

HAKANIEMEN HOTELLI

11. KALLIO KATU- JA VESIALUEET

ASEMAKAAVAN MUUTOKSEN SELOSTUS



ASEMAKAAVAN SELOSTUS
ASEMAKAAVAKARTTA NRO 12478
PÄIVÄTTY 7.11.2017

Asemakaavan muutos koskee:

Helsingin kaupungin
11. kaupunginosan (Kallio, Siltasaari)
katu- ja vesialueita
(muodostuu uusi kortteli 11208)

Kaavan nimi:
Hakaniemen hotelli

Laatija:
Helsingin kaupungin asemakaavoituspalvelu

Vireilletulosta ilmoittaminen: 12.9.2014
Kaupunkiympäristölautakunta: 14.11.2017
Nähtävilläolo (MRL 65 §): 1.12.2017–8.1.2018
Kaupunkiympäristölautakunta: muutettu 27.3.2018
Hyväksyminen: kaupunginvaltuusto
Voimaantulo:

Alueen sijainti:
Alue sijaitsee Hakaniementorin kaakkoispuolella, Hakaniemen-
rannassa.



YHTEYSHENKILÖT KAAVAN VALMISTELUSSA

Helsingin kaupunkiympäristön toimiala

Asemakaavoitus: Janne Prokkola, yksikön päällikkö

Perttu Pulkka, arkkitehti

Kaavapiirtäminen: Päivi Kaartinen, suunnitteluavustaja

Liikenne- ja katusuunnittelu: Juuso Helander, insinööri

Kaupunkitila- ja maisemasuunnittelu:

Anu Lamminpää, maisema-arkkitehti

Teknistoloudellinen suunnittelu ja kaavatalous:

Mikko Juvonen, diplomi-insinööri

Maaperän rakennettavuus ja pohjarakentaminen:

Helena Färkkilä-Korjus, diplomi-insinööri

Maaperän ja sedimenttien pilaantuneisuus, vaikutukset

vesistöön: Kaarina Laakso, diplomi-insinööri

Yhdyskuntatekninen huolto ja tulvasuojelu:

Jouni Kilpinen, diplomi-insinööri

Runkomelu ja tärinä: Matti Neuvonen, diplomi-insinööri

Maaomaisuuden kehittäminen ja tontit:

Ilkka Aaltonen, johtava tonttiasiamies, DI

Vuorovaikutus: Juha-Pekka Turunen, vuorovaikutussuunnittelija

Muut Helsingin kaupungin toimialat

Kaupunginkanslia: Sirpa Kallio, DI

Hankesuunnittelu

Cecilia Landmark, arkkitehti, Snøhetta

SISÄLLYSLUETTELO

TIIVISTELMÄ.....	6
ASEMAKAAVAN KUVAUS	7
Tavoitteet	7
Mitoitus.....	7
Alueiden käyttötarkoitus ja korttelialueet	7
Liikenne.....	9
Palvelut	10
Esteettömyys.....	10
Luonnonympäristö.....	10
Ekologinen kestävyys.....	10
Yhdyskuntatekninen huolto ja tulvasuojelu.....	11
Maaperän rakennettavuus, pohjarakentaminen ja pilaantuneisuuden kunnostaminen.....	11
Ympäristöhäiriöt	15
Nimistö	15
Vaikutukset.....	16
TOTEUTUS.....	19
SUUNNITTELUN LÄHTÖKOHDAT	19
SUUNNITTELU- JA KÄSITTELYVAIHEET	24

LIITTEET

- 1 Seurantalomake
- 2 Osallistumis- ja arviointisuunnitelma
- 3 Kuvat ja kartat
 - Ilmakuva
 - Asemakaavakartta
 - Havainnekuva
 - Asemakaavaluonnos
 - Vesihuolto
 - Energiahuolto ja tietoliikenne
 - Ruoppaus ja täyttökartta
 - Maaperän ja sedimenttien haitta-aineet
- 4 Tekniset selvitykset
 - Vesistövaikutuksien mallinnus
 - Meluselvitys
 - Ilmanlaatuselvitys
 - Ote liikennekaavioluonnoksesta
- 5 Viitesuunnitelma

LUETTELO MUUSTA KAAVAA KOSKEVASTA MATERIAALISTA

- Vuorovaikutusraportti
 - Helsingin kaupunki, kaupunkisuunnitteluvirasto, Hakaniemi–Merihaka pohjarakentamisen yleissuunnitelma, WSP, 23.6.2016
 - Helsingin kaupunki, kaupunkisuunnitteluvirasto, Hakaniemi–Merihaka Hotellitontin ja yleisten alueiden esirakentamisen YS, WSP, 22.9.2016
 - Helsingin kaupunki, kaupunkisuunnitteluvirasto, Hakaniemi–Merihaka -kaava-alueen hulevesitarkastelu, Ramboll, 12.8.2016
 - Helsingin kaupunki, kaupunkisuunnitteluvirasto, Hakaniemi–Merihaka kunnallistekniikan yleissuunnitelma, Ramboll, 16.9.2016
 - Helsingin kaupunki, kaupunkisuunnitteluvirasto, Hakaniemi, Hotellitontti ja yleiset alueet, Maaperän, pohjaveden ja sedimentin haitta-ainetutkimukset, ENV 823, Vahanen Environment Oy, 17.2.2017
 - Helsingin kaupunki, kaupunkisuunnitteluvirasto, Hakaniemi-Merihaka asemakaavasuunnitelman mukaisten meritäyttöjen ja ruoppauksen vesistövaikutusten mallinnus, Joose Mykkänen ja Kai Rasimus, Luode Consulting Oy, 26.5.2017
 - Helsingin kaupunki, kaupunkisuunnitteluvirasto, Nihti, Hakaniemenranta ja Sörnäisten rantatie, sedimenttitutkimukset, Vahanen Environment Oy, 27.12.2016
-

- Helsingin kaupunki, kaupunkisuunnitteluvirasto, Ympäristötekniinen tutkimusraportti, Hakaniemi–Merihaka-suunnittelualue, maaperän ja pohjaveden haitta-ainetutkimukset, ENV 823, Vahnen Environment Oy, 7.12.2017
 - Helsingin kaupunki, kaupunkisuunnitteluvirasto, Hakaniemenranta, Hex Oyj:n aluerajaus, Ympäristötekniinen tutkimus, 25.2 2004
 - Helsingin kaupunki, rakennusvirasto, Helsinki Kruunusillat -rakennus-hanke, Hakaniemen alueen arkeologinen vedenalaisinventointi, Pintafilmi Oy, 23.8.2016
-

TIIVISTELMÄ

Asemakaavan muutos (kaavaratkaisu) koskee katu- ja vesialuetta, joka sijaitsee Hakaniemenrannassa, Kallion Siltasaassa. Kaavaratkaisu mahdollistaa hotellin, katuaukion ja julkisen rannan rakentamisen pääosin täyttömaalle Siltavuorensalmen pohjoisrannalla.

Kaavaratkaisu on ensimmäinen osa Hakaniemenrannan ja Sörnäistenrannan asemakaavakokonaisuutta, jonka tavoitteena on parantaa alueen joukkoliikenneyhteyksiä, tiivistää kaupunkirakennetta ja mahdollistaa kaupunkilaisille uutta julkista rantaa.

Alueelle on suunniteltu hotellirakennusten korttelialue, katuaukio hotellin saattoliikenteelle ja julkista rantaa jalankululle sekä oleskeluun kaupunkilaisille. Uutta kerrosalaa muodostuu 14 500 k-m².

Kaavaratkaisulla mahdollistetaan tontin suunnitteluvarauksen hyväksymisen yhteydessä vaaditun arkkitehtuurikutsukilpailun voitaneen ehdotuksen mukainen ratkaisu.

Kaavaratkaisun toteuttaminen vaikuttaa erityisesti siten, että nyt jäsentymätön ranta muuttuu suunnitelluksi. Näkymät ja valaistusolosuhteet Hakaniementorilla sekä Hakaniemenranta -kadun pohjoispuolisissa asuinkortteleissa muuttuvat. Siltavuorensalmen vesialueen ranta siirtyy täyttöjen myötä.

Helsingin kaupunki omistaa alueen. Kaavaratkaisu on tehty kaupungin aloitteesta.

Kaavaehdotus on ollut julkisesti nähtävillä. Kaavaehdotuksesta tehtiin neljä muistutusta. Muistutuksissa esitetyt huomautukset kohdistuivat hotellirakennuksen arkkitehtuuriin, sijaintiin sekä kaavaprosessin lainmukaisuuteen. Lisäksi kiinnitettiin huomiota rakentamisaikaisten vaikutusten huomioimiseen.

Kaavaehdotuksesta saatiin viranomaisten lausuntoja sen ollessa julkisesti nähtävillä. Lausunnot kohdistuivat metrol liikenteen huomioimiseen rakentamisaikana, rakentamisen vaikutuksiin arvokkaassa kulttuuriympäristössä, ympäristön ilmanlaadun huomioimiseen rakennuksessa sekä ruoppausten ja täyttöjen vaikutusten tarkempaan arviointiin.

Kaavaehdotukseen tehtiin muutoksia, jotka on esitetty yksityiskohtaisesti kaavaselostuksen viimeisessä luvussa.

ASEMAKAAVAN KUVAUS

Tavoitteet

Hakaniemen hotellin asemakaavan muutos on osa suurempaa Hakaniemenrannan ja Sörnäistenrannan asemakaavaa ja asemakaavan muutosta. Tavoitteena on, että Hakaniemenrantaa kehitetään kaupunkikuvallisesti laadukkaana sekä toiminnallisesti sekoittuneena ympäristönä, joukkoliikenteen toiminnan edellytyksiä sekä alueen liikenneyhteyksiä parannetaan ja rannat varataan julkiseen käyttöön. Nyt jäsentymätön ranta muuttuu rakennetuksi ja rannat varataan kävely- ja oleskelukäyttöön. Tavoitteena on tiivistää kaupunkirakennetta keskeisen joukkoliikenteen solmukohtan ympäristössä.

Kaavaratkaisun tavoitteena on mahdollistaa hotelli Hakaniemenrantaan, osittain täyttömaalle sekä julkista uutta rantaa. Hotelli sijaitsee kaupunkikuvallisesti merkittävällä paikalla saavuttaessa keskustan suunnasta Pitkällesillalle sekä Hakaniementorin ja Kruununhaan Siltavuorenrannan suunnasta. Hotellihanke toimii aloituskorttelina alueen kehittymiselle. Hotellista järjestetyn arkkitehtuurikutsukilpailun voitti Snøhetta ehdotuksellaan Hilbert's Hotel, jonka pohjalta asemakaavan muutos valmistellaan.

Toteutuessaan hotelli tukee Hakaniementorin ympäristön toiminnallista kokonaisuutta sekä parantaa alueen kaupunkikuvaa. Samalla se toimii Hakaniemenrannan täydennysrakentamisen aloituskorttelina ja tuo alueelle palveluita.

Kaavaratkaisu edesauttaa kaupungin strategisten tavoitteiden toteutumista siten, että tiivistetään kaupunkirakennetta keskuksissa, vahvistetaan Helsingin merellistä identiteettiä ja kehitetään kaupunginosia toiminnoiltaan monipuolisina.

Mitoitus

Suunnittelualueen pinta-ala on 15 812 m².

Kaavaratkaisun myötä tontin kerrosala kasvaa 14 500 k-m².

Alueiden käyttötarkoitus ja korttelialueet

Alueen lähtökohdat ja nykytilanne

Hakaniementori on Kallion kaupunginosan tärkein toritila ja tapahtumapaikka, jonka historia liittyy suomalaisen työväenliikkeen historiaan. Hakaniementori liittyy Siltasaarenkatu-Unioninkatu -akselin arvokkaaseen tilasarjaan. Torilla on vilkasta toritoimintaa sekä 1912 valmistunut Hakaniemen kauppahalli, joka on edelleen alkuperäisessä käytössään. Hallia remontoidaan vuosina 2018–2021,

jonka aikana hallitoiminta sijoittuu torille sijoitettuun väliaikaiseen hallirakennukseen.

Alueen rakennuskanta on kerroksellista ja alueen kaupunkitila on muuttunut rakennuskannan uusimisen vuoksi moneen kertaan.

Nykyisin Hakaniementori on merkittävä joukkoliikenteen solmu-kohta, jossa metro, useat raitiotielinjat sekä bussireitit risteävät. Tulevaisuudessa Hakaniemi on yksi Pissaradan pysäkeistä ja Hakaniemenrantaan sijoittuu Kruunusillat -pikaraitiotie.

Kaava-alue sijoittuu Hakaniementorin kaakkoispuolelle Siltavuorensalmen rantaan. Suunnittelualue on pääosin vesialuetta. Alueella on nykyisin Hakaniemenrannan jalankulkualue, rantarakenteet mahdollistavat veneiden kiinnittymisen sekä puinen laituri joka mahdollistaa lauttaliikenteen.

Kaavaratkaisu on osa suurempaa Hakaniemenrannan asemakaavakokonaisuutta, jossa alueelle mahdollistetaan uusi Hakaniemensillan linjaus, Kruunusillat -pikaraitiotieyhteys Hakaniemenrantaan, julkista rantaa sekä uusia asuinkerrostalokortteleita.

Suunnittelualueen ympäristö sekä osa suunnittelualuetta ovat osa maakunnallisesti arvokasta kulttuuriperintökohdetta Helsingin empire-keskusta ja kivikaupunki.

Kaava-alueesta etelään sijaitsee osa Museoviraston RKY-2009 kohdeluetteloon kuuluvan Helsingin yliopistorakennukset (keskustakampus) kokonaisuutta. Suunnittelualueen pohjoispuolella sijaitsee Museoviraston RKY-2009 kohdeluetteloon kuuluva Osuusliikkeiden ja teollisuuden Sörnäinen.

Hotellirakennusten korttelialue (KL-1)

Muodostuva kortteli 11208 on osoitettu kahdeksan kerrosta korkealle hotellirakennukselle. Ensimmäiseen kerrokseen tulee sijoittaa kaikille avointa kahvila- ja ravintolatilaa. Kattokerrokseen on rakennettava julkisesti käytössä oleva terassi.

Hotellin julkisivujen tulee olla kaupunkikuvallisesti korkeatasoisia ja julkisivumateriaaleina tulee käyttää pääosin lasia. Tekniset tilat tulee integroida rakennukseen veistoksellisen yhtenäisen vesikat-topinnan alle eikä niitä saa sijoittaa vesikaton yläpuolelle erillisiin rakennusosiin. Jäte- ja muu huolto tulee sijoittaa rakennukseen.

Liikenne

Lähtökohdat

Hakaniemenranta-niminen katu on alueen kokoojakatu, jonka keskimääräinen liikennemäärä on nykyisellään 8 500 autoa vuorokaudessa. Liikenne-ennusteessa vuodelle, uusien liikennejärjestelyjen myötä, 2040 Hakaniemenrantaan on arvioitu noin 16 400 ajon./vrk. ja jos Keskustatunneli toteutuu 9 400 ajon./vrk.

Kaavaratkaisu

Hakaniemen hotellin asemakaavan muutoksen liikennematkaisu perustuu Hakaniemenrannan ja Sörnäistenrannan liikennesuunnitelmaan. Alueen liikennematkaisu tulee muuttumaan kokonaisuudessaan Hakaniemenrannan asemakaavan muutosehdotuksen yhteydessä. Alustavassa liikennesuunnitelmassa Hakaniemenrantaan mahdollistetaan pikaraitiotieyhteys ja Hakaniemensilta on mahdollista toteuttaa nykyistä linjausta matalampana ja liittää liikenneverkkoon tasoristeyksiin.

Hotellin saatto- ja huoltoliikenne tapahtuu aukion kautta Hakaniemenranta-kadulta. Pysäköintipaikkoja hotellitoiminnalle ei kaavassa osoiteta.

Korttelialueelle 11208 sijoittuvan hotellirakennuksen pysäköinti tukeutuu alueen yleisiin pysäköintipaikkoihin ja -laitoksiin.

Autopaikkojen määrät:

- Hotellit, enintään 1 ap/350 k-m²

Pyöräpaikkojen määrät:

- Hotellit, vähintään 1 pp/500 k-m²

Työntekijöille tulee varata säältä suojattuja pyöräpaikkoja.

Pyöräpaikat suositellaan rakennettavaksi runkolukituksen mahdollistavina.

Tontille ajo ja huoltoajo tulee järjestää tontin itäpuolen katuaukion kautta. Huolto tulee järjestää siten, ettei Hakaniemenranta-kadulla jouduta huoltoautoilla (mm. jakeluautoilla) peruuttelemaan. Mahdollisia pelastuskaluston nostopaikkoja ei voida järjestää alueilta, joissa on raitiotien ajolankoja. Muualla mahdolliset pelastusautolle osoitetut nostopaikat tulee sijoittaa siten, että tilavarauksessa huomioidaan kadunvarsipaikoitus.

Hakaniemenrantaan on suunnitteilla Kruunuvuoren pikaraitiotieyhteys. Uuden raitiotieyhteyden vuoksi katuaukion kautta tuleva tonttiliikenne pääsee kääntymään ainoastaan Hakaniemenrantaa

itään. Myös tontille johtavalle katuaukiolle pääsee ajamaan ainoastaan suuntaisliittymästä lännestä Hakaniemenranta -katua.

Selostuksen liitteenä oleva liikennesuunnitelma on ote Hakaniemen liikennekaavioluonnoksesta, jossa suunnitellaan laajemmin alueen liikenteelliset ratkaisut, mm. Kruunuvuoren uusi raitiotieyhteys. Nämä liikenteelliset ratkaisut tarkentuvat ja ne päätetään myöhemmin.

Palvelut

Lähtökohdat

Hakaniementori sekä Hakaniemen kauppahalli ympäröivine liikerakennuksineen muodostavan merkittävän kaupallisen keskittymän. Alueelle sijoittuu runsaasti erikoisliikkeitä, ravintoloita, kahviloita sekä päivittäistavarakauppoja.

Kaava-alueella toimii tällä hetkellä reittivenelaituri, josta Korkeasaaren lautta sekä itäisen saariston reittialus liikennöivät.

Kaavaratkaisu

Alueen palvelutaso paranee kun hotellirakennus valmistuu. Hotellin katutasoon sijoittuu kahvila- ja ravintolapalveluita. Lisäksi kattoterassin yhteyteen on suunniteltu kaikille avointa kahvila- ja ravintolatilaa.

Rannat säilyvät kaikille avoimina kävelyalueina.

Esteettömyys

Asemakaava-alue on esteettömyyden kannalta vaativaa alueelle sijoittuvan joukkoliikenneterminaalin takia. Kruunusillat-pikaraitiotieyhteyden pysäkit sijoittuvat kaava-alueen pohjoispuoliselle katualueelle Hakaniemenranta-kadulle.

Luonnonympäristö

Alue on pääosin vesialuetta sekä pieniltä osin täyttömaata. Tällä hetkellä koillisosassa kaava-aluetta sijaitsee puuistutuksia.

Ekologinen kestävyys

Asemakaavan tavoitteena on tiivistää kaupunkirakennetta joukkoliikenteen solmukohdissa sekä tukea sekoittunutta rakennetta. Tavoitteena on näin vähentää autoriippuvuutta. Lisäksi tavoitteena on riittävän tehokas korttelirakenne.

Kaavassa ennakoitaan muuttuvia ilmasto-olosuhteita ja suunnitellaan tulevaisuudessa menestyksekkäästi pärjäävää kaupunkia. Suunnitelma vahvistaa osaltaan virkistys- ja kaupunkiluontoverkostoa.

Suunnittelussa tulee esittää Helsingin viherkertoimen mukainen vihertehokkuus ja pyrkiä saavuttamaan asetettu tavoiteluku.

Yhdyskuntatekninen huolto ja tulvasuojelu

Lähtökohdat

Kaava-alue on nykyisten yhdyskuntateknisen huollon verkostojen piirissä. Alue sijaitsee viranomaisten määrittämällä meriveden tulvavaara-alueella.

Kaavaratkaisu

Hotellin liitospisteet yhdyskuntateknisen huollon verkostoihin sijaitsevat lähellä Hakaniemenranta-kadulla. Hotellin itäpuolisen kaat aukion kuivatusvedet tulee johtaa pohjoiseen pintavirtauksena ja mahdollisesti sadevesiviemärillä, mikä vaikuttaa aukion tasaukseen jatkosuunnittelussa.

Meriveden korkeudelta suojautumisen jatkosuunnittelua varten hotellin ns. alin suositeltava rakentamiskorkeus on +3.1 m (N2000), Ympäristöopas 2014, Tulviin varautuminen rakentamisessa – Opas alimpien rakentamiskorkeuksien määrittämiseksi ranta-alueilla. Tämän tason alapuoliset tilat tulee toteuttaa vesitiiviinä. Myöhemmin hotellitonttia ympäröivälle alueelle toteutetaan alueellinen tulvantorjuntajärjestelmä, joka estää meriveden nousemisen tontille hotellin länsi-, itä- ja pohjoispuolitse. Järjestelmän periaate on esitetty Hakaniemi-Merihaka-alueen kunnallisteknisessä yleissuunnitelmassa 16.9.2016.

Maaperän rakennettavuus, pohjarakentaminen ja pilaantuneisuuden kunnostaminen

Lähtökohdat

Alue sijaitsee suunnitellun altaan osalta nykyisellä merialueella, hotellitontin osalta suurimmaksi osaksi merialueella ja osin täyttömaalla sekä aukion osalta suurimmaksi osaksi täyttömaalla. Tulevat ranta-alueet sijaitsevat nykyisellä merialueella. Maanpinnan korkeus tarkasteltavalla alueella vaihtelee välillä noin +0,0...+2,5 (N2000). Alimmillaan maanpinta on ranta-alueilla vesirajassa ja korkeimmillaan nykyisten katujen kohdilla.

Alueen olemassa olevat täytöt ovat vanhoja. Hotellitontin ja Hakaniementorin puoleinen ranta on ollut täytettynä jo 1930-luvulla,

John Stenbergin ranta on rakennettu 1960-luvun lopulla. Täytteenä on käytetty pohjatutkimusten perusteella hiekkaa, soraa sekä paikoin myös louhetta. Pohjatutkimusten perusteella täyterrostosten alle on jäänyt paikoin pehmeitä savi- ja silttikerrostumia. Savi- ja silttikerrostumien alapuolella kallionpintaa peittää vaihtelevan paksuinen hiekkakerros.

Tulevilla mereen täytettävillä alueilla merenpohjan korkeusasema vaihtelee välillä noin -3...-5 (N2000). Ylimpänä maakerroksena tulevilla merentäyttöalueilla on pohjatutkimusten perusteella noin 1...10 metriä paksu savikerros. Savikerroksen alapuolella on arviolta 1...2,5 metrin paksuinen ja paikoin löyhä silttinen hiekkakerros ja tämän alla kiinteä kallionpintaa peittävä moreenimuodostuma. Porakonekairauksilla varmistetun kallionpinnan korkeusasema tarkasteltavalla alueella on vaihdellut välillä noin -2...-15 (N2000). Kallionpinta laskee nykyisen rannan suunnasta etelään Siltavuorensalmelle päin.

Pohjavedenpintaa on havainnoitu alueen pohjoisosalla vuosina 1972–1978, pohjavedenpinta on vaihdellut välillä -0,27... +0,93. Hakaniementorilla lähimmässä pohja- ja orsivedenhavaintopisteessä on pohjavedenpinta vuosina 1972–1985 vaihdellut tasovälillä -1,09...+1,06 ja orsivedenpinta vuosina 1974–2017 on vaihdellut välillä < -0,19...+1,48.

Alueen läheisyydessä sijaitsee puupaaluille perustettuja rakennuksia. Orsi- ja pohjaveden pintaa ei saa pysyvästi alentaa. Olemassa oleville rakennuksille ja rakenteille ei saa aiheutua haittaa työnaikaisesta pohjavedenalennuksesta.

Alueen pohjois- ja koillisreunalla sijaitsevat rantamuurit on rakennettu louhepenkereen varaan tehdylle arkkuperustukselle. Louhepenkereen alta on pyritty ruoppaamaan pehmeät maakerrokset pois. Alueen vanhojen rantamuurirakenteiden perustaminen, kunto ja kunnostustarve tulee selvittää tarkemman suunnittelun yhteydessä.

John Stenbergin rannan alueella sekä nykyisen Merihaan alueilla on aiemmin ollut metalli- ja konepajateollisuutta, joiden lisäksi alueilla on ollut mm. rakennustuoteteollisuutta ja sitä palveleita sata-matoimintoja. Vesialueet ovat olleet teollisuuden ja yhdyskuntien jätevesien päästöjen vaikutuspiirissä pitkään. Asemakaavan alue on vanhaa täyttöä. Alueen maaperän, pohjaveden ja meren pohjasedimenttien pilaantuneisuutta on tutkittu asemakaavan laatimista varten.

Maaperässä on todettu hotellialueen ja sen välittömän lähiympäristön pintamaassa raskaiden öljyhiilivetyjen pitoisuuksia, jotka ylittävät valtioneuvoston asetuksen 214/2007 alemman ohjearvon. Hotellin itäpuolisella tulevalla aukiolla todettiin yhdessä pisteessä

alempaan ohjearvon ylittävä pitoisuus bentso(a)pyreeniä. Herkästi haihtuvia yhdisteitä ei todettu alemman ohjearvon ylittäviä pitoisuuksia. John Stenbergin rannan alueella todettiin kynnyksiarvon ylittävä pitoisuus tetrakloorieteeniä noin 4 metrin syvyydellä. Samassa näytepisteessä oli myös ylempään ohjearvon ylittäviä pitoisuuksia raskasmetalleja. Hotellitontin alueella todettiin täyttöaineksessa 0,5–1 metrin syvyydellä tiiltä enimmillään noin 60–70%. Samassa kohdassa todettiin myös puun runko noin 5 metrin syvyydellä. Muissa pisteissä jätejauhainnot olivat huomattavasti vähäisempiä.

Merisedimenttejä on tutkittu sekä hotellin asemakaavan, että laajemman Hakaniemen-Merihaan alueelta. Merkittävin haitta-ainekeskittymä näiden tutkimusten perusteella on hotellitontin ja Hakaniementorin edustan altaan alueella. Kaikissa tämän osa-alueen ja välittömän ympäristön 8 tutkimuspisteessä todettiin ruoppaus- ja läjitysohjeen 2015 tason 2 ylittäviä pitoisuuksia. Tason 2 ylittävät haitta-aineet olivat alkuaineita (elohopea, kupari, kadmium, lyijy ja sinkki), PAH-, PCB-, TBT-yhdisteitä ja öljyhiilivetyjä. Tason 2 ylityksiä esiintyi pääasiassa syvyyksillä 0–2,5 metriä. Syvyysuunnassa tason 2 ylittävien haitta-aineiden esiintyminen saatiin pääsääntöisesti rajattua. Tason 1–2 välisiä pitoisuuksia todettiin niin ikään kaikissa näytepisteissä. Tutkimuksessa määriteltiin myös irtotiheydet. Sedimentin irtotiheys vaihteli näytepisteissä välillä 1,18–1,86 t/m³. Tiheydeltään alle 1,3 t/m³ oleva sedimenttiä pidetään eroosioherkkänä. (Vahnen Environment Oy, 2016 ja 2017)

Alueen läheisyydessä sijaitsee useita maanalaisia tunneleita ja metro. Tunneleiden ja metron läheisyydessä rakennettaessa on otettava huomioon kaupungin ja tunnelien haltijoiden ohjeet, eikä metron toiminnalle saa aiheuttaa häiriötä.

Kaavaratkaisu

Mereen täytettävillä alueilla merenpohjasta ruopataan savi ja heikosti kantavat pehmeät maakerrokset kiinteään kitkamaahan tai kallioon asti. Ruopattavan kerroksen paksuus vaihtelee noin 1...10 metriin. Nykyisten rantarakenteiden purun sekä vanhojen täyttöjen helmojen alle jääneiden savikerrosten ruoppauksen yhteydessä tulee varmistua riittävästä työnaikaisesta stabiliteetista. Alueen täyttäminen tehdään louhe- tai pienlouhemassoilla. Louhetäytön paksuus vaihtelee kohdasta riippuen noin 1–17 metriin.

Ruoppaus- ja täyttötyön vaiheistus, täyttäminen, tasaus ja tiivistys tulee suunnitella ottaen huomioon olevat rakenteet, alueellinen vakavuus sekä alueen itäpuolelle suunniteltu rakentaminen. Jotta alueen myöhempi rakentaminen on mahdollista, tulee jatkorakentaminen ottaa huomioon ensivaiheessa toteutettavan aukion suunnittelussa ja rakentamisessa. Aukion alueelta ruopataan savi

ja heikosti kantavat pehmeät maakerrokset kiinteään kittkamaahan tai kallioon asti ja ruoppaus ulotetaan vähintään 5 metriä tulevan täyttöpengerin luiskan alareunan ulkopuolelle. Täyttöpenger rakennetaan muuhun täyttöalueeseen nähden sillä erotuksella, että täyttöä ulotetaan 5 metrin suojaruoppauksen alueella olemassa olevan merenpohjan tasolle. Tällä pyritään varmistamaan se, ettei nyt ruopattavaksi suunniteltu alue täyty liejulla tai savella ennen alueen jatkorakentamista.

Asemakaavan mukaiset ruoppaukset ja täytöt ovat osa Hakanien-Merihaan alueen suunnitelmaa, joka muuttaa Siltavuorensalmen nykyistä rantaa ja salmen leveyttä, syvyyttä ja muotoa. Rannan muokkauksen vaikutukset vesistöön on mallinnettu ja selvitetty asemakaavoituksen aikana. Vaikutuksia tarkasteltiin Eläintarhanlahdelle ja Töölönlahdelle saakka.

Vaikutukset mallinnettiin Delf3D-mallinnusohjelmistolla, joka on kehitetty rannikko-, joki- ja estuaariympäristöihin. Sillä simuloidaan veden, sedimentin ja vedenlaadun vuorovaikutuksia. Mallinnusmenetelmä on ollut käytössä Helsingin alueella tehdyissä maankäytön suunnittelun ja vesilupavaiheen arvioinneissa. Mallinuksilla tutkittiin Hakanien-Merihaan suunnitelman vaikutuksia alueen virtausolosuhteisiin, salmien virtaamiin ja sisälahtien suolapitoisuuksiin. Virtausmallin tulokset vietiin vedenlaatumallilaskentaan, jolla selvitettiin mahdollisia muutoksia sisälahtien vedenvaihdossa perustuen ravinnepitoisuuksien muutoksiin nykytilan ja rakennetun tilanteen välillä.

Vedenvaihtoa rajoittavien salmien virtaamisissa ei havaittu merkittävää vaikutusta. Suurin kumulatiivinen vaikutus oli 1,2 % vähenemä ulos- ja sisäänvirtaamisissa. Kaventunut salmi aiheuttaa kuitenkin noin tunnin viiveen virtaamiin. Suolapitoisuudet nousevat lievästi Eläintarhan- ja Töölönlahdilla, sillä Vantaanjoen maksimivirtaaman aikainen pääsy näille lahdille heikkenee hieman. Kumulatiivinen vaikutus ravinteisiin lahdilla on vähäinen: ravinnetilanne Eläintarhanlahdella säilyy nykyisellään ja Töölönlahdella ravinteiden pitoisuudet tulisivat hieman vähenemään vuosien saatossa. Vaikka täytöt kaventaisivat salmeja selvästi, niin vaikutukset ovat verraten vähäiset, sillä suunnitelman mukaisissa ruoppauksissa ja täytöissä muodostuu salmen pohjaa kanava, jonka vesisyvyys on kaksinkertainen nykyiseen verrattuna. Mallinnuksesta ja tuloksista on laadittu raportti (Luode Consulting Oy, 26.5.2017).

Alueen rakentamisen yhteydessä todetut haitta-aineet ja jätepitoinen maa-aines tulee ottaa huomioon rakentamisessa. Rakentamisen yhteydessä poistettavien haitta-aineita tai jätettä sisältävien maa-ainesten käsittely ja sijoittaminen edellyttävä viranomaisen lupaa. Asemakaavassa on annettu maaperän pilaantuneisuuden selvittämistä ja puhdistamista koskeva kaavamääräys.

Merisedimenttien haitta-ainetasot edellyttävät, että suuri osa ruoppausmassoista on käsiteltävä ja sijoitettava muuten, kuin läjittämällä mereen. Asemakaavassa on annettu määräys pohjasedimenttien haitta-aineiden selvittämisestä alueilla, joilla on asemakaavan mukaisesta rakentamisesta johtuva ruoppaustarve.

Ympäristöhäiriöt

Melu- ja ilmanlaatu

Alueen liikenteestä aiheutuu hotellin tontille melua ja päästöjä. Myös Kruunusillat-pikaraitiotien liikennöinti aiheuttaa melua. Hakaniemenrannan asemakaavan muutoksen yhteydessä pikaraitiotieyhteydelle annetaan määräyksiä runkomelun rajoittamisesta. Hakaniemenrannan asemakaavan muutoksen yhteydessä on laadittu selvitykset melun ja ilmanlaadun vaikutuksista alueella. Nämä selvitykset ovat selostuksen liitteenä.

Ilmanlaatuselvityksen leviämismallitarkastelujen perusteella on arvioitu että hotellin korttelialueen osalta liikenteen aiheuttamat ilmanepäpuhtaudet typpidioksidipitoisuus sekä pienhiukkaset, eivät ylitä niille ilmanlaatulainsäädännössä asetettuja ohjearvoja. Leviämismallitarkastelut tehtiin avoimen väylän mallilla (CAR-FMI) sekä katukuilumallilla (OSPM). Ilmanlaatuselvitys laadittiin koko Hakaniemenrannan asemakaavan muutosalueelta. Katukuilumallilla tarkasteltiin kohtia joissa mahdollisuus ohje- ja raja-arvojen ylityksille oli todennäköisin. Hotellin osalta tarkastelu on tehty ainoastaan avoimen väylän mallilla, jossa typpidioksidin (NO₂) vuosikeskiarvon arvioitiin olevan 20–25 µg/m³ sekä pienhiukkasten osalta 7–8 µg/m³.

Meluselvityksen mallilaskennan perusteella asemakaavan on osoitettu rakennuksen ulkovaipan ääneneristävyystasovaatimus liikenteen melua vastaan Hakaniemenrannan suuntaan 30 dB ja koillisnurkkaan 27 dB.

Arviotilanteissa on huomioitu Hämeentien joukkoliikennekadun aiheuttamat liikennemäärämuutokset alueella. Arviot perustuvat vuoden 2040 liikennemääräennusteeseen. Mallit on laskettu tilanteissa, joissa Keskustatunneli huomioidaan sekä tilanne, jossa Keskustatunnelia ei ole toteutettu.

Nimistö

Nimistötoimikunta päätti kokouksessaan 12.10.2016 esittää uuden rannan jalankulkualueen nimeksi Signe Branderin terassi–Signe Branders terrass ja 5.4.2017 kadun nimeä Signe Branderin kuja–Signe Branders gränd.

Vaikutukset

Yhteenveto laadituista selvityksistä

Kaavaratkaisun vaikutuksia on arvioitu Hakaniemenrannan ja Sörnäistenrannan asemakaavan muutosluonnoksen yhteydessä. Asemakaavaehdotuksen laadinnan yhteydessä on lisäksi selvitetty mm. maaperän ja sedimenttien pilaantuneisuutta ja kunnostusta sekä täyttöjä, ruoppauksia ja rantarakenteita. Vesistövaikutuksista on luonnoksen laatimisen jälkeen laadittu selvitys (Hakaniemi-Merihaka asemakaavas suunnitelman mukaisten meritäyttöjen ja ruoppausten vesistövaikutusten mallinnus, Luode Consulting Oy, 26.5.2017), jonka tuloksia on kuvattu selostuksen kohdassa ”Maaperän rakennettavuus, pohjarakentaminen ja pilaantuneisuuden kunnostaminen”.

Yhdyskuntataloudelliset vaikutukset

Kaavaratkaisun toteuttamisesta aiheutuu kaupungille kustannuksia ilman arvonlisäveroa seuraavasti:

Ennakkorakentaminen	10 milj. euroa
Rantarakenteet	8 milj. euroa
Julkiset alueet	1 milj. euroa
<u>Yhdyskuntatekniikka</u>	<u>0,2 milj. euroa</u>
Yhteensä	n. 19 milj. euroa

Ennakkorakentamisen kustannuksiin sisältyy merenpohjan ruoppaus- ja täyttötöitä, kaivuutyöt, maaperän kunnostuskustannukset sekä olemassa nykyisten rantarakenteiden purkukustannukset. Rantarakenteiden kustannuksiin sisältyy myös osa rannan pintarakenteista. Suunnittelussa on oletettu, ettei John Stenbergin rannan rakenteita ole tarpeen uusida. Ruoppausmassoja on kustannusarvion pohjaksi oletettu syntyvän koko vesialtaan laajuudelta ja määrä täsmentyy jatkosuunnittelun yhteydessä.

Kaupungille kohdistuu tuloja kaavoitettavan rakennusoikeuden myymisestä. Tonttitulojen suuruus määrittyy tontinluovutusmenettelyn kautta.

Vaikutukset yhdyskuntarakenteeseen, kaupunkikuvaan, maisemaan ja rakennettuun ympäristöön

Alueen rakentuminen vahvistaa Hakaniemen aluetta osana ydin-keskusta-alueita. Virkistysmahdollisuudet merenrannassa sekä yhteydet rannassa paranevat.

Hakaniemenrannan ja Sörnäistenrannan asemakaavan muutoksen vaikutukset alueen kaupunkirakenteeseen ovat merkittävät.

Hakaniemensillan linjausta muutetaan, pikaraitiotielinjaus mahdollistetaan Hakaniemenrannassa ja kaupunkirakennetta tiivistetään voimakkaasti. Rannat suunnitellaan jalankululle ja oleskeluun. Hakaniemenrantaan osoitetaan uusi rakennusrintama. Nyt laadittavan Hakaniemenhotellin asemakaavan muutos sijoittuu tämän rakennusrintaman länsireunaan ja muodostaa aloituskorttelin kokorannan uudistamiselle.

Kaavaratkaisun toteuttaminen vaikuttaa erityisesti siten, että Silta-voorensalmen vesialue kapenee jonkin verran. Hotelli noudattelee ympäröivän kaupunkirakenteen kerroslukuja. Uusi hotelli muodostaa vesialueen reunaan uuden maamerkin.

Hotelli sijaitsee Hakaniemenrannassa merkittävällä paikalla. Eri-tyisesti Pitkänsillan ja Hakaniementorin suunnista näkymät muuttuvat. Hakaniementorin suunnasta näkymä muuttuu kun hotellirakennus rajaa avointa näkymää kohti Kruununhaan pohjoista kaupunkijulkisivua. Pitkänsillan suunnasta näkymät kohti Merihakaa muuttuu uuden rakentamisen myötä.

Viherniemenkadun ja Hakaniemenrannan risteyksessä olevien asuinkerrostalojen näkymät muuttuvat kun uusi hotelli valmistuu tontille asuinkerrostalojen eteläpuolelle. Näkymien lisäksi myös valoisuusolosuhteen muuttuvat. Lisäksi hotellin rakentumisella on vaikutuksia Opetushallituksen virastotalon näkymiin kohti Pitkäsiltaa sekä John Stenbergin rannasta kohti Merihakaa.

Veistoksellinen hotelli erottuu ympäristöstään muotonsa sekä julkisivujen ansiosta. Veistoksellinen hotelli sijoittuu kaupunkikuvallisesti merkittävälle paikalle ja tulee valmistuessaan erottumaan uutena maamerkinä ympäristössään. Hotelli muodostaa uuden oman ajallisen kerrostuman Hakaniemen kaupunkikuvaan, luo uutta identiteettiä alueelle ja korostaa Hakaniemen asemaa kaupunkirakenteellisena solmukohtana keskisessä kantakaupungissa.

Vaikutukset alueen palveluihin, työpaikkoihin ja yrityksiin

Asemakaavan muutos mahdollistaa alueelle uusien työpaikkojen syntymisen, lisää palvelujen tarjontaa Hakaniementorin ympäristössä sekä parantaa Helsingin hotellitarjontaa. Hotelli tuo alueelle asiakkaita ja vaikuttaa siten positiivisesti alueen yritysten toimintamahdollisuuksiin. Hakaniemen alueen muihin hotelleihin hanke vaikuttaa positiivisesti kasautumisedun kautta.

Hotellitontille ei osoiteta autopaikkoja, mikä saattaa lisätä autopaikkatarvetta josta on nykyisinkin jo pulaa alueella. Toisaalta uudet hankkeet alueella parantavat Hakaniementorin alaisen pysäköintilaitoksen toteutumismahdollisuuksia.

Pitkällä aikavälillä, joukkoliikennehankkeiden kuten Kruunusillat-pikaraitiotien ja Pissararadan toteutuessa Hakaniemen alueesta muodostuu saavutettavuudeltaan Helsingin parhaita sijainteja. lisäksi alueen täydennysrakentamisen myötä alueen palveluiden tarjonnan sekä yritysten toimintamahdollisuuksien voidaan arvioida parantuvan merkittävästi.

Vaikutukset luontoon

Alueen rakentumisen myötä Hakaniemenrannan rantaviiva siirtyy etelämmäs kaventaen vesialuetta. Hakaniemensillan uusimisen myötä eteläinen sillanalustila voidaan purkaa jolloin Siltavuorensalmi ei kapene mahdollisten siltahankkeiden takia. Siltahankkeet eivät ole tämän asemakaavan alueella, vaan osa alueen suunniteltua kokonaisuutta.

Täyttöjen vaikutukset vesistöihin on mallinnettu ja arvioitu. Täyttöjen myötä Siltavuorensalmi kapenee, mutta myös syvenee paikoin. Vaikutukset vesistöihin Eläintarhanlahdelle ja Töölönlahdelle saakka ovat vähäiset. Eläintarhanlahden ravinnetase pysyy mallinnuksen perusteella entisen suuruisena ja Töölönlahden ravinnepitoisuus vähenee mallin tulosten mukaan vuosien myötä. Molempien vesialueiden suolapitoisuudet kasvaisivat hieman nykyisestä.

Alueen rantojen rakentaminen vaatii ruoppauksia ja täyttöjä Siltavuorensalmen rannassa. Rantojen pilaantunut maaperä puhdistetaan tarpeen mukaan rakentamisen yhteydessä. Kaavassa on annettu maaperän pilaantuneisuuden tutkimista ja kunnostamista koskeva määräys. Meren haitta-ainepitoiset sedimentit poistetaan ja toimitetaan asianmukaiseen käsittelyyn. Merenpohjan sisäinen haitta-ainekuormitus vähenee.

Vaikutukset liikenteen ja teknisen huollon järjestämiseen

Alueen liikennejärjestelyjä ollaan kokonaisuudessaan uusimassa. Kruunusillat-pikaraitiotie mahdollistetaan Hakaniemenrantaan, pysäkit sijoittuvat Merihaan edustalle ja Hakaniemenrotin eteläpuolelle. Hakaniemensilta madalletaan, siten, että ramppialueista on mahdollista luopua. Alueen liikennejärjestelmän muutokset parantavat merkittävästi alueen kävely- ja pyöräily-yhteyksiä sekä joukkoliikenteen toimivuutta.

Hotelli lisää liikennettä alueellisesti, mutta tontin tukeutuessa alueen yleisiin pysäköintipaikkoihin ja -laitoksiin liikenne jakautuu tasaisesti alueen kaduille. Tällöin tontille suuntaava autoliikenne on ainoastaan huolto- ja saattoliikennettä.

Kaava luo edellytykset toteuttaa hotellille korkeatasoiset yhdyskuntateknisen huollon palvelut.

Vaikutukset ilmastonmuutoksen hillintään ja sopeutumiseen

Hakaniemenrannan asemakaavoitus on luonteeltaan täydennysrakentamista. Täydennysrakentamalla tehokkaasti merkittävien joukkoliikenteen solmukohtien yhteyteen, vähentää osaltaan auto-riippuvuutta ja luo edellytykset kestäväen kehityksen mukaiselle kaupunkirakenteelle. Tontin rakentamattomien osien osalta tulee huomioida hulevesien käsittely sekä viherkertoimen mukainen käsittely.

Kaava luo edellytykset toteuttaa hotellitontille ja sitä ympäröivälle alueelle alueellinen tulvantorjuntajärjestelmä.

TOTEUTUS

Rakentamiskelpoiseksi saattaminen

Hotellitontti on mahdollista toteuttaa itsenäisenä osana Hakaniemenrannan asemakaava kokonaisuudesta. Toteutuksessa tulee kuitenkin ottaa huomioon alueen muu käynnissä oleva suunnittelu, alueeseen liittyvät muut hankkeet sekä itäisen rannan jatkorakentaminen. Hotellin sekä ranta-alueiden toteuttaminen edellyttää vesilupaa.

Tontin rakentamiskelpoiseksi saattaminen vaatii ruoppauksia ja täyttöjä. Jotta Hakaniemenrannan toteuttaminen hotellitontista itään päin on mahdollista tulevaisuudessa, tulee rannan täyttö Signe Branderin kujan itäpuolella ulottaa suojaruoppauksen alueella olemassa olevan merenpohjan tasolle. Rannan vakavuus työnaikaisesti on varmistettava toteutussuunnittelun yhteydessä.

Rakentamisaikataulu

Hotellitontin ja Signe Branderin kujan itäpuolella sijaitsevien Hakaniemenrannan kortteleiden sekä rantarakenteiden toteuttaminen on mahdollista kun vanha Hakaniemensilta puretaan. Uuden sillan rakentamisaikataulu on alustavasti noin kolme vuotta ja rakennustyöt on tarkoitus aloittaa noin vuonna 2020.

SUUNNITTELUN LÄHTÖKOHDAT

Valtakunnalliset alueidenkäyttötavoitteet

Kaavaratkaisua koskee kuusi erityistavoitetta:

- Alueidenkäytön suunnittelussa merkittävä rakentaminen tulee sijoittaa joukkoliikenteen, erityisesti raideliikenteen palvelualueelle.

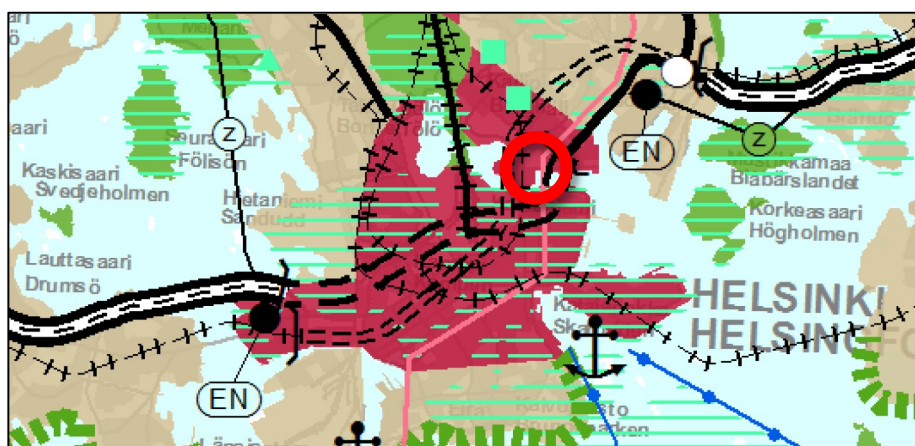
- Alueiden käytössä on varattava riittävät alueet jalankulun ja pyöräilyn verkostoja varten sekä edistettävä verkostojen jatkuvuutta, turvallisuutta ja laatua.
- Asemakaavoituksessa on varauduttava lisääntyviin myrskyihin, rankkasateisiin ja taajamatulviin.
- Alueidenkäytössä on otettava huomioon viranomaisten selvitysten mukaiset tulvavaara-alueet ja pyrittävä ehkäisemään tulviin liittyvät riskit. Alueidenkäytön suunnittelussa uutta rakentamista ei tule sijoittaa tulvavaara-alueille. Tästä voidaan poiketa vain, jos tarve- ja vaikutus selvityksiin perustuen osoitetaan, että tulvariskit pystytään hallitsemaan ja että rakentaminen on kestävä kehityksen mukaista.
- Alueidenkäytön suunnittelussa on otettava huomioon maa- ja kallioperän soveltuvuus suunniteltuun käyttöön.
- Alueidenkäytön suunnittelussa pilaantuneen maa-alueen puhdistustarve on selvitettävä ennen ryhtymistä kaavan toteuttamistoimiin.

Näistä kaavaratkaisun valmistelussa on erityisesti painotettu rakentamisen sijoittumista joukkoliikenteen, erityisesti raideliikenteen palvelualueelle sekä varautumista lisääntyviin myrskyihin, rankkasateisiin ja taajamatulviin.

Kaavaratkaisu ei ole ristiriidassa valtakunnallisten alueidenkäyttötavoitteiden kanssa.

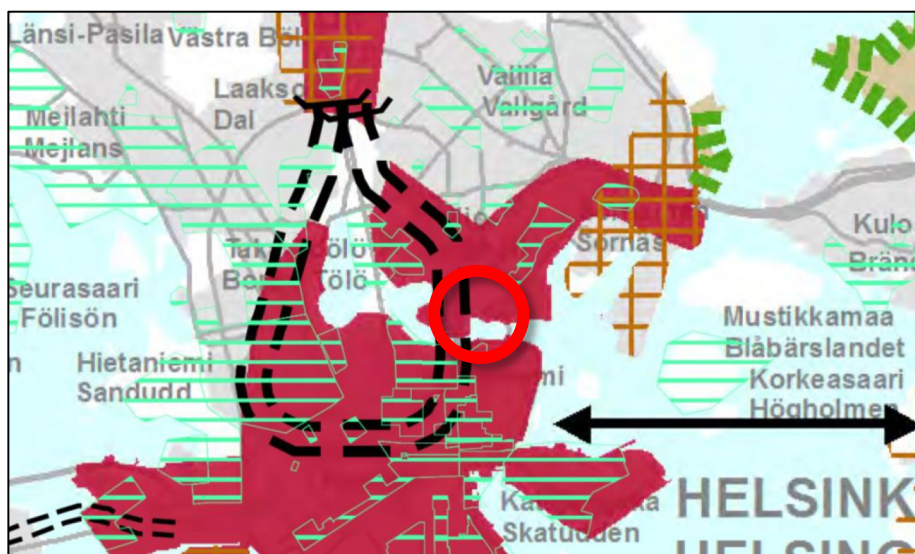
Maakuntakaava

Ympäristöministeriön 8.11.2006 vahvistamassa Uudenmaan maakuntakaavassa suunnittelualue on pääosin keskustatoimintojen aluetta.



Ote Uudenmaan Maakuntakaavasta

Ympäristöministeriön 30.10.2014 vahvistamassa Uudenmaan 2. vaihemaakuntakaavassa suunnittelualue on merkitty keskustatointojen alueeksi.

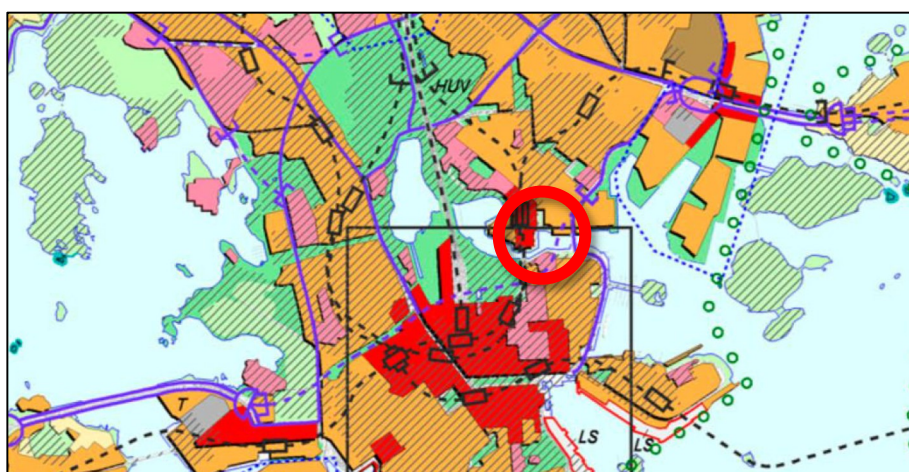


Ote Uudenmaan 2. vaiheen Maakuntakaavasta

Suunnittelualue on osa Maankuntakaavan Uudenmaan kulttuuriympäristöt -selvitys 2012 -inventoinnin Helsingin empire-keskusta ja kivikaupunki -aluetta.

Yleiskaava

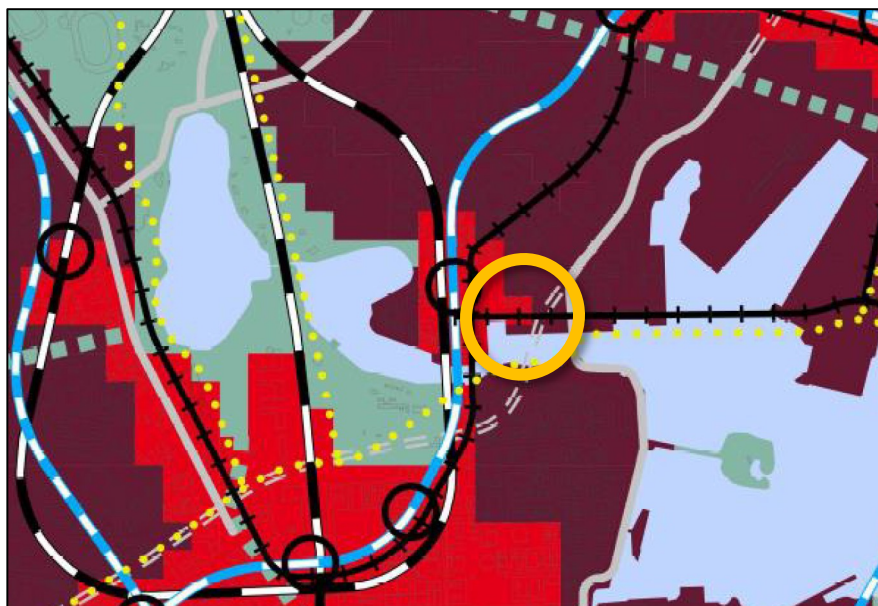
Helsingin yleiskaava 2002:ssa (kaupunginvaltuusto 26.11.2003, tullut kaava-alueella voimaan 23.12.2004) alue on kerrostalovaltaista aluetta. Nyt laadittu kaavaratkaisu on yleiskaavan mukainen.



Ote Helsingin Yleiskaavasta 2002

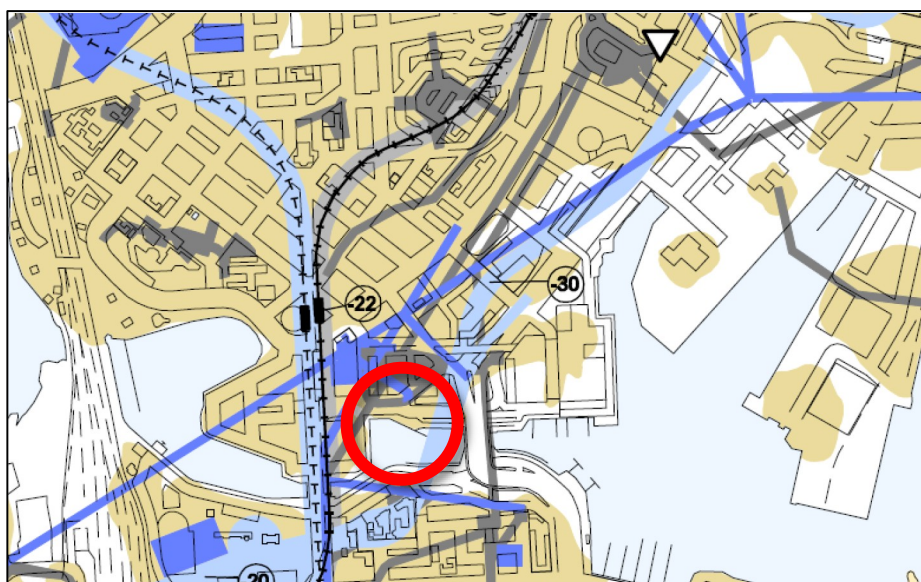
Helsingin uudessa yleiskaavassa (kaupunginvaltuusto 26.10.2016) alue on merkitty keskusta-alueeksi C1. Aluetta sivuaavat raitioyhteys Nihdin suunnasta keskustaan sekä pääkadun

maalainen tai katettuosuus. Nyt laadittu kaavaratkaisu on uuden yleiskaavaehdotuksen tavoitteiden mukainen.



Ote uudesta yleiskaavasta

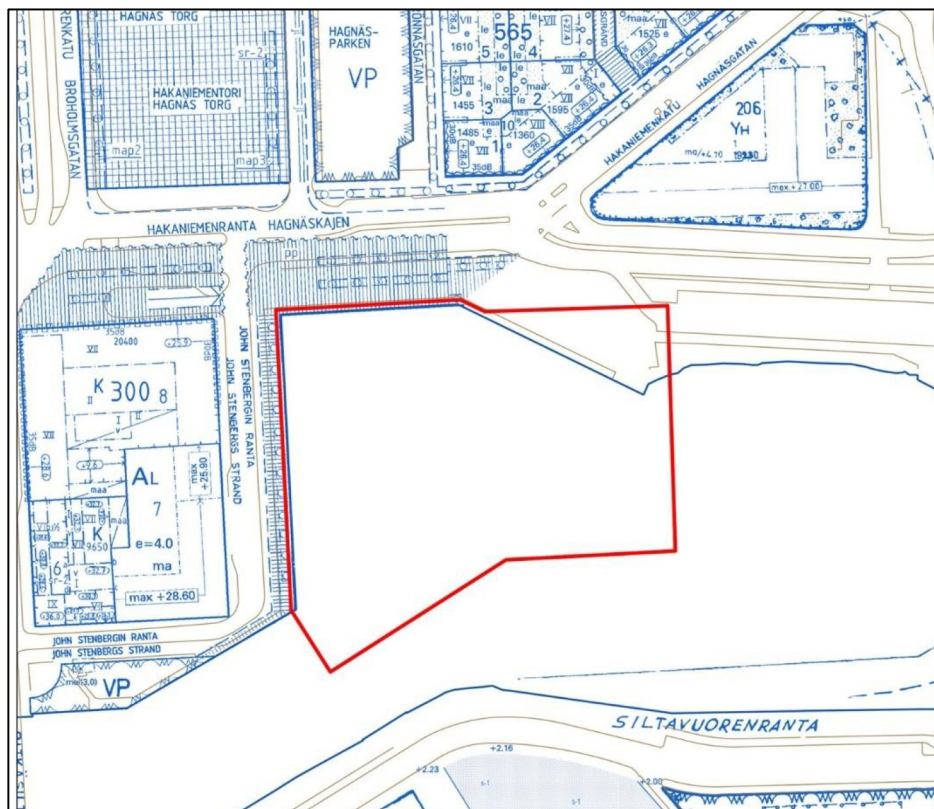
Helsingin maalainen yleiskaava nro 11830 on tullut voimaan kokonaisuudessaan 18.11.2011. Maalaisessa yleiskaavassa on suunnittelualueella olemassa olevien maalaisten tilojen lisäksi merkitty varaus Hakaniementorin pysäköintilaitokselle, liikennetunnelille, tulvavesitunnelille sekä Suvilahden ja Salmisaaren väliselle teknisen huollon tunnelille. Nyt laadittu kaavaratkaisu on maalaisen yleiskaavan mukainen.



Ote Helsingin maalaisesta yleiskaavasta.

Asemakaavat

Alueella on pääosin voimassa asemakaava nro 446A (tullut voimaan 2.12.1893). Kaavan mukaan kaava-alue on pääosin vesialuetta. Lisäksi alueella on voimassa asemakaava nro 313 (tullut voimaan 12.12.1922), jossa alue on katualuetta.



Ote voimassa olevista asemakaavoista.

Rakennusjärjestys

Helsingin kaupungin rakennusjärjestys on hyväksytty 22.9.2010.

Rakennuskiellot

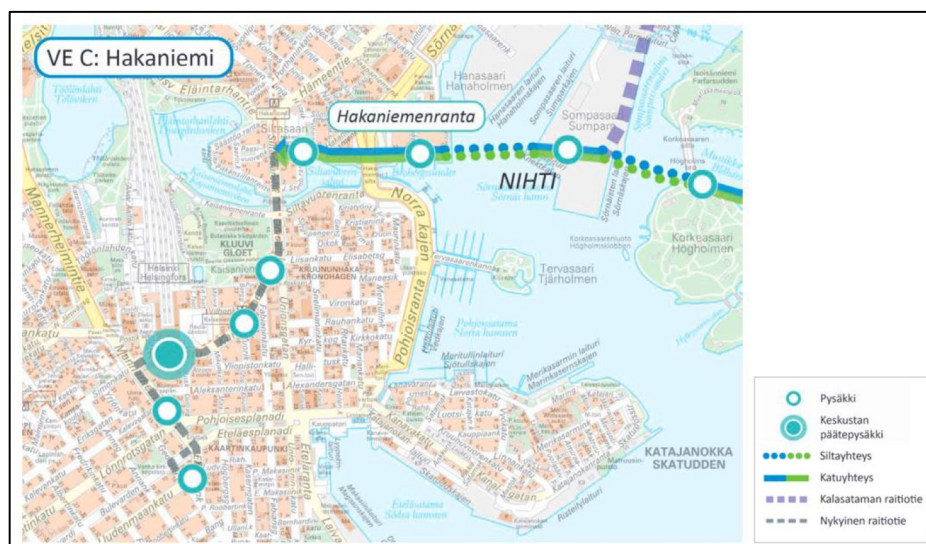
Alueella on voimassa maankäyttö- ja rakennuslain 38 §:n 1 momentin mukainen rakennuskielto. Rakennuskielto koskee rakennusten 1. kerrosten ja kadunvarsien myymälä-, liike- ja toimitilojen muuttamista asuinkäyttöön.

Muut suunnitelmat ja päätökset

Kaupunkisuunnittelulautakunta hyväksyi alueen asemakaavan muuttamisen periaatteet 4.11.2014.

Kaupunginhallitus päätti 30.5.2016 varata AB Invest AS:lle Helsingin kaupungin 11. kaupunginosassa (Kallio) sijaitsevan liitekarttaan 1 merkityn noin 2 700 m²:n suuruisen alueen hotellin suunnittelua varten 31.12.2018 saakka.

Kaupunginvaltuusto hyväksyi 31.8.2016 Kruunusillat-hankkeen toteuttamisen Helsingin keskustan ja Laajasalon väliseksi raitiotieyhteydeksi. Päätös sisältää Pitkäsilta–Hakaniemenranta–Nihti -linjauksen.



Kruunusillat -pikaraitiotien linjaus.

Pohjakartta

Helsingin kaupungin kaupunkimittauspalvelut on laatinut pohjakartan.

Maanomistus

Helsingin kaupunki omistaa alueen.

Muut lähtökohdat

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

SUUNNITTELU- JA KÄSITTELYVAIHEET

Vireilletulo

Kaavoitus on tullut vireille vuonna 2014 kaupungin aloitteesta.

Viranomaisyhteistyö

Kaavaratkaisun valmistelun yhteydessä on tehty yhteistyötä seuraavien viranomaistahojen kanssa:

- Helsingin seudun liikenne -kuntayhtymä (HSL)
- Helsingin seudun ympäristöpalvelut (HSY) vesihuolto
- Liikennevirasto
- Uudenmaan ELY-keskus
- kulttuurin ja vapaa-ajan toimiala (Helsingin taidemuseo, kaupunginmuseo)
- Liikenneliikelaitos (HKL)
- kaupunkiympäristötoimiala (ent. kiinteistöviraston geotekninen osasto, ent. kiinteistöviraston tonttiosasto, ent. rakennusvirasto, ent. ympäristökeskus)
- kaupungin kanslia

Osallistumis- ja arviointisuunnitelman ja suunnitteluperiaatteiden nähtävilläolo

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

Vireilletulosta ja OAS:n sekä suunnitteluperiaatteiden nähtävilläolosta on ilmoitettu osallisille kirjeillä ja viraston verkkosivuilla www.hel.fi/ksv.

Osallistumis- ja arviointisuunnitelma sekä suunnitteluperiaatteet olivat nähtävillä 12.9.–13.10.2014 seuraavissa paikoissa:

- info- ja näyttelytila Laiturilla, Narinkka 2
- Kallion kirjastossa, Viides linja 11
- Kaupungintalolla, Pohjoisesplanadi 11–13
- verkkosivuilla www.hel.fi/suunnitelmat.

Yhteenveto viranomaisten kannanotoista

Viranomaisten kannanotot osallistumis- ja arviointisuunnitelmasta sekä suunnitteluperiaatteista kohdistuivat riittävään sillan alituskorkeuteen, läheisen RKY alueen sekä maakunnallisesti arvokkaiden alueiden huomioimiseen suunnittelussa. Asemakaavatyön yhteydessä tulee esittää vesihuollon täydennykset ja johtosiirrot kustannusarvioineen. Vanhalla sillalla liikennöinti tulee olla mahdollista sillan rakentamisen ajan. Alueella tulee säilyttää koira-aitaus ja toivottavaa on, että alueen vihreä luonne säilyy.

Osallistumis- ja arviointisuunnitelmaa sekä suunnitteluperiaatteita koskevissa viranomaisten kannanotoissa esitetyt asiat on otettu huomioon kaavatyössä siten, että arvokkaita ympäristöjä on pidetty suunnittelun lähtökohtina, viheralueet suunnitellaan monipuolisina. Jatkosuunnittelussa kunnallisteknisten verkostojen selvitys tehdään asemakaavoituksen yhteydessä.

Vastineet kannanottoihin on esitetty vuorovaikutusraportissa.

Yhteenveto mielipiteistä

Mielipiteet kohdistuivat Sörnäisten rantatien muutoksiin, Hanasaaren hiilivaraston poistamiseen sekä sillan alituskorkeuteen. Kirjallisia mielipiteitä saapui viisi kappaletta.

Mielipiteet on otettu huomioon kaavatyössä siten, että sillan maldatumisesta johtuvien haitoista on neuvoteltu liikennöitsijöiden kanssa ja suunnittelussa on pyritty huomioimaan aiheutuvien haittojen minimointi.

Vastineet mielipiteisiin on esitetty vuorovaikutusraportissa.

Luonnosaineiston erillinen nähtävilläolo

Luonnosaineiston ja päivitetyn osallistumis- ja arviointisuunnitelman nähtävilläolosta on ilmoitettu osallisille kirjeillä ja viraston verkkosivuilla www.hel.fi/ksv sekä lehti-ilmoituksella Helsingin Sanomissa, Hufvudstadsbladetissa ja Metro-lehdessä.

Luonnosaineisto oli nähtävillä 10.10.–4.11.2016 seuraavissa paikoissa:

- info- ja näyttelytila Laiturilla, Narinkka 2
- Kallion kirjastossa, Viides linja 11
- verkkosivuilla www.hel.fi/suunnitelmat.

Luonnosaineistoa koskeva asukastilaisuus pidettiin 19.10.2016 Info- ja näyttelytila Laiturilla.

Yhteenveto viranomaisten kannanotoista

Luonnosaineiston nähtävilläolo järjestettiin erikseen, jolloin viranomaisten kannanotot kohdistuivat tarkentavien selvitysten kuten melu- ja ilmanlaatuselvitysten sekä täyttöjen aiheuttaminen selvitysten laatimiseen. Lisäksi kannanotot kohdistuivat asemakaavan kaavatalouteen, Keskustatunneliin varautumiseen ja esitettiin, että esimerkiksi pysäköinnin osalta tulisi löytää ratkaisuja, joilla kortteiden tehokkuutta voitaisiin vielä kasvattaa. Suunnittelualan ja sen ympäristön arvokas luonne tulee olla lähtökohta alueen suunnittelulle. Lisäksi esitettiin, etteivät liikennejärjestelyt paranna liikenteen yhteyksiä.

Muilla viranomaisilla ei ollut huomautettavaa.

Luonnosaineistoa koskevissa viranomaisten kannanotoissa esitetyt asiat on otettu huomioon kaavatyössä siten, että alueen melu-

ja ilmanlaatuselvitystyö käynnistetään yhteistyössä Ympäristökeskuksen kanssa, kaavamääräyksiä tarkennetaan ja pysäköintiä tarkastellaan Hakaniemen alueella kokonaisuutena. Keskustan alitavan liikennetunnelin linjaukselle etsitään vaihtoehto, jossa varautumiskustannuksien vaikutus huomioidaan. Lisäksi suunnitelmasta laaditaan yritysvaikutustenarviointi.

Vastineet kannanottoihin on esitetty vuorovaikutusraportissa.

Yhteenveto mielipiteistä

Luonnosaineiston erillisen nähtävilläolon yhteydessä saadut mielipiteet kohdistuivat Hakaniemenrannan täydennysrakentamiseen ja Merihaka–Nihti pikaraitiotiesillan sovittamiseen olemassa olevaan ympäristöön Merihaan eteläpuolella. Erityisesti hotelli herätti mielipiteitä peittyvien näkymien takia. Lisäksi toivottiin enemmän puistoja ja vehreyttä alueelle. Yleisesti muutoksia alueella pidettiin hyvänä, kun alueen yhteydet parantuvat ja kaupunkikuva eheytyy. Kirjallisia mielipiteitä saapui 30 kappaletta.

Mielipiteet on otettu huomioon kaavatyössä siten, että rantojen jatkosuunnittelussa pyritään lisäämään paikkoja oleskelulle ja puustoa. Lisäksi jatkosuunnittelussa kiinnitetään erityistä huomiota Merihaan eteläreunan detaljisuunnitteluun siten, että nykyiset huolto- ja kävelyreitit on mahdollista säilyttää myös jatkossa. Hotellin osalta vaikutusten arviointia on tarkennettu ehdotusvaiheeseen.

Vastineet mielipiteisiin on esitetty vuorovaikutusraportissa.

Luonnosaineiston erillisen nähtävilläolon jälkeen tulleet mielipiteet

Luonnosaineiston erillisen nähtävilläolon jälkeen saadut mielipiteet kohdistuivat hotellin vaikutuksiin. Mielipiteet on otettu huomioon kaavoitustyössä siten, että selvitykset ilmanlaadusta ja veden vaihtuvuudesta teetetty, lisäksi on arvioitu hotellin kaupunkikuvalaisia vaikutuksia ja varmistettu kaavamääräyksiin rantojen säilyminen julkisessa käytössä. Kirjallisia mielipiteitä saapui kaksi kappaletta.

Vastineet mielipiteisiin on esitetty vuorovaikutusraportissa.

Valmisteluaineiston muut käsittelyvaiheet

Kaupunkisuunnittelulautakunta hyväksyi alueen asemakaavan muuttamisen periaatteet 4.11.2014, edellyttäen että alueen jatkosuunnittelussa tavoitellaan huomattavasti tiiviimpää rakennetta.



Suunnitteluperiaatteet, 2014.

Kaupunkisuunnittelulautakunta hyväksyi alueen asemakaava- ja asemakaavan muutosluonnoksen 28.2.2017.

Kaavaehdotuksen julkinen nähtävilläolo (MRL 65 §) 1.12.2017–8.1.2018

Kaavaehdotus esiteltiin kaupunkiympäristölautakunnalle 7.11.2017 ja lautakunta päätti 14.11.2017 asettaa kaavaehdotuksen nähtäville.

Muistutukset

Kaavaehdotuksesta tehtiin kolme muistutusta. Nähtävilläoloajan ulkopuolella saapui kaksi kirjettä.

Muistutuksissa esitetyt huomautukset kohdistuivat hotellirakennuksen arkkitehtuuriin, sijaintiin sekä kaavaprosessin lainmukaisuuteen. Lisäksi kiinnitettiin huomiota rakentamisaikaisten vaikutusten huomioimiseen. Kirjeissä esitetyt huomautukset kohdistuivat veden vaihtuvuuden varmistamiseen Töölönlahdessa, hankkeen taloudelliseen kannattavuuteen sekä hotellirakennuksen sopivuuteen kaupunkikuvassa.

Viranomaisten lausunnot

Kaavaehdotuksesta saatiin viranomaisten lausuntoja sen ollessa julkisesti nähtävillä. Lausunnoissa esitetyt huomautukset kohdistuivat metrolikenteen huomioimiseen rakentamisaikana, rakentamisen vaikutuksiin arvokkaassa kulttuuriympäristössä, ympäristön

ilmanlaadun huomioimiseen rakennuksessa sekä ruoppausten ja täyttöjen vaikutusten tarkempaan arviointiin.

Lausunnot saatiin seuraavilta tahoilta:

- Helen Sähköverkko Oy
- Helsingin seudun ympäristöpalvelut (HSY)
- Museovirasto
- Uudenmaan elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus (ELY-keskus)
- Helsingin kaupungin liikenneliikelaitos (HKL)
- kaupunginmuseo

Seuraavat tahot ilmoittivat, ettei ole lausuttavaa: Helen Oy, Helsingin seudun liikenne -kuntayhtymä (HSL).

Toimenpiteet julkisen nähtävilläolon jälkeen

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

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

Kaavaehdotukseen tehdyt muutokset:

Muistutusten johdosta:

- Kaavamääräystä tarkennettu: Rakentamisella ei saa aiheuttaa vaurioita naapurirakennuksiin.

Liikenneliikelaitoksen (HKL) lausunnon johdosta:

- Kaavamääräys lisätty: Metron liikennöinnille ei saa aiheuttaa häiriötä.

ELY-keskuksen lausunnon johdosta:

- Kaavamääräys lisätty: Ilmanotto tulee järjestää katolta suodattuna.

Aineistoon tehdyt täydennykset:

- Kaavaselistusta on täydennetty suunnittelu- ja käsittelyvaiheiden sekä vaikutusten arvioinnin osalta.
 - Selostusta on täydennetty ruoppausten vaikutusten osalta ja selostuksen liitteisiin on lisätty Vesistövaikutuksien mallinnus -selvitys ELY-keskuksen lausunnon johdosta.
 - Selostusta on täydennetty lisäämällä alueen kuvaukseen maininnat myös kauempana sijaitsevistä RKY-alueista sekä tarkentamalla ympäristön kuvausta kaupunginmuseon lausunnon johdosta.
-

Kaavaehdotuksen esittäminen kaupunginhallitukselle

Kaupunkiympäristölautakunta esitti kaupunginhallitukselle

- 7.11.2017 päivätyn ja 27.3.2018 muutetun Hakaniemen hotellin asemakaavan muutosehdotuksen nro 12478 hyväksymistä.

Helsingissä 27.3.2018

Marja Piimies

Asemakaavan seurantalomake

Asemakaavan perustiedot ja yhteenveto

Kunta	091 Helsinki	Täyttämispvm	06.09.2017
Kaavan nimi	Hakaniemen hotelli		
Hyväksymispvm		Ehdotuspvm	
Hyväksyjä		Vireilletulosta ilm. pvm	12.09.2014
Hyväksymispykälä		Kunnan kaavatunnus	
Generoitu kaavatunnus			
Kaava-alueen pinta-ala [ha]	1,5812	Uusi asemakaavan pinta-ala [ha]	0,0000
Maanalaiden tilojen pinta-ala [ha]		Asemakaavan muutoksen pinta-ala [ha]	1,5812

Ranta-asemakaava Rantaviivan pituus [km]

Rakennuspaikat [lkm]	Omarantaiset	Ei-omarantaiset
Lomarakennuspaikat [lkm]	Omarantaiset	Ei-omarantaiset

Aluevaraukset	Pinta-ala [ha]	Pinta-ala [%]	Kerrosala [k-m ²]	Tehokkuus [e]	Pinta-alan muut. [ha +/-]	Kerrosalan muut. [k-m ² +/-]
Yhteensä	1,5812	100,0	14500	0,92	0,0000	14500
A yhteensä						
P yhteensä						
Y yhteensä						
C yhteensä						
K yhteensä	0,2829	17,9	14500	5,13	0,2829	14500
T yhteensä						
V yhteensä						
R yhteensä						
L yhteensä	0,4441	28,1			0,4017	
E yhteensä						
S yhteensä						
M yhteensä						
W yhteensä	0,8542	54,0			-0,6846	

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

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

Alamerkinntät

Aluevaraukset	Pinta-ala [ha]	Pinta-ala [%]	Kerrosala [k-m ²]	Tehokkuus [e]	Pinta-alan muut. [ha +/-]	Kerrosalan muut. [k-m ² +/-]
Yhteensä	1,5812	100,0	14500	0,92	0,0000	14500
A yhteensä						
P yhteensä						
Y yhteensä						
C yhteensä						
K yhteensä	0,2829	17,9	14500	5,13	0,2829	14500
KL-1	0,2829	100,0	14500	5,13	0,2829	14500
T yhteensä						
V yhteensä						
R yhteensä						
L yhteensä	0,4441	28,1			0,4017	
Kadut					-0,0424	
Katuauk./torit	0,1045	23,5			0,1045	
Kev.liik.kadut	0,3396	76,5			0,3396	
E yhteensä						
S yhteensä						
M yhteensä						
W yhteensä	0,8542	54,0			-0,6846	
W	0,8542	100,0			-0,6846	



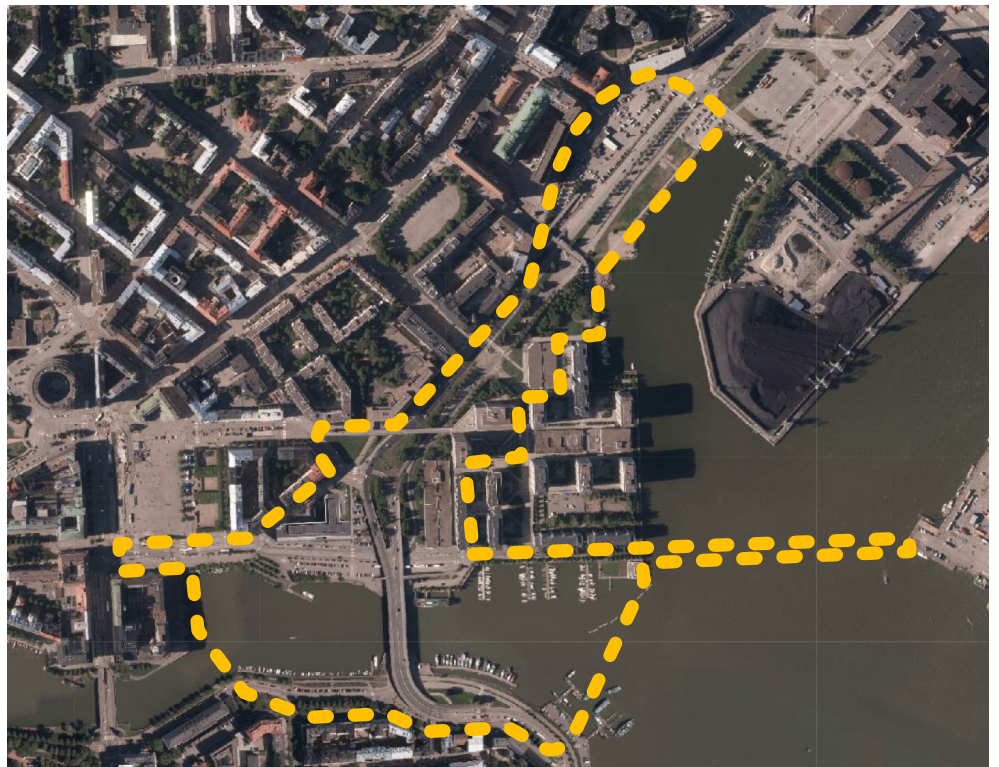
HAKANIEMENRANNAN JA SÖRNÄISTENRANNAN ASEMAKAAVA JA ASEMAKAAVAN MUUTOS

OSALLISTUMIS- JA ARVIINTISUUNNITELMA

Tämä osallistumis- ja arviointisuunnitelma korvaa aiemmin 12.9.2014 päivätyn suunnitelman. Suunnittelualueeseen on lisätty alueita Hakaniemenrannasta läheltä toria sekä Merihaka-Nihti siltayhteys.

Hakaniemen silta on elinkaarensa päässä ja tullaan korvaamaan uudella sillalla. Vanhan sillan poistumisen myötä vapautuu alueita, joille on mahdollista rakentaa. Samalla Merihaka voidaan liittää paremmin osaksi ympäröivää kaupunkia. Kruunusillat-pikaraitiotieyhteys kulkee Kalasataman Nihdistä kohti keskustaa Hakaniemenrannan kautta.

Suunnittelun tavoitteet ja alue



Alueen suunnittelu on tullut ajankohtaiseksi, koska 1960-luvun alkupuolella rakennettu Hakaniemensilta on elinkaarensa päässä. Uuden Hakaniemen sillan valmistuminen on sidoksissa Kruunusillat-



pikaraitiotieyhteyden valmistumiseen, uuden sillan tulee korvata vanha silta vuonna 2024.

Suunnittelualueeseen kuuluvat Hakaniemen sillan ramppialueet, Hakaniemenranta, Merihaan pysäköintilaitokset, Siltavuorenrannan katualue sekä vesialuetta Hakaniemen ja Kruununhaan sekä Merihaan ja Nihdin välillä.

Asemakaavan muutoksella mahdollistetaan Kruunusillat-pikaraitiotieyhteys Nihdin suunnasta Hakaniemenrannan kautta kohti keskustaa. Uuden Hakaniemen sillan rakentaminen mahdollistaa nykyisten liikennealueiden pienentämisen ja ranta-alueiden paremman hyödyntämisen.

Ramppialueilta vapautuville alueille sekä rannoille tutkitaan täydennysrakentamista. Tavoitteena on, että alueesta muodostuu osa kantakaupunkia siten, että Merihaka kytkeytyy sekä Hakaniemen että Kalasataman kaupunkirakenteeseen nykyistä paremmin.

Suunnittelutyön yhteydessä tutkitaan mahdollisuuksia Sörnäisten rantatien muuttamisesta kaupunkibulevardiksi. Suvilahden ja Siltavuorensalmen rannat on tarkoitus saada paremmin kaupunkilaisten käyttöön. Keskustatunnelille jätetään tilavaraukset. Pikaraitiotieyhteys sekä täydennysrakentaminen vaativat täyttöjä alueella.

Osallistuminen ja aineistot

Asukastilaisuus pidetään kaupunkisuunnitteluviraston info- ja näyttelytila Laiturilla 19.10.2016 klo 18–20.

Päivitetty osallistumis- ja arviointisuunnitelma ja kaavan valmisteluaineistoa on esillä 10.10.–4.11.2016 seuraavissa paikoissa:

- info- ja näyttelytila Laiturilla, Narinkka 2
- Kallion kirjastossa, Kolmas linja 11
- verkkosivuilla www.hel.fi/suunnitelmat.

Suunnitteluun liittyvää aineistoa päivitetään Helsingin karttapalveluun kartta.hel.fi/suunnitelmat.

Mielipiteet päivitetystä osallistumis- ja arviointisuunnitelmasta sekä valmisteluaineistosta pyydetään esittämään **viimeistään 4.11.2016**.

Kirjalliset mielipiteet lähetetään osoitteeseen Helsingin kaupunki, Kirjaamo, Kaupunkisuunnitteluvirasto, PL 10, 00099 HELSINGIN KAUPUNKI, (käyntiosoite: Kaupungintalo, Pohjoisesplanadi 11–13) tai sähköpostilla helsinki.kirjaamo@hel.fi.



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

Osalliset

Alueen suunnittelussa osallisia ovat:

- alueen ja lähialueiden maanomistajat, asukkaat ja yritykset
- seurat ja yhdistykset
 - Kallio-seura
 - Kruununhaan asukasyhdistys ry
 - Kruununhaka-seura
 - Siltasaariseura
 - Merihaka-seura
 - Helsingin kaupunginosayhdistykset Helka ry
 - Merihaan Veneseura
 - Halkolaiturin Veneilijät ry
 - Helsingin Yrittäjät
- asiantuntijaviranomaiset
 - Helen Oy
 - Helen Sähköverkko Oy
 - Helsingin seudun liikenne -kuntayhtymä (HSL)
 - Helsingin seudun ympäristöpalvelut (HSY) vesihuolto
 - Museovirasto
 - Liikennevirasto
 - Uudenmaan elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus (ELY-keskus)
 - Helsingin kaupungin liikennelaitos -liikelaite (HKL)
 - Helsingin taidemuseo
 - asuntotuotantotoimisto (Att)
 - kaupunginmuseo
 - kiinteistöviraston geotekninen osasto
 - kiinteistöviraston tilakeskus
 - kiinteistöviraston tonttiosasto
 - pelastuslaitos
 - rakennusvalvontavirasto
 - rakennusvirasto
 - liikuntavirasto
 - varhaiskasvatusvirasto
 - ympäristökeskus



Vaikutusten arviointi

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

Suunnittelun taustatietoa

Helsingin kaupunki omistaa suuren osan alueesta. Merihaan pysäköintilaitosten tontit ovat yksityisomistuksessa. Kaavoitus on tullut vireille kaupunkisuunnitteluviraston aloitteesta. Kiinteistövirasto valmistelee asemakaavan muutoksen perusteella mahdollisesti kyseeseen tulevan maankäyttösopimuksen tontinomistajan kanssa käytävissä neuvotteiluissa.

Alueella on voimassa useita asemakaavoja. Kaavoissa alue on pääosin katualuetta. Lisäksi ne sisältävät puistoaluetta sekä Merihaassa pysäköintilaitoksia sekä asuin-, liike- ja toimistorakennusten korttelialuetta.

Helsingin yleiskaava 2002:ssa (kaupunginvaltuusto 26.11.2003, tullut kaava-alueella voimaan 23.12.2004) alue on pääosin kerrostalovaltaista aluetta ja viheraluetta. Sörnäisten rantatie on merkitty yleiskaavassa pääkatuna, lisäksi yleiskaavaan on merkitty varaus keskustatunnelille pääliikenneverkon maanalaisena osuutena. Nyt laadittu kaavaratkaisu on yleiskaavan mukainen.

Helsingin maanalaisen yleiskaavan nro 11830 (tullut voimaan kokonaisuudessaan 8.11.2011) mukaan alueella on tilavaraus keskustatunnelille. Nyt laadittu kaavaratkaisu on maanalaisen yleiskaavan mukainen.

Helsingin uudessa, tarkistetussa yleiskaavaehdotuksessa (2016) alue on merkitty kantakaupunki alueeksi.

Suunnittelualue sijoittuu valtakunnallisesti merkittävän rakennetun kulttuuriympäristön viereen. Viereiset korttelit kuuluvat Museoviraston RKY 2009-kohdeluettelon Osuusliikkeiden ja teollisuuden Sörnäinen.

Suunnittelualuetta koskevia päätöksiä ja rakennuskieltoja:

- Kaupunkisuunnittelulautakunta hyväksyi alueen asemakaavan muuttamisen periaatteet 4.11.2014 edellyttäen, että alueen jatko-suunnittelussa tavoitellaan huomattavasti tiiviimpää rakennetta.
- Alueella on voimassa maankäyttö- ja rakennuslain 38 §:n 1 momentin mukainen rakennuskielto yleiskaavan muuttamiseksi.



- Osalla alueesta on voimassa maankäyttö- ja rakennuslain 53 §:n 1 momentin mukainen rakennuskielto asemakaavan muuttamiseksi.

Alueella sijaitsee nykyisin Hakaniemen silta ramppialueineen, Merihaan pysäköintilaitokset, HOAS:in vuokrakerrostalo sekä katualueita Sörnäisten rantatie, Hakaniemenranta sekä Siltavuorenranta. Lisäksi suunnittelualueeseen kuuluu vesialuetta Kruununhaan ja Hakaniemen välillä sekä Merihaan ja Nihdin välillä.

Lisätiedot suunnittelijoilta

Maankäyttö

Perttu Pulkka, arkkitehti, p. (09) 310 37465, perttu.pulkka@hel.fi

Liikenne

Juuso Helander, insinööri, p. (09) 310 37134, juuso.helander@hel.fi

Teknistoloudelliset asiat

Mikko Juvonen, insinööri, p. (09) 310 37252, mikko.juvonen@hel.fi

Julkiset ulkotilat, maisema

Anu Lamminpää, maisema-arkkitehti, p. (09) 310 37258, anu.lamminpaa@hel.fi

Vuorovaikutus

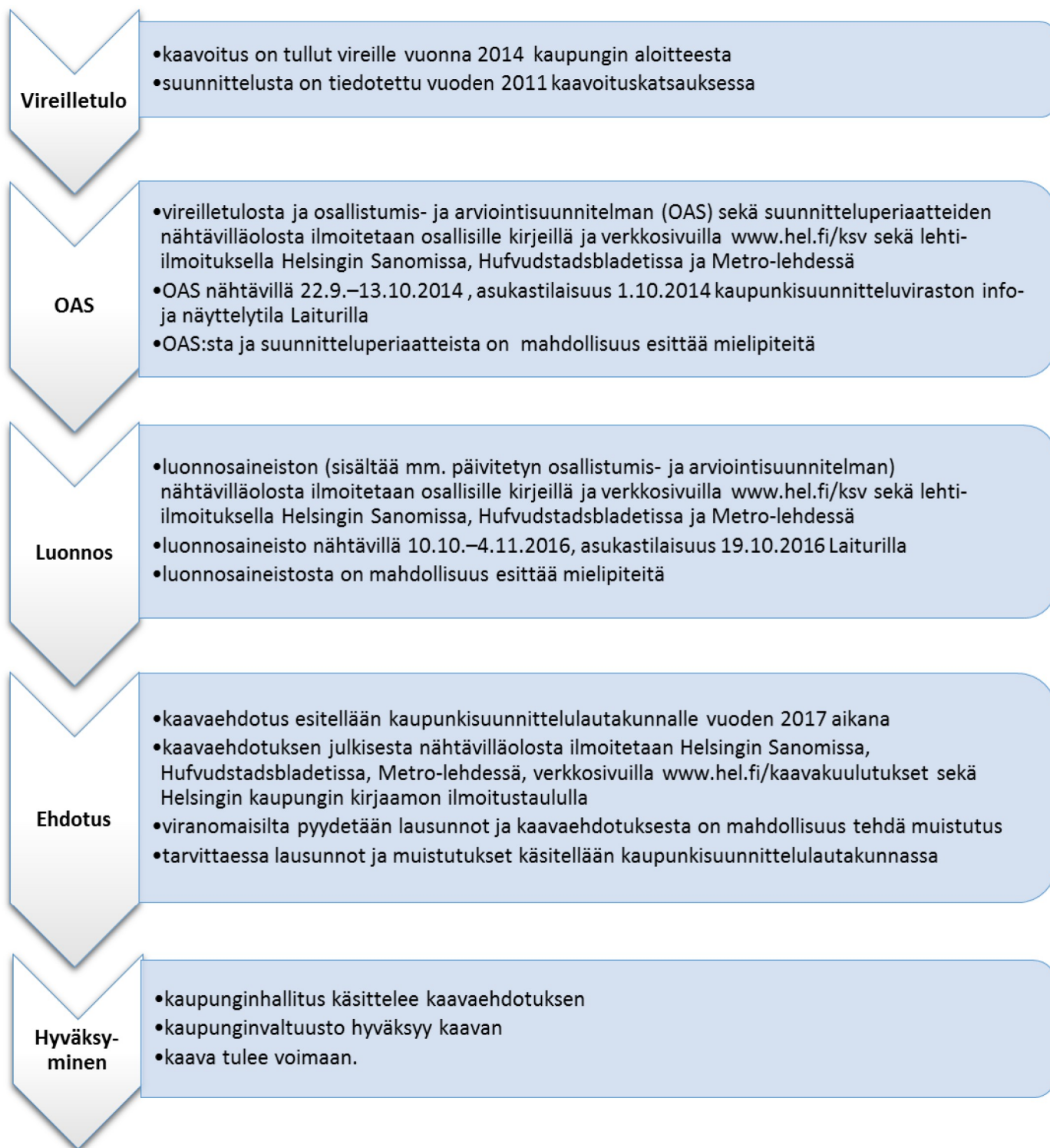
Juha-Pekka Turunen, vuorovaikutussuunnittelija, p. (09) 310 37403, juha-pekka.turunen@hel.fi

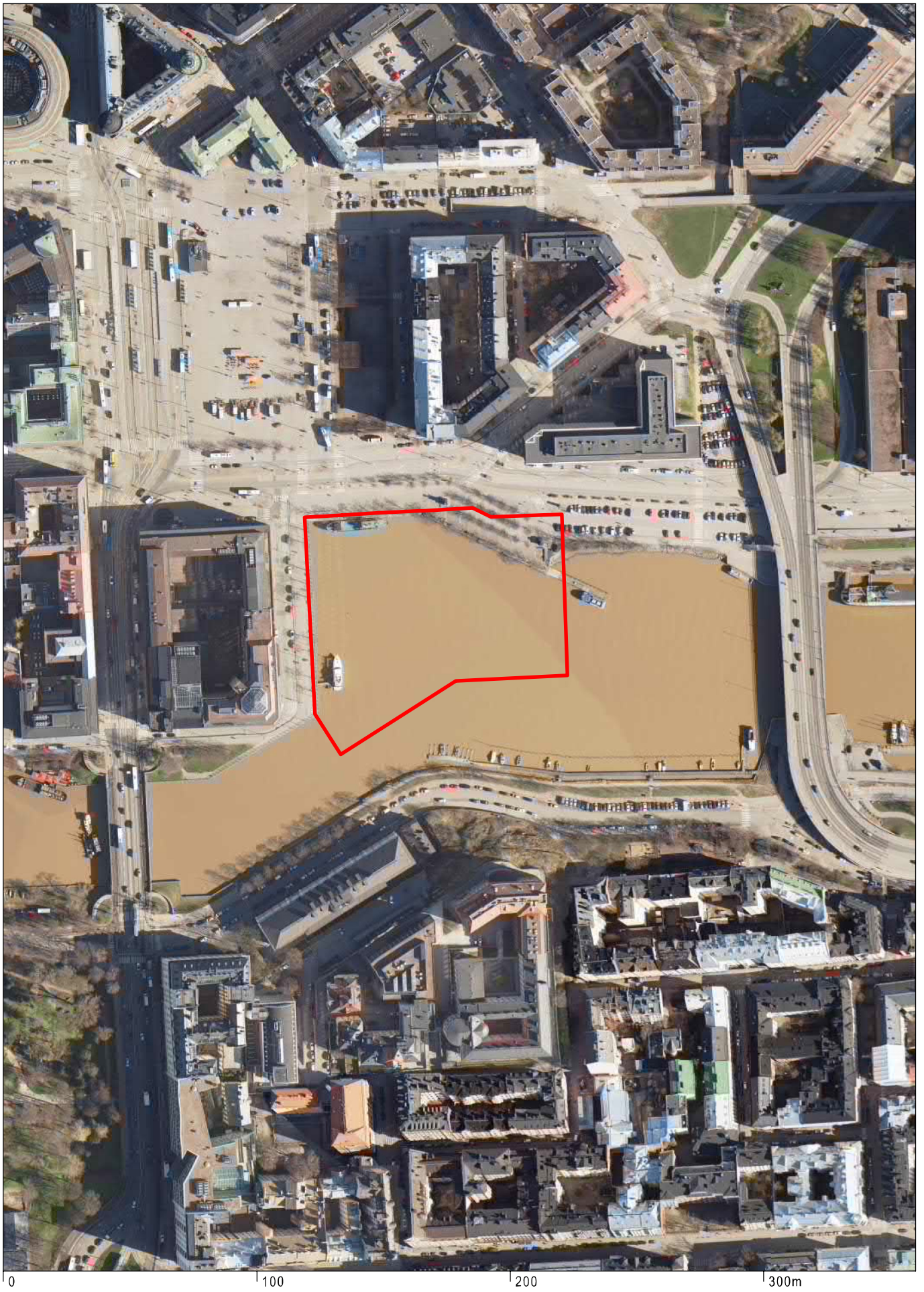


Kaupunkisuunnittelua voi seurata kaupunkisuunnitteluviraston sosiaalisen median kanavissa (facebook.com/helsinkisuunnittelee, twitter.com/ksvhelsinki, www.youtube.com/helsinkisuunnittelee) sekä Suunnitelmavahti-palvelun avulla (www.hel.fi/suunnitelmavahti).



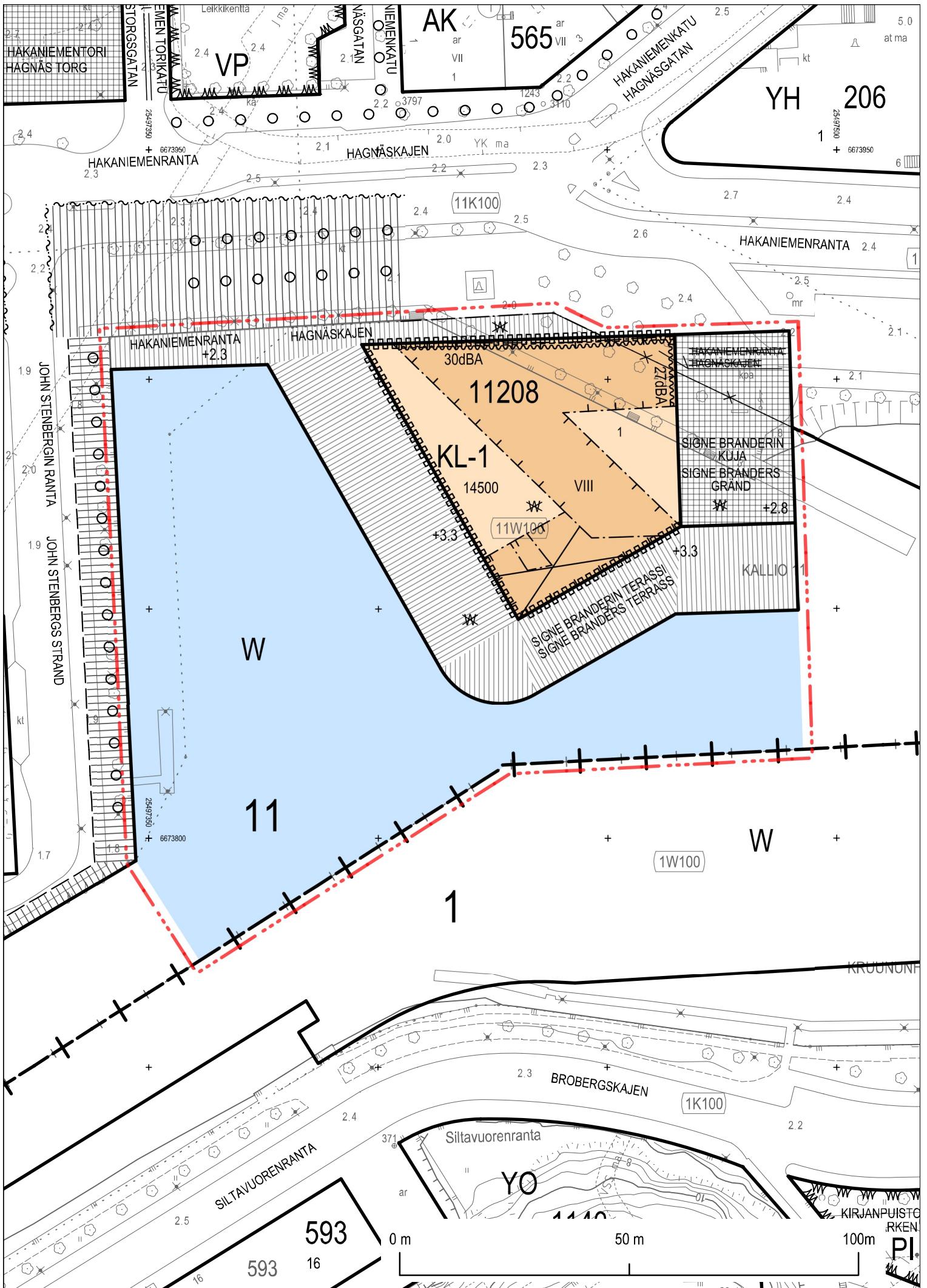
Kaavoituksen eteneminen



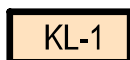


Ilmakuva
Hakaniemen hotelli

Helsingin kaupunki
Asemakaavoitus
Eteläinen alueyksikkö / Keskusta



ASEMAKAAVAMERKINNÄT JA
- MÄÄRÄYKSET



Hotellirakennusten korttelialue.



Vesialue.



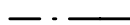
2 metriä kaava-alueen rajan ulkopuolella oleva viiva.



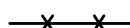
Kaupunginosan raja.



Korttelin, korttelinosan ja alueen raja.



Osa-alueen raja.



Risti merkinnän päällä osoittaa merkinnän poistamista.

11

Kaupunginosan numero.

11208

Korttelin numero.

1

Ohjeellisen tontin numero.

SIGNE BRAN

Kadun tai katuaukion nimi.

14500

Rakennusoikeus kerrosalaneliömetreinä.

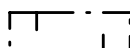
Asemakaavaan merkityn kerrosalan lisäksi saa rakentaa teknisiä tiloja ja niiden vaatimat kuilut ja hormit.

VIII

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

+3.3

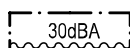
Maanpinnan likimääräinen korkeusasema.



Rakennusala.



Rakennukseen jätettävä kulkuaukko.



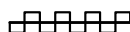
Merkintä osoittaa rakennusalan sivun, jolla rakennuksen ulkovaipan ääneneristävyyden liikennemelua vastaan on oltava vähintään merkityn lukeman suuruisen.



Katuaukio, jonka kautta huolto- ja tontille ajo on sallittu.



Yleiselle jalankululle varattu katualue.



Katualueen rajan osa, jonka kohdalta ei saa järjestää ajoneuvoliittymää.

Rakennuksen ensimmäiseen kerrokseen tulee sijoittaa kaikille avoimia kahvila- ja ravintolatiloja.

Ulkotilat rakenteineen ja kalusteineen on toteutettava kaupunkikuvallisesti korkeatasoisina, muotoilultaan ja materiaaleiltaan korkealaatuisina ja satamamiljööseen soveltuvina. Tarjoilualueita ei saa aidata.

Kattokerrokseen on rakennettava julkisesti käytössä oleva terassi.

Julkisivujen tulee olla kaupunkikuvallisesti korkeatasoisia ja julkisivumateriaaleina tulee käyttää pääosin lasia.

Rakennuksessa tulee olla suodattimella varustettu koneellinen ilman sisäänpuhallus, johon raitisilmaa ei saa ottaa Hakaniemenrannan puolelta.

Tekniset tilat tulee integroida rakennukseen veistoksellisen yhtenäisen vesikattopinnan alle eikä niitä saa sijoittaa vesikaton yläpuolelle erillisiin rakennusosiin.

Jäte- ja muu huolto tulee sijoittaa rakennuksiin.

Korttelissa 11208 rakennusten perustukset tulee suunnitella siten, että rantamuurit voidaan kaivaa esiin avokaivannossa ja korjata rakennusten perustusten vaurioitumatta.

Metron liikennöinnille ei saa aiheuttaa häiriötä.

Olemassa olevien rakennusten läheisyydessä olevilla alueilla rakennettaessa tai louhittaessa on otettava huomioon naapurirakennusten sekä maanalaisten tilojen sijainti ja rakenteiden suojaetäisyydet siten, ettei aiheudu haittaa rakennuksille tai maanalaisille tiloille tai rakenteille.

Orsi- ja pohjaveden pintaa ei saa pysyvästi alentaa. Olemassa oleville rakennuksille ja rakenteille ei saa aiheutua haittaa työnaikaisesta pohjavedenlennuksesta.

Maaperän pilaantuneisuus on selvitettävä ja pilaantuneet alueet kunnostettava ennen rakentamiseen ryhtymistä.

Pohjasedimentin pilaantuneisuus on selvitettävä alueilla, joilla on kaavan mukaisesta rakentamisesta johtuva ruoppaustarve.

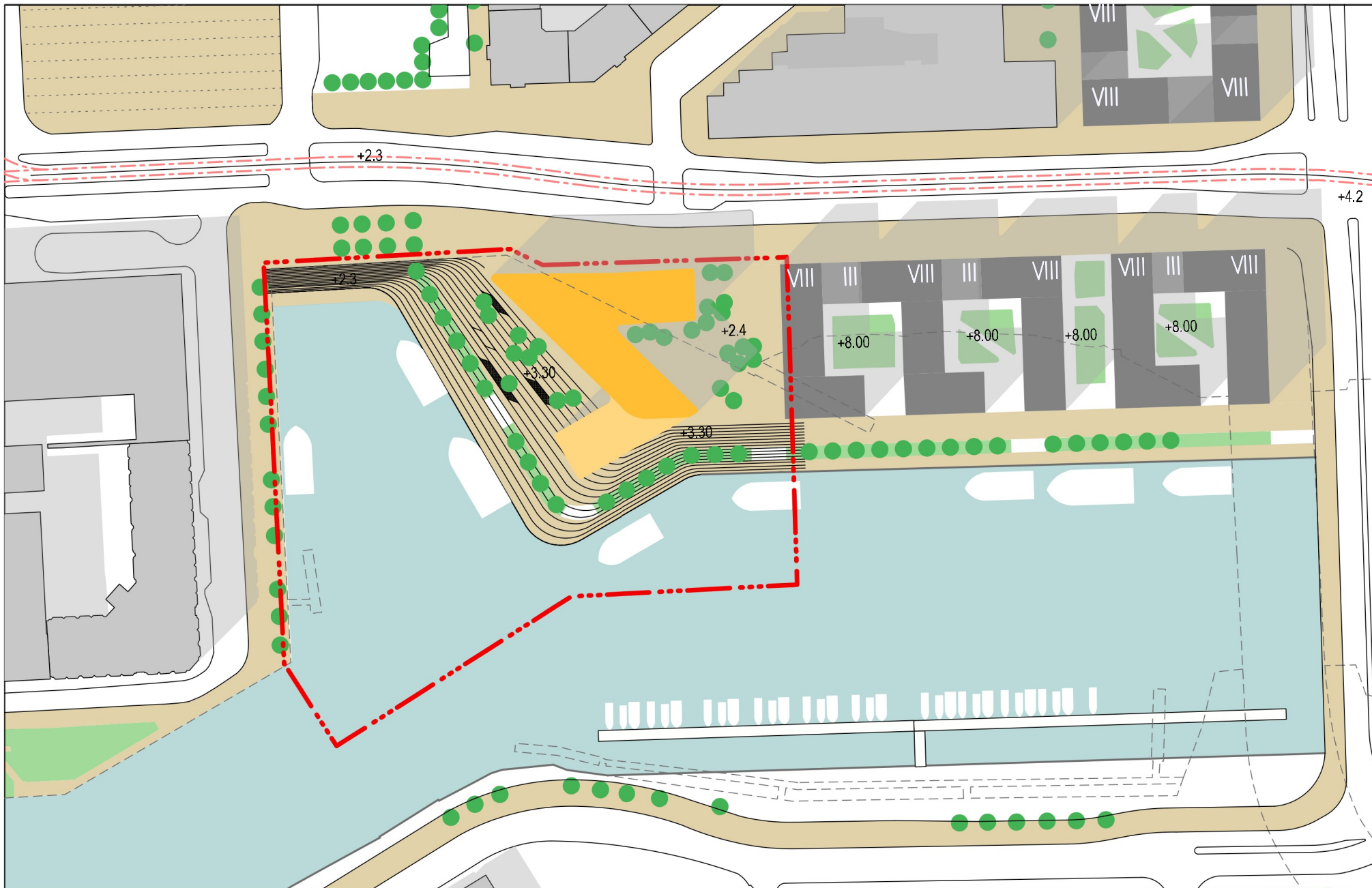
Suunnittelussa tulee esittää Helsingin viherkertoimen mukainen vihertehokkuus ja pyrkiä saavuttamaan asetettu tavoiteluku.

Autopaikkojen määrät:
- Hotelli, enintään 1 ap/350 k-m2.

Tontille sijoitettavien polkupyöräpaikkojen määrä:
- Hotelli, vähintään 1 pp/500 k-m2.

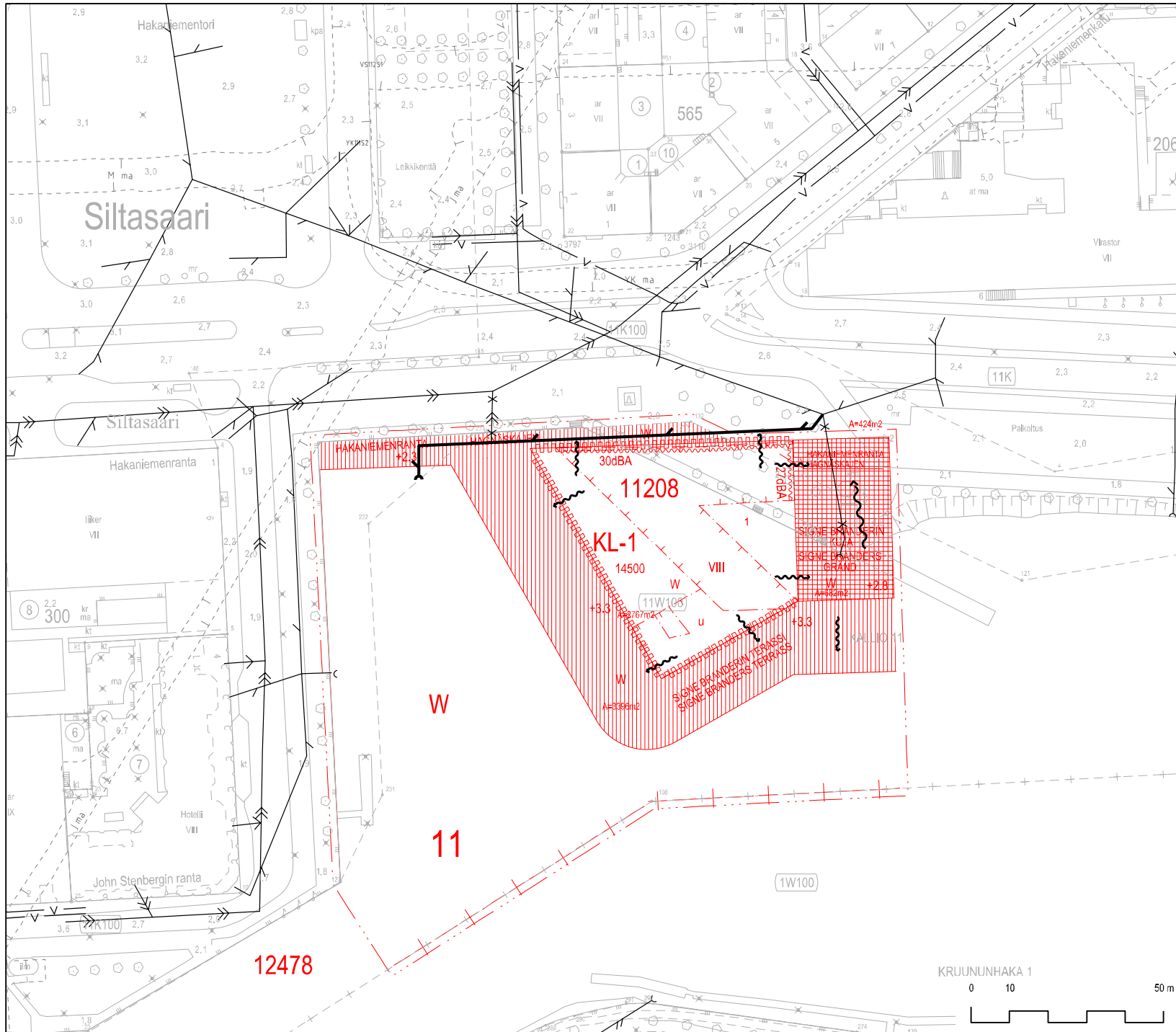
Tonttia ei saa aidata.

Tällä asemakaava-alueella korttelialueelle on laadittava erillinen tonttijako.




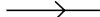


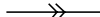
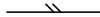


Havainnekuva 7.11.2017
 Hakaniemen hotelli
 1:1500

Helsingin kaupunki
 Asemakaavoitus
 Eteläinen alueyksikkö / Keskusta



Hakaniemenhotelli Vesihuolto

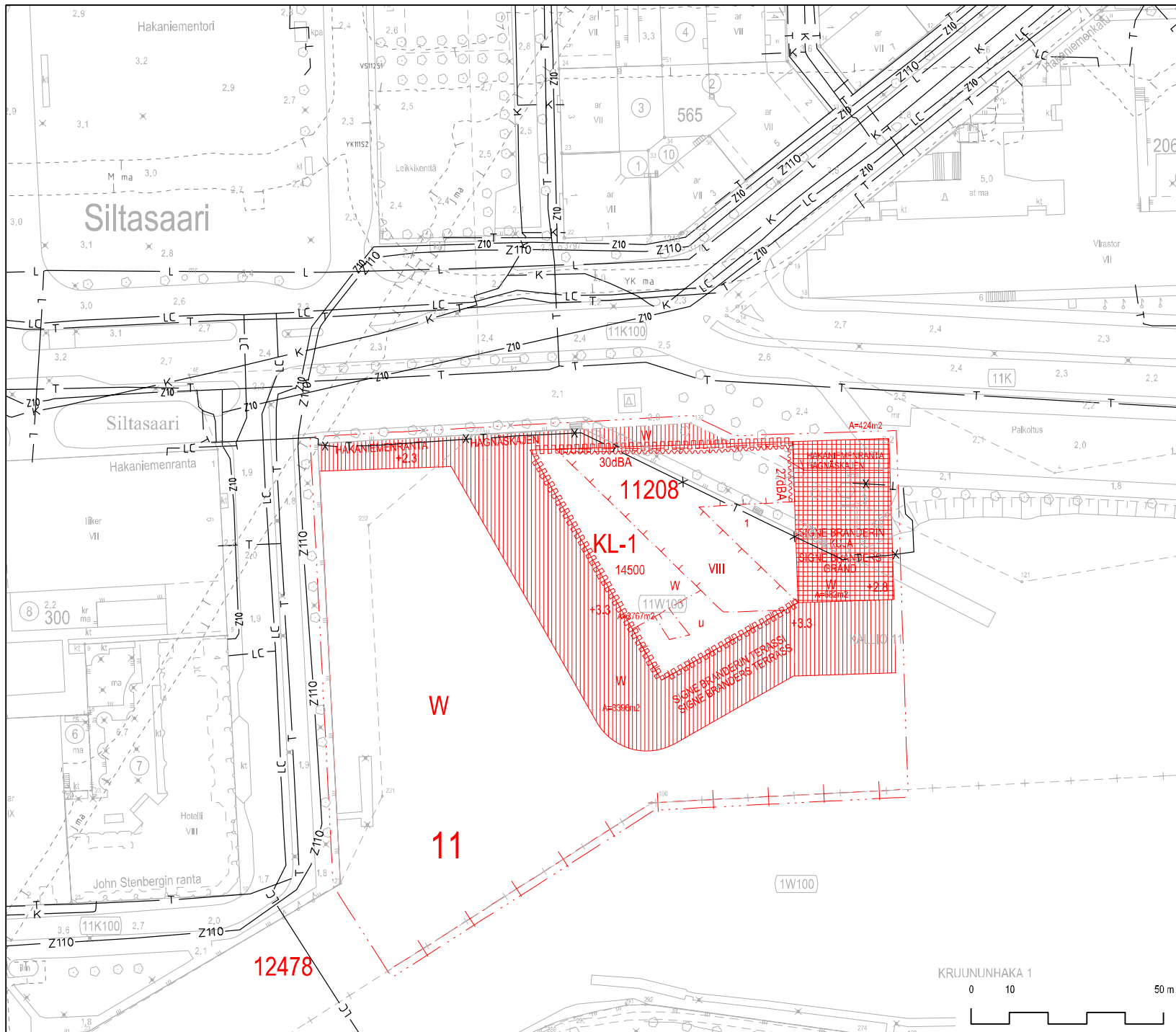
1 : 1000

-  NYKYINEN VESIJOHTO
-  NYKYINEN JÄTEVESIVIEMÄRI
-  NYKYINEN HULEVESIVIEMÄRI
-  UUSI HULEVESIVIEMÄRI
-  NYKYINEN SEKAVESIVIEMÄRI
-  NYKYINEN SEKAVESIVIEMÄRIN YLIVUOTO
-  PINTAKUIVATUS JA KATTOVEDET
-  KÄYTTÖSTÄ POISTUVA

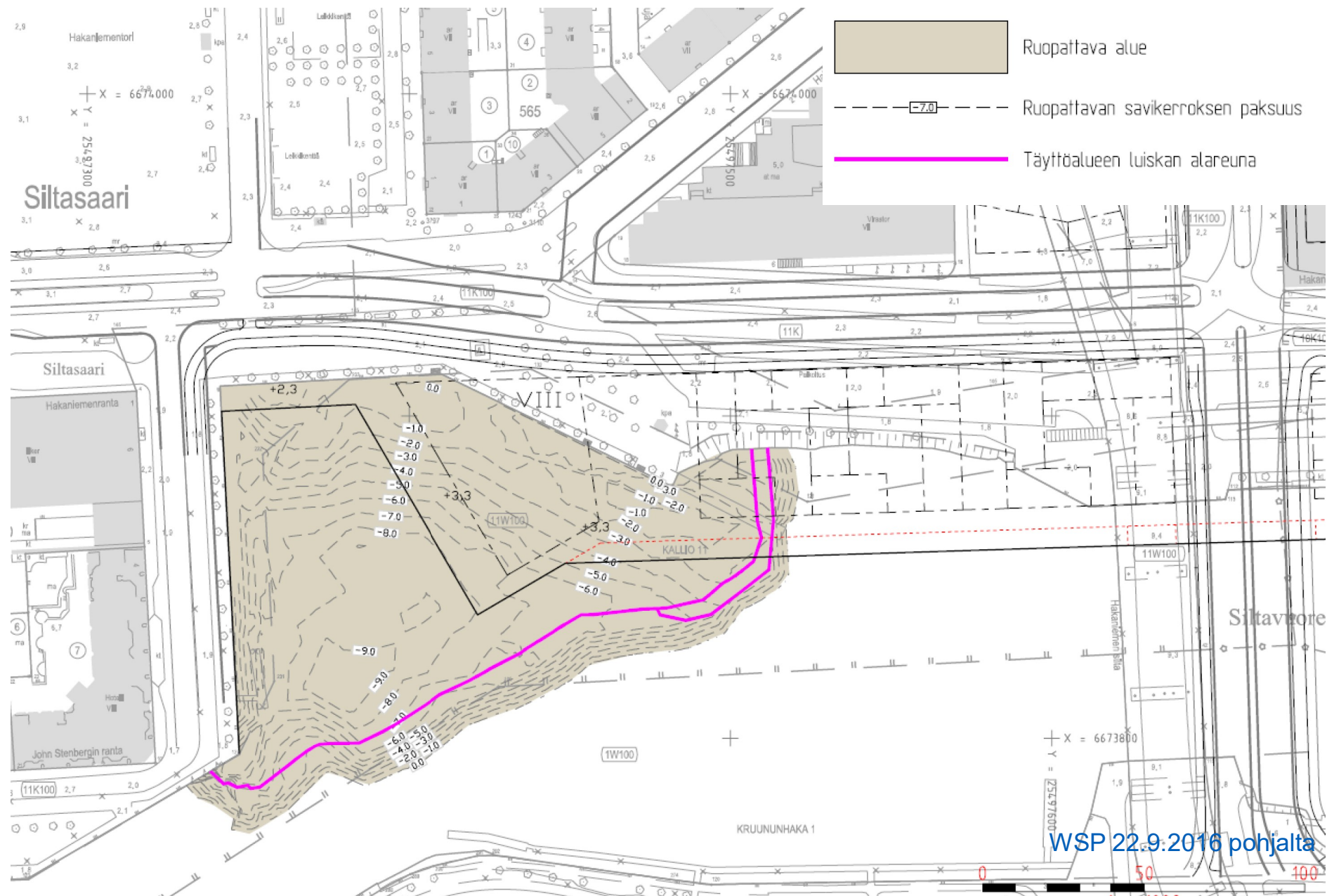
Hakaniemenhotelli Energiahuolto ja tietoliikenne

1 : 1000

- T — NYKYINEN TIETOLIIKENNEKAAPeli
- Z10 — NYKYINEN 10 kV:n SÄHKÖMAAKAAPELI
- Z110 — NYKYINEN 110 kV:n SÄHKÖMAAKAAPELI
- L — NYKYINEN KAUKOLÄMPÖJOHTO
- LC — NYKYINEN KAUKOJÄÄHDYTSJOHTO
- K — NYKYINEN KAASUPUTKI
- X — KÄYTÖSTÄ POISTUVA



Hakaniemen hotelli - Ruoppaus- ja täyttöalueet (viitteellinen)



Hakaniemenranta Maaperän ja sedimenttien pilaantuneisuus



— Tulkimusalueen raja

○ Pitoisuus yli kynnyisarvon

○ Pitoisuus yli alemman ohjearvon

▼ ○ Pitoisuus yli ylemmän ohjearvon tai yli tason 2

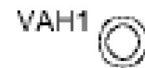


WSP:n yleisuunnitelman (22.9.2016) mukainen ruoppausalue

Suunnittelutilanne 2/2017
Vahnen Environment Oy



VAHSED5
sedimenttitutkimuspiste



VAH1
maaperätutkimuspiste

HELSINGIN KAUPUNKI, KAUPUNKISUUNNITTELUVIRASTO

Hakaniemi-Merihaka asemakaavasuunnitelman mukaisten meritäyttöjen ja ruoppausten vesistövaikutuksien mallinnus

Joose Mykkänen ja Kai Rasmus, Luode Consulting Oy
26.5.2017

Versio	Päiväys	Kuvaus
1	28.4.2017	Ensimmäinen versio kommenteille
2	26.5.2017	Johtopäätöksiä täydennetty kommenttien mukaan

Sisällys

1	Johdanto	2
2	Mallikuvaus.....	2
2.1	Yleistä	2
2.2	Laskentahila ja syvyysmalli	2
2.3	Mallinnettavat skenaariot	3
2.3.1	Nykytila	3
2.3.2	Skenaario	3
2.4	Mallinnusjaksot ja aika-asetukset	5
2.5	Mallin alkuarvot, reunaehdot ja pakotteet	5
2.6	Vedenlaatumalli.....	6
2.6.1	Yleistä.....	6
2.6.2	Mallikuvaus.....	7
2.6.3	Lähtöarvot	7
2.6.4	Reunaehdot	7
2.6.5	Sisäinen kuormitus	8
3	Mallin validointi	8
4	Tulokset	9
4.1	Vaikutukset virtausolosuhteisiin ja virtaamiin	9
4.2	Vaikutukset Eläintarhanlahden ja Töölönlahden vedenvaihtoon	12
4.2.1	Vedenvaihdon muutosten arviointi suolapitoisuuden mukaan	12
4.2.2	Vedenvaihdon muutosten arviointi ravinnepitoisuuksien mukaan	16
5	Johtopäätökset	22
6	Lähdeluettelo.....	23

1 Johdanto

Hakaniemi-Merihaka asemakaavasuunnitelma sisältää merkittäviä muutoksia Hakaniemenrannan rantaviivan linjauksessa sekä salmen poikkileikkauksen syvyyksissä. Rantaviivan uuden linjauksen mukaiset meritäytöt luiskineen kaventavat salmea joka rajoittaa vedenvaihtoa Eläintarhanlahden ja Töölönlahden alueella. Samalla myös salmen syvyyssuhteet muuttuvat suunniteltujen meritäyttöjen edellyttämien ruoppaustöiden vaikutuksesta. Tämän johdosta katsottiin tarpeelliseksi selvittää mallinnuksella salmen muokkaamisen vaikutuksia sisälahtien, Eläintarhanlahden ja erityisesti Töölönlahden, vedenvaihtoon avoimempien merialueiden kanssa.

Mallinnus pohjautui alueelle aiemmin tehtyyn virtausmallinnukseen, joka kattoi alueen Vanhankaupunginlahden pohjukasta Suomenlinnan ulkopuolelle (Vantaajoen estuaarin vesistömallinnus, Luode Consulting Oy ja Sito, 7.1.2015). Mallin tuloksena tarkasteltiin ensin asemakaavasuunnitelman mukaisten meritäyttöjen ja ruoppausten vaikutuksia alueen virtausolosuhteisiin, salmien virtaamiin ja sisälahtien suolapitoisuuksiin. Tämän lisäksi virtausmallin tulokset hyödynnettiin vedenlaatumallin laskennassa, jolla selvitettiin mahdollisia muutoksia sisälahtien vedenvaihdossa perustuen ravinnepitoisuuksien muutoksiin nykytilan ja rakennetun tilanteen välillä.

2 Mallikuvaus

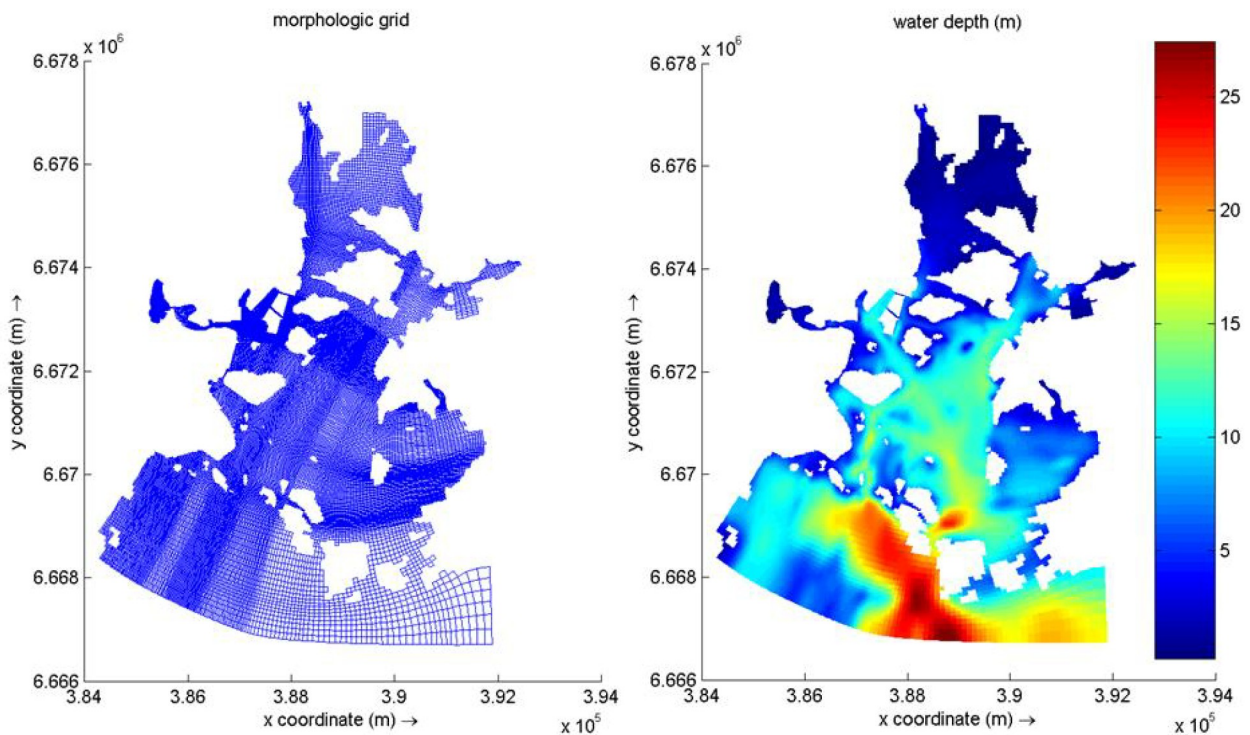
2.1 Yleistä

Hakaniemi-Merihaka asemakaavasuunnitelman meritäyttöjen ja ruoppausten mahdollisesti aiheuttamien vesistövaikutuksien mallinnuksessa käytettiin Delft3D-mallinnuspakettia, mikä on luonnonolosuhteisiin rannikko-, estuaari- ja jokiympäristöihin kehitetty ohjelmisto veden, sekä sedimentin ja vedenlaadun vuorovaikutuksen simuloimiseen. Malli käyttää kurvilineaarista laskentahilaa, joka myötäilee rantaviivaa sekä oletettuja virtaussuuntia metrien skaalassa. Ohjelmisto laskee mallin reunaehtojen ja fysikaalisten pakotteiden mukaan vesialueen virtausnopeudet, pinnankorkeuden, lämpötilan, suolaisuuden, sekä erilaisten aineiden advektion. Tarkemmat yksityiskohdat käytetystä mallista löytyy oheisen linkin kautta: <https://www.deltares.nl/en/software/delft3d-4-suite/>

2.2 Laskentahila ja syvyyssmalli

Mallin laskentahila muokattiin aikaisemman virtausmallinnuksen hilasta painottamalla asemakaavasuunnitelman aluetta sekä oletettua vaikutusalueetta Eläintarhanlahden ja Töölönlahden suunnassa, joiden kaikkien osalta hilan tarkkuutta tiheennettiin (Kuva 1). Kokonaisuudessaan laskentahilassa oli 318 x 348 hilaruutua. Hilakoko vaihteli noin 5 metrin ja noin 300 metrin välillä. Merialueella lähellä ulkoreunaa mallihila oli karkeimmillaan.

Syvyyssmallissa käytetyt syvyyssiedot (kuva 1) on koottu useasta eri lähteestä hyödyntäen tarkin saatavilla oleva luotausaineisto sekä luotautiedon puuttuessa merikartan syvyysskäyrien aineisto. Syvyyssuunnassa laskentahila on jaettu kymmeneen kerrokseen joiden paksuus on 10 % solun syvyydestä. Kun koko mallialue jaetaan kymmeneen tasapaksuun kerrokseen, vaihtelee kerroksen paksuus noin 0.1 metrin ja 2.7 metrin välillä. Tämä ns. sigma-kerrosmalli tuottaa yhtenäiset pinta- ja pohjakerrokset parantaen virtausmallin tarkkuutta.



Kuva 1. Laskentahila (vasen) ja syvyysmalli (oikea).

2.3 Mallinnettavat skenaariot

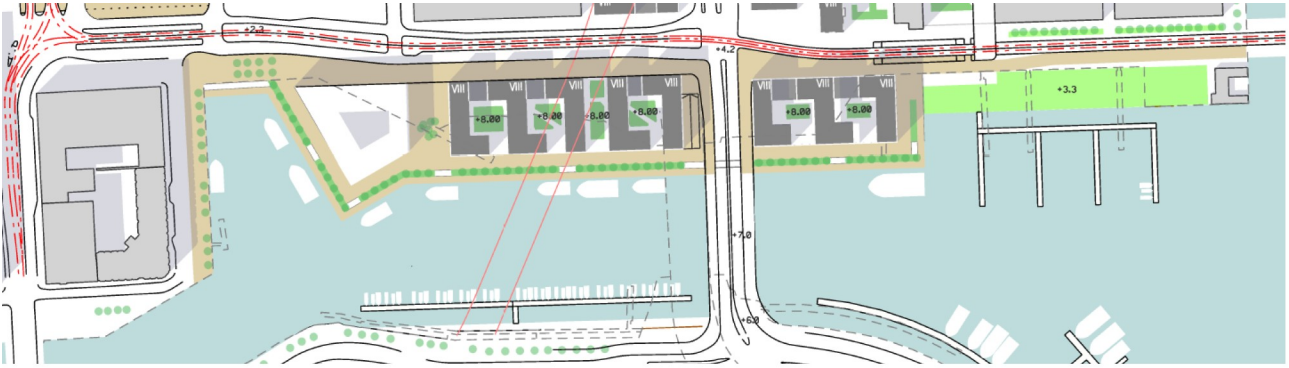
Mallisovelluksesta tehtiin kaksi versiota, nykytila ja skenaario Hakaniemi-Merihaka asemakaavasuunnitelman mukaisesta rakennetusta tilanteesta. Mallinnuksessa käytetyt reunaehdot, pakotteet ja aika-asetukset olivat yhtenevät molemmille sovelluksille, vain rantaviivaa ja syvyysmallia muokattiin rakennetussa skenaariossa.

2.3.1 Nykytila

Mallinnus nykytilan rantaviivalla ja syvyysmallilla (kuva 1 ja 5).

2.3.2 Skenaario

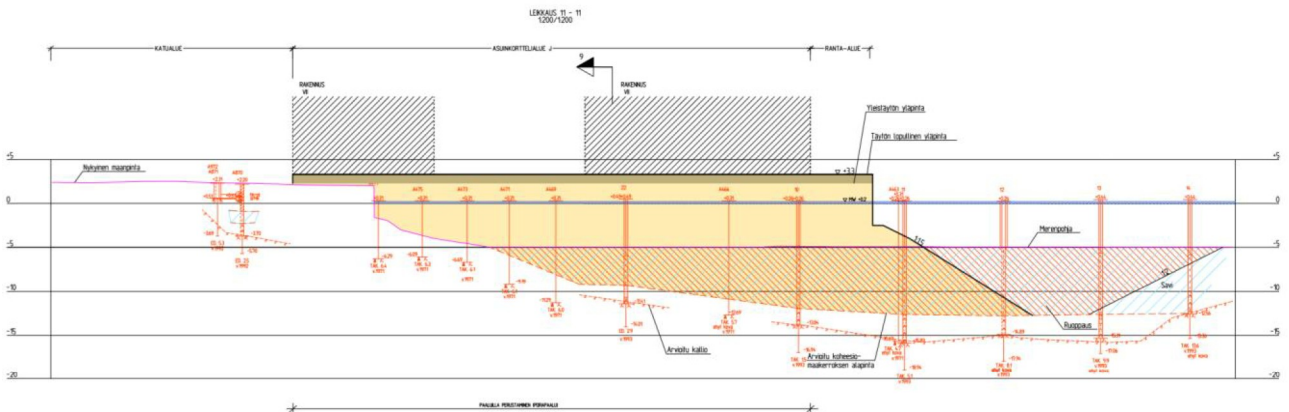
Skenaarioajossa rantaviivan linjausta muutettiin asemakaavasuunnitelman meritäyttöjen linjauksen (kuva 2) mukaan ja nykytilan syvyysmallia muokattiin ruoppaus suunnitelman linjauksen (kuva 3) ja poikkileikkauskuvaajien (kuva 4) mukaan. Nykyisen ruoppausohjeen mukaisesti meritäyttöjen luiskan ja vastaluiskan väliin jätetään 5 m leveä kaista kovaa pohjaa, minkä johdosta meritäytön edustalle muodostuu nykyistä noin 5 m syvää merenpohjaa syvempi noin 10 m syvä kanava (kuva 5).



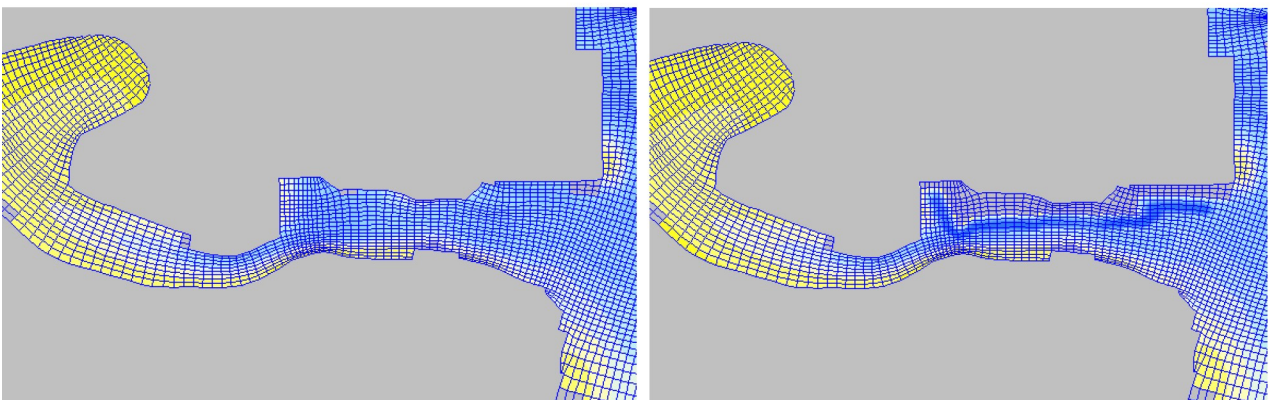
Kuva 2. Meritäytöjen suunniteltu linjaus, nykyinen rantaviiva näkyy kuvassa katkoviivalla.



Kuva 3. Suunniteltujen meritäytöjen vaatima ruoppaus-alue.



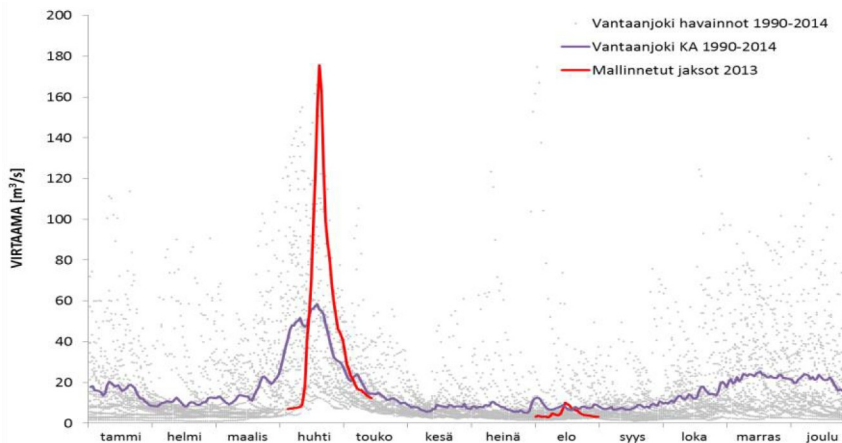
Kuva 4. Esimerkkikuva yhdestä asemakaavas suunnitelman poikkileikkauskuvaajasta, josta näkyy meritäytöjen rakenne, luiskat sekä ruoppaussyvytydet kyseisen poikkileikkauslinjan kohdalla.



Kuva 5. Laskentahila ja syvyysmalli kontrolliajo (vasen) sekä skenaarioajo tilanteessa (oikea), jossa mukana meritäytöt ja ruoppaussuunnitelmien mukaan muokattu syvyysmalli.

2.4 Mallinnusjaksot ja aika-asetukset

Mallinnettaviksi jaksoiksi valittiin voimakkaan jokivirtaaman sekä vähäisen jokivirtaaman jaksot, jotta suunnittelun kohteena olevien rakenteiden vaikutukset estuaarivyöhykkeen eri ääritilanteissa tulisivat esiin. Mallinnettu kevätjakso 1.4 - 30.4.2013 edustaa Vantaanjoen maksimivirtaamatilannetta, jossa virtaama nousi suurimmillaan arvoon 176 m³/s. Kesäjakso 1.-31.8.2013 puolestaan edustaa matalan virtaaman tilannetta, jossa keskimääräinen jokivirtaama oli 5 m³/s (Kuva 4). Mallinnusjaksot olivat samat kuin aiemmin laaditussa laajemmassa mallissa. Laskennassa käytetty aika-askel oli 1 minuutti.



Kuva 4. Vantaanjoen virtaama vuosina 1990-2014 sekä keskiarvo näille vuosille. Punaisella viivalla on esitetty mallinnetut jaksot vuodelta 2013.

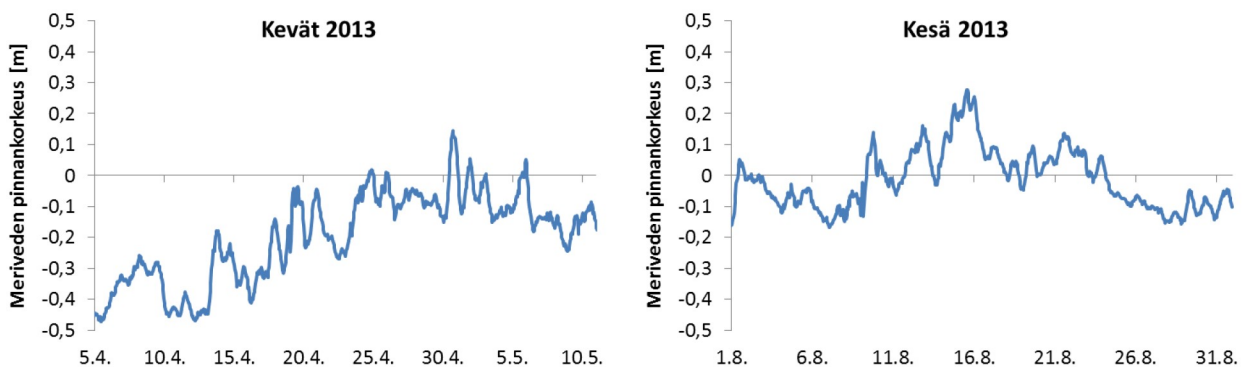
2.5 Mallin alkuarvot, reunaehdot ja pakotteet

Hakaniemenrannan mallisovelluksen laskentahila liitettiin Suomenlahteen laskentahilan eteläreunan matkalta ja vedenvaihtoa laskentahilan ja Suomenlahden välillä pakotettiin meriveden pinnankorkeuden ja tuulen ajamien virtausten mukaan. Meriveden pinnankorkeuden aikasarjana käytettiin Helsingin mareografin havaintoja mallinnettavalle jaksolle. Pinnankorkeuden vaihtelu mallinnetuilla jaksoilla oli keväällä välillä -0,47m ja +0,14m sekä kesällä -0,17 ja +0,29m (kuva 5). Pintakerroksen virtauksiin voimakkaasti vaikuttava tuulen nopeus- ja suunta-aineisto ladattiin Kumpulan sääaseman aineistoista. Tuulen nopeus vaihteli mallinnetulla jaksolla välillä 0 ja 13 m/s ollen keskimäärin 4,1 m/s (Kuva 6). Tuulen suunnassa on havaittavissa lounais- ja itäsuuntien dominointi. Meriveden pinnankorkeus- ja säähavainnot on kerätty Ilmatieteenlaitoksen avoimesta datapalvelusta.

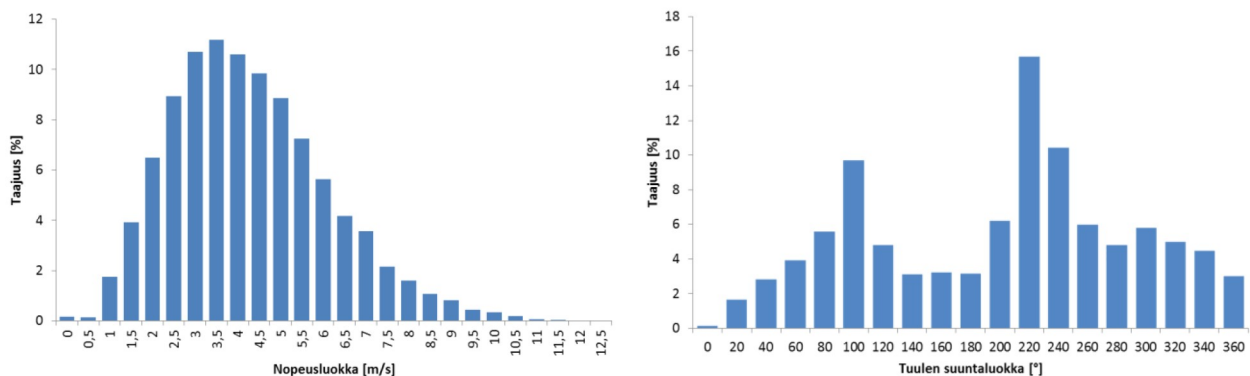
Mallin eteläreunan ja Suomenlahden välisen vedenvaihdon lisäksi keskeinen tekijä alueen vedenvaihdossa on Vantaanjoen virtaama. Vantaanjoen virtaama-aineisto ladattiin ympäristöhallinnon Hertta-tietokannasta kuten myös joen lämpötila-aikasarjat, suolapitoisuuden ollessa nolla. Mallin Suomenlahteen ja Vantaanjokeen liittyvien reunojen lisäksi asetettiin varsinaisen kohdealueen vedenvaihtoon vaikuttavat muut reunaehdot. Töölönlahden veden vaihtuvuuden nopeuttamiseksi ja lahden tilan parantamiseksi pumpataan lahden luoteiskulmaan vettä Humallahdelta. Tämä pumppaus on jatkuvasti käynnissä avovesikaudella ja sen virtaama on 0.5 m³/s (1). Pumpattavan veden lämpötila ja suolaisuus asetettiin seuraamaan Humallahden mittaushavaintoja (Hertta). Lisäksi Töölönlahden pohjoisrantaan purkautuu hulevesiä joiden vuotuiseksi määräksi on arvioitu yhteensä 240000m³ (1). Vuotuinen hulevesimäärä on skaalattu virtaama-aikasarjaksi käyttäen Kumpulan havaintoaseman sadanta-aineistoa. Hulevesien suolapitoisuus asetettiin nollassa ja lämpötilan oletettiin seuraavan Töölönlahden lämpötilahavaintoja (Hertta).

Jokivirtaaman, meriveden pinnankorkeuden ja tuuliaineiston lisäksi laskentahilan suolapitoisuuden ja lämpötilan lähtöarvot asetettiin Hertta-tietokannan vedenlaatuhavaintoihin perustuen. Hertta-tietokannan mukaan asetettiin myös suolapitoisuuden ja lämpötilan aikasarjat laskentahilan Suomenlahteen liittäville avoimelle eteläreunalle.

Meriveden lämpötilan laskennassa käytettiin meri- ja järvimalleille kehitettyä lämpötilamallilla, missä lämpötila lasketaan lämpövuotasapainosta. Malli huomio pitkäaaltoisen säteilyvuon, auringon säteilyn, havaittavan lämmön vuon ja latentin lämmön vuon. Lämpötilamallille annettiin sisäänsyöttömuuttujina ilman lämpötilan, pilvisyyden, suhteellisen kosteuden sekä tuulen nopeuden aikasarjat. Mallinnuksessa käytetty aineisto ladattiin Kumpulan sääasemalta, mistä oli käytettävissä Helsingin alueen täydellisin aikasarja-aineisto.



Kuva 5. Meriveden pinnankorkeudet mitattuna Helsingin mareografilla keväälle ja kesälle 2013. Ennätykset: Helsinki +151 cm (9.1.2005) -93 cm (28.1.2010) 1904 (<http://www.itameriportaali.fi>).



Kuva 6. Kesän 2013 (5.4.-31.8.2013) tuulen nopeusjakauma (vasen) ja suuntajakauma (oikea). Tuulen nopeus on 10 minuutin keskiarvo.

2.6 Vedenlaatumalli

2.6.1 Yleistä

Vedenlaatumalli perustuu Delft3D-WAQ-vedenlaatumalliin joka käyttää yllä kuvatun Delft3D-FLOW-mallin tuottamia tuloksia veden fysikaalisesta tilasta omina pakotteinaan. Delft3D-WAQ ratkaisee advektio-diffuusio yhtälön sekä aineiden reaktioyhtälöt kolmessa ulottuvuudessa. Mallilla voidaan ratkaista aineiden kulkeutuminen, prosessit ja reaktiot konservatiivisille aineille (suolaisuus ja muut passiiviset merkkiaineet), hajoaville aineille, kiintoaineelle, lämpötilalle, ravinteille (ammonia, nitraatti, fosfaatti ja silikaatti), orgaanisille aineille, hapelle, BOD:lle ja COD:lle, bakteereille, leville sekä raskasmetalleille. Nämä

ominaisuudet tekevät Delft3D-WAQ:ista tehokkaan työkalun erilaisten vesistöongelmien tutkimiseen. Mallia on käytetty muun muassa rehevöitymisen, hapettomuuden, jäteveden leviämisvaikutusten ja raskasmetallien kulkeutumisen tutkimiseen.

2.6.2 Mallikuvaus

Tässä tutkimuksessa vedenlaatumallia käytettiin kokonaisfosforin (P_{tot}) ja kokonaistypen (N_{tot}) kulkeutumisen tutkimiseen ja edelleen Hakaniemenrannan meritäyttöjen ja ruoppausten mahdollisten haitallisten vesistövaikutusten selvittämiseksi Eläintarhanlahden ja Töölönlahden vedenvaihdossa. Aineet oletettiin passiivisiksi ja nosteeltaan neutraaleiksi jolloin niillä ei ole reaktioita keskenään eikä muiden aineiden kanssa ja ne leviävät vesimassan mukana. Aineille ei myöskään ole lähteitä tai nieluja, lukuun ottamatta mallialueen reunoilta tulevaa, tai niiltä poistuvaa massaa. Näin ollen järjestelmän kuvaamiseen riittää advektio-diffuusio yhtälö alku- ja reunaehtoineen. Ilmakehää ei ole otettu ravinnelähteenä mukaan. Sen sijaan pohjasta tapahtuva sisäinen kuormitus on otettu huomioon ravinnelähteenä. Töölönlahden osalta sisäinen kuormitus on merkittävä.

2.6.3 Lähtöarvot

Vedenlaatumalli käyttää tuloksia veden virtausnopeuksista, suolaisuudesta, lämpötilasta ja pinnankorkeudesta Delft3D virtausmallisovelluksesta. Laskennassa käytetään samaa laskentahilaa kuin virtausmallissa sillä erotuksella että kerrokset on yhdistetty viideksi kerrokseksi kymmenen sijaan. Ravinnepitoisuuksien alkuarvot ladattiin Hertta-tietokannasta ja ne on esitetty taulukossa 1. Pintakerros on kaksi ylintä kerrosta ja pohjakerros on kolme alinta kerrosta.

Taulukko 1. Vedenlaatumallin alkuarvot alueittain, taulukon arvot ovat kyseisten alueiden soveltuvimman havaintopisteen kuukausikeskiarvoja vuosilta 2000-2017.

Alue	P _{tot} [µg/l]				N _{tot} [µg/l]			
	Huhtikuu		Elokuu		Huhtikuu		Elokuu	
	Pinta	Pohja	Pinta	Pohja	Pinta	Pohja	Pinta	Pohja
Töölönlahti	54	54	66	66	789	789	600	600
Eläintarhanlahti	64	64	62	62	1059	1059	602	602
Kruunuvuorenselkä	39	31	31	36	738	431	408	395
Vanhankaupunginlahti	92	92	72	72	1805	1805	802	802
Ulkomeri	35	31	28	33	419	353	368	328

2.6.4 Reunaehdot

Mallissa on kolme avointa reunaa, Vantaanjoen kaksi haaraa sekä avoin reuna ulkomerelle etelässä. Virtaustiedot reunoille saadaan suoraan virtausmallista ja ravinnepitoisuudet ladattiin Hertta-tietokannasta (taulukko 2). Ulkomerellä syvyys on jaettu kahteen kerrokseen samalla tavalla kuin alkuarvoissa (2 kerrosta pinnasta ovat pintakerros ja 3 alinta kerrosta ovat pohjakerros).

Taulukko 2. Vedenlaatumallin reunaehtojen sekä Humallahden pumppauksen mukana tulevat pitoisuudet.

Alue	Ptot [$\mu\text{g/l}$]				Ntot [$\mu\text{g/l}$]			
	Huhtikuu		Elokuu		Huhtikuu		Elokuu	
	Pinta	Pohja	Pinta	Pohja	Pinta	Pohja	Pinta	Pohja
Ulkomeri	54	54	66	66	789	789	600	600
Vantaanjoki	126	126	69	69	2913	2913	1414	1414
Humallahti	32		43		476		487	

Mallissa on lisäksi kaksi virtaamalähdettä jotka ovat mukana myös virtausmallissa. Nämä ovat Humallahdelta tuleva pumppaus sekä hulevesikuorma. Molemmat näistä tulevat Töölönlahden pohjoispäähän ja ne puretaan pintakerrokseen. Humallahdelta tulee vakiovirtaama 0.5 m³/s ja sen pitoisuudet ladattiin Hertta-tietokannasta (taulukko 2).

Hulevesien vuotuisen ravinnekuormituksen on arvioitu olevan kokonaisfosforin osalta 35 kg (1). Typen osalta arvio perustuu Lahden keskustassa havaitun hulevesikuormituksen typpi-fosforisuhteeseen (2), jonka mukaan laskettuna vuotuinen kokonaistyyppimäärä on 190 kg kun fosforikuorma tiedetään. Vuosikuorma molempien ravinteiden osalta on skaalattu kuormitusaikasarjaksi hulevesille määritetyn virtaaman aikasarjan mukaan.

2.6.5 Sisäinen kuormitus

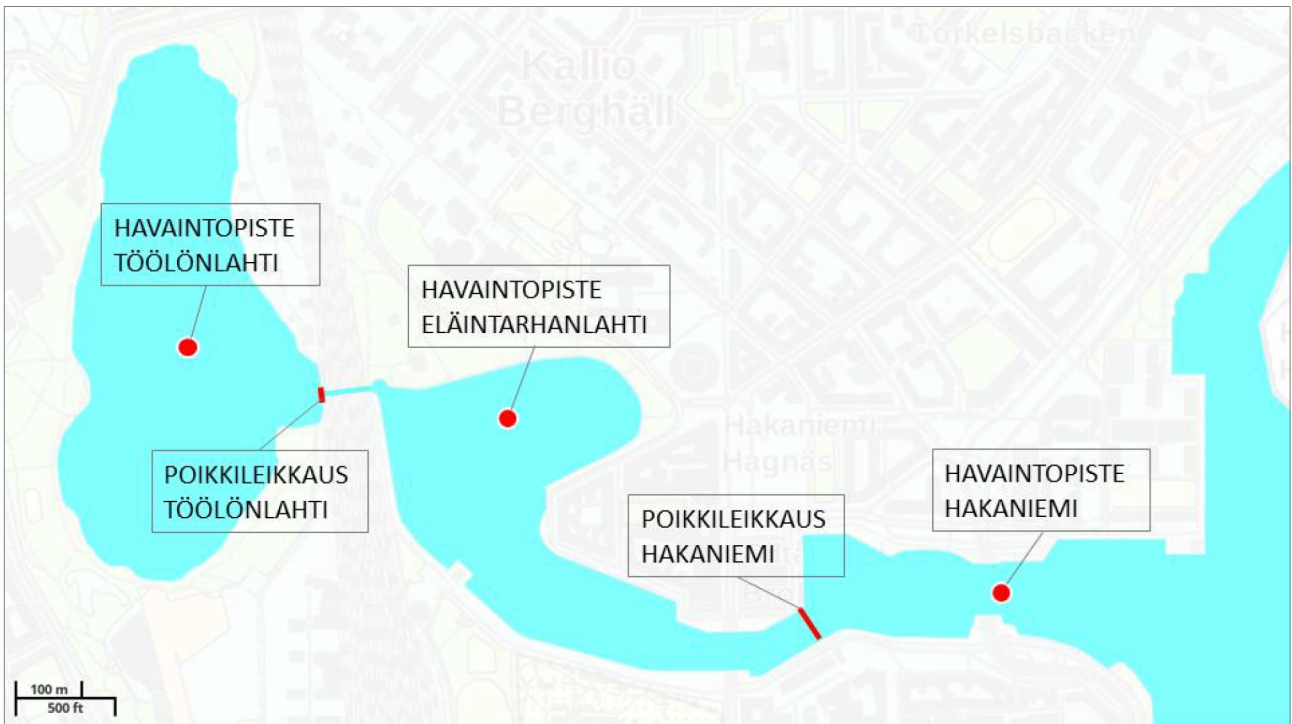
Töölönlahden sisäinen kuormitus huomioidaan elokuun malliajoissa. Tässä käytetään oletusta, että pohjasedimentistä vapautuvan sisäisen ravinnekuormituksen määrä on kesäkaudella (kesä-elokuussa) fosforin osalta 200 kg/3kk (3) ja Suomenlahden merisedimenteistä vapautuvan ravinnevuon tyypillisen typpi/fosforisuhteen mukaan laskettuna (4) typen osalta 400 kg/3kk. Kuorma on jaettu Töölönlahden pohjakerroksen jokaisen laskentasuon kesken. Virtaamaksi on valittu 1 l/s ja pitoisuus on skaalattu siten että kokonaiskuorma toteutuu. Ptot pitoisuudeksi saatiin siten 28.86 $\mu\text{g/l}$ ja Ntot pitoisuudeksi 57.73 $\mu\text{g/l}$. Sisäisen kuormituksen mukanaan tuoma virtaama purkautuu siis koko Töölönlahden alueen pohjakerrokseen. Tässä on huomioitava että vedenlaatumalliin lisätyt virtaamalähteet eivät vaikuta virtausnopeuksiin jotka tulevat suoraan virtausmallista. Lisätyt virtaamat vaikuttavat vain pitoisuuksiin.

3 Mallin validointi

Virtausmalli on validoitu edellisessä laajemman alueen taustamallinnusta käsittelevässä työssä. Mallin validointi perustui kohdealueella tehtyjen virtaus- ja vedenlaatumittausten tuloksiin kesäkaudelta 2013 (10.7.-14.11.2013). Mittauspisteet sijaitsivat Sompassaaren ja Mustikkamaan välissä, Katajanokan ja Korkeasaaren välissä sekä Kruunuvuorenselällä jossa oli kaksi pistettä. Virtausnopeudet mitattiin profiloivalla akustisella virtausmittarilla (ADCP) ja pohjanläheiset suolaisuus- ja lämpötila-arvot mitattiin samanaikaisesti vastaavissa pisteissä pohjaan ankkuroiduilla vedenlaatuantureilla. Vertailujen perusteella malli pystyy kuvaamaan alueen virtauskentän ja vedenlaatu tiedot hyvällä tarkkuudella

4 Tulokset

Mallin tuloksia tarkasteltiin suunniteltujen meritäyttöjen ja ruoppauksen välittömällä vaikutusalueella Hakaniemenrannan edustalla sekä laajemmin mahdollisten vedenvaihtoa rajoittavien vaikutusten selvittämiseksi meritäyttöjen kaventaman salmen sisäpuolelle rajautuvilla Eläintarhanlahdella ja Töölönlahdella. Sekä kontrollitilanne että varsinainen rakennettu skenaario ajettiin identtisinä huhtikuun ja elokuun mallinnusjaksoille. Taustatiedot ja sisäänsyöttöparametrit olivat skenaarioajon asemakaavas suunnitelman mukaan muokattua rantaviivaa ja veden syvyyttä lukuun ottamatta identtiset, mikä mahdollistaa suorat mallivertailut rakennetun ja ennen rakentamista olevan tilanteen välillä. Tulosten vertailu tehtiin koko mallialueelle sekä tarkemmin mallin kriittisiin kohtiin asetettujen tulosten tallennuspisteiden ja vedenvaihdon kannalta keskeisten salmien poikkileikkauksien aikasarjoille (kuva 6). Virtausvaikutuksia arvioitiin virtausmallin tulosten vertailulla ja vedenvaihtovaikutuksia ensin virtausmallin tulostamien virtaamien ja suolapitoisuuksien vertailulla ja vielä tarkemmin seuraavassa kappaleessa esitettyjen vedenlaatumallin tulosten vertailulla.



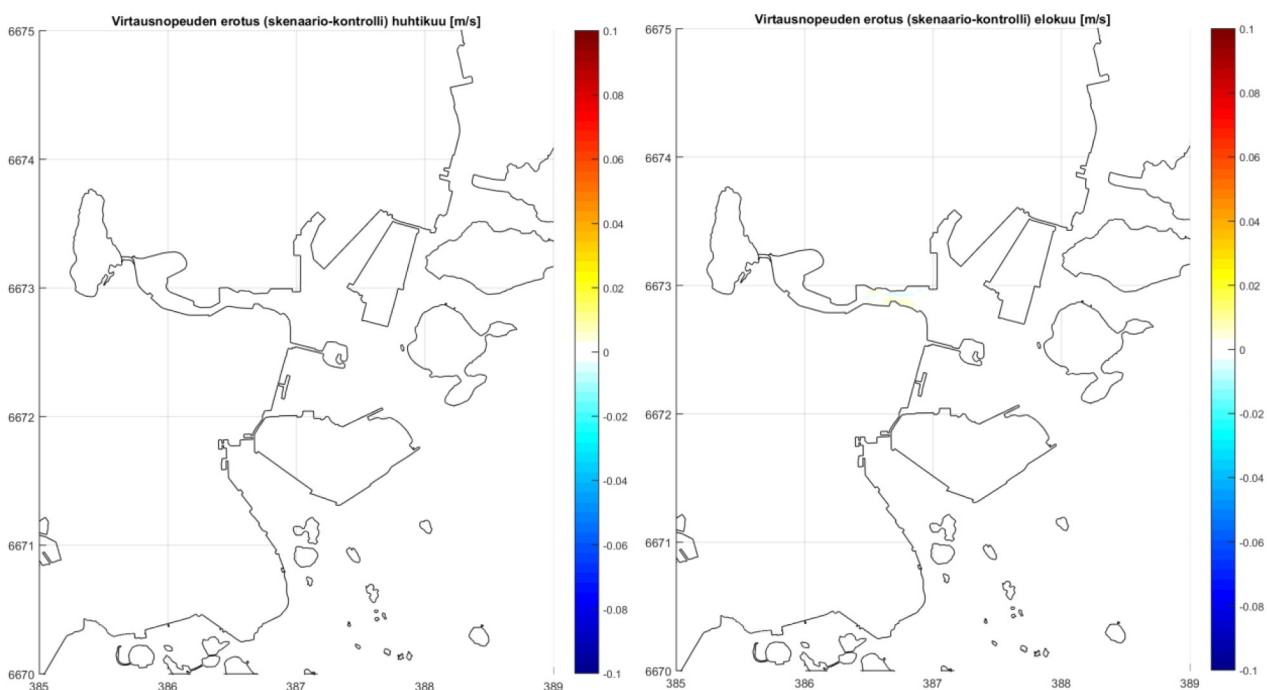
Kuva 6. Malliin asetetut tulosten tallennuspisteet ja poikkileikkaukset joiden aikasarjoja käytettiin tulosten vertailussa.

4.1 Vaikutukset virtausolosuhteisiin ja virtaamiin

Virtausmallin tuloksissa ei havaita muutoksia keskimääräisissä virtausnopeuksissa huhtikuun jaksolla rakennetun tilanteen ja nykytilan välillä, elokuussa puolestaan nähdään keskimääräisten virtausnopeuksien laskevan meritäytön edustan ruoppauksen syventämän kanavan alueella ja puolestaan kasvavan kanavan eteläpuolella salmen kaventumisen johdosta. Virtausnopeuden animaatioista nähdään kuitenkin virtausolosuhteiden muuttuvan hetkellisesti asemakaavas suunnitelman alueella myös huhtikuun jaksolla. Meriveden pinnankorkeuden nopeiden vaihteluiden ja tuulen ajamien voimakkaiden virtauspakotteiden aikana virtausnopeudet kasvavat hetkellisesti salmen eteläreunalla Kruunuvuorenrannan puolella johtuen salmen kaventumisesta ja puolestaan hidastuvan meritäytön edustan syvemmän kanavan kohdalla.

Virtausolosuhteiden muutosten rajoittuminen kuitenkin vain asemakaavasuunnitelman alueelle on selvästi nähtävissä animaatioissa, muilla alueilla ei muutoksia havaita. Suoraan meritäytön edustalla sijaitsevan havaintopisteen (Hakaniemi) virtausnopeuksien aikasarjoissa havaitaan ajoittaisia eroavaisuuksia pintakerroksessa skenaarion ja nykytilan välillä (kuva 8). Pintakerrosta selkeämmin eroavaisuudet näkyvät pohjakerroksessa johtuen salmen poikkileikkauksen profiilin muutoksesta ja erityisesti syvyyden kasvusta.

Eläintarhanlahden ja edelleen Töölönlahden vedenvaihtoa rajoittavien salmien virtaamisessa ei havaita merkittäviä vedenvaihdon vähentymiseen viittaavia muutoksia (kuva 9). Muutokset salmien kumulatiivisessa sisään- ja ulosvirtauksen kokonaismäärässä mallinnetuilla kevät- ja kesäjaksoilla osoittavat kaikki heikkoa virtaaman vähenemistä, mutta jäävät suurimmillaankin vain -1,2 %:n tasolle (taulukko 4). Muutoksia nähdään kuitenkin virtaaman ajoittumisessa voimakkaiden virtaustilanteiden aikana sekä sisään- että ulosvirtaustilanteissa. Eläintarhanlahden suulla vaihtelu on suuruusluokkaa $\pm 1 \text{ m}^3/\text{s}$ ja Töölönlahden suulla heikompaa $\pm 0,5 \text{ m}^3/\text{s}$ johtuen merkittävästi kapeammasta salmesta sekä Töölönlahden vedenvaihtoon jatkuvana vaikuttavasta Humallahden pumppauksesta. Virtaaman erotuskuvassa näkyvän hetkellisen virtaamavaihtelun luonne on kaksisuuntainen, ensin havaitaan muutos ulosvirtauksessa ja heti seuraavassa ajanhetkessä sisään virtauksessa, tai päinvastoin. Virtaama pääsee siten työntymään salmien läpi molempiin suuntiin lähes samalla tavalla kuin nykytilassakin, mutta kuitenkin meritäytön johdosta kaventunut salmi aiheuttaa ajoittumiseen aika-askelen (1 h) viiveen.

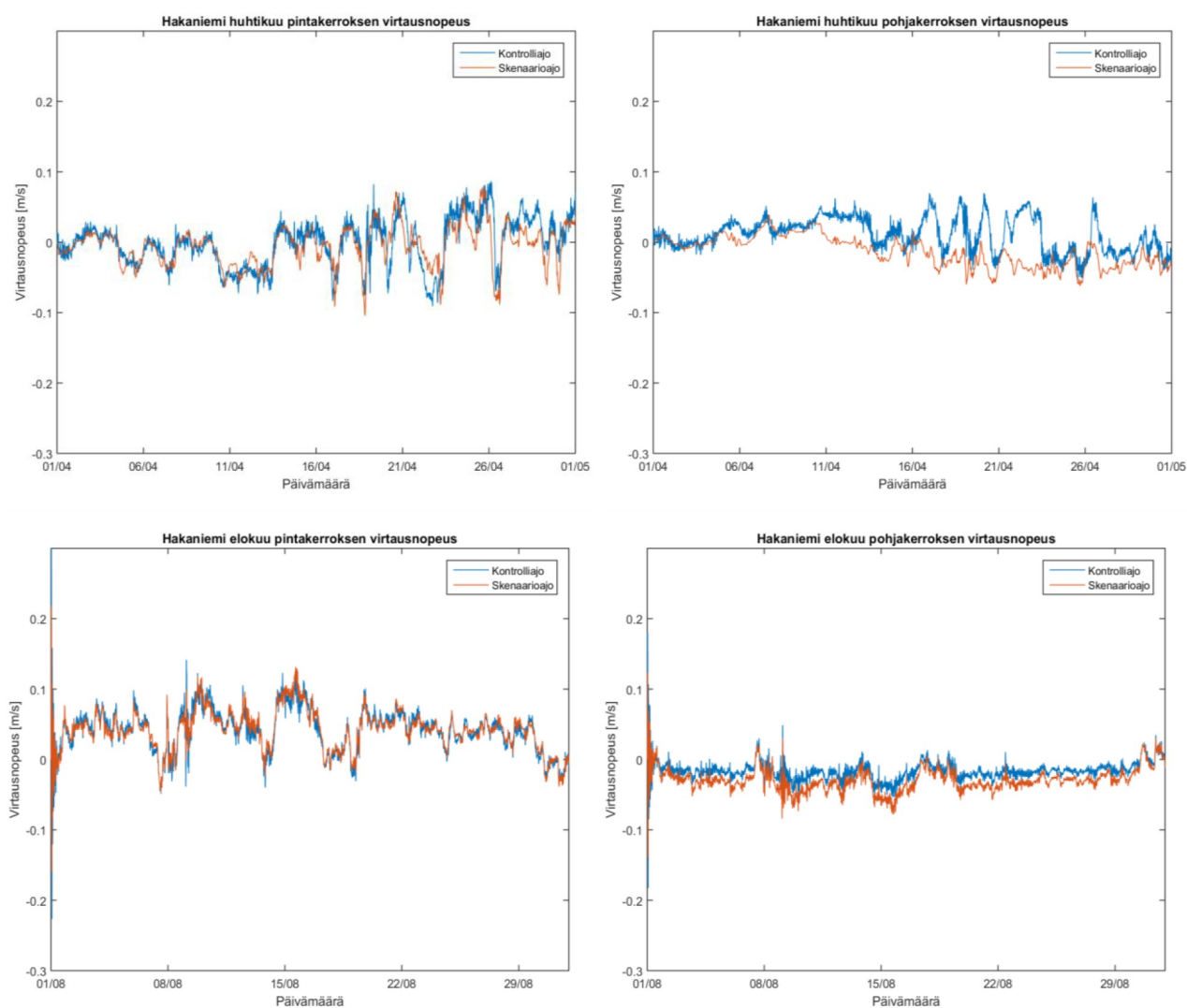


Kuva 7. Virtausnopeuden syvyyskeskiarvon keskimääräinen muutos (skenaario-kontrolli) mallinnetuilla jaks

oilla huhtikuussa (vasen) ja elokuussa (oikea).

Taulukko 3. Virtausnopeuden syvyyskeskiarvon muutosta (skenaario-kontrolli) kuvaavat animaatiot huhtikuun (animaatio 1) ja elokuun (animaatio 2) jaksoille.

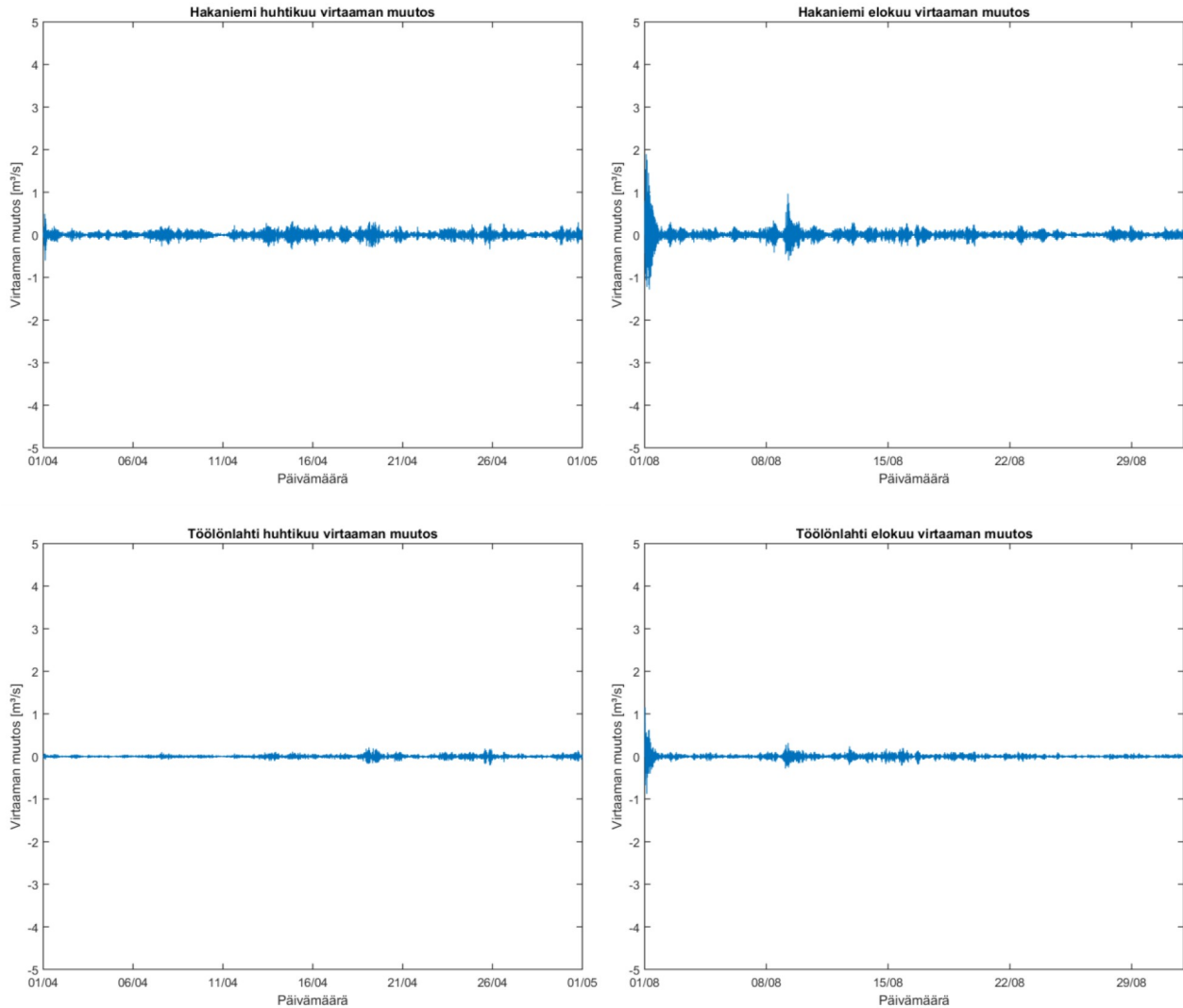
Animaatio 1	Virtausnopeuden itäkomponentin muutos huhtikuussa http://victoria.luodedata.fi/helsinki_animaatiot/Hakaniemenranta_virtausnopeudenmuutos_huhtikuu.avi
Animaatio 2	Virtausnopeuden itäkomponentin muutos elokuussa http://victoria.luodedata.fi/helsinki_animaatiot/Hakaniemenranta_virtausnopeudenmuutos_elokuu.avi



Kuva 8. Virtausnopeuden aikasarjat nykytilassa ja skenaariossa Hakaniemenrannan edustalla huhtikuun (ylärivi) ja elokuun (alarivi) jaksoilla esitettynä erikseen pinta- (vasen sarake) ja pohjakerrokselle (oikea sarake).

Taulukko 4. Salmien läpi virtaavan sisäänvirtauksen ja ulosvirtauksen kumulatiivisessa kokonaismäärässä tapahtuva muutos [%] rakennetun tilanteen ja nykytilan välillä (skenaario-kontrolli).

Salmivirtaaman muutos [%]				
	Töölönlahti		Hakaniemi	
	Ulosvirtaus	Sisäänvirtaus	Ulosvirtaus	Sisäänvirtaus
Huhtikuu	-0,3 %	-0,9 %	-0,2 %	-0,4 %
Elokuu	-0,4 %	-1,2 %	-0,4 %	-0,8 %



Kuva 9. Virtaaman muutos (skenaario-kontrolli) salmien poikkileikkauksilla Eläintarhanlahden suulla (Hakaniemi) ja Töölönlahden suulla (Töölönlahti) huhtikuun (vasen sarake) ja elokuun (oikea sarake) jaksolla.

4.2 Vaikutukset Eläintarhanlahden ja Töölönlahden vedenvaihtoon

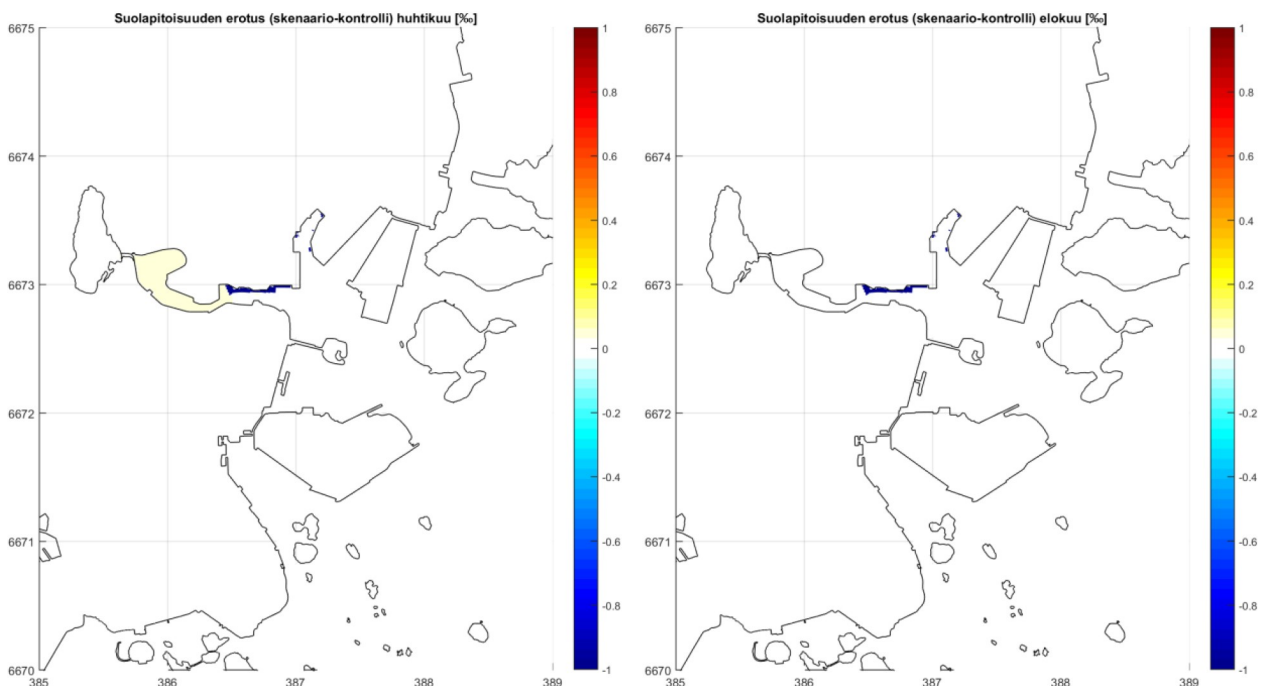
4.2.1 Vedenvaihdon muutosten arviointi suolapitoisuuden mukaan

Asemakaavasuunnitelman mukaisten meritäyttöjen ja ruoppausten vaikutusten arvioimiseksi kaventuvan salmen sisäpuolelle jäävien Eläintarhanlahden sekä Töölönlahden vedenvaihtoon tarkasteltiin ensin mallinnuksen tuloksena saatavien suolapitoisuuksien mukaan ja myöhemmin tässä raportissa esitettävien ravinnepitoisuuksien mukaan. Vedenvaihtovaikutuksien ollessa merkittäviä tulisi sisälahtien suolapitoisuuksissa näkyä selkeitä eroja.

Kevätkauden jaksolla huhtikuussa nähdäänkin keskimääräisen suolapitoisuuden nousevan vähäisesti Eläintarhanlahden alueella (kuva 10). Suolapitoisuuden nousu nähdään myös pitoisuuden muutosta kuvaavassa animaatioissa (taulukko 4) meritäyttöjen kaventaman salmen sisäpuolella Eläintarhanlahdella ja

hieman heikompana myös Töölönlahdella ajoittuen Vantaanjoen virtaamamaksimin aikaan huhtikuussa (kuva 2). Nämä tulokset osoittavat meritäyttöjen ja ruoppausten heikentävän hieman Vantaanjoen virtaamamaksimin aikana jokivesien sisäänvirtausta Eläintarhanlahdelle ja Töölönlahdelle mikä havaitaan alueiden suolapitoisuuden lievänä kohoamisena nykytilaan verrattuna. Vastaava tulos on nähtävissä myös havaintopisteiden suolapitoisuuksissa jokiveden virtaamahuipun aikana huhtikuussa (kuva 11). Jokivesien sisäänvirtauksen lievä heikkeneminen tarkoittaa vastaavasti lievää heikkenemistä lahtien huuhtelussa ja vedenvaihdossa, mutta samalla kuitenkin jokivesien sisälahtiin tuoma ravinnekuormitus lievästi heikkenee.

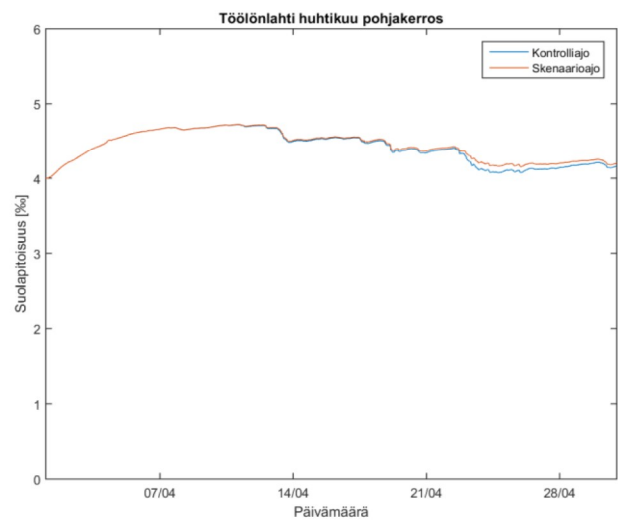
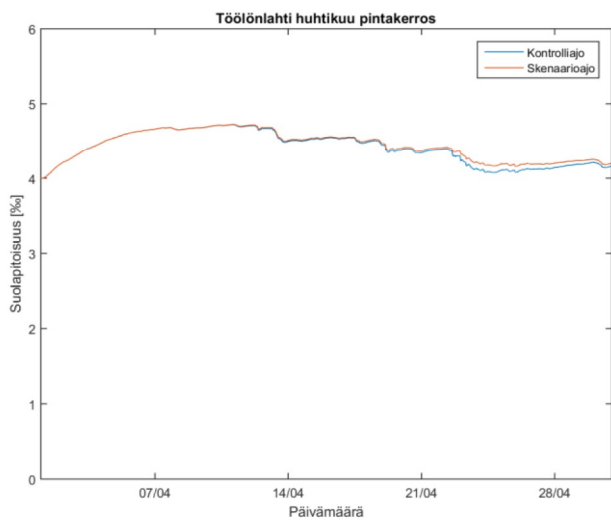
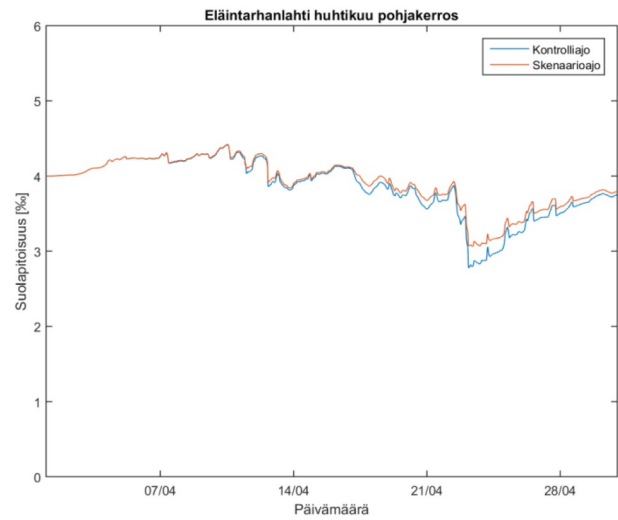
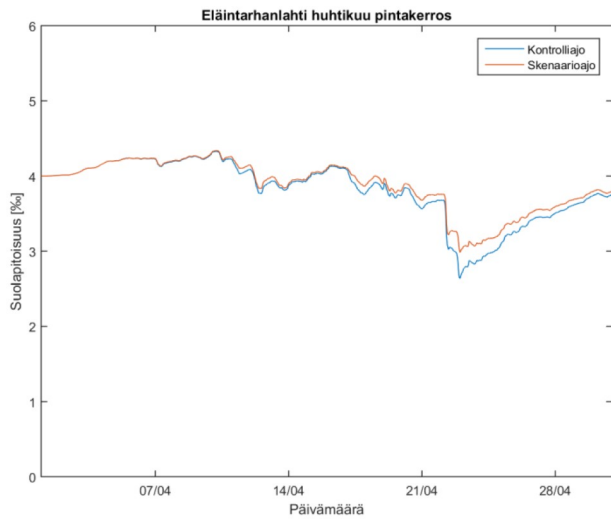
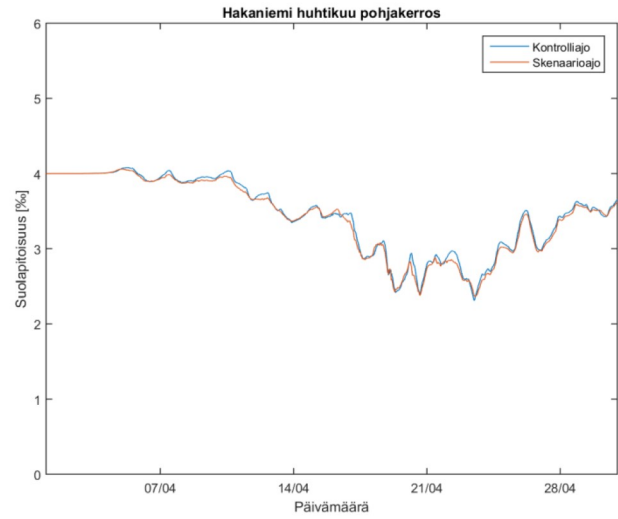
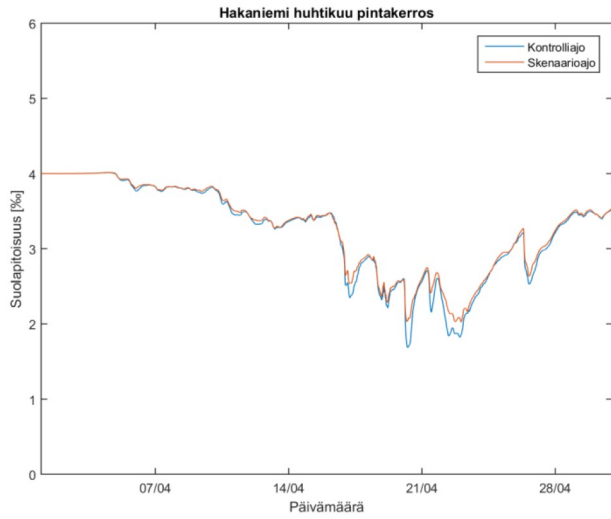
Jokivesivirtaaman ollessa pienimmillään elokuun jaksolla vastaavia muutoksia ei havaita. Suolapitoisuuden keskimääräiset arvot (kuva 10) sekä havaintopisteiden aikasarjat (kuva 12) ovat täysin identtiset eikä suolapitoisuuden hetkellistä muutosta kuvaavassa animaatioissa havaita pitoisuuksien muutoksia. Suolapitoisuuden mukaan ei siten voida päätellä muutoksia esiintyvän sisälahtien vedenvaihdossa skenaarion ja nykytilan välillä.



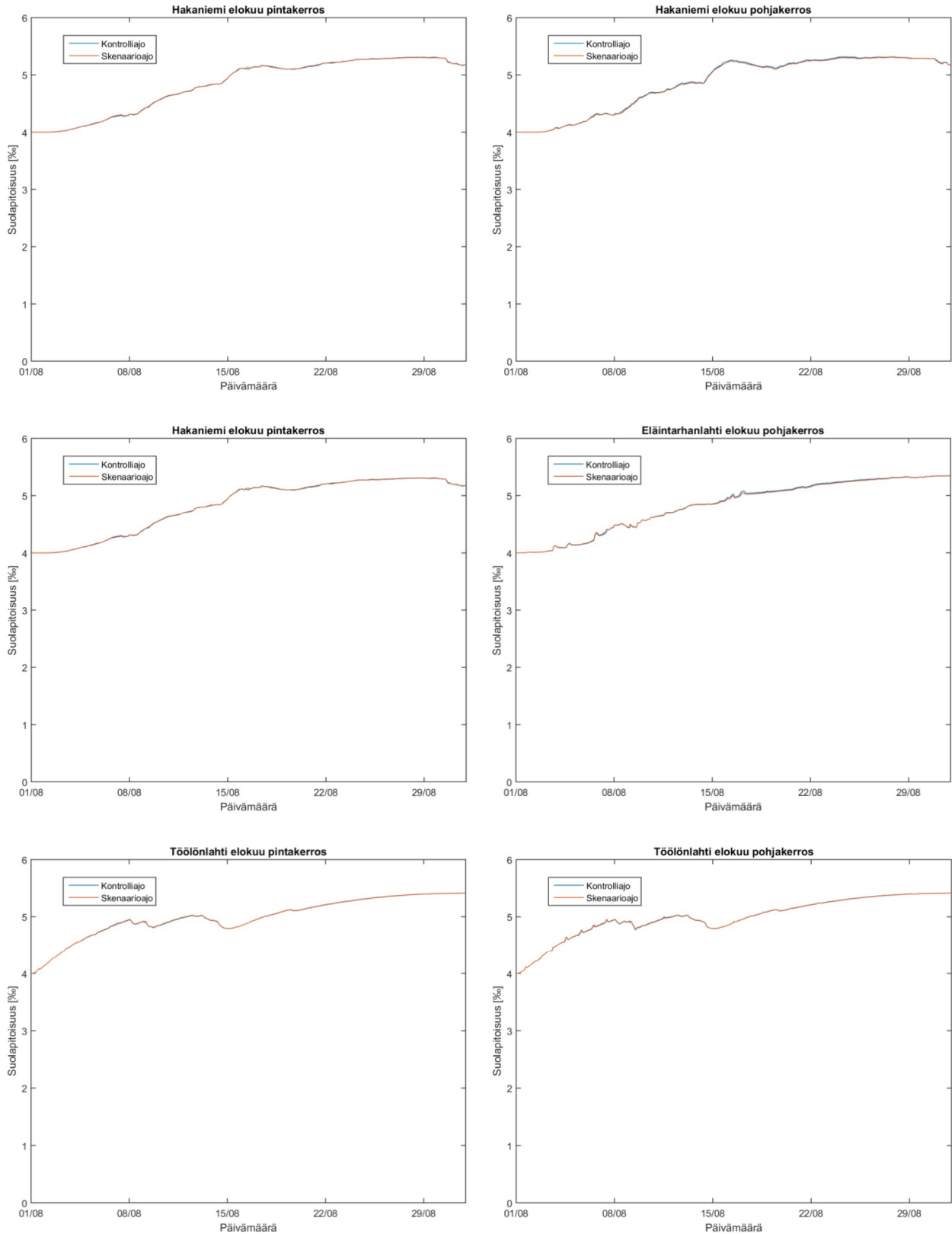
Kuva 10. Keskimääräinen suolapitoisuuden muutos (skenario-kontrolli) mallinnetuilla jaksoilla huhtikuussa (vasen) ja elokuussa (oikea).

Taulukko 5. Suolapitoisuuden syvyyskeskiarvon muutosta (skenario-kontrolli) kuvaavat animaatiot huhtikuun (animaatio 3) ja elokuun (animaatio 4) jaksoille.

Animaatio 3	Suolapitoisuuden muutos huhtikuussa http://victoria.luodedata.fi/helsinki_animaatiot/Hakaniemenranta_suolapitoisuudenmuutos_huhtikuu.avi
Animaatio 4	Suolapitoisuuden muutos elokuussa http://victoria.luodedata.fi/helsinki_animaatiot/Hakaniemenranta_suolapitoisuudenmuutos_elokuu.avi



Kuva 11. Suolapitoisuuden aikasarjat nykytilassa ja skenaariossa Hakaniemenrannan edustalla (ylärivi), Eläintarhanlahdella (keskirivi) ja Töölönlahdella (alarivi) huhtikuun jaksolla esitettynä erikseen pinta- (vasen sarake) ja pohjakerrokselle (oikea sarake).



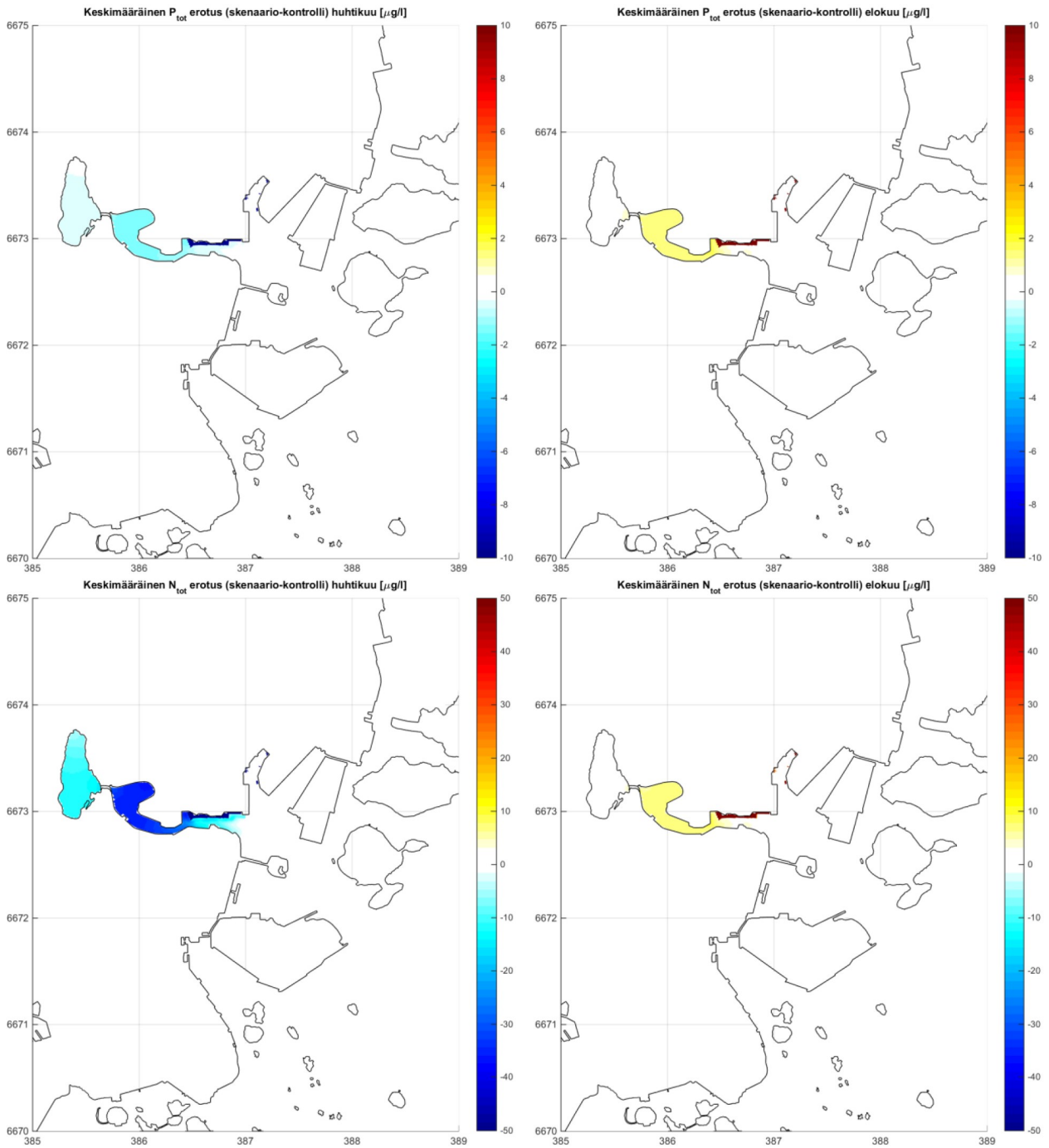
Kuva 12. Suolapitoisuuden aikasarjat nykytilassa ja skenaariossa Hakaniemenrannan edustalla (ylärivi), Eläintarhanlahdella (keskirivi) ja Töölönlahdella (alarivi) elokuun jaksolla esitettyinä erikseen pinta- (vasen sarake) ja pohjakerrokselle (oikea sarake).

4.2.2 Vedenvaihdon muutosten arviointi ravinnepitoisuuksien mukaan

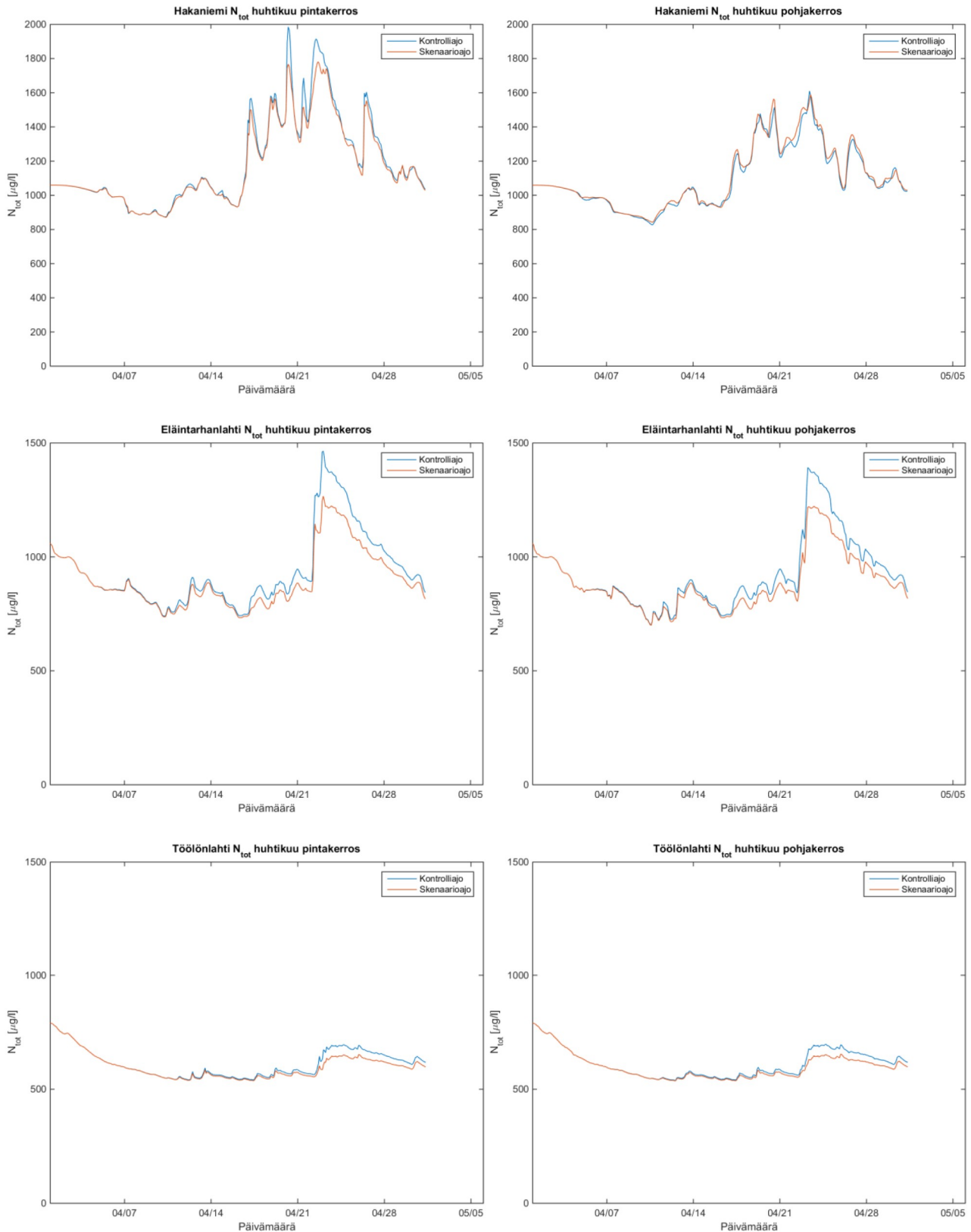
Suolapitoisuuden muutosten tavoin meritäytöjen ja ruoppausten kaventaman salmen sisäpuolelle rajautuvien Eläintarhanlahden ja Töölönlahden vedenvaihdon muutoksia arvioitiin mallin tuloksissa nähtävien ravinnepitoisuuksien muutosten perusteella. Vedenvaihdon heikkenemisen tulisi näkyä kevätkaudella Eläintarhanlahden ja Töölönlahden ravinnepitoisuuksien laskuna kun Kaisaniemenlahdelta sisään virtaavien merivesiin sekoittuneiden jokivesien huuhtelu ja samalla jokivesien voimakas ravinnekuormitus heikkenee. Kesäkaudella Töölönlahden sisäinen kuormitus puolestaan nostaisi alueen ravinnepitoisuuksia, mikäli Kaisaniemenlahdelta sisään virtaavien pääosin merivesien sisälahtia huuhteleva vaikutus heikkenisi.

Kevätkaudella keskimääräisten ravinnepitoisuuksien nähdään laskevan meritäytöjen ja ruoppausten kaventaman salmen rajaaman alueen sisäpuolella Kaisaniemenlahdella, Eläintarhanlahdella sekä Töölönlahdella (kuva 13). Havaintopisteiden aikasarjakuvaajissa nähdään ravinnepitoisuuksien laskevan nykytilaan verrattuna juuri jokivesien virtaamahuipun (kuva 4) aikana (kuva 14). Selkeimmin muutos näkyy Eläintarhanlahden ravinnepitoisuuksissa ja heikompana myös Töölönlahdella. Keskimäärin kokonaisnitraattipitoisuudet laskevat Töölönlahdella noin 10 µg/l ja kokonaisfosforipitoisuudet noin 1 µg/l (kuva 13) muutoksen ollessa hetkellisesti suurimmillaan jokivirtaamahuipun aikana (kuvat 14 ja 16). Eläintarhanlahdella muutos on suurempi ollen kokonaisfosforin osalta noin 2 µg/l ja kokonaistypen osalta 30 µg/l. Ravinnepitoisuuksien vähentyminen, sekä myös suolapitoisuuksissa nähtävä lievä nousu osoittaa meriveteen sekoittuneen jokiveden sisälahtia huuhtelevan vaikutuksen heikkenevän. Tämä kuitenkin hyödyttää Eläintarhanlahden ja Töölönlahden vedenlaatua jokivesien tuoman ravinnekuormituksen vähentyessä, olettaen kuitenkin että Töölönlahden ja osaltaan myös Eläintarhanlahden vedenvaihtoa parantavaa Humallahden pumppausta ylläpidetään. Ravinnepitoisuuksien lasku vaikuttaa lahtien rehevyyden vähenemiseen. Ravinnepitoisuuksien muutoksen ajoittuminen vain jokivesivirtaaman huipun kohdalle osoittaa vedenvaihdon toteutuvan tämän jakson ulkopuolella nykytilan tapaan.

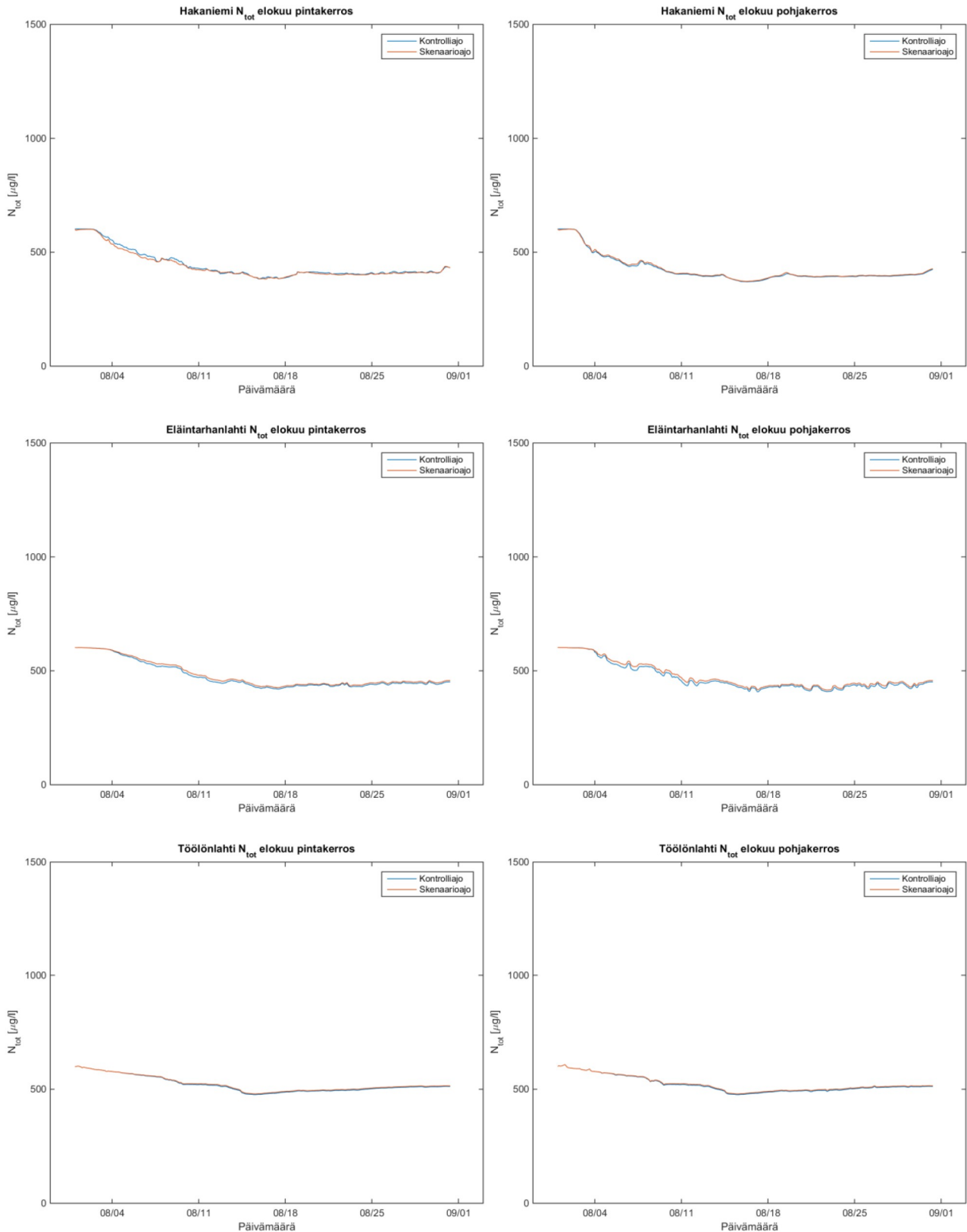
Kesäkaudella ravinnepitoisuuksissa nähdään vain vähäisiä muutoksia, mikä tarkoittaa vedenvaihdon toteutuvan meritäytöistä ja ruoppauksista huolimatta lähes nykyisellä tavalla. Keskimääräisissä ravinnepitoisuuksissa ei havaita muutoksia Töölönlahden fosfori- ja typpipitoisuuksissa (kuva 14). Myös Töölönlahden havaintopisteen kokonaisfosforipitoisuuden aikasarjassa nähdään vain heikko noin 1 µg/l tason nousu osoittaen vedenvaihdon toteutuvan lähes nykyisellä tavalla. Eläintarhanlahden ravinnepitoisuudessa muutokset näkyvät selvemmin, joskin sielläkin vain vähäisinä. Keskimääräinen kokonaisfosforipitoisuus nousee noin 2 µg/l ja kokonaistyppipitoisuus noin 10 µg/l. Eläintarhanlahden havaintopisteen aikasarjassa muutos näkyy samansuuruisena kuin keskimääräiset muutokset ja muutoksen luonne on jatkuva tason nousu (kuva 17). Ravinnepitoisuuksien tason vähäinen nousu osoittaa että meritäytöjen kaventamalla salmella on kuitenkin lievä vaikutus vedenvaihtoon ja sisäisen kuormituksen huuhtoutuminen sisälahdistä merelle hidastuu. Ravinnepitoisuuksien nousu luonnollisesti lisää alueiden rehevyyttä, mutta muutokset ovat lahtien nykytilan pitoisuuksiin (taulukko 3) verrattuna vähäisiä (Töölönlahti Ptot +1,5%, Ntot 0 %, Eläintarhanlahti Ptot +3,2%, Ntot +1,7 %).



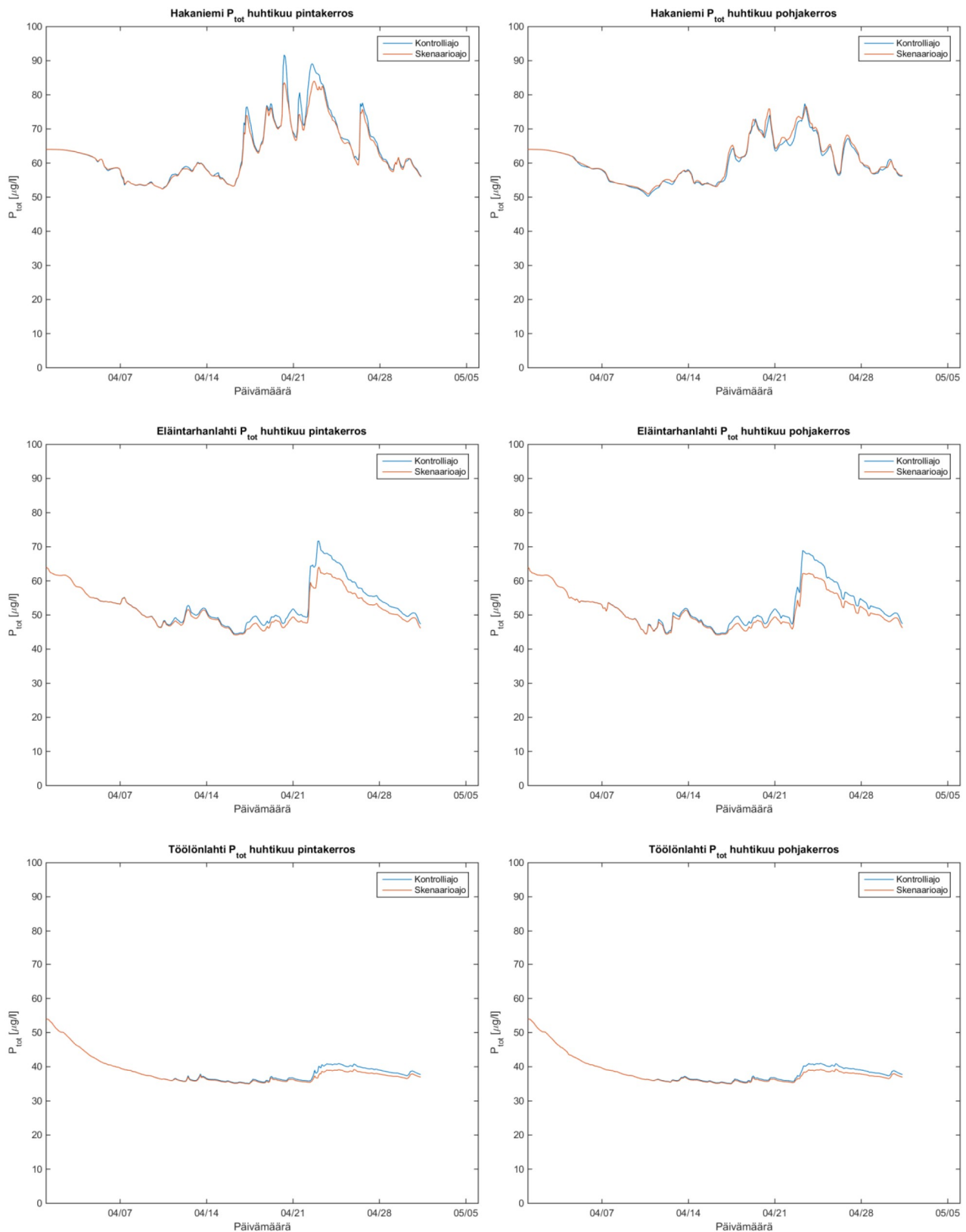
Kuva 13. Keskimääräinen kokonaisfosforipitoisuuden (ylärivi) ja kokonaistyyppipitoisuuden (alarivi) muutos (skenaario-kontrolli) mallinnetuilla jaksoilla huhtikuussa (vasen sarake) ja elokuussa (oikea sarake).



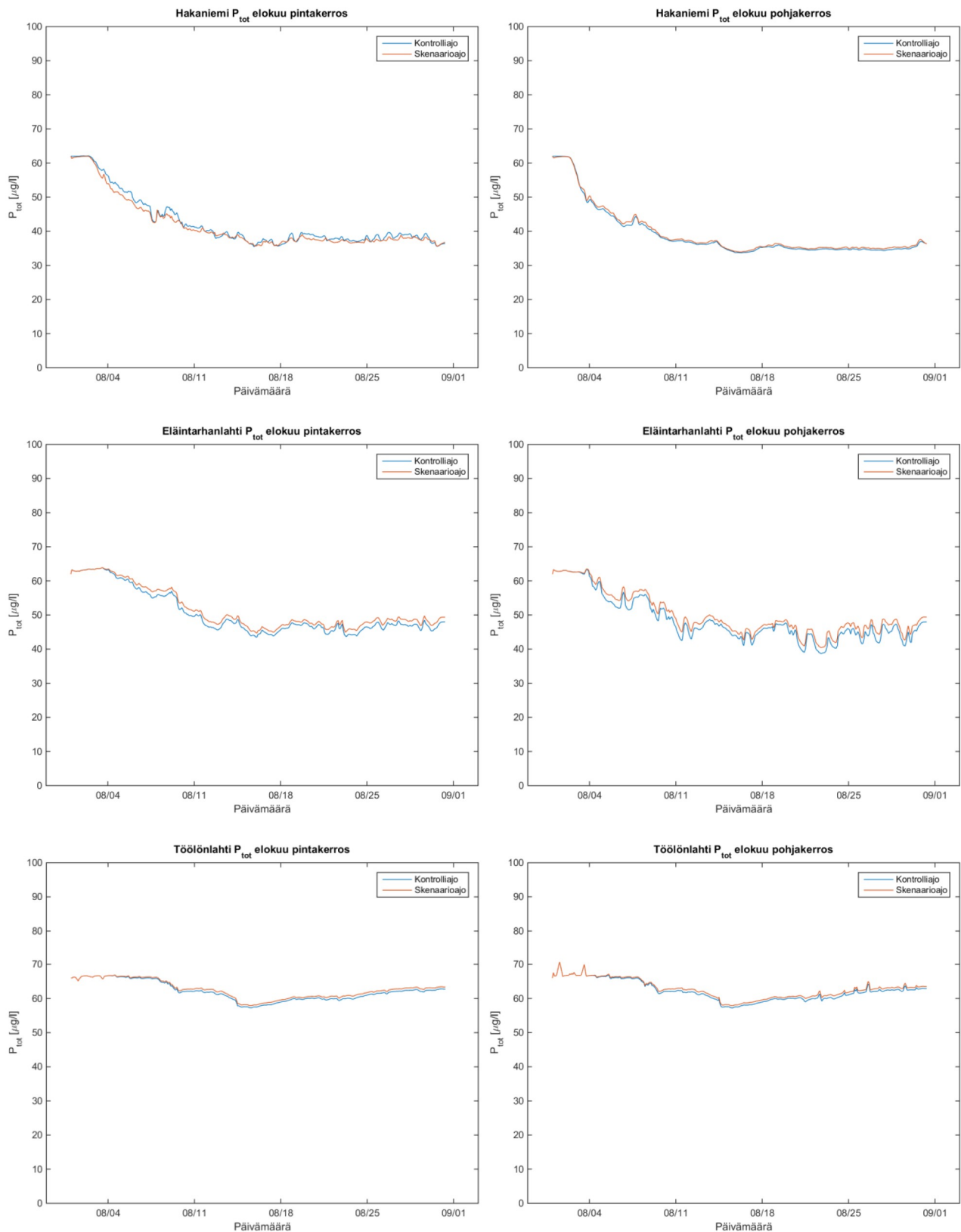
Kuva 14. Kokonaistyyppipitoisuuden aikasarjat nykytilassa ja skenaariossa Hakaniemenrannan edustalla (ylärivi), Eläintarhanlahdella (keskirivi) ja Töölönlahdella (alarivi) huhtikuun jaksolla esitettyinä erikseen pinta- (vasen sarake) ja pohjakerrokselle (oikea sarake).



Kuva 15. Kokonaistyyppipitoisuuden aikasarjat nykytilassa ja skenaariossa Hakaniemenrannan edustalla (yläriivi), Eläintarhanlahdella (keskirivi) ja Töölönlahdella (alarivi) elokuun jaksolla esitettyinä erikseen pinta- (vasen sarake) ja pohjakerrokselle (oikea sarake).



Kuva 16. Kokonaisfosforipitoisuuden aikasarjat nykytilassa ja skenaariossa Hakaniemenrannan edustalla (ylärivi), Eläintarhanlahdella (keskirivi) ja Töölönlahdella (alarivi) huhtikuun jaksolla esitettyinä erikseen pinta- (vasen sarake) ja pohjakerrokselle (oikea sarake).



Kuva 17. Kokonaisfosforipitoisuuden aikasarjat nykytilassa ja skenaariossa Hakaniemenrannan edustalla (ylärivi), Eläintarhanlahdella (keskirivi) ja Töölönlahdella (alarivi) elokuun jaksolla esitettyinä erikseen pinta- (vasen sarake) ja pohjakerrokselle (oikea sarake).

5 Johtopäätökset

- Virtausnopeuksissa havaitaan muutoksia vain Hakaniemenrannan edustalla, jossa salmi kapenee meritäyttöjen johdosta ja salmen syvyyssuhteet muuttuvat ruoppauksen vaikutuksesta. Hetkellisiä virtausnopeuden muutoksia havaitaan sekä mallinnetuilla kevät- että kesäjaksoilla Hakaniemenrannan edustalla voimakkaimpien virtaustilanteiden aikana meriveden pinnankorkeuden nopeiden muutosten ja voimakkaiden tuulitilanteiden aikana. Virtausnopeuksien havaitaan hetkellisesti nousevan salmen kaventumisen johdosta salmen eteläosissa ja puolestaan vähentyvän meritäytön edustalle ruoppauksissa muodostuvan syvemmän kanavan kohdalla vesisyvyyden kaksinkertaistuessa nykytilaan nähden.
- Mallinnettujen jaksojen keskimääräisissä virtausnopeuksissa ei havaita muutoksia huhtikuun jaksolla, mutta elokuussa havaitaan virtausnopeuksien hieman laskevan meritäytön edustan ruoppauksen syventämän kanavan alueella ja voimistuvan salmen eteläosissa.
- Eläintarhanlahden ja edelleen Töölönlahden vedenvaihtoa rajoittavien salmien virtaamisissa ei havaita vedenvaihdon vähentymiseen viittaavia merkittäviä muutoksia. Suurimmillaankin salmien kumulatiivisessa ulosvirtaamisessa ja sisäänvirtaamisessa nähdään vain 1,2 %:n lasku mallinnetuilla jaksoilla. Muutoksia nähdään kuitenkin virtaaman ajoittumisessa. Virtaama pääsee työntymään salmien läpi molempiin suuntiin lähes samalla tavalla kuin nykytilassakin, mutta kuitenkin meritäytön johdosta kaventunut salmi aiheuttaa ajoittumiseen aika-askelleen (1 h) viiveen.
- Vedenvaihdossa avoimempien merialueiden ja sisälahtien välillä havaitaan vähäinen muutos kevätjaksolla tarkasteltaessa sisälahtien suolapitoisuuksia. Suolapitoisuuksien lievä nousu Eläintarhanlahdella ja myös Töölönlahdella osoittaa meritäyttöjen ja ruoppauksen heikentävän hieman Vantaanjoen virtaamamaksimin aikana jokivesien päätymistä sisälahtiin. Jokivesien sisäänvirtauksen lievä heikkeneminen tarkoittaa vastaavasti lievää heikkenemistä lahtien huuhtelussa ja vedenvaihdossa, mutta samalla kuitenkin jokivesien sisälahtiin tuoma ravinnekuormitus lievästi heikkenee. Kesäkaudella vastaavaa vedenvaihtovaikutusta ei ole havaittavissa suolapitoisuuksia tarkasteltaessa.
- Myös sisälahtien ravinnepitoisuuksissa näkyvä lievä lasku osoittaa vedenvaihdon hieman vähenevän kevätkaudella jokivesivirtaaman huipun aikana. Ravinnepitoisuuksien vähentyminen, sekä myös suolapitoisuuksissa nähtävä lievä nousu osoittaa meriveteen sekoittuneen jokiveden sisälahtia huuhtelevan vaikutuksen heikkenevän, vaikkakin vain vähäisesti. Tämä muutos kuitenkin hyödyttää Eläintarhanlahden ja Töölönlahden vedenlaatua jokivesien tuoman ravinnekuormituksen vähentyessä, olettaen kuitenkin että Töölönlahden ja osaltaan myös Eläintarhanlahden vedenvaihtoa parantavaa Humallahden pumppausta ylläpidetään. Ravinnepitoisuuksien lasku vaikuttaa lahtien rehevyyden vähenemiseen. Ravinnepitoisuuksien muutoksen ajoittuminen vain jokivesivirtaaman huipun kohdalle osoittaa vedenvaihdon toteutuvan tämän jakson ulkopuolella nykytilan tapaan. Kesäkaudella ravinnepitoisuuksissa nähdään puolestaan lievää nousua pääasiassa Eläintarhanlahden alueella, mikä osoittaa että meritäyttöjen kaventamalla salmella on myös kesäkaudella lievä vaikutus vedenvaihtoon ja siitä johtuen sisäisen kuormituksen huuhtoutuminen sisälahdistä merelle hidastuu. Ravinnepitoisuuksien nousu luonnollisesti lisää alueiden rehevyyttä, mutta muutokset ovat kuitenkin lahtien nykytilan pitoisuuksiin verrattuna vähäisiä.
- Vaikkakin Eläintarhanlahden ravinnepitoisuuksissa nähdään lievää nousua kesäkaudella, ei ravinteiden kumuloitumista vuosien saatossa ole kuitenkaan odotettavissa johtuen jokivesikuormituksen vastaavansuuruisesta vähenemisestä. Eläintarhanlahden ravinnetase säilyy siten nykyisellä tasolla, Töölönlahden ravinnetase osoittaa puolestaan pitoisuuksien vähenevän.
- Avovesikauden mallituloksien perusteella ei voida arvioida tarkasti rakenteiden vaikutuksia talvikaudella. Avovesikauden salmivirtaamien vastatessa rakennetussa tilanteessa lähes täysin nykyistä tasoa, voidaan kuitenkin olettaa salmivirtaamien ja sisälahtien vedenvaihdon toteutuvan myös talvikaudella lähes nykyiseen tapaan sisälahtien vedenvaihtoa merkittävimmin rajoittavien rakenteiden ollessa nykyiset siltarakenteet.

6 Lähdeluettelo

- (1) Helminen J., Vahtera E. (2014) Töölönlahden kunnostushanke - Töölönlahden nykytila ja meriveden juoksutuksen vaikutus ensimmäisten seitsemän vuoden aikana. Helsingin kaupungin ympäristökeskuksen julkaisu 5/2014
- (2) Järveläinen J., Malin I. & Kotakorpi M. (2016) Vesijärven hulevesikuormitus Lahden kaupunkialueelta, Lahden ympäristöpalvelun julkaisu 2016
- (3) Thouvenot-Korppoo, M., Lukkari, K., Järvelä, J., Leivuori, M., Karvonen, T. & Stipa, T. (2012) Phosphorus release and sediment geochemistry in a low-salinity water bay of the Gulf of Finland. *Boreal Environment Research* 17:237-251
- (4) Lehtoranta J., (2003) Dynamics of sediment phosphorus in the brackish Gulf of Finland. *Monographs of the Borea Environment Research* 24

Hakaniemenranta ja Sörnäistenranta

Tilaja: Helsingin kaupunki, Kaupunkisuunnitteluvirasto
Tilaus: K772000065, 30.01.2017
Yhteyshenkilö: Perttu Pulkka

LIIKENNELUSELVITYS

1 Tausta

Helsingin Hakaniemenrannan ja Sörnäistenrannan ympäristössä ollaan valmistelemassa asemakaavamuutosta. Tavoitteena on mahdollistaa Kruunusillan pikaraitiotieyhteys Hakaniemenrannasta, uusi Hakaniemensilta linjataan nykyistä matalampana ja alueelle osoitetaan täydennysrakentamista. Alue rajoittuu eteläpuolella Siltavuorenranta, länsipuolella Siltasaarenkatu, luoteispuolella Hakaniemenkatu, Miina Sillanpään Katu ja Sörnäistenrantatie sekä pohjoispuolella Hanasaarenkatu. Kohteen sijainti esitetään *liitteissä A ja B*. Asemakaavamuutosta varten tulee alueesta laatia tie- ja raitiovaunuliikenteen ympäristömeluselvitys.

Ulkomelun yleiset ohjearvot oleskelualueilla (esim. pihat ja parvekkeet) ovat L_{Aeq} 55 dB päivällä (klo 7–22) ja 50 dB yöllä (klo 22–7) [1]. Asuintiloissa ohjearvot ovat 35 dB päivällä ja 30 dB yöllä.

Tässä raportissa on esitetty tie- ja raitiovaunuliikennemelun mallilaskennan tulokset rakennusten julkisivuilla ja niiden oleskelualueilla. Mallilaskennassa on huomioitu Sörnäisten tunnelin rakentaminen sekä keskustatunnelin mahdollinen rakentaminen. Laskennassa on otettu huomioon myös mahdollinen rakentamisen vaiheistaminen, siten että, korttelit 10400...10404 rakennetaan aikaisemmin kuin kortteli 10399. Laskenta on tehty käyttäen kahta eri vaihtoehtoa, ilman keskustatunnelia ja keskustatunneli. Lisäksi annetaan suositukset asemakaavavaatimusta vastaavalle A-äänitasoerotukselle eri julkisivuilla niiden osien äänieristyksen mitoitusta varten.

2 Melulaskenta

2.1 Laskenta- ja maastomalli

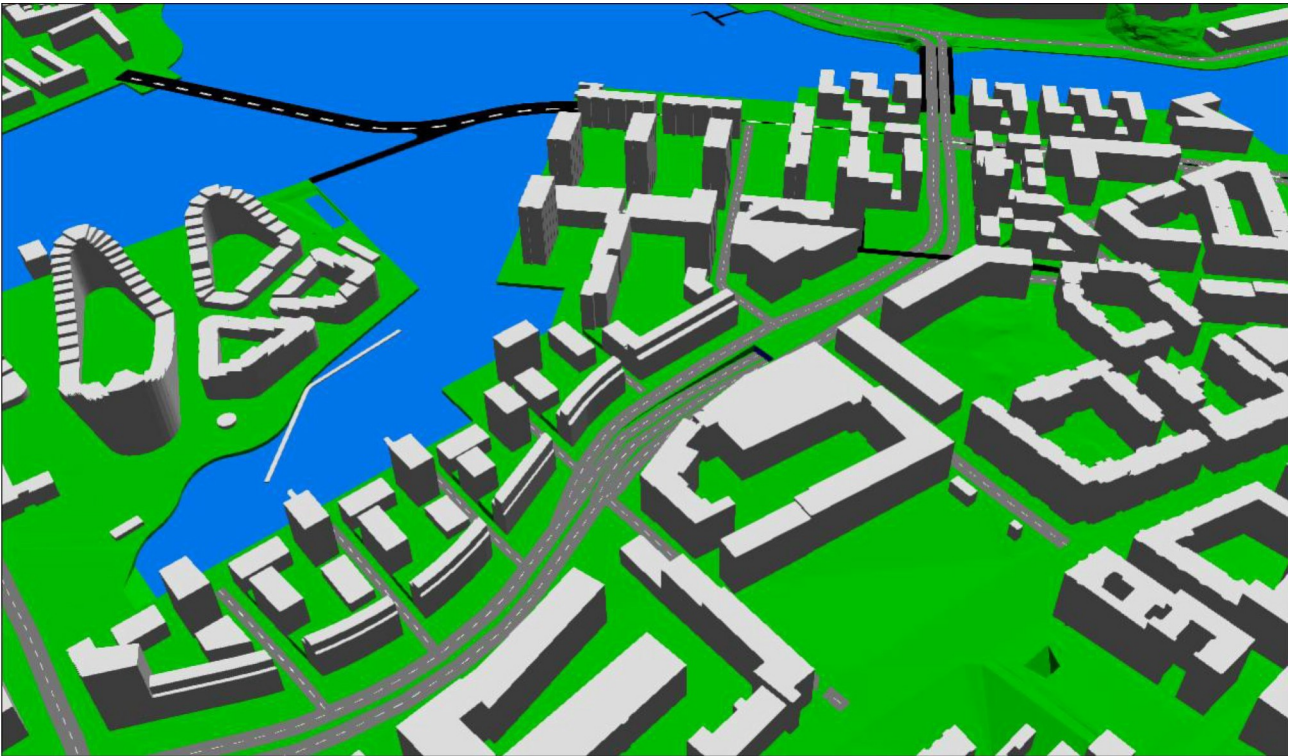
Ympäristömelun laskennat tehtiin Datakustik CADNA/A 2017 -tietokoneohjelmalla käyttäen kahta yhteispohjoismaista ympäristömelun laskentamallia:

- katuliikenne: tieliikennemelun laskentamalli [2]
- raitiovaunuliikenne: raideliikennemelun laskentamalli [3]
- tunnelin suuaukko: yhteispohjoismaisen yleinen ympäristömelun laskentamalli [4]

Kolmiulotteiseen tietokonemalliin syötettiin alueen maaston korkeuskäyrät, rakennusten sijainnit ja korkeudet sekä liikenneväylien sijainnit ja korkeustiedot. Näkymä maastomallista on esitetty *kuvoassa 1*.

Rakennusten korkeustiedot ja sijainnit syötettiin malliin käyttäen lähtötietoina kaupunkisuunnitteluvirastolta 30.1.2017, 23.3.2017 ja 31.3.2017 saatuja kaavaluonnoksia ja kantakarttaa.

Tunnelin tukimuurin ja suuaukon sisäpinnat oletettiin vaimentamattomiksi tämän selvityksen laskennassa.



Kuva 1. Maastomalli luoteesta katsottuna. Kuvassa keskellä keskustatunnelin suuaukko.

2.2 Laskentasuureet ja -pisteet

Laskentasuureina ovat tavallinen A-keskiäänitaso L_{Aeq} ja enimmäisäänitaso L_{Amax} (raitiovaunuliikenne). Lasketut A-keskiäänitasot esitetään sekä julkisivuihin kohdistuvina että pihoilla esiintyvänä melutasoina.

Oleskelualueiden äänitasot ovat kokonaismelutasoja siinä mielessä, että ne sisältävät kaikki heijastukset kovista pystypinnoista kuten talojen ulkoseinistä. Tällainen laskentatulokset edustaa ulkotilojen melua.

Seinän itsensä heijastusta ei oteta huomioon rakennuksen julkisivuun kohdistuvaa melutasoa arvioitaessa. Julkisivuihin kohdistuvan melun ohjearvot koskevat melua, josta heijastuksen osuus on poistettu. Siten aivan seinän lähellä ohjearvoihin verrattava äänitaso on n. 3 dB pienempi kuin mitä melukartta näyttää. Sen sijaan julkisivujen laskentapisteen tuloksissa äänitaso on suoraan julkisivulle kohdistuva melutaso.

Melukartan laskenta tehtiin käyttäen $5 \times 5 \text{ m}^2$ suuruisia laskentaruutuja. Laskentapisteen sijainti tavalliseen tapaan 2 m korkeudella maanpinnasta. Lähimpien rakennusten julkisivujen melutasojakautumat laskettiin siten, että laskentapistettä sijoitettiin kunkin kerroksen korkeudelle ja vaakasuunnassa enintään 10 m välein.

2.3 Liikenne

2.3.1 Tiet

Laskennassa otettiin huomioon kohteen lähellä kulkevat tiet. Muita teitä ei otettu mukaan laskentaan. Niiden melulla ei ole merkittävää vaikutusta kokonaismeluun hankkeen rakennusten ja pihojen kohdalla. Laskennassa käytetyt liikennetiedot ennustetilanteessa vuodelle 2040 ilman keskustatunnelia (Helsingin kaupunkisuunnitteluviraston liikennesuunnitteluosasto, Juuso Helander, 30.1.2017, 9.3.2017, 26.4.2017 ja 24.5.2017) on esitetty *taulukossa 1*. Keskustatunneli vaihtoehdossa käytetyt liikennetiedot ennustetilanteessa vuodelle 2040 on esitetty *taulukossa 2*. Esitetyt liikennemäärät sisältävät asema-kaavamutoksesta aiheutuvan liikenteen lisääntymisen.

Taulukko 1. Laskennassa (ei keskustatunnelia) käytetyt tieliikenteen liikennemäärät, raskaan liikenteen osuudet ja nopeudet.

Tien nimi	KAVL Nyky	KAVL 2040	raskas %	päivän %-osuus	nopeus km/h
Hakaniemenranta	12 400	16 400	8	90	40
Hakaniemensilta	36 200	45 700	4	88	50
Sörnäisten rantatie 1	36 200	45 700	4	90	50
Sörnäisten rantatie 2	55 200	71 100	4	90	50
Sörnäisten rantatie 3	44 600	60 500	4	"	50
Sörnäistentunneli ³⁾	-	23 000	4	"	50
Sörnäistentunnelin sivukadut ³⁾	-	38 200	4	"	50
Pohjoisranta	35 400	43 400	4	"	50
Siltasaarenkatu	30 700	25 700	15	"	40
Haapaniemenkatu(länsi)	8 300	8 300 ¹⁾	2	"	40
Haapaniemenkatu(itä)	3 000	3 000 ¹⁾	2 ²⁾	"	30
Siltavuorenranta	1 100	1 100 ¹⁾	6	"	40
Hanasaarenkatu	3 200	3 200 ¹⁾	2	"	40
John Steinbergin ranta	1 300	1 300 ¹⁾	2 ²⁾	"	30
Kaikukatu	2 500	2 500 ¹⁾	2 ²⁾	"	40
Hakaniemenkatu	9 600	1 700	2 ²⁾	"	40
Miina Sillanpään Katu ³⁾	-	4 200	2 ²⁾	"	40
Väinö Vähäkallion kuja ³⁾	-	500	2 ²⁾	"	30
Fajanssikuja ³⁾	-	500	2 ²⁾	"	30
Tulitikkukuja ³⁾	-	500	2 ²⁾	"	30
Leipätehtaankuja ³⁾	-	500	2 ²⁾	"	30
Kookoskuja ³⁾	-	500	2 ²⁾	"	30
Kauraholmankatu ³⁾	-	3 000	2 ²⁾	"	30
Lintulahdenkuja (pohjoinen)	2 300	2 300 ¹⁾	2 ²⁾	"	30
Lintulahdenkuja (etelä)	1 700	1 700 ¹⁾	2 ²⁾	"	30

¹⁾ nykyliikenne (ei ennustetta) ²⁾ Arvioitu ³⁾ uusi katu

Taulukko 2. Laskennassa (keskustatunneli) käytetyt tieliikenteen liikennemäärät, raskaan liikenteen osuudet ja nopeudet.

Tien nimi	KAVL Nyky	KAVL 2040 keskusta-tun- neli	raskas -%	päivän %-osuus	nopeus km/h
Hakaniemenranta	12 400	9 400	8	90	40
Hakaniemensilta	36 200	34 200	4	88	50
Sörnäisten rantatie 1	36 200	34 200	4	90	50
Sörnäisten rantatie 2	55 200	81 200	4	90	50
Sörnäisten rantatie 3	44 600	70 600	4	"	50
Sörnäistunneli ³⁾	-	29 100	4	"	50
Sörnäistunnelin sivukadut ³⁾	-	42 200	4	"	50
Pohjoisranta	35 400	34 900	4	"	50
Siltasaarekatu	30 700	22 700	15	"	40
Keskustatunneli ³⁾	-	40 700	4	"	41
Keskustatunnelin sivukadut ³⁾	-	29 900	4	"	42
Haapaniemenkatu (länsi)	8 300	8 300 ¹⁾	2	"	40
Haapaniemenkatu (itä)	3 000	3 000 ¹⁾	2 ²⁾	"	30
Siltavuorenranta	1 100	1 100 ¹⁾	6	"	40
Hanasaarekatu	3 200	3 200 ¹⁾	2	"	40
John Steinbergin ranta	1 300	1 300 ¹⁾	2 ²⁾	"	30
Kaikukatu	2 500	2 500 ¹⁾	2 ²⁾	"	40
Hakaniemenkatu	9 600	1 700	2 ²⁾	"	40
Miina Sillanpään Katu ³⁾	-	4 200	2 ²⁾	"	40
Väinö Vähäkallion kuja ³⁾	-	3 000	2 ²⁾	"	30
Fajanssikuja ³⁾	-	500	2 ²⁾	"	30
Tulitikkukuja ³⁾	-	500	2 ²⁾	"	30
Leipätehtaankuja ³⁾	-	500	2 ²⁾	"	30
Kookoskuja ³⁾	-	500	2 ²⁾	"	30
Kauraholmankatu ³⁾	-	3 000	2 ²⁾	"	30
Lintulahdenkuja (pohjoinen)	2 300	2 300 ¹⁾	2 ²⁾	"	30
Lintulahdenkuja (etelä)	1 700	1 700 ¹⁾	2 ²⁾	"	30

¹⁾ nykyliikenne (ei ennustetta) ²⁾ arvioitu ³⁾ uusi katu

Todettakoon, että melutasot eivät ole herkkiä liikenteen vaihteluille. Esimerkiksi 50 % kasvu liikennemäärissä aiheuttaa melutasoon vain 1,8 dB lisäyksen.

2.3.2 Raitiovaunuliikenne

Melumallissa on huomioitu suunnitteilla olevat Kruunuvuorenrannan ja Yliskylän pikaraitiotieyhteydet. Lisäksi suunnitelmassa on varauduttu mahdollisuuteen, jossa Kalasatamasta kulkisi raitiotie Nihdistä Hakaniemenrannan kautta keskustaan. Laskennassa raitiovaunuliikenne otettiin huomioon käyttäen kaupunkisuunnitteluvirastolta saatuja tietoja (Juuso Helander, 9.3.2017). Melupäästönä käytettiin uuden Artic-vaunun melupäästöä [5]. Vaunun pituutena pikaraitiotiessä on käytetty 45 metriä ja raitiotiessä 27 metriä.

Laskennassa käytetyt arkivuorokauden raitiovaunuliikenteen liikennemäärät (kaksi suuntaa) on esitetty taulukossa 3.

Taulukko 3. Laskennassa käytetyt raitioliikennetiedot.

Raitiovaunu	päivä (kpl)	yö (kpl)	nopeus km/h
pikaraitiovaunu (pituus 45m)	159	36	40
raitiovaunu (pituus 27m)	159	36	40

2.3.3 Tunneliaukkojen mallinnus

Tunnelissa esiintyvä äänienergia pääsee purkautumaan tunnelin päädyistä. Tunnelin ja sen aukkojen mallintaminen vaati tavanomaista liikennemelumallinnuksesta poikkeavaa lähestymistapaa, sillä tie- ja raideliikennemelun laskentamallit eivät sellaisinaan kykene arvioimaan niiden aiheuttamaa melua. Keskustatunnelin pohjoispään ja Sörnäistentunnelin eteläpään aukosta ympäristöön kantautuva melu laskettiin käyttäen yleistä yhteispohjoismaista ympäristömelun laskentamallia (ns. teollisuusmelun laskentamallia). Tunnelien pituudet ja poikkipinta-alat otettiin myös huomioon aukkojen melupäästön arvioinnissa. Tunnelin seinämien absorptiokertoimeksi on oletettu 10%.

Maastomallissa Keskusta- ja Sörnäistentunnelin aukkojen kohdalle asetettiin pinalähde, jonka kokonaistehotaso vastaa kyseiselle aukolle laskettua tehotasoa. Siten tunnelista kantautuva liikennemelu voitiin laskea käyttäen teollisuusmelun laskentamallia.

Liikenteen meluspektrin muotona käytettiin tavallista liikennemeluspektriä.

3 Laskentatulokset

Laskentatulokset on esitetty liitteissä seuraavissa tilanteissa:

- Ilman keskustatunnelia, Hakaniemenranta ja Sörnäistenranta
 - Liitteet C1-C2; päiväaikainen (klo 7-22) A-keskiäänitaso L_{Aeq}
 - Liitteet D1-D2; yöaikainen (klo 22-07) A-keskiäänitaso L_{Aeq}
 - Liitteet G1-G2; Suositus A-äänitasoerotukseksi liikennemelua vastaan
- Keskustatunneli, Hakaniemenranta ja Sörnäistenranta
 - Liitteet E1-E2; päiväaikainen (klo 7-22) A-keskiäänitaso L_{Aeq}
 - Liitteet F1-F2; yöaikainen (klo 22-07) A-keskiäänitaso L_{Aeq}
 - Liitteet H1-H2; Suositus A-äänitasoerotukseksi liikennemelua vastaan
- Ilman keskustatunnelia, Sörnäistenrannan korttelit 10400-10404
 - Liite I1; päiväaikainen (klo 7-22) A-keskiäänitaso L_{Aeq}
 - Liite I2; yöaikainen (klo 22-07) A-keskiäänitaso L_{Aeq}
 - Liite K1; Suositus A-äänitasoerotukseksi liikennemelua vastaan
- Keskustatunneli, Sörnäistenrannan korttelit 10400-10404
 - Liite J1; päiväaikainen (klo 7-22) A-keskiäänitaso L_{Aeq}
 - Liite J2; yöaikainen (klo 22-07) A-keskiäänitaso L_{Aeq}
 - Liite L1; Suositus A-äänitasoerotukseksi liikennemelua vastaan

Liitteissä esitetyt äänitasot ovat kokonaismelun äänitasoja sisältäen tie- ja raitiovaunu-liikenteen sekä tunneliaukon aiheuttaman melun. Suunnitellut asuinrakennukset on esitetty ruskealla värillä ja hotelli (Hakaniemenrannassa) sekä toimistorakennus (Sörnäisten Rantatien ja Haapaniemenkadun kulmassa) on esitetty vaaleamman ruskealla liite-kartoissa. Olemassa olevat rakennukset on esitetty harmaalla värillä.

Pihoille on laskettu keskiäänitaso 2 m korkeudella maanpinnasta, ja julkisivuille on laskettu kerroskohtaisesti suurimmat keskiäänitasot. Rakennusten seinillä olevat kahdeksankulmaiset tunnukset ilmoittavat suurimman kyseisillä julkisivuilla esiintyvän keskiäänitason L_{Aeq} . Merkintä on samalla kerroskorkeudella, jolla kyseinen taso esiintyy.

Tie- ja raitiovaunuliikenteen sekä tunneliaukkojen aiheuttaman osamelun julkisivulle kohdistuvat A-keskiäänitasot L_{Aeq} on esitetty viidessä tarkastelupisteessä (T1-T4, ks. liitetkartat) taulukoissa 4 ja 5 yhdessä kokonaismelun A-keskiäänitasojen kanssa.

Taulukko 4 vaihtoehto ilman keskustatunnelia. Tarkastelupisteissä T1-T4 lasketut tie- ja raitiovaunuliikenteen sekä tunneliaukon aiheuttaman osamelun A-keskiäänitasot L_{Aeq} [dB].

Melulähde	T1		T2		T3		T4	
	päivä	yö	päivä	yö	päivä	yö	päivä	yö
Sörnäisten tunneliaukko	–	–	–	–	28	20	55	47
Raitiovaunut	61	56	61	57	–	–	–	–
Tiet	55	48	68	62	70	63	68	60
yhteensä	62	57	69	63	70	63	68	60

Taulukko 5 vaihtoehto keskustatunneli. Tarkastelupisteissä T1-T4 lasketut tie- ja raitiovaunuliikenteen sekä tunneliaukon aiheuttaman osamelun A-keskiäänitasot L_{Aeq} [dB].

Melulähde	T1		T2		T3		T4	
	päivä	yö	päivä	yö	päivä	yö	päivä	yö
Keskustatunneliaukko	–	–	–	–	75	67	56	48
Raitiovaunut	61	56	61	57	–	–	–	–
Tiet	54	46	67	60	69	62	68	61
yhteensä	61	57	68	61	76	68	68	61

Siniset solut: melulahteenä Sörnäistentunneli

4 Tulosten tarkastelu

4.1 Julkisivuihin kohdistuvat melutasot ja äänieristysvaatimukset

Sisämelun yleiset ohjearvot asuintiloille ovat 35 dB päivällä ja 30 dB yöllä [1]. Asemakaavavaatimusta vastaava A-äänitasoerotus ΔL_A määritetään julkisivuun kohdistuvan melun A-äänitason ja sisämelun A-äänitason tavoitearvon erotuksena.

Raitiovaunuliikenteen tapauksessa voidaan kuitenkin keskiäänitason lisäksi nähdä tarpeelliseksi tarkastella myös enimmäisäänitasoja L_{Amax} , joita koskien Suomessa ei kuitenkaan ole annettu ohjearvoja. Ympäristöministeriön julkisivujen äänieristyksen mitoitusoppaassa [6] enimmäismelulle asuintiloissa on esitetty suositusarvo 45 dB yöllä. Tästä voidaan laskea vaatimus A-äänitasoerotukselle vastaavasti kuten keskiäänitason tapauksessakin tiloille, jotka on tarkoitettu nukkumiseen.

HUOM! Kaavavaatimus sekoitetaan usein epähuomiossa julkisivun eri osien äänieristysvaatimusten kanssa. ΔL_A (tai kaavavaatimus) ei ole sama suure kuin ulkoseinien tai ikkunoiden äänieristys liikennemelua vastaan, vaan se on arvo, mitä on käytettävä julkisivun eri osien äänieristyksen mitoituksessa. Julkisivun osien (esim. ulkoseinän tai ikkunan) äänieristysluku liikennemelua vastaan $R_{A,tr}$ ($=R_w+C_{tr}$) on tarkistettava huonetilakohtaisesti ja se on suurempi kuin ΔL_A .

Esim. ikkunoiden äänieristysvaatimus riippuu mm. ikkunoiden suhteellisesta pinta-alasta ja huonetilavuudesta.

Julkisivuille, joilla A-äänitasoerotus ΔL_A alittaa 25 dB, ei tarvitse asettaa kaavavaatimusta eikä tarvitse tehdä varsinaista julkisivujen osien äänieristyksen mitoitusta, sillä tavanomaisten ulkoseinä- ja ikkunarakenteiden äänieristys liikennemelua vastaan on riittävä.

Keskustatunneli vaihtoehdossa, julkisivuilla, joilta on suora näköyhteys tunneliauksoon, aukosta purkautuvan melun äänitasot ovat ohiajon liikenteen melun äänitasoja suurempia (ks. osamelun tulokset tarkastelupisteessä T3 taulukosta 5). Keskustatunnelin tukimuuria ja aukkoa lähimpänä sijaitsevien rakennusten julkisivuille kohdistuvan melun A-keskiäänitasot ovat enimmillään 77 dB sillä julkisivulla, jolla myös tarkastelupiste T3 sijaitsee.

Raitiotien ohiajon aiheuttaman melun enimmäisäänitasot L_{Amax} Hakaniemenrannassa olemassa olevien talojen julkisivuilla ovat 76-77 dB sekä ovat Hakaniemenrantaan kaavoitettujen talojen (korttelit 10398 ja 10397) radan puoleisilla julkisivuilla 75-77 dB.

Kaavavaatimusta vastaava A-äänitasoerotus vaihtelee riippuen julkisivun ja melulähteen etäisyydestä ja suunnasta melulähteisiin nähden. Lisäksi A-äänitasoerotus vaihtelee riippuen onko se laskettu keskiäänitason tai enimmäisäänitason perusteella. Suositukset kaavavaatimusta vastaavaksi A-äänitasoerotukseksi on esitetty eri rakennusten julkisivuilla liitteissä G,H,K,L. Sinisellä esitetyt luvut edustavat keskiäänitason perusteella laskettuja vähimmäisvaatimuksia. Punaisella esitetyt luvut edustavat enimmäisäänitason perusteella laskettuja vähimmäisvaatimuksia, jotka tulisi ottaa huomioon, mikäli ko. julkisivulla on nukkumiseen tarkoitettuja asuintiloja. Enimmäisäänitason perusteella laskettua vähimmäisvaatimusta ei esitetä tapauksessa, jossa keskiäänitason perusteella laskettu vähimmäisvaatimus on sitä suurempi tai yhtä suuri.

Tunnelin tukimuurin ja suuaukon sisäpinnat oletettiin vaimentamattomiksi tämän selvityksen laskennassa. Tunnelin seinämien absorptiokertoimeksi on oletettu 10%. Mikäli tukimuurin ja suuaukon sisäpinoissa olisi vaimennusmateriaalia, keskiäänitasot olisivat keskimäärin noin 2...3 dB tässä selvityksessä esitetyjä lukuja pienempiä tunnelin tukimuurin ja aukon lähimmillä julkisivuilla.

Keskustatunnelin suuaukon itäpuolella olevan asuinrakennuksen pääjulkisivulla (Sörnäisten Rantatien puolella) A-äänitasoerotus on 42 dB (ks. liite H2) tunnelin suuaukosta purkautuvan melun takia. Tälle julkisivulle tulee mahdollisesti suunnitella kaksoisjulkisivu tai sivukäytävän sijoittaminen.

Tilanteessa jossa, Sörnäistenrannan korttelit 10400-10404 rakennetaan ennen korttelia 10399, julkisivuille kohdistuvat A-keskiäänitasot nousevat korttelin 10400 julkisivuilla molemmissa tarkasteluissa vaihtoehdoissa, ilman keskustatunnelia ja keskustatunneli. Selvimmin muutokset ovat havaittavissa keskustatunneli vaihtoehdossa (vrt. liitteet E2 ja J1).

Osoitteessa Hakaniemenranta 14-18 olemassa olevien asuinrakennusten kohdalla raitiovaunuliikenne lisää melua nykyiseen melutilanteeseen verrattuna. Tällä hetkellä Hakaniemenranta ei ole ajoneuvoväylä Haapaniemenkadun itäpuolella sijaitsevien rakennusten kohdalla ja tieliikennemelua kantautuu pääosin Hakaniemensillalta ja Pohjoisrannasta. Em. kiinteistöjen Hakaniemenrannan puoleisilla julkisivuilla melu lisääntyy raitiovaunuliikenteen takia 7 dB päivällä molemmissa vaihtoehdoissa (ilman keskustatun-

neliä / keskustatunneli) ja yöllä 9-11 dB riippuen vaihtoehdosta (suurempi luku keskustatunneli vaihtoehdolla), nykyiseen tilanteeseen verrattuna (ks. laskentatulokset tarkastelupisteessä T1 taulukoista 4 ja 5; T1 sijaitsee Hakaniemenrannan 16 asuinrakennuksen eteläjulkisivulla). Tuleva raitiovaunuliikenne olisi merkittävin melulähde Hakaniemenrannan 14-18 olemassa olevien asuinrakennusten kohdalla. Ääniympäristö asuinrakennusten kohdalla muuttuu selvästi. Yksittäisten raitiovaunujen ohiajosta tuleva melu on hyvin erityyppistä kuin kauempaan Pohjoisrannasta kantautuva autoliikenteen melu. Yksittäiset ohiajot erottuvat muuten ääniympäristöltään melko rauhallisella alueella taustasta etenkin yöaikaan.

4.2 Piha-alueet

Melutason yleiset ohjearvot ulkona ovat 55 dB päivällä ja 50 dB yöllä [1].

Sekä päivä- että yöajan ohjearvot (vihreät alueet) alittuvat suurimmalla osalla piha-alueista molemmissa tarkastelluissa vaihtoehdoissa. Liikennemelu leviää myös rakennusten välissä olevista aukoista. Hakaniemenrannan kortteleissa 11209 ja 10397 on laskennassa oletettu 1,8 m korkea meluestekaide kansipihojen eteläpuolella. Muualla tämän selvityksen laskennassa ei ole oletettu meluesteitä rakennusten välissä.

Tilanteessa jossa, Sörnäistenrannan korttelit 10400-10404 rakennetaan ennen korttelia 10399, päivä- ja yöajan ohjearvot ylittyvät korttelin 10400 piha-alueella keskustatunneli vaihtoehdossa (ks. liitteet J1, J2). Myös ilman keskustatunneliä vaihtoehdossa päiväajan ohjearvot ylittyvät osalla piha-aluetta korttelissa 10400 (ks. liite I1).

4.3 Parvekkeet

Oleskeluun tarkoitetuilla parvekkeilla tulisi tavoitella vastaavia melutason ulko-ohjearvoja, jotka varsinaisiksi ulko-oleskelualueiksi suunnitelluilla pihoiden tulee saavuttaa. Tieliikenteen parvekkeille aiheuttamat keskiäänitasot eivät siis saa ylittää 55 dB päiväaikaan ja 50 dB yöaikaan [1].

Avoimilla parvekkeilla esiintyvä melutaso on yleensä enintään 3 dB suurempi kuin julkisivuun kohdistuva melutaso julkisivusta tulevan heijastuksen vuoksi.

Parvekelasitusrakenteen äänieristyksen mitoituksen lähtökohtana on julkisivuihin kohdistuvan keskiäänitason ja parvekkeilla sallitun keskiäänitason välinen äänitasoerotus ΔL_A .

Julkisivuille, joilla lasketut päiväaikaiset A-keskiäänitasot ylittävät 65 dB, ei suositella suunniteltavan parvekkeita.

Julkisivuilla, joille kohdistuvat päiväaikaiset keskiäänitasot (ks. liitteet C1, C2, E1, E2, I1, J1) ovat **63...65 dB**, parvekelasituksen äänieristysvaatimus ΔL_A on 11...13 dB. Tämän äänitasoerotuksen saavuttamiseksi suosittelemme lasittamaan ko. parvekkeet 10 mm karkaistulla parvekelasilla (yläosa, voi olla avattava, lasien välissä välilistat) ja alaosa 5+5 mm laminoitulla lasilla. Parvekkeiden kattoihin tulisi asentaa 50 mm paksuja vaimenusverhouslevyjä kaiunvähentämiseksi.

Julkisivuilla, joille kohdistuvat päiväaikaiset keskiäänitasot (ks. liitteet C1, C2, E1, E2, I1, J1) ovat **60...62 dB**, parvekelasituksen äänieristysvaatimus ΔL_A on 8...10 dB. Tämän äänitasoerotuksen saavuttamiseksi suosittelemme lasittamaan ko. parvekkeet 6 mm karkaistulla parvekelasilla (yläosa, voi olla avattava, lasien välissä välilistat) ja alaosa 4+4 mm

laminoidulla lasilla. Parvekkeiden kattoihin suositellaan asennettavaksi 50 mm paksuja vaimennusverhouslevyjä kaiunnan vähentämiseksi.

Julkisivuilla, joille kohdistuvat päiväaikaiset keskiäänitasot (ks. *liitteet C1,C2,E1,E2,I1,J1*) ovat **53...59 dB**, parvekelasituksen äänieristysvaatimus ΔL_A on 1...7 dB. Näillä julkisivuilla tavallinen parvekelasitus (yläosa 6 mm karkaistu avattava lasi ja alaosa 4+4 mm laminoitu lasi) on riittävä.

Julkisivuilla, joille kohdistuvat päiväaikaiset keskiäänitasot (ks. *liitteet C1,C2,E1,E2,I1,J1*) ovat enintään **52 dB**, ei vaadita lasitusta ainakaan melun kannalta.

Mira Pykälistö
Medianomi AMK

Benoît Gouatarbès
DI, FISE AA

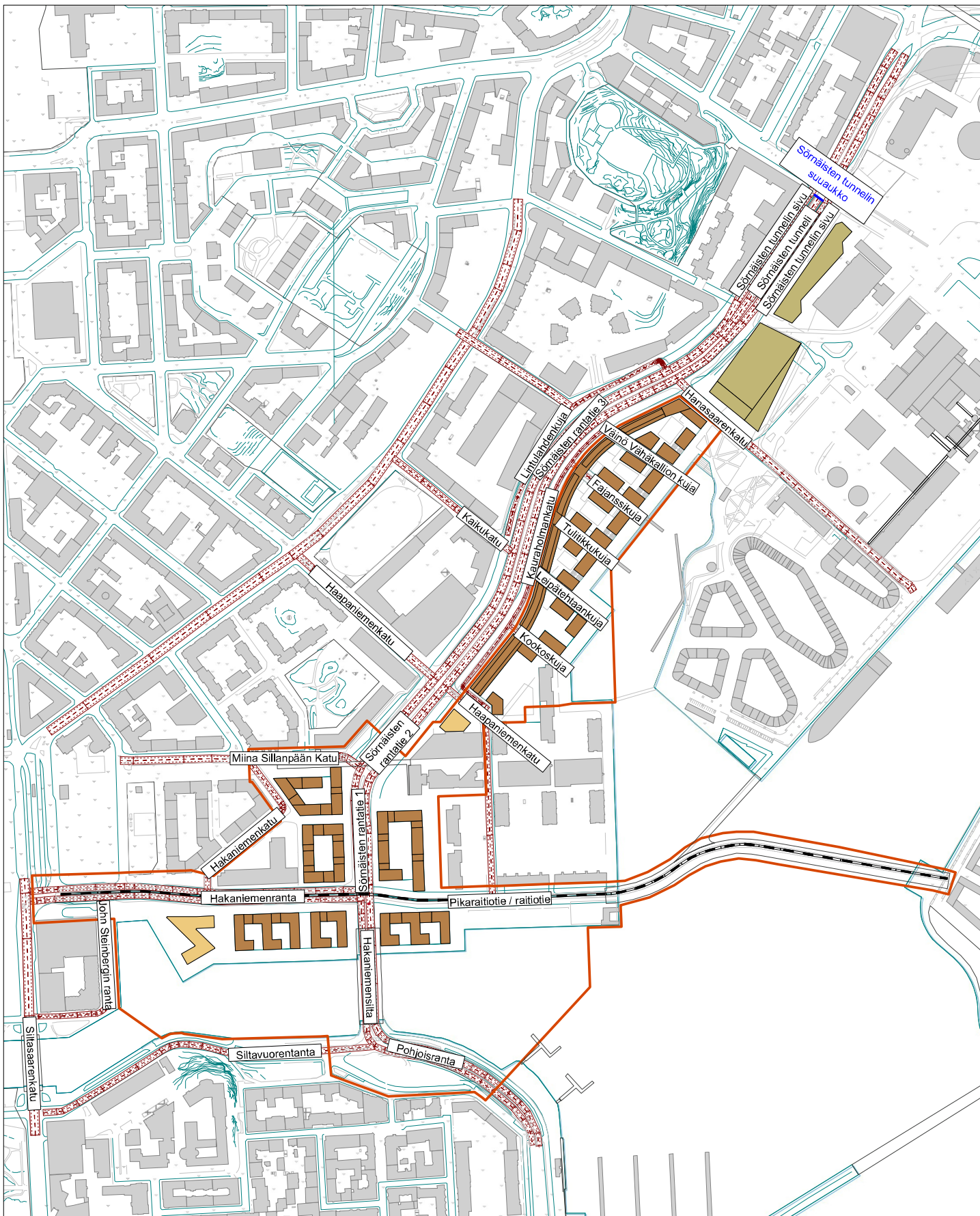
Viitteet

1. Valtioneuvoston päätös melutason ohjearvoista (993/92). Helsinki 1992.
2. Road traffic noise – Nordic Prediction Method. TemaNord 1996:525. Nordic council of ministers. 110 s. Tieliikennemelun laskentamalli. *Ohje 6/1993*. Ympäristöministeriö, Helsinki 1993.
3. Raideliikennemelun laskentamalli. *Ympäristööpas 97*. Ympäristöministeriö, Helsinki 2002. 58 s.
4. KRAGH J, ANDERSEN B & JACOBSEN J, Environmental noise from industrial plants. General prediction method. Danish Acoustical Laboratory, report 32. Lyngby 1982. 54 s + liitt 35 s.
5. GOUATARBÈS B & LAHTI T, Artic-raatiovaunu – Raideliikennemelun laskentamallin lähtöarvot. *Akukon, raportti 160454-1*. Helsinki, 23.5.2016.
6. Rakennuksen julkisivun ääneneristävyyden mitoittaminen. *Ympäristööpas 108*. Ympäristöministeriö, Helsinki 2003. 37 s.

Hakaniemenranta ja Sörnäistenranta

Liikennemeluserivitys

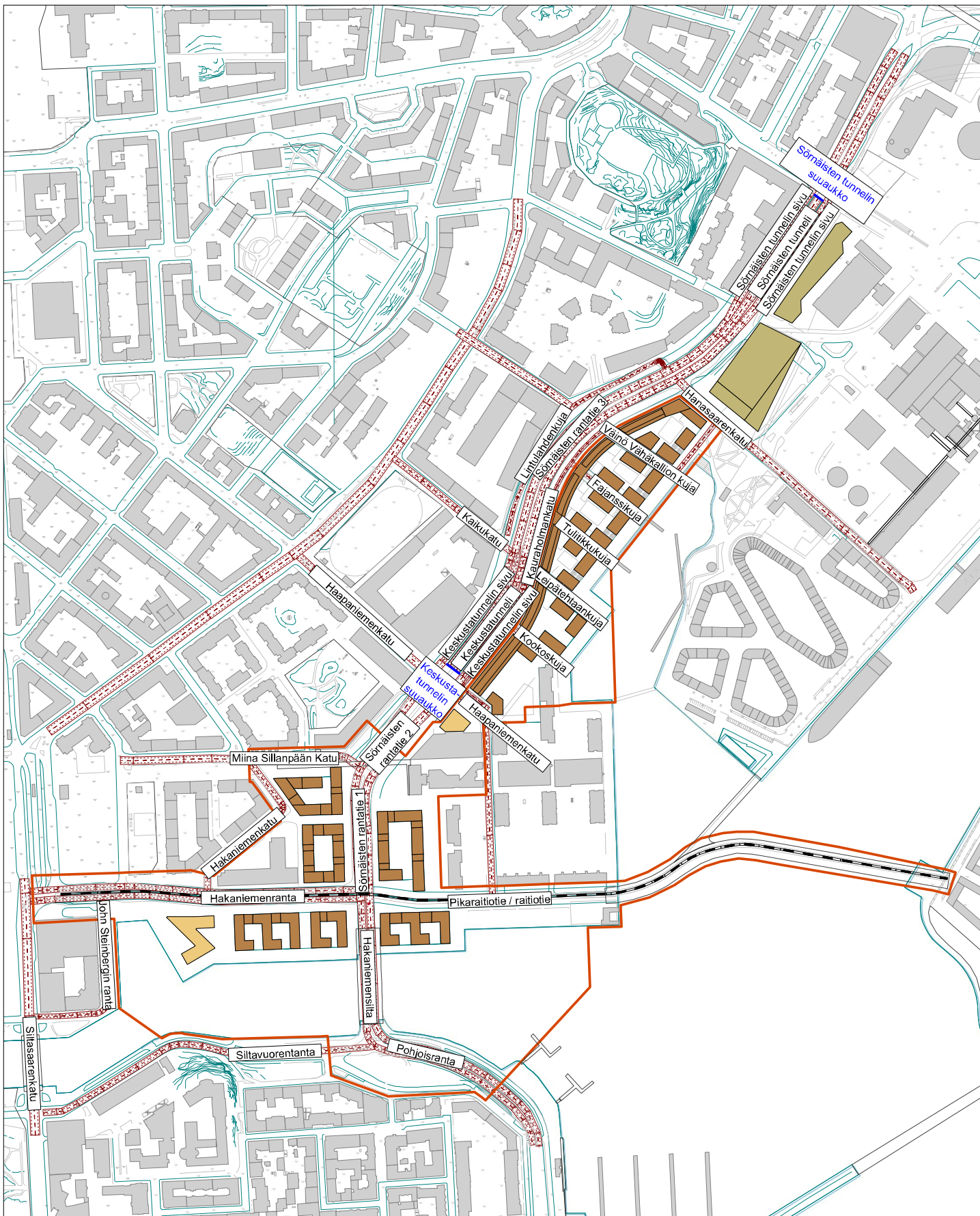
SIJAINTIKUVA, EI KESKUSTATUNNELIA



Hakaniemenranta ja Sörnäistenranta

Liikennemeluserivitys

SIJAINTIKUVA, KESKUSTATUNNELI



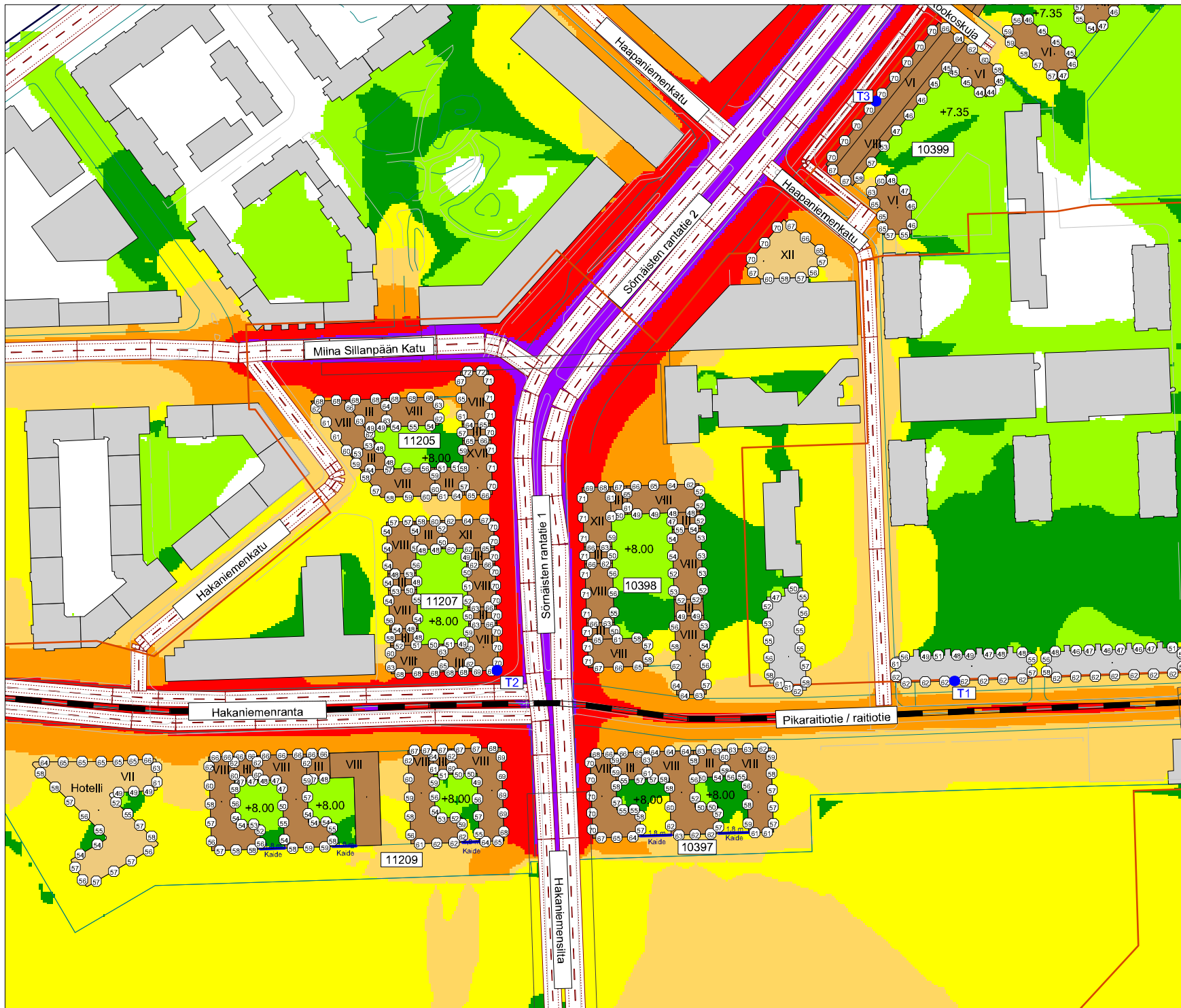
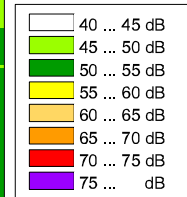
Hakaniemenranta ja Sörnäistenranta Liikennemeluselvitys

Tie- ja raitiovaunuliikenne
Ennuste 2040
EI KESKUSTATUNNELIA

Julkisivuilla ja piha-alueilla
esiintyvät suurimmat melutasot

Päivä (klo 7-22)

A-keskiäänitaso L_{Aeq}



AKUKON

Akukon Oy

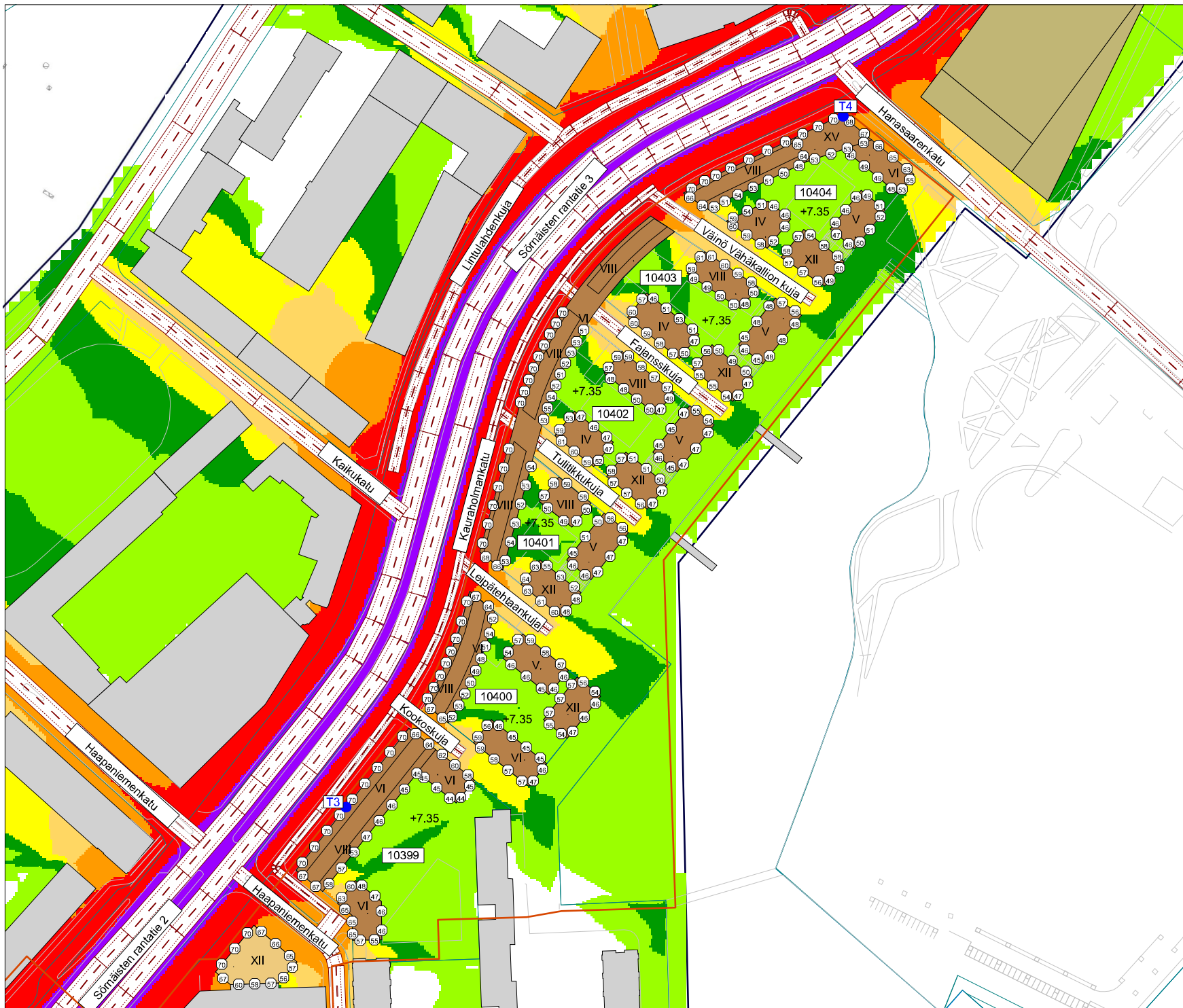
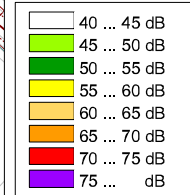
SUUN	PÄIVÄYS
MPY	23.08.17
MITTAKAAVA	PAPERIKOKO
1:1750	A3

Hakaniemenranta ja Sörnäistenranta Liikennemeluselvitys

Tie- ja raitiovaunuliikenne
Ennuste 2040
EI KESKUSTATUNNELIA

Julkisivuilla ja piha-alueilla
esiintyvät suurimmat melutasot

Päivä (klo 7-22)
A-keskiäänitaso L_{Aeq}



AKUKON

Akukon Oy

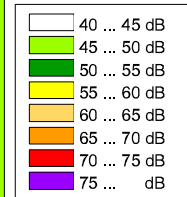
SUUN	PÄIVÄYS
MPY	23.08.17
MITTAKAAVA	PAPERIKOKO
1:1750	A3

Hakaniemenranta ja Sörnäistenranta Liikennemeluselvitys

Tie- ja raitiovaunuliikenne
Ennuste 2040
EI KESKUSTATUNNELIA

Julkisivuilla ja piha-alueilla
esiintyvät suurimmat melutasot

Yö (klo 22-7)
A-keskiäänitaso L_{Aeq}



AKUKON

Akukon Oy

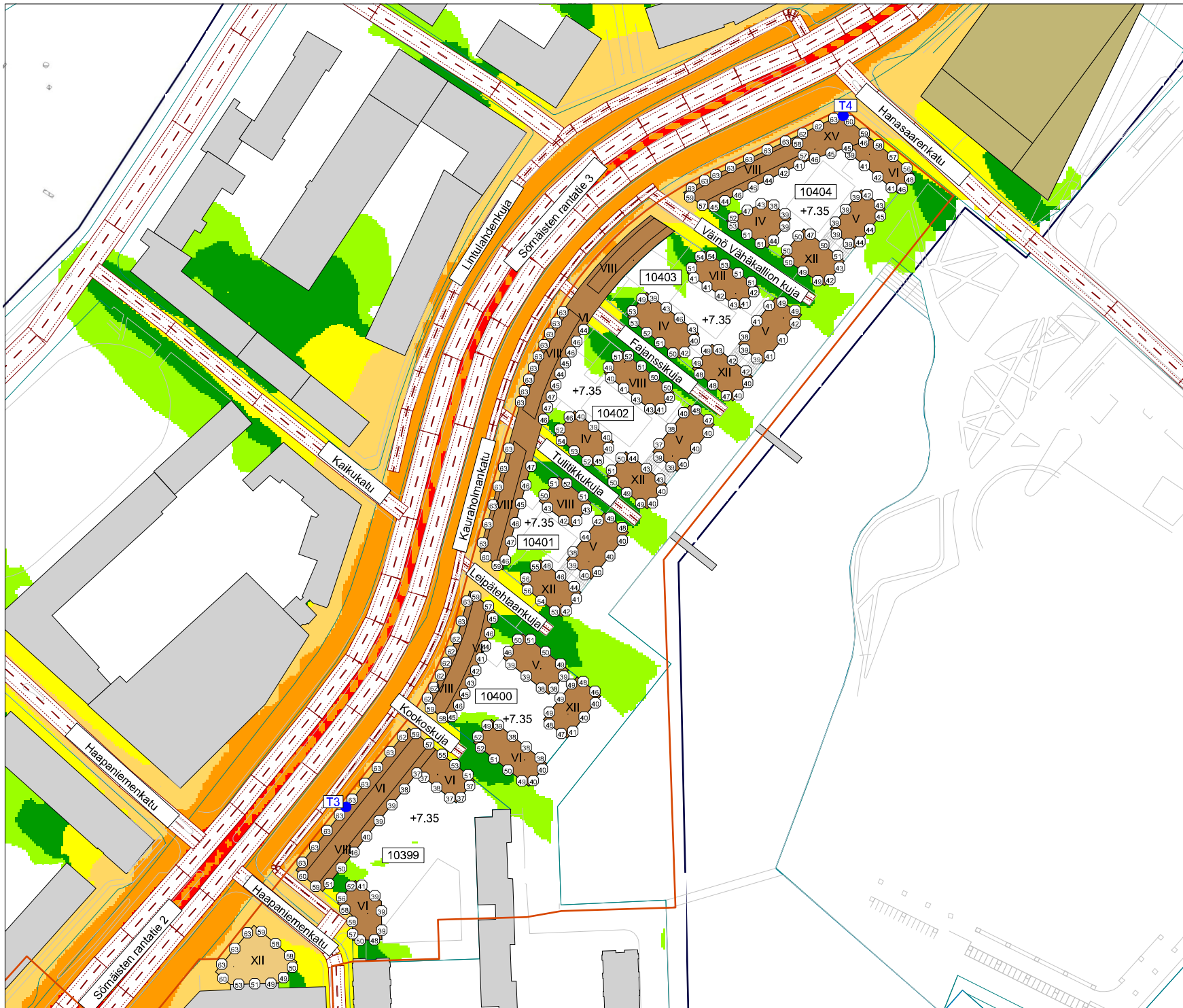
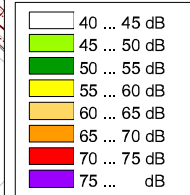
SUUN	PÄIVÄYS
MPY	23.08.17
MITTAAVA	PAPERIKOKO
1:1750	A3

Hakaniemenranta ja Sörnäistenranta Liikennemeluselvitys

Tie- ja raitiovaunuliikenne
Ennuste 2040
EI KESKUSTATUNNELIA

Julkisivuilla ja piha-alueilla
esiintyvät suurimmat melutasot

Yö (klo 22-7)
A-keskiäänitaso L_{Aeq}



AKUKON

Akukon Oy

SUUN PÄIVÄYS

MPY 23.08.17

MITTAKAAVA PAPERIKOKO

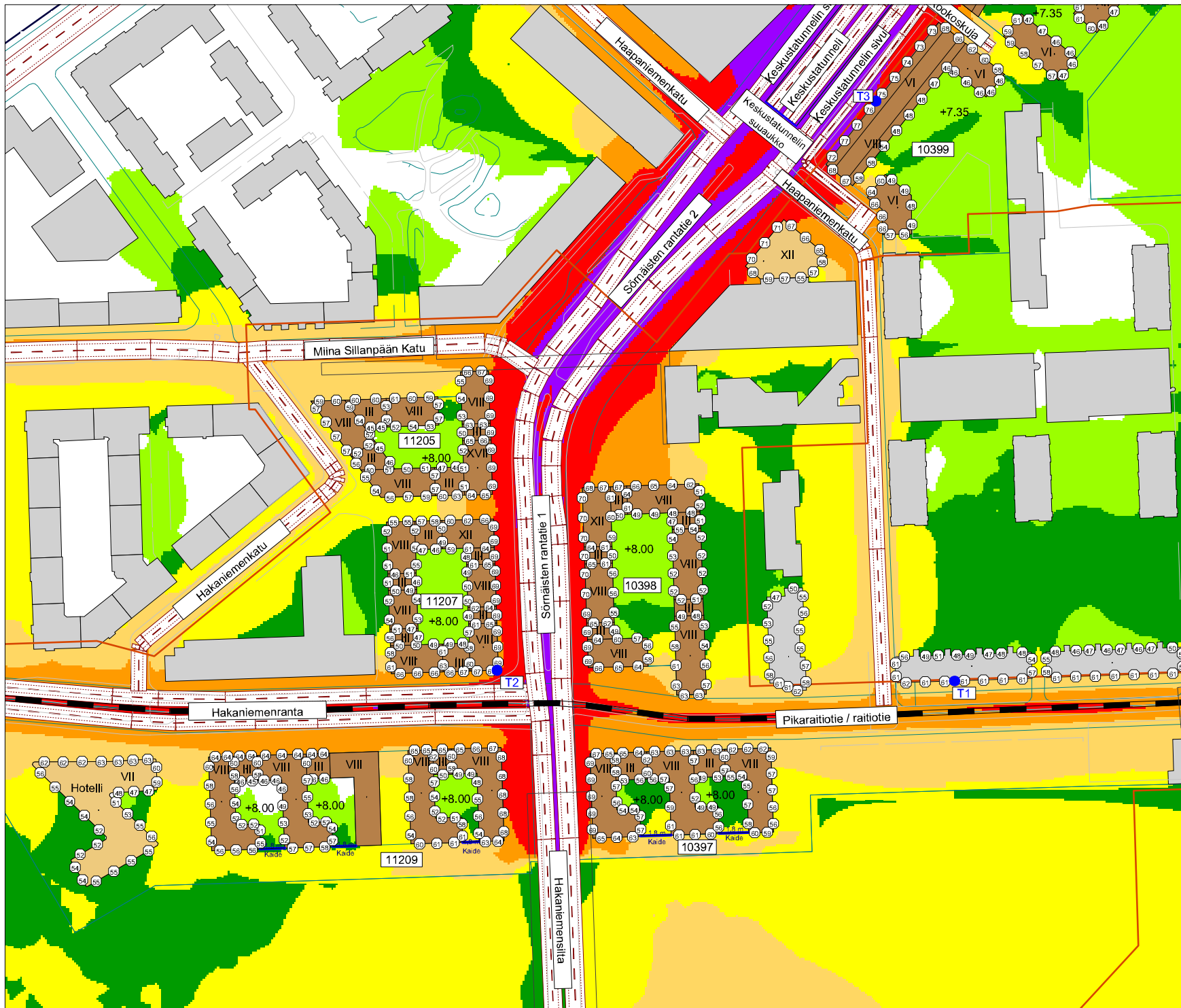
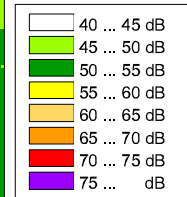
1:1750 A3

Hakaniemenranta ja Sörnäistenranta Liikennemeluselvitys

Tie- ja raitiovaunuliikenne
Ennuste 2040
KESKUSTATUNNELI

Julkisivuilla ja piha-alueilla
esiintyvät suurimmat melutasot

Päivä (klo 7-22)
A-keskiäänitaso L_{Aeq}



AKUKON

Akukon Oy

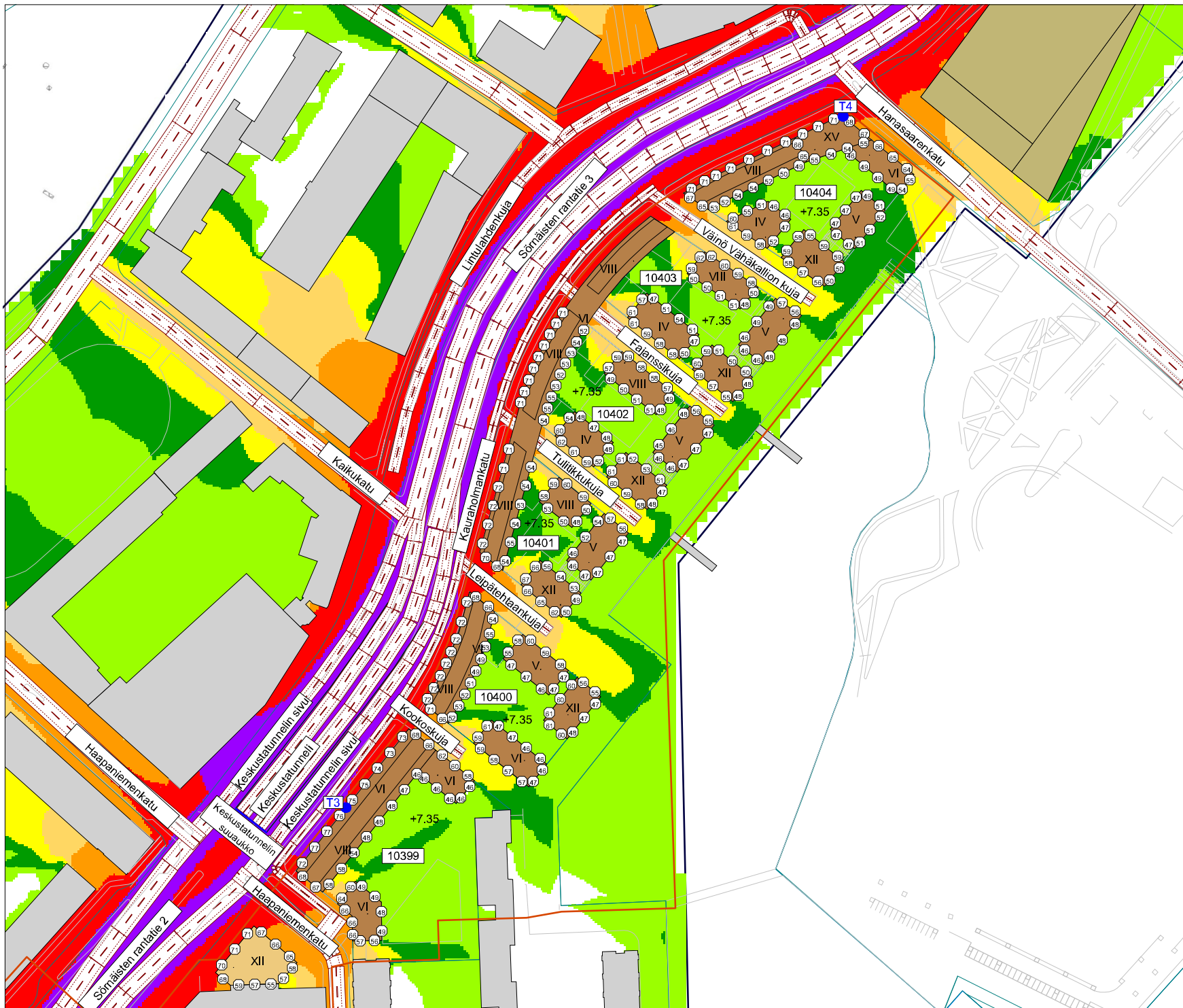
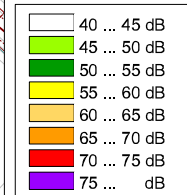
SUUN	PÄIVÄYS
MPY	23.08.17
MITTAKAAVA	PAPERIKOKO
1:1750	A3

Hakaniemenranta ja Sörnäistenranta Liikennemeluselvitys

Tie- ja raitiovaunuliikenne
Ennuste 2040
KESKUSTATUNNELI

Julkisivuilla ja piha-alueilla
esiintyvät suurimmat melutasot

Päivä (klo 7-22)
A-keskiäänitaso L_{Aeq}



AKUKON

Akukon Oy

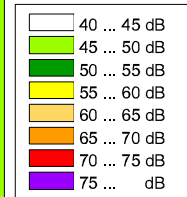
SUUN	PÄIVÄYS
MPY	23.08.17
MITTAKAAVA	PAPERIKOKO
1:1750	A3

Hakaniemenranta ja Sörnäistenranta Liikennemeluselvitys

Tie- ja raitiovaunuliikenne
Ennuste 2040
KESKUSTATUNNELI

Julkisivuilla ja piha-alueilla
esiintyvät suurimmat melutasot

Yö (klo 22-7)
A-keskiäänitaso L_{Aeq}



AKUKON

Akukon Oy

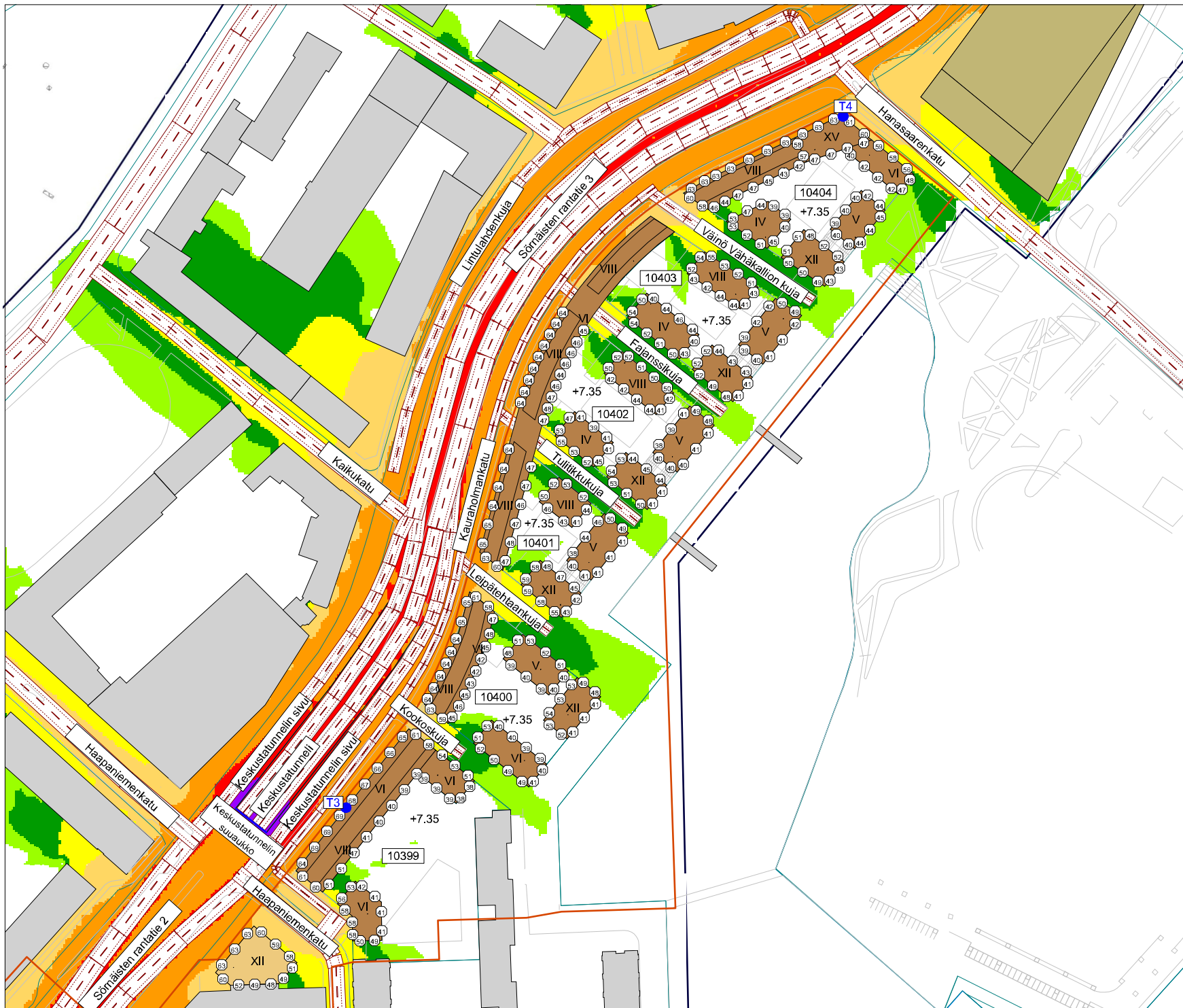
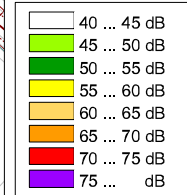
SUUN	PÄIVÄYS
MPY	23.08.17
MITTAKAAVA	PAPERIKOKO
1:1750	A3

Hakaniemenranta ja Sörnäistenranta Liikennemeluselvyitys

Tie- ja raitiovaunuliikenne
Ennuste 2040
KESKUSTATUNNELI

Julkisivuilla ja piha-alueilla
esiintyvät suurimmat melutasot

Yö (klo 22-7)
A-keskiäänitaso L_{Aeq}



AKUKON

Akukon Oy

SUUN	PÄIVÄYS
MPY	23.08.17
MITTAKAAVA	PAPERIKOKO
1:1750	A3



Hakaniemenranta ja Sörnäistenranta Liikennemeluselvytys

EI KESKUSTATUNNELIA

Suositus A-äänitasoerotukseksi liikennemelua vastaan

Sinisellä esitetyt luvut edustavat keskiäänitason perusteella laskettuja vähimmäisvaatimuksia

Punaisella esitetyt luvut edustavat enimmäisäänitason perusteella laskettuja vähimmäisvaatimuksia

AKUKON

Akukon Oy

SUUN PÄIVÄYS

MPY 23.08.17

MITTAKAAVA PAPERIKOKO

1:1750 A3

Hakaniemenranta ja Sörnäistenranta Liikennemeluselvitys

EI KESKUSTATUNNELIA

Suositus A-äänitasoerotukseksi
liikennemelua vastaan

Sinisellä esitetyt luvut edustavat
keskiäänitason perusteella
laskettuja vähimmäisvaatimuksia

Punaisella esitetyt luvut edustavat
enimmäisäänitason perusteella
laskettuja vähimmäisvaatimuksia



AKUKON

Akukon Oy

SUUN	PÄIVÄYS
MPY	23.08.17
MITTAKAAVA	PAPERIKOKO
1:1750	A3

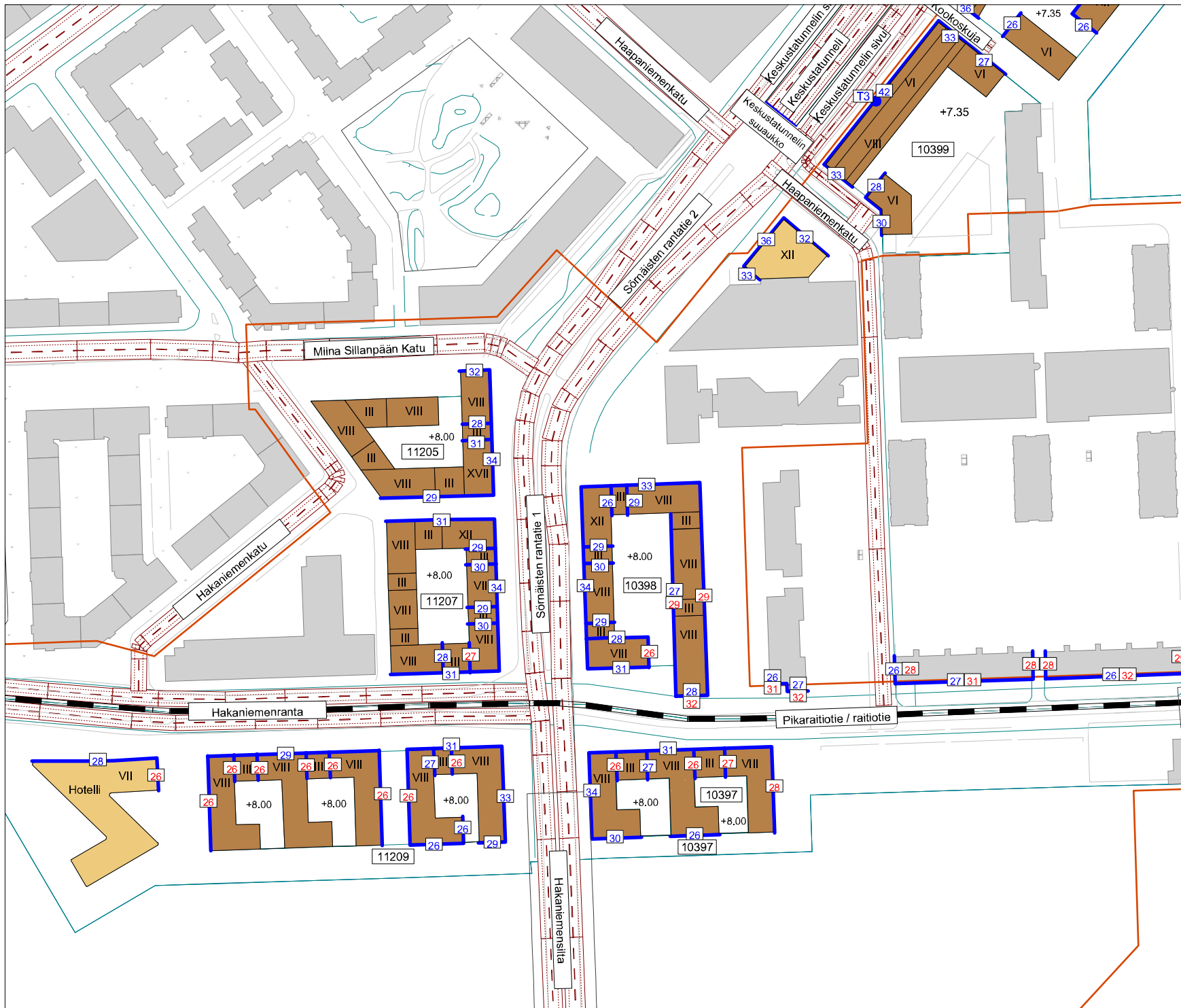
Hakaniemenranta ja Sörnäistenranta Liikennemeluselvitys

KESKUSTATUNNELI

Suositus A-äänitasoerotukseksi
liikennemelua vastaan

Sinisellä esitetyt luvut edustavat
keskiäänitason perusteella
laskettuja vähimmäisvaatimuksia

Punaisella esitetyt luvut edustavat
enimmäisäänitason perusteella
laskettuja vähimmäisvaatimuksia



AKUKON

Akukon Oy

SIUN PÄIVÄYS

MPY 23.08.17

MITTAKAAVA PAPERIKOKO

1:1750 A3

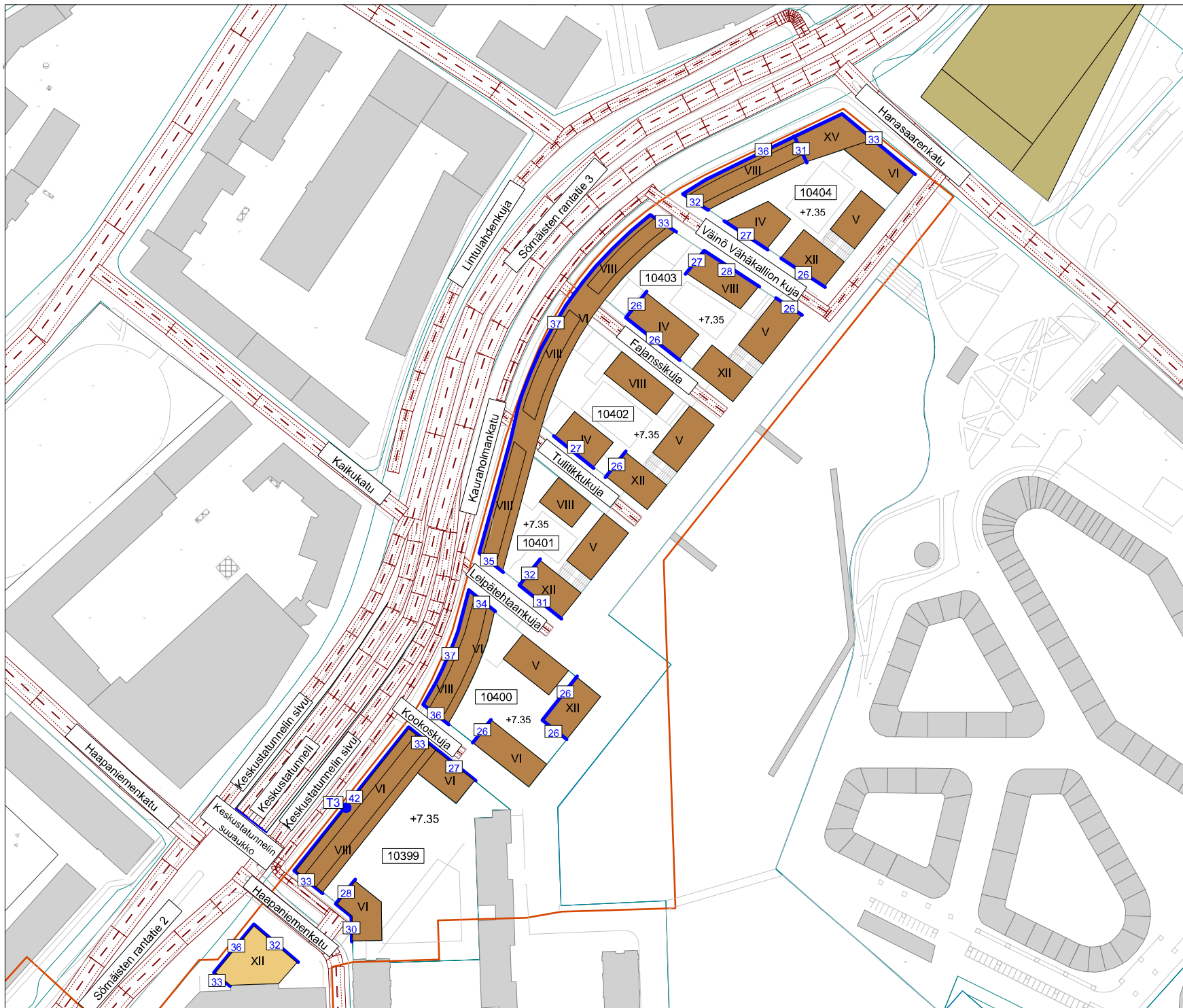
Hakaniemenranta ja Sörnäistenranta Liikennemeluselvitys

KESKUSTATUNNELI

Suositus A-äänitasoerotukseksi
liikennemelua vastaan

Sinisellä esitetyt luvut edustavat
keskiäänitason perusteella
laskettuja vähimmäisvaatimuksia

Punaisella esitetyt luvut edustavat
enimmäisäänitason perusteella
laskettuja vähimmäisvaatimuksia



AKUKON

Akukon Oy

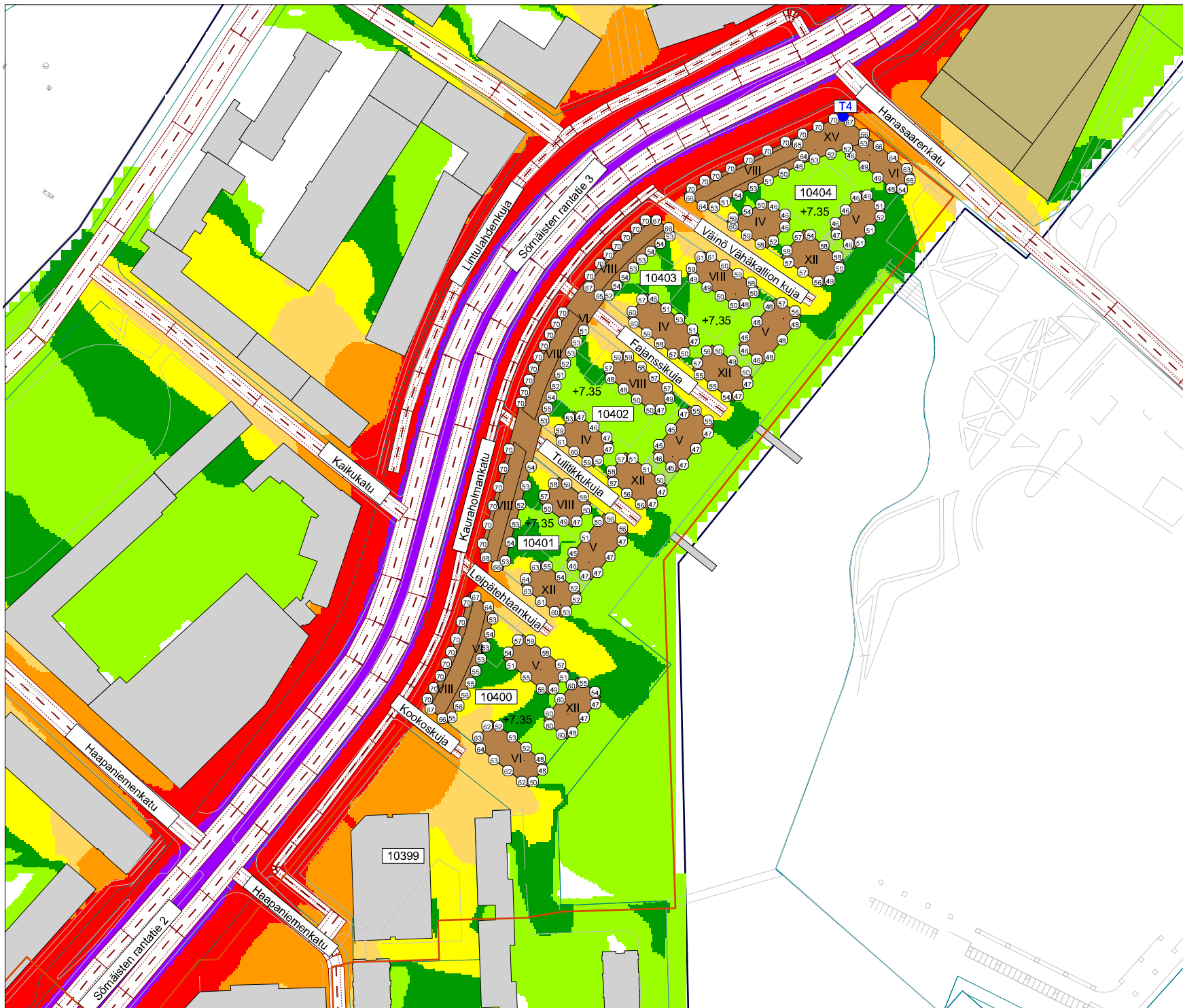
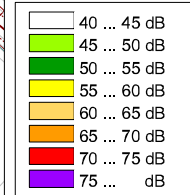
SUUN	PÄIVÄYS
MPY	23.08.17
MITTAAVA	PAPERIKOKO
1:1750	A3

Sörnäistenrannan korttelit
Liikennemeluselvytys

Tie- ja raitiovaunuliikenne
Ennuste 2040
EI KESKUSTATUNNELIA

Julkisivuilla ja piha-alueilla
esiintyvät suurimmat melutasot

Päivä (klo 7-22)
A-keskiäänitaso L_{Aeq}



AKUKON

Akukon Oy

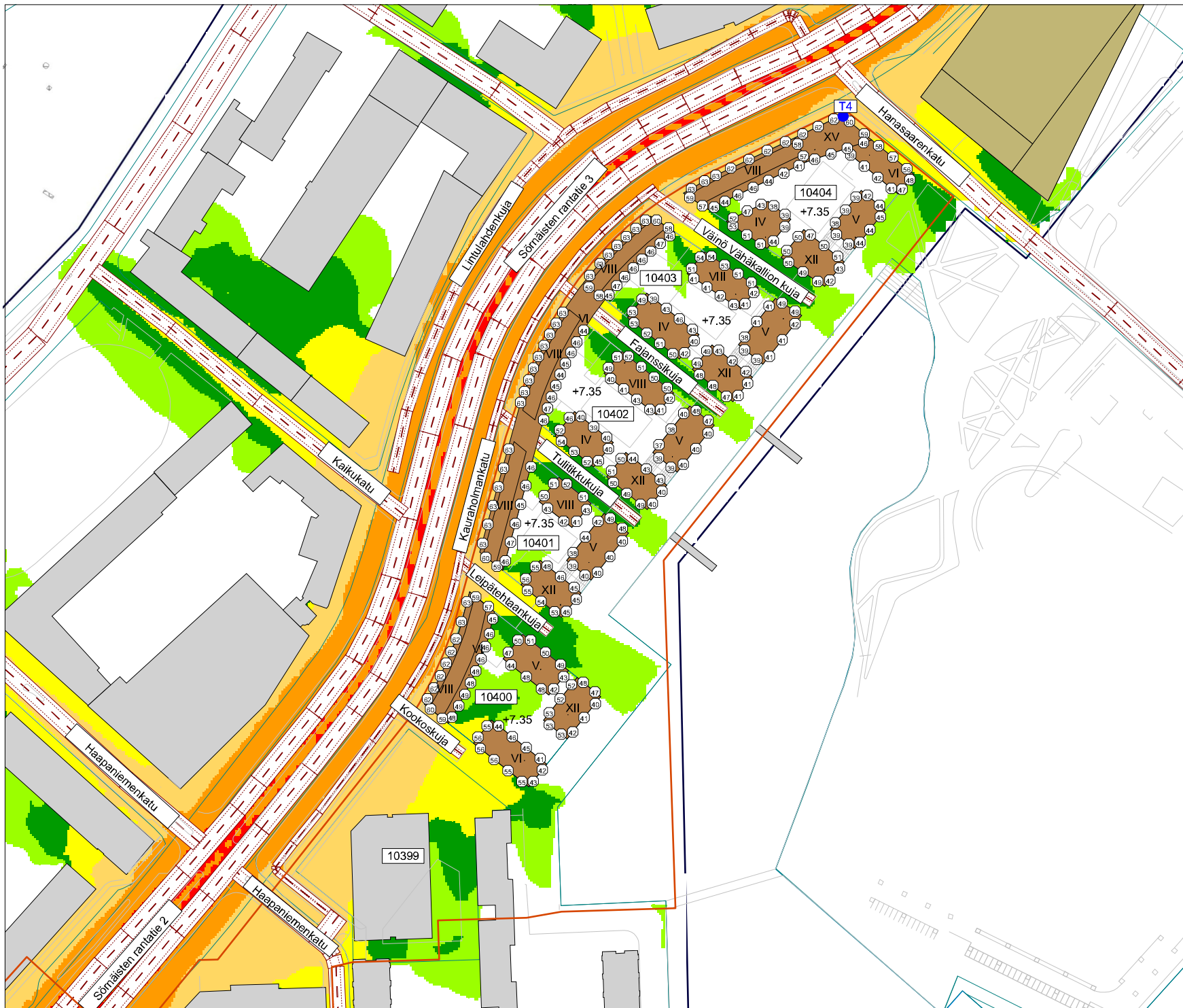
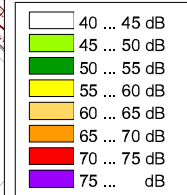
SUUN	PÄIVÄYS
MPY	23.08.17
MITTAKAAVA	PAPERIKOKO
1:1750	A3

Sörnäistenrannan korttelit
Liikennemeluselvitys

Tie- ja raitiovaunuliikenne
Ennuste 2040
EI KESKUSTATUNNELIA

Julkisivuilla ja piha-alueilla
esiintyvät suurimmat melutasot

Yö (klo 22-7)
A-keskiäänitaso L_{Aeq}



AKUKON

Akukon Oy

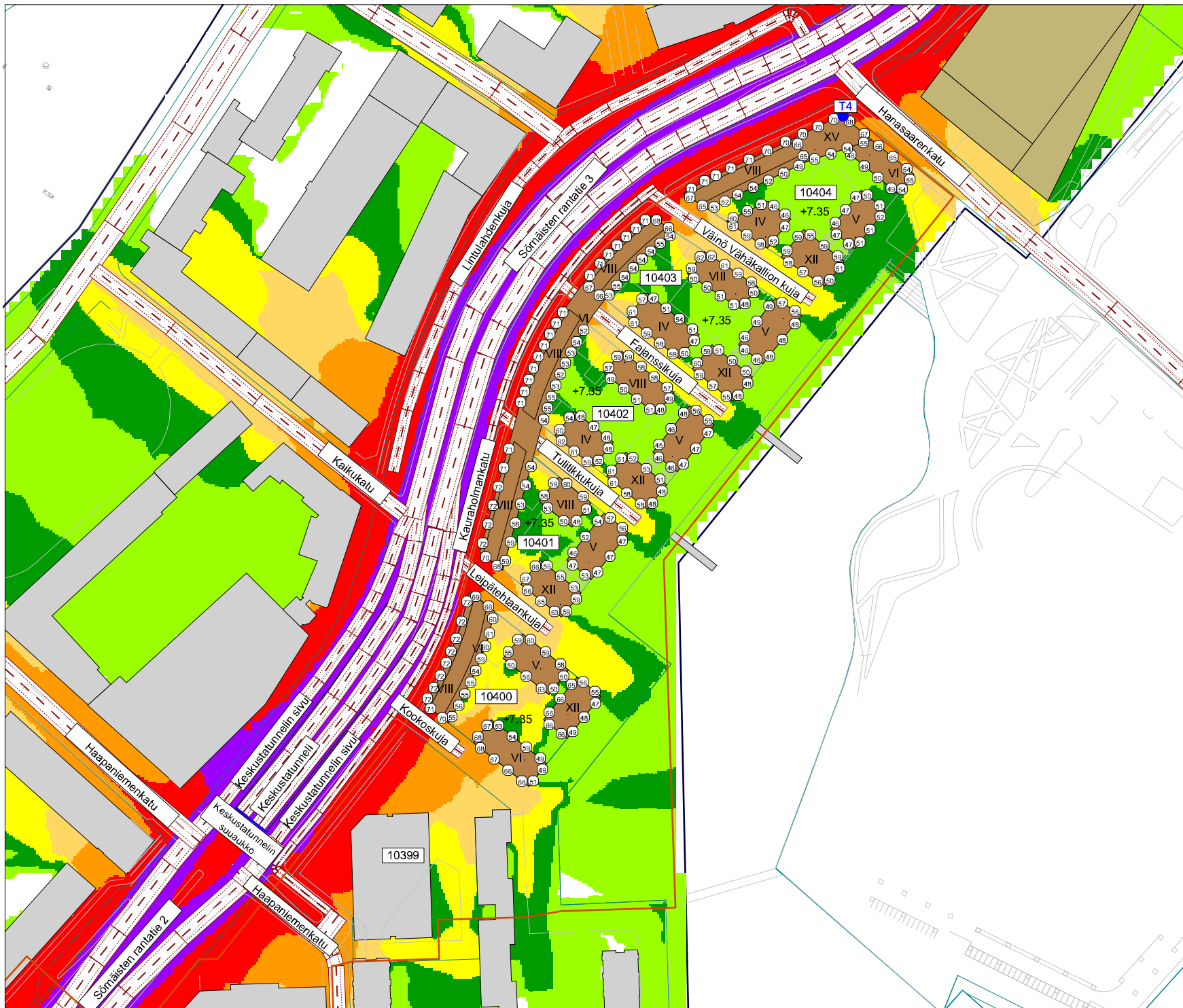
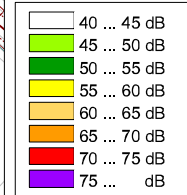
SUUN	PÄIVÄYS
MPY	23.08.17
MITTAKAAVA	PAPERIKOKO
1:1750	A3

Sörnäistenrannan korttelit
Liikennemeluselvitys

Tie- ja raitiovaunuliikenne
Ennuste 2040
KESKUSTATUNNELI

Julkisivuilla ja piha-alueilla
esiintyvät suurimmat melutasot

Päivä (klo 7-22)
A-keskiäänitaso L_{Aeq}



AKUKON

Akukon Oy

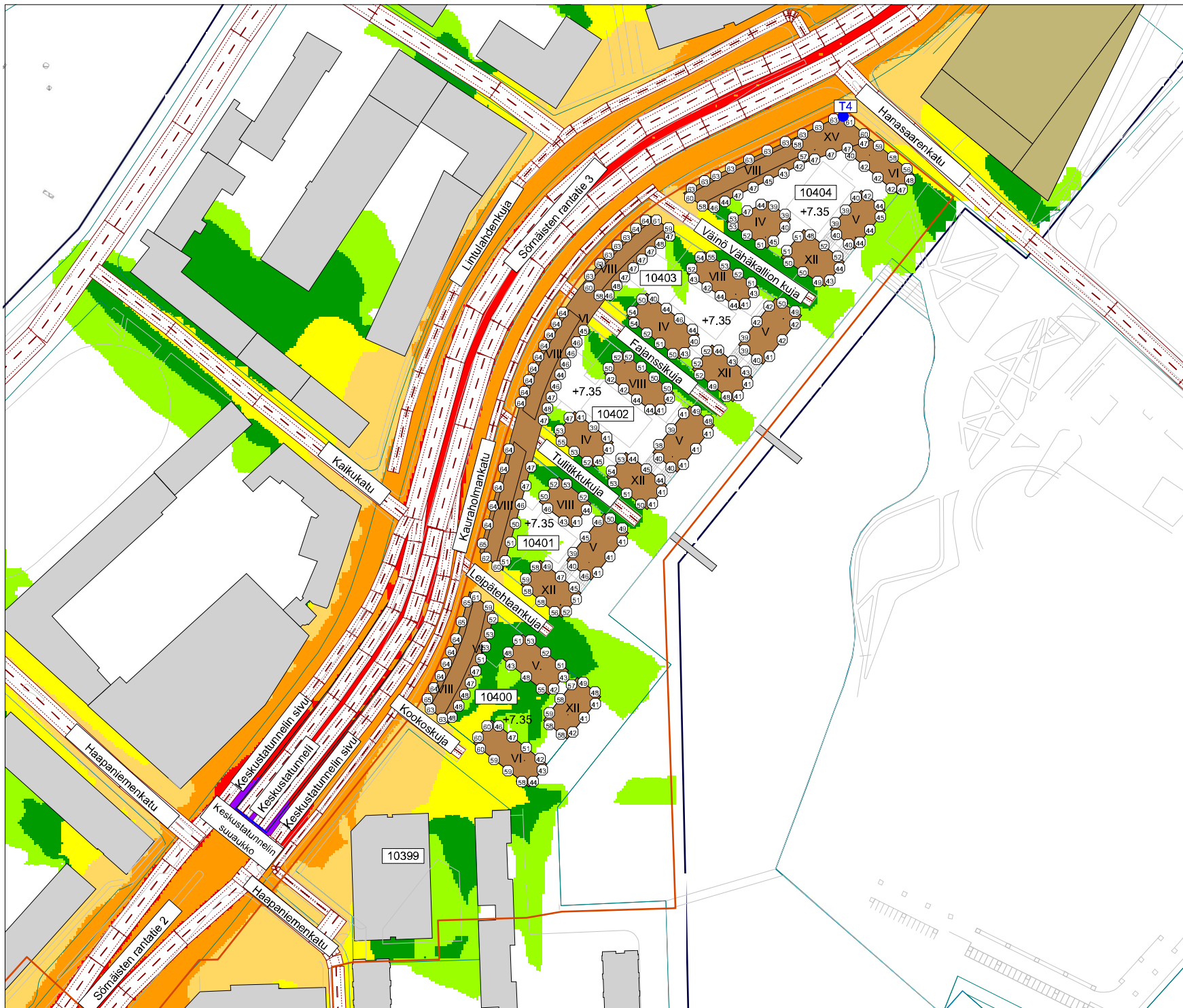
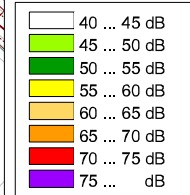
SUUN	PÄIVÄYS
MPY	23.08.17
MITTAKAAVA	PAPERIKOKO
1:1750	A3

Sörnäistenrannan korttelit
Liikennemeluselvitys

Tie- ja raitiovaunuliikenne
Ennuste 2040
KESKUSTATUNNELI

Julkisivuilla ja piha-alueilla
esiintyvät suurimmat melutasot

Yö (klo 22-7)
A-keskiäänitaso L_{Aeq}



AKUKON

Akukon Oy

SUUN	PÄIVÄYS
MPY	23.08.17
MITTAKAAVA	PAPERIKOKO
1:1750	A3



Sörnäistenrannan korttelit

Liikennemeluselvitys

EI KESKUSTATUNNELIA

Suositus A-äänitasoerotukseksi liikennemelua vastaan

Sinisellä esitetyt luvut edustavat keskiäänitason perusteella laskettuja vähimmäisvaatimuksia

Punaisella esitetyt luvut edustavat enimmäisäänitason perusteella laskettuja vähimmäisvaatimuksia

AKUKON

Akukon Oy

SUUN	PÄIVÄYS
MPY	23.08.17
MITTAKAAVA	PAPERIKOKO
1:1750	A3



Sörnäistenrannan korttelit
Liikennemeluselvitys

KESKUSTATUNNELI

Suositus A-äänitasoerotukseksi liikennemelua vastaan

Sinisellä esitetyt luvut edustavat keskiäänitason perusteella laskettuja vähimmäisvaatimuksia

Punaisella esitetyt luvut edustavat enimmäisäänitason perusteella laskettuja vähimmäisvaatimuksia

AKUKON

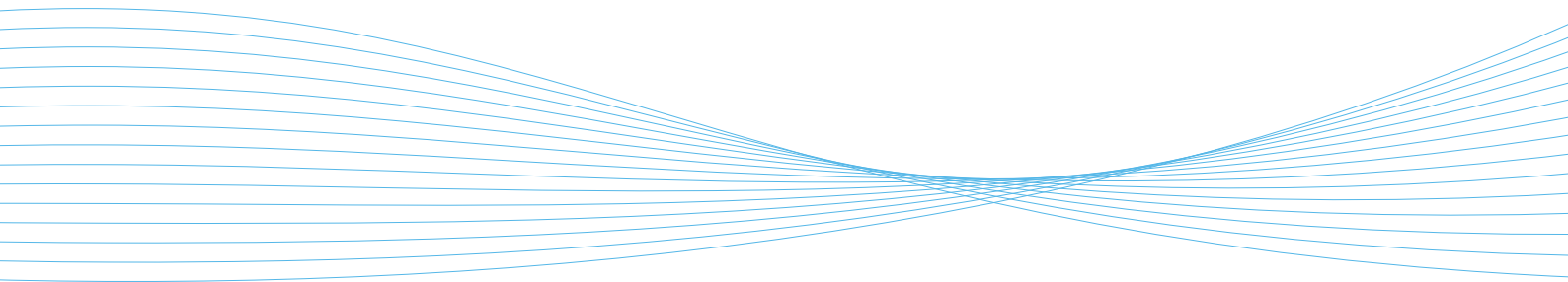
Akukon Oy

SUUN	PÄIVÄYS
MPY	23.08.17
MITTAAVA	PAPERIKOKO
1:1750	A3



ILMANLAATUSELVITYS

AUTOLIIKENTEN PÄÄSTÖJEN VAIKUTUS ILMANLAATUUN HAKANIEMENRANNAN JA SÖRNÄISTEN RANTATIEN ETELÄOSAN ALUEELLA



Ilmanlaatuselvitys

**Autoliikenteen päästöjen vaikutus ilmanlaatuun
Hakaniemenrannan ja Sörnäisten rantatien eteläosan alueella**

Emmi Laukkanen

Hanna Hannuniemi

Jatta Salmi

Jenni Latikka

ILMATIETEEN LAITOS – ILMANLAATU JA ENERGIA

ASiantuntijapalvelut

Helsinki 12.9.2017

SISÄLLYSLUETTELO

1	JOHDANTO	3
2	TAUSTATIETOA ILMAN EPÄPUHTAUKSISTA.....	3
2.1	Ilmanlaatuun vaikuttavat tekijät.....	3
2.2	Typpidioksidi	4
2.3	Hiukkaset	5
2.4	Ilmanlaadun raja- ja ohjearvot.....	7
3	MENETELMÄT	8
3.1	Leviämismallilaskelmien kuvaus	8
3.2	Viivalähdemalli (CAR-FMI) ja kaupunkimalli (UDM-FMI).....	8
3.3	Katukuilumalli (OSPM).....	11
4	TUTKIMUSALUE JA LÄHTÖTIEDOT.....	12
4.1	Liikennemäärät ja päästölaskenta	13
4.2	Viivalähdemallinnuksen lähtötiedot.....	15
4.3	Katukuilumallinnuksen lähtötiedot.....	18
4.4	Meteorologiset tiedot.....	19
5	TULOKSET	19
5.1	Typpidioksidipitoisuudet (NO ₂).....	20
5.2	Pienhiukkaspitoisuudet (PM _{2,5})	23
5.3	Typpidioksidipitoisuudet HSY:n mittauspisteissä.....	27
6	YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET	28
	VIITELUETTELO.....	32

1 JOHDANTO

Tässä tutkimuksessa arvioitiin leviämismallilaskelmin autoliikenteen päästöjen vaikutusta ilmanlaatuun Helsingin Hakaniemenrannan ja Sörnäisten rantatien eteläosan alueella. Ilmanlaatuselvitys tehtiin kaavamuutoksen tueksi: mallilaskelmin arvioitiin täyttääkö alueen uusi asemakaavasuunnitelma ilmanlaadulle asetetut ohje- ja raja-arvot.

Tutkimuksessa tarkasteltiin ulkoilman typpidioksidin (NO₂) ja pienhiukkasten (PM_{2,5}) pitoisuuksia Euro 4 -päästötasoa edustavilla autoliikenteen ajoneuvotyypikohtaisilla ja nopeusriippuvaisilla päästökertoimilla. Tulevaisuuden autoliikenteen päästöjen ennustamiseen sisältyy useita epävarmuustekijöitä ja tässä työssä on käytetty nykytilannetta edustavaa päästötasoa (Euro 4) tulevalle tilanteelle. Laskelmat tehtiin käyttäen kahta eri vuoden 2040 liikennemääräennustetta. Ensimmäisessä laskentavaihtoehdossa oletetaan, että Sörnäisten tunneli on rakennettu. Toisessa laskentavaihtoehdossa oletetaan, että sekä Sörnäisten tunneli että Keskustatunneli on rakennettu. Molemmissa skenaarioissa nykyisen Sörnäisten rantatien linjausta muutetaan ja tien varrelle on suunniteltu asuinrakennuksia. Lähtökohtana mallinnukselle on siis nykytilannetta vastaava päästötaso, vuodelle 2040 ennustetut liikennemäärät ja suunniteltu maankäyttö. Mallinnuksessa ei otettu huomioon liikenteen ruuhkautumista, vaan liikennevirran oletettiin etenevän tasaista nopeutta nopeusrajoituksen mukaan.

Liikenteen päästöjen aiheuttamat typpidioksidi- ja pienhiukkaspitoisuudet laskettiin Ilmatieteen laitoksella liikenteen päästöjen leviämisen mallintamiseen kehitetyllä leviämismallilla (CAR-FMI). Lisäksi tarkasteltiin tanskalaisella katukuilumallilla (OSPM) pitoisuuksien muodostumista Sörnäisten rantatien katukuilumaisella osuudella usealla eri korkeustasolla. Alueen ilmanlaatua nykytilanteessa tarkasteltiin myös HSY:n mittaamien ulkoilman typpidioksidipitoisuuksien perusteella.

Ilmanlaatuselvityksen tilasi ja lähtötiedot toimitti Helsingin kaupunkisuunnitteluvirasto. Päästöjen leviämismallilaskelmat tehtiin Ilmatieteen laitoksen Asiantuntijapalvelut -yksikössä.

2 TAUSTATIETOA ILMAN EPÄPUHTAUKSISTA

2.1 Ilmanlaatuun vaikuttavat tekijät

Ilmanlaatua heikentävien ilmansaasteiden suurimpia päästölähteitä Suomessa ovat liikenne, energiantuotanto, teollisuus ja puun pienpoltto. Ilmansaasteita kulkeutuu Suomeen myös kaukokulkeumana maamme rajojen ulkopuolelta. Ilmansaasteiden päästöistä suurin osa vapautuu ilmakehän alimpaan kerrokseen, jota kutsutaan ilmakehän rajakerrokseksi. Rajakerroksessa päästöt sekoittuvat ympäröivään ilmaan ja ilmansaasteiden pitoisuudet laimenevat. Päästöt voivat levitä liikkuvien ilmamasojen mukana laajoille alueille. Tämän kulkeutumisen aikana ilmansaasteet voivat reagoida keskenään sekä muiden ilmassa olevien yhdisteiden kanssa muodostaen

uusia yhdisteitä. Ilmansaasteet poistuvat ilmasta sateen huuhtomina (märkälaskeuma), kuivalaskeumana erilaisille pinnoille tai kemiallisen muutunnan kautta.

Ilmansaasteiden leviäminen tapahtuu pääosin ilmakehän alimmassa osassa, rajakerroksessa. Sen korkeus on Suomessa tyypillisesti alle kilometri, mutta varsinkin kesällä se voi nousta yli kahteen kilometriin. Matalimmat rajakerroksen korkeudet havaitaan yleensä talvella kovilla pakkasilla. Rajakerroksen korkeus määrää ilmatilavuuden, johon päästöt voivat välittömästi sekoittua. Rajakerroksen tuuliolosuhteet määräävät karkeasti ilmansaasteiden kulkeutumissuunnan, mutta rajakerroksen ilmavirtausten pyörteisyys ja kerroksen korkeus vaikuttavat merkittävästi ilmansaasteiden sekoittumiseen ja pitoisuuksien laimenemiseen kulkeutumisen aikana. Leviämisen kannalta keskeisiä meteorologisia tekijöitä ovat tuulen suunta ja nopeus, ilmakehän stabiilisuus ja sekoituskorkeus. Ilmakehän stabiilisuudella tarkoitetaan ilmakehän herkkyyttä pystysuuntaiseen sekoittumiseen. Stabiilisuuden määrää ilmakehän pystysuuntainen lämpötilarakenne sekä mekaaninen turbulenssi eli alustan kitkan synnyttämä ilman pyörteisyys.

Inversiolla tarkoitetaan tilannetta, jossa ilmakehän lämpötila nousee ylöspäin mentäessä. Erityisesti maanpintainversion aikana ilmanlaatu voi paikallisesti huonontua nopeasti. Maanpintainversiossa maanpinta ja sen lähellä oleva ilmakerros jäähtyy niin, että kylmempi ilma jää ylempänä olevan lämpimämmän ilman alle. Kylmä pintailma ei raskaampana pääse kohoamaan yläpuolelleen olevan lämpimän kerroksen läpi, ja ilmakehän pystysuuntainen liike estyy. Inversiokerroksessa tuuli on hyvin heikkoa ja ilmaa sekoittava pyörteisyys on vähäistä, minkä vuoksi ilmansaasteet laimenevat huonosti. Inversiotilanteissa pitoisuudet kohoavat taajamissa etenkin liikenne-ruuhkien aikana, koska ilmansaasteet kerääntyvät matalaan ilmakerrokseen päästölähteiden lähelle.

2.2 Typpidioksidi

Typhen yhdisteitä vapautuu päästölähteistä ilmaan typhen oksideina eli typpimonoksidina (NO) ja typpidioksidina (NO₂). Näistä yhdisteistä terveysvaikutuksiltaan haitallisempaa on typpidioksidi, jonka pitoisuuksia ulkoilmassa säädellään ilmanlaadun ohje- ja raja-arvoilla. Typpidioksidin määrään ilmassa vaikuttavat myös kemialliset muutuntareaktiot, joissa typpimonoksidi hapettuu typpidioksidiksi. Ulkoilman typpidioksidipitoisuuksille altistuminen on suurinta kaupunkien keskustojen ja taajamien liikenneympäristöissä. Typpidioksidipitoisuudet kohoavat tyypillisesti ruuhka-aikoina. Korkeimmillaan typpidioksidipitoisuudet ovat erityisesti tyyninä ja kylminä talvipäivinä, jolloin myös energiantuotannon päästöt ovat suurimmillaan. Taajamien ja kaupunkien korkeimmat typpidioksidipitoisuudet aiheuttaa pääasiassa ajoneuvoliikenne, vaikka energiantuotannon ja teollisuuden aiheuttamat päästöt (pistemäiset päästölähteet) olisivat määrällisesti jopa suurempia autoliikenteeseen verrattuna. Ihmiset altistuvat helposti liikenteen päästöille, sillä autojen pakokaasupäästöt vapautuvat hengityskorkeudelle.

Typpidioksidille herkimpiä väestöryhmiä ovat lapset ja astmaatit, joiden hengitysoireita kohonneet pitoisuudet voivat lisätä suhteellisen nopeasti. Pakkaskaudella tapahtuva typpidioksidipitoisuuden kohoaminen on erityisen haitallista astmatikoille,

koska jo puhtaan kylmän ilman hengittäminen rasiuksessa aiheuttaa useimmille astmaatikoille keuhkoputkien supistusta ja typpidioksidi pahentaa tästä aiheutuvia oireita kuten hengenahdistusta ja yskää.

Typpidioksidin vuosikeskiarvopitoisuudet ovat suurimmissa kaupungeissa keskimäärin 20–30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Vilkkaimmilla teillä ja katukuiluosuusilla pitoisuudet voivat olla lähellä vuosiraja-arvoa 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Pienissä ja keskisuurissa kaupungeissa typpidioksidin vuosikeskiarvot ovat yleensä noin 10–20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (Komppula *ym.*, 2014). Typpidioksidin tuntipitoisuudet voivat kohota yli raja-arvotason (200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) suurimpien kaupunkien vilkkaasti liikennöidyillä keskusta-alueilla muutamia kertoja vuodessa (Ilmanlaatuportaali, 2017). Ylitystunteja saa olla vuodessa 18 kpl, ennen kuin raja-arvo katsotaan ylittyneeksi. Puhtailla tausta-alueilla typpidioksidin vuosikeskiarvot ovat olleet Etelä-Suomessa noin 2–6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ja Pohjois-Suomessa noin 1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Helsingin vilkasliikenteisillä katuosuusilla ja katukuilumaisissa ympäristöissä typpidioksidin vuosiraja-arvo ylittyy paikoitellen ja ylitysalueen yhteispituuden on arvioitu olevan 5,5 km vuonna 2017 Helsingin seudun ympäristöpalvelut HSY:n tekemän asiantuntija-arvion mukaan. Typpidioksidin vuosiraja-arvo ylittyi Helsingissä vuonna 2016 viidessä ilmanlaadun mittauspisteessä, mukaan lukien Töölöntullissa (Kaski *ym.*, 2017).

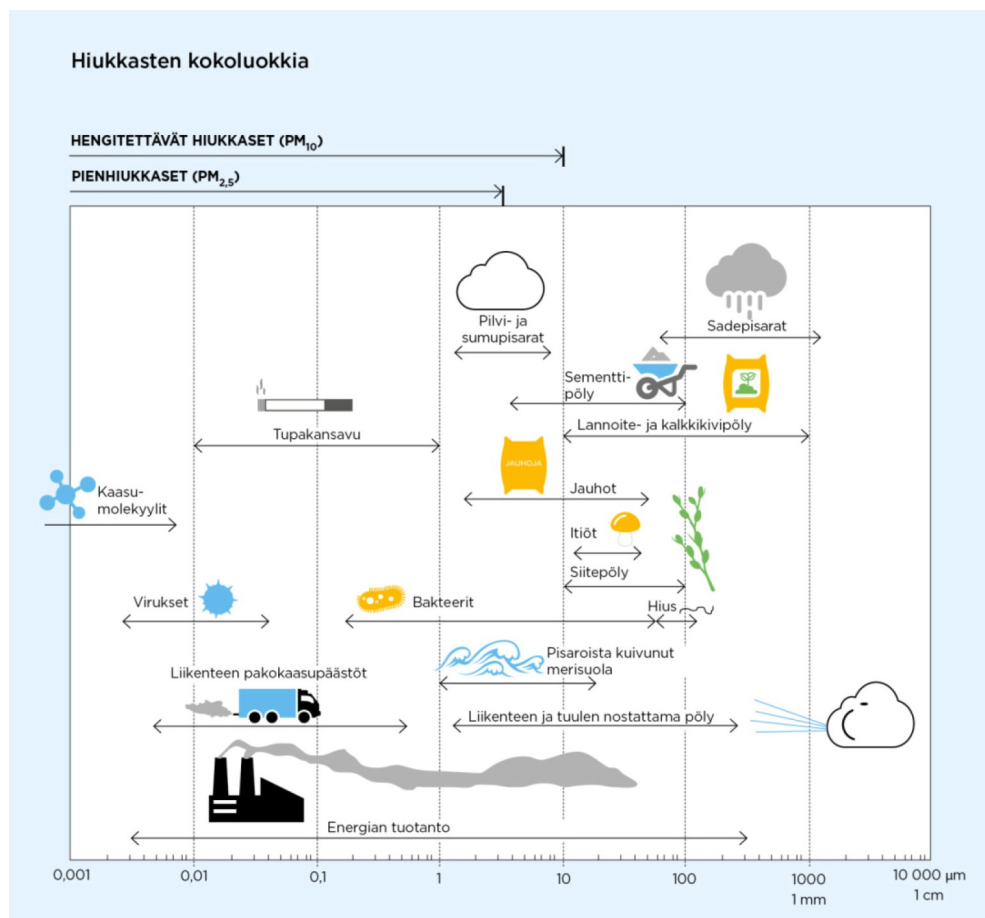
2.3 Hiukkaset

Ulkoilman hiukkaset ovat nykyisin merkittävimpiä ilmanlaatuun vaikuttavia tekijöitä Suomen kaupungeissa. Pienhiukkasia pidetään länsimaissa haitallisimpana ympäristötekijänä ihmisten terveydelle. Ulkoilman hiukkaset ovat taajamissa suurelta osin peräisin liikenteen ja tuulen nostattamasta katupölystä (ns. resuspensio) eli epäsuorista päästöistä. Hiukkaspitoisuuksia kohottavat myös ns. suorat hiukkaspäästöt, jotka ovat peräisin energiantuotannon ja teollisuuden prosesseista, autojen pakokaasuista ja puun pienpoltosta. Hiukkasiin on sitoutunut myös erilaisia haitallisia yhdisteitä kuten hiilivetyjä ja raskasmetalleja.

Ulkoilman hiukkasten koko on yhteydessä niiden aiheuttamiin erilaisiin vaikutuksiin. Suurempien hiukkasten korkeat pitoisuudet vaikuttavat merkittävimmin viihtyvyyteen ja aiheuttavat likaantumista. Terveysvaikutuksiltaan haitallisempia ovat ns. hengitettävät hiukkaset ja pienhiukkaset, jotka kykenevät tunkeutumaan syvälle ihmisten hengitysteihin. Hengitettävälle hiukkasille, joiden halkaisija on alle 10 mikrometriä (PM_{10}), on annettu ilmanlaadun ohje- ja raja-arvot. Hengitettävien hiukkasten pitoisuudet kohoavat erityisesti keväällä, jolloin jauhautunut hiekoitushiekka ja asfalttipöly nousevat ilmaan kuivilta kaduilta liikenteen nostattamana. Pienhiukkaset, joiden halkaisija on alle 2,5 mikrometriä ($\text{PM}_{2,5}$), ovat pääasiassa peräisin suorista autoliikenteen ja teollisuuden päästöistä ja kaukokulkeumasta, jonka lähde voi olla esimerkiksi metsä- ja maastopalot. Hiukkasten kokoluokkia on havainnollistettu kuvassa 1.

Suurimmat hiukkaspitoisuudet esiintyvät vilkkaasti liikennöidyissä kaupunkikeskuksissa. Suomessa hiukkaspitoisuudet kohoavat yleensä voimakkaasti keväällä maaliskuussa, kun maanpinnan kuivuessa tuuli ja liikenne nostattavat katupölyä il-

maan. Liikenteen vaikutukset korostuvat matalan päästökorkeuden vuoksi. Hengitettävälle hiukkasille annettu vuorokausiohjearvo ylittyy keväisin yleisesti Suomen kaupungeissa. Hengitettävien hiukkasten vuorokausipitoisuudelle annettu raja-arvo on ylittynyt edellisen kerran vuonna 2006 Helsingin keskustassa (Kaski ym., 2017). Vuosikeskiarvopitoisuudelle annettu raja-arvo alittuu Suomessa. Suurimpien kaupunkien keskusta-alueilla on mitattu useina vuosina yli $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$:n hengitettävien hiukkasten pitoisuuden vuosikeskiarvoja. Pienempienkin kaupunkien keskusta-alueilla hengitettävien hiukkasten pitoisuuden vuosikeskiarvot voivat ylittää $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Komppula ym., 2014). Puhtailla tausta-alueilla vuosikeskiarvopitoisuudet ovat olleet Etelä-Suomessa noin $9\text{--}12 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ja Pohjois-Suomessa noin $3\text{--}6 \mu\text{g}/\text{m}^3$.



Kuva 1. Hiukkasten kokoluokkia. Hiukkasten koko ilmaistaan halkaisijana mikrometreissä (μm). Mikro (μ) etuliite tarkoittaa miljoonasosaa. $1 \mu\text{m}$ on siten metrin miljoonasosa eli millimetrin tuhannesosa

Pienhiukkaspitoisuuden (PM_{2.5}) vuosikeskiarvolle määritetty raja-arvo $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ alittuu kaikkialla Suomessa. Korkeimmillaan vuosipitoisuus on ollut Helsingin vilkkaasti liikennöidyillä keskusta-alueilla noin $12\text{--}14 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Maaseututausta-alueilla pitoisuustaso on Etelä-Suomessa noin $7\text{--}10 \mu\text{g}/\text{m}^3$, Keski-Suomessa noin $4\text{--}7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ja Pohjois-Suomessa noin $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Pitoisuuserot erityyppisten mittaussympäristöjen vä-

lillä ovat melko pieniä: kaupunkiympäristön päästölähteet kohottavat vuositasolla pitoisuuksia liikenneympäristöissä noin 3–4 µg/m³ ja kaupunkitausta-alueilla noin 1–2 µg/m³ taustapitoisuuksista. Pienhiukkasten taustapitoisuudesta valtaosa on kaukokulkeutunutta hiukkasainesta. Kaukokulkeuma muodostaa huomattavan osan myös kaupunki-ilman pienhiukkaspitoisuuksista (Alaviippola ja Pietarila, 2011).

2.4 Ilmanlaadun raja- ja ohjearvot

Leviämismallilaskelmilla tai ilmanlaadun mittauksilla saatuja ilman epäpuhtauksien pitoisuuksia voidaan arvioida vertaamalla niitä ilmanlaadun ohje- ja raja-arvoihin. EU-maissa voimassa olevat raja-arvot ovat sitovia ja ne eivät saa ylittyä alueilla, joissa asuu tai oleskelee ihmisiä. Raja-arvot eivät ole voimassa esimerkiksi teollisuusalueilla tai liikenneväylillä, lukuun ottamatta kevyen liikenteen väyliä. Kansalliset ilmanlaadun ohjearvot eivät ole yhtä sitovia kuin raja-arvot, mutta niitä käytetään esimerkiksi kaupunkisuunnittelun tukena ja ilman pilaantumisen vaaraa aiheuttavien toimintojen sijoittamisessa. Tavoitteena on ennalta ehkäistä ohjearvojen ylittyminen sekä taata hyvän ilmanlaadun säilyminen.

Raja-arvot määrittelevät ilmansaasteille sallitut korkeimmat pitoisuudet. Raja-arvoilla pyritään vähentämään tai ehkäisemään terveydelle ja ympäristölle haitallisia vaikutuksia. Raja-arvon ylittyessä kunnan on tiedotettava väestöä ja tehtävä ohjelmia ja suunnitelmia ilmanlaadun parantamiseksi ja raja-arvon ylitysten estämiseksi. Tällaisia toimia voivat olla esimerkiksi määräykset liikenteen tai päästöjen rajoittamisesta. Helsingissä toimia typpidioksidipitoisuuksien alentamiseksi ja ilmanlaadun parantamiseksi on esitetty vuosien 2017–2024 ilmansuojelusuunnitelmassa (Helsingin kaupungin ympäristökeskus, 2016). Ilman epäpuhtauksien aiheuttamien terveyshaittojen ehkäisemiseksi ulkoilman typpidioksidin ja pienhiukkasten pitoisuudet eivät saisi ylittää taulukon 1 raja-arvoja alueilla, joilla ihmiset saattavat altistua ilmansaasteille.

Taulukko 1. Terveyshaittojen ehkäisemiseksi annetut ulkoilman typpidioksidin ja pienhiukkasten pitoisuuksia koskevat raja-arvot (Vna 79/2017).

Ilman epäpuhtaus	Keskiarvon laskenta-aika	Raja-arvo µg/m ³ (293 K, 101,3 kPa)	Sallittujen ylitysten määrä kalenterivuodessa
Typpidioksidi (NO ₂)	1 tunti	200 ¹⁾	18
	kalenterivuosi	40 ¹⁾	–
Pienhiukkaset (PM _{2,5})	kalenterivuosi	25 ²⁾	–

¹⁾ Tulokset ilmaistaan lämpötilassa 293 K ja paineessa 101,3 kPa.

²⁾ Tulokset ilmaistaan ulkoilman lämpötilassa ja paineessa.

Ilmanlaadun ohjearvot on otettava huomioon suunnittelussa ja niitä sovelletaan mm. alueiden käytön, kaavoituksen, rakentamisen ja liikenteen suunnittelussa ja ympäristölupaharkinnassa. Ohjearvojen soveltamisen avulla pyritään ehkäisemään ilmaansaasteiden aiheuttamia terveysvaikutuksia. Suomessa voimassa olevat ulkoilman typpidioksidin pitoisuuksia koskevat ilmanlaadun ohjearvot on esitetty taulukossa 2. Lisäksi taulukossa esitetään WHO:n suosituksenomaiset ohjearvot pienhiukkasten vuorokausipitoisuudelle ja vuosipitoisuudelle (WHO, 2006).

Taulukko 2. Ulkoilman typpidioksidin ja pienhiukkasten pitoisuuksia koskevat ilmanlaadun ohjearvot (Vnp 480/1996, WHO, 2006).

Ilman epäpuhtaus	Ohjearvo $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Tilastollinen määrittely
Typpidioksidi (NO_2)	150 ¹⁾	Kuukauden tuntiarvojen 99. prosenttipiste
	70 ¹⁾	Kuukauden toiseksi suurin vuorokausiarvo
Pienhiukkaset ($\text{PM}_{2.5}$)	25 ²⁾	Suurin vuorokausikeskiarvo
	10 ²⁾	Vuosikeskiarvo

¹⁾ Tulokset ilmaistaan lämpötilassa 293 K ja paineessa 101,3 kPa.

²⁾ WHO

3 MENETELMÄT

3.1 Leviämismallilaskelmien kuvaus

Ilmansaasteiden leviämismalleilla tutkitaan eri ilmansaasteiden kulkeutumista ilmakehässä ja ilmansaasteiden pitoisuuksien muodostumista tutkimusalueelle. Malleihin sisältyy usein myös laskentamenetelmiä, joiden avulla voidaan kulkeutumisen lisäksi tarkastella ilmansaasteiden muuntumista ja kemiallisia reaktioita ilmakehässä sekä poistumista ilmakehästä laskeutumaan. Tässä tutkimuksessa käytettiin Ilmatieteen laitoksella kehitettyä leviämismallia CAR-FMI (Contaminants in the Air from a Road) tieliikenteen päästöjen leviämisen kuvaamiseen sekä tanskalaisen NERI:n (National Environmental Research Institute) kehittämää OSPM-mallia (The Operational Street Pollution Model) liikenneperäisten epäpuhtauksien leviämisen kuvaamiseen katukuilussa. Tunnelin ilmanvaihtohormien kautta vapautuvat päästöt mallinnettiin käyttäen Ilmatieteen laitoksella kehitettyä pistemäisille päästölähteille soveltuvaa leviämismallia UDM-FMI (Urban Dispersion Model).

3.2 Viivalähdemalli (CAR-FMI) ja kaupunkimalli (UDM-FMI)

Autoliikenteen päästöjen aiheuttamien ilmanlaatuvaikutusten kuvaamiseen kehitetty viivalähdemalli CAR-FMI (Karpinen, 2001; Härkönen ym., 2001) on gaussilainen

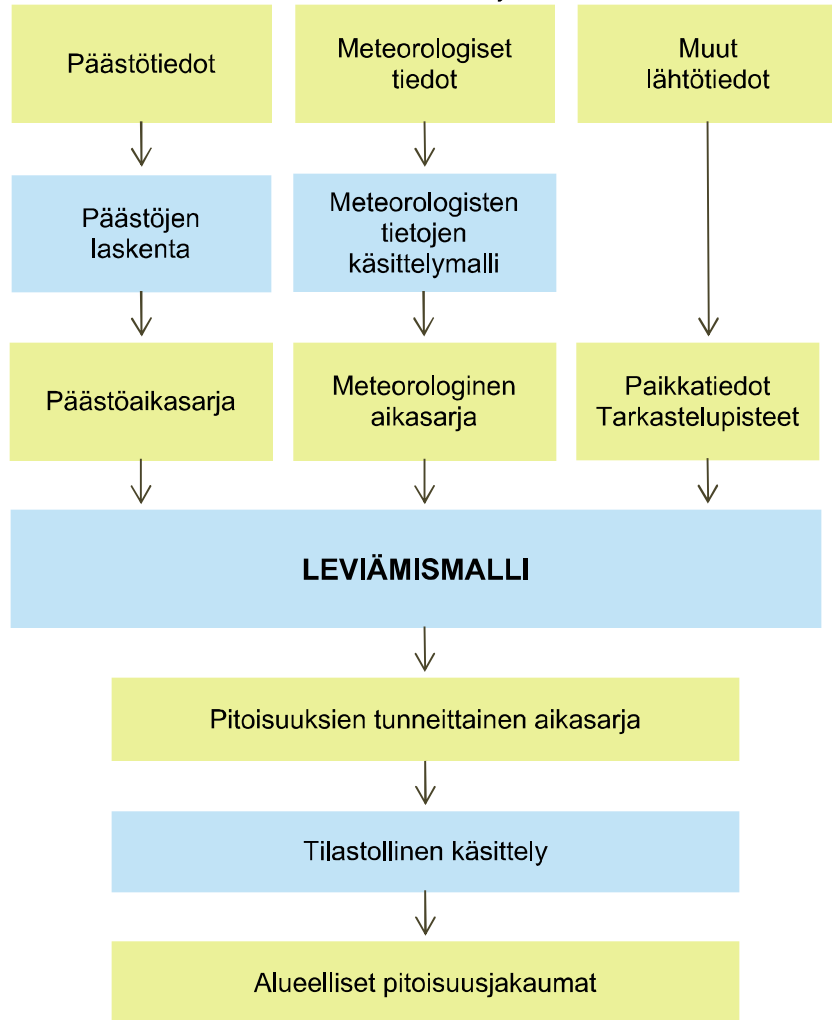
leviämismalli, jossa liikenneväylää kuvataan peräkkäisinä lyhyinä päästöviivoina. Viivalähdemallin laskenta perustuu leviämisen osalta analyttiseen ratkaisuun ja päästöjen kemiallisen muutunnan osalta ns. 'discrete parcel' -menetelmään. Viivalähdemallin leviämislaskenta perustuu avoimen väylän oletukseen, jolloin malli ei huomioi yksittäisiä rakennuksia. Gaussilaisten leviämismallien käyttöä kaupunkiympäristössä ja niiden soveltuvuutta siihen voidaan perustella tilastollisella edustavuudella, joka saavutetaan riittävän pitkien (useiden vuosien) tuntikohtaisten aikasarjojen käytöllä. Viivalähdemallilla voidaan laskea esimerkiksi typpimonoksidin, typpidioksidin ja typen oksidien (kokonais-NO_x), rikkidioksidin, hiilimonoksidin ja hiukkasten pitoisuuksia haluttuihin pisteisiin eri etäisyyksille liikenneväylästä. Viivalähdemalli on kehitetty alun perin autoliikenteen päästövaikutusten arviointiin, mutta siihen on muokattu menetelmät, jotka soveltuvat myös juna-, laiva- ja lentoliikenteen päästöjen leviämislaskelmiin. Viivalähdemallin laskentatuloksista voidaan arvioida yksittäisen liikenneväylän vaikutus lähialueen pitoisuuksiin tai laajan tutkimusalueen liikenneverkon päästöjen kokonaisvaikutus epäpuhtauskomponentteittain. Viivalähdemallin eri sovellutuksilla saadut mallinnustulokset voidaan yhdistää Ilmatieteen laitoksen kaupunkimallilla (UDM-FMI, Urban dispersion modelling system) tehtyihin mallinnustuloksiin. Kaaviokuva leviämismallin toiminnasta on esitetty kuvassa 2.

Leviämismallien (CAR-FMI ja UDM-FMI) lähtötiedoiksi tarvitaan tietoja päästöistä ja niiden lähteistä, mittaamalla ja mallittamalla saatuja tietoja ilmakehän tilasta sekä tietoja ilmansaasteiden taustapitoisuudesta tutkimusalueella. Lisäksi lähtötiedoiksi tarvitaan erilaisia paikkatietoja, kuten tietoja maanpinnan muodoista ja maanpinnan laadusta. Liikenteen päästölaskennassa otetaan huomioon liikennemäärät ja niiden tunneittainen vaihtelu, erityyppisten ajoneuvojen osuudet liikennemäärästä, liikennevirtojen nopeudet ja ajoneuvokohtaiset nopeusriippuvaliset päästökertoimet. Hormeista vapautuvien päästöjen mallilaskelmissa otetaan lisäksi huomioon hormien mittasuhteet sekä poistokaasun virtaama ja lämpötila. Leviämislaskelmia varten muodostetaan päästöaikasarja, jossa on jokaiselle tarkastelujakson tunnille (1–3 vuotta, 8 760–26 304 tuntia) laskettu päästö määrä erikseen eri ilmansaasteille.

Leviämismallien CAR-FMI ja UDM-FMI tarvitseman meteorologisen aikasarjan muodostuksessa käytetään Ilmatieteen laitoksella kehitettyä meteorologisten tietojen käsittelymallia, joka perustuu ilmakehän rajakerroksen parametrisointimenetelmään (*Rantakrans, 1990; Karppinen, 2001*). Menetelmän avulla voidaan meteorologisten rutiinihavaintojen ja fysiikan perusyhtälöiden avulla arvioida rajakerroksen tilaan vaikuttavat muuttujat, joita tarvitaan ilmansaasteiden leviämismallilaskelmissa. Tarvittavat mittaustiedot saadaan Ilmatieteen laitoksen havaintotietokantaan tallennetuista sää-, auringonpaiste- ja radioluotaushavainnoista. Menetelmässä otetaan huomioon tutkimusalueen paikalliset tekijät, kuten leviämisalustan rosoisuus ja vuodenaikaiset albedoarvot (maanpinnan kyky heijastaa auringon säteilyä) eri maanpinnan laaduilla. Laskelmissa käytetään yleensä 1–3 vuoden pituista tutkimusalueen sääolosuhteita edustavaa meteorologista aineistoa. Laskelmissa käytettäviksi sääasemiksi valitaan tutkimusaluetta lähimpänä sijaitsevat sääasemat, joilla mitataan kaikkia mallin tarvitsemia suureita. Tuulen suunta- ja nopeustiedot muodostetaan kahden tai useamman

sääaseman havaintojen etäisyyspainotettuna tilastollisena yhdistelmänä. Lopputuloksena saadaan leviämismalleissa tarvittavien meteorologisten tietojen tunneittaiset aikasarjat.

Kuva 2. Kaaviokuva Ilmatieteen laitoksella kehitetyn leviämismallin, viivalähdemallin (CAR-



FMI) ja kaupunkimallin (UDM-FMI) toiminnasta.

Leviämismallit laskevat ilmansaasteiden pitoisuuksia tarkastelujakson jokaiselle tunnille laskentapisteikköön, joka muodostetaan kullekin tutkimusalueelle sopivaksi. Mallin tuottamasta tunneittaisesta pitoisuusajasarjasta lasketaan edelleen ilmanlaadun raja- ja ohjearvoihin verrannollisia tilastollisia suureita, jotka on esitetty taulukoissa 1 ja 2. Näin mallilaskelmasta saatuja pitoisuusarvoja voidaan suoraan verrata ilmanlaadun raja- ja ohjearvoihin.

Ilmatieteen laitoksen leviämismalleja on kehitetty pitkäjänteisesti yli kolmenkymmenen vuoden ajan tavoitteena tuottaa luotettavaa tietoa ilmanlaadusta erityisesti Suomen olosuhteissa mm. kaupunki- ja liikennesuunnittelun ja ilmansuojelutoimenpiteiden suunnittelun tueksi sekä pitoisuuksien ja väestön altistumisen arvioimiseksi. Mallien toimintaa on kehitetty lukuisissa tutkimusprojekteissa ja verifointitutkimusten

mukaan mallinnusten tulokset on todettu hyvin yhteensopiviksi Suomen taajamien ja teollisuusympäristöjen ilmanlaadun mittaustulosten kanssa.

3.3 Katukuilumalli (OSPM)

Katukuilumalli OSPM on kehitetty tieliikenteen päästöjen leviämisen arviointiin katukuiluympäristössä. Katukuilumaisessa ympäristössä rakennukset estävät liikenteen päästöjen leviämistä ja heikon laimenemisen vuoksi ilman epäpuhtauksien pitoisuudet voivat kohota korkeiksi. Katukuilumallilla voidaan arvioida liikennemäärän ja ajonopeuden vaikutusta ilmanlaatuun yksittäisen kadun molemmilla puolilla ja eri korkeuksilla kadusta. Mallilla voidaan tarkastella katukuilun rakenteen, kuten rakennusten korkeuden, kadun leveyden ja rakennusmassan yhtenäisyyden ilmanlaatuvaikutuksia. Katukuilumallilla ei voida arvioida rakennusten sisäpihoille muodostuvia pitoisuuksia. Parhaiten malli soveltuu katukuiluille, joissa katua reunustavien rakennusten korkeus on yhtä suuri kuin rakennusten välisen katutilan leveys eli katukuilun korkeus-leveysuhde on 1.

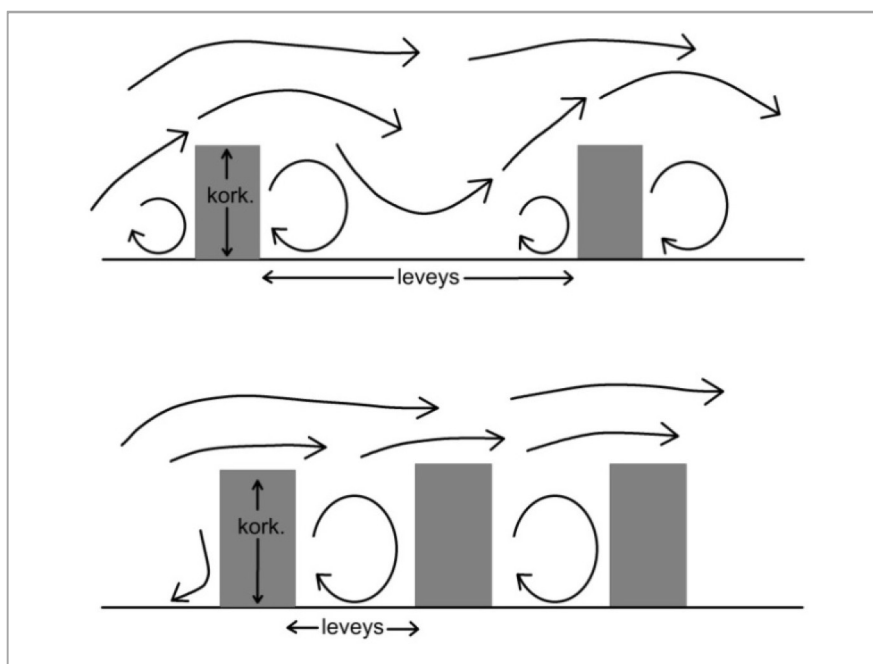
Malli perustuu puoliksi Gaussin pluumiteoriaan ja puoliksi kokeelliseen laatikkomallitekniikkaan. Gaussin pluumimallia käytetään liikenteen päästövaikutusten laskemiseen ja laatikkomallia ilman epäpuhtauksien takaisin kulkeutuvan osan laskemiseen (*Hertel and Berkowicz, 1989*). Katukuilumallilla voidaan laskea mm. typpidioksidin, hiilimonoksidin, bentseenin, hengitettävien hiukkasten, pienhiukkasten ja otsonin pitoisuudet. Malli sisältää typen oksidien, otsonin ja hapen muutunnan perusreaktiot. Myös typpidioksidin osuus typenoksidipäästöistä on mahdollista määrittää mallin lähtötiedoissa.

Tuulen nopeus ja suunta ovat tärkeimmät tekijät, jotka vaikuttavat katukuilun pitoisuuksiin. Tuulipyörre, joka kierrättää liikenteen päästöjä ja kadun ulkopuolelta tulevia päästöjä katukuilussa, on yksi katukuiluympäristön perusominaisuuksista (kuva 3). Katukuilussa esiintyvien pyörteiden lukumäärä riippuu rakennusten ja muiden katukuilussa olevien esteiden, kuten puiden, korkeudesta ja muodosta. Kapeaan katukuiluun syntyy selvä pysyvä tuulipyörre, mutta leveässä katukuilussa sekoittumista tapahtuu katukuilun ja yläpuolisen ilman välillä enemmän. Katukuilumallissa oletetaan olevan maksimissaan vain yksi tuulipyörre rakennusten korkeudesta ja kadun leveydestä riippumatta. Pyörteen ansiosta tuulen suunta on katutasolla vastakkainen verrattuna kattotason tuulen suuntaan. Tuulipyörre muodostuu, jos tuulen suunta on kohtisuorassa katuun nähden. Jos tuulen suunta on samansuuntainen katuun nähden, pyörre häviää ja pitoisuudet molemmilla puolilla katua tulevat samansuuruisiksi. Tuulipyörre häviää myös matalilla tuulen nopeuksilla, jolloin taas liikenteen vaikutus pitoisuuksiin kasvaa (*Berkowicz, 1999*).

Syöttötiedoiksi malli tarvitsee tiedot kadusta, liikenteestä, päästöistä, meteorologiasta ja taustapitoisuuksista. Katutiedot sisältävät rakennusten korkeuden, kadun leveyden ja pituuden sekä kadun suunnan suhteessa pohjoiseen. Lisäksi tulee määrittää laskentapisteen sijainti ja laskentakorkeus. Liikenteen päästöjen laskeminen perustuu katuosuuden liikennemäärään ja päästökertoimiin. Taustapitoisuudeksi katukuilumalli tarvitsee joko mitatut tai mallinnetut kaupunkitaustapitoisuudet (*Berko-*

wicz ym., 2002). Tarvittava tunneittainen meteorologinen perusaineisto käsittää tuulen nopeuden ja suunnan, lämpötilan ja globaalin säteilyn, jotka saadaan lähimmiltä säähavaintoasemilta. Katukuilumallin meteorologiset parametrit voivat perustua myös katukuilun kattotasolla tehtyihin säähavaintoihin.

Malli laskee ilman epäpuhtauksien pitoisuuksia kahteen laskentapisteeseen, jotka sijaitsevat rakennusten julkisivun vieressä, vastakkaisilla puolilla katua. Ohje- ja raja-arvoihin verrannolliset pitoisuudet lasketaan kullekin laskentapisteelle ja laskentakorkeudelle erikseen, joten esitetyt tilastolliset arvot voivat olla eri ajankohdilta vastaten siten erilaisia meteorologisia tilanteita.



Kuva 3. Leveässä katukuilussa (ylempi kuva) sekoittumista tapahtuu katukuilun ja yläpuolisen ilman välillä enemmän kuin kapeassa katukuilussa (alempi kuva). Kapeassa katukuilussa syntyy selvä tuulipyörre, ja pyörteen ja yläpuolisen tuulen välillä tapahtuva sekoittuminen jää niukaksi.

4 TUTKIMUSALUE JA LÄHTÖTIEDOT

Tutkimuksessa tarkasteltiin autoliikenteen pakokaasupäästöjen ilmanlaatuvaikutuksia Helsingin Hakaniemenrannan ja Sörnäisten rantatien eteläosassa päästöjen leviämismallilaskelmien avulla. Uuden asemakaavasuunnitelman mukaan Sörnäisten rantatien linjaus tulee muuttumaan ja sen varrelle on suunniteltu lisää mm. liike- ja asuinrakennuksia sekä hotelli (kuva 4). Mallilaskelmissa tarkasteltiin korttelin lähialueelle hengityskorkeudelle sekä katukuilumallilla Sörnäisten rantatien eteläosan katukuilumaiselle osuudelle muodostuvia ulkoilman typpidioksidipitoisuuksia (NO_2) ja pienhiukkaspitoisuuksia ($\text{PM}_{2.5}$) kahdessa laskentavaihtoehdossa. Ensimmäisessä

laskentavaihtoehdossa (VE1) oletetaan, että Sörnäisten tunneli on rakennettu ja toisessa vaihtoehdossa (VE2) oletetaan, että Sörnäisten tunnelin lisäksi myös Keskustatunneli on rakennettu. Laskentavaihtoehdossa VE2 otetaan lisäksi huomioon Keskustatunnelin Hakaniemessä sijaitsevien kahden ilmanvaihtohormin kautta vapautuvat tunnelissa muodostuneet päästöt. Sörnäisten tunnelin rakentaminen vaikuttaa kummankin laskentavaihtoehdon tulevaan liikenneverkkoon ja vuodelle 2040 ennustettuihin liikennemääriin, mutta Sörnäisten tunnelin suuaukot ja poistohormit eivät sijaitse tässä tutkimuksessa tarkastellulla alueella.

Alueen ilmanlaatua nykytilanteessa tarkasteltiin myös HSY:n mittaamien ulkoilman tyyppioksidipitoisuuksien (NO₂) perusteella. Mittaukset on tehty Sörnäisten rantatien pohjoisosissa sekä Hämeentiellä vuosina 2009–2016 passiivikeräinmenetelmällä.



Kuva 4. Havainnekuva Hakaniemenranta – Sörnäistenranta. (Kuva: Helsingin kaupunkisuunnitteluvirasto, Asemakaavaosasto, Kantakaupunkitoimisto)

4.1 Liikennemäärät ja päästölaskenta

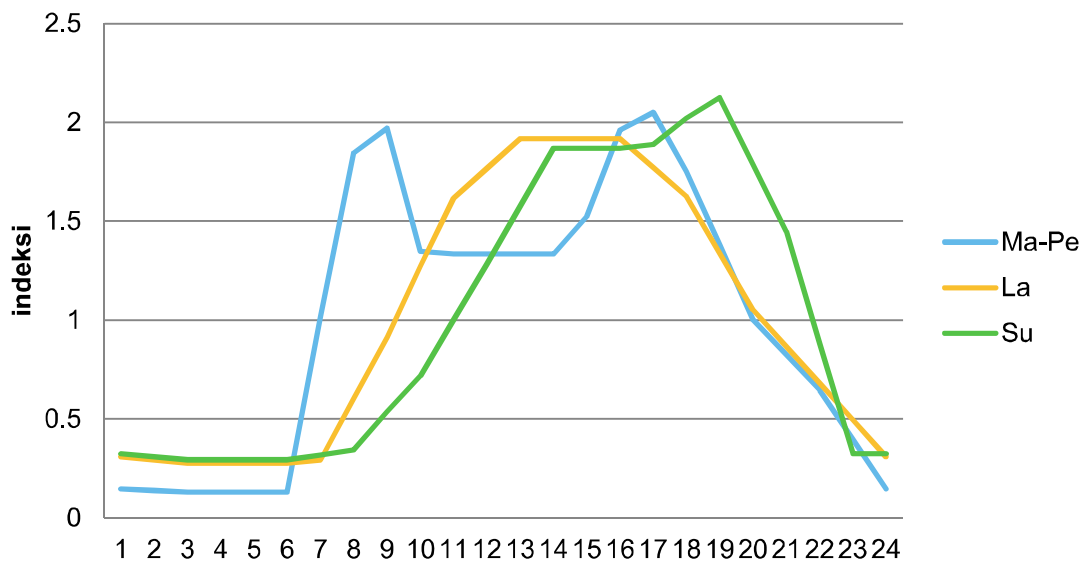
Mallilaskelmin tarkasteltiin kahta eri, noin vuodelle 2040 ennustettua, liikennemäärätilannetta. Laskentavaihtoehdossa yksi (VE1) oletetaan, että Sörnäisten tunneli on rakennettu ja otettu käyttöön. Laskentavaihtoehdossa kaksi (VE2) oletetaan, että Sörnäisten tunnelin lisäksi myös Keskustatunneli on rakennettu. Liikennemäärien tonttikaduilla oletetaan olevan vuonna 2040 samalla tasolla kuin nykytilanteessa. Ennusteissa ja laskelmissa on otettu huomioon lisärakentaminen ja sen mukaiset uudet tonttikadut. Autoliikenteen pakokaasupäästöjen leviämislaskelmat tehtiin käyttäen Euro 4 -päästötason nopeudesta riippuvia ajoneuvotyyppikohtaisia päästökertoimia.

Euro 4 -päästötason voidaan katsoa edustavan nykyistä tai hieman uudempaa autokantaa ja ajoneuvosuoritteiden päästötasoa (VTT, 2012).

Henkilöautojen ajoneuvojakaumana mallinnuksessa käytettiin molempien tilanteiden mallinnuksessa nykytilannetta edustavia ajoneuvojen suoriteosuuksia VTT:n julkaiseman LIISA 2012 -raportin mukaisesti. Valtaosa henkilöautoista oli katalysaattorilla varustettuja bensiinikäyttöisiä ajoneuvoja, joiden osuus oli 62 % ajosuoritteesta. Katalysaattorittomia bensiinikäyttöisiä ajoneuvoja arvioitiin olevan enää 1 % ajosuoritteesta. Tulevaisuudessa tiukkenevista päästönormeista ja ajoneuvojen ikääntymisestä johtuen niiden bensiinikäyttöisten henkilöautojen, joissa ei ole lainkaan katalysaattoria, määrä ja ajosuorite tulevat edelleen pienenemään. Dieselkäyttöisten henkilöautojen osuus oli 37 %. Raskaiden ajoneuvojen osuus arvioitiin olevan 2–26 % Helsingin kaupunkisuunnitteluviraston tietojen mukaisesti. Pakettiautojen osuudeksi arvioitiin 12 %. Alueen bussiliikenne oli mukana raskaiden ajoneuvojen määrässä. Hakaniemen nopeusrajoitusten oletettiin olevan samat kuin nykytilanteessa molemmissa laskentavaihtoehdoissa VE1 ja VE2.

Tulevaisuuden autoliikenteen päästöjen ennustamiseen sisältyy useita epävarmuustekijöitä ja tässä työssä on käytetty nykytilannetta edustavaa päästötasoa (Euro 4) tulevalle tilanteelle. Todennäköistä on, että päästöt ja niiden aiheuttamat vaikutukset pienenevät tulevaisuudessa, kun ajoneuvojen moottoritekniikka kehittyy ja päästörajoitukset tiukkenevat.

Koko tutkimusalueen liikenteen päästöt laskettiin ja mallinnettiin tiekohtaisina viivalähteinä. Liikenneväylää kuvattiin peräkkäisinä lyhyinä viivoina, joista jokaisesta vapautuu ympäristöönsä erikseen laskettavan suuruinen päästö. Tieverkon liikenteen päästöt laskettiin Ilmatieteen laitoksella keskimääräisten ennustettujen arkivuorokausiliikennemäärien (KAVL), ajonopeuksien, raskaan liikenteen osuuksien ja liikenteen tuntikohtaisen vaihtelun perusteella. Päästöjen päivittäin tapahtuvien tunneittaisten aikavaihtelujen kuvaamisessa käytettiin hyväksi Helsingin Seudun Ympäristöpalveluiden (HSY) vuotta 2005 edustaneiden autoliikennepäästöjen aineistoa. Tästä HSY:n aineistosta hyödynnettiin päästölaskelmissa mm. katu- ja tiekohtainen päivittäinen tuntivaihtelu ja esim. lauantain ja sunnuntain päästöosuuksien suhde arkipäiviin (kuva 5).



Kuva 5. Liikenteen tunneittaista vaihtelua kuvaavat aikavaihteluindeksit tarkastelualueella.

4.2 Viivalähdemallinnuksen lähtötiedot

CAR-FMI -mallilla tehdyissä leviämislaskelmissa huomioitiin tieliikenteen päästöt tulevan tilanteen liikennemäärillä laskettuna noin 3 km × 3 km suuruiselta alueelta Hakaniemenrannan ja Merihaan tutkimusalueen ympäriltä. Tämän tarkastelualueen ulkopuolelta pääkaupunkiseudun liikenteen päästöt huomioitiin karkeammalla tasolla käyttäen YTV:n (nykyään Helsingin Seudun Ympäristöpalvelut HSY) vuodelle 2005 laskemia päästöjä, jotka skaalattiin vastaamaan Euro 4 -päästötasoa.

Tieliikenteen päästöjen lisäksi mallilaskelmissa on huomioitu alueellinen typpidioksidin, otsonin ja pienhiukkasten taustapitoisuus. CAR-FMI -mallilla tehdyissä laskelmissa alueellinen taustapitoisuus saatiin HSY:n Espoon Luukissa sijaitsevan ilmanlaadun mittausaseman mittaustuloksista. Typpidioksidin taustapitoisuuden vuosikeskiarvo tarkastelujaksolla 2013–2015 Luukissa oli noin 5 µg/m³ ja pienhiukkasten noin 6 µg/m³. Typenoksidipäästöjen muutunnan kuvaamiseen käytettiin Luukin ilmanlaadun mittausaseman otsonihavaintoja. Otsonin taustapitoisuuksina käytettiin pitoisuuksien kuukausittain laskettuja tunneittaisia keskiarvoja, joilla pyrittiin kuvaamaan taustapitoisuuksien vuorokauden sisäistä vaihtelua (*Ilmanlaatuportaali, 2017*). Leviämismallilaskelmissa oletettiin autoliikenteen typenoksidipäästöistä (NO_x) olevan keskimäärin 20 % typpidioksidia (NO₂) ennen muutuntaa (*Anttila ym., 2011*).

Päästöt laskettiin ajoneuvotyyppikohtaisten päästökertoimien avulla, jotka perustuvat VTT:n päästölaskelmiin (*Laurikko, 1998*) ja CAR-FMI -mallia varten kehitettyihin ajoneuvojen nopeudesta riippuviin päästökerroinfunktioihin. Kuvissa 6–7 on esitetty tulevan tilanteen arkivuorokausiliikennemäärät tutkimusalueella ja liikenneväyläkohtaisesti lasketut pakokaasuperäiset typenoksidi- ja pienhiukkaspäästöt (kg/v/m).

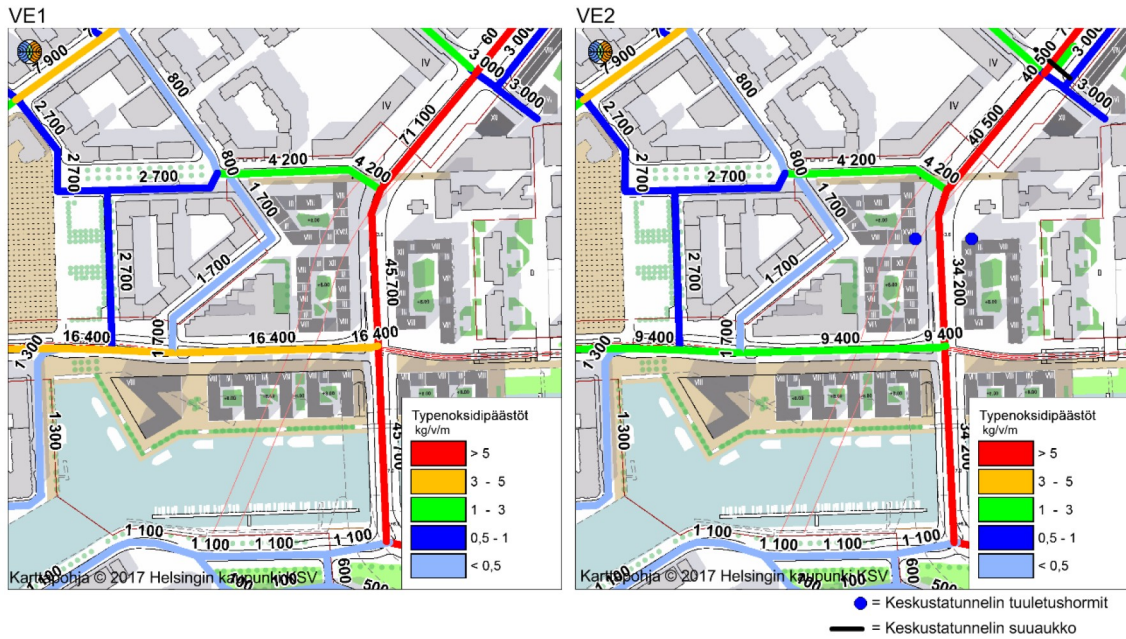
Alueen ilmanlaatuun vaikuttaa merkittävimmin Sörnäisten rantatie. Tulevaisuudessa Hämeentie muutetaan joukkoliikennekaduksi ja sen läpiajoliikenne henkilöautoilta kielletään. Sörnäisten rantatiellä laskentavaihtoehdossa VE1 kulkisi 45 700–

71 100 ajoneuvoa vuorokaudessa (KAVL, keskimääräinen arkivuorokausiliikenne) ja vaihtoehdossa VE2 arviolta 34 200–70 600 ajoneuvoa vuorokaudessa (KAVL) katuosuudesta riippuen. Tarkasteluvaihtoehdossa VE2 liikennemäärä on Sörnäisten rantatien eteläosissa pienempi kuin tarkasteluvaihtoehdossa VE1, sillä osa liikenteestä kulkisi Keskustatunnelin kautta. Tunnelin suuaukon pohjoispuolella liikennemäärä olisi tarkasteluvaihtoehdossa VE2 suurempi kuin tarkasteluvaihtoehdossa VE1, jossa tunnelia ei rakennettaisi. Raskaan liikenteen osuus Sörnäisten rantatiellä olisi ennusteiden mukaan noin 4 % kummassakin tarkasteluvaihtoehdossa. Liikennevirran nopeus Sörnäisten rantatiellä on nopeusrajoituksen mukainen 50 km/h ja liikenteen oletetaan olevan sujuvaa. Mikäli liikenteen nopeus olisi suunniteltua rajoitusta matalampi tai liikenne Sörnäisten rantatiellä ruuhkautuisi, liikenteen päästöt kasvaisivat.

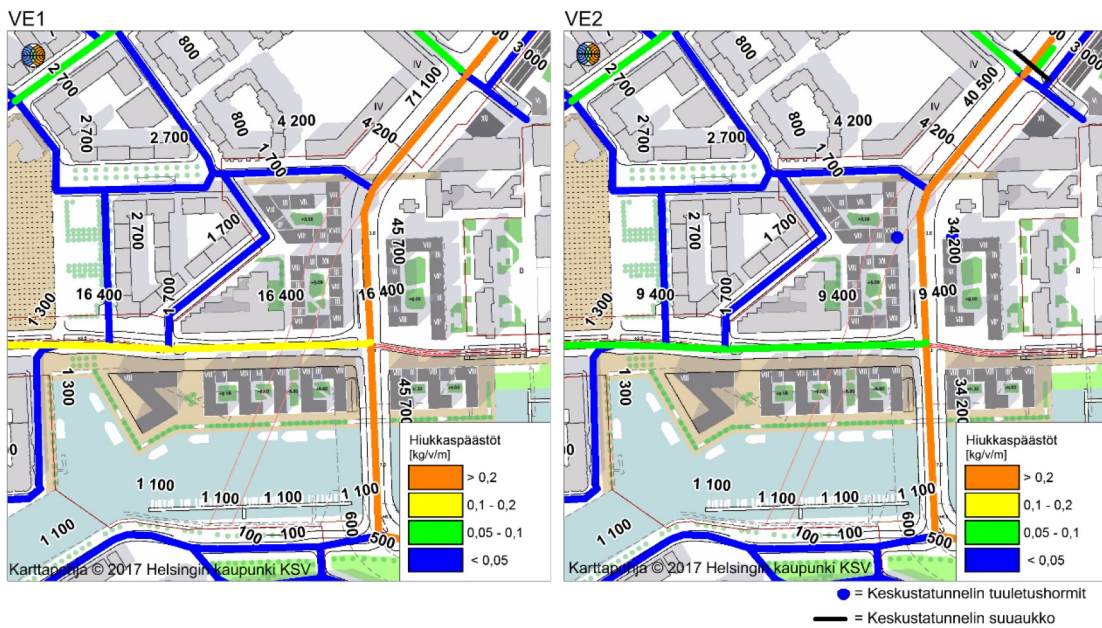
Laskentavaihtoehdossa VE2 osa 3,4 km pitkän Keskustatunnelin päästöistä vapautuu poistohormien kautta. Kaksi tunnelin hormeista sijaitsee tämän tutkimuksen tarkastelualueella Sörnäisten rantatien varrella, 2 metriä rakennusten kattotasoa korkeammalla. Kummastakin hormista ja Keskustatunnelin pohjoiselta suuaukolta (Sörnäisten rantatien ja Haapaniemen kadun risteuksen pohjoispuolella) vapautuu kustakin 1/8 tunnelin liikenteen päästöistä. Hormien tekniset tiedot ovat samat kuin Sörnäisten tunnelin ilmanlaatuselvityksessä (*Salmi & Lovén, 2013*; taulukko 3). Keskustatunnelin liikennemääräksi ennustetaan 40 700 ajoneuvoa vuorokaudessa (KAVL) ja liikennevirran nopeudeksi nopeusrajoituksen mukaisesti 50 km/h. Sörnäisten tunnelin suuaukko tai tuuletushormit eivät sijaitse tutkimusalueella.

Taulukko 3. Keskustatunnelin Sörnäisten rantatien varrella olevien poistohormien tiedot ja keskimääräiset päästötiedot.

	Poistohormi
Piipun korkeus merenpinnasta (mmpy)	56 (länsi) / 38 (itä)
Poistokaasujen lämpötila (°C)	10
Poistokaasujen tilavuusvirtaus (m ³ /s)	94
Nousunopeus (m/s)	15
Piipun sisähalkaisija piipun suulla (m)	2,8
Keskimääräiset typenoksidipäästöt (g/s)	0,08
Keskimääräiset hiukkaspäästöt (g/s)	0,003



Kuva 6. Euro 4 -päästötason typenoksidipäästöt (kg/vm) sekä arkivuorokausiliikennemäärät (KAVL, ajoneuvoa vuorokaudessa) Sörnäisten rantatien eteläosien lähialueella las-
kentaskenaariossa VE1 (kuva vasemmalla) ja skenaariossa VE2 (kuva oikealla).

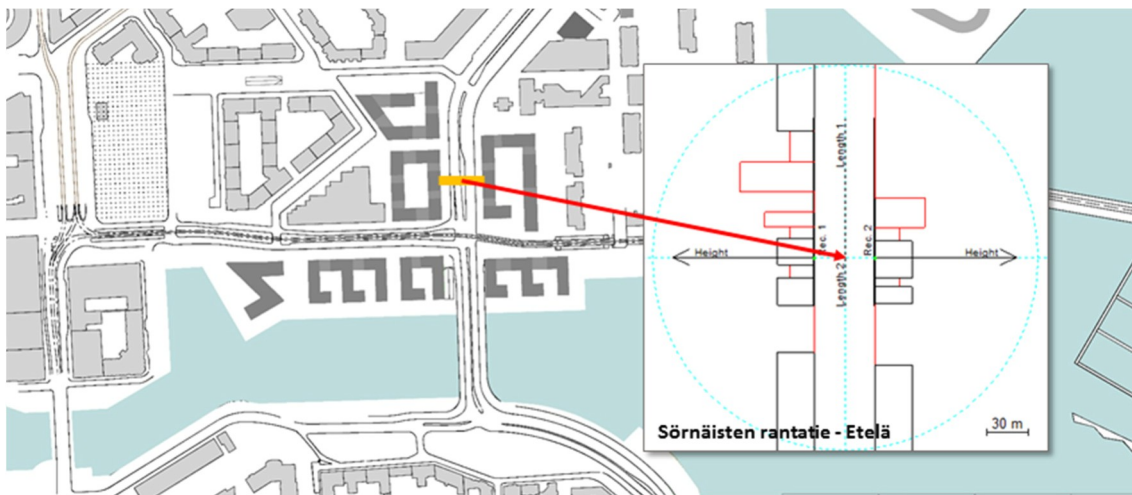


Kuva 7. Euro 4 -päästötason hiukkaspäästöt (kg/vm) sekä arkivuorokausiliikennemäärät (KAVL, ajoneuvoa vuorokaudessa) Sörnäisten rantatien eteläosien lähialueella las-
kentaskenaariossa VE1 (kuva vasemmalla) ja skenaariossa VE2 (kuva oikealla).

4.3 Katukuilumallinnuksen lähtötiedot

Katukuilumallilla tarkasteltava kohde Sörnäisten rantatien eteläosassa on esitetty kuvassa 8. Tarkasteltavan katuosuuden autoliikenteen päästöt ovat samat kuin avoimen väylän mallinnuksessa (CAR-FMI) käytetyt päästöt kyseiseltä katuosuudelta. Katukuilu luokitellaan leveäksi, kun kadunvarren rakennusten korkeuden ja kadun leveyden suhde on pienempi kuin 0,7. Tässä työssä tarkasteltavan katuosuuden leveys on 43 m ja rakennusten keskimääräinen korkeus 27 m. Näin ollen sen korkeuden ja leveyden suhde on 0,63 ja se luokitellaan leveäksi katukuiluksi. Kuvan 8 kadun leikkauskuvan laatikoiden korkeudet kuvaavat rakennusten korkeuksia.

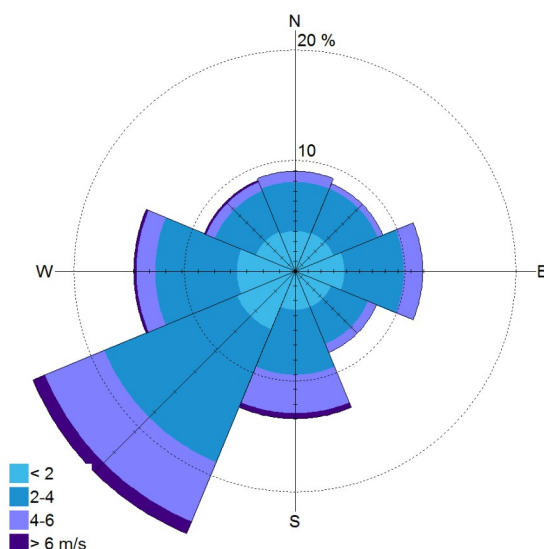
Katukuilumallinnuksessa huomioidaan tarkasteltavan katuosuuden autoliikenteen päästöt ja kaupunkitaustapitoisuus. Koska katukuilumalli huomioi vain yhden katuosuuden päästöt tarkasti, on käytetyllä taustapitoisuudella suuri merkitys mallinnustuloksiin. Tässä työssä katukuilumalliin syötettävä tunneittainen typpidioksidin, otsonin ja pienhiukkasten taustapitoisuus saatiin HSY:n Helsingin Kalliossa sijaitsevan ilmanlaadun mittausaseman mittaustuloksista. Kallion mittausaseman pitoisuustasot kuvaavat kaupunkitaustapitoisuutta. Typpidioksidin taustapitoisuuden vuosikeskiarvo tarkastelujaksolla 2013–2015 Kalliossa oli noin $19 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ja pienhiukkasten noin $6,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Kallion mittausasemalla tarkastelujakson korkein pienhiukkasten vuosikeskiarvo ($8,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$) mitattiin vuonna 2014. Katukuilumallilla arvioitiin pitoisuuksien muodostuminen eri korkeustasolle: hengityskorkeudelle (2 m) sekä 4, 8, 14 ja 20 metrin korkeudelle sekä rakennusten kattotasolle.



Kuva 8. Katukuilumallilla tarkasteltavien kohteiden sijainti Sörnäisten rantatiellä. Tarkastelu-kohteiden katukuilujen rakenne ja korkeusvaihtelu näkyy lähikuvissa (Havainnekuva: Helsingin kaupunki; KSV).

4.4 Meteorologiset tiedot

Tutkimusalueen ilmastollisia olosuhteita edustava kolmen vuoden mittainen meteorologinen aikasarja muodostettiin Kumpulan, Harmajan ja Helsinki-Vantaan lentoaseman sääasemien havaintotiedoista vuosilta 2013–2015. Sekoituskorkeuden määrittämiseen käytettiin Jokioisten observatorion radioluotaushavaintoja vuosilta 2013–2015. Kuvassa 9 on esitetty tuulen suunta- ja nopeusjakauma tutkimusalueella tuuliruusun muodossa. Lounaistuulet ovat tutkimusalueella vallitsevia. Tuuliruusun sektorit kuvaavat tuulen suuntaa sieltä, mistä tuuli puhaltaa.



Kuva 9. Tuulen suunta- ja nopeusjakauma tutkimusalueella vuosina 2013–2015. Lasketut tuulitiedot kuvaavat olosuhteita 10 metrin korkeudella maanpinnasta.

5 TULOKSET

Mallilaskelmien tuloksina saadut typpidioksidi- ja pienhiukkaspitoisuudet on esitetty havainnollisina karttakuvina, joissa ilman epäpuhtauksien pitoisuuksia verrataan ilmanlaatulainsäädännössä annettuihin ohje- ja raja-arvoihin sekä WHO:n ohjearvoon. Tuloskuvinä värillisinä aluejakaumina esitetyt pitoisuudet kuvaavat avoimen väylän mallilla (CAR-FMI) saatuja pitoisuustasoja hengityskorkeudella. Tuloskuvinä harmaalla pohjalla näkyvät lukuarvot kuvaavat katukuilumallilla (OSPM) saatuja pitoisuusarvoja yksittäisissä tarkastelupisteissä eri korkeustasoilla.

Karttakuvissa on esitetty värillisinä aluejakaumina alueet, joilla tietyn pitoisuuden ylittyminen on pitkän havaintojakson aikana todennäköistä. Kartoissa esitetyt pitoisuuksien aluejakaumat eivät edusta koko tutkimusalueella yhtäkäällä vallitsevaa pitoisuustilannetta, vaan ne kuvaavat kuhunkin laskentapisteeseen mallilaskelmissa saatua korkeinta pitoisuutta. Korkeimmat pitoisuudet voivat esiintyä eri laskentapisteissä eri ajanhetkinä.

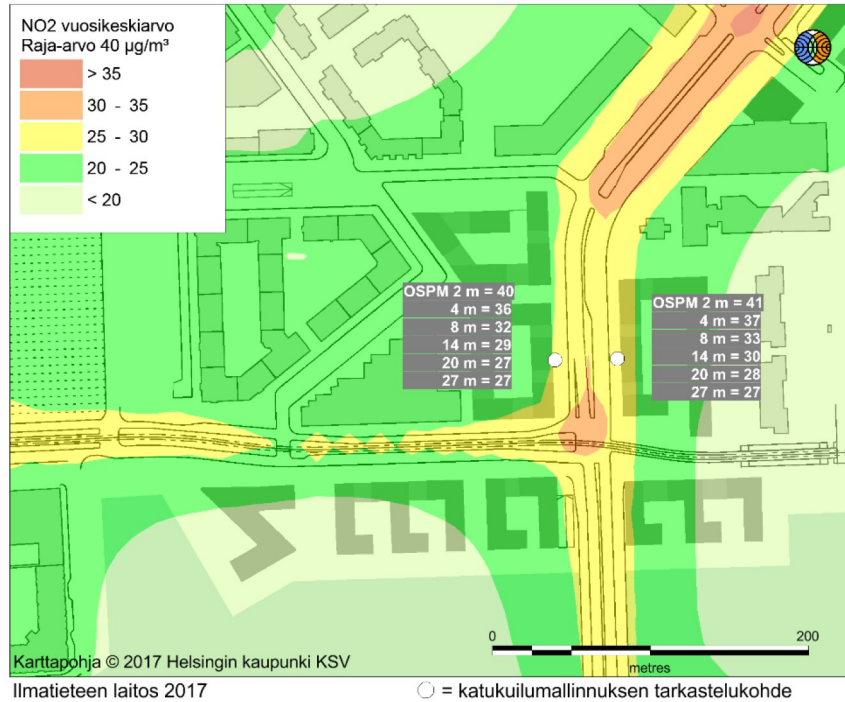
Vuosikeskiarvopitoisuus kuvaa alueen keskimääräistä ja vallitsevaa ilman epäpuhtauspitoisuustasoa parhaiten. Karttakuvissa esitetyt vuosikeskiarvopitoisuudet kuvaavat kolmen vuoden tarkastelujakson (vuodet 2013–2015) korkeinta vuosikeskiarvoa kussakin laskentapisteessä. Hetkelliset pitoisuudet voivat nousta vuosikeskiarvopitoisuuksia huomattavasti korkeammiksi. Mallinnettuihin lyhytaikaispitoisuuksiin sisältyy enemmän epävarmuutta kuin vuosikeskiarvopitoisuuksiin ja lyhytaikaispitoisuuksien aluejakaumaan vaikuttavat voimakkaammin yksittäiset meteorologiset tilanteet. Karttakuvissa esitetyt vuorokausiohjarvoon verrannolliset pitoisuudet kuvaavat kolmen vuoden tarkastelujakson (vuodet 2013–2015) korkeinta vuorokausiohjarvoon verrannollista pitoisuutta kussakin laskentapisteessä.

5.1 Typpidioksidipitoisuudet (NO₂)

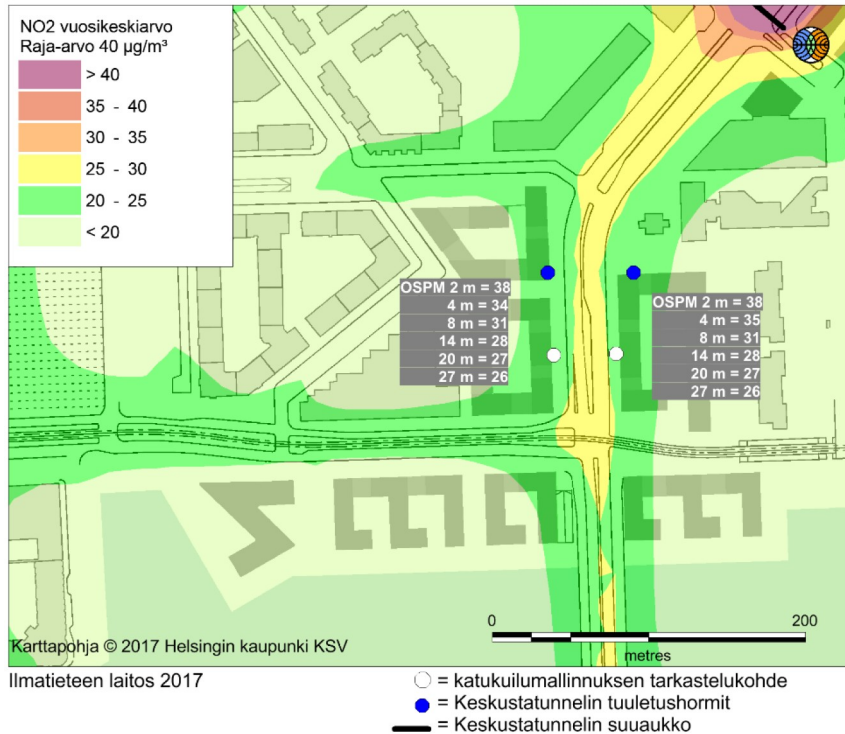
Avoimen väylän mallilla ja katukuilumallilla tehtyjen leviämismallilaskelmien tuloksina saadut ulkoilman typpidioksidipitoisuudet tutkimusalueella on esitetty kuvissa 10–13. Hengityskorkeudelle lasketut pitoisuudet ovat korkeimmillaan Sörnäisten rantatiellä ja pitoisuudet pienentyvät nopeasti etäisyyden kasvaessa tiestä.

Avoimen väylän mallin tulosten mukaan typpidioksidin vuosikeskiarvopitoisuuden raja-arvo (40 µg/m³) alittuu tulevassa tilanteessa Hakanimenrannan ja Sörnäisten rantatien eteläosissa hengityskorkeudella kummallakin tarkasteluvaihtoehdolla VE1 ja VE2 (kuvat 10 ja 11). Keskustatunnelin hormien kautta vapautuvien päästöjen aiheuttamat pitoisuudet hengityskorkeudella ovat hyvin pienet verrattuna katutasolla kulkevan liikenteen aiheuttamiin pitoisuuksiin (Kuva 11).

Katukuilumallilla hengityskorkeudelle (2 m) saatavat pitoisuudet ovat odotetusti korkeammat kuin avoimen väylän mallilla saatavat pitoisuudet, sillä avoimen väylän malli ei ota huomioon yksittäisten rakennusten päästöjen leviämistä estävää vaikutusta eikä katugeometriaa. Mallitulosten mukaan pitoisuudet ovat suurimmillaan hengityskorkeudella ja pienenevät ylöspäin mentäessä. Laskentavaihtoehdolla VE1 typpidioksidin pitoisuudet ovat vuosiraja-arvon (40 µg/m³) tasolla tai ylittävät sen hengityskorkeudella mutta jäävät raja-arvon alle muilla tarkastelukorkeuksilla (Kuva 10). Laskelmien mukaan vaihtoehdon VE2 pitoisuudet ovat raja-arvotason alapuolella kaikilla tarkastelukorkeuksilla.

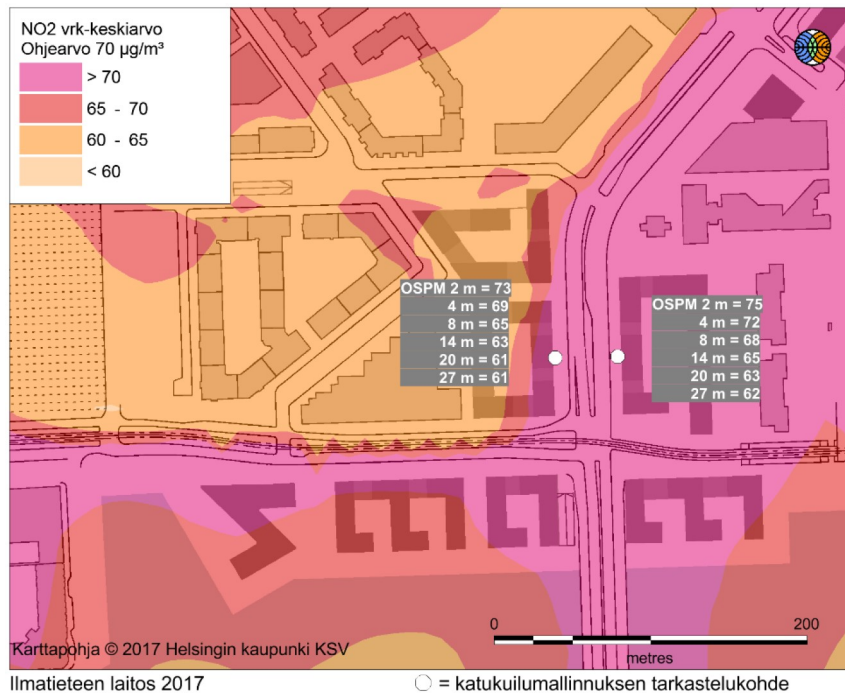


Kuva 10. Typpidioksidin (NO₂) vuosiraja-arvoon verrannolliset pitoisuudet (µg/m³) tarkasteluvaihtoehdossa VE1 Hakaniemenrannassa hengityskorkeudella (värillinen aluejakauma) ja katukuilumallinnuksen tarkastelupisteessä eri korkeuksilla tienpinnasta (lukuarvot harmaalla pohjalla).



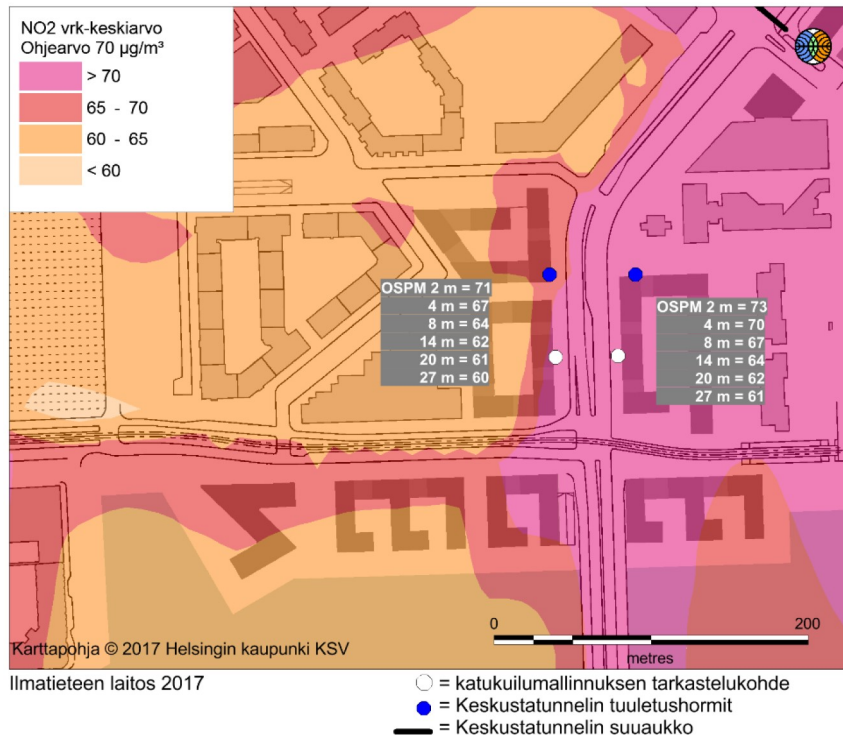
Kuva 11. Typpidioksidin (NO₂) vuosiraja-arvoon verrannolliset pitoisuudet (µg/m³) tarkasteluvaihtoehdossa VE2 Hakaniemenrannassa hengityskorkeudella (värillinen aluejakauma) ja katukuilumallinnuksen tarkastelupisteessä eri korkeuksilla tienpinnasta (lukuarvot harmaalla pohjalla).

Hetkelliset typpidioksidipitoisuudet voivat nousta vuosikeskiarvopitoisuuksia huomattavasti korkeammiksi. Typpidioksidipitoisuuden vuorokausiohjearvo voi tyypillisesti nykytilanteen liikennemäärillä ja päästötasolla ylittyä Helsingin liikenneympäristöissä vilkkaimpien teiden ja risteysalueiden lähiympäristössä sekä Helsingin keskustan alueella. (Hannuniemi, ym., 2016) Avoimen väylän mallilla tehtyjen laskelmien mukaan typpidioksidin vuorokausiohjearvoon verrannolliset pitoisuudet ylittävät korkeimmillaan ohjearvotason ($70 \mu\text{g}/\text{m}^3$) Sörnäisten rantatien ja Hämeentien läheisyydessä (kuvat 12 ja 13).



Kuva 12. Typpidioksidin (NO_2) **vuorokausiohjearvoon** verrannolliset pitoisuudet ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) **tarkasteluvaihtoehdossa VE1** Hakaniemenrannassa hengityskorkeudella (värillinen aluejakauma) ja katukuilumallinnuksen tarkastelupisteessä eri korkeuksilla tienpinnasta (lukuarvot harmaalla pohjalla).

Katukuilumallinnuksen mukaan typpidioksidipitoisuudet ylittävät vuorokausiohjearvon hengityskorkeudella molemmilla laskentavaihtoehdoilla VE1 ja VE2 Sörnäisten rantatien eteläosan tarkastelupisteessä. Ohjearvo alittuu kadun länsipuolella 4 m korkeudella ja itäpuolella 8 m korkeudella (Kuvat 12 ja 13). Lyhytaikaispitoisuuksiin ja niiden jakaumaan vaikuttavat yksittäiset epäedulliset meteorologiset tilanteet, joiden aikana ilmanlaatu voi heikentyä autoliikenteen matalalta vapautuvien päästöjen vaikutuksesta. Huomionarvoista on, että suurimman osan ajasta epäpuhtauspitoisuudet ovat pienempiä kuin mallilaskelmissa saadut korkeimmat pitoisuudet.

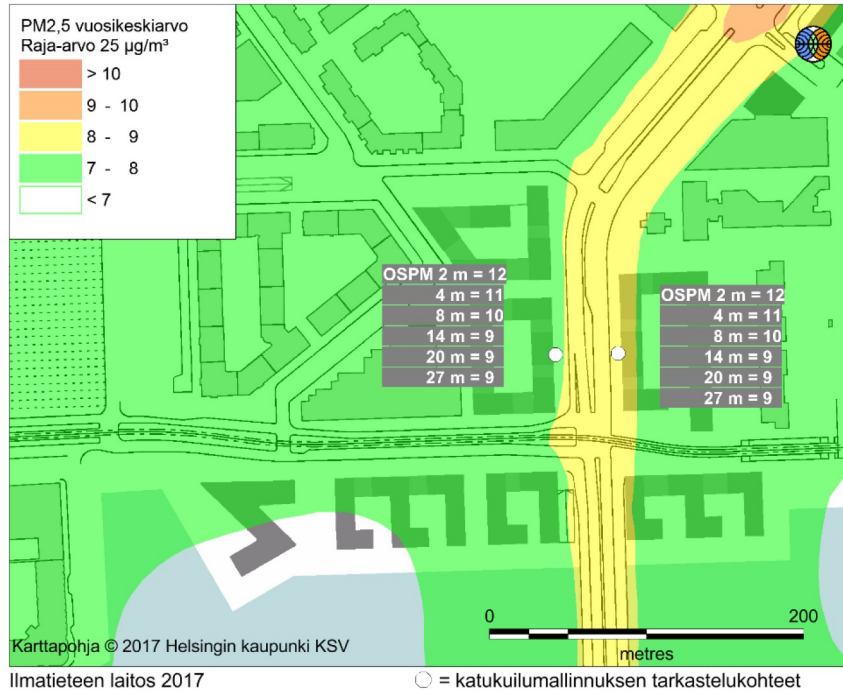


Kuva 13. Typpidioksidin (NO₂) **vuorokausiohjearvoon** verrannolliset pitoisuudet (µg/m³) **tarkasteluvaihtoehdossa VE2** Hakaniemenrannassa hengityskorkeudella (värillinen aluejakauma) ja katukuilumallinnuksen tarkastelupisteessä eri korkeuksilla tienpinnasta (lukuarvot harmaalla pohjalla).

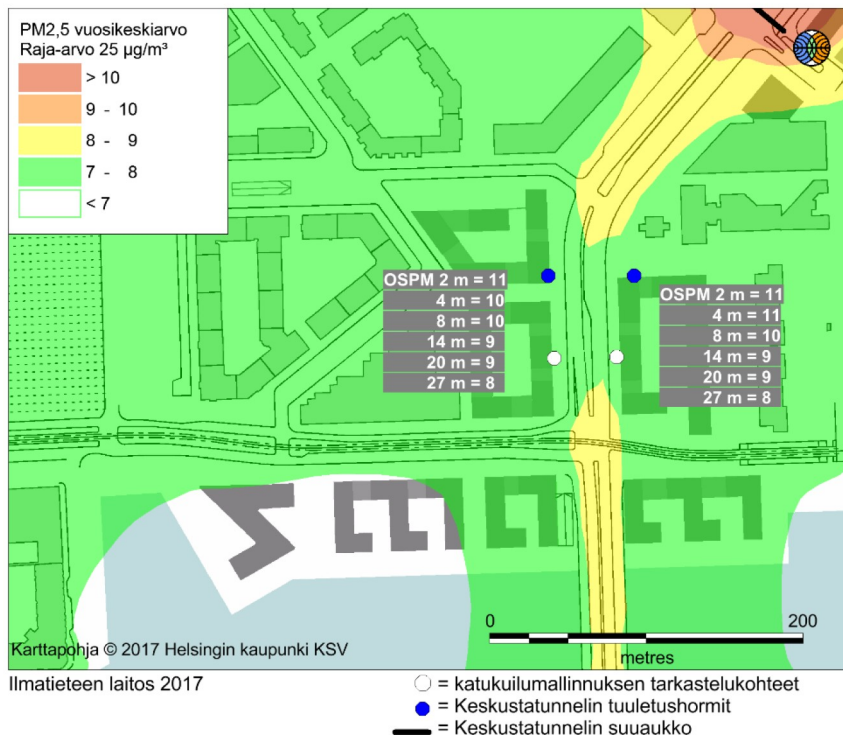
Autoliikenteen päästöjen vaikutus ulkoilman typpidioksidipitoisuuksiin on suurin hengityskorkeudella. Typpidioksidipitoisuudet pienenevät etäisyyden kasvaessa päästölähteestä. Päästöjen sekoittumisen ja laimenemisen vuoksi pitoisuudet pienenevät sekä korkeammalle noustessa että kuljettaessa etämmälle tiestä. Katukuilumaisessa ympäristössä laimeneminen ei kuitenkaan tapahdu yhtä tehokkaasti kuin ympäristössä, jossa ei ole korkeita rakennuksia. Katukuilumallin tuloksena saadut rakennusten kattotasolle (27m) lasketut pitoisuudet ovat vuosikeskiarvona noin 65–69 % hengityskorkeuden pitoisuustasoista ja vuorokausiohjearvoon verrannollisina pitoisuuksina noin 82–85 % hengityskorkeuden pitoisuustasoista molemmissa tarkasteluvaihtoehdossa.

5.2 Pienhiukkaspitoisuudet (PM_{2,5})

Avoimen väylän mallilla ja katukuilumallilla tehtyjen leviämismallilaskelmien tuloksina saadut ulkoilman pienhiukkaspitoisuudet tutkimusalueella on esitetty kuvissa 14–17. Pienhiukkaspitoisuuden vuosiraja-arvo (25 µg/m³) alittuu koko tarkastelualueella kaikilla eri korkeuksilla kummallakin tarkasteluvaihtoehdolla VE1 ja VE2. Katukuilumallilaskelmien perusteella pienhiukkaspitoisuudet ylittävät WHO:n vuosiohjearvotason (10 g/m³) aina 8 m korkeudelle asti (kuvat 14 ja 15).

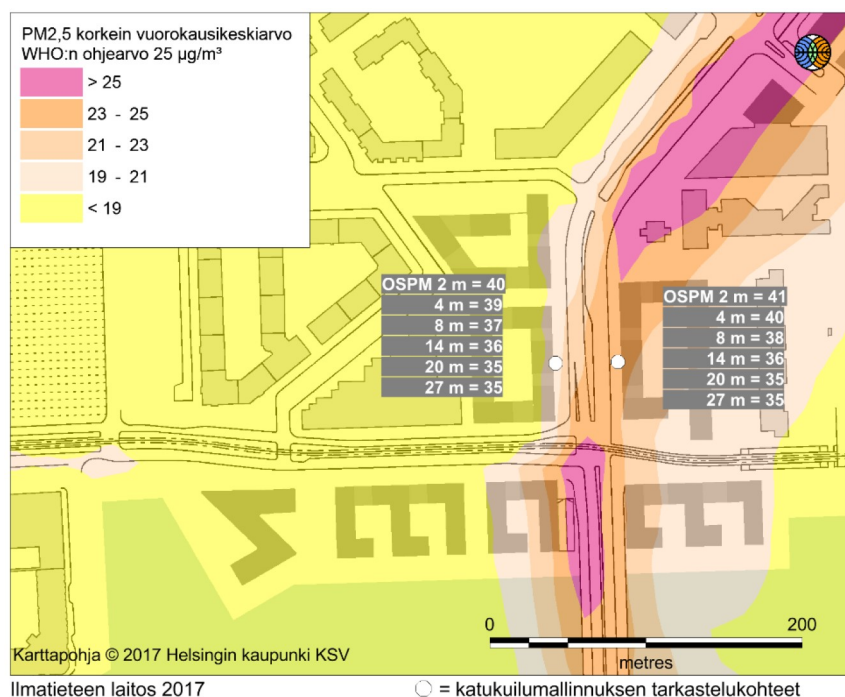


Kuva 14. Pienhiukkasten (PM_{2,5}) vuosiraja-arvoon verrannolliset pitoisuudet (µg/m³) tarkasteluvaihtoehdossa VE1 Hakaniemenrannassa hengityskorkeudella (värillinen aluejakauma) ja katukuilumallinnuksen tarkastelupisteissä eri korkeuksilla tienpinnasta (lukuarvot harmaalla pohjalla).

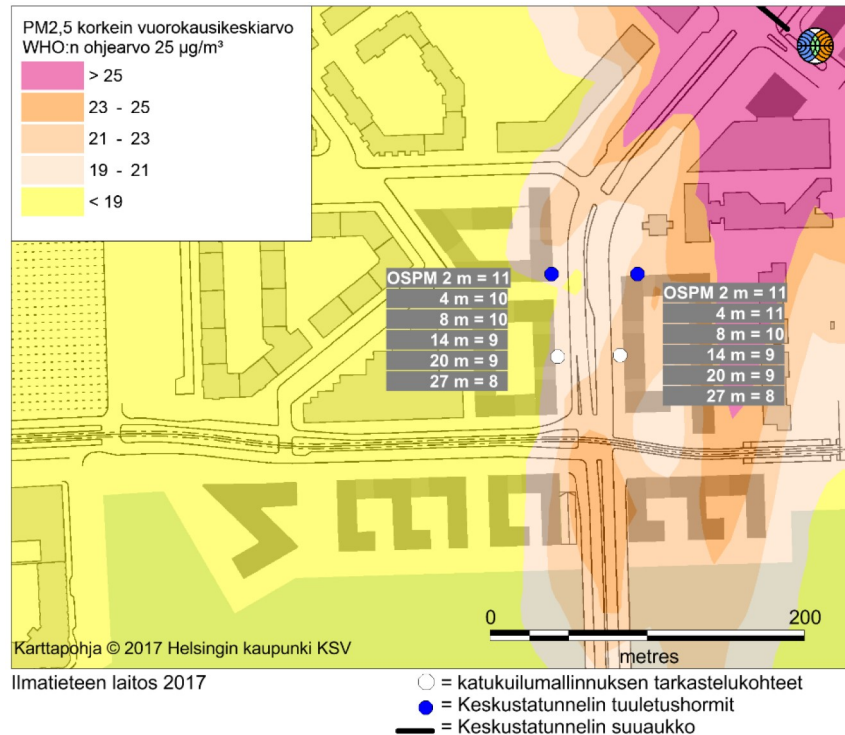


Kuva 15. Pienhiukkasten (PM_{2,5}) vuosiraja-arvoon verrannolliset pitoisuudet (µg/m³) tarkasteluvaihtoehdossa VE2 Hakaniemenrannassa hengityskorkeudella (värillinen aluejakauma) ja katukuilumallinnuksen tarkastelupisteissä eri korkeuksilla tienpinnasta (lukuarvot harmaalla pohjalla).

WHO:n ohjearvo pienhiukkaspitoisuuksien vuorokausikeskiarvolle ($25 \mu\text{g}/\text{m}^3$) ylittyy avoimen väylän mallin tulosten mukaan tutkimusalueella Sörnäisten rantatien varrella hengityskorkeudella molemmissa tarkasteluvaihtoehdoissa (kuvat 16 ja 17). Katukuilumallin tulosten mukaan WHO:n ohjearvo ylittyy kaikissa tarkastelupisteissä kaikilla korkeuksilla, aina rakennusten kattotasoihin asti, molemmissa tarkasteluvaihtoehdoissa. WHO:n määrittelemä ohjearvo on suosituksenomainen eikä ole osa Suomen ilmansuojelulainsäädäntöä. Pitoisuuksia verrataan WHO:n ohjearvoon, koska pienhiukkasten lyhytaikaispitoisuuksille ei ole Suomessa voimassaolevaa ohje- tai raja-arvoa.



Kuva 16. Pienhiukkasten ($\text{PM}_{2,5}$) WHO:n vuorokausiohjearvoon verrannolliset pitoisuudet ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) tarkasteluvaihtoehdossa VE1 Hakaniemenrannassa hengityskorkeudella (värillinen aluejakauma) ja katukuilumallinnuksen tarkastelupisteissä eri korkeuksilla tienpinnasta (lukuarvot harmaalla pohjalla).



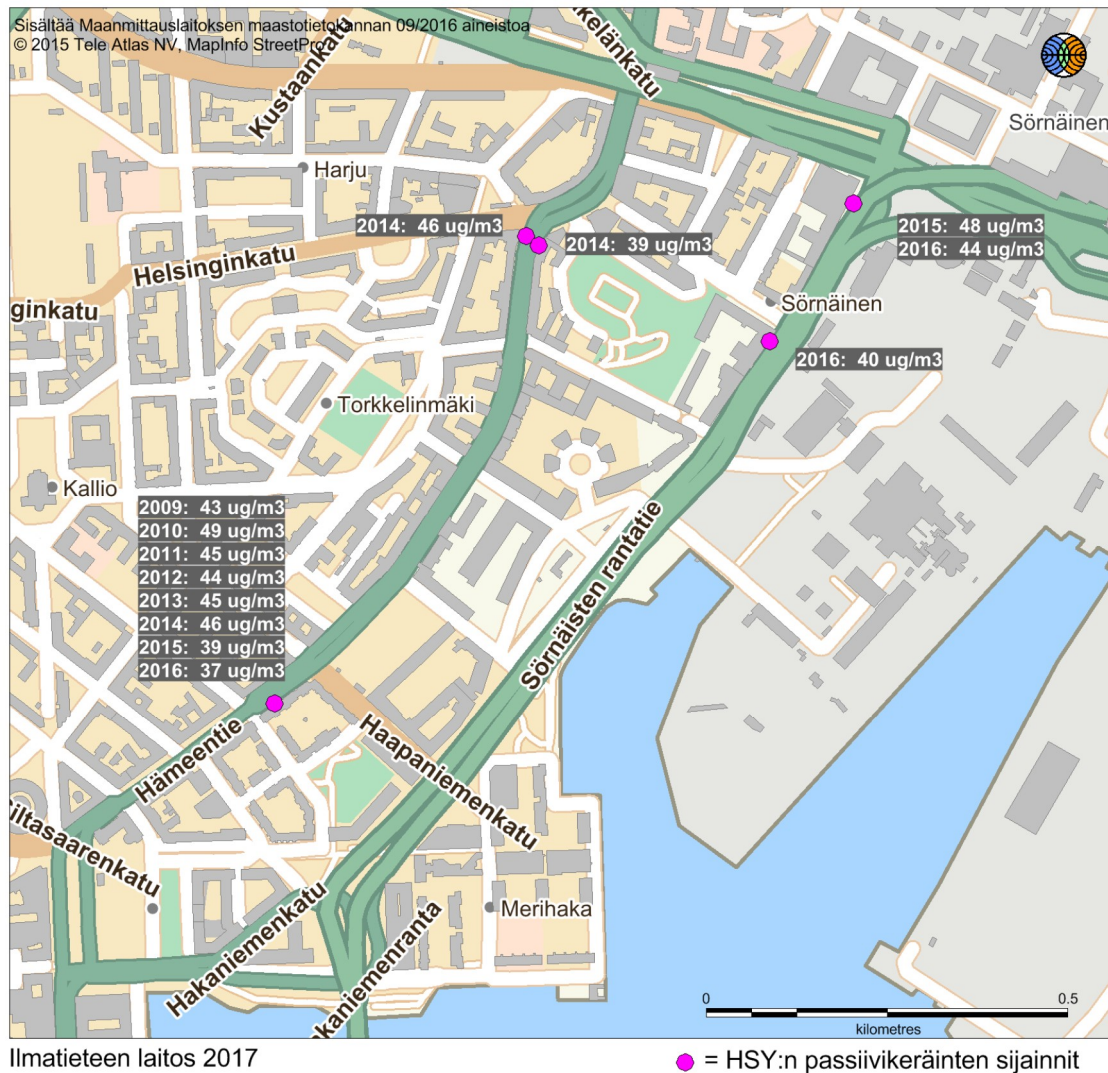
Kuva 17. Pienhiukkasten (PM_{2,5}) WHO:n vuorokausiohjearvoon verrannolliset pitoisuudet (µg/m³) tarkasteluvaihtoehdossa VE2 Hakaniemenrannassa hengityskorkeudella (värillinen aluejakauma) ja katukuilumallinnuksen tarkastelupisteissä eri korkeuksilla tienpinnasta (lukuarvot harmaalla pohjalla).

Selvä ero avoimen väylän mallin korkeimmissa vuorokausipitoisuuksissa verrattuna katukuilumallin tuloksiin 2 m korkeudella johtuu suurelta osin pienhiukkasten taustapitoisuusaineiston erilaisuudesta. Katukuilumallissa taustapitoisuusajasarja on todellinen mitattu tuntiaikasarja, kun taas avoimen väylän mallin taustapitoisuus syötetään kuukausittaisena tuntikeskiarvomatriisina. Keskiarvoistaminen leikkaa episoditilanteiden korkeimmat tuntipitoisuudet pois. Kaukokulkeumalla on merkittävä vaikutus pienhiukkasten pitoisuuksiin Suomessa ja korkeimmat pienhiukkaspitoisuudet havaitaan yleensä kaukokulkeumaepisodioiden aikana. Näissä tilanteissa pienhiukkaspitoisuuden WHO:n vuorokausiohjearvo ylittyy helposti koko Suomessa tausta-alueillakin. Suurimmat pitoisuudet havaitaan, kun ilmavirtaukset ovat etelän tai idän suuntaisia (mm. Venäjän ja Itä-Euroopan metsäpalojen aiheuttamat kohonneet pienhiukkaspitoisuudet).

Pienhiukkaspitoisuuksien melko pieni vaihtelu johtuu siitä, että suurin vaikutus pienhiukkaspitoisuustasoihin on alueellisella taustapitoisuudella. Autoliikenteen päästöt aiheuttavat muutaman mikrogramman lisän pienhiukkasten kokonaispitoisuuksien vuosikeskiarvoon vilkkaiden teiden varsilla.

5.3 Typpidioksidipitoisuudet HSY:n mittauspisteissä

Alueen nykyistä ilmanlaatuilannetta tarkasteltiin HSY:n lähimpien typpidioksidin passiivikeräysmittausten avulla. Lähimmät mittauspisteet ovat vuosina 2009–2016 sijainneet Sörnäisten rantatien ja osoitteessa Hämeentie 7 (Kaski ym., 2017) sekä Hämeentien pohjoispäässä kadun kahdella puolella (HSY, 2015). Mittauspisteiden sijainti ja niissä eri vuosina mitatut pitoisuudet on esitetty kuvassa 18.



Kuva 18. HSY:n passiivikeräysmittausten sijainnit lähellä Hakanimen rantaa ja Sörnäisten rantatietä. Mittaustulokset näistä pisteistä ovat vuosilta 2009–2016 (harmaat laatikot).

Vilkaasti liikennöidyssä katukuilussa Hämeentiellä (Hämeentie 7) on mitattu typpidioksidipitoisuutta vuodesta 2009 lähtien passiivikeräinmenetelmällä. Hämeentien liikennemäärä oli vuonna 2016 10 700 ajoneuvoa vuorokaudessa ja raskaan liikenteen osuus jopa 32 %. Kadun leveys mittauspisteen kohdalla on noin 32 m ja rakennusten korkeus 27 m (kapea katukuilu, korkeus-leveyssuhde 0,9). Typpidioksidipitoisuus mittauspisteessä on ollut raja-arvotasolla tai ylittänyt sen (40 ug/m³) vuoteen

2014 asti. Vuonna 2015 pitoisuus alitti sen niukasti ollen $39 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ja vuonna 2016 pitoisuus oli $37 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Kaski ym., 2017).

Vuonna 2014 mittauksia tehtiin osoitteissa Hämeentie 52 ja Hämeentie 27. Mittauspaikka edustaa leveää katukuilua. Hämeentien liikennemäärä oli tuolloin noin 14 600 ajoneuvoa vuorokaudessa ja raskaan liikenteen osuus tästä 23 %. Mittauspisteet sijaitsevat kadun eri puolilla noin 3 metrin etäisyydellä ajoradasta. Hämeentie 52:n mittauspiste sijaitsi bussipysäkin läheisyydessä. Pitoisuudet mittauspisteissä olivat $46 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ja $39 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (HSY, 2015).

Typpidioksidipitoisuus Sörnäisten rantatien pohjoisosissa on ollut viime vuosina vuorokauden tasolla ($40 \mu\text{g}/\text{m}^3$) tai ylittänyt sen (kuva 18). Sörnäisten rantatien pohjoisempi mittauspiste sijaitsi vuosina 2015 ja 2016 Suvilahden bussipysäkillä 6 m etäisyydellä ajoradasta. Sörnäisten rantatien liikennemäärä oli noin 44 500 ajoneuvoa vuorokaudessa, josta raskasta liikennettä oli 4 %. Mittauspisteen pohjoispuolella kulkee vilkasliikenteinen Itäväylä. Typpidioksidin vuosikeskiarvo mittauspisteessä oli $48 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (vuonna 2015) ja $44 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (vuonna 2016). Typpidioksidipitoisuus Sörnäisten rantatien eteläisemmällä mittauspisteellä vuonna 2016 oli $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Keräimen kohdalla Sörnäisten rantatie oli puoliavoin katukuilu. Kadun toisella puolella sijaitsi avoin Hanasaaren voimalaitosalue (Kaski ym., 2017).

6 YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET

Tässä selvityksessä arvioitiin leviämismallilaskelmin autoliikenteen päästöjen vaikutusta ilmanlaatuun Helsingin Hakaniemenrannassa ja Sörnäisten rantatien eteläosissa. Ilmanlaatuselvitys toteutettiin kaavamutoksen tueksi. Tutkimuksessa tarkasteltiin ulkoilman typpidioksidin (NO_2) ja pienhiukkasten ($\text{PM}_{2,5}$) pitoisuuksia alueelle suunniteltujen uusien rakennusten alueella. Leviämismallilaskelmat tehtiin Ilmatieteen laitoksella liikenteen päästöjen leviämisen mallintamiseen kehitetyllä avoimen väylän leviämismallilla (CAR-FMI) sekä tunnelien poistoilmahormien mallinnus pistemäisten päästölähteiden mallintamiseen kehitetyllä kaupunkimallilla (UDM-FMI). Lisäksi tarkasteltiin tanskalaisella katukuilumallilla (OSPM) pitoisuuksien muodostumista Sörnäisten rantatien katukuilumaisella osuudella usealla eri korkeustasolla. Katukuilumalli on kehitetty tieliikenteen päästöjen leviämisen arviointiin yksittäisissä tarkastelupisteissä katukuilu-ympäristössä. Katukuilumaisessa ympäristössä rakennukset estävät liikenteen päästöjen leviämistä ja heikon laimenemisen vuoksi ilman epäpuhtauksien pitoisuudet voivat kohota korkeiksi. Parhaiten malli soveltuu katukuiluille, jotka ovat korkeudeltaan ja leveydeltään yhtä suuria.

Ilmanlaadun leviämismallinnus on tehty käyttäen parasta mahdollista olemassa olevaa tietoa. Lähtökohtana ovat olleet nykyistä tai hieman uudempaa autokantaa edustava päästötaso, tulevan tilanteen ennusteiden mukaiset liikennemäärät ja suunniteltu tuleva maankäyttö. Taustapitoisuudet ja meteorologinen aineisto on koostettu nykyhetken mukaan, vuosien 2013–2015 mittaushavainnoista. Tulevaisuuden autoliikenteen päästöjen ennustamiseen sisältyy useita epävarmuustekijöitä. Todennäköistä on, että päästöt ja niiden aiheuttamat vaikutukset pienenevät tulevaisuudessa, kun ajoneuvojen moottoritekniikka kehittyy ja päästörajoitukset tiukkenevat. Huomiota on, että moottoritekniikan kehitys ei vaikuta katupölyn muodostukseen ja

hengitettävien hiukkasten pitoisuuksiin katukuiluissa. Hengitettävien hiukkasten pitoisuuksia ei arvioitu tässä työssä.

Tieliikenteen päästöt laskettiin ajoneuvotyyppikohtaisilla ja nopeusriippuvaisilla Euro 4 -päästötason päästökertoimilla. Laskelmat tehtiin käyttäen Helsingin kaupunkisuunnitteluvirastolta saatuja tulevan tilanteen ennustettuja liikennemääriä (ennustevuosi 2040) kahdessa eri ennusteskenaariossa. Tarkasteluissa Sörnäisten rantatien linjausta tullaan muuttamaan nykyisestä nyt tarkasteltavan alueen pohjoispuolella. Hakaniemenrantaan ja Sörnäisten rantatien varrelle on suunniteltu uusia liike- ja asuinrakennuksia sekä hotelli. Tarkasteluvaihtoehdossa VE1 oletetaan, että Sörnäisten tunneli on rakennettu. Vaihtoehdossa VE2 oletetaan VE1:n oletusten lisäksi, että myös Keskustatunneli on rakennettu. Sörnäisten tunnelin suuaukko sijoittuu tarkastelualueen pohjoispuolelle. Keskustatunnelin suuaukko sijoittuisi Haapaniemenkadun ja Sörnäisten rantatien pohjoispuolelle. Sen kaksi poistoilmahormia tulisivat sijoittumaan suuaukkoa etelämmäs rakennusten kattotasojen yläpuolelle.

Alueen ilmanlaatuun merkittävimmin vaikuttavan Sörnäisten rantatien liikennemäärä (KAVL) olisi ennusteen mukaan tieosuuksista riippuen tarkasteluvaihtoehdossa VE1 noin 45 700–71 100 ajoneuvoa vuorokaudessa ja tulevassa tilanteessa arviolta 34 200–70 600 ajoneuvoa vuorokaudessa. Tarkasteluvaihtoehdossa VE2 liikennemäärä on Sörnäisten rantatien eteläosissa pienempi kuin tarkasteluvaihtoehdossa VE1, sillä osa liikenteestä kulkisi Keskustatunnelin kautta. Tunnelin suuaukon pohjoispuolella liikennemäärä olisi tarkasteluvaihtoehdossa VE2 suurempi kuin tarkasteluvaihtoehdossa VE1, jossa tunnelia ei rakennettaisi. Raskaan liikenteen osuus olisi kummassakin 4 % ja liikennevirran keskimääräinen ajonopeus on rajoituksen mukaisesti 50 km/h. Mallilaskelmissa on otettu huomioon autoliikenteen päästöjen aiheuttamien pitoisuuksien lisäksi alueellinen taustapitoisuus, joka on saatu ilmanlaadun mittausasemien havainnoista. Mallinnuksessa käytetyt taustapitoisuudet on otettu Espoon Luukin ja Helsingin Kallion ilmanlaadun mittausasemien vuosien 2013–2015 havainnoista.

Epäpuhtauksien pitoisuuksia ulkoilmassa säädellään ilmanlaadun ohje- ja raja-arvoilla. Ilmanlaadun ohjearvot tulisi ottaa huomioon esimerkiksi liikennesuunnittelussa, kaavoituksessa, rakennusten sijoittelussa ja teknisissä ratkaisussa, jolloin pyritään etukäteen välttämään ihmisten altistuminen terveydelle haitallisen korkeille ilmansaasteiden pitoisuuksille. Terveysvaikutusperusteiset ilmanlaadun raja-arvot ovat ohjearvoja sitovampia, eivätkä ne saa ylittyä alueella, joilla asuu tai oleskelee ihmisiä. Esimerkiksi autoliikenteelle varatuilla väylillä raja-arvot eivät kuitenkaan ole voimassa.

Korkeimmat typpidioksidin ja pienhiukkasten pitoisuudet havaitaan tyypillisesti vilkkaasti liikennöidyillä väylillä ja niiden lähiympäristössä sekä risteysalueilla. Päästöjen sekoittumisen ja laimenemisen vuoksi pitoisuudet pienenevät, kun etäisyys liikenneväylistä kasvaa sekä maanpinnan tasossa että ylöspäin mentäessä. Hormien kautta vapautuvien päästöjen aiheuttamat pitoisuudet hengityskorkeudella ovat hyvin pienet verrattuna katutasolla kulkevan liikenteen aiheuttamiin pitoisuuksiin. Vuosikeskiarvopitoisuudet kuvaavat keskimääräistä ilman epäpuhtauspitoisuustasoa parhaiten. Hetkelliset pitoisuudet voivat nousta vuosikeskiarvopitoisuuksia huomattavasti korkeammiksi. Mallinnettuihin lyhytaikaispitoisuuksiin sisältyy kuitenkin enemmän epävarmuutta kuin vuosipitoisuuksiin ja lyhytaikaispitoisuuksien jakaumaan vaikuttavat yksittäiset meteorologiset tilanteet. Huomionarvoista on, että suurimman osan

ajasta epäpuhtauspitoisuudet ovat pienempiä kuin mallilaskelmissa saadut korkeimmat pitoisuudet.

Avoimen väylän mallilla tehtyjen mallilaskelmien tulosten mukaan typpidioksidipitoisuuden vuosiraja-arvo $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ alittuu tulevassa tilanteessa Hakaniemenrannan ja Sörnäisten rantatien eteläosissa hengityskorkeudella molemmilla tarkasteluvaihtoehtoilla. Katukuilumallilla tarkastelupisteessä Sörnäisten rantatien varrella typpidioksidin pitoisuudet jäävät hengityskorkeudella raja-arvotason alle laskentavaihtoehdossa VE2 ja ovat raja-arvotason tai hieman sen yli laskentavaihtoehdossa VE1. Pitoisuudet ovat korkeimmillaan hengityskorkeudella ja ne pienenevät ylöspäin mentäessä. Typpidioksidin vuorokausiohjeeseen verrannolliset pitoisuudet ovat korkeimmillaan yli ohjearvotason ($70 \mu\text{g}/\text{m}^3$) Sörnäisten rantatien läheisyydessä. Katukuilumallinnuksen tulosten mukaan pitoisuudet ylittävät vuorokausiohjeeseen molemmissa tarkasteluvaihtoehdoissa hengityskorkeudella. Molemmissa tarkasteluvaihtoehtoissa VE1 ja VE2 typpidioksidin vuorokausiohjeeseen verrannolliset pitoisuudet alittuvat 4 m korkeudella eteläisimmässä tarkastelupisteessä kadun länsipuolella ja 8 m korkeudessa tienpinnan tasosta kadun itäpuolella. Katukuilumallinnuksen tuloksena saadut rakennusten katotason pitoisuudet ovat vuosikeskiarvona noin 65–69 % hengityskorkeuden pitoisuustasoista ja vuorokausiohjeeseen verrannollisina pitoisuuksina noin 82–85 % hengityskorkeuden pitoisuustasoista. Katukuilumaisessa ympäristössä laimeneminen ei tapahdu yhtä tehokkaasti kuin ympäristössä, jossa ei ole korkeita rakennuksia.

Pienhiukkasten vuosikeskiarvopitoisuudet alittavat vuosiraja-arvon $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ tarkastelualueella molemmissa tarkasteluvaihtoehtoissa kaikilla korkeuksilla. Pienhiukkaspitoisuudet ovat kuitenkin WHO:n vuosiohjeeseen tasolla ($10 \mu\text{g}/\text{m}^3$) tai ylittävät sen molemmissa tarkasteluvaihtoehtoissa kaikissa katukuilumallinnuksen tarkastelupisteissä hengityskorkeudelta aina 8 m korkeuteen asti. Liikenteen lisäksi suuri vaikutus ulkoilman pienhiukkaspitoisuustasoon on alueellisella taustapitoisuudella, joka on tarkastelualueella vuositasolla noin $6 \mu\text{g}/\text{m}^3$. WHO:n ohjeeseen verrannolliset pitoisuudet ylittyvät mallinnustulosten mukaan hengityskorkeudella lähellä Sörnäisten rantatietä. Kaukokulkeumaepisodien aikana pienhiukkaspitoisuuden WHO:n vuosiohjeeseen ylittyy helposti koko Suomessa. WHO:n määrittelemä ohjeeseen verrannollinen pitoisuus ei ole osa Suomen ilmansuojelulainsäädäntöä.

Tässä tutkimuksessa tarkasteltiin mallintamalla vain pienhiukkaspitoisuuksia ($\text{PM}_{2,5}$). On mahdollista, että pienhiukkasia kooltaan suurempien hengitettävien hiukkasten pitoisuudet (PM_{10}) voivat epäedullisissa meteorologisissa olosuhteissa ylittää niiden vuorokausipitoisuudelle asetetun ohjeeseen tai raja-arvotason tarkastellulla tutkimusalueella. Hengitettävien hiukkasten pitoisuudet kohoavat etenkin katupölykaudella vilkkaasti liikennöityjen väylien läheisyydessä. Katupölyä esiintyy tyypillisesti keväällä maaliskuusta huhtikuusta sekä loppusyksystä talvirengaskauden alettua. Myös pienhiukkaspitoisuudet voivat hetkellisesti nousta korkeiksi näiden katupölyepisodien aikana. Katupölyn ja korkeiden hiukkaspitoisuuksien muodostumiseen voidaan merkittävästi vaikuttaa katujen talvikunnossapidolla sekä oikea-aikaisella katu- ja tien siivouksella ja pölynsidonalla.

Tässä työssä tarkasteltu Sörnäisten rantatien katukuilumainen katuosuus luokitellaan leveäksi katukuiluksi. Suunniteltujen rakennusten korkeudet vaihtelevat paljon. Nämä molemmat katukuilun ominaisuudet lisäävät ilmanvaihtoa ja parantavat pääs-

töjen sekoittumisolosuhteita. Leveässä katukuilussa ilman epäpuhtauksien pitoisuudet laimenevat paremmin kuin kapeassa katukuilussa, koska sekoittuminen katukuilun ja yläpuolisen ilman välillä on tehokkaampaa eikä pysyvää tuulipyörrettä pääse helposti syntymään katukuiluun. Rakennuskorkeuden vaihtelu ja katukuilun aukkojen runsaus (esim. sivukadut) lisäävät myös katukuilun tuulettuvuutta (*Kurppa ym., 2016*).

Nyt tehdyissä mallilaskelmissa on huomioitu ilmanlaadun kannalta epäedullinen ennustetilanne. Kuitenkin mallinnuksessa liikennevirran on oletettu olevan sujuvaa. Mikäli liikenne ruuhkautuisi tai ajonopeus laskisi oletetusta (50 km/h), päästöt ja sitä myöten myös pitoisuudet katukuiluissa kasvaisivat. Mikäli liikennevirran nopeus olisi nopeusrajoituksen mukainen 50 km/h, todennäköistä on, että autoliikenteen päästöt ja niiden aiheuttamat vaikutukset pienenisivät jonkin verran tulevaisuudessa autokannan uusiutuessa ja pitoisuudet olisivat nyt mallinnettuja pitoisuuksia pienempiä. Valtioneuvoston asetuksen (79/2017) mukaan typpidioksidipitoisuuden raja-arvo ei saa ylittyä siellä, missä ihmiset asuvat ja oleskelevat. Koska katukuilumallinnuksen mukaan nykyisellä päästötasolla Sörnäisten rantatien tarkastelukohdassa, joissa liikennemäärä on yli 45 000 ajoneuvoa vuorokaudessa ja raskaan liikenteen osuus 4 %, typpidioksidin vuosiraja-arvo voi ylittyä, ei tälle osuudelle voida suositella nykyisen suunnitelman mukaista katukuilumaista rakentamista. Mallilaskelmien mukaan myös typpidioksidin vuorokausiohjearvo ylittyy erillistarkastelupisteessä hengityskorkeudella. Hakaniemenranta-kadun varrella, johon on suunniteltu uusia liike- ja asuinrakennuksia, raja-arvotaso ei todennäköisesti ylity.

Alueen nykyistä ilmanlaatua tarkasteltiin HSY:n Hämeentiellä ja Sörnäisten rantatien pohjoispäässä tekemien typpidioksidin passiivikeräinmittausten avulla. Mittaustuloksien mukaan typpidioksidin vuosiraja-arvon ylittyminen Hämeentien katukuilumaisilla tieosuuksilla on ollut melko yleistä viime vuosien aikana. Sörnäisten rantatien mittauspisteissä typpidioksidipitoisuudet ovat olleet vuosiraja-arvon tasolla tai ylittäneet sen mittausvuosina 2015 ja 2016, vaikka tien liikennemäärät ovat olleet pienempiä kuin tässä työssä tarkasteltujen tulevaisuuden vaihtoehtojen liikennemäärät. Toisaalta liikenteen ajoneuvokohtaisten päästöjen oletetaan pienentyvät ajoneuvokannan uudistuessa. Päästökehityksen ennustaminen on kuitenkin haastavaa. Lisäksi Sörnäisten rantatien mittauspiste on puoliavoin katukuilu, jossa tuulettavuus on parempaa ja pitoisuudet jäävät pienemmiksi, kuin katukuilussa, jossa rakennukset reunustavat katua molemmin puolin.

Mikäli kaavasuunnitelmaa viedään ilmanlaatuselvityksen tuloksista huolimatta eteenpäin, olisi oleellista, että tulevaisuuden liikennemääriä Sörnäisten rantatiellä saataisiin erilaisin toimia pienennettyä huomattavasti tämän hetken ennusteesta, ja että liikenne olisi sujuvaa. Nykyisten suunnitelmien mukaan typpidioksidin vuosiraja-arvo on vaarassa ylittyä Sörnäisten rantatiellä katukuilumaisilla alueilla. Hakaniemenranta -nimisellä kadun varrella ilmanlaatutilanne on kummankin laskentavaihtoehdon mukaan parempi kuin Sörnäisten rantatiellä eivätkä raja-arvotaso ylittyisi siellä nykyisten suunnitelmien mukaan.

VIITELUETTELO

ALAVIIPPOLA, B. JA PIETARILA, H., 2011. Ilmanlaadun arviointi Suomessa, pienhiukkaspitoisuudet (PM_{2,5}). Ilmatieteen laitos, Ilmanlaadun asiantuntijapalvelut, Helsinki.

ANTTILA, P., TUOVINEN, J-P. JA NIEMI, J., 2011. Primary NO₂ emissions and their role in the development of NO₂ concentration in a traffic environment. *Atmospheric Environment* 45 (2011) 986-992.

BERKOWICZ, R., 1999. OSPM – A Parameterised Street Pollution Model, *Environmental Monitoring and Assessment* Vol. 65.

BERKOWICZ, R., OLESEN H. R., JENSEN, S. S., 2002. User's Guide to OSPM – Operational Street Pollution Model, Draft - May 2002, NERI Technical Report.

HANNUNIEMI, H., SALMI, J., RASILA, T., WEMBERG, A., KOMPPULA, B., LOVÉN, K. ja PIETARILA, H., 2016. Pääkaupunkiseudun päästöjen leviämismalliselvitys. Autoliikenteen, energiantuotannon, laivaliikenteen ja lentoliikenteen typenoksidi-, pienhiukkas- ja rikkidioksidipäästöjen leviämismallinnus. Ilmatieteen laitos, Asiantuntijapalvelut, Ilmanlaatu ja energia, Helsinki. 47 sivua + 27 liitesivua

HERTEL, O. AND BERKOWICZ, R., 1989. Modelling Pollution from Traffic in a Street Canyon. Evaluation of Data and Model Development, National Environmental Research Institute (NERI), DMU LUFT-A129, Roskilde, Denmark, ISBN 87-7440-141-6, 77 p.

HELSINGIN KAUPUNGIN YMPÄRISTÖKESKUS, 2016. Helsingin kaupungin ilmansuojelusuunnitelma 2017–2024. Helsingin kaupungin ympäristökeskuksen julkaisu 11/2016. ISBN (PDF): 978-952-331-221-0, saatavilla <https://www.hel.fi/static/ymk/julkaisut/julkaisu-11-16.pdf>

HÄRKÖNEN, J., NIKMO, J., KARPPINEN, A., AND KUKKONEN, J., 2001. A refined modelling system for estimating the emissions, dispersion, chemical transformation and dry deposition of traffic-originated pollution from a road. In: Cuvelier, C. et al., Seventh International Conference on Harmonisation within Atmospheric Dispersion Modelling for Regulatory Purposes, Joint Research Centre, European Commission, Ispra, Italy, pp. 311-313.

HSY, 2015. Ilmanlaatudata 2014. Ilmanlaatu pääkaupunkiseudulla vuonna 2014 –raportin liitteet, https://www.hsy.fi/sites/Esitteet/EsitteetKatalogi/Julkaisusarja/6_2015_Ilmanlaatu-liite.pdf

ILMANLAATUPORTAALI, 2017. Ilmatieteen laitoksen ylläpitämä palvelu, josta on saatavilla mittaustiedot ja historiatietoja pitoisuuksista lähes kaikilta Suomen ilmanlaadun seuranta-asemilta: [Vwww.ilmanlaatu.fi](http://www.ilmanlaatu.fi)

KASKI, N., LOUKKOLA, K., PORTIN, H., 2017. Ilmanlaatu pääkaupunkiseudulla vuonna 2016. HSY:n julkaisu 3/2017., ISBN: 978-952-7146-29-3 <https://www.hsy.fi/sites/Esitteet/EsitteetKatalogi/Raportit/ilmanlaatu-paakaupunkiseudulla-2016.pdf>

KARPPINEN, A., 2001. Meteorological pre-processing and atmospheric dispersion modeling of urban air quality and applications in the Helsinki metropolitan area. Academic dissertation. Finnish Meteorological Institute, Contributions No. 33, Helsinki.

KOMPPULA, B., ANTTILA, P., VESTENIUS, M., SALMI, T. JA LOVÉN, K., 2014. Ilmanlaadun seurantatarpeen arviointi. Ilmatieteen laitos, Asiantuntijapalvelut, Ilmanlaatu ja energia.

KURPPA, M., HELLSTEN, A., AUVINEN, M., KOUSA, A., KAUHANIEMI, M., KASKI, N., 2016. LES-virtausmallitarkastelu kaupunkibulevardilla. Saatavilla, https://www.hel.fi/hel2/ksv/julkaisut/yos_2016-5.pdf

LAURIKKO, J. K., 1998. On exhaust from petrol-fuelled passenger cars at low ambient temperatures. VTT julkaisu 348.

RANTAKRANS, E., 1990. Uusi menetelmä meteorologisten tietojen soveltamiseksi ilman epäpuhtauksien leviämismalleissa. Ilmansuojelu-uutiset 1/90, s. 18–20.

SALMI, J.; LOVÈN, K.; 2013. Sörnäisten tunnelin ilmanlaatuvaikutukset. Liikenteen typpi-dioksidi - ja pienhiukkaspäästöjen leviämismallilaskelmat. Ilmatieteen laitos, Ilmanlaadun asi-
antuntijapalvelut, Helsinki. 24 s.+ 32 liites.

VTT, 2012. Teknologian tutkimuskeskus VTT. LIPASTO liikenteen päästöt <http://lipasto.vtt.fi/>

Vna 79/2017. Valtioneuvoston asetus ilmanlaadusta. Julkaistu 1.2.2017.

Vnp 480/1996. Valtioneuvoston päätös ilmanlaadun ohjearvoista ja rikkilaskeuman tavoitearvoista. Annettu 19.6.1996.

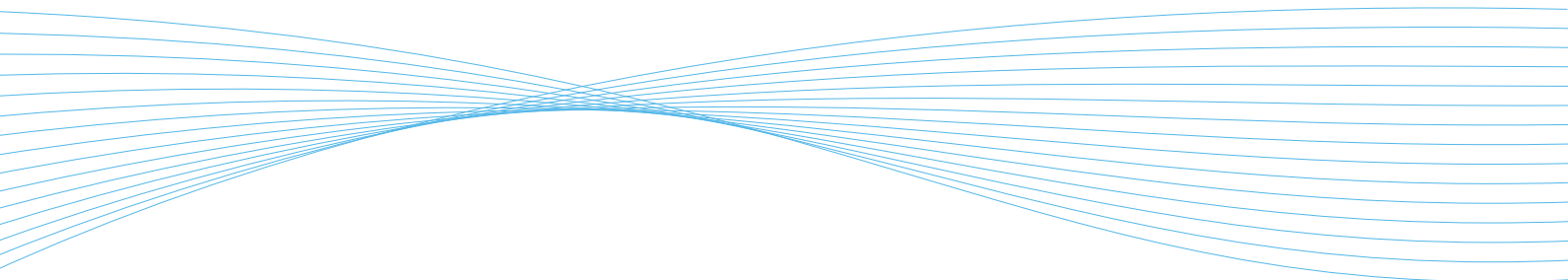
WHO, 2006. WHO Air quality guidelines. Particulate matter, ozone, nitrogen dioxide and sulphur dioxide. Global update 2005. Copenhagen, WHO Regional Office for Europe.

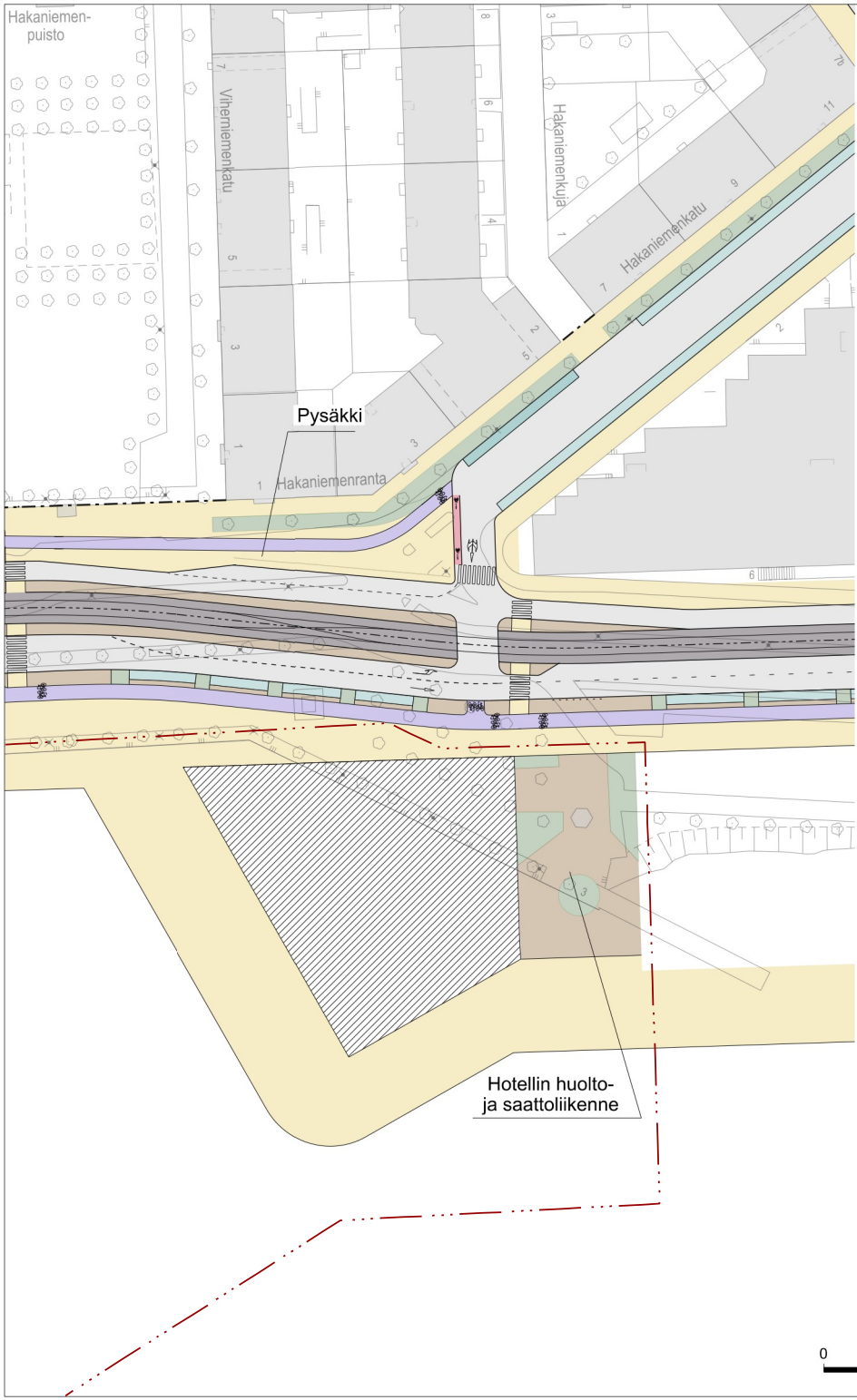


ILMATIETEEN LAITOS
METEOROLOGISKA INSTITUTET
FINNISH METEOROLOGICAL INSTITUTE

ILMATIETEEN LAITOS
Erik Palménin aukio 1
00560 Helsinki
puh. 029 539 1000

WWW.ILMATIETEENLAITOS.FI





SELITE

- Suunnitelma-alueen raja
- Pyörätie
- Jalkakäytävä
- Istutускаista
- Pysäköinti
- Koroke
- Asemakaavaehdotuksen 12478 mukainen korttelialue
- - - 2 metriä kaava-alueen rajan ulkopuolella oleva viiva



Helsinki Kaupunkiympäristön toimiala Liikenne- ja katusuunnittelu

Kaupunginosa 11, Kallio

**OTE HAKANIEMENRANTA-SÖRNÄISTENRANTA
LIIKENNEKAAVION LUONNOKSESTA
LIITTYY KAAVAAN NRO 12478**

Mittakaava	Diariinro	Piirustusno	Hyväksytty
1:1000	Hanke		Lksp
	Asemakaava	Tasokoordinaatisto ETRS-GK25 Korkeusjärjestelmä N2000	Tarkastanut
			Laatinut Juuso Helander
			Piirtänyt Juuso Helander

Hilbert's Hotel

Hilberts Paradox: *A fully occupied hotel with infinitely many rooms may still accommodate additional guests, even infinitely many of them, and that this process may be repeated infinitely often.*

David Hilbert, 1924



View East from Promenade

A New Beacon

The New Beacon of Helsinki should be recognisable for not just the environment created for hotel guests and employees but also for the qualities afforded the public at large.

To achieve this, the architectural concept should be both generic and contextual at the same time, point to a future and yet reference a rich history and value set that has evolved over time.

Our proposal seeks to achieve a scale that is contextual and not overpowering to form a harmonious relationship with that of the surrounding urbanity and landscape, indeed that of the community as a whole.

A New Public Space

Our proposal clearly articulates a public and private domain. The public domain forms the foundation of the hotel.

The hotel rooms are lofted above the stepped Plaza landscape revealing public functions related to the hotel and legible thoroughfares across the site.

Maintaining a high degree of permeability of the Plaza is an essential element for our proposal, ensuring access to the water and connectivity across the site and with the wider neighbourhood.

The Ground Floor space is enclosed by a wave formed glass screen offering diffused views in and out with overlaid fragmented reflections.

A New Hotel

The private domain of the project, the hotel rooms, are enveloped in a smooth contiguous white glass skin that is in direct contrast to the surrounding heavily punched masonry facades. The panelisation of the facades reminiscent of broken sea ice is expressed by small joints.

This distribution of panels is in fact a modular repeatable pattern that is related to the hotel rooms that it encloses. Each room has 3 windows, one of which is operable with a parallel opening system.

Window glass consists of switchable glass that, by default is a white colour similar to the panels. It is activated by the room keycard which turns the glass clear. The hotel appearance is controlled by the guests.

A New Urban Landmark

As an urban landmark the new Hotel is notable for two things.

Firstly the readily accessible ground plane condition and secondly, the changing facade.

The building should not be just a beacon set apart from its surroundings but also a powerful urban catalyst pointing to a future contextual development.

Our intention is that the ensemble of the Hotel and landscape be perceived as a landmark through its experience in the daily life of the area. Pedestrian permeability at ground level with restaurants, bars, outdoor seating and rooftop terraces will ensure a vibrancy as a destination.

A New Sustainable Hotel

The overriding factors will be ensuring:

Economic Sustainability - we must be able to deliver a project that is fundamentally economically viable.

Social Sustainability - we must deliver a project that contributes to the area and complements the existing urban context.

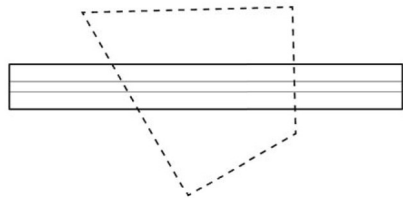
Environmental Sustainability - we must deliver a project that responds to the environment both in regard to energy consumed but also with regard the embodied energy of the structure.

An occupied building is a sustainable building. The new Helsinki Beacon contributes to its urban setting by being a lively and social place.



Connection to the Urban Fabric

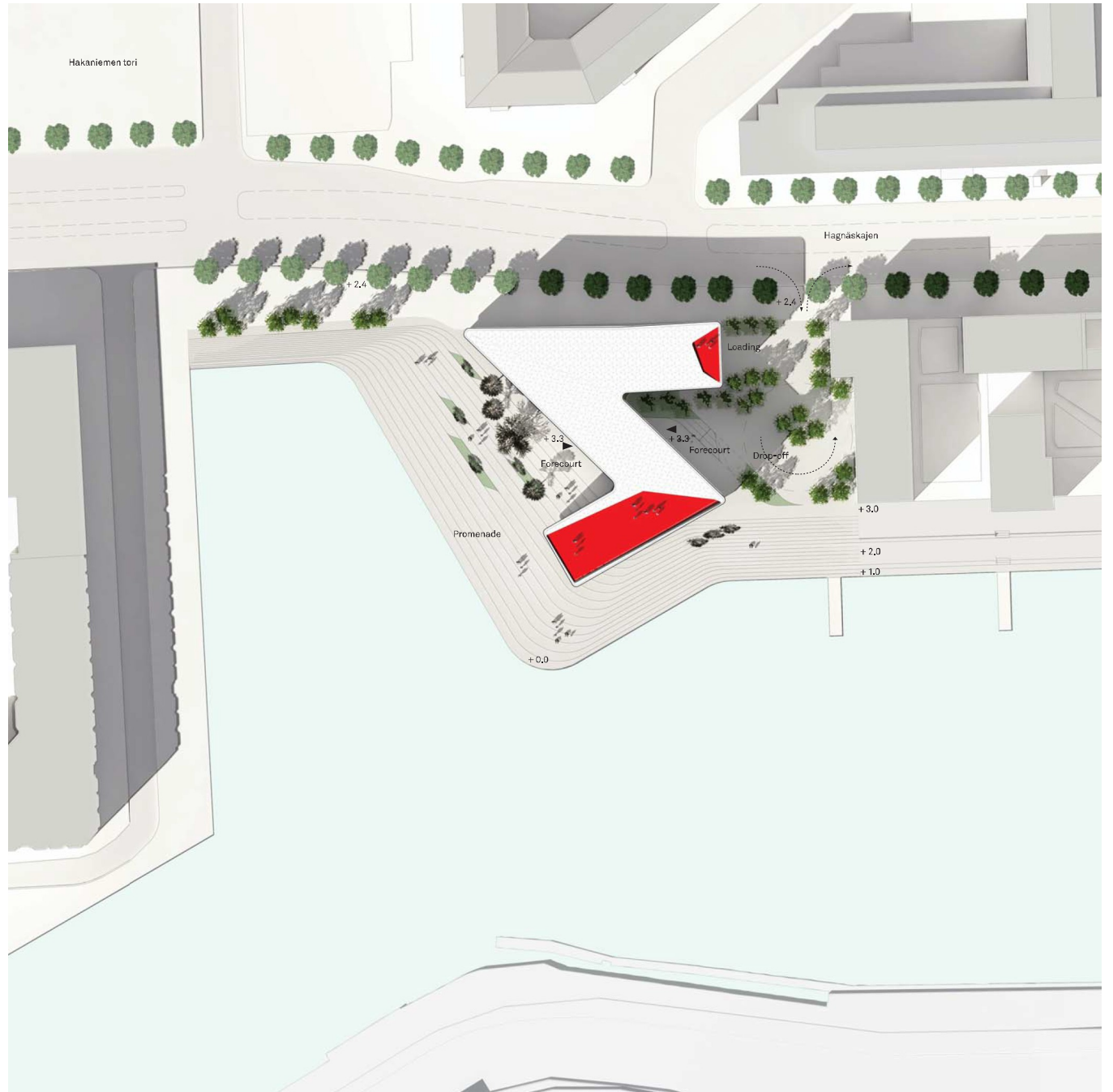
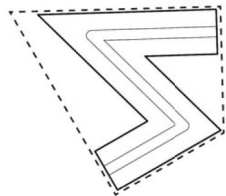
Efficient double loaded corridor arrangement vs. Compact Site



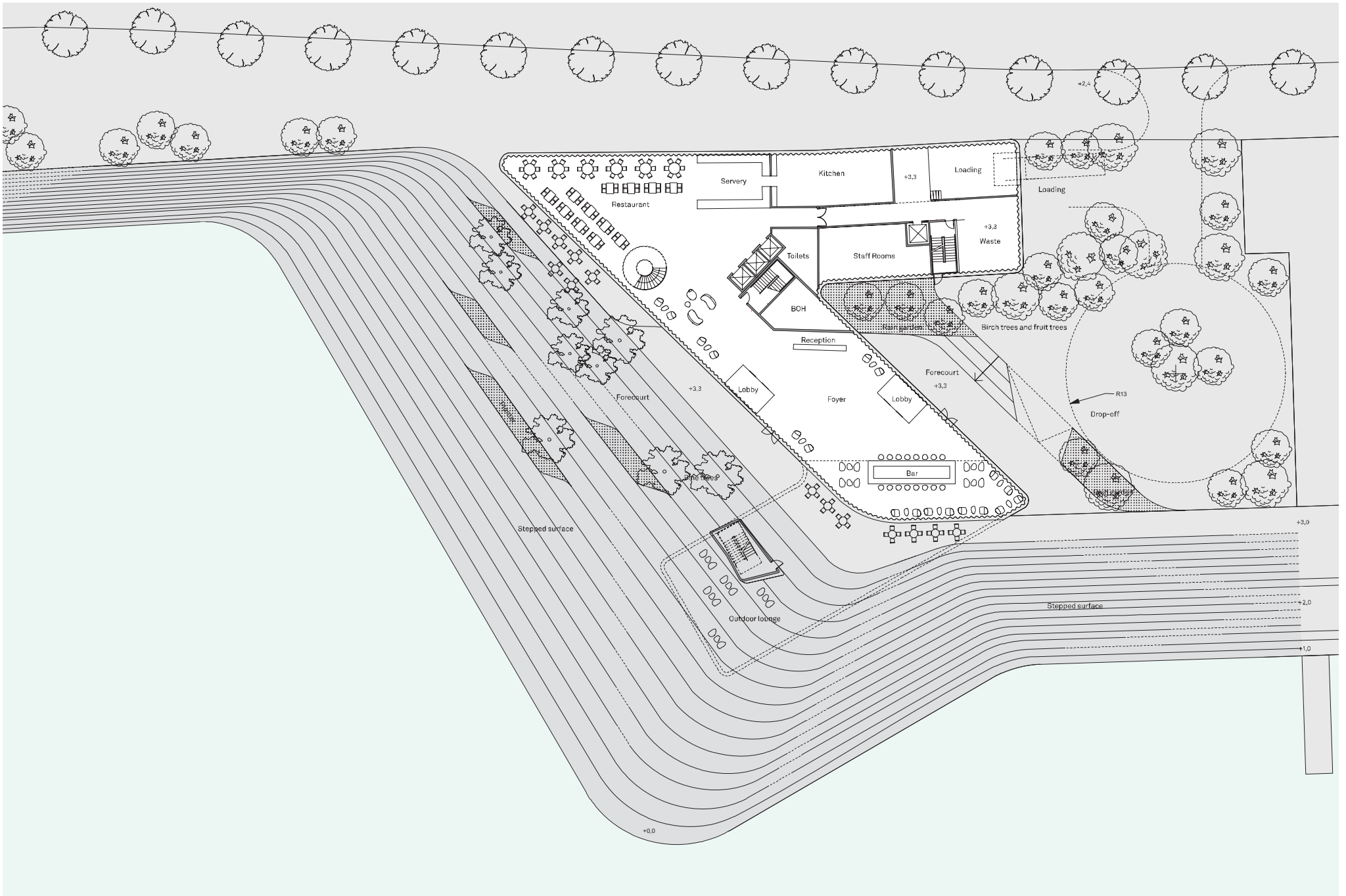
Bend it



Project on Site



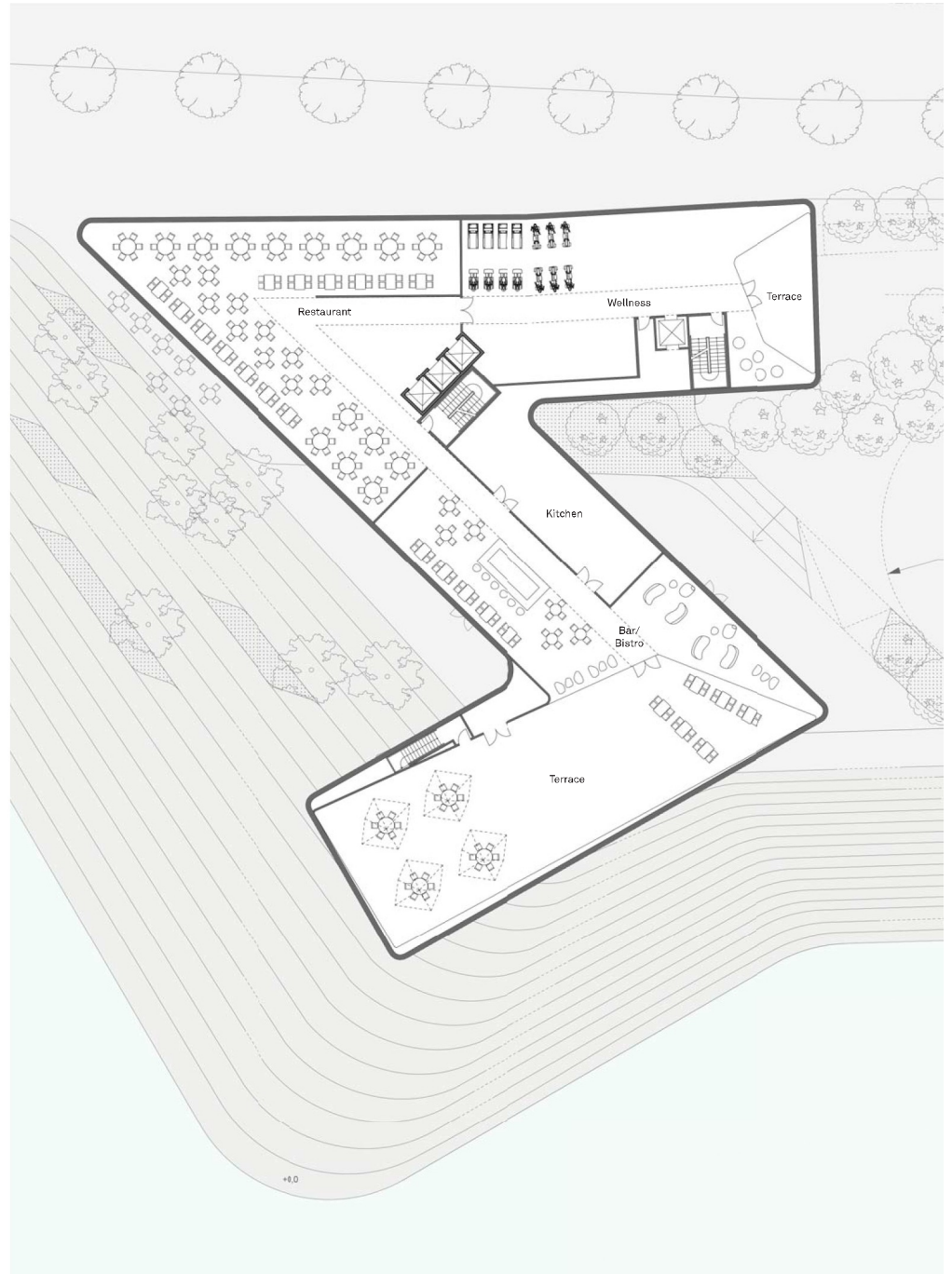
Site Plan



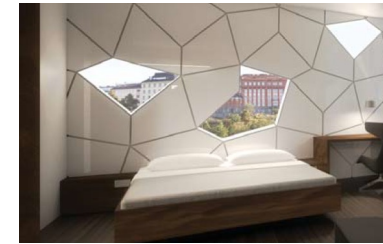
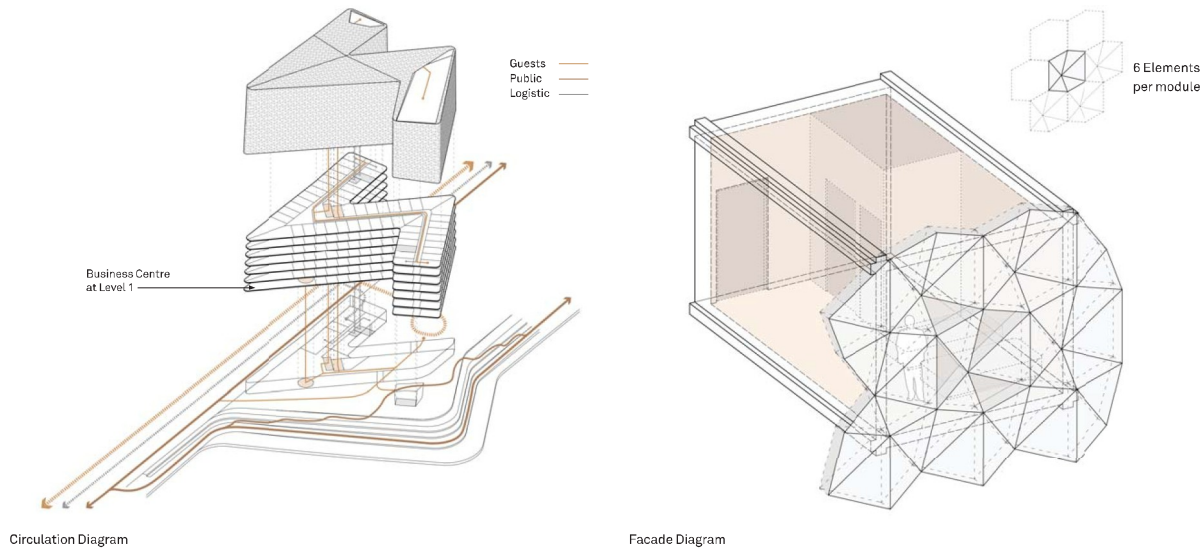
Ground Floor



Typical Floor Plan



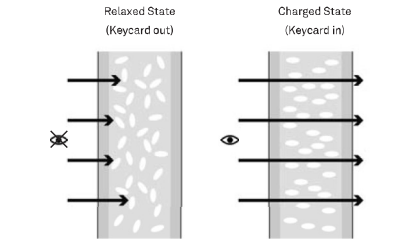
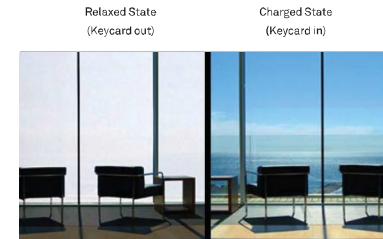
8th Floor Plan



Hotel Room



Helsinki Harbour Ice



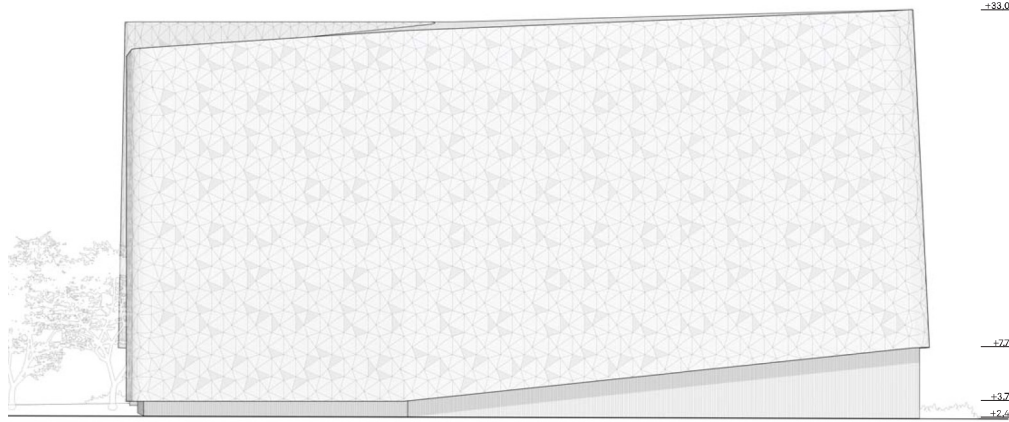
The panelisation of the facades reminiscent of broken sea ice often found on Helsinki's harbour. The distribution of panels is in fact a modular repeatable pattern that are related to the hotel rooms that it encloses. Each room has at least 3 windows, one of which is operable with a parallel opening window system for natural ventilation.

Window glass consists of switchable glass that, by default is a white colour similar to the panels. It is activate by the room keycard which turns the glass clear. The hotel occupants dictate the hotel appearance. The switchable glass has an additional benefits of reducing solar loading to the hotel and offering privacy if required.

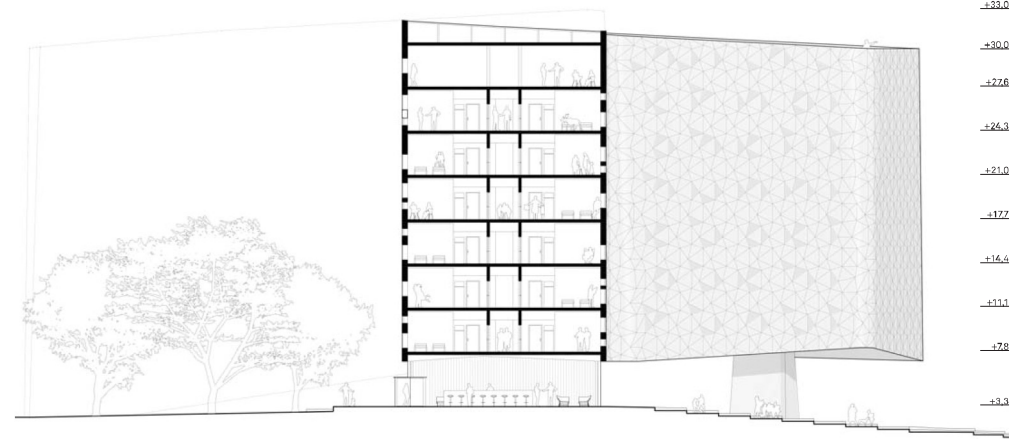
Schedule of Approximate Gross Areas (sq. m)

Plant Areas Excluded

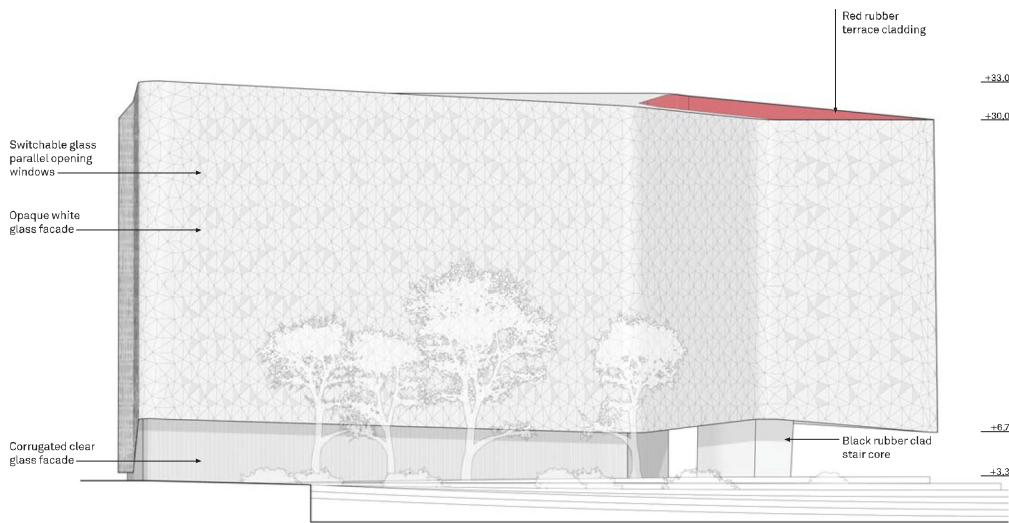
Level	Function	Area	Total Area	No. Rooms	R.L.	F/ Fl Height
1	Foyer	470	-	-	3.30	4.5m
	Reception	60	-	-	-	4.5m
	Reception BOH	150	-	-	-	4.5m
	Bar	130	-	-	-	4.5m
	Restaurant	280	-	-	-	4.5m
	Kitchen	100	-	-	-	4.5m
	Loading	180	-	-	-	4.5m
Terrace	230	1600	-	-	4.5m	
2	Business Centre	300	-	-	7.80	3.3m
	Hotel Rooms	1543	1843	44	-	3.3m
3	Hotel Rooms	1843	1843	49	11.10	3.3m
4	Hotel Rooms	1843	1843	49	14.40	3.3m
5	Hotel Rooms	1843	1843	49	17.70	3.3m
6	Hotel Rooms	1843	1843	49	21.00	3.3m
7	Hotel Rooms	1843	1843	49	24.30	3.3m
8	Wellness Centre	320	-	-	27.60	3.3m
	Wellness Terrace	50	-	-	-	3.3m
	Restaurant	450	-	-	-	3.3m
	Bar	280	-	-	-	3.3m
	Kitchen/ BOH	170	-	-	-	3.3m
	Bar Terrace	420	1843	-	-	3.3m
			14500	289		



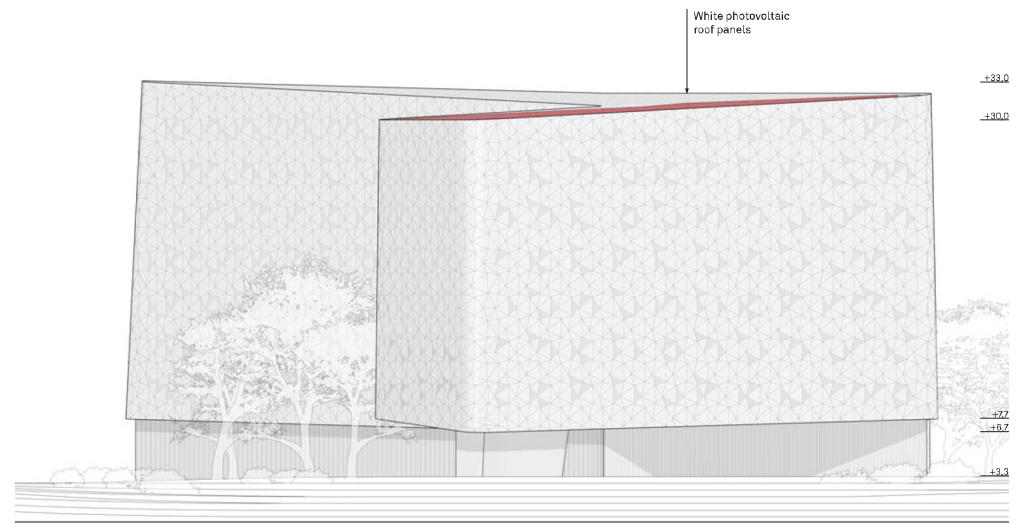
Elevation North



Section West-East



Elevation West



Elevation South



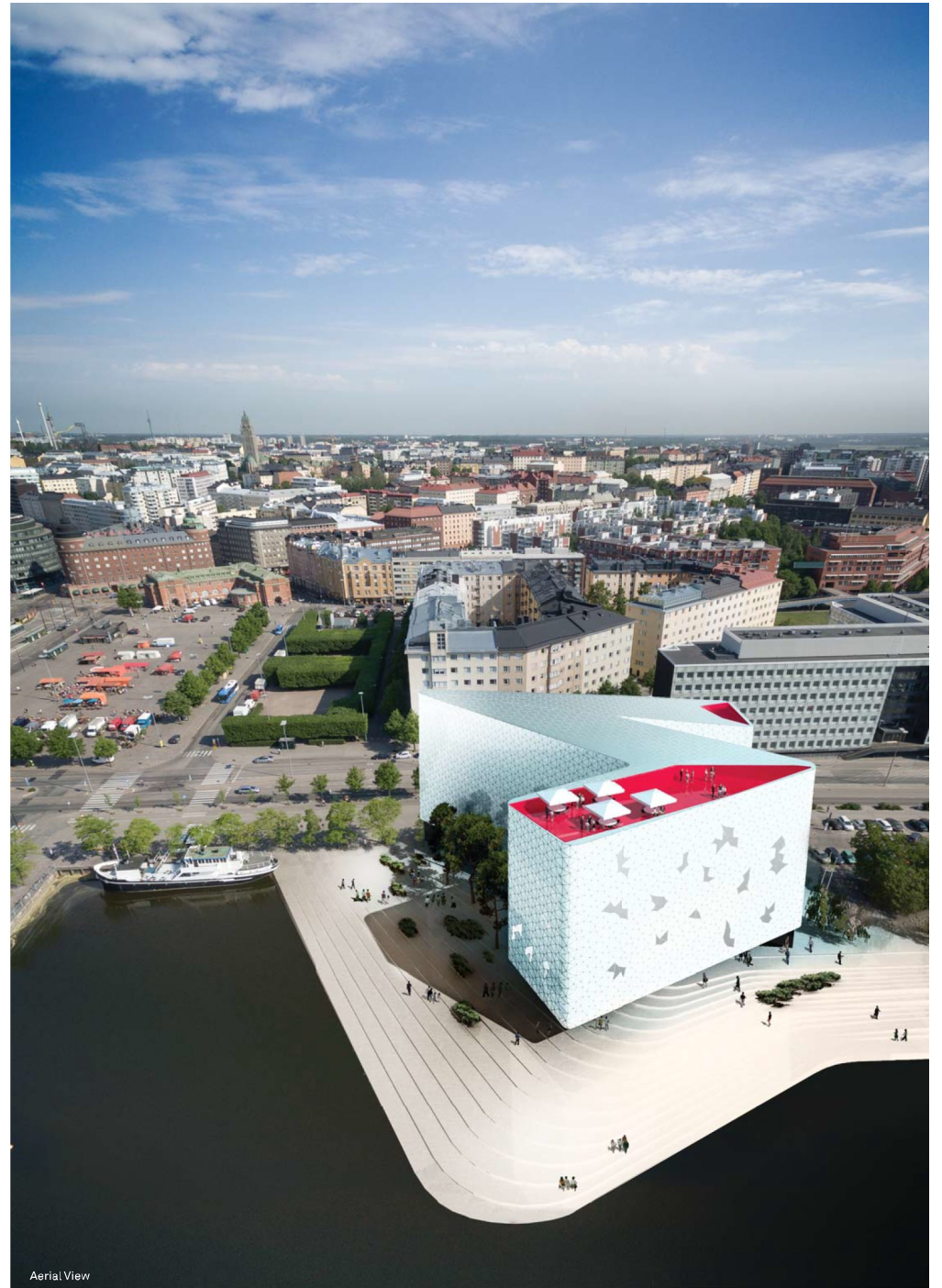
View from Bridge



View from Market Square



View from Opposite Shore



Aerial View