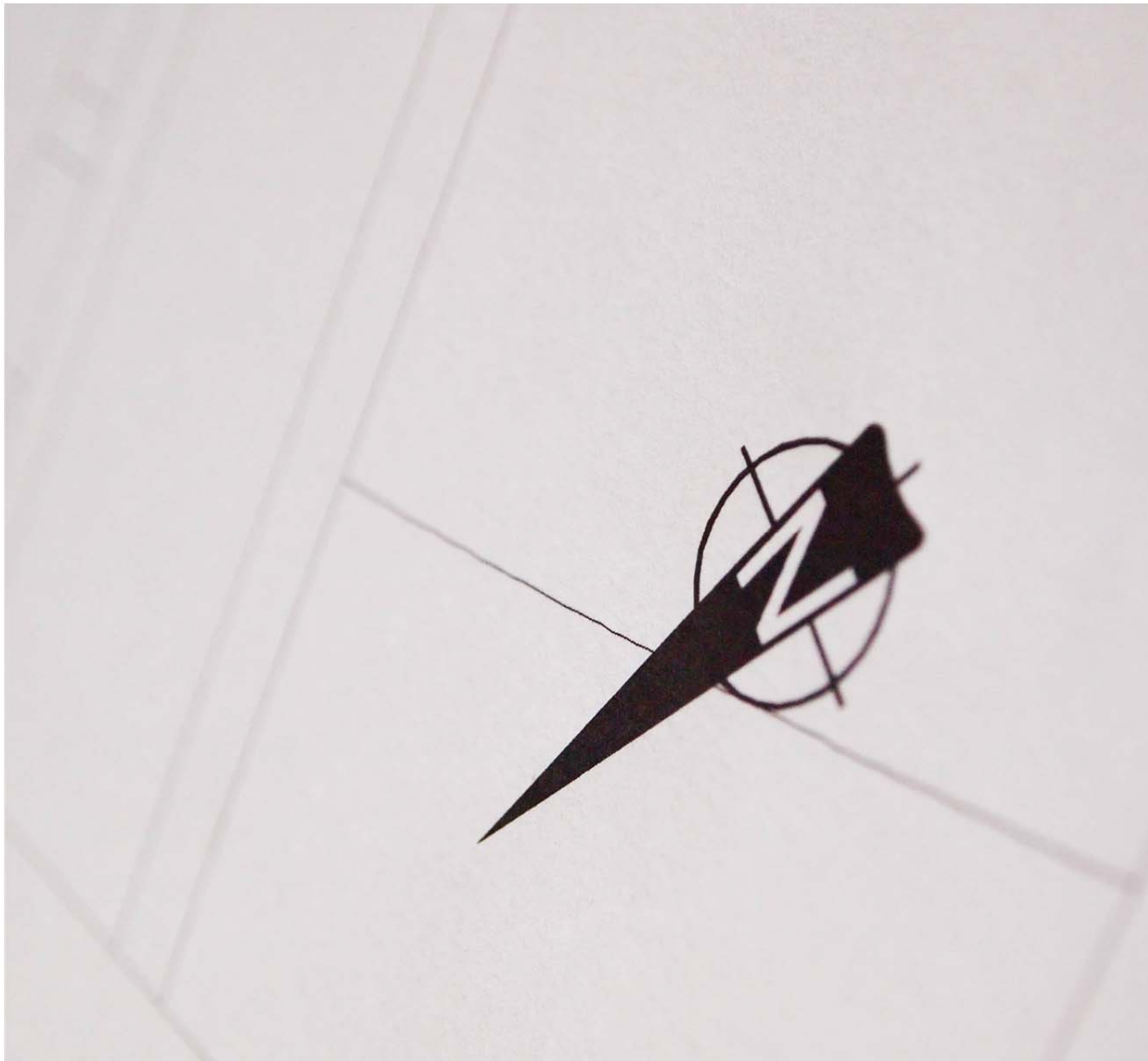




UNITED
BY OUR
DIFFERENCE



Laajasalon joukkoliikenneyhteys, ympäristövaikutusten arviointi

Lausunto tuulen vaikutuksesta

Joulukuu 2013

Laadunhallinta

Versio/muutokset	Versio 1	Muutos 1	Muutos 2	Muutos 3
Huomautukset				
Päiväys	16.12.2013			
Laatija	Risto Kiviluoma			
Allekirjoitus				
Tarkastanut				
Allekirjoitus				
Hyväksynyt				
Allekirjoitus				
Projektinumero	305594			
Tiedosto				

KONSULTTI

WSP Finland Oy
Heikkiläntie 7D
00210 HELSINKI
Puh. +358 207 864 11
Faksi +358 207 864 800
www.wspgroup.fi

Yhdyshenkilö
Risto Kiviluoma

TILAAJA

Helsingin Kaupunki, Kaupunki-
suunnitteluvirasto

PL 2100
00099 HELSINGIN KAUPUNKI
puh. +358 9 310 1673
faksi +358 9 310 37409

www.hel.fi/ksv

Yhdyshenkilö
Eija Kivilaakso

Sisällys

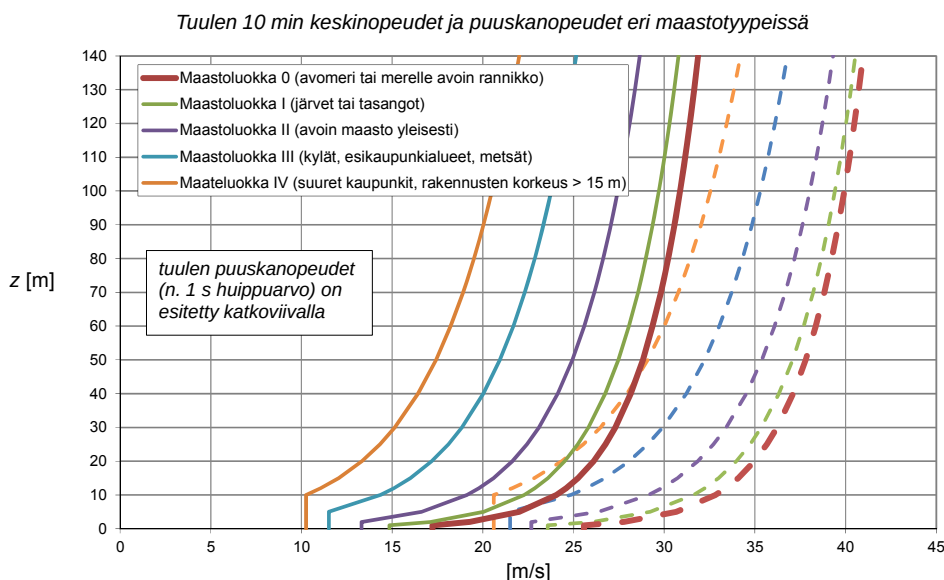
1 Johdanto	4
2 Kohteen lähtötiedot	8
2.1 Siltavaihtoehto	8
2.1.1 Kruununhaan ja Kalasataman välinen silta	8
2.1.2 Kalasataman ja Kruunuvuoren välinen siltayhteys	10
2.2 Köysiratavaihtoehto	14
3 Tarkasteltavat rajatuulennopeudet	16
3.1 Siltavaihtoehto	16
3.2 Köysiratavaihtoehto	17
4 Tuulet ja tuulisuus tarkastelupisteissä	19
4.1 Tarkastelupisteet ja laskentamenetelmä	19
4.2 Tulokset	22
5 Tuulen vaikutukset ja tulosten ohjeellinen tulkinta	24
5.1 Siltavaihtoehto	24
5.1.1 Tuulikaiteen vaikutus ja tarve	24
5.1.2 Pakkasen purevuus sillalla	25
5.1.3 Sillan liikennerajoitusten ja sulkemisen tarve	26
5.1.4 Raitionvaunun ajolangan ja kannatinpylväiden huojunta	26
5.1.5 Lumen kinostuminen ja näkyvyys	27
5.1.6 Köysistä tippuva jää	28
5.2 Köysiratavaihtoehto	28
Lähdeluettelo	30
Liite 1: Vuotuiset tuulennopeuden maksimit	31
Liite 2: 50 v toistumisvälin tuulet	32
Liite 3: Tuulisuuden yksityiskohtaiset laskentatulokset	33

1 Johdanto

Liikenneyhteyksien tarkastelussa tuuli ja tuulisuus vaikuttavat liikenneturvallisuu-
teen sekä ulkona liikkuvien ja pysäkillä odottavien viihtyvyyteen. Eri-
koistapauksissa kova tuuli voi vaikuttaa myös matkustajien viihtyvyyteen
kulkuneuvon sisällä: tuuli voi huojuttaa kulkuneuvoa, aiheuttaa melua, ja
avata joukkoliikenteen kulkuneuvojen ovia. Tuulen ja pakkasen yhteisvaiku-
tus, pakkasen purevuus, vaikuttaa kasvojen paleltumisriskiin.

Liikenneväylien rakenteille ja varusteille; kuten pylväille, opastintauluille, ajo-
johteille ja köysille tuuli aiheuttaa huojuntaa (värähtelyä), josta voi olla seu-
rauksena näiden liitosten väsyminen ja hajoaminen. Tuuli voi kinostaa lunta
rakenteisiin ja tiputtaa niihin kertynyttä jäätä aiheuttaen vaaraa ympäristölle.
Tuuli voi nostaa lumipölyä esimerkiksi jäältä, ja siten aiheuttaa äkillisen nä-
kyvyysongelman. Koneilla ja laitteilla, kuten läppäsilloilla tai köysiradoilla, voi
olla määritettynä maksimi tuulennopeus, jolloin niitä voidaan käyttää. Luon-
nollisesti kovat tuulet myös kaatavat puita, nostavat tulvia, liikuttavat irron-
neita kappaleita ja roskia sekä aiheuttavat sähkökatkoja, jotka voivat välilli-
sesti vaikuttaa liikenneturvallisuu-
teen.

Tuulen nopeudet kasvavat siirryttäessä korkeammalle maapinnan tasosta
(kuva 1). Maan ja ilman välinen kitka pienentää keskituulennopeuksia lähellä
maanpintaa. Harvasaarisilla merialueilla tämä kitka on pieni, ja tasaisen jää-
peitteen päällä erityisen pieni, ja suurimpia tuulennopeuksia mitataankin ul-
kosaariston säähavaintoasemilla (kun tunturien huippujen sääasemat jätet-
tään ottamatta huomioon).



*Kuva 1: Tuulennopeudet erityyppisissä maastoissa (z = korkeus maan pin-
nasta). Tuulennopeudet on skaalattu vastaamaan likimain kerran
vuodessa Helsingin seudulla esiintyviä tuulia. Kuvaajat on laskettu
lähteen [1] mukaisilla parametreilla.*

Rannikolla sijaitsevat suuret sillat ovat esimerkkejä liikenneväylien osista, jotka ovat alttiita tuulen liikenneturvallisuusvaikutuksille. Näiden siltajärjestelmien kantavuus on usein huomattavan korkealla, joten liikenneturvallisuutta vaarantavia tuulia esiintyy suhteellisen usein. Iso-Britanniassa tehdyn tutkimuksen mukaan suora tuulen vaikutus alkaa aiheuttaa onnettomuuksia, kun tuulen puuskanopeus (ajoneuvon tasolla mitattuna) ylittää likimain arvon 17,5 m/s [2]. Suomen oloissa on otettava lisäksi huomioon, että siltakansi jäähtyy nopeasti ilmojen kylmetessä, ja voi siten olla yllättävästi liukas. Suuret rannikon sillat suljetaan liikenneturvallisuuden vuoksi liikenteeltä tai niille asetetaan liikennerajoitetta vaihtelevin käytännöin. Kevyen liikenteen lisäksi korkeat ja kevyet kulkuneuvot ovat herkimpiä tuulen liikenneturvallisuusvaikutuksille. Suomessa Raippaluodon sillalla on tuulennopeuden mittari ja tuulesta varoittavat opastintaulut (kuva 2). Silta suljetaan kun 3 s puuskanopeus sillan tuulimittarissa (n. 39 m korkeudessa) on 30 m/s tai suurempi [3], mikä käytännössä on tarkoittanut muutamaa tuntia noin viiden vuoden toistuvuudella.

Helsingin kaupungin uusien asuinalueiden tuulisuuselvityksissä on käytetty tuulen puuskanopeutta 16 m/s (mitattuna katutasossa, eli 1,5...2,0 m korkeudessa) kuvaamaan olosuhdetta jossa tavoitteellinen kävely on vaikeaa ja 23 m/s olosuhdetta jossa se on vaarallista [4]. Puuskatuulen 23 m/s toistuminen tarkastelupisteessä useammin kuin kerran vuodessa on ehdotettu rajaksi, jonka ylittyessä ongelmapisteen tuulisuuskysymyksen korjaaminen tulisi edellyttää esim. kaavamääräyksellä.



Kuva 2: Kovasta tuulesta varoittava opastintaulu Raippaluodon sillalla (valokuva vuodelta 1999, R. Kiviluoma).

Tuulen vaikutuksiin voidaan vaikuttaa suunnitteluratkaisuilla. Esimerkiksi kansainvälisesti joillekin silloille on rakennettu tuulensuojakaiteita [5]. Näissä pääasiallinen tavoite on ollut kannen päällisten kovien sivutuulien pienentäminen autojen ja junien onnettomuusriskin vähentämiseksi. Tuulensuojakai-

teet ovat olleet jopa 4 m korkeita. Tällainen kaide lisää merkittävästi sillan vaakatuulikuormaa, rajoittaa sillan käyttäjien näköaloja, ja on rakennuskustannuksiltaan kallis. Toisaalta sillan liikennerajoituksista ja sulkemisesta voi aiheutua merkittävää ruuhkautumista, mitä vastaavia haittoja on alettu ottaa enenevissä määrin huomioon hyöty-kustannus analyyseissä.

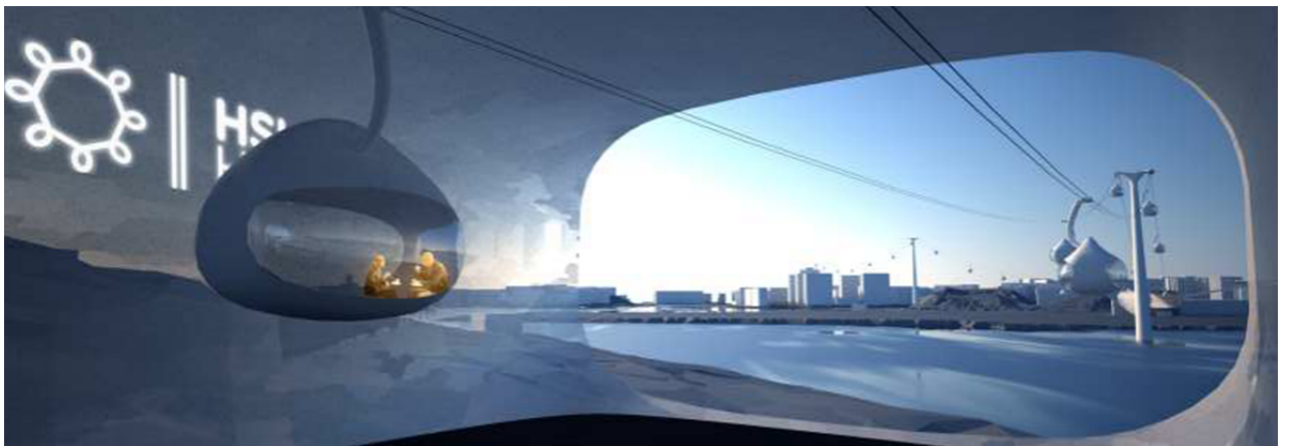
Ympäristövaikutusten arvioinnin perustan muodostaa toisaalta tuulen vaikutusten kartoittaminen ja toisaalta numeroarvojen laskeminen odotettavissa oleville tuulen aiheuttamille epäviihtyisille olosuhteille, liikennerajoitteille ja liikennekatkoille.

Tämä lausunto käsittelee tuulen vaikutusta Laajasalon suunniteltuun joukko-liikenneyhteyteen. Kohde sijaitsee Helsingin kantakaupungin ja Laajasalon välisellä merialueella. Lausunto on laadittu ympäristövaikutusten arviointia varten ottaen huomioon yhteyden toteuttamisesta laaditut viitesuunnitelmat. Tarkastelu on rajattu koskemaan siltavaihtoehtoa (kuva 3a) ja köysiratavaihtoehtoa (kuva 3 b).

a)



b)



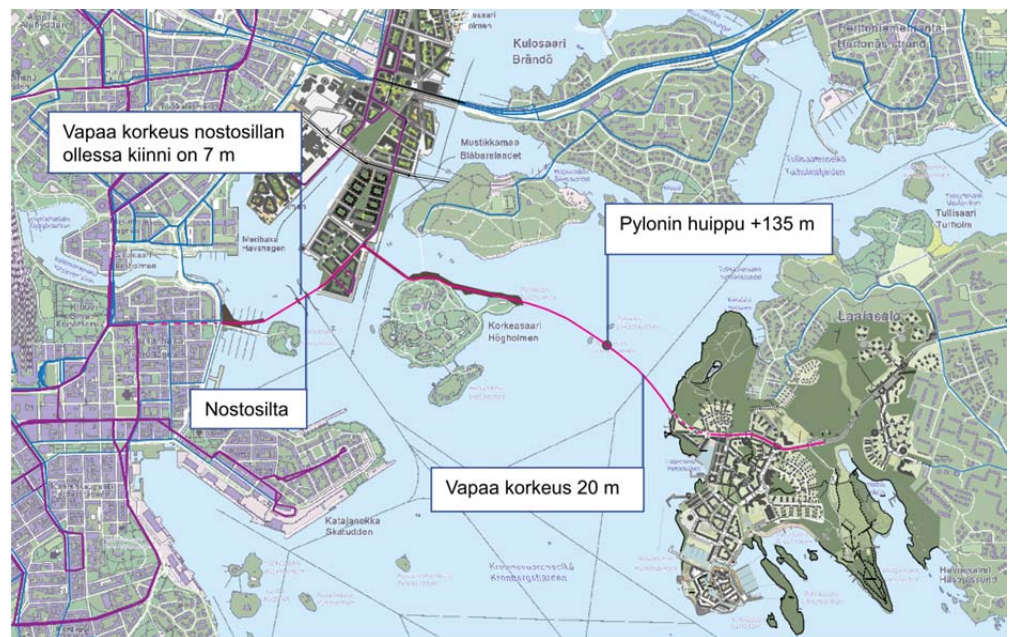
Kuva 3: Laajasalon joukkoliikenneyhteys a) siltavaihtoehtoon havainnekuva (WSP Finland Oy) ja b) köysiratavaihtoehtoon havainnekuva (HSL).

2 Kohteen lähtötiedot

2.1 Siltavaihtoehto

Siltavaihtoehtoon tarkasteltava linjaus on esitetty kuvassa 4. Siltayhteys koostuu kahdesta osasta

1. Kruununhaan ja Kalasataman välisestä avattavasta sillasta.
2. Kalasataman ja Kruunuvuorenrannan (Laajasalo) välisestä sillasta.



Kuva 4: Siltavaihtoehtoon linjaus (kuva KSV).

Kalasataman ja Kruunuvuorenrannan välinen siltayhteys on suunniteltu kulkemaan Korkeasaaren kautta.

Silloille on suunniteltu raitiovaunuliikennettä ja kevyttä liikennettä. Silloilla kulkee mahdollisesti myös ajoneuvoliikennettä.

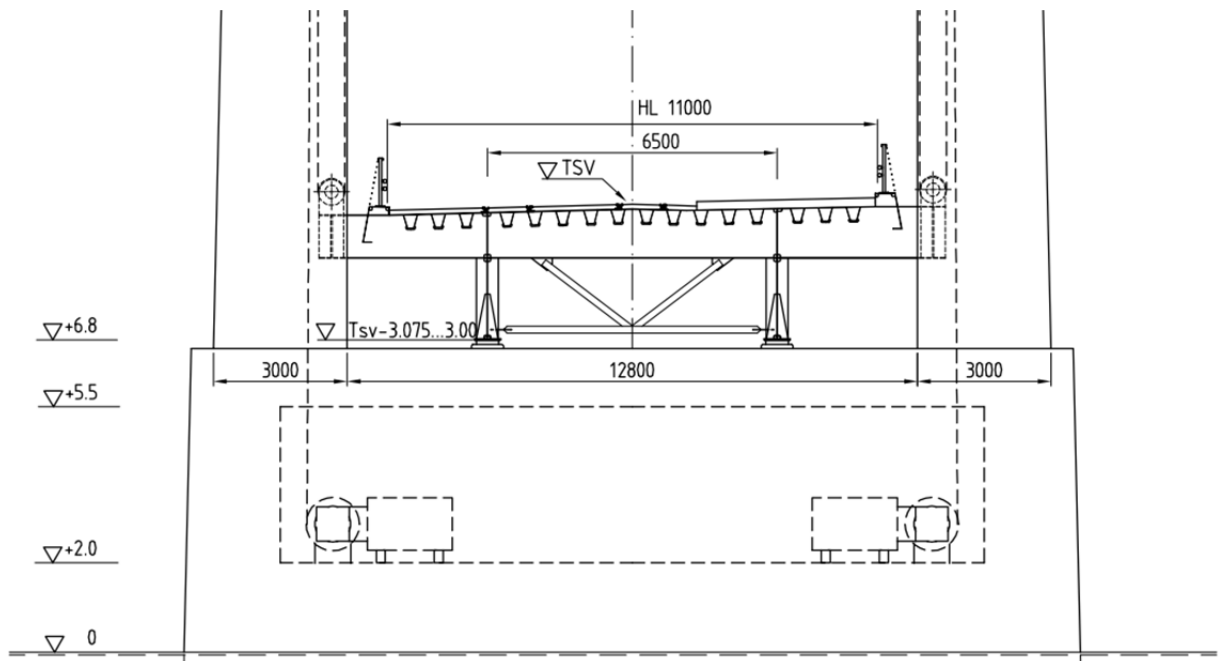
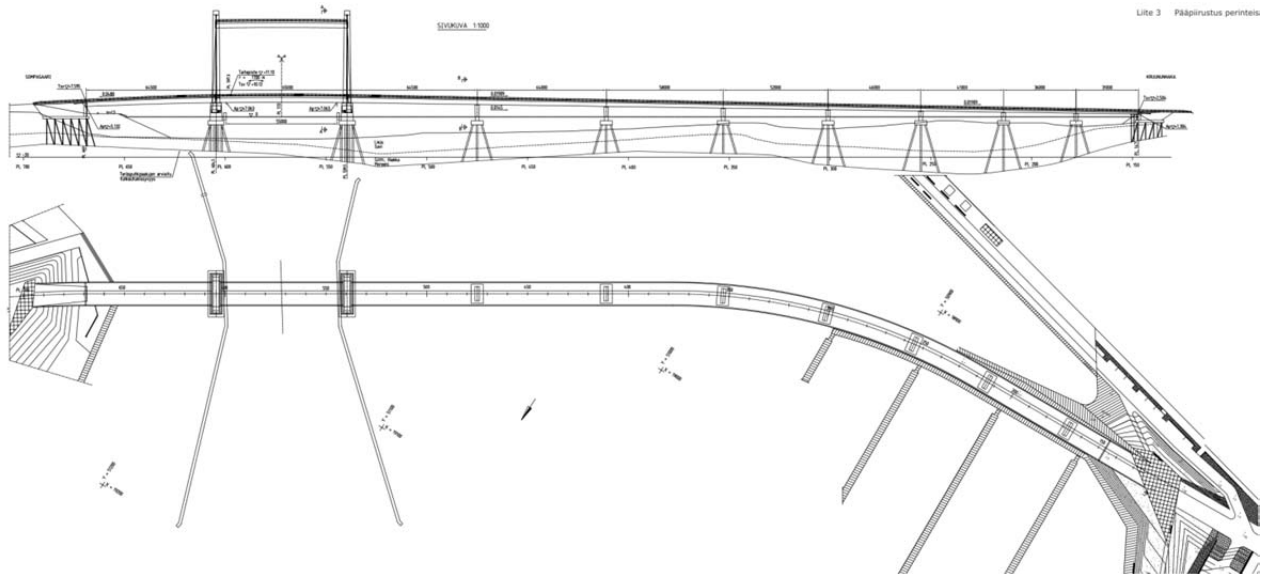
Silloille ei ole suunniteltu raitiovaunu tai linja-auto pysäkkejä.

2.1.1 Kruununhaan ja Kalasataman välinen silta

Kruununhaan ja Kalasataman välistä siltayhteydestä on olemassa pääpiirustus ja suunnitelma ympäristövaikutusten tarkastelua varten (kuva 5) [6].

Tuulelle alttiimmalta kohdaltaan laivaväylän yllä sillan kansi on 10 m korkeudella merenpinnasta nähden. Sillan nostamista varten tarvittavat nostopilarit ulottuvat n. 50 m korkeuteen. Sillan pituus on n. 520 m.

Sillan nostamisesta aiheutuva liikennekatko on arvioitu olevan 46...56 min. Silta on nostettava erityisesti Hanasaaren voimalaitokset laivaliikennettä varten.



Kuva 5: Suunnitelma Kruununhaan ja Kalasataman välisestä sillasta (HKR / Insinööritoimisto Pontek Oy).

Sillalle ei ole esitetty tuulensuojakaiteita eikä avaamisen mahdollistavia tuulennopeuksia ole arvioitu. Kannen jalkakäytävä on avomerren puolella.

Sillan alittavassa väylässä on laivajohteet, jotka ainakin periaatteessa mahdollistava laivan turvallisen kulun kovemmissakin tuulissa.

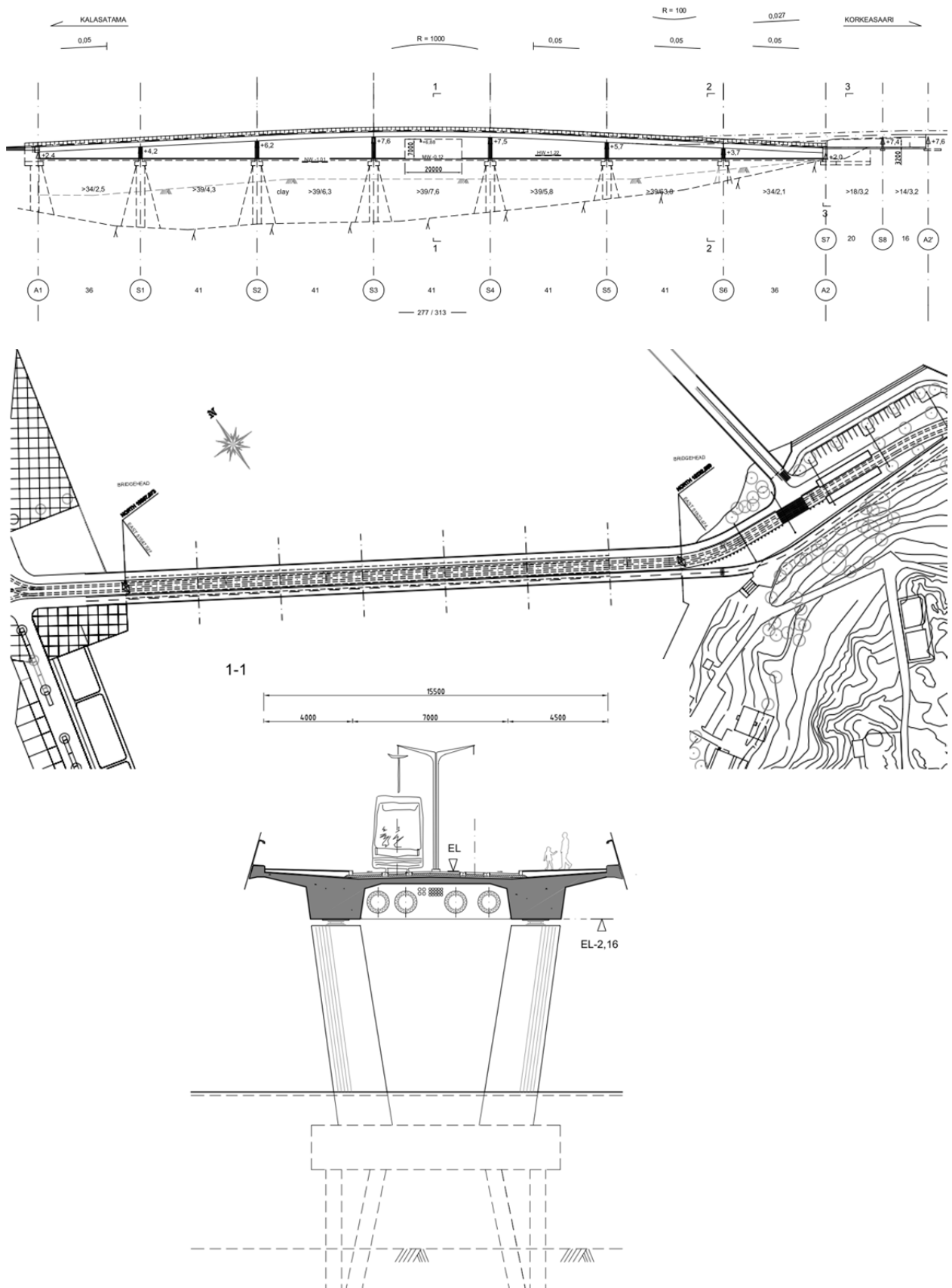
2.1.2 Kalasataman ja Kruunuvuoren välinen siltayhteys

Kalasataman ja Kruunuvuoren välisen siltayhteyden toteuttamisesta on järjestetty kansainvälinen siltakilpailu, jonka voittajaehdotukseen Gemma Regalis (WSP Finland Oy) tämän lausunnon tarkastelu perustuu.

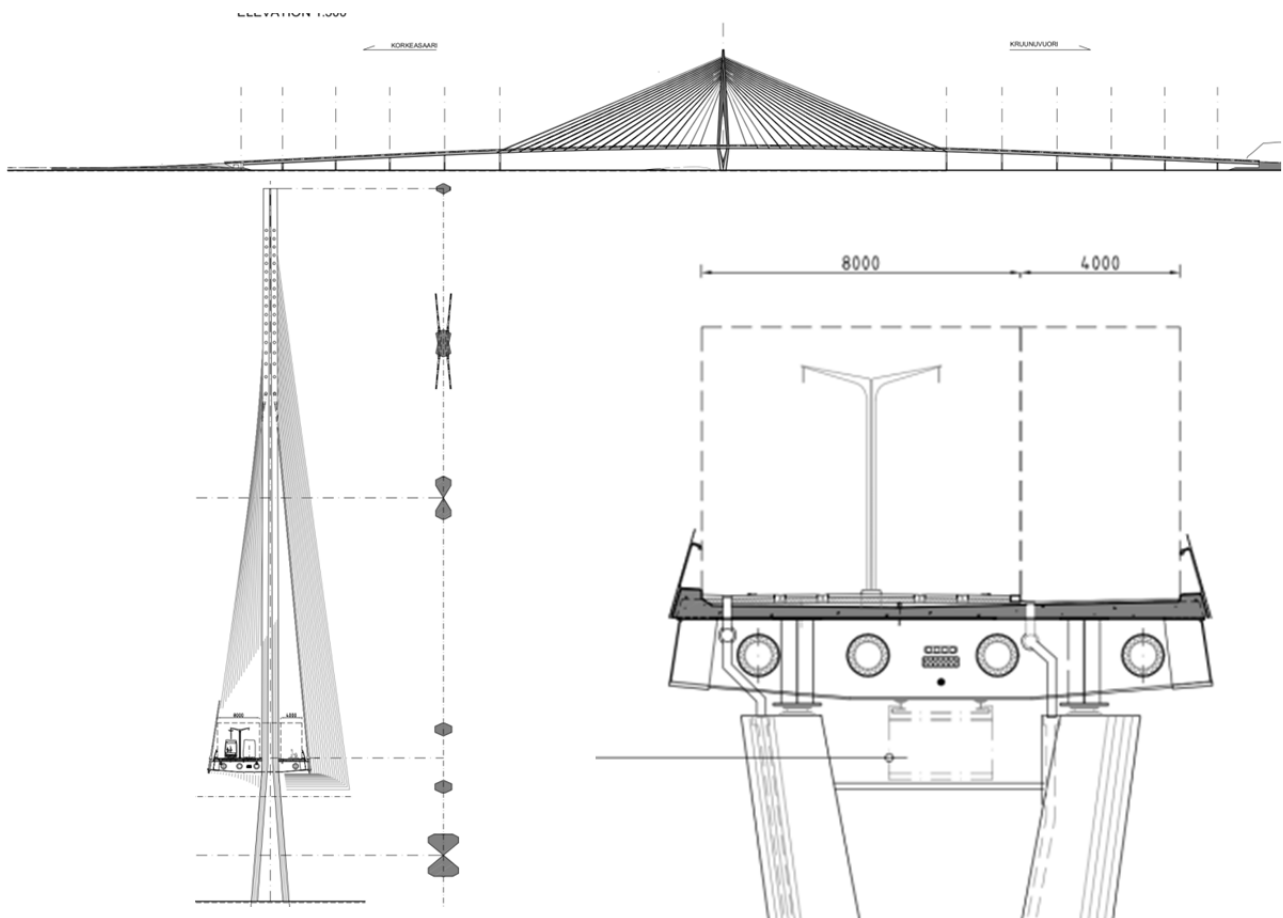
Sillan suunnitelmia on havainnollistettu kuvassa 6. Sillan meren päällä olevan osan pituus on n. 300 m ja kansi korkeimmillaan n. 10 m korkeudessa merenpinnasta lukien. Jalkakäytävät sijaitsevat molemmilla puolilla siltakantta.

Korkeasaaren ja Kruunuvuoden rannan välisen sillan (kuva 7) pituus on n. 1100 m ja kannen korkeusasema suurimmillaan 27 m merenpinnan tasosta mitattuna. Sillan pyloni ylettyy 135 m korkeuteen. Yksijalkainen pyloni sijaitsee kannen keskellä, josta köydet levittyvät molemmille puolille siltakantta. Köysiä on n. 490 m matkalla kantta pitkin kuljettaessa. Tällä osalla sillan kannessa on käytettävissä n. 3 m levyinen liikenteelle tarpeeton keskikaista, jolle voidaan suunnitella esim. penkkejä (kuva 8). Kevyen liikenteen väylä on avomerren puoleisella reunalla kantta.

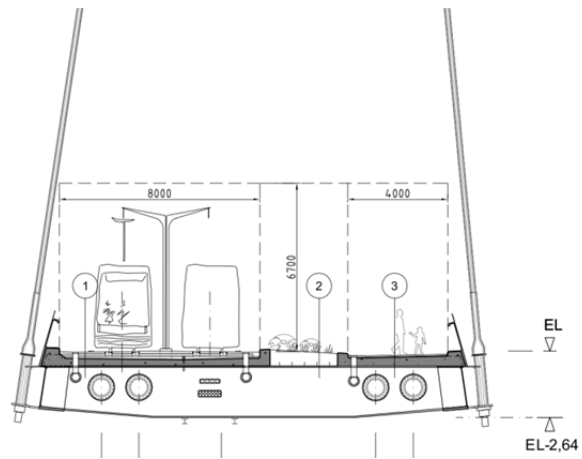
Molempien siltojen suunnitelmissa on esitetty tuulensuojakaiteet (kuva 9). Nämä sijaitseva molemmilla puolilla kannen reunaa, ja niiden tuulelta suojaavan osan korkeus voi vaihdella.



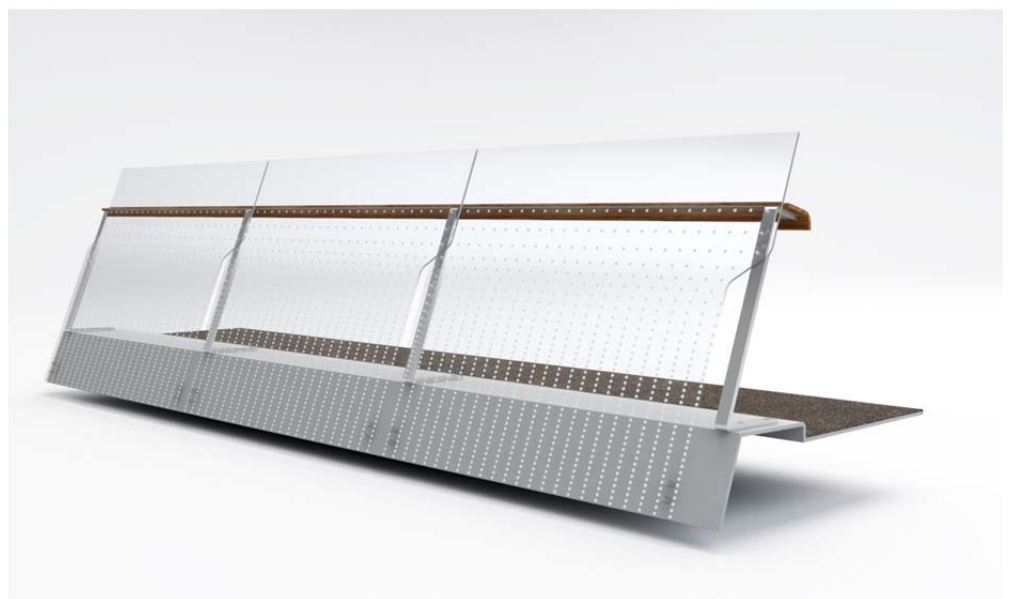
Kuva 6: Otteita Kalasataman ja Korkeasaaren välisen sillan suunnitelmasta (HKR / WSP Finland Oy).



Kuva 7: Otteita Korkeasaaren ja Kruunuvuoren välisen sillan suunnitelmasta (HKR, WSP Finland Oy).



Kuva 8: Sillan kannen keskikaista pylonin kohdalla (HKR / WSP Finland Oy).



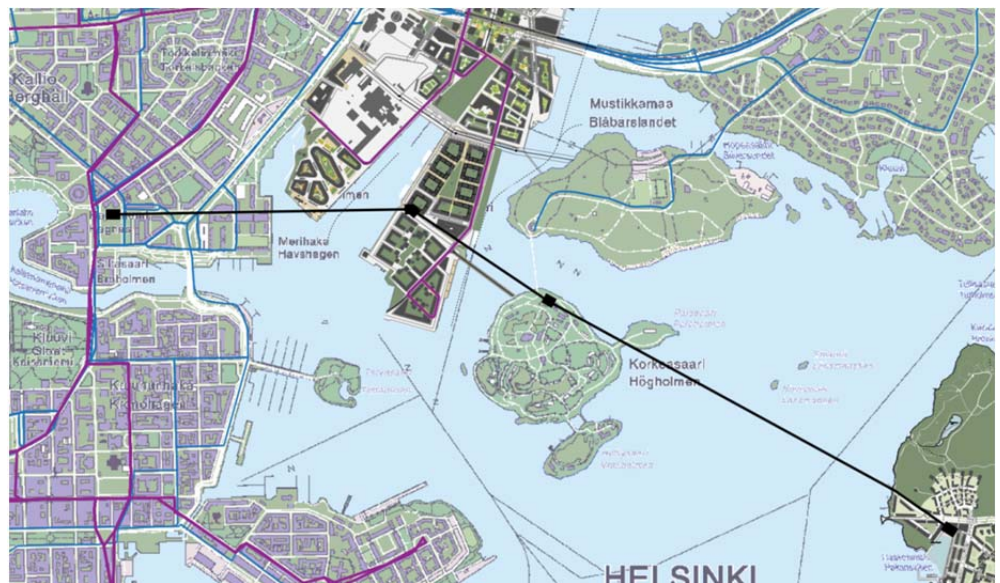
Kuva 9: Kuvassovitus tuulensuojakaiteesta (HKR / WSP Finland Oy).

2.2 Köysiratavaihtoehto

Köysiratavaihtoehdosta on laadittu lähteen [7] mukainen esiselvitys. Rata on suunniteltu kulkevaksi kuvan 10 mukaista linjausta pitkin. Köysiradalla olisi 4 asemaa. Päätepysäkit olisivat Hakaniemen metroaseman lähistöllä sekä Kruunuvuoressa. Hakeniemessä, Kalasatamassa ja Kruunuvuoressa köysirata kulki kerrostalojen päältä (kuva 11), jolloin köysiradan tulee olla suhteellisen korkealla maan pinnasta nähdessä, ja kannatinpilareista tulee korkeat. Meren päällä köysirata voisi kulkea matalammallakin ottaen huomioon 21 m vaadittu alikulkukorkeus (kuva 12).

Lähteessä [7] tuulen aiheuttamia käyttökatkoja on arvioitu alustavasti olettaen että köysirataa ei käytetä, jos tuulennopeus ≥ 25 m/s. Tuulen aiheuttamien käyttökatkojen on arvioitu jäävän vähäisiksi. Tarkasteltavana on ollut erityisesti Doppelmayr S3-järjestelmä. Järjestelmässä on kaksi kannatinköyttä, ja sen tulisi siten taata laajemmat käyttöolosuhteet.

Köysirata on arvioitu operoitavaksi n. 20 h vuorokaudessa ympäri viikon.



Kuva 10: Köysiradan linjaus (kuva KSV).



Kuva 11: Köysiradan kulku Merihaan ja Hakanimen rakennusten yllä (kuva HSL).



Kuva 12: Köysiradan kulku meren yllä (kuva HSL).

3 Tarkasteltavat rajatuulennopeudet

3.1 Siltavaihtoehto

Siltavaihtoehtoon kannalta kiinnostuksen kohteet ovat mm. seuraavat kysymykset:

1. yleinen tuulisuus sillan kannella. Tuulen ja pakkasen yhteisvaikutus jalankulkijoiden ja talvipyöräilijöiden kasvojen paleltumisriskiin
2. jalankulkijoiden ja pyöräilijöiden viihtyvyys
3. jalankulkijoiden ja pyöräilijöiden turvallisuus puuskaisessa tuulessa
4. raitiovaunuliikenteen ja mahdollisen kumipyöräiliikenteen turvallisuus
5. raitiovaunujen ajojohteen ja sen kannatinpylväiden huojunta tuulessa sekä yhteisvaikutuksessa sillan kannen huojunnan kanssa. Tästä aiheutuva mahdollinen väsyminen usein toistuvissa tuulissa
6. rakenteiden tuulikuormat.

Edellä mainittujen kohtien osalta kiinnostuksen kohteena on myös miten tuulensuojakaide vaikuttaa tuulennopeuksiin ja tuulisuuteen kannella verrattuna tavanomaisiin siltakaiteisiin.

Raitiovaunun mahdollisesti kaatava tai kiskoilta suistava puuskatuulennopeus riippuu useasta tekijästä mukaan lukien tuulen ominaisuudet, raitiovaunun muoto, paino, ajonopeus, raitiovaunun mekaaniset ominaisuudet, radan kunto, radan kaarevuus vaakatasossa, kohtaavien ajoneuvojen vaikutukset, siltarakenteiden ja penkereiden paikallisia tuulenopuksia lisäävät vaikutukset jne. Raitiovaunuliikenteen sulkemisille kovan tuulen johdosta ei myöskään ole kansainvälisesti mietitty samanlaisia turvakäytäntöjä ja ohjeita kuten köysiradoille tai junille johtuen ilmeisimmin siitä, että raitiovaunulinjat harvoin kulkevat suuria rannikkosilloja pitkin.

Lähteen [8] mukaan viimeisen 140 v ajanjaksolla junakalustolle on raportoitu n. 30 tuulen aiheuttamaa onnettomuutta, joista suurin osa Japanissa kaaparaiteisille junille silloilla ja penkereiden päällä, lähes hurrikaaniluokan (keskituuli n. ≥ 33 m/s) myrskyissä. Onnettomuustutkimintojen yhteydessä on vaikea arvioida todellisia vaikuttavia tuulennopeuksia.

Lähteen [5] perusteella voidaan arvioida, että sillan pyloni voi nostaa paikallisesti tuulennopeuksia n. 10...20 %. Lähteen [4] mukaan jo 2,0 m korkea ritilämäinen tuulensuojakaide (50 % eheyssuhde) pienentää merkittävästi kumipyöräiliikenteen onnettomuusriskiä ja 4,0 m korkea tuulensuojakaide poistaa sen lähes kokonaan. Lähteen [5] mukaan Isossa-Britannissa rajoitteita asetetaan siltojen kumipyöräiliikenteellä keskimäärin noin 27 m/s tuulen puuskanopeuksissa.

Edellisen perusteella tuulisuuden tarkastelu tehdään käyttäen seuraavia raja- ja tuulennopeuksia mitattuna sillan kannella:

- $M_5 = 5,0$ m/s (tunnin keskituuli, yleinen tuulisuutta kuvaava rajatuulennopeus, tuulen ja pakkasen yhteisvaikutuksen tarkastelu)
- $G_{13} = 13$ m/s (3 s puuskatuuli, jalankulkijoiden ja pyöräilijöiden viihtyvyytekijät)
- $G_{16} = 16$ m/s (3 s puuskatuuli, tavoitteellinen kävely on vaikeaa ja epäviihtyisää tuulen johdosta)

- $G_{23} = 23 \text{ m/s}$ (3 s puuskatuuli, tuuli on vaarallinen sillan käyttäjille, raitovaunu voi suistua kiskoilta ja kumipyöräliikenteen onnettomuus-riski on huomattava. Sillan liikenteelle asetetaan rajoituksia)
- $G_{23} = 27 \text{ m/s}$ (3 s puuskatuuli, silta suljetaan)

Tuulensuojakaiteen vaikutusta on tarkastelu erikseen. Tarkastelussa on oletettu että kaide ulottuu n. 2 m sillan kannen tason yläpuolelle, sen eheys-suhde on 50 %, ja se pienentää tuulennopeuksia siltaan nähden poikittaisissa tuulissa:

- 0,7-kertaiseksi (tuulen keskinopeus, suojan puoleinen kannen reuna)
- 0,8-kertaiseksi (tuulen keskinopeus, tuulen puoleinen kannen reuna)
- 0,8-kertaiseksi (tuulen 3 s puuskanopeus, koko kansi)

Edellä mainitut kertoimet on ilmoitettu suhteessa tavanomaisella siltakaiteella varustettuun kanteen nähden. Kaiteiden tuulennopeuksia pienentävää vaikutusta ei oteta huomioon sillan suuntaisen tuulen tarkastelussa.

Rakenneteknisiä vaikutuksia arvioidaan tuulennopeuden keskimääräisen vuotuisen maksimin ja 50 v. toistumisvälin tuulennopeuden perusteella.

3.2 Köysiratavaihtoehto

Köysirata-vaihtoehtoon kannalta tarkasteltavia kysymyksiä ovat mm.

1. kovat keskituulet, joiden mukaan kovan tuulen ja myrskyn vaikutuksiin, mukaan lukien sähkökatkot, voidaan alkaa tehostetusti varautua
2. tuulennopeuden hälytysraja, jolla radan ajonopeutta hidastetaan
3. tuulennopeuden hälytysraja, jolla liikenne pysäytetään
4. poikkeukselliset kovat tuulet joissa köydet, kannatinpylväät ja korit huojuvat merkittävästi ja josta voi syntyä kunnossapitoa vaatia vaurioita..

Lähteessä [7] tarkastellun köysiratavaihtoehtoon (Doppelmayr S3-järjestelmä) toimittajalta saatujen tarkentavien tietojen perusteella köysiradan käyttö myrkyissä perustuu osaltaan käyttöhenkilökunnan kokemukseen siitä, miten tuuli vaikuttaa korien huojuntaan. Tuulen ollessa raadan suunnassa on huojunta vähäisempää. Järjestelmän tuulihälytyslaitteisto koostuu yhden tai useamman kannatinpylvään huipulle asennetusta tuulennopeusmittarista. Tuulennopeusmittarit mittaavat hetkellistä tuulennopeutta (ilman keskiarvon ottoa), ja ne on kytketty lukulaitteeseen/hälytysjärjestelmään. Hälytys aktivoituu kun tuulennopeus ylittää yhtäjaksoisesti raja-arvon muuttaman sekunnin suuruusluokkaa olevan ajan (tämä aika on säädettävissä lukulaitteistosta käsin).

Järjestelmän toimittajan arviot tuulen raja-arvoista on siten rinnastettavissa tuulen puuskanopeuden mittaamiseen kannatinpylvään huipulta. Tavanomaiset rajat ovat:

- 24 m/s, 2 s, köysiradan käyttöhenkilökunta saa varoituksen kovasta tuulesta. Se tarkkailee radan huojuntaa ja hiljentää tarvittaessa radan ajonopeutta
- 26 m/s, 5 s, köysiradan käyttöhenkilökunta saa varoituksen ja köysiradan ajonopeus hidastetaan automaattisesti. Käyttöhenkilökunta päättää korien tyhjentämisestä ja liikenteen pysäyttämisestä
- 28 m/s laskennallinen arvo tuulen maksiminopeudelle liikkeessä olevalle köysiradalle.

Edellisen perusteella tarkasteltavat raja-tuulennopeudet kannatinpylvään huipulta mitattuna ovat:

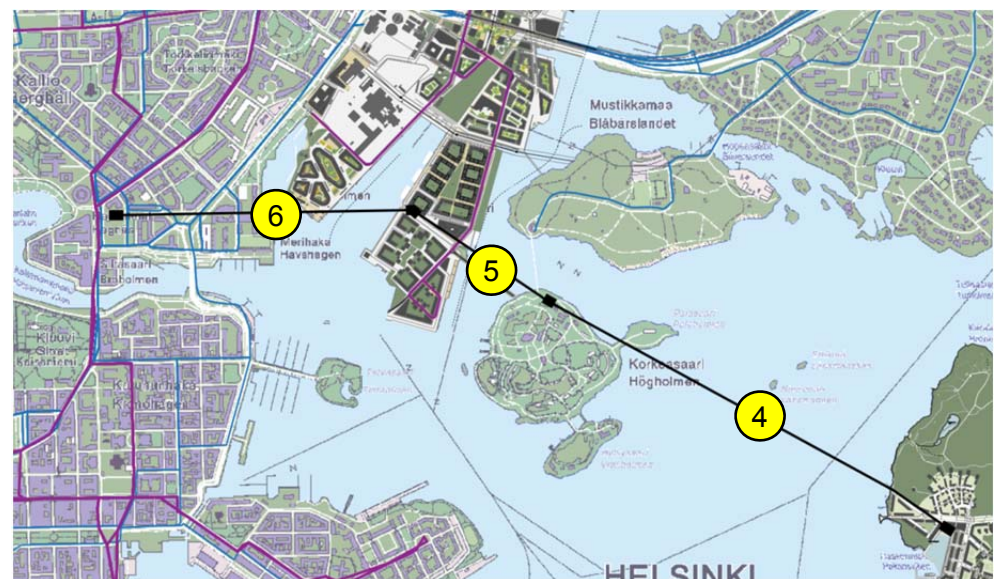
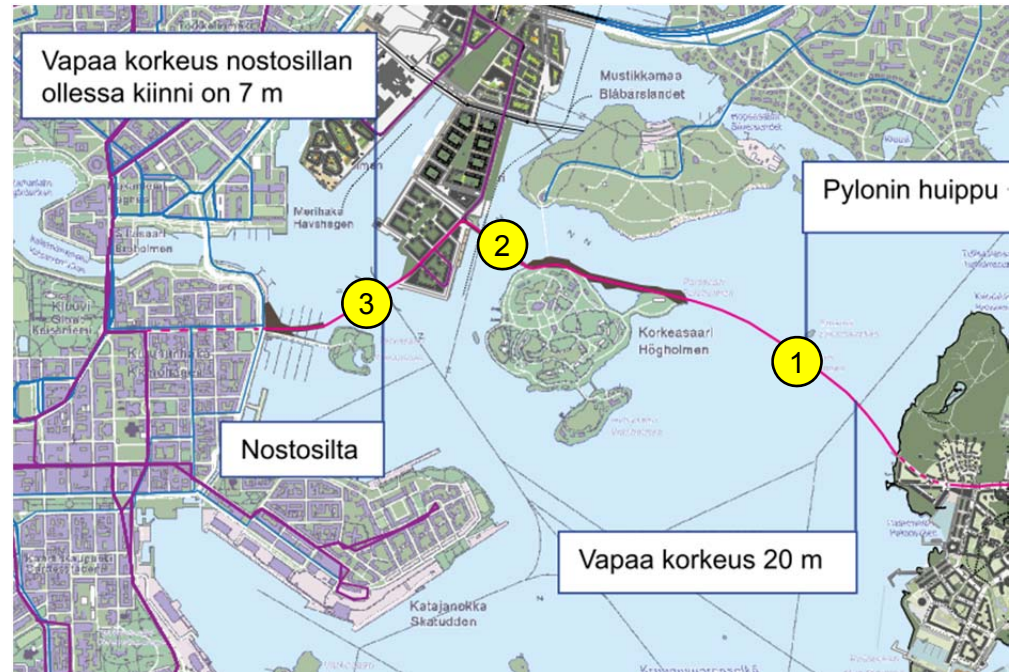
- $M_{16} = 16$ m/s (tunnin keskituuli, kun tuuli on Helsingin merisää-
asemissa kovan tuulen ja myrskyn välillä. Sähkökatkojen riski ko-
honnut)
- $G_{21} = 21$ m/s (3 s puuskatuuli vastaten keskituulta M_{16})
- $G_{24} = 24$ m/s (3 s puuskatuuli, alennettu ajonopeus)
- $G_{26} = 26$ m/s (3 s puuskatuuli, liikenne pysäytetään)
- $G_{28} = 28$ m/s (3 s puuskatuuli, laitevaurioiden riski on kohonnut).

Arvioitaessa tuulennopeuksia on otettava huomioon että kohdissa, jossa ra-
ta kulkee rakennusten päällä, kattojen yli kulkeva virtaus voi nostaa tuulen-
nopeuksia paikallisesti ja tuuli voi olla erityisen puuskaista.

4 Tuulet ja tuulisuus tarkastelupisteissä

4.1 Tarkastelupisteet ja laskentamenetelmä

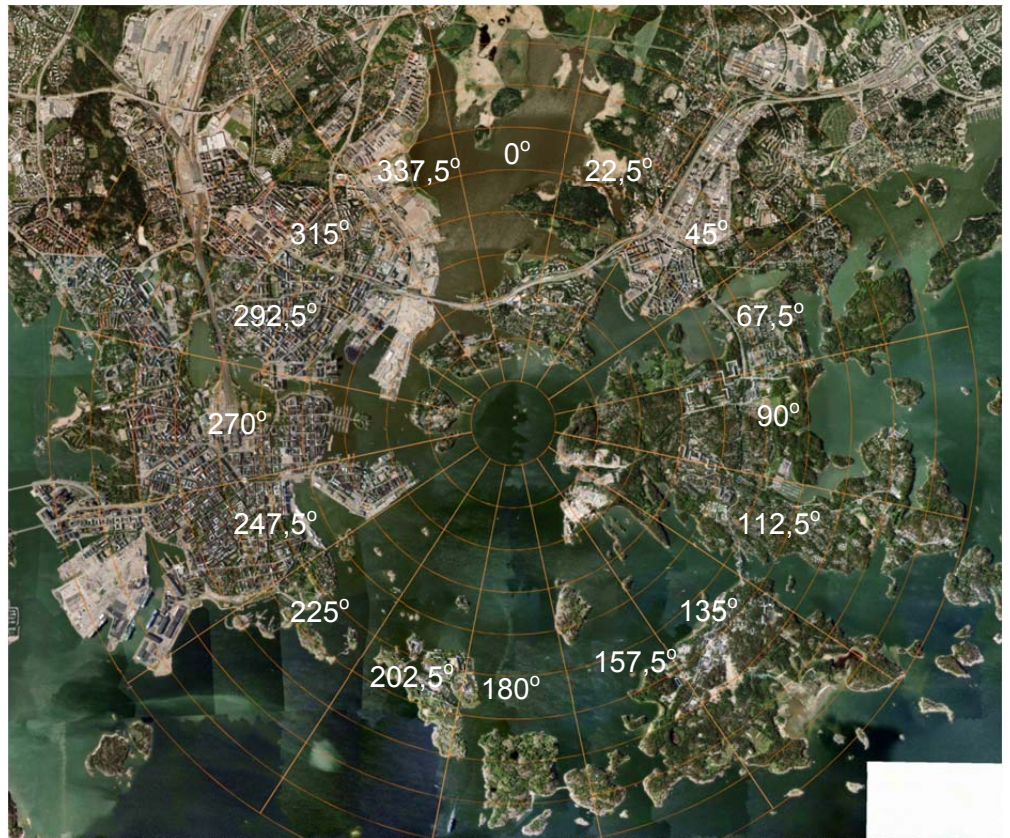
Tuulien ja tuulisuuden tarkastelupisteet on esitetty kuvassa 13.



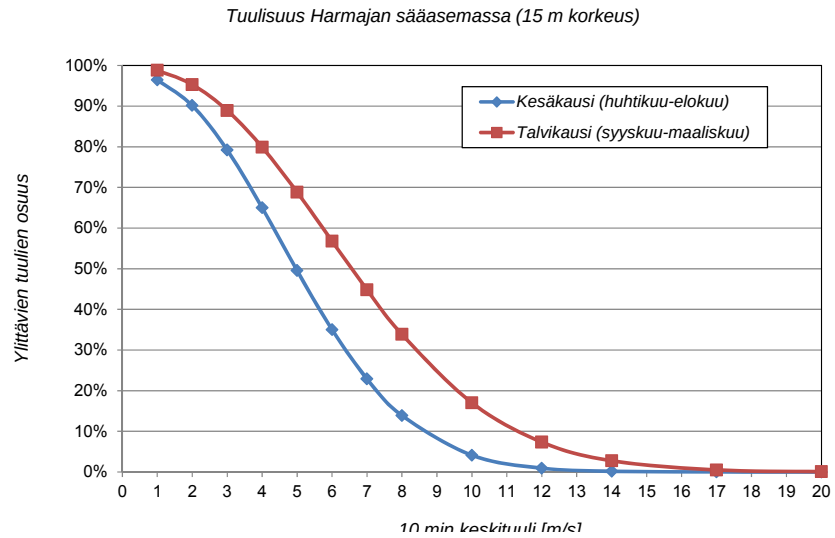
Kuva 13: Tuulien ja tuulisuuden tarkastelupisteet.

Tuulisuus on laskettu lähteessä [4] esitetyllä menetelmällä käyttäen laskelman perustana maaston karheusluokan muutosanalyysiä Ilmatieteenlaitoksen Harmajan sääaseman mittaustuloksiin 10 v ajalta. Tarkasteltavat tuulen suunnat sektorit on esitetty kuvassa 14.

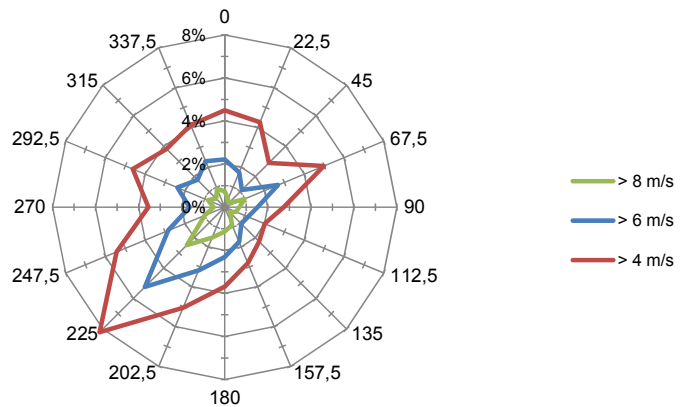
Tuulien toistuvuutta Harmajan sääasemassa on havainnollistettu kuvassa 15. Keskituulet kultakin tuulensuunnalta on oletettu Weibull-jakautuneiksi ja jakauman parametrit on määritetty käyränsovituksella aineistoon.



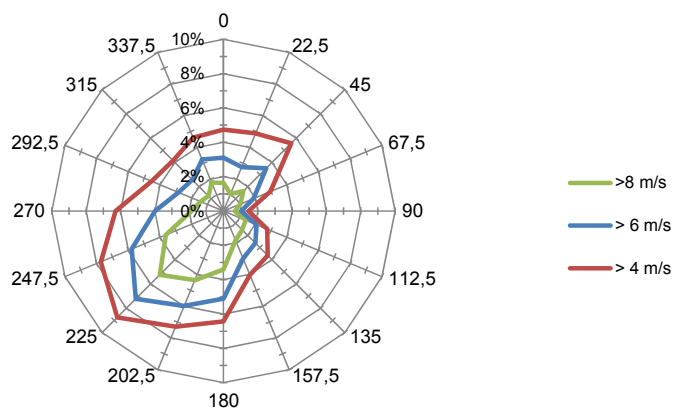
Kuva 14: Tuulen suuntien sektorit (esim. 180° tarkoittaa etelätuulta). Kuva muokattu Helsingin kaupungin aineistoon. Ympyräkehien väli = 500 m todellisessa kohteessa.



Kesäkausi: keskituulien esiintyminen (% ajasta; 15 m korkeus)



Talvikausi: keskituulien esiintyminen (% ajasta; 15 m korkeus)



Kuva 15: Tuulien toistuvuus Harmajan sääasemassa.

Tuulisuuden tarkasteluun on valittu seuraavat korkeudet meren pinnasta lukien:

piste 1:

- $z = 29$ m (jalankulkijoiden korkeusasema sillan kannella: 2,0 m kannen yläpuolella)

piste 2:

- $z = 12$ m (jalankulkijoiden korkeusasema sillan kannella: 2,0 m kannen yläpuolella)

piste 3:

- $z = 12$ m (jalankulkijoiden korkeusasema sillan kannella: 2,0 m kannen yläpuolella)

piste 4:

- $z = 50$ m (köysidadan kannatinpylvään korkeus)

piste 5:

- $z = 50$ m (köysidadan kannatinpylvään korkeus)

piste 6:

- $z = 80$ m (köysidadan kannatinpylvään korkeus).

Siltakannen tuulisuuden tarkastelussa on otettava huomioon, että sillan poikkileikkaus ja kaide vaikuttaa virtaukseen siltaan nähden poikittaisessa tuulessa. Toisaalta sillan suuntaisessa tuulessa kannen oma rajakerros vaimentaa kannen tuulia. Tehdyt otaksumat ovat seuraavat: tavanomainen siltakaide yhdessä kannen leveyden kanssa vaikuttaa siten, että 2,0 m kannen yläpuolella tuulen nopeus on kannen kohtaavaan virtausnopeuteen nähden:

- 0,7-kertainen (tuulen keskinopeus, suojan puoleinen kannen reuna)
- 0,8-kertainen (tuulen keskinopeus, tuulen puoleinen kannen reuna)
- 1,0-kertainen (tuulen puuskanopeus, koko kansi)

Sillan suuntaisten tuulien tarkastelussa vastaavat kertoimet ovat:

- 0,67 ($=1/1,5$ tuulen keskinopeus, koko kansi)
- 0,9 (tuulen puuskanopeus, koko kansi).

4.2 Tulokset

Vuotuiset maksimituulet on esitetty yhdessä maaston karheusluokan muutostanalyysin kanssa liitteessä 1. Vastaava tarkastelu 50 v toistumisvälin tuulille on esitetty liitteessä 2.

Tuulisuuslaskennan tulokset on esitetty kuvissa 16 ja 17. Yksityiskohtaiset laskentatulokset on esitetty liitteessä 3.

Piste: 1 z = 29 m				Tuulensuojakaide				Ei tuulensuojakaidetta					
Raja-arvo				koko vuosi		kesäkausi		koko vuosi		kesäkausi			
				P	h/v	P _k	h/kesä	P'	h/v	P' _k	h/kesä	P/P'	P _k /P' _k
M5	v _m	5	m/s, tunnin keskituuli	12,9 %	1130	5,9 %	259,8	23,3 %	2043	13,7 %	601,2	0,55	0,43
G13	v	13	m/s, puuskatuuli	2,6 %	231	0,5 %	20,9	7,3 %	641	2,4 %	104,8	0,36	0,20
G16	v	16	m/s, puuskatuuli	0,5 %	47	0,0 %	1,9	2,3 %	201	0,4 %	16,6	0,23	0,12
G23	v	23	m/s, puuskatuuli	0,01 %	0,5	0,00 %	0,0	0,08 %	7,1	0,00 %	0,1	0,07	0,16
G27	v	27	m/s, puuskatuuli	0,00 %	0,04	0,00 %	0,0	0,01 %	0,73	0,00 %	0,0	0,05	0,29

Piste: 2 z = 12 m				Tuulensuojakaide				Ei tuulensuojakaidetta					
Raja-arvo				koko vuosi		kesäkausi		koko vuosi		kesäkausi			
				P	h/v	P _k	h/kesä	P'	h/v	P' _k	h/kesä	P/P'	P _k /P' _k
M5	v _m	5	m/s, tunnin keskituuli	7,3 %	642	2,6 %	113,6	13,7 %	1199	6,5 %	285,8	0,54	0,40
G13	v	13	m/s, puuskatuuli	1,4 %	125	0,3 %	11,0	4,2 %	368	1,0 %	44,1	0,34	0,25
G16	v	16	m/s, puuskatuuli	0,2 %	18	0,0 %	1,3	1,1 %	96	0,1 %	5,2	0,19	0,24
G23	v	23	m/s, puuskatuuli	0,00 %	0,1	0,00 %	0,0	0,02 %	1,6	0,00 %	0,0	0,04	0,36
G27	v	27	m/s, puuskatuuli	0,00 %	0,00	0,00 %	0,0	0,00 %	0,10	0,00 %	0,0	0,02	0,48

Piste: 3 z = 12 m				(tuulensuojakaide)				Ei tuulensuojakaidetta					
Raja-arvo				koko vuosi		kesäkausi		koko vuosi		kesäkausi			
				P	h/v	P _k	h/kesä	P'	h/v	P' _k	h/kesä	P/P'	P _k /P' _k
M5	v _m	5	m/s, tunnin keskituuli	4,1 %	356	1,1 %	48,2	8,2 %	718	3,3 %	145,9	0,50	0,33
G13	v	13	m/s, puuskatuuli	1,0 %	87	0,1 %	4,2	2,5 %	221	0,6 %	26,5	0,39	0,16
G16	v	16	m/s, puuskatuuli	0,1 %	10	0,0 %	0,2	0,4 %	39	0,1 %	3,5	0,26	0,06
G23	v	23	m/s, puuskatuuli	0,00 %	0,0	0,00 %	0,0	0,00 %	0,4	0,00 %	0,0	0,07	0,00
G27	v	27	m/s, puuskatuuli	0,00 %	0,00	0,00 %	0,0	0,00 %	0,04	0,00 %	0,0	0,04	0,00

Kuva 16: Tuulisuus siltavaihtoehdon tarkastelupisteissä (2,0 m korkeudessa kannen tasosta).

Piste: 4 z = 50 m				koko vuosi		kesäkausi	
Raja-arvo				P	h/v	P _k	h/kesä
M16	v _m	16	m/s, tunnin keskituuli	0,2 %	21	0,0 %	1
G21	v	21	m/s, puuskatuuli	0,5 %	43	0,0 %	2
G24	v	24	m/s, puuskatuuli	0,1 %	10	0,0 %	0,2
G26	v	26	m/s, puuskatuuli	0,04 %	3,6	0,00 %	0,1
G28	v	28	m/s, puuskatuuli	0,01 %	1,25	0,00 %	0,0

Piste: 5 z = 50 m				koko vuosi		kesäkausi	
Raja-arvo				P	h/v	P _k	h/kesä
M16	v _m	16	m/s, tunnin keskituuli	0,2 %	17	0,0 %	0,9
G21	v	21	m/s, puuskatuuli	0,5 %	40	0,0 %	1,8
G24	v	24	m/s, puuskatuuli	0,1 %	9	0,0 %	0,3
G26	v	26	m/s, puuskatuuli	0,04 %	3,2	0,00 %	0,1
G28	v	28	m/s, puuskatuuli	0,01 %	1,09	0,00 %	0,0

Piste: 6 z = 80 m				koko vuosi		kesäkausi	
Raja-arvo				P	h/v	P _k	h/kesä
M16	v _m	16	m/s, tunnin keskituuli	0,2 %	15	0,0 %	1,2
G21	v	21	m/s, puuskatuuli	0,5 %	44	0,1 %	2,5
G24	v	24	m/s, puuskatuuli	0,1 %	10	0,0 %	0,4
G26	v	26	m/s, puuskatuuli	0,04 %	3,7	0,00 %	0,1
G28	v	28	m/s, puuskatuuli	0,02 %	1,34	0,00 %	0,0

Kuva 17: Tuulisuus köysiratavaihtoehdon tarkastelupisteissä (kannatinpilarin huipulla).

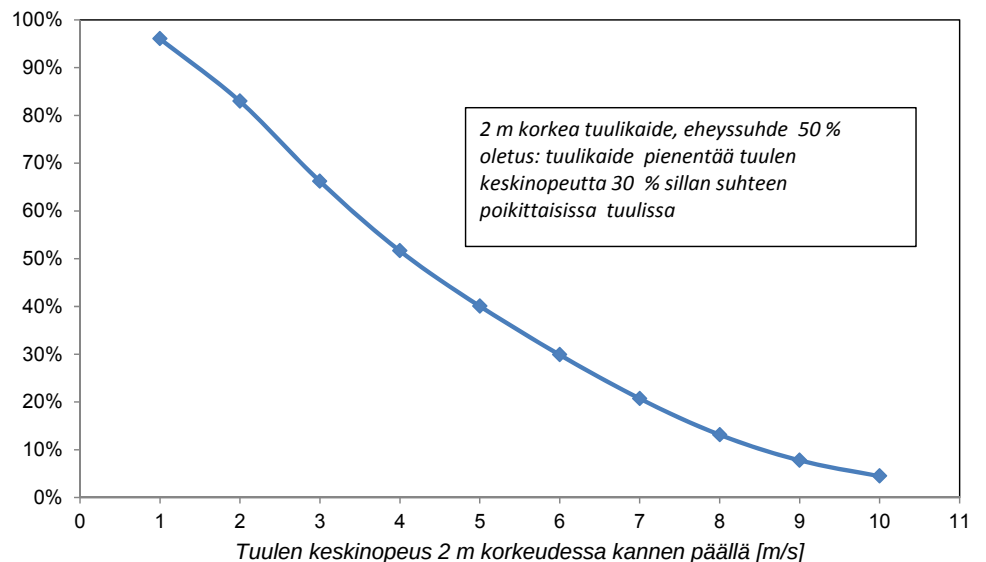
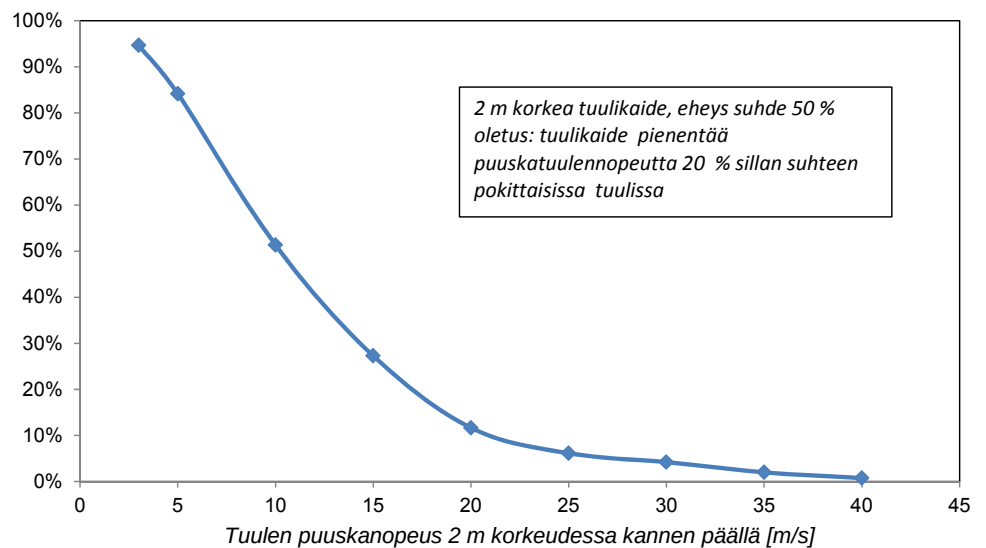
5 Tuulen vaikutukset ja tulosten ohjeellinen tulkinta

5.1 Siltavaihtoehto

5.1.1 Tuulikaiteen vaikutus ja tarve

Tulosten mukaan tuulikaiteen avulla ajoneuvojen turvallisuutta vaarantavat kovimmat sivutuulen puuskat saadaan pois siltakannelta. Tuulikaiteen tuulisuutta vähentävä vaikutus kuitenkin huononee suhteellisesti tuulennopeuden pienetessä (kuva 18). Esim. jalankulkijoiden viihtyvyyteen vaikuttaviin n. 5 m/s tuulenpuuskiin vaikutus on vain vähäinen.

Silta välillä Korkeasaari-Kruunuvuori: tuulikaiteella varustetun sillan kannen tuulisuus suhteessa tavanomaisella kaiteella varustettuun siltaan



Kuva 18: Esimerkki tuulensuojakaiteen vaikutuksesta suhteessa tavanomaisella kaiteella varustetun siltakannen tuulisuuteen (tuulisuuden suhde 100 % = ei vaikutusta).

Tämä johtuu siitä, että tuulennopeuksien tilastollisista ominaisuuksista johtuen ei ole suurta eroa $> 5,0$ m/s ja $> 6,0$ m/s puuskatuulien toistuvuudessa, kun taas > 25 m/s ja > 30 m/s tuulien toistuvuudessa on hyvin suuri ero. Tässä molempien lukuparien lukujen suhde $= 1,2$, joka on oletettu tuulensuojakaiteen vaikutukseksi kuvan 18 esimerkissä.

Kun jalankulkijoiden turvallisuutta arvioidaan samoilla perusteilla kuin on tehty Helsingin uusien asuinalueiden kaavoituksen yhteydessä, tulisi tuulikaide vaatia kaavoituksessa Korkeasaaren ja Kruunuvuoren väliselle sillalle. Ilman tuulikaidetta vaarallisia, yli 23 m/s puuskia esiintyisi n. 7 h vuodessa, eli selvästi useammin kuin kerran vuodessa (kerran vuodessa vastaa likimain 2,2 h vuotuista kestoa).

Tuulikaiteen toimivuus tulisi tarkastaa esim. tuulitunnelikokeen avulla, ja samassa yhteydessä tulisi myös määrittää raitiovanujen turvallisen kulun takaava puuskanopeuden raja ottaen huomioon mm. pylonin ja kohtaavan raitiovaunun vaikutus. Käytettäessä kuvan 9 mukaista suhteellisen umpinaista kaidetta, on mahdollista että se lisäisi kannen tuulisuutta sillan suuntaisissa tuulissa, koska tällöin kansirakenne toimii tuulta ohjaavana kanavanana. Tässä mielessä tavanomainen teräksinen sälekaide, jonka korkeutta "lisätään" esim. teräsputkilla, voisi olla varmempi ratkaisu.

Kun tavoitteena on mahdollistaa jalankulku läpi vuoden, on tuulikaiteista hyötyä myös Kalasataman ja Korkeasaaren välisellä sillalla sekä Kruununhaan ja Kalasataman välisellä sillalla. Ilman tuulikaiteita tavoitteellisen kävelyn hankalaksi tekeviä > 16 m/s tuulenpuuskia esiintyy tehdyn arvion mukaan, vastaavasti, 96 h/v ja 39 h/v. Nämä arviot eivät ole kuitenkaan erityisen tarkkoja, koska näitten siltojen vieressä on saaria ja tulevaisuudessa rakennettavia korkeita rakennuksia, jotka voivat vaikuttaa tuloksiin. Tarkempi arvio voitaisiin esittää tuulitunnelikokeen avulla. Esim. Crusellin sillalle Jätkäsaareissa on tuulitunnelikokeen kautta saatu vastaava tulos 23 h/v [9].

Kovimmat tuulenpuuskat (> 16 m/s ja > 23 m/s) keskittyvät ainoastaan talvi-kauteen. Tuulikaiteet vähentävät myös pakkasen purevuuden vaikutuksia.

Riippumatta tuulikaiteista tarkasteltavat sillat eivät ole erityisen viihtyisiä oleskeluun tuulisuuden kannalta. Kohtuullisen kovia 13 m/s puuskatuulia esiintyy kesäkaudellakin useammin kuin kerran vuodessa. Kuvan 8 mukainen tilanne, jossa sillalle pysähdytään nauttimaan tyynestä kauniista säästä tulee ymmärtää poikkeustapauksena. Täysin tyyniä hetkiä on tuulitilaston mukaan 1,5 % ajasta kesäkaudella.

5.1.2 Pakkasen purevuus sillalla

Tavoitteelliselta kävelijältä kuluu siltojen ylittämiseen 11 min/km nopeudella:

- 6 min (Kruununhaan ja Kalasataman välinen silta)
- 3 min (Kalasataman ja Korkeasaaren välinen silta)
- 12 min (Korkeasaaren ja Kruunuvuoren rannan välinen silta).

Koska silloilla ei ole tarvetta oleskella, kiinnostuksen kohteena ovat kovat pakkasindeksit, esim. $< -35^{\circ}\text{C}$, jossa naaman paleltumisriski on huomattavasti kohonnut jo 10...30 min altistusajalla. Esim. Jätkäsaaren "kylmimmässä pisteessä" tällaisia olosuhteita laskettiin olevan 20 min/vuosi [9].

Pakkasindeksi -35°C esiintyy oletettavasti useimmiten tyynien kovien pakkasöiden (n. $\leq 25^{\circ}\text{C}$) jälkeen seuraavissa tuulissa siltakannella. Tällöin kuitenkin jalankulkijat ovat varustautuneet pakkaseen. Yllättävämmän tilanteen

saa aikaan esim. pohjoisesta tuulen mukana leviävä pakkanen. Ilmatieteenlaitoksen pakkasindeksimallin perustella laskettuna ilman lämpötilassa -18°C pakkasindeksi -35°C alittuu, kun tuulen 10 min keskinopeus on sillan kannen päällä $> 13 \text{ m/s}$. Vastaavia tuulennopeuksia esiintyy erityisesti Korkeasaaren ja Kruunuvuoren välisellä sillalla, jossa kuitenkin tuulensuojakaide pienentää tuulen toistuvuuden arvosta 17 h/v arvoon 1 h/v. Riskiä, että tällainen tuuli esiintyisi $\leq -18^{\circ}\text{C}$ ilman lämpötilan yhteydessä voidaan pitää pienenä.

Pakkasen purevuus saa siten ilman tuntumaan erittäin kylmältä siltaa ylittäessä, mutta se ei tehdyn tarkastelun mukaan johda merkittävään paleltumisriskin todennäköisyyteen ottaen huomioon jalankulkijan sillan ylitykseen käyttämä aika. Luonnollisesti paleltumisriski on olemassa jos jalankulkijan voimat ehtyvät esim. sairaskohtauksen, kaatumisen tai vastaavan syyn johdosta, ja apua ei ole saatavilla esim. yöaikaan.

5.1.3 Sillan liikennerajoitusten ja sulkemisen tarve

Tulosten mukaan sillan liikennerajoituksiin tai sillan sulkemiseen myrskytuulen johdosta on varauduttava seuraavasti:

Korkeasaaren ja Kruunuvuoren rannan välinen silta

- sulkeminen 0,5 h/v, eli keskimäärin kerran 4 vuodessa (kun sillassa tuulikaiteet)
- varoitus jalankulun vaikeaksi tekevistä tuulista on aktivoituna n. 50 h/v

Kalasataman ja Korkeasaaren välinen silta

- sulkeminen: ei käytännön tarvetta jos sillassa tuulikaiteet, muutoin samassa yhteydessä kun Korkeasaaren ja Kruunuvuoren välinen silta
- varoitus jalankulun vaikeaksi tekevistä tuulista: ei tarvita jos sillassa on tuulikaiteet, muutoin samassa yhteydessä kun Korkeasaaren ja Kruunuvuoren välisellä sillalla

Kruunuvuoren ja Kalasataman välinen silta:

- sulkeminen: ei käytännön tarvetta ottaen huomioon mahdollisuus kiertotiehen
- varoitus jalankulun vaikeaksi tekevistä tuulista: ei tarvetta. Sillalla voisi olla kuitenkin varoittava liikennemerkki ja esim. tuulipussi josta sillan käyttäjät voivat arvioida tuulta.

Korkeasaaren ja Kruunuvuoren välinen silta tulisi varustaa tuulimittarilla ja varoitustaululla (vrt. kuva 2). Tuulimittari tulisi sijoittaa esim. erilliseen mastoon selvästi tuulensuojakaiteiden yläpuolelle. On huomattava että kohdan 5 tuulisuustulokset koskevat sillan kannen päältä mitattuja tuulia. Sillan kannen tuulia (16 m/s ja 23 m/s) vastaa suurempi tuulennopeus tuulimittarissa, johon varoitusrajat voidaan asettaa.

5.1.4 Raitionvaunun ajolangan ja kannatinpylväiden huojunta

Esim. Kanavarannan ratasillalla tehdyistä mittauksista [10] tiedetään että ajolangan huojunta voi kasvaa huomattavasti tapauksissa, jossa poikittaisessa suunnassa joustavan sillan värähtely saa kannatinpylväät värähtele-

mään. Huojunta on seurausta junien aiheuttamista jaksoittaisista vaakavoimista ja tuulesta. Sillassa ajolangan huojunnan, kannatinpylväiden, kannen vaakavärähtelyn alimmat ominaistajuuudet ovat lähellä tosiaan n. 1...2 Hz alueella. Huojunnasta voi olla seurauksena ajolangan osien väsyminen ja pahimmassa tapauksessa ajolangan tippuminen.

Korkeasaaren ja Kruunuvuoren välisessä sillassa tulisi kiinnittää asiaan huomiota suunniteltaessa ajojohtojen kannatinpylvästä (kuva 19) ja itse ajolankoja. Kannatinpylvään ominaistajuuden ei tulisi olla resonanssissa kannen poikittaisten tai väännön ominaistajuuksien kanssa ja mieluummin sen tulisi olla myös raitiovaunujen pyöräkertojen ja telien aiheuttamien jaksottaisien vaakavoimien taajuuksien yläpuolella. Arviolta kannatinpylväiden ominaistajuuden sillan poikittaissuunnassa tulisi olla vähintään 2,5...3 Hz luokkaa.



Kuva 19: Havainnekuva - ajolangan kannatinpylväs (HKR / WSP Finland Oy).

Lisäksi on varmistettava että tuulikaide ei ohjaa virtauksia suoraan ajolankaan.

5.1.5 Lumen kinostuminen ja näkyvyys

Tuulikaiteet toimivat periaatteessa kinostimen tavoin ja kinostavat tuulen mukana pölyävää lunta kannelle. Koska siltakansi sijaitsee korkealla, asialla ei oletettavasti ole suurempaa merkitystä. Samasta syystä näkyvyys tuulen nostamassa lumipölyssä ei oletettavasti muodostu ongelmaksi. Tuulikaiteet vaikuttavat kuitenkin siten, että kannelle satanut lumi ei kulkeudu tuulen vaikutuksesta yhtä herkästi pois.

Lumen poisto sillalta on järjestettävä ilmeisimmin esim. kaiteiden yli linkoamalla.

5.1.6 Köysistä tippuva jää

Sillan vinoköydet ovat tuulessa jatkuvassa pienessä värähdysliikkeessä, joka estää jään kertymistä köysiin. Jään syntymistä estää todennäköisesti myös suurten siltojen köysissä käytettävä muovinen suojaputki.

Tietyissä olosuhteissa, ilmeisimmin tyynen yön jäljiltä, köysiin voi kuitenkin kertyä jäätä, joka tippuu siltakannelle tuulen noustessa. Kuvassa 20 on valokuva Raippaluodon sillalla köysistä tippuneesta jäädästä. Kuvan oton yhteydessä meri ei ollut vielä jäätynyt, ja lämpötila oli hieman pakkasen puolella. Köysistä tipahteli arviolta muutaman sadan gramman painoisia jääkimpaleita.

Koska Kruununhaan ja Kalasataman välisen sillan köydet kulkevat jalkakäytävän päällä, ovat lievät tapaturmat mahdollisia köysistä putoavan jään johdosta. Sillalle voitaisiin asettaa esim. asiasta varoittava liikennemerkki. Jään syntymistä voitaisiin estää myös köysien suojaputken lämmitettävillä teipeillä, mutta tällaisen järjestelmän kustannukset ovat epäilemättä kalliit.



Kuva 20: Raippaluodon sillan köysistä tippunutta jäätä siltakannella (valokuva vuodelta 1999, R. Kiviluoma).

5.2 Köysiratavaihtoehto

Tulosten mukaan köysiradan liikennekatkot kovan tuulen tai myrskyn johdosta ovat n. 4 h/vuodessa. Alennettua ajonopeutta voidaan tarvita keskimäärin 10 h/vuodessa.

Sallittujen tuulennopeuksien määrittelyn yhteydessä on tuulennopeuden mittausperiaate esitettävä täsmällisesti. Tarkastellut rajatuulennopeudet (24 m/s ja 26 m/s) tarkoittavat 3 s puuskatuulia mitattuna kannatinpylvään huipusta, ja ovat siksi huomattavasti suurempia kuin säätietojen yhteydessä ilmoitettavat standardit tuulennopeudet (10 min keskiarvo 10 m korkeudessa ja "tuuli puuskissa" = 3 s puuskatuuli 10 m korkeudessa).

Hakanimen päässä köysiradan kannatinpylväistä tulee huomattavan korkeat, jolloin ne huojuvat itse tuulen vaikutuksesta alhaisella taajuudella. Tämän

vaikutus köyden huojuntaan tulisi selvittää jatkosuunnittelussa. Samoin tulisi selvittää korkeuden rakennusten aiheuttamien paikallisten virtausten vaikutus. On ilmeistä että köysiradan tuulihälytysjärjestelmä tulee ”opettaa” sopiville rajatuulennopeuksille ensimmäisten käyttövuosien aikana.

Lähdeluettelo

1. SFS-EN1991-1-4:2005. Eurocode 1: Rakenteiden kuormat. Yleiset kuormat. Osa 1-4: tuulikuormat. s. 146.
2. Baker, C.J. (1998). The effects of high wind on vehicle behaviour. Proc. Bridge aerodynamics, Larsen & Eshdal (eds). Balkema, Rotterdam. s. 267-282.
3. Vaasan tiepiiri, Raippaluodon sillan tuuli- ja värähtelymittaukset. Tielaitos, konsultointi / Risto Kiviluoma 1999, s. 51.
4. Helsingin kaupunki, kaupunkisuunnitteluvirasto: Jätkäsaaren ja Herne- saaren asemakaavoitus, tuulisuuden laskenta- ja luokitusohje. WSP Finland Oy, 2013, s. 78.
5. Smith, B.W & Parker, C.P. (1998). Design of wind screens to bridges, experience and applications on major bridges. Proc. Bridge aerodynamics, Larsen & Eshdal (eds). Balkema, Rotterdam. s. 289-298.
6. Helsingin kaupunki, Rakennusvirasto, Katu- ja puisto-osasto. Kruunhaka-Sompasaari, raitiotien ja kevyen liikenteen yhteys, Yleis- suunnitelma, 23.09.2011, s. 50.
7. Köysirata Kruunuvuorenranta – Helsingin kantakaupunki, Esiselvitys, HSL Helsingin seudun liikenne, HSL:n julkaisuja 15/2011, 68 s.
8. Christian Wetzel & Carsten Proppe. Probabilistic Assessment of the Crosswind Stability of Railway Vehicles. Weimar Optimization and Stochastics Days 4.0 – November 29–30, 2007.
9. Helsingin kaupunki, kaupunkisuunnitteluvirasto: Jätkäsaaren kaavoitus, tuulisuuden sekä pakkasen ja tuulen yhteisvaikutuksen kartoitus, tutkimusraportti versio C, WSP Finland Oy, 2007, s. 79.
10. Kiviluoma, R. & Yli-Villamo, H., Use of structural monitoring in simulation of train-bridge interaction. International Conference on Bridge Maintenance, Safety and Management (IABMAS 2012), Como, Italy, July 8-12, 2012. pp 632, full paper pp 3318...3322.

Liite 1: Vuotuiset tuulennopeuden maksimit

Tarkastelupiste P1

		Tuulen suuntakulma																Kommentti	Viite
Symboli	Yks.	0	22,5	45	67,5	90	112,5	135	157,5	180	202,5	225	247,5	270	292,5	315	337,5		
v_{mr}	m/s	28,0	28,0	28,0	28,0	28,0	28,0	28,0	28,0	28,0	28,0	28,0	28,0	28,0	28,0	28,0	28,0	keskituulen perusarvo (10 min, 10 m, 50 v, z_{0r})	Tuulitilatost
k		0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	toistumisvälin kerroin	Eurokoodi
v_{ref}	m/s	23,8	23,8	23,8	23,8	23,8	23,8	23,8	23,8	23,8	23,8	23,8	23,8	23,8	23,8	23,8	23,8	1 v toistumisvälin tuuli	
u^*_r	m/s	1,034	1,034	1,034	1,034	1,034	1,034	1,034	1,034	1,034	1,034	1,034	1,034	1,034	1,034	1,034	1,034	kitkanopeus (friction velocity) vastaten z_{0r}	
z_{0r}	m	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	rosoisuusmitta (roughness length) keskituulen perusarvoon liittyen	ESDU
z_{01}	m	0,3	0,3	0,3	0,3	0,001	0,001	0,001	0,001	0,01	0,1	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	kohdealueen ympäristössä	ESDU
$(z_{01}/z_{0r})^{0,07}$	m/s	1,491	1,491	1,491	1,491	1,000	1,000	1,000	1,000	1,175	1,380	1,491	1,491	1,491	1,491	1,491	1,491		
u^*_1	m/s	1,541	1,541	1,541	1,541	1,034	1,034	1,034	1,034	1,214	1,427	1,541	1,541	1,541	1,541	1,541	1,541	kitkanopeus vastaten z_{01}	Eurokoodi, Simiu & Scanlan
$lv(z=10\text{ m})$		0,29	0,29	0,29	0,29	0,11	0,11	0,11	0,11	0,14	0,22	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	turbulenssin intensiteetti	Eurokoodi
$lv(z=27\text{ m})$		0,22	0,22	0,22	0,22	0,10	0,10	0,10	0,10	0,13	0,18	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22		
$lv(z=50\text{ m})$		0,20	0,20	0,20	0,20	0,09	0,09	0,09	0,09	0,12	0,16	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20		
$lv(z=135\text{ m})$		0,16	0,16	0,16	0,16	0,08	0,08	0,08	0,08	0,11	0,14	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16		
$vm(z=10\text{ m})$	m/s	14	14	14	14	24	24	24	24	21	16	14	14	14	14	14	14	10 min keskituuli	Eurokoodi
$vm(z=27\text{ m})$	m/s	17	17	17	17	26	26	26	26	24	20	17	17	17	17	17	17		
$vm(z=50\text{ m})$	m/s	20	20	20	20	28	28	28	28	26	22	20	20	20	20	20	20		
$vm(z=135\text{ m})$	m/s	24	24	24	24	31	31	31	31	29	26	24	24	24	24	24	24		
$vh(z=10\text{ m})$	m/s	12	12	12	12	23	23	23	23	20	15	12	12	12	12	12	12	tunnin keskituuli	Simiu & Scanlan
$vh(z=27\text{ m})$	m/s	16	16	16	16	25	25	25	25	23	19	16	16	16	16	16	16		
$vh(z=50\text{ m})$	m/s	18	18	18	18	27	27	27	27	25	21	18	18	18	18	18	18		
$vh(z=135\text{ m})$	m/s	22	22	22	22	30	30	30	30	28	24	22	22	22	22	22	22		
$v(z=10\text{ m})$	m/s	23	23	23	23	32	32	32	32	30	26	23	23	23	23	23	23	puuskatuuli	Eurokoodi
$v(z=27\text{ m})$	m/s	28	28	28	28	34	34	34	34	33	30	28	28	28	28	28	28		
$v(z=50\text{ m})$	m/s	30	30	30	30	36	36	36	36	35	32	30	30	30	30	30	30		
$v(z=135\text{ m})$	m/s	34	34	34	34	39	39	39	39	38	36	34	34	34	34	34	34		
z_{02}	m	0,001	0,001	0,001	0,001	0,3	0,3	0,01	0,01	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	kohdealueella	Eurokoodi
$(z_{02}/z_{01})^{0,07}$		0,671	0,671	0,671	0,671	1,491	1,491	1,175	1,175	0,851	0,724	0,671	0,671	0,671	0,671	0,671	0,671		
u^*_2	m/s	1,034	1,034	1,034	1,034	1,541	1,541	1,214	1,214	1,034	1,034	1,034	1,034	1,034	1,034	1,034	1,034	kitkanopeus vastaten z_{02}	Eurokoodi
$lv(z=10\text{ m})$		0,11	0,11	0,11	0,11	0,29	0,29	0,14	0,14	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	turbulenssin intensiteetti	Eurokoodi
$lv(z=27\text{ m})$		0,10	0,10	0,10	0,10	0,22	0,22	0,13	0,13	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10		
$lv(z=50\text{ m})$		0,09	0,09	0,09	0,09	0,20	0,20	0,12	0,12	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09		
$lv(z=135\text{ m})$		0,08	0,08	0,08	0,08	0,16	0,16	0,11	0,11	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08		
$vm(z=10\text{ m})$	m/s	24	24	24	24	14	14	21	21	24	24	24	24	24	24	24	24	10 min keskituuli	Eurokoodi
$vm(z=27\text{ m})$	m/s	26	26	26	26	17	17	24	24	26	26	26	26	26	26	26	26		
$vm(z=50\text{ m})$	m/s	28	28	28	28	20	20	26	26	28	28	28	28	28	28	28	28		
$vm(z=135\text{ m})$	m/s	31	31	31	31	24	24	29	29	31	31	31	31	31	31	31	31		
$vh(z=10\text{ m})$	m/s	23	23	23	23	12	12	20	20	23	23	23	23	23	23	23	23	tunnin keskituuli	Simiu & Scanlan
$vh(z=27\text{ m})$	m/s	25	25	25	25	16	16	23	23	25	25	25	25	25	25	25	25		
$vh(z=50\text{ m})$	m/s	27	27	27	27	18	18	25	25	27	27	27	27	27	27	27	27		
$vh(z=135\text{ m})$	m/s	30	30	30	30	22	22	28	28	30	30	30	30	30	30	30	30		
$v(z=10\text{ m})$	m/s	32	32	32	32	23	23	30	30	32	32	32	32	32	32	32	32	puuskatuuli	Eurokoodi
$v(z=27\text{ m})$	m/s	34	34	34	34	28	28	33	33	34	34	34	34	34	34	34	34		
$v(z=50\text{ m})$	m/s	36	36	36	36	30	30	35	35	36	36	36	36	36	36	36	36		
$v(z=135\text{ m})$	m/s	39	39	39	39	34	34	38	38	39	39	39	39	39	39	39	39		
Maaston rosaisuuden muutoksen ($z_{01} \rightarrow z_{02}$) vaikutus ESDU85020 mukaisesti																			
x	m	700	700	700	1200	5000	5000	5500	5000	3700	3000	2500	500	500	1000	600	600	etäisyys muutoskohtaan	
z _i	m	3	3	3	5	158	158	73	68	82	21	10	2	2	4	2	2	sis. rajakerroksen korkeus	
$lv(z=10\text{ m})$		0,19	0,19	0,19	0,18	0,23	0,23	0,14	0,14	0,12	0,15	0,17	0,19	0,19	0,18	0,19	0,19		
$lv(z=27\text{ m})$		0,17	0,17	0,17	0,16	0,18	0,18	0,12	0,12	0,10	0,13	0,15	0,18	0,18	0,17	0,17	0,17		
$lv(z=50\text{ m})$		0,17	0,17	0,17	0,16	0,16	0,16	0,11	0,11	0,10	0,13	0,15	0,18	0,18	0,16	0,17	0,17		
$lv(z=135\text{ m})$		0,17	0,17	0,17	0,16	0,11	0,11	0,08	0,08	0,10	0,13	0,15	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17		
10 min keskituuli																			
$vm(z=10\text{ m})$	m/s	18	18	18	18	16	16	22	22	23	20	18	18	18	18	18	18		
$vm(z=27\text{ m})$	m/s	20	20	20	21	21	21	25	25	25	23	21	20	20	21	20	20		
$vm(z=50\text{ m})$	m/s	22	22	22	22	23	23	27	27	27	24	23	21	21	22	22	22		
$vm(z=135\text{ m})$	m/s	24	24	24	25	28	28	30	30	29	27	25	24	24	24	24	24		
Tunnin keskituuli																			
$vh(z=10\text{ m})$	m/s	17	17	17	17	15	15	21	21	22	19	17	17	17	17	17	17		
$vh(z=27\text{ m})$	m/s	19	19	19	20	20	20	24	24	24	22	20	19	19	20	19	19		
$vh(z=50\text{ m})$	m/s	21	21	21	21	22	22	26	26	26	23	22	20	20	21	21	21		
$vh(z=135\text{ m})$	m/s	23	23	23	24	27	27	29	29	28	26	24	23	23	23	23	23		
Puuskatuuli (EN1991-1-4:2005 puuskamäärittely)																			
$v(z=10\text{ m})$	m/s	27	27	27	27	26	26	31	31	31	29	27	27	27	27	27	27	n. 1 s huippuarvo	
$v(z=27\text{ m})$	m/s	30	30	30	31	31	31	34	34	33	31	31	30	30	31	30	30		
$v(z=50\text{ m})$	m/s	32	32	32	33	34	34	35	35	35	34	33	32	32	33	32	32		
$v(z=135\text{ m})$	m/s	36	36	36	36	38	38	37	37	38	37	37	36	36	36	36	36		
Puuskatuulen nopeuspaine (EN1991-1-4:2005 puuskatuulimäärittely): ilman tiheys = 1,30 kg/m ³																			
$q(z=10\text{ m})$	kN/m ²	0,48	0,48	0,48	0,49	0,44	0,44	0,60	0,61	0,61	0,53	0,49	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48		
$q(z=27\text{ m})$	kN/m ²	0,60	0,60	0,60	0,61	0,64	0,64	0,73	0,73	0,71	0,64	0,62	0,59	0,59	0,61	0,59	0,59		
$q(z=50\text{ m})$	kN/m ²	0,67	0,67	0,67	0,69	0,74	0,74	0,81	0,81	0,78	0,74	0,71	0,66	0,66	0,69	0,67	0,67	z = 0,6H	
$q(z=135\text{ m})$	kN/m ²	0,83	0,83	0,83	0,85	0,93	0,93	0,91	0,91	0,96	0,91	0,87	0,83	0,83	0,84	0,			

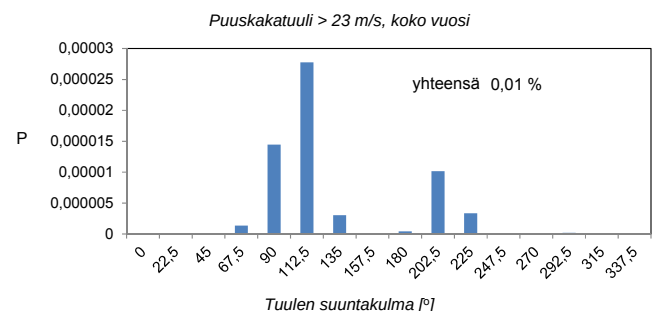
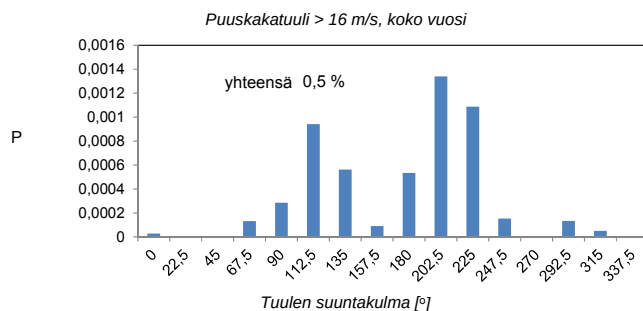
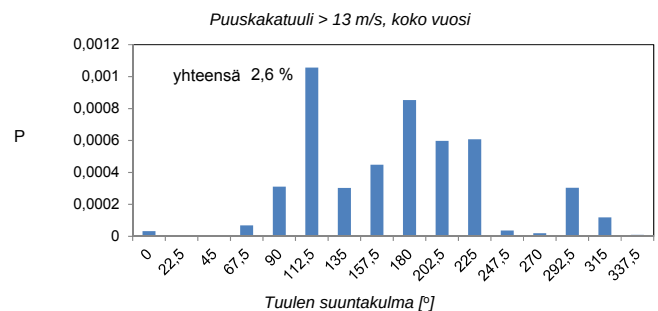
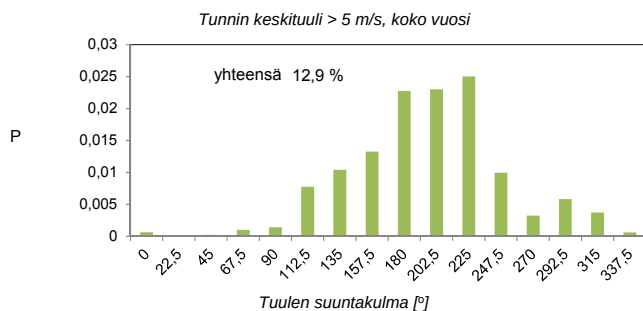
Tarkastelupiste P1

Lausunto tuulen vaikutuksesta

Liite 3: Tuulisuuden yksityiskohtaiset laskentatulokset

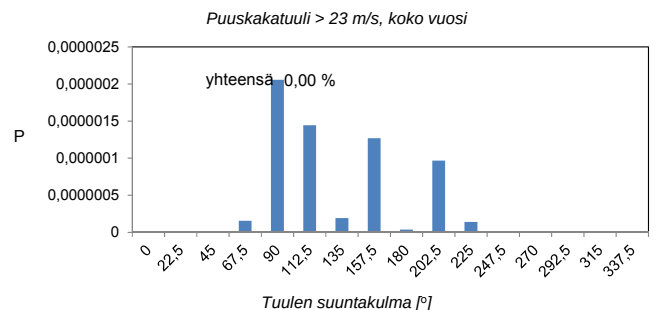
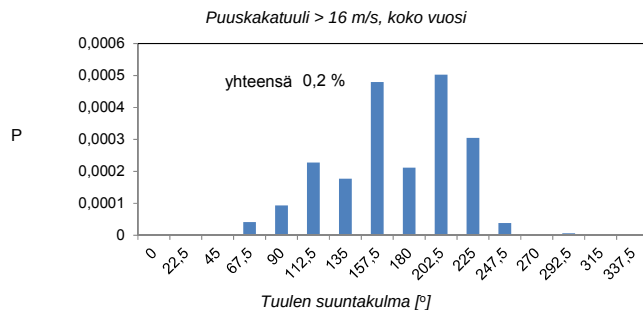
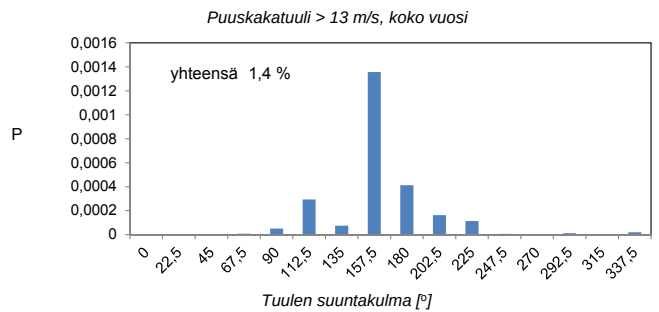
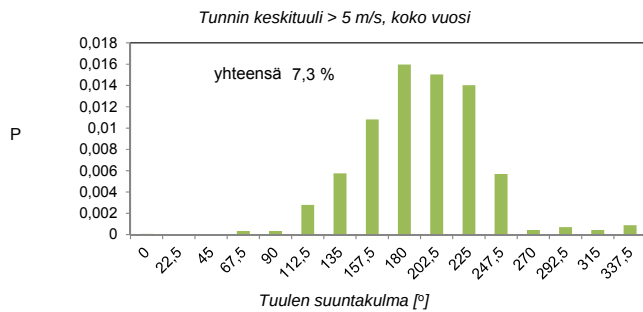
Piste: 1 z = 29 m				Tuulensuojakaide				Ei tuulensuojakaidetta							
Raja-arvo				koko vuosi		kesäkausi		koko vuosi		kesäkausi					
				P	h/v	P _k	h/kesä	P'	h/v	P' _k	h/kesä	P/P'	P _k /P' _k		
M5	v _m	5	m/s, tunnin keskituuli	12,9 %	1130	5,9 %	259,8	23,3 %	2043	13,7 %	601,2	0,55	0,43		
G13	v	13	m/s, puuskatuuli	2,6 %	231	0,5 %	20,9	7,3 %	641	2,4 %	104,8	0,36	0,20		
G16	v	16	m/s, puuskatuuli	0,5 %	47	0,0 %	1,9	2,3 %	201	0,4 %	16,6	0,23	0,12		
G23	v	23	m/s, puuskatuuli	0,01 %	0,5	0,00 %	0,0	0,08 %	7,1	0,00 %	0,1	0,07	0,16		
G27	v	27	m/s, puuskatuuli	0,00 %	0,04	0,00 %	0,0	0,01 %	0,73	0,00 %	0,0	0,05	0,29		

	Tuulen suuntakulma [°]																
	0	22,5	45	67,5	90	112,5	135	157,5	180	202,5	225	247,5	270	292,5	315	337,5	yht
k_m	0,39	0,39	0,39	0,40	0,41	0,57	0,65	0,62	0,63	0,56	0,53	0,49	0,49	0,54	0,52	0,38	-
k_g	0,95	0,95	0,95	0,97	0,99	1,11	1,19	0,96	1,05	1,00	0,98	0,94	0,94	1,08	1,07	0,85	-
kesäkausi																	
P_0	7,1 %	7,2 %	5,4 %	7,3 %	4,4 %	3,4 %	3,6 %	4,0 %	5,0 %	6,7 %	10,6 %	8,1 %	6,2 %	7,1 %	6,3 %	5,9 %	98,2 %
k	2,3	2,5	2,3	2,4	2,0	1,8	2,3	2,1	2,3	2,4	2,5	2,4	2,2	2,3	2,3	2,4	-
λ	5,6	5,2	4,9	6,0	5,8	5,8	5,5	6,6	6,7	6,8	6,9	5,9	5,3	5,8	5,4	6,2	-
ylitystodennäköisyydet (P)																	
$v_m > v_M$	0,01 %	0,00 %	0,00 %	0,02 %	0,07 %	0,41 %	0,41 %	0,86 %	1,14 %	0,99 %	1,20 %	0,21 %	0,10 %	0,35 %	0,17 %	0,01 %	5,9 %
$v_g > v_A$	0,00 %	0,00 %	0,00 %	0,01 %	0,03 %	0,11 %	0,03 %	0,04 %	0,09 %	0,06 %	0,06 %	0,00 %	0,00 %	0,03 %	0,01 %	0,00 %	0,48 %
$v_g > v_B$	0,00 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %	0,02 %	0,00 %	0,00 %	0,01 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %	0,04 %
$v_g > v_C$	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %
$v_g > v_D$	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %
talvikausi																	
P_0	6,3 %	6,8 %	7,2 %	4,6 %	2,1 %	3,4 %	4,4 %	4,8 %	7,2 %	8,2 %	9,7 %	9,2 %	8,1 %	6,4 %	5,7 %	5,6 %	99,8 %
k	2,2	2,5	2,5	1,7	1,6	2,1	2,4	2,4	2,7	2,4	2,5	2,4	2,6	2,1	2,3	2,5	-
λ	7,0	6,3	6,8	6,5	7,3	8,5	7,8	8,1	8,9	9,7	9,7	8,2	6,9	6,7	6,6	7,6	-
ylitystodennäköisyydet (P)																	
$v_m > v_M$	0,12 %	0,01 %	0,05 %	0,18 %	0,22 %	1,14 %	1,67 %	1,79 %	3,42 %	3,61 %	3,81 %	1,79 %	0,55 %	0,82 %	0,57 %	0,11 %	19,9 %
$v_g > v_A$	0,07 %	0,01 %	0,02 %	0,13 %	0,16 %	0,48 %	0,48 %	0,14 %	0,62 %	1,03 %	1,03 %	0,29 %	0,02 %	0,19 %	0,11 %	0,02 %	4,80 %
$v_g > v_B$	0,005 %	0,000 %	0,000 %	0,026 %	0,055 %	0,165 %	0,111 %	0,014 %	0,100 %	0,265 %	0,216 %	0,031 %	0,000 %	0,026 %	0,010 %	0,000 %	1,024 %
$v_g > v_C$	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,003 %	0,005 %	0,001 %	0,000 %	0,000 %	0,002 %	0,001 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,012 %
$v_g > v_D$	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,001 %
koko vuosi																	
ylitystodennäköisyydet (P)																	
$v_m > v_M$	0,06 %	0,01 %	0,02 %	0,10 %	0,14 %	0,77 %	1,04 %	1,33 %	2,28 %	2,30 %	2,50 %	1,00 %	0,32 %	0,58 %	0,37 %	0,06 %	12,9 %
$v_g > v_A$	0,04 %	0,00 %	0,01 %	0,07 %	0,09 %	0,29 %	0,25 %	0,09 %	0,35 %	0,55 %	0,54 %	0,15 %	0,01 %	0,11 %	0,06 %	0,01 %	2,64 %
$v_g > v_B$	0,003 %	0,000 %	0,000 %	0,013 %	0,029 %	0,094 %	0,056 %	0,009 %	0,053 %	0,134 %	0,109 %	0,015 %	0,000 %	0,013 %	0,005 %	0,000 %	0,534 %
$v_g > v_C$	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,001 %	0,003 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,001 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,006 %
$v_g > v_D$	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %



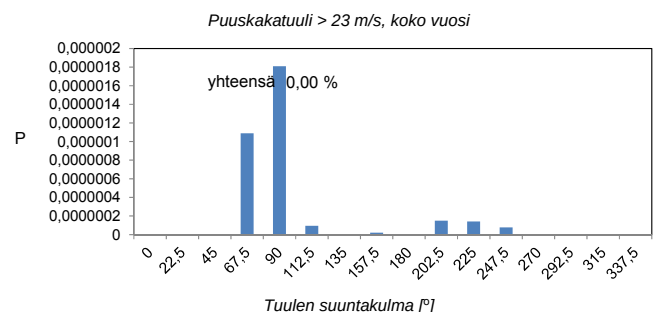
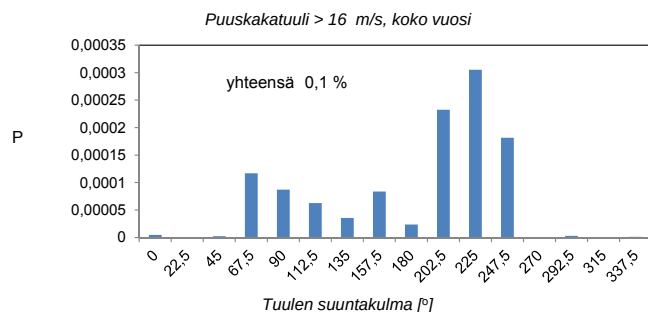
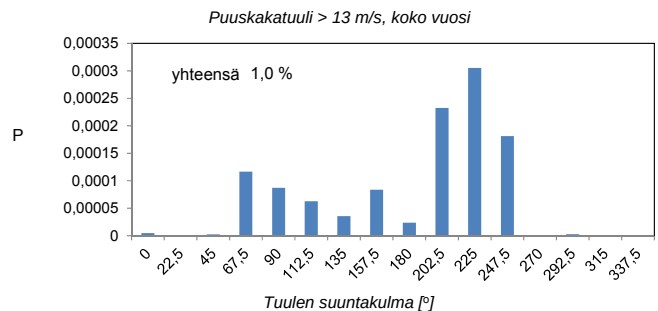
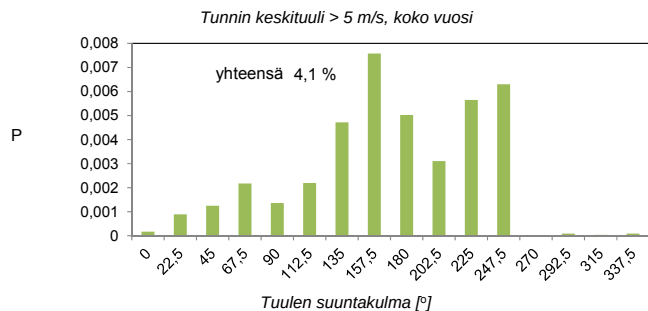
Piste: 2 z = 12 m				Tuulensuojakaide				Ei tuulensuojakaidetta							
Raja-arvo				koko vuosi		kesäkausi		koko vuosi		kesäkausi					
				P	h/v	P _k	h/kesä	P'	h/v	P' _k	h/kesä	P/P'	P _k /P' _k		
M5	v _m	5	m/s, tunnin keskituuli	7,3 %	642	2,6 %	113,6	13,7 %	1199	6,5 %	285,8	0,54	0,40		
G13	v	13	m/s, puuskatuuli	1,4 %	125	0,3 %	11,0	4,2 %	368	1,0 %	44,1	0,34	0,25		
G16	v	16	m/s, puuskatuuli	0,2 %	18	0,0 %	1,3	1,1 %	96	0,1 %	5,2	0,19	0,24		
G23	v	23	m/s, puuskatuuli	0,00 %	0,1	0,00 %	0,0	0,02 %	1,6	0,00 %	0,0	0,04	0,36		
G27	v	27	m/s, puuskatuuli	0,00 %	0,00	0,00 %	0,0	0,00 %	0,10	0,00 %	0,0	0,02	0,48		

				Tuulen suuntakulma [°]																yht
				0	22,5	45	67,5	90	112,5	135	157,5	180	202,5	225	247,5	270	292,5	315	337,5	
k _m	0,32	0,32	0,34	0,34	0,32	0,42	0,54	0,58	0,55	0,49	0,45	0,44	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	-
k _g	0,84	0,84	0,86	0,86	0,84	0,93	1,07	1,10	0,98	0,90	0,87	0,86	0,81	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88	-
<i>kesäkausi</i>																				
P ₀	7,1 %	7,2 %	5,4 %	7,3 %	4,4 %	3,4 %	3,6 %	4,0 %	5,0 %	6,7 %	10,6 %	8,1 %	6,2 %	7,1 %	6,3 %	5,9 %				98,2 %
k	2,3	2,5	2,3	2,4	2,0	1,8	2,3	2,1	2,3	2,4	2,5	2,4	2,2	2,3	2,3	2,4				-
λ	5,6	5,2	4,9	6,0	5,8	5,8	5,5	6,6	6,7	6,8	6,9	5,9	5,3	5,8	5,4	6,2				-
<i>ylitystodennäköisyydet (P)</i>																				
v _m > v _M	0,00 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %	0,10 %	0,14 %	0,68 %	0,69 %	0,45 %	0,41 %	0,07 %	0,01 %	0,02 %	0,01 %	0,02 %				2,6 %
v _g > v _A	0,00 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %	0,01 %	0,03 %	0,01 %	0,14 %	0,04 %	0,02 %	0,01 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %				0,25 %
v _g > v _B	0,00 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %	0,02 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %				0,03 %
v _g > v _C	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %				0,000 %
v _g > v _D	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %				0,000 %
<i>talvikausi</i>																				
P ₀	6,3 %	6,8 %	7,2 %	4,6 %	2,1 %	3,4 %	4,4 %	4,8 %	7,2 %	8,2 %	9,7 %	9,2 %	8,1 %	6,4 %	5,7 %	5,6 %				99,8 %
k	2,2	2,5	2,5	1,7	1,6	2,1	2,4	2,4	2,7	2,4	2,5	2,4	2,6	2,1	2,3	2,5				-
λ	7,0	6,3	6,8	6,5	7,3	8,5	7,8	8,1	8,9	9,7	9,7	8,2	6,9	6,7	6,6	7,6				-
<i>ylitystodennäköisyydet (P)</i>																				
v _m > v _M	0,02 %	0,00 %	0,01 %	0,07 %	0,06 %	0,46 %	1,01 %	1,49 %	2,51 %	2,55 %	2,39 %	1,07 %	0,08 %	0,13 %	0,08 %	0,15 %				12,1 %
v _g > v _A	0,02 %	0,00 %	0,00 %	0,06 %	0,07 %	0,20 %	0,24 %	0,39 %	0,37 %	0,58 %	0,49 %	0,13 %	0,00 %	0,03 %	0,01 %	0,03 %				2,60 %
v _g > v _B	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,008 %	0,019 %	0,042 %	0,035 %	0,074 %	0,040 %	0,100 %	0,061 %	0,008 %	0,000 %	0,001 %	0,000 %	0,001 %				0,390 %
v _g > v _C	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %				0,001 %
v _g > v _D	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %				0,000 %
<i>koko vuosi</i>																				
v _m > v _M	0,01 %	0,00 %	0,00 %	0,03 %	0,03 %	0,28 %	0,57 %	1,08 %	1,60 %	1,50 %	1,40 %	0,57 %	0,04 %	0,07 %	0,04 %	0,09 %				7,3 %
v _g > v _A	0,01 %	0,00 %	0,00 %	0,03 %	0,04 %	0,11 %	0,12 %	0,26 %	0,21 %	0,30 %	0,25 %	0,06 %	0,00 %	0,01 %	0,01 %	0,01 %				1,43 %
v _g > v _B	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,004 %	0,009 %	0,023 %	0,018 %	0,048 %	0,021 %	0,050 %	0,030 %	0,004 %	0,000 %	0,001 %	0,000 %	0,000 %				0,209 %
v _g > v _C	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %				0,001 %
v _g > v _D	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %				0,000 %



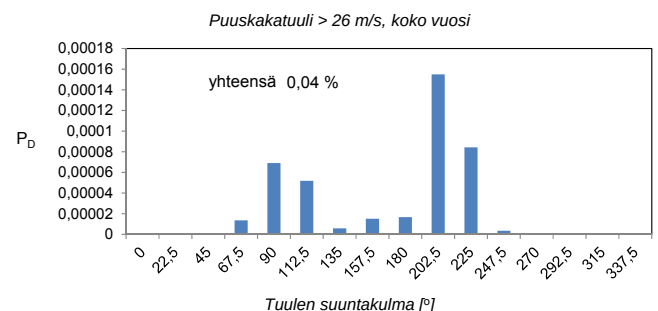
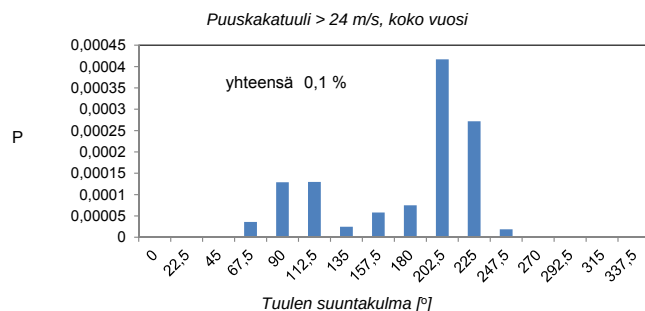
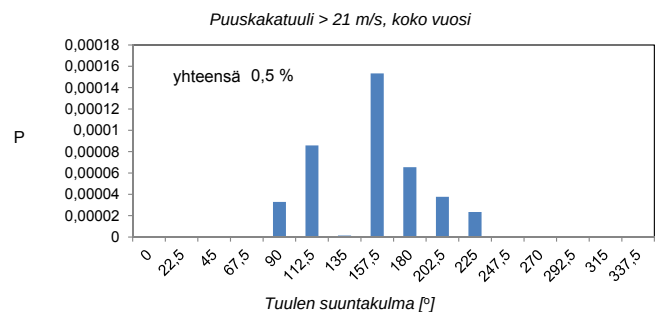
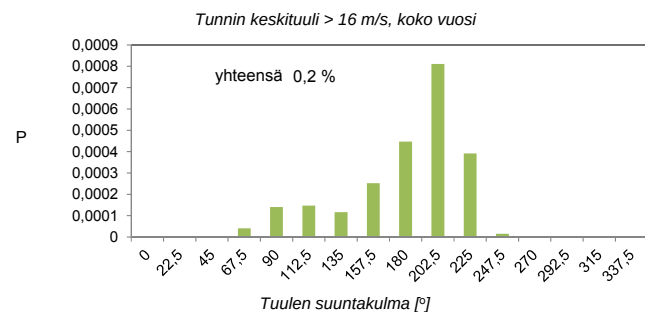
Piste: 3 z = 12 m			(tuulensuojakaide)				Ei tuulensuojakaidetta						
			koko vuosi		kesäkausi		koko vuosi		kesäkausi				
Raja-arvo			P	h/v	P _k	h/kesä	P'	h/v	P _k	h/kesä	P/P'	P _k /P' _k	
M5	v _m	5	m/s, tunnin keskituuli	4,1 %	356	1,1 %	48,2	8,2 %	718	3,3 %	145,9	0,50	0,33
G13	v	13	m/s, puuskatuuli	1,0 %	87	0,1 %	4,2	2,5 %	221	0,6 %	26,5	0,39	0,16
G16	v	16	m/s, puuskatuuli	0,1 %	10	0,0 %	0,2	0,4 %	39	0,1 %	3,5	0,26	0,06
G23	v	23	m/s, puuskatuuli	0,00 %	0,0	0,00 %	0,0	0,00 %	0,4	0,00 %	0,0	0,07	0,00
G27	v	27	m/s, puuskatuuli	0,00 %	0,00	0,00 %	0,0	0,00 %	0,04	0,00 %	0,0	0,04	0,00

			Tuulen suuntakulma [°]																yht
			0	22,5	45	67,5	90	112,5	135	157,5	180	202,5	225	247,5	270	292,5	315	337,5	
k _m			0,34	0,47	0,45	0,45	0,41	0,40	0,52	0,52	0,43	0,35	0,38	0,45	0,33	0,33	0,33	0,33	-
k _g			0,87	0,98	0,96	0,96	0,83	0,82	0,95	0,95	0,86	0,84	0,87	0,96	0,85	0,85	0,85	0,85	-
kesäkausi																			
P ₀			7,1 %	7,2 %	5,4 %	7,3 %	4,4 %	3,4 %	3,6 %	4,0 %	5,0 %	6,7 %	10,6 %	8,1 %	6,2 %	7,1 %	6,3 %	5,9 %	98,2 %
k			2,3	2,5	2,3	2,4	2,0	1,8	2,3	2,1	2,3	2,4	2,5	2,4	2,2	2,3	2,3	2,4	-
λ			5,6	5,2	4,9	6,0	5,8	5,8	5,5	6,6	6,7	6,8	6,9	5,9	5,3	5,8	5,4	6,2	-
ylitystodennäköisyydet (P)																			
v _m > v _M			0,00 %	0,02 %	0,01 %	0,09 %	0,06 %	0,07 %	0,10 %	0,45 %	0,14 %	0,02 %	0,07 %	0,08 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %	1,1 %
v _g > v _A			0,00 %	0,00 %	0,00 %	0,01 %	0,00 %	0,01 %	0,00 %	0,04 %	0,01 %	0,01 %	0,01 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %	0,10 %
v _g > v _B			0,00 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %	0,01 %
v _g > v _C			0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %
v _g > v _D			0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %
talvikausi																			
P ₀			6,3 %	6,8 %	7,2 %	4,6 %	2,1 %	3,4 %	4,4 %	4,8 %	7,2 %	8,2 %	9,7 %	9,2 %	8,1 %	6,4 %	5,7 %	5,6 %	99,8 %
k			2,2	2,5	2,5	1,7	1,6	2,1	2,4	2,4	2,7	2,4	2,5	2,4	2,6	2,1	2,3	2,5	-
λ			7,0	6,3	6,8	6,5	7,3	8,5	7,8	8,1	8,9	9,7	9,7	8,2	6,9	6,7	6,6	7,6	-
ylitystodennäköisyydet (P)																			
v _m > v _M			0,03 %	0,16 %	0,24 %	0,35 %	0,21 %	0,37 %	0,85 %	1,07 %	0,87 %	0,60 %	1,06 %	1,18 %	0,00 %	0,02 %	0,01 %	0,02 %	7,0 %
v _g > v _A			0,03 %	0,01 %	0,03 %	0,12 %	0,07 %	0,09 %	0,09 %	0,14 %	0,11 %	0,36 %	0,49 %	0,32 %	0,00 %	0,02 %	0,01 %	0,02 %	1,88 %
v _g > v _B			0,001 %	0,000 %	0,001 %	0,023 %	0,017 %	0,012 %	0,007 %	0,013 %	0,005 %	0,046 %	0,061 %	0,036 %	0,000 %	0,001 %	0,000 %	0,000 %	0,223 %
v _g > v _C			0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,001 %
v _g > v _D			0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %
koko vuosi																			
v _m > v _M			0,02 %	0,09 %	0,13 %	0,22 %	0,14 %	0,22 %	0,47 %	0,76 %	0,50 %	0,31 %	0,57 %	0,63 %	0,00 %	0,01 %	0,00 %	0,01 %	4,1 %
v _g > v _A			0,01 %	0,01 %	0,01 %	0,06 %	0,04 %	0,05 %	0,05 %	0,09 %	0,06 %	0,18 %	0,25 %	0,16 %	0,00 %	0,01 %	0,00 %	0,01 %	0,99 %
v _g > v _B			0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,012 %	0,009 %	0,006 %	0,004 %	0,008 %	0,002 %	0,023 %	0,031 %	0,018 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,114 %
v _g > v _C			0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %
v _g > v _D			0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %



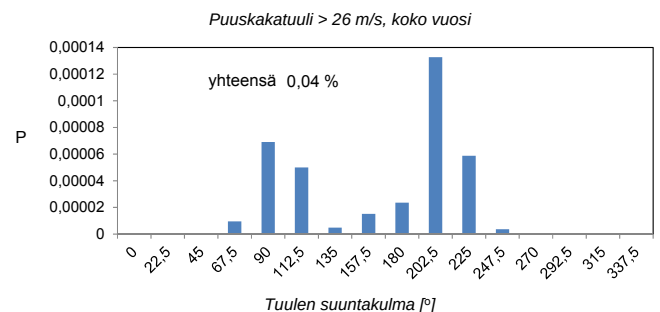
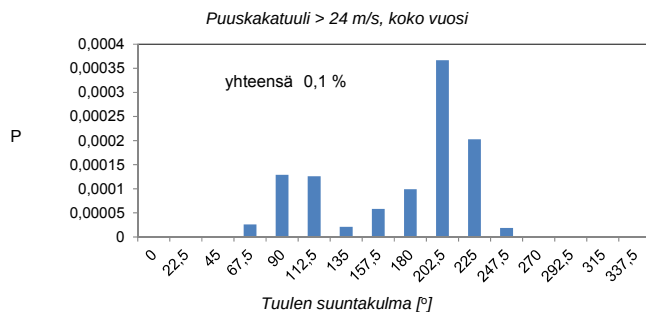
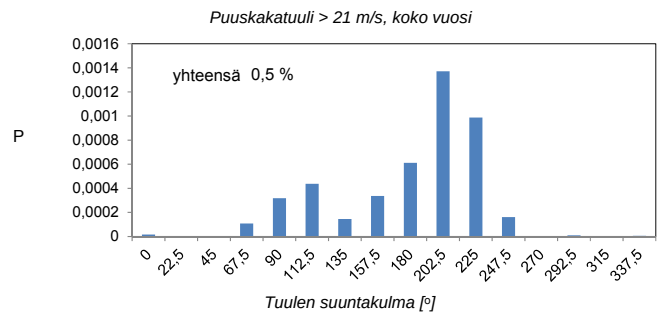
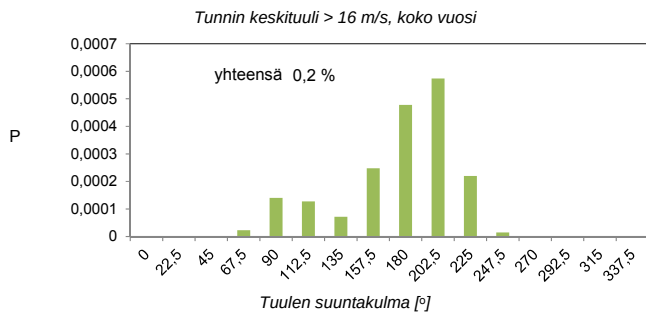
Piste: 4 z = 50 m				<i>koko vuosi</i>		<i>kesäkausi</i>		<i>koko vuosi</i>		<i>kesäkausi</i>					
<i>Raja-arvo</i>				P	h/v	P _k	h/kesä	P'	h/v	P' _k	h/kesä	P/P'	P _k /P' _k		
M16	v _m	16	m/s, tunnin keskituuli	0,2 %	21	0,0 %	1	0,2 %	21	0,0 %	0,9	1,00	1,00		
G21	v	21	m/s, puuskatuuli	0,5 %	43	0,0 %	2	0,5 %	43	0,0 %	1,8	1,00	1,00		
G24	v	24	m/s, puuskatuuli	0,1 %	10	0,0 %	0,2	0,1 %	10	0,0 %	0,2	1,00	1,00		
G26	v	26	m/s, puuskatuuli	0,04 %	3,6	0,00 %	0,1	0,04 %	3,6	0,00 %	0,1	1,00	1,00		
G28	v	28	m/s, puuskatuuli	0,01 %	1,25	0,00 %	0,0	0,01 %	1,25	0,00 %	0,0	1,00	1,00		

	Tuulen suuntakuilma [°]																	
	0	22,5	45	67,5	90	112,5	135	157,5	180	202,5	225	247,5	270	292,5	315	337,5	yht	
k_m	0,83	0,83	0,83	0,86	0,89	0,89	1,03	1,03	1,03	0,94	0,89	0,82	0,82	0,85	0,83	0,83	-	
k_g	1,26	1,26	1,26	1,28	1,32	1,32	1,39	1,39	1,37	1,33	1,30	1,24	1,24	1,27	1,25	1,25	-	
kesäkausi																		
P_0	7,1 %	7,2 %	5,4 %	7,3 %	4,4 %	3,4 %	3,6 %	4,0 %	5,0 %	6,7 %	10,6 %	8,1 %	6,2 %	7,1 %	6,3 %	5,9 %	98,2 %	
k	2,3	2,5	2,3	2,4	2,0	1,8	2,3	2,1	2,3	2,4	2,5	2,4	2,2	2,3	2,3	2,4	-	
λ	5,6	5,2	4,9	6,0	5,8	5,8	5,5	6,6	6,7	6,8	6,9	5,9	5,3	5,8	5,4	6,2	-	
ylitystodennäköisyydet (P)																		
$v_m > v_M$	0,00 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %	0,01 %	0,01 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %	0,0 %	
$v_g > v_A$	0,00 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %	0,01 %	0,00 %	0,02 %	0,01 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %	0,04 %	
$v_g > v_B$	0,00 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %	0,01 %	
$v_g > v_C$	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,001 %	0,000 %	0,001 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,001 %	
$v_g > v_D$	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %	
talvikausi																		
P_0	6,3 %	6,8 %	7,2 %	4,6 %	2,1 %	3,4 %	4,4 %	4,8 %	7,2 %	8,2 %	9,7 %	9,2 %	8,1 %	6,4 %	5,7 %	5,6 %	99,8 %	
k	2,2	2,5	2,5	1,7	1,6	2,1	2,4	2,4	2,7	2,4	2,5	2,4	2,6	2,1	2,3	2,5	-	
λ	7,0	6,3	6,8	6,5	7,3	8,5	7,8	8,1	8,9	9,7	9,7	8,2	6,9	6,7	6,6	7,6	-	
ylitystodennäköisyydet (P)																		
$v_m > v_M$	0,00 %	0,00 %	0,00 %	0,01 %	0,03 %	0,03 %	0,02 %	0,04 %	0,08 %	0,16 %	0,08 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %	0,5 %	
$v_g > v_A$	0,01 %	0,00 %	0,00 %	0,03 %	0,06 %	0,08 %	0,03 %	0,05 %	0,09 %	0,30 %	0,24 %	0,03 %	0,00 %	0,01 %	0,00 %	0,00 %	0,93 %	
$v_g > v_B$	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,007 %	0,025 %	0,024 %	0,005 %	0,009 %	0,014 %	0,083 %	0,054 %	0,004 %	0,000 %	0,001 %	0,000 %	0,000 %	0,227 %	
$v_g > v_C$	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,003 %	0,014 %	0,010 %	0,001 %	0,002 %	0,003 %	0,031 %	0,017 %	0,001 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,082 %	
$v_g > v_D$	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,001 %	0,007 %	0,004 %	0,000 %	0,001 %	0,001 %	0,010 %	0,005 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,028 %	
koko vuosi																		
ylitystodennäköisyydet (P)																		
$v_m > v_M$	0,00 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %	0,01 %	0,01 %	0,01 %	0,03 %	0,04 %	0,08 %	0,04 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %	0,2 %	
$v_g > v_A$	0,00 %	0,00 %	0,00 %	0,01 %	0,03 %	0,04 %	0,02 %	0,03 %	0,05 %	0,15 %	0,12 %	0,02 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %	0,49 %	
$v_g > v_B$	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,004 %	0,013 %	0,013 %	0,002 %	0,006 %	0,007 %	0,042 %	0,027 %	0,002 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,117 %	
$v_g > v_C$	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,001 %	0,007 %	0,005 %	0,001 %	0,002 %	0,002 %	0,015 %	0,008 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,042 %	
$v_g > v_D$	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,004 %	0,002 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,005 %	0,002 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,014 %	



Piste: 5 z = 50 m			koko vuosi		kesäkausi		koko vuosi		kesäkausi				
Raja-arvo			P	h/v	P _k	h/kesä	P'	h/v	P' _k	h/kesä	P/P'	P _k /P' _k	
M16	v _m	16	m/s, tunnin keskituuli	0,2 %	17	0,0 %	0,9	0,2 %	17	0,0 %	0,9	1,00	1,00
G21	v	21	m/s, puuskatuuli	0,5 %	40	0,0 %	1,8	0,5 %	40	0,0 %	1,8	1,00	1,00
G24	v	24	m/s, puuskatuuli	0,1 %	9	0,0 %	0,3	0,1 %	9	0,0 %	0,3	1,00	1,00
G26	v	26	m/s, puuskatuuli	0,04 %	3,2	0,0 %	0,1	0,04 %	3,2	0,0 %	0,1	1,00	1,00
G28	v	28	m/s, puuskatuuli	0,01 %	1,09	0,0 %	0,0	0,01 %	1,09	0,0 %	0,0	1,00	1,00

	Tuulen suuntakulma [°]																
	0	22,5	45	67,5	90	112,5	135	157,5	180	202,5	225	247,5	270	292,5	315	337,5	yht
k_m	0,78	0,82	0,82	0,82	0,89	0,88	1,00	1,03	1,04	0,91	0,85	0,82	0,77	0,76	0,76	0,76	-
k_g	1,21	1,23	1,24	1,24	1,32	1,31	1,38	1,39	1,39	1,31	1,27	1,24	1,20	1,19	1,19	1,19	-
kesäkausi																	
P_0	7,1 %	7,2 %	5,4 %	7,3 %	4,4 %	3,4 %	3,6 %	4,0 %	5,0 %	6,7 %	10,6 %	8,1 %	6,2 %	7,1 %	6,3 %	5,9 %	98,2 %
k	2,3	2,5	2,3	2,4	2,0	1,8	2,3	2,1	2,3	2,4	2,5	2,4	2,2	2,3	2,3	2,4	-
λ	5,6	5,2	4,9	6,0	5,8	5,8	5,5	6,6	6,7	6,8	6,9	5,9	5,3	5,8	5,4	6,2	-
ylitystodennäköisyydet (P)																	
$v_m > v_M$	0,00 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %	0,01 %	0,01 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %	0,0 %
$v_g > v_A$	0,00 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %	0,01 %	0,00 %	0,02 %	0,01 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %	0,04 %
$v_g > v_B$	0,00 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %	0,01 %
$v_g > v_C$	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,001 %	0,000 %	0,001 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,001 %
$v_g > v_D$	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %
talvikausi																	
P_0	6,3 %	6,8 %	7,2 %	4,6 %	2,1 %	3,4 %	4,4 %	4,8 %	7,2 %	8,2 %	9,7 %	9,2 %	8,1 %	6,4 %	5,7 %	5,6 %	99,8 %
k	2,2	2,5	2,5	1,7	1,6	2,1	2,4	2,4	2,7	2,4	2,5	2,4	2,6	2,1	2,3	2,5	-
λ	7,0	6,3	6,8	6,5	7,3	8,5	7,8	8,1	8,9	9,7	9,7	8,2	6,9	6,7	6,6	7,6	-
ylitystodennäköisyydet (P)																	
$v_m > v_M$	0,00 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %	0,03 %	0,02 %	0,01 %	0,04 %	0,09 %	0,11 %	0,04 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %	0,4 %
$v_g > v_A$	0,00 %	0,00 %	0,00 %	0,02 %	0,06 %	0,08 %	0,03 %	0,05 %	0,11 %	0,27 %	0,20 %	0,03 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %	0,86 %
$v_g > v_B$	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,005 %	0,025 %	0,023 %	0,004 %	0,009 %	0,019 %	0,073 %	0,040 %	0,004 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,204 %
$v_g > v_C$	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,002 %	0,014 %	0,009 %	0,001 %	0,002 %	0,005 %	0,027 %	0,012 %	0,001 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,072 %
$v_g > v_D$	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,001 %	0,007 %	0,004 %	0,000 %	0,001 %	0,001 %	0,009 %	0,003 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,025 %
koko vuosi																	
ylitystodennäköisyydet (P)																	
$v_m > v_M$	0,00 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %	0,01 %	0,01 %	0,01 %	0,02 %	0,05 %	0,06 %	0,02 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %	0,2 %
$v_g > v_A$	0,00 %	0,00 %	0,00 %	0,01 %	0,03 %	0,04 %	0,01 %	0,03 %	0,06 %	0,14 %	0,10 %	0,02 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %	0,45 %
$v_g > v_B$	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,003 %	0,013 %	0,013 %	0,002 %	0,006 %	0,010 %	0,037 %	0,020 %	0,002 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,105 %
$v_g > v_C$	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,001 %	0,007 %	0,005 %	0,000 %	0,002 %	0,002 %	0,013 %	0,006 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,037 %
$v_g > v_D$	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,004 %	0,002 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,004 %	0,001 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,012 %



Piste:	6	z = 80 m		<i>koko vuosi</i>	<i>kesäkausi</i>	<i>koko vuosi</i>	<i>kesäkausi</i>										
<i>Raja-arvo</i>				P	h/v	P _k	h/kesä	P*	h/v	P' _k	h/kesä	P/P*	P _k /P' _k				
M16	v _m	16	m/s, tunnin keskituuli	0,2 %	15	0,0 %	1,2	0,2 %	15	0,0 %	1,2	1,00	1,00				
G21	v	21	m/s, puuskatuuli	0,5 %	44	0,1 %	2,5	0,5 %	44	0,1 %	2,5	1,00	1,00				
G24	v	24	m/s, puuskatuuli	0,1 %	10	0,0 %	0,4	0,1 %	10	0,0 %	0,4	1,00	1,00				
G26	v	26	m/s, puuskatuuli	0,04 %	3,7	0,00 %	0,1	0,04 %	3,7	0,00 %	0,1	1,00	1,00				
G28	v	28	m/s, puuskatuuli	0,02 %	1,34	0,00 %	0,0	0,02 %	1,34	0,00 %	0,0	1,00	1,00				

		0	22,5	45	67,5	90	112,5	135	157,5	180	202,5	225	247,5	270	292,5	315	337,5	yht
<i>k_m</i>		0,87	0,88	0,85	0,85	0,96	0,94	1,06	1,07	1,01	0,81	0,82	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	-
<i>k_g</i>		1,31	1,32	1,29	1,29	1,39	1,38	1,44	1,44	1,42	1,26	1,26	1,29	1,29	1,29	1,29	1,29	-
<i>kesäkausi</i>																		
P ₀		7,1 %	7,2 %	5,4 %	7,3 %	4,4 %	3,4 %	3,6 %	4,0 %	5,0 %	6,7 %	10,6 %	8,1 %	6,2 %	7,1 %	6,3 %	5,9 %	98,2 %
k		2,3	2,5	2,3	2,4	2,0	1,8	2,3	2,1	2,3	2,4	2,5	2,4	2,2	2,3	2,3	2,4	-
λ		5,6	5,2	4,9	6,0	5,8	5,8	5,5	6,6	6,7	6,8	6,9	5,9	5,3	5,8	5,4	6,2	-
		<i>ylitystodennäköisyydet (P)</i>																
v _m > v _M		0,00 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %	0,02 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %	0,0 %
v _g > v _A		0,00 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %	0,01 %	0,01 %	0,00 %	0,02 %	0,01 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %	0,06 %
v _g > v _B		0,00 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %	0,01 %
v _g > v _C		0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,001 %	0,000 %	0,001 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,003 %
v _g > v _D		0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,001 %
<i>talvikausi</i>																		
P ₀		6,3 %	6,8 %	7,2 %	4,6 %	2,1 %	3,4 %	4,4 %	4,8 %	7,2 %	8,2 %	9,7 %	9,2 %	8,1 %	6,4 %	5,7 %	5,6 %	99,8 %
k		2,2	2,5	2,5	1,7	1,6	2,1	2,4	2,4	2,7	2,4	2,5	2,4	2,6	2,1	2,3	2,5	-
λ		7,0	6,3	6,8	6,5	7,3	8,5	7,8	8,1	8,9	9,7	9,7	8,2	6,9	6,7	6,6	7,6	-
		<i>ylitystodennäköisyydet (P)</i>																
v _m > v _M		0,00 %	0,00 %	0,00 %	0,01 %	0,05 %	0,05 %	0,03 %	0,05 %	0,07 %	0,03 %	0,03 %	0,01 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %	0,3 %
v _g > v _A		0,01 %	0,00 %	0,00 %	0,03 %	0,08 %	0,11 %	0,05 %	0,07 %	0,14 %	0,19 %	0,18 %	0,05 %	0,00 %	0,01 %	0,00 %	0,01 %	0,94 %
v _g > v _B		0,001 %	0,000 %	0,000 %	0,008 %	0,037 %	0,038 %	0,008 %	0,014 %	0,026 %	0,045 %	0,037 %	0,008 %	0,000 %	0,001 %	0,000 %	0,000 %	0,224 %
v _g > v _C		0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,003 %	0,021 %	0,017 %	0,002 %	0,004 %	0,007 %	0,015 %	0,011 %	0,002 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,081 %
v _g > v _D		0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,001 %	0,012 %	0,007 %	0,000 %	0,001 %	0,001 %	0,004 %	0,003 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,030 %
<i>koko vuosi</i>																		
		<i>ylitystodennäköisyydet (P)</i>																
v _m > v _M		0,00 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %	0,02 %	0,03 %	0,02 %	0,04 %	0,04 %	0,01 %	0,01 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %	0,2 %
v _g > v _A		0,01 %	0,00 %	0,00 %	0,02 %	0,04 %	0,06 %	0,02 %	0,05 %	0,08 %	0,10 %	0,09 %	0,03 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %	0,50 %
v _g > v _B		0,001 %	0,000 %	0,000 %	0,004 %	0,019 %	0,021 %	0,004 %	0,009 %	0,014 %	0,023 %	0,019 %	0,004 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,117 %
v _g > v _C		0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,002 %	0,011 %	0,009 %	0,001 %	0,003 %	0,003 %	0,007 %	0,005 %	0,001 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,042 %
v _g > v _D		0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,001 %	0,006 %	0,004 %	0,000 %	0,001 %	0,001 %	0,002 %	0,001 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,000 %	0,015 %

