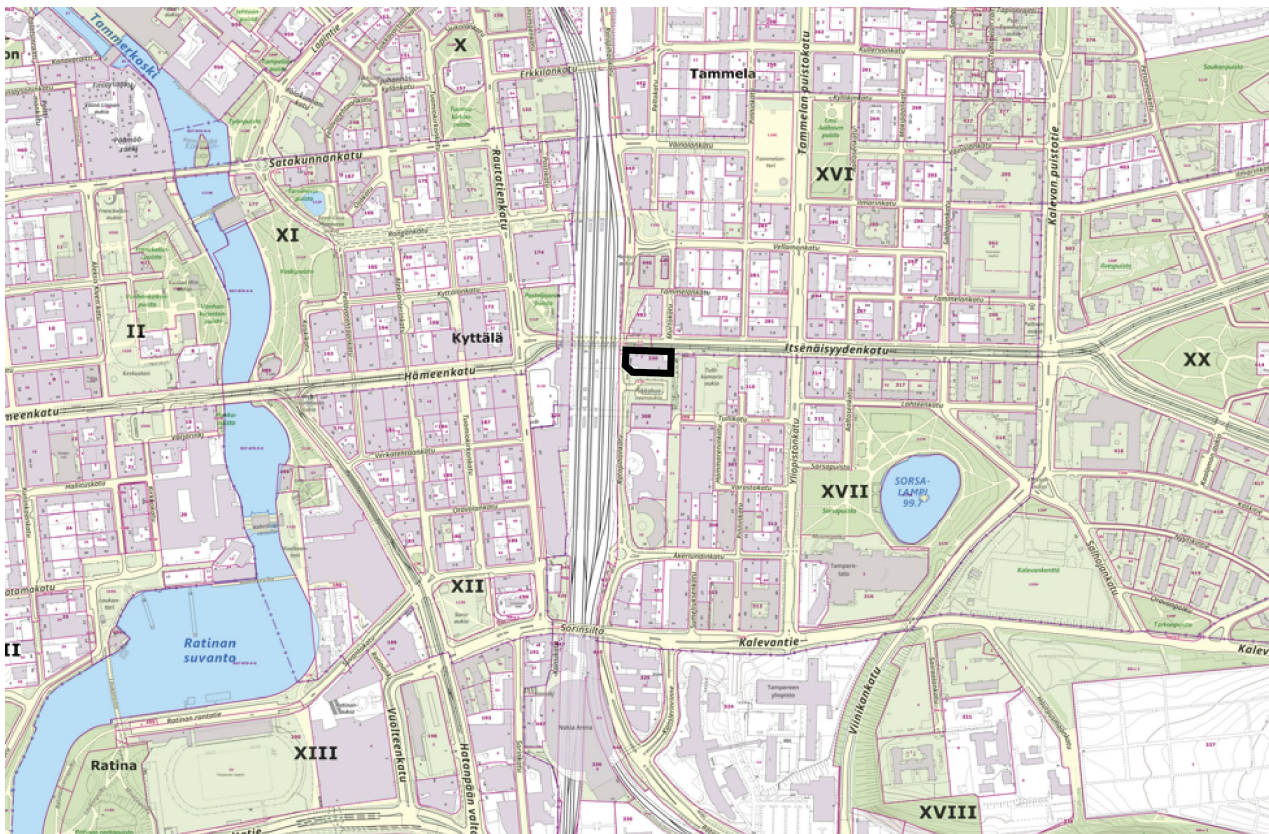


Asemakaava nro 8460 tuulisuusvaikutukset



Tampereen kaupunki

13.11.2024

SITOWISE

SISÄLLYSLUETTELO

1	SELVITYKSEN TILAAJA JA TOTEUTTAJAT	3
	Tilaaaja	3
	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
7	SELVITYKSEN TOTEUTUSTAPA JA LÄHTÖTIEDOT	13
	7.1 Analyysin toteutustapa	13
	7.2 3D -mallin valmistelu.....	13
	7.3 Puusto mallissa.....	14
	7.4 Numeerisesta virtausmallinnuksesta	14
	7.5 Tuulisuuden lähtötiedoista	15
8	SELVITYKSEN AIEMMAN VAIHEEN TULOKSET	15
	8.1 Aiemman vaiheen mallinnuksen tulokset	17

Liite 1 – Simulaatioiden tulokset eri tuulensuunnilla (ei saavutettava)

1 Selvityksen tilaaja ja toteuttajat

Tilaaja

Nella Rajala, Tampereen kaupunki

Toteuttajat

Tuulisuusselvityksen toteuttivat Sitowise Oy:ltä Eero Puurunen, Loviisa Luoma, Kalle Kettunen, Christopher Erdman, Riikka Honkanen, Leonardo Soria Hernández, ja Andrea Esquivel Velázquez.

2 Tiivistelmä

Tässä selvityksessä tarkastellaan asemakaavan nro 8460 toteuttamisen vaikutuksia sitä ympäröivien ulkotilojen tuulisuuteen. Kohdealue, kortteli nro 320 sijaitsee Tampereen keskustassa osoitteessa Itsenäisyydenkatu 2 ja Ratapihankatu 39a. Kortteliin on osoitettu keskustatoimintoja. Rakennusmassa koostuu 4-5-kerroksisesta pedestaaliosasta ja 24-kerroksisesta tornista. Kohdetta ympäröi länsipuolella ratapiha ja muilla puolilla tiivis kaupunkirakenne.

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 kärkeen, Alankomaiden NEN 8100 -standardin mukaisesti.

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. Tuotettu arvio alueen tuuliturvallisuudesta esitetään seuraavan sivun kuvassa (kuva 1).

Vaikka selvitys ei sisältänyt nykytilanteen mallinnusta, voidaan mallinnuksesta päätellä, että hankkeen toteuttamisen myötä tuulisuus lisääntyy korttelin länsi-, pohjois- ja itäpuolilla (Ratapihankatu ja junalaiturit, Itsenäisyydenkatu sekä Pakkahuoneenaukion itäosa).

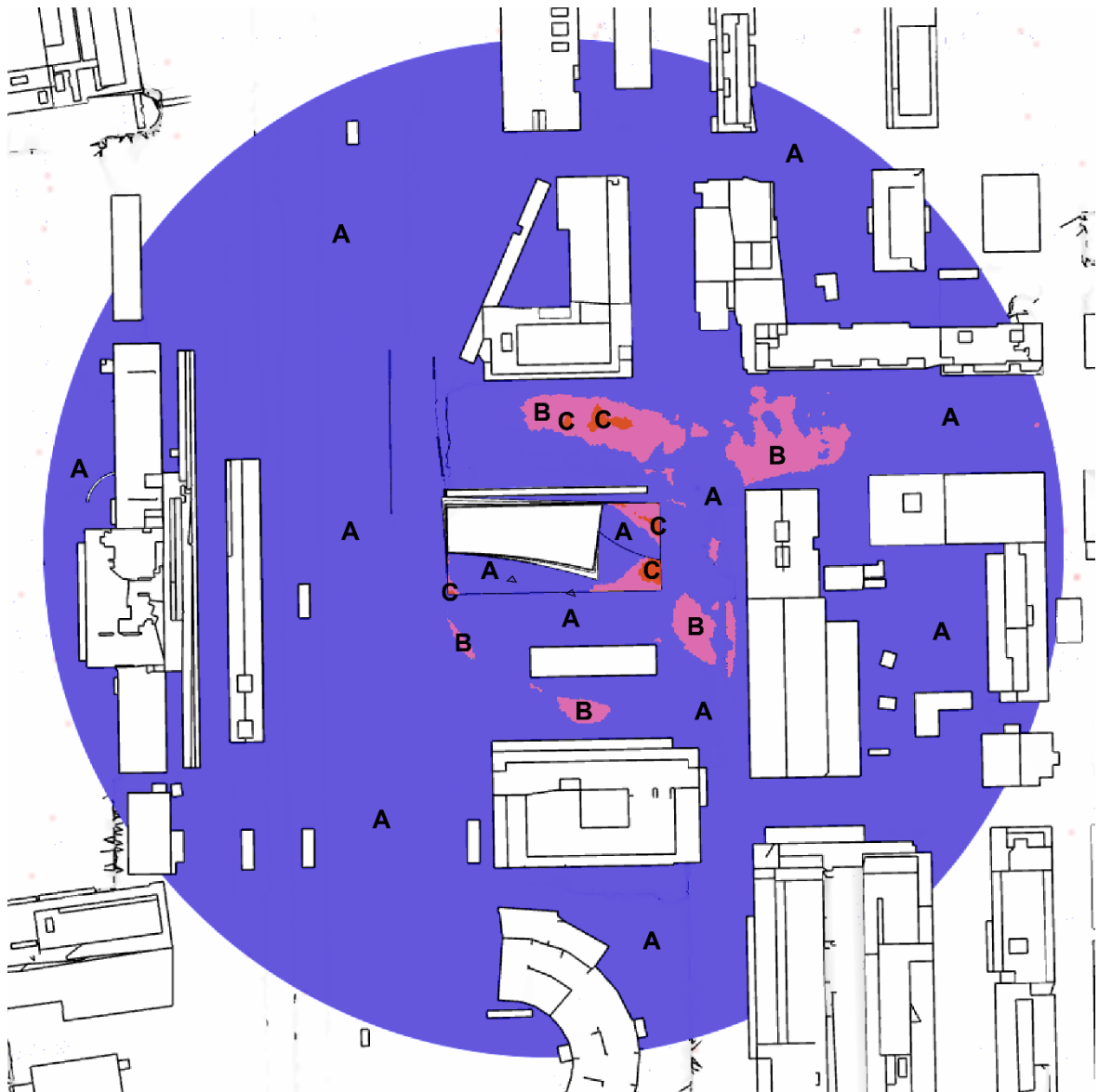
Korttelin matalampi, pedestaaliosa on onnistunut ratkaisu. Tuuliolosuhteet ovat sen ansiosta merkittävästi paremmat kuin tilanteessa, jossa torniosa liittyisi kaikilta sivuiltaan suoraan maantasoon. Korttelin ympäristön tuuliolosuhteet ovat pääasiassa hyvät. Muun muassa katutasoon, korttelin eteläseinustalle suunnitellut, katetut oleskelualueet ovat pääosin hyvin suojassa tuulilta.

Tornin pohjoispuolen porrastumisella kohti katutasoa on pieni positiivinen vaikutus katutason tuulisuuteen. Porrastus estää osaa luoteistuulista siirtymästä katutasoon. Laajempi porrastus tai pedestaaliosa tornin pohjoispuolella parantaisi katutason tuuliolosuhteita edelleen.

Alueen toiminnot huomioiden ovat tuulisuuden haittavaikutukset merkittävimmät Pakkahuoneenaukion itäreunalla ja kattoterassien itäreunalla. Mallinnus osoittaa Pakkahuoneenaukion itäreunalle kohtalaista riskiä ja kattoterassien itäreunalle kohtalaista sekä suurta riskiä vaaralliselle tuuliturvallisuudelle (B:llä ja C:llä merkityt alueet kuvassa 4).

Mikäli alueen tuuliolosuhteita halutaan parantaa ilman muutosta rakennuksen massoitteeluun, on keskeisin suositus lisätä rakennuksen julkisivuihin vaakasuuntaisia ulokkeita, tai muuta vastaava ”karhennusta”, joka estää tuulen siirtymistä katutasoon.

Katutason ja kattoterassien tuulisuutta voidaan torjua oleskelualueilla myös paikallisesti, muun muassa lisäämällä istutuksia tai tuulensuojarakenteita, kuten seinämiä ja pergoloita. Kattoterasseilla keskeinen ratkaisu voi olla myös toimintojen sijoittaminen vähemmän tuulisille alueille.



Kuva 1 Arvio tuuliturvallisuudesta. B-kirjaimella merkityillä alueilla on kohtalainen riski vaaralliselle tuulisuudelle. C-kirjaimella merkityillä alueilla on suuri riski vaaralliselle tuulisuudelle. Kuvassa esitetään mallinnuksen tulokset kattoterasseille. Pedestaaliosan alla olevat katutasen sisäänkäynnit (kuvassa merkittynä kolmioilla) ovat A-alueella.

3 Johdanto

Tämä tuulisuusselvitys toteutettiin huhtikuusta marraskuuhun vuonna 2024. Tuulisuusselvityksen tavoitteena oli arvioida ja kehittää alueen katutason sekä läheisen Itsenäisyydenkadun alikulun tuuliolosuhteita ulkotiloissa oleskelevan ihmisen näkökulmasta. Myös Tampereen kaupunki osallistui selvityksen kommentointiin.

Yleisenä tuuliolosuhteiden minimivaatimuksena voidaan pitää sitä, että ulkotilojen tuuliolosuhteet eivät muodostu tyypillisillä tuulen nopeuksilla vaarallisiksi 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.

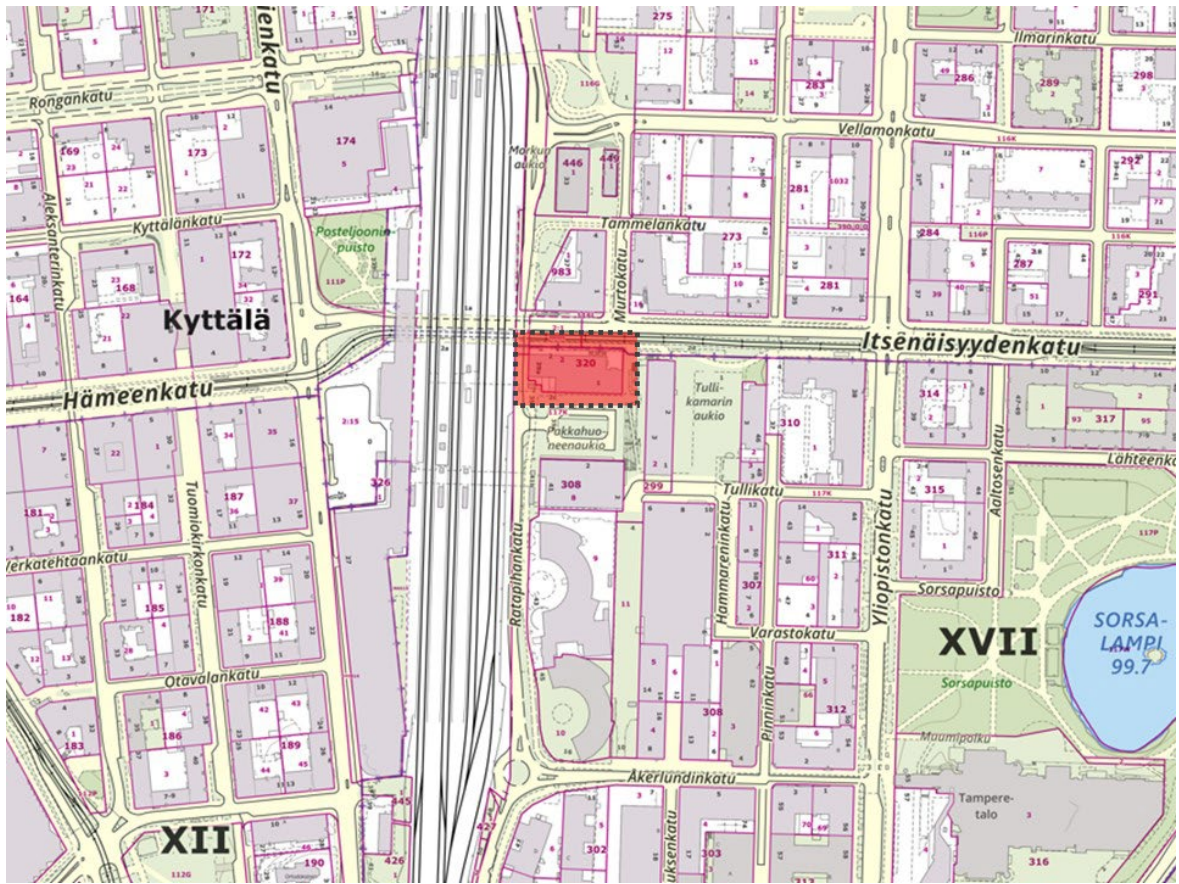
Katutason tuulisuuden arviointiin ei Suomessa ole kansallista standardia tai raja-arvoja. Esimerkiksi meluvaikutusten arviointiin verrattuna tuulisuudelle on huomattavasti haastavampaa asettaa selkeitä raja-arvoja. Näin ollen tuulisuusselvityksen tuloksia tulee tulkita keskustellen hankeryhmän kanssa – kuten on tässäkin selvityksessä tehty.

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

4 Kohdealue

Oheinen kuva osoittaa kaava-alueen rajauksen. Ympäröivien olemassa olevien rakennusten lisäksi mallinnukseen sisällytettiin Itsenäisyydenkadun alikulku sekä uusi Ratapihankadun silta.

Alueen tuulisuuteen nykytilassa vaikuttaa eniten läheinen tornitalo Luminary osoitteessa Itsenäisyydenkatu 3.



Kuva 2 Kohdealueen kortteli nro 320 sijainti.

5 Selvityksen tulokset

5.1 Tulosten tulkitseminen

Seuraavilla sivuilla 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 muista kokemuksistamme erillisenä ilmiönä. Kokemuksemme tuulisuudesta kytkeytyvät vahvasti mm. lämpöviihtyvyyteen. Tämä selvitys ei anna suoraa kuvaa tuulen vaikutuksista tästä näkökulmasta. On mainitsemisen arvoista, että tuulisuuden vaikutukset eivät aina ole negatiivisia. Talvipäivinä tuuli tekee pakkasesta purevampaa ja syksyllä tuuleen yhdistyvät sateet kiusaavat kadulla kulkijaa, mutta kesähelteellä tuulen henkäys voi tuoda kaivattua viilennystä. Tuulen suotuisat vaikutukset tulevat tulevana vuosikymmeninä korostumaan mitä todennäköisimmin nykyistä enemmän, johtuen ilmastomuutoksesta ja yleistyvistä hellejaksoista.

P (U>5 m/s)	Viihtyisyysluokka	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 mukavuusluokitukset 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](https://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 irtonaisia 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 ilmajirroista osa ohjautuu kohti katutasoa.

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

Korttelin matalampi pedestaaliosa on onnistunut ratkaisu. Pedestaali ohjaa torniosasta alaspäin suuntautuvia tuulia pois katutasosta. Tuuliolosuhteet ovat pedestaalin ansiosta merkittävästi paremmat kuin tilanteessa, jossa torniosa liittyisi kaikilta sivuiltaan suoraan maantasoon. Lisäksi torniosan muotoilu ulosvetoineen ohjaa tuulta osumasta kattoterassille tai katutasoon kohtisuoraan, parantaen täten tuuliolosuhteita kyseisillä alueilla. Korttelin ympäristön tuuliolosuhteet ovat pääasiassa hyvät.

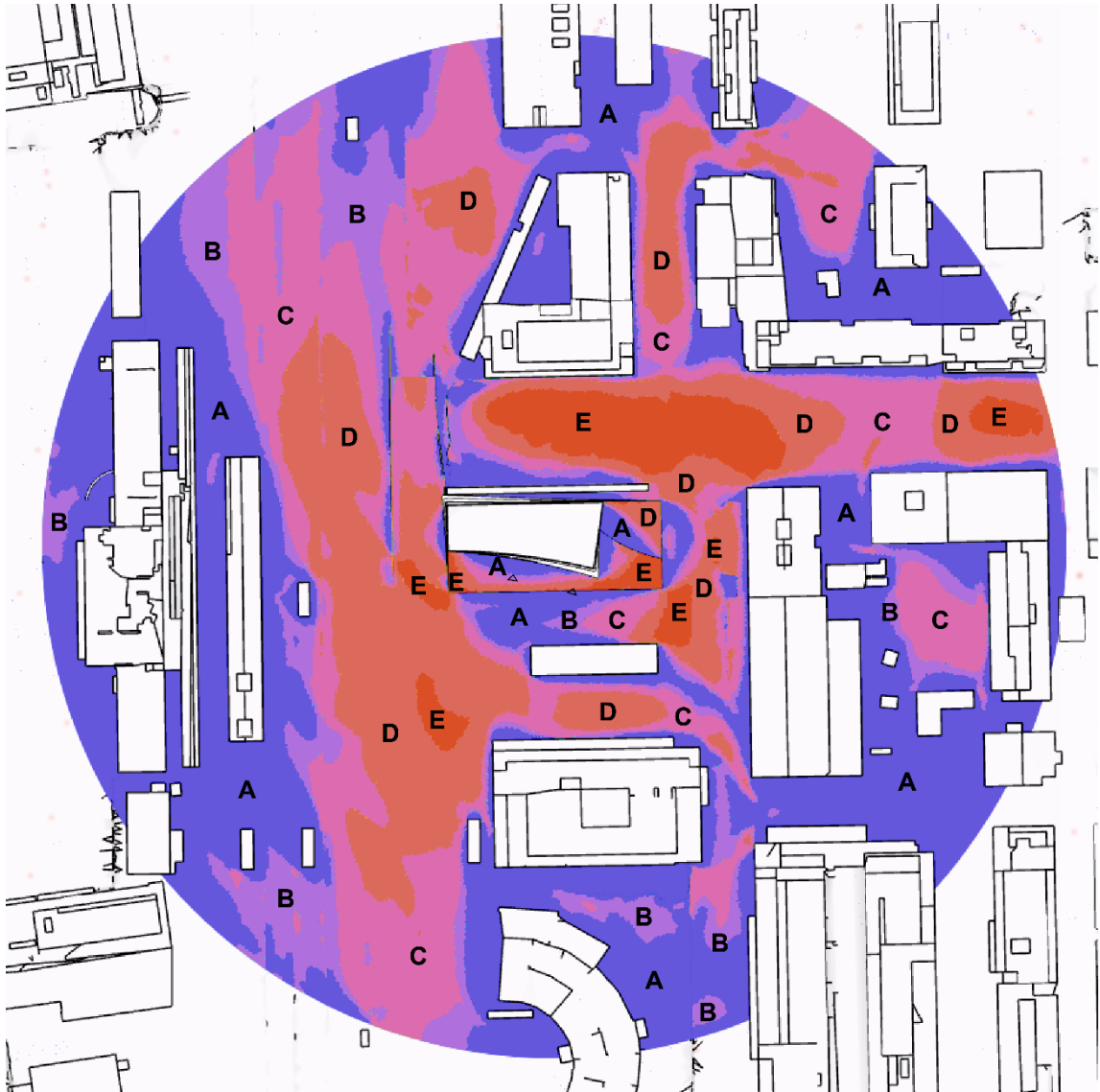
Katutasossa, rakennuksen eteläseinustan katetun alueen sisäänkäyntien välinen osuus on tuuliviihtyvyydeltään hyvä ja sopii pitkäaikaiseen oleskeluun.

Vaikka selvitys ei sisältänyt nykytilanteen mallinnusta, voidaan mallinnuksesta kuitenkin päätellä, että hankkeen toteuttamisen myötä tuulisuus lisääntyy korttelin länsi-, pohjois- ja itäpuolilla (Rata-pihankatu ja junalaiturit, Itsenäisyydenkatu sekä Pakkahuoneenaukion itäosa).

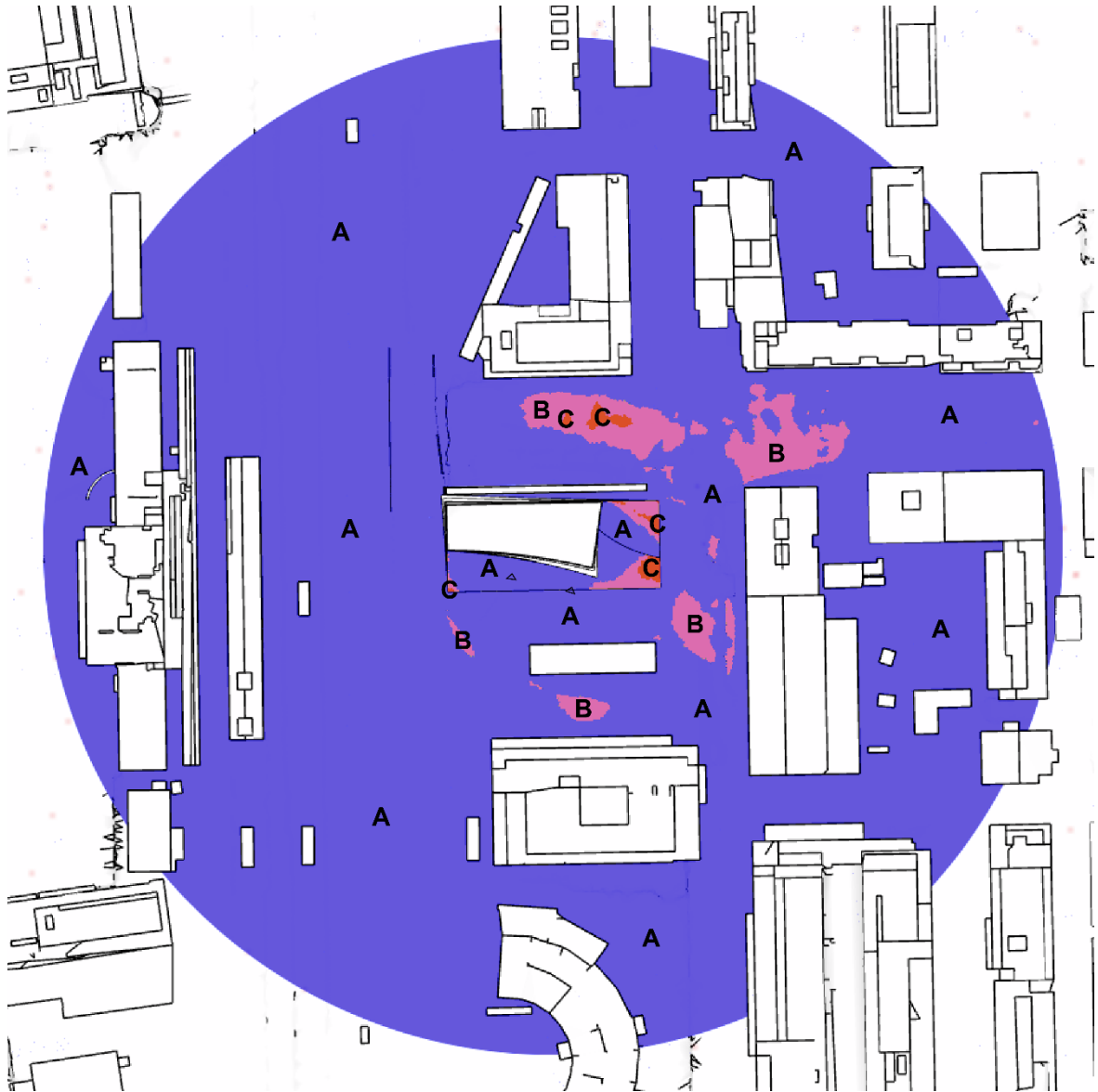
Alueen toiminnot huomioiden ovat tuulisuuden haittavaikutukset merkittävimmät Pakkahuoneenaukion itäreunalla ja kattoterassien itäreunalla. Mallinnus osoittaa Pakkahuoneenaukion itäreunalle kohtalaista riskiä ja kattoterassien itäreunalle kohtalaista sekä suurta riskiä vaaralliselle tuuliturvallisuudelle (B:llä ja C:llä merkityt alueet kuvassa 4). Näillä alueilla ilmenee voimakasta tuulisuutta erityisesti lounais- ja luoteistuulilla.

Mallinnuksessa analysoitiin katutason lisäksi rakennuksen pedestaaliosan päällä olevien kattoterassien tuuliolosuhteet. Eteläpuoleisen kattoterassin (kerrokorkeudella 5) tuuliviihtyvyys- ja tuuliturvallisuusolosuhteet ovat rakennuksen lähellä hyvät. Kumminkin kyseisen terassin lounaisnurkka ja avoimempi itäosa tulevat olemaan hyvin tuulisia. Itäosaan muodostuu tuuliturvallisuuden näkökulmasta suurta riskiä vaarallisille tuuliolosuhteille. Ilman tuulensuojarakenteita nämä alueet terassista eivät tule olemaan miellyttäviä oleskeluun. Pohjoispuoleinen kattoterassi (kerrokorkeudella 4) on osittain rakennuksen ja osittain ylemmällä tasolla olevan eteläpuoleisen terassin suojassa. Kyseisen terassialueen koilliskulma on tuulinen, ja siihen muodostuu myös tuuliturvallisuuden näkökulmasta suurta riskiä vaarallisille tuuliolosuhteille. Olosuhteita terassilla voidaan parantaa tuulensuojarakenteilla, kuten seinämillä ja pergoloilla. Terassin toiminnot voidaan myös sijoittaa pois tuulisilta alueilta.

Nykytilanteen tuulisuuden simulointi ja tuloksien vertailu suunnitelmasta tehtyyn simulointiin antaisi tarkempaa kuvaa kaavahankkeen tuomasta muutoksesta. Pakkahuoneenaukion itäreunalla oleviin oleskelualueisiin kohdistuvia vaikutuksia voisi tarkentaa mallintamalla yksityiskohtaisemmin alueen rakenteiden muodot. Tässä mallinnuksessa tätä terassialuetta kuvaa karkea pintamalli. 3D-mallinnuksen karkeus ei kuitenkaan vaikuta kokonaisarvioon.



Kuva 3 Arvio tuuliviihtyvyydestä. Punaiset alueet (merkintä E) ovat tuulisimpia. Kuvassa esitetään mallinnuksen tulokset kattoterasseille. Katutason sisäänkäynnit (pedestaaliosan alla rakennusmas-
san sisäänvedossa) on merkitty kuvaan kolmioilla ja ne ovat A-alueella.



Kuva 4 Arvio tuuliturvallisuudesta. Punaiset alueet (merkintä C) ovat tuulisimpia. Kuvassa esitetään mallinnuksen tulokset kattoterasseille. Katutaso sisäänkäynnit (pedestaaliosan alla rakennusmassan sisäänvedossa) on merkitty kuvaan kolmioilla ja ne ovat A-alueella.

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. Aiheesta on syytä keskustella hankeen eri osapuolten kesken.

Luoteistuulien vaikutusta voitaisiin vähentää jättämällä rakennuksen pohjoispuolelle etelä- ja itäreunoja vastaava pedestaaliosa. Pedestaaliosan kasvattaminen noin 3 metrillä rakennuksen länsi- ja pohjoispuolelle parantaisi tuuliolosuhteita suurella todennäköisyydellä merkittävästi.

Mikäli alueen tuuliolosuhteita halutaan parantaa ilman muutosta rakennuksen massoitteeluun, on keskeisin suositus lisätä rakennuksen julkisivuihin vaakasuuntaisia ulokkeita, tai muuta vastaavaa "karhennusta", joka estää tuulen siirtymistä katutasoon. Tällaisen "karhennuksen" mittakaavan tulee olla melko suuri, jotta sillä on merkittävää vaikutusta tuulisuuteen. Esimerkiksi koko julkisivun

laajuisilla, 30 cm syvyisillä pystysäleillä on eräässä toisessa, vastaavassa hankkeessa todettu vain pieni ja paikallinen vaikutus tuulisuuteen.

Tuulisuutta voidaan torjua myös katutasossa, muun muassa lisäämällä istutuksia tai luomalla tuulensuojarakenteita paikallisesti, erityisesti pitkäaikaiseen oleiluun tarkoitettujen alueiden ympärille. Tällaisia tuulensuojarakenteita voitaisiin harkita Pakkahuoneenaukion itäreunan terassialueelle. Säleikkömäiset rakenteet (joiden tuulen läpäisevyys on 30–50 % luokkaa) ovat suositeltavia, koska täysin tuulta läpäisemättömät rakenteet voivat joissain tilanteissa ohjata tuulen toiseen epämieluisaan kohtaan tai aiheuttaa tuulen pyörteitä tuulensuojarakenteen taakse.

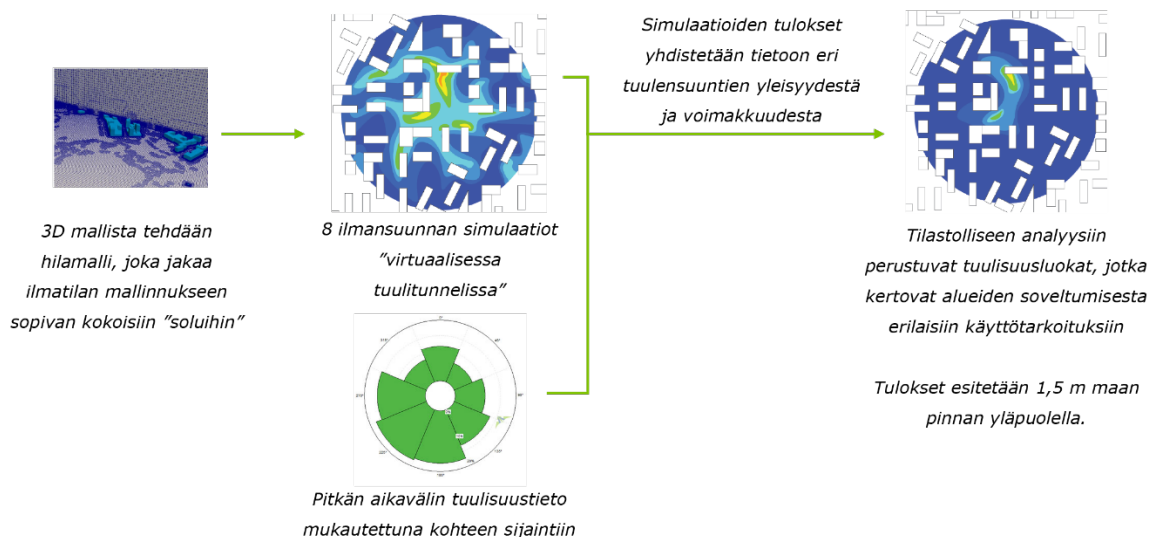
Puilla on tuulta hidastava vaikutus niin tuulen ylä- että alapuolella, joten puita voi sijoittaa tuulensuojausta tarvitsevien alueiden ympärille. Suurempi vaikutus saadaan kumminkin tuulen yläpuolelle tehtävillä istutuksilla. Huomioitavaa on, että puiden tuulta suojaavaan vaikutukseen vaikuttaa puun lehvästön koon lisäksi lehvästön tiheys. Kookkailla lehtipuilla, joilla on laaja lehvästö, on hyvä tuulensuojavaikutus lehdelliseen aikaan. On myös huomioitava, että lehtipuiden vaikutus on pienempi lehdettömänä aikana sekä silloin kun ne ovat vielä nuoria.

Useampien muutosten yhteisvaikutusten arvioimiseksi on suositeltavaa tehdä uusi mallinnus.

7 Selvityksen toteutustapa ja lähtötiedot

7.1 Analyysin toteutustapa

Oheinen kaavio esittää tuulisuusanalyysin toteutustavan pääperiaatteet.



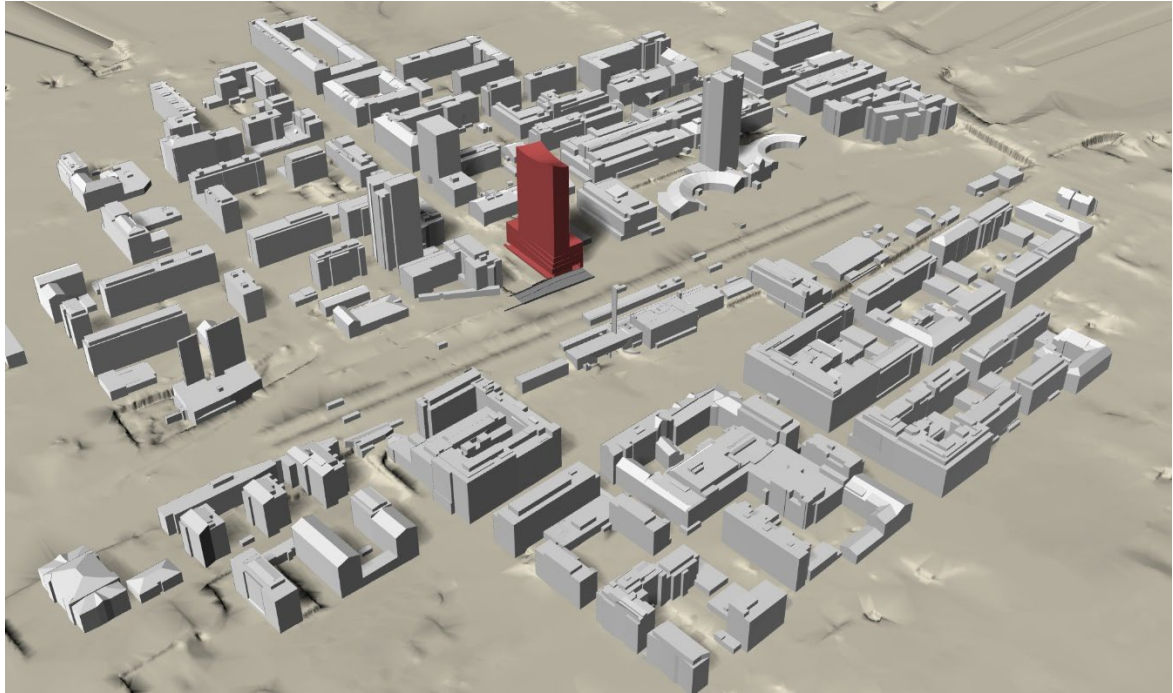
Kuva 5 Mallinnuksen periaatteet

7.2 3D -mallin valmistelu

Mallinnukset pohjautuivat kaupungilta saatuihin 3D-malleihin, jotka yhdistettiin ja muokattiin virtausmallinnukseen soveltuvaksi kokonaisuudeksi. Ympäröivät rakennukset huomiottiin mallissa n. 500 m etäisyydellä kaava-alueesta. Malli sisältää rakennusten ohella maan pinnan muotoilut, Itsenäisyydenkadun alikulun ja Ratapihankadun uuden sillan. 3D-malliin sisällytettiin myös vielä rakentumaton korkea rakennus kohdealueesta itään (asemakaavan 8662), jotta mallinnus kertoo myös rakennusten yhteisvaikutuksista.

Simuloinneissa käytetyn mallin tarkkuustaso rakennusten osalta on LOD2. Maastomalli rakennettiin Tampereen kaupungin karttapalvelusta saatavasta aineistosta QGIS ja Rhino ohjelmien avulla. Korkeuskäyriä maastomallissa on 0.5 m välein.

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



Kuva 6 Näkymä 3D -malliin.

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.

7.4 Numeerisesta virtausmallinnuksesta

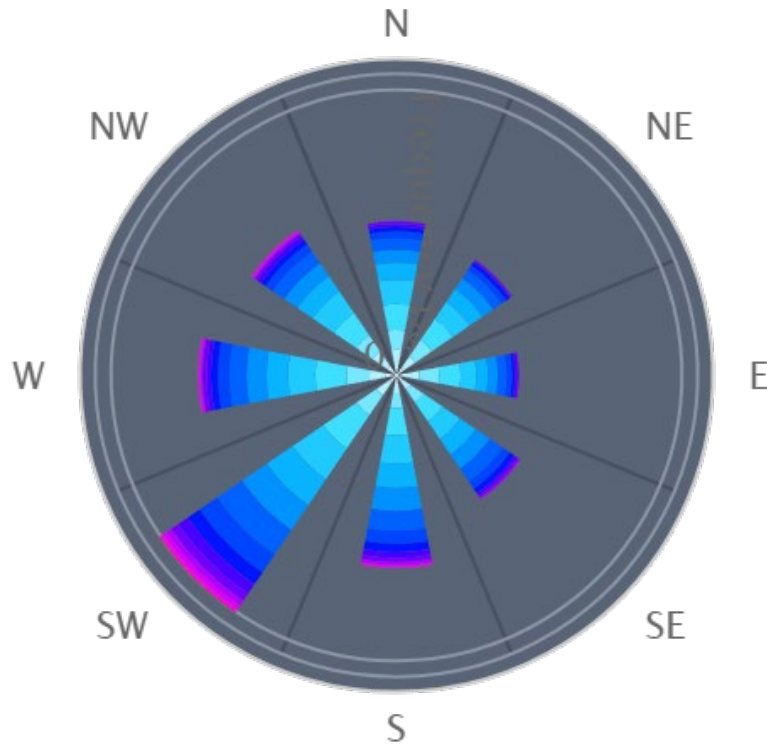
Keskeisiä tietoja numeeristen virtausmallinnusten toteutuksesta:

- 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 tyyppinen. Vallitseva tuulen-suunta on lounas. Etelä ja länsi ovat seuraavaksi tyypillisimmät tuulen suunnat. Myös voimakkaat tuulet saapuvat tyypillisesti tältä sektorilta.



Kuva 7 Alueen tuulisuus.

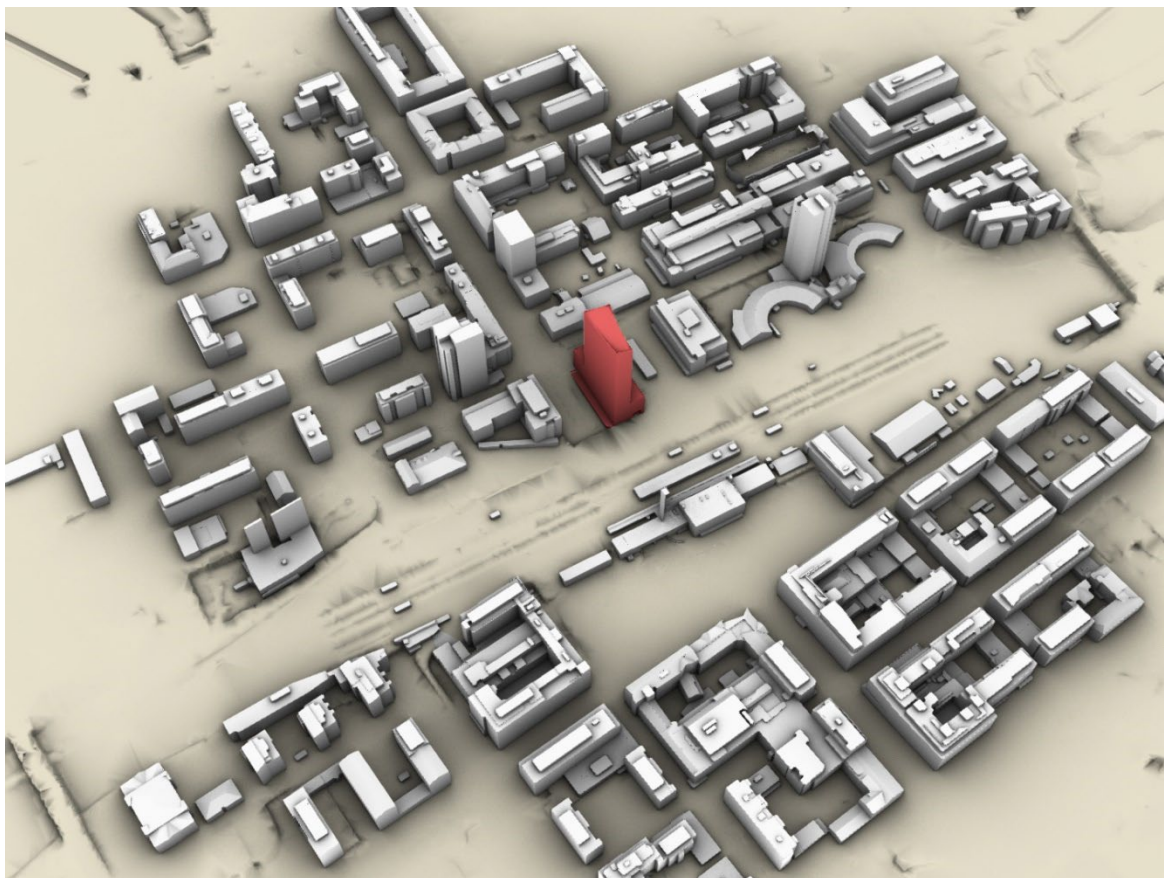
8 Selvityksen aiemman vaiheen tulokset

Rakennuksen massoitteeluun tehtiin yksi muutoskierrös tämän tuulisuusselvityksen aikana. Tässä luvussa käydään läpi 3D-malliin tehdyt päivitykset, sekä miten nämä vaikuttivat mallinnuksen tuloksiin.

Rakennuksen massoitteelussa tehtiin kaksi oleellista muutosta tuuliolosuhteiden parantamista ajatellen: pedestaaliosan kattoterassi jaettiin yhdestä tasosta kahdelle tasolle, ja torniosan alimpien kerroksien luoteis- ja kaakkoiskulmiin lisättiin ulosvetoja. Lisäksi malliin lisättiin Ratapihankadun sil-
lan suunnitelma, jota ei ollut aikaisemmassa vaiheessa saatavilla.

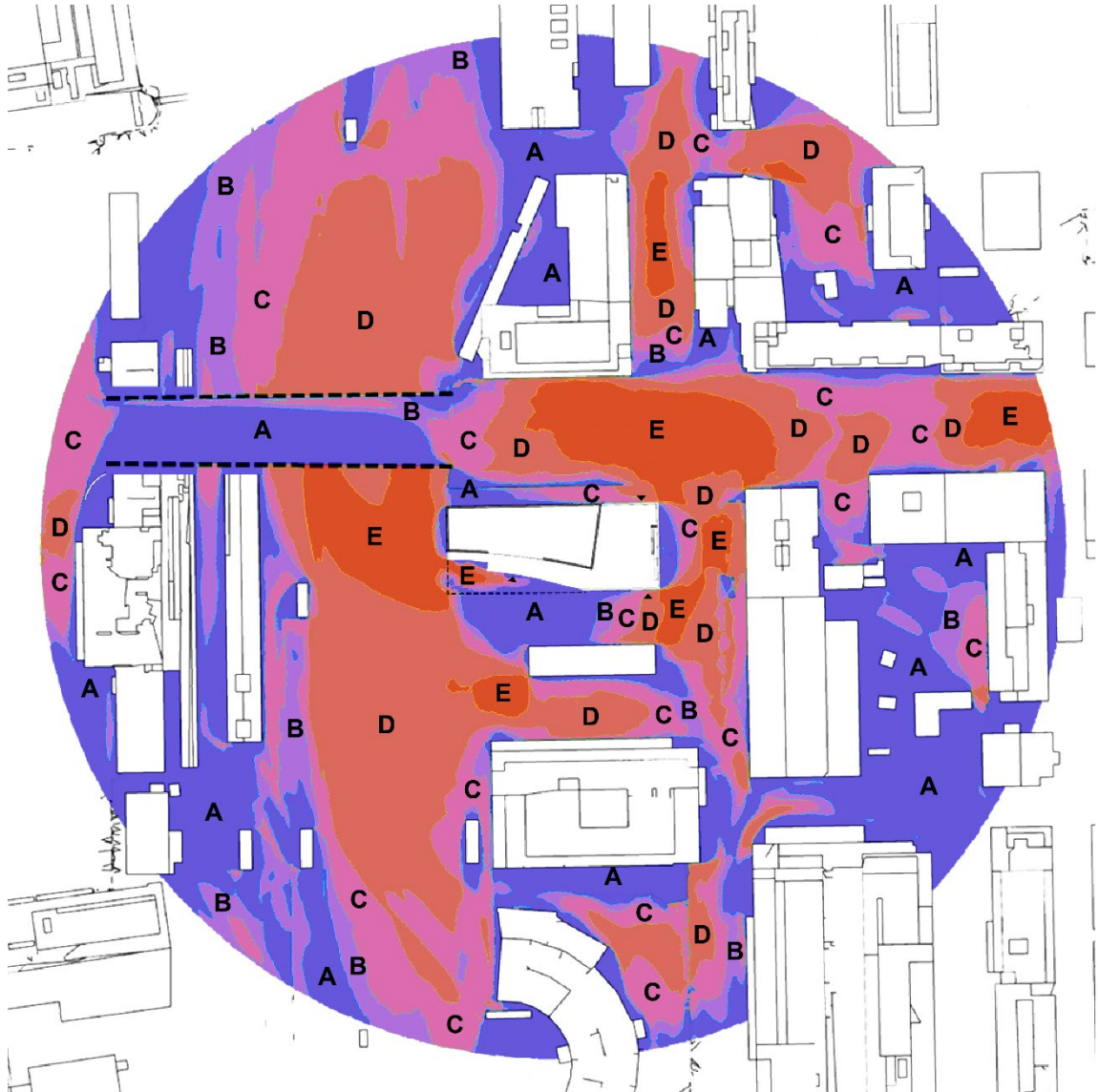
Muutoksilla oli positiivisia vaikutuksia tuuliolosuhteisiin. Rakennuksen koilliskulmalle ja itäpuolelle ei kasaudu tai suppiloidu enää suurta riskiä aiheuttavia tuuliolosuhteita. Alueilla, jotka olivat aikai-
semman vaiheen mallissa toimivia säilyivät sellaisina myös päivitettyssä mallissa.

Aikaisemmassa vaiheessa kattoterassi ei kuulunut mallinnukseen ja siitä ei ole täten tuloksia, mutta voimme päivitetyn mallin tuloksista päätellä, että kattoterassien jakaminen kahteen osaan loi enemmän käytettävää pinta-alaa pitkä-aikaista oleskelua varten.

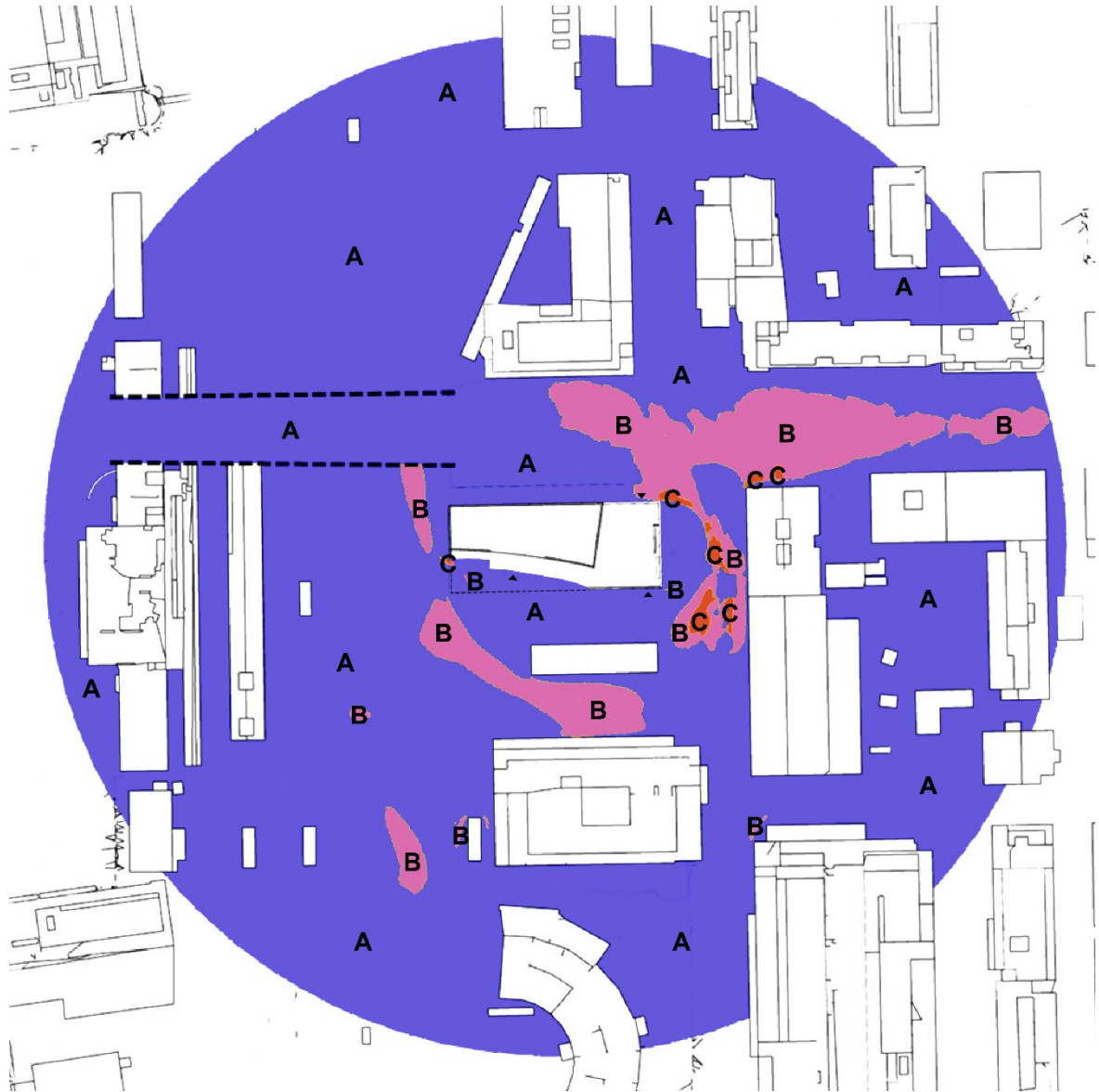


Kuva 8 Näkymä aiemman vaiheen mallinnuksessa käytettyyn 3D -malliin.

8.1 Aiemman vaiheen mallinnuksen tulokset



Kuva 9 Arvio tuuliviihtyvyydestä. Punaiset alueet (merkintä E) ovat tuulisimpia. Kuvassa esitetään mallinnuksen tulokset rakennuksen lounaispuolella sijaitsevan rakennusmassan sisäänvedon alle. Pedestaaliosan reuna on merkitty kuvaan katkoviivalla. Katutaso sisäänkäynnit on merkitty kuvaan kolmioilla.



Kuva 10 Arvio tuuliturvallisuudesta. Punaiset alueet (merkintä C) ovat tuulisimpia. Kuvassa esitetään mallinnuksen tulokset rakennuksen lounaispuolella sijaitsevan rakennusmassan sisäänvedon alle. Pedestaaliosan reuna on merkitty kuvaan katkoviivalla. Katutasen sisäänkäynnit on merkitty kuvaan kolmioilla.