



JÄTKÄSAAREN TALLETUSVARASTO BUNKKERI JA NAAPURIKORTTELIT

20. KAUPUNGINOSA LÄNSISATAMA

ASEMAKAAVAN MUUTOKSEN SELOSTUS





ASEMAKAAVAN MUUTOKSEN SELOSTUS
ASEMAKAAVAN MUUTOKSEN KARTTA NRO 12173
PÄIVÄTTY 4.12.2012

Asemakaavan muutos koskee:

*Helsingin kaupungin
20. kaupunginosa (Länsisatama, Jätkäsaari)
korttelin 20808 tonttia 5,
korttelin 20810 tonttia 3,
korttelin 20811 tontteja 2 ja 3,
korttelia 20812,
osaa korttelista 20262 sekä
katualueita ja satama-aluetta
(muodostuvat uudet korttelit 20821 ja 20822)*

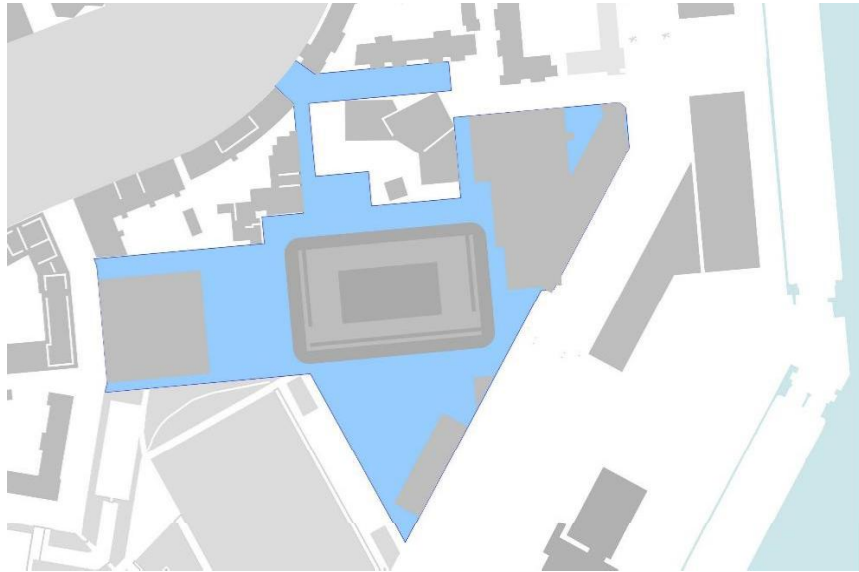
Kaavan nimi: Jätkäsaaren talletusvarasto Bunkkeri ja naapurikorttelit, asemakaavan muutos
Hankenumero: 0846_4
HEL 2011-005972

Laatija:
Helsingin kaupunkisuunnitteluviraston asemakaavaosasto

Vireilletulosta ilmoittaminen: 11.3.2011
Kaupunkisuunnittelulautakunta: 4.12.2012
Nähtävilläolo (MRL 65 §): 11.1.–11.2.2013
Kaupunkisuunnittelulautakunta: muutettu 16.2.2016
Nähtävilläolo (MRL 65 §): 18.3.–22.4.2016
Kaupunkisuunnittelulautakunta: muutettu 17.5.2016
Hyväksyminen: kaupunginvaltuusto
Voimaantulo:

Alueen sijainti:
Alue sijaitsee Jätkäsaarella, Tyynenmerenkadun ja Hyväntoivonkadun välisellä kaistaleella.





Helsingin kaupunki

Kaupunkisuunnitteluvirasto

Maankäyttö: Matti Kaijansinkko, projektipäällikkö,

Liikenne: Sanna Ranki, liikenneinsinööri

Teknitaloudelliset asiat: Kati Immonen, insinööri

Helena Färkkilä-Korjus, diplomi-insinööri (geotekniikka)

Raila Hoivanen, diplomi-insinööri (pelastusturvallisuus)

Mikko Juvonen, diplomi-insinööri (kaavatalous)

Jarkko Nyman, insinööri (kunnallistekniikka, kaavatalous)

Julkiset ulkotilat, maisema: Anu Lämsä, maisema-arkkitehti

Vuorovaikutus: Juha-Pekka Turunen, vuorovaikutussuunnittelija

Kaavapiirtäminen: Hilpi Turpeinen, suunnitteluavustaja

Kaupunginkanslia

Outi Sääntti, projektinjohtaja

Kiinteistövirasto

Minna Aarnio, kiinteistöjen kehittämisspäällikkö (Bunkkeri)

Anneli Nurmi, projektinjohtaja (peruskoulu)

Liikuntavirasto

Hanna Lehtiniemi, arkkitehti

Hankesuunnittelu (Bunkkeri)

Jussi Murole, B&M, arkkitehti



SISÄLLYSLUETTELO

ASEMAKAAVAN KUVAUS	6
Sijainti.....	6
Tavoitteet	6
Mitoitus.....	7
Korttelialueet	7
Liikenne.....	9
Palvelut	10
Esteettömyys.....	10
Luonnonympäristö.....	11
Ekologinen kestävyys.....	11
Yhdyskuntatekninen huolto	11
Maaperän rakennettavuus, pohjarakentaminen ja pilaantuneisuuden kunnostaminen.....	11
Ympäristöhäiriöt	13
Pelastusturvallisuus/rakennetekniikka.....	15
Nimistö	16
Vaikutukset.....	16
TOTEUTUS.....	19
SUUNNITTELUN LÄHTÖKOHDAT	20
SUUNNITTELU- JA KÄSITTELYVAIHEET	23



LIITTEET

1 Osallistumis- ja arviointisuunnitelma

2 Seurantalomake

3 Kuvat ja kartat

- Sijaintikartta
- Ilmakuva
- Asemakaavakartta (A4-koossa)
- Havainnekuva
- Ote maakuntakaavasta
- Ote 2. vaihemaakuntakaavasta
- Ote Helsingin uudesta yleiskaavasta (ehdotus)
- Ote Yleiskaava 2002:sta
- Ote Jätkäsaaren osayleiskaavasta
- Ote voimassa olevista asemakaavoista
- Bunkkerinkujan ja Hampurinkujan alueen liikennesuunnitelma
- Perspektiivikuvat:
 - Bunkkeri etelästä
 - Bunkkerin sisäpiha
 - Bunkkerin uimahalli
 - Bunkkerin palloilukentät
 - Jätkäsaaren peruskoulun arkkitehtikilpailun voittaja Nemo
- Varjoisuustarkastelu, toukokuu/elokuu
- Maaperäselvitys
- Jätkäsaari, Ympäristömeluselvitys, Akukon Oy, 10/2015
- Julkisivun äänieristys laivamelua vastaan, Mitoitusmenettely, TL akustiikka, 1.7.2011
- Helsingin Länsisataman matkustajalaivojen hajupäästöjen leviämismallilaskelmat, Ilmatieteen laitos, 3.5.2007
- Helsingin Länsisataman matkustajalaivojen päästövaikutusten arviointi leviämismallilaskelmin, Ilmatieteen laitos, 1.10.2002
- Jätkäsaaren liikuntapuiston pohjoisosa ja koulun piha-alue, Lausunto tuulisuuden vaikutuksista, WSP Finland Oy, toukokuu 2011

LUETTELO MUUSTA KAAVAA KOSKEVASTA MATERIAALISTA

- Vuorovaikutusraportti



TIIVISTELMÄ

Asemakaavassa muutetaan kolmea vuonna 2009 lainvoiman saaneen asemakaavan korttelia sekä joitain katu- ja satama-alueita. Kaavassa Jätkäsaareen muodostuu yksi uusi liikerakennusten kortteli.

Sataman vanha talletusvarasto Bunkkeri on nykyisessä asemakaavassa osoitettu liikunta- ja kulttuurikäyttöön. Kaupunki järjesti Bunkkerista hankintakilpailun, jonka voittaneen työn pohjalta bunkkerin tontin osalta asemakaava on laadittu. Kaava mahdollistaa Bunkkeriin uimahallin ja liikuntatiloja yhteensä noin 14 000 k-m². Bunkkerista puretaan kaksi kerrosta koko alalta ja keskeltä kaikki kerrokset ensimmäistä lukuun ottamatta. Kolme ensimmäistä kerrosta on varattu liikuntatiloille, neljäs osittain liikuntatiloille ja pääosin apu- ja teknisiksi tiloiksi. Vanhan bunkkerin viidennestä kerroksesta ylöspäin on varattu asumiselle, jota on maksimissaan kymmenen kerrosta. Asuminen muodostaa tiiviin umpikorttelin, jonka keskelle jää suojainen piha. Uutta asuntokerosalaa on 20 500 k-m², joka vastaa noin 500 asukasta.

Korttelin 20810 halkaisee uusi kapea katu Bunkkerinkuja, jonka kautta hoidetaan Bunkkerin asuntojen ja liikuntatilojen ajoyhteys. Koulukortteli rajautuu uuden kadun vuoksi omaksi korttelikseen, jonka vuoksi se on jouduttu lisäämään kaava-alueeseen. Koulukorttelin aluerajaukset ja määräykset noudattavat yleisen arkkitehtikilpailun voittaneen työn ratkaisuja.

Lisäksi on tehty teknisiä muutoksia jo rakennettuun kortteliin 20812.

Rionkatua on korttelin 20808 eteläpuolisella osuudella levennetty 0,5 metrillä mm. pelastusajoneuvojen toimintaedellytysten parantamiseksi.

Helsingin kaupunki omistaa asemakaava-alueen. Kaavaratkaisu on tehty kaupungin aloitteesta.

Kaupunkisuunnittelulautakunta esitti kaavaehdotuksen hyväksymistä. Kaavaehdotus oli julkisesti nähtävillä ja siitä saatiin lausunnot. Kaavaehdotukseen tehtiin olennaisia muutoksia, jotka on esitetty yksityiskohtaisesti kaavaselostuksen viimeisessä luvussa.

Kaupunkisuunnittelulautakunta esitti muutetun ehdotuksen hyväksymistä, jonka jälkeen ehdotus oli uudelleen julkisesti nähtävillä, jona aikana siitä saatiin 7 muistutusta ja nähtävilläoloajan ulko-



puolella 2 kirjettä. Ehdotuksesta saatiin lausunnot. Kaavaehdotusta ei muutettu muistutusten, kirjeiden ja saatujen lausuntojen johdosta.

ASEMAKAAVAN KUVAUS

Sijainti

Alue sijaitsee Jätkäsaarella, Helsingin Sataman Länsiterminaalien välittömässä läheisyydessä. Terminaalirakennus ja laivalaiturit sijaitsevat alueen kaakkoispuolella. Kuusikerroksinen, sataman vanha talletusvarasto Bunkkeri on valmistunut 1972. Bunkkerin nykyinen kerrosala on 34 500 k-m². Rakennus on jo Jätkäsaarenkallion ja Hietasaaren asemakaavassa osoitettu liikuntatoimintojen käyttöön ja sen eteläpuolelle on laadittu asemakaava koko eteläistä Helsinkiä palvelevasta Jätkäsaaren liikuntapuistosta. Alue on tällä hetkellä väliaikaiskäytössä pysäköintialueena ja Staran varikkona. Verkkokauppa.com Bunkkerin itäpuolella on aloittanut toimintansa alueella korttelissa 20812 vuonna 2011. Bunkkerin länsipuolella on koulutontti ja pohjoispuolella lastentalotontti. Kaava-alue liittyy rakenteilla olevaan Hietasaaren asuntovaltaiseen kerrostaloalueeseen.

Tavoitteet

Kaavaratkaisun tavoitteena on mahdollistaa tavarasatama-aikaisen talletusvarasto Bunkkerin muuttaminen julkisia palveluita ja asumista sisältäväksi hybridirakennukseksi sekä naapurikorttelien osalta päivittää rajaukset ja määräykset toteutuneen ja suunnitellun mukaisiksi.

Bunkkeri on nykyisessä, voimassa olevassa asemakaavassa liikunta- ja kulttuurirakennus. Yhdessä liikuntapuiston kanssa Bunkkerin tavoite on palvella kaikkia eteläisiä kaupunginosia tarjoten monipuolisia liikuntapalveluja. Liikuntatilojen tavoitteena on palvella alueen kouluja ja mm. vanhusten palvelutaloja. Asuntojen rakentaminen Bunkkeriin mahdollistaa Jätkäsaaren noin 500 asukasta enemmän kuin aiemmissa arvioinneissa.

Korttelissa 20812 tavoitteena on Verkkokaupan nyt kahtena erillisinä olevien tonttien yhdistäminen.

Koulutontilla on uusi kortteli- ja rakennusalueerajaus, muuten kaavan sisältö on voimassaolevan mukainen.



Tyynenmerenkadun varrella olevassa pienessä liikekorttelissa tavoitteena on Jätkäsaaren palvelujen parantaminen mahdollistamalla kahden yksikerroksisen liiketilan rakentaminen.

Kaavaratkaisu edesauttaa kaupungin strategisten tavoitteiden toteutumista siten, että alueen tunnistettavaa identiteettiä vahvistetaan, kaavoissa varataan riittävästi tilaa virkistysalueille ja liikuntaan sekä kaupunginosia kehitetään monipuolisina.

Mitoitus

Suunnittelualueen pinta-ala on 30 004 m².

Kaavaratkaisun myötä alueen rakennusoikeus kasvaa 600 k-m².

KORTTELI- NUMERO	VOIM. ASEMA- KAAVA AS.	VOIM. ASEMA- KAAVA MUUT	UUSI ASEMA- KAAVA AS.	UUSI ASEMA- KAAVA MUUT
20811	0	34 500	20 500	14 000
20812	0	25 900	0	25 900
20810 > 20821	0	8 000	0	8 000
20822	ei korttelia	ei korttelia	0	600
YHTEENSÄ	0	68 400	20 500	48 500

Toteutuessaan kaava mahdollistaa noin 500 asukasta ja 600 työpaikkaa.

Korttelialueet

Alueen lähtökohdat ja nykytilanne

Alueella on tällä hetkellä kolme rakennusta. Bunkkeriksi kutsuttu entinen satamavarasto valmistui vuonna 1972. TallinkSiljan pääkonttori ja Verkkokauppa.comin tavaratalo valmistuivat 2011. Verkkokaupan rakennus sijoittuu kahdelle tontille.

Kaupunki järjesti vuonna 2015 toteutuskilpailun, jonka avulla etsittiin Bunkkeri-rakennukselle ostajaa, joka toteuttaisi rakennukseen alueen koululaisia, asukkaita sekä liikuntaseuroja palvelevat liikuntatilat ja uimahallin. Lisäksi Bunkkeriin oli mahdollista ehdottaa asuntoja tai muita tiloja. Kilpailuun tuli yksi ehdotus, jonka pohjalta kaupunki on pyytänyt hankkeesta tarjouksen. Bunkkerin osalta kaava noudattaa ehdotuksen ratkaisuja.

Jätkäsaaren peruskoululle etsittiin suunnitteluratkaisua yleisen kaksivaiheisen arkkitehtuurikilpailun avulla. Ensimmäiseen vaiheeseen saatiin 136 ehdotusta, joista kuusi valittiin toiseen vaiheeseen. Kilpailun voittajaksi raati valitsi nimimerkin Nemo, jonka



ratkaisujen mukaan koulu on tarkoitus myös rakentaa. Koulun on tarkoitus valmistua alkukesästä 2019.

Bunkkerin eteläpuolella olevalla kolmionmuotoisella alueella on voimassa asemakaava tavarasatama-ajalta. Täällä hetkellä alue on asfalttikenttää ja se on varasto- ja pysäköintikäytössä.

Urheilutoimintaa palvelevien rakennusten sekä asuinrakennusten korttelialue (YUA)

Vanhaan sataman talletusvarasto Bunkkeriin voidaan sijoittaa liikunnan tiloja. Rakennukseen saa sijoittaa myös kaupallisia palveluita esimerkiksi kahviloita tai myymälöitä. Asuntoja saa sijoittaa noin tasosta +24 ylöspäin noin tasoon +58 asti.

Hankintakilpailuun liitteenä olleessa viitesuunnitelmassa uimahalli sijoittuu rakennuksen maantasokerrokseen.

Toisessa ja kolmannessa kerroksessa on kolme kenttää varattu pallopeleihin ja yksi voimisteluun. Parvikerroksessa on mm. n. 300 metrin juoksurata ja pienempiä liikuntatiloja.

Asuminen sijoittuu liikuntatilojen yläpuolelle ja muodostaa tiiviin umpikorttelin, jonka keskelle jää suojainen piha. Uutta asuntokerosalaa on 20 500 k-m², joka vastaa noin 500 asukasta. Asuntoihin on suunniteltu käynti omien porrashuoneiden kautta Bunkkerin itä- ja länsisivulta.

Bunkkerista on suunnitelmassa purettu kaksi ylintä kerrosta koko alalta ja keskeltä kaikki kerrokset ensimmäistä lukuun ottamatta. Uudisrakentamisessa julkisivujen varastohahmo on tarkoitus palauttaa mahdollisuuksien mukaan.

Bunkkerin pysäköinti on osittain kellarikerroksessa ja osittain kannen alla rakennuksen pohjoispuolella. Kannen päälle on sijoitettu osa asukkaiden pysäköintipaikoista, joita voidaan varata myös liikuntatilojen käyttöön niiden aukioloaikoina.

Opetustoiminnan korttelialue (YO)

Alueelle voi rakentaa koulurakennuksen.

Liikerakennusten korttelialue (KL)

Alueelle voi rakentaa yksikerroksisia myymälä-, kahvila- tai ravintorakennuksia. Rakennusten katoilla voi olla asiakasterassit.



Toimitilarakennusten korttelialue (KTY)

Kaavan tonttijako ja tonttien kerrosalan jakautuminen on muutettu tontin haltijan hakemuksen mukaisesti vastaamaan toteutunutta tilannetta. Korttelin rakennukset ovat valmistuneet vuonna 2011.

Kokonaiskerrosala (25 900 k-m²) korttelissa ei muutu.

Liikenne

Lähtökohdat

Asemakaava-alue rajautuu idässä Tyynenmerenkatuun, joka on Jätkäsaaren alueellinen kokoojakatu ja toimii Länsiterminaalin ensisijaisena ajoyhteytenä. Tyynenmerenkadulle on ennustettu vuodelle 2035 liikennettä noin 8 000 ajoneuvoa vuorokaudessa Bunkkerin kohdalla. Tyynenmerenkadulla on lyhytaikaista, maksullista vieras- ja asiointipysäköintiä. Lännessä kaava-alue rajautuu Hyväntoivonkatuun, jonka liikenne on vähäistä.

Tyynenmerenkatua pitkin kulkee raitiotie. Raitiovaunupysäkki on Bunkkerin läheisyydessä. Kahden linjan päätepysäkkiin liittyvä käännympyrä on tarkoitus rakentaa aukiolle Bunkkerin eteläpuolella.

Kaavaratkaisu

Uuden kadun Bunkkerinkujan kautta on ajoyhteys Bunkkerin pysäköintitiloihin. Hampurinkujan pohjoisosa, Hietasaarenkuja sekä Länsisatamankuja ovat varattu yleiselle jalankululle ja pyöräilylle. Hampurinkujan eteläosassa on myös huoltoajo sallittu.

Bunkkerin pysäköinti on osittain kellarikerroksessa ja osittain kannen alla rakennuksen pohjoispuolella. Kannen päälle on sijoitettu osa asukkaiden pysäköintipaikoista, joita voidaan varata myös liikuntatilojen käyttöön niiden aukioloaikoina. YUA-korttelialueella autopaikkoja tulee rakentaa asuntojen osalta vähintään 1/135 k-m². Jos tontti liittyy pysyvästi yhteiskäyttöautojärjestelmään tai osoittaa mulla tavoin varaavansa asukkaille yhteiskäyttöautojen käyttömahdollisuuden, voidaan autopaikkojen kokonaismäärästä vähentää viisi autopaikkaa yhtä yhteiskäyttöautopaikkaa kohti, yhteensä kuitenkin enintään 10 %. Jos vähintään 50 autopaikkaa toteutetaan keskitetysti nimeämättöminä, voidaan kokonaisautopaikkamäärästä vähentää 10 %.

Pyöräpysäköintipaikkoja tulee asuntoja varten olla 1 pp / 30 k-m² ja niistä vähintään 75 % on sijoitettava ulkoiluvälinevarastoon.



Vieraspysäköintipaikkoja tulee olla 1 pp / 1 000 k-m², jotka sijoitetaan asuinrakennuksen sisäänkäyntien läheisyyteen. Asukkaiden paikoissa ja vieraspolkupyöräpaikoissa tulee olla runkolukitusmahdollisuus.

Muut pysäköintinormit noudattavat Jätkäsaarenkallion ja Hieta-saaren sekä Verkkokaupan asemakaavojen mukaisia pysäköintinormeja.

Palvelut

Lähtökohdat

Jätkäsaaren ensimmäiseen lastentaloon sijoittuu päiväkoti, esi-koulu ja peruskoulun 1. ja 2. luokka. Lastentalon tontti sijaitsee kaavamuutosalueen vieressä. Kaava-alueen eteläpuolelle on laadittu Jätkäsaaren liikuntapuiston asemakaava, jonka valtuusto hyväksyi joulukuussa 2015. Liikuntapuistoon rakennetaan kaksi isoa pallokenttää ja pienempiä kenttiä. Toinen isoista kentistä on tarkoitus varustaa keinojäälaitteilla ja toinen talvisin väliaikaisella katteella.

Verkkokaupan tavaratalo toimii alueella.

Jätkäsaaren kaavoissa on vaatimus liiketilojen rakentamisesta maantasokerrokseen.

Kaavaratkaisu

Peruskoulu rakennetaan kaavan kortteliin 20822. Koulurakennus on tarkoitus toteuttaa yleisen arkkitehtikilpailun voittaneen ehdotuksen Nemo ratkaisujen pohjalta.

Bunkkerin liikuntapalvelut tukevat koulujen toimintaa, jolloin kouluihin ei tarvita omia sisäliikuntatiloja.

Liikuntaviraston liikuntapalveluista Bunkkeriin on kaavailtu sijoitettavan mm. uimahalli, pelikenttiä, kuntosali ja pienempiä liikuntasaleja. Uimahalli palvelisi kaikkia eteläisiä kaupunginosia hyvien julkisten liikenneyhteyksien varrella.

Esteettömyys

Asemakaava-alue on esteettömyyden kannalta normaalia aluetta.



Luonnonympäristö

Jätkäsaassa ei nykyisellään ole luonnonympäristöä. Asemakaavan piha-alueille on suunniteltu istutuksia, jolloin alueen viherpinta-alaa kasvatetaan.

Ekologinen kestävyys

Lähtökohdat

Jätkäsaassa on tavoitteena ekologisesti kestävä kaupunginosa.

Kaavaratkaisu

Vähennetään autoriippuvuutta suunnittelemalla kävelyyn, pyöräilyyn ja joukkoliikenteeseen perustuvaa kaupunkirakennetta.

Yhdyskuntatekninen huolto

Lähtökohdat

Suunnittelualue on liitetty alueen nykyisiin yhdyskuntateknisen huollon verkostoihin. Kaava-alueella ja sen lähiympäristössä on vesihuolto-, kaukolämpö- ja sähköverkostoja ja tietoliikennekaapeleita.

Kaavaratkaisu

Kaava-alueelle on suunniteltu tarvittavat yhdyskuntatekniset verkostot asemakaavan nro 11770 pohjalta tehtyjen suunnitelmien mukaisesti.

Kaava-alueen rakennukset liitetään Jätkäsaaren jätteen putkikuljetusjärjestelmään.

Maaperän rakennettavuus, pohjarakentaminen ja pilaantuneisuuden kunnostaminen

Lähtökohdat

Kaava-alueen pohjoisosassa on entinen Hietasaari. Kaava-alueen kortteli 20812 ja korttelin 20811 itäosa sijoittuvat Hietasaaren alueelle. Muu osa kaava-alueesta on alkuperäisen Hietasaaren ulkopuolella, mereen tehdyllä täytöllä. Täyttö on osin jätetäyttöä.

Nykyinen maanpinta kaava-alueella vaihtelee länsi- ja eteläosan tasosta +2,5... +3,6 pohjoisosan tasoon n. +7,5. Korttelien 20821



ja 20822 alue sekä korttelin 20811 eteläpuoleinen alue on asfalttoitua kenttää. Alkuperäisen Hietasaaren eteläosalla on ollut avokalliota korttelissa 20811 sijaitsevan Bunkkerin kohdalla. Kallionpinta laskee jyrkästi korttelin 20811 länsi- ja eteläosalla. Mereen tehdyn täyttömaakerroksen alla on savikerros. Täyttömaakerroksen paksuus korttelin 20811 lounaiskulmalla on noin 7 metriä ja savikerroksen paksuus sen alla noin 1–3 metriä. Savi- ja täyttökerrokset paksunevat etelään ja länteen päin mentäessä. Täyttömaakerroksen paksuus on enimmillään noin 15 metriä korttelin 20822 länsireunalla. Savikerroksen paksuus täyttömaakerroksen alapuolella kaava-alueen lounaisreunalla on noin 2-6 metriä. Savien alapinta on noin -5...-15 metrin syvyydessä nykyisestä maanpinnasta.

Pohjavedenpinta noudattaa merenpinnan vaihteluita viiveellä.

Kaava-alueen eteläpuolelle kaavoitetulla liikuntapuiston alueella sijaitsee vanha kaatopaikka-alue. Osa kaatopaikasta ulottuu Bunkkerin eteläpuoleiselle, Tyynenmerenkadun, Hampurinkujan ja Länsisatamankujan rajaamalle alueelle. Alueella on toiminut yhdyskuntajätteen kaatopaikka 1930–40-luvuilla ja sinne on sijoitettu pääasiassa rakennusjätettä, maata ja yhdyskuntajätettä. Kaatopaikkatäytön kohdalla maaperässä on havaittu haitta-aineita, lisäksi orgaanisen aineksen hajotessa maaperä painuu ja hajoamisen seurauksena saattaa muodostua kaasuja.

Kaavaratkaisu

Bunkkeri on perustettu pääosin kalliolle. Bunkkerin länsi- ja eteläreunalta alkaa meritäyttöalue. Meritäyttö on osin jätetäyttöä. Savi- ja täyttöalueella rakennukset ja rakenteet perustetaan tukipaaluilla kallion tai kantavan maakerroksen varaan. Kadut ja kunnallistekniikka voitaneen osin perustaa maanvaraisesti, osin joudutaan mahdollisesti käyttämään paalulaatta- tai kevennysrakenteita. Kaatopaikka-alueella tarvitaan eristysrakenne kaatopaikan jäte-täytön ja tulevien rakenteiden välille.

Kaavamuutosalueen kortteleiden 20811, 20812 ja 20822 alueella ja niitä ympäröivillä katualueilla on voimassa ympäristölupa pilaantuneen maaperän kunnostamiseksi. Vanhan kaatopaikan kunnostuksesta on laadittu yleissuunnitelma ja kunnostamisen ympäristölupakäsittely on kesken. Kunnostussuunnitelman mukaan rakenteiden alta tullaan keräämään mahdollisesti muodostuvat kaasut hallitusti, muutoin kaatopaikka-alue tuulettuu vapaasti. Kaavassa on pilaantuneen maaperän kunnostusta koskeva määräys.



Ympäristöhäiriöt

Päästöt ilmaan

Lähtökohdat:

Helsingin Sataman Länsiterminaalin toiminnasta aiheutuu ympäristöön melua sekä päästöjä ilmaan. Länsisatamassa vuonna 2008 tehtyjen mittausten perusteella tiedetään, että rikkidioksidipitoisuudet ovat sataman lähiympäristössä selvästi korkeampia kuin muualla tavallisessa kaupunkiympäristössä. Maanpintatasolta tehtyjen mittausten mukaan rikkidioksidipitoisuudet ovat alittaneet selvästi raja- ja ohjearvot. Laivojen aiheuttamien päästöjen vuoksi lyhytaikaiset pitoisuudet ovat kuitenkin ajoittain korkeita tuulen alapuolella. Laituripaikkojen lähellä laivojen päästökorkeudella pitoisuuksien voidaan olettaa olevan selvästi korkeampia kuin maanpintatasolla. Laivojen savuvanojen kohdalla myös pienhiukkasten lyhytaikaiset pitoisuudet kohoavat ajoittain selvästi ympäristön taustapitoisuutta korkeammiksi. Länsisatamassa mitattu typpidioksidin vuosikeskiarvo on viime vuosina ollut selvästi alle raja-arvotason.

Laivojen päästöt aiheuttavat satama-alueen lähiympäristöön ajoittain selkeää tunnistettavaa lyhytkestoista hajua. Hajua esiintyy todennäköisimmin kesäaikana, jolloin laivaliikenne satamassa on vilkkainta. Hajupäästöjen ei arvioida aiheuttavan maanpintatasolle merkittävää haittaa.

Kaavaratkaisu:

Kaava-alueelle kohdistuu ilman epäpuhtauksia sekä laivojen päästöistä että katuliikenteestä. Ympäristöhäiriöiden arvioinnissa katuliikenteen osalta Tynnenmerenkadun liikennemäärän on arvioitu pahimmillaan olevan noin 10 000 ajoneuvoa/vrk, josta raskasta liikennettä olisi 20 %.

Kadun välittömässä läheisyydessä ilman epäpuhtauksien pitoisuudet voivat ajoittain epäedullisissa sääolosuhteissa ylittää ohjearvotason. Laivojen päästöjen ei arvioida katutasossa ylittävän ohjearvoja, mutta lähellä laivojen päästökorkeutta erityisesti rikkidioksidin ja pienhiukkasten lyhytaikaiset pitoisuudet voivat olla huomattavan korkeita. Jotta laivojen savuvanoista ei aiheutuisi asuntojen sisäilmaan suuria epäpuhtauksien pitoisuuksia sekä kohtuutonta hajuhaittaa, tulee ilmanotto järjestää keskitetysti ja selvästi laivojen päästötason alapuolelta sekä mahdollisimman etäältä laivapaikoista.



Melu

Lähtökohdat

Länsisataman ympäristömelua on tarkasteltu useissa Helsingin Sataman sekä kaupunkisuunnitteluviraston teettämässä meluselvityksissä. Merkittävimmät melulähteet ovat satamasta operoivat laivat sekä siihen liittyvä maaliikenne ja muu alueelle suuntautuva liikenne. Laivojen sekä liikenteen aiheuttama melu ylittää kaava-alueella ohjearvotason. Laivamelun osalta on oleellista ottaa huomioon melun pienitaajuinen spektri rakennusten ääneneristävyyttä arvioitaessa ja suunniteltaessa.

Kaavaratkaisu

Kaava-alueen ympäristömelua on arvioitu Jätkäsaaren ympäristömeluselvityksessä (Akukon 10/2015). Selvityksen mukaan Bunkkerin julkisivu tulee asuinhuoneistojen osalta mitoittaa yöajan laivamelua vastaan. Selvityksen lähtötietona olevien laivapaikkojen käyttöaikojen ja käyttömäärien tai laivatyyppien muutokset vaikuttavat alueen melutilanteeseen.

Suosittelava äänieristuksen mitoitusmenetelmä on kuvattu erillisessä raportissa Julkisivun äänieristys laivamelua vastaan, Mitoitusmenettely, (TL akustiikka, 1.7.2011). Kaavassa on Bunkkerin korttelia koskeva määräys rakennuksen ulkovaipan kokonaisääneneristämisen suunnittelusta siten, että otetaan huomioon laivamelun erityispiirteet. Lisäksi melutasojen ohjearvojen saavuttamiseksi asuinrakennusten piha-alueilla, oleskeluparvekkeilla ja asuinhuoneistoissa vaadittavat ratkaisut tulee osoittaa meluselvityksellä ennen rakennusluvan myöntämistä.

YO-kortteliin sijoittuvan koulun piha-alueella melun ohjearvo saattaa hieman ylittyä Tyynenmerenkadun auto- ja raitiovaunuliikenteen vaikutuksesta. Jatkosuunnittelussa voidaan tarkennetulla meluselvityksellä varmistaa, että ohjearvo täyttyy edes osalla pihaa.

Tuulisuus

Lähtökohdat:

Jätkäsaari on Helsingin oloissa tuulinen alue johtuen sen sijainnista meren rannikolla ja tasaisesta maastonmuodosta. Kaavamuutosalueella pohjoispuolen olemassa olevat ja toteutuvat rakennukset antavat tuulen suojaa kylmille luoteis- ja pohjoistuulille. Tuulisuuskartoituksen mukaan Bunkkerin edessä katutasossa keskituuli > 5 m/s keskimäärin 5 h/kk. Ilman tuulensuojaa antavia



rakenteita Bunkkerin ylimmällä kattotasolla voi esiintyä vaarallisen kovia tuulia.

Kaavaratkaisu

Bunkkerin katolle suunnitellut lisäkerrokset antavat tuulensuojaa ja tekevät korkeutensa johdosta kattopihan tuuliolosuhteet hyväksyttäväiksi. Tämän varmistamiseksi rakennukset on syytä toteuttaa yhtenäisenä korttelirakenteena. Asuinkerrosten mahdollisten oleskelu- ja parvekkeiden rakenteiden suunnittelussa ja esimerkiksi lasitusten suunnittelussa on syytä ottaa huomioon tuulen vaikutukset.

Korkea rakentaminen ohjaa korkealla esiintyviä tuulia osittain kohti maanpintaa ja saattaa lisätä tuulen puuskaisuutta katutasossa. Bunkkerin alaosaan kiertävä lastauslaiturin katos parantaa viihtyvyyttä tuulisuuden suhteen Bunkkerin ympärillä.

Tuulisuus vaikuttaa myös rakennusten energiankulutukseen rakennusvaipan aukkojen viilennysvaikutuksen johdosta. Etenkin huoneistojen julkisivut ovat alttiita viilennysvaikutukselle.

Pelastusturvallisuus/rakennetekniikka

Lähtökohdat

Kuusikerroksinen Bunkkeri on valmistunut 1972. Rakennuksen alkuperäinen käyttötarkoitus on ollut sataman talletusvarasto. Myöhemmin rakennuksessa on tehty jonkin verran sisäisiä muutoksia palvelemaan uusia tilojen käyttötarkoituksia.

Kaavaratkaisu

Bunkkerista puretaan kaksi kerrosta koko alalta ja keskeltä kaikki kerrokset ensimmäistä kerrosta lukuun ottamatta. Kolme ensimmäistä kerrosta on varattu liikuntatiloille, neljäs osittain liikuntatiloille ja pääosin apu- ja teknisiksi tiloiksi. Vanhan Bunkkerin viidennestä kerroksesta ylöspäin on varattu asumiselle, jota on maksimissaan yhdeksän kerrosta. Asuminen muodostaa tiiviin umpikorttelin, jonka keskelle jää suojainen piha.

Bunkkerin suunnittelun edetessä tutkitaan, kuinka paljon vanhoja rakenteita on tarpeen vahvistaa. Rakennuksen ylimpiin kerroksiin suunnitellut asunnot on varustettava rakennusten palo- ja pelastusturvallisuutta koskevien määräysten mukaisilla uloskäytävillä. Rakennusta on suunnittelussa käsiteltävä kokonaisuutena, jossa ylimpiin kerroksiin kohdistuvat määräykset voivat edellyttää muu-



toksia myös olemassa olevissa alemmissä kerroksissa. Rakennuksen suunnittelussa tulee huomioida muodostuvan uuden rakennuksen kerrosmäärä ja kokonaiskorkeus ja noudatettava tämän mukaisia määräyksiä.

Bunkkerin suunnitteluratkaisut tarkentuvat jatkosuunnittelussa.

Nimistö

Nimistötoimikunta päätti kokouksessaan 8.12.2010 esittää Bunkkerin pohjoispuolelle tulevan uuden kujan nimeksi Bunkkerinkuja (Bunkergränden). Nimistötoimikunnan perusteluna on Jätkäsaaren sataman entisen talletusvaraston eli Bunkkerin mukaan.

Nimistötoimikunnan esityksessä oleva alue on uudessa kaavaratkaisussa varattu pysäköintiin eikä välttämättä tarvitse kadunniemeä. Koulun pohjoispuolisen uuden kadun nimeksi sen sijaan esitetään Bunkkerinkujaa.

Vaikutukset

Asemakaavan neljästä korttelista Verkkokaupan kortteli on jo rakennettu, eikä kaavalla ole muuta vaikutusta kuin tonttien yhdistäminen. Koulutontin osalta muutos on korttelin pohjoisrajan siirto, mikä tarkoittaa koulukorttelin koon pienenemistä. Koulun rakennusoikeus ja käyttötarkoitus pysyvät kuitenkin ennallaan. Koulun suunnittelusta järjestetty arkkitehtuurikilpailu järjestettiin voimassa olevan kaavan mukaan, mutta tässä kaavassa olevilla rajauksilla.

Tyynenmerenkadun varteen kaavoitettavat 300+300 m² liiketilat parantavat asukkaiden ja Jätkäsaaren käyttäjien palveluita ja edistävät elinkeinotoimintaa.

Asemakaavan merkittävimmät vaikutukset kohdistuvat Bunkkeriin:

Vaikutukset kaupunkikuvaan

Bunkkeri on yksi kuudesta Jätkäsaaren vanhasta, tavarasatamatoiminnan ajalta säilytettävästä rakennuksesta.

Maamerkkimäisen suuren varastorakennuksen osittainenkin säilyttäminen luo arvokkaan historiallisen kerroksen kaupunkikuvaan. Viereinen Verkkokauppa.comin rakennus on nyt Bunkkeria korkeampi. Bunkkerin katolle suunniteltu asuinkortteli nostaa Bunkkerin räystääskorkeuden maksimissaan noin 12 metriä Verkkokaupan rakennuksen räystääskorkeuden yläpuolelle.



Bunkkerin rakennushanke luo uuden merkittävän maamerkin Jätkäsaaren ja koko Helsingin kantakaupungin kaupunkikuvaan.

Koulurakennus on mittakaavaltaan selvästi pienempi kuin naapurinsa. Yhtenä Jätkäsaaren merkittävimmistä julkisista rakennuksista ja laadukkaan arkkitehtuurinsa vuoksi siitä muodostuu kuitenkin tärkeä kaupunkikuvallinen elementti.

KTY-kortteli on jo rakennettu. Sen osalta kaupunkikuva ei muutu.

Vaikutukset liikenteeseen

Asemakaavan muutos ei vaikuta merkittävästi alueen liikenteeseen. Merkittävin muutos on ajoneuvoliikenne uudella Bunkkerinkujalla.

Kahden raitiolinjan päätepysäkki sijoittuu Bunkkerin eteläpuolelle.

Vaikutukset alueen palveluihin

Asemakaavan muutos luo mahdollisuuden rakentaa Jätkäsaaren peruskoulun (joka tosin on mahdollista jo voimassa olevan kaavankin mukaan).

Uimahalli sekä muut Bunkkerin tilat parantavat huomattavasti eteläisten kaupunginosien liikuntapalveluita.

Bunkkerin kerrosalajakauma on Jätkäsaarenkallion ja Hietasaaren asemakaavaan verrattuna muuttunut julkisten tilojen vähentämisen ja asuntokerrosalan lisääntymisen myötä. Kaava mahdollistaa noin 500 henkilön lisäyksen Jätkäsaaren asukasluukuun. Sillä on myönteinen vaikutus alueen kaupallisten palveluiden menestymiseen sekä raitiovaunuliikenteen käyttäjämääriin.

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

Alueen julkiset ulkotilat rakennetaan esteettömiksi kaikkien eri väestöryhmien liikkumiseen soveltuviksi. Julkisen liikenteen verkosto ulottuu alueelle Tyynenmerenkadun raitiotiellä, jolloin liikkumismahdollisuudet alueelta sekä alueelle ovat tasa-arvoisemmat kuin henkilöautoriippuvaisilla alueilla.

Bunkkerin liikuntatilat tulevat palvelemaan ainakin kahdenkymmenen eri lajin harrastajia. Suurimpina lajeina tulevat olemaan telinevoimistelu, eri sisäpalloilulajit, kamppailulajit, tanssiliikunta ja kun-



tosaliharjoittelu. Liikuntaseuratoiminnan ja muun ohjatun toiminnan lisäksi se tarjoaa monenlaisia mahdollisuuksia omatoimiseen liikunnanharrastamiseen lasten perusliikuntataitojen opettelusta itsenäiseen juoksuharjoitteluun. Viereiseen kouluun ei toteuteta erikseen liikuntatiloja, vaan se käyttää päivisin Bunkkerin liikuntasaleja. Tilojen arvioitu käyntimäärä on yli 500 000 käyntikertaa / vuosi. Bunkkeria voidaan verrata liikuntatilojen osalta lähinnä Liikuntamyyllyyn ja Töölön kisahalliin, jotka liikuttavat vuodessa ihmisiä yhteensä yli miljoonan liikuntasuorituksen edestä.

Bunkkerin kaltaisen liikuntatalohankkeen toteutuminen vaikuttaa asukkaiden liikunnan harrastamisen kasvuun ja lisää näin psyykkistä ja fyysistä hyvinvointia sekä on näin myös tärkeä osa ennaltaehkäisevää terveydenhuoltoa.

Ympäristömelun ja ilman epäpuhtauksien torjunta edellyttää tavanomaisesta poikkeavia ratkaisuja. Jatkosuunnittelussa on kiinnitettävä erityistä huomiota meluntorjunnan riittävyteen sekä ratkaisuihin, joilla saadaan varmistettua hyväksyttävä sisäilma rakennuksiin laivojen päästökorkeuden läheisyydessä. Ilman epäpuhtauksien pitoisuudet voivat ajoittain olla lyhytaikaisesti haitallisen korkeita laivojen savuvainoissa ja niiden läheisyydessä.

Asemakaava luo edellytykset palo- ja pelastusturvallisuuden määräysten mukaiselle jatkosuunnittelulle ja toteutukselle

Yhdyskuntataloudelliset vaikutukset

Katujen ja kunnallistekniikan rakentamisen kustannukset on pääosin esitetty Jätkäsaarenkallion ja Hietasaaren asemakaavassa nro 11770 ja suunnittelu sekä rakennustyöt on jo osin toteutettu.

Kaava-alueen toteuttamiskustannuksia muodostuu edellä mainitun lisäksi Bunkkerinkujan katualueen ja Bunkkerin eteläpuolisen aukion rakentamisesta yhteensä noin 1–1,5 miljoonaa euroa (alv 0 %).

Bunkkerin liikuntatilojen ja asuinrakentamisen toteutuskonseptin kustannusjako määräytyy erikseen tehtävissä kaupungin ja rakentajan välisissä sopimuksissa.

Kortteliin 20822 suunnitellun koulun toteuttamiskustannuksia ei ole esitetty. Koulun hankesuunnittelu on parhaillaan käynnissä ja hankkeelle on kiinnitetty määrärahat.

Kustannusarvio ei sisällä raitiotien kääntöympyrän rakentamiskustannuksia.



Bunkkerin eteläpuolisen aukion ja sille toteutettavien liikerakennusten rakentamisen vuoksi poistettavista pilaantuneista maista johtuvat kustannukset määrittyvät jatkosuunnittelussa. Lisäksi kaatopaikan kohdalle rakennettavan raitiotien paalulaattarakenteen alapuolisen kaasunkeräysjärjestelmän tarve ja kustannukset voidaan arvioida suunnittelun tarkentuessa.

Kaavan yhdyskuntataloudellisten vaikutusten arvioinnissa ei ole tarkasteltu asemakaavan toteuttamisesta kaupungille koituvia tuloja.

Vaikutukset sataman toimintaedellytyksiin

Kaavaehdotuksen mukaiset toiminnot saattavat vaikuttaa sataman tulevien ympäristölupapäätöksien ehtoihin.

TOTEUTUS

Rakentamisaikataulu

Bunkkerin toteuttamisen on edettävä samaan tahtiin alueen koulujen toteuttamisen kanssa. Koulu ja lastentalo käyttävät Bunkkerin liikuntatiloja, joten Bunkkeri on toteutettava samaan aikaan.

Myös liikuntapuiston rakentaminen tulee tapahtua koulun ja Bunkkerin rakentamisen kanssa samaan tahtiin, koska koulun ulkoliikuntatilat on suunniteltu liikuntapuistoon.

Toteutuksen seuranta

Bunkkerin toteutuksesta vastaa hankintakilpailun voittaja, mikäli hankkeesta saadaan sopimus aikaan.

Kaupunginkanslian kehittämistoimistossa on Jätkäsaaren toteutuksen koordinoitua varten Länsisatama-projekti.

Myös kaupunkisuunnitteluviraston Länsisatama-projekti osallistuu aktiivisesti toteutuksen ohjaukseen.



SUUNNITTELUN LÄHTÖKOHDAT

Valtakunnalliset alueidenkäyttötavoitteet

Asemakaavan muutosta koskee mm. neljä seuraavaa valtakunnallista alueiden käyttötavoitetta:

Yhdyskuntarakennetta kehitetään siten, että palvelut ja työpaikat ovat hyvin eri väestöryhmien saavutettavissa ja mahdollisuuksien mukaan asuinalueiden läheisyydessä siten, että henkilöautoliikenteen tarve on mahdollisimman vähäinen.

Alueidenkäytön suunnittelulla on huolehdittava, että asunto- ja työpaikkarakentamiseen on tarjolla riittävästi tonttimaata.

Alueidenkäytön suunnittelussa on edistettävä olemassa olevan rakennuskannan hyödyntämistä sekä luotava edellytykset hyvälle taajamakuvalle.

Pilaantuneen maa-alueen puhdistustarve on selvitettävä ennen ryhtymistä kaavan toteuttamistoimiin.

Uusia asuinalueita tai muita melulle herkkiä toimintoja ei tule sijoittaa melualueille varmistamatta riittävää meluntorjuntaa.

Asemakaavan muutos ei ole ristiriidassa valtakunnallisten alueidenkäyttötavoitteiden kanssa.

Maakuntakaava

Ympäristöministeriön 8.11.2006 vahvistamassa Uudenmaan maakuntakaavassa suunnittelualue on taajamatoimintojen aluetta.

Ympäristöministeriön 30.10.2014 vahvistamassa Uudenmaan 2. vaihemaakuntakaavassa suunnittelualue keskustatoimintojen (valtakunnan keskus) tiivistyvää aluetta.

Yleiskaava

Helsingin yleiskaava 2002:ssa (kaupunginvaltuusto 26.11.2003, tullut kaava-alueella voimaan 23.12.2004) alue on asuin- ja työpaikka-alueita. Yleiskaavassa Jätkäsaari on rajattu suunnittelualueeksi, jossa maankäyttömuotojen ja niiden välisten suhteiden sijainti ja rajaukset ratkaistaan yksityiskohtaisella kaavoituksella.



Jätkäsaaren alueelle on laadittu osayleiskaava, jonka kaupunginvaltuusto hyväksyi 21.6.2006. Osayleiskaavassa alue on kerrostaloltaista aluetta, julkisten palveluiden ja hallinnon aluetta, urheilu- ja virkistyspalveluiden aluetta sekä katualuetta. Alueen läpi kulkee kevyen liikenteen reitti. Osayleiskaava sai lainvoiman 18.8.2006.

Asemakaavat

Osalla aluetta on voimassa asemakaava nro 8043 (vahvistettu 12.12.1979). Kaavan mukaan alue on satama-alue.

Osalla aluetta on voimassa asemakaava nro 11770 (hyväksytty 3.6.2009). Kaavan mukaan alue on urheilutoimintaa palvelevien rakennusten korttelialuetta, asuinkerrostalojen korttelialuetta sekä toimitilarakennusten korttelialuetta.

Korttelissa 20812 on voimassa asemakaava nro 11972 (hyväksytty 22.9.2010). Kaavan mukaan alue on toimitilarakennusten korttelialuetta.

Rakennusjärjestys

Helsingin kaupungin rakennusjärjestys on hyväksytty 22.9.2010.

Kiinteistörekisteri

Alue on merkitty Helsingin kaupungin ylläpitämään kiinteistörekisteriin.

Muut suunnitelmat ja päätökset

Bunkkeria on vuosien ajan suunniteltu liikunnan lisäksi mm. opetus-, kirjasto-, kulttuuri- ja nuorisotoimen tarpeisiin. Nämä ovat sittemmin karsiutuneet hankkeesta.

Liikuntalautakunta käsitteli Bunkkerin hanketta kokouksessaan 13.12.2011. Lausunnossaan kiinteistövirastolle se katsoi Bunkkerin hankkeen olevan erittäin tärkeä, mutta rahoituksen kannalta haasteellinen.

Lukuun ottamatta korttelia 20821 alueella on voimassa Uudenmaan ympäristökeskuksen 5.6.2009 myöntämä ympäristölupa No YS 674 pilaantuneen maaperän puhdistamiseksi ja haitta-ainepitoisuuden maa-aineksen sekä betoni-, tiili- ja asfalttimurskeen hyödyntämiseksi.



Kaupunkisuunnittelulautakunta hyväksyi nyt käsittelyssä olevan asemakaavaehdotuksen 4.12.2012. Lisäksi lautakunta päätti antaa seuraavan jatkosuunnitteluohjeen: Nähtävillä olon yhteydessä tutkitaan puurivin tai muun istutuksen osoittamista Rionkadulle ja mikäli tarpeen katualueen ulottamista kaava-alueeseen. Jatko-suunnittelussa puuriville ei löytynyt tilaa. Rionkatu on vain 14,5 metriä leveä.

Kaavassa Bunkkerin rakennusoikeudesta valtaosa oli julkista rakentamista varten ($y = 34\,500\text{ k-m}^2$). Julkisten tilojen määrä supistui kuitenkin jatkossa niin paljon, ettei hanketta saataisi silloisen asemakaavaehdotuksen mukaisella rakennusoikeudella toteutettua. Asuntokerrosalaa Bunkkeriin oli ehdotuksessa varattu $4\,800\text{ k-m}^2$.

Kaupunginvaltuusto päätti 26.11.2014 oikeuttaa kiinteistölautakunnan järjestämään Helsingin kaupungin 20. kaupunginosan (Jätkäsaari) korttelin nro 20811 ohjeellisesta tontista nro 2 ja sillä olevasta Bunkkeri-rakennuksesta tontteineen sen suunnittelemiseksi ja toteuttamiseksi järjestettävän toteutuskilpailun.

Uudenmaan ympäristökeskuksen päätökset No YS 674 (5.6.2009) ja Nro 44/2012/1 (12.3.2012), jotka koskevat pilaantuneen maaperän puhdistamista ja haitta-ainepitoisten maa-ainesten sekä betoni-, tiili- ja asfalttimurskeen hyödyntämistä.

Jätkäsaaren entinen kaatopaikka, kunnostuksen yleissuunnitelma, Ramboll, 6.3.2015.

Pohjakartta

Helsingin kaupungin kiinteistöviraston kaupunkimittausosasto on laatinut pohjakartan, joka on tarkistettu 15.12.2015.

Maanomistus

Helsingin kaupunki omistaa asemakaava-alueen.

Bunkkeri on Helsingin kaupungin kiinteistöviraston tilakeskuksen omistuksessa.

Helsingin kaupunki järjesti toteutuskilpailun Bunkkerista. Tavoitteena oli löytää Bunkkerille ostaja, joka suunnittelee ja toteuttaa rakennukseen uimahallin ja muut liikuntatilat. Niiden ohella Bunkkeriin voi rakentaa muun muassa asuntoja.

Kilpailuehtojen mukaan kaupunki myy kiinteistön rakennusoikeuksineen kokonaisuuden toteuttajaksi valitulle taholle, joka kehittää



Bunkkeria omalla kustannuksellaan. Samalla kaupunki sitoutuu vuokraamaan uimahallin ja muut rakennettavat liikuntatilat pitkäaikaisesti omaan käyttöön. Liikuntatilojen on valmistuttava kesään 2019 mennessä, jolloin naapurikortteliin valmistuu peruskoulu.

SUUNNITTELU- JA KÄSITTELYVAIHEET

Vireilletulo, osallistumis- ja arviointisuunnitelma ja vuorovaikutus

Kaavoitustyö on tullut vireille kaupungin aloitteesta.

Vireilletulosta on ilmoitettu osallisille kaupunkisuunnitteluviraston asemakaavaosaston kirjeellä, jonka mukana lähetettiin osallistumis- ja arviointisuunnitelma (päiväty 4.3.2011). Vireilletulosta ilmoitettiin myös vuoden 2012 kaavoituskatsauksessa.

Osallistuminen ja vuorovaikutus on järjestetty liitteenä olevan osallistumis- ja arviointisuunnitelman mukaisesti. Sitä sekä asemakaavaluonnosta käsiteltiin yleisötilaisuudessa 4.4.2011.

Osallistumis- ja arviointisuunnitelma ja asemakaavan muutosluonnos ovat olleet nähtävänä kaupunkisuunnitteluvirastossa ja kaupungin ilmoitustaululla Kaupungintalolla 28.3.–15.4.2011.

Kaavoitus on tullut vireille vuonna 2011 kaupungin aloitteesta.

Viranomaisyhteistyö

Kaavamuutoksen valmistelun yhteydessä on tehty yhteistyötä Helsingin kaupungin kiinteistöviraston tilakeskuksen ja tonttiosaston, talous- ja suunnittelukeskuksen, opetusviraston, liikuntaviraston, nuorisoasiainkeskuksen, kaupunginkirjaston, pelastuslaitoksen, rakennusviraston, Helsingin Sataman ja ympäristökeskuksen kanssa.

Osallistumis- ja arviointisuunnitelmasta (4.3.2011) sekä asemakaavan muutosluonnoksesta saapui kuusi kannanottoa: kiinteistöviraston geotekniseltä osastolta, HKL-liikelaitokselta, HSL Helsingin seudun liikenteeltä, rakennusvirastolta, Helsingin Satamalta ja ympäristökeskukselta.

Kannanotot kohdistuivat esirakentamiseen, raitioliikenteen huomiointiin, saattoliikenteen järjestämiseen, pysäköintipaikkoihin, katualueiden ylläpitoon, luiska- yms. rakenteisiin, syväkeräyssäili-



öihin, ajoluiskien näkymiin, sataman toimintaedellytysten säilyttämiseen, koulun pihaan sekä sataman aiheuttaman melun ja päästöjen vaikutuksiin.

Helsingin ympäristökeskusta informoitiin hankkeesta yhteistyökoukussa 9.11.2011.

Kannanotot on otettu kaavoituksessa huomioon siten, että rakennusten ja piha-alueiden melun suojausta sekä päästöjen vaikutuksia ja tuulisuutta on selvitetty huolellisesti kaavan suunnitteluratkaisua laadittaessa. Peruskoulu on siirretty takaisin sille aikaisemmin varatulle, suojaisammalle tontille.

Kaavan muutosluonnoksessa Bunkkerin länsipuoleinen koulutontti oli mukana muutosalueessa. Koulutonttia suunniteltiin muutettavaksi asuinkortteliksi. Peruskoulu suunniteltiin sijoitettavaksi Bunkkeriin. Suunnitelmien tarkentuessa opetusvirasto näki peruskoulun sijoittamisen Bunkkeriin haastavaksi ja kaavaprosessin aikana tästä luovuttiin.

Esitetyt mielipiteet

Kaavamuutoksen valmistelusta ei ole esitetty mielipiteitä.

Kaavaehdotuksen käsittely

Kaavaehdotus esiteltiin kaupunkisuunnittelulautakunnalle 4.12.2012 ja se päätti lähettää 4.12.2012 päivätyn 20. kaupungin osan (Länsisatama) korttelin 20811 tontin 2 ja korttelin 20812 sekä katualueiden (muodostuu uusi kortteli 20821) asemakaavan muutosehdotuksen nro 12173 kaupunginhallitukselle puoltaen sen hyväksymistä. Lisäksi lautakunta päätti antaa seuraavan jatkosuunnitteluohjeen: Nähtävillä olon yhteydessä tutkitaan puurivin tai muun istutuksen osoittamista Rionkadulle ja mikäli tarpeen katualueen ulottamista kaava-alueeseen.

Kaavaehdotuksen julkinen nähtävilläolo (MRL 65 §) 11.1.–11.2.2013

Muistutukset

Kaavaehdotuksesta ei tehty muistutuksia.

Viranomaisten lausunnot

Kaavaehdotuksesta saatiin lausunnot seuraavilta tahoilta:

- Helen Sähköverkko Oy



- Helsingin Satama
- Helsingin seudun ympäristöpalvelut -kuntayhtymä (HSY)
- Uudenmaan elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus (ELY-keskus)
- kiinteistölautakunta
- liikuntalautakunta
- opetusvirasto
- pelastuslautakunta
- yleisten töiden lautakunta
- ympäristölautakunta

Yhteenveto lausunnoista

Uudenmaan ELY-keskuksen lausunnossa esitettiin, että koulun ja sen pihan sijoittaminen sataman läheisyyteen ei ole perusteltua. Kaavaehdotusta on muutettu siten, ettei bunkkeriin enää kaavalla koulua.

Helsingin Sataman lausunto kohdistui mahdolliseen ristiriitaan kaavaratkaisun ja satamatoimintojen välillä.

Helsingin seudun ympäristöpalvelujen lausunto kohdistui kaavaratkaisun korkeusasemiin.

Kiinteistölautakunnan lausunto kohdistui Bunkkeri-hankkeeseen monipuolisesti ja toteaa, että tontinluovutus edellyttää tavanomaisesta tontinluovutuksesta sekä asuntohankkeiden toteuttamisesta merkittävästi poikkeavaa menettelyä.

Liikuntalautakunta toteaa, että Bunkkeri palvelee Jätkäsaaren kaupunginosan lisäksi koko eteläistä ja läntistä kantakaupunkia, joten sillä on huomattava merkitys koko kaupungin liikuntapalveluille.

Opetusvirasto toteaa lausunnossaan, ettei peruskoulun sijoittaminen bunkkeriin ole hyvä ratkaisu. Sen sijaan Jätkäsaaren koulujen sisäliikuntatilojen sijoittamista virasto pitää kannatettavana.

Pelastuslautakunnan lausunnossa vastustettiin townhouse-tyyppisten asuntojen rakentamista Bunkkerin katolle.

Yleisten töiden lautakunnan lausunto korosti liikenne-turvallisuuden huomioonottamista kaavahankkeessa.

Ympäristölautakunta toteaa, että Tyynenmerenkatuun rajoittuva alue, jota kaavailtiin koulun pihaksi, ei sovellu melulle ja epäpuh-
tauspäästöille herkkien ryhmien, kuten lasten käyttöön.



Muissa lausunnoissa ei ollut huomautettavaa.

Toimenpiteet julkisen nähtävilläolon jälkeen

Lausunnoissa esitetyt asiat on otettu huomioon mahdollisuuksien mukaan. Vastineet lausuntoihin on esitetty vuorovaikutusraportissa.

Kaavaehdotukseen on tehty seuraavat muutokset

- Kaava-aluetta on laajennettu ottamalla mukaan Bunkkerin länsipuolisen koulukorttelin ja Rionkadun länsiosan ja kapea kais-tale Bunkkerin pohjoispuolista koulutonttia. Lisäksi Tyynenme-renkadun länsireunan linjausta on muutettu vähäisessä määrin ja Bunkkerin eteläpuoliseen aluetta on laajennettu sen etelä-kärjessä.
- Hyväntoivonkadulta itään on johdettu uusi katu Bunkkerinkuja.
- Bunkkerin käyttötarkoitusta on muutettu. Opetus-, urheilu- ja asuinrakennusten korttelialue on muutettu urheilutoimintaa palvelevien rakennusten sekä asuinrakennusten korttelialu-eksi. Aiemmin julkista rakentamista oli 34 500 k-m², nyt 14 000 k-m². Vastaavasti asuinala on kasvanut 4 800 kerros-neliöstä 20 500 kerrosneliöön. Rakennuksen maksimikorkeus on kasvanut tasosta +43 tasoon +58.
- Korttelin 20821 koko on pienentynyt ja käyttötarkoitus muuttu-nut. Aiemmin koulun pihaksi ja pysäköintirakennukseksi tarkoi-tettu kortteli on muutettu liikekortteliksi ja aukiotilaksi. Aukiolle sallitaan raitiovaunujen kääntöympyrä.
- Hietasaarenkujalla huoltoliikennemerkintä on poistettu.

Tarkistetun kaavaehdotuksen käsittely

Kaupunkisuunnittelulautakunta esitti 16.2.2016 kaupunginhallituk-selle

- 4.12.2012 päivätyn ja 16.2.2016 muutetun 20. kau-punginosan (Länsisatama) korttelin 20808 tontin 5, korttelin 20810 tontin 3, korttelin 20811 tonttien 2 ja 3, korttelin 20812, osa korttelia 20262 ja katu- ja sa-tama-aluetta sekä uusien muodostuvien kortteleiden 20821 ja 20822 asemakaavan muutosehdotuksen nro 12173 hyväksymistä. Kaavaehdotukseen tehdyt muu-tokset ilmenevät yksityiskohtaisesti kaavaselostuk-sesta.



Samalla lautakunta päätti

- että tehdyt muutokset ovat olennaisia, joten ehdotus tulee asettaa uudelleen nähtäville
- että kaupunkisuunnitteluvirasto pyytää ehdotuksesta uudeen tarvittavat lausunnot
- valtuuttaa kaupunkisuunnitteluviraston tekemään ehdotukseen vähäisiä muutoksia ja tarkistuksia, jotka eivät olennaisesti muuta ehdotuksen sisältöä.

Kaavaehdotuksen julkinen nähtävilläolo (MRL 65 §) 18.3.–22.4.2016

Muistutukset

Kaavaehdotuksesta tehtiin seitsemän muistutusta.

Muistutukset kohdistuivat pääosin Bunkkerin korottamista, sen ko-koa ja varjostavuutta. Pääosa muistutuksista oli Bunkkerin korot- tamista vastaan. Paikallinen asukasyhdistys piti hanketta tarkoi- tuksenmukaisena, koska se mahdollistaa paremmat palvelun alu- eella.

Kirjeet

Nähtävilläoloajan ulkopuolella on saapunut kaksi kirjettä. Kirjeet kohdistuivat Bunkkerin korkeuteen ja varjostavuuteen.

Viranomaisten lausunnot

Kaavaehdotuksesta saatiin lausunnot seuraavilta:

- Uudenmaan elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus (ELY-kes- kus)
- Helsingin seudun ympäristöpalvelut -kuntayhtymä (HSY)
- Helen Sähköverkko Oy
- Helsingin Satama
- kiinteistölautakunta
- liikuntalautakunta
- pelastuslautakunta
- yleisten töiden lautakunta
- ympäristölautakunta

Yhteenveto lausunnoista

Bunkkeri-hankkeen yhteydessä on tehty yhteistyötä eri hallinto- kuntien välillä, minkä vuoksi lausunnot olivat neutraaleja. Merkittä-



vin kritiikki kohdistui kaavaratkaisun melukysymyksiin, jotka hankkeen kiireellisyyden vuoksi on edellytetty selvitettävän tarkemmin vasta rakennusluvan yhteydessä

Helen Sähköverkko Oy ja liikuntalautakunta ilmoittivat, ettei niillä ole huomautettavaa kaavaehdotuksesta.

Toimenpiteet julkisen nähtävilläolon jälkeen

Vastineet muistutuksiin, kirjeisiin ja lausuntoihin on esitetty vuorovaikutusraportissa.

Kaavaehdotukseen ei ole tehty muutoksia muistutusten, kirjeiden eikä lausuntojen johdosta.

Kaupunkisuunnittelulautakunta esitti kaupunginhallitukselle 4.12.2012 päivätyn ja 16.2.2016 sekä 17.5.2016 muutetun 20. kaupunginosan (Länsisatama, Jätkäsaari) korttelin 20808 tontin 5, korttelin 20810 tontin 3, korttelin 20811 tonttien 2 ja 3, korttelin 20812, osaa korttelista 20262 sekä katualueiden ja satama-alueen (muodostuvat uudet korttelit 20821 ja 20822) asemakaavan muutosehdotuksen nro 12173 hyväksymistä ja ettei tehdyt muistutukset, saapuneet kirjeet ja annetut lausunnot anna aiheita muihin toimenpiteisiin ettei ehdotusta aseteta uudelleen nähtäville.

Käsittely

Olavi Veltheim: Muutan esitystä siten, että asemakaavakartalla YUA-korttelin 20811 rajaus tarkistetaan Bunkkerinkujan ja Hampurinkujan risteyksessä (korttelialueen luoteiskulma) suorakulmaisesta pyöristeiksi noudattamaan pohjakartalla näkyvää katosalueen reunaa. Muutos on tarpeen liikennesuunnitelman tarkoituksenmukaisuuden vuoksi.

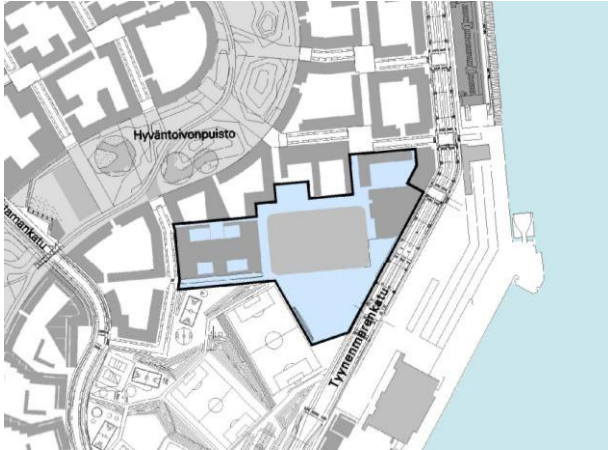
Muutosta vastaavat korjaukset on tehty kaava-asiakirjoihin.

Helsingissä 17.5.2016

Olavi Veltheim



JÄTKÄSAAREN TALLETUSVARASTO BUNKKERIN JA NAAPURIKORTTELIEN ASEMAKAAVAN MUUTOS OSALLISTUMIS- JA ARVIOINTISUUNNITELMA



Suunnittelualue

Asemakaavan muutos koskee Jätkäsaaren korttelin 20810 tonttia 3 ja korttelin 20811 tonttia 2 sekä osaa Jätkäsaaren osayleiskaavassa liikuntapuistolle varattua aluetta.

Nykytilanne

Tavarasatama on poistunut alueelta. Alue on asfalttikenttää. Jätkäsaaren infrastruktuuria ja ensimmäisiä asuin- ja liiketaloja rakennetaan. Bunkkeri on yksi kuudesta Jätkäsaaren tavarasatama-ajalta jäävistä rakennuksista.

Mitä alueelle suunnitellaan

Opetuskäyttöön aiemmassa kaavassa varattu tontti muutetaan asuinkortteliksi.

Bunkkeriin sijoittuvat koulu, liikuntatiloja, kulttuuritoimintoja ja katolle uudisrakentamisena asumista. Bunkkerin eteläpuolelle liikuntapuiston kylkeen kaavaillaan koulun pihaa.

Itäpuolisen liikekorttelin rakennusoikeudet muutetaan toteutuvan rakennushankkeen mukaisiksi.

Aloite

Kaavamuutos on tullut vireille Helsingin kaupungin aloitteesta.

Maanomistus

Helsingin kaupunki omistaa tontin maa-alueen.

Kaavatilanne

Alueen pohjoisosaan on laadittu Jätkäsaarenkallion ja Hietasaaren asemakaava (nro 11770, joka sai lainvoiman 8. elokuuta 2009). Tontti 20810/3 on voimassa olevassa asemakaavassa varattu opetuskäyttöön ja 20811/2 pääosin liikuntakäyttöön.

Bunkkerin eteläpuolinen alue on Jätkäsaaren osayleiskaavassa liikuntapuiston aluetta.



Muut suunnitelmat ja päätökset

Kaava-alueen etäpuolelle sijoittuvan Liikuntapuiston asemakaava käynnistetään tämän kaavan kanssa samanaikaisesti.

Vaikutusten arviointi

Kaupunkisuunnitteluvirasto arvioi kaavan toteuttamisen vaikutuksia kaupunkikuvaan, liikenteeseen ja alueen palveluihin kaavan valmistelun yhteydessä.

Kaavan valmisteluun osallistuminen

Osallistumis- ja arviointisuunnitelma on lähetetty osallisille. Kaavaluonnos ja muu valmisteluaineisto on esillä 28.3.–15.4.:

- kaupunkisuunnitteluvirastossa, Kansa-koulukatu 3
- kaupungin ilmoitustaululla, Kaupungintalo, Pohjoisesplanadi 11–13
- www.hel.fi/ksv (kohdassa "Nähtävänä nyt").

Keskustelutilaisuus on maanantaina 4.4. klo 18–20 Jätkäsaaren rakentamisen info-keskuksessa Huutokonttorissa, Tyynenmerenkatu 1 (Hietasaarenkuja 1).

Kaavan valmistelija on tavattavissa kaupunkisuunnitteluvirastossa sopimuksen mukaan.

Osallistumis- ja arviointisuunnitelmasta sekä kaavaluonnoksesta voi esittää mielipiteen **viimeistään 15.4.2011** kirjallisesti osoitteen:

Helsingin kaupunki, Kirjaamo,
Kaupunkisuunnitteluvirasto,
PL 10, 00099 HELSINGIN KAUPUNKI
(käyntiosoite: Kaupungintalo, Pohjoisesplanadi 11–13)

tai sähköpostilla [helsinki.kirjaamo\(a\)hel.fi](mailto:helsinki.kirjaamo(a)hel.fi)
tai faksilla (09) 655 783

Mielipiteensä voi esittää myös suullisesti kaavan valmistelijalle.

Osallistumis- ja arviointisuunnitelmasta ja asemakaavaluonnoksesta saadut mielipiteet esitellään kaupunkisuunnittelulautakunnalle asemakaavaehdotuksen yhteydessä.

Lautakunnan puoltama ehdotus asetetaan julkisesti nähtäville ja siitä pyydetään viranomaisten lausunnot. Kaavaehdotuksesta voi tehdä muistutuksen nähtävilläoloaikana.

Tavoitteena on, että kaavaehdotus on kaupunginhallituksen ja kaupunginvaltuuston käsiteltävänä loppuvuodesta 2011.

Ketkä ovat osallisia

Alueen suunnittelussa osallisia ovat:

- alueen ja lähialueiden maanomistajat, asukkaat ja yritykset
- seurat, yhdistykset:
Helsingin kaupunginosayhdistysten Liitto ry HELKA, Eteläiset kaupunginosat, Kampin kaupunginosayhdistys, Lauttasaari - Seura, Munkkisaari - Hernesaari-seura, Pro Eira, Punavuoriseura, Ruoholahti - Jätkäsaari seura, Töölö - Seura, Jätkäsaari seura, Helsingin luonnonsuojeluyhdistys ry, Helsingin kaupakamari, Helsingin Yrittäjät, Kynnys ry, Invalidiliitto, Suomen arkkitehtiliitto ry SAFA
- Helsingin Yrittäjät
- kaupungin asiantuntijaviranomaiset: Helsingin Energia, Helsingin Satama, Helsingin Vesi, kaupunginkirjasto, kulttuuriasiainkeskus, liikennelaitos, liikuntavirasto, nuorisoasiainkeskus, opetusvirasto, pelastuslaitos, rakennusvalvontavirasto, rakennusviraston katu- ja puisto-osasto, kiinteistöviraston geotekninen- ja





tonttiosasto, sosiaalivirasto, terveystakeskus, ympäristökeskus

- muut asiantuntijaviranomaiset: Helsingin seurakuntayhtymä, Uudenmaan elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus.

Mistä saa tietoa

Suunnittelun etenemistä voi seurata kaupunkisuunnitteluviraston internet-palvelusta: www.hel.fi/ksv kohdassa Suunnitelmat kartalla.

Suunnittelusta tiedotetaan

- kirjeillä osallisille (asunto-osakeyhtiöiden kirjeet lähetetään isännöitsijöille, joiden toivotaan toimittavan tiedon osakkaille ja asukkaille)
- Ruoholahden Sanomat -lehdessä
- www.hel.fi/ksv (kohdassa "Nähtävänä nyt")
- Helsingin kaavoituskatsauksessa.

Asemakaavaehdotuksen julkisesta nähtävilläolosta tiedotetaan kuulutuksella, joka julkaistaan Helsingin Sanomissa, Hufvudstadsbladetissa ja Metrossa sekä viraston internet-sivuilla (www.hel.fi/ksv).

Kaavaa valmistelee

projektipäällikkö Matti Kaijansinkko
puhelin 310 37195
sähköposti [matti.kaijansinkko\(a\)hel.fi](mailto:matti.kaijansinkko(a)hel.fi)



Asemakaavan seurantalomake

Asemakaavan perustiedot ja yhteenveto

Kunta	091 Helsinki	Täyttämispvm	17.05.2016
Kaavan nimi	Jätkäsaaren talletusvarasto Bunkkeri ja naapurikorttelit		
Hyväksymispvm		Ehdotuspvm	04.12.2012
Hyväksyjä		Vireilletulosta ilm. pvm	11.03.2011
Hyväksymispykälä		Kunnan kaavatunnus	09112173
Generoitu kaavatunnus			
Kaava-alueen pinta-ala [ha]	3,0004	Uusi asemakaavan pinta-ala [ha]	
Maanalaisten tilojen pinta-ala [ha]	0,1355	Asemakaavan muutoksen pinta-ala [ha]	3,0004

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	3,0004	100,0	69000	2,30	0,0000	300
A yhteensä						
P yhteensä						
Y yhteensä	1,3559	45,2	42500	3,13	-0,0854	0
C yhteensä						
K yhteensä	0,6843	22,8	26500	3,87	0,1173	600
T yhteensä						
V yhteensä						
R yhteensä						
L yhteensä	0,9602	32,0			-0,0319	-300
E yhteensä						
S yhteensä						
M yhteensä						
W yhteensä						

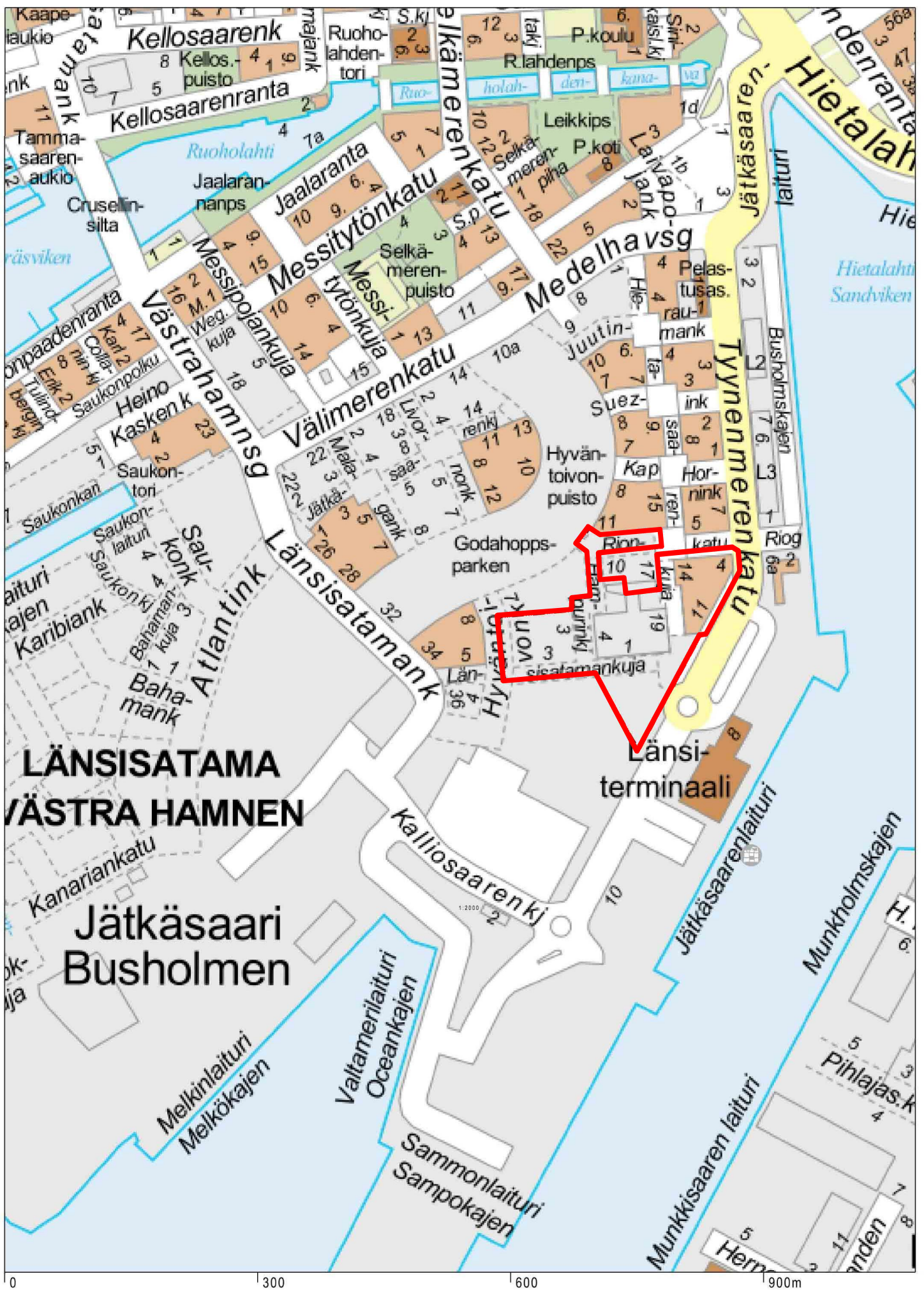
Maanalaiset tilat	Pinta-ala [ha]	Pinta-ala [%]	Kerrosala [k-m ²]	Pinta-alan muut. [ha +/-]	Kerrosalan muut. [k-m ² +/-]
Yhteensä	0,1355	4,5		0,0422	

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	3,0004	100,0	69000	2,30	0,0000	300
A yhteensä						
P yhteensä						
Y yhteensä	1,3559	45,2	42500	3,13	-0,0854	0
YO	0,4988	36,8	8000	1,60	-0,0837	
YU					-0,8588	-34500
YUA	0,8571	63,2	34500	4,03	0,8571	34500
C yhteensä						
K yhteensä	0,6843	22,8	26500	3,87	0,1173	600
KL	0,1173	17,1	600	0,51	0,1173	600
KTY	0,5670	82,9	25900	4,57		
T yhteensä						
V yhteensä						
R yhteensä						
L yhteensä	0,9602	32,0			-0,0319	-300
Kadut	0,2426	25,3			0,1549	
Katuauk./torit	0,3965	41,3			0,2946	
Kev.liik.kadut	0,2767	28,8			-0,0707	
LS					-0,4107	-300
LPA	0,0444	4,6				
E yhteensä						
S yhteensä						
M yhteensä						
W yhteensä						

Maanalaiset tilat	Pinta-ala [ha]	Pinta-ala [%]	Kerrosala [k-m ²]	Pinta-alan muut. [ha +/-]	Kerrosalan muut. [k-m ² +/-]
Yhteensä	0,1355	4,5		0,0422	
map	0,1355	100,0		0,0422	



**LÄNSISATAMA
VÄSTRA HAMNEN**

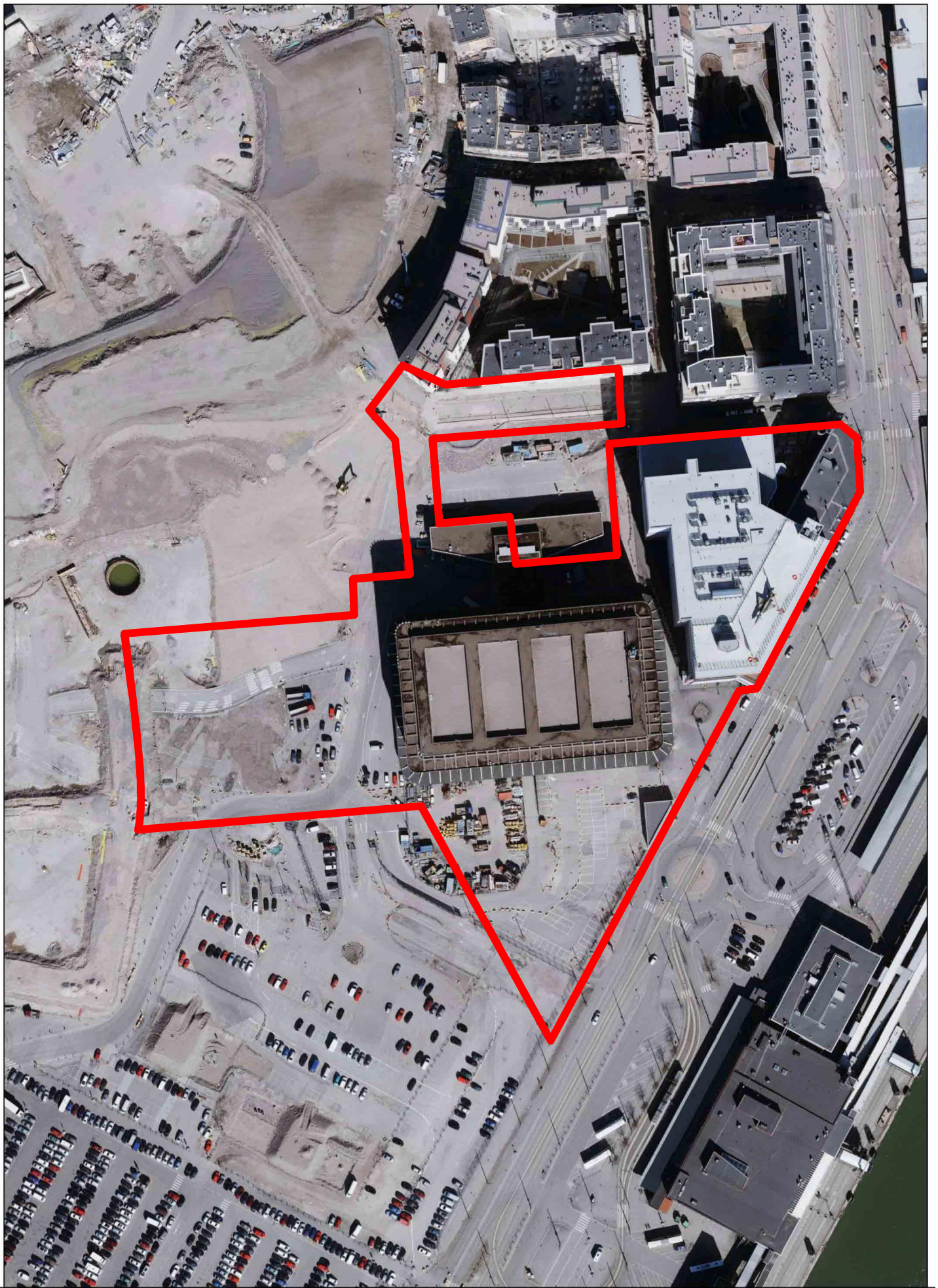
**Jätkäsaari
Busholmen**

**Länsi-
terminaali**

Sijaintikartta
Jätkäsaaren talletusvarasto Bunkkeri ja
naapurikorttelit
Liite selostukseen nro 12173

Helsingin kaupunkisuunnitteluvirasto
Asemakaavaosasto
Länsisatama-projekti



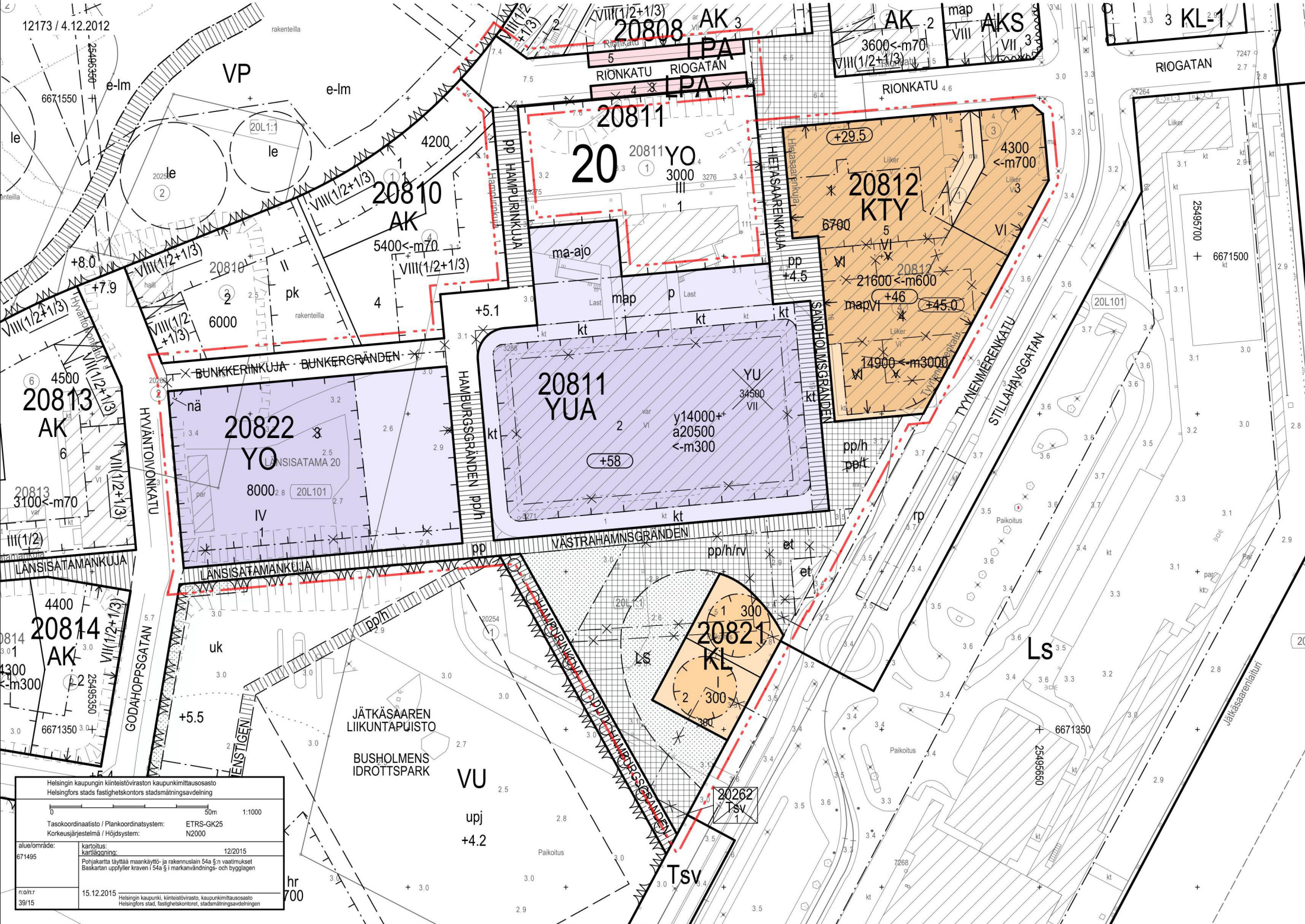


0 100 200 300m

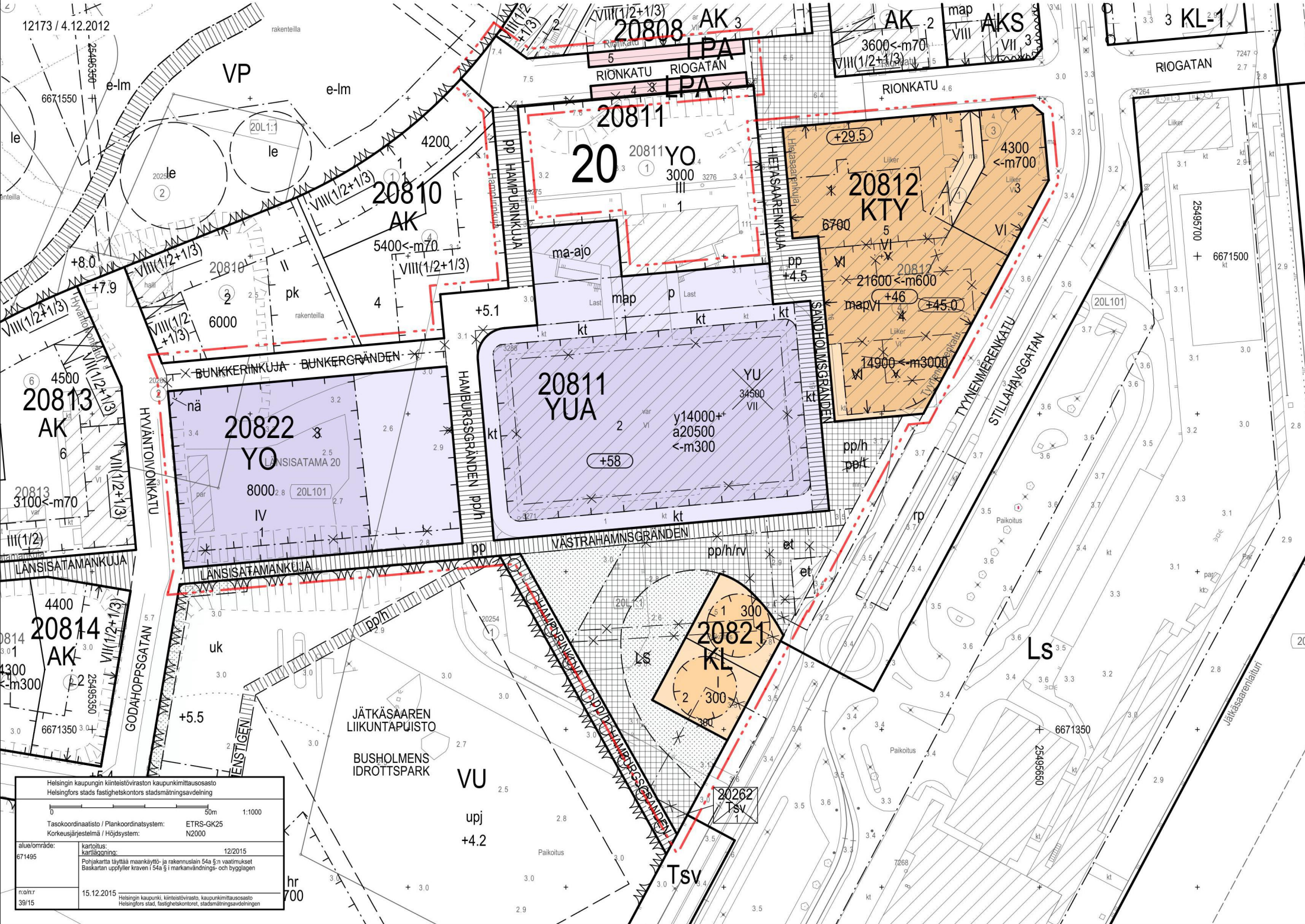
Ilmakuva
Jätkäsaaren talletusvarasto Bunkkeri ja
naapurikorttelit
Liite selostukseen nro 12173

Helsingin kaupunkisuunnitteluvirasto
Asemakaavaosasto
Länsisatama-projekti





12173 / 4.12.2012



20813
AK
4500
3100 <-m70

20822
YO
8000
IV

20811
YUA
y14000+
a20500
<-m300

20812
KTY
6700
21600 <-m600

20814
AK
4400
4300 <-m300

20821
KL
300
300

Helsingin kaupungin kiinteistöviraston kaupunkimittausosasto
Helsingfors stads fastighetskontors stadsmättningsavdelning

Tasokoordinaatisto / Plankoordinaatystem: ETRS-GK25
Korkeusjärjestelmä / Höjdsystem: N2000

alue/område: 671495
karttoitus: 12/2015
karttalaatinta: 12/2015

n:o/nr: 39/15
15.12.2015

Helsingin kaupunki, kiinteistövirasto, kaupunkimittausosasto
Helsingfors stad, fastighetskontoret, stadsmättningsavdelningen

JÄTKÄSAAREN
LIIKUNTAPUISTO
BUSHOLMENS
IDROTTSPIK

VU
upj
+4.2

20262
Tsv

ASEMAKAAVAMERKINNÄT JA
-MÄÄRÄYKSET

YUA

Urheilutoimintaa palvelevien rakennusten sekä asuinrakennusten korttelialue.

- alueelle saa sijoittaa myös muita palvelu- ja toimintiloja.

- rakennuksen ominaispiirteet, kuten betonijulkisivut, pyöreät kulmat, lastauslaiturin betoninen katos ja matalat nauhaikkunat tulee säilyttää.

- asuntoja saa sijoittaa tasolta noin +24 ylöspäin.

- korttelipihalle aukeavat sivukäytävät saa rakentaa kaavassa osoitetun kerrosalan lisäksi.

- asukkaiden varastot ja yhteistilat, kuten säilytystilat, pesutuvat, kuivaushuoneet, saunat ja harrastetilat saa rakentaa kaavassa osoitetun kerrosalan lisäksi.

- tekniset tilat saa rakentaa kaavassa osoitetun kerrosalan lisäksi.

- oleskeluparvekkeet tulee lasittaa ympäristömelun torjumiseksi.

- rakennuksen ulkovaipan kokonaisääneneristävyyden tulee mitoittaa laivaliikenteen melua vastaan kiinnittäen huomiota laivaliikenteen melun erityispiirteisiin.

- ennen rakennusluvan myöntämistä tulee meluselvityksellä osoittaa melutason ohjearvoihin (vanha alue) nähden riittävä meluntorjunta asuinrakennusten piha-alueilla, oleskeluparvekkeilla sekä asuinhuoneistoissa ja opetustiloissa.

- asuinrakennusten ilmanotto tulee järjestää siten, ettei laivaliikenteen päästöistä aiheudu haju- tai ilmanlaatuhahtaa sisätiloihin.

YO

Opetustoiminnan korttelialue.

KL

Liikerakennusten korttelialue.

- alueelle saa sijoittaa myymälärakennuksen. Rakennuksen katolle saa sijoittaa ulkopalvelutiloja. Tontille ei saa sijoittaa pysäköintipaikkoja.

KTY

Toimitilarakennusten korttelialue.

- rakennuksiin saa rakentaa tiloja myymälöitä, toimistoja, ympäristöhäiriötä aiheuttamatonta teollisuutta ja julkisia palveluja varten sekä lisäksi kokoontumis-, koulutus-, näyttely-, liikunta- ja vapaa-ajan sekä vastaavan toiminnan tiloja.

- ensimmäisiin kerroksiin tulee sijoittaa liike-, myymälä-, näyttely- tai multa aslakaspalvelutiloja.

LPA

Autopaikkojen korttelialue.

3 m kaava-alueen rajan ulkopuolella oleva viiva.

Korttelin, korttelinosan ja alueen raja.

Osa-alueen raja.

Ohjeellinen alueen tai osa-alueen raja.

Ohjeellinen tontin raja.

Risti merkinnän päällä osoittaa merkinnän poistamista.

Kaupunginosan numero.

Korttelin numero.

Ohjeellinen tontin numero.

Kadun, katuaukion tai puiston nimi.

Rakennusoikeus kerrosneliömetreinä.

a-merkitty luku osoittaa asunnoille sallitun rakennusoikeuden kerrosneliömetreinä.

y-merkitty julkisille rakennuksille sallitun rakennusoikeuden kerrosneliömetreinä.

Luku osoittaa kerrosneliömetreinä kuinka paljon rakennuksen ensimmäisestä(I) kerroksesta vähintään on varattava liike-, myymälä-, näyttely- tai muiksi asiakaspalvelutiloiksi.

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

+58

Rakennuksen vesikaton ylimmän kohdan likimääräinen korkeusasema.

29.5

Rakennuksen julkisivupinnan ja vesikaton leikkauksen ylin korkeusasema.

20
20822

1

RIONKUJA

300

a14000

y20200

<-m700

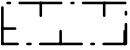
VI

+58

29.5

+4.5

Maanpinnan likimääräinen korkeusasema.



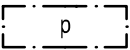
Rakennusala.



Katos.



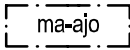
Pihakannen alainen pysäköintitila. Alueelle saa sijoittaa lisäksi muutoin maanpinnan alapuolelle rakennettavaksi sallittuja ja yhdyskuntateknisen huollon tiloja.



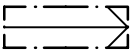
Pysäköimisalue, jolle saa sijoittaa 30 autopaikkaa.



Alueen osa, jolle saa sijoittaa yhdyskuntateknisen huollon laitteita ja jätteen syväkeräysastioita.



Maanalaisiin tiloihin johtava sijainniltaan ohjeellinen ajoluiska.



Alueen osa, johon saa sijoittaa maanalaisiin tiloihin johtavan ajoluiskan Alue tulee varustaa vesikatolla.



Nuoli osoittaa rakennusalan sen sivun, johon rakennus on rakennettava kiinni.



Katu.



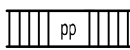
Jalankululle ja polkupyöräilylle varattu aukiona oleva katualueen osa, jolla huoltoajo on sallittu.



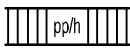
Jalankululle, polkupyöräilylle ja raitiovaunuliikenteelle varattu aukiona oleva katualueen osa, jolla huoltoajo on sallittu.



Yleiselle jalankululle varattu alueen osa.



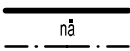
Yleiselle jalankululle ja polkupyöräilylle varattu alueen osa.



Yleiselle jalankululle ja polkupyöräilylle varattu katu, jolla huolto-ajo on sallittu.



Istutettava alueen osa.



Näkemäalue. Näkemäalueella aidan, istutuksen tai muun näkemäesteen korkeus saa olla enintään 0,8 m kadunpinnan yläpuolella. Rakennusalaan kuuluessaan näkemäaluetta varten tulee jättää vähintään yhden kerroksen aukko rakennukseen.

Jätehuoneet tulee sijoittaa rakennukseen tai pysäköintihalliin. Jätteen putkikuljetusjärjestelmän keräyspisteitä saa sijoittaa myös pihamaalle.

Katolle sijoitettavien teknisten tilojen ja laitteiden tulee sopia koko rakennuksen ulkonäköön.

Tuuligeneraattorien, aurinkopaneelien tai muiden vastaavien energian keräämien integroiminen rakennuksiin on sallittua.

Maantasokerroksen julkisivu ei saa antaa umpinaista vaikutelmaa.

Rakentamattomat tontinosat, joita ei käytetä leikki- tai oleskelualueina on istutettava puin ja pensain.

Ilmanvaihtolaitteiden meluntorjuntatarpeeseen tulee kiinnittää erityistä huomiota. Arvioinnissa tulee kiinnittää huomiota myös viereisiin asuinrakennusten korttelialueisiin rakennettuihin tai suunniteltaviin pihoihin ja rakennuksiin. Jäteilmaa ei saa johtaa koulun tai asuntojen pihalle.

map- merkityissä pysäköintitiloiksissa tulee kansi- rakenteiden kantavuutta ja korkeustasoa määriteltäessä ottaa erityisesti huomioon pihan puuistuksiin tarvittavan kasvualueen paksuus ja paino sekä pelastustoiminnan vaatimukset.

Maanalaisissa autohalleissa ei tarvitse rakentaa tontin rajaseiniä. Jos rajaseiniä ei rakenneta, tulee paloteknisiä ratkaisuja suunniteltaessa käsitellä korttelia yhtenä kokonaisuutena riittävän turvallisuustason saavuttamiseksi.

KTY-korttelialueen tonteille tulee varata kummallekin yksi vähintään 1.2m syvä, 1.8m leveä ja 2.2m korkea kadun suuntaan avautuva, ovellinen tila yhdyskuntateknisen huollon jakokaappeja varten.

Pilaantuneet maa-alueet on selvitettävä ja kunnostettava ennen rakentamiseen ryhtymistä.

KATUALUEITA KOSKEE LISÄKSI:

- julkiset ulkotilat rakennuksiin, rakenteineen ja kalusteineen on toteutettava kaupunkivallisesti korkeatasoisina, muotoiluun ja materiaaleiltaan korkealaatuisina sekä aikaa kestävinä ja satamamiljööseen soveltuvina. Ympäristötaide on integroitava osaksi muuta julkisen ympäristön toiminnallisia ja rakenteellisia aiheita.

- kevyen liikenteen reitit on toteutettava esteettöminä kaikkien käyttäjäryhmien kannalta.

- katujen ja aukoiden pintamateriaalien on oltava laadukkaita, luonnonkiveä on käytettävä aukion pintamateriaalina sekä alueiden tai toimintojen rajauksissa.

- valaistuksen tulee edistää turvallisuuden tunnetta ja sopia kaupunkikuvaan. Valaisinkalusteen muotoilu ja valon värientoiston on oltava korkeatasoinen ja kantakaupungin kaupunkikuvaan sopiva.

TONTTIEN PYSÄKÖINTIPAIKKAMÄÄRÄYKSET:

Autopaikkojen määrät ovat:

-YUA-korttelialueilla asuntojen osalta vähintään 1 ap/135 k-m²

- jos tontti liittyy pysyvästi yhteiskäyttöautojärjestelmään tai osoittaa muulla tavoin varaavansa asukkaalle yhteiskäyttöautojen käyttömahdollisuuden, voidaan autopaikkojen kokonaismäärästä vähentää viisi autopaikkaa yhtä yhteiskäyttöautopaikkaa kohti, yhteensä kuitenkin enintään 10%.

- jos vähintään 50 autopaikkaa toteutetaan keskitetysti nimeämättöminä, voidaan kokonaismäärästä vähentää 10%.

- asukkaiden paikoista kannen päälläolevat noin 30 ap voidaan varata myös liikuntatilojen käyttöön niiden aukioloaikoina.

Toimistot, enintään	1 ap / 350 k-m ²
Myymlät, enintään	1 ap / 120 k-m ²
Teollisuus, enintään	1 ap / 200 k-m ²
Koulut, enintään	1 ap / 800 k-m ²
Liikuntatilat, enintään	1 ap / 60 k-m ²

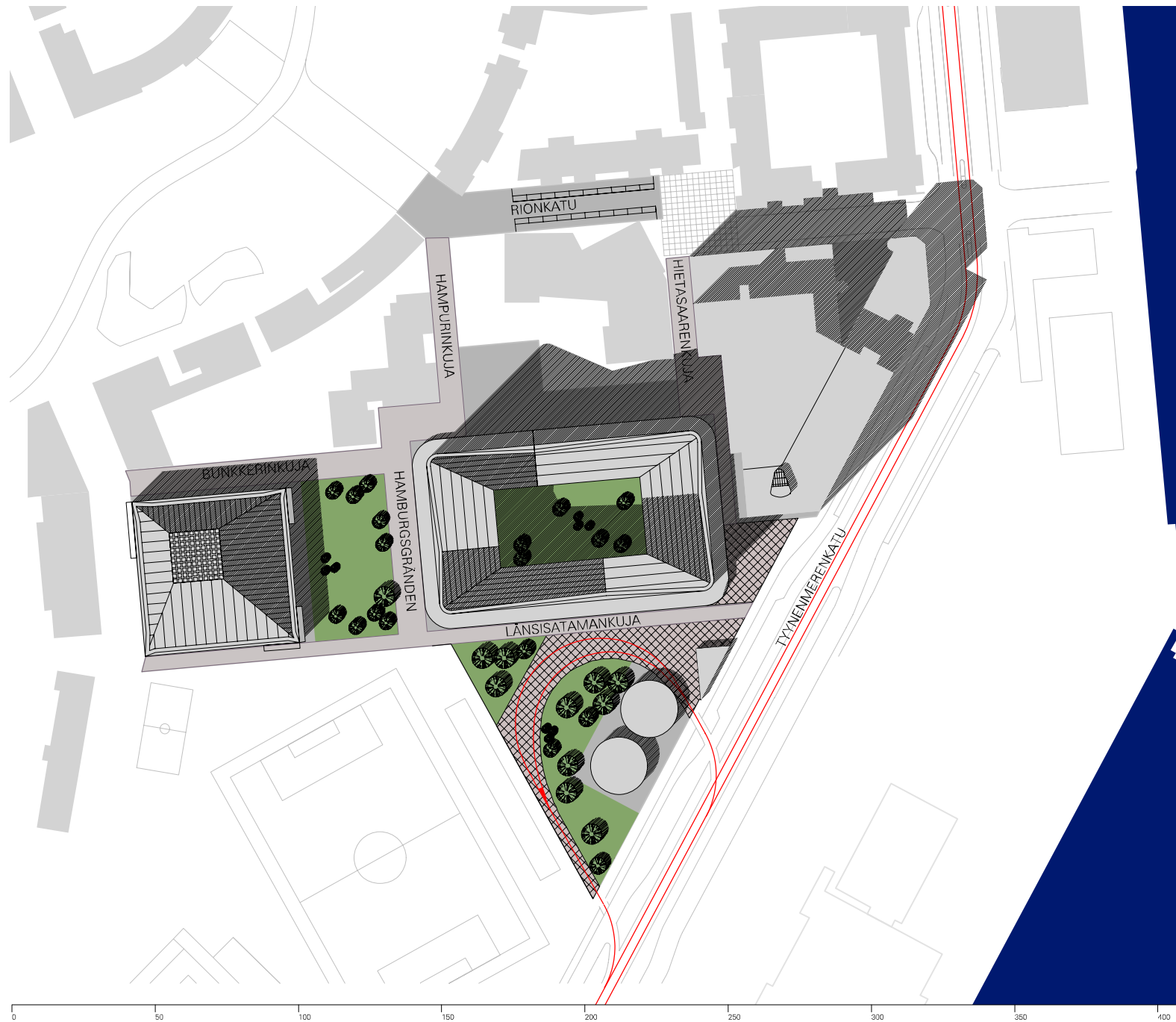
- jokaista tonttia varten tulee osoittaa yksi pysäköintipaikka, joka on varattu liikuntaesteisille. Määräys ei koske tontteja 20821/1 ja 2.

Polkupyöräpaikkojen määrät ovat vähintään:

- asumisen osalta 1 pp/30 k-m², joista vähintään 75% on sijoitettava ulkoiluvälinevarastoon.

- vieraspysäköinnin osalta 1 pp/1000 k-m², jotka sijoitetaan asuinrakennuksen sisäänkäynnin läheisyyteen.

Tällä asemakaava-alueella korttelialueelle on laadittava erillinen tonttijako.

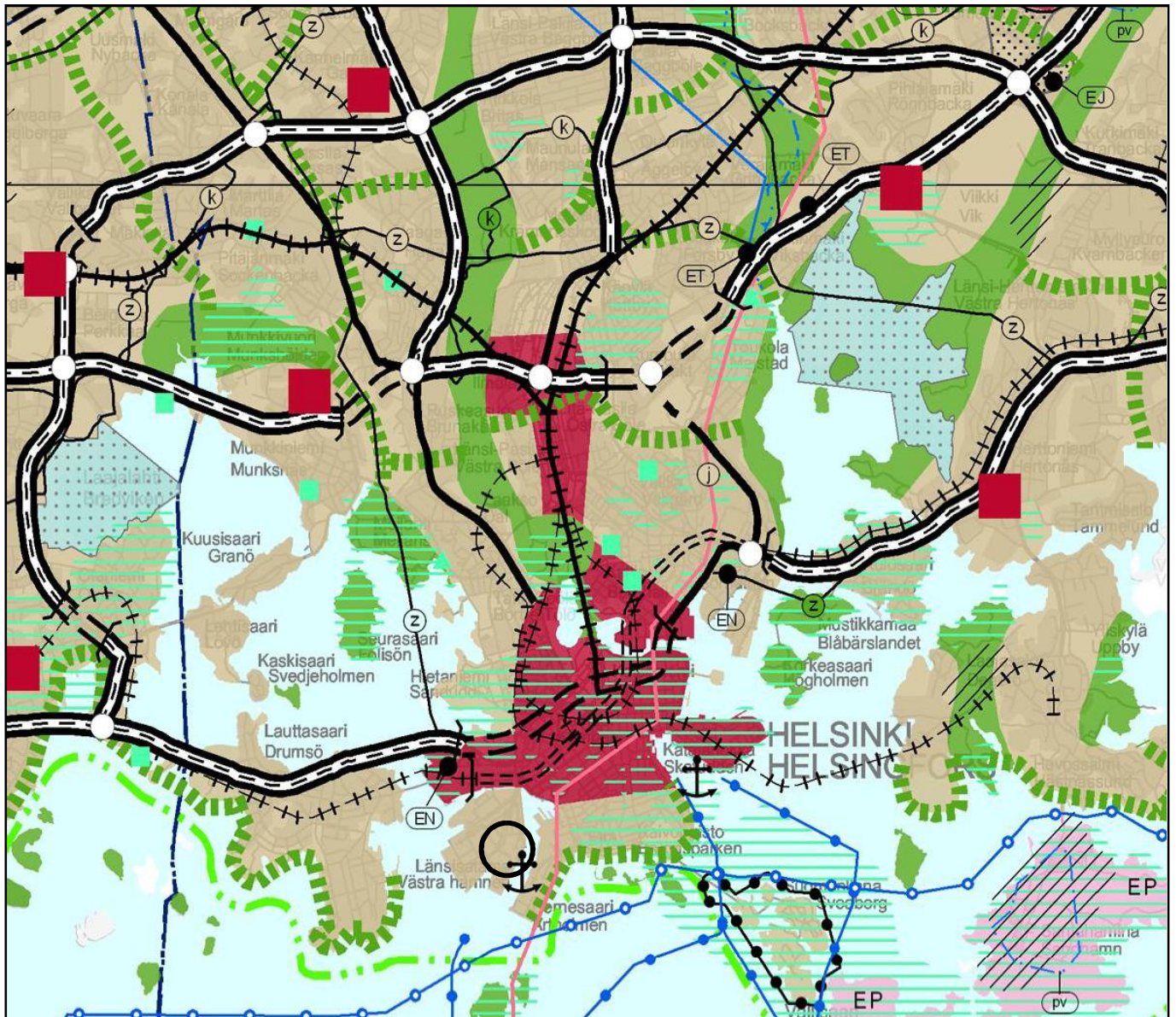


JÄTKÄSAAREN TALLETUSVARASTO
BUNKKERI JA NAAPURIKORTTELIT
ASEMAKAAVAN MUUTOS
HAVAINNEKUVA 16.2.2015
1:1000



KAUPUNKISUUNNITTELUVIRASTO
ASEMAKAAVAOSASTO
LÄNSISATAMAPROJEKTI





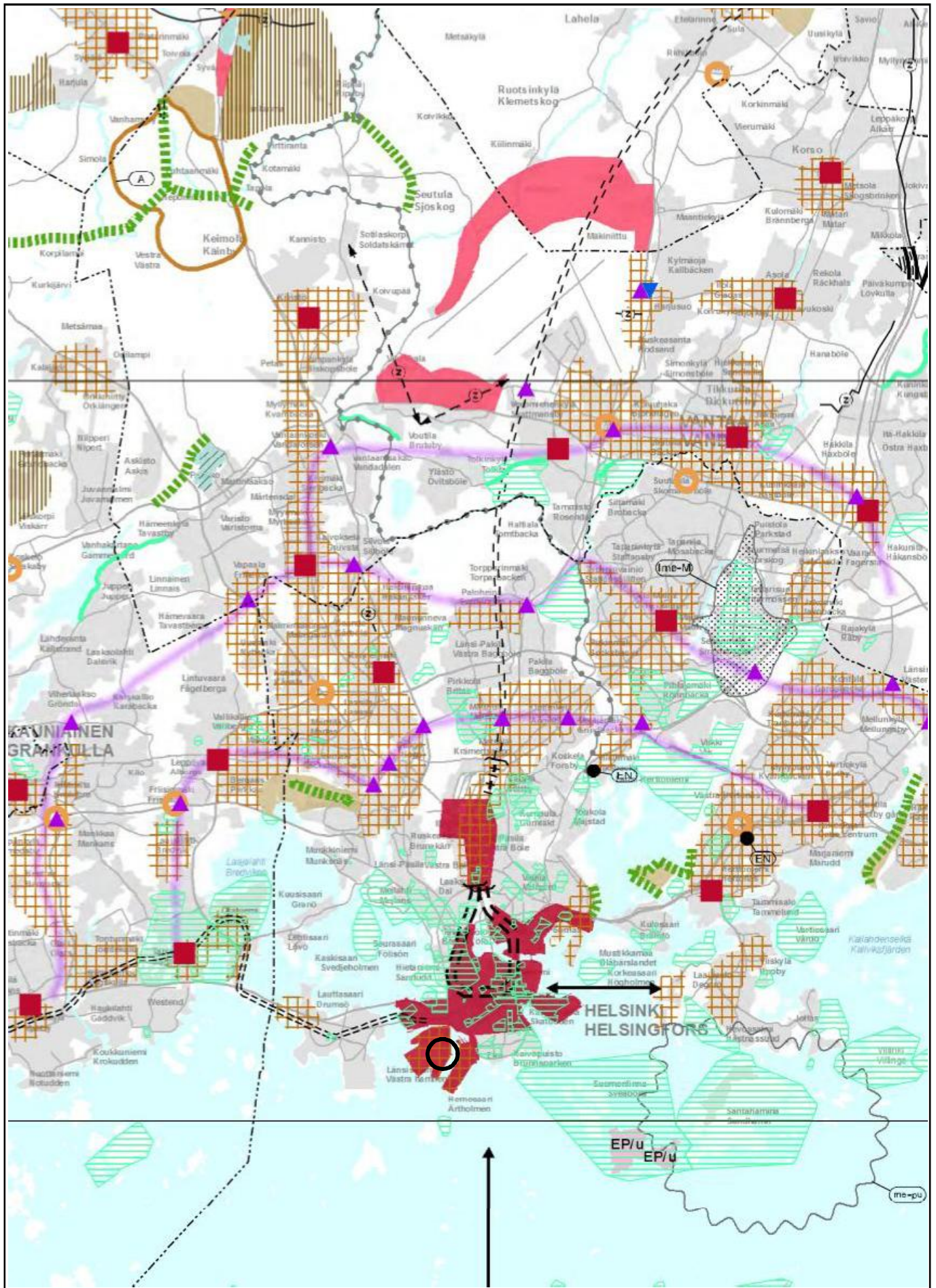
MERKINNÄT

	Taajamatoimintojen alue		Satama
	Keskustatoimintojen alue		Laivaväylä
	Virkistysalue		Veneväylä
	Viheryhteystarve		Liikennetunneli
	Luonnonsuojelualue		Liikenneväylän katkoviivamerkintä osoittaa vaihtoehtoisen ratkaisun tai ohjeellisen linjauksen
	Puolustusvoimien alue		400 kV voimalinja
	Energia- ja/tai jätehuoltoon varattu alue		Raakavesitunneli
	Yhdyskuntateknisen huollon alue		Jätevesitunneli
	Moottoriväylä		Pohjavesialue
	Valtatie/Kantatie		Natura 2000 verkostoon kuuluva tai ehdotettu alue
	Eritasoliittymä		Kulttuuriympäristön tai maiseman vaalimisen kannalta tärkeä alue, tie tai kohde
	Päärata		Valtakunnallisesti merkittävä muinaisjäänнос
	Yhdysrata		UNESCO:n maailmanperintökohde
			Pääkaupunkiseudun rannikko- ja saaristovyöhyke -rajaus

Ote maakuntakaavasta
 Jätkäsaaren talletusvarasto Bunkkeri ja
 naapurikorttelit
 Liite selostukseen nro 12173

Helsingin kaupunkisuunnitteluvirasto
 Asemakaavaosasto
 Länsisatama-projekti





Ote 2. vaihemaakuntakaavasta
 Jätkäsaaren talletusvarasto Bunkkeri ja
 naapurikorttelit
 Liite selostukseen nro 12173

Helsingin kaupunkisuunnitteluvirasto
 Asemakaavaosasto
 Länsisatama-projekti



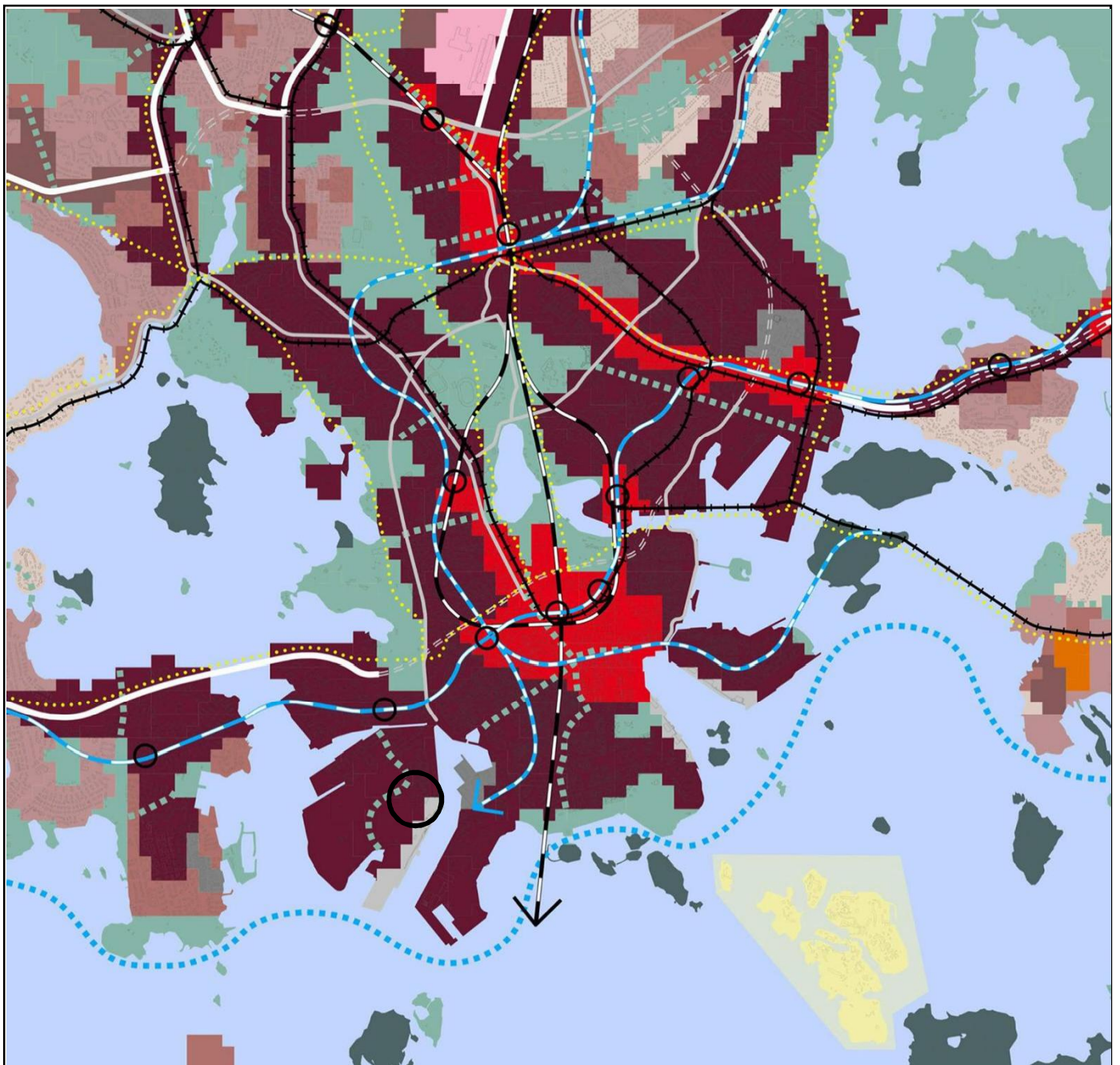
UUDENMAAN 2. VAIHEMAAKUNTAKAAVA

ETAPPLANDSKAPSPLAN 2 FÖR NYLAND

Merkinnät Beteckningar

	Taajamatoimintojen alue Område för tätortsfunktioner		Päärata Huvucbana		Natura 2000 verkostoon kuuluva tai ehdotettu alue Område som hör till eller föreslagits hör till nätverket Natura 2000
	Tilvistettävä alue Område som ska förtätas		Yhdysrata Förbindelsebana		Kulttuuriympäristön vaalimisen kannalta tärkeä alue, tie tai kohde, valtakunnallisesti merkittävä (RKY 2009) Område, väg eller object av riksintresse som är viktigt med tanke på kulturmiljön (RKY 2009)
	Taajamatoimintojen tai työpaikka-alueiden reservialue Reservområde för tätortsfunktioner eller arbetsplatsområden		Liikennetunneli Trafiktunnel		Arvokas harjualue tai muu geologinen muodostuma Värdefull ås eller annan värdefull geologisk formation
	Raideliikenteeseen tukeutuva taajamatoimintojen alue Område för tätortsfunktioner som stöder sig på spårtrafik		Liikennetunnelin ohjeellinen linjaus Trafiktunnel, riktgivande sträckning		Kunnan raja 1.1.2013 Kommungräns 1.1.2013
	Raideliikenteeseen tukeutuva asemanseudun kehittämisalue Utvecklingsområde för stationstrakt som stöder sig på spårtrafik		Liikenneväylän katkoviivamerkintä osoittaa vaihtoehtoisen ratkaisun tai ohjeellisen linjauksen Trafikled betecknad med streckad linje anger en alternativ lösning eller riktgivande sträckning		Maakunta- ja alueen raja Gräns för landskapsplanområdet
	Kylä By		Liikenteen yhteistarve Behov av trafikförbindelse		Merkintöihin liittyy määräykset ja suositukset Till beteckningarna hör bestämmelser och rekommendationer
	Palvelujen alue Område för service		Joukkoliikenteen vaihtopaikka Omsättningsplats för kollektivtrafik		Litjtyntäpysäköintipaikka Plats för anslutningsparkering
	Keskustamatoimintojen alue, valtakunnan keskus Område för centrumfunktioner, rikscentrum		Pääkaupunkiseudun poikittainen joukkoliikenteen yhteysväli Tvärgående kollektivtrafikförbindelse i huvudstadsregionen		Ulkolureitti Frluttsled
	Keskustamatoimintojen alue, seutukeskus Område för centrumfunktioner, regioncentrum		400 kV voimajohto 400 kV kraftledning		110 kV voimajohto 110 kV kraftledning
	Keskustamatoimintojen alue Område för centrumfunktioner		110 kV voimajohdon ohjeellinen linjaus 110 kV kraftledning, riktgivande sträckning		Estlink 1
	Merkitykseltään seudullinen vähittäiskaupan suuryksikkö Stor detaljhandelsenhet av regional betydelse		Estlink 2		110 kV voimajohdon tai merkittävän merikaapelin yhteistarve 110 kV kraftledning eller betydande undervattenskabel, behov av förbindelse
	Työpaikka-alue Arbetsplatsområde		Energiahuollon alue Område för energiförsörjning		Slirtoviemäri Avloppsledning
	Teollisuusalue Industriområde		Slirtoviemäri Riktgivande sträckning för avloppsledning		Maakaasun runkoputki Naturgashuvudledning
	Virkistysalue Rekreationsområde		Lentomelualue M (L _{Aeq} 7-22: yli 55 db) Flygbullerområde M (L _{Aeq} 7-22: över 55 db)		Puolustusvoimien melualue (L _{Aeq} 7-22: yli 55 db) Försvarsmaktens bullerområde (L _{Aeq} 7-22: över 55 db)
	Viheryhteystarve Behov av grönförbindelse		Puolustusvoimien melualue (L _{Aeq} 7-22: yli 55 db) Försvarsmaktens bullerområde (L _{Aeq} 7-22: över 55 db)		
	Luonnonsuojelualue Naturskyddsområde				
	EP Puolustusvoimien alue Försvarsmaktens område				
	EP/u Puolustusvoimien alue, jonka toissijainen käyttötarkoitus on virkistys-, matkailu- ja/tai koulutustoiminta Försvarsmaktens område, vars sekundära användningsändamål är rekreation, turism och/eller utbildning				
	Mootoriväylä Motorled				
	Valtatie / Kantatie Riksväg / Stamväg				
	Seututie Regional väg				
	Yhdystie Förbindelseväg				
	Eritasoliittymä				

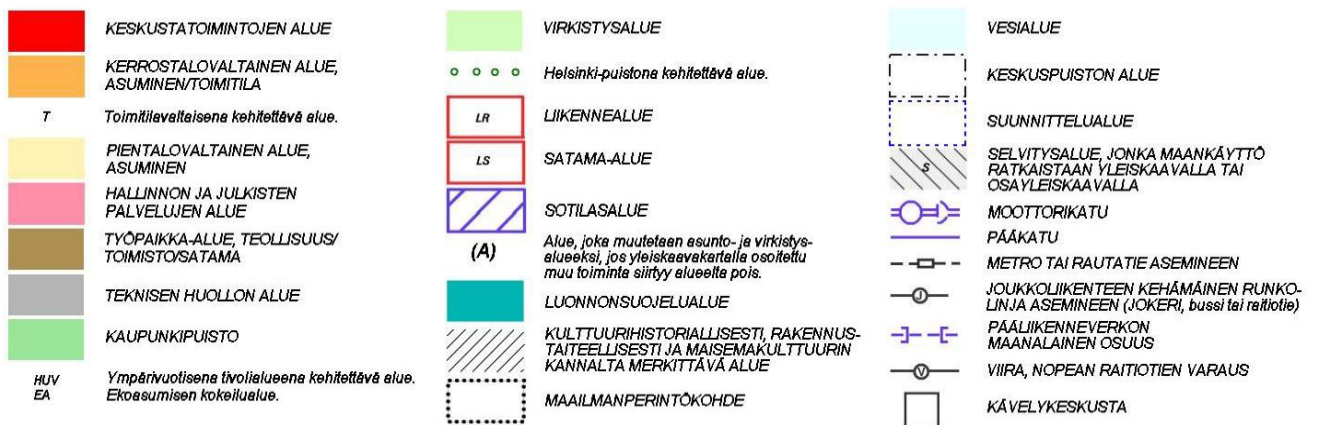
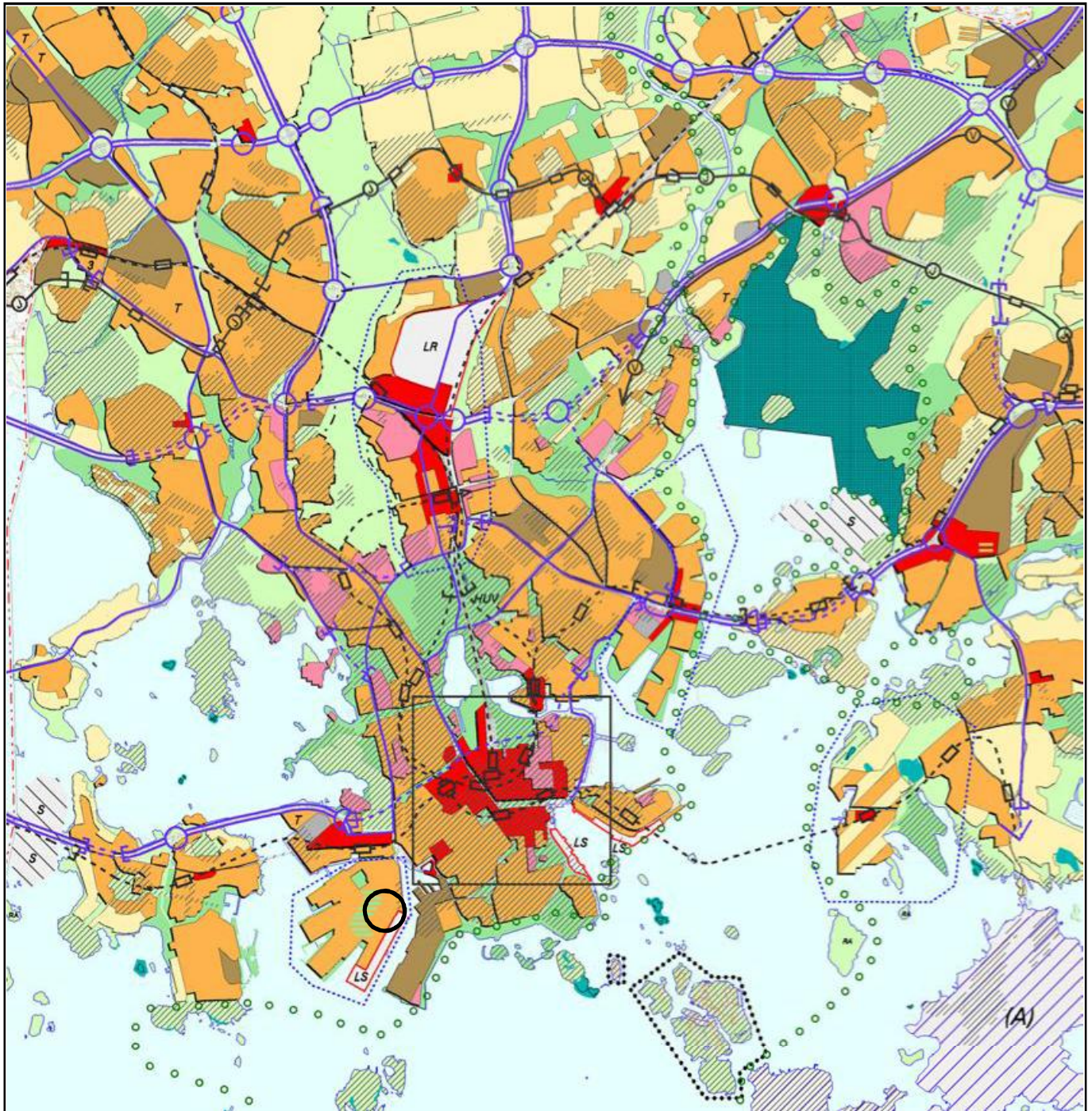




Ote Helsingin uudesta yleiskaavasta
 Kaupunkikaava, ehdotus (KsIk 10.11.2015)
 Jätkäsaaren talletusvarasto Bunkkeri ja naapurikorttelit
 Liite selostukseen nro 12385

Helsingin kaupunkisuunnitteluvirasto
 Asemakaavaosasto
 Länsisatama-projekti

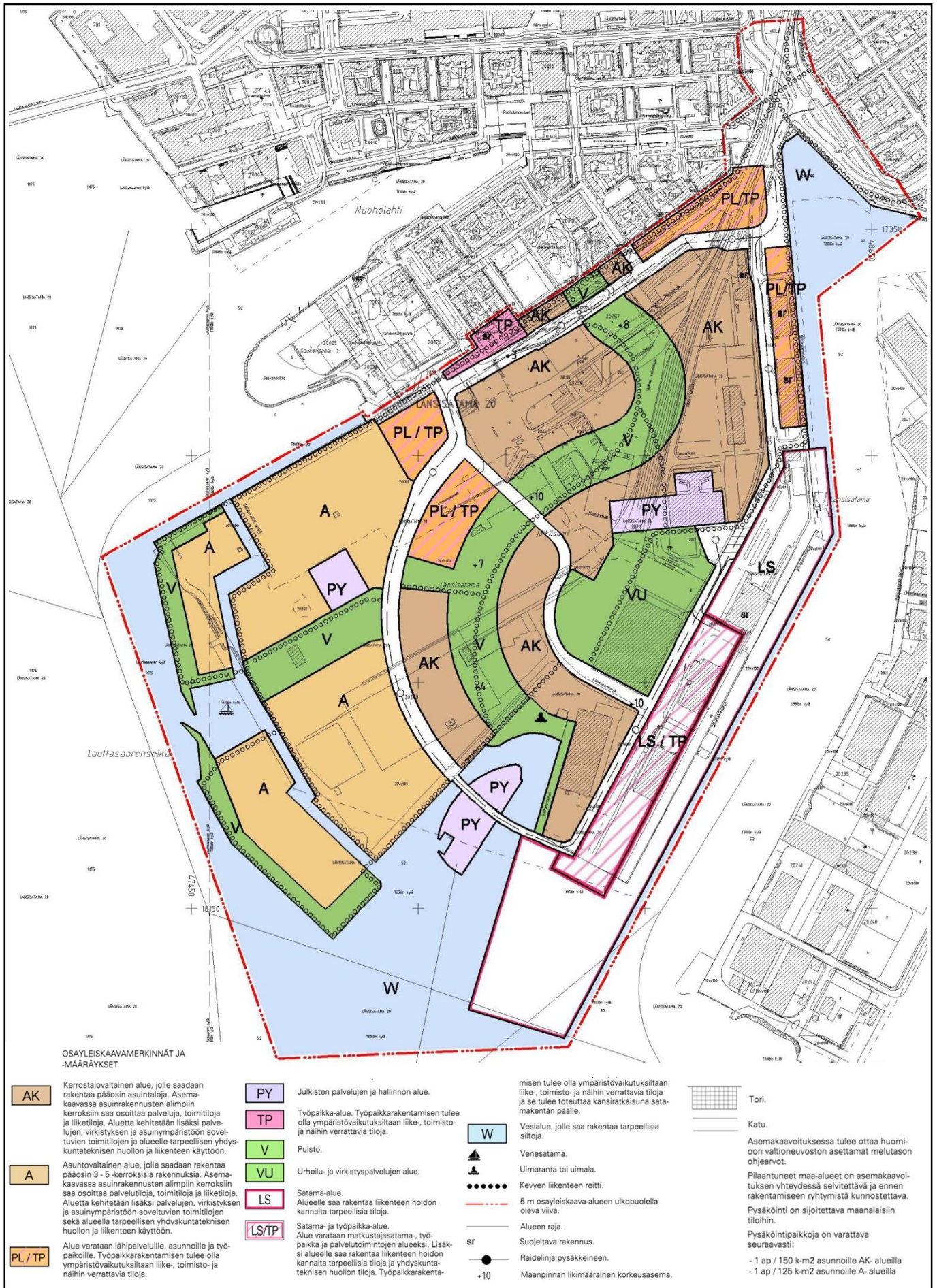


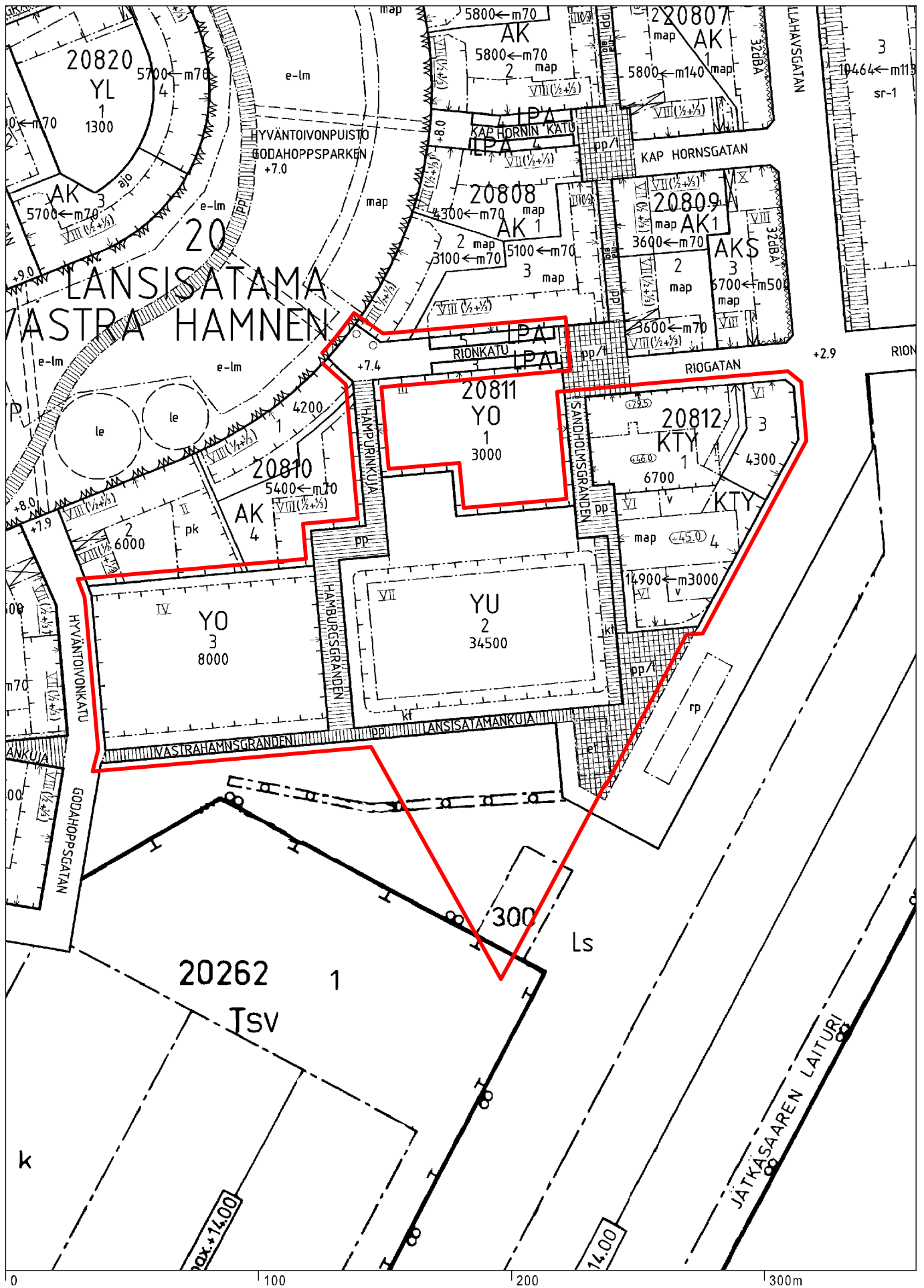


Ote yleiskaava 2002:sta
 Jätkäsaaren talletusvarasto Bunkkeri ja
 naapurikorttelit
 Liite selostukseen nro 12173

Helsingin kaupunkisuunnitteluvirasto
 Asemakaavaosasto
 Länsisatama-projekti



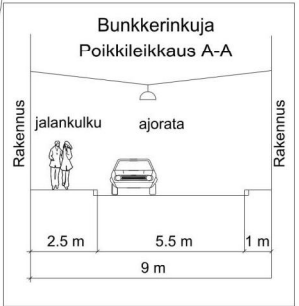
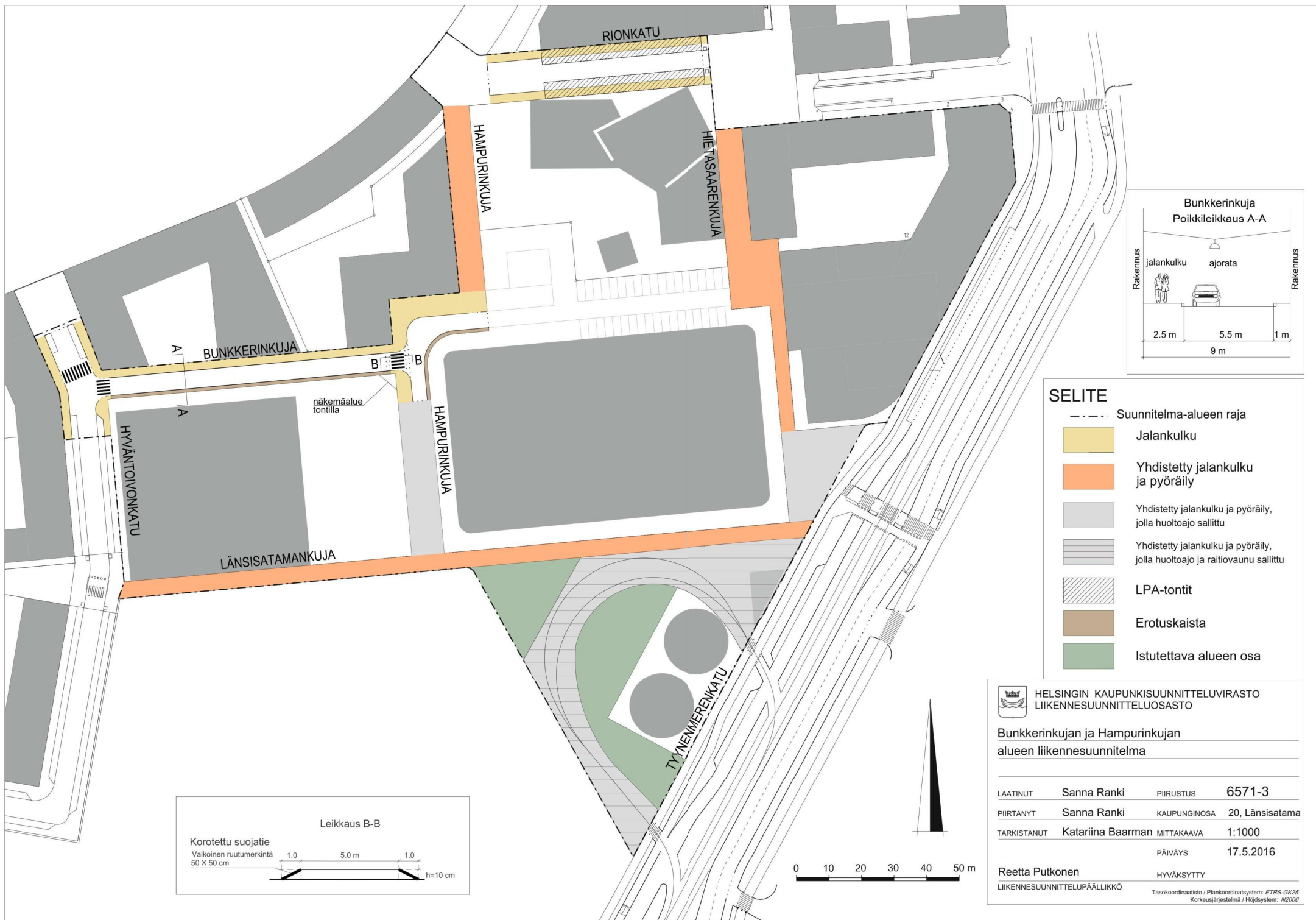




Ote voimassa olevasta asemakaavasta
 Jätkäsaaren talletusvarasto Bunkkeri ja
 naapurikorttelit
 Liite selostukseen nro 12173

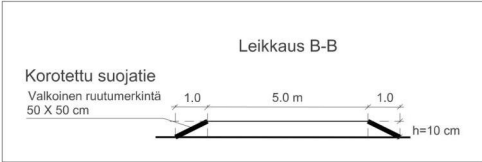
Helsingin kaupunkisuunnitteluvirasto
 Asemakaavaosasto
 Länsisatama-projekti





SELITE

- Suunnitelma-alueen raja
- Jalankulku
- Yhdistetty jalankulku ja pyöräily
- Yhdistetty jalankulku ja pyöräily, jolla huoltoajo sallittu
- Yhdistetty jalankulku ja pyöräily, jolla huoltoajo ja raitiovaunu sallittu
- LPA-tontit
- Erotuskaista
- Istutettava alueen osa



HELSINGIN KAUPUNKISUUNNITTELUVIRASTO
 LIIKENNESUUNNITTELUOSASTO

Bunkerinkujan ja Hampurinkujan alueen liikennesuunnitelma

LAATINUT	Sanna Ranki	PIIRUSTUS	6571-3
PIIRTÄNYT	Sanna Ranki	KAUPUNGINOSA	20, Länsisatama
TARKISTANUT	Katriina Baarman	MITTAKAAVA	1:1000
		PÄIVÄYS	17.5.2016

Reetta Putkonen
 LIIKENNESUUNNITTELUPÄÄLLIKKÖ

HYVÄKSYTTY

Tasokoordinaatisto / Plankoordinaatistojen: ETRS-GK25
 Korkeusjärjestelmä / Höjdsystem: NZ2000



Bunkkeri etelästä
Jätkäsaaren talletusvarasto Bunkkeri ja naapurikorttelit
Liite selostukseen nro 12173

Helsingin kaupunkisuunnitteluvirasto
Asemakaavaosasto
Länsisatama-projekti





Bunkkerin sisäpiha
Jätkäsaaren talletusvarasto Bunkkeri ja naapurikorttelit
Liite selostukseen nro 12173

Helsingin kaupunkisuunnitteluvirasto
Asemakaavaosasto
Länsisatama-projekti





Bunkkerin uimahalli
Jätkäsaaren talletusvarasto Bunkkeri ja naapurikorttelit
Liite selostukseen nro 12173

Helsingin kaupunkisuunnitteluvirasto
Asemakaavaosasto
Länsisatama-projekti





Bunkkerin palloilukentät
Jätkäsaaren talletusvarasto Bunkkeri ja naapurikorttelit
Liite selostukseen nro 12173

Helsingin kaupunkisuunnitteluvirasto
Asemakaavaosasto
Länsisatama-projekti



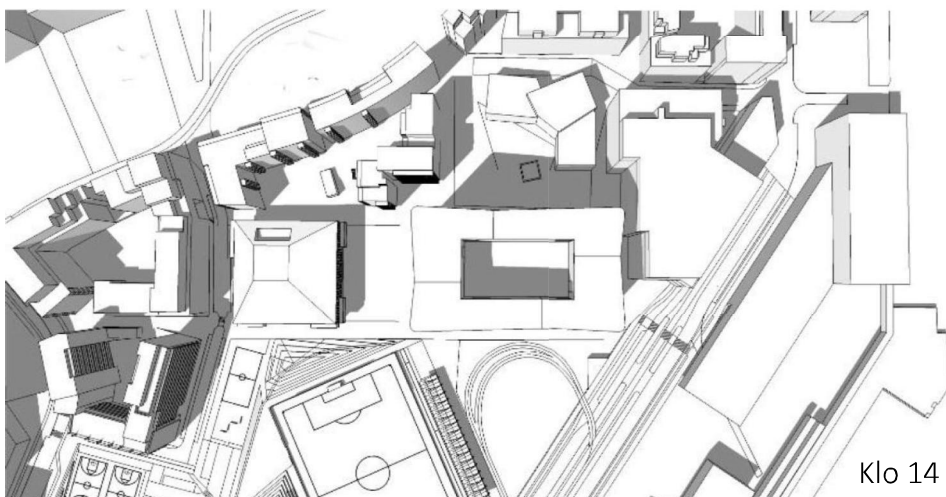
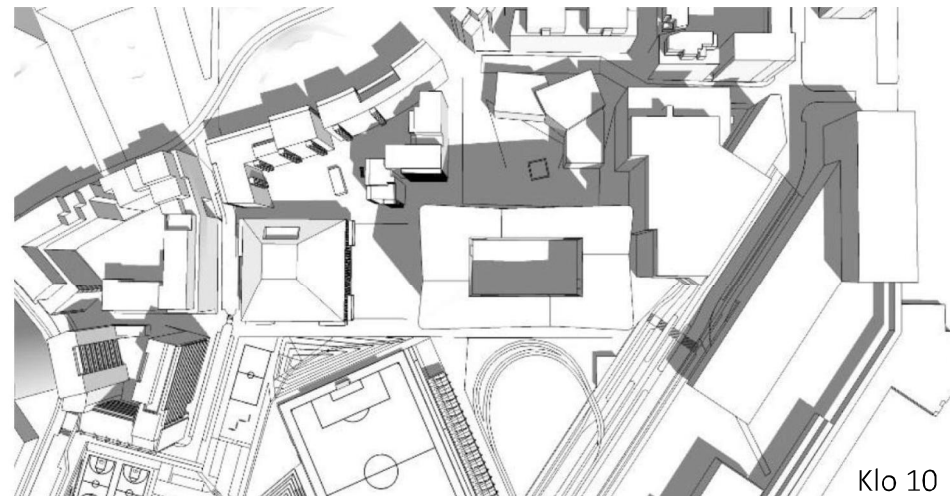


Jätkäsaaren peruskoulun arkkitehtikilpailun voittaja Nemo
Jätkäsaaren talletusvarasto Bunkkeri ja
naapurikorttelit
Liite selostukseen nro 12173

Helsingin kaupunkisuunnitteluvirasto
Asemakaavaosasto
Länsisatama-projekti



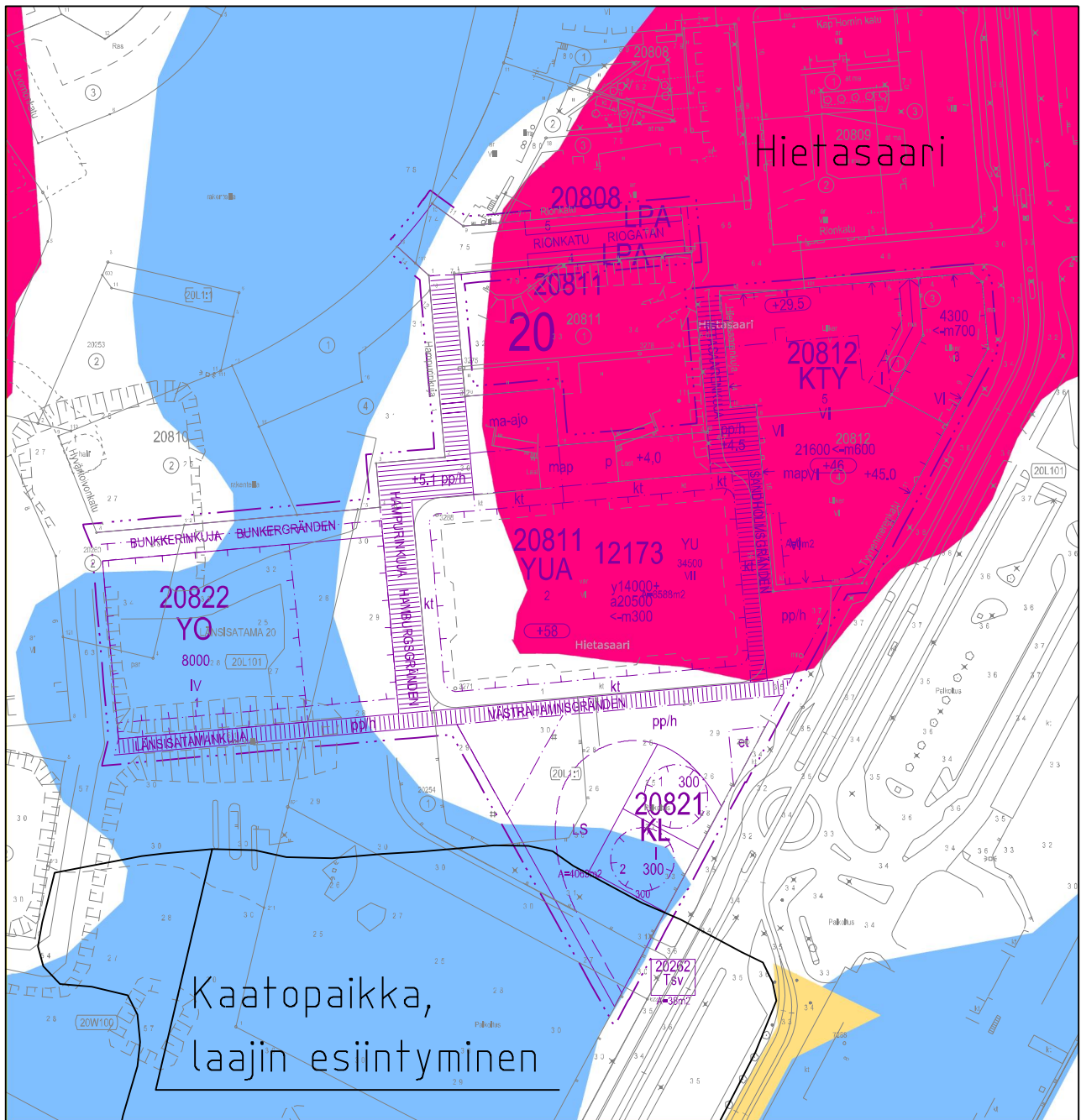
Bunkkeri ja Jätkäsaaren Peruskoulun varjon selvitys - Toukokuu / Elokuu



Jätkäsaaren Talletusvarasto Bunkkeri Ja Naapurikorttelit
Bunkkeri ja Jätkäsaaren Peruskoulun varjon selvitys
Liite selostukseen nro 12173

Helsingin Kaupunkisuunnitteluvirasto
Asemakaavaosasto
Länsisatama-projekti





Talletusvarasto Bunkkeri ja naapurikorttelit Maaperä

1 : 2000

MERKINTÖJEN SELITYS:

- Tarkemmin määrittelemätön täytealue
- Vanha louhe- tai kirkkamaapenger, yläpinta ~+1.0
(perustuu Helsingin GEO / 10209 / 15.3.2002, tehdyt täytöt ja ruoppaukset sekä KSV:n 2.10.2003 tekemään tulkintaan)
- Entisten saarten rantaviiva / kalliainen alue
(perustuu Helsingin GEO / 10209 / 15.3.2002, tehdyt täytöt ja ruoppaukset sekä KSV:n 2.10.2003 tekemään tulkintaan)
- Täytteen alla savea
(perustuu Helsingin GEO / 10209 / 15.3.2002, tehdyt täytöt ja ruoppaukset sekä KSV:n 2.10.2003 tekemään tulkintaan)

153016-1.1

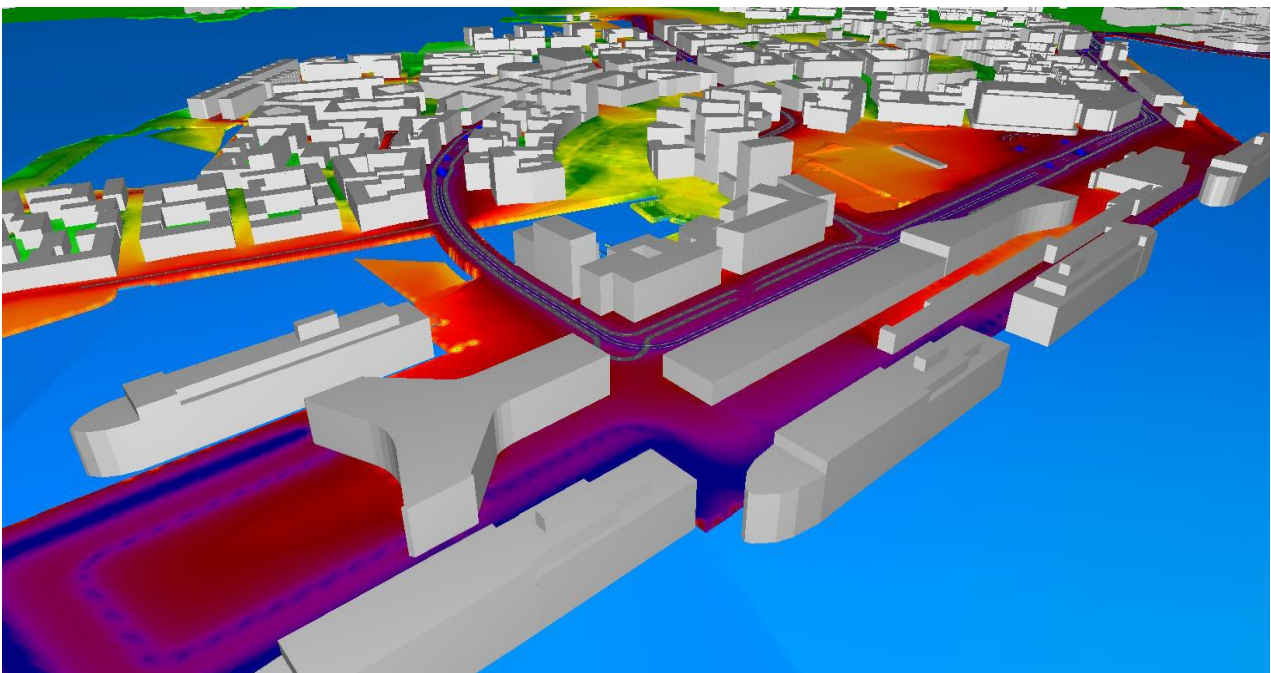
JÄTKÄSAARI

YMPÄRISTÖMELUSELVITYS

Liisa Kilpi

Benoît Gouatarbès

Tapio Lahti (TL Akustiikka)



Jätkäsaari

Tilaaaja: Helsingin kaupunki, Kaupunkisuunnitteluvirasto
Tilaus: PM1572344, 27.4.2015
Yhteyshenkilö: Matti Neuvonen

YMPÄRISTÖMELUSELVITYS

Tiivistelmä

Helsingin Jätkäsaareen kaavoitetaan uusia asuin- ja liikekortteleita. Jätkäsaarella sijaitsee myös Helsingin Länsisatama sekä satamaan johtavat liikenneväylät. Jätkäsaareen suunnitellaan myös kolmen raitiolinjan jatketta.

Jätkäsaaren alueen ympäristömelun mallilaskenta tehtiin suunnitellulle uudelle maankäytölle. Tulokset esitetään melukarttoina piha-alueiden melun arviointiin ja julkisivuille kohdistuvina melutasoina äänieristyksen mitoittamista varten. Lisäksi määritetään äänieristyksen kaavavaatimusta vastaavat A-äänitasoerotukset eri julkisivuilla.

Äänieristysvaatimuksia tarkasteltiin alueen kaikkien mahdollisten melulähteiden (satamatoiminta ja katuliikenne) kokonaismelulle. Laivamelun erityispiirteet (pienitaajuinen melu, ajoittainen kapeakaistainen melu) tulee ottaa huomioon julkisivurakenteita suunniteltaessa.

Suunnittelualueen asuinrakennusten ja hotellien osalta A-äänitasoerotuksen vaatimus laivamelua vastaan ΔL_{As} vaihtelee eri julkisivuilla välillä 27...35 dB (satamassa 40 dB). Suurin äänitasoerovaatimus 40 dB kohdistuu sataman rakennuksille, mikäli ne osoitetaan majoituskäyttöön. Satamarakennusten jälkeen suurin äänitasoerotus 35 dB esiintyy Ahdinaltaan asuinrakennuksen julkisivuilla. Nämä vaatimukset johtavat tiukkoihin vaatimuksiin ulkoseinien ja varsinkin ikkunoiden äänieristävyydelle. Kauempana satamasta äänitasoerotus ΔL_A määräytyy tieliikennemelun mukaan ja vaihtelee välillä 25...34 dB.

Suunnittelualueen sisäpihat ovat hyvin suojattuja melulta. Yleisten oleskelualueiden melutaso vaihtelee välillä 43...53 dB (Hyväntoivonpuisto) ja 52...60 dB (Urheilupuisto).

Sisällysluettelo

1	Tausta	4
2	Melun mallilaskenta	4
2.1	Laskenta- ja maastomalli.....	4
2.2	Laskentasuureet ja -pisteet.....	5
2.3	Melulähteet.....	5
2.3.1	<i>Laivat</i>	5
2.3.2	<i>Sataman laituriliikenne, lastaus ja purkaus</i>	6
2.3.3	<i>Katuliikenne</i>	6
2.3.4	<i>Raitioliikenne</i>	7
2.4	Laskentatilanteet.....	7
3	Laivamelun erityispiirteet	8
3.1	Laivamelun ominaisuudet.....	8
3.2	Äänieristystavoitteet.....	8
3.3	Julkisivuihin kohdistuva melu ja äänieristysvaatimus.....	9
4	Laskentatulokset	9
4.1	Melukartat.....	9
4.2	Yöpyvä laiva paikassa LJ8.....	10
5	Tulosten tarkastelu	10
5.1	Laivamelu.....	10
5.2	Liikennemelu.....	11
5.3	Rakenteiden äänieristyksen mitoitus.....	11
5.4	Piha-alueille kohdistuva melu.....	11
5.5	Rakentamisjärjestys.....	12
6	Johtopäätökset	12

Liitteet A Melukartat – päiväaika

Liite A1:	päiväaikaiset A-keskiäänitasot $L_{Aeq,7-22}$ liikenne, vaihe 1
Liite A2:	päiväaikaiset A-keskiäänitasot $L_{Aeq,7-22}$ liikenne, vaihe 2
Liite A3:	päiväaikaiset A-keskiäänitasot $L_{Aeq,7-22}$ liikenne, vaihe 3
Liite A4:	päiväaikaiset A-keskiäänitasot $L_{Aeq,7-22}$ satama, vaihe 1
Liite A5:	päiväaikaiset A-keskiäänitasot $L_{Aeq,7-22}$ satama, vaihe 2
Liite A6:	päiväaikaiset A-keskiäänitasot $L_{Aeq,7-22}$ satama, vaihe 3
Liite A7:	päiväaikaiset A-keskiäänitasot $L_{Aeq,7-22}$ kokonaismelu, vaihe 1
Liite A8:	päiväaikaiset A-keskiäänitasot $L_{Aeq,7-22}$ kokonaismelu, vaihe 2
Liite A9:	päiväaikaiset A-keskiäänitasot $L_{Aeq,7-22}$ kokonaismelu, vaihe 3

Liitteet B**Melukartat – yöaika**

Liite B1:	yöaikaiset A-keskiäänitasot $L_{Aeq,22-7}$ liikenne, vaihe 1
Liite B2:	yöaikaiset A-keskiäänitasot $L_{Aeq,22-7}$ liikenne, vaihe 2
Liite B3:	yöaikaiset A-keskiäänitasot $L_{Aeq,22-7}$ liikenne, vaihe 3
Liite B4:	yöaikaiset A-keskiäänitasot $L_{Aeq,22-7}$ satama, vaihe 1
Liite B5:	yöaikaiset A-keskiäänitasot $L_{Aeq,22-7}$ satama, vaihe 2
Liite B6:	yöaikaiset A-keskiäänitasot $L_{Aeq,22-7}$ satama, vaihe 3
Liite B7:	yöaikaiset A-keskiäänitasot $L_{Aeq,22-7}$ kokonaismelu, vaihe 1
Liite B8:	yöaikaiset A-keskiäänitasot $L_{Aeq,22-7}$ kokonaismelu, vaihe 2
Liite B9:	yöaikaiset A-keskiäänitasot $L_{Aeq,22-7}$ kokonaismelu, vaihe 3

Liite C**suositellut äänitasoerotukset ΔL_A ja ΔL_{As}** **Liite D****3D kuvat**

1 Tausta

Helsingin Jätkäsaaren suunnitellaan uusia asuin- ja liikekortteleita. Alueelle on mahdollisesti suunnitteilla myös toimistotiloja, tosin niiden toteuttamista ei ole vielä lopullisesti päätetty. Asuinrakennusten lisäksi alueelle on suunniteltu myös kouluja ja päiväkotia.

Rakennukset sijoittuvat katujen varsille sekä paikoitellen varsin lähelle satamaa. Lähimmät rakennukset ovat noin 150 m etäisyydellä laituripaikoista LJ6 ja LJ7 ja 100 m päässä laituripaikasta LJ8 (Ahdinallas) sekä 200 m etäisyydellä laituripaikasta LJ8 (Melkinlaituri). Satama-alueelle mahdollisesti sijoitetaan myös uusia rakennuksia, jolloin niiden etäisyys lähimmästä laivasta on vain muutamia kymmeniä metrejä.

Katu- ja raitioliikenne sekä satamatoiminta aiheuttavat melua suunnittelualueelle. Satamatoiminta ja liikenne ovat melulähteitä, joiden vaikutusta tulee tarkastella mahdollisimman varhaisessa vaiheessa kaavasunnittelua.

Tässä työssä laaditaan alueen ympäristömeluselvitys asemakaavaa varten. Selvityksessä tarkastellaan suunnittelualueen rakennusten julkisivuille ja oleskelualueille kantautuvan katuliikennemelun lisäksi laivojen pienitaajuista melua sekä satama-alueen muun toiminnan melua.

Ulkomelun yleiset ohjearvot melun keskiäänitasolle L_{Aeq} oleskelualueilla (esim. pihat ja parvekkeet) ovat 55 dB päivällä (klo 7–22) ja 50 dB yöllä (klo 22–7) [1]. Ohjearvot sisällä asuintiloissa ovat 35 dB päivällä ja 30 dB yöllä. Laivojen pienitaajuisten melun arviointiin sisällä yöllä on tarpeen käyttää tuoreen STM:n asumisterveysasetuksen [2] tiukennettua ohjearvoa 25 dB.

Länsisatamalla on voimassa oleva ympäristölupa [3], joka sisältää mm. meluun liittyviä määräyksiä. Luvan tarkistus on vireillä ja siitä on valitettu Vaasan hallinto-oikeuteen.

Tässä raportissa esitetään Jätkäsaaren alueen ympäristömelun mallilaskennan tulokset suunnitellussa maankäyttötilanteessa. Lisäksi määritetään julkisivujen äänieristyksen asemakaavavaatimusta vastaavat suositukset A-äänitasoeroituksille.

2 Melun mallilaskenta

2.1 Laskenta- ja maastomalli

Ympäristömelun laskennat tehtiin Datakustik CADNA/A 4.5 -tietokoneohjelmalla käyttäen kahta yhteispohjoismaista ympäristömelun laskentamallia:

- katu- ja raitiovaunuliikenne: tieliikennemelun laskentamalli [4]
- satamatoiminat sis. laivat: teollisuuden ympäristömelun laskentamalli [5]

Kolmiulotteiseen melulähde- ja maastomalliin syötettiin alueen maaston korkeuskäyrät, rakennusten sijainnit ja korkeudet sekä liikenneväylien sijainnit ja korkeustiedot.

Rakennusten korkeus- ja sijaintitiedot saatiin asemakaavapiirustuksista (jskauprak140815.dwg, saatu 19.8.2015) ja kantakartta-aineistosta (Helsingin kaupunki, saatu 18.6.2015). Mallinnuksessa käytettiin apuna lisäksi kaupungin tekemää Sketchup-mallia (LSA-3D-25062015_R03.skp, saatu 29.6.2015), joskin sitä ei voitu suoraan hyödyntää maastomallin laatimisessa.

2.2 Laskentasuureet ja -pisteet

Laskentasuureena oli tavallinen A-keskiäänitaso L_{Aeq} päivä- (klo 7-22) ja yöajalle (klo 22-7). Selvityksen tulokset eli lasketut melutasot esitetään sekä julkisivuihin kohdistuvina melutasoina että maanpinnalla, mm. pihoilla esiintyvänä melutasovyöhykkeinä.

Pihojen 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 ulkomelun arvot lasketaan niin, että heijastuksen osuus on poistettu. Siten aivan seinän lähellä julkisivun äänitaso on n. 3 dB pienempi kuin mitä melukartta näyttää seinän lähellä. Julkisivujen laskentapisteen tuloksissa äänitaso on suoraan julkisivulle kohdistuva melutaso.

Melukartan laskenta tehtiin käyttäen 5×5 m² suuruisia laskentaruutuja. Laskentapisteen sijaitsivat tavalliseen tapaan 2 m korkeudella maanpinnasta. Lähimpien rakennusten julkisivujen melusajakautumat laskettiin siten, että laskentapistettä sijoitettiin kunkin kerroksen korkeudelle ja vaakasuunnassa enintään 10 m välein.

2.3 Melulähteet

2.3.1 Laivat

Laivat on asetettu laituripaikkoihin *taulukon 1* mukaisesti. Tässä selvityksessä on oletettu, että satamassa yöpyy yhteensä kolme matkustaja-alusta ja yksi risteilijä (Hernesaari).

Tämän vuoden liikenteessä yöpyviä aluksia on yksi. Helsingin Sataman mukaan yöpyviä matkustaja-aluksia on tulevina vuosikymmeninä edelleen yksi tai enintään kaksi. Kaksi yöpyjää merkitsisi sitä, että myöhäisillan viimeisissä saapumisissa ja aamun ensimmäisissä lähdöissä tapahtuisi nykyliikenteeseen verrattuna kaksinkertaistuminen eli 100% kasvu. Tätä suurempi yöpymisten määrä olisi varsin epätodennäköinen.

Taulukko 1. Laivojen laituripaikkojen käyttö päivä- ja yöaikaan.

laituripaikka	päivä	yö
Jätkäsaari (matkustajalaivat)		
LJ4	11 h	–
LJ5	4 h	9 h
LJ6	6 h	9 h
LJ7	6,5 h	9 h
LJ8	4 h	–
Hernesaari (risteilijät)		
LHB	10 h	–
LHC	10 h	9 h
LHD	10 h	–

Laskennan melupäästötietoina käytettiin aikaisemmissa selvityksissä määritettyjä melupäästöjä. Toimistomme on mitannut Helsingin satamissa käyvien matkustaja- ja risteilylaivojen melua sekä useiden eri meluselvitysten osana että erillismittauksina vuodesta 1997 alkaen. Laivojen melupäästöjen tietokannassa on yhteensä 31 linjamatkustajalaivan ja 29 risteilijän mittaustulokset.

Keskimäärin Helsinkiin vuonna 2015 liikennöivien linjamatkustajalaivojen sekä mitattujen risteilijöiden melupäästöt (A-äänitehotasot L_{WA}) ovat seuraavat:

keskimääräinen matkustajalaiva	$L_{WA} = 108 \text{ dB}$
keskimääräinen risteilijä	$L_{WA} = 106 \text{ dB}$

Tämän selvityksen laskennassa kaikkien laivojen oletettiin olevan melultaan keskimääräisiä.

2.3.2 Sataman laituriliikenne, lastaus ja purkaus

Satamatoiminnasta aiheutuu laivojen melun lisäksi vetomestareiden ja laivaramppien sekä laituralueella liikkuvien autojen melua.

Laivojen lastauksen ja purkamisen melu muodostuu siitä, että autot ja (irtoperävaunuja siirtelevät) vetomestarit ajavat laivaan ja laivasta pois. Laituriliikenteen melun määrää autojen ja perävaunujen lukumäärä. Laituriliikenteen melulähteitä ovat lisäksi ramppien kolina autojen ylittäessä ne. Ramppikolinankin melupäästö määräytyy ajoneuvojen lukumäärän mukaan. Ramppikolinan melupäästö tunnetaan aikaisempien selvitysten perusteella. Kuten aikaisemmissakin selvityksissä, ramppeja käsiteltiin erillisinä impulssimaisina melulähteinä ja niiden melupäästöön liitettiin 5 dB impulssikorjaus.

Satama-alueen ajoneuvo- ja työkoneliikenne perustui vuoden 2012 meluselvityksen tilastotietoon keskimääräisestä vuorokausiliikenteestä. Se käsitti sekä laivojen kuljettamat ajoneuvot että vetomestarien liikkumisen, jaettuna päivä- ja yöajalle. Liikenteen kasvuennusteen mukaan määriä lisättiin 20 %.

Vetomestareita käytetään rekan irtoperävaunujen purkamisessa ja lastaamisessa. Vetomestareita oletettiin käytettävän seuraavasti: viisi vetomestaria (1 vetomestari/laivapaikka), jotka ovat toiminnassa 13,5 h päiväaikaan ja 0,5 h yöaikaan. Työskentelevän vetomestarin melupäästö (energiakeskiarvona laskettu A-äänitehotaso L_{WA}) on $L_{WA} = 107 \text{ dB}$. Vetomestarien melupäästötieto on peräisin Vuosaaren satamassa kesällä 2013 tehdyistä päästömittauksista.

Yöajan melun laskenta sisältää sen osan purkamis- ja lastausliikenteestä, jota tapahtuu klo 22–7 välisenä aikana. Yömelu sisältää ajoneuvojen liikkumisen samoin lukumäärän perusteella.

2.3.3 Katuliikenne

Laskennassa otettiin huomioon Jätkäsaaren liikenne kaikilta kaduilta, joiden keskimääräinen liikenne ylitti 500 ajoneuvoa/vrk. Vähäliikenteisillä kaduilla ei ole merkittävää vaikutusta kokonaismeluun suunnittelualan rakennusten ja pihojen kohdalla.

Laskennassa käytetyt liikennetiedot vastaavat ennustetilannetta vuodelle 2035 (saatu 1.7.2015 Helsingin kaupungin kaupunkisuunniteluvirastolta). Käytetyt liikennetiedot on ilmoitettu taulukossa 2. Liikennemäärät vastaavat lopullista tilannetta, jolloin Jätkäsaari on valmistunut. Todettakoon, että melutasot eivät ole herkkiä liikenteen vaihteluille. Esimerkiksi 50 % kasvu liikennemäärissä aiheuttaa melutasoon vain 1,8 dB lisäyksen.

Taulukko 2. Laskennassa käytetyt katuliikenteen määrät ja nopeudet.

katu	vrk-liikenne	raskas-%	nopeus, km/h
Tyyneimerkatu osa 1	13 000	15 %	40
Tyyneimerkatu osa 2	10 000	15 %	40
Tyyneimerkatu osa 3	5 000	7 %	40
Välimerenkatu	10 000	7 %	40
Selkämerenkatu	5 000	5 %	40
Länsisatamankatu osa 1	10 000	7 %	40
Länsisatamankatu osa 2	12 000	7 %	40
Länsisatamankatu osa 3	6 000	7 %	40
Atlantinkatu	8 000	7 %	40
Atlantinkadun silta	3 000	7 %	40
Saukonkatu	2 000	7 %	30
Saukonlaiturin ja Melkinlaiturin tonttikadut	2 000	5 %	30
Kanariankatu	4 000	5 %	30
Jätkäsaarenlaituri	22 000	15 %	40

Tieliikenteen jakautumaksi päivän ja yön välillä oletettiin tavalliseen tapaan 90 % – 10 %.

2.3.4 Raitioliikenne

Raitiovaunut mallinnettiin Helsingin kaupunkisuunnitteluviraston Länsisatama-projektin liikennesuunnittelulta saatujen tietojen mukaisesti (saatu 1.7.2015). Vuoroväliksi on oletettu 10 min/suunta/linja. Raitiovaunujen liikennemäärät on esitetty taulukossa 3. Laskennassa on käytetty matalalattiavaunun päästötietoja koko Jätkäsaaren linjaliikenteelle. Nopeudella 40 km/h matalalattiavaunun melupäästö vastaa 1,4 raskasajoneuvon melupäästöä. Laskennassa on huomioitu myös risteykset ja vaihteet [6].

Taulukko 3. Laskennassa käytetyt raitioliikenteen liikennemäärätiedot. Raitiovaunujen oletettiin olevan matalalattiavaunuja.

raitiovaununlinja	päivä	yö	nopeus, km/h
linja 7	89	23	40
linja 8	89	14	40
linja 9	89	14	40

Melutasot riippuvat merkittävästi raitiovaunujen ajonopeudesta. Mikäli vaunut kulkevat 50 km/h nopeudella, melutasot nousevat n. 3 dB. Lähtötiedoissa on todettu, että nopeusrajoitus Jätkäsaaren raitiovaunuille on 40 km/h, jolloin laskenta ja sen tulokset perustuvat myös tähän tietoon.

2.4 Laskentatilanteet

Tässä selvityksessä tarkasteltiin kolmea eri laskentatilannetta rakentamisen osalta. Vaihe 1 edustaa tilannetta, jossa Jätkäsaari on Ahdinallasta ja uusia satamarakennuksia lukuun ottamatta valmis. Vaihe 2 edustaa tilannetta, jossa Ahdinaltaan rakennukset ovat myös valmiita, mutta sataman uudet rakennukset eivät ole valmistuneet. Vaihe 3 edustaa tilannetta, jossa Jätkäsaari on täysin valmis; sekä Ahdinaltaan rakennukset että sataman uudet rakennukset ovat valmistuneet muiden Jätkäsaarten rakennusten lisäksi.

Laskenta tehtiin erikseen liikennemelulle ja satamatoiminnan melulle. Satamatoiminnalla tarkoitetaan laivojen lisäksi myös sataman sisäistä liikennettä, vetomestareita sekä ramppikolinää.

Lisälaskenta tehtiin myös laivanpaikan LJ8 tarkastelua varten. Tätä tulosta ei esitetä melukartassa, vaan kirjallisesti *osassa 4.2*.

3 Laivamelun erityispiirteet

3.1 Laivamelun ominaisuudet

Laivojen melu saattaa aiheuttaa ongelmia lähimpien asuinrakennusten sataman puoleisten julkisivujen kohdalla. Äänieristyksen kannalta haastavinta on, että laivamelun spektrin muoto poikkeaa tuntuvasti muiden tavallisten ympäristömelun lajien, kuten auto-, juna- ja lentoliikenteen meluspektreistä.

Laivamelu on yleensä erityisen pienitaajuista. Pienitaajuisen melun aiheuttaa laivojen apukone, joka on käynnissä koko satamassa oleskelun ajan. Apukone on pääkonetta pienempi mutta kuitenkin suhteellisen suuri dieselmoottori, jonka voimalla tuotetaan laivan satamassa tarvitsema sähkö, mm. lämmitystä, valaistusta ja ilmanvaihtoa varten. Apukone sijaitsee laivan konehuoneessa ja sen melu tulee suurimmaksi osaksi ulos pakoputken suusta, joka yleensä sijaitsee savupiipun huipulla.

Suurella osalla matkustajalaivoista ja käytännössä kaikilla risteilijöillä merkittävä osa kokonaismelusta liittyy kuitenkin ilmanvaihtoon, ja se toimii käyttövoiman lähteestä riippumatta.

Yksi mahdollinen ratkaisu apukoneen pienitaajuisen melun ongelmaan saattaa olla maasähkön käyttö yöpymisen aikana. Mahdollinen siirtyminen maasähkön käyttöön tulevaisuudessa voi periaatteessa pienentää melun pienitaajuista osuutta, koska maasähkön ansiosta apukonetta ei enää tarvitse pitää käynnissä.

Suomessa ei toistaiseksi ole kokemuksia maasähkön käytöstä. Toimistollamme ei siten ole mittaus- tai muuta tietoa maasähkön melua vähentävästä vaikutuksesta. Tässä selvityksessä esitetyt tulokset edustavat tilannetta, jossa laivojen apukoneet ovat normaalisti käynnissä.

Pienitaajuinen melu on erityisen hankalaa siksi, että rakennusten julkisivut eristävät sitä selvästi huonommin kuin esim. tavallista tieliikennemelua. Toinen melun haitallisuutta mahdollisesti korostava seikka on, että laivojen apukoneen melu sisältää tyypillisesti muutamia erillisiä taajuuksia eli se saattaa olla luonteeltaan kapeakaistaista. Tällaista melua pidetään häiritsevämpänä kuin tavallista spektriltään tasaisempaa melua. Tällä hetkellä Länsisatamaan liikennöivistä laivoista kuitenkin vain Princess Anastasia on melupäästöltään kapeakaistainen.

3.2 Äänieristystavoitteet

Ympäristömelun yleiset ohjearvot sisällä varsinaisissa asuinhuoneissa (mm. olo- ja makuuhuone) ovat päivällä 35 dB ja yöllä 30 dB [1]. Sosiaali- ja terveysministeriön asumisterveysasetuksessa [2] on lisäksi erikseen annettu yöaikaiselle musiikkimelulle tai muulle vastaavalle pienitaajuiselle melulle makuuhuoneiden ohjearvoksi 25 dB.

Laivojen pienitaajuinen melu muistuttaa monessa suhteessa musiikkimelua. Tällä perusteella laivojen melun haitallisuutta asuintiloissa yöllä on syytä arvioida käyttäen tiukennettua ohjearvoa **25 dB**.

Kaavoituksessa esitettävä äänieristysvaatimus määritellään julkisivuun kohdistuvan ulkomelun A-äänitason ja sisämelun A-äänitason tavoitearvon erotuksena. Tarkemmin A-äänitasoerotus ΔL_A edustaa äänieristystä nimettyä ympäristömelun lajia, kuten tie-liikennemelua vastaan.

Kohteissa, joissa laivojen melu on otettava erityisesti huomioon, voidaan määrittää "äänitasoerotus laivamelua vastaan"

$$\Delta L_{As} = \Delta L_A + 5 \text{ dB}$$

jossa ΔL_A on tavalliseen tapaan, tavalliseen sisämelun ohjearvoon perustuva äänitaso-erostus ja 5 dB seuraa edellä esitetystä sisämelun tiukemmasta ohjearvosta. Tunnuksen alaindeksi "s" viittaa "satamaan".

Joidenkin laivojen melupäästö saattaa olla kapeakaistaista. Asumisterveysasetuksessa on esitetty myös kapeakaistaiselle melulle korjaus + 5 dB. Kapeakaistakorjaus ja musiikki- tai muun vastaavan melun pientaajuuskorjaus ovat kuitenkin molemmat samanluonteisia haitallisuuskorjauksia, jotka on määrä ottaa huomioon vain kerran. Eli vaikka laivan melu olisi kapeakaistaista, ei +5 dB korjausta käytetä pientaajuuskorjauksen lisäksi.

3.3 Julkisivuihin kohdistuva melu ja äänieristysvaatimus

Tulosten tarkastelu tehdään vain suunnittelualueen asuinrakennusten ja hotellien kohdalla. Näissä yöaikaisen sisämelun sallittu äänitaso on 25 dB, kun laivamelua esiintyy hallitsevasti. Osassa rakennuksia liikennemelua on vaatimusten kannalta määräävää, jolloin pätevät sisämelun vakio-ohjearvot. Nämä on ilmoitettu erikseen.

Esimerkiksi Ahdinaltaan rakennusten osalta käyttötarkoitus ei ole vielä varmaa. Suositukset annetaan ensisijaisesti asuintarkoitukseen, joten tuloksia kaavaan vietäessä tämä tulee ottaa huomioon.

4 Laskentatulokset

4.1 Melukartat

Melukartat esitetään tilanteelle, jossa rakentaminen on valmista Jätkäsaaren alueella. Melukartat on jaettu taulukon 4 mukaisesti.

Pihojen melutaso lisäksi liitteissä on esitetty rakennusten julkisivuille kohdistuva melutaso. Julkisivuille kohdistuva melutaso on laskettu kerroskohtaisesti. Rakennusten seinillä olevat kahdeksankulmaiset tunnuksot ilmoittavat suurimman kyseisillä julkisivuilla esiintyvän keskiäänitason L_{Aeq} .

Taulukko 4. Liitteiden melukartat

melulähteet	päivä			yö		
	vaihe 1	vaihe 2	vaihe 3	vaihe 1	vaihe 2	vaihe 3
liikenne	A1	A2	A3	B1	B2	B3
satamatoiminta	A4	A5	A6	B4	B5	B6
kokonaismelutasot	A7	A8	A9	B7	B8	B9

4.2 Yöpyvä laiva paikassa LJ8

Liitteessä B4-B6 on esitetty yöpyvien laivojen aiheuttama melutaso lähimmillä julkisivuilla. Koska Atlantinkaaren kaava on jo lainvoimainen, on tärkeää huomata, ettei tulevat laivajärjestelyt aiheuta melun kannalta kestämatöntä tilannetta Atlantinkaaren eteläpäädyssä.

Mikäli laituripaikassa LJ8 on yöpyvä laiva, melutaso Atlantinkaareissa nousee enimmillään noin 4...5 dB. Myös Melkinlaiturin rakennusten julkisivuille kohdistuva melutaso on noin 2 dB suurempi yhden laivan yöpyessä laituripaikassa LJ8 kuin kolmen laivan yöpyessä laituripaikoilla LJ5-LJ7.

Laituripaikalle LJ8 voidaan sijoittaa yöpyvä laiva sillä edellytyksellä, ettei kyseisen laivan melupäästö ole hallitsevaa verrattuna laituripaikkojen LJ5-LJ7 yöpyviin laivoihin nähden. Käytännössä tämä tarkoittaa, että laituripaikalla LJ8 yöpyvän laivan melupäästö saa olla enintään noin $L_{WA} = 102...104$ dB, laivan apukoneiden ja muun toiminnan käydessä tavallisesti. Annetun äänitehotason alaraja vastaa tilannetta, jossa satamassa yöpyy kolme muuta laivaa laituripaikoilla LJ5-LJ7. Yläraja vastaa tilannetta, jossa satamassa yöpyy kaksi muuta laivaa. Melkinlaiturin julkisivujen äänieristysvaatimus laivamelua vastaan ΔL_{As} sisältää yöpyvän laivan LJ8-paikassa, jonka melupäästö on 102 dB. Tämä tilanne ei aiheuta äänieristysvaatimuksen muutosta Atlantinkaaren nykyiseen lainvoimaiseen kaavaan.

5 Tulosten tarkastelu

5.1 Laivamelu

Alueen eteläosassa laivamelu on yöaikana hallitsevaa. Vaiheessa 1 melutaso Atlantinkaaren eteläpäässä on 1...2 dB suurempi kuin vaiheessa 2 tai vaiheessa 3. Ahdinaltaan rakennusten julkisivuille kohdistuu käytännössä saman verran melua yöpyvistä laivoista riippumatta satamarakennusten valmistumisesta. Tämä johtuu siitä, että laivan piippu, joka on pääasiallinen melulähde, sijaitsee niin korkealla, etteivät sataman rakennukset toimi meluesteenä. Sataman rakennukset kyllä torjuvat sataman sisäisen liikenteen leviämistä, mutta toiminnan tapahtuessa lähinnä päiväaikaan ei sillä ole vaikutusta yöajan melutasoihin.

Sataman uusien rakennusten käyttötarkoitus ei ole vielä selvä. Mikäli niihin sijoitetaan esim. majoitustiloja (hotelli), on laivamelu määräävää yöaikana rakennuksen itäpuolella. Äänitasoerotukseksi laivamelua vastaan tulee 40 dB, mikä on erittäin suuri vaatimus.

Bunkkerin käyttötarkoitus ei ole vielä selvillä. Mikäli se otetaan majoitus- tai asuin- käyttöön, tulee sen julkisivu mitoittaa yöajan laivamelua vastaan. Mitoittava laskentatilanne on vaihe 1 ja vaihe 2. Päiväaikaan liikennemelu on määräävää, jolloin mahdollisen toiminnan rajoittuessa päiväaikaan, tulee äänitasoerotus mitoittaa sen mukaan. Päiväajan melun kannalta eri laskentatilanteilla on merkitystä. Sataman suunnitellut rakennukset suojaavat päiväaikaiselta sataman sisäisen liikenteen melulta, jolloin melutasot vaiheessa 3 ovat selkeästi pienempiä kuin vaiheissa 1 ja 2.

Liitteessä C on merkitty sinisellä ne julkisivut ja äänitasoerotukset, joissa laivamelu on määräävää. Liitteessä merkityissä äänitasoerotuksissa on huomioitu *kohdassa* 3.2 mainittu 5 dB lisäys sisätilojen yöaikaisiin vaatimuksiin.

5.2 Liikennemelu

Liikennemelulle laskettu äänitasoerotus on määräävää isojen liikenneväylien varrella, kun etäisyys satamaan on riittävä. Esimerkiksi Atlantinkaaren varrella ja Välimerenkadun varrella julkisivuille kohdistuu hallitsevasti liikennemelua.

Liitteessä C on merkitty punaisella ne julkisivut ja äänitasoerotukset, joissa liikennemelu on määräävää.

5.3 Rakenteiden äänieristyksen mitoitus

Julkisivun äänieristystavoite tai -vaatimus ΔL_A ei vielä kerro minkälainen rakenne on äänieristykseltään riittävä, koska toteutuva A-äänitasoerotus ei ole pelkästään rakenteen äänieristävyden ominaisuus vaan ulkomelun ja eri julkisivuosien rakenteiden yhteinen ominaisuus. Rakenteen eristysominaisuuksia edustaa *ilmäänieristysluku* R_A , joka on eri käsite ja eri suure kuin äänitasoero ΔL_A . Myös niiden lukuarvot ovat erisuuria.

Seuraava hankaluus on, että julkisivurakenteiden suunnittelussa laivojen melulle ei voida käyttää tavanomaista tieliikennemelulle pätevää ilmääänieristyslukua R_{Atr} ($= R_w + C_{tr}$), koska se perustuu tyypilliseen katuliikenteen melun spektriin. Laivamelulle pätevän ilmääänieristysluvun R_{As} laskennassa tulee ottaa huomioon laivamelun pienitaajuinen spektri.

YM:n mitoitusopas [7] ei ota huomioon laivamelun pienitaajuisia spektriä. Toimistomme laatima erityinen laivamelun äänieristyksen opas [8] sekä aiemmat laivamelueristyksen laskelmat osoittavat, että laivamelun eristysluvun R_{As} lukuarvo on usein noin 6 dB pienempi kuin tavallisen liikennemelun eristysluvun R_{Atr} . Tämä tarkoittaa sitä, että rakenneyhdistelmän tieliikennemelun äänieristysluvun R_{Atr} on oltava vähintään 6 dB suurempi kuin laivamelun eristysluvun R_{As} vaatimus. Esimerkiksi jos vaadittava ΔL_{As} on 30 dB ja R_{As} on 40 dB, sopiva rakenne on sellainen, jonka $R_{Atr} \geq 46$ dB.

Julkisivun äänieristyksen mitoitus on tehtävä huonetilakohtaisesti ja tulokset voivat vaihdella suuresti riippuen vaadittavasta A-äänitasoerosta eli julkisivuun kohdistuvasta melutasosta ja sisätilan käyttötarkoituksesta. Ulkoseinien ja ikkunarakenteiden todellista äänieristystä on verrattava vaatimukseen suunnitelmien myöhemmässä vaiheessa.

Satamaa lähimmillä julkisivuilla on syytä tehdä julkisivuäänieristyksen mitoitus nimenomaan "*laivamelua vastaan*", käyttäen äänitasoerotusta ΔL_{As} , vaikka päivän aikana tieliikennemelu on suurempaa kuin laivamelu. Tämä on perusteltua siksi, että yöaikainen laivamelu ja sen pienitaajuisuus ovat tärkein mahdollisesti meluhaittoja aiheuttava tekijä.

5.4 Piha-alueille kohdistuva melu

Valtioneuvoston päätöksen 993/1992 mukaiset ohjearvot asumiseen käytettävillä alueilla ovat 55 dB päivällä ja 50 dB yöllä [1].

Päiväajan ohjearvo alittuu kaikilla sisäpihoilla. Melkinlaiturille suunniteltu koulu/päiväkotirakennus jää hyvin katveeseen kahden massoittelevin taakse, jolloin koulun pihamelutaso alittaa ohjearvon. Bunkkerin viereen suunnittelun koulun piha tulee todennäköisesti olemaan hyvin erilainen nyt mallinnettuun nähden. Piha tulee todennäköisesti aukeamaan etelään päin, jolloin melun ohjearvo saattaa hieman ylittyä koulun pihalla. Koulun pihalle kantautuu ensisijaisesti melua Tyynenmerenkadulta auto- ja raitiovaunuliikenteestä.

Tyynenmerenkadun varrelle sijoittuvan urheilupuiston melutaso vaihtelee välillä 52...60 dB. Urheilupuistoa ympäröivät maavallit toimivat tehokkaina meluesteinä, ja kentät itsessään ovat kohtalaisen matalia, jolloin ne ovat osittain myös melulta suoja-
sa. Pääosin urheilukenttien melutaso ylittää kuitenkin 55 dB ohjearvon. Urheilupuiston koillislaidalle on hahmoteltu mahdollista katsomoa, jota voisi hyödyntää myös melues-
teenä urheilukentän suuntaan. Tämän hahmotelman vaikutusta ei olla tarkemmin tut-
kittu tässä selvityksessä, mutta se tulee vaikuttamaan melutasoihin toteutuessaan.

Parvekkeet luetaan tavallisesti oleskelualueiksi. Julkisivuilla, joilla liikennemelu on ää-
nitasoerotuksen kannalta määräävä, tulee parvekkeet lasittaa. Lasitukselta ei vaadita
erityisen suurta äänieristyskykyä.

Länsisataman ympäristöön kaavoitettujen ja kaavoitettavien asuinkortteleiden osalta
parvekkeiden ei ole ensisijaisesti tarkoitus eikä tarve toimia pienimuotoista ulko-
oleskelua tai virkistystä palvelevina oleskelualueina, vaan kaikilla asuntotonteilla ja -
kortteilla on tähän tarkoitukseen osoitetut yhteiset melulta suojatut oleskelupihat.
Mikäli parvekkeet kuitenkin tulkitaan oleskelualueiksi, joilla ohjearvot tulee saavuttaa,
tulee parvekkeet lasittaa pääasiassa liikennemelun torjumiseksi. Lasitukselta ei pääosin
vaadita erityisen suurta ääneneristävyyttä. Parvekkeet, joilla laivamelu on yöaikana
määräävää, suositellaan myös lasitettaviksi.

5.5 Rakentamisjärjestys

Ahdinaltaan rakennusten vaikutus päiväaajan melutasoihin vaihtelee Atlantinkaaren
kohdalla 1...3 dB. Yöaikana Ahdinaltaan rakennusten vaikutus on merkittävämpi, sillä
ne suojaavat yöpyviltä laivoilta, laivapaikoissa LJ5-LJ7. Atlantinkaaren asuintalot on
aikanaan mitoitettu oletuksella, että sataman ja Atlantinkaaren välinen alue on jätetty
tyhjäksi.

Sataman rakennusten vaikutus Ahdinaltaan rakennuksiin ei ole järin suuri, meluläh-
teiden sijaitessa korkealla suhteessa satamarakennuksiin.

Melkinlaiturin itäpuolen rakennukset toimivat merkittävinä meluesteinä muille Mel-
kinlaiturin alueen rakennuksille. Kaavan tarkentuessa ja rakentamisvaiheita tutkittaes-
sa on syytä suorittaa tarkennettu laskenta korttelin rakennuksista, jolla tarkastellaan
julkisivuille kohdistuvaa melutasoa eri vaiheissa. Ohjearvojen täytyminen myös väli-
aikaisessa tilanteessa on syytä varmistaa.

6 Johtopäätökset

Alueen sisäpihat ovat pääasiassa erittäin hyvin melulta suojattuja. Ohje- ja raja-arvot
täyttyvät käytännössä kaikilla sisäpihoilla. Ohje- ja raja-arvot täyttyvät myös pääosin
Hyväntoivonpuistossa, joka on pääasiallinen julkinen oleskelualue. Tyynenmerenka-
dun länsipuolelle suunnitellulla urheilukentällä kadun viereen suunnitellut penkereet
toimivat jossain määrin meluesteinä, mutta urheilukenttien melu suurilta osin ylittää
ohje- ja raja-arvot.

Jätkäsaaren koulu- ja päiväkotirakennukset Melkinlaiturilla ovat hyvin melulta suojat-
tuja ja kohtalaisen hyvässä kohdassa Bunkkerin vieressä. Bunkkerin viereisen koulun
arkkitehtikilpailun myötä on epätodennäköistä, että massoittelu tulee vastaamaan nyt
mallinnettua massoittelua. Kilpailun ratkettua on syytä harkita tarkennettua meluselvi-
tystä lopullisen massoittelun osalta, jotta voidaan varmistaa ohjearvon täytyminen
edes osalta pihaa. Kohteen melu on tämän selvityksen perusteella juuri ohjearvon tie-
noilla.

Alueen hankalimman kohdan meluntorjunnan kannalta muodostavat Ahdinaltaan rakennukset sekä sataman uudet rakennukset. Vielä ei ole selvää, tulevatko rakennukset asuin-, majoitus- vai toimistokäyttöön. *Liitteessä C* on esitetty äänitasoerotukset asuinrakennuksia tai majoitustoimintaa (esim. hotelli) varten. Mikäli rakennuksista ei tule asuinrakennuksia, ei kaavavaatimuksen tarvitse olla yhtä tiukka kuin tässä selvityksessä esitetty äänitasoerotus.

Kauempana satama-alueesta liikennemelu on äänitasoerotusten osalta määräävää. Liikennettä vastaan äänitasoerotukset ovat varsin kohtuullisia koko alueella.

Liisa Kilpi
DI

Benoît Gouatarbès
DI, FISE AA

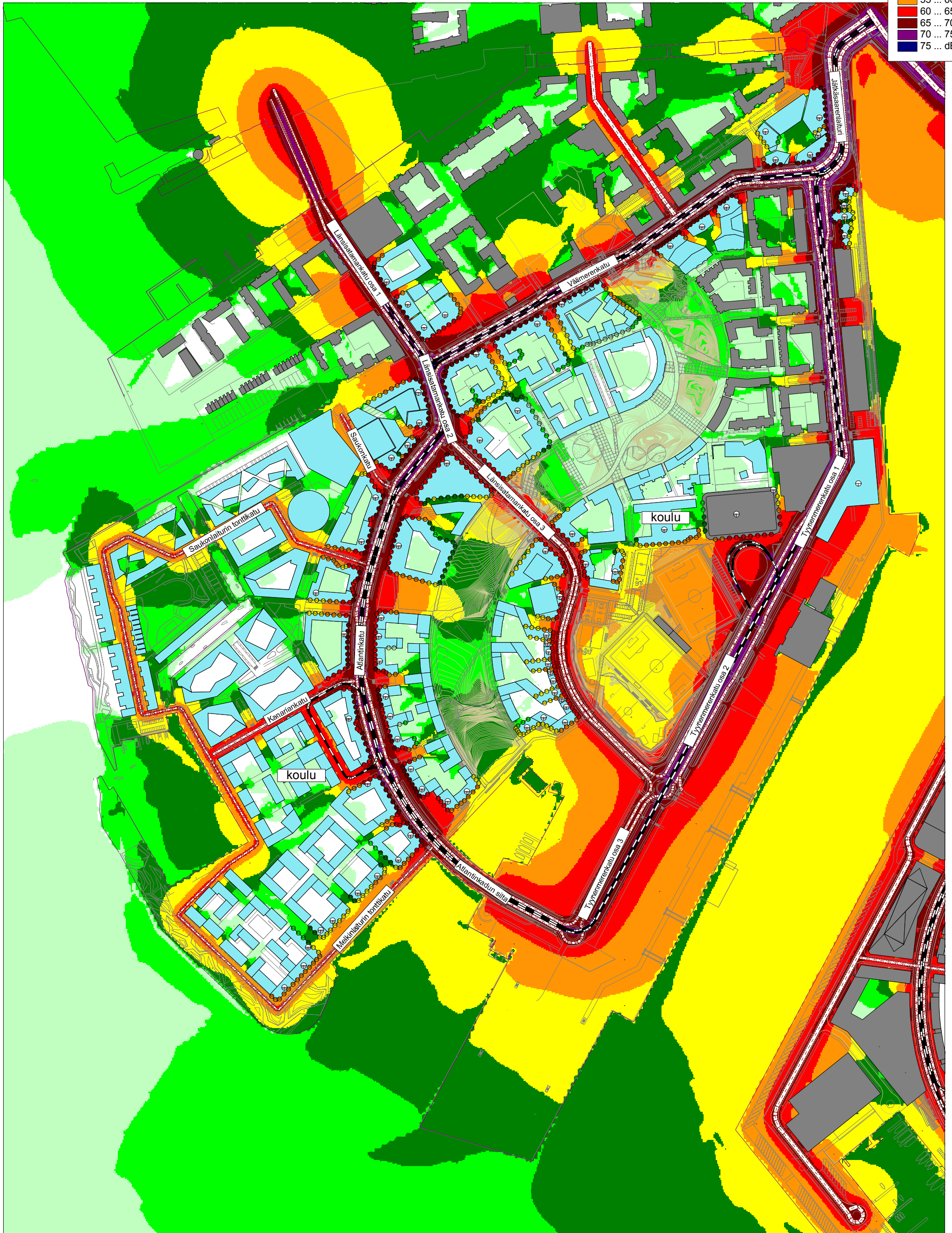
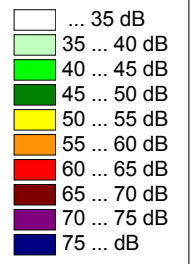
Viitteet

1. Valtioneuvoston päätös melutason ohjearvoista, N:o **993/1992**. Helsinki 1992.
2. Sosiaali- ja terveysministeriön asetus asunnon ja muun oleskelutilan terveydellisistä olosuhteista sekä ulkopuolisten asiantuntijoiden pätevyysvaatimuksista. *Sosiaali- ja terveysministeriö*, Helsinki 23.4.2015.
3. Helsingin Sataman Länsisataman ympäristöluvan lupamääräysten tarkistaminen. Etelä-Suomen aluehallintovirasto, päätös Nro 62/2014/1, Dnro ESAVI/716/04.08/ 2010, 28.3.2014.
4. Road traffic noise – Nordic Prediction Method. TemaNord 1996:525. Nordic council of ministers. 110 s. Tieliikennemelun laskentamalli. *Ohje 6/1993*. Ympäristöministeriö, Helsinki 1993.
5. 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.
6. LAHTI T, Helsingin raitiovaunut, risteys- ja vaihdemelun mittaukset. *TL Akustiikka 11214*, Helsinki, 11.5.2012.
7. Rakennuksen julkisivun ääneneristävyyden mitoittaminen. *Ympäristöopas 108*. Ympäristöministeriö, Helsinki 2003.
8. LAHTI T, Julkisivun äänieristys laivamelua vastaan. Mitoitusmenettely. *TL Akustiikka 113019-2*, Helsinki 1.7.2011.

Jätkäsaari, vaihe 1
Tie- ja raitiovaunuliikenne

Meluselvitys
pihoilla esiintyvät ja julkisivuille suurimmat kohdistuvat melutasot

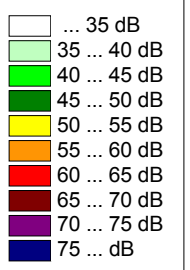
Päivä (klo 7-22)
Keskiäänitaso L_{Aeq}



Jätkäsaari, vaihe 2
Tie- ja raitiovaunuliikenne

Meluselvitys
pihoilla esiintyvät ja julkisivuille suurimmat kohdistuvat melutasot

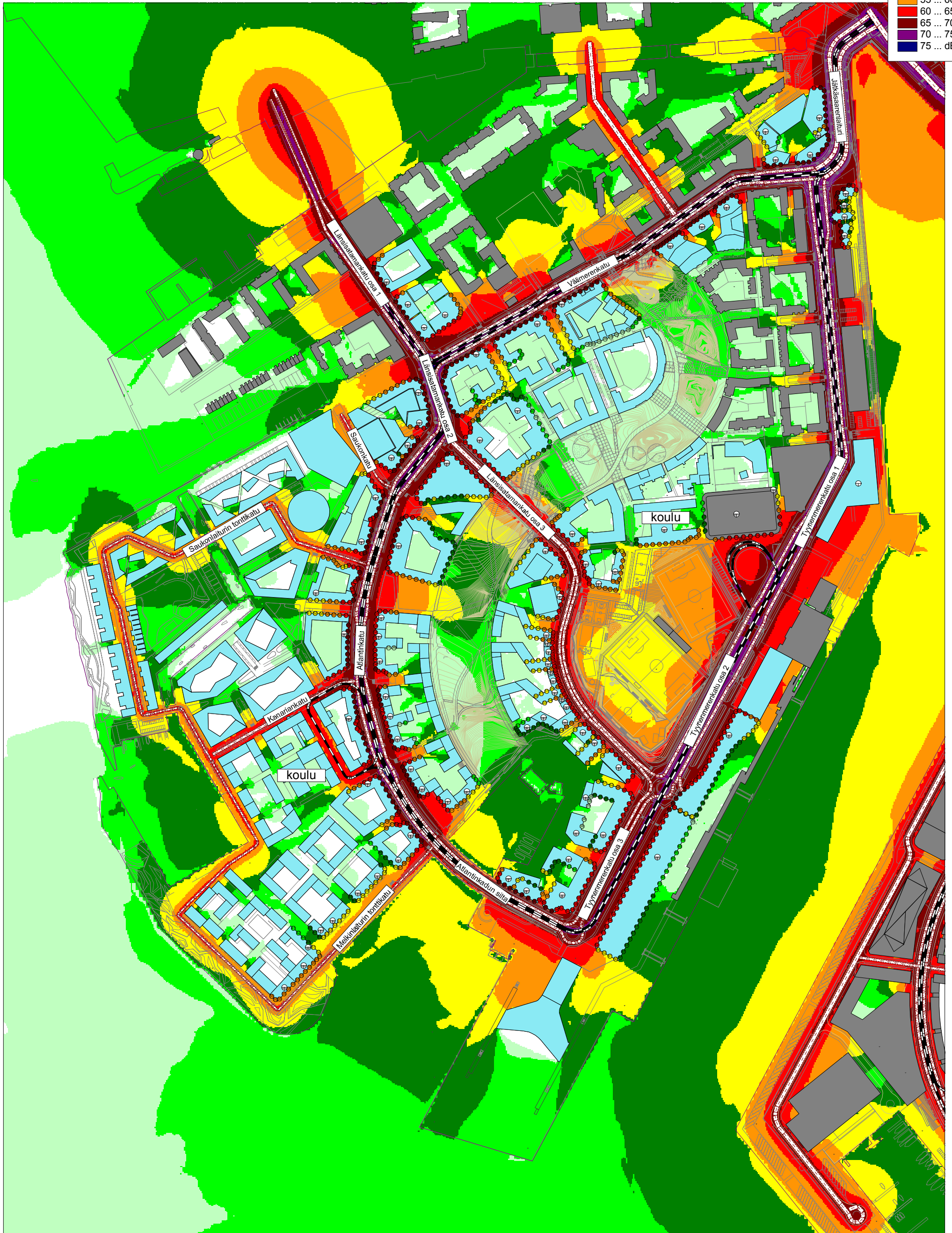
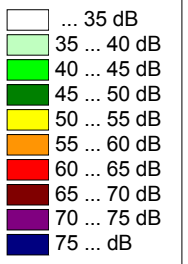
Päivä (klo 7-22)
Keskiäänitaso L_{Aeq}



Jätkäsaari, vaihe 3
Tie- ja raitiovaunuliikenne

Meluselvitys
pihoilla esiintyvät ja julkisivuille suurimmat kohdistuvat melutasot

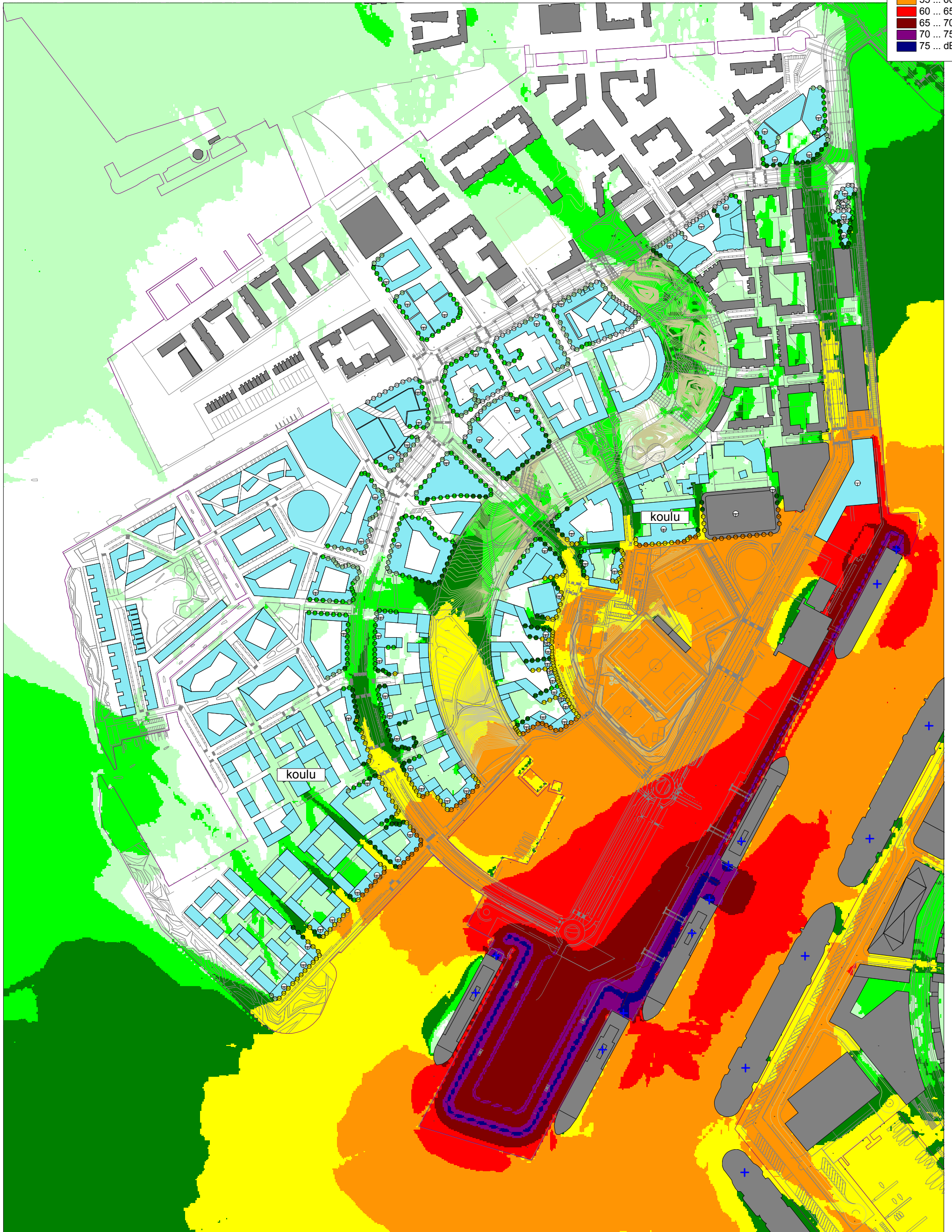
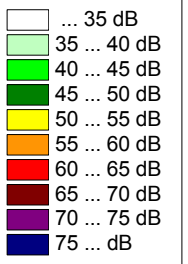
Päivä (klo 7-22)
Keskiäänitaso L_{Aeq}



Jätkäsaari, vaihe 1
Sataman toiminta

Meluselvitys
pihoilla esiintyvät ja julkisivuille
suurimmat kohdistuvat melutasot

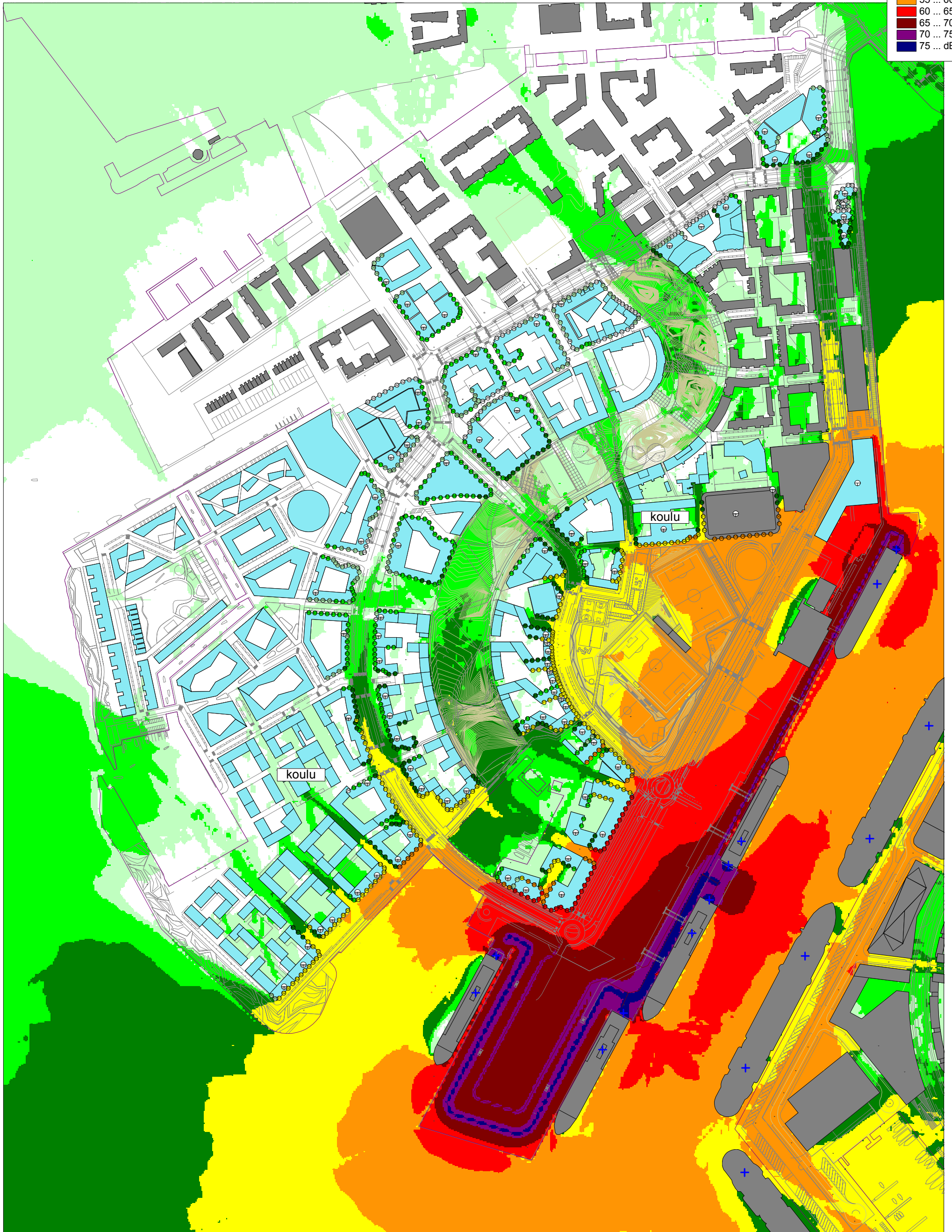
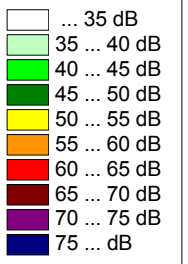
Päivä (klo 7-22)
Keskiäänitaso L_{Aeq}



Jätkäsaari, vaihe 2
Sataman toiminta

Meluselvitys
pihoilla esiintyvät ja julkisivuille
suurimmat kohdistuvat melutasot

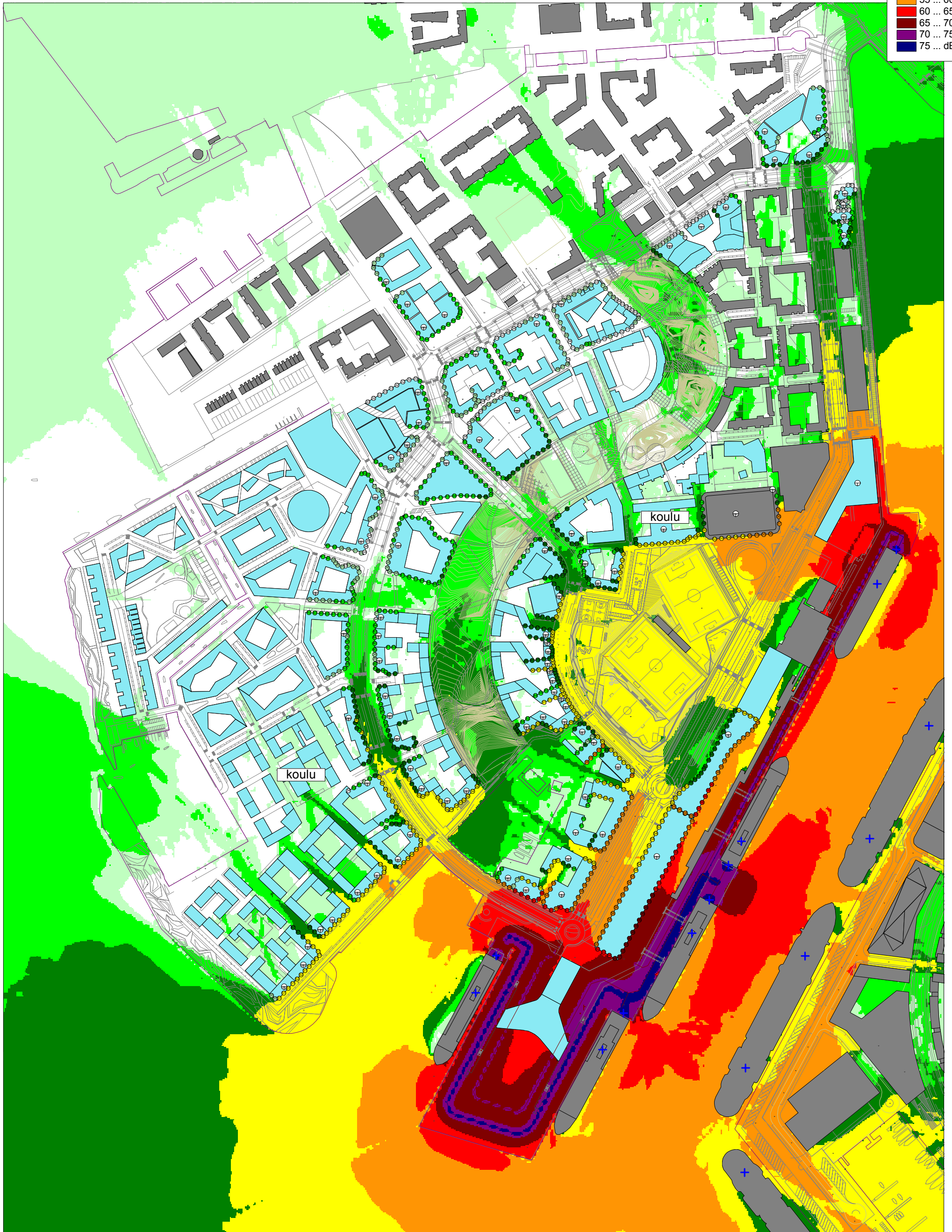
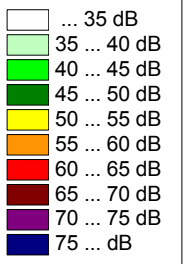
Päivä (klo 7-22)
Keskiäänitaso L_{Aeq}



Jätkäsaari, vaihe 3
Sataman toiminta

Meluselvitys
pihoilla esiintyvät ja julkisivuille
suurimmat kohdistuvat melutasot

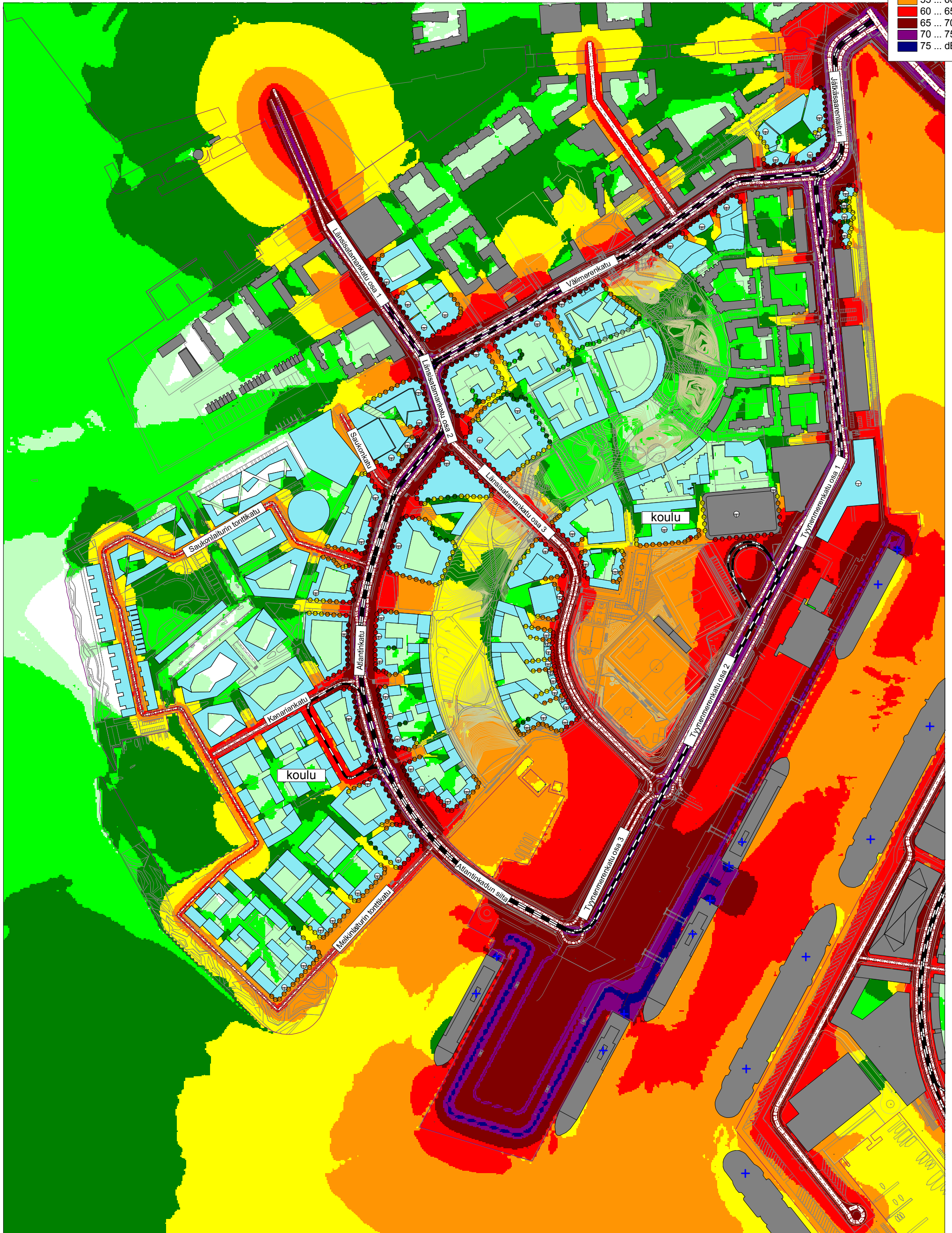
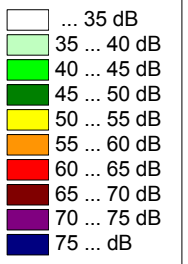
Päivä (klo 7-22)
Keskiäänitaso L_{Aeq}



Jätkäsaari, vaihe 1
Kokonaismelu

Meluselvitys
pihoilla esiintyvät ja julkisivuille
suurimmat kohdistuvat melutasot

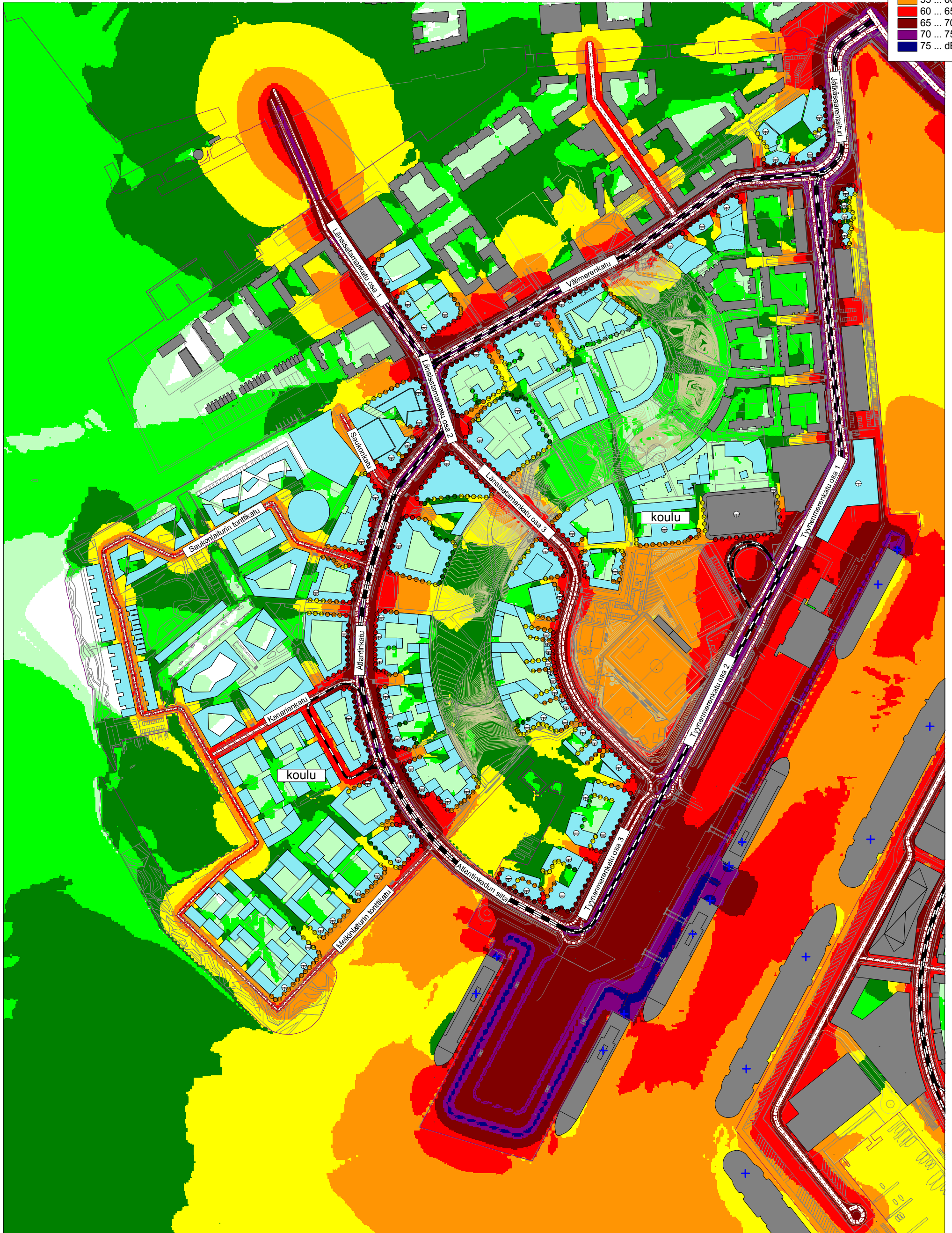
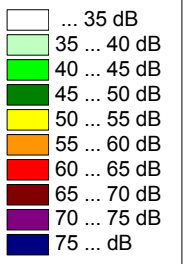
Päivä (klo 7-22)
Keskiäänitaso L_{Aeq}



Jätkäsaari, vaihe 2
Kokonaismelu

Meluselvitys
pihoilla esiintyvät ja julkisivuille
suurimmat kohdistuvat melutasot

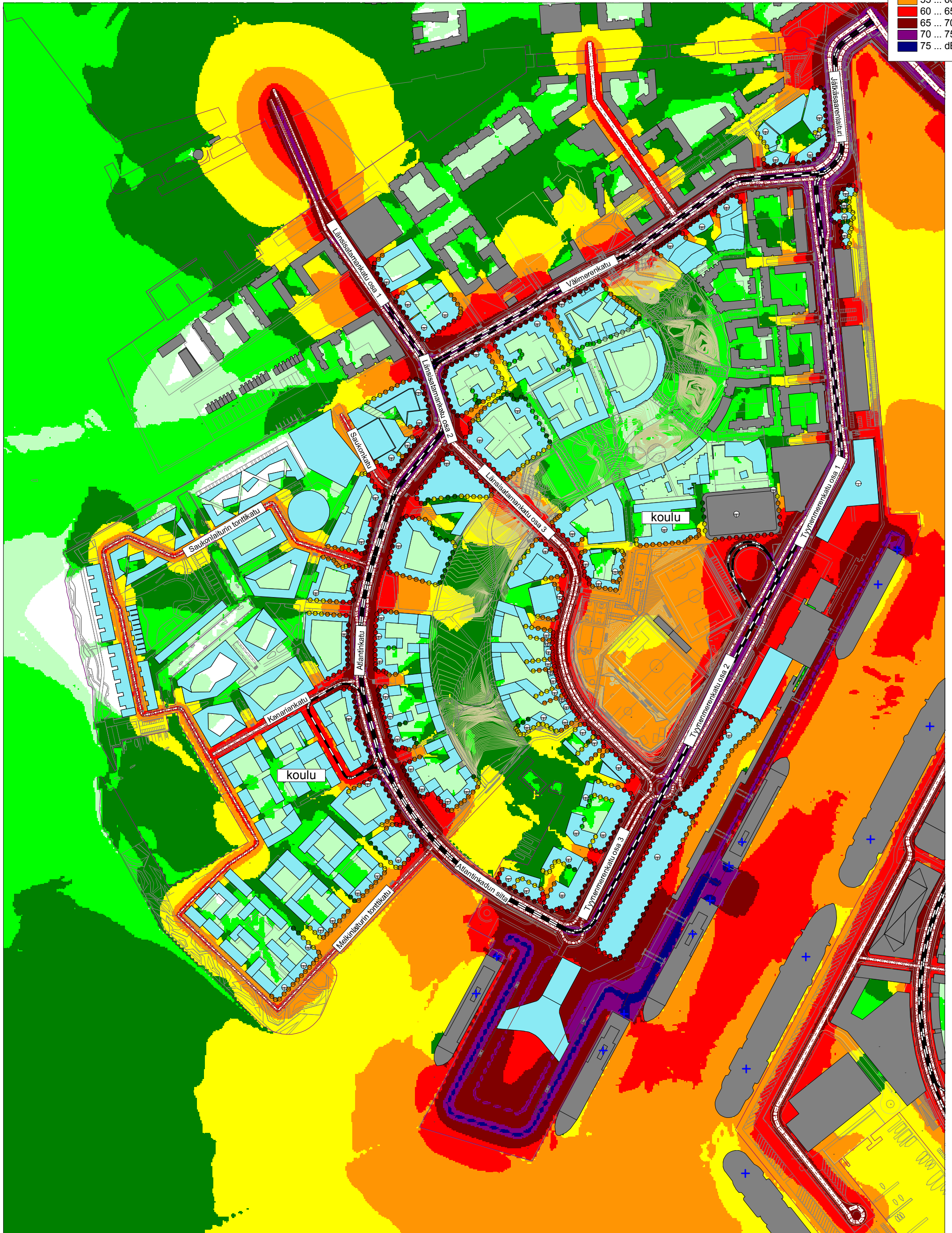
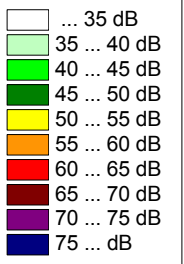
Päivä (klo 7-22)
Keskiäänitaso L_{Aeq}



Jätkäsaari, vaihe 3
Kokonaismelu

Meluselvitys
pihoilla esiintyvät ja julkisivuille
suurimmat kohdistuvat melutasot

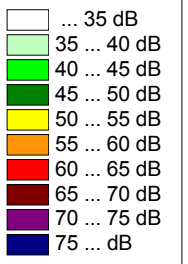
Päivä (klo 7-22)
Keskiäänitaso L_{Aeq}



Jätkäsaari, vaihe 1
Tie- ja raitiovaunuliikenne

Meluselvitys
pihoilla esiintyvät ja julkisivuille suurimmat kohdistuvat melutasot

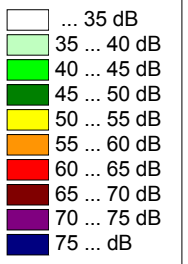
Yö (klo 22-7)
Keskiäänitaso L_{Aeq}



Jätkäsaari, vaihe 2
Tie- ja raitiovaunuliikenne

Meluselvitys
pihoilla esiintyvät ja julkisivuille suurimmat kohdistuvat melutasot

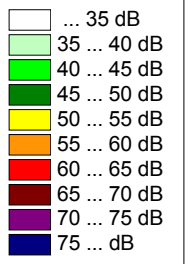
Yö (klo 22-7)
Keskiäänitaso L_{Aeq}



Jätkäsaari, vaihe 3
Tie- ja raitiovaunuliikenne

Meluselvitys
pihoilla esiintyvät ja julkisivuille suurimmat kohdistuvat melutasot

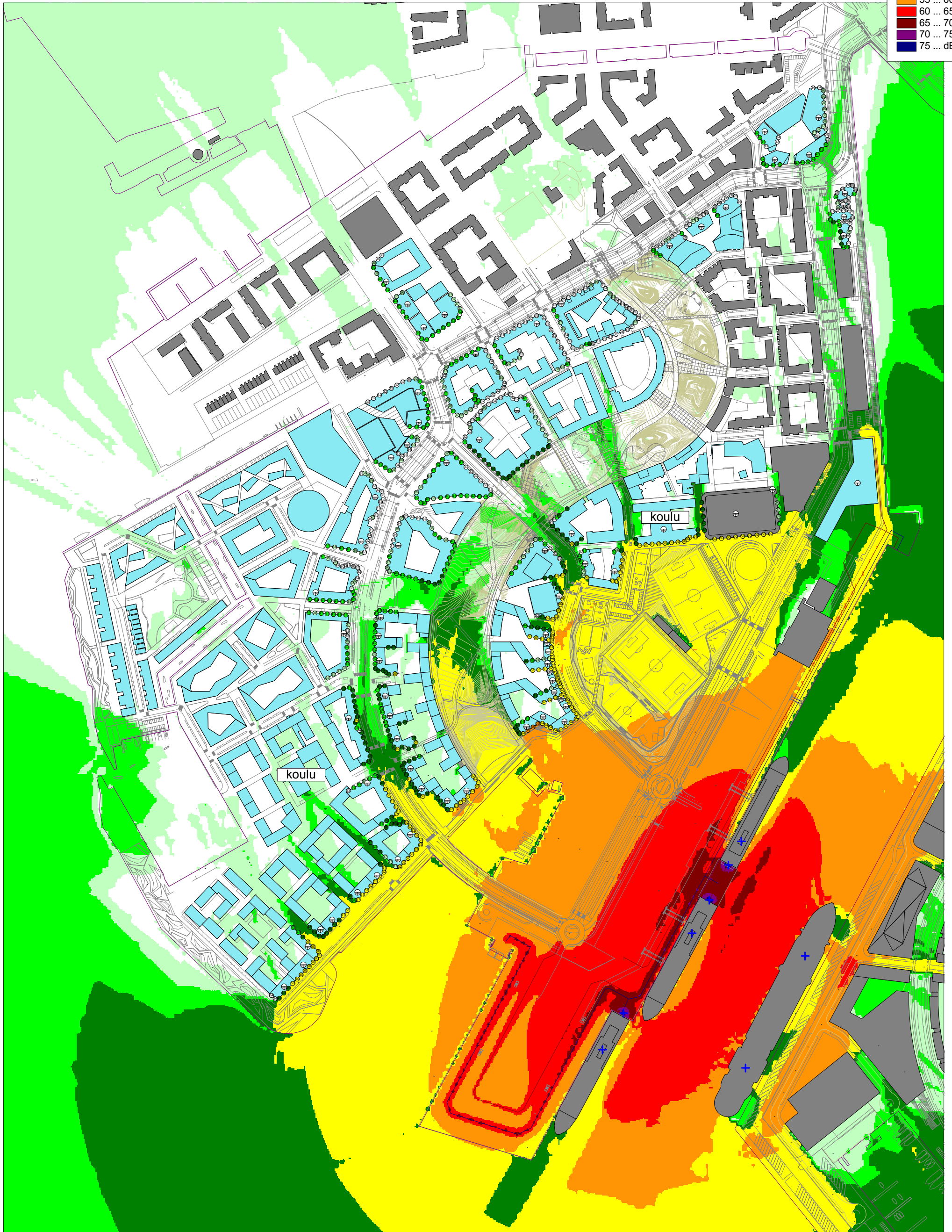
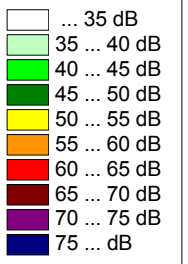
Yö (klo 22-7)
Keskiäänitaso L_{Aeq}



Jätkäsaari, vaihe 1
Sataman toiminta

Meluselvitys
pihoilla esiintyvät ja julkisivuille
suurimmat kohdistuvat melutasot

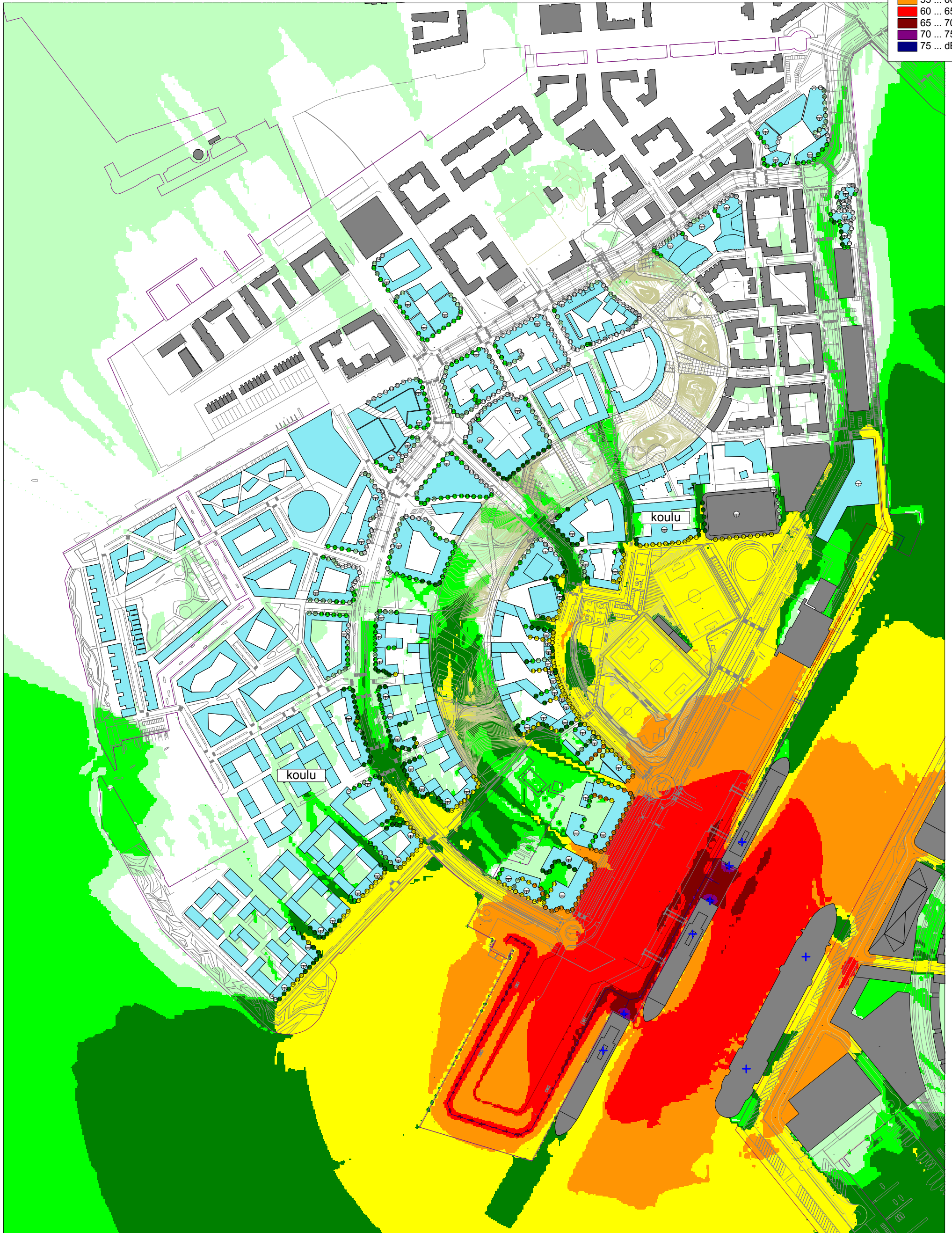
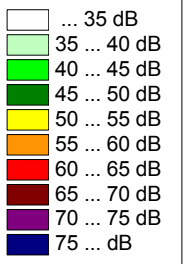
Yö (klo 22-7)
Keskiäänitaso L_{Aeq}



Jätkäsaari, vaihe 2
Sataman toiminta

Meluselvitys
pihoilla esiintyvät ja julkisivuille
suurimmat kohdistuvat melutasot

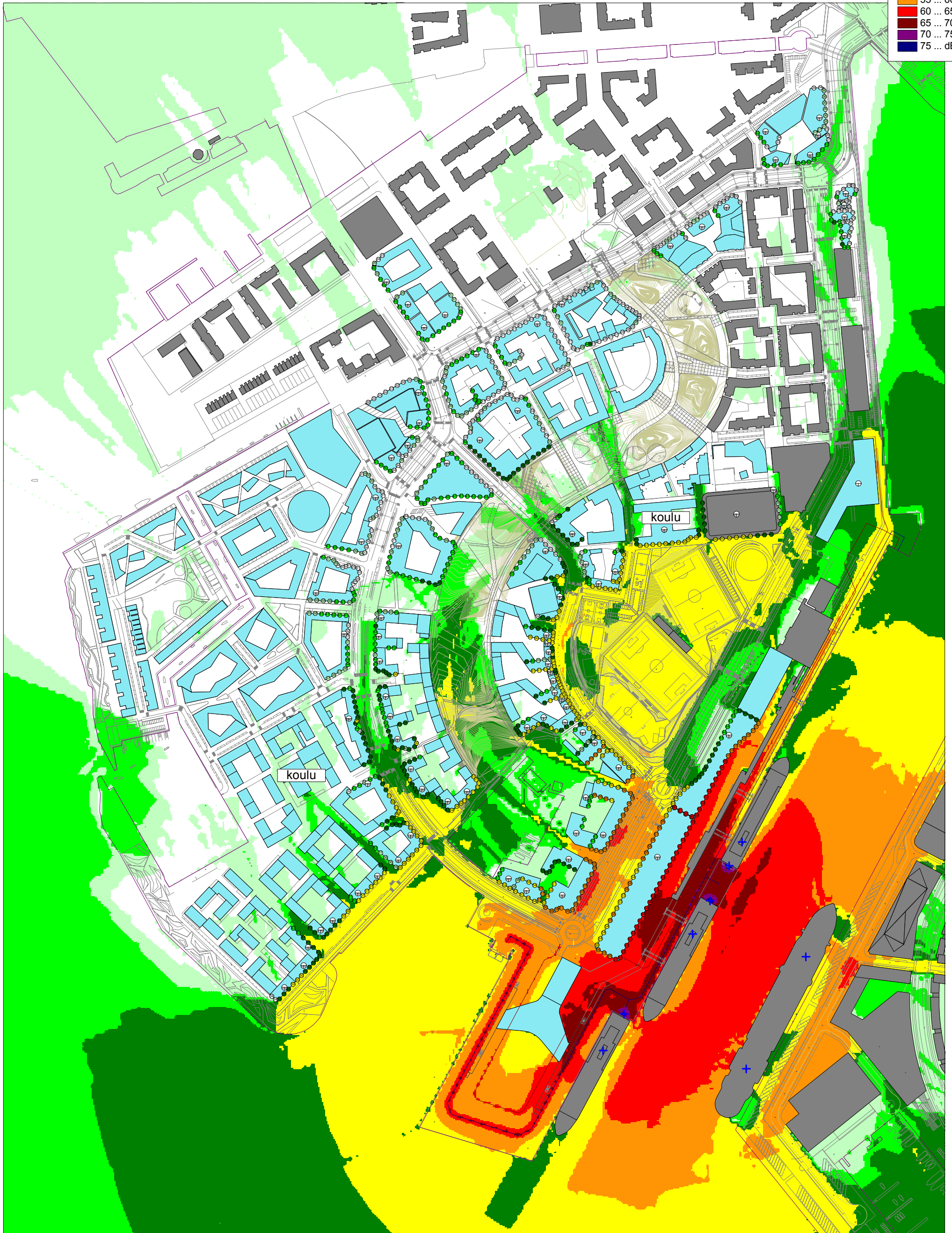
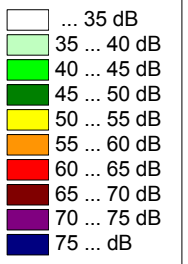
Yö (klo 22-7)
Keskiäänitaso L_{Aeq}



Jätkäsaari, vaihe 3
Sataman toiminta

Meluselvitys
pihoilla esiintyvät ja julkisivuille
suurimmat kohdistuvat melutasot

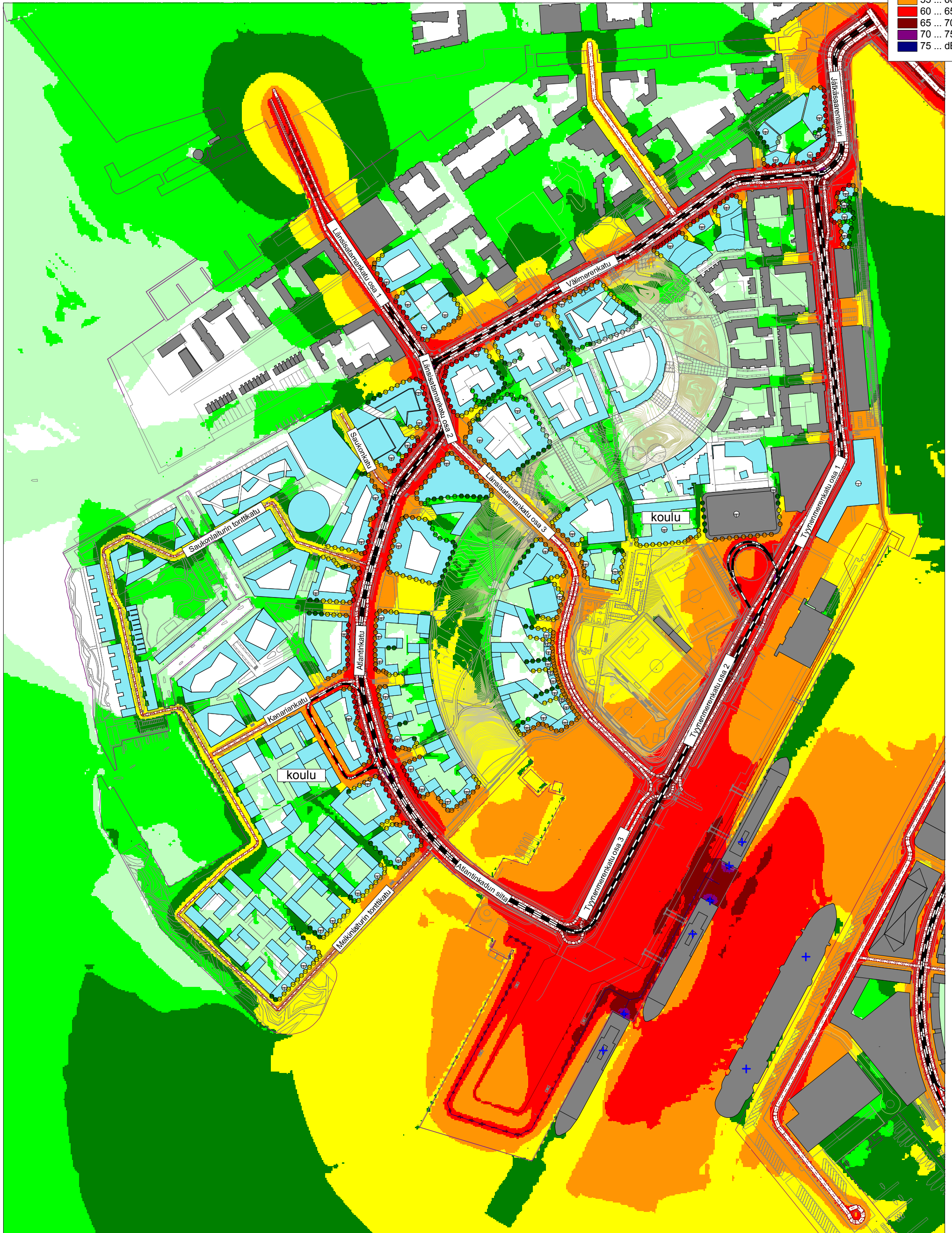
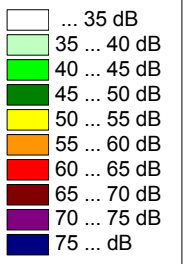
Yö (klo 22-7)
Keskiäänitaso L_{Aeq}



Jätkäsaari, vaihe 1
Kokonaismelu

Meluselvitys
pihoilla esiintyvät ja julkisivuille suurimmat kohdistuvat melutasot

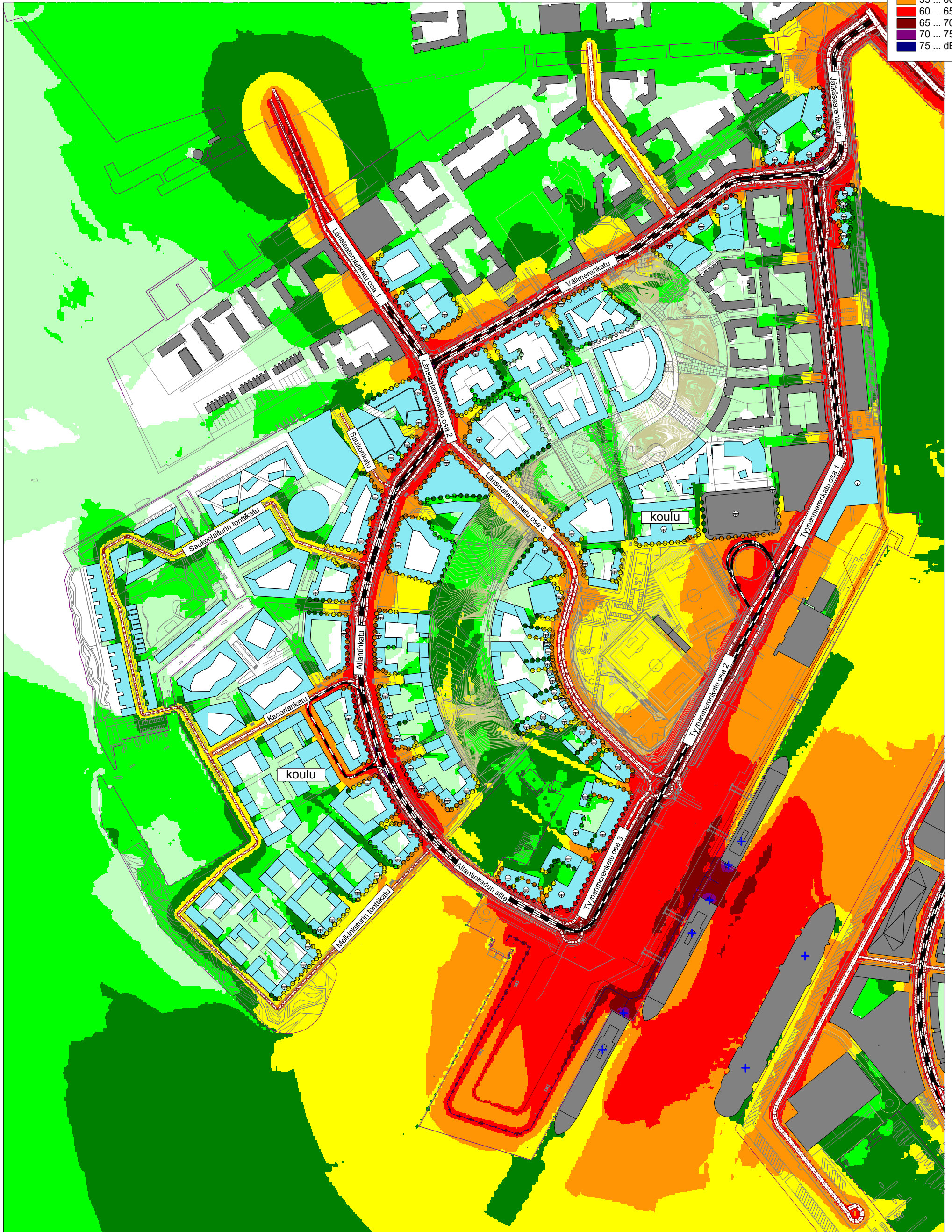
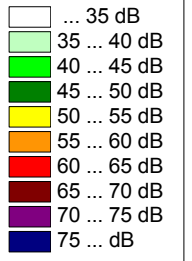
Yö (klo 22-7)
Keskiäänitaso L_{Aeq}



Jätkäsaari, vaihe 2
Kokonaismelu

Meluselvitys
pihoilla esiintyvät ja julkisivuille
suurimmat kohdistuvat melutasot

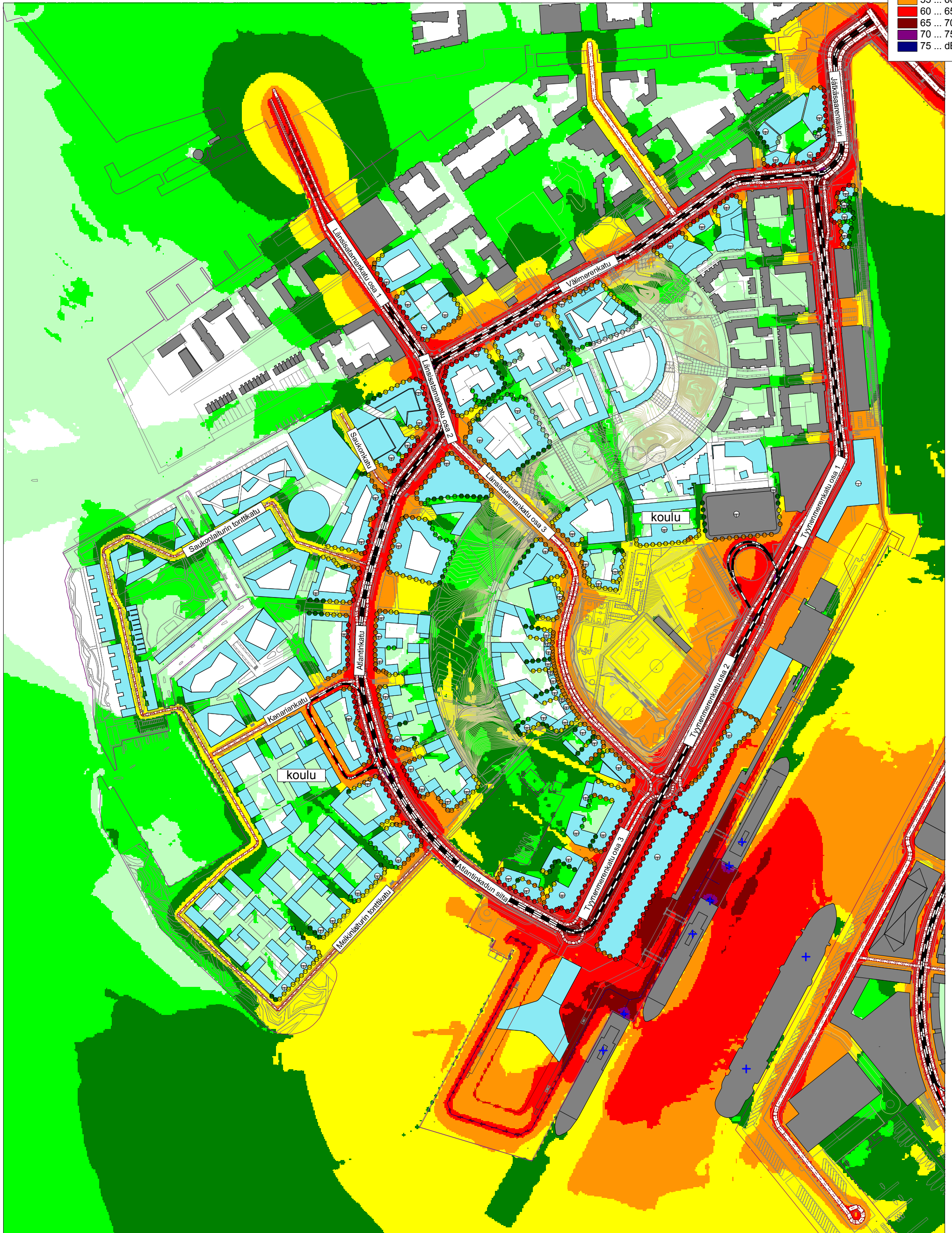
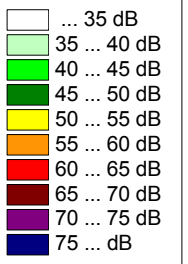
Yö (klo 22-7)
Keskiäänitaso L_{Aeq}



Jätkäsaari, vaihe 3
Kokonaismelu

Meluselvitys
pihoilla esiintyvät ja julkisivuille suurimmat kohdistuvat melutasot

Yö (klo 22-7)
Keskiäänitaso L_{Aeq}

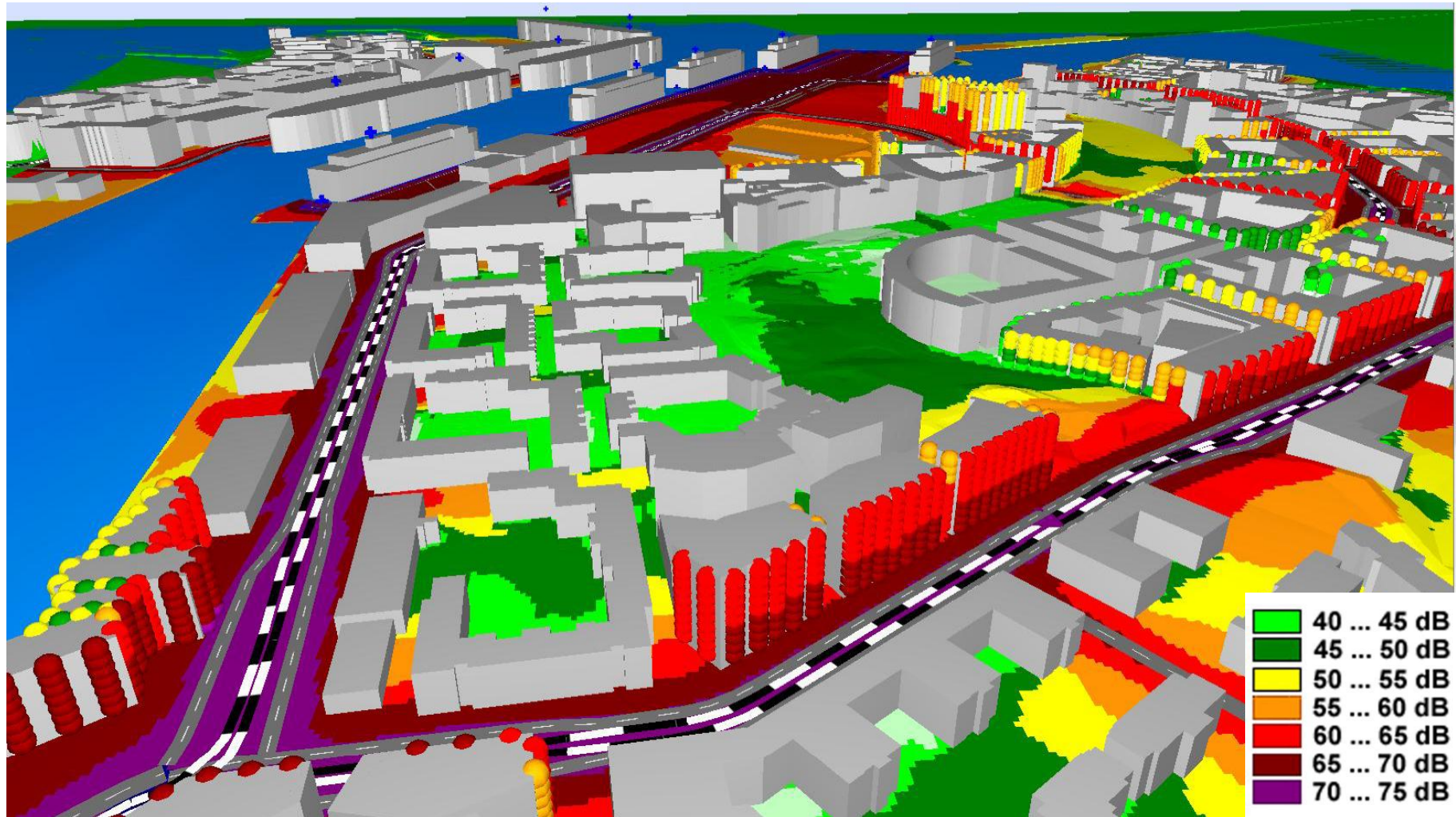


Jätkäsaari

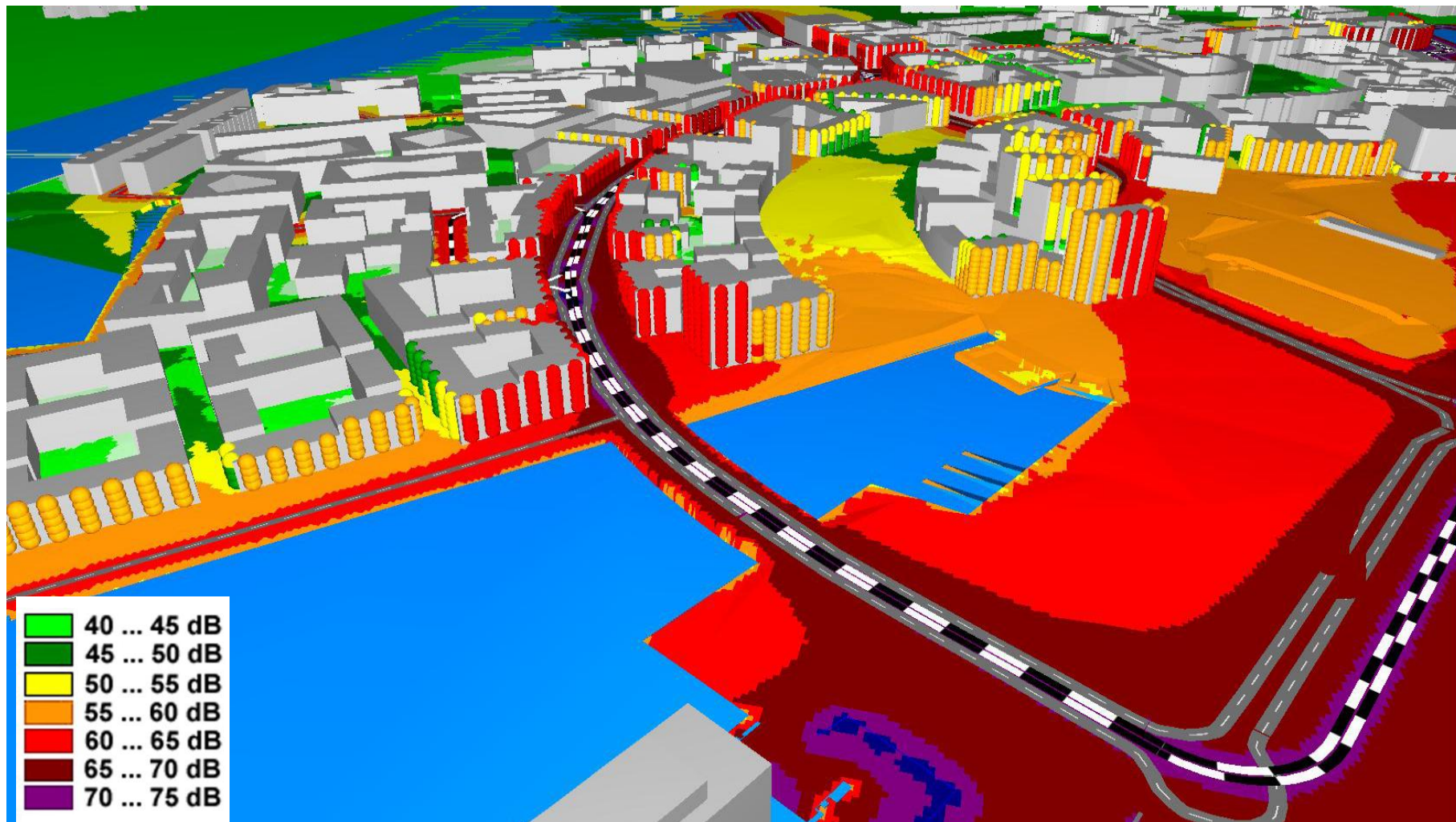
julkisivujen äänitasoerotukset
laivamelua ja liikennemelua vastaan
(laivamelussa huomioitu + 5 dB)



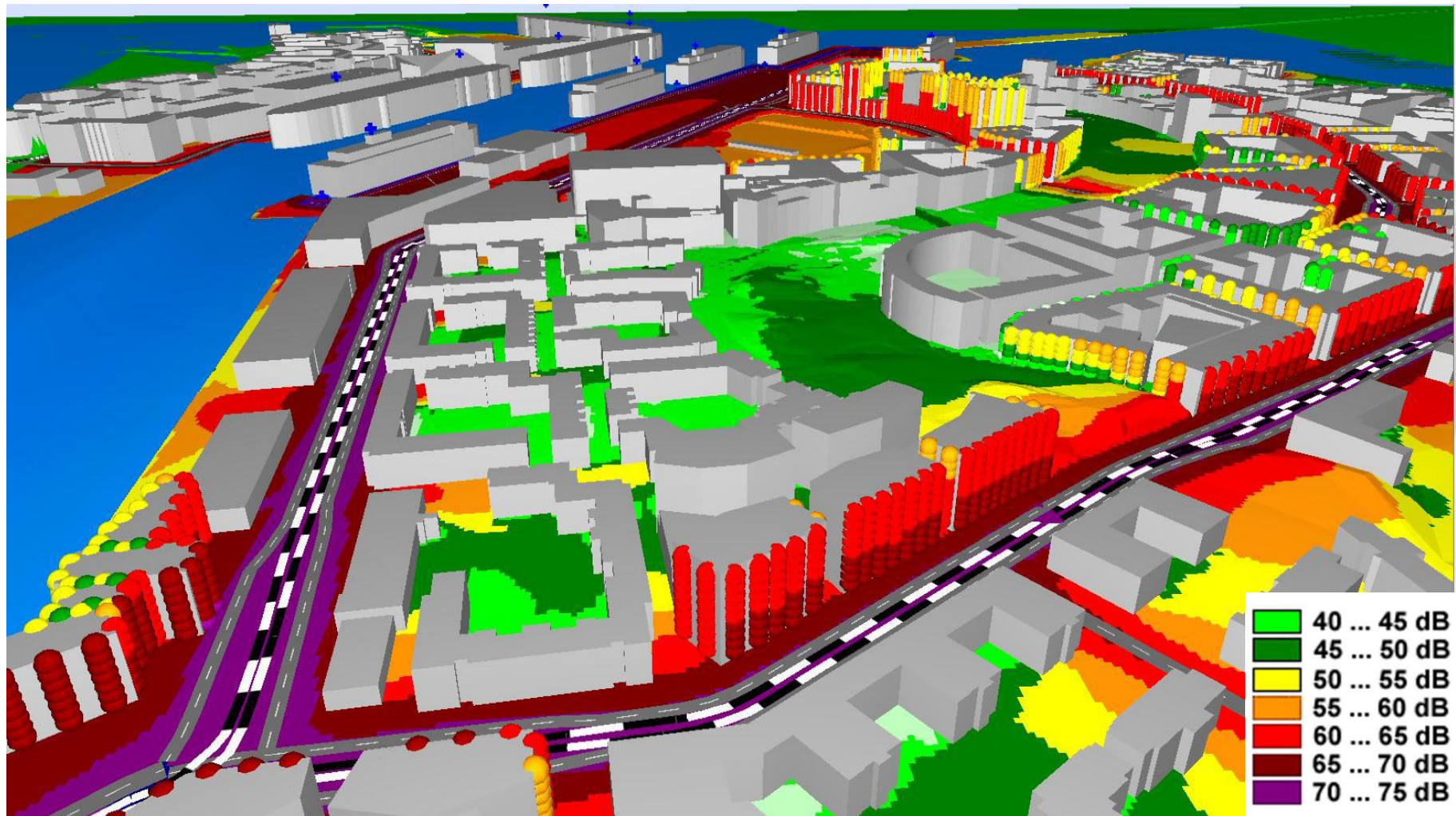
Vaihe 1 pohjoisesta katsottuna (kokonaismelu, päiväaika)



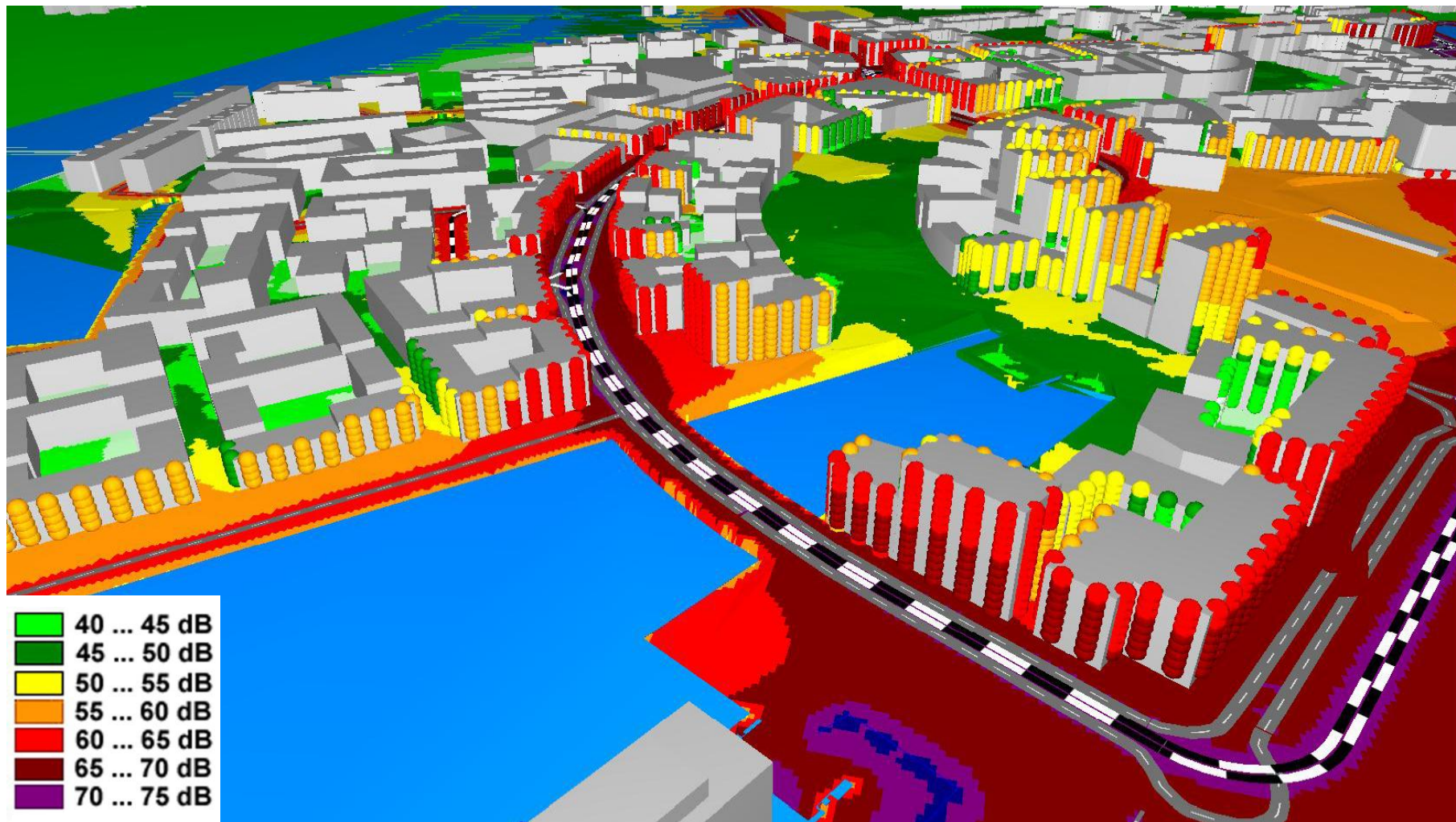
Vaihe 1 etelästä (kokonaismelu, päiväaika)



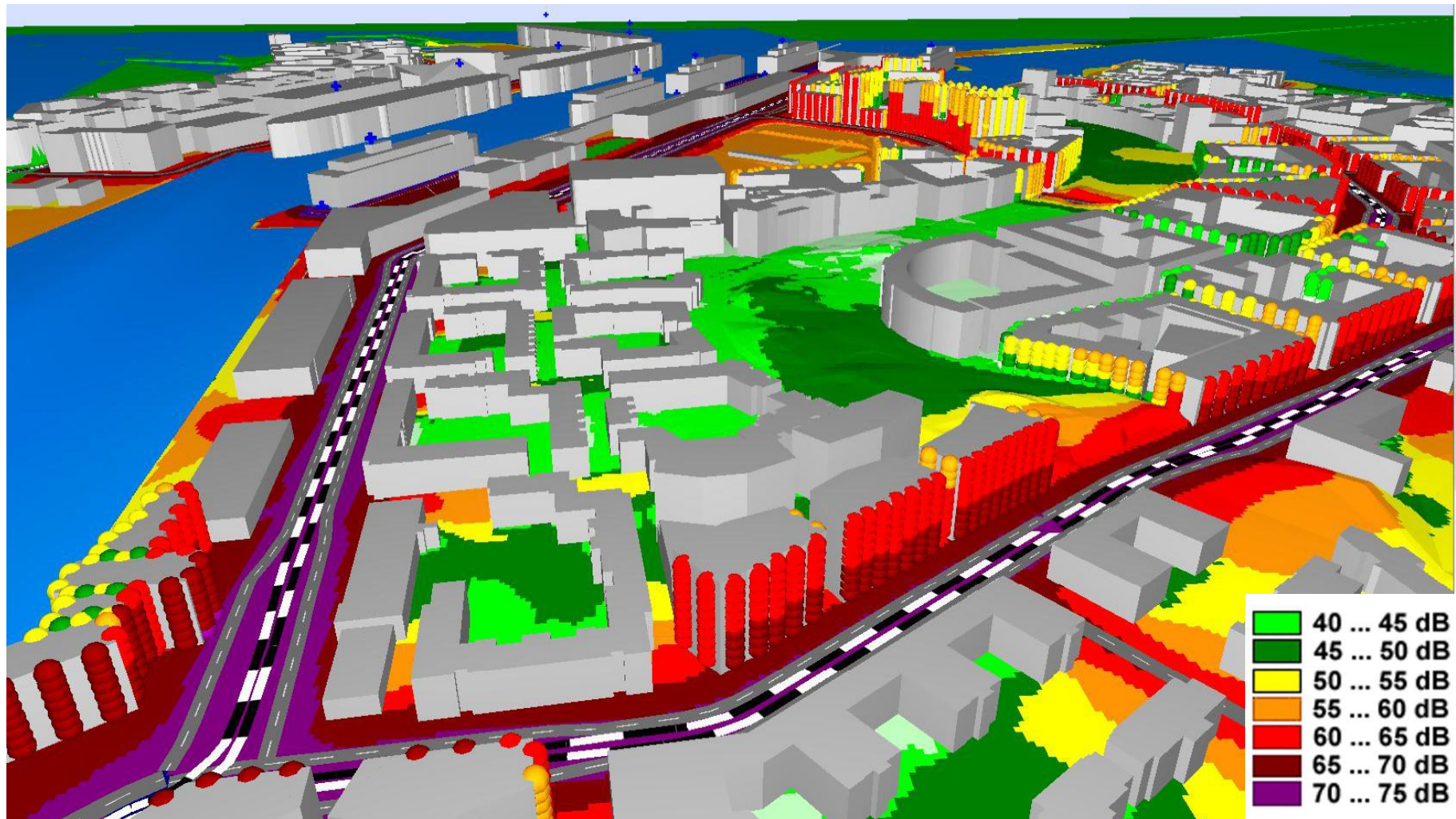
Vaihe 2 pohjoisesta katsottuna (kokonaismelu, päiväaika)



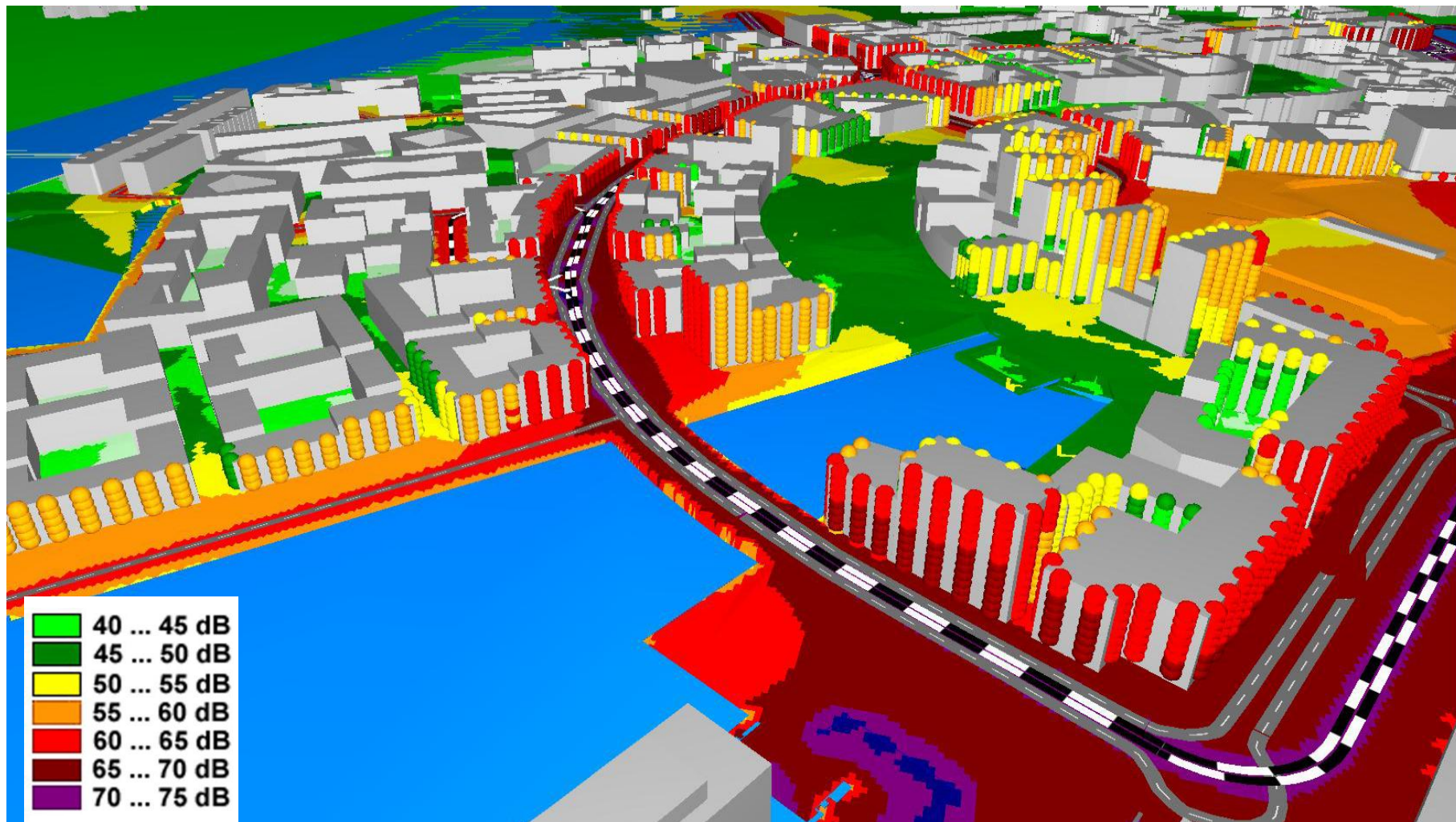
Vaihe 2 etelästä (kokonaismelu, päiväaika)



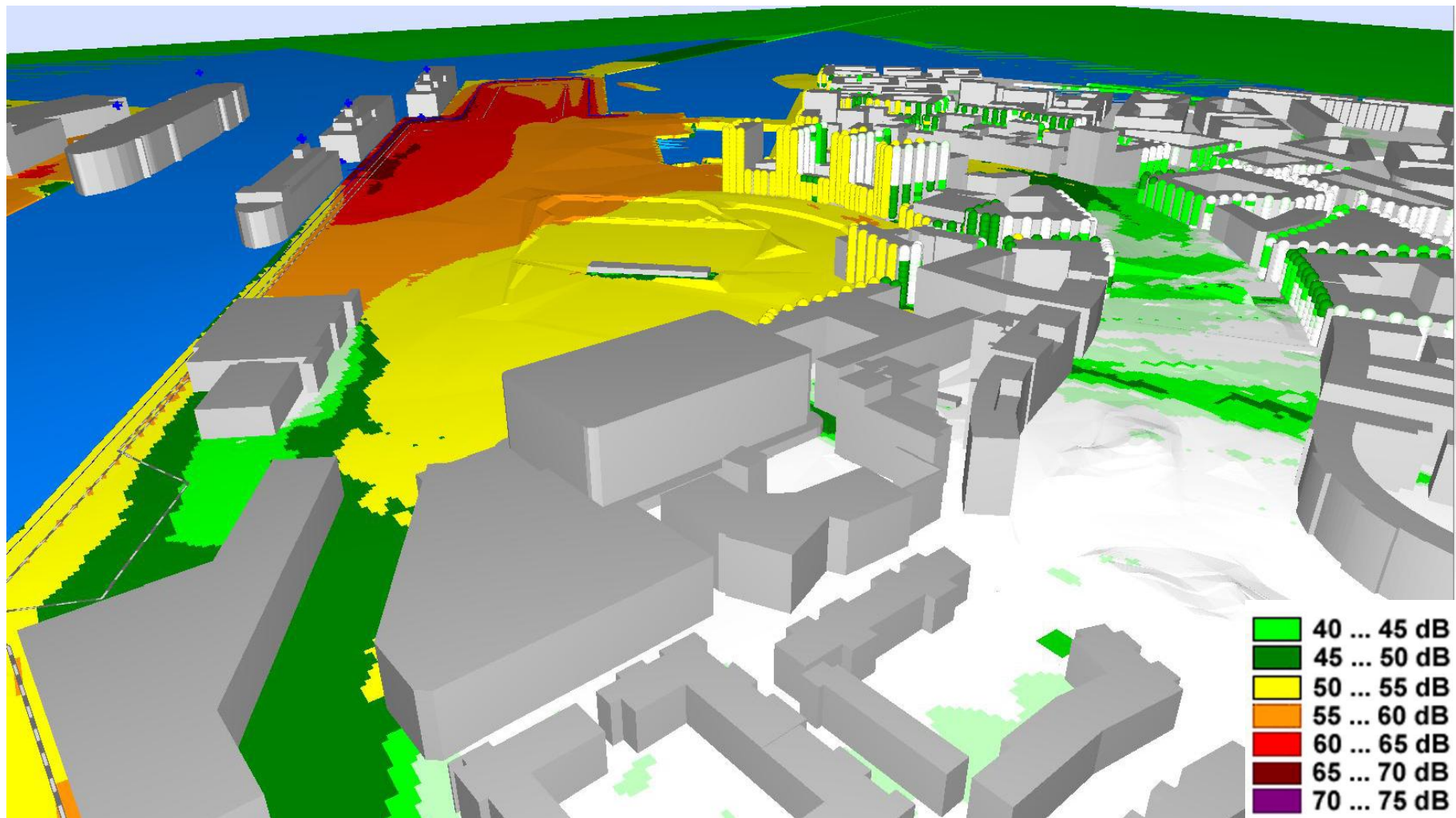
Vaihe 3 pohjoisesta katsottuna (kokonaismelu, päiväaika)



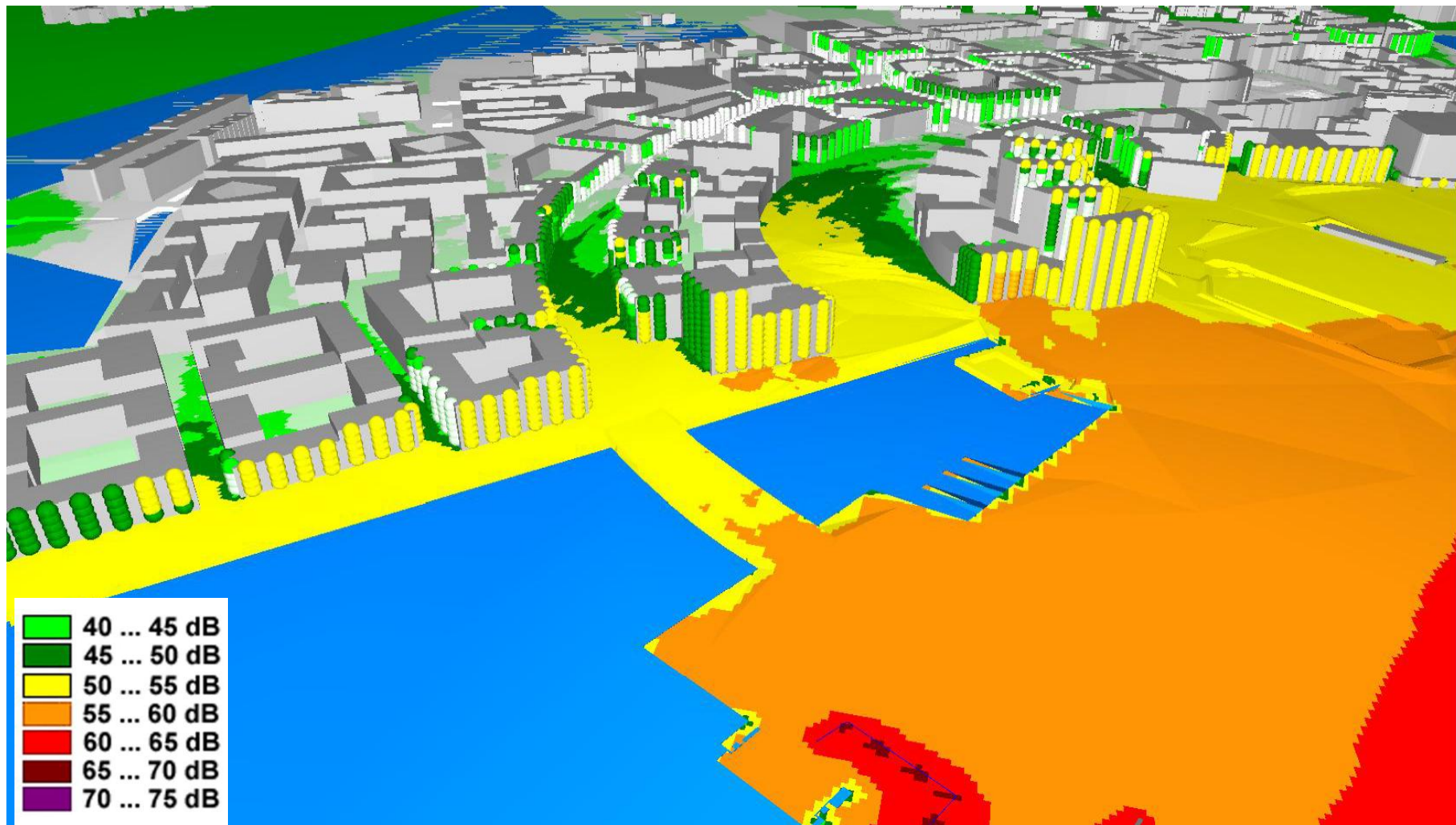
Vaihe 3 etelästä (kokonaismelu, päiväaika)



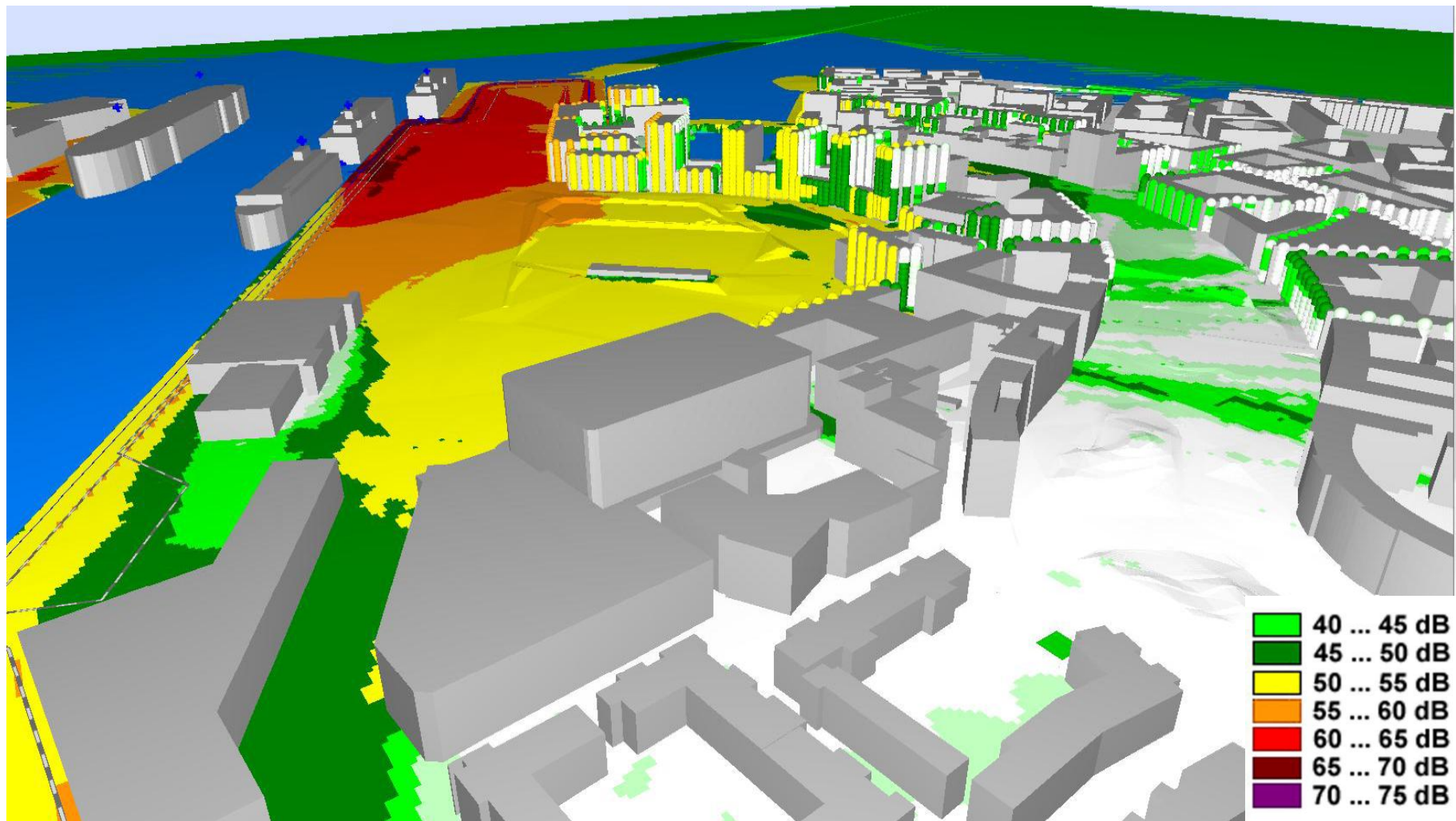
Vaihe 1 pohjoisesta katsottuna (sataman toiminta, yöaika)



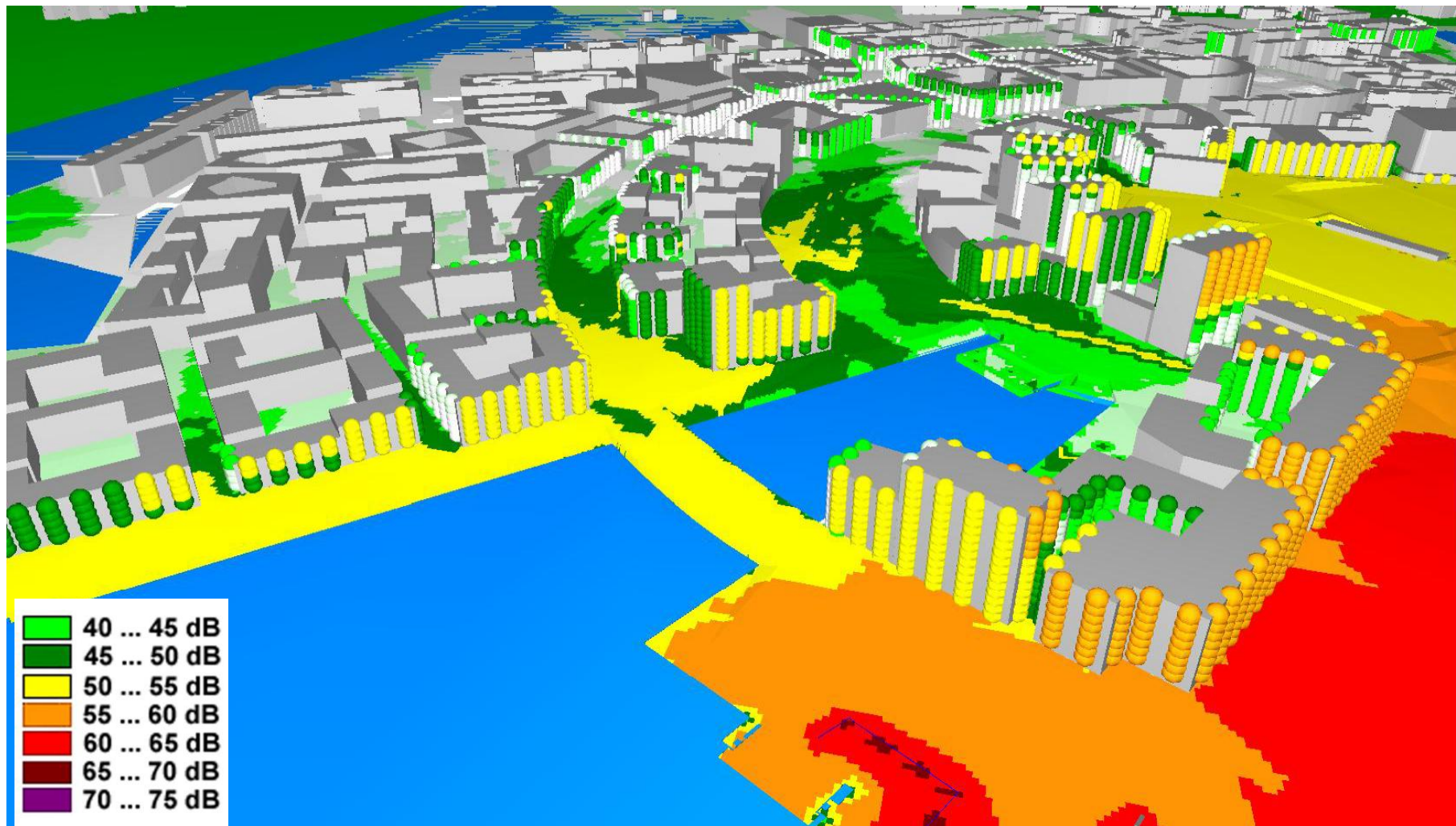
Vaihe 1 etelästä (sataman toiminta, yöaika)



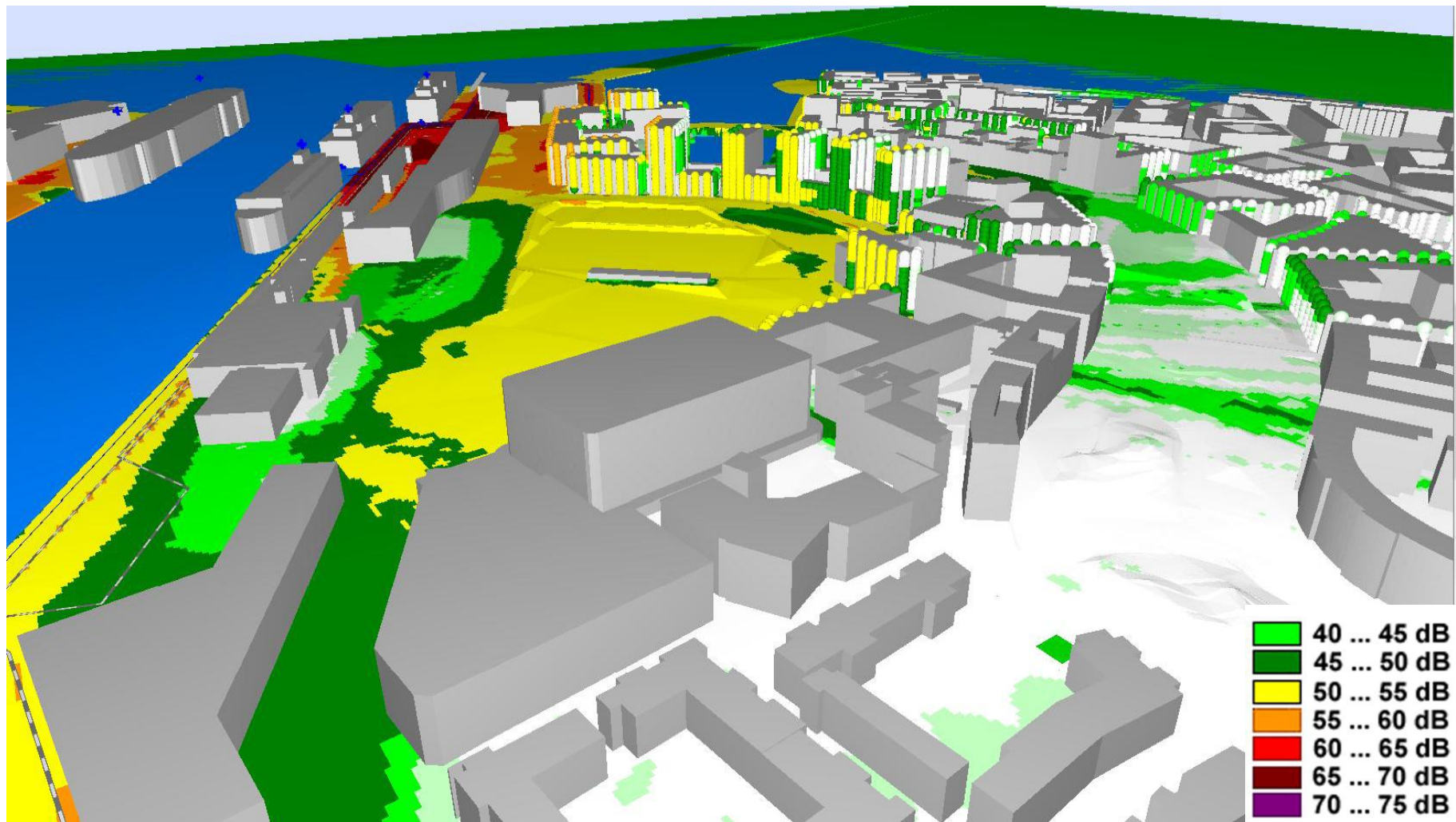
Vaihe 2 pohjoisesta katsottuna (sataman toiminta, yöaika)



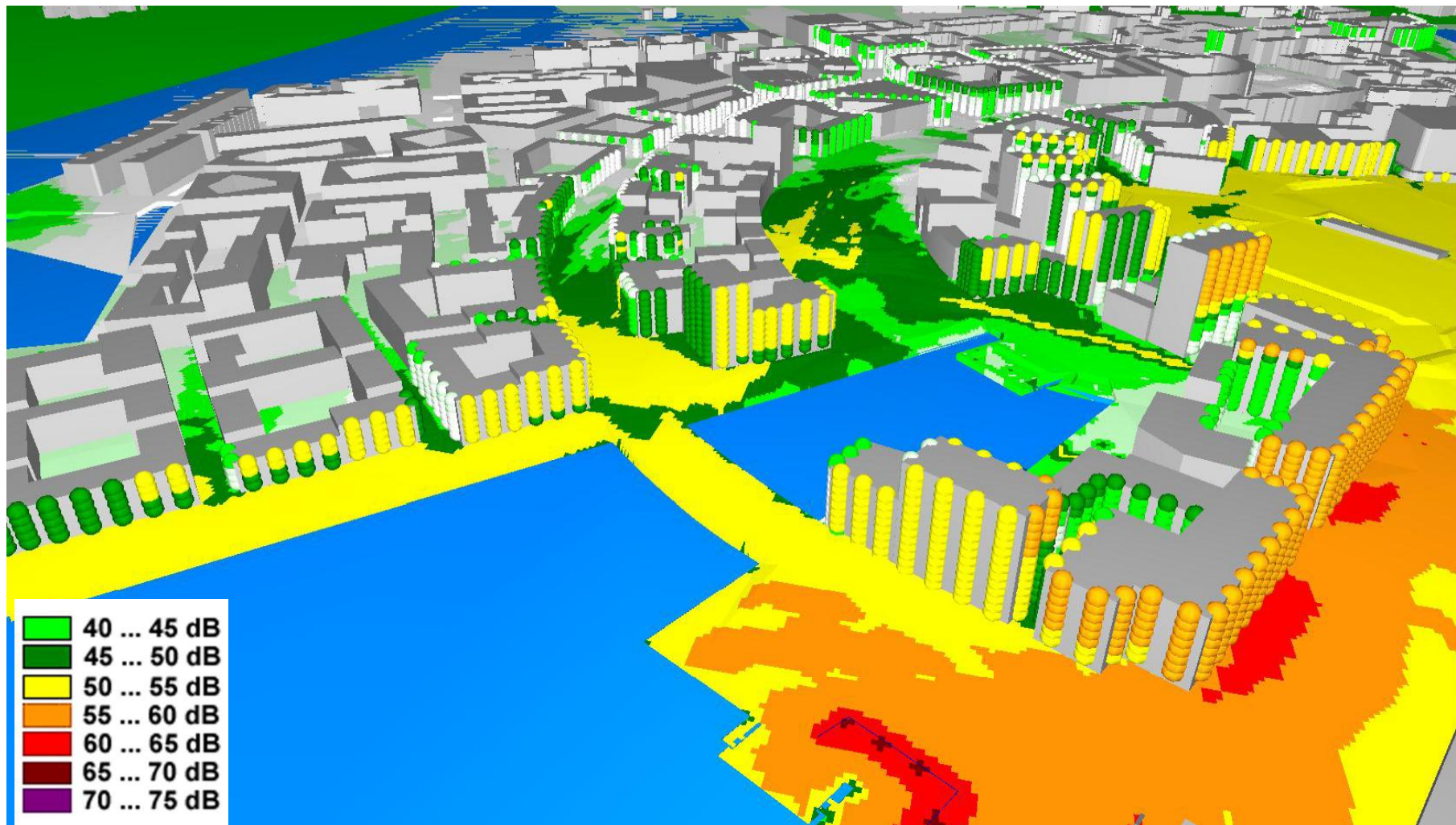
Vaihe 2 etelästä (sataman toiminta, yöaika)



Vaihe 3 pohjoisesta katsottuna (sataman toiminta, yöaika)



Vaihe 3 etelästä (sataman toiminta, yöaika)



Helsingin kaupunki
Kaupunkisuunnitteluvirasto
Yleissuunnitteluosasto
Teknistoloudellinen toimisto

TL akustiikka I 13019-2

Julkisivun äänieristys laivamelua vastaan Mitoitusmenettely

Tapio Lahti



TL akustiikka
Helsinki 2011-07

Julkisivun äänieristys laivamelua vastaan

Mitoitusmenettely

tilaaja: Helsingin kaupunki, kaupunkisuunnitteluvirasto, yleissuunnitteluosasto
tilaus: PM1172133, 22.2.2011 (Insinööritoimisto Akukon Oy)
yhdyshenkilö: Matti Neuvonen

Tiivistelmä

Helsingin vanhoja satama-alueita muutetaan parhaillaan asuinalueiksi. Länsisatamassa säilyy kuitenkin matkustajasatama. Yöpyvät laivat saattavat aiheuttaa meluhaittoja laiturien läheisissä asuintaloissa. Niiden julkisivuihin kohdistuu huomattavaa melua, jonka torjumiseksi on tarpeen kiinnittää huomiota talojen ulkoseinien äänieristykseen.

Tässä raportissa esitetään uusittu versio äänieristuksen mitoitusmenetelmästä, joka on tarkoitettu erityisesti laivamelulle. Erillistä menetelmää tarvitaan, koska laivamelun vaatima eristystarve on huomattavasti suurempi kuin mihin on totuttu tavallisen katu-liikennemelun yhteydessä. Menettely käynnistyy äänieristykselle eli melun A-äänitaso-erolle ΔL_{As} asetettavasta eristystavoitteesta. Se täytyy määritellä normaalista poiketen "laivamelua vastaan", koska laivamelu on vakiomelua häiritsevämpää: erityisen pienitaajuisista ja yleensä myös kapeakaistaista. Näistä syistä yöajan sisämelutasona on tavallista tiukempi 25 dB. Julkisivulta edellytettävä ilmaäänieristysluku R_{As} muodostetaan tämän jälkeen erityistä laivamelun normispektriä käyttäen. Tavanomaisten rakennosien laivamelun eristysluku R_{As} on lukuarvoltaan selvästi pienempi (usein n. 5–6 dB) kuin katuliikennemelun eristysluku R_{Atr} . Tämä merkitsee sitä, että eristystavoitteen täyttämiseen tarvitaan tämän verran paremmin eristävä rakenne.

Sisällys

1	Johdanto	2
2	Laivamelun erityispiirteet	2
3	Julkisivujen äänieristuksen mitoitus	3
3.1	Äänieristystavoitteiden asettaminen	3
3.2	Laivamelun ilmaäänieristysluvun muodostaminen	4
3.3	Eristyksen mitoitusmenettely	7
4	Tiivis mitoitusohje	8
	Viitteet	8
Liite A:	Mitatut matkustajalaivat	
Liite B:	Laivamelun normispektri 2011	

I Johdanto

Jätkäsaaren ja Hernesaaren vanhoja satama-, telakka- ja varastoalueita muutetaan parhaillaan asuntoalueiksi. Länsisataman matkustajasatama säilyy ja jatkaa toimintaansa asuinalueiden keskellä. Asuinkortteleita suunnitellaan sekä Jätkäsaarenlaiturin että Hernesaarenlaiturin läheisyyteen.

Satamassa yöpyvien laivojen melun on arvioitu muodostavan merkittävän ongelman. Laivojen melua on tutkittu Jätkäsaarella asuntorakentamisen kannalta useaan otteeseen, viimeksi vuonna 2005 [1]. Hernesaarella vastaavia selvityksiä on tehty vuodesta 2008 ja viimeisin vuonna 2010 [2].

Selvitykset ovat osoittaneet, että lähimpien talojen julkisivuihin kohdistuu huomattavaa melua, jonka torjumiseksi on tarpeen kiinnittää huomiota talojen ulkoseinien äänieristykseen. Alueen kaavoihin onkin lisätty erityinen merkintä äänieristykseen varalta: *"Kortteleiden ... asuinhuoneistojen seinärakenteiden suunnittelussa on otettava huomioon myös laivaliikenteen melu."*

Insinööritoimisto Akukon Oy laati vuoden 2005 meluselvityksen yhteydessä Kaupunkisuunnitteluviraston toimeksiannosta mitoitussuunnitelman, jolla satamassa olevien laivojen melun erityispiirteet eli pienitaajuus ja kapeakaistaisuus otetaan huomioon julkisivun äänieristyksen laskennassa [3]. Menetelmän taustalla olevat laivojen melupäästötiedot ovat sen jälkeen lisääntyneet tuntuvasti. Menetelmää on uusien tietojen pohjalta tarkennettu talvella 2011, ja tämä päivitys esitetään tässä raportissa.

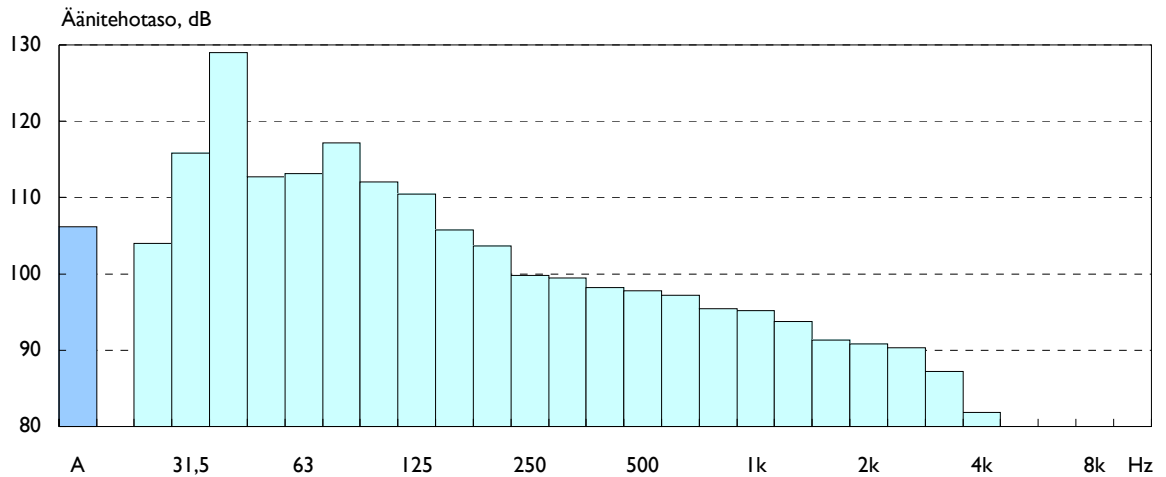
Äänieristyksen mitoitus tehdään määrittämällä ensin kaavamääräys-tyyppinen tavoite A-äänitasoeroitukselle ΔL_{Asr} , perustuen käsitteeseen "julkisivun äänieristys laivamelua vastaan". Tämän jälkeen eristystavoite muunnetaan laivamelulle soveltuvaksi ilmaäänieristysluvuksi R_{As} .

2 Laivamelun erityispiirteet

Jo aikaisemmissa Jätkäsaaren kaava-alueen meluselvityksissä ilmeni, että matkustajalaivojen melu saattaa aiheuttaa ongelmia lähimpien asuinrakennusten sataman puoleisten julkisivujen ylimmissä kerroksissa. Erityiseksi ongelmaksi tunnistettiin eräs laivojen melun erityispiirre. Laivamelun spektrin muoto poikkeaa tuntuvasti muiden tavallisten ympäristömelun lajien, kuten auto-, juna- ja lentoliikenteen melun spektreistä. Melussa on voimakas matala eli pienitaajuinen osuus (kuvat 1 ja 2).

Tämän piirteen aiheuttaa laivojen apukone, joka on käynnissä koko satamassa oleskelun ajan. Apukone on pääkonetta pienempi mutta kuitenkin suhteellisen suuri dieselmoottori, jonka voimalla tuotetaan laivan satamassa tarvitsema sähkö, mm. lämmitystä, valaistusta ja ilmanvaihtoa sekä muita sähkölaitteita varten. Apukone sijaitsee laivan konehuoneessa ja sen melu tulee suurimmaksi osaksi ulos pakoputken suusta, joka yleensä sijaitsee savupiipun huipulla.

Matala eli pienitaajuinen melu on erityisen hankalaa siksi, että julkisivut eristävät sitä selvästi huonommin kuin tavallista keskitaajuisia melua. Toinen laivamelun haitallisuutta korostava seikka on, että apukoneen melu sisältää tyypillisesti vain yhtä tai muutamaa yksittäistä taajuutta eli se on luonteeltaan kapeakaistaista.



Kuva 1. Tyypillinen laivan melupäästön spektri: "Princess Anastasia", Eteläsatama 6.5.2011.

Tällaista melua pidetään häiritsevämpänä kuin tavallista spektriltään tasaisempaa melua, ja sen arvioinnissa käytetään tästä syystä erityistä kapeakaistakorjausta. Kapeakaistakorjaus on melun erityistä haitallisuutta vastaava "lisärangaistus" ja Suomen yleisissä ohjearvoissa [4] sen arvo on +5 dB. Korjaus lisätään kapeakaistaisen melun mitattuun tai laskettuun äänitasoon ennen tuloksen vertaamista ohje- tai raja-arvoon.

3 Julkisivujen äänieristyksen mitoitus

3.1 Äänieristystavoitteiden asettaminen

Julkisivujen äänieristyskyky tiettyä melua vastaan esitetään ulkomelun ja sisämelun A-äänitasojen erotuksena ΔL_A . Tämä äänitasoero on primääri, toteutuvaa eristystä kuvaava mittaluku. Sitä käytetään kaavoituksessa, kun julkisivujen äänieristykselle esitetään vaatimus, "äänieristys ympäristömelua vastaan".

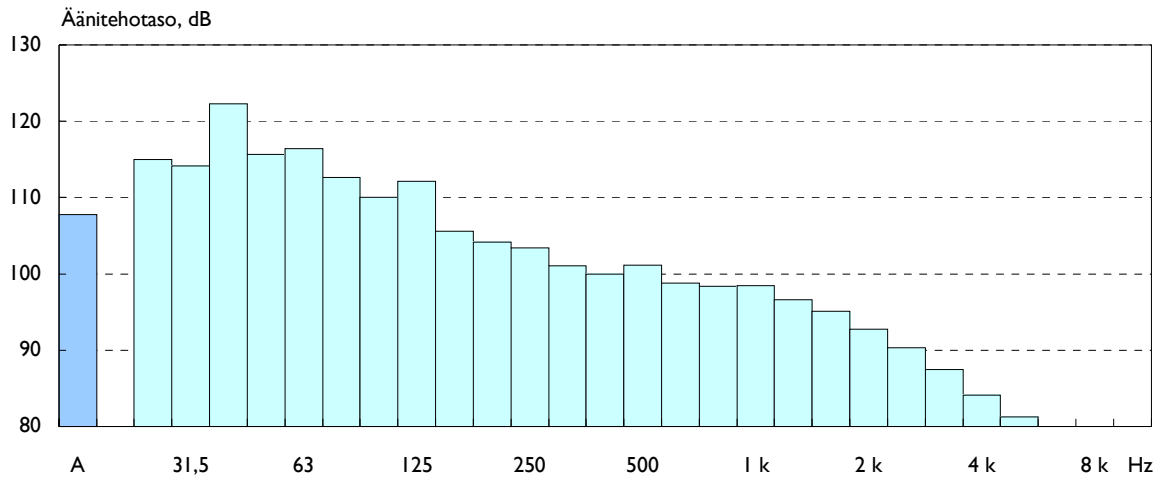
Äänitasoero saadaan, kun tunnetaan julkisivuun kohdistuvan ulkomelun A-äänitaso L_{Au} ja sisällä asuinhuoneessa vaadittava melun A-äänitaso L_{As} . Äänieristysvaatimus on siis näiden erotus

$$\Delta L_A = L_{Au} - L_{As} \quad (1)$$

Ulkomelutaso on tavallisimmin meluselvityksessä laskettu, eri kohtiin tarkasteltavien rakennusten julkisivuja kohdistuvan laivamelun A-äänitaso.

Sisämelutason vaatimisarvolle on laivojen tapauksessa tarpeen käyttää muusta ympäristömelusta poikkeavaa määritelmää; alustavassa menetelmäohjeessa [3] esitettiin perustelu tälle menettelylle. Perustelu kerrataan alempana.

Äänieristysvaatimuksella tai -tavoitteella ei tällöin enää tarkoiteta tavallista eristystä liikenne- tai muuta ympäristömelua vastaan, vaan erityisesti "äänieristystä laivamelua vastaan", ΔL_{As} , missä tunnuksen alaindeksin kirjaimen "s" voidaan tulkita tulevan vaikkapa sanoista "satama" tai "ship".



Kuva 2. Kaikkien Helsingissä vuosina 2002–2011 mitattujen linjamatkustajalaivojen ja risteilijöiden melupäästön spektrin energiakeskiarvo; mitattuja laivoja yhteensä 44.

Ympäristömelun yleiset ohjearvot sisällä varsinaisissa asuinhuoneissa (mm. olo- ja makuuhuone) ovat päivällä 35 dB ja yöllä 30 dB [4]. STM:n asumisterveysohjeessa on lisäksi erikseen annettu yöaikaiselle musiikkimelulle ohjearvoksi 25 dB [5].

Musiikkimelun tiukempaa ohjearvoa perustellaan sillä, että asuntoihin kuuluva ja terveyshaittaa aiheuttava musiikkimelu on yleensä pienitaajuista melua. Tämä johtuu kahdesta syystä: sähköisesti vahvistetussa musiikissa on tavallisesti voimakas pienitaajuinen osuus ja rakennusten äänieristys on pienillä taajuuksilla heikompi kuin keski- ja korkeitaajuuksilla. Tämän lisäksi pienitaajuisten melun katsotaan olevan häiritsevempää kuin ”tavallinen” melu, esimerkiksi silloin, kun se on kapeakaistaista. Musiikkimelun ominaisuudet muistuttavat siten monessa suhteessa tässä käsiteltävää laivojen melua.

Alustavassa menetelmäohjeessa [3] ehdotettiin, että näiden melujen periaatteellisen samankaltaisuuden perusteella myös laivojen melun haitallisuutta arvioidaan käyttäen tiukennettua ohjearvoa **25 dB**.

Tiukennusta voitaisiin myös tulkita kapeakaista-käsitteen avulla, koska laivojen pienitaajuinen melu on hyvin usein myös kapeakaistaista. Voitaisiin ajatella yhtä hyvin, että 25 dB ohjearvo vastaa 5 dB kapeakaistakorjauksella kiristettyä tavallista ohjearvoa. Asumisterveysohjeessakin todetaan, että jos musiikkimelulle käytetään tiukempaa yöohjearvoa, siihen ei enää erikseen lisäksi käytetä kapeakaista- (tai impulssi-) korjausta.

Nyt voidaan määrittää julkisivujen äänieristystavoite ΔL_{As} meluselvityksessä laskettavan ulkomelutason L_{Au} ja vaadittavan sisämelutason $L_{As} = 25$ dB erotuksena.

3.2 Laivamelun ilmaäänieristysluvun muodostaminen

Äänieristystavoite tai -vaatimus ΔL_{As} ei vielä kerro, minkälainen rakenne on äänieristykseltään riittävä, koska toteutuva A-äänitasoeroitus ei ole pelkästään rakenteen äänieristysominaisuus vaan ulkomelun ja rakenteen yhteinen ominaisuus. Rakenteen eristysominaisuuksia edustaa *ilmaäänieristysluku* R_A , joka on eri käsite ja eri suure kuin äänitasoero ΔL_{As} . Myös niiden lukuarvot ovat erisuuria.

Kaavoituksessa ja julkisivujen äänieristyksen arvioinnissa ja mitoituksessa käytettävissä vakiomenettelyssä [6] on kaksi seikkaa, jotka eivät sellaisenaan sovi laivojen melun

äänieristyksen mitoittamiseen. Tavallisen ilmaäänieristysluvun R_{At} ($= R_w + C_{\text{tr}}$) perusmuoto ei ulotu taajuusalueessa laivojen melun kannalta tärkeälle, alle 100 Hz alueelle.

Yleisesti saatavilla olevat tiedot eri seinä-, ikkuna- ja parvekeovirakenteiden sekä pienten rakenneosien äänieristyksestä alkavat suurelta osin myös 100 Hz terssikaistalta. Joissakin tapauksissa tietoja voi olla saatavissa 50 – 80 Hz kaistoilta. Mutta laivojen spektrin maksimi on tyypillisesti tätäkin alempana eli 40 Hz terssikaistalla.

Tällä taajuusalueella asuinhuoneiden absorptio ja äänikentän jakautuma huoneessa ovat erilaisia kuin tavallisesti tärkeimmällä keskitaajuusalueella. Esimerkiksi huoneiden reunoilla, kuten sängyn pääpuolessa, onkin äänikentän maksimikohta. Eroilla on vaikutusta siihen, miten eristyslukua tulee verrata tavoiteltavaan äänitasoeroitukseen.

Toinen sopimaton tekijä on tavallisen katuliikenteen melun spektrin muoto, ns. normispektri, jota edustaa spektrisovitusermi C_{tr} . Laivamelun spektri poikkeaa niin paljon liikennemelun spektristä, että sille on laadittava ja käytettävä omaa normispektriään.

Koska vakiomenetelmät eivät toimi sataman tapauksessa, ulkoseinärakenteiden äänieristyksen arviointiin tarvitaan oma laskentamenettelynsä. Aiemmassa menetelmäohjeessa [3] esitettiin alustavat ehdotukset erityiseksi laivamelun ilmaäänieristysluvuksi ja sataman lähellä olevien julkisivujen eristyksen arviointimenettelyksi. Tässä raportissa laivamelun alustavalle normispektrille esitetään tarkennus, joka perustuu vuoden 2005 jälkeen huomattavasti kasvaneisiin mitattujen matkustajalaivojen määrään ja niiden meluspektrien tietokantaan.

Liitteessä A on esitetty yhteenveto kaikkien Akukonin ja TL Akustiikan Helsingissä ja Tallinnassa vuosina 2002–2011 mittaamien matkustajalaivojen melupäästöistä.

Kuvissa 3–5 on esitetty päivitetyn laivamelun ilmaäänieristysluvun laskemiseen tarvittavan normispektrin L_{si} muodostuminen. Liitteessä B on lueteltu laivamelun päivitetyn normispektrin täsmälliset lukuarvot.

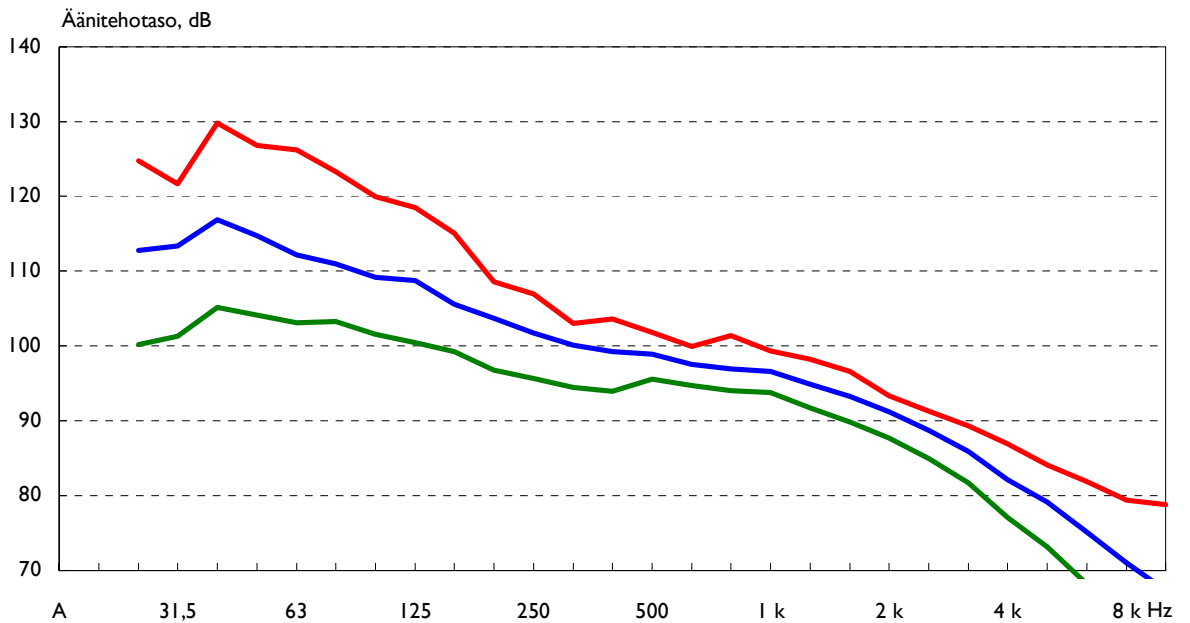
Aluksi määritellään *laivamelun ilmaäänieristysluku* R_{As} . Se esittää arvioitavan ulkoseinän tai ulkoseinäelementin eristystä laivamelulle yhdellä numerolla, ja sen laskenta tapahtuu periaatteessa samalla tavoin kuin ns. spektrisovitusermien C ja C_{tr} laskenta standardissa ISO 717-1 [6]. Standardin merkillisen mutkikasta laskentamenettelyä on tässä huomattavasti yksinkertaistettu, mutta siitä huolimatta tämä menettely on normispektriä lukuunottamatta identtinen standardin menetelmän kanssa.

Laivamelun ilmaäänieristysluku lasketaan yhtälöllä

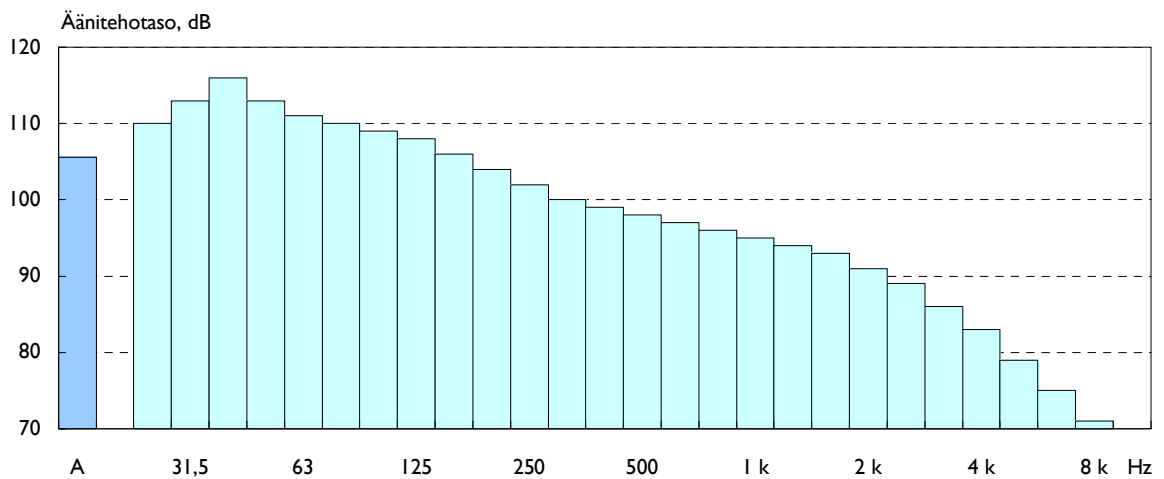
$$R_{\text{As}} = -10 \lg \sum 10^{(L_{\text{As}i} - R_i)/10} \quad (2)$$

jossa

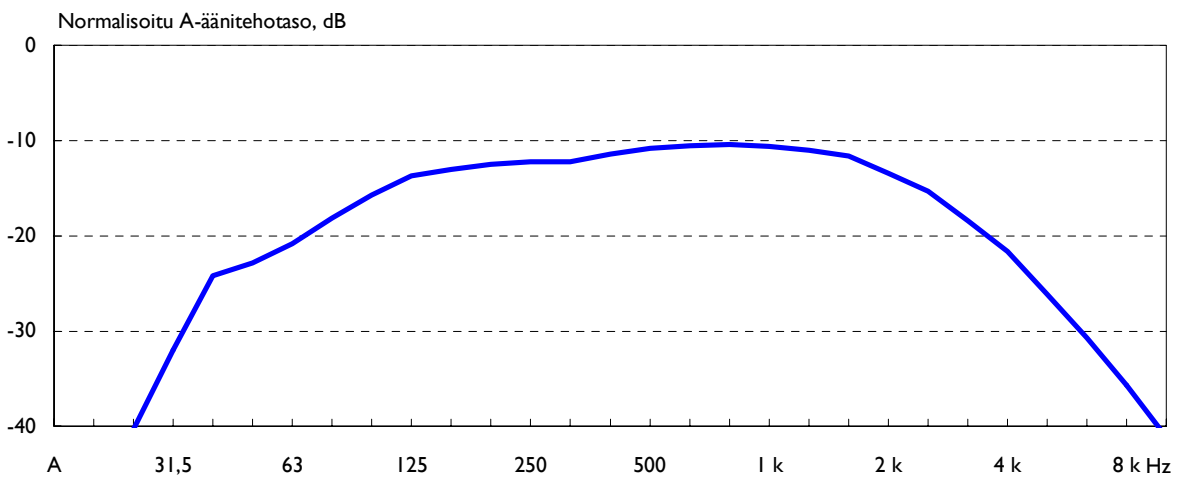
- i on terssikaistan indeksi;
- $L_{\text{As}i}$ on laivamelun normispektri;
- R_i on ulkoseinärakenteen äänieristävyyskäyrä.



Kuva 3. Helsingissä vuosina 2002–2011 mitattujen matkustajalaittojen melupäästön spektrien energiakeskiarvo (keskimmäinen käyrä) sekä vaihteluväli eli minimin ja maksimin käyrät.



Kuva 4. Valmis matkustajalaittojen melun keskiarvospektri (painottamaton).



Kuva 5. A-painotettu ja normalisoitu laivamelun normispektri L_{Asi} .

On huomattava, että eristävyyskäyrä R_i tulee tuntea ainakin terssikaistalle 40 Hz asti. Koska normispektri putoaa jyrkästi heti tämän terssin alapuolella, alempana olevien kaistojen 31,5 Hz ja erityisesti 25 Hz painoarvo on yhtälössä melko tai hyvin vähäinen. Niiden puuttuminen ei todennäköisesti vaikuta juuri lainkaan eristysluvun laskettuun arvoon. Sen sijaan 40 Hz terssillä on ilmeisesti useimmissa tapauksissa huomattava, usein jopa kaikkein suurin merkitys. Ongelmaksi muodostuu, että eristävyyskäyriä ei käytännössä koskaan tunneta alle 50 Hz taajuuksilla, koska äänieristysmittausten ns. laajennetun taajuusalueen alaraja on juuri 50 Hz.

3.3 Eristyksen mitoitusmenettely

Edellä on muodostettu laivojen melulle sopiva äänieristysluku R_{As} . Se on indeksi, joka edustaa rakenteen eristävyttä yhdellä numerolla, mutta se ei vielä ole sama kuin A-äänitasojen erotuksena esitetty äänieristysvaatimus. Seuraavaksi on tarpeen määritellä suureiden R_{As} ja ΔL_A välinen yhteys tässä erityistapauksessa. Julkisivun ilmaäänieristuksen mitoitusmenetelmät ovat yleensä periaatteellista muotoa

$$R_A \geq \Delta L_A + 10 \lg \frac{S}{A} + K \quad (3)$$

missä

S on rakenteen pinta-ala;
 A on huoneen absorptioala;
 K on vakio.

Riittävän eristysrakenteen mitoitus käynnistyy siis vaatimuksesta ΔL_A . Sitä korjataan pinta-alatermillä [= 10 lg (S/A) + 3 dB], joka edustaa tulevan äänikentän kohdistuvaa äänitehoa ja huoneen kaiuntaisen äänikentän absorboituvaa äänitehoa, sekä 4 dB lisäkorjauksella. Jälkimmäinen kattaa mm. epävarmuudet asennustyössä, äänikentän ja spektrien muodoissa sekä menettelyssä, jolla eristävyys esitetään yhdellä luvulla. Toisin sanoen vakion K arvo on 3 + 4 = 7 dB.

Yleisesti absorptioalan mitoituksessa käytetään oletusta, että absorptioala A on 80 % huoneen lattiapinta-alasta, esim. [7]. Tämä on sopiva oletus tavalliselle ympäristömelulle, jonka merkittävin osuus on keskitaajuusalueella.

Nyt kyseessä oleva laivamelu on kuitenkin selvästi muita ympäristömelun yleisimpiä lajeja pienitaajuisempaa. Tavallisten asuinhuoneiden absorptio on pienillä taajuuksilla olennaisesti pienempi. Tässä asetetaan yleisen mittauskokemuksen perusteella mitoitustapasteeksi, että laivamelulla tehollinen absorptio on puolet edellä mainitusta eli 40 % huoneen lattiapinta-alasta:

$$A = 0,4 S_H \quad (4)$$

Koko mitoitusohjeeksi saadaan yhdistämällä yhtälöt (3) ja (4):

$$R_{As} \geq \Delta L_{As} + 10 \lg \frac{S}{0,4 \cdot S_H} + 7 \quad (5)$$

Ilmaäänieristysluku R_{As} määritetään puolestaan yhtälöllä (2). Eristävyydeltään riittävä toteutus ratkeaa valitsemalla sellainen rakenne, jonka äänieristävyyden R_i käyrästä laskettu laivamelun eristysluku R_{As} täyttää yhtälön (5).

4 Tiivis mitoitusohje

Lopuksi kerrataan vielä laivamelun äänieristyksen mitoitusmenettelyn avainkohdat:

1) Äänieristyksen vaatimuksen perusteena olevaksi sisämelun A-äänitasoksi asetetaan **25 dB** pienitaajuisen laivamelun tavallista suuremmasta häiritsevyydestä ja kapeakaistaisuudesta johtuen.

Jos kaavoituksessa jo on annettu tavallisella menettelyllä asetettu vaatimus A-äänitasoerolle ΔL_A , vaatimukseen lisätään edellisen perusteella **5 dB** ennen mitoituksen jatkamista.

2) Vaadittavaa ilmaäänieristyslukua $R_{As,vaad}$ ei mitoiteta suoraan vakio-ohjeen [7] korjauskerrointa K_1 käyttäen, vaan huoneen absorptioalan oletetaan määrävällä pientaajuusalueella olevan puolta pienempi (40 % lattiapinta-alasta).

Rakenteen alustavaan valintaan sopii seuraava yleisohje: Laivamelueristyksen laskelmat osoittavat, että laivamelun eristysluvun R_{As} lukuarvo on usein noin 5–6 dB pienempi kuin tavallisen liikennemelun eristysluvun R_{Atr} . Tätä nyrkkisääntöä voidaan käyttää rakenteiden alustavassa valinnassa.

3) Toteutukseksi valitaan alustavasti rakenneyhdistelmä, jonka liikennemelun ilmaäänieristysluku R_{Atr} ($= R_w + C_{tr}$) on vähintään 6 dB suurempi kuin laivamelun eristysluvun R_{As} vaatimus. Esimerkiksi jos vaadittava R_{As} on 40 dB, sopiva rakenne on sellainen, jonka $R_{Atr} \geq 46$ dB.

4) Valitun rakenteen äänieristävyyskäyrän R_i arvo 40 Hz terssikaistalla pyritään arvioimaan mahdollisuuksien mukaan esimerkiksi ekstrapoloimalla tai rakennusakustiikan perusteiden nojalla, jotta laivamelun ilmaäänieristysluku R_{As} voidaan laskea kaavalla (2) ja rakenteen kelpoisuus tarkistaa.

Viitteet

1. LAHTI T & PELTONEN T, Jätkäsaaren aloitusalue, asemakaavan muutos. Meluselvityksen päivitys 2005. *AKUKON 2110-2*. Helsinki, 30.12.2005.
2. LAHTI T & KILPI L, Hernesaari. Ympäristömeluselvitys, päivitys 2010. *AKUKON 103056-1*. Helsinki, 19.11.2010.
3. LAHTI T & PELTONEN T, Jätkäsaaren aloitusalue, asemakaavan muutos. Laivamelun äänieristysluku ja eristyksen arviointimenettely. *AKUKON 2110-3*. Helsinki, 30.12.2005
4. Valtioneuvoston päätös melutason ohjearvoista (993/92). Helsinki 1992.
5. Asumisterveysohje. Asuntojen ja muiden oleskelutilojen fysikaaliset, kemialliset ja mikrobiologiset tekijät. *Sosiaali- ja terveystieteiden tutkimuskeskuksen oppaia 2003:1*. Helsinki 2003.
6. **ISO 717-1:1996**. Acoustics – Rating of sound insulation in buildings and of building elements – Part 1: Airborne sound insulation. *International Organization for Standardization*, Geneve 1996.
7. Rakennuksen julkisivun ääneneristävyysmitoittaminen. *Ympäristöopas 108*. Ympäristöministeriö, Helsinki 2003.

Liite A Mitatut matkustajalaivat

Helsingissä ja Tallinnassa vuosina 2002–2011 mitattujen linjamatkustajalaivojen ja risteilylaivojen melupäästöt (A-äänitehotaso L_{WA}). Tällä hetkellä Helsinkiin liikennöivät linjalaivat on listattu ensin.

laiva	L_{WA} , dB	vuosi ja paikka
Matkustajalaivat 2011		
Baltic Princess	114	2008 Hki
Gabriella	107	2004 Hki
Mariella	105	2004 Hki
Nordlandia	106	2003 Hki
Princess Maria	102	2010 Hki
Serenade	106	2004 Hki
Star	106	2007 Hki
Superstar	107	2008 Hki
XPRS	104	2008 Hki
Matkustajalaivat muita		
AutoExpress 1	107	2003 Hki
AutoExpress 2	105	2003 Hki
Baltic Jet	106	2004 Hki
Fantaasia	105	2004 Hki
Finnjet	102	2004 Hki
Galaxy	114	2006 Tallinna
Julia	106	2008 Hki
Meloodia	109	2003 Hki
Opera	107	2004 Hki
Princess Anastasia	106	2011 Hki
Regina Baltica	110	2006 Tallinna
Romantika	110	2005 Hki
Rosella	108	2004 Hki
Star Wind	102	2004 Hki
Superfast IX	107	2007 Hki
Translandia	104	2004 Hki
Vana Tallinn	112	2002 Hki
Victoria I	107	2006 Tallinna
Risteilijät		
Adriana	103	2004 Hki
Aidacara	105	2006 Tallinna
Arcadia	104	2008 Hki
Black Watch	103	2008 Hki
Blue Moon	102	2006 Tallinna
Boudicca	105	2006 Tallinna
Crown Princess	105	2008 Hki
Crystal Symphony	111	2008 Hki
Delphin Renaissance	105	2004 Hki
Deutschland	103	2004 Hki
Grand Voyager	111	2008 Hki
Insignia	102	2006 Tallinna
Maxim Gorkiy	98	2004 Hki
Regatta	99	2004 Hki
Sea Cloud II	100	2006 Tallinna
Silver Cloud	103	2004 Hki
Star Princess	107	2006 Tallinna

Liite B Laivamelun normispektri 2011*Laivamelun äänieristyksen arvioinnin päivitetty normispektri $L_{A_{Si}}$.*

Hz	dB
	-40,3
31,5	-32,0
	-24,2
	-22,8
63	-20,8
	-18,1
	-15,7
125	-13,7
	-13,0
	-12,5
250	-12,2
	-12,2
	-11,4
500	-10,8
	-10,5
	-10,4
1 k	-10,6
	-11,0
	-11,6
2 k	-13,4
	-15,3
	-18,4
4 k	-21,6
	-26,1
	-30,7
8 k	-35,7
	-41,1

HELSINGIN KAUPUNKI
KAUPUNKISUUNNITTELUVIRASTO

HELSINGIN LÄNSISATAMAN MATKUSTAJALAIVOJEN
HAJUPÄÄSTÖJEN LEVIÄMISMALLILASKELMAT

Katja Puputti
Risto Varjoranta
Harri Pietarila



ILMATIETEEN LAITOS
FINNISH METEOROLOGICAL INSTITUTE

**HELSINGIN KAUPUNKI
KAUPUNKISUUNNITTELUVIRASTO**

**HELSINGIN LÄNSISATAMAN MATKUSTAJALAIVOJEN
HAJUPÄÄSTÖJEN LEVIÄMISMALLILASKELMAT**

**Katja Puputti
Risto Varjoranta
Harri Pietarila**

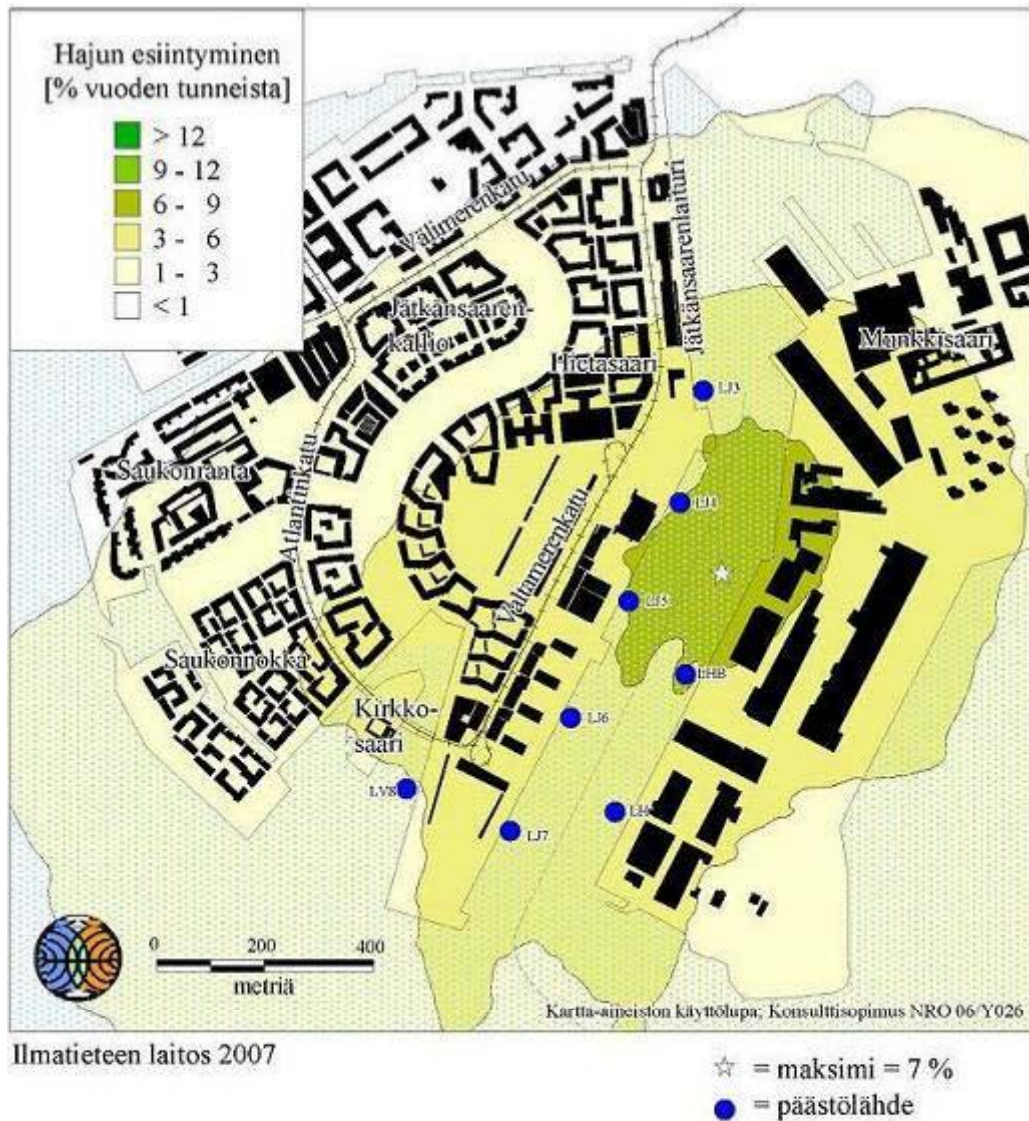
**ILMATIETEEN LAITOS – ILMANLAADUN ASiantuntijapalvelut
Helsinki 3.5.2007**

TIIVISTELMÄ HELSINGIN LÄNSISATAMAN MATKUSTAJALAIVOJEN HAJUPÄÄSTÖJEN LEVIÄMISMALLILASKELMISTA

Ilmatieteen laitos on tehnyt tutkimuksen, jossa haisevien yhdisteiden leviämismallia (ODO-FMI) apuna käyttäen arvioitiin Länsisataman matkustajalaivaliikenteen pakokaasujen aiheuttamia hajuvaikutuksia Jätkänsaaren alueella ja Länsisataman lähiympäristössä vuonna 2030, jolloin Jätkänsaaren alueen rakentaminen asumis-, toimitila ja virkistyskäyttöön on saatu valmiiksi nykyisten satama- ja varastoaluetointojen siirryttyä Vuosaareen.

Mallilaskelmien lähtötietoina käytettiin Helsingin sataman arvioita vuoden 2030 matkustajalaivaliikenteestä sekä Nab Labs Oy:n hajumittauksien tuloksia tällä hetkellä liikennöivistä aluksista. Meteorologisina tietoina käytettiin kahden lähimmän sääaseman tunneittaista yhdistelmäaineistoa vuosilta 2003–2005. Arvioituihin lähtötietoihin sisältyy epävarmuuksia, jotka vaikuttavat mallilaskelmien tulosten luotettavuuteen, mistä johtuen tulokset ovat suuntaa antavia.

Mallilaskelmien tulosten mukaan hajujen esiintyminen tutkimusalueella painottuu vallitsevan tuulensuunnan mukaisesti Länsisataman koillispuolelle Munkkisaareen sekä itse satama-altaaseen ja sen välittömään läheisyyteen. Kuvassa 1 on esitetty mallilaskelmien tuloksena saatu arvioidun laivaliikenteen aiheuttaman selkeän tunnistettavissa olevan hajun esiintymistä Jätkänsaaren alueella. Laivaliikenteen aiheuttamaa tunnistettavissa olevaa lyhytkestoista (30 sekuntia yhtäjaksoisesti) hajua esiintyisi yli 3 % (263 h) vuoden tunneista noin 500 metrin säteellä satama-altaasta Kirkkosaaren, pohjoisen Saukonnokan, Valtamerenkadun ympäristön ja eteläisen Hietasaaren alueilla sekä Munkkisaarella. Tätä hajufrekvenssiä (= esiintymistiheyttä) on esitetty maassamme tehtyjen hajututkimusten perusteella kotimaiseksi hajusuositteeksi miellyttävyysasteeltaan hyvin epämiellyttäville hajuille. Miellyttävyysasteeltaan vaihtelevia hajuja koskeva hajusuoitteen yläraja, 9 % kokonaisajasta ei ylittyisi hajukynnyksellä 3 hy/m³, jolla kuvataan selkeää tunnistettavissa olevaa hajua.



Kuva 1. Arvio matkustajalaivaliikenteen aiheuttamasta lyhytaikaisen (30s) hajun esiintymisestä prosentteina vuoden tunteista vuonna 2030. Hajukynnys 3 hy/m³, selkeä tunnistettavissa oleva haju.

Matkustajalaivaliikenteen hajuvaikutukset ovat kesäkautena talvea merkittävämmät johtuen pääasiallisesti risteilijäliikenteen kausiluontoisuudesta. Mallilaskelmissa ei ole huomioitu muita kuin arvioidusta matkustajalaivaliikenteestä aiheutuvia hajupäästöjä. Tutkimusalueen lähistöllä on vilkkaasti liikennöityjä katuja sekä telakkatoimintaa, jotka voivat aiheuttaa tutkimusalueelle hajuhaittaa laivaliikenteen lisäksi.

SISÄLLYSLUETTELO

1	JOHDANTO.....	3
2	TUTKIMUSMENETELMÄT.....	4
2.1	Hajuyhdisteiden leviämismalli ODO-FMI	4
2.2	Meteorologisten tietojen käsittely kaupunkimallissa.....	6
3	TUTKIMUKSEN SUORITUS	8
3.1	Päästötiedot.....	8
3.2	Meteorologiset tiedot.....	10
3.3	Leviämislaskelmat	12
3.4	Hajujen ohjearvosuosituksia.....	13
4	TULOKSET	15
4.1	Hajujen esiintyminen tutkimusalueella.....	15
4.2	Hajujen esiintymisen vaihtelu kesä- ja talvikautena.....	16
4.3	Hajujen esiintyminen julkisivuilla	17
5	TULOSTEN ARVIOINTI.....	20
6	JOHTOPÄÄTÖKSET	21
	VIITELUETTELO.....	24

LIITTEET

LIITEKUVAT

1 JOHDANTO

Tutkimuksessa arvioitiin leviämismallilaskelmilla Helsingin Länsisataman matkustajalaivojen päästöjen aiheuttamia hajuvaikutuksia Jätkäsaaren alueella vuonna 2030. Jätkäsaarella toimii nykyisin Helsingin Sataman kontti- ja matkustajasatama. Alueen käyttö on muuttumassa, osayleiskaavaehdotuksessa nykyiset satama- ja varastoalueet on suunniteltu asumiseen, toimitiloiksi ja virkistykseen matkustajasataman jäädessä alueelle. Jätkäsaaren alue on tarkoitus rakentaa vuosien 2009–2025 aikana. Vuonna 2001 tehdyssä hajukartoituksessa todettiin, että alueella on liuotin- ja pakokaasuhajuja (*VTT, 2001*).

Hajujen leviämislaskelmat tehtiin Ilmatieteen laitoksella kehitetyllä hajuyhdisteiden leviämismallilla ODO-FMI. Mallilaskelmien tuloksena saadaan aluejakauma hajun esiintyvyydestä. Tulokset on ilmoitettu hajufrekvensseinä eli niiden tuntien prosentuaalisena osuutena vuoden tunneista, joina hajupitoisuus ylittää tarkastellun hajukynnyksen. Laskelmissa tarkasteltiin sekä lyhytaikaisten (30 s) että pitkäaikaisten (1h) hajutilanteiden esiintymistä.

Mallilaskelmat tehtiin 2,5 km × 2,5 km alueelle 3 841 laskentapisteeseen maanpintatasolle sekä vertikaalitarkasteluna kahdeksalle julkisivulle. Laskentapisteiden tiheys oli pienimmillään 25 metriä ja alueen reunoilla suurimmillaan 50 metriä. Meteorologisina tietoina käytettiin tutkimusaluetta lähimpänä sijaitsevien Helsinki-Vantaan ja Isosaaren sääasemien etäisyyspainotettua tunneittaista yhdistelmäaineistoa vuosilta 2003–2005.

Mallilaskelmien lähtötietoina käytettiin Nab Labs Oy:n tätä hajuarviointia varten suorittamia laivojen hajumittaustuloksia, Helsingin Sataman arviota laivojen vuoden 2030 liikennöinnistä ja laivatyypeistä sekä edellä mainittuihin tietoihin perustuvia arvioita säännöllisesti vuonna 2030 Länsisatamassa liikennöivien laivojen hajupäästöistä.

Tutkimuksen tilaaja Helsingin kaupunkisuunnitteluvirasto toimitti tutkimuksessa käytetyn kartta-aineiston. Valtion teknillinen tutkimuskeskus (VTT) arvioi mallinnuksen lähtötietoina käytettyjen laivojen hajupäästömittausten epävarmuustekijöitä.

2 TUTKIMUSMENETELMÄT

2.1 Hajuyhdisteiden leviämismalli ODO-FMI

Hajuyhdisteiden leviämismalli on Ilmatieteen laitoksen kaupunkimallin erikoissovellutus. Kaupunkimalli on kehitetty Gaussin jakaumaa noudattavasta pistemäisen lähteen viuhkamallista. Malleihin sisältyvät laskentamenetelmät myös pinta- ja tilavuuslähteille. Hajuyhdisteiden leviämismallin leviämisparametrien määrittämisessä on käytetty eräiden ulkomaisten meteorologisten tutkimusten tuloksia (*BUSINGER et al., 1971, CAUGHEY et al., 1979, HANNA, 1985, HOLTSLAG, 1984, WRATT, 1987*).

Pistelähteitä käsiteltäessä tarvitaan laskentamenetelmä ns. nousulisälle, joka muodostuu, kun poistokaasut päästökohteesta vapautuessaan nousevat niiden liikemäärän ja lämpösisällön vuoksi päästölähteen huippua korkeammalle. Tällä päästöjen nousulisällä (plumerise) on huomattava vaikutus keskimääräiseen leviämiskorkeuteen ja muodostuviin epäpuhtauspitoisuuksiin. Nousulisän laskenta perustuu Briggsin tutkimukseen (*BRIGGS, 1975 ja 1984*). Päästöjen leviämiseen saattavat vaikuttaa ilmapvirtauksia häiritsevät kohteet, kuten päästölähdettä ympäröivät rakennukset tai korkea puusto, itse lähteen ominaisuudet ja lähimaasto. Tällöin leviämisessä voi esiintyä systemaattisesti alaspäin suuntautuvaa liikettä, josta käytetään nimitystä savupainuma (downwash). Tämän leviämiseen vaikuttavan ilmiön käsittelymenetelmä pitoisuuksia laskettaessa sisältyy myös hajuyhdisteiden leviämismalliin.

Kaupunkimalli ja hajuyhdisteiden leviämismalli laskevat epäpuhtauspitoisuuden tuntikeskiarvoja sillä oletuksella, että meteorologinen tilanne ja päästö pysyvät vakioina tunnin ajan. Laskenta etenee tunnin aika-askeleella kunnes koko meteorologisten

tietojen aikasarja ja päästötietojen aikasarja on käyty läpi. Hajuyhdisteiden leviämismallilla voidaan lisäksi kuvata hyvin lyhytaikaiset, jopa alle minuutin pitoisuudet. Tätä varten hajumalliin on sisällytetty pistelähteiden käsittelyyn ns. mutkittelumenetelmä. Menetelmässä oletetaan, että poistokaasuvanan mutkittelusta aiheutuu hetkestä toiseen vaihteleva pitoisuusajasarja, joka koostuu 0,5 minuutin jaksoista tunnin mittaisessa otoksessa. Kutakin 0,5 minuutin pitoisuusarvoa vastaa jokin kaasuviuhkan akselin sijainti poikittais- tai pystysuunnassa keskimääräiseen ilmavirtaukseen nähden.

Kaasuviuhkan akselin heilahtelun oletetaan noudattavan normaalijakaumaa, jolloin hajun määrittämiseen tarvittava maksimipitoisuus voidaan laskea joko ns. määrätyn todennäköisyyden menetelmällä tai Monte-Carlo-menetelmällä. Kun kaasuviuhka on levinnyt ja hajaantunut niin suureksi, että se saavuttaa ilmakehän rajakerroksen ylärajan, käytetään kaasuviuhkan sisäisen vaihtelun menetelmää ja huippupitoisuus lasketaan log-normaalijakauman mukaisella todennäköisyyden tiheysfunktiolla. Usean päästölähteen yhdessä aiheuttamia suurimpia pitoisuuksia arvioidaan ns. taustapitoisuusmenetelmällä. Hajuyhdisteiden leviämismalliin sisältyvät myös pinta- ja tilavuuslähteiden käsittelyyn soveltuvat laskentamenetelmät.

Hajuhavainto määritellään kullekin yhdisteelle tai useasta yhdisteestä muodostuvalle seokselle sen hajukynnysarvolla, joka on se yhdisteen tai seoksen pitoisuus, jossa 50 % ihmisistä aistii hajua. Tämä perushajukynnys on hajupitoisuutena yksi hajuyksikkö ilmakehässä (tässä merkitty hy/m^3). Hajukynnys voidaan määrittää myös eri yhdisteiden pitoisuutena, jolloin yksikkönä on mikrogrammaa ilmakehässä ($\mu\text{g}/\text{m}^3$). Tietyn yhdisteen tai useasta yhdisteestä muodostuvan seoksen hajukynnys vaihtelee eri ihmisillä mm. sen mukaan, kuinka kauan hajulle on altistuttu tai kuinka puhdasta jokin yksittäinen aistittava yhdiste on. Päästöissä voi esiintyä useita hajuja aiheuttavia yhdisteitä, jolloin hajumallissa tarvittavaa hajukynnyspitoisuutta ei aina voida yksikäsitteisesti määrittää. Tällöin leviämislaskelmat voidaan suorittaa käyttämällä esimerkiksi seoksen herkimmin haisevan kaasun hajukynnyspitoisuutta tai tarkastelemalla erikseen kutakin hajua aiheuttavaa yhdistettä. Todenmukaisempi kuva hajusta saadaan, jos hajuyhdisteiden leviämismallia sovellettaessa on käytettävissä päästöjen hajuyksikkömäärittämiä.

Hajuyksikkömääriä voidaan tehdä päästökohteista olfaktometrillä. Hajupitoisuus tarkoittaa sitä laimennuskertojen lukumäärää, jolla näytekasuvirtaa on laimennettava, jotta 50 % hajupaneelin jäsenistä ei tunnista näytevirrassa hajua (*LIITE 2*).

Kun tunnetaan lähteen päästöissä esiintyvän yhdisteen tai seoksen hajukynnys, voidaan hajuyhdisteiden leviämismallilla arvioida, milloin kynnsarvo saavutetaan eri etäisyyksillä lähteestä tietyissä meteorologisissa olosuhteissa. Erisuuruisia hajukynnyksiä voidaan käyttää kuvaamaan hajun voimakkuutta ja miellyttävyysastetta. Hajukynnys 1 hy/m^3 tarkoittaa siis hajua, jonka puolet ihmisistä eli hajupitoisuusmääriä puolet olfaktometrin koehenkilöistä (hajupaneelistista) aistii. Olfaktometrin koehenkilöiksi pyritään yleensä valitsemaan henkilöitä, joilla on normaali hajuaisti. Hajun aiheuttaja ei ole pitoisuudessa 1 hy/m^3 vielä välttämättä tunnistettavissa. Hajukynnyksillä 3 ja 5 hy/m^3 kuvataan selkeää hajua, jonka lähde on tunnistettavissa.

Pitoisuudet lasketaan yleensä tutkimusaluetta peittävään tulostuspisteikköön maanpintatasolle. Tulostuspisteitä on tavallisesti 2000–6000 kappaletta, riippuen tutkimusalueen laajuudesta. Mallilaskelmien tuloksena saadaan aluejakauma hajun esiintyvyydestä. Tulokset ilmoitetaan hajufrekvensseinä, eli niiden tuntien prosentuaalisena osuutena vuoden tunneista, joina 0,5 minuutin pitoisuus on ylittänyt tarkastellun hajukynnyksen. Esimerkiksi 10 %:n hajufrekvenssi tarkoittaisi sitä, että vuodessa on 876 tuntia, joiden aikana hajuja esiintyy vähintään 0,5 minuutin ajan. Tällä hajufrekvenssiarvolla kuvataan siis lyhytaikaisen (30 s) hajun esiintymistä. Lisäksi hajufrekvenssiarvot voidaan määrittää vastaavasti pitoisuuksien tuntikeskiarvoista, jolloin tulos kuvaa pitkäaikaisen (1 h) hajun esiintymistä. Yleensä mallilaskelmissa käytetään kolmen vuoden tunneittaisten arvojen meteorologista aikasarjaa. Hajufrekvenssit lasketaan erikseen kullekin tarkasteluvedelle ja tuloksina esitetään näistä määritetty keskiarvo.

2.2 Meteorologisten tietojen käsittely kaupunkimallissa

Ilman epäpuhtauksien leviäminen tapahtuu pääosin ilmakehän alimmassa osassa, jota kutsutaan rajakerrokseksi. Rajakerroksen korkeus on Suomessa tyypillisesti alle kilometri, mutta varsinkin kesällä se voi nousta yli kahteen kilometriin. Rajakerroksen

tuuliolosuhteet määräävät karkeasti ilman epäpuhtauksien kulkeutumissuunnan, mutta rajakerroksen ilmapvirtausten pyörteisyys ja kerroksen korkeus vaikuttavat merkittävästi epäpuhtauksien sekoittumiseen ja pitoisuuksien laimenemiseen kulkeutumisen aikana. Leviämisen kannalta keskeisiä meteorologisia muuttujia ovat siis tuulen suunta ja nopeus, ilmakehän stabiilisuutta kuvaava suure ja sekoituskorkeus.

Rajakerroksen olosuhteista saadaan tietoa maanpinnalla tehtävien sää- ja säteilyhavaintojen sekä radioluotausten perusteella. Nämä havainnot eivät sellaisenaan riitä kuvaamaan vallitsevia päästöjen leviämisolosuhteita ja niiden vaihtelua. Ilmatieteen laitoksella kehitetyn meteorologisten tietojen käsittelymallin eli ilmakehän rajakerroksen parametrisointimenetelmän avulla voidaan normaalien meteorologisten rutiinihavaintojen ja fysiikan perusyhtälöiden avulla arvioida leviämismallilaskelmissa tarvittavat rajakerroksen tilaan vaikuttavat muuttujat (*RANTAKRANS, 1990, KARPPINEN et al., 2000*). Menetelmässä tarvittavat mittaustiedot saadaan Ilmatieteen laitoksen havaintotietokantaan talletetuista sää-, auringonpaiste- ja radioluotaushavainnoista.

Perinteisissä leviämismallisovellutuksissa on käytetty karkeaa ilmakehän stabiilisuusluokitusta (Pasquill-Turner-luokat) ja mallien muuttujille on annettu luokittaiset vakioarvot. Rajakerroksen parametrisoinnin avulla on mahdollista ilmaista leviämismalleissa käytetyt muuttujat jatkuvina rajakerroksen tilan funktioina, joissa voidaan ottaa paremmin huomioon myös päästölähteisiin liittyvä fysiikka. Menetelmässä huomioidaan tutkimusalueen paikalliset tekijät, kuten leviämisalustan rosoisuus ja vuodenaikaiset albedoarvot (maanpinnan kyky heijastaa auringon säteilyä) eri maanpinnan laaduille. Sääasemilta saatavat perushavainnot valitaan tutkimusaluetta lähimpänä olevilta asemilta. Luotaushavainnot valitaan lähimmältä luotausasemalta. Lopputuloksena saadaan leviämismalleissa tarvittavien ilmakehän rajakerroksen parametrien ja meteorologisten tietojen tunneittaiset aikasarjat.

3 TUTKIMUKSEN SUORITUS

3.1 Päästötiedot

Leviämislaskelmat tehtiin Helsingin Länsisataman arvioidun säännöllisen matkustajalaivaliikenteen ja risteilyalusliikenteen aiheuttamille hajupäästöille vuonna 2030, jolloin Jätkänsaaren osayleiskaavaehdotuksen mukainen alueen rakentaminen asuin-, toimitila- ja virkistyskäyttöön on saatu valmiiksi. Laivaliikenteestä vapautuu pakokaasuhajupäästöjä laivojen ollessa satamassa tai niiden liikkeessä satama-altaassa ja väylällä. Mallilaskelmissa laivoja käsiteltiin pistelähteinä. Kullekin tarkastelulle laivalle määritettiin päästöt satamassa, satama-altaassa ja väylällä läntiseen Pihlajasaareen saakka. Laivojen liikkuminen satama-altaassa ja väylällä mallinnettiin pistejonona, jolloin kullekin pisteelle laivakohtaisesti määritettiin laskennallinen keskimääräinen hajupäästö tunnissa. Laivapaikkojen sijainti ja laivojen liikkumisreitit satama-altaasta läntiseen Pihlajasaareen saakka on esitetty liitteessä 1.

Päästöjen ajallisen vaihtelun mallintaminen on tehty satamaa säännöllisesti käyttävien laivojen osalta taulukossa 1 ilmenevien aikataulutietojen mukaisesti. Arvion vuoden 2030 säännöllisestä laivaliikenteestä Länsisatamassa ja liikennöivistä laivatyypeistä toimitti Helsingin Satama. AutoExpressin sekä risteilijöiden A, B ja C aikataulut ovat kausiluontoisia. Kyseiset laivat liikennöivät päivittäin taulukossa 1 mainittuna kautena. Muut alukset liikennöivät päivittäin vuoden ympäri.

Taulukko 1. Mallilaskelmissa tarkasteltujen laivojen liikennöintiäkaulat.

Laiva	paikka	laiturissa	kausi
1. Autoexpress	LJ3	klo 22-8 + 6 x 0,5h	1.5-31.10
2. Norlandia	LJ4	klo 22-8	Kesä ja talvi
3. Galaxy	LJ4	klo 16-18	Kesä ja talvi
4. Star	LJ5	klo 8-10 ja 15-17	Kesä ja talvi
5. alus x	LJ6	klo 22-8 + klo 11-13 ja 17-19	Kesä ja talvi
6. alus y	LJ7	Klo 7-9 ja 15-17	Kesä ja talvi
7. risteilijä A	LV8	klo 8-18	15.5-15.9
8. risteilijä B	LHB	klo 8-18	15.5-15.9
9. risteilijä C	LHC	klo 8-18	15.5-15.9

Leviämislaskelmissa lähtötietoina käytetyt päästöt perustuvat Nab Labs Oy:n tekemiin hajupäästömittauksiin loka-marraskuussa 2006. Mittausraportti on esitetty liitteessä 1. Hajupäästömittaukset suoritettiin kolmella eri aluksella. Leviämismallilaskelmissa tarkasteltiin kaikkiaan yhdeksän eri laivan säännöllistä liikennöintiä Länsisatamassa. Muiden kuin mitattujen laivojen päästöt arvioitiin tarkasteltua laivaa parhaiten edustavan mittaustuloksen (Galaxyn) ja laivojen ominaistehojen suhteen perusteella (*VARJORANTA et al. 2002*). Laivojen laituri- ja laivojen keskeisimmät tekniset tiedot on esitetty taulukossa 2. Mittaustuloksia käsiteltäessä projektin edetessä tulokset muuttuivat hieman ennen lopullista muotoa. Leviämismallilaskelmissa käytettiin lähtötietoina alustavia mittaustuloksia (taulukko 2), jotka poikkeavat jonkin verran mittausraportissa (liite 1) olevista tarkistetuista päästöarvoista. Mallilaskelmissa käytettyjen lähtötietojen ja mittausraportissa mainittujen päästöarvojen ero on kuitenkin niin pieni, ettei se merkittävästi vaikuta lopputulokseen.

Taulukko 2. Mallilaskelmissa tarkasteltujen laivojen teknisiä tietoja, hajupäästöt (Q_s), poistokaasujen tilavuusvirtaus (V_s) ja päästölähteiden korkeus (H_s).

laiva	päästölähde			satama		satama-allas		väylä	
	paikka	nimellisteho (KW)	H_s (m)	Q_s (Mhy/s)	V_s (Nm ³ /h)	Q_s (Mhy/s)	V_s (Nm ³ /h)	Q_s (Mhy/s)	V_s (Nm ³ /h)
1. AutoExpress	LJ3	24 000	18	0,005	730	0,17	26 500	0,42	46 300
2. Nordlandia	LJ4	15 300	36	0,019	7 200	0,12	55 800	0,14	55 800
3. Galaxy	LJ4	31 000	33	0,091	18 000	0,64	85 200	1,06	85 200
4. Star	LJ5	48 000	40	0,14	27 871	0,98	131 923	1,64	131 923
5. alus x	LJ6	48 000	40	0,14	27 871	0,98	131 923	1,64	131 923
6. alus y	LJ7	48 000	40	0,14	27 871	0,98	131 923	1,64	131 923
7. risteilijä a	LV8	34 000	40	0,10	19 742	0,70	93 445	1,16	93 445
8. risteilijä b	LHC	34 000	40	0,10	19 742	0,70	93 445	1,16	93 445
9. risteilijä c	LHB	34 000	45	0,10	19 742	0,70	93 445	1,16	93 445

VTT arvioi laivojen hajumittaustuloksien epävarmuustekijöitä arviointiraportissaan (liite 2). Arvioinnin mukaan mittaustulosten epävarmuus AutoExpressin ja Nordlandian kohdalla olisi -100 % – 200 % ja Galaxyllä ± 150 %. Mittaustulosten epävarmuustekijöitä ovat mm. mitattujen hajupäästökaasujen tavallista korkeampi lämpötila näytteenottoheteillä eri laivoissa. Ei ole tiedossa, muuttuuko pakokaasunäytteen haju samalla tavalla jäähtyessään näytteenotossa kuin todellisessa tilanteessa pakokaasun tullessa laivan piipusta ulkoilmaan. Epävarmuutta lisäsi myös Galaxyn kohdalla mittausten suorittaminen ennen katalysaattoria. Katalysaattori vähentää typpidioksidipäästöjä ja niiden hajun osuutta kokonaishajusta on vaikea arvioida (*KUUSISTO et al., 2007*).

3.2 Meteorologiset tiedot

Leviämislaskelmia varten määritettiin ilmakehän rajakerrosta kuvaavat parametrit, jotka edustavat tutkimusaluetta mahdollisimman hyvin. Tuulitietojen etäisyyspainotettu yhdistelmäaineisto muodostettiin Helsinki-Vantaan lentosääaseman ja Helsingin Isosaaren sääaseman vuosien 2003–2005 havainnoista. Tarvittavat auringonpaistetiedot saatiin Helsinki-Vantaan lentosääaseman säteilymittausaineistoista ja sekoituskorkeuden määrittämiseen käytettiin Jokioisten observatorion radioluotaushavaintoja. Le-

viämismalliin tarvittavat ilmakehän rajakerroksen tilaa kuvaavat muuttujat muodostettiin kolmen vuoden tunneittaiseksi aikasarjaksi vuosille 2003–2005. Aikasarjasta laskettiin mallilaskelmissa tarkasteltujen tilanteiden tilastolliset tuulen suunta- ja nopeusjakaumat sekä sekoitusvoimakkuuden ja sekoituskorkeuden kuukausittaiset jakaumat.

Tuulensuuntien ja -nopeuksien suhteellinen jakautuminen tuuliaineistossa on esitetty tuuliruusuna liitekuvassa 1. Prosenttiarvo ympyrän kehällä kuvaa kunkin tuulensuunnan (suuntasektorin = mistä tuuli puhaltaa) osuutta koko aineistosta. Nopeusjakauma kunkin suuntasektorin sisällä on esitetty viiteen nopeusluokkaan luokiteltuna (prosenttiasteikot sektoreiden sisällä 10 %:n välein). Tehdyn tilastollisen tarkastelun mukaan tutkimusalueella vallitsevia ovat lounaistuulet, joiden osuus koko aineistosta on hieman yli 20 %. Vähiten esiintyi idän, koillisen ja kaakon puoleisia tuulia, alle 10 % kaikista tuulista. Voimakkaita tuulia (yli 8 m/s) esiintyi eniten lounaan ja etelän puoleisilla tuulilla, jolloin niiden suhteellinen osuus kaikista tuulista oli noin 10 %. Edellä esitetyt tuulen nopeustiedot kuvaavat olosuhteita 10 metrin korkeudella maan pinnasta.

Sekoitusvoimakkuuden ja sekoituskorkeuden kuukausittainen esiintymistäajuus vuosina 2003–2005 on esitetty liitekuvassa 2. Sekoitusvoimakkuudet on luokiteltu karkeasti kolmeen luokkaan: voimakas, kohtalainen ja heikko sekoittuminen. Voimakasta sekoittumista (labiileja tilanteita) esiintyy eniten kesällä, jolloin päiväaikaan maanpinnan lämpeneminen aiheuttaa alimpaan ilmakerrokseen turbulenttista pyörteisyyttä. Labiileissa tilanteissa esiintyvät epäpuhtauspitoisuudet ovat pääsääntöisesti pieniä, mutta pitoisuudet voivat lyhytaikaisesti kohota myös korkeiden päästökohteiden lähellä. Labiilien tilanteita on talvella vähän tai ei ollenkaan. Heikkoa sekoittumista (stabiileja tilanteita) esiintyy eniten tammi- ja maaliskuussa, jolloin niiden suhteellinen osuus oli yli 30 %. Stabiileissa tilanteissa maanpinnan tuntumassa esiintyvät ilman epäpuhtauspitoisuudet voivat kohota voimakkaasti varsinkin matalalta lähtevien päästöjen vaikutuksesta. Rannikkoseudulle tyypillisesti ilmakehän alin kerros oli vuosina 2003–2005 pääosin neutraalissa tilassa, jolloin sekoittuminen oli kohtalaista.

Sekoituskerroksen korkeus määrää pystysuunnassa päästöjen laimenemistilavuuden rajan. Matalat sekoituskorkeudet liittyvät maanpinnan tuntumassa oleviin inversioihin,

jolloin maanpinnan lähellä oleva kylmempi ilmakerros jää sitä ylempänä olevan lämpimämmän ilman alle. Tällöin sekoittuminen korkeussuunnassa tiettyä rajaa korkeammalle estyy ja maanpintapitoisuudet voivat kohota voimakkaasti matalien lähteiden vaikutuksesta. Matalia, alle 100 ja alle 200 metrin sekoituskorkeuksia esiintyy tässä tutkimuksessa käytetyssä meteorologisessa aineistossa runsaasti etenkin maalisi- ja huhtikuussa (ks. liitekuva 2). Yli 500 metrin sekoituskorkeus ei enää vaikuta merkittävästi pitoisuuksien kohoamiseen lähileviämisen mittakaavassa. Talvella sekoituskorkeus yltää melko harvoin yli 500 metriin.

3.3 Leviämislaskelmat

Mallilaskelmat tehtiin $2,5 \text{ km} \times 2,5 \text{ km}$ alueelle 3 841 laskentapisteeseen maanpintatasoon sekä kahdeksalle julkisivulle. Tulostuspisteet sijaitsivat tiheimmillään 25 metrin etäisyydellä toisistaan ja harvimmillaan alueen reunoilla 50 metrin etäisyydellä toisistaan.

Leviämislaskelmat tehtiin kolmella erilaisella hajukynnyksellä: 1 hy/m^3 , 3 hy/m^3 ja 5 hy/m^3 . Hajukynnys 1 hy/m^3 kuvaa tilannetta, jossa 50 % ihmisistä aistii hajua, mutta hajun aiheuttaja ei ole vielä välttämättä tunnistettavissa. Hajukynnyksillä 3 ja 5 hy/m^3 kuvataan selkeää hajua, jonka lähde on tunnistettavissa. Laskelmissa määritettiin sekä lyhytaikaisen (30 s) että pitkäaikaisen (1 h) hajun esiintyminen.

Hajuyhdisteiden leviämismallilla tarkastellaan yleensä lyhytaikaisen 0,5 minuutin hajun pitoisuuksia tunnin otoksessa (ks. kappale 1.1). Tämä merkitsee sitä, että hajumallilaskelmissa tarkasteltava vuoden tunti rekisteröityy ns. hajutunniksi jo puoli minuuttia kestävä hajukynnyksen ylityksajan esiintyessä, eli hajutunnin aikana ei tarvitse haista koko tuntia yhtäjaksoisesti. Tässä tutkimuksessa tarkasteltiin myös pitkäaikaisen hajun esiintymistä. Pitkäaikaisen hajun tarkasteluissa tunti rekisteröityy hajutunniksi vasta kun hajupitoisuuden tuntikeskiarvo ylittää hajukynnyksen, ts. hajutunnin aikana haisee käytännössä yhtäjaksoisesti koko tunnin ajan. Korkeimpien hajufrekvenssiarvojen alueiden muodostumiseen vaikuttavat tutkimusalueen pitkän ajan tuulensuuntajakauma sekä eri päästölähteiden yhteisvaikutus tietyissä meteorologisissa olosuhteissa.

Leviämislaskelmien tuloksina on tutkimusraportin kuvassa 1 esitetty tutkimusalueen hajufrekvenssien (hajun esiintymisen) maksimiarvot ja liitekuviissa 3–8 korkeimpien hajufrekvenssien aluejakaumat. Aluejakaumakuviissa on tulostusalueen korkeimpien hajufrekvenssien sijaintipaikat merkitty valkoisilla tähdillä. Maksimin numeroarvo (prosentteja vuoden tunneista) on luettavissa oikealta aluejakaumakuvan alapuolelta.

Päästölähteiden välittömään läheisyyteen voi joissakin tapauksissa muodostua ns. katvealue, jolla hajujen esiintyminen on vähäistä lisääntyen lyhyellä etäisyydellä nopeasti. Tällaisten aivan päästölähteen ympärille muodostuvien, muita arvoja matalampien hajujen esiintymisen alueiden laajuuteen vaikuttavat piipun korkeuden lisäksi poistokaasujen nousunopeus piipussa sekä ulkolämpötilan ja poistokaasujen lämpötilan välinen ero, jotka antavat päästöille nousulisää leviämisen alkuvaiheessa.

3.4 Hajujen ohjearvosuosituksia

Euroopan maita, joissa on annettu selkeitä ohjearvoja tai ohjearvosuosituksia hajujen esiintymiselle ovat tietävästi vain Saksa ja Tanska. Saksassa on Nordrhein-Westfalenin osavaltiossa annettu vuonna 1993 ohjeet, joiden mukaan selvää hajua saa esiintyä enintään 10 % kokonaisajasta asutusalueilla ja 15 % ajasta teollisuusalueilla. Tunnit rekisteröityvät hajutunniksi jo lyhytaikaisen hajuaistimuksen jälkeen. Laitosta, jonka aiheuttama hajukuorma ei ylitä 2 %:a kokonaisajasta, ei pidetä alueen kokonaishajukuorman kannalta merkityksellisenä (*ANONYMI, 1993*). Tanskassa laitoksen aiheuttamaa häiritsevää hajua saa esiintyä ympäristössä korkeintaan 1 % kokonaisajasta. Häiritseväksi hajuksi määritellään yleisesti erittäin selkeä haju (*MILJÖSTYRELSEN, 1985*). Tanskan hajusuositteen määrittelystä ei ole olemassa yksityiskohtaista tietoa, joten tässä työssä mallilla laskettujen hajufrekvenssiarvojen vertaaminen siihen ei ole yksiselitteistä.

Suomessa on tehty tutkimus niistä muuttujista, jotka sopisivat maassamme mahdollisesti annettavien hajuohjearvojen perusteiksi (*ARNOLD, 1995*). Tutkimuksessa esitetään, että ohjearvona voitaisiin käyttää hajufrekvenssiarvoja 3–9 % kokonaisajasta. Alaraja koskisi hyvin epämiellyttävää hajua, kuten sellutehtaiden ympäristössä esiintyvää

haisevien rikkiyhdisteiden hajua, jolla on korkea haittapotentiaali. Yläraja koskisi hajuja, joiden miellyttävyyssaste on vaihtelevampi.

VTT Prosessit on lausunnossaan (*ARNOLD & LEHTOMÄKI, 2003*) Helsingin kaupungin Viikinmäen jätevedenpuhdistamolle tehdyn tutkimuksen tuloksista (*RASILA & PIETARILA, 2003*) esittänyt mm. seuraavat ulkomaiset vertailuarvot, joita voidaan käyttää hajujen aiheuttaman viihtyvyyshaitan arviointiin:

- Eurooppalaisen tutkimuksen mukaan hajun ns. yleinen valitustaso on 5 hy/m³. Haju on pitoisuudessa 1 hy/m³ juuri aistittavissa, pitoisuudessa 3 hy/m³ selvästi tunnistettavissa ja pitoisuudessa 5 hy/m³ useimmat ihmiset pitävät hajua melko voimakkaana (*SCHAUBERGER et al., 1998*).
- Irlannin ympäristöhallinnon julkaisun mukaan pitkäaikaisen (1 h) hajun yleinen tavoitearvo olisi 1,5 hy/m³ ja tavoitearvon ylittävää hajua saa esiintyä ympäristössä korkeintaan 2 % kokonaisajasta. Tavoitearvo vastaa hajukuormaa, joka ei johda hajuhaittaan (*BONGERS et al., 2001*).

Yllä esitettyjä Eurooppalaisia hajuohjearvoja sovelletaan yleensä teollisuuden, yhdyskunnallisten laitoksien (esim. jätevedenpuhdistamo) tai maatalouden hajupäästöille. Liikenteen päästöille ei yleensä tehdä hajuarviointeja, eikä ohjearvojen soveltaminen laivaliikenteenkään hajupäästöille ole yksiselitteistä.

4 TULOKSET

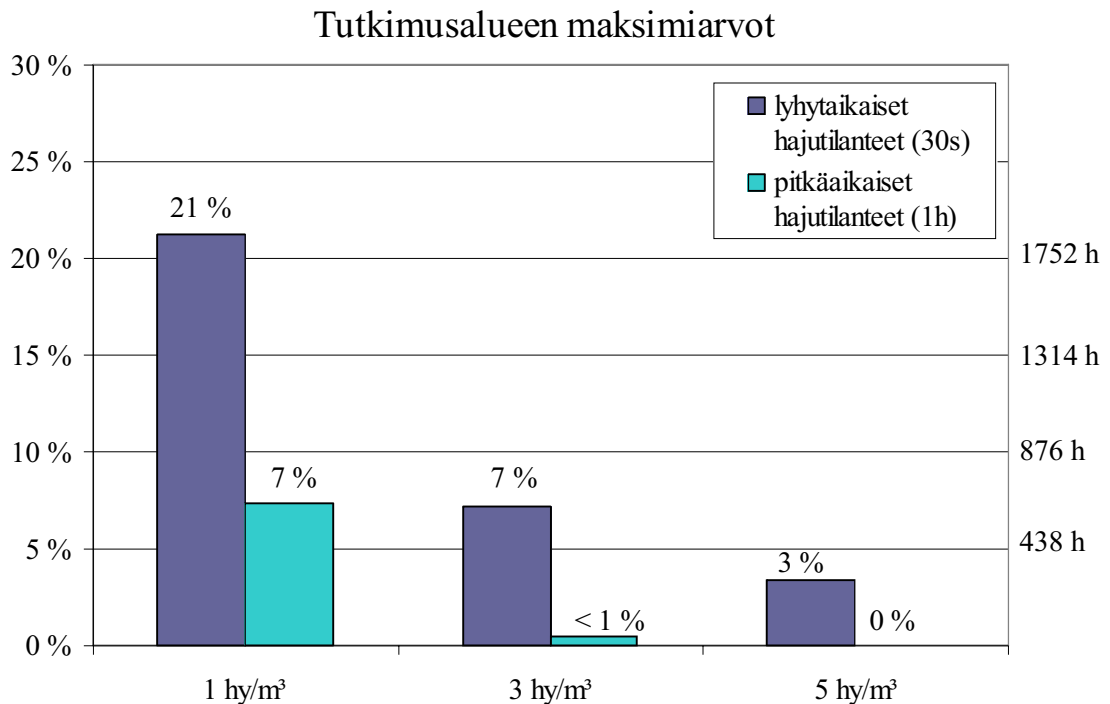
4.1 Hajujen esiintyminen tutkimusalueella

Tutkimuksessa määritettiin Ilmatieteen laitoksen hajuyhdisteiden leviämismallilla Länsisataman säännöllisen matkustajalaivaliikenteen hajupäästöjen aiheuttamien lyhytaikaisten (30 s) ja pitkäaikaisten (1 h) hajutilanteiden esiintyminen maanpintatasolla, eli määritettyjen hajukynnysten ylitykset Jätkänsaarella vuonna 2030. Leviämislaskelmien tulokset esitetään hajujen esiintymisen aluejakaumina. Liitekuviissa 4–7 on esitetty leviämismallilla määritetyt hajutilanteiden esiintymistä kuvaavat aluejakaumat kolmella erilaisella hajukynnysarvolla. Kuvat esittävät niiden tuntien määrän prosentteina vuoden kokonaistuntimäärästä, jona hajukynnys voisi ylittyä eri kohdissa tutkimusalueella.

Lyhytaikaisten (30 s) hajujen esiintyminen tutkimusalueella on kuvattu liitekuviissa 4–6. Tulosten mukaan lyhytaikaista juuri aistittavissa olevaa hajua (hajukynnys 1 hy/m^3) esiintyy yli 9 % kokonaisajasta noin 1 km:n etäisyydelle päästölähteistä ja yli 3 % kokonaisajasta lähes koko tutkimusalueella (liitekuva 4). Selkeää tunnistettavissa olevaa lyhytaikaista hajua (hajukynnys 3 hy/m^3) esiintyy enimmillään noin 7 % (noin 600 h) vuoden tunneista ja yli 3 % kokonaisajasta noin 500 metrin etäisyydelle laivapaikoista (liitekuva 5). Melko voimakasta lyhytaikaista hajua (hajukynnys 5 hy/m^3) esiintyy yli 3 % kokonaisajasta vain hyvin pienellä alueella laivapaikkojen läheisyydessä (liitekuva 6).

Leviämismallilaskelmissa määritettiin myös pitkäaikaisten (1 h) hajutilanteiden esiintyminen tutkimusalueella. Juuri aistittavissa olevaa pitkäaikaista hajua esiintyy tutkimusalueella enimmillään noin 7 % kokonaisajasta pääasiassa päästölähteiden koillispuolella ja yli 3 % kokonaisajasta noin 1 km etäisyydelle päästölähteistä (liitekuva 7). Selkeää tunnistettavissa olevaa pitkäkestoista hajua esiintyy mallilaskelmien mukaan tutkimusalueella alle 1 % vuoden tunneista ja melko voimakasta tunnistettavissa olevaa pitkäaikaista hajua ei mallilaskelmien mukaan esiintyisi tutkimusalueella lainkaan.

Kuvassa 1 on esitetty mallilaskelmien tuloksena saadut eri hajukynnysarvot ylittävien lyhyt- ja pitkäaikaisten hajufrekvenssien maksimi-arvot prosentteina vuoden tunneista.



Kuva 1. Leviämismallilla laskettujen Länsisataman matkustajalaivojen pakokaasupäästöjen aiheuttamien hajutilanteiden suurin esiintyvyys tutkimusalueella.

4.2 Hajujen esiintymisen vaihtelu kesä- ja talvikautena

Merkittävä osa matkustajalaivaliikenteestä Länsisatamassa on kausiluontoista. Risteilijöiden on arvioitu vierailevan satamassa päivittäin 15.5–15.9 ja AutoExpress alusten liikennöivän 1.5–31.10 välisenä aikana. Tästä johtuen laivaliikenteen aiheuttamia hajuvaikutuksia tarkasteltiin mallilaskelmin erikseen myös talvi- (marras-huhtikuu) ja kesäkautena (touko-lokakuu). Liitekuivissa 8–9 on esitetty mallilaskelmien tuloksia hajun esiintymisestä kesällä ja talvella. Kuvissa on esitetty selkeästi tunnistettavissa olevien (hajukynnys 3 hy/m³) lyhytaikaisten (30 s) hajutilanteiden esiintyminen prosentteina tarkastellun kauden tunneista. Mallilaskelmien tuloksien perusteella voidaan todeta, että laivaliikenteen aiheuttamat hajuvaikutukset ovat kesällä merkittävämmät

kuin talvella. Kesä- ja talvikauden mallilaskelmatuloksia ei voida kuitenkaan suoraan verrata suositushjearvoihin, koska hajun esiintymisen tilastollinen otos ei vastaa ohjearvoasuosituksista. Prosenttiarvot ovat prosentteja tarkastellun kauden tunneista vuoden kokonaistuntimäärän sijaan.

4.3 Hajujen esiintyminen julkisivuilla

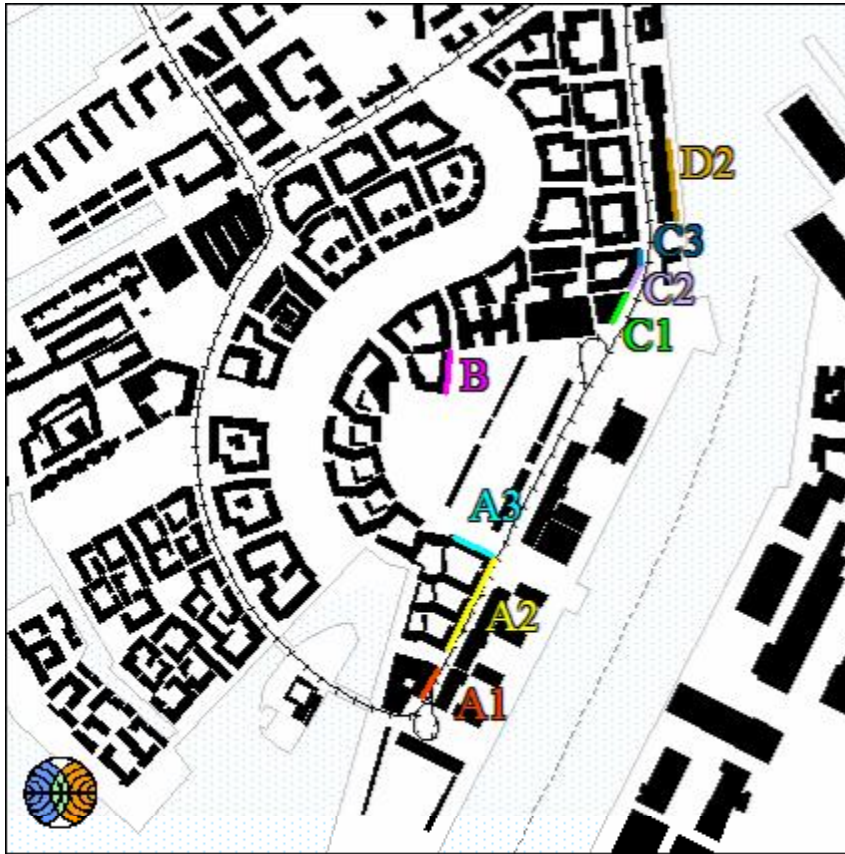
Selvityksessä arvioitiin myös Länsisataman matkustajalaivaliikenteen pakokaasupäästöjen hajuvaikutuksia laituripaikkojen läheisyyteen suunniteltujen kahdeksan eri rakennuksen julkisivuille. Tarkasteltujen julkisivujen korkeudet on koottu taulukkoon 3 ja niiden sijainti on esitetty kuvassa 2.

Taulukko 3. Vertikaalitasotarkasteluihin valitut julkisivukohteet .

kohde	kaavoitus	käyttö	kerrosten lkm	katto- taso (m)
A1	AK	asuinrakennus	6	19
A2	AK	asuinrakennus	7	22
A3	AK	asuinrakennus	7	22
B	AK	asuinrakennus	6	19
C1	AK	asuin/toimisto	6	19
C2	AK	asuin/toimistorakennus	6	19
C3	AK	asuin/toimistorakennus	6	19
D1	PL/PT	hotelli	3	12

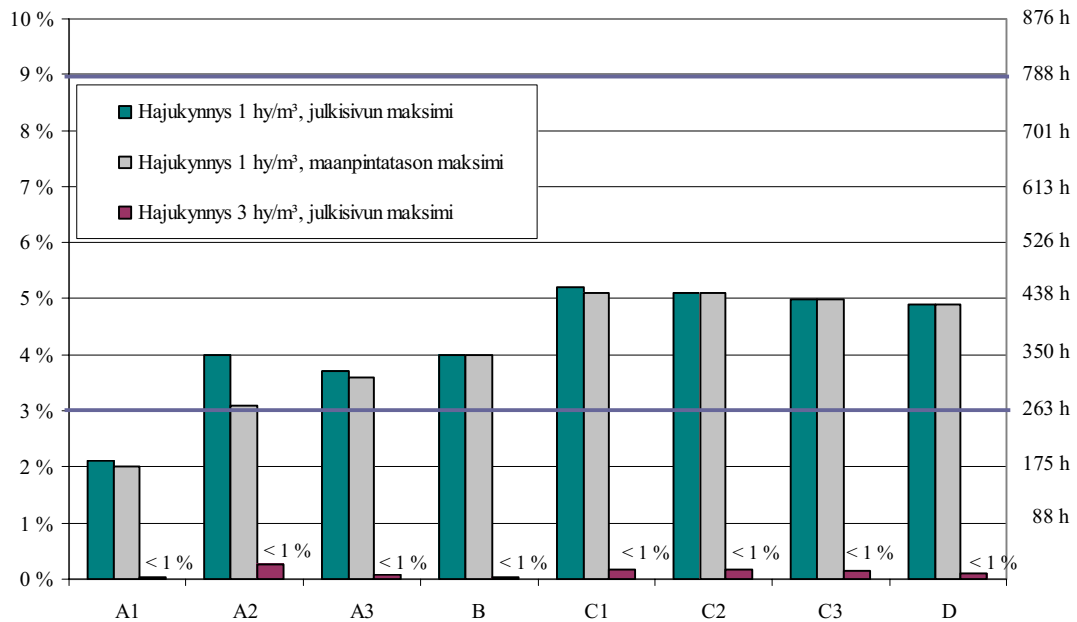
Julkisivutarkastelun tarkoituksena oli selvittää hajujen esiintymisen eroja maanpintataso- ja kattotason (noin 20 metriä) välillä. Liitekuviissa 10–11 on esitetty esimerkkinä hajujen esiintymisen vertikaalitarkastelu kahdella eri julkisivulla A1 ja A3. Liitekuviissa on kuvattu juuri aistittavissa olevan (1 hy/m^3) pitkäaikaisen (1 h) hajun esiintyminen. Vertikaalitasotarkastelut on tehty maanpintatasolta 50 metrin korkeuteen saakka. Mallilaskelmien mukaan erot hajutilanteiden esiintymisessä julkisivujen maanpinta- ja kattotasolla ovat hyvin pieniä (alle 1 %). Tarkasteltujen julkisivujen osalta voidaankin

todeta, että rakennuksien kattokorkeudella hajuja esiintyy lähes yhtä usein kuin maanpinnalla.



Kuva 2. Julkisivutarkastelukohteet kartalla.

Kuvassa 3 on esitetty tarkasteltujen julkisivujen hajunfrekvenssiarvot pitkäkestoisille hajutilanteille (hajua esiintyy tunnin ajan yhtäjaksoisesti) julkisivun ja maanpintatason maksimiarvoina hajukynnyksillä 1 ja 3 hy/m^3 . Mallilaskelmien mukaan laivaliikenteen pakokaasupäästöjen juuri aistittavat hajuvaikutukset painottuisivat julkisivuille C–D johtuen niiden lähellä olevien laituripaikkojen matalista päästölähteistä (mm. AutoExpress). Juuri aistittavaa pitkäkestoista hajua esiintyisi noin 5 % vuoden tunneista julkisivuilla C–D ja noin 2–4 % julkisivuilla A1–A3 ja B. Julkisivut A1–A3 jäävät osittain niitä lähellä sijaitsevien laivojen korkealta vapautuvien päästöjen katvealueeseen, mistä johtuvat myös erot maanpinta- ja kattotasojen hajujen esiintymisessä. Selkeitä, tunnistettavissa olevia pitkäkestoisia hajutilanteita esiintyy mallilaskelmien mukaan kaikilla julkisivuilla alle 1 % vuoden tunneista.



Kuva 3. Julkisivukohteiden vertikaalitarkastelun pitkäkestoisten (1h) hajutilanteiden esiintyminen prosentteina vuoden tunneista.

Julkisivut A1–A3 sijaitsevat Jätkäsaaren eteläosissa Kirkkosaaren itäpuolella. Alueella esiintyy selkeää tunnistettavissa olevaa (3 hy/m³) lyhytkestoista hajua 4–5 % vuoden tunneista (kuva 5) ja vastaavia pitkäkestoisia hajutunteja alle 1 % vuoden tunneista. Julkisivu B sijaitsee muita tarkasteltuja julkisivuja hieman etäämmällä laivalaitureista, noin 200 metrin päässä Valtamerenkadusta länteen. Selkeää tunnistettavissa olevaa lyhytkestoista hajua esiintyy julkisivun B alueella noin 3 % vuoden tunneista (kuva 5). Julkisivut C1–C3 sijaitsevat Hietasaaren alueella noin 100 metrin päässä laivalaitureista. Tunnistettavissa olevia lyhytkestoisia hajutilanteita esiintyy julkisivujen C1–C3 alueella noin 4 % vuoden tunneista (kuva 5). Julkisivu D sijaitsee Jätkäsaarenlaiturin vieressä ja on pohjoisin tarkastelluista julkisivuista. Julkisivulla D selkeitä, tunnistettavissa olevia lyhytkestoisia hajuja esiintyy 2–3 % vuoden tunneista.

5 TULOSTEN ARVIOINTI

Kuten kappaleessa 3.4 esitettiin, Suomessa on tehty tutkimus niistä muuttujista, jotka sopisivat maassamme mahdollisesti annettavien hajuohjearvojen perusteiksi (ARNOLD, 1995). Tutkimuksessa esitetään, että ohjearvona voitaisiin käyttää hajufrekvenssiarvoja 3–9 % kokonaisajasta. Alaraja koskisi hyvin epämiellyttävää hajua, kuten sellutehtaiden ympäristössä esiintyvää haisevien rikkiyhdisteiden hajua, jolla on korkea haittapotentiaali. Yläraja koskisi hajuja, joiden miellyttävyysaste on vaihtelevampi.

Länsisataman hajupäästöjen arvioinnissa tarkasteltiin sekä lyhytaikaisen että pitkäaikaisen hajun esiintymistä kolmella eri hajukynnyksen arvolla, joilla pyrittiin kuvaamaan hajun voimakkuutta. Hajukynnyksellä 1 hy/m³ kuvattiin tilannetta, jossa puolet ihmisistä aistii hajua, mutta hajun aiheuttaja ei välttämättä ole tunnistettavissa. Hajukynnyksillä 3 ja 5 hy/m³ hajua on selkeää ja sen aiheuttaja on tunnistettavissa. Lyhytaikaisella hajulla tarkoitetaan sitä, että hajumallilaskelmissa tarkasteltava vuoden jaksolla esiintyvä tunti rekisteröityy ns. hajutunniksi jo silloin, kun hajukynnys ylittyy vähintään puolen minuutin ajan, eli koko tuntia ei välttämättä haise. Tämä on otettava huomioon hajumallilaskelmien tuloksia arvioitaessa.

VTT:n arvion mukaan laivojen hajupäästöjen todellista ympäristöhaittaa kuvaa parhaiten selkeän tunnistettavissa olevan hajun (hajukynnys 3 hy/m³) lyhytaikaisten (30s) hajutilanteiden esiintyminen (liitekuvat 5, 8 ja 9) alueella. Hajua on silloin selvästi aistittavissa ja asukkaat voivat kokea jo lyhytaikaisen hajutilanteen epämiellyttäväksi.

Kotimaisen hajusuositteen alaraja 3 % kokonaisajasta ylittyy mallilaskelmien mukaan lyhytaikaisissa (30 s) selvästi tunnistettavissa olevissa hajutilanteissa (hajukynnys 3 hy/m³) noin 500 metrin etäisyydelle satama-altaasta Kirkkosaaren, pohjoisen Saukonnokan, Valtamerenkadun ympäristön ja eteläisen Hietasaaren alueilla sekä Munkkisaarella kun taas vastaavia pitkäkestoisia (1 h) hajutilanteita esiintyy vain alle 1 % vuoden tunneista. Kotimaisen hajusuositteen alaraja 3 % kokonaisajasta ylittyy selkeästi tunnistettavien lyhytkestoisten hajujen osalta kaikilla tarkastelluilla julkisivuilla (kuva 5).

Kotimaiseksi hajusuositteeksi esitetty hajufrekvenssin yläraja, 9 % kokonaisajasta, ylittyy juuri aistittavan lyhytkestoisen hajun (hajukynnys 1 hy/m^3) osalta noin 800 metrin etäisyydellä satama-altaasta Kirkkosaaren, Saukonnokan, Atlantinkadun ympäristön, Jätkäsaarenkallion sekä Hietasaaren ja Munkkisaaren alueilla (kuva 4). Vastaavissa pitkäkestoisissa (1 h) hajutilanteissa hajusuositteeksi esitetty hajufrekvenssin yläraja ei mallilaskelmien mukaan ylittyisi (kuva 7).

Laivojen pakokaasujen päästökorkeus on AutoExpressiä lukuun ottamatta noin 40 metriä. Osassa liitekuvista on havaittavissa korkeiden päästölähteiden ympärille jäävä ns. katvealue (mm. liite kuvat 4 ja 7). Matalalla olevien päästölähteiden hajuvaikutukset painottuvat suurimmaksi osaksi päästölähteen läheisyyteen, kun taas korkeamalta vapautuvien hajupäästöjen vaikutukset voivat ulottua kauemmaksi päästölähteestä.

Jätkäsaaren matkustajalaivaliikenne on suurelta osin kausiluontoista. Kesäisin aluksia etenkin risteilijöitä) vierailee satamassa huomattavasti talvea enemmän. Näin ollen myös laivoista aiheutuva hajuhaitta on kesällä talvea merkittävämpi.

6 JOHTOPÄÄTÖKSET

Tutkimuksessa arvioitiin Ilmatieteen laitoksella kehitetyllä haisevien yhdisteiden leviämismallilla Länsisataman matkustajalaivaliikenteen pakokaasujen aiheuttamia hajuvaikutuksia Jätkäsaaren alueella ja sataman lähiympäristössä vuonna 2030. Tulevaisuuden tilannetta mallinnettaessa on turvaututtava parhaisiin mahdollisiin käytettävissä oleviin arvioihin sen hetkisestä tilanteesta. Mallilaskelmien lähtötietoihin sisältyvät epävarmuudet vaikuttavat mallilaskelmien tulosten luotettavuuteen, mistä johtuen tulokset ovat suuntaa antavia.

Mallilaskelmien lähtötietoina käytettiin Helsingin sataman toimittamia arvioita liikennöivistä laivatyypeistä ja liikennöintiäikatauluista sekä Nab Labs Oy:n suorittamia hajumittauksia kolmesta tällä hetkellä liikennöivästä aluksesta. Mallilaskelmissa ja

lähtötietojen arvioinnissa on pyritty huomioimaan ympäristölle hajuvaikutusten kannalta epäedullisin mahdollinen tilanne.

Tulosten mukaan hajujen esiintyminen tutkimusalueella painottuu vallitsevan tuulen suunnan mukaisesti Länsisataman koillispuolelle sekä itse satama-altaaseen ja sen välittömään läheisyyteen. Laivaliikenteen aiheuttamaa selkeää tunnistettavissa olevaa (hajukynnys 3 hy/m^3) lyhytkestoista hajua esiintyisi yli 3 % vuoden tunneista noin 500 metrin säteellä satama-altaasta Kirkkosaaren, pohjoisen Saukonnokan, Valtamerenkadun ympäristön ja eteläisen Hietasaaren alueilla sekä Munkkisaarella. Tätä hajufrekvenssiä on esitetty maassamme tehtyjen hajututkimusten perusteella kotimaiseksi hajusuositteeksi miellyttävyydsasteeltaan hyvin epämiellyttävillä hajuille. Miellyttävyydsasteeltaan vaihtelevia hajuja koskeva hajusuositteen yläraja, 9 % kokonaisajasta ei ylittyisi hajukynnöksellä 3 hy/m^3 .

Kahdeksan eri rakennuksen julkisivuille tehtyjen vertikaalitarkastelujen perusteella voidaan todeta, että laivojen aiheuttamat hajuvaikutukset Jätkäsaarella ovat lähestulkoon samat maanpintatasolla kuin noin 20 metrin korkeudella sijaitsevilla kattotasoilla. Poikkeuksia voivat olla risteilijälaitureiden lähituntumassa olevat rakennukset (esim. julkisivut A1 ja A2), jotka voivat jäädä osittain laivojen korkealta vapautuvien pakokaasujen ns. katvealueeseen, jolloin hajuja voi yläkerroksissa esiintyä jonkin verran enemmän kuin pohjakerroksissa. Kotimaisen hajusuositteen alaraja 3 % kokonaisajasta ylittyy selkeän tunnistettavissa olevan lyhytkestoisen hajun osalta mallilaskelmien mukaan kaikilla tarkastelluilla julkisivuilla.

Mallilaskelmien tulosten mukaan laivaliikenteen hajuvaikutukset ovat merkittävämmät kesällä kuin talvella johtuen pääasiallisesti risteilijäliikenteen kausiluontoisuudesta sekä vuodenaikojen erilaisesta meteorologiasta.

Hajusuositteita sovellettaessa on huomioitava hajutilanteiden esiintymisfrekvenssin lisäksi hajun miellyttävyydsaste ja mallilaskelmien tuloksiin vaikuttavat epävarmuustekijät. Mallilaskelmien tuloksien luotettavuuteen vaikuttavat lähtötietoihin (päästötiedot ja meteorologia) sekä itse leviämismalliin liittyvät epävarmuudet.

Mallilaskelmissa ei ole huomioitu muita kuin arvioidusta matkustajalaivaliikenteestä aiheutuvia hajupäästöjä. Tutkimusalueen lähistöllä on vilkkaasti liikennöityjä katuja sekä telakkatoimintaa, jotka voivat aiheuttaa tutkimusalueelle pakokaasuhajupäästöjä laivaliikenteen lisäksi.

VIITELUETTELO

ANONYMI, 1993. Feststellung und beurteilung von geruchsimmissionen (Geruchs-Immission-Richtlinie). Stand 15.2.1993. Essen: Landesanstalt für Immissionsschutz Nordrhein-Westfalen, 23 s.

ARNOLD, M., 1995. Hajuohejearvojen perusteet. VTT kemianteeniikka, *VTT tiedotteita 1711*, Espoo, 83 s.

ARNOLD, M. & LEHTOMÄKI, J., 2003. Lausunto koskien Viikinmäen hajuselvityksen tuloksia 2002. VTT prosessit. Espoo, 4s.

BONGERS, M., VAN HARREVELD, A. & JONES, N., 2001. Recent developments in research supporting pig odour policy reviews in the Netherlands and in Ireland. Teoksessä: Jiang, J. (toim.) 1st IWA International Conference on odour and VOCs: Measurement, regulation and control techniques. Sydney: UNSW Publishing and Printing Services. S. 427–434.

BRIGGS, G.A., 1975. Plume rise predictions. In HAUGEN, D.A. (ed.), *Lectures on air pollution and environmental impact analysis*. American Meteorological Society, p. 59 - 111.

BRIGGS, G.A., 1984. Plume rise and buoyancy effects. In: SANDERSON, D. (ed.), *Atmospheric Science and Power Production*. US Dept. of Energy DOE/TIC-27601, p. 327 - 366.

BUSINGER, J.A., WYNGAARD, J.C. IZUMI, Y. & BRADLEY, E.F., 1971. Flux-profile relations in the atmospheric surface layer. *J. Atmos. Sci.* 28, p. 181 - 189.

CAUGHEY, S.J., WYNGAARD, J.C. & KAIMAL, J.C., 1979. Turbulence in the evolving stable boundary layer. *J. Atmos. Sci.*, 36, p. 1041 - 1052.

HANNA, S.R., 1985. Air quality modeling over short distances. In: HOUGHTON, D.D. (ed.), *Handbook of Applied Meteorology*, University of Wisconsin.

HOLTSLAG, A.A.M., 1984. Estimates of diabatic wind speed profiles from near surface weather observations. *Bound.-Layer Meteorol.* 29, p. 225 - 250.

SIPILÄ, J., 2007. Jätkäsaaren matkustaja-alusten hajukaasumittaukset 25.10.2006-15.12.2006. *Nab Labs Oy, Raportti nro 07R020*.

KARPPINEN, A., JOFFRE, S. M., KUKKONEN, J., 2000. The refinement of a meteorological preprocessor for urban environment. *International Journal of Environment and Pollution* 14, s. 565–572.

MILJÖSTYRELSEN, 1985. Begrensning af luftgener fra virksomheder. *Vejledning fra Miljøstyrelsen 4/1985*, Copenhagen, 27 p.

KUUSISTO, S. & PELLIKKA, T., 2007. Helsingin Länsisataman matkustajalaivojen hajupäästömittausten lähtötietojen arviointi. *Tutkimusselostus nro VTT-S-02624-07*.

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

RANTAKRANS, E. & SAVUNEN, T., 1995. Hajuyhdisteiden leviämisen arviointi. *Ilmansuojelun julkaisuja 21*, Ilmatieteen laitos, Helsinki.

RASILA, T. & PIETARILA, H., 2003. Helsingin kaupunki, kaupunkisuunnitteluvirasto, Viikinmäen jätevedenpuhdistamo, hajupäästöjen leviämiselvitys. Ilmatieteen laitos, ilmanlaadun tutkimus, Helsinki. 24 s.

SCHAUBERGER, G., PIRINGER, M. & PETSZ, E., 1998. Diurnal and Annual Variation of Odour from Animal Houses: a Model Calculation for Fattening Pigs, *J. Agric. Engn. Res.*, Vol. 74, s. 251–259.

VARJORANTA, R., SAVUNEN, T. & PIETARILA, H., 2002. Jätkäsaaren maankäytön suunnittelu. Helsingin Länsisataman matkustajalaivojen päästövaikutusten arviointi leviämislaskelmin. *Ilmatieteen laitos –Ilmanlaadun tutkimus*.

VTT, 2001. Tutkimusraportti KET 945/01 Hajun ja hajuhaitan kartoittaminen Jätkäsaarella.

WRATT, D.S., 1987. An experimental investigation of some methods of estimating turbulence parameters for use in dispersion models. *Atmos. Environ.* 21:12, p. 2599 -2608.

LIITTEET

JÄTKÄSAAREN MATKUSTAJA- ALUSTEN HAJUKAASUMITTAUKSET
25.10.2006-15.11.2006

JAKELU

HESINGIN KAUPUNKI

Kaarina Laakso

Kaupunkisuunnitteluvirasto

Yleissuunnitteluosasto/TEK/VS

ILMATIETEEN LAITOS

Harri Pietarila

PL 503 Erik Palmènin aukio 1

00101 Helsinki

Nab Labs Oy, Espoon arkisto

SISÄLLYS

1. YLEISTÄ	3
2. HENKILÖSTÖ	3
3. MITTAUSMENETELMÄT JA NÄYTTEENOTTO	3
3.1 Hajupitoisuus	3
3.2 Tilavuusvirtalaskelma	3
3.3 Lämpötila	3
3.4 Happipitoisuus	4
3.5 Näytteenotto ja analysointi	4
4.0 ALUSTEN NOPEUDET NÄYTTEENOTTOHETKELLÄ JA KÄYTETTY POLTTOAINELAATU	5
4.1 MS Galaxy	5
4.2 MS Auto Express 4	5
4.3 Nordlandia	5
5.0 TULOKSET ALUSTEN KOKONAISHAJUPÄÄSTÖISTÄ	5
5.1 Ms Galaxie	5
5.2 Ms Nordlandia	5
5.3 Ms AutoExpress 4	5
Liite 1. Kokoelmataulukko laivojen mittauksista ja lasketuista arvoista	

1. YLEISTÄ

Nab Labs Oy suoritti hajukaasumittauksia kahdella matkustaja-aluksella Ms Nordlandia, Ms Galaxy ja yhdellä pika-aluksella Ms AutoExpress 4 25.10.2006-15.11.2006 välisenä aikana.

2. HENKILÖSTÖ

Mittauksista vastasivat mittausteknikko Jorma Sipilä, projekti-insinööri DI Kari Wellman ja projekti-insinööri Pauli Jormanainen.

3. MITTAUSMENETELMÄT JA NÄYTTEENOTTO

3.1 Hajupitoisuus

Näytteenottopusseihin (Nalophan) otettujen näytteiden hajukynnykset määritetään aistinvaraisesti Olfactomat OLF-N1-e -olfaktometrillä standardi SFS-EN 13725 mukaan. Olfaktometrissä alkuperäistä näytekaasua laimennetaan puhtaalla ilmalla. Näytekaasun pitoisuutta olfaktometriltä tulevassa näytekaasuvirrassa kasvatetaan ts. laimennusta vähennetään asteittain, kunnes detektorina toimiva koehenkilö erottaa hajua näytekaasuvirrassa. Olfactomat OLF-N1-e toimii ns. Forced Choice-menetelmän mukaan, eli koehenkilöt valitsevat kahdesta kaasuvirrasta, joista toinen on puhdasta ilmaa ja toinen näytekaasuvirta, kumpi on haiseva. Koehenkilöiden arvioinnin perusteella olfaktometri laskee näytteen hajupitoisuuden (P50) muodossa hajuyksikköä/m³ (ou_E/m³). Hajupitoisuus tarkoittaa sitä laimennuskertojen lukumäärää, jolla näytekaasuvirtaa on laimennettava, jotta 50 % hajupaneelin jäsenistä ei tunnista näytevirrassa hajua. Hajuarvioinnit suorittaa Nablabs Oy:n henkilökunnasta muodostettu neljän henkilön paneeli.

3.2 Tilavuusvirtalaskelma

SFS 5624 Polttoaineen palaminen ja savukaasut

3.3 Lämpötila

K-Temp, TcK-1200

3.4 Happipitoisuus

PPM-Systems, sähkökemiallinen kenno

3.6 Näytteenotto, mittaus ja analysointi

Mitattavien alusten (Galaxy, Nordlandia ja Autoexpress 4) dieselmoottoreiden tuottamasta savukaasusta otettiin hajukaasunäytteet sekä mitattiin sen happipitoisuus ja lämpötila. Alusten dieselmoottoreista pystyttiin mittaamaan vain yksi kone kerrallaan, joko pää- tai apudieselkone. Saatujen mittaustulosten mukaan laskettiin kokonaishajupäästö, kun tiedettiin alusten kaikkien moottoreiden kokonaisenergian kulutus mittaushetkellä. Kulutusarvot saatiin alusten konehuoneiden valvomoista (kW tai öljyä l/h). Mitattavista aluksista Galaxyllä oli No_x katalyysaattori. Hajukaasunäytteet otettiin ennen katalyysaattoria.

Hajunäytteidenottotapahtumat jakaantuivat kolmeen osaan. Ensimmäisessä näytteenotossa otettiin kolme rinnakkaista näytettä aluksen diesel-apumoottorista sen käydessä ns.boileritilassa laiturissa. Toiset kolme rinnakkaista näytettä otettiin aluksen diesel-päämoottorista, kun alus oli irtautumassa laiturista ja satama-altaassa ”vekslaten”. Kolme viimeistä rinnakkaista näytettä otettiin aluksen dieselpäämoottorista kun alus oli satama-altaan ulostulon ja Pihlajasaaren välillä.

Alusten hajukaasumittaukset suoritettiin ns.alipaineastiaa käyttäen. Korkean savukaasun lämpötilan (250 °C- 465 °C) vuoksi kaasua jouduttiin jäähdyttämään teräsputkella (Ø 7mm) noin 50 °C...150 °C:een, jonka jälkeen se johdettiin teflonputkea pitkin tedlar-näytteenottopussiin alipaineastian avulla. Näytteet otettiin dieselmoottorin välittömästä läheisyydestä savukanavasta laivan henkilökunnan osoittamasta paikasta.

Aluksilla tehtyjen näytteenottojen jälkeen tedlar-näytteenottopussit laimennettiin noin kahden tunnin sisällä nalophan-näytteenottopusseihin, nebulizer systeemillä, jossa käytettiin laimentavaa typpikaasua (AGA 5.0) suhteessa 1:3,12

Hajunäytteet analysoitiin nalophan-näytteenottopusseista olfaktometrillä Nab Labs Oy:n laboratorioissa seuraavana päivänä 24 tunnin sisällä näytteenotosta.

4.0 ALUSTEN NOPEUDET NÄYTTEENOTTOHETKELLÄ JA KÄYTETTY POLTTOAINELAATU

4.1 Ms Galaxy

Aluksen nopeus satama-altaassa oli 0...4 solmua. Satama-altaan ulostulon ja Pihlajasaaren välillä nopeus oli 4...15 solmua.

Apu- sekä päämoottorissa käytettiin polttoaineena raskasta/kevyttä polttoöljyä, rikkipitoisuus < 1% .

4.2 Ms Nordlandia

Aluksen nopeus satama-altaassa oli 0...4 solmua. Satama-altaan ulostulon ja Pihlajasaaren välillä nopeus oli 4...15 solmua.

Apumoottorissa käytettiin polttoaineena kevyttä polttoöljyä, rikkipitoisuus 0,2 %.

Päämoottorissa käytettiin polttoaineena raskasta polttoöljyä, rikkipitoisuus 1,48 %.

4.3 Ms AutoExpress 4

Aluksen nopeus satama-altaassa oli 0...8 solmua. Satama-altaan ulostulon ja Pihlajasaaren välillä nopeus oli 8...12 solmua.

Polttoaineena käytettiin apu- sekä päämoottorissa kevyttä polttoöljyä, rikkipitoisuus 0,2 %.

5.0 TULOKSET ALUSTEN KOKONAISHAJUPÄÄSTÖISTÄ

5.1 Ms Galaxy

Satama 86200 ou(E)/s

Satama-allas 637000 ou(E)/s

Pihlajasaari 1012000 ou(E)/s

5.2 Ms Nordlandia

Satama 18600 ou(E)/s

Satama-allas 121000 ou(E)/s

Pihlajasaari 144000 ou(E)/s

5.3 Ms AutoExpress 4

Satama 4600 ou(E)/s

Satama-allas 173000 ou(E)/s

Pihlajasaari 411000 ou(E)/s

Raportti nro 07R020

Nab Labs Oy 1.3.2007

Puh. 040 510 2454

Jorma.Sipila@nablabs.fi

Mittausteknikko Jorma Sipilä



Helsingin Länsisataman matkustajalaivojen haju- päästömittausten lähtötietojen arviointi

Tilaaaja: Ilmatieteen laitos



Tilaja Ilmatieteen laitos
PL 503
00101 Helsinki

Tilaus Harri Pietarila, sähköposti 3.10.2006

Yhteyshenkilö VTT:ssä VTT
Sari Kuusisto
PL 1000,
Puh. 020 722 5682
Faksi 020 722 7026
Sähköposti sari.kuusisto@vtt.fi

Tehtävä **HELSINGIN LÄNSISATAMAN MATKUSTAJALAIVOJEN
HAJUPÄÄSTÖMITTAUSTEN LÄHTÖTIETOJEN ARVIOINTI**

Espoo, 15.3.2007

Tiiminvetäjä

Tuula Pellikka

Tutkija

Sari Kuusisto

LIITTEET

-

JAKELU

Tilaja
VTT / Kirjaamo

Alkuperäinen
Alkuperäinen

YLEISTÄ HAJUN MITTAAMISESTA

Haiseva ilma sisältää yleensä hyvin monia eri epäpuhtauksia, joiden pitoisuudet ovat erittäin pieniä ja vaikeita mitata. Eri yhdisteiden vaikutus kokonaishajuun ei ole tiedossa. Hajupitoisuuden mittana käytetään tällöin hajuyksikköä kuutiometriä kohden (ou/m^3 , odour unit / m^3), joka kertoo suoraan, montako kertaa haisevaa ilmaa on laimennettava, jotta se tulisi hajuttomaksi. Kaasun hajupitoisuus määritetään laboratoriossa olfaktometrillä useammasta koehenkilöstä koostuvan hajupaneelin avulla standardin SFS-EN 13725 mukaan. Olfaktometrisiä määrittämiä käytetään yleensä vain päästöjen määrittämiseen, esim. hajua päästävän teollisuuslaitoksen tai jätevedenpuhdistamon poistojen määrittämiseen. Jotta hajupitoisuudesta saataisiin hajupäästö, poistosta pitää määrittää kaasun tilavuusvirta. Näytteenoton merkitys on tärkeä luotettavan lopputuloksen saamiseksi. Kirjallisuudesta ei löydy tietoa laivojen hajupäästömittauksista.

LAIVOJEN HAJUPÄÄSTÖMITTAUSTEN ARVIOINTI

Helsingin Länsisataman matkustajalaivoista valittiin hajupäästömittauksiin kolme alusta, joiden katsottiin edustavan hyvin koko sataman matkustajalaivoja. Mitatut laivat olivat Eckerö Linen M/s Nordlandia, Tallink Galaxy sekä Tallink AutoExpress 4.

Kustakin laivasta Nab Labs Oy:n mittaajat ottivat kolme hajunäytettä: 1) kun laiva oli satamassa, 2) satama-altaassa laivan ollessa lähdössä sekä 3) sataman edustalta laivan ollessa liikkeellä siten, että näyte oli otettu ennen Pihlajasaaren ohitusta.

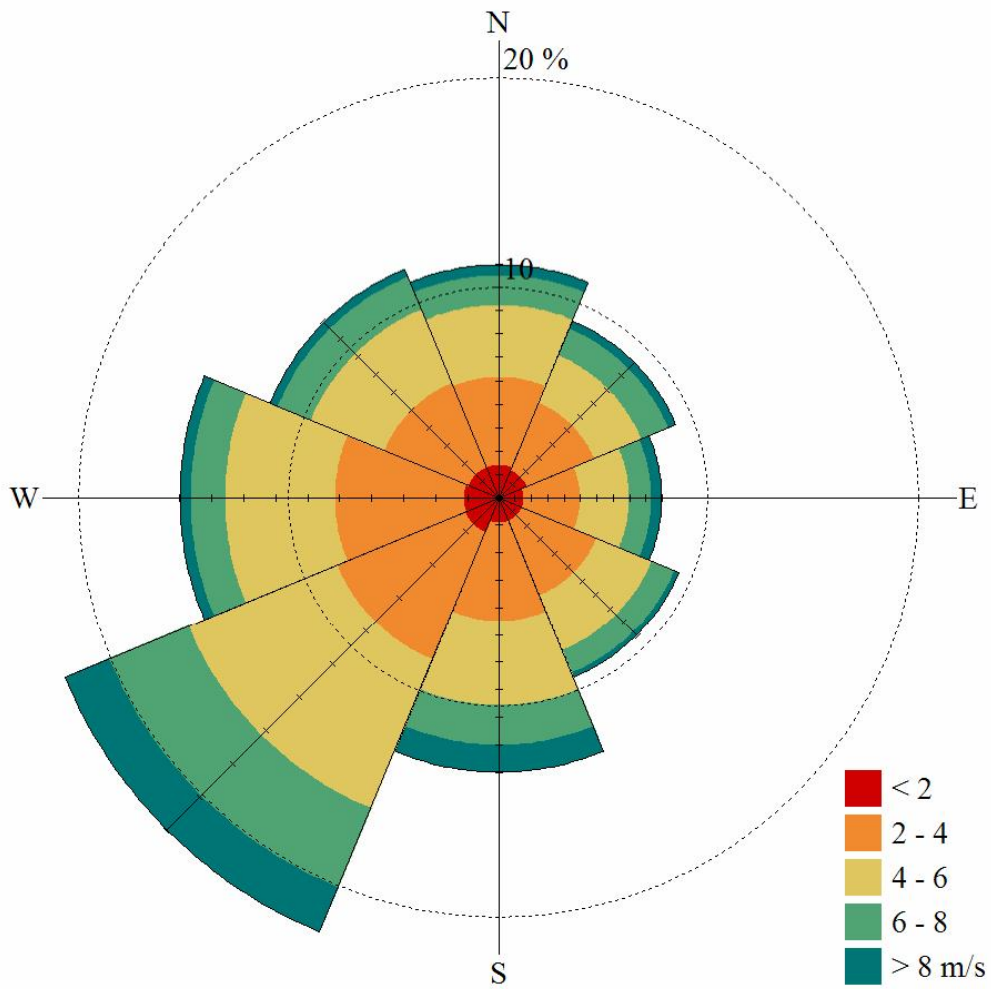
Tallink Galaxylla mitattiin ennen katalysaattoria, sillä yhtiön edustajat osoittivat mittaustaikaa ennen puhdistuslaitetta. Katalysaattori vähentää typpioksidipäästöjä. Typpioksidien hajun osuutta kokonaishajusta on vaikea arvioida. Hajupäästöjen vähentyminen ei liene merkittävää.

Kun näytteenotto ja analysointi tehdään hyvissä olosuhteissa standardien mukaisesti, tulosten epävarmuuksien on arvioitu olevan: näytteenotto 40 %, analysointi -54 % - 117 %, yhdistettynä näytteenotto ja analysointi -56 % - 140 %. Tässä tapauksessa näytteenotto tuo epävarmuutta lisää. Laivan pakokaasun lämpötila vaihteli näytteenotossa eri laivoilla 250-465 °C. Yleensä hajunäytteenotto tehdään 20-100 °C:sta kaasusta. Kuumasta näytekaasusta huolimatta näytteen kosteuden kondensointia ei tapahtunut merkittäviä määriä. Näytteen analysointi tapahtuu huoneenlämmössä. Ei ole tiedossa, muuttuuko pakokaasunäytteen haju samalla tavalla jäähtyessään näytteenotossa verrattuna siihen, kun pakokaasu jäähtyy tullessa laivan piipusta ulkoilmaan.

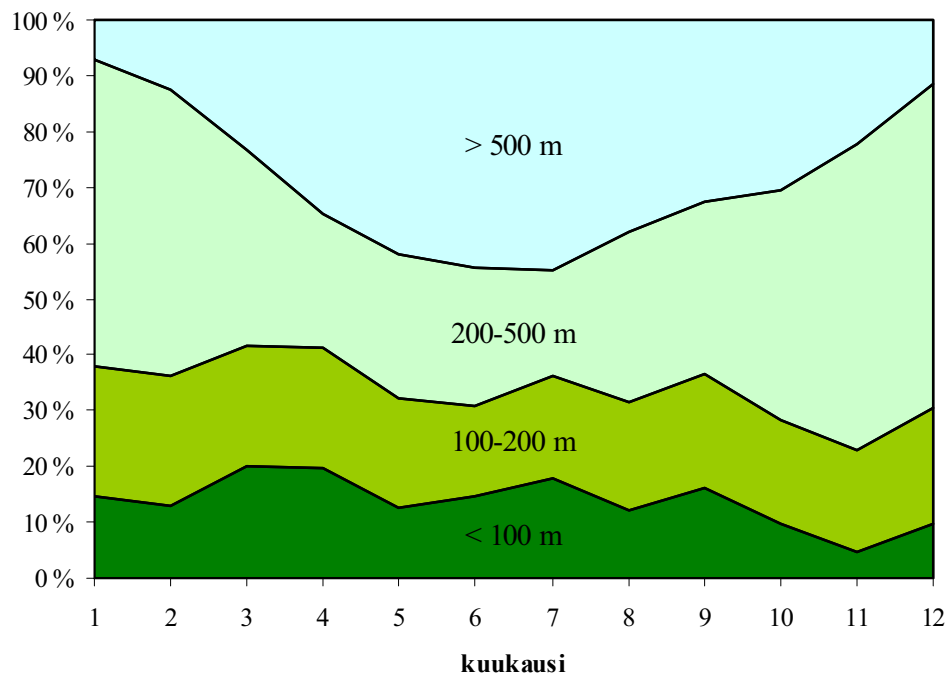
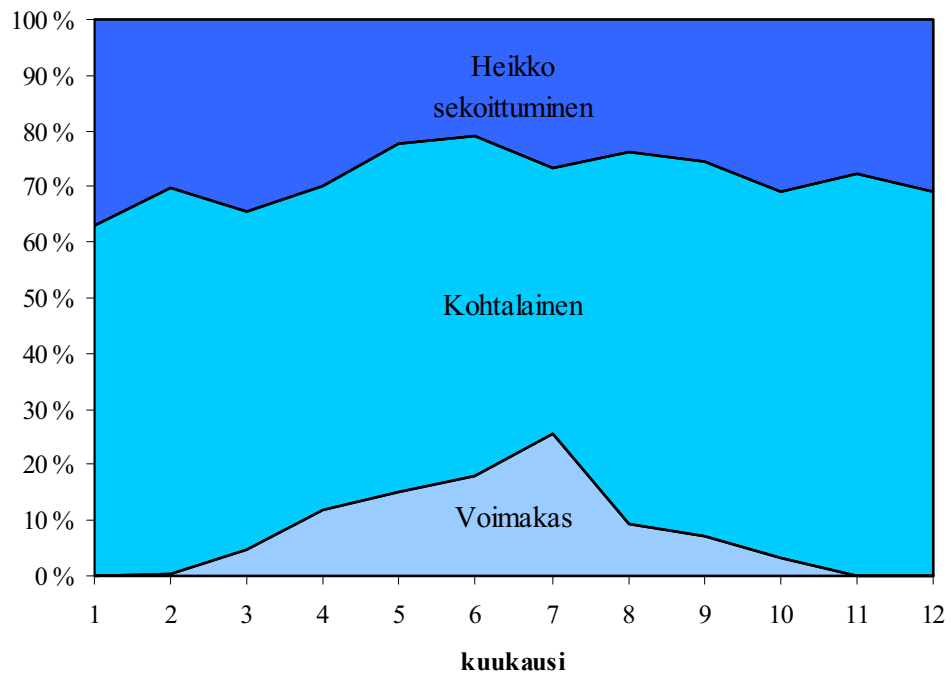
Näytteenottoa ei ollut mahdollista tehdä ns. isokineettisesti. Mikäli hajuyhdisteet eivät ole kaasussa tasaisesti jakautuneet, ei-isokineettinen näytteenotto saattaa joko suurentaa tai pienentää hajupitoisuutta. Laivan pakokaasun hajusta osa saattaa olla sitoutunut hiukkasiin. Tällöin luotettavamman tuloksen olisi antanut isokineettinen näytteenotto, jos se olisi ollut mahdollista.

Arvio hajunäytteiden epävarmuudesta tässä tapauksessa on -100 % - 200 % paitsi Tallink Galaxylla katalysaattorin takia ± 150 %.

LIITEKUVAT

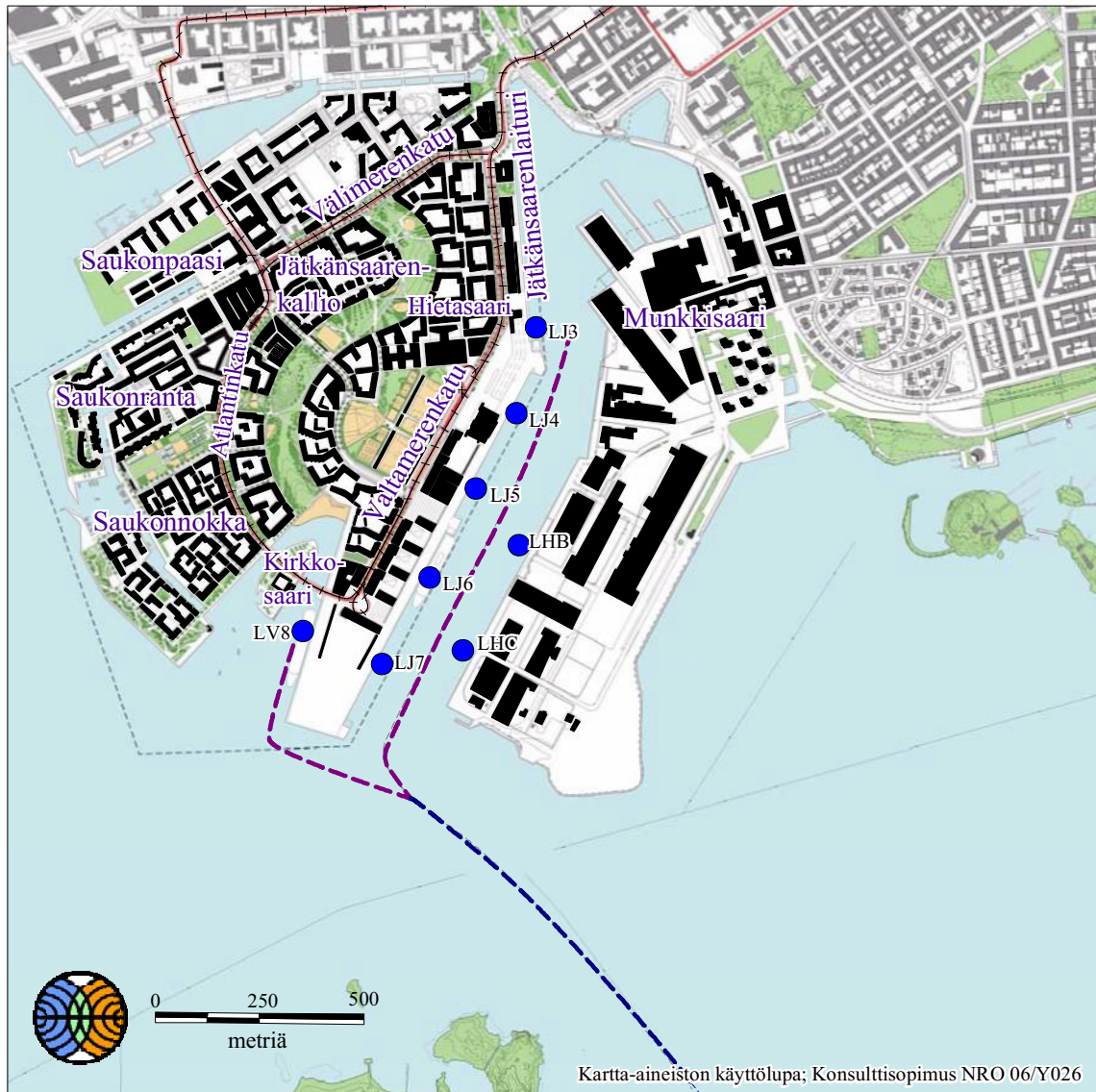


Kuva 1. Tuulen suunta- ja nopeusjakauma Länsisataman alueella vuosina 2003–2005.



Kuva 2. Sekoitusvoimakkuuden (ylempi kuva) ja sekoituskorkeuden (alempi kuva) esiintyminen kuukausittain Länsisataman alueella vuosina 2003–2005.

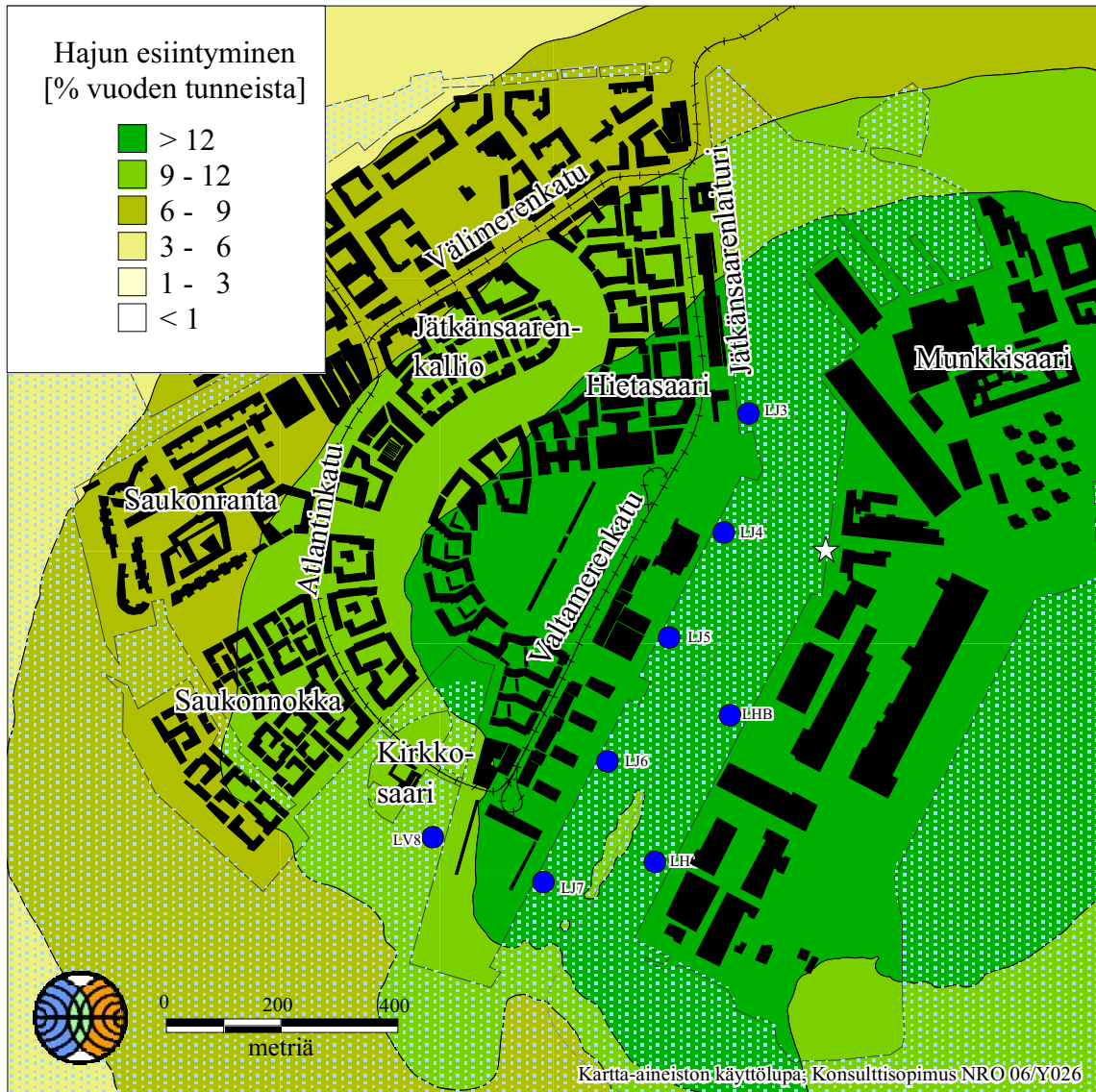
LÄNSISATAMA



Ilmatieteen laitos 2007

Kuva 3. Matkustajalaivaliikenteen laivapaikat ja -reitit Länsisatamassa vuonna 2030.

LÄNSISATAMA



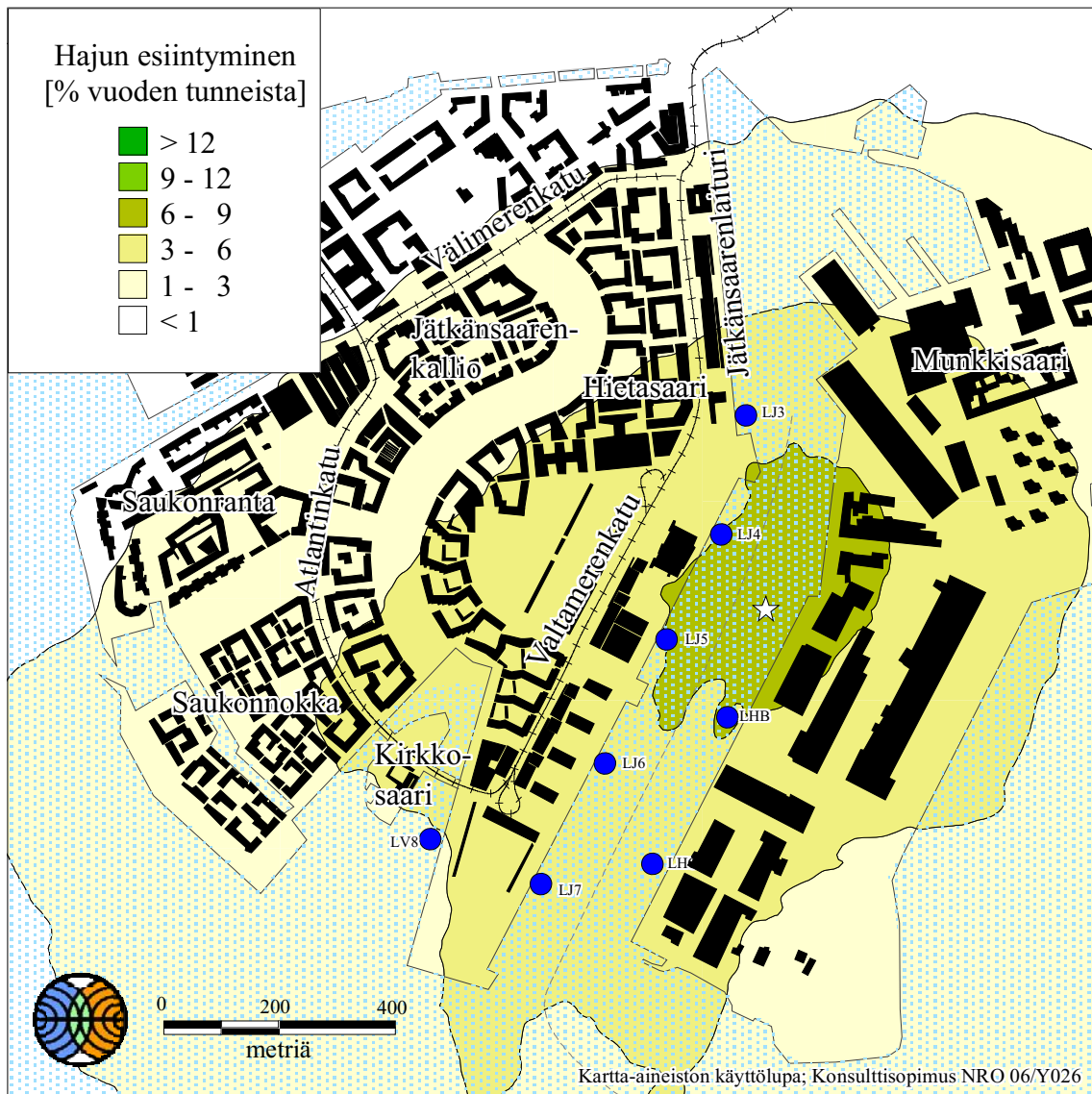
Ilmatieteen laitos 2007

☆ = maksimi = 21 %

● = päästölähde

Kuva 4. Arvio matkustajalaivaliikenteen aiheuttamasta lyhyt-
aikaisen (30s) hajun esiintymisestä prosentteina
vuoden tunneista vuonna 2030. Hajukynnys 1 hy/m³,
50 % ihmisistä aistii hajua, haju juuri aistittavissa.

LÄNSISATAMA



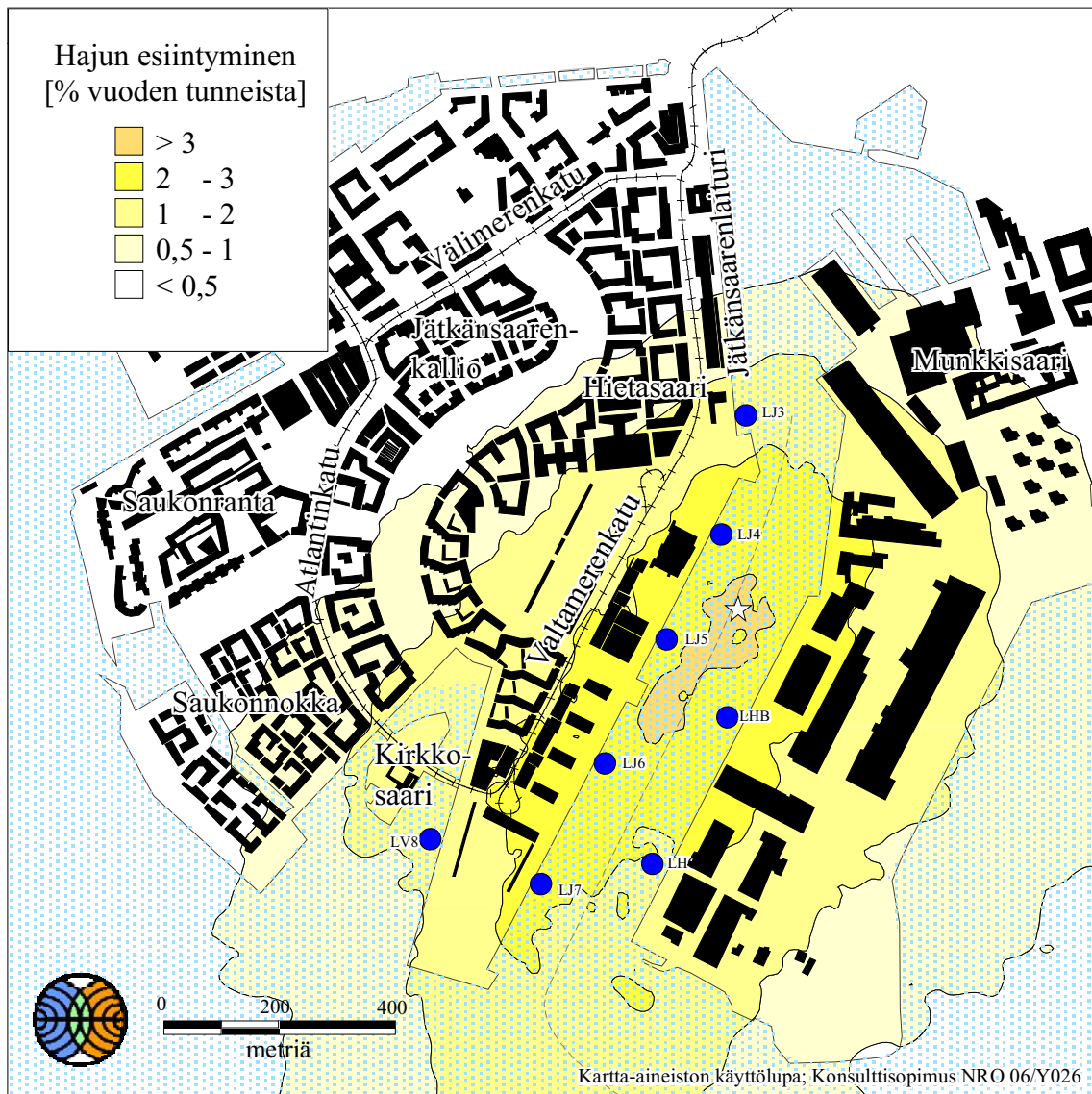
Ilmatieteen laitos 2007

☆ = maksimi = 7 %

● = päästölähde

Kuva 5. Arvio matkustajalaivaliikenteen aiheuttamasta lyhytaikaisen (30s) hajun esiintymisestä prosentteina vuoden tunneista vuonna 2030. Hajukynnys 3 hy/m³, selkeä tunnistettavissa oleva haju.

LÄNSISATAMA



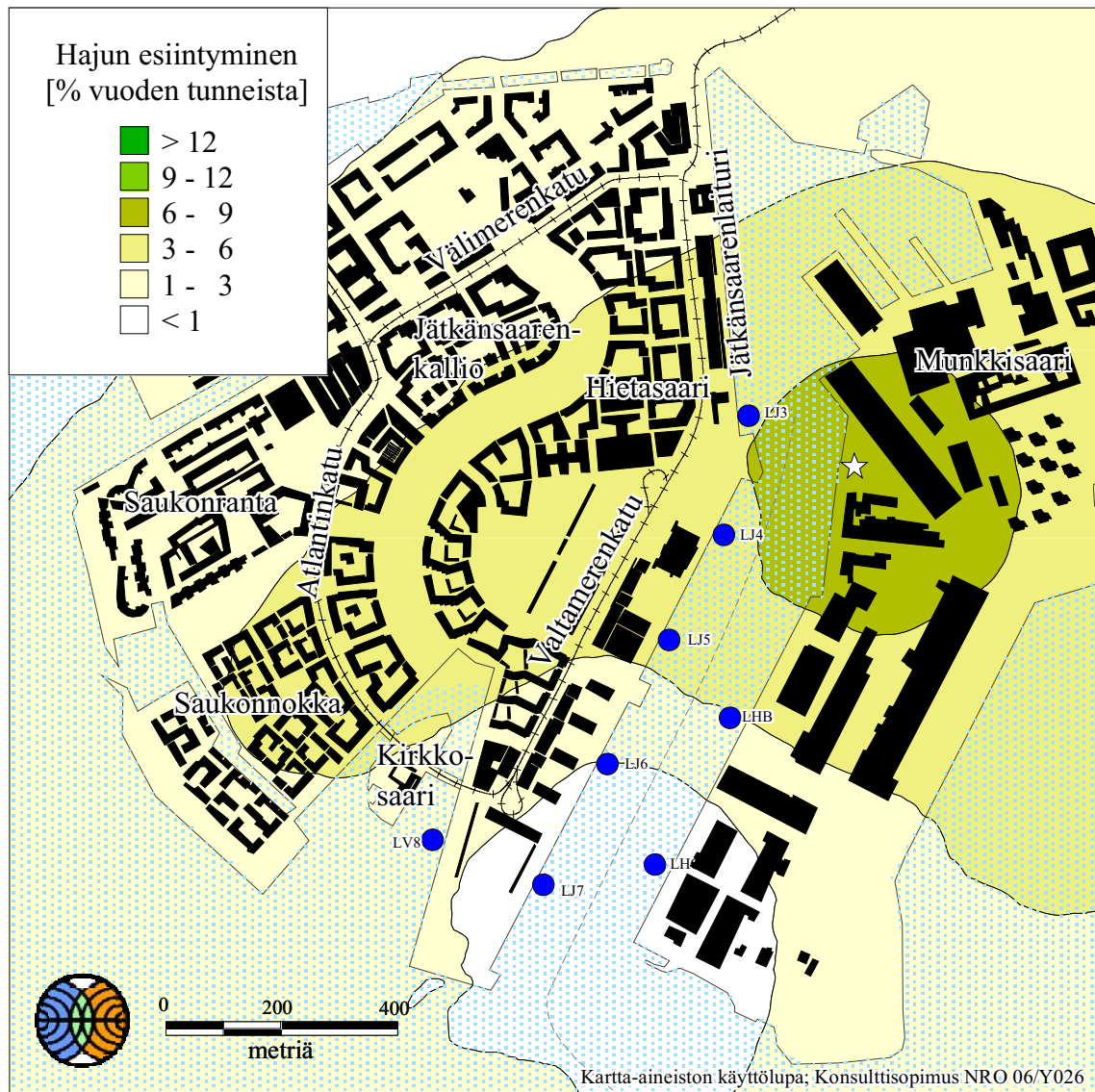
Ilmatieteen laitos 2007

☆ = maksimi = 3 %

● = päästölähde

Kuva 6. Arvio matkustajalaivaliikenteen aiheuttamasta lyhytaikaisen (30s) hajun esiintymisestä prosentteina vuoden tunneista vuonna 2030. Hajukynnys 5 hy/m³, melko voimakas, tunnistettavissa oleva haju.

LÄNSISATAMA



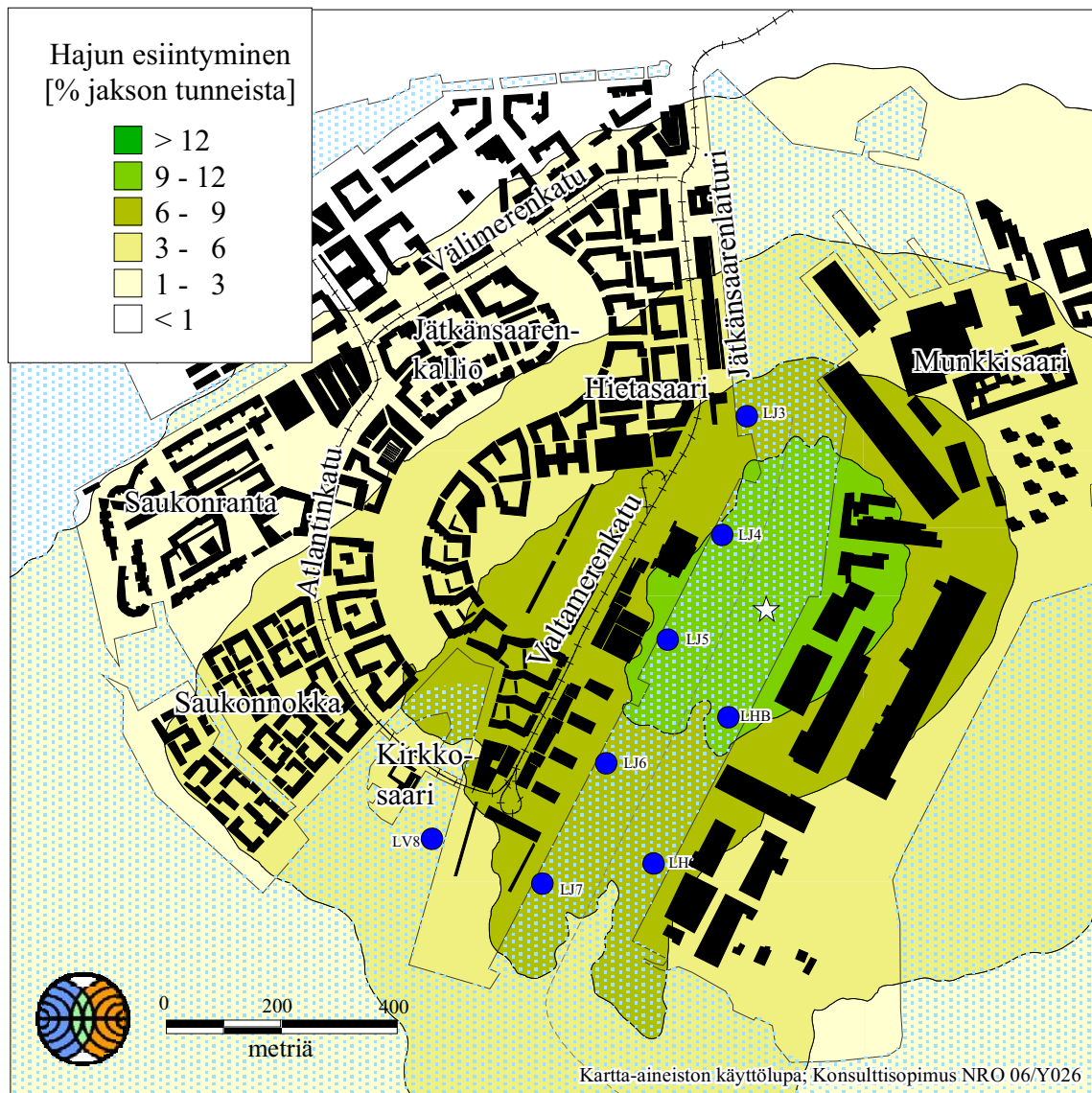
Ilmatieteen laitos 2007

☆ = maksimi = 7 %

● = päästölähde

Kuva 7. Arvio matkustajalaivaliikenteen aiheuttamasta pitkäaikaisen (1h) hajun esiintymisestä prosentteina vuoden tunneista vuonna 2030. Hajukynnys 1 hy/m³, 50 % ihmisistä aistii hajua, haju juuri aistittavissa.

LÄNSISATAMA KESÄ



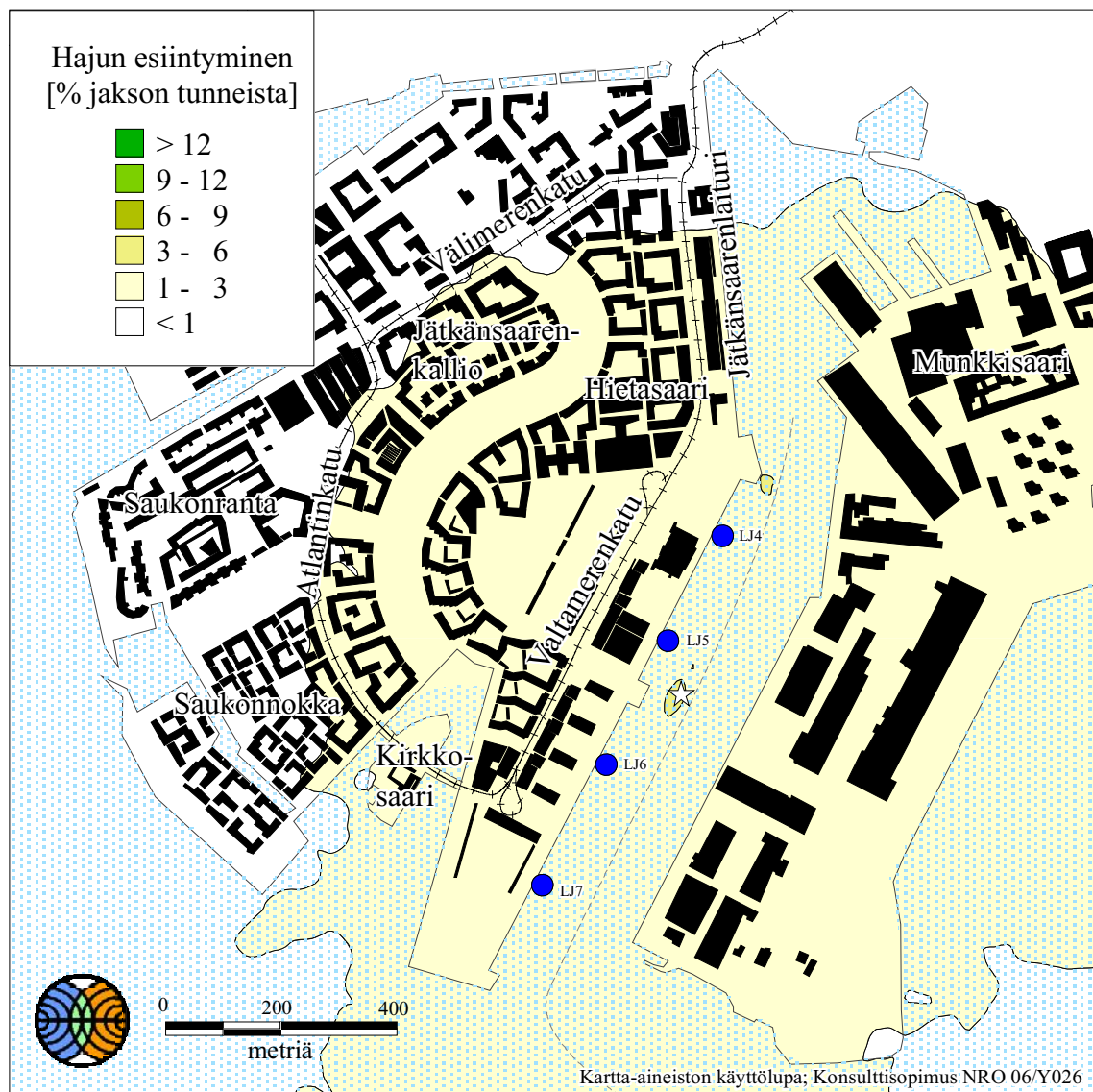
Ilmatieteen laitos 2007

☆ = maksimi = 12 %

● = päästölähde

Kuva 8. Arvio matkustajalaivaliikenteen aiheuttamasta lyhyt-aikaisen (30s) hajun esiintymisestä kesällä (touko-lokakuu). Hajukynnys 3 hy/m^3 , selkeä tunnistettavissa oleva haju.

LÄNSISATAMA TALVI



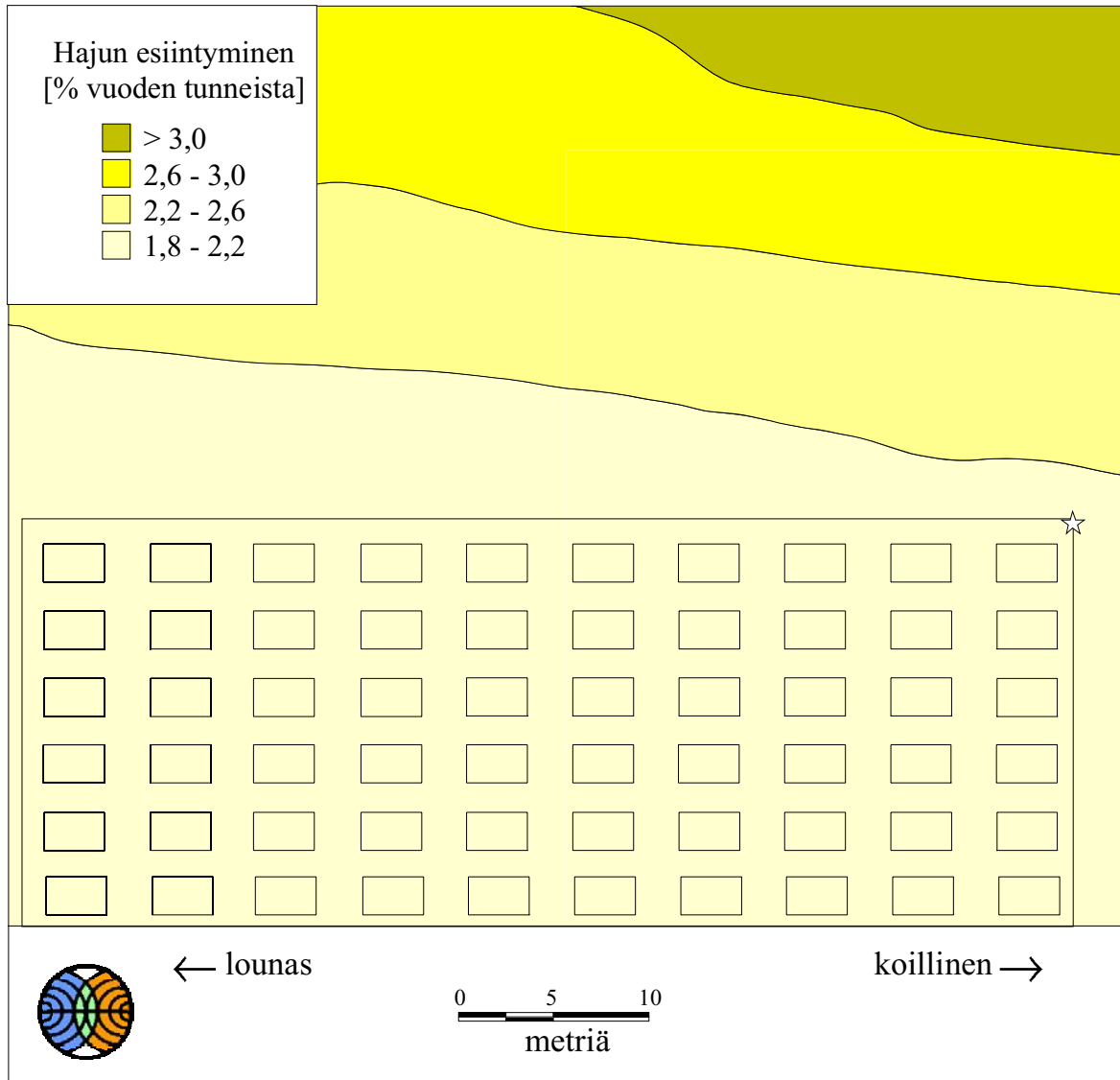
Ilmatieteen laitos 2007

☆ = maksimi = 3 %

● = päästölähde

Kuva 9. Arvio matkustajalaivaliikenteen aiheuttamasta lyhytaikaisen hajun (30s) esiintymisestä talvella (marras-huhtikuu). Hajukynnys $3\text{hy}/\text{m}^3$, selkeä tunnistettavissa oleva haju.

LÄNSISATAMA

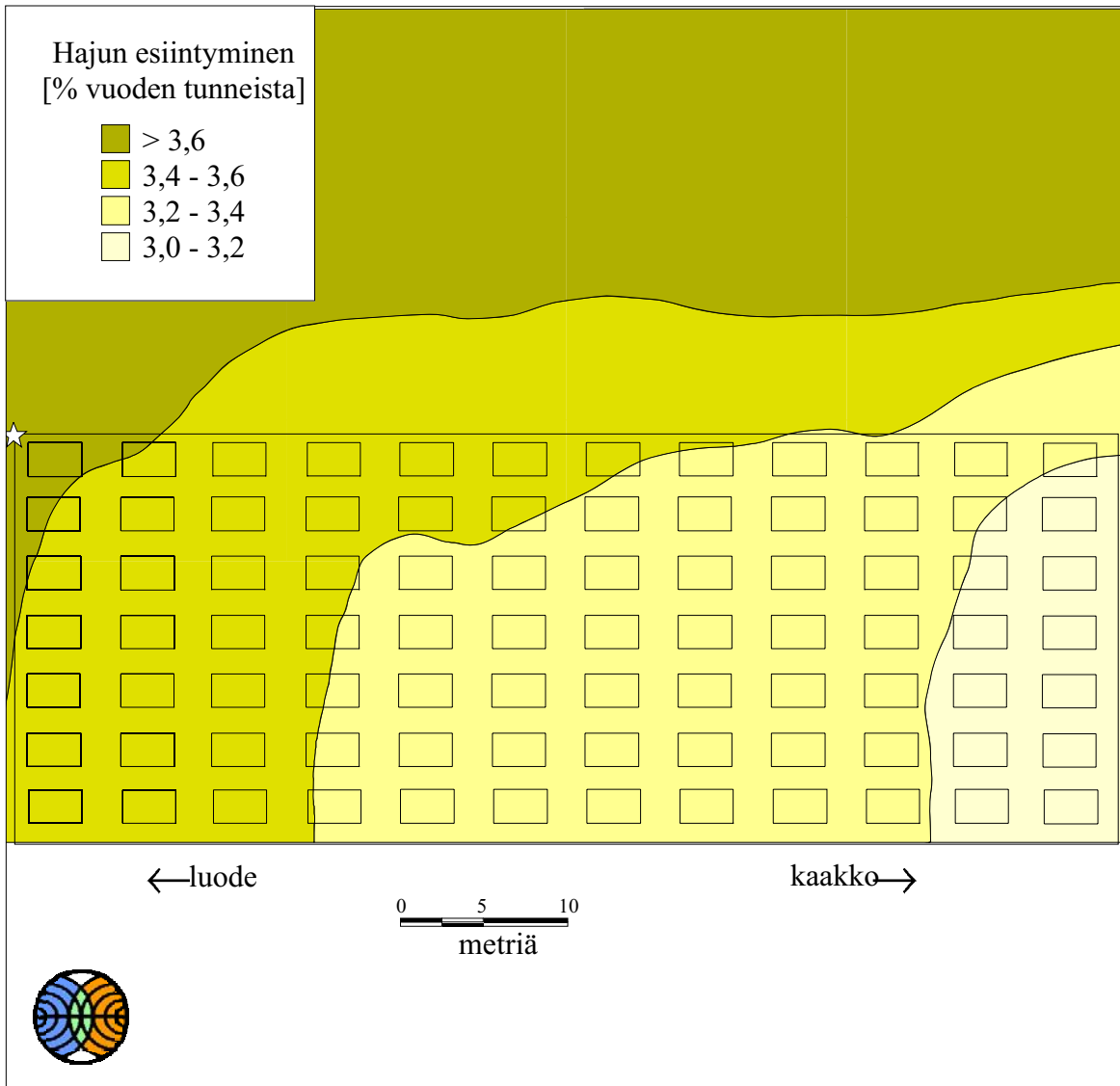


Ilmatieteen laitos 2007

☆ = maksimi = 2,1 % (184 h)

Kuva 10. Arvio laivaliikenteen aiheuttamasta pitkäaikaisen (1h) hajun esiintymisestä julkisivulla A1 (6krs) prosentteina vuoden tunteista vuonna 2030. Hajukynnys 1 hy/m³.

LÄNSISATAMA



Ilmatieteen laitos 2007

☆ = maksimi = 3,6 % (315 h)

Kuva 11. Arvio laivaliikenteen aiheuttamasta pitkäaikaisen (1h) hajun esiintymisestä julkisivulla A3 (7krs) prosentteina vuoden tunneista vuonna 2030. Hajukynnys 1 hy/m³.

Ilmanlaadun asiantuntijapalvelut

PL 503

00101 HELSINKI

puh. (09) 19291

ilmanlaatupalvelut@fmi.fi

Air quality expert services

P.O.Box 503

FIN-000101 HELSINKI

tel. +358 9 19291

airquality.services@fmi.fi

www.fmi.fi



ILMATIETEEN LAITOS
FINNISH METEOROLOGICAL INSTITUTE

**Helsingin kaupunki
kaupunkisuunnitteluvirasto**

JÄTKÄSAAREN MAANKÄYTÖN SUUNNITTELU

**HELSINGIN LÄNSISATAMAN MATKUSTAJALAIVOJEN
PÄÄSTÖVAIKUTUSTEN ARVIOINTI LEVIÄMISLASKELMIN**

**Risto Varjoranta
Tarja Savunen
Harri Pietarila**

**ILMATIETEEN LAITOS – ILMANLAADUN TUTKIMUS
Helsinki 1.10.2002**

SISÄLLYSLUETTELO

1	JOHDANTO	3
2	TUTKIMUSMENETELMÄT	4
2.1	Kaupunkimalli	4
2.1	Typen oksidien ilmakemiamalli	5
2.2	Meteorologiset tiedot.....	5
3	ILMANLAADUN OHJE- JA RAJA-ARVOT	7
4	TUTKIMUKSEN SUORITUS	9
4.1	Päästötiedot	9
4.2	Pitoisuuksien arviointi leviämismallilla	11
5	TULOKSET	13
5.1	Pitoisuudet maanpintatasolla	13
5.2	Pitoisuudet kattotasoilla	14
5.3	Pitoisuudet julkisivuilla	15
5.4	Pitoisuudet pitkällä tarkastelujaksolla	17
6	TULOSTEN ARVIOINTI.....	20
6.1	Vertailu ohjearvoihin.....	20
6.2	Vertailu muiden tutkimusten tuloksiin	27
7	JOHTOPÄÄTÖKSET	28
	VIITELUETTELO.....	29

LIITE

LIITEKUVAT

1 JOHDANTO

Helsingin Jätkäsaaren on tarkoitus rakentaa asuinalue. Länsisataman tavarasatamatoiminnot siirtyvät Vuosaaren rakennettavaan suursatamaan, mutta matkustajasatama jää alueelle. Tämän selvityksen tavoitteena oli arvioida leviämismallilaskelmin Länsisataman matkustajalaivaliikenteen päästöjen ilmanlaatuvaikutuksia Jätkäsaaren maankäytön suunnittelua varten. Selvityksessä tarkasteltiin matkustajalaivojen laiturissaolonaikaisia rikkidioksidi-, typenoksidi- ja hiukkaspäästöjä. Mallilaskelmin määritettiin kyseisistä päästöistä suunnittelualueelle maanpintatasolle ja kolmelle eri kattotasolle muodostuvia epäpuhtauspitoisuuksia. Lisäksi määritettiin laituripaikkojen lähituntumaan kaavailtujen rakennuskohteiden julkisivuille muodostuvia epäpuhtauspitoisuuksia. Näitä vertikaalitasotarkasteluja tehtiin seitsemälle julkisivulle, jotka sijaitisivat viidessä eri rakennuskohteessa.

Selvityksessä tarkasteltujen seitsemän säännöllisessä linjaliikenteessä olevan matkustajalaivan ja kahden risteilijän satamassaolon aikaiset päästöt arvioitiin Helsingin Sataman toimittamien laivojen teknisiä ominaisuuksia, sijaintipaikkaa ja laiturissaoloaika koskevien lähtötietojen perusteella. Risteilijäpaikoilta aiheutuvat päästöt mallinnettiin kahdelle eri satamassaoloajalle.

Leviämislaskelmat tehtiin Ilmatieteen laitoksella kehitetyllä kaupunkialueella ilman epäpuhtauspäästöjen leviämisen kuvaamiseen soveltuva matemaattis-fysikaalista tietokonemallia, ns. kaupunkimallia (UDM-FMI). Mallilaskelmien meteorologisina tietoina käytettiin Helsingin rannikkoseudun ilmastollisia olosuhteita edustavaa vuosien 1998-2000 havainnoista muodostettua kahden sääaseman etäisyyspainotettua yhdistelmäaineistoa. Päästöjen leviämistä tarkasteltiin kaikissa em. kolmen vuoden tunneittaisissa meteorologisissa tilanteissa.

Leviämismallilaskelmissa huomioitiin paikalliset päästöjen kulkeutumiseen ja sekoittumiseen vaikuttavat tekijät, joita ovat mm. laskenta-alueen maaston, vesistöjen ja asutuksen aiheuttamat leviämisalustan rosoisuuserot sekä päästölähteiden lähiesteiden mittasuhteet. Typen oksidien ilmakemiallinen muutunta päästöjen kulkeutumisen aikana otettiin huomioon laskelmissa.

Selvityksen on tilannut Helsingin kaupunkisuunnitteluvirasto. Tilaajan edustajana on ollut Anna-Maija Pajukallio yleissuunnitteluosaston teknistaloudellisesta toimistosta. Työtä on valvonut lisäksi ohjausryhmä, jossa on ollut edustajat asemakaavaosastolta (Matti Kajansinkko, Marjut Kivelä), kaupunginkansliasta (Timo Laitinen), Helsingin kaupungin ympäristökeskuksesta (Jari Viinanen, Eeva Pitkänen) ja Helsingin Satamasta (Juha Komsu, Kaarina Vuorivirta). Lähtötiedot on saatu kaupunkisuunnitteluvirastosta ja Helsingin Satamasta.

2 TUTKIMUSMENETELMÄT

2.1 Kaupunkimalli

Tutkimuksessa käytettiin laivojen satamassaoloajan päästöjen aiheuttamien ulkoilman rikkidioksidi-, typpidioksidi- hiukkaspitoisuuksien arviointiin ilman epäpuhtauksien leviämistä kuvaavaa Ilmatieteen laitoksen kaupunkimallia. Malli on kehitetty Gaussin jakaumaa noudattavasta pistemäisen lähteen viuhkamallista, ja siihen sisältyvät laskentamenetelmät piste-, pinta- ja tilavuuslähteille.

Kaupunkimallin leviämispärametrien määrittämisessä on käytetty eräiden ulkomaisten meteorologisten tutkimusten tuloksia (*BUSINGER et al., 1971, CAUGHEY et al., 1979, HANNA, 1985, HOLTSLAG, 1984, WRATT, 1987*). Pistelähteitä käsiteltäessä tarvitaan laskentamenetelmä ns. nousulisälle, joka muodostuu kun poistokaasut päästökohdeesta vapautuessaan nousevat liikemäärästään ja lämpösisällöstään johtuen päästölähteen huippua korkeammalle. Tällä päästöjen nousulisällä (plumerise) on huomattava vaikutus keskimääräiseen leviämiskorkeuteen ja muodostuviin epäpuhtauspitoisuuksiin. Kaupunkimallissa nousulisän laskenta perustuu Briggs'in tutkimuksiin (*BRIGGS, 1975 ja 1984*).

Päästöjen leviämiseen saattavat vaikuttaa ilmavirtauksia häiritsevät kohteet, jolloin leviämisessä voi esiintyä systemaattisesti alaspäin suuntautuvaa liikettä. Tästä käytetään nimitystä downwash, jonka suomenkielisenä vastineena esiintyy usein termi savupainuma. Ilmiö voi johtua joko itse päästölähteen ominaisuuksista tai se voi olla päästölähteen lähirakennusten aiheuttama. Tämän ilmiön käsittelymenetelmät pitoisuuksia laskettaessa sisältyvät myös kaupunkimalliin.

Kaupunkimallissa oletetaan, että meteorologinen tilanne ja päästö pysyvät vakioina tunnin ajan. Laskenta etenee tunnin aika-askeleella kunnes koko meteorologisten tietojen aikasarja (esimerkiksi 3 vuotta = yli 26 000 tapausta) ja kunkin lähteen tunneittaiset päästöt on käyty läpi. Pitoisuuksia lasketaan suureen määrään tulostuspisteitä. Kunkin tulostuspisteen pitoisuuksien tunneittaiset aikasarjat muodostavat perusaineiston, josta voidaan laskea tarvittavia tilastoja. Mallin antamat yksittäiset pitoisuusarvot ovat odotusarvoja, mutta niistä laskettujen tilastollisten tunnuslukujen osuvuus on todettu vähintäänkin tyydyttäväksi tarkoitusta varten tehdyissä tutkimuksissa.

Tilastotarkasteluilla laskentapisteittäisistä tuntikeskiarvoista ja niistä edelleen laske- tuista vuorokausikeskiarvoista voidaan valita esimerkiksi kotimaisten ohjearvojen tai raja-arvojen määrittelyjen mukaisia pitoisuuksia tai pitoisuuksien maksimiarvoja. Raportin karttakuvissa on esitetty leviämislaskelmien tuloksina samanarvonviivoilla ne alueet, joilla tietyn pitoisuuden ylittyminen on pitkän havaintojakson aikana todennäköistä. Tunti- ja vuorokausikeskiarvojen aluejakaumat eivät esitä ajallisesti yhtenäistä tilannetta, sillä pitoisuuksien suurimmat arvot saattavat esiintyä eri laskentapisteissä eri ajankohtina.

2.2 Typen oksidien ilmakemiamalli

Polttoaineiden palamisessa muodostuvat kiinteiden lähteiden ja liikenteen typenoksidipäästöt ovat pääasiassa typpimonoksidia (NO), kun taas mm. terveysvaikutuksiltaan haitallisempaa typpidioksidia (NO₂) on päästöistä ainoastaan pieni osa. Oksidit hapetuvat ilmassa kaasufaasireaktioissa hapen, otsonin, hydroksyyliiradikaalin ja orgaanisten peroksiradikaalien toimiessa hapettimina. Reaktionopeudet riippuvat muun muassa vuoden- ja vuorokaudenajasta, auringon säteilyn määrästä ja lämpötilasta. Valokemialliset reaktiot, joissa molekyylit hajoavat, ovat tärkeitä päivänvalossa. Myös päästöjen leviäminen ja niiden sekoittuminen ilmaan vaikuttavat typen oksidien muutunnan tehokkuuteen.

Jotta leviämislaskelmin voitaisiin kuvata erilaisten hapettuneiden typen yhdisteiden pitoisuudet ulkoilmassa, on mallisovellutuksissa otettava huomioon ilmakehässä tapahtuvat kemialliset reaktiot. Pistemäisten päästölähteiden (piippujen) typenoksidipäästöjen muutunnaa käsitellään Ilmatieteen laitoksella tehtävissä leviämiselvityksissä menetelmällä, jossa kaupunkimalliin on yhdistetty erilaisten meteorologisten tilanteiden ja otsonin taustapitoisuuden mukaan parametrisoituja funktioita. Näillä funktioilla kuvataan typen oksidien hapettumista ja NO₂/NO_x-suhteen muuttumista poistokaasuvanassa eri etäisyyksillä päästölähteestä. Kemiallisen muutunna malli perustuu hollantilaisiin, vuosina 1975–1985 suoritettuihin mittauksiin, joissa selvitettiin typenoksidipäästöjen hapettumista erilaisissa meteorologisissa olosuhteissa (*JANSSEN et al., 1988*).

Tässä tutkimuksessa tehdyissä leviämismallisovellutuksissa auringon säteilytiedot muodostettiin Helsinki-Vantaan lentosääaseman mittaustuloksista vuosilta 1998–2000. Typenoksidipäästöjen ilmakemiamalleissa käytetyt, taustaa edustavat otsonin ja typen oksidien pitoisuustiedot saatiin YTV:n Luukin taustahavaintoaseman tuloksista.

2.3 Meteorologiset tiedot

Ilman epäpuhtauksien leviämisen kannalta keskeisiä meteorologisia muuttujia ovat tuulen suunta ja nopeus, ilmakehän stabiiliutta kuvaava suure ja sekoituskorkeus. Tuulen suunta ja nopeus määräävät epäpuhtauden keskimääräisen kulkeutumisen. Ilmakehän stabiiliutta kuvaavalla suurella arvioidaan ilmavirtauksen pyörteisyyttä, joka tuulen nopeuden ohella vaikuttaa merkittävästi epäpuhtauksien sekoittumiseen ja pitoisuuksien laimenemiseen kulkeutumisen aikana. Sekoituskorkeus ilmaisee sen alimman ilmakerroksen paksuuden, jossa sekoittuminen tapahtuu.

Tässä leviämiselvityksessä on käytetty Ilmatieteen laitoksen ilmanlaatuosastolla kehitettyä meteorologisten tietojen käsittelymallia (*RANTAKRANS, 1990, KARPPINEN et al., 1997*). Tämän ns. ilmakehän rajakerroksen (0 - 2000 m) parametrisointimenetelmän avulla voidaan arvioida normaaleista meteorologisista rutiinihavainnoista ne rajakerroksen tilaan vaikuttavat muuttujat, joita tarvitaan epäpuhtauksien leviämismalleissa. Tarvittavat meteorologiset mittaustiedot saadaan Ilmatieteen laitoksen havaintotietokantaan talletetuista sää-, auringonpaiste- ja radioluotaushavainnoista.

Perinteisissä leviämismallisovellutuksissa on käytetty karkeaa ilmakehän stabiiliusluokitusta (Pasquill-Turner) ja mallien muuttujille on annettu luokittaiset vakioarvot. Rajakerroksen parametrisoinnin avulla on mahdollista ilmaista leviämismalleissa käy-

tetyt muuttujat jatkuvina rajakerroksen tilan funktioina, joissa voidaan ottaa paremmin huomioon myös päästölähteisiin liittyvä fysiikka. Menetelmässä huomioidaan tutkimusalueen paikallisia tekijöitä kuten leviämisalustan rosoisuus ja vuodenaikaiset albedoarvot (maanpinnan kyky heijastaa auringon säteilyä). Sääasemilta saatavat perushavainnot valitaan tutkimusaluetta lähimpänä olevalta asemalta. Tämän lisäksi tuulen suunta- ja nopeustiedot voidaan muodostaa myös usean aseman tilastollisena yhdistelmänä. Luotaushavainnot valitaan lähimmältä luotausasemalta. Lopputuloksena saadaan leviämismalleissa tarvittavien ilmakehän rajakerroksen parametrien ja meteorologisten tietojen tunneittainen aikasarja.

Leviämislaskelmia varten on määritettävä mallin koko sovellutusaluetta mahdollisimman hyvin edustavat ilmakehän rajakerrosta kuvaavat parametrit. Tässä tutkimuksessa on muodostettu pääkaupunkiseudun ilmastollisia olosuhteita kuvaava meteorologinen etäisyyspainotettu yhdistelmäaineisto Helsinki-Vantaan lentosääaseman sekä Helsingin Isosaaren sääasemien synoptisista havainnoista. Auringonpaistetiedot on saatu Helsinki-Vantaan mittauksista. Sekoituskorkeuden määrittämiseen on käytetty Jokioisten luotaushavainnot. Leviämismalliin tarvittavat ilmakehän rajakerroksen tilaa kuvaavat muuttujat on muodostettu kolmen vuoden tunneittaiseksi aikasarjaksi vuosille 1998–2000.

Tuulensuuntien ja -nopeuksien suhteellinen jakautuminen kyseisen kolmivuotiskauden tuuliaineistossa on esitetty tuuliruusuun kuvassa 1. Prosenttiarvo ympyrän kehällä kuvaa kunkin tuulensuunnan (suuntasektorin) osuutta koko aineistosta. Nopeusjakauma kunkin suuntasektorin sisällä on esitetty kuuteen nopeusluokkaan luokiteltuna (prosenttiasteikot sektoreiden sisällä 10 %:n välein). Tehdyn tilastollisen tarkastelun mukaan yleisin tuulensuunta pääkaupunkiseudulla on ollut lounas (noin 22 % ko. jakson kaikista tuulista). Vähiten esiintyy tässä aineistossa pohjois-, koillis- ja luoteistuulia (8–10 % kutakin). Tuulten nopeusjakaumassa heikkotuulisimpaan (alle 2 m/s) luokkaan sijoittuvien tuulten osuus on noin 11 % kaikista tuulista. Suhteellisesti eniten heikkotuulisia tilanteita esiintyy koillis- ja luoteistuulilla (noin 15 % kaikista ko. sektoreiden tuulista). Edellä kuvatut tuulen nopeustiedot koskevat 10 metrin korkeuteen redusoituja tuulenopeusarvoja.

Käytetyn meteorologisen aineiston sekoitusvoimakkuuden ja sekoituskorkeuden kuuksittainen esiintymistäajuus on esitetty kuvassa 2. Sekoitusvoimakkuudet on luokiteltu karkeasti kolmeen luokkaan (voimakas, kohtalainen, heikko). Voimakasta sekoitumista esiintyy lähinnä kesäisin, jolloin päiväaikaan auringonpaisteen aiheuttama maanpinnan lämpeneminen labiloi alinta ilmakehää ja lisää ilman epäpuhtauksien sekoittumista edesauttavaa turbulenttista pyörteisyyttä. Käytetyssä aineistossa labiilien tilanteiden suhteellinen osuus kesäkuukausina on noin 15–20 %. Rannikon tuntumassa ilmakehän alin kerros on pääosin neutraalissa tilassa, jolloin sekoittuminen luokitellaan kohtalaiseksi. Heikkoa sekoittumista edustavien stabiilien tilanteiden suhteellinen osuus 20 % luokkaa. Labiileissa tilanteissa esiintyvät epäpuhtauspitoisuudet ovat pääsääntöisesti pieniä, mutta joissain tapauksissa voi esiintyä korkeiden päästölähteiden lähistöllä ohimenevästi kohonneita pitoisuuksia. Stabiileissa tilanteissa maanpinnan tuntumassa esiintyvät ilman epäpuhtauspitoisuudet voivat kohota voimakkaastikin varsinkin matalalta lähtevien päästöjen vaikutuksesta.

Sekoituskerroksen korkeus määrää pystysuunnassa päästöjen laimenemistilavuuden rajan. Matalat sekoituskorkeudet liittyvät pinnan tuntumassa oleviin inversioihin, jol

loin maanpinnan lähellä oleva kylmempi ilmakerros jää sitä ylempänä olevan lämpimämmän ilman alle. Tällöin sekoittuminen korkeussuunnassa tiettyä rajaa korkeammalle estyy ja maanpintapitoisuudet voivat kohota voimakkaasti matalien lähteiden vaikutuksesta. Matalia, alle 100 ja alle 200 metrin sekoituskorkeuksia esiintyy tässä tutkimuksessa käytetyssä meteorologisessa aineistossa eniten syyskuussa, jolloin niiden suhteellinen osuus on ollut yli 40 %. Toisaalta korkeista piipuista ilmaan vapautuvat päästöt voivat purkautua matalien pintainverisoiden yläpuolelle, jolloin ne eivät juurikaan vaikuta pitoisuuksiin lähellä maanpintaa lähialueellaan. Yli 500 metrin sekoituskorkeus ei enää vaikuta merkittävästi pitoisuuksien kohoamiseen lähileviämisen mitta-kaavassa. Alkukesällä tehokas sekoittuminen ylittää yli 40 prosentissa kaikista tapauksista vähintään 500 metriin saakka. Keskitalvella yli 500 metrin sekoituskorkeuksia esiintyy melko harvoin.

3 ILMANLAADUN OHJE- JA RAJA-ARVOT

Mittauksilla tai leviämismallilaskelmilla saatuja ilman epäpuhtauspitoisuuksia voidaan arvioida vertaamalla niitä ilmanlaadun ohje-, raja- ja suositusarvoihin. Ohjearvot on otettava huomioon suunnittelussa ja niitä sovelletaan mm. alueiden käytön, kaavoituksen, rakentamisen ja liikenteen suunnittelussa ja ympäristölupaharkinnassa. Ohjearvojen soveltamisen avulla pyritään ehkäisemään epäpuhtauksien aiheuttamia terveys- ja luontovaikutuksia.

Taulukossa 1 on esitetty maassamme nykyisin voimassa olevat rikkidioksidi-, typpidioksidi- ja hiukkaspitoisuuden ohjearvot (*Vnp 480/96*). Ilman rikkidioksidi- ja typpidioksidipitoisuuden vuorokausikeskiarvo sekä hengitettävien hiukkasten (PM₁₀) vuorokausikeskiarvo voi ohjearvomäärittelyjen mukaan ylittää yhden kerran kuukaudessa taulukossa 1 esitetyn vuorokausiohjearvon. Ilman rikkidioksidi- ja typpidioksidipitoisuuden tuntikeskiarvoista voi yksi prosentti kuukauden jaksolla olla suurempia kuin taulukon tuntiohjearvo. Hiukkasten kokonaisleijuman (TSP) vuorokausikeskiarvoista voi 2 prosenttia vuoden jaksolla olla suurempia kuin taulukon vuorokausiohjearvo. Ohjearvomäärittelyjen mukaan ohjearvoihin verrattavat pitoisuudet ilmoitetaan lämpötilassa 20 °C.

Taulukko 1. Ulkoilman rikkidioksidi-, typpidioksidi- ja hiukkaspitoisuuden ohjearvot (*Vnp 480/96*).

Ilman epäpuhtaus	Ohjearvo ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Tilastollinen määrittely
Rikkidioksidi	80 250	kuukauden toiseksi suurin vuorokausiarvo kuukauden tuntiarvojen 99. prosenttipiste
Typpidioksidi	70 150	kuukauden toiseksi suurin vuorokausiarvo kuukauden tuntiarvojen 99. prosenttipiste
Hiukkaset, kokonaisleijuma (TSP)	50 120	aritmeettinen vuosikeskiarvo vuoden vuorokausiarvojen 98. prosenttipiste
Hengitettävät hiukkaset (PM ₁₀)	70	kuukauden toiseksi suurin vuorokausiarvo

Kokonaisleijumalla (TSP, Total Suspended Particles) tarkoitetaan hiukkasia, johon saattaa sisältyä kooltaan varsin suuriakin halkaisijaltaan jopa kymmenien mikrometrien hiukkasia. Tällaisten hiukkasten korkeat pitoisuudet vaikuttavat merkittävimmin viihtyvyyteen ja aiheuttavat likaantumista mm. keväisin, kun hiekoitusmateriaalista peräisin oleva katupöly nousee ilmaan. Suurin osa kokonaisleijuman hiukkasista on niin isoja, että ne jäävät ihmisen ylähengitysteihin ja poistuvat terveillä henkilöillä elimistöstä melko tehokkaasti. Terveysvaikutuksiltaan haitallisempia ovat pienet hiukkaset, jotka kykenevät tunkeutumaan syvälle ihmisten hengitysteihin. Näistä ns. hengitettävillä hiukkasilla (PM₁₀, PM=Particulate Matter), joiden aerodynaaminen halkaisija on alle 10 mikrometriä, on annettu ohjearvo, joka on sopiva vertailukohde tässä tutkimuksessa mallilaskelmin saaduille pitoisuuksille.

Ilman epäpuhtauspitoisuudet aiheutuvat yleensä usean lähteen päästöistä, jotka voivat olla paikallisia tai kauempaa kulkeutuneita. Ympäristöministeriön ohjeissa lääninhallitusten ja kuntien ilmansuojelutehtävistä (*YMPÄRISTÖMINISTERIÖ, 1987*) otettiin kantaa yksittäiselle päästölähteelle sallittuun osuuteen tietyn epäpuhtauden pitoisuusvaikutuksesta. Ohjeissa todetaan olevan suotavaa, että kukin uusi tai uudistettava laitos saisi aiheuttaa pitoisuuden, joka on taajamassa enintään 40 % ja haja-asutusalueella enintään 60 % tuntiohjearvosta. Tämä kriteeri ei ympäristöministeriöstä saadun tiedon mukaan ole enää voimassa uusien ohjearvojen tultua voimaan, vaan ilmansuojeluviranomaiset määrittelevät harkintansa mukaan tapauskohtaisesti kullekin uudelle ja uudistettavalle laitokselle sallitun osuuden päästöjen aiheuttamasta ilman epäpuhtauspitoisuudesta (*YMPÄRISTÖMINISTERIÖ, 1999*). Ympäristöministeriö ei ole antanut asiasta virallisia ohjeita.

Valtioneuvoksen asetuksessa 9.8.2001 (*Vnp 711/2001*) annetut EU:n ilmanlaadun ensimmäisen tytärdirektiivin (*1999/30/EY*) mukaiset rikkidioksidia, typpidioksidia, typen oksideja ja hengitettäviä hiukkasia (PM₁₀) koskevat raja-arvot on esitetty taulukossa 2. Ensimmäisessä tytärdirektiivissä on lisäksi annettu hengitettäville hiukkasille suuntaantavat 2. vaiheen raja-arvot (vuosikeskiarvo 20 µg/m³ ja 24 tunnin keskiarvo 50 µg/m³, enintään 7 ylitystä vuodessa), joita pienempiä pitoisuuksien tulee olla viimeistään 1.1.2010. Rikkidioksidille ja typpidioksidille on annettu lisäksi varoituskyynnykset, jotka ovat vastaavasti 500 µg/m³ ja 400 µg/m³ kolmen peräkkäisen tunnin aikana mitattuna. Varoituskyynnyksen ylittymisestä on tiedotettava väestölle.

Annetuilla raja-arvoilla pyritään välttämään ja ehkäisemään terveydelle ja ympäristölle haitalliset vaikutukset tai vähentämään niitä. Rikkidioksidin, typpidioksidin ja hengitettävien hiukkasten raja-arvot on annettu ihmisten terveyden suojelemiseksi. Rikkidioksidin vuosi-/talviraja-arvo on annettu ekosysteemien suojelemiseksi ja typen oksidien vuosiraja-arvo kasvillisuuden suojelemiseksi. Kasvillisuuden ja ekosysteemien suojelemiseksi annetut raja-arvot ovat voimassa laajoilla maa- ja metsätalousalueilla ja luonnonsuojelun kannalta merkityksellisillä alueilla. Taulukossa 2 on lisäksi esitetty ajankohdat, jolloin pitoisuuksien viimeistään tulee olla raja-arvoa pienemmät. Kasvillisuuden ja ekosysteemien suojelemiseksi annetut raja-arvot ovat olleet voimassa 15.8.2001 alkaen.

Taulukko 2. Ulkoilman rikkidioksidi-, typpidioksidi- ja typenoksidipitoisuuden sekä hengitettävien hiukkasten pitoisuuden raja-arvot (*Vnp 711/2001*).

Ilman epäpuhtaus	Keskiarvon laskenta-aika	Raja-arvo ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) (293 K, 101,3 kPa)	Sallitut ylitykset kalenteri-vuodessa	Ajankohta, jolloin pitoisuuksien viimeistään oltava raja-arvoa pienemmät
Ihmisten terveyden suojelemiseksi annetut raja-arvot:				
Rikkidioksidi	1 tunti	350	24 krt/vuosi	1.1.2005
	24 tuntia	125	3 krt/vuosi	1.1.2005
Typpidioksidi	1 tunti	200	18 krt/vuosi	1.1.2010
	kalenterivuosi	40	–	1.1.2010
Hengitettävät hiukkaset (PM_{10})	24 tuntia	50*	35 krt/vuosi	1.1.2005
	Kalenterivuosi	40*	–	1.1.2005
Ekosysteemien ja kasvillisuuden suojelemiseksi annetut raja-arvot:				
Rikkidioksidi	kalenterivuosi/ talvi (31.10-31.3.)	20	–	15.8.2001
Typen oksidit	kalenterivuosi	30	–	15.8.2001

* tulokset ilmaistaan ulkoilman lämpötilassa ja paineessa

4 TUTKIMUKSEN SUORITUS

4.1 Päästötiedot

Tutkimuksen tavoitteena oli selvittää Länsisataman uudelleen järjestelyissä jäljelle jäävän matkustajalaivaliikenteen ilmanlaatuvaikutuksia Jätkäsaareen suunnitellun asuinrakentamisen kannalta. Päästötarkastelujen lähtökohtana oli Helsingin Sataman tekemä arvio Länsisatamaa tulevassa tilanteessa käytävästä matkustajalaivaliikenteestä. Selvityksessä tarkasteltiin seitsemän säännöllisen aikataulun mukaisesti satamassa käyvän matkustajalaivan sekä kahdella laituripaikalla satunnaisemmin vierailevan risteilijän laiturissaoloaikana syntyviä rikkidioksidi-, typenoksidi- ja hiukkaspäästöjä. Laivojen laituripaikat, laiturissaoloajat, keskeisimmät tekniset tiedot ja polttoaineen rikkipitoisuudet on esitetty liitetaulukossa 1. Laiturissa olevien laivojen päästöjä käsiteltiin leviämismallilaskelmissa pistelähteinä, joiden sijaintipaikat on esitetty kuvassa 3.

Typenoksidi- ja hiukkaspäästöt laskettiin konetehoista ominaispäästökertoimien avulla. Satamassa olevan laivan apukoneiden oletettiin käyvän 80 %:n teholla ja boilerien 20 % teholla. Typenoksidipäästöt laskettiin käyttämällä ominaispäästökertoimena 80 % koneteholla 14 g/kWh ja 20 % koneteholla 21 g/kWh. Hiukkaspäästöt laskettiin käyttämällä ominaispäästökertoimena 80 % koneteholla 0,2 g/kWh ja 20 % koneteholla 0,4

g/kWh. Rikkidioksidipäästöt laskettiin polttoaineen rikkipitoisuuden ja kulutuksen perusteella. Polttoaineenkulutus laskettiin käytössä olevista konetehoista ominaiskulutuskertoimella 200 g/kWh. Savukaasujen lämpötilana käytettiin kaikissa tapauksissa 320 °C ja tilavuusvirtaus laskettiin ominaissavukaasumäärästä 6 nm³/kWh. Pakokaasujen virtausnopeutena käytettiin 80 % koneteholla 24 m/s ja 20 % koneteholla 6 m/s. Osalle laivoista virtausnopeutena käytettiin lähtötietojen toimittajan ilmoittamaa painotettua arvoa.

Päästöjen ajallisen vaihtelun mallintaminen on tehty satamaa säännöllisesti käyttävien laivojen osalta liitetaulukosta 1 ilmenevien aikataulutietojen mukaan. Risteilijöiden päästöjen ajoittumisen osalta tarkasteltiin kahta eri vaihtoehtoa. Normaalitylanteessa risteilijäpaikkojen oletettiin olevan täytettynä satunnaisesti toisistaan riippumatta keskimäärin joka toinen päivä kello 8-18 toukokuun puolivälistä syyskuun puoliväliin. Näitä päästöjä on tässä raportissa kutsuttu normaalipäästöiksi. Maksimipäästöiksi on tässä raportissa kutsuttu päästöjä, jotka muodostuisivat, jos molemmat risteilijäpaikat olisivat täytettyinä jokaisena risteilykauden päivänä, mutta aikataulutettu liikenne olisi sama kuin normaalitylanteessa. Maksimipäästöillä tehdyillä mallilaskelmilla voidaan arvioida sitä, miten suuriksi satamassa olevien laivojen päästöistä aiheutuvat ilman epäpuhtauspitoisuuksien maksimit voisivat pitkällä tarkastelujaksolla muodostua. Taulukossa 3 on esitetty laivakohtaisesti komponentteittain eriteltyt mallitarkasteluissa huomioitavat laskennalliset kokonaispäästöt.

Taulukko 3. Leviämismallilaskelmissa huomioitavat Länsisataman laituripaikoilla olevien matkustajalaivojen aiheuttamat rikkidioksidin(SO₂), typen oksidien(NO_x), ja hiukkasten(PM) päästöt.

Laiva	Normaalipäästö (t/v)			Maksimipäästö (t/v)		
	SO ₂	NO _x	PM	SO ₂	NO _x	PM
Autoexpress	0,2	3,2	0,1	0,2	3,2	0,1
Vana Tallinn	2,4	49,2	1,4	2,4	49,2	1,4
Nordlandia	10,9	44,7	1,3	10,9	44,7	1,3
Romantika	7,3	25,5	0,7	7,3	25,5	0,7
Meloodia	0,1	2,6	0,1	0,1	2,6	0,1
Alus x	25,0	204,7	5,8	25,0	204,7	5,8
Alus y	5,5	38,3	1,1	5,5	38,3	1,1
Risteilijä c	12,4	32,0	0,9	24,9	64,1	1,8
Risteilijä d	12,4	32,0	0,9	24,9	64,1	1,8
Päästöt yhteensä	76,2	432,2	12,3	101,2	496,4	14,1

Päästölaskelmat on tehty olemassa oleville laivoille tyypillisinä pidettäviä päästökerroimia ja dieselpolttoaineen rikkipitoisuuksia käyttäen. Tulevaisuudessa päästöt todennäköisesti pienenevät laivojen päästöjen vähennystekniikoiden kehittyessä ja siirryttäessä käyttämään vähemmän päästöjä aiheuttavia polttoaineita. Tämän kehityksen vaikutusta päästöihin ei tässä selvityksessä ole otettu huomioon.

4.2 Pitoisuuksien arviointi leviämismallilla

Länsisataman tulevan tilanteen rikkidioksidi-, typenoksidi- ja hiukkaspäästöjen leviämismallilaskelmia tehtiin maanpintatasoon sekä kolmeen horisontaalitasoon, joiden korkeudet olivat +10, +16 ja +22 metriä maanpinnasta vastaten likimain 3-, 5- ja 7-kerroksisten rakennusten kattotasoja. Pitoisuuslaskelmat tehtiin Jätkäsaaren asuin- ja toimistorakentamiseen kaavaillon alueen kattavalle 2 km × 2 km suuruiselle alueelle siten, että kullekin tasolle sijoitettiin 3019 tulostuspistettä. Tiheimmillään pisteet olivat laituripaikkojen tuntumassa 25 metrin etäisyydellä toisistaan, tulostusalueen reunamilla hilaväli oli 50 metriä.

Horisontaalitasotarkastelujen lisäksi pitoisuuksia määritettiin vertikaalisuuntaisille tasolle laituripaikkojen lähituntumaan suunniteltujen rakennuskohteiden julkisivujen sijaintipaikoilla. Näitä tarkasteluja tehtiin seitsemälle julkisivulle, jotka sijaitsevat viidessä eri rakennuskohteessa. Kyseisten julkisivujen sijaintipaikat on esitetty kuvassa 3. Julkisivutarkasteluissa tulostuspisteikön hilavälinä käytettiin 5 metriä ja pisteitä oli tarkastellun julkisivun koosta riippuen 99:stä 616:een.

Leviämismalleilla laskettiin kaikkiin tulostuspisteisiin kappaleessa 4.1 kuvatuilla lähtötiedoilla vuosien 1998–2000 tunneittaisia meteorologisia tilanteita vastaavat rikkidioksidin, typpidioksidin ja hiukkaspitoisuuden tuntikeskiarvojen aikasarjat. Näistä aikasarjoista muodostettiin kuhunkin laskentapisteeseen tuloksina esitetyt, tilastollisten määrittelyjen mukaiset korkeimmat vuosi-, vuorokausi- ja tuntiarvot. Tutkimusraportin kuvissa on esitetty laskentapisteittäisistä keskiarvoista samanarvonviivoilla kuvattuja pitoisuuksien aluejakaumia ja tulostaulukoissa pitoisuuksien alueelliset maksimiarvot. Kuhunkin laskentapisteeseen määritetyt pitoisuudet on määritetty seuraavasti:

- korkein vuosikeskiarvo on suurin meteorologisen aineiston pohjana olevan kolmen tarkasteluvuoden pitoisuuskeskiarvoista
- korkein vuorokausikeskiarvo on suurin tarkastellun kolmivuotisjakson korkeimmista vuorokausiarvoista
- toiseksi korkein vuorokausikeskiarvo on suurin tarkastellun kolmivuotisjakson vuoden kalenterikuukausien toiseksi korkeimmista vuorokausiarvoista
- korkein vuorokausikeskiarvojen 98 % rajapitoisuus on suurin kalenterivuoden 98 %:n rajapitoisuuksista koko tarkastellulla kolmivuotisjaksolla (98 %:n rajapitoisuus on se pitoisuus, jonka vain 2 % vuoden vuorokausikeskiarvoista ylittää)
- korkein tuntikeskiarvo on suurin tarkastellun kolmivuotisjakson korkeimmista tuntiarvoista
- korkein tuntikeskiarvojen 99 % rajapitoisuus on suurin kalenterikuukauden 99 %:n rajapitoisuuksista koko tarkastellulla kolmivuotisjaksolla (99 %:n rajapitoisuus on se pitoisuus, jonka vain 1 % tarkastelukuukauden tuntikeskiarvoista ylittää, käytännössä siis yleensä pahimman kuukauden kahdeksanneksi korkein tuntikeskiarvo)

Rikkidioksidi- ja typpidioksidipitoisuuden korkeimpien vuorokausi- ja tuntikeskiarvojen jakaumat on muodostettu suurimmista kotimaisiin ohjearvoihin verrannollisista pitoisuuksista (kalenterikuukauden toiseksi korkein vuorokausikeskiarvo ja korkein tuntikeskiarvojen 99 %:n rajapitoisuus). Hiukkaspitoisuuden korkeimmat vuorokausikeskiarvojen jakaumat on muodostettu niin ikään suurimmista kotimaisiin hengittävälle hiukkasille (PM₁₀) annettuihin ohjearvoihin verrannollisista pitoisuuksista (ka

lenterikuukauden toiseksi korkein vuorokausikeskiarvo). Tutkimusalueen korkeimpien pitoisuuksien sijaintipaikat on merkitty aluejakaumakuviin keltaisilla tai sinisillä tähdillä. Maksimin numeroarvo on luettavissa aluejakaumakuvan alalaidasta. Ohjearvoihin verrannollisten pitoisuuksien aluejakaumakuvissa on lisäksi esitetty vastaava Suomessa voimassa oleva ohjearvo.

Korkeimpien vuorokausi- ja tuntikeskiarvojen aluejakaumat eivät edusta koko tulosalueella yhtä aikaa vallitsevaa pitoisuustilannetta, vaan kuvaavat eri päivinä ja tunteina esiintyvien pitoisuuksien tasoa eri puolilla tutkimusaluetta. Asian voi yksinkertaistaa karkealla esimerkillä: tuulen käydessä päästölähteiden eteläpuolelta päästöt etenevät lähteistä pohjoisuuntaan, jolloin ne eivät vaikuta lähteiden eteläpuolisiin pitoisuuksiin.

Tutkimuksessa tarkastellaan laskennallisia, tutkimusalueen tulostuspisteisiin saatuja suurimpia rikkidioksidi-, typpidioksidi- ja hiukkaspitoisuuksia. On huomattava, että suurimman osan ajasta vuorokausi- ja tuntipitoisuudet ovat kaikissa laskentapisteissä em. korkeimpia arvoja selvästi pienempiä, ja suurimmassa osassa tutkimusaluetta pitoisuustilanne on koko ajan merkittävästi parempi kuin niissä kohteissa, joissa esiintyy maksimi-arvoja. Leviämislaskelmien tuloksina esitettyjä pitoisuuksien aluejakaumakuvia on tulkittava niin, että ne kuvaavat pitkän ajanjakson aikana tutkimusalueen eri osissa todennäköisesti esiintyviä suurimpia pitoisuuksia.

Etenkin pistelähteiden päästöjen aiheuttamien pitoisuuksien aluejakaumissa (esim. satamassa seisova laiva) voi esiintyä mm. alueellisesta tuulen suuntajakaumasta, paikallisesta topografiasta ja leviämismallin tilastollisesta luonteesta johtuen ympäristön arvoja pienempien tai suurempien pitoisuuksien kielekkeitä ja erillisiä suppeita maksimi- ja minimialueita.

Etenkin korkean päästölähteen välittömään läheisyyteen muodostuu usein ns. katvealue, jolla pitoisuudet ovat minimissään ja kasvavat lyhyellä etäisyydellä nopeasti. Tällaisten aivan päästökohteen ympärille muodostuvien, muita arvoja matalampien pitoisuuksien alueiden laajuuteen vaikuttavat piipun korkeuden lisäksi poistokaasujen nousunopeus piipussa sekä ulkolämpötilan ja poistokaasujen lämpötilan ero, jotka antavat päästöille nousulisää leviämisen alkuvaiheissa. Pieniä maksimialueita muodostuu usein päästölähteen laitosten ympäristöön matalasta piipusta ja poistokaasujen vähäisestä nousunopeudesta johtuen.

Myös typen oksidien kemiallinen muutonta päästöjen leviämisen aikana vaikuttaa katvealueen laajuuteen. Typenoksidipäästöt ovat leviämisen alkuvaiheessa pääosin typpi-monoksidia, mistä johtuen typpidioksidipitoisuuksien aluejakaumakuvissa päästölähteen ympäristössä esiintyy yleensä melko laaja matalien pitoisuuksien alue. Typpi-monoksidi on ehtinyt muuntua merkittävämmässä määrin typpidioksidiksi vasta päästöjen kulkeuduttua kauemmas päästölähteestä.

5 TULOKSET

5.1 Pitoisuudet maanpintatasolla

Leviämislaskelmien tuloksena saadut Länsisataman laituripaikoilla normaalisti olevien matkustajalaivojen päästöjen maanpintatasoon aiheuttamat korkeimmat rikkidioksidi-, typpidioksidi- ja hiukkaspitoisuudet on koottu taulukkoon 4. Taulukossa on esitetty kotimaisiin ilmanlaadun ohjearvoihin verrannollisten tunnuslukujen lisäksi myös muita mallilaskelmin saatuja korkeimpia pitoisuusarvoja.

Taulukko 4. Tutkimusalueelle maanpintatasoon leviämislaskelmin saadut Länsisataman laituripaikoilla normaalisti olevien matkustajalaivojen päästöjen aiheuttamat korkeimmat rikkidioksidi-, typpidioksidi- ja hiukkaspitoisuuksien vuosi-, vuorokausi- ja tuntikeskiarvot.

Pitoisuus ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	SO ₂	NO ₂	PM
vuosikeskiarvo	0,6	0,3	0,1*
korkein vuorokausikeskiarvo	11,6	4,2	1,1
toiseksi korkein vuorokausikeskiarvo	7,5*	2,2*	0,8*
korkein tuntikeskiarvo	42,3	20,9	6,8
korkein tuntikeskiarvojen 99 %:n rajapitoisuus	24,8*	10,6*	3,0
korkein vuorokausikeskiarvojen 98 %:n rajapitoisuus	-	-	0,6*

*) korkeimmat terveysvaikutusperusteiseen ohjearvoon verrannolliset pitoisuudet

Laskelmissa huomioon otettujen päästöjen aiheuttamaksi tutkimusalueen (2×2 km) korkeimmaksi rikkidioksidipitoisuuden ohjearvoon verrannolliseksi vuorokausikeskiarvoksi saatiin $7,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (ohjearvo $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$) ja tuntikeskiarvoksi $24,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (ohjearvo $250 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Vastaavasti typpidioksidipitoisuuden korkein ohjearvoon verrannollinen vuorokausikeskiarvo oli $2,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (ohjearvo $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$) ja tuntikeskiarvo $10,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (ohjearvo $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Korkeimmaksi hengitettävien hiukkasten vuorokausiohjearvoon ($70 \mu\text{g}/\text{m}^3$) verrannolliseksi hiukkaspitoisuudeksi saatiin $0,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Hiukkasten kokonaisleijumalle annettuun vuorokausiohjearvoon ($120 \mu\text{g}/\text{m}^3$) verrannolliseksi pitoisuudeksi saatiin $0,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ja vuosikeskiarvoksi (ohjearvo $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$) $0,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Leviämislaskelmin maanpintatasoon määritetty matkustajalaivojen päästöjen aiheuttama laskennallisten rikkidioksidi-, typpidioksidi- ja hiukkaspitoisuuksien alueellinen vaihtelu käy ilmi liitekuvista 4–8. Kohonneita satamassa olevien laivojen päästöjen aiheuttamia rikkidioksidipitoisuuksia muodostui lähinnä satama-alueen eteläosassa olevien laituripaikkojen välittömään läheisyyteen (liitekuvat 4–5). Rikkidioksidipitoisuuden maksimit (tuntikeskiarvo $24,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$, vuorokausikeskiarvo $7,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$) saatiin noin 200–300 metriä laituripaikan LJ8 länsipuolelle. Suurimmassa osassa Jätkäsaaren suunnittelualuetta rikkidioksidipitoisuuden tuntikeskiarvot olivat korkeintaan 5–15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ja vuorokausikeskiarvot korkeintaan 2–4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Suurimmat matkustajalaivojen päästöjen maanpintatasoon aiheuttamat typpidioksidipitoisuudet saatiin Hernesaaren alueelle ja sieltä itään (liitekuvat 6–8). Jätkäsaaren alu

eella ko. päästöistä aiheutuvat typpidioksidipitoisuuden tuntikeskiarvot olisivat korkeintaan 3–5 µg/m³ ja vuorokausikeskiarvot korkeintaan luokkaa 0,5–1,5 µg/m³.

Matkustajalaivojen päästöjen maanpintatasoon aiheuttaman hiukkaspitoisuuden suurimmat arvot muodostuivat laituripaikkojen lähituntumaan (liitekuva 8). Hiukkaspitoisuudet jäivät kuitenkin kauttaaltaan varsin pieniksi verrattuna esimerkiksi ohjearvoihin.

5.2 Pitoisuudet kattotasoilla

Länsisatamassa olevien matkustajalaivojen päästöistä Jätkäsaaren alueelle suunniteltujen eri korkeisten rakennusten kattotasoille aiheutuvien pitoisuuksien arvioimiseksi tehtiin leviämismallitarkasteluja kolmelle korkeustasolle. Leviämismallilla laskettiin pitoisuuksia +10, +16 ja +22 metrin korkeudella maanpinnasta oleville horisontaalisille tasolle 2 × 2 km alueelle. Kyseiset korkeustasot vastaavat likimain 3-, 5- ja 7-kerroksisten asuinrakennusten kattotasojen korkeutta.

Taulukko 5. Tutkimusalueelle kolmelle kattotasokorkeudelle leviämislaskelmin saadut Länsisataman laituripaikoilla normaalisti olevien matkustajalaivojen päästöjen aiheuttamat korkeimmat rikkidioksidi-, typpidioksidi- ja hiukkaspitoisuuksien vuosi-, vuorokausi- ja tuntikeskiarvot.

Pitoisuus (µg/m ³)	10m	16m	22m
Rikkidioksidi:			
vuosikeskiarvo	0,7	0,7	0,9
korkein vuorokausikeskiarvo	12,4	14,6	20,8
toiseksi korkein vuorokausikeskiarvo	7,7*	8,5*	14,5*
korkein tuntikeskiarvo	42,3	44,1	71,5
korkein tuntikeskiarvojen 99 %:n rajapitoisuus	25,8*	29,6*	51,6*
Typpidioksidi:			
vuosikeskiarvo	0,3	0,3	0,4
korkein vuorokausikeskiarvo	4,2	4,3	4,2
toiseksi korkein vuorokausikeskiarvo	2,3*	2,3*	3,3*
korkein tuntikeskiarvo	21,0	21,0	21,0
korkein tuntikeskiarvojen 99 %:n rajapitoisuus	10,6*	10,6*	11,0*
Hiukkaset:			
vuosikeskiarvo	0,1*	0,1*	0,2*
korkein vuorokausikeskiarvo	1,4	1,9	2,4
toiseksi korkein vuorokausikeskiarvo	0,7*	1,0*	1,7*
korkein tuntikeskiarvo	7,3	8,2	10,2
korkein tuntikeskiarvojen 99 %:n rajapitoisuus	4,2	5,1	5,4
korkein vuorokausikeskiarvojen 98 %:n rajapitoisuus	0,7*	0,8	1,2*

*) korkeimmat terveysvaikutusperusteiseen ohjearvoon verrannolliset pitoisuudet

Taulukkoon 5 on koottu kyseisille kolmelle kattotasolle saadut korkeimmat rikkidioksidi-, typpidioksidi- ja hiukkaspitoisuudet. Myös tässä taulukossa on esitetty kotimai

siin ilmanlaadun ohjearvoihin verrannollisten tunnuslukujen lisäksi myös muita mallilaskelmin saatuja korkeimpia pitoisuusarvoja.

Tarkastelluista kolmesta korkeustasosta suurimmat pitoisuudet muodostuivat ylimmälle +22 metrin tasolle. Tällä tasolla laskelmissa huomioon otettujen päästöjen aiheuttamaksi tutkimusalueen (2 × 2 km) korkeimmaksi rikkidioksidipitoisuuden ohjearvoon verrannolliseksi vuorokausikeskiarvoksi saatiin 14,5 µg/m³ (ohjearvo 80 µg/m³) ja tuntikeskiarvoksi 51,6 µg/m³ (ohjearvo 250 µg/m³). Vastaavasti typpidioksidipitoisuuden korkein ohjearvoon verrannollinen vuorokausikeskiarvo oli 3,3 µg/m³ (ohjearvo 70 µg/m³) ja tuntikeskiarvo 11,0 µg/m³ (ohjearvo 150 µg/m³). Korkeimmaksi hengitettävien hiukkasten vuorokausiohjearvoon (70 µg/m³) verrannolliseksi hiukkaspitoisuudeksi saatiin 1,7 µg/m³. Korkeimmaksi hiukkasten kokonaisleijumalle annettuun vuorokausiohjearvoon (120 µg/m³) verrannolliseksi pitoisuudeksi saatiin 1,2 µg/m³ ja vuosikeskiarvoksi (ohjearvo 50 µg/m³) 0,2 µg/m³.

Rikkidioksidipitoisuuden alueellinen vaihtelu +10 metrin tasolla on esitetty liitekuviissa 9–10, +16 metrin tasolla liitekuviissa 11–12 ja +22 metrin tasolla liitekuviissa 13–14. Kuvissa esitetyistä aluejakaumista voi mm. todeta, että kohonneita pitoisuusarvoja muodostuu etenkin eteläisimpien laituripaikkojen (LJ6, LJ7, LJ8 ja LHC) lähituntumaan. Kyseisiä laituripaikkoja käyttäisivät suhteellisesti suurimmat rikkidioksidipäästöt aiheuttavat laivat: alus x, alus y, risteilijä c ja risteilijä d (vrt luku 4.1). Pitoisuusjakaumakuvista voi todeta myös sen, että kauempana päästölähteistä, esimerkiksi Jätkäsaaren suunnittelualueen pohjois- ja luoteisosissa eri korkeustasoille saadut rikkidioksidipitoisuudet eroavat jokseenkin vähän toisistaan.

Liitekuviissa 15–16 on esitetty typpidioksidin ohjearvomäärittelyjä vastaavien korkeimpien tunti- ja vuorokausikeskiarvojen alueellinen jakauma +22 metrin korkeustasolla ja liitekuviassa 17 on esitetty ko. korkeustasolle saatu hengitettävien hiukkasten ohjearvomäärittelyä vastaava hiukkaspitoisuusjakauma.

5.3 Pitoisuudet julkisivuilla

Selvityksessä arvioitiin myös Länsisatamaan matkustajalaivaliikenteen päästöjen pitoisuusvaikutuksia laituripaikkojen tuntumaan suunniteltujen rakennusten julkisivuille. Näitä tarkasteluja tehtiin seitsemälle eri julkisivukohteelle. Taulukossa 6 on esitetty tiedot tarkastelluista rakennuskohteista ja liitekuviassa 3 on nähtävissä ko. kohteiden sijainti.

Taulukkoon 7 on koottu leviämismallilaskelmin määritetyt Länsisataman laituripaikoilla olevien matkustajalaivojen päästöjen julkisivukohteisiin aiheuttamat korkeimmat tunti- ja vuorokausiohjearvoihin verrannolliset rikkidioksidi-, typpidioksidi- ja hiukkaspitoisuudet. Kyseiset pitoisuudet ovat suurimmat kunkin julkisivukohteen kattotason ja maanpintatason välille saaduista pitoisuuksista.

Taulukko 6. Jätkäsaareen rakennussuunnittelualueelta vertikaalitasotarkasteluihin valitut julkisivukohteet.

Julkisivukohde	Käyttötarkoitus	Kerroksia	Kattotaso (m)	Pituus (m)
A	Asuinrakennus	12	37	85
B	Asuinrakennus	7	22	42
C1	Asuinrakennus	7	22	89
C2	Asuinrakennus	7	22	94
D1	Toimisto/asuinrakennus	8	29	274
D2	Toimistorakennus	8	29	45
E	Toimistorakennus	7	25,5	222

Taulukko 7. Julkisivuille leviämislaskelmin saadut Länsisataman laituripaikoilla normaalisti olevien matkustajalaivojen päästöjen aiheuttamat korkeimmat tunti- ja vuorokausiohjearvoihin verrannolliset rikkidioksidi-, typpidioksidi- ja hiukkaspitoisuudet.

Pitoisuus ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Julkisivukohde						
	A	B	C1	C2	D1	D2	E
Rikkidioksidi :							
toiseksi korkein vuorokausikeskiarvo	6,1	2,8	3,7	3,6	16,8	16,8	9,3
korkein tuntikeskiarvojen 99 %:n rajapitoisuus	21,9	11,1	10,1	9,6	48,0	48,0	34,8
Typpidioksidi :							
toiseksi korkein vuorokausikeskiarvo	1,4	1,1	1,4	1,4	2,5	2,5	2,7
korkein tuntikeskiarvojen 99 %:n rajapitoisuus	4,2	4,1	3,8	4,8	8,1	7,9	9,7
Hiukkaset:							
toiseksi korkein vuorokausikeskiarvo	0,5	0,4	0,5	0,5	1,2	1,2	1,9
korkein vuorokausikeskiarvojen 98 %:n rajapitoisuus	0,5	0,3	0,4	0,4	0,9	0,9	1,2

Suurimmat rikkidioksidipitoisuudet muodostuivat julkisivuille D1 ja D2. Niillä korkeimmaksi ohjearvoon verrannolliseksi vuorokausikeskiarvoksi saatiin $16,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (ohjearvo $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$) ja tuntikeskiarvoksi $48,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (ohjearvo $250 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Liitekuvis-
sa 18-25 on esitetty korkeimpien rikkidioksidin tunti- ja vuorokausiohjearvoon verrannollisen pitoisuuksien alueelliset jakaumat julkisivutasolla A, D1, D2 ja E. Liitekuvis-
sa on esitetty pitoisuusjakaumat tulostusalueille, joka vertikaalisuunnassa ulottuivat julkisivukohteiden kattotasa korkeammalle. Pitoisuusjakaumakuviin on merkitty itse julkisivulle muodostuvan maksimin lisäksi myös koko tulostustason maksimin arvo ja sijainti, mikäli se eroaa julkisivulle saadusta maksimista.

Pitoisuusjakaumista voidaan mm. todeta, että lähes poikkeuksetta pitoisuudet kasvavat korkeuden kasvaessa. Niinpä julkisivujen maksimit muodostuivat useimmiten kattotason korkeudelle ja koko tulostustason maksimit tulostustason yläreunaan. Julkisivun D1 maksimiarvot saatiin ko. julkisivun etelälounaispäähän kattotason (29 m) korkeudelle (kts. liitekuvat 20 ja 21). Julkisivun D2 maksimiarvot saatiin samalle korkeudelle ko. julkisivun itäkaakkoispäähän (kts. liitekuvat 22 ja 23). Kyseiset julkisivut ovat saman rakennuksen toisiinsa nähden lähes kohtisuorassa olevia seinustoja (vrt liitekuva 3). Pitoisuusmaksimit muodostuivat rakennuksen kaakkoiskulmaukseen pisteeseen, joka oli mukana kummankin julkisivutason tulostuspisteiköissä.

Vertikaalitasotarkastelujen suurimmat typpidioksidipitoisuudet saatiin julkisivulle E, jossa typpidioksidipitoisuuden korkein ohjearvoon verrannollinen vuorokausikeskiarvo oli $2,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (ohjearvo $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$) ja tuntikeskiarvo $9,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (ohjearvo $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Julkisivuille D1 ja D2 saadut suurimmat typpidioksidipitoisuudet olivat miltei yhtä suuria kuin julkisivulle E saatiin. Muilla julkisivuilla pitoisuudet jäivät pienemmiksi. Liitekuvilla 26 ja 27 nähdään julkisivulle E saadut typpidioksidipitoisuuden alueelliset jakaumat. Kuvista voidaan todeta, että myös typpidioksidipitoisuudet kasvavat selvästi ylöspäin mentäessä ja maksimit muodostuvat tarkastelutasojen yläreunaan.

Suurimmat hiukkaspitoisuudet saatiin julkisivulle E. Tällä julkisivulla korkeimmaksi hengitettävien hiukkasten vuorokausiohjearvoon ($70 \mu\text{g}/\text{m}^3$) verrannolliseksi hiukkaspitoisuudeksi saatiin $1,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ja korkeimmaksi hiukkasten kokonaisleijumalle annettuun vuorokausiohjearvoon ($120 \mu\text{g}/\text{m}^3$) verrannolliseksi pitoisuudeksi saatiin $1,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Liitekuvilla 28 on esitetty hengitettävien hiukkasten vuorokausiohjearvoon verrannollisen hiukkaspitoisuuden alueellinen jakauma julkisivulla E.

5.4 Pitoisuudet pitkällä tarkastelujaksolla

Selvityksessä pyrittiin arvioimaan myös sitä, miten suuriksi pitoisuudet voisivat korkeimmillaan muodostua kolmea vuotta pitemmällä tarkastelujaksolla. Tällöin mielenkiintoisia ovat etenkin ne tilanteet, jolloin päästöt ovat suurimmat eli tilanteet, jolloin molemmat risteilijäpaikat ovat täytettyinä. Sataman normaalitoiminnan kuvaukseen nähden suurempi otos näitä tilanteita saatiin mukaan tarkasteluihin olettamalla, että molemmat risteilijäpaikat olisivatkin täytettyinä jokaisena risteilykauden (16.5.–15.9.) päivänä, mutta muuten matkustajalaivaliikenteestä aiheutuvat päästöt olisivat samat kuin normaalitilanteessa. Tällaista sataman toimintaa edustavia päästöjä kutsutaan tässä raportissa maksimipäästöiksi. Maksimipäästöillä tehtiin vastaavat leviämismallilaskelmat kuin sataman normaalia toimintaa kuvanneilla päästöillä.

Taulukkoon 8 on koottu leviämislaskelmien tuloksena saadut tarkastelluista maksimipäästöistä aiheutuvat tutkimusalueen suurimmat vuorokausi- ja tuntiohjearvoihin verrannolliset rikkidioksidi-, typpidioksidi- ja hiukkaspitoisuudet maanpintatasolla ja kolmella horisontaalitasolla, jotka vastaavat likimain 3-, 5- ja 7-kerroksisten asuinrakennusten kattotasojen korkeutta.

Tarkastelluilla korkeustasoilla suurimmat pitoisuudet muodostuivat ylimmälle +22 metrin tasolle. Tällä tasolla laskelmissa käytettyjen maksimipäästöjen aiheuttamaksi tutkimusalueen (2 km × 2 km) korkeimmaksi rikkidioksidipitoisuuden ohjearvoon ver-

rannolliseksi vuorokausikeskiarvoksi saatiin 17,8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (ohjearvo 80 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) ja tuntikeskiarvoksi 53,6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (ohjearvo 250 $\mu\text{g}/\text{m}^3$). Vastaavalle tasolle saatu typpidioksidipitoisuuden korkein ohjearvoon verrannollinen vuorokausikeskiarvo oli 3,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (ohjearvo 70 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) ja tuntikeskiarvo 11,4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (ohjearvo 150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$). Korkeimmaksi hengitettävien hiukkasten vuorokausiohjearvoon (70 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) verrannolliseksi hiukkaspitoisuudeksi saatiin 1,7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Korkeimmaksi hiukkasten kokonaisleijumalle annettu vuorokausiohjearvo (120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) verrannolliseksi pitoisuudeksi saatiin 1,2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Taulukko 8. Tutkimusalueelle neljälle eri korkeustasolle leviämislaskelmin saadut Länsisataman maksimipäästöjen aiheuttamat korkeimmat tunti- ja vuorokausiohjearvoihin verrannolliset rikkidioksidi-, typpidioksidi- ja hiukkaspitoisuudet.

Pitoisuus ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Korkeustaso			
	Maanpinta	+10 m	+16 m	+22 m
Rikkidioksidi :				
toiseksi korkein vuorokausikeskiarvo	10,1	11,0	13,1	17,8
korkein tuntikeskiarvojen 99 %:n rajapitoisuus	27,9	30,1	36,3	53,6
Typpidioksidi :				
toiseksi korkein vuorokausikeskiarvo	3,0	3,0	3,0	3,5
korkein tuntikeskiarvojen 99 %:n rajapitoisuus	10,6	10,6	10,6	11,4
Hiukkaset:				
toiseksi korkein vuorokausikeskiarvo	0,8	0,9	1,1	1,7
korkein vuorokausikeskiarvojen 98 %:n rajapitoisuus	0,7	0,7	0,8	1,2

Maksimipäästövaihtoehdolla saadut korkeimmat pitoisuusarvot ovat useimmiten vain hieman suurempia kuin vastaaville korkeustasoille normaalitoiminnan päästöillä saadut vastaavat korkeimmat pitoisuusarvot (vrt taulukkoa 10 taulukoihin 4 ja 5). Etenkin typpidioksidin ja hiukkasten osalta näillä kahdella päästövaihtoehdolla saatujen korkeimpien pitoisuuksien erot ovat jokseenkin vähäiset. Rikkidioksidin osalta pitoisuus-erot olivat hieman suuremmat, koska näiden kahden päästövaihtoehdon rikkidioksidipäästöt erosivat selvimmin toisistaan kuin typenoksidi- tai hiukkaspäästöt (risteilijöiden oletettiin käyttävän rikkipitoisempaa polttoainetta kuin muut laivat). Maanpintatason korkeimmaksi ohjearvoon verrannolliseksi rikkidioksidipitoisuuden vuorokausikeskiarvoksi saatiin normaalipäästöillä 7,7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ja maksimipäästöillä 10,1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Maanpintatason korkeimmaksi ohjearvoon verrannolliseksi tuntikeskiarvoksi saatiin normaalipäästöillä 24,8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ja maksimipäästöillä 27,9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Tulos kuvastaa sitä, että pitkällä tarkastelujaksolla pitoisuuksien lyhytaikaiskeskiarvot voivat muodostua hieman korkeammiksi kuin mitä normaalitoiminnan päästöillä saataisiin.

Maksimipäästöillä maanpintatasoon ja +22 metrin tasoon saadut rikkidioksidipitoisuuden korkeimpien tunti- ja vuorokausikeskiarvojen alueelliset jakaumat on esitetty liitekuviissa 29–32. Kyseiset pitoisuusjakaumat muistuttavat muodoltaan varsin paljon

normaalipäästöillä saatuja pitoisuusjakaumia (vrt esim liitekuvia 4 ja 29 tai 5 ja 30 keskenään).

Taulukkoon 9 on koottu leviämismallilla saadut poikkeustilanteen päästöistä julkisivuille aiheutuvat suurimmat vuorokausi- ja tuntiohjearvoihin verrannolliset rikkidioksidi-, typpidioksidi- ja hiukkaspitoisuudet.

Taulukko 9. Julkisivukohteille leviämismallilla lasketut Länsisataman maksimipäästöistä aiheuttavat korkeimmat tunti- ja vuorokausiohjearvoihin verrannolliset rikkidioksidi-, typpidioksidi- ja hiukkaspitoisuudet.

Pitoisuus ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Julkisivukohde						
	A	B	C1	C2	D1	D2	E
Rikkidioksidi :							
toiseksi korkein vuorokausikeskiarvo	6,6	3,9	4,4	4,1	18,5	18,5	11,4
korkein tuntikeskiarvojen 99 %:n rajapitoisuus	23,9	11,7	11,8	11,8	72,0	72,0	36,2
Typpidioksidi :							
toiseksi korkein vuorokausikeskiarvo	1,5	1,4	1,7	1,8	2,9	2,9	2,7
korkein tuntikeskiarvojen 99 %:n rajapitoisuus	4,4	4,5	5,3	5,4	11,1	11,1	9,7
Hiukkaset:							
toiseksi korkein vuorokausikeskiarvo	0,6	0,5	0,6	0,7	1,3	1,3	1,9
korkein vuorokausikeskiarvojen 98 %:n rajapitoisuus	0,5	0,4	0,4	0,4	1,1	1,1	1,2

Suurimmat pitoisuudet saatiin julkisivuille D1, D2 ja E. Julkisivuille D1 ja D2 muodostuvaksi korkeimmaksi rikkidioksidipitoisuuden ohjearvoon verrannolliseksi vuorokausikeskiarvoksi saatiin $18,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (ohjearvo $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$) ja tuntikeskiarvoksi $72,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (ohjearvo $250 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Korkeimmat typpidioksidipitoisuudet saatiin niin ikään julkisivuille D1 ja D2 siten, että korkein typpidioksidipitoisuuden ohjearvoon verrannollinen vuorokausikeskiarvo oli $2,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (ohjearvo $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$) ja tuntiarvo $11,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (ohjearvo $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Suurimmat hiukkaspitoisuudet saatiin julkisivulle E. Korkeimmaksi hengitettävien hiukkasten vuorokausiohjearvoon ($70 \mu\text{g}/\text{m}^3$) verrannolliseksi hiukkaspitoisuudeksi saatiin $1,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ja hiukkasten kokonaisleijumalle annettuun vuorokausiohjearvoon ($120 \mu\text{g}/\text{m}^3$) verrannolliseksi pitoisuudeksi saatiin $1,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Kuten horisontaalitasoilla myös vertikaalisille julkisivutasoille maksimipäästöväihtoehdolla saadut korkeimmat pitoisuusarvot olivat useimmiten vain hieman suurempia kuin vastaaviin kohteisiin normaalitoiminnan päästöillä saadut korkeimmat pitoisuusarvot. Selvimmin erosivat rikkidioksidipitoisuudet. Esimerkiksi julkisivujen D1 ja D2 korkeimmaksi ohjearvoon verrannolliseksi rikkidioksidipitoisuuden tuntikeskiarvoksi saatiin normaalipäästöillä $48 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ja maksimipäästöillä $72 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Rikkidioksidipitoi-

suuden alueellista vaihtelua julkisivulle D2 esittävistä liitekuvista nähdään, että sekä normaali- että maksimipäästöillä suurimmat rikkidioksidipitoisuuden tunti- ja vuorokausikeskiarvot muodostuivat samaan pisteeseen julkisivun D2 itäkaakkoispään yläkulmaan (vrt kuvia 22 ja 23 sekä 33 ja 34 keskenään). Kuten aiemmin jo todettiin, kyseinen piste on rakennuksen D kulmapiste, joka on mukana myös julkisivulle D1 tehdyissä tarkasteluissa (luku 5.3). Kuvissa 35–37 on esitetty julkisivuille A, D1 ja E maksimipäästöillä leviämismallilaskelmin saadut ohjearvoon verrannollisten korkeimpien rikkidioksidipitoisuuden vuorokausikeskiarvojen alueelliset jakaumat.

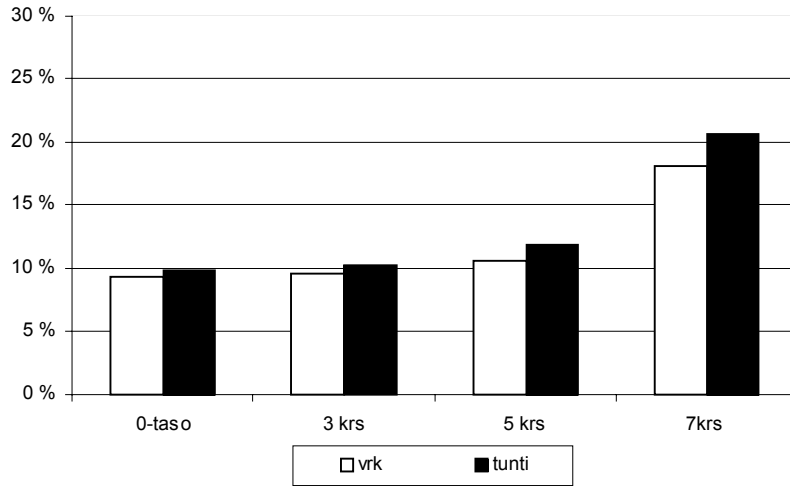
6 TULOSTEN ARVIOINTI

6.1 Vertailu ohjearvoihin

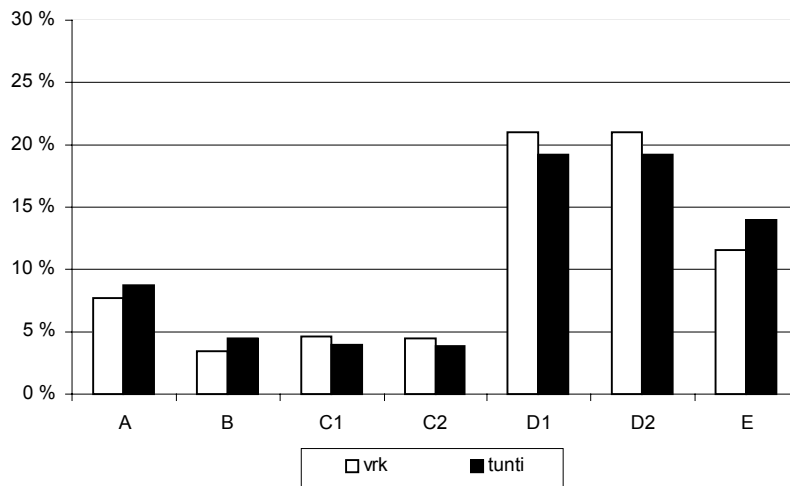
Kuvissa A–L on esitetty molemmilla tarkasteluissa käytetyillä päästövaihtoehdoilla leviämismallilaskelmin horisontaalitasoille ja julkisivukohteisiin saatujen suurimpien ohjearvoihin verrannollisten rikkidioksidi-, typpidioksidi- ja hiukkaspitoisuuksien suhde ohjearvoihin. Tarkasteltuja päästövaihtoehtoja nimitetään normaalipäästöiksi ja maksimipäästöiksi. Kummallakin päästövaihtoehdolla Jätkäsaaren suunnittelualueelle maanpintatasoon, kattotasojen vastaaville korkeuksille horisontaalitasoon ja tarkastelluille julkisivuille vertikaalitasoon saadut rikkidioksidi-, typpidioksidi- ja hiukkaspitoisuudet alittavat vuorokausi- ja tuntiohjearvot mallilaskelmien tulosten mukaan kaikkialla tutkimusalueella.

Maanpintatasoon normaalipäästöistä aiheutuva tutkimusalueen korkein vuorokausikeskiarvo oli n. 9 % ja tuntikeskiarvo n. 10 % vastaavista ohjearvoista (kuva A). Ylimmälle tarkastellulle kattotasolle (+22 metriä maanpintatasosta, mikä vastaa likimain 7-kerroksisen asuintalon kattokorkeutta) normaalitoiminnan päästöillä saatu korkein rikkidioksidipitoisuuden vuorokausikeskiarvo oli n. 18 % ja tuntikeskiarvo n. 21 % vastaavista ohjearvoista. Maksimipäästöillä kyseiselle korkeustasolle saadut korkeimmat rikkidioksidipitoisuudet olivat n. 22 % vastaavista vuorokausi- ja tuntiohjearvoista. Suurimmat rikkidioksidipitoisuudet muodostuivat sataman eteläosaan. Suureassa osassa Jätkäsaaren suunnittelualueella rikkidioksidipitoisuudet jäisivät kaikilla tarkastelluilla korkeustasoilla korkeimmillaankin alle 5 % ohjearvoista.

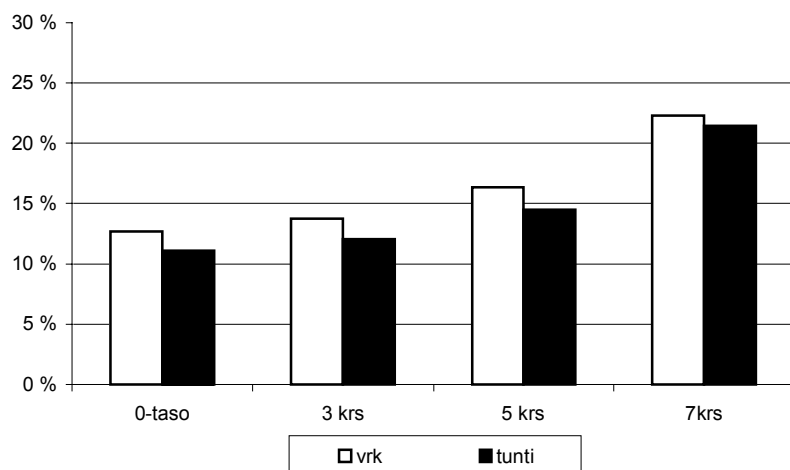
Vertikaalitasotarkastelujen mukaan suurimmat rikkidioksidipitoisuudet muodostuivat julkisivukohteisiin D1 ja D2. Normaalitoiminnan päästöillä ko. kohteisiin saatu rikkidioksidipitoisuuden korkein vuorokausikeskiarvo oli n. 21 % ja tuntikeskiarvo n. 18 % vastaavista ohjearvoista (kuva B). Maksimipäästöillä ko. julkisivuille saatu korkein rikkidioksidipitoisuuden vuorokausikeskiarvo oli n. 23 % ja tuntikeskiarvo n. 28 % vastaavista ohjearvoista. Kyseiset suurimmat pitoisuusarvot muodostuivat molemmilla päästövaihtoehdoilla samaan pisteeseen, joka sijaitsi rakennuksen kulmauksessa kattotason (+29 m) korkeudella. Tarkastellut julkisivut D1 ja D2 olivat ko. rakennuksen toisiinsa nähden kohtisuorassa olevia seinustoja. Muille julkisivuille saadut rikkidioksidipitoisuudet olivat korkeimmillaankin alle 15 % ohjearvoista.



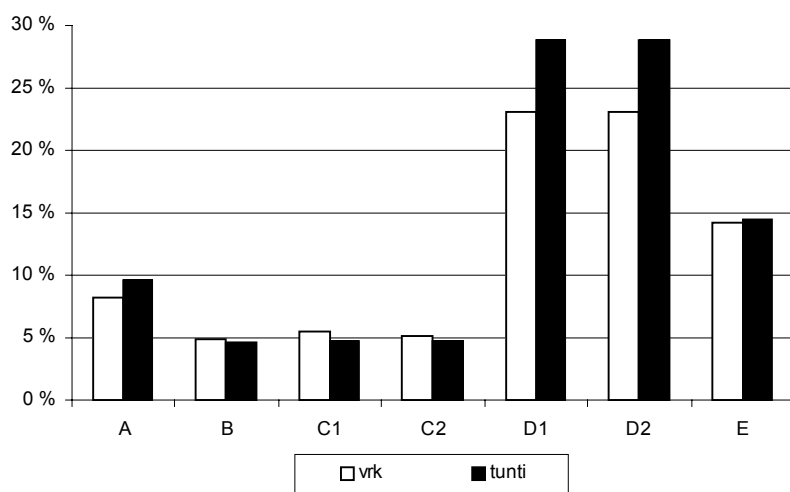
Kuva A. Länsisataman normaalipäästöillä leviämismallilaskelmin eri korkeustasoille saatujen rikki-dioksidipitoisuuden suurimpien vuorokausi- ja tuntikeskiarvojen suhde ohjearvoihin.



Kuva B. Länsisataman normaalipäästöillä leviämismallilaskelmin julkisivukohteisiin saatujen rikki-dioksidipitoisuuden suurimpien vuorokausi- ja tuntikeskiarvojen suhde ohjearvoihin.



Kuva C. Länsisataman maksimipäästöillä leviämismallilaskelmin eri korkeustasoille saatujen rikki-dioksidipitoisuuden suurimpien vuorokausi- ja tuntikeskiarvojen suhde ohjearvoihin.

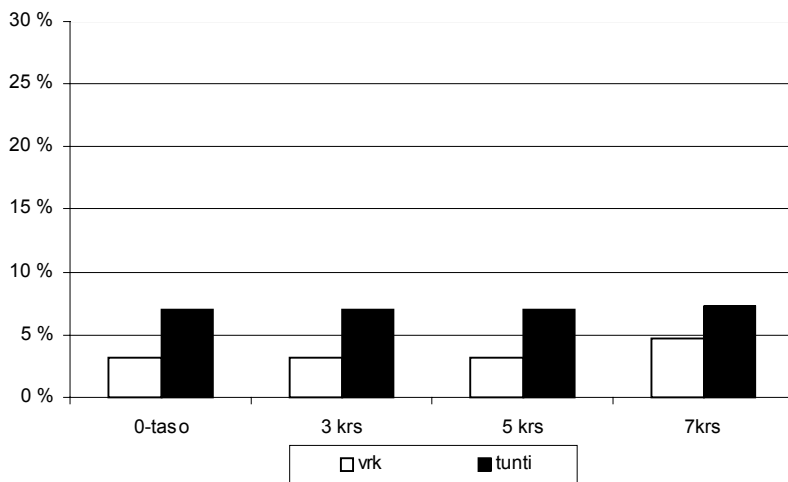


Kuva D. Länsisataman maksimipäästöillä leviämismallilaskelmin julkisivukohteisiin saatujen rikki-dioksidipitoisuuden suurimpien vuorokausi- ja tuntikeskiarvojen suhde ohjearvoihin.

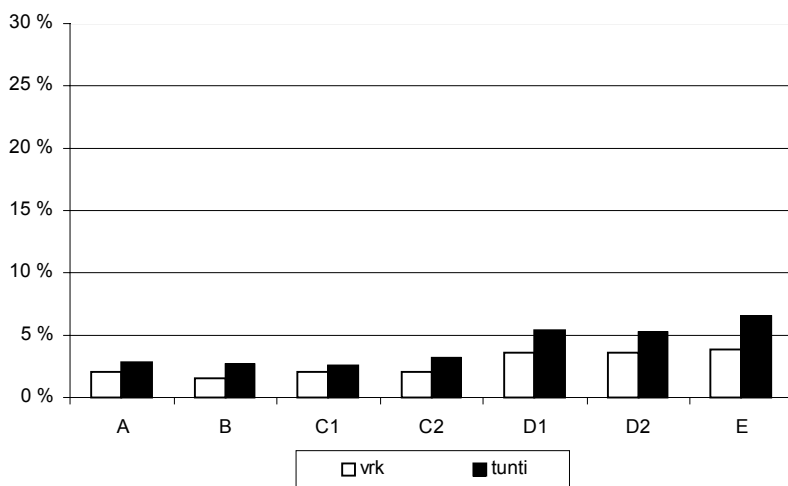
Suurin normaalipäästöillä maanpintatasoon saatu typpidioksidipitoisuuden tuntikeskiarvo oli noin 7 % ja vuorokausikeskiarvo noin 3 % ohjearvoista (kuva E). Korkeimmalle tarkastellulle kattotasoiille (+22 m) saadut typpidioksidipitoisuudet olivat vastaavasti noin 7,5 % ja 4,5 % ohjearvosta. Suurin julkisivuille normaalitoiminnan päästöillä saatu tuntikeskiarvo oli noin 6 % ja vuorokausikeskiarvo noin 4 % ohjearvosta (kuva F). Nämä pitoisuudet saatiin julkisivulle E.

Maksimipäästöillä saadut korkeimmat typpidioksidipitoisuudet olivat vain hieman suurempia normaalipäästöillä saatuihin korkeimpiin arvoihin verrattuna (kuvat H ja I).

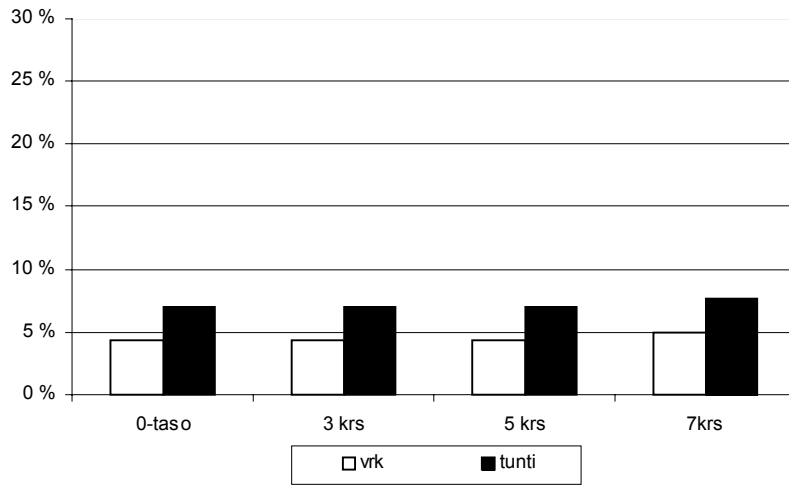
Selvin ero syntyi julkisivuille D1 ja D2 saatuihin typpidioksidipitoisuuden korkeimpiin tuntikeskiarvoihin, jotka maksimipäästöillä olivat noin 7 %, normaalipäästöillä noin 5 % ohjearvosta.



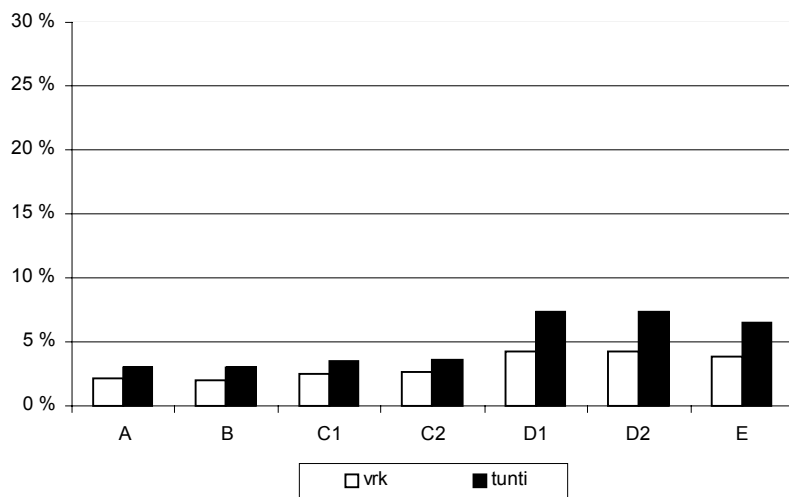
Kuva E. Länsisataman normaalipäästöillä leviämismallilaskelmin eri korkeustasoille saatujen typpidioksidipitoisuuden suurimpien vuorokausi- ja tuntikeskiarvojen suhde ohjearvoihin.



Kuva F. Länsisataman normaalipäästöillä leviämismallilaskelmin julkisivukohteisiin saatujen typpidioksidipitoisuuden suurimpien vuorokausi- ja tuntikeskiarvojen suhde ohjearvoihin

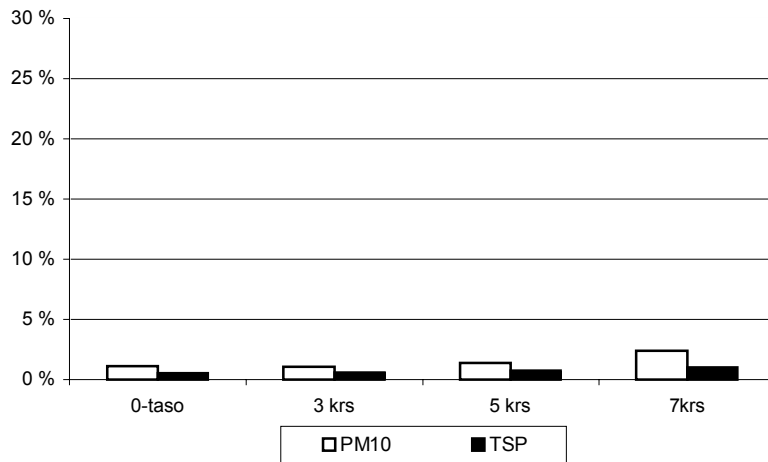


Kuva G. Länsisataman maksimipäästöillä leviämismallilaskelmin eri korkeustasoille saatujen typpi-dioksidipitoisuuden suurimpien vuorokausi- ja tuntikeskiarvojen suhde ohjearvoihin.

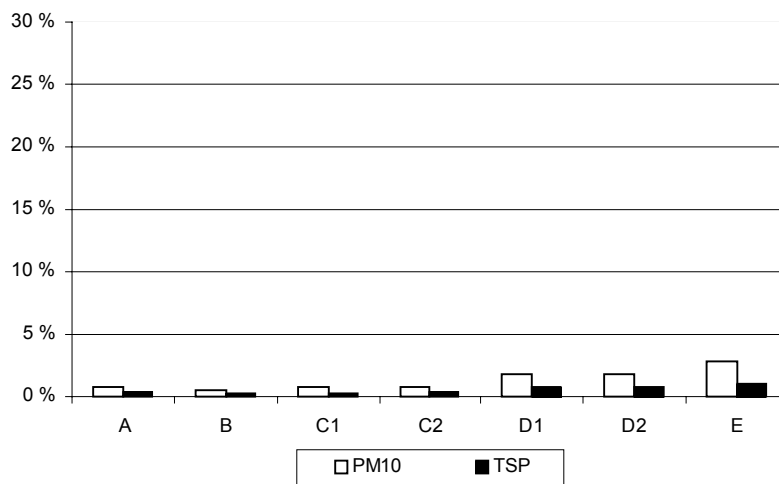


Kuva H. Länsisataman maksimipäästöillä leviämismallilaskelmin julkisivukohteisiin saatujen typpi-dioksidipitoisuuden suurimpien vuorokausi- ja tuntikeskiarvojen suhde ohjearvoihin.

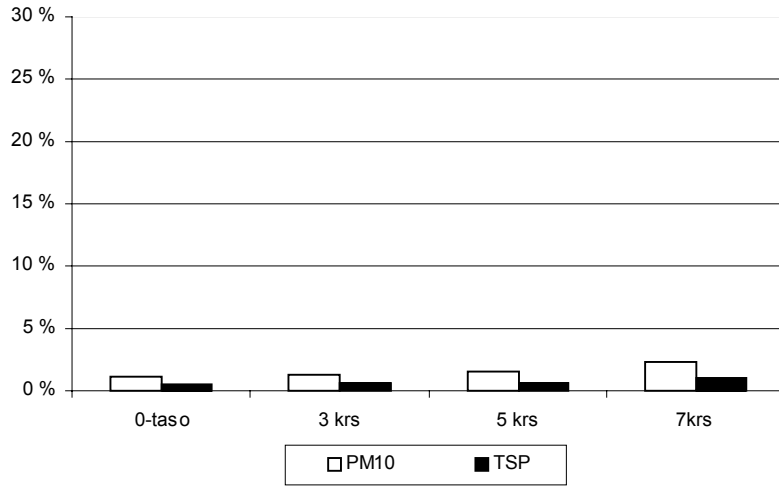
Hiukkaspitoisuudet jäivät kaikilla tarkastelutasoilla varsin pieniksi. Korkeimmillaankin hiukkaspitoisuudet olivat vajaat 3 % hengitettävien hiukkasten (PM₁₀) ja noin 1 % konaisleijuman (TSP) vuorokausiohjearvosta (kuvat J, K, L ja M)



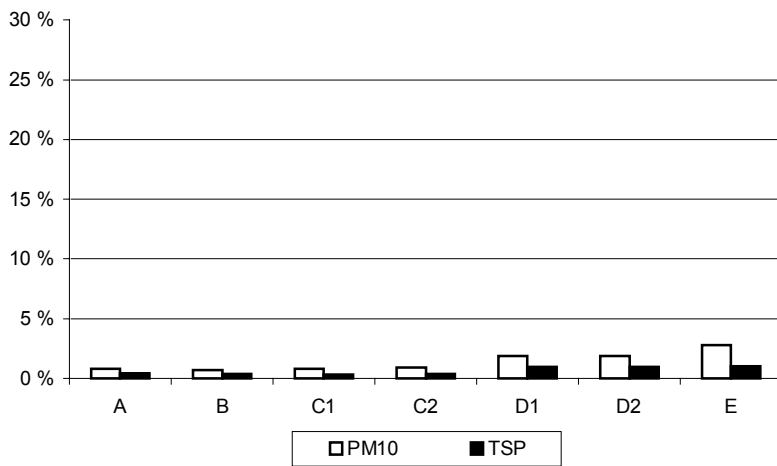
Kuva I. Länsisataman normaalipäästöillä leviämismallilaskelmin eri korkeustasoille saatujen hiukkaspitoisuuden suurimpien vuorokausikeskiarvojen suhde ohjearvoihin.



Kuva J. Länsisataman normaalipäästöillä leviämismallilaskelmin julkisivukohteisiin saatujen hiukkaspitoisuuden suurimpien vuorokausikeskiarvojen suhde ohjearvoihin.



Kuva K. Länsisataman maksimipäästöillä leviämismallilaskelmin eri korkeustasoille saatujen hiukkas-
pitoisuuden suurimpien vuorokausikeskiarvojen suhde ohjearvoihin.



Kuva L. Länsisataman maksimipäästöillä leviämismallilaskelmin julkisivukohteisiin saatujen hiukkas-
pitoisuuden suurimpien vuorokausikeskiarvojen suhde ohjearvoihin.

6.2 Vertailu muiden tutkimusten tuloksiin

Tässä selvityksessä arvioitiin Länsisatamaa käyttävien matkustajalaivojen satamassa-oloaikana syntyvistä päästöistä lähialueelle aiheutuvia rikkidioksidi- typenoksidi- ja hiukkaspitoisuuksia. Alueen pitoisuuksiin vaikuttavat myös muut tutkimusalueella syntyvät ja tutkimusalueen ulkopuolelta sinne kulkeutuneet päästöt. Ilmatieteen laitoksella äskettäin valmistuneessa laajemmassa tutkimuksessa arvioitiin koko pääkaupunkiseudun energiatuotannon ja satamatoiminnan rikkidioksidi- typenoksidi- ja hiukkaspäästöistä aiheutuvia pitoisuuksia ja arvioitiin myös niiden merkitystä kokonaispitoisuuksien kannalta eripuolilla pääkaupunkiseutua (*RASILA et al., 2002*). Satamatoiminnan päästöinä ko. tutkimuksessa huomioitiin Helsingin Eteläsataman, Länsisataman ja Sörnäisten sataman laivaliikenteen satama- ja väyläpäästöt sekä satama-alueiden työ-koneiden ja autoliikenteen päästöt vuonna 2000.

Em. tutkimuksessa todettiin satamatoiminnan päästöjen kohottavat etenkin rikkidioksidipitoisuuksia lähinnä satama-alueilla ja niiden lähistöllä. Pääkaupunkiseudun satamatoiminnan päästöjen maanpintatasoon aiheuttamat tutkimusalueen korkeimmat rikkidioksidipitoisuudet olivat noin 50 % ohjearvoista. Korkeimmat typpidioksidipitoisuudet olivat alle 20 % vuorokausiohjearvosta ja alle 30 % tuntiohjearvosta. Satamatoiminnan päästöjen aiheuttamat korkeimmat hiukkaspitoisuudet olivat alle 4 % ohjearvoista. Tässä selvityksessä tarkastelluista Länsisataman matkustajalaivojen päästöistä maanpintatasoon aiheutuviksi korkeimmiksi rikkidioksidipitoisuuksiksi saatiin noin 10 % ohjearvoista. Korkeimmat maanpintatasoon saadut typpidioksidipitoisuudet olivat noin 4 % vuorokausiohjearvosta ja noin 7 % tuntiohjearvosta. Maanpintatasoon tässä selvityksessä saadut hiukkaspitoisuudet olivat korkeintaan 1 % ohjearvoista. Maanpintatasoon yläpuolelle muodostuvia pitoisuuksia koko pääkaupunkiseudun kattavassa selvityksessä ei ole arvioitu.

Huomattavaa vaikutusta kokonaispitoisuuksiin satamatoiminnan päästöillä voi olla lähinnä satama-alueilla ja niiden välittömässä lähiympäristössä. Koko pääkaupunkiseudun kattaneessa tutkimuksessa tehtyjen vertailujen mukaan satamatoiminnan päästöt vastaisivatkin valtaosasta satamien lähialueiden rikkidioksidipitoisuuksista. Valtaosassa pääkaupunkiseutua satamatoiminnan päästöt vastaisivat alle 10 % kokonaisrikkidioksidipitoisuuksista. Toisaalta pääkaupunkiseudun rikkidioksidipitoisuudet ovat kuitenkin suhteellisen pieniä esim. verrattuna ilmanlaadun ohjearvoihin ja raja-arvoihin. Satamien lähellä satamatoiminnan päästöt voivat vastata em. tutkimuksen tulosten mukaan lähes 13 % typpidioksidipitoisuuksista, mutta yleisesti pääkaupunkiseudulla satamatoiminnan päästöjen osuus kokonaistyppidioksidipitoisuuksista on vain muutaman prosentin. Pääkaupunkiseudun kokonaishiukkaspitoisuuksiin satamatoiminnan päästöillä on hyvin vähäinen vaikutus. Lähinnä autoliikenteen vaikutuksesta sekä typpidioksi- että hiukkaspitoisuudet voivat aika ajoin ylittää pääkaupunkiseudulla esim. ilmanlaadun ohjearvot.

7 JOHTOPÄÄTÖKSET

Tutkimuksen tavoitteena oli arvioida ilman epäpuhtauksien leviämistä jäljittelevällä leviämismallilla Länsisatamaan jäävän matkustajalaivaliikenteen aiheuttamien päästöjen ilmanlaatuvaikutuksia Jätkäsaaren maankäytön suunnitellun kannalta. Tarkastelujen kohteena olivat matkustajalaivojen laiturissaolonaikaiset rikkidioksidi-, typenoksidi- ja hiukkaspäästöt. Päästöjen mallinnus perustui Helsingin Sataman tekemään arviointiin Länsisatamaa tulevassa tilanteessa käyttävästä matkustajalaivoista ja niiden ominaisuuksista. Leviämismallilaskelmin määritettiin kyseisten laivojen päästöistä suunnittelualueelle maanpintatasolle ja kolmelle eri kattotasolle muodostuvien epäpuhtauspitoisuuksien alueelliset jakaumat. Lisäksi määritettiin laituripaikkojen lähituntumaan kaavailtujen rakennuskohteiden julkisivuille muodostuvia epäpuhtauspitoisuuksia. Näitä vertikaalitasotarkasteluja tehtiin seitsemälle julkisivulle.

Saatujen tulosten mukaan satamassa olevien matkustajalaivojen päästöistä Jätkäsaaren suunnittelualueelle aiheutuvat rikkidioksidi-, typpidioksidi- ja hiukkaspitoisuudet jäävät kaikilla tarkastelluilla horisontaali- ja vertikaalitasoilla selvästi alle voimassaolevien ohjearvojen. Muodostuvien pitoisuuksien kannalta merkityksellisimpiä näyttäisivät olevan laivojen rikkidioksidipäästöt. Niistä aiheutuvat rikkidioksidipitoisuudet olisivat tarkasteluissa julkisivukohteissa pahimmillaan vajaat 30 %, seitsemänkerroksisen asuintalon kattokorkeutta vastaavalle horisontaalitasolle vajaat 25 % ja maanpintatasolla alle 15 % rikkidioksidin ohjearvoista. Suurimmat pitoisuudet saatiin sataman eteläosassa sijaitsevien mm. risteilijöiden käyttämien laitureiden lähituntumaan. Suuressa osassa Jätkäsaaren suunnittelualueella laivojen päästöistä aiheutuvat rikkidioksidipitoisuudet olisivat korkeimmillaankin selvästi edellä mainittua pienempiä.

Satamassa olevien matkustajalaivojen päästöistä Jätkäsaaren alueelle aiheutuvat typpidioksidi- ja hiukkaspitoisuudet jäävät mallilaskelmien tulosten mukaan rikkidioksidipitoisuuksia vähäisemmiksi. Laivojen typenoksidipäästöistä aiheutuvat typpidioksidipitoisuudet jäisivät tutkimusalueella kaikilla tarkasteluilla horisontaali- ja vertikaalitasoilla korkeimmillaankin selvästi alle 10 % ohjearvoista. Laivojen päästöistä aiheutuvat hiukkaspitoisuudet jäisivät kaikilla tarkastelutasoilla korkeimmillaankin alle 3 % ohjearvoista.

Tässä selvityksessä tarkasteltujen Länsisataman laivaliikenteen päästöistä Jätkäsaaren suunnittelualueelle aiheutuvat pitoisuusvaikutukset jäisivät kaikilla tarkastelutasoilla selvästi alle voimassaolevien ohje- ja raja-arvojen. Eniten sataman päästöt kohottaisivat alueen rikkidioksidipitoisuuksia. Tätä selvitystä laajemmista pääkaupunkiseudulle tehdyissä tutkimuksissa on todettu, että satamatoiminnan päästöt vastaisivat valtaosasta satamien lähialueiden rikkidioksidipitoisuuksista. Toisaalta pääkaupunkiseudun kokonaisrikkidioksidipitoisuudet ovat kuitenkin suhteellisen pieniä esim. verrattuna ilmanlaadun ohjearvoihin ja raja-arvoihin. Sen sijaan lähinnä autoliikenteen vaikutuksesta sekä typpidioksidi- että hiukkaspitoisuudet voivat aika ajoin ylittää pääkaupunkiseudulla esim. ilmanlaadun ohjearvot. Typpidioksidi- ja hiukkaspitoisuuksiin Länsisataman matkustajalaivojen päästöillä on jokseenkin pieni vaikutus.

VIITELUETTELO

- BRIGGS, G.A., 1975. Plume rise predictions. In HAUGEN, D.A. (ed.), *Lectures on air pollution and environmental impact analysis*. American Meteorological Society, p. 59 - 111.
- BRIGGS, G.A., 1984. Plume rise and buoyancy effects. In: SANDERSON, D. (ed.), *Atmospheric Science and Power Production*. US Dept. of Energy DOE/TIC-27601, p. 327 - 366.
- BUSINGER, J.A., WYNGAARD, J.C. IZUMI, Y. & BRADLEY, E.F., 1971. Flux-profile relations in the atmospheric surface layer. *J. Atmos. Sci.* 28, p. 181 - 189.
- CAUGHEY, S.J., WYNGAARD, J.C. & KAIMAL, J.C., 1979. Turbulence in the evolving stable boundary layer. *J. Atmos. Sci.*, 36, p. 1041 - 1052.
- HANNA, S.R., 1985. Air quality modeling over short distances. In: HOUGHTON, D.D. (ed.), *Handbook of Applied Meteorology*, University of Wisconsin.
- HOLTSLAG, A.A.M., 1984. Estimates of diabatic wind speed profiles from near surface weather observations. *Bound.-Layer Meteorol.* 29, p. 225 - 250.
- JANSSEN, L.H.J.M., van WAKEREN, J.H.A., van DUUREN, H. & ELSHOUT, A.J., 1988. A classification of NO oxidation rates in power plant plumes based on atmospheric conditions. *Atmos. Environ.* 22:1, p. 43-53.
- KARPPINEN, A., JOFFRE, S & VAAJAMA, P., 1997. Boundary layer parametrization for Finnish regulatory dispersion models. *Int. J. Environ. Pollut.*, Vol. 8, Nos. 3 - 6, p. 557 - 564.
- RANTAKRANS, E., 1990. Uusi menetelmä meteorologisten tietojen soveltamiseksi ilman epäpuhtauksien leviämismalleissa. *Ilmansuojelu-uutiset 1/90*, s. 18 - 20.
- RASILA, T., PIETARILA, H., SAVUNEN, T., 2002. Pääkaupunkiseuden energiatuotannon ja satamatoiminnan rikkidioksidi-, typenoksidi- ja hiukkaspäästöjen leviämislaskelmat. Ilmatieteen laitos, ilmanlaadun tutkimus, Helsinki.
- Vnp 480/96. Päätös ilmanlaadun ohjearvoista ja rikkilaskeuman tavoitearvosta. Annettu Helsingissä 19.6.1996.
- Vnp 711/2001. Valtioneuvoston asetus ilmanlaadusta. Annettu Helsingissä 9.8.2001.
- WRATT, D.S., 1987. An experimental investigation of some methods of estimating turbulence parameters for use in dispersion models. *Atmos. Environ.* 21:12, p. 2599 - 2608.
- YMPÄRISTÖMINISTERIÖ, 1987. Ohjeet lääninhallitusten ja kuntien ilmansuojelu-tehtävistä. *Ympäristön- ja luonnonsuojeluosaston julkaisu B:9*, Helsinki.

YMPÄRISTÖMINISTERIÖ, 1999. Suullinen tiedonanto, Ylitarkastaja Tarja Lahtinen. Toukokuu 1999.

YTV, 2001. Ilmanlaatu pääkaupunkiseudulla vuonna 2000. Toimittajat Päivi Aarnio, Maria Myllynen ja Tarja Koskentalo. Helsinki.

1999/30/EY. Neuvoston direktiivi ilmassa olevien rikkidioksidin, typpidioksidin ja typen oksidien, hiukkasten ja lyijyn pitoisuuksien raja-arvoista. Annettu 22.4.1999.

L I T E

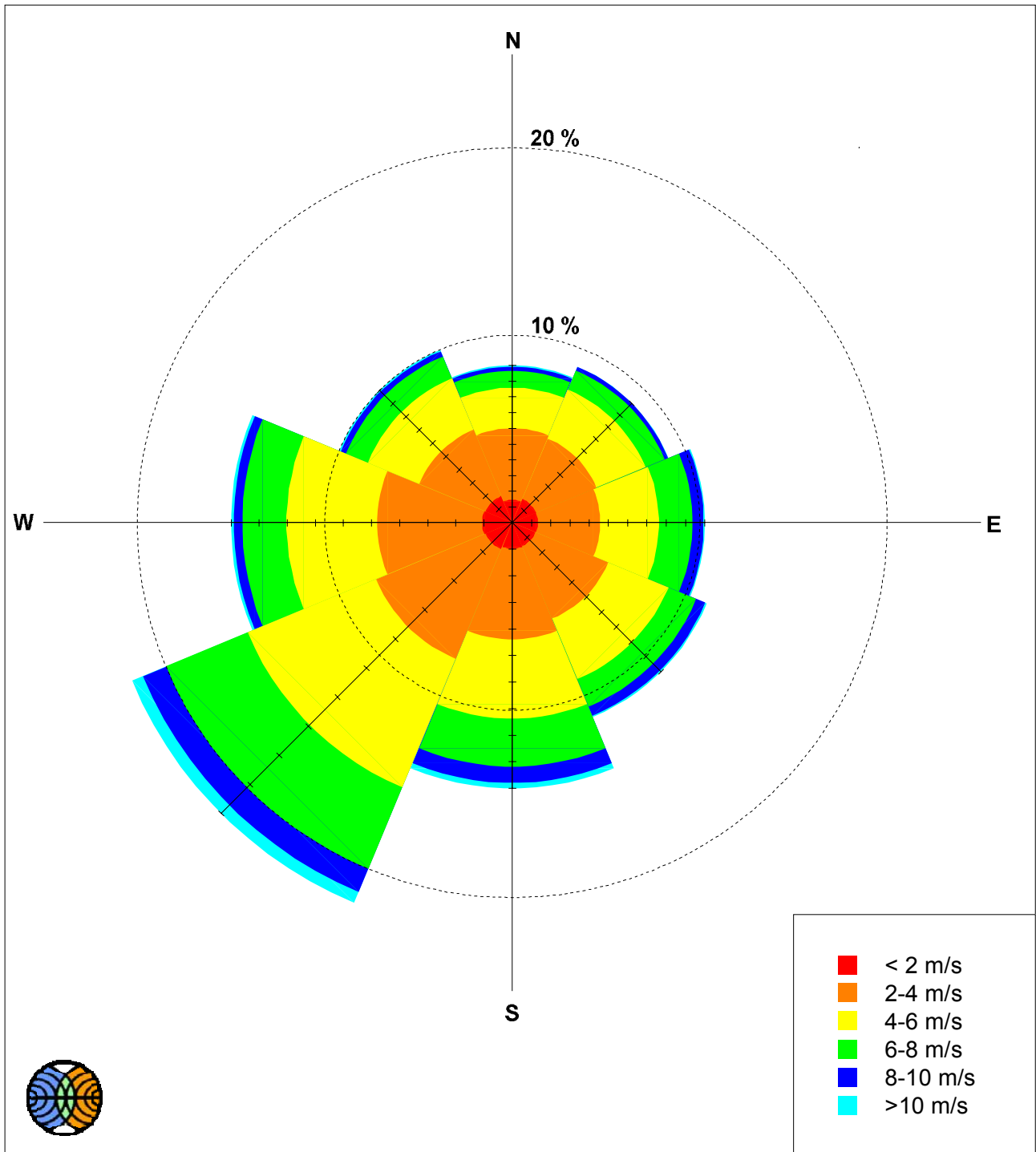
Laiva	Laiva- paikka	Laiturissa		Piipun korkeus (m)	Laivan pituus (m)	Laivan leveys (m)	Kannen korkeus (m mpy)	Pakokaasujen lämpöt. (°C)	Pakokaasujen nousunop (m/s)	Ulosotetut tehot		Poltto- aineen S %
		kesällä 1.5.-31.10.	talvella 1.11.-1.5							Apukone (kW)	Boileri (kW)	
Autoexpress	LJ3	klo 22-8 + 6×0,5 h	-	3	80	23	18	320	<1*	100	0	0,2
Vana Tallinn	LJ3	-	klo 22-9	33	150	23	22	320	18	500	250	0,2
Nordlandia	LJ4	klo 22-8	klo 22-8	36	136	24	24	320	18	500	250	1,0
Romantika	LJ4	klo 17-19	klo 17-19	40	175	29	29	320	24	2500	0	1,0
Meloodia	LJ4	klo 19-20	klo 19-20	33	135	24	21	320	24	500	0	0,2
Vana Tallinn	LJ5	klo 22-9	-	33	150	23	22	320	18	500	250	0,2
Alus x	LJ6	klo 9-18	klo 9-18	40	175	30	29	320	18	2500	1300	0,5
Alus y	LJ7	klo 17-20	klo 17-20	40	175	30	29	320	24	2500	0	0,5
		vain 15.5-15.9 joka toinen pvä										
Risteilijä c	LJ8	klo 8-18	-	40	175	30	29	320	18	2700	700	1,5
Risteilijä d	LHC	klo 8-18	-	45	210	35	32	320	18	2700	700	1,5

*) Autoexpressin (katamaraanilaiva) teknisen rakenteen johdosta pakokaasujen nousunopeus on mallitarkasteluissa asetettu hyvin pieneksi

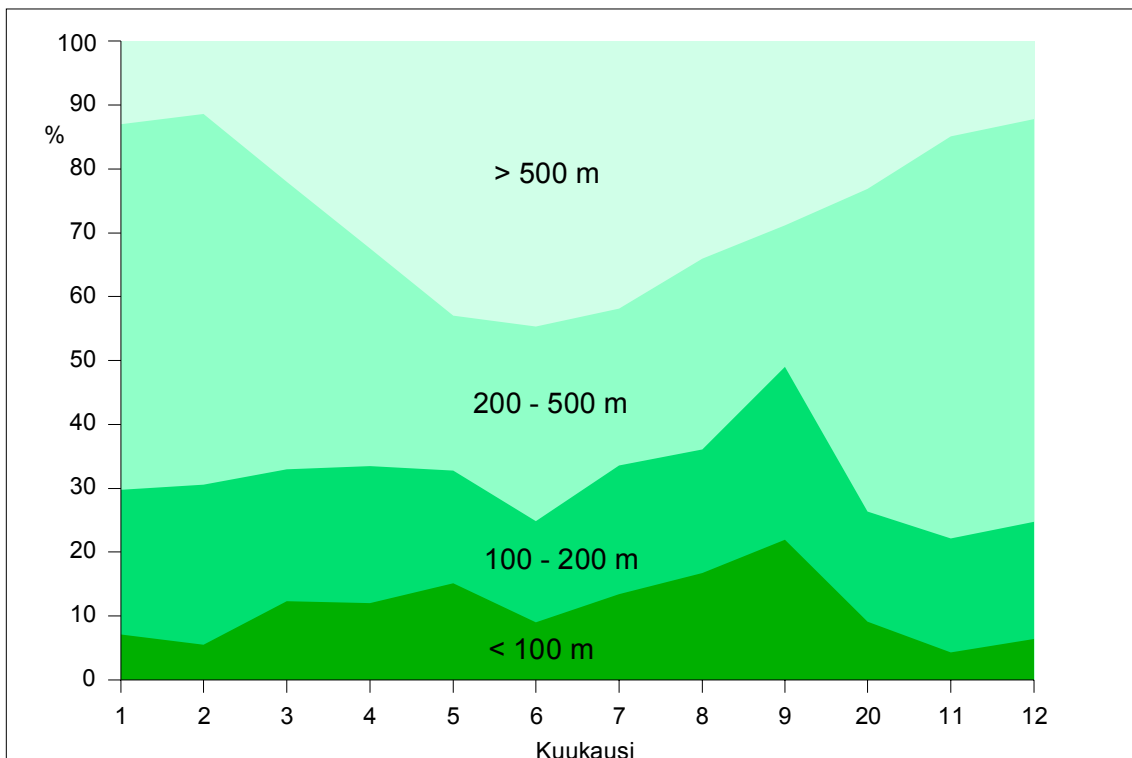
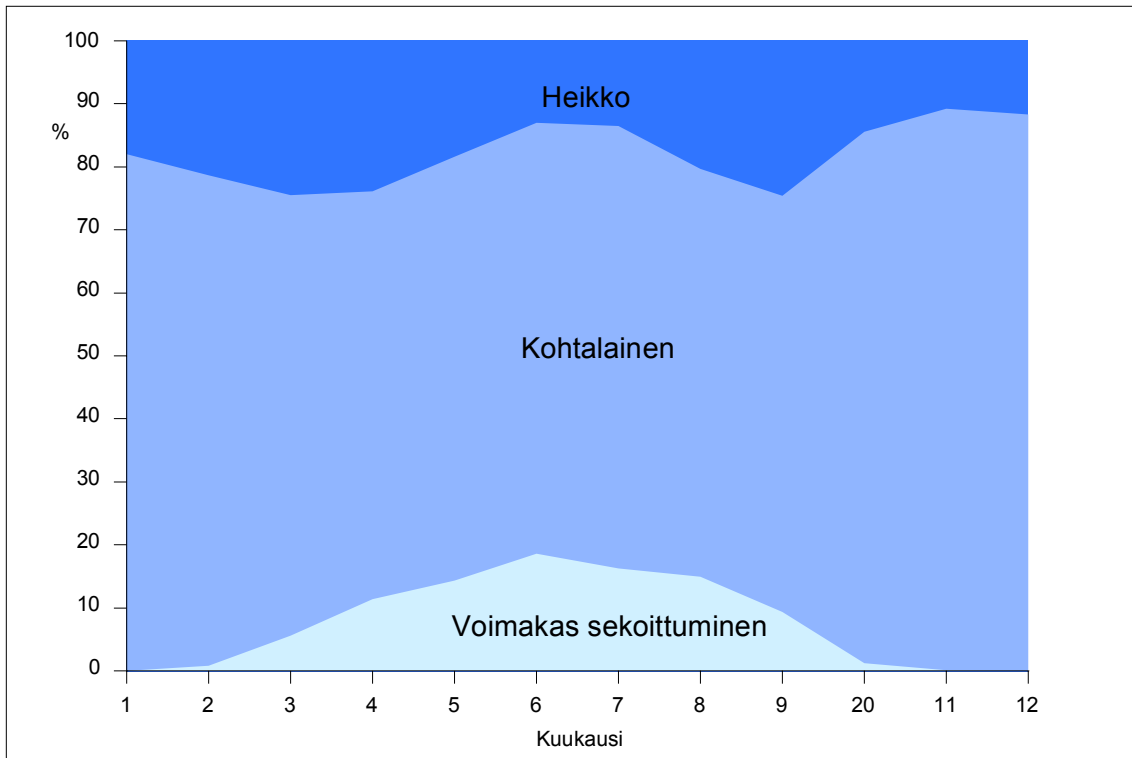
Liite 1. Leviämismallilaskelmien lähtötietoina käytettyjä laivojen laiturissaoloa, teknisiä ominaisuuksia ja polttoainetta koskevia tietoja

LIITEKUVAT

Huomautus: Pitoisuuksien vuorokausi- ja tuntikeskiarvojen aluejakaumat eivät edusta koko tulostusalueella samanaikaisesti vallitsevaa tilannetta, vaan pitoisuuksien suurimmat arvot saattavat esiintyä eri laskentapisteissä tai tulostusalueen eri osissa eri ajankohtina (eri päivinä ja eri tunteina).

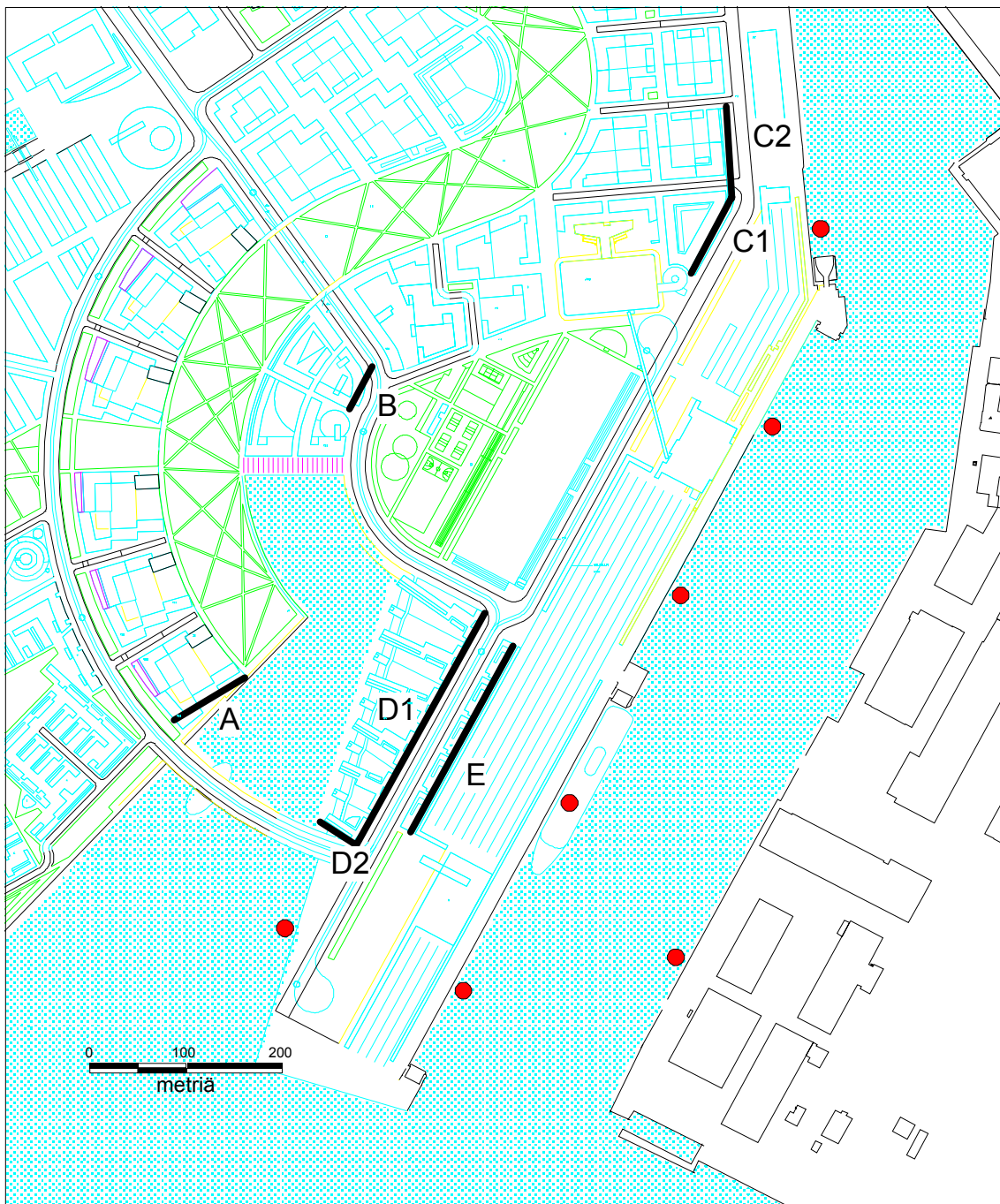


Kuva 1. Tuulen suunta- ja nopeusjakauma
pääkaupunkiseudulla vuosina 1998-2000.



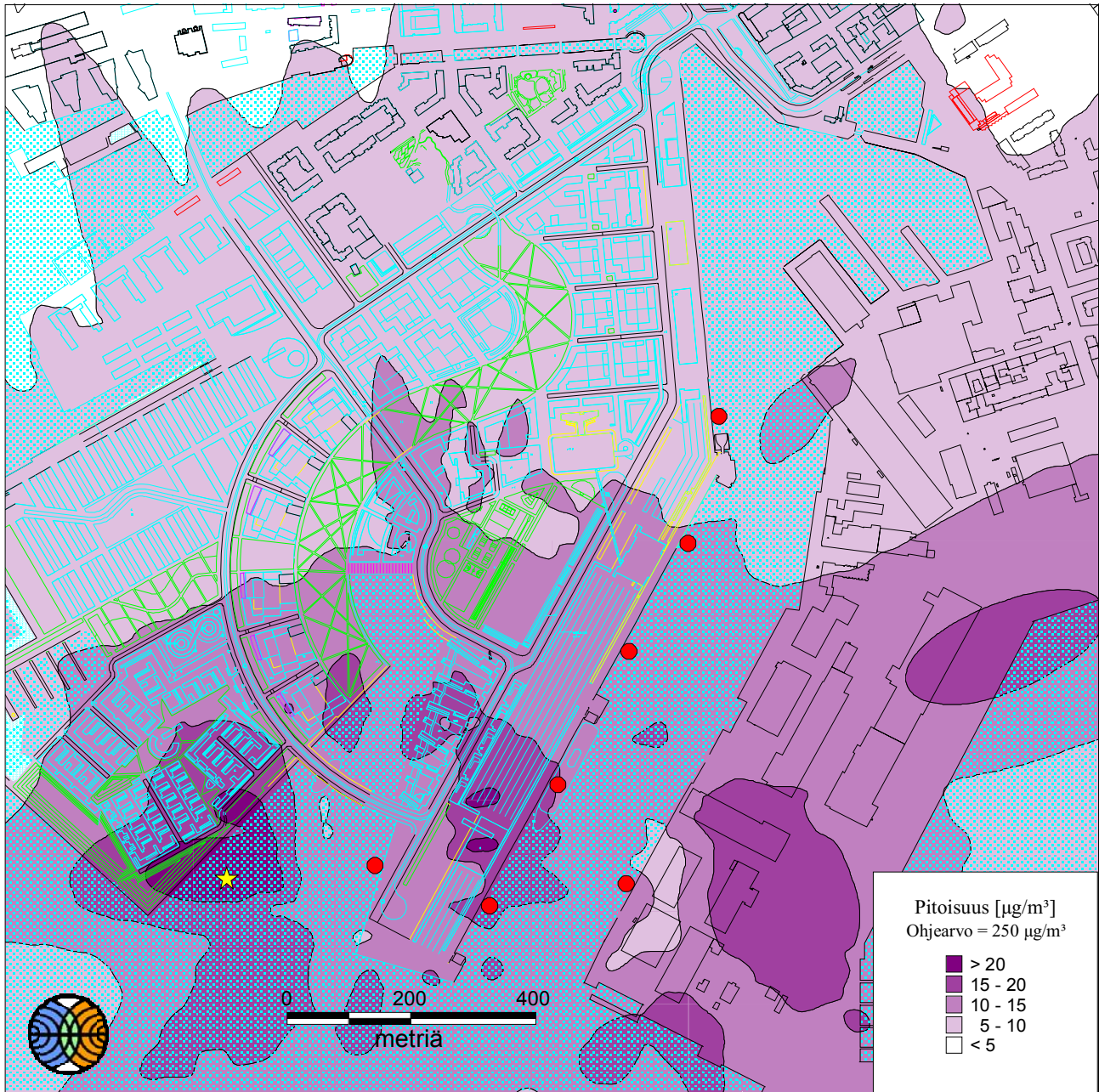
Kuva 2. Sekoitusvoimakkuuden ja sekoituskorkeuden esiintymistäajuus kuukausittain pääkaupunki-seudulla vuosina 1998-2000.

LÄNSISATAMA



Kuva 3. Päästölähteiden (laituripaikkojen) ja julkisivukohteiden sijainti.

LÄNSISATAMA



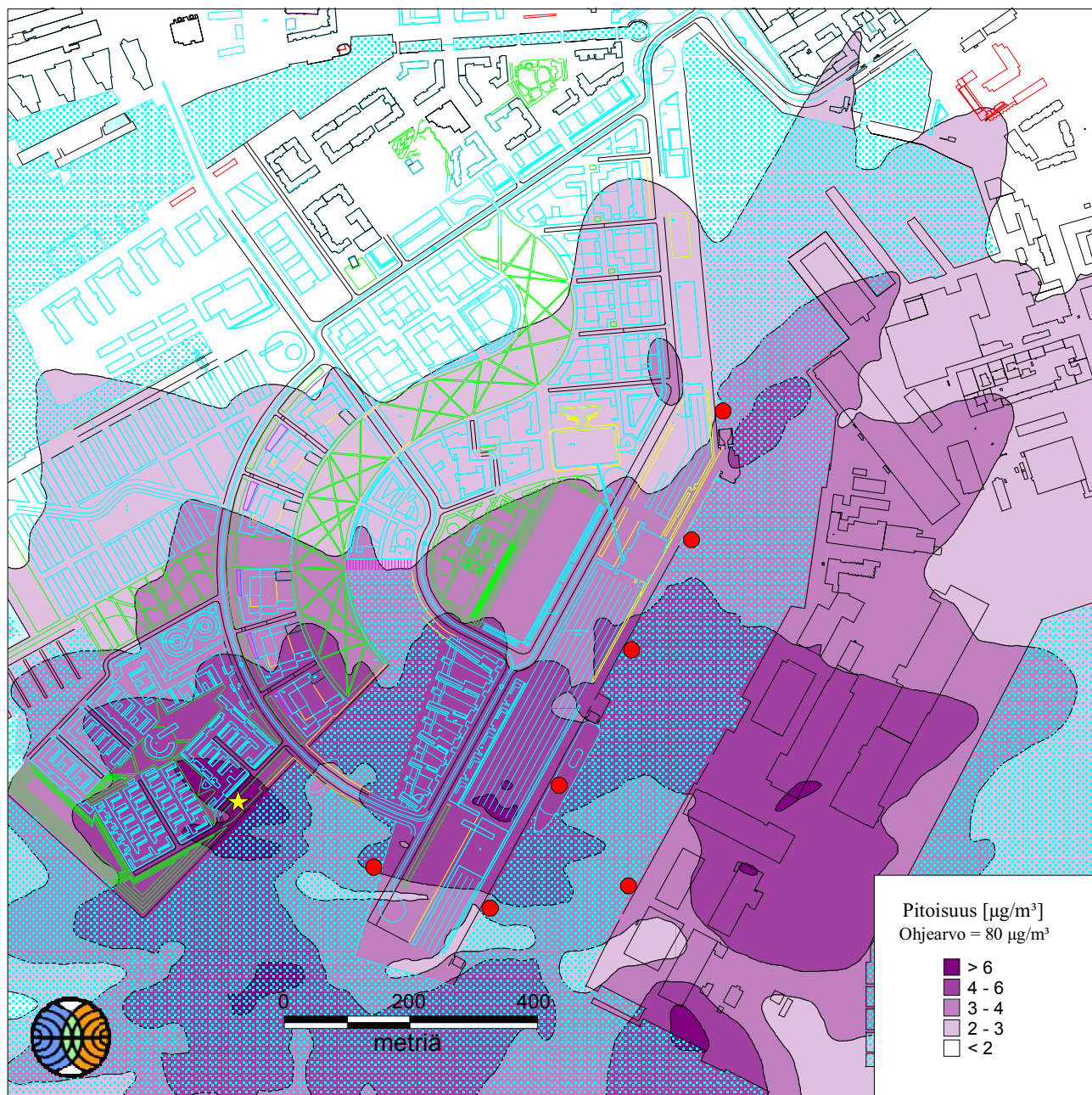
Ilmatieteen laitos 2002

● = päästölähde

★ = maksimi = $24,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Kuva 4. Rikkidioksidin korkein tuntiohjarvoon verrannollinen pitoisuus maanpintatasossa. Normaalipäästöt.

LÄNSISATAMA



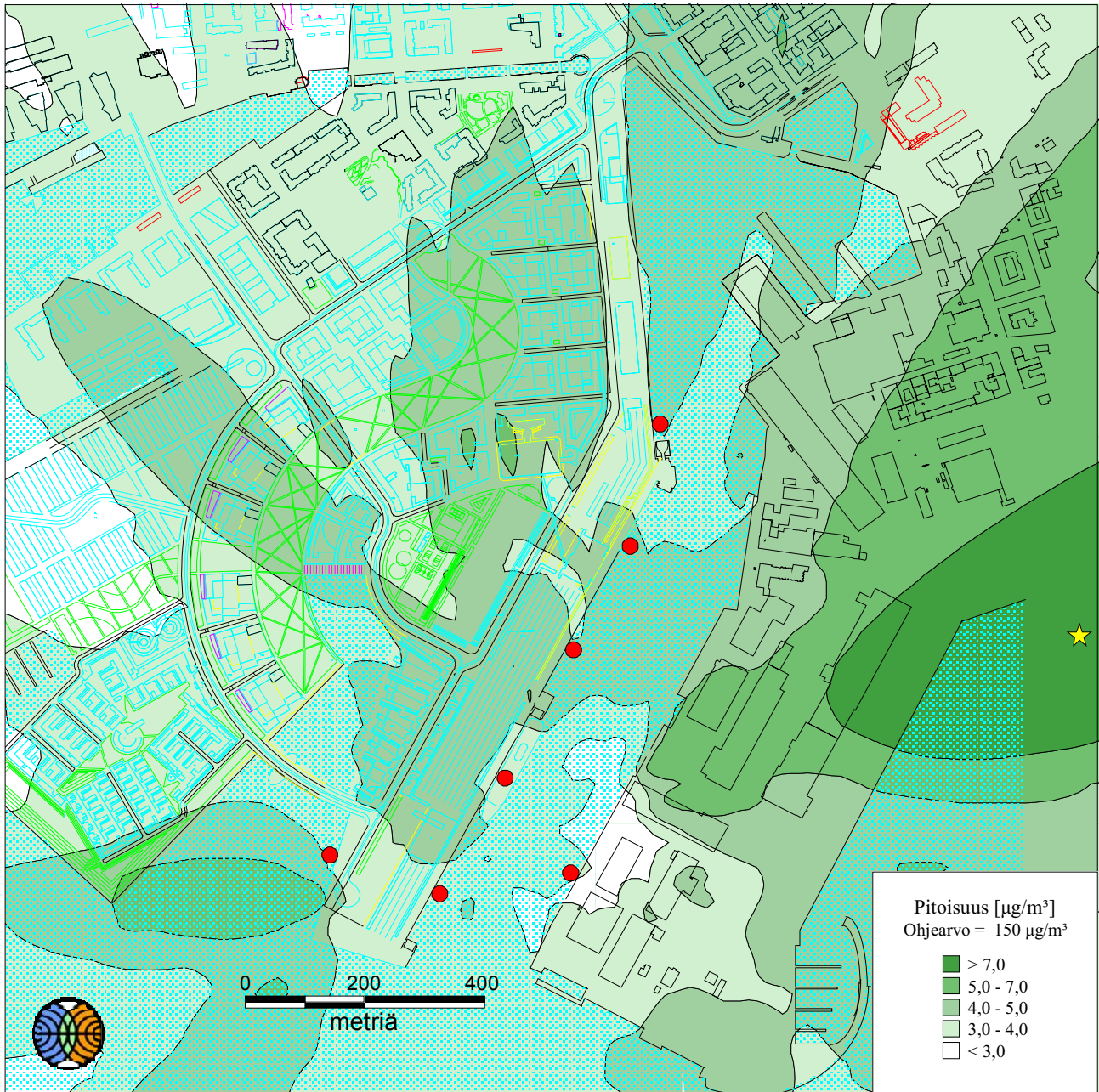
Ilmatieteen laitos 2002

● = päästölähde

★ = maksimi = $7,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Kuva 5. Rikkidioksidin korkein vuorokausiohjearvoon verrannollinen pitoisuus maanpintatasossa. Normaalipäästöt.

LÄNSISATAMA



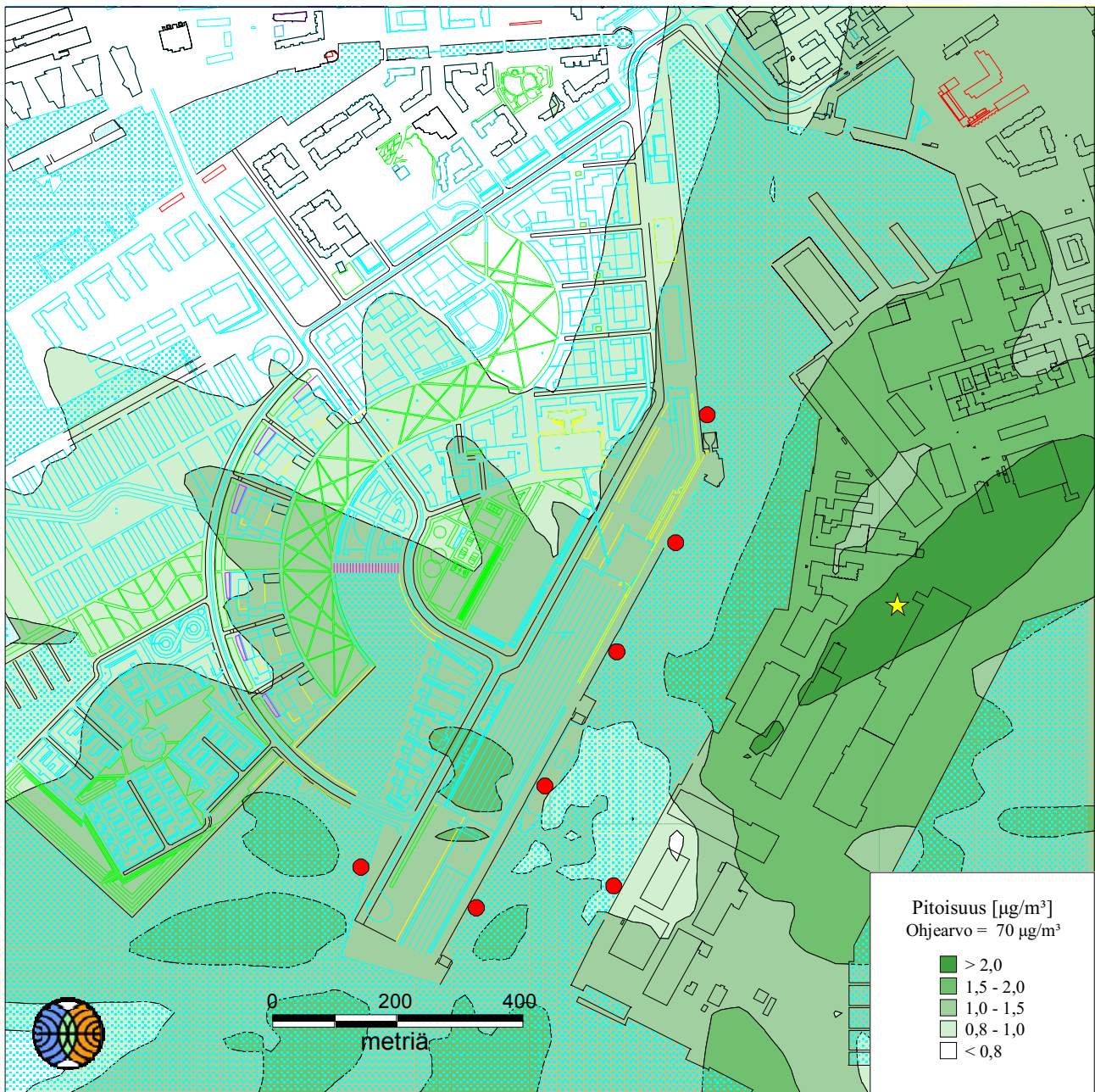
Ilmatieteen laitos 2002

● = päästölähde

★ = maksimi = $10.6 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Kuva 6. Typpidioksidin korkein tuntiohjarvoon verrannollinen pitoisuus maanpintatasossa. Normaalipäästöt.

LÄNSISATAMA



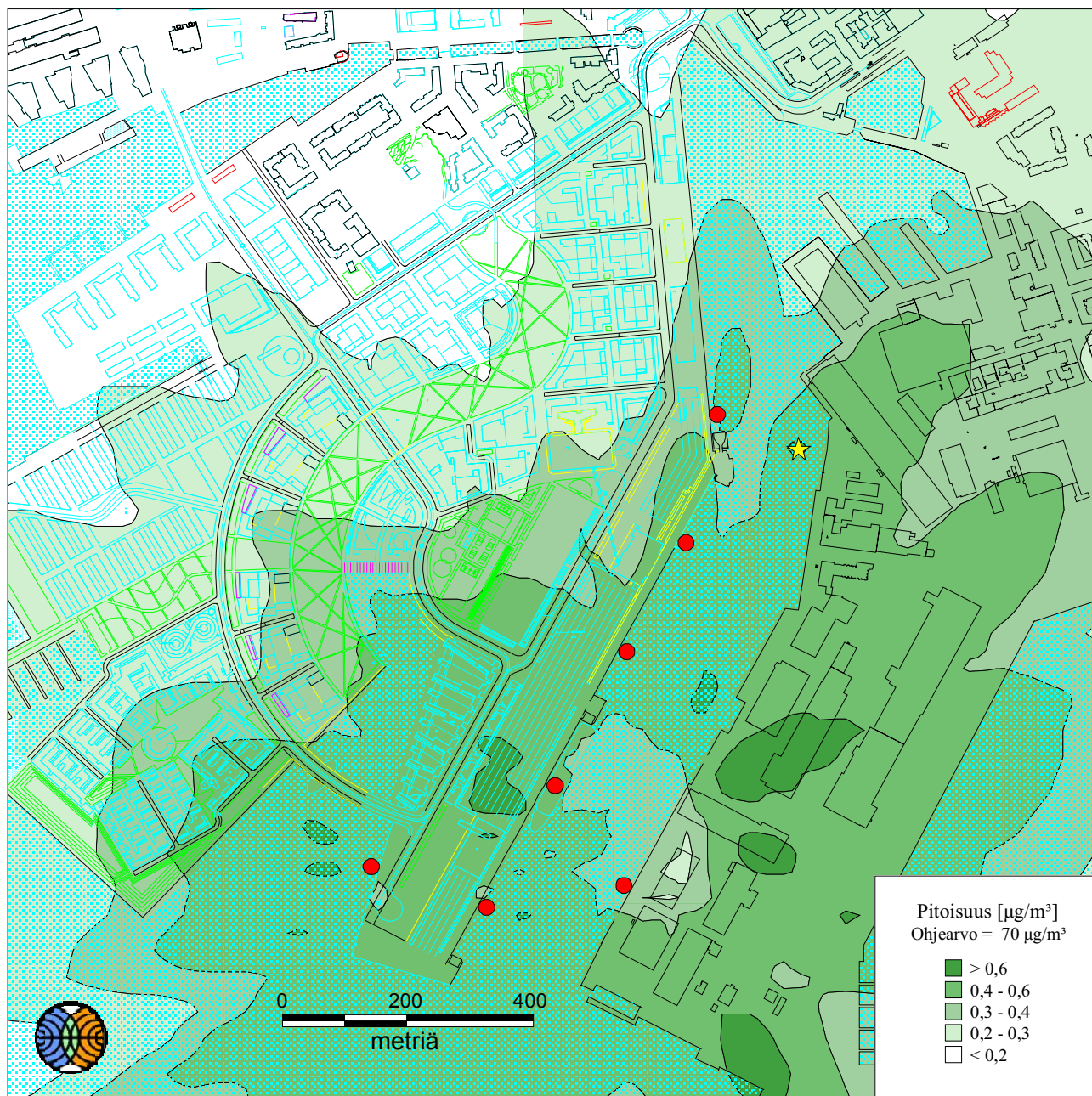
Ilmatieteen laitos 2002

● = päästölähte

★ = maksimi = $2.2 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Kuva 7. Typpidioksidin korkein vuorokausiohjearvoon verrannollinen pitoisuus maanpintatasossa. Normaalipäästöt.

LÄNSISATAMA



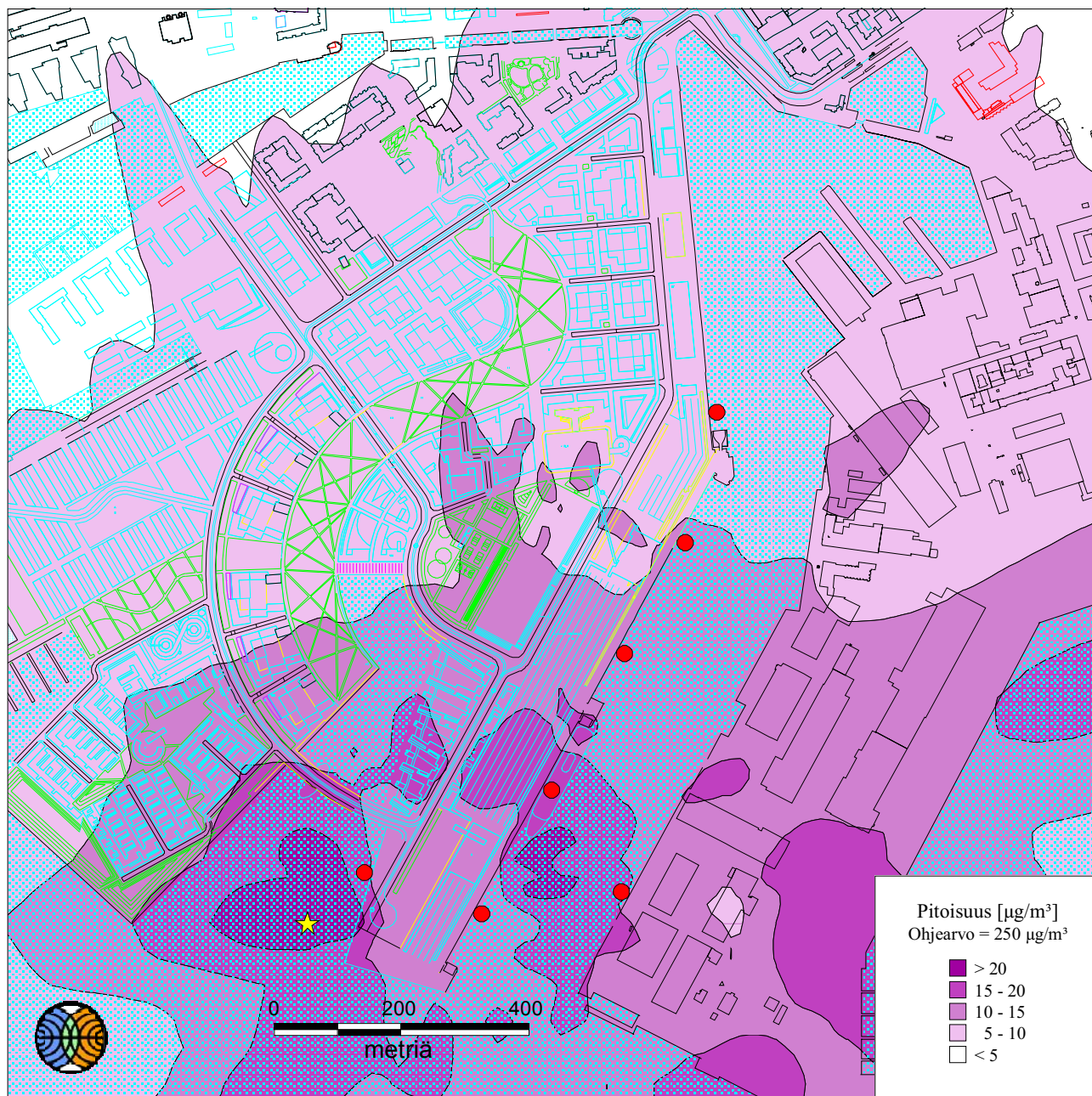
Ilmatieteen laitos 2002

● = päästölähde

★ = maksimi = $0,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Kuva 8. Hiukkaspitoisuuden toiseksi korkein vuorokausikeskiarvo maanpintatasossa. Normaalipäästöt.

LÄNSISATAMA

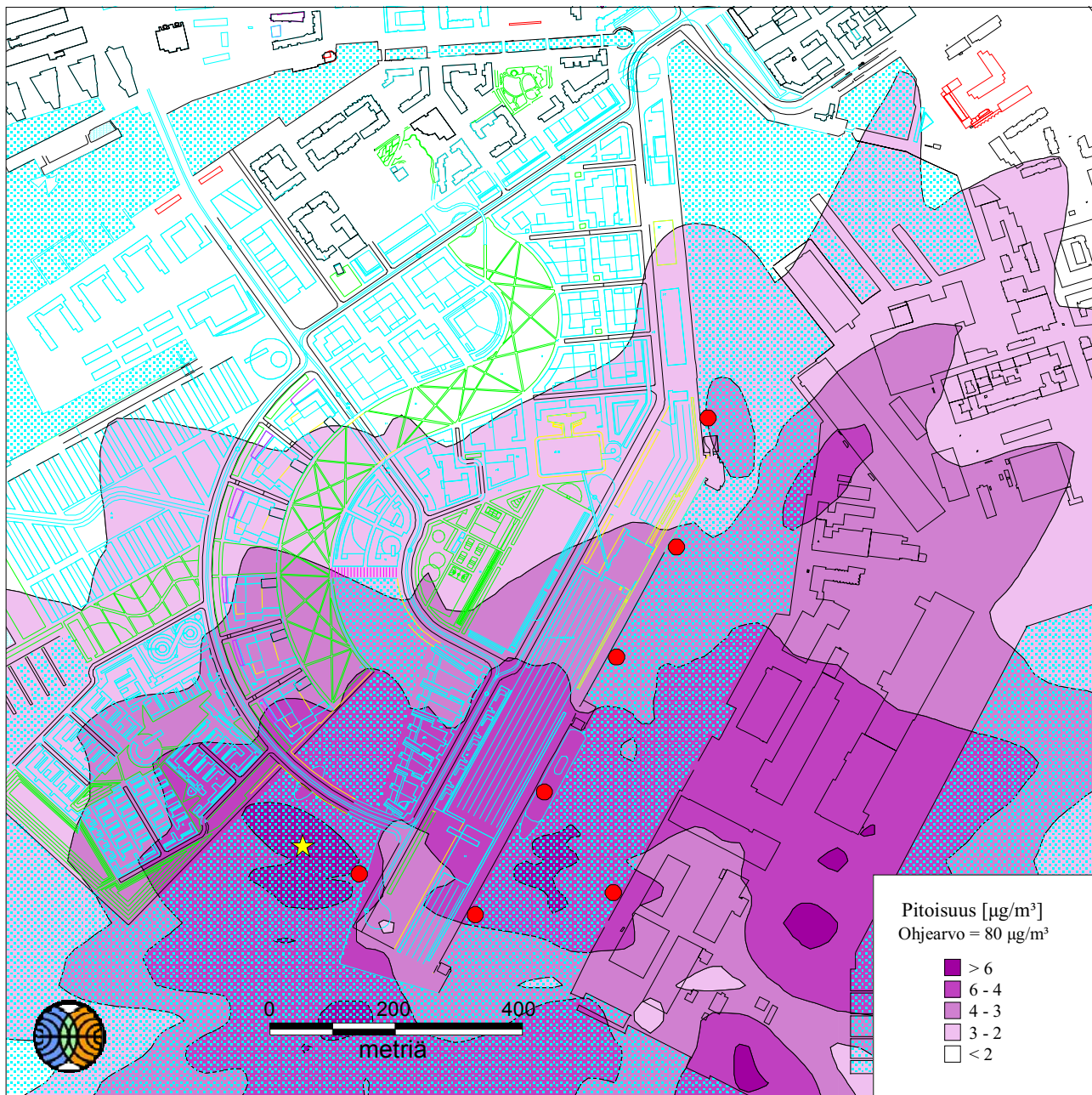


Ilmatieteen laitos 2002

● = päästölähde
★ = maksimi = 25.8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Kuva 9. Rikkidioksidin korkein tuntiohjeeseen verrannollinen pitoisuus +10 metrin tasolla. Normaalipäästöt.

LÄNSISATAMA



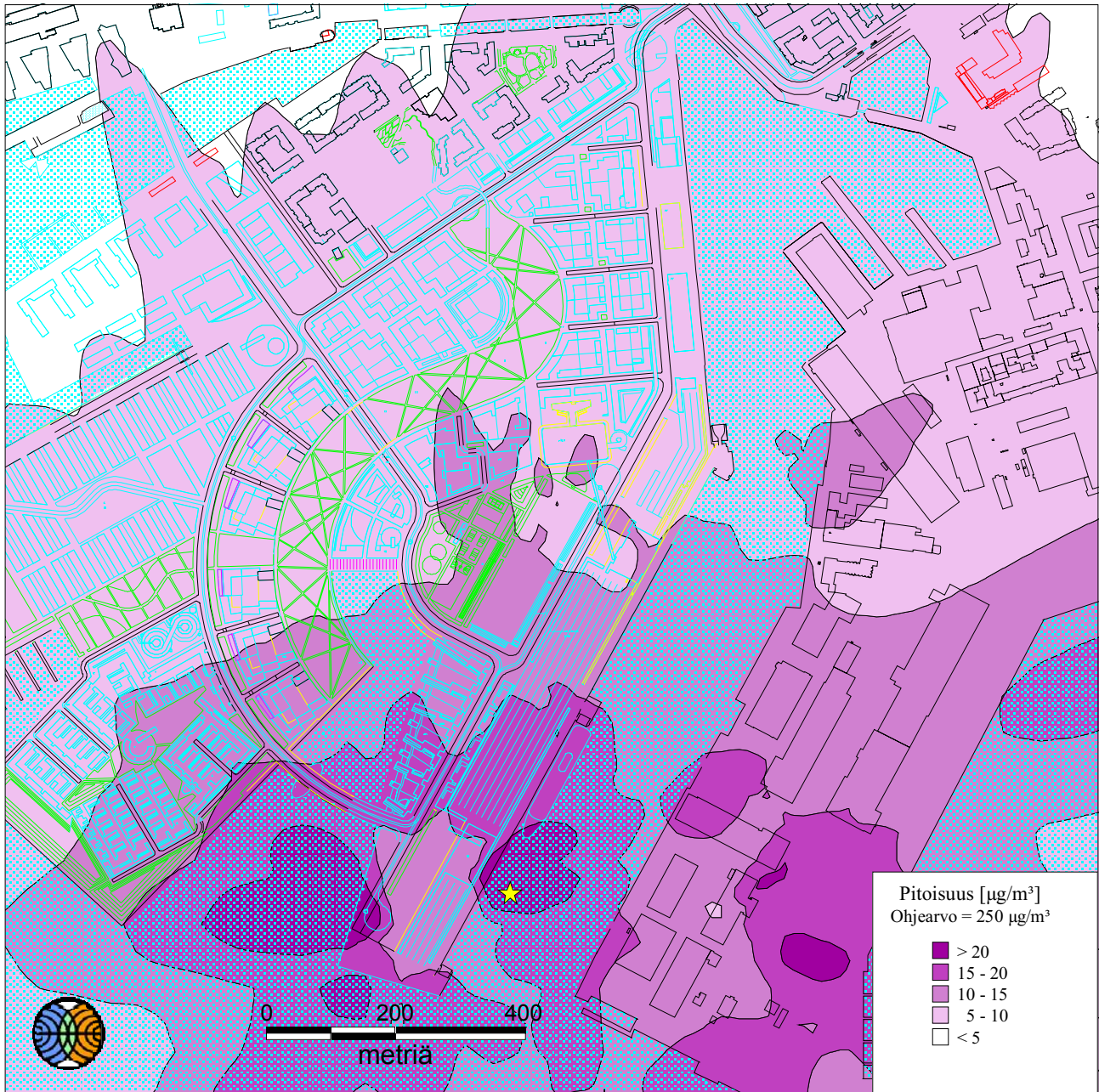
Ilmatieteen laitos 2002

● = päästölähde

★ = maksimi = $7.7 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Kuva 10. Rikkidioksidin korkein vuorokausiohjearvoon verrannollinen pitoisuus +10 metrin tasolla. Normaalipäästöt.

LÄNSISATAMA



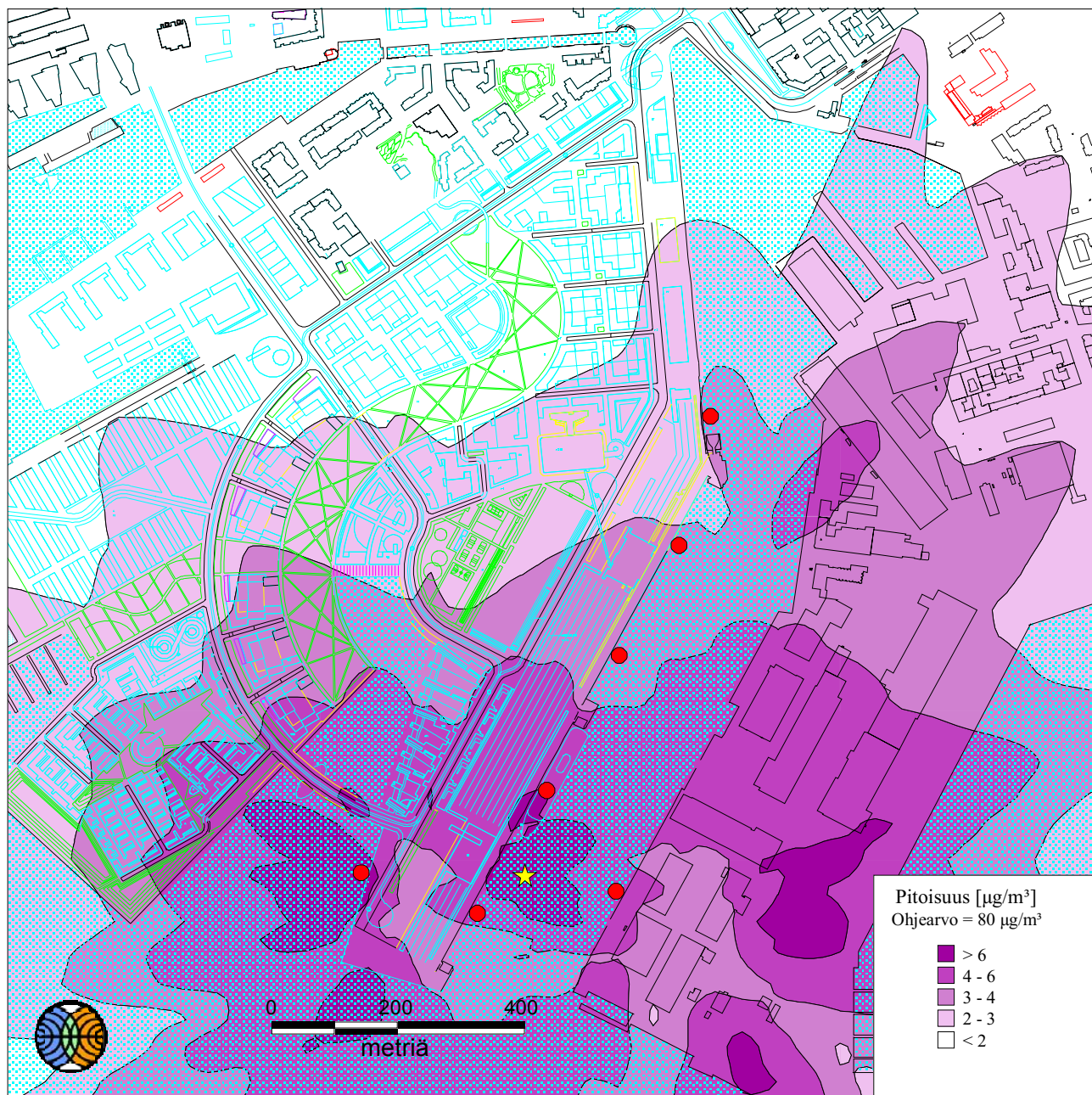
Ilmatieteen laitos 2002

● = päästölähde

★ = maksimi = $29.6 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Kuva 11. Rikkidioksidin korkein tuntiohjearvoon verrannollinen pitoisuus +16 metrin tasolla. Normaalipäästöt.

LÄNSISATAMA



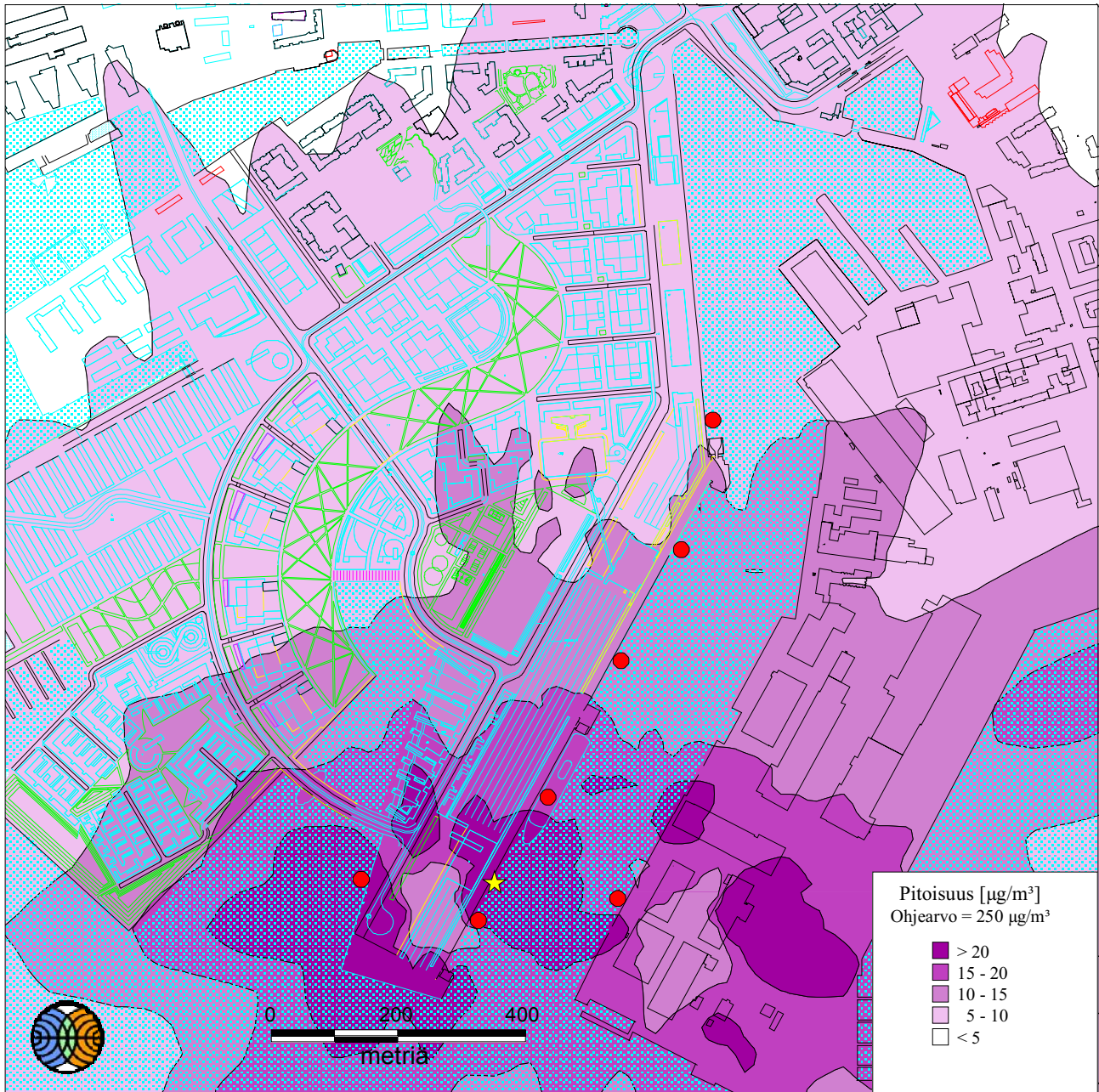
Ilmatieteen laitos 2002

● = päästölähde

★ = maksimi = $8.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Kuva 12. Rikkidioksidin korkein vuorokausiohjearvoon verrannollinen pitoisuus +16 metrin tasolla. Normaalipäästöt.

LÄNSISATAMA



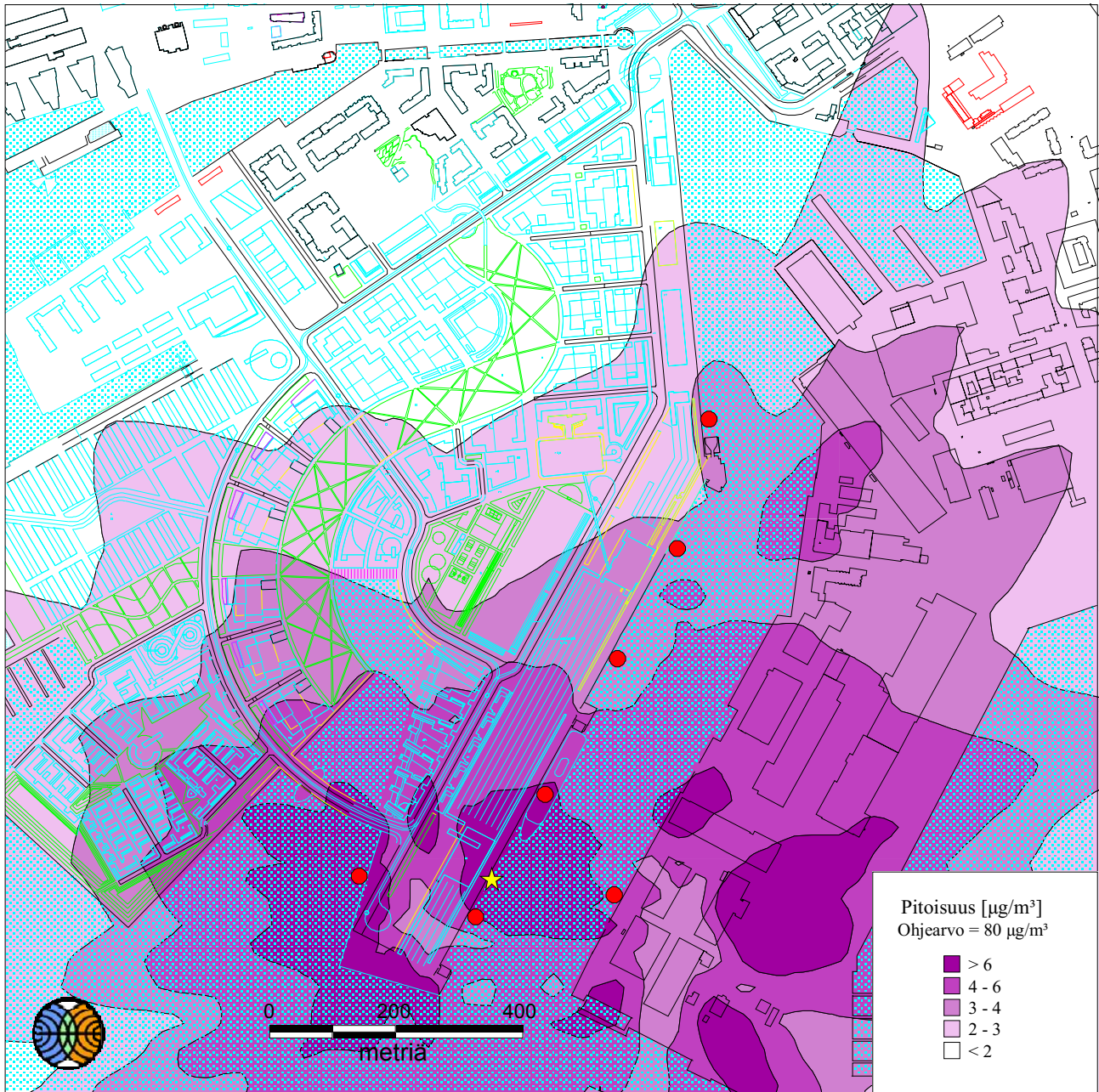
Ilmatieteen laitos 2002

● = päästölähde

★ = maksimi = $51.6 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Kuva 13. Rikkidioksidin korkein tuntiohjearvoon verrannollinen pitoisuus +22 metrin tasolla. Normaalipäästöt.

LÄNSISATAMA



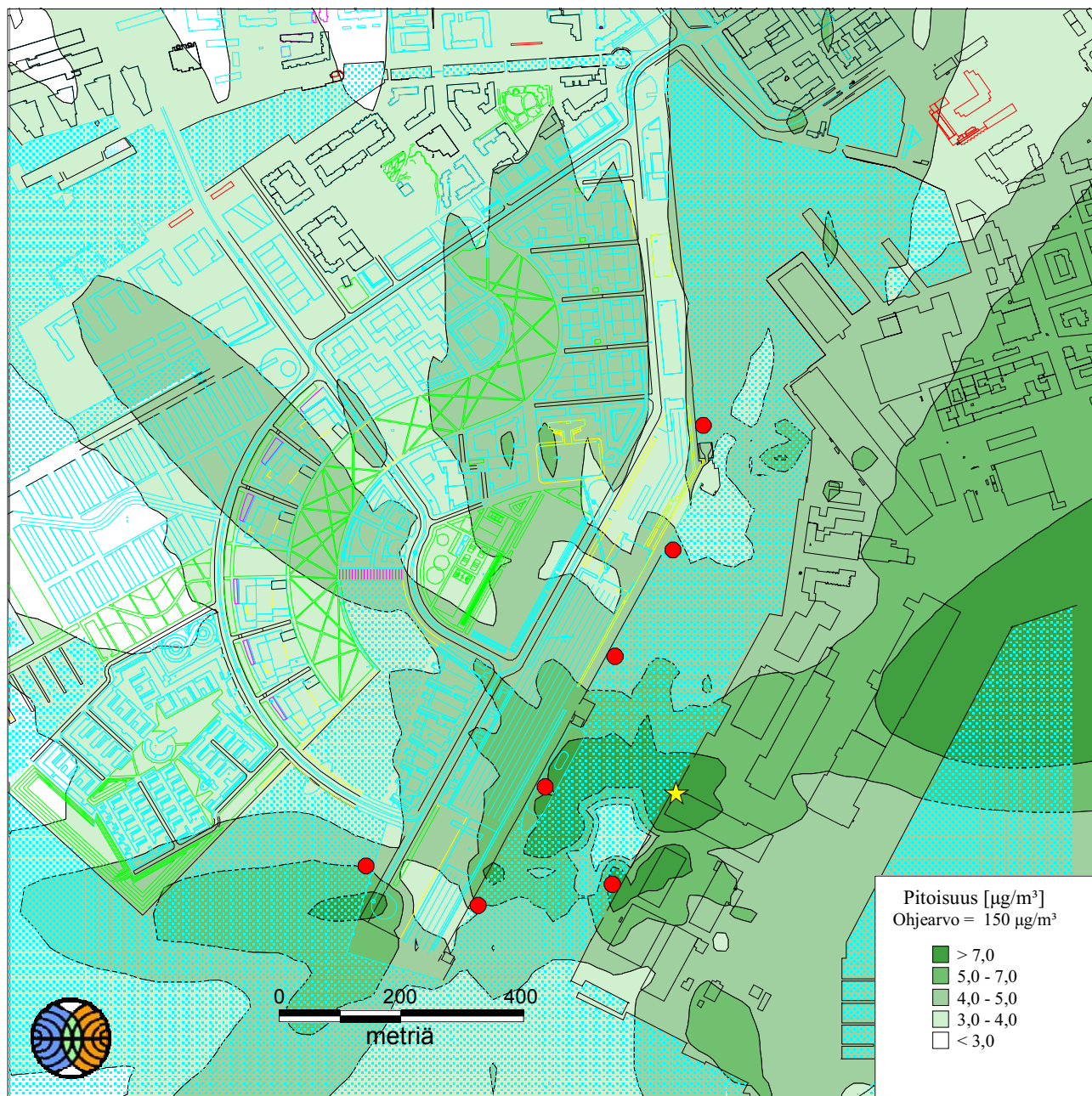
Ilmatieteen laitos 2002

● = päästölähde

★ = maksimi = $14.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Kuva 14. Rikkidioksidin korkein vuorokausiohjearvoon verrannollinen pitoisuus +22 metrin tasolla. Normaalipäästöt.

LÄNSISATAMA



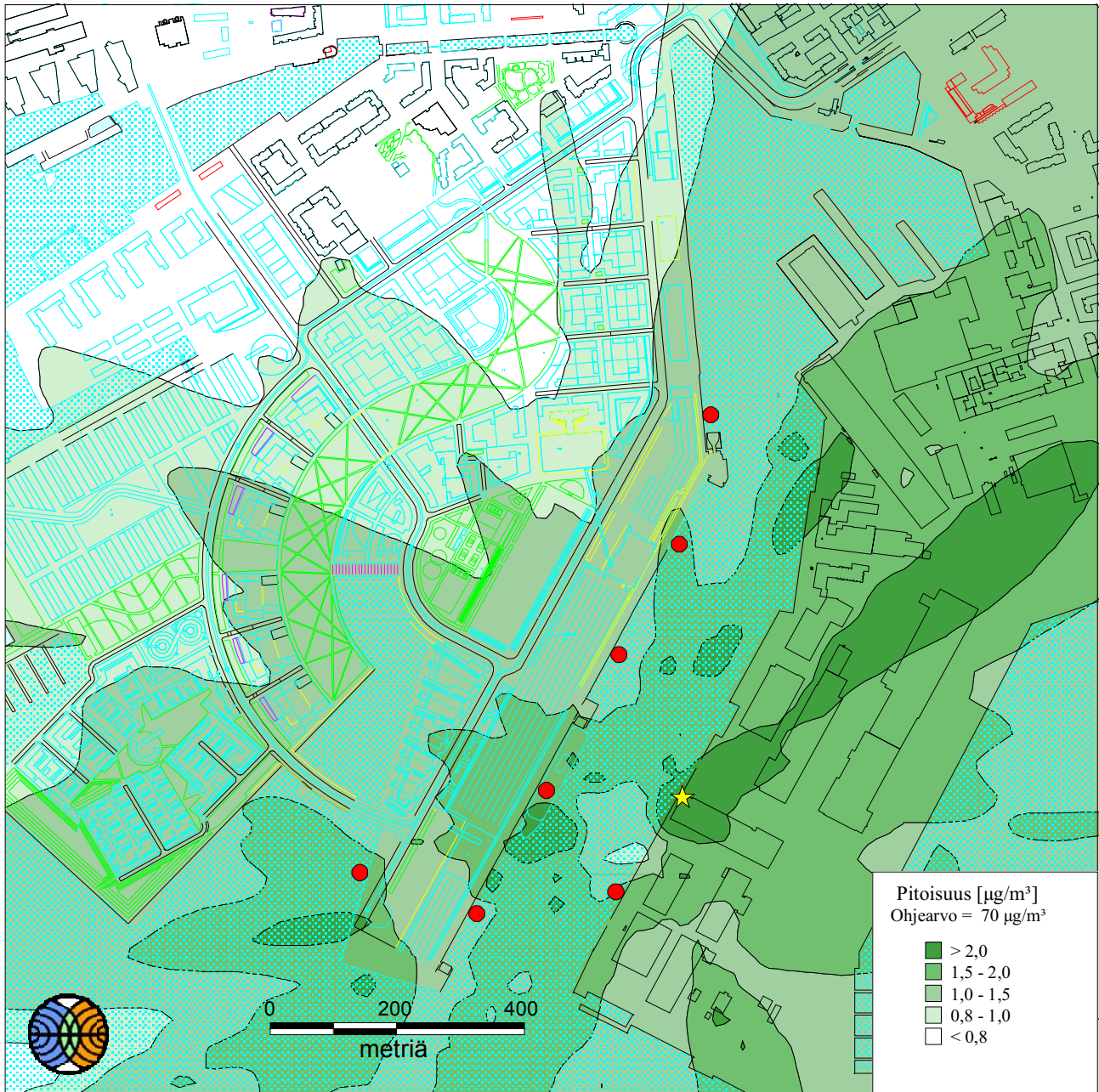
Ilmatieteen laitos 2002

● = päästölähte

★ = maksimi = $11,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Kuva 15. Typpidioksidin korkein tuntiohjearvoon verrannollinen pitoisuus +22 metrin korkeudella. Normaalipäästöt.

LÄNSISATAMA



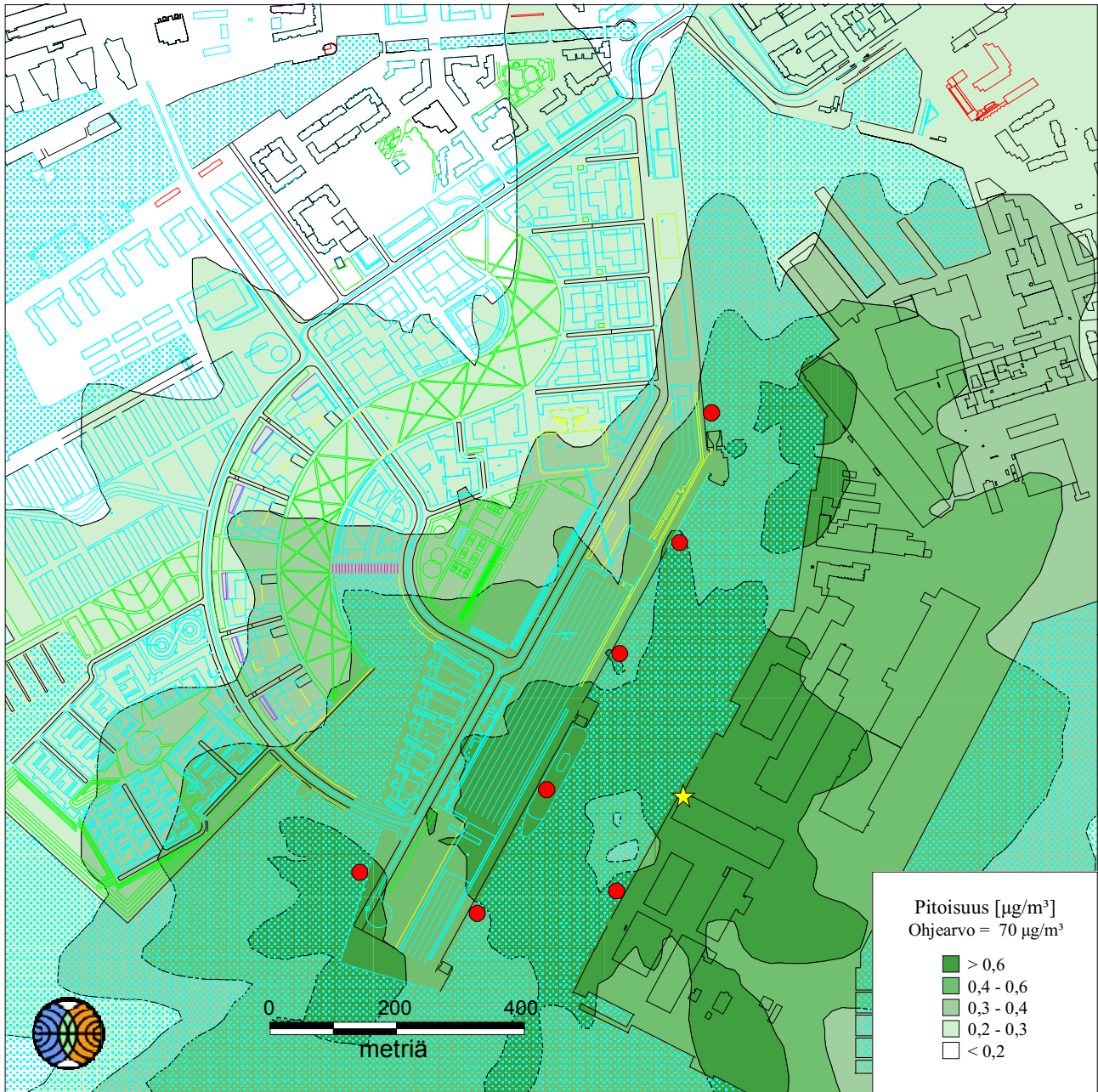
Ilmatieteen laitos 2002

● = päästölähde

★ = maksimi = $3.3 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Kuva 16. Typpidioksidin korkein vuorokausiohjearvoon verrannollinen pitoisuus +22 metrin korkeudella. Normaalipäästöt.

LÄNSISATAMA



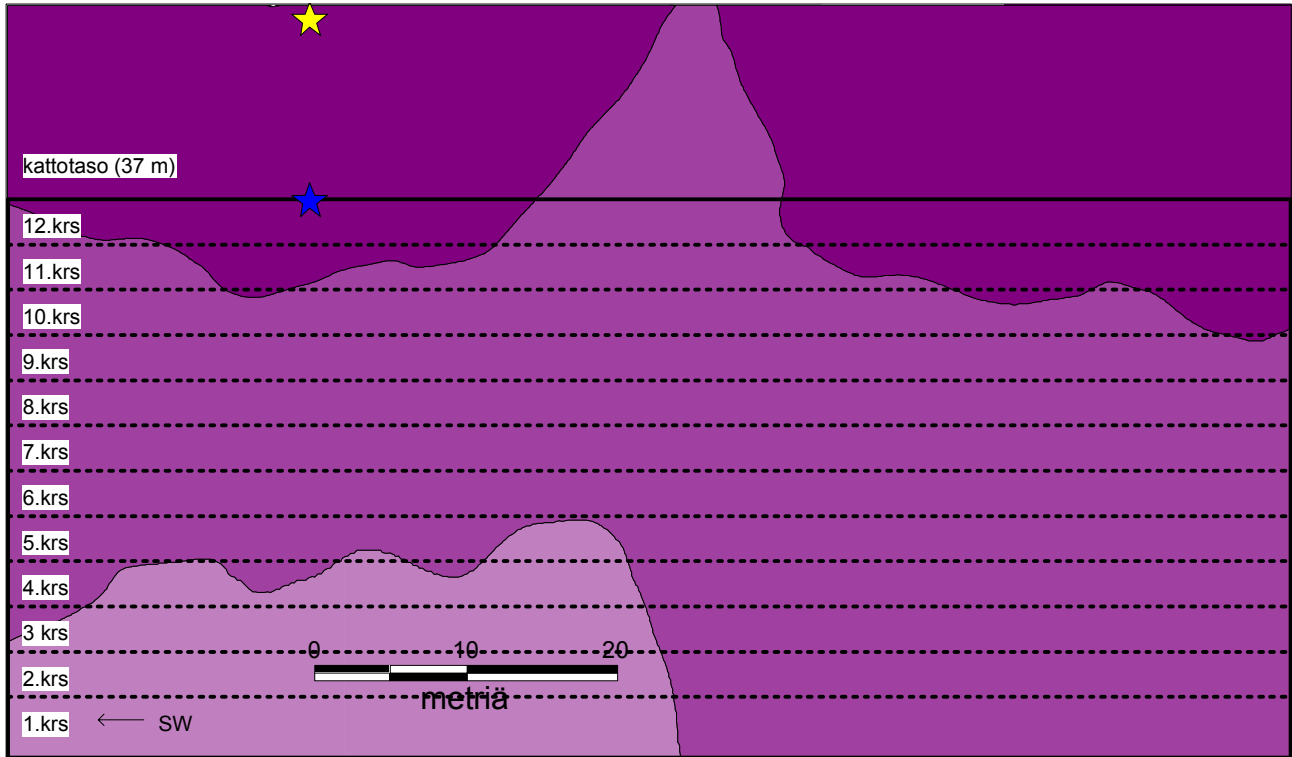
Ilmatieteen laitos 2002

● = päästölähte

★ = maksimi = $1.7 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Kuva 17. Hiukkaspitoisuuden toiseksi korkein vuoro-
kausikeskiarvo +22 metrin tasolla.
Normaalipäästöt.

LÄNSISATAMA



Ilmatieteen laitos 2002

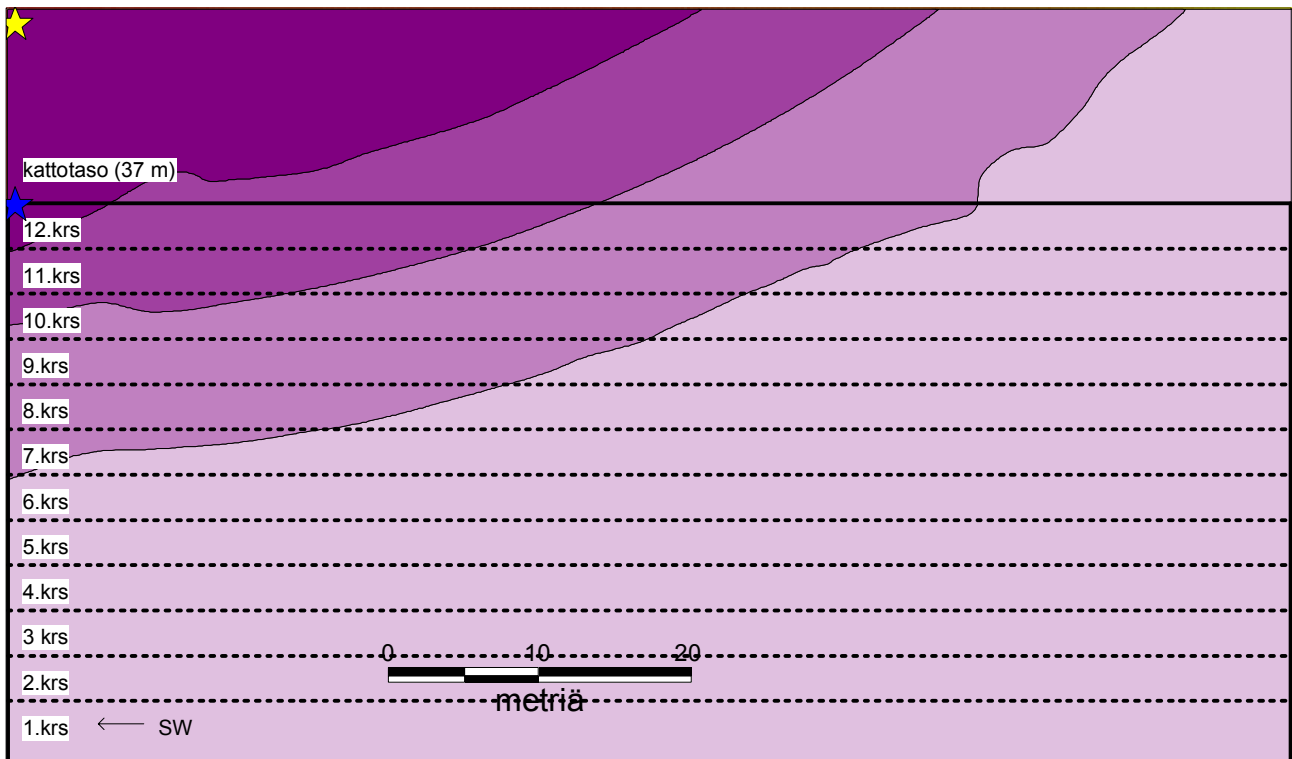
★ = julkisivun maksimi = $21,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$
★ = tulostustason maksimi = $24,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Pitoisuus [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]
Ohjearvo = $250 \mu\text{g}/\text{m}^3$

■ > 20
■ 15 - 20
■ 10 - 15

Kuva 18. Rikkidioksidin korkein tuntiohjearvoon verrannollinen pitoisuus julkisivutasolla A. Normaalipäästöt.

LÄNSISATAMA



Ilmatieteen laitos 2002

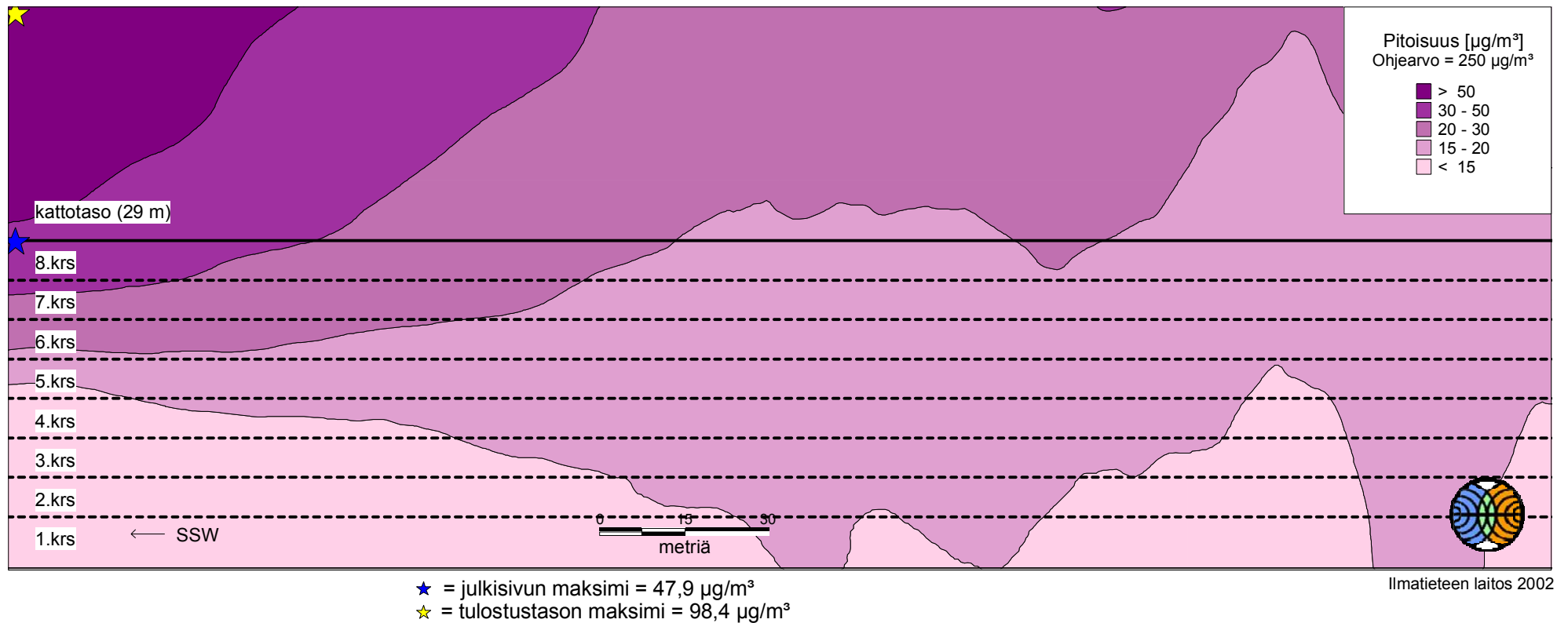
★ = julkisivun maksimi = $6,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$
★ = tulostustason maksimi = $7,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Pitoisuus [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]
Ohjearvo = $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$

■ > 6,0
■ 5,5 - 6,0
■ 5,0 - 5,5
■ < 5,0

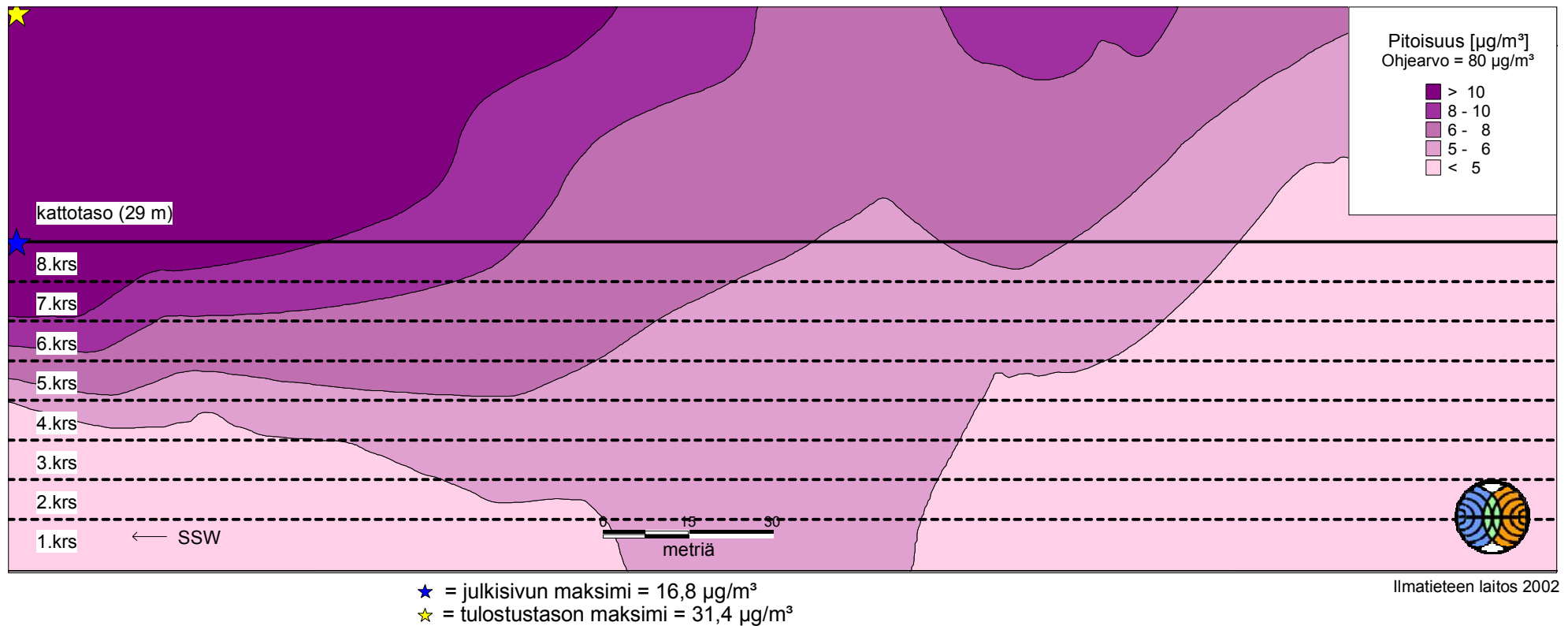
Kuva 19. Rikkidioksidin korkein vuorokausiohjearvoon verrannollinen pitoisuus julkisivutasolla A. Normaalipäästöt.

LÄNSISATAMA



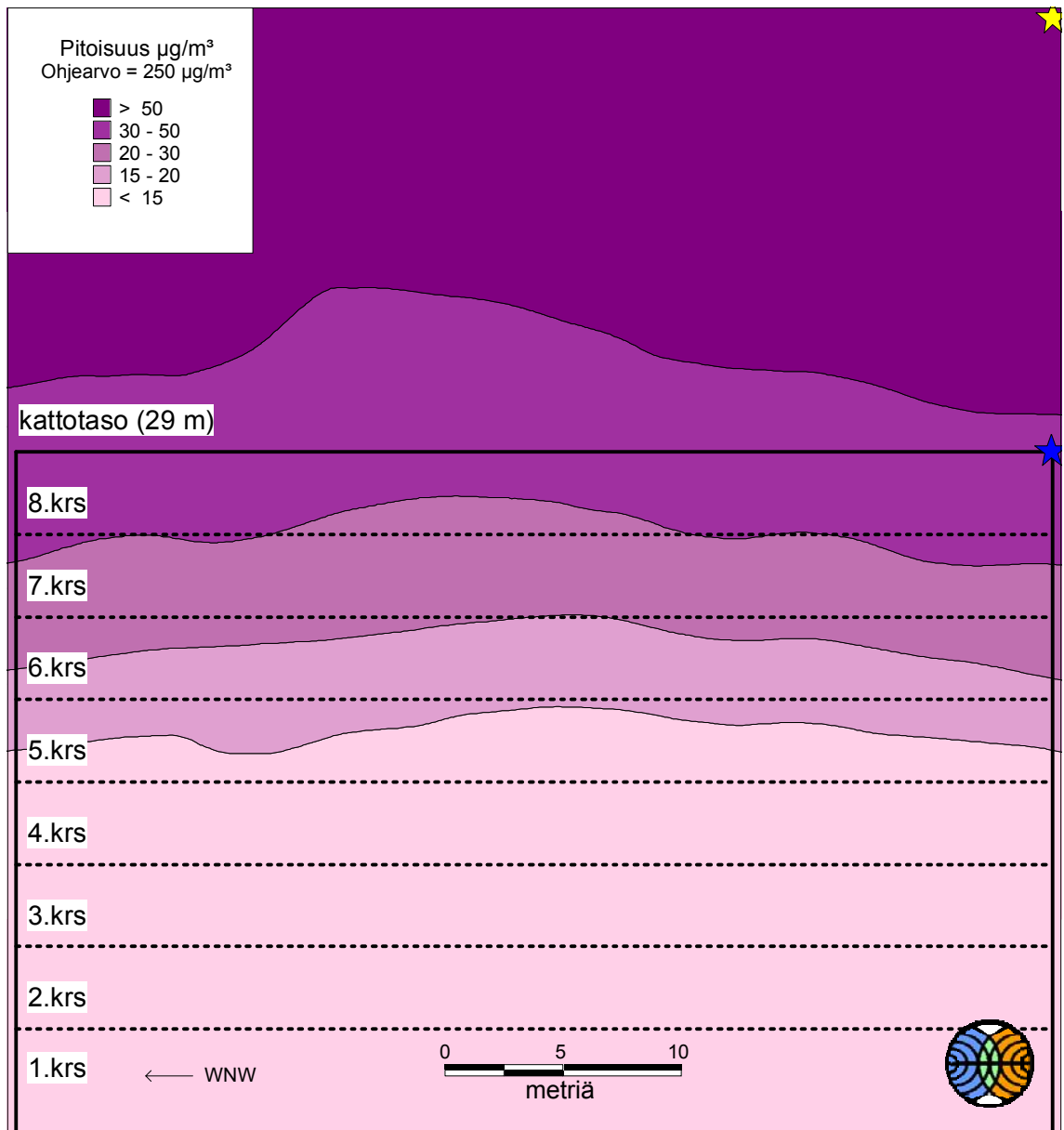
Kuva 20. Rikkidioksidin korkein tuntiohjearvoon verrannollinen pitoisuus julkisivutasolla D1. Normaali päästöt. Vertikaalisuunta esitetty eri mittakaavassa kuin horisontaalisuunta.

LÄNSISATAMA



Kuva 21. Rikkidioksidin korkein vuorokausiohjearvoon verrannollinen pitoisuus julkisivutasolla D1. Normaalipäästöt. Vertikaalisuunta esitetty eri mittakaavassa kuin horisontaalisuunta.

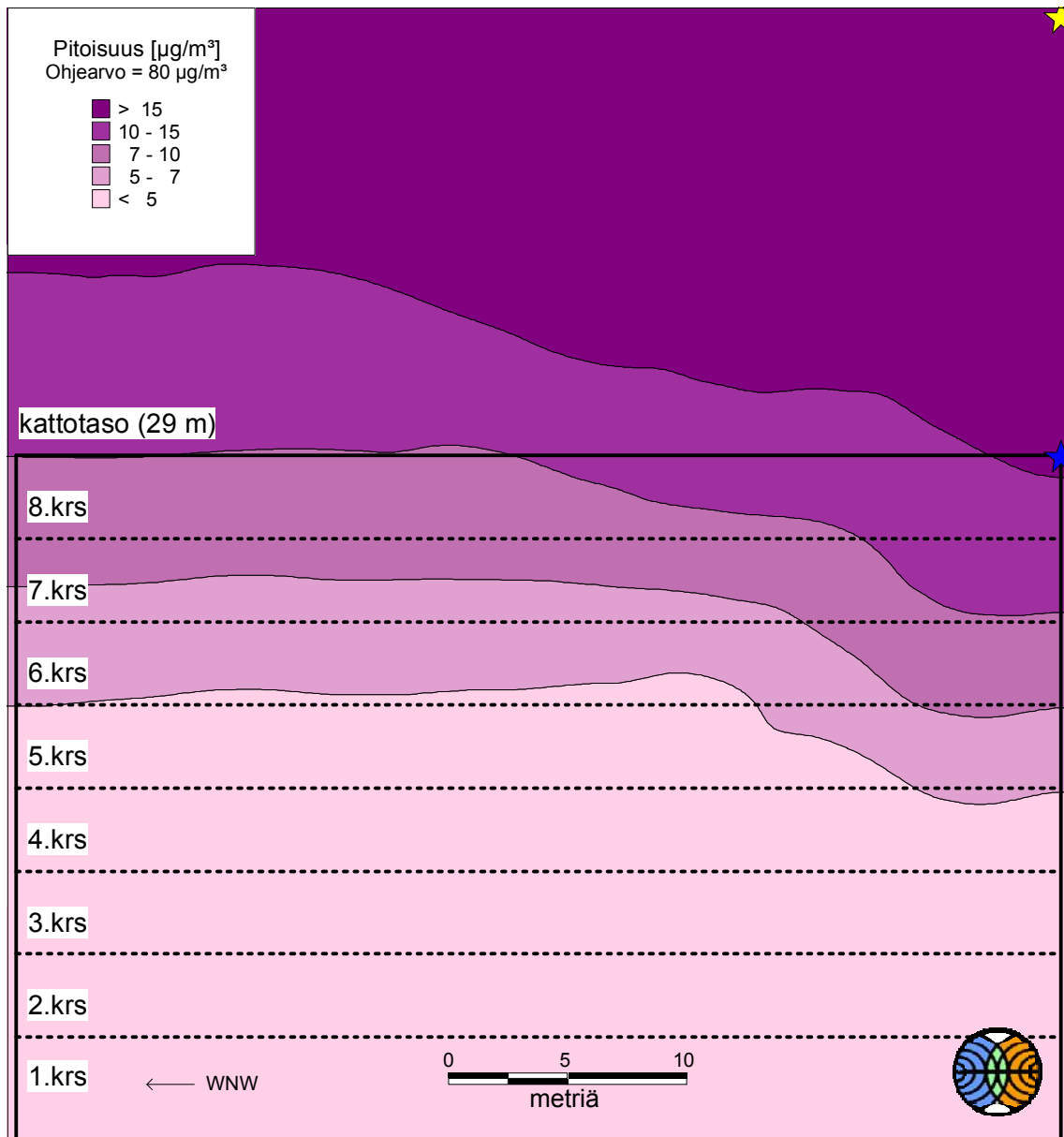
LÄNSISATAMA



★ = julkisivun maksimi = $48,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$
★ = tulostustason maksimi = $98,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Kuva 22. Rikkidioksidin korkein tuntiohjearvoon verrannollinen pitoisuus julkisivutasolla D2. Normaalipäästöt.

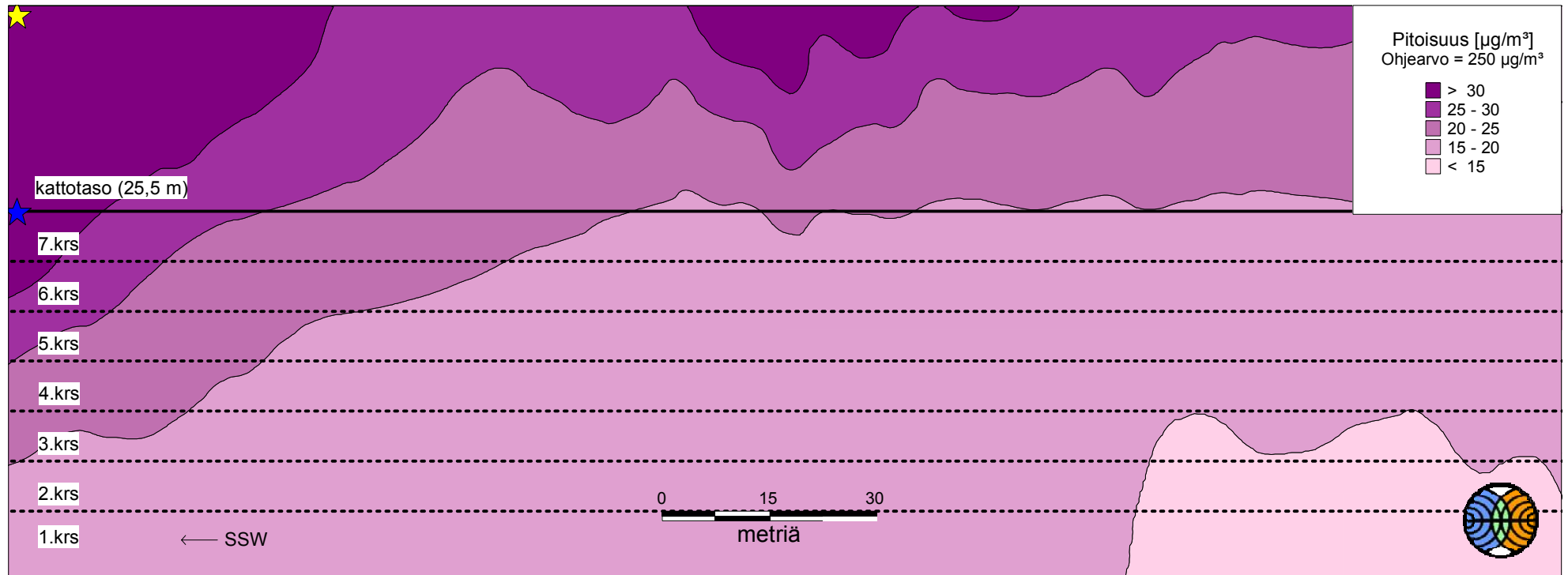
LÄNSISATAMA



★ = julkisivun maksimi = $16,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$
☆ = tulostustason maksimi = $31,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Kuva 23. Rikkidioksidin korkein vuorokausiohjearvoon verrannollinen pitoisuus julkisivutasolla D2. Normaalipäästöt.

LÄNSISATAMA

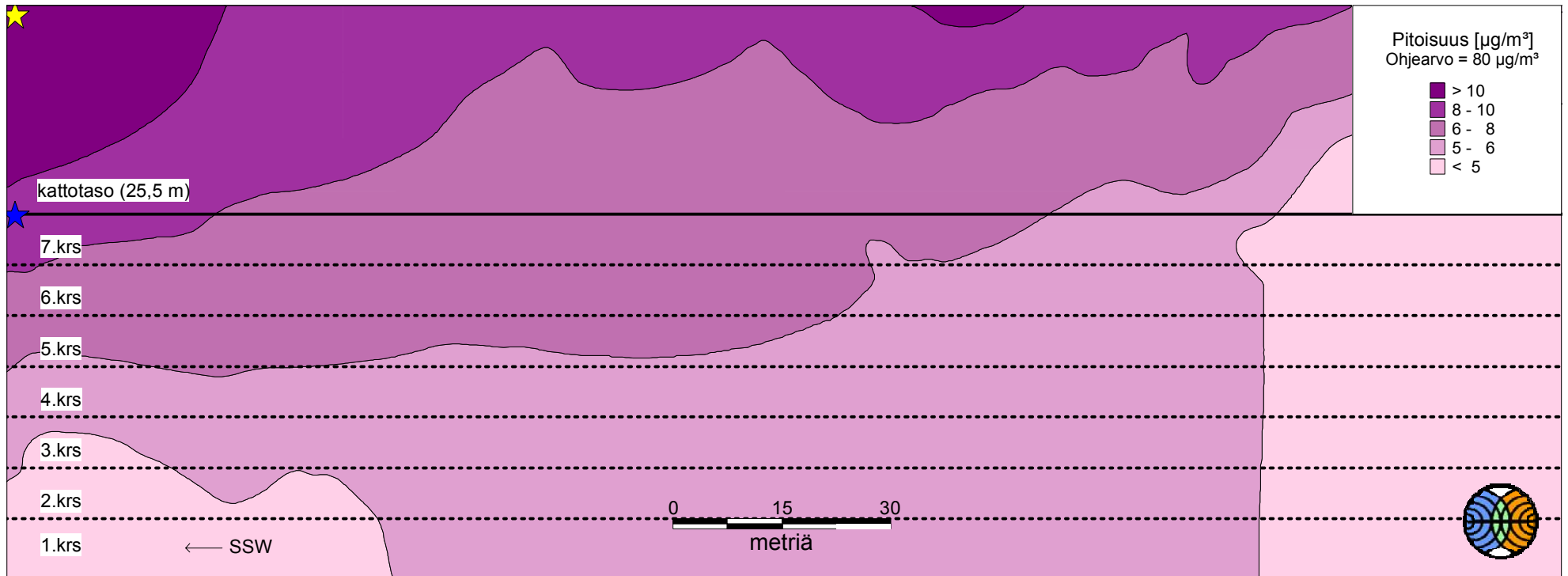


★ = julkisivun maksimi = $34,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$
★ = tulostustason maksimi = $43,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Ilmatieteen laitos 2002

Kuva 24. Rikkidioksidin korkein tuntiohjearvoon verrannollinen pitoisuus julkisivutasolla E. Normaalipäästöt. Vertikaalisuunta esitetty eri mittakaavassa kuin horisontaalisuunta.

LÄNSISATAMA

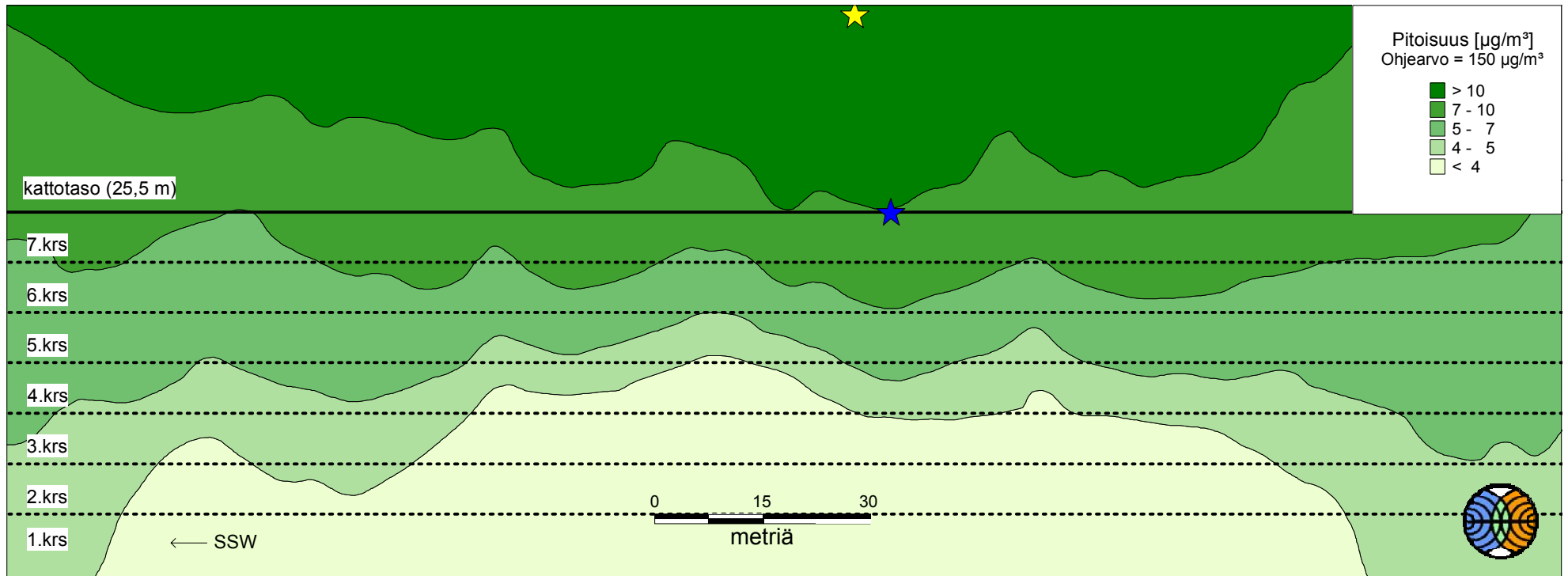


★ = julkisivun maksimi = $9,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$
★ = tulostustason maksimi = $14,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Ilmatieteen laitos 2002

Kuva 25. Rikkidioksidin korkein vuorokausiohjearvoon verrannollinen pitoisuus julkisivutasolla E. Normaalipäästöt.
Vertikaalisuunta esitetty eri mittakaavassa kuin horisontaalisuunta.

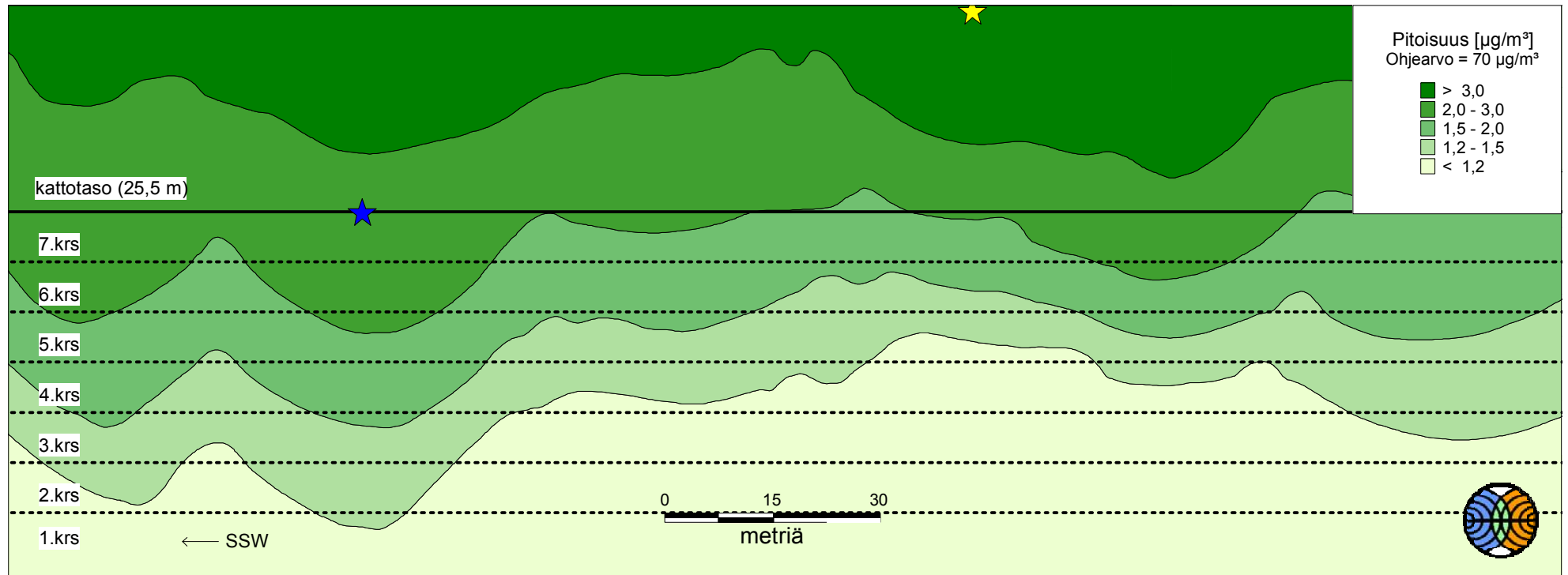
LÄNSISATAMA



★ = julkisivun maksimi = $9,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$
★ = tulostustason maksimi = $16,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Kuva 26. Typpidioksidin korkein tuntiohjearvoon verrannollinen pitoisuus julkisivutasolla E. Normaalipäästöt. Vertikaalisuunta esitetty eri mittakaavassa kuin horisontaalisuunta.

LÄNSISATAMA

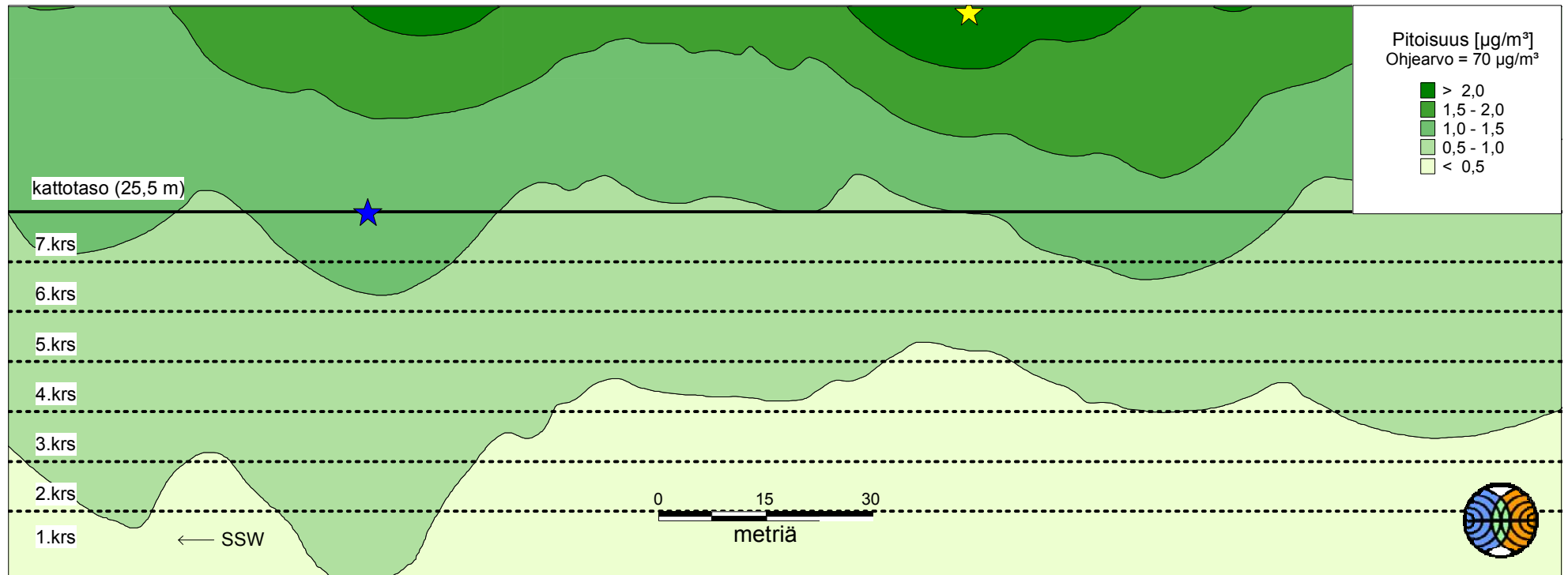


★ = julkisivun maksimi = $2,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$
★ = tulostustason maksimi = $5,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Ilmatieteen laitos 2002

Kuva 27. Typpidioksidin korkein vuorokausiohjearvoon verrannollinen pitoisuus julkisivutasolla E. Normaalipäästöt. Vertikaalisuunta esitetty eri mittakaavassa kuin horisontaalisuunta.

LÄNSISATAMA

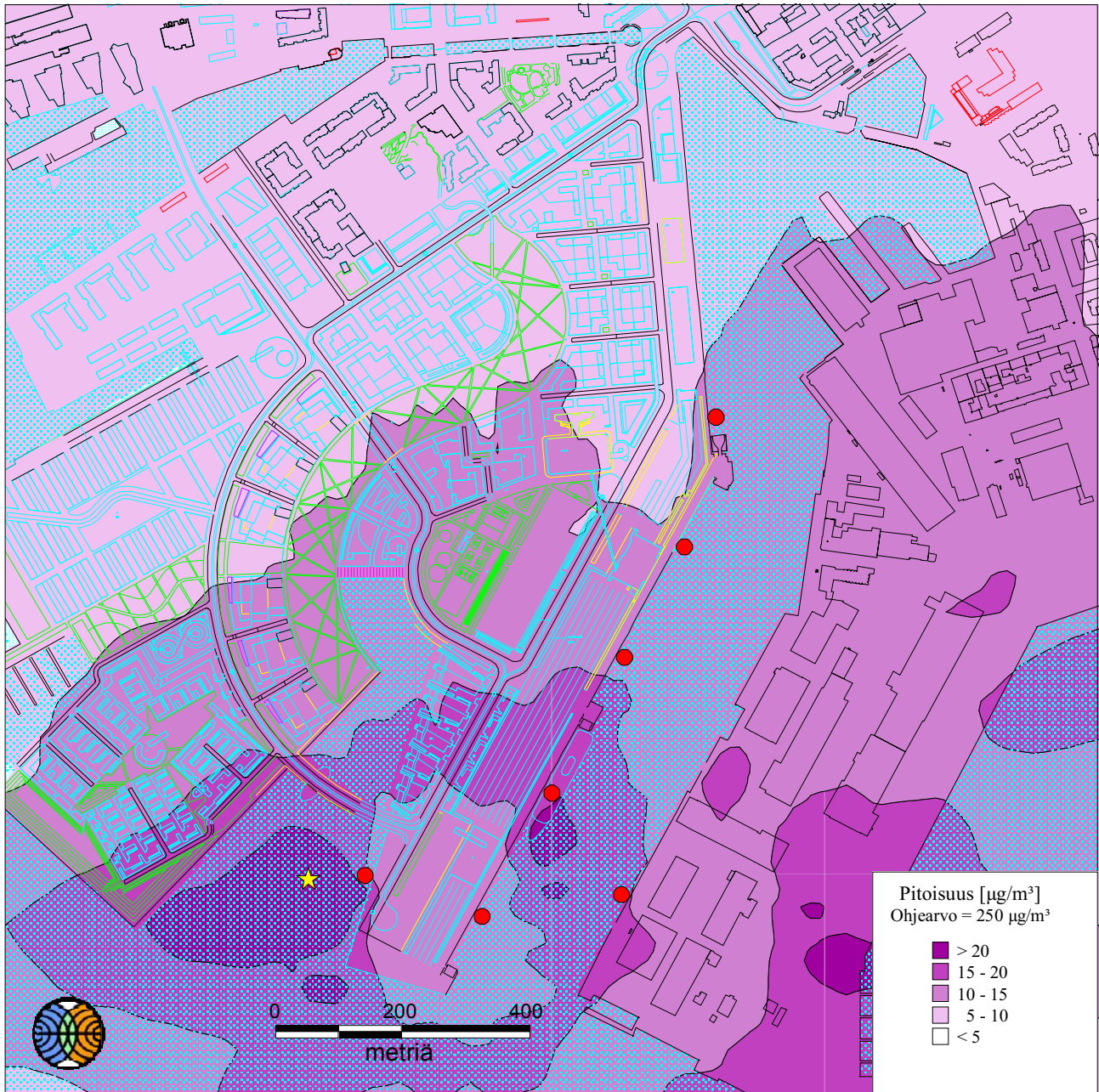


★ = julkisivun maksimi = $1,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$

★ = tulostustason maksimi = $2,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Kuva 28. Hiukkaspitoisuuden toiseksi korkein vuorokausikeskiarvo julkisivutasolla E. Normaalipäästöt. Vertikaalisuunta esitetty eri mittakaavassa kuin horisontaalisuunta.

LÄNSISATAMA



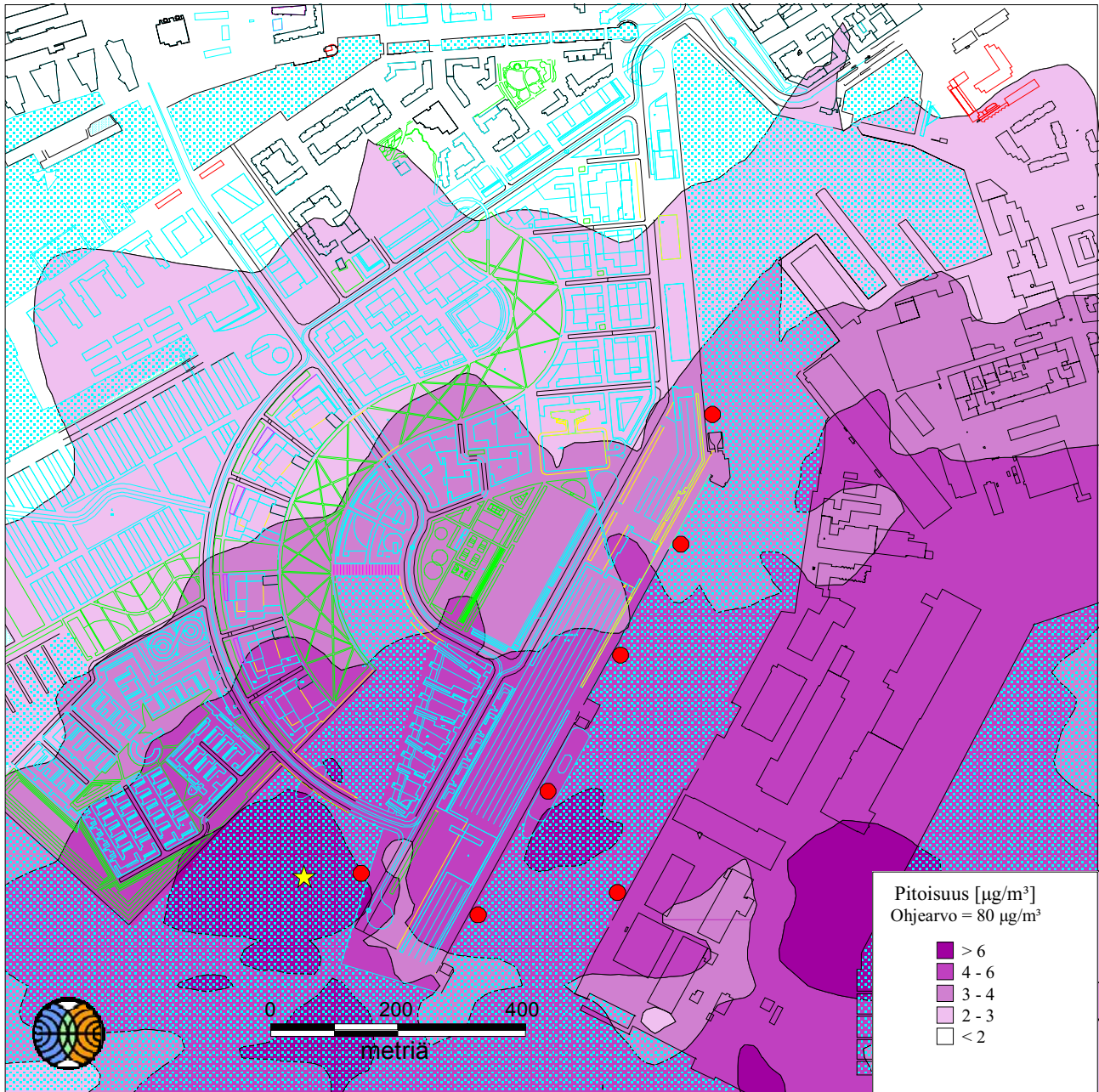
Ilmatieteen laitos 2002

● = päästölähde

★ = maksimi = 27.9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Kuva 29. Rikkidioksidin korkein tuntiohjearvoon verrannollinen pitoisuus maanpintatasossa. Maksimipäästöt.

LÄNSISATAMA



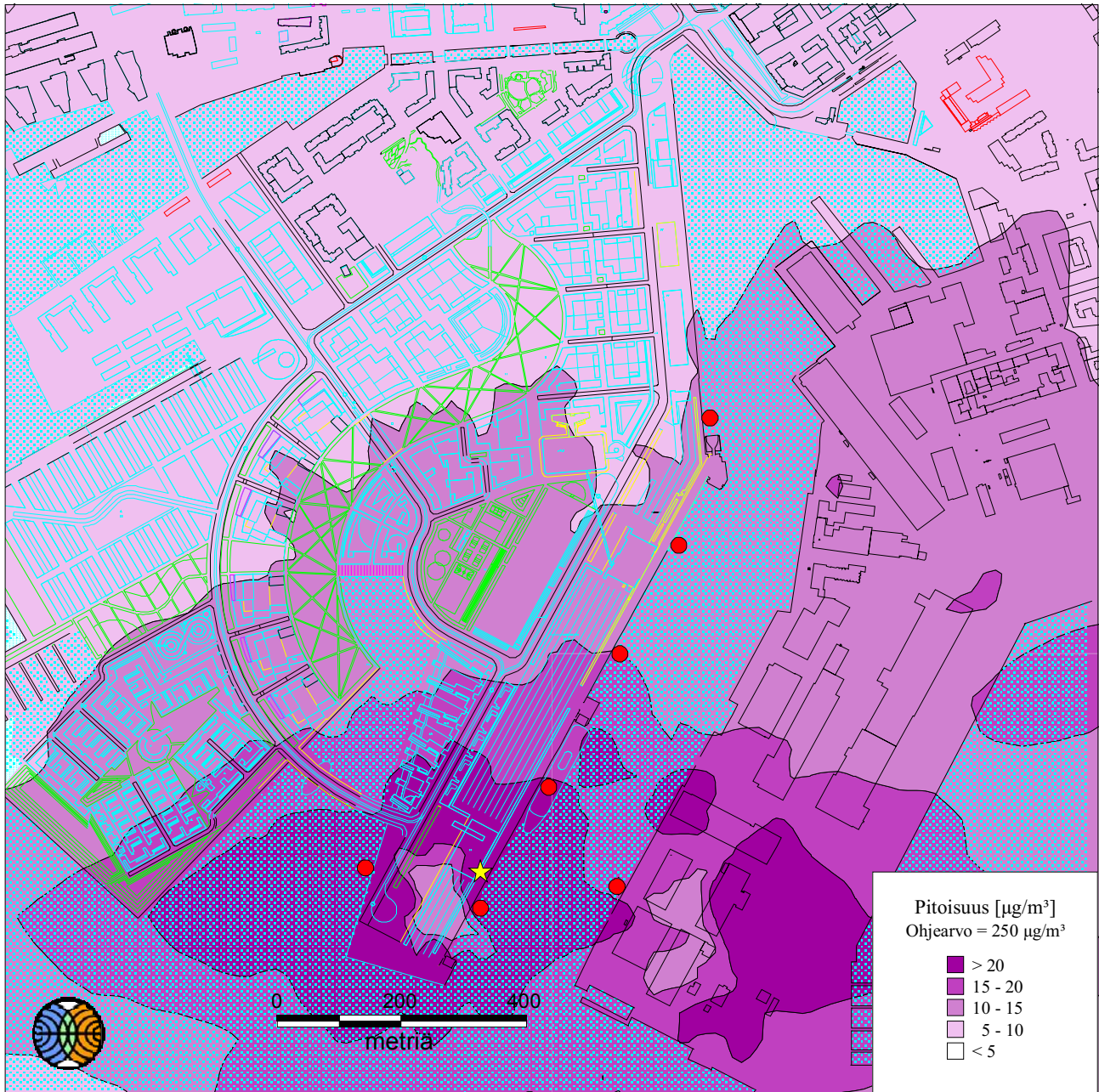
Ilmatieteen laitos 2002

● = päästölähde

★ = maksimi = 10.1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Kuva 30. Rikkidioksidin korkein vuorokausiohjearvoon verrannollinen pitoisuus maanpintatasossa. Maksimipäästöt.

LÄNSISATAMA



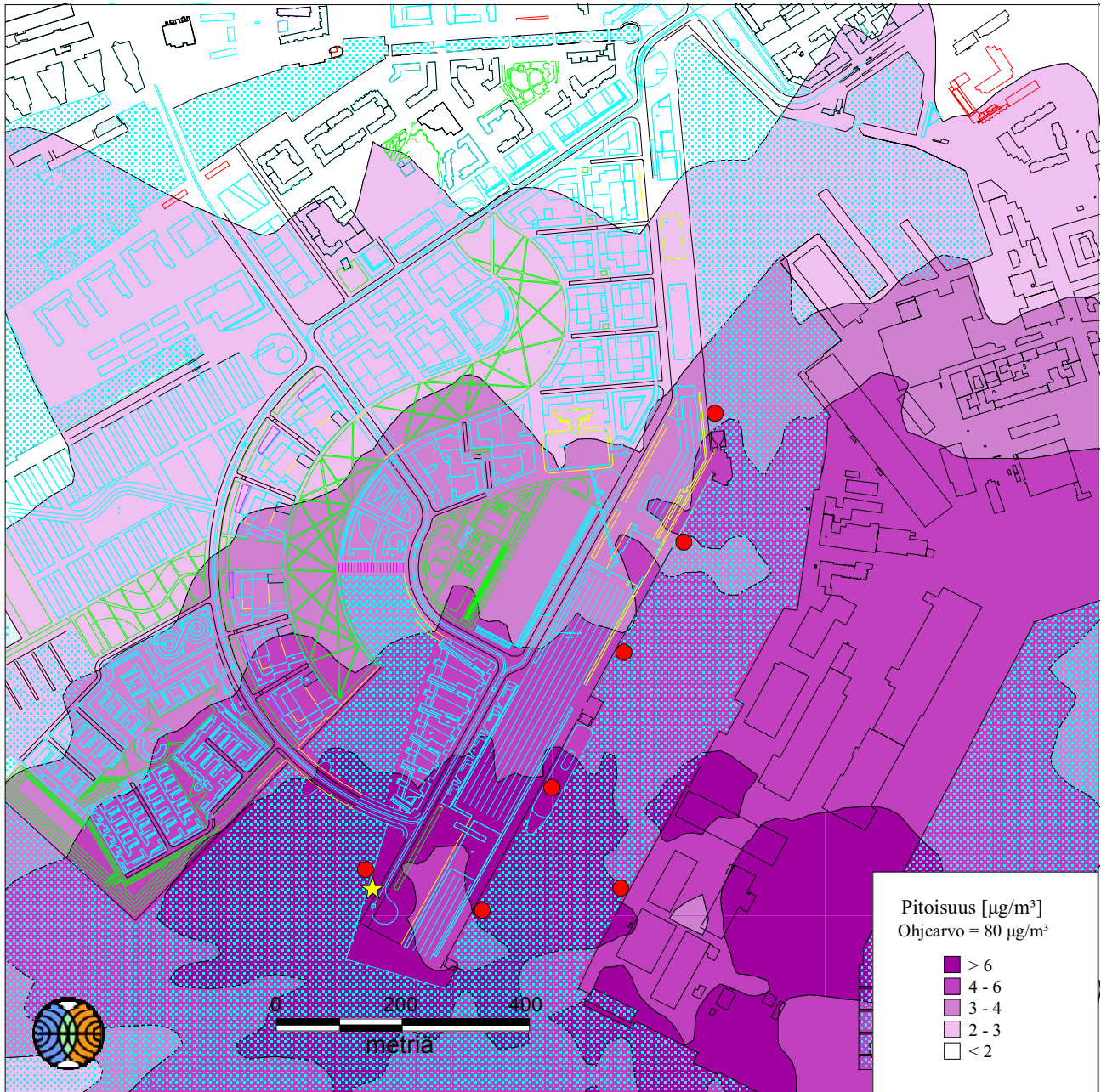
Ilmatieteen laitos 2002

● = päästölähde

★ = maksimi = 53.6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Kuva 31. Rikkidioksidin korkein tuntiohjearvoon verrannollinen pitoisuus +22 metrin tasolla. Maksimipäästöt.

LÄNSISATAMA



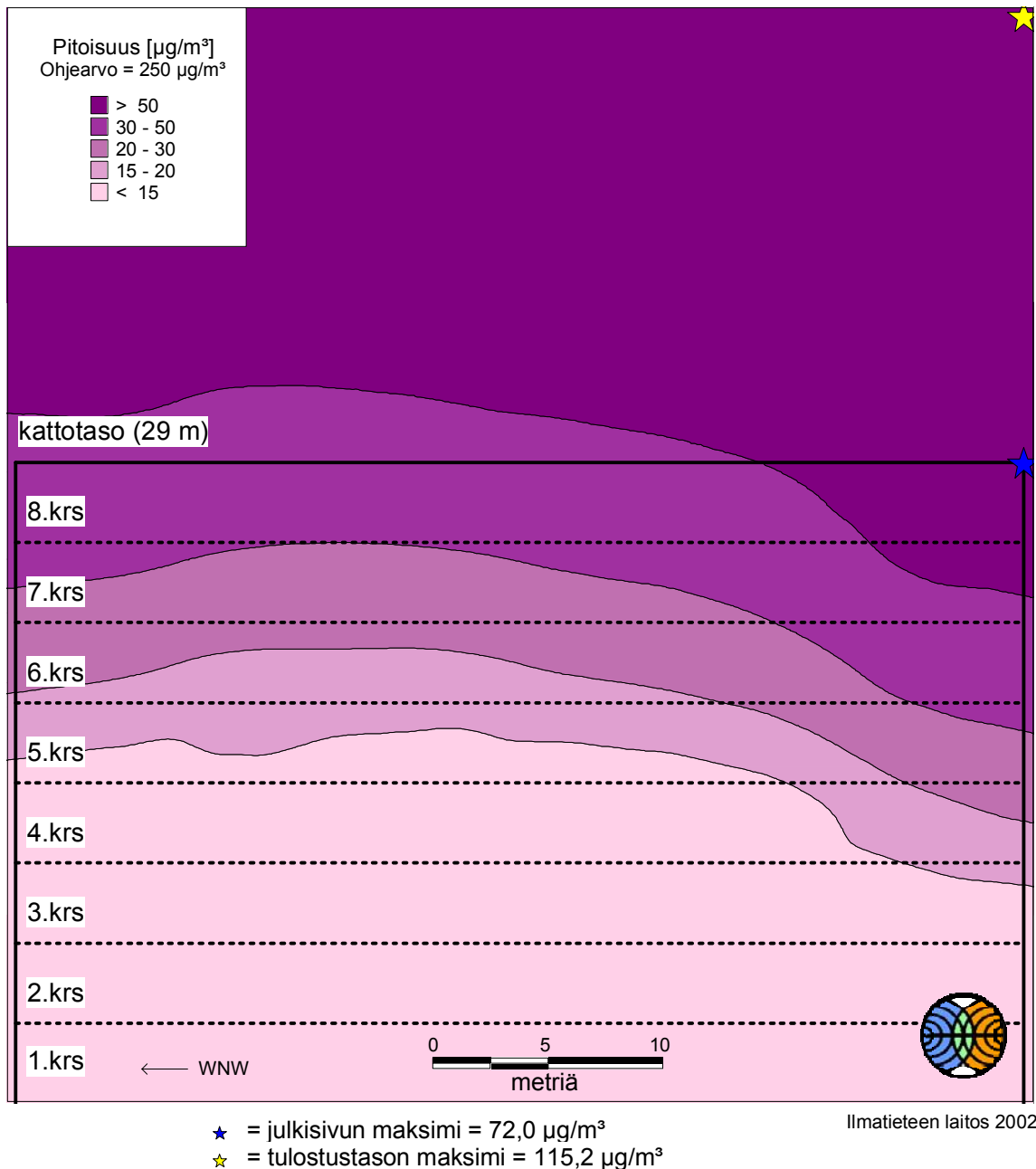
Ilmatieteen laitos 2002

● = päästölähde

★ = maksimi = 17.8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

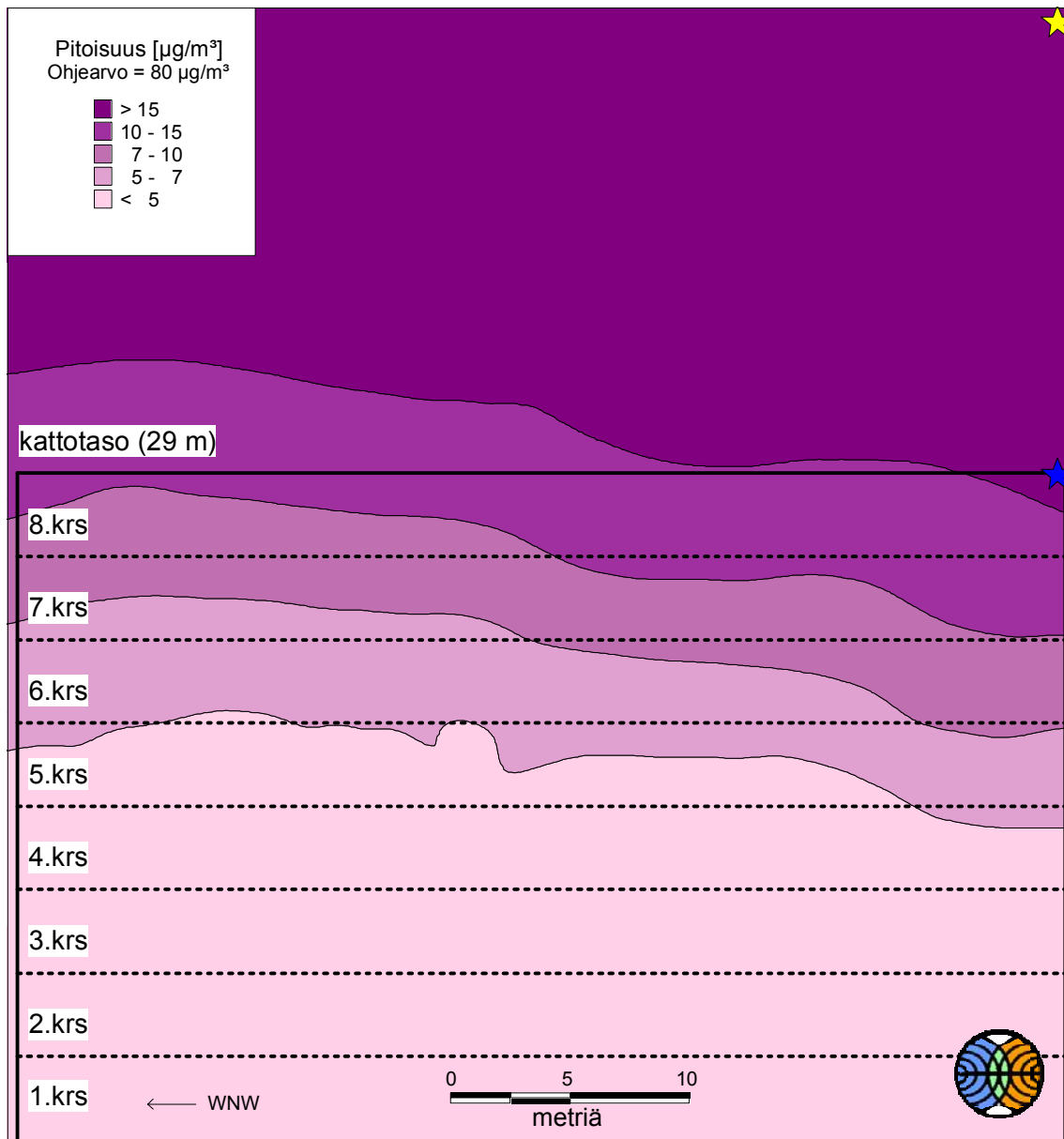
Kuva 32. Rikkidioksidin korkein vuorokausiohjearvoon verrannollinen pitoisuus +22 metrin tasolla. Maksimipäästöt.

LÄNSISATAMA



Kuva 33. Rikkidioksidin korkein tuntiohjearvoon verrannollinen pitoisuus julkisivutasolla D2. Maksimipäästöt.

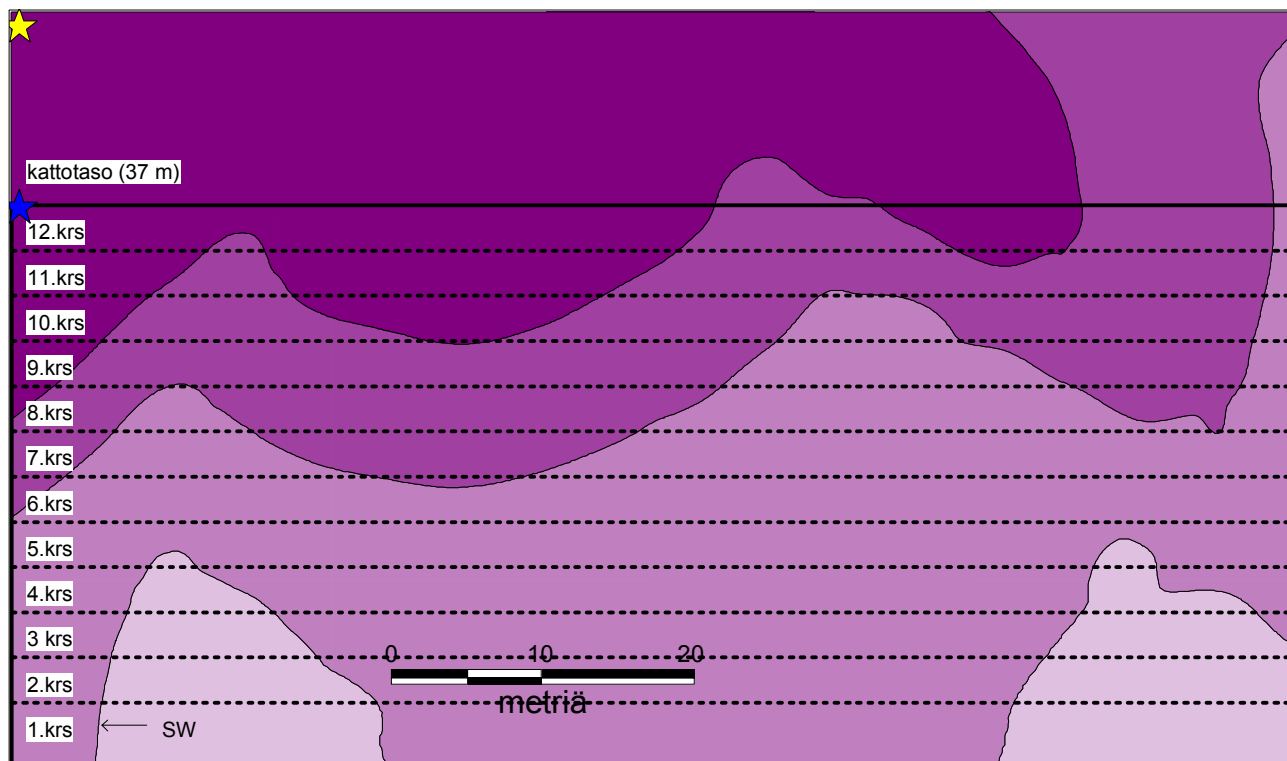
LÄNSISATAMA



★ = julkisivun maksimi = $18,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$
 ☆ = tulostustason maksimi = $33,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Kuva 34. Rikkidioksidin korkein vuorokausiohjearvoon verrannollinen pitoisuus julkisivutasolla D2. Maksimipäästöt.

LÄNSISATAMA



Ilmatieteen laitos 2002

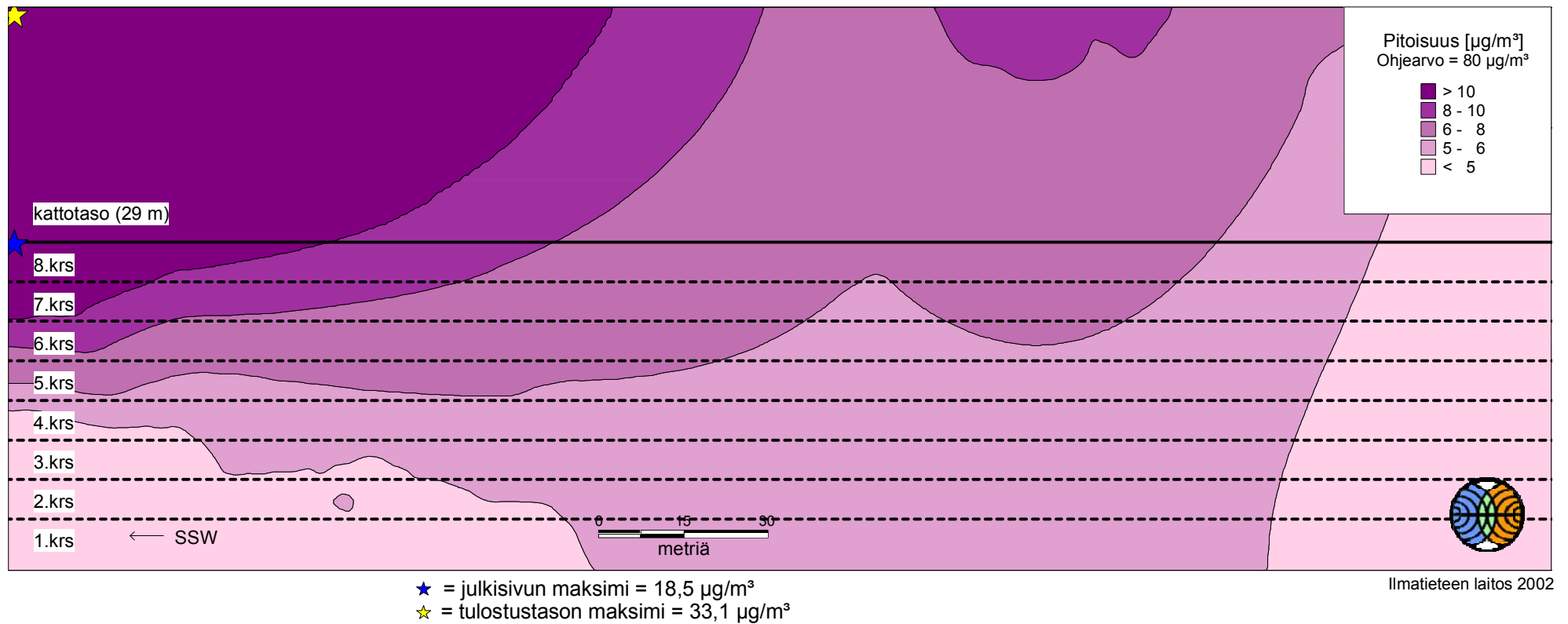
★ = julkisivun maksimi = $6,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$
★ = tulostustason maksimi = $7,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Pitoisuus [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]
Ohjearvo = $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$

> 6,0
5,5 - 6,0
5,0 - 5,5
< 5,0

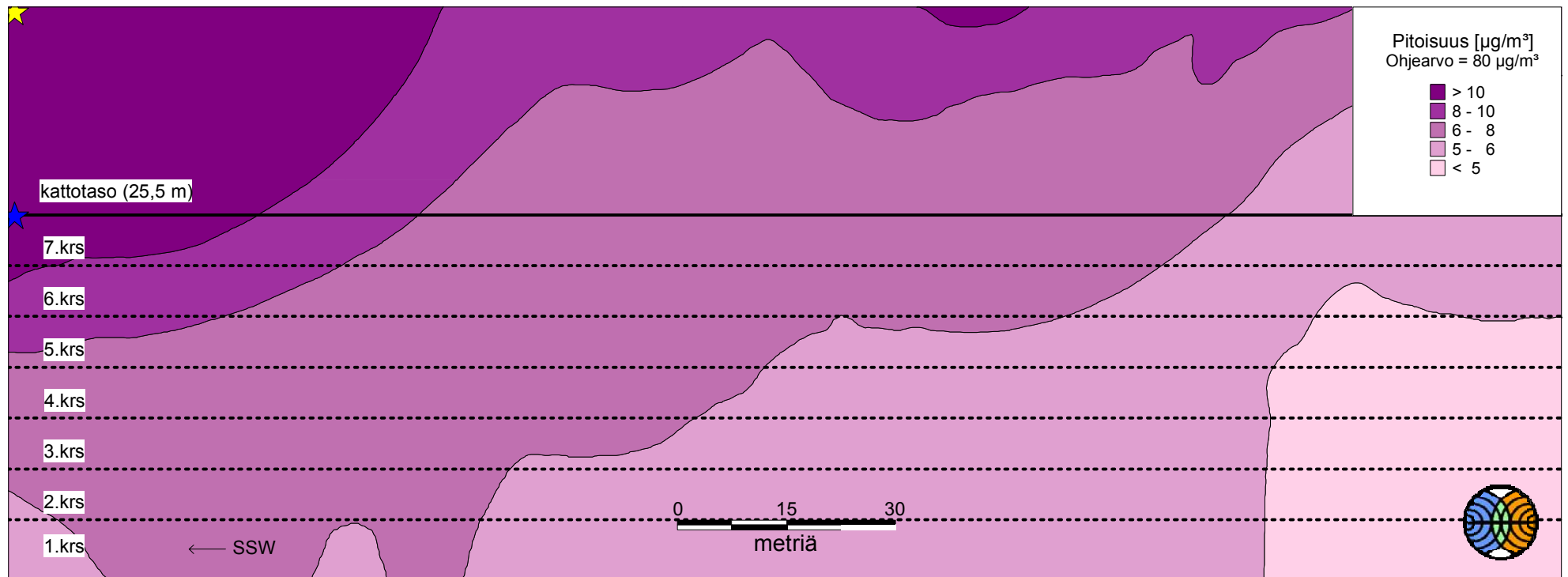
Kuva 35 . Rikkidioksidin korkein vuorokausiohjearvoon verrannollinen pitoisuus julkisivutasolla A. Maksimipäästöt.

LÄNSISATAMA



Kuva 36. Rikkidioksidin korkein vuorokausiohjearvoon verrannollinen pitoisuus julkisivutasolla D1. Maksimipäästöt. Vertikaalisuunta esitetty eri mittakaavassa kuin horisontaalisuunta.

LÄNSISATAMA



★ = julkisivun maksimi = $11,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$
★ = tulostustason maksimi = $19,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Ilmatieteen laitos 2002

Kuva 37. Rikkidioksidin korkein vuorokausiohjearvoon verrannollinen pitoisuus julkisivutasolla E. Maksimipäästöt. Vertikaalisuunta esitetty eri mittakaavassa kuin horisontaalisuunta.



Foto: Erling Bassen Edle

UNITED
BY OUR
DIFFERENCE



Jätkäsaaren liikuntapuiston pohjoisosa ja koulun piha-alue
Lausunto tuulisuuden vaikutuksista

Toukokuu 2011

Laadunhallinta

Versio/muutokset	Versio 1	Muutos 1	Muutos 2	Muutos 3
Huomautukset		lopullinen		
Päiväys	11.4.2011	23.5.2011		
Laatija	Risto Kiviluoma	Risto Kiviluoma		
Allekirjoitus				
Tarkastanut				
Allekirjoitus				
Hyväksynyt				
Allekirjoitus				
Projektinumero				
Tiedosto				

KONSULTTI

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

Yhdyshenkilö
Risto Kiviluoma

TILAAJA

Helsingin Kaupunki, Kaupunki-
suunnitteluvirasto

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

www.hel.fi/ksv

Yhdyshenkilö
Jukka Tarkkala

Sisällys

1 Johdanto	4
2 Tuulisuus	8
2.1 Bunkkerin katon asuinhuoneistot ja kattopiha	8
2.2 Rakennuksen korkeuden vaikutus	9
2.3 Koulun piha	10
2.4 Asuinrakennusten kattoterassit	12
3 Tuulen ja pakkasen yhteisvaikutus	13
3.1 Pakkasindeksin raja-arvojen kestot	13
3.2 Rakennusten energiankulutus	13
4 Yhteenveto ja suositukset	14
Lähdeluettelo	15
Liite 1 Tuulennopeuden korkeusprofiilit	16

1 Johdanto

Jätkäsaaren liikuntapuiston pohjoisosan ja koulun alueelle (tämän lausunnon kohdealue) on vireillä asemakaavan muutos (kuva 1). Aluetta hallitsee olemassa oleva ja säilytettävä varistorakennus "bunkkeri". Bunkkeriin on suunniteltu mm. opetus- ja liikuntatiloja sekä katolle rakennettavia asuinhuoneistoja. Bunkkerin eteläpuolelle on suunniteltu korotettu koulun piha-alue, jonka alla on pysäköinti- ja huoltotila. Asemakaavan muutoksen alueeseen kuuluu myös kortteleita asuin- ja toimitilarakennuksille. Asuinrakennusten katoille on suunniteltu kattoterasseja.

Aikaisemman tuulisuusselvityksen [1] mukaan Jätkäsaari on Helsingin oloissa tuulinen alue johtuen sen sijainnista meren rannikolla. Alue on pääosin täyttömaata, ja siinä ei ole luonnollisia tuulensuojaa antavia elementtejä kuten metsää, pensaita tai maastonmuotoja.

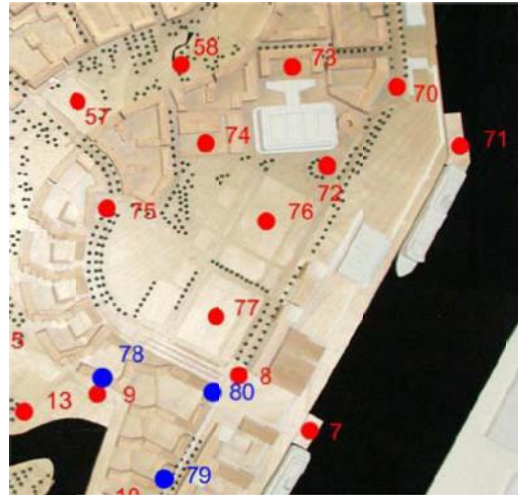
Kohdealueella Jätkäsaaren kaavoituksen viitesuunnitelmien mukaiset muut rakennukset antavat tuulensuojaa luoteis- ja pohjoistuulille.

Kohdealueella on tuulisuuskartoituksessa [1] ollut 5-7 määrittämisspistettä (kuva 2). Tulosten mukaan bunkkerin edessä keskituuli katutasossa $> 5 \text{ m/s}$ $P_E = 0,7 \%$ ajasta, eli keskimäärin 5 h/kk. Tuulen ja pakkasen yhteisvaikutusta kuvaavan pakkasindeksin esiintyminen on raja-arvolla $\leq -25^\circ\text{C}$ keskimäärin 25 tuntia vuodessa. Suojaisimmissa pisteissä Jätkäsaarella vastaava arvo on n. 1 h. Pakkasindeksiä $\leq -25^\circ\text{C}$ on käytetty raja-arvona olosuhteelle, jossa on olemassa selvästi kohonnut naaman paletumisriski yli 30 min altistumisajalla.

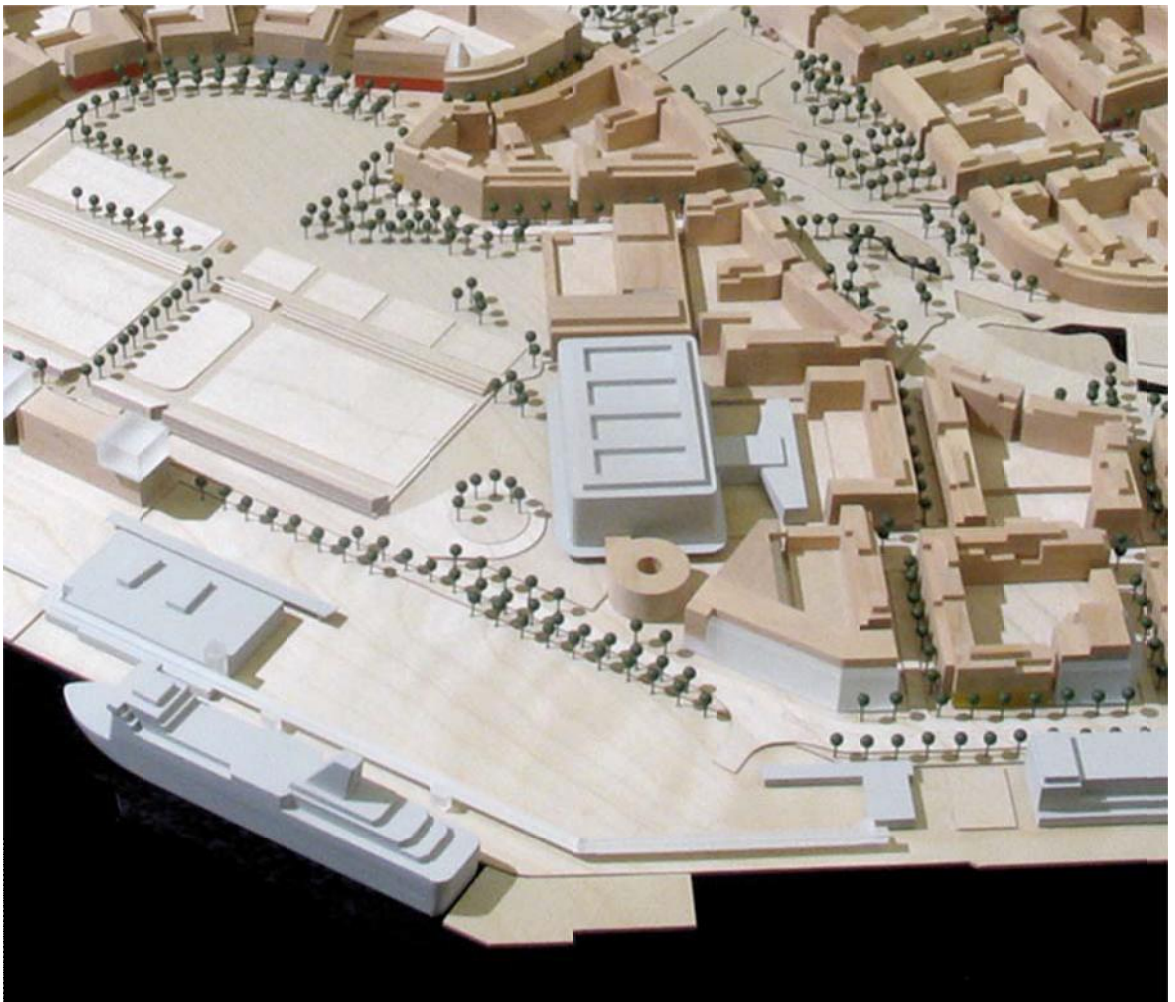


Kuva 1: Kohdealue osayleiskaavavaiheen kaupunkirakennemallissa.

a)



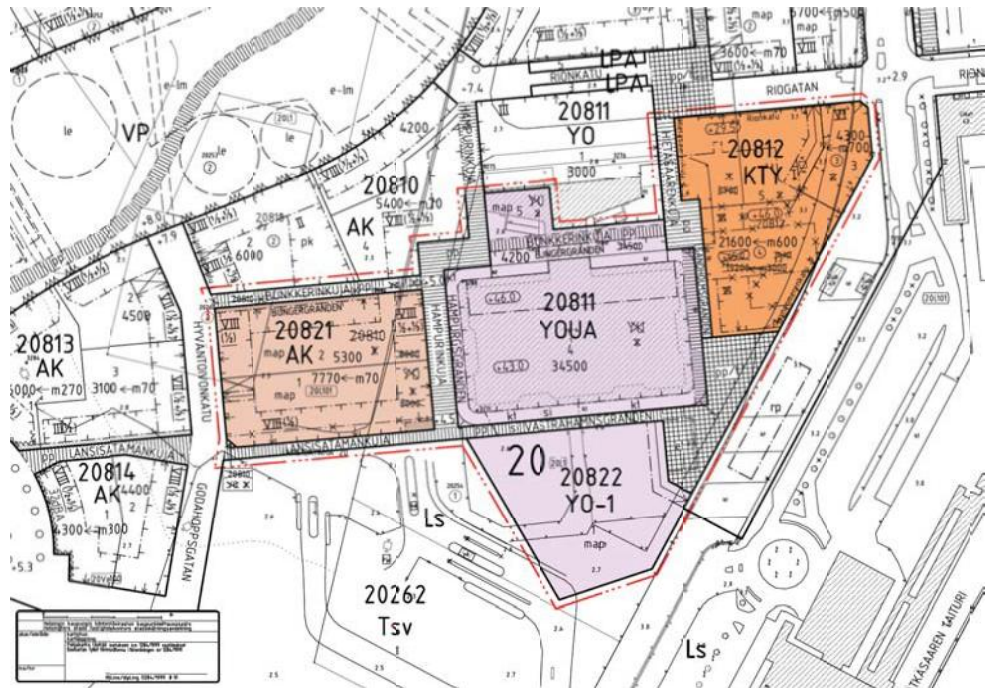
b)



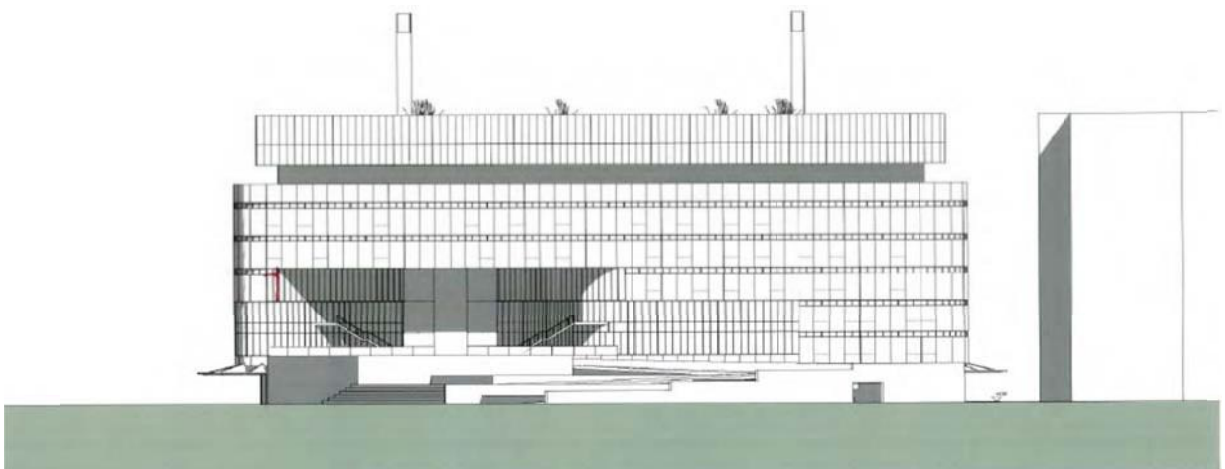
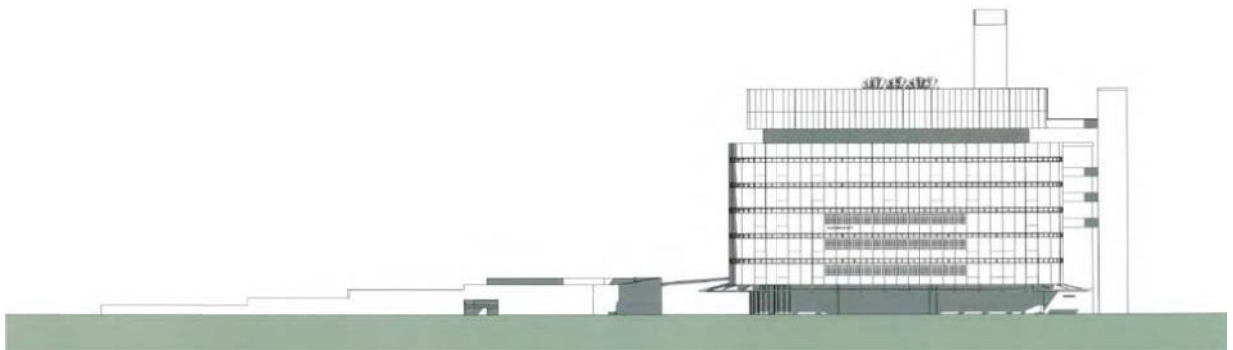
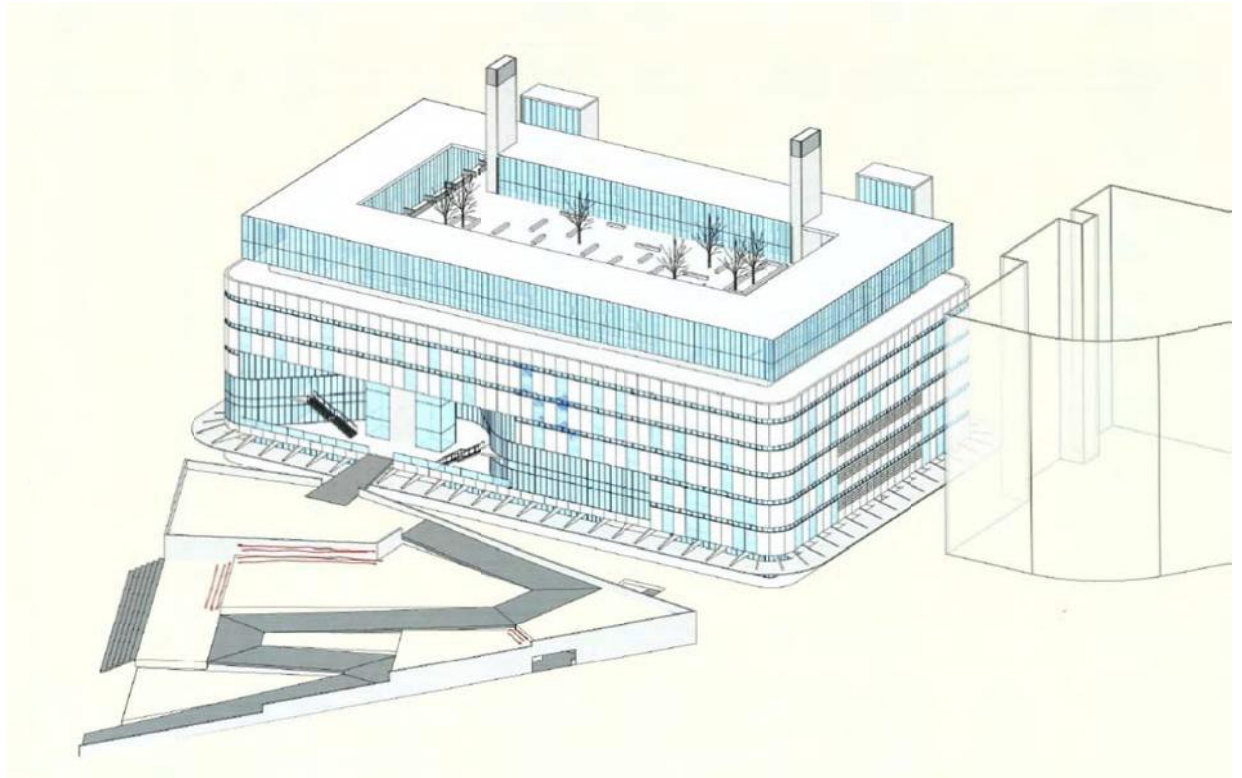
Kuva 2: a) Kaupunkirakennemallin tuulisuuskartoituksen mittauspisteitä [1] ja b) mittauksissa käytetty pienoismalli kohdealueella (kuva Kaupunkisuunnitteluvirasto).

Tämä lausunto koskee tuulisuuskysymystä kohdealueen asemakaavan muutoksen ja sen viitesuunnitelman luonnoksiin liittyen. Luonnoksia on havainnollistettu kuvissa 3 ja 4. Lausunto perustuu pääosin Jätkäsaaren osayleiskaavavaiheen kaupunkirakennemallin ja viitesuunnitelman erojen vaikutusten analysointiin, käyttäen apuna lähteen [1] tutkimuksessa saatuja tuloksia. Bunkkerin ja pihan suunnitelmana on käytetty PES-Arkkitehdit Oy:n suunnitelmaluonnosta 9.3.2011

Lausunnon tavoitteena on esittää viitesuunnitelmaluonnokseen liittyvät tuulisuuskysymykset kaavoituskäsittelyn ja jatkosuunnittelun tueksi.



Kuva 3: Kohdealueen kaavakarttaluonnos.



Kuva 4: Kohdealueen viitesuunnitelmaluonnos (kuva: PES-Arkkitehdit Oy).

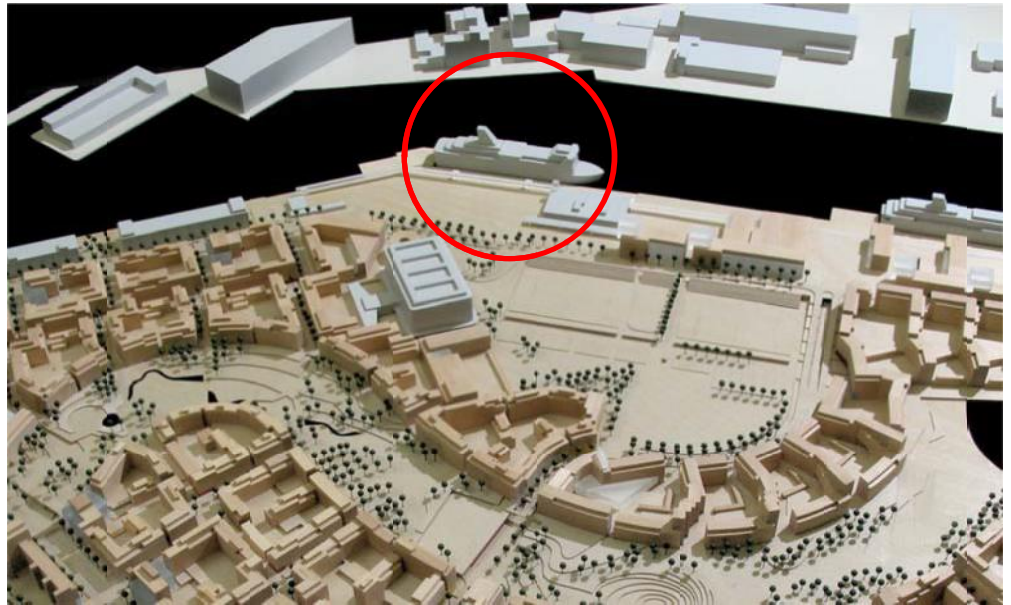
2 Tuulisuus

Kohdealueen tarkasteltava viitesuunnitelmaluonnos poikkeaa Jätkäsaaren osayleiskaavavaiheen kaupunkirakennemallin yhteydessä [1] tutkitusta erityisesti seuraavien tekijöiden osalta:

- bunkkerin katolle on suunniteltu asuinhuoneistoja ja kattopiha
- bunkkerin korkeus on kasvanut kahden kerroksen verran em. huoneistojen johdosta
- koulun piha-alue on korkeimmasta kohdastaan n. 4,5 m ympäröivää maanpintaa korkeammalla
- asuinrakennusten katoille on kaavailtu yleisesti terassikäyttöä.

Näitä, sekä muita tuulisuuden kanalta merkittäviä tekijöitä, on arvioitu tarkemmin ohessa.

Kuvan 5 mukaisesti osayleiskaavavaiheen tuulisuuskartoituksessa [1] on pienoismallissa mukana laiva, joka voi aiheuttaa tuulensuojaa tuulen suuntakulmalla 120°. Tätä lausuntoa varten em. tuulensuoja on otettu huomioon analysoimalla lähteen [1] data uudestaan käyttäen 120° arvolla 90° tulosta.



Kuva 5: Osayleiskaavavaiheen tuulitunnelikokeen pienoismalli [1]: laivan (ympyröity) mahdollisesti aiheuttama katve on otettu laskennallisesti huomioon tämän lausunnon tuloksissa.

2.1 Bunkkerin katon asuinhuoneistot ja kattopiha

Aikaisemman tutkimuksen [1] mukaan rakennusten katoilla (pisteet 78-80, kuva 2) voi esiintyä vaarallisen kovia tuulia. Ilman suojaavia rakenteita nämä kuuluisivat tuulisuuden suhteen luokkaan ”ei hyväksyttävä”.

Keski-Pasilan tutkimuksen [2,3] mukaisesti tuulisuus itse kattoterassissa on pienempää ja puuskaisempaa kuin talon katon päällä, ja riippuu rakennerratkaisuista (suojaavista seinistä, kaiteista yms.).

Katolle suunniteltujen huoneistojen ulkovaippa antaa tuulensuojaa ja tekee korkeutensa johdosta kattopihan tuulisuudesta hyväksyttävissä olevan. Tämän varmistamiseksi asuinhuoneistojen väliset 4 aukkoa tulisi poistaa (tai suojata asuinhuoneistojen korkeutta vastaavalla aidalla), koska nämä voivat aiheuttaa paikallisia virtauksia.

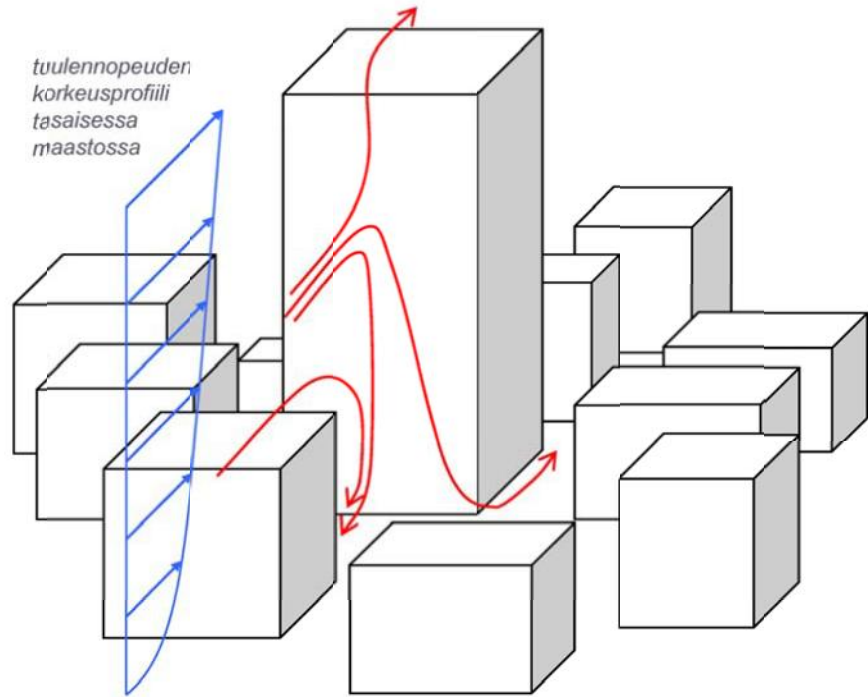
2.2 Rakennuksen korkeuden vaikutus

Ympäristöään selvästi korkeammat rakennukset lisäävät tuulisuutta ohjamalla korkealla esiintyvät kovat tuulet osittain katutasoon (kuva 6). Tuulisuuden kannalta ympäristöään selvästi korkeampana rakennuksen pidetään rakennusta, jonka korkeus on vähintään kaksinkertainen ympäröivien rakennusten kattojen tasoon nähden.

Bunkkerin kerrosluvun kasvu kahdella ei tee bunkkerista tuulisuuden kannalta selvästi ympäristöään korkeampaa. Etelätuulten osalta tuulisuus bunkkerin ympärillä lisääntyy verrannollisena tuulennopeuden korkeusprofiiliin (liite 1).

Kerrosluvun kasvun johdosta tuulen puuskanopeus kasvaa katutasossa n. 2 %. Tuulisuudessa tämä vastaa n. 10 % lisäystä, jolla ei merkittävää vaikutusta aikaisemman tutkimuksen [1] tulintoihin.

Ottaen huomioon bunkkerin käyttö uudessa tarkoituksessa, bunkkerin alaosaa kiertävä olemassa oleva lastauslaiturin katos parantaa viihtyvyyttä tuulisuuden suhteen bunkkerin ympärillä. Uusille tuulisuutta korjaaville rakenteilla ei ole ilmeistä tarvetta.



Kuva 6: Periaatekuva ympäristöään korkeamman rakennuksen vaikutuksesta ilmavirtaukseen [4].

2.3 Koulun piha

Koulun pihan korotettu taso lisää tuulisuutta. Pihan korko kasvaa asteittain, mikä vaikuttaa tuulennopeuksien kasvuun lounaistuulien osalta (kuva 7).

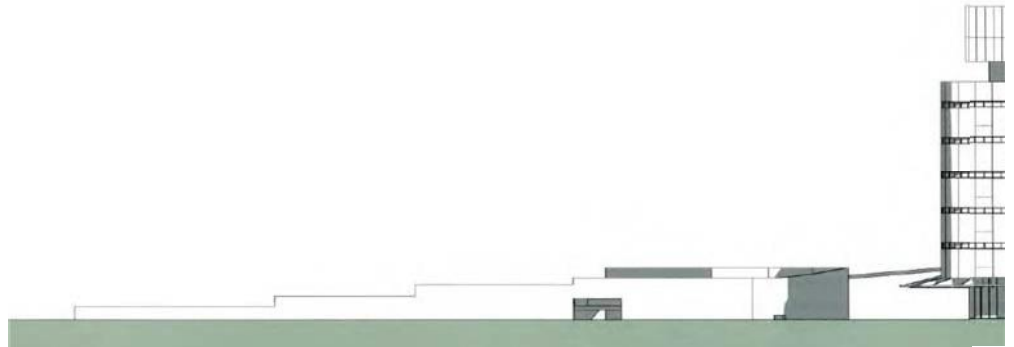
Suurimmillaan piha on n. 4,5 m ympäröivää maanpintaa korkeammalla. Liitteen 1 mukaisten tuulen korkeusprofiilien perusteella arvioituna katutasen tuulien tarkastelussa tuulen keskinopeus on maksimissaan n. 1,5-kertainen. Vastaavasti tuulen puuskanopeus on n. 1,2-kertainen. Arvot riippuvat tuulen suunnasta ja tarkastelupisteestä pihalla.

Luoteen ja koillisen välisille tuulille (tuulen suuntakulmat 300° , 330° , 0° , 30° ja 60°) koulun piha jää bunkkerin suojaan, ja katutasen tuulennopeudet eivät merkittävästi riipu pihan korosta.

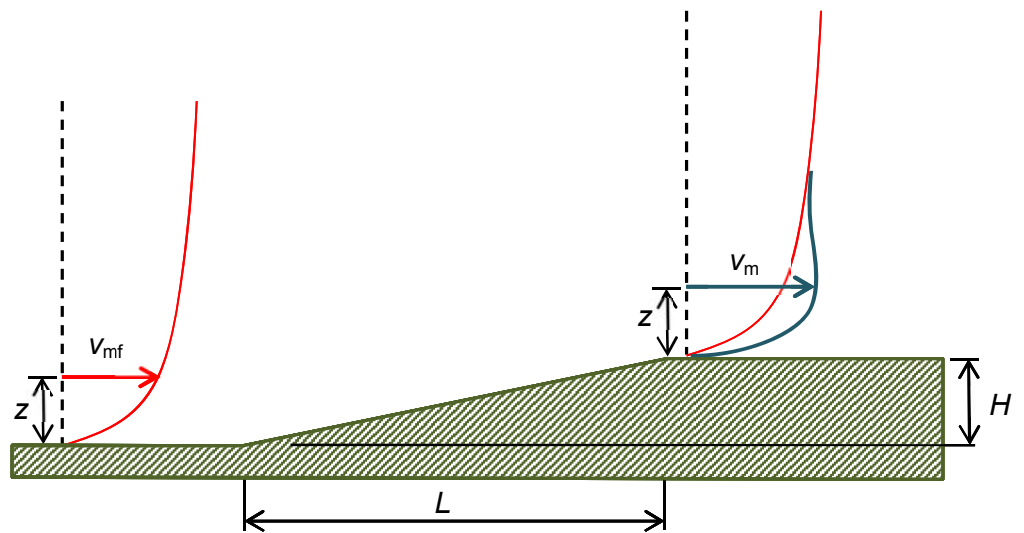
SFS-EN 1991-1-4:2005 [3] mukaan kuvan 5b otaksuilla saadaan, että lounaistuulten osalta tuulen keskinopeus on 1,09-kertainen ja puuskanopeus 1,06-kertainen.

Edellä mainitut arvot huomioon ottaen saadaan lähteen [1] mukaisen datan uudelleenanalysoinnilla koulun pihan (piste 72 kuva 2) tuulisuudelle arviot:

a)



b)



Kuva 7: a) Koulun pihan sivukuva viitesuunnitelmaluonnoksessa (kuva: kaupunkisuunnitteluvirasto) ja b) periaatekuva tuulennopeuden korkeusprofiilin muutoksesta maanpinnan korkeustason muuttuessa kiilamaisesti.

A-kriteeri (puuskatuuli > 10 m/s, kesäkausi): $P_E = 16$ h/kk (9 h/kk)

B-kriteeri (puuskatuuli > 13 m/s, kesäkausi): $P_E = 2,8$ h/kk (0,9 h/kk)

C-kriteeri (puuskatuuli > 16 m/s): $P_E = 8,9$ h/v (2,0 h/v)

D-kriteeri (puuskatuuli > 23 m/s): $P_E = 0,33$ h/v (0,02 h/v)

missä suluissa on esitetty P_E :n arvo osayleiskaavavaiheen mallissa ja

A-kriteeri: pitkäaikainen paikoillaan olo epäviihtyisää kun $P_E > 0,4$ h/kk

B-kriteeri: lyhytaikainen paikoillaan olo epäviihtyisää kun $P_E > 0,4$ h/kk

C-kriteeri: kävely epäviihtyisää kun $P_E > 2,2$ h/v

D-kriteeri: tuulisuus vaarallisen voimakasta, korjaavat toimenpiteet välttämättömiä kun $P_E > 2,2$ h/v.

Tuulen keskinopeudelle > 5 m/s saadaan $P_E = 26$ h/v (6 h/v). Prosenteissa ilmaistuna, vastaavasti, $P_E = 3,7$ % (0,8 %).

2.4 Asuinrakennusten kattoterassit

Asuinrakennusten kattoterasseille pätevät kohdan 2.1 mukaiset huomiot. Ilman suojaavia rakenteita on todennäköistä, että kattoterassit kuuluisivat tuulisuuden suhteen luokkaan "ei hyväksyttävä". Terassien aidoilla tai suojaavilla seinillä voidaan parantaa viihtyvyyttä tuulisuuden suhteen.

3 Tuulen ja pakkasen yhteisvaikutus

3.1 Pakkasindeksin raja-arvojen kestot

Koulun pihan viereisen urheilukentän osalta osayleiskaavavaiheen viite-suunnitelman mukaisten arvojen [1] voidaan olettaa pätevän myös tarkasteltavalle viitesuunnitelmaluonnokselle. Nämä ovat:

$P < -5^{\circ}\text{C}$; 68 vrk/v

$P < -15^{\circ}\text{C}$; 11 vrk/v

$P < -25^{\circ}\text{C}$; 28 h/v

$P < -35^{\circ}\text{C}$; 0 min/v

missä P on pakkasindeksi, joka on laskettu tarkastelupisteen keskituulten perusteella.

Koulun pihan alueella korotetun piha-alueen aiheuttama tuulen keskinopeuden kasvu lisää myös pakkasindeksin raja-arvojen mukaisia kestoja. Piha-alue on kuitenkin suojassa kylmiltä pohjoistuulilta. Lisällä ei lähteen [1] mukaisten tulosten uudelleenanalysoinnin perusteella ole oleellista merkitystä, ja koulun pihalle pätevät aikaisemmat tulokset:

$P < -5^{\circ}\text{C}$; 70 vrk/v

$P < -15^{\circ}\text{C}$; 12 vrk/v

$P < -25^{\circ}\text{C}$; 25 h/v

$P < -35^{\circ}\text{C}$; 0 min/v.

3.2 Rakennusten energiankulutus

Tuulisuus vaikuttaa rakennusten energiankuluksiin mm. rakennusvaipan aukkojen (vuotokohtien) viilennysvaikutuksen johdosta. Esim. bunkkerin katon huoneistojen julkisivut ovat alttiita viilennysvaikutukselle.

4 Yhteenveto ja suositukset

- Bunkkerin katolla, ilman tuulen-suojaan antavia rakenteita, voi esiintyä vaarallisen kovia tuulia ja katto kuuluisi tuulisuuden suhteen luokkaan ”ei hyväksyttävä”. Katolle suunnitellut rakenteet antavat tuulensuojaa ja tekevät korkeutensa johdosta kattopihan tuulisuudesta hyväksyttävissä olevan. Tämän varmistamiseksi huoneistojen väliset 4 aukkoa tulisi poistaa (tai suojata seinän korkeutta vastaavalla aidalla), koska nämä voivat aiheuttaa paikallisia virtauksia
- koulun piha on yhteyksien ja alla sijaitsevan pysäköintirakennuksen takia suurimmillaan n. 4,5 m ympäröivää maanpintaa korkeammalla, mikä lisää tuulisuutta. Suoritetun analyysin perusteella koulun pihan tuulisuus on noin puolet Jätkäsaaren tuulisimmasta pisteestä saaren lounaisnurkassa
- koulun pihan katutason keskituulennopeuden > 5 m/s kestoille on saatu arvio $P_E = 3,7$ %. Toisinaan käytetty nyrkkisääntö on, että jos $P_E > 5$ % tuulisuutta ja korjaavia rakenteita tulisi tutkia tarkemmin. Tämä, samoin kuin vaarallisen kovan puuskatuulen (> 23 m/s) kriteerikään ei osoita, että tuulisuutta korjaavat rakenteet olisivat välttämättömiä
- koulun pihan pakkasen purevuuden tarkastelussa tuulisuuden kasvu ei tarkoita pakkasindeksin kestojen merkittävää kasvua. Tähän vaikuttaa se, että kohdealue jää rakennusten suojaan kylmimpien pakkaspäivien pohjoistuulissa
- koulun pihan korjaavien toimenpiteiden (puoliläpäisevät aidat, pensasis-tutukset yms.) suunnittelu on suunnitelman laatutasoon liittyvä arvostuskysymys: onko viihtyvyyteen vaikuttavien yli 5 m/s katutason keskituulien muutos arvosta 6 h/v arvoon 26 h/v merkittävä. Koska kävelyä koskevan kriteerin (puuskatuuli > 16 m/s) kestot ovat kasvaneet kriteerin niukasti täyttävästä arvosta $P_E = 2,0$ h/v arvoon $P_E = 8,9$ h/v voitaisiin tuulisuutta parantavia toimenpiteitä pitää jatkosuunnittelussa mukana tarkasteluis-sa. Esim. mikäli piha suojataan meluaidalla, voisi aidan yläosaan sijoit-taa puoliläpäisevän osan pyörteiden hajottamiseksi
- kohdealueella asuinrakennusten kattoterasseilla voi esiintyä vaarallisen kovia tuulia, erityisesti niiden terassien osalta, jotka ovat ympäröivien kattojen tasolla. Kovat tuulet tulisi ottaa huomioon terassien kaiteiden tai suojaavien seinien suunnittelussa sekä muissa rakenteissa
- yhteenvetona viitesuunnitelman luonnoksessa ei ole tuulisuuden suh-teen kaavoitusmielessä huomautettavaa, lukuun ottamatta em. bunkke-rin katon asuinrakennusten välisten aukkojen suojaamista.

Lähdeluettelo

1. Helsingin kaupunki, kaupunkisuunnitteluvirasto: Jätkäsaaren kaavoitus, tuulisuuden sekä pakkasen ja tuulen yhteisvaikutuksen kartoitus, tutkimusraportti versio C, WSP Finland Oy, 2007, s. 79.
2. Helsingin kaupunki, kaupunkisuunnitteluvirasto: Keski-Pasilan asema-kaavoitus, tuulisuuskartoitus, WSP Finland Oy, 2010, s. 53.
3. Helsingin kaupunki, kaupunkisuunnitteluvirasto: Keski-Pasilan asema-kaavoitus, täydentävät tuulitunnelikokeet, WSP Finland Oy, 2010, s. 30.
4. Helsingin kaupunki, kaupunkisuunnitteluvirasto: Saukonlaiturin asema-kaava, lausunto tuulisuuden vaikutuksesta. WSP Finland Oy, 2010, s. 20.
5. SFS-EN 1991-1-4:2005 Eurocode1: Rakenteiden kuormat. Yleiset kuormat. Osa 1-4: tuulikuormat. 255 s.

Liite 1 Tuulennopeuden korkeusprofiilit

Tuulennopeuksien korkeusprofiilit standardi-maastoluokissa on esitetty oheisessa kuvassa. Arvot on skaalattu tuulennopeuksien laskennallisella suhteella 10 m korkeudella (avoin maasto keskituuli 20 m/s). Profiilit pätevät ns. nollatason yläpuolella, joka kaupunkien keskustan tapauksessa on hieman kattojen keskimääräistä tasoa alempana.

