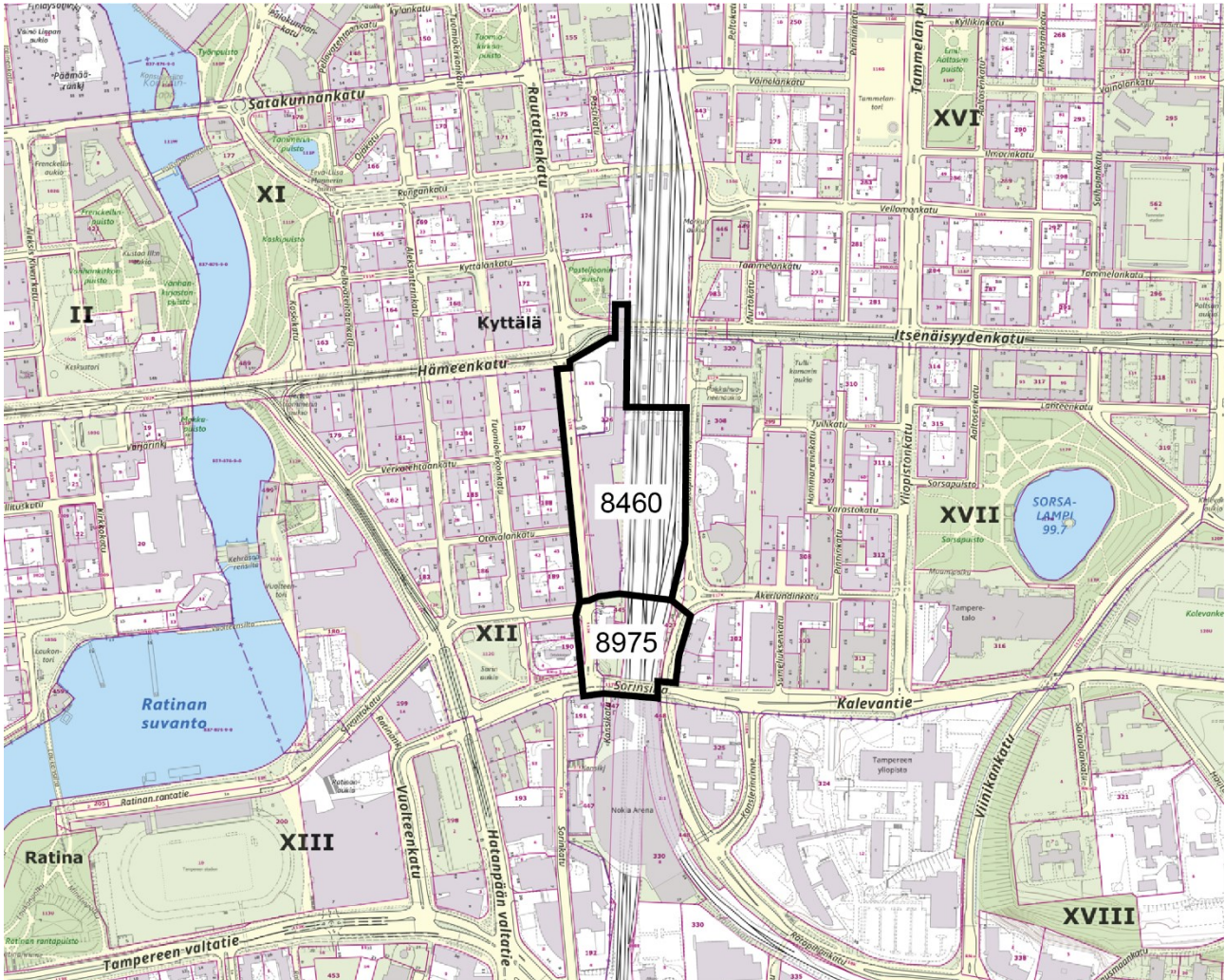


Rautatieaseman ja henkilöratapihan
alueen asemakaavan nro 8460
sekä Pohjoiskannen 8975 tuulisuusselvitys



Tampereen kaupunki

12.2.2025

SITOWISE

SISÄLLYSLUETTELO

1	SELVITYKSEN TILAAJA JA TOTEUTTAJAT	3
2	TIIVISTELMÄ.....	4
3	JOHDANTO.....	6
4	KOHDEALUE	6
5	SELVITYKSEN TULOKSET	7
	5.1 Tulosten tulkitseminen	7
	5.2 Huomioita tuloksista.....	10
6	KEINOJA TUULISUUDEN VÄHENTÄMISEEN	12
	6.1 Selvitystyön edetessä kokeillut ratkaisut	12
	6.2 Muut potentiaaliset ratkaisut tuulisuusolosuhteiden parantamiseen.....	13
7	SELVITYKSEN TOTEUTUSTAPA JA LÄHTÖTIEDOT	14
	7.1 Tuulimallinnuksen toteutustapa.....	14
	7.2 3D -mallin valmistelu	14
	7.3 Puusto mallissa.....	16
	7.4 Numeerisesta virtausmallinnuksesta	16
	7.5 Tuulisuuden lähtötiedoista.....	17

Liite 1 – Simulaatioiden tulokset eri tuulensuunnilla (ei saavutettava)

1 Selvityksen tilaaja ja toteuttajat

Tilaaja

Eveliina Hyvönen, Tampereen kaupunki

Toteuttajat

Tuulisuusselvityksen toteuttivat Sitowise Oy:ltä Eero Puurunen, Loviisa Luoma, Kalle Kettunen ja Leonardo Soria Hernández.

2 Tiivistelmä

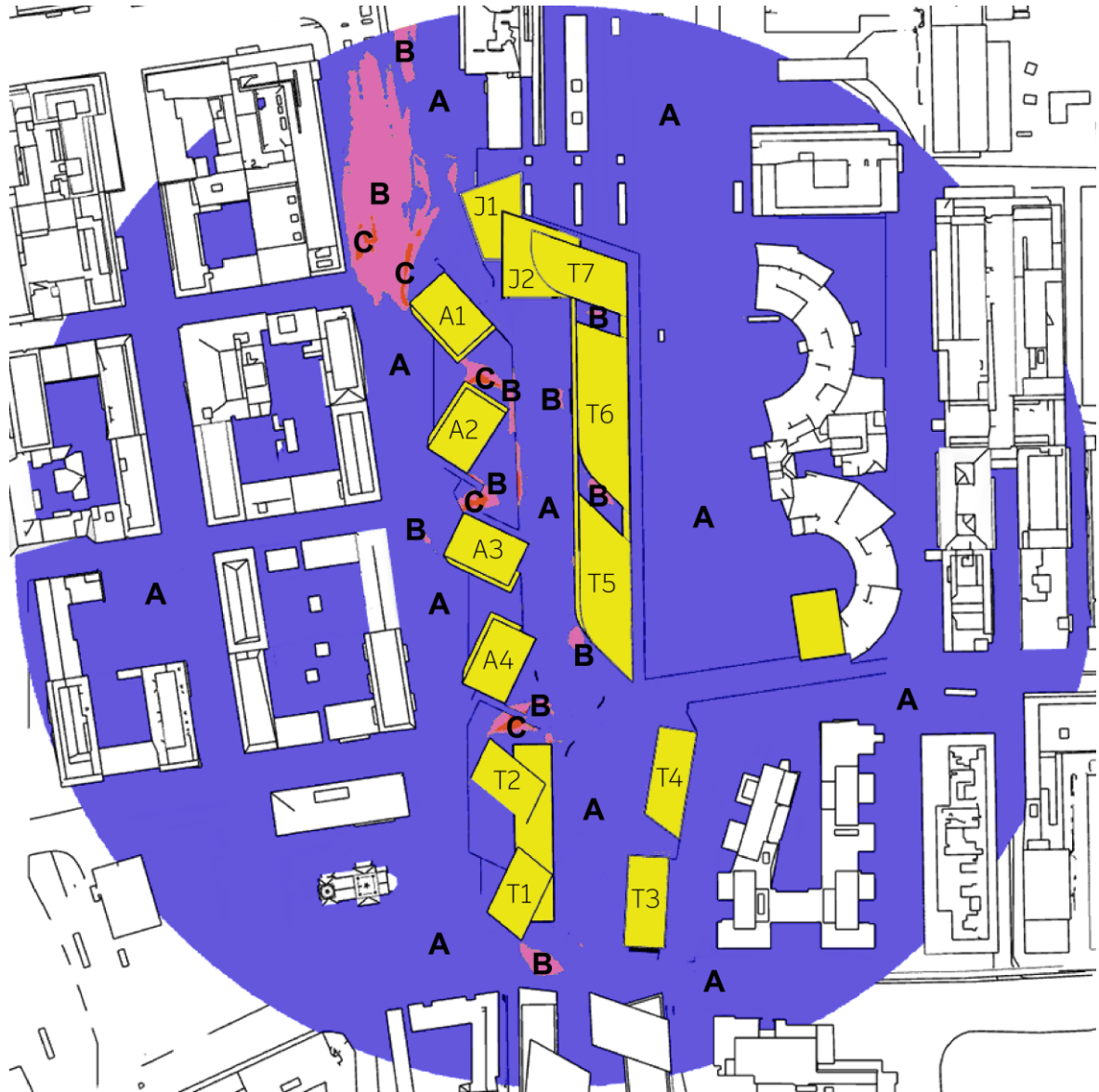
Tässä selvityksessä tarkastellaan Tampereen rautatieaseman ja henkilöratapihan alueen asemakaavan (asemakaava nro 8640) sekä Pohjoiskannen (asemakaava nro 8975) viitesuunnitelman toteuttamisen vaikutuksia kaava-alueiden ja niitä ympäröivien ulkotilojen tuulisuuteen. Viitesuunnitelmassa alueelle on osoitettu laaja kansirakenne, jonka päällä on oleskelutiloja. Kanteen yhdistyy 11 rakennusmassaa, joiden korkeudet vaihtelevat 3:n ja 27:n kerroksen (vajaan 20 metrin ja vajaan 100 metrin) välillä.

Selvitys toteutettiin numeerisen virtausmallinnuksen eli ”virtuaalisen tuulitunnelin” avulla. Tuloksia tarkastellessa on oleellista ymmärtää, että Suomessa ei ole säännöksiä tuulimallinnusten toteutustavasta, tulkinnasta, tai tuulisuuden raja-arvoista. Tämä selvitys on toteutettu tuulisuuden arvioinnin kärkimään, Alankomaiden NEN 8100 -standardin mukaisesti.

Kuten on tyypillistä korkean rakentamisen yhteydessä, katu- ja oleskelualueiden tuulisuus tulee lisääntymään hankkeen toteuttamisen myötä. Tämä on seurausta ennen kaikkea siitä, että ympäristöään korkeampien rakennusten julkisivuihin osuvista ilmapirroista osa ohjautuu kohti katutasoa. Tuotettu arvio alueen tuuliturvallisuudesta esitetään seuraavan sivun kuvassa (kuva 1). Suurin yhtenäinen riskialue on Rautatienkadulla. Autokaistojen alueelle kohdistuvalla tuulisuudella ei kuitenkaan ole merkitystä sen enempää turvallisuuden kuin viihtyisyydenkään näkökulmasta.

Selvitystyön edetessä tarkasteltiin erilaisia keinoja vähentää oleskelualueiden tuulisuutta. Tuulisuutta onnistuttiinkin vähentämään, joskaan ei kaikilla oleskelualueilla. Nyt esiin nostettuihin haasteisiin voidaan kuitenkin etsiä vastauksia suunnittelun edetessä.

Mikäli alueen tuuliolosuhteita halutaan parantaa ilman muutosta rakennuksen massoitteeluun, on keskeisin suositus lisätä rakennuksen julkisivuihin (erityisesti lounaan puoleiset julkisivut) vaaka-suuntaisia ulokkeita, tai muuta vastaava ”karhennusta”, joka estää tuulen siirtymistä oleskelutasoon. Tuulisuutta voidaan torjua myös oleskelutasossa, luomalla tuulensuojarakenteita paikallisesti, erityisesti pitkäaikaiseen oleiluun tarkoitettujen alueiden ympärille.



Kuva 1 Arvio tuuliturvallisuudesta. B-kirjaimella merkityillä alueilla on kohtalainen riski vaaralliselle tuulisuudelle. C-kirjaimella merkityillä alueilla on suuri riski vaaralliselle tuulisuudelle. Kannen alue-
kaupunginosan uudet rakennukset on merkitty kuvaan keltaisella.

3 Johdanto

Tämä tuulisuusselvitys toteutettiin elokuusta 2024 tammikuuhun 2025. Tuulisuusselvityksen tavoitteena oli arvioida ja kehittää kaava-alueiden ja niiden lähiympäristön tuuliolosuhteita ulkotiloissa oleskelevan ihmisen näkökulmasta.

Työtä edistettiin hankeryhmän kanssa, Tampereen kaupungin edustajien ja muiden konsulttien kanssa keskustellen.

Yleisenä tuuliolosuhteiden minimivaatimuksena voidaan pitää sitä, että ulkotilojen tuuliolosuhteet eivät muodostu tyypillisillä tuulen nopeuksilla vaaralliseksi oleiluun tarkoitetuilla alueilla. 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. Simuloinnit tehtiin kahdeksalle ilmansuunnalle ja tulokset koostettiin tilastollisen analyysin pohjalta, hyödyntäen pitkän aikavälin tuulisuusdataa.

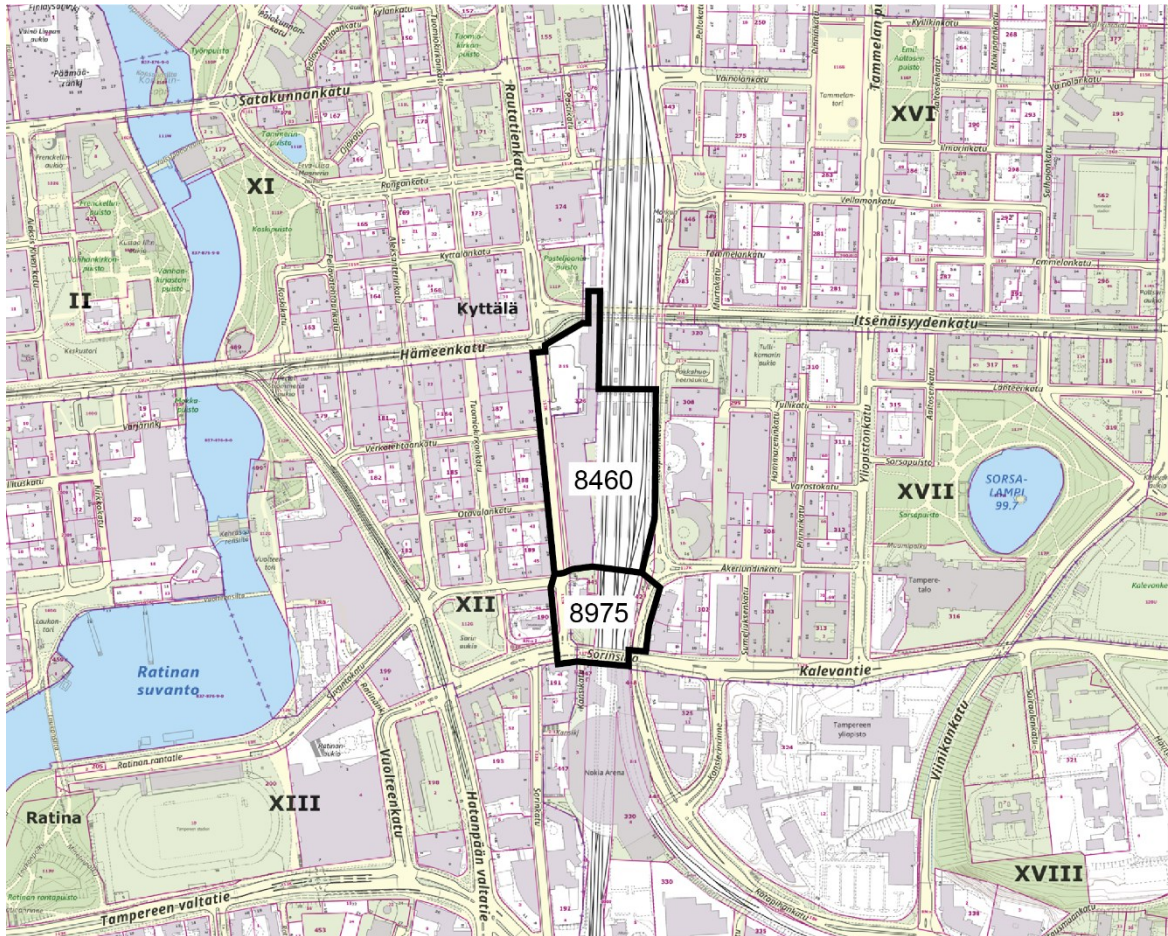
Katutason tuulisuuden arviointiin ei Suomessa ole kansallista standardia tai raja-arvoja. Esimerkiksi meluvaikutusten arviointiin verrattuna tuulisuudelle on huomattavasti haastavampaa asettaa selkeitä raja-arvoja. Tuulisuusselvityksen tuloksien huomioiminen on pohjana tarkemmalle suunnittelulle ja luo edellytyksiä tuulisolosuhteiden parantamiselle lopputilanteessa.

Tässä selvityksessä simulaatiot toteutettiin ja tuloksia tulkittiin Alankomaiden NEN 8100 standardin pohjalta.

4 Kohdealue

Oheinen kuva osoittaa kaava-alueen rajauksen. Mallinnukseen sisällytettiin ympäristön kaupunkirakenne noin 500 m etäisyydellä kohdealueesta.

Kohdealue liittyy Tampereen tiiviiseen keskustarakenteeseen. Suunnitellut rakennukset ovat selkeästi vanhempaa rakennuskantaa korkeampia. Tarkastelualueen eteläpuolella olevat, uudemmat tornitalot ovat lähempänä nyt tarkasteltavan alueen rakennusten mittakaavaa.



Kuva 2 Asemakaava-alueiden 8460 (Rautatieasema ja henkilöratapiha) ja 8975 (Pohjoiskansi) rajaukset.

5 Selvityksen tulokset

5.1 Tulosten tulkitseminen

Seuraavilla sivulla esitetyt tulokset perustuvat tuuliviihtyvyyden luokitteluun Alankomaiden standardin NEN 8100 mukaisesti. Tuulisuusluokat (luokat on esitetty oheisissa taulukoissa) pohjautuvat pitkän aikavälin tuulisuustietoon ja tämän yhdistämiseen eri ilmansuuntien simulaatioiden tuloksiin.

Tuuliviihtyvyydelle ja turvallisuudelle ei ole yhtä oikeaa tarkastelutapaa. Suomessa ei myöskään ole käytössä yleisesti sovittuja standardeja tai raja-arvoja tuuliolosuhteiden arviointiin.

Tässä raportissa esitetyt tuulisuusarviot kuvaavat tuulisuutta näkökulmasta, joka ei huomioi ilman kosteuden, lämpötilan ja lämpösäteilyn vaikutuksia viihtyvyyteen. Kyseessä ei siis ole pienilmastoselvitys. On mainitsemisen arvoista, että tuulisuuden vaikutukset eivät aina ole negatiivisia. Talvipäivinä tuuli tekee pakkasesta purevampaa ja syksyllä tuuleen yhdistyvät sateet ovat ikäviä, mutta kesähelteellä tuulen vire voi tuoda kaivattua viilennystä. Tuulen suotuisat vaikutukset tulevat tulevina vuosikymmeninä korostumaan mitä todennäköisimmin nykyistä enemmän, johtuen ilmastonmuutoksesta ja yleistyvistä hellejaksoista.

P (U>5 m/s)	Viihtyisyys- luokka	Soveltuvuus juoksemiseen	Soveltuvuus kävelemiseen	Soveltuvuus istumiseen
<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

Taulukko 1 Tuulisuuden viihtyvyysluokitukset Alankomaiden ohjeistuksen NEN 8100 mukaan. Ensimmäisen sarakkeen prosentti kuvaa todennäköisyyttä annetun tuulen nopeuden raja-arvon ylitymisestä.

P (U>15 m/s)	Viihtyisyysluokka	Vaarallisten olosuhteiden riski
<2,5 %	A	Ei riskiä
10–20 %	B	Kohtalainen riski
>20 %	C	Suuri riski

Taulukko 2 Tuulisuuden turvallisuusluokitukset Alankomaiden ohjeistuksen NEN 8100 mukaan. Ensimmäisen sarakkeen prosentti kuvaa todennäköisyyttä annetun tuulen nopeuden raja-arvon ylitymisestä.

Yllä esitetty tuuliviihtyvyyden arviointitapa (taulukko 1) pohjautuu tuulen nopeuden raja-arvoon 5 m/s. Tuuliturvallisuuden arviointi (taulukko 2) pohjautuu puolestaan tuulen nopeuden raja-arvoon 15 m/s. Kuten oheisesta taulukosta 3 voidaan todeta, 15 m/s ei edusta vielä varsinaisesti vaarallista tuulen nopeutta.

Arviointikriteeristö pohjaa kuitenkin ajatukseen, että pidemmän aikavälin tuulen ollessa kovaa, voi puuskittainen tuuli olla myrskylukemia vastaavalla tasolla. Ilmatieteenlaitos kuvaa asiaa seuraavasti: ”Tutkimusten perusteella tiedetään, että hetkelliset lyhytaikaiset, 5–10 sekunnin tuulen puuskat ylittävät 10 minuutin keskituulen nopeuden säätilanteesta riippuen noin 1,5-kertaisina, enimmillään noin 2-kertaisina.” (Lähde: ilmatieteenlaitos.fi/tuulet)

Taulukko 3 Tuulen voimakkuuden arvioiminen. Lähde: ilmatieteenlaitos.fi/tuulet.

Tuulen nopeus (m/s)	Tuulen nimitys	Tuulen vaikutus maalla	Tuulen vaikutus merellä
4–5	Kohtalaista	Puiden lehdet ja lehvät liikkuvat. Kevyt lippu suoristuu.	Aallon harjat murtuvat silloin tällöin. Läpinäkyvää vaahtoa aallon harjalla.
6–7	Kohtalaista	Pienet oksat heiluvat. Nostaa maasta pölyä ja irtoneisia paperin palasia.	Pitkähköjä aaltoja. Vaahtopäitä, jotka kohahtelevat.
8–10	Navakkaa	Pienehköt lehtipuut heiluvat. Järvenselällä vaahtopäitä.	Aallon harjat kauttaaltaan valkoisina vaahtopäinä. Meri kohisee jatkuvasti.
11–13	Navakkaa	Suuret oksat heiluvat. Tuuli suhisee sattuessaan taloihin ja kiinteisiin esineisiin.	Aaltojen vaahto leviää. Meri kohisee kumeasti.
14–16	Kovaa	Puut heiluvat. Tuulta vasten kulkeminen vaikeaa.	Aaltojen huiput murtuvat. Vaahto järjestyy tuulen suuntaisiksi juoviksi. Kohina kuuluu kauas.
17–20	Kovaa	Katkoo puiden oksia. Ulkona liikkuminen vaikeaa.	Aallot pitkiä ja verraten korkeita. Vaahto tiheinä tuulen suuntaisina juovina.
21–24	Myrskyä	Katkoo puita. Vaurioittaa heikohkoja rakennuksia, irtottaa kattotiiliä ja särkee savupiipun hattuja.	Aallot korkeita. Aaltojen pärske huonontaa näkyvyyttä hiukan. Meri pauhaa.

5.2 Huomioita tuloksista

Kuten on tyypillistä korkean rakentamisen yhteydessä, katualueen tuulisuus tulee lisääntymään hankkeen toteuttamisen myötä. Tämä on seurausta siitä, että ympäristöään korkeampien rakennusten julkisivuihin osuvista ilmavirroista osa ohjautuu kohti katutasoa.

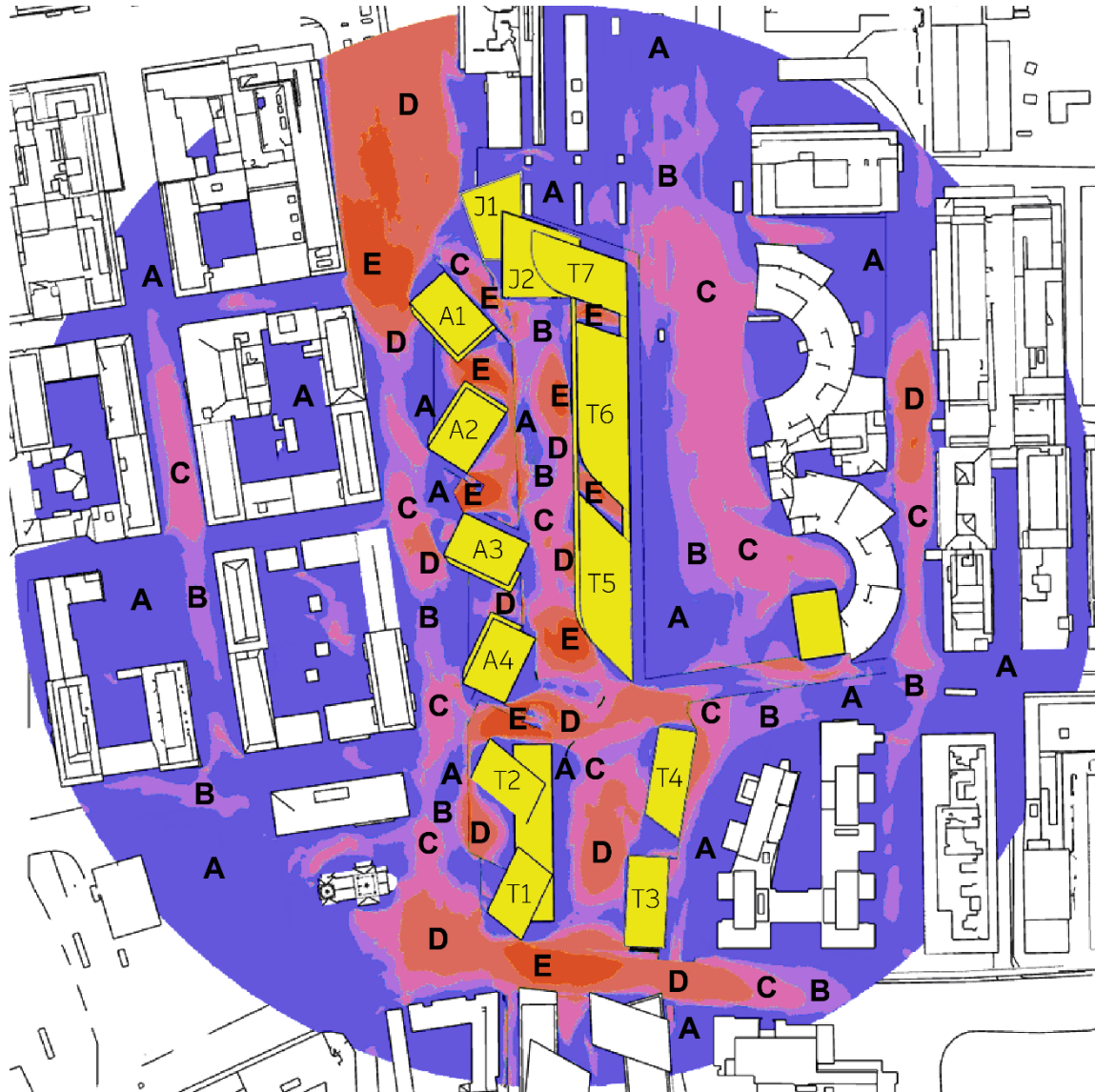
Mallinnuksen pohjalta tuotettiin kaksi pääkuvaa: tuuliviihtyvyys (kuva 3) ja tuuliturvallisuus (kuva 4). Näiden kuvien tulkintaperiaatteet kuvataan tarkemmin edellisessä luvussa.

Suurin osa tuulisuudesta aiheutuu vallitsevien lounaistuulien vaikutuksesta. Tämä on seurausta lounaistuulien yleisyyden ja voimakkuuden ohella siitä, että alueen lounaiskulmalla on muuta ympäristöä matalampia rakennuksia, jotka sallivat tuulten saapumisen alueelle esteettömämmin. Lisäksi Nokia Areena ja sen yhteydessä olevan tornit ohjaavat lounaistuulia kohti tämän selvityksen kohdealuetta.

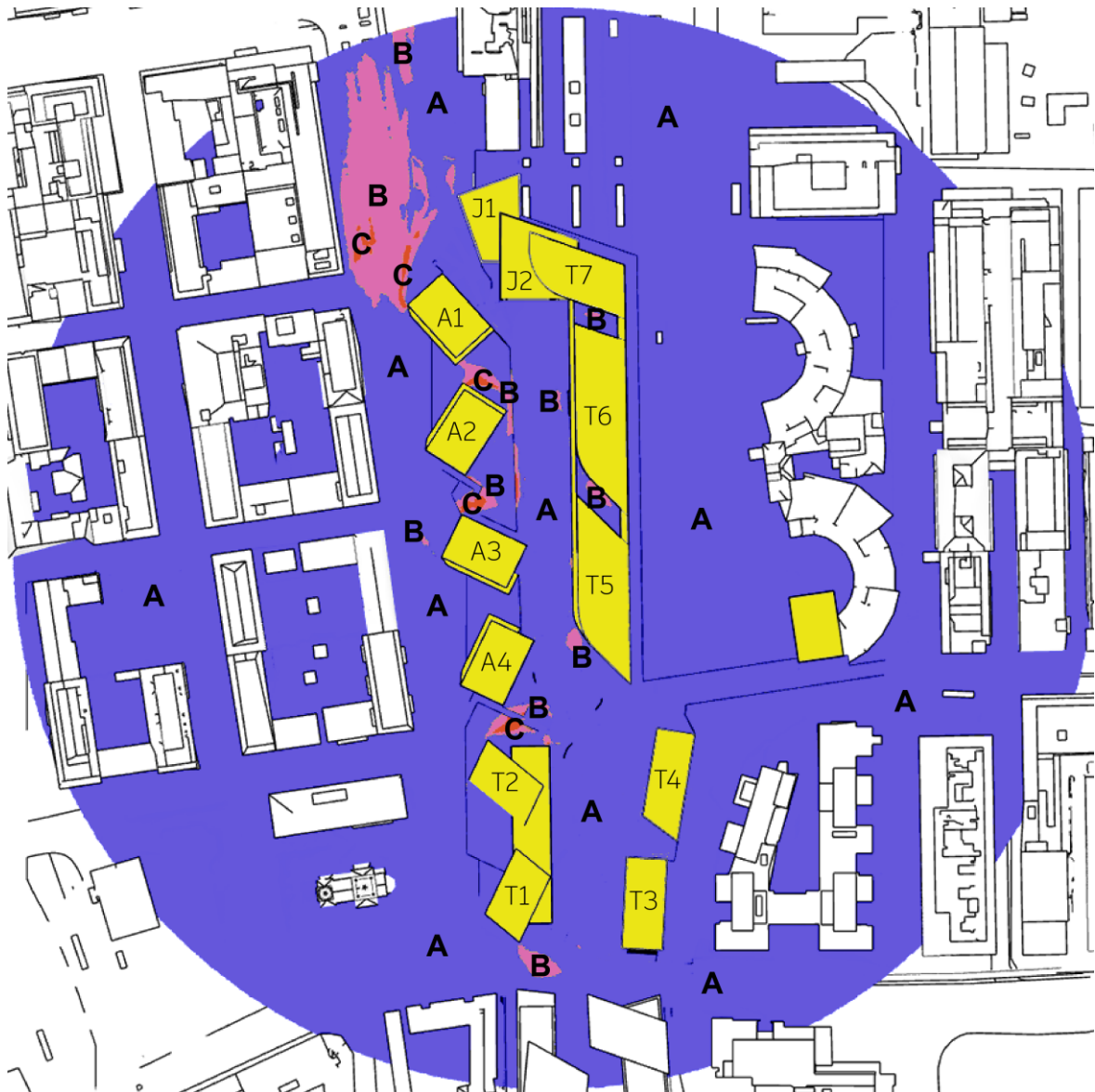
Sekä kaava-alueiden sisällä, että niiden lähiympäristössä ilmenee käytetyn tuuliviihtyvyysskriteerin tuulisinta luokkaa. Osalla näistä alueista on simulaatioiden ja käytetyn standardin perusteella myös tuuliturvallisuuteen liittyviä riskejä.

Alueella on myös suojaisia alueita, joita voidaan hyödyntää pitkäaikaiseen oleiluun, kuten istuskelualueina ja leikkipaikkoina. Oleskelualueiden ja tuuliturvallisuuden näkökulmasta riskialueiden paikallista tuulensuojausta voidaan edistää jatkosuunnittelussa. Tästä enemmän seuraavassa luvussa.

Tuloksia tarkastellessa tulee huomioida, että simulaatioihin ei sisällytetty kasvillisuutta. Tästä enemmän luvussa 7.3.



Kuva 3 Arvio tuuliviihtyvyydestä. Punaiset alueet (merkintä E) ovat tuulisimpia.



Kuva 4 Arvio tuuliturvallisuudesta. Punaisilla alueilla (merkintä C) on suurin turvallisuusriski.

6 Keinoja tuulisuuden vähentämiseen

Koska Suomessa ei ole käytössä yhtenäistä tuuliolosuhteiden arvioinnin standardia, tämän selvityksen perusteella ei voida yksiselitteisesti todeta, että alueen tuuliolosuhteet ovat "riittävän" tai "riittämättömän" hyvät.

6.1 Selvitystyön edetessä kokeillut ratkaisut

Selvitystyön edetessä on tarkasteltu erilaisia keinoja vähentää alueen tuulisuutta. Erityisesti pohjoisten toimistotalojen (T5–T7 edellä esitetyissä kuvissa) yhteyteen lisätty katos vähentää näiden rakennusten välisten solien tuulisuutta.

Kaikki muut tuulensuojarakenteet eivät ole olleet yhtä vaikuttavia. Rakennusten T2 ja A4 väliin kaavailtu katos/pergolarakenne (näkyvyyden kuvan 8 oikeassa reunassa) ei parantanut katoksen lähialueen olosuhteita merkittävästi. Katoksen kokoa ja ominaisuuksia muovaamalla katoksen vaikuttavuutta voidaan kehittää jatkosuunnittelussa.

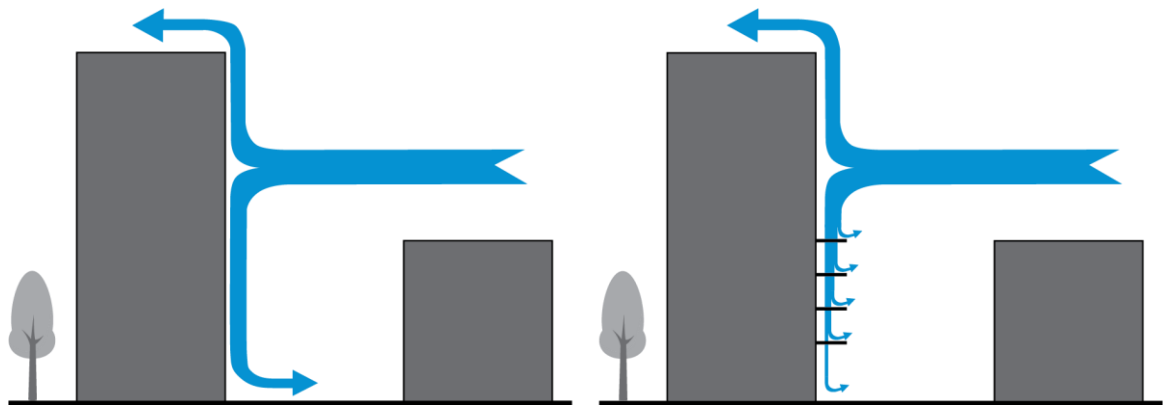
Myöskään A1-4 -rakennusten yhteyteen lisätyt katokset eivät parantaneet tuulisuusoletta merkittävästi.

Yhtenä kokeiluna tarkasteltiin tuulensuojaseinien lisäämistä kaikkien oleskelualueiden reunalle kannen länsireunalla. Tällainen, lasisena toteutettavaksi aiottu seinä paransi simulaatiossa olosuhteita merkittävästi vain rakennusten A2 ja A3 välisellä alueella.

6.2 Muut potentiaaliset ratkaisut tuulisuusoletustien parantamiseen

Keskeisin syy tuulisuuden lisääntymiseen alueella liittyy rakennusten korkeuteen ja siihen, että suunnitellut rakennukset ovat selkeästi ympäristöään korkeampia. Rakennusten julkisivuihin syntyy alaspäin suuntautuvia virtauksia, jotka yhtyvät maantasossa kulkeviin virtauksiin.

Selkeästi keskeisin tuulensuunta tämän ilmiön kannalta on lounas. Rakennusten julkisivujen eri tyyppinen "karhentaminen", erityisesti lounaan puolella, vaimentaa virtauksia. Yksi tapa estää alas suuntautuvien virtausten päätyminen oleskelualueille esitetään kuvassa 5. Oikean puoleisessa esimerkissä rakennuksen julkisivuun on asennettu sarja lippoja. Lipat voidaan toteuttaa tuulta läpäisevinä säleikköinä.



Kuva 5 Korkeiden rakennusten julkisivuista alas suuntautuvat virtaukset ja näiden torjuminen julkisivukäsittelyllä

Useat tuulisimmista alueista sijoittuvat kapeikkoihin (rakennuksien A1 ja A2 välikko sekä rakennuksien T5, T6 ja T7 väliköt), joissa tuulen voimakkuus kasvaa niin sanotun suppiloilmiön vaikutuksesta. Yksi vaihtoehto näiden alueiden jatkokehitykselle olisi osin tuulta läpäisevien tuulensuojakankaiden tai rakenteiden virittäminen rakennusten välille, kapeikkojen poikki, kävelytason yläpuolelle. Tällaiset kankaat tai rakenteet voitaisiin toteuttaa myös siten, että alkuvaiheessa toteutetaan vain niiden kiinnityspaikat. Todellinen tarve tuulisuuden torjunnalle voitaisiin näin todeta käytännön olosuhteissa.

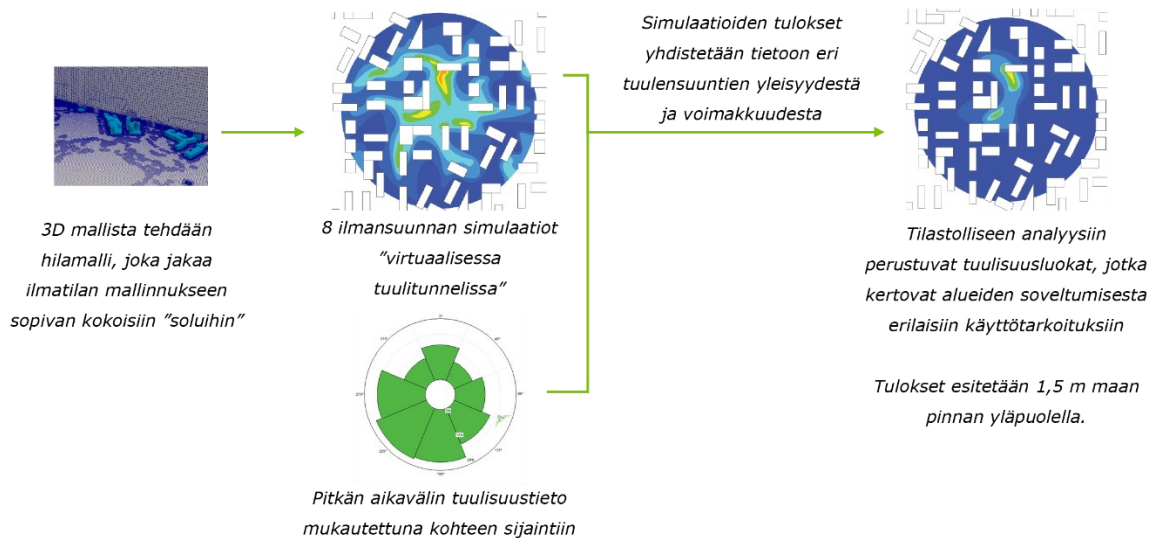
Tuulta voidaan torjua rakenteellisesti myös pihatason sijoitettavilla seinämillä tai muilla vastaavilla rakenteilla, mutta näiden toteuttaminen voi olla ulkotilojen käytön kannalta haasteellisempaa.

Alueelle istutettavaa kasvillisuutta ei huomioitu mallinnuksissa (katso luku 7.3). Puut ja pensaat ovat hyviä tuulensuojaelementtejä ja niiden määrä kannattaa maksimoida tuulisuuden vähentämisen näkökulmasta.

7 Selvityksen toteutustapa ja lähtötiedot

7.1 Tuulimallinnuksen toteutustapa

Oheinen kaavio esittää tuulisuusmallinnuksen toteutustavan pääperiaatteet. Analyysi pohjautuu numeerisen virtausmallinnukseen (computational fluid dynamics, CFD), eli niin sanottuun virtuaaliseen tuulitunneliin (katso luku 7.4). CFD-mallinnukset tehtiin kahdeksalle ilmasuunnalle. Tuuliviihtyisyyteen ja -turvallisuuteen liittyvät kartat luotiin yhdistämällä simulaatioiden tulokset pitkän aikavälin tuulisuustietoon (katso luku 7.5) tilastollisesti.

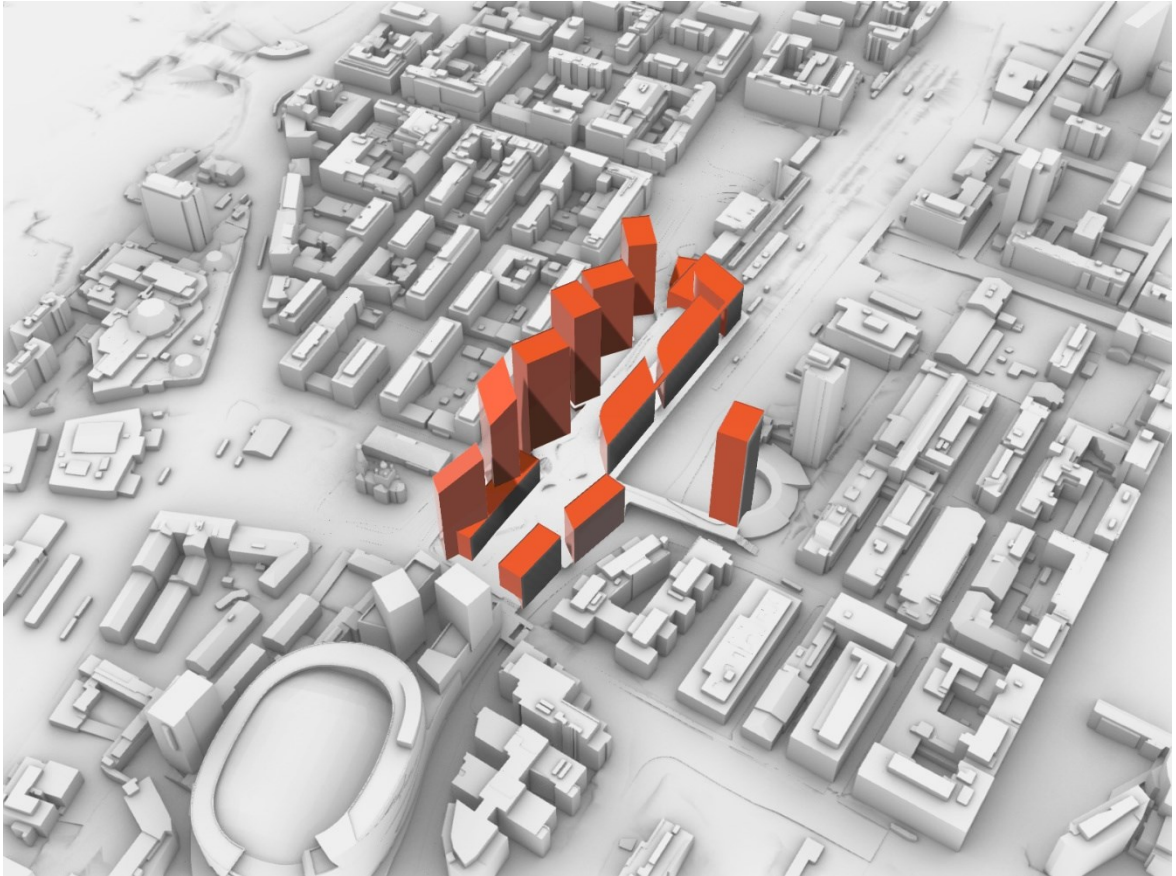


Kuva 6 Mallinnuksen periaatteet

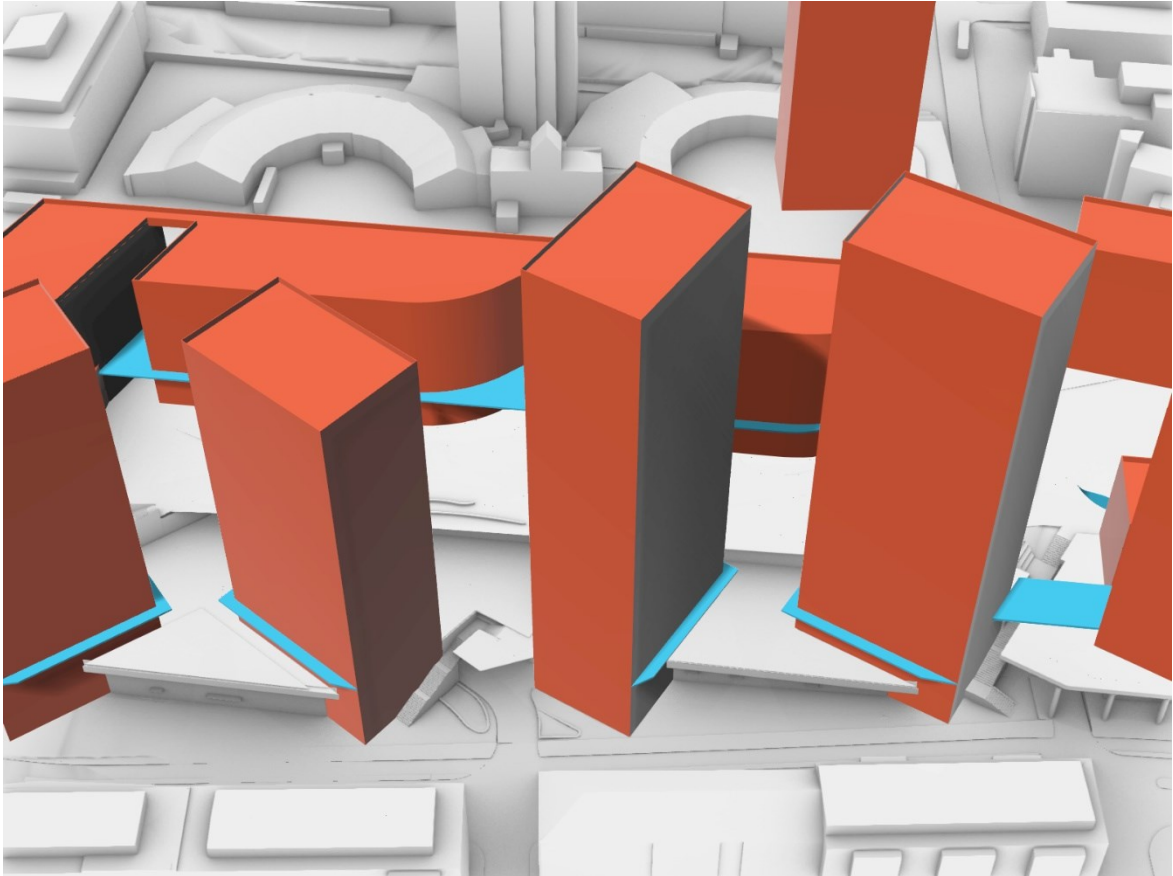
7.2 3D -mallin valmistelu

Mallinnukset pohjautuivat Studio Libeskind -arkkitehdeilta saatuun suunnittelualueen 3D-malleihin, jotka yhdistettiin kaupungilta saatuun olemassa olevan ympäristön 3D-malliin. Ympäröivät rakennukset huomiottiin mallissa n. 500 m etäisyydellä kaava-alueesta. Malli sisältää rakennusten ja merkittävien muiden rakenteiden ohella maan pinnan muotoilut ja muun muassa Itsenäisyydenkadun alikulun.

Simuloinnissa käytetyn laskentahilan koko on noin 0,5 m, joka tarkoittaa, että sitä pienemmillä detaljeilla 3D-mallissa ei ole vaikutusta simuloinnissa.



Kuva 7 Näkymä 3D -malliin.



Kuva 8 Näkymä 3D -malliin lännestä katsottuna. Tarkastellut tuulensuojarakenteet on havainnollistettu kuvassa sinisellä. Oikeassa reunassa näkyvää laajempaa katosta käsiteltiin mallinnuksessa tuulta läpäisevänä rakenteena, koska kyseessä on pergolamainen rakenne.

7.3 Puusto mallissa

Mallinnukset suoritettiin täysin ilman 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, jolloin niiden antaman tuulensuojan merkittävyys on istuttamisen jälkeisinä vuosina suhteellisen vaatimaton.

Ilman kasvillisuutta tehtävät mallinnukset antavat tästä näkökulmasta konservatiivisen arvion, joka ei huomioi alueen tai sen ympäristön viherrakenteen vaikutusta. Konservatiivisuus tarkoittaa tässä sitä, että tuulen todelliset vaikutukset ovat tältä osin arvioitua vähäisempi, koska alueella on todellisuudessa tuulen voimakkuutta vähentävää kasvillisuutta.

7.4 Numeerisesta virtausmallinnuksesta

Keskeisiä tietoja numeeristen virtausmallinnusten toteutuksesta:

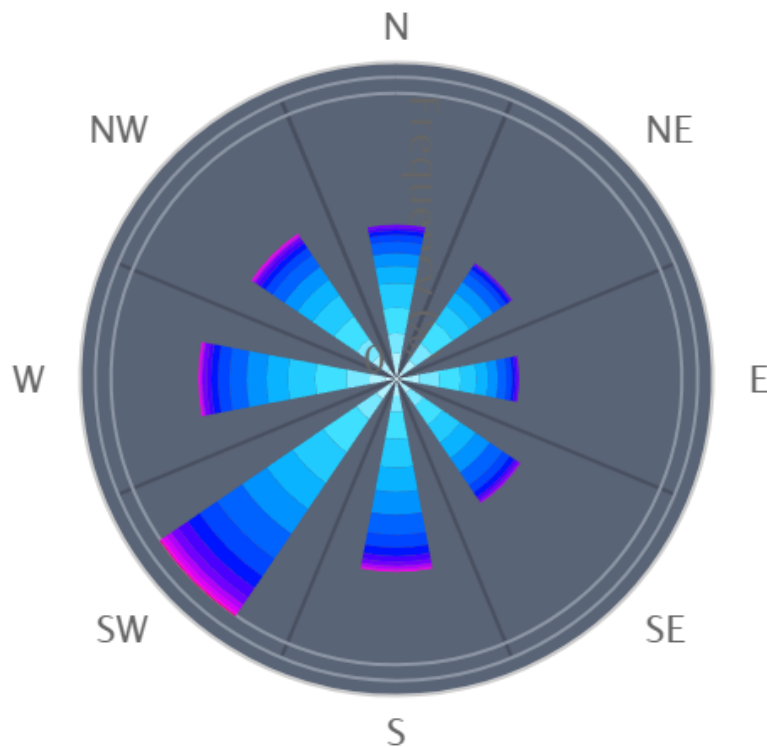
- Simuloinnit suoritettiin ajasta riippuvana simulointina hila-Boltzmann menetelmällä
- Kohdealueen ympärille muodostettiin virtuaalinen tuulitunneli, joka asetetaan tuulen suunnan mukaisesti
- Simulointia jatkettiin, kunnes virtaus on läpäissyt tunnelin kolme kertaa
- Keskimääräiset tuuliolosuhteet määritettiin simuloinnin viimeisin 20 % ajalta

- Simuloinnin sisäänvirtausprofiilit määritettiin Eurokoodi-standardin mukaisesti eri suunnissa vallitsevien maastotyyppien mukaisesti

7.5 Tuulisuuden lähtötiedoista

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

Tuulen suuntien yleisyyden ja voimakkuuden jakauma on hyvin saman suuntainen. Vallitseva tuulensuunta on lounas. Etelä ja länsi ovat seuraavaksi tyypillisimmät tuulen suunnat. Myös voimakkaat tuulet saapuvat tyypillisesti tältä sektorilta.



Kuva 9 Alueen tuulisuus.

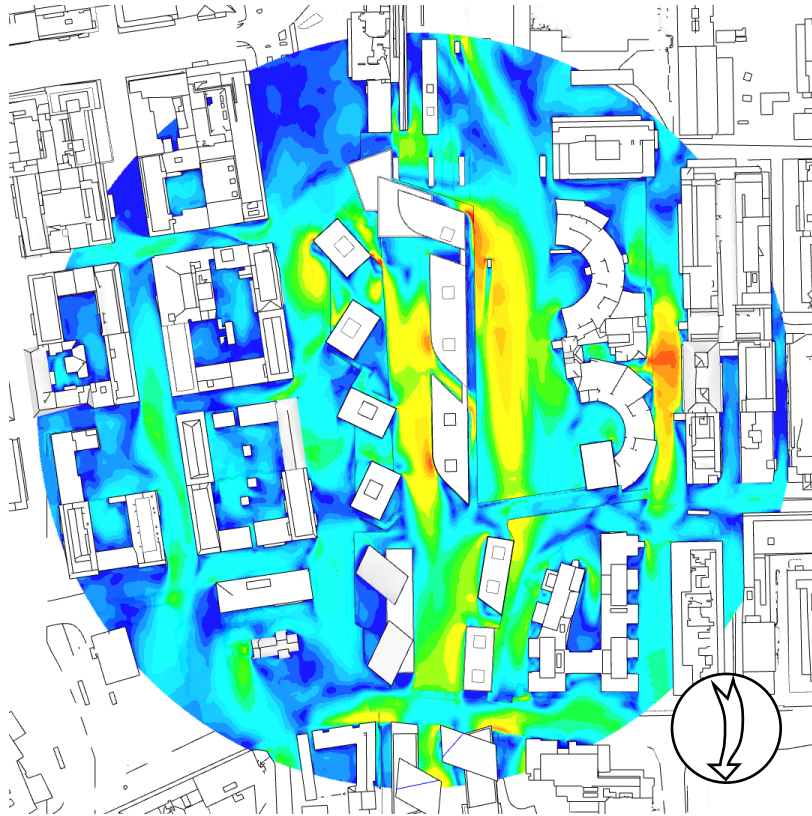
Rautatieaseman, henkilöratapihan ja pohjoiskannen tuulisuusselvitys

Simulaatioiden tulokset eri tuulensuunnilla

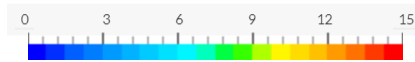
Seuraavilla sivuilla esitettyjä kuvia voidaan
hyödyntää eri suuntien tuulen vaikutusten
arvioinnissa



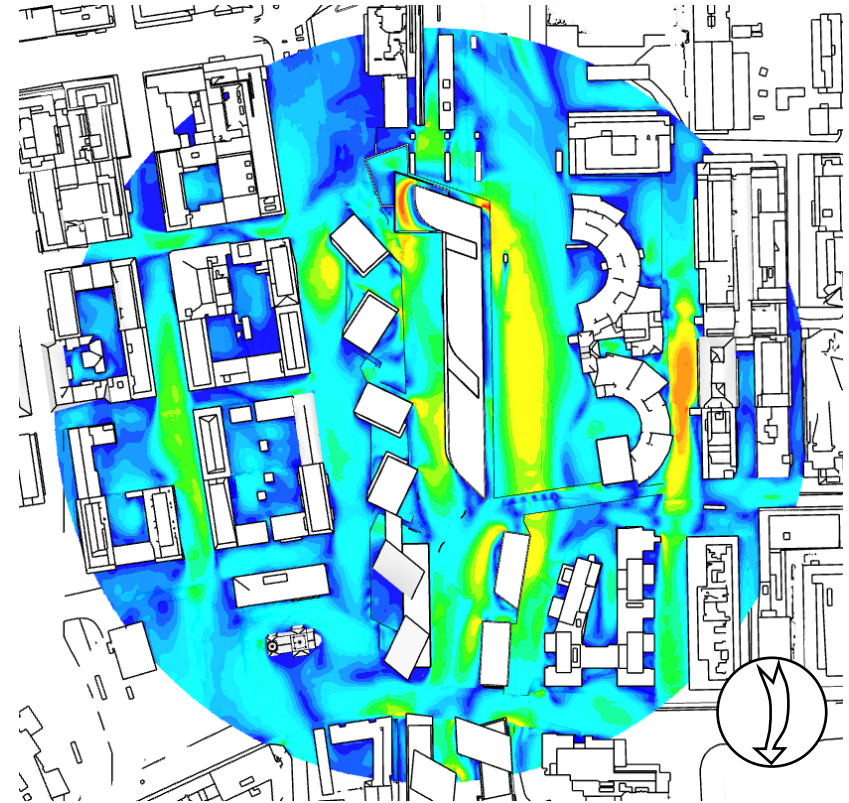
Simulaation tulokset pohjoistuulilla



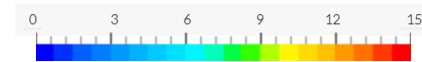
Tuulen nopeus m/s



Alkuperäinen suunnitelma

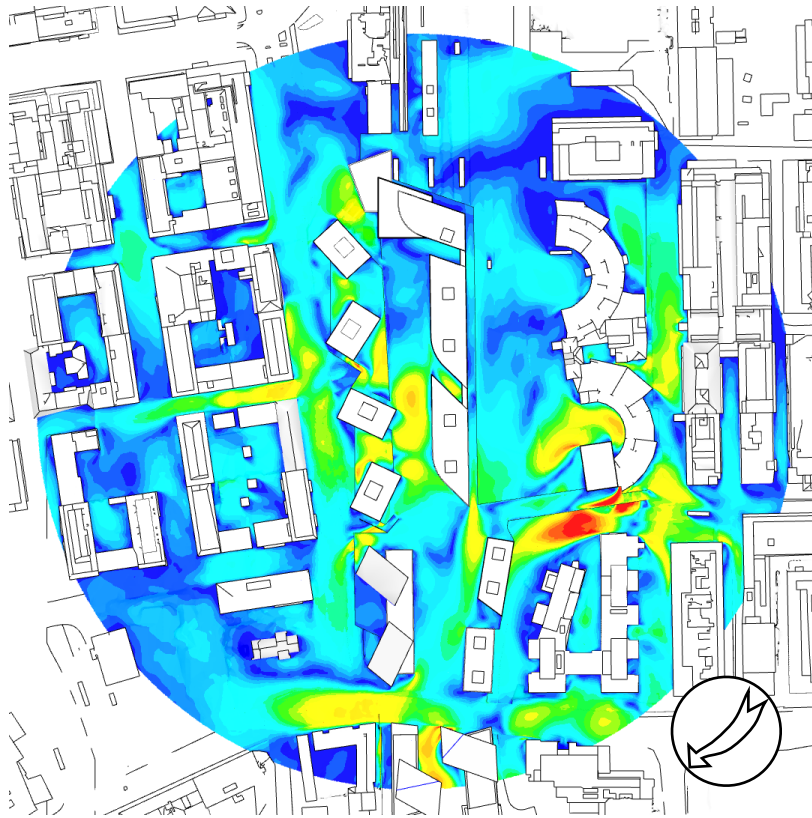


Tuulen nopeus m/s

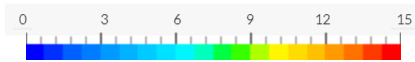


**Tuulensuojarakenteiden
kanssa**

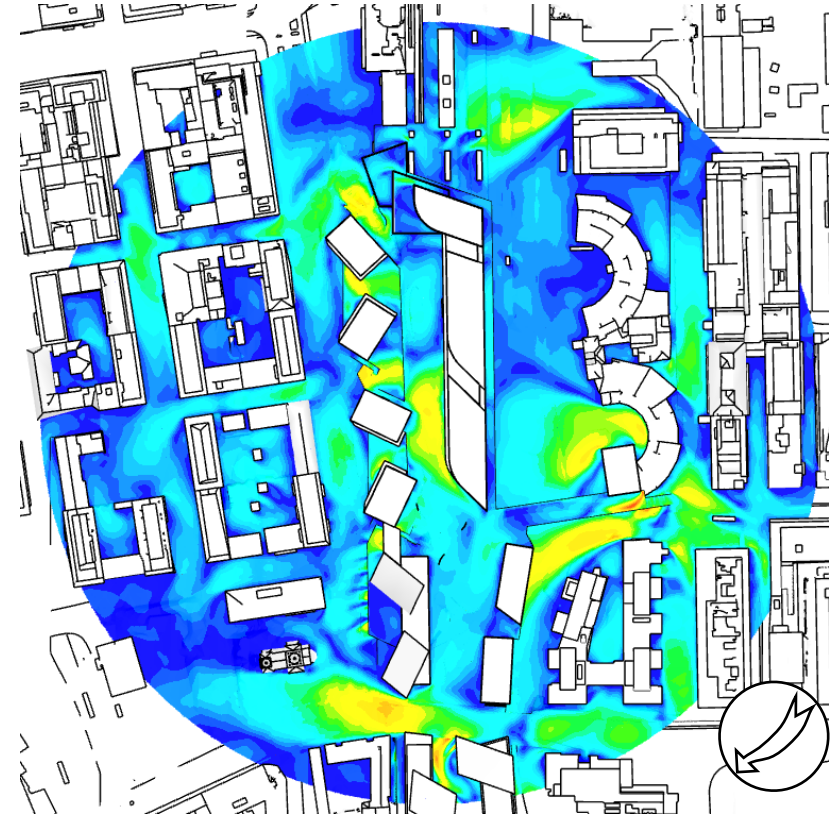
Simulaation tulokset koillistuulilla



Tuulen nopeus m/s



Alkuperäinen suunnitelma

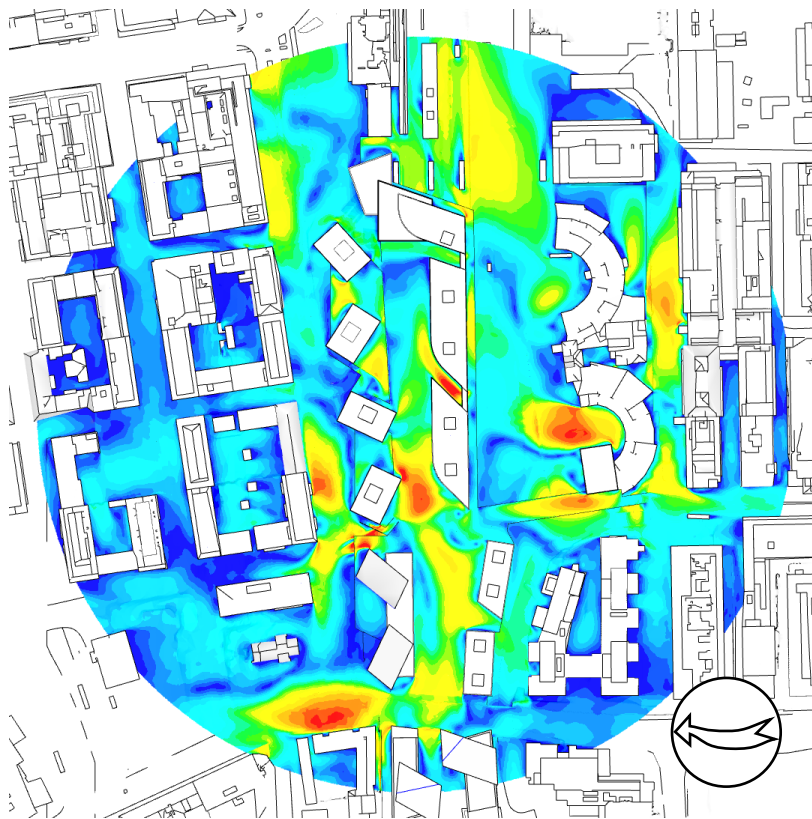


Tuulen nopeus m/s

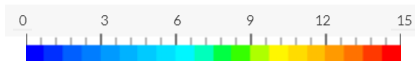


**Tuulensuojarakenteiden
kanssa**

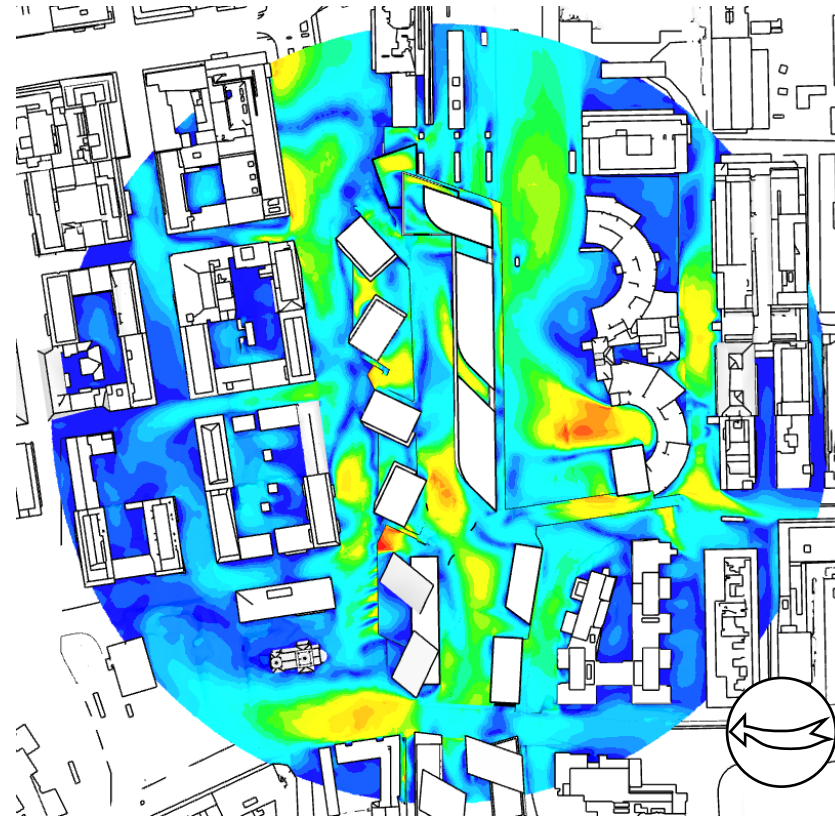
Simulaation tulokset itätuulilla



Tuulen nopeus m/s



Alkuperäinen suunnitelma

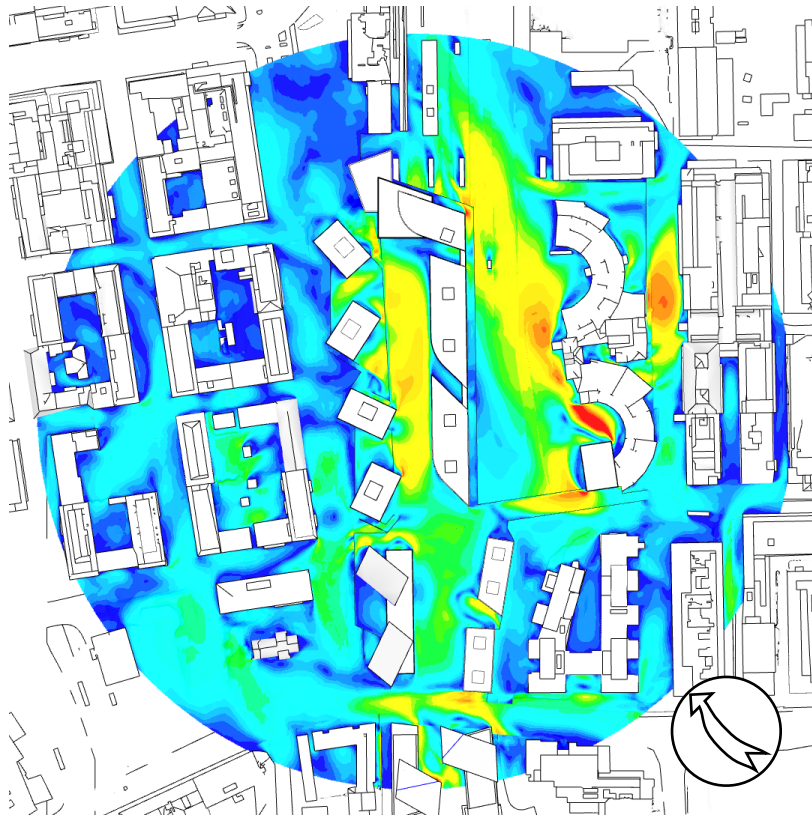


Tuulen nopeus m/s

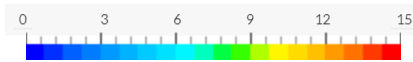


**Tuulensuojarakenteiden
kanssa**

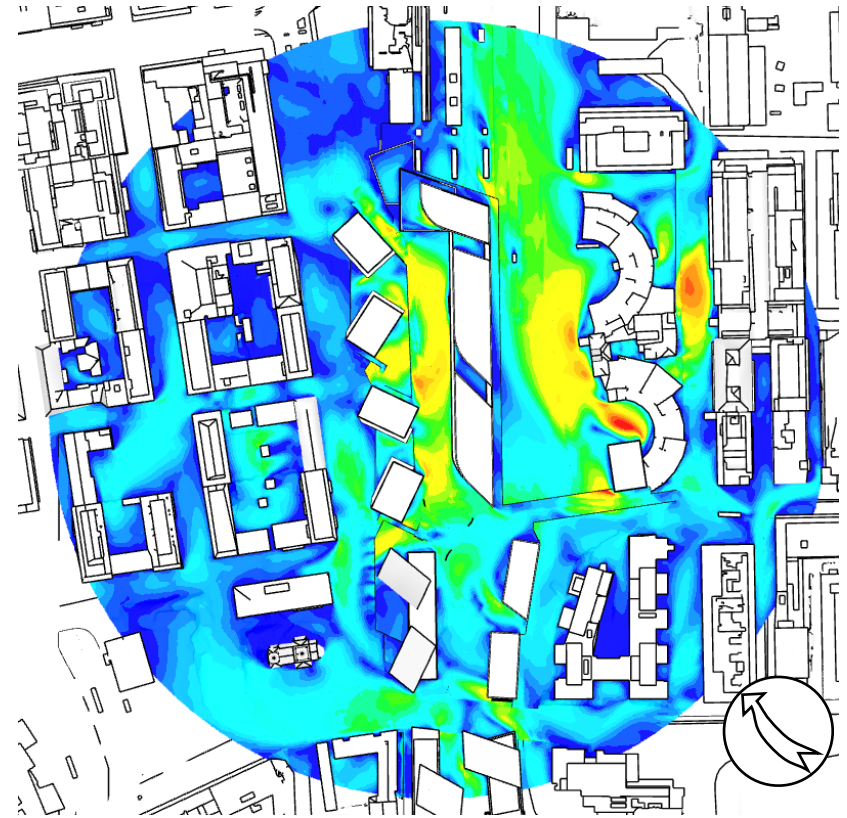
Simulaation tulokset kaakkoistuulilla



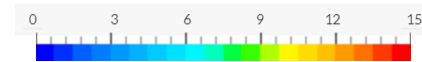
Tuulen nopeus m/s



Alkuperäinen suunnitelma

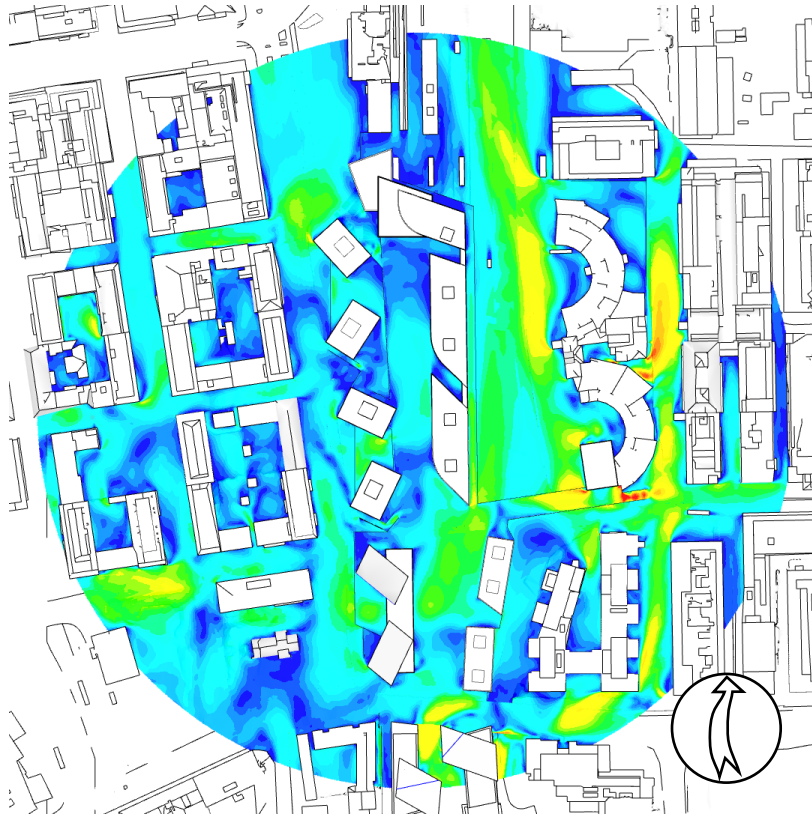


Tuulen nopeus m/s

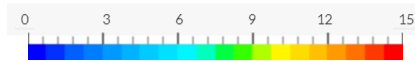


**Tuulensuojarakenteiden
kanssa**

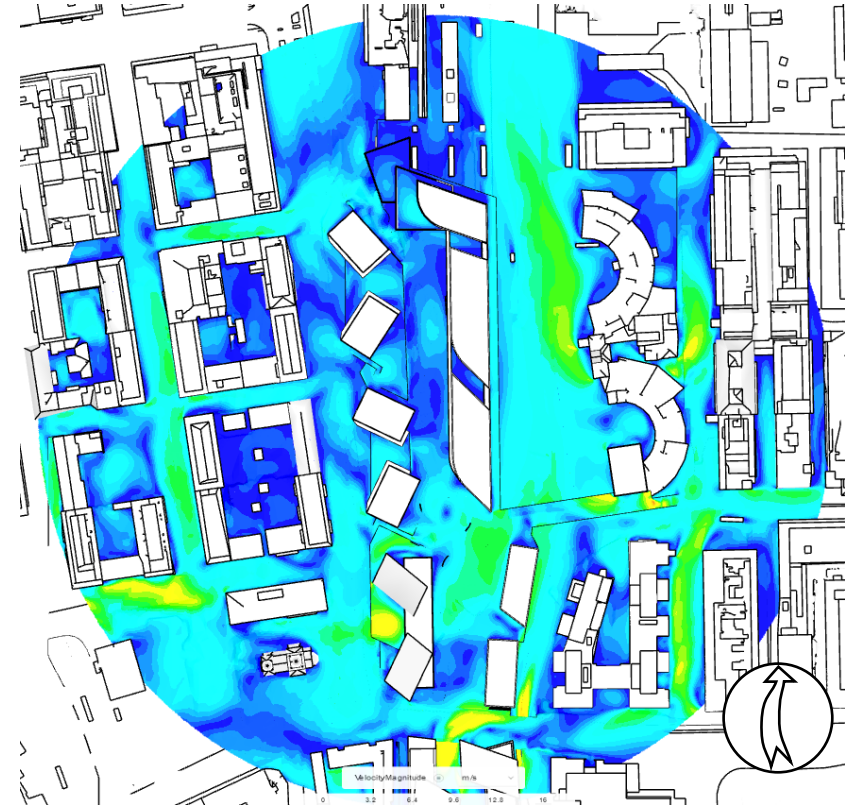
Simulaation tulokset etelätuulilla



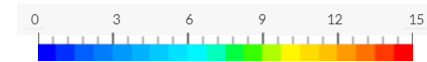
Tuulen nopeus m/s



Alkuperäinen suunnitelma

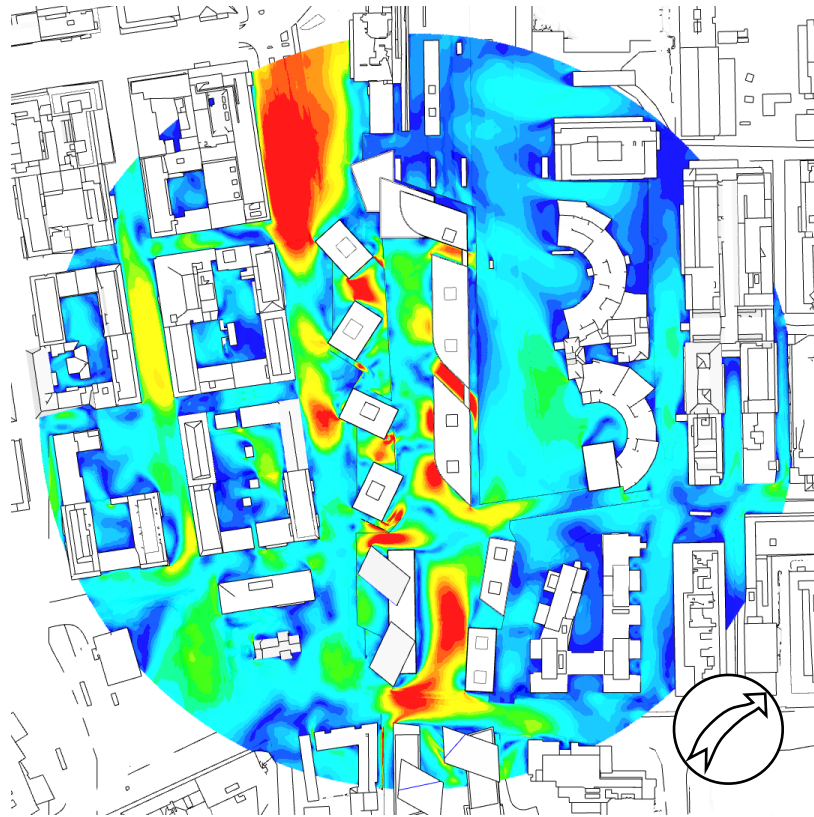


Tuulen nopeus m/s

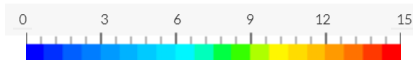


**Tuulensuojarakenteiden
kanssa**

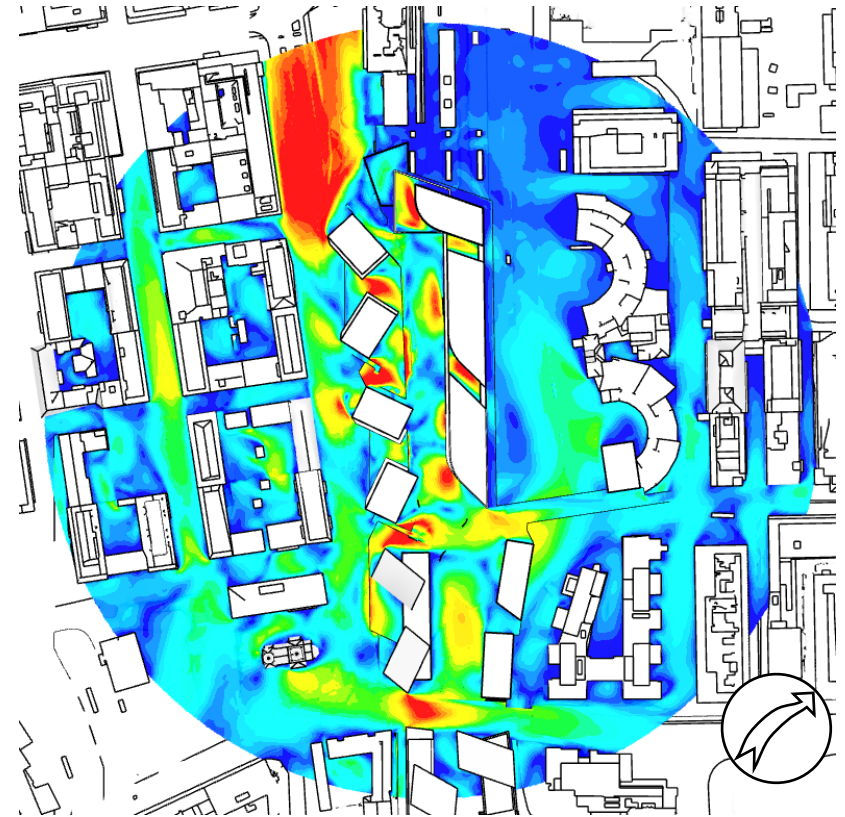
Simulaation tulokset lounaistuulilla



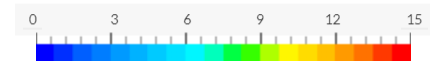
Tuulen nopeus m/s



Alkuperäinen suunnitelma

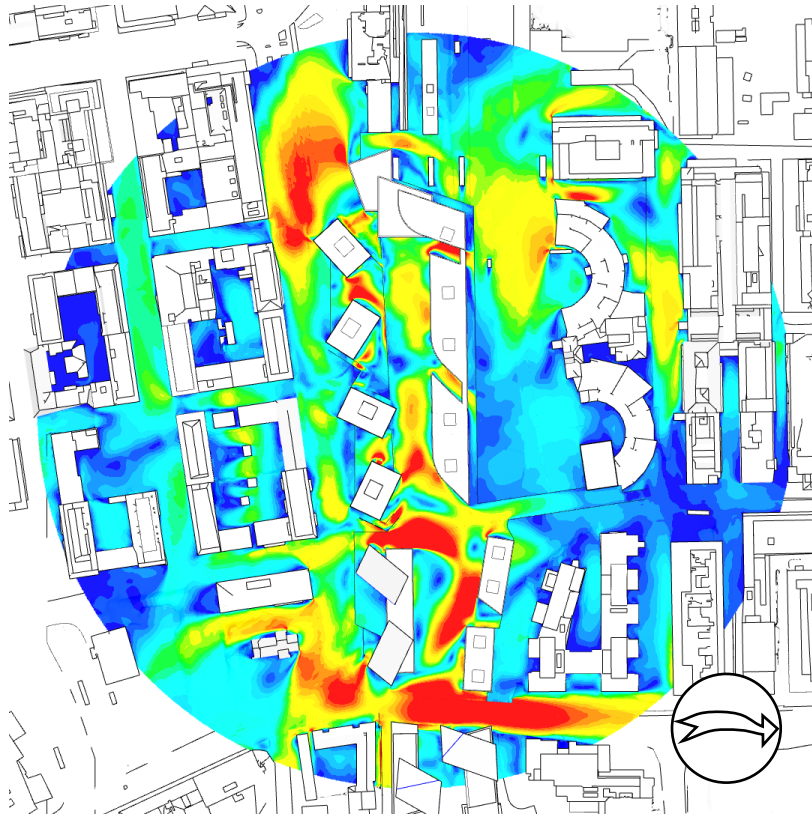


Tuulen nopeus m/s

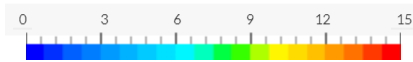


**Tuulensuojarakenteiden
kanssa**

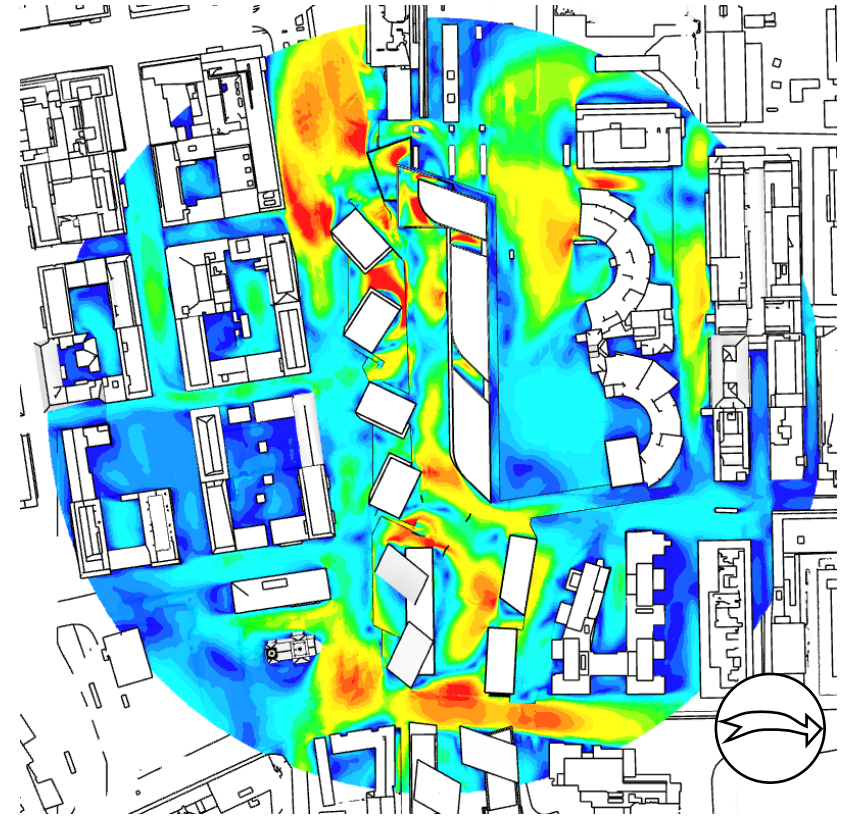
Simulaation tulokset länsituulilla



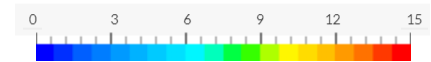
Tuulen nopeus m/s



Alkuperäinen suunnitelma

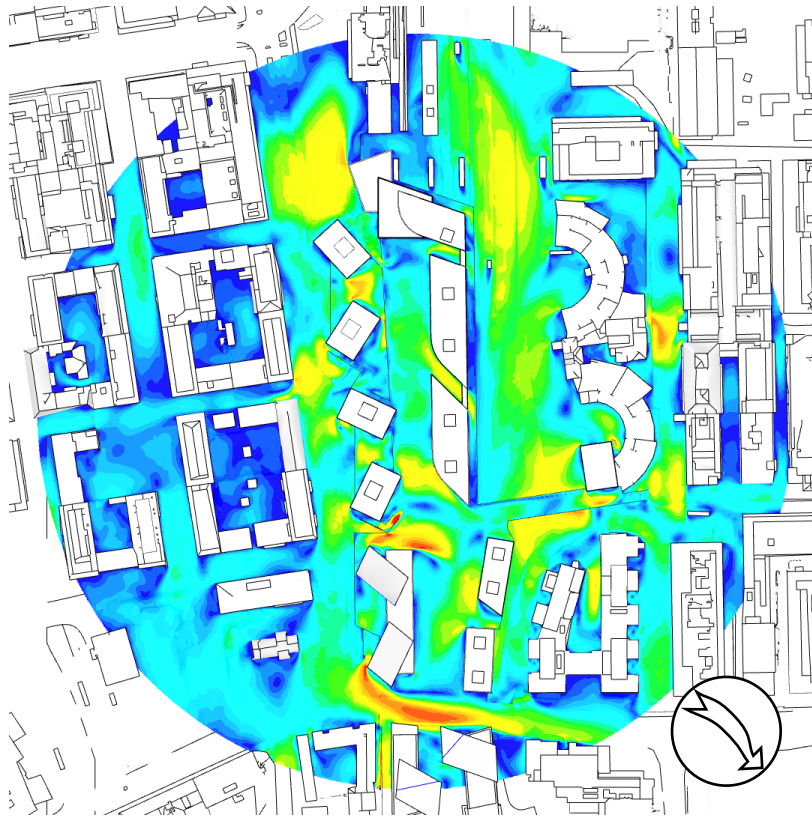


Tuulen nopeus m/s

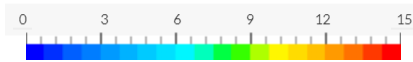


**Tuulensuojarakenteiden
kanssa**

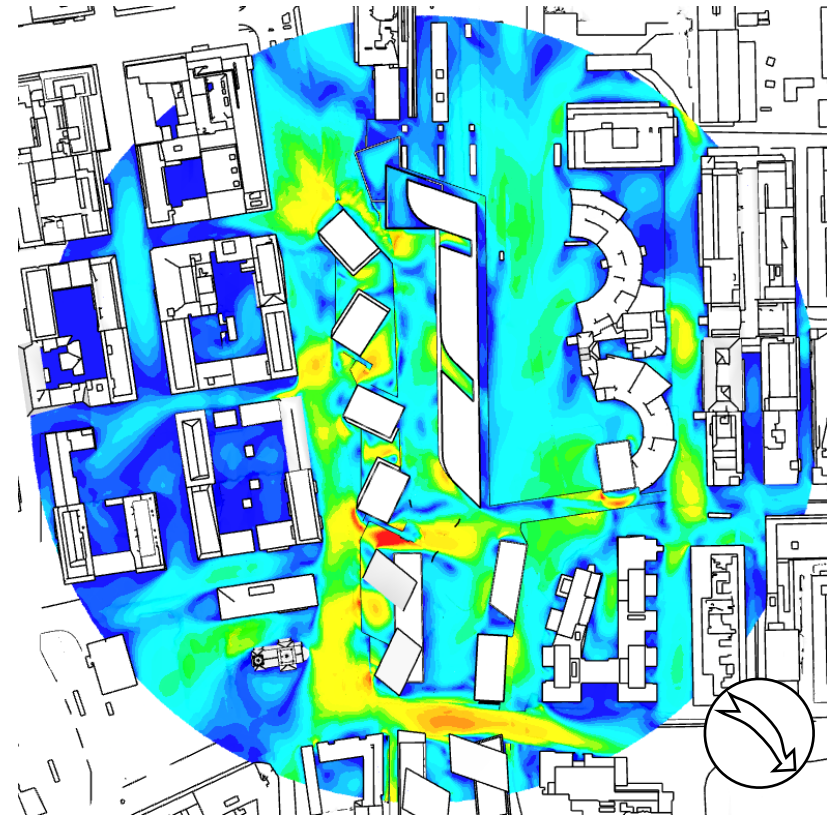
Simulaation tulokset luoteistuulilla



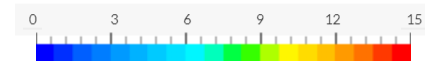
Tuulen nopeus m/s



Alkuperäinen suunnitelma

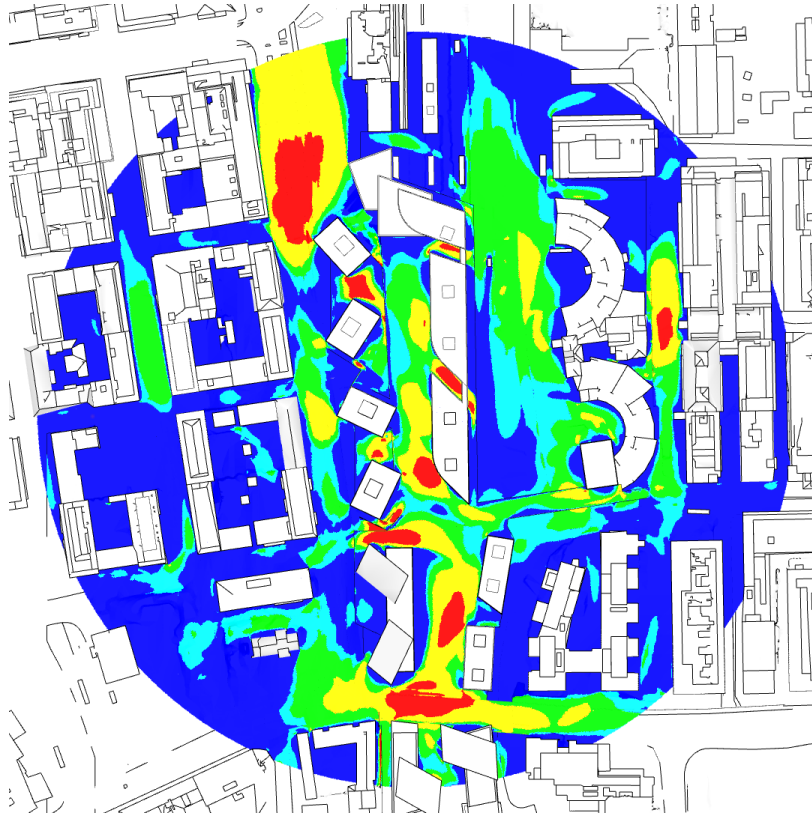


Tuulen nopeus m/s

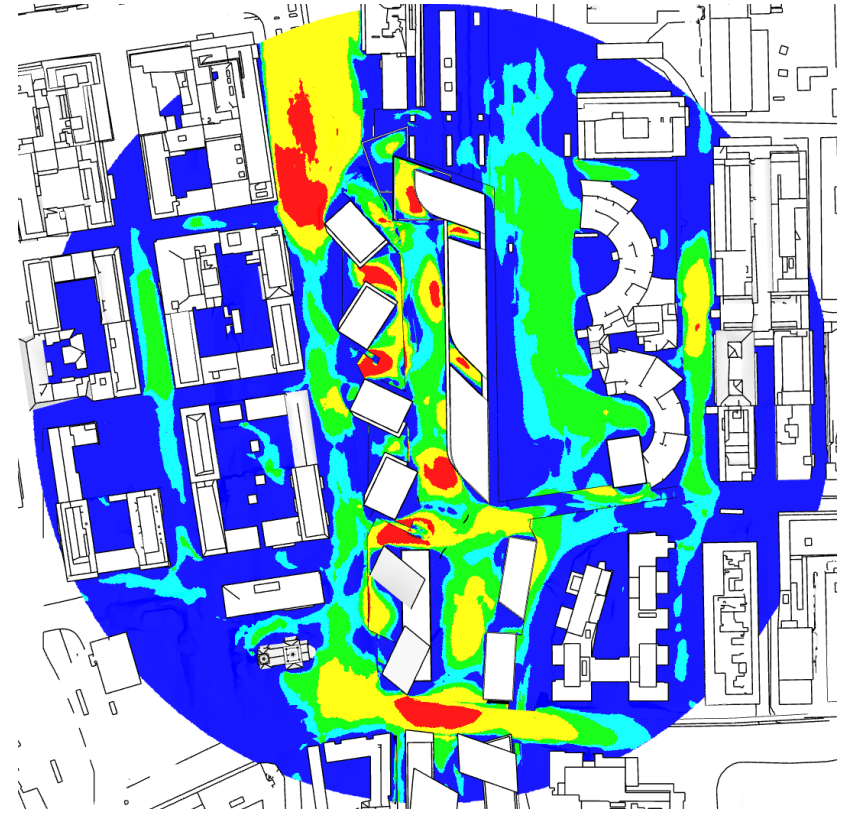


**Tuulensuojarakenteiden
kanssa**

Tuuliviihtyvyys

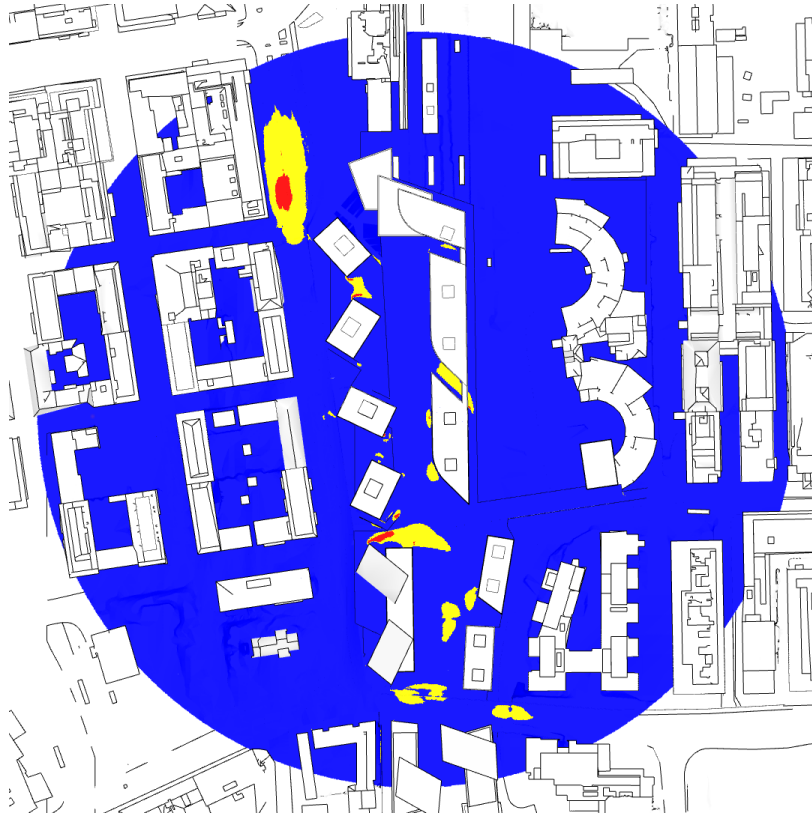


Alkuperäinen suunnitelma

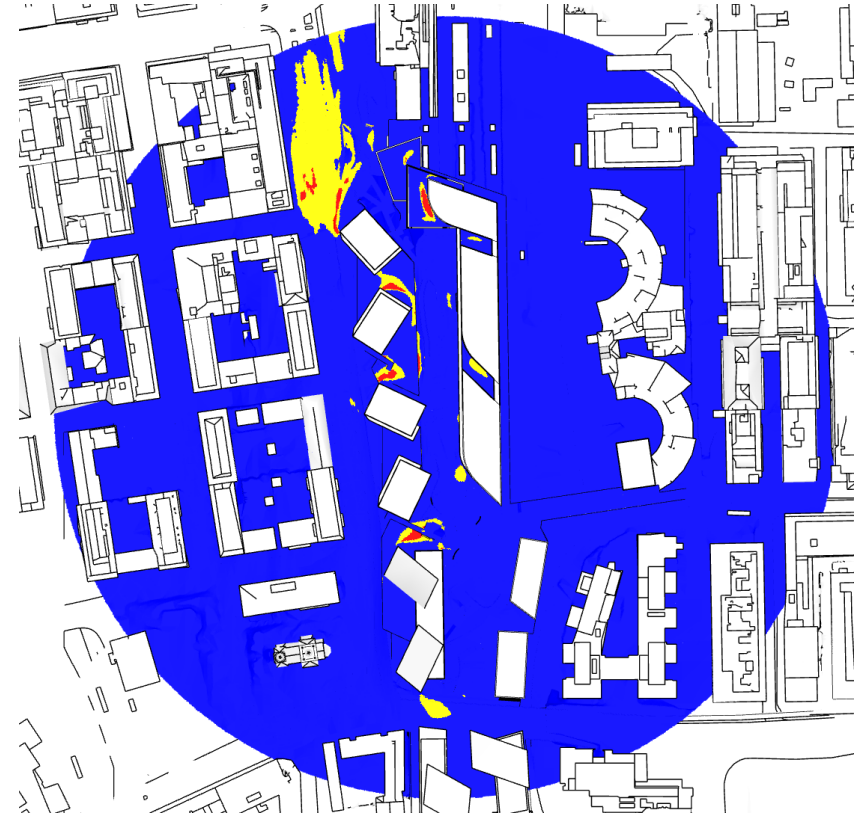


**Tuulensuojarakenteiden
kanssa**

Tuuliturvallisuus



Alkuperäinen suunnitelma



**Tuulensuojarakenteiden
kanssa**