



27. HUHTIKUUTA 2020

Tampereen kaupunki
Kaupunkiympäristön palvelualue
Asemakaavoitus
raija.mikkola@tampere.fi

HAKAMETSÄN LÄMPÖKESKUKSEN
SAVUKAASUJEN
LEVIÄMISMALLINNUKSET
ASEMAKAAVOITUSTA VARTEN
HAKAMETSÄN ASEMAKAAVA NRO 8792, TAMPERE

ID 5 105 256



ENWIN OY, 2020

Kivipöytälanakuja 2

33920 Pirkkala

www.enwin.fi

TIIVISTELMÄ

Tampereen kaupungilla on meneillään Hakametsän asemakaavan nro 8792 uudistaminen (ns. *Sport Campus*-hanke).

Tässä työssä tarkastellaan Tampereen sähkölaitoksen Hakametsän lämpökeskuksen normaalitoiminnan savukaasujen leviämistä ja päästövaikutuksia alueella ja niiden vaikutusta asemakaavauudistukseen. Hakametsän lämpökeskuksessa on kolme kuumavesikattilaa (3 x 40 MW), joilla tuotetaan kaukolämpöä. Lämpökeskus toimii vara- ja huippuvoimalana.

Lämpökeskuksen ilmanlaatuvaikutukset mallinnettiin täyden kuorman ajossa kaikkien pääkomponenttien osalta (NO_x, SO₂, hiukkaset) ja osakuormalla mallinnettiin suurimman päästökomponentin (NO_x) ilmanlaatuvaikutukset. Hakametsän uuden asemakaavan asuinrakennusten korkeuden arvioimiseksi mallinnettiin vertikaaliset typpidioksidin pitoisuudet alustavien suunnitelmien pohjalta lähimpien kerrostalojen eri kerroksiin.

Hakametsän lämpökeskuksen aiheuttamat ulkoilman epäpuhtauspitoisuudet jäävät maanpintatasossa alhaisiksi sekä täyskuorman että osakuorman aikana Hakametsän asemakaavan suunnittelualueella.

- Typpidioksidin pitoisuudet ovat lämpökeskuksen täystehoajossa ympäristössä korkeimmillaan 5.4%-11 % ilmanlaadun tunti- tai vuorokausipitoisuuksien ohje- tai raja-arvoista typpidioksidille. Minimiteholla NO₂-pitoisuudet ympäristössä ovat korkeimmillaan 3.5%-6.6% ilmanlaadun ohje- tai raja-arvoista typpidioksidille.
- Rikkidioksidin pitoisuudet ovat korkeimmillaan 1.7%-3.4% ilmanlaadun tunti- tai vuorokausipitoisuuksien ohje- tai raja-arvoista rikkidioksidille.
- Hiukkaspitoisuudet ovat <0.1% PM₁₀-hiukkasten ilmanlaadun vuorokausipitoisuuden ohje- ja raja-arvoista.
- Nämä korkeimmat pitoisuudet esiintyvät n. 500-700 metrin etäisyydellä laitoksesta.
- Laitosalueen lähiympäristöön muodostuu korkeiden piippujen takia ns. katvealue, jossa pitoisuudet ja laitoksen ilmanlaatuvaikutukset jäävät hyvin vähäisiksi. Katvealue näkyy aluejakaumakuviissa.

Vertikaaliset pitoisuudet kuvitteellisten lähimpien mahdollisten kerrostalojen eri kerroksissa olivat alhaiset vertailupisteissä lähellä lämpökeskusta aina 13-15 kerrokseen asti.

- 13-15 kerroksessa tuntipitoisuudet alle 5-7 % NO₂:n tuntiraja-arvosta
- 13-15 kerroksessa vuorokausipitoisuudet alle 9-14 % NO₂:n vuorokausiohjearvosta
- Sitä korkeammassa kerrostaloissa (yli 15 kerrosta), pitoisuudet alkavat lähimmissä vertailupisteissä (pisteet 1-5) nousta jyrkästi, mitä lähemmäs piippujen korkeutta tullaan (Liite 4).
- Leviämismallinnuksen mukaan alle 13-15 kerroksen kerrostaloja voidaan rakentaa suunnittelualueelle ilman, että lämpökeskuksen normaalipäästöistä aiheutuisi korkeita epäpuhtauspitoisuuksia päästön leviämissuunnassa kerrostalojen kerroksiin.
- Asemakaavassa lähimpien mahdollisten asuinrakennusten etäisyyteen lämpökeskuksesta vaikuttaa myös kemikaaliturvallisuusasetuksen 856/2012 mukaiset suojaetäisyydet. (*Valtioneuvoston asetus vaarallisten kemikaalien teollisen käsittelyn ja varastoinnin turvallisuusvaatimuksista, 856/2012*) Suojaetäisyydet arvioidaan erillisessä lämpökeskuksen vaaranarviointiselvityksessä.

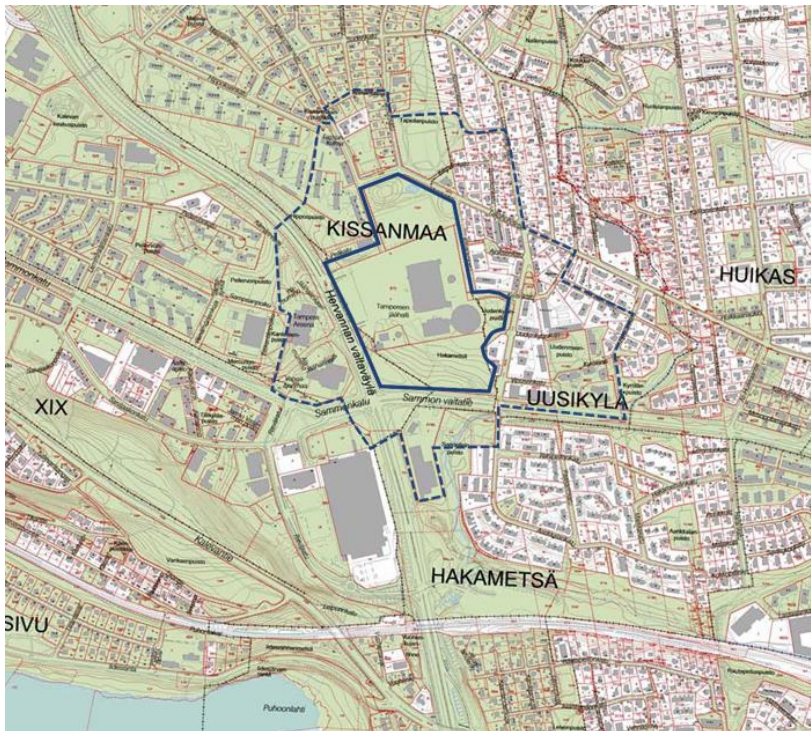
Sisältö

TIIVISTELMÄ	1
1. Johdanto	3
2. Hakametsän lämpökeskuksen päästöt	4
3. Suunnittelualueen alustavia havainnekuvia	6
4. Mallinnusohjelma ja ilmanlaadun vertailuarvot	8
5. Mallinnustulokset	9
5.1 Hakametsän lämpökeskuksen täystehoajon savukaasujen ilmanlaatuvaikutukset	9
5.2 Hakametsän lämpökeskuksen osatehoajon savukaasujen ilmanlaatuvaikutukset (NO ₂)	10
5.3 Ilmanlaatu eri kerroksissa vertailupisteissä	10
6. Johtopäätökset	13
7. Mallinnusten kokonaisepävarmuuteen vaikuttavia tekijöitä	14
LIITE 1. Ilmanlaadun vertailuarvot - SO ₂ , NO ₂ , PM ₁₀ , PM _{2.5}	15
LIITE 2. Hakametsän lämpökeskus, täysteho – NO ₂ , SO ₂ - ja PM ₁₀ -hiukkasten vuorokausipitoisuudet	16
LIITE 3. Hakametsän lämpökeskus, osateho – NO ₂ -vuorokausipitoisuudet	19
LIITE 4. Vertikaaliset NO ₂ -pitoisuudet vertailupisteissä prosentteina vrk-ohjearvosta (1→21 krs.)	20

1. Johdanto

Tampereen kaupungilla on meneillään Hakametsän asemakaavan nro 8792 uudistaminen (ns. *Sport Campus*-hanke). Asemakaava sisältyy kaavoitusohjelmaan vuosille 2020 - 2024. Tässä työssä tarkastellaan Tampereen sähkölaitoksen Hakametsän lämpökeskuksen normaalitoiminnan savukaasujen leviämistä ja päästövaikutuksia alueella ja niiden vaikutusta asemakaavaudistukseen.

Suunnittelualue sisältää osia Kissanmaan, Kalevan ja Uudenkylän kaupunginosista. Siihen kuuluu tontti 875-5 ja tontti 875-6 sekä puisto- ja metsäaluetta (Tartonpuisto, Uudenkylän-puisto ja Hakametsä). Tontilla 875-5 sijaitsevat jäähallit Haka 1, 2 ja 3 ja tontilla 875-6 Tampereen sähkölaitoksen lämpökeskus. Suunnittelualue rajautuu lännessä Kovajankatuun, Keltinkatuun ja Uudenkylänkatuun, sisältäen Uudenkylänpuiston, mutta pois lukien osoitteessa Uudenkylänkatu 3 sijaitsevan kiinteistön 837-001-4824-0004. Pohjoisessa alue rajautuu Takahuhtintiehen, idässä Kissanmaankatuun ja Hervannan valtavylylän ja etelässä Sammon valtatiehen. (Lähde: *Osallistumis- ja arviointisuunnitelma, Tampere*)



Kuva 1. Hakametsän asemakaavan (nro 8792) suunnittelualue ja naapuruston tarkastelualue. (Lähde: *Osallistumis- ja arviointisuunnitelma, Tampere*)

Asemakaavan tavoitteena on toteuttaa Hakametsän urheilualueelle liikunnan, urheilun ja liikuntatutkimuksen kampus. Alueella tutkitaan myös asumisen mahdollisuudet. Asemakaavalla määritellään rakennetun ympäristön suojelun taso ja luodaan edellytykset siihen sopivalle täydennysrakentamiselle, toimiville viher- ja virkistysyhteyksille sekä viherpalveluille.

Tässä työssä tarkastellaan Hakametsän lämpökeskuksen päästöjen vaikutusta ympäristön ilmanlaatuun suunnittelualueella. Tarkasteltavina päästöinä ovat typenoksidit (NO₂), rikkidioksidi (SO₂) ja hiukkaset (PM₁₀/PM_{2.5}). Työssä tarkastellaan pääasiassa täyden kuorman tilannetta, jossa kaikki kolme kattilaa olisivat yhtä aikaa käytössä. Lisäksi tarkastellaan suurimman päästön osalta (NO_x) kattiloiden osakuorman tilanne. Savukaasujen leviämismallinnuksen pohjalta esitetään arvio ilmanlaadun näkökulmasta kaava-alueen täydennysrakentamisen mahdollisuuksista, esimerkiksi asumisen sijoittamisesta ja rakennusten mahdollisista korkeuksista.

Mallinnus tehdään AERMOD-mallinnusohjelmistolla ja tuloksia verrataan ilmanlaadun ohje- ja raja-arvoihin (Liite 1). Enwin Oy:ssä mallinnustyön tekee Tarja Tamminen ja Ari Tamminen. Hakametsän lämpökeskuksen lähtötiedot malliin saatiin Laura Laakoselta Tampereen Sähkölaitokselta ja alustavien kaavoitussuunnitelmien osalta Raija Mikkolalta Tampereen kaupungilta.

2. Hakametsän lämpökeskuksen päästöt

Hakametsän lämpökeskus koostuu kolmesta kevytöljykattilasta (3 x40 MW), joilla jokaisella on oma piippu (h=70 m). Laitoksen ympäristölupapäätöksen (6.10.2015, LSSAVI/5688/2014) mukaan kattiloiden ympäristönsuojeluvaatimuksissa noudatetaan keskisuurten kattiloiden MCP-asetusta (VNA 1095/2017 Valtioneuvoston asetus keskisuurten energiantuotantoyksiköiden ja -laitosten ympäristönsuojeluvaatimuksista). Jokainen kattila ja piippu on oma yksikkönsä. Lämpökeskus on huippu- ja varavoimalaitos, jossa kunkin energiantuotantoyksikön käyntiaika saa olla enintään 1500 h/a viiden vuoden liukuvana keskiarvona.

Taulukossa 1 on Hakametsän lämpökeskuksen kattiloiden mitatut täyden tehon päästöt (Päästömittausraportti 16.3.2020, AX-suunnittelu). Taulukossa 2. on kattiloiden vajaatehon päästömittaustulokset. Mittaustulokset ovat kolmen peräkkäisen mittaussakson keskiarvot. Kattiloiden ympäristölupapäätöksen mukaiset päästöraja-arvot ovat taulukossa 3.

Taulukko 1. Hakametsän lämpökeskuksen täyden kuorman mitatut päästöt / Päästömittausraportti 16.3.2020.			
	K1	K2	K3
Piipun korkeus (m)	70	70	70
Piipun halkaisija (m)	1.3	1.3	1.3
Teho MW	36	36	36
Tilavuusvirtaus (Nm ³ /s, NTP kuiva)	9.6	9.4	9.1
Savukaasun happi (O ₂ %)	2.9	2.9	2.8
Savukaasun lämpötila (°C)	156	144	130
Savukaasun nopeus piipussa (m/s)	11.4	10.8	10.1
PÄÄSTÖT	K1	K2	K3
Hiukkaspitoisuus, (mg/Nm ³ , NTP, kuiva)	0.61	0.65	4.2
Hiukkaspitoisuus, (mg/Nm ³ red. 3 % O ₂)	0.6	0.65	4.2
Päästömassavirta (kgPM/h)	0.02	0.02	0.14
Päästömassavirta (gPM/s)	0.0059	0.0061	0.0382
Ominaispäästö (mgPM/MJ)	0.18	0.19	1.2
NO _x -pitoisuus, (mgNO ₂ /Nm ³ , NTP, kuiva)	314	336	311
NO _x -pitoisuus, (mg NO ₂ /Nm ³ red. 3 % O ₂)	312	335	308
Päästömassavirta (kg NO ₂ /h)	10.9	11.3	10.2
Päästömassavirta (g NO ₂ /s)	3.014	3.158	2.830
Ominaispäästö (mg NO ₂ /MJ)	91	97.7	89.9
SO ₂ -pitoisuus, (mgSO ₂ /Nm ³ , NTP, kuiva)	75.4	70.4	75.4
SO ₂ -pitoisuus, (mg SO ₂ /Nm ³ red. 3 % O ₂)	74.9	70.2	74.6
Päästömassavirta (kg SO ₂ /h)	2.6	2.4	2.5
Päästömassavirta (g SO ₂ /s)	0.724	0.662	0.686
Ominaispäästö (mg SO ₂ /MJ)	21.9	20.5	21.8

27.4.2020

Taulukko 2. Hakametsän lämpökeskuksen minimikuorman mitatut päästöt / Päästömittausraportti 16.3.2020.			
	K1	K2	K3
Osateho MW	17.8	18.0	16.9
Tilavuusvirtaus (Nm ³ /s, NTP kuiva)	5.3	5	5
Savukaasun happi (O ₂ %)	3.2	3.5	4.2
Savukaasun lämpötila (°C)	123	120	114
Savukaasun nopeus piipussa (m/s)	5.8	5.4	5.3
PÄÄSTÖT	K1	K2	K3
Hiukkaspitoisuus, (mg/Nm ³ , NTP, kuiva)	<0.43	<0.42	<0.44
Hiukkaspitoisuus, (mg/Nm ³ red. 3 % O ₂)	<0.44	<0.44	<0.44
Päästömassavirta (kgPM/h)	0.01	0.01	0.01
Päästömassavirta (gPM/s)	0.002	0.002	0.002
Ominaispäästö (mgPM/MJ)	0.13	0.13	0.14
NO _x -pitoisuus, (mgNO ₂ /Nm ³ , NTP, kuiva)	277	324	285
NO _x -pitoisuus, (mg NO ₂ /Nm ³ red. 3 % O ₂)	280	334	315
Päästömassavirta (kg NO ₂ /h)	5.3	5.8	5.1
Päästömassavirta (g NO ₂ /s)	1.468	1.620	1.425
Ominaispäästö (mg NO ₂ /MJ)	81.8	97.5	88.8
SO ₂ -pitoisuus, (mgSO ₂ /Nm ³ , NTP, kuiva)	77.1	71	70.5
SO ₂ -pitoisuus, (mg SO ₂ /Nm ³ red. 3 % O ₂)	77.9	73.2	75.3
Päästömassavirta (kg SO ₂ /h)	1.5	1.3	1.3
Päästömassavirta (g SO ₂ /s)	0.409	0.355	0.353
Ominaispäästö (mg SO ₂ /MJ)	22.7	21.4	22

Taulukko 3. Ympäristöluvassa Dnro LSSAVI/5688/2014 annetut päästöraja-arvot redusoituna 3 %:n happipitoisuuteen		
SO₂	850	mg/Nm ³ (3 % O ₂)
NO_x	600	mg/Nm ³ (3 % O ₂)
Hiukkaset, PM	50	mg/Nm ³ (3 % O ₂)

3. Suunnittelualueen alustavia havainnekuvia

Hakametsän *Sport Campus* -hankkeelle käynnistetään konsepti- ja toteutuskilpailu, jonka tarkoituksena on löytää kaupungin tavoitteiden mukainen konsepti alueen kehittämiseen ja kumppani hankkeen toteutukseen. Sitä edeltää ns. markkinavuoropuhelu (2.3.-24.4.2020), jonka jälkeen konsepti- ja toteutuskilpailu käynnistyy. Alueen varsinaiset havainnekuvat muotoutuvat tämän jälkeen asemakaavan suunnittelun puitteissa.

Alustavia havainnekuvia on hahmoteltu Hakametsän yleissuunnittelun yhteydessä (2014-15) ja Sport Campus -hankkeesta käytyjä keskusteluja varten. Näiden perusteella on ilmanlaatuselvityksessä valittu vertailupisteet lähimpien mahdollisten rakennusten kohdalle ja laskettu niihin ilmanlaadun kannalta suurimman epäpuhtauskomponentin (typpidioksidi, NO₂) tunti- ja vuorokausipitoisuudet vertikaalisesti aina 15. asuinkerrokseen asti. Asuinrakennukset ovat todennäköisesti tätä matalampia kerrostaloja, mutta esim. alueelle suunniteltu mahdollinen hotelli voisi olla esim. 10-kerroksinen rakennus.

Alustavia suunnittelukuvia on esitetty alla, kuvat 2-3 (Lähde: Tampereen kaupunki). Niiden perusteella on valittu ilmanlaadun vertikaaliset vertailupisteet, jotka on esitetty kohdassa 5.3.



Kuva 2. Voimalan pohjoispuolella on yksi mahdollinen asuin- tai majoitusrakennuksen sijainti suunnittelualueella. Voimalan eteläpuolelle on tässä hahmoteltu urheilu- ja liiketiloja. Etäisyydet arvioitu lämpökeskuksen piipuista.

27.4.2020



TAMPEREEN KAUPUNKI



HAVAINNEKUVA HAKAMETSÄN HALLI 1:2000

HAKAMETSÄN YLEISSUUNNITELMA

12.3.2015

Vaihtoehto 1

Merkkikatu 11 C 00170 HELSINKI puh +358 0108 354 200 fax +0108 354 249 www.tengbom.fi



TAMPEREEN KAUPUNKI



HAVAINNEKUVA HAKAMETSÄN HALLI 1:2000

HAKAMETSÄN YLEISSUUNNITELMA

12.3.2015

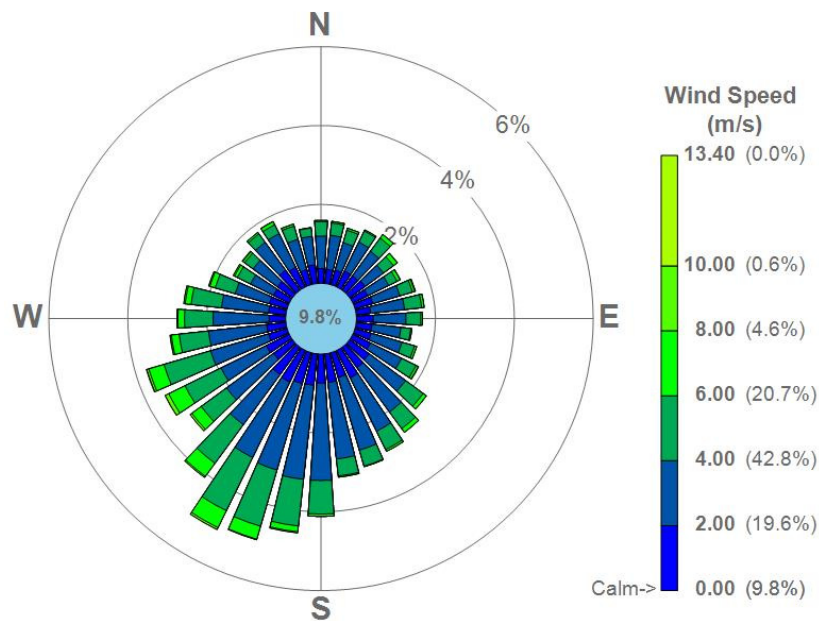
Vaihtoehto 2

Merkkikatu 11 C 00170 HELSINKI puh +358 0108 354 200 fax +0108 354 249 www.tengbom.fi

Kuva 3. Hakametsän yleissuunnitelmaluonnoksen (2015) havainnekuvia suunnittelualueesta ja mahdollisten kerrostalojen ja muiden rakennusten sijainteja suhteessa lämpökeskuksen piippuihin.

4. Mallinnusohjelma ja ilmanlaadun vertailuarvot

Päästöjen leviämismallinnus ja pitoisuudet ympäristössä lasketaan AERMOD-mallinnusohjelmalla. Meteorologisenä sääaineistona käytetään vuosien 2015-2017 Tampere-Pirkkalan lentosääaineistoa. Tuuliruusu on kuvassa 4. Maaston korkeusmalli ja pohjakartat ovat Maanmittauslaitoksen aineistoa (©Maanmittauslaitos). Myös voimalaitoksen rakennuskorkeudet huomioidaan mallissa.



Kuva 4. Tuuliruusu (=mistä tuulee) v. 2015-2017.

Leviämismallinnuksessa huomioidaan typenoksidien ja otsonin ilmakemialue PVMRM-menetelmällä (*Plume volume molar ratio method*) ja piippupäästöjen typenoksidien NO₂ ja NO suhteet päästöhetkellä. Suurin osa piippupäästöstä on typpimonoksidia NO, joten NO₂/NO suhde oli mallissa 10/90. Aikaa myöten lähes kaikki NO_x hapettuu NO₂:ksi.

Hengitettävien hiukkasten (PM₁₀) ilmanlaadun ohjearvoihin verrannollisia pitoisuuksia laskettaessa huomioidaan kattiloiden kokonaispölypäästöt.

Mallinnustuloksia verrataan **ilmanlaadun tunti- ja vuorokausipitoisuuden ohje- ja raja-arvoihin** (VNP 480/1996, VNA 79/2017), jotka on esitetty **Liitteessä 1**. Vuosipitoisuuksia ei lasketa, koska kattilat ovat huippu- ja varavoimakäytössä ja viiden vuoden keskiarvona kattiloiden käyttötunnit on rajattu 1500 h/a.

Alueelta valittuihin vertailupisteisiin lasketaan myös tunti- ja vuorokausipitoisuudet vertikaalisesti asemankaavan alustavissa suunnitelmissa esitettyjen mahdollisten kerrostalojen eri kerroksiin (vrt. kohta 3 alustavia havainnekuvia). Vertailupisteiksi valittiin Hakametsän lämpökeskuksen lähialueelta seuraavat ns. virtuaaliset kerrostalojen paikat, etäisyydet on mitattu lämpökeskuksen piipuista:

- | | |
|------------------|---------------------|
| 1) 40 m etelään | 4) 65 m itään |
| 2) 45 pohjoiseen | 5) 87 m itään |
| 3) 90 pohjoiseen | 6) 250 m koilliseen |

Oletettujen kerrostalojen sijainnit ja vertailupisteet on esitetty kartalla kohdassa 5.3, kuvassa 5.

5. Mallinnustulokset

5.1 Hakametsän lämpökeskuksen täystehoajon savukaasujen ilmanlaatuvaikutukset

Liitteessä 2 on savukaasun epäpuhtauksien (NO₂, SO₂, PM₁₀) vuorokausipitoisuuksien aluejakaumakuvat Hakametsän lämpökeskuksen täystehoajossa. Pitoisuudet on laskettu hengitysvyöhykkeelle lähelle maanpinnantasoa.

Taulukossa 4 on korkeimmat täystehoajon pistepitoisuudet ympäristössä hengitysvyöhykkeellä.

Taulukko 4. Savukaasuista aiheutuvat epäpuhtauksien korkeimmat pistepitoisuudet ympäristössä hengitysvyöhykkeellä, kun Hakametsän lämpökeskuksen kaikki kolme kattilaa ajavat täydellä teholla.				
NO₂	<i>Vrk-ohjearvo</i> 70 µg/m ³	<i>Tuntiohjearvo</i> 150 µg/m ³	<i>Tuntiraja-arvo</i> 200 µg/m ³	
	2. vrk	99.prosenttipiste	Tunti 19. h	
NO₂-korkein pistepitoisuus µg/m ³ (% ohje- tai raja-arvosta)	7.5 (11%)	10.1 (6.7%)	10.7 (5.4%)	
SO₂	<i>Vrk-ohjearvo</i> 80 µg/m ³	<i>Tuntiohjearvo</i> 250 µg/m ³	<i>Vrk-raja-arvo</i> 125 µg/m ³	<i>Tuntiraja-arvo</i> 350 µg/m ³
	2. vrk	99.prosenttipiste	4. vrk	25. h
SO₂-korkein pistepitoisuus µg/m ³ (% ohje- tai raja-arvosta)	2.7 (3.4%)	5.0 (2.0%)	2.5 (2.0%)	5.8 (1.7%)
PM₁₀	<i>Vrk-ohjearvo</i> 70 µg/m ³	<i>Vrk-raja-arvo</i> 50 µg/m ³		
	2. vrk	36. vrk		
PM₁₀-korkein pistepitoisuus µg/m ³ (% ohje- tai raja-arvosta)	0.07 (0.1%)	0.04 (0.08 %)		

- Typpidioksidin pitoisuudet ovat ympäristössä korkeimmillaan 5.4%-11 % ilmanlaadun tunti- tai vuorokausipitoisuuksien ohje- tai raja-arvoista typpidioksidille.
- Rikkidioksidin pitoisuudet ovat korkeimmillaan 1.7%-3.4% ilmanlaadun tunti- tai vuorokausipitoisuuksien ohje- tai raja-arvoista rikkidioksidille.
- Hiukkaspitoisuudet ovat <0.1% PM₁₀-hiukkasten ilmanlaadun vuorokausipitoisuuden ohje- ja raja-arvoista.
- Nämä korkeimmat pitoisuudet esiintyvät n. 500-700 metrin etäisyydellä laitoksesta.
- Laitosalueen lähiympäristöön muodostuu korkeiden piippujen takia ns. katvealue, jossa pitoisuudet ja laitoksen ilmanlaatuvaikutukset jäävät hyvin vähäisiksi. Katvealue näkyy aluejakaumakuvissa, Liite 2.

5.2 Hakametsän lämpökeskuksen osatehoajon savukaasujen ilmanlaatuvaikutukset (NO₂)

Kattiloiden minimitehoajolla tarkasteltiin vielä erikseen suurimman päästökomponentin, typen oksidien aiheuttamia typpidioksidin (NO₂) pitoisuuksia ympäristössä (Taulukko 5). Typpidioksidin vuorokausipitoisuuksien aluejakaumakuva kattiloiden minitehoajossa on **liitteessä 3**. Hakametsän lämpökeskuksen kattiloita käytetään huippu- ja varavoimana.

Taulukko 5. Korkeimmat typpidioksidin pistepitoisuudet ympäristössä, kun Hakametsän lämpökeskuksen kattilat ovat osakuormalla (minimikuorma).			
NO₂	<i>Vrk-ohjearvo</i> 70 µg/m ³	<i>Tuntiohjearvo</i> 150 µg/m ³	<i>Tuntiraja-arvo</i> 200 µg/m ³
		2. vrk	99.prosenttipiste
NO₂-korkein pistepitoisuus µg/m³ (% ohje- tai raja-arvosta)	4.6 (6.6%)	6.2 (4.1%)	6.9 (3.5 %)

- Typpidioksidin pitoisuudet lämpökeskuksen minimitehoajossa ovat ympäristössä korkeimmillaan 3.5%-6.6% ilmanlaadun tunti- tai vuorokausipitoisuuksien ohje- tai raja-arvoista typpidioksidille.
- Muiden epäpuhtauksien (SO₂ ja PM) aiheuttamat pitoisuudet ympäristössä ovat minimitehoajossa tätä pienemmät (vrt. päästötaulukko 3).
- Myös osatehoajossa laitosalueen lähiympäristöön muodostuu korkeiden piippujen takia ns. katvealue, jossa pitoisuudet ja laitoksen ilmanlaatuvaikutukset jäävät hyvin vähäisiksi. Katvealue näkyy aluejakaumakuvissa, Liite 3.

5.3 Ilmanlaatu eri kerroksissa vertailupisteissä

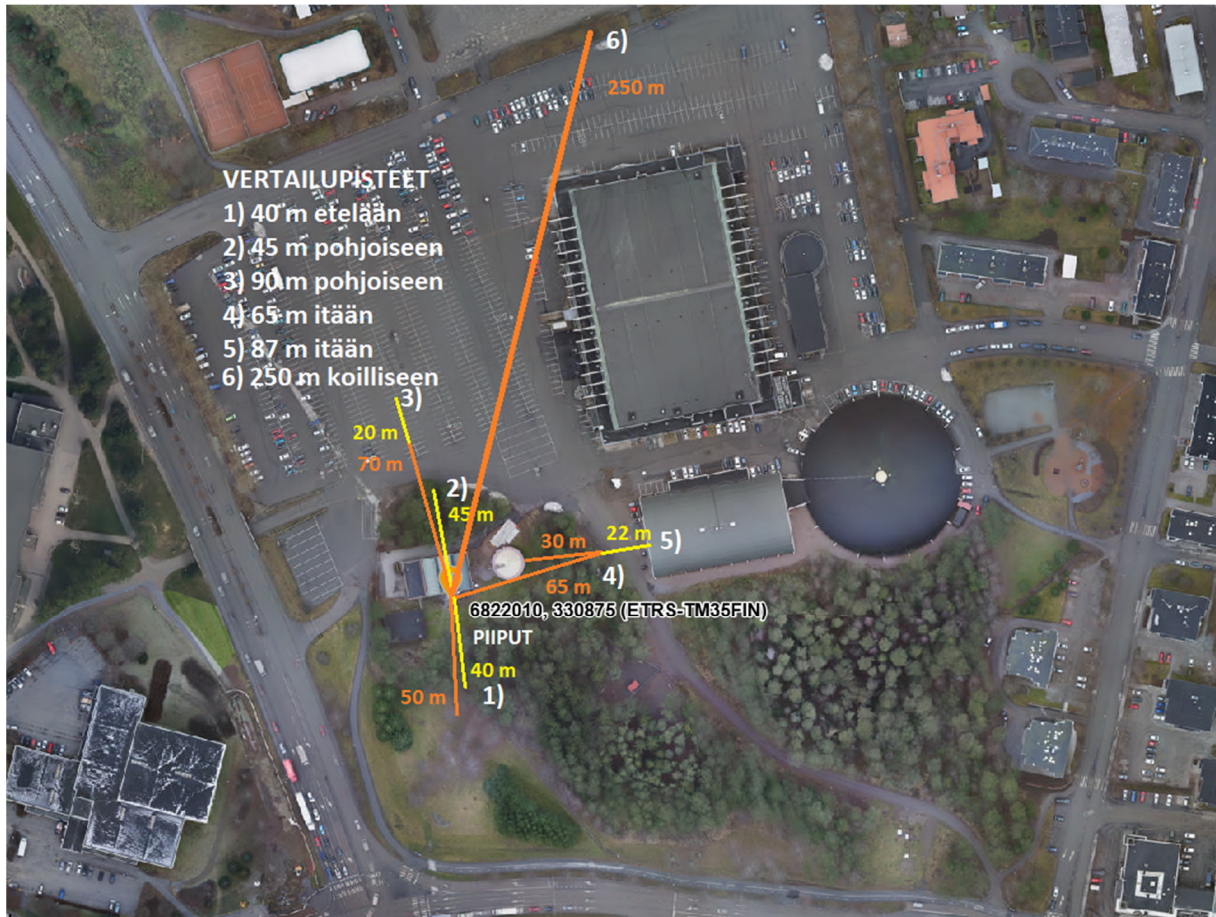
Asemakaavauudistuksen kannalta merkityksellistä on edellä arvioitujen maanpintatason ilmanlaatuvaikutusten lisäksi myös epäpuhtauskomponenttien vertikaaliset pitoisuudet eli pitoisuudet ylöspäin maanpinnalta. Vertikaalisten pitoisuuksien avulla voidaan arvioida mm. sitä, miten lämpökeskus vaikuttaa ilmanlaatuun kerrostalojen eri kerroksissa ja sitä miten korkeita kerrostaloja on järkevää rakentaa lämpökeskuksen läheisyyteen.

Hakametsän lämpökeskuksesta tehdään kaavoituksen tueksi myös erillinen onnettomuusskenaarioiden vaaranarviointiselvitys (ympäristöriskinarviointi). Myös tämä erillinen selvitys määrittää tarvittavia suojaetäisyyksiä lämpökeskuksen ympärillä ja ohjeistaa asemakaavassa asuinrakennusten sijoittamista lämpökeskuksen läheisyyteen.

Tässä työssä ilmanlaatua arvioitiin lämpökeskuksen normaalin toiminnan aikana. Vertikaaliset tunti- ja vuorokausipitoisuudet laskettiin kuuteen vertailupisteeseen, jotka valittiin alustavien havainnekuvien perustella. Eli pitoisuudet laskettiin lämpökeskusta lähimpiin alustavien havainnekuvien asuinrakennuksiin/hotelliin ja lisäksi yksi piste valittiin kauempaa, Hakametsän jäähallin takaa, jonne myös tulisi uusia kerrostaloja. Pisteet on valittu kohdassa 3. esitetyistä alustavista havainnekuvista.

Kuvassa 5 on vertailupisteet kartalla ja niiden etäisyydet Hakametsän lämpökeskuksen piipusta.

27.4.2020



Kuva 5. Vertikaalisten pitoisuuksien vertailupisteet 1-6 perustuen alustaviin havainnekuviin.

Vertailupisteet – etäisyys lämpökeskuksen piipusta:

- | | |
|------------------|---------------------|
| 1) 40 m etelään | 4) 65 m itään |
| 2) 45 pohjoiseen | 5) 87 m itään |
| 3) 90 pohjoiseen | 6) 250 m koilliseen |

Vertikaaliset pitoisuudet kuvitteellisten kerrostalojen eri kerroksiin laskettiin typpidioksidille, joka on lämpökeskuksen suurin päästökomponentti. Pitoisuudet laskettiin laitoksen täyden tehon ajossa.

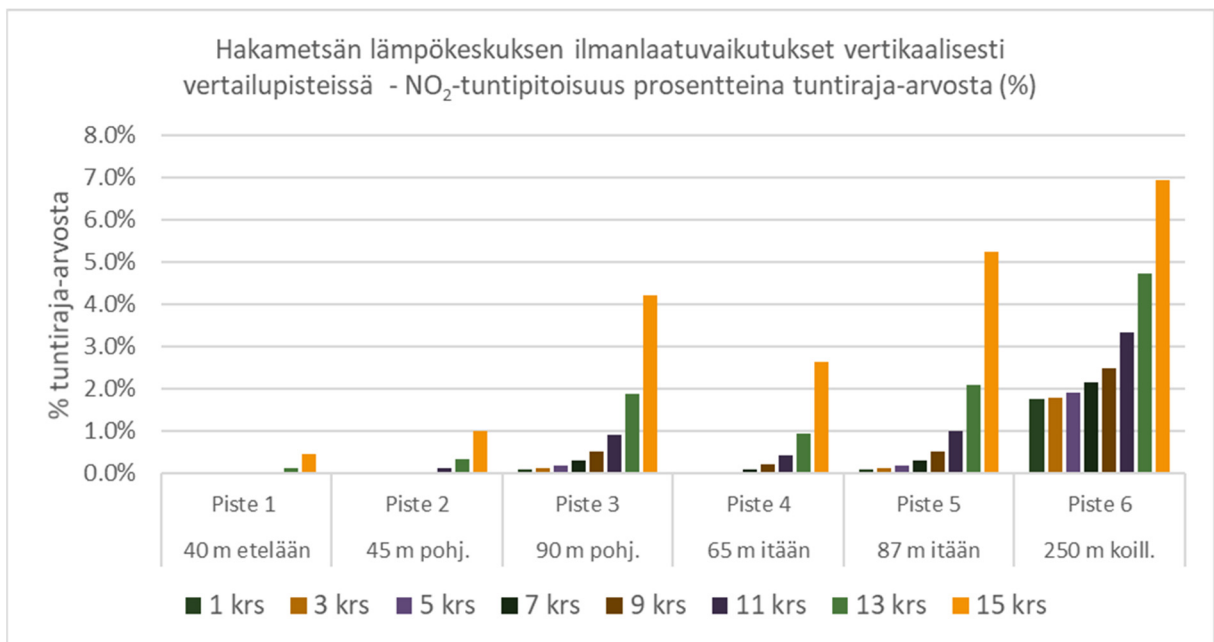
Kuvassa 6 esitetty vertikaaliset NO₂:n tuntiraja-arvoon (200 µg/m³, 19. h) verrannolliset typpidioksidin tuntipitoisuudet prosentteina raja-arvosta aina 15. kerrokseen asti. Vastaavasti kuvassa 7 on typpidioksidin vuorokausiohjeeseen (70 µg/m³, 2. vrk) verrannolliset pitoisuudet prosentteina ohje- tai raja-arvosta eri kerroksissa. Kuvissa pitoisuudet on esitetty prosentteina ohje- tai raja-arvosta joka toisesta kerroksesta.

Molemmista kuvista nähdään, että mitä lähempänä vertailupiste on Hakametsän lämpökeskusta sitä pienempiä ovat pitoisuudet kerroksissa 1→15 krs. Vasta, jos kerroksia on 13 tai yli, alkavat pitoisuudet nousta samalle tasolle kuin kauempana olevan vertailupisteen (6, 250 m) alimmissa kerroksissa (n. 1-2 % ohje- tai raja-arvosta). Tämä osaltaan osoittaa, että korkeiden piippujen lähiympäristöön muodostuu katvealue, jossa piippupäästöistä aiheutuvat pitoisuudet ovat hyvin alhaisia vielä vertikaalisestikin ylöspäinkin mentäessä, eikä savuviuhka ylety maanpinnalle tai lähelle maanpintatasoa. Sen sijaan pitoisuudet ovat kauempana korkeampia alimmissakin kerroksissa (vrt. piste 6), koska savuviuhka levitessään ja laimentuessaan alkaa siellä saavuttaa maanpintatasoa. Tosin sielläkin pitoisuudet jäävät hyvin alhaisiksi (alle 10 % vuorokausiohjeesta aina 13 kerrokseen asti, kuva 7).

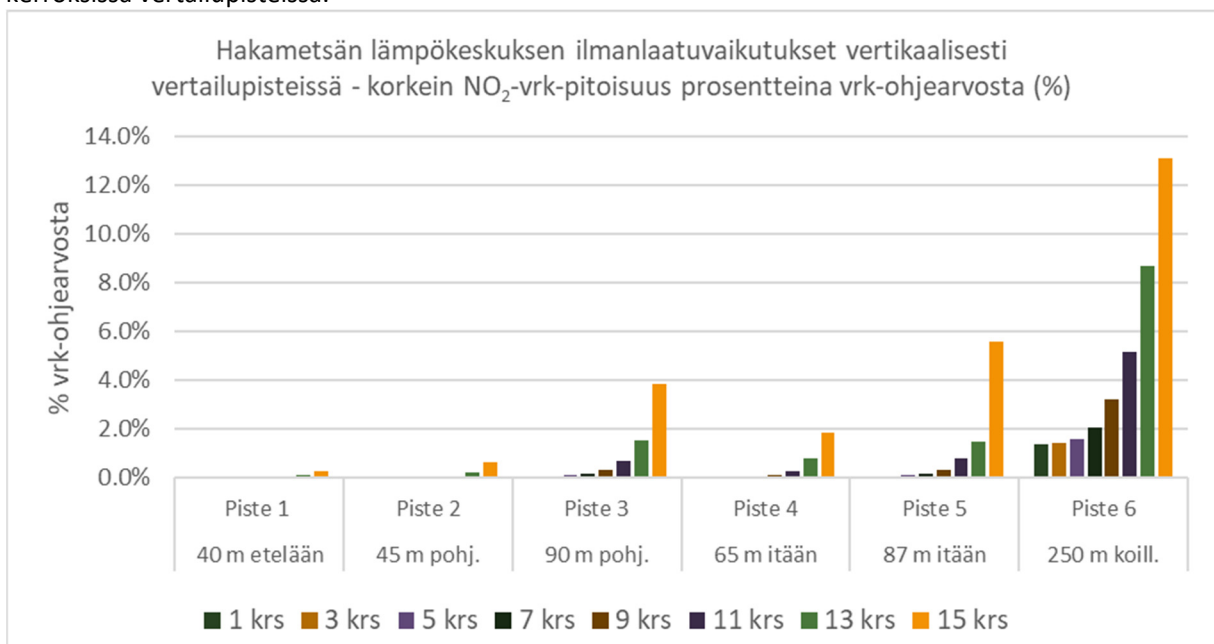
27.4.2020

Lämpökeskuksen aiheuttamat pitoisuudet jäävät alhaisiksi alle 13-15 kerroksen kerrostaloissa. Alimpien kerrosten pitoisuuksiin vaikuttaa taajamassa eniten liikenne, jonka päästöt muodostuvat matalalla (NOx ja katupöly).

Liitteessä 4 on vielä esitetty typpidioksidin vuorokausipitoisuudet aina 21 kerrokseen asti (likimain piippujen korkuinen talo). Liitteen 3 kuvasta nähdään, että yli 15 kerroksen taloissa vertikaaliset pitoisuudet nousevat jyrkästi lähialueen pisteissä (pisteet 1-5) ja pitoisuudet ovat huomattavasti korkeammat kuin pisteessä 6 (250 m), joka sijaitsee jo kauempana lämpökeskuksesta. Pisteessä 6 näkyy etäisyyden tuoma laimentuminen lämpökeskuksen savukaasusta johtuvissa ilmanlaatuvaikutuksissa myös ylimmissä kerroksissa.



Kuva 6. Vertikaaliset NO₂:n tuntipitoisuudet prosentteina tuntiraja-arvosta (200 µg/m³, 19. korkein) eri kerroksissa vertailupisteissä.



Kuva 7. Vertikaaliset NO₂:n vuorokausipitoisuudet prosentteina vrk-ohjearvosta (70 µg/m³, 2. korkein) eri kerroksissa vertailupisteissä. /Liitteessä 4 tarkastelua jatkettu aina 21 kerrokseen asti.

6. Johtopäätökset

Hakametsän lämpökeskuksen aiheuttamat ulkoilman epäpuhtauspitoisuudet jäävät maanpintatasossa alhaisiksi sekä täyskuorman että osakuorman aikana Hakametsän asemakaavan suunnittelualueella.

- Typpidioksidin pitoisuudet ovat lämpökeskuksen täystehoajossa ympäristössä korkeimmillaan 5.4%-11 % ilmanlaadun tunti- tai vuorokausipitoisuuksien ohje- tai raja-arvoista typpidioksidille. Minimiteholla NO₂-pitoisuudet ympäristössä ovat korkeimmillaan 3.5%-6.6% ilmanlaadun ohje- tai raja-arvoista typpidioksidille.
- Rikkidioksidin pitoisuudet ovat korkeimmillaan 1.7%-3.4% ilmanlaadun tunti- tai vuorokausipitoisuuksien ohje- tai raja-arvoista rikkidioksidille.
- Hiukkaspitoisuudet ovat <0.1% PM₁₀-hiukkasten ilmanlaadun vuorokausipitoisuuden ohje- ja raja-arvoista.
- Nämä korkeimmat pitoisuudet esiintyvät n. 500-700 metrin etäisyydellä laitoksesta.
- Laitosalueen lähiympäristöön muodostuu korkeiden piippujen takia ns. katvealue, jossa pitoisuudet ja laitoksen ilmanlaatuvaikutukset jäävät hyvin vähäisiksi. Katvealue näkyy aluejakaumakuvissa.

Vertikaaliset pitoisuudet kuvitteellisten lähimpien kerrostalojen eri kerroksissa olivat alhaiset vertailupisteissä lähellä lämpökeskusta aina 13-15 kerrokseen asti.

- 13-15 kerroksessa tuntipitoisuudet alle 5-7 % NO₂:n tuntiraja-arvosta
- 13-15 kerroksessa vuorokausipitoisuudet alle 9-14 % NO₂:n vuorokausiohjearvosta
- Sitä korkeammassa kerrostaloissa (yli 15 kerrosta), pitoisuudet alkavat lähimmissä vertailupisteissä (1-5) nousta jyrkästi, mitä lähemmäs piippujen korkeutta tullaan (Liite 4).
- Leviämismallinnuksen mukaan alle 13-15 kerroksen kerrostaloja voidaan rakentaa suunnittelualueelle ilman, että lämpökeskuksen normaalipäästöistä aiheutuisi korkeita epäpuhtauspitoisuuksia päästön leviämissuunnassa kerrostalojen kerrokseen.
- Asemakaavassa lähimpien mahdollisten asuinkerrostalojen etäisyyteen lämpökeskuksesta vaikuttaa myös kemikaaliturvallisuusasetuksen (856/2012 *Valtioneuvoston asetus vaarallisten kemikaalien teollisesta käsittelystä ja varastoinnin turvallisuusvaatimuksista*) mukaiset suojaetäisyydet. Ne arvioidaan erillisessä lämpökeskuksen vaaranarviointiselvityksessä.

7. Mallinnusten kokonaisepävarmuuteen vaikuttavia tekijöitä

Mallinnuksessa tuloksiin vaikuttavat eri tekijät on pyritty huomioimaan nykyisen parhaan käyttökelpoisen tietämyksen perusteella.

Leviämismallinnuksen kokonaisepävarmuuteen vaikuttaa eniten päästölähteet, päästövaihtelut ja päästötiedon epävarmuus. Myös meteorologia, maaston muodot, lähirakennukset vaikuttavat mallinnettuihin pitoisuuksiin. Tässä mallinnuksessa on arvioitu lämpökeskuksen päästövaikutuksia kaavoituksen tueksi ja rakennusten sijoittelun arvioimiseksi eikä taustapitoisuuksia ole huomioitu. Liikenne on maanpintatasossa suurin ilman epäpuhtauksien aiheuttaja.

Tuulen suunnan mittausepävarmuus ja aineiston ajallinen edustavuus vuoden aikana vaikuttavat myös mallinnuksen epävarmuuteen. Useamman vuoden meteorologinen aineisto mallinnoissa huomioi sen, että erilaiset sääolosuhteet tulevat kattavasti ja monipuolisesti huomioitua leviämismallinnoissa. Myös maaston muodon ja rakennuskannan huomioiminen päästölähteiden ympärillä parantaa mallinnuksen luotettavuutta. Matalien päästölähteiden osalta paikallistuuli voi erota tuulenmittauspisteiden tuulesta ja vaikuttaa päästön paikalliseen leviämiseen.

Mitattuja ja mallinnettuja pitoisuuksia voidaan verrata keskenään silloin, kun paikkakunnalla mitataan ulkoilmasta mallinnettavaa komponenttia ja pääosa päästölähteistä ja päästövaihteluista on mukana mallissa.

LIITE 1. Ilmanlaadun vertailuarvot - SO₂, NO₂, PM₁₀, PM_{2.5}

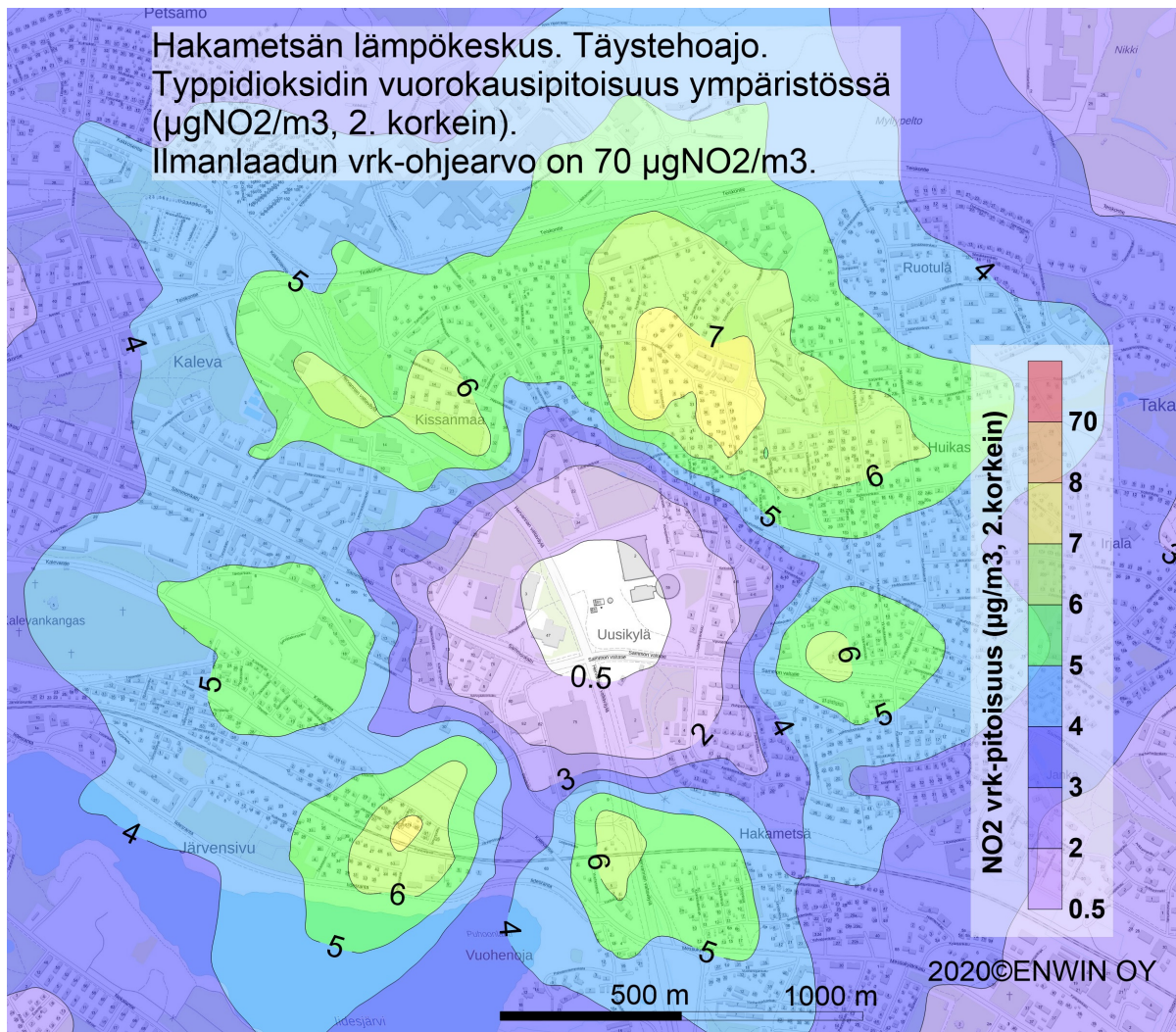
Taulukko 1/L1. Ilmanlaadun ohjearvot hengitettävälle hiukkasille (PM ₁₀), typpidioksidille (NO ₂) ja rikkidioksidille (SO ₂). VNP 480/1996		
Aine	Ohjearvo, (20 °C, 1atm)	Tilastollinen määrittely
Hengitettävät hiukkaset (PM ₁₀)	70 µg/m ³	kuukauden toiseksi suurin vuorokausiarvo
Typpidioksidi (NO ₂)	150 µg/m ³	kuukauden tuntiarvojen 99. prosenttipiste
	70 µg/m ³	kuukauden toiseksi suurin vuorokausiarvo
Rikkidioksidi (SO ₂)	250 µg/m ³	kuukauden tuntiarvojen 99. prosenttipiste
	80 µg/m ³	kuukauden toiseksi suurin vuorokausiarvo

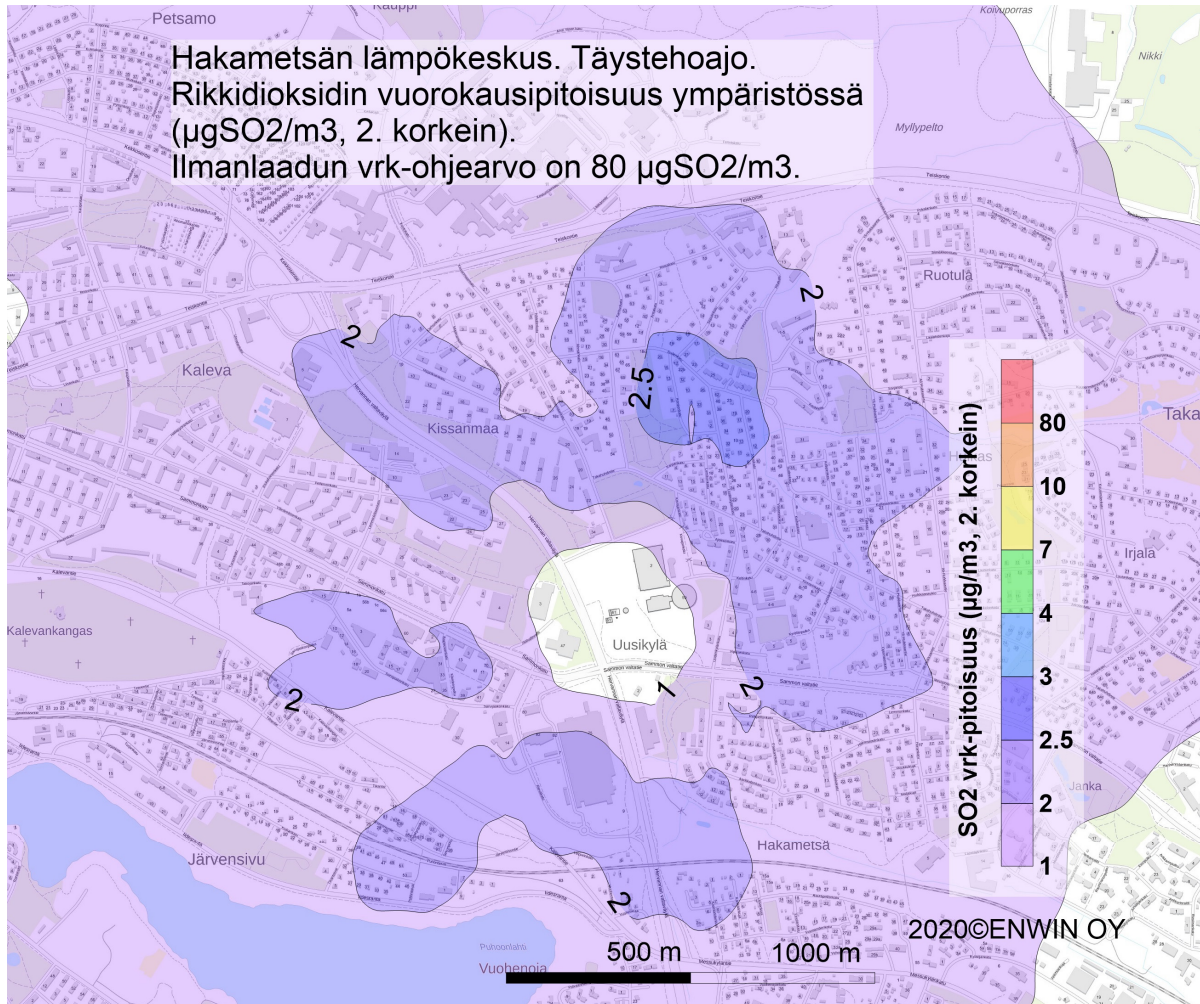
Taulukko 2/L1. Hengittävien hiukkasten, pienhiukkasten, typpidioksidin ja rikkidioksidin (PM ₁₀ , PM _{2.5} , NO ₂ , SO ₂) ilmanlaadun raja-arvot terveyshaittojen ehkäisemiseksi. NO _x :n ja SO ₂ :n kriittinen taso on annettu kasvillisuuden suojelemiseksi. Lähde: VNA 79/2017				
Aine	Keskiarvon laskenta-aika	Raja-arvo, µg/m ³ *	Sallittujen ylitysten määrä kalenterivuodessa	Ajankohta, josta lähtien raja-arvot ovat olleet voimassa
Hengitettävät hiukkaset (PM ₁₀)	24 tuntia kalenterivuosi	50 µg/m ³ *	35	1.1.2005
		40 µg/m ³	-	1.1.2005
Pienhiukkaset (PM _{2.5})	kalenterivuosi	25 µg/m ³	-	1.1.2010
Typpidioksidi (NO ₂)	1 tunti kalenterivuosi	200 µg/m ³	18	1.1.2010
		40 µg/m ³	-	1.1.2010
Rikkidioksidi (SO ₂)	1 tunti 24 tuntia	350 µg/m ³	24	1.1.2005
		125 µg/m ³	3	1.1.2005
Typen oksidit (NO _x =NO+NO ₂) kasvillisuus	kalenterivuosi	30 µg/m ³	-	15.8.2001
Rikkidioksidi (SO ₂) kasvillisuus	kalenterivuosi ja talvikausi (1.10.-31.3.)	20 µg/m ³	-	15.8.2001

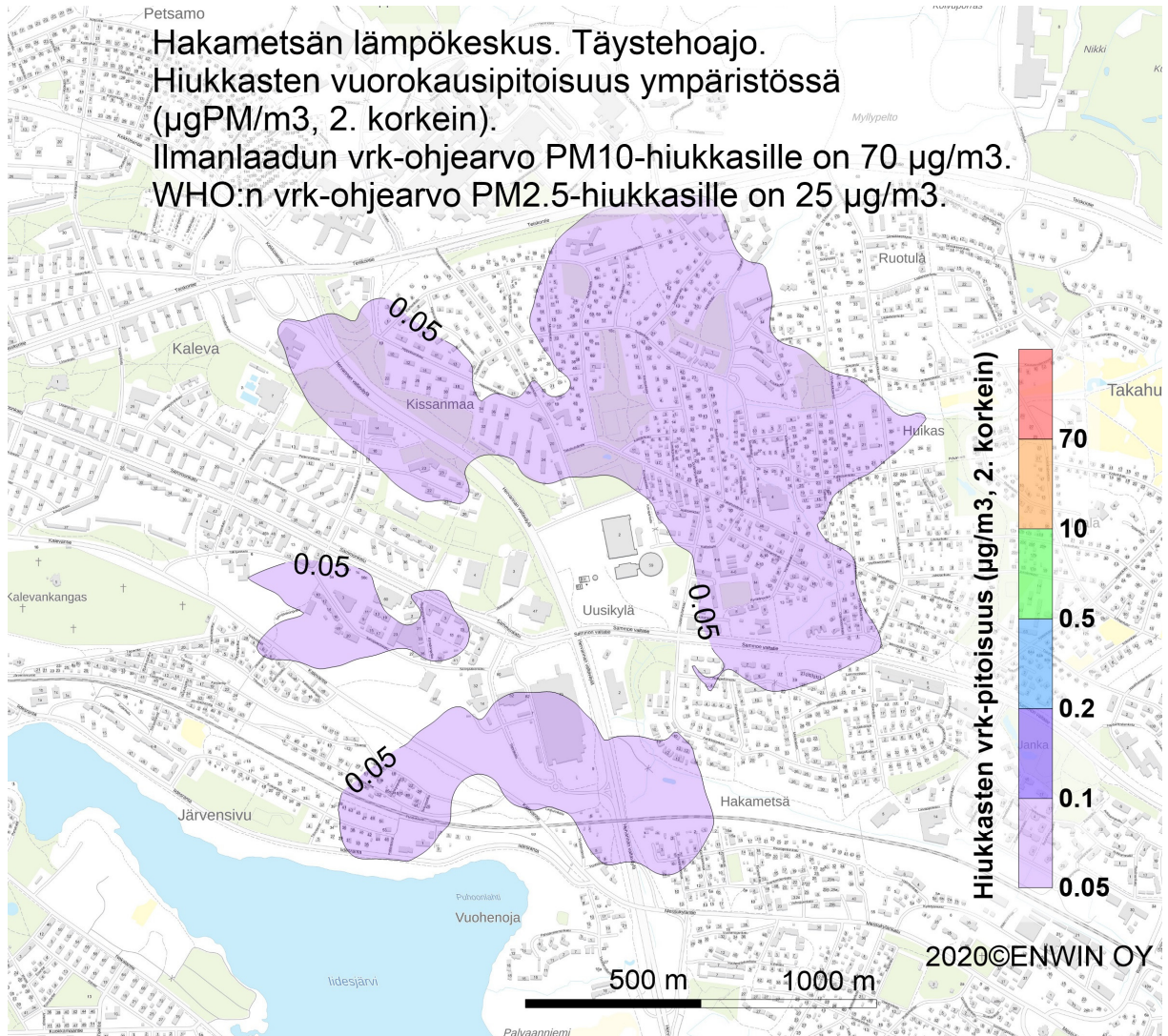
*Kaasumaisilla yhdisteillä tulokset ilmaistaan 293 K lämpötilassa ja 101,3 kPa paineessa. Hiukkasten tulokset ilmaistaan ulkoilman lämpötilassa ja paineessa

Taulukko 3/L1. Pienhiukkasten (PM _{2.5}) WHO:n ohjearvot.	
	Pitoisuus
WHO / PM _{2.5} vuorokausiohjearvo	25 µg/m ³
WHO PM _{2.5} vuosiohjearvo	10 µg/m ³

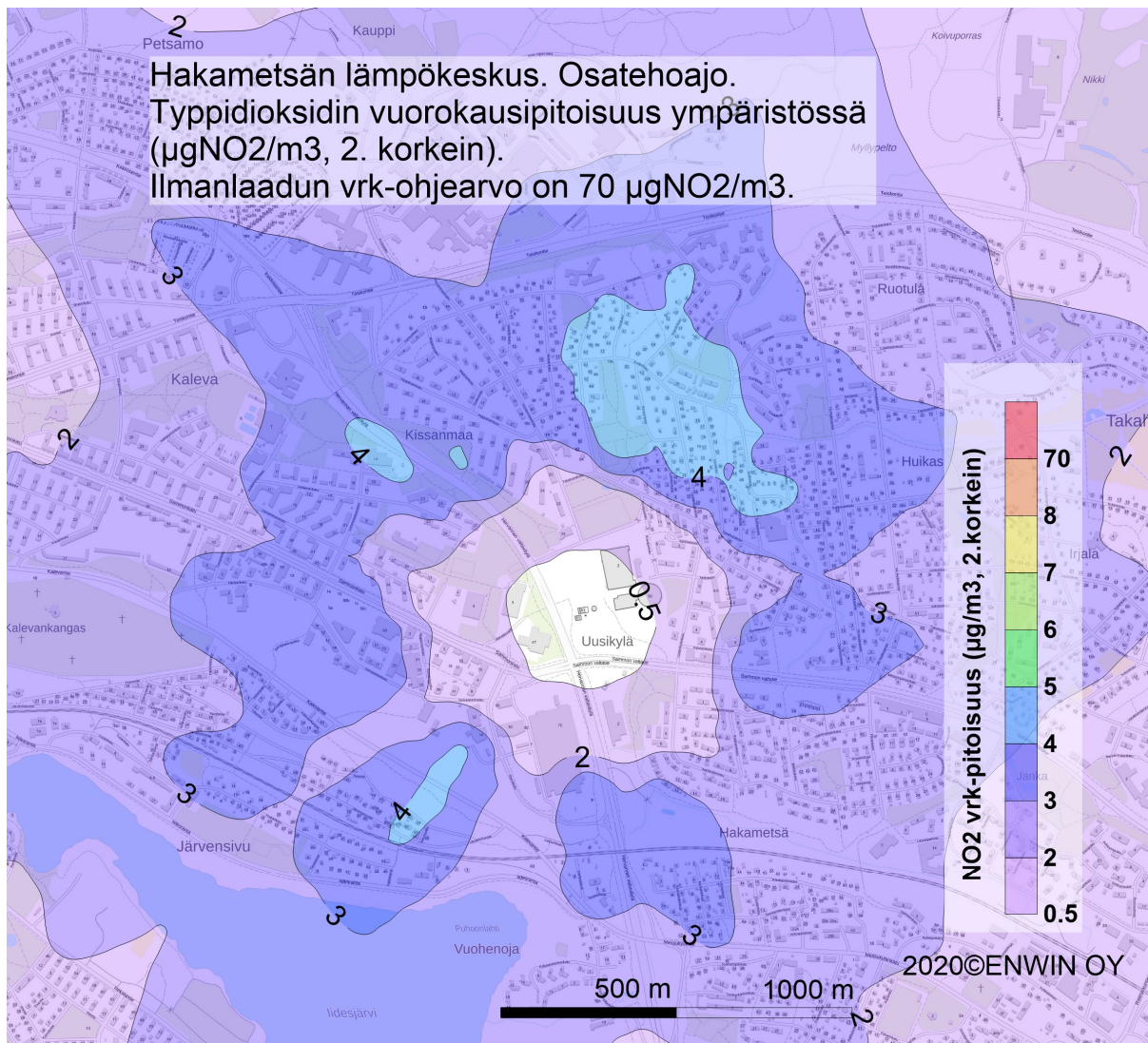
LIITE 2. Hakametsän lämpökeskus, täysteho – NO₂, SO₂- ja PM₁₀-hiukkasten vuorokausipitoisuudet



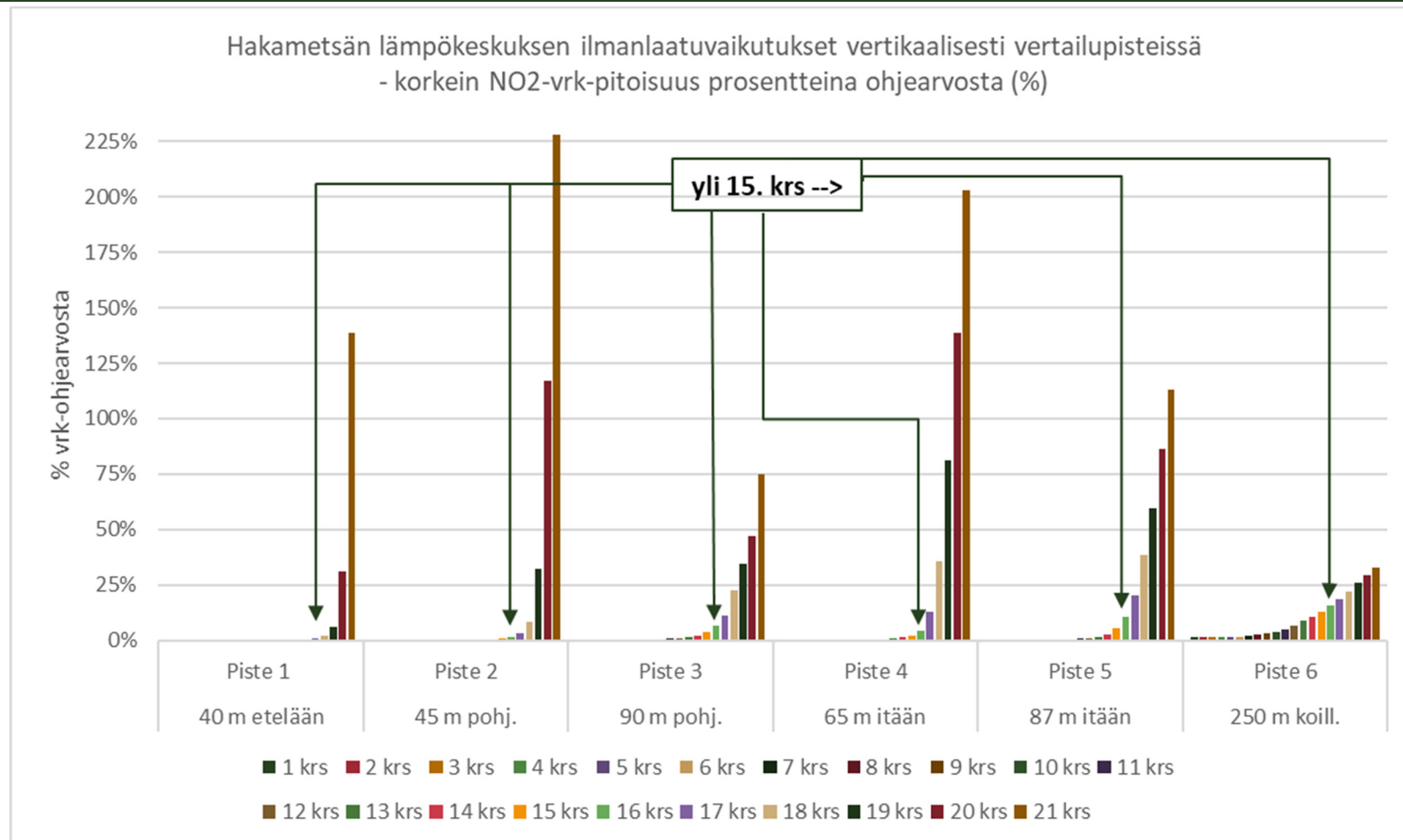




LIITE 3. Hakametsän lämpökeskus, osateho – NO₂-vuorokausipitoisuudet



LIITE 4. Vertikaaliset NO₂-pitoisuudet vertailupisteissä prosentteina vrk-ohjearvosta (1→21 krs.)



Enwin
- Vision Keeper -

27.4.2020

2020©ENWIN OY