

**Helsinki**

# **Helsingin ympäristömeludirektiivin mukainen meluselvitys 2017**

**Taustatiedot**

# Esipuhe

Helsingin ympäristömeludirektiivin mukainen meluselvitys 2017 aloitettiin huhtikuussa 2016 ja valmistui huhtikuussa 2017. Selvitys tehtiin yhteistyössä Espoon, Kauniaisten ja Vantaan kaupunkien sekä Liikenneviraston kanssa. Projektiryhmän toimintaan osallistui myös Uudenmaan elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus. Selvityksessä on huomioitu alueen maanteiden, pää- ja kokoojkatujen, rautateiden, raitioteiden ja metron liikenne.

Meluselvityksen lähtökohdat ja tulokset on raportoitu Helsingin meluselvitys 2017 -raportissa, ja tässä raportissa on kuvattu tarkemmin käytetyt menetelmät ja melulaskentaperiaatteet.

Meluselvitys laadittiin Sito Oy:ssä, jossa työstä vastasivat projektipäällikkö Anne Kangasaho, projektsihteeri Siru Parviainen, meluasiantuntija Jarno Kokkonen, maastomalliasiantuntija Olli Kontkanen, paikkatietoasiantuntija Tiina Kumpula sekä laadunvarmistaja Timo Huhtinen. Lisäksi työhön osallistuivat Jussi Kurikka-Oja, Aura Salmela, Teemu Aaltio, Olli Honkanen, Juha Liukas, Elina Teuvo ja Hanna Suominen.

# SISÄLTÖ

<b>ESIPUHE</b> .....	<b>1</b>
<b>1 LASKENTAMALLIT, OHJELMAT JA MENETTELYT</b> .....	<b>3</b>
1.1 Laskentamalli .....	3
1.2 Laskentasuureet ja melun ohjeavot .....	3
1.3 Ohjelmisto .....	4
1.4 Meluvaikutusten arviointi .....	4
1.4.1 Asukaslaskennat .....	4
1.4.2 Hiljainen julkisivu .....	6
1.4.3 Erityinen ääneneristys .....	6
1.4.4 Herkät kohteet .....	6
1.5 Laskenta-asetukset .....	6
<b>2 TIELIIKENNE</b> .....	<b>8</b>
2.1 Melulähteet .....	8
2.2 CNOSSOS-EU-laskentamallin ajoneuvoluokat .....	9
2.3 Liikennetiedot .....	9
2.3.1 Tierestikseen perustuva liikennetietoaineisto .....	9
2.4 Raskas liikenne .....	10
2.4.1 Raskaan liikenteen osuus kokonaisliikenteestä .....	10
2.4.2 Raskaiden ajoneuvojen luokkien 2 ja 3 keskinäiset jakaumat .....	10
2.5 Vuorokausijakaumat .....	11
2.6 Ajonopeudet .....	11
2.7 Nastarengaskorjaus ja talviliikenne .....	11
2.8 Päällysteet .....	12
2.9 Liikennevaloristeykset .....	13
<b>3 RAIDELIIKENNE</b> .....	<b>13</b>
3.1.1 Rautatiet .....	13
3.1.2 Raitiotiet .....	13
3.1.3 Metro .....	15
<b>4 MELUMALLI</b> .....	<b>16</b>
4.1 Maastomalli .....	16
4.2 Rakennukset ja väestötiedot .....	16
4.3 Maanpinnan absorptio .....	17
4.4 Melumalli selvitysalueen ulkopuolella .....	18
4.5 Melusteet .....	18
4.6 Melumallin muokkaus .....	18
<b>5 LÄHTEET</b> .....	<b>19</b>

# 1 Laskentamallit, ohjelmat ja menettelyt

Melulaskenta perustuu melun leviämiseen 3D-maastomallissa, johon on mallinnettu melulähteet, rakennukset, meluaidat ja maastonmuodot sekä näiden akustiset ominaisuudet. Liikennemelulähteiden melupäästö määritetään liikennemäärien, ajonopeuksien sekä korjaustermien perusteella. Korjaustermeillä tarkennetaan lähtöarvoja tilanteissa, joissa lähtöarvo-oletus ei pidä paikkaansa (esimerkiksi erityinen tiepäällyste, poikkeava kiskon tai kiskonkunnan vaikutus, valoristeys tai silta).

## 1.1 Laskentamalli

Melulaskennat tehtiin ympäristömeludirektiiviin mukaisilla tie- ja rautatieliikennemelun CNOSSOS-EU-laskentamalleilla. CNOSSOS-EU-laskentamallit on kuvattu ympäristömeludirektiiviin liitteessä 2 (1). Tarkempia ohjeita laskentamallin soveltamiseen käytännössä on annettu Liikenneviraston ohjeessa 4/2017: *CNOSSOS-EU-laskentamalli - Laskenta-asetukset ja mallinnusperiaatteet* (2). Ohjeessa on määritetty kansalliset lähtöarvot sekä säätiedoille että tie- ja raideliikenteen melulle.

Raideliikennemelumallin kansalliset lähtöarvot ovat vastaavat kuin pohjoismaisessa raideliikennemelumallissa (3). Pohjoismaisesta mallista poiketen melulähdeosa on CNOSSOS-EU-mallissa sijoitettu 0,5 m korkeudella kiskon pinnasta, kun nykyisessä mallissa oktaavikaistat on sijoitettu eri korkeuksille (0,2 m jne.).

CNOSSOS-EU-tieliikennemelumallissa melulähde on 0,05 m korkeudella, kun pohjoismaisessa tieliikennemelumallissa (4) melulähde on sijoitettu 0,5 m korkeudelle. Pohjoismaisessa mallissa on yksi lähtöarvo, jolle on määritetty etenemisvaimennus termit. CNOSSOS-EU-laskentamallissa melulähteen äänitehotaso ja melun leviäminen laskeaan oktaavikaistoittain. Sekä melulähde- että melunleviämisoivat CNOSSOS-EU-laskentamallissa pohjoismaista mallia huomattavasti yksityiskohtaisemmat, huomioiden mm. risteys- ja sääkorjauksen. CNOSSOS-EU-tiemelumalliin lähtöarvot perustuvat viimeisimpään yhteispohjoismaiseen Nord2000-laskentamalliin (5).

## 1.2 Laskentasuureet ja melun ohjearvot








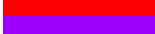
Melulaskennat tehtiin direktiivin mukaisilla melutasosuureilla  $L_{den}$  ja  $L_{yö}$  neljän metrin laskentakorkeudella. Lisätyönä melutasot laskettiin yhteispohjoismaisella laskentamallilla Suomessa käytettävillä ekvivalenttimelutasosuureilla  $L_{Aeq,7-22}$  ja  $L_{Aeq,22-7}$  kahden metrin laskentakorkeudella.

Melulaskennat tehtiin ruudukkolaskenta ja julkisivumelulaskentana. Melulaskennan tulokset esitettiin meluvyöhykkeillä viiden desibelin välein. Päiväajan melulle altistuvien asukkaiden lukumäärät arvioitiin meluvyöhykkeillä: 55–59, 60–64, 65–69, 70–74 ja yli 75 dB. Yöajan melulle altistuvien asukkaiden lukumäärät arvioitiin meluvyöhykkeillä 50–54, 55–59, 60–64, 65–69 ja yli 70 dB. Melukartoilla meluvyöhykkeet kuvattiin seuraavan taulukon 1 mukaisilla väreillä.

Suomessa on voimassa valtioneuvoston päätöksessä 993/92 annetut melutason ohjearvot. Ohjearvot on annettu erikseen päivä- (klo 7–22) ja yöajan (klo 22–7) melutasoille. Ulkomelutasoille sovelletaan päiväajan 55 dB ja yöajan 50 dB ohjearvoa. Ohjearvot koskevat päiväajan ja yöajan keskiäänitasoja  $L_{Aeq}$ . Valtioneuvoston päätöksen 993/92 mukaiset melun ohjearvot on sidottu yhteispohjoismaiseen vuoden 1996 laskentamenettelyyn (3, 4), joten CNOSSOS-EU-laskentamenettelyllä saatuja tuloksia ei voi suoraan verrata ohjearvoihin.

Direktiivin mukaisten melusuureiden  $L_{den}$  ja  $L_{yö}$  tuloksia ei voida myöskään suoraan verrata melutason ohjearvoihin. Direktiivin mukaiselle laskentasuureilla altistujiksi lasketaan asukkaat jotka altisivat vuorokausimelun  $L_{den}$  yli 55 dB melulle tai yöajan melun  $L_{yö}$  yli 50 dB melulle.

*Taulukko 1 Melukartoissa käytetyt värit (2)*

Meluvyöhyke	Värin nimi	RGB	Hex	Väri
40–45 dB	Pale green	204-255-99	#CCFF63	
45–50 dB	Green	155-255-0	#9BFF00	
50–55 dB	Dark green	0-155-0	#009B00	
55–60 dB	Yellow	255-255-0	#FFFF00	
60–65 dB	Ocher	255-215-99	#FFD763	
65–70 dB	Orange	255-155-0	#FF9B00	
70–75 dB	Red	255-0-0	#FF0000	
Yli 75 dB	Violet	155-0-255	#9900FF	

## 1.3 Ohjelmisto

Melulaskennat tehtiin Datakustik CadnaA 2017 -melulaskentaohjelmalla, jossa oli käytettävissä laajennettu lisäominaisuus ”64-bit Option XL”, joka mahdollistaa laajojen strategisten melukartoitusten tekemisen. Ohjelmistolaajennuksen avulla voidaan käsitellä suuria alueita nopeammin ja tehokkaammin. Melulaskentaohjelmassa oli käytössä viimeisimmät voimassa olevat tie-, raideliikenne- ja teollisuusmelun CNOSSOS-melumallit.

Melulaskentojen suorittamisen aikaan ohjelmistossa oli CNOSSOS-melumallin osalta vielä varoitus ”Warning: Preliminary!!!”, joka viittaa siihen, että ohjelmistovalmistaja ei ole vielä validoinut laskentamallia. Ohjelmistovalmistaja perusteli tätä sillä, että Euroopan komissio ei ole toimittanut ohjelmistovalmistajalla tarvittavia vertailuaineistoja melumallien validointia varten. Ohjelmisto oli kuitenkin ympäristöministeriön toimesta 24.1.2017 hyväksytty käytettäväksi Suomessa direktiivin mukaisissa meluselvityksissä.

Lisäksi melulaskentaohjelmassa oli viimeisimmät voimassa olevat yhteispohjoismaiset tie- ja raideliikennemelun laskentamallit, joilla tehtiin koemelulaskennat.

## 1.4 Meluvaikutusten arviointi

### 1.4.1 Asukaslaskennat

Melulle altistuvien ihmisten määrää arvioitiin asuinrakennusten nykyisten asukkaiden määrän perusteella. Asukaslaskennat tehtiin CadnaA-melulaskentaohjelmalla perustuen rakennuksille määritettyihin asukastietoihin ja käyttötarkoituksiin sekä rakennusten julkisivuille laskettuihin melutasoihin.

Tulosten vertailukelpoisuuden säilyttämiseksi melulle altistuvien laskenta tehtiin kahdella eri tavalla: uudella CNOSSOS-laskentamallissa kuvatulla menetelmällä sekä vanhalla edellisellä selvityskierroksella käytetyllä menetelmällä.

#### **Uusi CNOSSOS-laskentamallin mukainen asukaslaskentamenetelmä**

Uudella laskentatavalla vain asuinrakennukset huomioidaan melulle altistuvien määrään arvioinnissa. Sellaisten rakennusten asukastietoja ei huomioitu, joita ei ole luokiteltu käyttötarkoituksen perusteella asuinkäyttöön. Tällaisia asuinkäytön ulkopuolelle

jääviä käyttötarkoituksia ovat muun muassa liike- ja toimistorakennukset, hoito- ja oppilaitosten rakennukset ja teollisuusrakennukset. Rakennusten käyttötarkoituksen luokittelu tehtiin *Rakennusluokitus 1994:n* mukaisesti.

Uudella laskentatavalla pienet yhden asunnon talot ja suuremmat useita erillisiä asuntoja sisältävät asuinrakennukset lasketaan erikseen kahdella eri menetelmällä.

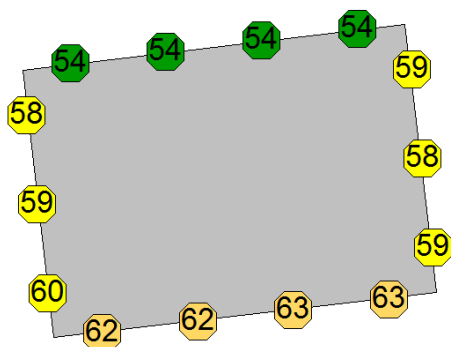
Yhden asunnon talojen (rakennusluokkien 011 ja 041) osalta asukkaiden sijoittuminen tietylle meluvyöhykkeelle määritetään rakennukseen kohdistuvan suurimman julkisivuäänitason perusteella.

Useampia asuntoja käsittävien asuintalojen (rakennusluokkien 012, 013, 021, 022, 032 ja 039) sekä asuntoloiden ja vanhainkotien (rakennusluokkien 131 ja 221) osalta rakennusten asukasmäärät jaetaan kaikkiin julkisivulaskentapisteesiin painotettuna julkisivulohkon pituudella. Melulle altistuvien määrän laskemiseksi kunkin laskentapisteen asukasmäärät luokitellaan eri meluvyöhykkeisiin. Eli yhdessä rakennuksessa voi olla usealle eri meluvyöhykkeelle luokiteltuja melulle altistuvia ja altistujamäärät voivat olla murtolukuja.

**Esimerkki:** Oletetaan, että kuvassa 1 olevassa talossa on 7 asukasta. Julkisivumelun laskentapistettä on 14 kappaletta. Jos kuvassa olevan 7 asukkaan talo on yhden asunnon talo (eli kuuluu esim. rakennusluokkaan 011), talon kaikki 7 asukasta sijoittuvat meluvyöhykkeelle 60-64 dB, koska suurin melutaso on 63 dB. Mikäli talo kuuluu useampia asuntoja käsittävien asuintalojen ryhmään, niin kaksi (= 4 laskentapistettä x 0,5 asukasta/piste) kyseisen talon asukasta luokitellaan meluvyöhykkeelle 60-64 dB, kolme asukasta meluvyöhykkeelle 55-59 dB ja kaksi asukasta meluvyöhykkeelle 50-55 dB. Mikäli rakennusluokitus on muu kuin asuintalo, niin melulle altistuvaksi ei luokitella yhtään asukasta.

*Taulukko 2 Esimerkin mukaisessa tilanteessa melulle altistuvien asukkaiden määrä*

Meluvyöhyke	Melulle altistuvia asukkaita esimerkin tilanteessa		
	Yhden asunnon asuintalo	Useamman asunnon asuintalo	Käyttötarkoitus jokin muu kuin asuinrakennus
50-54 dB	0	<b>2</b> (= 4 laskentapistettä x 0,5 asukasta)	0
55-59 dB	0	<b>3</b> (= 6 laskentapistettä x 0,5 asukasta)	0
60-64 dB	7	<b>2</b> (= 4 laskentapistettä x 0,5 asukasta)	0



*Kuva 1 Esimerkkitalanteen mukainen 7 asukkaan talo, jossa on 14 julkisivumelun laskentapistettä.*

## Vanha asukaslaskentamenetelmä

Vanhalla laskentatavalla kaikki rakennukset, joissa on asukastieto, huomioidaan melulle altistuvien määrään arvioinnissa. Aukkaiden sijoittuminen tietylle meluvyöhykkeelle määritetään rakennukseen kohdistuvan suurimman julkisivuäänitason perusteella. Menetelmä on vastaava kuin yhden asunnon taloilla uudessa menetelmässä. Poiketen kuitenkin siten, että kaikki asukastietoja sisältävät rakennukset huomioidaan altistuvien laskennassa.

### 1.4.2 Hiljainen julkisivu

Selvityksessä määritettiin sellaisten asukkaiden määrä, jotka asuivat rakennuksessa, jossa on hiljainen julkisivu. Tällaisissa rakennuksissa julkisivujen suurimman ja pienimmän melutason eron tuli olla vähintään 20 dB. Vanha tapa: Laskenta tehtiin kaikkien rakennusten osalta, joissa on asukastieto. Uusi tapa: Laskenta tehtiin vain asuinrakennukseksi luokiteltujen rakennusten osalta.

### 1.4.3 Erityinen ääneneristys

Ympäristömeludirektiivissä on maininta, että olisi ilmoitettava, jos se on mahdollista ja tarkoituksenmukaista, kuinka monta asukasta asuu rakennuksissa, joissa on erityinen ääneneristys. Helsingissä selvitettiin lisätarkastelussa tie- ja rautatieliikenneväylien sellaisten asukkaiden määrä, jotka altistuvat yli 65 dB:n melulle, mutta jotka on rakenteellisin ratkaisuin suojattu melulta sisätiloissa. Työ tehtiin ensimmäisen kerran edellisessä selvityksessä vuonna 2012 tunnistamalla kaavamääräyksistä äänieristetyt asunnot ja täydentämällä näiden asukkaat asukasmäärätietoihin. Tässä selvityksessä luokiihin lisättiin uudet, vuoden 2012 jälkeen valmistuneet rakennukset ja niiden asukasmäärät.

### 1.4.4 Herkät kohteet

Melulle herkkien kohteiden, hoitolaitosten (päiväkotien ja sairaanhoitolaitosten) sekä oppilaitosten, määrät eri meluvyöhykkeillä laskettiin suurimman julkisivuun kohdistuvan melutason perusteella.

## 1.5 Laskenta-asetukset

*Taulukko 3 Tärkeimmät melulaskennassa käytetyt laskenta-asetukset*

Laskenta-asetus (asetuksen nimi CadnaA-laskentaohjelmassa)	Asetuksen arvo (arvo CadnaA-laskentaohjelmassa)
Laskentaruudukon koko (Receiver Grid Spacing)	10x10 metriä
Laskentaruutujen interpolointi (Grid Interpolation)	jokainen ruutu laskettu ilman ruutujen interpolointia (none)
Suurin sallittu virhe (Max. Error (dB))	0,3 dB
Viivalähteen rasterointi arvo (Raster Factor)	0,5
Viivalähteen segmentin enimmäispituus (Max. Length of Section (m))	50 metriä
Laskentasäde (Max. Search Radius (m))	Helsinki, maantiet 3000 metriä Espoo, Kauniainen ja Vantaa, maantiet 2500 metriä kadut 2500 metriä rautatiet 2000 metriä
Heijastukset (Max. Order of Reflection:)	Ensimmäisen kertaluvun heijastukset (1)
Rakennukset ja meluaidat mallinnettiin heijastavina 1 dB heijastusvaimennuksella. (Absorption Coefficient Alpha)	$\alpha = 0,21$

Laskenta-asetus (asetuksen nimi CadnaA-laskentaohjelmassa)	Asetuksen arvo (arvo CadnaA-laskentaohjelmassa)
Julkisivuun kohdistuva melutaso on laskettu 5 cm etäisyydelle julkisivusta. Julkisivusta heijastuvaa melua ei huomioida.	Distance Rcvr-Facade 0,05 m Min. Distance Receiver – Reflector 1,00 m
Julkisivulaskennassa pisteväli on vaakasuunnassa 1–5 metriä laskentamallissa määritellyn VBEB-menetelmän mukaisesti. (Facade points acc. to VBEB/CNOSSOS)	(on)
Lämpötilakorjaus (Industry, Temperature (°C))	5
Suhteellinen kosteus (rel. Humidity (%))	70
Tiealue mallinnettiin heijastavana pintana (Roads are reflecting (G==0))	(on)
Rakennusten alla oleva maanpinta mallinnettiin heijastavana (Buildings are reflecting (G==0))	(on)
Raidealue mallinnettiin absorboivana pintana (Railways are absorbing (G==1))	(on)
Käyttövoima- ja vierintämelun A ja B lähtöarvot (Vehicle Classes)	Nämä luvut otettiin Liikenneviraston ohjeen 4/2017 liitteestä 1 (2)
Nastakorjauksen kesto [kk] (Studded Tyres, Period TS (months))	5 kuukautta
Nastallisten ajoneuvojen osuus (Studded Tyres, Period Qstud,ratio (%))	80 %
Ajoneuvojen maksiminopeus (Max. Speeds of Vehicle Classes)	Ajoneuvoluokka 1: 120 km/h Ajoneuvoluokka 2: 87 km/h Ajoneuvoluokka 3: 87 km/h
Raidemelulähteiden kokonaisäänitehoon tehtiin +2 dB korjaus CNOSSOS-EU-laskentamelumallin suuntaavuuden kompensoimiseksi.	

## Säätiedot

Paikalliset sääolosuhteet huomioitiin äänen etenemisen kannalta suotuisien olosuhteitten suhteellisen osuuden  $p_f$  [%] mukaan (taulukko 4). Arvot kuvaavat kyseisestä suunnasta saapuvan äänen etenemisen kannalta suotuisien olosuhteitten esiintymistodennäköisyyttä. Säätiedot ovat peräisin Liikenneviraston ohjeesta 4/2017 (2) ja ne perustuvat säämalleihin ja Ilmatieteenlaitoksen, Helsinki-Vantaan lentoaseman (id 301), Helsingin Kumpulan (id 339) ja Espoon Nuuksion (id 344), sääasemien säädään. Helsingissä kantakaupungin alueella katuliikenteen melulle käytettiin jokaiselle 18 suunnalle samaa suurinta esiintynyttä arvoa (taulukko 5), koska tiiviissä kaupunkiympäristössä sääolosuhteet poikkeavat merkittävästi sääaseman olosuhteista.

*Taulukko 4 Säätiedot*

Suunta [°]	20	40	60	80	100	120	140	160	180	200	220	240	260	280	300	320	340	360
$p_f$ päivä [%]	20	22	22	24	24	28	32	36	39	40	40	39	36	31	25	22	21	20
$p_f$ ilta [%]	27	27	28	29	31	33	38	43	46	48	49	49	47	42	35	30	29	28
$p_f$ yö [%]	39	37	37	37	38	40	44	49	52	55	57	57	56	53	48	44	43	42

*Taulukko 5 Säätiedot tiiviissä kaupunkiympäristössä*

Suunta [°]	20	40	60	80	100	120	140	160	180	200	220	240	260	280	300	320	340	360
$p_f$ päivä [%]	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
$p_f$ ilta [%]	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49
$p_f$ yö [%]	57	57	57	57	57	57	57	57	57	57	57	57	57	57	57	57	57	57



## 2 Tieliikenne

### 2.1 Melulähteet

Melulähteinä selvityksessä huomioitiin merkittävimmät maantiet sekä kaupunkien katuverkosta pääkadut sekä alueelliset ja paikalliset kokoojakadut. Selvitysalueen merkittävimmät maantiet ovat Kehä I, II ja III sekä säteittäisesti Helsingin keskustasta lähtevät suuret maantiet. Selvitysalueen maanteiden tienpidosta vastaa Uudenmaan elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskuksen liikenne ja infrastruktuuri -vastuualue.

Taulukossa 6 on esitetty Helsingin alueen melulähteinä huomioitujen teiden ja katujen pituudet.

*Taulukko 6 Helsingin melulaskennassa huomioitujen teiden yhteispituudet [km]*

<b>Kadut ja muut maantiet</b>	<b>yht. 423 km</b>
1. maantie	9
2. pääkatu	100
3. alueellinen kokoojakatu	121
4. paikallinen kokoojakatu	186
rampit	8
<b>Direktiivin tarkoittamat maantiet</b>	<b>yht. 107 km</b>
1. maantie	68
rampit	39
<b>Kaikki yhteensä</b>	<b>530 km</b>

#### **Maantiet**

Helsingin keskustasta lähtee säteittäisesti kahdeksan maantietä, joista useat muuttuvat jo kaupungin alueella moottorien kaltaisiksi. Tärkein poikittaisväylä on Kehä I. Kehä III kulkee Tuusulan- ja Lahdenväyliä välissä osan matkaa Helsingin puolella.

Suurimmat liikennemäärät Helsingin kaupungin alueella ovat Kehä I:lla Hämeenlinnanväylän ja Tuusulanväylän välillä, missä liikennemäärät ovat lähes 100 000 ajoneuvoa vuorokaudessa (KVL). Muillakin Kehä I:n jaksoilla liikennemäärät ovat suuret, KVL 45 000 – 80 000 ajon/vrk. Kehä III:lla Tikkurilan länsipuolella sekä vilkkaimmilla säteittäisillä maanteilla liikennemäärät ovat 40 000 – 70 000 ajon/vrk.

Helsingin kaupungin alueella on yhteensä noin 107 kilometriä direktiivin tarkoittamia maanteita sekä rampeja. Nämä tiet on lueteltu alla:

- Kehä I (Mt 101)
- Kehä III (Kt 50)
- Länsiväylä (Kt 51)
- Turunväylä (Vt 1)
- Vihdintie (Mt 120) Rantaradasta pohjoiseen
- Hämeenlinnanväylä (Vt 3)
- Tuusulanväylä (Kt 45) Pohjolankadusta pohjoiseen
- Lahdenväylä (Vt 4) Koskelantiestä pohjoiseen
- Porvoonväylä (Vt 7)
- Itäväylä (Mt 170) Kehä I:n itäpuolella
- Hakamäentie (Mt 100)

## Kadut

Mallinnuksessa huomioitiin Helsingin kaupungin alueella pää- ja kokoojakatuja sekä sellaisia maanteitä, joiden liikennemäärä on alle 3 000 000 ajon/vuosi yhteensä noin 430 kilometriä. Suurimmat liikennemäärät ovat Porkkalankadulla, yli 60 000 ajon/vrk. Pääosin kadut mallinnettiin yhtenä melulähteenä, mutta leveimmät kadut sekä sellaiset kadut joilla oli esimerkiksi keskikaide, mallinnettiin kahtena melulähteenä.

## 2.2 CNOSSOS-EU-laskentamallin ajoneuvoluokat

CNOSSOS-EU-laskentamallissa ajoneuvoluokkia on viisi, joista kolmea ensimmäistä on käytetty tässä selvityksessä (moottoripyörien määrä Suomen liikenteessä on marginaalinen). Ajoneuvoluokat on esitetty taulukossa 7.

Taulukko 7. CNOSSOS-EU-laskentamallin ajoneuvoluokat

Ajoneuvoluokka	Kuvaus
Luokka 1: Kevyet ajoneuvot	Henkilöautot, pakettiautot ≤ 3,5 tonnia, urheiluauto, monikäyttöautot (esim. pikkubussit, asuntoautot ja matkailuvaunut).
Luokka 2: Keskiraskaat ajoneuvot	Pakettiautot > 3,5 tonnia, bussit, matkailuauto, yms., joilla 2-akselia ja taka-akselilla tuplarenkaat.
Luokka 3: Raskaat ajoneuvot	Raskaat ajoneuvot, kilpa-ajoneuvot, 3- tai useampiakseliset bussit.
Luokka 4: Moottoripyörät	4a Kaksi-, kolmi- ja nelipyöräiset mopedit.
	4b Sivuvaunulliset ja sivuvaunuttomat moottoripyörät, kolmi- ja nelipyöräiset moottoripyörät.
Luokka 5: Avoin luokka	Määritetään tarvittaessa.

## 2.3 Liikennetiedot

### 2.3.1 Tierekisteriin perustuva liikennetietoaineisto

Maanteiden osalta liikennetietoja saatiin kahdesta lähteestä, kaupungeilta ja tierekisteriin perustuvasta liikennetietoaineistosta. Tierekisteriin perustuva aineisto on tuotettu vuoden 2017 EU-meluselvitysten tarkoituksiin *CNOSSOS-EU-laskentamalli – Laskenta-asetukset ja mallinnusperiaatteet* -hankkeen yhteydessä. Liikennetietoaineiston lähtötietona on käytetty vuoden 2016 tierekisteriä. Aineiston muodostamisessa on hyödynnetty tieverkolla sijaitsevia LAM-pisteitä (liikenteen automaattinen mittausasema), yleisen liikennelaskennan otoslaskentoja sekä pääasiassa näiden pohjalta tierekisteriin tuotettuja liikennemääriin liittyviä keskeisimpiä tunnuslukuja. Aineistossa on määritelty kaikissa Suomessa tehtävissä EU-meluselvityksissä tarvittavat liikennetiedot tarkasteltaville direktiivinmukaisille tieosuuksille (716 kpl). Aineisto piti sisällään mm. tierekisterin tieosoitetiedot, KVL –liikennemäärät, kokonaisajoneuvoliikenteen prosenttijakaumat päivä-, ilta- ja yöajalle, raskaan liikenteen osuudet erikseen ajoneuvoluokille 2 ja 3 sekä nopeustiedot eri ajoneuvoluokille. (2)

Maanteiden osalta käytettiin ensisijaisesti kaupungeilta saatuja liikennemääriä. Mikäli niissä oli puutteita, niitä täydennettiin tierekisteriin perustuvasta aineistosta. Mikäli eri lähteistä saaduissa tiedoissa oli ristiriitoja, keskusteltiin kaupungin ja ELY-keskuksen

edustajien kanssa ja valittiin luotettavammaksi arvioitu tieto. Pääkaupunkiseudun sisääntuloväylillä käytettiin ensimmäiseen liittymään asti tierekisteriin perustuvia liikennetietoja. Näin liikennetiedot ovat rajapinnalla yhtenäiset Liikenneviraston maanteiden meluselvityksen kanssa.

Helsingin liikennetiedot saatiin Helsingin kaupunkisuunnitteluvirastolta MapInfo-tiedostona. Aineisto piti sisällään mm. tiedot tien nimestä, KAVL -liikennemäärästä, tieluokasta ja raskaan liikenteen osuudesta.

Kaikki selvityksessä käytettävät liikennemäärät muunnettiin vastaamaan keskimääräisiä vuorokausiliikennemääriä (KVL), joissa on otettu huomioon viikonlopun vähäisemmät liikennemäärät. Kaupungilta saadut liikennemäärät kuvasivat keskimääräistä arki vuorokausiliikennettä (KAVL). Arkivuorokauden liikennemäärät muutettiin keskimääräisiksi vuorokausiliikenteen määriksi korjauskertoimella 0,9. Kerroin oli sama kuin vuoden 2012 meluselvityksessä.

## 2.4 Raskas liikenne

### 2.4.1 Raskaan liikenteen osuus kokonaisliikenteestä

Katujen raskaan liikenteen osuutena käytettiin ensisijaisesti kaupunkien toimittamia liikennetietoja. Mikäli lähtöaineiston raskaan liikenteen tiedot olivat puutteellisia, käytettiin samoja katuluokkaan perustuvia raskaan liikenteen osuuksia kuin vuoden 2012 meluselvityskierroksella (Taulukko 8). Katuluokat on esitetty meluselvityksen liitteessä 1.

Helsingissä Länsiväylän bussiliikenteen osalta huomioitiin Länsimetron avaamisen jälkeinen tilanne, jonka vaikutus näkyy lähinnä Ruoholahden ja Kampin välillä. Länsimetron käynnistymisen jälkeen Länsiväylää pitkin ei kulje juurikaan enää paikallisliikenteen bussivuoroja Kamppiin. Joitakin yölinjoja ajetaan Kamppiin saakka silloin kun metro ei liikennöi. Metron vaikutukset liikennemääriin arvioitiin yhdessä Helsingin liikenneasiantuntijan kanssa.

Direktiivin tarkoittamien maanteiden osalta käytettiin tierekisteriin perustuvan liikennetietoaineiston raskaan liikenteen osuutta, jotka oli määriteltä erikseen päivä-, ilta- ja yöajalle.

*Taulukko 8 Raskaan liikenteen osuudet katuluokittain*

Katuluokka	Päivä	Ilta	Yö
1. Maantie	7,9 %	5,5 %	8,7 %
2. Pääkatu	7,5 %	6,5 %	8,7 %
3. Alueellinen kokoojakatu	7,1 %	5,0 %	8,3 %
4. Paikallinen kokoojakatu	5,9 %	5,5 %	6,4 %

### 2.4.2 Raskaiden ajoneuvojen luokkien 2 ja 3 keskinäiset jakaumat

Katujen osalta käytettiin Helsingin kaupungin toimittamia liikennetietoja, joissa oli eritelty raskaanliikenteen kaluston (kuorma-autojen, rekka-autojen ja linja-autojen) jakaumat. Helsingin raskaan liikenteen osuudet määritettiin melumalliin seuraavasti:

- $\text{Raskas-\%} = (ka+ra+la) / (ha+pa+ka+ra+la)$
- Luokan 2 raskaiden ajoneuvojen % -osuus raskaista-ajoneuvoista on  $(ka+0,80 \cdot la) / (ka+la+ra)$ 
  - Sisältää oletuksen, että noin 80 % linja-autoista kuuluu luokkaan 2 "Keskiraskaat ajoneuvot"

- Luokan 3 raskaiden ajoneuvojen % -osuus raskaista-ajoneuvoista on  $(0,2 \cdot la + ra) / (ka + la + ra)$ 
  - Sisältää oletuksen, että noin 20 % linja-autoista kuuluu luokkaan 3 "Raskaat ajoneuvot"
- Lyhenteet:
  - ha (henkilöautojen KAVL)
  - pa (pakettiautojen KAVL)
  - ka (kuorma-autojen KAVL)
  - ra (rekka-autojen KAVL)
  - la (linja-autojen KAVL)

Direktiivin tarkoittamien maanteiden osalta käytettiin tierekisteriin perustuvan liikennetietoaineiston tietoja.

## 2.5 Vuorokausijakaumat

Liikenteen vuorokausijakaumina käytettiin samoja katuluokkaan perustuvia jakaumia kuin vuoden 2012 meluselvityskierroksella. Vuorokausijakaumat katuluokittain on esitetty taulukossa 9.

Maanteiden osalta käytettiin tierekisteriin perustuvan liikennetietoaineiston jakaumatietoja (kokonaisliikenteen päivä-, ilta-, ja yöajan osuus). Mikäli eri lähteistä saaduissa tiedoissa oli ristiriitoja (vaikutus yli 1 dB), keskusteltiin kaupungin ja ELY-keskuksen edustajien kanssa ja valittiin luotettavammaksi arvioitu tieto.

*Taulukko 9 Liikenteen vuorokausijakauma*

Katuluokka	Päivä	Ilta	Yö
1. Maantie	77 %	11 %	12 %
2. Pääkatu	74 %	14 %	12 %
3. Alueellinen kokoojakatu	82 %	12 %	6 %
4. Paikallinen kokoojakatu	81 %	13 %	6 %

## 2.6 Ajonopeudet

Ajonopeudet syötettiin melulähteisiin kaupunkien toimittamien nopeusrajoituskarttojen perusteella. Maanteiden osalta nopeudet voivat perustua myös LAM-pisteistä mitattuun nopeustietoon. Nopeustietojen puuttuessa tarkistettiin nopeusrajoitus *Google Maps Street view* -näkömystä tai hyödynnettiin vuoden 2012 meluselvityksen tietoja.

Alueella on myös vaihtuvanopeuksisia teitä, joilla käytettiin suurempaa nopeusrajoitusta, mikäli tarkempaa tietoa keskimääräisestä nopeudesta ei ollut saatavilla. 120 km/h ja 100 km/h -rajoitteisilla moottoriteillä laskennoissa on käytetty vuoden aikaista keskimääräistä ajonopeutta. Henkilöautolla keskimääräinen ajonopeus on 120 km/h rajoituksella 110 km/h ja raskaalla liikenteellä 87 km/h. 100 km/h rajoituksella vastaavat nopeudet ovat 100 km/h ja 87 km/h. Melumallissa käytetyt nopeudet on esitetty meluselvityksen liitteessä 2.

## 2.7 Nastarengaskorjaus ja talviliikenne

Nastojen vaikutus määritettiin talvirengaskauden pituuden ja nastarengaskauden osuuden perusteella. Pääkaupunkiseudulla nastarengaskauden autojen osuus henkilöautoista on noin 80 %. Talvirengaskausi on viisi kuukautta.

Vuoden 2012 meluselvityksessä nastarengaskorjausta ei otettu huomioon laskennoissa.

## 2.8 Päälysteet

Tiepäälysteenä käytetään oletusarvona päälystetyyppiä SMA 16, eli kivimastiksipäälyste 16 mm maksimiraekoolla (vierintämelun kannalta käytännössä sama kuin AB 16 eli asfalttibetoni maksimiraekoolla 16 mm).

Erikoispäälysteet (hiljaiset päälysteet ja mukulakivet) huomioitiin kaupunkien toimittamien tietojen mukaisesti. Hiljaisen päälysteen ja mukulakivipäälysteisille kaduille korjauksena käytettiin ohjeistuksen (2) mukaista päälystekorjausta.

Helsingistä löytyy kahta erityyppistä hiljaisempaa asfalttia, SMA 8 ja SMA 11. Helsingissä hiljaisia päälysteitä ja mukulakivikatuja oli seuraavilla kaduilla:

### Hiljainen päälyste:

- Eskolantie
- Hiihtomäentie
- Ilkantie
- Kauppakartanonkatu
- Konalantie
- Kontulankaari
- Laajalahdentie
- Lönnrotinkatu
- Malminkartanontie
- Mäkitorpantie
- Näyttelijäntie
- Pirjontie
- Pirkkolantie
- Professorintie
- Päivöläntie
- Tapaninvainiontie
- Topeliuksenkatu
- Tunnelitie
- Ulvilantie

### Mukulakivikadut:

- Aleksanterinkatu
- Bulevardi
- Caloniuksenkatu
- Eteläesplanadi
- Eteläranta
- Hietalahdenranta
- Kaisaniemenkatu
- Katajanokan Laituri
- Katariinankatu
- Laivasillankatu
- Liisankatu
- Mannerheimintie
- Mariankatu
- Merikatu
- Pohjoisesplanadi
- Pohjoisranta
- Porthaninkatu
- Postikatu
- Puistokatu
- Snellmaninkatu

- Tehtaankatu
- Unioninkatu
- Viides Linja

## 2.9 Liikennevaloristeykset

Risteyskorjaus huomioitiin valoristeys- ja kiertoliittymäalueiden osalta. Lähtöaineistona käytettiin kaupungeilta saatua paikkatietoaineistoa, joka sisälsi valoristeyksen sijainnin pisteenä sekä liikennevalojen toiminta-ajat. Valoristeyksien osalta huomioitiin, onko valo-ohjaus käytössä päivä-, ilta- ja yöaikaan. Risteyskorjaus huomioi risteyksissä tapahtuvat kiihdytykset ja suurentaa näin risteuksen lähistöllä melutasoa.

# 3 Raideliikenne

## 3.1. Rautatiet

Selvitysalueeseen kuuluivat Päärata pohjoiseen, Rantarata länteen sekä Kehärata. Liikennetiedot saatiin VR Track Oy:ltä taulukkomuodossa. Liikennetietoihin sisältyvät junien määrät päivä-, ilta- ja yöajalle, junatyypit, pituudet ja nopeudet.

Saadussa liikennetietoaineistossa jokaisesta rataosasta on kerätty junat lajiteltuina junatyyppeihin ja lähiliikenteen tunnuksiin. Myös kalustosiirto on laskettu mukaan. Liikennetiedoista määritettiin eri junatyypin vuorokausikohtainen liikennöinti kullakin selvitysalueen rataosalla.

Vuoden 2016 keskimääräinen säännöllinen vuorokausiliikenne laskettiin kaavalla:  $(\text{arkipäivän keskimääräinen liikenne} * 5 + \text{lauantain liikenne} * 1 + \text{sunnuntain liikenne} * 1) / 7$ . Säännöllisen liikenteen lisäksi radoilla liikkuu jonkin verran työkoneita ja muuta liikennettä, mutta niillä ei ole merkittävää vaikutusta kokonaismelutasoihin.

Selvityksessä on käytetty pääosin suurinta mahdollista nopeusrajoituksen ja kaluston mahdollistamaa nopeutta. Nopeuksissa on huomioitu kunkin junan asema- ja huolto- paikoilla pysähtymiset. Asemien kohdilla pysähtyvillä junilla on huomioitu hidastaminen ja kiihdyttäminen liitteen 3 mukaisesti.

Liikennemäärät, junatyypit, pysähdykset ja kiihdytykset on jaettu raidekohtaisesti vastaamaan todellista tilannetta. Ratojen kunnosta ei ollut tietoa, joten niiden kuntoa ei ole huomioitu erillisin korjauskertoimin. Siltakorjaus +3 dB tai +6 dB on huomioitu merkittäviksi arvioitujen siltojen osalta. Raideliikenteen liikennetiedot on esitetty meluselvityksen liitteessä 3.

## 3.2. Raitiotiet

Selvityksessä huomioitiin vuoden 2016 raitiolinjat (taulukko 10). Rataverkon yhteispituus on noin 50 km ja linjojen yhteispituus on noin 96 km. Arkipäivisin ajetaan noin 2 200 vuoroa. Edellisen, vuoden 2012 meluselvityksen jälkeen ratalinjoissa on tapahtunut jonkin verran muutoksia, jotka on esitetty taulukossa 11.

Melulaskennan lähtötietoina käytettiin liikennemäärien osalta HSL:lta (Lauri Rätty, HSL, koostettu 14.6.2016) saatuja tietoja syksyn 2016 raitioliikenteestä ja liikenteen jakautumisesta raitiovaunutyyppien kesken, jotka on esitetty taulukossa 12.

Taulukko 10 Selvityksessä huomioidut raitiolinjat (Liite 6)

Linja		Linjan pituus [km]
1	Kauppatori - Käpylä	7,3
1A	Eira - Kauppatori - Käpylä	9,7
2	Olympiaterminaali - Kamppi (M) - Töölö - Nordenskiöldinkatu	6,3
3	Olympiaterminaali - Eira - Kallio - Nordenskiöldinkatu	6,6
4	Katajanokka - Munkkiniemi	8,3
5	Katajanokan terminaali - Rautatieasema	2,9
6	Hietalahti - Rautatieasema - Arabia	8,1
6T	Länsiterminaali - Arabia	9,4
7A	Senaatintori - Töölö - Pasila - Senaatintori	12
7B	Senaatintori - Pasila - Töölö - Senaatintori	12
8	Jätkäsaari - Töölö - Arabia	9,2
9	Länsiterminaali - Rautatieasema - Pasila	8,9
10	Kirurgi - Pikku Huopalahti	7

Taulukko 11 Muutokset raitiolinjoissa

2012 meluselvitys raitiolinjat 15.8.2011 (Liite 5)	2017 meluselvitys raitiolinjat 20.6.2016 (Liite 6)
4T Katajanokka (terminaali) - Munkkiniemi	5 Katajanokka (terminaali) - Rautatieasema
6 Hietalahti - Arabia	6 Hietalahti - Arabia 6T Länsiterminaali - Arabia
8 Salmisaari - Töölö - Arabia	8 Jätkäsaari - Töölö - Arabia
9 Kolmikulma - Itä-Pasila	9 Länsiterminaali - Itä-Pasila

Taulukko 12 Raitioliikenteen liikennemäärät, arkipäivän lähdöt syysliikenteessä 2016 linjoittain. Luku sisältää molemmat suunnat.

Linja / Kalusto	Päiväaika (klo 7-19)	Ilta-aika (klo 19-22)	Yöaika (klo 22-7)
<b>1 Kauppatori - Käpylä</b>			
Nivelvaunu (6-aks.)	2	0	0
Variotram (6-aks.)	28	0	0
<b>1A Eira - Kauppatori - Käpylä</b>			
Nivelvaunu (6-aks.)	42	0	10
Variotram (6-aks.)	28	0	3
<b>2 Olympiaterminaali - Kamppi (M) - Töölö - Nordenskiöldinkatu</b>			
Nivelvaunu (6-aks.)	21	5	2
Nivelvaunu (matalalat. väliosa, 8-aks.)	20	2	2
Variotram (6-aks.)	102	26	34
<b>3 Olympiaterminaali - Eira - Kallio - Nordenskiöldinkatu</b>			
Nivelvaunu (6-aks.)	21	5	2
Nivelvaunu (matalalat. väliosa, 8-aks.)	20	3	1
Variotram (6-aks.)	102	26	32
<b>4 Katajanokka - Munkkiniemi</b>			
Nivelvaunu (matalalat. väliosa, 8-aks.)	211	40	48
<b>5 Katajanokan terminaali - Rautatieasema</b>			

Nivelvaunu (6-aks.)	9	0	0
Nivelvaunu (matalalat. väliosa, 8-aks.)	13	11	0
<b>6 Hietalahti - Rautatieasema - Arabia</b>			
Nivelvaunu (6-aks.)	1	2	0
Nivelvaunu (matalalat. väliosa, 8-aks.)	25	1	3
Variotram (6-aks.)	69	19	13
<b>6T Länsiterminaali - Arabia</b>			
Nivelvaunu (6-aks.)	6	2	2
Nivelvaunu (matalalat. väliosa, 8-aks.)	16	0	0
Variotram (6-aks.)	38	7	11
<b>7A Senaatintori - Töölö - Pasila - Senaatintori</b>			
Nivelvaunu (6-aks.)	24	0	2
Nivelvaunu (matalalat. väliosa, 8-aks.)	40	13	8
Variotram (6-aks.)	80	19	15
<b>7B Senaatintori - Pasila - Töölö - Senaatintori</b>			
Nivelvaunu (6-aks.)	23	0	3
Nivelvaunu (matalalat. väliosa, 8-aks.)	88	24	19
Variotram (6-aks.)	26	6	2
<b>8 Jätkäsaari - Töölö - Arabia</b>			
Nivelvaunu (6-aks.)	8	1	1
Nivelvaunu (matalalat. väliosa, 8-aks.)	36	4	6
Variotram (6-aks.)	111	27	14
<b>9 Länsiterminaali - Rautatieasema - Pasila</b>			
Artic (8-aks.)	159	36	40
<b>10 Kirurgi - Pikku Huopalahti</b>			
Nivelvaunu (matalalat. väliosa, 8-aks.)	211	39	34

### 3.3 Metro

Selvityksessä huomioitiin metroradan maanpäälliset osuudet Sörnäisistä Itäkeskukseen ja sieltä haarautuen edelleen Mellunmäkeen ja Vuosaaren. Tunneliosuuksia ja tunnelien suuaukkojen vaikutusta ei huomioitu. Yhteys Roihupellon varikolle huomioitiin, mutta ei itse varikon melua.

Laskennan lähtötietoina käytettiin liikennemäärien osalta Länsimetron aukeamisen jälkeisestä tilannetta. Länsimetron avauduttua metroliikenteen vuorovälit tihenevät nykyisestä – arkisin ruuhka-aikoina vuoroväli linjojen yhteisellä osuudella (Tapiola–Itäkeskus) on vain kaksi ja puoli minuuttia (Taulukko 73). Tiedot on saatu sivustolta <https://www.hsl.fi/lansimetro/lansimetro-liikenne> (viitattu 3.10.2016). Metron liikennöintiajat pysyvät kutakuinkin nykyisellään. Tiedot on saatu sivustoilta <http://aikataulut.reittiopas.fi/linjat/fi/hM1.html> ja <http://aikataulut.reittiopas.fi/linjat/fi/hM2.html>. Liikennöinti alkaa arkisin ja lauantaisin noin aamuviideltä ja sunnuntaisin tuntia myöhemmin, ja metrojunien kulku lakkaa illalla noin kello 23:30 (Taulukko 14).

*Taulukko 73 Metron vuorovälit.*

Aika	Matinkylä-Vuosaari ja Tapiola-Mellunmäki	Tapiola-Itäkeskus
Arkisin ruuhka-aikaan	5 min	2,5 min
Lauantaisin ja arkisin päiväsaikaan	7,5 min	3-4 min
Iltaisin ja sunnuntaisin	10 min	5 min



Taulukko 14 Metron liikennöintiajat.

Ajankohta	Kellonaika
arki-/lauantai liikenne alkaa, harva vuoroväli	5:30:00
aamuruuhka alkaa / sunnuntai liikenne alkaa	6:30:00
aamuruuhka päättyy, päiväajan vuoroväli alkaa	10:00:00
iltaruuhka alkaa, päiväajan vuoroväli päättyy	14:00:00
iltaruuhka päättyy, harva vuoroväli alkaa	19:00:00
liikenne päättyy	23:30:00

## 4 Melumalli

Melumallin lähtöaineistona käytettiin vuoden 2012 EU-meluselvityksien melumalleja, jotka olivat pääosin sellaisenaan käyttökelpoisia. Malleihin päivitettiin toisen vaiheen meluselvityksien jälkeen tapahtuneet muutokset.

### 4.1 Maastomalli

Maastomallia päivitettiin niiltä alueilta, joilla on tapahtunut muutoksia, esim. levennetyt ja kokonaan uudet kadut, maanpinnan korkeuden muutos merkittäväällä alueella, kehä-rata, meritäytöt jne. Muutosalueille päivitettiin ajantasainen pisteaineistosta muodostettu korkeusmalli. Korkeuskäyrillä muodostettu edellisen selvityskierroksen maastomalli leikattiin muutosalueiden kohdalta pois ja korvattiin uudella pisteaineistolla. Lisäksi katualueilla käytettiin uusien katujen ja teiden 3d-reunaviivoja.

Kaupungilta saatiin lähtötietoaineistoja, jotka sisälsivät maanpintamallin, rakennukset ja asukkaat, herkäät kohteet, uudet melusteet ja sillat, teiden reunaviivat ja tielinjat.

Kaupungilta saadun maastomallin korkeuspisteaineisto perustui viimeisimpiin laserkeilausaineistoihin. Maastomallin laati Helsingin kaupungin kaupunkimittausosasto. Selvityksen kaikki aineisto on ETRS-TM35FIN-koordinaatistossa ja N2000-korkeusjärjestelmässä.

### 4.2 Rakennukset ja väestötiedot

Rakennukset päivitettiin uusilla kaupungeilta saaduilla aineistoilla. Rakennukset saatiin paikkatietomuodossa monikulmioina, ja rakennuksien ominaisuustiedot pisteaineistona, joka yhdistettiin monikulmioihin. Pisteaineiston sijainti ei kuitenkaan ollut tarkka kaikkien rakennuksien kohdalla. Ominaisuustietoja olivat asukastiedot ja rakennusluokat melulle altistuvien asukkaiden ja herkkien kohteiden lukumäärän arvioimiseksi. Kaupunkien toimittamat ominaisuustiedot eivät olleet täydellisiä, vaan puutteita esiintyi useissa ominaisuuksissa. Hoito- ja oppilaitosten tiedot lisättiin rakennuksiin pääkaupunkiseudun palvelukartan kautta ladattavasta pisteaineistosta. Myös näiden sijaintitarkkuus oli osin epätarkkaa, mutta herkkien kohteiden määrät saadaan nyt todennäköisesti paremmin dokumentoitua kuin toisen vaiheen selvityksissä vuonna 2012.

Kaikkien kaupunkien melumallien asukasmäärät poikkesivat todellisista asukasmäärästä. Poikkeamat johtuivat siitä, että ominaisuustietotaulukoissa oleva sijaintitieto ei ole tarkkaa, jolloin automaattinen yhdistäminen ei onnistunut täysin. Yhdistämistarkkuus oli kaikkien kaupunkien osalta yli 95 %. Poikkeamaa ei ole korjattu manuaalisesti lisäämällä rakennuksiin asukasmääriä tai käyttämällä kertoimia, vaan tämä tulee huomioida meluntorjunnan toimintasuunnitelmaa tehtäessä ja muussa tämän selvityksen jatkokäytössä.

Myös lähtötietojen rakennusluokissa oli puutteita. Paikoin luokitus puuttui kokonaan, ja sellaisissa rakennuksissa, joilla on useita käyttötarkoituksia, voidaan rakennukselle ilmoittaa vain yksi käyttötarkoitus.

Helsingin rakennusten korkeudet määritettiin laserkeilausaineiston kattojen korkeuksien keskiarvosta. Kattojen laserkeilausaineiston laati Helsingin kaupungin kaupunkimittausosasto. Rakennusten korkeustiedoissa oli kuitenkin puutteita ja virheitä. Puutuvilta ja virheellisiltä osin rakennusten korkeustietona käytettiin rakennusluokkaan ja pinta-alaan perustuvaa tilastollista korkeutta. Tyypillinen selitys ilmeisen väärälle korkeudelle oli se, että rakennus oli laserkeilaushetkellä vielä rakenteilla.

Julkisivulaskennoissa määritettiin rakennuksille kivijalan korkeus maanpintamallin avulla rakennuksen kulmapisteiden korkeuden keskiarvosta. Julkisivumelutason laskentapisteiden korkeus (+2 m tai +4 m) määritettiin suhteessa kivijalan korkeuteen. Mikäli asuinrakennus oli alle 4 metriä korkea, oli päivä-ilta-yömelutason  $L_{den}$  ja yömelutason  $L_n$  julkisivumelutason laskentapisteen korkeuden määrittäminen tehtävä laskentateknisistä syistä erikseen. Tällaisten rakennusten laskentapisteen korkeutta korjattiin pienentämällä sitä 0,5 m räystäskorkeuden alapuolelle. Esimerkiksi 3,80 metriä korkealle rakennukselle laskentapisteen korkeus on säädetty 3,30 metrin tasolle. Tällä menetetyllä saatiin laskettua kaikkien mallissa olevien rakennuksien altistuvat asukkaat.

### 4.3 Maanpinnan absorptio

CNOSSOS-EU-laskentamallin myötä maanpinnan absorptiolle on tullut yksi luokka enemmän, ja nyt huomioidaan akustisesti kovat alueet (esim. vesialueet, kadut, tiet ja laajat kivettyt tai asfaltoidut alueet,  $G = 0$ ), pääosin pehmeät alueet (esim. taajama-alueet ja puistot,  $G = 0,7$ ) ja pehmeät alueet ( $G = 1$ ).

Kovien alueiden lähtötietona käytettiin toisen vaiheen meluselvityksien melumallien kovia alueita, jotka tarkastettiin ja täydennettiin ajan tasalle mm. lisäämällä uudet asfaltoidut alueet. Helsingissä kantakaupungin alue määritettiin kovaksi alueeksi, sen sisältävät pääosin pehmeät alueet, esimerkiksi puistot, määritettiin erikseen.

Pääosin pehmeät alueet ( $G=0,7$ ) määritettiin Suomen Ympäristökeskuksen tuottaman Corine maanpeitemallin avulla. Mallin seuraavassa lueteltujen luokkien alueet on määritetty melumallissa pääosin pehmeiksi:

- Kerrostaloalueet (luokka 1.1.1.1)
- Pientaloalueet (luokka 1.1.2.1)
- Palveluiden alueet (luokka 1.2.1.1)
- Teollisuuden alueet (luokka 1.2.1.2)
- Liikennealueet (luokka 1.2.2.1)
- Satama-alueet (luokka 1.2.3.1)
- Lentokenttäalueet (luokka 1.2.4.1)
- Maa-aineisten ottoalueet (luokka 1.3.1.1)
- Rakennustyöalueet (luokka 1.3.3.1)

Edellä mainittujen pääosin pehmeiden luokkien kanssa päällekkäin menee suuri osa kovista alueista. Melumallissa asia on huomioitu siten, että kovat alueet ( $G=0$ ) on sijoitettu pääosin pehmeiden alueiden ( $G=0,7$ ) päälle, jolloin laskenta huomioi tarkemman kovan alueen tiedon.

#### 4.4 Melumalli selvitysalueen ulkopuolella

Jotta meluselvityksen tulokset olisivat luotettavat myös selvitysalueen reuna-alueilla, maastomallia ja melulähteitä jatkettiin kuntarajojen ulkopuolelle vähintään yhden kilometrin etäisyydelle. Tämä maasto sisälsi melulähteet, melusteet ja maaston korkeustiedot, mutta sitä ei ole siistitty samoin kuin selvitysalueita.

#### 4.5 Melusteet

Melusteiden lähtötietona käytettiin toisen vaiheen meluselvityksien mallien melusteitä. Uudet melusteet vietiin malliin kaupungeilta ja ELY-keskuksilta saatujen 3D-viivojen tai suunnitelmätietojen perusteella.

Melusteena toimivista tonttiaidoista, autokatoksista tai muureista ei ollut lähtötietoja, joten pääsääntöisesti kyseiset rakenteet eivät ole melumallissa mukana. Meluaidat ovat pääosin mallinnettu ääntä heijastavina (1 dB heijastusvaimennuksella) lukuun ottamatta ratamelusteitä, joiden on oletettu olevan absorboivia. Melusteiden sijainti on esitetty meluselvityksen liitteessä 4.

Helsingissä toisen vaiheen selvityksen jälkeen valmistuneita uusia melusteitä oli seuraavilla alueilla:

- Kehä I Kurkimäen kohdalla, melusteet Kehä I Kivikontie -hankkeesta
- Kehä I:n ja Lahdenväylän liittymän pohjoispuolella uusi toisiovalli
- Kehä I:n varren melusteet Espoon rajan ja Hämeenlinnanväylän välillä
- Lahdenväylä Jakomäen kohdalla, uudet kivikoriaidat
- Porvoonväylä Jakomäen kohdalla, uusi meluvalli ja -seinä
- Tapanilankaari, välillä Rintamasotilaantie–Moisiontie, uusi meluseinä ja -kaide
- Kirkonkyläntie välillä Tapaninvainiontie–Vanha Tapanilantie, uusi meluseinä

#### 4.6 Melumallin muokkaus

Lähtötietona saatuja aineistoja ei voitu suoraan käyttää melumalliin, vaan aineistoja muokattiin melulaskentaohjelmalla huomattavasti ennen kuin se oli melulaskentojen kannalta hyväksyttävässä kunnossa. Maastomallia täsmennettiin saatavilla olevien pohjakarttojen sekä viistoilmakuvien perusteella. Työssä käytettiin ilmaisia karttapalveluita, joista eri kaupunkien karttapalvelut, Paikkatietoikkuna sekä Google Maps Street View osoittautuivat hyödyllisimmiksi.

Niiden maanteiden ja katujen osalta, jotka olivat selvityskohteita myös edellisellä vuoden 2012 meluselvityskierroksella, liikennetiedot yhdistettiin aikaisemman melumallin teiden geometriatietoon. Uusien katujen ja teiden keskiviivat saatiin murtoviivoina, joihin oli sisällytetty liikennetiedot. Uudet tiet digitoitiin paikalleen teiden reunaviivojen sekä pohjakarttojen perusteella. Korkeus teille saatiin pudottamalla liikennetiedot sisältävät keskilinjat maastomallin päälle 0,05 metrin korkeudelle.

Siltojen ominaisuustiedot mallinnettiin pääosin tieobjektiin. Mikäli useampikaistainen tie oli mallinnettu erillisin tieobjektein, kaikkiin saman siltapaikan tieobjekteihin sisällytettiin toistensa ominaisuudet. Myös sillalla olevan melukaiteen varjostavuus mallinnettiin tielinjassa.

## 5 Lähteet

1. Commission Directive (EU) 2015/996 of 19 May 2015 establishing common noise assessment methods according to Directive 2002/49/EC of the European Parliament and of the Council. C/2015/3171. OJ L 168, 1.7.2015, p. 1–823 (EN). Saatavissa, Euroopan unionin säädös-tietopankki EUR-Lex: <http://data.europa.eu/eli/dir/2015/996/oj>
2. Liikennevirasto 2017. Liikenneviraston ohjeita 4/2017: *CNOSSOS-EU-laskentamalli - Laskenta-asetukset ja mallinnusperiaatteet*. ISSN-L 1798-663X. Saatavissa: <http://www.liikennevirasto.fi/julkaisut/ohjeet/2017#.WNolls-LRhH>
3. *Railway traffic noise – Nordic prediction method*, TemaNord 1996:524, Nordic Council of Ministers 1996.
4. *Road traffic noise – Nordic prediction method*, TemaNord 1996:525, Nordic Council of Ministers 1996.
5. DELTA, SINTEF, SP ja VTT 2006. *User's Guide Nord2000 Road*.
6. Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2002/49/EY ympäristömelun arvioinnista ja hallinnasta. EYVL L 189, 18.7.2002.