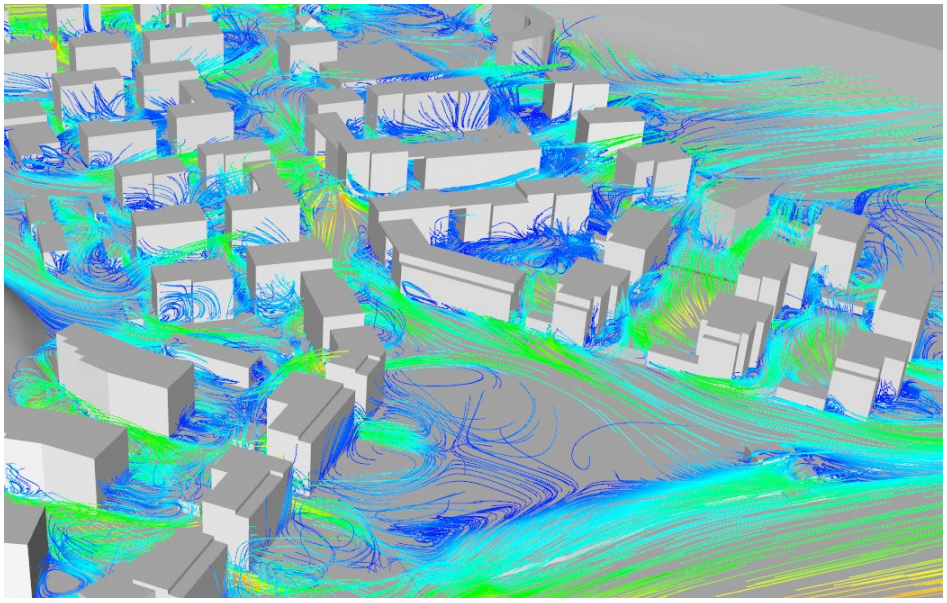
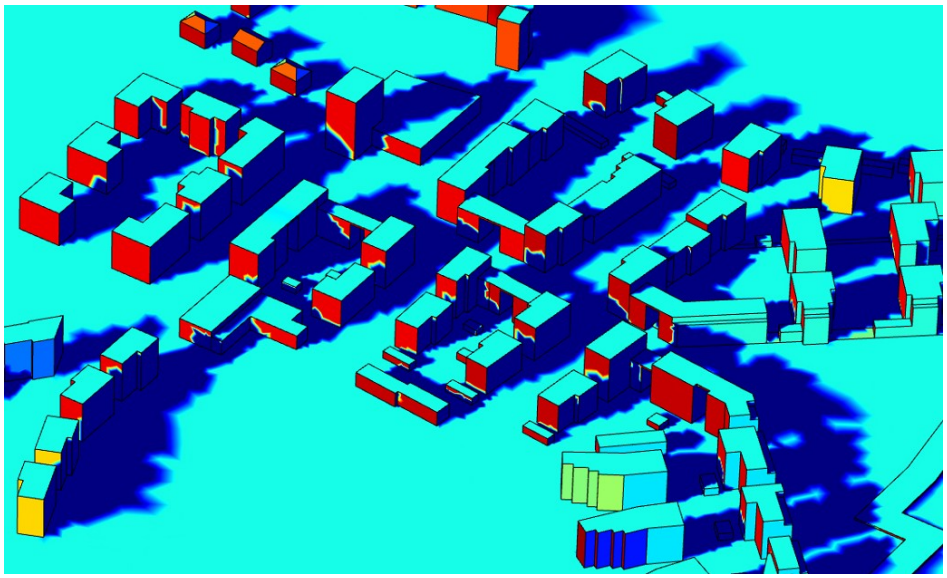
NIEMENRANTA III, ENTISEN TEOLLISUUSALUEEN MUUTTAMINEN ASUNTOALUEEKSI, KAAVA NRO 8496

TUULISUUSKARTOITUS JA AURINKOPOTENTIAALIN MÄÄRITYS





Laatija	Niklas Söderholm
Tarkastaja	
Päiväys	24.03.2017
Kuvaus	Niemenranta III, kaava nro 8496 – Tuulisuuskartoitus ja aurinkopotentiaalin määritys

Sisällys

1.	SUUNNITTELUALUEEN KUVAUS	1
2.	Johdanto	2
3.	Tuulisuuskartoitus	2
3.1	Tuulisuustiedot ja laskentatapaukset	2
3.2	Malli ja menetelmät	4
3.3	Tuulisuuskartoituksen tulokset	6
3.3.1	Tuuli lounaasta 4 m/s	6
3.3.2	Tuuli lounaasta 8 m/s	8
3.3.3	Tuuli etelästä 4 m/s	9
3.3.4	Tuuli idästä 4 m/s	11
3.4	Johtopäätökset tuulisuuskartoituksesta	13
4.	Aurinkopotentiaalin määritys	13
4.1	Malli ja menetelmät	13
4.2	Aurinkotarkastelun tulokset	15
4.3	Aurinkopotentiaali rakennuskohtaisesti	18
4.4	Johtopäätökset aurinkotarkasteluista	20

1. SUUNNITTELUALUEEN KUVAUS

Suunnittelualue sijaitsee noin 9 km luoteeseen kaupungin keskustasta Kehyskadun ja Raamikadun itäpuolella. Suunnittelualue on entistä Metsä Board Oyj:n teollisuusaluetta. Suunnittelualue sijoittuu Lielahdenkadun eteläpuolelle rajoittuen lännessä Niemenrannan II vaiheen asemakaavoitettuun ja rakenteilla olevaan alueeseen, etelässä ja idässä Näsijärveen ja koillisessa rakenteilla olevaan Lentävänniemen eteläosan kerrostalokortteleihin ja Nokelanpuistoon. Suunnittelualueella ei sijaitse rakennuksia.

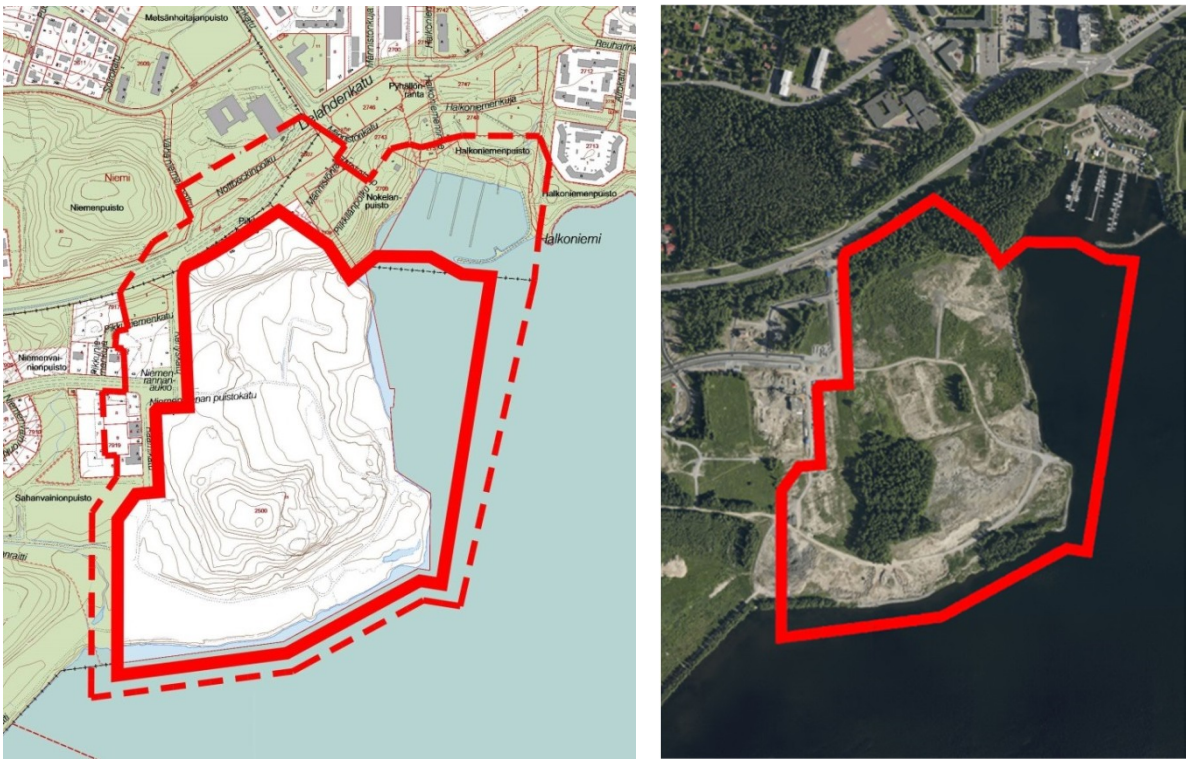
Alueella on ollut sahatoimintaa 1800-luvun lopulta 1970-luvulle. Toimintaan liittyvät rakennukset on purettu 1990-luvulla. Aluetta on myös käytetty teollisuuden jätteiden ja lietteen varastointiin.

Pilaantuneiden maiden puhdistukset on toteutettu vuosina 2009 - 2013. Alueen maastoa on muokattu ja suuri osa puustoa poistettu puhdistustoimenpiteiden yhteydessä.

Suunnittelualue on osittain hienojakoista, savista maalajitetta. Niemen kärjen lähellä olevalla mäellä esiintyy kalliota. Alueen rannat ovat suurilta osin täyttöaluetta.

Suunnittelualueelta on lyhyt matka Lielahden monipuolisiin palveluihin ja julkiset palvelut mm. koulu ja päiväkoti sijaitsevat kävelymatkan päässä.

Alueen kokonaispinta-ala on. 30,6 ha. Siitä kiinteistön 2500–31 osuus on n. 24 ha. Kaava-alueeseen sisältyvän Näsijärven vesialueen pinta-ala on 6,6 ha.



Kuva 1. Vasemmalla kaava-alueen ja lähivaikutusalueen rajaus osoitekartalla. Oikealla ilmakuva alueesta.

2. JOHDANTO

Tässä raportissa esitetyn tuulisuuskartoituksen tavoite on visualisoida tuuliolosuhteita tarkastellulla asuinalueella ja tuoda esiin erityisen tuuliset ja mahdollisesti epäviihtyisät kohdat alueella. Tuloksien avulla voidaan myös arvoida mihin kohtiin lumi voi kinostua alueella, jolloin mahdolliset lumiongelmat voidaan ottaa huomioon jatkosuunnittelussa. Tuloksia voidaan myös hyödyntää esimerkiksi lujuusteknisissä tarkasteluissa, joissa otetaan huomioon tuulen paineesta aiheutuvat rakennerasitukset. Tuulisuuskartoitus Niemenrannan asuinalueelle tehtiin virtauslaskentamallilla, joka pohjautuu Arkkitehtitoimisto Helamaa & Heiskanen Oy:n tekemään massamalliin tarkasteltavasta alueesta. Tarkasteluja varten arkkitehdin maastomallia yksinkertaistettiin sopivassa suhteessa, jotta malli saatiin yhteensopivaksi virtauslaskentaohjelman kanssa.

Aurinkoenergian potentiaalia Niemenrannan alueella selvitettiin tuulisuuskartoituksen tapaan simulointimallin avulla.

3. TUULISUUSKARTOITUS

3.1 Tuulisuustiedot ja laskentatapaukset

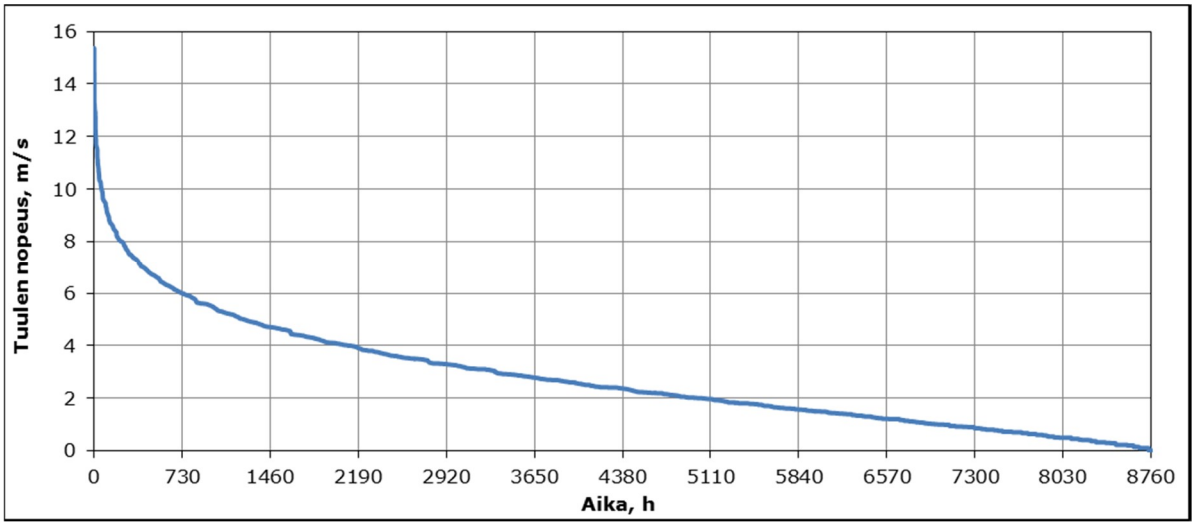
Tuulisuuskartoitus tehtiin Ilmatieteen laitoksen tuulisuustietojen pohjalta, jotka on esitetty julkaisussa ”Tilastoja Suomen ilmastosta 1981 – 2010” vuodelta 2012. Tässä raportissa käytetyt tuulisuustiedot on esitetty kuvassa 2 pohjautuen Tampereen Pirkkalan lentoasemalla mitattuun tuulen keskinopeuden ja suhteellisen jakaumaan. Tuuli puhaltaa havaitsijaa kohti ilmansuunnalta, joka on ilmoitettu kuvassa.

Tuulien jakautuminen – Wind distribution

Kk	N		NE		E		SE		S		SW		W		NW		Tyyni	Ka
Month	m/s	%	m/s	%	m/s	%	m/s	%	m/s	%	m/s	%	m/s	%	m/s	%	Calm %	Mean m/s
1215	PIRKKALA TAMPERE-PIRKKALAN LENTOASEMA																	
1	2,7	10	2,9	7	3,3	8	3,5	13	3,4	16	4,4	19	3,8	11	3,1	7	8	3,2
2	2,6	10	3,1	8	3,1	10	3,3	13	3,4	17	3,8	18	3,6	9	3,0	7	8	3,0
3	2,9	9	3,0	6	3,4	9	3,3	15	3,6	20	3,8	15	3,7	9	3,0	7	9	3,1
4	3,3	12	3,7	9	3,3	9	3,2	12	3,3	16	3,5	13	3,7	10	3,2	8	10	3,1
5	3,1	11	3,3	9	3,3	9	2,9	9	3,3	14	3,7	14	3,8	15	3,2	9	10	3,0
6	3,1	12	3,1	9	3,2	8	3,0	9	3,2	15	3,6	13	3,5	13	3,1	11	9	2,9
7	3,0	10	2,9	7	2,9	6	2,7	10	3,1	17	3,5	16	3,4	13	2,8	10	10	2,8
8	2,9	10	2,8	8	3,1	9	2,8	12	3,0	16	3,4	14	3,3	11	2,8	10	11	2,7
9	3,1	7	3,3	9	3,3	8	3,0	12	3,2	17	3,6	17	3,5	12	3,1	9	10	3,0
10	3,3	6	3,1	7	3,3	8	3,2	14	3,3	20	4,0	20	3,7	12	3,2	9	6	3,3
11	3,5	6	3,5	9	3,3	10	3,2	17	3,3	18	4,1	17	3,6	9	3,1	8	5	3,3
12	3,0	7	3,5	9	3,3	9	3,3	13	3,5	18	4,1	18	3,6	11	3,0	8	7	3,3
Vuosi/ Year	3,0	9	3,2	8	3,2	9	3,2	12	3,3	17	3,8	16	3,6	11	3,0	9	9	3,1

Kuva 2. Tuulisuustiedot Tampereen Pirkkalan lentoasemalle.

Tilastollisesti vuoden keskimääräinen tuulen nopeus Tampereen alueella on 3,1 m/s ja suurimmat keskimääräiset tuulen nopeudet tulevat lounaasta (tammikuussa 4,4 m/s). Vallitseva tuulen suunta on etenkin syksyllä ja talvella kaakon ja lounaan väliltä. Kevään ja kesän aikana esiintyy tilastollisesti jonkin verran enemmän pohjoistuulia. Tuulen nopeuden pysyvyys vuoden aikana Tampereen Pirkkalan lentoasemalla on esitetty kuvassa 3 Meteonorm 7.0 ohjelmasta saadun säädatan pohjalta.



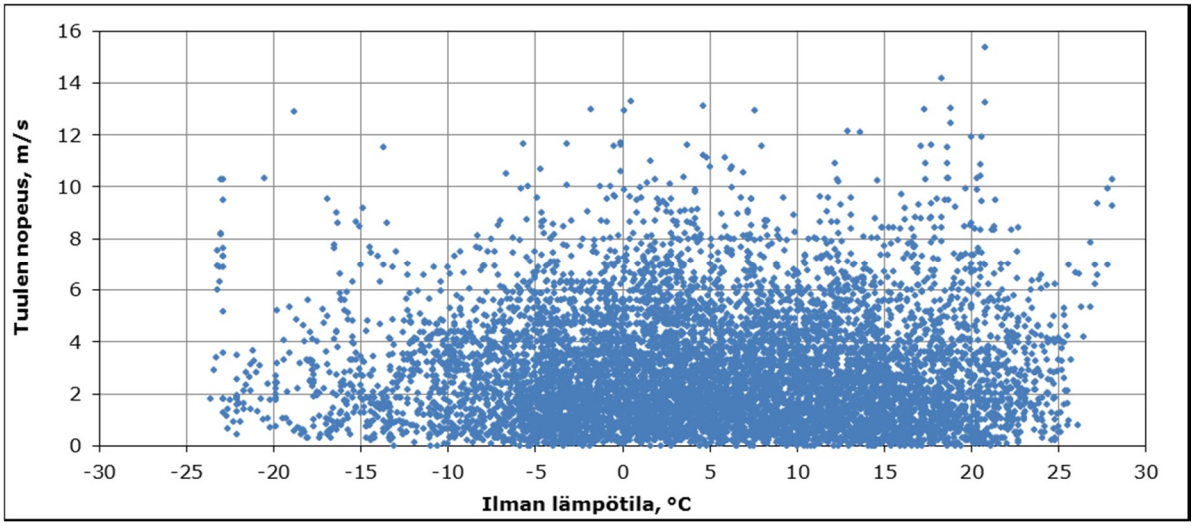
Kuva 3. Tuulen nopeuden pysyvyys Tampereen Pirkkalan lentokentällä vuoden aikana. Lähde: Meteonorm 7.0 säätiedot.

Niemenrannan asuinalueen tuulisuuskartoitukseen valittiin kuvan 2 tuulisuustietojen ja alueen sijainnin perusteella kolme tuulen suuntaa: lounas, etelä ja itä. Valitut ilmansuunnat ovat todennäköisijä, koska tuuli pääsee puhaltamaan esteettä järven suunnalta. Simuloinnit koostuivat seuraavista laskentatapauksista (tuulen suunta / keskimääräinen tuulen nopeus):

1. Tuuli lounaasta, 4 m/s
2. Tuuli lounaasta, 8 m/s
3. Tuuli etelästä, 4 m/s
4. Tuuli idästä, 4 m/s

Tuulen nopeus 4 m/s ja sitä isompia nopeuksia esiintyy tilastollisesti noin 24 % ajasta ja 8 m/s ylittäviä nopeuksia noin 3 % ajasta.

Tuulen nopeuden ja ilman lämpötilan välistä yhteyttä Tampereen seudulla on havainnollistettu kuvassa 4 pistepilvellä, jossa jokaista vuoden tuntia kuvaa ilman lämpötila ja tuulen nopeus.



Kuva 4. Tuulen nopeus ilman lämpötilan funktiona vuoden aikana.

Tilastollisesti kuvan 4 säädatasta nähdään, että esimerkiksi 8 m/s ylittäviä tuulen nopeuksia esiintyy suhteellisesti enemmän leudommalla kelillä (T > -5 °C). Kylmällä pakkassäällä tuulen nopeuden hajonta on kuitenkin suurta pienestä vuotuisesta tuntimäärästä johtuen.

3.2 Malli ja menetelmät

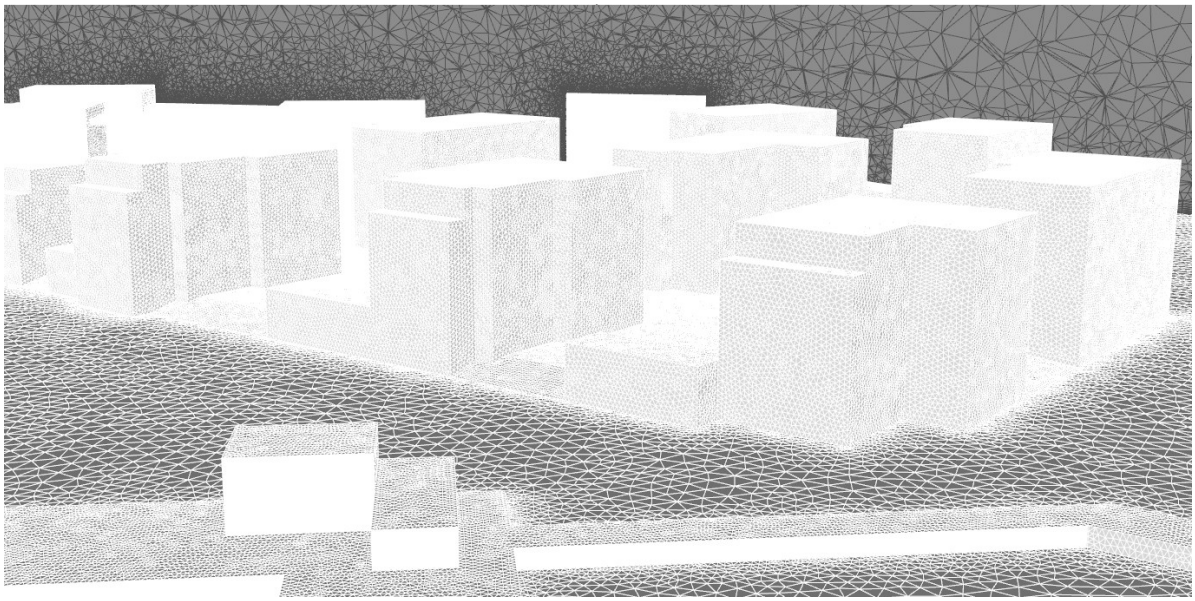
Tuulisuuskartoitus Niemenrannan asuinalueelle tehtiin Arkkitehtitoimisto Helamaa & Heiskanen Oy:n tekemään massamalliin perusteella, päivätty 9.3.2017. Tarkasteltavalla alueella korkeuseroja maastossa esiintyy niemen eteläosassa rakennusmassan keskellä sekä alueen pohjoispuolella. Vallitsevan tuulen suunnan kannalta niemen eteläosan korkeuserot ja niemen mahdollinen kasvusto aiheuttavat tuulimallinnukseen jonkin verran epävarmuutta, jota on vaikea arvioida arkkitehtimallin perusteella. Virtauslaskentaohjelmaa varten maaston korkeuseroja yksinkertaistettiin lisäksi jonkin verran mallinnuksen helpottamiseksi.

Niemenrannan alueen arkkitehtimallit on esitetty kuvassa 5 (Sketchup-ohjelman näkymä ja alueen CAD-kuva). Rakennuskannan korkeus alueelle on melko yhtenevä noin 16 – 20 m.

Kuva 5. Niemenrannan alue arkkitehtimallien mukaisesti. Arkkitehtitoimisto Helamaa & Heiskanen Oy:n tekemä massamalli, päivätty 9.3.2017. Alue ja siihen kohdistuvat ilmansuunnat ilmenevät alemmasta CAD-kuvasta.

Tuulisuuskartoitus tehtiin arkkitehtimallien pohjalta virtauslaskentaohjelmalla Ansys Fluent R18.0. Ohjelma soveltuu erityisen hyvin vaativien virtaus- ja lämpöteknisten ongelmien ratkaisemiseen ja on yleisesti käytetty maailmalla. Simulointien ratkaisussa käytettiin stationääritilan turbulenssimallilla, k-ε Realizable (RANS), koska sen on todettu vastaavan todellisia mittaustuloksia melko tarkasti. Simuloinneissa tuulen nopeus järven kohdalla

mallinnettiin vakioarvona (4 m/s tai 8 m/s) turbulenttisen intensiteetin ollessa 10 %. Tarkasteltavan alueen jättöpuolella käytettiin paine reuna-ehtoa (staattinen paine 0 Pa) ja muilla reuna-alueilla symmetria reunaehtoa. Maasto mallinnettiin simuloinneissa karheana seinämäfunktion avulla, pinnankarheuden ollessa 3 cm. Virtauslaskentaohjelmassa käytetty yksinkertaistettu 3D-malli tarkasteltavasta alueesta on esitetty kuvassa 6.



Kuva 6. Virtauslaskentaohjelmassa käytetty malli Niemenrannan alueesta. Simulointimalli koostuu tetraedrimäisistä tilavuuksista, joita on mallissa yhteensä noin 40 miljoonaa kappaletta.

Virtauslaskennalla tuotettavat tulokset alueen tuulisuudesta on esitetty kappaleessa 3.3 pääosin ilman virtausnopeutta esittävinä kuvina, jotka kertovat mitkä kohdat alueesta ovat erityisen tuulisia. Tuloksissa on myös esitetty tuulen paineen aiheuttamat staattisen paineen jakaumat rakennusten ja maaston pinnoilla. Staattista painetta voidaan hyödyntää esimerkiksi lumen kinostumisen arviointiin ja lujuusteknisissä tarkasteluissa.

Alueen viihtyisyyttä tuuliolosuhteiden kannalta on tarkasteltu tyypillisellä pakkassäällä pakkasen purevuuden avulla (tuulen hyytävyys). Ilmatieteen laitoksen käyttämän määritelmän mukaan pakkasen purevuutta (WCT: Windchill) arvioidaan ilman lämpötilan (T) ja tuulen nopeuden (V) perusteella seuraavasti:

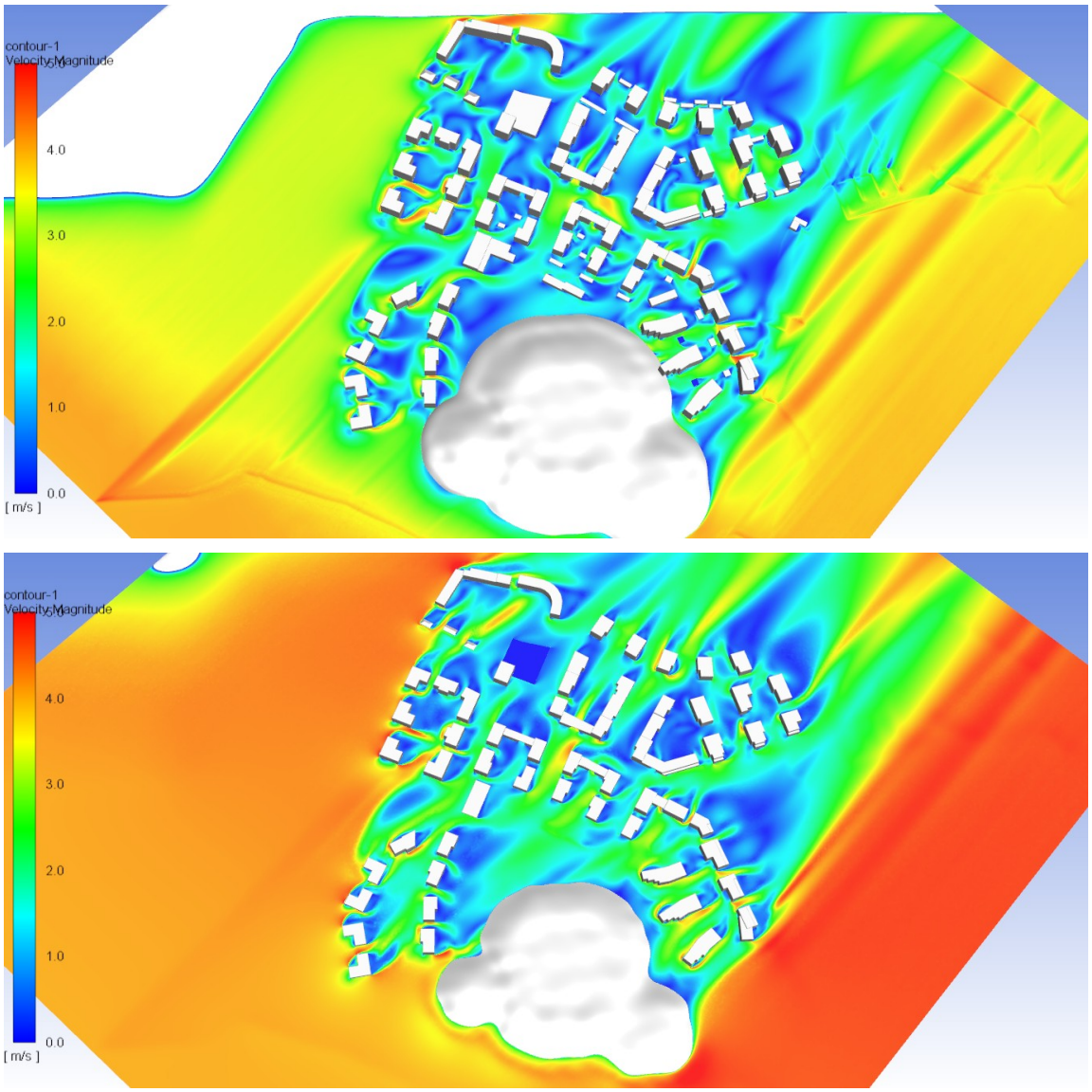
$$WCT = 13{,}12 + 0{,}6215 \cdot T - 13{,}956 \cdot V^{0{,}16} + 0{,}4867 \cdot T \cdot V^{0{,}16}$$

Kaavan yksikkö on °C ja se kuvaa miltä ilman lämpötila tuntuu ihmisen iholla. Tässä raportissa ilman lämpötilana on käytetty -20 °C, jolloin laskentatilanne kuvaa tyypillistä kylmää pakkaspäivää.

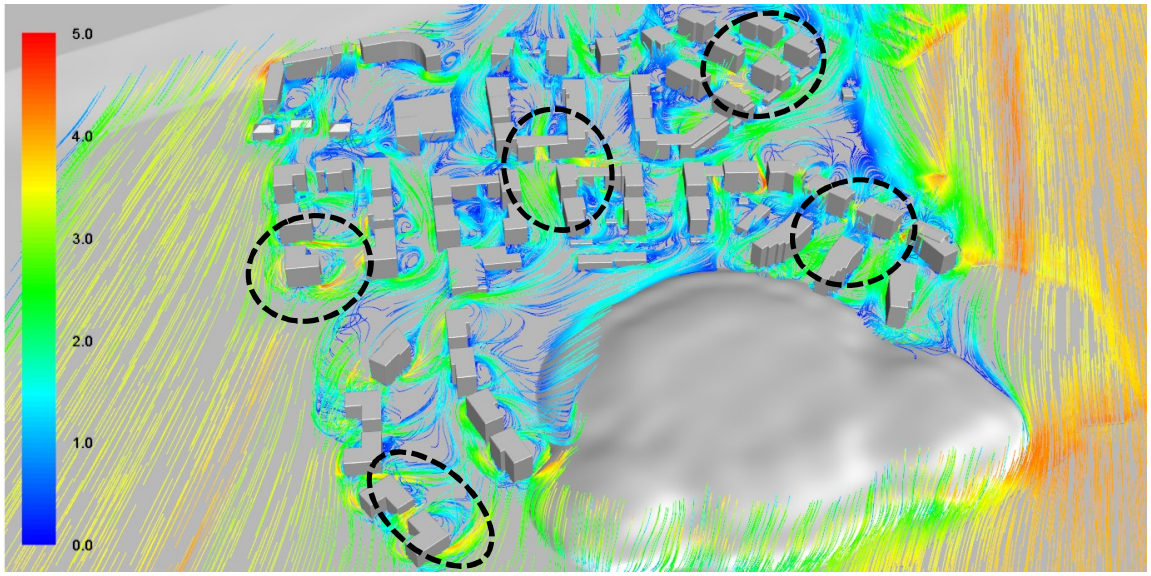
3.3 Tuulisuuskartoituksen tulokset

Tässä kappaleessa esitetyt ilman liikettä visualisoivat leikkauspinnat on otettu maan pintaan nähden kahdelta korkeudelta 2 m ja 10 m. Pakkasen purevuus alueella on arvioitu leikkauspinnan kohdalta, 2 m maan pinnasta, vapaan tuulen keskinopeudella 4 m/s.

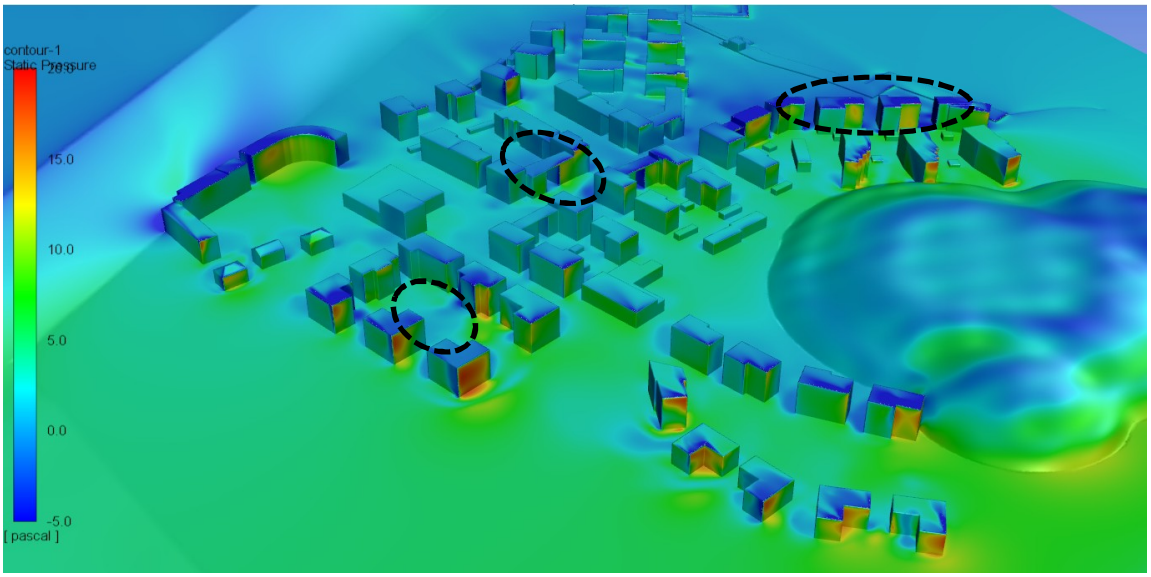
3.3.1 Tuuli lounaasta 4 m/s



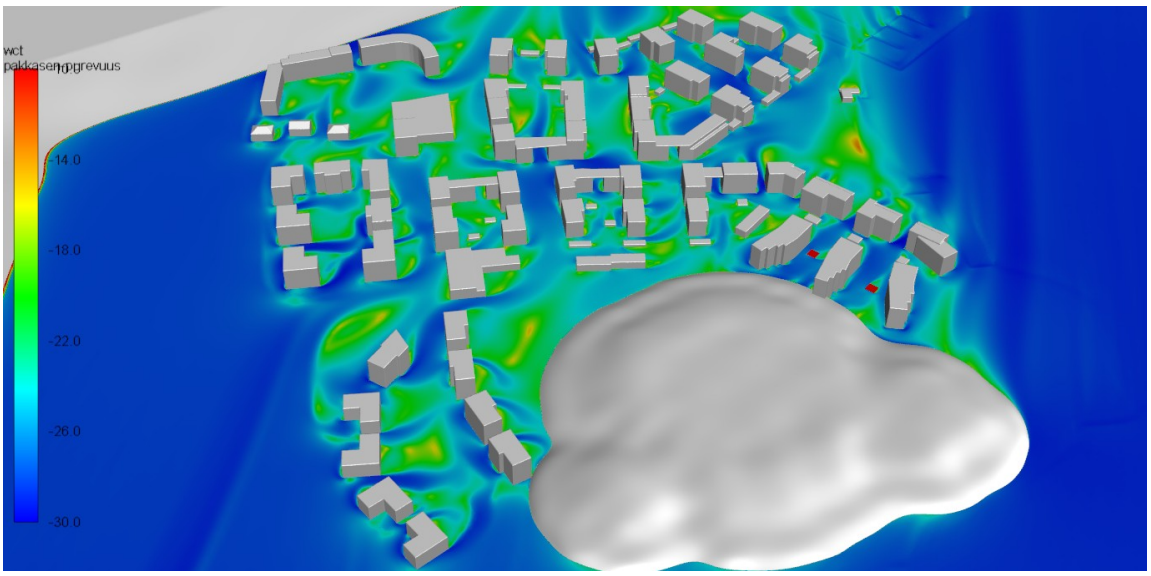
Kuva 7. Ilman virtausnopeus 2 m (ylhäällä) ja 10 m (alhaalla) maan pinnan tasosta.



Kuva 8. Ilman liikettä havainnollistavat virtaviivat 2 m maan pinnan tasosta. Kuvaan on ympyröity erityisen tuuliset kohdat alueella.

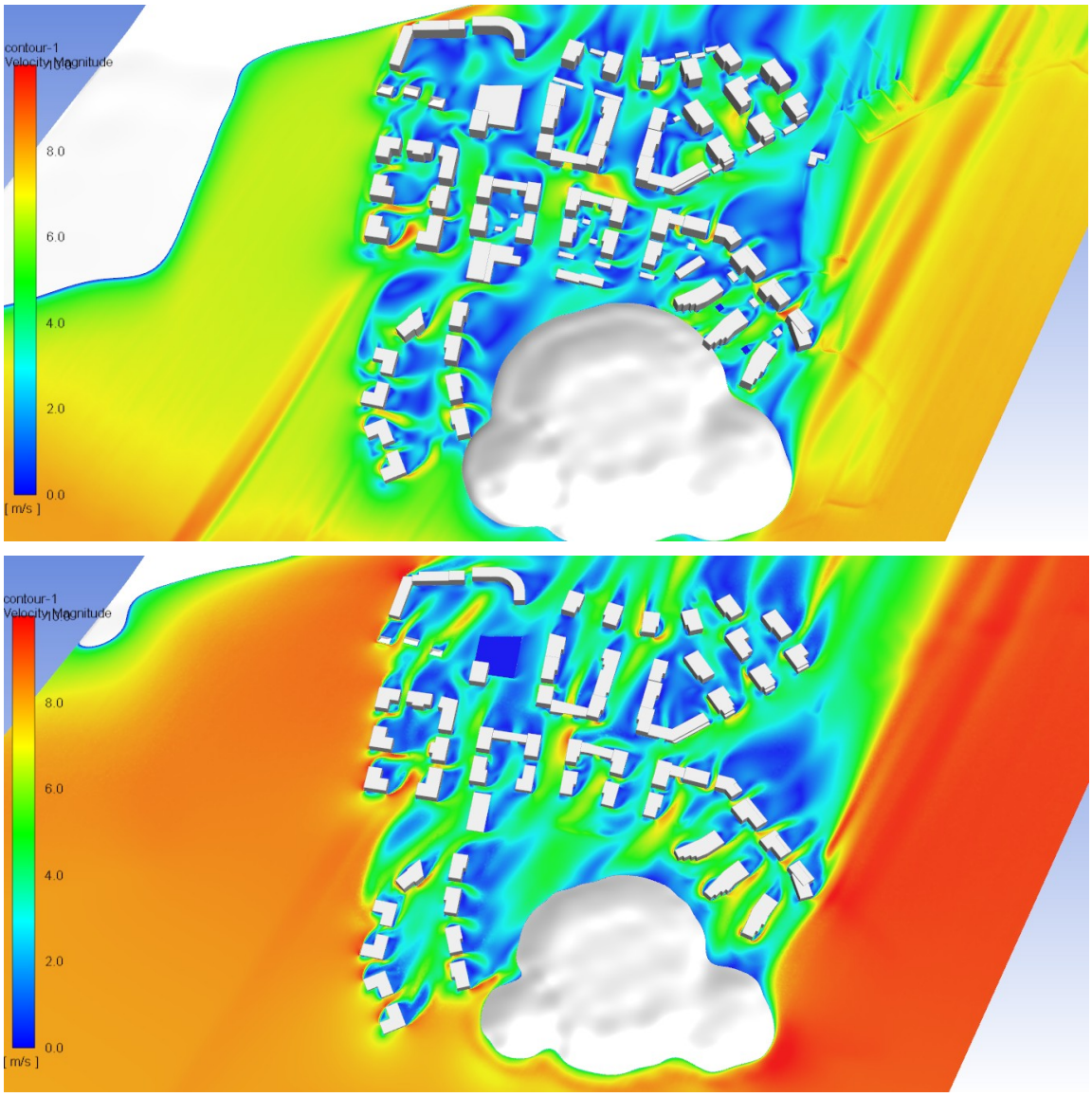


Kuva 9. Staattisen paineen jakauma rakennusten ja maaston pinnoilla. Kuvaan on ympyröity lumen kinostumisen kannalta mahdollisia ongelmakohtia.

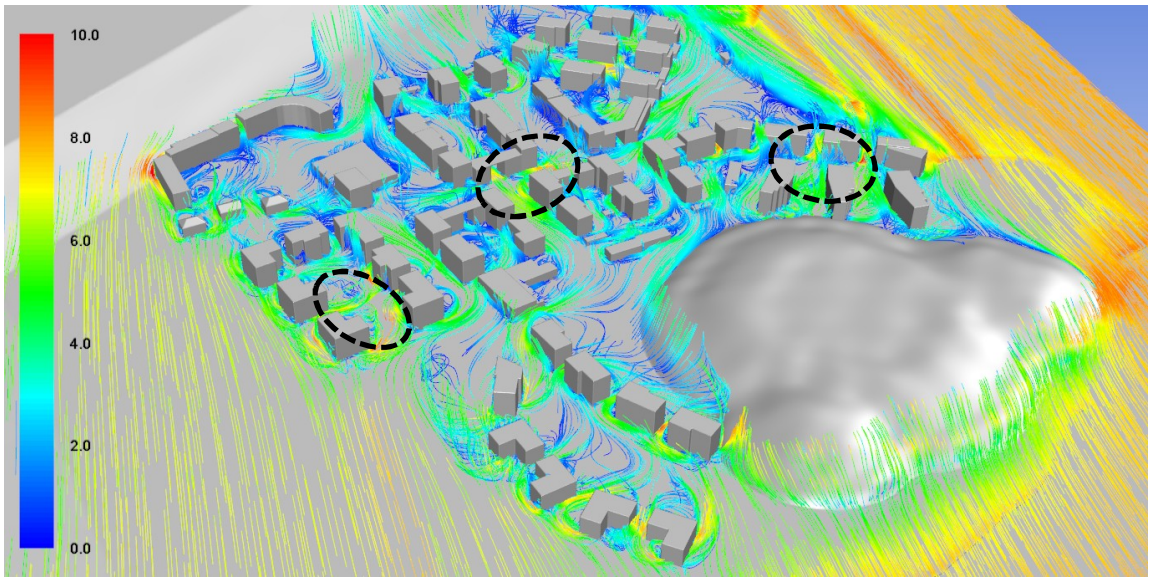


Kuva 10. Pakkasen purevuus ulkoilman lämpötilalla -20 °C.

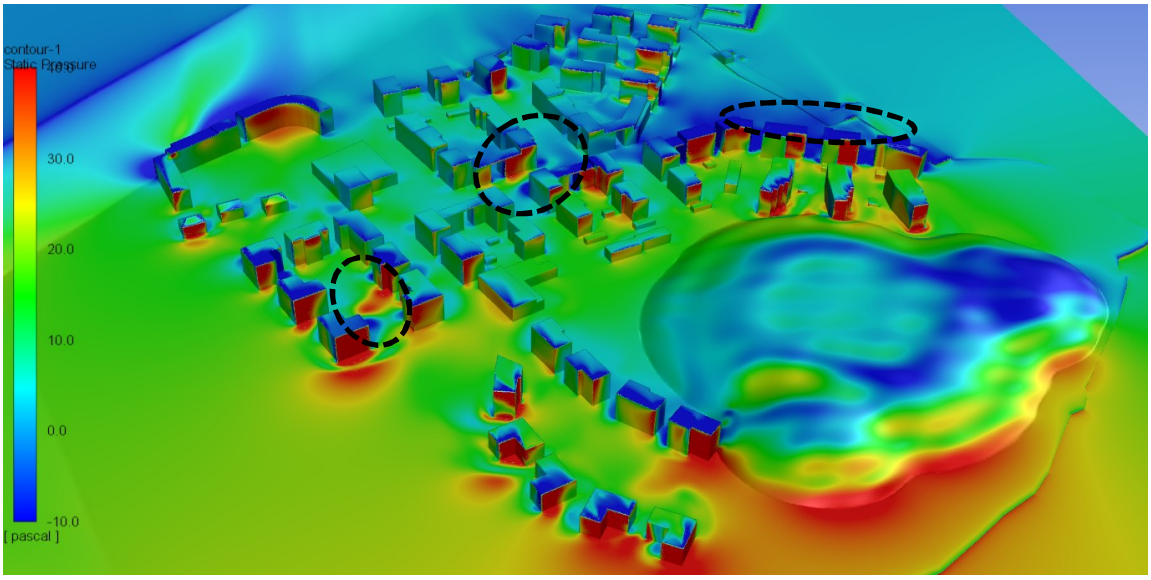
3.3.2 Tuuli lounaasta 8 m/s



Kuva 11. Ilman virtausnopeus 2 m (ylhäällä) ja 10 m (alhaalla) maan pinnan tasosta.

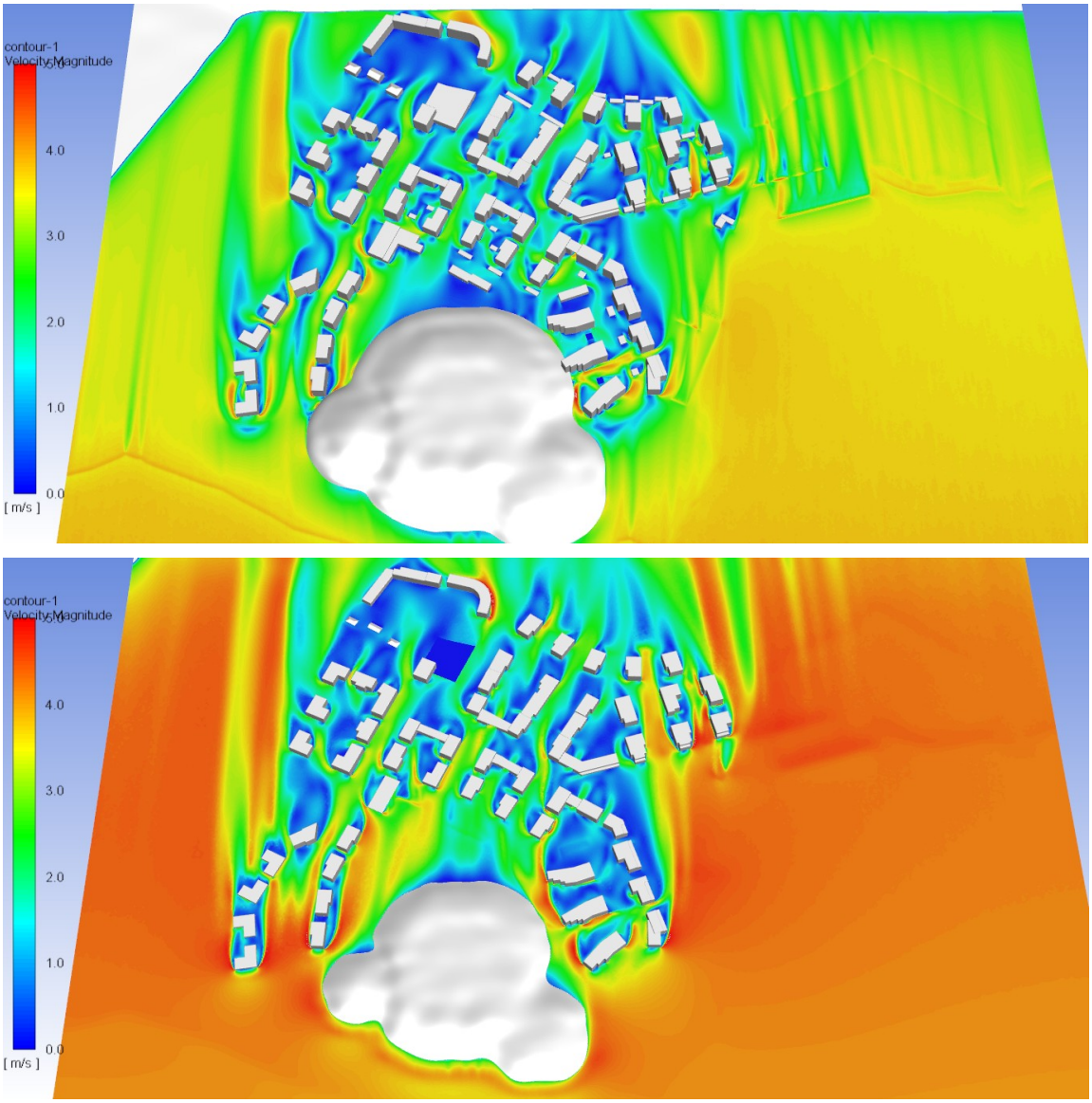


Kuva 12. Ilman liikettä havainnollistavat virtaviivat 2 m maan pinnan tasosta. Kuvaan on ympyröity erityisen tuuliset kohdat alueella.

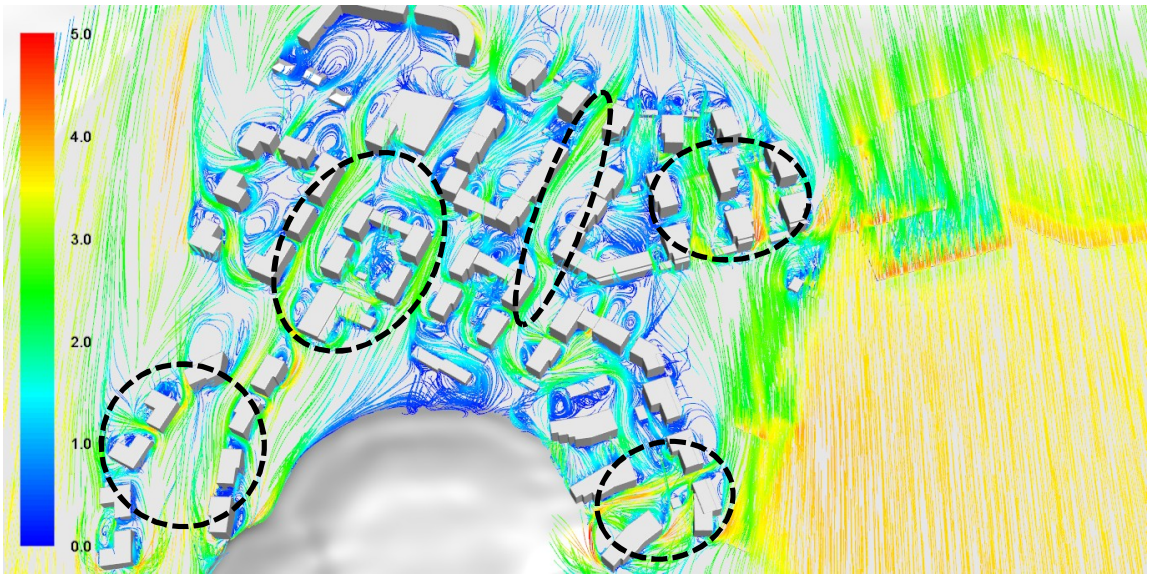


Kuva 13. Staattisen paineen jakauma rakennusten ja maaston pinnoilla. Kuvaan on ympyröity lumen kinostumisen kannalta mahdollisia ongelmakohtia.

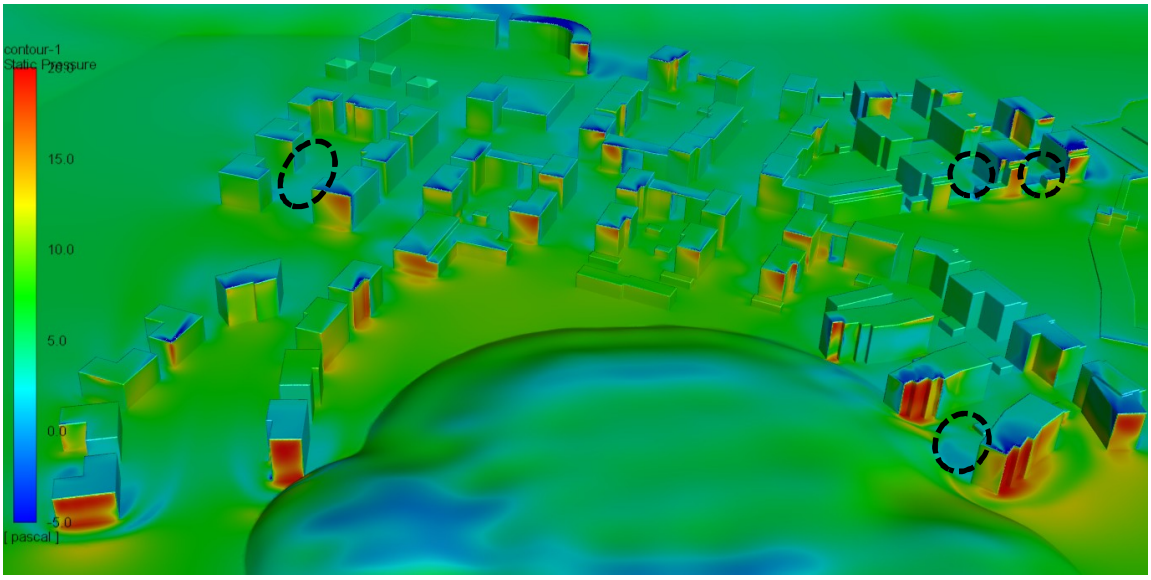
3.3.3 Tuuli etelästä 4 m/s



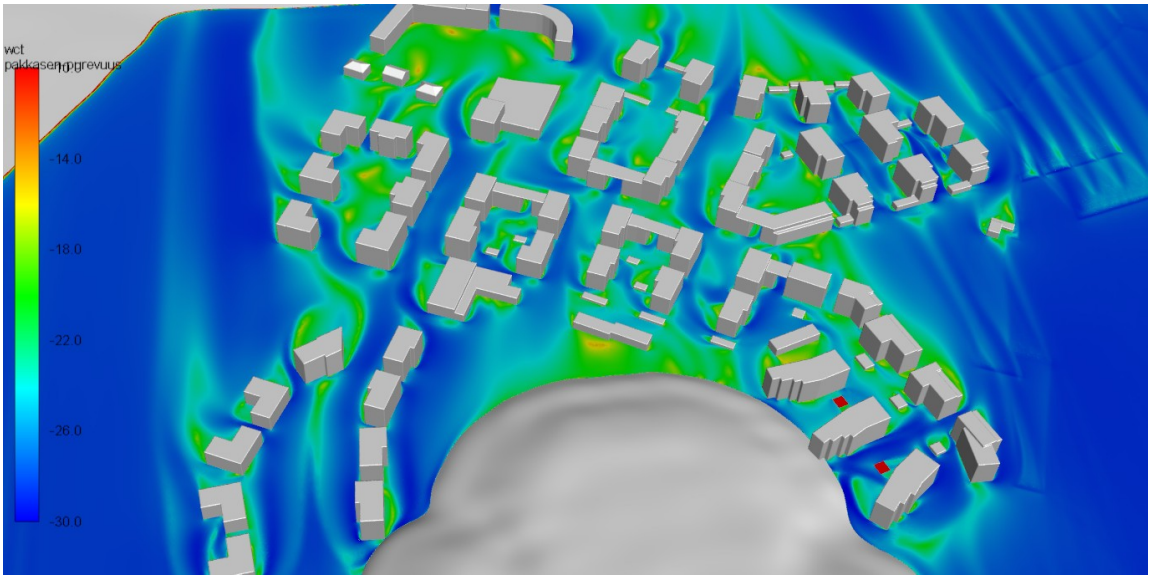
Kuva 14. Ilman virtausnopeus 2 m (ylhäällä) ja 10 m (alhaalla) maan pinnan tasosta.



Kuva 15. Ilman liikettä havainnollistavat virtaviivat 2 m maan pinnan tasosta. Kuvaan on ympyröity erityisen tuuliset kohdat alueella.

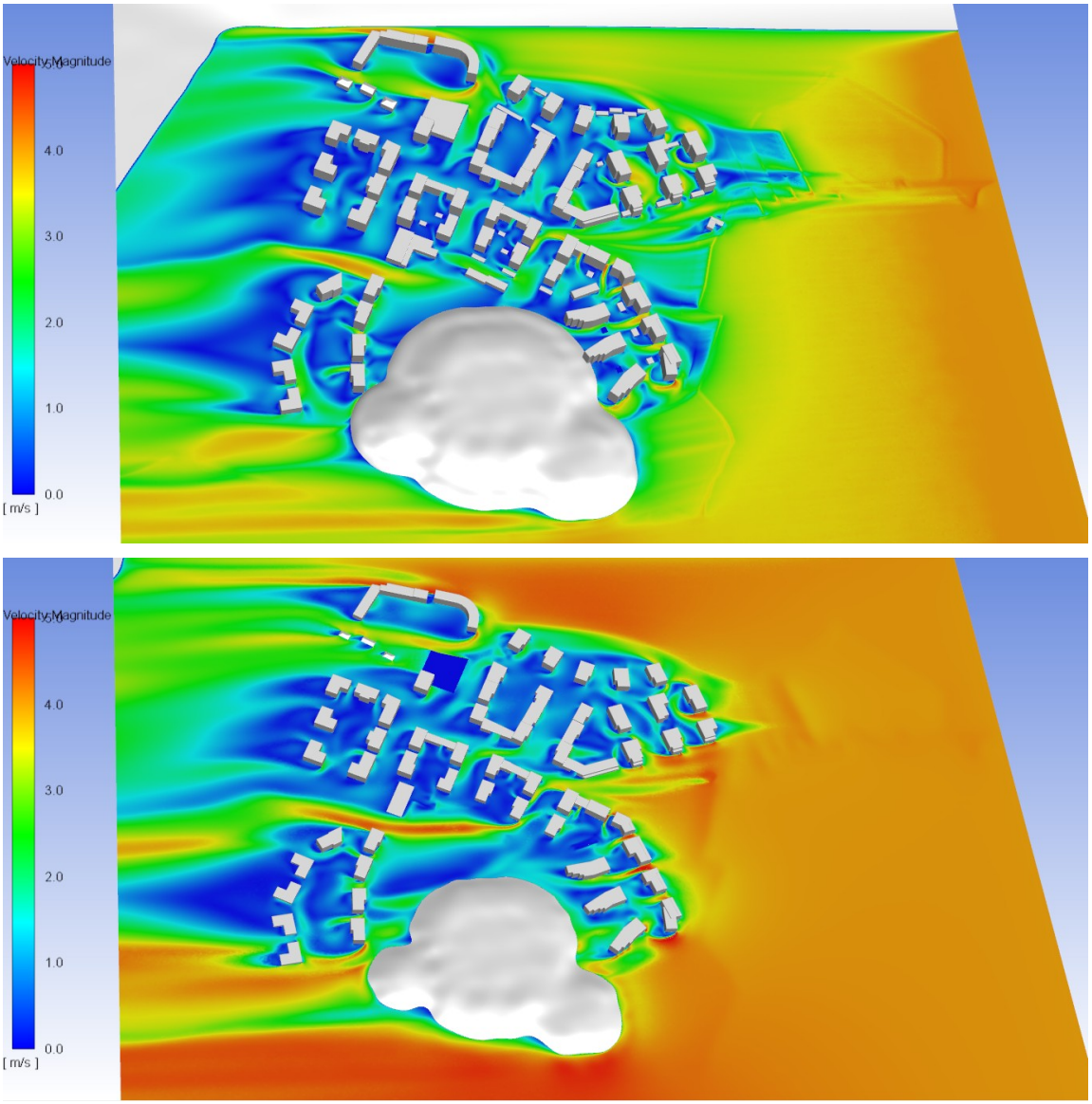


Kuva 16. Staattisen paineen jakauma rakennusten ja maaston pinnoilla. Kuvaan on ympyröity lumen kinostumisen kannalta mahdollisia ongelmakohtia.

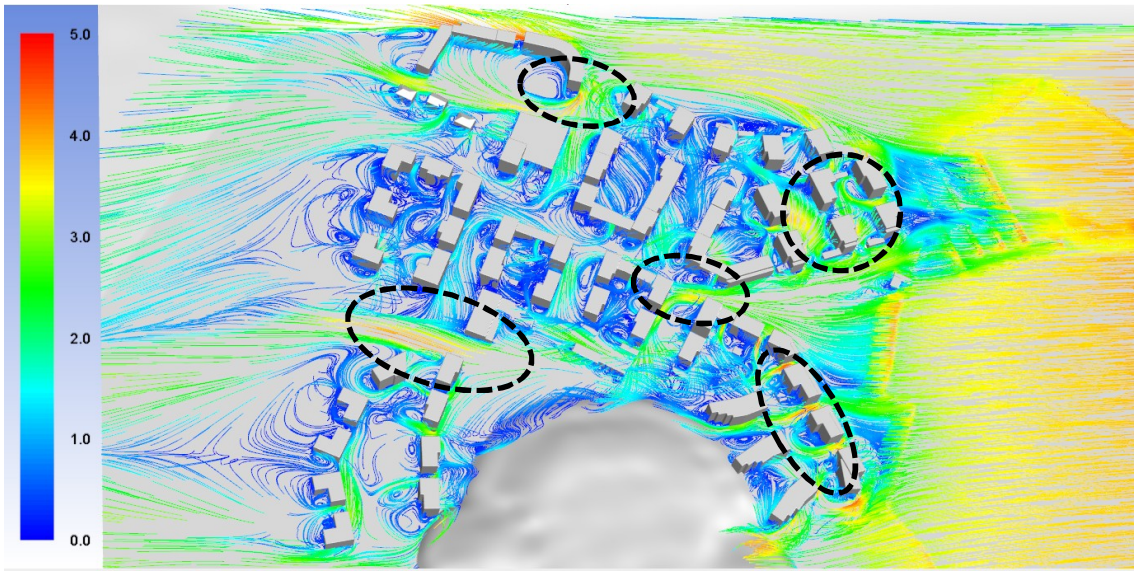


Kuva 17. Pakkasen purevuus ulkoilman lämpötilalla -20 °C.

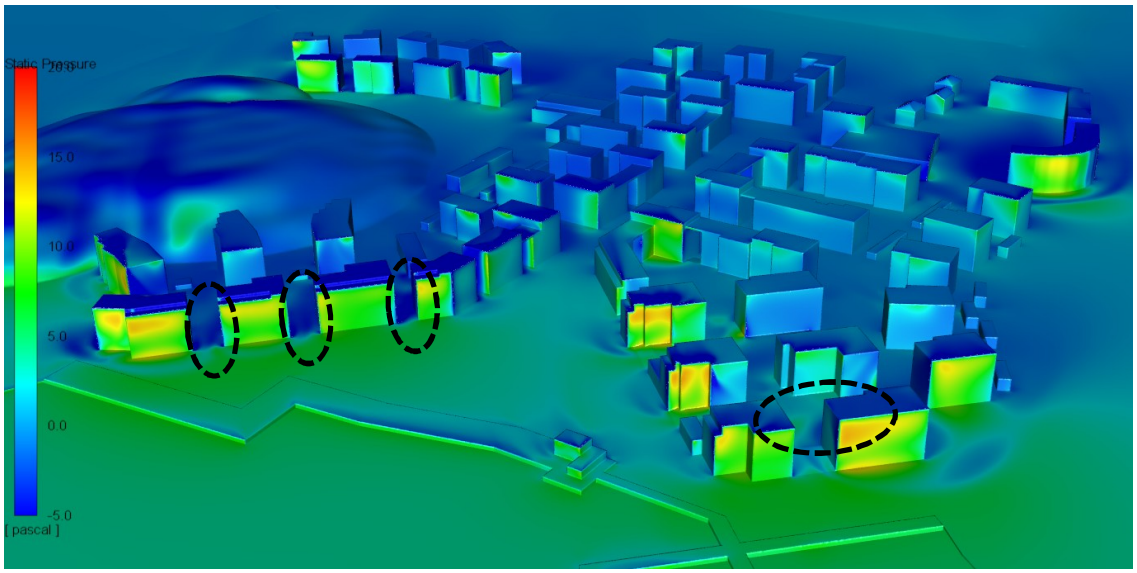
3.3.4 Tuuli idästä 4 m/s



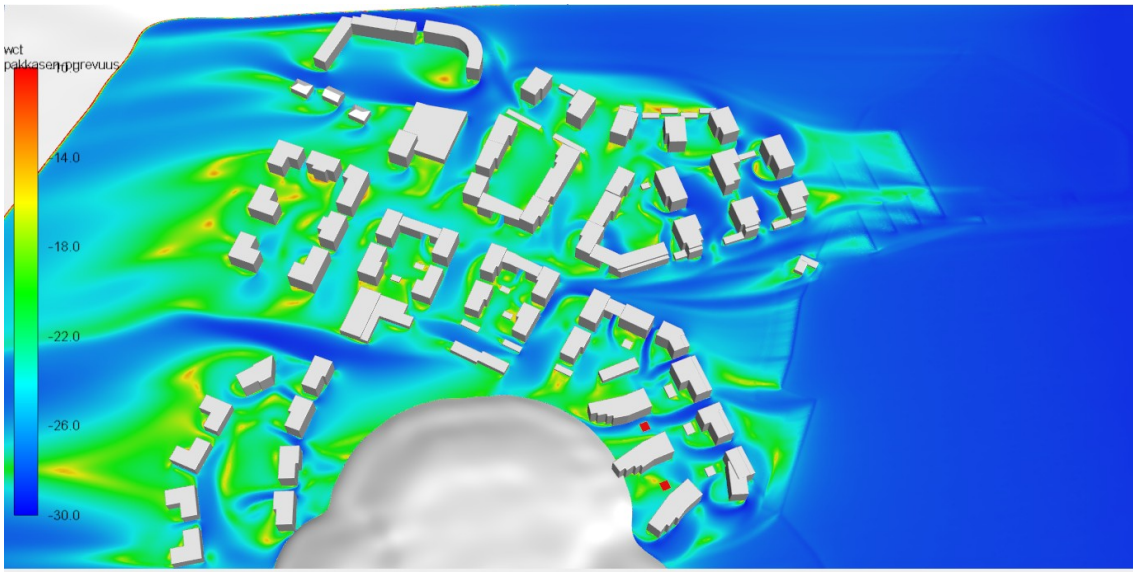
Kuva 18. Ilman virtausnopeus 2 m (ylhäällä) ja 10 m (alhaalla) maan pinnan tasosta.



Kuva 19. Ilman liikettä havainnollistavat virtaviivat 2 m maan pinnan tasosta. Kuvaan on ympyröity erityisen tuuliset kohdat alueella.



Kuva 20. Staattisen paineen jakauma rakennusten ja maaston pinnoilla. Kuvaan on ympyröity lumen kinostumisen kannalta mahdollisia ongelmakohtia.



Kuva 21. Pakkasen purevuus ulkoilman lämpötilalla -20 °C.

3.4 Johtopäätökset tuulisuuskartoituksesta

Virtaussimulointien perusteella voidaan todeta, että vallitsevilla tuulensuunnilla (etelä – lounas) erityisesti Niemenrannan keskiosan kaduilla voi esiintyä puuskaisia tuulia ja kiihtyneitä tuulen nopeuksia. Asuinalueiden sisäpihojen osalta puuskaisia tuulia ja pyörteilyä esiintyy erityisesti alueen itäosassa. Suurimmat ilman pyörteilyt ja viimaisuudet esiintyvät alueen koillisosassa rakennusten välisillä sisäpihoilla. Pyörteilyä voidaan todennäköisesti vähentää katkaisemalla ilman virtausreittejä sisäpihoille sopivassa suhteessa tai rakentamalla korkeampia tuuliesteitä.

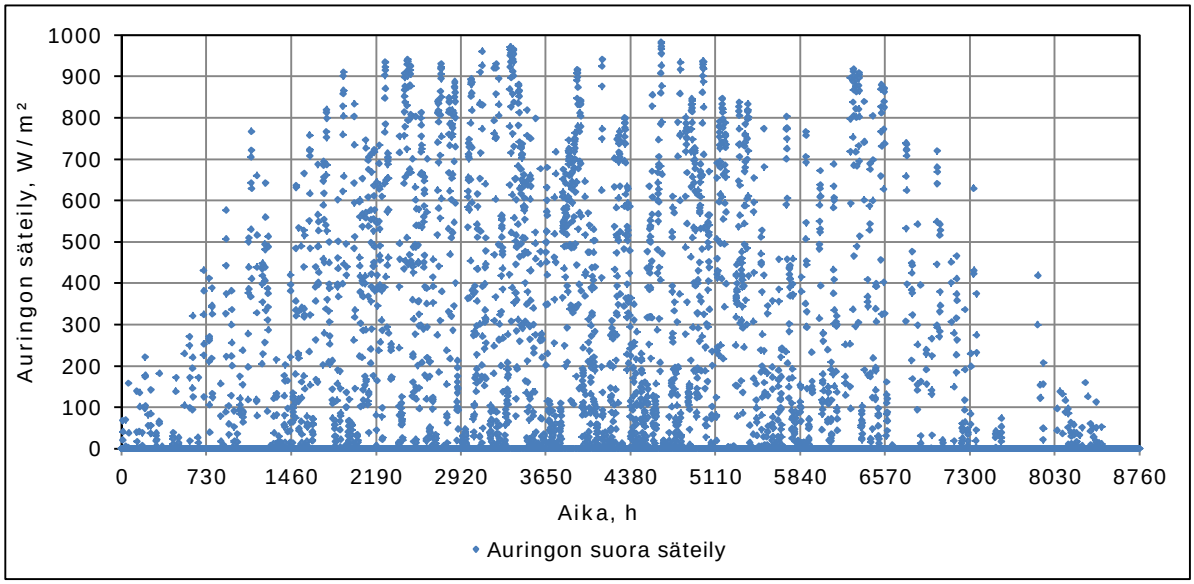
Lumen kinostumista maan pinnan tasolla esiintyy todennäköisesti suljetunmuotoisilla sisäpihoilla alueen keskiosissa ja mahdollisesti alueen keskiosan katuosuuksilla, joissa tuuli on puuskaista. Rakennuksien katoilta lunta voi todennäköisesti levitä etenkin lounaistuulilla tiettyjen rakennusalueiden sisäpihoille.

4. AURINKOPOTENTIAALIN MÄÄRITYS

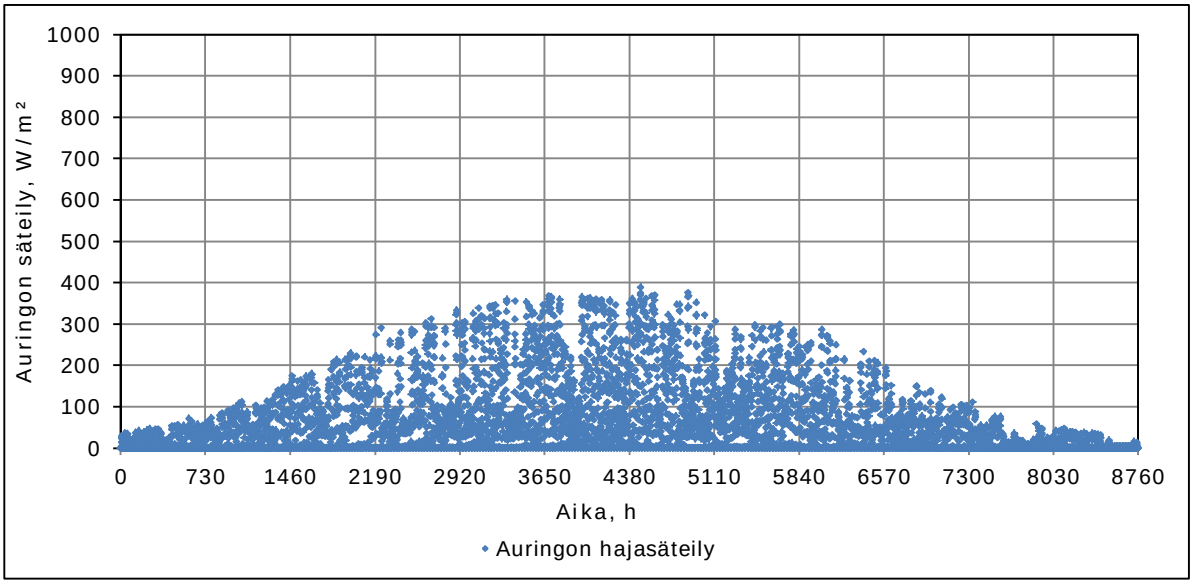
Aurinkoenergian ja auringon valon hyödynnettävyyttä Niemenrannan alueella selvitettiin aurinkoisuustarkastelulla yhden vuoden simulointijaksolla. Tarkastelun avulla kartoitettiin aurinkoenergian hyödynnettävyyttä (aurinkopaneeli tai aurinkokeräin) rakennusten pinnoilla sekä luonnon valon jakautumista rakennusmassassa. Tulosten perusteella arvioitiin myös miten paljon auringon säteilyä rakennusten ikkunoihin kohdistuu eri vuoden aikoina.

4.1 Malli ja menetelmät

Simulointi suoritettiin Comsol Multiphysics 5.2a ohjelmalla hyödyntämällä Meteonorm 7.0 ohjelmasta saatua auringon säteilydataa Tampereen Pirkkalan lentoasemalla sijaitsevasta mittauspisteestä. Auringon säteilydata, joka on esitetty kuvissa 22 ja 23, koostuu auringon suorasta säteilystä ja hajasäteilystä.

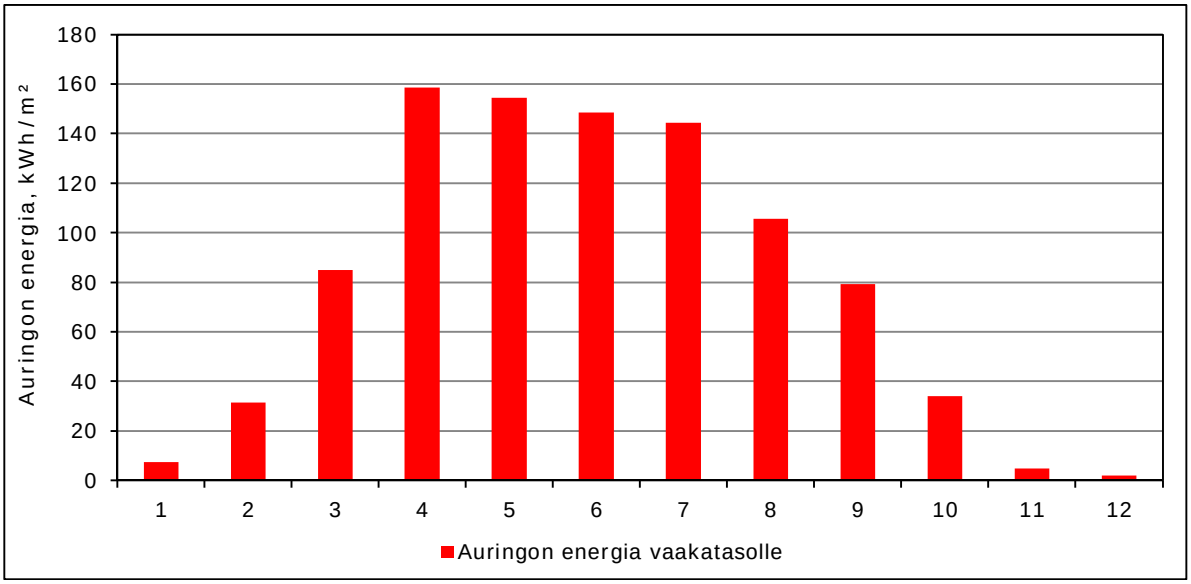


Kuva 22. Auringon suora säteily mittauspisteelle, joka sijaitsee Tampereen Pirkkalan lentoasemalla.



Kuva 23. Auringon hajasäteily mittauspisteelle, joka sijaitsee Tampereen Pirkkalan lentoasemalla.

Auringon hajasäteily otettiin huomioon rakennusmassassa pintojen keskimääräisen emissiviteetin avulla, olettamalla että ε = 0,9. Oletettu emissiviteetti pätee normaaleille rakennusmateriaaleille ja pinnoille, jotka eivät ole erityisen heijastavia. Hajasäteily kohdistuu laskennassa erityisesti rakennusten seinäpintoihin, jotka osaltaan heijastavat säteilyä pienissä määrin muihin pintoihin. Kuukausitasolla vaakapinnoille kohdistuva aurinkoenergia (kWh/m²) on esitetty kuvassa 24 suoran auringon säteilyn datan pohjalta.



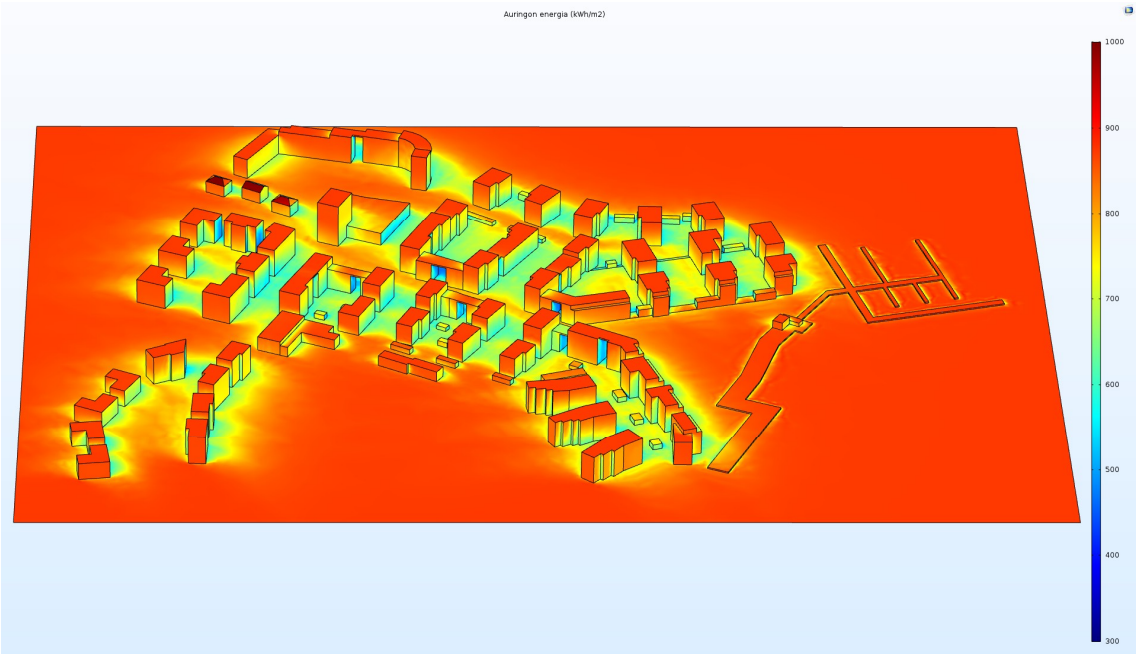
Kuva 24. Kuukausittainen auringon energia vaakatasolle. Vuositasolla auringosta saatava energia on 956 kWh/m². Kun otetaan huomioon heijastuvan säteilyn osuus, arviolta noin 10 %, pintaan kohdistuu noin 870 kWh/m².

Kuvassa 24 esitettyä kuukausittaista aurinkoenergiaa (kWh/m²) voidaan käyttää hyvällä tarkkuudella kattopintojen aurinkopotentiaalin arvioinnissa kattopintojen ollessa melko samalla tasolla. Tyypillisiin aurinkokeräimiin tai -paneeleihin kohdistuva auringon säteilyenergia poikkeaa kuvasta 24 vinosta asennuskulmasta johtuen. Esimerkiksi 45° kulmaan asennettuun aurinkopaneeliin kohdistuu noin 1015 kWh/m² auringon säteilyenergiaa, mikäli paneeli on suunnattu kohti etelää (pintojen heijastavuutena käytetty 10 %). Paneelirivien toisiaan varjostava vaikutus pienentää todellisuudessa saatavaa tehoa jonkin verran.

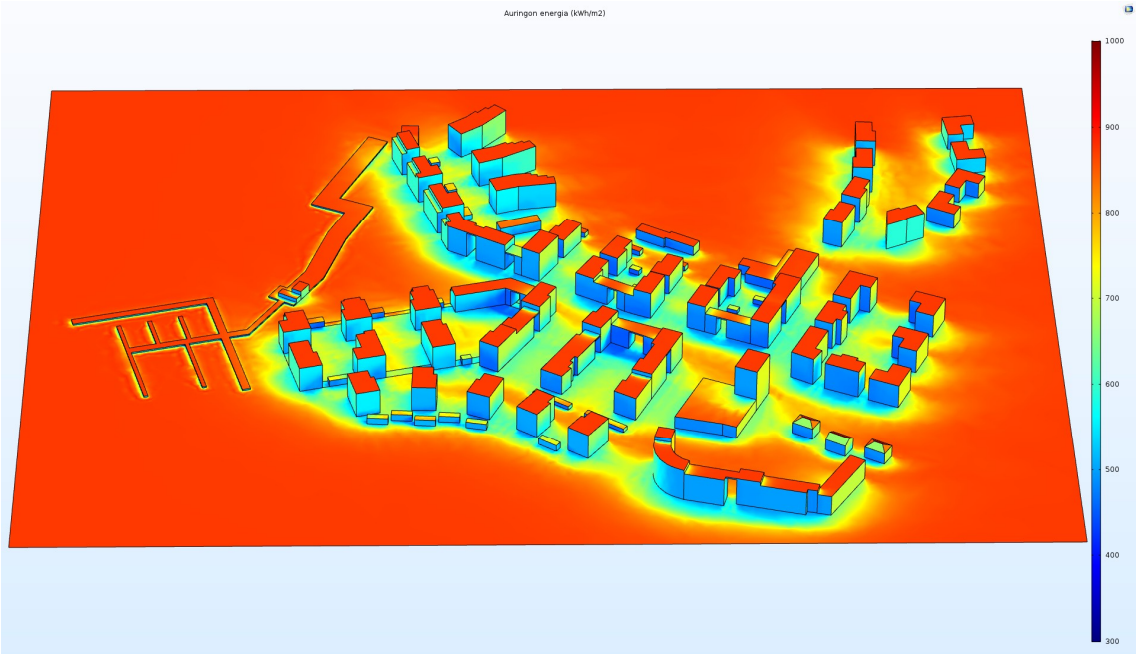
4.2 Aurinkotarkastelun tulokset

Aurinkoenergiatarkasteluiden tulokset Niemenrannan alueelle on tässä kappaleessa esitetty kuvien avulla, jotka näyttävät miten paljon auringon säteilyenergiaa rakennusten ja maaston pinnoille kohdistuu. Tulosten perusteella voidaan myös tehdä johtopäätöksiä luonnon valon hyödyntämisen kannalta rakennusten välisessä maastossa. Rakennusten mahdollista ylilämpenemistä voidaan niin ikään ennustaa tulosten perusteella niiltä kohdin, missä auringon kuormitus on suuri.

Yleiskuvat aurinkoenergian hyödyntämisestä rakennusten ja maaston pinnoilla on esitetty kuvissa 25 ja 26.

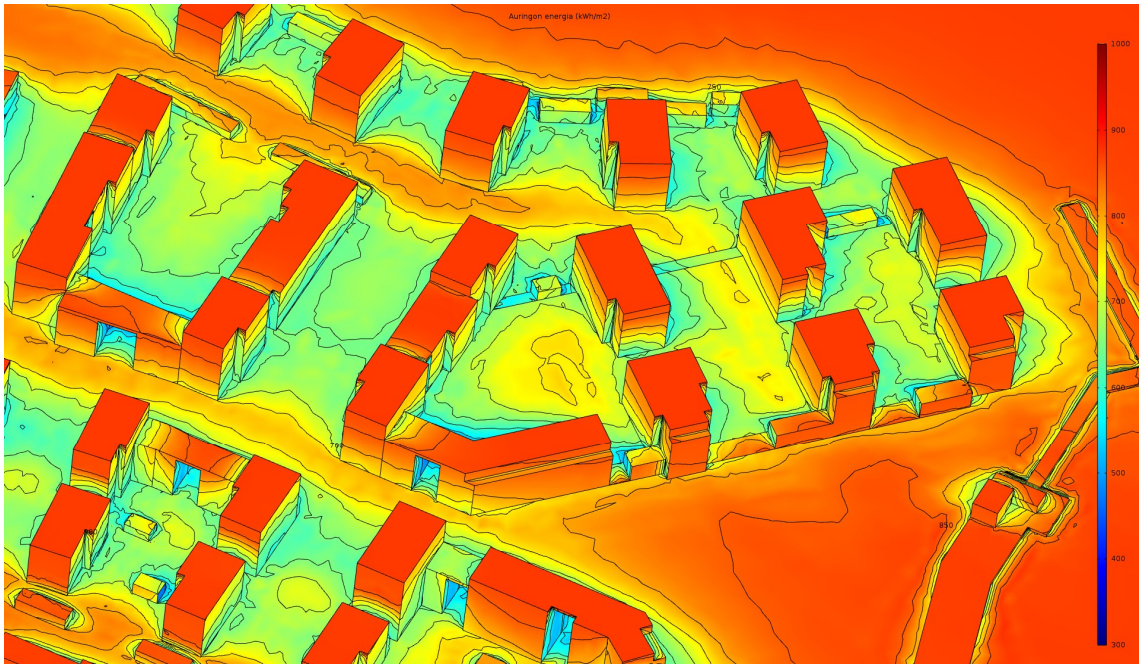


Kuva 25. Auringon energia (kWh/m²) alueella etelästä katsottuna.

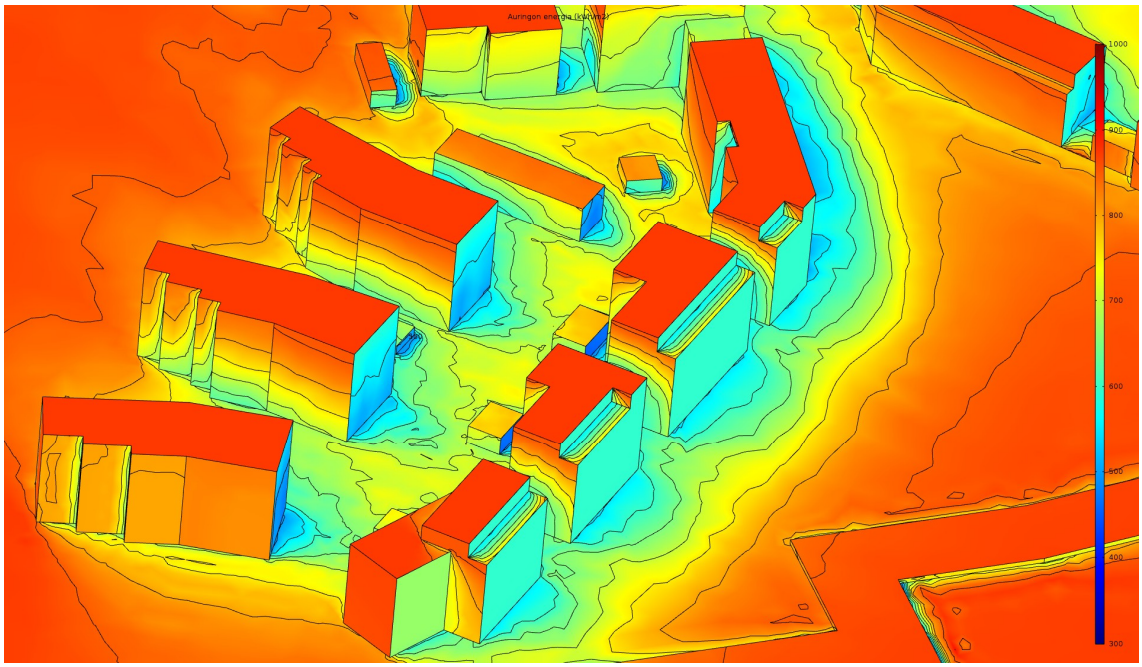


Kuva 26. Auringon energia (kWh/m²) alueella pohjoisesta katsottuna.

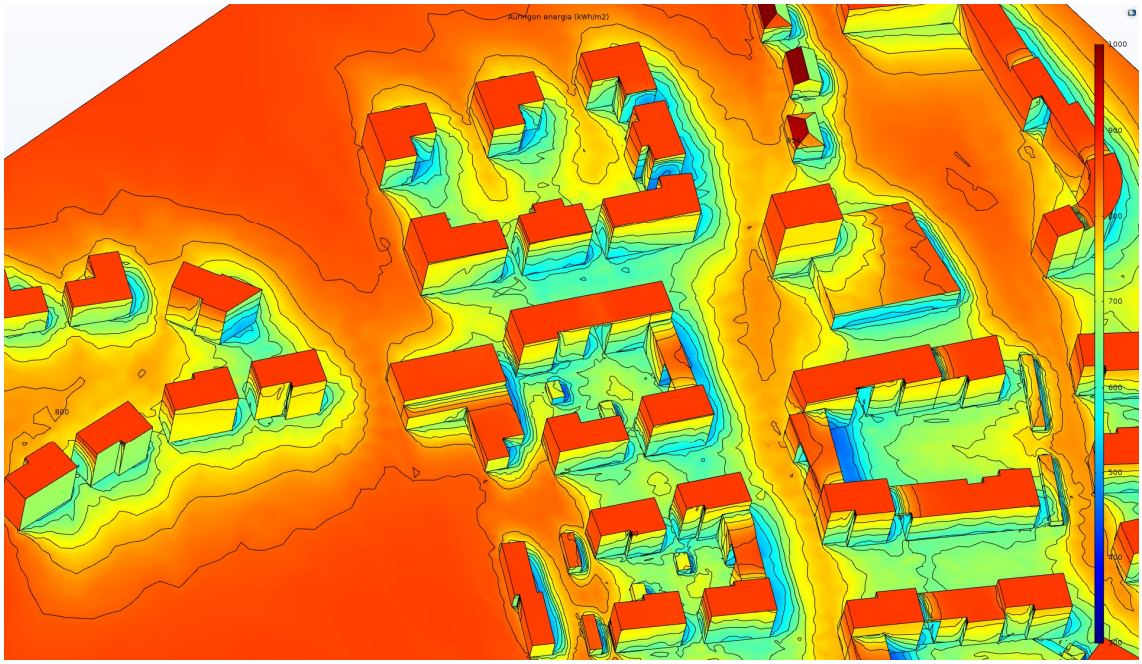
Yksityiskohtaisemmat aurinkoenergian jakaumat rakennusten ja maaston pinnoilla on esitetty kuvissa 27 – 29.



Kuva 27. Aurinkoenergian tasa-arvokäyrät, 500 – 1000 kWh/m², väliarvoilla 50 kWh/m². Kuva on Niemenrannan alueen koillisosasta.



Kuva 28. Aurinkoenergian tasa-arvokäyrät, 500 – 1000 kWh/m², väliarvoilla 50 kWh/m². Kuva on Niemenrannan alueen kaakkoisosasta.



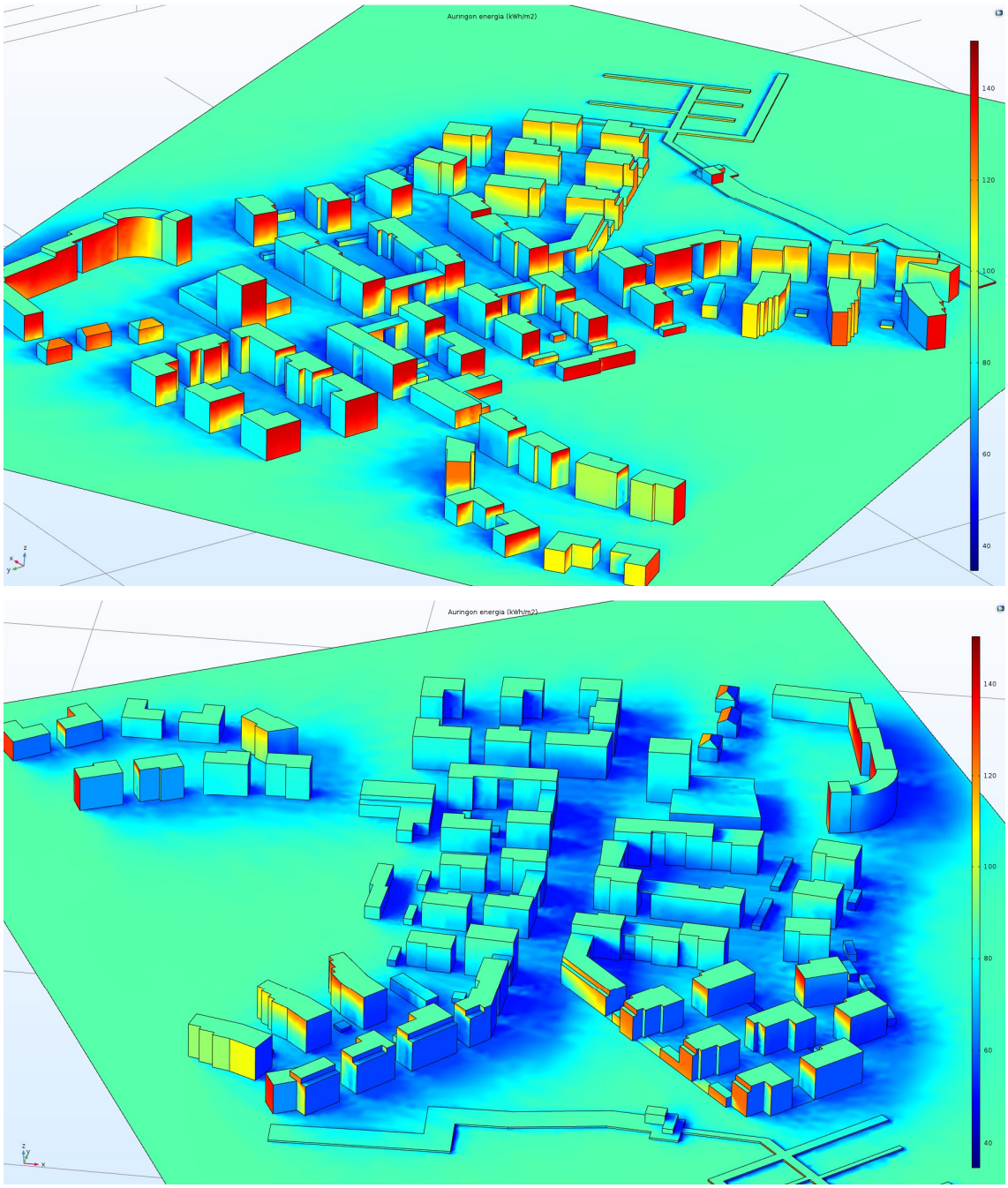
Kuva 29. Aurinkoenergian tasa-arvokäyrät, 500 – 1000 kWh/m², väliarvoilla 50 kWh/m². Kuva on Niemenrannan alueen läntisestä / pohjoisesta osasta.

Kuvista 27 – 29 nähdään, että rakennusten välisillä alueilla, erityisesti sisäpihoilla aurinkoenergiaa kohdistuu maan pintaan noin 650 – 750 kWh/m² (75 – 86 % vaakatasolle kohdistuvasta kokonaisenergiasta). Varjoisimmat sisäpihat näkyvät kuvassa 31, jossa on neliön mallisia osittain suljettuja sisäpihoja.

Suurin auringon säteily seinäpinnoille, noin 850 kWh/m² kohdistuu varjostamattomille seinille lounaan ja kaakon välillä. Kuvassa 27 on esimerkiksi esitetty kaakkoon kohdistuvia seinäpintoja, joihin kohdistuu hyvin vähän varjostuksia.

Tiheästi rakennetulla alueella auringon säteilyenergia vaihtelee melko paljon rakennuksen korkeussuunnassa. Kuvasta 28 nähdään esimerkiksi, että etelään suunnatuilla seinillä auringonsäteily maan pinnan tasossa on luokkaa 650 kWh/m² ja katon pinnan tasossa 850 kWh/m². Rakennusmassan keskellä olevien rakennusten läntisille ja itäisille seinäpinnoille kohdistuu suurin piirtein yhtä paljon auringonsäteilyä, keskimäärin 700 kWh/m². Maan pinnan tasossa säteilyn taso on noin 630 kWh/m² ja katon pinnan tasossa noin 730 kWh/m². Koilliseen ja luoteeseen kohdistuville seinäpinnoille keskimääräinen auringonsäteily on koilliseen noin 460 – 480 kWh/m² ja luoteeseen enintään 550 kWh/m².

Talviaikaista auringon säteilyenergiaa ja samalla auringon valon hyödynnettävyyttä Niemenrannan alueella on havainnollistettu kuvassa 30 tammikuun – maaliskuun väliseltä ajalta.

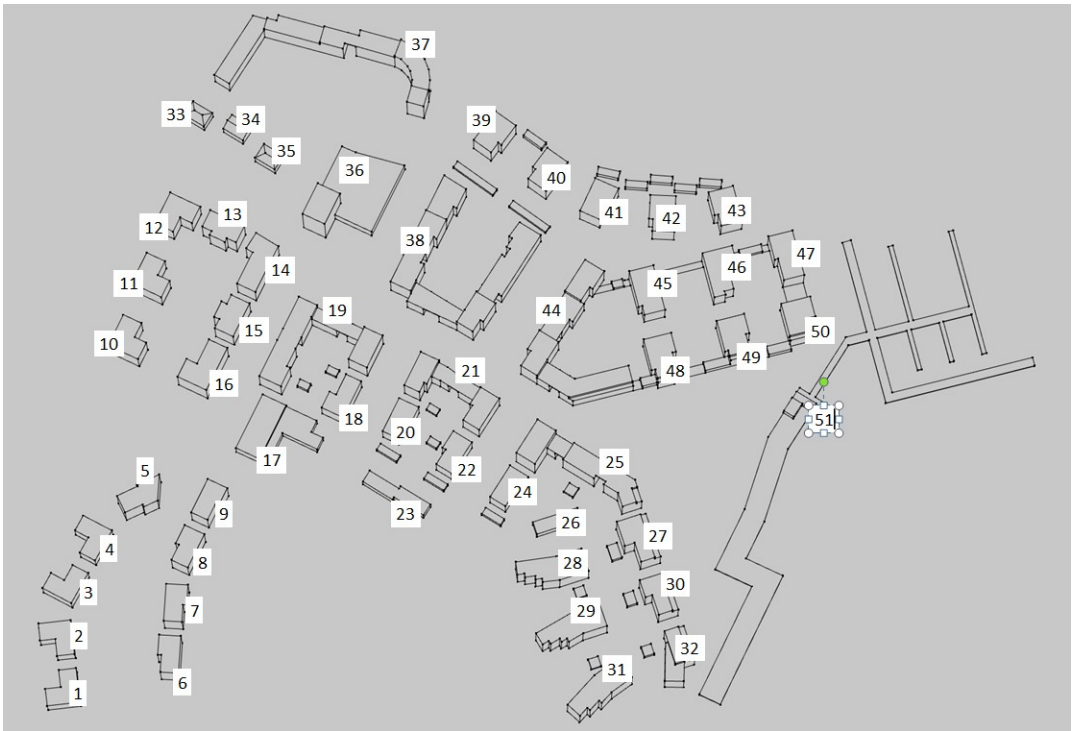


Kuva 30. Aurinkoenergian hyödynnettävyys talvella, tammikuu – maaliskuu, kun aurinko paistaa matalalta.

4.3 Aurinkopotentiaali rakennuskohtaisesti

Aurinkoenergian hyödynnettävyyspotentiaalia Niemenrannan alueella selvitettiin rakennuskohtaisesti vuosisimuloinnin perusteella. Tarkasteluun otettiin mukaan kaikki rakennusten kattopinnat, jotka sijaitsevat vähintään 8 metrin korkeudessa maan pinnan tasosta (oletetut asuin- tai liikerakennukset). Tarkastelussa huomioidut rakennukset on numeroitu kuvassa 31 ja kattopinnoille kohdistuva auringonsäteilyn energia on listattu taulukossa 1. Samaan taulukkoon on koottu arvioidut rakennustilavuudet, kattojen arvioidut kokonaispinta-alat sekä pinta-alan osuudet, joissa auringon säteilyenergia ylittää noin 800 kWh/m² (järkevä aurinkopaneelien tai -keräinten sijoituspinta-ala). Ilmoitetut auringon säteilyenergiat kattopinnoille (MWh) on laskettu edellä mainitulle järkevälle sijoituspinta-alalle.

Todellisuudessa hyödyksi saatava aurinkoenergia riippuu aurinkopaneelien tai -keräinten asennuskulmasta ja suuntauksesta sekä näiden mitoittavasta pinta-alasta.



Kuva 31. Rakennusten numerointi.

Taulukko 1. Arvioidut rakennustilavuudet ja kattopinta-alat.

Rakennus-numero	Arvioitu rakennus-tilavuus, m³	Katon pinta-ala ja 800 kWh/m² ylit-tävä osuus, m² / %	Auringon säteily-energia kat-to-pinnalle, MWh	Rakennus-numero	Arvioitu rakennus-tilavuus, m³	Katon pinta-ala, m²	Auringon säteily-energia kat-to-pinnalle, MWh
1	4780	400 / 100%	300 *[1]	26	2300	280 / 100 %	234
2	4780	400 / 100%	300 *[1]	27	12160	570 / 78 %	390
3	4780	400 / 100%	300 *[1]	28	14650	690 / 100 %	600
4	4780	430 / 100%	300 *[1]	29	14650	690 / 100 %	600
5	8990	400 / 100%	350	30	9410	440 / 81 %	310
6	7920	350 / 100%	300	31	14650	690 / 100 %	600
7	7920	350 / 100%	300	32	11200	550 / 75 %	360
8	7920	350 / 100%	300	33	1850	200 / 65 %	110
9	7920	350 / 100%	300	34	1930	200 / 50 %	90
10	8600	450 / 100%	390	35	1910	200 / 65 %	110
11	8600	450 / 100%	390	36	34200	2440 / 60 %	1260
12	8600	450 / 100%	390	37	45800	2270 / 94 %	1860
13	8250	370 / 100%	320	38	51000	3030 / 89 %	2350
14	12620	570 / 100%	500	39	8500	420 / 100 %	370
15	9060	410 / 100%	360	40	8500	420 / 100 %	370
16	12620	570 / 100%	500	41	8500	420 / 100 %	370
17	13480	1400 / 88 %	1070	42	8500	420 / 100 %	370
18	6240	390 / 100 %	340	43	8500	420 / 100 %	370
19	29320	1580 / 90 %	1240	44	33300	2140 / 92 %	1720
20	5750	360 / 100 %	310	45	9920	530 / 100 %	460
21	18700	1050 / 87 %	790	46	10090	540 / 100 %	470
22	5750	360 / 100 %	310	47	9490	510 / 100 %	440
23	3450	430 / 100 %	370	48	9350	520 / 100 %	450
24	5750	360 / 100 %	310	49	9500	490 / 100 %	430
25	27300	1340 / 85 %	990	50	8300	450 / 100 %	390
				51	810	180 / 82 %	130

*[1]) Arvio, kattopinta mallinnettu vaakasuorana.

4.4 Johtopäätökset aurinkotarkasteluista

Aurinkoenergiaa voidaan hyödyntää Niemenrannan alueella ongelmattomasti rakennusten katoille asennettavilla aurinkopaneeleilla tai – keräimillä, koska rakennukset varjostavat toistensa kattoja hyvin vähän. Todellisuudessa hyödyksi saatava aurinkoenergia riippuu aurinkosähkön hyödynnettävyyden osalta ennen kaikkea kiinteistösähkön kulutusprofiilista. Hyödynnettävyyttä voidaan parantaa, mikäli aurinkosähköllä voidaan kattaa myös osa asukassähköstä. Aluetasolla kannattavuuteen voi myös vaikuttaa esimerkiksi miten paljon autojen lämmitykseen tarkoitettuja pysäköintitolppia alueelle tulee ja voiko esimerkiksi sähköautoja ladata pistokkeista.

Aurinkolämmön taloudelliseen kannattavuuteen vaikuttaa olennaisesti rakennuksissa käytettävä lämmitysmuoto, joka asettaa tiettyjä reunaehtoja tekniselle toteutukselle ja samalla aurinkolämmön kilpailukyvylle.

Tämä raportti antaa ainoastaan viitteitä aurinkoenergian potentiaalista Niemenrannan alueella. Jatkosuunnittelua varten aurinkoenergian taloudellinen kannattavuus olisi hyvä selvittää teknistaloudellisella simuloinnilla, jossa otetaan huomioon energiankulutuksen profiilit rakennuksissa, energiamuodot ja energiahinnat sekä investointikustannukset.