

Jätkäsaaren Kirjo

20. kaupunginosa Länsisatama

ASEMAKAAVAN MUUTOKSEN SELOSTUS



Asemakaavan selostus

Päivätty 26.4.2022
Diaarinumero HEL 2021-010904
Hankenumero 3141_6
Asemakaavakartta nro 12750

Kaavaselostuksessa esitetään kaavaratkaisun keskeinen sisältö ja suunnittelun vaiheet. Selostusta täydennetään kaavaprosessin edetessä.

Asemakaavan muutos koskee:
Helsingin kaupungin
20. kaupunginosan (Länsisatama, Jätkäsaari)
satama- ja katualueita
(muodostuu uusi kortteli 20835)

Kaavan nimi:
Jätkäsaaren Kirjo

Laatija:
Helsingin kaupungin asemakaavoituspalvelu

Vireilletulosta ilmoittaminen: 22.5.2019
Kaupunkiympäristölautakunta: 26.4.2022
Nähtävilläolo (MRL 65 §): 12.5.–10.6.2022
Kaupunkiympäristölautakunta: muutettu 25.10.2022
Hyväksyminen: kaupunginvaltuusto
Voimaantulo:

Alueen sijainti:

Alue sijaitsee Länsisatamankadun, Valtamerilaiturin, Ahdinaltaan ja Melkinlaiturin rajaamalla alueella.



Kuva: Suunnittelualan sijainti.

Yhteyshenkilöt kaavan valmistelussa

Helsingin kaupunkiympäristön toimiala

Asemakaavoitus:

Matti Kajansinkko, tiimipäällikkö

Teo Tammivuori, arkkitehti

Kaavapiirtäminen:

Hilpi Turpeinen, suunnitteluavustaja

Liikenne- ja katusuunnittelu:

Teemu Vuotoniemi, liikenneinsinööri

Katariina Hämäläinen, projektinjohtaja

Lasse Toivanen, projektinjohtaja

Kaupunkitila- ja maisemasuunnittelu:

Paula Hurme, maisema-arkkitehti

Teknistaloudelliset asiat:

Jarkko Nyman, insinööri

Pekka Leivo, diplomi-insinööri

Mikko Juvonen, diplomi-insinööri

Matti Neuvonen, diplomi-insinööri

Kati Immonen, insinööri

Yleiskaavoitus:

Anne Karlsson, tiimipäällikkö

Alpo Tani, yleiskaavasuunnittelija

Elina Luukkonen, yleiskaavasuunnittelija

Kristiina Hyväri, yleiskaavasuunnittelija

Iiris Karvinen, yleiskaavasuunnittelija

Maaomaisuuden kehittäminen ja tontit:

Ilkka Aaltonen, tiimipäällikkö

Elina Kuikanmäki, johtava tonttiasiamies

Kalle Rantala, geotekninen asiantuntija

Rakennuttaminen:

Katariina Verkamo, projektinjohtaja

Petra Rantalainen, projektinjohtaja

Rakennusvalvontapalvelut:

Päivi Teerikangas, arkkitehti

Juha Sundqvist, arkkitehti

Pelastuslaitos:

Pulmu Waitinen, palotarkastaja – asiantuntija

Ympäristöpalvelut:

Juha Korhonen, ympäristötarkastaja

Raimo Pakarinen, ympäristötarkastaja

Muut Helsingin kaupungin toimialat

Kulttuurin ja vapaa-ajan toimiala:

Petri Angelvuo, yksikön päällikkö

Kaupunginkanslia:

Tuomo Sipilä, projektinjohtaja

Noora Tynkkynen, projekti-insinööri

Minna Maartola, kehitysjohtaja

Muut viranomaistahot

Helsingin Satama Oy:

Ari Parviainen, tekninen päällikkö

Rakennuttajakumppanit

WasaGroup Oy

Hankesuunnittelu

Ala-Arkkitehdit:

Antti Nousjoki, arkkitehti safa

Sisällysluettelo

Tiivistelmä	7
Asemakaavan kuvaus	7
Tavoitteet	7
Mitoitus	8
Alueiden käyttötarkoitus ja korttelialueet	8
Liikenne	9
Palvelut	11
Esteettömyys	11
Luonnonympäristö	11
Aaltoilu	12
Ekologinen kestävyys	13
Yhdyskuntatekninen huolto	13
Maaperän rakennettavuus, pohjarakentaminen ja pilaantuneisuuden kunnostaminen	14
Ympäristöhäiriöt	16
Pelastusturvallisuus / Rakennetekniikka	17
Nimistö	17
Vaikutukset	17
Toteutus	23
Suunnittelun lähtökohdat	24
Suunnittelu- ja käsittelyvaiheet	25

Liitteet

1 Seurantalomake

2 Osallistumis- ja arviointisuunnitelma

3 Kuvat ja kartat

- Sijaintikartta
- Ilmakuva
- Asemakaavakartta (A4-koossa)
- Havainnekuva
- Ote Jätkäsaaren osayleiskaavasta
- Ote ajantasa-asemakaavasta
- Ahdinaltaan ulkotilojen yleissuunnitelma, Ramboll 13.1.2022
- Jätkäsaaren Hybridi, Tuulisuusselvitys, WSP, 15.10.2020
- Meluselvitys 1617980.1, A-Insinöörit, 18.11.2020
- Tärinä- ja runkomeluselvitys 1617980.2, A-Insinöörit, 18.11.2020
- Jätkäsaari Hybrid, rakennettavuusselvitys, Ramboll, 11.12.2020
- Lintualueet ja muuttoreitit

4 Viitesuunnitelma

5 Hankkeen ehdotus lasirakenteiden lintuturvallisuuden parantamiseksi

Luettelo muusta kaavaa koskevasta materiaalista

- Vuorovaikutusraportti
 - Jätkäsaari, Ahdinaltaan maaperän pilaantuneisuustutkimusraportti, Ramboll Finland, 5.4.2018
 - Ahdinaltaan ympäristön ja Valtamerilaiturin asemakaavat, Esi- ja ranta-rakentamisen yleissuunnitelma, Ramboll, 21.1.2022
-

Tiivistelmä

Asemakaavan muutos (kaavaratkaisu) koskee satama- ja katualuetta, jotka sijaitsevat 20. kaupunginosassa (Länsisatama, Jätkäsaari) Länsisatamankadun, Hyväntoivonpuiston, ja Valtamerilaiturin rajaamalla alueella. Kaavaratkaisu mahdollistaa monikäyttöisen toimitila-, majoitus-, liike- ja liikuntarakennuksen rakentamisen sekä tähän välittömästi liittyvien julkisten ulkotilojen rakentamisen.

Kaavaratkaisu on tehty, koska rakentaminen tällä paikalla toimii puskurialueena Jätkäsaaren asuinalueen ja satama-alueen välillä ja on syytä saada toteutettua alueen muun rakentamisen tahdissa. Asuinkerrostalorakentaminen ei tällä paikalla ei tule kysymykseen ympäristöhäiriöiden takia.

Alueelle on suunniteltu kolmen erilaisen toiminnon hybridirakennus. Maantasossa on liike- ja tapahtumatiloja. Näiden yläpuolelle on sijoitettu toimistokerroksia. Ylimpänä on huoneistohotelli, jonka kattokerroksessa on laajemmalle asiakaskunnalle suunnattuja ravintola- ja kokoustiloja.

Tavoitteena on luoda Hyväntoivonpuiston päätteenä olevan-satama-altaan alueelle seudullisesti merkittävä urheilu-, kulttuuri- ja vapaa-ajantoimintojen alue.

Kaavaratkaisussa on erityisesti pyritty ratkaisemaan, tiiviisti rakennetun kaupunkiympäristön, teknisesti haastavan rakennuspaikan sekä monipuolisten vapaa-ajan palveluiden kehittämisen yhdistäminen kumppanuuskaavoituksen keinoin.

Uutta toimitilakerrosalaa on 17 000 k-m².

Kaavaratkaisun toteuttaminen vaikuttaa erityisesti siten, että Ahdinallas ja sitä ympäröimä rakentaminen muodostaa toimintoiltaan aktiivisen ja viihtyisän päätteen Hyväntoivonpuistolle sekä luo mahdollisuuksia monipuoliselle vapaa-ajan toiminnoille alueella.

Helsingin kaupunki omistaa alueen maat. Kaavaratkaisu on tehty kaupungin aloitteesta. Asemakaava on kumppanuuskaavoitus-hanke. Kaavaratkaisun sisältö on neuvoteltu suunnitteluvarauksen saaneiden toteuttajayhteisöjen kanssa.

Asemakaavan kuvaus

Tavoitteet

Kaavaratkaisun tavoitteena on mahdollistaa monipuolisen hybridirakennuksen toteuttaminen.

Kaupunginvaltuusto on 13.10.2021 hyväksynyt uuden Kasvun paikka - Helsingin kaupunkistrategian 2021–2025.

Kaavaratkaisu edesauttaa kaupungin strategisten tavoitteiden toteutumista mahdollistamalla yrityksille niiden tarpeita vastaavia monipuolisia sijoittumismahdollisuuksia kaupungissa.

Kaavaratkaisu edesauttaa kaupungin strategisten tavoitteiden toteutumista vahvistamalla kaupunkikeskusten ja niissä toimivien yritysten elinvoimaa sekä tapahtumallisuutta. Ahdinaltaan ympäristöstä kehitetään elämyksellinen alue, jossa kulttuuri ja vapaa-aika ovat vahvasti läsnä.

Osallistumis- ja arviointisuunnitelmassa mukana olleet, nykyisen kaava-alueen ulkopuolelle jäävät alueet on erotettu omiksi kaava-hankkeikseen, joista Valtamerilaiturin asemakaavan muutos on jo tullut voimaan ja Ahdinaltaan vesialueiden osalta asemakaava- ja asemakaavan muutosehdotukset laaditaan myöhemmin.

Mitoitus

Suunnittelualan pinta-ala on 3 488 m².

Kaavaratkaisun myötä tontin kerrosala kasvaa 17 000 k-m²:llä.

Alueiden käyttötarkoitus ja korttelialueet

Alueen lähtökohdat ja nykytilanne

Asemakaava-alue rajautuu koillispuolella Länsisatamankatuun, kaakkoispuolella Valtamerilaiturin korttelin 20836 pysäköintilaitoksen ajoyhteyteen, lounaispuolella Ahdinaltaaseen ja luoteispuolella sen erottaa asuinkorttelista 20830 Melkinlaiturin yleinen jalankulku- ja pyöräilyraitti.

Alueella on käytöstä poistuneen satama-altaan rantarakenteita, tilapäisiä alueen rakentamiseen liittyviä pysäköinti-, varastointi- ja huoltojärjestelyjä. Osa aluetta ympäröivistä katualueista on rakennettu jotakuinkin lopulliseen sijaintiin.

Liikerakennusten korttelialue (KL-1)

Kaavaratkaisu mahdollistaa korttelin rakennusalalle 60 m korkean rakennuksen rakentamisen.

Liikerakennusten korttelialueelle saa sijoittaa lisäksi palvelutiloja kulttuuri-, liikunta- ja vapaa-ajan toimintaa varten sekä julkisia palveluja, myymälä-, kahvila-, ravintola-, opetus-, kokoontumis- sekä hotellitiloja.

Rakennusalan ulkopuoliset korttelin osat on tarkoitus käsitellä ympäröivän alueen laatutasoon. Korttelialueeseen on otettu mukaan yleisiä alueita, jotta voidaan varmistaa hankkeen käyttöönotto riippumatta kaupungin aluerakentamisaikataulusta.

Kadut ja aukiot

Asemakaava-alueen julkiset ulkotilat muodostuvat satama-allasta kiertävän rantapromenadin Ahdinrannan osasta. Yleisten alueiden kaupunkikuvallisissa ratkaisuisa lähtökohtina ovat urbaani merenrantatunnelma ja satama-alueen läheisyys. Tavoitteena ovat laadullisesti korkeatasoiset ulkotilat, jotka mahdollistavat viihtyisän oleskelun.

Satama-altaan pohjoispäässä sijaitseva Ahdinranta on luonteeltaan väljää jalankulun, pyöräilyn ja oleskelun aluetta, joka liittyy saumattomasti Melkinlaiturin rantapromenadiin. Ahdinrannasta aukeaa näkymä kohti avomerta, ja rantaan osuu aurinkoa iltapäivästä iltaan asti. Ahdinrannan oleskelutilaa rytmittävät rantaympäristöön sopivat istutukset.

Ahdinranta liittyy osaksi aukiomaista rantapromenadia. Jalankulku kulkee alemmalla tasolla meren ääressä, ja portailla sekä rampein tasataan tasoeroa rantapromenadin ja liikerakennusten kortteli-alueen välillä. Leveät portaat aukeavat ilta-auringon suuntaan, ja ne ovat merkittävä osa rannan julkista tilaa.

Ahdinaltaan ja Valtamerilaiturin alueella rantamuurien ja pintojen materiaaleiksi sopivat luonnonkivi ja betoni sekä oleskelualueille esimerkiksi puupinnat. Käytettävät kasvilajit ja rakennerratkaisut valitaan alueen äärevät olosuhteet, erityisesti tuulisuus huomioiden.

Uimarannan huoltorakennuksen (hru-k) -rakennusosalalle saa sijoittaa uimarantaa palvelevan liikunta- ja vapaa-ajan palveluita, kuten suihkun ja pukeutumistiloja sekä kioskin tai kahvilan sekä tarvittavat sosiaalitulat.

Liikenne

Lähtökohdat

Asemakaava-alue rajautuu idässä Länsisatamankatuun, pohjoisessa Melkinlaiturin ranta-alueeseen, lännessä Ahdinaltaan ranta-alueisiin ja etelässä 20836 LPA-1-kortteliin.

Jalankulku ja pyöräliikenne

Länsisatamankadulle on suunniteltu jalkakäytävät kummallekin puolelle katua. Länsisatamankatu on osa pyöräliikenteen pääverkkoa ja kadulle on suunniteltu yksisuuntaiset pyörätiet. Jalankulku ja pyöräliikenne erotellaan tasoerolla Länsisatamankadulla. Melkinlaiturin ranta-alueelle on suunniteltu jalankulun ja pyöräilyn reitti.

Julkinen liikenne

Asemakaava-alue on hyvin saavutettavissa joukkoliikenteellä. Jätkäsaaren joukkoliikenne on suunniteltu järjestettävän raitioliikenteellä. Lähin raitioliikenteen pysäkki sijaitsee Tyynenmerenkadulla, johon on matkaa noin 200 metriä.

Autoliikenne

Koko Jätkäsaaren valmistuttua Länsisatamankadun liikennemäärä on noin 6 000 ajoneuvoa vuorokaudessa. Länsisatamankatu on katuluokituksestaan paikallinen kokoojakatu, jossa kulkee Jätkäsaaren maankäytön tuottaman liikenteen lisäksi myös Länsiterminaalin ajoneuvoliikennettä. Länsiterminaalin ensisijaisena ajoyhteytenä toimii Tyynenmerenkadun ja Mechelininkadun reitti. Länsisatamankadun kautta kulkee kuitenkin sataman henkilöautoliikennettä Länsiväylän suuntaan.

Kaavaratkaisu

Jalankulku ja pyöräliikenne

Asemakaavaratkaisun myötä Ahdinaltaan rannalle on suunniteltu yleinen jalankulun ja pyöräilyn reitti, joka täydentää koko kanta-kaupunkia kiertävää rantareittiä. Asemakaavassa on myös osoitettu tontin kaakkoisreuna yleistä jalankulkua palvelevaksi alueeksi parantamaan jalankulun yhteyksiä Länsisatamankadun ja ranta-alueen välillä.

Autoliikenne

Tontille ajo tullaan järjestämään 20836 LPA-1-korttelin ajoliittymän kautta. Tontin pysäköinti on järjestetty omassa rakennuksen kellarissa sijaitsevassa pysäköintilaitoksessa. Ratkaisu vähentää tonttiliittymien kokonaismäärää Länsisatamankadulla. Tontin pysäköintiin sekä viereisen LPA-1 korttelin pysäköintilaitokseen on järjestetty kaksi erillistä tonttiliittymää sujuvan liikkumisen varmistamiseksi.

Pysäköinti

Asemakaavan osalta auto- ja pyöräpaikkojen määräykset perustuvat voimassa oleviin kaupunkisuunnittelulautakunnan vuonna 2017 hyväksymiin laskentaohjeisiin.

Autopaikkojen enimmäismäärät ovat:

- Toimistot 1 ap / 150 k-m², myymälät ja ravintolat 1 ap / 90 k-m², liikuntahalli enintään 1 ap / 35 k-m² ja hotellit enintään 1 ap / 220 k-m².

Pyöräpaikkojen vähimmäismäärät ovat:

- Toimistot 1 pp / 50 k-m², myymälät 1 pp / 40 k-m², liikuntahalli 1 pp / 150 k-m², hotelli 1 pp / 3 työntekijää, kadunvarsiliiketilat ja ravintolat 1 pp / 15 asiakaspaikkaa sekä 1 pp / 3 työntekijää.

Palvelut

Lähtökohdat

Jätkäsaaren kaupalliset palvelut sijaitsevat pääosin rakennusten kivijaloissa sekä tulevassa Jätkäsaaren keskuskorttelissa. Alueen koulut ja päiväkodit on jo kaavoitettu.

Liikuntapalveluiden osalta alueelle on rakennettu laajamittainen liikuntapuisto, jossa on mahdollisuus sekä seuratoiminnoille että vapaaseen omatoimiseen liikkumiseen. Liikuntapuisto on Helsingin kaupungin kulttuurin ja vapaa-ajan toimialan hallinnoima. Uimahalli- ja liikuntasalipalveluita on tarkoitus sijoittaa myös Bunkeriin, josta kulttuurin ja vapaa-ajan toimiala vuokraa tilat. Valta-merilaiturille on kaavoitettu mailapelitorni, monitoimiareena, toimitaloja sekä hotelli.

Kaavaratkaisu

Länsisatamankadun varrelle hyvien joukkoliikenneyhteyksien äärelle sijoitetaan moneen käyttöön soveltuva rakennus. Ahdinaltaan ja Hyväntoivonpuiston äärelle on tarkoitus sijoittaa houkuttelevien vapaa-ajan palveluiden ja liiketilojen ohella toimisto-, hotelli-, kokous- ja ravintolapalveluita. Asemakaavassa kielletään päivittäistavarakaupan sijoittuminen tontille, koska alueen kaupallisen painopisteen on tarkoitus sijaita Jätkäsaaren keskuskorttelissa.

Esteettömyys

Asemakaava-alueen Ranta-alueilla tulee kiinnittää erityistä huomiota esteettömien yhteyksien järjestämiseen, turvallisuuteen sekä harhautumisen estämiseen. Muilta osin asemakaava-alue on esteettömyyden kannalta normaalia aluetta.

Luonnonympäristö

Lähtökohdat

Alue on asfaltoitua entistä satamakenttää. Alueella ei ole puuvarista kasvillisuutta. Helsingin luontotietojärjestelmän mukaan alueella ei ole suojeltavia luontokohteita tai havaintoja suojeltavista lajeista.

Tuulisuus

Jätkäsaaren sijainti useammasta suunnasta avomeren ympäröimänä tekee siitä Helsingin oloissa tuulisen alueen. Nykytilanteessa alue on avointa entistä satamakenttää, jolla ei ole tuulensuojaa antavia elementtejä, kuten kasvillisuutta, maastonmuotoja tai rakennuksia. Jätkäsaaren jo rakentuneet rakennukset suojaavat osittain aluetta pohjoisesta ja idästä puhaltavilta tuuilta.

Kaavaratkaisu

Kaavaratkaisu ei ole ristiriidassa Jätkäsaaren alueen kokonaisrakenteen periaatteen kanssa, jossa tuulisuuden vaikutuksia viihtyvyyteen ja turvallisuuteen pyritään estämään nostamalla rakennusten kerroslukua vähitellen alueen keskiosia kohti. Asemakaava-alue sijaitsee alueen etelälaidalla, jossa siihen kohdistuu lähes avomeriolosuhteiden kaltaisia tuulia. Porrastamalla rakennusmassaa saadaan maanpinnan tuuliolosuhteita helpotettua. Asemakaava-alueen tuulisuudesta on laadittu erillinen selvitys.

Aaltoilu

Melkinlaiturin ja Valtamerilaiturin rajaama satama-allas on avoin etelän puoleiselle tuulelle ja aallokelle. Tämä tekee altaan aaltoilutilanteesta haastavan. Ilmatieteen laitoksen arvion perusteella merkitsevä aallonkorkeus Lauttasaarenselällä Melkinlaiturin edustalla on noin 1,0 m ja altaan pohjukassa noin 1,8 m. Altaasta tehtyjen tarkempien aaltomittausten perusteella aallonkorkeus vaihtelee voimakkaasti eri osissa allasta. Altaan pohjukan korkeamat aallot johtuvat aaltojen heijastumisesta altaan reunoilta. Alueen esirakentamistöiden yhteydessä altaan pohja on nostettu tasolta n. -11 tasolle -5 - -3.

Kaavaratkaisu

Melkinlaiturin laiturirakenteiden korjauksen suunnittelun yhteydessä on selvitetty mahdollisuuksia laiturin nykyisten aallonvaimennuskammioiden toiminnasta. Tulevaisuudessa veden pinnan noustessa nykyisten kammioiden toiminta heikkenee. Tästä syystä altaan aallonvaimennuksen tulee perustua toisiin ratkaisuihin. Erillisen selvityksen perusteella tällaisia ratkaisuja ovat Melkinlaiturin kärjen madallustäyttö sataman tarvitsema vesiväylä huomioiden, kelluva aallonvaimennusrakenne Atlantinsillan eteläpuolella tai vaihtoehtoisesti kelluvan kylpylän yhteydessä sekä altaan madaltaminen pohjukkaa kohti. Näillä toimenpiteillä aaltoilua saadaan vaimennettua. Mainitut toimenpiteet eivät sijoitu tälle asemakaava-alueelle, mutta ovat vaikutuksiltaan merkittäviä koko satama-altaan ympäristön maankäytön kannalta.

Asemakaavassa esitettyjen korkoasemien puitteissa rakennus on suojassa aaltoilun vaikutuksilta.

Ekologinen kestävyys

Lähtökohdat

Jätkäsaaren alueen rakentaminen jatkaa Helsingin keskustan tiivistä kaupunkirakennetta länteen. Vanha tavaraliikenteen konttikenttä rakentuu osaksi kantakaupunkia.

Alue on asfalttikenttää, jolla hulevesien viivytyks ei ole nykyisellään mahdollista. Läheiset vesi- ja puistoalueet houkuttelevat kaupunkilintuja alueelle.

Kaavaratkaisu

Rakentaminen meren äärelle avaa merellistä Helsinkiä asukkaille ja alueella vieraileville niin asuinkortteleissa kuin julkisissa ulkotiloissa. Hyväntoivonpuisto on koko kantakaupunkia palveleva merkittävä kaupunginosapuisto, joka tarjoaa kaupunkirakenteen sisäisiä virkistysreittejä sekä oleskelu- ja leikkipaikkoja. Asemakaava-alueen korttelit nivoutuvat puiston yhteyteen.

Asemakaavassa määrätään rakentamattomat tontin osat, joita ei käytetä odotusalueena tai liikennealueena istutettaviksi. Lisäksi määrätään suuret tasoerot rakennettaviksi terassein, joihin liittyy istutuksia.

Hulevesien paikallista viivyttämistä edistetään määräämällä alle 40 m korkeudella rakennusten kattopinta-ala toteutettavaksi pääosin viherkattona tai kattopuutarhana niiltä osin, joilla ei ole sijoitettu aurinkokeräimiä.

Asemakaavassa annetaan määräys kaupunkilintujen turvallisuuden parantamiseksi: ”Rakennus sekä rakennuksen ja tontin yöaikainen valaistus tulee suunnitella siten, että lintujen törmäämisen todennäköisyyttä heijastaviin tai läpinäkyviin rakennusosiin vähennetään.”

Yhdyskuntatekninen huolto

Lähtökohdat

Yhdyskuntateknisen huollon runkoverkostot sijaitsevat Länsisatamankadulla. Tavanomaisten verkostojen lisäksi kadulle on rakennettu jätteen imukeräysjärjestelmän putkisto.

Kaavaratkaisu

Liikerakennusten korttelialue on liitettävissä Länsisatamankadun kunnallisteknisiin verkostoihin.

Maaperän rakennettavuus, pohjarakentaminen ja pilaantuneisuuden kunnostaminen

Lähtökohdat

Suunnittelualueen maaperä on kokonaisuudessaan mereen tehtyä täyttöä. Täytöt on rakennettu vuosina 1967 - 1972 edeten pohjoisesta etelään. Ennen täyttöä alueella on tehty ruoppauksia, ja täyttö on tehty osin kovaan pohjaan ja osin merenpohjassa olleen savikerroksen päälle. Täyttömateriaalina on käytetty mm. kitkamaalajeja, merihiekkaa sekä sekalaista rakennusjätettä. Vanhojen täyttökarttojen perusteella suunnittelualueen täytöt on tehty pääsääntöisesti merihiekalla. Alueen kallionpinta on porakonekai- rausten perusteella pääosin noin tasolla -15...-30. Alueen koillis- osassa kallionpinta nousee ylimmillään noin tasolle -15. Alue on ollut koko historiansa ajan satama-alue, aiemmin alueella on sijainnut satamarakennus L7. Nykyinen maanpinta vaihtelee noin tasolla +2,0...+2,9.

Tontilla ns. alin suositeltava rakentamiskorkeus on korkealta merenpinnalta suojautumista varten +3,80. Arvio perustuu rakenteiden tavoitteelliseen 100 vuoden käyttöikään.

Alueen eteläkulmassa sijaitsevat Melkinlaiturin ponttisiilorakenteet (teräsponttillieriöt) ovat maanpinnan alapuolella. Teräsponttillieriöt ovat hiekalla täytettyjä ja ulottuvat läheltä maanpintaa n. 12 - 15 m syvyydelle maanpinnasta. Ponttisiilorakenteita sijoituu suunnitellun rakennuksen eteläosan alle.

Alueen lounais-/länsiosassa sijaitsevat ovat Melkinlaiturin kasuunirakenteet. Kasuunirakenteet ulottuvat läheltä maanpintaa merenpohjan tasolle, eli noin 13...15 m syvyydelle maanpinnasta.



Kuva: Alueen olevat rakenteet (lähde: Jätkäsaari Hybrid rakennettavuus selvitys, Ramboll 11.12.2020)

Jätkäsaaren alueella pohjavesi on pääosin merivettä, joka pääsee virtaamaan melko vapaasti huokoisissa täyttömaakerroksissa. Alue on lähes kokonaan asfaltoitu ja sadannasta muodostuu pohjavettä hyvin pieniä määriä. Pohjaveden pinta noudattelee merenpinnan korkeusvaihteluja. Varsinaista virtaussuuntaa alueen pohjavedellä ei ole, vaan virtausta säätelevät merenpinnan korkeusvaihtelut. Tutkimusalueella ei sijaitse pohjavesiputkia.

Ahdinaltaan ympäristössä on tehty maaperän pilaantuneisuustutkimus vuonna 2018 (Ramboll Finland). Yhdessä kaavamuuotosaluelle sijoittuneista tutkimuspisteistä havaittiin, että PAH-yhdisteitä esiintyi yli alemman ohjearvopitoisuuden. Metallien osalta ylittyi kynnysarvopitoisuus useassa tutkimuspisteessä.

Kaavaratkaisu

Alueen maanpinnan tasoa korotetaan nykyisestä korkealta merivedenpinnan tasolta ja aaltoilulta suojautumisen vuoksi. Suunniteltu maanpinnan korkeustaso vaihtelee +3,9...+6,6 välillä. Alueen molemmille puolille muodostuu tulvareitit maanpintaa pitkin Länsisatamankadulta mereen.

Turvallisen rakentamiskorkeuden (+3,80) alapuolelle toteutettavat rakenteet tulee suunnitella ja toteuttaa vesitiiviinä rakenteena.

Rakennuksen alin lattiataso on suunnitelmien mukaan +1,0 rakennuksen kellarissa sijaitsevan autohallin osalta. Rakennuksen 1. kerroksen suunniteltu alustava lattiataso on +4,5.

Koko alueella rakennus esitetään perustettavaksi tukipaaluilla kantavan pohjamaan varaan. Rakennuksen perustamistavat on arvioitu olemassa olevien pohjatutkimusten perusteella. Tarkemat perustamistavat määritetään jatkosuunnittelun yhteydessä täydentävien pohjatutkimuksien perusteella.

Olevat kasuunirakenteet ja ponttisiilorakenteet on Helsingin kaupungin laatimassa Ahdinaltaan pohjarakentamisen yleissuunnitelmassa esitetty osittain kunnostettavaksi ja osittain purettavaksi.

Kasuunirakenteet on yleissuunnitelmassa esitetty jätettäväksi maahan/kunnostettavaksi ja teräsponttilieriöt purettavaksi yläosiltaan. Ponttisiilorakenteet sijaitsevat suunnitellun rakennuksen eteläosan alla. Näiltä osin ponttisiilorakenteet tulee purkaa ennen rakennustöitä vähintään rakenteiden edellyttämään tasoon. Muilta osin kasuunien ja ponttisiilojen yläosissa olevat kantavat laattarakenteet ja muut painumariskiä aiheuttavat rakenteet sekä maaperässä olevat ontelot tulee tukea pysyvästi tai korvata sellaisin pe-

rustusrakentein ja pohjavahvistuksin, että alueelle ei synny haitallisia painumia ja painumaeroja.

Kaava-alueeseen kuuluvan Ahdinrannan eteläreunaan on esitetty Ahdinaltaan rantojen yleissuunnitelmassa (Ramboll Finland 2021) noin 33 m pituista tukimuuria, joka osaltaan mahdollistaa rakennuksen rannan puoleisen terassialueen toteuttamisen suunniteltuun korkeustasoon n. +4 ennen kuin kaupunki toteuttaa Ahdinaltaalle suunnitellut rantarakenteet ja täytöt. Tukimuuri voidaan alustavan tarkastelun perusteella toteuttaa täyttöjen alle jätettävän nykyisen Ahdinaltaan pohjoispään laiturin kansirakenteen päälle. Kaava-alueen luoteisreunan toteuttaminen tähän n. +4 tasoon edellyttää tukimuurin lisäksi tilapäistä luiskausta kaava-alueen rajalta mereen.

Kaavassa on pilaantunutta maaperää koskeva kaavamääräys.

Ympäristöhäiriöt

Lähtökohdat

Alueelle kohdistuu ympäristömelua sekä katuliikenteestä että satamatoiminnoista. Ympäristömelua on arvioitu erillisessä meluselvityksessä (*Meluselvitys 1617980.1, A-Insinöörit, 18.11.2020*). Selvityksessä on pyritty varautumaan sellaisiin liikennemääriin, jotka katuliikenteen osalta kuvaisivat kokonaan rakentuneen Jätkäsaaren alueen katuverkon melutilannetta. Satamatoimintojen osalta valituilla lähtökohdilla on pyritty varmistamaan asemakaavan yhteensovittaminen Länsisataman toiminnan ja kehittämismahdollisuuksien kanssa.

Ilmanlaatua on arvioitu HSY:n tuottaman ilmanlaadun mittaustulosten perusteella. Helsingin Eteläsatamasta ja Länsisatamasta tehtyjen mittausten perusteella voidaan arvioida, ettei satamaympäristöön aiheudu satamatoiminnasta johtuen raja- tai ohjearvoja ylittäviä ilman epäpuhtauksien pitoisuuksia. Alueen olosuhteet mahdollistavat päästöjen hyvän tuulettumisen, eikä myöskään katuliikenteen arvioida aiheuttavan alueelle merkittäviä ilman epäpuhtauksien pitoisuuksia.

Kaavaratkaisu

Laaditun meluselvityksen perusteella pienitaajuinen laivamelu muodostuu rakennuksen julkisivujen ääneneristyksen mitoittavaksi tekijäksi hotellihuoneiden osalta. Kaavassa on annettu alustavan meluselvityksen suosituksen mukaiset äänitasoerovaatimukset laivamelua vastaan. Vaatimuksilla varmistetaan, että rakennuksen korkeimpaan osaan sijoituvissa majoitushuoneissa, jotka ovat satamatoimintojen melulle eniten alttiina, saavutetaan pienitaajuisia laivamelua vastaan hyvät yöpymisolosuhteet. Hy-

väntöivonpuiston suuntaan avautuvien julkisivujen osalta ei majoi-tushuoneillekaan ole tarvetta antaa kaavassa vaatimusta. Liike- ja toimistohuoneiden osalta ei selvityksen mukaan ole ympäristöme-lusta johtuvaa tarvetta kaavavaatimuksille, mutta jatkossa on hyvä tarkemman tilasuunnittelun ja tiloilta tavoiteltavan ääniympäristön perusteella arvioida tiloille parhaiten soveltuvia suunnitteluratkai-suja.

Kaavamuutokseen liittyen arvioitiin erillisessä selvityksessä (*Tä-rinä- ja runkomeluseelvitys 1617980.2, A-Insinöörit, 18.11.2020*) myös alueelle kohdistuvaa värähtelyä. Sen tuloksena todettiin, ettei runkomelua tai tärinää ole tarvetta ottaa huomioon kohteen jatkosuunnittelussa.

Pelastusturvallisuus / Rakennetekniikka

Lähtökohdat

Pelastusturvallisuus on erityiskysymys suurien kokoontumistilojen ja korkeiden rakennusten osalta.

Kaavaratkaisu

Hankkeen suunnitelmat on käyty alustavasti läpi rakennusvalvon-nan ja pelastuslaitoksen kanssa ja asemakaavaratkaisua on kehi-tetty saadun palautteen perusteella. Tarkemmat selvitykset pelas-tusjärjestelyistä laaditaan rakennussuunnitteluvaiheessa.

Nimistö

Nimistötoimikunta päätti kokouksessaan 5.6.2013 esittää alueelle mm. seuraavia uusia nimiä: Ahdinallas–Ahtibassängen, Ahdin-ranta–Ahtistranden.

Vaikutukset

Yhteenveto laadituista selvityksistä

Helsingin kaupunki on laatinut suunnitelmia ja selvityksiä alueelle mm. maaperän pilaantuneisuudesta, sedimenttien pilaantuneisuudesta sekä esi- ja pohjarakentamisesta. WasaGroup on teettänyt kohteeseen liittyen selvityksiä rakennettavuuden, meluntorjunnan, tuulisuuden, varjostavuuden sekä liikenteen vaikutusarviointeihin liittyen sekä lintujen törmäämistodennäköisyyden vähentämistoi-mista.

Yhdyskuntataloudelliset vaikutukset

Kaavaratkaisun toteuttamisesta aiheutuu kaupungille kustannuk-sia yleisten alueiden toteuttamisesta noin 0,4 milj. euroa (Alv 0 %).

Korttelialueelle sijoittuvan tukirakenteen toteuttamistavasta ja kustannusvaikutuksista sovitaan rakentamisvaiheen suunnittelun yhteydessä. Lisäksi tulee varautua tulevilla korttelialueella sijaitsevien vanhojen ponttisiilojen osittaisesta purusta aiheutuviin kustannuksiin.

Asemakaavamuutosalueen ulkopuolelle Ahdinaltaan reunoille on suunniteltu mittavia rakentamistoimenpiteitä, joiden kustannukset toteutuvat ympäröivien asemakaavojen toteuttamisen yhteydessä. Näiden toimenpiteiden kustannuksiksi on alustavasti arvioitu noin 36 milj. euroa, joista noin 12 milj. euroa kohdistuu jo vahvistuneelle Valtamerilaiturin asemakaava-alueelle.

Asemakaavamuutos nostaa alueen arvoa. Kaavoitettavan rakennusoikeuden arvo on karkeasti arvioiden 9 - 10 milj. euroa.

Vaikutukset yhdyskuntarakenteeseen ja rakennettuun ympäristöön

Kaavaratkaisun toteuttaminen edesauttaa Jätkäsaaren tiiviin kaupunkirakenteen valmistumista Helsingin ydinkeskustan välittömässä läheisyydessä. Suljettu satama-alue meren äärellä muuttuu kaikille yhteiseksi julkiseksi kaupunkitilaksi, jossa yhdistyvät kaupunkiasuminen, monipuoliset palvelut ja merellinen Helsinki. Joukkoliikenteellä helposti saavutettavissa olevalla tapahtumareenalla ja siihen liittyvillä vapaa-ajan palveluilla on seudullinen merkitystä tapahtumapalvelujen monipuolistamisessa.

Eri suunnitteluvaiheessa Jätkäsaaren alueesta on laadittu useita pienoismalleja ja havainnekuvia. Näiden sekä kaavoituksen yhteydessä laaditun viitesuunnitelman perusteella on arvioitu muodostuvaa kaupunkirakennetta sekä kaupunkirakenteen suhdetta olemassa olevaan ympäristöön.

Vaikutukset luontoon ja maisemaan

Alueella ei ole luonnontilaista ympäristöä, joten Ahdinrannan istutukset sekä Kirjon viherkatot tulevat lisäämään kasvullisen pinnan määrää alueella.

Jätkäsaaren yli ei kulje suurten lintujen muuttoreittejä. Alue on hyvin urbaani. Lähin luontotietojärjestelmään merkitty lintualue, Lasimestarinletto, sijaitsee yli kilometrin päässä asemakaava-alueesta. Luodolla pesii tiiroja. Vattuniemen eteläkärki on merkitty laajaksi lintukohteeksi. Tämä sijaitsee noin 1,5 km päässä asemakaava-alueesta.

Valtaosa ikkunoihin törmäävistä linnuista on pieniä varpuslintuja, mutta myös suuremmat lintulajit voivat törmätä ikkunoihin. Törmäämisen todennäköisyyteen voidaan vaikuttaa heijastuksia ja valaistusta vähentämällä ja säätämällä.

Asemakaavassa veloitetaan vähentämään lintujen törmäämisen todennäköisyyttä lasirakenteisiin sekä päivä-, että yöaikaan.

Maisemassa rakennus on suhteutettu Ahdinaltaan ympäristön rakentamiseen. Jätkäsaaren liikuntapuiston laidalla olevat 15-kerroksiset asuintalot muodostavat korkeamman rakentamisen sarjan, jonka on tarkoitus kiertyä satama-altaan ympärille. Jätkäsaaren Kirjo on suunniteltu tämän sarjan luontevaksi osaksi Länsisatamankadun asuinrakennusten ja Valtamerilaiturin pysäköintilaitoksen väliin.

Vaikutukset liikenteen ja teknisen huollon järjestämiseen

Asemakaavan mukainen ratkaisu edellyttää pieniä muutoksia suunniteltuihin liikennejärjestelyihin. Muutoksia tuovat ranta-alueen jalankulun ja pyöräliikenteen järjestelyt sekä tontilla sijaitseva jalkakäytävä rakennuksen kaakkoiskulmassa.

Urheilu- kulttuuri- ja vapaa-ajantoiminnot sekä hotellitoiminnot voivat tuottaa myös bussiliikennettä sekä lyhytaikaista henkilöautojen asiointiliikennettä alueelle. Läheisille katualueille on suunniteltu yleisiä lyhytaikaisia maksullisia asiointi- ja vieraspaikkoja, jotka omalta osaltaan palvelevat myös edellä mainittuja toimintoja. Bussiliikenteen pysäköintiin on varauduttu viereisen Länsisatamankadulla. Laaditussa liikenteen ohjaussuunnitelmassa on osoitettu bussiliikenteelle erillisiä lyhytaikaisia pysäköintipaikkoja. Bussiliikenteen paikat palvelevat erityisen hyvin urheilutapahtumia.

Asemakaavan vaikutukset Länsisatamankadun ajoneuvoliikenteen määrään ovat kokonaisuuteen nähden vähäisiä.

Suunnitteilla oleva Tallinnan liikenteen keskittäminen Länsisatamaan ja Satamatunnelin rakentaminen siirtäisivät sataman liikenteen painopistettä Länsisatamaan. Liikennemäärien kasvusta huolimatta liikenteen sujuvuus ja liikenneturvallisuus paranisi Jätkäsaaren katuverkolla rekkaliikenteen siirtyessä tunneliin ja Länsisatamankadun henkilöautoreitin korvautuessa tunneliyhteydellä.

Vaikutukset kaupunkikuvaan ja kulttuuriperintöön

Kaavaratkaisulla ei ole vaikutusta rakennusperintöön tai perinnetalomaaisemaan. Hanke sijaitsee Suomenlinnan Unescon maailmanperintökohteen suoja alueen ulkopuolella.

Kaavaratkaisun massoittelussa on huomioitu sataman ja liikuntapuiston mittakaavaltaan suuremmat tila- ja rakennuskokonaisuudet sekä Hyväntoivonpuiston päätteeksi muodostuva pienempi-muotoinen oleskeluun houkutteleva mittakaava. Jätkäsaaren liikuntapuiston laidalla olevat 15-kerroksiset asuintalot muodostavat korkeamman rakentamisen sarjan, jonka on tarkoitus kiertyä satama-altaan ympärille. Jätkäsaaren Kirjo on suunniteltu tämän

sarjan luontevaksi osaksi Länsisatamankadun asuinrakennusten ja Valtamerilaiturin pysäköintilaitoksen väliin.

Vaikutukset ilmastonmuutoksen hillintään ja sopeutumiseen

Vapaa-ajan- ja tapahtumatilojen sekä hotellitoimintojen sijoittuminen keskeisesti kaupunkirakenteeseen on liikenteen ilmastopäästöjen muodostumisen kannalta positiivinen asia. Sijainnin kautta määrittyvästä hyvästä kestävien liikennemuotojen saavutettavuudesta johtuen, on hankkeen aiheuttamat liikenneperusteiset ilmastopäästöt pienempiä kuin vaihtoehtoisissa huonomman saavutettavuuden sijainneissa. Laajemman alueellisen vaikutuksen lisäksi asemakaavan toteutuminen parantaa myös paikallista palvelutarjontaa, jolla voidaan nähdä olevan paikallista liikennesuoritetta osaltaan vähentävä vaikutus.

Hankkeen kokoluokasta johtuen hankkeella on kaupunginosatasoisia liikennevaikutuksia. Kestävän kaupunkirakenteen kannalta, on hankkeessa olennaista suunnitella liikenneratkaisuja, etenkin pysäköintiä ja kestävien liikennemuotojen ratkaisuja siten, että hanke toteutuessaan noudattaa Helsingin linjaamaa liikennemuotojen priorisointia.

Monikäyttöisen hallimaisen liike- ja vapaa-ajantilojen käyttö kuluttaa rakennuksen suuren tilavuuden vuoksi paljon lämmitysenergiaa. Jatkosuunnittelussa on aiheellista tehdä kehitystyötä mahdollisimman hyvän energiatehokkuuden saavuttamiseksi. Hankkeeseen integroidut tavoitteet uusiutuvan energian hyödyntämisestä ovat erittäin merkityksellisiä koko hankkeen elinkaaren ilmastopäästöjen muodostumisen osalta. Uusiutuva paikallinen lämmön tuotanto, maalämpö tai muu lämpöpumpputekniikkaan perustuva lämmöntuotanto yhdistettynä mittavaan uusiutuvaan sähköntuotantoon aurinkopaneeleilla ja tavoitteelliseen rakennusten energiatehokkuuteen, on hyvä lähtökohta hankkeen vähähiilisen energiajärjestelmän suunnittelulle. Rakentamisen volyymistä ja heikoista perustamisolosuhteista johtuen muodostuvat hankkeen asemakaava-alueen esirakentamisen ilmastopäästöt varsin mittaviksi. Esirakentamisen ilmastovaikutukset riippuvat alueellisen massahallinnan onnistumisesta sekä jatkosuunnittelussa määritettävästä tarvittavasta esirakentamisen teknisestä ratkaisusta. Rakentamisvaiheen hiilijalanjälkeä lisää voimakkaasti tarvittava paalutus. Rakentamisen hiilijalanjälkeä on mahdollista pienentää käyttämällä puuperäisiä rakenteita, sertifioitua vähähiilistä betonia sekä mahdollisia kiertotalousperäisiä rakennustuotteita.

Asemakaavan mahdollisimman pienen elinkaaren aikaisten ilmastopäästöjen näkökulmasta on jatkosuunnittelussa olennaista panostaa erityisesti seuraaviin osa-alueisiin:

1. Liikenteen prioriteetit tunnistavaan liikkumiseen ohjaaminen hankealueen käytön generoiman liikenteen osalta
-

2. Käytön aikaisen korkean energiatehokkuuden ja uusiutuvan energian tuotannon suunnittelu osana hanketta
3. Rakentamisen aikaisten ilmastopäästöjen minimointi suunnitteluratkaisuilla, puurakentamisella sekä vähäpäästöisen betonin käyttämisellä.

Vaikutukset ihmisten terveyteen, turvallisuuteen, eri väestöryhmien toimintamahdollisuuksiin lähiympäristössä, sosiaalisiin oloihin ja kulttuuriin

Jätkäsaareen rakennettava kaupunginosa liittää vanhat teollisuus- ja satamakäytössä olleet ranta-alueet osaksi kantakaupunkia. Hankkeen myötä rantakaupungin asumisen, työpaikkojen, tapahtumapalveluiden tarjonta monipuolistuu. Myös matkailijat hyötyvät lisääntyvästä alueen majoitustarjonnasta ja liikuntapalveluista.

Turvallisuusasiat joudutaan suurissa yleisötapahtumissa ottamaan entistä painavammin huomioon. Tapahtumakävijöiden kasvanut turvallisuushakuisuus lisää turvallisuusjärjestelyjen tarvetta tapahtumissa. Myös alueen asukkaiden turvallisuuden kokemiseen tulee kiinnittää huomiota. Lähiympäristö voidaan kokea turvattomaksi esimerkiksi, jos läheisyyteen kerääntyy suuria ihmismassoja. Suunnittelussa turvallisuuden tunteeseen voidaan vaikuttaa mm. liikkumisen turvallisuudella, esteettömyydellä ja valaistuksella. Kaupalliset vapaa-ajan palvelut täydentävät alueen palvelutarjontaa kaupungissa. Tilojen luonne on myös sellainen, että niillä ei ole nähtävissä merkittävää kielteistä vaikutusta alueen muiden palveluiden kysynnälle, vaan ne täydentävät tarjontaa. Vaikutukset vapaa-ajanviettomahdollisuuksien lisääntymiseen ovat positiiviset.

Asemakaava-alueella ihmisten terveyteen ja turvallisuuteen vaikuttavia seikkoja ovat katuliikenteen ja Länsiterminaalin/Länsisataman laivaliikenteen aiheuttama melu ja ilman epäpuhtaudet. Rakentamisen vaihteellaisuudesta aiheutuvat haitat tulee huomioida. Rakennusaikaisia haittoja ovat muun muassa työmaaliikenteen melu, pöly ja turvallisuuskysymykset. Valmistuessaan alueen melutasoon vaikuttavat alueella järjestettäviin tapahtumiin liikkuvat ja oleskelevat ihmismassat. Lähialueen asuinviihtyvyyteen ja asukkaiden arkeen vaikuttavat kielteisesti autoliikenne, tapahtumien tuomat ihmismassat sekä niistä aiheutuva melu. Satama aiheuttaa jo nykyisellään paljon liikennettä alueella.

Maaperän pilaantuneisuuden selvittämistä ja kunnostamista koskevalla määräyksellä varmistetaan, ettei maaperän haitta-aineista aiheudu terveyshaittaa alueen tuleville käyttäjille. Meluntorjuntaa koskevilla kaavamääräyksillä luodaan lisäksi edellytykset melun kannalta terveellisen ja viihtyisän ympäristön toteuttamiselle.

Kaavaratkaisussa on huomioitu jalankulun turvallisuus ranta-alueella. Ranta-alueelle on ramppi mahdollistamaan esteetön kulku

tulevaisuudessa rakennettavalle rannalle. Jalankulkijoiden on mahdollista saapua rantaan Länsisatamankadulta rakennuksen molemmilta puolilta. Asemakaava luo edellytykset ihmisten terveys- ja turvallisuusvaikutusten huomioimiselle jatkosuunnittelussa ja toteutuksessa siten, että niille asetettavat vaatimukset täyttyvät.

Alueen identiteetin ja imagon kannalta asemakaavan mahdollistamat toiminnot vahvistavat Jätkäsaaren imagoa merellisenä kanta-kaupungin alueena, jossa on erilaisia julkisia ja yksityisiä palveluja sekä tapahtumia, jotka houkuttelevat kävijöitä myös alueen ulkopuolelta.

Elinkeino-, työllisyys- ja talousvaikutukset

Arvio kaavaratkaisun tuottamista pysyvistä yritysten sijoittumismahdollisuuksista on erittäin hyvä. Lisäksi erilaiset laajemmalla alueella toimivat palveluntarjoajat saavat säännöllistä tai satunnaista liikevaihtoa yhteistyöstä kaava-alueen yritysten kanssa. Asemakaava-alueen ympäristön yritysilmapiiriin hanke vaikuttaa myönteisesti luoden toimintaedellytyksiä myös naapuruston kivi-jalkaliiketilojen yrityksille houkuttelemalla alueelle asiakkaita.

Hankkeiden piirteet huomioiden yritysten työpaikkamäärää ei ole relevanttia tässä vaiheessa selvittää.

Huoneistohotelli-, ravintola- ja toimitilarakennuksessa yrityksiä voi olla 1–20 kpl. Rakennuksen monipuolisen ja toiminnoiltaan kerroksittain eriytyneen toimintojen vuoksi yrityksiä on suorassa vuokrasuhteessa noin 3–25 kpl. Hotelli- ja toimistokäytön epäsuorat yritysvaikutukset ovat noin 5–30 kpl.

Yritysvaikutuksista tunnistetaan väliaikaisia rakennusaikaisia haittoja lähinnä työmaaliikenteen ja melun muodossa, mutta myös lounasravintoloihin kohdistuvan kysynnän muodossa. Pysyvinä vaikutuksina alueen yritysilmastoon hanke tuo merkittäviä etuja. Asemakaava-alue sijaitsee siten, että alueella toimiville yrityksille sijainnista ei ole haittaa.

Asukkaiden näkökulmasta huoneistohotelli- ravintolapalvelut ja liiketilat monipuolistavat alueen tarjontaa. Muiden yrittäjien näkökulmasta alueelle syntyy lisää toimintamahdollisuuksia. Matkailijoille puolestaan syntyy lisää vaihtoehtoja alueen majoitustarjontaan.

Jätkäsaaren alueen päivittäistavarakauppojen sijainti on suunniteltu asukkaiden päivittäisten työssäkäyntikulkureittien varrelle raitiovaunun pysäkkien välittömään läheisyyteen kivijalkaliiketiloihin sekä tulevaan keskuskortteliin. Tämä kortteli ei sijaitse siten, että siihen olisi tarkoituksenmukaista sijoittaa päivittäistavarakauppaa.

Riskinä hankkeen yrityksille on tunnistettu alueen rakentamisen eriaikaisuudesta johtuvat mahdolliset esteet rakennuksen ja alueiden käyttöönotolle. Kaavoitustyön yhteydessä on pidetty huolta, että Jätkäsaaren Kirjon rakennushanke voidaan ottaa käyttöön riippumatta kaupungin rantarakenteiden tai aallonvaimennusrakenteiden rakennusvaiheesta.

Muut merkittävät vaikutukset

Asemakaavan muutoksella ei ole muita merkittäviä vaikutuksia.

Toteutus

Kaava-alueen kuuluminen toteuttamisprojektiin

Kaava-alue kuuluu kaupunginkanslian Länsisataman toteuttamisprojektin alueelle.

Vaiheittain toteuttaminen ja kynnystoimet

Asemakaavoituksen yhteydessä on huolehdittu, että alueen rantarakenteet ja rakennushankkeet ovat toteutettavissa toisistaan riippumatta.

Ranta-alueiden käyttöturvallisuuden edellytyksenä on, että aallon voimaa vaimentavat rakenteet on riittävässä määrin toteutettu.

Toteuttamispolut, vaihtoehdot

Tavoitteena on aloittaa rakentaminen välittömästi asemakaavan vahvistuttua.

Rakentamiskelpoiseksi saattaminen

Kaupunki saattaa kaava-alueen rakentamiskelpoiseksi.

Rakentamisaikataulu

Rakentamisen aloittamisen on arvioitu olevan mahdollista alueella noin vuonna 2023.

Viitesuunnitelma

Alueelle on laadittu toteuttamista ohjaava viitesuunnitelma, joka on kaavaselostuksen liitteenä.

Suunnittelun lähtökohdat

Valtakunnalliset alueidenkäyttötavoitteet

Kaavaratkaisu vastaa valtakunnallisiin tavoitteisiin (valtioneuvoston päätös 14.12.2017). Näistä kaavaratkaisun valmistelussa on erityisesti painotettu seuraavia:

- luodaan edellytykset elinkeino- ja yritystoiminnan kehittämiseksi sekä väestökehityksen edellyttämälle riittävälle ja monipuoliselle asuntotuotannolle
- luodaan edellytykset vähähiiliselle ja resurssitehokkaalle yhdyskuntakehitykselle, joka tukeutuu ensisijaisesti olemassa olevaan rakenteeseen
- edistetään palvelujen, työpaikkojen ja vapaa-ajan alueiden hyvää saavutettavuutta eri väestöryhmien kannalta
- sijoitetaan merkittävät uudet asuin-, työpaikka- ja palvelutoimintojen alueet siten, että ne ovat joukkoliikenteen, kävelyn ja pyöräilyn kannalta hyvin saavutettavissa
- sijoitetaan uusi rakentaminen tulvavaara-alueiden ulkopuolelle tai varmistetaan tulvariskien hallinta muutoin
- ehkäistään melusta, tärinästä ja huonosta ilmanlaadusta aiheutuvia ympäristö- ja terveyshaittoja.

Tavoitteiden huomioon ottamista selostetaan tarkemmin kohdassa vaikutukset.

Kaavaratkaisu ei ole ristiriidassa valtakunnallisten alueidenkäyttötavoitteiden kanssa.

Maakuntakaava

Maakuntavaltuuston 25.8.2020 hyväksymässä Uusimaa-kaava 2050 -kokonaisuudessa suunnittelualue sijaitsee taajamatoimintojen kehittämisvyöhykkeen ja pääkaupunkiseudun ydinvyöhykkeen rajalla.

Maakuntavaltuuston 12.6.2018 hyväksymässä Uudenmaan 2. vaihemaakuntakaavassa suunnittelualue on valtakunnallisen keskuk-
sen keskustatoimintojen aluetta sekä tiivistettävää aluetta.

Yleiskaava

Alueella on voimassa Jätkäsaaren osayleiskaava (tullut voimaan 18.8.2006). Kaavaratkaisu on voimassa olevan Jätkäsaaren osayleiskaavan periaatteiden mukainen.

Osayleiskaavassa osa suunnittelualuetta on kerrostalovaltaista AK- aluetta, jolle saadaan rakentaa pääosin asuintaloja. Asema-
kaavassa asuinrakennusten alimpiin kerroksiin saa osoittaa palveluja, toimitiloja ja liiketiloja. Aluetta kehitetään lisäksi palvelujen,

virikistyksen ja asuinympäristöön soveltuvien toimitilojen ja alueelle tarpeellisten yhdyskuntateknisen huollon ja liikenteen käyttöön.

Helsingin maanalaisen yleiskaavan nro 12704 (tullut voimaan 19.8.2021) mukaan alue on keskustan maanalaisen kehittämisen kohdealuetta. Maanalaisessa yleiskaavassa ei ole tilavarauksia asemakaavan alueella. Nyt laadittu kaavaratkaisu on maanalaisen yleiskaavan mukainen.

Asemakaavat

Alueella on voimassa useita asemakaavoja vuosilta 1979, 2017 ja 2019. Osalla aluetta on voimassa asemakaava nro 8043 (vahvistettu 12.12.1979). Kaavan mukaan alue on merkitty satama-alueeksi ja vesialueeksi. Osalla aluetta on voimassa asemakaava nro 12351 (tullut voimaan 13.3.2017). Kaavan mukaan alue on merkitty katualueeksi.

Rakennusjärjestys

Helsingin kaupungin rakennusjärjestys on hyväksytty 22.9.2010.

Muut suunnitelmat ja päätökset

Kaupunginhallituksen elinkeinojaosto päätti 26.2.2018 varata ja 23.3.2020 jatkaa alueen varaamista Jätkäsaaresta Wasagroup Oy:lle liikunta ja toimitilahankkeen suunnittelua varten.

Pohjakartta

Helsingin kaupungin kaupunkimittaushuolto on laatinut pohjakartan.

Maanomistus

Helsingin kaupunki omistaa alueet.

Muut lähtökohdat

Selvitys alueen oloista, rakennuskannasta ja muista ympäristöominaisuuksista on kuvattu kaavaselostuksen kohdassa "Asemakaavan kuvaus" kunkin aiheen kohdalla.

Suunnittelu- ja käsittelyvaiheet

Vireilletulo

Kaavoitus on tullut vireille vuonna 2019.

Viranomaisyhteistyö

Kaavaratkaisun valmistelun yhteydessä on tehty yhteistyötä kaupunkiympäristön toimialan eri tahojen lisäksi seuraavien viranomaistahojen kanssa:

- Helsingin Satama
- kulttuurin ja vapaa-ajan toimiala
- Helsingin seudun liikenne -kuntayhtymä (HSL)
- Helsingin seudun ympäristöpalvelut (HSY) vesihuolto
- Traficom

Osallistumis- ja arviointisuunnitelman sekä kaavan valmisteluaineiston nähtävilläolo

Osallistuminen ja vuorovaikutus on järjestetty liitteenä olevan osallistumis- ja arviointisuunnitelman (OAS) mukaisesti.

Vireilletulosta ja OAS:n sekä valmisteluaineiston nähtävilläolosta on ilmoitettu osallisille kirjeillä ja verkkosivuilla www.hel.fi/kaupunkiymparisto/fi sekä lehti-ilmoituksella Ruoholahden sanomissa.

Osallistumis- ja arviointisuunnitelma sekä valmisteluaineistoa oli nähtävillä 3.6.–24.6.2019 seuraavissa paikoissa:

- Kaupunkiympäristön asiakaspalvelussa, Sörnäistenkatu 1
- Jätkäsaaren kirjastossa, Huutokonttorissa.
- verkkosivuilla www.hel.fi/suunnitelmat.

Asukastilaisuus pidettiin 18.6.2019 Huutokonttorissa.

Yhteenveto viranomaisten kannanotoista

Viranomaisten kannanotot kohdistuivat osallistumis- ja arviointisuunnitelmasta rajatun asemakaava-alueen ulkopuolelle.

Viranomaisten kannanotot osallistumis- ja arviointisuunnitelmasta sekä valmisteluaineistosta kohdistuivat osin osallistumis- ja arviointisuunnitelmasta nyt rajatun asemakaava-alueen ulkopuolelle. Asemakaava-aluetta koskevat kannanotot kohdistuivat rakentamisen laatuun ja maisemallisiin vaikutuksiin. Kannanotoissa esitetyt asiat on otettu huomioon kaavoitustyössä siten, että hankkeen suunnittelun edetessä on tarkasteltu maisemallisia vaikutuksia ja rakennuksen suhdetta ympäröivään rakentamiseen. Asemakaavassa on määriteltä rakennuksen eri osien ylimmät rakentamiskorkeudet sekä annettu määräys rakennusmateriaaleista.

Vastineet kannanottoihin on esitetty vuorovaikutusraportissa.

Yhteenveto mielipiteistä

Mielipiteet osallistumis- ja arviointisuunnitelmasta sekä valmisteluaineistosta kohdistuivat pysäköintiin, pyöräpysäköintiin, massoiteluun, julkisivujen ja toteutuksen laatuun, uimarannan toteutukseen, tuulisuuteen, rakennusten varjostavuuteen.

Kirjallisia mielipiteitä saapui 4 kpl.

Vastineet mielipiteisiin on esitetty vuorovaikutusraportissa.

Asemakaavaratkaisun eri vaihtoehdot

Asemakaava-alueen koon sekä hankkeen laajuuden vuoksi periaatteellisissa vaihtoehdoissa ei ollut alueellisesti merkittäviä vaihtoehtoja. Asemakaavan pohjaksi valittiin kaupunkikuvallisesti tälle paikalle sopivin vaihtoehto.

Valmisteluaineiston muut käsittelyvaiheet

Osallistumis- ja arviointisuunnitelmassa mukana olleet, nykyisen kaava-alueen ulkopuolelle jäävät alueet on erotettu omiksi asemakaavahankkeikseen. Valtamerilaiturin asemakaava nro 12655 on tullut voimaan 2.11.2021. Ahdinaltaan vesialueiden osalta tavoitteena on, että valmisteilla oleva asemakaava tulisi voimaan vuoteen 2024 mennessä.

Kaavaehdotuksen julkinen nähtävilläolo (MRL 65 §) 12.5.–10.6.2022

Kaavaehdotus esiteltiin kaupunkiympäristölautakunnalle 26.4.2022 ja lautakunta päätti 26.4.2022 asettaa kaavaehdotuksen nähtäville.

Kaavaehdotus oli julkisesti nähtävillä 30 päivän ajan.

Muistutukset

Kaavaehdotuksesta tehtiin kaksi muistutusta.

Muistutuksissa esitetyt huomautukset kohdistuivat lintujen turvallisuuteen ja toimintamahdollisuuksiin alueella, uimarannan viihtyisyyteen, rakennusten massoiteluun, korkeuteen ja varjostavuuteen, uimarannan palveluihin sekä viheralueisiin.

Viranomaisten lausunnot

Kaavaehdotuksesta saatiin viranomaisten lausuntoja sen ollessa julkisesti nähtävillä. Lausunnoissa esitetyt huomautukset kohdistuivat vesihuollon valmiusasteeseen alueella sekä meluntorjuntaan ja liikenteeseen.

Lausunnot saatiin seuraavilta tahoilta:

- Helen Sähköverkko Oy
- Helsingin seudun liikenne -kuntayhtymä (HSL)
- Helsingin seudun ympäristöpalvelut (HSY)
- Museovirasto
- Uudenmaan elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus (ELY-keskus)
- kulttuurin ja vapaa-ajan toimiala / kaupunginmuseo

Toimenpiteet julkisen nähtävilläolon jälkeen

Vuorovaikutusraportissa on esitetty yhteenvedot kaavaehdotuksesta saaduista muistutuksista, viranomaisten lausunnoista sekä vastineet niissä esitettyihin huomautuksiin.

Huomautuksissa esitetyt asiat on otettu huomioon, kaavan tavoitteet huomioon ottaen, tarkoituksenmukaisilta osin.

Kaavakartan merkintöihin tai määräyksiin tehdyt muutokset:

Muistutusten johdosta:

- Kaavakarttaan on lisätty määräys lintujen törmäysten todennäköisyyden vähentämiseksi.

Kaavakarttaan on tehty joitakin teknisluonteisia tarkistuksia:

- sanamuotoa on tarkistettu vastaamaan paremmin kaavan tavoitteita pysäköinnin poistoilman osalta
- sanamuotoa on tarkistettu vastaamaan paremmin kaavan tavoitteita alle kattojen käsittelyn osalta alle 40 metrin korkeudella.

Aineistoon tehdyt täydennykset:

- kaavaselistusta on täydennetty suunnittelu- ja käsittelyvaiheiden osalta
 - kaavaselistusta on päivitetty lintujen törmäämisen todennäköisyyden osalta muistutuksen johdosta
 - kaavaselistukseen on liitetty kartta tärkeistä lintualueista ja lintujen muuttoreiteistä muistutuksen johdosta
 - kaavaselistukseen on liitetty hankkeen ehdotus lasirakenteiden lintuturvallisuuden parantamiseksi muistutuksen johdosta
 - kaavaselistukseen on liitetty äänin- ja runkomeluserveys Uudenmaan elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskuksen lausunnon johdosta
 - kaavaselistusta on päivitetty liikenteen osalta Uudenmaan elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskuksen lausunnon johdosta
 - kaavaselistuksen yhteyshenkilölistaa on päivitetty.
 - kaavaselistuksen sisällysluetteloa on täydennetty mainittujen muutosten osalta.
-

Julkisen nähtävilläolon jälkeen tehdyistä muutoksista on neuvoteltu asianomaisten tahojen kanssa.

Kaavaehdotuksen esittäminen kaupunginhallitukselle

Kaupunkiympäristölautakunta esitti kaupunginhallitukselle 26.4.2022 päivätyn ja 25.10.2022 muutetun asemakaavan muutosehdotuksen nro 12750 hyväksymistä.

Helsingissä, 25.10.2022

Marja Piimies
asemakaavapäällikkö

Asemakaavan seurantalomake

Asemakaavan perustiedot ja yhteenveto

Kunta	091 Helsinki	Täyttämispvm	23.03.2022
Kaavan nimi	Jätkäsaaren Kirjo		
Hyväksymispvm		Ehdotuspvm	
Hyväksyjä		Vireilletulosta ilm. pvm	
Hyväksymispykälä		Kunnan kaavatunnus	
Generoitu kaavatunnus			
Kaava-alueen pinta-ala [ha]	0,4142	Uusi asemakaavan pinta-ala [ha]	
Maanalaisen tilojen pinta-ala [ha]		Asemakaavan muutoksen pinta-ala [ha]	0,4142

Ranta-asemakaava	Rantaviivan pituus [km]	
Rakennuspaikat [lkm]	Omarantaiset	Ei-omarantaiset
Lomarakennuspaikat [lkm]	Omarantaiset	Ei-omarantaiset

Aluevaraukset	Pinta-ala [ha]	Pinta-ala [%]	Kerrosala [k-m ²]	Tehokkuus [e]	Pinta-alan muut. [ha +/-]	Kerrosalan muut. [k-m ² +/-]
Yhteensä	0,4142	100,0	17170	4,15	0,0000	17170
A yhteensä						
P yhteensä						
Y yhteensä						
C yhteensä						
K yhteensä	0,3488	84,2	17000	4,87	0,3488	17000
T yhteensä						
V yhteensä						
R yhteensä						
L yhteensä	0,0654	15,8	170	0,26	-0,3366	170
E yhteensä						
S yhteensä						
M yhteensä						
W yhteensä					-0,0122	0

Maanalaiset tilat	Pinta-ala [ha]	Pinta-ala [%]	Kerrosala [k-m ²]	Pinta-alan muut. [ha +/-]	Kerrosalan muut. [k-m ² +/-]
Yhteensä					

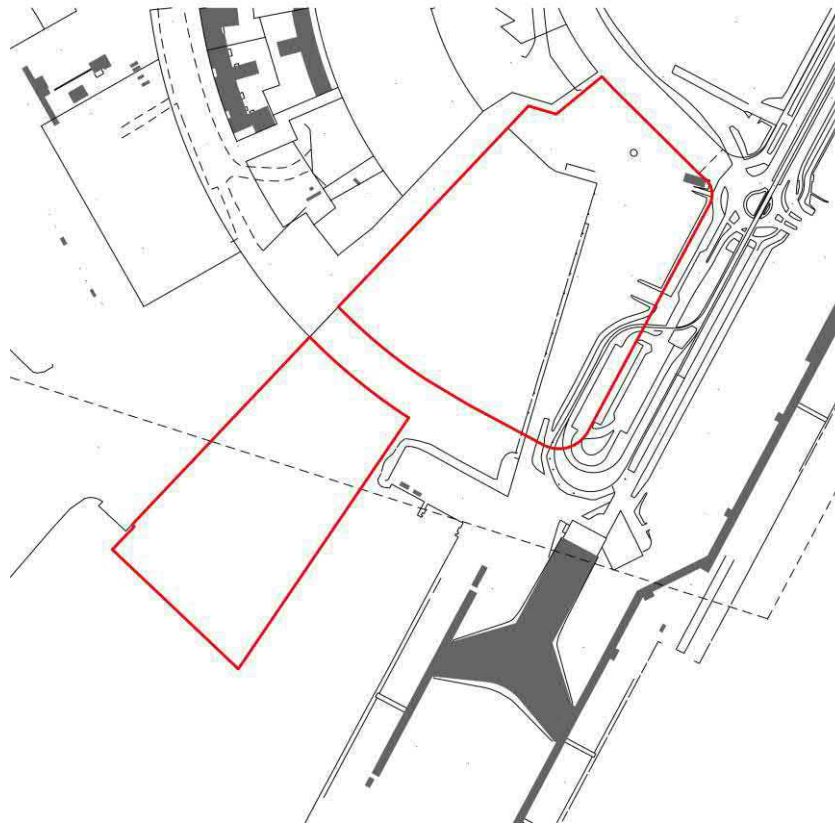
Rakennussuojelu	Suojellut rakennukset		Suojeltujen rakennusten muutos	
	[lkm]	[k-m ²]	[lkm +/-]	[k-m ² +/-]
Yhteensä				

Alamerkinnot

Aluevaraukset	Pinta-ala [ha]	Pinta-ala [%]	Kerrosala [k-m ²]	Tehokkuus [e]	Pinta-alan muut. [ha +/-]	Kerrosalan muut. [k-m ² +/-]
Yhteensä	0,4142	100,0	17170	4,15	0,0000	17170
A yhteensä						
P yhteensä						
Y yhteensä						
C yhteensä						
K yhteensä	0,3488	84,2	17000	4,87	0,3488	17000
KL-1	0,3488	100,0	17000	4,87	0,3488	17000
T yhteensä						
V yhteensä						
R yhteensä						
L yhteensä	0,0654	15,8	170	0,26	-0,3366	170
Kev.liik.kadut	0,0654	100,0	170	0,26	0,0654	170
LS					-0,4020	0
E yhteensä						
S yhteensä						
M yhteensä						
W yhteensä					-0,0122	0
W					-0,0122	0

AHDINALLAS, JÄTKÄSAARI, ASEMAKAAVAN MUUTOS**OSALLISTUMIS- JA ARVIOINTISUUNNITELMA**

Länsisatamankadun, Tyynenmerenkadun, Atlantinkadun ja Ahdinaltaaksi kutsutun merialueen sisään jäävälle alueelle suunnitellaan tapahtuma-areenaa, kylpylähotellia, liikuntatilaa ja kelluvaa meriuimalaa sekä yleinen uimaranta ja näihin liittyviä tukitoimintoja. Atlantinsillan eteläpuolelle Melkinlaiturin varteen suunnitellaan uusi vesibussilaituri. Hankkeen lähtökohdista keskustellaan Jätkäsaaren Huutokonttorissa 18. kesäkuuta.

Suunnittelun tavoitteet ja alue

Asemakaavan muutos koskee 20. kaupunginosan (Länsisatama, Jätkäsaari) satama-alueita ja vesialuetta. Tavoitteena on mahdollistaa Hyväntoivonpuiston päätteellä olevan Ahdinaltaan alueen kehittäminen

seudullisesti merkittäväksi urheilu-, kulttuuri- ja virkistystoimintojen alueeksi. Alueelle suunnitellaan tapahtuma-areenaa, kylpylähotellia, liikunta-tiloja pallopeleille ja kelluvaa meriuimalaa sekä yleinen uimaranta ja näihin liittyviä tukitoimintoja. Lisäksi Atlantinsillan eteläpuolelle suunnitellaan uusi vesibussilaituri, joka toimii samalla Ahdinaltaan aaltoilua hillitsevänä rakenteena.

Osallistuminen ja aineistot

Asukastilaisuus pidetään Huutokonttorissa (Tyynenmerenkatu 1) 18.6.2019 klo 17–18.

Osallistumis- ja arviointisuunnitelma ja kaavan valmisteluaineistoa (ideasuunnitelmia) on esillä 3.6.–28.6.2019 seuraavissa paikoissa:

- Jätkäsaaren kirjastossa, Huutokonttorissa, Tyynenmerenkatu 1
- verkkosivuilla www.hel.fi/suunnitelmat.

Aineistoon voi käydä tutustumassa Kaupunkiympäristön asiakaspalvelussa (käyntiosoite Sörnäistenkatu 1, ala-aula, avoinna ma–to klo 9–16, pe 10–15), jossa saa henkilökohtaista neuvontaa. Suunnitteluun liittyvää aineistoa päivitetään Helsingin karttapalveluun kartta.hel.fi/suunnitelmat.

Mielipiteet osallistumis- ja arviointisuunnitelmasta sekä valmisteluaineistosta pyydetään esittämään **viimeistään 28.6.2019**. Niille, jotka ovat mielipiteen yhteydessä ilmoittaneet sähköposti- tai postiosoitteensa, lähetetään tieto lautakunnan päätöksestä.

Kirjalliset mielipiteet lähetetään osoitteeseen Helsingin kaupunki, Kirjaamo, PL 10, 00099 HELSINGIN KAUPUNKI, (käyntiosoite: Kaupungintalo, Pohjoisesplanadi 11–13, avoinna arkisin ma–pe klo 8.15–16) tai sähköpostilla helsinki.kirjaamo@hel.fi.

Mielipiteet voi esittää myös suoraan suunnittelijalle. Tapaamisaika tulee sopia etukäteen. Viranomaisille ja muille asiantuntijoille järjestetään erillinen neuvottelu ja heiltä pyydetään tarvittavat lausunnot.

Kun mielipiteet on saatu, suunnittelu etenee ja laaditaan kaavaehdotus. Kaavoituksen etenemisen vaiheet ja osallistumismahdollisuudet on kuvattu viimeisellä sivulla.

Osalliset

Alueen suunnittelussa osallisia ovat:

- alueen ja lähialueiden maanomistajat, asukkaat ja yritykset
 - seurat ja yhdistykset, ym.
 - Jätkäsaari-seura ry
 - Eteläiset kaupunginosat ry
 - Lauttasaari-Seura
 - Hernesaari-seura ry
-

- Pro Eira ry
- Punavuoriseura ry
- Töölö-Seura ry
- Töölön kaupunginosat – Töölö ry
- Elävän musiikin yhdistys ELMU ry
- Helsingin luonnonsuojeluyhdistys ry
- Helsingin seudun kauppakamari
- Invalidiliitto ry
- Kynnys ry Helsinki
- Visit Finland
- Helsinki Marketing
- Rakennustaiteen Seura ry
- Suomen arkkitehtiliitto SAFA ry
- Helsingin Yrittäjät
- asiantuntijaviranomaiset
 - Helen Oy
 - Helen Sähköverkko Oy
 - Helsingin Satama Oy
 - Helsingin seudun liikenne -kuntayhtymä (HSL)
 - Helsingin seudun ympäristöpalvelut (HSY) vesihuolto
 - Puolustusvoimat Pääesikunta
 - Kaartin Jääkäriyrykmentti
 - Helsingin poliisilaitos
 - Liikenne- ja viestintävirasto Traficom / ilmailu ja merenkulku
 - Rajavartiolaitoksen esikunta
 - Tulli
 - Suomenlahden merivartioston esikunta
 - kulttuurin ja vapaa-ajan toimiala
 - kasvatuksen ja koulutuksen toimiala

Vaikutusten arviointi

Kaavan valmistelun yhteydessä arvioidaan kaavan toteuttamisen vaikutuksia muun muassa ihmisten elinoloihin, elinympäristöön, kaupunkikuvaan, virkistykseen, maisemaan ja liikenteeseen, ja laaditaan tarvittavat selvitykset kaavaratkaisun merkittävien vaikutusten arvioimiseksi. Vaikutusten arviointia suorittavat kaavan valmisteluun osallistuvat kaupungin asiantuntijat sekä tarvittaessa muut viranomaiset ja osalliset.

Suunnittelun taustatietoa

Helsingin kaupunki omistaa maa- ja vesialueet. Kaavoitus on tullut viireille kaupungin aloitteesta.

Alueella on voimassa useita asemakaavoja (vuosilta 1979 ja 2019). Asemakaavoissa alue on merkitty satama- ja vesialueeksi.

Voimassa olevassa osayleiskaavassa alue on merkitty satama- ja työpaikka alueeksi (LS/TP) ja satama-alueeksi (LS).

Suunnittelualueita koskevia päätöksiä:

- Alueen varaaminen Royal Areena Oy:lle HEL 2017-010178 (Kaupunginhallituksen elinkeinojaosto 27.11.2017)
- Alueen varaaminen Jätkäsaaresta kelluvan uimalan ja liiketoimintojen suunnittelua varten HEL 2017-012938 (Kaupunginhallituksen elinkeinojaosto 26.2.2018)
- Alueen varaaminen Jätkäsaaresta liikuntakeskuksen suunnittelua varten HEL 2017-012959 (Kaupunginhallituksen elinkeinojaosto 26.2.2018)

Suunnittelualueita koskevia suunnitelmia:

- Ahdinaltaan pohjarakennussuunnitelma, (Ramboll, 2019)

Tontilla sijaitsee nykyisin matkustajasatamatoimintoja tukevaa liikenne- ja pysäköintialuetta. Alueen esirakentaminen on käynnistynyt.

Lisätiedot suunnittelijoilta

Maankäyttö

Teo Tammivuori, arkkitehti, p. (09) 310 21192,
teo.tammivuori@hel.fi

Liikenne

Teemu Vuohtoniemi, liikenneinsinööri, p. (09) 310 37490,
teemu.vuohtoniemi@hel.fi

Teknistoloudelliset asiat

Helena Färkkilä-Korjus, diplomi-insinööri, p. (09) 310 37325,
helena.farkkila-korjus@hel.fi

Julkiset ulkotilat, maisema

Jouni Heinänen, tiimipäällikkö, p. (09) 310 37257,
jouni.heinänen@hel.fi

Vuorovaikutus

Juha-Pekka Turunen, vuorovaikutussuunnittelija, p. (09) 310 37403,
juha-pekka.turunen@hel.fi



Kaupunkisuunnittelua voi seurata Suunnitelmavahti-palvelun avulla (www.hel.fi/suunnitelmavahti) sekä sosiaalisen median kanavissa (facebook.com/helsinkikaupunkiymparisto ja twitter.com/helsinkikymp).

Helsingissä 22.5.2019

Matti Kaijansinkko
tiimipäällikkö

Kaavoituksen eteneminen

Vireilletulo

- kaavoitus on tullut vireille vuonna 2019 kaupungin aloitteesta
- suunnittelusta on tiedotettu vuoden 2019 kaavoituskatsauksessa



OAS

- OAS ja muuta aineistoa nähtävillä 3.6.–28.6.2019, asukastilaisuus 18.6.2019 Jätkäsaaren kirjastossa, Huutokonttorissa
- nähtävilläolosta ilmoitetaan kirjeillä, verkkosivuilla www.hel.fi/suunnitelmat ja Ruoholahden Sanomissa
- mahdollisuus esittää mielipiteitä



Ehdotus

- kaavaehdotus esitellään lautakunnalle arviolta syksyllä 2019
- kaavan valmistelun aikana saatuihin huomautuksiin vastataan vuorovaikutusraportissa, joka löytyy karttapalvelusta kartta.hel.fi/suunnitelmat
- lautakunnan päätöksistä lähetetään tieto niille, jotka ovat mielipiteen tai muistutuksen yhteydessä ilmoittaneet sähköposti- tai postiosoitteensa
- kaavaehdotuksen julkisesta nähtävilläolosta ilmoitetaan verkkosivuilla www.hel.fi/kaavakuu-lutukset
- mahdollisuus tehdä muistutus, viranomaisilta pyydetään lausunnot
- muistutukset ja lausunnot käsitellään lautakunnassa



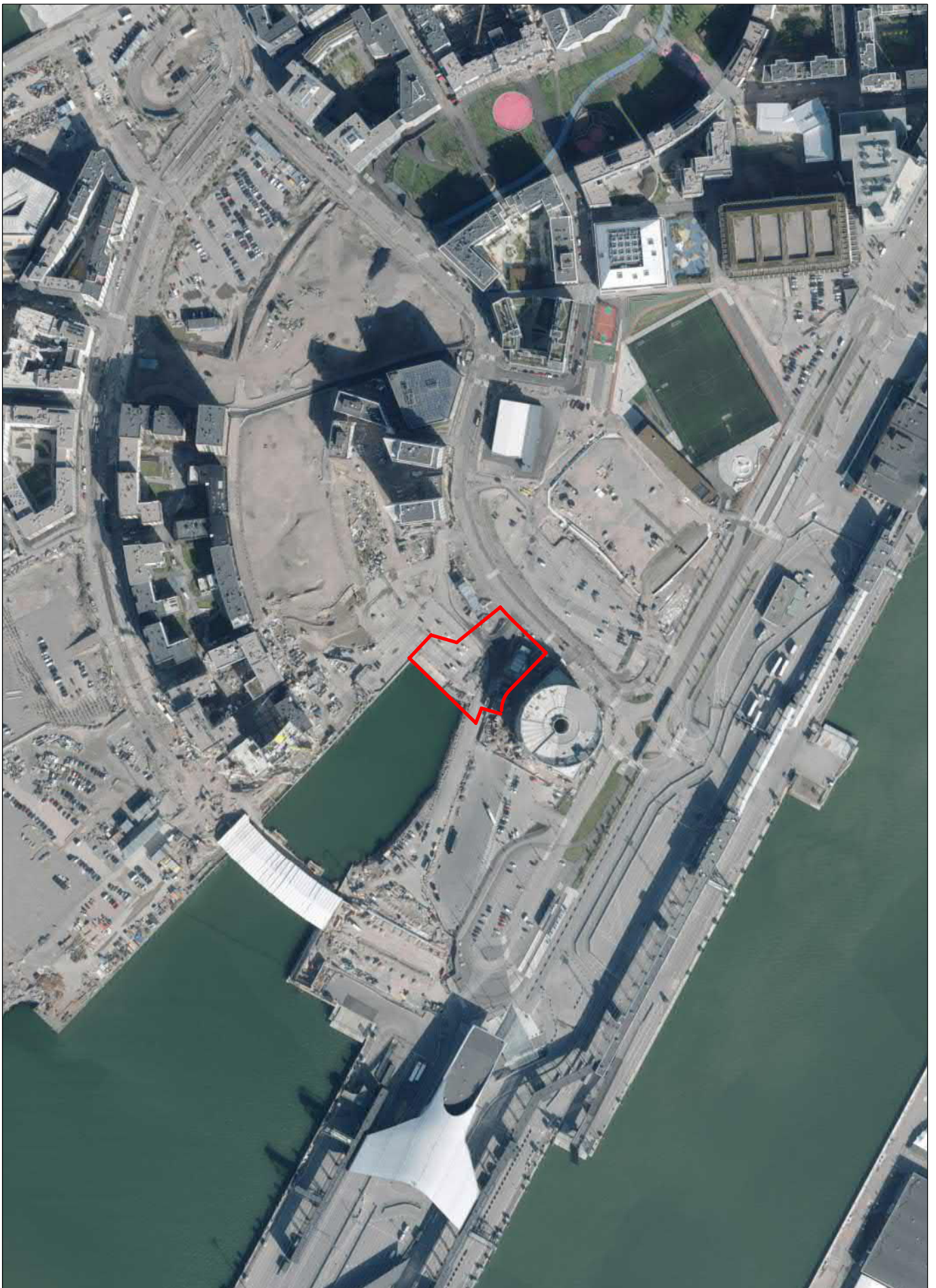
Hyväksyminen

- kaupunginhallitus käsittelee kaavaehdotuksen
 - kaupunginvaltuusto hyväksyy kaavan
 - tieto kaavan hyväksymistä koskevasta päätöksestä lähetetään niille, jotka ovat sitä kirjallisesti pyytäneet kaavaehdotuksen julkisen nähtävilläolon aikana
 - hyväksymispäätöksestä voi valittaa Helsingin hallinto-oikeuteen ja edelleen korkeimpaan hallinto-oikeuteen
 - kaava tulee voimaan, jos hyväksymispäätöksestä ei ole valitettu tai valitukset on hylätty.
-



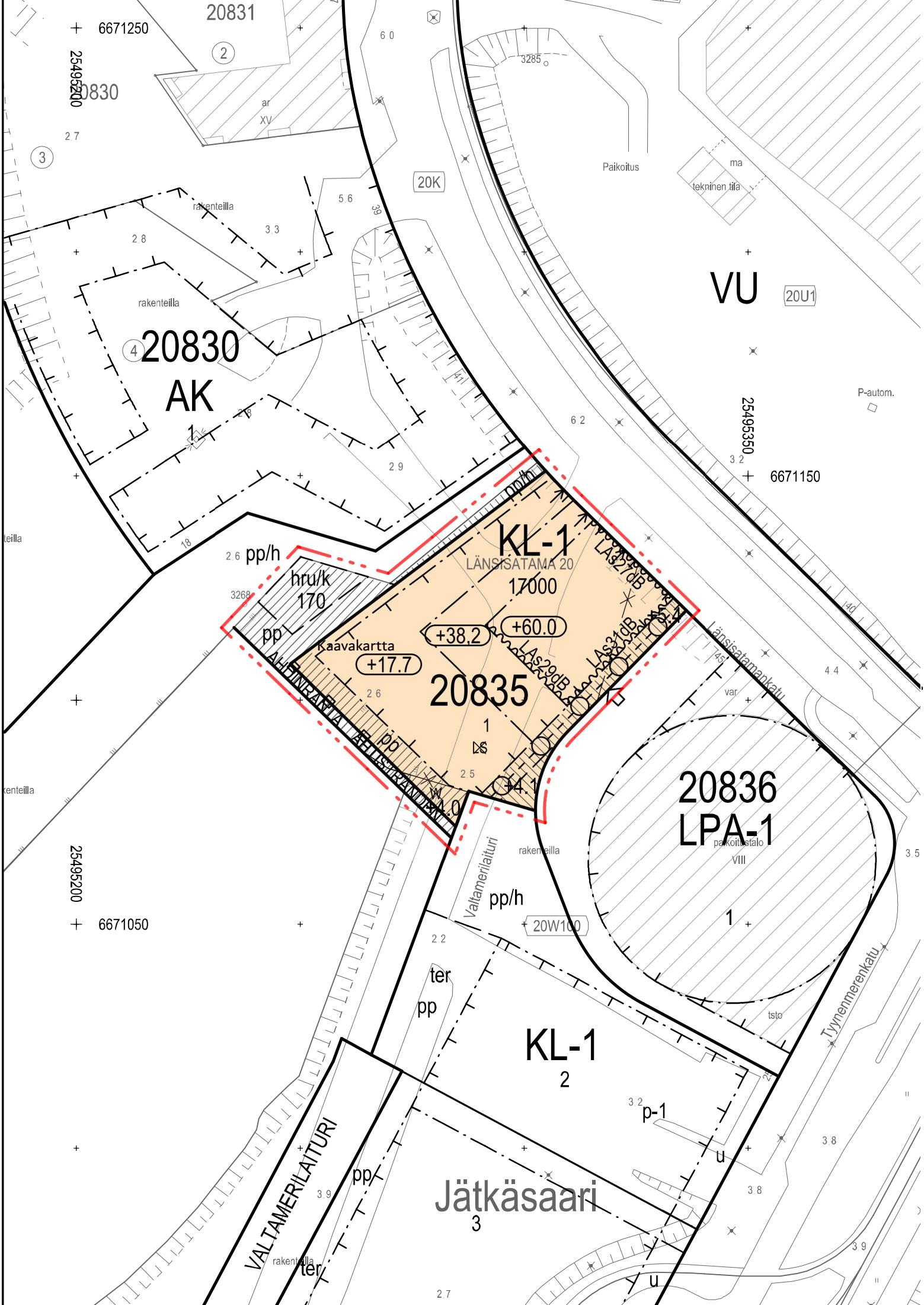
Sijaintikartta
 Jätkäsaaren Kirjo
 Asemakaavan muutos

Helsingin kaupunki
 Asemakaavoitus
 Eteläinen alueyksikkö
 Länsisatama-Kalasadama -tiimi



Ilmakuva
Jätkäsaaren Kirjo
Asemakaavan muutos

Helsingin kaupunki
Asemakaavoitus
Eteläinen alueyksikkö
Länsisatama-Kalasadama -tiimi



20831

+ 6671250

25495200

20830

3

20830
AK

20K

VU

20U1

25495350

+ 6671150

KL-1

LÄNSISATAMA 20
17000

+38.2

+60.0

Kaavakartta
+17.7

20835

20836
LPA-1

25495200

+ 6671050

Valtamerilaituri

20W100

KL-1

2

Jätkäsaari

3

VALTAMERILAITURI

Tyyneenmerenkatu

2.7

ASEMAKAAVAMERKINNÄT JA -MÄÄRÄYKSET

KL-1

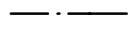
Liikerakennusten korttelialue. Korttelialueelle saa lisäksi sijoittaa palvelutiloja kulttuuri-, liikunta- ja vapaa-ajan toimintaa varten, julkisia palveluja, myymälä-, kahvila-, ravintola-, opetus-, kokoontumis- sekä hotellitiloja.



2 m kaava-alueen rajan ulkopuolella oleva viiva.



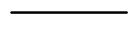
Korttelin, korttelinosan ja alueen raja.



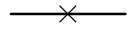
Osa-alueen raja.



Ohjeellinen alueen tai osa-alueen raja.



Ohjeellinen tontin raja.



Risti merkinnän päällä osoittaa merkinnän poistamista.

20835

Korttelin numero.

1

Ohjeellinen tontin numero.

AHDINRANTA

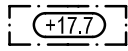
Kadun, katuaukion tai puiston nimi.

17000

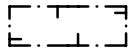
Rakennusoikeus kerrosalaneliömetreinä.

+4.0

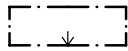
Maanpinnan likimääräinen korkeusasema.



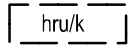
Rakennuksen vesikaton ylimmän kohdan korkeusasema.



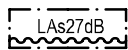
Rakennusala.



Nuoli osoittaa rakennusalan sivun, johon rakennus on rakennettava kiinni.



Uimarannan huoltorakennuksen rakennusala. Rakennukseen saa sijoittaa liikunta- ja vapaa-ajan palveluita sekä kioskin tai kahvilan. Sijainti ohjeellinen.



Merkintä osoittaa rakennusalan sivun, jonka puoleisen rakennuksen ulkovaipan äänitaseroetus laivamelua vastaan on majoitustilojen osalta oltava vähintään lukeman osoittamalla tasolla.



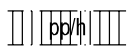
Yleiselle jalankululle varattu alueen osa.



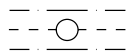
Yleiselle jalankululle ja polkupyöräilylle varattu alueen osa.



Yleiselle jalankululle ja polkupyöräilylle varattu alueen osa. Sijainti ohjeellinen.



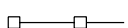
Yleiselle jalankululle ja polkupyöräilylle varattu alueen osa, jolla huoltoajo on sallittu.



Maanalaista johtoa varten varattu alueen osa.



Ajoneuvoliittymän likimääräinen sijainti.



Tukimuuri.

RAKENNUSOIKEUS JA TILOJEN KÄYTTÖ:

Liiketilat saa toteuttaa liike-, toimisto-, työ- ja/tai palvelutilana. Vähintään yksi liiketila tontilla on varustettava rasvanerottelu- ja katon ylimmän tason yläpuolelle johdettavalla paloeristetyllä poistoilmahormilla.

Tontille ei saa rakentaa päivittäistavarakauppaa.

KAUPUNKIKUVA JA RAKENTAMINEN:

Maantasokerroksen julkisivu ei saa antaa umpinaista vaikutelmaa.

Rakennusten pääasiallinen julkisivumateriaali tulee olla lasi, metalli tai puu.

Liiketiloihin tulee olla esteetön sisäänkäynti kadulta.

Mainoslaitteet tulee integroida rakennusten ulkoarkkitehtuuriin.

Mainoslaitteiden grafiikan tulee olla yhtenäistä ja soveltua rakennuksen ulkoarkkitehtuuriin.

Ilmanvaihtokonehuoneet ja muut tekniset tilat tulee integroida rakennukseen eikä niitä saa sijoittaa katolle erillisin rakennusosiin.

Muuntamot tulee sijoittaa korttelialueille integroituna rakennuksiin.

Korttelialueiden kadun varrelle sijoittuville tonteille tulee varata kullekin yksi kadun suuntaan avautuva ovellinen tila yhdyskuntateknisen huollon jakokaappeja varten. Vähintään 1,2 m syvässä, 1,8 m leveässä ja 2,2 m korkeassa kadun suuntaan avautuvassa, ovellisessa tilassa ei saa olla alapohjaa. Tilan tulee mahdollistaa putkivedot vähintään 1 m kadunpinnan tason alapuolelta.

Jätteen putkikeräysjärjestelmän keräyspisteet tulee sijoittaa integroituna rakennuksiin.

Jätehuoneet tulee sijoittaa rakennuksiin.

Kadunpuoleiset ulko-ovet on suunniteltava vähintään 0,9 metrin syvennykseen.

Rakennus sekä rakennuksen ja tontin yöaikainen valaistus tulee suunnitella siten, että lintujen törmäämisen todennäköisyyttä heijastaviin tai läpinäkyviin rakennusosiin vähennetään.

PIHAT JA ULKOALUEET:

Rakentamattomat tontin osat, joita ei käytetä oleskelu-alueina tai kulkuteinä on istutettava.

Suuret tasoerot tulee rakentaa terassein, joihin liittyy istutuksia. Tukimuurien on oltava luonnonkivipintaisia tai paikalla valettuja.

Tontteja ei saa aidata.

YMPÄRISTÖTEKNIikka:

Maaperän pilaantuneisuus ja puhdistustarve on selvitetävä ennen rakentamiseen ryhtymistä ja tarvittaessa maaperä on puhdistettava ennen alueen ottamista kaavan käyttötarkoitukseen.

Maanalaisten pysäköintitilojen poistoilma tulee johtaa rakennuksen ylimmän katon yläpuolelle.

RAKENNETTAVUUS:

Suunnittelussa erityistä huomiota on kiinnitettävä ilmastolojen asettamiin vaatimuksiin rakennustekniikalle. Julkisivut tulee suunnitella 'Merellisten olosuhteiden vaikutus rakennusten julkisivuille'-selvityksen periaatteiden mukaisesti.

Ennen ranta-alueiden alle +3.8 tasolla olevien kulkuyhteyksien käyttöönottoa tulee rakentaa aallokkoa vaimentavat rakenteet sekä varmistaa niiden toimivuus.

Rakentamisessa on huomioitava meriveden korkeuden ja aaltoilun yhteisvaikutukset.

Rakennukset ja alueet tulee perustaa siten, että rantamuurit voidaan kaivaa esiin avokaivannossa ja korjata rakennusten perusteiden vaurioitumatta. Tontin puolelle tulee rannan suuntaan toteuttaa tukiseinärakenne.

Rakennusten ja yleisten alueiden perustusrakenteiden suunnitelmat tulee yhteensovittaa ja toteuttaa toisistaan riippumattomiksi.

Rantarakenteiden tukirakenteita saa rakentaa korttelialueelle.

Rantarakenteisiin tulee järjestää varaukset yhdyskuntatekniikan johdoille kelluvaa rakennusta varten.

ILMASTONMUUTOS HILLINTÄ JA SOPEUTUMINEN

Alle 40 m korkeudella rakennusten kattopinta-ala on toteutettava pääosin viherkattona tai kattopuutarhana niiltä osin, joilla ei ole aurinkokeräimiä.

Katolle sijoitettavien välttämättömien teknisten laitteiden tulee sopia rakennuksen arkkitehtuuriin ja ne tulee suunnitella luontevaksi osaksi viherkattoa.

Uusiutuvan energian tuotantoon tarvittavien teknisten laitteistojen integroiminen rakennuksiin on sallittua.

Rakennusten energiaomavaraisuustavoite on vähintään 15 % kokonaiskulutuksesta.

LIIKENNE JA PYSÄKÖINTI:

Ajoyhteydet maanalaiseen pysäköintilaitokseen tulee järjestää rakennusten kautta.

Tonttien autopaikkamääräykset:

Autopaikkojen määrät ovat:

- Toimistot, enintään 1 ap / 150 k-m²
- Myymälät ja ravintolat enintään 1 ap / 90 k-m²
- Liikuntahalli enintään 1 ap / 35 k-m²
- Hotellit enintään 1 ap / 220 k-m²

Autopaikat tulee sijoittaa pysäköintilaitokseen tai maanalaisiin pysäköintitiloihin.

Tonttien polkupyöräpaikkojen määräykset:

- Toimistot, vähintään 1 pp / 50 k-m²
- Myymälät vähintään 1 pp / 40 k-m²
- Liikuntahalli vähintään 1 pp / 150 k-m²
- Hotelli vähintään 1 pp / 3 työntekijää
- Kadunvarsiliiketilat ja ravintolat 1 pp / 15 asiakaspaikkaa sekä 1 pp / 3 työntekijää.

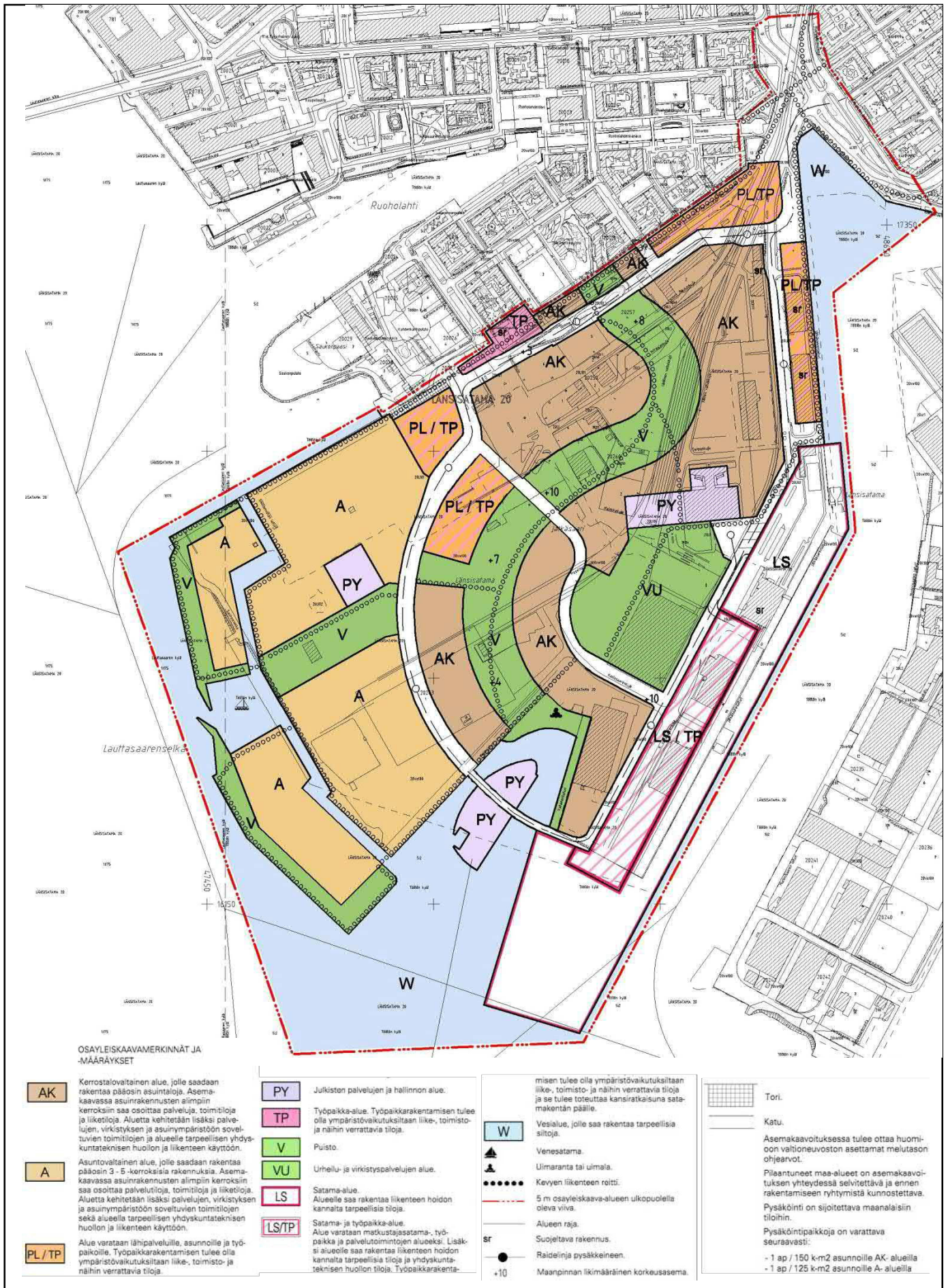
Ulkotiloissa sijaitseville polkupyöräpaikoille tulee olla runkolukitusmahdollisuus.

Tällä asemakaava-alueella korttelialueelle on laadittava erillinen tonttijako.



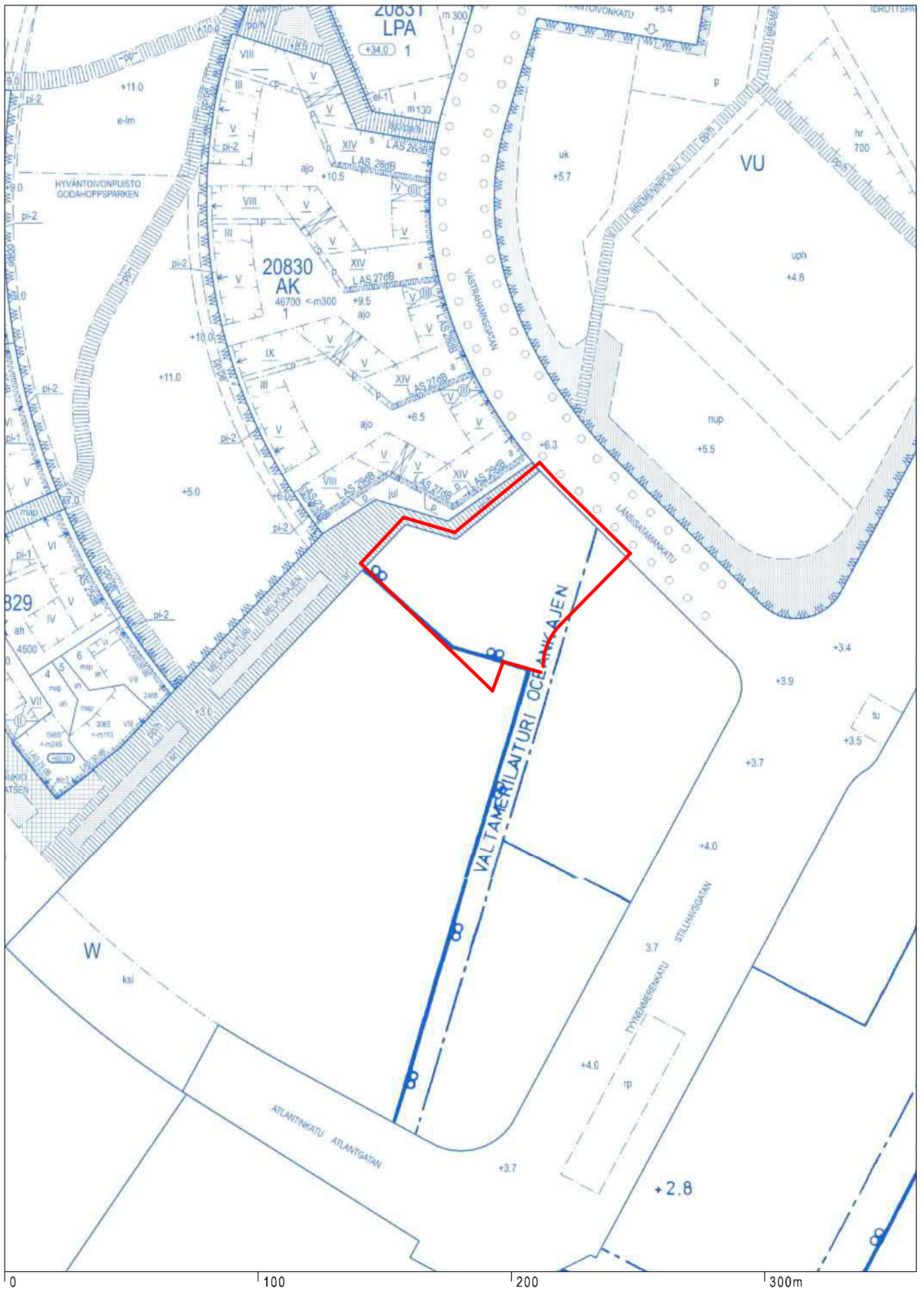
Havainnekuva
Jätkäsaaren Kirjo
Asemakaavan muutos

Helsingin kaupunki
Asemakaavoitus
Eteläinen alueyksikkö
Länsisatama-Kalasadama -tiimi



Ote Jätkäsaaren osayleiskaavasta
Jätkäsaaren Kirjo
Asemakaavan muutos

Helsingin kaupunki
Asemakaavoitus
Eteläinen alueyksikkö
Länsisatama-Kalasadama -tiimi



Ote ajantasa-asemakaavasta
 Jätkäsaaren Kirjo
 Asemakaavan muutos

Helsingin kaupunki
 Asemakaavoitus
 Eteläinen alueyksikkö
 Länsisatama-Kalasadama -tiimi



Ahdinaltaan julkisten ulkotilojen yleissuunnitelma

Helsingin kaupunki

13.1.2022

SISÄLLYS

JOHDANTO	3
Työn lähtökohdat ja tavoitteet	3
Tarkastelu- ja suunnittelun alueen sijainti	4
Suunnittelun alueen liittyminen ympäristöön	5
AHDINALTAAN JULKISTEN UKOTILOJEN YLEISSUUNNITELMA	7
Yleissuunnitelman asemapiirros	7
Alueelle saapuminen ja reitit	8
Pintamateriaalien periaatteet	9
Kasvillisuuden periaatteet	9
Kalusteiden periaatteet	9
Periaateleikkaukset	10
Valaistuksen periaatteet	13
Havainnekuvat	16
Lähteet	20

Johdanto

Työn lähtökohdat ja tavoitteet

Suunnittelualue sijoittuu Jätkäsaareen Ahdinaltaan ympäristöön. Ahdinaltaan alue rakennetaan viimeisten Jätkäsaaren alueiden joukossa 2020-luvulla Melkinlaiturin yhteyteen, Hyväntoivonpuiston päätteeksi, lähelle Länsisatamaa. Alueelle on tulossa toimitiloja sekä urheilu-, kulttuuri- ja vapaa-ajan palveluita.

Ahdinaltaan ympäristön ranta-alueiden julkisten ulkotilojen yleissuunnitelma on tehty alueen esirakentamisen yleissuunnitelman ja asemakaavoituksen yhteydessä. Raportti tuottaa lähtötietoja ja lähtökohtia Ahdinaltaan kaava-alueiden tarkempaan suunnitteluun. Toimeksiannon aikana Ahdinaltaan suunnittelualueen asemakaavoista Kirjon ja Ahdinaltaan asemakaavat ovat vielä valmisteilla. Valtamerilaiturin asemakaava hyväksyttiin työn aikana kaupunginvaltuustossa 8.9.2021.

Työn tavoitteena on tarkastella ranta-alueita kokonaisuutena ja yhteensovittaa suunnittelualueeseen rajautuvat katu- ja rakennussuunnitelmat sekä tonttien hankkeiden suunnitelmat. Työ määrittelee julkisten ulkotilojen tilallisen luonteen, korot, reitistön, materiaalien ja kasvillisuuden periaatteet sekä liittymisen rajautuviin suunnitelmiin. Valaistuksen periaatteet esittelevät alueen yleisvalaistuksen laadun ja mittakaavan sekä alustavat pylväs- ja valaisintyyppit.

Ahdinaltaan rannasta rakentuu keskeinen merellinen rantapromenadi sekä toimintojen ja palveluiden solmukohta Jätkäsaareen.

Kustannusarvio on esitetty raportissa Ahdinaltaan ympäristön ja Valtamerilaiturin asemakaavat, Esi- ja rantarakentamisen yleissuunnitelma (Ramboll 2021).

Työn ohjausryhmä Helsingin kaupungilla

Jarkko Nyman, Tek
Teo Tammivuori, Aska
Paula Hurme, Kamu
Petra Rantalainen, Kamu
Katariina Hämäläinen, Like
Teemu Vuohtoniemi, Like
Kalle Rantala, Make
Kati Immonen, Tek

Ramboll Finland Oy:n työryhmä

Julkisten ulkotilojen yleissuunnitelman työryhmä:

Lauri Axelsson, maisemasuunnittelu, maisema-arkkitehti
Tuulikki Peltomäki, maisemasuunnittelu, maisema-arkkitehti
Laura Kämäräinen, visualisointi, rakennusarkkitehti
Simo Suomalainen, valaistussuunnittelu, maisema-arkkitehti

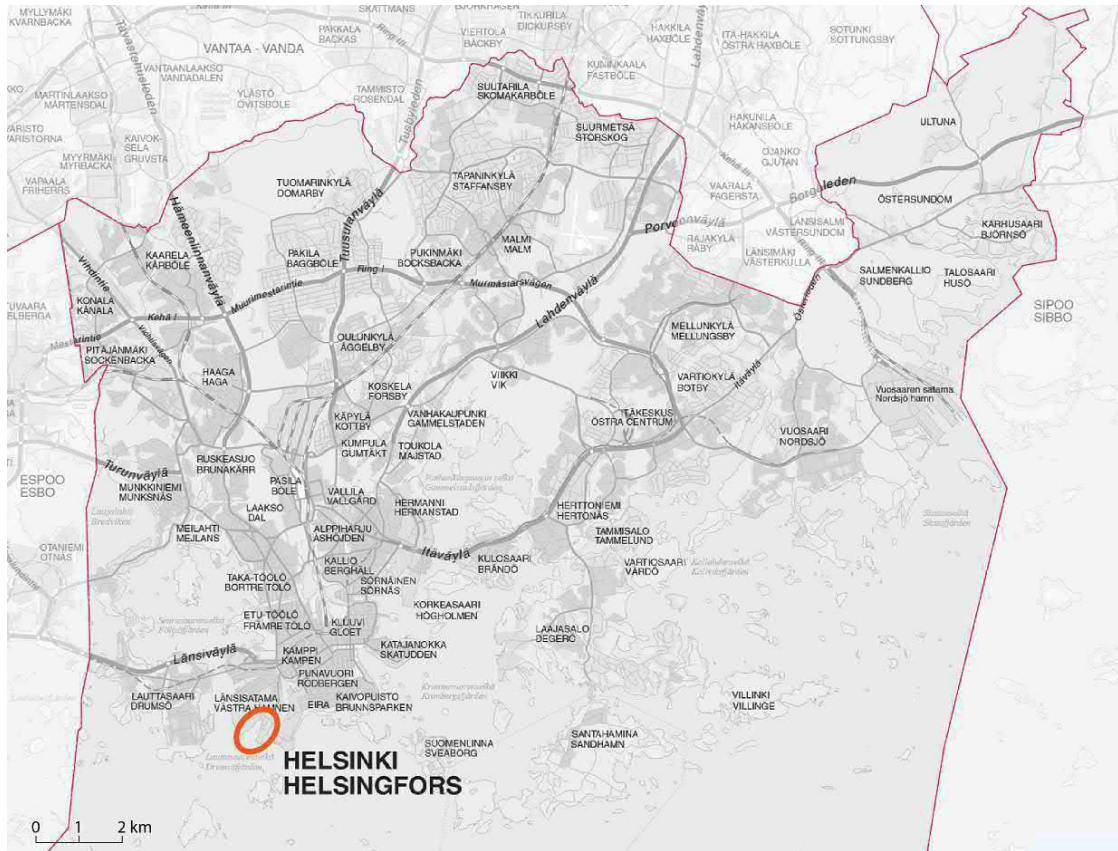
Esirakentamisen työryhmä:

Outi Kettunen, geotekniikka
Tommy Nyman, geotekniikka
Jenni Hooli, geotekniikka

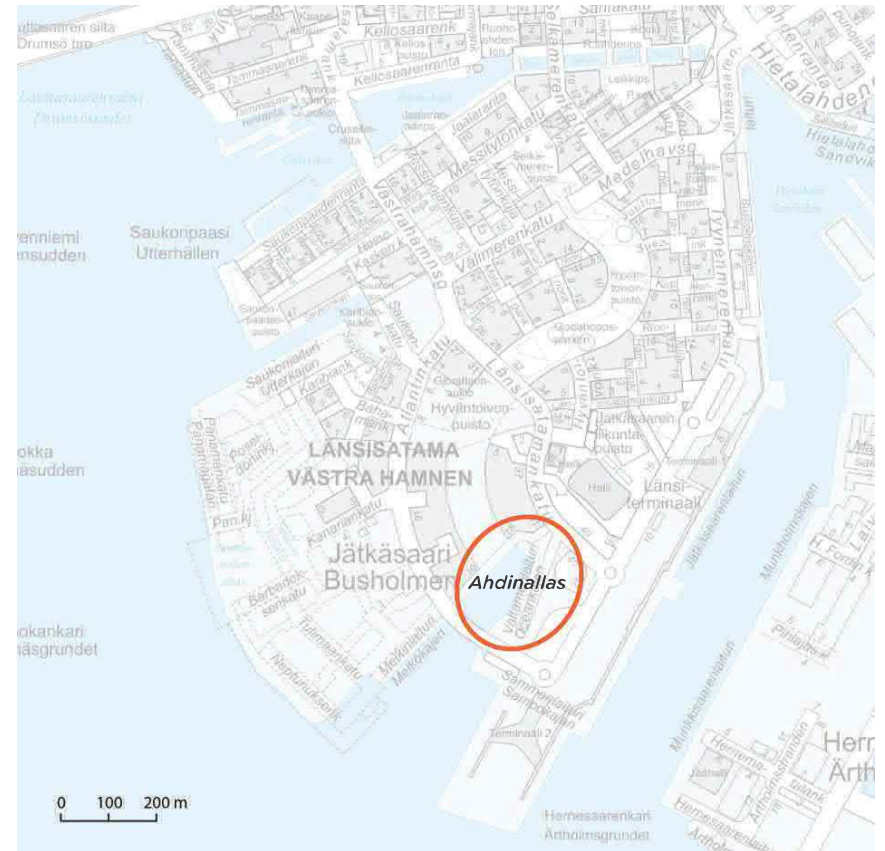
Ahdinaltaan rannasta rakentuu keskeinen merellinen rantapromenadi sekä toimintojen ja palveluiden solmukohta Jätkäsaareen.

Kaikki kuvat Ramboll, jos ei toisin mainita.

Suunnittelualan sijainti



Taustakartta: Helsingin kaupunki



Suunnittelualueen liittyminen ympäristöön



Ahdinallas osana Jätkäsaaren rantoja

- Nykyinen/Säilyvä rantamuri
- Uusi rantamuri
- Uusi kiviluiskattu ranta
- Uudet rannan istuskeluportaat
- Rantapuisto
- Rantareitti
- Muut pääkävelyreitit
- Oleskelu veden äärellä
- Huvivenesatama
- Matkustajasatama, yksityisalue
- Vanhat/Suojellut rakennukset
- Rakennukset, nykyiset ja suunnitellut
- Nykyiset palvelut rannassa
- Suunnitellut palvelut rannassa

Ahdinaltaan ympäristöön on suunnitteilla useita kaupallisia palveluja, joten alueesta tulee merkittävä toimintojen ja palvelujen solmukohta. Ahdinaltaan rannat ovat osa Helsingin rantareittiä.

Suunnitelma mahdollistaa veden äärellä oleskelun sekä yhtenäiset, jatkuvat ja esteettömät reitit Ahdinaltaan ympäri.

0 100 200 m



Ahdinaltaan julkisten ulkotilojen yleissuunnitelma

Yleissuunnitelman asemapiirros

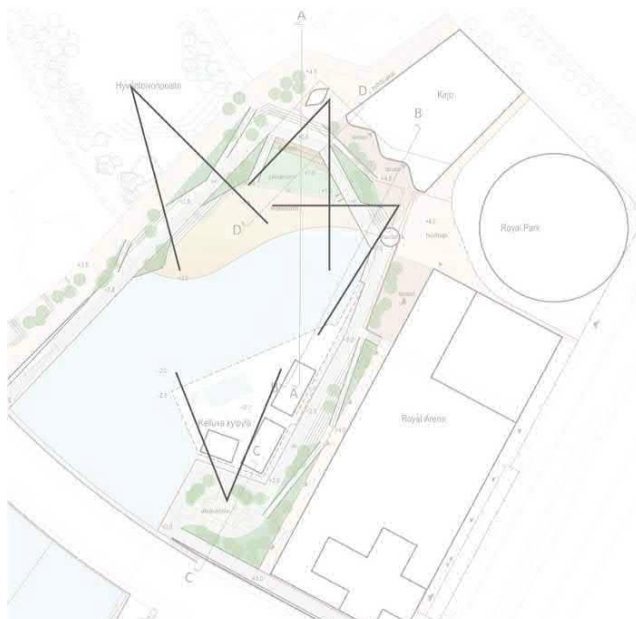
Ahdinaltaan julkiset ulkotilat muodostavat vehreän ja merellisen ranta-alueen entisen satama-altaan ympäristöön. Ranta-alue tarjoaa useita pysähtymis- ja oleskelupaikkoja, toimintoja sekä jalankulun esteettömiä reittejä. Hiekkaranta, nurmialue ja puutasot mahdollistavat monipuolisen oleskelun veden äärellä. Istutussaarekkeet puuryhmineen suojaavat kulkijoita meren tuuilta ja tuovat vehreyttä kaupunkirakenteellisesti tärkeään Hyväntoivonpuiston päätepisteeseen. Suunnitelman eteläosassa alatasen ranta-aukiolla on ulkokuntoilualue, jonne voi pysähtyä kuntoilemaan rantareitillä kulkiessaan.



Ahdinaltaan julkisten ulkotilojen yleissuunnitelman asemapiirros

Alueelle saapuminen ja reitit

Ahdinaltaan julkisten ulkotilojen reitistön runkona ovat yhtenäiset, luontevat ja helposti hahmotettavat kulkuyhteydet rannan ala- ja ylätasoilla. Eri tasojen välillä yhteydet ovat laajasti esteettömät. Hyväntoivonpuiston puistoraittien linjaukset jatkuvat alas rantaan. Rannan ympäristön rakennusten väleistä on jatkuvat ja hyvät yhteydet alatasolle. Hiekkarannalla kulkee kivituhkareitti, joka mahdollistaa oikaisun rannan poikki.



Suunnitelman keskeiset näkymälinjat



Keskeiset reitti yhteydet suunnittelualueella ja saapuminen alueelle

Merkintöjen selitys

-  Ylätason reitti
-  Ylätason reitti, Royal Arenan tontin puolella
-  Alatasen reitti
-  Yhteydet alueen ulkopuolelta sekä eri tasojen väleillä

Kasvillisuuden periaatteet

Kasvillisuuden suunnittelun periaatteena on kerroksellinen ja monimuotoinen tuulenkestävä merenrantakasvillisuus. Rannan reitteihin ja tasoeroihin liittyville istutusalueille valitaan merellisiä perennoja ja heiniä. Kasvivalinnoissa tulee ottaa huomioon istutusalueiden muuttuva ilme eri vuodenaikoina, esimerkiksi eri aikoihin kukkivilla perennoilla ja näyttävillä lehtien syysväreillä.

Istutettavina puulajeina käytetään suureksi kasvavia puita. Monilajisen puuston lajeina voivat olla esimerkiksi tervaleppä, taalainkoivu ja mänty. Puuryhmät parantavat ranta-alueen pienilmastoa varjostamalla terasseja ja muita oleskelualueita sekä suojaamalla tuulelta.

Pintamateriaalien periaatteet

Ahdinaltaan julkisten ulkotilojen ylätason alueen pintamateriaalina on monivärinen punertava luonnonkiveys. Kirjon ja Royal Arenan edustojen terassialueilla käytetään erilaista ladontaa tai kivityyppiä merkitsemään aukiomaista oleskelun tilaa. Suunnitelman istutusalueita rajaavissa muureissa, portaissa ja luiskissa käytetään moniväristä harmaansävyistä luonnonkiveä.

Ahdinallasta kiertävän alatasen pääpintamateriaali on monivärinen harmaansävyinen luonnonkivi ja reitin keskellä kulkee asfalttikaista. Asfaltti sekä Melkinlaiturilla säilytettävät vanhat satamapollarit muistuttavat alueen aikaisemmista satamatoiminnoista. Ulkokuntoilualueen pintamateriaaleina käytetään rouheaa materiaalia kuten valettuja betonilaattoja tai ylijäämäkiviä Jätkäsaaren kivivarastolta.

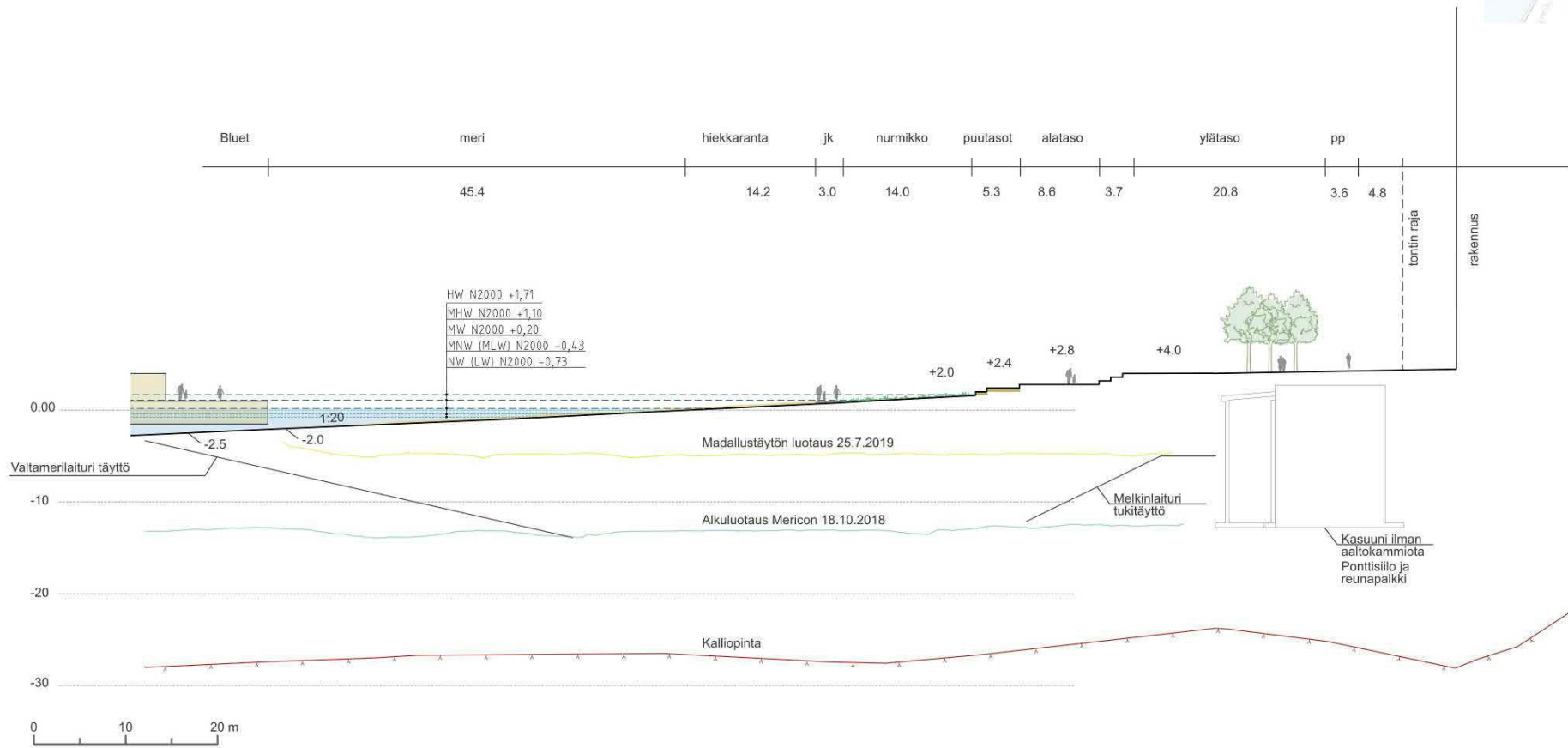
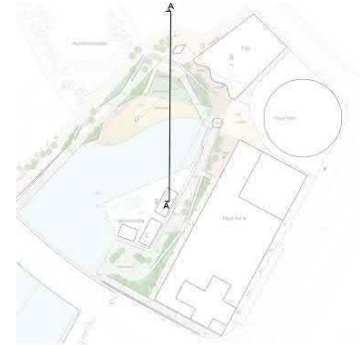
Veden äärellä on hiekkaranta, jonka reunoilla on luonnonkiviryhmiä. Rannan läpi kulkee kivituhkapintainen reitti, jonka pohjoispuolella on oleskeluun tarkoitettut nurmialue sekä puutasot.

Kalusteiden periaatteet

Ranta-alueen kalustevalinnoissa pyritään rouheuteen ja puumateriaalin käyttöön. Luonnonkivisiin istuskeluportaisiin voidaan integroida puutasoja ja rannan ylä- ja alatasen reittien varrelle sijoitetaan istuimia, joille on esteetön pääsy.

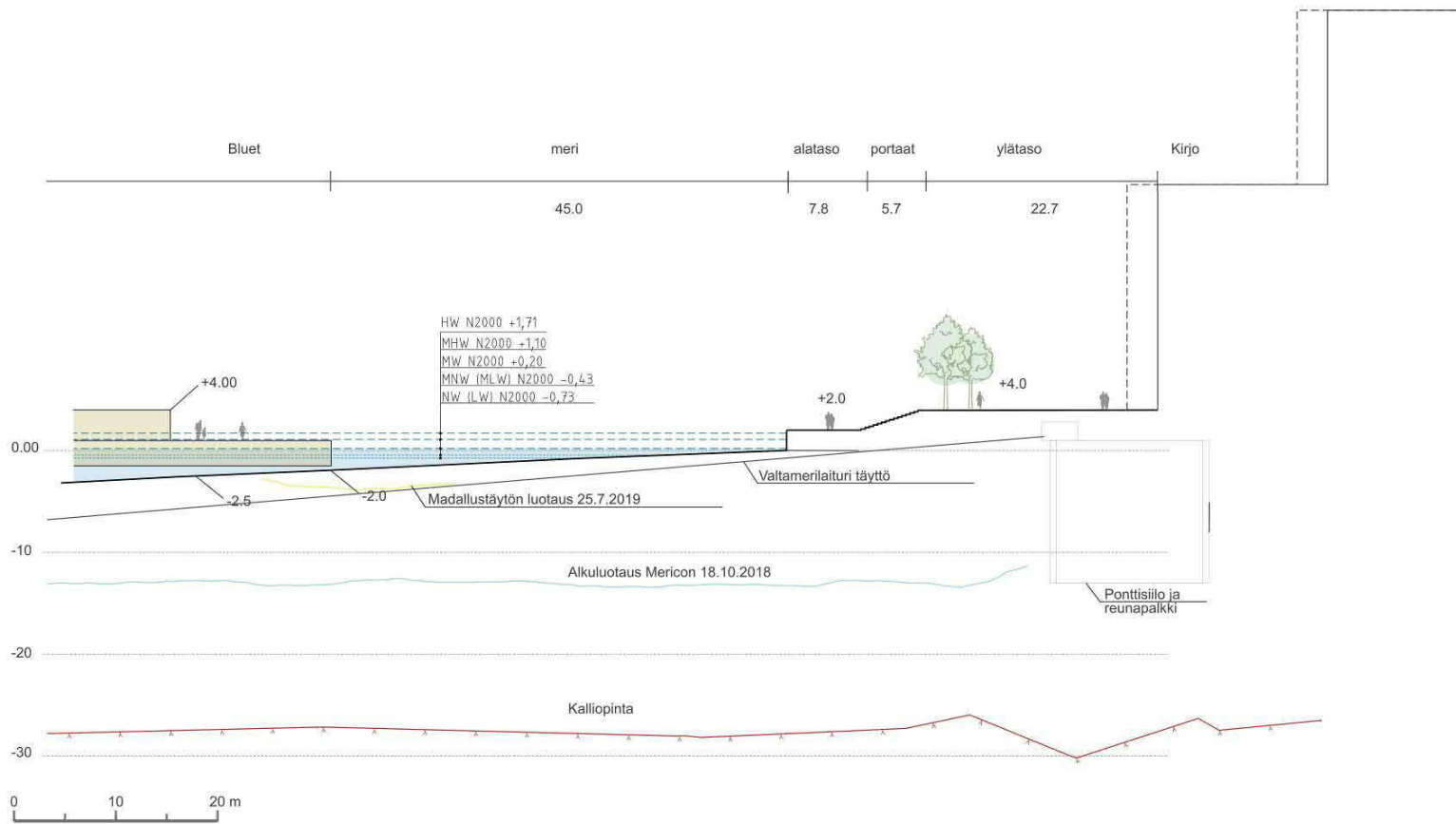
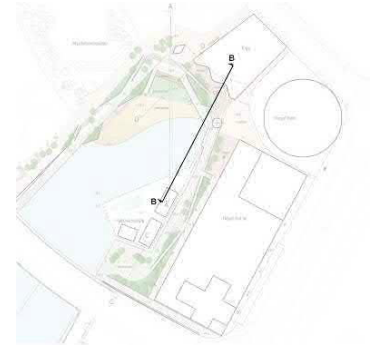
Ulkokuntoilualueen kuntoilulaitteet valitaan kellertävän teemavärin mukaisesti. Keltainen sointuu säilytettävien satamapollarien sävyyn. Kuntoilulaitteiden valinnassa huomioidaan eri käyttäjäryhmät, jotta laitteissa on mahdollista kuntoilla myös esimerkiksi liikuntaesteisenä. Ulkokuntoilualueen reunojen istutusalueiden reunamuureihin integroidaan istuimia, kuten puutasoja.

Leikkaus A-A



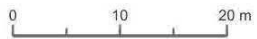
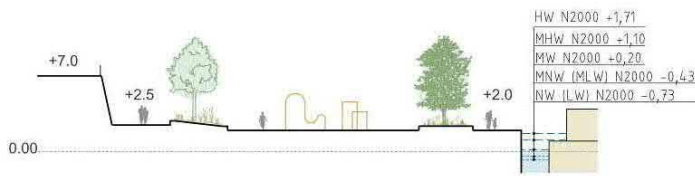
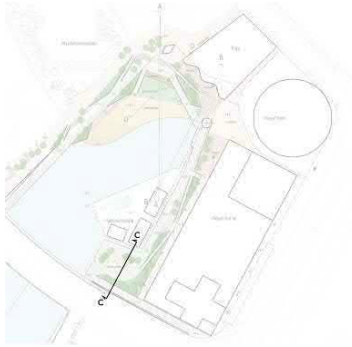
HW/LW-tiedot on esitetty Helsingin mareografin vuosien 1904-2015 havaintojen perusteella.

Leikkaus B-B

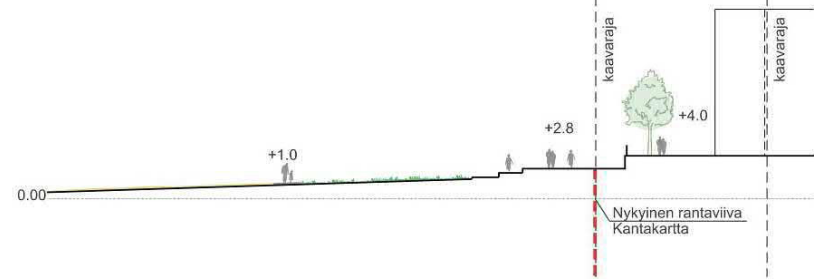
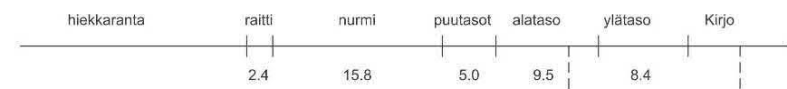
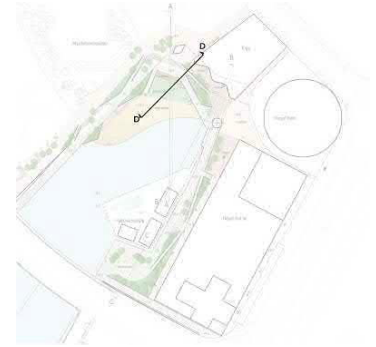


HW/LW-tiedot on esitetty Helsingin mareografin vuosien 1904-2015 havaintojen perusteella.

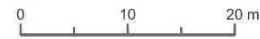
Leikkaus C-C



Leikkaus D-D



Asemakaava saatu 8.2.2021



HW/LW-tiedot on esitetty Helsingin mareografin vuosien 1904-2015 havaintojen perusteella.

Valaistuksen periaatteet

Ahdinaltaan valaistuksessa huomioidaan toimintoja tukeva yleisvalaistus sekä alueen ominaispiirteitä, kuten esimerkiksi kasvillisuutta korostava erikoisvalaistus. Alueen yleisvalaistuksen periaatteet noudattavat Jätkäsaaren ja Saukonpaaden kaupunkivalaistuksen periaatteita.

Pääkulkureitit

Yleisvalaistuksen asennuskorkeus on 5-6 m. Pääkulkureitit valaistaan sopivan valaistusluokan mukaisesti ja valaisinmallina käytetään muuhun Jätkäsaaren alueeseen sopivaa valaisinmallia. Yleisvalaistuksen valon värinlämpötila on 3000K.

Aukioiden ja toimintojen valaistus

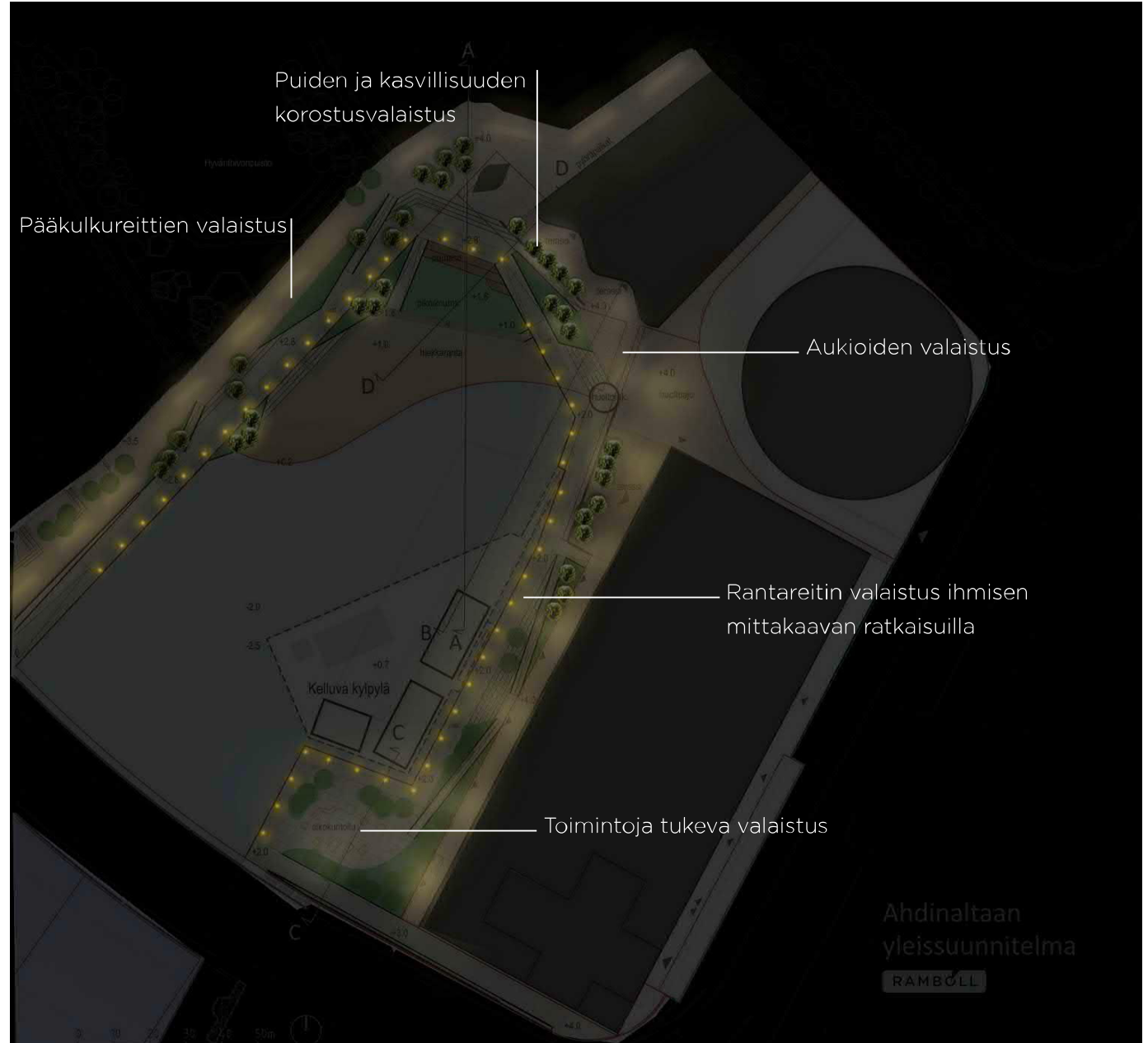
Ahdinaltaan toimintojen ja aukioiden valaisemisessa voidaan käyttää muusta yleisvalaistuksesta poiketen "minimasto"-periaatetta. Se mahdollistaa valaisemisen useaan suuntaan yhdestä pylväspaikasta. Näin ollen aukioille voidaan luoda valon ja varjon rytmiä ja toimintoja voidaan halutessa valaista kattavasti.

Rantareitti

Rannassa kulkevaa reittiä valaistaan pollarivalaisimin. Rantareitin valaistusluokkaa tarkennetaan jatkosuunnittelussa. Pollarivalaisimen käytössä tulee huomioida korkeus merenpinnasta.

Erikoisvalaistus

Alueella erikoisvalaistukset käsittävät kasvillisuuden valaisemisen sekä mahdolliset valaistuksen integroinnit rakenteisiin.



Asemapiirros suunnitelman valaistuksen periaatteista

Valaistuksen periaatteet

Ahdinaltaan julkisten ulkotilojen valaistuksen periaatteista on esitty kaksi vaihtoehtoa jatkosuunnittelun pohjalle. Jatkosuunnittelussa tulee tarkentaa erityisesti pollarivalaistuksen mahdollisuus alatasen rantareitillä.

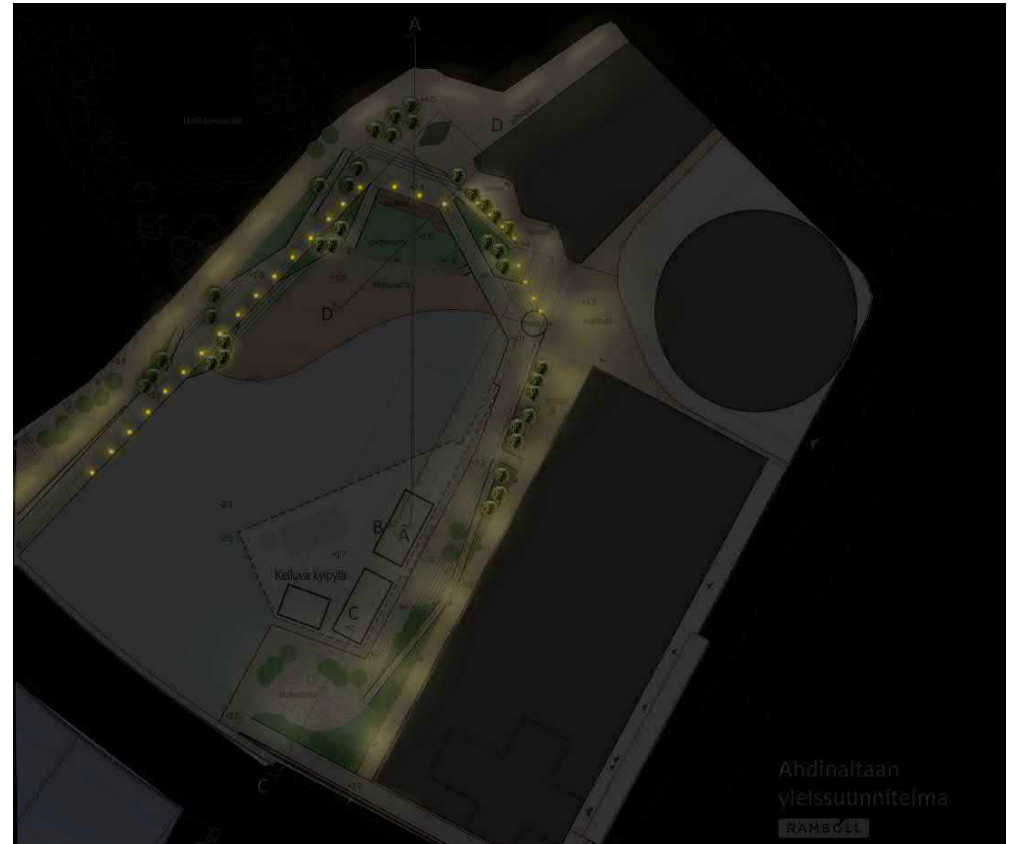
VE1

Koko alatasen rantareittiä reunustaa pollarivalaisimet.

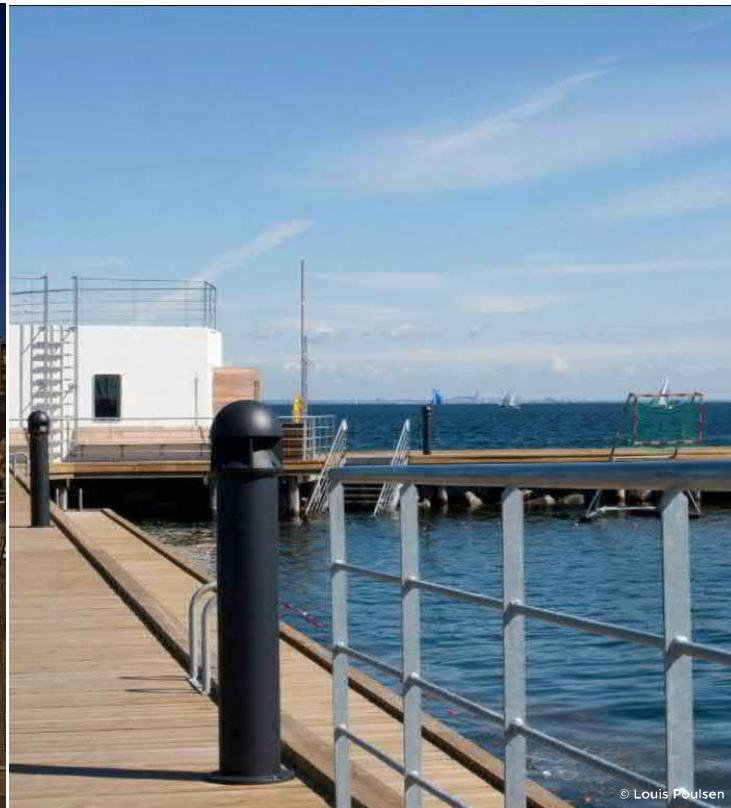
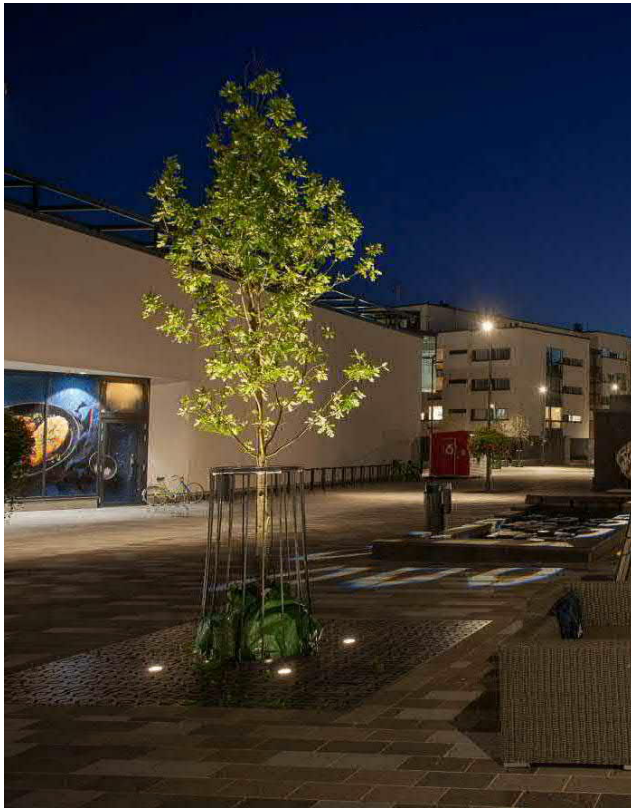


VE2

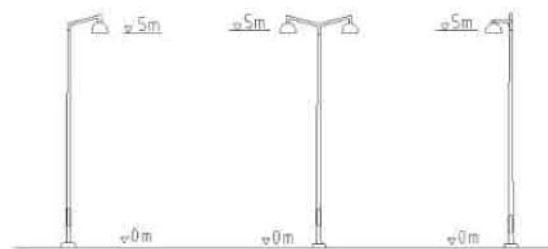
Alatasen rantareittiä valaistetaan pollareilla ainostaan reitin ollessa +2.8. Muutoin alatasen valaistus hoidetaan ylemmältä tasolta valaisinpylvästä.



Valaistuksen periaatteet



Kuvat: Puiden valaistus, rannan pollarimalli sekä aukioiden valaistustapa



Jätkäsaaren pylvästyypit

Helsingin kaupunki



Näkymä Melkinlaiturin puolelta kohti Atlantinsiltaa. Esteetön kulku eri rannan tasoille on mahdollista. Monilajiset puuryhmät istutussarekkeissa.





Näkymä Melkinlaiturilta kohti Kirjoja ja hiekkarantaa. Monimuotoinen merenrantakasvillisuus yhdistyy hiekkarantaan.





Näkymä Kirjon tontilta etelään.





Ahdinaltaan julkisten ulkotilojen yleissuunnitelman asemapiirros

Lähteet

Hankkeen yhteydessä tehty suunnitelma

Ahdinaltaan ympäristön ja Valtamerilaiturin asemakaavat, Esi- ja rantarakentamisen yleissuunnitelma, 22.12.2021, Ramboll

Asemakaavat

Valtamerilaiturin asemakaava, hyväksytty kaupunginvaltuustossa 8.9.2021, Helsingin kaupunki

Ahdinaltaan asemakaavaehdotus, 8.12.2020, Helsingin kaupunki

Tonttien hankkeet

Kirjo, suunnitelmaluonnos 30.6.2021, Arkkitehtitoimisto ALA

Kelluva kylpylä, suunnitelmaluonnos 13.8.2021, Bluet ja Huttunen-Lipasti Arkkitehdit

Royal Arena ja Royal Park, toteutussuunnitelmat 29.5.2020, AW2 Arkkitehdit

Muut suunnitelmat

Melkinlaiturin ja Madeiranaukion katusuunnitelma, Ramboll

Hyväntoivonpuiston rakennussuunnitelmat, Ramboll

Atlantinsillan suunnitelma, WSP



JÄTKÄSAAREN HYBRIDI

Tuulisuusselvitys ja alustavat rakennetekniset tuulikuormat

15.10.2020

Laadunhallinta

Versio/muutokset	Versio 1	Muutos 1	Muutos 2	Muutos 3
Huomautukset				
Päiväys	15.10.2020			
Laatija	Risto Kiviluoma			
Allekirjoitus				
Tarkastanut				
Allekirjoitus				
Hyväksynyt				
Allekirjoitus				
Raportin numero				
Tiedostotunnus				

Jätkäsaaren Hybridi

Tuulisuusselvitys ja alustavat rakennetekniset tuulikuormat

15.10.2020

Tilaja

WasaGroup Oy

Kvartsikatu 2 A2
65300 Vaasa
www.wasagroup.fi

Yhdyshenkilö: Riikka Murto-Koivisto

Konsultti

WSP
Pasilan asema-aukio 1
00520 Helsinki

Puh. 0207 864 11
www.wsp.com/FI-fi

Rekisteröity osoite

WSP Finland Oy
FI08754165
Pasilan asema-aukio 1
00520 Helsinki

Konsultin yhdyshenkilö

Risto Kiviluoma

Sisällys

1 Johdanto	5
2 Tuulisuusselvitys	8
2.1 Tarkasteltava suunnitelma	8
2.2 Analyysimenetelmä ja määrittelyt	11
2.3 Tulokset	15
2.3.1 Kohdealueen perustuulisuus	15
2.3.2 Tuulisuus tarkastelupisteissä	16
3 Tuulisuustulosten ohjeellinen tulkinta	22
4 Alustavat rakennetekniset tuulikuormat	24
4.1 Tuulennopeuden ääriarvot	24
4.2 Julkisivujen tuulenpainekuormat	24
4.3 Rakennuksen kokonaistuulikuorma	25
Lähdeluettelo	26
Liite 1: Tuulisuuden määrittämisen yleisperiaate	27
Liite 2: Tuulitunnelikokeet ja numeerinen virtauslaskenta	34
Liite 3: Tuulenpainekuormien tarkempi määrittäminen	38
Liite 4: Korkean rakennuksen kokonaistuulikuorma	50
Liite 5: Maaston rosoisuuden huomioon ottaminen	52
Liite 6: Maaston rosoisuuden muutosten analyysi	56
Liite 7: Kuorma-alueiden laskenta	58
Liite 8: Julkisivujen tuulenpainekartat	59

1 Johdanto

Tässä raportissa esitetään tuulisuusselvitys ja alustavat rakennetekniset tuulikuormat Helsingin Jätkäsaaren Hybridiin (kuva 1). Kohde koostuu 14-kerroksisesta monikäyttöisestä uudisrakennuksesta, johon on suunniteltu erityyppisiä toimintoja, mukaan lukien elämys-, urheilu-, konferenssi-, toimisto-, huoneistohotelli- ja ravintolatiloja. Tuulisuusselvitys on laadittu kaavamuutoskäsittelyä varten, ja se sisältää myös alustavat rakennetekniset tuulikuormat suunnittelun tueksi.

Tuulisuusvaikutusten kannalta kohde sisältää ympäristöään selvästi korkeampaa rakentamista. Tornin korkeus on n. 60 m ja tuulisuuteen vaikuttava leveämpi sivumitta n. 43 m.

Jätkäsaari sijaitsee avomerren äärellä, ja on mereltä puhaltavien tuulien osalta luonnollisen tuulinen. Nykytilassa Jätkäsaaren suunniteltuja alueita on vielä rakentamatta viimeisten alueiden ollessa valmiina suunnitelmien mukaisesti vuoden 2025 tietämällä. Tuulisuusselvitys koskee tilannetta, jossa Jätkäsaaren alueet on rakennettu nykyisten suunnitelmien mukaisina (kuva 2). Kohteen vieressä etelän suunnalla on mm. Royal Areena -hanke, joka rakennukset valmistuessaan antavat tuulensuojaa etelätuulille.

Konsultti on tutkinut Jätkäsaaren ja sen vieressä sijaitsevan Hernesaaren tuulisuutta aikaisemmin yksityiskotaisilla tuulitunnelikoepohjaisilla analyyseillä [1] ja [2], sekä näihin perustuvilla erillistarkasteluilla (kuva 2). Jätkäsaaren osayleiskaavavaiheen kaupunkirakenteen suunnitelmassa tuulisuuden vaikutusten lieventämiseen on pyritty mm. rakennusten massoittelemalla, jossa rakennusten korkeus nousee asteittain rannasta lähtien. Myöhempien suunnitelmavaiheiden rakennusmassojen tuulisuusvaikutusten arviointiin Konsultti on laatinut erillisen ohjeen [3], jota on sovellettu myös tässä selvityksessä.

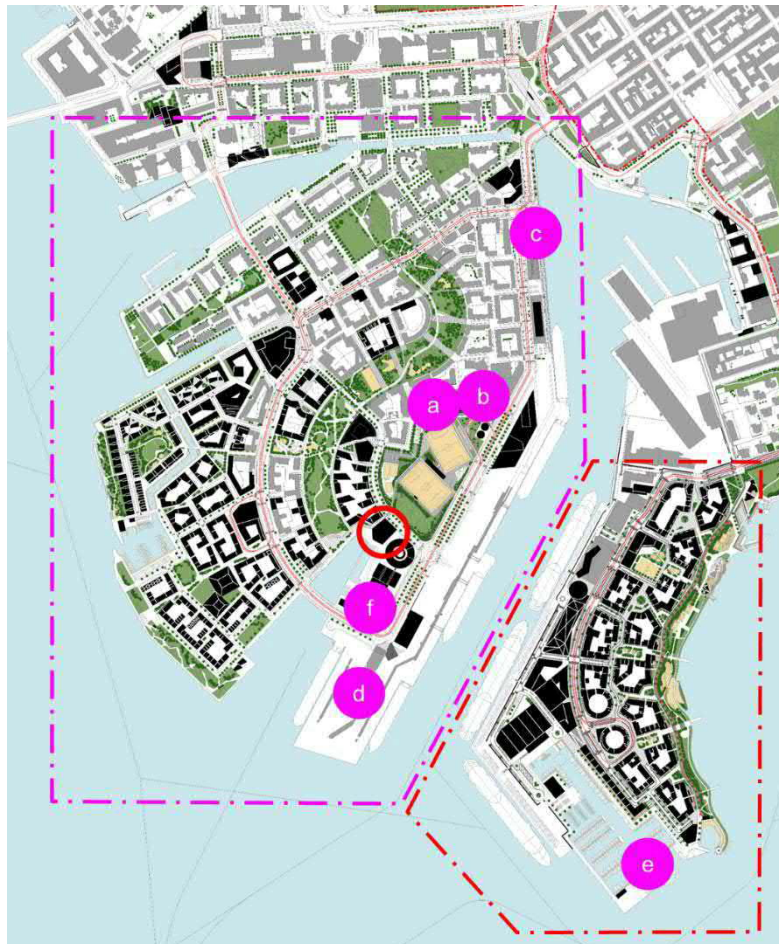


Kuva 1: Raportin kohde – Jätkäsaaren Hybridi. Havainnekuva, Arkkitehtitoimisto ALA Oy.

a)



b)



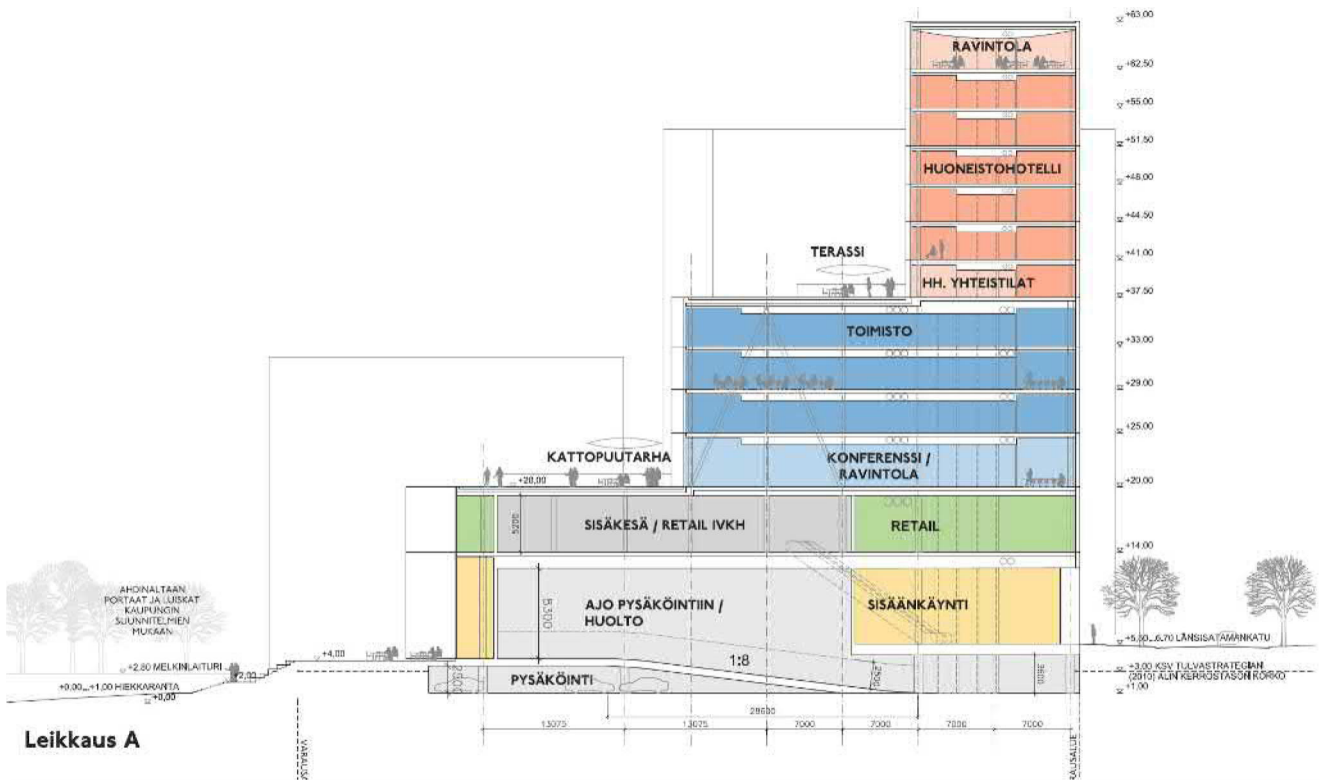
Kuva 2: a) Ilmakuva Jätkäsaaresta 2019 ja b) Jätkäsaaren nykyinen suunnitelma, jossa on esitetty Konsultin Jätkäsaaren ja Hernesaaren tuulitunnelikoepohjaisten tuulisuusselvitysten jälkeen tekemiä erillistarkasteluja (a...f) kohteen sijainti ympyröitynä (kuvat muokattu Helsingin kaupungin aineistosta).

Tuulisuuden vaikutuksia yleisesti, määrittymenetelmiä ja tuulisuuskriteereitä on käsitelty tarkemmin liitteissä 1 ja 2.

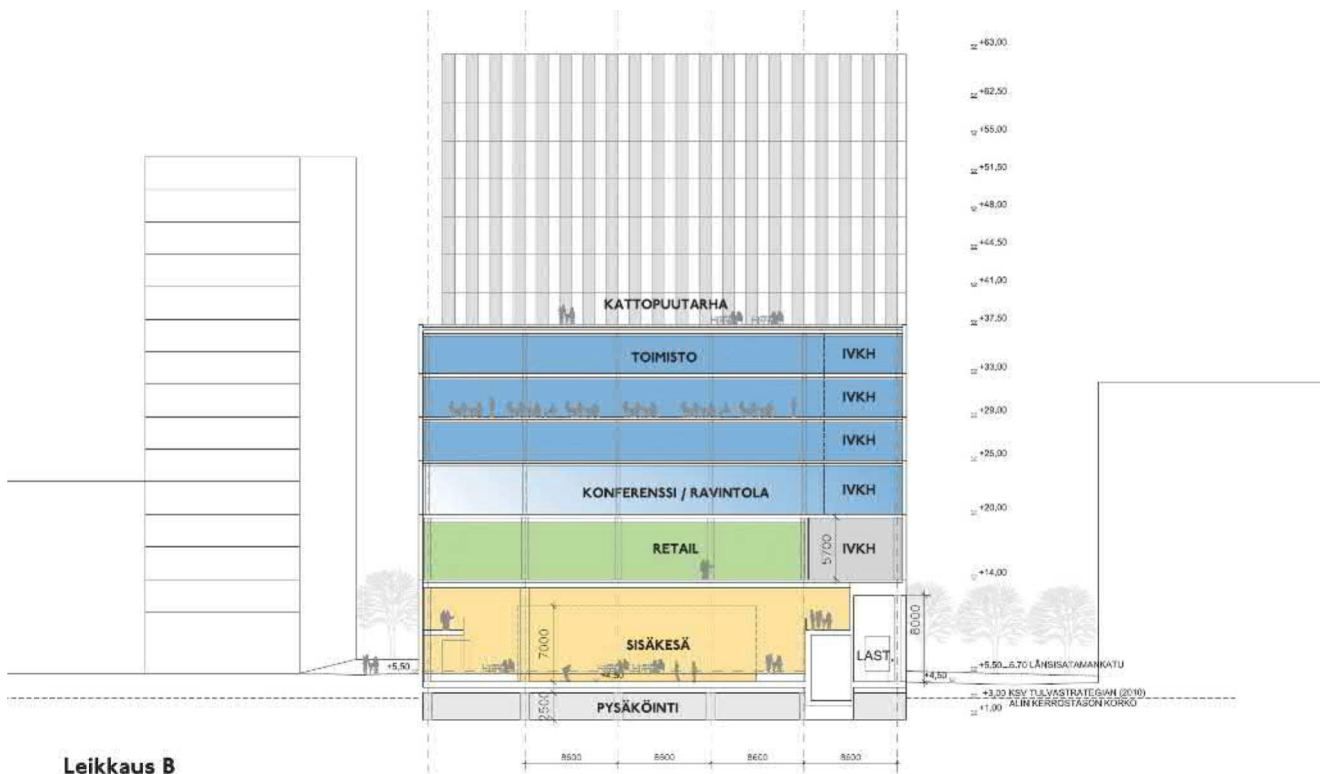
Rakenneteknisten tuulikuormien osalta kohde sijaitsee avomerelle alttiina toisten rakennusten vaikutuksessa, jolloin tuulikuormien normi- ja suunnitteluohjehojaisessa analyysissä voi syntyä tulkintaeroavaisuuksia. Näiden osalta raportissa esitetään tuulikuormien asiantuntijatulkinta ulkoseinien paikallisten tuulenpainekuormien ja rakennusten kokonaistuulikuorman osalta. Tulkinnan otaksumat on esitetty liitteissä 3 ja 4

Tavanomainen tulkintaeroja aiheuttava tekijä on Eurokoodin [4] kansallisen liitteen merimaastoluokan tuulenpainoiden määrittely. Määrittely on tehty, jotta tuulennopeudet olisivat yhtenevät merisääsemin mittaustulosten kanssa, mutta se ei ole yhteensopiva tavanomaisten tuulitekniikassa käytettävien mallien suhteen muille maastoluokille sovellettavan tuulennopeuden perusarvon osalta.

Kun mereltä puhaltavan tuulen perusteella analysoidaan mantereella sijaitsevan rakennuksen tuulennopeuksia, saadaan useimmiten merimaastoluokan mukaisia tuulen puuskanopeuspaineita korkean rakennuksen yläosaan. Mantereen puolelta puhaltavissa tuulissa saadaan lievempiä tuulikuormia. Tuulennopeuksien tarkempi analyysi tehdään maaston rosoisuuden muutosmallien perusteella. Näitä on käsitelty tarkemmin liitteessä 5.



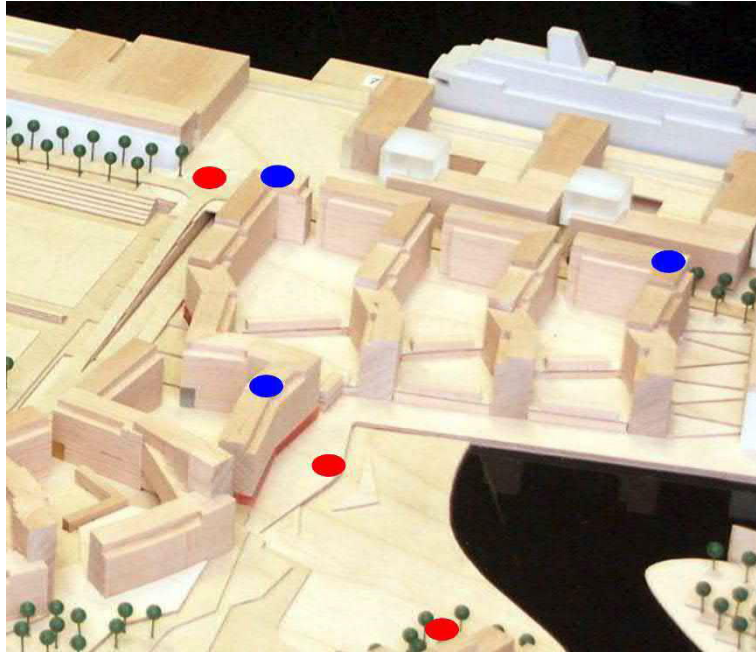
Leikkaus A



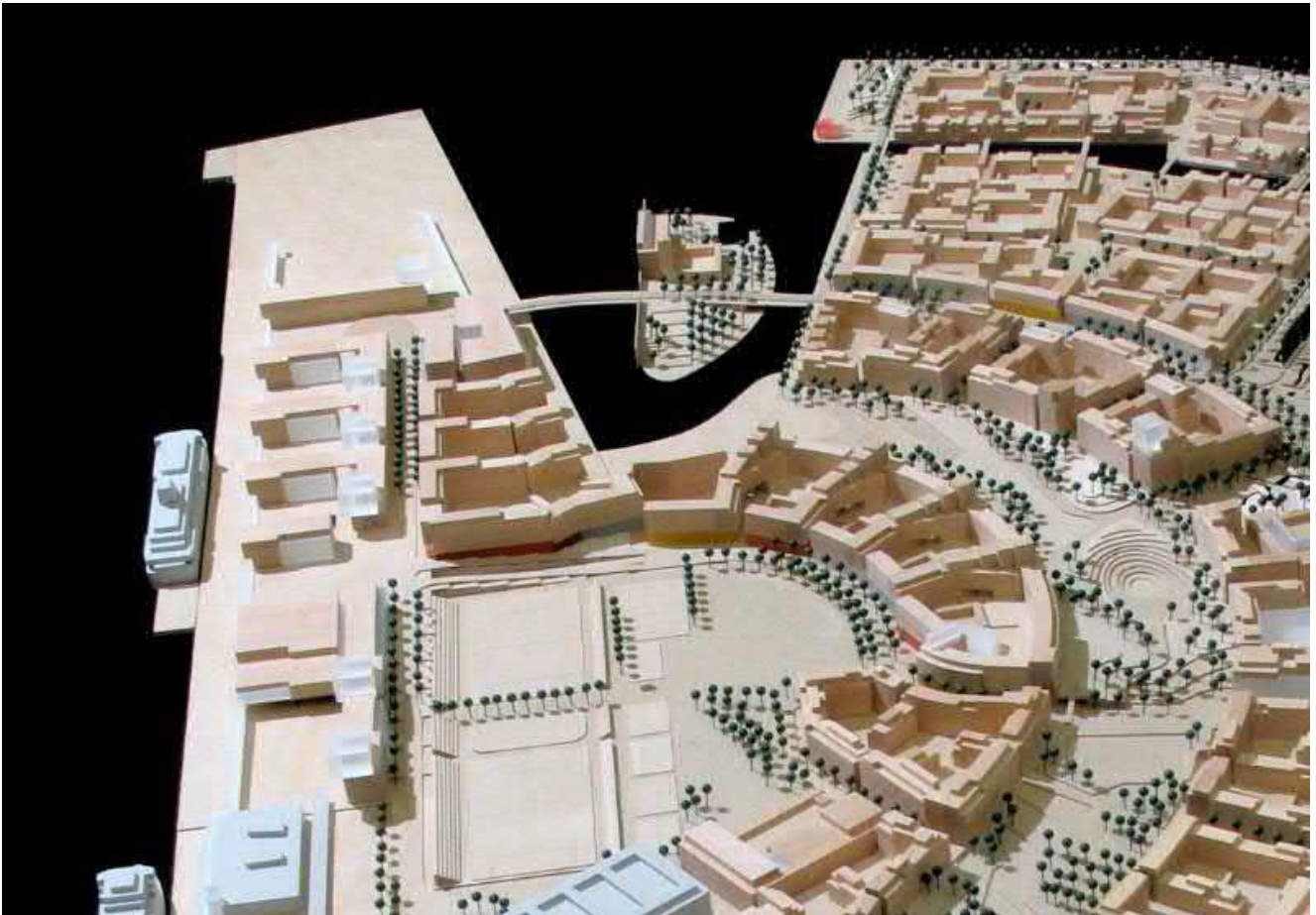
Leikkaus B

Kuva 3b: Kohteen suunnitelma. Kuvat muokattu Arkkitehtitoimisto ALA Oy aineistosta.

a)



b)



Kuva 4: Jätkäsaaren osayleiskaavavaiheen kaupunkirakenteen tuulitunnelikokeen mukaiset a) mitauspisteet ja b) rakennusmassat [1] tutkimuksessa. Kuvat WSP ja Helsingin kaupunki.

2.2 Analyysimenetelmä ja määrittelyt

Tuulisuuden laskenta/arviointi on tehty [3] yhteydessä kehitetyllä menetelmällä, joka perustuu suunnitelmaerojen vaikutusten laskentaan, kun käytössä on viitekohteiden tuulitunnelikoetuloksia. Menetelmässä määritetään lähtötiedoksi kohdealueen perustuulisuus. Se lasketaan rosoisuuden muutosten analyysin perusteella paikallisen sääaseman tuulitilastosta. Tällä analyysissä otetaan huomioon tuulitilaston mittauspisteen ja kohdealueen sijaintierosta johtuvat kysymykset sekä tuulitilaston mittauspisteen mahdolliset tuulivarjostukset.

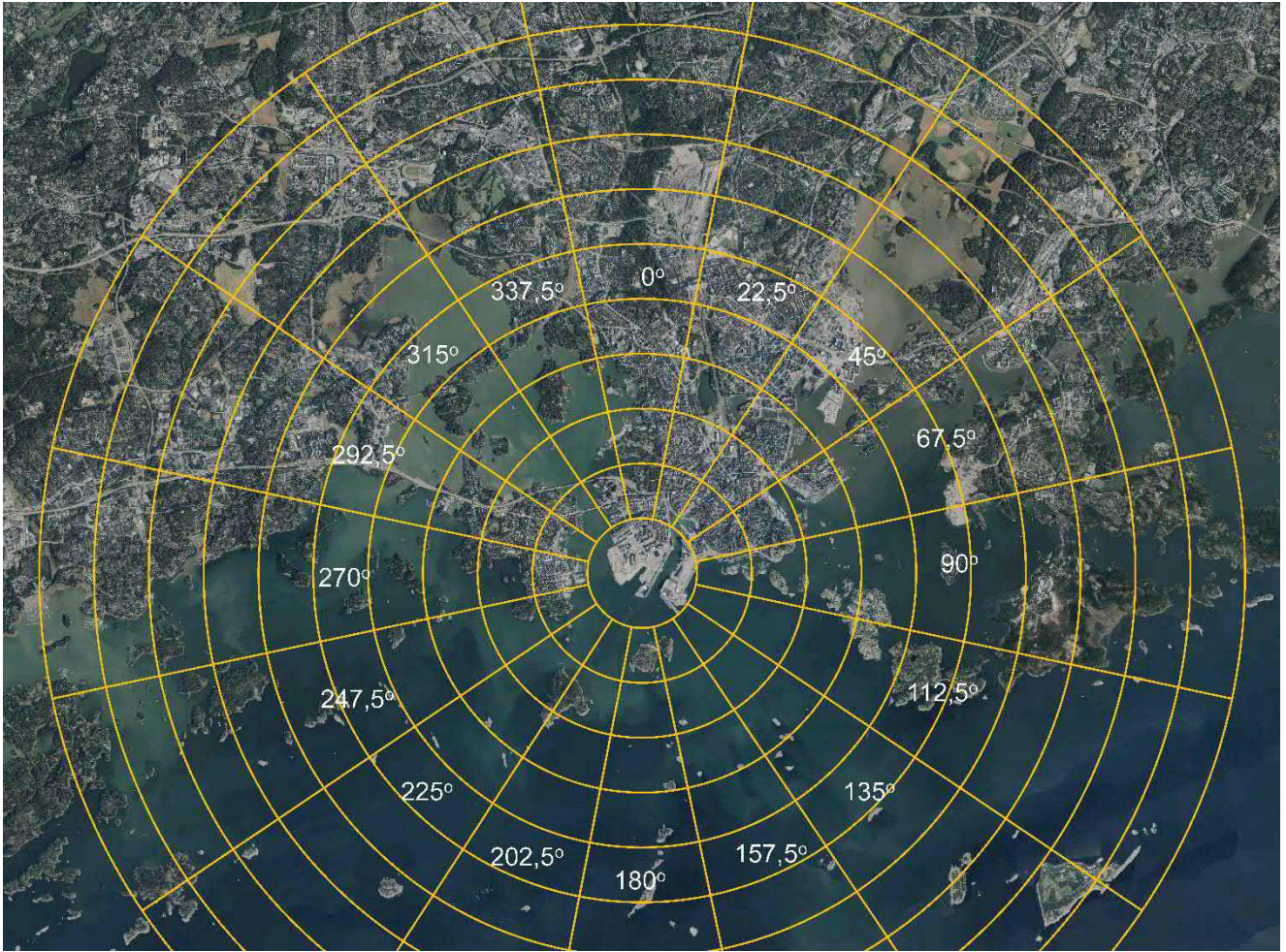
Käytetty tuulitilasto on Ilmatieteenlaitoksen Harmajan sääaseman tulokset 19 v ajalta (vuodet 2001...2019).

Menetelmä sijoittuu tarkkuudeltaan suunnittelukohteen tuulitunnelikokeen avulla tehdyn tuulisuuskartoituksen ja asiantuntijalausannon välille. Vastaavista menetelmistä käytetään nimitystä ”työpöytä-tutkimus” (*desk study*).

Tuulisuuden numeroarvojen määrittämistä varten tuulen suunnat on jaettu sektoreihin. Näiden suuntakulmat on esitetty kuvassa 5 (sektori 0° tarkoittaa pohjoistuulta, 90° itätuulta jne.). Maaston tyyppiä kohteen ympäristössä on havainnollistettu kuvassa 6.



Kuva 5: Tuulensuuntien koordinaatisto (kuva muokattu Helsingin kaupungin aineistoista).



Kuva 6: *Maaston tyyppi rosoisuuden muutosten analyysiin; ruudukon kehien väli = 1,0 km (kuva on muokattu Espoon kaupungin kartta-aineistosta).*

Tuulisuuden numeroarvojen laskentaan on valittu kuvan 7 mukaiset pisteet.

Tuulisuusselvityksessä on käytetty samoja tuulisuuskriteerejä (rajatuulennopeuksia katutasossa, toiminnallisia luokkia ja ylittävien tuulien esiintymisaikaa) kuin Konsultin aikaisemmissa tutkimuksissa. Nämä on esitetty taulukossa 1 ja liitteessä 1.

Taulukko 1: Konsultin Suomen kohteissa käyttämät tuulisuuskriteerit katutasen tuulennopeuksille

Nimi	Kuvaus	Vaikutus
M tunnin keski- tuuli > 5 m/s	Tuulisuutta kuvaava yleinen kriteeri, joka soveltuu käytettäväksi, kun tuulen puuskaisuudella ei ole erityistä merkitystä. Kriteerillä voidaan myös kuvata uuden rakennuksen aiheuttamaa kokonaismuutosta tuulisuudessa, eli kuinka paljon tuulisuus muuttuu uuden rakennuksen johdosta. Jos tuulia esiintyy ≥ 5 % ajasta, on tuulisuudella oletettavasti merkitystä.	viihtyvyys
A puuskatuuli > 10 m/s (kesä- kausi)	Istuminen pitkiä aikoja; makaaminen; terassit ja kahvilat; ulkoilma- mateatterit; uima-altaat. Toiminnot ovat epäviihtyisiä, kun tuulia esiintyy kerran kesäkaudella (huhtikuu-syyskuu) tai useammin, $\geq 2,2$ h * ($\geq 0,05$ % kesäkauden tunneista).	viihtyvyys
B puuskatuuli > 13 m/s (kesä- kausi)	Seisominen/istuminen paikoillaan lyhyitä aikoja; puistot; kauppa- keskukset; rakennusten ulko-ovet. Toiminnot ovat epäviihtyisiä, kun tuulia esiintyy kerran tai useammin kesäkaudella (huhtikuu-syyskuu), $\geq 2,2$ h * ($\geq 0,05$ % kesäkauden tunneista).	viihtyvyys
C puuskatuuli > 16 m/s (koko vuosi)	Kävely yleisesti; rakennuksiin sisälle meno ja niistä poistuminen. Toiminnot ovat epäviihtyisiä tai vaarallisia, kun tuulia esiintyy kerran vuodessa tai useammin $\geq 2,2$ h * ($\geq 0,025$ % ajasta).	esteettömyys, turvallisuus
D puuskatuuli > 23 m/s (koko vuosi)	Vaarallisen kova tuuli toiminnosta riippumatta. Tuulisuus on ei-hyväksyttävä, kun tuulia esiintyy kerran vuodessa tai useammin $\geq 2,2$ h * ($\geq 0,025$ % ajasta).	turvallisuus

* sellaisten keskituulien osuus ajasta, joissa tuulennopeus voi puuskissa ylittää raja-arvon. Taulukon tuulennopeuden raja-arvot on annettu katutasossa, eli 1,5...2,0 m korkeudessa tarkastelupisteen alla olevasta maanpinnasta lukien.

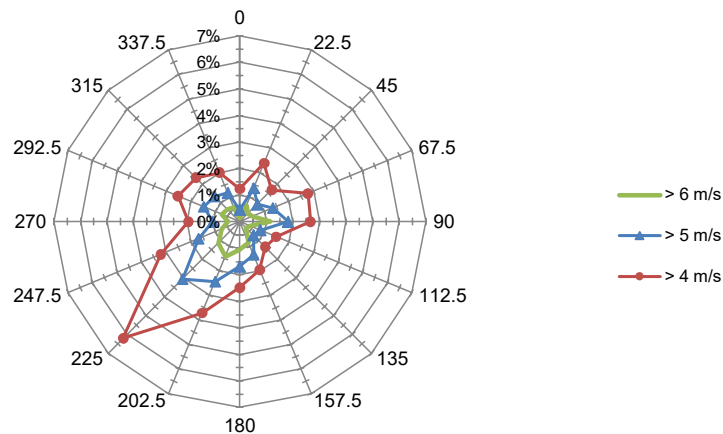
2.3 Tulokset

2.3.1 Kohdealueen perustuulisuus

Kohdealueen perustuulisuus on määritetty 15 m korkeudessa (tämä korkeus vastaa tuulitilaston mitauspisteen korkeutta). Tuloksia on havainnollistettu kuvissa 8 ja 9. Tulosten perustana oleva maaston rosoisuuden muutosten analyysi on esitetty liitteessä 6.

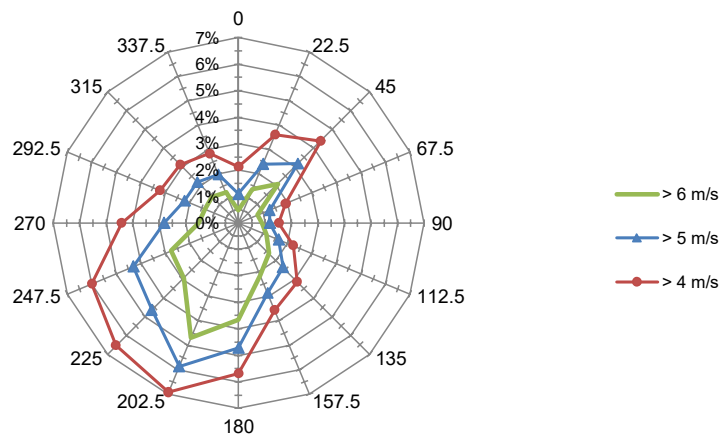
Kesäkausi: keskituulien esiintyminen kohdealueessa (% ajasta; 15 m korkeus)

kesäkausi = huhtikuu...syyskuu

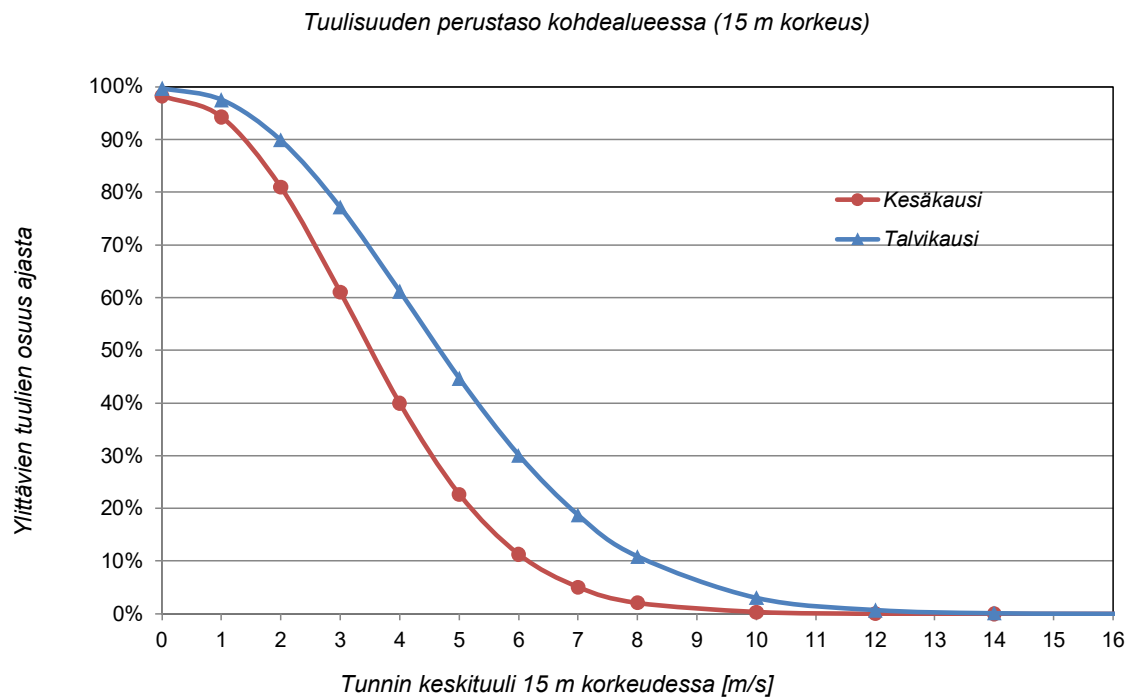


Talvikausi: keskituulien esiintyminen (% ajasta; 15 m korkeus)

talvikausi = lokakuu...maaliskuu



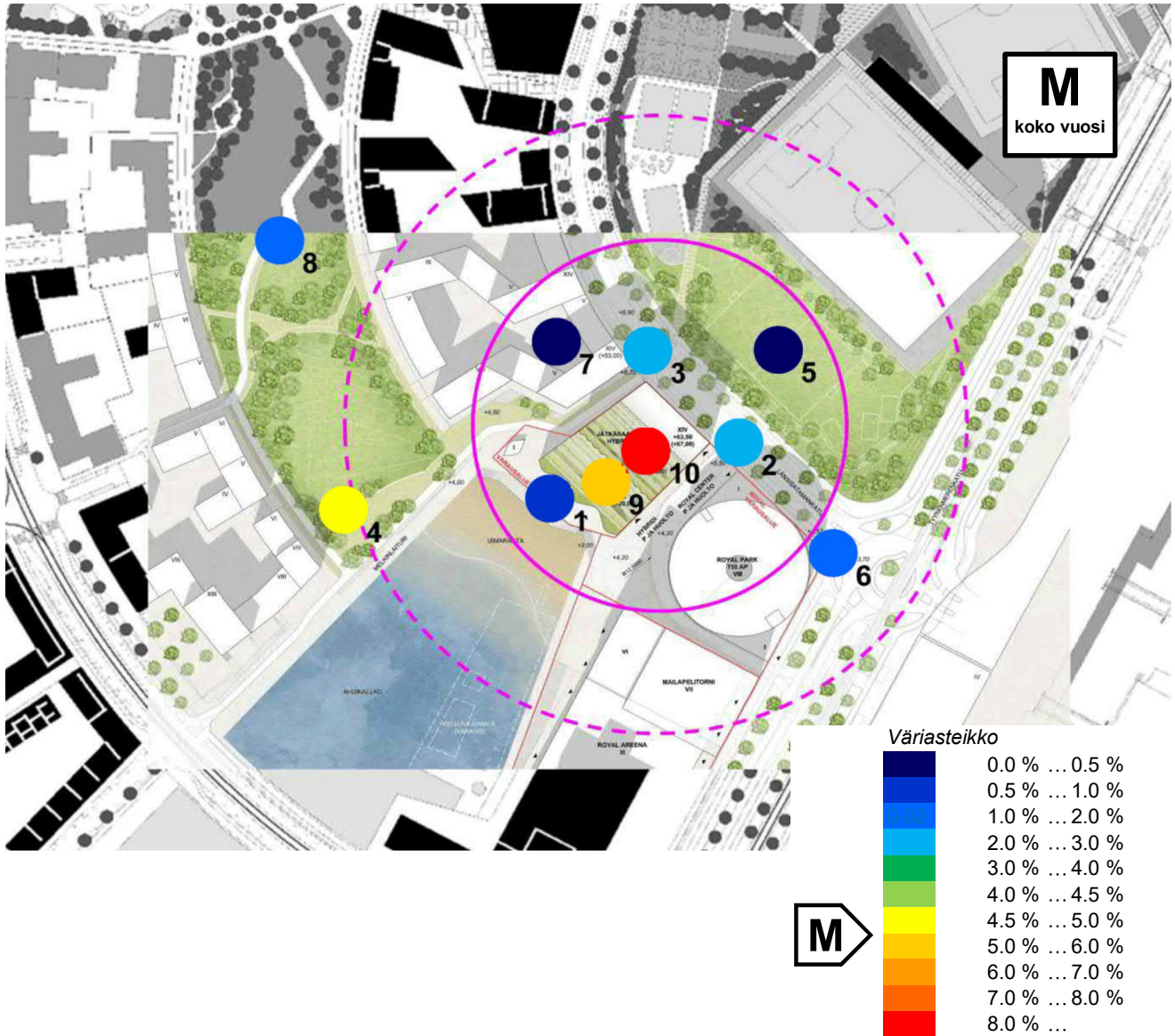
Kuva 8: Perustuulisuus kohdealueessa tuulen suunnittain (tuulennopeudet ovat tunnin keskituulia 15 m korkeudessa).



Kuva 9: Perustuulisuus kohdealueessa summana kaikista tuulensuunnista.

2.3.2 Tuulisuus tarkastelupisteissä

Laskennalliset tuulisuuden numeroarvot tarkastelupisteissä on esitetty kuvissa 10...14.

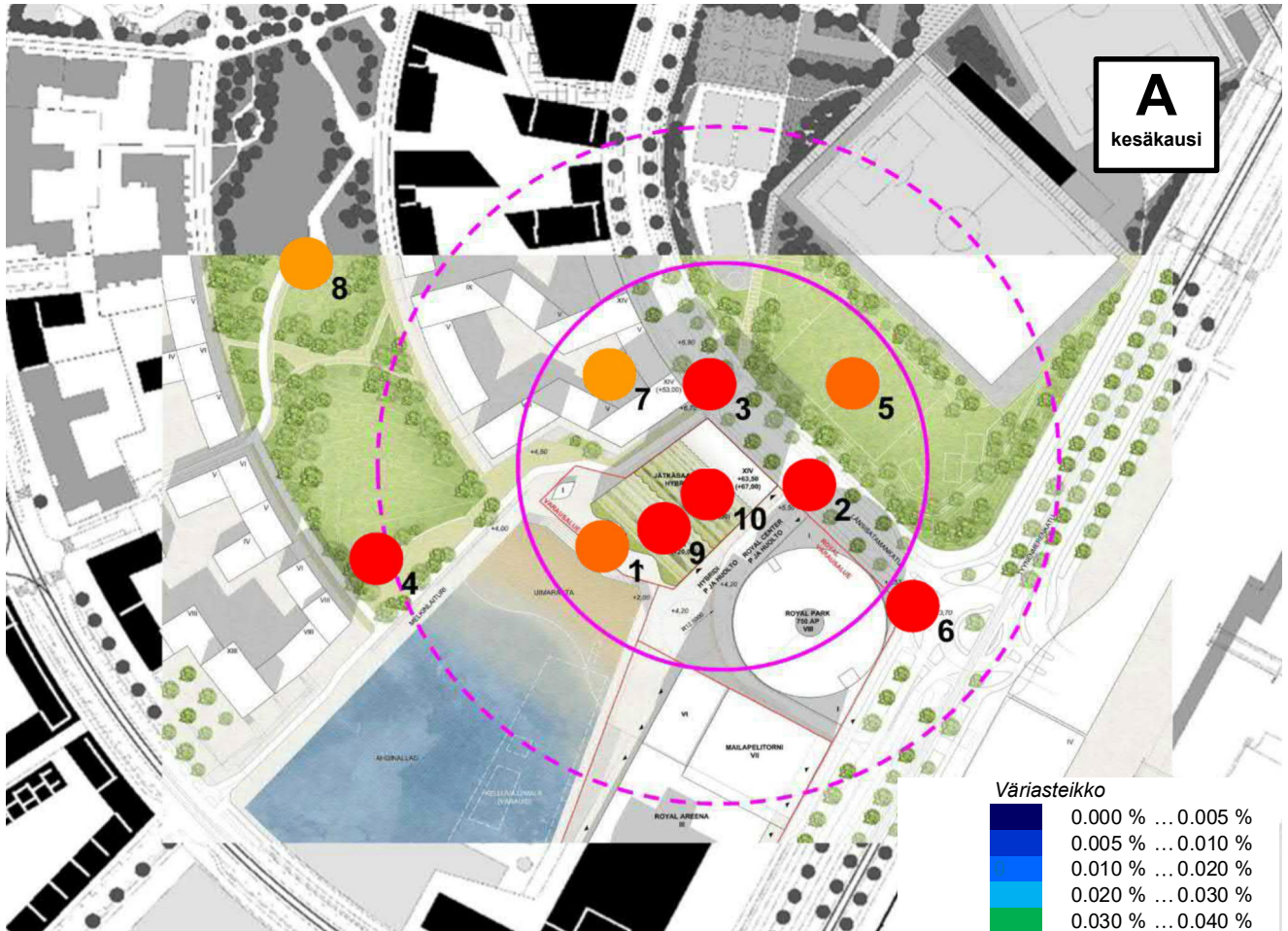


Tunnin keskituuli > 5 m/s

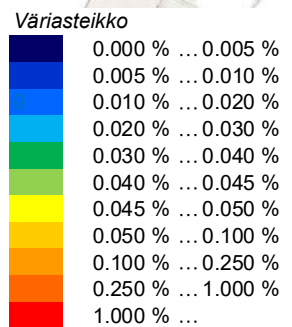
Piste	M Koko vuosi				Kesäkausi			
	% ajasta	h/vuosi	h/kk	h/vk	% ajasta*	h	h/kk	h/vk
1	0.5 %	45	4	1	0.2 %	9.4	1.6	0.4
2	2.5 %	217	18	4	0.6 %	28.0	4.7	1.1
3	2.0 %	179	15	3	0.5 %	22.8	3.8	0.9
4	4.7 %	415	35	8	1.6 %	72.1	12.0	2.8
5	0.3 %	27	2	1	0.1 %	2.5	0.4	0.1
6	1.9 %	170	14	3	0.5 %	21.1	3.5	0.8
7	0.2 %	15	1	0	0.1 %	3.1	0.5	0.1
8	1.2 %	108	9	2	0.3 %	13.6	2.3	0.5
9	5.3 %	466	39	9	2.2 %	96.4	16.1	3.7
10	9.1 %	801	67	15	4.9 %	214.8	35.8	8.3

* kesäkauden tunnit = 100 %

Kuva 10: Tunnin keskituulien (> 5 m/s) esiintyminen tarkastelupisteissä (M-kriteeri).



A

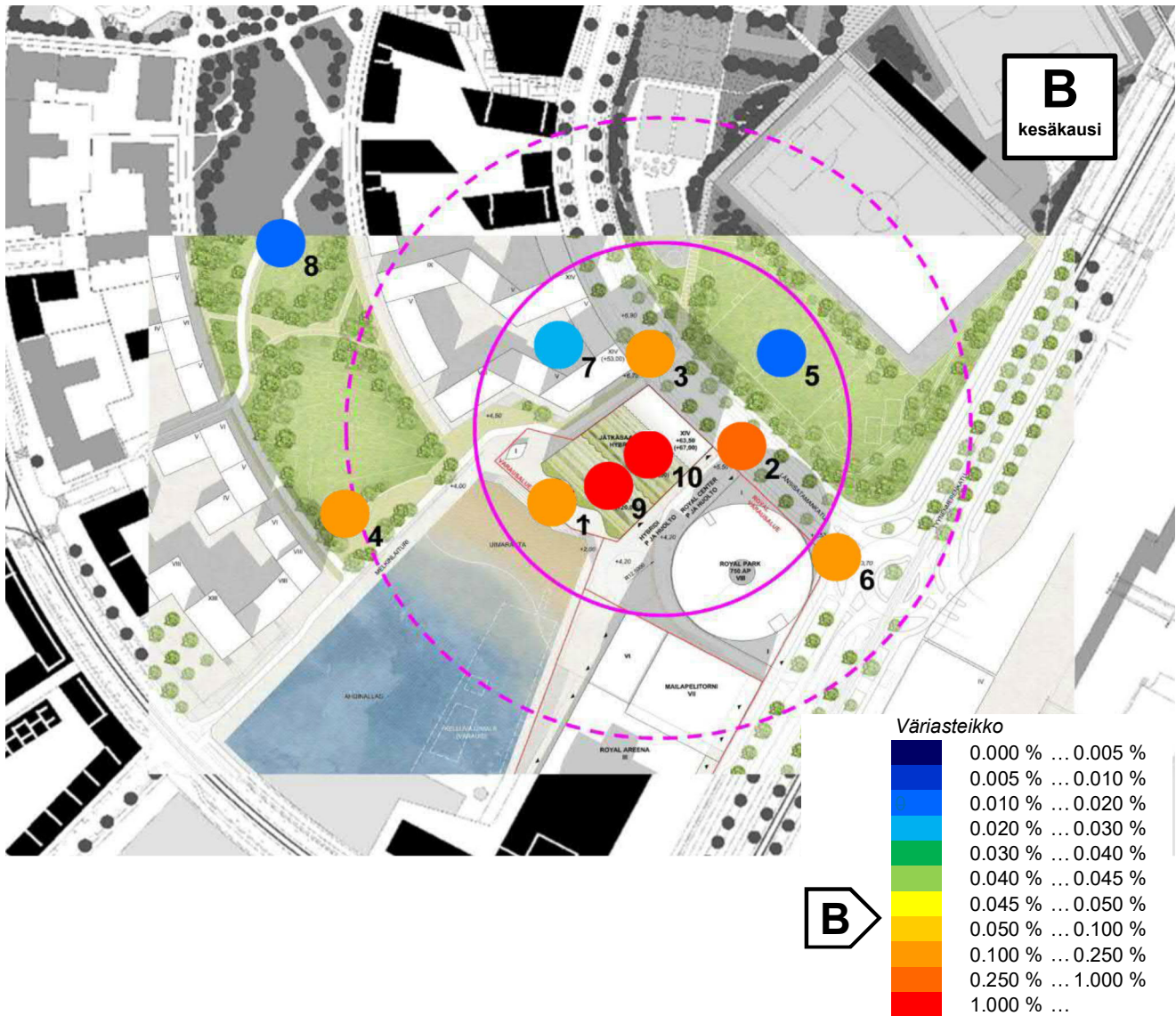


Puuskatuuli > 10 m/s

Piste	Koko vuosi				A Kesäkausi			
	% ajasta	h/vuosi	h/kk	h/vk	% ajasta*	h	h/kk	h/vk
1	1.2 %	105	8.8	2.0	0.70 %	30.5	5.1	1.2
2	5.1 %	444	37.0	8.5	1.77 %	77.3	12.9	3.0
3	4.6 %	399	33.2	7.7	1.61 %	70.4	11.7	2.7
4	4.1 %	356	29.7	6.9	1.26 %	55.3	9.2	2.1
5	1.4 %	120	10.0	2.3	0.35 %	15.3	2.6	0.6
6	4.3 %	373	31.1	7.2	1.41 %	61.9	10.3	2.4
7	0.6 %	48	4.0	0.9	0.24 %	10.4	1.7	0.4
8	1.1 %	95	7.9	1.8	0.23 %	10.3	1.7	0.4
9	11.6 %	1016	84.6	19.5	5.43 %	238.0	39.7	9.2
10	18.7 %	1641	136.8	31.6	11.45 %	501.3	83.6	19.3

* kesäkauden tunnit = 100 %

Kuva 11: Puuskatuulien > 10 m/s esiintyminen tarkastelupisteissä (A-kriteeri).

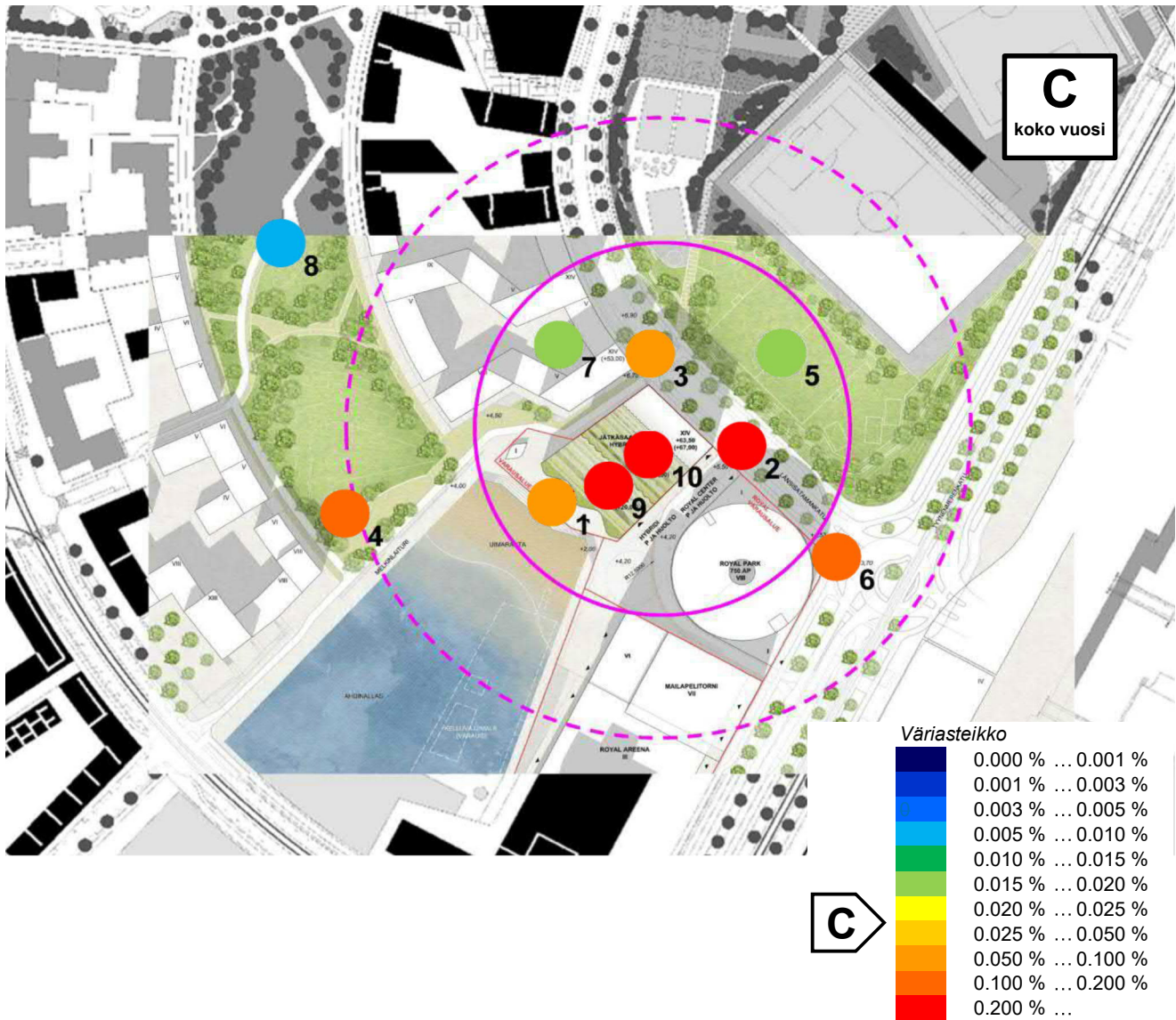


Puuskatuuli > 13 m/s

Piste	Koko vuosi				B Kesäkausi			
	% ajasta	h/vuosi	h/kk	h/vk	% ajasta*	h	h/kk	h/vk
1	0.2 %	20	1.7	0.4	0.13 %	5.5	0.9	0.2
2	1.2 %	108	9.0	2.1	0.28 %	12.2	2.0	0.5
3	0.7 %	61	5.1	1.2	0.12 %	5.1	0.8	0.2
4	0.9 %	83	6.9	1.6	0.16 %	6.9	1.1	0.3
5	0.2 %	13	1.1	0.3	0.02 %	0.7	0.1	0.0
6	0.9 %	75	6.2	1.4	0.17 %	7.7	1.3	0.3
7	0.1 %	7	0.6	0.1	0.02 %	1.1	0.2	0.0
8	0.1 %	10	0.8	0.2	0.02 %	0.9	0.1	0.0
9	3.6 %	314	26.1	6.0	1.26 %	55.4	9.2	2.1
10	6.9 %	607	50.6	11.7	3.32 %	145.6	24.3	5.6

* kesäkauden tunnit = 100 %

Kuva 12: Puuskatuulien > 13 m/s esiintyminen tarkastelupisteissä ("B-kriteeri").

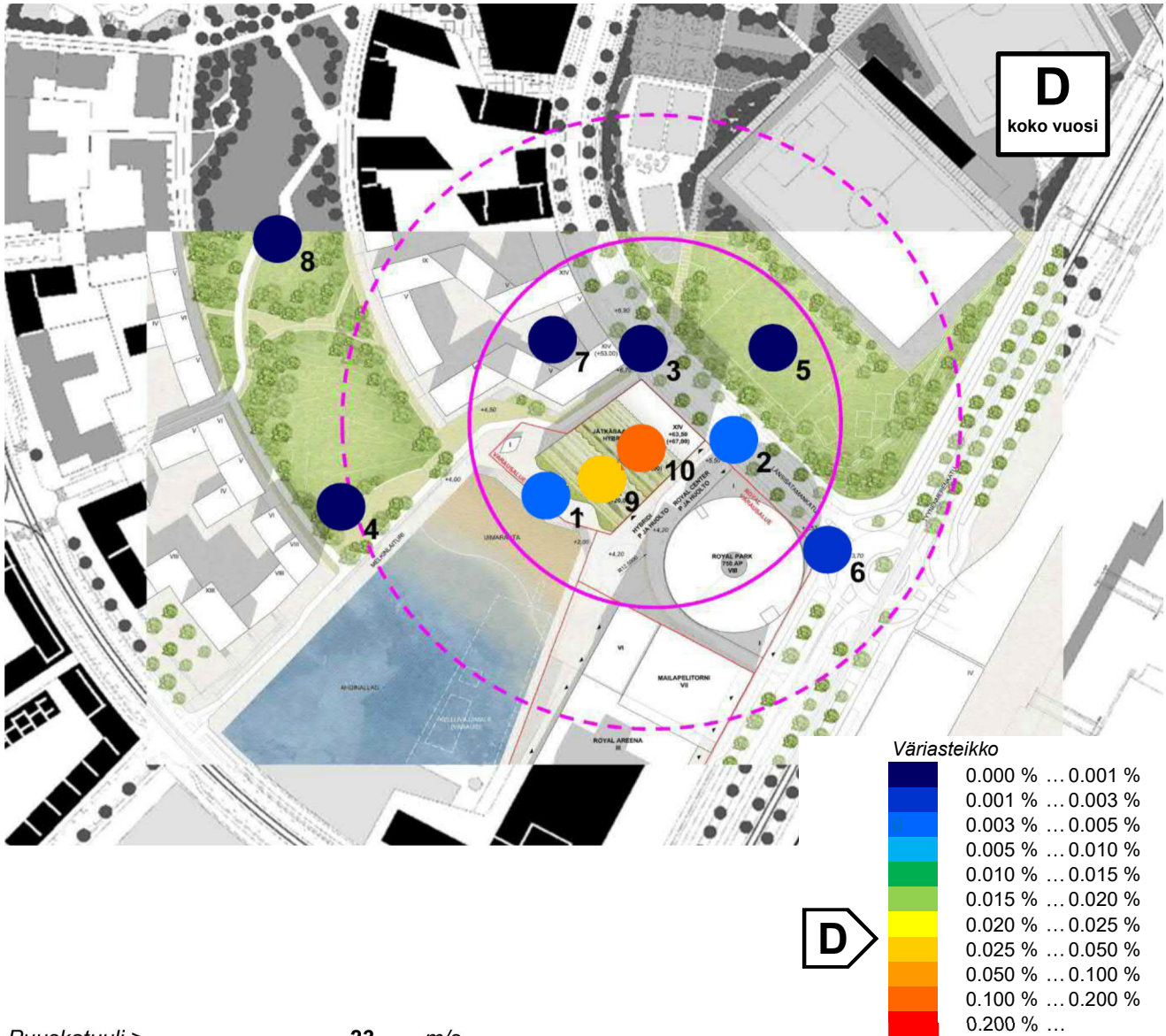


Puuskatuuli > 16 m/s

Piste	C Koko vuosi				Kesäkausi			
	% ajasta	h/vuosi	h/kk	h/vk	% ajasta*	h	h/kk	h/vk
1	0.062 %	5.5	0.5	0.1	0.018 %	0.8	0.13	0.03
2	0.275 %	24.1	2.0	0.5	0.042 %	1.8	0.30	0.07
3	0.083 %	7.3	0.6	0.1	0.005 %	0.2	0.04	0.01
4	0.164 %	14.3	1.2	0.3	0.015 %	0.6	0.11	0.02
5	0.017 %	1.5	0.1	0.0	0.000 %	0.0	0.00	0.00
6	0.150 %	13.2	1.1	0.3	0.019 %	0.8	0.14	0.03
7	0.019 %	1.6	0.1	0.0	0.002 %	0.1	0.01	0.00
8	0.006 %	0.5	0.0	0.0	0.001 %	0.0	0.01	0.00
9	1.053 %	92.2	7.7	1.8	0.275 %	12.0	2.01	0.46
10	2.224 %	194.9	16.2	3.7	0.791 %	34.6	5.77	1.33

* kesäkauden tunnit = 100 %

Kuva 13: Puuskatuulien > 16 m/s esiintyminen tarkastelupisteissä (C-kriteeri).



Puuskatuuli > 23 m/s

Piste	D Koko vuosi				Kesäkausi			
	% ajasta	h/vuosi	h/kk	h/vk	% ajasta*	h	h/kk	h/vk
1	0.004 %	0.3	0.0	0.0	0.000 %	0.0	0.0	0.0
2	0.003 %	0.3	0.0	0.0	0.000 %	0.0	0.0	0.0
3	0.001 %	0.1	0.0	0.0	0.000 %	0.0	0.0	0.0
4	0.000 %	0.0	0.0	0.0	0.000 %	0.0	0.0	0.0
5	0.000 %	0.0	0.0	0.0	0.000 %	0.0	0.0	0.0
6	0.001 %	0.1	0.0	0.0	0.000 %	0.0	0.0	0.0
7	0.001 %	0.0	0.0	0.0	0.000 %	0.0	0.0	0.0
8	0.000 %	0.0	0.0	0.0	0.000 %	0.0	0.0	0.0
9	0.048 %	4.2	0.3	0.1	0.004 %	0.2	0.0	0.0
10	0.126 %	11.0	0.9	0.2	0.016 %	0.7	0.1	0.0

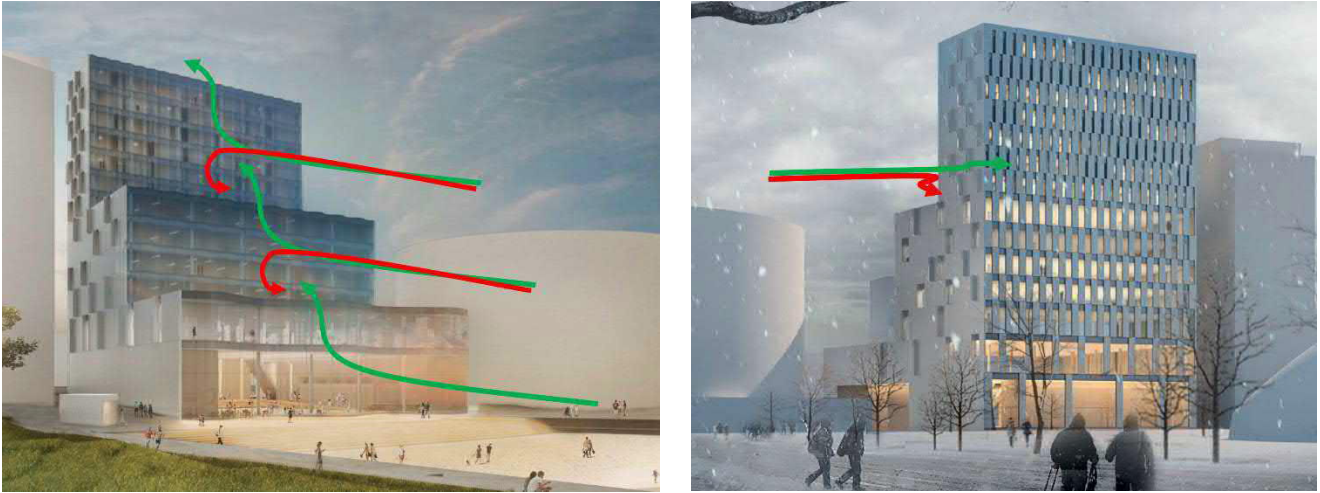
* kesäkauden tunnit = 100 %

Kuva 14: Puuskatuulien > 23 m/s esiintyminen tarkastelupisteissä (D-kriteeri).

3 Tuulisuustulosten ohjeellinen tulkinta

- Kohderakennuksen luoteen suunnasta portaittain nouseva rakennusmassa on eduksi lieventämään korkeaan rakentamiseen liittyviä tuulisuusvaikutuksia. Katutasossa ei esiinny julkisivua alaspäin kulkevan virtauksen vaikutusta vallitsevien lounaan suunnasta puhaltavien tuulen yhteydessä (tarkastelupisteessä 1)
- tuulisuuden numeroarvoina tarkasteltuna tuulisuus kohteessa on likimain kolmasosa Jätkäsaaren tuulisimmista kohdista saaren eteläkärjessä. Viihtyisyyskysymysten kannalta suunnitelman toimintojen kannalta oleellinen uimarannan alue (tarkastelupiste 1) on suhteellisen hyvin rakennusten tuulensuojassa, ja tämä tuulensuoja säilyy kohteen korkeasta rakentamisesta riippumatta
- kohteen tuulisuus riippuu oleellisesti kohteen ja meren väliin tulevasta rakentamisesta ja sen mahdollisista suunnitelmamuutoksista. Tämä näkyy erityisesti kovien puuskatuulien (> 16 m/s) esiintymisessä, jonka numeroarvo on herkkä pienille muutoksille tuulennopeudessa määräävillä tuulensuunnan sektoreilla
- nykyisessä suunnitelmassa kohdealue on hieman alttiimpi tuulille kuin aikaisemmissa tutkimuksissa [1], erityisesti idän suunnasta
- tuulensuunnan sektoreitten 202,5° ja 225° vallitsevuuden johdosta kohderakennus toimii pikemminkin tuulensuojana ympäristölleen, kuin tuulisuuden lisääjänä
- kohde ei vaikuta ympäristön tuulisuudelle herkkien alueiden tuulisuuteen merkittävästi. Esimerkiksi tarkastelupisteen 7 piha-alueella tuulisuus on edelleen vähäistä
- vaikka korkeaan rakentamiseen liittyvä tuulisuuden kasvu on lievää, on tuulisuus numeroaroina suhteellisen suurta eri kriteereillä (M, A, B, C ja D) tarkasteltuna. Tämä on seurausta Jätkäsaaren perustuulisuuden suhteellisen suuresta tasosta, joka on riippumaton kohteen rakennusmassasta
- tuulisuuden oleellinen vaikutus kohteessa on, että kävelyä vaikeaksi tekeviä puuskatuulia (> 16 m/s jalankulkijan korkeudella) voi esiintyä talvikauden kovissa tuulissa, kun tuulen suunta on mereltä.
- kohteen katutaso olettavasti tuulisin kohta on tarkastelupiste 2, jossa virtaus on alttiina rakennuksen korkean osan kulman ohi kulkevalla virtauksille useammasta eri tuulensuunnan sektorista. Eteläpuolelle suunnitellut Royal Areenan -rakennukset, joidenka vaikutus on tuloksessa mukana, lieventää tuulisuutta. On huomattava, että tuulisuus on merkittävää kohderakennuksesta riippumatta. Esimerkiksi vastaavan tyyppisessä ”korttelin rakennusmassan kulmapisteessä” tarkastelupisteessä 4 esiintyy yli 16 m/s puuskatuulia useamman kerran vuodessa
- talvikauden myrskyissä kävely on joka tapauksessa epäviihtyisää, ja C-kriteerin (puuskatuuli > 16 m/s) osalta tuulenpuuskat ovat alueella ”ennekoitavissa” meren läheisyyden johdosta
- kovia puuskatuulia > 23 m/s (D-kriteeri) esiintyy katutasossa harvemmin kuin kerran vuodessa. Korjaavia suunnitteluratkaisuja ja tuulisuuden lisätutkimuksia ei ole tarve ehdottaa
- vaarallisen kovia puuskatuulia voi esiintyä kohteen kattopuutarhassa ja terassilla (kuva 3b). Näiden esiintyminen riippuu kuitenkin käytettävistä kaide- ja katosratkaisuista. Suunnittelussa on hyvä ottaa huomioon myös idän ja kaakon suunnasta puhaltavat tuulet (kuva 15).
- tuulisuuden vaikutuksia on suositeltavaa lieventää esteettömyyden näkökulmasta yleisillä suunnitteluohjeilla:

- ulko-ovien avaaminen (mukaan lukien kattopuutarhan ja terassin ovet) voi kovimmissa myrskyissä olla vaikeaa, ja rakenteet altistuvat lumen ja jään kertymiselle. Rakennuksen sisäänkäynneille vaihtoehtoinen ”suojan puoleinen kulkureitti” on eduksi
- liukkauden torjunta talvella, ja kaiteet ”pystyssä pysymiseen”
- riittävä valaistus.



Kuva 15: Kattopuutarhan ja terassin kaiteiden ja katosten suunnittelussa huomioon otettavia virtauksia.

4 Alustavat rakennetekniset tuulikuormat

4.1 Tuulennopeuden ääriarvot

Konsultti on analysoinut sääasemien mittaustuloksiin perustuvia tuulennopeuden ääriarvoja pääkaupunkiseudun korkean rakentamisen ja sillansuunnittelun kohteissa suunnitteluohjeita tarkemmin, mm. Kalasataman keskuksen ja Kruunuvuorensillan rakenneteknisten tuulitiunnelikokeiden yhteydessä. Konsultin suosittelema arvo avomerellä Helsingin ja Espoon edustalla vaikuttavaksi tuuleksi on ollut:

- $v_m = 31$ m/s keskituuli, 10 min, 10 m korkeus, meri-maastoluokka, $z_0 = 0,003$ m, 50 v toistumisväli
- $v_m = 23$ m/s keskituuli, 10 min, 10 m korkeus, meri-maastoluokka, $z_0 = 0,003$ m, 1 v toistumisväli, eli vuotuinen maksimituuli (korkeiden rakennusten huojuntatarkastelut).

Tässä vuotuinen maksimituuli on laskettu tilastollisella kertoimella 50 v toistumisvälin tuulesta kertoi-men arvon ollessa 0,75. Menettelyllä varmistetaan riittävä varmuustaso suunnitteluohjeiden tarkoittaman tuulennopeuden suhteen. Tämän hetkisten tilastojen mukainen vuotuinen tuulennopeuden maksimi on hieman pienempi, n. 21 m/s.

Arvoissa on mukana:

- 90 % luotettavuusvälitarkastelu tilastointiajan rajallisuuden suhteen
- 5 % lisä tuulilastojen systemaattisten virheiden (huurteen kertyminen mekaanisten mittareiden propelleihin ja ei-jatkuva rekisteröinti) suhteen
- 5 % lisä ilmaston muuttumisesta aiheutuvien ääri-ilmiöiden kasvun huomioon ottamiseksi.

Tulos on lähellä Eurokoodin kansallisen liitteen [4] arvoja, ja se kumpaa käytetään, ei vaikuta oleellisesti tuloksiin.

Kohteen paikalliset tuulennopeudet on laskettu maaston rosoisuuden muutosanalyysin avulla tuulen suunnittain (liite 6). Analyysissä tarvittava meren rosoisuusmitta (z_0) vaihtelee tarkkaan ottaen aallokon korkeuden ja jäättilanteen mukaan. Tältä osin analyysin otaksumat ($z_0 = 0,003$ m, avoin meri 50 v myrskyssä) ovat hieman konservatiivisemmat, kuin Konsultin tuulisuusselvityksissä käyttämät ($z_0 = 0,001$ m, avomeri vuotuisessa myrskyssä).

4.2 Julkisivujen tuulenpainekuormat

Rakennesuunnittelussa sovellettavaksi suositellut tuulenpainekartat on laadittu kohdan 4.1 mukaisten tuulen puuskanopeuspaineiden ja Eurokoodin asiantuntijatulkinnan (liite 3) mukaisesti. Ne esittävät kuormia 50 v toistumisvälin tuulissa, eli ne vastaavat tuulikuorman ominaisarvoja, jos projektiokohteisesti ei ole sovittu tavanomaisesta poikkeavaa suunnittelukäyttöikää kuormien perustaksi. Muiden kuin 50 v toistumisvälin tuulien kuormat voidaan tarvittaessa laskea taulukon 2 kertoimilla.

Kuormat vastaavat varmuustasoltaan Eurokoodia [4].

Kuorma-aleuiden ja niissä vaikuttavien puuskanopeuspaineiden laskentataulukot on esitetty liitteessä 7.

Tuulenpainekartat on esitetty liitteessä 8.

Taulukko 2: Tuulikuorman kerroin (k_p) eri toistumisvälin (T) tuulille

T [V]	k_p	Huom.	
1	0,56	Vuotuinen maksimituuli (BS-6399-2:1997)	
5	0,73		
10	0,81		
15	0,86		
20	0,90		
25	0,92		
30	0,94		
50	1,00		Eurokoodin tavanomainen arvo (tuulikuorman ominaisarvo)
100	1,08		
120	1,10		
200	1,16		

4.3 Rakennuksen kokonaistuulikuorma

Liitteen 8 tuulenpaineet tuulenpuoleisen seinän kuorma-alueissa (P1, P2, ...) on määritetty käyttäen ulkoiselle painekuormalle painekertoimen arvoa $c_{pe} = 0,8$. Rakennuksen kokonaistuulikuorma voidaan määrittää kertomalla vastaavat kuormat kertoimella $k_{p,net}$, jonka arvo on esitetty taulukossa 3. Kokonaistuulikuorman voidaan tarvittaessa olettaa jakaantuneeksi 60 % tuulen puoleiselle julkisivulle ja 40 % tuulensuojan puoleiselle julkisivulle.

Kokonaistuulikuorma vaikuttaa tuulen suunnassa (kohtisuoraan tuulenpuoleiseen julkisivuun nähden). Rakennuksella on oltava myös riittävä vääntöjäykkyys tuulikuorman aiheuttamia vääntövaikutuksia (ml. vääntövärähtely) vastaan. Tämän raportin analyysimenetelmien kanssa yhteensopiva ja suositeltava menettely vääntökuorman huomioon ottamiseksi on esitetty liitteessä 4.

Taulukko 3: Kuormakerroin $k_{p,net}$ julkisivujen tuulenpainekarttojen (ulkoinen painekuorma) kuorma-alueille P1, P2, ..., kun niitä käyttäen määritetään rakennuksen kokonaistuulikuorma

Tuulen suuntakulmat [°]	Julkisivu koilliseen	Julkisivu kaakkoon	Julkisivu lounaaseen	Julkisivu luoteeseen	Huom.
	0 ... 90	90 ... 180	180 ... 270	270 ... 0	
h [m]	60	60	60	60	
d [m]	15.2	42.0	15.2	42.0	
h/d	4.0	1.4	4.0	1.4	
korrelaatiokorjaus	0.96	0.87	0.96	0.87	
c_{s,c_d}	0.95	1.00	0.95	1.00	olet. teräsrunko
$c_{p,net}$	1.27	1.14	1.27	1.14	
$c_{p,net,eff}$	1.16	0.99	1.16	0.99	
c_{pe} *	0.80	0.80	0.80	0.80	
$k_{p,net}(= c_{p,net,eff}/c_{p,e})$	1.45	1.24	1.45	1.24	

* julkisivujen tuulenpainekarttojen kuorma-alueita P1, P2, ... vastaten

Lähdeluettelo

1. Helsingin kaupunki, kaupunkisuunnitteluvirasto: Jätkäsaaren kaavoitus, tuulisuuden sekä pakkasen ja tuulen yhteisvaikutuksen kartoitus, tutkimusraportti versio C, WSP Finland Oy, 2007, s. 79.
2. Helsingin kaupunki, kaupunkisuunnitteluvirasto: Hernesaaren kaavoitus, tuulisuuskartoitus, WSP Finland Oy, 19.1.2012, s. 47.
3. Helsingin kaupunki, kaupunkisuunnitteluvirasto: Jätkäsaaren ja Hernesaaren asemakaavoitus, Tuulisuuden laskenta- ja luokitusohje. WSP Finland Oy, 18.10.2013, 78 s.
4. SFS-EN 1991-1-4:2005 Eurocode1: Rakenteiden kuormat. Yleiset kuormat. Osa 1-4: tuulikuormat. 255 s. & Kansallinen liite NA SFS-EN1991-1-4.

Liite 1: Tuulisuuden määrittämisen yleisperiaate

Tuulisuus voidaan määrittää objektiivisesti laskemalla tietyn tuulennopeuden raja-arvon ylittävien katutasen tuulien keskimääräinen kesto (esim. % ajasta). Esim. tuulen keskinopeus > 5 m/s katutasossa ≥ 5 % ajasta on toisinaan käytetty nyrkkisääntö olosuhteelle, jossa tuulisuudella on merkitystä. Katutaso tarkoittaa tuulisuusmalleissa korkeutta 1,5...2,0 m jalankulkutason yläpuolella.

Katutasen tuulisuus riippuu alueen perustuulisuuden tasosta sekä rakennusten, maastonmuotojen, aukeiden, vesialueiden, puiden, pensaiden, aitojen yms. paikallisten tekijöiden vaikutuksesta. Kaavoituksen yhteydessä tuulisuus on kiinnostuksen kohteena useimmiten juuri rakennetussa ympäristössä, jossa rakennusten paikallinen merkitys on suuri. Rakennukset antavat yleisesti tuulensuojaa; tuulisuus ja pakkasen purevuus on kaupunkien keskustan rakennusten keskellä yleisesti pienempää kuin meren rannalla tai aukeilla keskustan ympärillä. Rakennusten sijoittelusta ja erityisesti korkeasta rakentamisesta voi kuitenkin seurata, että tuulensuoja on paikallisesti normaalia pienempi, ja katutasen tuulenpuuskat tulevat yllätyksenä muuten suojaisassa ympäristössä.

Perustuulisuus saadaan määritettyä meteorologisten tuulitilastojen avulla ottaen huomioon maaston rosoisuuden erot tuulitilaston mittauspisteen ja kohdealueen sijainnin välillä tuulen suunnittain. Meteorologiset tuulitilastot mitataan yleisimmin avoimessa maastossa n. 10 m korkeudella maapinnasta, ja mittaukset tilastoidaan 10 min keskinopeuksina. Tuulen puuskanopeus on keskinopeutta suurempi, ja tarkoittaa sää tiedotuksissa tuulennopeuden 3 s huippuarvoa. Tällaiset hetkelliset tuulenpuuskat aiheuttavat suurimman osan tuulisuuden epämiellyttävistä tai vaarallisista vaikutuksista.

Tuulen keskinopeus 10 m korkeudessa on avoimessa tasaisessa maastossa likimain 1,5-kertainen katutasen keskinopeuteen nähden. Tällöin 5 m/s katutasen keskituuli vastaa noin 7,5 m/s keskituulta 10 m korkeudessa. Näitä esiintyy Suomessa meren rannikolla tyypillisesti 5...8 % ajasta, eli tuulisuudella on yleisesti merkitystä merenrantarakentamisessa.

Kun tuulisuus selvitetään tarkemmin kohteen eri tarkastelupisteissä, edellä mainittu suhde on määritettävä tarkemmin; esimerkiksi tuulitunnelikokeilla pienoismallia apuna käyttäen tai mittauksilla luonnossa todellisesta kohteesta. Tällöin tarkastelupisteen suhteellinen keskituuli (k_m) ja suhteellisen puuskatuuli (k_g) voidaan esittää tuulen suunnittain kaavoilla

$$k_m = v_m/v_{ref}$$

$$k_g = v_g/v_{ref}$$

missä v_m = katutasen keskituuli; k_g = katutasen puuskatuuli, ja v_{ref} = normeerausessa käytetty tuulennopeus (v_{ref} voi olla esimerkiksi kohdealueen perustuulisuutta kuvaava tuulen keskinopeus korkeammalla maanpinnasta tai suoraan paikallisesta sääasemesta mitattu tuulen keskinopeus).

Suhteellinen keskituuli (k_m) ja suhteellinen puuskatuuli (k_g) voidaan olettaa olevan tuulen suunnasta ja tarkastelupisteestä riippuvia vakioita. Katutasossa puuskaisuuden osuus on suhteellisesti suurempi kuin tuulitilastojen mittauskorkeudella. Kun v_{ref} = keskituuli 10 m korkeudessa avoimessa maastossa, ovat kertoimet kaupunkiympäristössä suuruusluokkaa $k_m = 0,1 \dots 1,2$ ja $k_g = 0,2 \dots 2,5$. Suurimpia kertoimia mitataan yleisesti ympäristöään selvästi korkeampien rakennusten juuressa, katopihoilla, kansilla ja silloilla. Erityisesti k_g voi tietyillä tuulensuunnilla olla suuri, tarkoittaen että katutasossa voi esiintyä tuulisella säällä kovia puuskatuulia. Katutasen puuskatuulien vaikutuksia on kuvattu taulukossa L1.1.

Taulukko L1.1: Katutason puuskatuulen vaikutuksen kuvaus kaupunkiolosuhteissa

3 s puuskatuuli [m/s]	Vaikutus
5...8	tuuli nostaa pölyä, kuivaa maata ja irtonaisia papereita, hiukset menevät sekaisin
8...11	tuulen tuntee keholla, hyväksyttävän tuulen raja
11...14	kävely on epäsäännöllistä, hiukset lepattavat suorina, sateenvarjoa on vaikea käyttää
14...17	kävelyä on vaikea hallita, tuulen melu on epäviihtyisää, vartalolla on nojattava tuulta vastaan
17...21	tasapainon säilyttämisessä on suuria vaikeuksia, vartalo siirtyy tuulen mukana, vanhuksille vaarallinen tuuli
21...24	ihmiset kaatuvat tuulen vaikutuksessa
24...28	seisominen ilman tukea on mahdotonta, kiinnittäminen on välttämätöntä
> 28	hyvin epätodennäköisesti koskaan koettavissa

Perustuulisuuden osalta tärkeä yksittäinen tekijä on kohdealueen etäisyys merenrannasta ja avoimesta suhteesta korkeimpien rakennusten korkeuteen. Rannikon läheisyydessä mereltä päin puhaltavilla tuulilla on tavanomaisesti suurin merkitys tuulisuuden numeroarvoihin. Tuulen ollessa meren suunnalta merialueiden kovat tuulennopeudet vaikuttavat lähes vaimentumattomina mantereen päällä tietyistä korkeudesta ylöspäin, missä korkeus on verrannollinen etäisyyteen merenrannasta (tämä korkeus on likimain $x/12,5$, missä x = kohteen etäisyys merenrannasta). Korkeat rakennukset voivat rannikon läheisyydessä kääntää näitä vaimentumattomia tuulia katutasoon, jolloin korkeasta rakentamisesta aiheutuva lisä tuulisuuteen voi olla erityisen merkittävä. Paitsi rakennuksen korkeus, myös julkisivun leveys (tornin hoikkuus) vaikuttaa syntyvään tuulisuuden lisään, samoin kuin viereisten muiden korkeiden rakennusten yhteisvaikutus.

Tavanomainen tuulisuustarkasteluissa hyödynnettävä tuulitilasto on tyypiltään tuuliruusu (kuva L1.1), joka esittää säähavaintoaseman mittauspisteen eri keskituulien esiintymisen prosentteina ajasta.

Tuuliruusu esittää tuulennopeuksien esiintymisen rajallisella määrällä tuulennopeusalueita. Kuvasta L1.1 ei voida esimerkiksi tarkasti päätellä aikaa, jossa tuulen keskinopeus ylittäisi 21 m/s. Tuulisuuden laskennallista määrittämistä varten jatkuva esitysmuoto on käytännöllisempi; ja useasti käytetty otaksuma on, että tuulen keskinopeuksien esiintyminen kullakin tarkasteltavalla tuulen suunnalla ja tarkastelujaksolla noudattaa Weibull-todennäköisyystiheysjakautumaa

$$p(v_m) = \frac{k}{\lambda} \left(\frac{v_m}{\lambda} \right)^{k-1} e^{-(v_m/\lambda)^k}$$

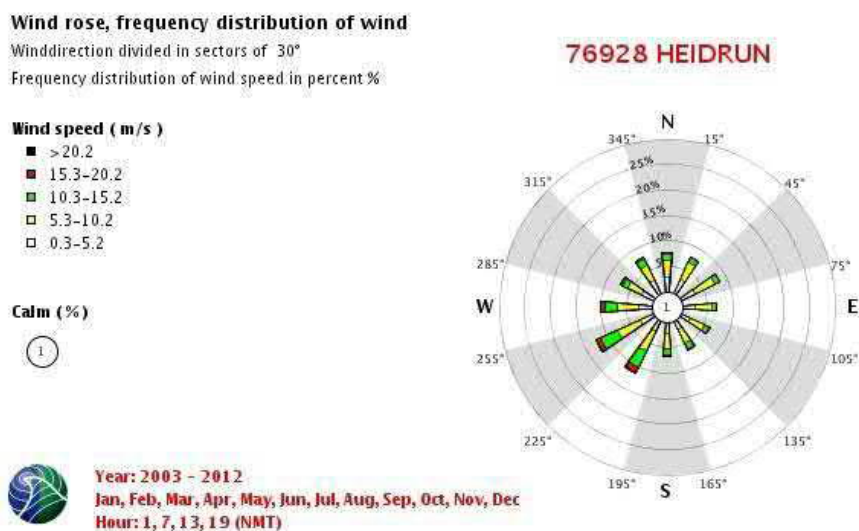
missä k = muotoparametri ja λ = skaalausparametri. Kumulatiivinen jakauma ($v \leq v_m$) on tällöin

$$P(v_m) = 1 - e^{-(v_m/\lambda)^k}$$

Tuulen keskinopeuden v_m ylittävien tuulien osuus tarkasteltavalla tuulen suunnan sektorilla saadaan lausekkeesta

$$P(v_m) = P_0 e^{-(v_m/\lambda)^k}$$

missä P_0 = tuulen suunnan sektoriin liittyvien osuus kaikista tuulista. Weibull-jakauman parametrit k ja λ saadaan käyränsovituksella tuuliruusun arvoihin tai tuulitietoja toimittava organisaatio voi niitä määrittää valmiiksi. Käyränsovituksesta aiheutuva virhe on käytännössä pieni tavanomaisella tuulen nopeusalueella, jolla tuulitilasto sisältää mittaustuloksia; toisin sanoen Weibull-jakauma sopii hyvin sääasemien mitattujen keskituulinen kuvaamiseen, ja siten tuulisuuden analyysiin. Äärimmäisen kovien tuulien, esim. rakennesuunnittelussa useasti käytettävien 50 v toistumisvälin myrskytuulien, analyysissä tulokset ovat herkkiä parametrin k arvolle, ja näitä analysoidaankin paremmin ns. ääriarvoja-kaumien avulla. Näissä otetaan tavanomaisesti lisäksi huomioon erilaisia varmuus- ja luotettavuusmarginaaleja liittyen mm. tuulitilastoihin ja sään ääri-ilmiöiden pitkän aikavälin muutoksiin. Periaatteessa tuulisuustarkasteluissakin voitaisiin varautua tuulisuusolosuhteiden pitkän aikavälin muutoksiin. On kuitenkin huomioitava, että nämä tapahtuvat määritelmänsä mukaisesti hitaasti, jolloin ihmiset tottuvat muutokseen, ja myös kaupunkirakenne ja puuston korkeus yms. tekijät voivat muuttua merkittävästi n. 50 v tarkasteluvälillä.



Kuva L1.1: Esimerkki meteorologisen havaintoaseman mittaustuloksista laaditusta tuuliruususta (Heidrun, Norja).

Kun kohdealueen perustuulisuus on selvitetty, tuulisuuden numeroarvo eri pisteissä riippuu kaupunkiympäristössä erityisesti kohteen ja sen lähiympäristön rakennuksista, puustosta ja jalankulutuskorkeusasemasta; eli kertoimista k_m ja k_g tarkastelupisteittäin ja tuulen suunnittain. Uutta rakennuskantaa suunniteltaessa paikallisten tekijöiden tarkka huomioon ottaminen edellyttää käytännössä tuulitunnelikokeiden suorittamista kohdealueen pienoismallia apuna käyttäen. Alueen nykytilan tuulisuutta voidaan selvittää myös paikan päällä katselmuksilla ja niiden yhteydessä tehtävillä katutasen tuulennopeuden mittauksilla.

Tuulisuus määritetään tietyissä suunnitelman kannalta mielenkiintoisissa pisteissä. Tällaisesta yksityiskohtaisesta tarkastelusta käytetään nimeä tuulisuuskartoitus.

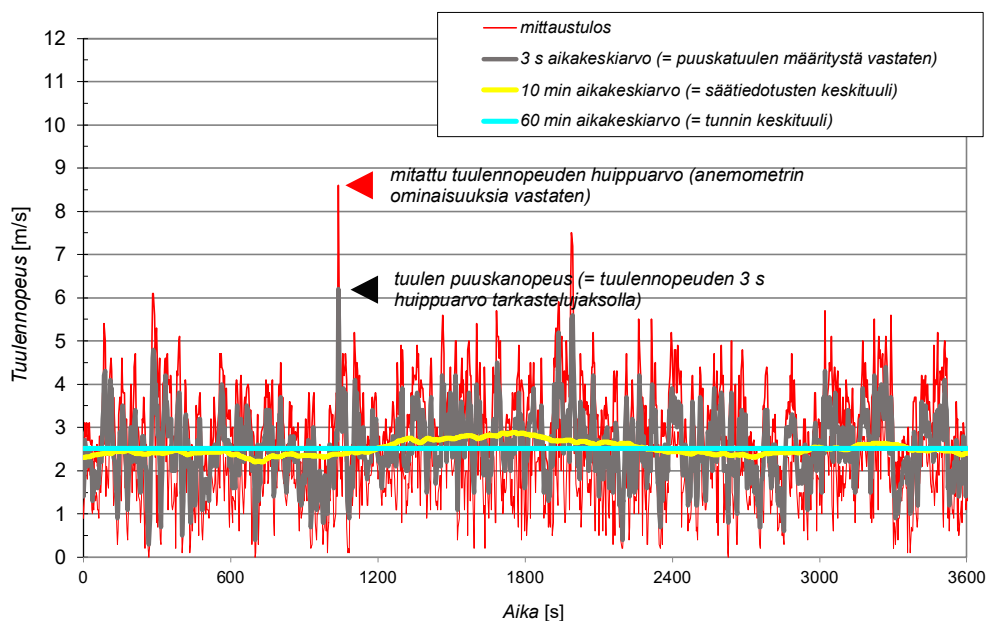
Kaupungeissa, joissa tuulisuudella on erityistä merkitystä, kriteerejä voidaan esittää kaupunginosa- ja aluekohtaisesti. Esimerkkinä tästä on tuuliseksi tunnettu Wellingtonin kaupunki Uudessa-Seelannissa, jossa kaupunki on määriteltyt keskustan julkisille alueille standardin, kuinka paljon uusi rakennus saa lisätä tuulisuutta. Tällöin suunnittelussa on selvitettävä sekä nykytilan tuulisuus, että tuulisuus uuden rakennuksen vaikutuksessa.

Tuulisuuden hyväksytyt taso voidaan esittää tuulisuuskriteerinä, joka koostuu tyyppillisesti

- tuulennopeuden raja-arvosta (katutason keskituuli tai puuskatuuli)
- ylittävien tuulennopeuksien sallitusta keskimääräisestä kestoista raja-arvoa vastaten
- ihmisen toimintaa kuvaavasta luokasta (paikoillaan olo, kävely jne.)
- kuvauksesta siitä miten kriteerin täyttämättä jääminen vaikuttaa (tuulisuus epäviihtyisää tai vaarallista).

Tuulisuuskriteereitä ovat esittäneen kansainvälisesti eri tutkimuslaitokset ja yksittäiset tutkijat. Niitä voidaan laatia tuulitunnelikokeiden avulla, tekemällä tuulennopeuden mittauksia todellisessa kohteessa ja haastatteleamalla ihmisiä. Tuulisuuskriteereissä voi siten erottua maakohtaisia eroja, esim. ihmisten tottumus tuulen vaikutuksiin, sateet, valoisa aika vuorokaudessa ja lämpötilan vaikutus.

Tuulisuuskriteereitä voidaan esittää tuulen keskinopeudelle ja tuulen puuskanopeudelle, tai näiden välimaastoon sijoittuville laskennallisille tuulennopeusarvoille. Eri tuulennopeuksien yhteyksiä on havainnollistettu kuvassa L1.2.



Kuva L1.2: Esimerkki tuulennopeuden vaihtelusta mittauspisteessä (mitattu 4 m korkeudella): tuulen puuskanopeus = 6,2 m/s; 10 min keskinopeus 2,0...3,0 m/s ja tunnin keskinopeus = 2,4 m/s (Eduskuntatalon lisärakennuksen piha, koillistuuli, ultraääniä-anemometri. Kuvan lähde WSP).

Kuvan L1.2 mukaisesti luonnon tuuli on aina turbulენტista, ja hetkellinen tuulennopeus heilahtelee voimakkaasti keskiarvon (tuulen keskinopeuden) molemmin puolin. Tuulisuuskriteerissä käytettävä tuulennopeus, ja tuulennopeuden huippuarvo yleisesti, voidaan yleisesti esittää muodossa

$$V_g = V_m + g\sigma_v$$

missä g = huippuarvokerroin ja σ_v = tuulennopeuden keskihajonta (määritettynä hetkellisistä tuulennopeuden lukemista tarkastelujakson aikana). Tuulen keskinopeutta vastaa tällöin huippuarvokerroin $g = 0$. Samasta tuulensuunnasta puhaltavassa kovassa tuulessa tuulennopeuden keskihajonnan suhde tuulen keskinopeuteen on mittauspisteessä likimain vakio. Keskihajonta määritetään tuulimittarin hetkellisistä mittauslukemista yleensä 1 h ajanjaksolla. Keskihajonnan ja keskituulen suhdetta kutsutaan turbulenssin intensiteetiksi:

$$I_v = \frac{\sigma_v}{V_m}$$

Esimerkiksi kuvan L1.2 tapauksessa $I_v = 0,41$, ja määritettyä 3 s puuskanopeuden huippuarvoa vastaa huippuarvokerroin $g = 3,6$. Vastaavasti suorien mittauksien huippuarvo vastaa noin 0,1 s puuskanopeutta, ja sitä vastaa tuloksissa huippuarvokerroin $g = 5,8$.

Tuulisuudelle ei Suomessa, kuten ei muissakaan maissa, ole toistaiseksi olemassa viranomaisohjeita. Suunnittelussa voidaan käyttää tutkijoiden esittämiä suosituksia. Suunnittelukäyttöön vakiintuneet suositukset vaihtelevat maittäin. Suomen oloissa esim. tuulen ja pakkasen yhteisvaikutus (pakkasen purevuus) ja siihen liittyvä kasvojen paleltumisriski on oma kysymyksensä. Viileässä säässä tuulisuus myös huomataan helpommin mm. kasvojen viilennysvaikutuksen johdosta.

Rakentamisen tuulisuusvaikutuksia ja tuulisuuden numeroarvoja voidaan verrata kaupungin tai kaupunginosan nykytilaan, edellyttäen että nykytilan arvot on määritetty tai tuulisuusvaikutuksia on tiedossa kokemukseräisesti. Tällöin tulee otetuksi huomioon paikallisia tekijöitä, kuten asukkaiden tottuminen tuulen vaikutuksiin sekä paikallistieto tuulisista ja tuulettomista kohdista.

Liiallista tuulisuutta esiintyy tyypillisesti tietyissä ongelmapisteissä korkeiden rakennusten vieressä ja kattoterasseilla; avoimilla alueilla ja korkealla sijaitsevilla siltakansilla ja jalankuluväylillä; sekä hyvää viihtyvyyttä edellyttävissä paikoissa (puistot, aukiot, urheilukentät ja katukahvilat jne.). Näille voidaan etsiä korjaavia suunnitteluratkaisuja.

Kaavoituksessa ja rakennustarkastuksessa voidaan edellyttää ongelmallisimpien pisteiden tuulisuusolosuhteiden korjaamista. Konsultin aikaisemmissa kohteissa on ehdotettu kaavatasoiseksi tuulisuuden raja-arvoksi puuskatuulen > 23 m/s esiintymistä korkeintaan kerran vuodessa katutasossa.

Suomen perustuulisuuden tasosta johtuen tämä kriteeri ei täyty (eli tuulisuus olisi liiallista) pääosin ainoastaan korkeiden rakennusten vierustan ongelmapisteissä sekä korotettujen jalankulkutasojen yhteydessä.

Konsultin aikaisemmissa selvityksissä käyttämiä toiminnallisia luokkia ovat:

- A istuminen pitkiä aikoja; makaaminen; terassit ja kahvilat; ulkoilmateatterit; uima-altaat. Kesäkausi (huhtikuu-syyskuu)
- B seisominen/istuminen paikoillaan lyhyitä aikoja; puistot; kauppakeskukset; rakennusten ulko-ovet. Kesäkausi (huhtikuu-syyskuu)
- C kävely yleisesti; rakennuksiin sisälle meno ja niistä poistuminen. Koko vuosi
- D vaarallisen tuulen kriteeri; tavoitteellinen kävely; nopea kävely; parkkipaikat. Koko vuosi.

Näihin liittyviä hyväksymisloukkia ovat esim.:

- epäviihtyisä
- vaarallinen, ei hyväksyttävä. Tuulisuudeltaan ongelmallinen piste tulisi korjata jatkosuunnitelussa.

Raja-arvot perustuvat W. H. Melbournen 1970-luvulla esittämään malliin, joka perustuu kerran vuodessa esiintyvään puuskatuuleen. Puuskatuuli v_g on laskettu tuulitunnelikokeessa käyttäen virtausnopeuden vaakakomponentin keskihajonnalle kerrointa $g = 3,5$. Tämä vastaa likimain taulukon L1.1 mukaista 3 s puuskatuulta.

Mallissa todennäköisyyden raja-arvo "kerran vuodessa" vastaan likimain vuotuista ylitystodennäköisyyttä

$$P = 0,025 \% (= 2,2 \text{ tuntia vuodessa}).$$

Tuulisuuskriteerit ovat:

- A: $v_g > 10 \text{ m/s}$; $P_A \geq 0,05 \% *$ (epäviihtyisä)
- B: $v_g > 13 \text{ m/s}$; $P_B \geq 0,05 \% *$ (epäviihtyisä)
- C: $v_g > 16 \text{ m/s}$; $P_C \geq 0,025 \%$ (epäviihtyisä)
- D: $v_g > 23 \text{ m/s}$; $P_D \geq 0,025 \%$ (vaarallinen)

* raja-arvo tarkoittaa 2,2 tuntia kesäkautta kohden, joka vastaa 0,05 % kesäkauden tunneista (= 0,025 % koko vuoden tunneista).

Edellä esitetyt puuskatuulien ylitystodennäköisyydet tarkoittavat sellaisten keskituulien osuutta ajasta, joissa tuulenopeus voi tuulenpuuskissa tilastollisesti (eli huippuarvokertoimella $g = 3,5$ laskettuna) ylittää raja-arvon. Todellinen hetkellisten tuulenopeuksien ylitysten kesto on huomattavasti pienempi (vrt. kuva L1.2); joitain sekunteja 10 min tarkastelujaksolla.

Jos tarkastelu rajoitetaan vain tiettyyn osaan vuorokautta, kuten alkuperäisessä Melbournen kriteerissä "valoisaan aikaan" (12 h vuorokaudessa), voidaan kriteerin P-arvoja suurentaa vastaavasti; jakamalla ne tarkasteltavien tuntien osuudella vuorokauden kaikista tunneista.

Kun kriteeri "ei täyty", tarkoittaa se, että tuulisuutta esiintyy siinä määrin ("liian monta tuntia tarkastelujaksolla"), että kriteerin mukainen toiminto on epäviihtyisää (luokat A, B, C), tai vaarallista (luokka D) tarkastelupisteessä. Tuulen puuskanopeuteen perustuvat mallit kuvaavat tarkasti esimerkiksi virtauksen paikallisen turbulenssin ja korkean rakentamisen aiheuttamia vaikutuksia tarkastelupisteessä.

Melbournen ja Konsultin ehdottama D-kriteeri rakennusten tuulisuusvaikutuksen tarkasteluun on yleisesti "tiukemmasta päästä", koska se ottaa tuulen puuskaisuuden täysimääräisesti huomioon. Esimerkiksi mainittu Wellingtonin keskustan standardin turvallisuutta koskeva määräys on kuitenkin tiukempi siten, että $v_g > 20 \text{ m/s}$ (laskettuna huippuarvokertoimella $g = 3,7$) ei tulisi uuden rakennuksen johdosta ylittyä missään julkisen alueen pisteessä useammin kuin kerran vuodessa.

Isossa-Britanniassa konsulttiselvityksissä laajasti käytetty Lawson-kriteeristö perustuu tuulen keskinopeuden (Boforien) raja-arvojen esiintymiseen, mutta se ottaa myös huomioon tuulen puuskien vaikutuksen. Puuskien vaikutus saadaan laskemalla 3 s puuskanopeuden perusteella ekvivalentti keskinopeus (jakamalla luvulla 1,85 tai 2,0, missä suurempaa jakajaa voidaan käyttää "rannikolla, jossa ihmiset ovat tottuneet tuuleen"). Kriteeri tarkastetaan tällöin määräävän vaikutuksen mukaan joka keskinopeuden tai ekvivalentin keskinopeuden mukaan.

Sovelltavissa olevia keskituuleen perustuvia malleja on esim. tanskalisen FORCE Technologyn malli, joka perustuu 1 h keskituuleen:

- A: $v_h > 5 \text{ m/s}$; $P_M \leq 0,1 \%$ (hyväksyttävä)
- B: $v_h > 5 \text{ m/s}$; $P_M \leq 6 \%$ (hyväksyttävä)
- C: $v_h > 5 \text{ m/s}$; $P_M \leq 23 \%$ (hyväksyttävä)

D: $v_h > 5 \text{ m/s}$; $P_M \leq 43 \%$ (hyväksyttävä).

Pelkästään keskituuleen perustuvat mallit eivät kuvaa kovin tarkasti esimerkiksi rakennusten paikallisia vaikutuksia, ja saattavat yliarvioida esimerkiksi puuston, pensaiden ja aitojen suojaavaa vaikutusta. FORCE:n mallia tulisi tulkitä siten, että se soveltuu tyyppilliseen tanskalaiseen rakennuskantaan, maastoon ja ilmastoon.

Liite 2: Tuulitunnelikokeet ja numeerinen virtauslaskenta

Katutason tuulisuutta alettiin tutkia tarkemmin maailmanlaajuisesti 1970-luvun alkupuolella tuulitunnelikokeiden avulla. Tärkeimpänä kysymyksenä oli käytännössä havaittu tuulisuuden kasvu ja vaarallisen kovat tuulenpuuskat korkeiden rakennusten vierustassa. Korkeiden rakennusten tuulisuutta lisäävä vaikutus on huomattu yhtä varhain kun niitä on alettu rakentaa; yhtenä varhaisimmista esimerkkeinä 22-kerroksinen Flatiron rakennus New Yorkissa, joka valmistui vuonna 1902.

Tuulitunnelikokeiden käytön myötä alettiin esittää myös kriteerejä tuulisuuden sallitulle tasolle, toisin sanoen tuulisuuskriteerit perustuvat useimmiten tuulitunnekoetulosten käyttöön.

Tuulitunnelikokeet ovat säilyneet toistaiseksi luotettavimpana työkaluna uuden asualueen tai rakennuksen ympäristöön liittyvän tuulisuuden analyysissä. Numeerinen virtauslaskenta (CFD, *Computational Fluid Dynamics*) kehittyi kuitenkin koko ajan, ja sillä on saatu asiantuntijakäytössä enenevässä määrin käyttökelpoisia tuloksia. Periaatteessa voitaisiin kehittää myös CFD-laskennan tuloksiin perustuvia tuulisuuskriteereitä, mikä parantaisi käytettävyyttä edelleen. Tuulitunnelikoe ja CFD eivät kuitenkaan yleisesti anna yhteneviä tuloksia; eivät edes geometrialtaan yksinkertaisissa testimalleissa.

Paikalliset tuulennopeudet (suhteessa kohdealueen reunalla vaikuttavaan tuulennopeuteen) määritetään luotettavimmin rajakerros-tyyppisessä tuulitunnelissa, jossa virtaukseen luodaan luonnon tuulta vastaava tuulennopeuden korkeusprofiili ja turbulenssi (kuva L2.1). Tämä tehdään useimmiten asentamalla karhennuspalikoita tuulitunnelin sisälle lattiaan n. 10...20 m matkalle virtauksen yläpuolelle, sekä käyttämällä virtauksen sisääntulossa pyörteisyyttä aiheuttavia kiiloja. Alueen pienoismallin avulla otetaan huomioon paikalliset tekijät. Pienoismallin mittakaava määräytyy tuulitunnelin mittatilan koon ja tarkasteltavien rakennusten korkeuden mukaan ja on tyypillisesti 1:1000...1:250.



Kuva L2.1: Tuulitunnelikoe Jätkäsaaren osayleiskaavavaiheen kaupunkirakennemallin tuulisuuden selvittämiseksi (kuva WSP).

Pienoismalli voi joissain tapauksissa olla suoraan kohteen kaavoituksen esittelymalli tai se voidaan tehdä erikseen tuulitunnelikoetta varten. Puut ja pensaat ovat yleensä esittelymalleissa jollain tarkkuudella mukana. Ne eivät kuitenkaan hidasta tuulta katutasossa yhtä voimakkaasti kuin todellisuudessa, joten tulokset ovat tältä osin konservatiivisia. Jos pienoismalli tehdään pelkästään tuulitunnelikoetta varten, voidaan puita ja pensaita mallintaa tarkemminkin.

Tuulitunnelikokeessa mitataan paikallisia virtausnopeuksia jalankulkijan korkeudella (1,5..2,0 m katutasosta täydessä mittakaavassa, eli 2...5 mm tavanomaisessa pienoismallissa). Mittaukseen käytetään joko kuumalanka-anemometria, jolloin mittaukset tehdään pienoismallin päältä (vrt. kuva L2.1); tai pienoismallin läpi porattuja paineantureita. Mittauksia tehdään tietyissä suunnitelman kannalta mielenkiintoisissa pisteissä eri tuulen suunnilla. Yksittäistä mittaustulosta on havainnollistettu kuvassa L2.2. Tuloksista erotellaan virtauksen keskinopeus v_m ja nopeuden keskihajonta σ_v . Kuten luonnon tuulen tapauksessa, virtausnopeuden huippuarvo σ_v tietyllä tarkastelujaksolla voidaan esittää muodossa

$$v_g = v_m + g\sigma_v$$

missä g = huippuarvokerroin. Huippuarvoon vaikuttaa sen määrittämysaika. Huippuarvokerroin on lisäksi tilastollinen suure, eli huippuarvo voi vaihdella tarkastelujaksosta toiseen liittyen ilmiön luonnolliseen satunnaisuuteen. Luonnon tuulella huippuarvokerroin on suuruusluokaltaan $g = 3,5$ kun tarkastellaan n. 1...3 sekunnin tavanomaisia huippuarvoja (eli puuskatuulia) ja v_m määritellään 10 min tai tunnin aikakeskiarvona. Virtausnopeuden keskihajonta esitetään useimmiten turbulenssin intensiteetin I_v avulla muodossa

$$I_v = \frac{\sigma_v}{v_m}$$

jolloin huippuarvo saadaan lausekkeesta

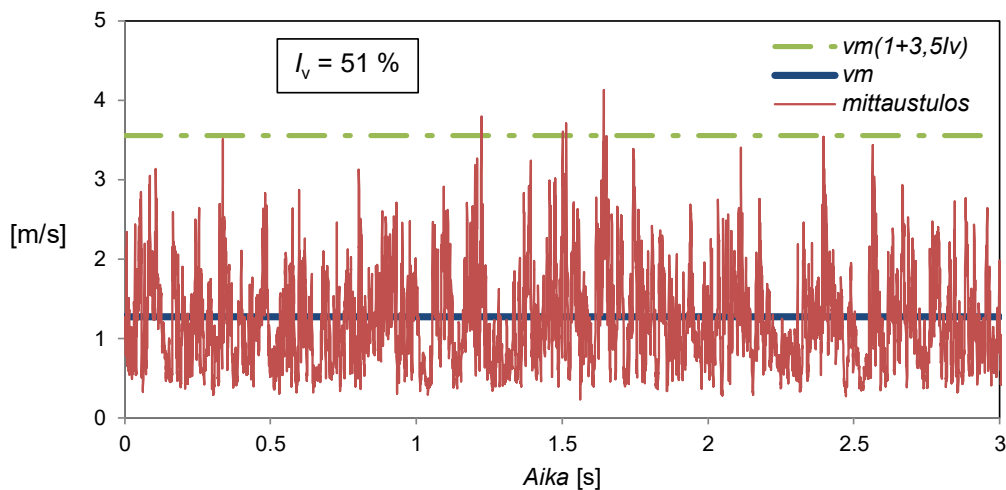
$$v_g = v_m(1 + gI_v)$$

Turbulenssin intensiteetti on dimensioton luku, ja se esitetäänkin useasti prosenteissa. Katutasossa mitattuna rakennusten vaikutuksessa I_v on suuruusluokkaa 50 % (vrt. kuva L2.2). Tuulisuustarkasteluissa sovellettava huippuarvokerroin g on yleensä annettu tarkasteltavassa tuulisuuskriteerissä, joten sitä ei ole tarvetta määrittää mittausten yhteydessä.

Tuulisuuskartoituksiin soveltuva numeerinen virtauslaskenta voidaan tehdä kahdella vaihtoehtoisella menetelmällä: suurten pyörteiden simuloinnilla (LES, *Large Eddy Simulation*) tai ajasta riippumattomalla RANS (*Reynolds Averaged Navier-Stokes*) -menetelmällä. Ensin mainittu on laskenta-ajaltaan huomattavasti pitempi siten, että RANS on tällä hetkellä käytetyin menetelmä. RANS-menetelmä soveltuu ainoastaan virtauksen keskinopeuden määrittämiseen (kuvan L2.2 yhtenäinen viiva). LES-menetelmällä voidaan simuloida turbulenssin suurempia pyörteitä, jolloin kuvan L2.2 mukainen virtausnopeuden vaihtelu saadaan jollain tarkkuudella "tasoitettuna" otetuksi huomioon, mutta on selvää että esimerkiksi kuvan L2.1 mukainen laaja kaupunkirakenne on käytännössä mahdotonta simuloida tarkasti kun tavoitteena on erityisesti katutaso tuulien selvitys. Supertietokone-laskenta, avoimien vir-

tauslaskentaohjelmien kehittyminen (jolloin jokaisesta laskentaytimestä ei tarvitse ”maksaa lisää lisenssimaksua”) ja laskentaytimien määrän kasvu jopa useaan tuhanteen, pitää kuitenkin LES-laskennan mahdollisena tutkijakäytössä.

Jotta tulos olisi realistinen, myös kaupunkirakenteen kohtaavaan tuulen, eri laskennan raunaehdon, tulisi olla kuvan L2.2 mukainen turbulenttinen virtaus, joka vastaisi luonnon tuulta tarkasteltavalle tuulensuunnalle. Luonnon tuuli on aina turbulenttista.



Kuva L2.2: Esimerkki tuulitunnelikokeessa mitatusta katutason virtausnopeudesta (kuvan lähde WSP).

Numeerisen virtauslaskennan ja tuulitunnelikoetulosten tulosten tulkinnan tärkeä ero on käytännössä se, että virtausnopeuden hetkelliset huippuarvot (tuulen puuskien / turbulenssin vaikutus) tulevat aliarvioituksi numeerisessa laskennassa. Tämän virheen merkitys on mahdollisesti vähäinen, jos itse tuulisuuskriteeri perustuu tuulen keskinopeuteen – ja vastaavasti merkittävä, jos kriteeri perustuu tuulen puuskanopeuteen.

Tuulitunnelikokeilla ja numeerisella virtauslaskennalla on myös toinen merkittävä ero: tuulitunnelikokeessa on rajallinen määrä mitattavia pisteitä (tyypillisesti suuruusluokaltaan 50), joissa tuulisuuden numeroarvo määritetään tarkasti. Numeerisessa laskennassa tarkastelupisteiden sijainti ja määrä voidaan valita vapaasti ja virtauksen kulkua kohdealueessa voidaan visualisoida graafisesti. Tuulitunnelikokeessa paikallisia virtauksia voidaan tarkastella ja visualisoida esim. savun avulla. Virtausnopeuden mittausten lisäksi tuulisuuden tarkasteluja on tehty tuulitunneleissa myös hiekka-eroosiokokeilla, jossa pienoismallin ripotellut hiekanjyvät puhaltuvat pois tuulisemmista kohdista, ja lopputulos antaa likimääräisesti visuaalisen kokonaiskuvan tuulisista kohdista kyseisellä tuulensuunnalla.

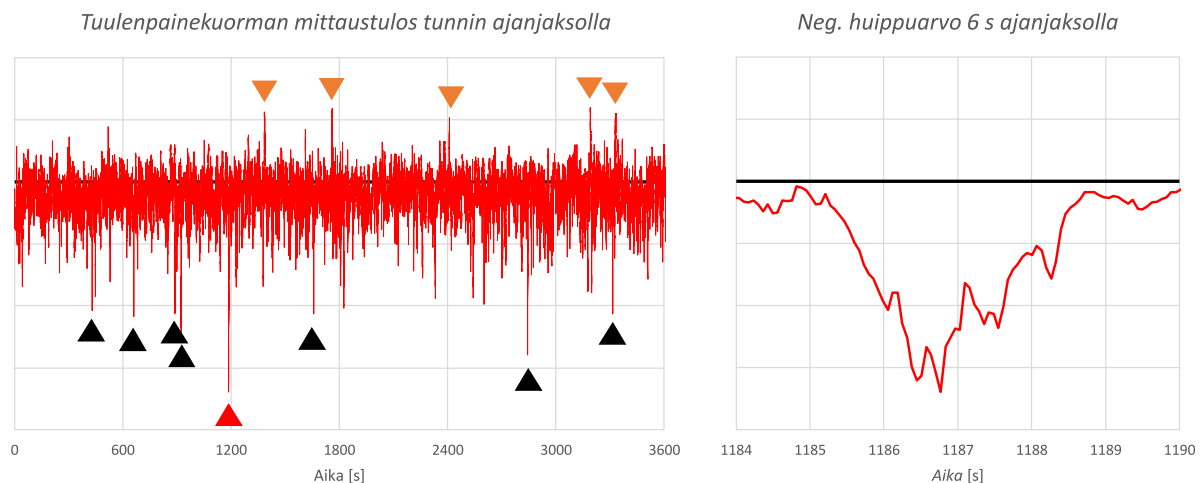
Tuulitunnelikokeen pisteet valitaan suunnitelman kannalta oleellisiin pisteisiin, esimerkiksi pihan oleskelupaikalle, rakennuksen sisääntulon kohdalle tai kävelysillalle. Muilta osin pisteet valitaan yleensä sellaisiin kohtiin, jossa tiedetään esiintyvän suuria tuulen puuskanopeuksia; kuten rakennuksen kulumien kohdalle, rakennusten väliin tai laajojen julkisivupintojen viereen. Vaikka tuulisuuden numeroarvot olisivat näissä suurina, voi lähistöllä olla pisteitä, jotka ovat esimerkiksi puiden ja pensaiden suojassa, ja jossa tuulisuus on vähäistä

Tuulitunnelikoe tai numeerinen virtauslaskentatulokset ei sellaisenaan ole tuulisuuskartoitus, vaan tuulisuuskartoituksen tekemiseksi tarvitaan lisäksi tulosten yhdistäminen paikallisiin tuulitilastoihin, ottaen lisäksi huomioon tuulitilaston mittauspisteen ja kohteen välinen sijaintiero. Tämä edellyttää maaston rosoisuuden muutosten analyysiä ja sitä varten laadittujen laskentamallien käyttöä. Tavanomaisesti tuulen suunnat käydään läpi 22,5°...45° välein.

Rajakerros-tuulitunnelit ovat suurikokoisia. Tuulitunnelikokeita tekevät rutiininomaisesti kymmenkunta tuulitunnelilaboratoriota mm. Kanadassa, USA:ssa, Isossa-Britanniassa, Australiassa, Tanskassa, Ranskassa, Japanissa ja Kiinassa. Suomessa kokeita on suoritettu Espoon Otaniemessä sijainneissa rajakerrostuulitunnelissa vuoteen 2016 asti; tämä tuulitunneli on sittemmin purettu.

Liite 3: Tuulenpainekuormien tarkempi määrittäminen

Julkisivujen ja kattojen tuulenpainekuormat ovat tarkemmissa analyyseissä todettu vahvasti ajasta ja tarkastelupisteestä riippuviksi. Kuormassa voi jopa sekunnin aikana tapahtua voimakkaita heilahteluita (kuva L3.1). Nykyisillä tekniikoilla tällaisten heilahteluiden huippuarvoja pystytään mittamaan ja analysoimaan; mutta tulosten hyödyllisyys rakennesuunnittelussa on kyseenalainen, koska rakenteiden kestävyys todentaminen ei perustu samanlaisiin kuormitustilanteisiin. Rakenteilla on myös lisäkapasiteettia kestää yksittäistä lyhytkestoista kuormaa. Esim. lasien murtokuorma lyhytaikaisessa kuormitustapauksessa on selvästi suurempi kuin staattisessa kuormituksessa. Toisaalta lasi voi myös väsyä hajalle, jolloin kuorman aikahistorialla on merkitystä [L3.1].



Kuva L3.1: Tuulitunnelikoepohjainen esimerkki korkean rakennuksen julkisivun tuulenpainekuormasta (pistemäinen mittaus). Esimerkissä määrävin negatiivinen huippuarvo (imukuorma) on noin $-10\sigma_P$ ja positiivinen huippuarvo $4\sigma_P$, missä σ_P kuorman keskihajonta (kuvan lähde WSP).

Kun tuulenpainekuormia määritetään suunnitteluohjeiden perusteella, on tuloksena yleensä yksi luku, joka ei suoraan kerro mitään kuorman huippuarvon määritysajasta (t^*), toistuvuudesta tai sen samanaikaisesta esiintymisestä eri kohdissa pintaa. Tuulenpainekuorma määritetään yleisesti painekertoimen (c_p) ja tuulenpaineen (q) tulona. Tuulenpainee riippuu tuulennopeudesta yhteydellä

$$q = \frac{1}{2} \rho v^2 \quad (\text{L3.1})$$

missä ρ = ilman tiheys (n. $1,25 \text{ kg/m}^3$, lämpötilasta riippuen) ja v = tuulennopeus.

Vanhemmissa 1960-luvun suunnitteluohjeissa on käytetty painekertoimia, jotka on mitattu tuulitunnelikokeilla ei-turbulentissa virtauksessa - keskimääräistä virtausnopeutta ja keskimääräistä mitattua painetta vastaten. Ne ovat tällöin rakennuksen geometriasta ja tarkastelupisteistä riippuvia vakioita; ja t^* on arvioitavissa tuulennopeuden määrittelystä kaavassa (L3.1). Tavanomaisin määritysaika on 3 s tuulen meteorologista puuskanopeuden määrittystä vastaten, jossa itsessään on hajontaa mittauksesta toiseen vaikka tuulen keskinopeus olisikin sama.

Rajakeros-tuulitunnelikoetekniikoiden käyttöönoton myötä t^* ei enää suoraan seuraa tuulennopeuden määrittelyä. Kokeissa mitataan suoraan tuulenpainekuorman huippuarvoja. Kokeiden perusteella saadaan huippuarvo, jonka suuruus riippuu eri tekijöistä, mukaan lukien mittauslaitteiston ominaisuudet ja huippuarvojen tilastollinen käsittely. Kun mitataan nykykäytäntöjen mukaan likimain $t^* = 1 \text{ s}$

huippuarvoja todellista rakennusta vastaten, yksittäinen huippuarvo voi vaihdella jopa 30% mittauksesta toiseen pelkästään turbulenttisen virtauksen luonnollisten satunnaisuuksien johdosta. Jos tavoitteena on saada toistettavissa olevia tuloksia, on tuloksia siten käsiteltävä tilastollisesti. Sovellessa tuloksia suunnitteluohjeiden painekertomina on tällöin varmuutta sekä painekertoimissa c_p että tuulen nopeuspaineessa q .

Tuulenpainekuormia voidaan monimutkaisten rakennusgeometrioiden ja kaupunkirakenteiden tapauksessa määrittää luottavasti vain rajakerros-tuulitunnelikoetekniikoilla. Ne ovat suunnitteluohjeiden tarkoittama tuulitunnelimenettely tai asiantuntijaneuvo. Tuulitunnelikokeet tehdään laajasti suunnitteluohjeista riippumattomasti kansainvälisen tutkimustradition pohjalta. Kokeita tehdään tyypillisimmin korkeimpien rakennusten suunnittelun yhteydessä. Tällöin samalla tuulitunnelimallilla voidaan tehdä myös muun tyyppisiä mittauksia tai analyysyjä; esimerkiksi tuulisuuskartoitukseen ja rakennuksen huojuntaan liittyen. Suomessa rajakerros-tuulitunnelikoepohjaisia julkisivujen tuulenpainekuormien mittauksia on tehty muutamia; Konsultti on tehnyt niitä kolmessa Suomen ja kolmessa ulkomaan kohteessa.

Toisaalta nykyiset suunnitteluohjeet, mukaan lukien Eurokoodi [L3.2], kattavat korkeiden rakennusten suunnittelukysymyksiä jopa 200 m korkuisiin rakennuksiin asti, mikä mahdollistaa näiden menetelmien tulosten vertailun ja käytön rinnakkain. Nykyiset suunnitteluohjeet ja mitoituskäytännöt julkisivujen ja kattojen tuulenpainekuormien määrittämiseksi perustuvat suurelta osin tuulitunnelikokeisiin.

Jotta vertailu olisi mahdollista, on:

- 1) tuulennopeuden perusarvo (50 v toistumisvälin tuuli keskituuli 10 m korkeudessa) määritettävä yhtenevästi
- 2) maaston rosoisuuden muutokset tuulen puolella on analysoitava mahdollisimman luotettavasti tuulen suunnittain siten, että molemmat menetelmät perustuvat realistiseen tuulen ja tuulen puuskanopeuspaineen korkeusprofiiliin rakennuksen kohdalla
- 3) tuulenpainekuormat on normalisoitava määrittelyiltään samoiksi erityisesti kuorman huippuarvon määritysajan ja vaikutusalan osalta.

Tämän liitteen tarkoituksena on esittää sellaiset Eurokoodipohjaiset asiantuntijatulkinnat, joilla menettelyiden tulokset ovat yhtenevät niiltä osin kun ne ovat vertailukelpoisia.

Kohdat 1) ja 2) voidaan toteuttaa samalla menetelmällä, maaston rosoisuuden muutosanalyysillä, mitä Konsultti on käyttänyt tuulisuusselvityksissä. Menetelmä on myös useimpien tuulitunnelilaboratorioiden käyttämä, ja vastaa siten olettavasti myös kansainvälisten toimijoiden otaksunia.

Tuulennopeuden perusarvona voidaan käyttää Suomen kansallisen liitteen meri-maastoluokan (maastoluokka 0) mukaista arvoa, joka vastaa hyvin merisääasemien tulosten tilastollista analyysiä. Rakennuksen kohdalla vaikuttavat tuulen puuskanopeuspaineen korkeusprofiilit lasketaan tästä maaston rosoisuuden muutosanalyysin avulla tuulen suunnittain. Otaksumat ovat tällöin joiltain osin tuulisuuskartoituksia konservatiivisemmat, mm.

- tuulennopeuden perusarvo oletetaan Suomen suunnittelukäytännössä tuulen suunnasta riippumattomiksi
- tuulennopeuden perusarvossa otetaan huomioon tilastollista ja systemaattisista virheistä johtuvaa varmuutta suhteessa sääasemien mittaustuloksiin
- puuston ja pensaiden tuulensuojaa ei oteta huomioon, lukuun ottamatta laajoja pysyviä metsäalueita
- kovimmissa myrkyissä aallokko voi tehdä merestä karhean. Merialueiden rosoisuusmitta on tällöin Eurokoodin meri-maastoluokan mukainen $z_0 = 0,003$ m.

Menettely on riippumaton mastoluokkaotaksumasta. Tulosta voidaan kuitenkin havainnollistaa pääkaupunkiseudun kohteissa yleisesti siten, että tuulen ollessa meren puolelta korkean rakennuksen

yläosassa vaikuttaa likimain meri-maastoluokan 0 mukaiset tuulen puuskanopeuspaineet, kun taas rakennuksen alaosan tuulen puuskanopeuspaineet vastaavat lähemmin maastoluokkaa I...IV. Mantereen puolelta puhaltavissa tuulissa vaikuttavat kauttaaltaan merimaastoluokkaa lievemmat tuulen puuskanopeuspaineet.

Kohdan 3) osalta on tarkasteltava tarkemmin suunnitteluohjeiden ja tuulitunnelikokeiden otaksumia.

Julkisivujen ja kattojen tuulenpainekuormat

Suunnitteluohjeiden käytäntöjen mukaisesti julkisivujen ja katon tuulenpainekuorma voidaan eritellä koostuvaksi rakennuksen ulkopuolisesta ja sisäpuolisesta paineesta. Näiden yhteisvaikutus; nettopaine; määrittää rakenneteknisen paikallisen tuulikuorman, joka vaikuttaa kohtisuoraan pintaa vasten.

Julkisivun komponentit, esimerkiksi kaksoisjulkisivun eri kerrokset, voidaan tarvittaessa mitoitaa erilaisilla suunnitteluotaksumilla, jossa sisäistä ja ulkoista painetta otetaan huomioon eri kertoimilla.

Tuulenpainekuorman huippuarvo on luonteeltaan tilastollinen suure, joka riippuu voimakkaasti tarkastelupisteestä ja huippuarvon määrittäjästä (vrt. Kuva L3.1). Lisäksi huippuarvot eivät vaikuta samanaikaisesti eri kohdissa pintaa, jolloin rakenneteknisen mitoituksen yksinkertaistamiseksi voidaan nettopaineen huippuarvoa muuntaa kuorma-alueen koosta A riippuvalla tekijällä. Nettopaineen rakenneteknisiin vaikutuksiin liittyy siten kaksi eri tekijää:

- paikallisen pistemäisesti mitatun paineen huippuarvon määrittäjä t^*
- kuorma-alueen koon A huomioon otettava kerroin, jonka pääasiallinen tehtävä on rakenneanalyysin yksinkertaistaminen.

Tuulenpainekuorman huippuarvot ovat sitä suurempia, mitä pienempiä ovat määrittäjä t^* ja kuorma-alue A . Rakennesuunnitteluohjeet soveltavat perinteisesti kuorma-ala A erotellen ainakin paikalliset ja koko rakennukseen kohdistuvat vaikutukset.

Tuulitunnelikokeissa painemittaukset tehdään pistemäisesti, ja mittaustulosten käsittelyssä sovelletaan sovittuja huippuarvon määrittäjiä t^* . Eurokoodin [L3.2] rakennusten painekertoimien perustana olevat tuulitunnelikokeet on tehty kuitenkin poikkeavalla menetelmällä, jossa pistemäisiä paineita on mitattu suoraan keskiarvona kahdella eri A :n arvolla (1 m^2 ja 10 m^2) [L3.5, L3.6]. Kokeet koskevat kyseisen suunnitteluohjeen esittämää matalaa ja tavanomaista rakennusta avoimessa maastossa. Menetelmä on alun perin kehitetty matalien rakennusten tuulitunnelikoisiin, johon sitä on myös helpoin soveltaa mittakaavatekijän johdosta. Kokeet on tehty pääasiassa kahden tutkijan toimesta, ja Eurokoodin [L3.1] suositusmallin painekertoimet eivät siten edusta laajempaa näkemystä painekertoimien mahdollisista arvoista erityyppisissä rakennuksissa tai rakennetuissa ympäristöissä.

Huippuarvon määrittäjä t^* ja kuorma-alueeseen A perustuvia malleja voidaan likimääräisesti käyttää vaihtoehtoisesti. Tarkoitusta varten on 1970-luvun lopulla ehdotettu "TVL-kaavaksi" nimetty yksinkertainen yhteys

$$t^* = KL/v_h \quad (L3.2)$$

missä K = kerroin; L = kuorma-alueen kuvaava mitta; ja v_h = tuulen nopeuden tunnin aikakeskiarvo avoimessa maastossa rakennuksen lähistöllä, jossa rakennus ei siihen vaikuta. Alkuperäisessä ehdotuksessa L = kuorma-alueen pitempi sivumitta; v_h on tarkoitettu mitattavaksi 10 m korkeudessa; ja vakio $K = 4,5$ on valittu kenttämittausten tuloksena Lontoossa sijaitsevasta korkeasta rakennuksesta. Malli liittyy erityisesti rakennuksen kokonaistuulikuorman määrittämiseen, jossa tuulen puoleisen julkisivun painekertoimet ovat määräävässä asemassa [L3.3].

Ison-Britannian aikaisempi suunnitteluohje [L3.4] soveltaa TVL-kaavaa kaikille pinnoille siten, että $L = a$, missä a on kuorma-alueen diagonaalimitta, $K = 4,5$ ja v_h on määritetty referenssikorkeudella H_R (useimmissa tapauksissa $H_R =$ rakennuksen korkeus h). Paikalliset vaikutukset lasketaan olettaen $a \geq$

5,0 m, jolloin vastaava pienin t^* on likimain 1 s, kun tarkastellaan 50 v toistumisvälin tuulia. Malli soveltuu myös koko rakennuksen tuulikuorman analyysiin, jolloin esim. 100 m korkean rakennuksen konnaistuulikuormaa vastaisi likimain $t^* = 20$ s mukaan määritettyä painekerrointa. Malli on yhteensopiva nykyisten tuulitunnelikoetekniikoiden suhteen, missä $t^* = 1$ s huippuarvoja voidaan suoraan mitata. Lähteen [L3.1] mukaisesti $t^* = 1$ s sopii myös lasien mitoituksen perustaksi. Lasien kestävyysliisää eri t^* arvoilla on Eurokoodin laadinnan yhteydessä ehdotettu jatkotutkittavaksi - alustavien havaintojen ollessa, että lasin murtokuorma on noin kaksinkertainen toistuvalla lyhytkestoiselle kuormalle verrattuna staattiseen kuormaan [L3.6].

Kerroin K kaavassa (L3.2) riippuu turbulenssin ja sen aiheuttamien painekuormien yhteydestä kuorma-alueella, mikä vaihtelee tarkastelupisteestä ja rakennuksen ympäristöstä riippuen. K on pikemminkin luku välillä 1...10 [L3.5], jolla on tilastollisia odotusarvoja eri kohtaa rakennusta lähteen [L3.3] mukaisesti. Alkuperäistä arvoa $K = 4,5$ on kuitenkin oletettavasti eniten sovellettu rakennusuunnittelijoiden ja tuulitunnelilaboratorioiden toimesta.

On ilmeistä että pistemäisesti mitattu tuulenpainekuorman huippuavo voidaan tulkita hyvin vaihtelevilla tavoilla kuorma-alueen A kuormaksi. Jos tuulitunnelikokeen yhteydessä tällainen tulkinta tehdään, ilman että alkuperäiset t^* -pohjaiset tulokset olisi esitetty, on vähintäänkin tehdyt otaksumat esitettävä, jotta tulos sopisi esim. tarkempaan lasien rakennetekniseen mitoitukseen.

Ulkoisen paine ja sisäinen paine voidaan esittää painekertoimien avulla:

c_{pe} ulkoiselle paineelle

c_{pi} sisäiselle paineelle.

Painekertoimet ovat dimensiottomia lukuja ja tarkastelupisteestä riippuvia. Paineen arvo saadaan kertomalla painekertoimen arvo referenssinä käytettävällä tuulen nopeuspaineella. Referenssinä käytetään yleisesti "kauempana rakennuksesta vaikuttavaa häiriöttömän virtauksen arvoa" (jossa itse rakennus ja maastonmuodot eivät vaikuta virtaukseen), ja se on tyypillisesti määritetty

- vakiokorkeudella, esimerkiksi rakennuksen h tai 10 m
- tuulennopeuden oletettua korkeusprofiilia vastaten.

Referenssin määrittely on otettava huomioon verrattaessa eri lähteiden painekertoimia. Esimerkiksi Eurokoodi [L3.2] soveltaa referenssinä korkeudella z_e määritettyä tuulen puuskanopepainetta

$$q_p = \frac{1}{2} \rho v_g^2 \quad (L3.3)$$

missä v_g = tuulen puuskanopeus ja jossa korkeudelle z_e annetaan erilaisia suunnittelusääntöjä.

Rajakeros-tuulitunnelikokeissa painekertoimien referenssinä voidaan yhtä hyvin käyttää virtauksen keskinopeutta vastaavaa tuulenpainetta, jolloin painekertoimen arvo ei ole herkkä mahdollisille turbulenssin mallinnusvirheille referenssipisteessä.

Tuulen puuskanopeus noudattaa yleisesti kokeellisesti määritettyä yhteyttä

$$v_g = (1 + g l_v) v_h \quad (L3.4)$$

missä g = huippuarvon määritysajasta riippuva kerroin, l_v = turbulenssin pituussuuntainen intensiteetti ja v_h = tuulennopeuden tunnin aikakeskiarvo. Kerroin g on likimain 0,36 kymmenen minuutin määrittämisajalle; ja 3,0...4,0 yhden sekunnin määrittämisajalle [L3.1, L3.9]. Tässä lyhytkestoinen huippuarvo on luonteeltaan tilastollinen suure, ja sovellettavan kertoimen arvo liittyy osaltaan varmuustasoon. Joissain malleissa huippuarvokerroin sekä turbulenssin intensiteetti riippuu lisäksi tuulennopeudesta itsestään; myrskytuulen tyypistä (matalapaine, taifuuni, ukkonen jne.); ja kunkin maan ilmasto-olosuhteista. Kaavaa (L3.4) voidaan myös soveltaa käyttäen 10 min määrittäisaikaa keskituulelle ja turbulenssin intensiteetille. Näistä seuraa että tuulen puuskanopeuden mallien tuloksissa on eroavaisuuksia. Toisissa malleissa tavanomainen arvo $g = 3,5$ on oletettu vastaavan 3 s huippuarvoa. Avoimessa maastossa, jossa tuulennopeuden mittauksia tyypillisesti tehdään, l_v on suhteellisen pieni; ja tuulen

puuskanopeuspaine ei ole herkkä huippuarvokertoimien otaksumalle. Kaupunkiympäristössä l_v on suurempi, ja vaikutus on merkittävämpi.

Rajakeros-tuulitunnelikoekeita käytettäessä painekertomia ei ole tarve määrittää, mutta luonnollisesti niin voidaan tehdä tulosten tulkitsemiseksi.

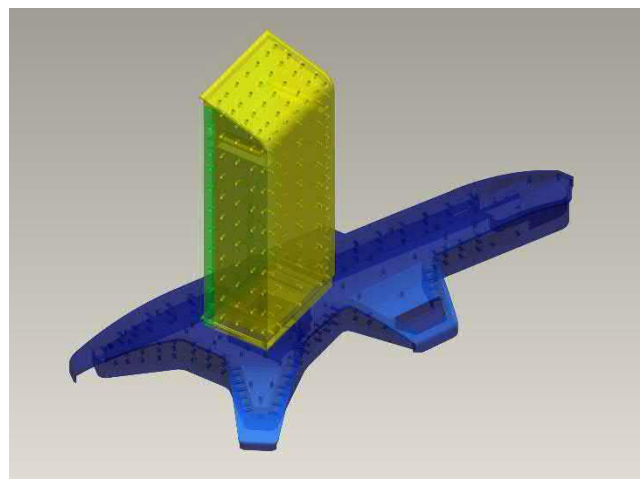
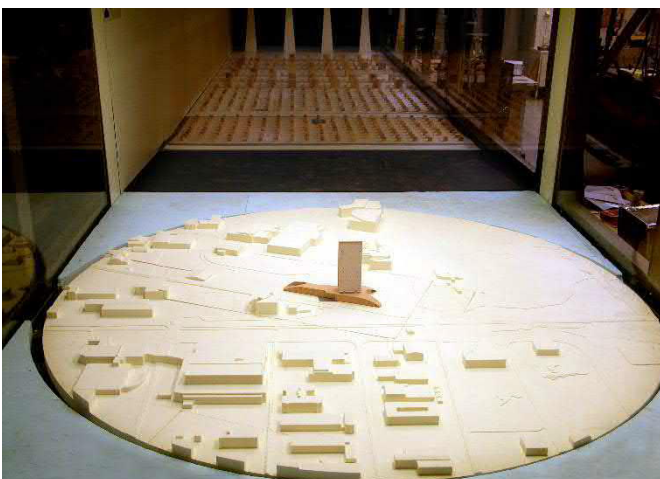
Rajakeros-tuulitunnelikokeet

Rajakeros-tuulitunnelikokeissa paitsi kohderakennus ja tuulen turbulenssi, myös kohderakennuksen ympäristön rakennukset on mallinnettu. Erilaiset paikalliset tekijät tulevat tällöin otetuksi huomioon; esim.

- rakennuksen todellinen geometria ja kuormien erot eri tarkastelupisteissä. Rakennuksen matalampien osien vaikutus korkeampaan osaan ja päinvastoin
- rakennusten väliset ilmavirtausten kanavoinnit
- toisten rakennusten kulmien ja katon kautta ohjautuvat virtaukset ja pyörrevarnat
- useamman tornin aiheuttama ryhmävaikutus
- viereisten rakennusten aiheuttama tuulensuoja ja toisaalta aukeiden aiheuttama lisä
- virtauksen irtoamiskohta tornin poikkileikkauksesta tuulen puolella, ja mahdollinen uudelleen kiinnittyminen.

Määrävimpiä tuulenpainekuormia voi esiintyä eri osissa rakennusta, esimerkiksi julkisivujen pienten ulokkeiden kohdalla tai tornin ja rakennuksen matalamman osan liitoskohdassa. Mittauspisteitä ei siten ole mielekästä sijoitella suunnitteluohjeiden kuorma-alueiden mukaan; niitä sijoitellaan tyypillisesti suhteellisen tasaisesti rakennuksen eri kohtiin.

Nykyisillä mittaustekniikoilla tuulitunnelikokeessa voidaan mitata suoraan hetkellinen nettopaine rakennuksen pienoismallin julkisivun tarkastelupisteestä käyttäen pienikokoista sylinterimäisiä reikään asennettavia paineantureita, joiden halkaisija noin 2 mm (kuva L3.2). Tässä *pinta-asennuksessa* varsinaisia mittavirheitä tai taajuudesta riippuvaa vaimennusta ei esiinny, mutta paineanturien johdot on reititettävä paineanturista pienoismallin ulkopuolella sijaitsevaan vahvistimeen, jolloin ne altistuvat ympäristön sähköisille häiriöille.



Kuva L3.2: *Esimerkki Konsultin rajakerros-tuulitunnelikokeesta vuodelta 2008 ("Føniks", Stavanger, Norja). Rakennuksen havainnekuvan reiät osoittavat pisteitä, joihin pinta-asennetut paineanturit on sijoitettu.*

Paineita mitataan kuitenkin tavanomaisesti letkujen välityksellä, jolloin paineanturi on letkun toisessa päässä ja letkun toinen pää on mittauspisteessä. Mittauspisteen päässä käytetään useimmiten metallista suutinta, johon letku voidaan kiinnittää.

Letkuja käytettäessä ne voidaan ohjata samaan, useita paineantureita sisältävään mittausyksikköön ("paineskanneriin"), joka voidaan koteloida sähköistä kohinaa vastaan, ja joka voi itsessään sisältää vahvistimia ja muuta mittauselektronikkaa. Paineen heilahteluihin tulee taajuudesta riippuvaa mitausvirhettä ja aikavääristymiä (letku toimii urkupillin tavoin ja vahvistaa tiettyjä taajuuksia ja heikentää toisia). Vahvistusvirhe voi epäedullisimmillaan olla jopa 2...3-kertainen kiinnostuksen kohteena olevilla taajuuksilla. Korkeimpia taajuuksia voidaan mitata vain hyvin lyhyillä letkuilla. Letkut eivät kuitenkaan vaikuta paineen aikakeskiarvoon (staattiseen paineeseen) ja ne eivät siten vaikuta vanhemmilla tuulitunnelikoeteknikoilla tehtyjen painekertoimien mittausten luotettavuuteen. Letkuista johtuvaa mitausvirhettä voidaan kompensoida käyttämällä tarkoitusta varten suunniteltuja erikoisrakenteisia letkujärjestelmiä; tai tekemällä mittaustuloksiin erilaisia teoreettisia ja letkun kalibrointiin perustuvia korjauksia.

Tarkemmassa analyysissä mittaustulos lasketaan mallilakien mukaan keskiarvona valitulle huippuarvon määritysajalle t^* . Kyseinen mallilaki on

$$(vt^*/b)_P = (vt^*/b)_M \quad (L3.5)$$

missä b = geometriamitta ja alaindeksit P ja M viittaavat todelliseen rakennukseen ja pienoismalliin. Jos esimerkiksi mallin mittakaava on 1:400; mittaukset tehdään 15 m/s virtausnopeudessa (virtausnopeuden on oltava riittävän suuri, jotta paineet ovat riittävän suuria mitattaviksi); ja suunnittelutuu-
lennopeus on 30 m/s, vastaa huippuarvon määritysaikaa $t^* = 1$ s tuulitunnelikokeessa aikajakso 0,005 s. Toisaalta jos mittakaava olisi $b_M/b_P = 1:100$ ja $v_P = 20$ m/s (esim. matala rakennus) vastaa $t^* = 1$ s tuulitunnelikokeessa aikajakso 0,013 s, joka olisi mittausteknisesti helpompi.

Nykyisillä tekniikoilla mittaukset tehdään tyypillisesti n. 1...2 kHz näytteenototaajuudella. Rakennesuunnittelutaksumaa vastaava huippuarvo määritetään digitoiduista tuloksista jälkikäteen, esim. liuku-
kuvaa keskiarvoa käyttäen tai alipäästösuodatuksella. Kuvan L3.1 mukaisesti erityisesti imukuormien arvot ovat hyvin nopeasti vaihtelevia, ja tulokset ovat herkkiä keskiarvon otolle. Tämä johtuu paitsi itse mitattavasta suureesta, myös mittausten sähköisestä pohjakohinatasosta. Toisin sanoen lyhytkestoinen huippuarvo riippuu jonkin verran liukuvan keskiarvon otosta, vaikka taajuusanalyysin mukaan mitatussa aikahistoriassa ei olisikaan merkittävästi korkeimpia taajuuksia.

Jos aikakeskiarvoa ei oteta, johtaa digitoinnin ja signaalinkäsittelyn edellyttämä laskostussuodatus (alipäästösuodatus) ja paineletkujen korkeiden taajuuksien vaimennusvaikutus likimain samaan tulokseen. Toisin sanoen tavanomaiset rajakerros-tuulitunnelikokeiden tulokset vastaavat noin $t^* = 1$ s nettopaineen huippuarvoja. Korkeiden rakennusten tapauksessa pienempien t^* mittaaminen luotettavasti on vaikeaa kohinakysymysten vuoksi.

Paineanturin pinta-asennuksessa kuorma-alaksi tulee 1:400 mittakaavalla noin $A = 0,5$ m² todellisessa rakennuksessa. Letkuja käytettäessä vastaava A olisi tavanomaisesti pienempi.

Paineanturit ovat useimmiten venymäliuskapohjaisia sensoreita, ja ne on kalibroitu valmistajan toimesta sensorikohtaisesti. Mittausten pohjakohinataso riippuu koko mittausketjun sähköisistä ominaisuuksista ja mittausympäristön häiriöstä. Mittaustulosten tulkinta ja käsittely vaatii ammattitaitoa, koska mm. mittausjärjestelmän sähköinen kohina; mitattujen jännitteiden nollatason ryömintä (mm. lämpötilamuutosten johdosta); tuulitunnelin akustinen kohina (melu); ja anturin värinä voivat vaikuttaa tuloksiin. Tulosten analyysissä ja kohinan suodatuksissa on useasti käytettävä erilaisia digitaalisen signaalinkäsittelyn menetelmiä.

Luotettavien tulosten saamiseksi eri tuulensuunnat on käytävä läpi tiheällä jaolla. Koska huippuarvo on luonteeltaan tilastollinen suure, mittauksia on jokaisella tuulensuunnalla tehtävä riittävän pitkä aika tai tuloksia on käsiteltävä tilastollisesti. Kun todellisen kohteen tuulennopeus on selvillä, saadaan tuloksena jokaisessa mittauspisteessä suoraan nettopaineen negatiivinen ja positiivinen huippuarvo

(esim. $-3,0 \text{ kN/m}^2$ ja $+1,0 \text{ kN/m}^2$) käytettyä huippuarvon määrittämissä vastaten. Lisäksi voidaan määrittää apusuureita, kuten nettopaineen aikakeskiarvo ja keskihajonta σ_p . Näitä voidaan käyttää tilastollisissa analyysissä; mutta nettopaineet eivät noudata tarkasti matemaattisia jakaumia. Positiiviset nettopaineet on määräävissä pisteissä kuitenkin havaittu olevan likimain normaalijakaantuneita ja negatiivisten Weibull-jakaantuneita. Toinen käytetty tilastollinen menettely on huippuarvoille tehtävä ääriarvojakauma-analyysi.

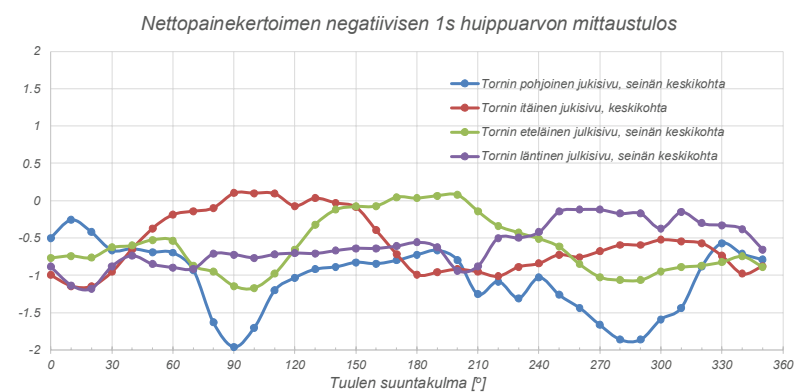
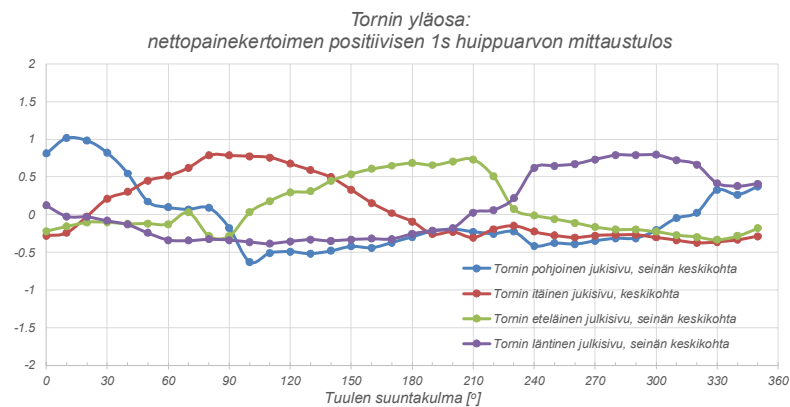
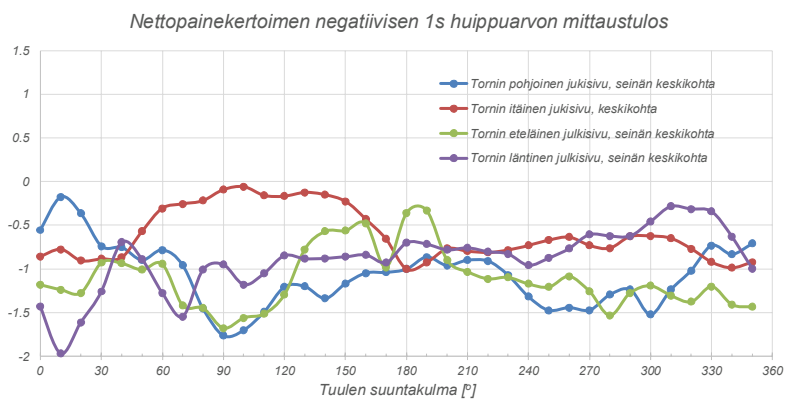
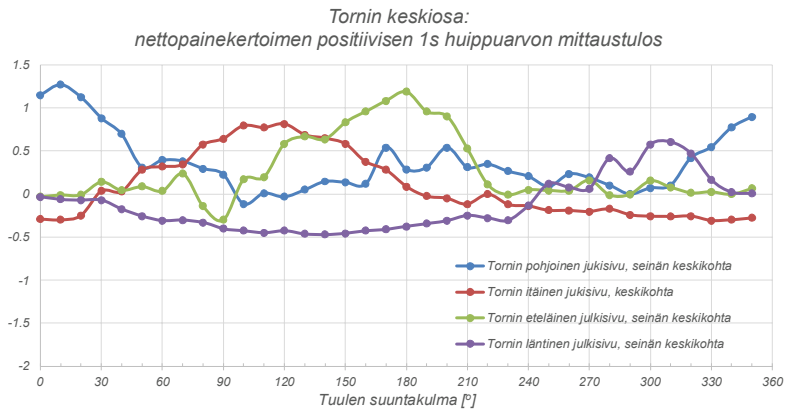
Kuvassa L3.3 on esitetty esimerkki painekertoimien mittaustuloksista. Mittauspisteiden määrä voi joissain kohteissa olla jopa useita satoja, jolloin tuloksista voidaan laatia yksityiskohtaiset kartat esimerkiksi julkisivulasien tilaamista varten.

Tuulenpainekuorman määrittämissä tai muu menetelmän tekninen kuvaus tulisi aina esittää tuulenpainekartoissa, koska esim. kuormien $-3,0 \text{ kN/m}^2$ ($t^* = 1 \text{ s}$) ja $-2,3 \text{ kN/m}^2$ ($t^* = 3 \text{ s}$) ero näennäisesti suuri, mutta ne voivat käytännössä tarkoittaa samaa kuormitusta ja johtaa samaan lasipaksuuteen.

Nettopaineiden mittaukset tehdään tavanomaisimmin näennäisesti tiiville pienoismallille, jossa suuri- ja pienempiä painevuotokohtia ei esiinny, ja jossa pienemmät vuotokohdat ovat suhteellisen tasaisesti jakaantuneet eri pinnoille. Tämä vastaa myös todellista tilannetta useimmissa pilvenpiirtäjissä, jossa ikkunoita ei voi avata ja jossa mahdollisia terasseja ei voida kovimmissa myrskyissä käyttää. Myös muissa rakennuksissa ovia ja ikkunoita pidetään oletettavasti tarkoituksellisesti kiinni äärimmäisissä tuulenopeuksissa. Tilanteet, jossa esimerkiksi ikkunoita on hajonnut, ovat pikemminkin onnettomuuskuormitustapauksia.

Yleisesti rakennuksen sisäpuoliset painevaihtelut seuraavat pienellä viiveellä ulkoisen paineen heilahteluita aukkojen kohdalla. Kun aukkoja on useampia, niiden yhteisvaikutus tasaa sisäisen paineen heilahteluita, varsinkin jos tarkastelupiste on kauempana aukosta. Näennäisesti tiiviissä rakennuksessa sisäpuolinen paine heilahtelee huomattavasti vähemmän kuin ulkopuolinen paine. Sisäinen paine pysyy lähellä keskimääräistä painetta ja se ei vaikuta merkittävästi nettopaineiden heilahteluihin. Erikoistapauksissa, esimerkiksi ikkunan hajotessa tuulen puoleisella seinällä, voi sisäiseen paineeseen syntyä resonanssityyppistä huojuunaa, joka on mekanismiltaan havaittu vastaavan ns. Helmholtz-resonanssia.

Kuvan L3.3 mukaisesti ääriarvojen määräävät arvot liittyvät hyvin kapeaan tuulensuunnan sektoriin, mistä syntyy lisävarmuutta suunnitteluohjeiden tarkoittamaan kokonaisvarmuuteen nähden. Vanhempien suunnitteluohjeiden laadinnassa tämä ja muut vastaavat lisävarmuudet on ehdotettu otettavaksi huomioon painekuorman kertoimella 0,8. Tässä menettelyssä suunnitteluohjetta varten tehtyjen tuulitunnelikokeiden mukainen määräävin kuorma otettaisiin siis huomioon hieman mittaustulosta lievempänä.



Kuva L3.3: Esimerkki tuulitunnelikoetuloksesta kaupunkirakenteessa sijaitsevan korkean tornitalon julkisivujen nettopainekertoimille (kuvan lähde WSP).

Suunnitteluohjeiden laskentamallit

Suunnitteluohjeet on yleisesti laadittu siten, että niillä saadaan perustapauksissa (yksittäinen rakenus avoimessa maastossa, tavanomainen suorakaidegeometria) yhteneviä tuloksia tuulitunnelikokeiden kanssa. Ulkoisen paineen painekertoimet c_{pe} ovat normikäytännöissä tyypillisesti geometriasta ja tarkastelupisteestä riippuvia vakioita, kuin taas tuulen puuskanopeuspaine riippuu sen perustana olevan tuulen puuskanopeuden määrittäjäajasta. Rakennetussa ympäristössä lähellä maapintaa, jossa l_v on suuri, ero 1 s ja 3 s tuulen puuskanopeuspaineiden ja niitä vastaavien tuulenpainekuormien välillä on noin 20%.

Suhteellisen pitkällä (≥ 3 s) huippuarvon määrittäjäajoilla tuulenpainekuorma seuraa likimain suoraan muutosta vastaavassa tuulen nopeuspaineessa. Näin ei kuitenkaan ole lyhyillä määrittäjäajoilla, jossa huippuarvoihin tulee mukaan pienempien pyörteiden aiheuttamia heilahtelujen vaikutuksia, jotka syntyvät ympäröivistä rakennuksista ja rakennuksesta itsestään.

Suorissa painekuormamittauksissa ero $t^* = 1$ s ja $t^* = 3$ s tulosten välillä on Konsultin kohteissa ollut n. 30%. Tuulenpuoleisesta toisesta yksittäisestä korkeasta rakennuksesta aiheutuva lisä matalamman rakennuksen $t^* = 1$ s tuulenpainekuormaan on ollut jopa 50 % [L3.7]. Tässä pyörteiden näennäiset aallonpituudet $\lambda = v/f$ vaikuttava tulokseen taajuudesta $1/t^*$ alaspäin, eli tuulennopeudessa $v = 20$ m/s noin $\lambda = 20$ m ylöspäin. Rakennuksen tuulenpuoleisesta kulmasta irtoavan virtauksen pyörteiden näennäiset aallonpituudet ovat vieläkin pienempiä, tarkoittaen että imukuorman huippuarvot kasvavat jatkuvasti mitä pienemmäksi t^* valitaan. Avoimessa maastossa (ilman rakennusten paikallisia vaikutuksia) vaikuttavat tuulen turbulenssin näennäiset aallonpituudet ovat kertaluokkaa suurempia.

Tarkkaan ottaen tuulitunnelikokeen kanssa yhteensopivan tuloksen saaminen voi edellyttää kahden tai useamman eri painekertoimen käyttöä:

- pienintä kuorma-alaa A (ja lyhintä painekuorman huippuarvon määrittäjäaikaa t^*) vastaavaa. Tämä painekerroin riippuu lähinnä rakennuksen itsensä ja ympäröivien rakennusten aiheuttamasta turbulenssista
- suurempaa A (ja suurempaa t^*) vastaavaa painekerrointa, jossa painekerroin on riippumaton määrittäjäajasta t^* , jos referenssinä käytetylle tuulen puuskanopeuspaineelle käytetään samaa määrittäjäaikaa.

Toinen mahdollisuus on käyttää *yhtä* painekerrointa ja erikseen kuorma-alueen koon huomioon otettava kerrointa. Tämä on useimpien suunnitteluohjeiden käyttämä menetelmä Eurokoodin ollessa harvoja poikkeuksia.

Euroopan maista erityisesti Ison-Britanniassa on pitkät perinteet tuulitunnelikokeiden käytöstä sekä tuulen, turbulenssin ja tuulenpainekuormien mallien kehittämisestä. Heidän kansallinen liitteensä [L3.8, L3.9] poikkeaa useassa kohdassa Eurokoodin suositusmallista.

Kaavojen (L3.3) ja (L3.4) mukainen tuulen puuskanopeuspaine voidaan kirjoittaa muotoon

$$q_p = \frac{1}{2} \rho (1 + 2gl_v + g^2l_v^2) v_h^2 \quad (L3.6)$$

Eurokoodin suositusmalli jättää tästä termin $g^2l_v^2$ ottamatta huomioon; $g = 3,5$; ja keskinopeutena v_h käytetään 10 min keskinopeutta (v_m). Esimerkiksi Ison-Britannian kansallisessa liitteessä mainittu yksinkertaistus on jätetty tekemättä, ja tuulen puuskanopeuspaine lasketaan em. kaavasta arvoilla $g = 3,0$ ja käyttäen keskinopeutena 10 min aikakeskiarvoa. Tämän tuulen puuskanopeuden on ilmoitettu [L3.9] vastaavaan likimain 1 s määrittäjäaikaa aikaisempaa suunnittelukäytäntöä [L3.4] vastaten. Tuulen keskinopeuden v_m ja turbulenssin intensiteetin korkeusprofiilit l_v on pyritty arvioimaan tarkemmin ja tulokset on esitetty mitoituskäyrästä. Tässä Eurokoodin suositusmallin logaritmiset korkeusprofiilit pätevät tarkkaan ottaen, kun maaston rosoisuus tuulen puolella on vakio pitkällä matkalla (n. ≥ 30 km). Merenrantakaupunginosissa tällaista tilannetta ei esiinny tuulen suunnan ollessa meren puolelta.

Eurokoodin suositusmallissa ulkoisen paineen painekertoimille on annettu kaksi arvoa $A \leq 1 \text{ m}^2$ ($c_{pe,1}$) ja $A \geq 10 \text{ m}^2$ ($c_{pe,10}$) kuormitusalueita vastaten. Painekertoimet näiden väliin jääville kuormitusalueille interpoloidaan kaavalla

$$c_{pe} = c_{pe,1} - (c_{pe,1} - c_{pe,10}) \log_{10}(A) \quad (L3.7)$$

Kaavan L3.2 mukaisesti laskettuna Eurokoodin suositusmallin $c_{pe,1}$ arvot vastaavat noin $t^* = 0,2 \dots 0,3$ s huippuarvoja ja $c_{pe,10}$ arvot noin $t^* = 0,6 \dots 1,0$ s huippuarvoja 50 v toistumisvälin tuulessa. Tulokseen vaikuttaa tuulen keskinopeus, jolloin Eurokoodia vastaava t^* on tyypillisesti korkeissa rakennuksissa pienempi kuin matalissa.

Ison-Britannian kansallisen liitteen valmistelun yhteydessä kaavan (L3.7) on todettu johtavan tarpeettoman monimutkaiseen mitoittamiseen mallin luotettavuuteen nähden [L3.9]. Kaikille kuorma-aloille A käytetään samaa kansallisessa liitteessä määritettyä painekertoimen arvoa (jossa on valittu $c_{pe,1} = c_{pe,10}$). Lisäksi otetaan huomioon rakennusten välinen kanavointi, joka voi kasvattaa tornitalojen välistä imukuormia enimmillään 33 %. Vaikutus on suurimmillaan, kun tornitalojen väli on puolet hoikemman tornin tuulenpuoleisen seinän leveydestä. Tuulen puuskanopeuspaineet lasketaan Eurokoodia tarkemmalla laskentamallilla, joka antaa kaupunkimaastossa hieman määräävämpiä arvoja, erityisesti maaston rosoisuuden muutoskohdassa. Imukuormien osalta nopeuspainekorkeutena (z_e) käytetään aina rakennuksen korkeutta, eli imukuorma on vakio eri kerroksissa.

Oleellinen tekijä julkisivujen mitoituksessa on sivuseinille syntyvä imukuorman ääriarvo, ja sen määrittämisessä käytettävä malli. Suomen kansallinen liite [L3.2] mahdollistaa tässä yhteydessä tuulenpainekorkeuksien z_e laskemisen kuten tuulenpuoleiselle seinälle. Tämä poikkeaa Eurokoodin suositusmallista, jossa sivuseinille ja suojan puoleiselle seinällä tuulenpainekorkeutena käytetään rakennuksen korkeutta, eli $z_e = h$. Suositusmalli ei ota huomioon kanavoinnin aiheuttamaa lisää.

Tulkintaotaksujen yhteensopivuutta tuulitunnelikoetulosten kanssa voidaan havainnollistaa käyttäen kuvan L3.3 tuloksia esimerkkinä. Tulokset liittyvät kohteeseen, jossa on useita korkeita rakennuksia ryhmänä, sekä näiden ympäristössä aukeita alueita ja kerrostaloalueita. Tuloksia voidaan verrata Suomen kansallisen liitteen mukaiseen tulokseen, joka olisi

$$c_{pe,1} = +1,0; c_{pi} = -0,3 \dots +0,2, \text{ eli } c_n = 1,3 \text{ määräävä positiivinen nettopaine}$$

$$c_{pe,1} = -1,4; c_{pi} = -0,3 \dots +0,2, \text{ eli } c_n = -1,6 \text{ määräävä negatiivinen nettopaine.}$$

Tuloksen mukaan nettopaineen määräävä positiivinen arvo on hyvin yhtenevä kansallisen liitteen mallin kanssa. Määräävä negatiivinen nettopaine voi toisaalta olla alimitoitettu. Kuvan L3.3 mukaiset negatiiviset huippuarvot ($c_n = -2,0$) liittyvät kapeisiin tuulen suunnan sektoreihin, ja selittyvät kanavointivaikutuksella, tuulen yläpuolisen korkean tornin vaikutuksella tai muulla paikallisilla vaikutuksilla. Kanavointi huomioon ottaen määräävä negatiivinen nettopaineen kerroin olisi

$$c_n = -1,4 * 1,33 - 0,2 = -2,1$$

Tämä vastaa hyvin koetuloksia.

Eurokoodien asiantuntijatulkinta

Tässä liitteessä esitetyn tarkastelun mukaisesti Eurokoodin laskentamallit sekä tuulitunnelikoetekniikat antavat tavanomaisten rakennusten tuulenpainekuormien osalta pääosin yhteneviä tuloksia, kun menetelmäerot analysoidaan ja otetaan huomioon. Eurokoodin ja muiden vastaavien suunnitteluohjeiden mallien perustana ovat yleisesti avoimessa maastossa sijaitsevien yksittäisten matalien rakennusten toistettavissa olevat tuulitunnelikokeet, kun taas projektikohtaisia tuulitunnelikokeita tehdään pääasiassa korkeille rakennuksille niiden sijaintia vastaavassa kaupunkirakenteessa.

Tärkein ero menetelmien välillä liittyy nettopaineiden huippuarvojen määrittelyyn. Eurokoodin pienin kuorma-ala 1 m^2 tarkoittaa yksittäisten avoimessa maastossa sijaitsevien matalien rakennusten tarkastelussa $t^* = 0,5 \dots 1 \text{ s}$ suuruusluokka olevia huippuarvoja 50 v toistumisvälin tuulessa, jotka koh- tuudella sopivat rakennekomponenttien mitoitusperusteeksi. Korkeiden rakennusta tapauksessa tämä suuruusluokka on kuitenkin $t^* = 0,2 \text{ s}$ pääasiassa tuulennopeuden ja turbulenssin erojen joh- dosta. Näin lyhytkestoinen huippuarvo ei ole mielekäs tai tilastollisesti perusteltavissa oleva rakentei- den mitoitusperuste, vaikka niitä pystyttäisiinkin mittaamaan.

On huomattava että Eurokoodin suositusmallin painekertoimet (c_{pe1} ja c_{pe10}) on annettu alun perinkin ainoastaan rakennuksille, joiden korkeus suhteessa leveyteen tuulen suunnassa $h/d \leq 5$.

Eurokoodin kansallisten liitteiden tulkintaerot mm. kaavassa (L3.6) sekä maaston rosoisuuden muu- tostien analyysissä aiheuttavat n. 30 % suuruusluokkaa olevia eroja suunnitteluohjehjoisissa tar- kasteluissa. Kun huomioon otetaan lisäksi viereisten rakennusten vaikutus, erot muodostuvat suu- remmiksi erityisesti rakennusten alemmissa kerroksissa.

Tuulitunnelikoepohjaisissa analyyseissä saman suuruusluokan eroja syntyy mm. huippuarvojen tilas- tollisessa analyysissä, mittauspisteiden sijainnista, tarkastelluista tuulensuunnista ja erilaisista ko- keellisen menetelmän epävarmuuksista. On epätodennäköistä, että kahden eri tuulitunnelilaborato- rion kuormasuositukset samalle kohteelle vastaisivat toisiaan kovinkaan tarkasti.

Erojen mahdollisesta merkittävydestä johtuen Konsultin selvityksissä käytetään seuraavia menette- lyitä:

- maaston rosoisuuden muutosten analyysi tehdään Eurokoodin suositusmallia tarkemmalla menetelmällä, joka vastaa Konsultin tuulisuuskartoituksissa käytettyjä ja likimain myös Ison- Britannian kansallisen liitteen mitoituskäyrästä
- tuulen puuskanopeuspaine määritetään kaavojen (L3.3) ja (L3.4) mukaisesta alkuperäisestä mallista, käyttäen huippuarvokerrointa $g = 3,5$. Mallissa käytettävä tuulen 1 h keskinopeus määritetään 10 min keskinopeudesta käyttäen kerrointa $g = 0,36$. Puuskanopeudet ja puus- kanopeuspaineet ovat tällöin likimain 1 s huippuarvoja
- tuulenpainekuormat (ja niiden kartat) esitetään erikseen ulkoiselle paineelle ja sisäiselle pai- neelle
- tuulenpainekuormien määrittämisessä käytetään painekertoimina Ison-Britannian kansallisen liitteen arvoja. Niissä otetaan tarvittaessa huomioon kahden tornitalon välinen kanavointi, jol- loin ulkoisen imupaineen kerroin on määrävimmillään $c_{pe} = -1,2 \dots -1,6$
- kun tuulenpainekuormat on määritetty edellisen mukaisesti, tuulenpainekartat esitetään kuorma-alasta riippumattomina vastaten huippuarvon määrittämissä $t^* = 1 \text{ s}$
- tuulenpainekartat on tarkoitettu julkisivujen ja sen osien (elementtien, lasien, ovien jne.) ra- kenneteknisiin tarkasteluihin. Rakennuksen kokonaistuulikuorma voidaan määrittää näiden yhteisvaikutusta lievempänä Ison-Britannian kansallisen liitteen [L3.8] mukaisesti. Tuulenpuo- leisen seinän ja suojan puoleisen seinän yhteisvaikutus on tällöin $c_{pe} = 0,8 \dots 1,3$ suhteesta h/d riippuen, kun $h/d \leq 5$

Kaupunkirakenteessa sijaitsevan tai geometrialtaan monimutkaisen rakennuksen paikallisia tuulen- painekuormia määrittäessä otetaan lisäksi huomioon Eurokoodin suositusmallin ja Ison-Britannian kansallisen liitteen menetelmät:

- korkeuden nollatason siirtymä viereisten rakennusten vaikutuksesta. Nollatason siirtymä on suurimmillaan $h_{dis} = 0,8h_{ave}$, missä h_{ave} = tuulenpuoleisten rakennusten keskimääräinen kor- keus. Tällöin tuulen puuskanopeuspaine lasketaan korkeudella $z' = z - h_{dis}$; eli se lievenee tor- nin huipulla hieman ja alempana enemmän

- ympäristöään selvästi korkeamman tornin vaikutus matalampana sijaitsevien rakennusosien tuulikuormiin. Eurokoodin mallissa matalampien rakennusten ja rakennusosien kuorma laskeaan käyttäen nopeuspainekorkeutta $z_e \geq z_n$, missä z_n = tornin korkeudesta tai leveydestä laskettu minimimitta (z_n on pienempi arvoista $0,5h$ tai tornin leveämpi sivumitta)
- matalamman rakennusosan (esim. pihakannen) vaikutus, kun tuuli on sen puolelta. Tämä vaikuttaa nollassa korkeuteen, tornin hoikkuuteen h/d sekä laskennallisten kuorma-alueiden kokoon
- paikallinen imukuorman lisä rakennuksen matalamman osan ja tornin yhtymäkohdassa.

Kaksoisjulkisivujen ulompien kerrosten ja parvekelaisien mitoitukseen tavanomaiset tuulitunneliko-
keet eivät tuota lisätietoa, ja se on suositeltavaa tehdä Eurokoodin [L3.2] suositusmenettelyjä tulkit-
semalla. Kun parvekelaisien mitoituksen perustana käytetään äärimmäistä (50 v toistumisvälin) tuulta,
suositeltava tulkinta on, että on parvekkeen takaseinä on parvekelasia jäykempi. Tällöin:

- seinä ja sen ikkunat ja ovi mitoitetaan normaalisti nettopaineelle
- parvekelasit mitoitetaan pelkästään ulkoiselle paineelle.

Liitteen lähteet

- L3.1 Winds Effects on Structures: Fundamentals and Applications to Design 3rd Edition. Emil Simiu, Robert H. Scanlan, Wiley & Sons 1996, p. 688
- L3.2 SFS-EN 1991-1-4:2005 Eurocode1: Rakenteiden kuormat. Yleiset kuormat. Osa 1-4: tuulikuormat. 255 s. & Kansallinen liite NA SFS-EN1991-1-4.
- L3.3 Luca Amerio, Experimental high resolution analysis of the pressure peaks on a building scale model façades, Politecnico di Milano, 2018, p. 97 <http://hdl.handle.net/10589/137894>
- L3.4 BS 6399-2:1997 British Standard: Loading for buildings – Part 2: Code for practise for wind loads. BSI - British Standards Institute 2002, p. 124.
- L3.5 C.P.W. Geurts, P.C. van Staalduinen, M.S. de Wit, Towards a reliable design of facade and roof elements against wind loading, *Heron*, Vol. 49 (2004) No. 2, pp. 171-187.
<http://heronjournal.nl/49-2/3.pdf>
- L3.6 S.O. Hansen, Wind Loading Design Codes, in Fifty Years of Wind Engineering: Prestige Lectures from the Sixth European and African Conference on Wind Engineering, Eds. C J Baker, D M Hargreaves, J S Owen and M Sterling, pp. 35...68.
- L3.7 Kiviluoma, R. Problematic in formulation of wind loads on buildings. *Rakenteiden mekaniikka* (Journal of Structural Mechanics) 42(2009)1, pp. 48...60.
http://rmseura.tkk.fi/rmlehti/2009/nro1/RakMek_42_1_2009_3.pdf
- L3.8 NA to BS EN 1991-1-4-2005 + A1:2010: UK National Annex to Eurocode Part 1-4 : General actions – Wind actions
- L3.9 PD 6688-1-4:2015: BSI British Standards. Background information to the National Annex to BS EN 1991-1-4 and additional guidance, 92 p.

Liite 4: Korkean rakennuksen kokonaistuulikuorma

Eurokoodipohjaisissa tarkasteluissa rakennuksen kokonaistuulikuorma voidaan laskea kahdella vaihtoehdoisella menetelmällä [L4.1]:

- 1) vektorisummana painekertoimien avulla lasketuista julkisivujen kuorma-alueiden kuormista
- 2) voimakertomien (c_f) avulla, missä voimakerroin määritetään rakennuksen torniosan pohjan muodon perusteella määräytyvästä voimakertoimen perusarvosta ($c_{f,0}$) käyttäen korjaustekijöitä tornin hoikkuuden ja kulmien pyöristykseen osalta.

Kokonaistuulikuorman laskennassa otetaan lisäksi huomioon rakennuksen huojuntaan liittyvistä hitausvoimista riippuva dynaaminen lisä c_d ($\geq 1,0$) ja rakennuksen koosta riippuva redusointikerroin c_s ($\leq 1,0$).

Kohdan 1) mukainen menettely ilman erillisten korjauskertomien käyttöä johtaa tyypillisesti tarpeettoman konservatiivisen kokonaistuulikuorman arvoon, koska

- tuulenpuoleisen julkisivun ja suojan puoleisen julkisivun kuormien huippuarvot esiintyvät erovasti ajan ja paikan suhteen (voimien korrelaatio, jonka vaikutus ei ole mukana tekijässä c_s). Korjauskertoimena voidaan käyttää 0,85 kun $h/d \leq 1$ ja 1,0 kun $h/d \geq 5$, ja väliarvot voidaan interpoloida suoraviivaisesti [L4.1]. Tässä h = rakennuksen korkeus, ja d = rakennuksen sivumitta tuulen suunnassa
- taulukoidut painekertoimet edustavat huippuarvoa leveällä tuulensuunnan sektorilla (Eurokoodissa $\pm 45^\circ$ pääsuunnasta), ja nämä eivät välttämättä esiinny samalla tuulensuunnalla tuulenpuoleisessa julkisivussa ja tuulensuojan puoleisessa julkisivussa.

Voima- ja painekertomia erimuotoisille rakennuksille on esitetty eri kirjallisuuslähteissä, ja niissä on suurehkoja eroja. Tämän raportin analyysimenetelmien kanssa yhteensopiva ja suositeltava menettely on käyttää Ison-Britannian kansallisen liitteen arvoja [L4.2, L4.3], jossa tuulen puoleisen julkisivun ja tuulensuojan puoleisen julkisivun yhteisvaikutus määräytyy nettopainekertoimen mukaan, missä nettopainekerroin on

$$c_{p,net} = 1,1 + 0,1243 \ln(h/d); \text{ kun } h/d \text{ on välillä } 1 \dots 5 \quad (\text{L4.1})$$

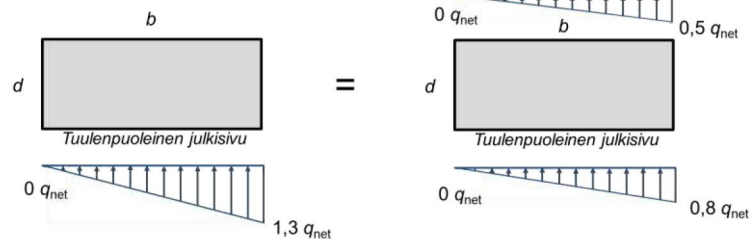
$$c_{p,net} = 1,1 + 0,2164 \ln(h/d); \text{ kun } h/d \text{ on välillä } 0,25 \dots 1 \quad (\text{L4.2})$$

Tähän nettopainekertoimen arvoon voidaan lisäksi tehdä mainittu tuulenpuoleisen julkisivun ja suojan puoleisen julkisivun kuormien korrelaatiosta johtuva korjaus.

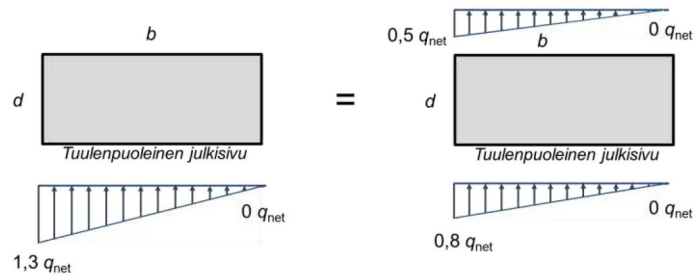
Suurimmillaan ($h/d = 5$) tämä malli antaa nettopainekertoimen arvoksi 1,3, mikä vastaa tavanomaista korkean rakennuksen suunnitteluotaksumaa voimakertoimelle c_f , kun rakennuksen pohja on suorakaiteen muotoinen.

Kokonaistuulikuorma vaikuttaa tuulen suunnassa (kohtisuoraan tuulenpuoleiseen julkisivuun nähden). Rakennuksella on oltava myös riittävä vääntöjäykkyys tuulikuorman aiheuttamia vääntövaikutuksia (ml. vääntövärtely) vastaan. Tämän raportin analyysimenetelmien kanssa yhteensopiva ja suositeltava menettely on käyttää Ison-Britannian kansallisen liitteen [L4.2, L4.3] otaksumaa kuorman epäkeskisyydelle, joka on esitetty kuvassa L4.1.

Kuormitustapaus 1



Kuormitustapaus 2



Kuva L4.1 Kuormitustapaukset tuulikuorman vääntövaikutusten tarkasteluun. Kuvassa q_{net} = tämän raportin mukaisesti määritetty kokonaistuulikuorma.

Liitteen lähteet

- L4.1 SFS-EN 1991-1-4:2005 Eurocode1: Rakenteiden kuormat. Yleiset kuormat. Osa 1-4: tuulikuormat. 255 s. & Kansallinen liite NA SFS-EN1991-1-4.
- L4.2 NA to BS EN 1991-1-4-2005 + A1:2010: UK National Annex to Eurocode Part 1-4 : General actions – Wind actions
- L4.3 PD 6688-1-4:2015: BSI British Standards. Background information to the National Annex to BS EN 1991-1-4 and additional guidance, 92 p.

Liite 5: Maaston rosoisuuden huomioon ottaminen

Jotta teoreettiset tuulennopeuden ja turbulenssin korkeusprofiilit olisivat voimassa myös korkeampien rakenteiden (korkeat rakennukset, korkeat sillat, mastot, tuulimyllyt yms.) korkeuksilla, on maaston oltava tuulen puolella tasaista, rosoisuuden on oltava muuttumaton pitkällä matkalla (suuruusluokaltaan ≥ 50 km) ja maaston tulee olla vapaa yksittäisistä virtaukseen vaikuttavista suuremmista esteistä. Tällöin rajakerroksen korkeus ja tuulen muut ominaisuudet eivät enää merkittävästi muutu matkan kasvaessa, eli rajakerros on tasapainotilassa maaston suhteen.

Täysin tasapainossa olevia rajakerroksia esiintyy vain harvoin todellisten rakenteiden suunnittelussa, ja tarkemmassa analyysissä rakennuspaikan tuuli- ja turbulenssiolosuhteet selvitetään analysoimalla maaston rosoisuuden muutokset tuulen puolella. Analyysi perustuu yleisesti maan ja ilmapirtauksen välistä kitkaa kuvaavaan rosoisuusparametrin (z_0) muutoksiin tuulen puolella. Teoreettisissa malleissa rosoisuusparametrin avulla voidaan mm. kuvata tuulen keskinopeuden korkeusriippuvuus ja tuulennopeuden väliset erot eri maastotyypeissä (maastoluokissa).

Tuulen keskinopeuden korkeusriippuvuus oletetaan meteorologisissa tarkeasteluissa lähellä maanpintaa vaikuttavassa ns. pintakerroksessa logaritmiseksi yhteydestä

$$v_m = \frac{u^*}{k} \left[\ln \left(\frac{z-d}{z_0} \right) - \Psi \left(\frac{z}{L} \right) \right] \quad (\text{L5.1})$$

missä v_m = tuulen keskinopeus; u^* = kitkanopeus; k = von Kármánin vakio (= 0,4); z = korkeus; d = nollatason siirtymä ja Ψ = kokeellisesti määritettävissä oleva funktio, joka kuvaa erityisesti ilman tasapainotilan eli stabiiliuden (yleisesti lämpötilakerrostumien) vaikutusta tuulennopeuteen. Kitkanopeus u^* on tarkoitettu määritettäväksi lähellä maanpintaa, ja se on verrannollinen ilmanvirtauksen ja maan väliseen kitkaan.

Kovemmissa myrskyissä, kuten rakennesuunnittelussa käytettävissä ≥ 50 v toistumisvälin myrskyissä, lämpötilakerrostumien vaikutus on pieni (ilman tasapainotila on neutraali), ja funktio Ψ voidaan jättää ottamatta huomioon ($\Psi = 0$) [L5.1]. Logaritminen yhteys on tällöin sama, kun tasaisen pinnan yli kulkevan virtauksen turbulentissa rajakerroksessa vaikuttava teoreettinen yhteys (ns. seinämävirtaus). Kitkanopeus u^* voidaan määrittää tuulennopeuden mittauksilla esim. 10 m korkeudella avoimessa maastossa ($d = 0$), jolloin

$$u^* = \frac{kV_{10}}{\ln \left(\frac{z_{10}}{z_0} \right)} \quad (\text{L5.2})$$

missä v_{10} = 10 m korkeudessa mitattu tuulen keskinopeus ja z_{10} = 10 m. Kitkanopeus on vakio likimain korkeusalueella $z = 10 \dots 30$ m, joten sen määrittämisessä voidaan käyttää 10 m sijaan muutakin mittauskorkeutta. Tutkimuskäytössä voidaan tuloksista erotella ne mittaustulokset, jossa ilman tasapainotilan voidaan olettaa neutraali ($\Psi = 0$), vakaa ja epävakaa.

Pintakerroksen korkeus on n. 10 % ilmakehän rajakerroksen korkeudesta h_G [L5.1]. Meteorologisissa tarkasteluissa h_G oletetaan tyypillisesti riippuvaksi tuulen nopeudesta ja Coriolisvoimasta yhteydestä [L5.1]

$$h_G = C \frac{u^*}{f} \quad (\text{L5.3})$$

missä C = vakio ja Coriolisparametri f on

$$f = 2\Omega \sin(\Phi) \quad (\text{L5.4})$$

missä Ω = maapallon pyörimisen kulmataajuus ja Φ = kohteen leveysaste. Vakion C arvot vaihtelevat kirjallisuudessa likimain alueella 0,15...0,3. Suomen etelärannikolla $f = 0,00013$ rad/s. Rajakerroksen korkeus on Suomessa kovimmissa myrkyissä 2 km luokkaa, jolloin kaavan (L5.1) logaritminen yhteys on voimassa on n. 200 m asti. Tuulen turbulenssin ominaisuudet muuttavat mittakaavaansa rajakerroksen korkeuden muuttuessa, joten kaikkein voimakkaimpien myrskyjen ominaisuuksista on vain vähän mitattua tutkimustietoa.

Kun rajakerroksen korkeudella (h_G) vaikuttava lähes kitkaton virtaus (esim. geostrofinen tuuli G) oletetaan muuttumattomaksi laajalla alueella, voidaan määrittää teoreettinen yhteys eri maastotyypeissä vallitseville tuulennopeuksille.

Jos tuulen korkeusriippuvuus oletettaisiin eksponenttimuotoiseksi vanhempien suunnitteluohjeiden mukaisesti, saataisiin yhteys yksinkertaisesti oletamalla rajakerroksen korkeudet eri maastoluokissa.

Logaritmisen yhteyden tapauksessa, koska tämä pätee vain pintakerroksessa, on otaksuttava tai mitattava tuulennopeuden korkeusriippuvuus myös rajakerroksen ylemmissä osissa. Näissä Coriolisvoima on oleellinen tekijä, jonka johdosta mm. virtauksen suunta kääntyy ilmanpaineen tasa-arvokäyrien suuntaiseksi. Kun otaksutaan, että rajakerroksen ylemmissä osissa tuulennopeudet ovat neutraalissa ilmakehässä verrannollinen tuulennopeuteen lähellä maapinta, voidaan dimensionaaliyissä nopeusmitaksi valita u^* ja yhteys olettaa riippuvaksi dimensiottomasta tulosta fz/u^* . Kun kaavan (L5.3) yhteys on voimassa, voidaan yhteys otaksua vaihtoehtoisesti riippuvaksi myös dimensiottomat tulosta z/h_G . Reunaehtona tällaisille yhteyksille toimivat tyypillisesti $dv_m/dz = 0$ kun z on suuri, ja että tietyllä korkeusalueella tämän ja kaavan (L5.1) logaritmisen yhteyden tulee antaa yhtenevät tulokset [L5.2]. Geostrofisen tuulen suunta poikkeaa maan pinnalla vaikuttavan tuulen suunnasta kitkan vaikutuksen johdosta, ja G voidaan esittää komponenttiansa avulla muodossa [L5.1]

$$G = \sqrt{G_x^2 + G_y^2} \quad (L5.5)$$

missä

$$G_x = \frac{u^*}{k} \left[\ln \left(\frac{u^*}{fz_0} \right) - A \right] \quad (L5.6)$$

ja

$$G_y = \frac{u^*}{k} B \quad (L5.7)$$

missä A ja B ovat kokeellisia vakiota; ja G_x tarkoittaa maan pinnan tasolla vaikuttavan tuulen suuntaista komponenttia. Esimeriksi Suomen tuuliatlaksen [L5.2] laadinnassa tätä on sovellettu vakioiden arvoilla $A = 1,8$ ja $B = 4,5$. Näitä vakiota ei kuitenkaan voida pitää täysin universaaleina, ja esim. lähteessä [L5.3] on määritetty vakioita tarkemmin neutraalin tasapainotilan tuulten mittauksien perusteella Tanskassa, ja saatu $A = 0,5$ ja $B = 3,5$, sekä mainittu joidenkin tutkijoiden suosittelavan arvoja $A = 0$ ja $B = 5$ koville tuulille. Suomen rakennesuunnittelussa sovellettavan perustuulennopeuden ($v_{10} = 21$ m/s, $z_0 = 0,05$ m) mainitusta vakioista A ja B johtuvat erot geostrofiseen tuulennopeuteen (silloin kuin sitä arvioidaan lähellä maanpintaa tehdyistä tuulennopeuden mittauksista) ovat suurimmillaan n. 15 %.

Kokeellisesti geostrofinen tuuli voidaan määrittää esimerkiksi säähavaintopallojen tai ilmanpaineen tasa-arvokäyrien avulla.

Kun kitkanopeus maastotyyppissä z_{01} tunnetaan, voidaan kitkanopeus toisessa maastotyyppissä z_0 laskea iteratiivisesti kaavan (L5.5) avulla asettamalla G samaksi kummassakin. Tulos on ainoastaan vähäisesti riippuva parametreista f , A ja B , ja voidaan esittää likimääräisesti kaavalla [L5.1]

$$\frac{u^*(z_0)}{u^*(z_{01})} = \left(\frac{z_0}{z_{01}}\right)^{0,0706} \quad (\text{L5.8})$$

Kaavat (L5.1) ja (L5.8) ovat myös Eurokoodin [L5.4] maastoluokkien perustana. Esimerkiksi jos kaavalla L3.5 määritetään myrskyisällä merellä ($z_0 = 0,003$ m) mitatun tuulennopeuden suhdetta esikau-punkialueen ($z_0 = 0,3$ m) tuulennopeuteen, on vakioiden A ja B vaikutus n. 4 % ja kaavan (L5.8) käytön vaikutus n. 3 %.

Edellä esitetty on menettely on suositteleva tapa eri maastoluokissa valitsevien tuulennopeuksien määrittämiseen, koska lähellä maanpintaa tehtävät tavanomaisten sääasemien mittaukset ovat herkkiä erilaisille tuulivarjostustekijöille ja maaston rosoisuuden muutoksille eri tuulensuunnilla.

Konsultin käyttämä malli tuuli- ja turbulenssiparametreille sekä maaston rosoisuuden muutoksen analyysille vastaa tuulitekniikka-asiantuntijoiden laajasti käyttämään ESDU-ohjesarjan (www.esdu.com) malleihin, jotka puolestaan perustuvat eri tutkijoiden malleihin ja mittauksiin. Tuulen keskinopeus neutraalille ilmakehälle ($\Psi = 0$, $v_{10} \geq 10$ m/s) on Deaves-Harris mallin mukainen

$$v_h = \frac{u^*}{k} \left[\ln \left(\frac{z}{z_0} \right) + a_1 \frac{z}{h_G} + a_2 \left(\frac{z}{h_G} \right)^2 + a_3 \left(\frac{z}{h_G} \right)^3 + a_4 \left(\frac{z}{h_G} \right)^4 \right] \quad (\text{L5.9})$$

missä v_h = tuulen keskinopeus tunnin aikakeskiarvona; h_G määritetään arvolla $C = 1/6$; $a_1 = 23/4$; $a_2 = -15/8$; $a_3 = -4/3$; ja $a_4 = 1/4$ [L5.5]. Geostrofisen tuulennopeus saadaan tässä mallissa asettamalla $z = z_G$, jolloin tulos on

$$G = \frac{u^*}{k} \left[\ln \left(\frac{u^*}{fz_0} \right) + 1 \right] \quad (\text{L5.10})$$

Tämä vastaa likimain kaavan (L5.5) tulosta vakioiden arvoilla $A = 0$ ja $B = 5$.

Tasapainossa olevien rajakerrosten välimaastossa on tuuli- ja turbulenssiparametrit arvioitava ko-keellista tai laskennallisista rosoisuuden muutosten analyysimalleista, joiden yleistä periaatetta on havainnollistettu kuvassa L3.1. Suomen oloissa teoreettisesti tasapainossa esiintyviä rajakerroksia (jossa rosoisuus oli muuttumaton n. 50 km matkalla) esiintyy erityisesti avomerellä, jolloin analyysin perustana voidaan käyttää avomerisääasemien tuulimittauksia, jossa myös tuulennopeudet ovat tyypillisesti suurimpia.

Jos maastotyyppi ei sovi sellaisenaan mihinkään tavanomaiseen maastoluokkaan, eli sille ei voida luottavasti otaksua tiettyä rosoisuusparametria. Suomessa näin on esimerkiksi meren ja järvien saariston osalta, koska yksittäisen esteen, kuten saaren, virtaukseen aiheuttama kitka on suurempi, kuin tasaisesti jakaantuneiden esteiden.

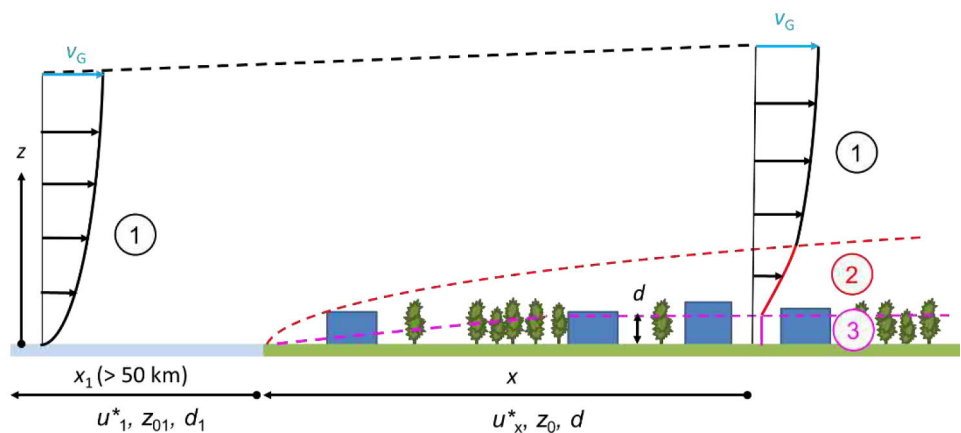
Tehollinen rosoisuusparametri voidaan tällöin laskea esimerkiksi saarten tai muiden yksittäisten esteiden pinta-alaosuuden perusteella tuulensuunnittain. Tarkastettava etäisyys on n. 50 km tuulen puolella lähellä vaikuttavan rosoisuuden vaikutuksen ollessa merkittävämpi tarkastelupisteen korkeudesta riippuen.

Menettelyä sovelletaan tyypillisesti mm. tuulivoimatarkasteluissa ja numeerisissa virtauslaskennassa, kuten Suomen Tuuliatlaksen [L5.3] yhteydessä tehdyissä ilmastosimulaatioissa. Konsultin käyttämä menettely on eri pinta-alaosuuksilla painotettujen kitkakertoimien C_s summaaminen tietyllä korkeu-

della z_B , jossa yksittäisten esteiden tuottamat häiriöt virtaukseen voidaan olettaa sekoittuneeksi päävirtaukseen. Korkeutena on käytetty $z_B = 60$ m ohjeen [L5.6] mukaisesti. Pinnan kitkakerroin on määritelmänsä mukaisesti

$$C_S = \left[\frac{k}{\ln\left(\frac{z_B}{z_0}\right)} \right]^2 \quad (\text{L5.11})$$

Tarkemmassa analyysissä vesialueiden rosoisuuteen vaikuttaa aallokko ja jääpeite, samoin kuin sisämaan peltoalueiden rosoisuuteen vaikuttaa lumipeite.



Kuva L3.1: Maaston rosoisuuden muutosanalyysin yleinen periaate. Kerroksessa 1 tuulennopeudet ovat korkeuden funktiona samat (kun otetaan huomioon nollatason siirtymän muutos $d_1 > d$). Kerroksessa 2 tuulennopeus on likimain logaritminen vastaten rosoisuusmittaa z_0 ja paikallista kitkanopeutta u^*_x . Jos tarkastelupiste x on kaukana rosoisuuden muutoksesta ($x > 50$ km) $u^*_x = u^*$, ja tuulennopeuden uusi korkeusjakauma vastaa kokonaan z_0 ja u^* mukaista.

Liitteen lähteet:

- L5.1 Simiu, E & Scanlan, R. H., Wind effects on structures: Fundamentals and application to design, 3rd Edit., John Wiley & Sons, New York 1986, 688 p.
- L5.2 Tennekes, H. The logarithmic wind profile, *Journal of the Atmospheric Science*, (1972)30, pp. 234...238.
- L5.3 Tammelin, B. *et al*, Production of the Finnish Wind Atlas, *Wind Energy* (2011)
- L5.4 SFS-EN 1991-1-4:2005 Eurocode1: Rakenteiden kuormat. Yleiset kuormat. Osa 1-4: tuulikuormat. 255 s. & Kansallinen liite NA SFS-EN1991-1-4 (15.10.2007).
- L5.5 He *et al*, On standardization of offshore surface wind speeds, *Journal of Applied Meteorology and climatology*, 2016(55), pp. 1107...1121.
- L5.6 Guide to Meteorological Instruments and Methods of Observation, World Meteorological Organization, 2008, WMO-No. 8

Liite 6: Maaston rosoisuuden muutosten analyysi

Tuulisuustarkastelut

Symboli	Yks.	Tuulen suuntakulma															Kommentti	Viite	
		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	31.0	31.0	31.0	31.0	31.0	31.0	31.0	31.0	31.0	31.0	31.0	31.0	31.0	31.0	31.0	31.0	keskituulen perusarvo (10 min, 10 m, 50 v, z_{0r})	Tuuliläistöt
k		0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	toistumisvälin kerroin	Eurokoodi
V_{ref}	m/s	23.3	23.3	23.3	23.3	23.3	23.3	23.3	23.3	23.3	23.3	23.3	23.3	23.3	23.3	23.3	23.3	1 v toistumisvälin tuuli	
u^*	m/s	1.010	1.010	1.010	1.010	1.010	1.010	1.010	1.010	1.010	1.010	1.010	1.010	1.010	1.010	1.010	1.010	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	
z_{01}	m	0.7	0.3	0.3	0.7	0.001	0.003	0.01	0.003	0.003	0.003	0.003	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	kohdealueen ympäristössä	
$lv(z=10\text{ m})$		0.35	0.28	0.28	0.35	0.12	0.14	0.16	0.14	0.14	0.14	0.14	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	turbulenssin intensiteetti	
$lv(z=15\text{ m})$		0.32	0.26	0.26	0.32	0.12	0.13	0.15	0.13	0.13	0.13	0.13	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32		
$lv(z=36\text{ m})$		0.27	0.22	0.22	0.27	0.10	0.11	0.13	0.11	0.11	0.11	0.11	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27		
$lv(z=60\text{ m})$		0.24	0.20	0.20	0.24	0.09	0.10	0.12	0.10	0.10	0.10	0.10	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24		
$vm(z=10\text{ m})$	m/s	11	14	14	11	23	22	22	22	22	22	22	11	11	11	11	11	10 min keskituuli	
$vm(z=15\text{ m})$	m/s	13	15	15	13	25	23	22	23	23	23	23	13	13	13	13	13		
$vm(z=36\text{ m})$	m/s	17	19	19	17	27	26	24	26	26	26	26	17	17	17	17	17		
$vm(z=60\text{ m})$	m/s	19	21	21	19	28	27	26	27	27	27	27	19	19	19	19	19		
$vh(z=10\text{ m})$	m/s	10	12	12	10	22	21	19	21	21	21	21	10	10	10	10	10	tunnin keskituuli	
$vh(z=15\text{ m})$	m/s	12	14	14	12	24	22	20	22	22	22	22	12	12	12	12	12		
$vh(z=36\text{ m})$	m/s	15	17	17	15	26	25	23	25	25	25	25	15	15	15	15	15		
$vh(z=60\text{ m})$	m/s	17	19	19	17	27	26	25	26	26	26	26	17	17	17	17	17		
$v(z=10\text{ m})$	m/s	23	24	24	23	32	31	30	31	31	31	31	23	23	23	23	23	puuskatuuli g = 3,5	
$v(z=15\text{ m})$	m/s	25	26	26	25	33	32	31	32	32	32	32	25	25	25	25	25		
$v(z=36\text{ m})$	m/s	29	31	31	29	35	35	34	35	35	35	35	29	29	29	29	29		
$v(z=60\text{ m})$	m/s	32	33	33	32	36	36	35	36	36	36	36	32	32	32	32	32		
z_{02}	m	0.70	0.01	0.01	0.300	0.200	0.300	0.300	0.100	0.100	0.100	0.300	0.150	0.010	0.010	0.100	0.300	kohdealueen mukaan	
X	m	10000	300	300	11000	11000	6000	700	3500	6000	3500	40000	10000	700	600	6000	5000	etäisyys muutoskohtaan	
$lv(z=10\text{ m})$		0.35	0.16	0.16	0.28	0.25	0.28	0.28	0.22	0.22	0.22	0.28	0.24	0.16	0.16	0.22	0.28	turbulenssin intensiteetti	
$lv(z=15\text{ m})$		0.32	0.15	0.15	0.26	0.24	0.26	0.26	0.21	0.21	0.21	0.26	0.22	0.15	0.15	0.21	0.26		
$lv(z=36\text{ m})$		0.27	0.13	0.13	0.22	0.21	0.22	0.22	0.18	0.18	0.18	0.22	0.20	0.13	0.13	0.18	0.22		
$lv(z=60\text{ m})$		0.24	0.12	0.12	0.20	0.19	0.20	0.20	0.17	0.17	0.17	0.20	0.18	0.12	0.12	0.17	0.20		
$vm(z=10\text{ m})$	m/s	11	20	20	14	15	14	14	16	16	16	14	15	20	20	16	14	10 min keskituuli	
$vm(z=15\text{ m})$	m/s	13	22	22	15	16	15	15	18	18	18	15	17	22	22	18	15		
$vm(z=36\text{ m})$	m/s	17	24	24	19	19	19	19	21	21	21	19	20	24	24	21	19		
$vm(z=60\text{ m})$	m/s	19	26	26	21	21	21	21	23	23	23	21	22	26	26	23	21		
$vh(z=10\text{ m})$	m/s	10	19	19	12	13	12	12	15	15	15	12	14	19	19	15	12	tunnin keskituuli	
$vh(z=15\text{ m})$	m/s	12	20	20	14	15	14	14	16	16	16	14	16	20	20	16	14		
$vh(z=36\text{ m})$	m/s	15	23	23	17	18	17	17	19	19	19	17	19	23	23	19	17		
$vh(z=60\text{ m})$	m/s	17	25	25	19	20	19	19	21	21	21	19	21	25	25	21	19		
$v(z=10\text{ m})$	m/s	23	30	30	24	25	24	24	27	27	27	24	26	30	30	27	24	puuskatuuli g = 3,5	
$v(z=15\text{ m})$	m/s	25	31	31	26	27	26	26	28	28	28	26	28	31	31	28	26		
$v(z=36\text{ m})$	m/s	29	34	34	31	31	31	31	32	32	32	31	31	34	34	32	31		
$v(z=60\text{ m})$	m/s	32	35	35	33	33	33	33	34	34	34	33	33	35	35	34	33		
Maaston rosoisuuden muutoksen ($z_{01} \rightarrow z_{02}$) vaikutus ESDU85020 mukaisesti																		Kohteessa	
$lv(z=10\text{ m})$		0.35	0.23	0.23	0.28	0.23	0.24	0.22	0.19	0.20	0.19	0.27	0.24	0.24	0.24	0.23	0.28		
$lv(z=15\text{ m})$		0.32	0.22	0.22	0.26	0.22	0.23	0.20	0.18	0.19	0.18	0.25	0.23	0.23	0.23	0.22	0.26		
$lv(z=36\text{ m})$		0.27	0.20	0.20	0.23	0.19	0.19	0.16	0.16	0.17	0.16	0.22	0.20	0.21	0.22	0.20	0.23		
$lv(z=60\text{ m})$		0.24	0.19	0.19	0.21	0.17	0.17	0.14	0.13	0.14	0.13	0.20	0.19	0.20	0.21	0.18	0.21		
10 min keskituuli																			
$vm(z=10\text{ m})$	m/s	11	16	16	14	16	15	17	18	18	18	14	15	15	15	15	13		
$vm(z=15\text{ m})$	m/s	13	17	17	15	18	17	18	20	19	20	15	16	16	16	17	15		
$vm(z=36\text{ m})$	m/s	17	19	19	18	21	21	23	23	22	23	19	19	19	19	20	18		
$vm(z=60\text{ m})$	m/s	19	21	21	20	23	23	25	25	25	25	21	21	21	20	21	20		
Tunnin keskituuli																			
$vh(z=10\text{ m})$	m/s	10	14	14	12	15	14	16	17	16	17	13	14	14	14	14	12		
$vh(z=15\text{ m})$	m/s	12	16	16	14	16	16	17	18	18	18	14	15	15	15	15	14		
$vh(z=36\text{ m})$	m/s	15	18	18	17	20	19	21	22	21	22	18	18	17	17	18	17		
$vh(z=60\text{ m})$	m/s	17	20	20	19	22	22	24	24	23	24	20	20	19	19	20	19		
Puuskatuuli																			
$v(z=10\text{ m})$	m/s	23	26	26	24	27	26	27	28	28	28	25	25	25	25	26	24		
$v(z=15\text{ m})$	m/s	25	27	27	26	29	28	29	30	30	30	27	27	27	27	27	26		
$v(z=36\text{ m})$	m/s	29	31	31	30	33	33	33	33	33	33	31	31	31	31	31	30		
$v(z=60\text{ m})$	m/s	32	33	33	33	35	35	35	35	35	35	33	33	33	33	33	33		

Rakennetekniset tarkastelut

Symboli	Yks.	Tuulen suurtakuuma																Kommentti	Viite
		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_{ref}	m/s	31.0	31.0	31.0	31.0	31.0	31.0	31.0	31.0	31.0	31.0	31.0	31.0	31.0	31.0	31.0	31.0	keskituulen perusarvo (10 min, 10 m, 50 v, z_{0r})	Tuulitilastot
k		1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	toistumisvälin kerroin	Eurokoodi
v_{ref}	m/s	31.0	31.0	31.0	31.0	31.0	31.0	31.0	31.0	31.0	31.0	31.0	31.0	31.0	31.0	31.0	31.0	50 v toistumisvälin tuuli	
u_{ref}	m/s	1.529	1.529	1.529	1.529	1.529	1.529	1.529	1.529	1.529	1.529	1.529	1.529	1.529	1.529	1.529	kitkanopeus (friction velocity) vastaten z_{0r}		
z_{0r}	m	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	rosoisuusmitta (roughness length) keskituulen perusarvoon liittyen		
z_{01}	m	0.3	0.3	0.3	0.3	0.001	0.003	0.01	0.003	0.003	0.03	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	kohtealueen ympäristössä		
$lv(z=10 m)$		0.27	0.27	0.27	0.27	0.12	0.14	0.15	0.14	0.14	0.14	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	turbulenssin intensiteetti		
$lv(z=15 m)$		0.25	0.25	0.25	0.25	0.12	0.13	0.15	0.13	0.13	0.13	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25			
$lv(z=36 m)$		0.22	0.22	0.22	0.22	0.10	0.12	0.13	0.12	0.12	0.12	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22			
$lv(z=60 m)$		0.20	0.20	0.20	0.20	0.09	0.11	0.12	0.11	0.11	0.11	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20			
$vm(z=10 m)$	m/s	19	19	19	19	33	31	29	31	31	31	19	19	19	19	19	10 min keskituuli		
$vm(z=15 m)$	m/s	21	21	21	21	34	33	30	33	33	33	21	21	21	21	21			
$vm(z=36 m)$	m/s	26	26	26	26	38	36	34	36	36	36	26	26	26	26	26			
$vm(z=60 m)$	m/s	29	29	29	29	40	38	36	38	38	38	29	29	29	29	29			
$vh(z=10 m)$	m/s	17	17	17	17	32	30	27	30	30	30	17	17	17	17	17	tunnin keskituuli		
$vh(z=15 m)$	m/s	19	19	19	19	33	31	29	31	31	31	19	19	19	19	19			
$vh(z=36 m)$	m/s	24	24	24	24	36	35	33	35	35	35	24	24	24	24	24			
$vh(z=60 m)$	m/s	27	27	27	27	38	37	35	37	37	37	27	27	27	27	27			
$v(z=10 m)$	m/s	34	34	34	34	45	44	42	44	44	44	34	34	34	34	34	puuskatuuli g = 3,5		
$v(z=15 m)$	m/s	37	37	37	37	47	46	44	46	46	46	37	37	37	37	37			
$v(z=36 m)$	m/s	43	43	43	43	49	49	48	49	49	49	43	43	43	43	43			
$v(z=60 m)$	m/s	46	46	46	46	51	51	50	51	51	51	46	46	46	46	46			
z_{02}	m	0.30	0.01	0.01	0.01	0.200	0.300	0.300	0.050	0.050	0.050	0.050	0.150	0.010	0.010	0.100	kohtealueen mukaan		
x	m	10000	300	300	500	11000	6000	700	3500	6000	3500	15000	10000	700	600	6000	etäisyys muutoskohtaan		
$lv(z=10 m)$		0.27	0.15	0.15	0.15	0.25	0.27	0.27	0.19	0.19	0.19	0.19	0.23	0.15	0.15	0.22	turbulenssin intensiteetti		
$lv(z=15 m)$		0.25	0.15	0.15	0.15	0.23	0.25	0.25	0.18	0.18	0.18	0.18	0.22	0.15	0.15	0.21			
$lv(z=36 m)$		0.22	0.13	0.13	0.13	0.20	0.22	0.22	0.16	0.16	0.16	0.16	0.19	0.13	0.13	0.18			
$lv(z=60 m)$		0.20	0.12	0.12	0.12	0.19	0.20	0.20	0.15	0.15	0.15	0.15	0.18	0.12	0.12	0.17			
$vm(z=10 m)$	m/s	19	29	29	29	21	19	19	25	25	25	25	21	29	29	23	10 min keskituuli		
$vm(z=15 m)$	m/s	21	30	30	30	23	21	21	27	27	27	27	24	30	30	25			
$vm(z=36 m)$	m/s	26	34	34	34	27	26	26	31	31	31	31	28	34	34	29			
$vm(z=60 m)$	m/s	29	36	36	36	30	29	29	33	33	33	33	31	36	36	32			
$vh(z=10 m)$	m/s	17	27	27	27	19	17	17	23	23	23	23	20	27	27	21	tunnin keskituuli		
$vh(z=15 m)$	m/s	19	29	29	29	21	19	19	25	25	25	25	22	29	29	23			
$vh(z=36 m)$	m/s	24	33	33	33	25	24	24	29	29	29	29	26	33	33	27			
$vh(z=60 m)$	m/s	27	35	35	35	28	27	27	31	31	31	31	29	35	35	30			
$v(z=10 m)$	m/s	34	42	42	42	35	34	34	39	39	39	39	36	42	42	37	puuskatuuli g = 3,5		
$v(z=15 m)$	m/s	37	44	44	44	38	37	37	41	41	41	41	39	44	44	40			
$v(z=36 m)$	m/s	43	48	48	48	43	43	43	46	46	46	46	44	48	48	45			
$v(z=60 m)$	m/s	46	50	50	50	46	46	46	48	48	48	48	47	50	50	47			
Maaston rosoisuuden muutoksen (z_{01} -> z_{02}) vaikutus ESDU85020 mukaisesti																		Kohteessa	
$lv(z=10 m)$		0.27	0.22	0.22	0.22	0.22	0.24	0.21	0.17	0.18	0.17	0.20	0.24	0.21	0.22	0.22			
$lv(z=15 m)$		0.25	0.22	0.22	0.21	0.21	0.22	0.20	0.17	0.17	0.17	0.19	0.22	0.21	0.21	0.21			
$lv(z=36 m)$		0.22	0.20	0.20	0.20	0.18	0.19	0.16	0.15	0.15	0.15	0.17	0.20	0.19	0.19	0.19			
$lv(z=60 m)$		0.20	0.19	0.19	0.19	0.17	0.17	0.14	0.13	0.13	0.13	0.16	0.18	0.18	0.18	0.20			
10 min keskituuli																			
$vm(z=10 m)$	m/s	19	22	22	22	23	22	24	27	27	27	24	21	22	22	19			
$vm(z=15 m)$	m/s	21	24	24	24	25	24	26	29	29	29	26	23	24	24	21			
$vm(z=36 m)$	m/s	26	27	27	28	30	30	32	33	33	33	30	28	28	28	26			
$vm(z=60 m)$	m/s	29	30	30	30	33	33	35	37	36	37	32	30	30	31	29			
Tunnin keskituuli																			
$vh(z=10 m)$	m/s	17	20	20	21	21	20	22	26	25	26	23	20	21	21	17			
$vh(z=15 m)$	m/s	19	22	22	22	23	22	24	28	27	28	24	22	22	22	19			
$vh(z=36 m)$	m/s	24	25	25	26	28	28	30	32	31	32	28	26	26	26	24			
$vh(z=60 m)$	m/s	27	28	28	28	31	31	33	35	34	35	31	28	28	28	27			
Puuskatuuli																			
$v(z=10 m)$	m/s	34	36	36	36	37	37	38	41	41	41	38	36	36	36	34			
$v(z=15 m)$	m/s	37	38	38	38	40	40	41	44	43	44	40	38	38	38	37			
$v(z=36 m)$	m/s	43	43	43	43	46	46	47	48	48	48	45	44	43	43	43			
$v(z=60 m)$	m/s	46	46	46	46	49	49	49	50	50	50	47	47	46	46	46			
Puuskatuulen nopeuspaine (1 s): ilman tiheys = 1,25 kg/m³																			
$q(z=10 m)$	kN/m ²	0.72	0.81	0.81	0.82	0.87	0.84	0.92	1.07	1.04	1.07	0.91	0.80	0.82	0.82	0.83			
$q(z=15 m)$	kN/m ²	0.84	0.92	0.92	0.92	1.00	0.98	1.05	1.19	1.17	1.19	1.02	0.92	0.93	0.92	0.94			
$q(z=36 m)$	kN/m ²	1.13	1.17	1.17	1.18	1.33	1.32	1.36	1.43	1.42	1.43	1.26	1.19	1.18	1.18	1.20			
$q(z=60 m)$	kN/m ²	1.31	1.35	1.35	1.35	1.51	1.50	1.50	1.59	1.58	1.59	1.41	1.35	1.35	1.35	1.36			
EN1991-1-4:2005 & NA q (maasto 0)																		Vertailuarvo	
$q(z=10 m)$	kN/m ²	1.09	1.09	1.09	1.09	1.09	1.09	1.09	1.09	1.09	1.09	1.09	1.09	1.09	1.09	1.09			
$q(z=15 m)$	kN/m ²	1.18	1.18	1.18	1.18	1.18	1.18	1.18	1.18	1.18	1.18	1.18	1.18	1.18	1.18	1.18			
$q(z=36 m)$	kN/m ²	1.37	1.37	1.37	1.37	1.37	1.37	1.37	1.37	1.37	1.37	1.37	1.37	1.37	1.37	1.37			
$q(z=60 m)$	kN/m ²	1.49	1.49	1.49	1.49	1.49	1.49	1.49	1.49	1.49	1.49	1.49	1.49	1.49	1.49	1.49			

Liite 7: Kuorma-alueiden laskenta

Tuulenpuoleinen julkisivu		Koillinen				Kaakko				Lounas				Luode							
Tuulen suuntakulma		0	22.5	45	67.5	90	90	112.5	135	157.5	180	180	202.5	225	247.5	270	270	292.5	315	337.5	0
b	m	41.0	41.0	41.0	41.0	41.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	43.0	43.0	43.0	43.0	43.0	15.3	15.3	15.3	15.3	15.3
d _{vasen sivu}	m	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	43.0	43.0	43.0	43.0	43.0	15.3	15.3	15.3	15.3	15.3	41.0	41.0	41.0	41.0	41.0
d _{oikea sivu}	m	15.3	15.3	15.3	15.3	15.3	41.0	41.0	41.0	41.0	41.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	43.0	43.0	43.0	43.0	43.0
d	m	15.2	15.2	15.2	15.2	15.2	42.0	42.0	42.0	42.0	42.0	15.2	15.2	15.2	15.2	15.2	42.0	42.0	42.0	42.0	42.0
h	m	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0	34.0	34.0	34.0	34.0	34.0	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0
h ₀ (ground)	m	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
H (= h - h ₀)	m	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0	34.0	34.0	34.0	34.0	34.0	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0
H ₃ (HVAC)	m	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	26.0	26.0	26.0	26.0	26.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
h _{high}	m	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0	32.0	32.0	32.0	32.0	32.0	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0	32.0	32.0	32.0	32.0	32.0
d _{large}	m	43.0	43.0	43.0	43.0	43.0	43.0	43.0	43.0	43.0	43.0	43.0	43.0	43.0	43.0	43.0	43.0	43.0	43.0	43.0	43.0
r	m	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0	32.0	32.0	32.0	32.0	32.0	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0	32.0	32.0	32.0	32.0	32.0
z _n	m	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0
H ₂ (podium)	m	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	33.0	33.0	33.0	33.0	33.0	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0	33.0	33.0	33.0	33.0	33.0
H ₁ (= H - H ₂)	m	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0	27.0	27.0	27.0	27.0	27.0	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0	27.0	27.0	27.0	27.0	27.0
h _{ave}	m	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
O _{6H}	m	36.0	36.0	20.4	36.0	36.0	36.0	36.0	36.0	36.0	36.0	20.4	20.4	20.4	20.4	20.4	36.0	36.0	36.0	36.0	36.0
h _{dis}	m	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
z _n - h _{dis}	m	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0
b + H ₂	m	41.0	41.0	34.0	41.0	41.0	48.0	48.0	48.0	48.0	48.0	34.0	34.0	34.0	34.0	34.0	48.3	48.3	48.3	48.3	48.3
b + H ₂ - h _{dis}	m	41.0	41.0	34.0	41.0	41.0	48.0	48.0	48.0	48.0	48.0	34.0	34.0	34.0	34.0	34.0	48.3	48.3	48.3	48.3	48.3
h' (= H - h _{dis})	m	60.0	60.0	34.0	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0	34.0	34.0	34.0	34.0	34.0	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0
H ₁ /d	m	4.0	4.0	2.2	4.0	4.0	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
e	m	41	41	41	41	41	15	15	15	15	15	43	43	43	43	43	15.3	15.3	15.3	15.3	15.3
e/d _{vasen sivu}	m	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
e/d _{oikea sivu}	m	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
(1/5)e	m	8.2	8.2	8.2	8.2	8.2	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	8.6	8.6	8.6	8.6	8.6	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1
z _{top}	m	60.0	60.0	34.0	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0	34.0	34.0	34.0	34.0	34.0	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0
z _{mid}	m	41.0	41.0	34.0	41.0	41.0	48.0	48.0	48.0	48.0	48.0	34.0	34.0	34.0	34.0	34.0	48.3	48.3	48.3	48.3	48.3
z _{low}	m	41.0	41.0	34.0	41.0	41.0	48.0	48.0	48.0	48.0	48.0	34.0	34.0	34.0	34.0	34.0	48.3	48.3	48.3	48.3	48.3
z _{top} - z _{mid}	m	19.0	19.0	0.0	19.0	19.0	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	11.7	11.7	11.7	11.7	11.7
z _{e top}	m	60.0	60.0	34.0	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0	34.0	34.0	34.0	34.0	34.0	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0
z _{e mid}	m	41.0	41.0	34.0	41.0	41.0	48.0	48.0	48.0	48.0	48.0	34.0	34.0	34.0	34.0	34.0	48.3	48.3	48.3	48.3	48.3
z _{e low}	m	41.0	41.0	34.0	41.0	41.0	48.0	48.0	48.0	48.0	48.0	34.0	34.0	34.0	34.0	34.0	48.3	48.3	48.3	48.3	48.3
z _{e,n}	m	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0
z _{e,podium}	m	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	33.0	33.0	33.0	33.0	33.0	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0	33.0	33.0	33.0	33.0	33.0
z _{e,HVAC}	m	60.0	60.0	34.0	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0
v(z _{e top})	m/s	45.9	46.3	43.0	46.4	49.3	49.3	49.2	49.4	50.5	50.3	47.4	47.6	44.6	43.2	43.2	46.4	46.4	46.7	45.9	45.9
v(z _{e mid})	m/s	43.4	44.1	43.0	44.2	46.7	47.8	47.7	48.0	49.3	49.1	47.4	47.6	44.6	43.2	43.2	45.2	45.1	45.4	44.5	44.5
v(z _{e bot})	m/s	43.4	44.1	43.0	44.2	46.7	47.8	47.7	48.0	49.3	49.1	47.4	47.6	44.6	43.2	43.2	45.2	45.1	45.4	44.5	44.5
v(z _{e,n})	m/s	41.3	42.3	42.3	42.4	44.7	40.5	40.0	41.3	43.8	43.4	46.7	47.0	43.9	42.4	42.5	38.9	38.9	39.1	37.1	37.1
v(z _{e,podium})	m/s	-	-	-	-	-	45.3	45.1	45.7	47.5	47.2	43.4	43.8	40.6	38.6	38.9	43.0	43.0	43.3	41.9	41.9
v(z _{e,HVAC})	m/s	45.9	46.3	43.0	46.4	49.3	49.3	49.2	49.4	50.5	50.3	50.3	50.5	47.5	46.6	46.4	46.4	46.4	46.7	45.9	45.9
q(z _{e top})	kN/m ²	1.32	1.34	1.16	1.34	1.52	1.52	1.51	1.52	1.59	1.58	1.40	1.42	1.24	1.17	1.16	1.34	1.34	1.36	1.32	1.32
q(z _{e mid})	kN/m ²	1.18	1.22	1.16	1.22	1.37	1.43	1.42	1.44	1.52	1.51	1.40	1.42	1.24	1.17	1.16	1.27	1.27	1.29	1.24	1.24
q(z _{e low})	kN/m ²	1.18	1.22	1.16	1.22	1.37	1.43	1.42	1.44	1.52	1.51	1.40	1.42	1.24	1.17	1.16	1.27	1.27	1.29	1.24	1.24
q(z _{e,n})	kN/m ²	1.07	1.12	1.12	1.12	1.25	1.02	1.00	1.07	1.20	1.18	1.36	1.38	1.21	1.13	1.13	0.95	0.94	0.96	0.86	0.86
q(z _{e,podium})	kN/m ²	-	-	-	-	-	1.28	1.27	1.31	1.41	1.39	1.18	1.20	1.03	0.93	0.95	1.16	1.15	1.17	1.10	1.10
q(z _{e,HVAC})	kN/m ²	1.32	1.34	1.16	1.34	1.52	1.52	1.51	1.52	1.59	1.58	1.58	1.59	1.41	1.36	1.34	1.34	1.34	1.36	1.32	1.32
Muunto- kertoimet																					
top	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
mid	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
bot	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
zn	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
podium	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
HVAC	1.00	1.00	1.00																		

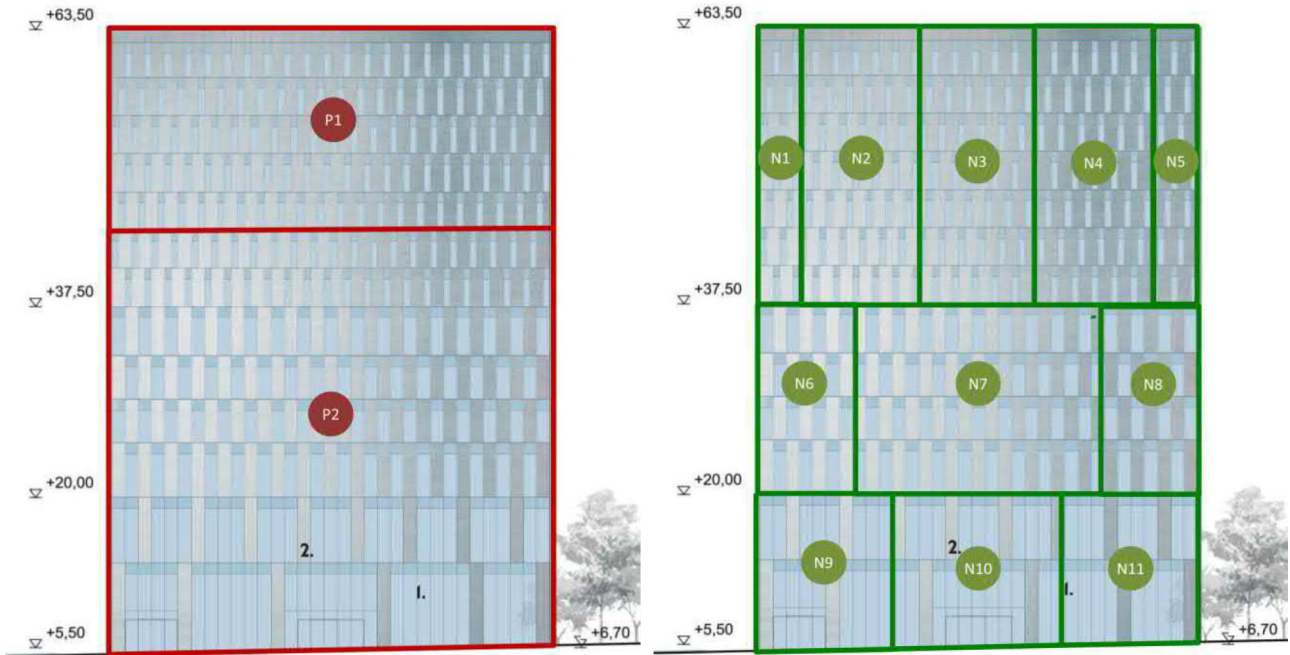
Liite 8: Julkisivujen tuulenpaineekartat

Tuulenpaineekartat on esitetty ohessa. Arvot ovat 50 v toistumisvälin tuulta vastaavia kuormia (eli tuulikuorman ominaisarvoja) taulukossa ilmoitettua huippuarvon määrittäysaikaa vastaten. Kuormien varmuustaso vastaa SFS-EN 1991-1-4:2005 Eurocode1: Rakenteiden kuormat. Yleiset kuormat. Osa 1-4: tuulikuormat.

Suositukset:

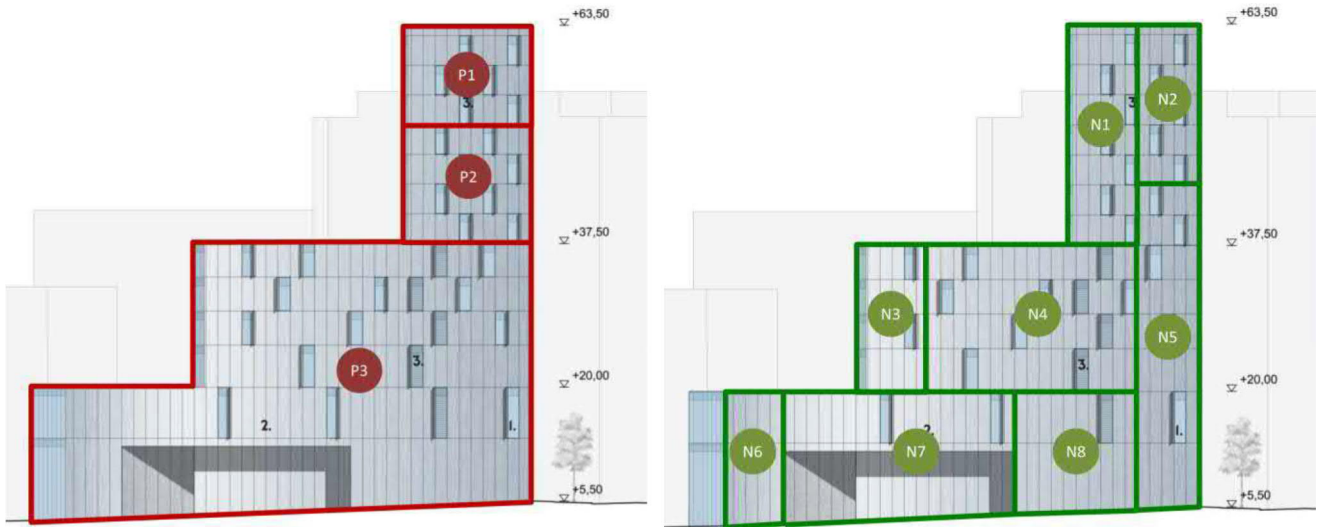
- seinelementit, ikkunalasit ja ovet nettopaineen mukaan
- parvekelasit ulkoisen paineen mukaan
- rakennuksen kokonaistuulikuorma raportin kohdan 4.3 mukaisesti.

Julkisivu koilliseen



Kuorma- alue	Ulkoinen paine- kuorma (1 s) [kN/m ²]	Sisäinen paine- kuorma min. [kN/m ²]	Nettopainekuorma maks. (1 s) [kN/m ²]	Kuorma- alue	Leveys min [m] kulmasta	Ulkoinen imukuorma (1 s) [kN/m ²]	Sisäinen paine- kuorma maks. [kN/m ²]	Nettopainekuorma min. (1 s) [kN/m ²]
P1	1.21	-0.46	1.67	N1	3.1	-1.91	0.32	-2.23
P2	1.09	-0.46	1.55	N2	-	-1.27	0.32	-1.59
				N3	-	-0.80	0.32	-1.11
				N4	-	-1.09	0.32	-1.36
				N5	3.0	-1.63	0.32	-1.91
				N6	8.0	-1.83	0.32	-2.14
				N7	-	-1.22	0.32	-1.54
				N8	8.0	-1.55	0.32	-1.82
				N9	12.0	-1.44	0.32	-1.76
				N10	-	-0.96	0.32	-1.28
				N11	12.0	-1.15	0.32	-1.42

Julkisivu kaakkoon



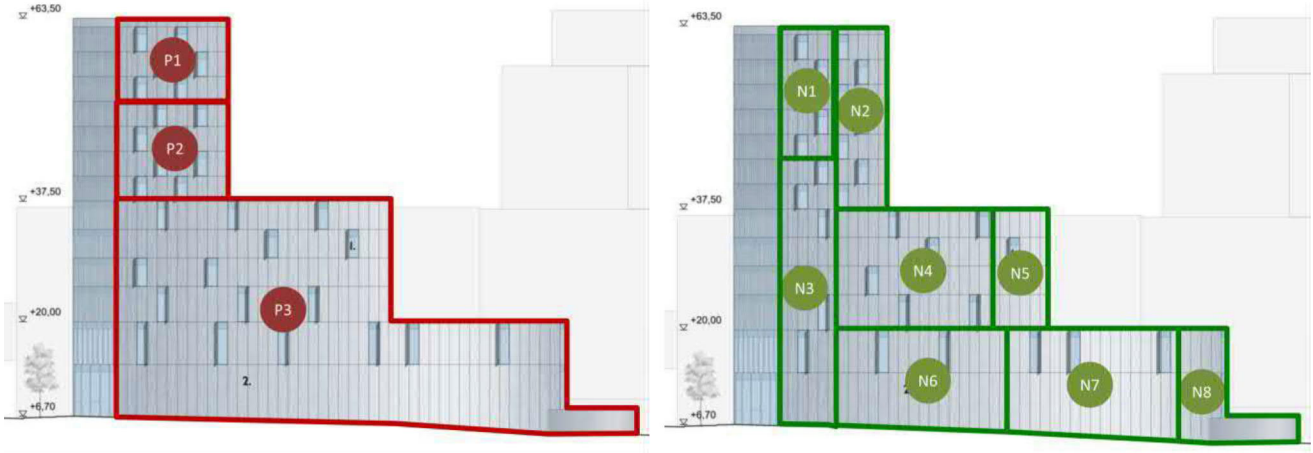
Kuorma- alue	Ulkoinen paine- kuorma (1 s) [kN/m ²]	Sisäinen paine- kuorma min. [kN/m ²]	Nettopainekuorma maks. (1 s) [kN/m ²]	Kuorma- alue	Leveys min [m] kulmasta	Ulkoinen imukuorma (1 s) [kN/m ²]	Sisäinen paine- kuorma maks. [kN/m ²]	Nettopainekuorma min. (1 s) [kN/m ²]
P1	1.27	-0.48	1.75	N1	8.6	-1.91	0.32	-2.23
P2	1.22	-0.48	1.69	N2	-	-1.27	0.32	-1.59
P3	1.13	-0.48	1.60	N3	8.6	-1.70	0.32	-2.02
				N4	-	-1.13	0.32	-1.45
				N5	8.2	-0.71	0.32	-1.03
				N6	6.0	-1.64	0.32	-1.94
				N7	-	-1.09	0.32	-1.40
				N8	-	-0.68	0.32	-0.99

Julkisivu lounaaseen



Kuorma- alue	Ulkoinen paine- kuorma (1 s) [kN/m ²]	Sisäinen paine- kuorma min. [kN/m ²]	Nettopainekuorma maks. (1 s) [kN/m ²]	Kuorma- alue	Leveys min [m] kulmasta	Ulkoinen imukuorma (1 s) [kN/m ²]	Sisäinen paine- kuorma maks. [kN/m ²]	Nettopainekuorma min. (1 s) [kN/m ²]
P1	1.27	-0.48	1.75	N1	3.1	-1.63	0.32	-1.91
P2	1.13	-0.48	1.61	N2	-	-1.09	0.32	-1.36
P3	0.96	-0.48	1.44	N3	-	-0.80	0.32	-1.11
				N4	-	-1.27	0.32	-1.59
				N5	3.0	-1.91	0.32	-2.23
				N6	3.1	-1.55	0.32	-1.82
				N7	-	-1.03	0.32	-1.30
				N8	-	-0.76	0.32	-1.08
				N9	-	-1.22	0.32	-1.54
				N10	3.0	-1.83	0.32	-2.14
				N11	3.1	-2.34	0.32	-2.61
				N12	3.0	-2.82	0.32	-3.13
				N13	8.0	-1.40	0.32	-1.68
				N14	-	-1.13	0.32	-1.44
				N15	8.0	-1.69	0.32	-2.01
				N16	8.0	-1.92	0.32	-2.19
				N17	8.0	-2.40	0.32	-2.72
				N18	6.0	-1.15	0.32	-1.42
				N19	-	-0.77	0.32	-1.04
				N20	-	-0.96	0.32	-1.28
				N21	6.0	-1.44	0.32	-1.76

Julkisivu luoteeseen



Kuorma- alue	Ulkoinen paine- kuorma (1 s) [kN/m ²]	Sisäinen paine- kuorma min. [kN/m ²]	Nettopainekuorma maks. (1 s) [kN/m ²]	Kuorma- alue	Leveys min [m]	Ulkoinen imukuorma (1 s) [kN/m ²]	Sisäinen paine- kuorma maks. [kN/m ²]	Nettopainekuorma min. (1 s) [kN/m ²]
P1	1.09	-0.41	1.50	N1	-	-1.82	0.32	-2.12
P2	1.03	-0.41	1.44	N2	8.6	-1.91	0.32	-2.23
P3	0.94	-0.41	1.34	N3	8.2	-1.64	0.32	-1.94
				N4	-	-1.13	0.32	-1.45
				N5	8.6	-1.70	0.32	-2.02
				N6	-	-1.09	0.32	-1.40
				N7	-	-0.96	0.32	-1.28
				N8	6.0	-1.44	0.32	-1.76

WSP Finland Oy
Heikkiläntie 7
FI-00210 Helsinki
Finland
Tel: 0207 864 11
Fax 0207 864 800
www.wsp.com/FI-fi



Jätkäsaaren Hybridi

Meluselvitys

1617980.1

18.11.2020

TIIVISTELMÄ

Tässä selvityksessä tutkitaan laiva-, tie- ja raideliikenteen tuottamia melutasoja Helsingin Jätkäsaaren sijoittuvan Jätkäsaaren Hybridi -uudisrakennuksen julkisivuilla kaavoitusta varten. Kohteeseen tulee sijoittumaan muun muassa toimistoja, liiketiloja, hotelli, elämyspuisto sekä urheiluun ja liikuntaan tarkoitettuja tiloja. Selvityksessä määritetään kohteen julkisivuilta vaadittavat äänitasoerot siten, että melutasojen ohjearvot saavutetaan.

Merkittävimmät melunlähteet kohteen ympäristössä ovat Länsisatamankatu ja Tyynenmerenkatu, Länsisataman laivamelu sekä Tyynenmerenkatua pitkin kulkeva raitioliikenne. Laskennassa käytetyt liikennemäärät on kuvattu kohdassa 2.1.

Eri melulähteistä muodostuvat suositukset on esitetty kohdassa 4.2. Selvityksen perusteella hotellin julkisivun ääneneristyksen kannalta mitoittavaksi muodostuu laivamelu: suurin äänitasoerosuositus hotellikerroksille on $\Delta L_{AS,vaad} = 31$ dB. Suositukset hotellikerrosten äänitasoerosta on esitetty tarkemmin kohdassa 3, kuvassa 23 (sivu 21).

Liike- ja toimistohuoneiden ääneneristystä ei ole selvityksen perusteella tarpeen erikseen mitoittaa vaan sisämelun ohjearvo 45 dB täyttyy tavanomaisin ulkovaipan rakentein. On kuitenkin syytä huomioida, että laivamelusta voi aiheutua pienitaajuisia melua toimistoihin päiväaikaan. Tämä on hyvä huomioida jatkosuunnittelussa, kun mietitään erilaisten tilojen ääniympäristöä, julkisivurakenteita ja tilojen sijoittelua.

Jätkäsaaren Hybridi

SISÄLLYSLUETTELO

TIIVISTELMÄ.....	2
1 JOHDANTO	4
1.1 Tilaaja	4
1.2 Tekijät	4
1.3 Kohde ja selvityksen tarkoitus.....	4
2 LÄHTÖTIEDOT	5
2.1 Maastomalli ja rakennukset	5
2.2 Tieliikenne	5
2.3 Raitioliikenne.....	7
2.3.1 Liikennemäärät.....	7
2.3.2 Kaarrekirskunta	8
2.3.3 Vaihdekolina	8
2.4 Laivamelu.....	8
2.4.1 Laitureissa seisovat laivat.....	8
2.4.2 Satama-alueen sisäinen liikenne	10
2.4.3 Laivalaiturin kolahdukset	10
3 VAATIMUKSET	11
3.1 Valtioneuvoston päätös 993/1992 melutason ohjearvoista	11
3.2 Hetkellinen enimmäisäänitaso $L_{A,max}$	12
3.3 Laivamelu.....	12
3.4 Kohteessa sovellettavat vaatimukset	12
4 MALLINNUS.....	12
5 TULOKSET	13
5.1 Tie- ja raideliikenne - keskiäänitasot	13
5.2 Raideliikenne – yöajan enimmäisäänitasot.....	14
5.3 Laivamelu.....	15
5.3.1 Keskiäänitasot.....	15
5.3.2 Laivalaiturin kolinat.....	17
5.4 Laiva-, tie- ja raideliikenteen yhteismelu.....	19
6 JOHTOPÄÄTÖKSET	20
7 LÄHTEET	21

1 JOHDANTO

1.1 Tilaaja

WasaGroup Oy

Riikka Murto-Koivisto
riikka.murto-koivisto@wasagroup.fi

p. 044 761 4214

1.2 Tekijät

A-Insinöörit Suunnittelu Oy
Bertel Jungin aukio 9, 02600 Espoo
puh. 0207 911 888, fax. 0207 911 778

Ins.AMK Mirkku Kauhanen
mirkku.kauhanen@ains.fi

p. 040 191 8579

A-Insinöörit Suunnittelu Oy
Ilmarisenkatu 18 A, 2. krs, 20520 Turku
puh. 0207 911 888, fax. 0207 911 312

DI Tuukka Lyly
tuukka.lyly@ains.fi

p. 040 194 4701

DI Timo Huhtala
timo.huhtala@ains.fi

p. 040 643 3762

1.3 Kohde ja selvityksen tarkoitus

Rakennuskohde: Jätkäsaari Hybridi
Länsisatamankatu
00220 Jätkäsaari, Helsinki

Tehtävä: Meluselvitys

Tässä selvityksessä tutkitaan laiva, tie- ja raideliikenteen tuottamia melutasoja Helsingin Jätkäsaaren sijoittuvan Jätkäsaaren Hybridi -uudisrakennuksen julkisivuilla kaavoitusta varten. Kohteeseen tulee sijoittumaan muun muassa toimistoja, liiketiloja, hotelli, elämyspuisto sekä urheiluun ja liikuntaan käytettäviä tiloja.

Selvityksessä määritetään rakennusten julkisivuilta vaadittavat äänitasoerot siten, että melutasojen ohjearvot saavutetaan.

2 LÄHTÖTIEDOT

2.1 Maastomalli ja rakennukset

Selvitys perustuu Ala Arkkitehdit Oy:n 14.10.2020 toimittamaan asemapiirroksen, Helsingin kaupungin vuoden 2017 EU-meluseelvityksen melumalliin (sisältää alueen korkeustiedot sekä rakennusten ja liikenneväylien sijainnit), Helsingin kantakarttaan ja Maanmittauslaitokselta saatuun avoimeen pohjakartta-aineistoon. Lisäksi mallissa on otettu huomioon Länsisatamankadun ja Hyväntoivonkadun liikennesuunnitelma, jonka on toimittanut Ramboll Finland Oy 19.10.2020. Kohteen asemapiirros on esitetty kuvassa 1.

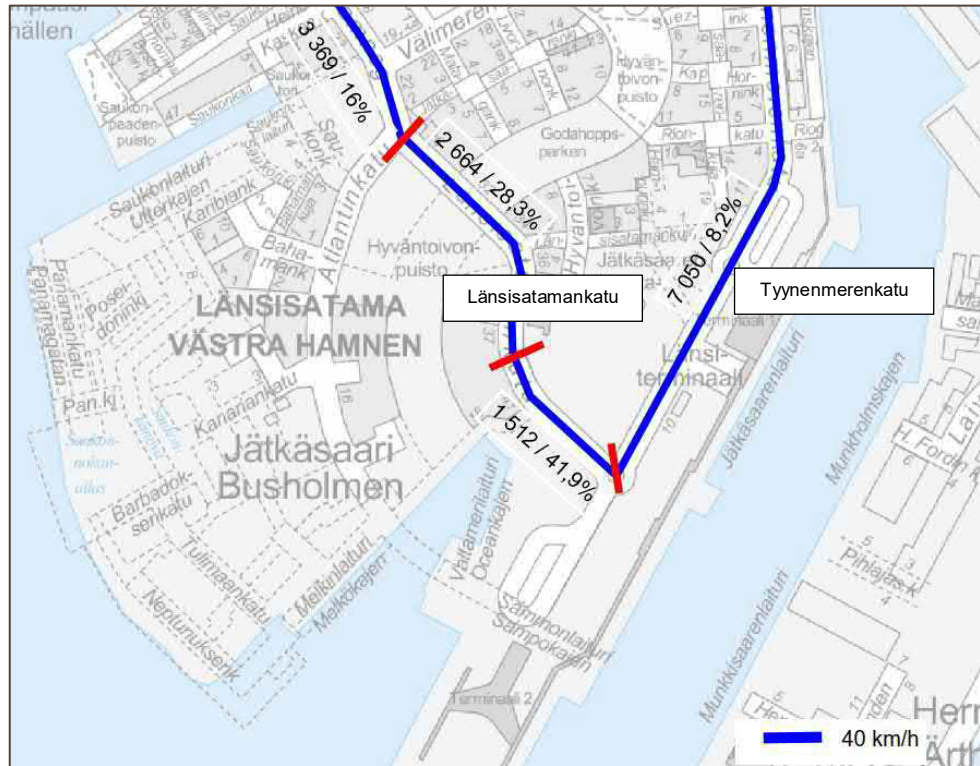


Kuva 1. Kohteen asemapiirros (kohde esitetty punaisella rajauksella kuvan keskellä).

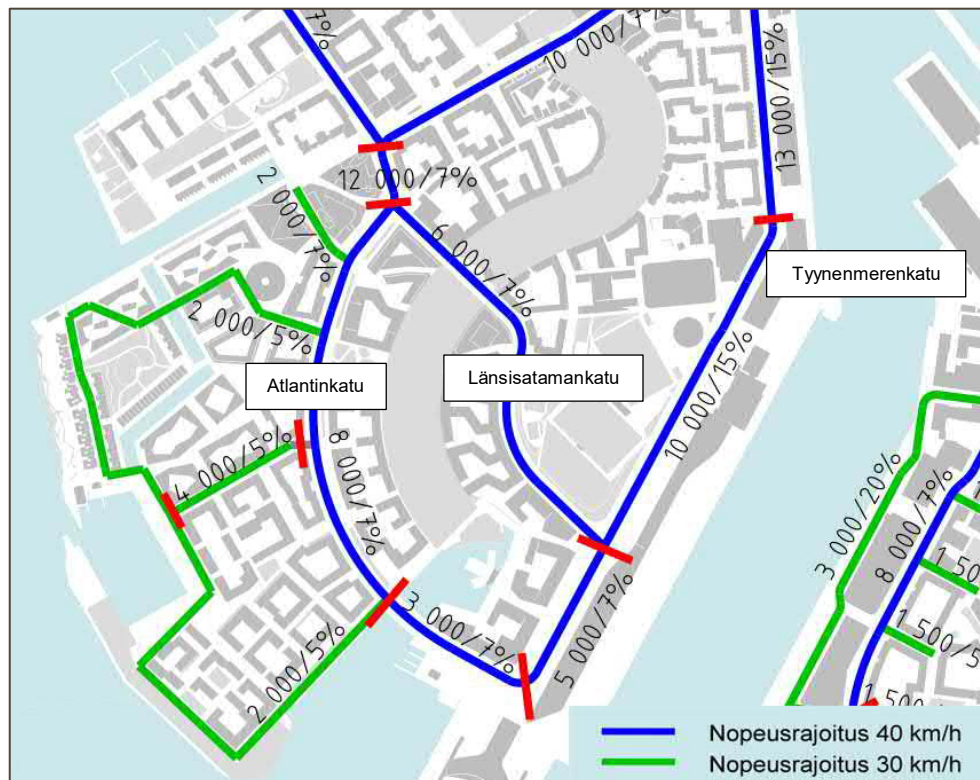
2.2 Tielikenne

Kohteen läheisyydessä sijaitsevat katumelulähteet ovat Länsisatamankatu ja Tyynenmerenkatu. Katujen nykyiset ja ennustetut liikennemäärät on saatu Helsingin kaupungilta. Laskennassa käytetyt keskivuorokauden liikennemäärät, nopeusrajoitukset sekä raskaan liikenteen osuus nykytilanteessa on esitetty kuvassa 2 ja ennustetilanteessa kuvassa 3.

Päivä- ja yöajan liikennemäärät lasketaan oletuksella, että 90 % keskiarkivuorokausiliikenteestä ajoittuu päiväajalle (klo 7–22) ja loput yöajalle (klo 22–7).



Kuva 2. Nykytilanteen liikennemäärät (kvl), raskaan liikenteen osuudet (%) ja nopeusrajoitukset (km/h).



Kuva 3. Ennustetilanteen liikennemäärät (kvl), raskaan liikenteen osuudet (%) ja nopeusrajoitukset (km/h). Kuvasta poiketen vain Tyyneimerenkadun ja Längsätamankadun nopeusrajoitukset ovat 40km/h. Muilla kaduilla nopeudet ovat 30km/h.

2.3 Raitioliikenne

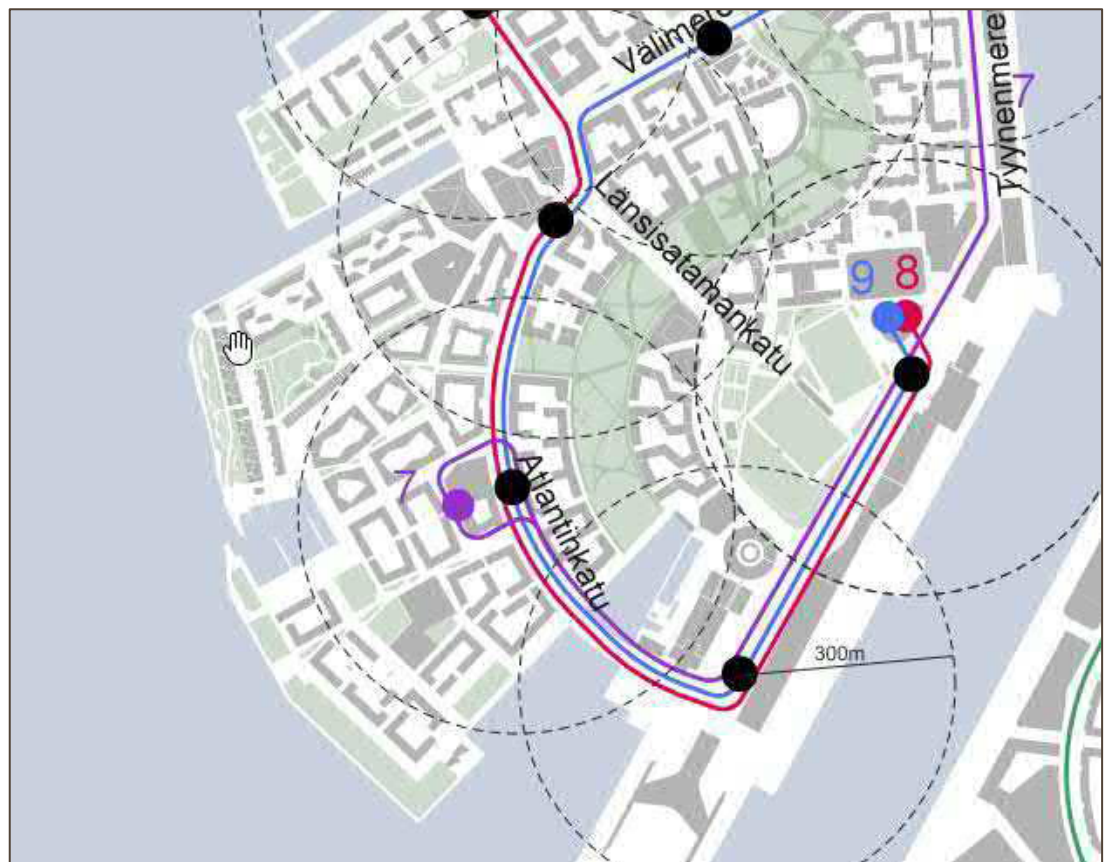
2.3.1 Liikennemäärät

Raitioliikenteen liikennemäärät on laskettu päivä- ja yöajalle käyttäen Helsingin kaupungin ohjeistuksen mukaisesti *Raitioliikenteen linjastosuunnitelmassa* esitettyjä vuorovälejä [1, s.28]. Raitiovaunun nopeutena on käytetty katujen nopeusrajoituksia. Laskennassa käytetyt liikennemäärät on esitetty taulukossa 1. Kuvassa 4 on esitetty raitiolinjojen reitit Jätkäsaarella vuonna 2025.

Raitiovaunujen meluvaikutusten arvioinnissa on käytetty Helsingin meluselvitysohjeen [2] mukaisia äänitasotietoja Artic-raitiovaunulle.

Taulukko 1. Laskennassa käytetyt raitioliikennetiedot

Raitiovaunun linja	Raitiovaunun tyyppi	Junan pituus [m]	Junien lukumäärä (kpl)	
			Päivä (klo 7-22)	Yö (klo 22-7)
Linja 7	Artic	27,6	89	14
Linja 8	Artic	27,6	89	14
Linja 9	Artic	27,6	89	23



Kuva 4. Jätkäsaaren raitiolinjojen reitit 2025

2.3.2 Kaarrekirskunta

Kaarrekirskunta on satunnainen ilmiö, jonka suuruuteen ja esiintymistodennäköisyyteen vaikuttaa mm. kaarresäde, ajonopeus sekä kalusto. Kaarrekirskunta mallinnetaan Helsingin meluselvitysohjeen [2] mukaan, kun kaarresäde R on alle 50 m.

Kohteen läheisyydessä ei ole suunnitteilla kaarteita, joten menetelmää ei esitellä tässä raportissa tarkemmin

2.3.3 Vaihdekolina

Vaihdekolinalla voi olla merkittävä paikallinen vaikutus enimmäisäänitasoihin tai keskiäänitasoihin (impulssikorjauksen myötä). Vaihdekolinan mallinnuksesta on kerrottu tarkemmin Helsingin meluselvitysohjeessa [2].

Kohteen läheisyydessä ei ole suunnitteilla vaihteita tai risteyskiä, joten menetelmää ei esitellä tässä raportissa tarkemmin.

2.4 Laivamelu

2.4.1 Laitureissa seisovat laivat

Helsingin satama-alueilla (Katajanokka, Eteläsatama, Länsisatama, Jätkäsaari, Hernesaari) rakennusten julkisivuille voi kohdistua huomattavaa melua laivojen seisoessa tai yöpyessä satamalaitureissa. Laivamelun on todettu olevan matalataajuisista ja kapeakaistaista [3]. Tämän ominaisuuden laivamelussa aiheuttaa laivojen apukone, joka on käynnissä koko satamassa oleskelun ajan. Apukone on pääkonetta pienempi, mutta kuitenkin suhteellisen suuri dieselmoottori, jonka voimalla tuotetaan laivan satamassa tarvitsema sähkö. Apukone sijaitsee laivan konehuoneessa ja sen melu tulee suurimmaksi osaksi ulos pakoputken suusta, joka yleensä sijaitsee savupiipun huipulla [3]. Joissakin yhteyksissä (mm. Katajanokan Viking Linen terminaalissa) laivat voidaan kytkeä maasähköön, jolloin apukonetta ei välttämättä tarvita.

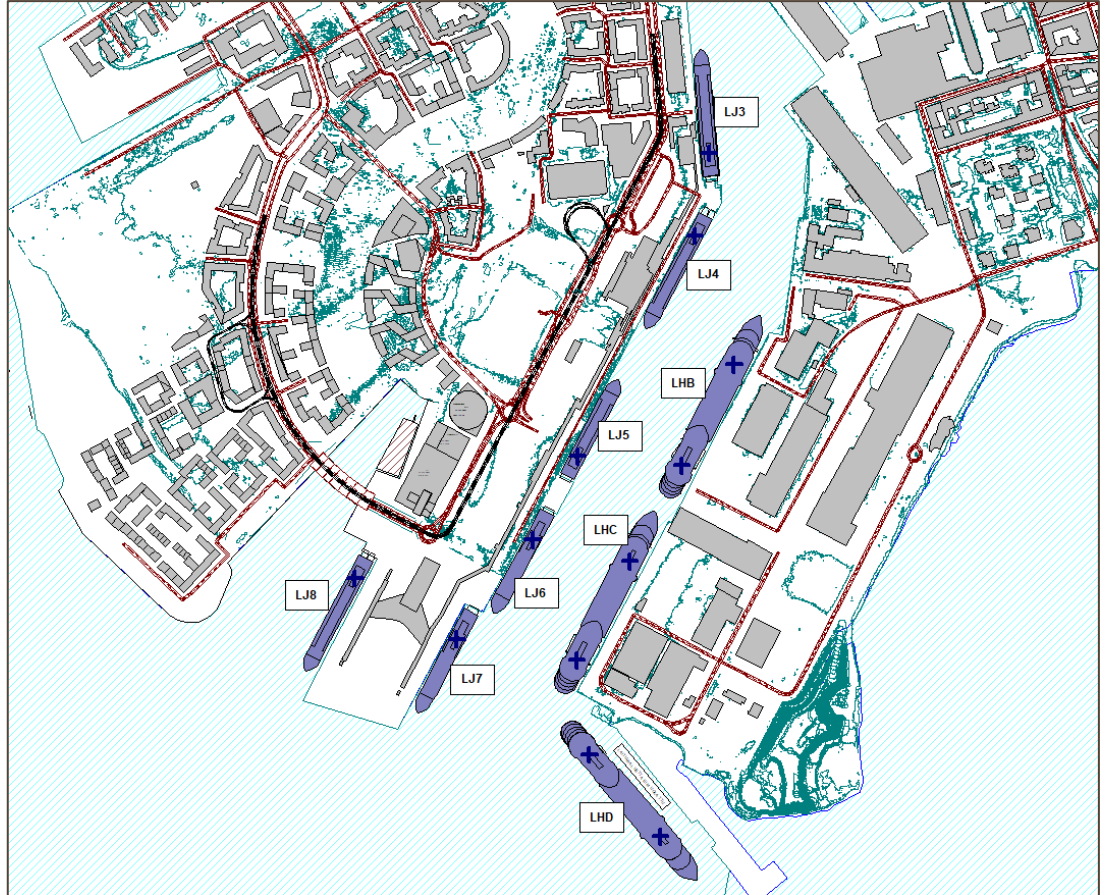
Laivamelun (laivojen apukoneen) lähtötietona on käytetty Helsingin satamissa vuonna 2011 mitattujen matkustaja- ja risteilyalusten keskimääräistä äänitehotasoa [3]. Melupäästötieto sisältää laivojen ilmastointilaitteiden äänet.

Mallinnuksessa käytetyt äänitehotasot on esitetty taulukossa 2. Matkustajalaivojen äänitehotaso on $L_{WA} = 108$ dB ja keskimääräisen risteilijän $L_{WA} = 106$ dB (skaalattu taulukon 2 taajuuskaistainen tieto).

Taulukko 2: Laivojen melupäästöjen painottamaton oktaavikaistainen äänitehotaso L_w

Taajuus [Hz]	31,5	63	125	250	500	1k	2k	4k	L_{WA} [dB]
Äänitehotaso L_w [dB]	124	120	115	108	105	103	98	90	108

Laituri paikkojen ja melupäästön sijainnit on esitetty kuvassa 5. Laivojen laiturissaolon ajalliset kestot vuorokauden aikana on esitetty taulukossa 3. Yksittäisen laivan melupäästö on mallinnettu savupiipun päälle asetettuna pistelähteenä, jonka korkoasema on 42 m merenpinnasta laitureilla LJ4-LJ8 ja 63 m/65 m merenpinnasta risteilylaitureilla LHB, LHC ja LHD.



Kuva 5. Laituri paikkojen sijainnit ja laivan melupäästön sijainti (risti)

Taulukko 3: Laituri paikkojen käyttöajat [4].

Laituri paikka	Käyttöaika päivällä (klo 7-22)	Käyttöaika yöllä (klo 22-7)
Jätkäsaari (matkustajalaivat)		
LJ3	11 h	-
LJ4	11 h	-
LJ5	4 h	9 h
LJ6	6 h	9 h
LJ7	6,5 h	9 h
LJ8	4 h	9 h
Hernesaari (risteilijät)		
LHB	10 h	-
LHC	10 h	9 h
LHD	10 h	-

2.4.2 Satama-alueen sisäinen liikenne

Satama-alueella ajoneuvoliikenne koostuu laivoihin ajavista ja laivoista pois ajavista ajoneuvoista. Lisäksi työkoneet eli vetomestarit purkavat ja lastaavat rekkojen irtoperävaunuja. Henkilö- ja pakettiautojen sekä raskaan liikenteen melupäästö sisältyy tieliikennemelun laskentamalliin. Vetomestareiden ja työkoneiden liikennöinnin melua ei tässä selvityksessä ole otettu huomioon, sillä merkittävämpiä ovat laiturikolahdukset (sis. raskaan liikenteen) kuin itse vetomestareiden ja perävaunujen liikenteestä aiheutuva melu (moottori- ja rengasmelu) satama-alueella.

2.4.3 Laivalaiturin kolahdukset

Autolautan purkuun liittyvä tyypillinen erityispiirre on lastausrampin kolina, mikä on aina impulssimaista melua. Yleensä se syntyy, kun raskas ajoneuvo (rekka, bussi tai vetomestarin vetämän perävaunu) ajaa rampin yli. Kevyetkin ajoneuvot voivat joskus satunnaisesti aiheuttaa lievää kolinaa, mutta pääasiassa ongelma liittyy raskaisiin ajoneuvoihin. [5]

Laiturikolinat (ajokolinat, kun autot kulkevat laiturille) on otettu huomioon laskennoissa käyttämällä taulukossa 4 esitettyä taajuusjakaamaa. Äänitehotaso kuvaa koko lastaustapahtumaa, eli sitä aikaa, jonka kuluessa autot ajavat sisään tai ulos. Äänitehotasotieto on saatu TL Akustiikalta (sähköposti 25.9.2017) ja tiedot perustuvat mittauksiin. Kokonaisäänitehotasoksi on TL Akustiikka ilmoittanut L_{WA} 108 dB (taajuusjakauma on laskettu tasaisesti 3 dB laskevana taajuusvälillä 63 – 2000 Hz ja 6 dB laskevana taajuuksilla 4000 – 8000 Hz). Laiturikolina on mallinnettu pistelähteellä, joka on sijoitettu 0,2 m korkeuteen maanpinnasta jokaiselle autoja kuljettavan aluksen rampille.

Keskiäänitason laskennassa käytetyt lastaustapahtuman kestot laitureittain ja laivatyypeittäin, sekä laivojen laiturissa käynti määrät on saatu Helsingin Satama Oy:ltä 27.3.2020 (tiedot heinäkuulta 2019). Tietojen perusteella merkittävää lastaamista ja purkamista tapahtuu vain laitureilla LJ4, LJ6, LJ7 ja LJ8, joten vain näiden laiturien lastaus- ja purkamisaikaiset kolahdukset on huomioitu. Toimitettujen tietojen perusteella on laskettu keskimääräinen lastaustapahtuman ajallinen kesto, ja nämä laskennassa käytetyt tiedot on esitetty taulukossa 5.

Taulukko 4: Laiturikolinan äänitehotaso, koko lastaustapahtuma

Taajuus [Hz]	31,5	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k	tot
Ääni tehotaso L_{WA} [dB]	103,5	103,5	100,5	97,5	94,5	91,5	88,5	82,5	76,5	108,2

Taulukko 5: Laiturikolinan kesto päivä- ja yöaikana laituripaikoittain

Laituripaikka	Lastausta / Purkamista päivällä (klo 7-22)	Lastausta / Purkamista yöllä (klo 22-7)
Jätkäsaari (matkustajalaivat)		
LJ4	60 min	-
LJ6	150 min	-
LJ7	248 min	50
LJ8	142 min	-

Lisäksi on tarkasteltu raskaasta liikenteestä aiheutuvan ramppikolinan aiheuttamia hetkellisiä maksimitasoja. Ramppikolinan hetkellisen maksimitason lähtötietoina on käytetty taulukon 6 tietoja [6].

Taulukko 6: Laiturikolinan äänitehotaso, maksimitaso [6]

Taajuus [Hz]	31,5	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k	tot
Ääni tehotaso* L_{WA} [dB]	91	93	104	109	112	113	109	104	95	118

*Sisältää 5 dB impulssimaisuuskorjauksen ja kuvastaa raskaan liikenteen ajoneuvon kolahdusta

3 VAATIMUKSET

3.1 Valtioneuvoston päätös 993/1992 melutason ohjearvoista

Valtioneuvoston päätöksessä 993/1992 [7] on määritelty melun A-painotetun ekvivalenttitason $L_{A,eq}$ enimmäisarvot ulko- ja sisätiloissa. Päätöksessä määritetyt suurimmat sallitut äänitasot on esitetty taulukossa 7.

Taulukko 7. Valtioneuvoston päätöksen 993/1992 mukaiset suurimmat sallitut ohjearvot

Sovellettava alue	Melun A-painotetun ekvivalenttitason enimmäisarvo $L_{A,eq}$	
	Päiväaikaan (klo 7-22)	Yöaikaan (klo 22-7)
Ohjearvot ulkona		
Asumiseen käytettävät alueet, virkistysalueet taajamissa ja taajamien välittömässä läheisyydessä sekä hoito- tai oppilaitoksia palvelevat alueet	55 dB	45 / 50 dB*
Loma-asumiseen käytettävät alueet, leirintäalueet, taajamien ulkopuolella olevat virkistysalueet ja luonnonsuojelualueet	45 dB	40 dB
Ohjearvot sisällä		
Asuin, potilas ja majoitushuoneet	35 dB	30 dB
Opetus- ja kokoontumistilat	35 dB	-
Liike- ja toimistohuoneet	45 dB	-

*Yöohjearvo vaihtelee riippuen siitä, onko kyseessä uusi vai vanha alue. Uusilla alueilla yöohjearvo on 45 dB ja vanhoilla alueilla 50 dB. Oppilaitoksia palvelevilla alueilla ei sovelleta yöohjearvoa.

3.2 Hetkellinen enimmäisäänitaso $L_{A,max}$

Ympäristöoppaan 108 [8] mukaan sisätilojen melutasoja voidaan tarkastella myös enimmäisäänitasoina toistuvien raideliikenteen yöajan meluhuippujen osalta. Kun tarkastellaan rakennuksen julkisivuun kohdistuvaa yöaikaista äänitasoltaan toistuvan tyyppillisen ohiajon enimmäisäänitasoa $L_{A,max}$ vastaavana sisätilojen ohjearvona käytetään asumiseen tarkoitettujen tilojen osalta arvoa 45 dB.

3.3 Laivamelu

Laivojen melun haitallisuutta arvioidaan käyttäen tiukennettua sisämelun yöohjearvoa 25 dB tavallista suuremmasta häiritsevyydestä ja kapeakaistaisuudesta johtuen [3]. Julkisivuilta vaadittava äänieristysvaatimus ΔL_{AS} voidaan tällöin määrittää meluselvityksessä laskettavan ulkomelutason ja sallitun sisämelutason $L_{AS} = 25$ dB erotuksena [3].

3.4 Kohteessa sovellettavat vaatimukset

Tässä raportissa on verrattu hotellihuoneiden tuloksia valtioneuvoston päätöksessä asuin-, po-tilas- ja majoitushuoneille esitettyihin ohjearvoihin, joiden mukaan liikenteestä aiheutuva keskiäänitaso $L_{A,eq}$ ei saa edellä mainituissa tiloissa ylittää päiväaikaan 35 dB tai yöaikaan 30 dB.

Liikenteen aiheuttaman sisämelun yöaikaisen enimmäistason suositusarvona sovelletaan enimmäisäänitasoa $L_{A,max} \leq 45$ dB. Tavoitteena on että $L_{A,max}$ 45 dB ei ylitä yöaikaan lepoon ja nukkumiseen käytettävissä tiloissa.

Liike- ja toimistohuoneille sovelletaan valtioneuvoston päätöksen mukaisia ohjearvoja, joiden mukaan liikenteestä aiheutuva keskiäänitaso $L_{A,eq}$ ei saa liike- ja toimistohuoneissa ylittää päiväaikaan 45 dB.

Laivamelun osalta sovelletaan tiukennettua sisämelun yöohjearvoa 25 dB sen tavallista suuremmasta häiritsevyydestä ja kapeakaistaisuudesta johtuen

4 MALLINNUS

Meluselvityksissä käytettävä melumallinnusohjelmisto CadnaA 2019 sisältää pohjoismaiset tie- ja rautatie-, raideliikenne- ja ympäristömelun laskentamallit. Ohjelmistosta on voimassa oleva ylläpitösopimus, joka takaa, että käytössä on aina viimeinen versio ohjelmistosta.

Selvitys on laadittu Helsingin meluselvitysohjeen mukaisesti [2]. Melumallinnus perustuu pohjakartta-aineistosta luotavaan kolmiulotteiseen maastomalliin. Ohjelmisto ottaa huomioon maan ja rakennusten pintojen akustiset ominaisuudet. Laskennassa huomioon otettavien heijastusten määrä on 2. Mallinnuksessa maanpinta mukaan lukien tiet on asetettu kauttaaltaan heijastavaksi. Rakennuksen julkisivusta tuleville heijastuksille on asetettu 1 dB vaimennus (vastaa rakennusten absorptiokerrointa 0.21). Ohjelmisto laskee melun leviämisen maastossa tai rakennetussa ympäristössä liikennemäärien, ajonopeuksien ja raskaan liikenteen suhteellisten osuuksien perusteella.

Raportin kuvissa julkisivuille kohdistuvan melun suurimmat äänitasot esitetty numeroarvoina julkisivun pinnan kohdalla ilman julkisivusta tulevaa heijastusta. Laskenta on tehty rakennuksen jokaisen kerroksen korkeudella 2 m lattiatason yläpuolella. Meluvyöhykekarttoja ei ole esitetty, sillä kohteeseen ei ole suunniteltu ulko-oleskelualueita, ulkoterasseja tai parvekkeita

5 TULOKSET

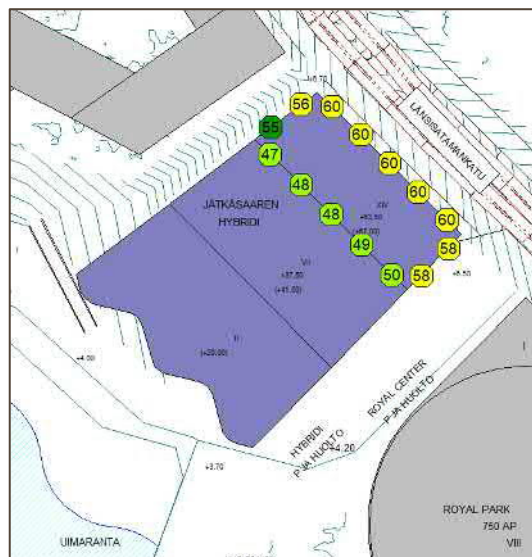
5.1 Tie- ja raideliikenne - keskiäänitasot

Rakennuksen ulkovaipan ääneneristysvaatimus ilmoitetaan julkisivuun kohdistuvan äänitason ja sisällä sallittavan äänitason erona $\Delta L_{A,vaad}$. Kuvissa 8 ja 9 liiketilat sijaitsevat vaaleansinisen viivan alapuolella, toimistotilat vaaleansinisen ja pinkin viivan välillä ja hotellihuoneet pinkin viivan yläpuolella. Ylimässä kerroksessa (krs 14) sijaitsee suunnitelmien mukaan ravintola (vihreän viivan yläpuolella).

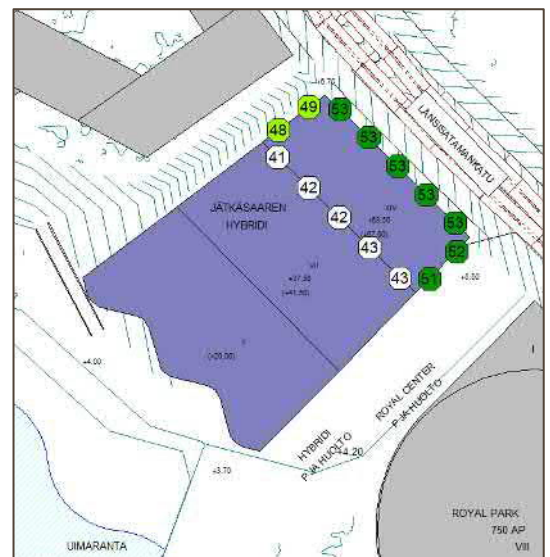
Hotellihuoneet

Tässä raportissa on verrattu tuloksia valtioneuvoston päätöksessä [7] asuin-, potilas-, ja maajoitushuoneille esitettyihin ohjearvoihin, joiden mukaan liikenteestä aiheutuva keskiäänitaso $L_{A,eq}$ ei saa edellä mainituissa huoneissa ylittää päiväaikaan 35 dB tai yöaikaan 30 dB.

Hotellihuoneita sijaitsee 14. kerroksisen rakennuksen kerroksissa 9...13. Kuten kuvista 6 ja 7 nähdään, kohdistuu hotellikerrokseen korkeimmillaan 60 dB keskiäänitaso päiväaikaan ja 53 dB keskiäänitaso yöaikaan. Suurin keskiäänitasoista muodostuva äänitasoerosuositus hotellikerroksille on $\Delta L_{A,vaad} = 25$ dB (60 – 35 dB).



Kuva 6. Tie- ja raideliikenteestä aiheutuvat päiväajan suurimmat keskiäänitasot $L_{A,eq7-22}$ hotellikerrosten julkisivulla



Kuva 7. Tie- ja raideliikenteestä aiheutuvat yöajan suurimmat keskiäänitasot $L_{A,eq22-7}$ hotellikerrosten julkisivulla

Liike- ja toimistohuoneet

Liike – ja toimistohuoneille sovelletaan valtioneuvoston päätöksen [7] mukaista ohjearvoa, jonka mukaan liikenteestä aiheutuva keskiäänitaso $L_{A,eq}$ ei saa liike- ja toimistohuoneissa ylittää päiväaikaan 45 dB.

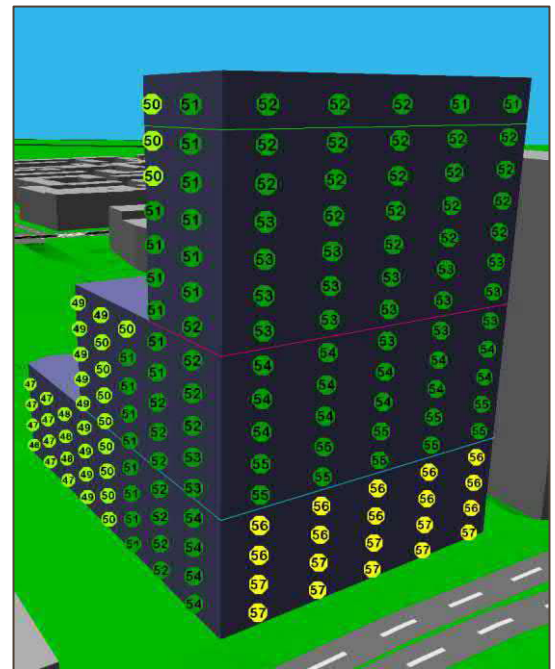
Toimisto- ja konferenssituloja sijaitsee 14.kerroksisen rakennuksen kerroksissa 3...7. Toimistotilat sijaitsevat kuvissa 8 ja 9 pinkin viivan alapuolella mutta vaalean sinisen viivan yläpuolella. Liiketilat sijaitsevat kerroksissa 1-2, ja kuvissa 8 ja 9 nämä tilat sijaitsevat vaalean sinisen viivan alapuolella (kerroskorkeudet suurempia).

Toimistokerrokseen kohdistuu päiväaikana korkeimmillaan 63 dB keskiäänitaso. Suurin keskiäänitasoista muodostuva äänitasoerosuositus toimistokerroksille on näin ollen $\Delta L_{A,vaad} = 18$ dB (63 – 45 dB).

Liikekerrokseen kohdistuu päiväaikana korkeimmillaan 65 dB keskiäänitaso. Suurin keskiäänitasoista muodostuva äänitasoerosuositus liikekerroksille on $\Delta L_{A,vaad} = 20$ dB (65 – 45 dB).



Kuva 8. Tie- ja raideliikenteestä aiheutuvat päiväajan keskiäänitasot $L_{A,eq7-22}$ toimisto-, liiketila- ja hotellikerrosten julkisivulla



Kuva 9. Tie- ja raideliikenteestä aiheutuvat yöajan keskiäänitasot $L_{A,eq22-07}$ toimisto-, liiketila- ja hotellikerrosten julkisivulla

5.2 Raideliikenne – yöajan enimmäisäänitasot

Ulkovaipan ääneneristysten tarkastelussa sovelletaan myös ympäristöoppaan 108 ohjearvoa [8], jonka mukaan tyyppillisen raideliikenteen ohiajon aiheuttama sisällä vallitseva enimmäisäänitaso $L_{A,max}$ ei saa ylittää yöaikaan arvoa 45 dB. Yöajan raitiovaunun enimmäisäänitasot on esitetty vain hotellikerroksille 9...13, sillä lähtökohtaisesti toimisto- ja liikekerroksissa ei ole yöaikaan toimintaa, eikä ohjearvoa sovelleta näille tiloille.

Rakennuksen ulkovaipan ääneneristysvaatimus ilmoitetaan julkisivuun kohdistuvan äänitason ja sisällä sallittavan äänitason erona $\Delta L_{A,vaad}$. Raitiovaunun ohiajosta aiheutuvat julkisivulle

kohdistuvat yöaikaiset enimmäisäänitasot Fast-aikapainotuksella on esitetty kuvassa 10. Kuten kuvasta nähdään, julkisivuun kohdistuu korkeimmillaan 59 dB äänitaso. Näin ollen yöaikaisista enimmäistasoista suurin muodostuva hotellikerroksia koskeva äänitasoerosuositus on $\Delta L_{A,vaad} = 14 \text{ dB} (59 - 45 \text{ dB})$.



Kuva 10. Julkisivuun kohdistuvat yöaikaiset enimmäistasot $L_{A,max}$ hotellikerroksissa (krs 9... 13)

5.3 Laivamelu

5.3.1 Keskiäänitasot

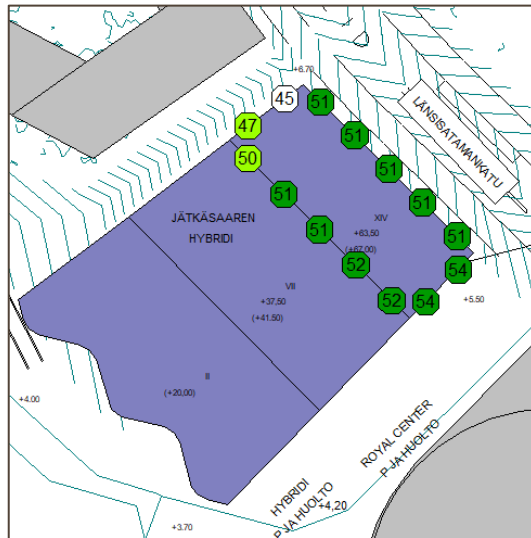
Laivamelusta (laivojen seisoessa satamassa) aiheutuvia julkisivuille kohdistuvia keskiäänitasoja on tarkasteltu kohteen hotellikerrosten osalta.

Kuvissa 13 ja 14 hotellihuoneet sijaitsevat pinkin viivan yläpuolella. Ylimässä kerroksessa (krs 14) sijaitsee suunnitelmien mukaan ravintola (vihreän viivan yläpuolella).

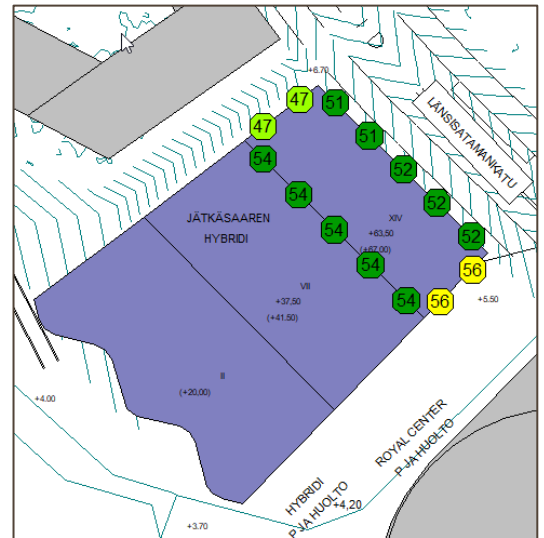
Hotellihuoneet

Päiväajan melun osalta hotellihuoneiden tuloksia on verrattu valtioneuvoston päätöksessä [7] annettuun sisämelun ohjearvoon, jonka mukaan liikenteestä aiheutuva keskiäänitaso $L_{A,eq}$ ei saa (majoitustiloissa) ylittää päiväaikaan 35 dB. Yöaikaisen melun osalta sovelletaan tiukennettua sisämelun ohjearvoa 25 dB laivamelun tavallista suuremmasta häiritsevyydestä ja kaapekaistaisuudesta johtuen [3]. Rakennuksen ulkovaipan ääneneristysvaatimus ilmoitetaan julkisivuun kohdistuvan äänitason ja sisällä sallittavan äänitason erona $\Delta L_{A,vaad}$ ja laivamelua vastaan $\Delta L_{AS,vaad}$.

Hotellihuoneita sijaitsee 14. kerroksisen rakennuksen kerroksissa 9...13. Kuten kuvista 11 ja 12 nähdään, kohdistuu hotellikerrokseen korkeimmillaan 54 dB keskiäänitaso päiväaikaan ja 56 dB keskiäänitaso yöaikaan. Suurin keskiäänitasoista muodostuva äänitasoerosuositus hotellikerroksille on $\Delta L_{AS,vaad} = 31 \text{ dB} (56 - 25 \text{ dB})$.



Kuva 11. Laivamelusta aiheutuvat päiväajan suurimmat keskiäänitasot $L_{A,eq7-22}$ hotellikerrosten julkisivulla

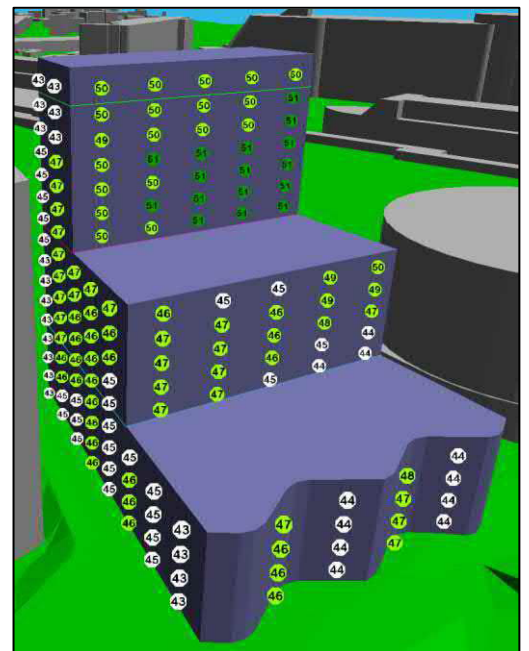
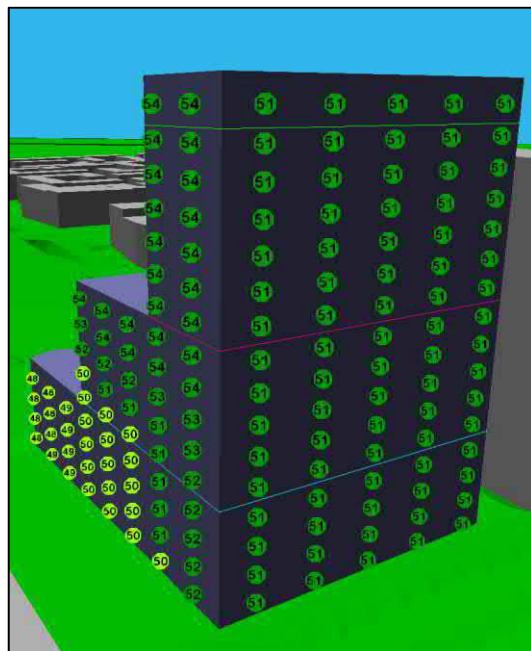


Kuva 12. Laivamelusta aiheutuvat yöajan suurimmat keskiäänitasot $L_{A,eq22-7}$ hotellikerrosten julkisivulla

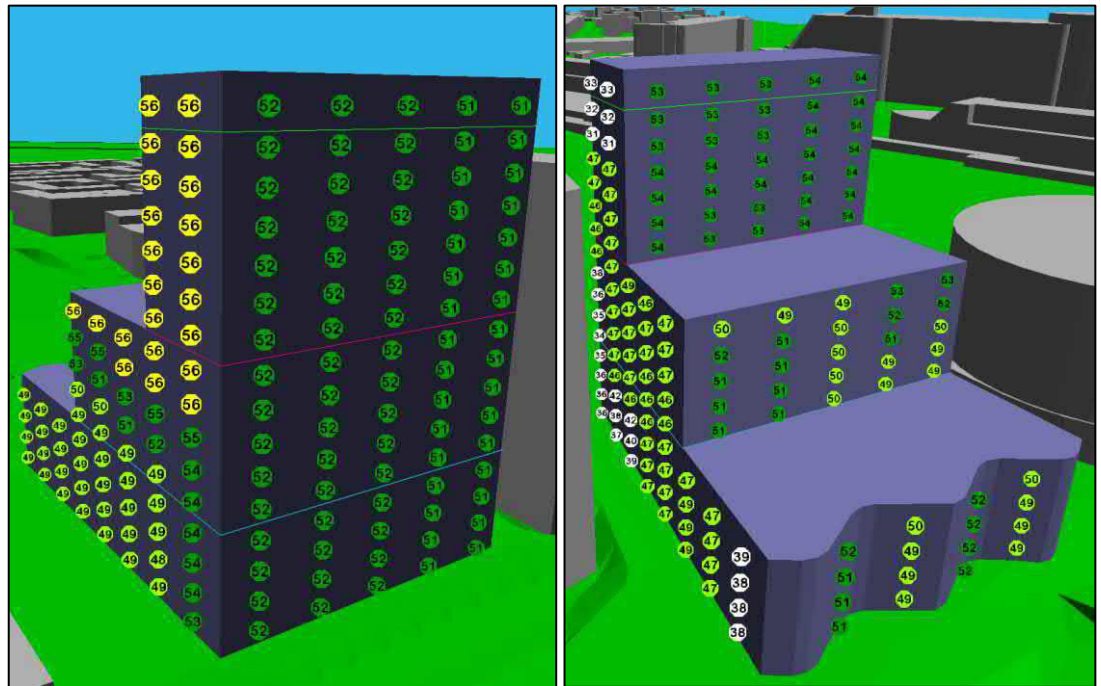
Liike- ja toimistohuoneet

Päiväajan melun osalta liike- ja toimistohuoneiden tuloksia on verrattu valtioneuvoston päätöksessä [7] annettuun sisämelun ohjearvoon, jonka mukaan liikenteestä aiheutuva keskiäänitaso $L_{A,eq}$ ei saa ylittää päiväaikaan 45 dB.

Liike- ja toimistokerrokseen kohdistuu päiväaikana korkeimmillaan 54 dB keskiäänitaso (kuva 13). Suurin keskiäänitasoista muodostuva äänitasoerosuositus liike- ja toimistokerroksille on $\Delta L_{A,vaad} = 9$ dB (54 – 45 dB).



Kuva 13. Laivamelusta aiheutuvat päiväajan keskiäänitasot $L_{A,eq7-22}$ toimisto-, liiketila- ja hotellikerrosten julkisivulla



Kuva 14. Laivamelusta aiheutuvat yöajan keskiäänitasot $L_{A,eq22-7}$ toimisto-, liiketila- ja hotellikerrosten julkisivulla

5.3.2 Laivalaiturin kolinat

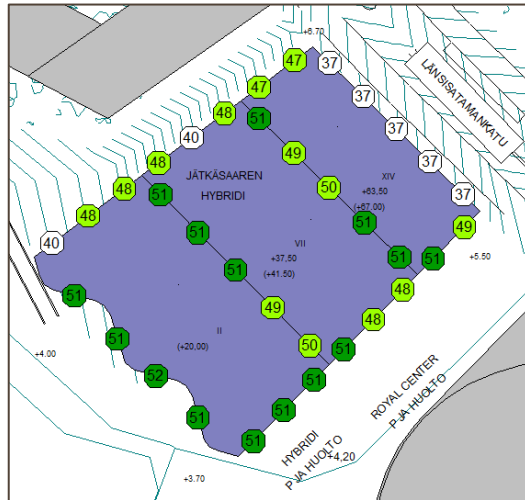
Laivalaiturin kolinasta aiheutuvia julkisivuille kohdistuvia äänitasoja on tarkasteltu kaikkien kerrosten korkeudella. Kolahtelua tutkittiin laituripaikoittain oletuksella, että lastausta tai purkamista tapahtuu aina vain yhdessä laivassa kerrallaan. Rakennuksen julkisivuille kohdistuvat korkeussuunnassa suurimmat keskiäänitasot on esitetty kuvassa 15 ja enimmäistasot kuvassa 16. Kuviin on yhdistettynä kaikista pisteistä saadut korkeimmat enimmäistasot, joten ne kuvaavat rampikolinasta julkisivulle aiheutuvia korkeimpia tasoja (ei siis yksittäisestä pisteestä aiheutuvia julkisivutasoja).

Kuvissa 17 ja 18 on kuvattu lastauksesta julkisivuille kohdistuvat koko päivä- ja yöajan keskiäänitasot.

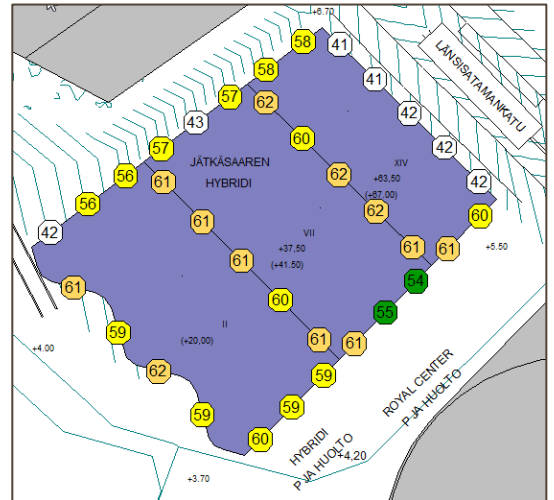
Kun tarkastellaan lastaus- ja purkutapahtuman aikaista keskiäänitasoa (kuva 15), kohdistuu julkisivuille päivä- ja yöaikana korkeimmillaan 51 dB keskiäänitasoja (ei huomioitu impulssimaisuuskorjausta). Tulos kuvaa keskiäänitasoa aikana, jonka kuluessa autot ajavat sisään tai ulos. Siten tulosta ei voida suoraan soveltaa julkisivun äänitasoeron laskentaan, sillä lastaustapahtumien välissä on kolinoiden suhteen myös hiljaisempia hetkiä (ohjearvotasot koskevat keskiäänitasoa koko päiväaikana ja koko yöaikana).

Kun tarkastellaan raskaan liikenteen yksittäisen kolahduksen enimmäisäänitasoja (kuva 16), kohdistuu rakennuksen julkisivuille päivä- ja yöaikaan korkeimmillaan 62 dB äänitasoja (tuloksessa huomioitu impulssimaisuuskorjaus 5 dB). Kun tätä arvoa verrataan esimerkiksi raideliikennettä koskevaan ohjearvoon [8], jonka mukaan enimmäisäänitaso $L_{A,max}$ ei saa ylittää yöaikaan arvoa 45 dB sisätiloissa, niin äänitasoeroksi saadaan $\Delta L_{A,vaad} = 17$ dB (62 – 45 dB).

Merkittävimmät melutasot aiheutuvat laiturilla LJ8 tapahtuvasta lastauksesta ja purkamisesta. On kuitenkin hyvä huomata, että laiturilla LJ8 ei taulukon 5 mukaan tapahdu yöaikaan lastaamista tai purkamista. Mikäli tulevaisuudessa näin tapahtuisi, on enimmäisäänitasoista muodostuva ääntasoero $\Delta L_{A,vaad} = 17$ dB kuitenkin varsin pieni, ja sisämelutasojen ohjearvot saavutetaan normaaleilla ulkovaipan rakenneosilla

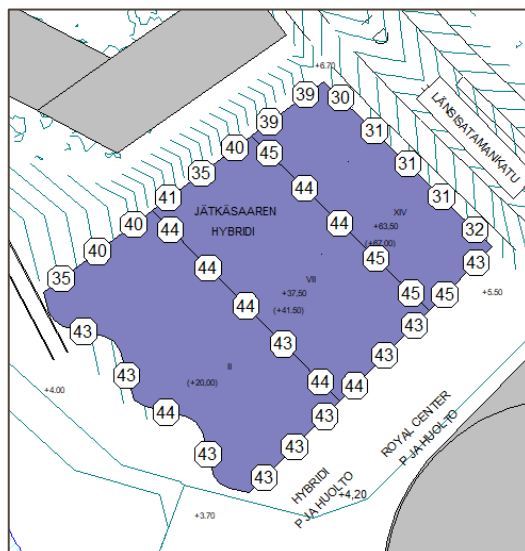


Kuva 15. Koko lastaustapahtuman aikaiset pystysuunnassa suurimmat keskiäänitasot rakennuksen julkisivulla

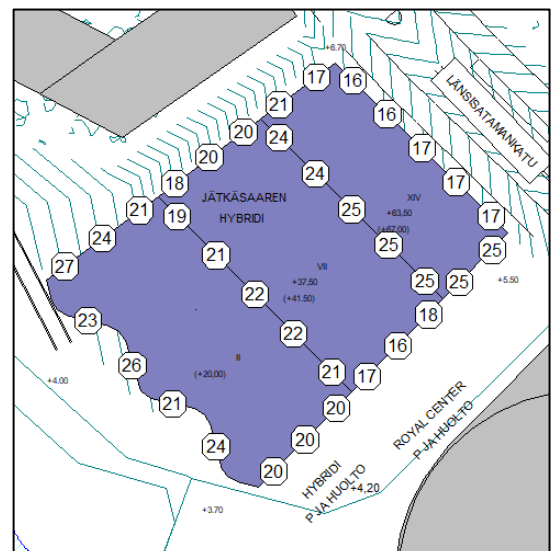


Kuva 16. Yksittäisen raskaan liikenteen laturikolahduksen aiheuttamat pystysuunnassa suurimmat enimmäistasot rakennuksen julkisivulla

Tarkasteltaessa ramppinkolinasta aiheutuvaa koko päivä- ja yöajan keskiäänitasoa (kuvat 17 ja 18), kohdistuu rakennukseen korkeimmillaan 45 dB keskiäänitasoja päiväaikaan ja 26 dB keskiäänitasoja yöaikaan. Impulssimaisuuskorjauksen jälkeen (+5 dB) rakennukseen kohdistuu päiväaikaan 50 dB ja yöaikaan 31 dB keskiäänitasoja. Tie- ja raiteliikenteestä aiheutuu suurempia keskiäänitasoja julkisivuille päivä- ja yöaikaan kuin ramppinkolinasta.



Kuva 17. Lastauksen aiheuttamat pystysuunnassa suurimmat päiväajan keskiäänitasot rakennuksen julkisivulla



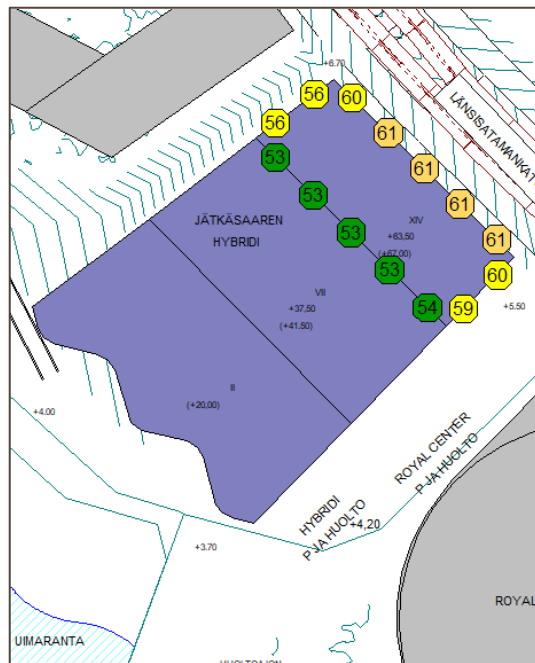
Kuva 18. Lastauksen aiheuttamat pystysuunnassa suurimmat yöajan keskiäänitasot rakennuksen julkisivulla

5.4 Laiva-, tie- ja raideliikenteen yhteismelu

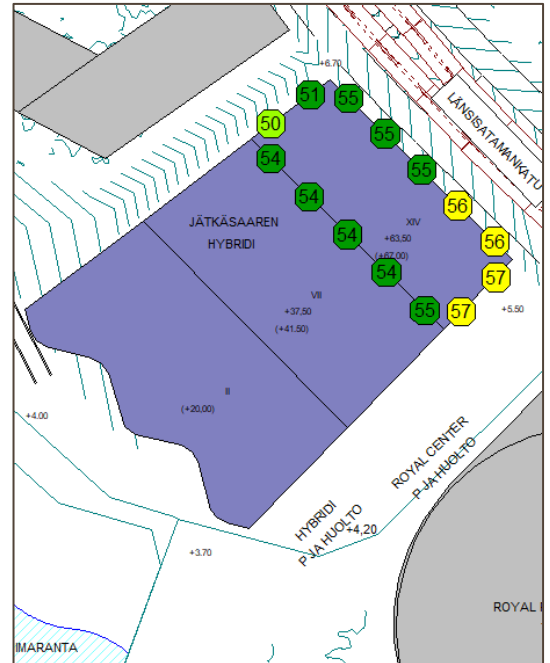
Kuvissa 21 ja 22 liiketilat sijaitsevat vaaleansinisen viivan alapuolella, toimistotilat vaaleansinisen ja pinkin viivan välillä ja hotellihuoneet pinkin viivan yläpuolella. Ylimässä kerroksessa (krs 14) sijaitsee suunnitelmien mukaan ravintola (vihreän viivan yläpuolella).

Hotellihuoneet

Tarkasteltaessa laiva-, tie- ja raideliikenteen melun sekä rampikolinan yhteisvaikutusta, kohdistuu hotellikerrosten korkeudelle korkeimmillaan 61 dB keskiäänitaso päiväaikaan ja 57 dB keskiäänitaso yöaikaan (kuvat 19 ja 20). Verrattaessa näitä tuloksia valtioneuvoston päätöksessä majoitushuoneille esitettyihin ohjearvoihin (keskiäänitaso $L_{A,eq}$ ei saa majoitustiloissa ylittää päiväaikaan 35 dB tai yöaikaan 30 dB) muodostuu korkeimmaksi äänitasoeroesitykseksi $\Delta L_{A,vaad} = 27$ dB (57 – 30 dB).



Kuva 19. Yhteismelusta aiheutuvat päiväajan suurimmat keskiäänitasot $L_{A,eq7-22}$ hotellikerrosten julkisivulla



Kuva 20. Yhteismelusta aiheutuvat yöajan suurimmat keskiäänitasot $L_{A,eq22-7}$ hotellikerrosten julkisivulla

Liike- ja toimistohuoneet

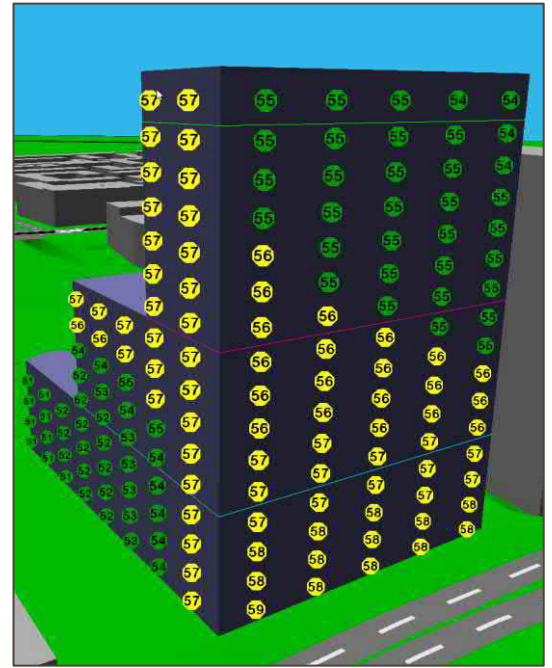
Toimisto- ja konferenssitiloja sijaitsee 14.kerroksisen rakennuksen kerroksissa 3...7. Toimistotilat sijaitsevat kuvissa 8 ja 9 pinkin viivan alapuolella, mutta vaalean sinisen viivan yläpuolella. Liiketilat sijaitsevat kerroksissa 1-2 ja kuvissa 8 ja 9 nämä tilat sijaitsevat vaalean sinisen viivan alapuolella.

Toimistokerrokseen kohdistuu päiväaikana korkeimmillaan 63 dB keskiäänitaso. Suurin keskiäänitasoista muodostuva äänitasoeroesitys toimistokerroksille on $\Delta L_{A,vaad} = 18$ dB (63 – 45 dB).

Liikehuoneistoihin päiväaikana korkeimmillaan 65 dB keskiäänitaso. Suurin keskiäänitasoista muodostuva äänitasoeroesitys toimistokerroksille on $\Delta L_{A,vaad} = 20$ dB (65 – 45 dB).



Kuva 21. Yhteismelusta aiheutuvat päiväajan keskiäänitasot $L_{A,eq7-22}$ rakennuksen julkisivulla

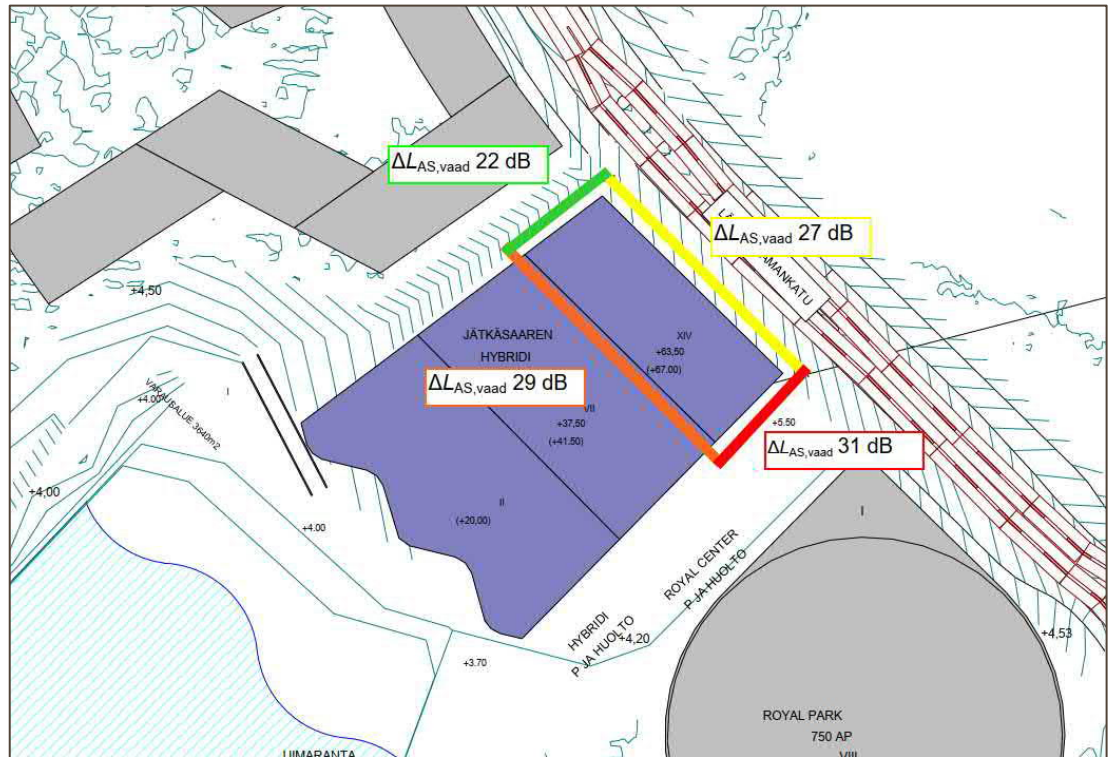


Kuva 22. Yhteismelusta aiheutuvat yöajan keskiäänitasot $L_{A,eq22-7}$ rakennuksen julkisivulla

6 JOHTOPÄÄTÖKSET

Laiva-, tie- ja raideliikennemeluserelvityksen perusteella kohteessa julkisivun ääneneristyksen kannalta mitoittavaksi muodostuu laivamelu, joista suurin muodostuva äänitasoerosuositus hotellikerroksille on $\Delta L_{AS,vaad} = 31$ dB (56 – 25 dB). Kuvassa 23 (sivu 21) on esitetty hotellikerrosten äänitasoerosuositukset julkisivuittain laivamelua vastaan.

Liike- ja toimistohuoneiden ääneneristystä ei selvityksen perusteella ole tarpeen erikseen mitoittaa vaan sisämelun ohjearvo 45 dB täyttyy tavanomaisin ulkovaipan rakentein. On kuitenkin syytä huomioida, että laivamelusta voi aiheutua pienitaajuisia melua toimistoihin päiväaikaan. Tämä on hyvä huomioida jatkosuunnittelussa, kun mietitään erilaisten tilojen ääniympäristöä, julkisivurakenteita ja tilojen sijoittelua.



Kuva 23. Hotellikerrosten äänitasoerosuosituksen $\Delta L_{A,vaad}$ laivamelua vastaan julkisivuittain (laivamelu mitoittava).

7 LÄHTEET

1. Raitiliikenteen linjastosuunnitelma. HSL Helsingin seudun liikenne. 2014. Sivu 28.
2. Liikennemeluselvityksen laatiminen maankäytön suunnitteluun. Helsingin kaupunki, Maankäytön yleissuunnittelun ohje 9.9.2019.
3. Julkisivun äänieristys laivamelua vastaan, Mitoitusmenettely, TL Akustiikka 113109-2, Tapio Lahti, Helsinki 2011-07
4. Melkinlaituri, Ympäristömeluselvitys. Akukon Oy. Raportti 171381-01-A 5.4.2018.
5. Tapio, L. Länsisatama, ympäristömeluselvitys 2016. Melupäästö- ja melutasomittaukset. TL Akustiikka 1603-2. Helsinki 09/2016.
6. Ramboll Finland Oy. Naantalın satama, Satamatoimintojen meluselvitys. 15.12.2011.
7. Valtioneuvoston päätös melutason ohjearvoista. Suomen säädöskokoelma, nro 993/1992
8. Rakennuksen julkisivun ääneneristävyyden mitoittaminen. 2003. Helsinki, ympäristöministeriö, ympäristöopas 108.

Jätkäsaari Hybrid

Tärinä- ja runkomeluserivitys

1617980.2

18.11.2020

TIIVISTELMÄ

Tässä selvityksessä tutkitaan raitiotieliikenteen aiheuttamia tärinä- ja runkomelutasoja kohteeseen Jätkäsaaren Hybridi osalta. Luonnospiirustusten perusteella kellarikerrokseen tulee pysäköintiä, kerroksiin 1...3 liike-, harrastus- ja myymälätilaa, kerroksiin 4...7 toimistotilaa sekä kerroksiin 8...14 hotelli- tai toimistotilaa. Kohteen itäpuolella Tyynenmerenkatua pitkin kulkee raitiotie. Raitiotien keskilinja sijaitsee noin 115 metrin etäisyydellä kohteen julkisivusta. Selvitystä varten on kohteessa toteutettu maaperän värähtelymittaukset 20.10.2020.

Kohteessa tärinän tavoitearvona hotellin majoitushuoneiden osalta käytetään tunnuslukua $v_{w,95}$ enintään 0,30 mm/s, jota vastaa tärinäluokituksen luokka C. Runkomelun tavoitearvona käytetään tunnuslukua L_{prm} enintään 35 dB hotellin majoitushuoneissa ja 45 dB liiketiloissa ja toimistotiloissa.

Rataosan liikennetiedot sekä alueen maaperä on kuvattu kappaleessa 4. Käytetty mittaustapa perustuu VTT:n ohjeistuksiin ja on kuvattu tarkemmin kappaleessa 5. Mittaustulosten perusteella on suoritettu laskennallinen arvio kohteessa saavutettavista tärinä- ja runkomelutasoista kappaleessa 6 esitettyjen arviointimenetelmien mukaisesti.

Kappaleessa 7 on esitetty tulokset tärinän ja runkomelun osalta sekä liitteessä 1 tulokset laskettuna 15 merkitsevimmän junan ohituksen perusteella sekä keskiarvospektrit terssikaistoitain tärinän ja runkomelun osalta. Tulosten perusteella pahimmassa tapauksessa eli resonanssin voimistaessa tärinätaasoja rungon ja lattioiden osalta sijoitetaan tärinäluokkaan A. Runkomelutaso oli enimmillään 34 dB 1. kerroksen liiketilan osalta. Sekä hotellin majoitushuoneiden, että toimisto- ja liitetilojen osalta tulokset täyttävät tavoitearvot. Näin ollen tärinää tai runkomelua ei tarvitse ottaa huomioon kohteen jatko suunnittelussa.

Mittaustuloksista lasketut arviot tärinä- ja runkomelutasoista perustuvat mittausajankohdan olosuhteisiin ja liikennöintiin. Mikäli esimerkiksi liikennöivässä kalustossa, radan kunnossa, ratarakenteessa, maaperässä tai rakennusten perustamistavassa tapahtuu muutoksia, niiden vaikutukset tärinä- ja runkomelutasoihin tulee tarkistaa.

Espoossa 18.11.2020

A-INSINÖÖRIT SUUNNITTELU OY



Joni Kempainen, akustiikkasuunnittelija



Timo Huhtala, suunnittelujohtaja



Tuukka Lyly, projektipäällikkö

Jätkäsaari Hybrid

SISÄLLYSLUETTELO

TIIVISTELMÄ.....	2
1 JOHDANTO.....	4
1.1 Tilaaja.....	4
1.2 Tekijä.....	4
1.3 Kohde ja selvityksen tarkoitus.....	4
1.4 Käytetyt merkinnät ja lyhenteet.....	4
2 TÄRINÄN JA RUNKOMELUN LEVIÄMINEN MAA- JA KALLIOPERÄSSÄ.....	5
3 TÄRINÄÄ JA RUNKOMELUA KOSKEVAT OHJEARVOT.....	6
3.1 Kohteessa sovellettavat vaatimukset.....	7
4 LÄHTÖTIEDOT.....	7
4.1 Maaperä.....	7
4.2 Rata ja liikennöinti.....	8
5 MITTAUKSET.....	8
6 ARVIOINTIMENTELMÄT.....	10
6.1 Tärinä.....	10
6.2 Runkomelu.....	11
7 TULOKSET JA PÄÄTELMÄT.....	11
7.1 Tärinä.....	11
7.2 Runkomelu.....	12
LIITTEET.....	12
LÄHTEET.....	12

1 JOHDANTO

1.1 Tilaaja

WasaGroup Oy
PL 171
65101 Vaasa

Riikka Murto-Koivisto
riikka.murto-koivisto@wasagroup.fi

p. 044 761 4214

1.2 Tekijä

A-Insinöörit Suunnittelu Oy
Bertel Jungin aukio 9, 02600 Espoo
puh. 0207 911 888, fax. 0207 911 778

DI Timo Huhtala
timo.huhtala@ains.fi

p. 0207 911 560

DI Joni Kemppainen
joni.m.kemppainen@ains.fi

p. 0207 917 404

A-Insinöörit Suunnittelu Oy
Ilmarisenkatu 18 A, 2. krs, 20520 Turku
puh. 0207 911 888, fax. 0207 911 312

DI Tuukka Lyly
tuukka.lyly@ains.fi

p. 0207 911 839

1.3 Kohde ja selvityksen tarkoitus

Rakennuskohde: Jätkäsaari Hybrid
Osoite: Länsisatamankatu
00220 Jätkäsaari, Helsinki

Tehtävä: Tärinä- ja runkomeluselvitys

Tässä selvityksessä arvioidaan raideliikenteen tuottamia tärinä- ja runkomelutasoja kohteen Jätkäsaari Hybrid osalta. Luonnospiirustusten perusteella kellarikerrokseen tulee pysäköintiä, kerroksiin 1...3 liike-, harrastus ja myymälätilaa, kerroksiin 4...7 toimistotilaa sekä kerroksiin 8...14 hotelli- tai toimistotilaa. Selvitys perustuu suunnittelualueella 20.10.2020 noin klo 18-22 tehtyihin värähtelymittauksiin. Arviointi perustuu VTT:n ohjeessa *Suositus liikennetärinän arvioimiseksi maankäytön suunnittelussa* esitettyyn arviointitasoon 2 [1].

1.4 Käytetyt merkinnät ja lyhenteet

Akustisista mitta- ja tunnusluvuista käytetään taulukon 1.1 mukaisia merkintöjä.

Taulukko 1.1. Akustiset mitta- ja tunnusluvut.

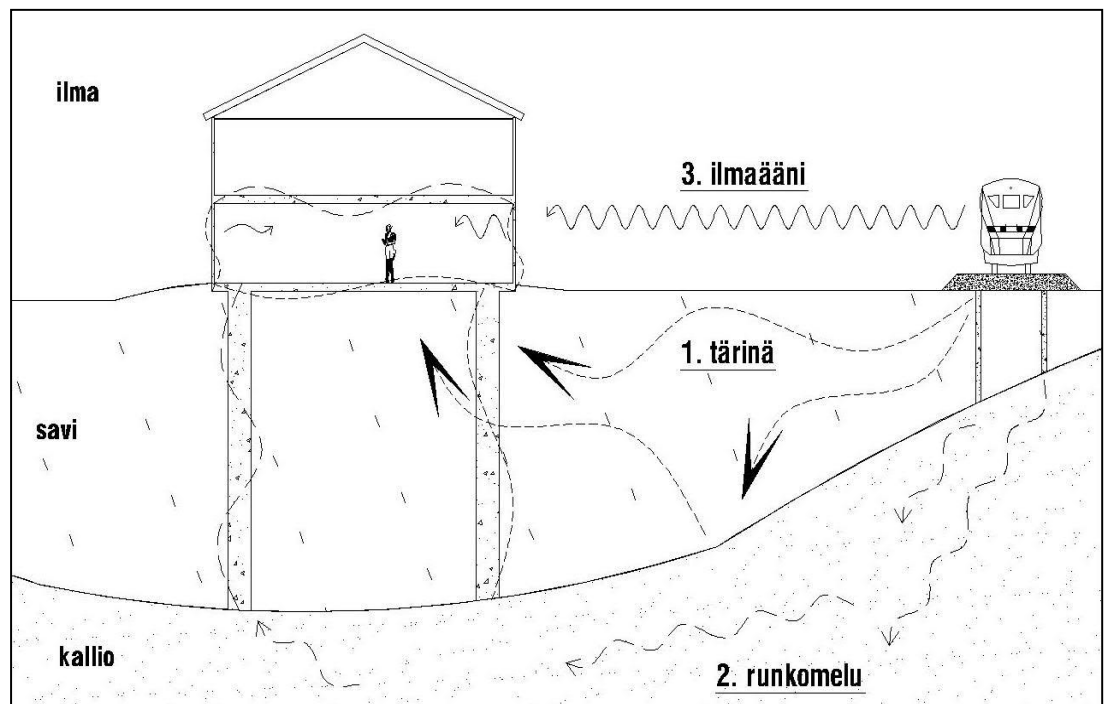
Merkintä	Selitys
$V_{w,95}$	Ohjearvoon verrannollinen värähtelyn tilastollinen enimmäisarvo [mm/s]
$V_{w,RMS, max}$	taajuuspainotetun (ISO 2631-2) värähtelysignaalin tehollisarvon enimmäisarvo [mm/s]
L_{prm}	Ohjearvoon verrannollinen runkomelun laskentasuure [dB]
L_v	Mitattu maaperän värähtelyn nopeustaso (värähtelytaso) [dB]
L_{vASmax}	A-painotetun värähtelyn enimmäistaso [dB]

2 TÄRINÄN JA RUNKOMELUN LEVIÄMINEN MAA- JA KALLIOPERÄSSÄ

Raideliikenteen maaperään aiheuttama värähtely ilmenee pehmeiden maalajien alueilla rakenteiden liikkeenä, jonka ihminen aistii tuntoaistinsa välityksellä tärinä (kuva 2.1). Tärinän kannalta ongelmallisimpia ovat yleensä raskaimmat tavarajunat. Kovilla maalajeilla maaperän värähtelysisältö on suurempitaajuisista ja amplitudiltaan pienempää, jolloin tärinä ei yleensä ylitä ihmisen havaintokynnystä.

Rakenteiden värähtely saattaa ilmetä rakennuksissa runkoääninä silloin, kun maalaji on kova. Runkoäänen ihminen aistii kuuloaistinsa välityksellä pienitaajuisena meluna. Runkomelu leviää tehokkaimmin ratarakenteesta ympäristöön kalliota pitkin. Mikäli ratarakenne sekä rakennukset on paalutuksin tuettu kallioperään, runkomelua voi ilmetä myös pehmeiden maalajien alueilla. Hyvin lyhyillä etäisyyksillä sekä tärinä että runkomelu voivat olla häiritseviä.

Maaperän lisäksi tärinä- ja runkomelutasoihin voivat paikallisesti vaikuttaa huomattavasti ratarakenteen mahdolliset kaartteet, kallistukset sekä epäjatkuvuuskohdat kuten esimerkiksi vaihteet tai tukirakenteen muutokset siltojen ja alikäytävien yhteydessä.



Kuva 2.1. Periaatekuva raideliikenteen aiheuttaman tärinän ja runkomelun etenemisestä eri maalajeissa.

3 TÄRINÄÄ JA RUNKOMELUA KOSKEVAT OHJEARVOT

Rakennusten ääniympäristöä koskevassa asetuksessa [2] todetaan, että rakennuksen suunnittelussa ja toteutuksessa on otettava huomioon rakennuspaikan melu- ja tärinäolosuhteet. Rakennuksen ääniympäristöä koskeva olennainen tekninen vaatimus täyttyy, jos rakennuksen melun- ja tärinäntorjunta sekä ääniolosuhteet suunnitellaan ja toteutetaan tilan käyttötarkoitus huomioon ottaen asetuksen mukaisesti.

Asetuksen sovellusohjeessa [3] on annettu asuntojen, majoitus- ja potilashuoneiden osalta tärinän $v_{w,95}$ ohjearvoksi enintään 0,30 mm/s, joka vastaa VTT:n luokituksessa [4] luokkaa C. Rakennusten tärinäluokittelun raja-arvot sekä kuvaukset häiritsevyydestä on esitetty taulukossa 3.1. Tunnusluku $v_{w,95}$ on määritelty tilastollisesti siten, että satunnaisesti ohi ajavan junan aiheuttama värähtely ei ylitä ylärajaa 95 % todennäköisyydellä.

Taulukko 3.1. VTT:n tärinäluokitus sekä kuvaus olosuhteista [4].

Värähtelyluokka	Kuvaus olosuhteista	$v_{w,95}$ [mm/s]
A	Hyvät asuinolosuhteet. <i>Ihmiset eivät yleensä havaitse tärinää.</i>	≤ 0,10
B	Suhteellisen hyvät asuinolosuhteet. <i>Ihmiset voivat havaita tärinän, mutta se ei ole yleensä häiritsevää.</i>	≤ 0,15
C	Suositus uusien rakennusten ja väylien suunnittelussa. <i>Keskimäärin 15 % asukkaista pitää tärinää häiritsevänä ja voi valittaa häiriöstä.</i>	≤ 0,30
D	Olosuhteet, joihin pyritään vanhoilla asuinalueilla. <i>Keskimäärin 25 % asukkaista pitää tärinää häiritsevänä ja voi valittaa häiriöstä.</i>	≤ 0,60

Luokka C edustaa vähimmäistasoa, johon tulee pyrkiä uusien rakennusten ja alueiden suunnittelussa. Yksittäiset olemassa olevien väylien varrella sijaitsevat uudisrakennukset tai väylän vähäiset muutokset arvioidaan kuitenkin luokan D mukaan [4]

Runkomelun osalta ääniympäristöasetuksen sovellusohjeessa [3] annetaan ohjearvoksi $L_{pr,m}$ maaperäisen runkomelutason osalta 30 dB ja avoradoilla 35 dB. VTT:n vuonna 2009 julkaisemassa esiselvityksessä *Maaliikenteen aiheuttaman runkomelun arviointi* [5] on esitetty taulukon 3.2 mukaiset suositukset runkomelun ohjearvoiksi. Tunnusluku $L_{pr,m}$ on määritelty tilastollisesti siten, että 95 % mittaustuloksista alittaa kyseisen arvon.

Taulukko 2.2. VTT:n suositukset runkomelutasojen ohjearvoiksi [5].

Rakennustyyppi	Runkomelutaso $L_{pr,m}$ [dB]
Radio-, tv-, ja äänitysstudiot, konserttitalit	25-30
Asuinhuoneistot	30/35*
Hoito- ja sosiaalihuollon laitokset, majoitustilat <ul style="list-style-type: none"> • potilashuoneet, majoitustilat • päiväkodit, lasten ja henkilökunnan oleskeluun tarkoitettut huoneet 	30/35*

Kokoontumis- ja opetustilat <ul style="list-style-type: none"> • luokkahuoneet, luentosalit, kirkot ja muut huonetilat, joissa edellytetään yleisön saavan hyvin puheesta selvän ilman äänentoistolaitteiden käyttöä • muut kokoontumistilat kuten teatterit ja kirjastot 	35
Toimistot, kaupat, näyttelytilat, museot	40/45*
* Avoradat. Mikäli asemakaavassa on annettu määräys rakennuksen ulkovaipan äänenistävytydestä, on suositeltavaa käyttää runkomelutason vaativampaa raja-arvoa.	

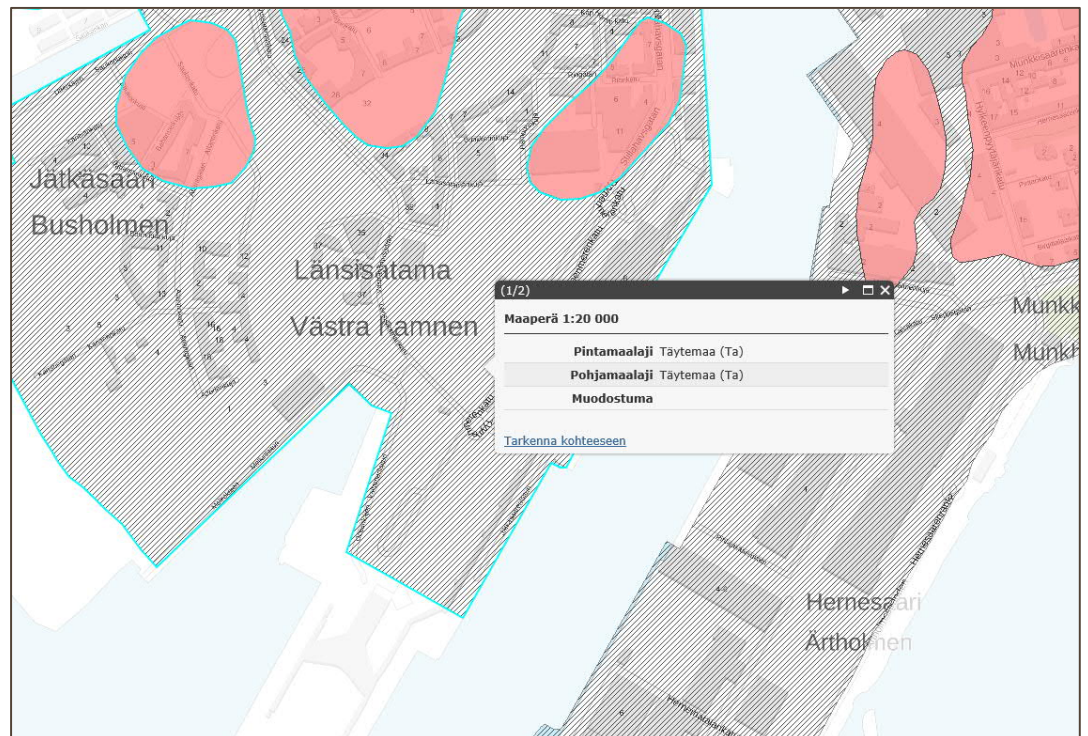
3.1 Kohteessa sovellettavat vaatimukset

Tärinän ja runkomelun osalta sovelletaan ääniympäristöasetuksen sovellysohjeen mukaisia ohjearvoja, jolloin hotellin majoitustiloissa tärinän tunnusluku $v_{w,95}$ saa olla enintään 0,30 mm/s. Runkomelun tunnusluku $L_{pr,m}$ saa olla enintään 45 dB liiketiloissa ja toimistoissa sekä 35 dB hotellin majoitustiloissa.

4 LÄHTÖTIEDOT

4.1 Maaperä

Maankamara-karttapalvelun perusteella maaperä on pääosin täytemaata kohteen alueella. Lähialueen maaperätiedot on esitetty Kuvassa 4.1.



Kuva 4.1. Maaperä on pääosin täytemaata kohteen alueella (esitetty harmaalla) (kuva Maankamara-karttapalvelusta). Kallio on esitetty kuvassa punaisella.

4.2 Rata ja liikennöinti

Kohteen kaakkoispuolella Tyynenmerenkatua pitkin kulkee raitiotie. Raitiotien päätepysäkki sijaitsee kohteen eteläpuolella Länsiterminaalin T2 luona. Raitiotien keskilinja sijaitsee noin 115 metrin etäisyydellä kohteen julkisivusta ja noin 150 metrin etäisyydellä päätepysäkestä. Kohteen kohdalla Tyynenmerenkadun ja Länsisatamankadun risteyksessä on liikennevalot, johon raitiovaunut yleensä mittaushetkellä pysähtyvät, joten ajonopeudet olivat kohteen kohdalla alhaisia. Kohteen sijainti ja raitiotie on esitetty kuvassa 4.2

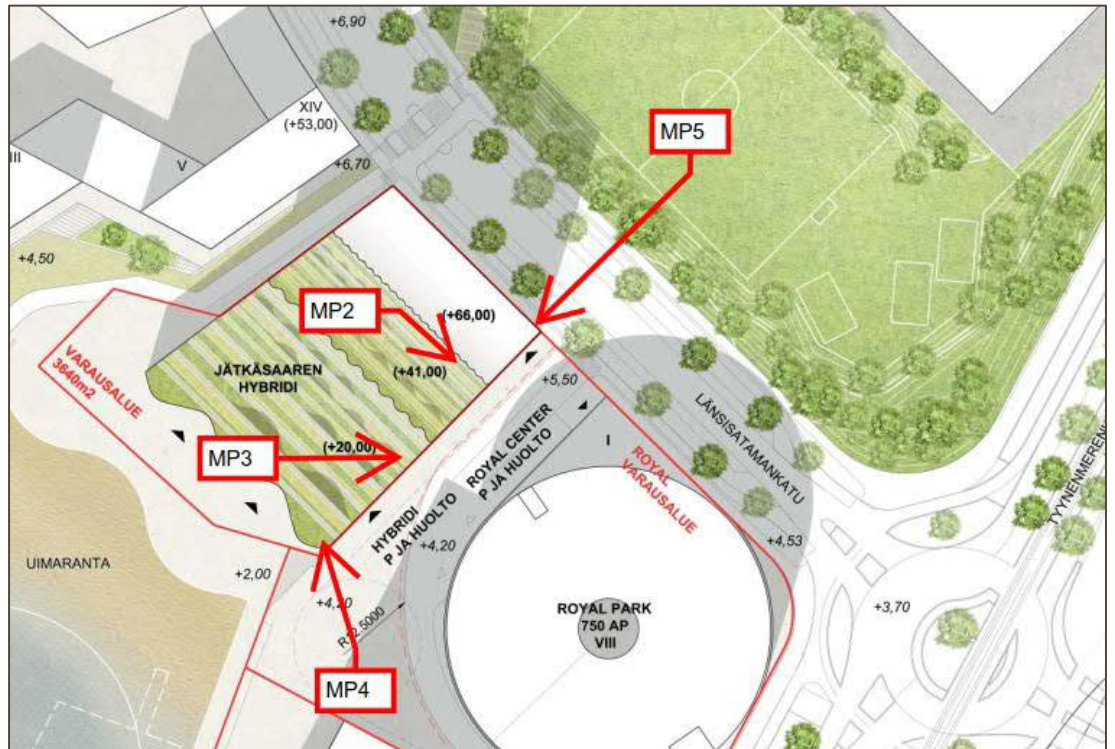


Kuva 4.2. Kohteen asemapiirrosluonnos jossa kohde on rajattu punaisella.

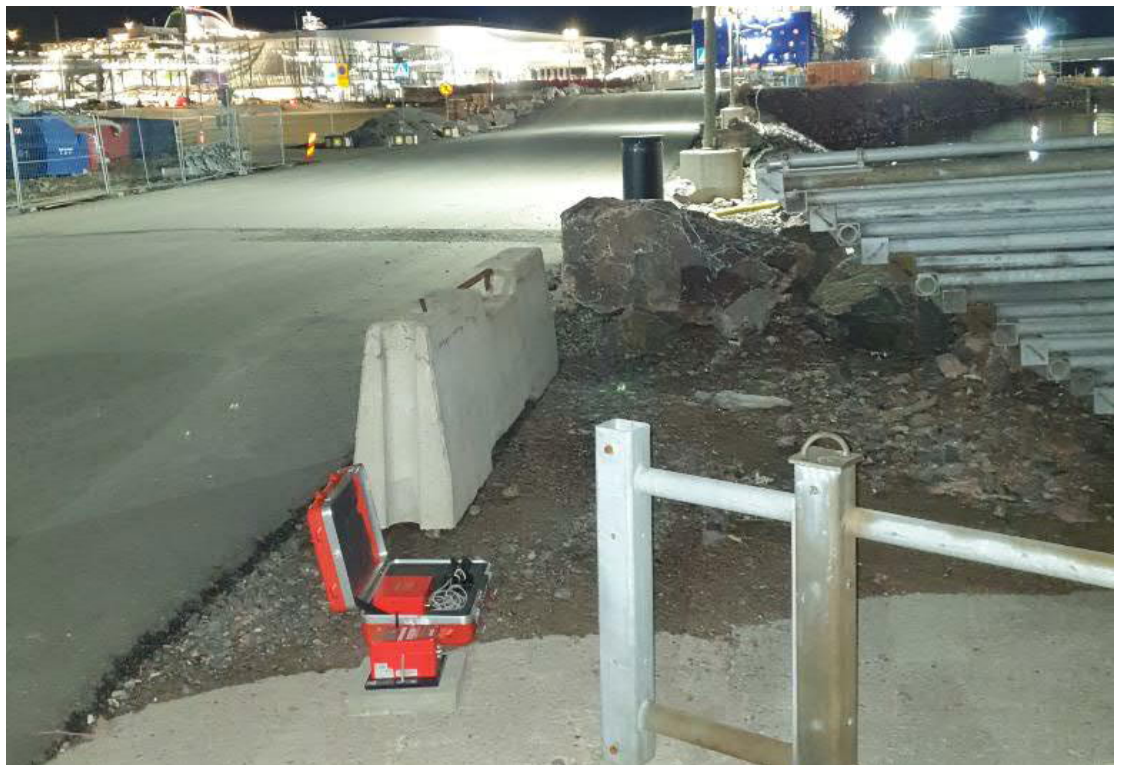
5 MITTAUKSET

Mittaukset suoritettiin VTT:n suositusten mukaisesti [4], [5], sillä erotuksella, että mittausjaksona käytettiin yhtä arkipäivää. Tutkimusten [6] perusteella lyhyemmältä mittausjaksolta saatavat tulokset ovat luotettavia, jos liikennöinti toistuu samanlaisena päivittäin ja mittausjakson ajankohta ja pituus valitaan huolellisesti suhteessa rataosalla liikennöivään kalustoon. Käytännössä tämä tarkoittaa sitä, että mittausjaksoon sisältyvät kaikki erilaiset junatyyppit sekä riittävä määrä ennalta merkitsevimiksi arvioituja junatyyppejä.

Mittaukset suoritettiin Syscom:in itsenäisillä mittausyksiköillä MR3000. Värähtelyä mitattiin pystysuuntaan sekä molempiin vaakasuuntiin, joista toinen sijoitettiin radan suuntaisesti ja toinen rataa vasten kohtisuoraan. Kaikki mittarit asennettiin maanvaraisesti betonilaatalle. Mittaukset suoritettiin miehitettynä, jolloin mittaustulosten voitiin varmistua aiheutuvan raideliikenteestä. Mittauspisteiden sijainnit on esitetty kuvassa 5.1. Kuvissa 5.2 ja 5.3 on esitetty mittareiden asennus maanvaraisesti betonilaatalle.



Kuva 5.1. Mittauspisteiden sijainnit. Kaikissa mittauspisteissä mitattiin värähtelyä kolmeen suuntaan. Kohteen lähin julkisivu on noin 105 metrin etäisyydellä lähimmän raiteen keskilinjasta.



Kuva 5.2 Mittarin MP4 asennus maanvaraisesti betonilaatalle rannan lähistöllä. Kuva on otettu merellä päin.



Kuva 5.3. Mittarin MP5 asennus maanvaraisesti betonilaatalle. Kuva on otettu raitiotien suuntaan.

6 ARVIointIMENTELMÄT

6.1 Tärinä

Mitatuille nopeussignaaleille tehtiin taajuuspainotus sekä laskettiin tehollisarvon huippuarvot VTT:n suosituksen mukaisesti [4]. Huippuarvojen osalta valittiin 15 merkittävintä junan ohitusta, joiden perusteella määritettiin maaperän tilastolliset tärinän tunnusluvut $V_{w,95,maa}$.

Maaperässä mitatut tärinätasot eivät edusta rakennuksessa saavutettavia tärinätasoja. Tärinä vaimenee jonkin verran perustuksiin siirryttäessä, mutta voi toisaalta voimistua rakennuksen rungossa ja latioissa resonanssin seurauksena. Resonanssin toteutuminen edellyttää, että herätetaajuus osuu rakenteen ominaistajuudelle, jolloin rakenne värähtelee voimakkaasti. Edellä kuvatut ilmiöt ovat voimakkaasti taajuudesta riippuvaisia. Maaperästä mitatuista tärinätasoista laskettiin rakennuksissa saavutettavat tärinätasot taajuuskaistoittain ottaen huomioon tärinän vaimentuminen perustuksiin siirryttäessä sekä voimistuminen edettäessä perustuksista rakennuksen runkoon ja lattioihin. Arviointi tehtiin VTT:n ohjeen *Rakennukseen siirtyvän liikennetärinän arviointi* mukaisesti taajuuskaistoittain [7].

Tärinän voimistumista rakennuksen rungossa ja lattioissa arviointiin ns. yleisen voimistumisen sekä resonanssitarkastelun mukaisesti. Resonanssitarkastelu perustuu pahimpaan mahdolliseen tilanteeseen, jolloin rungon tai lattioiden ominaistajuus voimistaa tärinää.

6.2 Runkomelu

Maaperästä mitatuista nopeustasoista laskettiin A-painotetut runkomelutasot VTT:n ohjeen *Maaliikenteen aiheuttaman runkomelun arviointi* mukaisesti [5]. Laskennassa otettiin huomioon rakennustyyppi, rakennusten perustamistapa, resonanssin vaikutus sekä turvamarginaali. Turvamarginaalina käytettiin ehdotetun 6 dB sijaan 3 dB, koska maaperän mittaustulokseen sisältyy jo suuri osa laskentamenetelmän muuttujista. 15 merkitsevimmän junan ohituksen osalta laskettiin runkomelun tilastollinen tunnusluku L_{prm} .

7 TULOKSET JA PÄÄTELMÄT

7.1 Tärinä

Mittaustulosten perusteella lasketut tärinätasot maaperässä on esitetty taulukossa 7.1 sekä 15 merkitsevimmän osalta liitteessä 1. Liitteessä on lisäksi esitetty keskiarvospektrit terssikaistoit-
tain.

Taulukko 7.1. Tärinän tunnusluvut maaperässä mittauspisteittäin.

Mittauspiste	Tärinän tunnusluku maaperässä $v_{w,95,maa}$ [mm/s]		
	Radansuuntaisesti	Rataa vasten kohtisuoraan	Pystysuuntaan
MP2	0,01 (luokka A)	0,01 (luokka A)	0,02 (luokka A)
MP3	0,01 (luokka A)	0,01 (luokka A)	0,01 (luokka A)
MP4	0,00 (luokka A)	0,01 (luokka A)	0,00 (luokka A)
MP5	0,01 (luokka A)	0,01 (luokka A)	0,01 (luokka A)

Rakennuksessa resonanssitarkastelun perusteella arvioidut tärinätunnusluvut on esitetty taulukossa 7.2. Lisäksi liitteessä 1 on esitetty 15 merkitsevimmän ohiajon perusteella lasketut tärinän keskiarvospektrit rakennuksen rungon ja lattioiden osalta.

Taulukko 5.2. Tärinän tunnusluvut rakennuksessa mittauspisteittäin.

Mittauspiste	Tärinän tunnusluku rakennuksessa		
	$v_{w,95,runko}$ [mm/s]		$v_{w,95,lattia}$ [mm/s]
	Radansuuntaisesti	Rataa vasten kohtisuoraan	Pystysuuntaan
MP2	0,01 (luokka A)	0,01 (luokka A)	0,06 (luokka A)
MP3	0,02 (luokka A)	0,01 (luokka A)	0,03 (luokka A)
MP4	0,01 (luokka A)	0,01 (luokka A)	0,01 (luokka A)
MP5	0,01 (luokka A)	0,02 (luokka A)	0,02 (luokka A)

Rakennuksen rungon sekä lattioiden osalta korkeimmat tärinätasot saavutettiin mittauspisteessä MP2. Pahimmassa tapauksessa eli resonanssin voimistaessa tärinätaasoja rungon ja lattioiden osalta sijoitetaan tärinäluokkaan A. Liitteessä 1 esitettyjen keskiarvospektrien perusteella voidaan todeta, että rungon osalta tärinän merkitsevin taajuussisältö osuu 10...20 Hz terssikaistoille ja lattian osalta 5...20 Hz terssikaistoille.

Pahimmassakin tapauksessa eli resonanssin voimistaessa tärinätaasoja sijoitetaan sekä lattioiden että rungon osalta tärinäluokkaan A, joka on paras mahdollinen. Näin olleen raitiotien tärinää ei ole tarpeen ottaa huomioon kohteen jatkosuunnittelussa.

7.2 Runkomelu

Taulukossa 7.3 on esitetty arvioidut runkomelutasot mittauspisteittäin eri kerroksissa. Liitteessä 1 on esitetty 15 merkitsevimmän junan ohituksen ajalta arvioidut runkomelun enimmäistasot alimmassa kerroksessa. Liitteessä on lisäksi esitetty keskiarvospektrit terssikaistoittain.

Taulukko 7.3. Runkomelun tunnusluvut L_{prm} mittauspisteittäin eri kerroksissa.

Mittauspiste	Mittaussuunta	Runkomelun tilastollinen tunnusluku L_{prm} [dB(A)]			
		K. krs	1. krs	2. krs	3. krs ja ylemmät
MP2	radansuuntaisesti	<30	<30	<30	<30
	rataa vasten kohtisuoraan	<30	<30	<30	<30
	pystysuuntaan	<30	<30	<30	<30
MP3	radansuuntaisesti	<30	<30	<30	<30
	rataa vasten kohtisuoraan	31	<30	<30	<30
	pystysuuntaan	<30	<30	<30	<30
MP4	radansuuntaisesti	<30	<30	<30	<30
	rataa vasten kohtisuoraan	<30	<30	<30	<30
	pystysuuntaan	<30	<30	<30	<30
MP5	radansuuntaisesti	35	33	31	<30
	rataa vasten kohtisuoraan	36	34	32	<30
	pystysuuntaan	<30	<30	<30	<30

Tulosten perusteella korkeimmat runkomelutasot saavutettiin mittauspisteessä MP5. Runkomelun osalta merkitsevin taajuussisältö osuu 63...80 Hz terssikaistoille. Runkomelutasot ovat kuitenkin niin alhaisia, että tavoitearvot eivät ylitä kohteen osalta. Näin ollen kohteen jatkosuunnittelussa ei ole tarpeen ottaa huomioon raitiotien aiheuttamaan runkomelua.

LIITTEET

1. Mittaustulokset mittauspisteittäin

LÄHTEET

1. Törnqvist, J. ja Talja, A. 2006. Suositus liikennetärinän arvioimiseksi maankäytön suunnittelussa. Espoo, VTT Working papers 50.
2. Ympäristöministeriön asetus rakennuksen ääniympäristöstä, nro 796/2017.
3. Ympäristöministeriön ohje rakennuksen ääniympäristöstä. 2018. Helsinki, ympäristöministeriö.
4. Talja, A. 2004. Suositus liikennetärinän mittaamista ja luokituksesta. Espoo, VTT Tiedotteita 2278.
5. Talja, A. ja Saarinen, A. 2009. Maaliikenteen aiheuttaman runkomelun arviointi. Esiselvitys. Espoo, VTT Tiedotteita 2468.

6. Huhtala, T. 2006. Mittausjakson pituuden vaikutus maaperästä mitatun maaperästä mitatun raideliikenteen värähtelyn asuntoihin aiheuttaman haitan arvioinnissa. Teknillinen korkeakoulu, Sähkö- ja tietoliikennetekniikan osasto.
7. Talja, A., Vepsä, A., Kurkela, J. ja Halonen, M. 2008. Rakennukseen siirtyvän liikennetärinän arviointi. Espoo, VTT tiedotteita 2425.

Mittaustulokset, tärinä MP2

Etäisyys lähimmän raiteen keskilinjasta n. 115 m

15 merkitsevintä junan ohitusta. Mittaussuunta x (radansuuntaisesti).

aika	$v_{w,rms,max}$ [mm/s]	suunta	junatyyppi
10.20 21.23	0,01	P, E	6T, 6T (artic)
10.20 21.32	0,00	E	7 (artic)
10.20 18.52	0,00	E	6T (artic)
10.20 19.09	0,00	E, P	7, 7H (artic)
10.20 18.41	0,00	E	6T (artic)
10.20 19.13	0,00	E	7 (artic)
10.20 19.24	0,00	E	7 (artic)
10.20 19.12	0,00	E	7 (artic)
10.20 21.10	0,00	E, E, P, P	6T, 7, 6T, 6T (artic)
10.20 18.42	0,00	P	7 (artic)
10.20 18.47	0,00	E, P	7, 6T (artic)
10.20 21.18	0,00	P	7, 6T (artic)
10.20 21.35	0,00	P, E	6T, 6T (artic)
10.20 21.03	0,00	E	6T (artic)
10.20 18.54	0,00	P	7 (artic)

 tärinän tunnusluku $v_{w,95,maa}$ 0,01 mm/s
 tärinäluokka A

15 merkitsevintä junan ohitusta. Mittaussuunta y (rataa vasten kohtisuoraan).

aika	$v_{w,rms,max}$ [mm/s]	suunta	junatyyppi
10.20 21.23	0,01	P, E	6T, 6T (artic)
10.20 21.32	0,01	E	7 (artic)
10.20 18.52	0,01	E	6T (artic)
10.20 20.55	0,00	E	7 (artic)
10.20 18.54	0,00	P	7 (artic)
10.20 20.18	0,00	E	7 (artic)
10.20 20.42	0,00	P	7 (artic)
10.20 18.41	0,00	E	6T (artic)
10.20 19.42	0,00	P	7 (artic)
10.20 18.47	0,00	E, P	7, 6T (artic)
10.20 19.13	0,00	E	7 (artic)
10.20 19.09	0,00	E, P	7, 7H (artic)
10.20 19.12	0,00	E	7 (artic)
10.20 19.54	0,00	P	7 (artic)
10.20 21.21	0,00	E	7 (artic)

 tärinän tunnusluku $v_{w,95,maa}$ 0,01 mm/s
 tärinäluokka A

15 merkitsevintä junan ohitusta. Mittaussuunta z (pystysuunta).

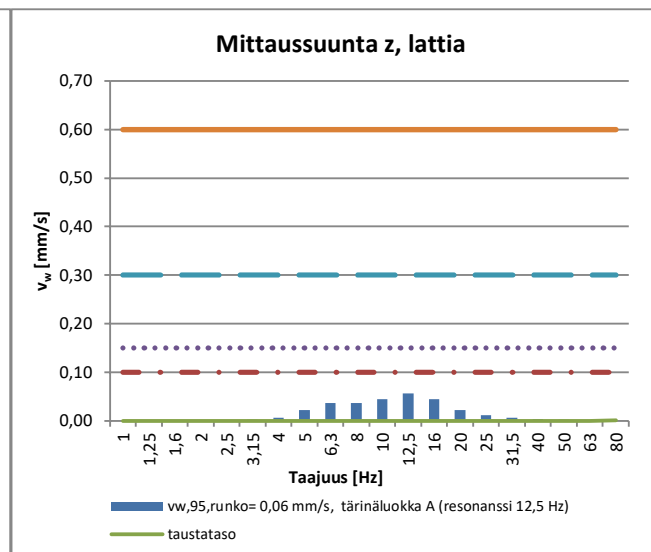
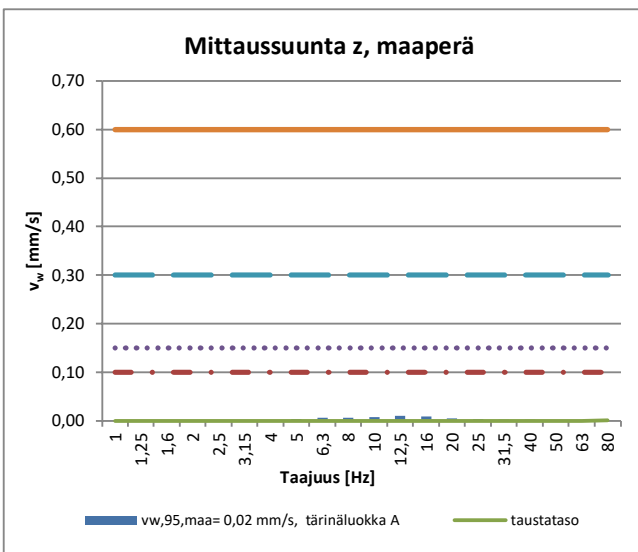
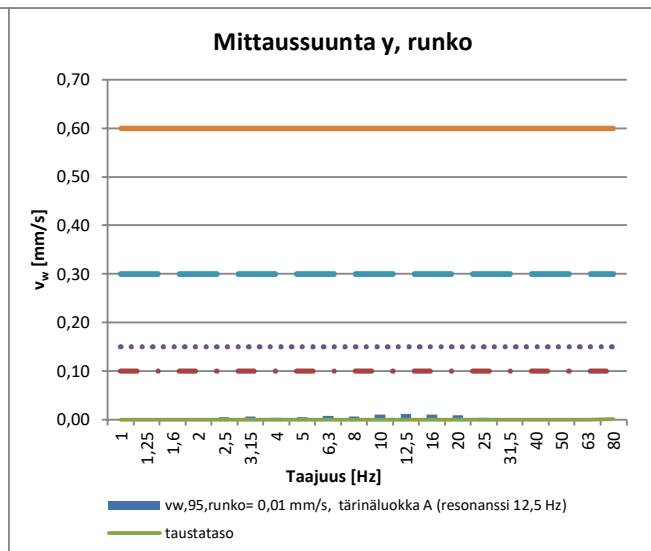
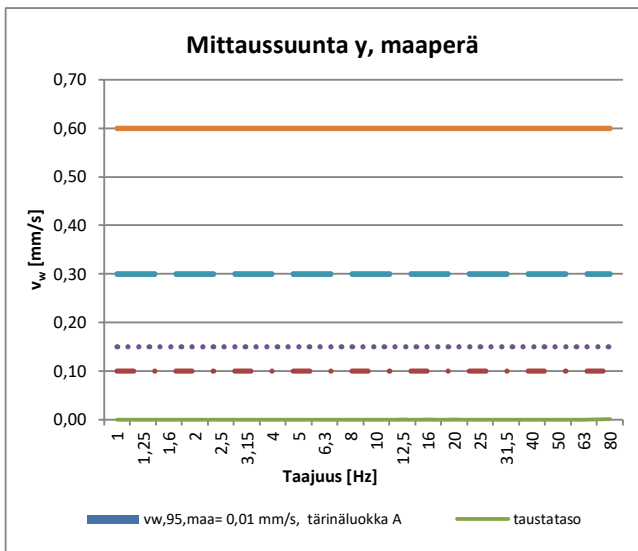
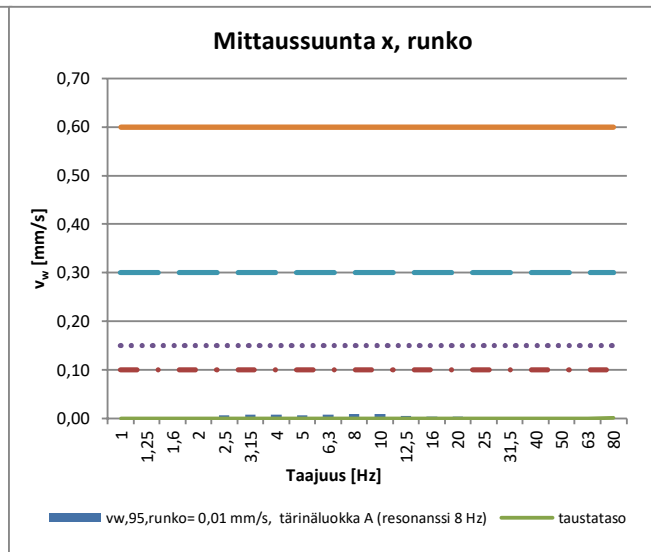
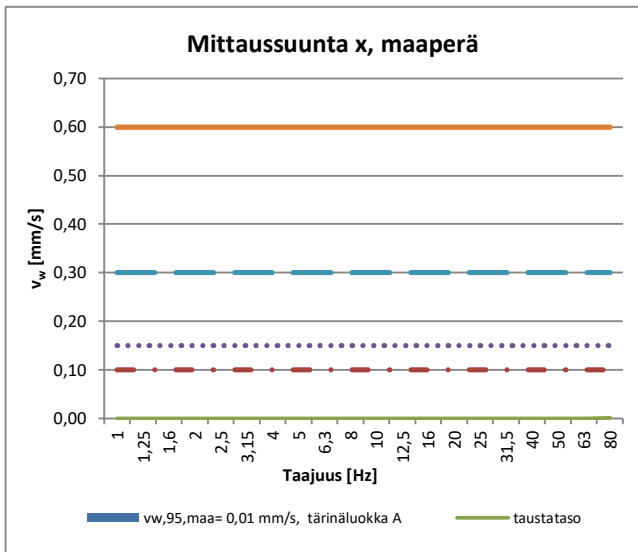
aika	$v_{w,rms,max}$ [mm/s]	suunta	junatyyppi
10.20 21.23	0,03	P, E	6T, 6T (artic)
10.20 21.32	0,01	E	7 (artic)
10.20 18.41	0,01	E	6T (artic)
10.20 18.56	0,01	E	7 (artic)
10.20 19.09	0,01	E, P	7, 7H (artic)
10.20 18.47	0,01	E, P	7, 6T (artic)
10.20 20.18	0,01	E	7 (artic)
10.20 20.55	0,01	E	7 (artic)
10.20 18.54	0,01	P	7 (artic)
10.20 18.42	0,01	P	7 (artic)
10.20 19.42	0,01	P	7 (artic)
10.20 19.54	0,01	P	7 (artic)
10.20 19.56	0,01	E	7 (artic)
10.20 19.12	0,01	E	7 (artic)
10.20 20.30	0,00	P	7 (artic)

 tärinän tunnusluku $v_{w,95,maa}$ 0,02 mm/s
 tärinäluokka A

Mittaustulokset, tärinä MP2

Etäisyys lähimmän raiteen keskiliinjasta n. 115 m

Tärinäluokkien rajat: luokka A $\leq 0,1$ mm/s, luokka B $\leq 0,15$ mm/s, luokka C $\leq 0,3$ mm/s ja luokka D $\leq 0,6$ mm/s



Mittaustulokset, runkomelu MP2

Liite 1.1 s.3

Etäisyys lähimmän raiteen keskilinjasta n. 115 m

15 merkitsevintä junan ohitusta. Mittaussuunta x (radansuuntaisesti).

aika	$L_{pAS,max}$ [dB(A)]	suunta	junatyyppi
10.20 21.23	24	P, E	6T, 6T (artic)
10.20 21.10	23	E, E, P, P	6T, 7, 6T, 6T (artic)
10.20 18.42	22	P	7 (artic)
10.20 21.30	20	P	7 (artic)
10.20 19.12	18	E	7 (artic)
10.20 19.06	18	P	7 (artic)
10.20 18.47	18	E, P	7, 6T (artic)
10.20 18.54	18	P	7 (artic)
10.20 21.32	18	E	7 (artic)
10.20 19.45	17	E	7 (artic)
10.20 21.21	16	E	7 (artic)
10.20 21.18	16	P	7, 6T (artic)
10.20 18.41	16	E	6T (artic)
10.20 19.09	16	E, P	7, 7H (artic)
10.20 19.56	15	E	7 (artic)

Ohjearvoon verrannollinen
runkomelutaso L_{prm}

kerros	L_{prm} [dB(A)]
alin kerros	<30
+ 1 krs	<30
+ 2 krs	<30
+ 3 krs	<30
+ 4 krs	<30
+ 5 krs	<30
+ 6 krs	<30
+ 7 krs	<30
+ 8 krs	<30
+ 9 krs	<30
+ 10 krs	<30

15 merkitsevintä junan ohitusta. Mittaussuunta y (rataa vasten kohtisuoraan).

aika	$L_{pAS,max}$ [dB(A)]	suunta	junatyyppi
10.20 21.23	24	P, E	6T, 6T (artic)
10.20 21.10	23	E, E, P, P	6T, 7, 6T, 6T (artic)
10.20 18.42	23	P	7 (artic)
10.20 21.30	20	P	7 (artic)
10.20 18.47	20	E, P	7, 6T (artic)
10.20 18.54	20	P	7 (artic)
10.20 21.32	19	E	7 (artic)
10.20 19.45	18	E	7 (artic)
10.20 19.33	18	E	7 (artic)
10.20 21.21	17	E	7 (artic)
10.20 18.41	17	E	6T (artic)
10.20 21.18	17	P	7, 6T (artic)
10.20 20.30	17	P	7 (artic)
10.20 19.06	16	P	7 (artic)
10.20 20.54	16	P	7 (vanha)

Ohjearvoon verrannollinen
runkomelutaso L_{prm}

kerros	L_{prm} [dB(A)]
alin kerros	<30
+ 1 krs	<30
+ 2 krs	<30
+ 3 krs	<30
+ 4 krs	<30
+ 5 krs	<30
+ 6 krs	<30
+ 7 krs	<30
+ 8 krs	<30
+ 9 krs	<30
+ 10 krs	<30

15 merkitsevintä junan ohitusta. Mittaussuunta z (pystysuunta).

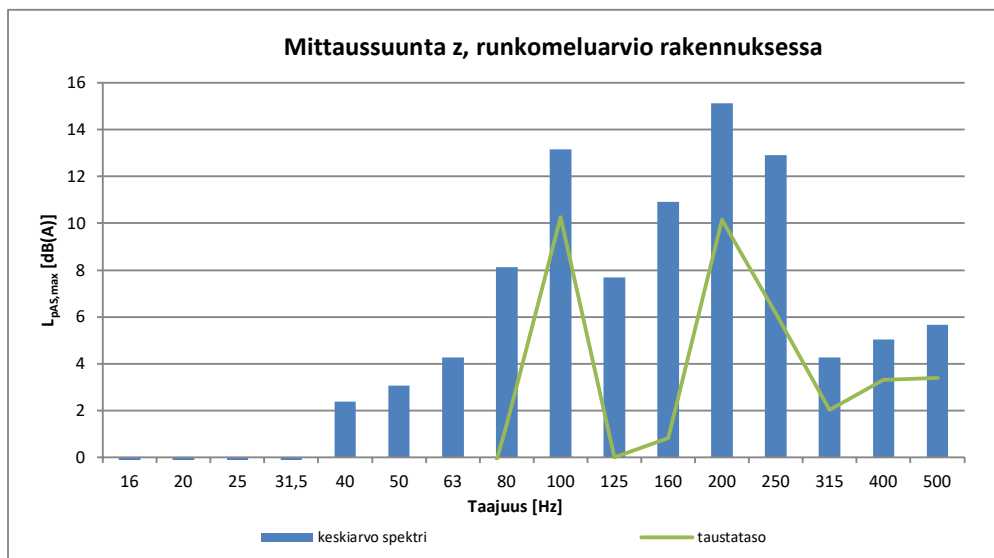
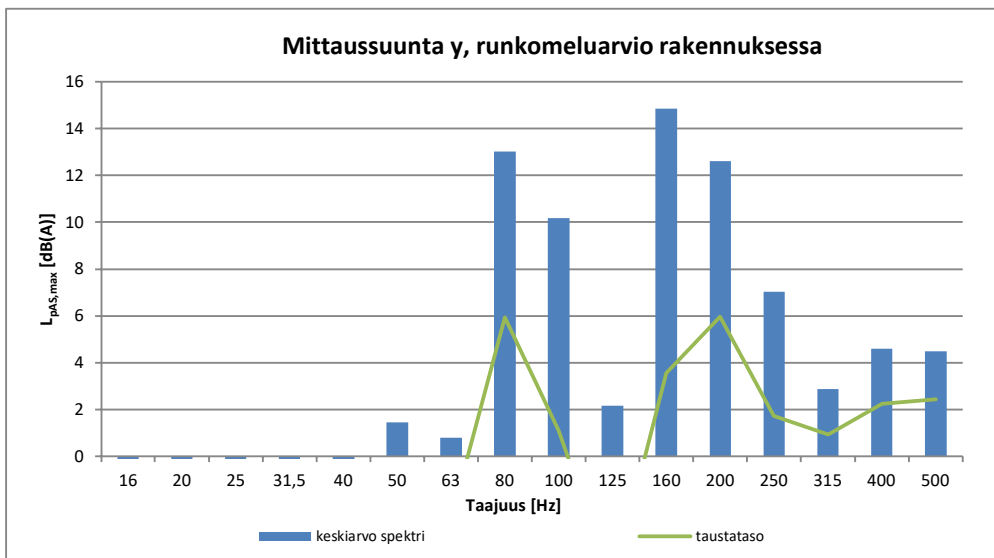
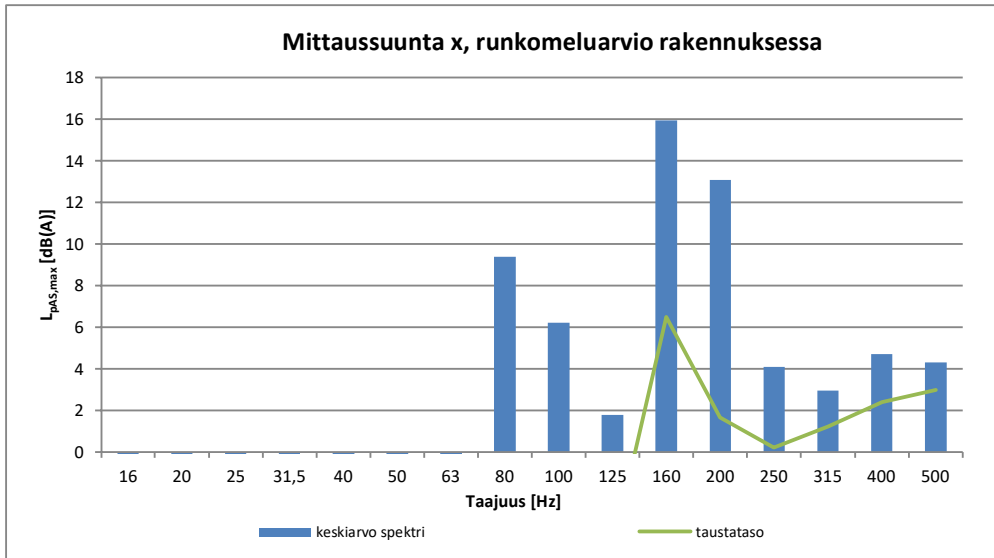
aika	$L_{pAS,max}$ [dB(A)]	suunta	junatyyppi
10.20 21.23	25	P, E	6T, 6T (artic)
10.20 21.10	21	E, E, P, P	6T, 7, 6T, 6T (artic)
10.20 18.54	21	P	7 (artic)
10.20 21.32	21	E	7 (artic)
10.20 21.30	21	P	7 (artic)
10.20 21.21	20	E	7 (artic)
10.20 18.41	20	E	6T (artic)
10.20 18.42	20	P	7 (artic)
10.20 20.18	19	E	7 (artic)
10.20 18.47	19	E, P	7, 6T (artic)
10.20 20.54	19	P	7 (vanha)
10.20 20.30	19	P	7 (artic)
10.20 20.55	19	E	7 (artic)
10.20 21.18	19	P	7, 6T (artic)
10.20 19.56	19	E	7 (artic)

Ohjearvoon verrannollinen
runkomelutaso L_{prm}

kerros	L_{prm} [dB(A)]
alin kerros	<30
+ 1 krs	<30
+ 2 krs	<30
+ 3 krs	<30
+ 4 krs	<30
+ 5 krs	<30
+ 6 krs	<30
+ 7 krs	<30
+ 8 krs	<30
+ 9 krs	<30
+ 10 krs	<30

Mittaustulokset, runkomelu MP2

Etäisyys lähimmän raiteen keskilinjasta n. 115 m



Mittaustulokset, tärinä MP3

Etäisyys lähimmän raiteen keskilinjasta n. 120 m

15 merkitsevintä junan ohitusta. Mittaussuunta x (radansuuntaisesti).

aika	$v_{w,rms,max}$ [mm/s]	suunta	junatyyppi
10.20 21.32	0,01	E	7 (artic)
10.20 19.09	0,01	E, P	7, 7H (artic)
10.20 19.12	0,01	E	7 (artic)
10.20 18.41	0,00	E	6T (artic)
10.20 18.52	0,00	E	6T (artic)
10.20 19.24	0,00	E	7 (artic)
10.20 19.13	0,00	E	7 (artic)
10.20 18.56	0,00	E	7 (artic)
10.20 18.47	0,00	E, P	7, 6T (artic)
10.20 19.00	0,00	P	6T (artic)
10.20 18.42	0,00	P	7 (artic)
10.20 21.10	0,00	E, E, P, P	6T, 7, 6T, 6T (artic)
10.20 19.06	0,00	P	7 (artic)
10.20 20.18	0,00	E	7 (artic)
10.20 21.35	0,00	P, E	6T, 6T (artic)

 tärinän tunnusluku $v_{w,95,maa}$ 0,01 mm/s
 tärinäluokka A

15 merkitsevintä junan ohitusta. Mittaussuunta y (rataa vasten kohtisuoraan).

aika	$v_{w,rms,max}$ [mm/s]	suunta	junatyyppi
10.20 21.32	0,01	E	7 (artic)
10.20 18.52	0,01	E	6T (artic)
10.20 19.09	0,01	E, P	7, 7H (artic)
10.20 18.56	0,00	E	7 (artic)
10.20 19.01	0,00	E	6T (artic)
10.20 21.03	0,00	E	6T (artic)
10.20 19.12	0,00	E	7 (artic)
10.20 19.00	0,00	P	6T (artic)
10.20 19.13	0,00	E	7 (artic)
10.20 21.35	0,00	P, E	6T, 6T (artic)
10.20 18.41	0,00	E	6T (artic)
10.20 18.42	0,00	P	7 (artic)
10.20 21.10	0,00	E, E, P, P	6T, 7, 6T, 6T (artic)
10.20 19.45	0,00	E	7 (artic)
10.20 19.06	0,00	P	7 (artic)

 tärinän tunnusluku $v_{w,95,maa}$ 0,01 mm/s
 tärinäluokka A

15 merkitsevintä junan ohitusta. Mittaussuunta z (pystysuunta).

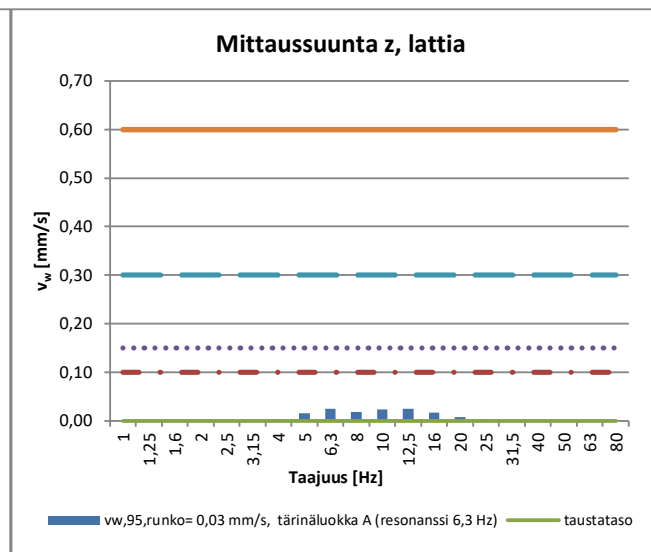
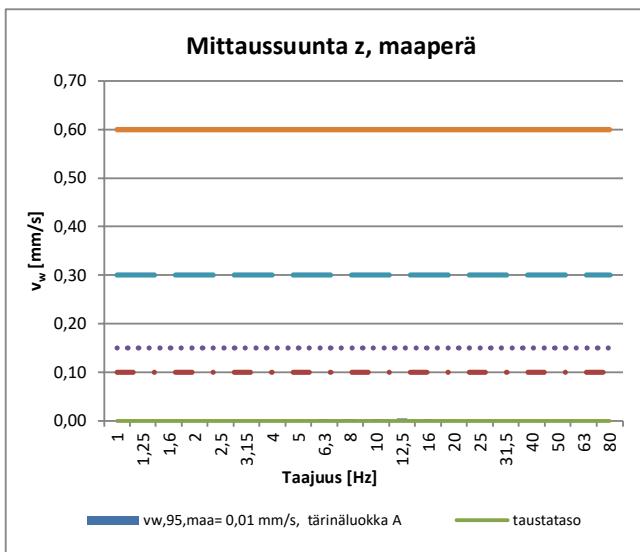
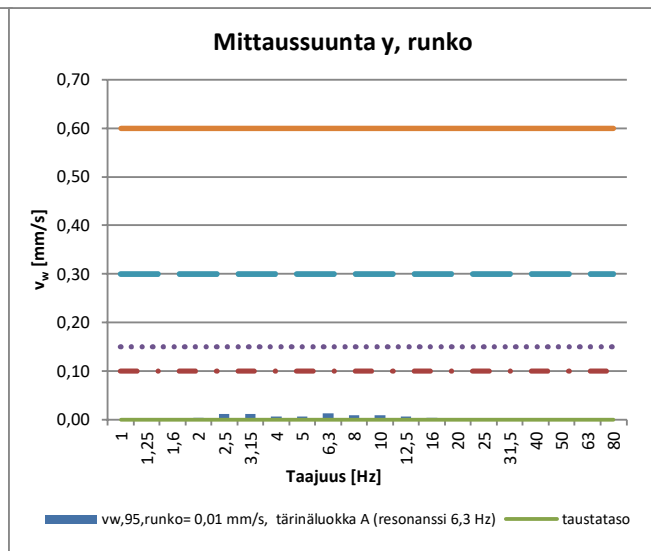
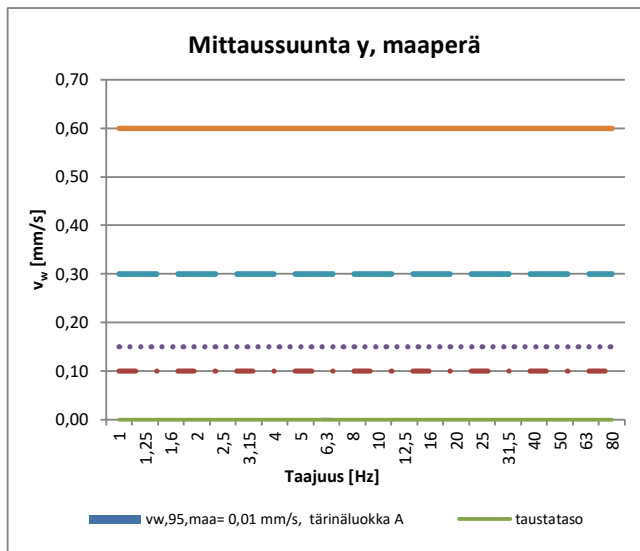
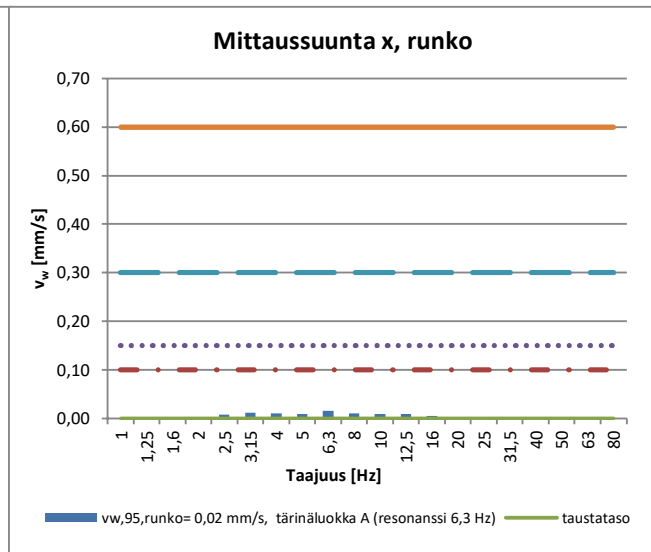
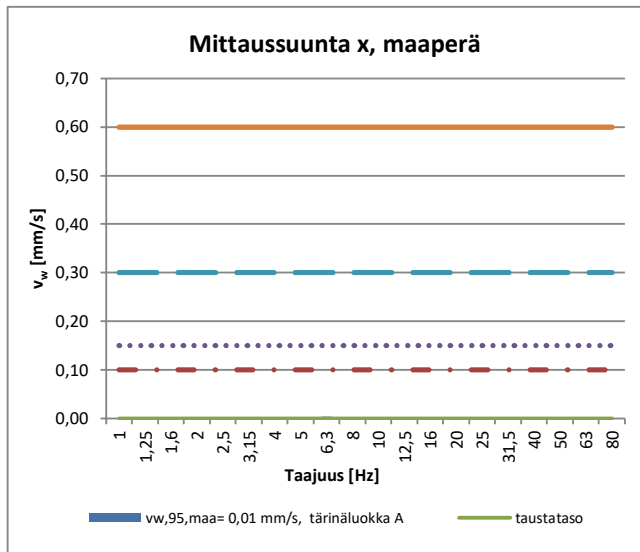
aika	$v_{w,rms,max}$ [mm/s]	suunta	junatyyppi
10.20 21.32	0,01	E	7 (artic)
10.20 18.56	0,01	E	7 (artic)
10.20 19.00	0,01	P	6T (artic)
10.20 18.41	0,01	E	6T (artic)
10.20 19.12	0,01	E	7 (artic)
10.20 21.30	0,01	P	7 (artic)
10.20 19.09	0,00	E, P	7, 7H (artic)
10.20 20.18	0,00	E	7 (artic)
10.20 21.03	0,00	E	6T (artic)
10.20 18.47	0,00	E, P	7, 6T (artic)
10.20 18.42	0,00	P	7 (artic)
10.20 18.52	0,00	E	6T (artic)
10.20 19.54	0,00	P	7 (artic)
10.20 20.55	0,00	E	7 (artic)
10.20 19.13	0,00	E	7 (artic)

 tärinän tunnusluku $v_{w,95,maa}$ 0,01 mm/s
 tärinäluokka A

Mittaustulokset, tärinä MP3

Etäisyys lähimmän raiteen keskilinjasta n. 120 m

Tärinäluokkien rajat: luokka A $\leq 0,1$ mm/s, luokka B $\leq 0,15$ mm/s, luokka C $\leq 0,3$ mm/s ja luokka D $\leq 0,6$ mm/s



Mittaustulokset, runkomelu MP3

Liite 1.2 s.3

Etäisyys lähimmän raiteen keskilinjasta n. 120 m

15 merkitsevintä junan ohitusta. Mittaussuunta x (radansuuntaisesti).

aika	$L_{pAS,max}$ [dB(A)]	suunta	junatyppi
10.20 18.56	24	E	7 (artic)
10.20 19.33	20	E	7 (artic)
10.20 19.13	19	E	7 (artic)
10.20 21.03	19	E	6T (artic)
10.20 19.12	18	E	7 (artic)
10.20 21.10	18	E, E, P, P	6T, 7, 6T, 6T (artic)
10.20 18.47	17	E, P	7, 6T (artic)
10.20 18.52	16	E	6T (artic)
10.20 18.41	16	E	6T (artic)
10.20 20.55	16	E	7 (artic)
10.20 21.32	16	E	7 (artic)
10.20 19.45	16	E	7 (artic)
10.20 18.42	16	P	7 (artic)
10.20 21.06	16	P	7 (artic)
10.20 19.56	15	E	7 (artic)

Ohjearvoon verrannollinen
runkomelutaso L_{prm}

kerros	L_{prm} [dB(A)]
alin kerros	<30
+ 1 krs	<30
+ 2 krs	<30
+ 3 krs	<30
+ 4 krs	<30
+ 5 krs	<30
+ 6 krs	<30
+ 7 krs	<30
+ 8 krs	<30
+ 9 krs	<30
+ 10 krs	<30

15 merkitsevintä junan ohitusta. Mittaussuunta y (rataa vasten kohtisuoraan).

aika	$L_{pAS,max}$ [dB(A)]	suunta	junatyppi
10.20 18.56	30	E	7 (artic)
10.20 21.32	29	E	7 (artic)
10.20 21.30	25	P	7 (artic)
10.20 21.03	23	E	6T (artic)
10.20 19.45	22	E	7 (artic)
10.20 21.21	19	E	7 (artic)
10.20 21.18	19	P	7, 6T (artic)
10.20 19.33	19	E	7 (artic)
10.20 18.47	18	E, P	7, 6T (artic)
10.20 19.06	18	P	7 (artic)
10.20 18.42	18	P	7 (artic)
10.20 18.41	18	E	6T (artic)
10.20 19.13	17	E	7 (artic)
10.20 21.10	16	E, E, P, P	6T, 7, 6T, 6T (artic)
10.20 20.54	16	P	7 (vanha)

Ohjearvoon verrannollinen
runkomelutaso L_{prm}

kerros	L_{prm} [dB(A)]
alin kerros	31
+ 1 krs	<30
+ 2 krs	<30
+ 3 krs	<30
+ 4 krs	<30
+ 5 krs	<30
+ 6 krs	<30
+ 7 krs	<30
+ 8 krs	<30
+ 9 krs	<30
+ 10 krs	<30

15 merkitsevintä junan ohitusta. Mittaussuunta z (pystysuunta).

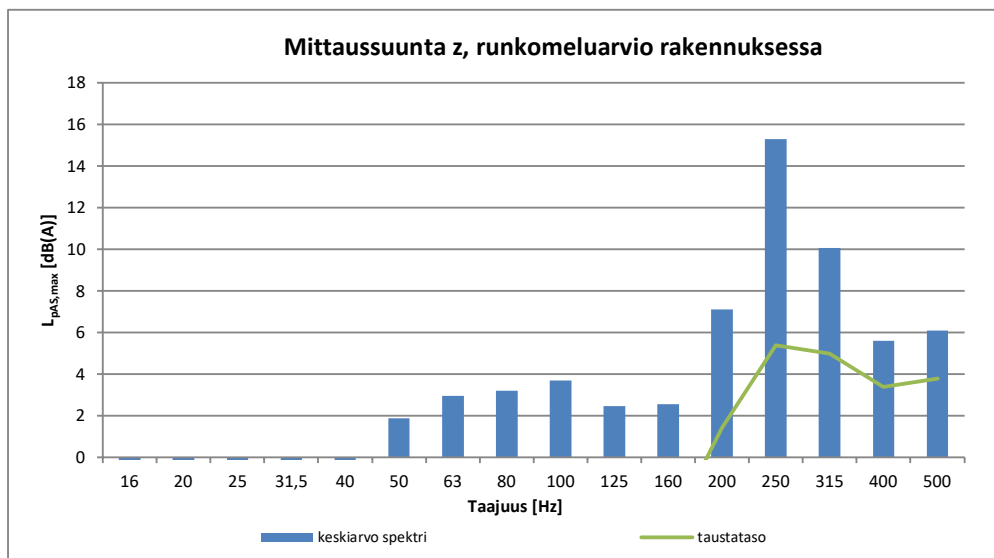
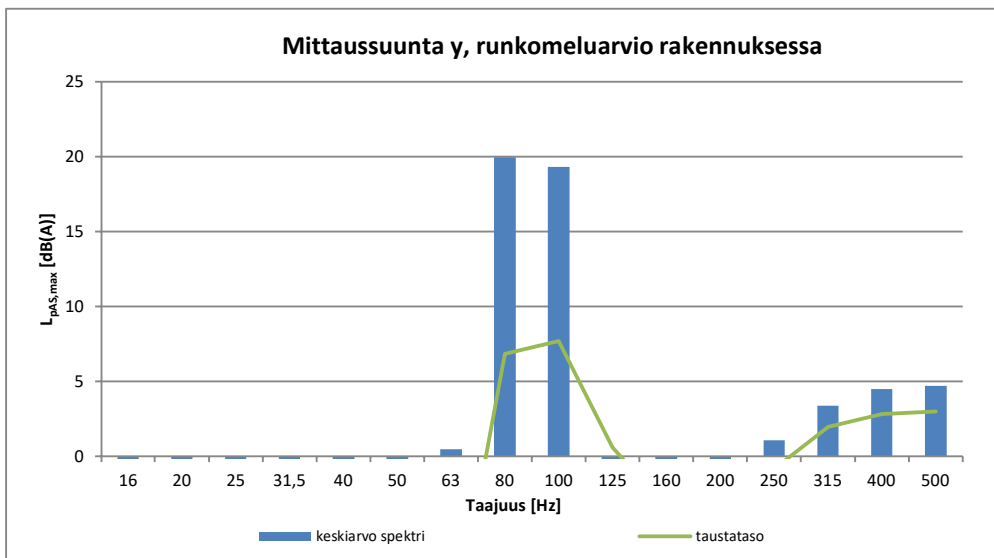
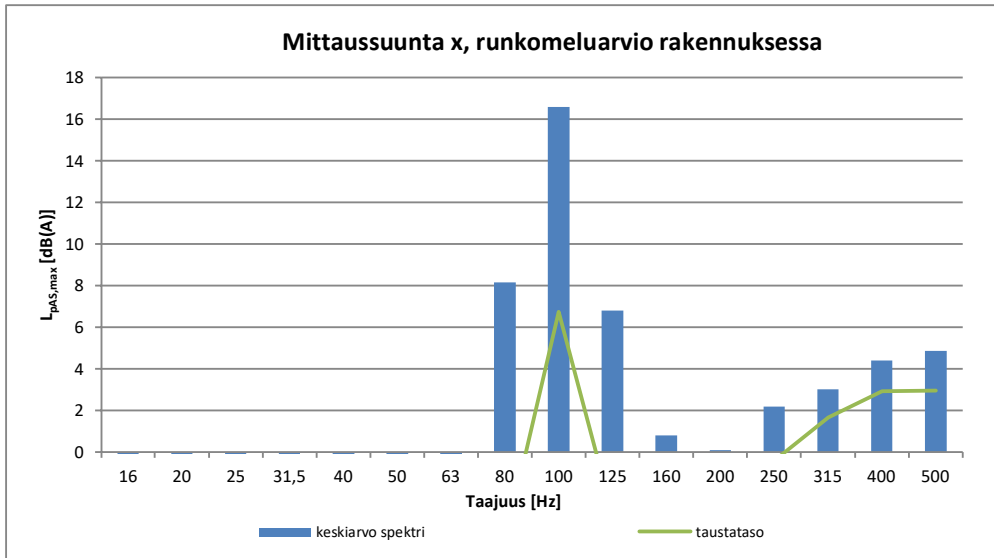
aika	$L_{pAS,max}$ [dB(A)]	suunta	junatyppi
10.20 18.56	23	E	7 (artic)
10.20 21.30	22	P	7 (artic)
10.20 21.32	22	E	7 (artic)
10.20 21.10	20	E, E, P, P	6T, 7, 6T, 6T (artic)
10.20 21.21	19	E	7 (artic)
10.20 21.18	18	P	7, 6T (artic)
10.20 21.03	16	E	6T (artic)
10.20 19.00	16	P	6T (artic)
10.20 18.42	16	P	7 (artic)
10.20 19.12	16	E	7 (artic)
10.20 19.45	15	E	7 (artic)
10.20 19.13	15	E	7 (artic)
10.20 18.41	15	E	6T (artic)
10.20 19.01	15	E	6T (artic)
10.20 18.47	15	E, P	7, 6T (artic)

Ohjearvoon verrannollinen
runkomelutaso L_{prm}

kerros	L_{prm} [dB(A)]
alin kerros	<30
+ 1 krs	<30
+ 2 krs	<30
+ 3 krs	<30
+ 4 krs	<30
+ 5 krs	<30
+ 6 krs	<30
+ 7 krs	<30
+ 8 krs	<30
+ 9 krs	<30
+ 10 krs	<30

Mittaustulokset, runkomelu MP3

Etäisyys lähimmän raiteen keskilinjasta n. 120 m



Mittaustulokset, tärinä MP4

Etäisyys lähimmän raiteen keskilinjasta n. 125 m

15 merkitsevintä junan ohitusta. Mittaussuunta x (radansuuntaisesti).

aika	$v_{w,rms,max}$ [mm/s]	suunta	junatyyppi
10.20 21.32	0,00	E	7 (artic)
10.20 19.09	0,00	E, P	7, 7H (artic)
10.20 19.00	0,00	P	6T (artic)
10.20 18.41	0,00	E	6T (artic)
10.20 19.13	0,00	E	7 (artic)
10.20 21.03	0,00	P	7 (artic)
10.20 18.52	0,00	E	6T (artic)
10.20 19.24	0,00	E	7 (artic)
10.20 19.12	0,00	E	7 (artic)
10.20 21.10	0,00	P	7, 6T (artic)
10.20 18.47	0,00	E, P	7, 6T (artic)
10.20 18.42	0,00	P	7 (artic)
10.20 21.35	0,00	P, E	6T, 6T (artic)
10.20 20.18	0,00	P	7 (artic)
10.20 21.21	0,00	E	7 (artic)

 tärinän tunnusluku $v_{w,95,maa}$ 0,00 mm/s
 tärinäluokka A

15 merkitsevintä junan ohitusta. Mittaussuunta y (rataa vasten kohtisuoraan).

aika	$v_{w,rms,max}$ [mm/s]	suunta	junatyyppi
10.20 18.52	0,01	E	6T (artic)
10.20 21.32	0,01	E	7 (artic)
10.20 19.09	0,00	E, P	7, 7H (artic)
10.20 18.47	0,00	E, P	7, 6T (artic)
10.20 19.13	0,00	E	7 (artic)
10.20 21.18	0,00	E	7 (artic)
10.20 21.10	0,00	P	7, 6T (artic)
10.20 19.12	0,00	E	7 (artic)
10.20 19.01	0,00	E	6T (artic)
10.20 19.00	0,00	P	6T (artic)
10.20 21.03	0,00	P	7 (artic)
10.20 21.21	0,00	E	7 (artic)
10.20 18.41	0,00	E	6T (artic)
10.20 18.42	0,00	P	7 (artic)
10.20 21.35	0,00	P, E	6T, 6T (artic)

 tärinän tunnusluku $v_{w,95,maa}$ 0,01 mm/s
 tärinäluokka A

15 merkitsevintä junan ohitusta. Mittaussuunta z (pystysuunta).

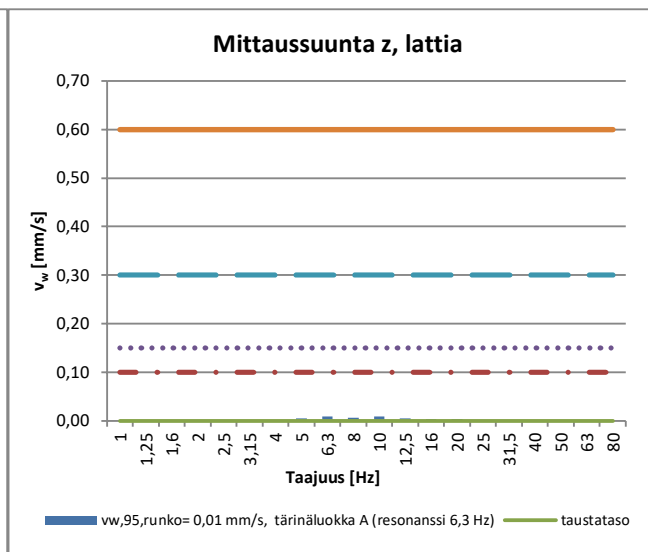
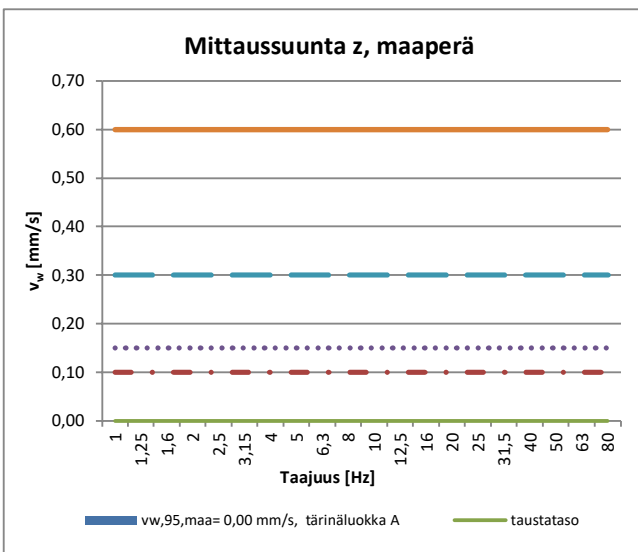
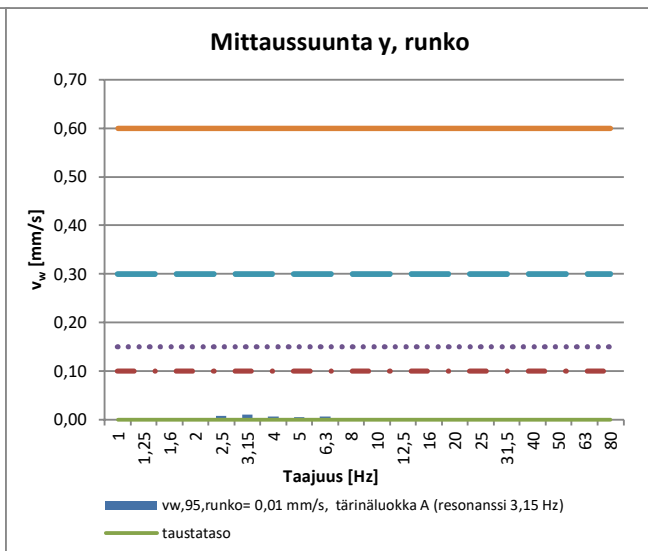
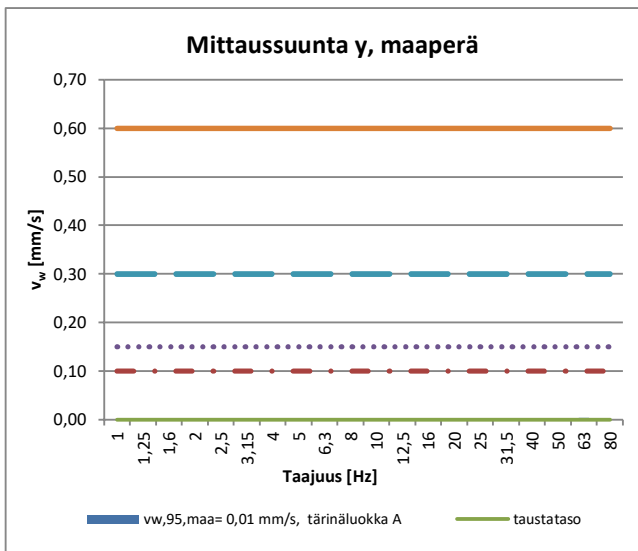
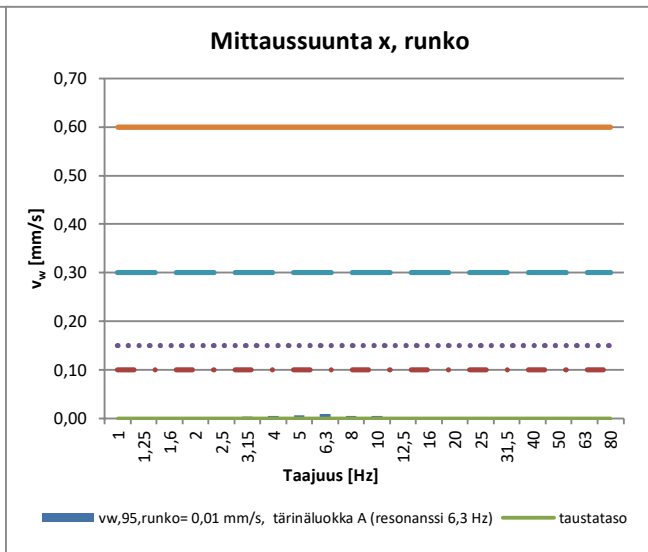
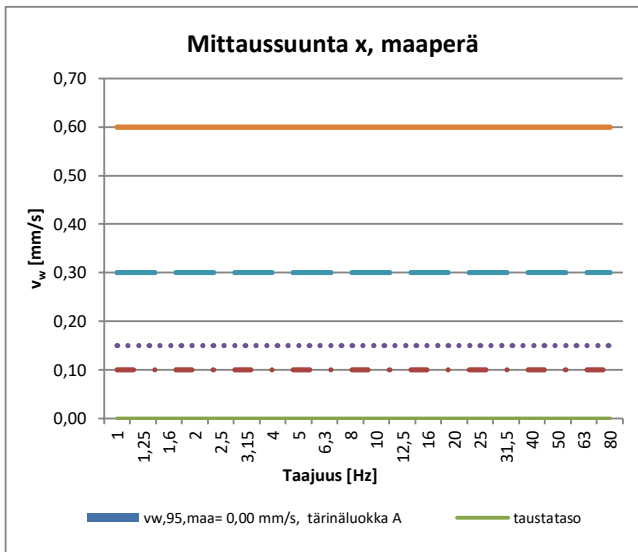
aika	$v_{w,rms,max}$ [mm/s]	suunta	junatyyppi
10.20 21.32	0,00	E	7 (artic)
10.20 19.00	0,00	P	6T (artic)
10.20 19.13	0,00	E	7 (artic)
10.20 18.41	0,00	E	6T (artic)
10.20 19.09	0,00	E, P	7, 7H (artic)
10.20 19.30	0,00	P	7 (artic)
10.20 21.03	0,00	P	7 (artic)
10.20 19.12	0,00	E	7 (artic)
10.20 18.42	0,00	P	7 (artic)
10.20 19.18	0,00	P	7 (artic)
10.20 18.47	0,00	E, P	7, 6T (artic)
10.20 21.10	0,00	P	7, 6T (artic)
10.20 20.55	0,00	E	6T (artic)
10.20 19.01	0,00	E	6T (artic)
10.20 19.56	0,00	E	7 (artic)

 tärinän tunnusluku $v_{w,95,maa}$ 0,00 mm/s
 tärinäluokka A

Mittaustulokset, tärinä MP4

Etäisyys lähimmän raiteen keskilinjasta n. 125 m

Tärinäluokkien rajat: luokka A $\leq 0,1$ mm/s, luokka B $\leq 0,15$ mm/s, luokka C $\leq 0,3$ mm/s ja luokka D $\leq 0,6$ mm/s



Mittaustulokset, runkomelu MP4

Liite 1.3 s.3

Etäisyys lähimmän raiteen keskilinjasta n. 125 m

15 merkitsevintä junan ohitusta. Mittaussuunta x (radansuuntaisesti).

aika	$L_{pAS,max}$ [dB(A)]	suunta	junatyppi
10.20 18.41	21	E	6T (artic)
10.20 19.13	21	E	7 (artic)
10.20 19.12	21	E	7 (artic)
10.20 18.52	20	E	6T (artic)
10.20 19.45	19	E	7 (artic)
10.20 18.47	19	E, P	7, 6T (artic)
10.20 21.21	18	E	7 (artic)
10.20 21.03	18	P	7 (artic)
10.20 21.18	18	E	7 (artic)
10.20 21.32	18	E	7 (artic)
10.20 19.00	18	P	6T (artic)
10.20 21.10	17	P	7, 6T (artic)
10.20 19.09	17	E, P	7, 7H (artic)
10.20 21.06	16	E, E, P, P	6T, 7, 6T, 6T (artic)
10.20 18.54	16	P	7 (artic)

Ohjearvoon verrannollinen
runkomelutaso L_{prm}

kerros	L_{prm} [dB(A)]
alin kerros	<30
+ 1 krs	<30
+ 2 krs	<30
+ 3 krs	<30
+ 4 krs	<30
+ 5 krs	<30
+ 6 krs	<30
+ 7 krs	<30
+ 8 krs	<30
+ 9 krs	<30
+ 10 krs	<30

15 merkitsevintä junan ohitusta. Mittaussuunta y (rataa vasten kohtisuoraan).

aika	$L_{pAS,max}$ [dB(A)]	suunta	junatyppi
10.20 18.47	27	E, P	7, 6T (artic)
10.20 19.13	25	E	7 (artic)
10.20 21.21	22	E	7 (artic)
10.20 21.03	22	P	7 (artic)
10.20 18.52	22	E	6T (artic)
10.20 21.10	22	P	7, 6T (artic)
10.20 19.12	21	E	7 (artic)
10.20 21.18	21	E	7 (artic)
10.20 21.32	19	E	7 (artic)
10.20 21.30	18	P	7 (artic)
10.20 19.45	17	E	7 (artic)
10.20 18.54	17	P	7 (artic)
10.20 19.56	17	E	7 (artic)
10.20 19.09	17	E, P	7, 7H (artic)
10.20 18.41	16	E	6T (artic)

Ohjearvoon verrannollinen
runkomelutaso L_{prm}

kerros	L_{prm} [dB(A)]
alin kerros	<30
+ 1 krs	<30
+ 2 krs	<30
+ 3 krs	<30
+ 4 krs	<30
+ 5 krs	<30
+ 6 krs	<30
+ 7 krs	<30
+ 8 krs	<30
+ 9 krs	<30
+ 10 krs	<30

15 merkitsevintä junan ohitusta. Mittaussuunta z (pystysuunta).

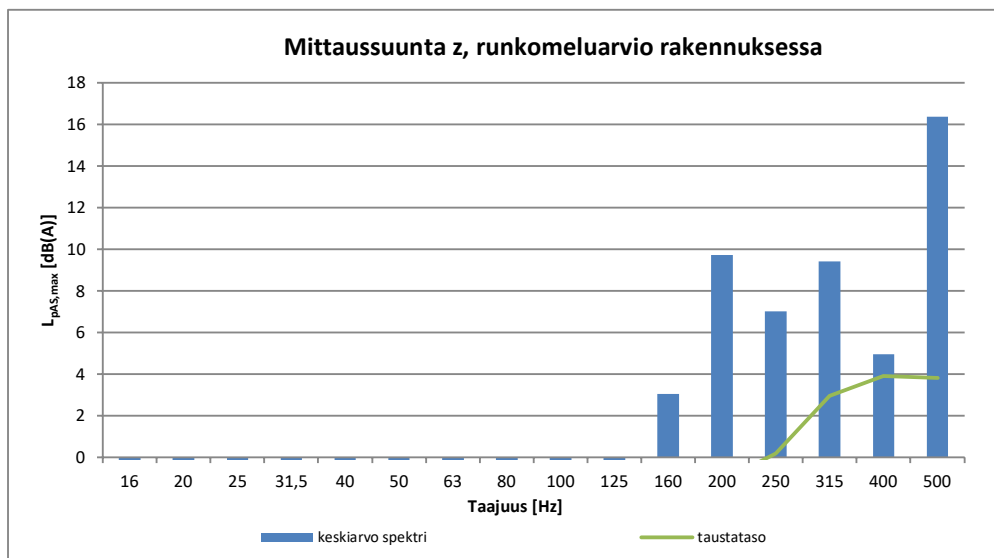
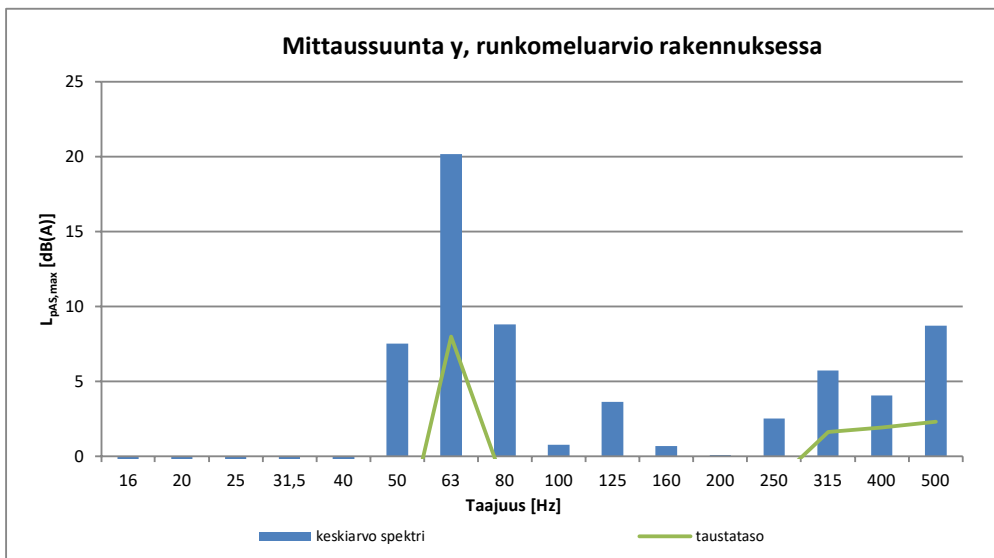
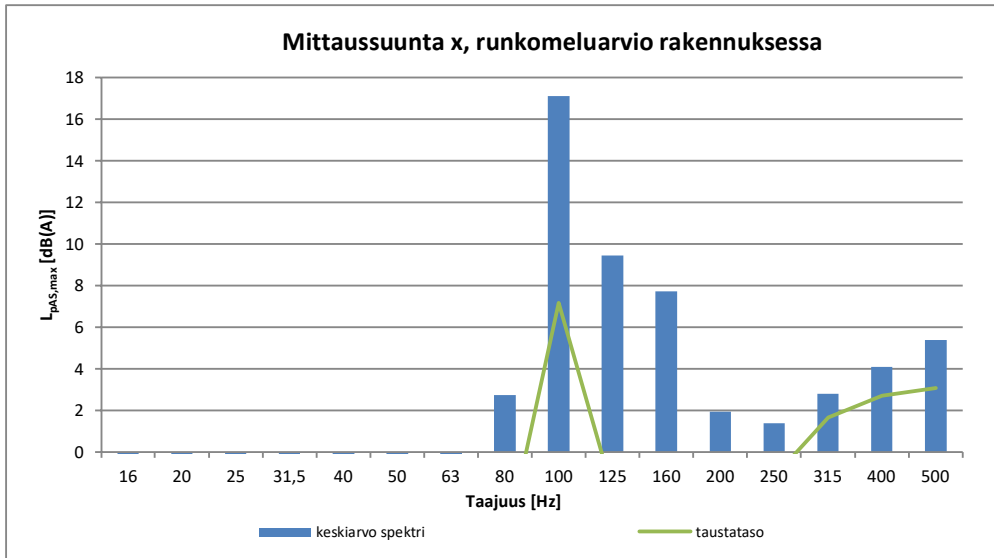
aika	$L_{pAS,max}$ [dB(A)]	suunta	junatyppi
10.20 18.52	22	E	6T (artic)
10.20 21.32	22	E	7 (artic)
10.20 19.01	21	E	6T (artic)
10.20 19.56	21	E	7 (artic)
10.20 21.35	19	P, E	6T, 6T (artic)
10.20 19.00	19	P	6T (artic)
10.20 19.33	19	E	7 (artic)
10.20 21.10	19	P	7, 6T (artic)
10.20 18.41	19	E	6T (artic)
10.20 21.21	18	E	7 (artic)
10.20 19.45	18	E	7 (artic)
10.20 19.18	18	P	7 (artic)
10.20 19.24	18	E	7 (artic)
10.20 20.55	18	E	6T (artic)
10.20 18.47	18	E, P	7, 6T (artic)

Ohjearvoon verrannollinen
runkomelutaso L_{prm}

kerros	L_{prm} [dB(A)]
alin kerros	<30
+ 1 krs	<30
+ 2 krs	<30
+ 3 krs	<30
+ 4 krs	<30
+ 5 krs	<30
+ 6 krs	<30
+ 7 krs	<30
+ 8 krs	<30
+ 9 krs	<30
+ 10 krs	<30

Mittaustulokset, runkomelu MP4

Etäisyys lähimmän raiteen keskilinjasta n. 125 m



Mittaustulokset, tärinä MP5

Etäisyys lähimmän raiteen keskilinjasta n. 105 m

15 merkitsevintä junan ohitusta. Mittaussuunta x (radansuuntaisesti).

aika	$v_{w,rms,max}$ [mm/s]	suunta	junatyyppi
10.20 18.47	0,01	E, P	7, 6T (artic)
10.20 20.55	0,01	E	6T (artic)
10.20 18.54	0,01	P	7 (artic)
10.20 19.00	0,01	P	6T (artic)
10.20 21.21	0,01	E	7 (artic)
10.20 20.18	0,01	E	7 (artic)
10.20 18.41	0,01	E	6T (artic)
10.20 20.30	0,01	p	7 (artic)
10.20 18.56	0,01	E	7 (artic)
10.20 19.56	0,01	E	7 (artic)
10.20 19.09	0,01	E, P	7, 7H (artic)
10.20 19.13	0,01	E	7 (artic)
10.20 20.42	0,01	P	7 (vanha)
10.20 21.30	0,01	P	7 (artic)
10.20 21.10	0,01	P	7, 6T (artic)

 tärinän tunnusluku $v_{w,95,maa}$ 0,01 mm/s
 tärinäluokka A

15 merkitsevintä junan ohitusta. Mittaussuunta y (rataa vasten kohtisuoraan).

aika	$v_{w,rms,max}$ [mm/s]	suunta	junatyyppi
10.20 20.55	0,02	E	6T (artic)
10.20 19.00	0,01	P	6T (artic)
10.20 18.41	0,01	E	6T (artic)
10.20 20.18	0,01	E	7 (artic)
10.20 18.47	0,01	E, P	7, 6T (artic)
10.20 18.54	0,01	P	7 (artic)
10.20 19.42	0,01	P	7 (artic)
10.20 19.12	0,01	E	7 (artic)
10.20 20.42	0,01	P	7 (vanha)
10.20 21.10	0,01	P	7, 6T (artic)
10.20 20.30	0,01	p	7 (artic)
10.20 19.56	0,01	E	7 (artic)
10.20 21.30	0,01	P	7 (artic)
10.20 19.06	0,01	P	7 (artic)
10.20 21.21	0,01	E	7 (artic)

 tärinän tunnusluku $v_{w,95,maa}$ 0,01 mm/s
 tärinäluokka A

15 merkitsevintä junan ohitusta. Mittaussuunta z (pystysuunta).

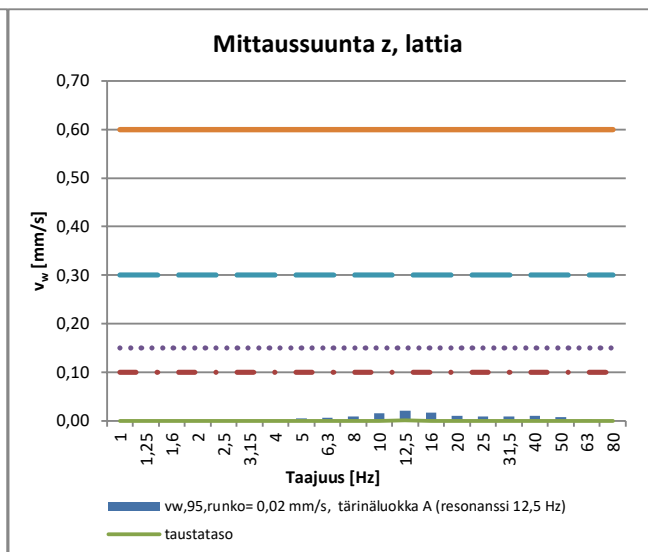
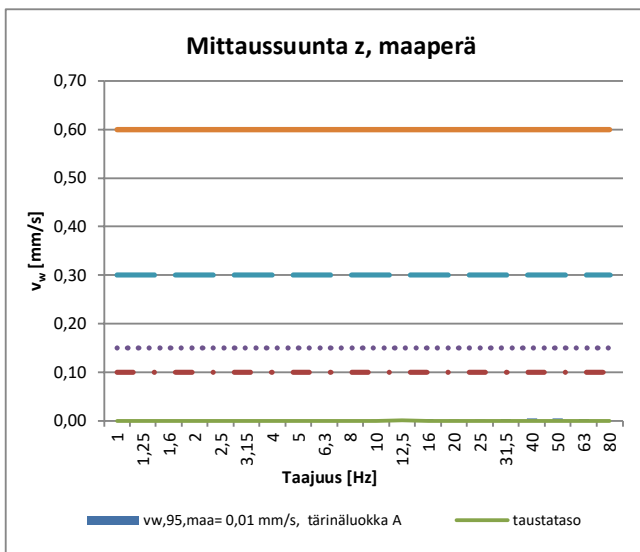
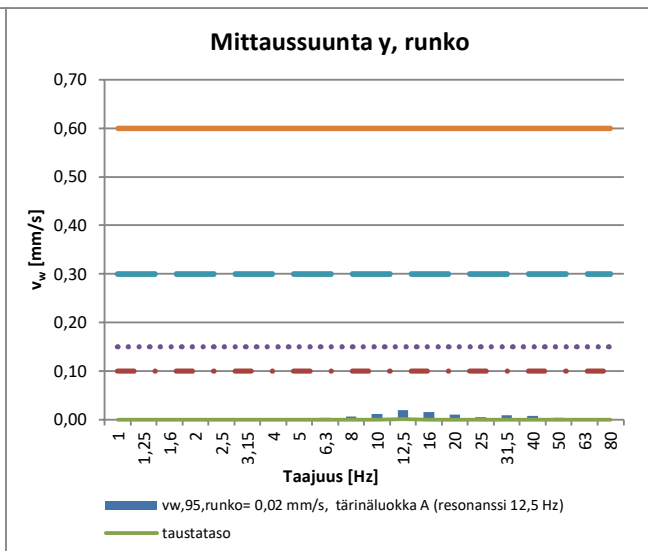
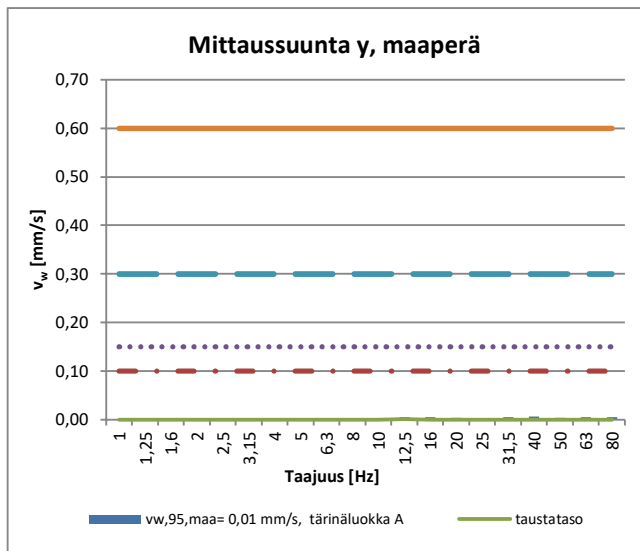
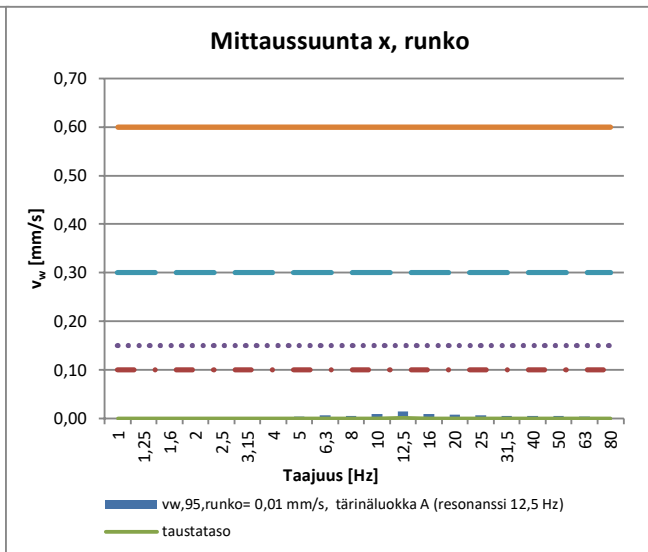
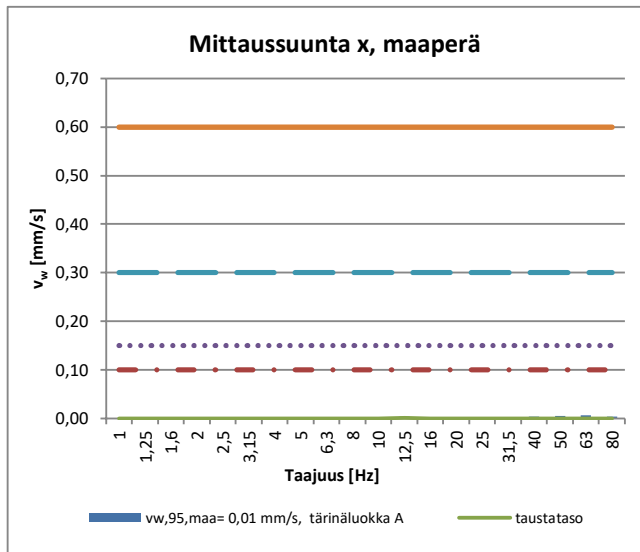
aika	$v_{w,rms,max}$ [mm/s]	suunta	junatyyppi
10.20 19.00	0,01	P	6T (artic)
10.20 20.55	0,01	E	6T (artic)
10.20 18.47	0,01	E, P	7, 6T (artic)
10.20 18.41	0,01	E	6T (artic)
10.20 20.18	0,01	E	7 (artic)
10.20 20.30	0,01	p	7 (artic)
10.20 18.54	0,01	P	7 (artic)
10.20 19.12	0,01	E	7 (artic)
10.20 20.42	0,01	P	7 (vanha)
10.20 21.21	0,01	E	7 (artic)
10.20 19.42	0,01	P	7 (artic)
10.20 21.10	0,01	P	7, 6T (artic)
10.20 21.30	0,01	P	7 (artic)
10.20 19.56	0,01	E	7 (artic)
10.20 18.56	0,01	E	7 (artic)

 tärinän tunnusluku $v_{w,95,maa}$ 0,01 mm/s
 tärinäluokka A

Mittaustulokset, tärinä MP5

Etäisyys lähimmän raiteen keskiliinjasta n. 105 m

Tärinäluokkien rajat: luokka A $\leq 0,1\text{mm/s}$, luokka B $\leq 0,15\text{mm/s}$, luokka C $\leq 0,3\text{mm/s}$ ja luokka D $\leq 0,6\text{mm/s}$



Mittaustulokset, runkomelu MP5

Liite 1.4 s.3

Etäisyys lähimmän raiteen keskilinjasta n. 105 m

15 merkitsevintä junan ohitusta. Mittaussuunta x (radansuuntaisesti).

aika	$L_{pAS,max}$ [dB(A)]	suunta	junatyppi
10.20 18.47	35	E, P	7, 6T (artic)
10.20 21.21	35	E	7 (artic)
10.20 18.54	34	P	7 (artic)
10.20 20.55	33	E	6T (artic)
10.20 20.30	33	p	7 (artic)
10.20 20.18	32	E	7 (artic)
10.20 18.56	32	E	7 (artic)
10.20 19.13	32	E	7 (artic)
10.20 19.00	32	P	6T (artic)
10.20 20.42	31	P	7 (vanha)
10.20 21.10	31	P	7, 6T (artic)
10.20 21.30	31	P	7 (artic)
10.20 19.56	31	E	7 (artic)
10.20 18.41	29	E	6T (artic)
10.20 19.06	29	P	7 (artic)

Ohjearvoon verrannollinen
runkomelutaso L_{prm}

kerros	L_{prm} [dB(A)]
alin kerros	35
+ 1 krs	33
+ 2 krs	31
+ 3 krs	<30
+ 4 krs	<30
+ 5 krs	<30
+ 6 krs	<30
+ 7 krs	<30
+ 8 krs	<30
+ 9 krs	<30
+ 10 krs	<30

15 merkitsevintä junan ohitusta. Mittaussuunta y (rataa vasten kohtisuoraan).

aika	$L_{pAS,max}$ [dB(A)]	suunta	junatyppi
10.20 20.18	35	E	7 (artic)
10.20 18.47	35	E, P	7, 6T (artic)
10.20 21.21	34	E	7 (artic)
10.20 18.54	34	P	7 (artic)
10.20 19.00	34	P	6T (artic)
10.20 18.56	34	E	7 (artic)
10.20 20.55	34	E	6T (artic)
10.20 21.10	33	P	7, 6T (artic)
10.20 18.41	33	E	6T (artic)
10.20 20.42	33	P	7 (vanha)
10.20 20.30	32	p	7 (artic)
10.20 21.30	32	P	7 (artic)
10.20 19.56	32	E	7 (artic)
10.20 19.13	31	E	7 (artic)
10.20 19.12	30	E	7 (artic)

Ohjearvoon verrannollinen
runkomelutaso L_{prm}

kerros	L_{prm} [dB(A)]
alin kerros	36
+ 1 krs	34
+ 2 krs	32
+ 3 krs	<30
+ 4 krs	<30
+ 5 krs	<30
+ 6 krs	<30
+ 7 krs	<30
+ 8 krs	<30
+ 9 krs	<30
+ 10 krs	<30

15 merkitsevintä junan ohitusta. Mittaussuunta z (pystysuunta).

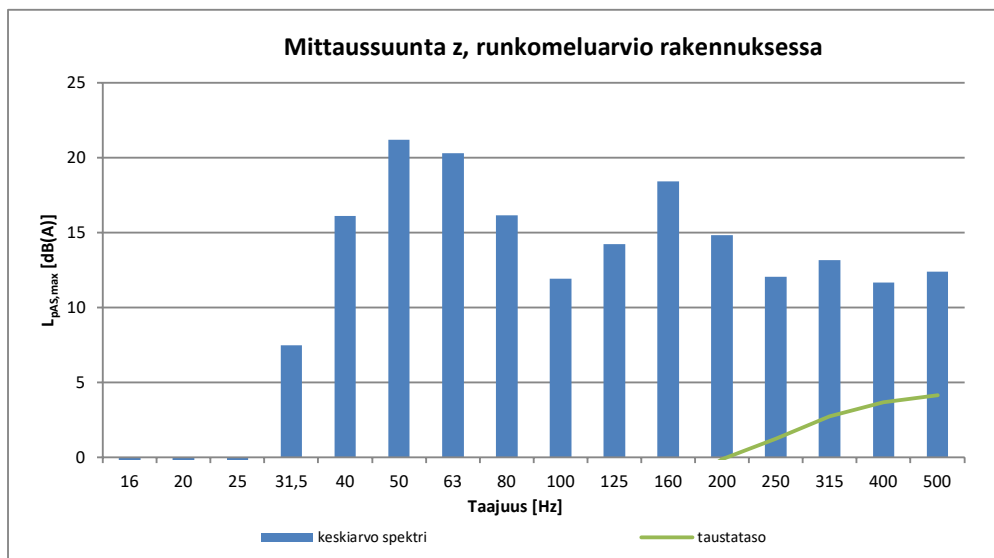
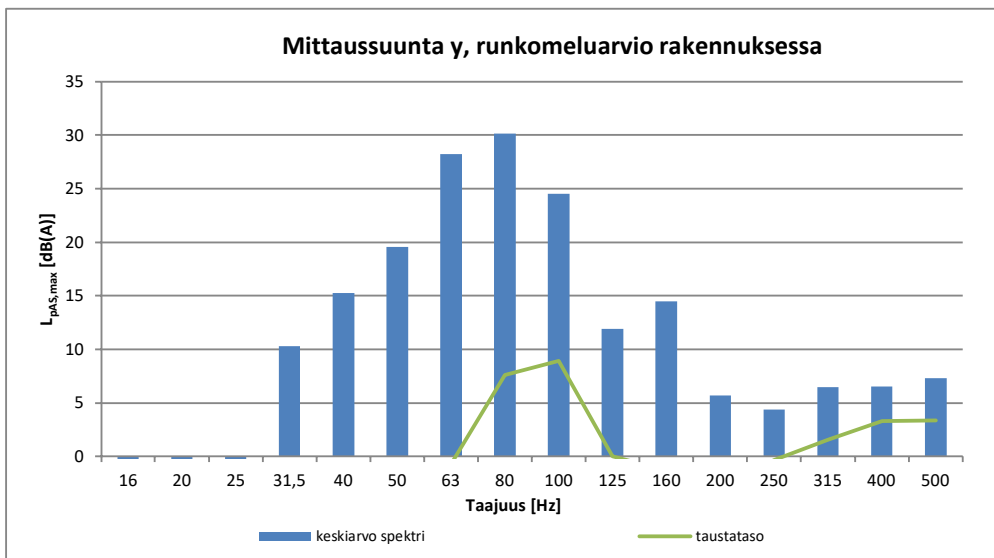
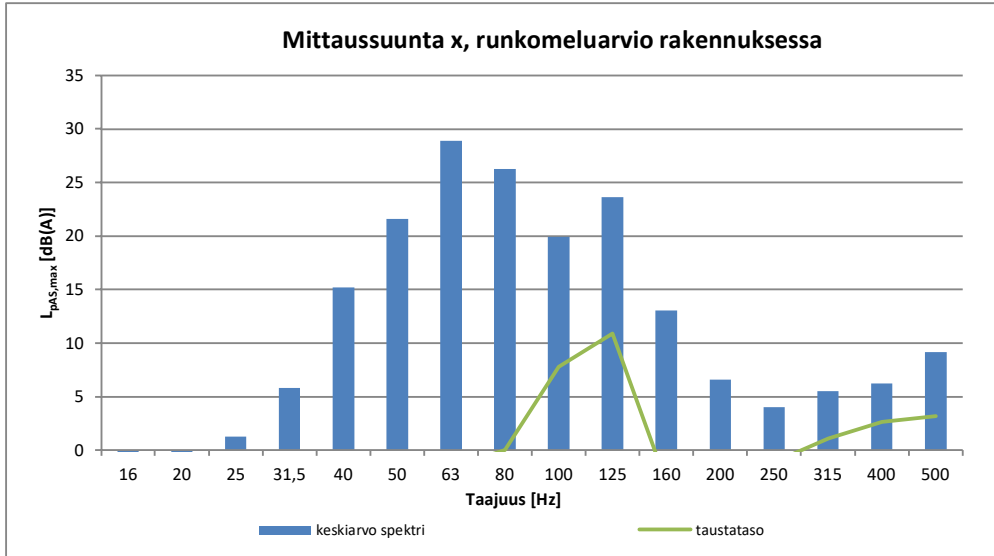
aika	$L_{pAS,max}$ [dB(A)]	suunta	junatyppi
10.20 20.55	30	E	6T (artic)
10.20 18.47	29	E, P	7, 6T (artic)
10.20 18.56	29	E	7 (artic)
10.20 21.10	29	P	7, 6T (artic)
10.20 21.21	28	E	7 (artic)
10.20 20.30	27	p	7 (artic)
10.20 20.18	27	E	7 (artic)
10.20 19.00	27	P	6T (artic)
10.20 21.30	26	P	7 (artic)
10.20 19.13	26	E	7 (artic)
10.20 20.42	26	P	7 (vanha)
10.20 18.42	26	P	7 (artic)
10.20 18.54	25	P	7 (artic)
10.20 18.41	25	E	6T (artic)
10.20 19.56	25	E	7 (artic)

Ohjearvoon verrannollinen
runkomelutaso L_{prm}

kerros	L_{prm} [dB(A)]
alin kerros	<30
+ 1 krs	<30
+ 2 krs	<30
+ 3 krs	<30
+ 4 krs	<30
+ 5 krs	<30
+ 6 krs	<30
+ 7 krs	<30
+ 8 krs	<30
+ 9 krs	<30
+ 10 krs	<30

Mittaustulokset, runkomelu MP5

Etäisyys lähimmän raiteen keskilinjasta n. 105 m



Päivämäärä **11.12.2020**
Laatija **Kati Tyynelä, Petri Tyynelä**
Tilaja **Wasagroup Oy/Riikka Murto-Koivisto**

Viite 1510059941

SISÄLTÖ

1.	Johdanto	5
2.	Suunnittelun lähtökohtia	6
2.4	Alueen nykyiset rakenteet	8
2.5	Pohjatutkimukset	9
2.6	Pohjasuhteet	9
2.7	Turvalliset rakentamiskorkeudet	9
2.8	Pohjavesi	10
2.9	Painumat	11
3.	Perustamistavat ja pohjarakentaminen	11
3.1	Maaleikkaus ja pengerrys	11
3.2	Rakennusten perustamistavat	11
4.	jatkoimenpiteet	14

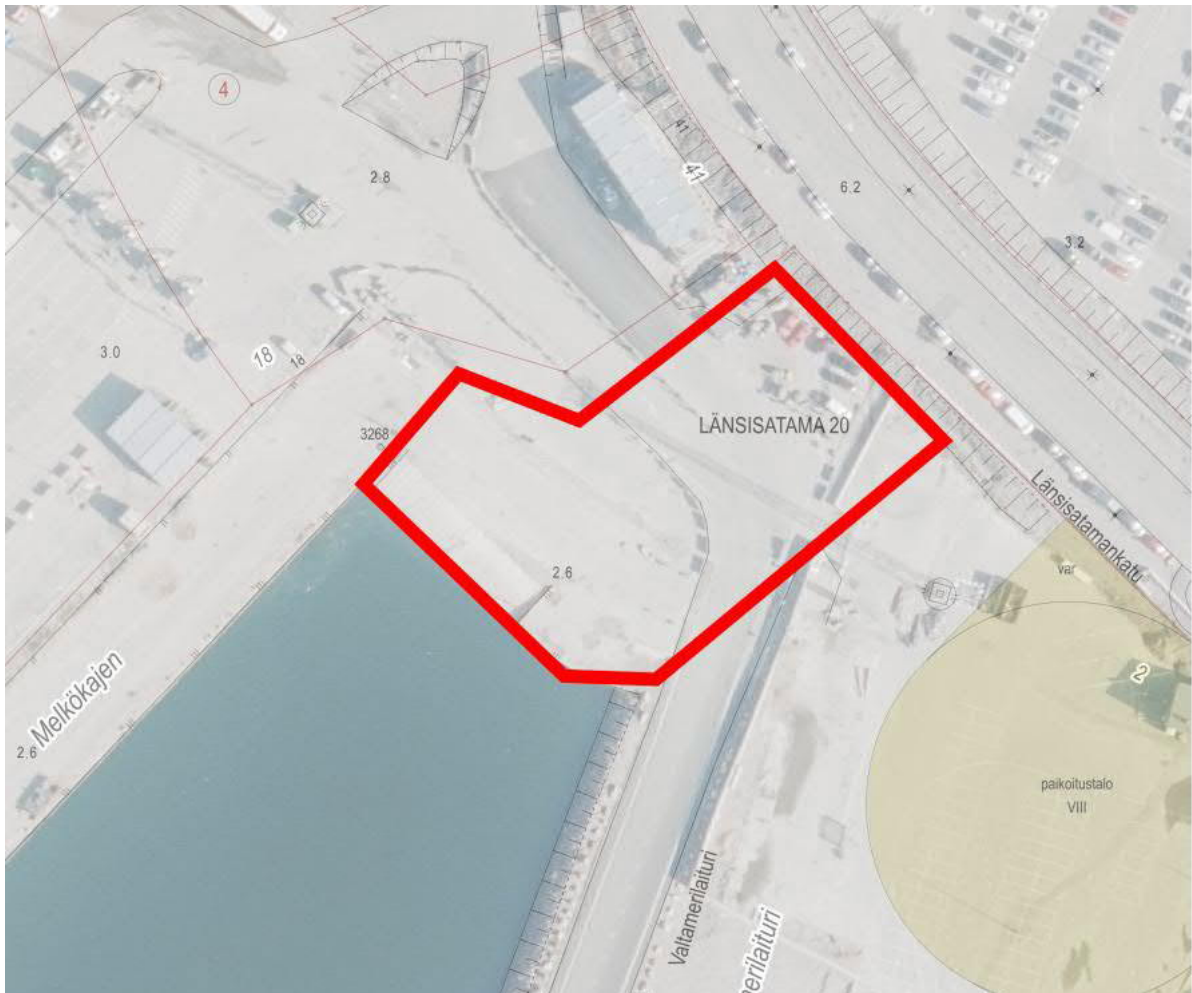
PIIRUSTUKSET

01	Pohjatutkimuskartta	1:500
02	Nykytilakartta	1:250
03	Perustamistapa-alueet kartta	1:250
04	Leikkaus 1-1	1:200/1:200
05	Leikkaus 2-2	1:200/1:200
06	Leikkaus 3-3	1:200/1:200
07	Leikkaus 4-4	1:200/1:200
08	Leikkaus 5-5	1:200/1:200
09	Leikkaus 6-6	1:200/1:200
10	Leikkaus 7-7	1:200/1:200
11	Pinnantasaussuunnitelma (alustava)	1:200

1. JOHDANTO

Tässä selvityksessä käsitellään Jätkäsaaren Hybridin rakennusalueen rakennettavuutta ja perustamistapoja. Selvitys on tehty hankesuunnitteluvaiheessa jatkosuunnittelun tueksi.

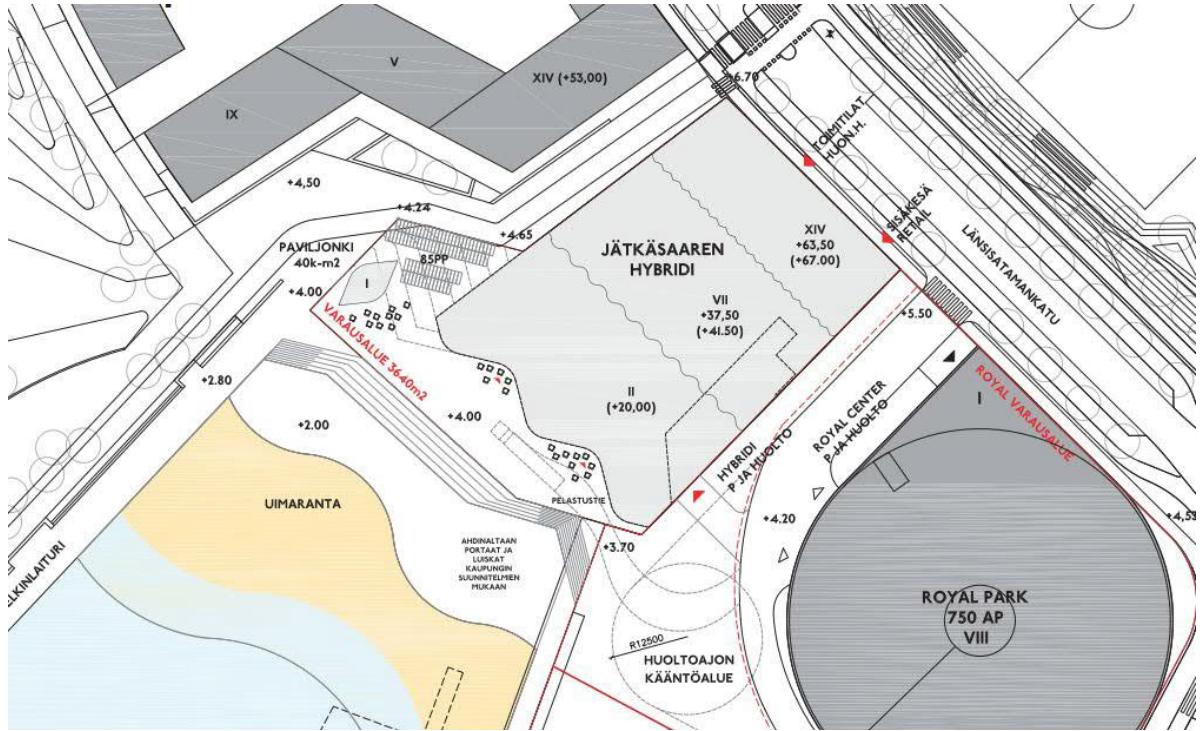
Suunnittelualueen sijainti on esitetty kuvassa 1.



Kuva 1. Suunnittelualueen sijainti merkittynä karttaan punaisella. (Pohjakartta: Helsingin kartta-palvelu)

Korttelin arkkitehtisuunnitelmassa kortteliin on suunniteltu lähes koko korttelin laajuinen rakennus, johon sijoittuu liike-, liikunta-, toimisto- ja hotellitilaa. Kortteliin on suunniteltu yksi 13 kerroksinen rakennus. Kortteliin on suunniteltu yksi maanalainen pysäköintikerros. Korttelin maankäyttö on esitetty kuvassa 2. Työssä on oletettu maantasokerroksen lattiataso tasolle +4,5 ja alimman kellarin lattiatasoksi -1,0.

Suunnittelualue sijaitsee Helsingin Jätkäsaarella, alue on mereen tehtyä täyttöaluetta. Pohjoisessa/koillisessa suunnittelualue rajautuu Länsisatamankatuun, idässä Royal-rakennushankkeen varausalueeseen, etelässä/lounaassa Ahdinaltaaseen ja lännessä suunniteltuun kevyen liikenteen väylään.



Kuva 2. Korttelin maankäyttö (Lähde: ALA-Arkkitehdit)

Tässä työssä ei ole arvioitu alueen pilaantuneisuutta eikä tämä työ ole alueen pohjarakentamisen yleissuunnitelma. Alueelta on aiemmin laadittu Helsingin kaupungin tilaamana Ramboll Finland Oy:n toimesta laadittu "Ahdinaltaan asemakaava-alue, korttelit 20826 ja 20827, Pohjarakentamisen yleissuunnitelma (pvm. 30.10.2018).

Suunnitelmat on tehty ETRS-GK25 koordinaattijärjestelmään ja korkeusjärjestelmään N2000.

2. SUUNNITTELUN LÄHTÖKOHTIA

2.1 Tuleva maankäyttö

Suunnittelun lähtökohtana on käytetty ALA-Arkkitehtien laatimaa asemapiirrosluonnosta Hybridin rakennusalueesta. Rakennus täyttää suuren osan varausalueesta, varausalueen lounais-/länsiosaan jää piha-alue, joka yhtyy Ahdinaltaan portaisiin ja luiskiin. Piha-alue on suunniteltu noin tasoon +4,0. Ahdinaltaan portaat ja luiskat toteutetaan Helsingin kaupungin suunnitelmien mukaan. Ahdinaltaan portaiden alataso on alustavissa suunnitelmissa tasolla noin +2,0.

Lisäksi Hybridiin kuuluu ajoyhteys Länsisatamankadulta rakennuksen maanlaiseen pysäköintihalliin Royal Parkin varausalueen kautta.

Alueen maankäyttö on esitetty kuvassa 2.

2.2 Alueelle aiemmin laaditut suunnitelmat ja suoritettut toimenpiteet

Alueelle on laadittu Helsingin kaupungin toimesta esi-, ja rantarakentamisen suunnitelmia useassa vaiheessa.

Ahdinaltaan alueelle on laadittu esirakentamisen rakennussuunnitelma keväällä 2018, joka käsittää mm. nykyisen Valtamerilaiturin purkamisen, meritäytön suunniteltuun rantaviivaan saakka, täytön syvätiivistyksen sekä Ahdinaltaan madallustäytön. Osa kyseisen rakennussuunnitelman toimenpiteistä sijoittuu kokonaan nyt tarkasteltavan alueen ulkopuolelle, eikä kyseisiä toimenpiteitä ei ole

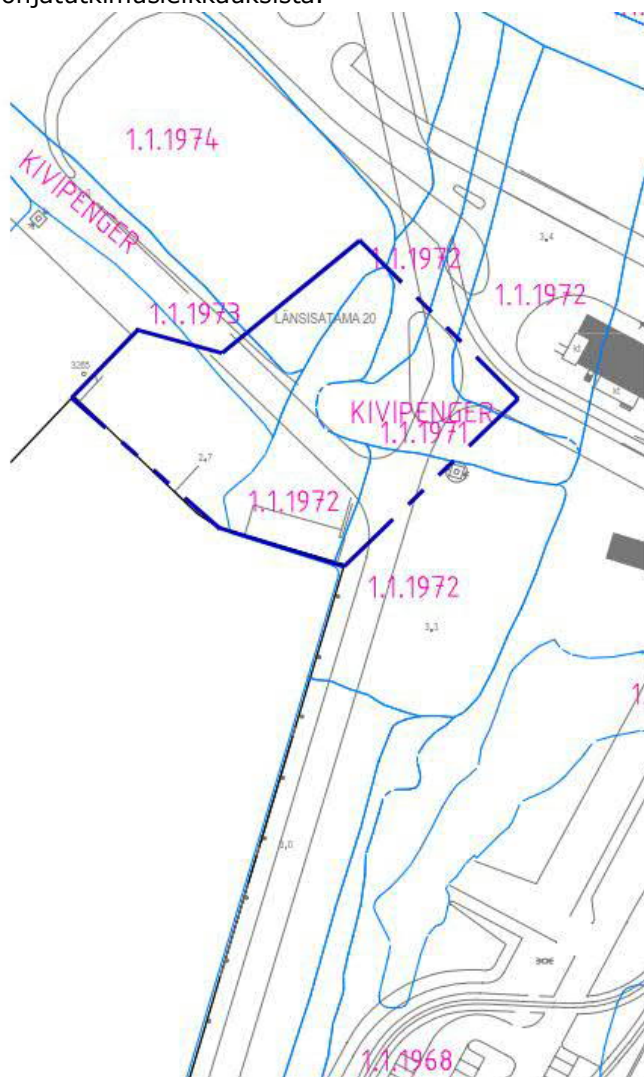
huomioitu tässä tarkastelussa. Nämä esirakentamistoimenpiteet on jo alueella toteutettu vuonna 2018.

Aiemmassa suunnitteluvaiheessa Ahdinaltaan alueelle on tehty Valtamerilaiturin edustan ruoppaus- ja täyttösuunnitelma, jonka mukaiset työt on tehty vuonna 2016. Lisäksi alueelle on laadittu kaavoitusta varten Matkustajasataman AK7 pohjarakentamisen yleissuunnitelma (2014), Aaltoilu- ja virtausmallinnus (2016) sekä Atlantinsillan suojapenkereen, Valtamerilaiturin edustan täytön ja Ahdinaltaan madallustäytön yleissuunnittelu ja lupahakemus, 2016. Osa näiden suunnitelmien rakennustoimenpiteistä ei ole kohdistunut Hybridin alueelle.

Käynnissä on Ahdinaltaan rantamuurien rakenteen yleissuunnittelu, johon sisältyvät myös Hybridin edustan rantarakenteet.

2.3 Alueen aiempi ja nykyinen käyttö

Suunnittelualueen maaperä on kokonaisuudessaan mereen tehtyä täyttöä. Täytöt on rakennettu vuosina 1967-1972 edeten pohjoisesta etelään. Meritäyttöjen eteneminen on esitetty kuvassa 4. Ennen täyttöä alueella on tehty ruoppauksia ja täyttö on tehty osin kovaan pohjaan ja osin merenpohjassa olleen savikerroksen päälle. Täyttöjen alla olevien savikerrosten kerrospaksuus ilmenee pohjatutkimusleikkauksista.



Kuva 3. Suunnittelualueelle tehdyt täytöt eri vuosina

Alue on ollut koko historiansa ajan satama-alueita, aiemmin alueella on sijainnut satamarakennus L7. Alue on tällä hetkellä pääosin asfaltoitua Helsingin Sataman liikennöntialuetta.

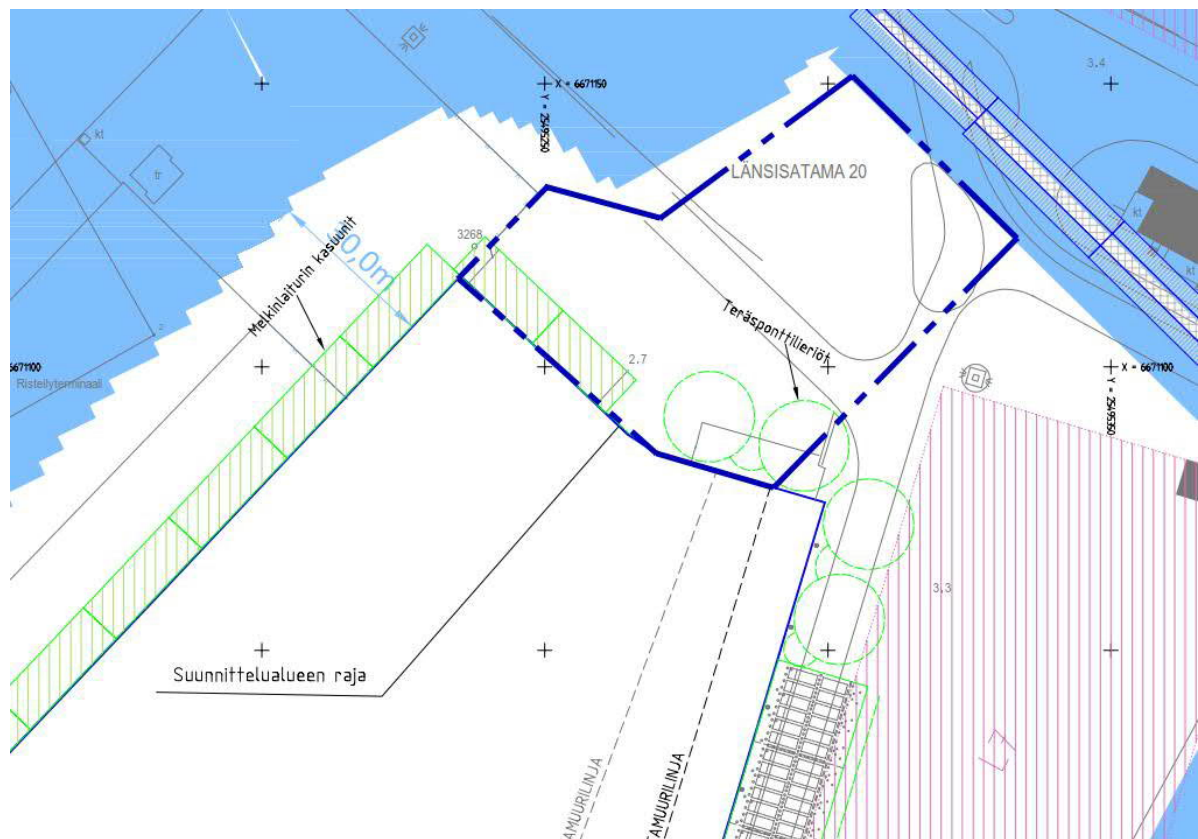
2.4 Alueen nykyiset rakenteet

Alue toimii nykyään liikennöntialueena. Ilmakuvien perusteella aluetta on käytetty ennen vuotta 2018 satamatoimintaan liittyvänä raskaiden ajoneuvojen pysäköintialueena.

Alueen eteläkulmassa sijaitsevat ovat Melkinlaiturin ponttisiilorakenteet (terasponttilieriöt) maan pinnan alapuolella. Terasponttilieriöt ovat hiekalla täytettyjä ja ulottuvat läheltä maanpintaa n. 12-15m syvyydelle maanpinnasta. Ponttisiilorakenteita sijoittuu suunnitellun rakennuksen eteläosan alle.

Alueen lounais-/länsiosassa sijaitsevat ovat Melkinlaiturin kasuunirakenteet. Kasuunirakenteet ulottuvat läheltä maanpintaa merenpohjan tasolle, eli noin 13...15m syvyydelle maanpinnasta.

Alueen olevat rantarakenteet on esitetty kuvassa 4 sekä tarkemmin piirustuksessa 02 Nykytilan-
nekartta ja pohjatutkimusleikkauksissa 04...10.



Kuva 4. Alueen olevat rakenteet

Olevat kasuunirakenteet ja ponttisiilorakenteet on Helsingin kaupungin laatimassa Ahdinaltaan pohjarakentamisen yleissuunnitelmassa esitetty osittain kunnostettavaksi ja osittain purettavaksi. Kasuunirakenteet on yleissuunnitelmassa esitetty jätettäväksi maahan/kunnostettavaksi ja teräsponsnttilieriöt purettavaksi yläosiltaan. Uimaranta-alueen suunnittelu on kuitenkin vielä kesken ja sen osalta tehtävät suunnitelmaratkaisut vaikuttavat voimakkaasti laiturirakenteen kunnostustapaan. Uimarannan ja laiturirakenteiden suunnitteluratkaisut tulee yhteensovittaa Hybridin liittyviltä osin Hybridin suunnitelmien kanssa Helsingin kaupungin suunnitelmien edistyessä.

Ponttisiilorakenteet sijaitsevat suunnitellun rakennuksen eteläosan alla. Näiltä osin ponttisiilorakenteet tulee purkaa ennen Hybridin rakennustöitä vähintään rakenteiden edellyttämään tasoon.

Olevien kasuuni- ja teräsponnttilieriörakenteiden kunnostus- ja purkutyöt ovat haasteellisia.

Aluetta ympäröivät kadut ja kunnallistekniikka on pääosin rakennettu. Tontin rajaa kulkeva Län-sisatamankatu on käytössä oleva katu, jonka alla on valmis kunnallistekniikka. Vesihuoltolinja on rakennettu paalulaatalle.

2.5 Pohjatutkimukset

Suunnittelualueella on tehty pohjatutkimuksia useana eri ajankohtana, pääasiassa 1960-70 -luvuilla ennen alueen täyttöä ja 2010-luvulla sekä nykyiseltä täyttöalueelta että merialueelta. Viimeisimmät pohjatutkimukset on tehty vuonna 2018 Helsingin kaupungin toimesta. Uusimmat pohjatutkimukset on tehty puristin-heijarikairauksina. Osasta pohjatutkimuspisteistä on lisäksi tehty kallionpinnan varmistus poraamalla.

Pohjatutkimuspisteiden sijainnit on esitetty pohjatutkimuskartalla.

Tätä selvitystä varten ei ole tehty pohjatutkimuksia ja tutkimusmäärän on arvioitu olevan riittävä tätä rakennettavuustarkastelua varten. Jatkosuunnittelussa alueelta tulee tehdä lisäpohjatutkimuksia perustamisen tarkempaa suunnittelua varten.

2.6 Pohjasuhteet

Suunnittelualue on täytetty mereen 1970-luvulta alkaen. Täyttö on tehty alueelle louheesta ja/tai kitkamaasta rakennettujen reunapenkereiden rajaamiin altaisiin. Täyttömateriaalina on käytetty mm. kitkamaalajeja, merihiekkaa sekä sekalaista rakennusjätettä. Vanhojen täyttökarttojen perusteella suunnittelualueen täytöt on tehty pääsääntöisesti merihiekalla. Täyttö on paikoin tehty merenpohjassa olleen savikerroksen päälle ja osin savi on ruopattu ennen täyttöä. Vanhojen suunnitelmien perusteella Valtamerilaiturin rakentamisen yhteydessä on tehty portaittainen saven ruopaus laiturin kannen levyiseltä alueelta.

Nykyinen maanpinta vaihtelee noin tasolla +2,0...+2,9.

Ahdinaltaan pohjukassa täyttö on tehty merihiekalla ja täytön tiiveys vaihtelee. Täyttökerroksen paksuus on arviolta noin 15...20 m. Alueella tehdyissä pohjatutkimuksissa ei ole havaittu täytön alapuolella savikerrosta. Alueelta on kuitenkin hyvin rajallisesti täyttötöiden jälkeen tehtyjä varmistavia pohjatutkimuksia. Jatkosuunnittelussa tulee varautua siihen, että täytön alle on jäänyt ainakin paikoitellen savea. Paikoin täyttökerroksessa on havaittu välikerroksia, jotka ovat sisältäneet savea, silttiä, tiiltä ja rakennusjätettä. Täyttökerroksen alapuolella on noin 5...10 m paksuudelta luonnollinen hiekka-/moreenikerros ennen kallionpintaa.

Alueen kallionpinta on porakonekairausten perusteella pääosin noin tasolla -15...-30. Alueen koillisosassa, kallionpinta nousee ylimmillään noin tasolle -15.

Pohjatutkimuspisteiden sijainti ja kairausdiagrammit sekä alueen täyttöhistoria on esitetty pohjatutkimuskartoissa ja -leikkauksissa.

2.7 Turvalliset rakentamiskorkeudet

Alueen turvalliset rakentamiskorkeudet ovat saatavilla Helsingin kaupungin karttapalvelusta.

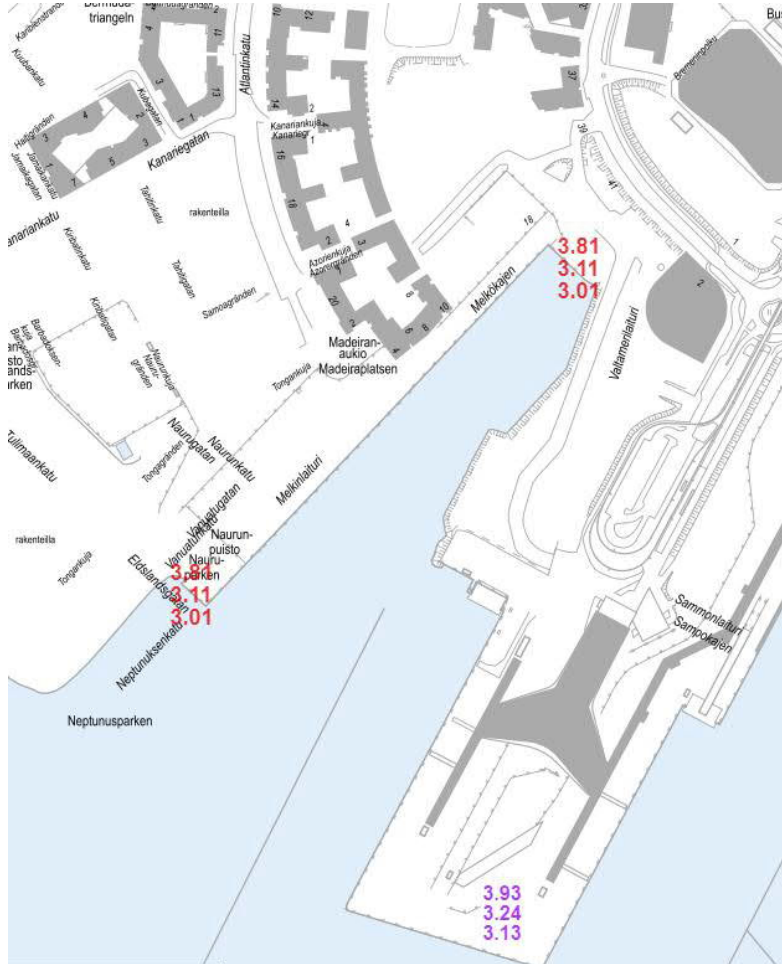
Ahdinaltaan pohjukan osalta turvalliset rakentamiskorkeudet ovat seuraavat:

- **Vuonna 2020: +3,01**
- **Vuonna 2050: +3,11**
- **Vuonna 2100: +3,81**

Rakenteiden 100v mitoituskäytäntöä vastaava turvallinen rakentamiskorkeus on +3,81.

Turvallisen rakentamiskorkeuden alapuolelle toteutettavat rakenteet tulee suunnitella ja toteuttaa vesitiiviinä rakenteena.

Kuvassa 5 on esitetty kartalla alueen turvalliset rakentamiskorkeudet.



Kuva 5. Turvalliset rakentamiskorkeudet alueella (lähde: Helsingin kaupungin karttapalvelu)

2.8 Pohjavesi

Jätkäsaaren alueella pohjavesi on pääosin merivettä, joka pääsee virtaamaan melko vapaasti huokoisissa täyttömaakerroksissa. Alue on lähes kokonaan asfaltoitu ja sadannasta muodostuu pohjavettä hyvin pieniä määriä. Pohjaveden pinta noudattelee merenpinnan korkeusvaihteluja.

Varsinaista virtaussuuntaa alueen pohjavedellä ei ole, vaan virtausta säätelevät merenpinnan korkeusvaihtelut.

Tutkimusalueella ei sijaitse pohjavesiputkia, pohjaveden laatutietoja ei ole tarkasteltu tässä selvityksessä.

2.9 Painumat

Alueella voi tapahtua painumia, mikäli nykyisen maapohjaan päälle tuodaan lisäkuormaa. Nykyisellään täytöt ovat olleet nykytasossaan hyvin pitkään ja suurimmat painumat ovat jo tapahtuneet. Painuman suuruutta tulee arvioida jatkosuunnittelussa tehtävien täydentävien tutkimusten ja niistä tehtävien analyysien perusteella.

3. PERUSTAMISTAVAT JA POHJARAKENTAMINEN

3.1 Maaleikkaus ja pengerrys

Maaleikkausta tulee tehtäväksi ainakin rakennusten alla ja piha-alueilla vähintään rakennekerrosten vaatimassa laajuudessa. Leikkauksien määrään voidaan vaikuttaa rakennuksen sijoittelulla ja lattiatasolla.

Alueen alustavat suunnitellut pinnantasot ovat tiedossa suunnittelun tässä vaiheessa. Pengerrystä alueelle tulee tehtäväksi noin 1...1,5m verran kauttaaltaan. Tulevan maanpinnan taso pyritään sovittamaan lähelle olevaa maanpinnan tasoa kuitenkin siten, että mahdollisessa tulvatilanteessa vesi pääsee poistumaan painovoimaisesti kohti Ahdinallasta. Alueen tulvakorkeus on tasolla +3,8, aaltoilu huomioiden. Mikäli vesistön alueelle voidaan rakentaa aaltoilua vaimentavia rakenteita, voidaan tulvakorkeuden tasona pitää tasoa +3,2.

Rakennuksen alapuoliset täytöt tehdään karkeasta, routimattomasta materiaalista, mieluiten kalliomurskeesta tai sepelistä.

3.2 Rakennusten perustamistavat

Alustavissa ARK-suunnitelmissa on esitetty tulevan rakennuksen alimmaksi lattiatasoksi +1,0 rakennuksen kellarissa sijaitsevan autohallin osalta. Rakennuksen 1. kerroksen suunniteltu alustava lattiataso on +4,5.

Rakennuksen perustamistavat on arvioitu olemassa olevien pohjatutkimusten perusteella. Alustavat perustamistavat on esitetty perustamistapakartalla. Tarkemmat perustamistavat määritetään jatkosuunnittelun yhteydessä tarkemmilla pohjatutkimuksilla.

Koko alueella rakennus esitetään perustettavaksi tukipaaluilla kantavan pohjamaan varaan.

Perustamistapa-alueet on esitetty liitteenä olevassa perustamistapa-alueet piirustuksessa.

Perustaminen paaluille:

Paalutus suositellaan tehtäväksi nykyiselle maanpinnalle tehtävän 0,5...0,8 m paksun työalustan päältä. Alustavan arvion mukaan paalupituus tukipaaluilla tulee olemaan noin 15-30m. Paalupiitteen arvioimiseksi kohteessa tulee kuitenkin rakennuksen suunnittelutyön yhteydessä suorittaa puristin-heijarikairauksia.

Paalutyypin valinta riippuu paalujen kantavuustarpeesta ja taloudellisimmasta ratkaisusta. Perustaminen suositellaan tehtäväksi lyötävien teräsputkipaalujen varaan paksujen merihiekkatäyttöjen vuoksi. Paalut suunnitellaan ja asennetaan paalutustyöluokassa PTL3. Paalujen suunnittelussa tulee huomioida paalun yläosassa, meriveden pinnan vaihtelualueella 7,5 mm korroosiovara 100 a mitoitusajalla. Vastaavasti pysyvästi veden pinnan alapuolella olevalla paalun osuudella voidaan käyttää 3,5 mm korroosiovaraa vastaavalla mitoitusajalla.

Teräsputkipaaluina voidaan käyttää seuraavia paaluja:

RR220/12,5 (S460MH) betonoitu liittopaalu (C35/45), Fd=1700 kN

RR270/12,5 (S460MH) betonoitu liittopaalu (C35/45), Fd=2100 kN

RR270/12,5 (S460MH) betonoitu liittopaalu (C35/45), $F_d=2500$ kN

Täyttö on tehty merihiekalla, joka saattaa sisältää kiviä ja lohkareita, jotka haittaavat paalutusta. Jatkosuunnittelussa tulee varautua osalla aluetta lyötävien paalujen korvaamiseen porattavilla paaluilla.

Paalutettavalla alueella rakennusten alapohjat tehdään kantavina rakenteina. Alapohjan alapuolelle suunniteltaville putkille toteutetaan putkikanaalit niiden huollettavuuden ja vaihdettavuuden varmistamiseksi. Alapohjat ja seinät toteutetaan vesitiiviinä rakenteena vähintään tasolle +3,8 saakka (100v mitoitusikä).

Rakennusten paalutuksen suunnittelussa tulee huomioida täytteen painumasta aiheutuva negatiivinen vaippahankaus, mahdollisille vinopaaluille tuleva kuormitus sekä paalujen korrosio.

Alueella kiinnittää erityistä huomiota siirtymärakenteisiin paalutettujen ja maanvaraisten rakenteiden liitoskohdissa.

3.3 Piha- ja liikennealueiden perustaminen

Koko tontilla tulee mahdollinen humus/kasvukerros poistaa. Rakennetuilla alueilla tavataan päällimmäisenä olevat rakennekerrokset/asfaltti. Alueen maanpinnan taso tulee nousemaan tämän hetkisestä pinnantasosta n. 1...1,5m. Olevien täyttökerrosten paksuudesta ja kuormitusajasta ei ollut tietoa käytettävissä suunnittelun tässä vaiheessa, joten näiden vaikutus mahdollisiin pihan pohjanvahvistustoimenpiteisiin tulee arvioida jatkosuunnittelussa.

Suunnittelualueen läheisyydessä Tyynenmerenkadulla sekä Länsisatamankadulla on tehty syvätiivistystä vuosina 2015-2016, näiden tiivistysten laajuudet on esitetty nykytilannekartalla. Kartalla on esitetty myös vuoden 2018 esirakentamisen urakkaan kuuluva syvätiivistys.

Ranta-alueen välittömässä läheisyydessä syvätiivistystä ei suositella suoritettavan olevien rantarakenteiden vaurioitumisriskin vuoksi. Nämä alueet on mahdollista perustaa maanvaraisesti. Näille alueille aiheutuu kuitenkin painumia riippuen alueelle tehtävän täytekerroksen paksuudesta. Mikäli tämän alueen painumia halutaan pienentää voi alueelle suunnitella kevennyksen.

Piha-alueiden perustamistavat on esitetty perustamistapa-alueet piirustuksessa.

Rakennekerrosten ja pohjamaan väliin asennetaan suodatinkangas (luokka N3), limitys $\geq 0,5$ m. Rakennekerrokset mitoitetaan kantavuuden perusteella ja tarvittaessa huomioidaan maaperän routivuus. Rakennekerroksissa tulee käyttää karkeita materiaaleja, joiden kapillaarinen nousukorkeus on pieni.

3.4 Kunnallistekniikka

Putkijohtojen rakentamisessa huomioidaan tapahtuvat pitkäaikaiset painumat ja niiden vaikutus putkien toimintaan. Putkista gravitaatioputket sietävät yleensä vain vähän painumia. Painejohdot ja kaapelit sietävät paremmin painumaa ja painumaeroja. Osalla aluetta putket perustetaan maanvaraisesti käyttäen painumien ehkäisemiseksi kevennystä putkien päällä. Asennusalan ja arinan paksuuden tulee olla yhteensä vähintään 300 mm.

Paalutettujen rakennusten seinälinjoilla varmistetaan siirtymärakenteilla (esim. teräsbetoninen siirtymälaatta, massanvaihto), ettei putkien tai johtojen rikkoontumista pääse rakennuksen/pihan rajakohdassa tapahtumaan pihan mahdollisten painumien vuoksi.

Kiinteistöjen liitosjohdot suositellaan perustettaviksi samalla tavalla kuin kunnan runkolinjatkin perustetaan. Länsisatamankadulla putkijohdot ovat perustettu paalulaatalle.

Putkikaivantojen yhteyteen on suositeltavaa rakentaa routakiilat, joilla tasataan routanousujen eroja putkijohtojen kohtien ja muun piha-alueen välillä.

3.5 Kaivannot

Arkkitehtiluonnoksissa rakennuksen alin suunniteltu lattiataso on tällä hetkellä noin +1,0. Kaivutaso tulee arviolta olemaan noin -1,0. Kaivutaso tulee olemaan noin 3-4m olevan maanpinnan alapuolella ja noin 1...1,5 m merenpinnan alapuolella.

Lähtökohtaisesti kaivannot tehdään tuettuina teräsponttiseiniä käyttäen. Ponttien alapäävät pyritään lyömään mahdollisimman syvälle, jolloin veden virtausta kaivantoon voidaan hallita paremmin. Kaivannon pohjalle rakennetaan työnaikainen suotovesien keräysverkosto.

Alustavasti ponttiseinä tuetaan yhdeltä tasolta kallioankkurein, mutta tämä tarkentuu rakennuksen suunnittelun aikana ja lisäpohjatutkimusten myötä.

Ponttia varten tarvitaan vähintään 2m työtilaa rakennuksen seinälinjasta. Länsisatamankadun reunalla ponttiseinä joudutaan mahdollisesti jättämään pysyvästi maaperään ja kellarin rakenteet toteuttamaan ponttia vasten.

Alustavasti on arvioitu, että työnaikainen teräsponttiseinä tulisi asentaa 2 m etäisyydelle tonttirajasta, mikäli rakennuksen seinälinja sijoittuu kiinni tonttirajaan.

Vedenpinnan alentaminen pontitetussa kaivannossa tapahtuu pumppauskaivojen avulla.

Mikäli vedenvirtausta kaivantoon ei saada hallittua teräsponttiseinällä tulee kyseeseen kaivannon tuenta porapaaluseinällä.

Maaperästä löytyvät metallikappaleet voivat hankaloittaa porapaalujen, ponttiseiniä ja ankkureiden asennusta. Ponttiseiniä asentaminen sekalaiseen, lohkareita sisältävään täyttöön ja tiiviiseen pohjamaareeniin saattaa edellyttää esim. löyhdytysporausta.

Tontin rajalla olevat kadut ja kunnallistekniikka saattavat hankaloittaa tontin nykyisten pohjarakennustöitä ja työnaikaisten kaivantojen toteutuksia. Läheiset rakennukset aiheuttavat rajoitteita työnaikaisten tärinöiden suhteen.

3.6 Rakennusten ja piha-alueiden kuivatus

Rakennus voidaan varustaa varmistussalaojituksella vesitiiviiden rakenteiden tason yläpuoliselta osalta. Järjestelmään kertyvät vedet johdetaan yleiseen viemäriin kunnan ohjeiden mukaan. Salaojat voidaan perustaa maanvaraisesti. Salaojaputkien ympärillä ja lattian alla käytetään salaojasoraa tai sepeliä. Salaojasoran sekoittuminen hienoainekseen estetään suodatinkankaalla. Betonirakenteeseen tehdään kapillaarikatko. Rakennuksen vierellä valmis maanpinta kallistetaan rakennuksesta poispäin kuivatusohjeiden mukaan. Salaojat suositellaan suunniteltavan ensisijaisesti painovoimaisesti toimivaksi.

Piha- ja liikennealueilla pinnanmuotoilu tehdään vähintään 1,5 %:n kaltevuuteen, jolloin valumavedet pääsevät poistumaan pintavaluntana. Tontille tulee rakennettavaksi sadevesiviemäröinti kaivoineen.

Mahdollinen hulevesien viivytyks alueella tehdään viranomaisvaatimusten mukaisesti.

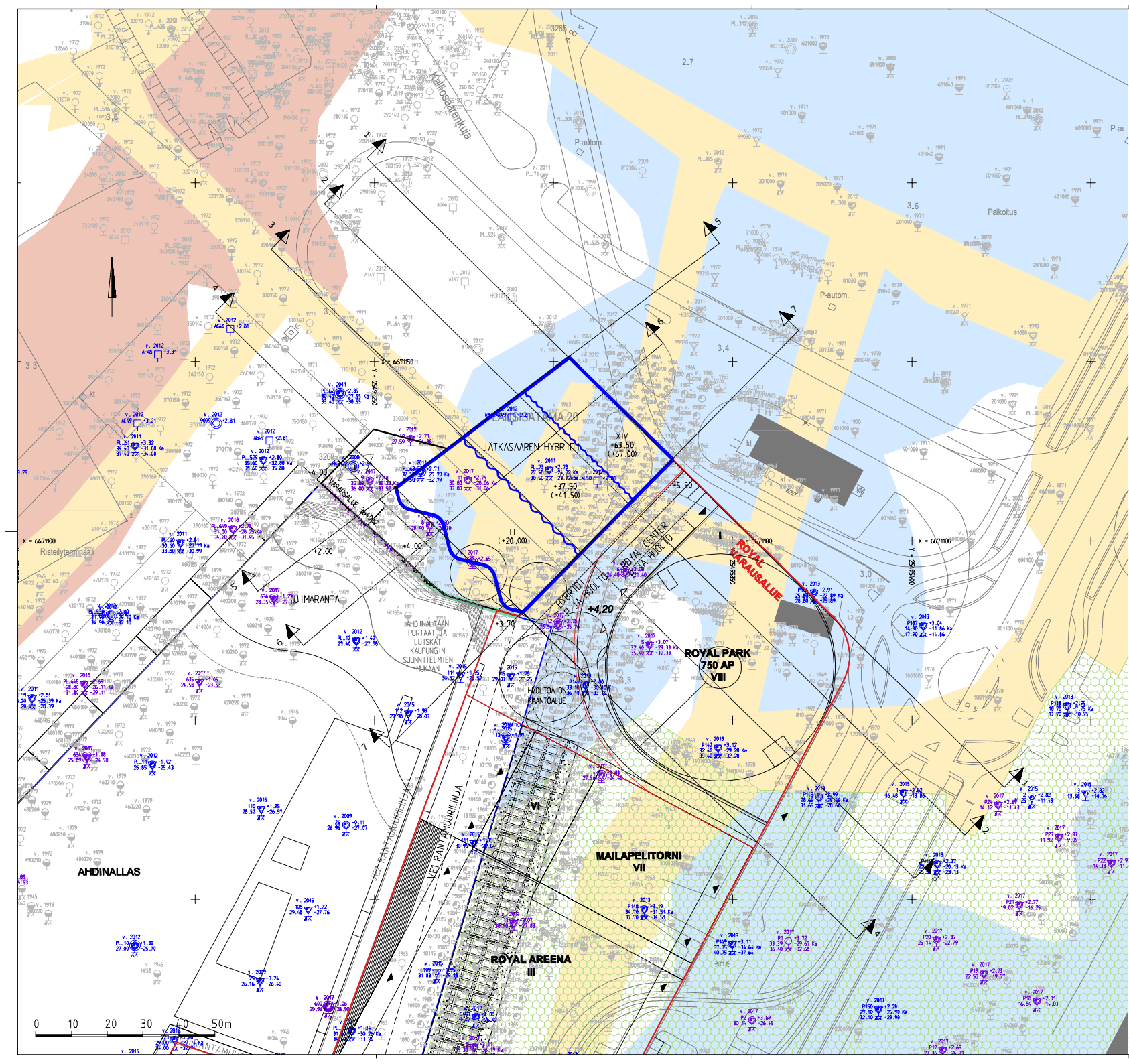
Asfaltoitavilla piha- ja liikennealueilla pinnanmuotoilu tehdään vähintään 1 %:n kaltevuuteen, suositeltava viettokaltevuus on 2,0–2,5 %.

4. JATKOTOIMENPITEET

Jatkosuunnittelua varten rakennusalueella tulee tehdä täydentäviä pohjatutkimuksia. Alueella aiemmin tehdyistä pohjatutkimuksista suurin osa on suoritettu ennen alueen täyttötöitä 1960- ja 1970-luvuilla. Täyttötöiden jälkeen alueella on tehty pohjatutkimuksia vain muutamista hajajaisista.

Pohjatutkimuksia tulee tehdä rakennuksen alueella maakerrosten tiiveyden/laadun ja kallionpinnan tason selvittämiseksi. Täydentävinä pohjatutkimuksina suositellaan tehtäväksi puristin-heijari- ja porakonekairauksia. Täydentävät pohjatutkimukset tulee suorittaa yleissuunnitteluvaiheen alussa.

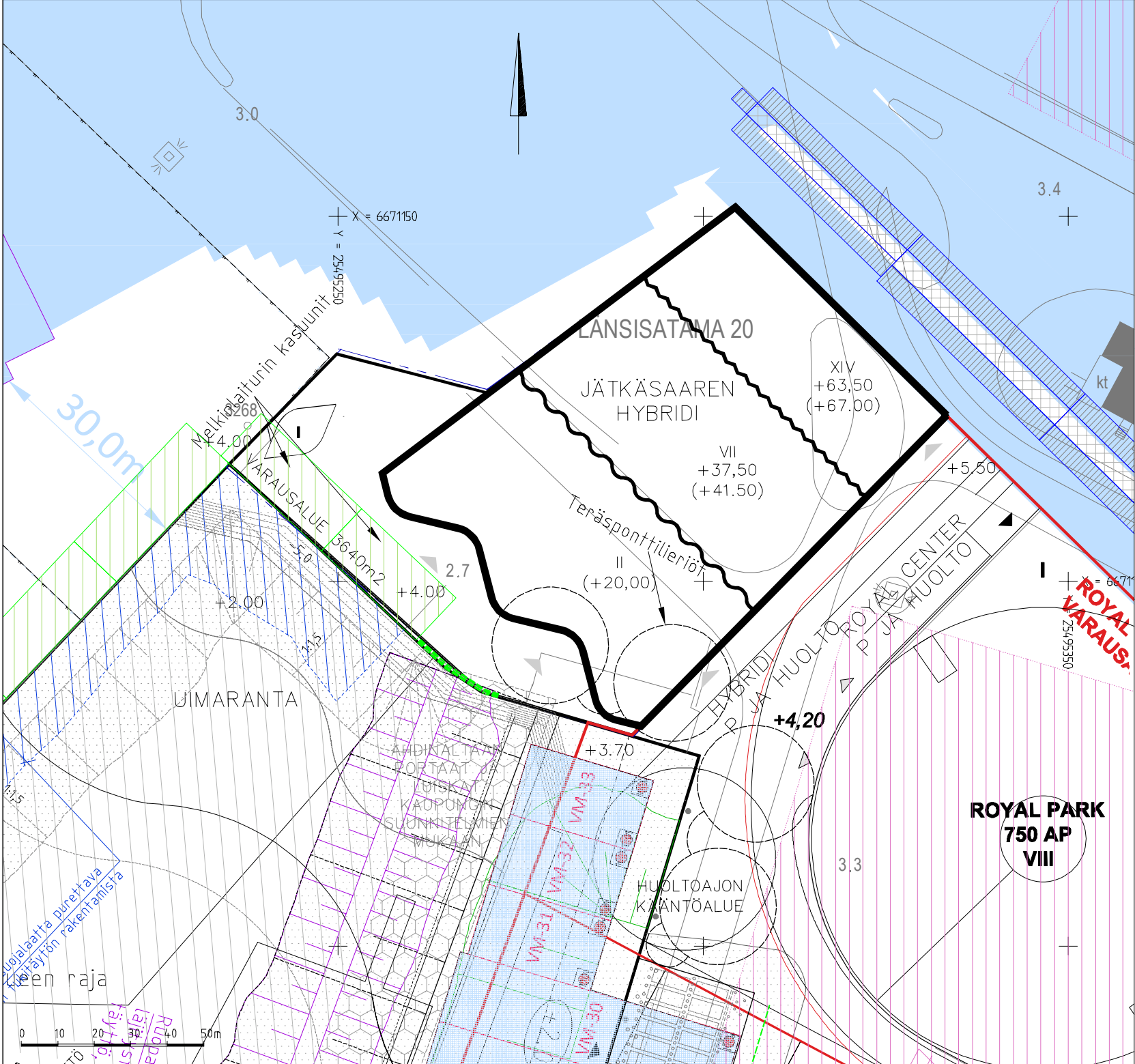
Jatkosuunnittelussa tulee huomioida alueen ympäristöön rakentuvat Royal parkkihalli, Ahdinaltaan uimaranta ja siihen liittyvät portaat sekä olevien rantarakenteiden kunnostus. Hybridin suunnitelmat tulee yhteensovittaa näiden ympäröivien rakennushankkeiden suunnitelmiin ja varmistaa liittymäpintojen tekninen toimivuus.



MERKINTÖJEN SELITYS:





-  Tarkemmin määriteltämätön täytealue
-  Vanha louhe- tai kittamaapenger, yläpinta ~+1.0
-  Täytteen alla savea
-  Savi poistettu täytteen alta
-  Merihiekätyttöalue (perustuu Helsingin satamalta saatuu tietoon ja vanhoihin merihiekätyttöalueen karttoihin)
-  Ruoppaamatta jätetty savi ja savikerroksen paksuuskäyrästä

Koordinaatti-/ korkeusjärjestelmä		ETRS-GK25/ N2000	
Kaava-alue	Korttelin tila	Tontti/ R:n:o	Vuononimen merkintä
Länsisatama			
Rakennustilenselitys			Pohjatutkimusmerkintä
Uudisrakennus			Pohjatutkimuspiirustus
Rakennuskohde nro ja osoite			Pohjatutkimus
Wasagroup Oy			Pohjatutkimuskartta
Helsinki, Jätkäsaari			1:500
Jätkäsaari Hybrid			
RAMBOLL	Ramboll Finland Oy	Suunnittaja	Työnumero
	PL 25, Itäkahvilaankuja 3	GEO	1510059941
	02051, Espoo	Pohjatutkimus	01
	puh. 020 755 611	Päivä	11.12.2020
Tyy: (nimi, sukunimi, allek.)		Piir. / Suunn.	
DE Kati Tuynela		Piir.	






MERKINTÖJEN SELITYS:

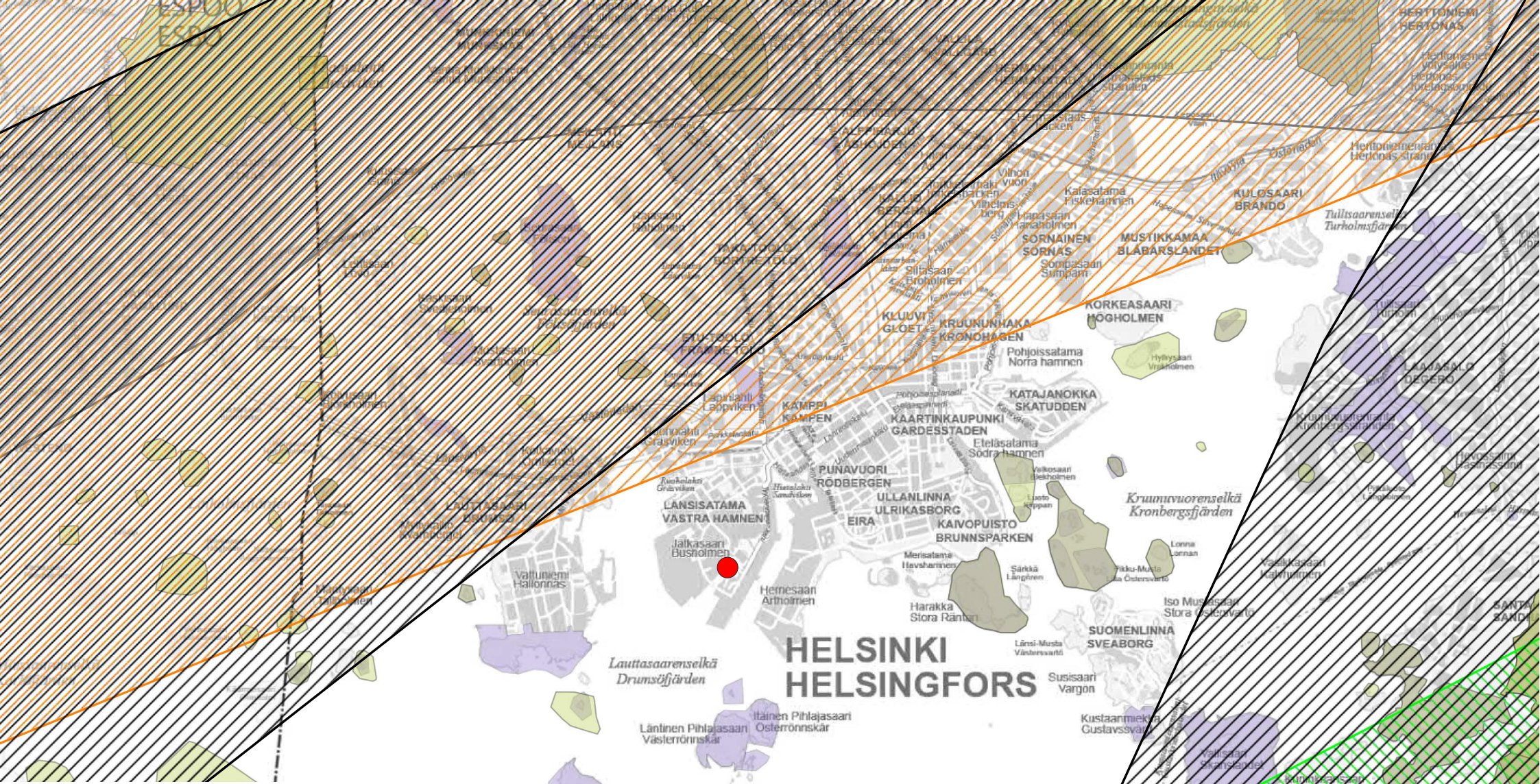
NYKYISET JA PURETUT RAKENTEET:






-  Puretut rakennukset ja niiden perustukset
-  Nykyiset laiturirakenteet
-  Ponttiseinä
-  Teräsponsittilieriö

TEHDYT POHJANVAHIVISTUKSET:

-  Syvätiivistys
-  Paalulaatta
-  Paalulaatan siirtymärakenne

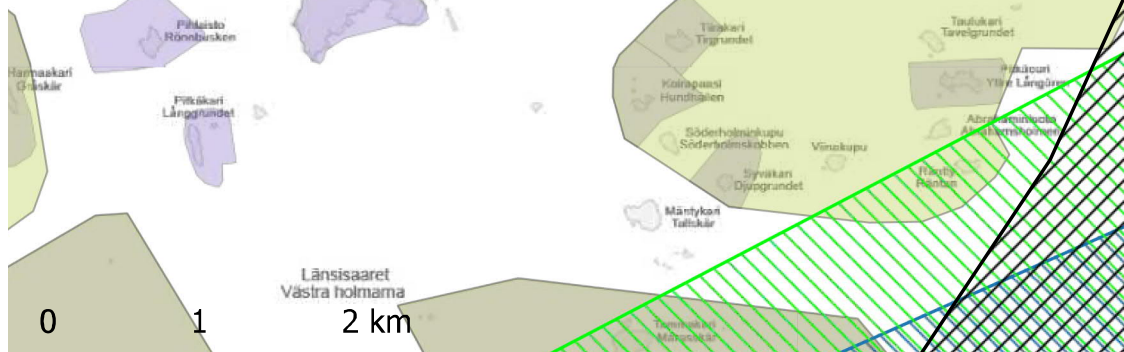
Koordinaatti-/ korkeusjärjestelmä		ETRS-GK25/ N2000	
Kassa/ vihti	Korttel/ tila	Tontti/ R:n:o	Vuoromäärän merkintä
Länsisatama			
Rakennusohje		Piirustus	Julkaisu no
Uudisrakennus		Pohjatutkimuspiirustus	
Rakennuskohde nimen ja osien		Piirustuksen sisältö	Mittakaava
WasaGroup Oy		Nykytilannekartta	1:250
Helsinki, Jätkäsaari			
Jätkäsaari Hybrid			
RAMBOLL	Ramboll Finland Oy	Suunnittaja	Työnumero
	PL 25, Tieshallintokatu 3	02	1510059941
	02061 Espoo	Piirustussuunnitelma	02
	puh: 020 755 611	Pila	11.12.2020
Rev: (nimi, lukkno, alkoi)		Pila	
DE Kall Tyyneä		Pila	



-  varpushaukka-syksy
-  valkoposkihanhi-kevat
-  merimetso-kevat
-  merikotka-syksy
-  maakotka-syksy
-  hiirihaukka-syksy
-  Maakunnalliset lintualueet
-  Helsingin tärkeät lintualueet



HELSINKI
HELSINGFORS





KIRJO

Sisällys



Selostus	s.3
Konteksti	s.4
Naapurusto	s.10
Luonnos	s.18
Laajuustiedot	s.43
Pysäköintiselvitys	s.44
Varjostus selvitys	s.45

Konteksti

Jätkäsaari on Helsingin kantakaupunkia. Vanha satama-alue on rakentumassa kansainvälisen tason kaupunginosaksi, jossa asuminen, työnteko, viihtyminen ja matkailu muodostavat moni-ilmeistä kaupunkielämää. Tiivis, kortteleihin perustuva kaupunkirakenne rajautuu merenrantaan ja näyttävään keskuspuistoon.

Kirjo sijaitsee erinomaisella paikalla näiden rajapintojen kohtaamispaikassa. Keskuspuisto kohtaa meren Ahdinallas-nimisen vanhan satama-altaan äärellä. Hankkeen tontti sijaitsee altaan pohjukassa, suunnitellun uuden julkisen hiekkarannan luona meren ja pitkien avomerinäköjen äärellä.

Suunnitelma pyrkii hyödyntämään tämän ainutlaatuisen paikan potentiaalin kokonaisuutta rikastuttavalla ja täydentävällä tavalla.

Naapurusto

Sijainti on erinomainen kunnianhimoiselle toimitilahankkeelle. Yhteydet koko Helsingin metropolialueelle ovat erinomaiset ja Ruoholahden, Campus Marian ja muun kantakaupungin toimitilakeskittymät ovat aivan naapurissa. Toisaalta lyhyt kävely-yhteys Tallinnan terminaaliin ja rauhalliset näkymät merelle tuovat sijainnille jotain ainutlaatuista.

Rakennus hahmottuu selkeästi omana, moni-ilmeisenä kokonaisuutena Jätkäsaaren asuinkortteleiden ja satama-alueen välissä. Alueen lähipalvelut ovat erinomaiset ja erityisesti liikunta- ja vesiurheilumahdollisuudet tulevat olemaan lähiympäristössä vertaansa vailla.

Synergiaedut tontin eteläpuolelle suunnitellun Royal Center -urheilu- ja tapahtumakeskuksen kanssa sekä Länsisataman matkustus- ja pysäköintiinfrastruktuurin kanssa ovat huomattavat.

Luonnos

Rakennus on kolmen erilaisen päällekkäisen toiminnon muodostama hybridi. Toiminnot muodostavat keskenään synergiaetuja ja täydentävät toisiaan, sekä hyödyntävät maantason ja ylempien kerrosten ominaispiirteitä ja vahvuuksia. Porrasteinen massa laskeutuu merenrantaa sekä viereistä asuinkorttelia kohti matalaksi ja nousee Länsisatamankadun reunaan vasten uljaaksi ja paikan hyvin ja pysyvästi haltuun ottavaksi laadukkaaksi ja nykyaikaiseksi kaupunkitaloksi.

Rakennus avautuu maantasostaan sekä Länsisatamankadun että rannan suuntaan, muodostaen aktiivisen ja elävöittävän suhteen ympäröivään kaupunkitilaan. Rakennuksen ja rannan väliin sijoitetaan ulko-oleilutoimintoja, sisältäen virvokkeiden tarjoilua. Ranta muokataan porrastuvasti laskeutumaan hiekkarannan tasoon.

Rakennuksen julkisivut suunnitellaan kohteen ominaispiirteet, ympäristö, toiminta, kaupunkikuva ja ekologia huomioiden. Meren puoleinen julkisivu sekä toimisto- ja huoneistohotellimassan osalta myös asuinkorttelin puoleinen julkisivu, toteutetaan jokaisen toiminnon osalta erilaisella, pohjapiirityksessä aalto- ja murtoviivaa yhdistävällä lasijulkivuna. Jätkäsaarenkadun sekä sataman puoleinen julkisivu on mittakaavaltaan ylöspäin mennessä tivistyvä kevyt lasi- ja alumiinipintoja yhdistävä ruutujulkisivu. Maantasossa rakennuksen sivujulkisivut ovat umpinaisempia, sisältäen yksittäisiä tarkkaan harkittuja aukkoja ja yksityiskohtia.

Rakennus on toiminnallisesti integroitu kokonaisuus jossa kaikkiin kerroksiin päästään suoraan Jätkäsaarenkadun puoleisesta aulasta. Maantason liike- ja tapahtumatilaan on suora kulku sisäänkäyntikerroksesta. Tila aukeaa myös rannan puolen ulkoalueisiin. Toisen kerroksen myymälätilaan on liukuporrasyhteys sekä hissiyhteys sisäänkäyntiaulasta.

Toimistokerrokset ovat selkeitä ja pinta-alaltaan laajoja. Monitilatoimistoa voidaan mukauttaa käyttäjien tarpeiden ja toiveiden mukaan merinäköalaa ja kaupunkinäköalaa hyödyntäen.

Ylimmässä massassa sijaitsee huoneistohotelli jonka huoneista avautuu upeat näkymät meren sekä kaupungin suuntaan. Kattokerroksen ravintola- ja kokoustilat voivat palvella myös laajempaa asiakaskuntaa.

Konteksti

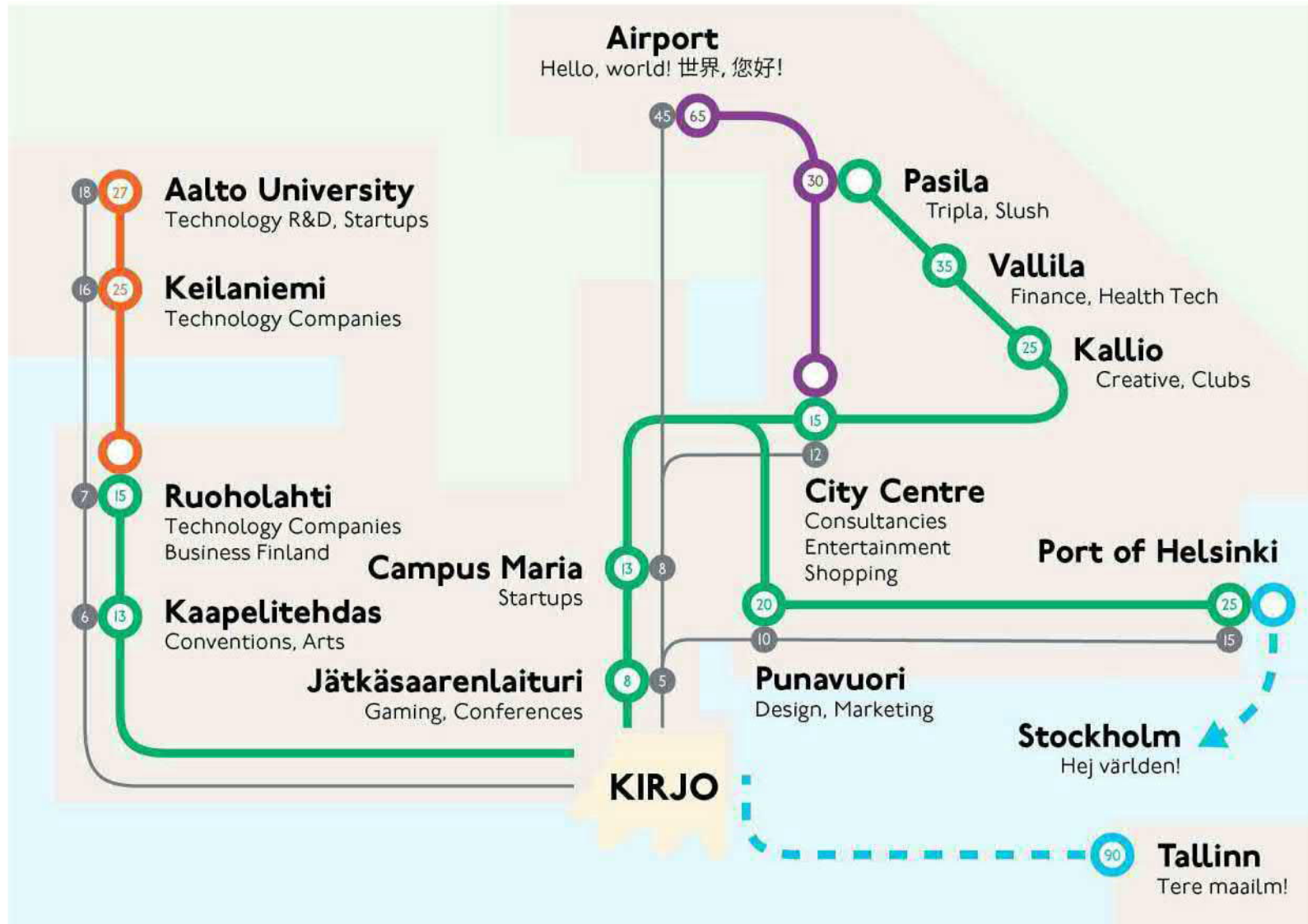
Konteksti











Naapurusto

Naapurusto

ALA

Stockholm overnight

Consultancies

Helsinki

Design

Marketing

Startups

Helsinki Airport 45 min drive

City Center 12 min drive

Major Companies

Jätkäsaari Hybrid

Tallinn 90 min

Aalto University / Keilaniemi 20 min

Hotels

Trams every 5 minutes

Jätkäsaari

A well connected sea-side neighborhood

Naapurusto



Suuryritykset ja instituutiot



Technopolis Salmisaari



Kemira VARMA

Eniram Fennovoima Kielikone Joint Stock Company
 Concern Titan-2 Norian Accounting Success Shopping
 Finland OOCL Paroc Teraloop Wargaming Helsinki

**BUSINESS
FINLAND**

Campus Maria

Startups Investors Partners
 Global Network Ecosystem Builders

Porkkalankatu street



Avanade E-Tilipalvelut Management Events Bilot
 Winetaste STT AAC Global TechCode Frantic
 Finnmatkat Synsam PwC Finland Epic HELSINKI
 Lightneer Octo3 Wolt Vaunu-Aitta Attendo Regus
 TATA Consultancy Services Administer Helsinki
 Alandia Vakuutus Viasat

High Tech Center (HTC)



Solibri Boeringer Ingelheim Finland Roger
 Studio Antilooppi GP Kiosked NAPA AlphaSense
 Flowplayer Genero Reddal ANDRITZ BCD Travel KK
 Valmennuskeskus



Jätkäsaari



Campus Maria Startupeja ja muuta



Startups

VOI Technology UpSteam Ivalo.com Selko Awake
 3Dbear RePack PrivacyAnt Pointscene Proximi.io
 Thinglink Prepaid Guardian X Linear Orbit Agilefant
 8-Bit-Sheep WorkAhead OneMind Dogs Naava Rundit
 Nolla Antimicrobial Inscripta Two Dads Valpas Ultimate.
 ai Brella Fiksari Selma Finance Unitary Healthcare
 Kodit.io Tabletkoulu Enterpay ViaEsca Experq Perille
 Consair Klevu Pindora Goalplan Meru Health Huoleti
 Priceff Logentia Kamu Health Epic Topaasia Osgenic
 Lightheart Ambronite Eve-Tech DieNo Games Innoduel
 CHAOS Ticker Espeo Software Iconic Chain IPRally
 Jackfinder LifeClass Meeshkan Motorious Entertainment
 Muuble Causalus Polka Dot Studio Positive Prepaid
 Quicksave Interactive Tangible Growth Virtual Air Guitar
 Company XMLdation Bolt Parlour Gigs Dragonbox
 Sutori Treamer hCaptcha Freed Nyxo Evasyst Fluid
 Intelligence PayPeanuts 3D Talo Dixu Vurt Trail
 Systems Front AI Everfells Fibo.io Voimada Askel.io
 Mightifier CBD Incorporated UseLess Valohai Visualynk
 Fluid Intelligence PayPeanuts Toristy Vorna ID Calqulate
 Urban Sports Club Metroc Futuredu SpinDrive Vilja
 Care Themo StepOut Flowstate Games Air0 Alvar Pet
 Big Ear Games Gravito PatientSky Spark Sustainability
 Toadkings Zoined Kamupak Rentmania AISpotter

Global Network

IUIA Sapiegos Sup46 Slush NordicMade Startup lab
 0IBooster Jetro Startup Stadium Founders House The
 Vault Nordic Innovation House



Investors

Inventure Maki.vc Superhero Capital Icebreaker.
 vc Gorilla Capital NGP Capital Courage Ventures
 Management Creandum Index Ventures Wave Ventures
 FiBAN NordicNinja Voima Ventures Schibsted Sky
 Northzone Play Ventures Creandum Vendep Capital
 Butterfly Ventures Helen Ventures

Partners

Accenture Danske Bank OP Lab Microsoft Nordea Telia
 KPMG Konecranes Greenstep Mäkitalo Lexia Leitzinger
 Fortum L&T San Francisco Barona Luova Civitta Agile
 Search JETRO Taival F Secure Palava Value Group
 Amazon Web Services Avoset

Ecosystem Builders

Industry Hack Founder Institute The Hub The Shortcut
 SMASH Upgraded Hello Ruby Vertical KIRA-digi Open
 Knowledge Suomen Yrityskehitys Aaltoes IDBM Aalto
 Repo Media FiBAN Startup Foundation Wikimedia
 Fintech Finland Inklusiiv Business Finland

Naapurusto



Grocery stores and other retailers



Central Park of Jätkäsaari



City Center 15 min



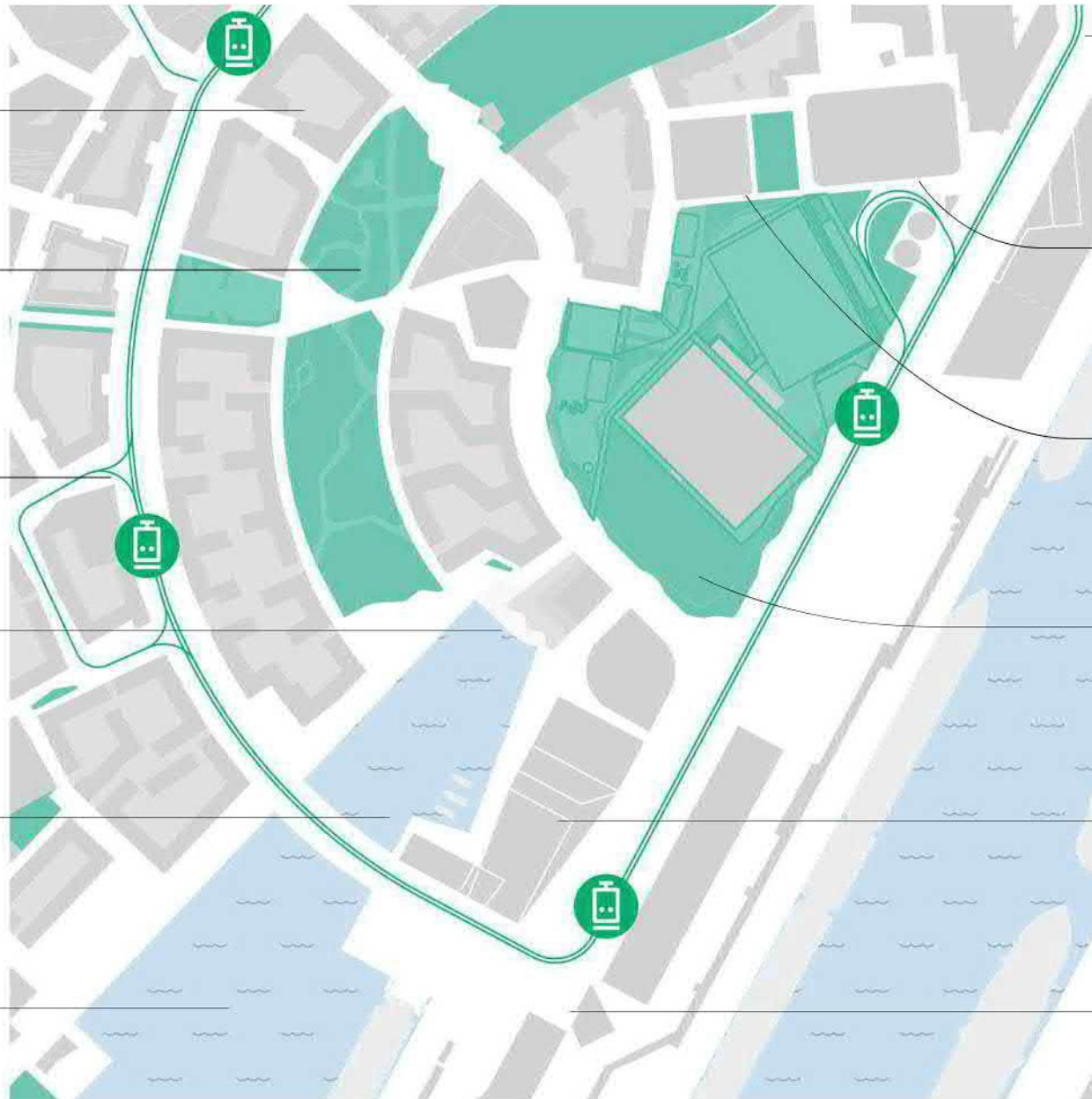
Beach



Boats



Views across the archipelago



The largest electronics store



Indoor sport, pools & day spa.



Showcasing Finnish Education



Outdoor fields and indoor hall



For opulent conventions



Ferries to Tallinn 90 min



Baltic Sea

Sailing



Ferry terminal

Tallinn 90 min



Beach

Swimming and ice dipping



Kirjo

An exciting mixed used tower



Sports Park

Fields and Indoor Hall



Bunkkeri

Indoor sports, pools and day spa



Verkkokauppa

Electronics retailer

Baana

ΛΛΛ



Kirjo



**Campus Maria
Startups 7 min**



**Oodi Library
10 min**



Luonnos 30.6.2021



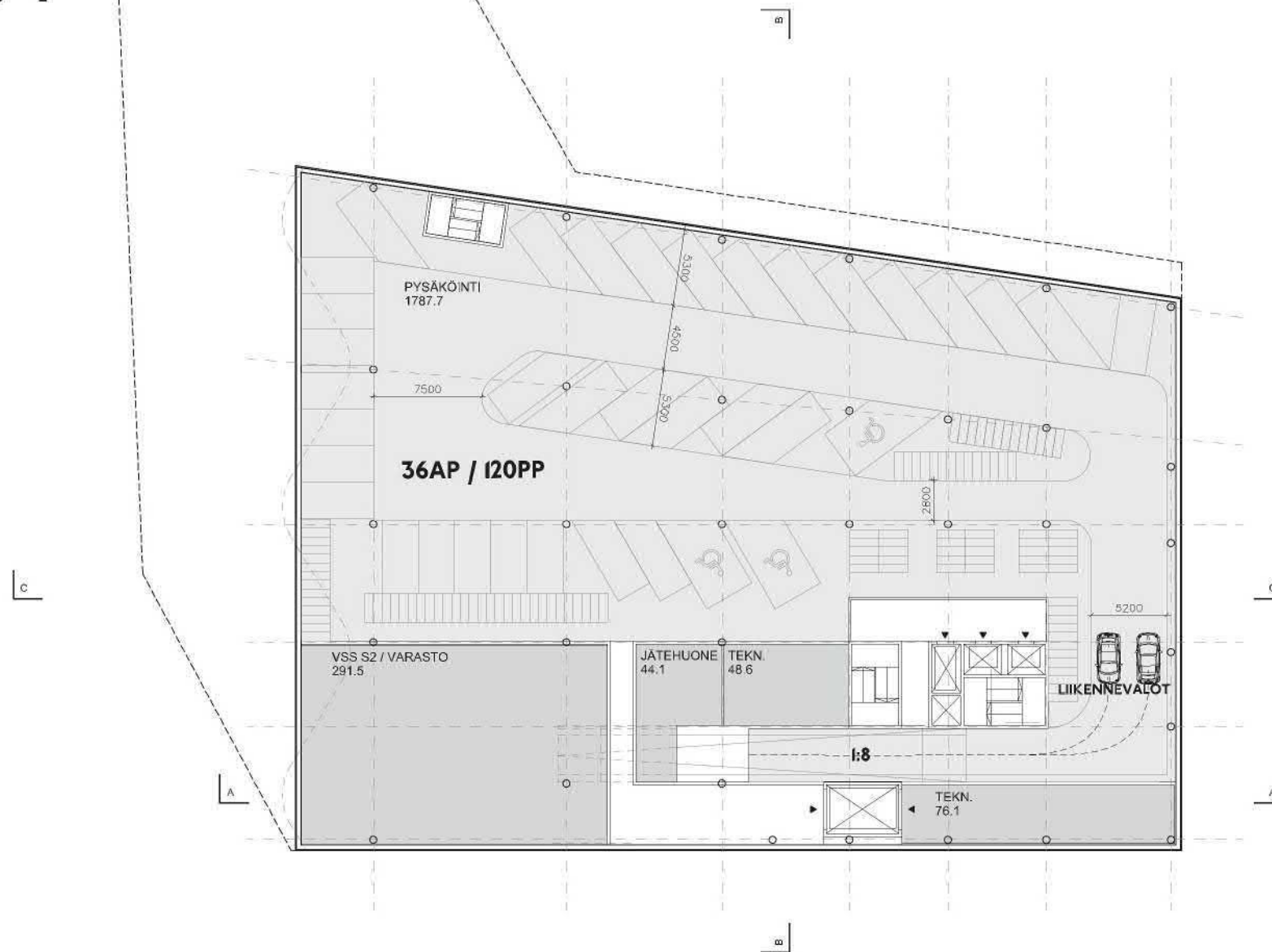


Asemapiirros

JALKAPALLOHALLI



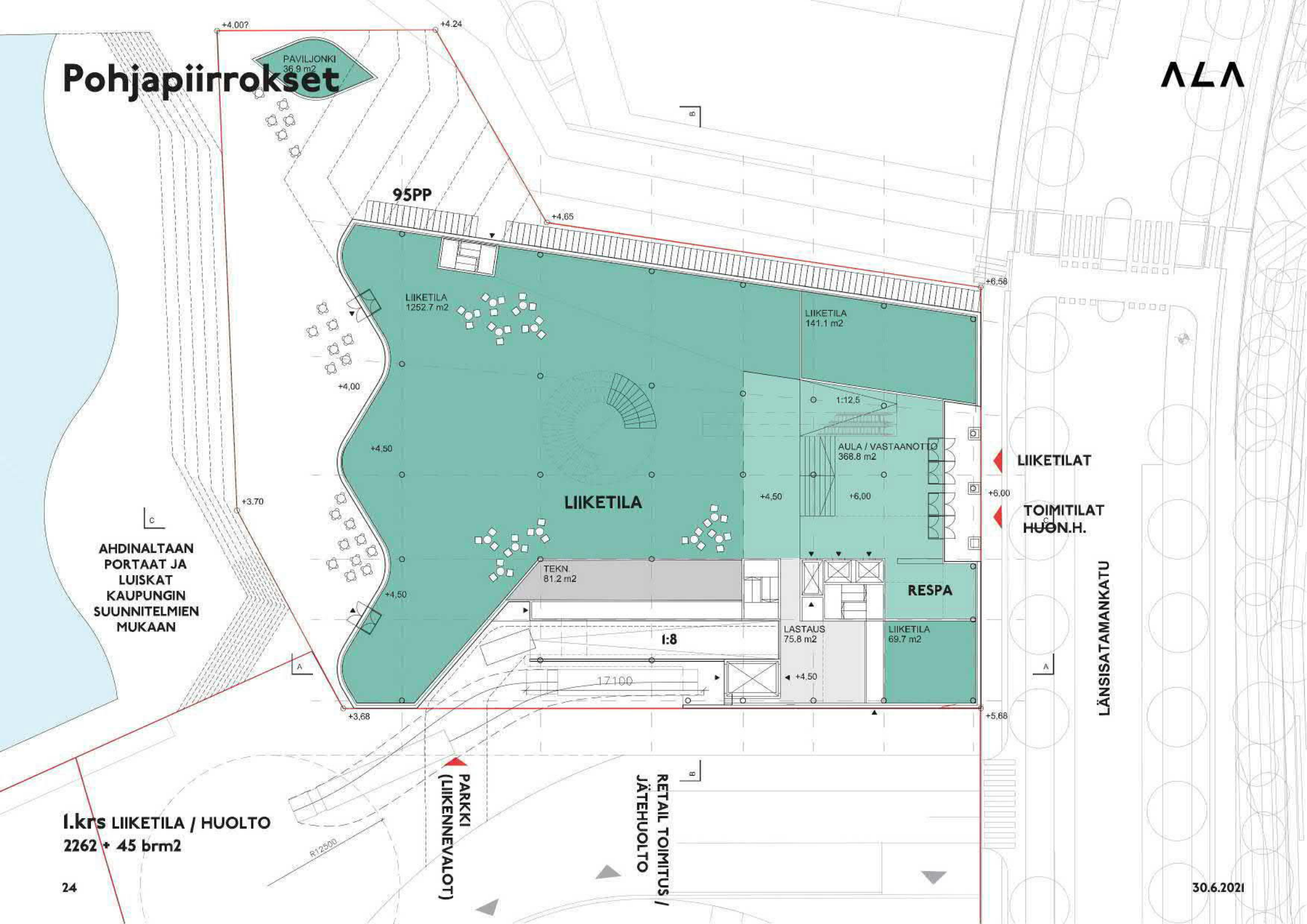
Pohjapiirrokset



KI PYSÄKÖINTI
2618 brm²

Pohjapiirroksset

ALA



AHDINALTAAN
PORTAAT JA
LUIKAT
KAUPUNGIN
SUUNNITELMIEN
MUKAAN

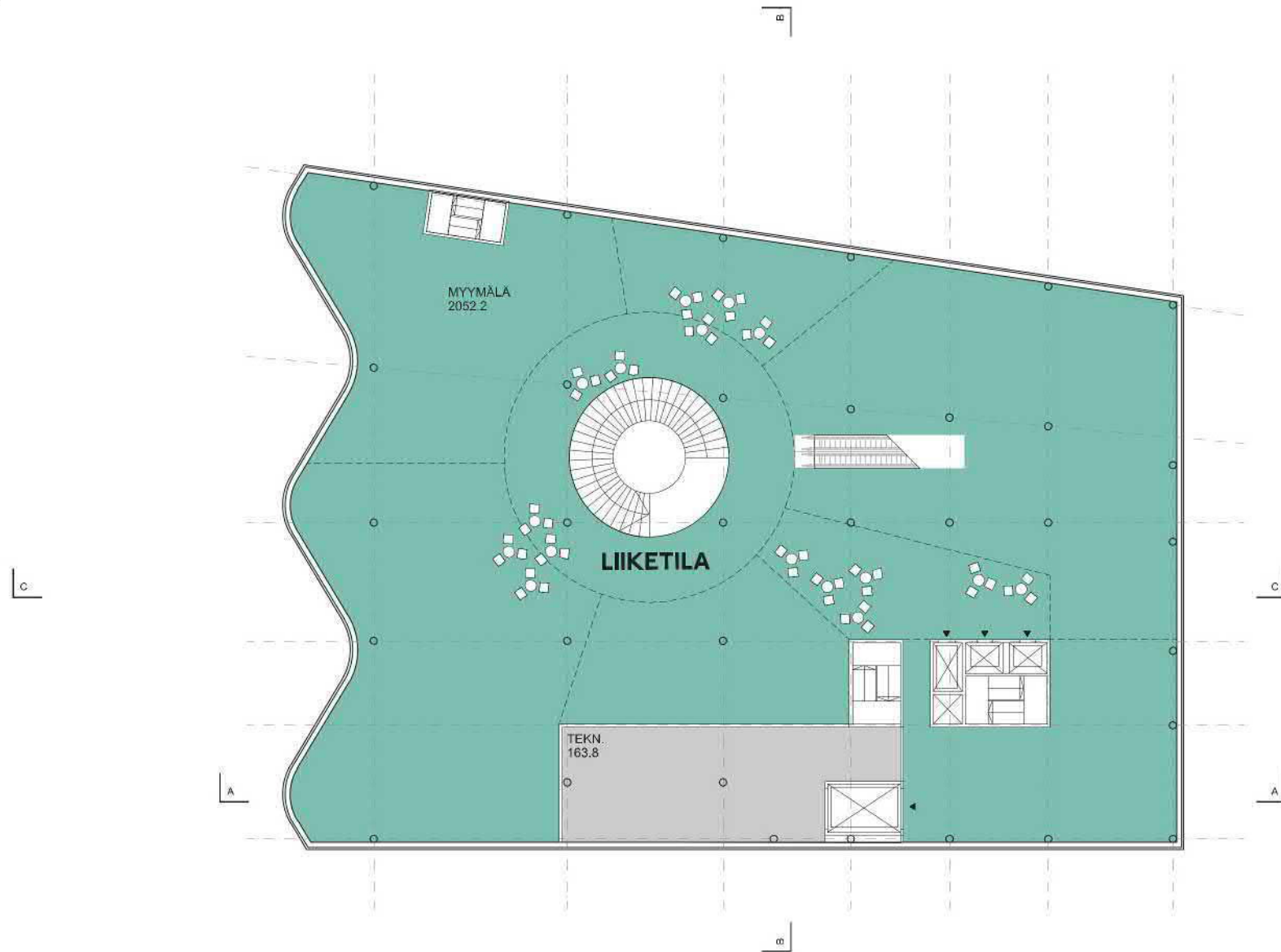
I.krs LIIKETILA / HUOLTO
2262 + 45 brm²

PARKKI
(LIIKENNEVALOT)

RETAL TOIMITUS /
JÄTEHUOLTO

LIIKETILAT
TOIMITILAT
HUON.H.

LÄNSISATAMANKATU



2.krs LIIKETILA
2450 brm²

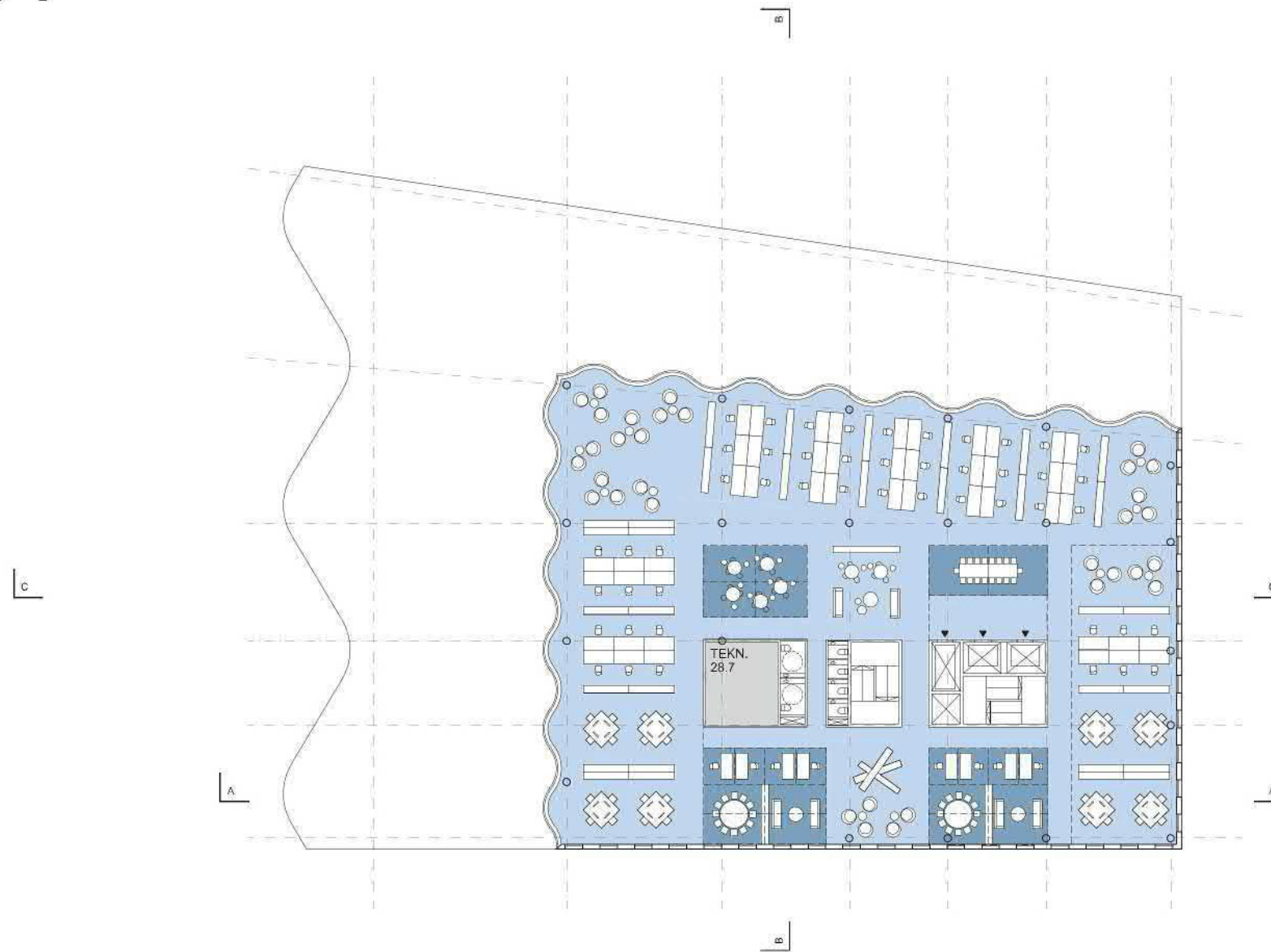




3.krs CO-WORKING - KONFERENSSI
1373 brm²



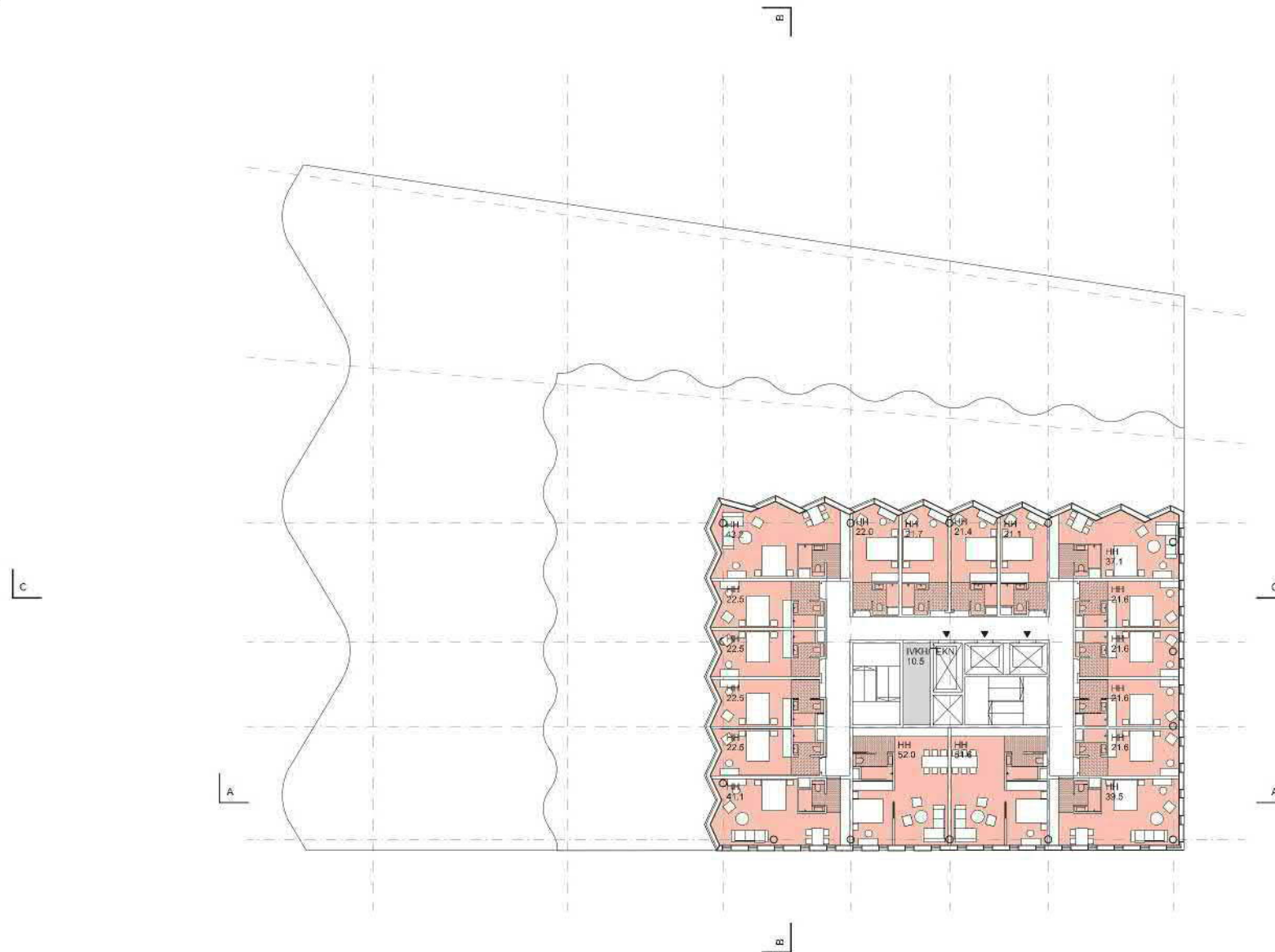
Pohjapiirroksset



4.-7.krs TOIMISTO
1373 brm² / krs



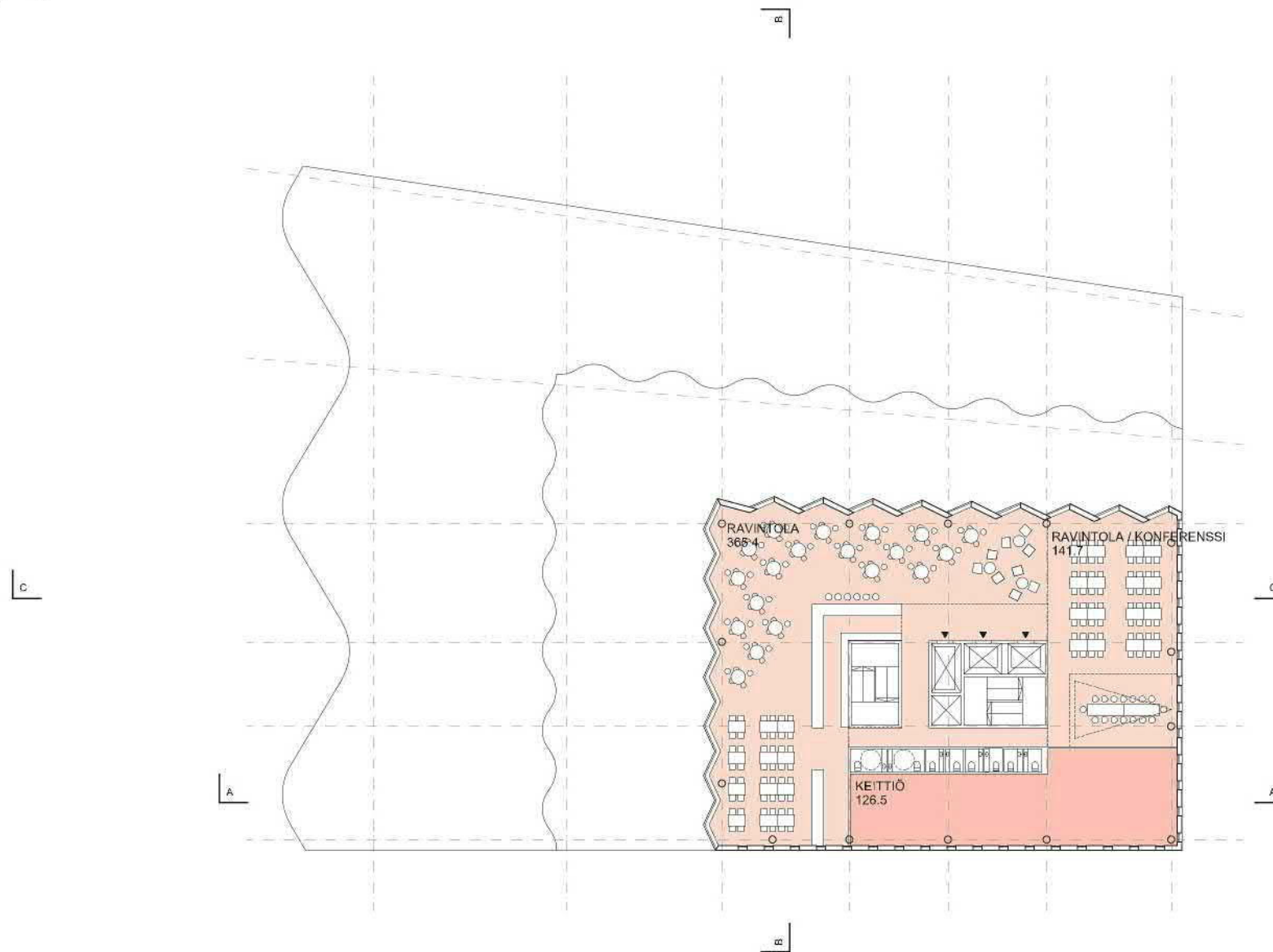
Pohjapiirrokset



9.-12.krs HUONEISTOHOTELLI
775 brm2 / krs



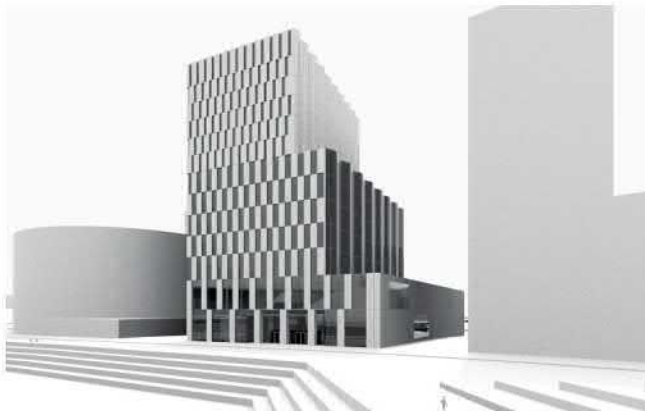
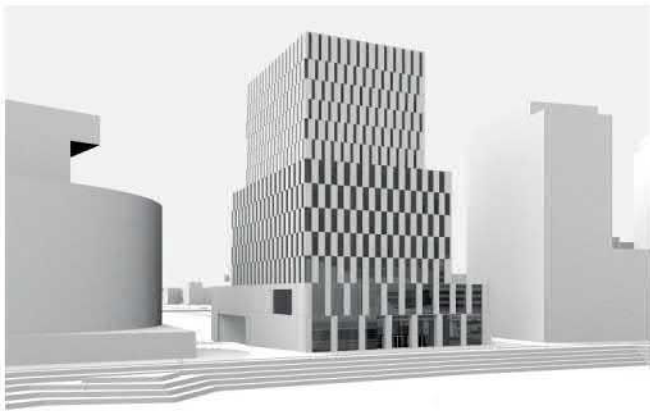
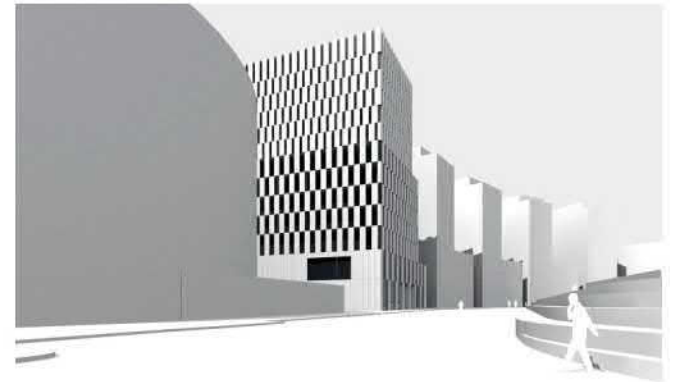
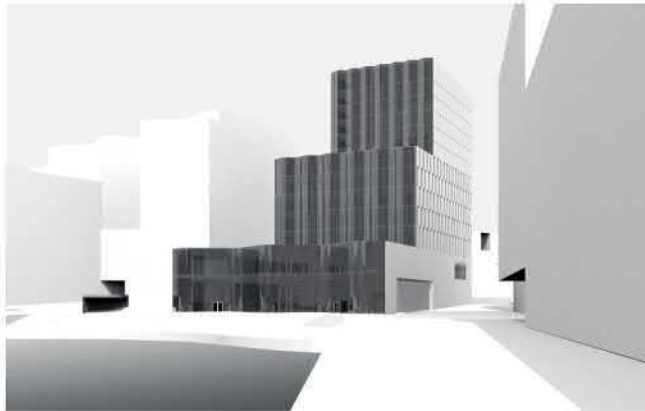
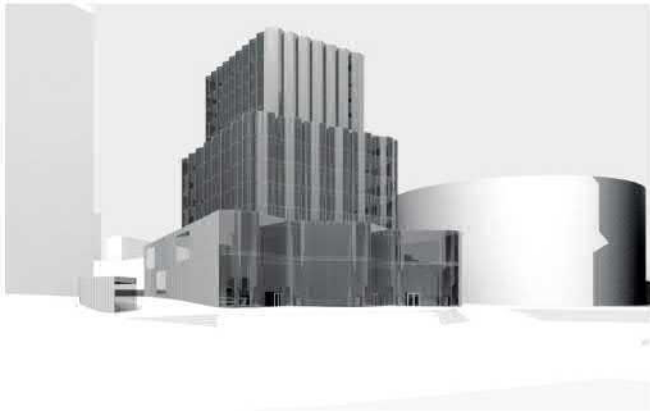
Pohjapiirrokset



13.krs RAVINTOLA
775 brm²

Leikkaukset

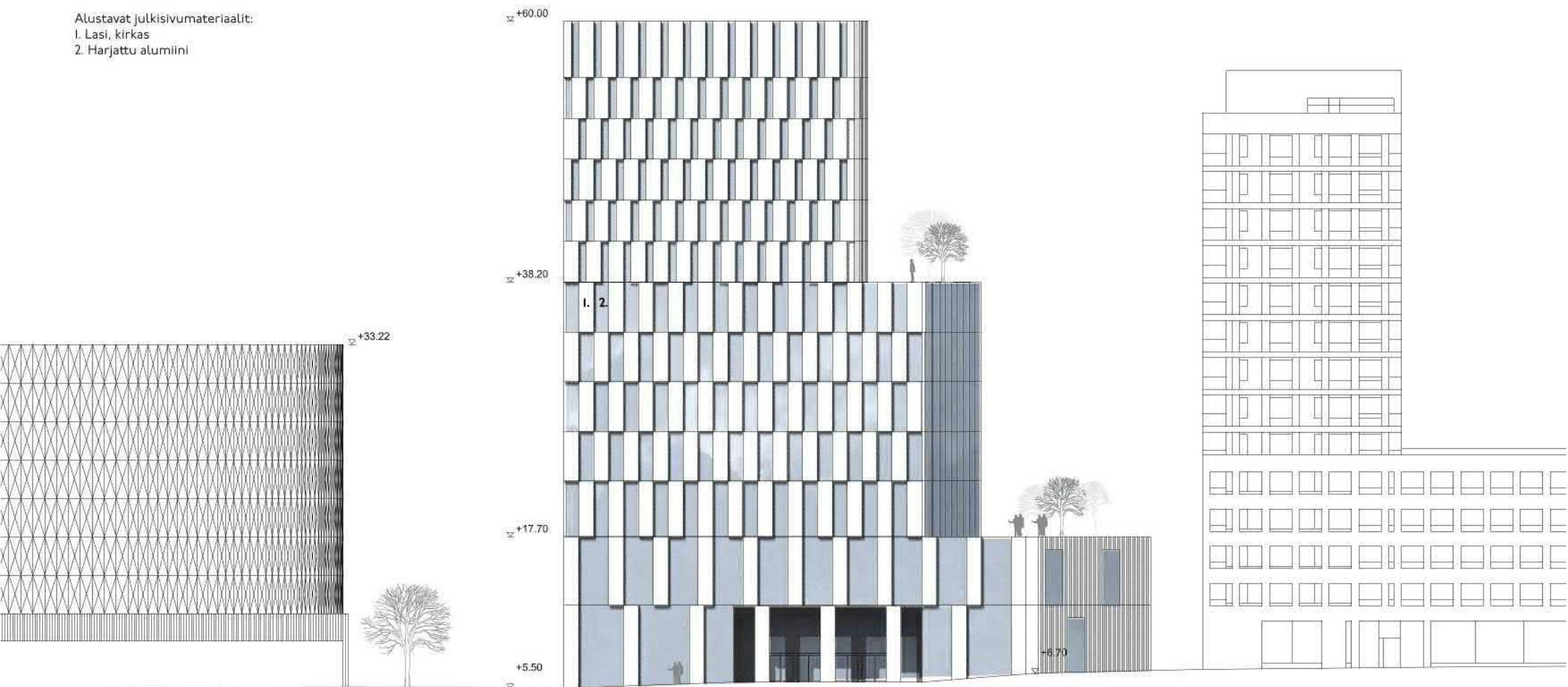




Julkisivut

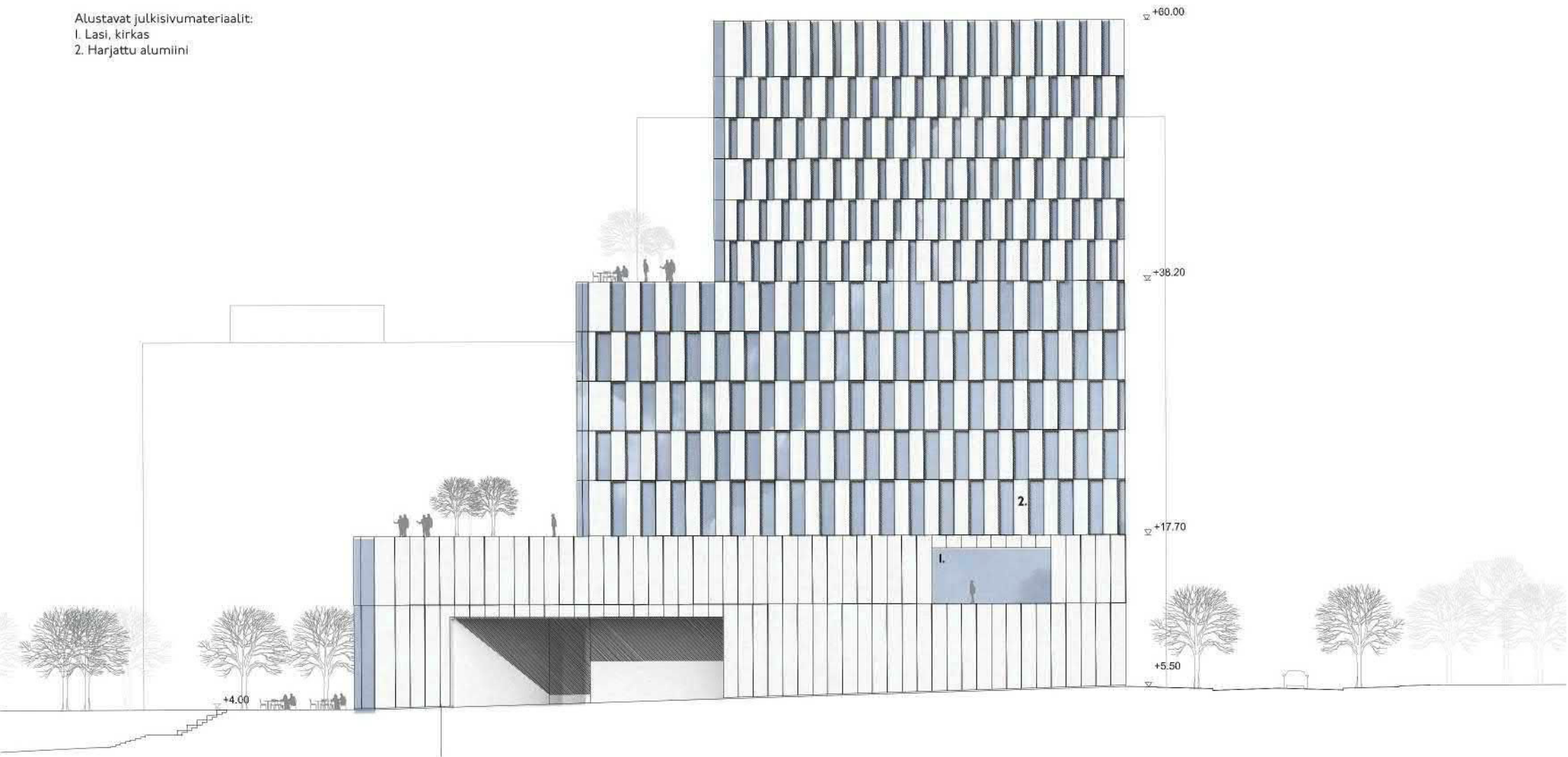


Alustavat julkisivumateriaalit:
1. Lasi, kirkas
2. Harjattu alumiini



Julkisivu koilliseen

Alustavat julkisivumateriaalit:
1. Lasi, kirkas
2. Harjattu alumiini

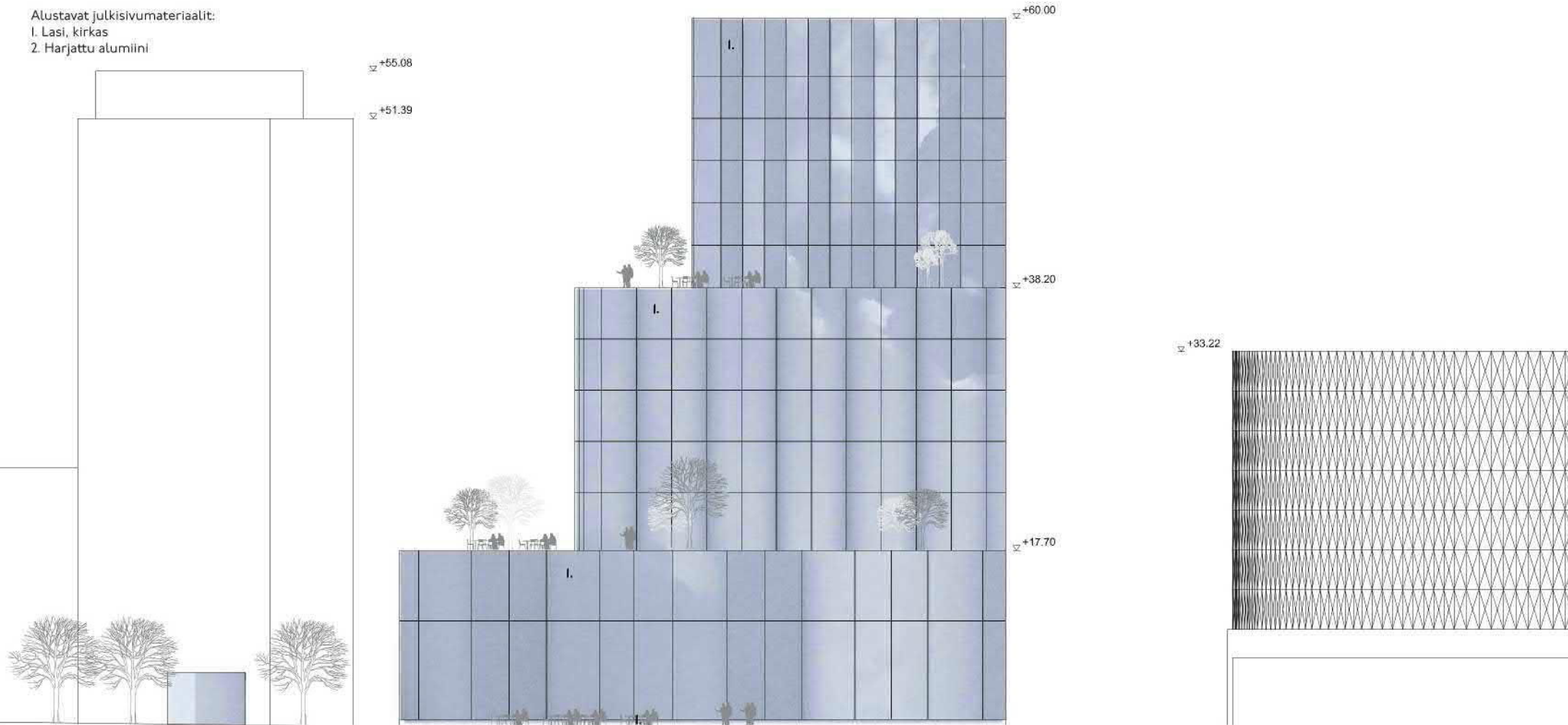


Julkisivu kaakkoon

Julkisivut



Alustavat julkisivumateriaalit:
1. Lasi, kirkas
2. Harjattu alumiini



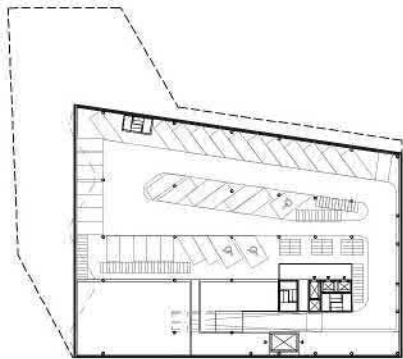
Julkisivu lounaaseen

Alustavat julkisivumateriaalit:
1. Lasi, kirkas
2. Harjattu alumiini

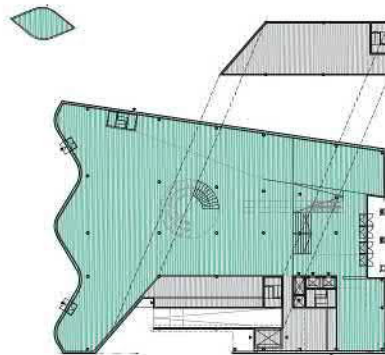


Julkisivu luoteeseen

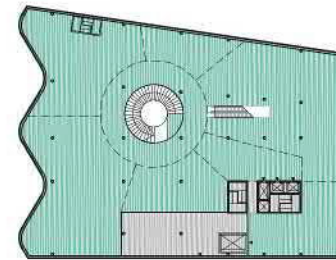
Kerrosalalaskelma



-1.krs Pysäköinti, sosiaalitilat, tekn.
2618brm² (ei kerrosalaa)



1.krs Liiketilät, aulapalvelut
2262m²
274m² (tekninen välikerros)
45m²(paviljonki)



2.krs Liiketilät
2450m²



3.krs Toimisto, co-working
1373m²



4.-7.krs Toimisto
1373m² / krs



8.krs Huoneistohotelli / yhteiset tilat
775m²







9-12.krs Huoneistohotelli
775m² / krs



13.krs Ravintola
775m²

Kerrosala toiminnoittain:

	Liiketilät, aulapalvelut	4147m ²
	Toimisto	6351m ²
	Huoneistohotelli + ravintola	4159m ²
	Huolto, tekn., yhteydet (ei sis. -1.krs)	1887m ²
KERROSALA yht.:		16544m²
BRUTTOALA yht.:		19160m²

Pysäköintilaskelma



	k-m ²	ap/k-m ² (maksimimääräys)	ap (max.)	pp/k-m ² (minimimääräys)	pp (min.)
Toimisto	6351	1/150	42	1/50	127
Huoneistohotelli	4159	1/220	19	*	*
Liiketilaa	4147	1/100	41	1/50	83
Yhteensä			102		210
Suunnitelmat 30.6.2021			36		215

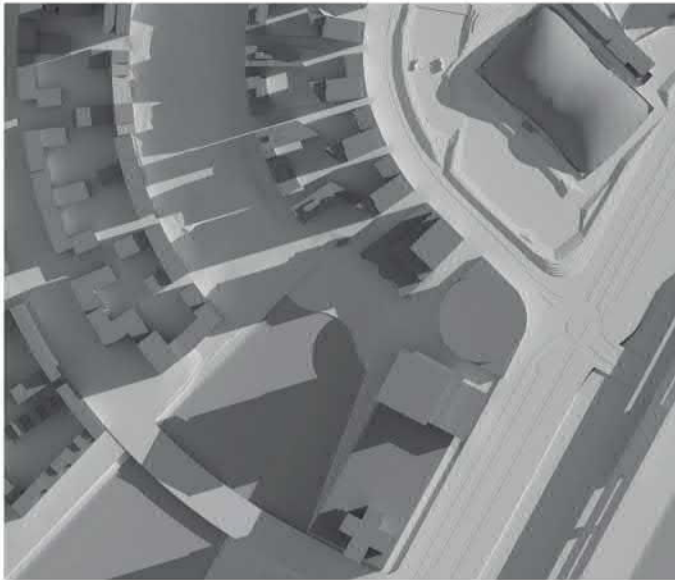
* Hotellien pp:t tapauskohtaisesti

Toimiston ja työntekijöiden pp:t vähintään 50% katetussa ja lukittavassa tilassa

(Työpaikka-alueiden autojen ja pyörien pysäköintipaikkamäärien laskentaohjeet 2017)

Varjostusselvitys kesäpäivänseisaus 21.6.

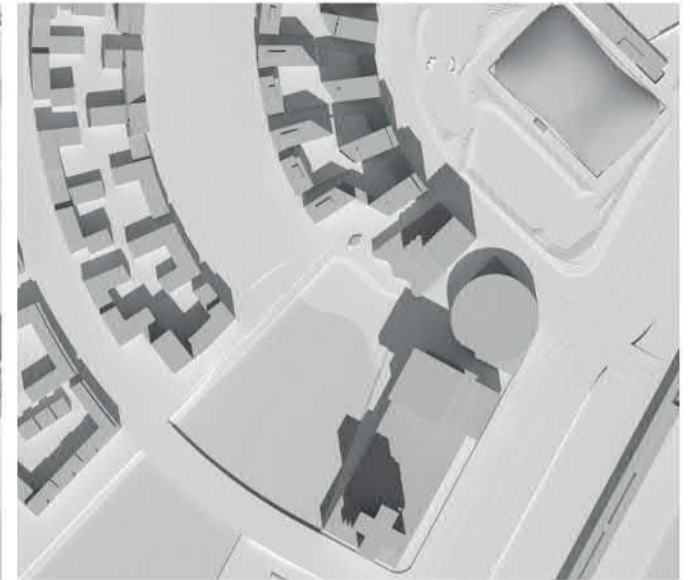
ΛΛΛ



klo 6.00



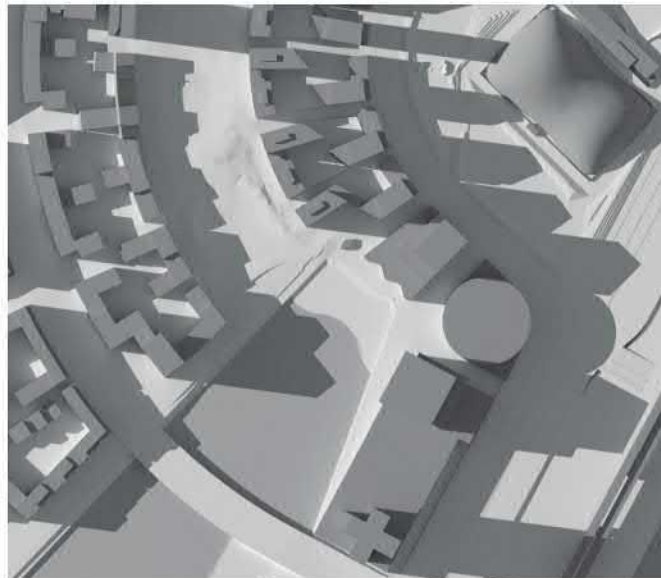
klo 9.00



klo 12.00



klo 15.00



klo 18.00



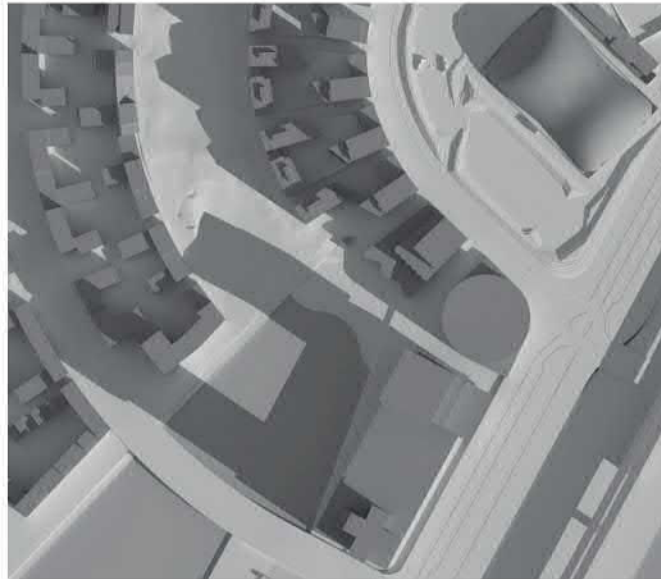
klo 21.00

Varjostusselvitys kevätpäiväntasaus 20.3.

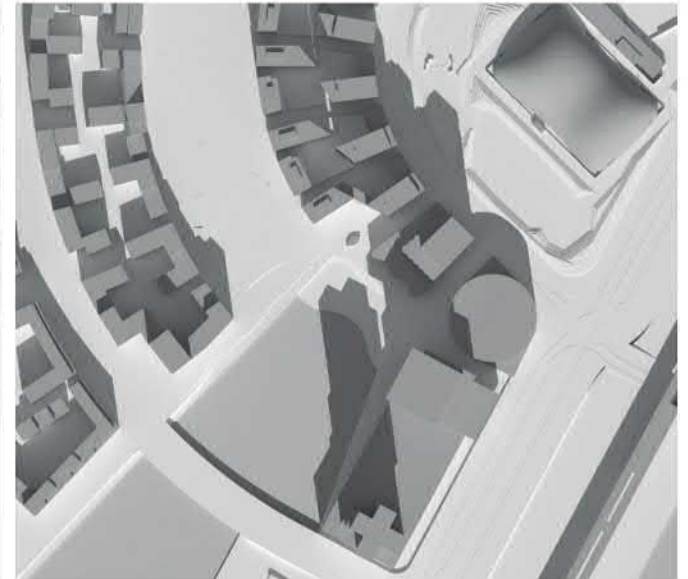
ΛΛΛ



klo 6.00



klo 9.00



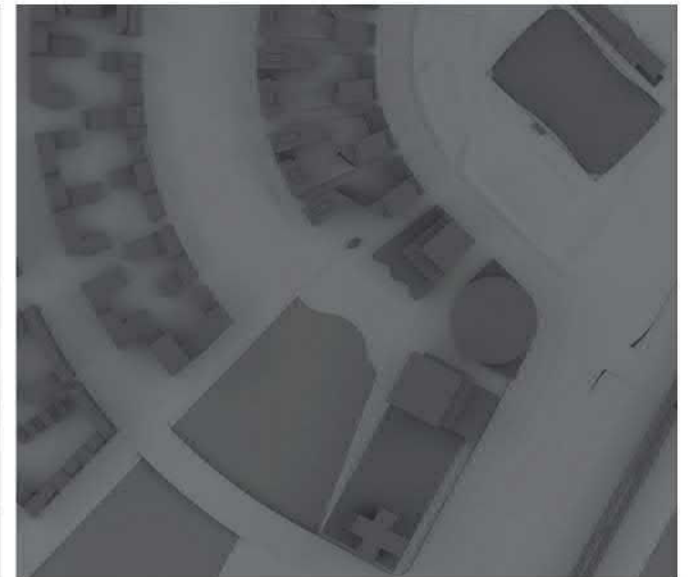
klo 12.00



klo 15.00



klo 18.00



klo 21.00















KIRJO

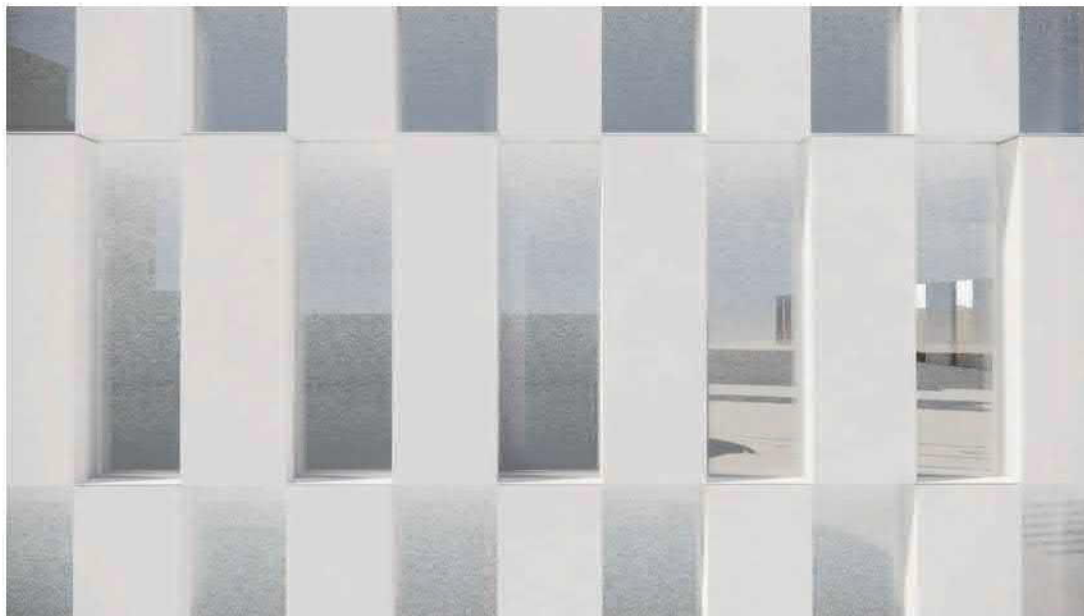
KIRJO

**Ehdotus lasijulkisivujen
lintuturvallisuuden parantamiseksi**

**LUONNOS
24.8.2022**

ALA





Julkisivulasien lintuturvallisuutta on mahdollista parantaa esimerkiksi silkkipainetulla tai digiprintatulla kuvioinnilla, mikä vähentää lasesta syntyviä heijastuksia sekä tekee lasipinnat linnuille helpommin havaittaviksi. Vaalea kuvio erottuu tehokkaammin kuin tumma. Lintutörmäysten eston kannalta tehokkain on heijastamaton lasi.

(Lähde: Bird-Friendly Building with Glass and Light Schmid et al., 2013)

Luonnoksessa käytetty pistemäinen kuvio on lasien yläosasta lähes umpinainen harveten kohti lasien alareunaa. Lasikuvioinnilla voidaan myös vähentää auringon säteilystä syntyvää lämpökuormaa.

Lasikuviointi on mahdollista toteuttaa rakennuksen arkkitehtuuria rikastuttavalla tavalla. Kuvioinnin tarkka määrä ja muoto tarkentuu jatkosuunnittelussa. Kuvioinnin suunnittelussa tulee huomioida lintuturvallisuuden lisäksi myös rakennuksen käyttäjille riittävät näkymät sisältä ulkotiloihin.



kaareva
julkisivu

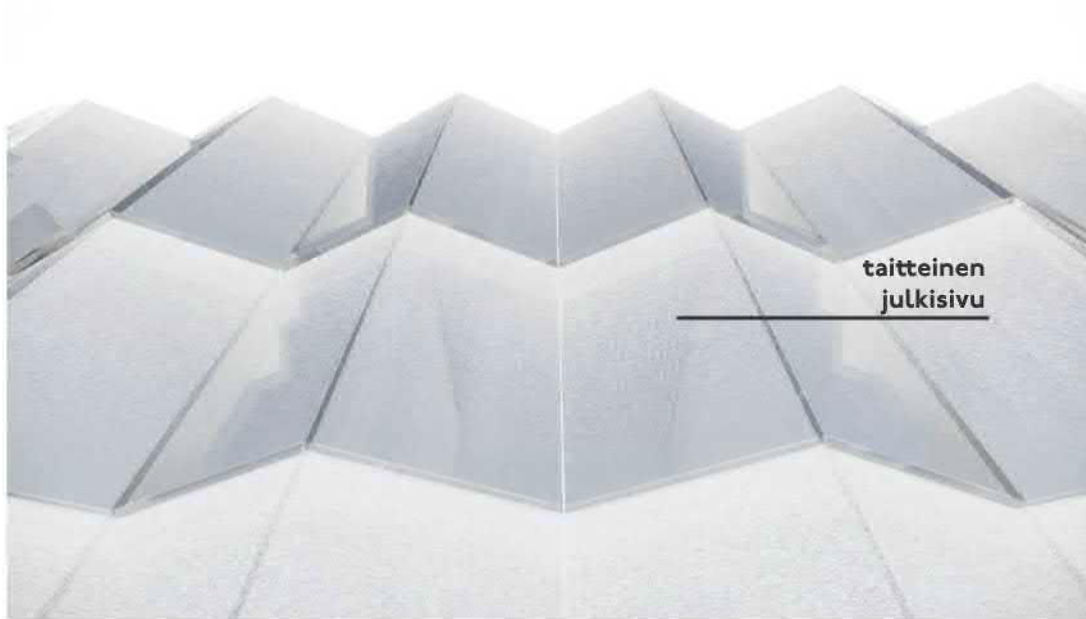


heijastusten
vääristyminen

Kaarevat lasipinnat parantavat lintujen mahdollisuutta erottaa lasin heijastus ympäristöstään, ja siten vähentävät törmäyksiä.

(Lähde: Bird-Friendly Building with Glass and Light Schmid et al., 2013)

Kaarevia lasipintoja on suunniteltu rakennuksen toimistokerrosten sekä liiketilakerrosten Ahdinaltaan puoleisille julkisivuille.



**taitteinen
julkisivu**



**heijastusten
vääristyminen**

Taitteiset lasijulkisivut rikkovat heijastuvaa näkymää ja siten oletettavasti vähentävät lintutörmäysten riskiä.

Taitteisia lasipintoja on suunniteltu hotellikerrosten Ahdinaltaan puoleisille julkisivuille.

KIRJO

**Ehdotus lasijulkisivujen
lintuturvallisuuden parantamiseksi**

**LUONNOS
24.8.2022**