

Helsingin kaupunki, meluselvitys 2012

Raitioliikenne

Tapio Lahti
Liisa Kilpi



Helsingin kaupunki, meluselvitys 2012

Raitioliikenne

tilaaja: Helsingin kaupunki, ympäristökeskus
tilaus: PM1171607, 24.8.2011
yhdyshenkilö: Anu Haahla

Tiivistelmä

EU:n meludirektiivin mukaiset meluselvitykset tehdään vuonna 2012 toisen kerran. Helsingin kaupunki oli mukana selvityksissä jo ensimmäisellä kerralla. Tässä raportissa esitetään Helsingin raitioliikenteen melua koskeva osaselvitys.

Selvityksessä arvioitiin raitioliikenteen melulle altistumista laskemalla melukartat ja eri meluvyöhykkeiden asukasmäärät. Selvitys kuvaa vuoden 2011 tilannetta. Laskenta tehtiin samalla tavalla kuin edelliselläkin kerralla, kuitenkin yhdellä täydennyksellä. Nyt mukaan otettiin myös raitiolinjojen risteysten ja vaihteiden kolina.

Tulokseksi saatiin, että raitioliikenteen meluvyöhykkeillä (vuorokausimelutaso $L_{den} \geq 55$ dB) asuu 50 800 asukasta. Määrä on selvästi suurempi kuin edellisellä kerralla. Eron ilmeisiä syitä ovat uusi raitiolinja 9 sekä risteys- ja vaihdekolinan ottaminen mukaan laskentaan.

Sisällys

1	Johdanto	2
2	Helsingin raitioliikenne	2
3	Laskenta	3
3.1	Menetelmä	3
3.2	Maastomalli ja lähtötiedot	3
3.3	Vaihde- ja risteyskolina	4
4	Tulokset ja tarkastelu	5
	Viitteet	7
Liitteet:	Melukartat L_{den} ja L_n	

I Johdanto

EU:n ympäristömeludirektiivi ja ympäristönsuojelulaki [1, 2, 3] edellyttävät, että jäsenvaltiot laativat meluselvityksiä viiden vuoden välein. Selvitykset tehdään suurista väestökeskittymistä sekä vilkkaista maanteistä ja rautateistä. Vuonna 2012 tämä ns. EU-meluselvitys tehdään toisen kerran, nyt vuoden 2011 melutilanteesta. Helsingin kaupunki oli mukana selvityksissä jo ensimmäisellä kerralla [4].

Tässä raportissa esitetään Helsingin raitioliikenteen melun selvitys.

EU-meluselvityksissä laskentasuureina ovat tavallisten päivän ja yön keskiäänitasojen L_{Aeq} sijasta erityiset direktiivissä määritellyt melusuureet: päivän, illan ja yön yhdistetty ns. vuorokausimelutaso L_{den} ja yömelutaso L_n . Lisäksi melun laskentakorkeus on 4 m perinteisen 2 m asemasta.

Ympäristömeludirektiivin mukaiset melutasosuureet ja arviointimenetelmät poikkeavat Suomessa käytetyistä, joten tämän selvityksen melutasoja ei voida suoraan verrata kansallisiin ohjearvoihin eikä Suomessa aiemmin tehtyjen selvitysten tuloksiin. Tämän vuoksi laskenta toistetaan käyttäen myös Suomen melusuureita, päivän ja yön keskiäänitasoja $L_{Aeq,d}$ ja $L_{Aeq,n}$ sekä 2 m laskentakorkeutta. Tämä selvityksen kotimainen täydennys esitetään rinnakkaisraportissa [TLA 11209-2].

Melukarttojen lisäksi EU-selvityksessä lasketaan niiden asuinrakennusten asukasmäärät, joiden ulkoseinään kohdistuu vähintään vuorokausimelutaso L_{den} 55 dB tai yömelutaso L_n 50 dB. Laskenta tehdään 5 dB laajuisiin meluvyöhykkeisiin jaettuna. Lisäksi lasketaan näillä meluvyöhykkeillä olevien asuinrakennusten sekä ns. herkkien kohteiden eli oppi- ja hoitolaitosten lukumäärä.

Laskenta tehtiin samalla tavalla kuin edelliselläkin kierroksella, kuitenkin yhdellä täydennyksellä. Nyt mukaan otettiin myös impulssimainen kolina, jota syntyy raitiolinjojen risteyksissä ja vaihteissa.

2 Helsingin raitioliikenne

Helsingissä on tällä hetkellä kahdeksan raitiolinjaa (1+1A, 3B+3T, 4+4T, 6, 7A+7B, 8, 9 ja 10). Edellisen, vuoden 2007 meluselvityksen jälkeen on otettu käyttöön yksi uusi linja (9). Linjojen yhteispituus on noin 92 km.

Arkipäivisin ajetaan noin 1 900 vuoroa. Vuorojen kokonaismäärä on pysynyt edelliseen meluselvitykseen nähden miltei tarkalleen samana, vaikka linjojen määrä on kasvanut yhdellä. Keskimääräinen vuoroväli on päivällä yleensä noin 7–10 min.

Pääosa vuoroista ajetaan edelleen vanhoilla korkealattiaisilla vaunuilla. Uusien matalalattiavaunujen osuus vuoroista on hieman kasvanut vuoden 2006 neljänneksestä kolmannekseen vuonna 2011.

Vanhojen vaunujen osalta merkittävä muutos on, että 29 % kaikista vuoroista ajetaan vaunuilla, joihin on lisätty ns. välipala eli matala keskiosa. Se lisää vaunujen melua, koska kolmen telin sijasta pidennetyissä vaunuissa on neljä teliä. Koko vaunukaluston ja liikennemäärän kokonaismelupäästö on kuitenkin näiden kahden muutoksen yhteisvaikutuksena käytännössä pysynyt samana edelliseen selvitykseen verrattuna.

3 Laskenta

3.1 Menetelmä

Selvitys tehtiin pääasiassa samalla tavalla, samoin menetelmin ja samoin lähtötiedoin kuin edellisessäkin selvityksessä. Laskentamallina oli yhteispohjoismainen tieliikennemelun laskentamalli [5]. Perusteet mallin valinnalle sekä siinä käytettävien lähtöarvojen muodostaminen esitettiin edellisen selvityksen yhteydessä [6].

Laskenta tehtiin tietokoneohjelmalla

Datakustik CADNA/A 4.2 XL

joka sisältää ko. laskentamallin ja menettelyn asukasmäärien laskemiseksi.

Laskenta-asetukset olivat samat kuin edellisellä kerralla. Keskeiset asetukset olivat: Laskentapisteen tiheys oli $10 \times 10 \text{ m}^2$. Heijastuksista otettiin mukaan ensimmäisen kertaluokan heijastukset. Sääkorjausta ei käytetty.

3.2 Maastomalli ja lähtötiedot

Maastomalli perustui vuoden 2007 selvityksen malliin seuraavin muutoksin: Rataverkko päivitettiin HKL:ltä saaduilla uusilla rataosuuksilla. Rakennukset vaihdettiin uusiin; Helsingin kaupungilta saatiin päivitettyä rakennus- ja asukastiedot.

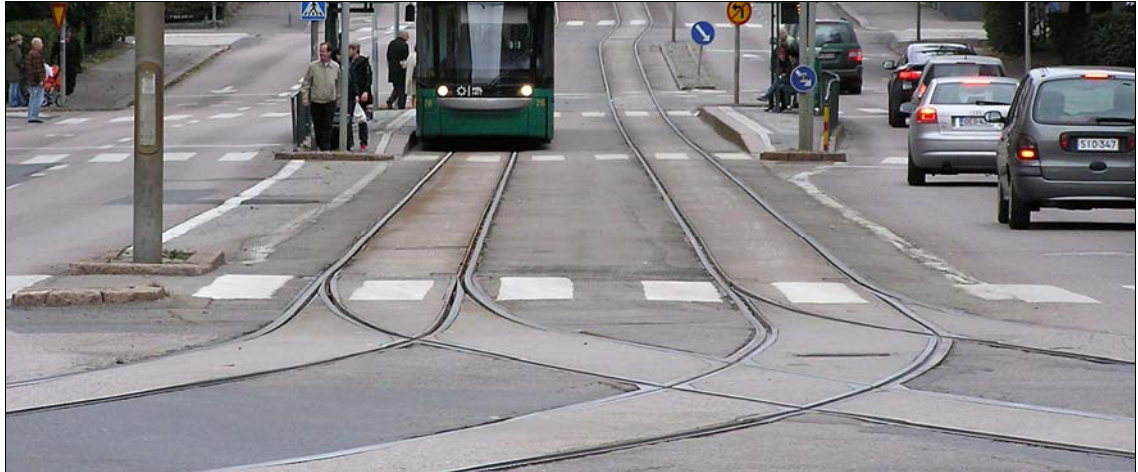
Laskennan lähtötietoina käytettiin liikennemäärien osalta raitioliikenteen syksyn 2011 aikatauluja ja HKL:lta saatuja tietoja liikenteen jakautumisesta raitiovaunutyypin kesken. Vaunujen suoralla ja sileällä rataosuudella pätevät melupäästötiedot olivat samoja kuin edellisessä selvityksessä [6]. Vanhan jatkettua vaunutyypin päästöksi asetettiin vanhan perusvaunun päästö korjattuna luvulla

$$10 \lg (4/3) = +1,25 \text{ dB}$$

mikä perustuu telien määrän kasvamiseen kolmesta neljään.



Kuva 1. Matalalla välisosalla varustettu vanha korkealattiainen vaunu.



Kuva 2. Tyypillinen Helsingin raitiotievaihte.

3.3 Vaihte- ja risteyskolina

Raitiovaunut aiheuttavat yleistä liikkumismelua voimakkaampaa impulssimaista eli iskumaista melua vaihteissa ja kiskojen risteyksissä. Joissakin tapauksissa kaarteissa syntyy myös erillistä kirskuvaa melua. Näitä erityisiä raitiovaunumelun osatekijöitä ei otettu mukaan edelliseen selvitykseen, koska niistä ei ollut käytettävissä tietoja. Tämän puutteen kiertämiseksi silloin oletettiin, että vaunut liikkuvat kaikissa kohdissa rataverkkoa vakionopeudella (katujen nopeusrajoitus) ja että melun syntyä kaikissa kohdissa kuvaa tasaisella rataosalla määritetty melupäästö. Tosiasiassa vaunut hidastavat risteys- ja vaihekohdissa, jolloin liikkumismelukin on selvästi vähäisempää.

EU-meluselvitysten laatimisen yleisohje, ns. "Good Practice Guide" [7] pitää tavoitteena, että ilmiö pyritäisiin ottamaan jollakin tavalla huomioon. Yksinkertaisimmaksi yleisohjeeksi GPG antaa +3 dB saumakorjauksen, joka lisättäisiin vaunujen tavallisen liikkumisen melupäästöön. Lisäys tehtäisiin 30 m etäisyydelle asti saumasta.

Tässä selvityksessä päätettiin vaihdekolina selvittää ja ottaa mukaan tarkemmin, tekemällä uusia melupäästömittauksia riittävissä laajuudessa edustavissa risteyksissä. Mittauksia tehtiin syksyn 2011 aikana kymmenessä risteyksessä. Niiden yksityiskohtaiset tulokset raportoidaan erillisessä raportissa [TLA 11214]. Yleistuloksina voidaan todeta, että +3 dB korjaus on sinänsä liian pieni, mutta liikkumismelun osuus on käytännössä olematon pienen nopeuden takia.

Vaihte- ja risteyskolinalle määritettiin yhtä ohiajoa vastaava melupäästö (A-äänien energiataso L_{QA}) kullekin vaunutyyppille, eri risteystyypeille ja mittauksissa havaitulle keskimääräiselle nopeudelle. Rataverkon mallinnusta täydennettiin risteyskohtiin sijoituilla pistelähteillä, joihin liitettiin määritetyt melupäästöt ja risteyskohtien ohittava liikennemäärä. Pistelähteet näkyvät melukarttaliitteissä punaisina risteinä. Tieliikennemelun laskentamalli ei tunne pistelähteitä, joten niiden melun laskenta tehtiin yleisellä yhteispohjoisella ympäristömelun laskentamallilla eli ns. teollisuusmelumallilla [8].

Työssä valmistauduttiin myös kaarrekirskunnan ottamiseen mukaan selvitykseen. Taustatutkimuksen kuluessa kuitenkin ilmeni, että kirskunnan esiintyminen oli varsin harvinaista ja hyvin sattumanvaraista, jopa epäjohdonmukaista. Sitä ei esimerkiksi kyetty liittää tiettyihin rataverkoston kohtiin. Siksi se jätettiin pois selvityksestä.

Kolinatutkimuksessa havaittiin, että vaunut ohittavat vaihde- ja risteyskohdat niin pienellä nopeudella, että liikkumismelu on olematonta muutamien kymmenien metrien matkalla kohdan molemmiin puolin. Keskimääräinen nopeus jatkosten kohdalla oli hieman alle 20 km/h. Tällä perusteella mallin viivalähteitä, jotka edustavat vakionopeudella liikkumista, ei ulotettu aivan jatkoskohtiin asti.

4 Tulokset ja tarkastelu

Melutasovyöhykkeiden laskentatulokset on esitetty liitteiden 1 ja 2 melukartoissa. Taulukossa 1 on esitetty selvityksen numeeriset eli tilastotulokset: eri melutasovyöhykkeiden asukasmäärät sekä asuinrakennusten ja herkkien kohteiden lukumäärät.

Tämän selvityksen keskeiset tulokset ovat meluvyöhykkeiden arvioidut asukasmäärät. Vuorokausimelutason L_{den} yli **55 dB** vyöhykkeillä on Helsingissä asukkaita **50 800**.

Nyt saadut meluvyöhykkeiden asukasmäärät ovat selvästi suurempia kuin edellisessä selvityksessä, jossa yli 55 dB vuorokausimelutason vyöhykkeiden asukasmäärä oli **43 500**. Suuremmille tuloksille on kaksi selitystä. Uusi raitiolinja 9 kulkee merkittävältä osin uusilla osuuksilla, asuntokaduilla joilla ei aikaisemmin ollut raitiokiskoja. Toinen selitys on vaihde- ja risteyskolinan ottaminen mukaan laskentaan.

Näistä edellisen eli uuden linjan 9 vaikutus on suurempi. Selvityksessä tehtiin koelaskenta myös vanhalla, vuoden 2007 selvityksen tavalla eli ilman kolinalähteitä. Tällä tavalla asukasmäärätulokseksi saatiin 47 800.

Lopuksi on syytä muistuttaa uudelleen kahdesta raitioliikenteen melun tuloksiin vaikuttavasta tekijästä, jotka liittyvät selvityksen menetelmään ja raitiolinjojen sijaintiin kaupungissa:

Ensiksi: tulosten asukasmääriä korostaa tuntuvasti menettely, jossa koko talon asukkaat tilastoidaan kuuluviksi siihen vyöhykkeeseen, joka vastaa talon ulkoseinillä esiintyvää suurinta melutasoa. Asukasmääriä suurentava vaikutus on erityisen merkittävä keskustan umpikortteleissa sekä pitkissä taloissa, joiden pääty on kohti liikenneväylää. Toisaalta näin saatuja tuloksia täydentää jonkin verran hiljaisten julkisivujen lisälaskelma. Sen mukaan meluvyöhykkeiden asukkaista valtaosa (44 400) asuu taloissa, joissa on myös vähintään 20 dB hiljaisempi julkisivu. Erityisesti ylimmillä vyöhykkeillä (65–70, 70–75 ja ≥ 75 dB) lähes kaikki asuinrakennukset ovat tällaisia. Ongelmallisia ovat kuitenkin ne asunnot, joiden asuinhuoneet ovat vain meluisalla puolella.

Toiseksi: raitiolinjat kulkevat pääosin keskustan tai sen lähialueiden pääkaduilla. Samojen katujen tieliikennemelu on lähes poikkeuksetta vielä selvästi voimakkaampaa kuin raitioliikenteen melu, ja samat asukkaat tulevat tilastoiduiksi sekä katumelun vyöhykkeillä että raitiotiemelun vyöhykkeillä asuviksi.

Taulukko 1. Tilastotulokset: asukasmäärät ja rakennusten lukumäärät. Taulukossa on mukana ylimääräisenä lisätietona myös alemmat vyöhykkeet L_{den} 50–55 dB ja L_n 45–50 dB, joiden laskemista EU-direktiivi ei edellytä. Summat on laskettu direktiivin mukaisista vyöhykkeistä.

	vuorokausimelutaso L_{den}		yömelutaso L_n	
	vyöhyke, dB	määrä	vyöhyke, dB	määrä
asukkaat				
	50–55	15 700	45–50	14 200
	55–60	15 200	50–55	20 600
	60–65	21 400	55–60	16 600
	65–70	12 900	60–65	3 300
	70–75	1 200	65–70	200
	≥75	100	≥70	0
	yht ≥55	50 800	yht ≥50	40 600
asukkaat taloissa, joissa hiljainen julkisivu				
	50–55	3 800	45–50	8 000
	55–60	11 000	50–55	18 500
	60–65	19 900	55–60	15 900
	65–70	12 300	60–65	3 100
	70–75	1 100	65–70	200
	≥75	100	≥70	0
	yht ≥55	44 400	yht ≥50	37 700
asuntalot				
	50–55	294	45–50	278
	55–60	292	50–55	333
	60–65	355	55–60	300
	65–70	225	60–65	57
	70–75	21	65–70	2
	≥75	1	≥70	0
	yht ≥55	894	yht ≥50	692
hoitolaitokset				
	50–55	13	45–50	24
	55–60	25	50–55	22
	60–65	11	55–60	3
	65–70	3	60–65	1
	70–75	1	65–70	0
	≥75	0	≥70	0
	yht ≥55	40	yht ≥50	26
oppilaitokset				
	50–55	11	45–50	24
	55–60	29	50–55	28
	60–65	20	55–60	10
	65–70	10	60–65	4
	70–75	1	65–70	0
	≥75	0	≥70	0
	yht ≥55	60	yht ≥50	42

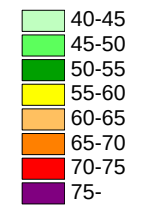
Viitteet

1. Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi **2002/49/EY** ympäristömelun arvioinnista ja hallinnasta. EYVL L 189, 18.7.2002, s. 12.
2. Laki ympäristönsuojelulain muuttamisesta (**459/2004**). Helsinki 2004.
3. Valtioneuvoston asetus Euroopan yhteisön edellyttämistä meluselvityksistä ja meluntorjunnan toimintasuunnitelmista (**801/2004**). Helsinki 2004.
4. LAHTI T, GOUATARBÈS B & MARKULA T, Helsingin kaupungin meluselvitys 2007. *Helsingin kaupungin ympäristökeskuksen julkaisuja* **6/2007**. Helsinki 2007. 26 s + liitt.
5. Tieliikennemelun laskentamalli. Ympäristöministeriö, ympäristönsuojeluosasto, *Ohje* **6/1993**. Helsinki 1993. s.
6. LAHTI T, GOUATARBÈS B & MARKULA T, Helsingin kaupungin meluselvitys 2007, taustatietoja. *AKUKON* **2700-4**, Helsinki 29.11.2007.
7. Good practice guide for strategic noise mapping and the production of associated data on noise exposure. Position paper, final draft, version 2, 13 January 2006. European Commission Working Group, Assessment of Exposure to Noise (WG-AEN). 129 s.
Internet: ec.europa.eu/environment/noise/pdf/wg_aen.pdf
8. 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.

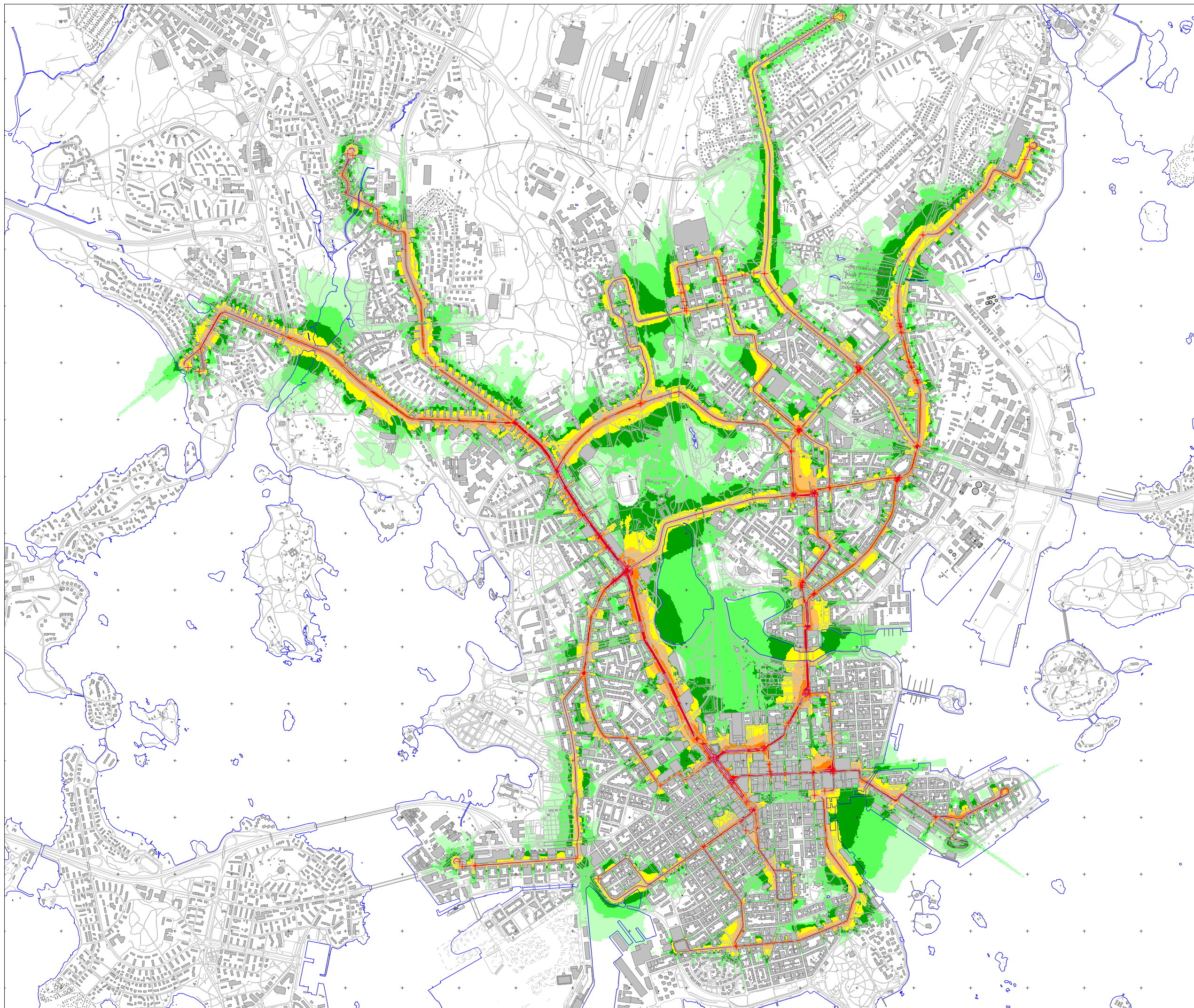
Helsingin kaupunki meluselvitys 2012

Raitioliikenne
vuosi 2011

Vuorokausimelutaso L_{den} [dB]
(korkeus: 4 m)



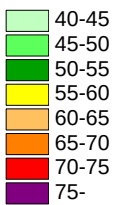
Mittakaava:
1:25000 (A3)



**Helsingin kaupunki
meluselvitys 2012**

Raitioliikenne
vuosi 2011

Yömelutaso L_n [dB]
(korkeus: 4 m)



Mittakaava:
1:25000 (A3)

