



# TUULISUUSSELVITYS

## Espoon Espoontorin tuulisuusselvitys



**TUULISUUSSELVITYS**

**ESPOON ESPOONTORIN TUULISUUS**

**Terhi Laurila  
Jenni Latikka**

**Ilmatieteen laitos  
Asiantuntijapalvelut  
Helsinki 3.11.2023**

## SISÄLLYSLUETTELO

1.	JOHDANTO .....	2
2.	TAUSTATIEDOT .....	2
	2.1 Tarkastelukohteen sijainti .....	2
	2.2 Tuuli rakennetussa ympäristössä .....	5
	2.3 Työn toteutus .....	7
3.	TULOKSET .....	7
	3.1 Kovien tuulten esiintyminen julkisissa ulkotiloissa .....	7
	3.2 50 vuoden maksimituulennopeus .....	9
4.	YHTEENVETO .....	10
5.	VIITELUETTELO .....	12
6.	LIITE 1 .....	13

## 1. JOHDANTO

Rakentamisessa ja kaavoituksessa voidaan ottaa huomioon tuulisuus ja tuulen yleisimmät suunnat mm. asukkaiden viihtyisyyden ja rakennusten energiatehokkuuden kannalta. Tällöin on pyrittävä välttämään tuulen kanavoituminen ja massiiviset tuulta alaspäin tuovat yksittäiset korkeat rakenteet tai ainakin minimoimaan korkeiden talojen aiheuttamat haitalliset muutokset lähiympäristön tuulisuudessa, mikäli se on mahdollista. Turvallisuuden kannalta on suositeltavaa laskea erikseen rakennuksen tuulikuormat etenkin silloin, kun rakennuksen korkeus poikkeaa huomattavasti muusta rakennuskannasta alueella.

Tässä selvityksessä tarkastellaan Espoon keskuksessa olevan Espoontorin tyädennysrakentamisen tuuliolosuhteita turvallisuuden ja viihtyisyyden näkökulmasta, sekä määritetään 50 vuoden toistuvuudella esiintyvä maksimituulennopeus korttelin kattotasoilla. Kortteli kattaa nykyisellään mm. kauppakeskuksen ja 12-kerroksisen rakennuksen ja sitä on suunniteltu täydentävän 15- ja 8-kerroksisilla rakennuksilla, hypermarketilla ja pysäköintitalolla. Korttelin piha-alueet toteutuisivat kattopihoina.

Työ toteutettiin asemakaavamuutoksen tueksi. Lähtöaineistona käytettiin työn kannalta edustavimman Ilmatieteen laitoksen sääaseman, Helsingin Harmajan, tuulihavaintoja sekä maastoaineistona maaston topografiaa ja rosoisuutta. Ilmatieteen laitos on sään, ilmakehän ja ilmanlaadun asiantuntijalaitoksena valmistellut tämän tuulisuusselvityksen. Tuuliselvityksen tilasi Kiinteistö Oy Espoontori.

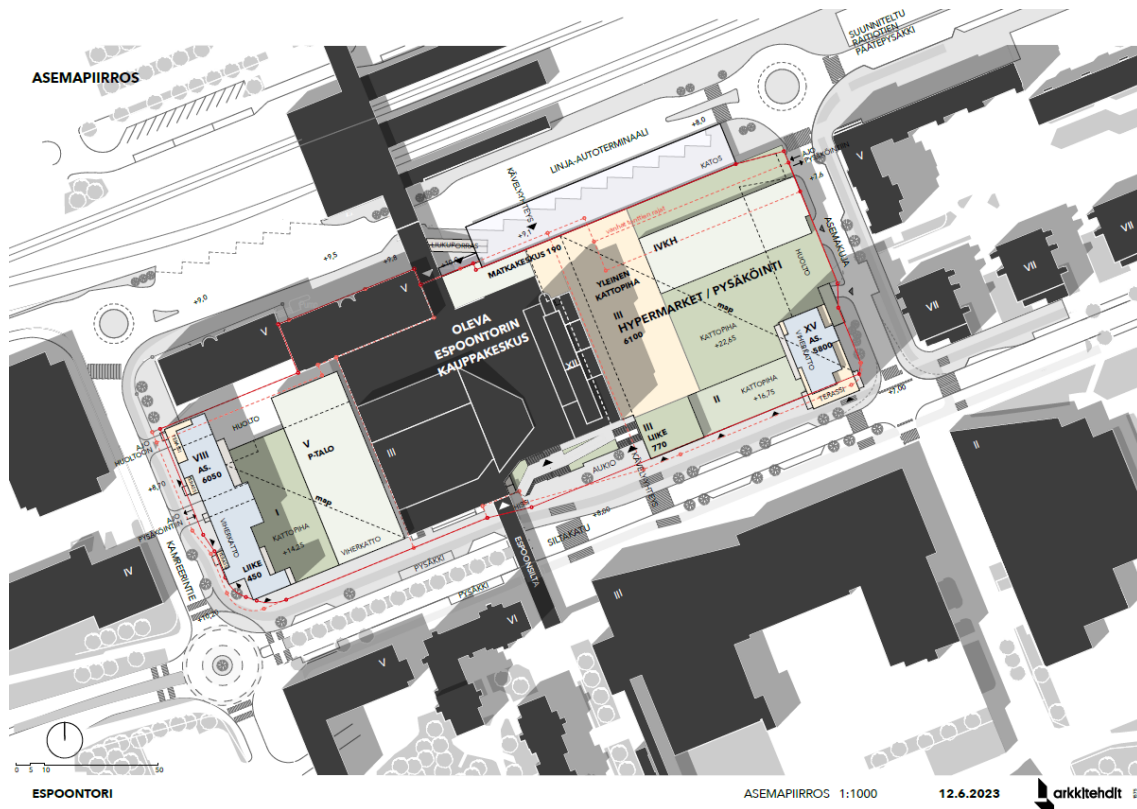
## 2. TAUSTATIEDOT

### 2.1 Tarkastelukohteen sijainti

Espoon keskus sijaitsee lähimmillään 7 km etäisyydellä avomeren rantaviivasta. Lähimmillään rantaviiva on keskuksen kaakkoispuolella. Espoontori toimii alueen keskuskorttelina ja sitä ympäröi 2–5 -kerroksiset rakennukset. Keskuskorttelin ympäristössä on pääosin pientaloalueita ja metsää, jossa maaston korkeus vaihtelee koillista lukuunottamatta. Noin 500 m etäisyydellä Espoontorista maasto kohoaa 20–50 m merenpinnan yläpuolelle. Espoontorin korttelissa korkeus on 7–9 m merenpinnan yläpuolella. Espoontorin sijainti kartalla on esitetty Kuva 1.

Nykyisellään Espoontorin kortteli käsittää kauppakeskuksen ja 12-kerroksisen rakennuksen. Asemakaavamuutoksen myötä kortteliin tulee mm. hypermarket, pysäköintihalli, 15-kerroksinen asuinrakennus Siltakadulle ja kaksi 8-kerroksista rakennusta Kamreenintielle. Korttelin piha-alueet toteutetaan eri tasoissa olevina kattopihoina. Alempana (14–17 m merenpinnan yläpuolella) olevat asuntopihat sijoittuvat uusien rakennusten juureen Siltakadulle ja Kamreerintielle. Osa hypermarketin katosta on suunniteltu kattopihaksi. Hypermarketin katolle suunniteltu kattopiha on asuntopihoja korkeammalla, noin 23 m merenpinnan yläpuolella. Kattopiha sijoittuu uuden tornitalon juureen rajautuen etelässä Siltakadun asuntopihaan. Asemapiirros ja ympäröivien rakennusten korkeudet ovat esitetty Kuva 2 ja havainnekuva alueesta Kuva 3.





Kuva 2. Espoontorin asemapiirros ja ympäröivien rakennusten korkeudet. Kuva: L-Arkitehdit

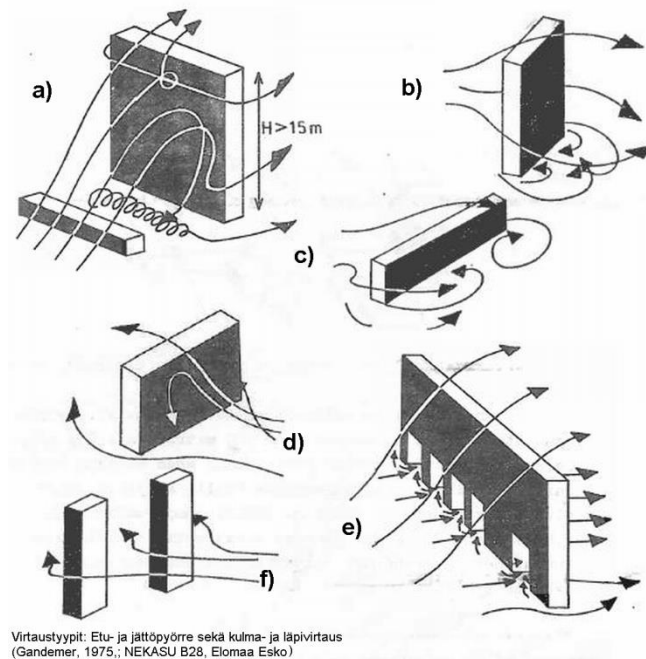


Kuva 3. Havainnekuva uudistuneesta Espoontorista. Kuva: L-Arkitehdit

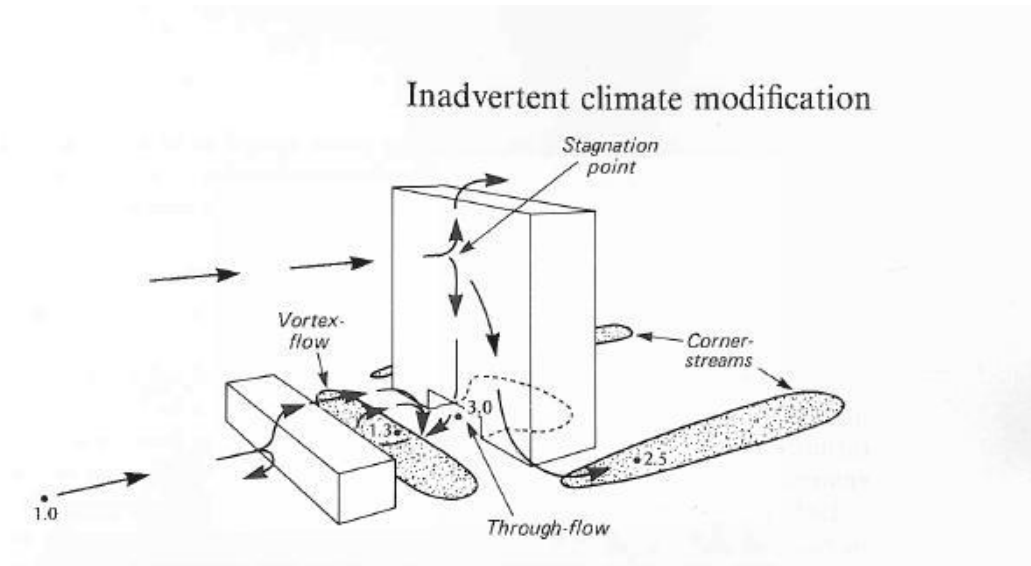
## 2.2 Tuuli rakennetussa ympäristössä

Ympäristöään korkeammat rakennukset muokkaavat monella tapaa ilman virtausta. Tärkeimpiä korkeaan taloon liittyviä virtausilmiöitä katutasolla ovat etu-, kulma- ja jättöpyörre. Etupyörre tuo tuulta alaspäin tuulen puolella rakennusta, kulmapyörteessä talon kulmat voivat aiheuttaa ilmavirtauksen pyörteilyä talon sivu- ja takaosissa, ja jättöpyörre muodostuu talon taakse tuulensuojapuolelle. Näiden lisäksi katolle voi muodostua alipainealue.

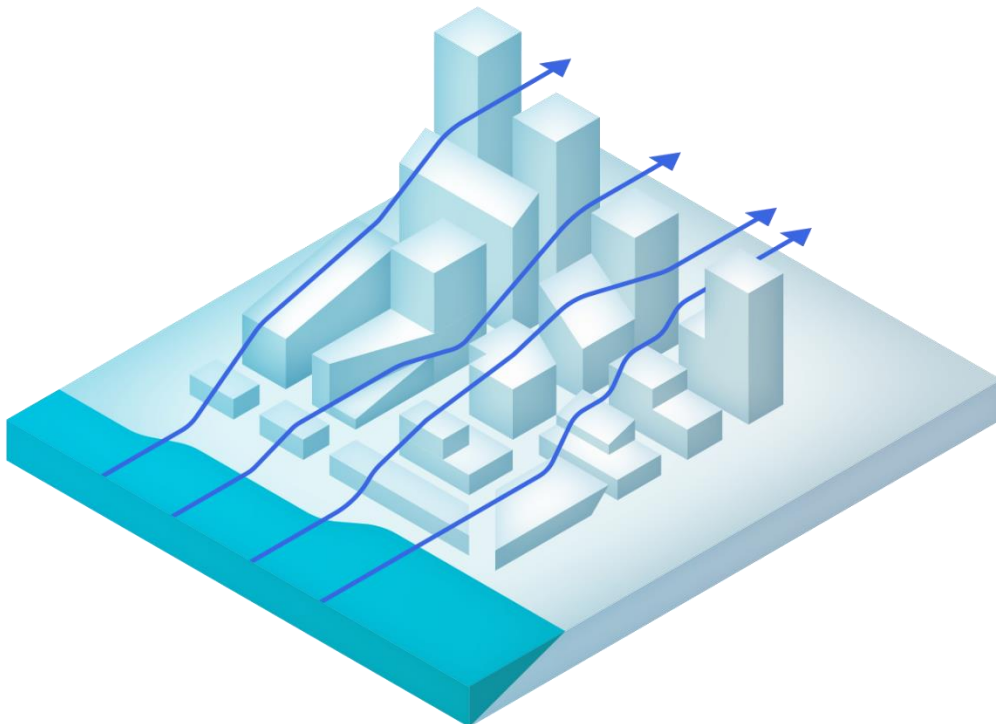
Kuva 4 esittää skemaattisia virtauskuvia yksittäisten rakennusten aiheuttamista tuulihaitoista. Rakennusten vaikutus virtaukseen on esitetty tarkemmin Kuva 5 ja Kuva 6. Kun korkea rakennus on keskellä portaittain korkeudeltaan kasvavaa rakennusmassaa, on sen vaikutus lähikatujen tuulioloihin selvästi pienempi kuin yksittäisen korkean rakennuksen vaikutus olisi.



Kuva 4. Skemaattisia kuvia virtauksista tuulen suunnan vaihdellessa rakennuksiin nähden. Etupyörteestä esimerkit a) ja d), jättöpyörre kuvissa b) ja c), läpivirtaus tuulensuojapuolelle kuvassa e) ja rakennusten välinen solatuuli kuvassa f). Lähde [3].



Kuva 5. Esimerkki massiivisen tornitalon vaikutuksesta virtaukseen. Kun kuvassa häiriintymättömän tuulen nopeuden arvo on skaalattuna 1 ennen rakennusta, voi tuulen nopeus olla jopa 2,5-kertainen talon nurkat kiertävässä virtauksessa eli kulmapyörteessä. Lähde [4]



Kuva 6. Esimerkki taloryhmän suojaavasta vaikutuksesta. Jättöpyörre ohjautuu ylöspäin, jolloin voimakasta takaisinvirtausta ei synny rakennuksen etuosaan.



## 2.3 Työn toteutus

Espoontorin tuuliolosuhteet arvioitiin WAsP -laskentasovelluksen tulosten perusteella. Maksimituulen nopeus 50 vuoden toistuvuudella laskettiin WAsP Engineering -sovelluksella. Ohjelmistot arvioivat tuulen nopeuden pystysuuntaisen muutoksen ottamalla huomioon tarkasteltavan alueen peitteisyyden ja maanpinnan korkeuden muutokset. WAsP mallinnuksien tekemisestä on vastannut Ilmatieteen laitoksen sertifioitu WAsP-käyttäjä ja tuulianalyysiin erikoistunut meteorologi.

Lähtötietona tarkastelussa käytettiin Ilmatieteen laitoksen Helsingin Harmajan sääaseman 25 vuoden tuulen nopeus- ja suuntamittauksia vuosilta 1996–2021. Tuulen mittauskorkeus Harmajalla on 15 m. Maaston korkeusaineistona käytettiin Maanmittauslaitoksen tuottamaa korkeusaineistoa, joka muokattiin asiakkaan toimittamien suunnittelukuvien perusteella. Alueen peitteisyyttä kuvaavan rosoisuuskartan lähtötietona käytettiin Suomen ympäristökeskuksen tuottamaa CORINE-maankäyttöaineistoa. Käytetty menetelmä on herkkä mallinnuksessa käytetylle rosoisuudelle, joten 50 vuoden toistuvuudella esiintyvä suurin 10 minuutin keskimääräinen tuulen nopeus arvioitiin kahdella eri menetelmällä:

1. Maa-alueiden rosoisuudeksi asetettiin 0,05 m standardin SFS-EN 1991-1-4 (2005) Eurocode 1: Actions on structures. Part 1-4: General actions. Wind actions mukaisesti.
2. Eri maankäyttöluokille annettiin niitä kuvaava rosoisuusarvo.

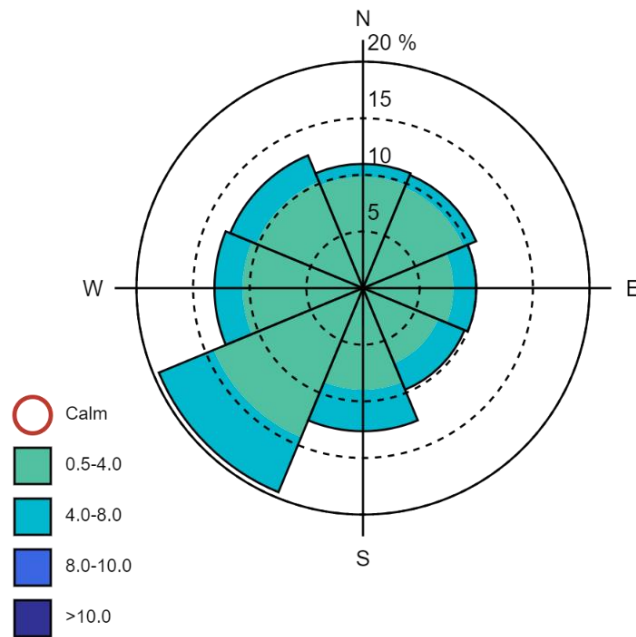
Maksimituuliolosuhteet laskettiin rakennussuunnittelun standardikorkeudelle 10 m maanpinnan yläpuolelle ja korkeimmalle kattotasolle 46 m korkeuteen maanpinnasta. Lisäksi 10 m ja 15 m korkeudelle maanpinnasta laskettiin eri tuulen nopeusluokkien esiintymistodennäköisyys korttelin kattopihojen oleskelun viihtyisyyden arvioimiseksi. Kohteen vaikutusta tuulikenttään arvioitiin likimääräisellä tasolla, sillä täydellisen virtausmallin käyttö ei ollut mahdollista tässä työssä. Tulosten tarkastelussa käytettiin sekä tuulitunneleissa testattuja että virtauslaskennalla tehtyjä mallitapausten kuvauksia ([1], [2], [3], [4]), joiden pohjalta arvioitiin sektorikohtaisesti uusien rakennusten vaikutukset.

## 3. TULOKSET

### 3.1 Kovien tuulten esiintyminen julkisissa ulkotiloissa

Oleskelun ja ulkona liikkumisen viihtyisyyden ja turvallisuuden arvioimiseksi määritettiin kovien tuulen nopeuksien, 8 m/s ja 10 m/s, esiintyminen kohteen kannalta merkittävimmillä tuulen suunnilla. Tuulen nopeuden ollessa 8 m/s sateenvarjon pitäminen on haastavaa ja tuulen aiheuttama melu tuntuu korvissa epämiellyttävältä tehden pidempiaikaisen oleskelun ulkona epämiellyttäväksi. Tästä hieman suurempi tuulen nopeus, 10 m/s tarkoittaa jo hankaluuksia kävelyssä, mutta ei vielä aiheuta hengenvaaraa jalankulkijoille. Yli 14 m/s, mahdollisesti herkimmille ryhmille vaaraa aiheuttavia tuulen nopeuksia ei mallinnuksen mukaan esiinny keskimääräisenä tuulivuonna kohdealueella. Yleinen kuvaus eri tuulen nopeusluokkien vaikutuksesta jalankulkijaan on annettu liitteessä 1.

Kovien tuulien osuus kävelyreiteillä ja suunnitelluilla kattopihoilla arvioitiin WAsP-mallinnuksella saatujen tuulen suuntakohtaisten Weibull-jakaumia hyödyntäen. Alueella päätuulensuunta on lounaasta, mutta merkittävin tuulen suunta on etelä-kaakosta ja etelä-lounaasta, jonne kattopihat ja kulkureitit avautuvat. Alueen tuulen suuntajakauma on esitetty Kuva 7 ja kovien tuulen nopeuksien esiintyminen eri tuulen suunnilla on esitetty Taulukko 1.



Kuva 7. Keskimääräinen tuulen suuntajakauma Espoontorin alueella. Yli 8 m/s tuulen nopeuksia osuus on niin vähäinen, etteivät ne erotu tuuliruusussa.

Kävely-yhteys Siltakadulta linja-autoterminaaliin sijaitsee katutasossa, jota Siltakadun eteläpuolella oleva 3-kerroksinen liikerakennus suojaa tuulelta. Sisäänkäynnit uusiin 15- ja 8-kerroksisiin rakennuksiin ja Siltakadun jalankulku on sijoitettu pääosin talojen tai terassien alapuolelle, jolloin tornitalojen aiheuttama mahdollinen alavirtaus ei vaikuta jalankulkijoihin. Lisäksi talojen viereisissä kortteleissa olemassa olevat korkeat rakennukset vähentävät tuulisuutta.

Asuntopihat sijaitsevat noin 7–10 m maanpinnan yläpuolella uusien rakennusten juuressa Siltakadulla ja Kamreerintiellä. Pihat avautuvat kohti etelä-kaakkoa ja länsi-lounasta. Tuulen nopeudet asuntopihojen tasolla ovat keskimääräisenä tuulivuonna kohtuulliset, joita Siltakadun eteläpuolella olevat rakennukset vaimentavat. Asuntopihoille suunniteltu kasvillisuus pienentää tornitalojen aiheuttamaa alavirtauksen todennäköisyyttä pihatasoille. Kamreerintien asuntopihan itä- ja länsipuolella on korkeammat rakennukset, jotka voivat aiheuttaa tuulen kanavoitumista ja voimistumista asuntopihalle merkittävimmän tuulen suunnalta. Siltakadun eteläpuolella oleva 5-kerroksinen rakennus heikentää kuitenkin tuulta.

Hypermarketin yläpuolelle suunniteltu kattopiha sijaitsee Siltakadun asuntopihan pohjoispuolella uuden tornitalon juuressa. Kattopiha on noin 16 m Siltakadun tason yläpuolella. Kovia, yli 8 m/s tuulen nopeuksia hypermarketin kattopihan tasolla esiintyy

yhteensä 1 % vuoden tunneista vastaten neljää vuorokautta. Kattopihan länsireunalla olemassa oleva 12-kerroksinen tornitalo ja pohjoisessa hypermarketin ilmanvaihtokonehuone pienentävät kattopihalle kohdistuvaa tuulta lännen ja pohjoisen suunnilta. Toisaalta kaakkoistuuli saattaa tornitaloon osuessaan aiheuttaa kattopihalle alavirtauksia. Hypermarketin kattopihalle ja sen edustalle on suunniteltu kasvillisuutta, jotka hidastavat tuulisuutta. Vaihtelevan korkuista kasvillisuutta suositellaan etenkin hypermarketin kattopihan eteläreunustalle hidastamaan tuulisuutta. Lisäksi olemassa olevan tornitalon alaosaan suositellaan mahdollista alavirtausta kattopihasta poispäin ohjaavaa rakennelmaa, kuten lippaa, kattopihan tai tornitalon sisäänkäyntien tuulen vaikutusten pienentämiseksi.

Taulukko 1. Koviin tuulten prosentuaalinen osuus vuoden tunneista ja tunnit merkittävimmillä tuulen suunnilla Espoontorin suunnittelukohteissa.

Korkeus (m.p.y)	Tuulen suunta	≥ 8 m/s		≥ 10 m/s	
Hypermarketin kattopiha 23 m	Etelä-kaakko	0.1 %	6	0.0 %	1
	Etelä	0.1 %	7	0.0 %	0
	Etelä-lounas	0.1 %	8	0.0 %	0
	<b>Kaikki</b>	<b>1.0 %</b>	<b>89</b>	<b>0.1 %</b>	<b>5</b>
Tornitalon kattotaso 54 m	Etelä-kaakko	1.0 %	81	0.2 %	20
	Etelä	1.3 %	112	0.3 %	28
	Etelä-lounas	1.8 %	150	0.4 %	34
	<b>Kaikki</b>	<b>8.0 %</b>	<b>685</b>	<b>1.3 %</b>	<b>107</b>

m.p.y = merenpinnan yläpuolella

### 3.2 50 vuoden maksimituulennopeus

Rakennusten kestävyuden suunnittelun tueksi määritettiin 50 vuoden toistuvuudella esiintyvä 10 minuutin keskimääräinen tuulen nopeus, V50. Käyttämällä kartta-aineistossa vakiorosoisuutta 0,05 m oli 50 vuoden toistuvuudella esiintyvä maksimituulen nopeus 10 m maanpinnan yläpuolella  $18,7 \pm 0,9$  m/s ja suunnitellun tornitalon kattotasolla (54 m merenpinnan yläpuolella)  $24,3 \pm 1,1$  m/s.

Todellisuudessa alueen rosoisuus on vakiorosoisuutta huomattavasti korkeampi, jolloin tuulen nopeudet ovat alueella matalammat. Maankäyttöluokkiin perustuvassa mallinnuksen tuloksena saatu 50 vuoden toistuvuudella esiintyvä maksimituulen nopeus on 10 m korkeudella  $14,3 \pm 0,7$  m/s, hypermarketin kattopihalla  $16,0 \pm 0,7$  m/s ja tornitalon kattotasolla  $20,1 \pm 1,0$  m/s. Eri tasojen maksimituulien nopeudet molemmilla kartta-aineistolla ovat esitetty Taulukko 2.

Taulukko 2. Maksimituulen nopeus 50 vuoden toistuvuudella eri rosoisuusaineistoa käyttäen.

Korkeus (m.p.y)	Rosoisuus vakio (0,05 m)	Rosoisuusluokittelu
	V50 (m/s)	V50 (m/s)
10 m	18,7 ± 0,9	14,3 ± 0,7
15 m	20,1 ± 0,9	16,0 ± 0,7
64 m	24,3 ± 1,1	20,1 ± 1,0

m.p.y = maanpinnan yläpuolella

Mallinnuksen lähtöaineistona käytetyssä Helsingin Harmajan tuulimittauksissa voimakkain 10 minuutin tuulen nopeuden keskiarvo 1996–2021 mittausjaksolla oli 22,5 m/s 15 m mittauskorkeudella. Tämä vastaa 50 vuoden toistuvuudella  $24 \pm 1,0$  m/s 10 minuutin keskimääräistä tuulen nopeutta Harmajalla. Voimakkaimmat tuulen nopeudet mitattiin tuulen suunnan ollessa etelän ja lännen välillä. Mallinnuksessa ei ole otettu huomioon laaja-alaisiin myrskyihin tai rajuilmoihin liittyviä lyhytkestoisia tuulen puuskia. Kovimmat Harmajalla mitatut 3 sekunnin kestoiset tuulen puuskat ovat olleet yli 30 m/s. Helsingin alueella vastaavia myrskyihin liittyviä puuskia esiintyy pari kertaa vuosikymmenessä.

#### 4. YHTEENVETO

Espoon keskuksessa sijaitsevan Espoontorin tuuliolosuhteita arvioitiin tuulimallinnuksen tulosten perusteella. Mallinnuksen lähtöaineistona käytettiin työn kannalta soveltuvimman sääaseman, Helsingin Harmajan tuulihavaintoja 25 vuoden ajalta sekä maastoainestona maaston korkeusaineistoa ja rosoisuutta.

Alueen päätuulensuunta on lounaasta, mutta avomeri sijaitsee lähimmillään noin 7 km Espoontorista kaakkoon. Siten tuulisuuden kannalta merkittävimmät tuulen suunnat ovat etelä-kaakosta etelä-lounaaseen. Espoontorin ympäristössä maasto nousee 20–50 m merenpinnan yläpuolelle koillista lukuunottamatta, mikä vaikuttaa alueen tuuliolosuhteisiin. Espoontorin korttelissa maanpinnan taso on 7–9 m merenpinnan yläpuolella.

Kävely-yhteys Siltakadulta linja-autoterminaaliin ja Siltatori sijaitsevat katutasossa Siltakadun eteläpuolella olevan rakennuksen katveessa. Rakennukset jarruttavat myös Siltakadun ja Kameerintien läheisyydessä 14–17 m merenpinnan yläpuolella sijaitsevien asuntopihojen tuuliolosuhteita.

Siltakadun asuntopihan pohjoispuolella, hypermarketin yläpuolella sijaitseva kattopiha on noin 23 m korkeudella merenpinnan yläpuolella. Piha avautuu merkisevään tuulen suuntaan. Kovia, yli 8 m/s tuulen nopeuksia kattopihan tasolla esiintyy keskimääräisenä tuulivuonna yhteensä neljän vuorokauden ajan. Hypermarketin kattopihalle ja sen edustalle on suunniteltu kasvillisuutta, jotka hidastavat ja rikkovat tuulta ja edistävät siten kattopihalla oleskelun viihtyisyyttä. Vaihtelevan korkuista kasvillisuutta suositellaan sijoitettavan etenkin hypermarketin kattopihan eteläreunustalle. Lisäksi olemassa olevan

12-kerroksisen tornitalon alaosaan suositellaan mahdollista alavirtausta kattopihasta pois päin ohjaavaa rakennelmaa, kuten lippaa, kattopihan tai tornitalon sisäänkäyntien tuulen vaikutusten pienentämiseksi.

Ympäristöstä poikkeavat korkeat rakennukset saattavat aiheuttaa tuulen alavirtausta. Sisäänkäynnit tornitaloihin ja jalankulku kulkevat pääosin talojen alla suojassa tuulelta, ja lisäksi viereisten korttelien monikerroksiset rakennukset heikentävät tuulta. Vastaavasti suunniteltu kasvillisuus kattopihoilla pienentää alavirtausten todennäköisyyttä kattopihoille.

Rakennuksen suunnittelun tueksi laskettiin 50 vuoden toistuvuudella esiintyvä 10 minuutin maksimituulen nopeus, V50, kahdella eri rosoisuudella. Vakiorosoisuutta käyttämällä (0,05 m) maksimituulen nopeudeksi 10 m korkeudella saatiin  $18,7 \pm 0,9$  m/s ja korkeimman suunnitellun tornitalon kattotasolla (54 m merenpinnan yläpuolella)  $24,3 \pm 1,1$  m/s. Nämä arvot ovat kuitenkin yliarvioita, sillä todellisuudessa alueen rosoisuus on huomattavasti korkeampi ja siten todelliset tuulen nopeudet ovat heikompia. Käyttämällä maankäyttöluokitteluun perustuvaa rosoisuusarvoa saadaan maksimituulen nopeudeksi 50 vuoden toistuvuudella 10 m maanpinnan yläpuolella  $14,3 \pm 0,7$  m/s, ja tornitalojen kattotasolla  $20,1 \pm 1,0$  m/s.

## 5. VIITELUETTELO

[1] Blocken, B., Carmeliet, J., Stathopoulos, T., 2007, CFD evaluation of the wind speed conditions in passages between parallel buildings – effect of wall-function roughness modification for the atmospheric boundary layer flow. *Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics* 95(9–11): 941–962 © Elsevier 2007

[2] Gandemer, J. (1975). Wind environment around buildings: aerodynamic concepts. Proc., 4th Int. Conf., Wind Effects on Buildings and Structures, Heathrow 1975, Cambridge University Press, 423–432.

[3] Elomaa, E., Luonnonolosuhteiden huomioonottaminen uusien asuinalueiden suunnittelussa, Ilmasto, NEKASU , B28, Otaniemi 1980.

[4] Oke, T.R., 1987: *Boundary Layer Climates*. Second Edition. Routledge, London, 435 pp.

---

## 6. LIITE 1

Tuulen luokittelu fysikaalisten vaikutusten avulla. Taulukon lähde: Lawson, T.V. and Penwarden, A.D. (1975). The effects of wind on people in the vicinity of Buildings, Proceedings 4th International Conference on Wind Effects on buildings and Structure, Heathrow, Cambridge University Press, pp 605–622

Extended Land Beaufort Scale showing wind effects on people [76].

Beaufort number	Description	Wind speed at 1.75 m height (m/s)	Effect
0	Calm	0.0 - 0.1	
1	Light air	0.2 - 1.0	No noticeable wind
2	Light breeze	1.1 - 2.3	Wind felt on face
3	Gentle breeze	2.4 - 3.8	Hair disturbed, clothing flaps, newspaper difficult to read
4	Moderate breeze	3.9 - 5.5	Raises dust and loose paper, hair disarranged
5	Fresh breeze	5.6 - 7.5	Force of wind felt on body, danger of stumbling when entering a windy zone
6	Strong breeze	7.6 - 9.7	Umbrellas used with difficulty, hair blown straight, difficult to walk steadily, sideways wind force about equal to forwards walking force, wind noise on ears unpleasant
7	Near gale	9.8 - 12.0	Inconvenience felt when walking
8	Gale	12.1 - 14.5	Generally impedes progress, great difficulty with balance in gusts
9	Strong gale	14.6 - 17.1	People blown over