

**SITOWISE**

# Tampereen kantakaupungin lämpösaarekeilmiö

**LIITE 2**  
Kaupunkirakenteen tyypit ja  
UTCI-pienilmastomallinnus

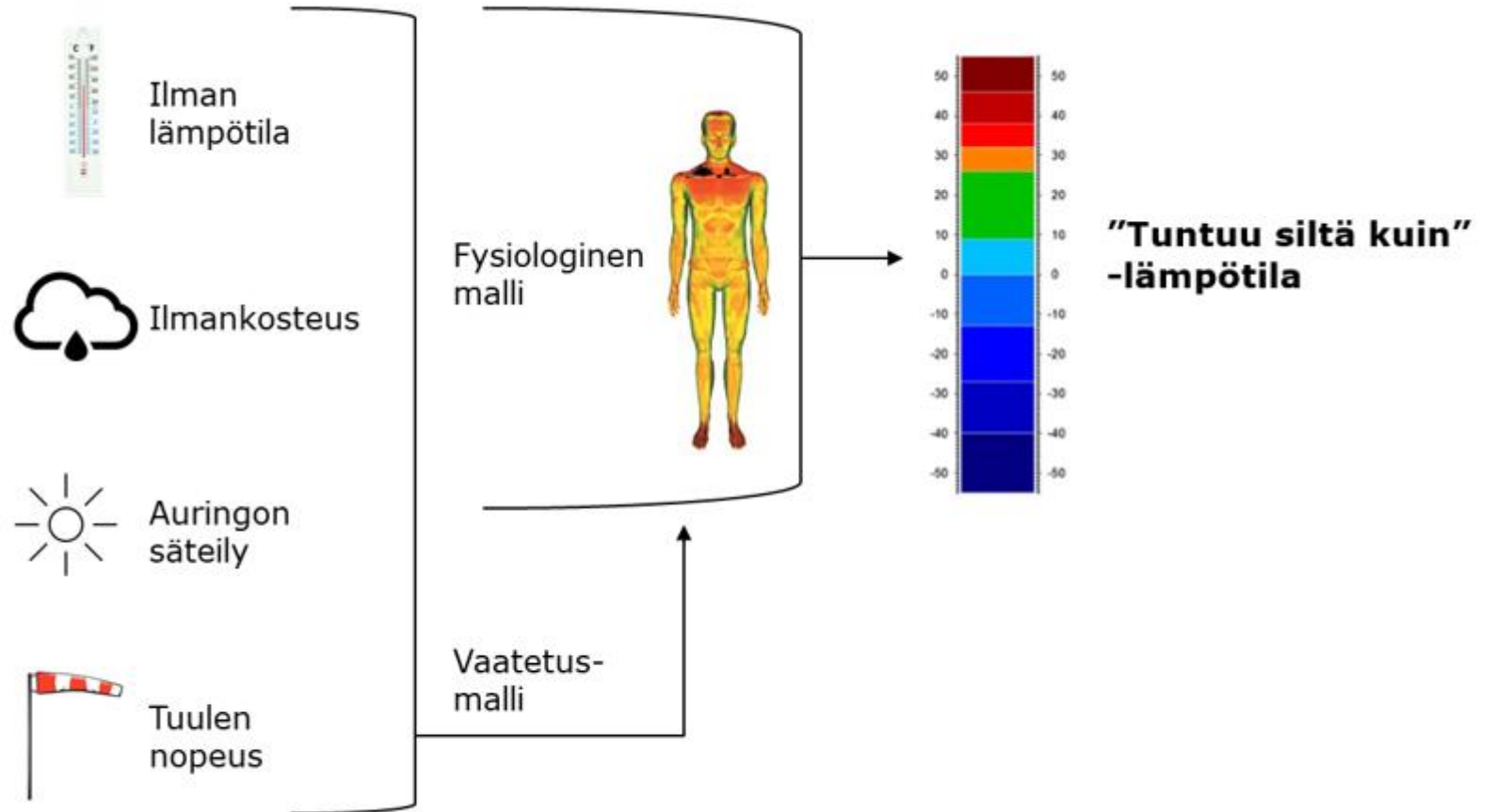
**Sitowise 2022**

# UTCI-mallinnuksen periaatteet

## UTCI – Universal Thermal Climate Index

UTCI on matemaattinen malli, joka kuvaa ihmisen kehon reaktioita erilaisiin lämpöärsykkeisiin ulkotiloissa. Malli huomioi myös vaatetuksen: ihmisen oletetaan pyrkivän sopeutumaan olosuhteisiin lisäämällä tai vähentämällä vaatetusta.

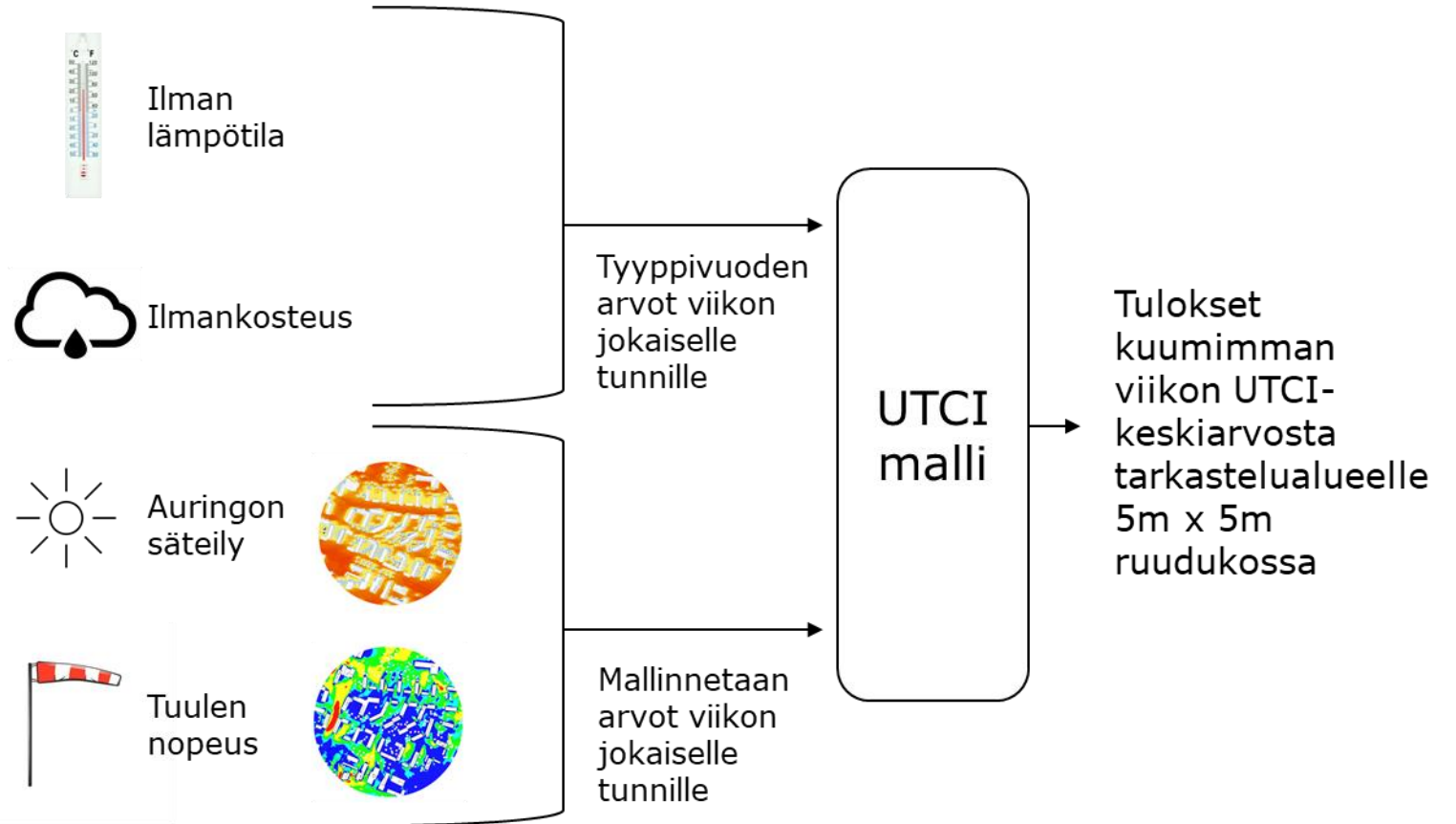
Lisätietoja: [www.utci.org](http://www.utci.org)



# UTCI-mallinnuksen periaatteet

## UTCI – Universal Thermal Climate Index\*

Mallinnus suoritettiin vuoden kuumimmalle viikolle. Tuntikohtaiset tiedot ilman lämpötilasta ja ilmankosteudesta otettiin tyyppivuoden ilmastotiedosta. Auringon säteilyn ja tuulisuuden vaikutukset mallinnettiin tietokonesimulaatioiden avulla.

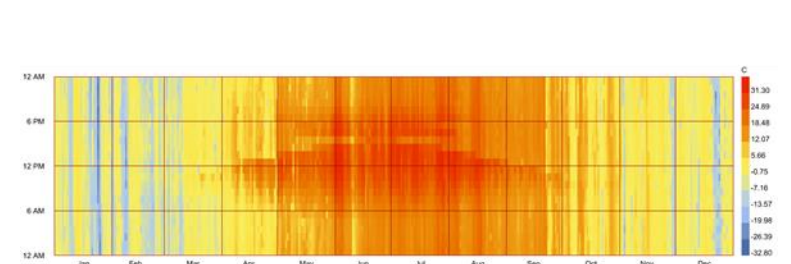
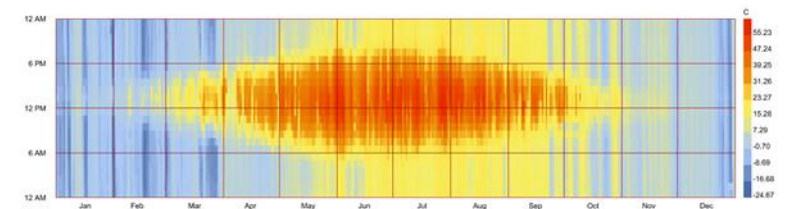
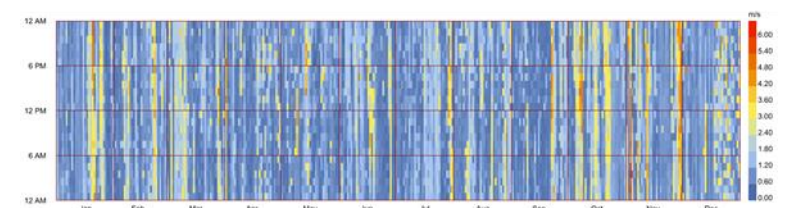
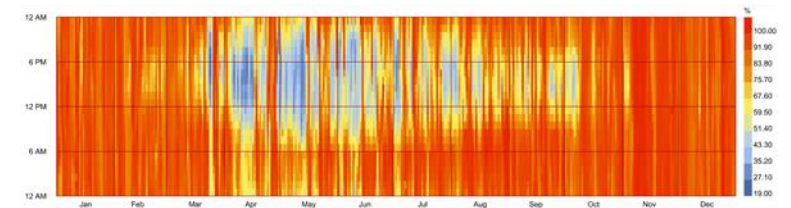
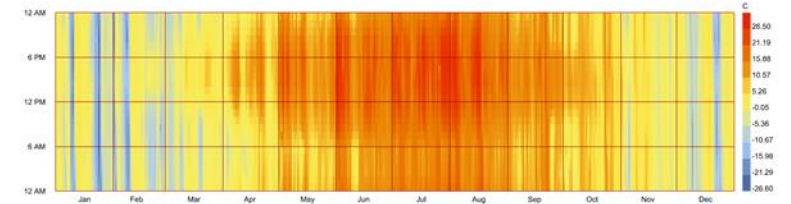


\*Lisätietoja: [www.utci.org](http://www.utci.org)

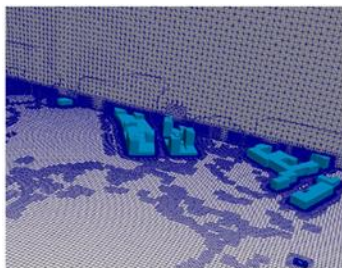
# UTCI-mallinnuksen tarkempi kuvaus

Mallinnuksessa UTCI-arvo laskettiin jokaiselle tarkastelupisteelle, tyyppivuoden kuumimman viikon tunneille. Oheiset kuvat esittävät yksittäisen tarkastelupisteen (5 m x 5 m ruutu katutasossa) lukuarvoja UTCI-mallinnukseen tarvittavassa neljässä tekijässä ja näistä muodostuvia UTCI-arvoja. Kukin pikseli edustaa yhden tunnin lukuarvoa. Värikarttojen vaaka-akselilla on vuoden päivät ja pystyakselilla kunkin päivän tunnit.

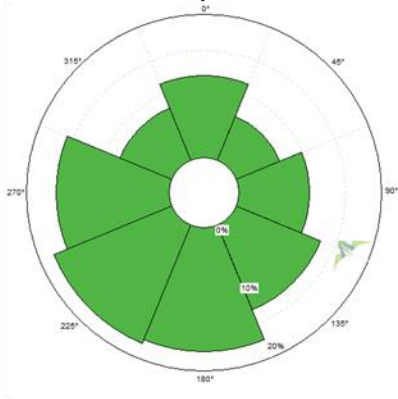
Ilman lämpötila ja suhteellinen kosteus ovat samat kaikissa tarkastelupisteissä kunakin tuntina. Tuulen nopeus ja keskisäteilylämpötila simuloitiin erikseen jokaiselle tarkastelupisteelle.



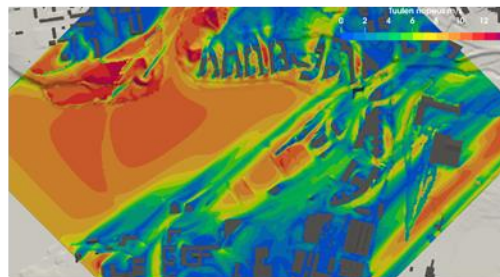
# Tuulimallinnuksen periaatteet



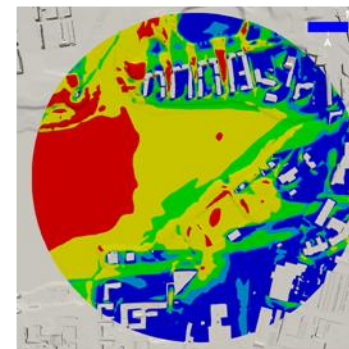
3D mallista tehdään hilaamalli, joka jakaa ilmatilan mallinnukseen sopivan kokoiseen "palikoihin"



Tuulisuuden lähtötiedot



8 ilmansuunnan simulaatiot  
"virtuaalisessa tuulitunnelissa"



Mallituksen tulokset yhdistetään  
tyyppivuoden tuulisuustietoihin



# Keskisäteilylämpötilan mallinnus

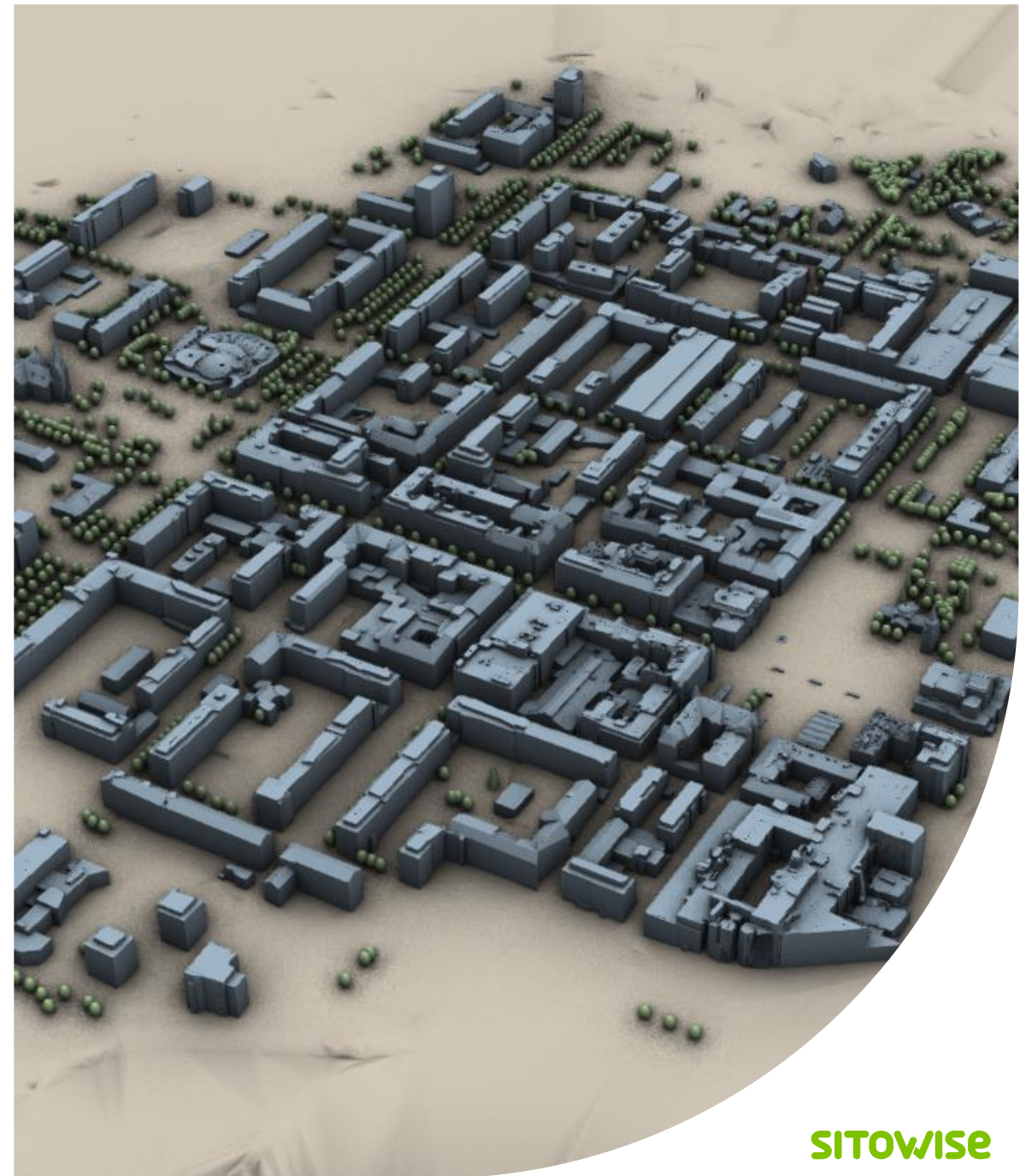
Keskisäteilylämpötila (mean radiant temperature, MRT) on suure, jolla määritetään kehon kokonaissäteilynvaihto ympäröivien pintojen kanssa. Keskisäteilylämpötilalla ilmoitetaan kaikkiin suuntiin kohdistuvan säteilynvaihdon keskiarvo. Tähän vaikuttavat ympäröivien pintojen "näkyvyys" (koko ja sijainti) ja näiden lämpötila. Ulkotilassa selkeästi merkittävin keskisäteilylämpötilaan vaikuttava asia on auringon suora säteily. Myös hajasäteilyllä muista osista taivasta on varteenotettava vaikutus.

Tässä analyysissä tehdyssä säteilymallinnuksessa rakennusten ja maan pinnan lämpötilan oletettiin olevan sama kuin ilman lämpötila. Tämä yksinkertaistettu oletus vääristää tuloksia rakennusten läheisyydessä, mutta tyypillisissä päiväajan olosuhteissa vaikutus on pieni suhteessa auringon säteilyn vaikutukseen. Simulaatio suoritettiin Rhinoceros-Grasshopper -ohjelman Ladybug -lisäkkeellä.

## Tuulisuus- ja säteilymallinuksissa käytetyt 3D-mallit

Mallinuksissa käytetyt 3D-mallit tuotettiin Tampereen avoimien lähtötietojen pohjalta.

Puiden sijainnit otettiin kantakartasta. Tuulimallinuksessa puiden latvusto huomioitiin tuulta läpäisevänä kappaleena.

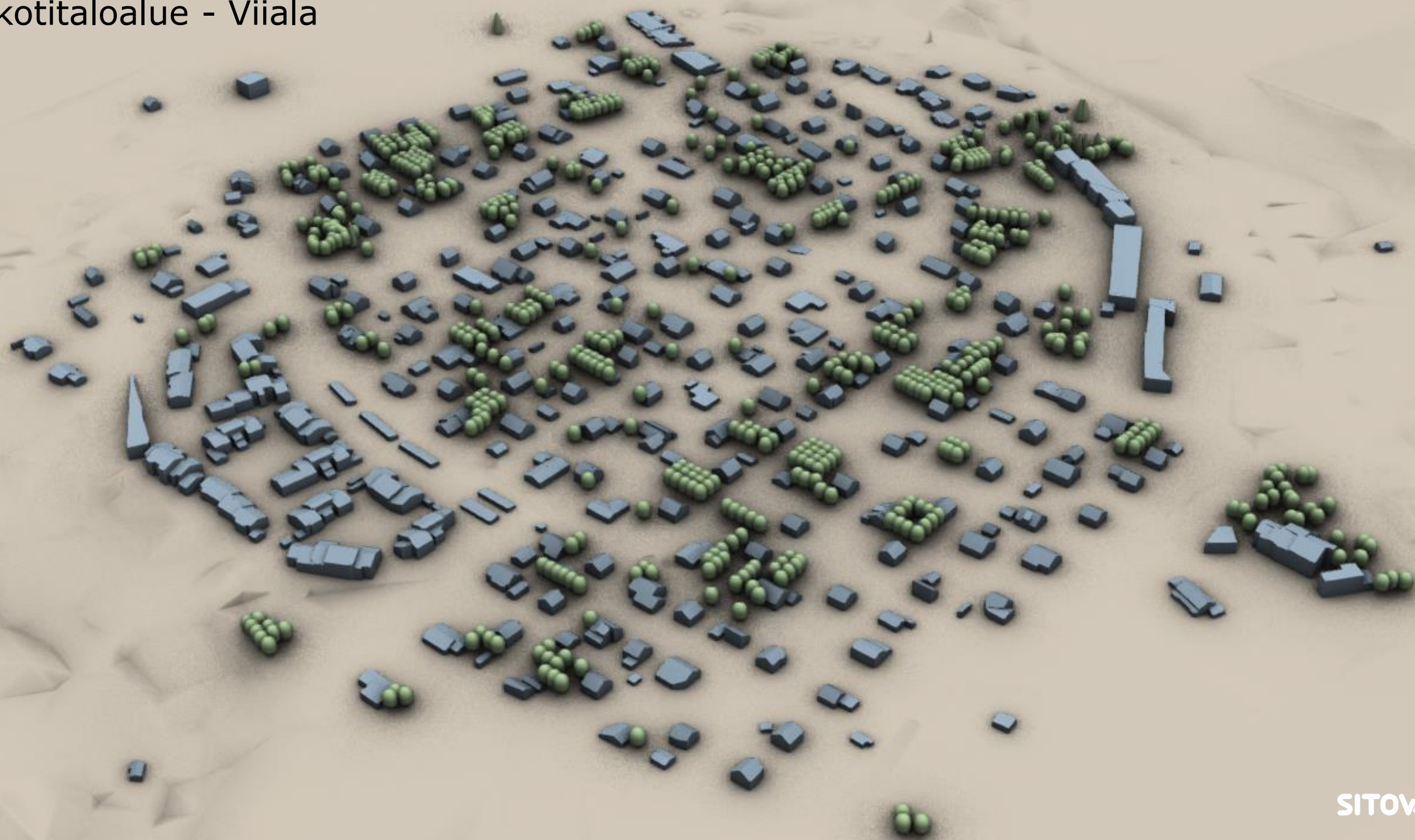


# UTCI-pienilmastomallinnusten tulokset



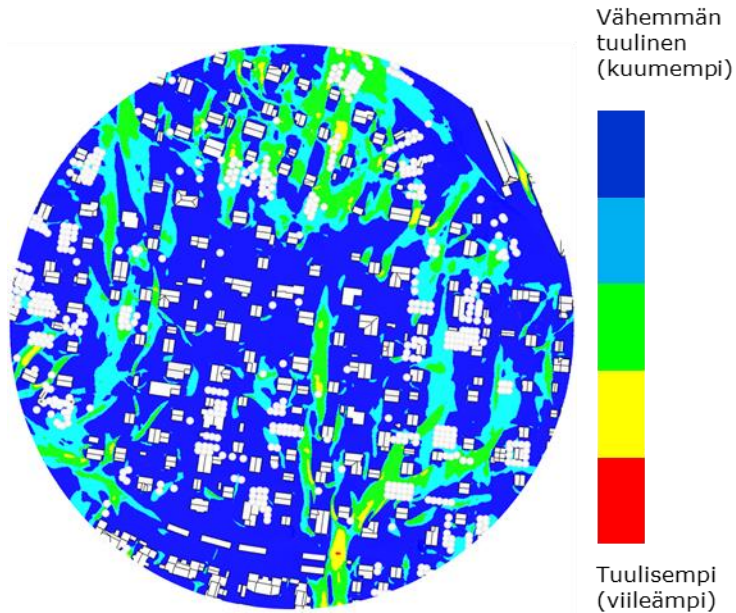
# Tyyppi 1:

Omakotitaloalue - Viiala



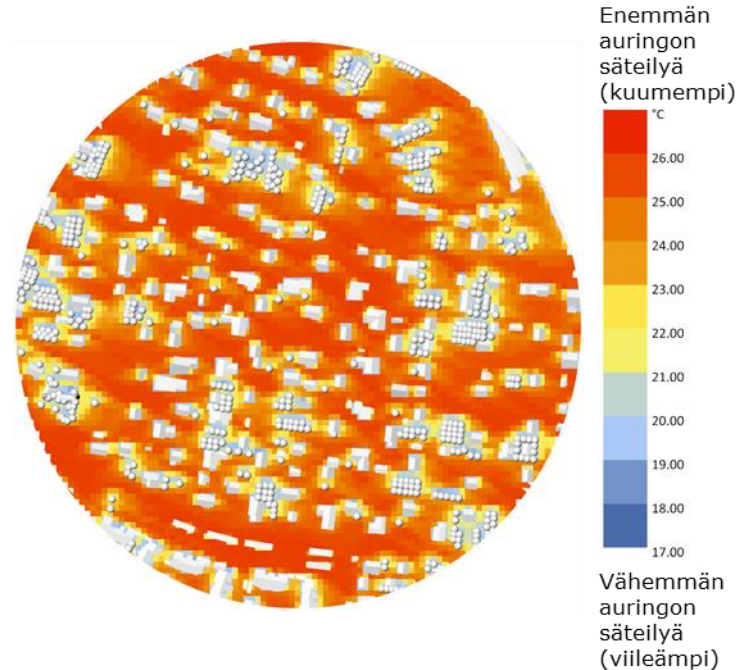
# Mallinnuksen tulokset: Omakotitaloalue - Viiala

## Tuuliviihtyvyys



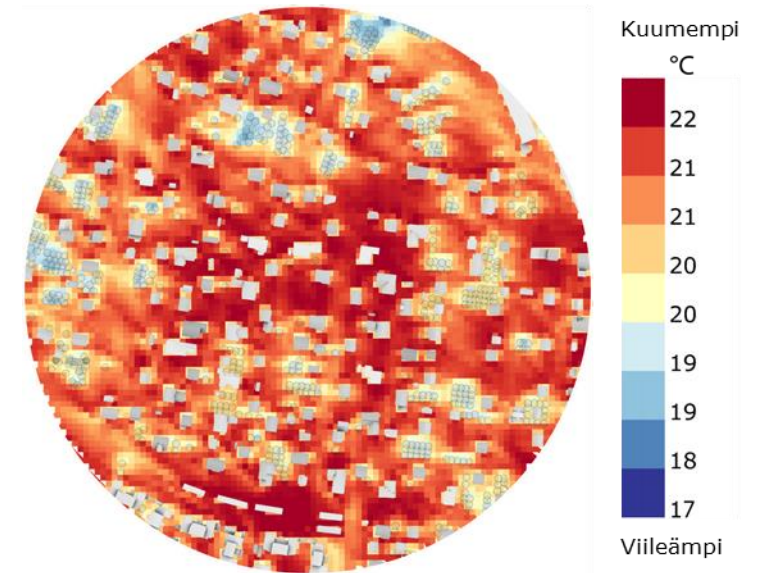
Tuulen nopeuden tuntikohtaiset arvot kussakin tarkastelupisteessä yhdistettynä vuotuisiksi tuuliolosuhteita kuvaaviksi arvoiksi

## Keskisäteilylämpötila



Auringon säteilyn keskiarvoinen vaikutus keskisäteilylämpötilaan kuumimmalla viikolla.

## Lämpötuntemus (UTCI)



UTCI-arvot, joissa yhdistyvät vasemmalla olevien mallinnusten tulosten ohella kuumimman viikon lämpötilat ja ilman kosteudet.



# Omakotitaloalue - Viiala

Maanpinnan lämpötila: 31.7 (q25) – 32.5 (q75) °C

Puut **47.0%**

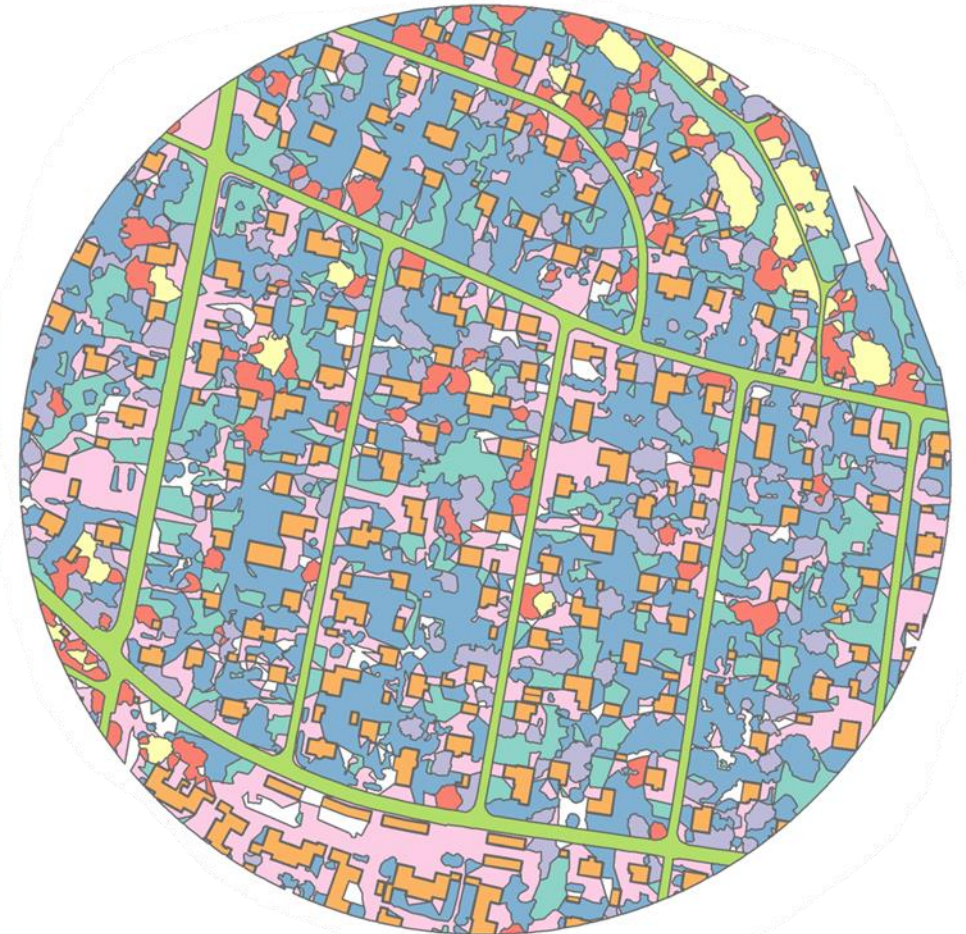
Muu avoin kasvillisuus (+ pellot) **11.6%**

Rakennukset **10.2%**

Läpäisemätön pinta + tiet **26.0%**

selite

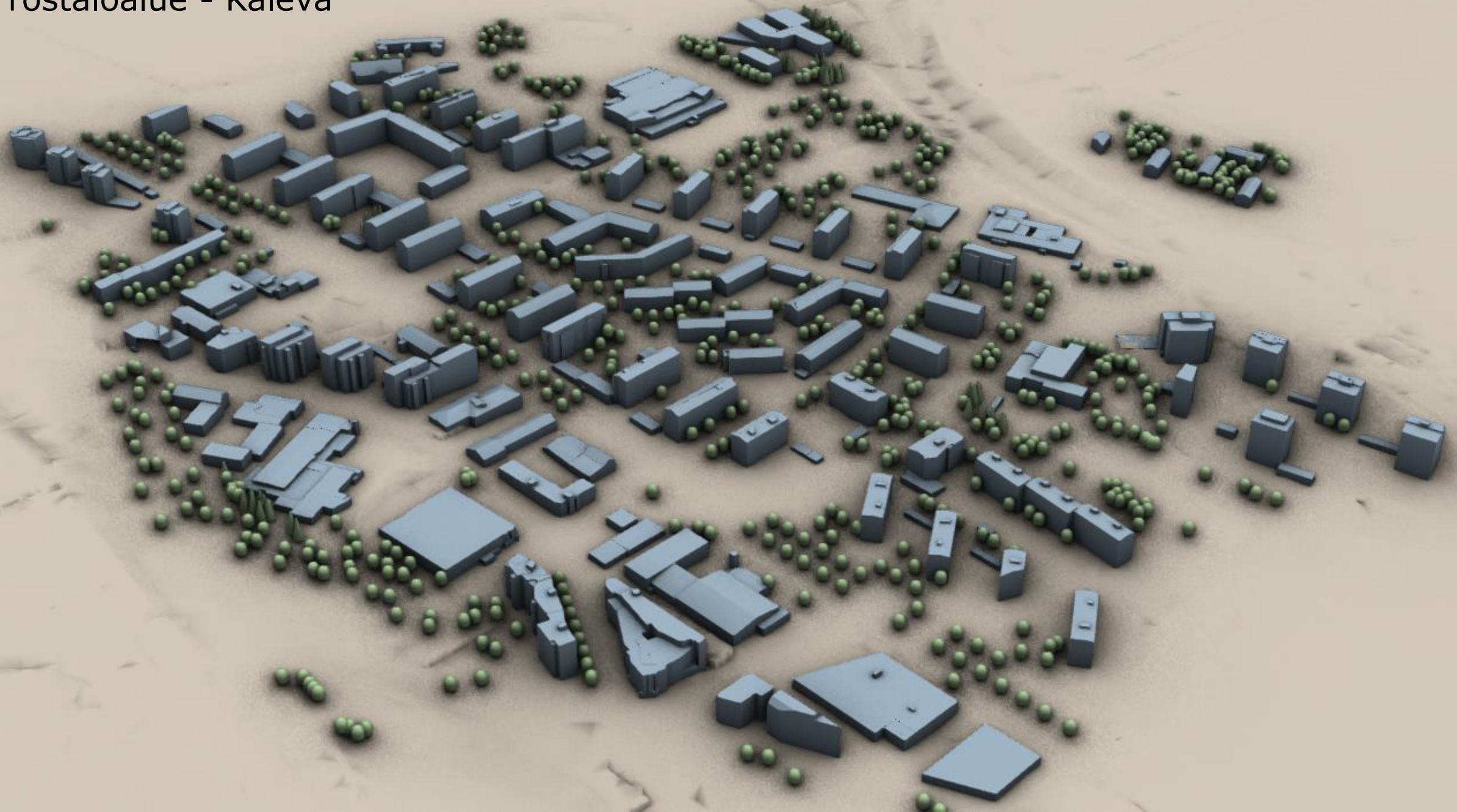
- Muu avoin kasvi
- Puusto >20 m
- Puusto 10-15 m
- Puusto 15-20 m
- Puusto 2-10 m
- Rakennukset
- Tie
- Vetta läpäisemätön





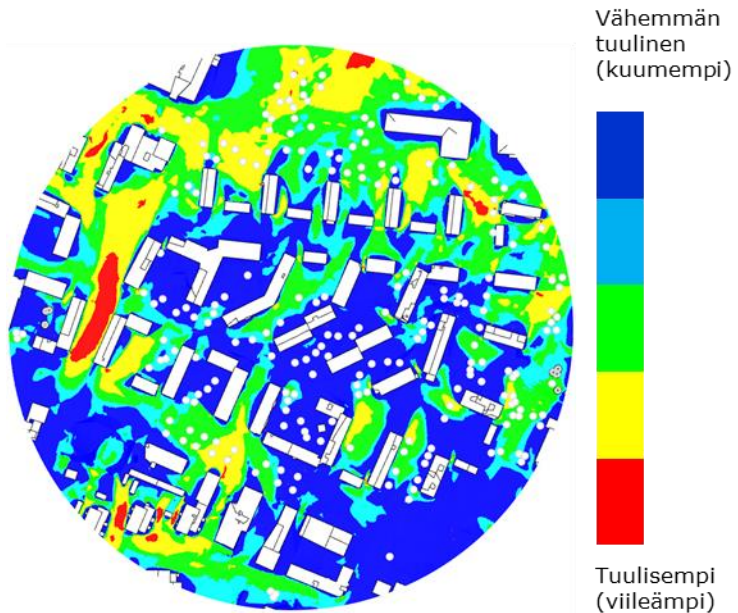
# Tyyppi 2:

Kerrostaloalue - Kaleva



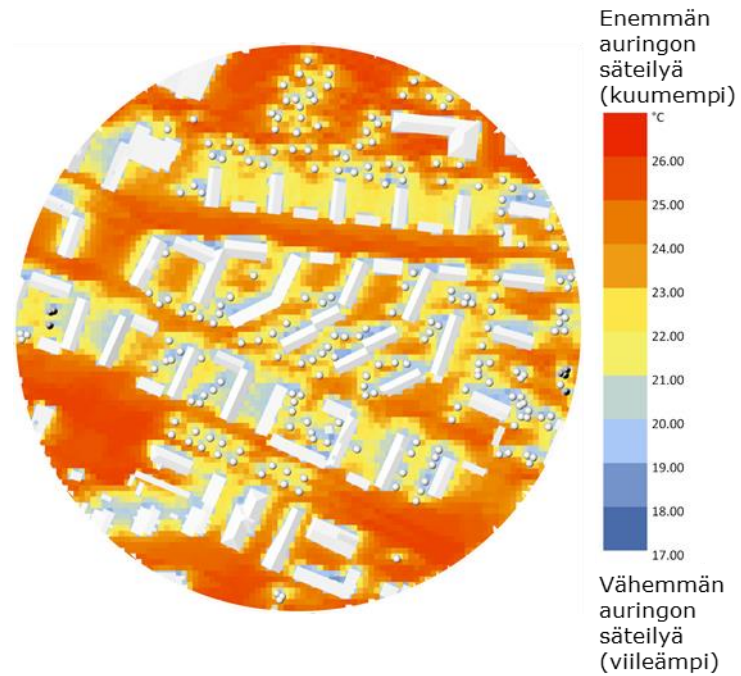
# Mallinnuksen tulokset: Kerrostaloalue - Kaleva

## Tuuliviihtyvyyς



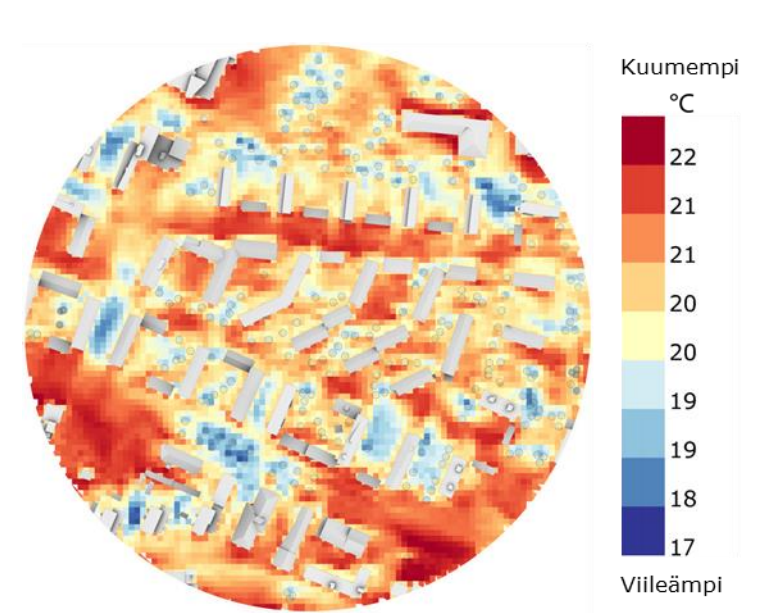
Tuulen nopeuden tuntikohtaiset arvot kussakin tarkastelupisteessä yhdistettynä vuotuisiksi tuuliolosuhteita kuvaaviksi arvoiksi

## Keskisäteilylämpötila



Auringon säteilyn keskiarvoinen vaikutus keskisäteilylämpötilaan kuumimmalla viikolla.

## Lämpötuntemus (UTCI)



UTCI-arvot, joissa yhdistyvät vasemmalla olevien mallinnusten tulosten ohella kuumimman viikon lämpötilat ja ilman kosteudet.



# Kerrostaloalue - Kaleva

Maanpinnan lämpötila: 34.5 (q25) – 36.4 (q75) °C

Puut **24.9%**  
Muu avoin kasvillisuus (+ pellot) **12.5%**

Rakennukset **17.1%**  
Läpäisemätön pinta + tiet **42.7%**

- selite
- Muu avoin kasvi
  - Puusto >20 m
  - Puusto 10-15 m
  - Puusto 15-20 m
  - Puusto 2-10 m
  - Rakennukset
  - Tie
  - Vetta lapaisematon





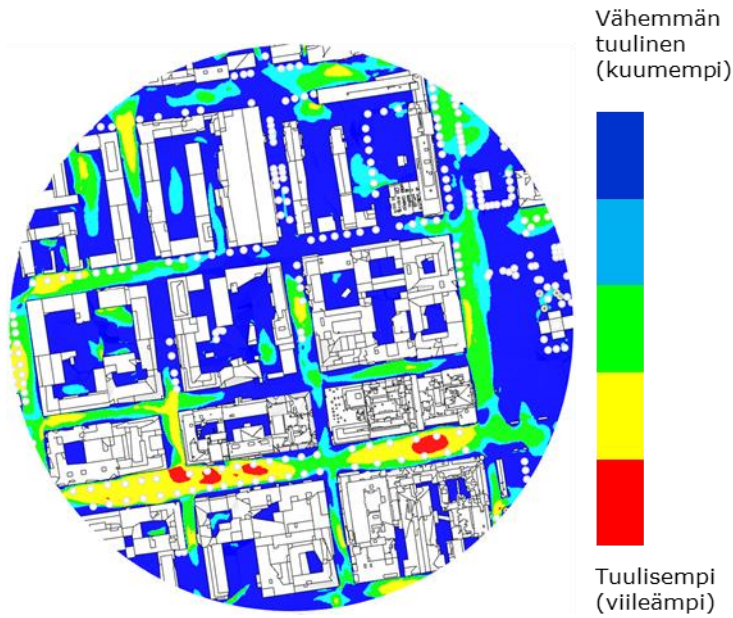
# Tyyppi 3: Keskusta





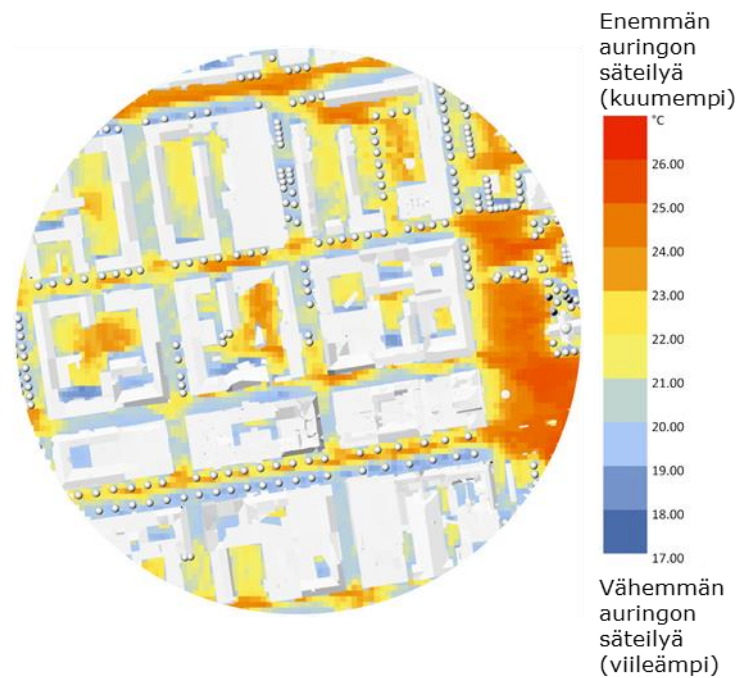
# Mallinnuksen tulokset: Keskusta

## Tuuliviihtyvyys



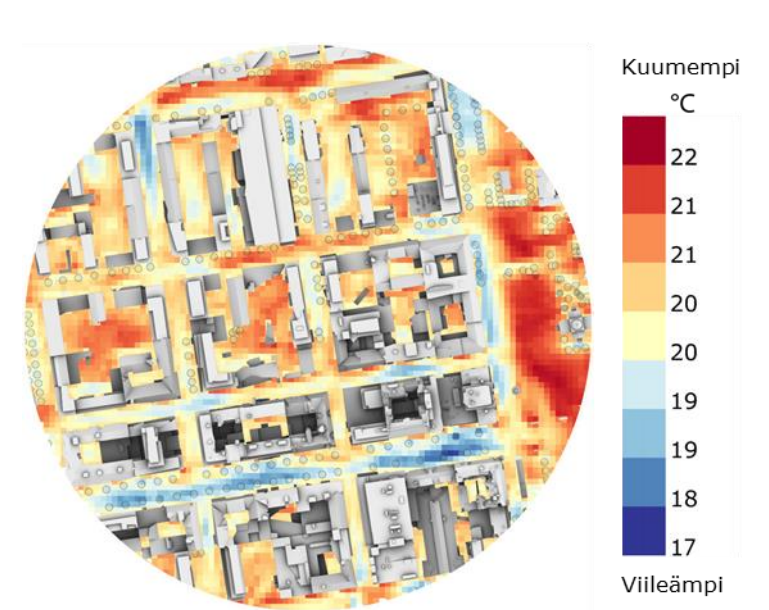
Tuulen nopeuden tuntikohtaiset arvot kussakin tarkastelupisteessä yhdistettynä vuotuisiksi tuuliolosuhteita kuvaaviksi arvoiksi

## Keskisäteilylämpötila



Auringon säteilyn keskiarvoinen vaikutus keskisäteilylämpötilaan kuumimmalla viikolla.

## Lämpötuntemus (UTCI)



UTCI-arvot, joissa yhdistyvät vasemmalla olevien mallinnusten tulosten ohella kuumimman viikon lämpötilat ja ilman kosteudet.



# Keskusta

Maanpinnan lämpötila: 37.4 (q25) – 38.8 (q75) °C

Puut **5.6%**

Muu avoin kasvillisuus (+ pellot) **1.4%**

Rakennukset **43.9%**

Läpäisemätön pinta + tiet **46.3% °C**

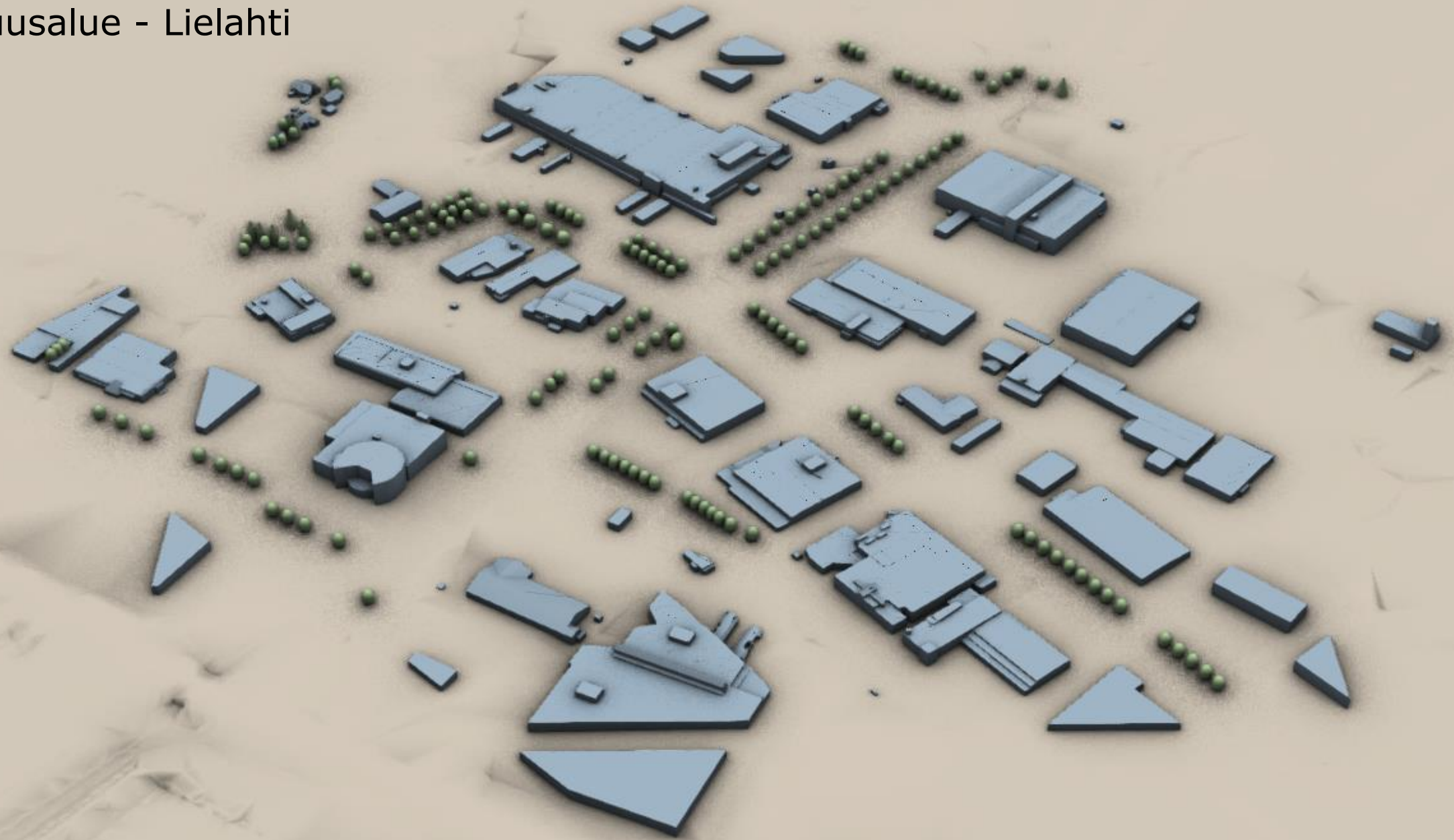
selite

- Muu avoin kasvi
- Puusto >20 m
- Puusto 10-15 m
- Puusto 15-20 m
- Puusto 2-10 m
- Rakennukset
- Tie
- Vettä lapaisematon





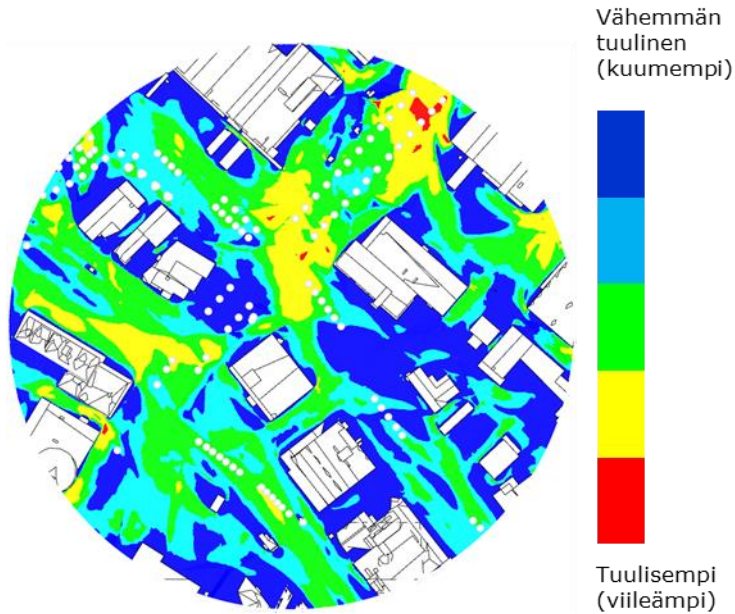
**Tyyppi 4:**  
Teollisuusalue - Lielahdi





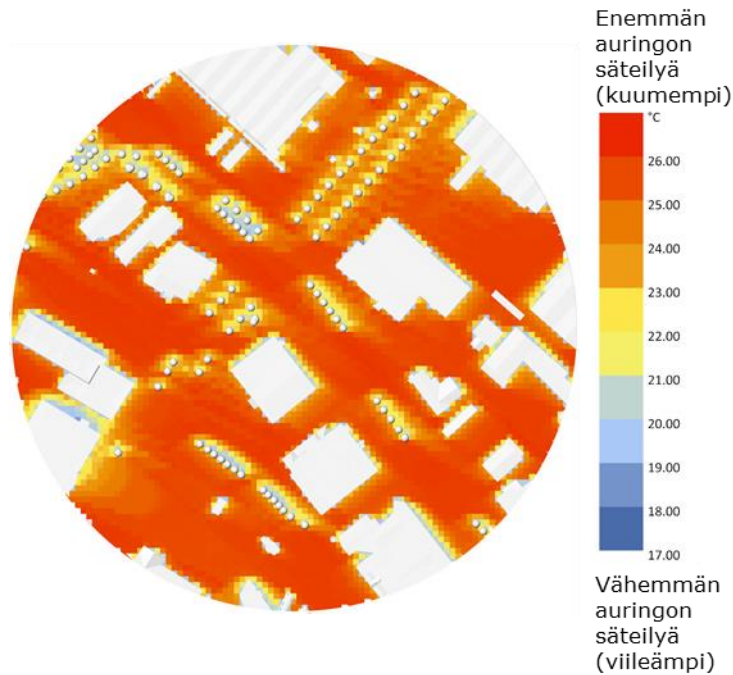
# Mallinnuksen tulokset: Teollisuusalue - Lielähti

## Tuuliviihtyyvyys



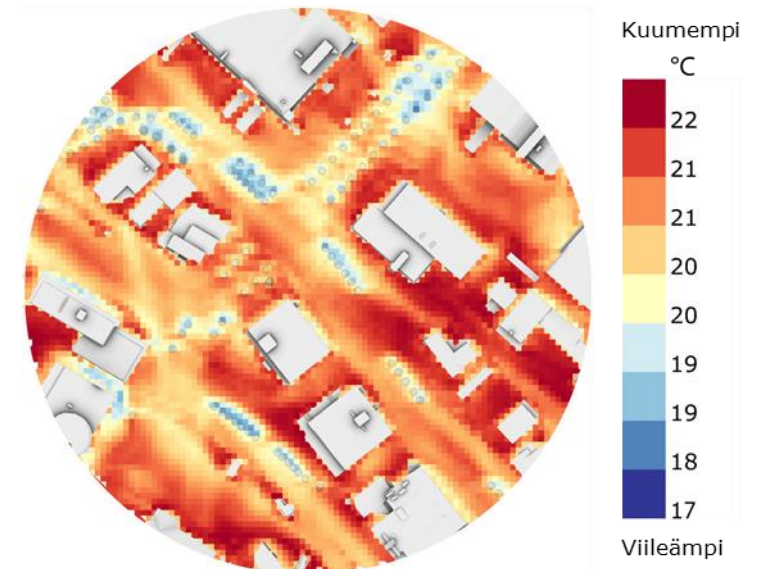
Tuulen nopeuden tuntikohtaiset arvot kussakin tarkastelupisteessä yhdistettynä vuotuisiksi tuuliolosuhteita kuvaaviksi arvoiksi

## Keskisäteilylämpötila



Auringon säteilyn keskiarvoinen vaikutus keskisäteilylämpötilaan kuumimmalla viikolla.

## Lämpötuntemus (UTCI)



UTCI-arvot, joissa yhdistyvät vasemmalla olevien mallinnusten tulosten ohella kuumimman viikon lämpötilat ja ilman kosteudet.



# Teollisuusalue - Lielähti

Maanpinnan lämpötila: 40.9 (q25) – 41.9 (q75)°C

Puut **5.6%**

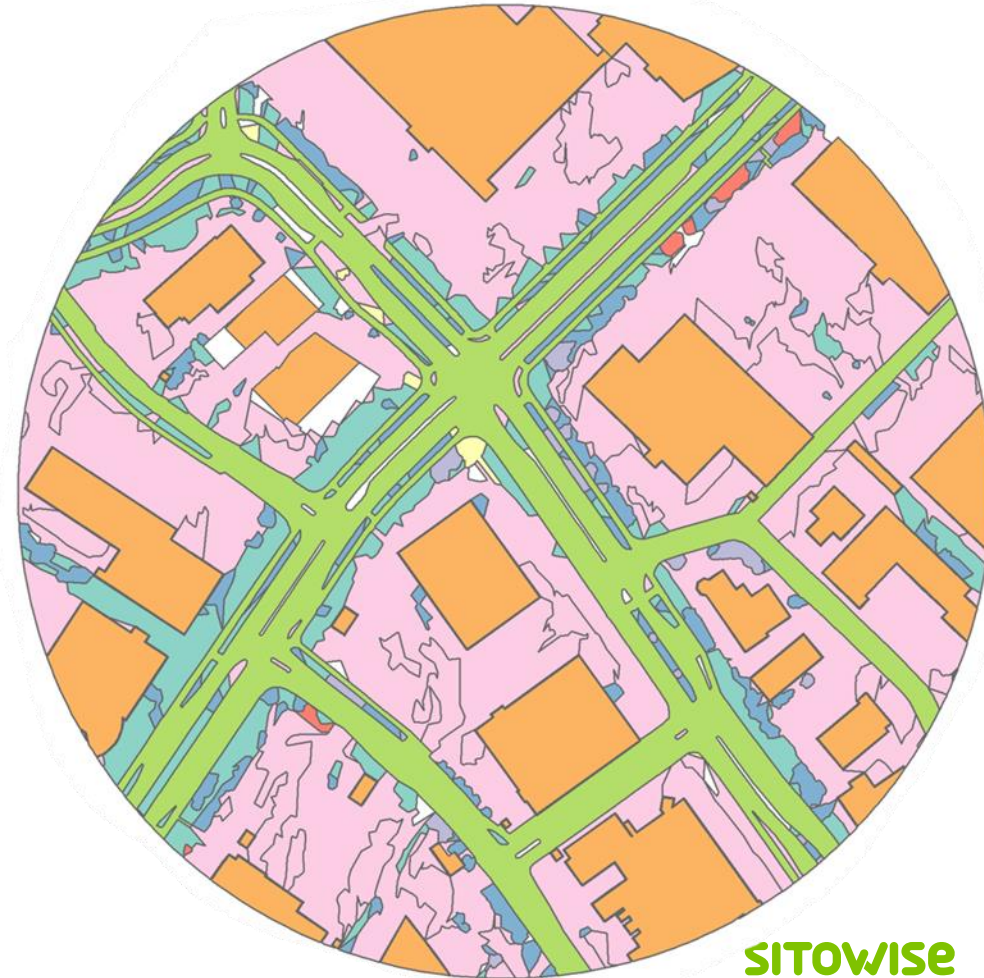
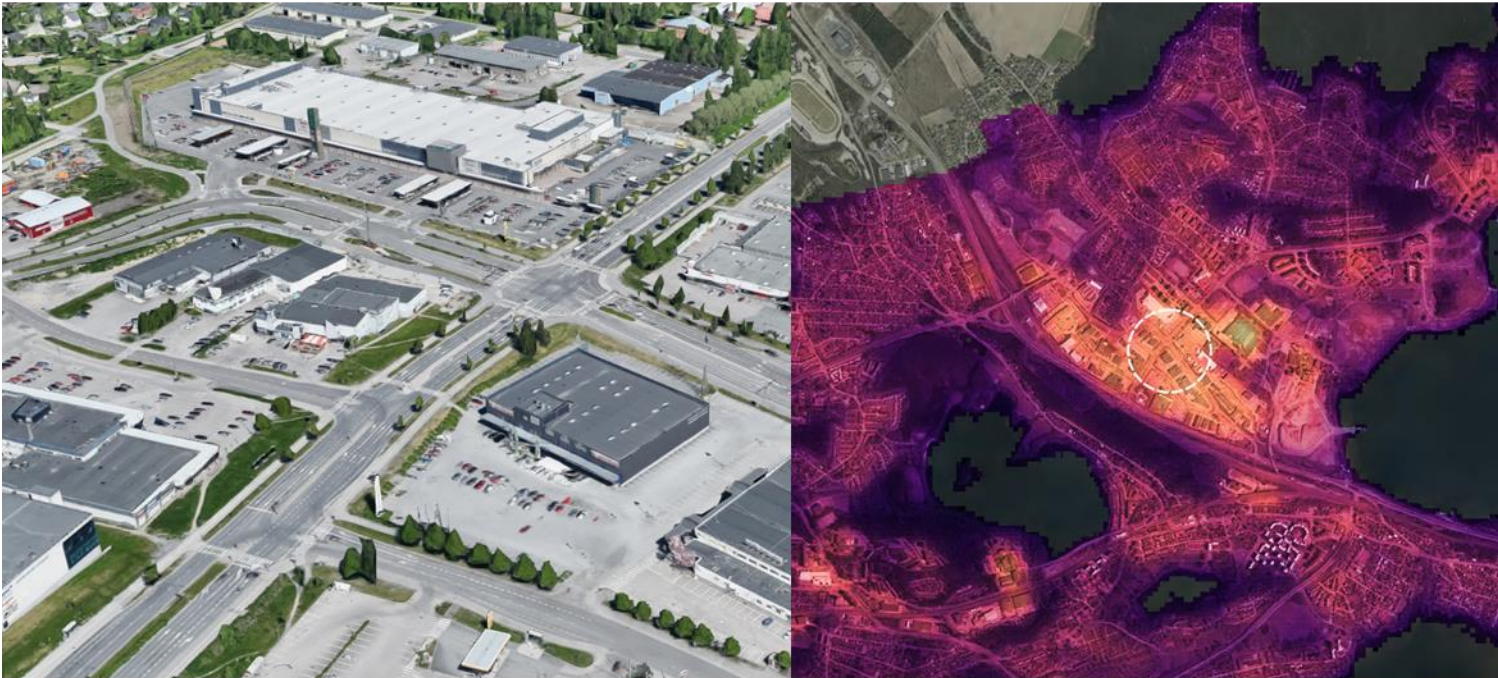
Muu avoin kasvillisuus (+ pellot) **7.0%**

Rakennukset **23.7%**

Läpäisemätön pinta + tiet **61.8%**

selite

- Muu avoin kasvi
- Puusto >20 m
- Puusto 10-15 m
- Puusto 15-20 m
- Puusto 2-10 m
- Rakennukset
- Tie
- Vetta läpäisemätön



# Yhteenveto pienilmastomallinnuksesta

Muuttuja	TUULISUUS	KESKISÄTEILYLÄMPÖTILA °C (vuoden kuumin viikko)	MAANPINNAN LÄMPÖTILA °C (matalin 25% korkein 25%)	VALLITSEVA MAANPEITE
Tietolähde:	Suoritettu simulointi	Suoritettu simulointi	Satelliittikuvat, yhdistelmäkartta	Tampereen kaupungin paikkatieto
1. Erillispientalojen alue, Viiala	Tuulisuus vähäistä	+22-26	+31,7-32,5	<b>Puut 47%</b> Rakennukset 10% Läpäisemätön pinta 26%
2. Kerrostaloalue, Kaleva	Melko tuulinen. Osa pihoista kuitenkin suojaisia.	Kadut ja pysäköinti +24-26 pihat +22-23	+34,5-36,5	Puut 16% Rakennukset 17% <b>Läpäisemätön pinta 43%</b>
3. Keskusta	Kadut melko tuulisia, sisäpihat pääasiassa hyvin tyyniä	Katu varjossa +19-20 °C Katu auringossa +22-25 °C Tori +24-26 °C Vaihtelee voimakkaasti varjoisuuden perusteella.	+37,4-38,8	Puut 5 % Rakennukset 44% <b>Läpäisemätön pinta 46%</b>
4. Teollisuusalue, Lielähti	Tarkastelluista alueista tuulisin	+24-26 puurivit +21-23	+41-42	Puut 6% Rakennukset 24% <b>Läpäisemätön pinta 62%</b>