

Helsinki

Kaavanumero 12967

Asemakaavan selostus

Kumpulantie 1

kaupunginosa 22. Vallila



Helsingin kaupunki
Kaupunkiympäristön toimiala
Asemakaavoitus

Diaarinumero HEL 2024-012369
Projektinumero 0000154
ProjectWise-numero 0792_5

Asemakaavan selostus

Asemakaavan selostuksessa esitetään kaavaratkaisun keskeinen sisältö ja suunnittelun vaiheet. Selostusta täydennetään kaavaprosessin edetessä. Selostuksesta säädetään alueidenkäyttölaissa (AKL) ja maankäyttö- ja rakennusasetuksessa (MRA). Alueidenkäyttölaki oli 1.1.2025 saakka maankäyttö- ja rakennuslaki (MRL).

Kaavan nimi: Kumpulantie 1, asemakaavan muutos

Kaavanumero: 12967

Päiväty:

Asemakaavan muutos koskee:
Helsingin kaupungin 22. kaupunginosan (Vallila) korttelin 691 tonttia 21

Laatija: Helsingin kaupungin asemakaavoituspalvelu

Vireilletulosta ilmoittaminen: 12.11.2024

Nähtävilläolo (AKL/MRL 65 §): 7.4.2025–9.5.2025

Kaupunkiympäristölautakunta:

Hyväksyminen: kaupunginvaltuusto

Voimaantulo: **päiväys merkitään kun kaava on tullut voimaan**

Kannen kuva: Havainnekuva Teollisuuskadulta, Huttunen-Lipasti Arkkitehdit

Alueen sijainti

Kumpulantie 1 tontti sijaitsee Vallilan toimitila-alueella hyvien yhteyksien varrella, kävelyetäisyyden päässä Pasilan asemalta.



Kuva: Suunnittelualueen sijainti.

Sisällysluettelo

Tiivistelmä.....	5
Asemakaavan kuvaus	6
Tavoitteet	6
Mitoitus.....	6
Alueiden käyttötarkoitus ja korttelialueet	6
Liikenne.....	7
Palvelut	8
Esteettömyys.....	8
Maisema ja luonnonympäristö.....	9
Virkistys- ja viherverkosto.....	9
Ekologinen kestävyys.....	9
Yhdyskuntatekninen huolto	10
Maaperän rakennettavuus, pohjarakentaminen ja pilaantuneisuuden kunnostaminen.....	10
Ympäristöhäiriöt	11
Pelastusturvallisuus	13
Rakennetekniikka.....	13
Vaikutukset.....	13
Toteutus	16
Suunnittelun lähtökohdat	17
Suunnittelu- ja käsittelyvaiheet.....	20

Tiivistelmä

Asemakaavan muutos koskee yhtä tonttia osoitteessa Kumpulantie 1. Tontilla sijaitsee vuonna 1957 rakennettu toimistorakennus (arkkitehti Erkki Kartano), jonka kaksi ylintä kerrosta Kumpulantien puolella puretaan.

Kaavaratkaisu mahdollistaa 6-15 -kerroksinen hybridirakennuksen, jossa nykyisen toimistorakennuksen kuusi ensimmäistä kerrosta säilyy toimitilana ja päälle rakennetaan yhdeksän kerrosta uutta asumista. Ensimmäisessä kerroksessa on kadulle avautuvaa liiketilaa ja maan alla pysäköintikellari.

Kaavaratkaisun tavoitteena on säilyttää laadukasta ja muuttuvan toimistotyön haasteisiin vastaavaa tilaa helposti saavutettavalla sijainnilla Vallilan toimitila-alueen luoteisosassa sekä lisätä korkealaatuista ja kestäväää asumista korottamalla.

Uutta asuinkerrosalaa tulee 5 975 k-m². Uutta toimitilakerrosalaa tulee 6 300 k-m².

Asukasmäärän lisäys on 150 uutta asukasta. Työpaikkamäärä vähenee 40 työpaikalla.

Kaavaratkaisussa on erityisesti pyritty huomioimaan vanhaa ja uutta rakennuskantaa yhdistävän hybridirakennuksen liittyminen ympäristöönsä sekä Teollisuuskadun kaavarungon ja Vallilan toimitila-alueen suunnitteluperiaatteiden mahdollistama lisärakentaminen rakennuksia korottamalla.

Kaavaratkaisun toteuttaminen vaikuttaa erityisesti siten, että työpaikkamäärä alueella hieman pienenee, mutta asukasmäärä kasvaa. Tontti on yksityisomistuksessa.

Kaavoitus on tullut vireille tontin omistajan tai haltijan hakemuksesta. Kaavoitus-työ on käynnistetty tontin 22/691/21 omistajan Kiinteistö Oy Kumpulantie 1 aloitteesta.

tekstiä täydennetään, kun kaavaehdotus on ollut nähtävillä

Asemakaavan kuvaus

Tavoitteet

Kaavaratkaisun tavoitteena on säilyttää nykyistä toimistotilaa keskeisellä sijainnilla Teollisuuskadun varrella Vallilan toimitila-alueella ja samalla lisätä alueen elinvoimaa, käyttäjämääriä sekä laadukasta ja hiilijalanjäljeltään vastuullista uutta asuntotuotantoa.

Tavoitteena on edesauttaa seuraavien kaupungin strategisten tavoitteiden 2021–2025 toteutumista:

- 1. Tavoitteena on hiilineutraali Helsinki, joka saavuttaa tavoitteensa, toimii esimerkkinä ja tekee enemmän kuin osuutensa ilmastonmuutoksen torjunnassa.
- 9. Tavoitteena on asuntotuotannon kasvun nopeutuminen AM-ohjelman mukaisesti, asumiskustannusten nousun hillintä, tasapainoisten kaupunginosien luominen ja asumistiheyden nousu.
- 10. Kaupunkirakennetta kehitetään kestävästi, ensisijaisesti uudistamalla ja täydentämällä olemassa olevaa rakennettua ympäristöä huomioiden alueiden erityispiirteet.

Kaavaratkaisu edesauttaa Helsingin kaupunkistrategian 2021–2025 tavoitteiden toteutumista edistämällä asuntotuotantoa sekä kaupungin kestävästä kasvusta ensisijaisesti uudistamalla ja täydentämällä olemassa olevaa rakennettua ympäristöä huomioiden alueiden erityispiirteet. Yleiskaavan 2016 tavoitteiden mukaisesti katutilan elävyys varmistetaan osoittamalla ensimmäisen kerroksen tilat liiketilaksi.

Mitoitus

Suunnittelualueen pinta-ala on 1 868 m².

Uutta asuinkerrosalaa tulee 5 975 k-m². Uutta toimitilakerrosalaa tulee 6 300 k-m². Keskimääräinen tehokkuusluku on $e=6.6$.

Asukasmäärän lisäys on 150 uutta asukasta. Työpaikkamäärä vähenee 40 työpaikalla.

Alueiden käyttötarkoitus ja korttelialueet

Alueen lähtökohdat ja nykytilanne

Kumpulantie 1 tontti sijaitsee kehittyvässä kaupunkirakenteessa Vallilan toimitila-alueella, kävelyetäisyyden päässä Pasilan asemalta. Tontilla sijaitsee

vuonna 1957 rakennettu arkkitehti Erkki Kartanon suunnittelema toimistorakennus, jonka kaksi ylintä kerrosta Kumpulantien puolella puretaan.

Alueella on voimassa asemakaava vuodelta 1984, jossa tontti on merkitty Teollisuus- ja varastorakennusten korttelialueeksi (T). Asemakaava on vanhentunut ja alueen vanhentuneita asemakaavoja päivitetään sitä mukaa kun maanomistajat lähtevät hakemaan asemakaavan muutoksia.

Kyseinen tontti on osa kaupunkiympäristölautakunnan 25.5.2021 hyväksymää Teollisuuskadun akselin kaavarunkoa, jonka tavoitteena on tarjota pääkonttori- paikkoja keskeisellä sijainnilla ja kehittää Pasilan ja Kalasataman välisestä alueesta monipuolinen ja elävä keskusta-alue. Tontin länsipuolella varaudutaan Teollisuuskadun akselin kaavarungon mukaisesti uuteen Liike- ja toimistorakennusten korttelialueeseen (K) sekä maanalaiseen yhteystarpeeseen.

Vallilan toimitila-aluetta kehitetään kaupunkiympäristölautakunnan 24.5.2022 hyväksymien suunnitteluperiaatteiden mukaisesti kestävästi ja resurssiviisaasti. Rakennusten purkamista vältetään ja olemassa olevaa rakennuskantaa hyödynnetään muutoksissa ja uusissa käyttötarkoituksissa. Kaikessa rakentamisessa lähtökohtana tulee olla elinkaariajattelu ja pitkäikäiset ratkaisut.

Kiinteistöjen rakennusoikeuden lisäykset ovat kaavarungon ja suunnitteluperiaatteiden mukaan lähtökohtaisesti mahdollisia koko Vallilan toimitila-alueella. Korttelialueita saa täydentää uusilla rakennusosilla, jotka voivat nousta nykyistä rakennetta korkeammalle.

Teollisuuskatuun rajautuvien tonttien lisärakentamisen yhteydessä voi tontille sijoittaa kokonaisuutta tukevaa asumista, jos sille on järjestettävissä hyvän asuminen edellytykset, mukaan lukien riittävät pihatilat.

Liikenne

Lähtökohdat

Kumpulantie on alueellinen kokoojakuu, jonka liikennemäärä on noin 8 500 ajoneuvoa vuorokaudessa. Teollisuuskatu on pääkatu, jonka liikennemäärä on noin 14 200 ajoneuvoa vuorokaudessa. Jalankulkua on tontin kohdalla molemmin puolin sekä Kumpulantiella että Teollisuuskadulla. Pyöräliikenne on Kumpulantiella pääosin ajoradalla. Teollisuuskadulla on kaksisuuntainen pyörätie (pyöräilyn pääreitti) eroteltuna jalankulusta.

Kumpulantietä pitkin kulkee raitiolinja numero 9 Länsiterminaalin ja Ilmalan välillä sekä bussilinja numero 59 Malminkartanon ja Herttoniemen välillä. Etäisyys Pasilan rautatieasemalle linnuntietä pitkin mitattuna on 550 metriä.

Kumpulantie sijaitsee tontin kohdalla asukaspysäköintitunnusalueella K, missä on noin missä on noin 1 660 asukaspysäköintitunnuspaikkaa ja myönnettyjä asukas- ja yrityspysäköintitunnuksia 674 kappaletta (tilanne 1.1.2024). Pysäköintipaikkojen käyttöaste oli vuoden 2024 laskelmien mukaan noin 65 %.

Kaavaratkaisu

Asemakaavamuutos ei vaikuta Kumpulantien tai Teollisuuskadun liikenteellisiin ratkaisuihin, eikä tontin ajoyhteyksiin tule muutoksia.

Asuintonttien pysäköintipaikkamäärien laskentaohjeen (Kslk 15.12.2015) mukaan autopaikkoja tulee rakentaa vähintään 1 ap / 135 k-m².

Työpaikka-alueiden autojen ja pyörien pysäköintipaikkamäärien laskentaohjeen (Kslk 28.2.2017) mukaan toimistoille ja muille liiketiloille tulee rakentaa autopaikkoja enintään 1 ap / 150 k-m².

Edellä mainittujen laskentaohjeiden mukaan pyöräpysäköintipaikkoja tulee rakentaa asunnoille vähintään 1 pp / 30 k-m² ja toimistoille ja muille liiketiloille vähintään 1 pp / 50 k-m².

Vieraspaikkoja tulee varata vierailijoille 1 pp / 1 000 k-m². Lisäksi tulee rakentaa muille kuin toimistoille työntekijöiden pyöräpysäköintipaikkoja vähintään 1 pp / 3 työntekijää. Vieraspysäköinnille tulee osoittaa pyöräpysäköintipaikkoja asuintalon ulko-ovien läheisyydestä vähintään 1 pp / 1 000 k-m². Autojen vieraspysäköinnille tulee osoittaa vähintään 1 ap / 1 000 k-m². Asukkaiden polkupyörien pysäköintipaikoista vähintään 75 % tulee sijaita pihatasossa olevassa ulkoiluvälinevarastossa. Sekä ulkona sijaitsevien asukkaiden pyöräpysäköintipaikkojen että vieraiden pyöräpysäköintipaikkojen tulee olla runkolukittavia.

Palvelut

Lähtökohdat

Tontti sijoittuu Vallilan toimitila-alueelle ja on osa Teollisuuskadun akselin kaavarungossa mainittuja Elimäenkadun kortteleita, joita kehitetään monipuolisena ja elävänä keskusta-alueena. Lähistöllä on erilaisia palveluja, kuten harrastusmahdollisuuksia, kivijalkaliikkeitä, ravintoloita ja kahviloita. Teollisuuskadun toisella puolella on Pasilan Konepaja-alue, jonka rakentaminen on jo pitkällä ja jota kehitetään tiiviinä ja kaupunkimaisena asumisen, työnteon ja kaupunkikulttuurin alueena.

Kaavaratkaisu

Kaavaratkaisu mahdollistaa alueen asukkaita ja työntekijöitä palvelevien toimintojen sijoittumisen uudisrakennuksen katutasoon. Toiminnot tukevat alueen palvelurakennetta. Kasvava asukasmäärä tuo uusia potentiaalisia käyttäjiä alueen nykyisille palveluille.

Esteettömyys

Asemakaava-alue on esteettömyyden kannalta normaalia aluetta.

Esteettömyys on otettu huomioon kaavaratkaisussa mm. siten, että esteetön sisäänkäynti on mahdollinen sekä Kumpulantien että Kuortaneenkadun / Teollisuuskadun puolelta.

Maisema ja luonnonympäristö

Lähtökohdat

Alue koostuu rakennetusta teollisuustontista, jossa ei ole kasvillisuutta, luontoarvoja eikä merkittäviä ympäristöarvoja eikä tontti tällä hetkellä täytä Helsingin kaupungin asettamaa viherkertoimen tavoitelukua.

Tontin pohjois- ja länsipuolella on tällä hetkellä puistoaluetta.

Kaavaratkaisu

Kaavaratkaisu mahdollistaa alueen viherrakenteen vahvistamisen tontille toteuttavilla katto- ja kansipihoilla. Kaavan laatimisen yhteydessä laadittu viitesuunnitelma (Aino Landscaping, Huttunen-Lipasti Arkkitehdit) täyttää Helsingin kaupungin asettaman viherkertoimen tavoiteluvun.

Virkistys- ja viherverkosto

Lähtökohdat

Tontilla on suorat yhteydet Itä-Pasilan reunapuistojen Sähköttäjänpuiston ja Aurinkoniityn viher- ja virkistyspalveluihin. Näiden puistojen kautta kulkevat yhteydet laajempiin viheralueisiin Alppipuistoon ja Vallilanlaaksoon sekä lopulta Keskuspuiston ja Vanhankaupunginlahden vihersormille. Alueen läpi kulkee niittyverkoston mahdollisesti tutkittava yhteys itäisen ja läntisen kantakaupungin välillä.

Kaavaratkaisu

Kaavaratkaisu tukee niittyverkostoa istutettavalla kasvillisuudella. Kaavamääräyksen mukaisesti piha-alueet tulee toteuttaa kasvillisuudeltaan monilajisena alueena, jossa on eri aikaan kukkivia lajeja pölyttäjille.

Ekologinen kestävyys

Lähtökohdat

Kaava-alue tukeutuu olemassa olevaan yhdyskuntarakenteeseen, mikä luo edellytykset vähähiiliselle ja resurssitehokkaalle kehitykselle. Alue on sekä joukkoliikenteellä, kävellen että pyöräillen hyvin saavutettavissa.

Kaavaratkaisu

Kaavaratkaisu synnyttää uutta toimitilaa joukkoliikenteellä, pyöräillen ja kävellen hyvin saavutettavissa olevalle alueelle, mikä vähentää tarvetta henkilöautoliikenteelle.

Tonttia koskevan kaavamääräyksen mukaan uudisrakennuksen energiatehokkuuden tulee olla vähintään 20 % parempi kuin voimassa olevissa säädöksissä kyseiselle käyttötarkoituksaluokalle energiatehokkuuden vähimmäistasoksi on asetettu.

Asemakaavassa on lisäksi määräys, jonka mukaan asuinkerrostalon hiilijalanjälki ei saa ylittää Helsingin kaupungin asettamaa rakennusajankohtana voimassa olevaa hiilijalanjäljen raja-arvoa. Raja-arvo on mahdollista ylittää rakentamispaikan tai asemakaavan tiettyjen vaatimusten vuoksi rakennusajankohdana voimassa olevien kaupungin määrittelemien poikkeusten mukaisesti.

Yhdyskuntatekninen huolto

Lähtökohdat

Kaava-alue on yhdyskuntateknisen huollon verkostojen piirissä. Tonttiin rajautuvilla Kumpulantiellä ja Kuortaneenkadulla kulkee useita kunnallisteknisiä johtoja ja tontin reunoilla useita tunneleita.

Kaavaratkaisu

Kaava-alue on liitettävissä ympäröiviin kunnallisteknisiin verkostoihin. Kaavaratkaisu ei edellytä kunnallisteknisten johtojen siirtoja tai uusien johtojen rakentamista.

Maaperän rakennettavuus, pohjarakentaminen ja pilaantuneisuuden kunnostaminen

Lähtökohdat

Kaava-alue on pääosin kallion päällä olevaa täyttöä. Kaavan eteläreunassa täyttökerroksen alapuolella on moreenia.

Kaavan eteläpuolella Teollisuuskadulla olevassa pohjaveden tarkkailupisteessä pohjaveden pinta on vaihdellut noin tasolla +15.49...+16.84 m.

Kaava-alueella sijaitsevan rakennuksen pysäköintihallin sekä lämmönjakohuoneen alapuolinen maaperä on pilaantunut alemman ohjearvon ylittävästi öljyhiilivedyillä sekä ylemmän ohjearvon ylittävästi raskasmetalleilla.

Kaavaratkaisu

Olemassa olevan toimitilarakennuksen kuuden ensimmäisen kerroksen runko säilytetään. Perustuksiin ei kosketa eikä Kumpulantien puolelle tule uutta louhintaa, joten olemassa olevat maanalaiset tilat vaikuttavat lähinnä maalämmön rakentamisen rajoitteina.

Kaavassa on annettu määräys:

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

Ympäristöhäiriöt

Lähtökohdat

Kaava-alue sijaitsee vilkkaasti liikennöidyn Teollisuuskadun sekä Kumpulantien välissä, jota pitkin kulkee nykytilanteessa kaksi raitiovaunulinjaa. Helsingin kaupungin kansallisen meluselvityksen 2022 mukaan päiväajan keskiäänitasot kaava-alueella ovat enimmillään noin 65...70 dB.

Kaava-alueella sijaitsevassa toimitilarakennuksessa on suoritettu tärinä ja runkomelumittaukset vuonna 2024. Selvityksen perusteella tärinäarvot ovat kerroksesta riippuen 0,01...0,02 mm/s, eli selvästi alle tärinän ohjearvon 0,3 mm/s asumiselle (Ympäristöministeriön ohje rakennuksen ääniympäristöstä). Selvityksen mukaan runkomelutasot nykyisessä rakennuksessa ovat enimmillään 39 dB (1. kerros), joka ylittää runkomelun ohjearvon 35 dB asumiselle (Ympäristöministeriön ohje rakennuksen ääniympäristöstä).

Kaava-alueen ilmanlaatuun vaikuttaa eniten Teollisuuskadun ajoneuvoliikenne. Kaava-alueen olemassa oleva ja muut Teollisuuskadun varrella sijaitsevat rakennusmassat muodostavat alueelle katukuilumaisen ympäristön. Tämä heikentää päästöjen laimenemista ja nostaa typpidioksidi-, pienhiukkas- ja hengitettävien hiukkasten pitoisuuksia verrattuna avonaisempaan ja tuulettuvampaan ympäristöön. Kaava-alueen länsipuolella Teollisuuskadulla olevan tunnelin suuaukko voi myös hieman heikentää alueen ilmanlaatua. Kaava-alueen länsipuolella ympäristö on puoliavointa, mikä parantaa hieman tilannetta.

HSY:n ilmanlaadun vuosikartan 2024 mukaan typpidioksidin vuosikeskiarvo on kaava-alueella enimmillään noin 13 µg/m³ ja Teollisuuskadun katualueilla noin 20 µg/m³. Typpidioksidin raja- tai ohjearvotaso ei ylity Teollisuuskadun varrella. Pienhiukkaspitoisuudet vilkkaan liikenteen välittömässä läheisyydessä ovat korkeampia kuin muualla kaupunkiympäristössä, mutta jäävät Helsingissä kauttaaltaan selvästi alle niille asetetun raja-arvon.

Hengitettävien hiukkasten (PM₁₀) pitoisuudet ovat Teollisuuskadulla ilmanlaatumittausten mukaan ajoittain korkeita. Vuonna 2024 Teollisuuskadulla mitattiin eniten raja-arvotason ylittäviä päiviä, joita oli 19. Raja-arvotaso saa ylittyä enintään 35 päivänä vuodessa, joten raja-arvo ei ylittynyt.

Kaavaratkaisu

Kaava-alueelle on laadittu liikennemeluselvitys ennustetilanteesta, jossa on esitetty julkisivuille kohdistuvat melutasot sekä piha-alueen melutilanne. Liikennemeluselvityksen mukaan Teollisuuskadun ja Kumpulantien puoleisiin julkisivuihin kohdistuu enimmillään 68 dB päiväajan keskiäänitaso. Muihin julkisivuihin kohdistuvat päiväajan keskiäänitasot ovat pääosin enimmillään 65 dB. Raitioliikenteen aiheuttamat enimmäisäänitasot ovat Kumpulantien puolella enimmillään 79 dB. Kaavassa on määrätty vähimmäistasot rakennusten julkisivujen kokonaisääneneristävyydelle asuinkerrosten osalta. Lisäksi on määrätty, että asuntojen tulee avautua myös sellaiselle julkisivulle, jonka äänitasoerovaatimus on alle 35 dB.

Melun ohjearvot alittuvat toisen kerroksen kattopihalla, kun pihan ympärille rakennetaan 3 metriä korkea seinä. Muilla kattopihoilla tarvitaan noin 2 metriä korkeat seinät, jotta pihoilla alitetaan melun ohjearvot. Pihan oleskelu- ja leikkialueista sekä oleskeluparvekkeista ja -terasseista on määrätty, että ne tulee sijoittaa ja tarvittaessa suojata siten, että niillä saavutetaan melutason ohjearvo päivällä ja yöllä. Lisäksi on määrätty, että oleskeluparvekkeita ei saa sijoittaa julkisivuille, joiden äänitasoerovaatimus on 35 dB tai enemmän.

Tärinä- ja runkomeluselvityksen perusteella tärinän ohjearvot asumiselle alittuvat selvästi jo nykyisessä toimitilarakennuksessa ja selvityksen perusteella tärinän ohjearvojen arvioidaan alittuvan myös nykyisen toimitilan päälle rakennettavissa asuinkerroksissa. Selvityksen perusteella runkomelutasot suunnitelluissa asuinkerroksissa ovat korkeintaan runkomelun ohjearvon tasolla, kun otetaan huomioon kerrosten ja rakenteiden aiheuttamat vaimentumiset. Jotta tärinä- ja runkomeluntorjunnan tarve tulee otetuksi huomioon jatkosuunnittelussa, on kaavassa määrätty, ettei raitioliikenteen aiheuttama tärinä- ja runkomelu tule ylittää tavoitteena pidettäviä enimmäisarvoja asuinrakennusten sisätiloissa.

Kaava-alueelle kohdistuvia ilman epäpuhtauspitoisuuksia on arvioitu HSY:n tuottaman kattavan ilmanlaatuaineiston perusteella. Liikenteen pakokaasupeuräisten päästöjen päästökehityksen myötä epäpuhtauspitoisuuksien ei arvioida kasvavan nykyisestä huomioiden liikennemäärien ennakoitu kasvu. Autokannan uudistuminen ja sähköistyminen vähentävät edelleen tulevaisuudessa typpidioksidin ja jossain määrin myös pienhiukkasten pitoisuuksia. Typpidioksidipitoisuuksien arvioidaan kaava-alueella jatkossa alittavan sekä nykyisen että myös uuden, tiukemman raja-arvon. Myös typpidioksidin kansallisen vuorokausiohjearvon arvioidaan alittuvan. Pienhiukkaspitoisuuksien voidaan myös arvioida alittavan sekä nykyisen raja-arvon että uudet vuosi- ja vuorokausiraja-arvot.

Hengitettävien hiukkasten pitoisuuksissa ei ole odotettavissa vastaavaa pienehköä, joten hengitettävät hiukkaset eli ns. katupöly tulee säilymään haasteena tulevaisuudessakin. Vaikka nykytilanteessa hengitettävien hiukkasten raja-arvo ei ylity kaava-alueen kohdalla, uuden vuonna 2030 voimaan tulevan vuorokausiraja-arvon ylittymiseen on huomattava riski. Etenkin alimmalla oleskelupihalla (2. kerros) ilmanlaatu katupölyaikaan voi olla voimakkaasti heikentynyt.

Kaava-alueelle kohdistuvien melu- ja ilmanlaatuhaittojen takia kaavassa on annettu määräys, joka kieltää asuinhuoneiden sijoittaminen viiteen ensimmäiseen

kerrokseen. Mittaustulosten mukaan ilmansaasteet laimenevat katukuilussa ylöspäin mentäessä, joten asuinkerroksissa ilmanlaatu on parempaa verrattuna katutasoon. Ilmanlaatu voi kuitenkin etenkin epäedullisissa sääolosuhteissa olla ajoittain heikkoa, ja siksi kaavassa on hyvän sisäilman laadun varmistamiseksi ja ilman epäpuhtauksille altistumisen vähentämiseksi annettu määräys, jonka mukaan rakennusten tuloilmanotto tulee järjestään tehokkaasti suodatettuna ja sen saa järjestää vain Kumpulantien puolelta tai julkisivuilta, joilla ei ole äänita-soero vaatimusta.

Pelastusturvallisuus

Lähtökohdat

Kaava-alueen ympärillä on olemassa olevaa rakennuskantaa.

Kaavaratkaisu

Viitesuunnittelun yhteydessä on laadittu alustava palotekninen selvitys. Uudisrakentamisen yhteydessä tulee huomioida rakentamisen vaikutukset olemassa olevien tilojen ja toimintojen palo- ja pelastusturvallisuusratkaisuihin.

Rakennetekniikka

Nykytilassa asemakaava-alueella on pilari-palkki -rakenteinen kerrostalo, jonka Kumpulantien puoleisessa osassa on 8 kerrosta ja Teollisuuskadun puoleisessa 7 kerrosta. Rakennuksessa on yksi maanalainen kerros. Olemassa olevalla rakennuksella on yhteinen seinä viereisen rakennuksen kanssa.

Kaavaratkaisu

Kaavaratkaisu mahdollistaa 6-15 -kerroksinen hybridirakennuksen, jossa nykyisen toimistorakennuksen kuusi ensimmäistä kerrosta säilyy toimitilana ja päälle rakennetaan yhdeksän kerrosta uutta asumista. Ensimmäisessä kerroksessa on kadulle avautuvaa liiketilaa ja maan alla pysäköintikellari. Olemassa olevan rakennuksen tilat ja rakenteet tulee ottaa huomioon lisäkerrosten suunnittelussa ja toteutuksessa.

Vaikutukset

Kaavaratkaisun toteuttaminen vaikuttaa erityisesti siten, että työpaikkamäärä alueella hieman pienenee, mutta asukasmäärä kasvaa.

Yhteenvedona kaavan vaikutusten arvioinnin tuloksista voidaan todeta, että katto- ja terassipihat voidaan toteuttaa liikennemelun ja tuulisuuden suhteen riittävän viihtyisinä ja turvallisina pihasuunnittelun keinoin sekä suoja-aidan korkeutta säätämällä.

Alueelle on laadittu liikennemelu- sekä tärinä- ja runkomeluselvityksiä, joissa on arvioitu katuliikenteen meluvaikutuksia kaavaratkaisun mukaisessa tilanteessa. Korotusosiin osoitetun asumisen katto- ja terassipihojen tuuliolosuhteiden arvioimiseksi on laadittu erillinen tuulisuusselvitys. Lisäksi rakennukselle on laadittu alustava paloselvitys.

Kaavaa varten tehty, ja suunnittelussa tai vaikutusten arvioinnissa hyödynnetyt selvitykset on lueteltu kohdassa Liitteet.

Yhdyskuntataloudelliset vaikutukset

Kaavaratkaisun toteuttamisesta ei aiheudu kaupungille kustannuksia. Asemakaavamuutos nostaa tontin arvoa. Mahdollisista maankäyttökorvauksista sovi-
taan maanomistajan kanssa käytävissä maapoliittisissa neuvotteluissa.

Vaikutukset luontoon ja maisemaan

Kaavaratkaisun toteuttaminen vahvistaa alueen viherrakennetta lisäämällä merkittävästi kaava-alueen kasvillisuuden määrää.

Vaikutukset liikenteen järjestämiseen

Kaavaratkaisulla ei ole merkittäviä vaikutuksia liikenteeseen.

Vaikutukset teknisen huollon järjestämiseen

Kaavamuutos ei edellytä muutoksia teknisen huollon verkostoihin.

Vaikutukset kaupunkikuvaan ja kulttuuriperintöön

Teollisuuskadun akselin kaavarungon ja Vallilan toimitila-alueen suunnitteluperiaatteiden mahdollistama korottamalla toteutettava lisärakentaminen sovitetaan ympäröivään kaupunkirakenteeseen rakennusperintöä ja sen ominaispiirteitä säästäten ja naapurien vastaavat korotusmahdollisuudet huomioiden. Ympäröivien asuinrakennusten näkyvät muuttuvat uudisrakentamisen myötä.

Vaikutukset ilmastonmuutoksen hillintään

Alueen täydennysrakentaminen ja olemassa olevaan infrastruktuuriin tukeutuminen edistävät kestävä kehityksen mukaisia tavoitteita ja vähentävät yksityis-
autoiluun perustuvaa liikkumisen tarvetta.

Tonttia koskevan kaavamääräyksen mukaan uudisrakennuksen energiatehokkuuden tulee olla vähintään 20 % parempi kuin voimassa olevissa

säädöksissä kyseiselle käyttötarkoitussuokalle energiatehokkuuden vähimmäistasoksi on asetettu.

Asemakaavassa on lisäksi määräys, jonka mukaan asuinkerrostalon hiilijalanjälki ei saa ylittää Helsingin kaupungin asettamaa rakennusajankohtana voimassa olevaa hiilijalanjäljen raja-arvoa. Raja-arvo on mahdollista ylittää rakentamispaidan tai asemakaavan tiettyjen vaatimusten vuoksi rakennusajankohdassa voimassa olevien kaupungin määrittelemien poikkeusten mukaisesti.

Kaavaratkaisun aiheuttamaa hiilijalanjälkeä on arvioitu käyttäen Helsingin asemakaavojen vähähiilisyyden arviointimenetelmä Planectia. Laskuri arvioi esirakentamisen, infra- ja talorakentamisen ja ylläpidon, energiankulutuksen ja liikenteen sekä maaperän ja kasvillisuuden hiilijalanjälkeä ja -kädenjälkeä 50 vuoden tarkastelujaksolla.

Kaavaratkaisun mukaisessa ratkaisussa toteuttamisesta muodostuva arvioitu kokonaishiilipäästö on n. 4 825 t CO₂e 50 vuoden arviointijaksolla. Vuosittainen hiilijalanjälki kerrosneliötä kohden on n. 7,9 kg CO₂e eli huomattavasti pienempi kuin muissa vastaavalla menetelmällä arvioiduissa kaavahankkeissa (keskiarvo 22,7 kg CO₂e) ja vuosittainen hiilikädenjälki kerrosneliötä kohden n. 1,2 kg CO₂e (keskiarvo 1,7 kg CO₂e).

Vaikutukset ilmastonmuutokseen sopeutumiseen

Kaavamääräyksen mukaan tontin piholle on rakennuslupavaiheessa laadittava piha- ja hulevesien hallintasuunnitelma, joka perustuu kaavavaiheen suunnitelmaan.

Asemakaavassa on myös luonnon monimuotoisuutta edistävä kaavamääräys, jonka mukaan piha-alueet tulee toteuttaa kasvillisuudeltaan monilajisena alueena, joille istutetaan vuodenaikojen vaihtelu huomioiden puita, pensaita ja perennoja suosien eri aikaan kukkivia lajeja pölyttäjille.

Vaikutukset ihmisten terveyteen ja turvallisuuteen

Teollisuuskadun ja Kumpulantien ajo- ja raitioliikenne aiheuttaa huomattavaa ilman epäpuhtaus- ja melukuormitusta kaava-alueelle. Olemassa olevaa rakennusta säilyttävä suunnitteluratkaisu kaava-alueella rajaa huomattavasti mahdollisuuksia liikenteen haittojen huomioon ottamiseen. Asemakaavaratkaisussa on kuitenkin annettu liikenteen melu-, runkomelu ja ilmanlaatuhaikkojen torjumiseksi ja altistumisen vähentämiseksi kaavamääräykset, jotka luovat edellytykset hyvälle asumiselle. Etenkin hengitettävien hiukkasten lyhytaikaispitoisuudet voivat nousta Teollisuuskadun rajautuvalla kaava-alueella huomattavan korkeiksi. Kadun tehokas kunnossapito ja laajemmin päästöjä pienentävät toimet kuten liikennemäärrien ja nastarenkaiden käytön vähentäminen, ovat oleellisia, jotta hiukkasten lyhytaikaispitoisuudet saadaan pidettyä alle raja- ja ohjearvojen.

Yritysvaikutukset

Kaavaratkaisulla ei ole merkittäviä yritysvaikutuksia.

Toteutus

Kaavaratkaisun toteuttaminen on mahdollista kaavan tultua voimaan.

Suunnittelun lähtökohdat

Kaavaratkaisu vastaa valtakunnallisiin tavoitteisiin (valtioneuvoston päätös 14.12.2017).

Kaavaratkaisu ei ole ristiriidassa valtakunnallisten alueidenkäyttötavoitteiden kanssa.

Kaavaratkaisun valmistelussa on erityisesti painotettu seuraavia valtakunnallisia tavoitteita:

- luodaan edellytykset vähähiiliselä ja resurssitehokkaalle yhdyskuntakehitykselle, joka tukeutuu ensisijaisesti olemassa olevaan rakenteeseen
- luodaan edellytykset elinkeino- ja yritystoiminnan kehittämislle sekä väestökehityksen edellyttämälle riittäväle ja monipuoliselle asuntotuotannolle
- sijoitetaan merkittävät uudet asuin-, työpaikka- ja palvelutoimintojen alueet siten, että ne ovat joukkoliikenteen, kävelyn ja pyöräilyn kannalta hyvin saavutettavissa

Tavoitteiden huomioon ottamista selostetaan tarkemmin kohdassa Asemakaavan kuvaus.

Alueella voimassa olevat kaavat

Yleiskaavataso

Helsingin yleiskaava 2016 (tullut voimaan 5.12.2018):

Helsingin yleiskaavan 2016 mukaan alue on toimitila-alue, jota kehitetään ensisijaisesti toimitilojen, tuotannon, varastoinnin, satamatoimintojen, julkisten palvelujen ja opetustoiminnan sekä virkistyskäyttöön. Tontin lähellä sijaitsee maanalaisia tiloja ja tunneleita ja se kuuluu Helsingin keskustan maanalaisen kehittämisen kohdealueeseen. Nyt laadittu kaavaratkaisu on Helsingin yleiskaavan (2016) mukainen.



Kuva: Ote Helsingin yleiskaavasta 2016

Helsingin maanalainen yleiskaava nro 12704 (tullut voimaan 19.8.2021):

Maanalaisessa yleiskaavassa on esitetty asemakaava-alueen viereen yhteystarve raideliikenteen tunnelille. Tarkemmassa suunnittelussa suuaukolle on osoitettu sijainti tontin länsipuolelle. Nyt laadittu kaavaratkaisu on maanalaisen yleiskaavan mukainen.

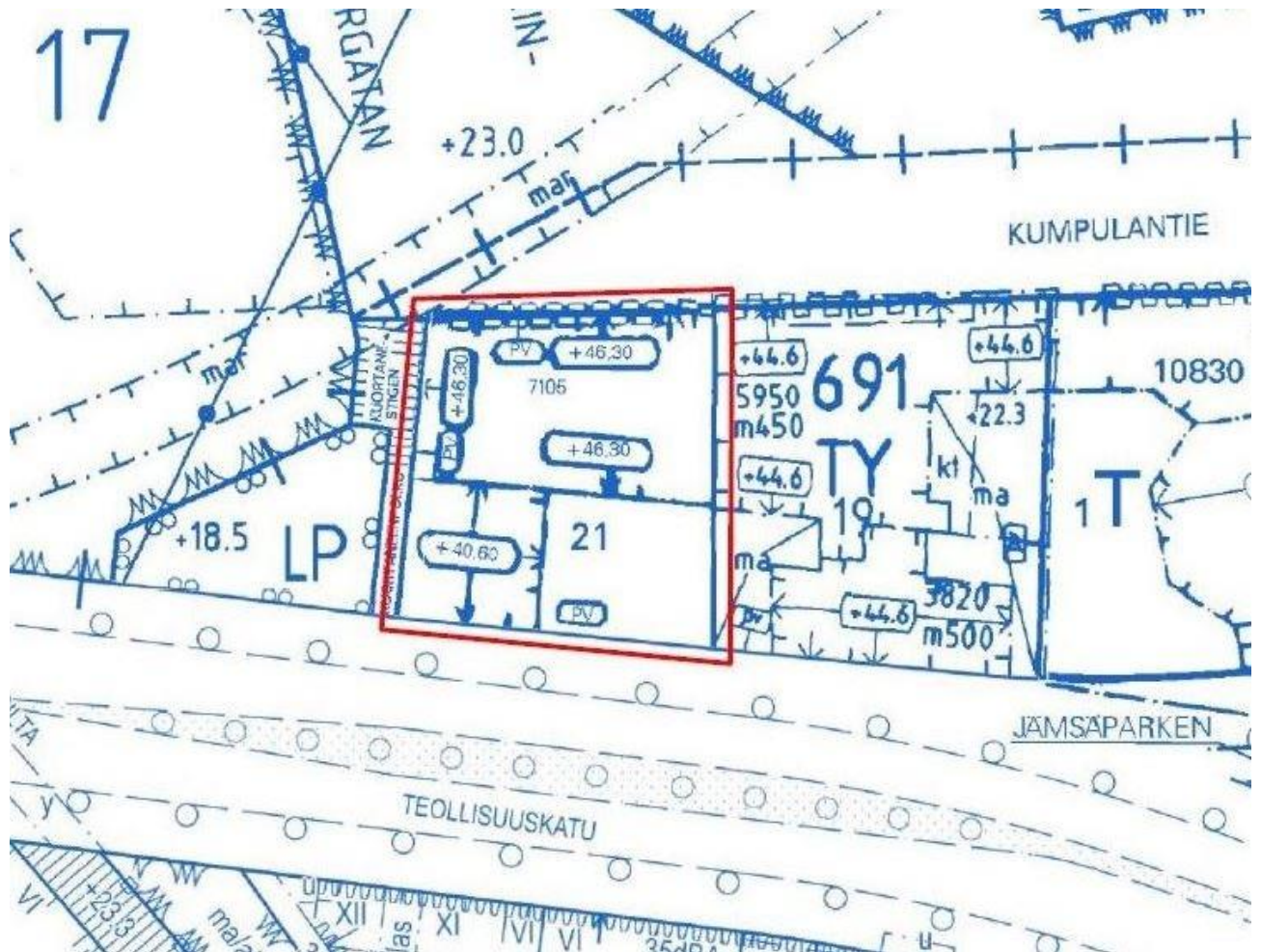
Asemakaavataso

Alueella voimassa olevat asemakaavat:

8529 (09.03.1984)

Voimassa olevassa vuoden 1984 asemakaavassa on tontti merkitty (T) Teollisuus- ja varastorakennusten korttelialueeksi. Asemakaava on vanhentunut ja kaupunkiympäristölautakunnan 24.5.2022 hyväksymät alueelle laaditut Vallilan suunnitteluperiaatteet toimivat alueen kaavamuutosten ja muiden kehittämissankkeiden pohjana. Tavoitteena on alueen kaikkien vanhentuneiden asemakaavojen vähittäinen päivittäminen sitä mukaa kun maanomistajat lähtevät hakemaan asemakaavan muutoksia.

Tontti kuuluu myös kaupunkiympäristölautakunnan 25.5.2021 hyväksymien Teollisuuskadun akselin kaavarungon alueeseen. Kaavarunko ja suunnitteluperiaatteet lähtevät samoista tavoitteista ja tukevat toisiaan. Alueella on voimassa asemakaava nro 8529 (tullut voimaan 9.3.1984). Kaavan mukaan tonttia koskee merkintä T, Teollisuus- ja varastorakennusten korttelialue.



Kuva: Ote voimassa olevista asemakaavoista

Maanomistus

Tontti on yksityisomistuksessa.

Aluetta koskevat muut lähtökohdat

Selvitys alueen oloista, rakennuskannasta ja muista ympäristöominaisuuksista on kuvattu kunkin aiheen kohdalla.

Helsingin kaupungin rakennusjärjestys on tullut voimaan 7.6.2023.

Helsingin kaupungin kaupunkimittauspalvelut on laatinut pohjakartan.

Suunnittelu- ja käsittelyvaiheet

Kaavoitus on tullut vireille tontin omistajan tai haltijan hakemuksesta vuonna 2024. Kaavoitustyö on käynnistetty tontin 22/691/21 omistajan Kiinteistö Oy Kumpulantie 1 aloitteesta.

Kaavaratkaisun sisältö on neuvoteltu hakijoiden kanssa.

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

Viranomaisyhteistyö

Valmistelu on tehty yhteistyössä kaupunkiympäristön toimialan eri tahojen kanssa.

Osallistumis- ja arviointisuunnitelma (OAS) -aineiston nähtävilläolo

Osallisille on ilmoitettu kirjeillä ja verkkosivuilla www.hel.fi/kaupunkiymparisto/fi sekä lehdessä (Helsingin Sanomat, Helsingin Uutiset) kaavoituksen vireilletulosta ja aineiston nähtävilläolosta 2.12.2024–23.12.2024 seuraavissa paikoissa:

- verkkosivuilla www.hel.fi/suunnitelmat
- Kaupunkiympäristön asiakaspalvelussa.

Lisäksi järjestettiin:

- Verkkotilaisuus (Kaavailta) 4.12.2024

OAS-aineistosta saapuneet mielipiteet ja kannanotot

Kirjallisia mielipiteitä saapui 2 kpl.

Annetuista mielipiteistä ensimmäinen kohdistui rakennuksen lintuystävällisyyteen. Toisessa mielipiteessä kannatettiin rakennuksen käyttötarkoituksen muutosta sekä nykyisen rakennusrungon säilyttämistä ja korotusosiin suunniteltua puurakentamista kestävän rakentamisen tavoitteiden mukaisina ratkaisuin.

Mielipiteissä esitetyt asiat on otettu huomioon kaavoitustyössä siten, että lintujen törmäysriskin osalta on lisätty kaavamääräys koskien rakennuksen lasipintojen käsittelyä ja valaistuksen suunnittelua. Vastineet mielipiteisiin on esitetty vuorovaikutusraportissa.

Kannanottoja saatiin seuraavilta viranomais- ja asiantuntijatahoilta:

- sosiaali-, terveys- ja pelastustoimiala/Pelastuslaitos

Viranomaisten kannanotto osallistumis- ja arviointisuunnitelmasta sekä valmisteluaineistosta kohdistui rakennuksen poistumistieratkaisuihin. Kannanotossa esitetty asia on otettu huomioon kaavoitustyössä siten, että viitesuunnitelman mukaisesta ratkaisusta on tehty alustava paloselvitys. Vastineet kannanottoihin on esitetty vuorovaikutusraportissa.

Kaavaehdotuksen julkinen nähtävilläolo (AKL/MRL 65 §)

Kaavaehdotus on julkisesti nähtävillä (AKL/MRL 65 §) 7.4.2025–9.5.2025. Kaavaehdotuksen julkisen nähtävilläolon pituus on 33 päivää.

Kaavaehdotuksesta pyydetään lausunnot seuraavilta tahoilta:

- sosiaali-, terveys- ja pelastustoimiala/Pelastuslaitos
- Helen Sähköverkko Oy
- Helen Oy
- Helsingin seudun ympäristöpalvelut (HSY)
- Kaupunkiliikenne Oy (ent. HKL)

****Tätä selostusta täydennetään kaavaehdotuksen julkisen nähtävilläolon jälkeen.****

Liitteet

1. Seurantalomake
2. Osallistumis- ja arviointisuunnitelma
3. Kuvat, kartat ja aineistot
 - Sijaintikartta
 - Ilmakuva
 - Asemakaavakartta (A4-koossa)
 - Havainnekuva
 - Liikennemeluselvitys
 - Tärinä- ja runkomeluselvitys
 - Tuulisuusselvitys
 - Alustava paloselvitys
4. Viitesuunnitelma

Luettelo muusta suunnitelmaa koskevasta materiaalista

- Vuorovaikutusraportti

Yhteyshenkilöt kaavan valmistelussa

Helsingin kaupunkiympäristön toimiala

Paula Leiwo, arkkitehti, asemakaavoitus
Sinikka Lahti, tiimipäällikkö, asemakaavoitus
Joonas Arponen, suunnitteluavustaja, kaavakartan ja aineistojen laatiminen
Minttu Iivonen, liikenneinsinööri, liikennesuunnittelu
Marianna Häkkinen, projektipäällikkö, teknistaloudelliset asiat
Ville Mäntyniemi, projektipäällikkö, teknistaloudelliset asiat
Inka Lappalainen, maisema-arkkitehti, kaupunkitila- ja maisemasuunnittelu
Mikko Juvonen, tiimipäällikkö, maankäytön yleissuunnittelu
Ilkka Aaltonen, tiimipäällikkö, maaomaisuuden kehittäminen ja tontit
Kirsi Federley, johtava tonttiasiamies, maaomaisuuden kehittäminen ja tontit
Jani Kuokkanen, tonttiasiamies, maaomaisuuden kehittäminen ja tontit

Muut viranomaiset ja asiantuntijat

Juha Korhonen, ympäristöasiantuntija

Hakijataho

Kiinteistö Oy Kumpulantie 1

Asemakaavan seurantalomake

Asemakaavan perustiedot ja yhteenveto

Kunta	Helsinki	Täyttämispvm	17.3.2025
Kaavan nimi	Kumpulantie 1		
Hyväksymispvm		Ehdotuspvm	
Hyväksyjä		Vireilletulosta ilm. pvm	12.11.2024
Pysyvä kaavatunnus		Kunnan kaavatunnus	12967
Kaava-alueen pinta-ala [ha]	0,1869	Uusi asemakaavan pinta-ala [ha]	
Maanalaisten tilojen pinta-ala [ha]	0,0469	Asemakaavan muutoksen pinta-ala [ha]	

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

Aluevaraukset	Pinta-ala [ha]	Pinta-ala [%]	Kerrosala [k-m²]	Tehokkuus [e]	Pinta-alan muut. [ha ±]	Kerrosalan muut. [k-m² ±]
Yhteensä	0,1869	100,00	12195	6,52	-0,1869	5090
A yhteensä	0,1869	100,0	12195	6,52	0,0000	12195
P yhteensä						
Y yhteensä						
C yhteensä						
K yhteensä						
T yhteensä					-0,1869	-7105
V yhteensä						
R yhteensä						
L yhteensä						
E yhteensä						
S yhteensä						
M yhteensä						
W yhteensä						

Maanalaiset tilat	Pinta-ala [ha]	Pinta-ala [%]	Kerrosala [k-m²]	Pinta-alan muut. [ha ±]	Kerrosalan muut. [k-m² ±]
Yhteensä	0,0470	25,15	80	0,0000	0

Rakennussuojelut	Suojellut rakennukset		Suojeltujen rakennusten muutos	
	[lkm]	[k-m²]	[lkm ±]	[k-m² ±]
Yhteensä	0	0	0	0

Alamääräykset tai -merkinnät

Aluevaraukset	Pinta-ala [ha]	Pinta-ala [%]	Kerrosala [k-m ²]	Tehokkuus [e]	Pinta-alan muut. [ha ±]	Kerrosalan muut. [k-m ² ±]
Yhteensä	0,1869	100,00	12195	6,52	-0,1869	5090
A yhteensä	0,1869	100,0	12195	6,52	0,0000	12195
AL	0,1869	100,0	12195	6,52	0,0000	12195
P yhteensä						
Y yhteensä						
C yhteensä						
K yhteensä						
T yhteensä					-0,1869	-7105
T					-0,1869	-7105
V yhteensä						
R yhteensä						
L yhteensä						
E yhteensä						
S yhteensä						
M yhteensä						
W yhteensä						

Maanalaiset tilat	Pinta-ala [ha]	Pinta-ala [%]	Kerrosala [k-m ²]	Pinta-alan muut. [ha ±]	Kerrosalan muut. [k-m ² ±]
Yhteensä	0,0470	25,15	80	0,0000	0
maa	0,0470	100,0	80	0,0000	0

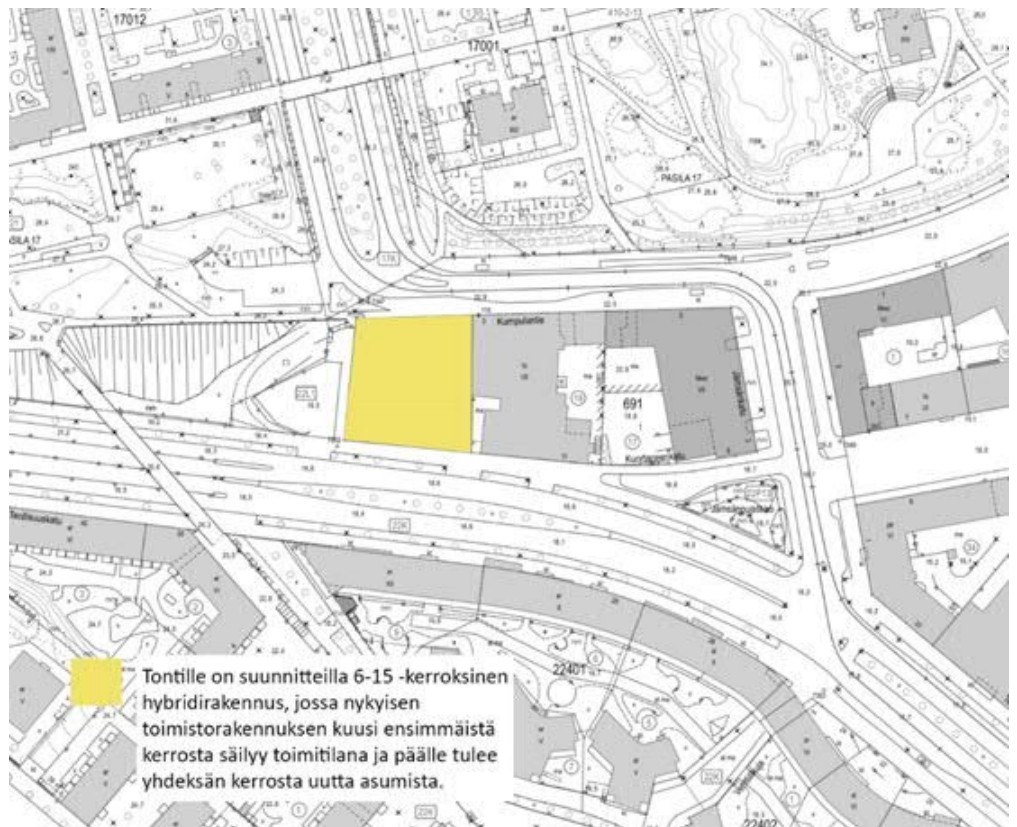
Osallistumis- ja arviointisuunnitelma

Kumpulantie 1 asemakaavan muutos

Kaupunkiympäristön toimiala
Asemakaavoituspalvelu
Päivätty 12.11.2024

Diaarinumero HEL 2024-012369
Hankenumero 0792_5
Oas 1731-00/24

Osallistumis- ja arviointisuunnitelmassa (OAS) esitetään miksi asemakaava laaditaan, miten kaavoitus etenee ja missä vaiheessa siihen voi vaikuttaa. Osallistumis- ja arviointisuunnitelmaa täydennetään tarvittaessa kaavaprosessin edetessä, jolloin OAS:n päivitetty versio löytyy Helsingin karttapalvelusta <https://kartta.hel.fi/suunnitelmat>.



Kuva 1. Karttakuva suunnittelualueesta.

Tiivistelmä

Osoitteessa Kumpulantie 1 sijaitsevalle tontille haetaan käyttötarkoituksenmuutosta sekä lisärakennusoikeutta liike-, toimisto- ja asumiskäyttöä varten.

Tontille on suunnitteilla 6-15 -kerroksinen hybridirakennus, jossa nykyisen toimistorakennuksen kuusi ensimmäistä kerrosta säilyy toimitilana ja päälle rakennetaan yhdeksän kerrosta uutta asumista. Ensimmäisessä kerroksessa on kadulle avautuvaa liiketilaa ja maan alla pysäköintikellari.

Suunnittelun tavoitteet ja alue

Asemakaavan muutos koskee yhtä tonttia osoitteessa Kumpulantie 1. Tontilla sijaitsee vuonna 1957 rakennettu toimistorakennus (arkkitehti Erkki Kartano), jonka kaksi ylintä kerrosta Kumpulantien puolella puretaan.

Kyseinen tontti on osa kaupunkiympäristölautakunnan 25.5.2021 hyväksymää Teollisuuskadun akselin kaavarunkoa, jonka tavoitteena on tarjota pääkonttoripaikkoja keskeisellä sijainnilla ja kehittää Pasilan ja Kalasataman välisestä alueesta monipuolinen ja elävä keskusta-alue. Kaavarunko sekä kaupunkiympäristölautakunnan vuotta myöhemmin 24.5.2022 hyväksymät Vallilan toimitila-alueen suunnitteluperiaatteet lähtevät samoista tavoitteista ja tukevat toisiaan.

Vallilan toimitila-aluetta kehitetään kestävästi ja resurssiviisaasti. Rakennusten purkamista vältetään ja olemassa olevaa rakennuskantaa hyödynnetään muutoksissa ja uusissa käyttötarkoituksissa. Kaikessa rakentamisessa lähtökohtana tulee olla elinkaariajattelu ja pitkäikäiset ratkaisut.

Kiinteistöjen rakennusoikeuden lisäykset ovat kaavarungon ja suunnitteluperiaatteiden mukaan lähtökohtaisesti mahdollisia koko alueella. Korttelialueita saa täydentää uusilla rakennusosilla, jotka voivat nousta nykyistä rakennetta korkeammalle.

Teollisuuskatuun rajautuvien tonttien lisärakentamisen yhteydessä voi tontille sijoittaa kokonaisuutta tukevaa asumista, jos sille on järjestettävissä hyvän asumisen edellytykset, mukaan lukien riittävät pihatilat. Asumisen tulee sijaita nykyisen rakenteen yläpuolella.

Tontille on suunnitteilla 6-15 -kerroksinen hybridirakennus, jossa nykyisen toimistorakennuksen kuusi ensimmäistä kerrosta säilyy toimitilana ja päälle rakennetaan yhdeksän kerrosta uutta asumista. Ensimmäisessä kerroksessa on kadulle avautuvaa liiketilaa ja maan alla pysäköintikellari.

Suunnitelman tavoitteena on säilyttää nykyistä toimitilaa keskeisellä sijainnilla Teollisuuskadun varrella Vallilan toimitila-alueella ja samalla lisätä alueen elinvoimaa, käyttäjämääriä sekä laadukasta ja hiilijalanjäljeltään vastuullista uutta asuntotuotantoa. Helsingin kaupunkistrategian (2021-2025) mukaisesti kaupunkirakennetta kehitetään kestävästi, ensisijaisesti

uudistamalla ja täydentämällä olemassa olevaa rakennettua ympäristöä huomioiden alueiden erityispiirteet. Helsingin yleiskaavan 2016 mukaisesti Vallilan toimitila-alueen merkitys nimenomaan toimitila-alueena on keskustan kaupunkirakenteen toiminnallisen monipuolisuuden kannalta merkittävä. Katutilan elävyys varmistetaan osoittamalla ensimmäisen kerroksen tilat liiketilaksi.

Osallistuminen ja aineistot

Suunnitelmia esitellään verkkotilaisuudessa keskiviikkona 4.12.2024. Ohjelma alkaa klo 17.00.

Tilaisuuden ohjelma ja liittymislinkki löytyvät verkosta osoitteesta <https://www.hel.fi/asukastilaisuudet>. Osallistumiskokemus on parempi tietokoneella, jossa on iso näyttö. Osallistuminen onnistuu myös mobiililaitteella kuten tabletilla tai älypuhelimella.

Tilaisuuden tallenne on katsottavissa kaupunkiympäristön YouTube-kanavalta tilaisuuden jälkeen kaksi viikkoa / 18.12.2024 asti / kaavan valmistelun ajan osoitteessa bit.ly/kymp-youtube.

Osallistumis- ja arviointisuunnitelmaan ja kaavan valmisteluaineistoon (viitesuunnitelma) voi tutustua 2.12.–23.12.2024 seuraavissa paikoissa:

- verkkosivuilla <https://www.hel.fi/suunnitelmat>.

Kaupunkiympäristön asiakaspalvelu palvelee puhelimitse numerossa 09 310 22111 ja verkossa

<https://www.hel.fi/kaupunkiymparisto/asiakaspalvelu>.

Asiakaspalvelun käyntiosoite on Työpajankatu 8, tarkistathan asiakaspalvelupisteen aukioloajat verkosta. Myös suunnittelijaan voi olla yhteydessä.

Suunnitteluun liittyvää aineistoa päivitetään Helsingin karttapalveluun <https://kartta.hel.fi/suunnitelmat>.

Mielipiteet osallistumis- ja arviointisuunnitelmasta sekä valmisteluaineistosta pyydetään esittämään **viimeistään 23.12.2024**.

Kirjalliset mielipiteet lähetetään Helsingin kaupungin kirjaamoon (Pohjoisesplanadi 11–13) sähköpostiosoitteeseen helsinki.kirjaamo@hel.fi tai postiosoitteeseen Helsingin kaupunki, kirjaamo, kaupunkiympäristön toimiala, PL 10, 00099 Helsingin kaupunki.

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
 - Hermann-Vallila Seura, asukasyhdistys
 - Pasila-seura, asukasyhdistys
 - Helsingin Yrittäjät
 - Helsingin seudun pyöräilijät
- asiantuntijaviranomaiset
 - Helen Oy
 - Helen Sähköverkko Oy
 - kulttuurin ja vapaa-ajan toimiala
 - sosiaali- ja terveys- ja pelastustoimiala

Vaikutusten arviointi

Kaavan valmistelun yhteydessä arvioidaan kaavan toteuttamisen vaikutuksia muun muassa ihmisten elinoloihin, kaupunkikuvaan, yrityksiin ja liikenteeseen ja laaditaan tarvittavat selvitykset kaavaratkaisun merkittävien vaikutusten arvioimiseksi. Vaikutusten arviointia suorittavat kaavan valmisteluun osallistuvat kaupungin asiantuntijat.

Suunnittelun taustatietoa

Tontti on yksityisomistuksessa ja kaavoitus on tullut vireille tontin omistajan hakemuksesta. Kaupunki valmistelee asemakaavan muutoksen perusteella mahdollisesti kyseeseen tulevan maankäytösopimuksen hakijan kanssa käytävissä neuvotteluissa.

Kyseinen tontti sijaitsee Vallilan toimitila-alueella ja kuuluu kaupunkiympäristölautakunnan (KYLK) 25.5.2021 hyväksymien Teollisuuskadun akselin kaavarungon alueeseen. Kaavarunko sekä KYLK:n 24.5.2022 hyväksymät Vallilan toimitila-alueen suunnitteluperiaatteet lähtevät samoista tavoitteista ja tukevat toisiaan.

Voimassa olevassa vuoden 1984 asemakaavassa, joka kattaa pääosan Vallilan toimitila-alueen kiinteistöistä, on tontti merkitty (T) Teollisuus- ja varastorakennusten korttelialueeksi. Asemakaava on vanhentunut ja alue on tästä johtuen rakennuskiellossa.

Kokonaisvaltaisen ja hallitun kehittymisen varmistamiseksi ja tavoitteiden kirkastamiseksi on alueelle laadittu yleiskaavaa

täsmentävät suunnitteluperiaatteet, jotka ohjaavat alueen jatkosuunnittelua ja toimivat alueen kaavamuutosten ja muiden kehittämishankkeiden pohjana. Tavoitteena on alueen kaikkien vanhentuneiden asemakaavojen vähittäinen päivittäminen sitä mukaa kun maanomistajat lähtevät hakemaan asemakaavan muutoksia.

Helsingin yleiskaavassa 2016 alue on toimitila-alue, jota kehitetään ensisijaisesti toimitilojen, tuotannon, varastoinnin, satamatoimintojen, julkisten palvelujen ja opetustoiminnan sekä virkistyskäyttöön. Tontin lähellä sijaitsee maanalaisia tiloja ja tunneleita ja se kuuluu Helsingin keskustan maanalaisen kehittämisen kohdealueeseen.

Asemakaavassa tontti on merkitty Teollisuus- ja varastorakennusten korttelialueeksi ja sillä sijaitsee vuonna 1957 rakennettu toimistorakennus (arkkitehti Erkki Kartano), jonka kaksi ylintä kerrosta Kumpulantien puolella puretaan.

Lisätiedot suunnittelijoilta

Maankäyttö

Paula Leiwo, arkkitehti, p. (09) 310 23637,
paula.leiwo(a)hel.fi

Liikenne

Minttu Iivonen, liikenneinsinööri, p. (09) 310 52567,
minttu.iivonen(a)hel.fi

Teknistaloudelliset asiat

Marianna Häkkinen, projektipäällikkö, p. (09) 310 52853,
marianna.hakkinen(a)hel.fi

Julkiset ulkotilat, maisema

Inka Lappalainen, maisema-arkkitehti p. (09) 310 52826,
inka.lappalainen(a)hel.fi

Ville Mäntyniemi, projektipäällikkö, p. (09) 310 52614,
ville.mantyniemi(a)@hel.fi

Rakennussuojelu

Sakari Mentu, arkkitehti, p. (09) 310 37217,
sakari.mentu(a)hel.fi



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

Helsingissä 12.11.2024

Sinikka Lahti
tiimipäällikkö

Kaavoituksen eteneminen

Vireilletulo

- kaavoitus on tullut vireille vuonna 2024 tontin omistajan hakemuksesta



OAS

- OAS ja muuta aineistoa nähtävillä 2.12.–23.12.2024 , verkkotilaisuus 4.12.2024 (Kaavailta)
- nähtävilläolosta ilmoitetaan kirjeillä, verkkosivuilla <https://www.hel.fi/suunnitelmat> ja Helsingin Uutiset -lehdessä
- mahdollisuus esittää mielipiteitä
- kaupunkiympäristölautakunnan päätöksistä lähetetään tieto niille mielipiteen jättäneille, jotka ovat mielipiteen yhteydessä erikseen ilmoittaneet sähköposti- tai postiosoitteen



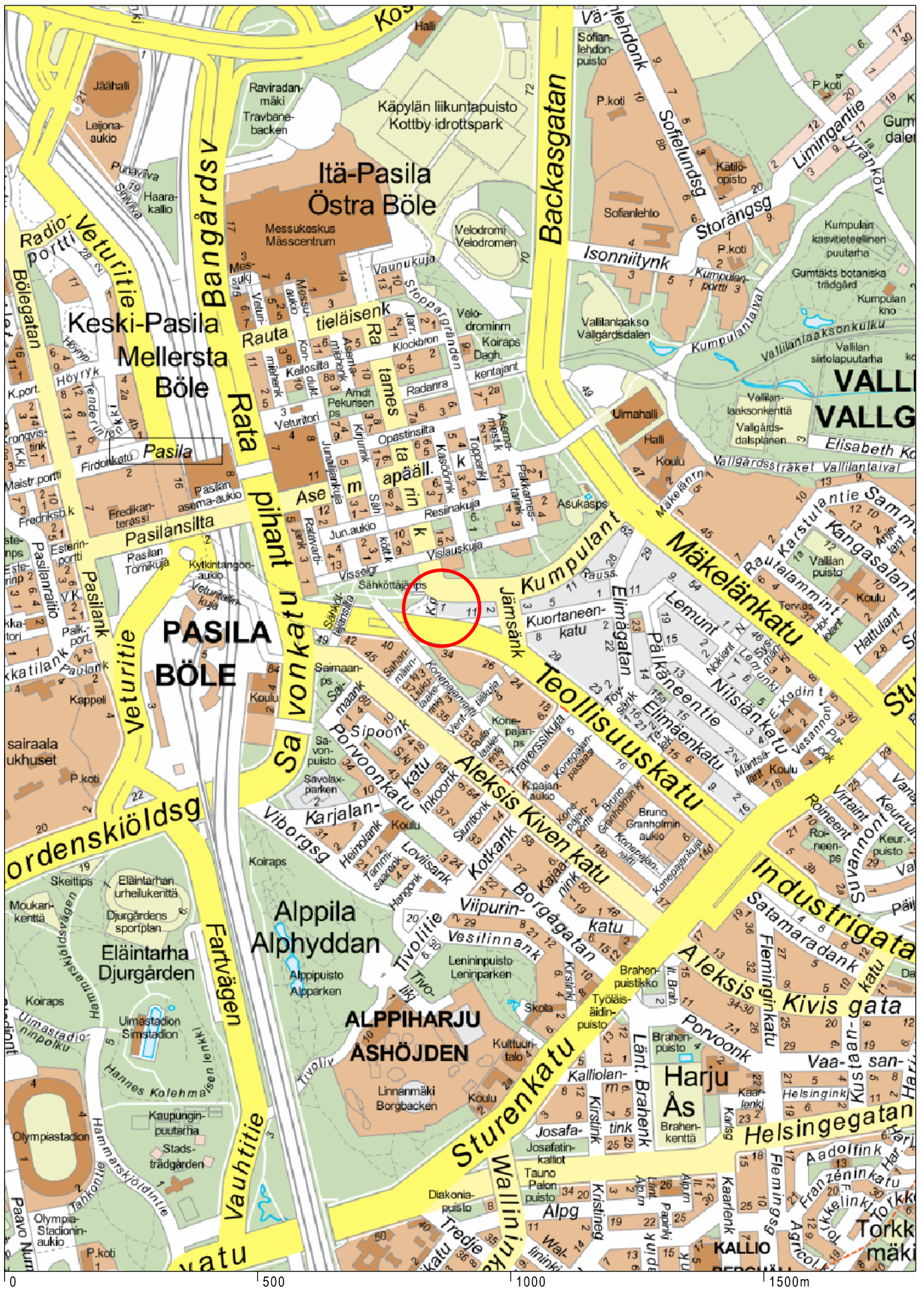
Ehdotus

- kaavaehdotus laitetaan julkisesti nähtäville
- julkisesta nähtävilläolosta ilmoitetaan verkkosivuilla <https://www.hel.fi/kaavakuulutukset>
- mahdollisuus tehdä muistutus, viranomaisilta pyydetään lausunnot
- kaavaehdotus, jota on tarvittaessa tarkistettu julkisen nähtävilläolon jälkeen, esitellään kaupunkiympäristölautakunnalle arviolta keväällä/vuonna 2025
- kaavan valmistelun aikana saatuihin huomautuksiin vastataan vuorovaikutusraportissa, joka löytyy karttapalvelusta <https://kartta.hel.fi/suunnitelmat>
- kaupunkiympäristölautakunnan päätöksistä lähetetään tieto niille muistutuksen jättäneille, joiden sähköposti- tai postiosoite ilmenee muistutuksesta



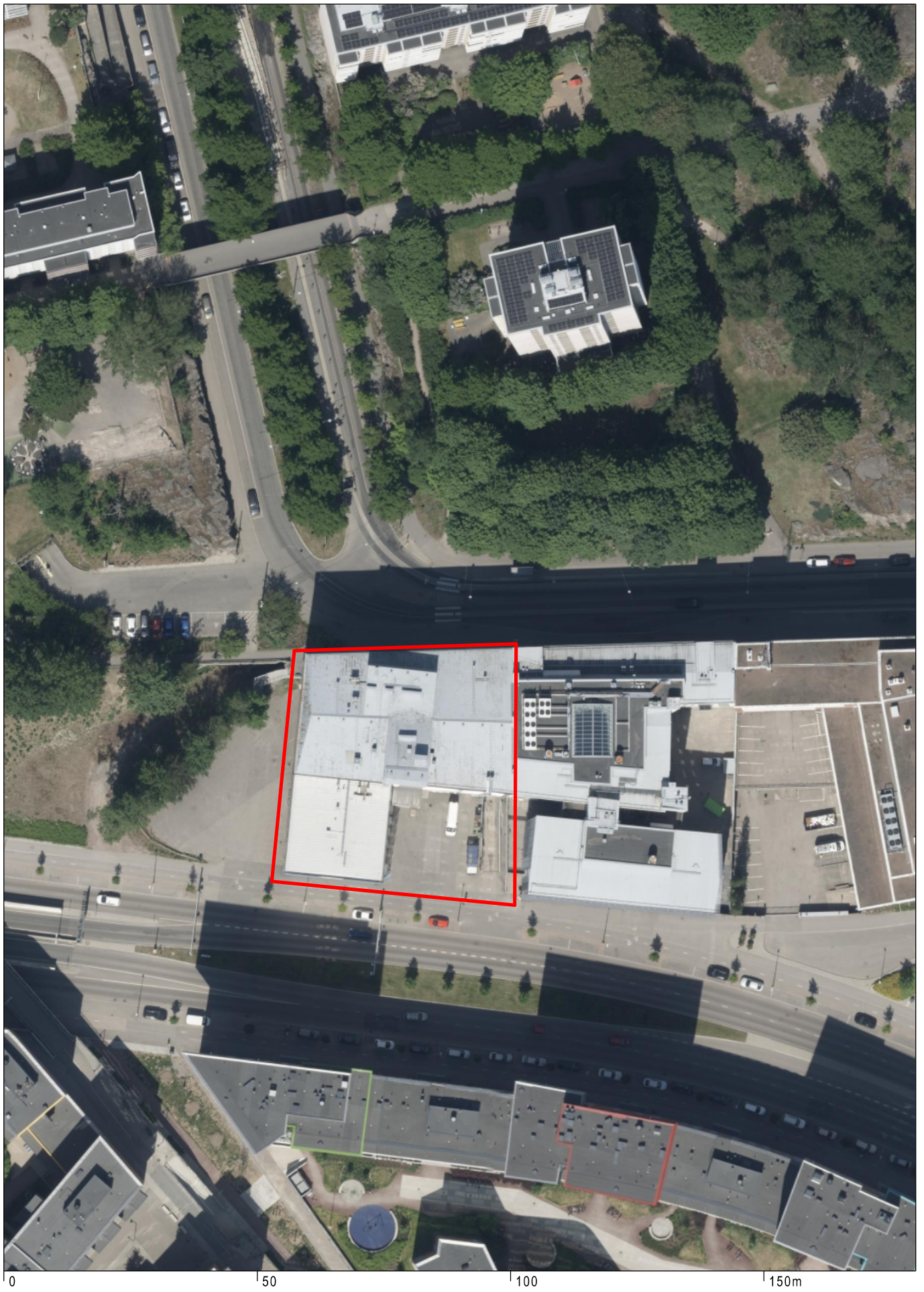
Hyväksyminen

- kaupunginhallitus käsittelee kaavaehdotuksen
- kaupunginvaltuusto hyväksyy kaavan
- tieto kaavan hyväksymistä koskevasta päätöksestä lähetetään niille, jotka ovat sitä kirjallisesti pyytäneet kaavaehdotuksen julkisen nähtävilläolon aikana
- hyväksymistä koskevaan päätökseen saa hakea muutosta valittamalla hallinto-oikeuteen
- hallinto-oikeuden päätökseen saa hakea muutosta valittamalla, jos korkein hallinto-oikeus myöntää valitusluvan
- kaava tulee voimaan, jos hyväksymispäätöksestä ei ole valitettu tai valitukset on hylätty.



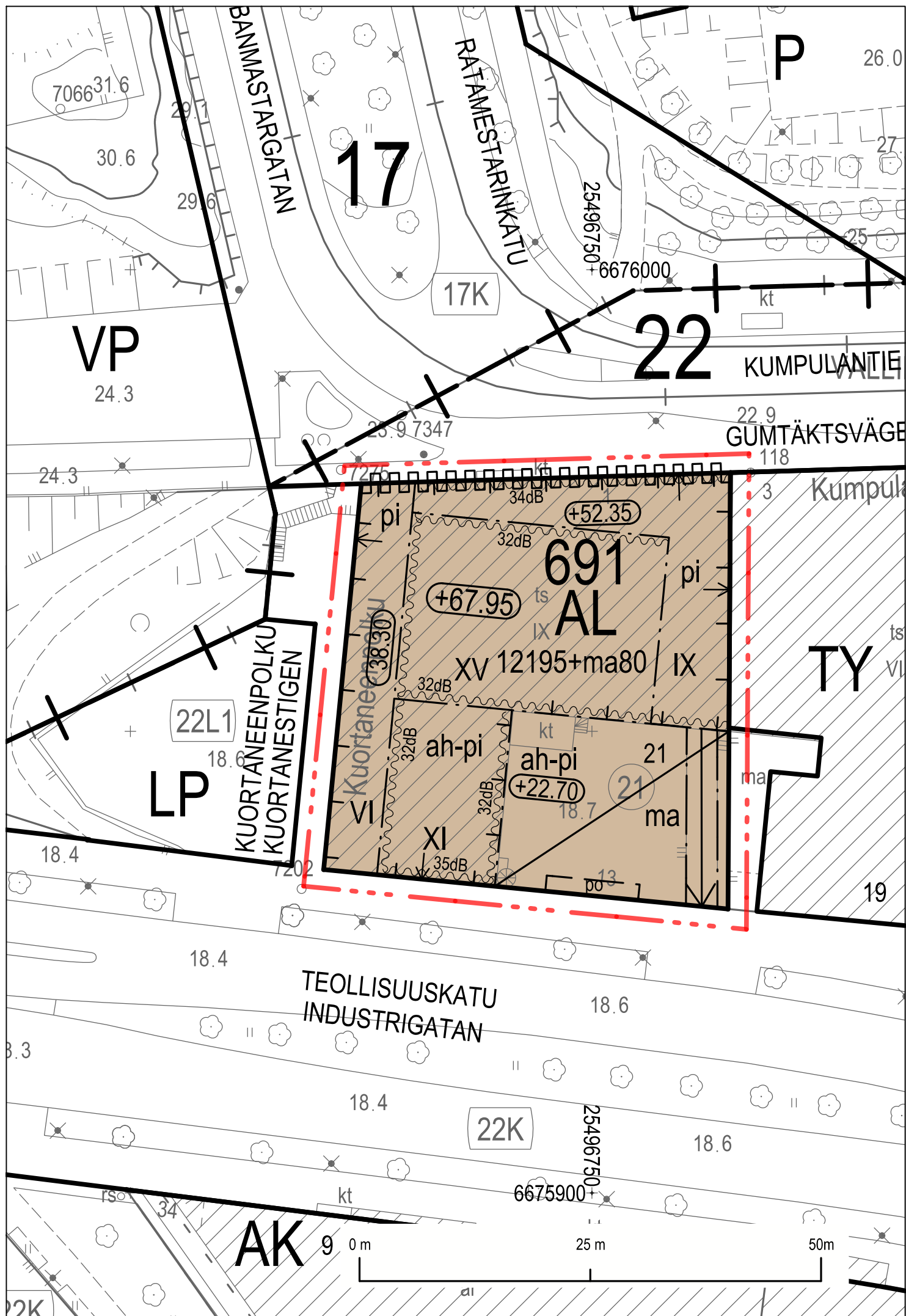
Sijaintikartta
Kumpulantie1

Helsingin kaupunki
Asemakaavoitus



Ilmakuva
Kumpulantie 1

Helsingin kaupunki
Asemakaavoitus



ASEMAKAAVAMERKINNÄT JA -MÄÄRÄYKSET



Asuin-, liike- ja toimistorakennusten korttelialue. Korttelialueelle ei saa sijoittaa hotelleja.



2 m kaava-alueen rajan ulkopuolella oleva viiva.



Korttelin, korttelinosan ja alueen raja.

691

Korttelin numero.

21

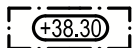
Ohjeellisen tontin numero.

12195+ma80

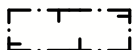
Lukusarja, joka yhteenlaskettuna osoittaa rakennus-oikeuden määrän kerrosalaneliömetreinä. Ensimmäinen luku ilmoittaa korttelialueelle osoitetun maanpäällisen kerrosalan enimmäismäärän, toinen luku maanalaisen kerrosalan enimmäismäärän.

XI

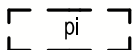
Roomalainen numero osoittaa rakennusten, rakennuskenttien tai sen osan suurimman sallitun kerrosluvun.



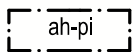
Rakennuksen vesikaton ylin sallittu korkeusasema.



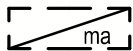
Rakennusala.



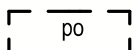
Asuntokohtaiselle pihalle varattu alueen osa, sijainti ohjeellinen.



Asumista palveleva yhteiskäyttöinen piha-alue.



Pihakannen alainen ja maanalainen tila, johon saa kahden kerroksen sijoittaa pysäköinti- varasto- ja teknisiä tiloja sekä pääkäyttötarkoituksen mukaisia tiloja. Sijainti ohjeellinen.



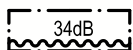
Portaalle varattu alueen osa, sijainti ohjeellinen.



Maanalaisiin tiloihin johtava ajoluiska.



Nuoli osoittaa rakennusalan sivun, johon rakennus on rakennettava kiinni.



Merkintä osoittaa rakennusalan sivun, jolla asuinrakennuksen julkisivun kokonaisääneneristävyyden liikennemelua vastaan tulee olla vähintään luvun osoittama desibelimäärä.



Katualueen rajan osa, jonka kohdalta ei saa järjestää ajoneuvoliittymää.

RAKENNUSOIKEUS JA TILOJEN KÄYTTÖ

Asukkaiden käyttöön tulee rakentaa riittävien varasto- ja huoltotilojen lisäksi vähintään seuraavat asumisen aputilat: talopesula, kuivaustila, talosauna ja vapaa-ajantila. Kaikki asumisen aputilat, yhteistilat sekä varasto-, huolto- ja tekniset tilat saa rakentaa asemakaavassa merkityn kerrosalan lisäksi.

Sisääntulokerroksissa porrashuoneen 20 m² ylittävän rajan saa rakentaa asemakaavaan merkityn kerrosalan lisäksi, mikäli se lisää viihtyisyyttä.

Asuntojen huoneistoalasta vähintään 50 % tulee toteuttaa asuntoina, joissa on keittiön/keittotilan lisäksi kolme asuinhuonetta tai enemmän. Perheasuntojen keskipinta-alan tulee olla vähintään 75 m².

Liiketilat on varustettava rasvanerottelu- ja katon ylimmän tason yläpuolelle johdettavalla ilmastointihormilla.

Kuortaneenkadun varrella maantasokerroksen tilat on varattava liiketiloiksi. Tiloissa tulee olla suuret ikkunat ja esteetön sisäänkäynti suoraan kadulta.

KAUPUNKIKUVA JA RAKENTAMINEN

Rakennuksen katuun rajautuvan osan julkisivujen arkkitehtuuri tulee sovittaa ympäristön kaupunkikuvaan ja julkisivumateriaalien olla laadukkaita.

Rakennuksen Kumpulantiehen rajautuvan osan räystäslinjan tulee olla yhtenäinen ja jatkua samassa linjassa tontilla 691/19 sijaitsevan rakennuksen räystäslinjan kanssa.

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

Ikkunoiden ja muiden lasiaiteiden, kuten lasikaiteiden, koko, sijoitus, pintakuviointi, lasin ominaisuudet ja muut ratkaisut sekä valaistus on suunniteltava ja toteutettava siten, että lintujen törmäminen lasiin minimoidaan.

Tuulen- ja melunsuojarakenteet tulee suunnitella korkealaatuiseksi osaksi pihan toimintoja ja rakennuksen arkkitehtuuria.

PIHAT JA ULKOALUEET

Kattopihoille sijoitettavien välttämättömien teknisten laitteiden tulee sopia rakennuksen arkkitehtuuriin ja ne tulee suunnitella luontevaksi osaksi kattopihoja.

Tontin pihalle on rakennuslupavaiheessa laadittava piha- ja hulevesien hallintasuunnitelma, joka perustuu kaavavaiheen suunnitelmaan.

Sekä asuntokohtaiset että yhteiskäyttöiset piha-alueet tulee toteuttaa kasvillisuudeltaan monilajisena alueena, jolle istutetaan vuodenaikojen vaihtelu huomioiden puita, pensaita ja perennoja suosien eri aikaan kukkivia lajeja pölyttäjiä.

YMPÄRISTÖTEKNIikka

Tuloilmanotto tulee järjestää tehokkaasti suodatettuna. Tuloilmanoton saa järjestää ainoastaan Kumpulantien puolelta tai julkisivuilta, joilla ei ole äänitasoero vaatimusta.

Maanalaisissa pysäköintitiloissa on oltava koneellinen ilmanvaihto. Poistoilmahormit tulee sijoittaa rakennuksen ulkoseinien sisäpuolelle ja niiden tulee ulottua kattotasolle siten, ettei niistä aiheudu ilmanlaadullista haittaa viereisille rakennuksille ja piha-alueille. Pysäköintitilojen ja varsinaisen rakennuksen ilmanvaihtojärjestelyt eivät saa aiheuttaa meluhaittaa asumiselle tai muille toiminnoille. Savunpoistoluukut tulee suunnitella osana piharakenteita tai rakennuksen arkkitehtuuria.

Asuinhuoneita ei saa sijoittaa ensimmäiseen viiteen kerrokseen melun ja ilmanlaadun haittojen vuoksi.

Asuntojen oleskeluparvekkeet ja -terassit sekä leikkiin ja oleskeluun tarkoitetut piha-alueet tulee sijoittaa ja tarvittaessa suojata melulta siten, että niillä saavutetaan melutason ohjearvo päivällä ja yöllä. Oleskeluparvekkeita ei saa sijoittaa julkisivuille, joiden äänitasoerovaatimus on 35 dB tai enemmän.

Asuntojen tulee avautua myös sellaisen julkisivun suuntaan, jonka äänitasoerovaatimus on alle 35 dB.

Rakennukset tulee suunnitella siten, ettei raitioliikenteen aiheuttama runkoääni ja tärinä ylitä tavoitteena pidettäviä enimmäisarvoja asuinrakennusten sisätiloissa.

RAKENNETTAVUUS

Rakennusten varatiejärjestelyt tulee suunnitella omatoimisina siten, että ne eivät edellytä pelastuslaitoksen toimenpiteitä ja nostopaikkojen rakentamista.

ILMASTONMUUTOS – HILLINTÄ JA SOPEUTUMINEN

Uudisrakennuksen energiatehokkuuden tulee olla vähintään 20 % parempi kuin voimassa olevissa säädöksissä kyseiselle käyttötarkoituksiluokalle energiatehokkuuden vähimmäistasoksi on asetettu.

Asuin kerrostalon hiilijalanjälki ei saa ylittää Helsingin kaupungin asettamaa rakennusajankohtana voimassa olevaa hiilijalanjäljen raja-arvoa. Raja-arvo on mahdollista ylittää rakentamispäikan tai asemakaavan tiettyjen vaatimusten vuoksi rakennusajankohtana voimassa olevien kaupungin määrittelemien poikkeusten mukaisesti.

Olemassa olevan rakennuksen rungosta tulee säilyttää rakentamisessa vähintään 65 %.

LIIKENNE JA PYSÄKÖINTI

Autopaikkojen määrät ovat:

- asunnot 1 ap/150 k-m²
- liiketilat enintään 1 ap/100 k-m²
- toimistot enintään 1 ap/150 k-m²
- päivittäistavarakauppa enintään 1 ap/90 k-m²

Jos tontin omistaja tai haltija osoittaa pysyvästi liittyvänsä yhteiskäyttöautojärjestelmään tai muulla tavalla varaavansa yhtiön asukkailla yhteiskäyttöautojen käyttömahdollisuuden, autopaikkojen vähimmäismäärästä voidaan vähentää 5 ap yhtä yhteiskäyttöautopaikkaa kohti, yhteensä kuitenkin enintään 10%.

Jos toteutetaan vähintään 50 auton pysäköintipaikat keskitetysti nimeämättöminä, voidaan kokonaispaikkamäärästä vähentää 10 %. Jos paikkoja toteutetaan yli 200, voidaan kokonaispaikkamäärästä vähentää 15%.

Pyöräpaikkojen määrät ovat:

– asunnot vähintään 1 pp/30 k-m². Pyöräpaikoista vähintään 75 % on oltava pihatasossa olevassa tai muuten hyvin saavutettavassa ulkoiluvälinevarastossa.

– toimistot vähintään 1 pp/50 k-m²

– liiketilat vähintään 1 pp/40 k-m²

– toimistojen vieraspysäköintiä varten 1 pp/1 000 k-m², jotka sijoitetaan sisäänkäyntien läheisyyteen

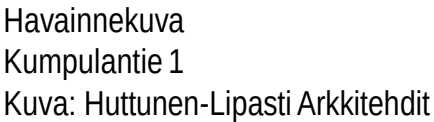
– asuintalon vieraspysäköintiä varten vähintään 1 pp/1 000 k-m², jotka sijoitetaan sisäänkäyntien läheisyyteen

Osoittamalla pysyvästi vaadittua suuremman ja laadukkaamman pyöräpysäköintiratkaisun, autopaikkojen vähimmäismäärästä voidaan vähentää 1 ap kymmentä pyöräpysäköinnin lisäpaikkaa kohden kuitenkin enintään 5 % laskentaohjeen määräamästä autopaikkojen kokonaismäärästä. Lisäpaikkojen tulee sijaita pihatasossa olevassa ulkoiluvälinevarastossa.

Työntekijöiden pyöräpaikoista vähintään 50 % on oltava katetussa ja lukittavissa olevassa tilassa.

Kerrostaloissa sekä ulkona sijaitsevien paikkojen että vieraspysäköintipaikkojen tulee olla runkolukittavia.

Tällä asemakaava-alueella korttelialueelle on laadittava erillinen tonttijako.

Helsingin kaupunki
Asemakaavoitus

Kumpulantie 1

Liikennemeluselvitys

15–1048.1B

22.10.2024

	30.9.2024	Alkuperäinen selvitys
A	18.10.2024	Lisätty melutarkasteluihin kattoterassit ja viherkatto.
B	22.10.2024	Lisätty melutarkasteluun puuttuvat kattoterassit



Tiivistelmä

Tässä selvityksessä on tutkittu tie- ja raitioliikenteen aiheuttamia äänitasoja kohteen Kumpulantie 1 julkisivuilla, oleskelualueilla ja parvekkeilla.

Kohde on nykyinen liike- ja toimistorakennus Helsingin Pasilassa, joka puretaan osittain säästään kerrokset K2- 5. Näiden kerrosten päälle rakennetaan 9 kerrosta asumista ja alimpiin kerroksiin toteutetaan liike- ja toimistotiloja. Merkittävimmät melunlähteet kohteen ympäristössä ovat Teollisuuskatu, Kumpulantie, suunnitteilla oleva Raide Jokeri 0 sekä olemassa olevat raitiotielinjat 9 ja 2. Kohdassa 2.2 on kuvattu oheisten väylien liikennemäärät.

Kohteen oleskelualueilla vallitsevat keskiäänitasot on esitetty liitteessä 1. Selvityksen perusteella on todettu, että kohteen oleskelualueille alittuu melun ohjearvotasot, kun liitteessä 2 esitetyt meluntorjuntakeinot on huomioitu.

Kohdassa 5.2 on esitetty ulkovaipan äänitasoerosuosituksat. Selvityksen perusteella todettiin, että ulkovaipan ääneneristuksen määrittelyssä mitoittavaksi muodostuvat tie- ja raitieliikenteestä aiheutuvat keskiäänitasot, sekä raideliikenteestä aiheutuvat hetkelliset enimmäisäänitasot. Äänitasoerosuosituksat on esitetty kohdassa 5.2 kuvassa 6.

Parvekkeille muodostuva äänitasoerosuositus vaihtelee selvityksen perusteella välillä $\Delta L_{A,vaad}$ 4...13 dB. Koska keskiäänitaso vaihtelee parvekkeittain, on parvekkeita (ja ulko-oleskelualueita) koskeva kaavamääräys suositeltavaa määritellä siten, että liikenteestä aiheutuva A-painotettu keskiäänitaso ei saa ylittää ulko-oleskelualueilla ja parvekkeilla päiväaikana ($L_{Aeq,7-22}$) 55 dB eikä yöaikana ($L_{Aeq,22-7}$) 50 dB. Näin ollen tarkempi meluntorjuntarakenteita koskeva mitoitus ja suunnittelu laadittaisiin rakennuslupavaiheessa lopullisten suunnitelmien perusteella.

Espoossa 22.10.2024

A-INSINÖÖRIT SUUNNITTELU OY

Kumpulantie 1

SISÄLLYSLUETTELO

Tiivistelmä	0
1 Johdanto	4
1.1 Tilaaaja	4
1.2 Tekijä	4
1.3 Kohde.....	4
1.4 Selostuksen tarkoitus	4
2 Lähtötiedot.....	5
2.1 Maastomalli ja rakennukset.....	5
2.2 Liikenne.....	5
2.2.1 Tieliikenne.....	5
2.2.2 Raitioliikenne	6
2.2.3 Tunnelien mallinnus	7
3 Vaatimukset	7
3.1 Valtioneuvoston päätös 993/1992 melutason ohjearvoista	7
3.2 Helsingin kaupungin liikennemeluselvitysohje	8
4 Mallinnus.....	9
5 Tulokset.....	10
5.1 Äänitasot ulko-oleskelualueilla	10
5.2 Suositukset ulkovaipan äänitasoerovaatimuksista	11
5.2.1 Keskiäänitasot	11
5.2.2 Enimmäisäänitasot	14
5.2.3 Yhteenveto suosituksista ulkovaipan äänitasoerovaatimuksiksi	14
5.3 Parvekkeiden ääniolosuhteet	15
6 Johtopäätökset.....	16
6.1 Äänitasot ulko-oleskelualueilla	16
6.2 Suositukset ulkovaipan äänitasoerovaatimuksista	17
6.3 Parvekkeiden ääniolosuhteet	17
7 Epävarmuudet	17
Liitteet.....	18
Lähteet.....	18

Kumpulantie 1
Liikennemeluselvitys

15–1048.1B

1 Johdanto

1.1 Tilaaja

Kiinteistö Oy Kumpulantie 1
Tyynylaavantie 20
00980 Helsinki

Pikkis Hukkanen
pikkis.hukkanen@vuoksi.fi

1.2 Tekijä

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

Ins AMK Muska Mäki
muska.maki@ains.fi

Dipl.Ins Timo Huhtala
timo.huhtala@ains.fi

1.3 Kohde

Rakennuskohde:	Kumpulantie 1
Osoite:	Kumpulantie 1, Helsinki
Tehtävä:	Liikennemeluselvitys asemakaavamuutosta varten

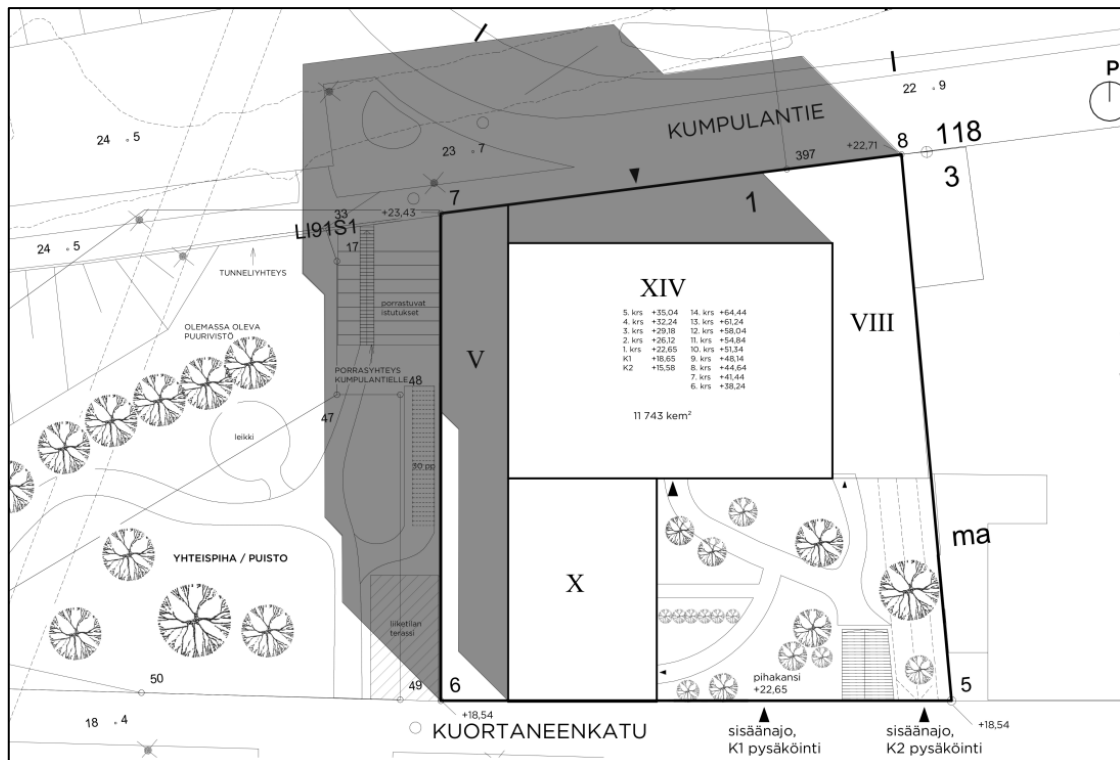
1.4 Selostuksen tarkoitus

Tässä selvityksessä on tutkittu tie- ja raitioliikenteen tuottamia melutasoja Kumpulantie 1 julkisivuille, parvekkeille ja piha-alueille. Selvityksessä on tarkasteltu piha-alueen sijoitusta sekä määritetty suositukset äänitasoerovaatimuksiksi julkisivuille ja parvekkeille, jotta saavutetaan asetetut tavoitearvot. Selvitys on tehty kohteen asemakaavamuutosta varten.

2 Lähtötiedot

2.1 Maastomalli ja rakennukset

Selvitys perustuu Arkkitehtitoimisto Huttunen-Lipasti Oy:n 7.6.2024 sekä 26.9.2024 päivättyihin viitesuunnitelmiin sekä Helsingin kaupungin vuoden 2022 kansallinen meluselvityksen [1] maastomalliaineistoon. Kartta sisältää alueen korkeustiedot sekä rakennusten ja liikenneväylien sijainnit.



Kuva 1. Kohteen asemapiirros.

2.2 Liikenne

2.2.1 Tieliikenne

Kohteen läheisyydessä sijaitsevat merkittävät melulähteet ovat esitetty taulukossa 1. Teiden nykyiset ja ennustetut liikennemäärät on saatu Helsingin kaupungilta. Keskiarquivo-rokauden liikennemäärät, nopeusrajoitukset sekä raskaan liikenteen osuus on esitetty eri tieosuuksille taulukossa 1.

Kuten taulukosta 1 nähdään, ovat ennusteliikennetiedot nykytilannetta suurempia ja siten melun kannalta mitoittavampia. Tästä syystä selvityksessä on esitetty melulaskennat vain ennustetilanteen liikennemäärillä laskettuna.

Liikenteen päivä- ja yöajan jakaumatietona on käytetty Helsingin kaupungin maankäytön yleissuunnittelun meluselvitysohjeessa [2] esitettyjä katuluokitukseen perustuvia jakaumia.

Taulukko 1. Laskennassa käytetyt keskiarkivuorokauden liikennemäärät.

Tieosuus	KAVL Nykytilanne [ajon/vrk]	KAVL Ennuste [ajon/vrk]	Raskaan liikenteen osuus [%]	Nopeus- rajoitus [km/h]
Ratamestarinkatu	8300	9500	5	40
Kumpulantie (välillä Rata- mestarinkatu-Jämsäkatu)	8500	9500	4	40
Kulmpulantie (välillä Jäm- sänkatu-Mäkelänkatu)	8900	9000	4	40
Jämsänkatu	8400	9000	12	40
Kuortaneenkatu (Jämsän- kadusta länteen)	200	500	18	40
Kuortaneenkatu (Jämsän- kadusta itään)	1 800	2 000	4	40
Teollisuuskatu (Jämsän- kadusta länteen) *	14 200	18 000*	3	40
Teollisuuskatu (Jämsän- kadusta itään)	20 000	23 000	7	40
Ratapihantie (välillä Pasi- lansilta-Teollisuuskatu)	18 800	20 000	5	40
Aleksis Kiven katu (välillä Savonkatu-Traverssikuja)	8 600	11 000	9	40

*Osa autoliikenteestä sukeltaa Ratapihantien alittavaan Teollisuuskadun tunneliin.

2.2.2 Raitioliikenne

Raitiovaunun meluvaikutusten arvioinnissa on käytetty Helsingin meluselvitysohjeen [2] mukaisia äänitietoja Artic-raitiovaunulle (kovalla alustalla sekä silloilla siltajakaumalla). Raitiotien kaarrekirskunta on mallinnettu Helsingin meluselvitysohjeen [2] mukaisesti.

Selvityksessä on huomioitu nykyiset raitiotielinjat (linjat 2 ja 9). Lisäksi selvityksessä on varauduttu raitiotielinjan ”Jokeri 0” valmistumiseen. Valmistuessaan Jokeri 0 kulkee Teollisuuskatua kohteen ohi ja kaartaa kohteen vierestä pohjoiseen ja sukeltaa länsipuolelta betonitunneliin. Linjojen 2 ja 9 osalta on laskennassa käytetty nykytilannetta, sillä Helsingin kaupungin mukaan linja 2 on poistumassa tulevaisuudessa.

Laskennassa käytetyt raitioliikenteen liikennetiedot on esitetty taulukossa 2. Raiteiden nopeusrajoituksena on käytetty samoja nopeuksia kuin teiden osalta. Teiden ja raitiotien nopeudet on esitetty liitteessä 6. Liikennetiedot Jokeri 0:n osalta on toimittanut Helsingin kaupunki. Linjojen 9 ja 2 liikennetietoina on käytetty nykytilanteen liikennetietoja, jotka on saatu sivustolta [Reittiopas, liput ja hinnat, asiakaspalvelu | HSL.fi](#).

Taulukko 2. Laskennassa käytetyt raitiovaunujen liikennetiedot

Raitiovaunun tyyppi	Raitiovaunun linja	Päivä klo 7–22 (Ennuste v.2040)	Yö klo 22–7 (Ennuste v.2040)	Raitio- vaunun pituus
Artic	Nykyinen linja: Linja 2	165 kpl	41 kpl	28 m
Artic	Nykyinen linja: Linja 9	172 kpl	34 kpl	28 m
Artic	Jokeri 0	286 kpl	50 kpl	75 m

2.2.3 Tunnelien mallinnus

Teollisuuskadun tietunneli sekä Jokeri 0:n betonitunneli ovat huomioitu Helsingin meluselvitysohjeen mukaan teollisuusmelumallilla. Tunnelin suuaukosta tulevaan meluun vaikuttavat tunnelin pituus, suuaukon koko ja muoto, äänilähteen voimakkuus ja taajuusjakauma sekä tunnelin sisäpinta. Tehdyssä mallinnuksessa tunneleista tulevien äänien voimakkuus ja suuntaavuus on mallinnettu olettaen tunnelit kokonaan akustisesti koviksi. Tunnelien suuaukkojen mallinnus on tehty lähteen [3] ja maastonmuotojen mukaisesti. Taajuusjakauma tunneleihin on standardin SFS-EN ISO 717-1:2020 [4] mukainen.

3 Vaatimukset

3.1 Valtioneuvoston päätös 993/1992 melutason ohjearvoista

Valtioneuvoston päätöksessä 993/1992 [5] on määritelty melun A-painotetun ekvivalenttitason $L_{A,eq}$ enimmäisarvot ulko- ja sisätiloissa. Päätöksessä määritetyt suurimmat sallitut äänitasot on esitetty taulukossa 3. Tässä työssä on sovellettu täydennysrakentamisen yöajan ohjearvoa 50 dB.

Taulukko 3. Valtioneuvoston päätöksen 993/1992 mukaiset suurimmat sallitut ohjearvot.

SOVELLETTAVA ALUE	Melun A-painotetun ekvivalenttitason Enimmäisarvo L_{Aeq}	
	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*
Ohjearvot sisällä	Päiväaikaan (klo 7–22)	Yöaikaan (klo 22–7)
Asuin, potilas ja majoitushuoneet	35 dB	30 dB
Opetus- ja kokoontumistilat	35 dB	-
Liike- ja toimistohuoneet	45 dB	-

*Uusilla asuinalueilla yöajan ohjearvo on 45 dB ja vanhoilla asuinalueilla 50 dB. Oppilaitoksia palvelevilla alueilla ei sovelleta yöajan ohjearvoa.

3.2 Helsingin kaupungin liikennemeluselvitysohje

Meluselvitys on laadittu Helsingin kaupungin liikennemeluselvitys ohjeen mukaisesti [2].

Alla on esitetty Helsingin ohjeen mukaiset ohje- ja tavoitearvot melulle:

- Melutasoja verrataan valtioneuvoston päätöksessä (993/1992) annettuihin melutason ohjearvoihin. Melun ohjearvot on tarkoitettu käytettäväksi maankäytön, liikenteen ja rakentamisen suunnittelussa sekä rakentamisen lupamenettelyissä. Ohjearvot on annettu erikseen päivä- (klo 7–22) ja yöajan (klo 22–7) melutasoille.
- Helsingin kaupungissa sovelletaan ulko-oleskelualueiden päiväajan 55 dB ja pääsääntöisesti yöajan 50 dB ohjearvoja, koska rakentaminen on useimmiten olemassa olevan alueen täydennysrakentamista.
- Julkisivujen äänitasoerovaatimuksen ΔL määrittämiseen sovelletaan asuinhuoneiden osalta päiväajan 35 dB ja yöajan 30 dB sisätilojen ohjearvoja. Opetustilojen osalta sisämelutason päiväohjearvo on 35 dB. Liike- ja toimistohuoneiden osalta sisämelutason päiväohjearvo on 45 dB.
- Liikenteen aiheuttaman sisämelun enimmäistason suositusarvona sovelletaan enimmäisäänitasoa $L_{Amax} \leq 45$ dB. Tavoitteena on, että L_{Amax} 45 dB ei ylitä yöaikaan lepoon ja nukkumiseen käytettävissä tiloissa. Yksittäinen äänekäs tapahtuma ei vielä tarkoita suositusarvon ylitystä, vaan sallittuja ylityksiä voi olla muutamia.

Lisäksi parvekkeiden toteutettavuudesta on ohjeessa kirjattu seuraavaa:

- Oleskeluparvekkeet, jotka sijoittuvat yli 52 dB päivämelun tai 47 dB yömelun (julkisivuun kohdistuva melutaso ilman heijastusta) julkisivuille, tulee suojata parvekela-situksen avulla.
- Voimakkaan melutason julkisivuille, joihin kohdistuu 65–69 dB päivämelutaso tai 60–64 dB yömelutaso, ei suositella oleskeluparvekkeita.
- Yli 70 dB päivämelun tai yli 65 dB yömelun julkisivuille ei tule esittää oleskeluparvekkeita.

4 Mallinnus

Meluselvityksissä käytettävä melumallinnusohjelmisto CadnaA 2024 sisältää pohjoismaiset tieliikenne-, raideliikenne- ja ympäristömelun laskentamallit. Ohjelmistosta on voimassa oleva ylläpitosopimus, joka takaa, että käytössä on aina viimeinen versio ohjelmistosta.

Melumallinnus perustuu kolmiulotteiseen maastomalliin, johon on määritetty keskeiset äänen leviämiseen vaikuttavat objektit sekä eri pintojen akustiset ominaisuudet. Ohjelmisto ottaa huomioon maan ja rakennusten pintojen akustiset ominaisuudet. Laskennassa huomioon otettavien heijastusten määrä on 2. Mallinnuksessa maanpinta, asfalttipinnat, vesialueet, rakennukset ja tiet on asetettu akustisesti koviksi pinnoiksi. Kaava-alueen maanpinta on mallinnettu Helsingin kaupungin meluselvitysohjeen mukaisesti [2] puolikovana. Rakennuksen julkisivusta tuleville heijastuksille on asetettu 1 dB vaimennus. Ohjelmisto laskee melun leviämisen 3D-maastomallissa huomioiden rakennetun ympäristön sekä melulähteiden liikennetiedot päivä- ja yöaikaan

Liikenteen aiheuttamat A-painotetut keskiäänitasot on laskettu päiväaikaan ($L_{Aeq,7-22}$) ja yöaikaan ($L_{Aeq,22-7}$). Melun leviämisen havainnollistamiseksi liitteissä 1 ja 3 on esitetty mallinnuksen tuloksena saadut melukartat, jotka tässä selvityksessä on laskettu liitteessä 1 käyttämällä 2 metriä tiheää laskentapisteverkkoa ja liitteessä 2 (meluntorjunta) yhden metrin tiheää laskentapisteverkkoa. Osa kattopihoista (terasseista) on varsin pieniä, jolloin meluntorjunnan tarkastelu on ollut tarpeen tehdä tiheämmällä/ tarkemmalla laskentapistevälillä. Melukartat on laskettu 2 metriä maanpinnan/ kattopinnan yläpuolella.

Melukartoissa keskiäänitasot on esitetty erivärisinä vyöhykkeinä, joiden leveys on 5 dB. Meluvyöhykkeet on piirretty karttoihin silloin, kun A-painotettu keskiäänitaso ylittää 45 dB. Meluesteet on esitetty melukartoissa erivärisillä viivoilla (selitteet löytyvät liitteistä).

Liitteessä 1–4 on 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. Liitteissä on esitetty ainoastaan korkeussuunnassa suurimmat äänitasot.

5 Tulokset

5.1 Äänitasot ulko-oleskelualueilla

Kohteen ulko-oleskelualueiden sijainnit on esitetty liitteessä 1. Kohteessa sovelletaan valtioneuvoston päätöksessä 993/1992 esitettyjä ulko-oleskelualueiden ohjearvoja, joiden mukaan A-painotettu keskiäänitasot eivät saa ylittää ulko-oleskelualueilla päiväaikana ($L_{Aeq,7-22}$) 55 dB eikä yöaikana ($L_{Aeq,22-7}$) 50 dB.

Kohteen ulko-oleskelualueilla vallitsevat äänitasot on esitetty liitteen 1 melukartoissa. Liitteen melukartoista nähdään, että päivä- ja yöajan ohjearvot ylittyvät ennustetilanteessa kaikilla oleskelualueilla. Kohteen oleskelualueet on tällöin suojattava melusteilla.

Oleskelualue pihakannella:

Meluesteen korkeus kattopihan pinnasta on oltava 3 m (+25,65 m) ja se sijoitetaan kattopihan reunalle.

Kattoterassit tunnelin suuaukon suunnassa:

Melusteiden korkeudet ovat katon pinnasta 1,9 m (+40,14) ja 2,3 m (+40,54) ja se sijoitetaan tasanteen reunoille.

Kattoterassit Kumpulantien puolella:

Melusteiden korkeudet ovat katon pinnasta 1,9 m (+50,04) ja 1,6 m (+49,74) ja ne sijoitetaan tasanteen reunoille.

Viherkatto 10. kerroksisen rakennuksen päällä:

Melusteiden korkeudet ovat katon pinnasta 2 m (+56,84), 2,1 m (+56,94) ja 1,6 m (+56,44) ja ne sijoitetaan viherkaton reunoille.

Johtopäätökset:

Melusteiden sijainnit ja korkeudet, sekä vallitsevat äänitasot melusteiden kanssa on esitetty liitteessä 2. Liitteestä nähdään, että melusteiden kanssa ohjearvot alittuvat kaikilla ulko-oleskelualueilla.

Kaavamääräys on suositeltavaa määritellä siten, että liikenteestä aiheutuva A-painotettu keskiäänitaso ei saa ylittää oleskelu- ja leikkialueilla päiväaikana ($L_{Aeq,7-22}$) 55 dB eikä yöaikana ($L_{Aeq,22-7}$) 50 dB.

5.2 Suositukset ulkovaipan äänitasoerovaatimuksista

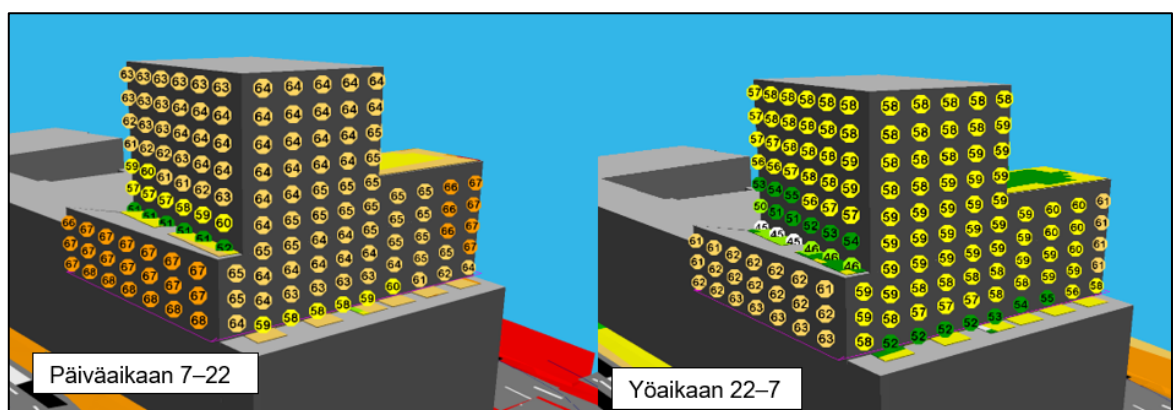
Kohteen julkisivuille muodostuvat ulkovaipan ääneneristysvaatimukset ilmoitetaan julkisivuun kohdistuvan äänitason ja sisällä sallittavan äänitason erona $\Delta L_{A,vaad}$. Sisätiloissa sovelletaan Valtioneuvoston päätöksen 993/1992 ohjearvoa, jonka mukaan liikenteestä aiheutuva A-painotettu keskiäänitaso ei saa ylittää päiväaikaan ($L_{Aeq,7-22}$) 35 dB tai yöaikaan ($L_{Aeq,22-7}$) 30 dB. Liike- ja toimistohuoneille sovelletaan vain päiväajan ohjearvoa, jonka mukaan A-painotettu keskiäänitaso ei saa ylittää ($L_{Aeq,7-22}$) 45 dB.

Lisäksi yöaikaisen raitiovaunun ohituksen aiheuttama äänitaso ei saa ylittää lepoon tai nukkumiseen tarkoitetuissa tiloissa 45 dB Helsingin meluselvitysohjeen mukaisesti [2]. Asuintilojen suositukset äänitasoerovaatimuksiksi voidaan siis määrittää joko keski- tai enimmäisäänitasojen perusteella.

5.2.1 Keskiäänitasot

Asuinrakennukset

Viitesuunnitelmien perusteella asuinhuoneistoja toteutetaan 6. kerroksesta ylöspäin. Liitteessä 1 on esitetty julkisivuille kohdistuvat keskiäänitasot asuinrakennuksien korkeudelle. Kuvissa 2–3 on esitetty asuinkerroksiin kohdistuvat keskiäänitasot kerroksittain.



Kuva 2. Asuinkerroksiin kohdistuvat keskiäänitasot päivä- ja yöaikaan kuvattuna luoteesta.



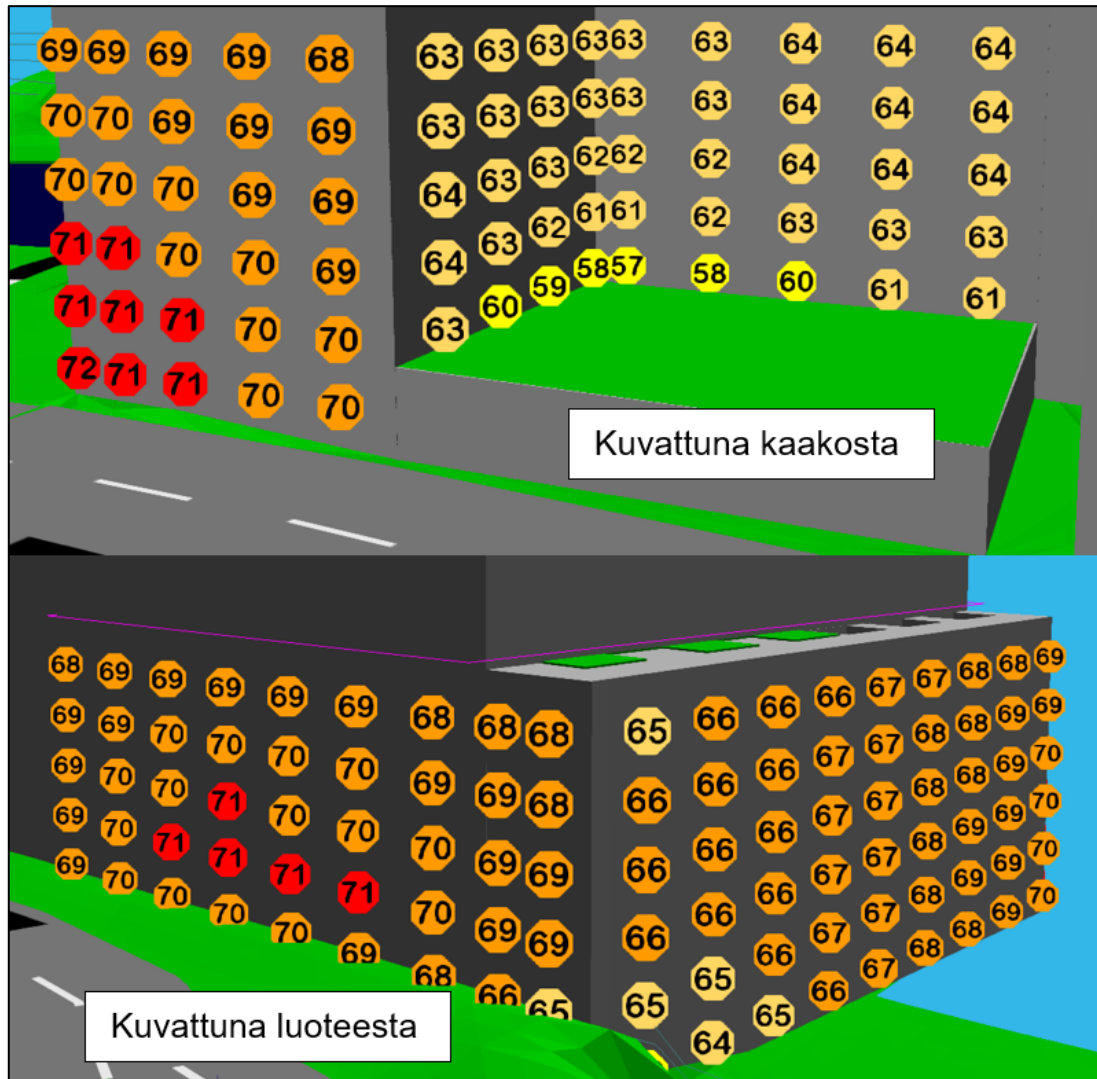
Kuva 3. Asuinkerrokseen kohdistuvat keskiäänitasot päivä- ja yöaikaan kuvattuna kaakosta.

Rakennuksen ulkovaipan ääneneristysvaatimus ilmoitetaan julkisivuun kohdistuvan äänitason ja sisällä sallittavan äänitason erona $\Delta L_{A,vaad}$. Melukartoista ja kuvista 2–3 nähdään, että suurimmat julkisivuille kohdistuvat keskiäänitasot ovat päiväaikaan 68 dB ja yöaikaan 63 dB. Näistä keskiäänitasoista muodostuva suurin suositus äänitasoerovaatimukseksi on $\Delta L_{A,vaad} = 33$ dB.

Liike- ja toimistotilat

Liike- ja toimistotilat toteutuvat kerrokseen 1–5. Liitteen 2 melukartoissa on esitetty liike- ja toimistotilojen julkisivuihin kohdistuvat keskiäänitasot. Kuvassa 4 on esitetty liike- ja toimistokerrokseen kohdistuvat keskiäänitasot kerroksittain.

Melukartoista ja kuvasta nähdään, että suurimmat liike- ja toimistokerroksien julkisivuille kohdistuvat keskiäänitasot ovat päiväaikaan 72 dB (vain päiväaikaa sovelletaan). Näistä keskiäänitasoista muodostuva suurin suositus äänitasoerovaatimukseksi on $\Delta L_{A,vaad} = 27$ dB.



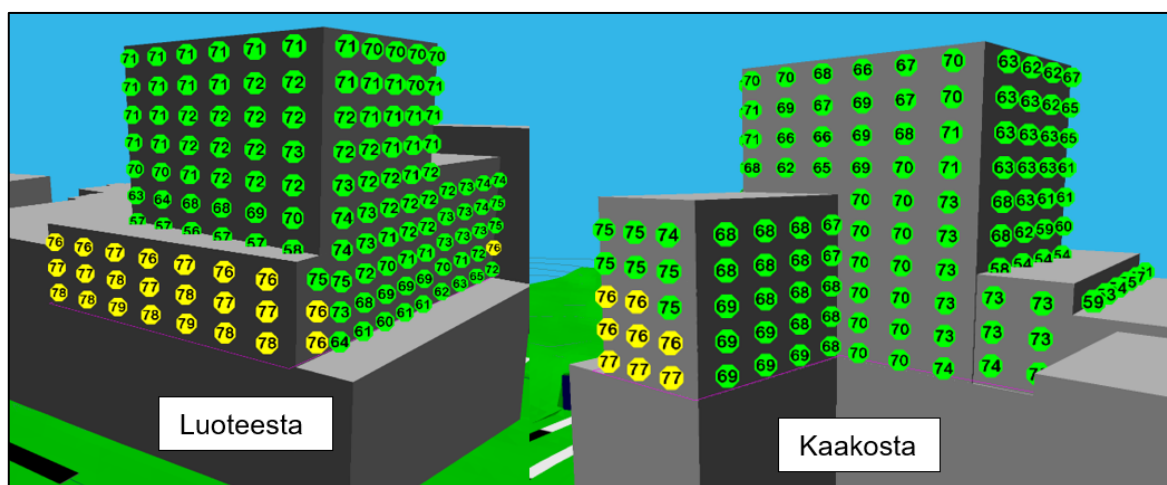
Kuva 4. Liike- ja toimistokerroksien julkisivuille kohdistuvat keskiäänitasot kuvattuna kaakosta ja luoteesta.

5.2.2 Enimmäisäänitasot

Julkisivuille kohdistuvat, raitiovaunun ohituksesta aiheutuvat yöaikaiset hetkelliset enimmäisäänitasot on esitetty liitteen 4 melukartoissa. Enimmäisäänitasotarkastelua sovelletaan vain lepoon ja nukkumiseen tarkoitetuissa tiloissa, joten selvityksessä on esitetty enimmäisäänitasot vain asuinkerroksiin.

Äänitasot ovat suurimmillaan 79 dB, jolloin niistä muodostuvat äänitasoerovaatimukset ovat suurimmillaan $\Delta L_{A,vaad} = 34$ dB.

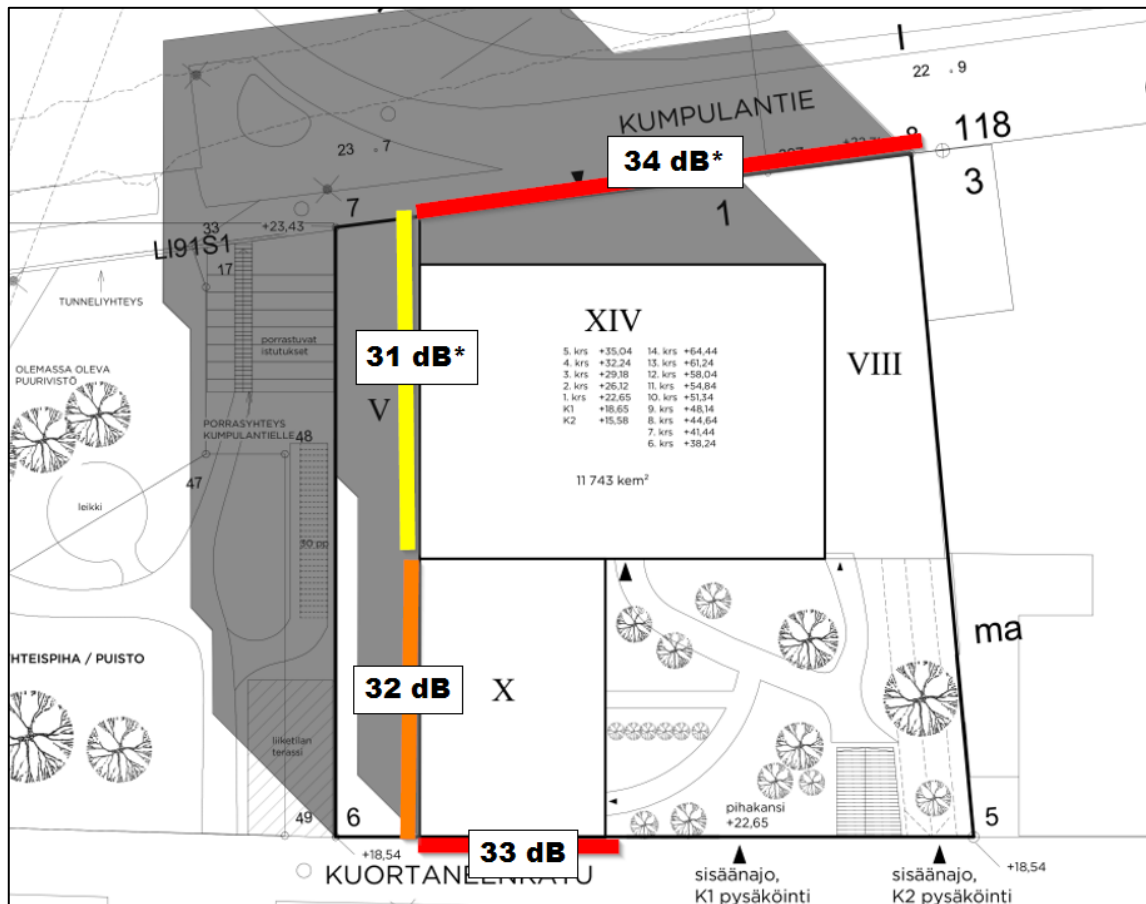
Kuvissa 2–4 on esitetty julkisivuille kohdistuvat hetkelliset enimmäisäänitasot.



Kuva 5. Hetkelliset enimmäisäänitasot kerroksittain kuvattuna luoteesta ja kaakosta.

5.2.3 Yhteenveto suosituksista ulkovaipan äänitasoerovaatimuksiksi

Melukarttojen ja kuvien perusteella voidaan todeta, että enimmäisäänitasot sekä keskiaäänitasot ovat molemmat mitoittavia riippuen julkisivun tarkastelukohdasta. Kuvassa 6 on esitetty suositukset asemakaavassa esitettäville asuintilojen äänitasoerovaatimuksille $\Delta L_{A,vaad}$. Liike- ja toimistotiloille muodostuvat suositukset äänitasoerovaatimuksille ovat sen verran pienet, ettei kaavassa ole tarpeen antaa vaatimuksia koskien näitä tiloja.



Kuva 6. Julkisivuille muodostuvat 30 dB ylittävät suositukset ulkovaipan äänitasoerovaatimukset $\Delta L_{A,vaad}$. *- merkillä on esitetty vaatimus, joka muodostuu raitiotien yöaikaisesta ohituksesta aiheutuvista hetkellisistä enimmäisäänitasoista.

5.3 Parvekkeiden ääniolosuhteet

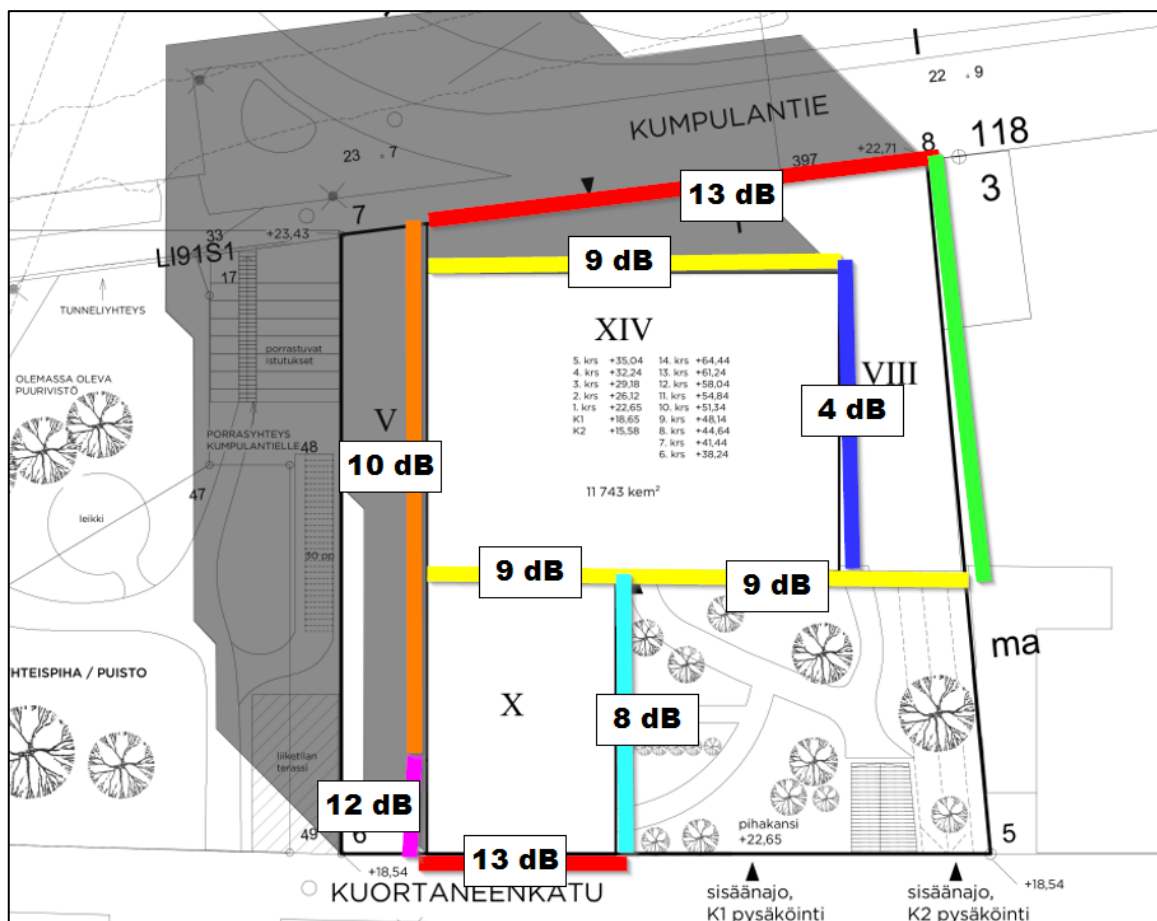
Parvekkeiden osalta sovelletaan valtioneuvoston päätöksen mukaisia ohjearvoja, joiden mukaan liikenteestä aiheutuva keskiäänitaso $L_{A,eq}$ ei saa ylittää ulko-oleskelualueilla päiväaikaan 55 dB tai yöaikaan 50 dB.

Lasitetun parvekkeen äänitasoerovaatimus ilmoitetaan parvekelasitukseen kohdistuvan äänitason ja parvekkeella sallittavan äänitason erona $\Delta L_{A,vaad}$. Parvekkeille kohdistuvat, liikenteestä aiheutuvat suurimmat keskiäänitasot on esitetty liitteen 1 melukartoissa. Kuvasessa 7 on esitetty eri värein julkisivuittain parvekkeille muodostuvat suositukset äänitasoerovaatimuksiksi $\Delta L_{A,vaad}$.

Oleskeluparvekkeiden suositeltavat äänitasoerovaatimukset $\Delta L_{A,vaad}$ vaihtelevat välillä 4...13 dB. Helsingin meluselvitysohjeen [2] mukaisesti suuren vaatimustason parvekkeiden ($\Delta L_{A,vaad} = 10...14$ dB) osalta toteuttamiskelpoisuus tulee varmistaa yksityiskohtaisella parvekkeen mitoitustlaskelmalla. Suuren vaatimustason parvekkeet ovat suositeltavaa

toteuttaa sisäänvedettyinä ja niiden jatkosuunnittelussa on suositeltavaa toteuttaa tarkempaa mitoitustaskelmaa.

Avoimella parvekkeella ääni heijastuu julkisivusta ja muista parvekerakenteista, jolloin se on noin 3 dB suurempi kuin julkisivuun kohdistuva melutaso. Tämän takia kaikki oleskelu-parvekkeet, joiden lasituksiin kohdistuva äänitaso on liitteen 1 melukartoissa päiväaikaan vähintään 52 dB tai yöaikaan vähintään 47 dB tulee lasittaa. Tällaiset julkisivut on esitetty kuvassa 7 vihreällä värillä.



Kuva 7. Lasitettujen parvekkeiden suositukset äänitasoero vaatimuksiksi $\Delta L_{A,vaad}$. Vihreällä on esitetty julkisivuilla sijaitsevat parvekkeet, jotka suositellaan lasitettavaksi, mutta niiden meluntorjuntaa ei ole tarpeen erikseen mitoitaa.

6 Johtopäätökset

6.1 Äänitasot ulko-oleskelualueilla

Asuntojen ulko-oleskelualueet on mahdollista sijoittaa melun ohjearvot (55/50 dB) alittaville alueille, kun huomioidaan liitteessä 2 esitetyt meluntorjuntakeinot.

Kaavamääräys on suositeltavaa määritellä siten, että liikenteestä aiheutuva A-painotettu keskiäänitaso ei saa ylittää oleskelu- ja leikkialueilla päiväaikana ($L_{Aeq,7-22}$) 55 dB eikä yöaikana ($L_{Aeq,22-7}$) 50 dB.

6.2 Suositukset ulkovaipan äänitasoerovaatimuksista

Melumallinnuksen perusteella hetkelliset enimmäisäänitasot sekä keskiäänitasot ovat mitoittavia riippuen tarkastelukohdasta. Julkisivuille suositeltavat äänitasoerovaatimukset on esitetty kuvassa 6. Rakennuksen muita julkisivuja koskee rakennuksen ääniympäristöasetuksen [6] vähimmäisvaatimus $\Delta L_{A,vaad} = 30$ dB, joka tulee huomioitua rakennuslupavaiheessa, joten niille ei ole välttämätöntä erikseen asettaa äänitasoerovaatimuksia.

Liike- ja toimistotiloille ei selvityksen mukaan ole tarpeen esittää äänitasoerovaatimuksia, sillä muodostuva suositus on sen verran pieni, että se täyttyy tavanomaisin ulkovaipan rakennesein.

6.3 Parvekkeiden ääniolosuhteet

Oleskeluparvekkeet, jotka ovat yli 52 dB päivämelutason julkisivuilla tulee suojata parvekelasituksen avulla. Parvekkeiden meluntorjunta on mahdollista toteuttaa parvekelasituksella.

Kaavamääräys on suositeltavaa määritellä siten, että liikenteestä aiheutuva melutaso ei saa parvekkeilla ylittää päiväajan keskiäänitasoa ($L_{Aeq,7-22}$) 55 dB.

Oleskeluparvekkeet tulee sijoittaa ja tarvittaessa suojata siten, että melutason päiväohjearvo, enintään 55 dB, alittuu. Lisäksi voidaan rakentaa lyhytaikaiseen käyttöön ns. pistäytymisparvekkeita.

Näin ollen tarkempi parvekkeita koskeva ääneneristys selvitys laadittaisiin rakennuslupavaiheessa, jolloin tarkempi mitoituslaskelma voidaan tehdä esimerkiksi Ympäristöministeriön ohjeen 6/2016 [7] mukaisesti.

7 Epävarmuudet

Tehtyyn meluselvitykseen ei sisälly tavanomaista liikennemeluselvitystä suurempia epävarmuuksia.

Meluselvityksen lähtötietoihin liittyvät epävarmuudet liittyvät useimmiten liikennemäärien ennustamiseen. Laskentatulokset ei ole kovin herkkiä suurehkoillekaan muutoksille liikennemäärien suhteen. Mikäli ennuste on 25 % suurempi, niin sillä on noin 1 dB vaikutus keskiäänitasoihin.

Epävarmuuksia meluselvityksessä liittyy erityisesti raitiotielinjauksen Jokeri 0:n mallintamiseen. Koska Jokeri 0:sta ei ole vielä varsinaisia suunnitelmia luotu, eivät liikennemäärät ole täysin tiedossa. Liikennemäärien arvioinnissa on kuitenkin pyritty huomioimaan suurimmat mahdolliset liikennemäärät eli pahin mahdollinen tilanne. Muutokset liikennemäärissä ovat kuitenkin yleensä pieniä ja vaikuttavat keskiäänitasoihin vain marginaalisesti. Liikennemäärien lisäksi suunnitelmien puuttuminen vaikuttaa raitiotien linjauksen tarkkaan sijaintiin, sekä tunnelin suuaukon mallintamiseen. Selvityksessä on mallinnettu linjaus ja tunneli nykyisten linjaussuunnitelmien mukaisesti.

Hetkellisiin enimmäisäänitasoihin liikennemäärät eivät vaikuta. Hetkellisten enimmäisäänitasojen osalta epävarmuudet liittyvät eri kaarteiden melupäästöihin. Lähtötietoina on kuitenkin käytetty tuoreen Helsingin asemakaavoituksessa sovellettavan meluselvitysohjeen mukaisia arvoja, jotka edustavat parasta käyttökelpoista tietoa. Kaarteiden meluvaikutuksia voidaan kuitenkin alentaa huolellisella suunnittelulla sekä kunnossapidolla esimerkiksi kaarteissa kiskojen rasvaamisella. Tästä huolimatta melupäästöt vaihtelevat olosuhteiden ja kaluston kunnon mukaan.

Kokonaisuutena selvitys on laadittu siten, että tulokset eivät pyri aliarvioimaan melutasoja. Näin ollen selvityksen tuloksena esitettyjen meluntorjuntavaatimusten voidaan arvioida olevan riittävät, vaikka epävarmuuksia esitettyihin tuloksiin väistämättä liittyykin.

Liitteet

1. Melukartat ja julkisivuille kohdistuvat äänitasot, asuinkerrokset, ennustetilanne (2 s.)
2. Julkisivuille kohdistuvat äänitasot, liike- ja toimistokerrokset, ennustetilanne (2 s.)
3. Melukartat ja julkisivuille kohdistuvat äänitasot, asuinkerrokset, ennustetilanne, meluntorjunta (2 s.)
4. Julkisivuille kohdistuvat hetkelliset enimmäisäänitasot (1 s.)

Lähteet

1. Helsingin kaupungin kansallinen meluselvitys 2022. Melulaskennat yhteispohjoismaisella laskentamallilla. Helsinki. Promethor Oy
2. Liikennemeluselvityksen laatiminen maankäytön suunnitteluun, Helsingin kaupunki, Maankäytön yleissuunnittelun ohje 13.9.2022
3. Probst, W.: Die Prognose des aus Tunnelmündungen abgestrahlten Schalls (Prediction of Sound radiated from Tunnel Openings), Zeitschr. f. Lärmbekämpfung Bd. 3 (2008), S. 1-10, Germany

4. SFS-EN ISO 717-1:2020. Acoustics. Rating of sound insulation in buildings and of building elements. Part 1: Airborne sound insulation. Helsinki, Suomen Standardoimisliitto SFS ry
5. Valtioneuvoston päätös melutason ohjearvoista. Suomen säädöskokoelma, nro 993/1992
6. Ympäristöministeriön asetus rakennuksen ääniympäristöstä, nro 796/2017
7. Ympäristöministeriön ohje rakennuksen ääniympäristöstä. 2018. Helsinki, ympäristöministeriö.
8. Nielsen H. et al. Road traffic noise: the Nordic prediction method. TemaNord 1996:525. Nordic Council of Ministers
9. Nielsen H. et al. Railway traffic noise: the Nordic prediction method. TemaNord 1997:524. Nordic Council of Ministers
10. Kragh J.; B Andersen B.; J Jakobsen J., Environmental noise from industrial plants. General prediction method. Danish Acoustical Laboratory, Report 32. Lyngby 1982.

Betonitunneli

Kumpulantie

Kumpulantie 1
Helsinki

ENNUSTETILANNE ASUINKERROKSET

Melukartta

Tie- ja raitioliikenteen melutasot
2 m maanpinnan yläpuolella

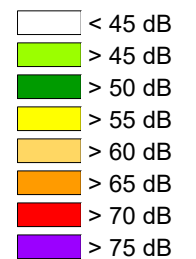
Kahdeksankulmioiden sisällä olevat numeroarvot

Julkisivulle kohdistuvat
korkeussuunnassa suurimmat
tie- ja raitioliikenteen melutasot
ilman julkisivuheijastusta

Piha-alueiden ja julkisivujen
laskennat yhdistetty samaan
melukartaan
(julkisivulaskennassa huomioitu
raitoteiden kaarekirskunnat)

Päiväajan keskiäänitaso

L_{Aeq} , 7-22



Jokeri 0

Teollisuuskatu

Betonitunneli

Kumpulantie

Kumpulantie 1
Helsinki

ENNUSTETILANNE ASUINKERROKSET

Melukartta

Tie- ja raitioliikenteen melutasot
2 m maanpinnan yläpuolella

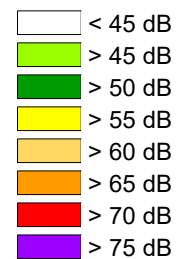
Kahdeksankulmioiden sisällä olevat numeroarvot

Julkisivulle kohdistuvat
korkeussuunnassa suurimmat
tie- ja raitioliikenteen melutasot
ilman julkisivuheijastusta

Piha-alueiden ja julkisivujen
laskennat yhdistetty samaan
melukartaan
(julkisivulaskennassa huomioitu
raitoteiden kaarekirskunnat)

Yöajan keskiäänitaso

L_{Aeq} , 22-7



Jokeri 0

Teollisuuskatu

KUORTANEENKATU

KUMPULANTIE

XIV

X

Vierkatto

Kattopiha

sisäänajo,
K1 pysäköinti

sisäänajo,
K2 pysäköinti

+18,54

+22,65

+18,54

Betonitunneli

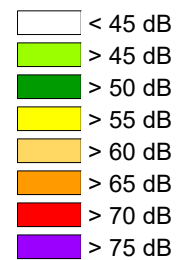
Kumpulantie

Kumpulantie 1
Helsinki

**ENNUSTETILANNE
LIIKE- JA TOIMISTO-
KERROKSET**

Kahdeksankulmioiden sisällä
olevat numeroarvot
Julkisivulle kohdistuvat
korkeussuunnassa suurimmat
tie- ja raitioliikenteen melutasot
ilman julkisivuheijastusta

Päiväajan keskiäänitaso
 $L_{Aeq, 7-22}$



Jokeri 0

Teollisuuskatu

Betonitunneli

Kumpulantie

Kumpulantie 1
Helsinki

ENNUSTETILANNE MELUNTORJUNTA

Melukartta

Tie- ja raitioliikenteen melutasot
2 m maanpinnan yläpuolella

Kahdeksankulmioiden sisällä olevat numeroarvot

Julkisivulle kohdistuvat
korkeussuunnassa suurimmat
tie- ja raitioliikenteen melutasot
ilman julkisivuheijastusta

Piha-alueiden ja julkisivujen
laskennat yhdistetty samaan
melukarttaan
(julkisivulaskennassa huomioitu
raitioteiden kaarekirskunnat)

- Melueste 2 m
- Melueste 2,1 m
- Melueste 1,6 m
- Melueste 1,9 m
- Melueste 2,3 m
- Melumuuri 3 m

Päiväajan keskiäänitaso

L_{Aeq} , 7-22

- < 45 dB
- > 45 dB
- > 50 dB
- > 55 dB
- > 60 dB
- > 65 dB
- > 70 dB
- > 75 dB

Jokeri 0

Teollisuuskatu

Betonitunneli

Kumpulantie

Kumpulantie 1
Helsinki

ENNUSTETILANNE MELUNTORJUNTA

Melukartta

Tie- ja raitioliikenteen melutasot
2 m maanpinnan yläpuolella

Kahdeksankulmioiden sisällä olevat numeroarvot

Julkisivulle kohdistuvat
korkeussuunnassa suurimmat
tie- ja raitioliikenteen melutasot
ilman julkisivuheijastusta

Piha-alueiden ja julkisivujen
laskennat yhdistetty samaan
melukarttaan
(julkisivulaskennassa huomioitu
raitioiteiden kaarekirskunnat)

- Melueste 2 m
- Melueste 2,1 m
- Melueste 1,6 m
- Melueste 1,9 m
- Melueste 2,3 m
- Melumuuri 3 m

Yöajan keskiäänitaso

L_{Aeq} , 22-7

- < 45 dB
- > 45 dB
- > 50 dB
- > 55 dB
- > 60 dB
- > 65 dB
- > 70 dB
- > 75 dB

Jokeri 0

Teollisuuskatu

Betonitunneli

Kumpulantie

Kumpulantie 1
Helsinki

ENNUSTETILANNE ASUINKERROKSET

ENIMMÄISÄÄNITASOT

Kahdeksankulmioiden sisällä
olevat numeroarvot
Julkisivulle kohdistuvat
korkeussuunnassa suurimmat
raideliikenteen yöajan
hetkelliset enimmäisäänitasot
ilman julkisivuheijastusta

Yöajan hetkelliset
enimmäisäänitasot
 L_{Amax}

... ≤ 45 dB
45 ≤ 75 dB
75 ≤ 80 dB
80 $< \dots$ dB

Jokeri 0

Teollisuuskatu

KUORTANEENKATU

KUMPULANTIE

XIV

X
Viherkatto

Kattopiha

sisäänajo,
K1 pysäköinti

sisäänajo,
K2 pysäköinti



Kumpulantie 1

Raideliikenteen tärinä- ja runkomeluserveys

15–1048.2A

18.10.2024

4.10.2024 Alkuperäinen selvitys

A 18.10.2024 Lisätty maininta puurakenteisen rungon vaikutuksista runkomeluun

Tiivistelmä

Selvityksessä tutkitaan raideliikenteen aiheuttamia tärinä- ja runkomelutasoja kohteessa Kumpulantie 1. Kohde sijaitsee Helsingin Pasilassa Kumpulantiellä kulkevan raitiotien varrella. Selvitystä varten kohteessa toteutettiin värähtelymittaukset 19.-20.9.2024.

Kohde on nykyään liike- ja toimistorakennus, joka puretaan osittain säästäten kerrokset K2-5. Näiden kerrosten päälle rakennetaan 9 kerrosta asumista ja alimpiin kerroksiin toteutetaan liike- ja toimistotiloja.

Kohteen tavoitearvona tärinän osalta käytetään tunnuslukua $v_{w,95}$ enintään 0,3 mm/s asunnoissa ja 0,6 mm/s liike- ja toimistotiloissa. Runkomelun tavoitearvona käytetään tunnuslukua L_{prm} enintään 35 dB asunnoissa, 40 dB toimistoissa ja 45 dB liiketiloissa.

Mittausmenetelmät ja -tulokset on esitetty selvityksen liitteessä 1. Tulosten perusteella kohteessa ei ole riskiä tärinän ohjearvojen ylittymiselle. Runkomelun osalta liike- ja toimistotiloissa ohjearvot alittuvat ja asuintilojen osalta runkomelutasot ovat ohjearvon tasolla.

Selvityksen perusteella kohteessa runkomelutason ohjearvot voidaan saavuttaa ilman erityisiä runkomelun eristysratkaisuja. Runkomelunhallinta tulee kuitenkin ottaa huomioon jatkosuunnittelussa. Tyypillinen runkomeluriskiä lisäävä rakenne on kelluva lämpölattia. Uusien asuinkerrosten puurunko ei ole erityinen runkomeluriski.

Tarvittaessa runkomelutasoja voidaan pienentää toteuttamalla Kumpulantien puoleiselle julkisivulle pystyirrotuskaistat, joilla kadun pintarakenteet ja muut jäykät kytkökset pohjakerrosten seiniin saadaan vaimennettua. Uusien asuinkerrosten rakenneratkaisussa on myös mahdollista toteuttaa runkomelun vaimennusratkaisuja.

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

Kumpulantie 1

SISÄLLYSLUETTELO

1	Johdanto	4
1.1	Tilaaaja	4
1.2	Tekijä	4
1.3	Kohde.....	4
2	Tärinän ja runkomelun leviäminen maa- ja kallioperässä.....	5
3	Tärinää ja runkomelua koskevat ohjeavot	6
4	Lähtötiedot.....	7
4.1	Kohde.....	7
4.2	Rata ja liikennöinti	8
4.3	Maaperä sekä rakennusten ja radan perustamistapa	9
5	Mittaukset.....	10
5.1	Mittauspisteet.....	10
5.2	Mitatut raitiovaunujen ohiaiot.....	11
6	Mittautulosten analyysi.....	12
6.1	Tärinäarvon, värähtelytason ja runkomelutason laskenta	12
7	Runkomelun ja tärinän arviointi.....	12
7.1	Rakennuksessa arvioidut tärinäarvot	13
7.2	Rakennuksessa arvioidut runkomelutasot.....	13
8	Loppupäätelmä ja jatkosuunnittelu	15
	LIITTEET	16
	LÄHTEET	16

Kumpulantie 1**Raideliikenteen tärinä- ja runkomeluselvitys**

15–1048.2A

1 Johdanto

1.1 Tilaaja

Kiinteistö Oy Kumpulantie 1
Tyynylaavantie 20
00980 Helsinki

Pikkis Hukkanen
pikkis.hukkanen@vuoksi.fi

1.2 Tekijä

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

DI Benjamin Oksanen
benjamin.oksanen@ains.fi

TkT Sakari Tervo
sakari.tervo@ains.fi

DI Timo Huhtala
timo.huhtala@ains.fi

1.3 Kohde

Rakennuskohde: **Kumpulantie 1**

Osoite: Kumpulantie 1, Helsinki

Tehtävä: Tärinä- ja runkomeluselvitys asemakaavamuutosta
varten

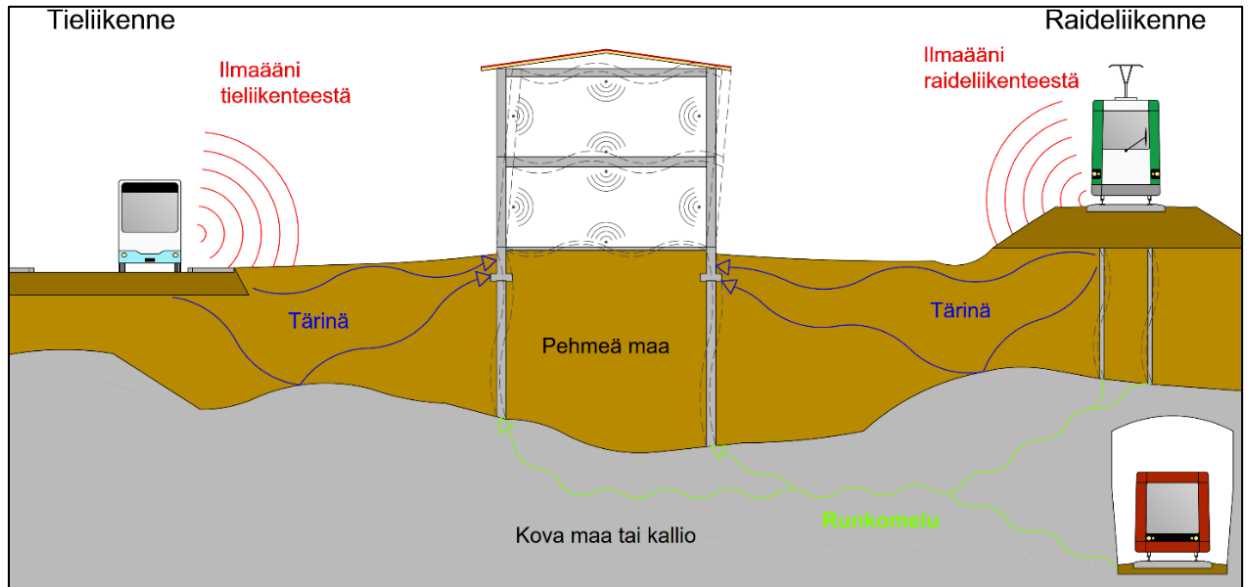
Tässä selvityksessä arvioidaan raideliikenteen aiheuttamia tärinä- ja runkomelutasoja Kumpulantie 1 osalta. Selvitys perustuu kohteessa 19.-20.9.2024 tehtyihin värähtely- ja runkomelumittauksiin.

2 Tärinän ja runkomelun leviäminen maa- ja kallioperässä

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

Rakenteiden värähtely saattaa ilmetä rakennuksissa runkoäänenä silloin, kun maalaji on kovaa. 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 kaarteet, 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

Maankäyttö- ja rakennuslaki (132/1999) sekä maankäyttö- ja rakennusasetus (895/1999) ohjaavat alueiden käytön suunnittelua. Kaavoituksessa tulee tarvittaessa selvittää tärinä- ja runkomeluvaikutukset kaavoitettavalla alueella. Tärinän ja runkomelun osalta sovellettavina ohjearvoina, joilla rakennusten tekniset vaatimukset täyttyvät, voidaan käyttää standardissa SFS 5907:2022 *Rakennusten akustinen suunnittelu ja laatuluokitus* esitettyjä ohjearvoja akustiselle luokalle A2. Akustinen luokka A2 vastaa uudisrakennuksille asetettuja vaatimuksia. Runkomelun osalta ohjearvot on esitetty tiettyille tilatyypeille sekä tunneliliikenteen että avoradan osalta, joista tunnelin osalta ohjearvo on 5 dB pienempi. Standardissa esitettyjen ohjearvojen lisäksi liiketiloille voidaan soveltaa ohjearvona L_{prm} 45 dB avoradan osalta (Talja & Saarinen, 2009). Runkomelun ja tärinän ohjearvot eri rakennustyypeille on esitetty taulukossa 3.1.

Tärinän tunnusluku $v_{w,95}$ on määritelty tilastollisesti siten, että satunnaisesti ohi ajavan junan aiheuttama värähtely ei ylitä ylärajaa 95 % todennäköisyydellä. Runkomelun tunnusluku L_{prm} on määritelty tilastollisesti siten, että 95 % mittaustuloksista alittaa kyseisen arvon.

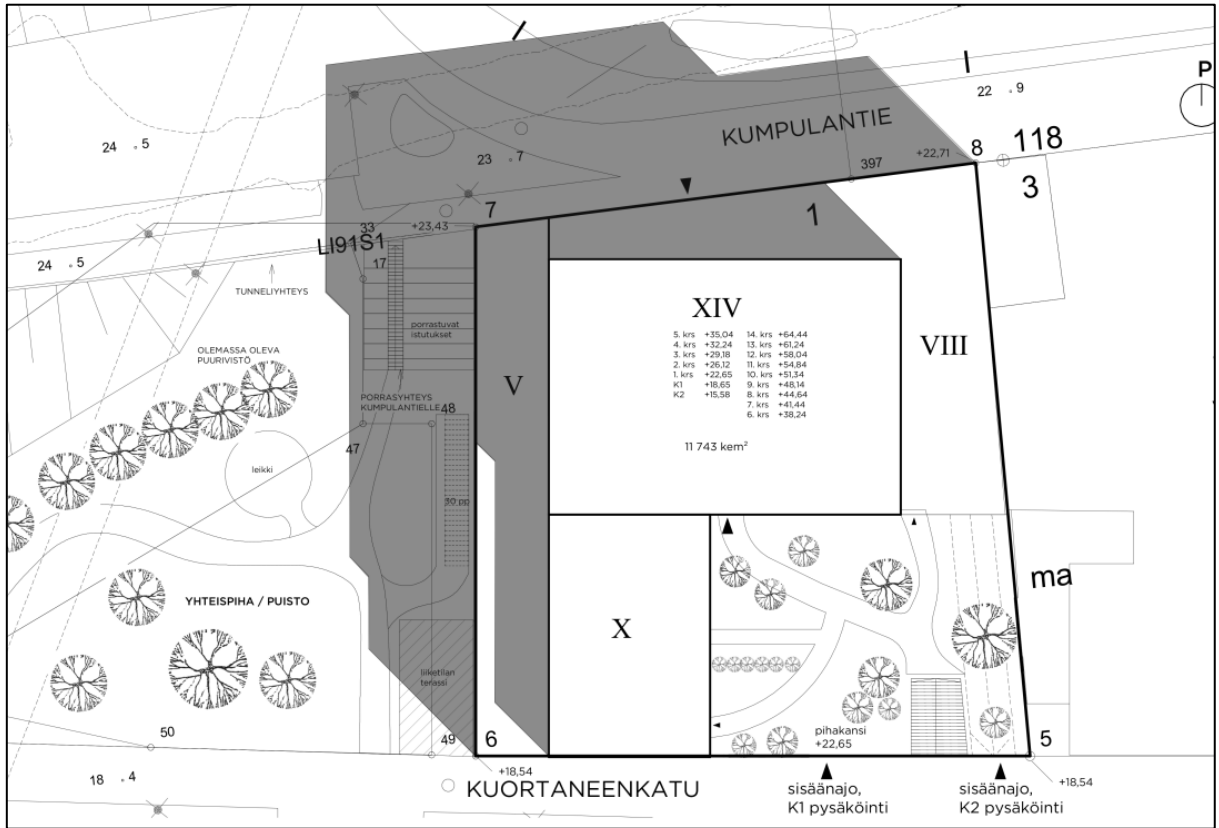
Taulukko 3.1. Runkomelun ja värinän ohjearvot eri rakennustyypeille.

Rakennustyyppi	Runkomelutaso L_{prm} [dB]	Tärinäarvo $v_{w,95}$ [mm/s]
Asuinhuoneistot	30 / 35*	0,30
Hotellit	35	0,30
Palvelutalot	30 / 35*	0,30
Toimistot	35 / 40*	0,60
Liiketilat	45	-
Oppilaitokset	35 / 40*	0,60
Päiväkodit, opetus- ja lepotilat	35	0,30
Päiväkodit, ympärivuorokautiset tilat	30	0,30
Liikuntatilat	-	-
Terveystenhuollon rakennukset: hoitotilat	35 / 40*	0,30
Terveystenhuollon rakennukset: potilashuoneet ym. herkätilat	30 / 35*	
Leikkaussalit, hammashoidon vastaanottotilat, lääketieteelliset kuvantamistilat	-	0,10
*avoradat, tunnelin osalta pienempi esitetystä arvoista		

4 Lähtötiedot

4.1 Kohde

Kohde on liike- ja toimistorakennus Helsingin Pasilassa. Viitesuunnitelmassa tarkastellaan tilannetta, jossa rakennuksesta puretaan ylimmät kerrokset ja säästettävien K2...5. kerroksien päälle rakennetaan 9 kerrosta asuintiloja. Uudet kerrokset toteutetaan puurunkoisina. Rakennuksen kerrokseen 1–5 toteutetaan liike- ja toimistotiloja. Kohteen asemapiirros on esitetty kuvassa 4.1.



Kuva 4.1. Kohteen asemapiirros.

4.2 Rata ja liikennöinti

Kohde sijaitsee Kumpulantietä ja Ratamestarinkatua kulkevan raitiotien varrella. Raitiotiellä liikennöi selvityksen kirjoittamisen aikaan linjat 2 ja 9. Kun tällä hetkellä käynnissä oleva Mannerheimintien remonti valmistuu, linja 2 siirtynee pois Kumpulantien reitiltä.

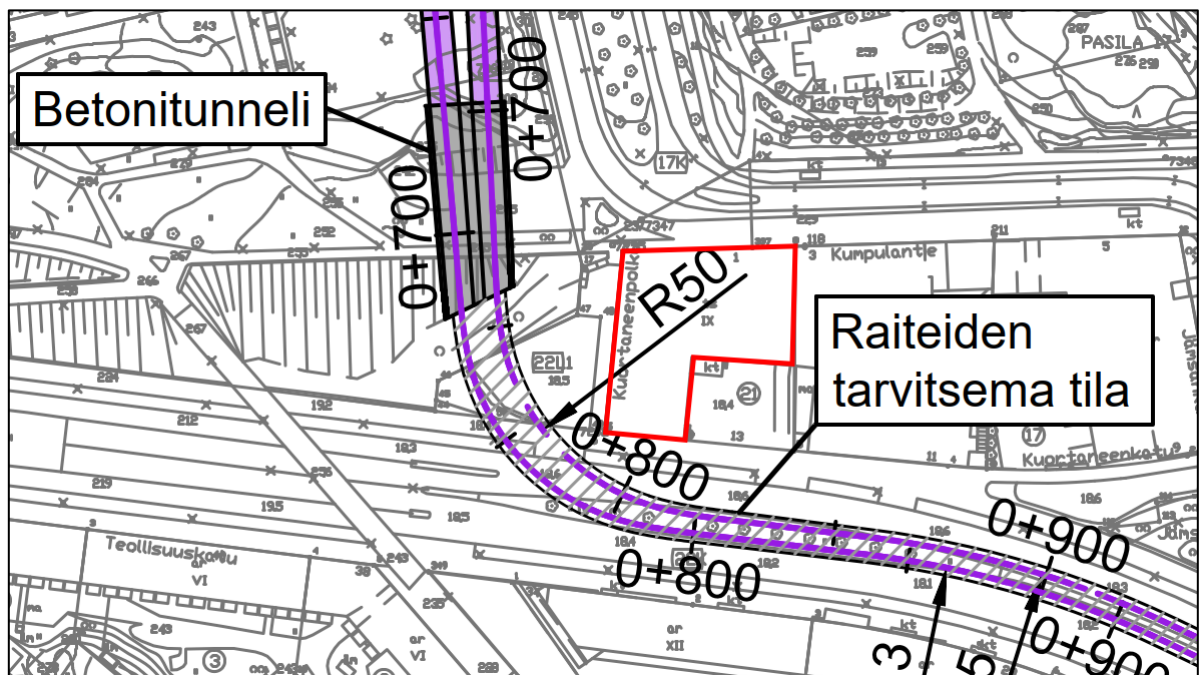
Kohteen lähelle Teollisuuskadulle on myös suunniteltu Jokeri 0 -raitiotielinjaus, joka kulki toteutuessaan Teollisuuskadulta tunneliin kohti pohjoista kohteen länsipuolelta.

Liikennetiedot nykyisille raitiotielinjoille sekä Jokeri 0 suunniteltu liikennöinti on esitetty taulukossa 4.1. Liikennetiedot Jokeri 0:n osalta on toimittanut Helsingin kaupunki. Linjojen 9 ja 2 liikennetietoina on käytetty nykytilanteen liikennetietoja, jotka on saatu sivustolta [Reittiopas, liput ja hinnat, asiakaspalvelu | HSL.fi](https://www.hsl.fi/reittiopas).

Jokeri 0 -raitiotien suunniteltu linjausvaihtoehto on esitetty kuvassa 4.2. Raiteiden etäisyys kohteesta on lähimmillään noin 10 m.

Taulukko 4.1. Raitiotien liikennetiedot

Raitiovaunun tyyppi	Raitiovaunun linja	Päivä klo 7–22 (Ennuste v.2040)	Yö klo 22–7 (Ennuste v.2040)	Raitio- vaunun pituus
Artic	Nykyinen linja: Linja 2	165 kpl	41 kpl	28 m
Artic	Nykyinen linja: Linja 9	172 kpl	34 kpl	28 m
Artic	Jokeri 0	286 kpl	50 kpl	75 m


Kuva 4.2. Jokeri 0 -raitiotien linjausvaihtoehto. Kuvaan merkitty punaisella selvityksen kohde.

4.3 Maaperä sekä rakennusten ja radan perustamistapa

Kohteen lähettäviltä saatavilla olevien pohjatutkimustietojen (kartta.hel.fi, 2.10.2024) perusteella rakennus on perustettu kallionvaraisesti tai ainakin hyvin lähelle kalliota.

Kohteen länsipuolelta kulkee vanha rautatietunneli luoteis-koillissuunnassa, joka on louhittu kallioon ja suljettu betonikannella.

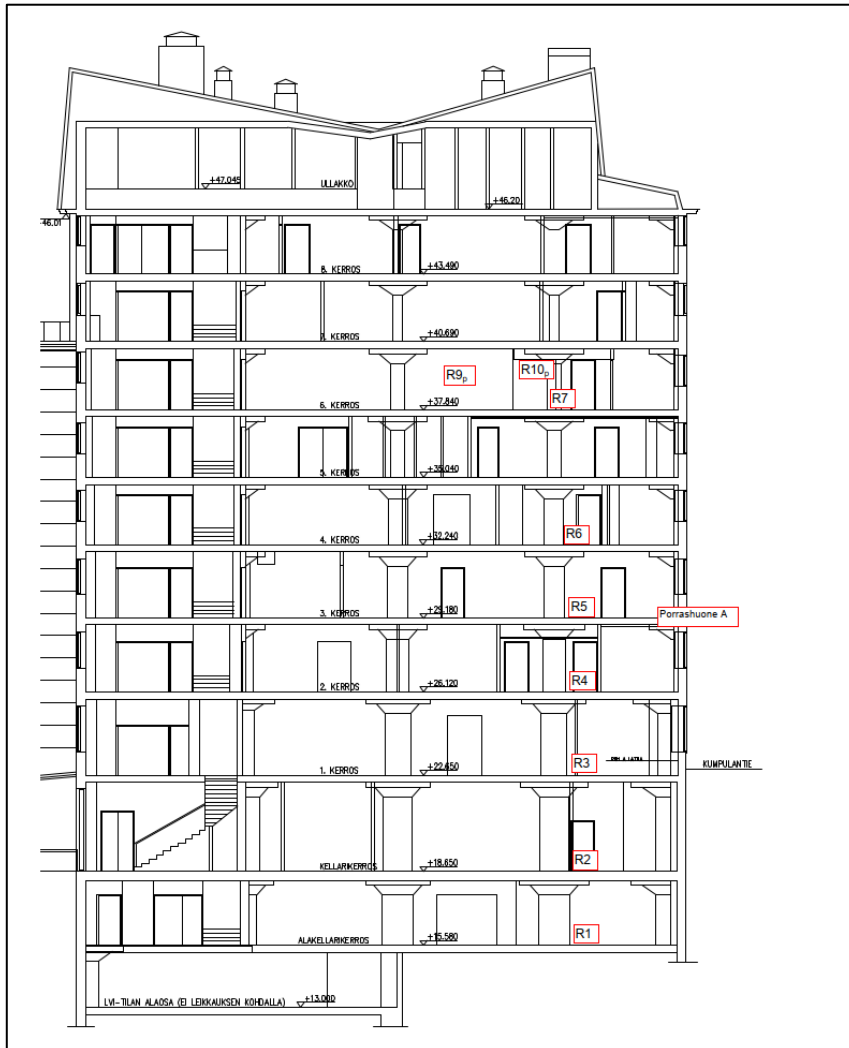
Alueen pohjatutkimustietojen perusteella Kumpulantien raitiotien rakenteet sijaitsevat hyvin lähellä kalliota. Kohteen maaperäolosuhteet ovat otolliset runkomelun etenemiselle raitiotiestä rakennusrunkoon. Tärinän etenemiselle maaperäolosuhteet taas eivät ole suotuisat.

5 Mittaukset

Mittaukset suoritettiin kohteessa 19.-20.9.2024 välisenä aikana. Mittaukset tehtiin ja tulokset analysoitiin akkreditoidun tärinä- ja runkomelumittausmenetelmän mukaisesti. Mittausmenetelmät ja -tulokset on esitetty raportin liitteessä 1.

5.1 Mittauspisteet

Mittauspisteet on esitetty kuvassa 5.1. kohteen poikkileikkauspiirustukseen merkittynä. Mittauspisteiden tiedot on esitetty tarkemmin liitteessä 1.



Kuva 5.1. Mittauspisteet poikkileikkauspiirustukseen merkittynä.

5.2 Mitatut raitiovaunujen ohiajot

Mittausajanjakson aikana mittauspaikan ohittaneista raitiovaunuista analysoitiin 159 ohitusta. Mittausajanjakson aikana liikennöi raitiolinjat 2 ja 9 molempiin suuntiin. Raitiovaunukalusto oli pääasiassa Artic-raitiovaunuja, joiden lisäksi liikennöi vanhempia nivelraitiovaunuja.

6 Mittaustulosten analyysi

Mittauksissa tallennetut signaalit analysoitiin AI-NAVAT-ohjelmistolla (versio 1.6:9/2024). Ohjelmisto laskee signaaleista tarvittavat suureet sekä yhdistää mitatut värähtely- ja melutapahtumat aikataulutietoihin.

6.1 Tärinäarvon, värähtelytason ja runkomelutason laskenta

Tärinäarvo laskettiin mitatuista signaaleista standardin IEC 14837 ja VTT:n ohjeen (Talja 2011) mukaisesti.

Värähtelytaso ja runkomelutaso laskettiin mitatuista signaaleista standardin IEC 14837 ja VTT:n ohjeen (Talja & Saarinen 2009) mukaisesti.

7 Runkomelun ja tärinän arviointi

Maa- tai kallioperästä mitattu värähtely ei edusta rakennuksessa saavutettavaa tärinää tai runkomelutasoa. Rakennuksen sisällä vallitsevat runkomelutaso ja tärinäarvo arvioidaan värähtelytasosta mallintamalla rakennuksen dynaamiset ominaisuudet ja värähtelyn siirtyminen maa- tai kallioperästä rakennuksen perustuksiin. Yksinkertaisessa empiirisessä mallissa tärinä voimistuu rakennuksen perustuksista rakennuksen resonanssin vaikutuksesta kuusinkertaiseksi (6x) jännevälin keskellä pystysuuntaan ja (4x) vaakasuuntaan (Talja, A., 2008). Resonanssitarkastelu tehdään taajuuskaistoittain. Tärinän voimistumista rakennuksen rungossa ja lattioissa arvioidaan myös ns. yleisellä voimistumisella, sillä tärinä voimistuu tyypillisesti perustuksista rakennusrunkoon.

Runkomelun värähtelytaso L_{vrm} vahvistuu tyypillisesti noin 15 dB sisältäen muunnoksen värähtelytasosta L_{vrm} ilmaääneksi L_{prm} (Talja, A. & Saarinen, A., 2009). Runkomelutason arvioinnissa voidaan ottaa huomioon myös muita korjaustermejä.

Todellisuudessa rakennuksessa ilmenevien resonanssien aiheuttama vahvistus voi olla jopa yli 15 kertainen (> 20 dB). Resonanssien vaikutusten arviointi tärinään ja runkomeluun on rakennus- ja tapauskohtaista.

7.1 Rakennuksessa arvioidut tärinäarvot

Taulukossa 7.1. on esitetty mittaustulokset tärinälle. Tärinälle on esitetty mitattu tilastollinen tunnusluku v_{w95} .

Taulukko 7.1. Mittaustulokset tärinälle.

Mittauspiste	Tärinän tilastollinen tunnusluku v_{w95} , mitattu [mm/s]
$R1_z$, K2 pilari	0,01 mm/s
$R2_z$, K1 pilari	0,01 mm/s
$R3_z$, 1. krs pilari	0,01 mm/s
$R4_z$, 2. krs pilari	0,01 mm/s
$R5_p$, 3. krs pilari	0,01 mm/s
$R6_z$, 4. krs pilari	0,01 mm/s
$R7_z$, 6. krs pilari	0,02 mm/s

Mittaustulosten perusteella asunnoille sekä toimisto- ja liiketiloille sovellettavat tärinän ohjearvot alittuvat kohteessa kaikissa kerroksissa. Resonanssitarkastelua ei ole tässä esitetty, koska resonanssivoimistumisen myötä tasot ovat selkeästi alle ohjearvon.

7.2 Rakennuksessa arvioidut runkomelutasot

Taulukossa 7.2 on esitetty mittaustulokset runkomelulle. Värähtelymittauspisteiden osalta on esitetty runkomelun värähtelytason tilastollinen tunnusluku L_{vrm} sekä siitä arvioitu runkomelun tilastollinen tunnusluku L_{prm} . Ilmäänimittauspisteiden osalta on esitetty runkomelun tilastollinen tunnusluku L_{prm} .

Taulukko 7.2. Mittaustulokset runkomelulle.

Mittauspiste	Runkomelun tilastollinen tunnusluku L_{prm} [dB re. 20 uPa], ($L_{prm} = L_{vrms}$ [dB re. 50 nm/s ²] + C_B)
$R1_z$, K2 pilari	19 dB + 15 dB = 34 dB
$R2_z$, K1 pilari	20 dB + 15 dB = 35 dB
$R3_z$, 1. krs pilari	24 dB + 15 dB = 39 dB
$R4_z$, 2. krs pilari	20 dB + 15 dB = 35 dB
$R5_p$, 3. krs pilari	18 dB + 15 dB = 33 dB
$R6_z$, 4. krs pilari	18 dB + 15 dB = 33 dB
$R7_z$, 6. krs pilari	19 dB + 15 dB = 34 dB
$R9_p$, 6. krs aula, ilmaääni	36 dB
$R10_p$, 6. krs huone, ilmaääni	30 dB

Mittaustulosten perusteella toimistotilojen ohjearvo L_{prm} 40 dB sekä liiketilojen ohjearvo L_{prm} 45 dB alittuu kaikissa rakennuksen kerroksissa. Asuintilojen osalta ohjearvo L_{prm} 35 dB alittuu tai runkomelun arvioidaan olevan korkeintaan ohjearvon tasolla kaikissa kerroksissa. Mittauspisteessä $R9_p$ mikrofonilla mitatussa ilmaäänessä on runkomelun lisäksi mukana myös Kumpulantien puoleisen julkisivun kautta tilaan siirtyvää ilmaääntä, joka voi osaltaan selittää kyseisen mittauspisteen suurempaa mitattua tasoa. Lisäksi mittauspisteessä $R9_p$ on runkomelun kannalta suuremmat säteilevät pinnat kuin mittauspisteessä $R10_p$ ja huoneakustiikka on mittauspisteiden välillä erilainen.

8 Loppupäätelmä ja jatkosuunnittelu

Tässä esitettiin 19.-20.9.2024 kohteessa Kumpulantie 1 tehtyjen runkomelu- ja tärinmittausten tulokset. Mittaustulosten perusteella kohteessa ei ole riskiä tärinän ohjearvojen ylittymisestä. Runkomelun osalta liike- ja toimistotilojen ohjearvot alittuvat. Asuintiloissa runkomelutasojen arvioidaan olevan korkeintaan ohjearvon tasolla.

Kohteen viereen Teollisuuskadulle suunnitellun Jokeri 0 -raitiotien osalta sen aiheuttama tärinä ja runkomelu tulee arvioida osana raitiotien suunnittelua. Tarvittaessa tärinän ja runkomelun torjuntaratkaisut voidaan toteuttaa ratarakenteessa, jossa torjuntatoimet ovat teknistaloudellisesti perusteltuja erityisesti alueen olemassa oleva rakennuskanta huomioon ottaen.

Asemakaavaan voidaan lisätä kaavamääräykset raitiotien runkomelulle. Asuintilojen osalta esimerkkimääräys on

”Asuinhuoneissa runkomelu L_{prm} saa olla enintään 35 dB.”

Toimistorakennusten osalta esimerkkikaavamääräys on

”Toimistorakennusten toimisto, tauko- ja neuvottelutiloissa runkomelu L_{prm} saa olla enintään 40 dB.”,

sekä liiketiloja koskeva määräys

”Liiketiloissa runkomelu L_{prm} saa olla enintään 45 dB.”

Selvityksen perusteella kohteessa runkomelutason ohjearvot voidaan saavuttaa ilman rakennuksen runkorakenteeseen kohdistuvia runkomelun eristysratkaisuja. Runkomelunhallinta tulee kuitenkin ottaa huomioon jatkosuunnittelussa. Tyypillinen runkomeluriskiä lisäävä rakenne on kelluva lämpölattia. Uusien asuinkerrosten puurunko ei ole erityinen runkomeluriski.

Tarvittaessa runkomelutasoja voidaan pienentää toteuttamalla Kumpulantien puoleiselle julkisivulle pystyirrotuskaistat, joilla kadun pintarakenteet ja muut jäykät kytkökset pohjakerrosten seiniin saadaan vaimennettua. Uusien asuinkerrosten

rakenneratkaisuissa on myös mahdollista toteuttaa runkomelun vaimennusratkaisuja. Puurakenteisissa kerrostaloissa tyypilliset rakenneosien väliset vaimennuskaistat voivat vaimentaa myös runkomelun etenemistä rakennusrungossa.

LIITTEET

1. Mittausraportti (15 s.)

LÄHTEET

- Maankäyttö- ja rakennuslaki (132/1999). <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1999/19990895>
- Maankäyttö- ja rakennusasetus (895/1999). <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1999/19990132>
- SFS 5907. 2022. Rakennusten akustinen suunnittelu ja laatuluokitus. Helsinki, Suomen Standardisoimisliitto SFS ry.
- Talja, A. 2004. Suositus liikennetärinän mittaamista ja luokituksesta. Espoo, VTT Tiedotteita 2278.
- Törnqvist, J. ja Talja, A. 2006. Suositus liikennetärinän arvioimiseksi maankäytön suunnittelussa. Espoo, VTT Working papers 50.
- Talja, A. ja Saarinen, A. 2009. Maaliikenteen aiheuttaman runkomelun arviointi. Esiselvitys. Espoo, VTT Tiedotteita 2468.
- Talja, A., Vepsä, A., Kurkela, J. ja Halonen, M. 2008. Rakennukseen siirtyvän liikennetärinän arviointi. Espoo, VTT tiedotteita 2425.

MITTAUSRAPORTTI

Runkomelu mitattiin standardien ISO 14837-1 & VTT 2468 mukaisesti
Tärinä mitattiin standardien ISO 8041 & VTT 2425 mukaisesti

1 Projektitiedot

Tilaaaja	Kiinteistö Oy Kumpulantie 1 Kumpulantie 1 00980 Helsinki	Tekijä	A-Insinöörit Suunnittelu Oy Bertel Jungin aukio 9 02600 Espoo
Projektinnumero	15-1048.2	Mittauspäivät	19-20.9.2024
Kohde	Kumpulantie 1 viitesuunnitelma	Mittaajat	Benjamin Oksanen
		Tarkastaja	Sakari Tervo

1.1 Epävarmuus

Raportoitu laajennettu mittauserpävarmuus perustuu normaaliin epävarmuuteen, joka on kerrottu kertoimella $k = 2$, joka vastaa noin 95 % todennäköisyydettä. Mittauserpävarmuus on arvioitu EA-4/02 ohjeen mukaisesti ja se ottaa huomioon olosuhteista ja mittalaitteista johtuvat epävarmuudet.

1.2 Sääolosuhteet

Suure	Keskiarvo	Pienin	Suurin
Lämpötila	13,8° C	11,8° C	18,1° C
Routa	- cm	-	-

Lähde: FMI Helsinki Kaisaniemi

2 Mittalaitteet

Mittauspiste	Tyyppi	Laite	Sarjanumero	Kalibrointipvm
R1z, R2z, R3z	datatallennin	RION-DA21	500753	21.4.2023
R4z, R5z, R6z	datatallennin	RION-DA21	500765	21.4.2023
R9p, R10p, R7z	datatallennin	RION-DA21	1120979	21.4.2023
R1z	kiihtyvyysanturi	MMF KS48C	22062	6.3.2024
R2z	kiihtyvyysanturi	MMF KS48C	22222	6.3.2024
R3z	kiihtyvyysanturi	MMF KS48C	22223	21.3.2024
R4z	kiihtyvyysanturi	MMF KS48C	22220	6.3.2024
R5z	kiihtyvyysanturi	MMF KS48C	20005	21.3.2024
R6z	kiihtyvyysanturi	MMF KS48C	20004	6.3.2024
R9p	mikrofoni	GRAS 46AE	491714	27.8.2024
R10p	mikrofoni	GRAS 46AE	481722	27.8.2024
R7z	kiihtyvyysanturi	MMF KS48C	20099	21.3.2024

z: pystysuunta, x: vaakasuunta, y: pituussuunta

2.1 Mitatut liikennetapahtumat

Tyyppi	Määrä [kpl]
Raitiovaunu (Artic, Nivelraitiovaunu)	159

3 Mittauspisteet

Mitattu suure	Mittauspiste	Suunta	Asennus	GPSy	GPSx	Huomioita
kiihtyvyys	R1	z	teippi			
kiihtyvyys	R2	z	teippi			
kiihtyvyys	R3	z	teippi			
kiihtyvyys	R4	z	teippi			
kiihtyvyys	R5	z	teippi			
kiihtyvyys	R6	z	teippi			
paine	R9	p	kolmijalka			
paine	R10	p	kolmijalka			
kiihtyvyys	R7	z	teippi			

4 Mittaustulokset

4.1 Runkomelu

Piste	Kuvaus	Suunta	$L_{v,rm}$ [dB]	C_{b1} [dB]	C_{b2} [dB]	$L_{p,rm}$ [dB]	$\max(L_{p,rm}(f_c))/f_c$	Ohjearvo [dB]
R1	K2 pilari	z	19	0	15	34	29 dB / 251.19 Hz	35/40/45
R2	K1 pilari	z	20	0	15	35	28 dB / 63.10 Hz	35/40/45
R3	1. krs pilari	z	24	0	15	39	34 dB / 79.43 Hz	35/40/45
R4	2. krs pilari	z	20	0	15	35	31 dB / 63.10 Hz	35/40/45
R5	3. krs pilari	z	18	0	15	33	30 dB / 63.10 Hz	35/40/45
R6	4. krs pilari	z	18	0	15	33	30 dB / 63.10 Hz	35/40/45
R9	6. krs aula	p	-	0	0	36	33 dB / 50.12 Hz	35/40/45
R10	6. krs huone	p	-	0	0	30	25 dB / 316.23 Hz	35/40/45
R7	6. krs pilari	z	19	0	15	34	32 dB / 63.10 Hz	35/40/45

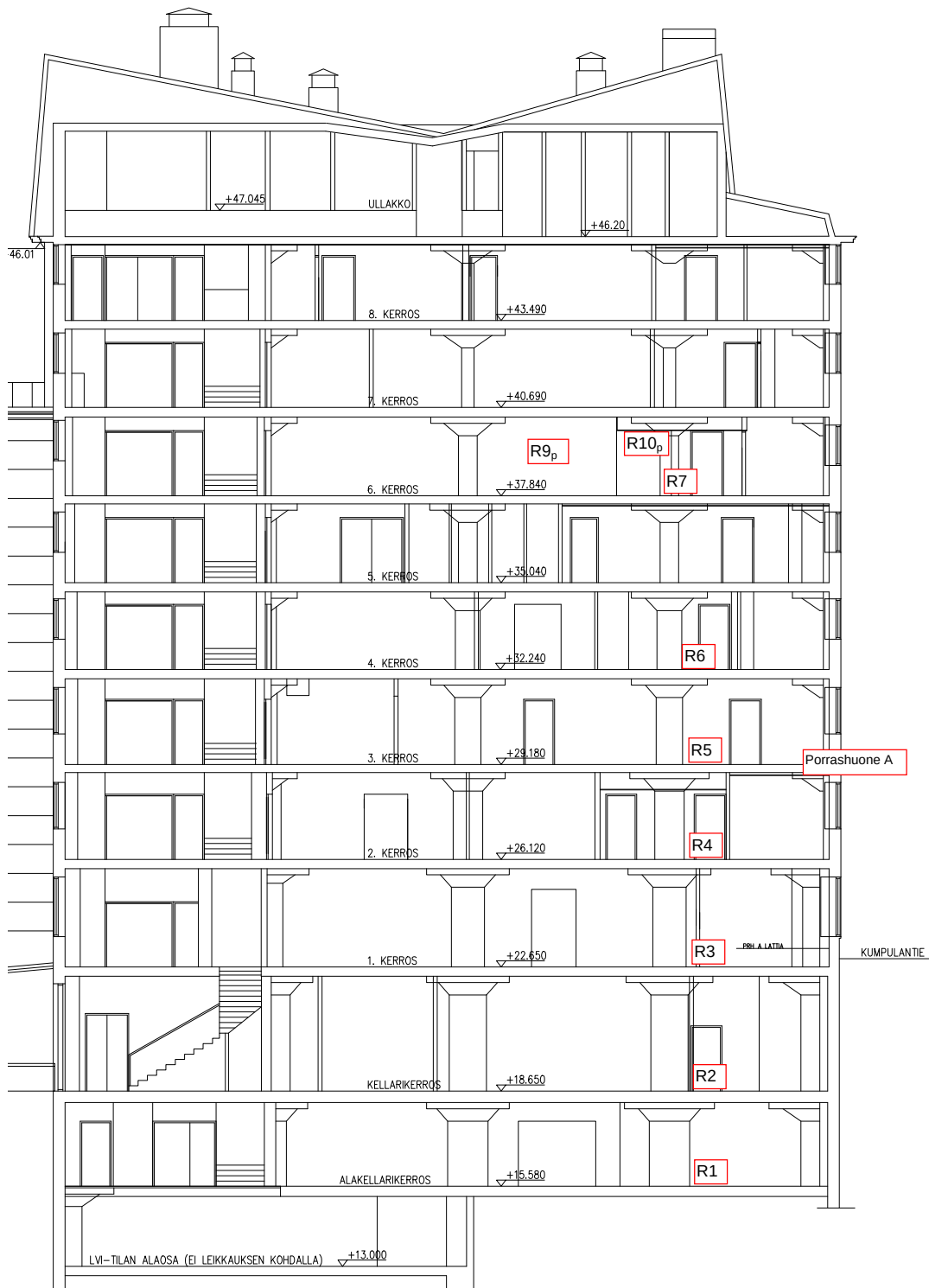
$$L_{p,rm} = L_{v,rm} + C_{b1} + C_{b2}$$

$L_{p,rm}$: Runkomelutaso

$L_{v,rm}$: Runkomelun herätetaso

$C_{b,1}$: Maaperästä rakennusrunkoon kytkeytyminen

$C_{b,1}$: Värähtelystä ilmaääneksi kytkeytyminen



Kuva 1: Mittauspisteet rakennuksen poikkileikkauksessa.

4.2 Tärinä

Piste	Kuvaus	Suunta	$v_{w,95}^{maa}$ [mm/s]	$v_{w,95}^{per}$ [mm/s]	v_{w1} [mm/s]	$\max(v_{w2}(f_c))/f_c$	Ohjearvo [mm/s]
R1	K2 pilari	z	-	-	0.01	0.01 mm/s / 50.12 Hz	0.3/0.6
R2	K1 pilari	z	-	-	0.01	0.01 mm/s / 50.12 Hz	0.3/0.6
R3	1. krs pilari	z	-	-	0.01	0.01 mm/s / 63.10 Hz	0.3/0.6
R4	2. krs pilari	z	-	-	0.01	0.01 mm/s / 50.12 Hz	0.3/0.6
R5	3. krs pilari	z	-	-	0.01	0.01 mm/s / 50.12 Hz	0.3/0.6
R6	4. krs pilari	z	-	-	0.01	0.01 mm/s / 50.12 Hz	0.3/0.6
R9	6. krs aula	p	-	-	-	-	-
R10	6. krs huone	p	-	-	-	-	-
R7	6. krs pilari	z	-	-	0.02	0.02 mm/s / 19.95 Hz	0.3/0.6

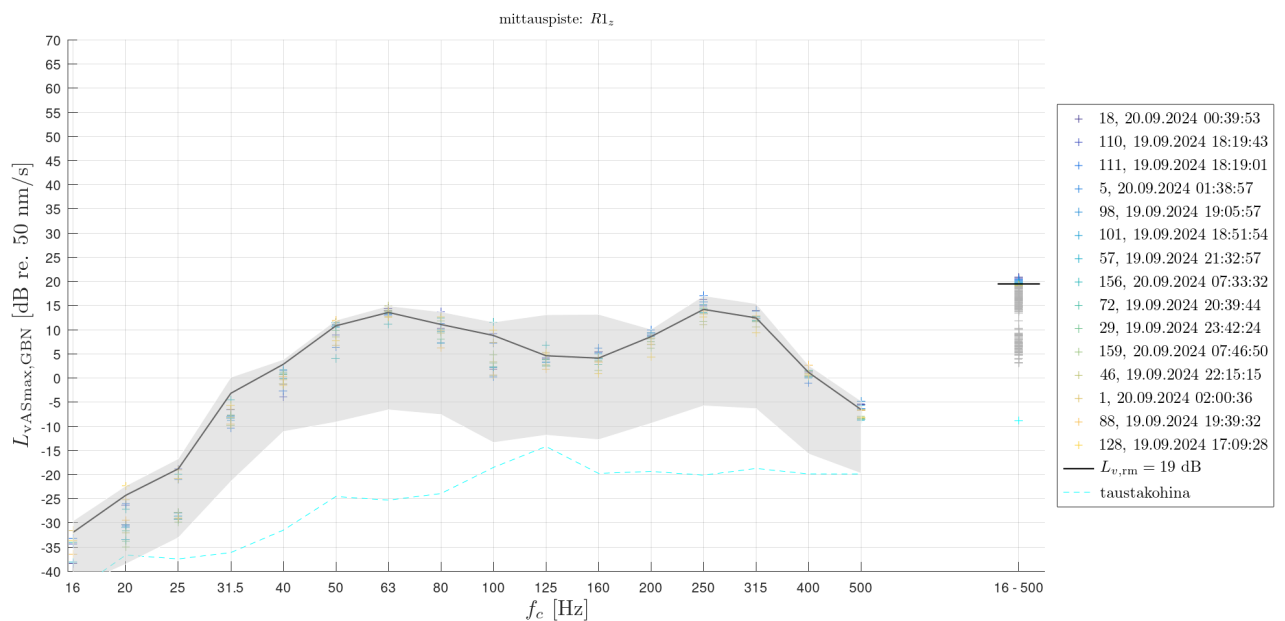
$v_{w,95}^{maa}$: tärinä maaperästä mitattuna

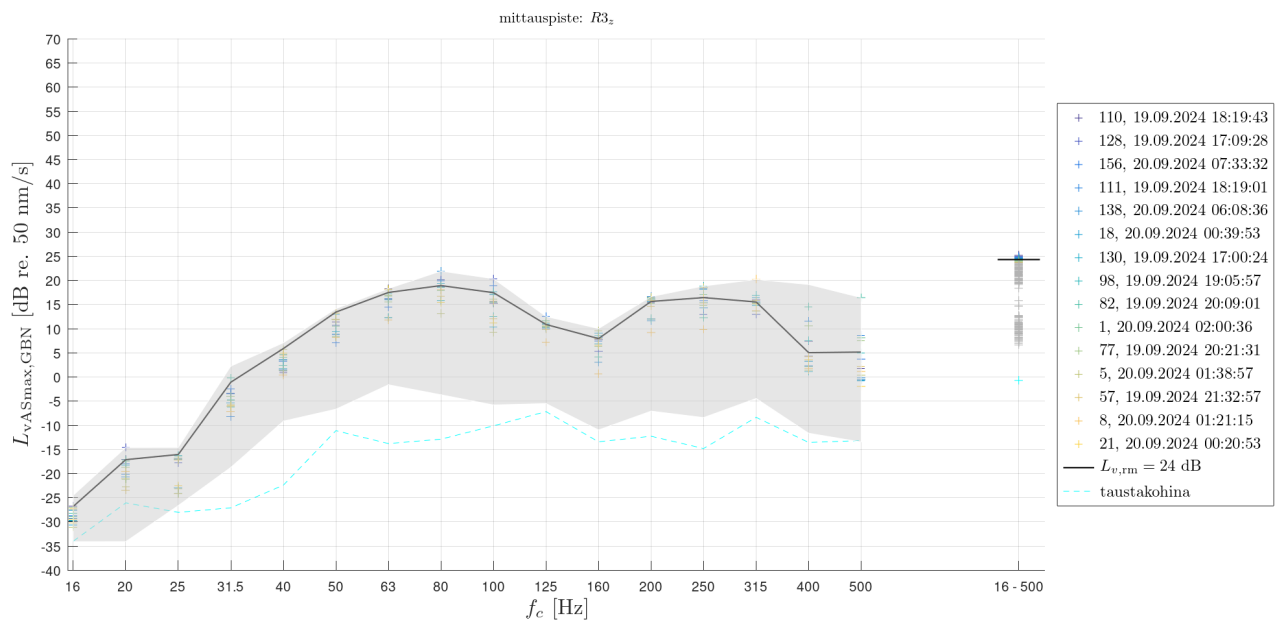
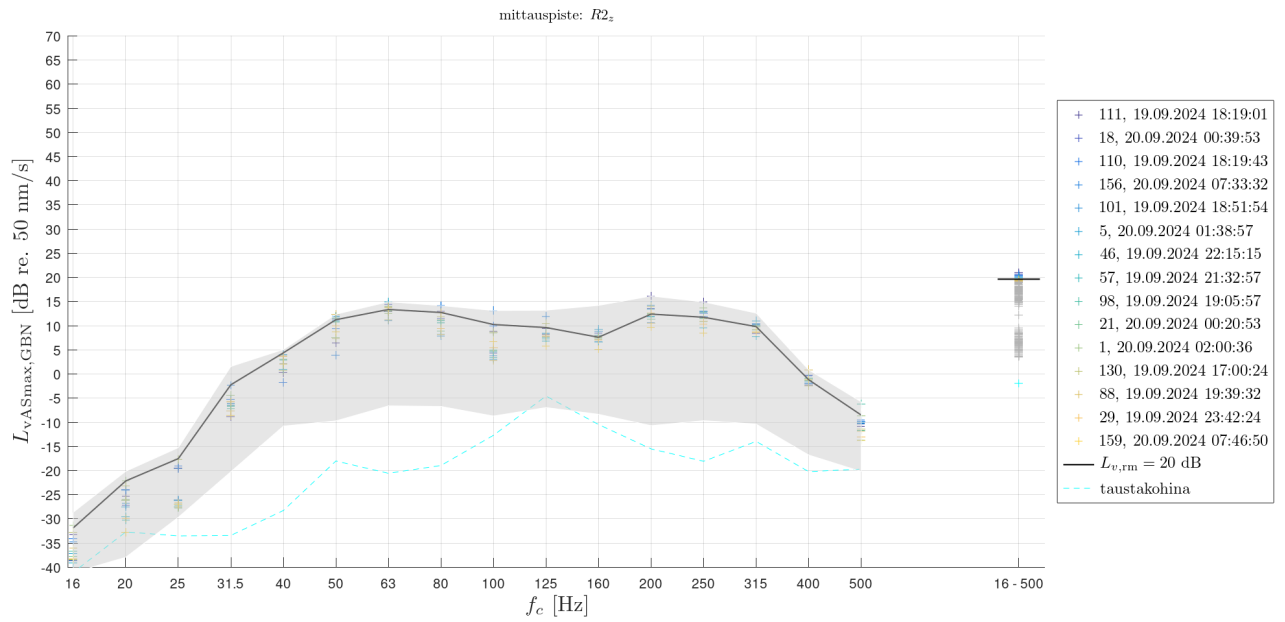
$v_{w,95}^{per}$: tärinä perustuksista mitattuna tai arvioituna

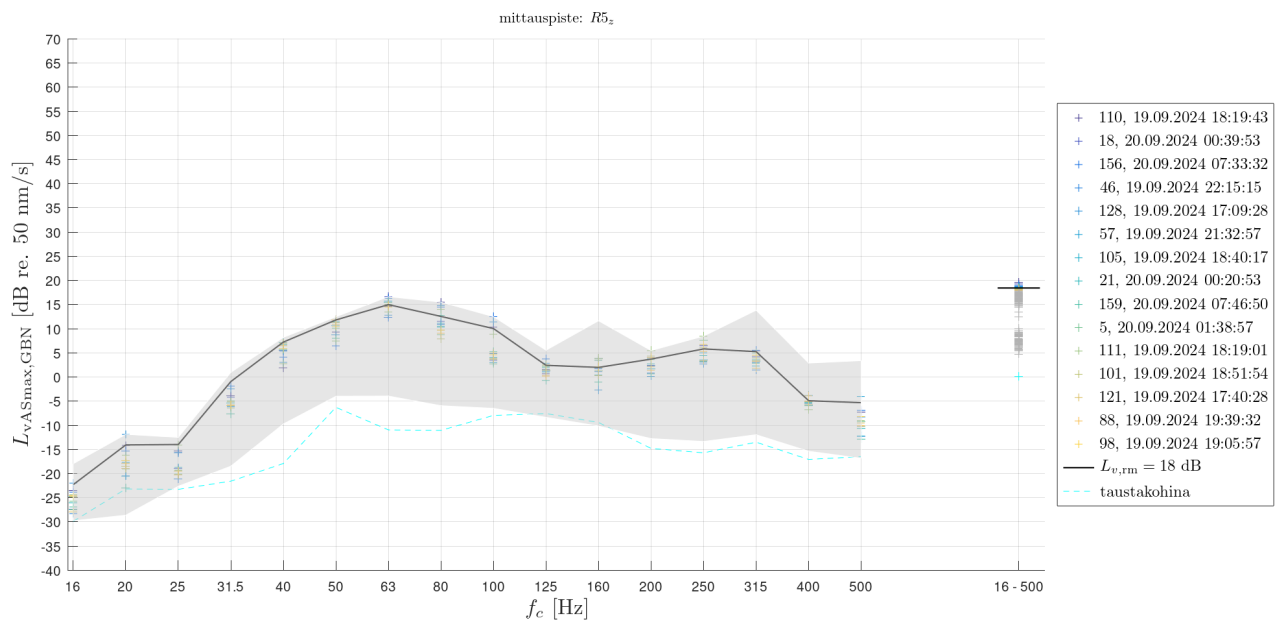
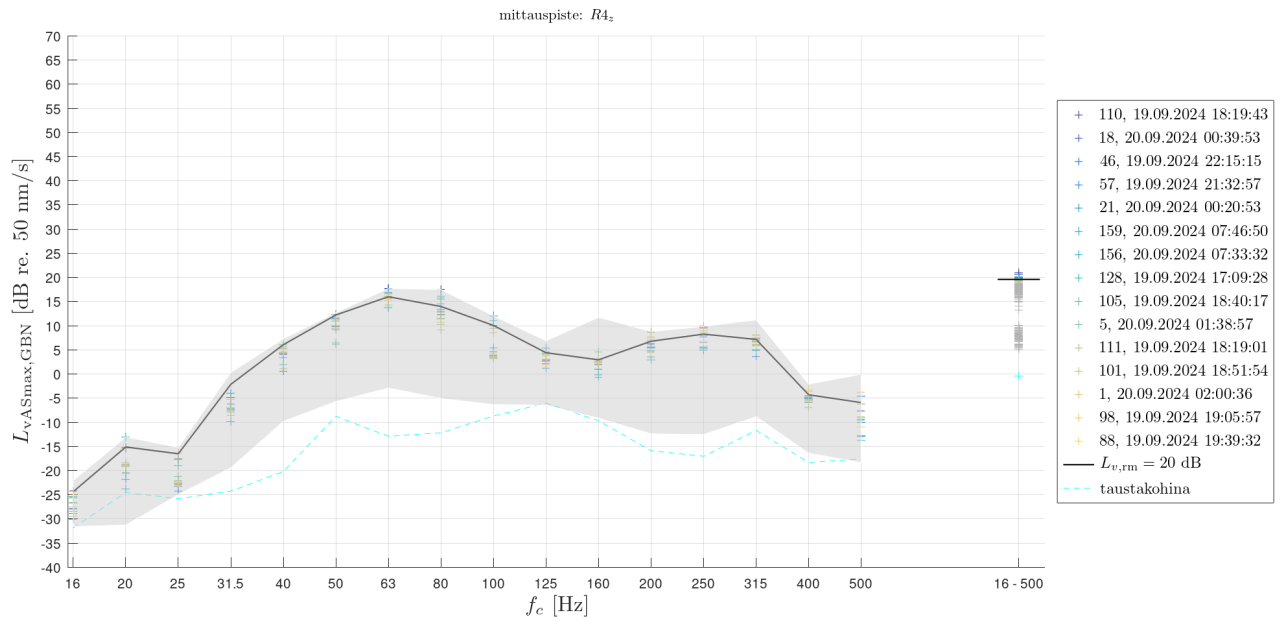
v_{w1} : laajakaistainen tärinä rakennuksessa

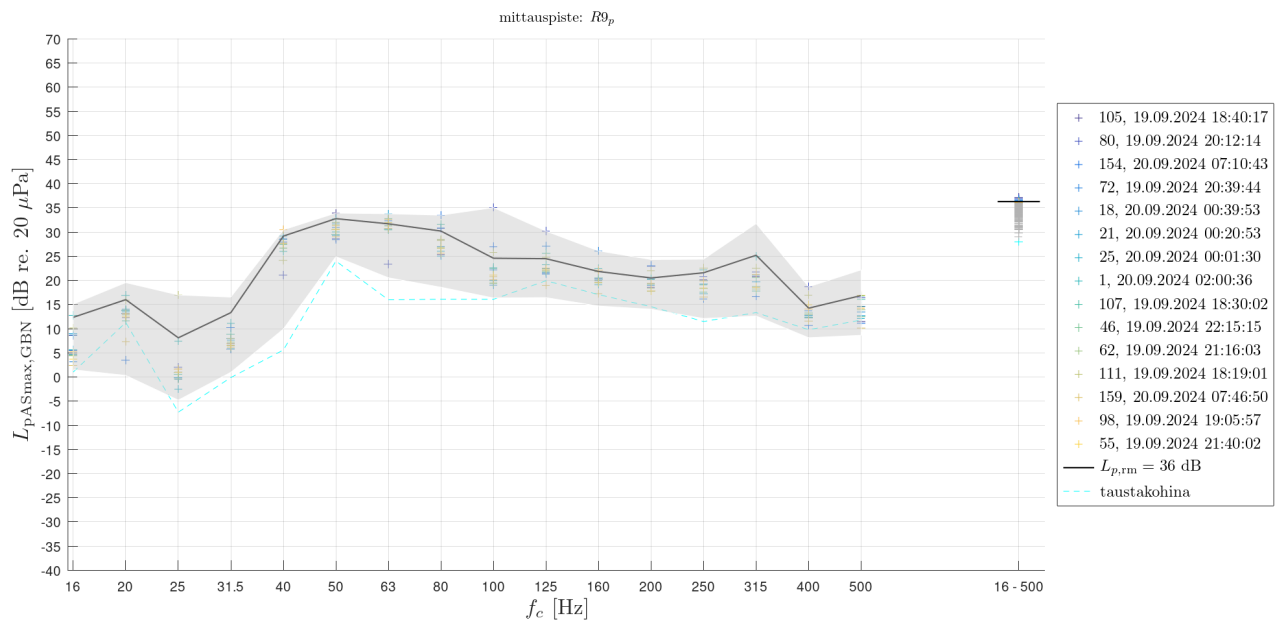
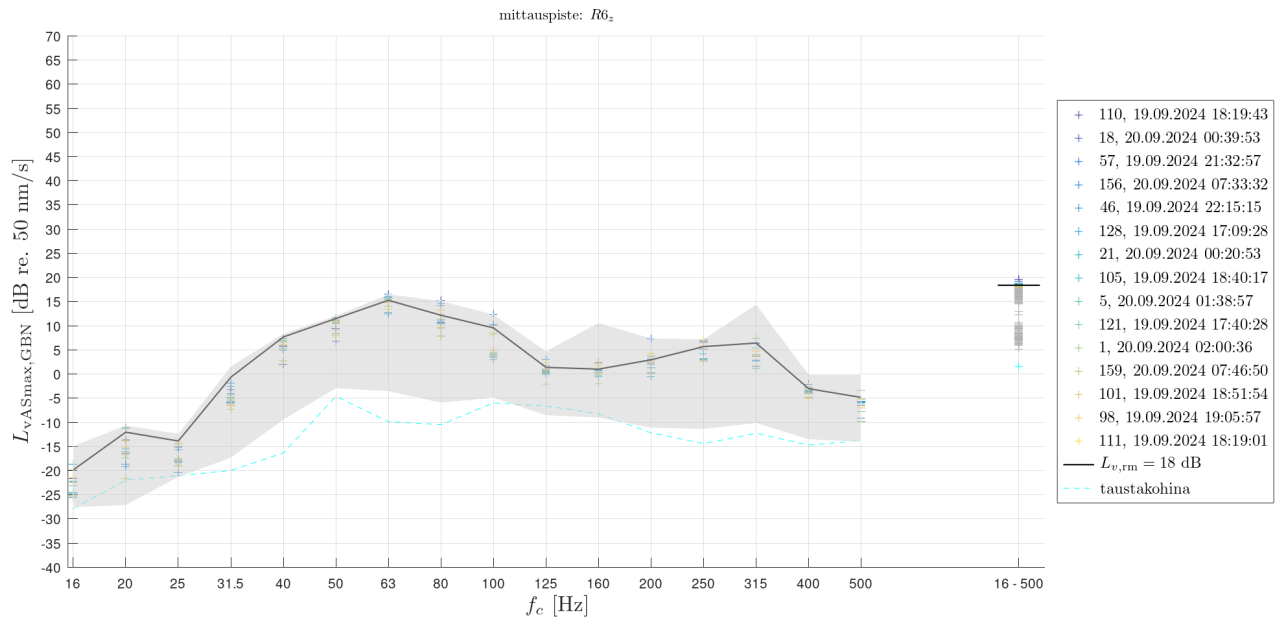
v_{w2} : terssikaistainen tärinä rakennuksessa

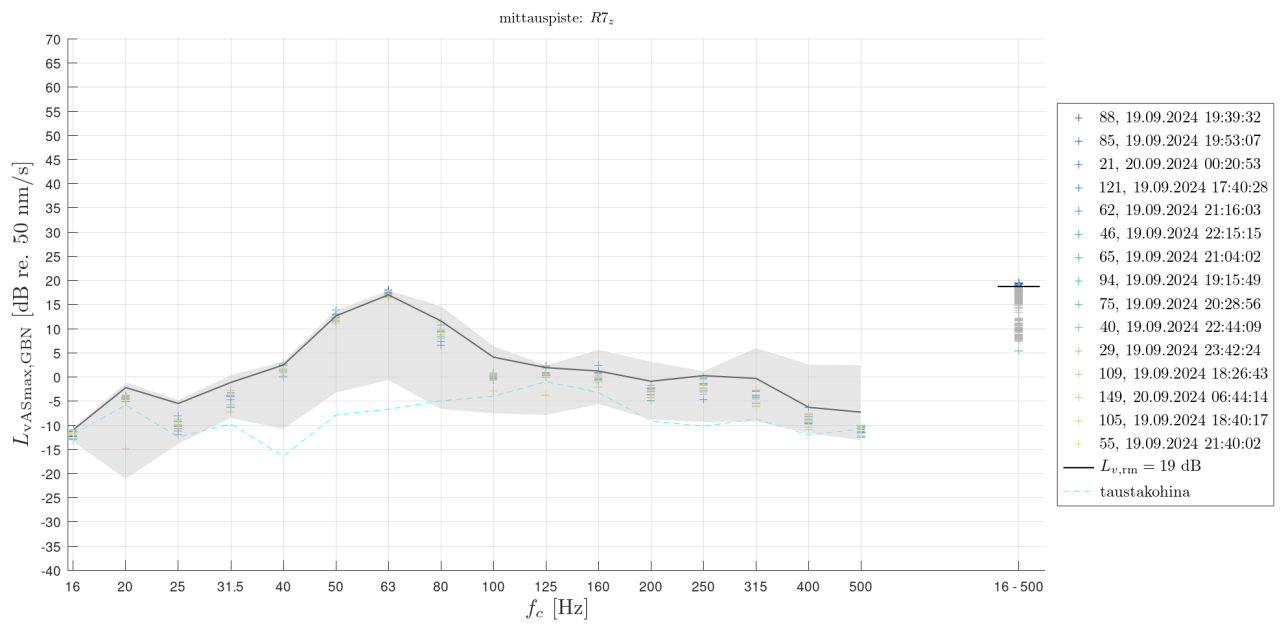
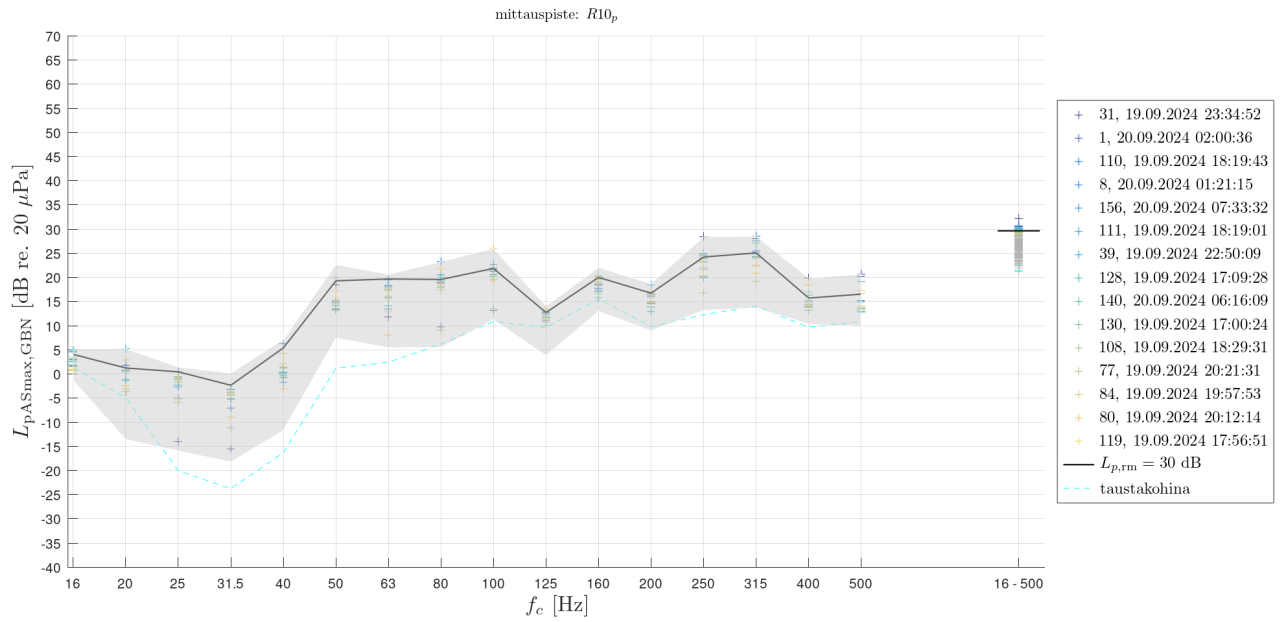
4.3 $L_{vASmax,GBN}$



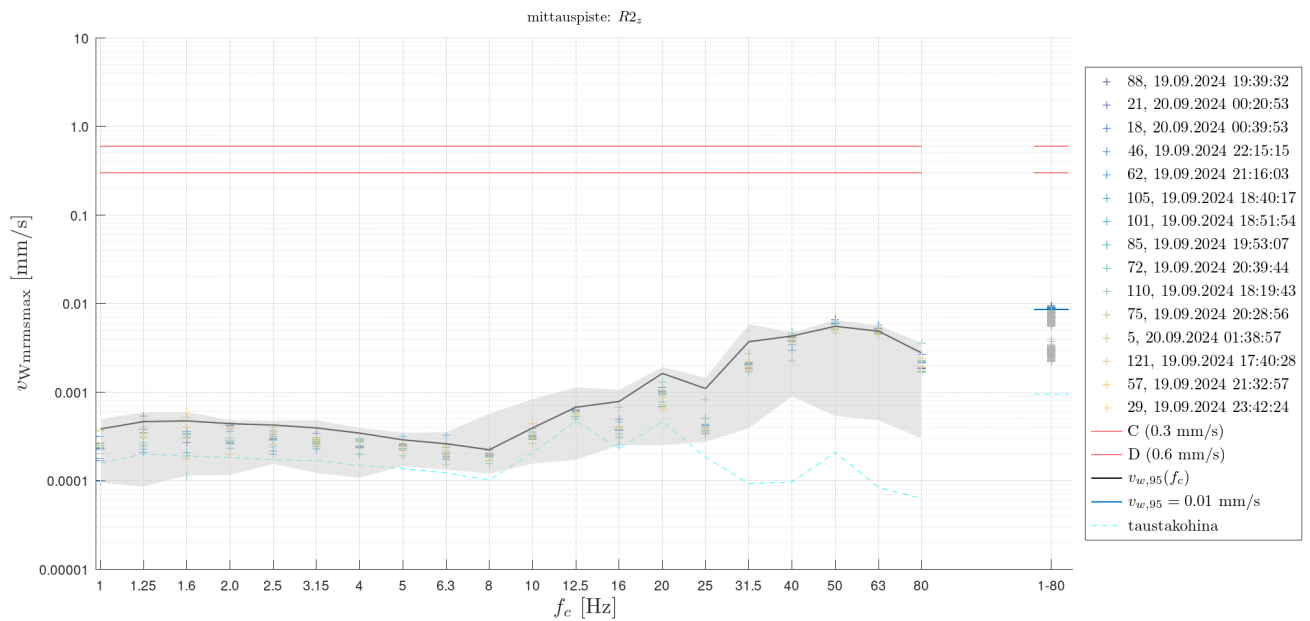
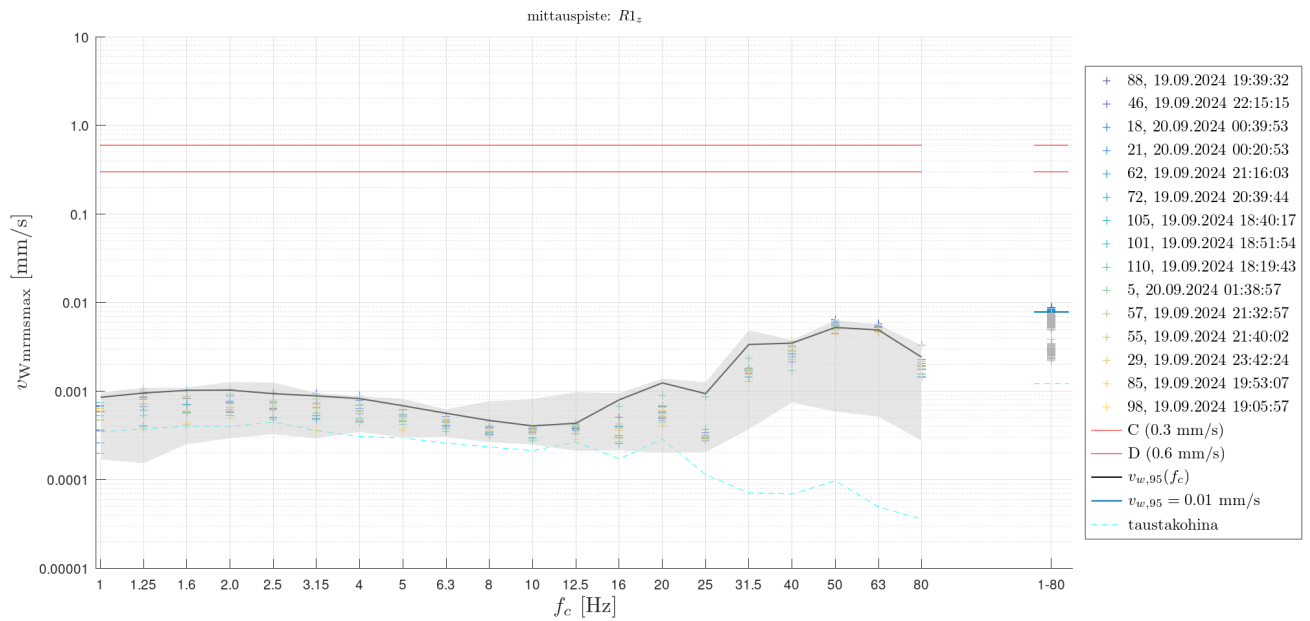


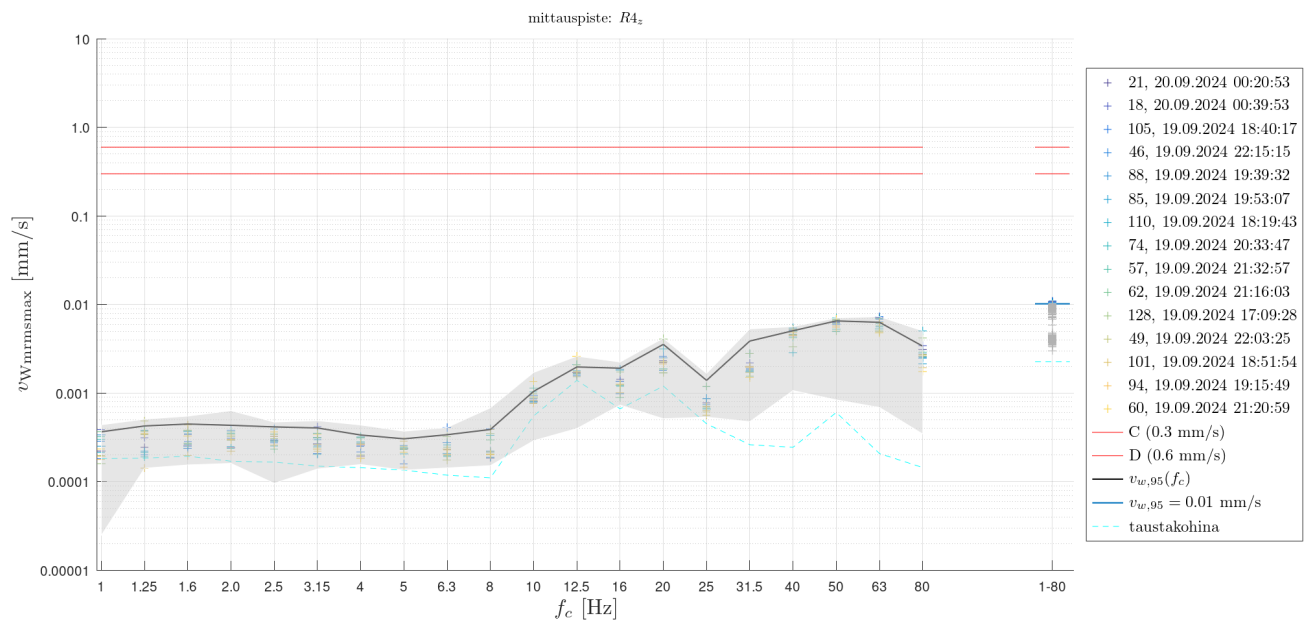
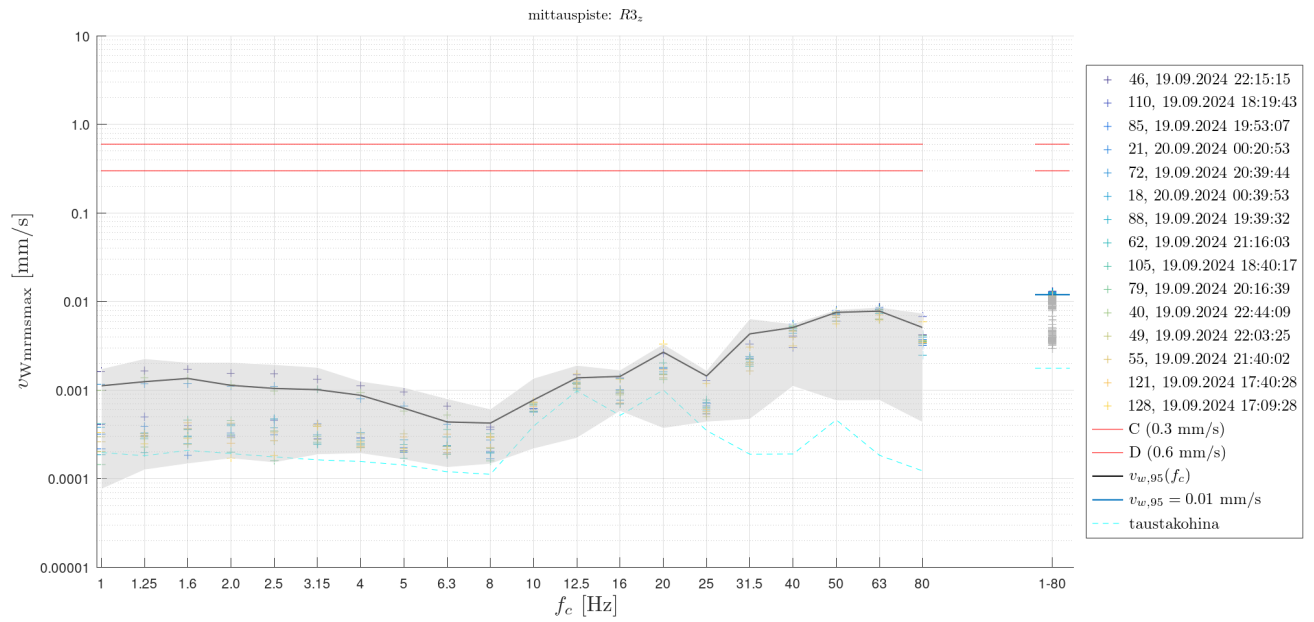


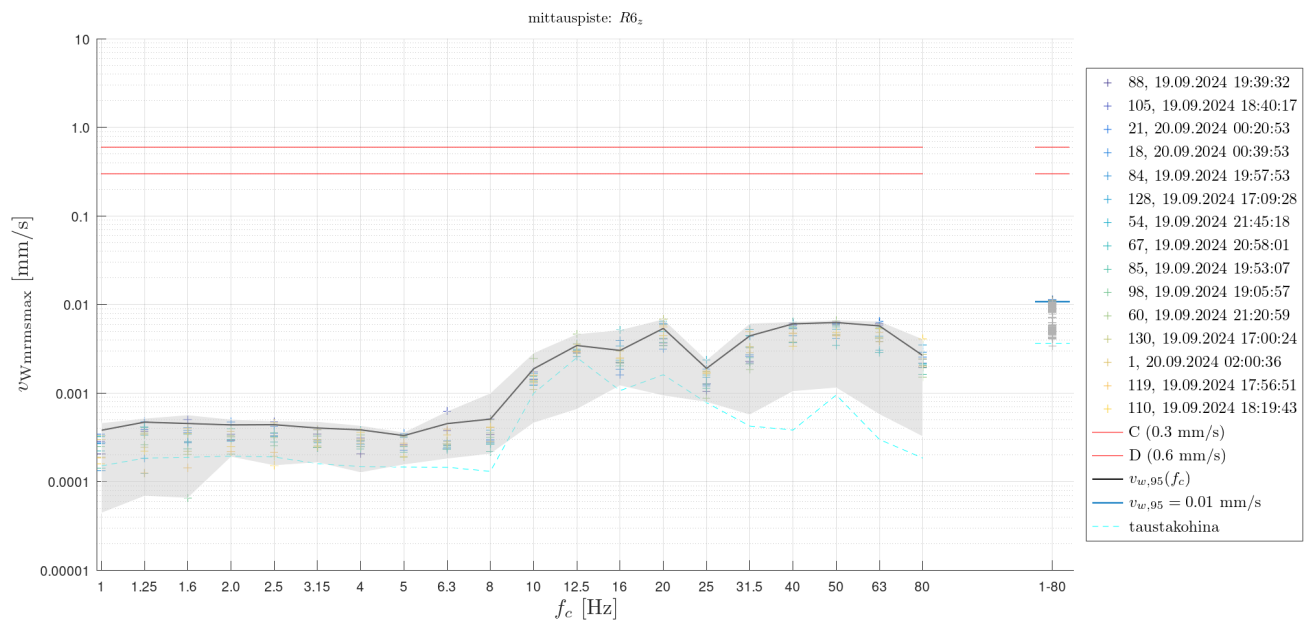
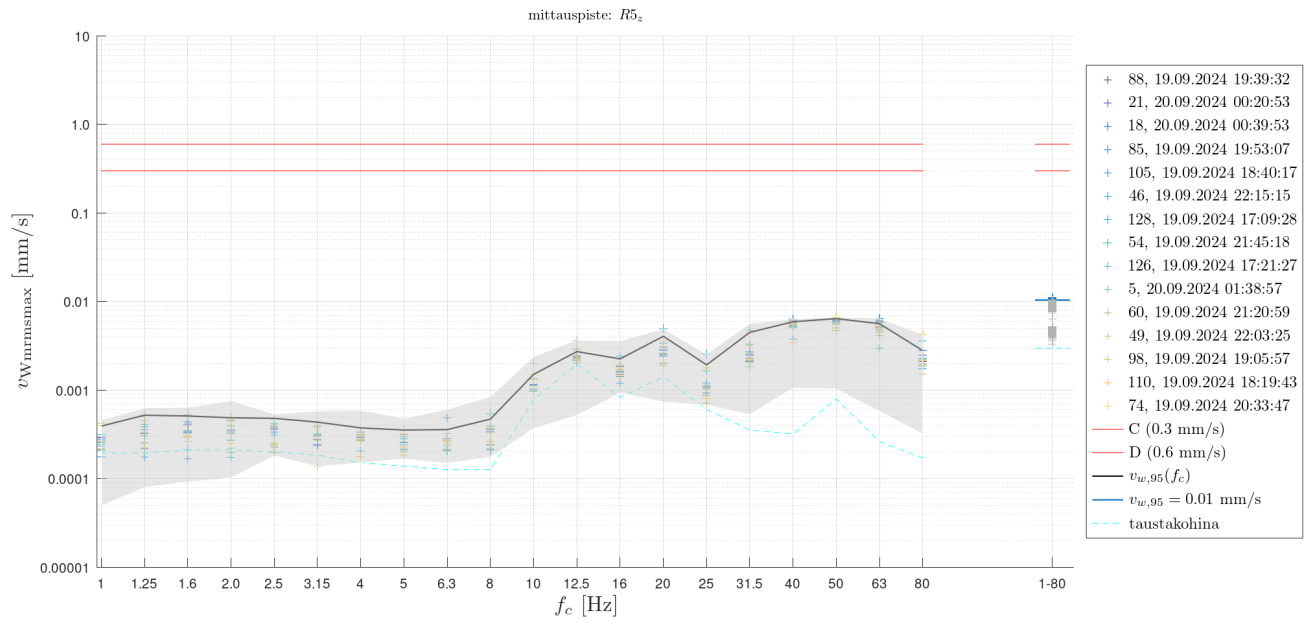


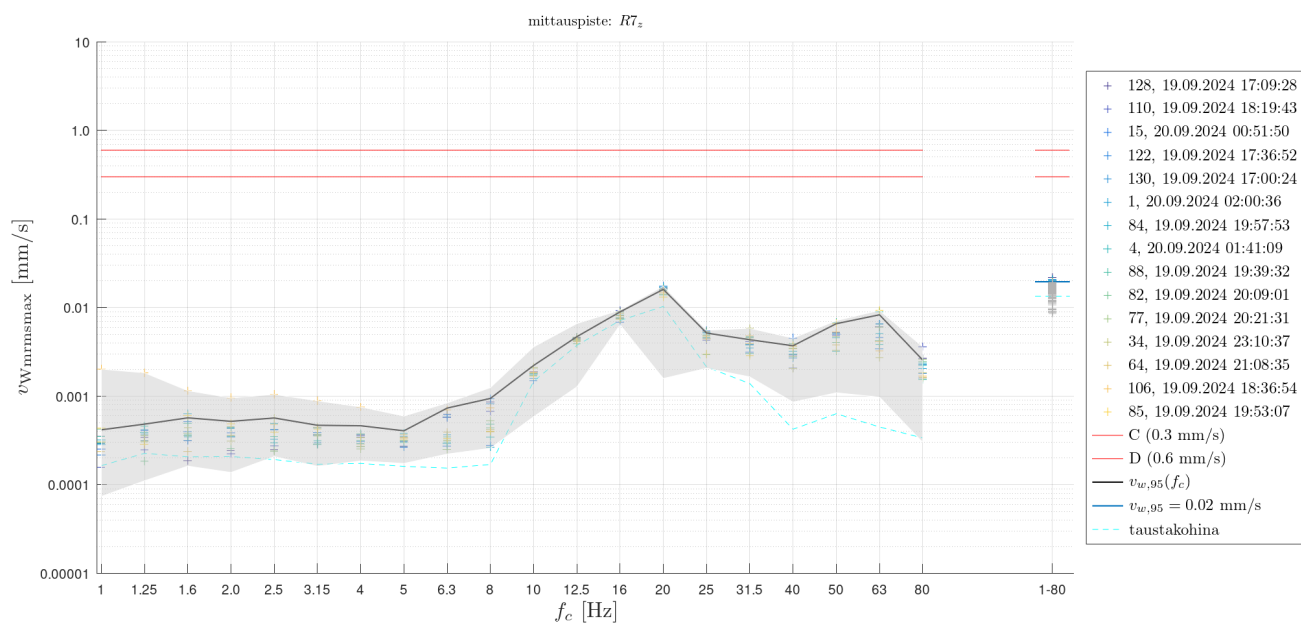


4.4 $v_{W_{rmsmax}}$









4.5 Kuvia mittauksista



Kuva 2: Mittauspiste R1



Kuva 3: Mittauspiste R2



Kuva 4: Mittauspiste R3



Kuva 5: Mittauspiste R9



Kuva 6: Mittauspiste R10



KUMPULANTIE 1

Tuulisuusselvitys

2.2.2025

Laadunhallinta

Versio/muutokset	Versio 1	Muutos 1	Muutos 2	Muutos 3
Huomautukset		saavutettava versio		
Päiväys	27.1.2025	2.2.2025		
Laatija	Risto Kiviluoma	Risto Kiviluoma		
Allekirjoitus				
Tarkastanut				
Allekirjoitus				
Hyväksynyt				
Allekirjoitus				
Raportin numero				
Tiedostotunnus				

Kumpulantie 1

Tuulisuusselvitys

2.2.2025

Tilaajat

Kiinteistö Oy Kumpulantie 1

c/o
Vuo-Kiinteistöpalvelut Oy ISA
Tyynylaavantie 20
00980 HELSINKI

Yhdyshenkilö: Pikkis Hukkanen

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 Tarkasteltava suunnitelma	8
3 Tuulisuusselvitys	11
3.1 Määrittelyt.....	11
3.2 Kohdealueen perustuulisuus	17
3.2 Tuulisuus nykytilassa	20
3.3 Tuulisuus kohde toteutettuna	26
4 Tuulisuustulosten ohjeellinen tulkinta	29
Lähdeluettelo	31
Liite 1: Tuulisuuden määrittämisen yleisperiaate.....	32
Liite 2: Tuulitunnelikokeet ja numeerinen virtauslaskenta	39
Liite 3: Maaston rosoisuuden huomioon ottaminen	45
Liite 4: Maaston rosoisuuden muutosten analyysi.....	50
Liite 5 Virtauslaskentatulokset nykytilalle	52

1 Johdanto

Tässä raportissa esitetään tuulisuusselvitys Helsingin Vallilassa osoitteessa Kumpulantie 1 sijaitsevan rakennukseen asemaakaavamuutosta varten. Tarkasteltava viitesuunnitelmassa (kuva 1) nykyisen rakennuksen kerrokset 6-8 puretaan, ja tilalle rakennetaan kerrokset 6-14 asuinkäyttöön (kuva 2). Kerrokset 1-5 tulevat liike- ja toimistokäyttöön.

Kohderakennuksen ja sen korttelin nykytilaa on havainnollistettu kuvassa 2. Korttelin muut rakennukset ovat liiketiloina ja toimistoina. Niiden piha-alueet toimivat parkkipaikkoina. Kuvien 1 ja 2 mukaisesti kohteen ympärillä on kerrostaloja siten, että tarkasteltavalla viitesuunnitelmalla on ympäristön alueen tuulisuuteen oletettavasti vain vähäisiä vaikutuksia. Tuulisuusselvityksen kannalta kiinnostuksen kohteena on erityisesti kohteen omien kattopihojen tuulisuus, koska nämä muodostavat asuntojen ainoan piha-alueen.



Kuva 1: Raportin kohde; Kumpulantie 1 viitesuunnitelma (kuva muokattu Huttunen-Lipasti Arkkitehdit Oy aineistosta).

Tuulisuuden yleistä määrittäisperiaatetta ja tuulisuuteen liittyviä kriteerejä on käsitelty tarkemmin liitteissä 1 ja 2. Nykyisessä kansainvälisessä käytännössä tuulisuusselvityksiä tehdään pääosin viidellä eri tarkkuustasolla:

1. työpöytä tutkimuksella (*Desk Study*) kokeneen tuulitekniikka-asiantuntija toimesta

2. työpöytätyöskentelällä täydennettynä numeerisella virtauslaskennalla (CFD)
3. numeerisella virtauslaskennalla
4. tuulitunnelikokeilla
5. tuulitunnelikokeilla ja numeerisella virtauslaskennalla rinnakkain.

Tarkkuustasot eroavat toisistaan siinä, millä menetelmillä ja missä laajuudessa tarkastelupisteiden paikalliset tuulennopeudet määritetään kohdealueen reunustan korkeammalla vaikuttavasta referenssi-tuulennopeuksista (kertoimet k_m ja k_g , vrt. liite 1). Samoin eroja on siinä, miten tarkastelupisteen tuulennopeuden hetkelliset huippuarvot, eli tuulen puuskanopeudet (kerroin k_g), pystytään määrittämään.

Pihasuunnitelmien yksityiskohtia ei yleensä voida ottaa huomioon tuulitunnelimalleissa tai virtauslaskentamallinnuksissa, lukuun ottamatta joitain mallinnettavissa olevia yksityiskohtia; mukaan lukien tuulensuoja-aitojen ja seinämien korkeus sekä yksittäiset puut ja pensaat.

Kertoimia k_m ja k_g voidaan myös käydä mittaamassa paikan päällä ja vastaavista kohteista.

Tuulitunnelikokeita ja CFD-analyyskejä koskevat omat laatuksiteerinsä, joiden ymmärtämien ja huomiointi vaatii tekijältään riittävää tuulitekniikka-asiantuntemusta.

Tuulitilastojen käsittely on kaikkien tarkkuustasojen analyyseissä periaatteeltaan sama. Samoin kohdealueen referenssituulennopeuksien ja turbulenssiparametrien määrittäminen eri tuulensuunnan sektoreille tehdään maaston rosoisuuden muutoksen analyysiin vakiintuneilla menetelmillä, joita on käsitelty tarkemmin liitteessä 3.



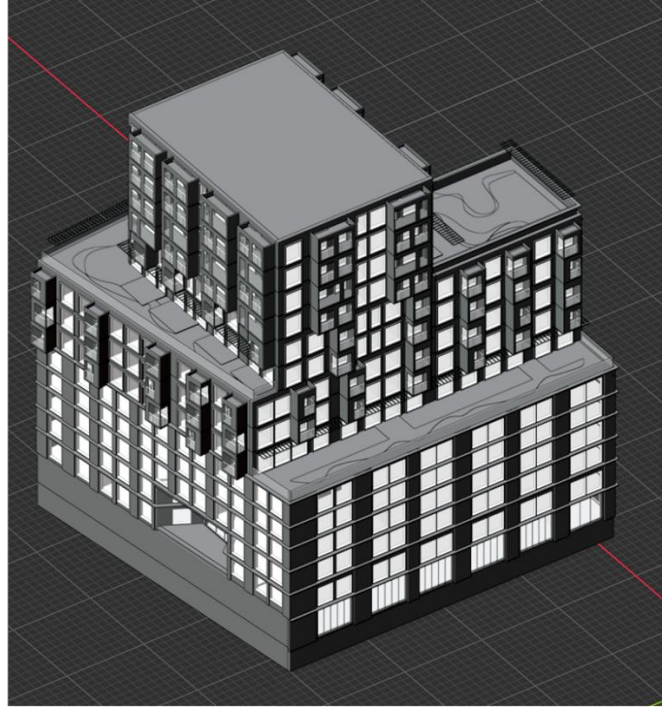
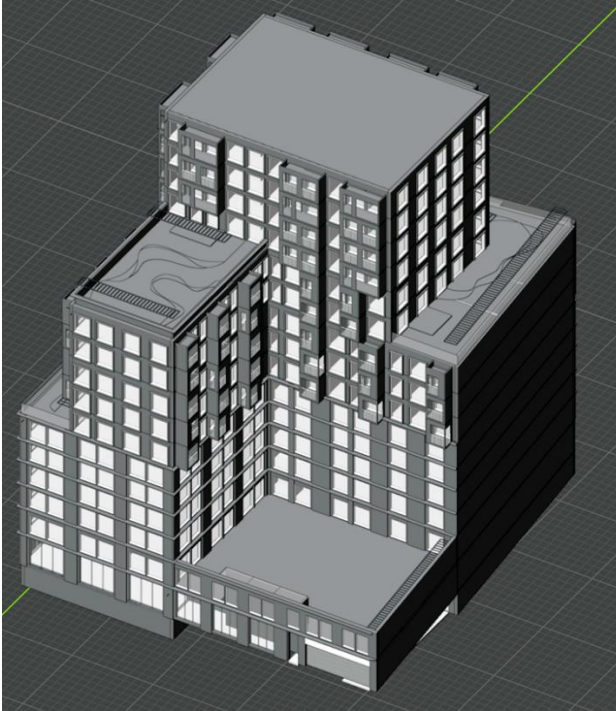
Kuva 2: Kohderakennus ja sen kortteli nykytilassa. Kuva muokattu Helsingin kaupungin 3D-kaupunkimallista.

Tämän raportin tuulisuusselvityksessä käytetty tarkkuustaso on 1. Nykytilan analyysissä on käytetty lisäksi menetelmään 3 perustuvia tuloksia.

Konsultti on soveltanut työpöytämenetelmää ä n. 40 pääkaupunkiseudun kohteessa; osittain rinnakkain korkeamman tarkkuustason (2...5) selvitysten kanssa. Nämä toimivat viiteaineistona esitettyssä tulosten ohjeellisessa tulkinnassa. Kohteen vierustasta on tehty tuulitunnelikokeisiin perustuvia tuulisuusselvityksiä Keski-Pasilan kaavoitukseen liittyen [1,2]. Sen suunnitellut korkeat rakennukset sijaitsevat lähimmillään n. 300 m etäisyydellä lännen puolella.

2 Tarkasteltava suunnitelma

Kohteen suunnitelmia on havainnollistettu kuvissa 3...6. Rakennuksen korkeus ympäröivästä maanpinnasta laskettuna on enimmillään 49 m. Kattopihat (yhteispihat ja asuntopihat) ovat korkeuksilla 4,1 m, 19,7 m, 29,6 m ja 36,3 m. Kattopihat suojattu 1,2 m korkealla umpiaidalla; paitsi alimmalla tasolla sijaitseva, joka on suojattu 3,5 m korkealla melumuurilla. Pihasuunnitelmien alustavassa luonnoksessa kattopihoille on suunniteltu runsaasti tuulisuutta lieventäviä elementtejä; pensaita, pienpuita ja pergoloita.



Kuva 3: Kohderakennuksen massoittelu. Kuva muokattu Huttunen-Lipasti Arkkitehdit Oy tietomallista.



Kuva 4: Näkymäkuvat Kumpulantieltä ja Teollisuuskadulta. Kuva muokattu Huttunen-Lipasti Arkkitehdit Oy aineistosta.



Kuva 5: Julkisivut. Kuva muokattu Huttunen-Lipasti Arkkitehdit Oy aineistosta.

Alustava luonnos, pihakansi, 1.kerros +22.65



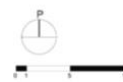
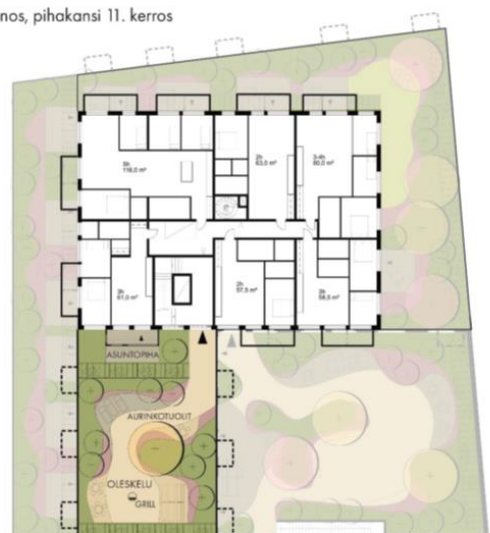
Alustava luonnos, asuntopihat 6.kerros



Alustava luonnos, asuntopihat 9.kerros



Alustava luonnos, pihakansi 11. kerros



Kuva 6: Alustavat pihasuunnitelmien luonnokset. Kuva muokattu Aino Landscaping Oy aineistosta.

3 Tuulisuusselvitys

3.1 Määrittelyt

Tuulisuuden numeroarvojen määrittämistä varten tuulensuunnat on jaettu sektoreihin. Näiden suuntakulmat on esitetty kuvassa 7 (sektori 0° tarkoittaa pohjoistuulta, 90° itätuulta jne.). Maaston tyyppiä kohteen ympäristössä on havainnollistettu kuvassa 8.



Kuva 7: Tuulensuuntien koordinaatisto. Kuva muokattu Huttunen-Lipasti Arkkitehdit Oy ja Helsingin kaupungin aineistosta.



Kuva 8: Maaston tyyppi rosoisuuden muutosten analyysiin; ruudukon kehien väli = 1,0 km (kuva on muokattu Maanmittauslaitoksen kartta-aineistosta).

Tuulisuuden numeroarvojen laskentaan on valittu kuvan 9 mukaiset pisteet; tarkasteltavat tilanteet ovat:

- a) nykytilanne
- b) nykytilanne kohde rakennuttuna

Tuulisuusselvityksessä on käytetty samoja tuulisuuskriteerejä (rajatuulennopeuksia katutasossa, toiminnallisia luokkia ja ylittävien tuulien esiintymisaikaa) kuin Konsultin aikaisemmissa selvityksissä ja kaavoitusvaiheen selvityksessä [1]. Nämä kriteerit on esitetty taulukossa 1a ja liitteessä 1.

Liitteen 1 mukaisesti Konsultin tuulen puuskanopeuteen perustuvat kriteerit (A, B, C, D) kuvaavat todellisten tuulen puuskanopeuksien (> 10 m/s, > 13 m/s, > 16 m/s ja > 23 m/s) esiintymistä jalankulkijan korkeudella (1,5 m korkeudessa tarkastelupisteen alla olevasta pinnasta). Näitä vastaavien tuulien vaikutusta voidaan kuvata liitteen 1 taulukolla L1.1, jonka mukaisesti tuulen puuskanopeuden ollessa:

10 m/s tuulen tuntee keholla, hyväksyttävän tuulen raja

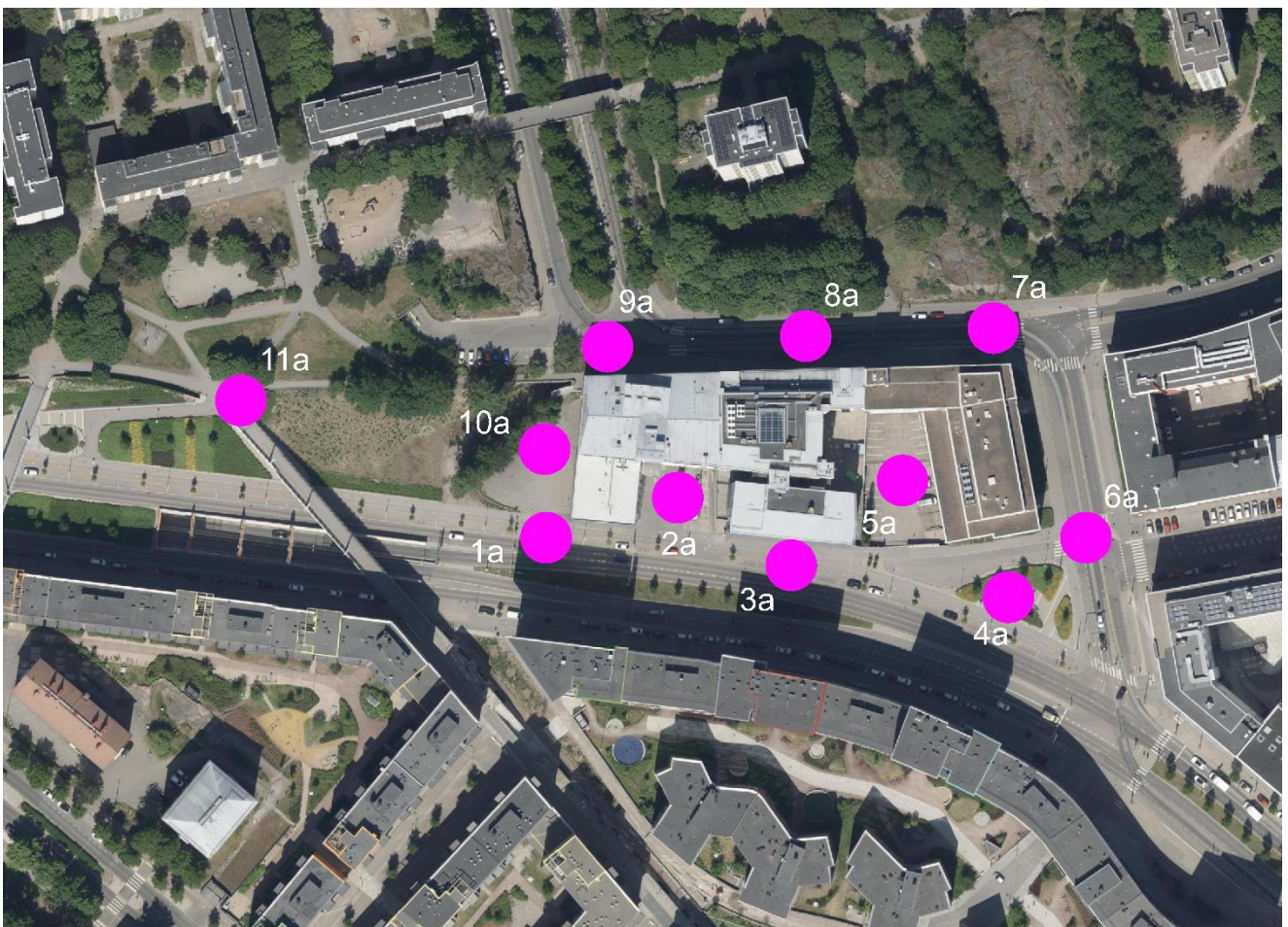
13 m/s kävely on epäsäännöllistä, hiukset lepattavat suorina, sateenvarjoa on vaikea käyttää

16 m/s kävelyä on vaikea hallita, tuulen melu on epäviihtyisää, vartalolla on nojattava tuulta vastaan

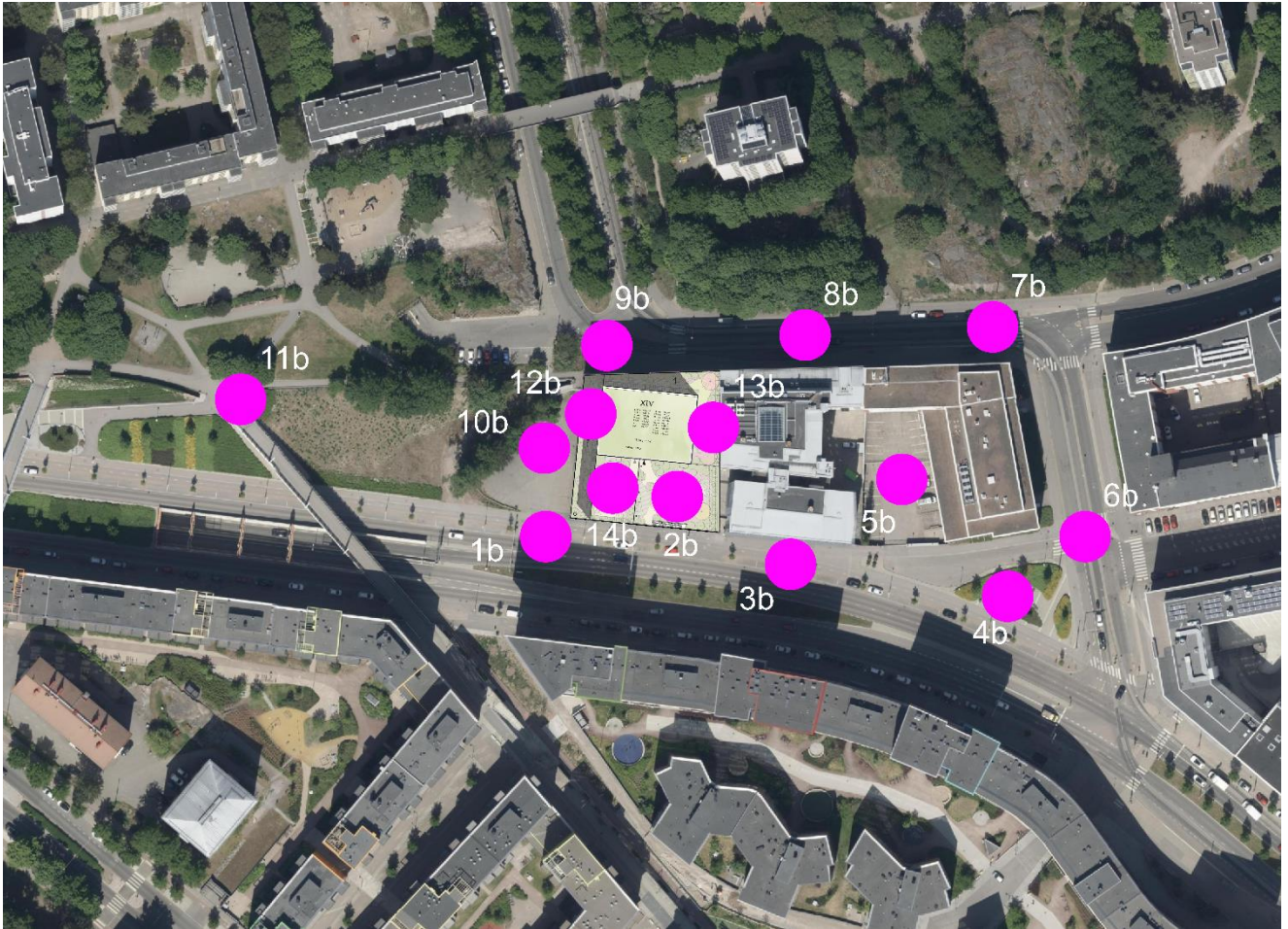
23 m/s ihmiset kaatuvat tuulen vaikutuksessa.

Näitä tuloksia voidaan tulkita paitsi käytetyn kriteerin (raja-arvona ”kerran kesässä” ja ”kerran vuodessa”) pohjalta, myös suoraan esiintymisajan perusteella. Tällöin voidaan esimerkiksi verrata objektiivisesti suunnitteluratkaisujen vaikutusta, ja arvioida kuinka monta tuntia vuodessa pihaa tai terassia ei voida käyttää kovan tuulen johdosta.

Taulukossa 1b on esitetty lisäksi Lawson -kriteeristön mukainen luokittelu. Lawson -kriteeristön yhteydessä on huomattava, että sen numeroarvoille on esitetty useita eri versiota. Käytetty versio on Isonsa-Britanniassa tällä hetkellä laajasti sovellettu LDDC [3].



Kuva 9a: Tuulisuuden tarkastelupisteet: nykytilanne. Kuva muokattu Helsingin kaupungin aineistosta.



Kuva 9b: Tuulisuuden tarkastelupisteet: nykytilanne kohde rakennettuna. Kuva muokattu Huttunen-Lipasti Arkkitehdit Oy ja Helsingin kaupungin aineistosta.

Taulukko 1a: 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; ulkoil- mateatterit; uima-altaat. Toiminnot ovat epäviihtyisiä, kun tuulia esiintyy kerran kesäkau- della (huhtikuu-syyskuu) tai useammin, $\geq 2,2$ h * ($\geq 0,05$ % kesä- kauden 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 use- ammin kesäkaudella (huhtikuu-syyskuu), $\geq 2,2$ h * ($\geq 0,05$ % ke- säkauden 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).	esteettö- myys, turval- lisuus
D puuskatuuli > 23 m/s (koko vuosi)	Vaarallisen kova tuuli toiminnosta riippumatta. Tuulisuus on ei-hyväksyttävä, kun tuulia esiintyy kerran vuo- dessa 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.

Taulukko 1b: Lawson (LDDC) kriteeristö. Kriteeristö määrittelee luokan, joihin tarkastelupiste kuuluu tuulisuuden kannalta

Nimi	Tunnusväri	Kuvaus	Vaikutus
GEM 4 m/s < 5 %	sininen	Istuminen pitkiä aikoja. Erityistä viihtyisyyttä edellyttävät toiminnot. Jos tuulia esiintyy < 5 % ajasta, tarkastelupiste kuuluu tähän luokkaan. Sinisellä värillä esitetyt pisteet soveltuvat pitkäaikaiseen paikoillaan oloon, joka Suomen sääoloissa voi tulla kyseeseen erityisesti kesäkaudella. Luokka vastaa tältä osin taulukon 1a A-kriteeriä ("A-kriteeri täytyy", eli tuulisuus on raja-arvoa pienempää).	viihtyvyys
GEM 6 m/s < 5 %	vaaleansininen	Seisominen tai istuminen lyhyitä aikoja. Esim. linja-autopysäkit ja rakennusten ulko-ovet Jos tuulia esiintyy < 5 % ajasta, tarkastelupiste kuuluu tähän luokkaan. Vaalean sinisellä värillä esitetyt alueet soveltuvat lyhytaikaiseen paikoillaan oloon, joka Suomen sääoloissa voi tulla kyseeseen erityisesti kesäkaudella. Luokka vastaa tältä osin taulukon 1a B-kriteeriä ("B-kriteeri täytyy", eli tuulisuus on raja-arvoa pienempää). Rakennusten ulko-ovien osalta koko vuoden tuulisuudella on merkitystä.	viihtyvyys
GEM 8 m/s < 5 %	vihreä	Kävely Jos tuulia esiintyy < 5 % ajasta, tarkastelupiste kuuluu tähän luokkaan. Luokka vastaa taulukon 1a C-kriteeriä ("C-kriteeri täytyy", eli tuulisuus on raja-arvoa pienempää)	viihtyvyys
GEM 10 m/s < 5 %	keltainen	Tavoitteelliseen kävelyyn, juoksuun ja pyöräilyyn soveltuva. Jos tuulia esiintyy < 5 % ajasta, tarkastelupiste kuuluu tähän luokkaan. Keltaisella värillä esitetyt pisteet soveltuvat tavoitteelliseen kävelyyn. Luokka vastaa tältä osin Taulukon 1a D kriteeriä ("D-kriteeri täytyy", eli tuulisuus on raja-arvoa pienempää)	viihtyvyys
GEM > 10 m/s > 5 %	punainen	ei hyväksyttävä, useimmat jalankulkijan toiminnot ovat epäviihtyisiä. Jos tuulia esiintyy > 5 % ajasta, tarkastelupiste kuuluu tähän luokkaan. Alueen tuulisuus on liiallista jalankulkijan toimintoja ajatellen.	viihtyvyys

GEM = määräävämpi jalankulkijan korkeudella (1,5 m) vaikuttavista tuulennopeuksista v_k ja $v_g/1,85$, missä v_k = tunnin keskinopeus ja v_g = 3 s. puuskanopeus.

Nimi	Tunnusväri	Kuvaus	Vaikutus
GEM > 15 m/s > 0.025 %	violetti	ei hyväksyttävä turvallisuuden kannalta yleisillä alueilla. Tuuli voi olla vaarallista toiminnoista ja henkilöstä riippuen. Jos tuulia esiintyy useammin kun kerran vuodessa tarkastelupiste kuuluu tähän luokkaan.	turvallisuus
GEM > 20 m/s > 0.025 %	violetti	ei hyväksyttävä turvallisuuden kannalta. Tuuli on vaarallisen voimakasta paikasta, toiminnosta ja henkilöstä riippumatta. Jos tuulia esiintyy useammin kun kerran vuodessa tarkastelupiste kuuluu tähän luokkaan.	turvallisuus

GEM = määräävämpi jalankulkijan korkeudella (1,5 m) vaikuttavista tuulennopeuksista v_k ja $v_g/1,85$, missä v_k = tunnin keskinopeus ja v_g = 3 s. puuskanopeus.

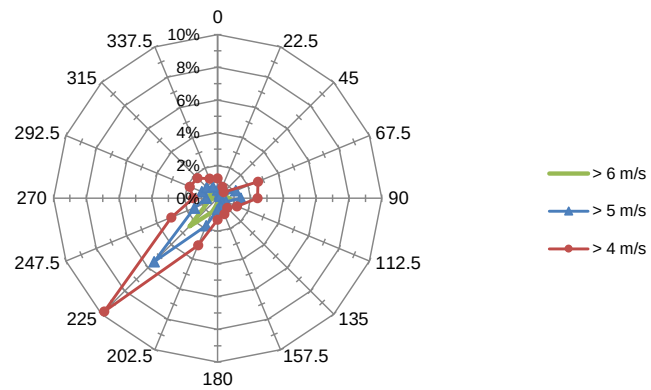
3.2 Kohdealueen perustuulisuus

Kohdealueen perustuulisuus on määritetty maaston rosoisuuden muutosanalyysillä (liite 4) käyttäen analyysin perustana Ilmatieteenlaitoksen Harmajan sääaseman tuulitilastoa 20 vuoden ajalta (vuodet 2001...2020). Analyysissä on otettu huomioon myös tuulitilaston mittauspisteen omat tuulivarjostukset suhteessa teoreettiseen meri-maastoluokan tuuleen.

Perustuulisuus on määritetty 15 m korkeudessa (tämä korkeus vastaa tuulitilaston mittauspisteen korkeutta). Tuloksia on havainnollistettu kuvissa 10...12. Perustuulisuus on tässä selvityksessä määritetty n. 500 m etäisyydellä (säteellä) kohteesta.

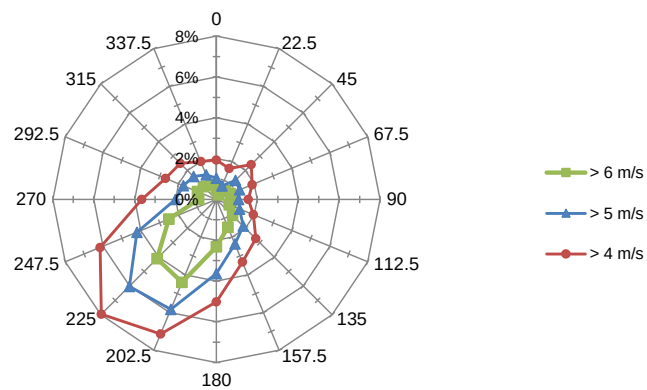
Kesäkausi: keskituulien esiintyminen kohdealueessa (% ajasta; 15 m korkeus)

kesäkausi = huhtikuu...syyskuu

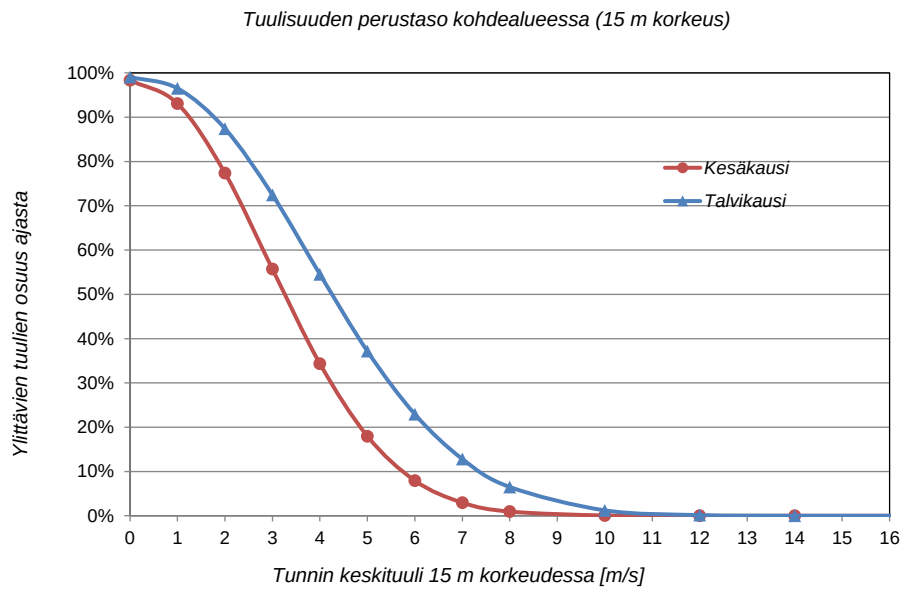


Talvikausi: keskituulien esiintyminen (% ajasta; 15 m korkeus)

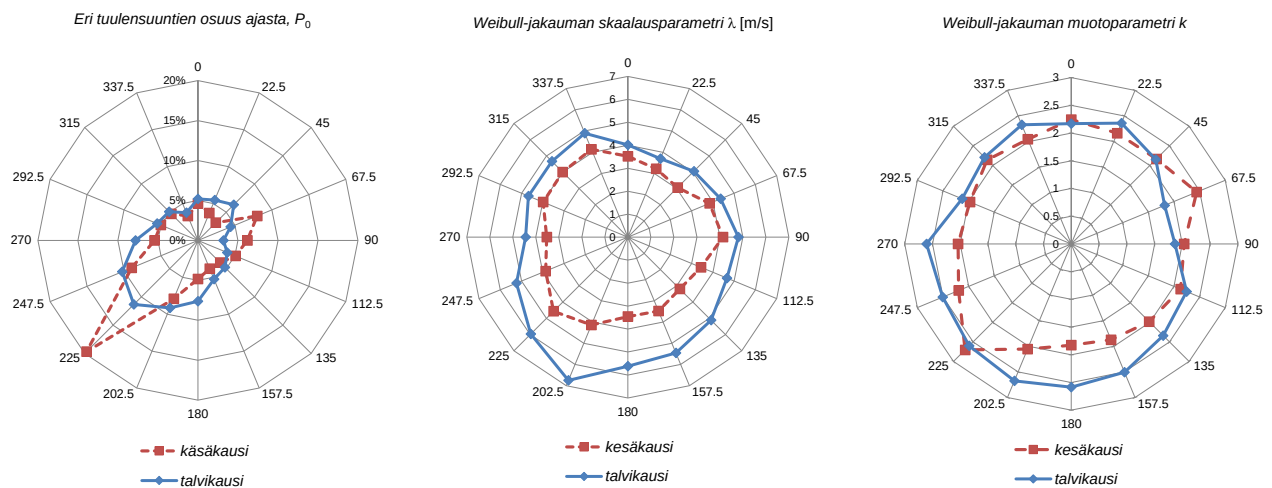
talvikausi = lokakuu...maaliskuu



Kuva 10: Perustuulisuus kohdealueessa tuulen suunnittain (tuulennopeudet ovat tunnin keskituulia 15 m korkeudessa).



Kuva 11: Perustuulisuus kohdealueessa summana kaikista tuulensuunnista.



Kuva 12: Kohdealueen perustuulisuutta vastaavat Weibull-jakauman parametrit.

3.2 Tuulisuus nykytilassa

Kohde on rakennusten suojassa eri tuulensuunnista, joten katutaso tuulisuus on suhteellisen vähäistä. Laajemmat merenlahdet ovat lähimmillään n. 2 km etäisyydellä. Avomerelle, jossa pääkaupunkiseudun saaret eivät enää merkittävästi vaikuta tuuliin, on etäisyyttä n. 11 km. Katuaukeat voivat kuitenkin tietyillä tuulensuunnilla kanavoida virtauksia katutasoon.

Johtuen katutaso tuulisuuden vähäisyydestä ja korkean rakentamisen vaikutuksen puuttumisesta, tuulisuuden määrittäminen pelkästään työpöytämenetelmällä olisi suhteellisen epätarkkaa. Tuloksiin vaikuttavat oleellisesti paitsi rakennusmassat, myös maastonmuodot, puut ja maanpinnan rosoisuus. Tämän johdosta nykytilan tuulisuustulokset on määritetty Konsultin tutkimuskäyttöön muokkaamalla Keski-Pasilan virtauslaskentamallilla (liite 5). Liitteen 2 mukaisesti virtauslaskentamallilla on määritetty tarkastelupisteiden kertoimet k_m ja k_g eri tuulensuunnan sektoreille (16 kpl):

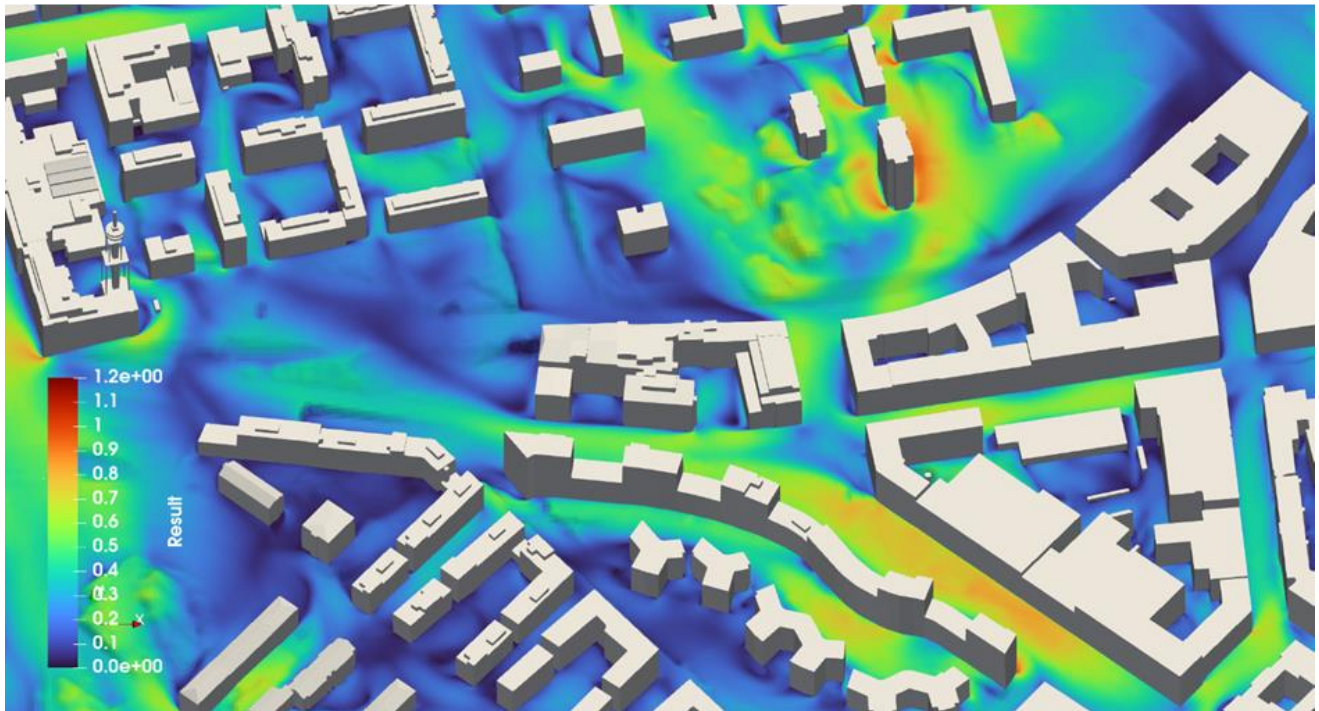
- k_m suhteellinen tuulen keskinopeus; jalankulkijan tasossa (1,5 m korkeudella alla olevan pinnan suhteen) vaikuttavan tuulen keskinopeuden suhde kaukana kohteesta vaikuttavan tulovirtauksen keskinopeuteen 15 m korkeudessa
- k_g suhteellinen tuulen puuskanopeus; jalankulkijan tasossa vaikuttavan tuulen puuskanopeuden suhde kaukana kohteesta vaikuttavan tulovirtauksen keskinopeuteen 15 m korkeudessa. Tuulen puuskanopeus on laskettu huippuarvokertoimella $g = 3,5$ (jolloin tulokset vastaavat likimain 1...3 s. tuulennopeuden huippuarvoja).

Suureet on määritetty liitteen [2] mukaisesti, eli tuulen puuskaisuuden osuus kertoimessa k_g otetaan huomioon turbulenssin kineettisen energian (k) avulla. Suhteellisessa tuulen keskinopeudessa on mukana turbulenssin vaikutus; $U_{\text{eff}} = (U^2 + 2k)^{1/2}$ ja $k_m = U_{\text{eff}} / v_{\text{ref}}$.

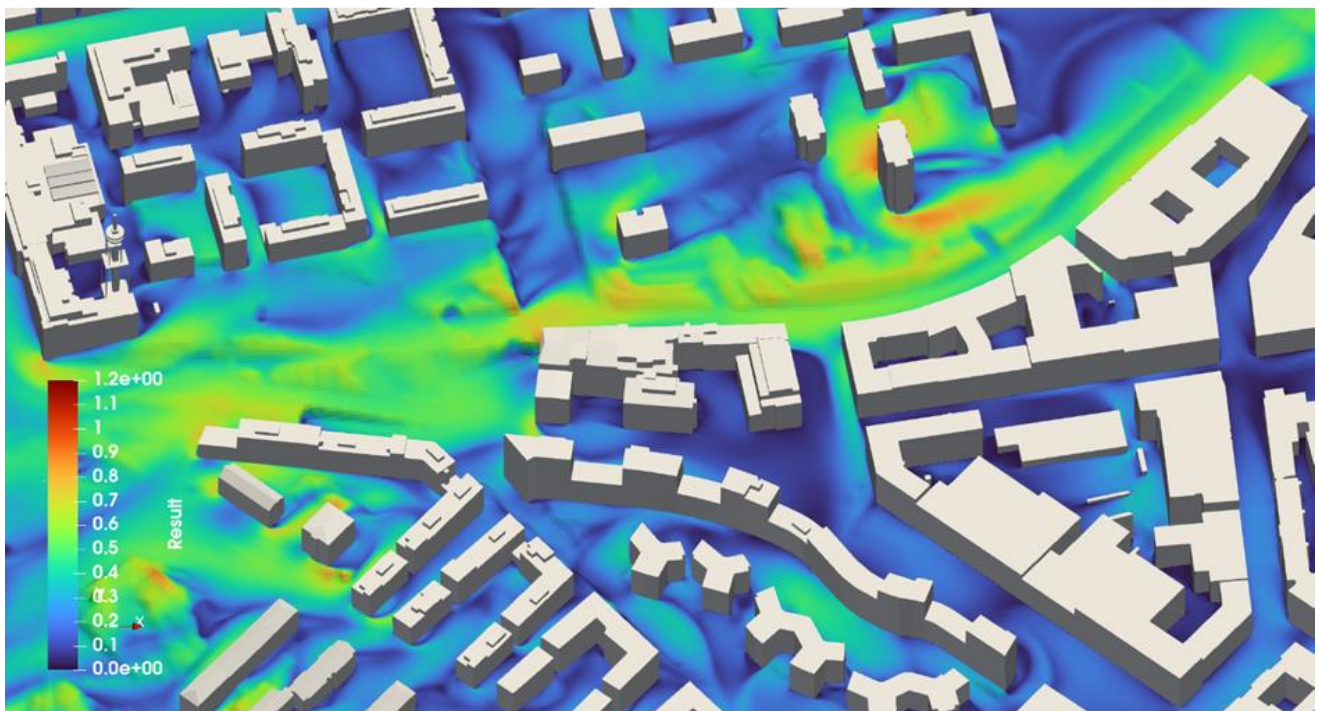
Tulosten mukaan katuaukioiden aiheuttamaa kanavointia esiintyy tuulensuunnan sektoreilla 157,5° ja 247,5° (kuva 13).

Kokonaan virtauslaskentapohjaiset tuulisuustulokset on esitetty kuvassa 14 (Konsultin kriteerit) ja kuvassa 15 (Lawson LDDC -kriteerit).

157,5°

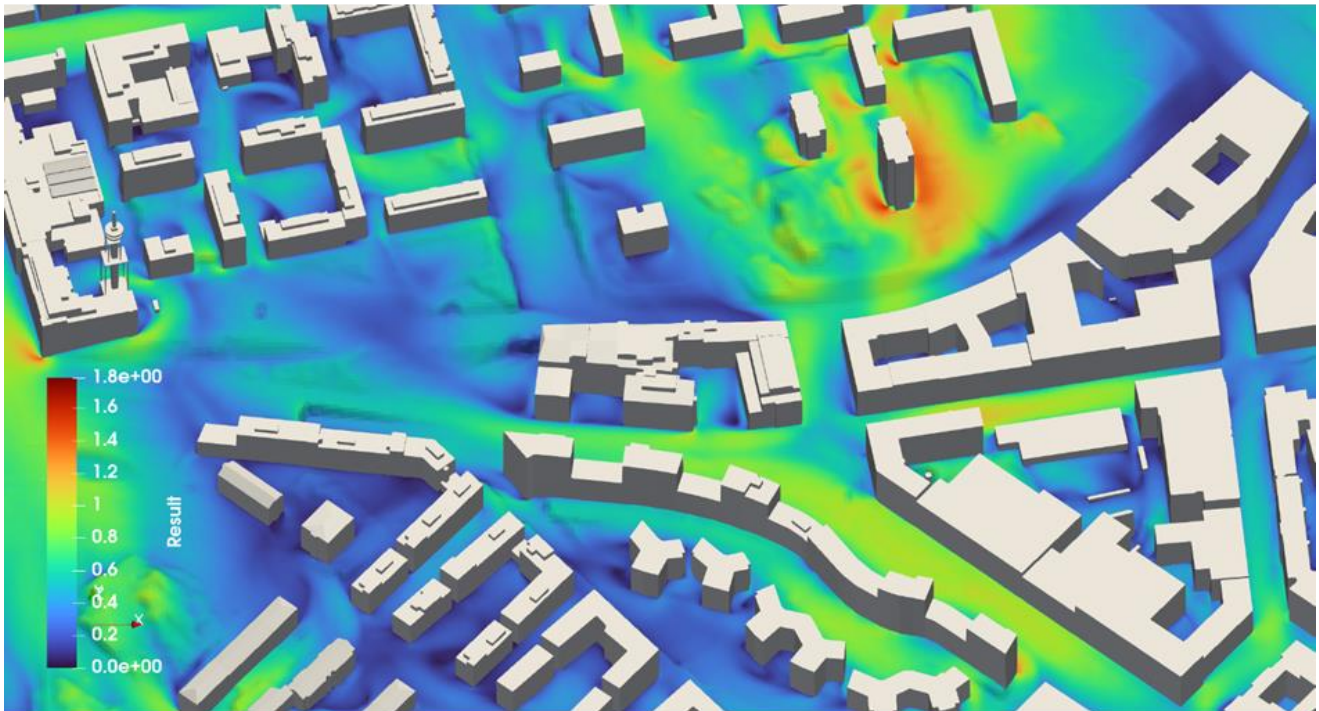


247,5°

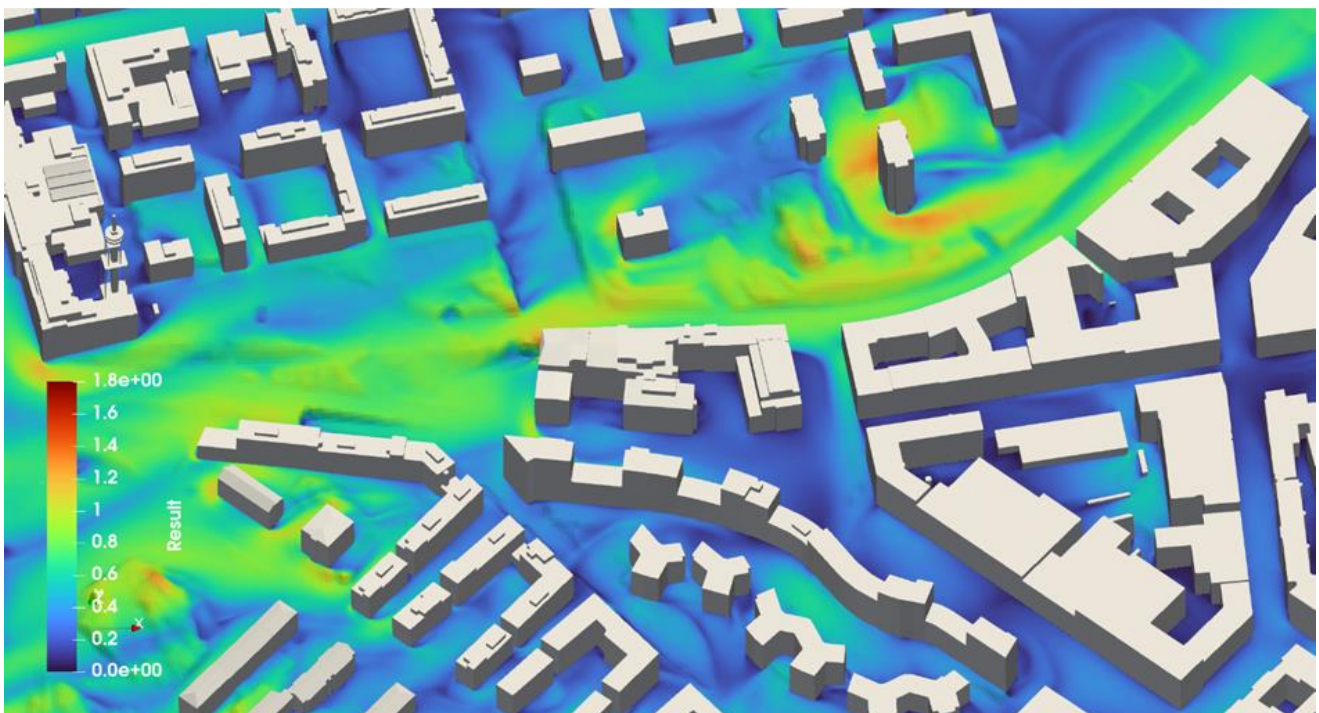


Kuva 13a: Suhteellinen tuulen keskinopeus k_m tuulensuunnilla 157,5° ja b) 247,5°. Kohde katsottuna etelän suunnasta.

157,5°



247,5°



Kuva 13b: Suhteellinen tuulen puuskanopeus k_g tuulensuunnilla 157,5° ja b) 247,5°. Kohde katsottuna etelän suunnasta.

Tunnin keskituuli > 5 m/s

Piste	M Koko vuosi				Kesäkausi			
	% ajasta	h/vuosi	h/kk	h/vk	% ajasta*	h	h/kk	h/vk
1a	0.0 %	2	0	0	0.0 %	0.1	0.0	0.0
2a	0.0 %	0	0	0	0.0 %	0.0	0.0	0.0
3a	0.1 %	9	1	0	0.0 %	0.6	0.1	0.0
4a	0.0 %	0	0	0	0.0 %	0.1	0.0	0.0
5a	0.0 %	0	0	0	0.0 %	0.0	0.0	0.0
6a	0.0 %	2	0	0	0.0 %	0.2	0.0	0.0
7a	0.1 %	7	1	0	0.0 %	0.3	0.1	0.0
8a	0.0 %	0	0	0	0.0 %	0.0	0.0	0.0
9a	0.6 %	56	5	1	0.2 %	7.3	1.2	0.3
10a	0.0 %	0	0	0	0.0 %	0.0	0.0	0.0
11a	0.8 %	73	6	1	0.1 %	4.4	0.7	0.2

* kesäkauden tunnit = 100 %

Puuskatuuli > 10 m/s

Piste	Koko vuosi				A Kesäkausi			
	% ajasta	h/vuosi	h/kk	h/vk	% ajasta*	h	h/kk	h/vk
1a	0.0 %	0	0.0	0.0	0.00 %	0.0	0.0	0.0
2a	0.0 %	0	0.0	0.0	0.00 %	0.0	0.0	0.0
3a	0.0 %	0	0.0	0.0	0.00 %	0.0	0.0	0.0
4a	0.0 %	0	0.0	0.0	0.00 %	0.0	0.0	0.0
5a	0.0 %	0	0.0	0.0	0.00 %	0.0	0.0	0.0
6a	0.0 %	0	0.0	0.0	0.00 %	0.0	0.0	0.0
7a	0.0 %	0	0.0	0.0	0.00 %	0.0	0.0	0.0
8a	0.0 %	0	0.0	0.0	0.00 %	0.0	0.0	0.0
9a	0.1 %	5	0.4	0.1	0.01 %	0.2	0.0	0.0
10a	0.0 %	0	0.0	0.0	0.00 %	0.0	0.0	0.0
11a	0.0 %	2	0.2	0.0	0.00 %	0.0	0.0	0.0

* kesäkauden tunnit = 100 %

Puuskatuuli > 13 m/s

Piste	Koko vuosi				B Kesäkausi			
	% ajasta	h/vuosi	h/kk	h/vk	% ajasta*	h	h/kk	h/vk
1a	0.0 %	0	0.0	0.0	0.00 %	0.0	0.0	0.0
2a	0.0 %	0	0.0	0.0	0.00 %	0.0	0.0	0.0
3a	0.0 %	0	0.0	0.0	0.00 %	0.0	0.0	0.0
4a	0.0 %	0	0.0	0.0	0.00 %	0.0	0.0	0.0
5a	0.0 %	0	0.0	0.0	0.00 %	0.0	0.0	0.0
6a	0.0 %	0	0.0	0.0	0.00 %	0.0	0.0	0.0
7a	0.0 %	0	0.0	0.0	0.00 %	0.0	0.0	0.0
8a	0.0 %	0	0.0	0.0	0.00 %	0.0	0.0	0.0
9a	0.0 %	0	0.0	0.0	0.00 %	0.0	0.0	0.0
10a	0.0 %	0	0.0	0.0	0.00 %	0.0	0.0	0.0
11a	0.0 %	0	0.0	0.0	0.00 %	0.0	0.0	0.0

Kuva 14a: Nykytilan tuulisuuden numeroarvot; M, A ja B kriteerit.

Puuskatuuli > **16** m/s

Piste	C Koko vuosi				Kesäkausi			
	% ajasta	h/vuosi	h/kk	h/vk	% ajasta*	h	h/kk	h/vk
1a	0.000 %	0.0	0.0	0.0	0.000 %	0.0	0.00	0.00
2a	0.000 %	0.0	0.0	0.0	0.000 %	0.0	0.00	0.00
3a	0.000 %	0.0	0.0	0.0	0.000 %	0.0	0.00	0.00
4a	0.000 %	0.0	0.0	0.0	0.000 %	0.0	0.00	0.00
5a	0.000 %	0.0	0.0	0.0	0.000 %	0.0	0.00	0.00
6a	0.000 %	0.0	0.0	0.0	0.000 %	0.0	0.00	0.00
7a	0.000 %	0.0	0.0	0.0	0.000 %	0.0	0.00	0.00
8a	0.000 %	0.0	0.0	0.0	0.000 %	0.0	0.00	0.00
9a	0.000 %	0.0	0.0	0.0	0.000 %	0.0	0.00	0.00
10a	0.000 %	0.0	0.0	0.0	0.000 %	0.0	0.00	0.00
11a	0.000 %	0.0	0.0	0.0	0.000 %	0.0	0.00	0.00

* kesäkauden tunnit = 100 %

Puuskatuuli > **23** m/s

Piste	D Koko vuosi				Kesäkausi			
	% ajasta	h/vuosi	h/kk	h/vk	% ajasta*	h	h/kk	h/vk
1a	0.0000 %	0.0	0.0	0.0	0.0000 %	0.0	0.0	0.0
2a	0.0000 %	0.0	0.0	0.0	0.0000 %	0.0	0.0	0.0
3a	0.0000 %	0.0	0.0	0.0	0.0000 %	0.0	0.0	0.0
4a	0.0000 %	0.0	0.0	0.0	0.0000 %	0.0	0.0	0.0
5a	0.0000 %	0.0	0.0	0.0	0.0000 %	0.0	0.0	0.0
6a	0.0000 %	0.0	0.0	0.0	0.0000 %	0.0	0.0	0.0
7a	0.0000 %	0.0	0.0	0.0	0.0000 %	0.0	0.0	0.0
8a	0.0000 %	0.0	0.0	0.0	0.0000 %	0.0	0.0	0.0
9a	0.0000 %	0.0	0.0	0.0	0.0000 %	0.0	0.0	0.0
10a	0.0000 %	0.0	0.0	0.0	0.0000 %	0.0	0.0	0.0
11a	0.0000 %	0.0	0.0	0.0	0.0000 %	0.0	0.0	0.0

Kuva 14b: Nykytilan tuulisuuden numeroarvot; C, ja D kriteerit.

Tunnin keskituuli GEM > 4 m/s

Piste	Koko vuosi				Talvikausi				Kesäkausi			
	% ajasta	h/vuosi	h/kk	h/vk	% ajasta*	h/vuosi	h/kk	h/vk	% ajasta**	h	h/kk	h/vk
1a	0.3 %	26	2	1	0.6 %	48	4	1	0.0 %	2	0.3	0.1
2a	0.0 %	0	0	0	0.0 %	0	0	0	0.0 %	0	0.0	0.0
3a	0.6 %	50	4	1	1.0 %	89	7	2	0.1 %	6	1.0	0.2
4a	0.1 %	6	0	0	0.1 %	9	1	0	0.0 %	1	0.2	0.0
5a	0.0 %	1	0	0	0.0 %	2	0	0	0.0 %	0	0.0	0.0
6a	0.3 %	26	2	0	0.5 %	45	4	1	0.1 %	3	0.5	0.1
7a	0.6 %	53	4	1	1.1 %	95	8	2	0.1 %	6	0.9	0.2
8a	0.1 %	6	1	0	0.1 %	10	1	0	0.0 %	1	0.2	0.0
9a	2.1 %	182	15	4	3.3 %	291	24	6	0.8 %	37	6.1	1.4
10a	0.0 %	1	0	0	0.0 %	1	0	0	0.0 %	0	0.0	0.0
11a	3.5 %	311	26	6	5.9 %	513	43	10	1.2 %	54	9.0	2.1

Tarkastelupisteen soveltuvuus tuulisuuden kannalta	
	GEM < 4 m/s < 5 % Istuminen pitkiä aikoja
	GEM < 6 m/s < 5 % Lyhytaikainen paikoillaan olo
	GEM < 8 m/s < 5 % Kävely
	GEM < 10 m/s < 5 % Tavoitteellinen kävely
	GEM > 10 m/s > 5 % Useimmat jalankulkijan toiminnot epävihtyisiä
	GEM > 15 m/s > 0,025 % ei hyväksyttävä turvallisuuden kannalta yleisillä alueilla
	GEM > 20 m/s > 0,025 % ei hyväksyttävä turvallisuuden kannalta.

Kuva 15: Nykytilan tuulisuus; Lawson LDDC luokat; tuloksia vastaava luokka on esitetty pisteen värisymbolilla. Numeroarvot on esitetty luokalle GEM > 4 m/s.

3.3 Tuulisuus kohde toteutettuna

Tuulisuuden määrittäminen on tehty työpöytämenetelmällä käyttäen hyväksi kohdan 3.2 mukaisia nykytilan virtauslaskentatuloksia ja referenssikohteiden tuulitunnelikoetuloksia muunnoskertoimilla.

Kattopihojen tuulisuus (tarkastelupisteet 2b, 12b, 13b, 14b) tulee riippumaan pihasuunnitelman yksityiskohdista ja tarkastelupisteiden tarkasta sijainnista niiden suhteen. Tämän selvityksen tarkoituksena on antaa näiden tuulisuuden numeroarvoille suuruusluokka-arvio pisteissä, jossa pihasuunnitelman yksityiskohdat eivät täysin estä kovempia virtauksia.

Tulokset esitetty kuvassa 16 (Konsultin kriteerit) ja kuvassa 17 (Lawson LDDC -kriteerit).

Tunnin keskituuli > 5 m/s

Piste	M Koko vuosi				Kesäkausi			
	% ajasta	h/vuosi	h/kk	h/vk	% ajasta*	h	h/kk	h/vk
1b	0.0 %	2	0	0	0.0 %	0.1	0.0	0.0
2b	0.0 %	0	0	0	0.0 %	0.0	0.0	0.0
3b	0.1 %	9	1	0	0.0 %	0.6	0.1	0.0
4b	0.0 %	0	0	0	0.0 %	0.1	0.0	0.0
5b	0.0 %	0	0	0	0.0 %	0.0	0.0	0.0
6b	0.0 %	2	0	0	0.0 %	0.2	0.0	0.0
7b	0.6 %	55	5	1	0.2 %	7.4	1.2	0.3
8b	0.0 %	1	0	0	0.0 %	0.0	0.0	0.0
9b	1.6 %	137	11	3	0.6 %	27.3	4.5	1.0
10b	0.0 %	0	0	0	0.0 %	0.0	0.0	0.0
11b	0.8 %	73	6	1	0.1 %	4.4	0.7	0.2
12b	0.1 %	5	0	0	0.0 %	0.1	0.0	0.0
13b	1.7 %	152	13	3	0.7 %	31.9	5.3	1.2
14b	0.5 %	47	4	1	0.1 %	3.7	0.6	0.1

* kesäkauden tunnit = 100 %

Piste	Koko vuosi				A Kesäkausi			
	% ajasta	h/vuosi	h/kk	h/vk	% ajasta*	h	h/kk	h/vk
1b	0.0 %	0	0.0	0.0	0.00 %	0.0	0.0	0.0
2b	0.0 %	0	0.0	0.0	0.00 %	0.0	0.0	0.0
3b	0.0 %	0	0.0	0.0	0.00 %	0.0	0.0	0.0
4b	0.0 %	0	0.0	0.0	0.00 %	0.0	0.0	0.0
5b	0.0 %	0	0.0	0.0	0.00 %	0.0	0.0	0.0
6b	0.0 %	0	0.0	0.0	0.00 %	0.0	0.0	0.0
7b	0.0 %	2	0.2	0.0	0.00 %	0.1	0.0	0.0
8b	0.0 %	0	0.0	0.0	0.00 %	0.0	0.0	0.0
9b	0.3 %	27	2.2	0.5	0.06 %	2.7	0.4	0.1
10b	0.0 %	0	0.0	0.0	0.00 %	0.0	0.0	0.0
11b	0.0 %	2	0.2	0.0	0.00 %	0.0	0.0	0.0
12b	0.9 %	74	6.2	1.4	0.21 %	9.0	1.5	0.3
13b	1.0 %	88	7.3	1.7	0.26 %	11.3	1.9	0.4
14b	0.8 %	66	5.5	1.3	0.15 %	6.4	1.1	0.2

* kesäkauden tunnit = 100 %

Kuva 16a: Tuulisuuden numeroarvot; M ja A kriteerit.

Puuskatuuli > **13** m/s

Piste	Koko vuosi				B Kesäkausi			
	% ajasta	h/vuosi	h/kk	h/vk	% ajasta*	h	h/kk	h/vk
1b	0.0 %	0	0.0	0.0	0.00 %	0.0	0.0	0.0
2b	0.0 %	0	0.0	0.0	0.00 %	0.0	0.0	0.0
3b	0.0 %	0	0.0	0.0	0.00 %	0.0	0.0	0.0
4b	0.0 %	0	0.0	0.0	0.00 %	0.0	0.0	0.0
5b	0.0 %	0	0.0	0.0	0.00 %	0.0	0.0	0.0
6b	0.0 %	0	0.0	0.0	0.00 %	0.0	0.0	0.0
7b	0.0 %	0	0.0	0.0	0.00 %	0.0	0.0	0.0
8b	0.0 %	0	0.0	0.0	0.00 %	0.0	0.0	0.0
9b	0.0 %	2	0.1	0.0	0.00 %	0.1	0.0	0.0
10b	0.0 %	0	0.0	0.0	0.00 %	0.0	0.0	0.0
11b	0.0 %	0	0.0	0.0	0.00 %	0.0	0.0	0.0
12b	0.1 %	8	0.7	0.2	0.01 %	0.4	0.1	0.0
13b	0.1 %	11	0.9	0.2	0.02 %	0.8	0.1	0.0
14b	0.1 %	11	0.9	0.2	0.01 %	0.3	0.0	0.0

* kesäkauden tunnit = 100 %

Puuskatuuli > **16** m/s

Piste	C Koko vuosi				Kesäkausi			
	% ajasta	h/vuosi	h/kk	h/vk	% ajasta*	h	h/kk	h/vk
1b	0.000 %	0.0	0.0	0.0	0.000 %	0.0	0.00	0.00
2b	0.000 %	0.0	0.0	0.0	0.000 %	0.0	0.00	0.00
3b	0.000 %	0.0	0.0	0.0	0.000 %	0.0	0.00	0.00
4b	0.000 %	0.0	0.0	0.0	0.000 %	0.0	0.00	0.00
5b	0.000 %	0.0	0.0	0.0	0.000 %	0.0	0.00	0.00
6b	0.000 %	0.0	0.0	0.0	0.000 %	0.0	0.00	0.00
7b	0.000 %	0.0	0.0	0.0	0.000 %	0.0	0.00	0.00
8b	0.000 %	0.0	0.0	0.0	0.000 %	0.0	0.00	0.00
9b	0.000 %	0.0	0.0	0.0	0.000 %	0.0	0.00	0.00
10b	0.000 %	0.0	0.0	0.0	0.000 %	0.0	0.00	0.00
11b	0.000 %	0.0	0.0	0.0	0.000 %	0.0	0.00	0.00
12b	0.005 %	0.4	0.0	0.0	0.000 %	0.0	0.00	0.00
13b	0.009 %	0.8	0.1	0.0	0.001 %	0.0	0.01	0.00
14b	0.013 %	1.1	0.1	0.0	0.000 %	0.0	0.00	0.00

* kesäkauden tunnit = 100 %

Puuskatuuli > **23** m/s

Piste	D Koko vuosi				Kesäkausi			
	% ajasta	h/vuosi	h/kk	h/vk	% ajasta*	h	h/kk	h/vk
1b	0.0000 %	0.0	0.0	0.0	0.0000 %	0.0	0.0	0.0
2b	0.0000 %	0.0	0.0	0.0	0.0000 %	0.0	0.0	0.0
3b	0.0000 %	0.0	0.0	0.0	0.0000 %	0.0	0.0	0.0
4b	0.0000 %	0.0	0.0	0.0	0.0000 %	0.0	0.0	0.0
5b	0.0000 %	0.0	0.0	0.0	0.0000 %	0.0	0.0	0.0
6b	0.0000 %	0.0	0.0	0.0	0.0000 %	0.0	0.0	0.0
7b	0.0000 %	0.0	0.0	0.0	0.0000 %	0.0	0.0	0.0
8b	0.0000 %	0.0	0.0	0.0	0.0000 %	0.0	0.0	0.0
9b	0.0000 %	0.0	0.0	0.0	0.0000 %	0.0	0.0	0.0
10b	0.0000 %	0.0	0.0	0.0	0.0000 %	0.0	0.0	0.0
11b	0.0000 %	0.0	0.0	0.0	0.0000 %	0.0	0.0	0.0
12b	0.0000 %	0.0	0.0	0.0	0.0000 %	0.0	0.0	0.0
13b	0.0000 %	0.0	0.0	0.0	0.0000 %	0.0	0.0	0.0
14b	0.0000 %	0.0	0.0	0.0	0.0000 %	0.0	0.0	0.0

* kesäkauden tunnit = 100 %

Kuva 16b: Tuulisuuden numeroarvot; B, C ja D kriteerit.

Tunnin keskituuli GEM > 4 m/s

Piste	Koko vuosi				Talvikausi				Kesäkausi			
	% ajasta	h/vuosi	h/kk	h/vk	% ajasta*	h/vuosi	h/kk	h/vk	% ajasta**	h	h/kk	h/vk
1a	0.3 %	28	2	1	0.6 %	52	4	1	0.0 %	2	0.3	0.1
2a	0.0 %	0	0	0	0.0 %	0	0	0	0.0 %	0	0.0	0.0
3a	0.6 %	50	4	1	1.0 %	89	7	2	0.1 %	6	1.0	0.2
4a	0.1 %	6	0	0	0.1 %	9	1	0	0.0 %	1	0.2	0.0
5a	0.0 %	1	0	0	0.0 %	2	0	0	0.0 %	0	0.0	0.0
6a	0.3 %	26	2	0	0.5 %	45	4	1	0.1 %	3	0.5	0.1
7a	2.0 %	173	14	3	3.1 %	274	23	5	0.8 %	36	6.0	1.4
8a	0.2 %	18	2	0	0.4 %	33	3	1	0.0 %	2	0.3	0.1
9a	3.5 %	309	26	6	5.2 %	456	38	9	1.9 %	81	13.5	3.1
10a	0.0 %	1	0	0	0.0 %	1	0	0	0.0 %	0	0.0	0.0
11a	3.5 %	311	26	6	5.9 %	513	43	10	1.2 %	54	9.0	2.1
12a	4.1 %	356	30	7	6.6 %	580	48	11	1.5 %	66	11.1	2.6
13a	5.4 %	472	39	9	8.2 %	721	60	14	2.5 %	111	18.6	4.3
14a	3.5 %	305	25	6	5.6 %	491	41	9	1.4 %	59	9.9	2.3

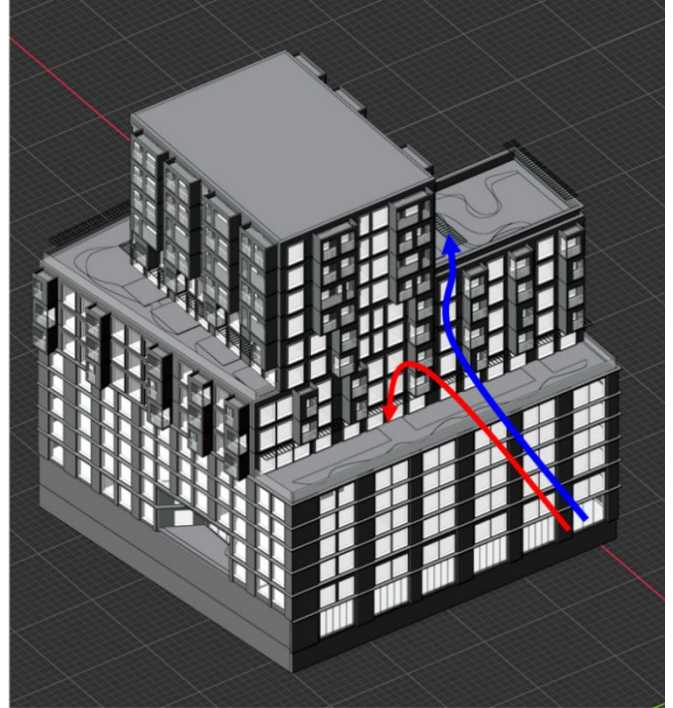
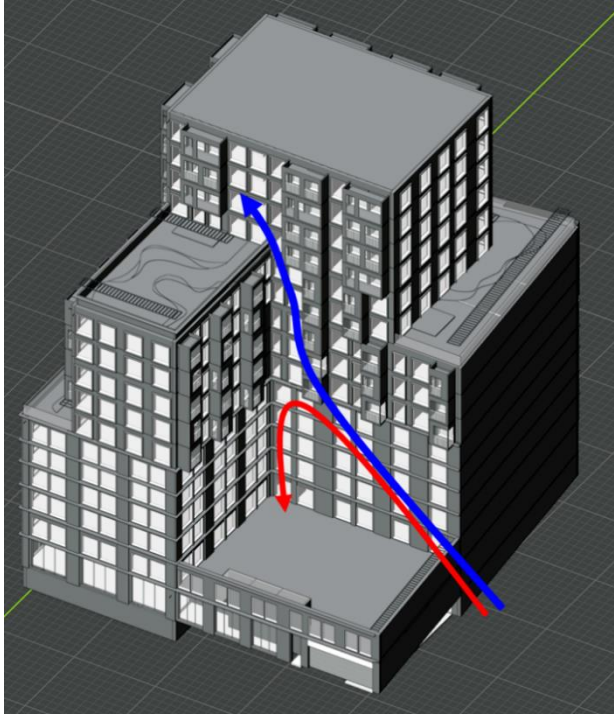
Tarkastelupisteen soveltuvuus tuulisuuden kannalta	
	GEM < 4 m/s < 5 % Istuminen pitkiä aikoja
	GEM < 6 m/s < 5 % Lyhytaikainen paikoillaan olo
	GEM < 8 m/s < 5 % Kävely
	GEM < 10 m/s < 5 % Tavoitteellinen kävely
	GEM > 10 m/s > 5 % Useimmat jalankulkijan toiminnot epäviihtyisiä
	GEM > 15 m/s > 0,025 % ei hyväksyttävä turvallisuuden kannalta yleisillä alueilla
	GEM > 20 m/s > 0,025 % ei hyväksyttävä turvallisuuden kannalta.

Kuva 17: Tuulisuuden Lawson LDDC luokat; tuloksia vastaava luokka on esitetty pisteen värisymbolilla. Numeroarvot on esitetty luokalle GEM > 4 m/s

4 Tuulisuustulosten ohjeellinen tulkinta

- Nykytilassa tuulisuus on kohteen ja sen korttelin katutasossa vähäistä. Tähän vaikuttaa ensisijaisesti se, että kohdekortteli on toisten kerrostalojen tuulensuojassa kaikista eri tuulensuunnista. Teollisuuskadun katuaukea voi ohjata virtauksia katutasoon, joka näkyy tarkastelupisteessä 9 tuulensuunnan sektorissa $247,5^\circ$, jossa myös maapinnan porrasmainen nousu osaltaan kasvattaa tuulennopeuksia kohderakennuksen kulman kohdalla
- merenrannan, laajempien merenlahtien ja Keski-Pasilan rata-aukion riittävä etäisyys kohdekorttelista vaikuttaa siten, että myös kesäkauden puuskatuulet ("vaativin kriteeri" A) ovat vähäisiä. Pääkaupunkiseudun rantakaupunginosissa tuulisuus ei useasti täytä A-kriteeriä (tuulisuus on suurempaa) vaikka ympäristön rakennuksista tulisikin tuulensuojaa
- Teollisuuskadun katuaukean vaikutus on suurempi kohdekorttelin kaakkoispuolella sijaitsevassa korttelissa, jossa rakennusten seinät muodostavat pitkän ja tasakorkuisen yhtenäisen pinnan. Vaikutus näkyy tuulensuunnan sektorilla $157,5^\circ$. Tältä osin kohdekorttelin rakennusten massojen epäsäännöllinen geometria on eduksi lieventämään katutason tuulisuutta
- verrattaessa nykytilan tuulisuuden (vähäisiä) numeroarvoja pääkaupunkiseudun muihin tuulisuusselvityksiin, on otettava huomioon että tuulisuusselvityksillä useimmiten tutkitaan korkean rakentamisen, meren läheisyyden ja pihakansien korkeuden tuulisuutta lisääviä vaikutuksia, mitä kohteen nykytilassa ei esiinny
- viitesuunnitelmalla ei ole merkittäviä vaikutuksia ympäristön tuulisuuteen. Kohderakennuksen korttelin muut rakennuksen ovat liike- ja toimistokäytössä; ja niiden piha-alueet parkkipaikoina. Porrastettu rakennusmassa estää korkean rakentamisen vaikutuksia esimerkiksi Teollisuuskadun pyörätiellä
- kattopihojen aidat ja meluseinä kiertävät kattopihojen kaikki reunat, joka on eduksi lieventämään kattopihojen tuulisuutta. Ne eivät kuitenkaan suojaa täysin julkisivua alaspäin kulkevan virtauksen vaikutukselta (kuva 18) tai viereisten rakennusten tuottamalta pienimittakaavaiselta turbulenssilta. Keski-Pasilan tuleva korkea rakentaminen voi turbulenssin osalta ulottaa vaikutuksensa myös kohteen kattopihoihin. Mahdollinen vaikutus näkyy kuitenkin vain muutamalla tuulensuunnan sektorilla (270° ja $292,5^\circ$), ja ei siksi ole tuulisuuden numeroarvoissa erityisen merkittävä
- kaikki kattopihojen rakenteet ja istutukset ovat eduksi lieventämään tuulisuutta. Nämä lisäävät yläpohjan rakenneteknisiä kuormia, jotka yhdessä lumikuorman kanssa voivat muodostua merkittäviksi. Nämä tulee ottaa huomioon rakennesuunnittelussa. Samalla kun kattopihan tuulisuutta pienennetään, lumen kinostuminen voi kasvaa; lumen läjitys ja poisto tulisi suunnitella
- kattopihojen ovia on yleisesti vaikea käyttää myrskyissä. Ne tulisi suojata rakenteilla. Vaihtoehtoinen suojaisampi kulkureitti on, mahdollisuuksien mukaan, eduksi olla olemassa
- tuulitunnelikokeiden ja virtauslaskennan käyttökelpoisuus pihansuunnitelman yksityiskohtien suunnittelussa on rajallinen mm. mittakaavatekijän johdosta. Kattopihojen tuulensuojaukseen voidaan etsiä ratkaisuja myös katselmuksilla toteutuneista kohteista, ja niitä on jo esitetty pihasuunnitelmaluonnoksissa
- korkealla sijaitsevia kattopihvoja on pääkaupunkiseudulla toteutettu toistaiseksi vain muutamia. Konsultti on laatinut tuulisuusselvityksiä Kalasataman keskuksen Bryga-poistokannelle ja Tapiolan keskustan Kirjokannelle. Nämä sisältävät sekä yleisiä alueita että ulkopuolisilta suljetuista piha-alueita. Näihin nähden kohteen kattopihojen tuulisuus on kohteen sijainnin johdosta lievempää. Erityisesti tämä näkyy kovien puuskatuulien ($> 16 \text{ m/s}$ ja $> 23 \text{ m/s}$) tuloksissa

- vaarallisen kovia puuskatuulia ($> 23 \text{ m/s}$ useammin kuin kerran vuodessa) ei tulosten mukaan esiinny. Katopihojen osalta tulokset eivät ennakoineet, etteikö niitä voisi toteuttaa tuulisuuden suhteen riittävän viihtyisinä ja turvallisina pihasuunnittelun keinoin. Kattopihan suoja-aidan korkeus (viitesuunnitelmassa 1,2 m) on yksi keskeinen suunnittelukysymys. Varsinaiset tuulen suoja-aitteet on yleisesti toteutettu hieman koreampina, esim. Helsingissä rakenteilla olevassa Kruunuvuorensillassa ne ovat 1,4 m korkeat ja Pryga-puistokannella ne ovat korkeammat melusuojausvaikutuksen saavuttamiseksi.



Kuva 18: Julkisivua alaspäin kulkevan virtauksen vaikutus kattopihojen tuulisuuden ja ovien suojauksen kannalta.

Lähdeluettelo

1. Helsingin kaupunki, kaupunkisuunnitteluvirasto: Keski-Pasilan tuulisuuskartoitus, viitesuunnitelmavaiheen tuulitunnelikokeet, Insinööritoimisto Sormunen & Uttu Oy (WSP Finland Oy), 17.11.2004, s. 63.
2. Helsingin kaupunki, kaupunkisuunnitteluvirasto: Keski-Pasilan asemakaavoitus, Tuulisuuskartoitus, WSP Finland Oy, 19.12.2010, s. 53.
3. Lawson, T., 2001. Building aerodynamics, Imperial College Press. s. 304.

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} = normeerauksessa 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, katotpihoilla, 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, kiinnipitäminen on välttämätöntä
> 28	hyvin epätodennäköisesti koskaan koettavissa

Perustuulisuuden osalta tärkeä yksittäinen tekijä on kohdealueen etäisyys merenrannasta ja avomerestä suhteessa 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 tuuliruuus (kuva L1.1), joka esittää säähavaintoaseman mittauspisteen eri keskituulien esiintymisen prosentteina ajasta.

Tuuliruuus 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-todennäköisyystiheysjakamaa

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

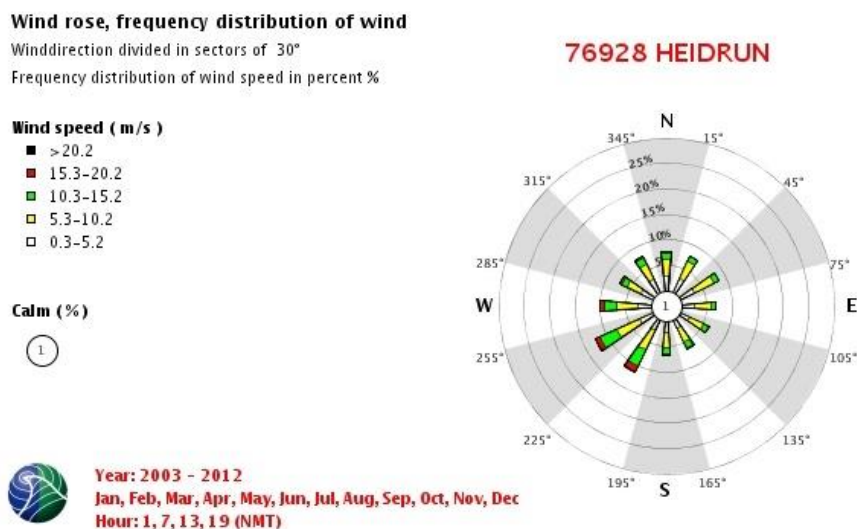
missä k = muotoparametri ja λ = skaalausparametri. Kumulatiivinen jakauma ($v \leq v_m$) on tällöin

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

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 käyränsovituksesta tuuliruusun arvoihin tai tuulitietoja toimittava organisaatio voi niitä määrittää valmiiksi. Käyränsovituksesta aiheutuva virhe on käytännössä pieni tavanomaisella tuulennopeusalueella, 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 jalankulkutason korkeusasemasta; 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 tai virtauslaskentaa. 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.

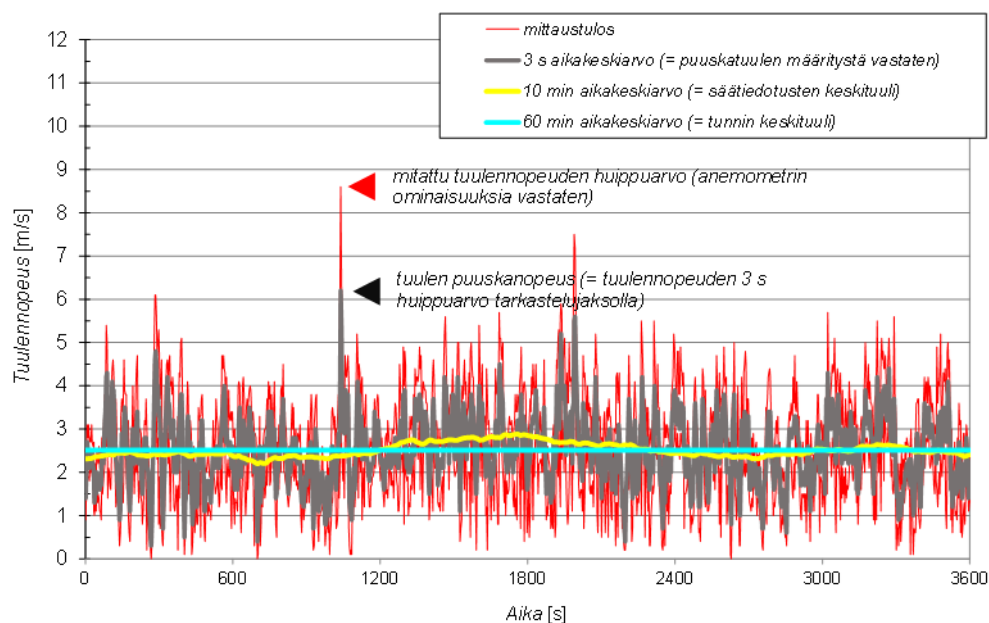
Kaupungeissa, joissa tuulisuudella on erityistä merkitystä, kriteerejä voidaan esittää kaupunginosa- ja aluekohtaisesti. Esimerkkinä tästä on tuuliseksi tunnettu Wellingtonin kaupunki Uudessa-Seelannissa, jossa kaupunki on määritellyt keskustan julkisille alueille standardin, kuinka paljon uusi rakennus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

Tuulisuuden hyväksytty taso voidaan esittää tuulisuuskriteerinä, joka koostuu tyypillisesti

- tuulennopeuden raja-arvosta (katutason keskituuli tai puuskatuuli)
- ylittävien tuulennopeuksien sallitusta keskimääräisestä kestosta 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 turbulenttista, 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 tuulella 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 maittain. 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. Toisen Suomen olojen erityispiirteen muodostavat talvikelien ajoittainen liukkaus ja hiekoitushiekkan pölyäminen keväällä.

Rakentamisen tuulisuusvaikutuksia ja tuulisuuden numeroarvoja voidaan verrata kaupungin tai kaupunginosan nykytilaan, edellyttäen että nykytilan arvot on määritetty tai tuulisuusvaikutuksia on tiedossa kokemusperäisesti. Tällöin tulee otetuksi huomioon paikallisia tekijöitä, kuten asukkaiden tottumus 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 hyväksymisluokkia ovat esim.:

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

Raja-arvot perustuvat W. H. Melbourne 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 Melbourne 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.

Melbourne 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 (GEM *Gust Equivalent Mean*) 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.

Sovellettavissa olevia keskituuleen perustuvia malleja on esim. tanskalaisen 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. FORCEn mallia tulisikin tulkita siten, että se soveltuu tyypilliseen tanskalaiseen rakennuskantaan, maastoon ja ilmastoon. Myös Alankomaissa on käytössä vastaava 5 m/s keskituulien toistuvuuteen perustuva suunnitteluohje NEN 8100 (2006): *Wind comfort en wind danger in the built environment*.

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, toisinaan tuulisuuskriteerit perustuvat useimmiten tuulitunnekoetulosten käyttöön.

Tuulitunnelikokeet ovat säilyneet toistaiseksi luotettavimpana työkaluna uuden asuinalueen 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. Se soveltuu hyvin mm. suunnitelmavaihtoehtojen välisten erojen tarkasteluihin ja tulosten visualisointiin. Periaatteessa voitaisiin kehittää myös CFD-laskennan tuloksiin perustuvia tuulisuuskriteereitä, mikä parantaisi käytettävyyttä edelleen. CFD analyysissä tyypillisesti turbulenssimallin avoimet parametrit kalibroidaan tuottamaan otaksuttu tulos testiprobleemalle, ja toisaalta voidaan kehittää uusia malleja, jos tulos ei ole tyydyttävä. Tämän lisäksi verkotuksen ja muiden laskentaparametrien on oltava tarkoitukseen soveltuvia.

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 Helsingin 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 määrittäysaika. 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

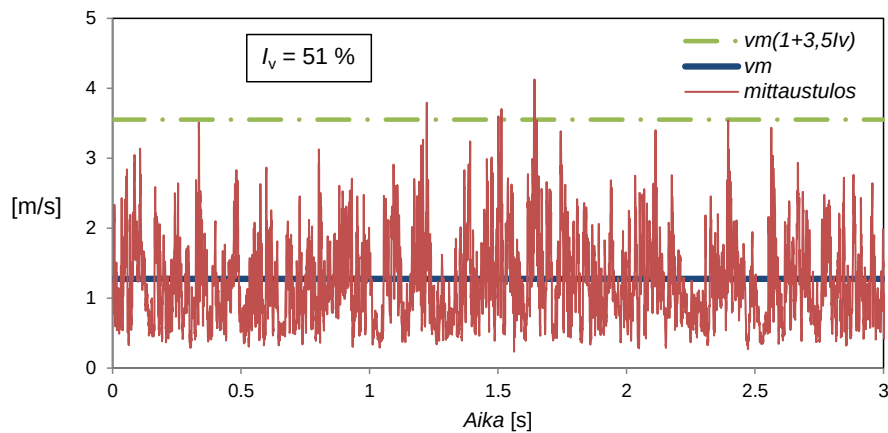
$$v_g = v_m(1 + gI_v)$$

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.

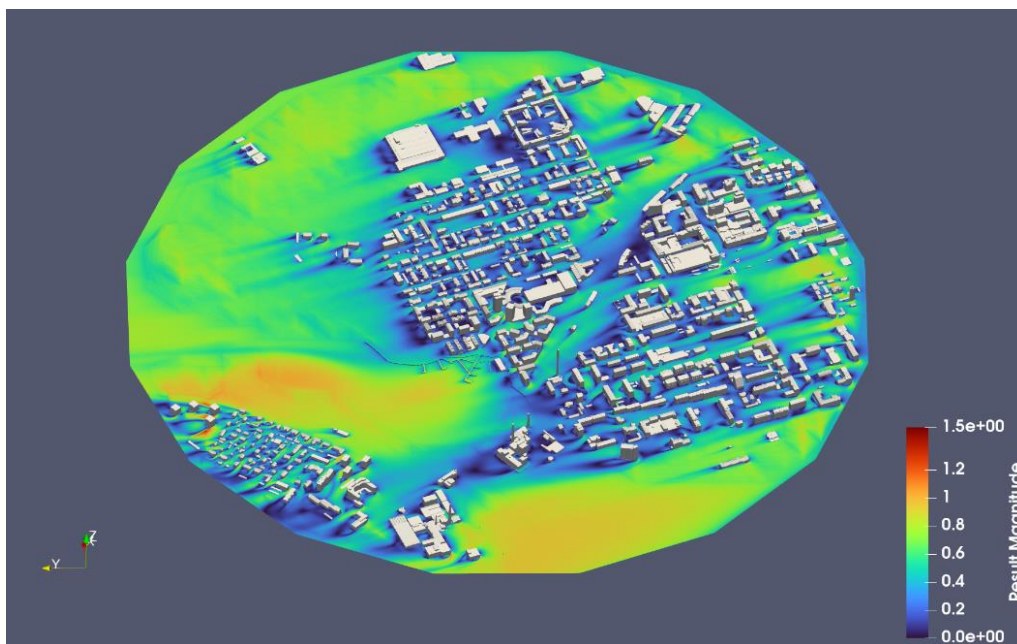
Tuulisuuskartoituksiin soveltuva numeerinen virtauslaskenta voidaan tehdä kahdella vaihtoehtoisella menetelmällä: suurten pyörteiden simuloinnilla (LES, *Large Eddy Simulation*) tai ajasta riippumattomalla RANS (*Reynolds Averaged Navier-Stokes*) -menetelmällä. Lisäksi on käytetty mm. URANS (*Unsteady RANS*) menetelmää sekä LES ja RANS menetelmien yhdistelmiä.

LES on laskenta-ajaltaan yleisesti huomattavasti pitempi siten, että RANS on tällä hetkellä käytetyin menetelmä. RANS-menetelmä soveltuu virtauksen keskinopeuden määrittämiseen (kuvan L2.2 yhtenäinen viiva). Konsulttikäytössä RANS-simulointeja tehdään tällä hetkellä rutiininomaisesti usean kymmenen miljoonan laskentakopin verkotuksia käyttäen. Tietokoneklustereita (suurteholaskentaa) hyödyntämällä voidaan simulointeja tehdä huomattavasti suuremmillekin malleille (kuva L2.3), jolloin myös LES ja RANS laskennan välisten aikaerojen vaikutukset voivat supistua. Suuren mallin RANS laskenta voi viedä saman ajan, kun pienemmän mallin LES laskenta.

LES-menetelmällä voidaan simuloida turbulenssin suurempia pyönteitä, jolloin kuvan L2.2 mukainen virtausnopeuden vaihtelu saadaan jollain tarkkuudella "tasoitettuna" otetuksi huomioon.



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



Kuva L2.3: Esimerkki kaupunkirakenteen tuulisuusselvityksen virtauslaskentamallista ja tuloksesta yksittäiselle tuulensuunnalle (kuva WSP).

Numeerisen virtauslaskennan ja tuulitunnelikoetulosten tulosten tulkinnan tärkeä ero on käytännössä se, että virtausnopeuden hetkelliset huippuarvot (tuulen puuskien eli turbulenssin vaikutus) jäävät joko kokonaan ottamatta huomioon tai tulevat otetuksi huomioon likimääräisesti. Tämän virheen merkitys on mahdollisesti vähäinen, jos itse tuulisuuskriteeri perustuu tuulen keskinopeuteen – ja vastaavasti merkittävä, jos kriteeri perustuu tuulen puuskanopeuteen.

RANS-laskennassa yleisesti käytetyt k - ε ja k - ω -tyypin turbulenssimallit sisältävät ratkaistavana parametrina turbulenssin kineettistä energiaa kuvaavan termin k . Turbulenssin kineettinen energia on globaalissa karteesisessa xyz-koordinaatistossa esitettynä

$$k = \frac{1}{2} (\langle v_x'^2 \rangle + \langle v_y'^2 \rangle + \langle v_z'^2 \rangle) \equiv \frac{1}{2} (\sigma_x^2 + \sigma_y^2 + \sigma_z^2)$$

missä v_x' , v_y' ja v_z' ovat heilahtelunopeuden komponentteja ja symboleilla $\langle \rangle$ on merkitty aikakeskiarvoa. Tässä tuulennopeuden komponentit on esitetty aikakeskiarvon ja ajasta riippuva heilahtelunopeuden summana

$$v_x = v_{x0} + v_x'$$

$$v_y = v_{y0} + v_y'$$

$$v_z = v_{z0} + v_z'$$

RANS-laskennan tuloksena saadaan komponentit v_{x0} , v_{y0} ja v_{z0} sekä näistä laskettu tuulennopeus

$$U = (v_{x0}^2 + v_{y0}^2 + v_{z0}^2)^{1/2}$$

Mainituissa turbulenssimalleissa turbulenssi on oletettu suunnasta riippumattomaksi (isotrooppiseksi), jolloin $\sigma_x = \sigma_y = \sigma_z$. Tällöin voidaan merkitä $\sigma_x = \sigma_y = \sigma_z = UI$, missä I turbulenssimallia vastaava turbulenssin intensiteetti, ja

$$k = (3/2)(UI)^2$$

Laskennan tuloksena saatavan turbulenssin kineettisen energian k perusteella voidaan siten arvioida turbulenssin intensiteettiä ja edelleen tuulen puuskanopeuksia. Kyseessä on kuitenkin ainoastaan approksimaatio, koska luonnon tuulen turbulenssi ei ole isotrooppista lähellä maanpintaa. Lisäksi tuulennopeuden kokeellisissa mittauksissa ja puuskanopeuden määrittelyssä (esim. 3 s.) nopeimmat heilahtelut ("korkean taajuusalueen pienimmät pyörteet") tulevat suodatetuksi pois. RANS-laskenta ei tuota tietoa turbulenssin mittakaavasta tai taajuussisällöstä (spektraalitiheydestä), joilla luonnon tuulen (tai rajakerros-tuulitunnelikokeen) turbulenssi yleisesti tilastollisesti ja kokeellisesti kuvataan.

Kaupunkiympäristön tuulisuuskartoituksissa otaksumana on tyypillisesti, että tarkastelupisteen vierustan rakennukset tuottavat pääosan kiinnostuksen kohteena olevasta turbulenssista. Laatikkomaisissa rakennuksissa virtauksen irtoaminen tapahtuu säännöllisesti rakennuksen tuulenpuoleisista kulmista. Nämä voivat lieventää edellä mainittuja RANS-laskennan teoreettisten rajoitteiden vaikutusta siten, että sillä saadaan vertailukelpoisia tuloksia tuulitunnelikokeiden kanssa.

Jos tuulen keskinopeus on lähellä nollaa, vaikuttavat heilahtelunopeuden neliölliset termit suhteellisesti merkittävästi tuulennopeuden todelliseen aika-keskiarvoon. Turbulentin tuulen tuulennopeuden tarkka aikakeskiarvo on

$$U_{eff} = \langle (v_x^2 + v_y^2 + v_z^2)^{1/2} \rangle$$

joka RANS laskennassa saadaan yhteydestä

$$U_{eff} = \langle [(v_{x0}^2 + 2v_{x0}v_x' + v_x'^2) + (v_{y0}^2 + 2v_{y0}v_y' + v_y'^2) + (v_{z0}^2 + 2v_{z0}v_z' + v_z'^2)]^{1/2} \rangle = (U^2 + 2k)^{1/2}$$

Turbulenssimalleja k - ε ja k - ω soveltavan RANS-laskennan mukaiset tulokset suhteellisille tuulennopeuksille ovat

$$k_m = U_{eff}/v_{ref}$$

$$k_g = k_m + gl_{ref}$$

missä on merkitty

$$l_{ref} = [(2/3)k]^{1/2} / v_{ref}$$

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 kohdelle, rakennusten väliin tai laajojen julkisivupintojen viereen. Vaikka tuulisuuden numeroarvot olisivat näissä suuria, 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 huomioon tuulitilaston mittauspisteen ja kohteen välinen sijaintiero. Tämä edellyttää maaston rosoisuuden muutosten analyysiä ja sitä varten laadittujen laskentamallien käyttöä. Tavanomaisesti tuulen suunnat käydään läpi $10^\circ \dots 30^\circ$ välein.

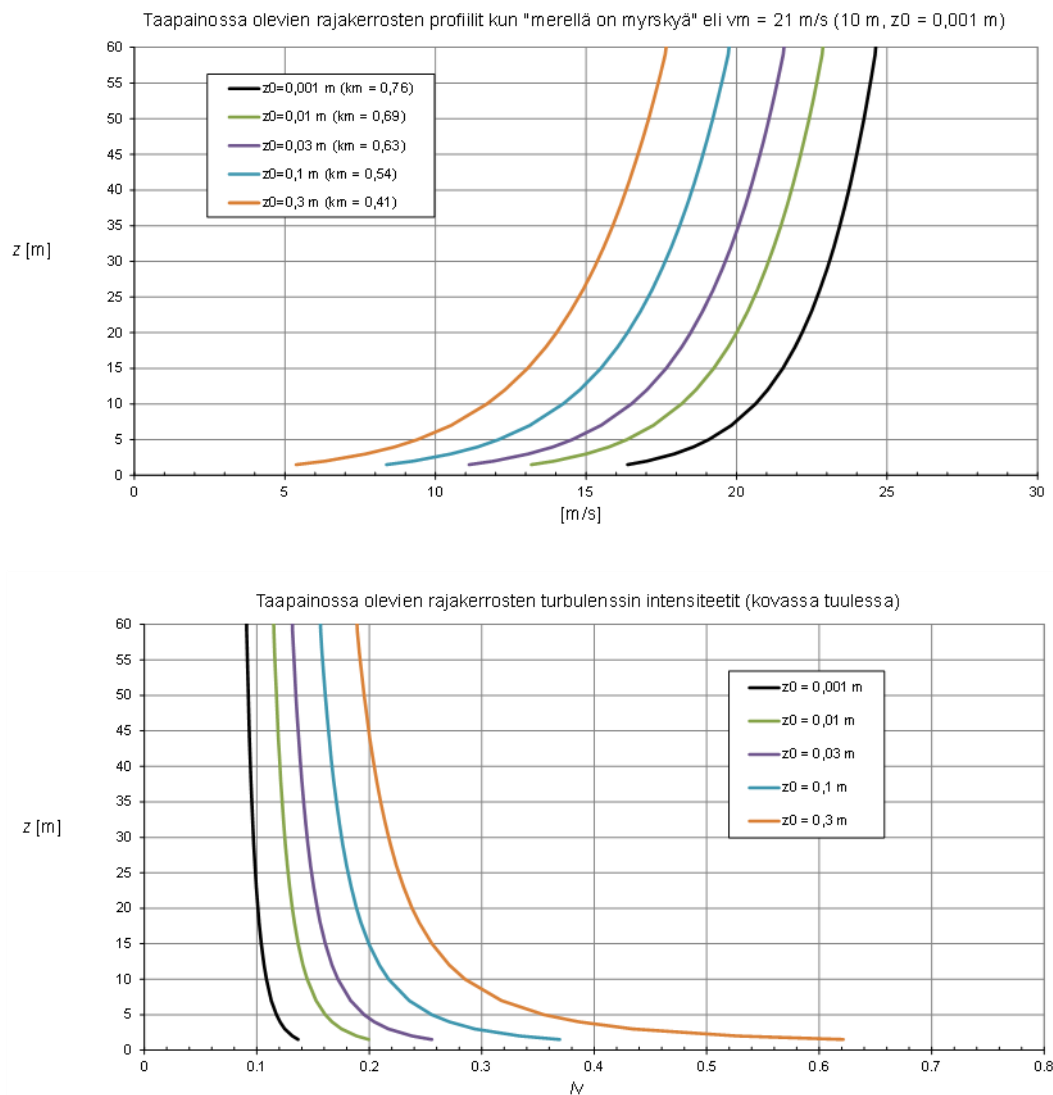
Tuulitunnelikokeet ja CFD-analyysit käyttävät samaa metodiikkaa tulovirtauksen turbulenssiparametrien määrittämisessä, jossa kaukana tarkastelualueesta tuulen keskinopeuden korkeusprofiili ja intensiteetti otaksutaan ”vakioimaastoluokkiin” maaston rosoisuuden analyysin perusteella. Näitä on havainnollistettu kuvassa L2.4. Todellisessa maastossa tulovirtauksen turbulenssi ei yleensä ole täysin tasapainossa, jolloin korkeusprofiilit eivät tarkasti vastaa kuvan logaritmisia yhteyksiä. Tällöin myös kertomien k_m ja k_g referenssituulennopeuden korkeuden valinta (z_{ref}) voivat vaikuttaa hienokseltaan tuulisuuskartoitusten tuloksiin.

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 sijainneessa rajakerrostuulitunnelissa vuoteen 2016 asti; tämä tuulitunneli on sittemmin purettu.

Tuulitunnelikokeisiin nähden virtauslaskennassa joudutaan yleisesti tekemään useita teoreettisia analyysiotaksumia ja valintoja, joiden vaikutus jalankulkijan tason tuulennopeuksiin on merkittävä, ja joiden kalibroinnista todellisen kaupunkiympäristön tuulisuusselvitysten tarpeisiin on vain vähän tai ei ollenkaan julkaistua tutkimustietoa. Näitä otaksumia on viime vuosina pyritty yhtenäistämään ja ohjeistamaan kaupunkiympäristön tuulisuusselvitysten tarpeisiin, esimerkkinä Japanin arkkitehtiiliiton suositus [L2.1].

Osaan analyysiotaksumista liittyy luonnollista hajontaa. Esimerkiksi luonnon tuulen turbulenssin intensiteetti (I_v , kuva L2.4) voi vaihdella merkittävästi erityisesti pienemmillä tuulennopeuksilla. Suomen oloissa esimerkiksi lumipeite ja meren jäätyminen vaikuttaa merkittävästi vastaavien pintojen ja ilmavirran väliseen kitkaan. Tämän mahdollinen vaikutus jalankulkijan tason tuuliin voidaan olettaa vähäiseksi, jos tarkastelupiste on rakennusten keskellä, ja vastaavasti merkittäväksi, kun tarkastelupiste on avoimilla alueella tai sen reunalla.

Lähteessä [L2.2] on verrattu RANS ja LES laskentojen tuloksia kahdella eri tuulitunnelikotekniikalla mitattuihin, sekä todellisen rakennuksen vierestä (8 pisteestä) mitattuihin tuloksiin. Käytetyt virtauslaskenta- ja tuulitunnelimallit ovat periaatteeltaan konsulttikäyttöön soveltuvia. Suhteelliset tuulen puuskanopeudet on RANS-laskennassa tulkittu edellä esitettyä vastaavasti, eli turbulenssin kineettisen energian k avulla. Tulosten mukaan pisteissä, jossa tuulen keskinopeus on ollut suuri (ja jotka ovat erityisen kiinnostuksen kohteena tuulisuusselvityksissä) vastaavuus kaikkien tarkasteltujen menetelmien välillä on ollut hyvä. Muissa pisteissä tulosten suuruusluokka vaikuttaa samalta, mutta tuulennopeuksien maksimit eivät kuitenkaan tyypillisesti osu samoihin kohtiin. Tällöin vertailussa todellisen rakennuksen vierestä pistemäisesti mitattuihin syntyy jopa 30...80 % eroja. Tämä vastaa myös Konsultin tuloksia RANS laskennan ja tuulitunnelikokeiden tulosten vertailussa.



Kuva L2.4: Tuulen keskinopeuden ja turbulenssin intensiteetin korkeusprofiilit tasapainossa olevassa rajakerroksessa usein käytetyissä vakiomaastoluokissa. Lisätietona on annettu vastaavat k_m kertoimet ($z_{ref} = 15 \text{ m}$).

Liitteen lähteet:

- L2.1 Yoshihide Tominaga & Akashi Mochida & Ryuichiro Yoshie & Hiroto Kataoka & Tsuyoshi Nozu & Masaru Yoshikawa: AIJ guidelines for practical applications of CFD to pedestrian wind environment around buildings. *Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics* 96 (2008) 1749–1761.
- L2.2 Vita, G, Shu, Z, Jesson, M, Quinn, A, Hemida, H, Sterling, M & Baker, C 2020, 'On the assessment of pedestrian distress in urban winds'. *Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics*, vol. 203 104200.

Liite 3: 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 ilmavirtauksen 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

$$v_m = \frac{u^*}{k} \left[\ln \left(\frac{z-d}{z_0} \right) - \Psi \left(\frac{z}{L} \right) \right] \quad (\text{L3.1})$$

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. Tavanomaisia maaston rosoisuusparametreja ja nollatason siirtymiä on esitetty taulukossa L3.1.

Taulukko L3.1 Yleisesti käytettyjä maaston rosoisuusparametreja*

z_0 [m]	d [m]	kuvaus
0,0001... 0,0002	-	vesialueet yleisesti, jäänyt merenpinta
0,001	-	meri vuosittaisissa myrskyssä, sisämaan järvet äärimmäisissä myrskyissä, lumen peittämä maaseutumaasto, aavikot
0,003	-	rosoinen meri 50 v toistumisvälin myrskyissä, tasaiset alueet matalalla kasvillisuudella, lentokenttien kiitorata-alueet
0,01	-	avoimet heinäkentät (pellot), yksittäisiä puita
0,03	-	avoin maasto yleisesti, puita, pensaita ja rakennuksia harvassa
0,1	0...2	pienien kaupunkien laitamat, kylät, rakennuksia, puita ja pensaita sisältävä maaseutu
0,3	5...10	pienet kaupungit, suurten kaupunkien laitamat, puinen maasto
0,7	15...25	kaupunkien keskustat, metsät
2	> 15	metsäisät epäsäännölliset vuoristoalueet

* tarkat numeroarvot vaihtelevat hieman lähteestä toiseen

Kovemmissa myrskyissä, kuten rakennesuunnittelussa käytettävissä ≥ 50 v toistumisvälin myrskyissä, lämpötilakerrostumien vaikutus on pieni (ilman tasapainotila on neutraali), ja funktio Ψ voidaan jättää ottamatta huomioon ($\Psi = 0$) [L3.1]. 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

$$u^* = \frac{kV_{10}}{\ln\left(\frac{z_{10}}{z_0}\right)} \quad (\text{L3.2})$$

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 [L3.1]. Meteorologisissa tarkasteluissa h_G oletetaan tyypillisesti riippuvaksi tuulen nopeudesta ja Coriolisvoimasta yhteydestä [L3.1]

$$h_G = C \frac{u^*}{f} \quad (\text{L3.3})$$

missä C = vakio ja Coriolisparametri f on

$$f = 2\Omega \sin(\Phi) \quad (\text{L3.4})$$

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 myrskyissä 2 km luokkaa, jolloin kaavan (L3.1) 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. geostrofisen 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 olettamalla 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 maapintaa, voidaan dimensionaalisuhteissa nopeusmitaksi valita u^* ja yhteys olettaa riippuvaksi dimensiottomasta tulosta fz/u^* . Kun kaavan (L3.3) yhteys on voimassa, voidaan yhteys otaksua vaihtoehtoisesti riippuvaksi myös dimensiottomasta tulosta z/h_G . Reunaehtona tällaisille yhteyksille toimivat tyypillisesti $dv_m/dz = 0$ kun z on suuri, ja että tietyllä korkeusalueella tämän ja kaavan (L3.1) logaritmisen yhteyden tulee antaa yhtenevät tulokset [L3.2]. Geostrofisen tuulen suunta poikkeaa maan pinnalla vaikuttavan tuulen suunnasta kitkan vaikutuksen johdosta, ja G voidaan esittää komponenttiansa avulla muodossa [L3.1]

$$G = \sqrt{G_X^2 + G_Y^2} \quad (\text{L3.5})$$

missä

$$G_X = \frac{u^*}{k} \left[\ln \left(\frac{u^*}{fz_0} \right) - A \right] \quad (\text{L3.6})$$

ja

$$G_Y = \frac{u^*}{k} B \quad (\text{L3.7})$$

missä A ja B ovat kokeellisia vakioita; ja G_X tarkoittaa maan pinnan tasolla vaikuttavan tuulen suuntaista komponenttia. Esimeriksi Suomen tuuliatlaksen [L3.2] laadinnassa tätä on sovellettu vakioiden arvoilla $A = 1,8$ ja $B = 4,5$. Näitä vakioita ei kuitenkaan voida pitää täysin universaaleina, ja esim. lähteessä [L3.3] on määritetty vakioita tarkemmin neutraalin tasapainotilan tuulten mittauksien perusteella Tanskassa, ja saatu $A = 0,5$ ja $B = 3,5$, sekä mainittu joidenkin tutkijoiden suosittelun 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 geostrofisen tuuli voidaan määrittää esimerkiksi säähavaintopallojen tai ilmanpaineen tasa-arvokäyrien avulla.

Kun kitkanopeus maastotyyppissä z_{01} tunnettaaan, voidaan kitkanopeus toisessa maastotyyppissä z_0 laskea iteratiivisesti kaavan (L3.5) avulla asettamalla G samaksi kummassakin. Tulos on ainoastaan vähäisesti riippuva parametreista f , A ja B , ja voidaan esittää likimääräisesti kaavalla [L3.1]

$$\frac{u^*(z_0)}{u^*(z_{01})} = \left(\frac{z_0}{z_{01}} \right)^{0,0706} \quad (\text{L3.8})$$

Kaavat (L3.1) ja (L3.8) ovat myös Eurokoodin [L3.4] 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 (L3.8) käytön vaikutus n. 3 %.

Edellä esitetty on menettely on suosittelu tapa eri maastoluokissa valitsevien tuulennopeuksien määrittämiseen, koska lähellä maanpintaa tehtävät tavanomaisten sääasemien mittaustulokset 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

$$v_h = \frac{u^*}{k} \left[\ln \left(\frac{z}{z_0} \right) + a_1 \frac{z}{h_G} + a_2 \left(\frac{z}{h_G} \right)^2 + a_3 \left(\frac{z}{h_G} \right)^3 + a_4 \left(\frac{z}{h_G} \right)^4 \right] \quad (\text{L3.9})$$

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 $a_4 = 1/4$ [L3.5]. Geostrofisen tuulennopeus saadaan tässä mallissa asettamalla $z = z_G$, jolloin tulos on

$$G = \frac{u^*}{k} \left[\ln \left(\frac{u^*}{fz_0} \right) + 1 \right] \quad (\text{L3.10})$$

Tämä vastaa likimain kaavan (L3.5) 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 avomerisääsämien tuulimittaustietoja, jossa myös tuulennopeudet ovat tyypillisesti suurimpia.

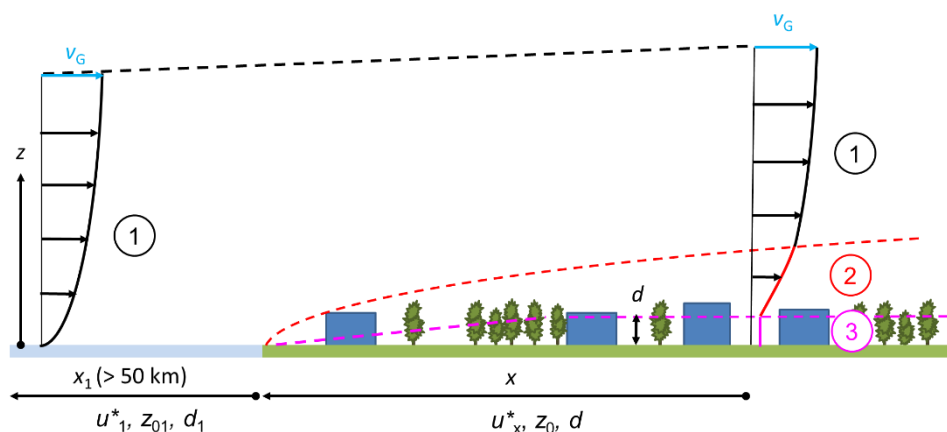
Jos maastotyyppi ei sovi sellaisenaan mihinkään tavanmaiseen maastoluokkaan, eli sille ei voida luottavasti otaksua tiettyä rosoisuusparametria. Suomessa näin on esimerkiksi meren ja järvien saariston osalta, koska yksittäisen esteen, kuten saaren, virtaukseen aiheuttama kitka on suurempi, kuin tasaisesti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

Tehollinen rosoisuusparametri voidaan tällöin laskea esimerkiksi saarten tai muiden yksittäisten esteiden pinta-alaosuuden perusteella tuulensuunnittain. Tarkasteltava 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 [L3.3] yhteydessä tehdyissä ilmastosimulaatioissa. Konsultin käyttämä menettely on eri pinta-alaosuuksilla painotettujen kitkakertoimien C_S summaaminen tietyllä korkeudella z_B , jossa yksittäisten esteiden tuottamat häiriöt virtaukseen voidaan olettaa sekoittuneeksi päävirtaukseen. Korkeutena on käytetty $z_B = 60$ m ohjeen [L3.6] mukaisesti. Pinnan kitkakerroin on määritelmänsä mukaisesti

$$C_S = \left[\frac{k}{\ln\left(\frac{z_B}{z_0}\right)} \right]^2 \quad (\text{L3.11})$$

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:

- L3.1 Simiu, E & Scanlan, R. H., Wind effects on structures: Fundamentals and application to design, 3rd Edit., John Wiley & Sons, New York 1986, 688 p.
- L3.2 Tennekes, H. The logarithmic wind profile, *Journal of the Atmospheric Science*, (1972)30, pp. 234...238.
- L3.3 Tammelin, B. et al, Production of the Finnish Wind Atlas, *Wind Energy* (2011)
- L3.4 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).
- L3.5 He et al, On standardization of offshore surface wind speeds, *Journal of Applied Meteorology and climatology*, 2016(55), pp. 1107...1121.
- L3.6 Guide to Meteorological Instruments and Methods of Observation, World Meteorological Organization, 2008, WMO-No. 8.

Liite 4: Maaston rosoisuuden muutosten analyysi

Rosoisuuden 1. muutos

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_{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_{00})	Eurokoodin kansallinen liite
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	
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^*_f	m/s	1.146	1.146	1.146	1.146	1.146	1.146	1.146	1.146	1.146	1.146	1.146	1.146	1.146	1.146	1.146	1.146	kitkanopeus (friction velocity) vastaten z_{00}	
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	0.003	rosoisuusmitta (roughness length) keskituulen perusarvoon liittyen	
z_{01}	m	0.300	0.300	0.300	0.300	0.100	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.100	0.300	0.300	0.300	0.300	0.300	kohtealueen ympäristössä	
lv(z = 10 m)		0.28	0.28	0.28	0.28	0.22	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.22	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28	turbulenssin intensiteetti	
lv(z = 15 m)		0.26	0.26	0.26	0.26	0.21	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.21	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26		
lv(z = 30 m)		0.23	0.23	0.23	0.23	0.19	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.19	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23		
lv(z = 50 m)		0.21	0.21	0.21	0.21	0.17	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.17	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21		
vm(z = 10 m)	m/s	14	14	14	14	17	25	25	25	25	25	17	14	14	14	14	14	10 min keskituuli	
vm(z = 15 m)	m/s	16	16	16	16	19	26	26	26	26	26	19	16	16	16	16	16		
vm(z = 30 m)	m/s	19	19	19	19	21	28	28	28	28	28	21	19	19	19	19	19		
vm(z = 50 m)	m/s	21	21	21	21	23	29	29	29	29	29	23	21	21	21	21	21		
vh(z = 10 m)	m/s	13	13	13	13	16	24	24	24	24	24	16	13	13	13	13	13	tunnin keskituuli	
vh(z = 15 m)	m/s	15	15	15	15	17	25	25	25	25	25	17	15	15	15	15	15		
vh(z = 30 m)	m/s	18	18	18	18	20	27	27	27	27	27	20	18	18	18	18	18		
vh(z = 50 m)	m/s	20	20	20	20	22	28	28	28	28	28	22	20	20	20	20	20		
v(z = 10 m)	m/s	26	26	26	26	28	34	34	34	34	34	28	26	26	26	26	26	puuskatuuli g = 3,5	
v(z = 15 m)	m/s	28	28	28	28	30	35	35	35	35	35	30	28	28	28	28	28		
v(z = 30 m)	m/s	32	32	32	32	33	37	37	37	37	37	33	32	32	32	32	32		
v(z = 50 m)	m/s	34	34	34	34	35	38	38	38	38	38	35	34	34	34	34	34		
z_{02}	m	0.030	0.300	0.300	0.010	0.001	0.100	0.100	0.100	0.003	0.003	0.003	0.100	0.001	0.300	0.300	0.030	kohtealueen mukaan	
x	m	2000	5000	5000	3000	1000	8000	8000	5000	3000	3000	2000	4000	2000	5000	5000	2000	etäisyys muutoskohtaan	
lv(z = 10 m)		0.18	0.28	0.28	0.16	0.12	0.22	0.22	0.22	0.14	0.14	0.14	0.22	0.12	0.28	0.28	0.18	turbulenssin intensiteetti	
lv(z = 15 m)		0.17	0.26	0.26	0.15	0.12	0.21	0.21	0.21	0.13	0.13	0.13	0.21	0.12	0.26	0.26	0.17		
lv(z = 30 m)		0.16	0.23	0.23	0.14	0.11	0.19	0.19	0.19	0.12	0.12	0.12	0.19	0.11	0.23	0.23	0.16		
lv(z = 50 m)		0.14	0.21	0.21	0.12	0.09	0.17	0.17	0.17	0.11	0.11	0.11	0.17	0.09	0.21	0.21	0.14		
vm(z = 10 m)	m/s	20	14	14	22	25	17	17	17	23	23	23	17	25	14	14	20	10 min keskituuli	
vm(z = 15 m)	m/s	21	16	16	23	26	19	19	19	25	25	25	19	26	16	16	21		
vm(z = 30 m)	m/s	23	19	19	25	28	21	21	21	27	27	27	21	28	19	19	23		
vm(z = 50 m)	m/s	25	21	21	27	29	23	23	23	28	28	28	23	29	21	21	25		
vh(z = 10 m)	m/s	18	13	13	20	24	16	16	16	22	22	22	16	24	13	13	18	tunnin keskituuli	
vh(z = 15 m)	m/s	20	15	15	22	25	17	17	17	24	24	24	17	25	15	15	20		
vh(z = 30 m)	m/s	22	18	18	24	27	20	20	20	26	26	26	20	27	18	18	22		
vh(z = 50 m)	m/s	24	20	20	26	28	22	22	22	27	27	27	22	28	20	20	24		
v(z = 10 m)	m/s	30	26	26	32	34	28	28	28	33	33	33	28	34	26	26	30	puuskatuuli g = 3,5	
v(z = 15 m)	m/s	32	28	28	33	35	30	30	30	34	34	34	30	35	28	28	32		
v(z = 30 m)	m/s	34	32	32	35	37	33	33	33	36	36	36	33	37	32	32	34		
v(z = 50 m)	m/s	36	34	34	37	38	35	35	35	37	37	37	35	38	34	34	36		
Maaston rosoisuuden muutoksen ($z_{01} \rightarrow z_{02}$) vaikutus ESDU85020 mukaisesti																		Kohteessa	
lv(z = 10 m)		0.21	0.28	0.28	0.19	0.17	0.20	0.20	0.19	0.13	0.13	0.17	0.23	0.18	0.28	0.28	0.21		
lv(z = 15 m)		0.20	0.26	0.26	0.18	0.16	0.19	0.19	0.18	0.13	0.13	0.16	0.22	0.17	0.26	0.26	0.20		
lv(z = 30 m)		0.19	0.23	0.23	0.17	0.16	0.17	0.17	0.17	0.11	0.11	0.15	0.20	0.17	0.23	0.23	0.19		
lv(z = 50 m)		0.18	0.21	0.21	0.16	0.15	0.15	0.15	0.14	0.10	0.10	0.14	0.18	0.16	0.21	0.21	0.18		
10 min keskituuli																			
vm(z = 10 m)	m/s	18	14	14	19	20	19	19	19	24	24	20	17	19	14	14	18		
vm(z = 15 m)	m/s	19	16	16	20	21	20	20	21	25	25	21	18	20	16	16	19		
vm(z = 30 m)	m/s	21	19	19	22	23	23	23	23	27	27	23	21	23	19	19	21		
vm(z = 50 m)	m/s	23	21	21	23	25	25	25	26	29	29	25	23	24	21	21	23		
Tunnin keskituuli																			
vh(z = 10 m)	m/s	16	13	13	17	19	17	17	18	23	23	19	15	18	13	13	16		
vh(z = 15 m)	m/s	18	15	15	19	20	19	19	20	24	24	20	17	19	15	15	18		
vh(z = 30 m)	m/s	20	18	18	21	22	22	22	22	26	26	22	19	21	18	18	20		
vh(z = 50 m)	m/s	21	20	20	22	24	24	24	25	28	28	24	21	23	20	20	21		
Puuskatuuli																			
v(z = 10 m)	m/s	28	26	26	29	30	30	30	30	33	33	30	28	29	26	26	28		
v(z = 15 m)	m/s	30	28	28	30	31	32	32	32	35	35	31	29	31	28	28	30		
v(z = 30 m)	m/s	32	32	32	33	34	35	35	35	36	36	34	32	34	32	32	32		
v(z = 50 m)	m/s	34	34	34	35	36	37	37	37	37	37	36	35	36	34	34	34		

Rosoisuuden 2. muutos

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_{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_{02})	Eurokoodin kansallinen liite
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^*_t	m/s	1.146	1.146	1.146	1.146	1.146	1.146	1.146	1.146	1.146	1.146	1.146	1.146	1.146	1.146	1.146	1.146	kitkanopeus (friction velocity) vastaten z_{02}	
z_{02}	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	0.003	rosoisuusmitta (roughness length) keskituulen perusarvoon liittyen	
z_{01}	m	0.033	0.300	0.300	0.012	0.007	0.100	0.100	0.100	0.003	0.003	0.005	0.100	0.007	0.300	0.300	0.033	kohdealueen ympäristössä	
$lv(z=10\text{ m})$		0.21	0.28	0.28	0.19	0.17	0.20	0.20	0.19	0.13	0.13	0.17	0.23	0.18	0.28	0.28	0.21	turbulenssin intensiteetti	
$lv(z=15\text{ m})$		0.20	0.26	0.26	0.18	0.16	0.19	0.19	0.18	0.13	0.13	0.16	0.22	0.17	0.26	0.26	0.20		
$lv(z=30\text{ m})$		0.19	0.23	0.23	0.17	0.16	0.17	0.17	0.17	0.11	0.11	0.15	0.20	0.17	0.23	0.23	0.19		
$lv(z=50\text{ m})$		0.18	0.21	0.21	0.16	0.15	0.15	0.15	0.14	0.10	0.10	0.14	0.18	0.16	0.21	0.21	0.18		
$vm(z=10\text{ m})$	m/s	18	14	14	19	20	19	19	19	24	24	20	17	19	14	14	18	10 min keskituuli	
$vm(z=15\text{ m})$	m/s	19	16	16	20	21	20	20	21	25	25	21	18	20	16	16	19		
$vm(z=30\text{ m})$	m/s	21	19	19	22	23	23	23	23	27	27	23	21	23	19	19	21		
$vm(z=50\text{ m})$	m/s	23	21	21	23	25	25	25	26	29	29	25	23	24	21	21	23		
$vh(z=10\text{ m})$	m/s	16	13	13	17	19	17	17	18	23	23	19	15	18	13	13	16	tunnin keskituuli	
$vh(z=15\text{ m})$	m/s	18	15	15	19	20	19	19	20	24	24	20	17	19	15	15	18		
$vh(z=30\text{ m})$	m/s	20	18	18	21	22	22	22	22	26	26	22	19	21	18	18	20		
$vh(z=50\text{ m})$	m/s	21	20	20	22	24	24	24	25	28	28	24	21	23	20	20	21		
$v(z=10\text{ m})$	m/s	28	26	26	29	30	30	30	30	33	33	30	28	29	26	26	28	puuskatuuli g = 3,5	
$v(z=15\text{ m})$	m/s	30	28	28	30	31	32	32	32	35	35	31	29	31	28	28	30		
$v(z=30\text{ m})$	m/s	32	32	32	33	34	35	35	35	36	36	34	32	34	32	32	32		
$v(z=50\text{ m})$	m/s	34	34	34	35	36	37	37	37	37	37	36	35	36	34	34	34		
z_{02}	m	0.700	0.700	0.300	0.300	0.300	0.700	0.700	0.700	0.700	0.700	0.700	0.700	0.300	0.300	0.300	0.700	kohdealueen mukaan	
x	m	1000	1000	3000	2000	2000	2000	1000	2000	5000	2000	1000	1000	3000	5000	5000	500	etäisyys muutoskohtaan	
$lv(z=10\text{ m})$		0.35	0.35	0.28	0.28	0.28	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.28	0.28	0.28	0.35	turbulenssin intensiteetti	
$lv(z=15\text{ m})$		0.32	0.32	0.26	0.26	0.26	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.26	0.26	0.26	0.32		
$lv(z=30\text{ m})$		0.27	0.27	0.23	0.23	0.23	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.23	0.23	0.23	0.27		
$lv(z=50\text{ m})$		0.25	0.25	0.21	0.21	0.21	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.21	0.21	0.21	0.25		
$vm(z=10\text{ m})$	m/s	12	12	14	14	14	12	12	12	12	12	12	12	14	14	14	12	10 min keskituuli	
$vm(z=15\text{ m})$	m/s	14	14	16	16	16	14	14	14	14	14	14	14	16	16	16	14		
$vm(z=30\text{ m})$	m/s	17	17	19	19	19	17	17	17	17	17	17	17	19	19	19	17		
$vm(z=50\text{ m})$	m/s	19	19	21	21	21	19	19	19	19	19	19	19	21	21	21	19		
$vh(z=10\text{ m})$	m/s	11	11	13	13	13	11	11	11	11	11	11	11	13	13	13	11	tunnin keskituuli	
$vh(z=15\text{ m})$	m/s	12	12	15	15	15	12	12	12	12	12	12	12	15	15	15	12		
$vh(z=30\text{ m})$	m/s	15	15	18	18	18	15	15	15	15	15	15	15	18	18	18	15		
$vh(z=50\text{ m})$	m/s	18	18	20	20	20	18	18	18	18	18	18	18	20	20	20	18		
$v(z=10\text{ m})$	m/s	24	24	26	26	26	24	24	24	24	24	24	24	26	26	26	24	puuskatuuli g = 3,5	
$v(z=15\text{ m})$	m/s	26	26	28	28	28	26	26	26	26	26	26	26	28	28	28	26		
$v(z=30\text{ m})$	m/s	30	30	32	32	32	30	30	30	30	30	30	30	32	32	32	30		
$v(z=50\text{ m})$	m/s	33	33	34	34	34	33	33	33	33	33	33	33	34	34	34	33		
Maaston rosoisuuden muutoksen ($z_{01} \rightarrow z_{02}$) vaikutus ESDU85020 mukaisesti																		Kohteessa	
$lv(z=10\text{ m})$		0.31	0.32	0.28	0.27	0.27	0.28	0.27	0.28	0.29	0.27	0.29	0.31	0.30	0.28	0.28	0.29		
$lv(z=15\text{ m})$		0.28	0.29	0.26	0.25	0.24	0.26	0.24	0.25	0.27	0.24	0.26	0.28	0.27	0.26	0.26	0.27		
$lv(z=30\text{ m})$		0.24	0.25	0.23	0.22	0.21	0.22	0.21	0.22	0.23	0.20	0.22	0.24	0.22	0.23	0.23	0.23		
$lv(z=50\text{ m})$		0.21	0.23	0.21	0.20	0.18	0.19	0.18	0.19	0.20	0.17	0.19	0.21	0.20	0.21	0.21	0.20		
10 min keskituuli																			
$vm(z=10\text{ m})$	m/s	13	13	14	15	15	15	15	15	14	15	14	13	14	14	14	14		
$vm(z=15\text{ m})$	m/s	15	15	16	16	17	17	17	17	16	17	16	15	16	16	16	16		
$vm(z=30\text{ m})$	m/s	18	18	19	19	20	20	21	20	21	20	21	19	18	19	19	19		
$vm(z=50\text{ m})$	m/s	21	20	21	21	23	23	24	24	23	24	22	21	22	21	21	21		
Tunnin keskituuli																			
$vh(z=10\text{ m})$	m/s	12	12	13	13	13	13	14	14	13	14	13	12	12	13	13	12		
$vh(z=15\text{ m})$	m/s	14	13	15	15	15	15	16	16	15	16	14	14	14	15	15	14		
$vh(z=30\text{ m})$	m/s	17	16	18	17	19	19	19	19	18	20	18	17	18	18	18	17		
$vh(z=50\text{ m})$	m/s	19	19	20	20	21	22	22	22	21	23	21	20	20	20	20	20		
Puuskatuuli																		puuskatuuli (1s, g=3,5)	
$v(z=10\text{ m})$	m/s	25	25	26	26	26	26	27	27	26	27	25	25	25	26	26	25		
$v(z=15\text{ m})$	m/s	27	27	28	28	28	29	29	29	28	30	28	28	27	28	28	27		
$v(z=30\text{ m})$	m/s	31	31	32	31	32	33	33	33	33	33	32	31	31	32	32	31		
$v(z=50\text{ m})$	m/s	33	34	34	34	35	36	36	37	36	36	34	34	34	34	34	34		

Liite 5 Virtauslaskentatulokset nykytilalle

Numeerinen virtauslaskenta on tehty kuvan L5.1 mukaiselle kaupunkirakennemallille. Tarkasti mallinnettu lähialuemalli on pohjaltaan neliön muotoinen; sivun mitta on 2000 m. Laskentatilavuus on kokonaisuudessaan sylinterimäinen; halkaisija 5000 m ja korkeus 500 m. Laskentakoppien määrä on n. 250 miljoonaa,



Kuva L5.1 Virtauslaskennan lähialuemalli (pintageometria näytettynä).

Analyysi on tehty kokoonpuristumattoman virtauksen RANS-laskennalla (liite 2) käyttäen OpenFOAM 12 (www.openfoam.org) ohjelmistoa ja sen tarkoitusta varten räätälöityjä ratkaisin-optioita. Iteratiivinen ratkaisu on lopetettu, kun tulokset eivät enää oleellisesti muutu. Tavanomaisen jäännösvirheen seurannan lisäksi tämä on varmistettu seuraamalla tuulisuuden määrittyspisteiden arvoja (jotka sijaitsevat 1,5 m korkeudella alla olevasta pinnasta).

Laajemmat metsäalueet on mallinnettu muuta maanpintaa rosoisempina. Otaksumat ovat:

- tulovirtauksen tuuli ja turbulenssimallin korkeusprofiilit $z_0 = 0,3$ m mukaan (kaikki tuulensuunnat, 16 kpl). Maanpinta lähialuemallin ulkopuolella vastaavasti
- lähialuemallin maapinta $z_0 = 0,03$ m mukaan, lukuun ottamatta metsiä, jossa on käytetty arvoa $z_0 = 0,1$ m. Laskennassa vaikuttava maanpinnan karheus muodostuu pinnanmuotojen, rakennusten ja pintojen rosoisuuden yhteisvaikutuksesta
- rakennusten ja kattoterassien pinnat $z_0 = 0,01$ m.

Käytetty tuulen keskinopeus tulovirtauksessa 10 m korkeudessa on 10 m/s. Suhteelliset tuulennopeudet (kertoimet k_m ja k_g) on määritetty käyttäen tuulen keskinopeuden referenssiarvona 15 m korkeudessa määritettyä (11,1 m/s).

Tulokset on projisoitu maanpinnan tasoon värikartoiksi. Asteikko on esitetty kuvissa sinisen värin tarkoittaessa pientä tuulennopeutta ja punaisen suurta.

Laskennassa turbulenssimallina on käytetty Realisable k - ϵ epsilon -mallia kansainvälisten konsultti käytäntöjen mukaisesti. Turbulenssimallin ratkaistavat suureet ovat:

- k = turbulenssin kineettinen energia; kuvaa ”turbulenssin määrää” (pintojen ja ilmavirtauksen välinen kitka generoi turbulenssia)
- ϵ = dissipaatioparametri, joka kuvaa ”turbulenssin häviämistä”, eli pienempien pyörteiden liike-energian muuttumista lämmöksi ilman viskositeetin johdosta.

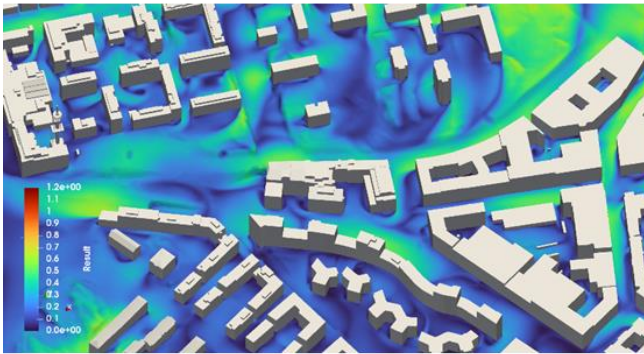
Turbulenssimalliin liittyvinä seinämäfunktio -reunaehtoina on käytetty ilmakehän ja maanpinnan kitkaa kuvaavia erityisiä malleja. Nämä mahdollistavat suurten pintakarheuksien käytön rosoisuusparametrin z_0 toimiessa suoraan syötteenä. Yleisistä seinämäfunktioista poiketen pintojen viereisten laskentakoppien korkeus (pinnan normaalin suunnassa) voidaan valita pintakarheudesta riippumattomasti. Tulovirtauksen tuulennopeuden ja turbulenssiparametrien korkeusjakaumat säilyvät laskentatilavuudessa muuttumattomina (tässä rosoisuuden $z_0 = 0,3$ m mukaan, vrt. liite 3) ellei lähialuemalli niitä muuta.

Tuulen puuskanopeuksia (kertoimet k_g) on arvioitu k -parametrin avulla liitteen 2 mukaisilla approksimaatiolla.

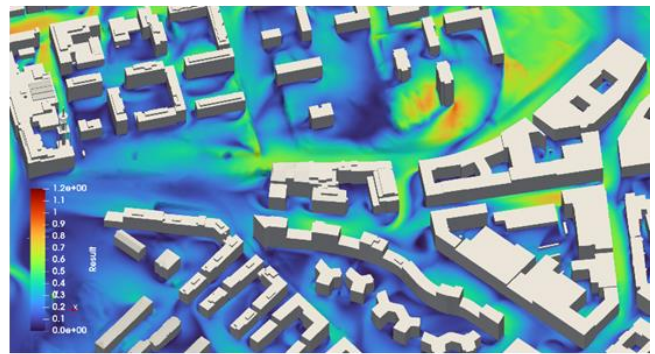
Lähialuemallissa ei ole otettu huomioon yksittäisiä puita. Lähialuemallin laajempien metsien osalta ja lähialuemallin ulkopuolella puuston vaikutus tulee otetuksi huomioon rosoisuusparametrin kautta.

Analyysin tulokset tuulen suunnittain on esitetty kuvissa L5.2 ja L5.3

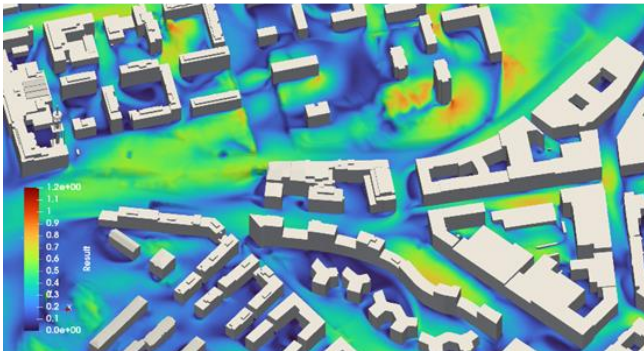
0°



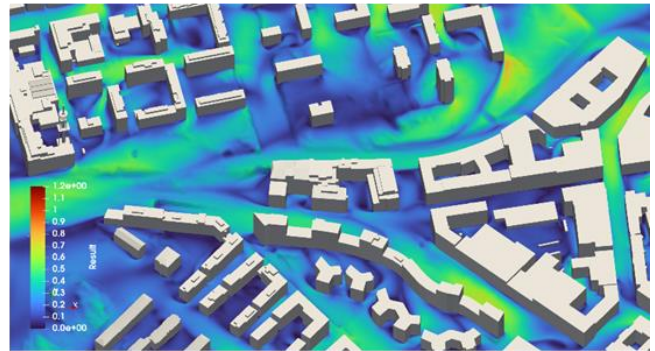
22,5°



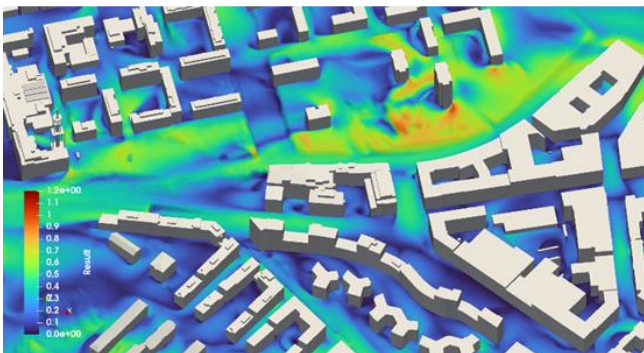
45°



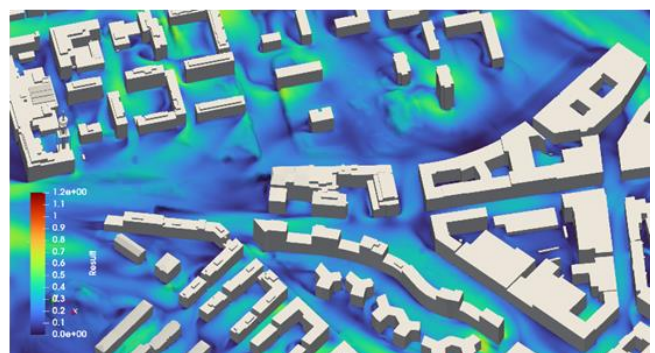
67,5°



90°

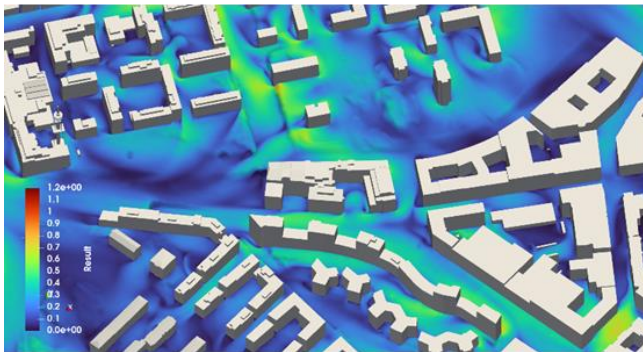


112,5°

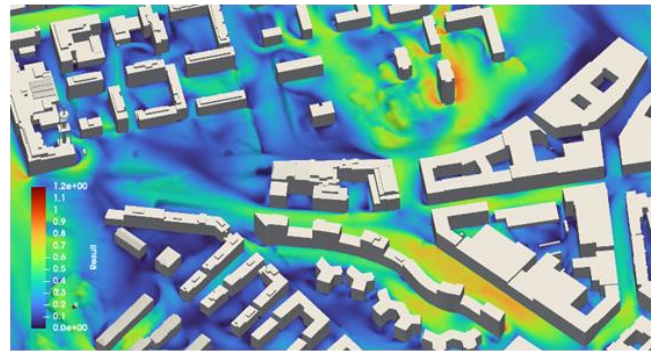


Kuva L5.2a: Katutason suhteellinen tuulen keskinopeus k_m ; tuulensunnat 0°...112,5°

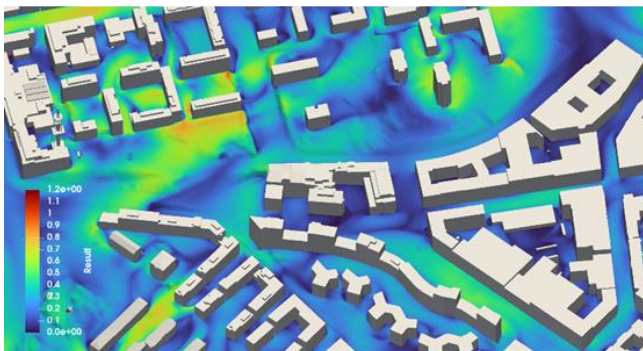
135°



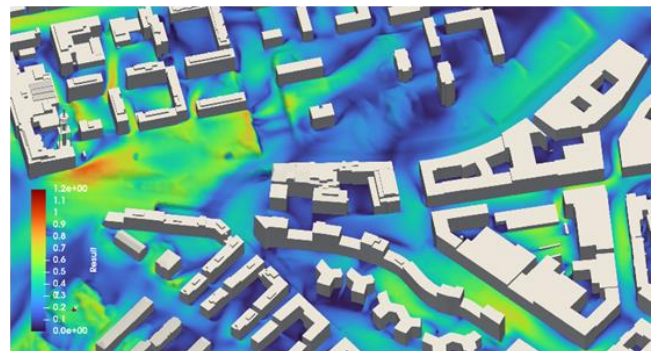
157,5°



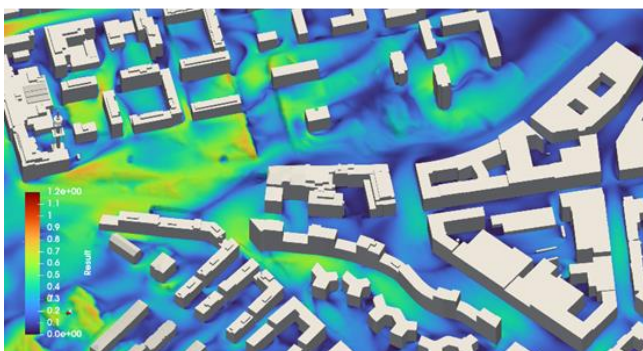
180°



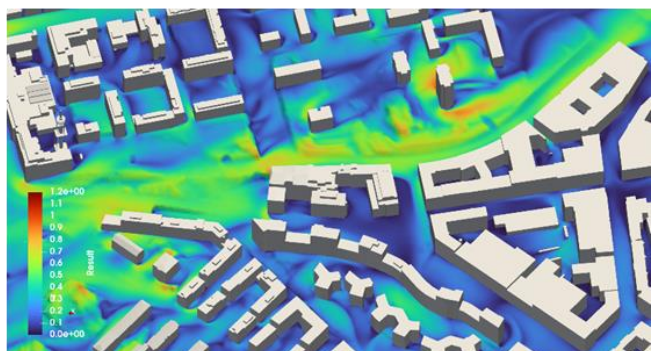
202,5°



225°

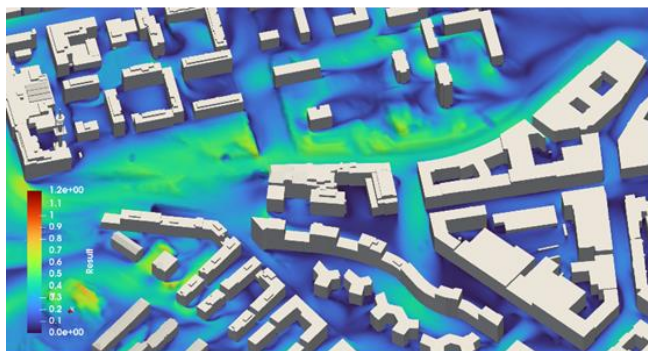


247,5°

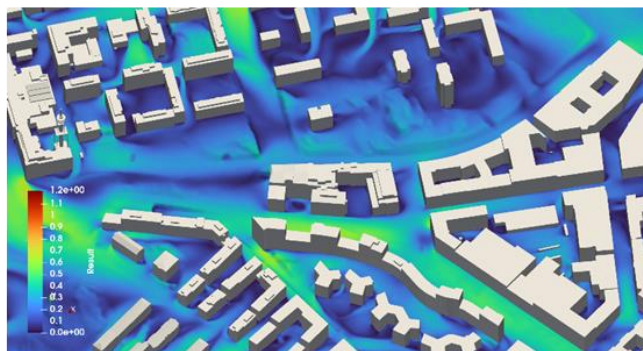


Kuva L5.2b: Katutason suhteellinen tuulen keskinopeus k_m ; tuulensuunnat 135°...247,5°

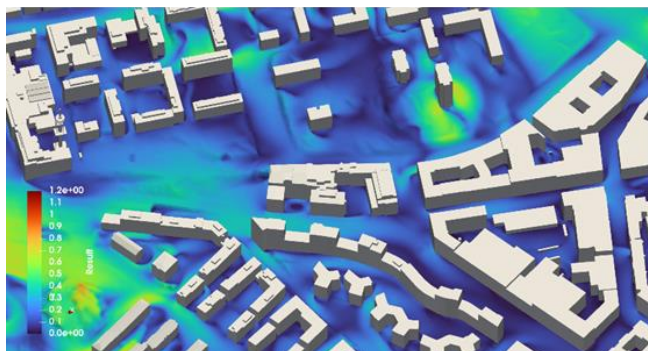
270°



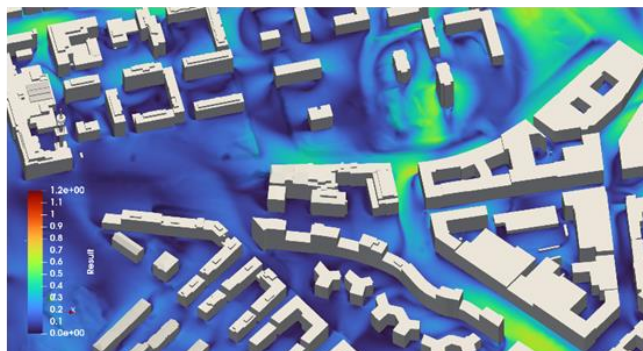
295,5°



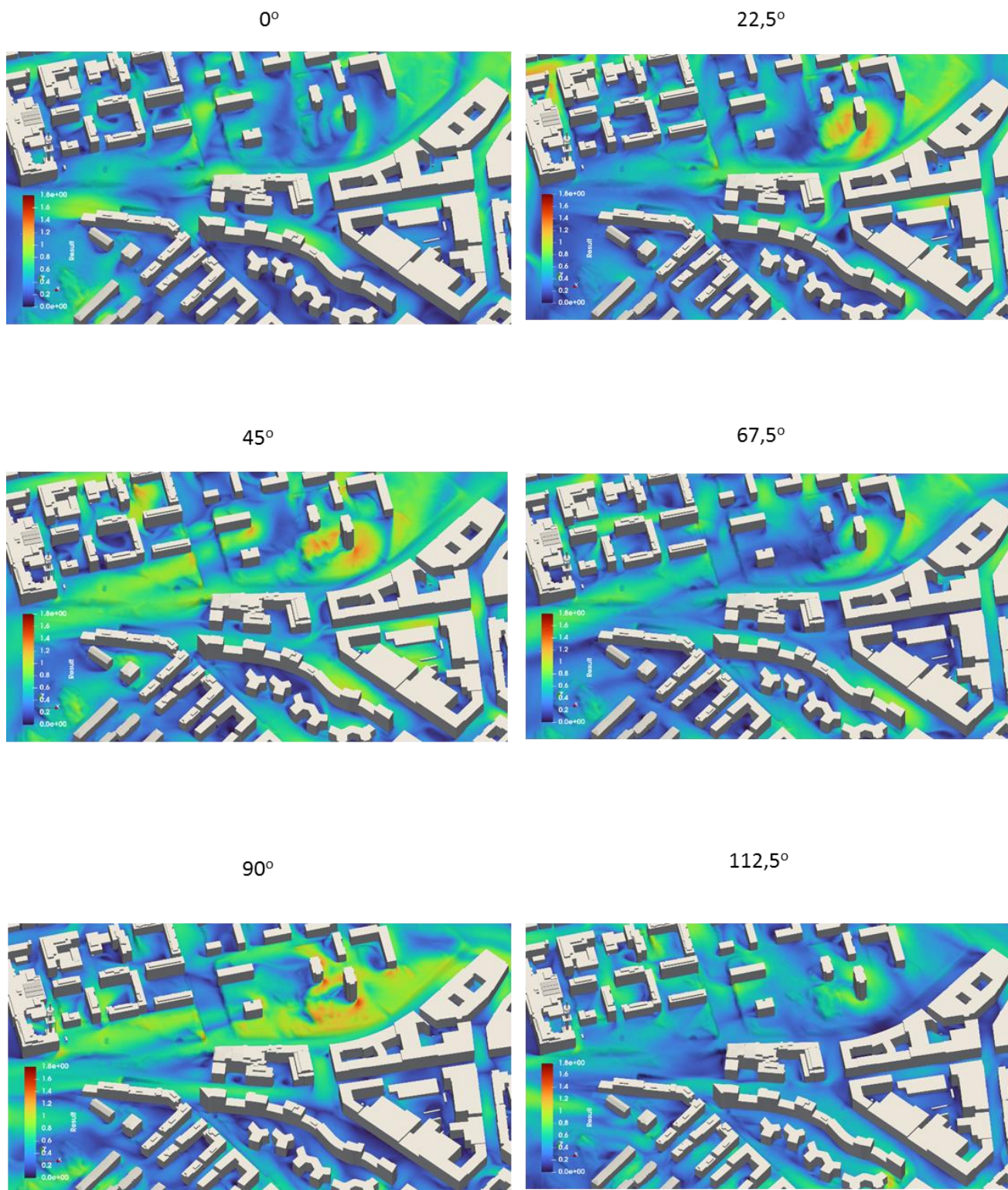
315°



337,5°

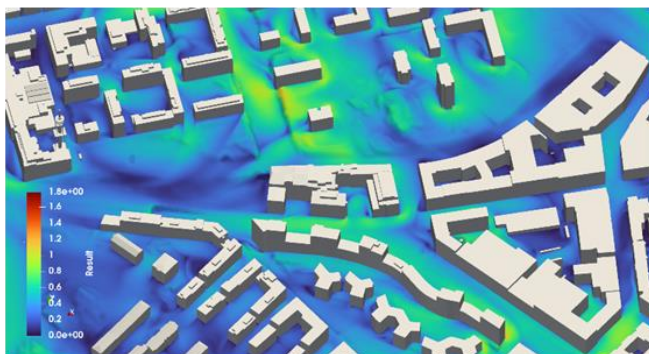


Kuva L5.2c Katutason suhteellinen tuulen keskinopeus k_m ; tuulensuunnat 270°...337,5°

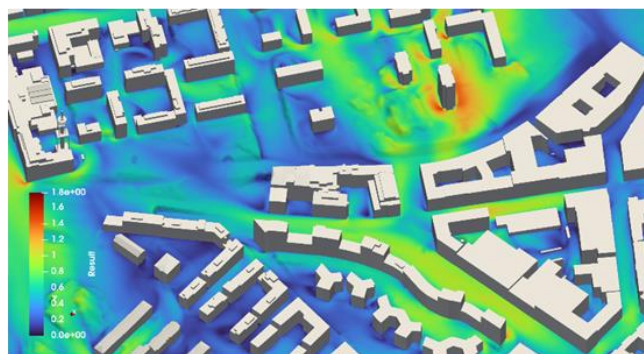


Kuva L5.3a: Katutason suhteellinen tuulen puuskanopeus k_g ; tuulensuunnat 0°...112,5°

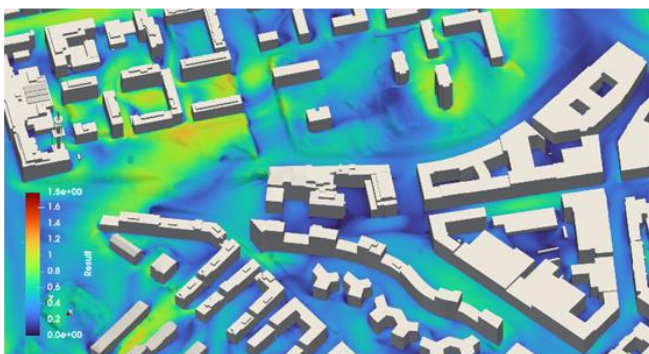
135°



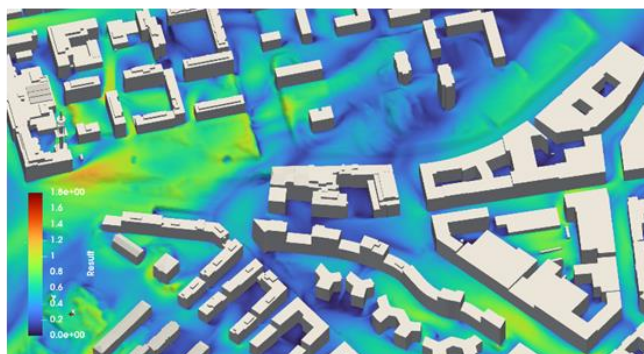
157,5°



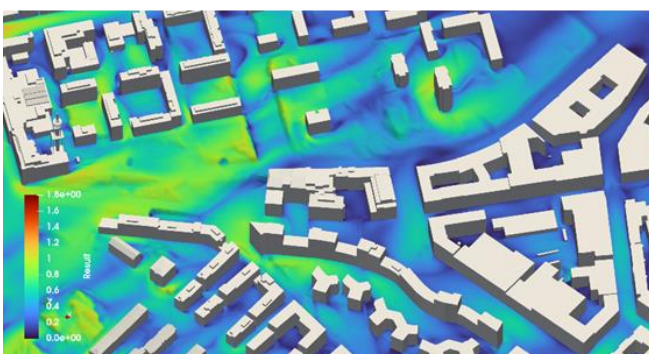
180°



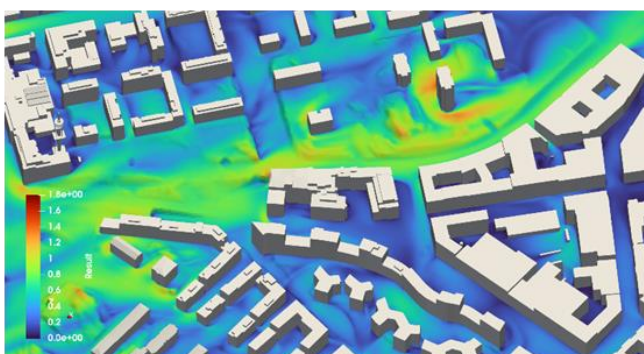
202,5°



225°

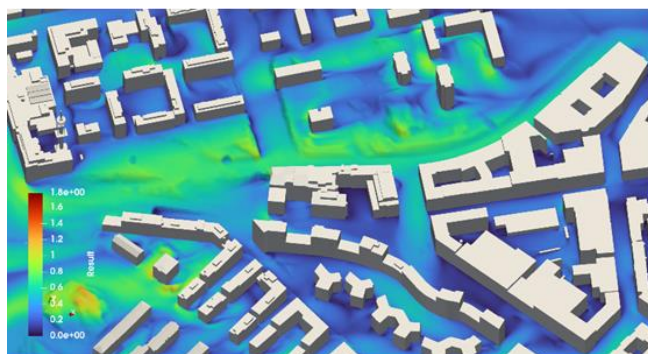


247,5°

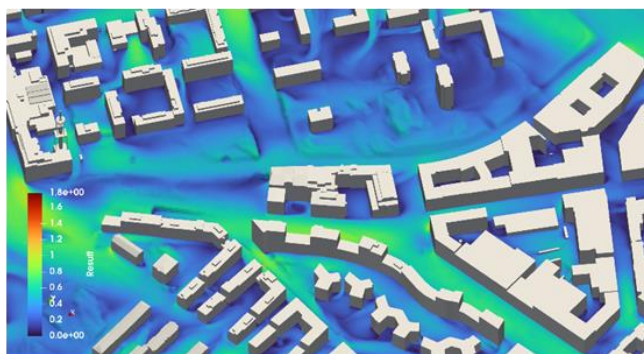


Kuva L5.3b: Katutason suhteellinen tuulen puuskanopeus k_g ; tuulensuunnat 135° ...247,5°

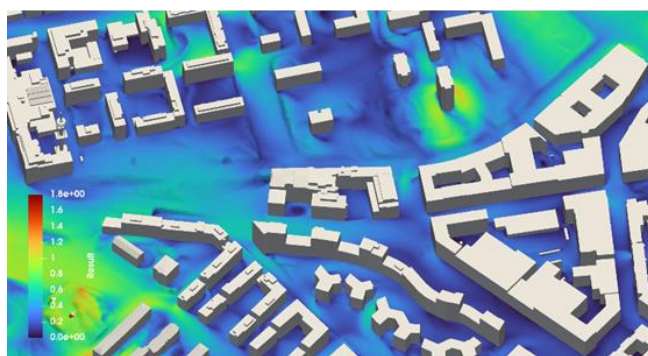
270°



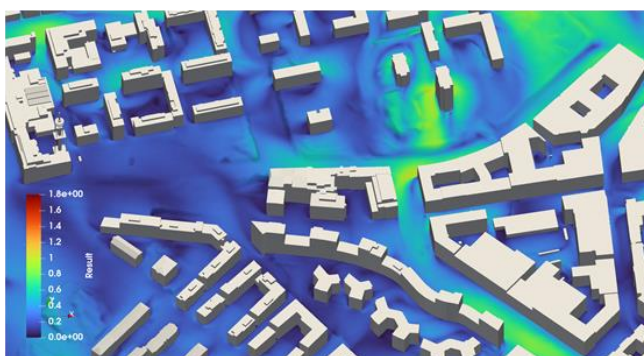
295,5°



315°



337,5°



Kuva L5.3c Katutason suhteellinen tuulen puuskanopeus k_g ; tuulensuunnat 270°...337,5°

WSP Finland Oy
WSP
Pasilan asema-aukio 1
00520 Helsinki
Puh: 0207 864 11
www.wsp.com/fi-fi



Yhteyshenkilö
Kari Ruusunoksa
Puhelin
050 3235536
Sähköposti
kari.ruusunoksa@afry.com

Pvm.
28/02/2025
Projektiviite
-

Kumpulantie 1, Helsinki

Alustava paloselvitys viitesuunnitelmaan

AFRY Buildings Finland Oy

Kari Ruusunoksa

Sisältö

1	Yleistä	3
2	Kantavat rakenteet	3
3	Palo-osastointi	3
4	Palon kehittymisen rajoittaminen	4
4.1	Ulkoseinät	4
4.2	Sisäpuoliset pinnat, asetuksen taulukko 7	5
4.3	Yläpohjan vaatimukset, 27 §.....	5
4.4	Vesikate, 28 §.....	5
5	Ilmanvaihtojärjestelmät.....	5
6	Poistuminen palon sattuessa.....	6
6.1	Poistumisvalaistus ja -reittien merkitseminen	6
7	Palotekniset laitteistot	7
7.1	Hissi (palomieshissi).....	7
7.2	Virve-viranomaisradioverkko	7
7.3	Automaattinen sammutuslaitteisto.....	7
7.4	Savunpoisto.....	7
8	Sammutus- ja pelastustehtävien järjestelyt.....	7
8.1.1	Paarikuljetus	8
9	Käytönaikainen paloturvallisuus	8

1 Yleistä

Tässä alustava paloselvityksessä kuvataan Kumpulantie 1, 6 kerroksisen toimistorakennuksen lisärakentamisen paloteknisiä vaatimuksia, noudattaen asetusta (848/2017) rakennusten paloturvallisuudesta.

Olemassa olevassa maantasokerroksessa on ylempi pysäköintitaso, liike- ja toimistotiloja ja pohjakerroksessa on alempi pysäköintitaso ja väestönsuoja. Toimisto kerrosten päälle rakennusta kasvatetaan asunnoilla 11 ja 15 korkuisiin osiin.

P1 luokan rakennus varustetaan automaattisella sammutuslaitteistolla, korkean osan pohjaratkaisun toteuttamiseen yhdellä porrashuoneella, sekä toimistotilojen muuntojoustavuuden parantamiseksi.

2 Kantavat rakenteet

Kantavien ja jäykistävien rakenteiden palonkesto-aikaan noudatetaan asetuksen taulukkoa 3. Kantavien ja jäykistävien rakenteiden palonkesto-aikavaatimukset rakennuksessa, joka on yli 28 m, mutta enintään 56 m ja tilat on varustettu automaattisella sammutuslaitteistolla:

- Palokuormaryhmässä <600 MJ/m² (asunnot, työpaikka-, kokoontumistilat, autosuojat, tekniset tilat) luokkaa R 90, A2.
- Parvekkeiden palonkestävyysvaatimus on puolet kerroksen kantavien rakenteiden vaatimuksesta.
- Palokuormaryhmässä 600 - 1200 MJ/m² (irtain-, alle 50 m² varastot, jätehuone) R 120, A2.
- Uloskäytävien porrastasanteet ja syöksyt luokkaa R 30.

A2, Kantavien rakenteiden on oltava vähintään A2-s1, d0 -luokkaa.

3 Palo-osastointi

Rakennuksessa on noudatettu kerros- pinta-ala- ja käyttötapaosastointia. Pinta-alaosastoinnissa palo-osaston koko on ollut < 2 400 m². Kun rakennus on varustettu automaattisella sammutuslaitteistolla sitä, voidaan tarvittaessa kasvattaa (esim. yhdistämällä toimistokerroksia toisiinsa).

Osastoivat rakennusosat määräytyvät asetuksen taulukko 6 mukaisesti eri käyttötapojen perusteella. Seuraavat tilat osastoidaan omiksi osastoikseen:

- Porrashuoneet EI 60
- Asunnot EI 60

- Kokoontumis-, työpaikka- ja liiketilat EI 60
- Sprinklerikeskus EI 60
- Varastot ja jätetilat EI 60
- Autosuojat EI 60

4 Palon kehittymisen rajoittaminen

Rakennuksen sisä- ja ulkopuoliset pintakerrokset ovat vähintään asetuksen (848/2017) rakennusten paloturvallisuudesta mukaiset.

4.1 Ulkoseinät

Ulkoseinä pääosin rakennetaan vähintään A2-s1, d0-luokan tarvikkeista.

Seuraavassa on esitetty P1-paloluokan enintään 56 m korkean rakennuksen ulkoseinän (yleensä) ulkopinnan ja tuuletusvälin pintojen luokkavaatimukset asetuksen taulukon 8 mukaan.

Ulkoseinän tuuletusvälin vähimmäisvaatimukset:	
Ulkoseinän ulkopinta	B-s1, d0 ¹⁾
Tuuletusvälin ulkopinta	B-s1, d0 ¹⁾
Tuuletusvälin sisäpinta	B-s1, d0 ¹⁾
¹⁾ Jos lämmöneriste ei eristäväältä osaltaan täytä B-s1, d0-vaatimusta, ulkopinnan pintarakenteiden on suojattava eristettä palolta niin, että suojaus vastaa EI 15 rakennusosaa tai tuuletusvälin sisäpinta on varustettava K210, A2-s1, d0 suojaverhouksella.	

Puiset ulkoverhouspaneelit ja ristiin liimattujen monikerroslevyjen ja -elementtien (CLT) käyttö on myös mahdollista, kun ovat B-s1, d0 vaatimusten mukaisia.

Ulkoseinärakenteiden suunnittelussa otetaan huomioon palon leviämisaika ulkoseinän ulkopintaa pitkin, ulkoseinärakenteen sisällä sekä ulkoseinän ja osastoivan rakennusosan liitosten kautta. Ikkunoiden suunnittelussa otetaan huomioon palon leviämisvaaran osastosta toiseen vastakkaisten tai nurkissa/lähellä nurkkia olevien ikkunoiden tai ovien kautta.

Palon leviämistä yläpuolisiin osastoihin ikkunoiden, ovien ja muiden pienehköjen aukkojen kautta rajoitetaan jollakin seuraavista tavoista:

- Eri palo-osastoihin kuuluvien päällekkäisten ikkunoiden ja ovien välillä tulisi yleensä olla umpinaista seinää noin 1 m.
- Ikkunan tai oven yläpuolella on ulokelista tai vastaava rakenne. Tällöin, kun päällekkäisten ikkunoiden ja ovien aukkoväliin lisätään 1,4 kertaa ulokkeen

syvyys ja edellä mainittujen summa on noin 1 m, aukkoväliä voidaan pitää riittävänä. Ulokelistan tulisi olla vähintään A2-s1, d0-tarviketta.

- Paloa kestävät ikkunat E 15.

4.2 Sisäpuoliset pinnat, asetuksen taulukko 7

Käyttötapa	Seinät ja katto	Lattiat
Asunnot	D-s2, d2	
Kokoontumis-, työpaikka- ja liiketilat	D-s2, d2	-
Kellarit	C-s2, d1	DFL-s1
Autosuoja	B-s1, d0	A2 _{FL} -s1
Teknisen huollon tilat	B-s1, d0	D _{FL} -s1
Uloskäytävät ja palosulut	A2-s1, d0 ²⁾	D _{FL} -s1
Saunat ja kylpyhuonetilat	D-s2, d2	-
¹⁾ Vähäisiä osia pinnoista voidaan verhota tarvikkein, jotka eivät täytä vaatimusta. ²⁾ Vähäisten rakennusosien pintojen luokkavaatimus on B-s1, d0		

4.3 Yläpohjan vaatimukset, 27 §

Enintään 56 metriä korkeassa P1-paloluokan rakennuksessa voidaan käyttää lämmöneristettä, joka eristävältä osaltaan täyttää B-s1, d0 -luokan vaatimukset tai lämmöneriste on suojattu ja sijoitettu niin, että palon leviäminen eristeeseen on rajoitettu ajan, joka on rakennuksen sisäpuolelta ja aukkojen pielen osalta vähintään tilan osastoivien rakennusosien palonkestävyysvaatimus.

4.4 Vesikate, 28 §

Vesikatteen materiaali täyttää luokituksen B_{ROOF}(t2) (alusta palamaton) tai se on palamaton.

5 Ilmanvaihtojärjestelmät

Paloturvallisuuden osata ilmanvaihto toteutetaan suunnittelemalla ja toteuttamalla se asetuksen rakennusten paloturvallisuudesta mukaisesti, tarkemmin IV-suunnitelmissa.

6 Poistuminen palon sattuessa

Kaikki uloskäytävät johtavat turvalliseen paikkaan, suoraan ulos. Tiloissa, joissa muuten kuin tilapäisesti oleskelee ihmisiä, on yhteys kahteen uloskäytävään, poikkeuksena korkea osa, joka on palolta ja savulta suojattu:

- palolta ja savulta suojatuttu uloskäytävä, jossa on osastoitu uloskäytävä, johon on yhteys ainoastaan kerrostasolla olevan osastoidun tilan (palosulun) ja tästä edelleen parvekkeen tai muun ulkoilmaan avoimen tilan kautta siten, että palon ja savukaasujen pääsy uloskäytävään estyy.

Uloskäytäviin ja palosulkuihin saa sijoittaa ilman erityistä suojausta niitä palvelevat tarpeelliset sähkölaitteet, kuten SP laukaisupainike, valaisimet, pistorasiat, ja kytkimet sekä niitä syöttävät johtojärjestelmät.

Uloskäytävään ja palosulkuun sijoitettavat muut sähköasennukset ja johtojärjestelmät tulee suojata vähintään EI 30-luokan rakennusosin. Kaapeleita, jotka ovat Cca-s1, d1-luokkaisia, voidaan käyttää vähäisessä määrin ilman suojausta.

Uloskäytävän leveyden on oltava vähintään 1 200 mm ja korkeuden on oltava vähintään 2 100 mm. Edellä mainituista voidaan poiketa poistumisalueella, jonka henkilömäärä on enintään 60, jolloin toinen uloskäytävä voi olla vähintään 900 mm levyinen (autosuojat).

Poistumisalue, josta on vain yksi uloskäytävä, suurin sallittu etäisyys uloskäytävään on 30 m. Yleisesti suurin sallittu etäisyys uloskäytävään on 50 m ja siinä on huomioitava, jos kulkureitit kahteen erilliseen uloskäytävään osittain yhtyvät, yhteisen osan pituus on laskettava kaksinkertaisena.

Uloskäytäviin johtavat ovet suunnitellaan avattaviksi ilman avainta. Mahdolliset sähkölukitukset (kiinnipitolaitteet) varustetaan ovien viereen sijoitettavilla hätäavauspainikkeilla, jotka ovat akkuvarmennettuja.

Poistumiseen tarkoitetut ovet avautuvat poistumissuuntaan. Henkilömäärän ollessa <60 henkilöä, voi poistumisovi avautua sisäänpäin.

6.1 Poistumisvalaistus ja -reittien merkitseminen

Tilat on varustettu poistumisvalaistuksella (ei asunnot). Poistumisvalaistus muodostuu jatkuvasti valaistuista poistumisopasteista ja poistumisreittien valaistuksesta, joka käynnistyy, kun tavallinen valaistus on epäkunnossa.

Valaistuksella on normaalin valaistuksen sähkönsyötöstä riippumaton virransyöttö, joka turvaa valaistuksen toiminnan vähintään yhden tunnin ajaksi. Poistumisvalaistuksen johdotus on palonkestävä. Poistumisopasteissa on huomioitu katseluetäisyys.

Palonkestävyys toteutetaan standardin SFS 1838 mukaisesti, käyttämällä kaapeleina palonkestävää kaapelia (FRHF) tai asentamalla kaapelointi palolta suojaan. Vaihtoehtoisesti valaisimet voidaan toteuttaa valaisinkohtaisilla toimilaitteilla tai akuilla.

Poistumisvalaistus esitetään erillisessä suunnitelmassa, joka hyväksytetään tarvittaessa pelastusviranomaisella (sähkösuunnittelija). Valaistus toteutetaan sisäministeriön asetuksen 977/2024 mukaan.

7 Palotekniset laitteistot

7.1 Hissi (palomieshissi)

Palomieshissi toteutetaan standardin SFS-EN 81-72:2020 mukaani. Koska palomieshissin tarkoitettuun käyttöön sisältyy evakuointi, sen pienimmän nimelliskuorman on oltava 1 000 kg ja korin pienimmän leveyden 1 100 mm ja syvyyden 2 100 mm, jotta siihen mahtuvat esimerkiksi paarit tai vuode.

7.2 Virve-viranomaisradioverkko

Virve 2.0 verkon toimivuus pelastuslaitoksen vaatimuksin.

7.3 Automaattinen sammutuslaitteisto

Rakennus varustetaan hätäkeskukseen yhdistetyllä automaattisella sammutuslaitteistolla ja sammutuslaitteiston suunnitteluperusteista laaditaan erillinen toteutusselvitys. Selvityksessä määritetään suojauksen laajuus, laitteiston mitoitusperusteet, vesilähdevaatimukset sekä sprinkleriluokka.

7.4 Savunpoisto

Savunpoisto suunnitellaan ja esitetään rakennusluvan liitteenä olevassa paloturvallisuussuunnitelmassa.

8 Sammutus- ja pelastustehtävien järjestelyt

Rakennus ovat mahdollista saavuttaa pelastuslaitoksen ajoneuvoilla. Ohjauskeskuksen yhteyteen sijoitetaan savunpoistojen laukaisu, tieto; laukaisukaaviot, pelastustiet, sammutusvesijärjestelyt, sammutusreitit, sammutus- ja pelastustöitä helpottavien laitteiden osalta kohteen kaikkien tarvittavien asiakirjojen säilytys.

Korkean osan sammutusreittin yhteyteen järjestetään märkä sammutusveden syöttöputkisto: Helsingin pelastuslaitoksen ohje kiinteiden sammutusvesiputkistojen suunnittelusta ja toteutuksesta mukaisesti.

8.1.1 Paarikuljetus

Ympäristöministeriön asetuksessa rakennusten käyttöturvallisuudesta on säädetty, että jokaiselta poistumisalueelta on oltava mahdollista kuljettaa uloskäytävän kautta liikuntakyvyttöä henkilö paareilla. Paarien tilantarpeen mitoituksessa käytetään 2600 x 600 (mm) suorakaidetta.

Kun käytössä on paarikuljetukseen soveltuva hissi, mitoitusperusteena voidaan muilla reitin osilla käyttää 2400 x 600 mm suorakaidetta. Paarikuljetukseen soveltuvan hissikorin sisämitat ovat 2100 x 1100 mm (palomieshissi).

9 Käytönaikainen paloturvallisuus

Rakennukseen laaditaan lakisääteinen pelastussuunnitelma ja se perehdytetään käyttäjille.

AFRY Buildings Finland Oy

Suunnitelman laati

Kari Ruusunoksa
insinööri (AMK)
FISE Vaativa-tason paloturvallisuussuunnittelijan pätevyys
Puh. 0503235536

KUMPULANTIE 1

VIITESUUNNITELMA
27.2.2025





■ NYKYTILANNE TEOLLISUUSKADULTA



■ NÄKYMÄKUVA TEOLLISUUSKADULTA

NYKYTILANNE

- Korkeassa osassa 9 kerrosta
- Matalassa osassa 7 kerrosta
- 2. kerros katutasossa Kumpulantien puolella
- 1. kerros katutasossa Teollisuuskadun / Kuortaneenkadun puolella
- K1 kerros maanpinnan alla

PURKU / SÄILYTYS

- Puretaan kerrokset 7.-9.
- Säilytetään kerrokset K1, 1.-6.

PINTA-ALAT

■ Bruttoala	17 558 brm ²
■ Kerrosala	12 272 kem ²
■ asuminen	5975 kem ²
■ liike-/toimisto	6297 kem ²
■ Nykyinen kerrosala	10 400 kem ²
■ Purettava kerrosala	3350 kem ²
■ Huoneistoala	11 142 hum ²
■ asuminen	5368 hum ²
■ liike-/toimisto	5774 hum ²
■ asuntoja	81 kpl

PYSÄKÖINTI

Asunnot min. 1ap / 135 kem² = 45 ap
Toimistot max. 1ap / 150 kem² = 42 ap
Toteutetaan 67 ap, josta 45 ap asunnoille
ja 22 ap toimistoille.

POLKUPYÖRÄPAIKAT

Asunnot min. 1pp / 30 kem² = 200 pp
Toimistot min. 1pp / 50 kem² = 126 pp
Yhteensä = 326 pp
Toteutetaan 326 pp sisätiloihin.

MUUTOS

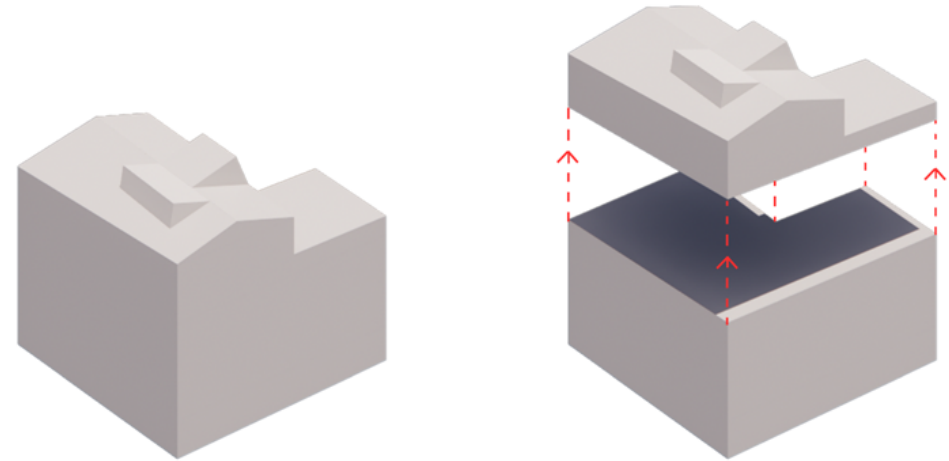
K1 - 6. kerroksen runkorakenteet säilytetään ja ylemmät kerrokset puretaan. Säilytettävän rungon päälle rakennetaan 9 kerrosta asumista puurunkoisena.

Kellarikerros K1 ja 1. kerros valjastetaan pääasiassa pysäköintihalliksi ja nykyisin lastauspihana toimiva sisäpiha nostetaan pihakanneksi, jolloin pysäköinti- paikkoja saadaan lisää kannen alle. Puistomainen puolijulkinen tila pihakannen päällä tuo vehreyttä ympäristöön ja avustaa hulevesien hallinnassa.

Kerrokset 2.-6. tehdään liike- ja toimistotiloiksi ja myös 1. kerrokseen Teollisuuskadun puolelle tehdään liiketilaa katutilan elävöittämiseksi. Olemassa olevan pilari-palkki - järjestelmän ansiosta tilat ovat muuntojoustavia ja voidaan sovittaa moneen eri tarkoitukseen. Katutasossa on huomioitu myös mahdollisuus ravintola- ja kahvilatoiminnalle. Oma porrashuone ja hissi palvelevat näitä tiloja, jolloin ylempien kerrosten asukkaiden kanssa ei tule risteävää liikkumista. Liike- ja toimistotilojen ilmanvaihto hoidetaan kerroskohtaisilla IV-konehuoneilla.

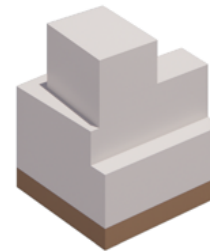
Ylemmät kerrokset 7.-15. on suunniteltu asumista varten. Massan sisään- vedoilla on kokonaisuutta kevennetty ja syvää runkoa kavennettua laadukasta asuntosuunnittelua silmällä pitäen. Sisäänvedoilla on saatu myös aikaan luonnollisia paikkoja viheralueille sekä kattoterasseille. 7.-9. kerrok- sessa syvä runko on hyödynnetty varastotiloina. Asuntojen ilmanvaihto toteutetaan huoneistokohtaisena.

Julkisivut ovat materiaaleiltaan kaksiosaiset. Liike- ja toimistotilakerrosten julkisivut ovat vaaleaa tiiltä ja asuinkerrokset lämminsävyistä komposiitti- levyä. Pääsisäänkäyntiä Kumpulantiella on korostettu kaksi kerrosta korkealla syvennyksellä ja olemassa olevan kaupunkirakenteen räystäs- linja on säilytetty Kumpulantien puolella.

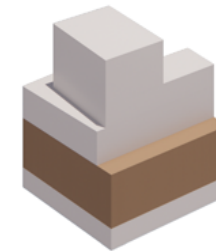


NYKYTILANNE

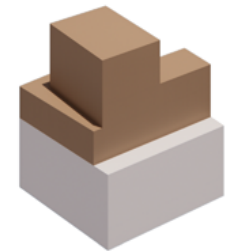
PURETTAVA OSA



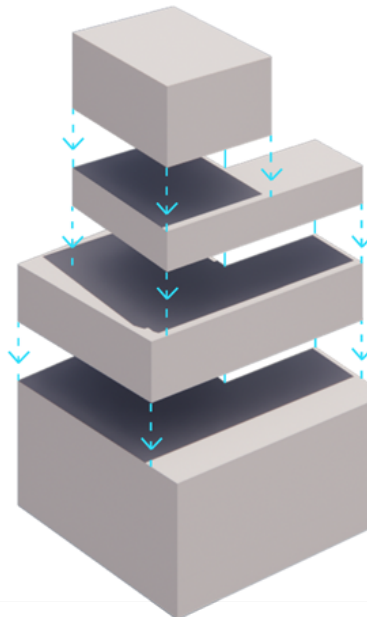
PYSÄKÖINTI



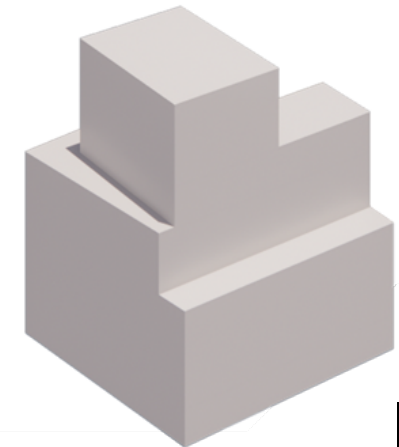
LIIKE-/TOIMISTOTILAT



ASUMINEN



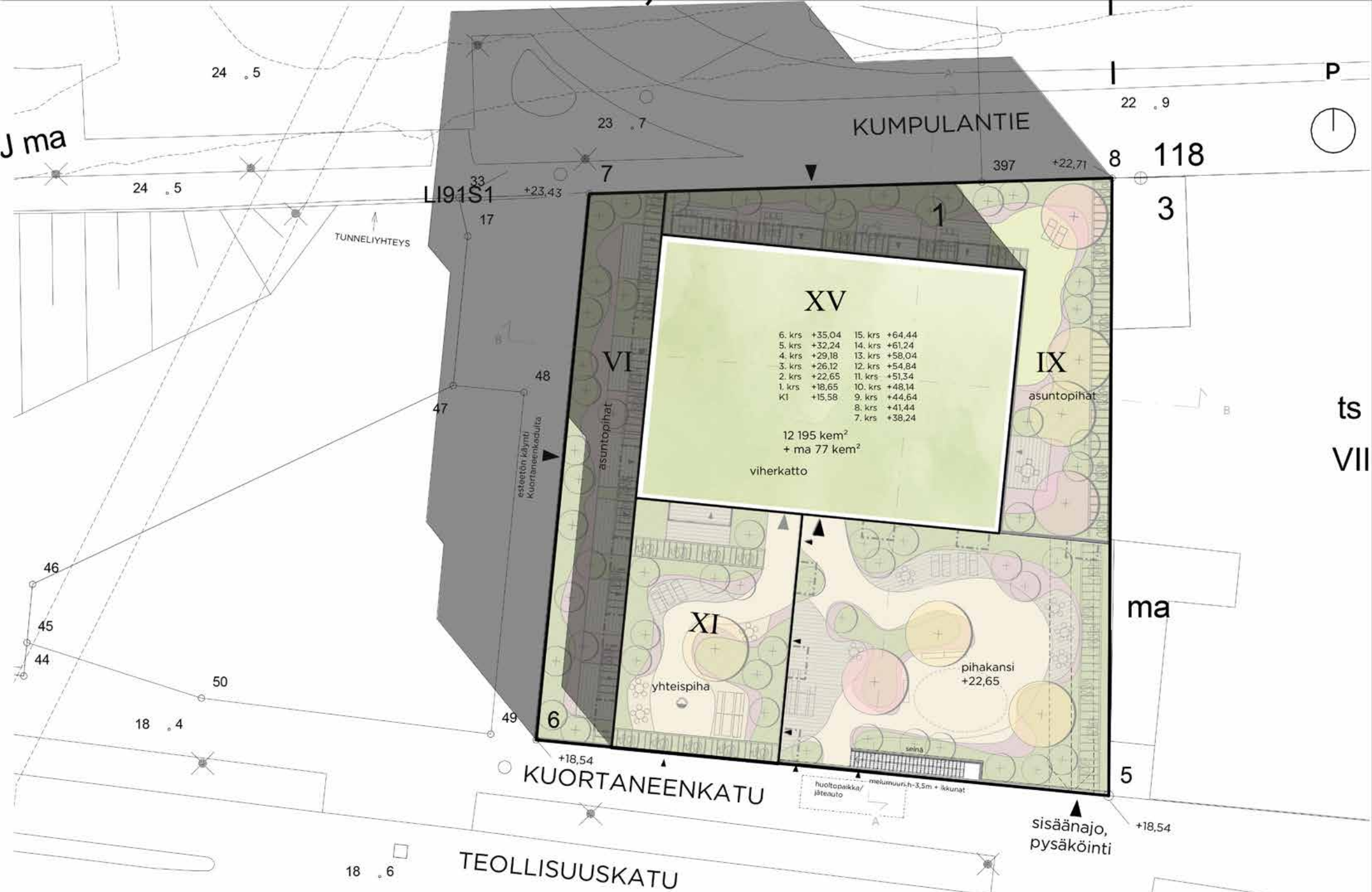
UUDET KERROKSET

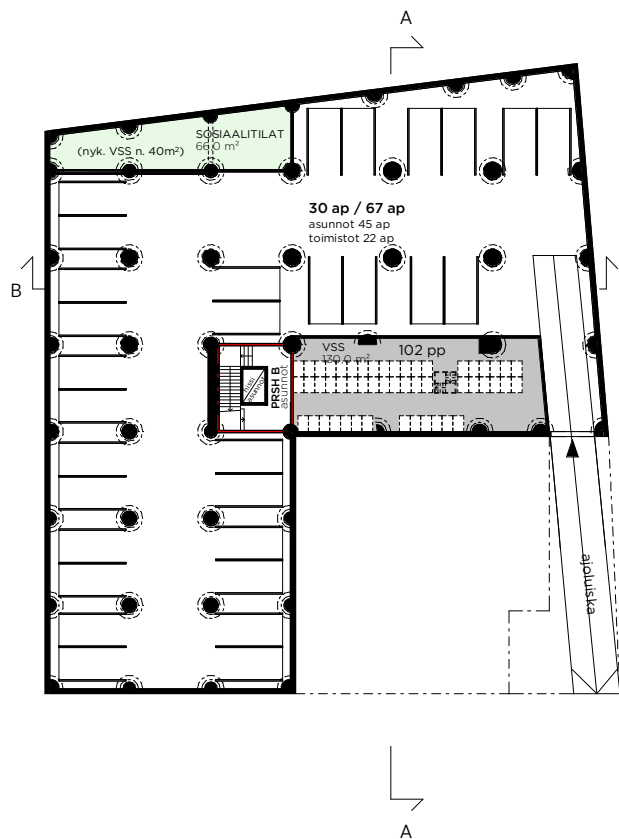


UUSI MASSA







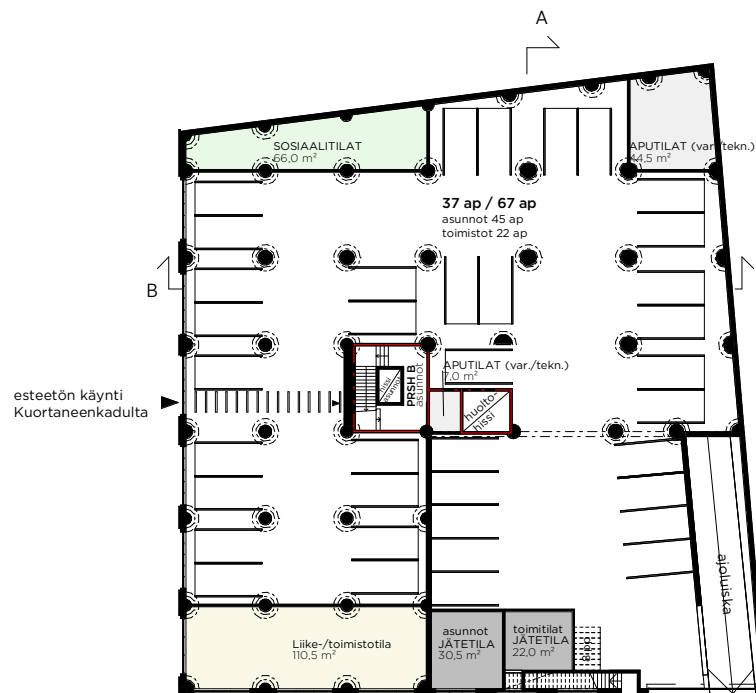


K1 +15,58

B

SOSIAALITILAT

VSS



1. kerros +18,65

B

APUTILAT (var./tekn.)

JÄTETILA

Liike-/toimistotila

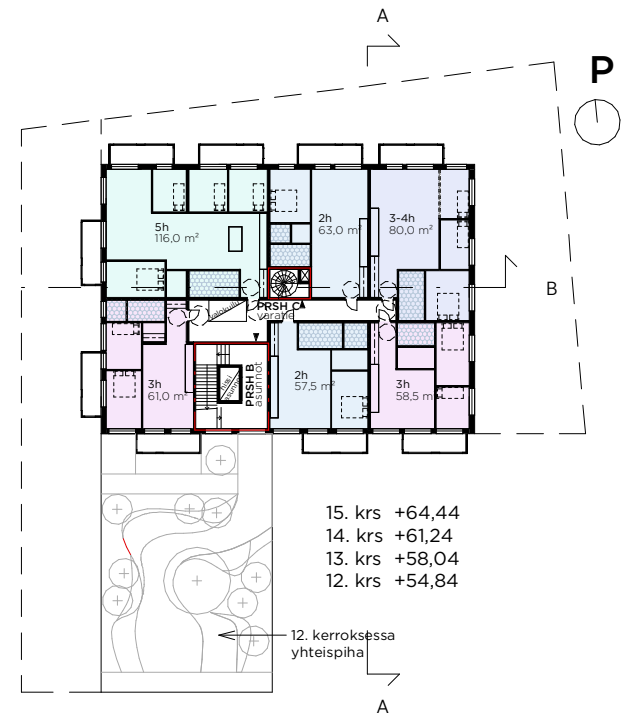
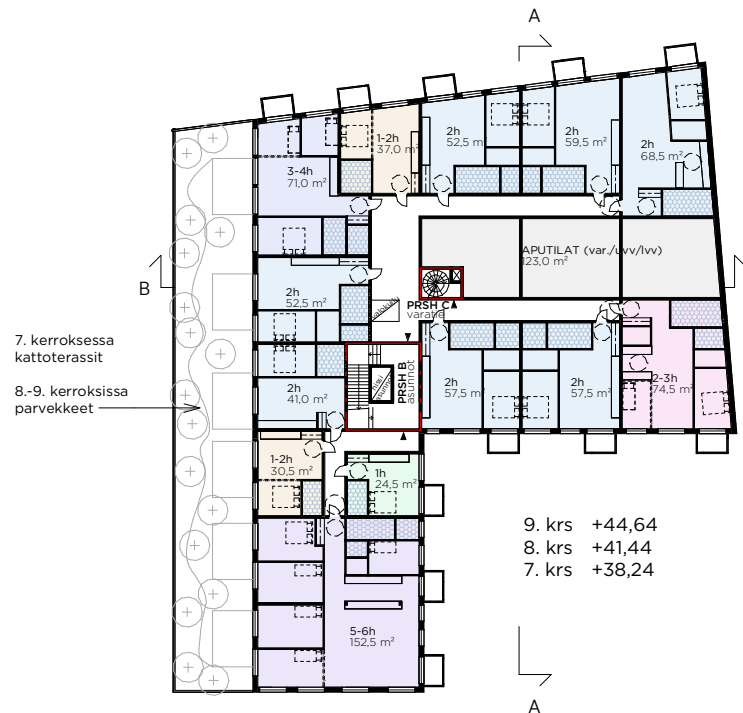
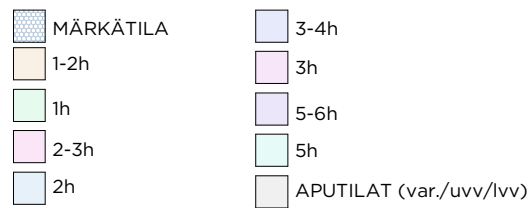
SOSIAALITILAT

KUORTANEENKATU

TEOLLISUUSKATU

huoltopaikka/jäteauto

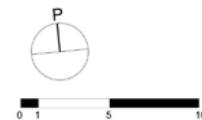
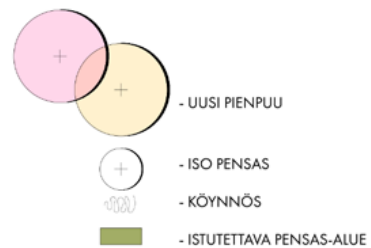
sisäänajo pysäköintihalliin



Alustava luonnos, pihakansi, 2.kerros



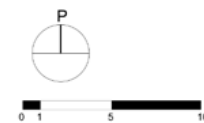
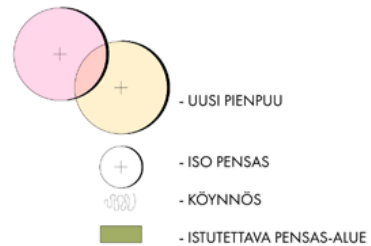
Alustava luonnos, asuntopihat 7.kerros



Alustava luonnos, asuntopihat 10. kerros



Alustava luonnos, pihakansi 12.kerros



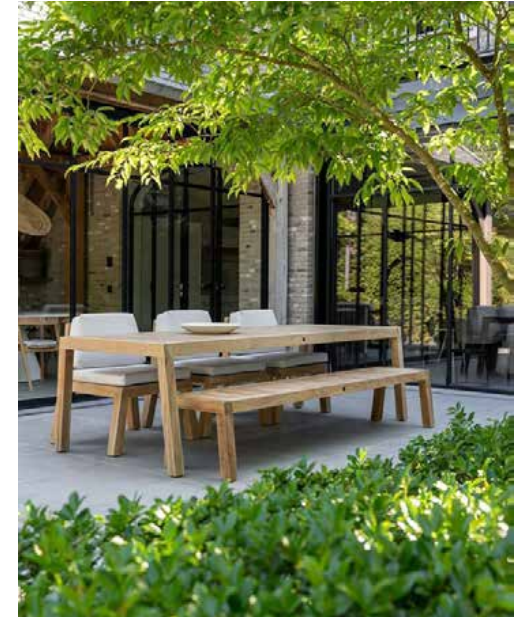
Referenssikuvia



<https://cz.pinterest.com/pin/314126142780646214/>



<https://cz.pinterest.com/pin/844493673653749/>



<https://cz.pinterest.com/pin/559290847489061601/>



<https://cz.pinterest.com/pin/2603712278401751/>



<https://cz.pinterest.com/pin/1004513891859706457/>

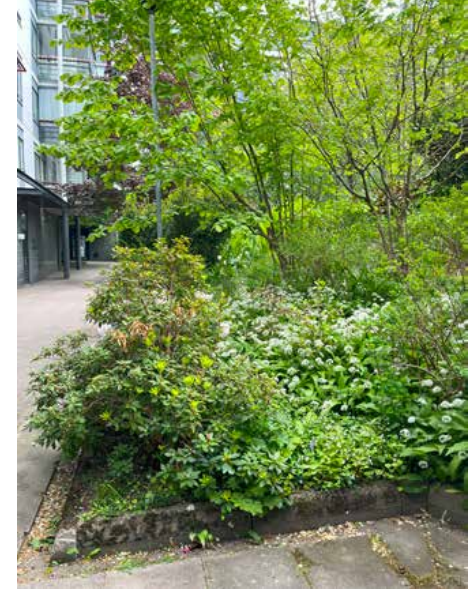


<https://cz.pinterest.com/pin/985231162188122/>

Referenssikuvia

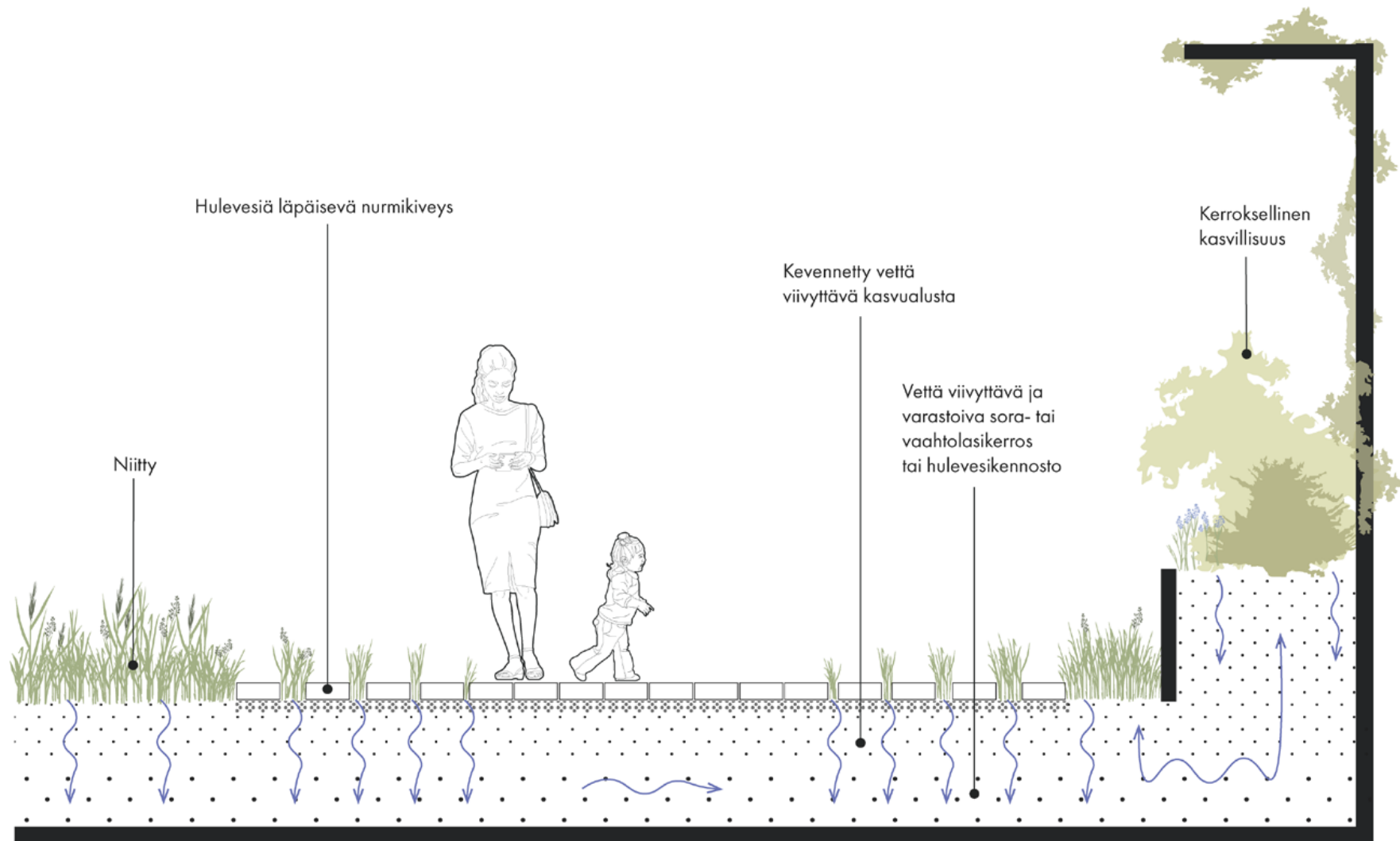


Rakenteiden ja istutuksien avulla voidaan ohjata ilmavirtoja



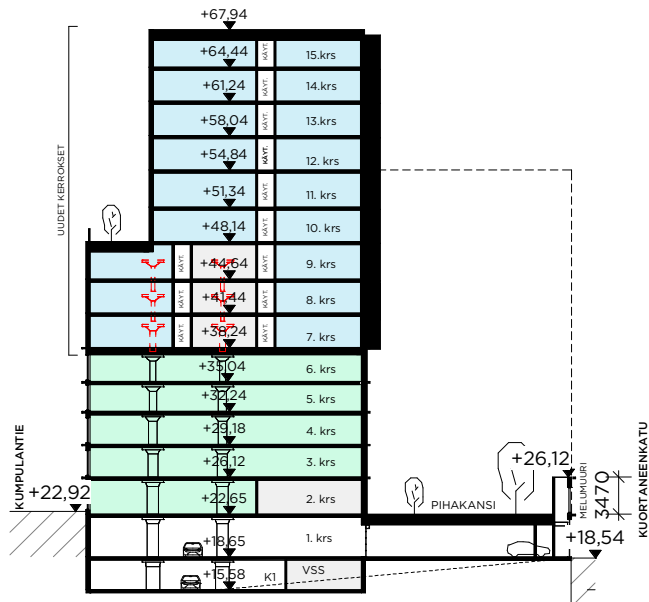
Oikealla: Monilajinen ja kerroksellinen kasvillisuus tukee luonnon monimuotoisuutta ja vähentää sään äärevyyttä kattopihoilla.

Idea hulevesien käsittelyperiaatteesta

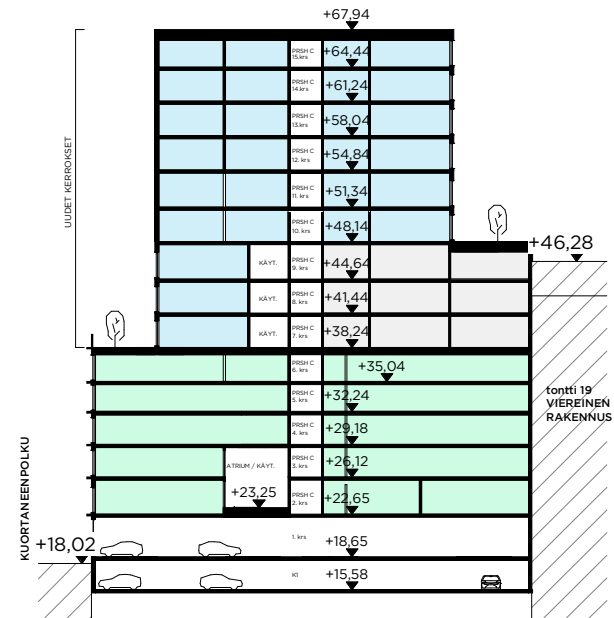


Kansipihojen hulevesiä voidaan imeyttää läpäisevän nurmikiveyksen ja niittyalueiden avulla.
Alemmat rakennekerrokset viivyttävät ja varastoivat hulevesiä tasaten samalla kasvillisuuden käytössä olevaa vesimäärää.

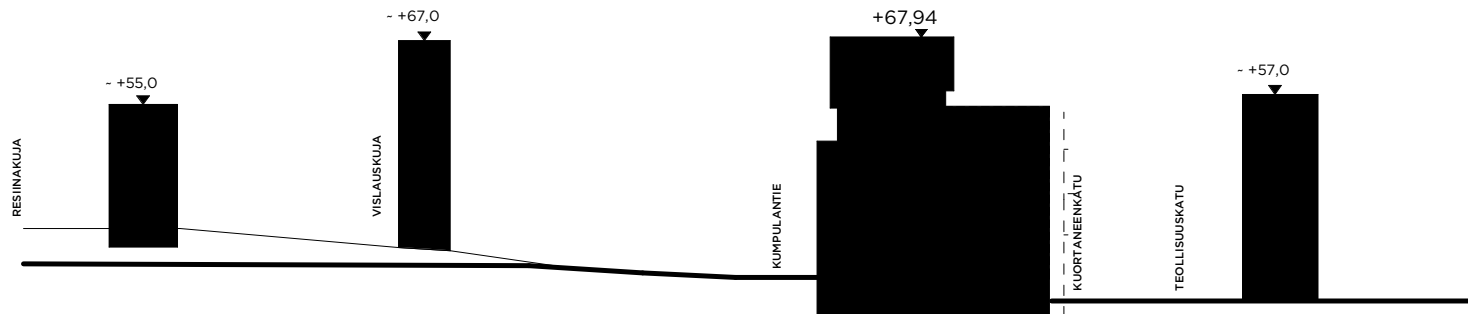
- Liiketila / toimisto
- Asunnot
- Aputilat / tekn.



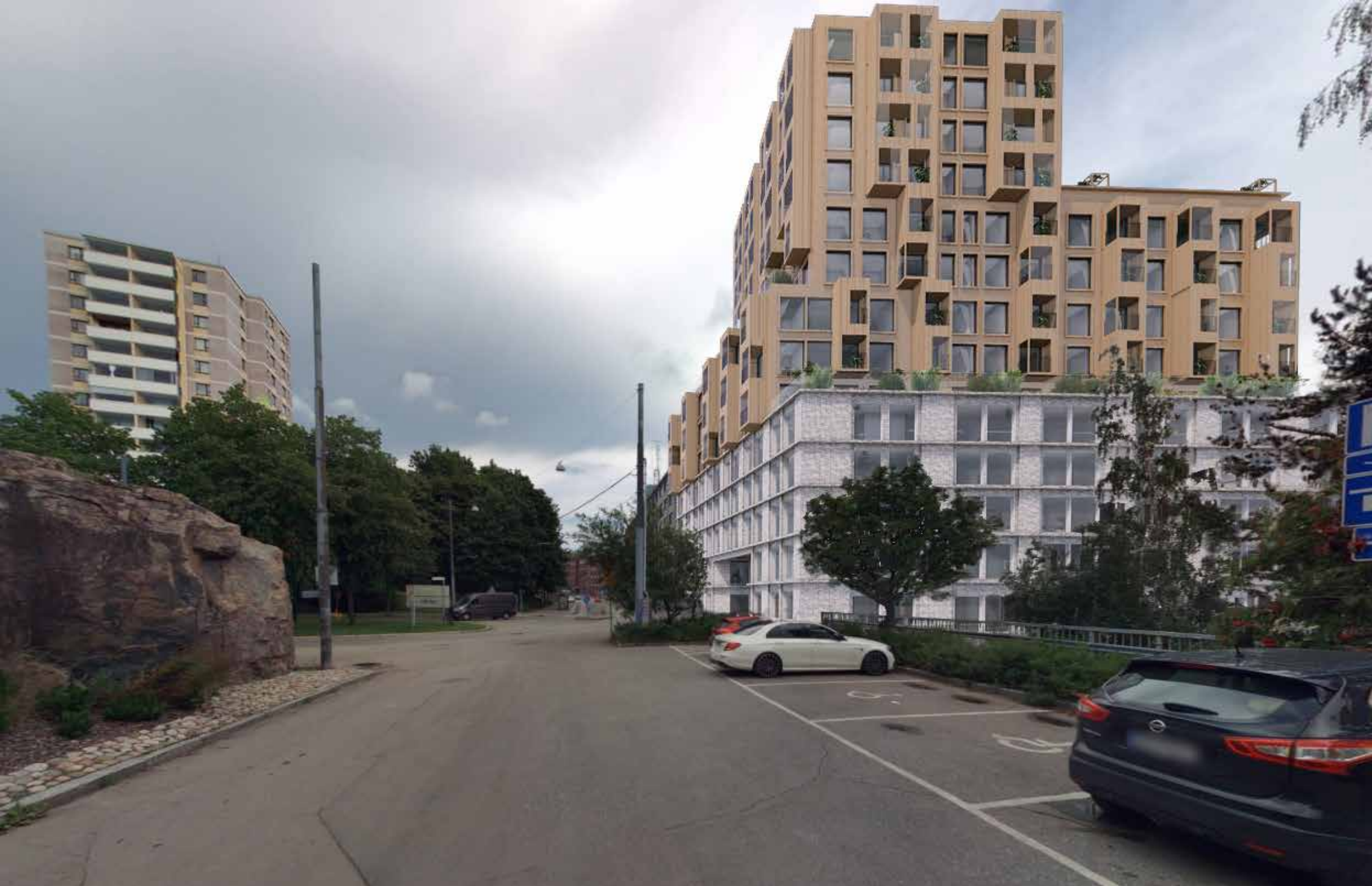
LEIKKAUS A-A 1:500



LEIKKAUS B-B 1:500



ALUELEIKKAUS POHJOINEN-ETELÄ 1:1000



■ NÄKYMÄKUVA KUMPULANTIETÄ



JULKISIVU ETELÄÄN

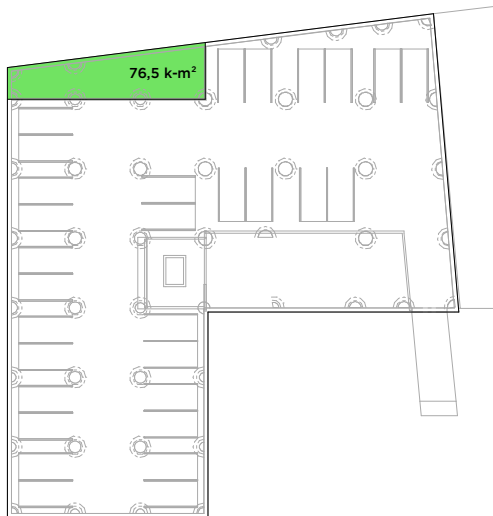


JULKISIVU POHJOISEEN



JULKISIVU LÄNTEEN

JULKISIVU ITÄÄN



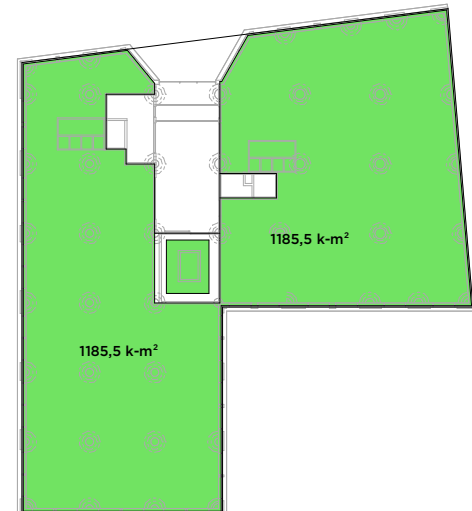
K1 kerros



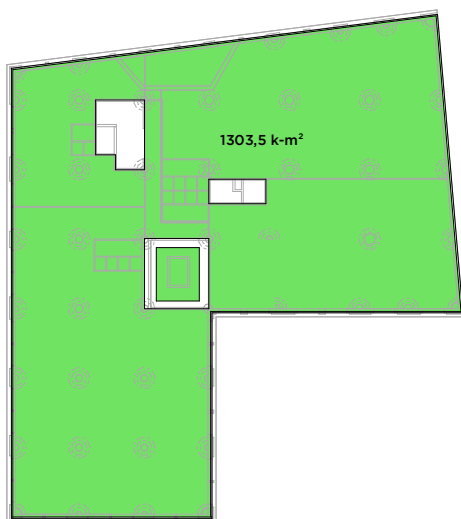
1. kerros



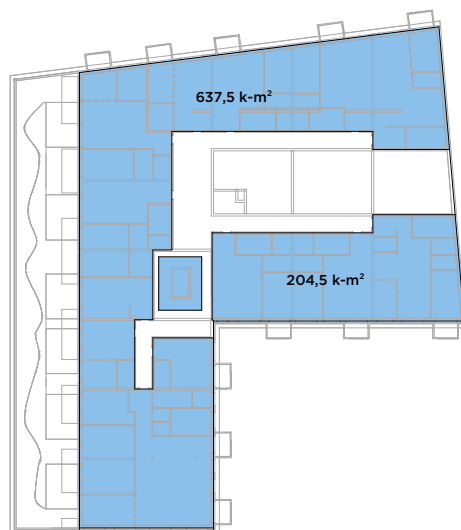
2. kerros



3. kerros

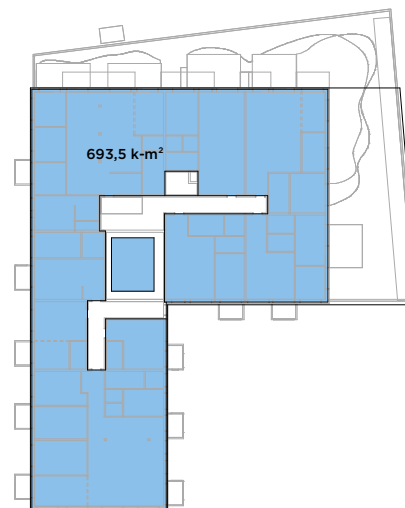


4.-6. kerros

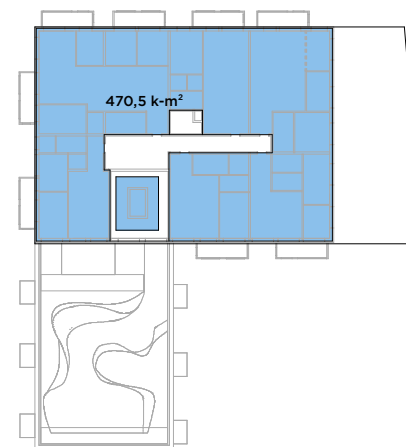


7.-9. kerros

KERROSALAT



10.-11. kerros

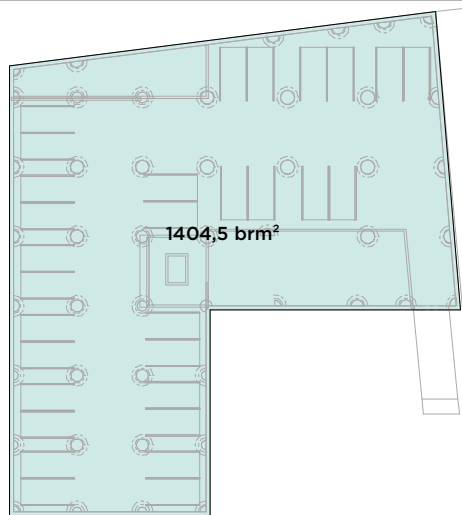


12.-15. kerros

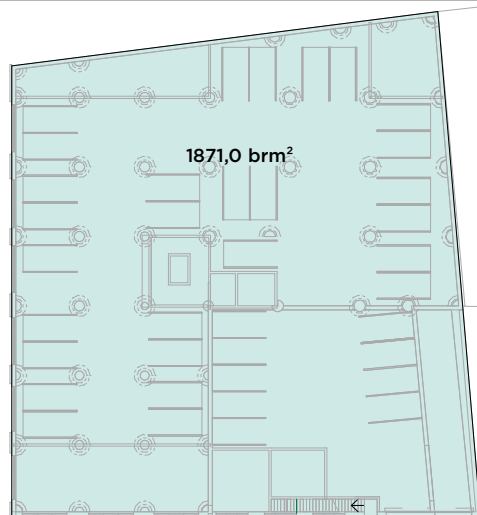
LIIKETILAT 6297,0 m²

ASUNNOT 5975,0 m²

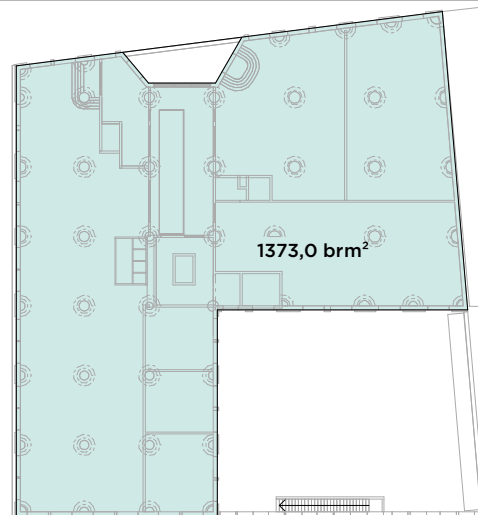




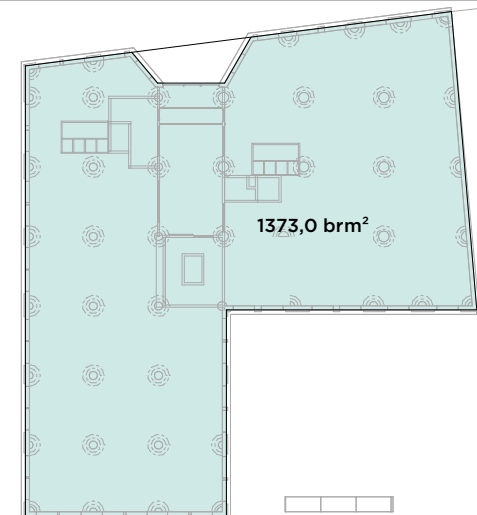
K1 kerros



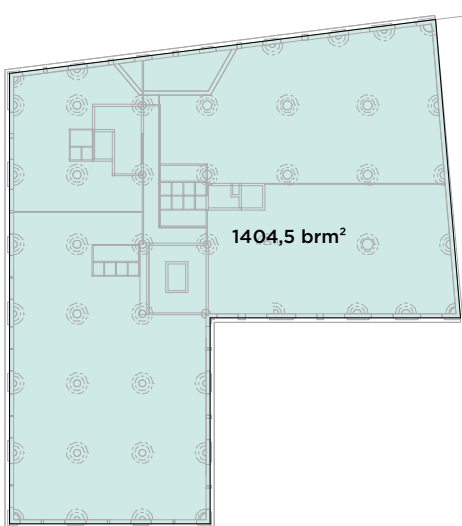
1. kerros



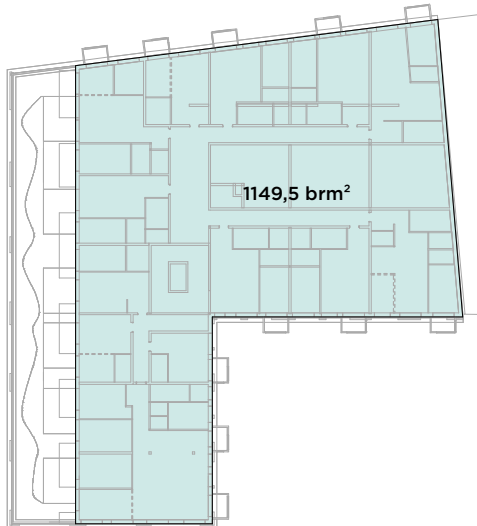
2. kerros



3. kerros



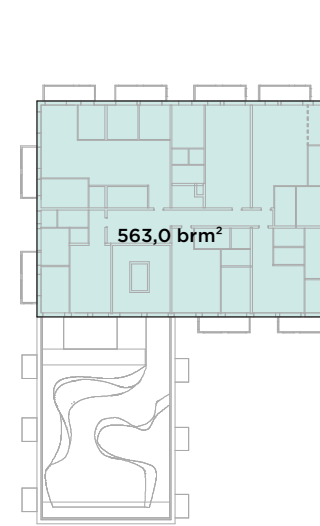
4.-6. kerros



7.-9. kerros



10.-11. kerros



12.-15. kerros

Kerros	Pinta-ala
K1 kerros	1404,5 m ²
1. kerros	1871,0 m ²
2. kerros	1373,0 m ²
3. kerros	1373,0 m ²
4. kerros	1404,5 m ²
5. kerros	1404,5 m ²
6. kerros	1404,5 m ²
7. kerros	1149,5 m ²
8. kerros	1149,5 m ²
9. kerros	1149,5 m ²
10. kerros	811,0 m ²
11. kerros	811,0 m ²
12. kerros	563,0 m ²
13. kerros	563,0 m ²
14. kerros	563,0 m ²
15. kerros	563,0 m ²
YHTEENSÄ: 16	17557,5 m ²



■ NÄKYMÄKUVA RESIINAKUJAN JALANKULKUSILLALTA

Helsinki

**Helsingin kaupunki
Asemakaavoitus**

Työpajankatu 8
00580 Helsinki
PL 58212
00099 Helsingin kaupunki

www.hel.fi