiä kuin niissä kohteissa, joissa taulukossa 4-3 esitetyt maksimiarvot esiintyvät. Kuvassa 4-15 on esitetty prosentteina, kuinka paljon korkein ohje- tai raja-arvoon verrannollinen hiukkaspitoisuus on ohje- ja raja-arvosta.

Hiukkasten jakaumaa ei tunneta, joten konservatiivisuuden nimissä taulukossa 4-3 ja vertailuissa on oletettu, että kaikki hiukkaset ovat hengitettäviä hiukkasia (PM₁₀) tai pienhiukkasia (PM_{2,5}). Terveysvaikutukseltaan haitallisempia ovat pienet hiukkaset, joista ns. hengitettäville hiukkasille (PM₁₀) ja pienhiukkasille (PM_{2,5}) on annettu raja-arvo.

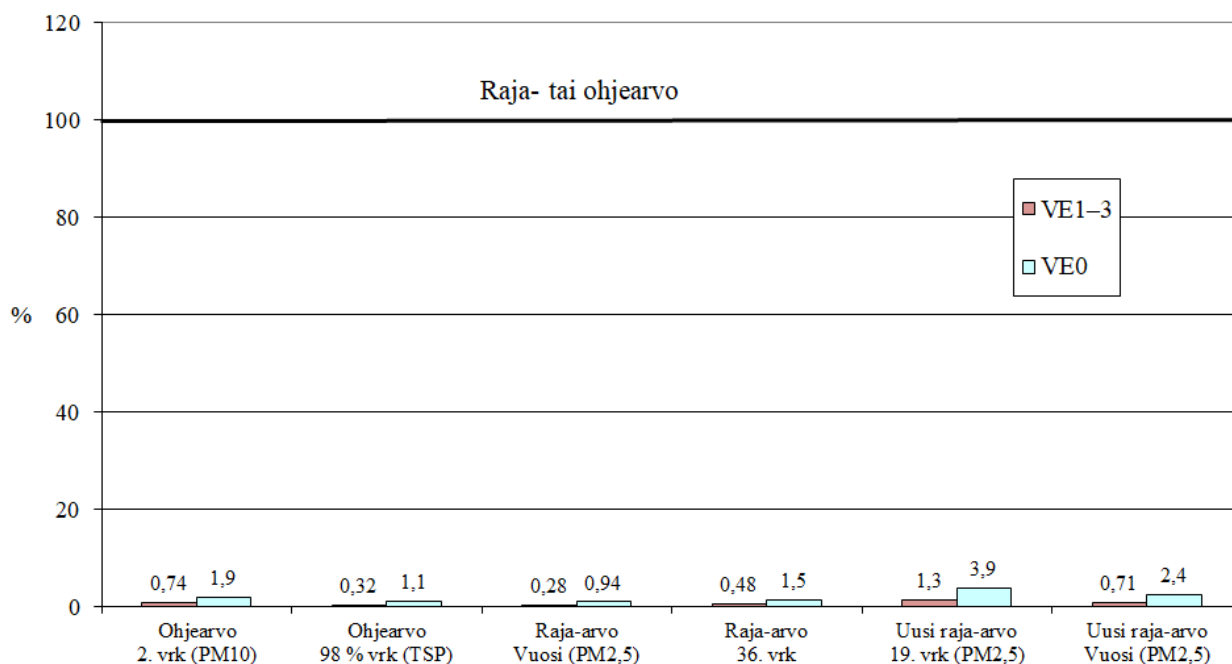
4.11.2025

Taulukko 4-3. Hankevaihtoehtojen ja 0-vaihtoehdon hiukkaspäästöjen aiheuttamat ulkoilman hiukkaspitoisuuksien suurimmat ohje- ja raja-arvoihin verrannolliset pitoisuudet ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).

	Ohje- / raja-arvo	Pitoisuus	
		VE1-VE 3	VE0
Vuosikeskiarvo	40**(PM ₁₀) 25**(PM _{2,5})	0,071	0,24
Kuukauden 2. korkein vuorokausikeskiarvo	70* (PM ₁₀)	0,52	1,36
Vuoden 36. korkein vuorokausikeskiarvo	50** (PM ₁₀)	0,24	0,73
Vuoden 19. korkein vuorokausikeskiarvo (uusi raja-arvo)	45 (PM ₁₀) 25 (PM _{2,5})	0,32	1,0
Vuosikeskiarvo (uusi raja-arvo)	20 (PM ₁₀) 10 (PM _{2,5})	0,071	0,24

* terveysvaikutusperusteinen ohjearvo

** terveysvaikutusperusteinen raja-arvo



Kuva 4-15. Hankevaihtoehtojen ja 0-vaihtoehdon hiukkaspäästöjen aiheuttamien ulkoilman korkeimpien hiukkaspitoisuuksien suhde taulukossa 4-2 esitettyihin ilmanlaadun terveysvaikutusperusteisiin ohje- ja raja-arvoihin

Tarkasteltujen vaihtoehtojen hiukkaspäästöt ovat pienet. Leviämisselvityksessä määritetyt hiukkaspitoisuudet alittavat selvästi maassamme voimassa olevat terveysvaikutusperusteiset ilman epäpuhtauksia koskevat ohje- ja raja-arvot.

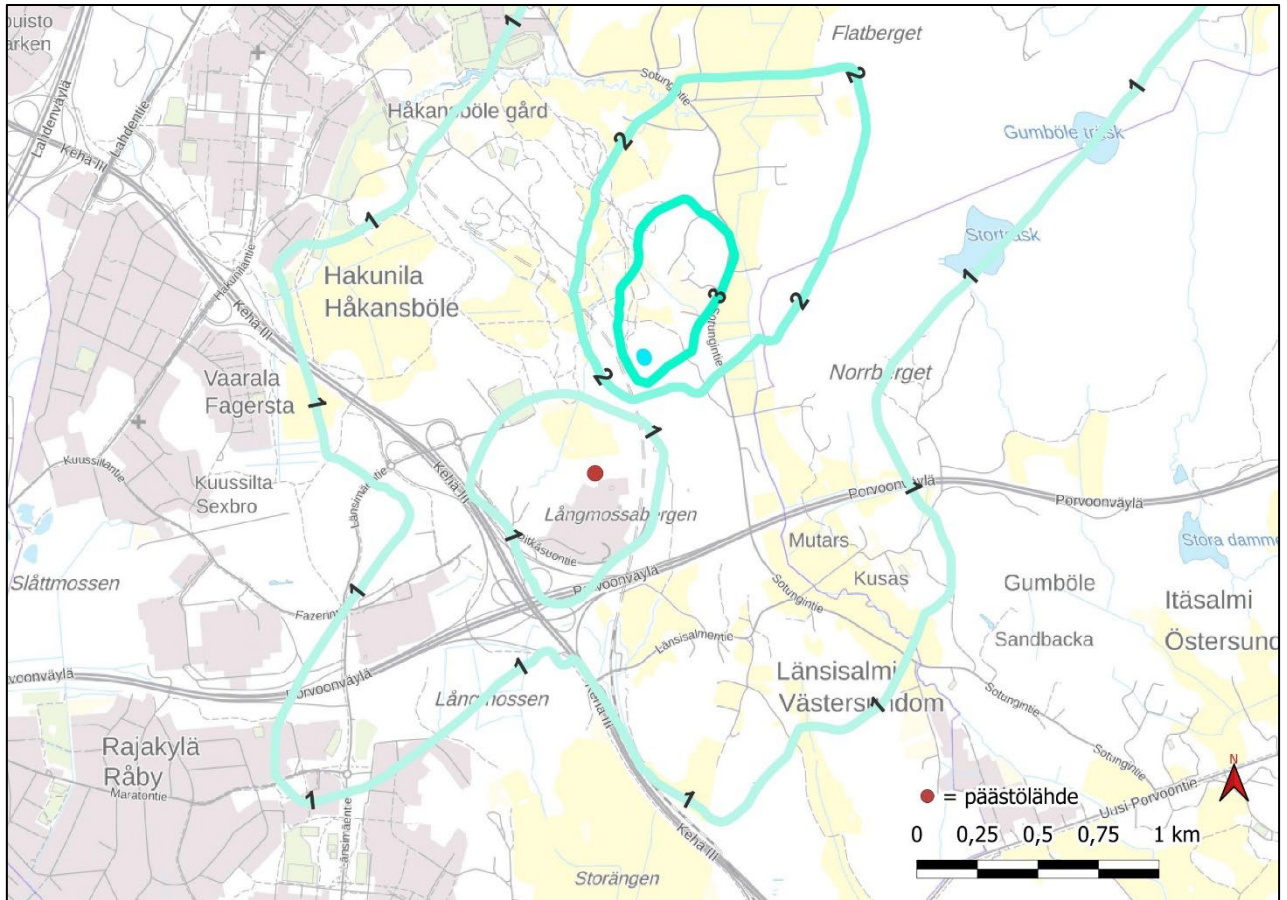
4.5 Muut päästöt

Lisäksi on mallinnettu seuraavien päästöjen leviämistä: Sb+As+Pb+Cr+Co+Cu+Mn+Ni+V (metallit yhteensä), dioksiinit ja furaanit, kloorivety, fluorivety, elohopea, kadmium+tallium, häkä ja TVOC. Päästöt on arvioitu käyttäen 3.12.2023 alkaen noudatettavia jätteiden polton BAT-päätelmien (WI-BAT) mukaisia raja-arvoja.

Taulukko 4-4. Hankevaihtoehtojen ja 0-vaihtoehdon leviämismallilaskelmilla saatujen pitoisuuksien maksimi-arvoja.

	Vuosikeskiarvojen maksimi		Vuorokausikeskiarvojen maksimi	
	VE1-VE 3	VE0	VE1-VE 3	VE0
Sb + As + Pb + Cr + Co + Cu + Mn + Ni + V, ng/m ³	4,2	14	43	97
Dioksiinit ja furaanit, pg/m ³	0,00073	0,0026	0,0075	0,019
Kloorivety, µg/m ³	0,10	0,35	1,0	2,6
Fluorivety, µg/m ³	0,014	0,047	0,14	0,32
Elohopea, ng/m ³	0,28	0,94	2,9	6,5
Kadmium+tallium, ng/m ³	0,28	0,94	2,9	6,5
Häkä, µg/m ³	0,71	2,3	7,2	16
TVOC, µg/m ³	0,14	0,47	1,4	3,2

Mallinnuksesta "metallit yhteensä" hankevaihtoehdoille saatu korkein vuosikeskiarvopitoisuus jää selvästi alle lyijylle asetetun raja-arvon ja nikkelin tavoitearvon. Jätevoimalan ja jätevoimalan laajennuksen päästömittaustietojen perusteella viime vuosina kyseinen päästö on todellisuudessa ollut alle 10 % päästöraja-arvosta, jonka perusteella leviämismalli on tehty. Näin ollen arvioidaan, että käytännössä pitoisuudet jäävät selvästi pienemmiksi kuin edellä taulukossa (Taulukko 4-4) esitetyt korkeimmat pitoisuudet.



Kuva 4-16. Hankevaihtoehtojen päästöjen aiheuttama ulkoilman pitoisuuden vuosikeskiarvo "metallit yhteensä" vuoden 2016 säätiedoilla, kuvassa pitoisuuden (ng/m^3) tasa-arvokäyrät.



linnuksen perusteella selvästi. Jätevoimalan ja jätevoimalan laajennuksen päästömittaustietojen perusteella viime vuosina kloorivetyypäästö on todellisuudessa ollut alle viidesosa päästöraja-arvoista, joiden perusteella leviämismalli on tehty.

Kadmiumille on valtioneuvoston asetuksessa (113/2017) asetettu vuosikeskiarvon tavoitearvo 5 ng/m^3 . Kummassakin vaihtoehdossa mallinnetut kadmium+talliumpäästön vuosikeskiarvot jäävät selvästi alle kadmiumille asetetun tavoitearvon. Jätevoimalan ja jätevoimalan laajennuksen päästömittaustietojen perusteella viime vuosina kadmium+tallium-päästö on todellisuudessa ollut alle 2 % päästöraja-arvosta, jonka perusteella leviämismalli on tehty.

5 Päästöjen leviämiseen vaikuttavia tekijöitä

Hankevaihtoehtojen ja 0-vaihtoehdon päästömäärät ovat yhtä suuret. Pitoisuuksista havaitaan, että hankevaihtoehdoissa leviämismallilaskelmien tuloksena saadut pitoisuudet ovat kuitenkin selvästi pienempiä kuin 0-vaihtoehdossa. Tätä eroa selittää pääosin kaksi asiaa: päästöihin kohdistuva nousulisä ja laitosalueen korkeat rakenteet.

Hankevaihtoehdoissa on ainoastaan yksi piippu, johon päästöt ja hiilidioksidin talteenoton jälkeen jäljelle jääneet savukaasut johdetaan. Vaihtoehdossa VE0 on neljä piippua, joiden kautta päästöt ja savukaasut johdetaan ilmaan. Savukaasuvirran suuruus ja lämpötila vaikuttavat päästöjen mekaaniseen nousulisään. Piippuun johdettavien savukaasujen lämpötiloissa ei ole suuria eroja. Hankevaihtoehdoissa yhteen piippuun johdettava savukaasumäärä on kuitenkin selvästi suurempi kuin yhdessäkään 0-vaihtoehdon piipuista ja näin ollen hankevaihtoehdoissa päästöihin kohdistuva nousulisä on selvästi suurempi kuin 0-vaihtoehdossa.

Malli ottaa huomioon piippujen läheisyydessä olevat päästöjen leviämiseen vaikuttavat korkeimmat rakenteet (esitetty edellä luvun 2 kuvassa 2-1). Hankevaihtoehtojen piippu sijaitsee selvästi kauempana polttolaitosten rakenteista kuin 0-vaihtoehdon piiput, jotka ovat lähellä polttolaitosten rakenteita. Hankevaihtoehdoissa uutena korkeampana rakenteena on otettu huomioon absorberi. Mallinnuksen herkkyydestä tarkastelun, jossa poistettiin rakennukset, perusteella 0-vaihtoehdossa korkeiden rakenteiden vaikutus savukaasujen leviämiseen on selvästi suurempi kuin hankevaihtoehdoissa.

6 Lähtötiedoista aiheutuvia epävarmuustekijöitä

Leviämismallilaskelmilla saatavien tulosten luotettavuuteen vaikuttavat malliin syötettävät lähtötiedot ja itse mallin toiminta. Leviämismallinnuksella ei koskaan saada täsmällisiä pitoisuusarvoja, vaan mallilaskelmilla yksinkertaistetaan jossain määrin todellisuutta. Toisaalta mallinnuksella haetaan pitoisuuksien suuruusluokkia, joita voidaan verrata pitoisuuksille annettuihin raja- ja ohjearvoihin. Tässä mallilaskelmassa on käytetty samaa mallinnustyökalua (AERMOD) ja päästötietojen sekä malliin syötettävien rakennustietojen osalta samoja lähtöaineistoja, joita on käytetty Vantaan Energian aikaisemmissa mallilaskelmissa (Vantaan Energia Oy 2024). Näin ollen Jätevoimalalle eri aikoina tehdyt mallilaskelmat ovat keskenään vertailukelpoisia.

Leviämismallinnuksessa käytetty sääaineisto on lähimmältä viralliselta sääasemalta eli Helsingin-Vantaan lentoasemalta, jonka arvioitiin parhaiten kuvaavan päästökohdetta. Sään vaihtelusta johtuvaa epävarmuutta on laskennassa vähennetty tarkastelemalla pitoisuuksia usean vuoden sääaineistolla. Tässä on käytetty viideltä vuodelta olevaa sääaineistoa.

NO₂-pitoisuuksiin vaikuttavat ilmakemialliset reaktiot, joiden kuvaamiseen on käytetty ohjelmistoon liitettyä PVMRM-mallia. Malli tarvitsee lähtötiedoksi arvion otsonipitoisuudesta. Käytännössä ilmakemiallisten reaktioiden mallintaminen on melko monimutkaista ja malli yksinkertaistaa todellisuutta. Toisaalta aiempaan kokemukseen perustuen NO₂-pitoisuuksien arvioidaan olevan konservatiivisia eli varovaisia siten, että ne antavat pikemmin yläarvion kuin ala-arvion todellisesta tilanteesta.

Käytännössä myös pitoisuuksien alueellinen jakautuminen ja esimerkiksi suurimpien pitoisuuksien esiintymispaikka vaihtelevat säätilanteen mukaan. Todellinen sää vaihtelee vuosittain. Arvioidaan, että sääaineiston lähtötietojen epävarmuuksista aiheutuvat tekijät eivät vaikuta pitoisuuksien perusteella tehtyihin päätelmiin.

7 Yhteenveto leviämismalliselvityksestä

Leviämisselvityksen mallilaskelmien tulosten perusteella arvioidaan, että hiilidioksidin talteenottolaitoksen uusi piippu, joka on yhtä korkea kuin nykyiset piiput, takaa ilmanlaadun kannalta riittävät päästöjen leviämis- ja laimenemisolosuhteet. Leviämismalliselvityksen perusteella jätevoimalan, jätevoimalan laajennuksen ja vaarallisen jätteen polttolaitoksen savukaasupäästöjen aiheuttamat ulkoilman epäpuhtauspitoisuudet ovat selvästi alle terveys- ja kasvillisuusperusteisten ilmanlaadun ohje-, raja- ja tavoitearvojen myös siinä tapauksessa, että hiilidioksidi otetaan talteen jätevoimalan päästöistä. Jätevoimalan ympäristöön muodostuvat pitoisuudet ovat kaikkien tarkasteltujen ilman epäpuhtauksien osalta pienempiä hiilidioksidin talteenoton jälkeen kuin nykytilanteessa. Savukaasupäästöjen vaikutukset eivät oleellisesti muutu nykytilanteesta, sillä savukaasupäästöjen aiheuttamat pitoisuudet ovat jo nykytilanteessa pieniä.

Viitteet

Ontario 2020. Ontario's Ambient Air Quality Criteria. <https://www.ontario.ca/page/ontarios-ambient-air-quality-criteria> (1.12.2020)

Vantaan Energia Oy 2024. Vaarallisten jätteiden poltto JV2-laitoksessa - ympäristövaikutusten arviointi. Ympäristövaikutusten arviointiselostus 4.3.2024.

WHO 2000. Air Quality Guidelines for Europe. Second Edition. WHO Regional Publications, European Series, No. 91