



SITOWISE

Keilaranta 3, 5-7 ja Valovirta - hankkeet, tuulisuusselvitys

24.3.2023

EERO PUURUNEN & LEONARDO SORIA HERNANDEZ

Tiivistelmä mallinnuksen tuloksista

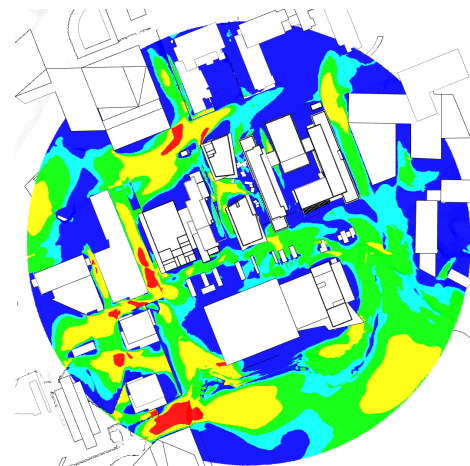
Merellä läheisyys näkyy tuulimallinnuksen tuloksissa.

Suunnittelualueella ja sen lähiympäristössä ilmenee katutasossa tuulisuuden kannalta epämiellyttäviä alueita (punaiset ja keltaiset alueet ylemmässä kuvassa). Alueen tuuliolosuhteita on kuitenkin saatu kohennettua merkittävästi suunnittelun edetessä ja tuuliolosuhteiltaan haastavat alueet eivät pääasiassa ole toiminnoiltaan herkkiä tuulen haittavaikutuksille.

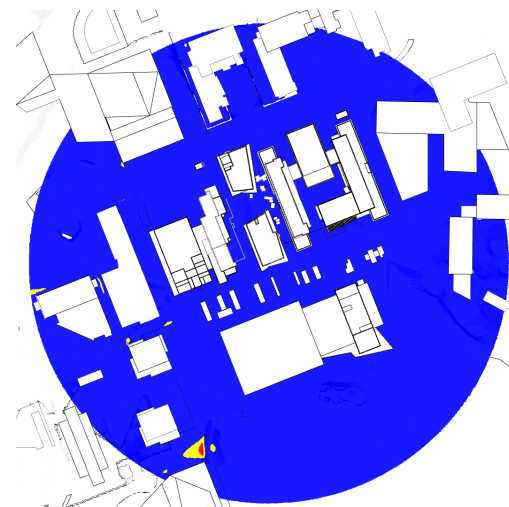
Alueella ei ole merkittävää riskiä vaarallisten tuulen nopeuksien syntymiselle (keltaiset ja punaiset alueet alemman kuvan alareunassa).

Esitetyt tuuliolosuhteet ovat riippuvaisia myös ympäristön rakenteista. Ympäröivien rakennusten vaikutus näkyy erityisesti tarkastelualueen lounaiskulmalla.

Mallinnus ei sisältänyt puustoa, mikä on tyypillinen oletus tuulimallinnuksissa. Mallinnus antaa konservatiivisen arvion, joka ei huomioi alueelle tulevan viherrakenteen vaikutusta.



Tuuliviihtyyvyys



Tuuliturvallisuus

Sisällysluettelo

1 Johdanto	4
2 Selvityksen tulokset	5
3 Selvityksen toteutustapa ja lähtötiedot	13
4 Simulaatioiden tulokset eri tuulensuunnilla	20

1 Johdanto

Tämä tuulisuusselvitys toteutettiin syyskuusta 2022 maaliskuuhun 2023. Tuulisuusselvityksen tavoitteena oli arvioida ja kehittää alueen katutasen tuuliolosuhteita ulkotiloissa oleskelevan ihmisen näkökulmasta. Työ tehtiin vuorovaikutuksessa Keilarannan suunnitteluryhmän kanssa. Myös Espoon kaupunki osallistui selvityksen kommentointiin.

Yleisenä tuuliolosuhteiden minimi-vaatimuksena voidaan pitää sitä, että ulkotilojen tuuliolosuhteet eivät muodostu tyypillisillä tuulen nopeuksilla vaaralliseksi. Pyrkimyksenä oli tämän

ohella varmistaa, että erityisesti tuulisuudelle alttiille toiminnoille (pitkäaikainen ulko-oleilu ja pyöräily) pystytään tarjoamaan hyvät tuuliolosuhteet.

Analyysi toteutettiin numeerisen virtausmallinnuksen, eli ”virtuaalisen tuulitunnelin” avulla. Katutasen tuulisuuden arviointiin ei Suomessa ole kansallista standardia. Tässä selvityksessä simulaatioiden tuloksia tulkittiin Alankomaiden NEN 8100 standardin pohjalta.

Mallinnuksia tehtiin useammassa vaiheessa, suunnittelun edetessä.

2 Selvityksen tulokset



Tulosten tulkitseminen

Seuraavilla sivulla esitetyt tulokset perustuvat tuuliviihtyvyyden luokitteluun erilaisten standardien pohjalta. Tuulisuusluokat (esimerkki oheisessa kuvassa) pohjautuvat pitkän aikavälin tuulisuustietoon ja tämän yhdistämiseen eri ilmansuuntien simulaatioiden tuloksiin. Tuulisuusluokat perustuvat tietyn tuulennopeuden raja-arvon ylittymisen todennäköisyyteen.

Tuloksia tulee tulkita siten, että kunkin alueen tuuliluokitusta arvioidaan suhteessa alueen toimintoihin. Rauhalliseen oleiluun tarkoitetut alueet ja rakennusten sisäänkäynnit rauhallisia olosuhteita. Myös pyöräilyn reitit voivat olla alttiita tuulisuudelle.

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

Tiivistelmä suunnitelmamallin simuloinnin tuloksista

Seuraaville sivulle on koottu alueen simuloituista tuuliolosuhteista standardin NEN 8100.

Kuvassa 1 verrataan suunnitelman mukaista vaihtoehtoa nykytilanteeseen. Uusilla rakennuksilla on sekä positiivia että negatiivisia vaikutuksia alueen tuuliolosuhteisiin suhteessa nykytilanteeseen: tietyillä alueilla tuulisuus vähenee, toisilla se kasvaa.

Meren läheisyys näkyy tuulimallinnuksen tuloksissa. Kaakko-lounas sektorin vaikutus tuuliolosuhteisiin on korostunut. Suunnittelualueella ja sen lähiympäristössä ilmenee katutasossa tuulisuuden kannalta epämiellyttäviä alueita (punaiset ja keltaiset alueet kuvissa 1 ja 2). Alueen tuuliolosuhteita on kuitenkin saatu kohennettua merkittävästi suunnittelun edetessä ja tuuliolosuhteiltaan haastavat alueet eivät sijaitse pitkäaikaiseen oleiluun tarkoitetuilla alueilla.

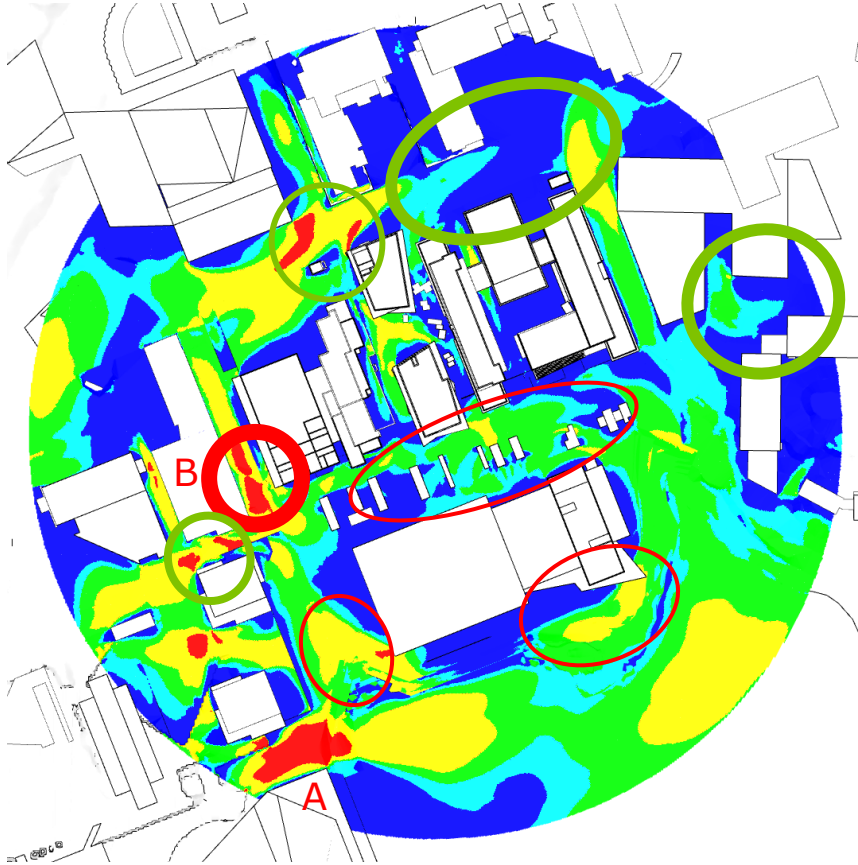
Alueella ei ole merkittävää riskiä vaarallisille tuuliolosuhteille (keltaiset ja punaiset alueet kuvassa 3).

Esitetyt tuuliolosuhteet ovat riippuvaisia myös ympäristön rakenteista. Ympäröivien rakennusten vaikutus näkyy erityisesti

tarkastelualueen lounaiskulmalla (merkintä "A" kuvassa 1) ja Keilaranta 3:n lounaiskulmalla (merkintä "B" kuvassa 1). Alueen "B" itäpuolella tuulisuus on vähentynyt. Tuulinen alue on siis siirtynyt länemmäksi. Tämän alueen tuulisuuteen tulevat vaikuttamaan merkittävästi Keilaranta 1:n alueella mahdollisesti tulevaisuudessa tehtävät muutokset.

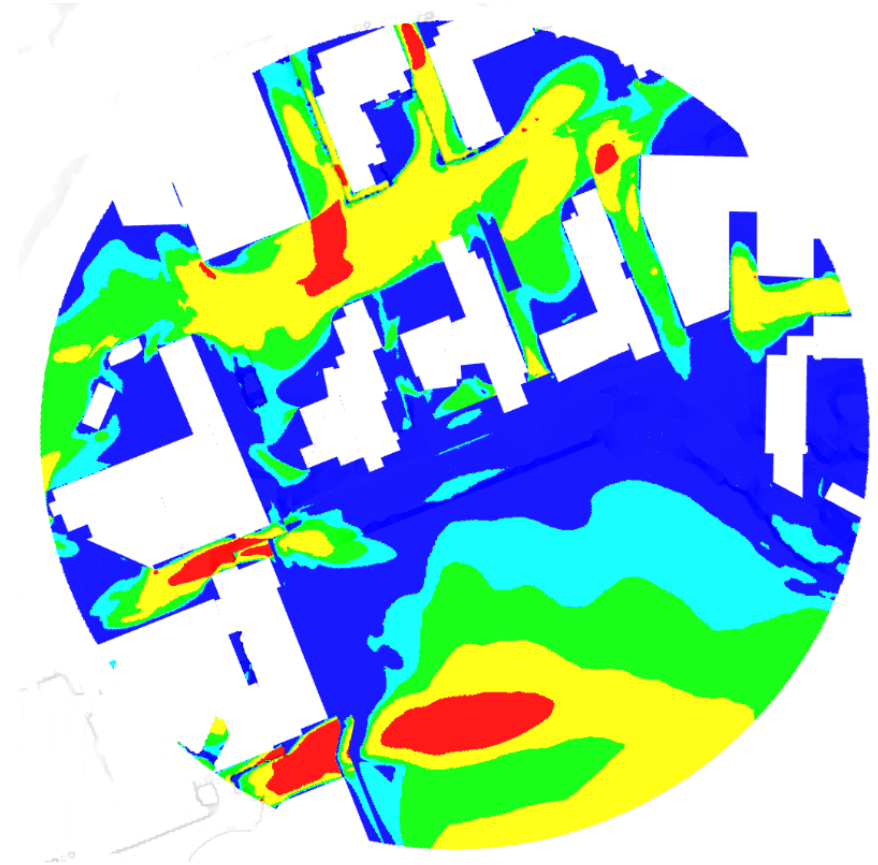
Mallinnus ei sisältänyt puustoa, mikä on tyypillinen oletus tuulimallinnuksissa. Mallinnus antaa konservatiivisen arvion, joka ei huomioi alueelle tulevan viherrakenteen vaikutusta.

Kuva 1: tuuliviihtyvyys – vertailu nykytilanteeseen



Suunnitelma*

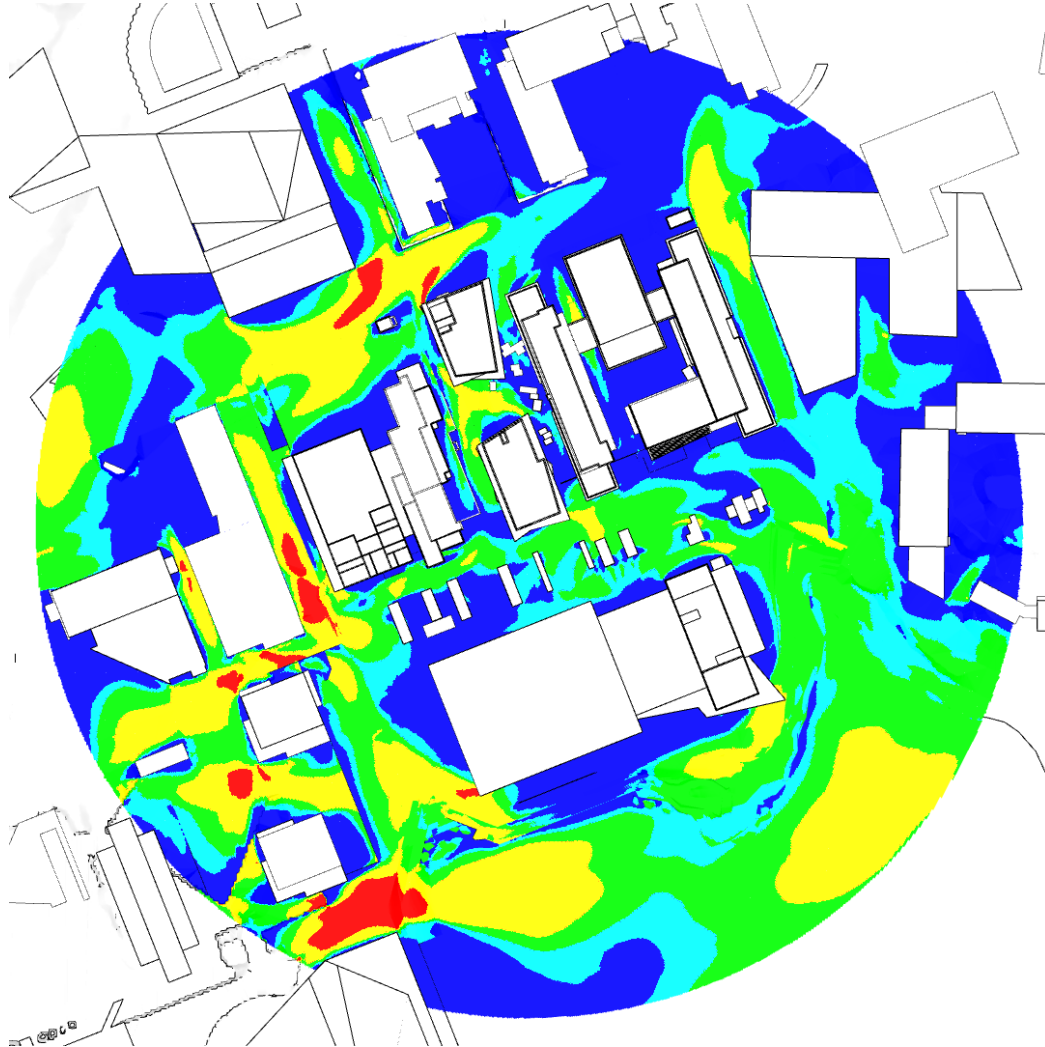
-  Suunnitelman negatiiviset vaikutukset tuulioloihin
-  Suunnitelman positiiviset vaikutukset tuulioloihin



Nykytilanne*

*Tarkastelualueen ympäristö sisältää myös tulevia rakennuksia

Kuva 2: tuuliviihtyvyyys (NEN 8100)

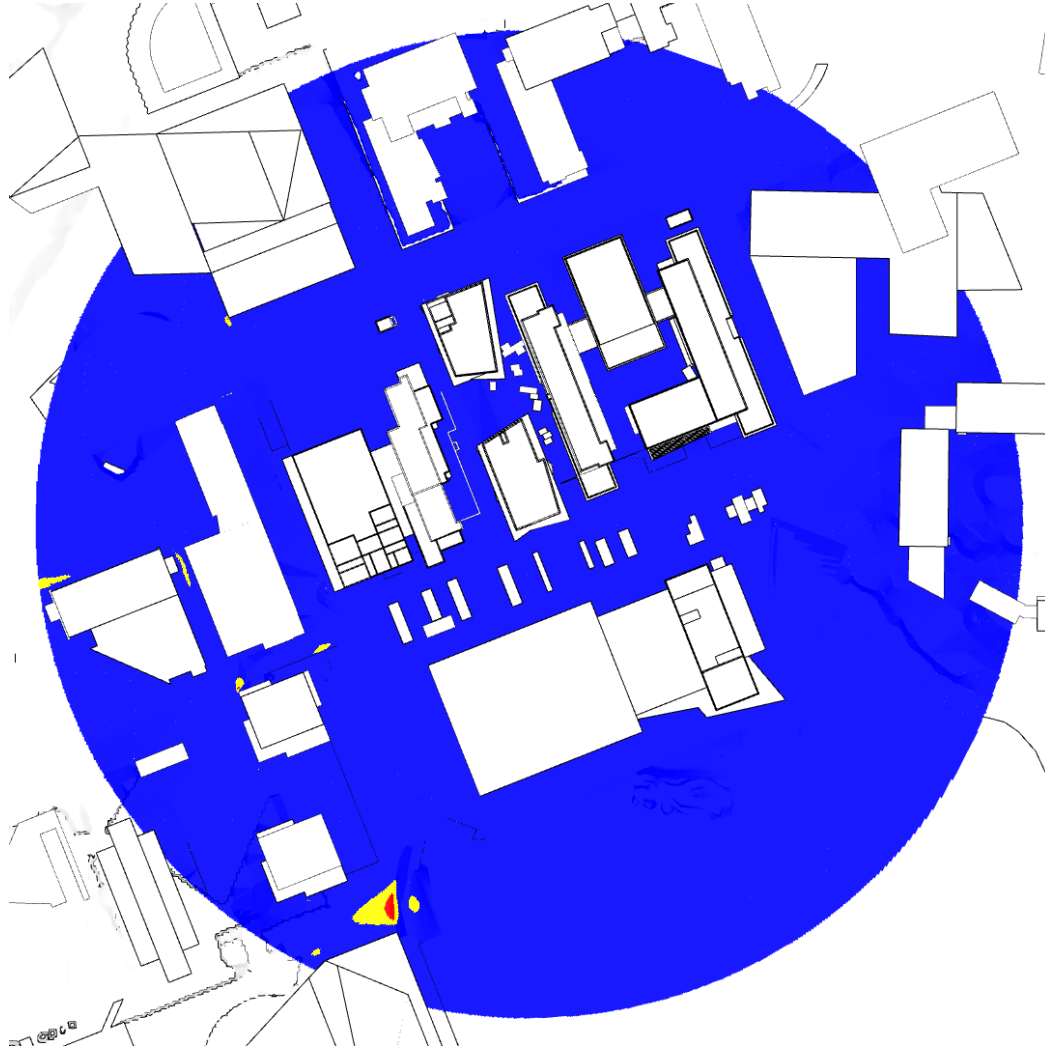


Tuulisuuden mukavuusluokitukset Alankomaiden ohjeistuksen NEN 8100 mukaan

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

Kuva 3: tuuliturvallisuus (NEN 8100)



Tuulisuuden turvallisuusluokitukset
Alankomaiden ohjeistuksen NEN 8100 mukaan

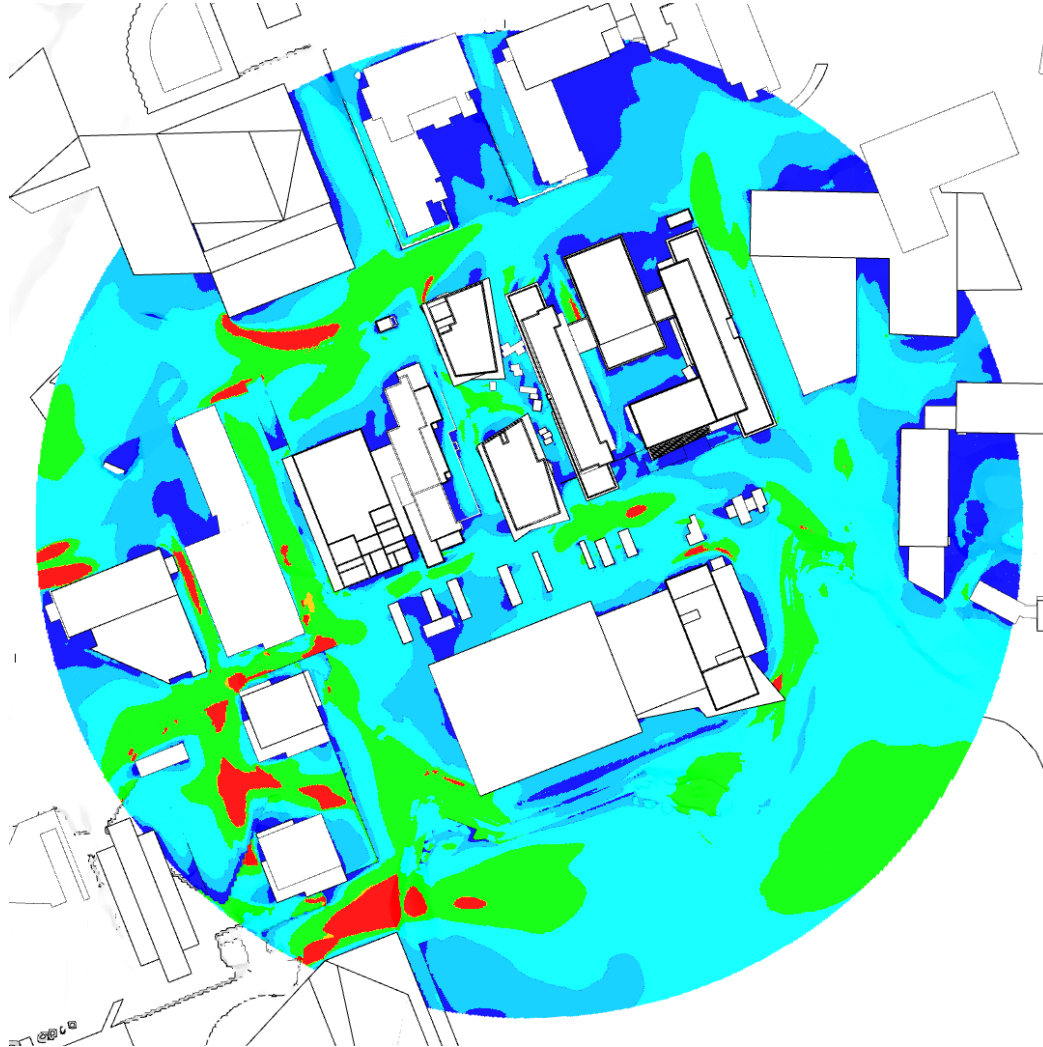
P ($U > 15$ m/s)*	Viihtyisyys- luokka	Vaarallisten olosuhteiden riski
[%]		
< 2,5	A	Ei riskiä
10 – 20	B	Kohtalainen riski
> 20	C	Suuri riski

*todennäköisyys, että annettu raja-arvo ylittyy

Vertailu toiseen tuulisuuskriteeristöön

Seuraavan sivun kuvassa (kuva 4) tuulisuutta on arvioitu Davenport-kriteerien pohjalta, joissa vaarallisten tuuliolosuhteiden raja-arvo perustuu voimakkaiden, yli 15.5 m/s tuulien esiintymisen todennäköisyyteen. Tämä kuva täydentää edellisillä sivuilla esitetty NEN 8100 mukaista arviota. Suomessa ei ole käytössä vakiintunutta tuulisuuden arviointitapaa tai raja-arvoja.

Kuva 4: tuuliviihtyvyyys (Davenport)



Toisella tuuliviihtyvyyssstandardilla tarkasteltuna alueella ilmenee enemmän vaaralliseksi luokiteltuja alueita.

Tuulisuuden mukavuusluokitukset Davenport ohjeistuksen mukaan

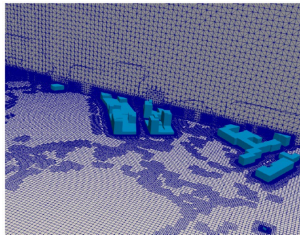
		Viihtyvyyss- luokka	Luokitus
3,6m/s	< 1,5%	A	Pitkäaikainen istuminen
5,3 m/s	< 1,5%	B	Lyhytaikainen istuminen
7,6 m/s	< 1,5%	C	Rento kävely
9,8 m/s	< 1,5%	D	Nopea kävely
9.8 m/s	> 1,5%	E	Epämiellyttävä
15.1 m/s	> 0,01%	S	Vaarallinen

3 Selvityksen toteutustapa ja lähtötiedot

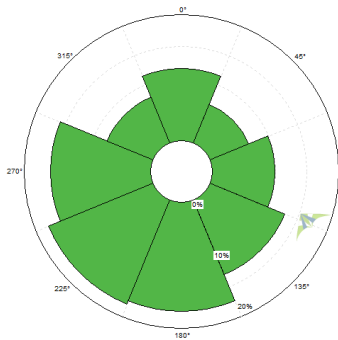


Analyysin toteutustapa

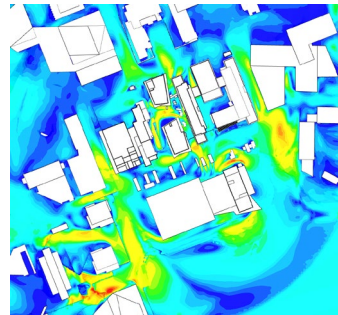
Oheinen kaavio esittää analyysin toteutustavan pääperiaatteet.



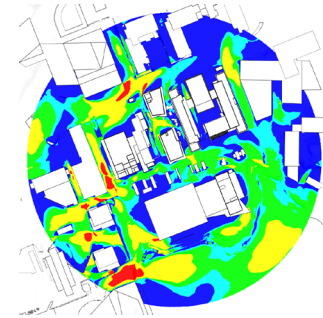
3D mallista tehdään hilamalli, joka jakaa ilmatilan mallinnukseen sopivan kokoisiin "palikoihin"



Tuulisuuden lähtötiedot



8 ilmansuunnan simulaatiot
"virtuaalisessa tuulitunnelissa"

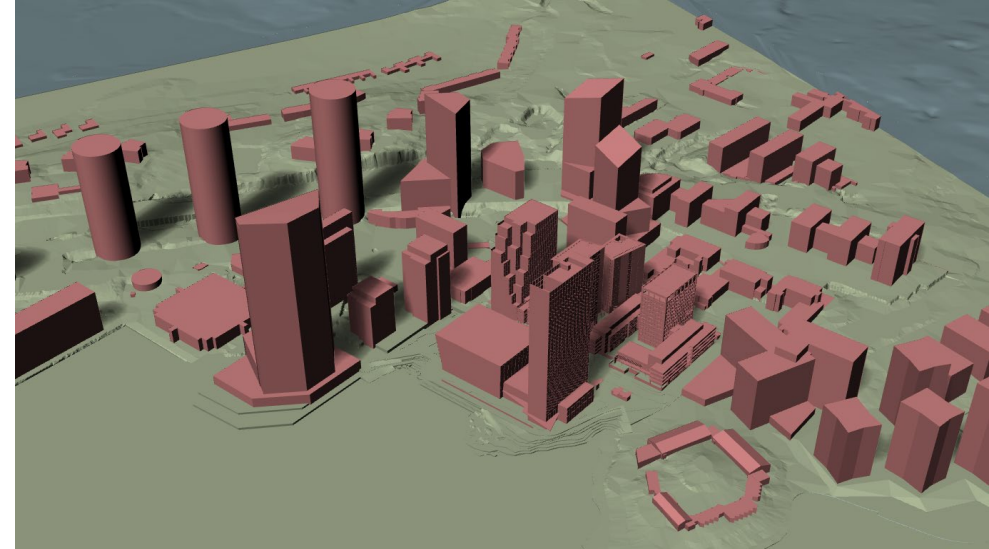


Tilastolliseen analyysiin
perustuvat tuulisuusluokat,
jotka kertovat alueiden
soveltumisesta erilaisiin
käyttötarkoituksiin

3D -mallin valmistelu

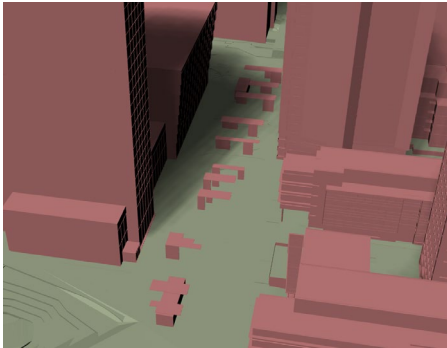
Mallinnukset pohjautuivat alueen arkkitehtien tuottamaan 3D-malliin, johon yhdistettiin Maanmittauslaitoksen maastotietoa (harmaa alue oheisessa kuvassa).

Ympäröivät rakennukset huomiottiin 400-500 m etäisyydeltä kaava-alueesta.

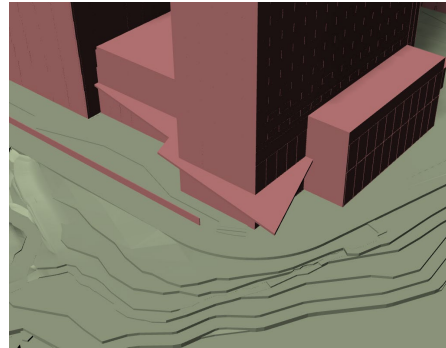


Tuulensuojarakenteet 3D-mallissa

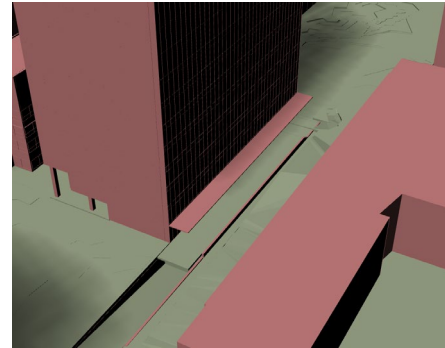
Lopullisessa mallinnuksessa oli mukana tuuliolosuhteita parantavia rakenteita, jotka on esitetty oheisissa kuvissa.



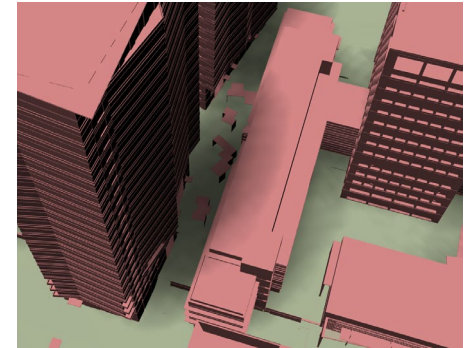
*Tuulensuojarakenteita
Valovirran pohjoispuolella*



*Katos ja seinämä Valovirran
eteläpuolella*



Katos Keilaranta 3:n itäpuolella



*Tuulensuojarakenteita
Keilaranta 5-7 pihalla*

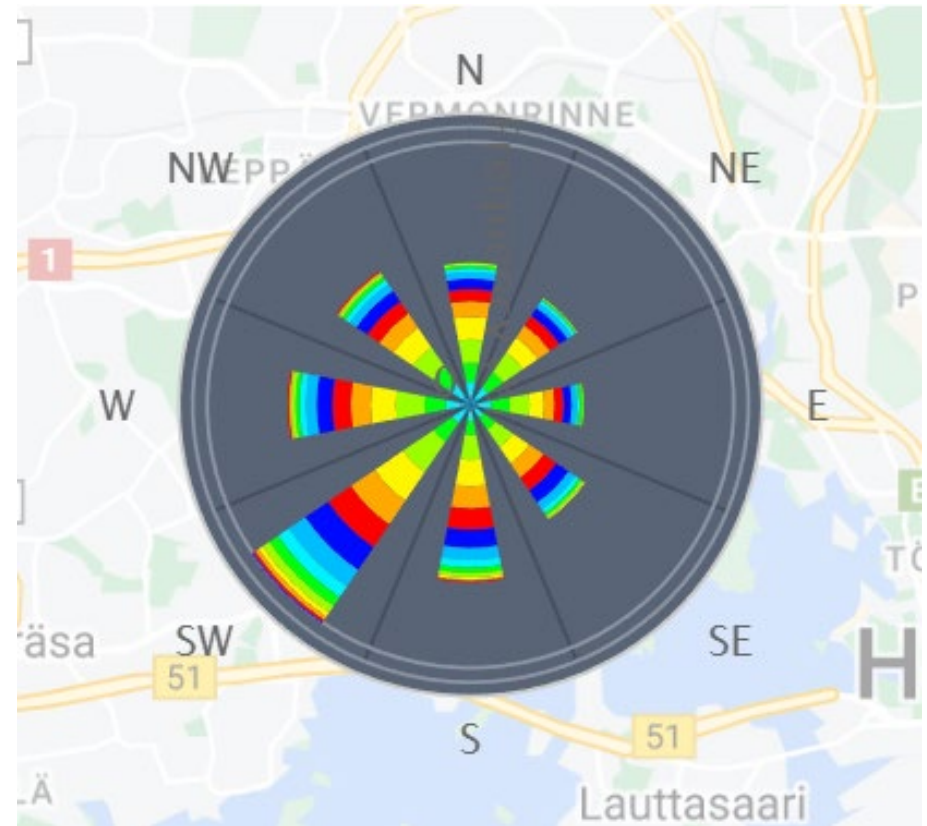
Numeerisesta virtausmallinnuksesta

Keskeisiä tietoja numeeristen virtausmallinnusten toteutuksesta:

- 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 Eurokoodin mukaisesti eri suunnissa vallitsevien maastotyyppien mukaisesti

Paikallisen tuulisuuden lähtötiedot

Tuulisuuden lähtötietona käytettiin Helsinki-Vantaan sääaseman pitkän aikavälin tietoa, joka sopeutettiin paikallisiin olosuhteisiin käyttäen erilaisia maan pinnan karkeuksia eri ilmansuunnissa.



Kasvillisuuden huomioiminen

Mallinnuksessa ei huomioitu puustoa tai muuta kasvillisuutta. Tämä on tyypillinen oletus tuulimallinnuksissa, joka perustuu seuraaviin näkökulmiin:

- Lehtipuiden tuulta hidastava vaikutus on talviaikaan huomattavasti kesäaikaa pienempi
- Uudet puut kasvavat täyteen mittaan hitaasti. Alueen rakentuessa ne eivät tarjoa vielä merkittävää suojaa.

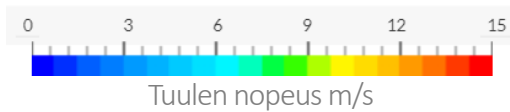
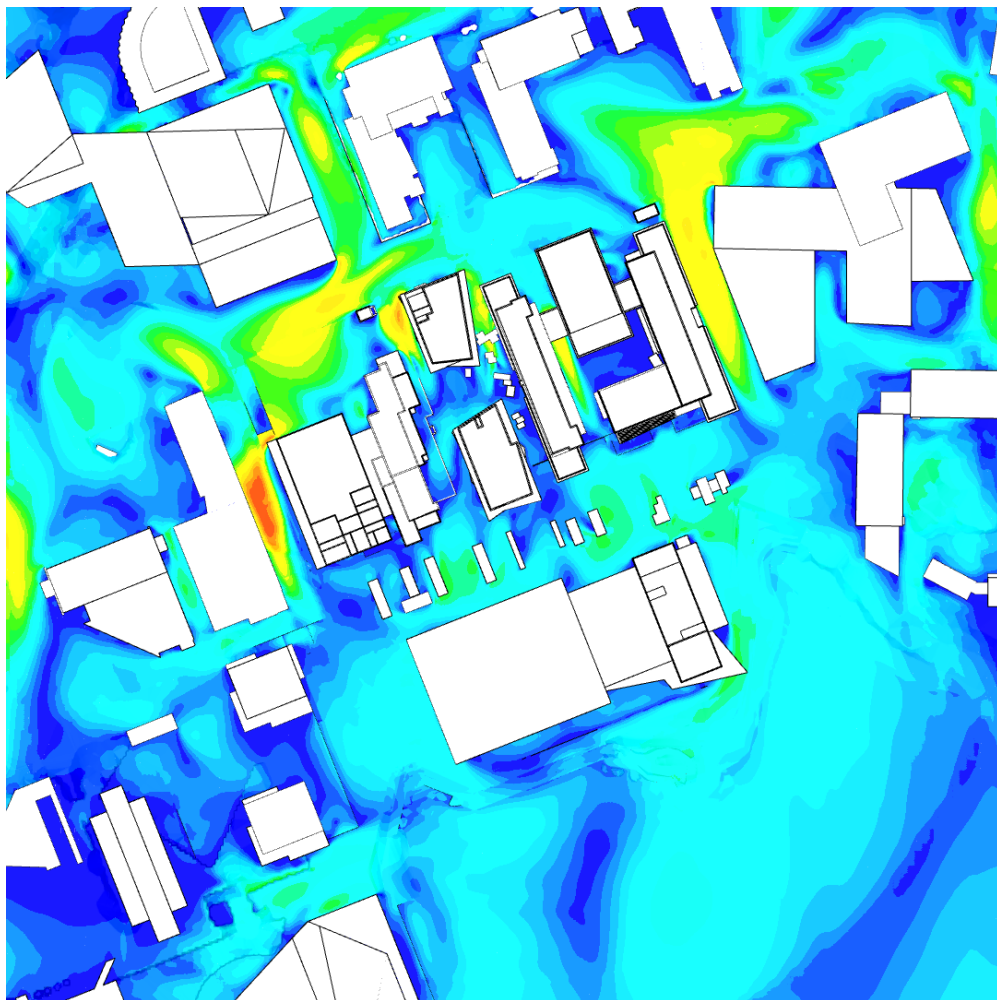
Mallinnus antaa tästä näkökulmasta konservatiivisen arvion, joka ei huomioi alueelle tulevan viherrakenteen vaikutusta.

4 Simulaatioiden tulokset eri tuulensuunnilla

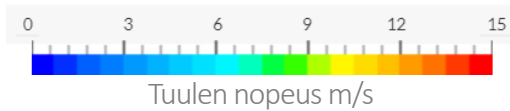
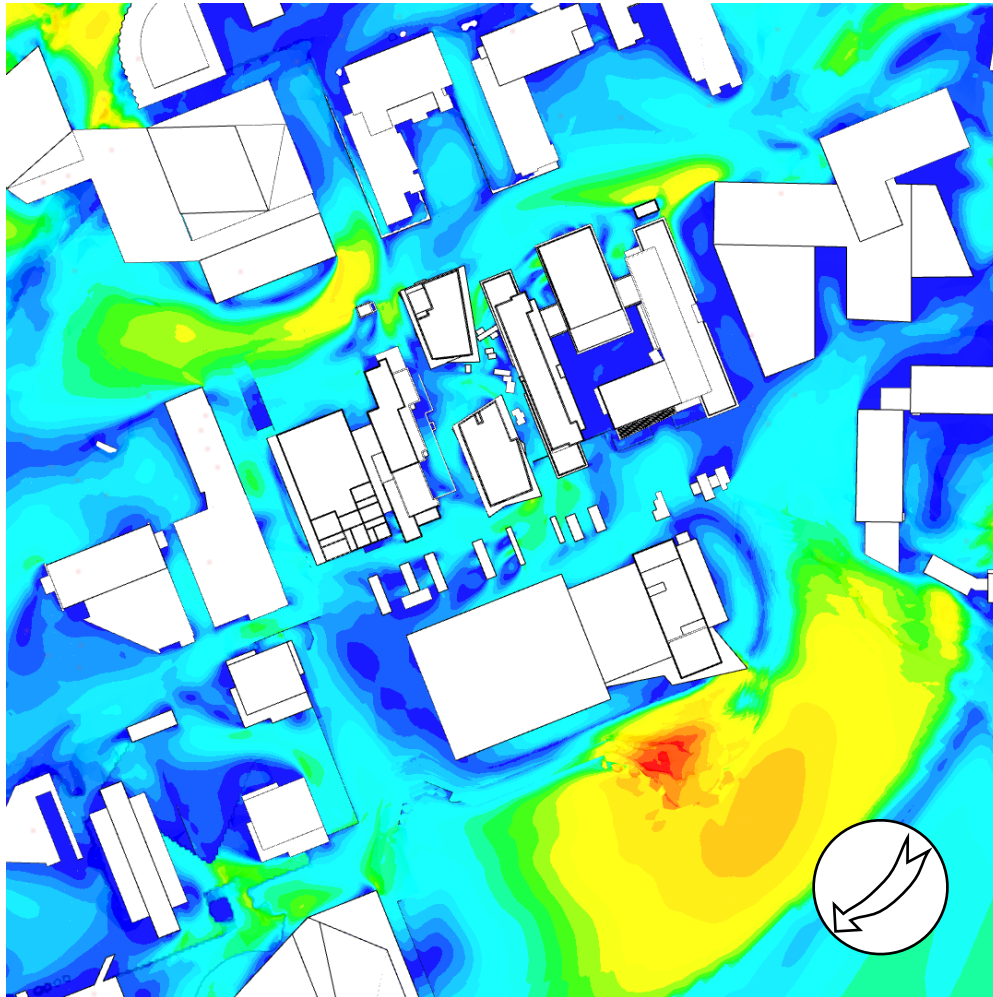
Seuraavilla sivuilla esitettyjä kuvia voidaan hyödyntää eri suuntien tuulen vaikutusten arvioinnissa



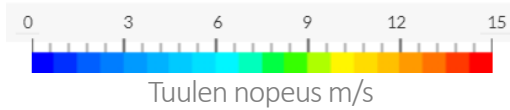
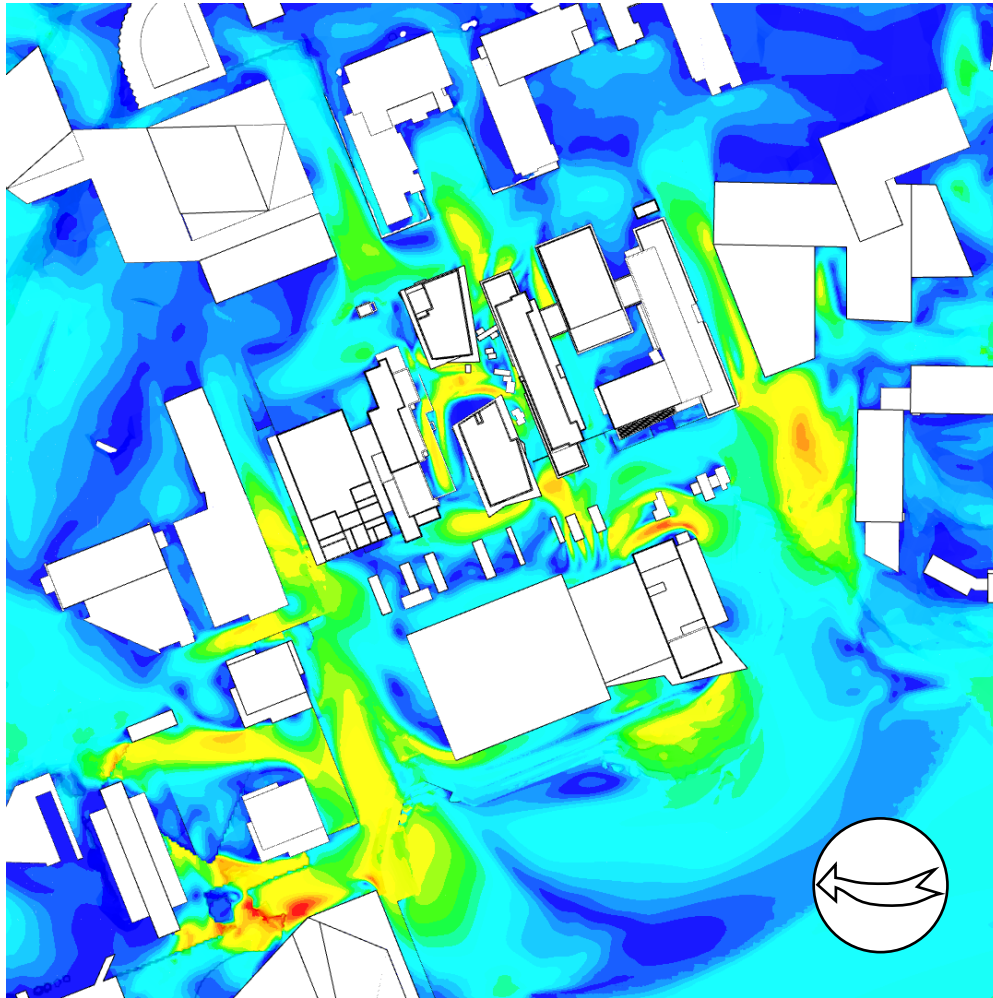
Simulaation tulokset pohjoistuulilla



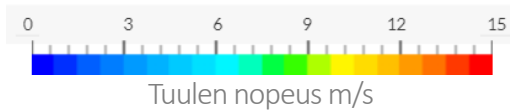
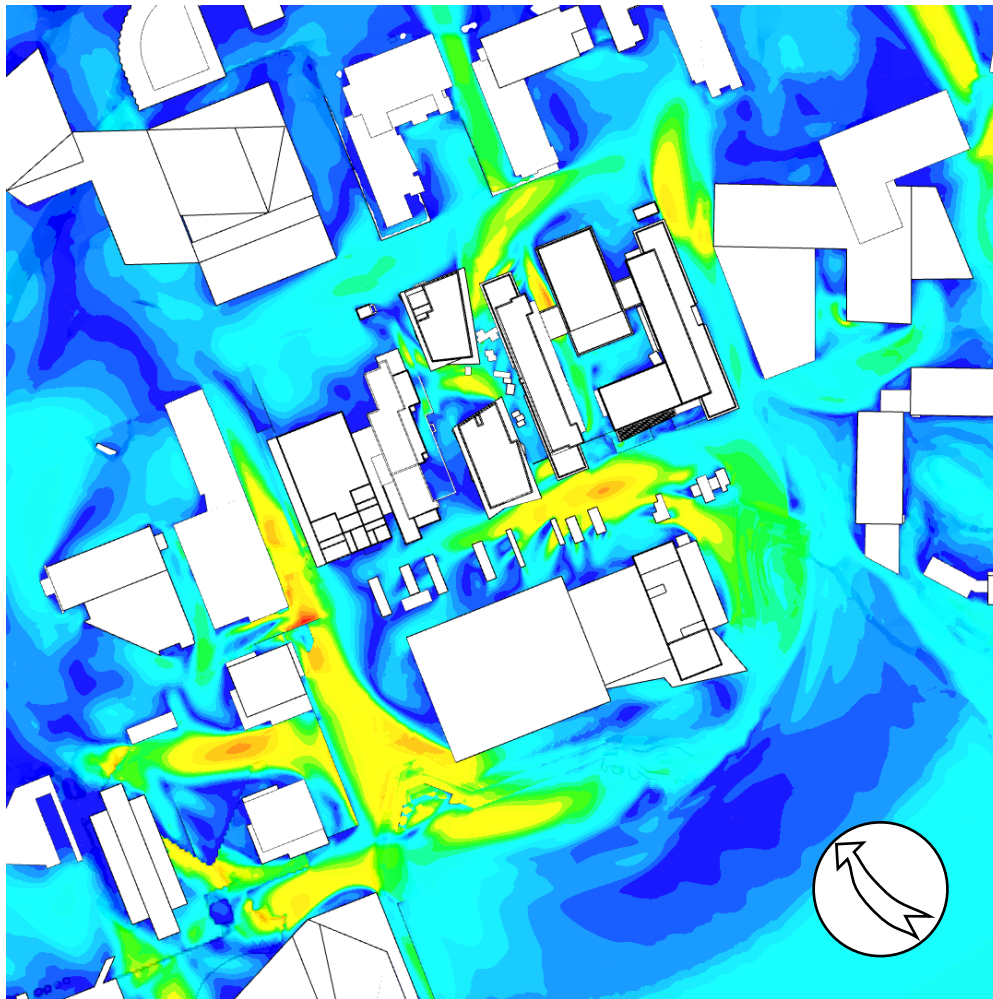
Simulaation tulokset koillistuulilla



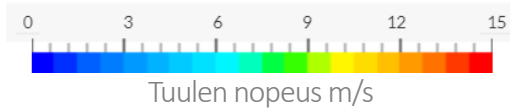
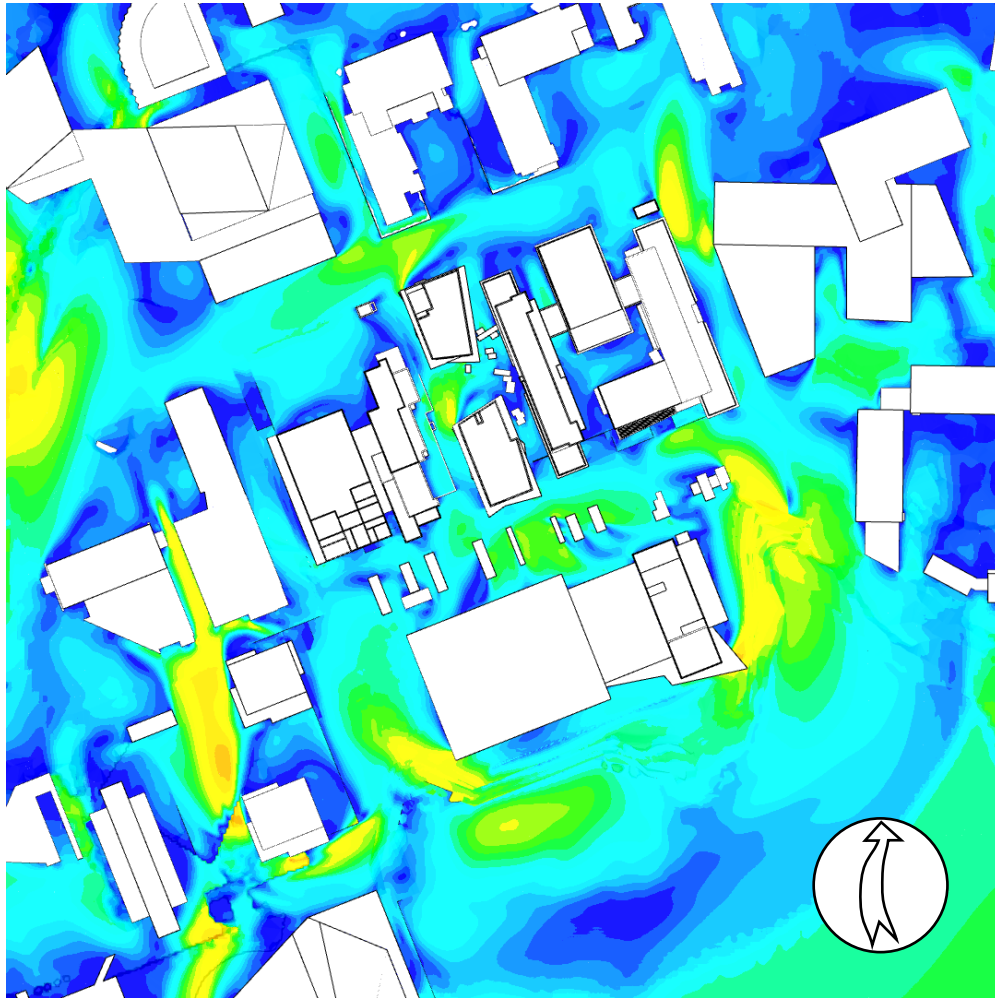
Simulaation tulokset itätuulilla



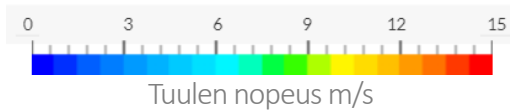
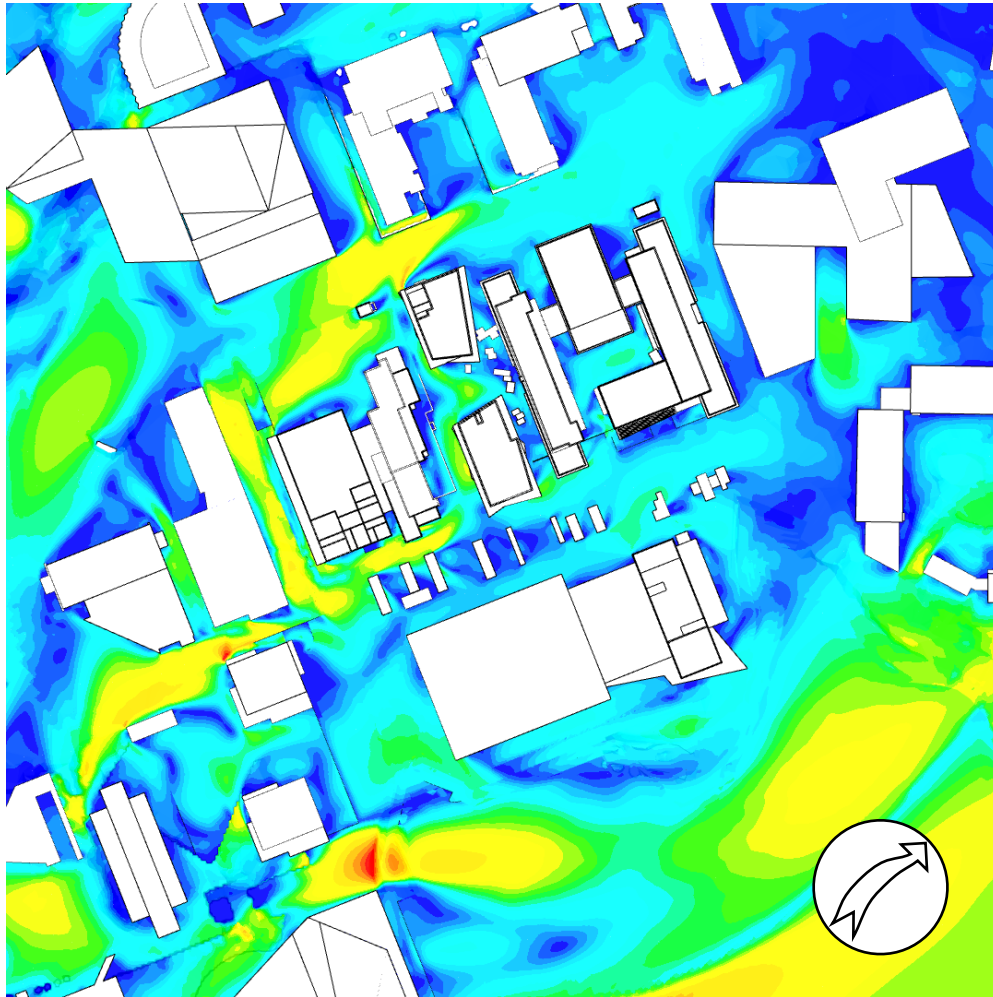
Simulaation tulokset kaakkoistuulilla



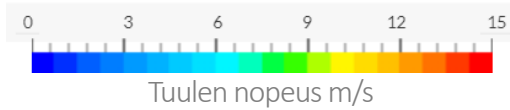
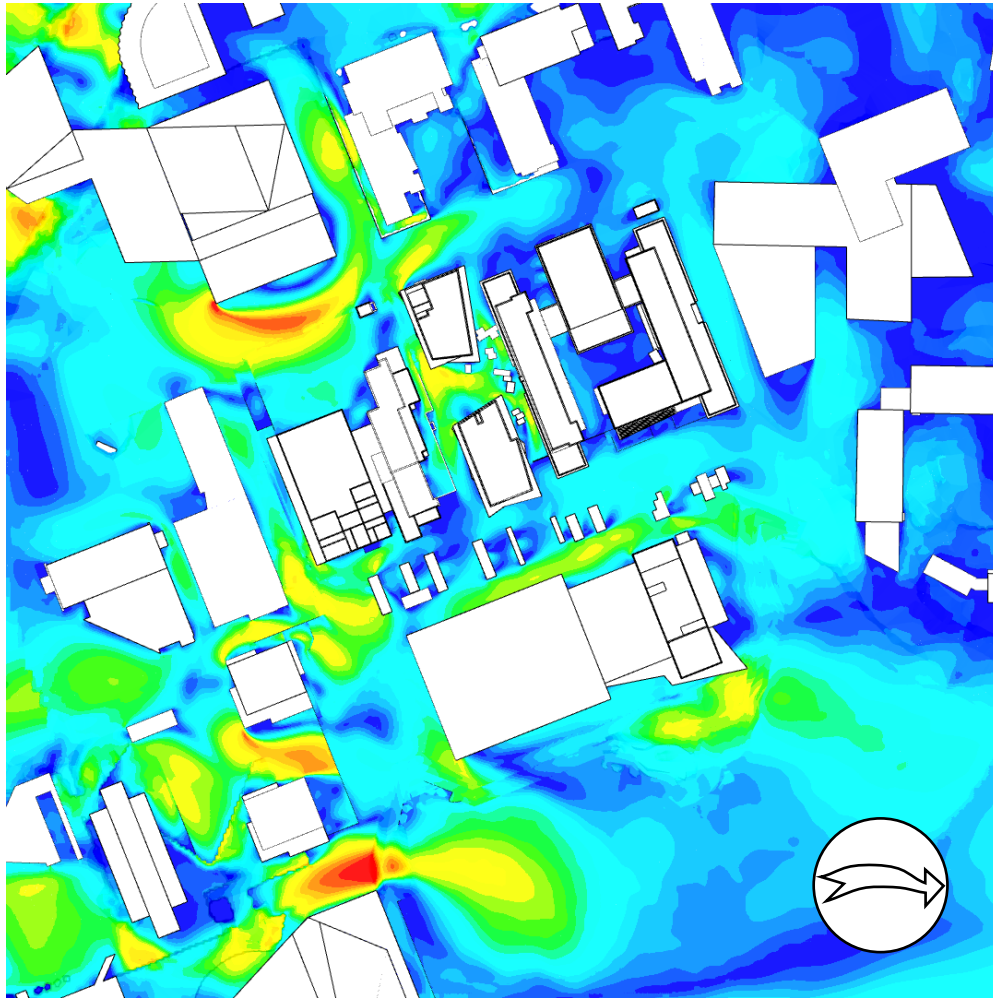
Simulaation tulokset etelätuulilla



Simulaation tulokset lounaistuulilla



Simulaation tulokset länsituulilla



Simulaation tulokset luoteistuulilla

