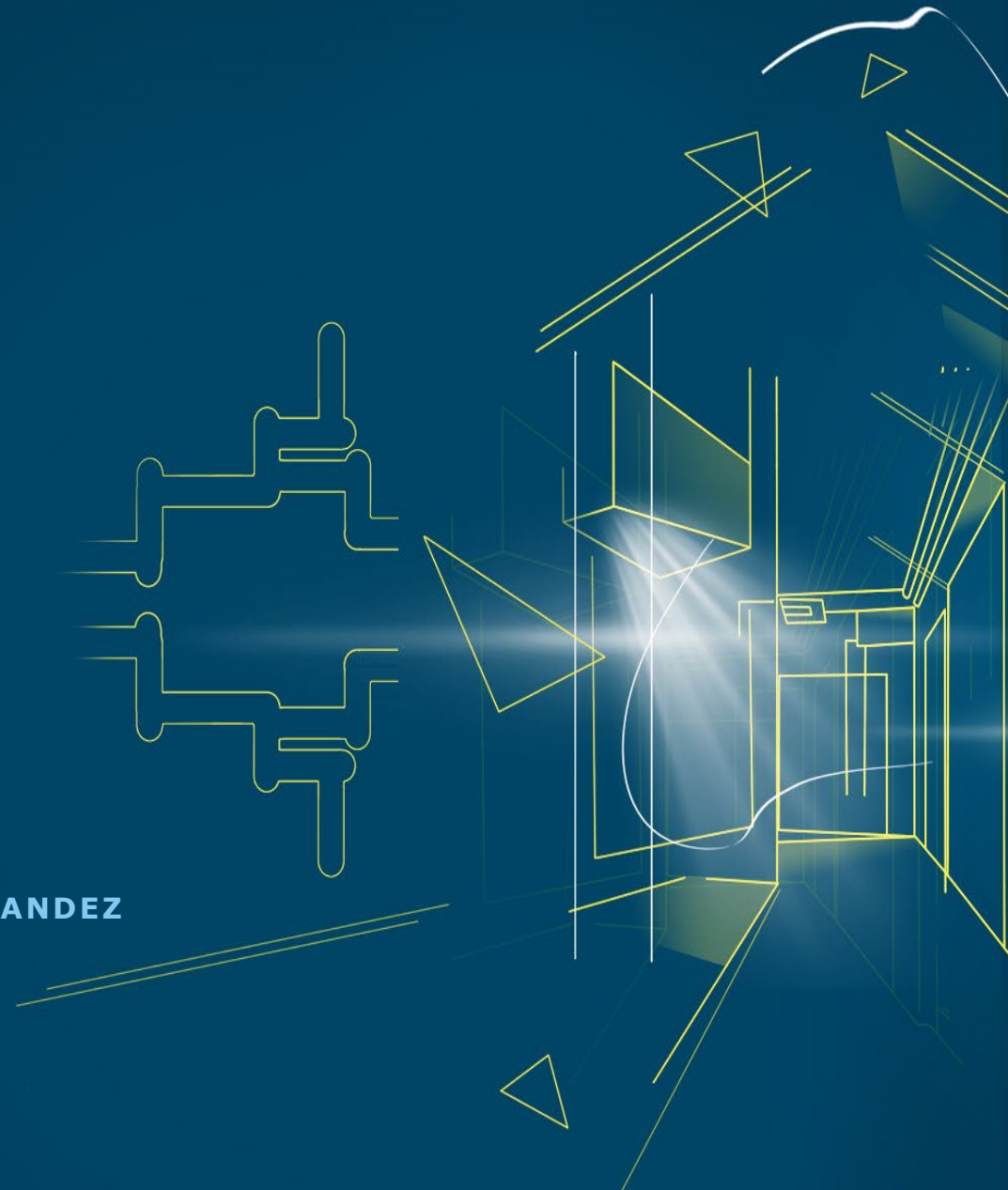


SITOWISE

Hiedanrannan Pohjoisalueiden tuulisuus- ja pienilmastoselvitys

30.6.2023

**EERO PUURUNEN, LEONARDO SORIA-HERNANDEZ
JA PASI HAAPAKORVA**



Tiivistelmä

Työn tavoitteena oli varmistaa, että Hiedanrannan pohjoisalueiden tuulisuus- ja pienilmasto-olosuhteet ovat mahdollisimman viihtyisät. Työn lähtökohtia määritettiin myös Hiedanrannassa käynnissä olevan, kokonaisvaltaista kestävyyttä mittaavan, BREEAM Communities -sertifioinnin avulla.

Tuulisuutta ja pienilmastoa (lämpöviihtyvyyttä) tarkastellaan tässä raportissa sekä yhdessä että erikseen, koska tuulisuus voi itsessään aiheuttaa jopa vaarallisia olosuhteita ja sillä on toisaalta suuri vaikutus ulkotilojen lämpöviihtyisyyteen.

Keskeiset selvityksen tulokset on kerätty seuraaville kahdelle sivulle.

Tämän tuulisuus- ja pienilmastonselvityksen toteutti Sitowise Oy Hiedanrannan kehitysyhtiö Oy:n tilauksesta maaliskokuussa 2022. Tilaajaa edusti Saara Melama.

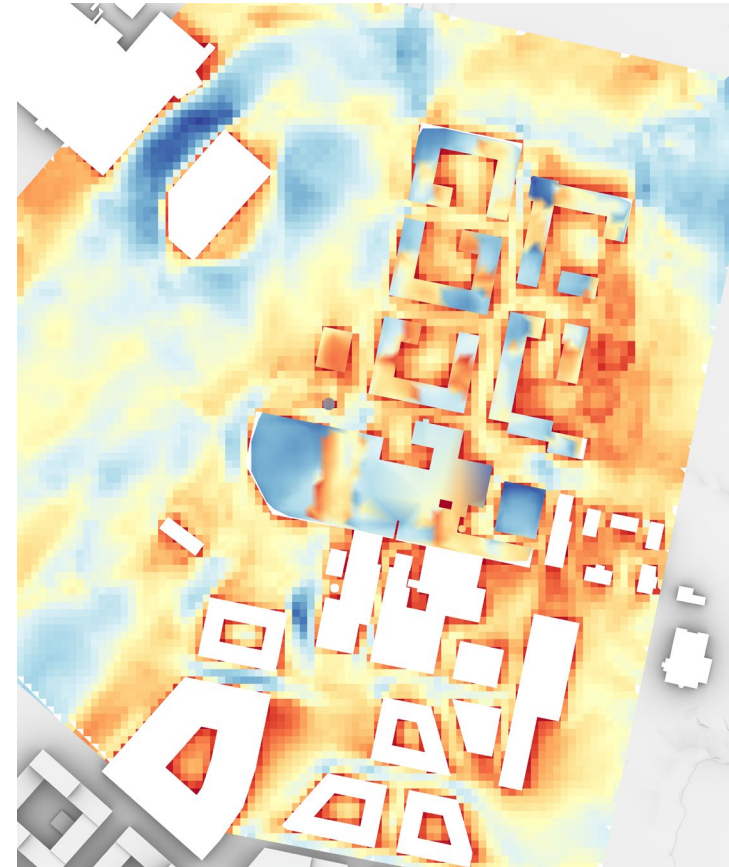
Tiivistelmä pienilmastomallinnuksen tuloksista

Pohjoiskortteleiden pienilmasto-olosuhteita arvioitiin UTCI-mallinnuksen avulla. UTCI vastaa ajatusmallina säätiedoissa käytettävää ”tuntuu siltä kuin” lämpötilaa. Mallinnus kattaa yhden tyypillisen vuoden kaikki tunnit. Mallinnus sisälsi arvion lämpösaarekeilmion vaikutuksesta.

Pienilmastomallinnuksen tuloksissa korostuu tuulisuuden vaikutus. Umpikorttelit tarjoavat tuulensuojaa ja yleisesti ottaen miellyttävät pienilmasto-olosuhteet. Oheisessa kuvassa punaiset alueet ovat viihtyisimpiä.

Mallinnuksen tuloksia voidaan hyödyntää jatkosuunnittelussa mm. leikkialueiden, istuskelupaikkojen ja kattoterassien suunnittelussa.

Tuloksia tulkitessa tulee huomioida, että mallinnus perustuu pitkän aikavälin ilmastotietoon, joka jo määritelmänsä perusteella kertoo menneestä säästä. Tulevaisuudessa lämpötilat tulevat nousemaan yleisesti ja helleaallot tulevat yleistymään.



Sisällysluettelo

Johdanto	6
Selvityksen tilaaja ja toteuttajat	
Työn taustaa ja kohteen kuvaus	
Tuulisuusselvitys	13
Mallinnuksen toteutustapa	
Tuulisuusselvityksen tulokset	
Pienilmastoselvitys	29
Mallinnuksen toteutustapa	
Pienilmastoselvityksen tulokset	
Näkökohtia BREEAM Communities -arviointiin liittyen	44
Liite 1 - Analyysin toteutuksen jälkeen korttelien massoitteeluun tehdyt muutokset	

Johdanto

Työn tavoitteena oli varmistaa, että Hiedanrannan pohjoisalueiden tuulisuus- ja pienilmasto-olosuhteet ovat mahdollisimman viihtyisät. Työn lähtökohtia määritettiin myös Hiedanrannassa käynnissä olevan, kokonaisvaltaista kestävyyttä mittaavan, BREEAM Communities -sertifiointin kautta. Sertifikaattia varten luotiin oma koosteensa, joka on tämän raportin lopussa.

Tuulisuutta ja pienilmastoa (lämpöviihtyvyyttä) tarkastellaan tässä raportissa sekä yhdessä että erikseen, koska tuulisuus voi itsessään aiheuttaa jopa vaarallisia olosuhteita ja sillä on toisaalta suuri vaikutus ulkotilojen lämpöviihtyvyyteen.

Puhtaasti BREEAM-näkökulmaan liittyviä huomioita on koottu raportin viimeiseen osioon.

Selvityksen tilaaja ja toteuttajat



Tilaaja

Saara Melama

Suunnittelujohtaja

Hiedanrannan kehitysytio Oy

Toteuttajat

Eero Puurunen

Leonardo Soria-Hernandez

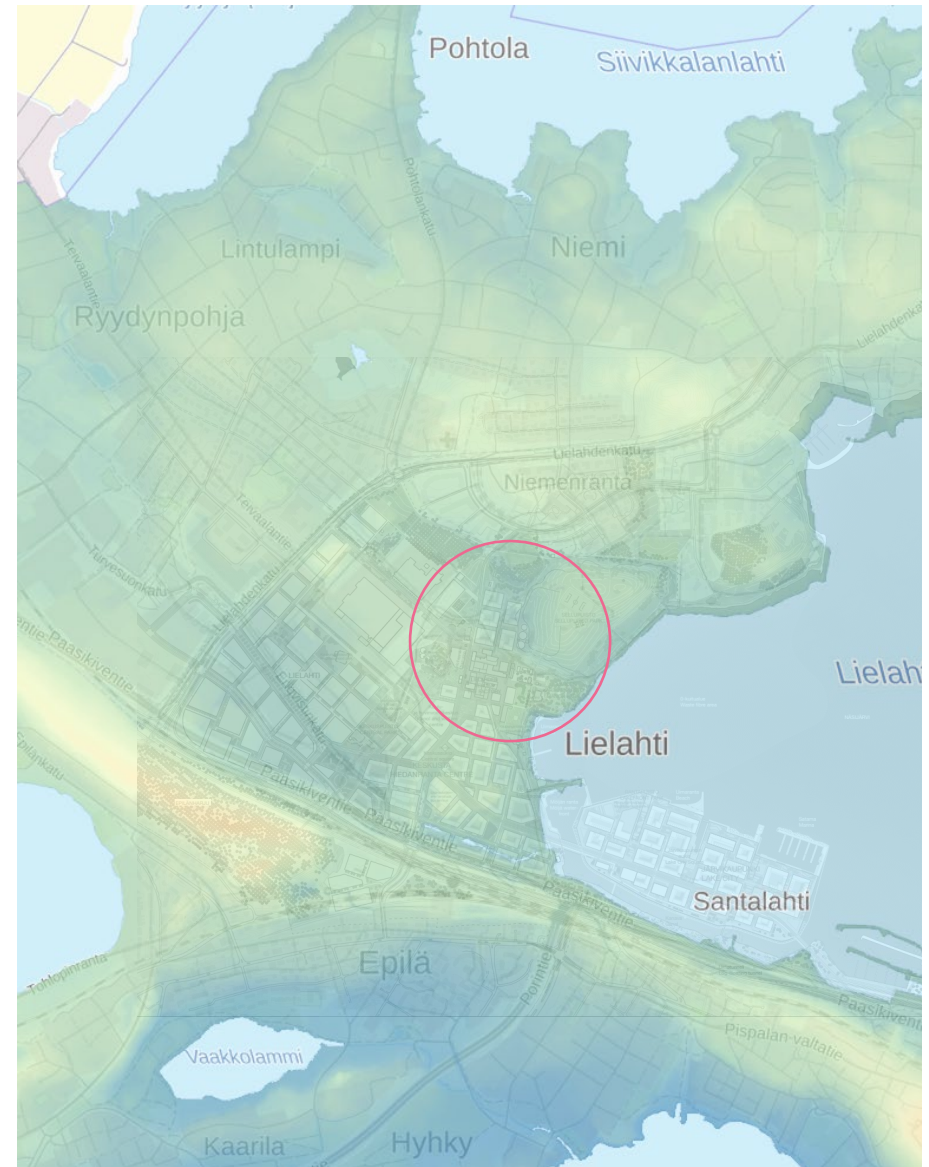
Pasi Haapakorva

Sitowise Oy

Kohdealueen sijainti

Tarkastelun kohdealue sijaitsee Tampereella, keskustan luoteispuolella, Näsijärven rannalla. Hiedannasta kehitetään uutta asumis- ja työpaikka-alueita. Tässä tarkastelussa mukana ollut alue kattaa Hiedanrannan pohjoisosan.

Oheisella kartalla olevat värit kuvaavat maaston korkeutta. Tuulisuuden kannalta alueen sijainti on verraten suojaisa. Vallitsevilta lounaistuulilta aluetta suojaa Epilänharju. Myös pohjoispuolella maasto on tarkastelualuetta korkeammalla. Idästä, Näsijärveltä, tuulet saapuvat alueelle kaikkein esteettömimmin.



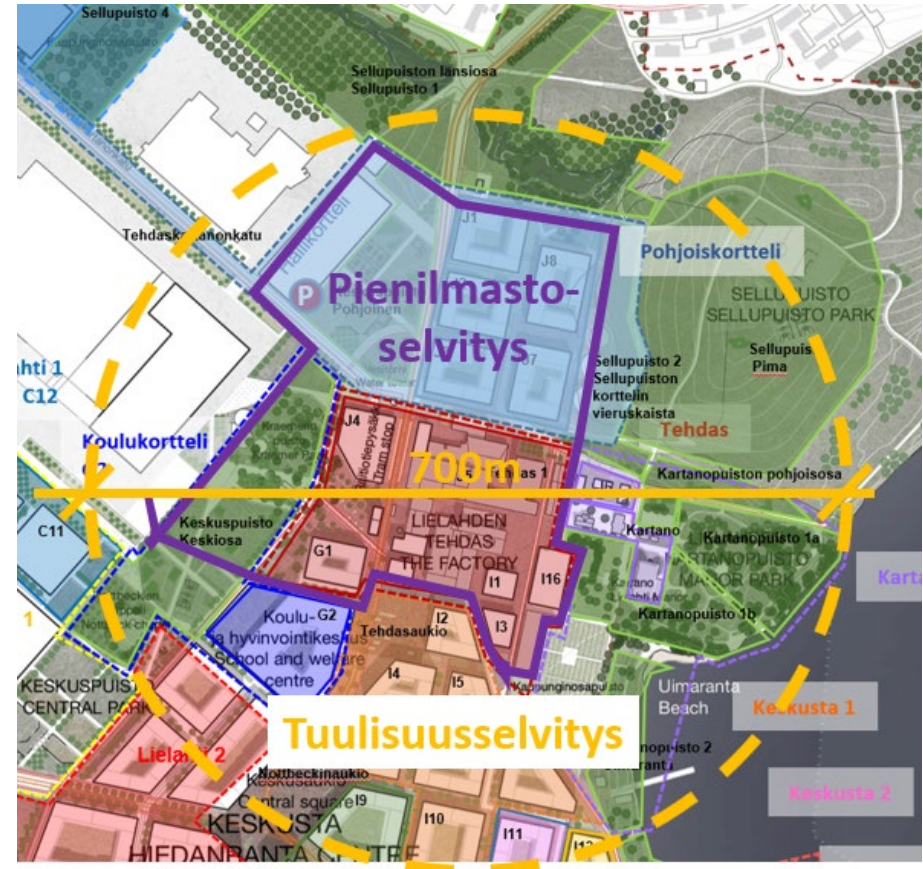
Kohdealueen sijainti

Lähteet: Tampereen karttapalvelu Oskari,
Hiedanrannan yleissuunnitelma

Selvityksen rajaus

Selvitys koskee Hiedanrannan pohjoisosia. Selvityksen rajaus on esitetty oheisessa kuvassa. Tuulisuusselvitys kattaa hieman pienilmastoselvitystä laajemman alueen.

Tarkastelualueen keskellä on Lielahden tehdas, jonka rakennukset tullaan pääasiassa säilyttämään uuden kaupunkirakenteen keskellä. Tarkastelualueen rannan puolella sijaitsee Lielahden kartano.



Tarkastelualueen rajaus

Aiempi selvitys

Hiedanrantaan tehtiin tuulisuusselvitys yleissuunnitelmavaiheessa (Hiedanrannan yleissuunnitelman tuulisuus-tarkastelu ja -lausunto, Päivitys 2019 (Ramboll)). Yleissuunnitelman selvityksessä ei nostettu esiin erityisiä tuulisuuteen liittyviä ongelma-alueita Hiedanrannan pohjoisosissa, joita tämä selvitys koskee.



Yleissuunnitelman tuulisuusselvityksessä esiin nostettuja potentiaalisia ongelmapaikkoja

Lähde: Ramboll 2019

Simulaatioissa käytetty 3D-malli

Oheisessa kuvassa näkymä simulaatioissa käytetystä 3D-mallista, joka kattaa Hiedanrannan tulevat ja sen lähialueiden nykyiset rakennukset sekä maaston.

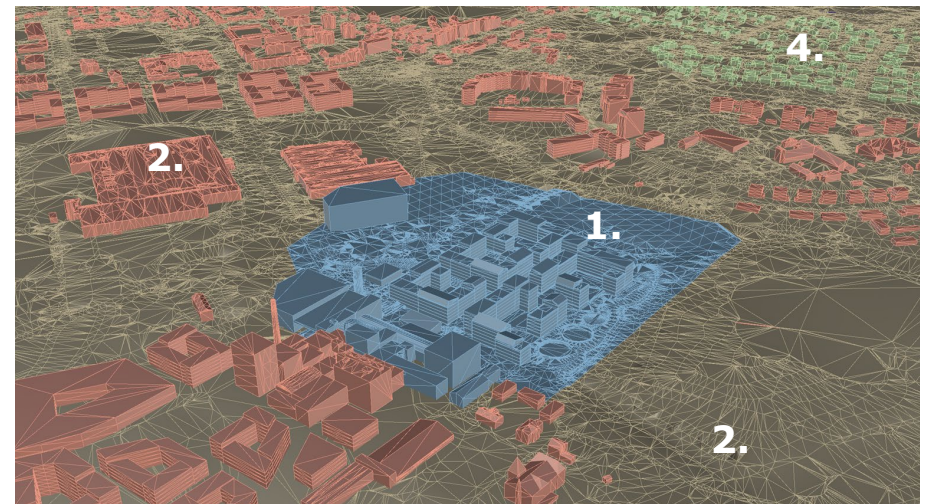
Tarkastelualueella uusissa asuinkortteleissa on kerroksia 4-9. Tehtaan korkein rakennus n. 37m korkea. Alueen eteläpuolella, Hiedanrannan keskuskortteleissa on yleissuunnitteluvaiheen 3D-mallin perusteella yli 70m korkeita torneja.

Simulaatioissa käytetty 3D-malli koostettiin seuraavista lähtötiedoista (mallin osat on merkitty alempaan kuvaan ohessa):

1. Pohjoiskortteleiden malli
MY Arkkitehdit, 2.2.2022
2. Hiedanrannan yleissuunnitelmamalli
Jolma Architects ja Schauman Nordgren Architects
3. Laajempi ympäristö (rakennukset ja maanpinta)
Maanmittauslaitos



Näkymä simulaatioissa käytetystä 3D-mallista. Ympyrä osoittaa tarkastelualueen karkean sijainnin.



Näkymä simulaatioissa käytetystä 3D-mallista

Kasvillisuuden huomioiminen mallinnuksessa

Mallinnukset eivät huomioi puustoa tai muuta kasvillisuutta. Tämä on tyypillinen oletus tuulimallinnuksissa, jotka näin ollen kuvaavat huonointa mahdollista tilannetta.

Taustalla on myös seuraavat näkökulmat:

1. Uudella alueella ei ole alkuun täysikasvuisia puita. Puiden tuulelta suojaava vaikutus kehittyy vuosien varrella.
2. Lehtipuut eivät suojaa tuulelta talviaikaan likimainkaan yhtä paljon kuin kesällä.

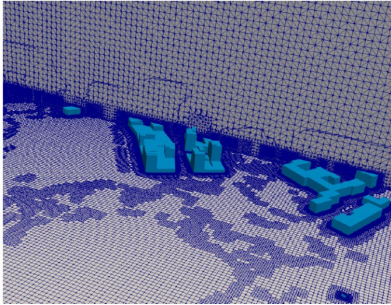
Tuulisuusselvitys

Tuulisuusanalyysi toteutettiin alueen ulkoalueille ja katoille, joille saatetaan sijoittaa terasseja. Analyysin tavoitteena on arvioida alueen tuuliolosuhteita ulkotiloissa oleskelevan ihmisen näkökulmasta.

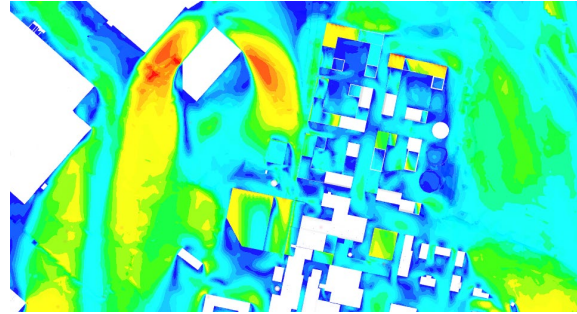
Analyysi toteutettiin numeerisen virtausmallinnuksen, eli "virtuaalisen tuulitunnelin" avulla.

Katutason tuulisuuden arviointiin ei Suomessa ole kansallista standardia. Tässä selvityksessä simulaatioiden tuloksia tulkittiin Alankomaiden NEN 8100 standardin pohjalta.

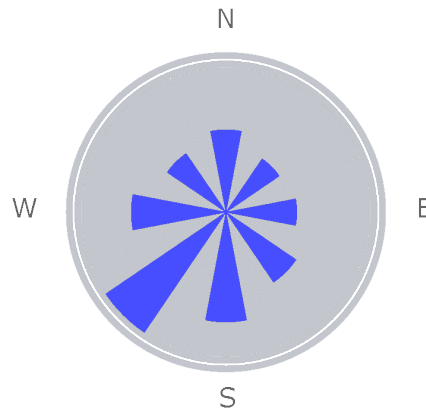
Mallinnuksen toteutustapa



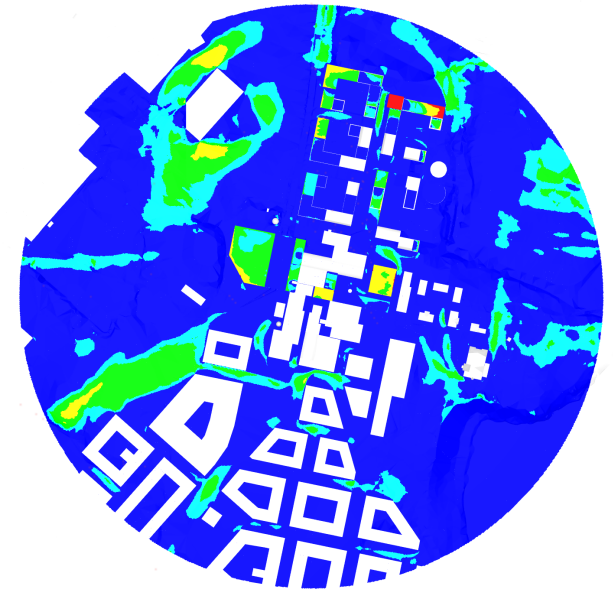
3D mallista tehdään hila-malli, joka jakaa ilmatilan mallinnukseen sopivan kokoiseen "palikoihin"



8 ilmansuunnan simulaatiot "virtuaalisessa tuulitunnelissa" (numeerinen virtausmallinnus)



Tuulisuuden lähtötiedot



Tilastolliseen analyysiin perustuvat tuulisuusluokat, jotka kuvaavat alueiden soveltuvuutta eri toiminnoille

Numeerisesta virtausmallinnuksesta

Keskeisiä tietoja numeeristen virtausmallinnusten toteutuksesta:

- Mallinnus suoritettiin kahdeksalle ilmansuunnalle (pää- ja väli-ilmansuunnat)
- Simuloinnit suoritettiin ajasta riippuvana simulointina hila-Boltzmann menetelmällä
- Kohdealueen ympärille muodostetaan virtuaalinen tuulitunneli, joka asetetaan tuulen suunnan mukaisesti
- Simulointia jatketaan kunnes virtaus on läpäissyt tunnelin kolme kertaa
- Keskimääräiset tuuliolosuhteet määritetään simuloinnin viimeisin 20 % ajalta
- Simuloinnin sisäänvirtausprofiilit määritettiin Eurokoodi-standardin mukaisesti eri suunnissa vallitsevien maastotyyppien mukaisesti

Paikallisen tuulisuuden lähtötiedot

Tuulisuuden lähtötiedot tuotettiin Vortex-sääennustemallin avulla. Tuotettu data sisältää paikallisen tuulisuuden tilastollinen jakauman (suunnat ja nopeudet) kahdeksalle ilmansuunnalle jaettuna. Mallinnus sisältää 10-vuoden aineiston.

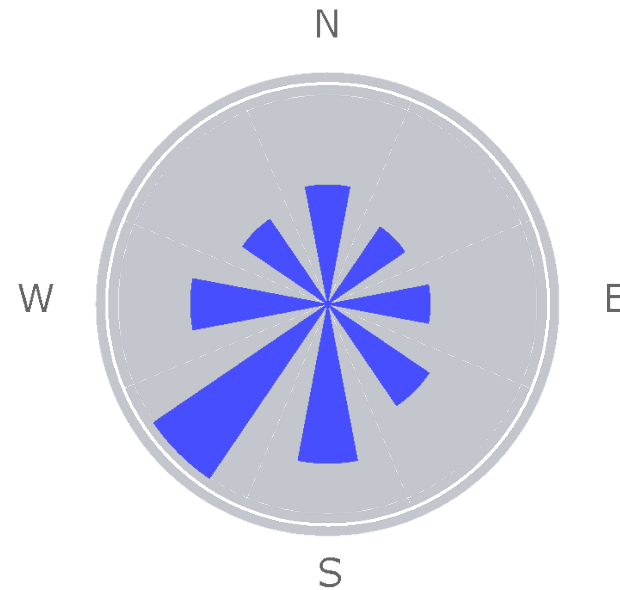
Mallinnetun tuulidatan avulla pystytään huomioimaan tarkastelualueen ympäristön ominaispiirteet seudullisesti, mukaan lukien maastonmuotojen maastotyyppien ominaispiirteet.

Vortex-aineisto pohjautuu WRF-sääennustemalliin (www.mmm.ucar.edu/weather-research-and-forecasting-model)

WRF-mallin lähtötietona käytetään

- ERA5 dataa, joka on lukuisista mittauksista yhdistetty esitys maapallon säätiloista pitkän ajan kuluessa. Datan tarjoaa ECMWF (European center for medium-range weather forecasts)
- globaalia maaston korkeusmallia SRT, jossa maasto esitetään 30m ruuduissa (www.jpl.nasa.gov/news/us-releases-enhanced-shuttle-land-elevation-data)
- globaalia maastotyyppiaineistoa (land.copernicus.eu/global/products/lc)

Oheinen tuuliruusu kuvaa eri tuulensuuntien esiintymisen yleisyyttä pitkällä aikavälillä. Vallitseva tuulensuunta on lounas. Epätavallisimmat tuulensuunta on luode.



Tuuliruusu simulaatioissa käytettyjen tuulensuuntien mukaisesti jaoteltuna

Tuulisuusselvityksen tulokset

Pohjoiskortteleiden tuulisuusolosuhteet ovat suoritetun mallinnuksen perusteella hyvät. Vaarallisia tuuliolosuhteita ei mallinnuksen perusteella synny missään tarkastelualueella.

Erityisesti puistojen tuloksia arvioitaessa tulee huomioida, että mallinnus ei sisällä kasvillisuuden vaikutusta.

Jatkosuunnittelussa tuulisuusolosuhteita voidaan parantaa muun muassa parvekeulokkeilla, jotka tuottavat julkisivuihin ”karheutta”. Kattoterasseja suunniteltaessa tulee tuuliolosuhteisiin kiinnittää erityistä huomiota.

Tämän osion lopussa on joitain yksityiskohtaisempia huomioita tiettyjen alueiden tuuliolosuhteista.

Tulosten esitystavasta

Seuraavilla sivuilla esitetyt tulokset kuvaavat olosuhteita jalankulkijan näkökulmasta. Olosuhteita analysoidaan 1,5m tarkasteltavan pinnan yläpuolella. Tässä mallinnuksessa tarkasteltavat pinnat ovat maanpinta ja katot, joille saatetaan sijoittaa terasseja. Tulokset kuvaavat näillä pinnoilla oleilevan ihmisen tuntemuksia.

Esitetyt tuuliviihtyvyyden luokat (luokat on esitetty oheisessa kuvassa) pohjautuvat pitkän aikavälin tuulisuustietoon ja tämän yhdistämiseen eri ilmansuuntien simulaatioiden tuloksiin. Tuulisuusluokat perustuvat tuulennopeuden raja-arvon 5 m/s ylittymisen todennäköisyyteen.

Tuulisuusluokkia voidaan tulkita seuraavasti:

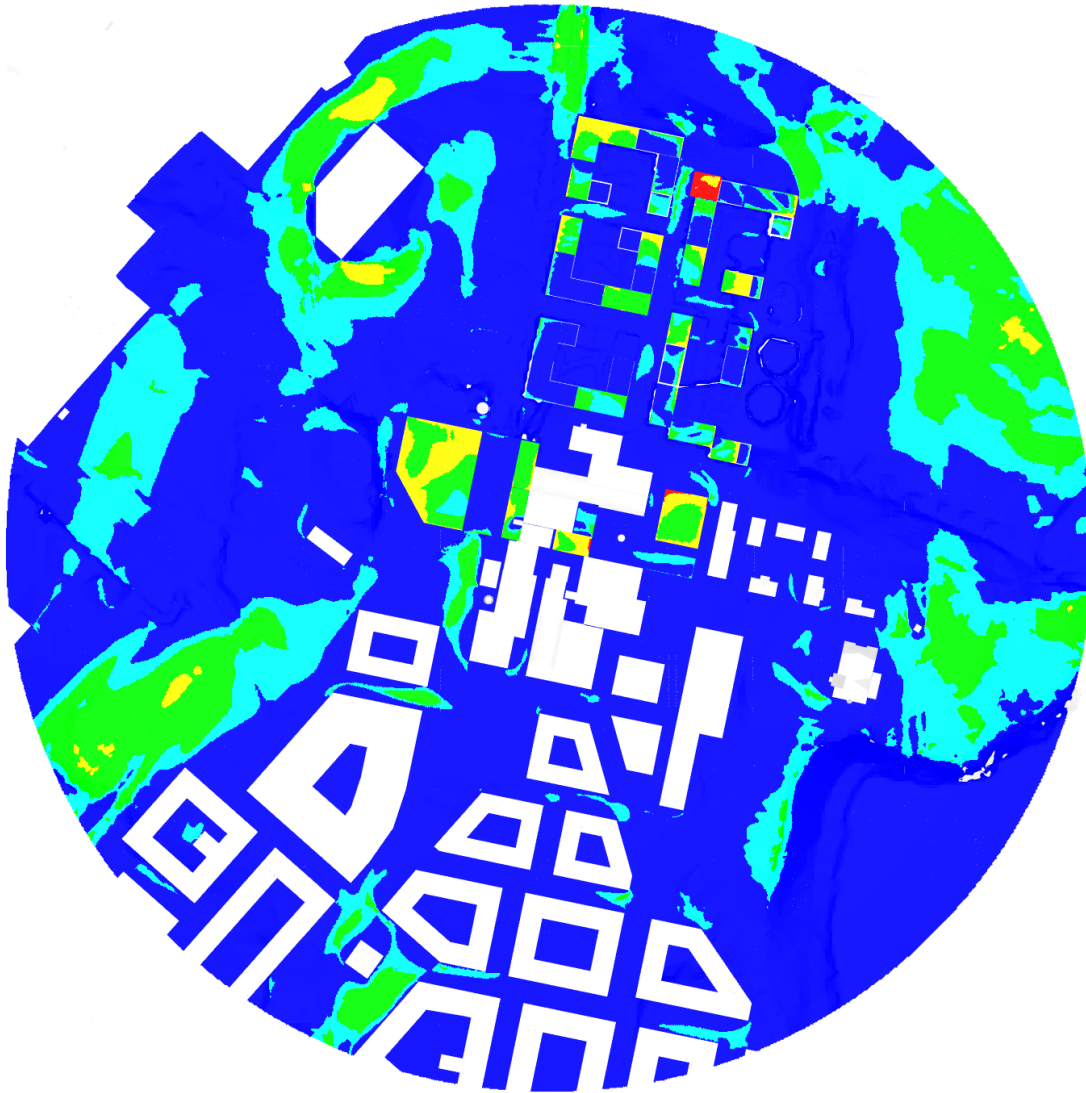
1. Alue soveltuu kaikille toiminnoille, kuten istuskeluun
2. Alue soveltuu normaaliksi oles-ympäristöksi
3. Alueella voi olla haasteellinen muun muassa pyöräilijöille
4. Alue soveltuu heikosti normaaleille toiminnoille
5. Alue ei sovellu normaaleille toiminnoille

Tuulisuuden mukavuusluokitukset Alankomaiden ohjeistuksen NEN 8100 mukaan

P (U>5 m/s)* [%]	Viihtyisyys- luokka	Soveltuvuus ei aktiviteetteihin		
		Juokse- minen	kävely	istuminen
< 2,5	A	hyvä	hyvä	hyvä
2,5 - 5	B	hyvä	hyvä	välttävä
5 -10	C	hyvä	välttävä	huono
10 - 20	D	välttävä	huono	huono
> 20	E	huono	huono	huono

*todennäköisyys, että annettu raja-arvo ylittyy

Tuulimallinnuksen tulokset: viihtyisyys



Tämä on tyypillinen tapa arvioida tuulisuuden kokonaiskuva.

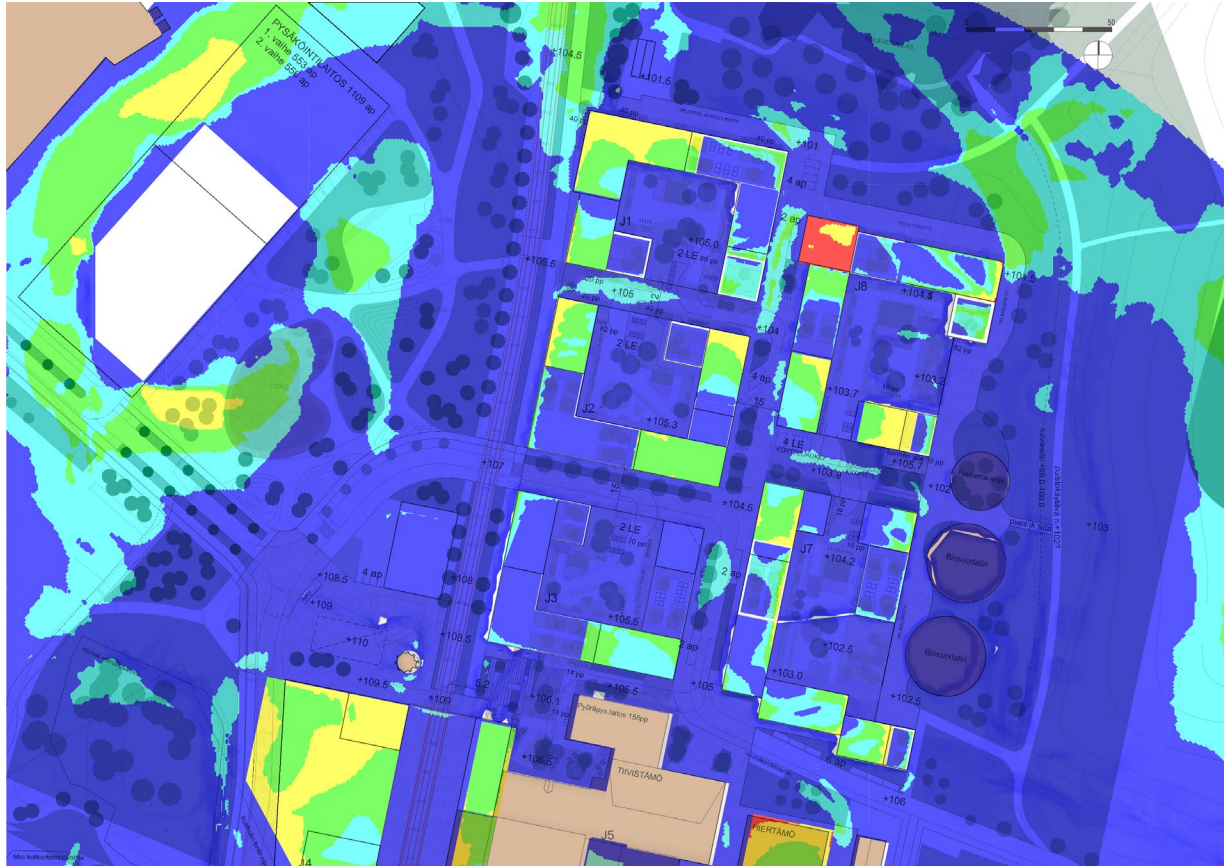
Vihreät, keltaiset ja punaiset alueet eivät sovellu pitkäaikaiseen oleiluun.

Tuulisuuden mukavuusluokitukset Alankomaiden ohjeistuksen NEN 8100 mukaan

P(U > 5 m/s)*	Viihtyisyysluokka	Soveltuvuus ei aktiviteetteihin		
		Juokseminen	kävely	istuminen
< 2,5	A	hyvä	hyvä	hyvä
2,5 – 5	B	hyvä	hyvä	välttävä
5 – 10	C	hyvä	välttävä	huono
10 – 20	D	välttävä	huono	huono
> 20	E	huono	huono	huono

*todennäköisyys, että annettu raja-arvo ylittyy

Tuulimallinnuksen tulokset yhdistettynä pohjoiskortteleiden luonnokseen: viihtyisyys



Tämä on tyypillinen tapa arvioida tuulisuuden kokonaiskuva.

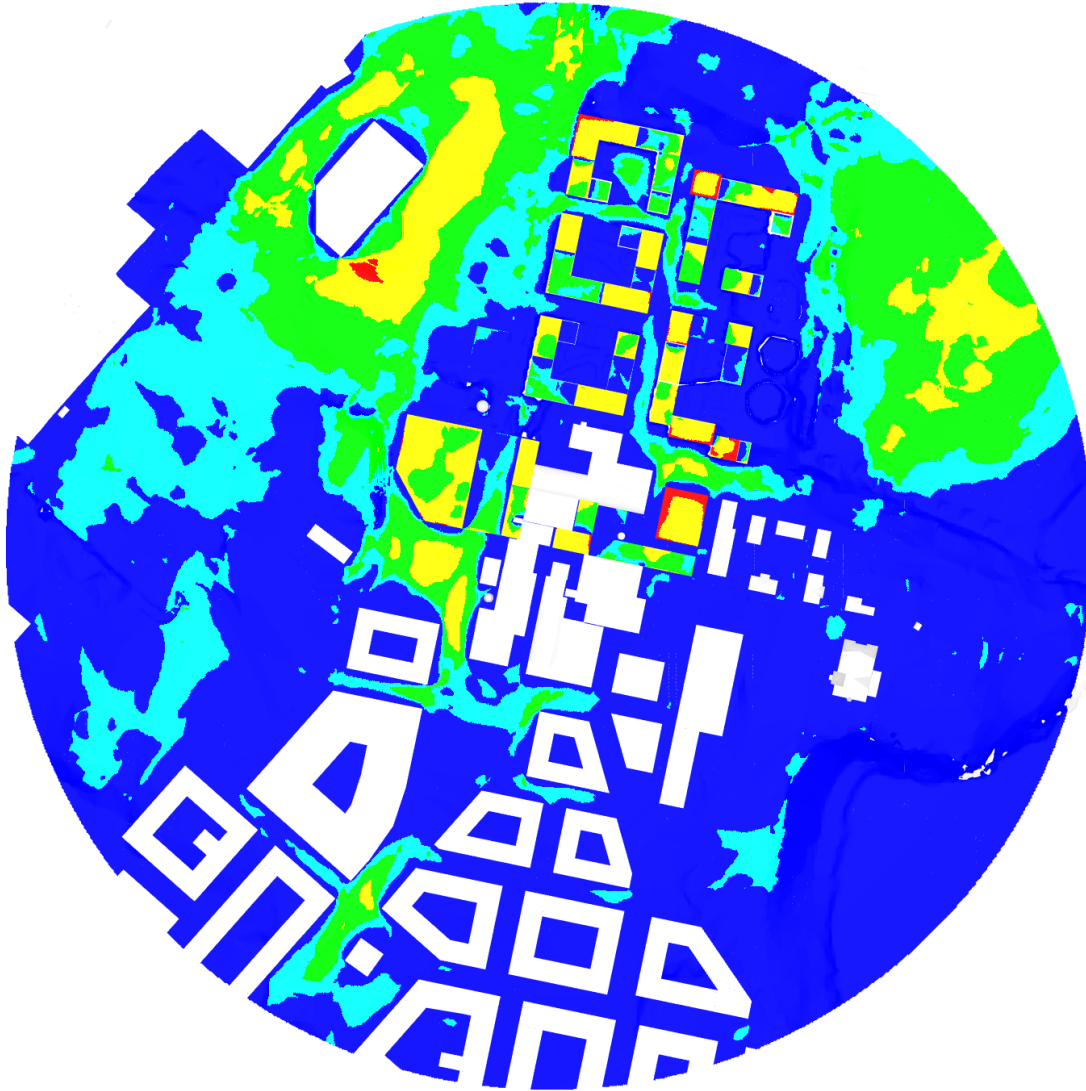
Vihreät, keltaiset ja punaiset alueet eivät sovellu pitkäaikaiseen oleiluun.

Tuulisuuden mukavuusluokitukset Alankomaiden ohjeistuksen NEN 8100 mukaan

P(U > 5 m/s)*	Viihtyisyysluokka	Soveltuvuus ei aktiviteetteihin		
		Juokseminen	kävely	istuminen
[%]				
< 2,5	A	hyvä	hyvä	hyvä
2,5 – 5	B	hyvä	hyvä	välttävä
5 – 10	C	hyvä	välttävä	huono
10 – 20	D	välttävä	huono	huono
> 20	E	huono	huono	huono

*todennäköisyys, että annettu raja-arvo ylittyy

Tuulimallinnuksen tulokset: viihtyisyys (GEM*)



*Gust equivalent mean. Tämä arvio antaa kuvaa puuskittaisen tuulen vaikutuksista.

Tuulisuuden mukavuusluokitukset Alankomaiden ohjeistuksen NEN 8100 mukaan

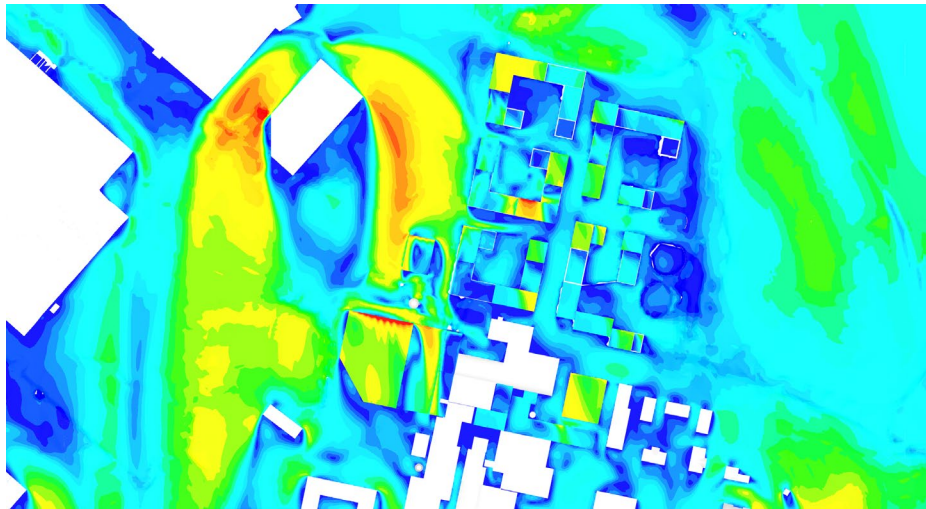
P(U > 5 m/s)*	Viihtyisyysluokka	Soveltuvuus ei aktiviteetteihin		
		Juokseminen	kävely	istuminen
< 2,5	A	hyvä	hyvä	hyvä
2,5 – 5	B	hyvä	hyvä	välttävä
5 – 10	C	hyvä	välttävä	huono
10 – 20	D	välttävä	huono	huono
> 20	E	huono	huono	huono

*todennäköisyys, että annettu raja-arvo ylittyy

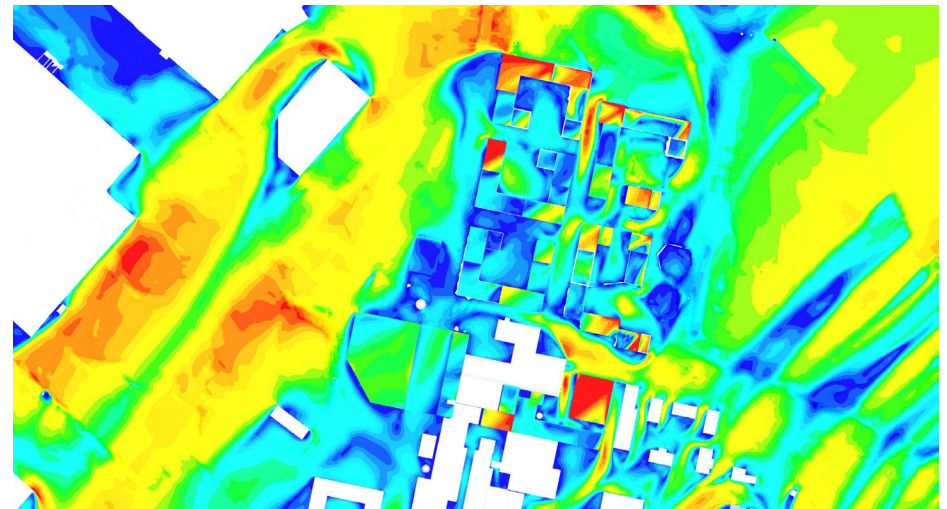
Simulaatioiden tulokset ilmansuunnittain

Seuraaville sivuille on koottu visualisoinnit katutasen ja kattojen tuulen nopeuksista kullakin simuloidulla tuulensuunnalla. Näiden kuvien avulla voidaan tehdä yksityiskohtaisempia päätelmiä eri tuulensuuntien vaikutuksista viihtyvyyteen.

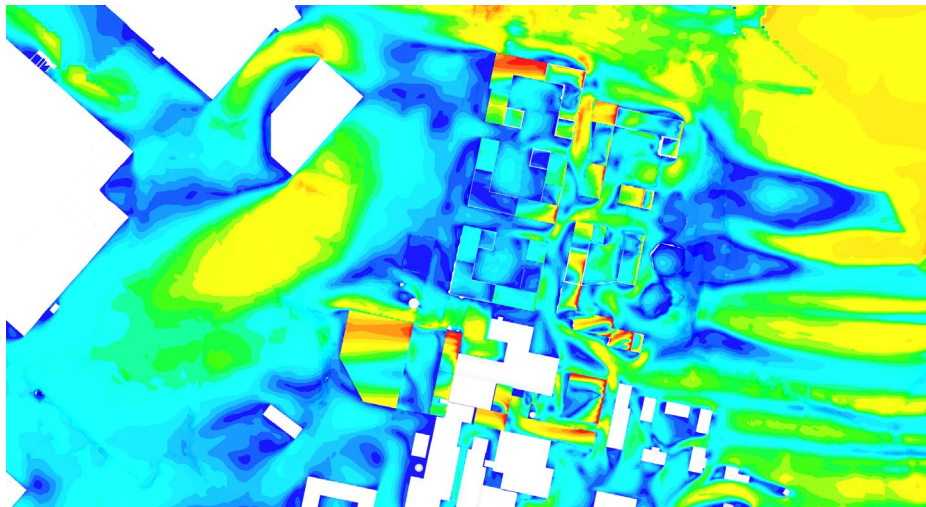
Simulaation tulokset ilmansuunnittain



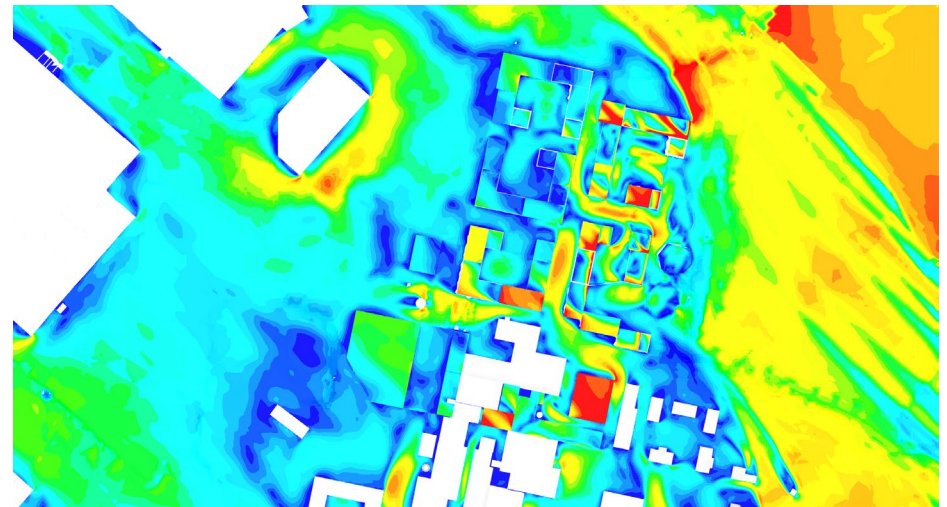
pohjoinen



koillinen



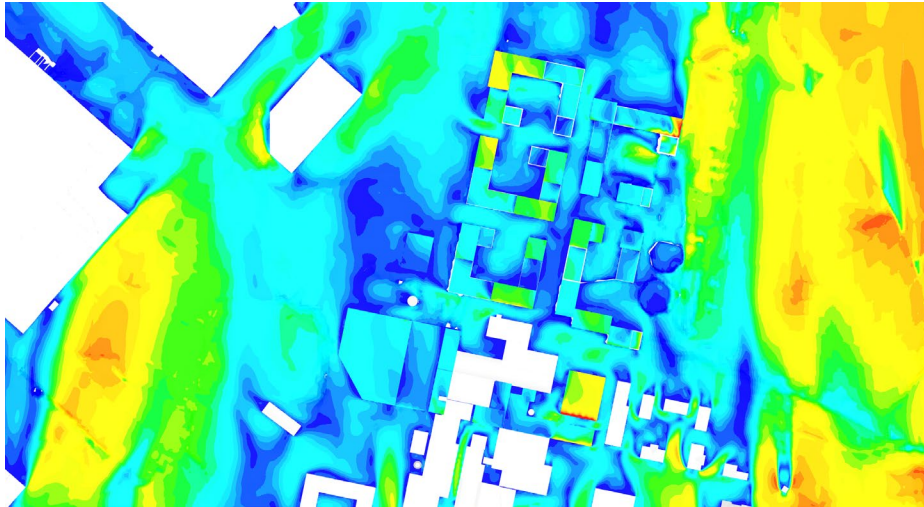
itä



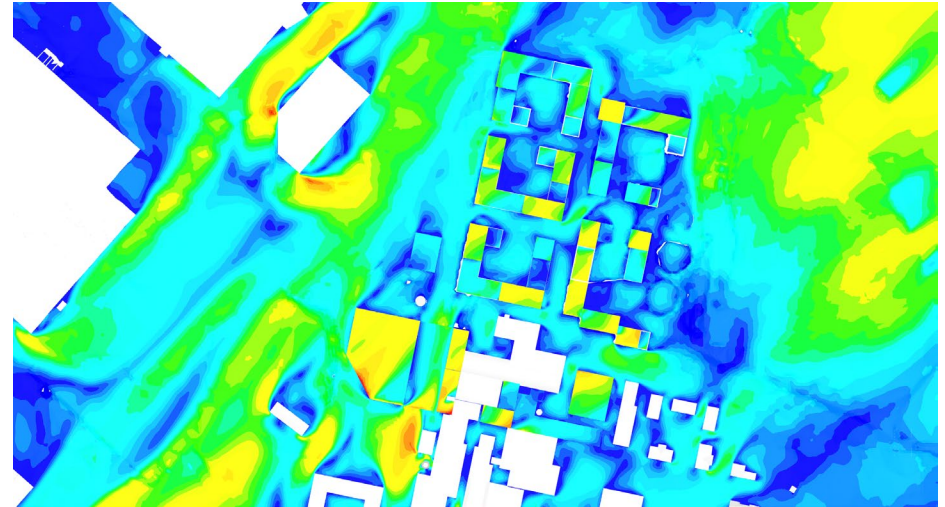
kaakko



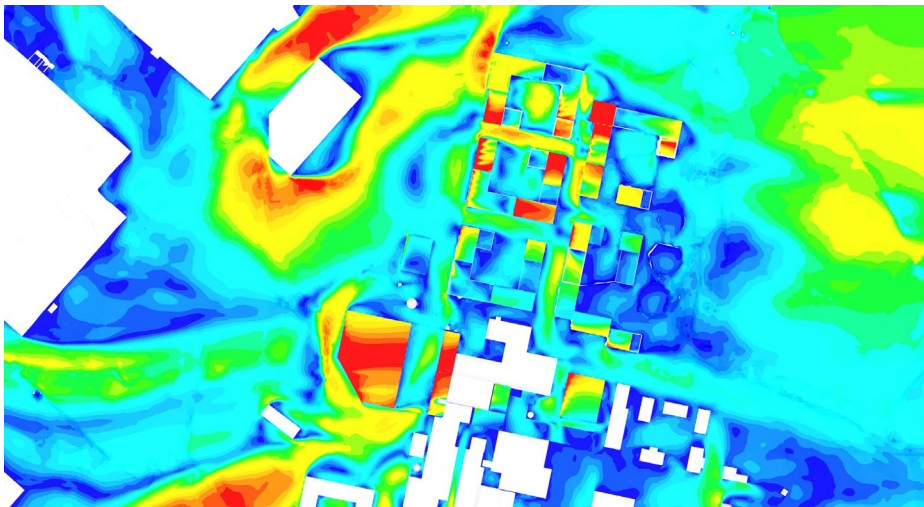
Simulaation tulokset ilmansuunnittain



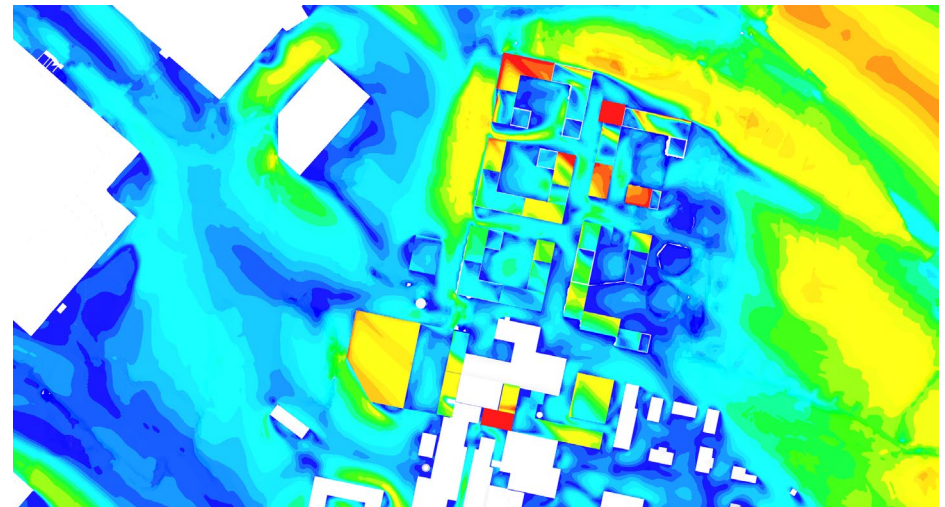
etelä



lounas



länsi

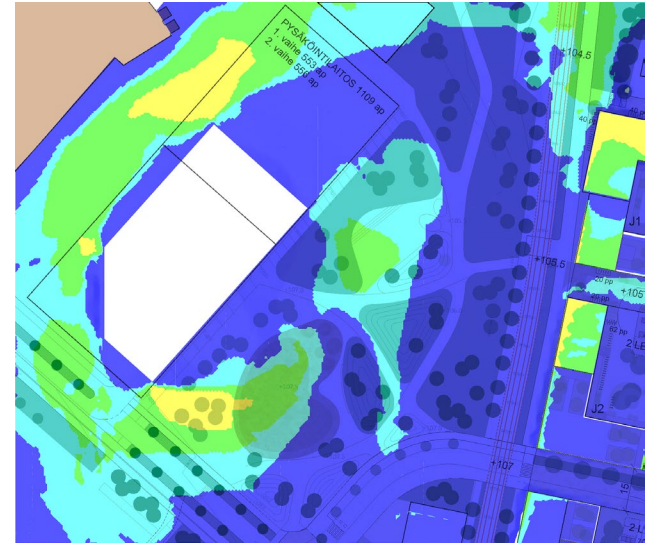


luode



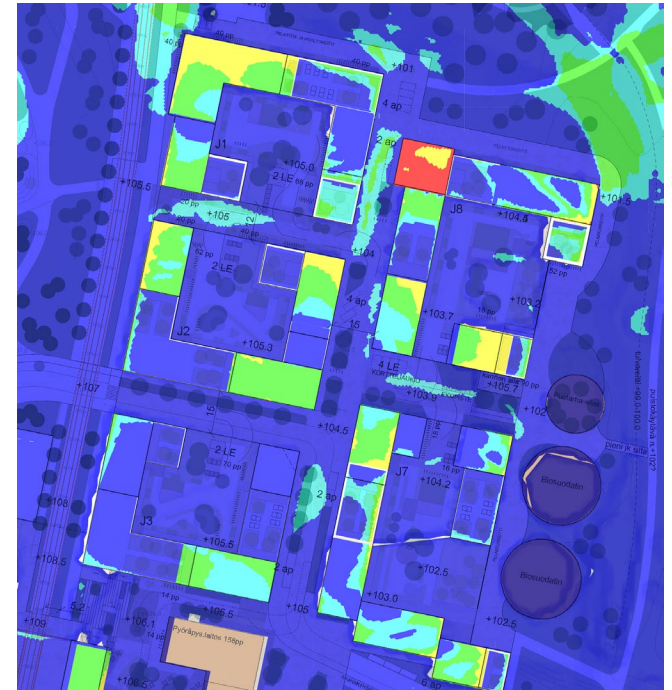
Yksityiskohtaisia huomioita tuulimallinnuksen tuloksista - luoteiskulma

Mallinnuksen perusteella alueen luoteiskulmalla olevan pysäköintitalon ympärille on muodostumassa kävelijälle huonoja tuuliolosuhteita (keltaiset alueet oheisessa kuvassa). Mallinnus ei kuitenkaan anna pysäköintitalosta totuudenmukaista kuvaa, koska pysäköintitalo on 3D-mallissa täysin yhtenäinen kappale, koska todellisuudessa rakennus tulee olemaan vähintään 30% ilmaa läpäisevä. Tämä parantaa rakennuksen ympäristön tuuliolosuhteita merkittävästi.



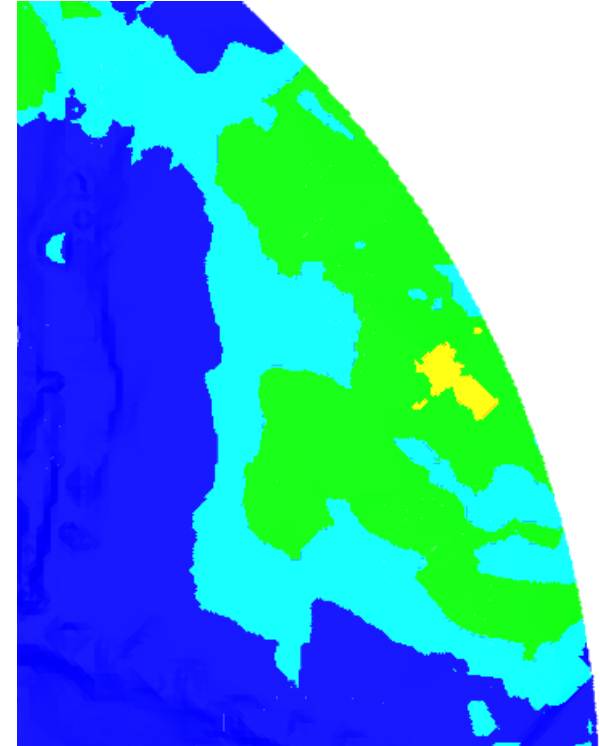
Yksityiskohtaisia huomioita tuulimallinnuksen tuloksista – katot

Jatkosuunnittelussa oleskeluun osoitettavien kattojen tuuliolosuhteet saisivat mielellään olla tuuliviihtyvyyssanalyyysissä tumman sinistä aluetta. Näin ollen katoille, jotka näkyvät analyysissä muun värisenä on suositeltavaa laittaa tuulelta suojaava kaide. Kaiteen kannattaa olla vähintään 1,5m korkea, mielellään korkeampi. Kaide toimii parhaiten, jos on osittain ilmaa läpäisevä (luokkaa 30-50%) ainakin yläosastaan. Tuulta läpäisevä kaide tai kaiteen osa voi olla esimerkiksi säleikkö tai köynnösten peittämä rakenne.



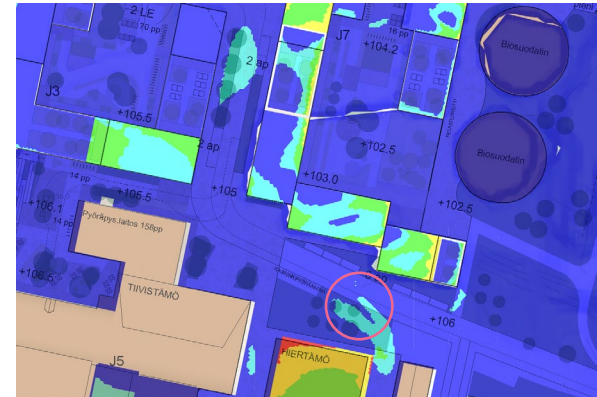
Yksityiskohtaisia huomioita tuulimallinnuksen tuloksista – puistot

Puistoissa esiintyy jonkin verran tuuliviihtyvyydeltään keltaisiksi merkittyjä alueita. Tällaiset alueet soveltuvat heikosti kävely-ympäristöiksi. Toisaalta mallinnus ei sisällä puustoa ja muuta kasvillisuutta, joka vähentää tuulisuutta. Puistoalueiden suunnittelussa tuulisuus kannattaa kuitenkin huomioida ainakin istuskelupaikkoja sijoitettaessa.



Yksityiskohtaisia huomioita tuulimallinnuksen tuloksista – hiertämön pohjoispuoli

Hiertämön pohjoispuolella hieman voimakkaamman tuulisuuden alue osuu pyöräilyreitille. Alueelle osoitetut puut vaimentavat tätä vaikutusta.



Pienilmastaselvitys

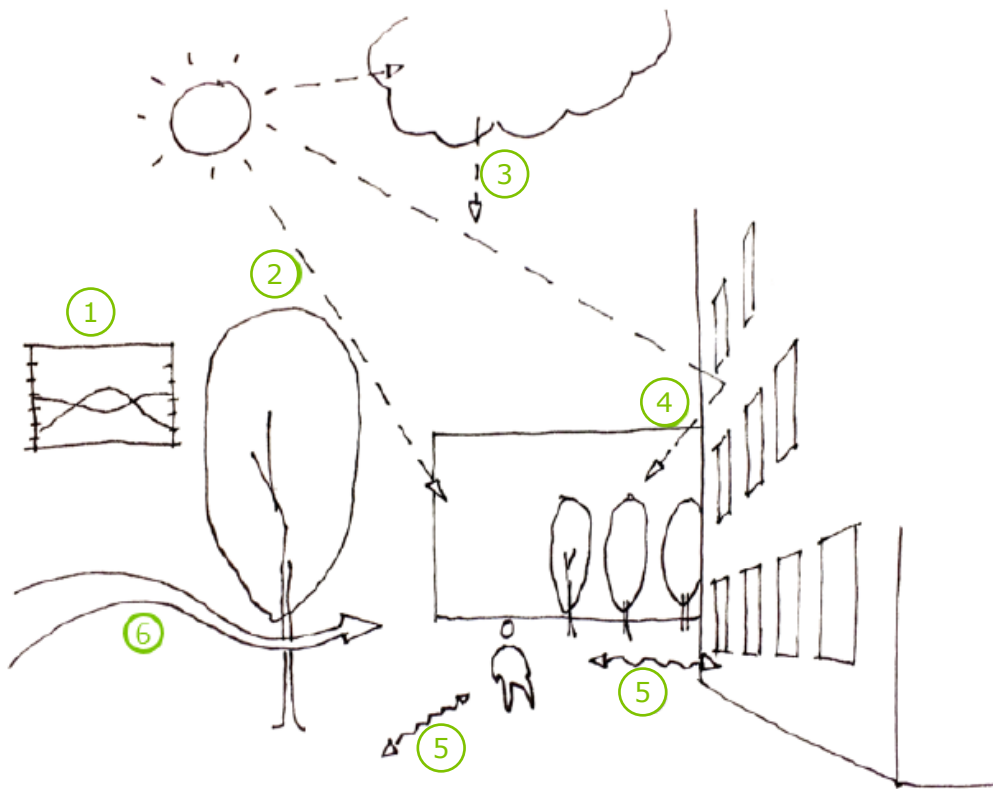
Pohjoiskortteleiden pienilmasto-olosuhteita arvioitiin UTCI-mallinnuksen avulla. UTCI vastaa ajatusmallina säätiedoissa käytettävää "tuntuu siltä kuin" lämpötilaa. Mallinnus kattaa tyyppivuoden kaikki tunnit. Mallinnus sisälsi arvion lämpösaarekeilmiön vaikutuksesta

UTCI-malliin syötettävät lähtötiedot ovat:

- ilman lämpötila (ilmastotieto)
- ilman kosteus (ilmastotieto)
- tuulen nopeus (simulointi)
- Keskisäteilylämpötila (simulointi)

Mallinnus suoritettiin 1,5 m maan pinnan ja kattojen yläpuolella. Mallinnuksen sisältämät tekijät on esitelty tarkemmin seuraavalla sivulla olevassa kuvassa.

Pienilmasto eli lämpöviihtyvyys



- ① Ilman lämpötila ja ilmankosteus
- ilmastotieto (historiallinen)
 - lämpösaarekeilmiö
 - Ilmastonmuutos

Keskisäteilylämpötila (kehon ja ympäröivien kappaleiden välinen säteily)

- ② • Auringon suora säteily
- ③ • Hajasäteily
- ④ • Heijastunut säteily
- ⑤ • Pintojen lämpösäteily (huomioitu yksinkertaistetusti)
- ⑥ Ilman nopeus (tuuli)
- ilmasto
 - ympäröivät rakenteet
 - kasvillisuus

Harmaalla merkittyjä asioita ei huomioitu mallinnuksessa

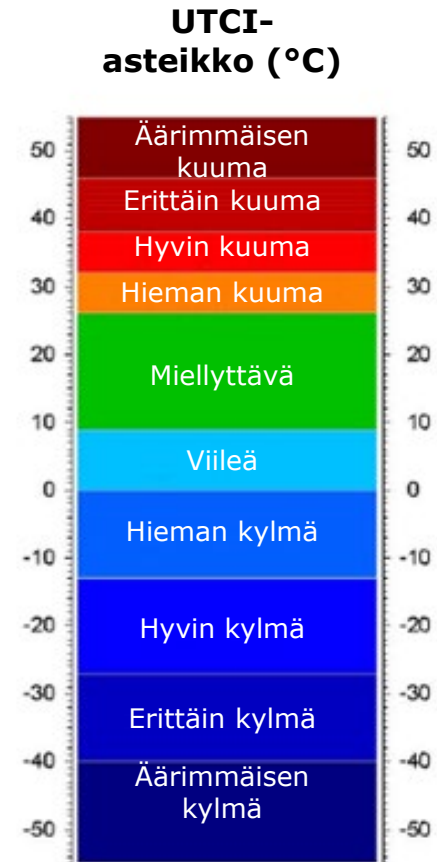
UTCI - Universal Thermal Climate Index

Analyysissä käytetty UTCI-menetelmä on tapa kuvata ihmisen lämpötuntemusta ulkona oleillessa. Lämpötuntemus ilmoitetaan asteina Celsiusta. UTCI vastaa ajatuksena sää tiedoissa käytettävää "tuntuu siltä kuin" lämpötilaa.

Oheinen asteikko sanallistaa UTCI-asteikon lukemia. Miellyttävä alue on 9-26 °C.

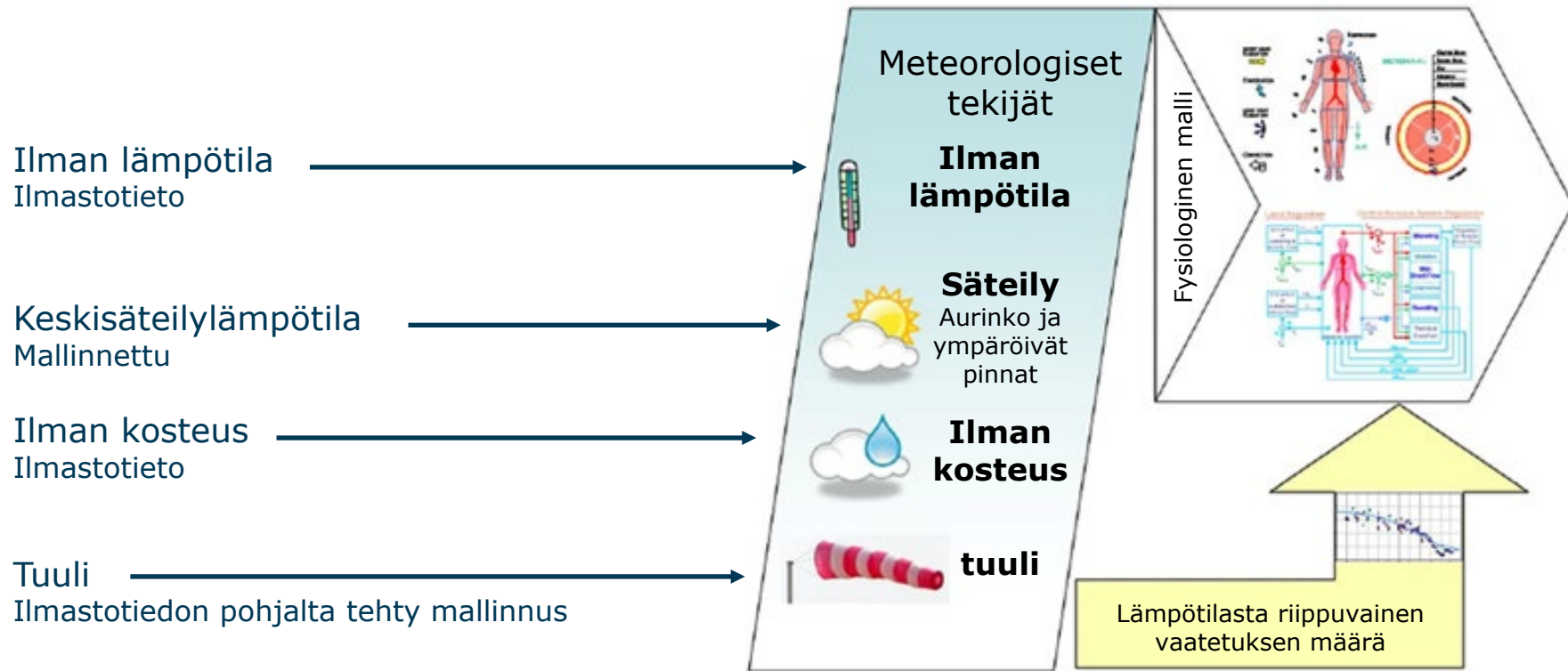
Seuraavalla sivulla on kaavio, joka esittää UTCI-mallinnuksen toimintaperiaatetta. Keskiössä on ihmisen kehon toimintaa kuvaava matemaattinen, fysiologinen malli. UTCI-mallinnus olettaa, että ihmisellä on päällään eri määrä vaatekappausta eri lämpötiloissa.

Lisätietoja: www.utci.org/



Kuva muokattu sivun www.utci.org materiaalista

Kaavio UTCI-mallinnuksen periaatteista

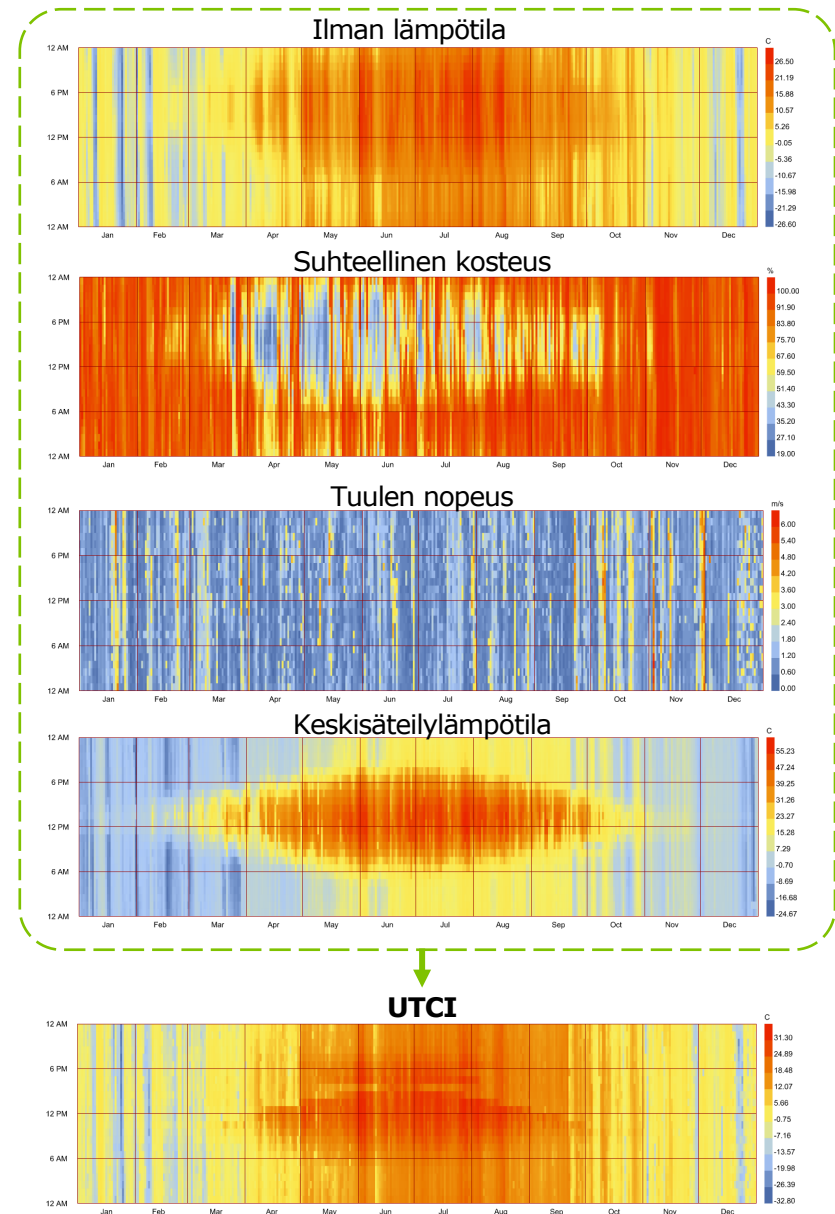


Kaavio muokattu sivun www.utci.org materiaalista

UTCI-mallinnuksen tarkempi kuvaus

Mallinnuksessa UTCI-arvo laskettiin jokaiselle tarkastelupisteelle ja tyyppivuoden jokaiselle tunnille (8760 tuntia). Oheiset kuvat esittävät yksittäisen pisteen lukuarvoja UTCI-mallinnukseen tarvittavassa neljässä tekijässä ja näistä muodostuvia UTCI-arvoja. Kukin pikseli edustaa yhden tunnin lukuarvoa.

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



Ilmastotieto

Mallinnus perustuu tyyppivuoden tietoihin, jotka otettiin lähteestä climate.onebuilding.org. Käytetty ilmastotiedosto on nimeltään FIN_Tampere.029440_IWEC.epw.

Ilmastotiedostosta hyödynnetyt arvot ovat:

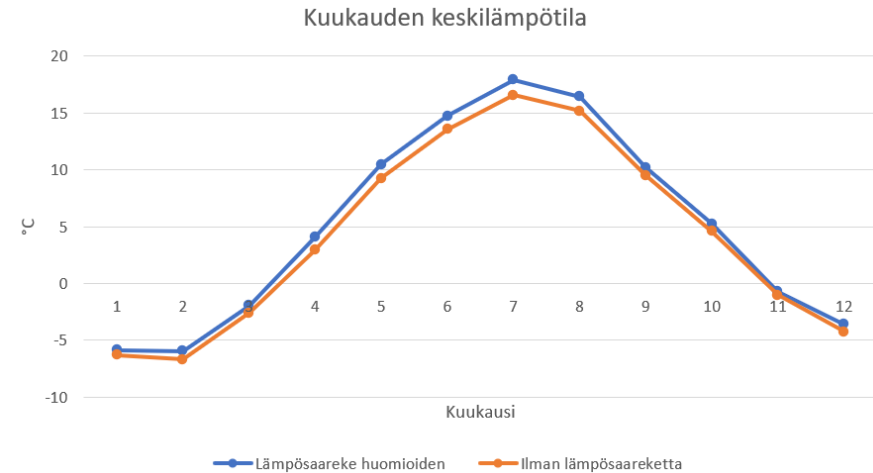
- ilman lämpötila
- suhteellinen kosteus
- auringon suora säteily (hyödynnettiin säteilymallinnuksessa)
- hajasäteily taivaalta (hyödynnettiin säteilymallinnuksessa)

Lämpösaarekeilmiön huomioiminen

Ilmastotietoa muokattiin lämpösaarekeilmiön huomioimiseksi Urban Weather Generator –työkalulla, johon syötettiin pohjoiskortteleiden ominaispiirteet Grasshopperin Dragonfly-lisäkkeellä.

Lämpösaarekeilmiön vaikutus ei ole kovin suuri Pohjoiskortteleissa, joita ympäröi laaja puisto. Hiedanrannan eteläisempien osien tiiviimmin rakennetussa ympäristössä lämpösaarekkeen vaikutus on suurempi.

Lämpösaarekeilmiön huomioiva kuukauden keskilämpötila poikkeaa muokkaamattomasta ilmastotiedosta eniten heinäkuussa (1,2°C) ja vähiten tammikuussa (0,4°C) .



Lämpösaarekeilmiön arvioinnin lähtötiedot

Lämpösaarekeilmiön mallinnuksessa käytettiin seuraavia lähtöarvoja, jotka on arvioitu karkeasti oheisessa kuvassa osoitetun alueen perusteella:

- Rakennusten keskikorkeus: 20m
- Rakennusten peittoala: 0,09
- Rakennusten julkisivujen ala suhteessa tarkastelualueen alaan: 0.30
- Puuston peittoala (latvusten peittämä ala suhteessa tarkastelualueen alaan): 0.10 (mallinnus pyrkii arvioimaan puuston tuottaman haihtumisen kautta syntyvää jäädyttävää vaikutusta)
- Viheralueiden ala: 0.31



Keskisäteilylämpötilan mallinnus

Keskisäteilylämpötila (mean radiant temperature, MRT) on suure, jolla määritetään kehon kokonaissäteilyvaihto ympäröivien pintojen kanssa. Keskisäteilylämpötilalla ilmoitetaan kaikkiin suuntiin kohdistuvan säteilyvaihdon 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.

Pienilmastaselvityksen tulokset

Lämpöviihtyvyydelle ei ole tuulisuuden tapaan raja-arvoja, jotka kertoisivat suoraan ulkoalueen soveltumisesta tiettyyn aktiviteettiin. Suoritettu mallinnus kertookin enemmän siitä, mitkä alueet soveltuvat parhaiten pitkäaikaiseen oleiluun. Tulokset on esitetty erikseen myös kylmimpien ja kuumimpien alueiden näkökulmasta. Esimerkiksi istuskelupaikkojen sijoittelussa on jatkosuunnittelussa hyvä huomioida viihtyvyys eri vuodenaikoina ja se, että tulevana vuosikymmeninä tullaan tarvitsemaan sekä paikkoja auringossa paistatteluun viileämpänä päivänä että viilentäytymiseen helleaallon keskellä.

Pienilmastomallinnuksen tuloksissa korostuu tuulisuuden vaikutus. Umpikorttelit tarjoavat tuulensuojaa ja yleisesti ottaen miellyttävät pienilmasto-olosuhteet.

Tulosten yksityiskohtia tulkitessa tulee huomioida, että mallinnus perustuu pitkän aikavälin ilmastotietoon, joka jo määritelmänsä perusteella kertoo menneestä säästä. Tulevaisuudessa lämpötilat tulevat nousemaan yleisesti ja myös helleaallot tulevat yleistymään.

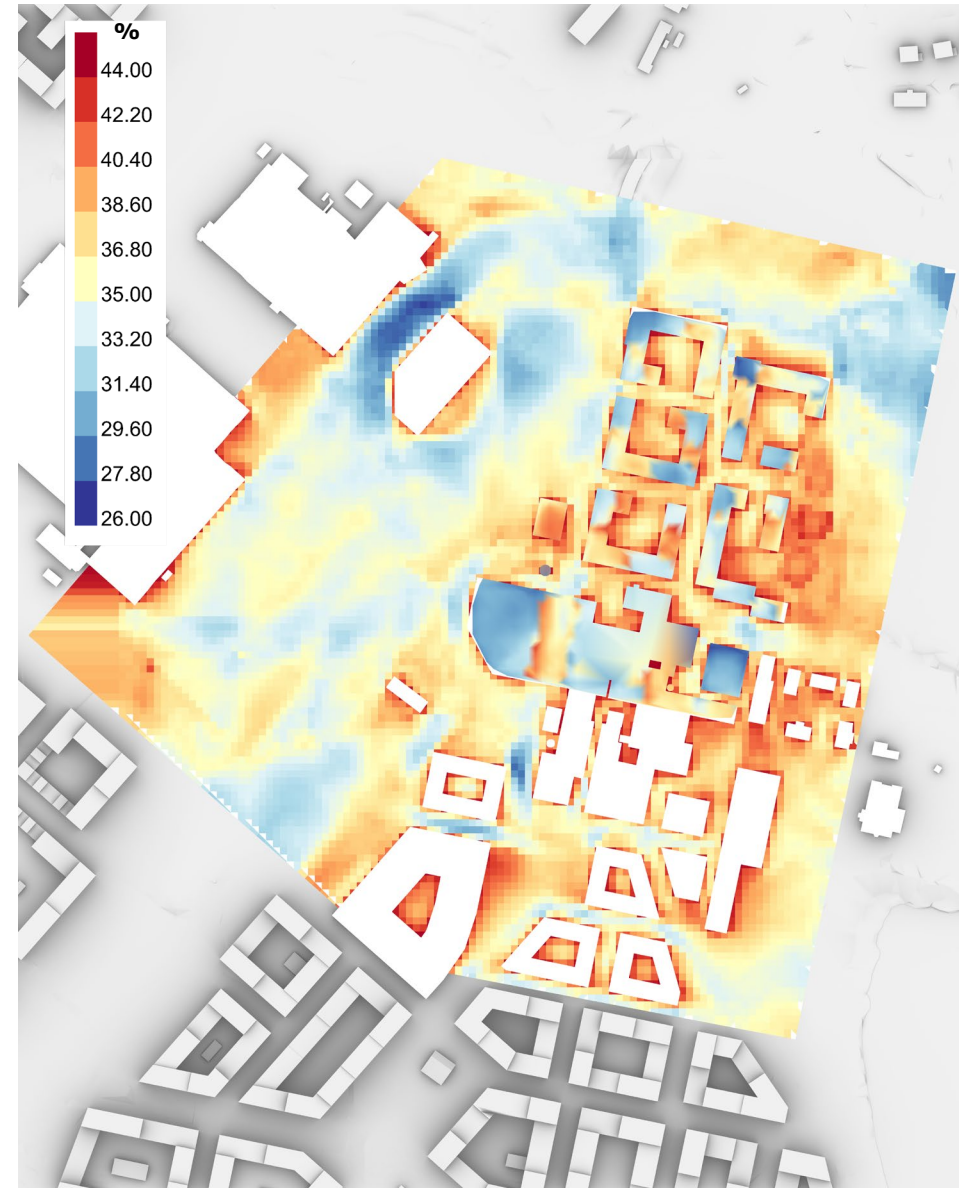
UTCI – viihtyisät tunnit (9-26°C)

Oheinen kuva antaa kuvaa siitä, miten lämpöviihtyvyys vaihtelee katutasossa ja katoilla koko vuosi huomioiden. Prosenttiluvut ovat osuus vuotuisista tunteista, jolloin UTCI on välillä 9-26 °C. Tumman punaiset alueet ovat kuvassa viihtyisimpiä, tumman siniset vähiten viihtyisiä.

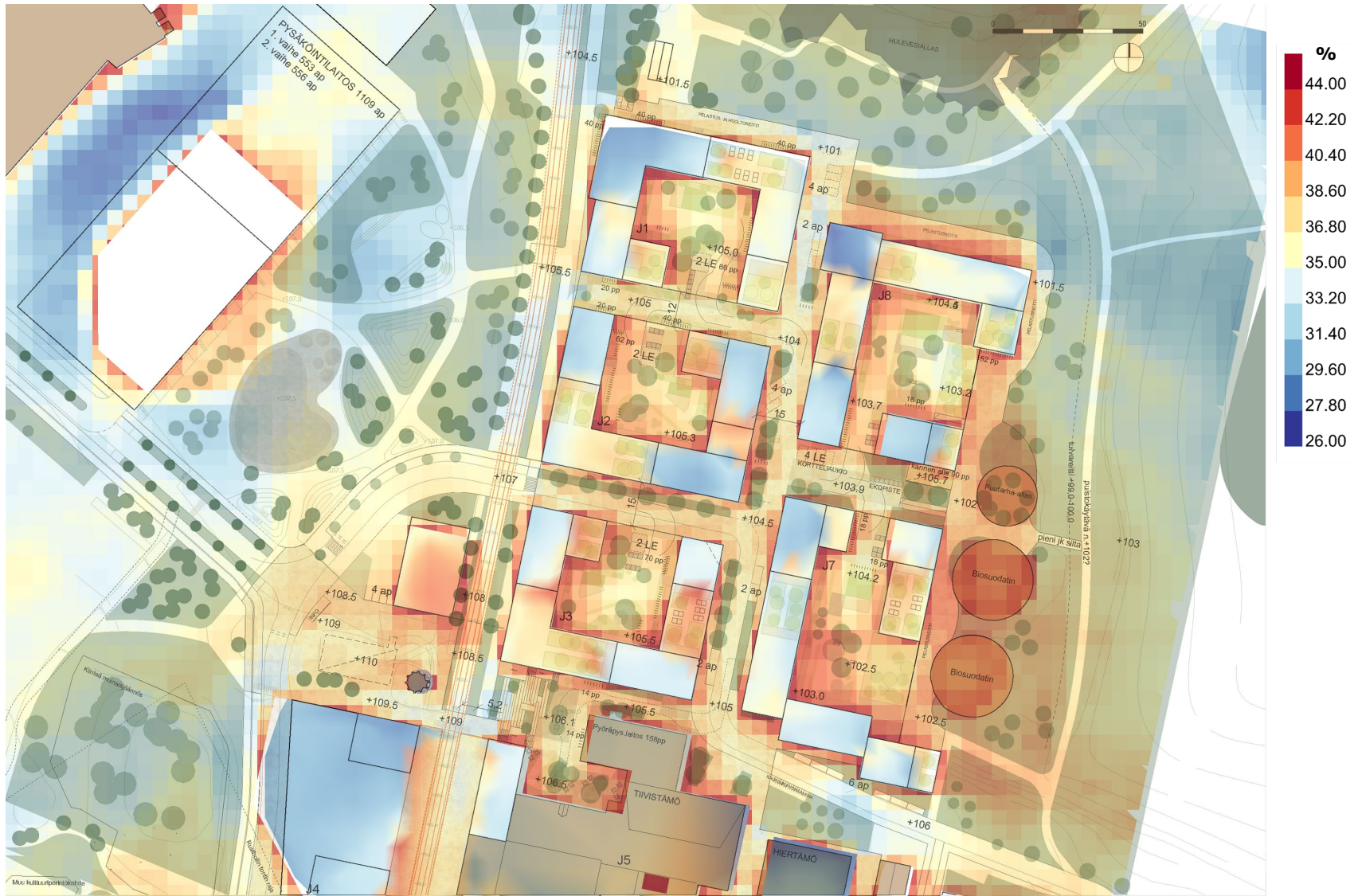
Kuvasta voidaan kokonaisuutena päätellä, että tuulisuuden vaikutus on lämpöviihtyvyyden kannalta merkittävä. Epäviihtyisimmät alueet ovat yleensä myös tuulisimpia.

Kuvaa tulkitessa on tärkeää huomioida, että mallinnus ei sisältänyt puustoa. Puiden vaikutus näkyisi erityisesti puistoissa. Puut tarjoavat varjoa kuumina päivinä, mutta ne myös hidastavat viilentäviä tuulia. Talvella puut tarjoavat tuulensuojaa. Lehtipuiden vaikutus on tosin talvella paljon kesää pienempi.

Seuraavalla sivulla on Pohjoiskortteleihin keskittyvä versio tästä kuvasta, johon on laitettu päälle alueen arkkitehtiluonnos.

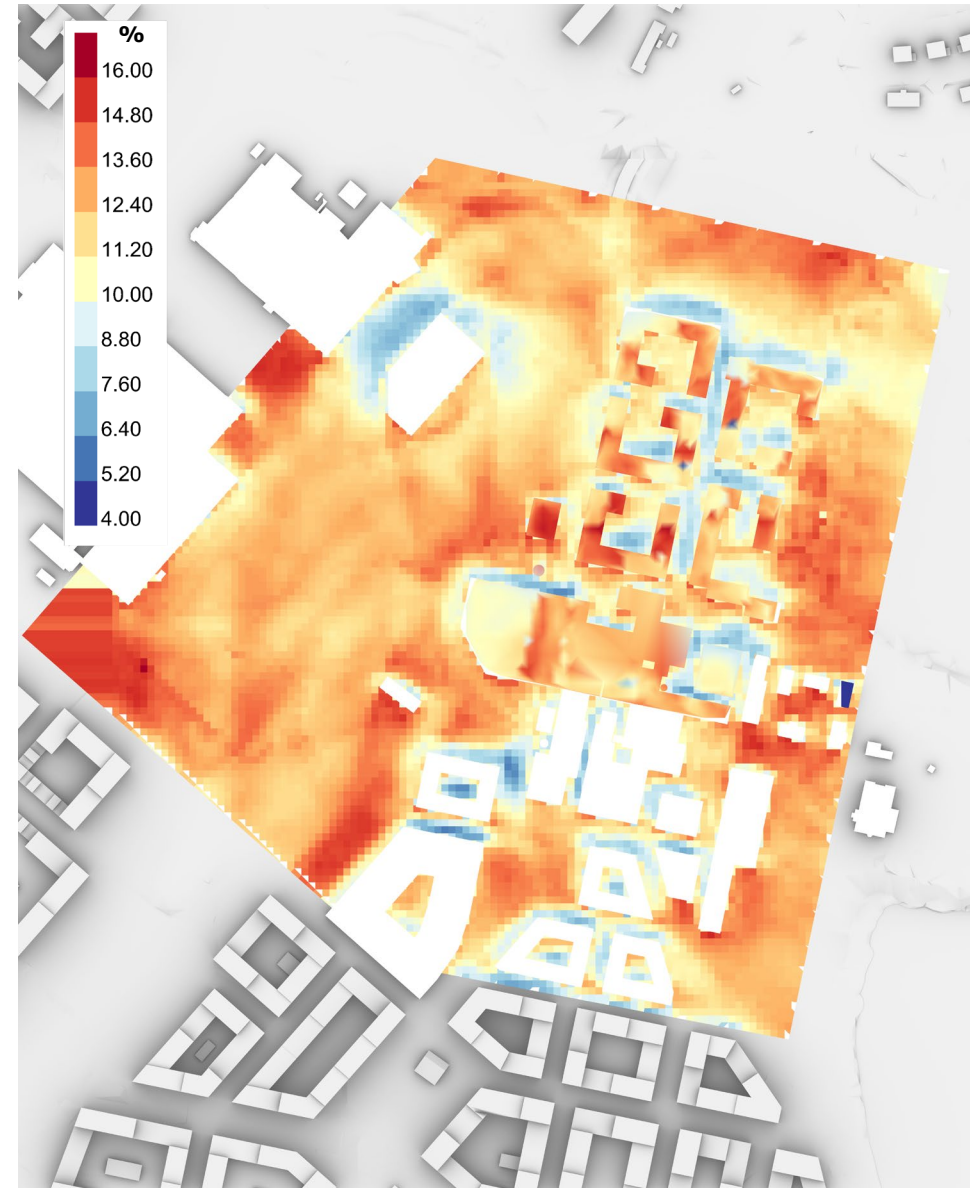


UTCI – viihtyisät tunnit (9-26°C) suunnitelmaluonnoksen päällä



UTCI – viihtyisät tunnit (pitkäaikainen oleilu: 18-26°C)

Oheinen kuva vastaa edellisten sivujen kuvia sillä erotuksella, että tässä viihtyisät tunnit on rajattu tiukemmin tunteihin, jotka soveltuvat pitkäaikaiseen oleiluun. Tästä kuvasta näemme muun muassa, että katoilla on usein mukavan lämmintä tuulisuudesta huolimatta.

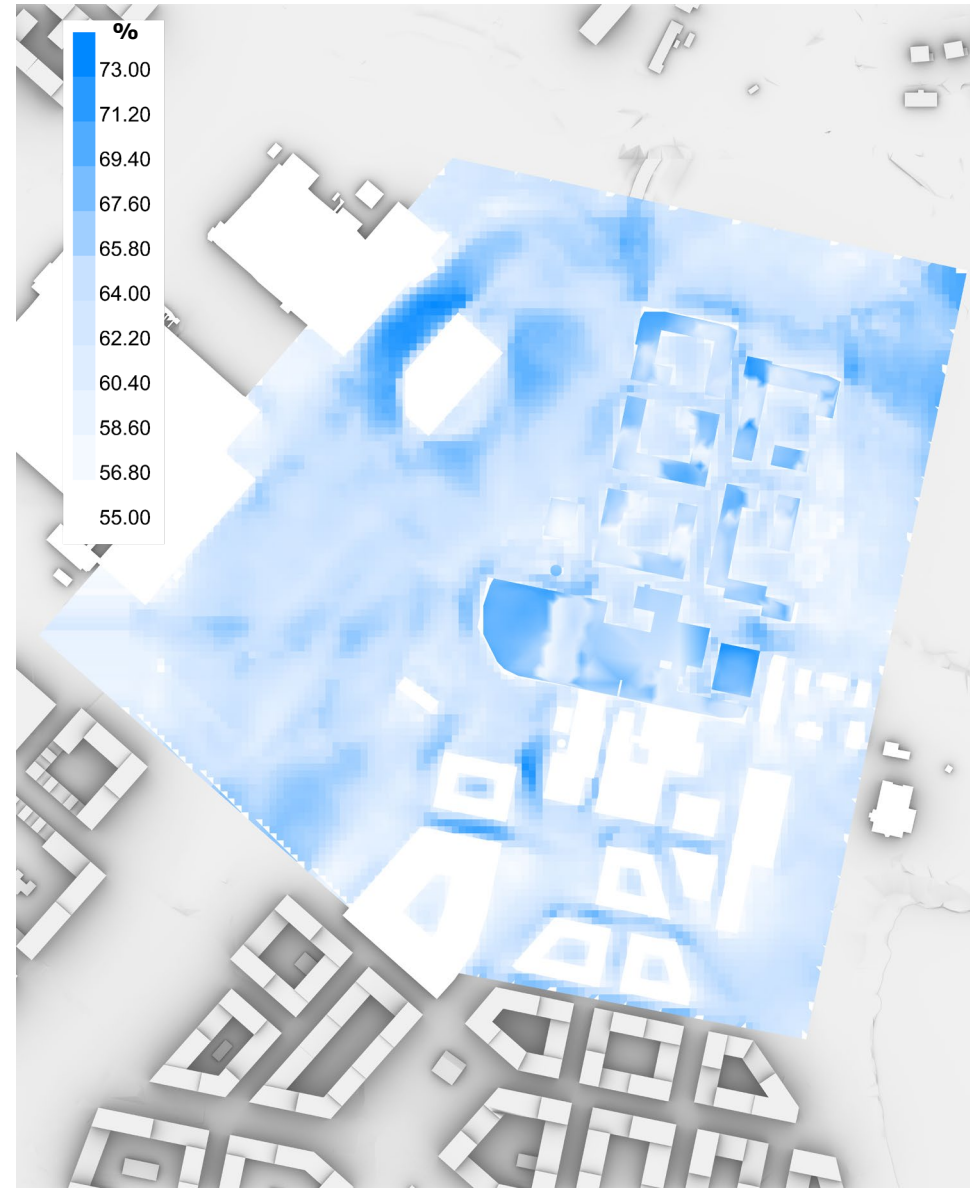


UTCI – kylmät tunnit (alle 18°C)

Oheinen kuva esittää kylmien olosuhteiden yleisyyttä.

Epäviihtyisän kylmää on useimmiten tumman sinisillä alueilla.

Kuvasta näemme, että korttelipihat ovat tuulelta suojattuja ja niillä ei ilmene paljoa epäviihtyisän kylmiä tunteja. Kylmimpiä alueita ovat tietyt katot ja jotkut katualueet.

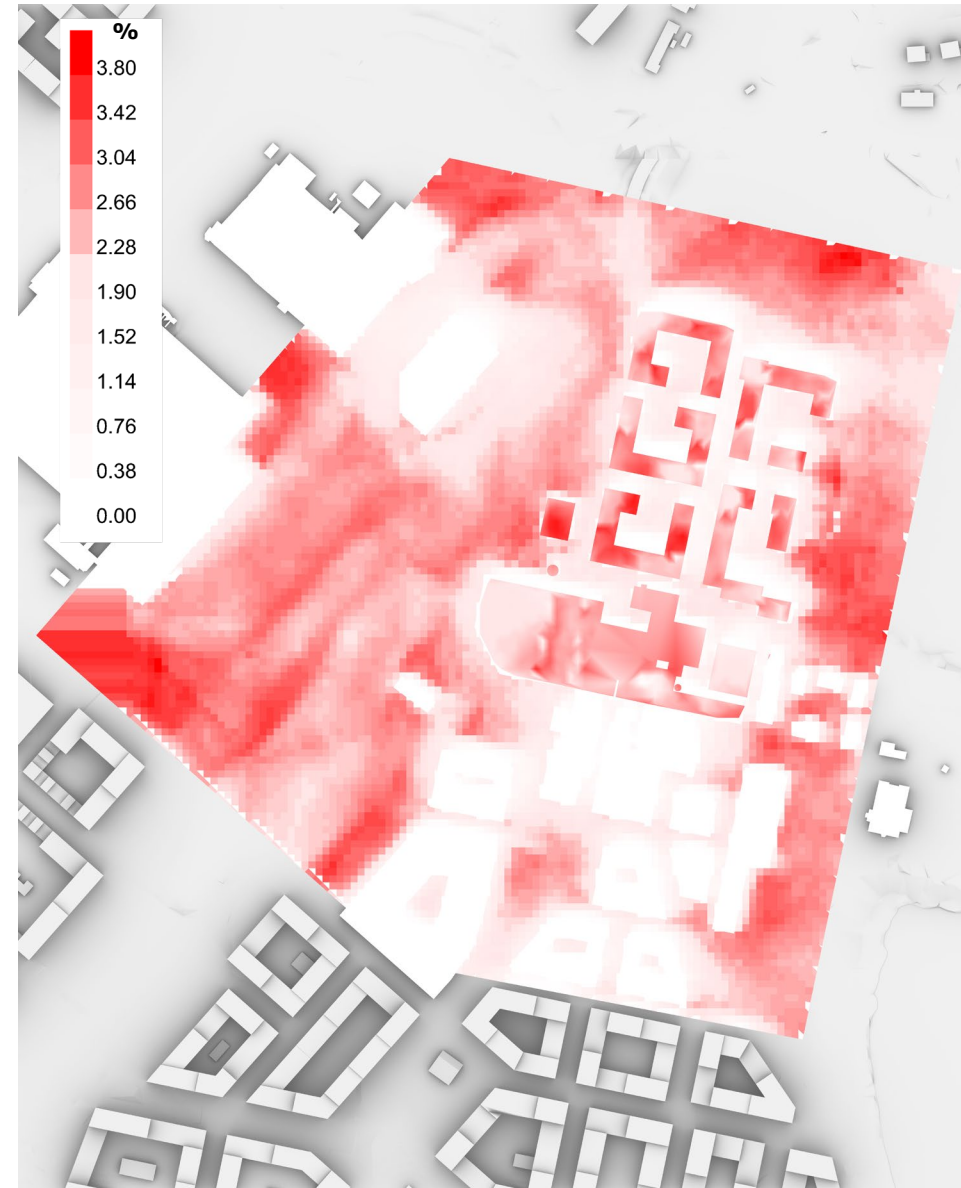


UTCI – kuumat tunnit (yli 26°C)

Oheinen kuva esittää kuumien olosuhteiden yleisyyttä. Epäviihtyisän kuumaa on useimmiten tumman punaisilla alueilla. Kuumimpia ovat alueet, joihin aurinko paistaa estotta ja joilla tuulen nopeudet ovat vähäisiä.

Mallinnus ei huomioi julkisivujen ja maan pinnan lämpenemistä. Todellisuudessa erityisesti rakennusten länsi- ja eteläjulkisivujen läheisyydessä ja pinnoitetuilla (asfaltoiduilla ja kivetyillä) ulkoalueilla voi paikoitellen olla tässä esitettyä kuumempaa. Vaikutus voi korostua korttelipihoilla, joilla useampikin seinä voi olla ilman lämpötilaa lämpimämpi. Pihoilla lämpenevä ilmasto voidaan huomioida minimoimalla pinnoitetut alueet ja lisäämällä kasvillisuutta. Kasvillisuus viilentää ilmaa haihtumisen kautta. Kuumuus voidaan huomioida myös varjostamalla istuskelualueita tai sijoittamalla näitä rakennusten varjoon.

Kattoterasseille on suotavaa suunnitella varjostavia rakenteita, jotta niillä oleilu on viihtyisää myös kuumimpina päivinä.



Näkökohtia BREEAM Communities -arviointiin liittyen

Seuraaville sivuilla on kerätty huomioita BREEAM Communities -arviointiin liittyen, vastaten suoraan kriteeristössä mainittuihin näkökulmiin.

Lisäksi tämä raportti tulee huomioida ulkoalueiden suunnittelussa (katso BREEAM SE 07 – Public realm, kriteeri 8).

Arvioitava asia SE 08 - Pienilmasto

SE 08 –kriteeristön tavoitteena on varmistaa, että alueen pienilmasto-olosuhteet ovat miellyttävät. Kriteerissä 1 viitataan pienilmastoon liittyviin tekijöihin. Seuraavassa on esitelty nämä kriteerit ja kommentoitu asioita tarkastelualueen näkökulmasta.

Lämpötila ja lämpöiihtyvyys (temperature and thermal comfort)

Alueelle on tehty UTCI-pienilmastomallinnus. Mallinnus osoittaa, että alueelle syntyy lämpöiihtyvyydeltään eri tyyppisiä alueita, mikä on suotavaa. Rakennukset tarjoavat korttelipihoille kylmällä kaudella tarpeellista tuulensuojaa. Mahdollisia kattoterasseja suunniteltaessa tulee huomioda riittävä tuulelta suojaus ja toisaalta riittävä varjostus.

Auringon säteilyvaikutus (solar exposure - sky view and shadowing)

Alueen umpikorttelirakenne on mitoitukseltaan Suomessa tyyppillistä tasoa. Tämän pohjalta voidaan arvioida, että asuntojen luonnonvalo-olosuhteet ovat hajavalo huomioiden kohtuulliset, vaikka tiiviissä kaupunkirakenteessa syntyykin asuntoja, joihin tulee suoraa auringon säteilyä vain harvoin.

Alueen korttelipihat ovat riittävän kokoisia suhteessa rakennusten korkeuteen, jotta aurinko paistaa niille suoraan merkittävän osan vuotta.

Alueen pienilmasto-olosuhteita avataan yksityiskohtaisesti tämän raportin edellisessä osassa.

Arvioitava asia SE 08 - Pienilmasto

Tuulisuus (air direction, movement and speed)

Tässä raportissa esitetään tuulimallinnuksen yksityiskohtaiset tulokset ja jatkokehitykseen liittyviä suosituksia. Kokonaisuutena alueen tuuliolosuhteet ovat hyvät ja käytetyn standardin mukaisesti alueella ei ilmene jalankulkijan kannalta vaarallisia olosuhteita.

Hiukkaspäästöt ja muut ilmansaasteet (dust and pollution)

Alueen läheisyydessä ei ole merkittäviä päästölähteitä, eikä alueen läpi kulje merkittävää läpikulkuliikennettä. Alueen liikenteen tukeutuminen raitiotiehen vähentää osaltaan alueella syntyvien hiukkaspäästöjen määrää. Aluetta ympäröivät puistot edistävät alueen tuulettuvuutta ja ilmansaasteiden kulkeutumista pois alueelta tuulen mukana.

Akustiikka (acoustic environment)

Alueen akustiikkaa käsitellään erillisessä selvityksessä.

Lumi- ja jää (Snow buildup and ice)

On arvioitu, että ilmastonmuutoksen myötä lumen määrä Tampereella tulee vähenemään. Toisaalta oletetaan, että rankkasateet tulevat yleistymään ja että sateisuus tulee yleisesti lisääntymään talvikaudella.¹ Tämä voi tarkoittaa, että lunta tulee talven sadehuippuina nykyistä enemmän. Alueen suunnittelussa tulee siis kiinnittää huomiota lumen kuljetus- ja läjittämismahdollisuuksiin.

Ilmaston lämpeneminen erityisesti talvikaudella tarkoittaa, että pitkiä pakkasjaksoja on jatkossa vähemmän. Lämpötila tulee siis sahaamaan nollan molemmin puolin. Tämän ja talvikauden lisääntyvän sateisuuden yhteisvaikutuksesta jäätä voidaan jatkossa olettaa syntyvän nykyistä enemmän. Tämä tulee huomioida ulkoalueiden ylläpitoa suunnitellessa. Alueen tarkemmassa suunnittelussa tulee lisäksi huomioida lisääntyvien jäätymis-sulamis -sykliä materiaaleja rapauttava vaikutus.

¹Ilmastonmuutokseen sopeutuminen ja varautuminen -raportti

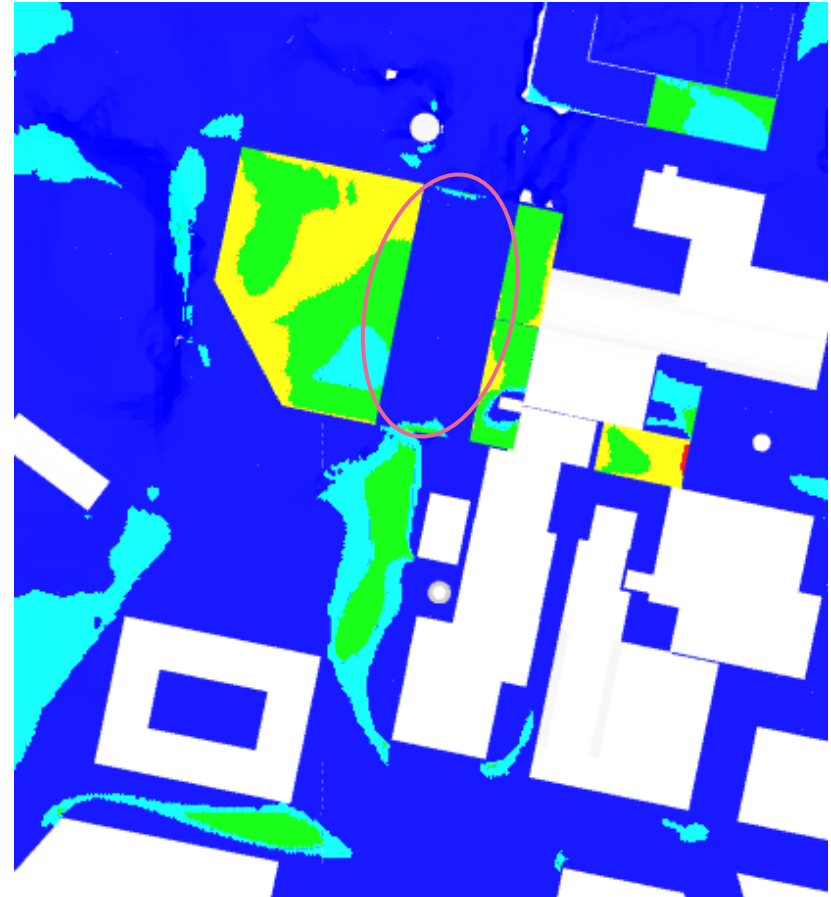
https://www.tampere.fi/material/attachments/ uutiskeskus/tampere/i/YbyhI7tFX/Ilmastonmuutokseen_sopeutuminen_Tampereella_2022.pdf

Arvioitava asia TM 06 – Julkisen liikenteen tilat

Alueelle tulevan raitiovaunun pysäkin sijainti on tuulisuuden kannalta erittäin suotuisa. Sijainti on osoitettu oheisessa kuvassa, jossa sininen väri tarkoittaa kaikkein tyynimpiä alueita. Erillinen tuulilta suojaaminen pysäkkien odotusalueilla voi kuitenkin olla perusteltua ääriolosuhteita ajatellen. Erityisesti talvella maltillisetkin tuulennopeudet lisäävät paljon pakkasen purevuutta.

Arvioitava asia SE 10 – Ilmastonmuutokseen sopeutuminen

Tässä selvityksessä tehty pienilmastomallinnus huomioi lämpösaarekeilmiön vaikutuksen. Tämän huomiointia toivotaan kriteeriin 1 liittyvässä compliance note 1:ssä.



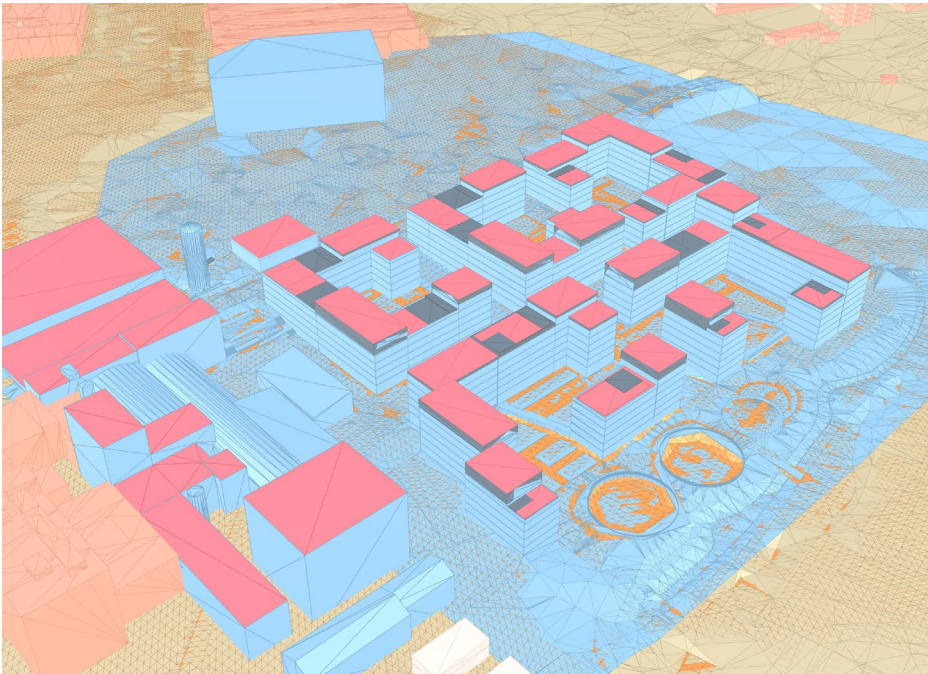
Liitteet

Liite 1 - Analyysin toteutuksen jälkeen korttelien massoitteluun tehdyt muutokset

Korttelien massoittelu on muuttunut analyysin toteuttamisen jälkeen. Vertasimme tilaajalta 20.6.2023 saamaamme 3D mallia analyysissä käytettyyn 3D-malliin ja totesimme, että tehdyillä muutoksilla ei ole merkittävää vaikutusta alueen tuulisuus- tai pienilmasto-olosuhteisiin. Muutokset koskevat ennen kaikkea rakennusten korkeutta ja kattomuotoja. Useita rakennuksia on korotettu tai madallettu 1-2 kerrosta. Yhtä rakennusta on korotettu 3 kerrosta. Koillisen puoleisen korttelin luoteiskulmaan on avattu uusi kulkuyhteys rakennusten välistä.

Raportin maininnat liittyen kattopihojen suunnitteluun (erityisesti sivu 26) tulee huomioida myös päivitetyn massoittelun myötä.

Alkuperäinen 3D-malli



Uusi 3D-malli

