

Puutarhakatu 4, Kuopio

Kaavavaiheen ilmanlaatuselvitys

Raportti 148-1507

10.7.2026



Projektin tiedot

Tilaaja

Harristo Oy
Harri Sivu
Tampellan esplanadi 3 A 9
33100 Tampere

Tehtävä

Kaavavaiheen ilmanlaatuselvitys, Puutarhakatu 4, Kuopio

Mallinnus

Vilja Juvonen

Raportin laatija

Vilja Juvonen
+358 41 7317 790
vilja.juvonen@ains.fi

A-Insinöörit Suunnittelu Oy
Teollisuus- ja talotekniikka -toimiala
Ympäristöyksikkö



Vilja Juvonen
suunnittelija



Perttu Kriikku
suunnittelupäällikkö

Tämän raportin julkaiseminen kokonaan tai osittain on sallittu vain kirjallisen luvan perusteella.

SISÄLLYSLUETTELO

1	Tiivistelmä	2
2	Johdanto	2
3	Raja-arvot	2
4	Tulosten tarkastelu.....	3
4.1	Typpidioksidi NO ₂	3
4.2	Hengitettävät hiukkaset PM 10	3
4.3	Pienhiukkaset PM 2.5	4
5	Laskentamenetelmät ja mallinnus	4
5.1	Leviämismalli.....	4
5.2	Laskennassa käytetyt parametrit	5
5.3	Liikennetiedot	5
5.4	Päästökertoimet	5
5.5	Taustapitoisuudet	5
5.6	Säädata	6
6	Mallinnuksen epävarmuus	6

LIITELUETTELO

- LIITE 1 Harristo Oy, Puutarhakatu 4, Kuopio. Typpidioksidin (NO₂) leviämiskartta tuntimaksimi, pihakansi.
- LIITE 2 Harristo Oy, Puutarhakatu 4, Kuopio. Typpidioksidin (NO₂) leviämiskartta vuosikeskiarvo, pihakansi.
- LIITE 3 Harristo Oy, Puutarhakatu 4, Kuopio. Hengitettävien hiukkasten (PM₁₀) leviämiskartta vuorokausikeskiarvo, pihakansi.
- LIITE 4 Harristo Oy, Puutarhakatu 4, Kuopio. Hengitettävien hiukkasten (PM₁₀) leviämiskartta vuosikeskiarvo, pihakansi.
- LIITE 5 Harristo Oy, Puutarhakatu 4, Kuopio. Pienhiukkasten (PM_{2,5}) leviämiskartta vuosikeskiarvo, pihakansi.
- LIITE 6 Harristo Oy, Puutarhakatu 4, Kuopio. Julkisivuille kohdistuvat typpidioksidin maksimituntipitoisuudet 3D-näkymässä.
- LIITE 7 Harristo Oy, Puutarhakatu 4, Kuopio. Julkisivuille kohdistuvat typpidioksidin vuosipitoisuudet 3D-näkymässä.
- LIITE 8 Harristo Oy, Puutarhakatu 4, Kuopio. Julkisivuille kohdistuvat hengitettävien hiukkasten vuorokausipitoisuudet 3D-näkymässä.
- LIITE 9 Harristo Oy, Puutarhakatu 4, Kuopio. Julkisivuille kohdistuvat hengitettävien hiukkasten vuosipitoisuudet 3D-näkymässä.
- LIITE 10 Harristo Oy, Puutarhakatu 4, Kuopio. Julkisivuille kohdistuvat pienhiukkasten vuosipitoisuudet 3D-näkymässä.

1 Tiivistelmä

Tässä selvityksessä on tutkittu tieliikenteen aiheuttamia typpidioksidi- ja hiukkaspäästöjä kohteen Puutarhakatu 4, Kuopio julkisivuilla ja pihakannella. Selvitys on tehty kohteen asemakaavamuutosta varten.

Kohde koostuu 7-kerroksisesta asuinkerrostalosta sekä kolmesta 2-kerroksisesta paritalosta. Merkittävimmät liikenneväylät kohteen lähiympäristössä ovat Päivärinteentie, Puutarhakatu, Puijonkatu, Pohjolankatu, Asemakatu sekä kiinteistön edestä kulkeva Tonttikatu. Kohdassa 5.3 on kuvattu oheisten väylien liikennemäärät.

Tehdyn mallinnuksen perusteella voidaan todeta, että Puutarhakatu 4:n kiinteistöllä rakennusten julkisivuilla ja ulko-oleskeluun tarkoitetuilla alueilla lainsäädännössä annetut ilmanlaadun raja-arvot alittuvat selkeästi.

2 Johdanto

Työssä mallinnettiin osoitteeseen Puutarhakatu 4, Kuopio suunniteltujen asuinrakennusten julkisivujen ja oleskelutilojen ilmanlaatu kaavamuutosta varten. Mallinnettavat yhdisteet olivat typpidioksidi (NO₂), hengitettävät hiukkaset (PM₁₀) ja pienhiukkaset (PM_{2,5}). Kohde koostuu 7-kerroksisesta asuinkerrostalosta sekä kolmesta 2-kerroksisesta paritalosta.

Mallinnuksessa huomioitiin liikenteestä ja tien pinnasta vapautuvat päästöt. Nykyiset ja ennustetut liikennemäärät saatiin Kuopion kaupungilta. Liikenteen alueella odotetaan kasvavan lähivuosina ja mallinnuksen liikennetietoina käytettiin ennustetta alueen tulevista liikennemääristä. Mallinnetut pitoisuudet ovat ulkoilmapitoisuuksia.

Mallinnuksessa keskityttiin julkisivuilla sekä sisäpihalla esiintyviin pitoisuuksiin.

3 Raja-arvot

Ilmanlaatua käsittelevässä lainsäädännössä VNa 79/2017 on annettu ilmanlaadun raja-arvot, jotka on esitetty taulukossa 1.

Taulukko 1. Ilmanlaadun raja-arvot

Yhdiste	Aika	Raja-arvo µg/m ³	Sallitut ylitykset vuodessa
Typpidioksidi NO ₂	Tunti	200	18
	Vuosi	40	-
Hiukkaset PM ₁₀	Vuorokausi	50	35
	Vuosi	40	-
Hiukkaset PM _{2,5}	Vuosi	25	

Mallinnuksen tuloksia verrataan näihin raja-arvoihin.

4 Tulosten tarkastelu

Liikenteen ja taustapitoisuuden aiheuttamat typpidioksidin, hengitettävien hiukkasten ja pienhiukkasten pitoisuudet alittavat niille VNa:n 79/2017 asetetut raja-arvot hankealueelle (Puutarhakatu 4, Kuopio) suunniteltujen asuinkiinteistöjen julkisivuilla, parvekkeilla sekä pihakannella kaikissa tilanteissa.

Päästöjen leviämiskartat ja julkisivuille kohdistuvat hiukkaspitoisuudet 3D-näkymässä on esitetty LIITTEISSÄ 1-10. Tulokset esitetään ilmanlaadun raja-arvoihin verrattavina tuloksina. Kaikki lasketut tulokset sisältävät taustapitoisuudet, jotka ovat:

- Hiukkaset PM₁₀ 14,0 µg/m³
- Pienhiukkaset PM_{2,5} 4,9 µg/m³
- Typpidioksidi NO₂ 9,7 µg/m³

Taustapitoisuudet ovat todellisia mitattuja hiukkaspitoisuuksia Kuopion Savilahdesta vuosilta 2023-2025. Taustapitoisuudet pyrkivät kuvaamaan kaupungin läheisyydessä olevaa yleistä hiukkaspitoisuutta.

Liikennetietoina on käytetty ennustetta lähialueen tulevalle liikenteelle. Liikennetiedot on saatu Kuopion kaupungilta ja ne sekä muut mallinnuksen lähtötiedot ja parametrit esitetään kohdassa 5.

4.1 Typpidioksidi NO₂

Typpidioksidin leviämiskartat on esitetty LIITTEISSÄ 1-2. Julkisivuille kohdistuvat hiukkaspitoisuudet 3D-näkymässä kerroksittain on esitetty LIITTEISSÄ 6-7.

Mallinnuksen mukaan typpidioksidin maksimituntipitoisuus 1. kerroksessa pihakannella on 70-85 µg/m³, Puutarhakadun puoleisella julkisivulla (talo A) korkeimmillaan 110 µg/m³ ja sisäpihalla sijaitsevien 2-kerroksisten asuntalojen julkisivuilla (talot B, C ja D) noin 70-82 µg/m³. Vuosikeskiarvot ovat mallinnuksen mukaan pihakannella (1. kerros) noin 15 µg/m³, Puutarhakadun puoleisella julkisivulla (talo A) korkeimmillaan 21 µg/m³ ja sisäpihalla sijaitsevien 2-kerroksisten asuntalojen julkisivuilla (talot B, C ja D) noin 14-15 µg/m³. Suurimmat pitoisuudet esiintyvät kiinteistön luoteiskulmassa.

Pitoisuudet alittavat VNa 79/2017 raja-arvot selvästi.

Liikenteen aiheuttamat typpidioksidipäästöt jäävät pääosin lähelle liikenneväylien tasoa ja pihakannen (+ 99 m) alapuolelle. Rakennus A:n sijainti Puutarhakadun ja muiden rakennusten välissä estää suurten pitoisuuksien muodostumisen piha-alueilla ja parvekkeilla. Myöskään rakennuksen A julkisivuilla ei esiinny raja-arvot ylittäviä typpidioksidipitoisuuksia. Pitoisuudet laskevat korkeammalle mentäessä ja ylimmissä rakennuksen A kerroksissa (kerrokset 4-5) typpidioksidin maksimituntipitoisuudet tasaantuvat ja vuosipitoisuuden keskiarvot muodostuvat lähes yksinomaan taustapitoisuudesta (9,7 µg/m³).

4.2 Hengitettävät hiukkaset PM 10

Hengitettävien hiukkasten leviämiskartat on esitetty LIITTEISSÄ 3-4. Julkisivuille kohdistuvat hiukkaspitoisuudet 3D-näkymässä kerroksittain on esitetty LIITTEISSÄ 8-9.

Mallinnuksen mukaan hengitettävien hiukkasten pitoisuudet korttelissa muodostuvat lähes yksinomaan taustapitoisuudesta ($14,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Lähialueen liikenteen hiukkaspäästöt ovat verrattain pieniä ja ne jäävät pääosin lähelle liikenneväylien tasoa ja pihakannen (+ 99 m) alapuolelle.

Hengitettävien hiukkasten päiväkeskiarvo 1. kerroksessa pihakannella on $14,1\text{--}14,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$, Puutarhakadun puoleisella julkisivulla (talo A) korkeimmillaan $16,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ja sisäpihalla sijaitsevien 2-kerroksisten asuntalojen julkisivuilla (talot B, C ja D) $14,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Vuosikeskiarvot ovat mallinnuksen mukaan pihakannella (1. kerros) $14,0\text{--}14,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$, Puutarhakadun puoleisella julkisivulla (talo A) korkeimmillaan $14,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ja sisäpihalla sijaitsevien 2-kerroksisten asuntalojen julkisivuilla (talot B, C ja D) noin $14,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Pitoisuudet alittavat VNa 79/2017 raja-arvot selvästi.

4.3 Pienhiukkaset PM 2.5

Pienhiukkasten leviämiskartat on esitetty LIITTEESSÄ 5. Julkisivuille kohdistuvat hiukkaspitoisuudet 3D-näkymässä kerroksittain on esitetty LIITTEESSÄ 10.

Pienhiukkasten vuosikeskiarvo 1. kerroksessa pihakannella on $5,1\text{--}5,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$, Puutarhakadun puoleisella julkisivulla (talo A) korkeimmillaan $5,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ja sisäpihalla sijaitsevien 2-kerroksisten asuntalojen julkisivuilla (talot B, C ja D) $5,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Lähialueen liikenteen hiukkaspäästöt ovat verrattain pieniä ja ne jäävät pääosin lähelle liikenneväylien tasoa ja pihakannen (+ 99 m) alapuolelle. Pitoisuudet laskevat korkeammalle mentäessä ja alimpia kerroksia lukuunottamatta vuosipitoisuuden keskiarvot muodostuvat lähes yksinomaan taustapitoisuudesta ($4,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

Pitoisuudet alittavat VNa 79/2017 raja-arvot selvästi.

5 Laskentamenetelmät ja mallinnus

5.1 Leviämismalli

Tarkastelualueen pitoisuudet on laskettu AERMOD-leviämismallin avulla, mikä on Yhdysvaltain ympäristönsuojeluviraston (U.S. EPA) kehittämä ja ylläpitämä laskentamalli.

Maastonmuodot sekä teiden, rakennusten ja päästölähteiden sijainnit digitoidaan maastokartalta ohjelman tietokantoihin. Tämän lisäksi tietokantaan syötetään päästölähteen tiedot. Malliin tarvittavat meteorologiset tiedot lasketaan U.S. EPA:n AERMET laskentamallilla, mihin syötetään lähtötiedoiksi sääaseman havaintoja.

Malli huomioi laskennassa myös ympäristön korkeussuhteet sekä rakennuksien aiheuttamat vaikutukset virtauskenttään, jotka osaltaan vaikuttavat päästöjen leviämiseen. Ohjelmaan syötetyistä maastotiedoista muodostetaan kolmiulotteinen maastomalli, jonka päälle sijoitetaan laskentapisteverkko. Laskentapisteyden tiheys voidaan vapaasti määritellä. Ohjelma laskee pitoisuudet kussakin pisteessä, ja tulokset esitetään laskenta-alueella esiintyvänä alueina.

AERMOD ja AERMET-laskentamallit sisältyy Breeze-ohjelmistoon.

5.2 Laskennassa käytetyt parametrit

Maasto ja rakennukset digitoitiin laskentaohjelmaan Maanmittauslaitoksen korkeusmallista sekä maastokartoista. Laskenta-alue rajoitettiin kattamaan kaavoitettava kortteli ja sen lähialue, kooltaan noin 500 x 500 m. Neliölaskentaverkon tiheytenä käytettiin 2-50 m ja laskentapisteidien korkeutena 2 m maanpinnasta.

5.3 Liikennetiedot

Keskiarvivuorokauden liikennemäärät, nopeusrajoitukset sekä raskaan liikenteen osuus on esitetty eri tieosuuksille taulukossa 2. Alueen liikenteen arvioidaan kasvavan tulevaisuudessa ja ennusteliikennemäärät ovat jokaisella mallinnuksessa huomioitavalla kadulla nykytilannetta suurempia. Tästä syystä selvityksessä on esitetty hiukkasmallinnus vain ennustetilanteen liikennemäärillä laskettuna.

Taulukko 2. Liikennemäärät

Tieosuus	KAVL nykytilanne [ajon/vrk]	KAVL ennuste [ajon/vrk]	Nopeus- rajoitus [km/h]	Raskaan liikenteen osuus [%]	Liikenteen jakauma päivä/yö [%]
Päivärinteenkatu	700	800	30 km/h	5	93/7
Puutarhakatu	8400	11000	40 km/h	16	91/9
Puijonkatu	17600	21400	50 km/h	11	88/12
Pohjolankatu	6000	7500	40 km/h	7,5	91/9
Asemakatu Länsi	3000	3000	40 km/h	13	91/9
Asemakatu Itä	3000	3000	50 km/h	7,5	91/9
Tonttikatu		500*	30 km/h	5	93/7

*Tonttikadulle ei ollut saatavilla ennusteliikennemäärää, joten käytetty asiantuntija-arviota

Ennusteliikennemäärät eivät kuvaa yksittäistä vuotta, vaan liikennemäärät kuvaavat tilannetta, johon liikennepäästöjen kannalta on tarkoituksenmukaista varautua. Teiden nykyiset ja ennustetut liikennemäärät on saatu Kuopion kaupungilta.

5.4 Päästökertoimet

Päästökertoimet on saatu VTT:n LIPASTO aineistosta ja päästöt on laskettu käyttäen vuoden 2024 autokantaa, joka on saatu Tilastokeskukselta. Tien pinnasta muodostuvan päästön päästökertoimet on saatu OCDE julkaisusta Non-Exhaust Particulate Emissions from road Transport (2020) sekä Euroopan ympäristöviraston julkaisusta Transport Non-exhaust PM-emissions (2020).

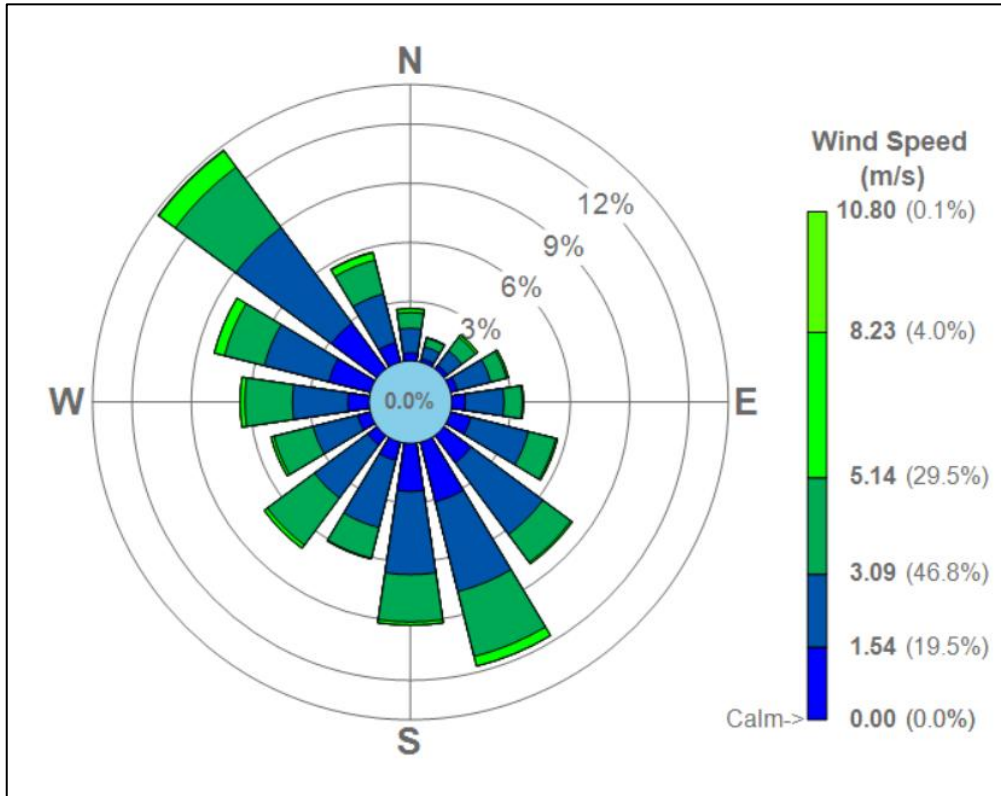
5.5 Taustapitoisuudet

Taustapitoisuudet ovat Kuopion Savilahden mittausasemalta, josta mitatut hiukkaspitoisuudet kuvaavat hyvin Kuopion kaupungin läheisyydessä olevaa taustapitoisuutta. Päästöpitaisuuksina käytettiin vuosion 2023-2025 keskiarvopitoisuuksia, jotka olivat:

- Hiukkaset PM₁₀ 14,0 µg/m³
- Pienhiukkaset PM_{2,5} 4,9 µg/m³ ja
- Typpidioksidi NO₂ 9,7 µg/m³.

5.6 Säädata

Laskenta suoritettiin vuoden 2023–2025 säätiedoilla Ilmatieteenlaitoksen Kuopion Savilahden havaintoasemalta.



Kuva 1. Tuuliruusu Kuopion Savilahden havaintoasema, 2023-2025.

6 Mallinnuksen epävarmuus

Leviämismallin tuloksia tarkasteltaessa tulisi ottaa huomioon laskentaan liittyvät epävarmuustekijät. Mallinnus on aina yksinkertaistus todellisesta tilanteesta, ja kaikkia ympäristön muuttujia ei voida ottaa huomioon mallinnuksessa.

Epävarmuustekijöitä ovat esimerkiksi lähtötietojen luotettavuus sekä sää tietojen luotettavuus ja edustavuus. Mallinnuksessa käytetty taustapitoisuus on ainoastaan arvio yleisestä hiukkaspitoisuudesta alueella ja sen vaikutus päästöihin kasvaa mallinnettaessa korkeampien asuinkerrosten parvekkeilla esiintyviä hiukkaspitoisuuksia. Mallinnus antaa kuitenkin suuntaa antavat tulokset hiukkaspitoisuudelle hankealueen ympäristössä.

Selvityksessä käytetylle AERMOD-leviämismallille ei suoraan voida ilmoittaa laskentaepävarmuuksia. Mallinnuksen kokonaisepävarmuus voidaan määrittää, mikäli kaikille mallinnukseen liittyville epävarmuustekijöille voidaan antaa virhearvio.

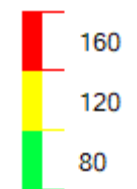
Puutarhakatu 4, Kuopio

Typpidioksidi
 NO_2
Maksimituntikeskiarvo

Pihakansi
1. kerros, +99 m

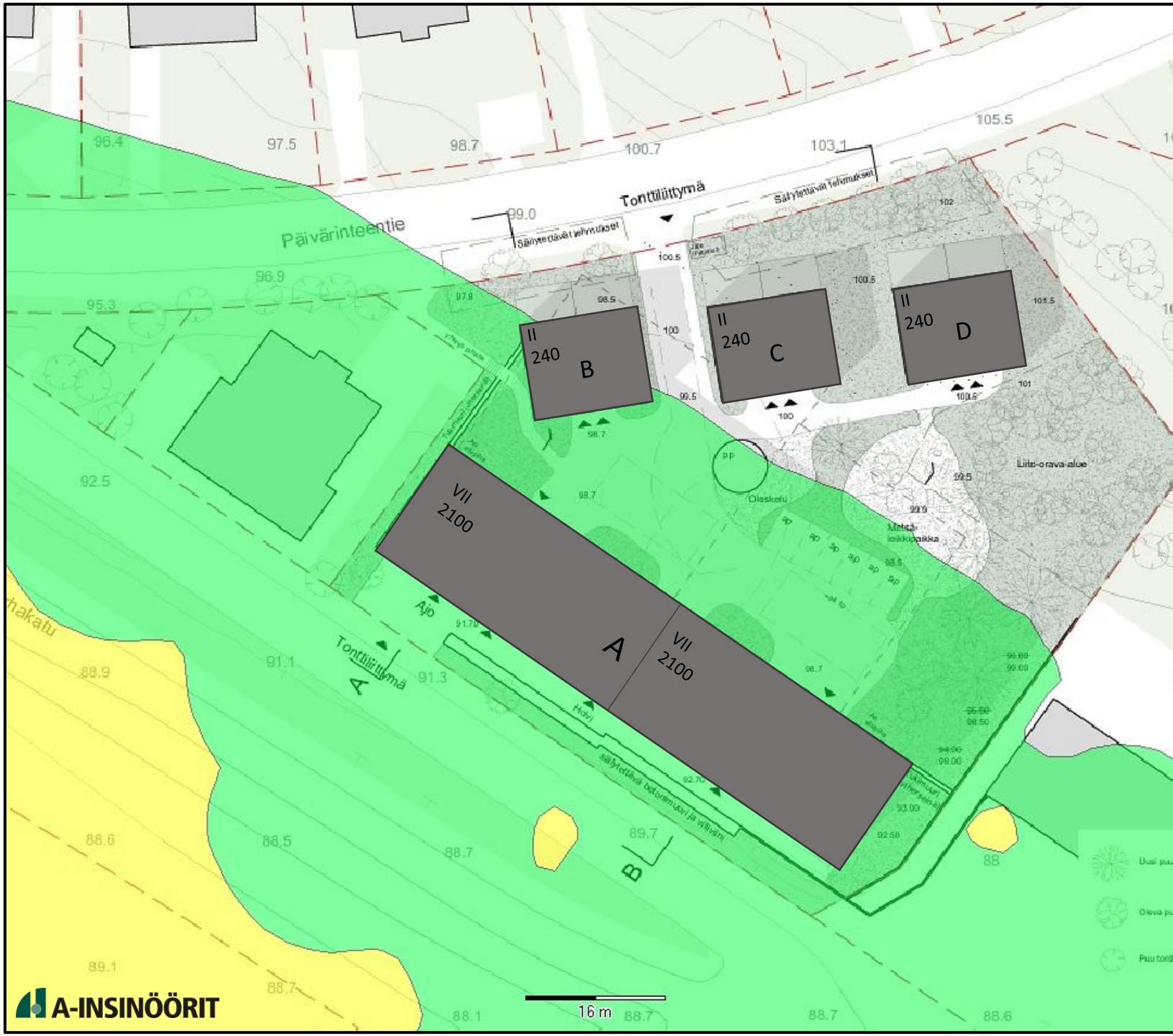
Vna 79/2017 raja-arvo:
 $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$

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



Säädata:
Kuopio Savilahti 2023-2025

LIITE 1



Puutarhakatu 4, Kuopio

Typpidioksidi

NO₂

Vuosikeskiarvo

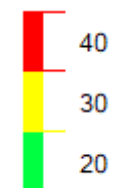
Pihakansi

1. kerros, +99 m

Vna 79/2017 raja-arvo:

40 µg/m³

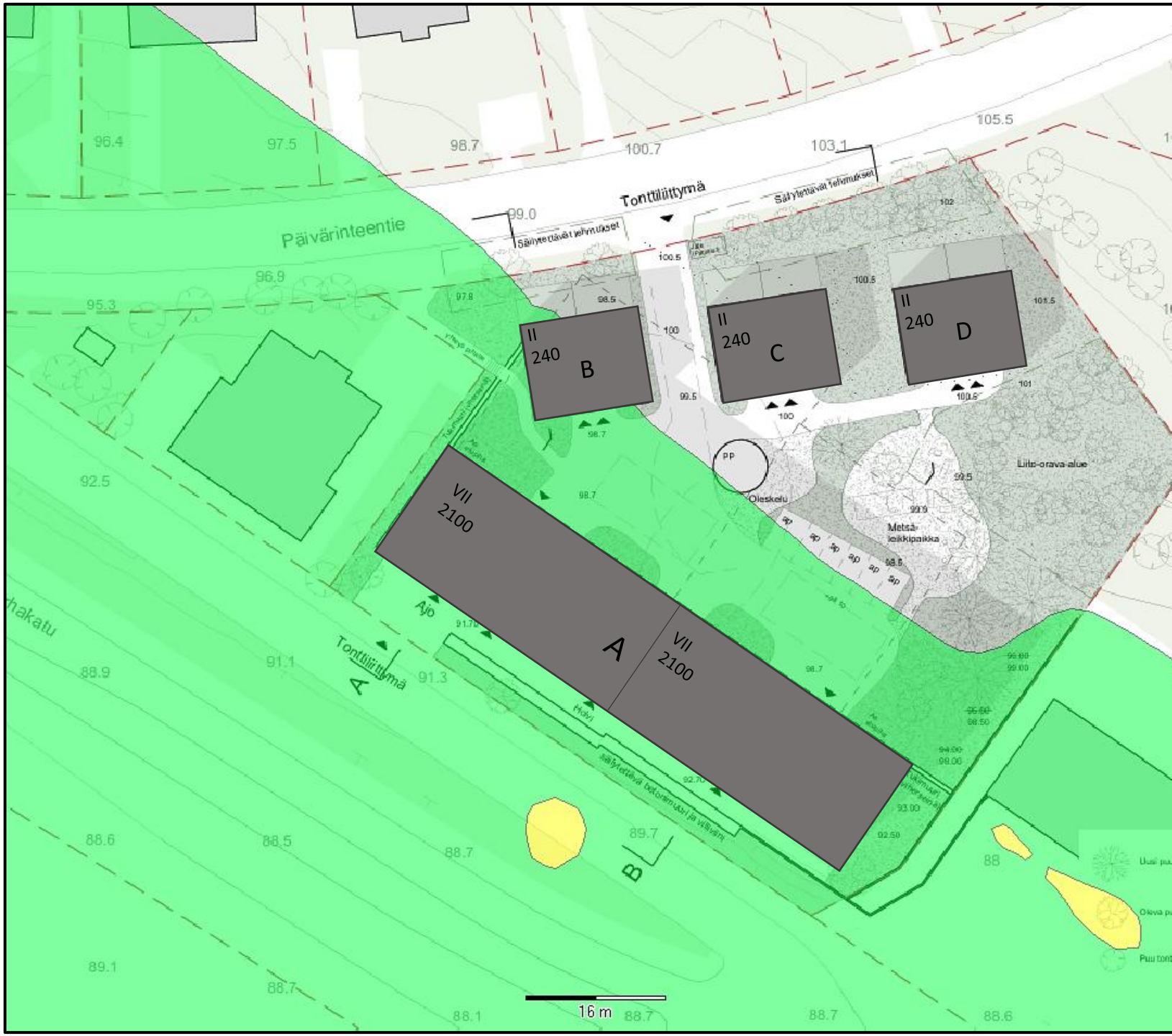
µg/m³



Säädä:

Kuopio Savilahti 2023-2025

LIITE 2



Puutarhakatu 4, Kuopio

Hengitettävät hiukkaset

PM₁₀

Vuorokausikeskiarvo

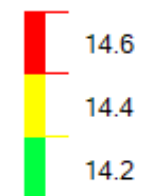
Pihakansi

1. kerros, +99 m

Vna 79/2017 raja-arvo:

50 µg/m³

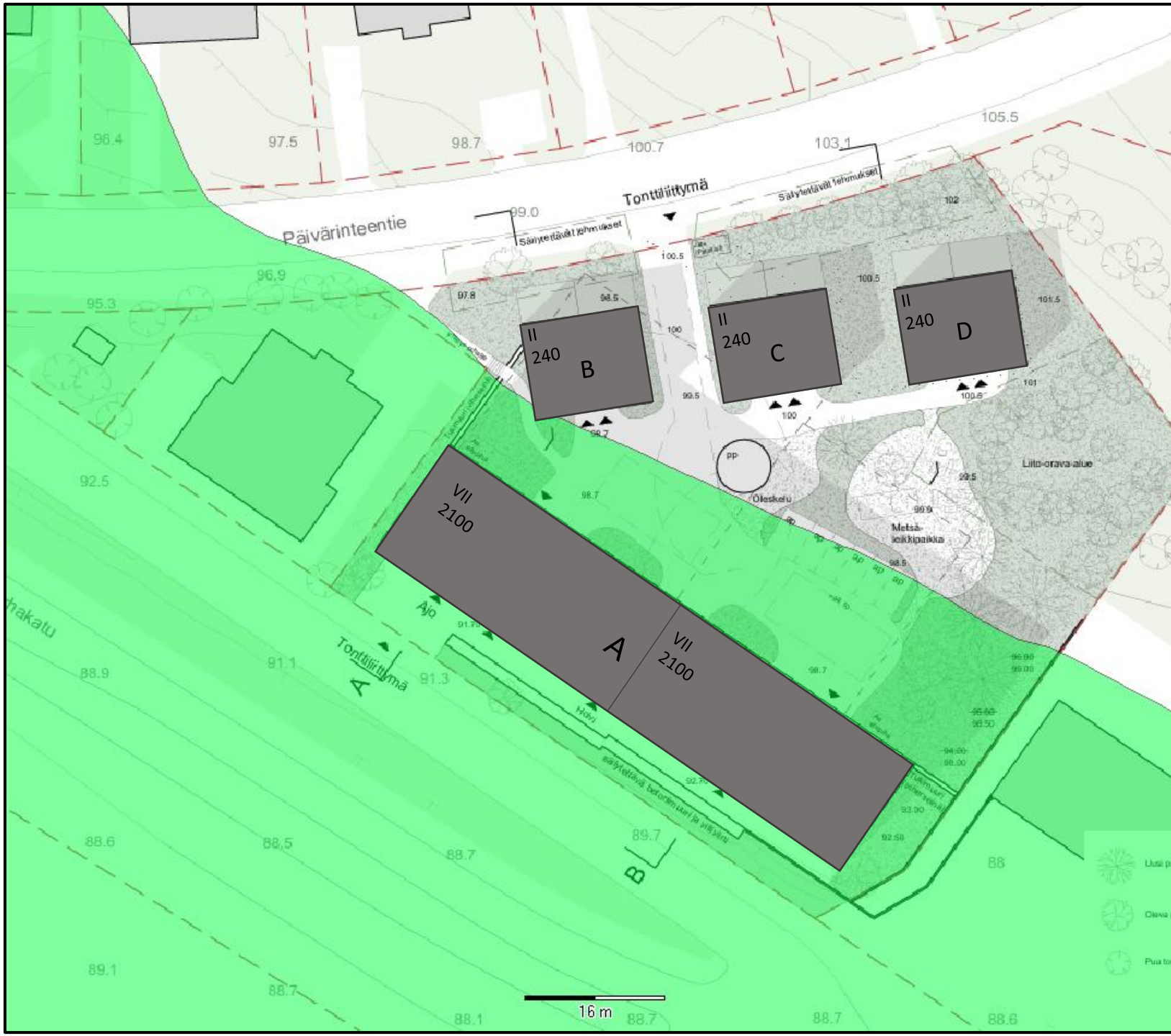
µg/m³



Säädata:

Kuopio Savilahti 2023-2025

LIITE 3



Puutarhakatu 4, Kuopio

Hengitettävät hiukkaset

PM₁₀

Vuosikeskiarvo

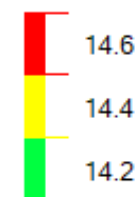
Pihakansi

1. kerros, +99 m

Vna 79/2017 raja-arvo:

40 µg/m³

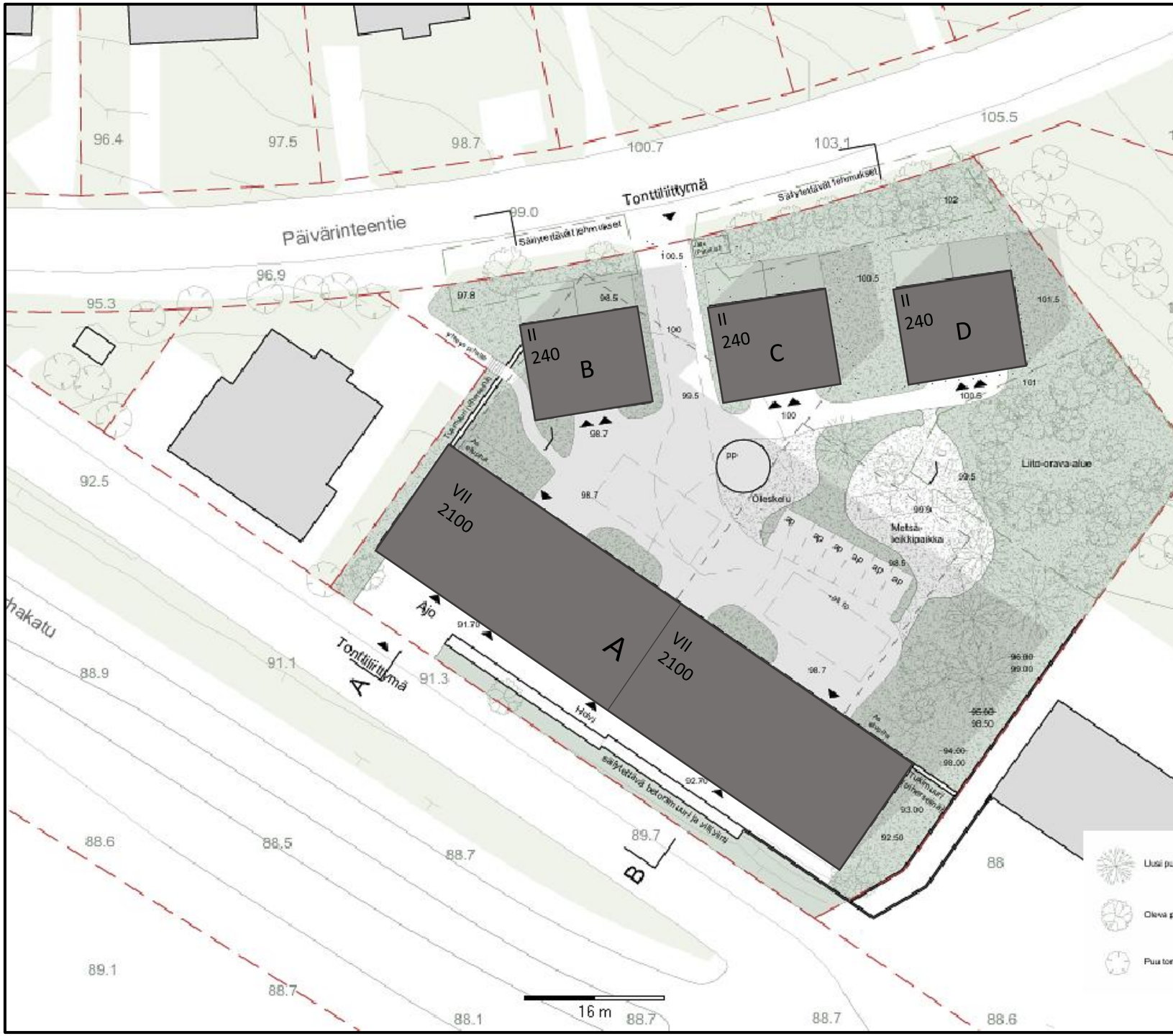
µg/m³



Säädäta:

Kuopio Savilahti 2023-2025

LIITE 4



Puutarhakatu 4, Kuopio

Pienhiukkaset

PM_{2.5}

Vuosikeskiarvo

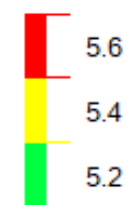
Pihakansi

1. kerros, +99 m

Vna 79/2017 raja-arvo:

25 µg/m³

µg/m³

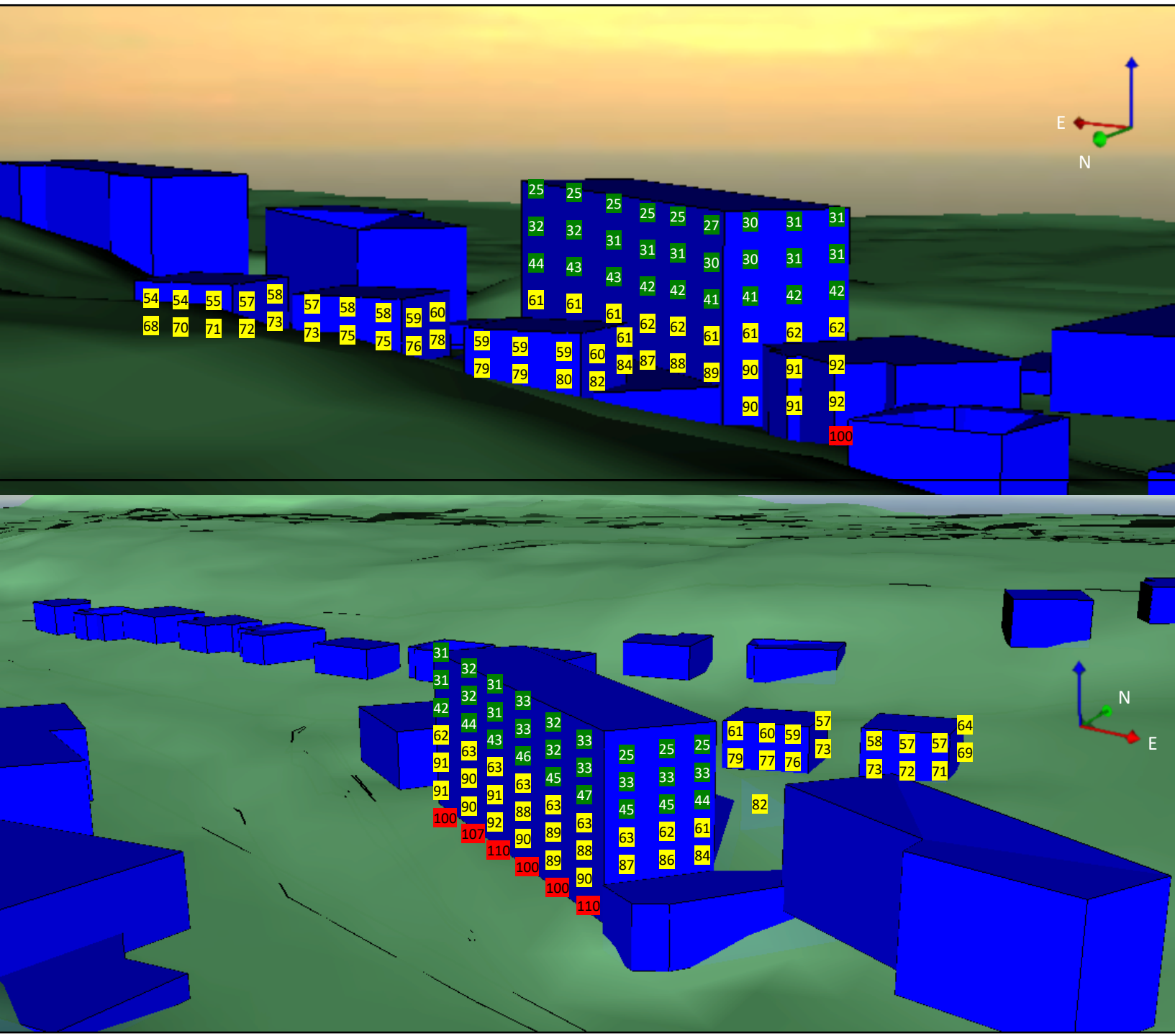


Säädä:

Kuopio Savilahti 2023-2025

LIITE 5





Puutarhakatu 4, Kuopio

Typpidioksidi

NO₂

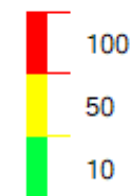
Maksimituntikeskiarvo

3D-näkymä

Vna 79/2017 raja-arvo:

200 µg/m³

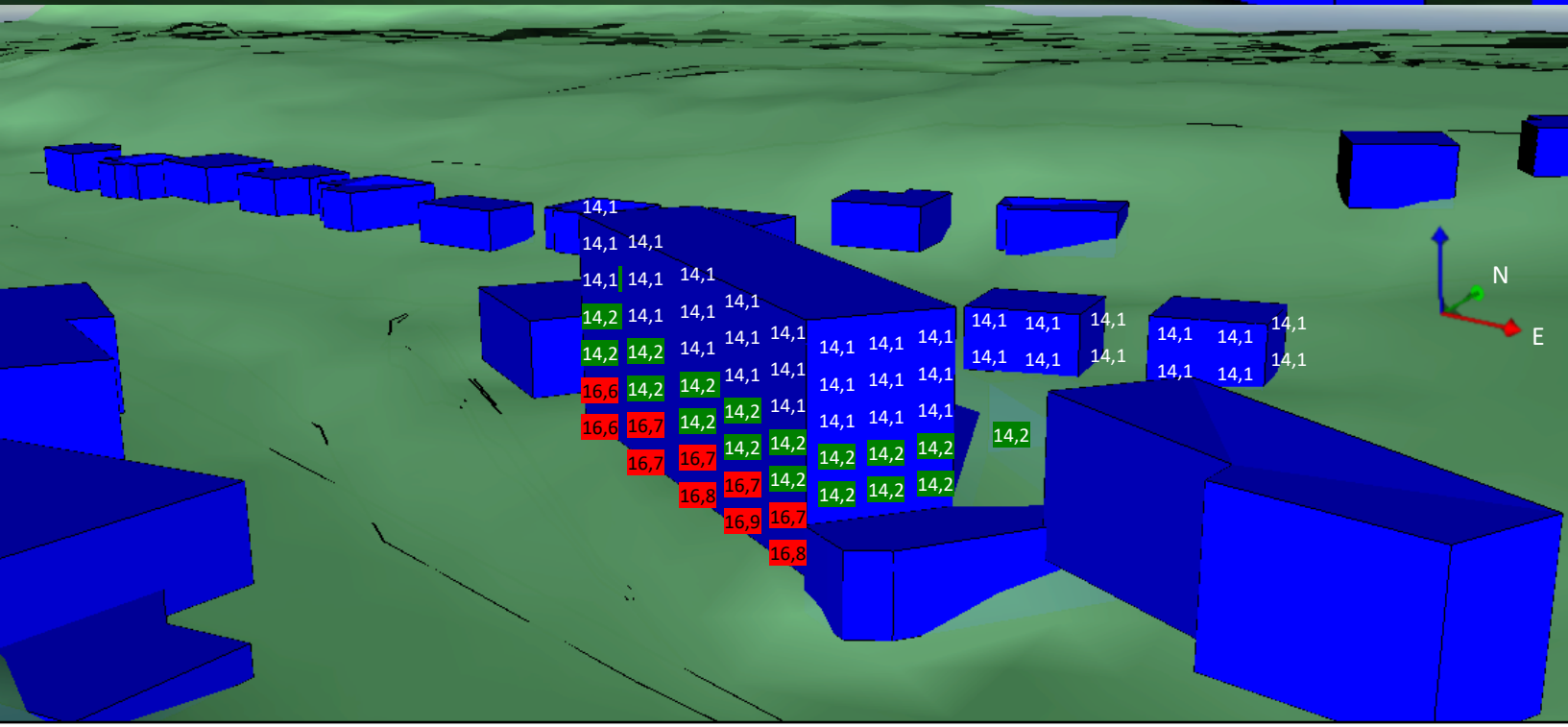
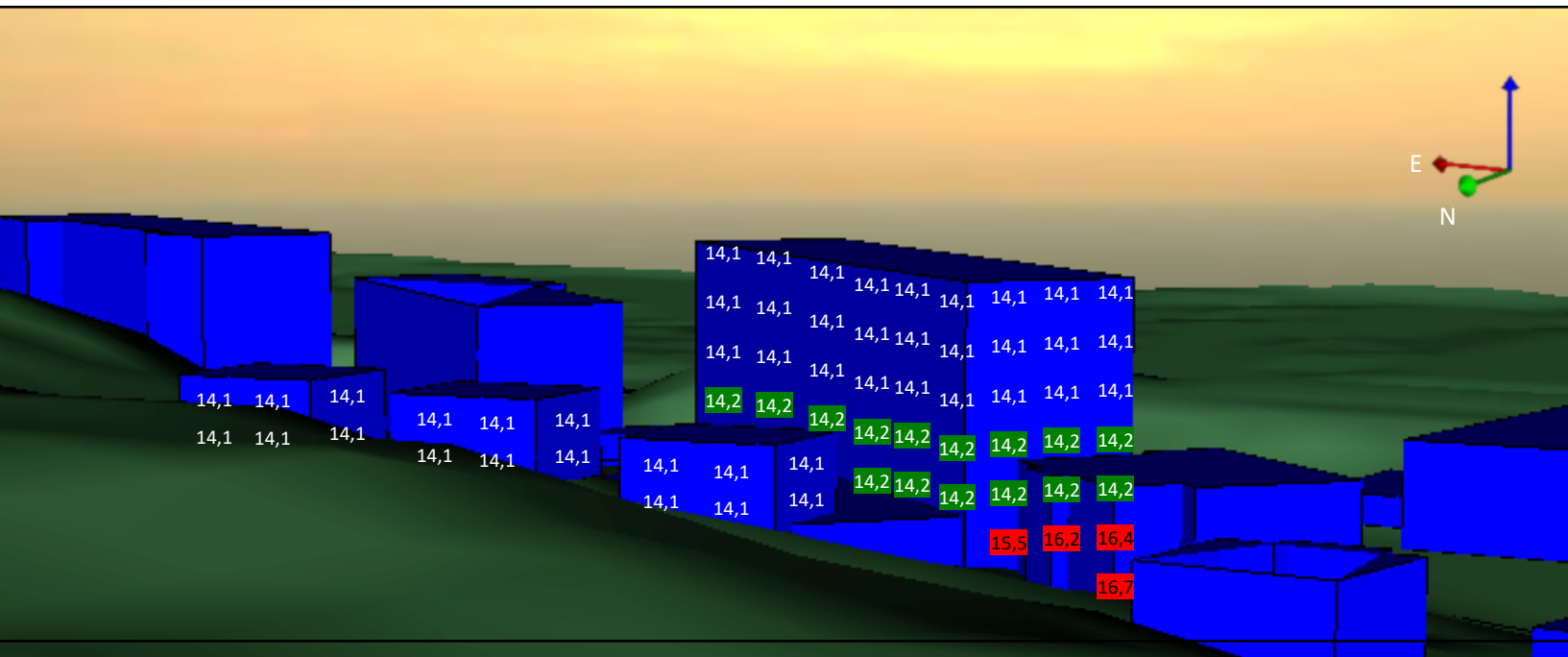
µg/m³



Säädata:

Kuopio Savilahti 2023-2025

LIITE 6



Puutarhakatu 4, Kuopio

Hengitettävät hiukkaset

PM₁₀

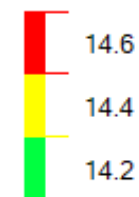
Vuorokausikeskiarvo

3D-näkymä

Vna 79/2017 raja-arvo:

50 µg/m³

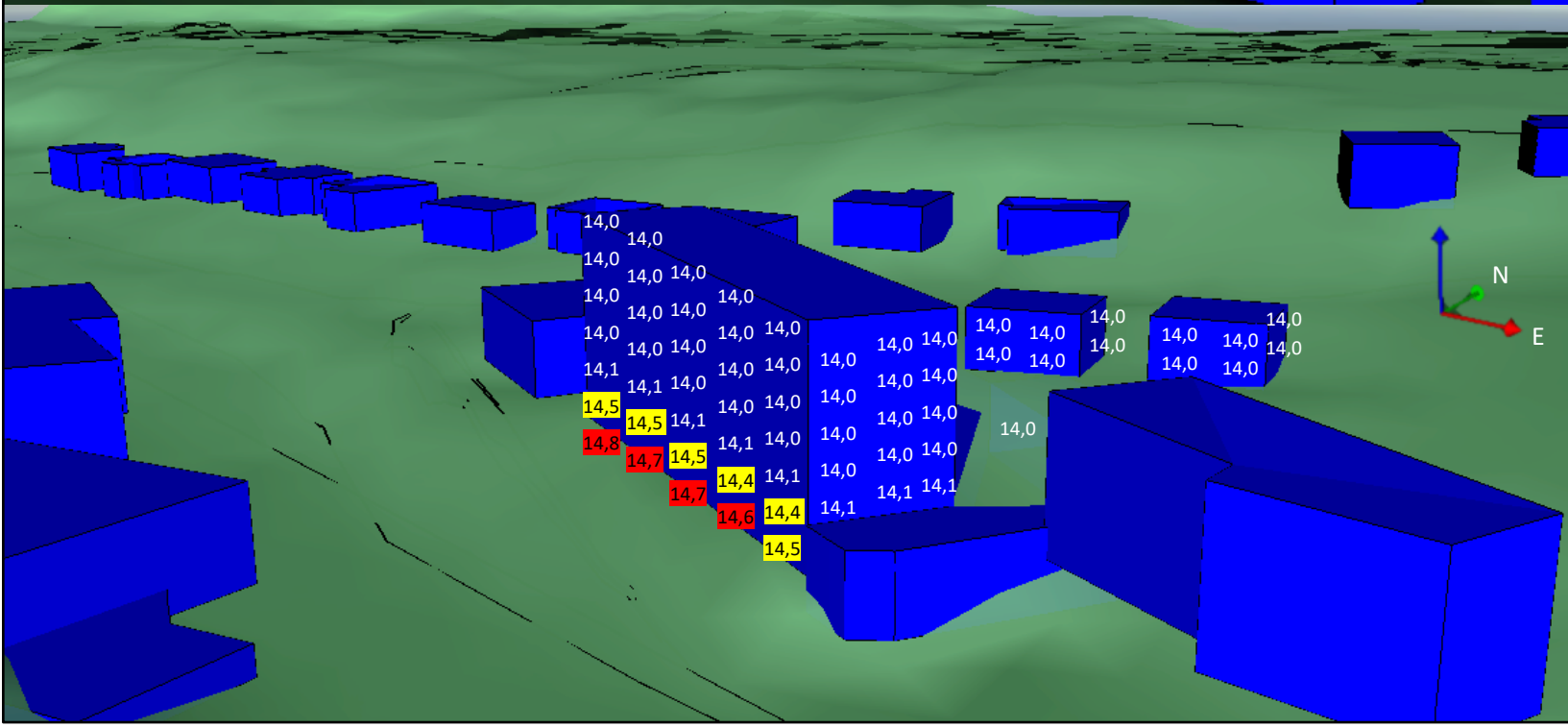
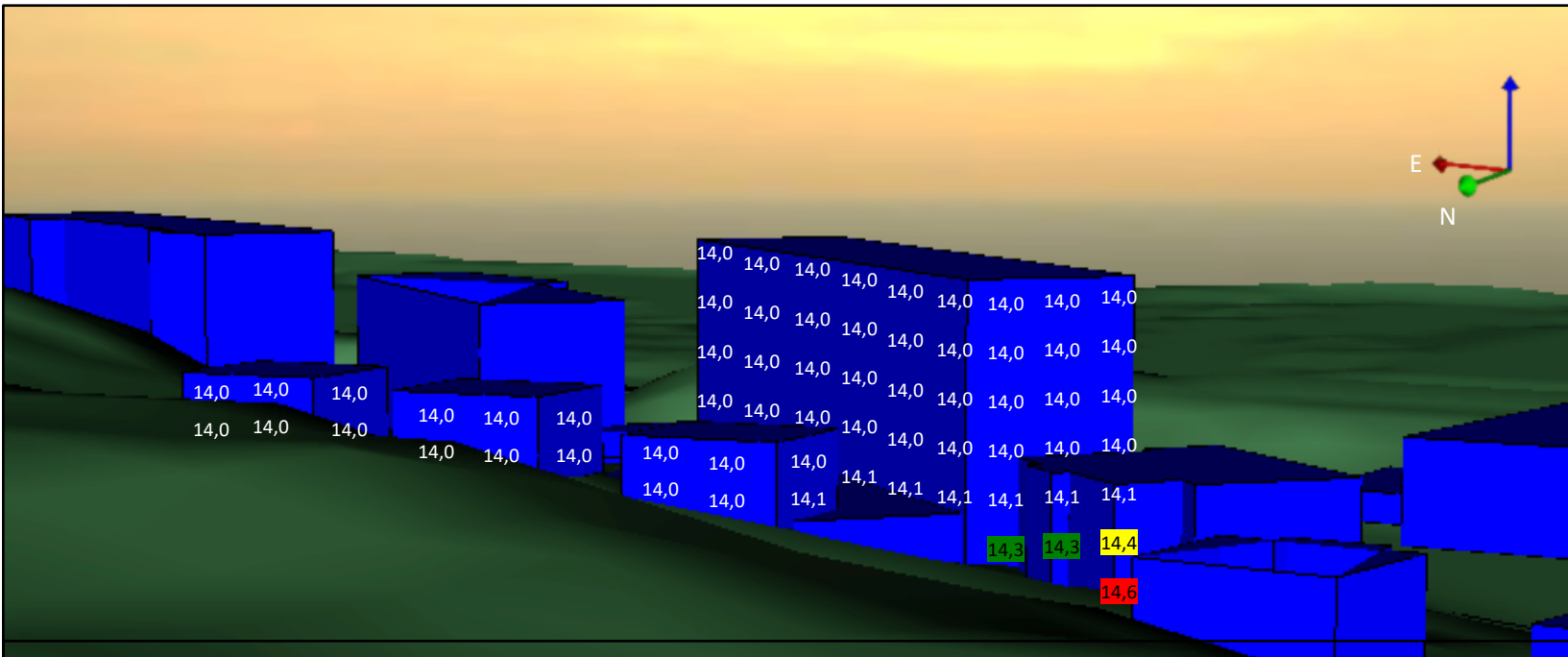
µg/m³



Säädä:

Kuopio Savilahti 2023-2025

LIITE 8



Puutarhakatu 4, Kuopio

Hengitettävät hiukkaset

PM₁₀

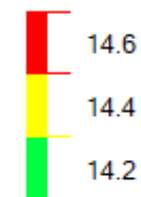
Vuosikeskiarvo

3D-näkymä

Vna 79/2017 raja-arvo:

40 µg/m³

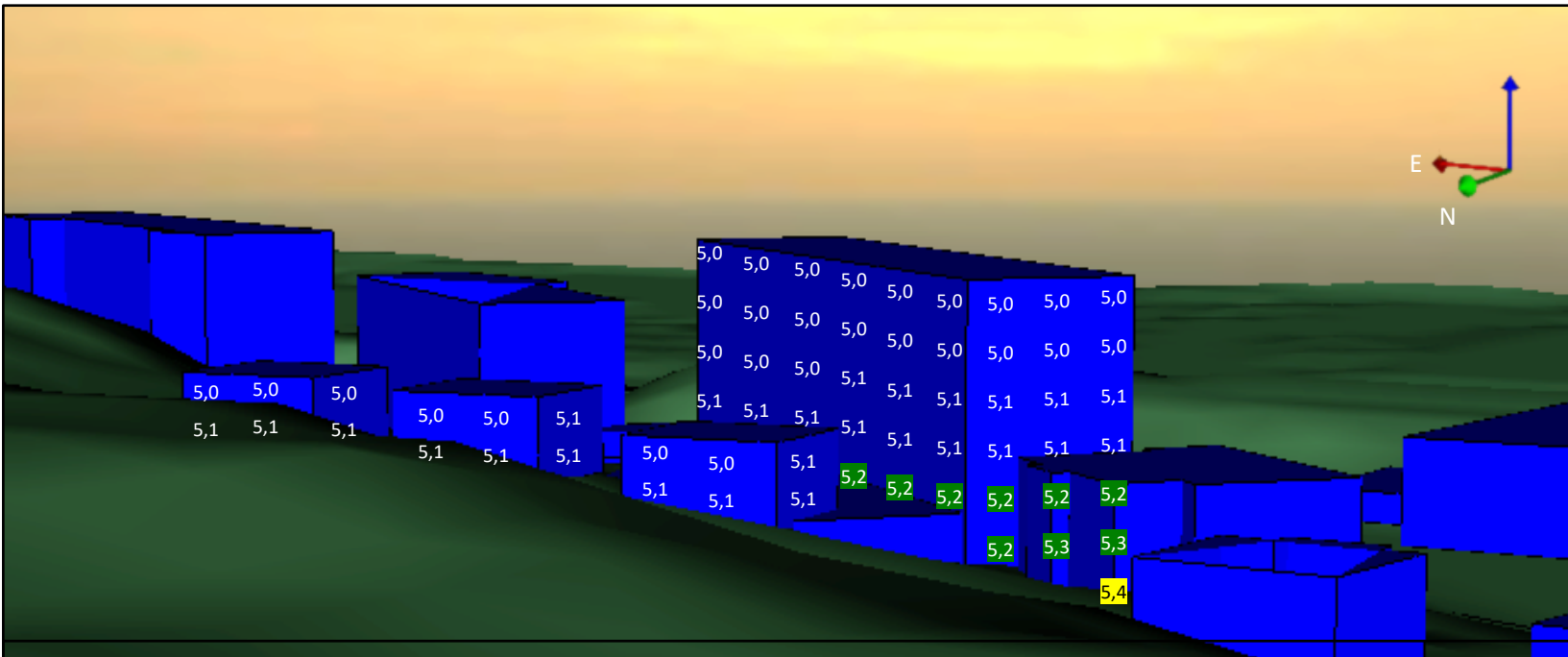
µg/m³



Säädä:

Kuopio Savilahti 2023-2025

LIITE 9



Puutarhakatu 4, Kuopio

Pienhiukkaset

PM_{2,5}

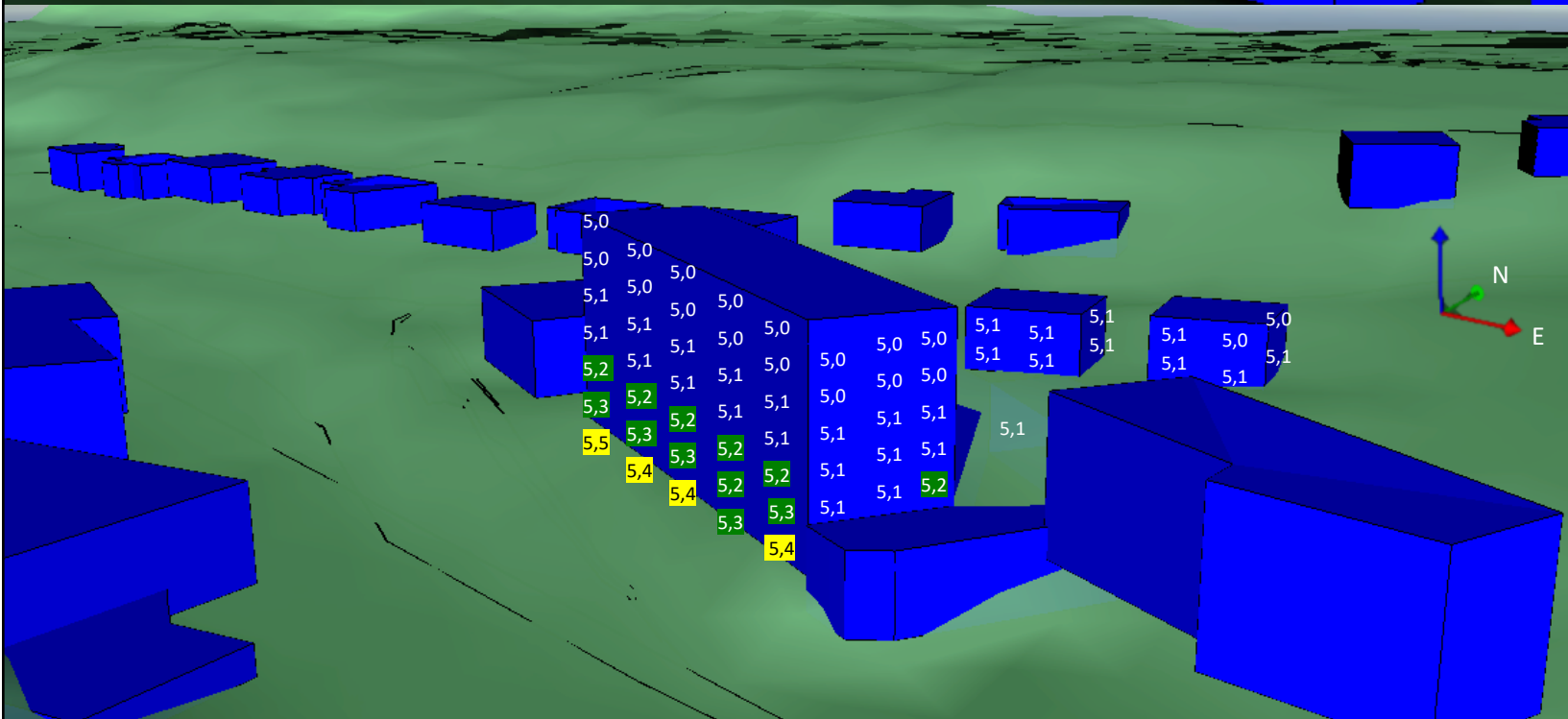
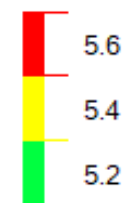
Vuosikeskiarvo

3D-näkymä

Vna 79/2017 raja-arvo:

25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

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



Säädata:

Kuopio Savilahti 2023-2025

LIITE 10