

# CNOSSOS-EU-laskentamalli

## Laskenta-asetukset ja mallinnusperiaatteet





# CNOSSOS-EU-laskentamalli

Laskenta-asetukset ja mallinnusperiaatteet

Liikenneviraston ohjeita 4/2017

*Kannen kuva: Jussi Nykänen, Sito Oy*

Verkojulkaisu pdf ([www.liikennevirasto.fi](http://www.liikennevirasto.fi))

ISSN-L 1798-663X

ISSN 1798-6648

ISBN 978-952-317-355-2

Liikennevirasto

PL 33

00521 HELSINKI

Puhelin 0295 34 3000

Korvaa/muuttaa

-

Voimassa

21.3.2017 alkaen

Asiasanat

Melu, laskentamallit, mallinnus, ohjeet

## CNOSSOS-EU- Laskentamalli – Laskenta-asetukset ja mallinnusperiaatteet Liikenneviraston ohjeita 4/2017

Liikenneviraston on hyväksynyt ohjeen.

Tekninen johtaja

Markku Nummelin

Melu- ja värinäasiantuntija Erkki Poikolainen

*Tämä ohje hyväksytään sähköisellä allekirjoituksella.*

*Merkintä sähköisestä allekirjoituksesta on viimeisellä sivulla.*

LISÄTIETOJA  
Erkki Poikolainen  
Liikennevirasto  
puh. 0295 34 3973

## Esipuhe

CNOSSOS-EU-laskentamalli – Laskenta-asetukset ja mallinnusperiaatteet -ohjeessa on määritetty melulaskennan lähtöarvot, laskenta-asetukset ja mallinnusperiaatteet vuoden 2017 EU-meluselvityksien toteuttamista varten. Suomessa käytetään CNOSSOS-EU-laskentamallia vuoden 2017 EU-meluselvityksistä alkaen. Ohjeen tavoitteena on, että EU-meluselvitysten mallinnustulokset olisivat luotettavat ja laskentatulokset yhtenäiset. Tavoitteen toteutumiseksi ja kustannustehokkuuden parantamiseksi laskennan lähtöarvot on koottu tarkoituksenmukaiselta osalta keskitetysti.

Ohjeistuksen kohderyhmänä ovat EU-meluselvityksien tilaajatahot (kuntien viranomaiset) sekä meluselvityksiä laativat konsultit. Ohjetta noudatetaan vuoden 2017 EU-meluselvityksien toteuttamisesta lähtien toistaiseksi. Tässä ohjeessa on annettu paikoin hyvinkin yksityiskohtaiset mallinnusperiaatteet sekä laskenta-asetukset. Lähtökohtana on, että eri konsulteilla melulaskennan asetukset ovat ohjeiden mukaiset ja mahdolliset poikkeamat ohjeesta on perusteltava ja hyväksyttävä tilaajatahoilla. Tämä ohje ei ole kuitenkaan kaikenkattava ohjeistus meluselvitysten laatimisesta. Meluselvitysten tilaajat ja meluselvityskonsultit vastaavat itse melumallien ja melulaskentojen ympäristömeludirektiivin mukaisesta riittävän laadukkaasta toteutuksesta. CNOSSOS-EU-melumallin implementointi laskentaohjelmiin on edennyt hitaasti ja vielä ohjeen teon aikana kaupallisissa sovelluksissa on käytössä beeta- ja testiversiot. Nykyisissä beeta-versioissa on esiintynyt puutteita. Puutteet ovat korjattavana ohjelmistotalojen toimesta. Melukartoituksia ei ole tarkoituksen mukaista suorittaa ennen kuin kaupallisten sovelluksien CNOSSOS-EU-laskentamallit ovat ohjelmistotuottajien tai kansallisten viranomaisten toimesta todettu vastaavaan tarkoitusta.

Työtä on Liikennevirastosta ohjannut tekniikka ja ympäristö -osaston melu- ja tärinä-asiantuntija Erkki Poikolainen, jonka ohjausryhmää on vetänyt Ari Saarinen (ympäristöneuvos, ympäristöministeriö). Heidän lisäksi ohjausryhmään on kuulunut Larri Liikonen (ylitarkastaja, Uudenmaan ELY-keskus, Y-vastuualue).

Ohjeen ovat tehneet Liikenneviraston ja ympäristöministeriön toimeksiannosta seuraavat henkilöt Sito Oy:stä:

- Jarno Kokkonen (projektipäällikkö, meluasiantuntija, lähtöarvot, mallinnusperiaatteet sekä liikenne- ja säätietojen muodostusperiaatteet)
- Olli Kontkanen (meluasiantuntija, sääaineiston käsittely ja analysointi)
- Janne Tuominen (liikenneasiantuntija, liikennetietojen käsittely ja muodostusperiaatteet)
- Kati Kiiskilä (liikenneasiantuntija, laadunvarmistus)
- Anne Kangasaho (raportoinnin laadunvarmistus).

Lisäksi tekn. toht. Panu Maijala (VTT) on avustanut työssä sääaineiston muodostamisessa sekä toiminut laadunvarmistajana. Ohjetta ovat kommentoineet meluasiantuntijat WSP Finland Oy:stä ja Helsingin kaupungilta. Saadut kommentit on otettu ohjeessa huomioon. Tekijät kiittävät kaikkia ohjeen laatimistyöhön osallistuneita ja sitä kommentoineita asiantuntijoita.

Helsingissä maaliskuussa 2017

Liikennevirasto

## Sisällysluettelo

|  |  |
|--|--|
| KÄSITTEET, LYHENTEET JA SYMBOLIT .....                       | 6  |
| 1 JOHDANTO .....   | 7  |
| 2 MALLINNUSPERIAATTEET .....                                 | 8  |
| 2.1 Akustinen maastomalli .....                              | 8  |
| 2.1.1 Maastomalli (maasto-, rakennus- ja asukastiedot) ..... | 8  |
| 2.1.2 Absorptiotiedot .....                                  | 9  |
| 2.2 Tieliikenneobjektin mallintaminen .....                  | 10   |
| 2.2.1 Laskenta-asetukset .....                               | 10   |
| 2.2.2 Liikennetiedot .....                                   | 13   |
| 2.3 Raideliikennemelun mallintaminen .....                   | 15   |
| 3 LASKENTA-ASETUKSET JA ASUKASLASKENNAT .....                | 16   |
| 3.1 Laskenta-asetukset .....                                 | 16   |
| 3.2 Asukaslaskennat .....                                    | 18   |
| 4 RAPORTOINTI JA TULOSTEN ESITTÄMINEN .....                  | 20   |
| VIITTEET .....   | 21   |
| LIITTEET   |  |
| Liite 1  | CNOSSOS-EU Road model (FI)                           |
| Liite 2  | Melulaskennassa käytettävät $p_f$ sääparametrit      |
| Liite 3  | Meteorological $p_f$ values in Finland – methodology |
| Liite 4  | Tieverkon liikennetiedot                             |
| Liite 5  | Käytännön melumallinnusohjeistuksia                  |

## Käsitteet, lyhenteet ja symbolit

|                     |             |   |
|---------------------|-------------|---|
| CNOSSOS-EU          |             | EU:n jäsenvaltioiden strategisissa melukartoituksissa sovellettava yhteinen laskentamalli (Common <b>NO</b> ise <b>aSS</b> essment meth <b>OdS</b> in the EU) [2] |
| END                 |             | Ympäristömeludirektiivi (Environmental Noise Directive, 2002/49, 2015/996) [1][2]   |
| JRC                 |             | Euroopan komission tutkimuskeskus (Joint Research Center)   |
| KVL                 | [ajon./vrk] | vuoden keskimääräinen vuorokausiliikenne  |
| Nord2000            |             | yhteispohjoismainen tie- ja raideliikennemelun laskentamalli (Nordic noise prediction method) [10]  |
| NMTg6               |             | yhteispohjoismainen raideliikennemelun laskentamalli (Nordic Prediction Method) [7]   |
| RTNg6               |             | yhteispohjoismainen tieliikennemelun laskentamalli (Nordic Prediction Method) [6]   |
| $\alpha$            | [0...1]     | melusteiden ja rakennusten pystypintojen absorptiosuhde   |
| $\alpha_{i,m}$      |             | päällystekorjauksen $\alpha$ -korjaustermi  |
| $A_{P,i,m}$         |             | käyttövoimamelun A-lähtöarvo  |
| $A_{R,i,m}$         |             | vierintämelun A-lähtöarvo   |
| $\beta_m$           |             | päällystekorjauksen $\beta$ -korjaustermi   |
| $B_{P,i,m}$         |             | käyttövoimamelun B-lähtöarvo  |
| $B_{R,i,m}$         |             | vierintämelun B-lähtöarvo   |
| $G$                 |             | maanpinnan absorptiosuhde (acoustic absorption properties of the ground)  |
| $L_{Aeq, klo 7-22}$ | [dB]        | päiväajan A-taajuuspainotettu keskiäänitaso   |
| $L_{Aeq, klo 22-7}$ | [dB]        | yöajan A-taajuuspainotettu keskiäänitaso  |
| $L_{den}$           | [dB]        | päivä-ilta-yömelutaso (ilta +5 dB ja yö +10 dB painotus)  |
| $L_F$               | [dB]        | äänitaso suotuisissa oloissa (favourable conditions)  |
| $L_H$               | [dB]        | äänitaso neutraaleissa oloissa (homogeneous conditions)   |
| $L_{LT}$            | [dB]        | pitkänajan keskiäänitaso (long-term sound level)  |
| $L_{W,i,m}$         | [dB]        | yksittäisen ajoneuvon äänitehotaso  |
| $L_{WR,i,m}$        | [dB]        | vierintämelun äänitehotaso (rolling noise)  |
| $L_{WP,i,m}$        | [dB]        | moottorin-, voimansiirron-, pakovirtauksen ja puhaltimien äänitehotaso (propulsion noise, jäljempänä käyttövoimamelu)   |
| $p_f$               | [%]         | äänien etenemisen kannalta suotuisien olosuhteitten suhteellinen osuus<br>( <i>the probability of occurrence of favourable conditions</i> )                       |



# 1 Johdanto

CNOSSOS-EU-melumalli on määritetty ympäristömeludirektiiviin liitteessä 2 [2]. Mallia on tarkasteltu JRC referenssiraportissa [3] sekä ”EU:n CNOSSOS-melumallin käyttöönotto Suomessa” selvityksessä [4].

Tämän ohjeistuksen kohderyhmänä ovat EU-meluselvityksien tilaajatahot (kuntien viranomaiset) sekä meluselvityksiä laativat konsultit. CNOSSOS-EU mallinnus ohje on laadittu strategisen tason EU-meluselvitystyötä varten. Tarkemmissa esimerkiksi kaava- ja lupavaiheen meluselvityksissä käytetään tarkempia laskenta-asetuksia ja vakiintuneita pohjoismaisia melumalleja.

Liitteissä esitetyt lähtöarvot perustuvat viimeisimpiin Suomessa ja Pohjoismaissa tehtyihin luotettaviin ja riittävän laajoihin mittauksiin.

Laskenta-asetuksien ja mallinnusperiaatteiden lähtökohtana ovat olleet yleisimmin käytössä olevat melulaskenta-ohjelmat Datakustik CadnaA sekä SoundPLAN. Ohjeen tekemisen aikana käytössä olivat laskentaohjelmien versiot: *CadnaA 4.6.156* sekä *SoundPLAN 7.4 (update 9.8.2016)*. Molemmassa melulaskentaohjelmassa on ollut käytössä CNOSSOS-EU-laskentamallin testi, eli beeta-versio.

## 2 Mallinnusperiaatteet

### 2.1 Akustinen maastomalli

Akustinen maastomalli sisältää äänen etenemiseen vaikuttavat tiedot ympäristöstä (maanpinnan laatu ja muodot, esteiden korkeudet, rakennusten ominaisuudet, jne.). Maastomallin tuottamisessa tulee huomioida melumallin ominaisuudet.

#### 2.1.1 Maastomalli (maasto-, rakennus- ja asukastiedot)

CNOSSOS-EU-laskentamalli ei tuo muutoksia melumallin maasto-, rakennus- ja asukastietojen laatuvaatimuksille. Laatuvaatimukset on esitetty selvityksessä *Maasto- ja väestötietojen hankinta – Esiselvitys* [5]. Alla on esitetty maasto-, rakennus- ja asukastietojen tärkeimmät laatuvaatimukset.

*”Melulaskennan pohjana suositellaan ensisijaisesti käytettäväksi hyvälaatuista 3D-kantakartta-aineistoa. Mikäli kantakartta-aineistoa ei ole saatavilla, käytetään laserkeilaukseen perustuvaa maastomallia. Alueet, joilta kumpaakaan edellä mainittua aineistoa ei ole saatavilla, mallinetaan Maanmittauslaitoksen maastotietokantaa perustuvan maastomallin ja jonkin tarkemman (esimerkiksi tiesuunnitelman pohjaksi tehdyn) maastomallin yhdistelmänä.*

*Melulaskentojen asukaslaskennoissa rakennus- ja asukastietoina suositellaan käytettäväksi RHR-aineistoa yhdistettynä laserkeilausaineistoon tai kuntien kantakarttaan perustuvaan rakennustietoon. Väestöpisteiden ja rakennusten yhdistäminen tehdään ensisijaisesti rakennustunnuksen avulla, toissijaisesti spatiaalisen paikkatietoanalyysien avulla.”*

Melulaskennan maastomalliin sisällytetään seuraavat asiat [5]:

- korkeuskäyrät metrin välein
- mallinnettavan tien reunaviivat esitetään ulottuvan yhtenäisinä myös risteuksen yli ”valereunaviivana”
- korkeuskäyrät eivät leikkaa toisiaan tai tie-elementtejä eli ei leikkaavia käyriä
- meluvallit harja- ja taiteviivoina
- melusteet harjaviivoina
- tien lähialueen jyrkät kohdat taiteviivoilla esim. rampit ja kallioleikkaukset
- sillat alueina
- tien reunaviivat sulkeutuvina viivoina
- korkeuskäyrät poistettu mallinnettavan tien ylittävien siltojen alta
- tien keskilinja yhtenäisenä viivana
- ylimääräiset melulaskentoja häiritsevät objektit, kuten katukivetykset ja kaiteet jätetään mallintamatta
- kovat pinnat (maanpinnan akustiset ominaisuudet)
- rakennukset sulkeutuvina alueina korkeustietoineen.

Täydentävät lisähuomiot:

- Maanpintamallin korkeuskäyrien vaakaresoluutiota ei saa heikentää liiaksi (karkein vaakaresoluutio 1 metri).
- Tien leveystieto tulee sisällyttää myös tiemelulähde-objektiin.
- Siltojen tiedot (tien leveys ja melukaiteet) tulee sisällyttää tiemelulähde-objektiin, jolloin niitä ei mallinnetta erillisinä silta-objekteina. Tämä on havainnollistettu liitteessä *Käytännön mallinnusohjeistuksia*.

- Pienten kaupunkien meluselvityksissä voidaan myös suoraan hyödyntää laserkeilausaineiston hajapisteaineistoa, jota melulaskentojen maanpintamallia varten harvennetaan 10–20 cm korkeustarkkuuteen.

### **2.1.2 Absorptiotiedot**

#### **Maanpinta**

CNOSSOS-EU-laskentamallissa maanpinta on mahdollista jakaa akustisten ominaisuuksien perusteella neljään luokkaan:

- kovat alueet ( $G=0$ )
- pääosin kovat alueet ( $G=0,3$ )
- pääosin pehmeät alueet ( $G=0,7$ )
- pehmeät alueet ( $G=1$ )

EU-meluselvityksissä näistä luokista käytetään kolmea tärkeintä luokkaa. Akustisesti koviksi alueiksi ( $G=0$ ) määritetään laajat asfaltti- ja kivipinnat, vesistöt, rakennusten alapuolinen alue, sekä mallinnettavat tiealueet. Pääosin pehmeiksi alueiksi ( $G=0,7$ ) määritetään taajama-alueet ja puistot. Mikäli taajama-alueen sisällä on selkeitä laajoja akustisesti kovia alueita, mallinnetaan ne erikseen. Muut alueet ovat akustisesti pehmeitä ( $G=1$ ).

Erikoistapauksissa tai tarkemmassa suunnitteluvaiheessa voi olla tarpeen tarkentaa akustisia ominaisuustietoja ja tällöin myös voi olla tarpeen käyttää pääosin kovat alueet luokkaa ( $G=0,3$ ), joka edustaa pakkautunutta tiivistä maata, hiekkakenttää tai sotatietä.

#### **Rakennukset**

Rakennuksien julkisivuille annetaan oletuksena 1 dB absorptio ( $\alpha=0,21$ ). Tarkemmassa jatkosuunnittelussa rakennuksien julkisivun absorptiota voi tarvittaessa tarkentaa. Rakennuksien kohdalla maanpinta mallinnetaan akustisesti kovana alueena ( $G=0$ ). Tämä on havainnollistettu liitteessä *Käytännön mallinnusohjeistuksia*.

#### **Melusteet**

Lähtökohtaisesti melusteet oletetaan heijastaviksi siten, että absorptiosuhde  $\alpha = 0,21$ . Absorboivaksi luokitellut (luokan A3 ja A4) melusteet voidaan mallintaa ilman heijastusta. Laskenta ilman esteen heijastusta nopeuttaa melulaskentoja ja etäisyysvaimennus huomioiden heijastunut ääni on kokonaismelutason kannalta merkitykseltön, eli selvästi yli 10 dB pienempi verrattuna suoraan ääneen (luokan A3 ja A4 esteillä).

Meluvallit mallinnetaan absorboivina. Mikäli käytetään tasavälistä korkeuskäyrästä, niin meluvallit mallinnetaan melusteobjektilla siten, että vallin tarkka harjaviivankorkeus tulee huomioiduksi.

## 2.2 Tieliikenneobjektin mallintaminen

### 2.2.1 Laskenta-asetukset

#### Lähtöarvot

Laskennoissa käytettävien käyttövoima- ja vierintämelun A ja B lähtöarvot sekä päällystekorjauksien  $\alpha_{i,m}$  and  $\beta_m$  korjaustermit on esitetty liitteessä *CNOSSOS-EU Road model (FI)*.

#### Päällystekorjaus

Päällystekorjaukset on annettu liitteessä *CNOSSOS-EU Road model (FI)* esitetyille päällystetyypeille. Päällystekorjaukset vastaavat vähintään kahden talven ikäistä tavanomaisessa kunnossa olevaa päällystettä. Suomessa yleisin päällystetyyppi on AB 16 eli asfalttibetoni 16 mm maksimiraekoolla. SMA 16 eli kivimastiksi päällystettä 16 mm maksimiraekoolla käytetään lähinnä vilkkaasti liikennöidyillä väylillä. Liitteessä *CNOSSOS-EU Road model (FI)* ei ole esitetty AB 16 päällysteelle omaa korjaustermiä, vaan kyseisille teille käytetään hiukan äänekkäämpää SMA 16 päällystekorjausta. Tällä menettelyllä yksinkertaistetaan melumallinnusta ja samalla kompensoidaan heikkokuntoisten teiden, sekä märän tienpinnan aiheuttamaa vierintämelun lisäystä. Nord2000- mallissa AB päällysteen korjaustermi on 0,6 dB pienempi kuin SMA-päällysteellä.

Päällysteen osalta maanpinnan absorptioksi asetetaan  $G=0$ . Kaupunkiympäristössä akustisesti kova maanpinta jatkuu usein kadunreunaa pidemmällä, jolloin katualue ja sen lähiympäristö tulee mallintaa erillisellä maanpinnan absorptio -objektilla.

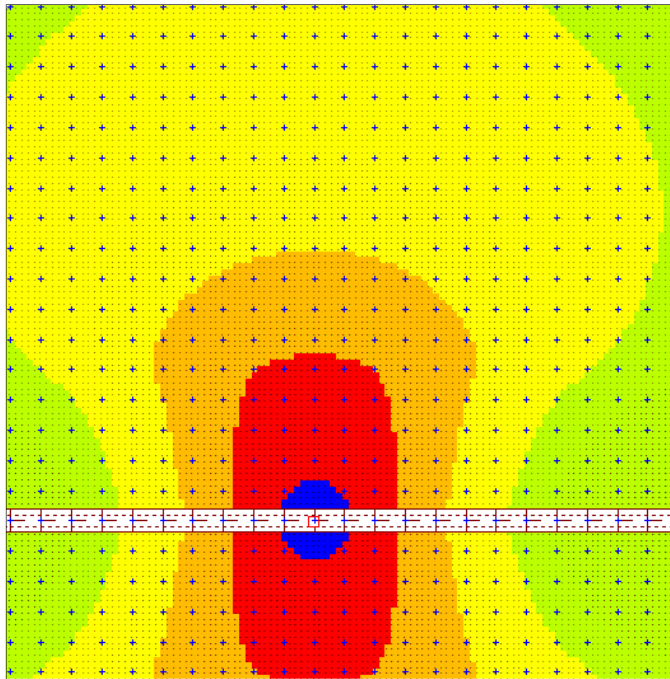
HUOM! Laskentamallissa on oletusarvona referenssipäällystetyyppi, joka on tavanomaista päällystettä huomattavasti hiljaisempi.

#### Mäkikorjaus

Tieobjektin mallinnuksessa tulee huomioida, että mäkikorjauksen suuruus riippuu, onko kyseessä ylä- vai alamäki. Tieobjektin "polygonpoints" järjestyksellä ei ole merkitystä, mikäli samalla objektilla on mallinnettu molemmat suunnat, esimerkiksi 1+1 ajoradan tilanteessa. Mikäli objekti mallintaa yksisuuntaista liikennettä, esimerkiksi rampin tai 2+2 ajoradan tilanteessa, tulee tieobjektin pisteiden järjestyksen vastata liikenteen suuntaa. Laskentaohjelmissa on myös toimintoja, joiden avulla voidaan määrittää tien leveys ja liikenteen kulkusuunta. Melumallin laatimisen yhteydessä on syytä varmistaa, että tien pystygeometria ei sisällä "töyssyjä" tai muita virheellisiä mäkiä, jotka aiheuttavat virheellisiä mäkikorjauksia. Tämä on havainnollistettu liitteessä *Käytännön mallinnusohjeistuksia*.

#### Risteykset ja kiertoliittymät

Pienillä nopeuksilla sekä kaduilla, joissa on suuri raskaan liikenteen osuus, vaikuttaa risteyskorjaus merkittävästi risteysympäristön melutasoihin. Mikäli valoristeys- tai kiertoliittymäalueen läheisyydessä ei ole melulle alttiita kohteita, voidaan korjaus jättää huomioimatta. Valoristeyksien osalta tulee huomioida, onko valo-ohjaus käytössä päivä-, ilta- ja yöaikaan. Kuvassa 1 on esitetty risteyskorjauksen vaikutus melutasoihin 50 km/h nopeusalueella, kun raskaan liikenteen osuus on 12 %, joista 60 % kuuluu luokkaan 3.



*Kuva 1. CNOSSOS-EU-mallin risteyskorjauksen vaikutus melutasoihin. Värit 1 dB välein, punaisella 3 dB ja oranssilla 2 dB. Siniset ruudukot 10 m välein.*

### **Sillat**

Sillan ominaisuustiedot mallinnetaan tieobjektiin. Mikäli useampikaistainen tie on mallinnettu erillisin tieobjektein, tulee huomata, etteivät tieobjektit ”näe” toistensa ominaisuuksia, joten kummankin objektin on sisällettävä toistensa ominaisuudet. Mikäli siltojen välissä on rako, voidaan se jättää huomioimatta. Sillalla olevat melukaiteet sisällytetään siltaobjektiin. Hankalissa mallinnustilanteissa voidaan käyttää myös melusteobjektia. Mikäli sillan alapuolella ei ole toista melulähdettä, mallinnetaan melukaide jatkumaan maahan/veteen asti. Menettelytapa on tarpeen esimerkiksi tilanteessa, jossa sillalla on kullakin ajoradalla melukaiteet molemmin puolin eli yhteensä neljä kaidetta.

### **Korkeusasema**

Tien korkeusaseman suhteen pyritään mahdollisimman hyvään tarkkuuteen (noin 10–20 cm). Tieobjektia ei saa nostaa esimerkiksi maastomallin karheudesta johtuen vakio-korkeudelle, vaan maastomallin tulee olla niin laadukas, että tieobjekti voidaan ”tiputtaa” kolmioverkon päälle tai vaihtoehtoisesti tarkka tiegeometria on vektoroitu laseraineistosta ja maastomalli sovitetaan tarkkaan tiegeometriaan. Pistevälin tulee olla sopiva, jotta vaaka- ja pystygeometrian muutokset tulee huomioitua. Sopiva pisteväli on tilanteesta riippuen 10–25 metriä. Mikäli pisteväli on liian tiheä, tulee hyvin suurella todennäköisyydellä virheellisiä mäkikorjauksia ja laskenta-aika kasvaa kohtuuttoman suureksi.

**Reunaviivat**

Tien tarkka korkeusgeometria sovitetaan maastomalliin siten, että tielle muodostuu reuna- ja pengerviivat, eikä tiealueelle jää häiritseviä ylimääräisiä korkeusobjekteja. Automaattisen maastomallin sovittaminen tarkistetaan, jotta tehty sovitus vastaa myös todellista tilannetta. Tyypillisesti siltapaikat korjataan manuaalisesti.

**Emissioviivat**

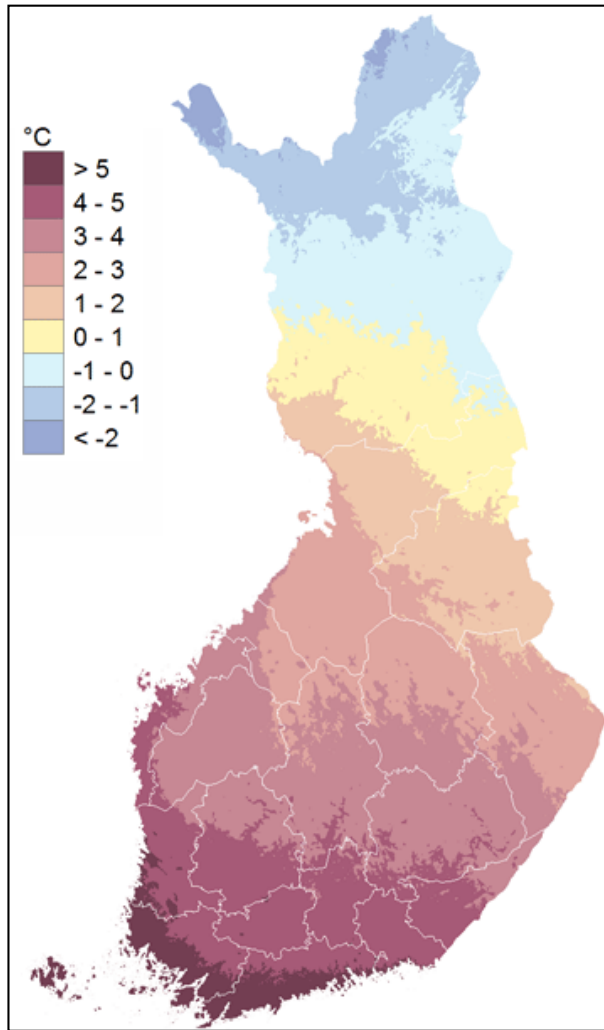
CNOSSOS-EU-mallissa kutakin ajorataa vastaa yksi emissioviiva. Melunlaskentaohjelmissa on mahdollista määrittää tien profiili, jolloin ohjelma huolehtii emissioviivojen sijainneista. Emissioviivojen määrä voidaan laskenta-ajan kohtuullistamiseksi puolittaa ilman laskentatarkkuuden merkittävää heikennystä. Leveillä 2+2 ajoradoilla emissioviivojen vähennys tehdään sijoittamalla yksi viivalähde uloimmille kaistoille. Tyypillisesti paikallinen virhe on enimmillään noin 0,5 dB ja pahimmillaan tarkemman mallin kaksinkertainen melulähteiden lukumäärä lähes kaksinkertaistaa myös laskenta-ajan.

**Nastakorjaus**

Nastojen vaikutus määritetään talvirengaskauden pituuden ja nastarenkaiden osuuden perusteella. Helsingissä nastarenkaallisten autojen osuus henkilöautoista on noin 80 % ja muualla Suomessa noin 88 %. Talvirengaskausi on noin viisi kuukautta.

**Lämpötila ja suhteellinen kosteus**

Vuosikeskiarvoa laskettaessa päällystekorjaukseen lisätään kuvan 2 mukainen vuoden keskimääräisen lämpötilan vaikutus vuoden melupäästöön. Samaa laskenta-aluetta ei tarvitse lämpötilakorjauksen takia pilkkoa, vaikka se sijaitisi kahdella eri lämpötilavyöhykkeellä, vaan laskennat voi suorittaa samalla lämpötilakorjauksella. Tämä on havainnollistettu liitteessä *Käytännön mallinnusohjeistuksia*.



Kuva 2. Vuoden keskilämpötila Suomessa vuosina 1981–2010 [8].

### 2.2.2 Liikennetiedot

Tieverkolle käytetään liitteessä *Tieverkon liikennetiedot* esiteltyjä ja erikseen paikkatietomuodossa (shape) toimitettavia liikennetietoja. Poikkeuksena ovat tilanteet, joissa tie on kaupunkialueella ja joista on käytettävissä tarkempaa lähtöaineistoa.

Kaupungin katuverkolle muodostetaan vuoden keskimääräiset liikennetiedot yhdessä kaupungin liikennesuunnittelijan kanssa taulukon (Taulukko 1) mukaisesti. Mikäli kaupungin liikennetiedot eivät ole riittävän yksityiskohtaisia, käytetään taulukkojen (Taulukko 2 ja Taulukko 3) arvoja. Taulukon 2 oletusarvot voivat aiheuttaa merkittävän paikallisen virheen, joten niitä tulee käyttää vain poikkeustapauksissa perustellen, kun muuta tietoa ei ole käytettävissä.

**CNOSSOS-EU-laskentamalli – Laskenta-asetukset ja mallinnusperiaatteet**

Taulukko 1. CNOSSOS-EU mallin ajoneuvoluokat.

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

Taulukko 2. Nord2000-laskentamallin [10] oletusarvot ajoneuvojakaumille.

| Tien kuvaus  | Ajoneuvojakauma [%]        |                                     |                             |
|--|----------------------------|-------------------------------------|-----------------------------|
|  | Luokka 1<br>(kevyet ajon.) | Luokka 2<br>(keskiraskaat<br>ajon.) | Luokka 3<br>(raskaat ajon.) |
| Moottoritie 100–130 km/h                                 | 85                         | 5                                   | 10                          |
| Moottoritie kaupungissa                                  | 85                         | 5                                   | 10                          |
| Päätie 80–90 km/h  | 85                         | 10                                  | 5                           |
| Tie kaupungissa 60–70 km/h                               | 90                         | 5                                   | 5                           |
| Tie kaupungissa 50 km/h tai<br>kokoajakatu asuinalueella | 95                         | 5                                   | 0                           |
| Tie asuinalueella 30–40 km/h                             | 100                        | 0                                   | 0                           |

Taulukko 3. Raskaiden ajoneuvojen luokkien 2 ja 3 keskinäisestä jakaumasta käytettäväksi tilanteissa, joissa parempaa tietoa ei ole saatavilla [10].

| Tien kuvaus   | Raskaiden ajoneuvoluokkien 2 ja 3 keskinäinen jakauma |                             |
|---|---|-----------------------------|
|   | Luokka 2<br>(keskiraskaat<br>ajon.)                   | Luokka 3<br>(raskaat ajon.) |
| Päätie, jolla raskaan liikenteen osuus on suuri (esim. moottoritie)               | 10 %  | 90 %                        |
| Tie kaupungissa (pois lukien tiet, joilla on merkittävästi läpikulku-liikennettä) | 90 %  | 10 %                        |
| Muut tiet   | 40 %  | 60 %                        |



## 2.3 Raideliikennemelun mallintaminen

### Äänitehon laskenta CNOSSOS-EU malliin

Laskennoissa käytettävä ääniteho  $L_w$  lasketaan nykyisellä pohjoismaisella raide-liikennemelumallilla oktaavikaistoittain. CNOSSOS-EU-mallissa melulähteellä on horisontaalinen ja vertikaalinen suuntaavuus, joten kokonaisäänitehoon tehdään +2 dB korjaus suuntaavuuden kompensoimiseksi. Suuntaavuuskorjaus on laskettu keskimääräisellä melupäästön mittaustäisyydellä ja -korkeudella (etäisyys 7,5–26 m ja korkeus 0,6–1,5 m melulähteestä) CNOSSOS-EU-mallin laskenta-algoritmeilla. Suuntaavuus on myös taajuusriippuvaista, mutta käytetyissä äänitehomittaus-asetelmassa merkityksetöntä, jolloin samaa korjaustermiä voidaan käyttää kaikilla junilla ja nopeusalueilla.

Mikäli rata on sepelillä, se mallinnetaan akustisesti pehmeänä ( $G=1$ ).

Risteyskolinat ja vaihteet huomioidaan tarvittaessa joko melupäästömittauksien tai pohjoismaisen raideliikennemelumallin (NMTg6) mukaisesti. Raitiovaunujen osalta risteykset ja vaihteet ovat merkittävä melulähde, mutta junaliikenteen kohdalla ne ovat yleensä merkityksettömiä.

Siltakorjaus on tarpeen huomioida, kun merkittävän sillan läheisyydessä on asutusta. Lyhyitä tukikerroksellisia betonisia kevyenliikenteen alikulkusilloja voidaan pitää strategisen meluselvityksen kannalta merkityksettöminä. Sillat ovat yksilöllisiä, joten ensisijaisesti tulee käyttää mitattuja lähtöarvoja. Mikäli niitä ei ole käytettävissä, voidaan sillat mallintaa NMTg6 menetelmän mukaisilla korjaustermeillä. NMTg6 mukainen korjaus on 3 dB tukikerroksella ja 6 dB ilman tukikerrosta.

Kaarrekirskunta on satunnainen ilmiö, joka huomioidaan tarvittaessa. Ensisijaisesti käytetään mitattuja lähtöarvoja. Mikäli niitä ei ole käytettävissä, mallinnetaan ne NMTg6 menetelmän mukaisilla korjaustermeillä.

Ratapihan toiminnot mallinnetaan tarvittaessa kaupunkien meluselvityksien yhteydessä CNOSSOS-EU-teollisuusmelumallilla. Ratapihojen mallinnuksessa käytetään kyseisen ratapihan mitattuja lähtöarvoja sekä toimintatietoja.

## 3 Laskenta-asetukset ja asukaslaskennat

### 3.1 Laskenta-asetukset

#### Meluindikaattorit ja laskentakorkeudet

Melulaskennat tehdään seuraavilla meluindikaattoreilla ja laskentakorkeuksilla:

- päiväajan (klo 7–22) keskiäänitaso  $L_{Aeq, klo\ 7-22}$  2 metrin korkeudella maanpinnasta
- yöajan (klo 22–7) keskiäänitaso  $L_{Aeq, klo\ 22-7}$  2 metrin korkeudella maanpinnasta
- päivä-ilta-yömelutaso  $L_{den}$  4 metrin korkeudella maanpinnasta
  - päiväajan (klo 7–19) korjaus 0 dB
  - ilta-ajan (klo 19–22) korjaus 5 dB
  - yöajan (klo 22–7) korjaus 10 dB
- yömelutaso  $L_n$  4 metrin korkeudella maanpinnasta.

Myös julkisivulaskentapisteen korkeus määritetään suhteessa maanpintaan. Kunkin julkisivulaskentapisteen korkeus määritetään laskentapisteen kohdalta. Mikäli laskentaohjelma ei tätä mahdollista (esimerkiksi *CadnaA*), lasketaan rakennuksien maanpintakulmapisteiden keskiarvo, jonka perusteella määritetään rakennuksen kivijalan korkeusasema.

Mikäli päivä-ilta-yömelutason  $L_{den}$  ja yömelutason  $L_n$  laskennoissa asuinrakennus on alle 4 metriä korkea, niin laskentapisteen korkeutta on korjattava esimerkiksi kivijalkaa ”upottamalla” siten, että laskentapiste on 0,5 m räystäsviivan alapuolella.

#### Laskentaruudukon koko

Laskentaruudukon koko on taajama- ja kaupunkiympäristössä vähintään 10 x 10 metriä. Harvaan asutulla alueella tai kun melulaskentoja tehdään hiljaisten alueiden kartoitusta varten, voidaan tarvittaessa käyttää harvempaa laskentaruudukkoa, mutta ei kuitenkaan yli 25 m pisteväliä. Kukin ruutu lasketaan ilman laskentaruutujen interpolointia. Laskentaohjelmasta riippuen laskentaruutujen interpolointi aiheuttaa merkittävää kohinaa mallinnustuloksiin.

#### Suurin sallittu virhe

Laskentaohjelmissa on mahdollista antaa ohjelmalle lupa heikentää mallinnustuloksia siten, että osamelulähteet joiden ohjelma arvioi olevan annetun virhetoleranssin sisällä, jätetään kokonaan huomioimatta. Tämä nopeuttaa melumallinnusta, mutta enimmäisvirhettä ei tule kasvattaa liian suureksi. Suurimmillaan enimmäisvirheeksi voidaan asettaa 0,3 dB, jolloin mallinnustulos on vielä riittävän tarkka strategiseen kartoitukseen.

#### Laskentasäde

Laskentasäde asetetaan siten, että haluttu eli pienin mallinnettava melutaso ei pienene johtuen liian lyhyestä laskentasädeestä. Sopiva laskentasäde on tilanteesta riippuen 2000–3000 metriä. Käytännössä tavallisesti riittävä laskentasäde on 2500 metriä. Laskentatuloksia arvioitaessa ja tulkittaessa huomioidaan, että CNOSSOS-EU:n leviämismallia ei ole validoitu yli 800 metrin etäisyyksille [3].

### Heijastukset

Laskennassa huomioidaan vähintään ensimmäisen kertaluvun heijastukset. Tiiviissä kaupunkiympäristössä yhden heijastuksen käyttö laskennassa voi vähän aliestimoida äänitasoa. Tämä huomioidaan tulosten tulkinnassa ja tarvittaessa laskentaa tarkennetaan meluntorjunnan suunnittelun yhteydessä.

Julkisivuun kohdistuvan äänitason laskennassa ei huomioida heijastusta julkisivusta. Tämä huomioidaan heijastuksien laskenta-asetuksissa siten, että julkisivun laskentapisteen etäisyys julkisivusta on pienempi kuin asetettu minimiheijastusetäisyys.

### Viivalähteen segmentointi

Melumallissa ideaali viivalähde korvataan ekvivalenttisilla pistelähteillä, joiden ääniteho lasketaan mallinnettavan segmentin pituudesta. Viivamainen äänilähde jaetaan riittävään määrään osalähteitä. Melulaskentaohjelmat muodostavat automaattisesti karkeaan laskentaa (ilman maastomallia) perustuen kuhunkin laskentapisteeseen mallinnettavien segmenttien pituudet. Mallinnusvirheiden välttämiseksi niille asetetaan suurin sallittu enimmäispituus. Ekvivalentista pistelähdettä vastaavan segmentin sopiva enimmäispituus on 50 m.

### Säätiedot

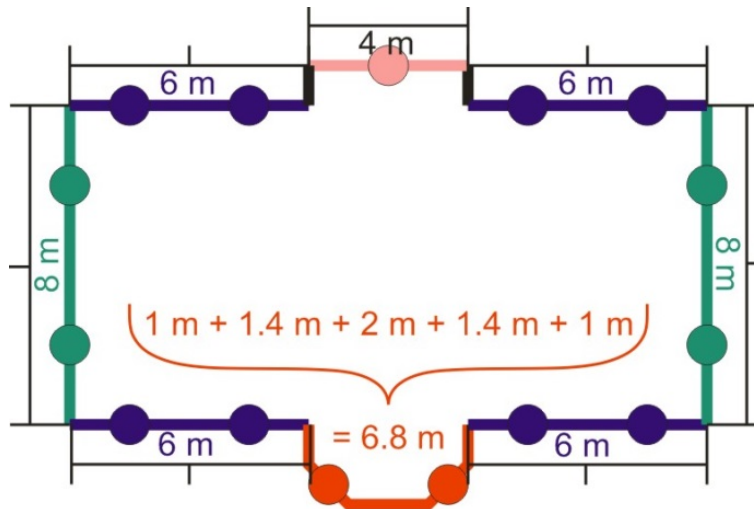
Paikalliset sääolosuhteet huomioidaan äänen etenemisen kannalta suotuisien olosuhteitten suhteellisen osuuden  $p_f$  [%] mukaan, jotka määritetään päivä-, ilta- ja yöajalle 18 eri suunnalle  $20^\circ$  välein ( $20^\circ - 360^\circ$ , missä esim.  $360^\circ$  vastaa pohjoista ja  $90^\circ$  itää). Arvot kuvaavat kyseisestä suunnasta saapuvan äänen etenemisen kannalta suotuisien olosuhteitten esiintymistodennäköisyyttä. Suunta ilmaisee asteina sen ilmansuunnan, jossa äänilähde on suhteessa vastaanottopisteeseen.

Suomessa käytettävät  $p_f$  arvot on esitetty liitteen *Melumallissa käytettävät  $p_f$  sääparametrit* taulukossa 1. Arvot on määritelty Ilmatieteenlaitoksen sääasemien säädäntä perusteella. Sääasemien id-numero ja sijainti on esitetty liitteen *Melumallissa käytettävät  $p_f$  sääparametrit* karttakuvassa (Kuva 1). Melumallin laskenta-asetuksia varten liitteen *Melumallissa käytettävät  $p_f$  sääparametrit* taulukosta 1 valitaan tarkasteltavaa aluetta lähinnä sijaitsevan sääaseman mukaiset  $p_f$  arvot. Samaa laskentaaluetta ei tarvitse säätietojen takia pilkkoa, vaikka alue sijaitisi kahden eri sääaseman alueella, vaan laskennat voi suorittaa samoilla säätiedoilla. Tiiviissä kaupunkiympäristössä sääolosuhteet poikkeavat merkittävästi sääaseman olosuhteista, joten  $p_f$  arvoina käytetään jokaiseen suuntaan samaa suurinta kyseisen alueen  $p_f$  arvoa. Tällaisia ovat kaupunkialueet, joissa on ruutukaavamainen kaupunkirakenne, paljon katukuiluja tai muuten tiheästi korkeita rakennuksia: EU-meluselvitysvelvollisille kaupungeille lukuarvot on määritetty liitteen *Melumallissa käytettävät  $p_f$  sääparametrit* taulukossa 2.

Liitteessä *Meteorological  $p_f$  values in Finland – methodology* on esitetty sääparametrien muodostusmenetelmät.

### Julkisivulaskentapisteen sijoittelu julkisivulle

CNOSSOS-EU mallissa julkisivulaskennan pisteväli määritetään VBEB-menetelmän mukaisesti [3], jolloin pisteväli on vaakasuunnassa enimmillään viisi metriä. Tyypillisesti melulaskentaohjelmat tekevät tämän automaattisesti, mikäli asetukset on valittu oikein. Kuvassa 3 on havainnollistettu pisteiden sijoittelu.



Kuva 3. Julkisivulaskentapisteen sijoittelu tasaisesti julkisivulle. [3]

## 3.2 Asukaslaskennat

Melulle altistuvien ihmisten määrää arvioidaan asuinrakennusten nykyisten asukkaiden määrän perusteella. Melulle altistuvien laskenta tehdään kahdella eri menetelmällä [2]:

- [1] Asukkaiden sijoittuminen tietyllä meluvyöhykkeelle määritetään rakennukseen kohdistuvan suurimman julkisivuäänitason perusteella. Tätä menetelmää sovelletaan seuraaville rakennusluokille:
  - Yhden asunnon talot (011)
  - Vapaa-ajan asuinrakennukset (041)
  
- [2] Rakennuksen asukasmäärä jaetaan kaikkiin julkisivuäänitason laskentapisteesiin siten, että kunkin laskentapisteen asukasmäärää painotetaan kyseisen julkisivulohkon pituuden mukaan. Melulle altistuvien määrän laskemiseksi kunkin laskentapisteen äänitaso yhdistetään asukasmäärään ja kunkin äänitasovyöhykkeen laskentapisteen asukasmäärät lasketaan yhteen. Tätä menetelmää sovelletaan seuraaville rakennusluokille:
  - Kahden asunnon talot (012)
  - Muut erilliset pientalot (013)
  - Rivitalot (021)
  - Ketjutalot (022)
  - Luhtitalot (032)
  - Muut asuin kerrostalot (039)
  - Asuntolat yms. (131)
  - Vanhainkodit (221)

Listauksessa rakennukset on luokiteltu niiden käyttötarkoituksen mukaan *Rakennusluokitus 1994:n* [12] mukaisesti.

Vain asuinrakennukset huomioidaan altistuvien määrään arvioinnissa. Asukastietoja ei sijoiteta sellaisiin rakennuksiin, joita ei ole luokiteltu käyttötarkoituksen perusteella asuinkäyttöön. Asuinkäytön ulkopuolelle jääviä käyttötarkoituksia ovat muun muassa liike- ja toimistorakennukset, hoito- ja oppilaitosten rakennukset ja teollisuusrakennukset. Lomarakennuksissa olevat asukkaat huomioidaan asukaslaskennoissa. Melulle altistuvien ihmisten määrän arvioinnissa käytetään viimeisimpiä virallisia asukastietoja.

Lisäksi huomioidaan ympäristömeludirektiivin liitteessä *VI Komissiolle toimitettavat tiedot* asukaslaskennoille esitetyt vaatimukset. Vaatimuksiin ei ole tullut muutoksia. Esimerkiksi on myös laskettava melulle altistuvat, joilla on hiljainen julkisivu. [1].









### **Melulle herkät kohteet**

Melulle alttiit herkät kohteet (kuten mm. hoitolaitokset, peruskoulut ja päiväkodit) tunnistetaan meluvyöhykkeiden melutason tai julkisivumelutason perusteella. Herkkien kohteiden luokittelu voidaan tehdä *Rakennusluokitus 1994:n* [12] mukaisesti. Oppilaitoksien osalta pyritään huomioimaan ensimmäisen asteen yleissivistävien oppilaitosten rakennukset, eli peruskoulut. Tarkemmassa jatkosuunnittelussa herkistä kohteista karsitaan lukiot ja muut yleissivistystä antavat koulut. Useimmilta kaupungeilta löytyy tarkempia paikkatietoaineistoja herkkien kohteiden luokitteluun, kuten esim. päiväkotien, peruskoulujen ja hoitolaitosten sijainnit.

## 4 Raportointi ja tulosten esittäminen

Raportoinnissa huomioidaan ympäristömeludirektiivin liitteen VI *Komissiolle toimitettavat tiedot* raportoinnille esitetyt vaatimukset [1]. Melulaskennan tulokset esitetään melukartoilla, jossa meluvyöhykkeet kuvataan viiden desibelin välein Taulukossa 4 esitetyillä väreillä.

Taulukko 4. Melukartoissa käytettävät värit [11].

| 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 |  |

Melumallinnuksessa käytetyt keskeiset laskenta-asetukset raportoidaan Taulukossa 5 esitetyllä tavalla. Taulukko on koostettu tässä ohjeessa esitetyt laskenta-asetukset, joita on noudatettava toistaiseksi EU-meluselvityksiä toteutettaessa.

Taulukko 5. Melumallinnuksessa käytettävät laskenta-asetukset.

| Laskenta-asetus  | Arvo   |
|--|--|
| Laskentaruudun koko, ruutujen interpolointi            | 10 metriä, jokainen ruutu laskettu ilman ruutujen interpolointia |
| Suurin sallittu virhe                                  | 0,3 dB   |
| Laskentasäde   | 2500 metriä  |
| Heijastukset   | Ensimmäisen kertaluvun heijastukset                              |
| Viivalähteen segmentin enimmäispituus, rasterointiarvo | 50 metriä, rasterin koko 0,5                                     |

## Viitteet

- [1] Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2002/49/EY, annettu 25.6.2002. *Direktiivi ympäristömelun arvioinnista ja hallinnasta*. Celex-numero: 32002L0049. Virallisen lehden numero: 189. Saatavissa, Euroopan unionin säädös-tietopankki EUR-Lex: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2002:189:0012:0025:FI:PDF>
- [2] *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>
- [3] Kephelopoulos, S., Paviotti, M. ja Anfosso-Lédée, F. 2012. *Common Noise Assessment Methods in Europe (CNOSSOS-EU)*. European Commission Joint Research Centre reference reports, EUR 25379 EN. 180 s. Luxemburg, Publications Office of the European Union. ISBN 978-92-79-25281-5 (PDF); ISSN 1831-9424 (online). Saatavissa: [http://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/bitstream/JRC72550/cnossos-eu%20jrc%20reference%20report\\_final\\_on%20line%20version\\_10%20august%202012.pdf](http://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/bitstream/JRC72550/cnossos-eu%20jrc%20reference%20report_final_on%20line%20version_10%20august%202012.pdf)
- [4] Kokkonen, J., Kontkanen, O. 6.7.2015. *EU:n CNOSSOS-melumallin käyttöön-otto Suomessa*. Liikennevirasto ja ympäristöministeriö, Sito.
- [5] Määttä, A., Kokkonen, J., Lötjönen, M., et al. 2009. *EU-meluselvytys: Maasto- ja väestötietojen hankinta – Esiselvytys*. Tiehallinnon selvityksiä 25/2009. Helsinki, Tiehallinto, Keskushallinto. ISSN 1459-1553 (verkkoj.). Saatavissa: [http://alk.tiehallinto.fi/julkaisut/pdf2/3201139-v-eu\\_meluesiselvytys\\_maasto\\_vaestotiedot.pdf](http://alk.tiehallinto.fi/julkaisut/pdf2/3201139-v-eu_meluesiselvytys_maasto_vaestotiedot.pdf)
- [6] Road traffic noise – Nordic prediction method, TemaNord 1996:525, Nordic Council of Ministers 1996.
- [7] Railway traffic noise – Nordic prediction method, TemaNord 1996:524, Nordic Council of Ministers 1996.
- [8] Ilmatieteenlaitos 2015. *Ilmasto, Vuositulastot*. [Verkkosivu]. [Viitattu 19.5.2015]. Saatavissa: <http://ilmatieteenlaitos.fi/vuositulastot>
- [9] Hans G. Jonasson. Acoustic Source Modelling of Nordic Road Vehicles. Technical Report 12, SP Swedish National Testing and Research Institute, 2006.
- [10] DELTA, SINTEF, SP ja VTT 2006. User's Guide Nord2000 Road. Saatavissa: [http://www.madebydelta.com/imported/images/DELTA\\_Web/documents/TC/acoustics/Nord2000/av117106\\_Users\\_Guide\\_Nord2000\\_Road.pdf](http://www.madebydelta.com/imported/images/DELTA_Web/documents/TC/acoustics/Nord2000/av117106_Users_Guide_Nord2000_Road.pdf)
- [11] CEDR 2011. *European colours codes proposal for strategic noise mapping*. Conference of European Directors of Roads, CEDR Noise Project Group 22-08-2011.
- [12] Tilastokeskus 2016. *Tietoa tilastoista, Luokitukset, Muut luokitukset, Rakennusluokitus 1994*. [Verkkosivu]. [Viitattu 13.6.2016]. Saatavissa: <http://www.stat.fi/meta/luokitukset/rakennus/001-1994/index.html>









### Evaluation of the road data

The essential values (default values) of the CNOSSOS-EU should be mitigated to the national conditions and values. In the Nordic countries the current road noise calculation method is Road Traffic Noise — Nordic Prediction Method (RTNg6) [1]. The RTNg6 values are over 20 years old and unsuitable for the CNOSSOS-EU road model. Much more detailed and fresh measurements are made for the Nord2000 model [2] and this data has been converted to Finnish CNOSSOS-EU model.

In the Nordic countries, the national road noise emission data differs from CNOSSOS-EU model default values, and the national factors for the rolling and propulsion noise sound power coefficients A and B have to be used.

The basic values of the current Nord2000 model [2] are given in third octave bands and for the sound power level calculation the values were converted to octave bands. The calculated A-factors in octave bands are the energy sum of corresponding third octave bands and the calculated B-factors are the average from corresponding third octave bands.

The correction for the reference surface condition was calculated according to the Nord2000 and the Harmonoise project surface correction [2, Eq.2.3; 3, Table 6.9]:

$$\Delta L_{\text{Road}} = \text{RS} + 0.25(\text{CS} - 11) \text{ dB} \quad (1)$$

where RS = +0.3 dB for the SMA surface and CS is maximum chip size in mm (8–16 mm)

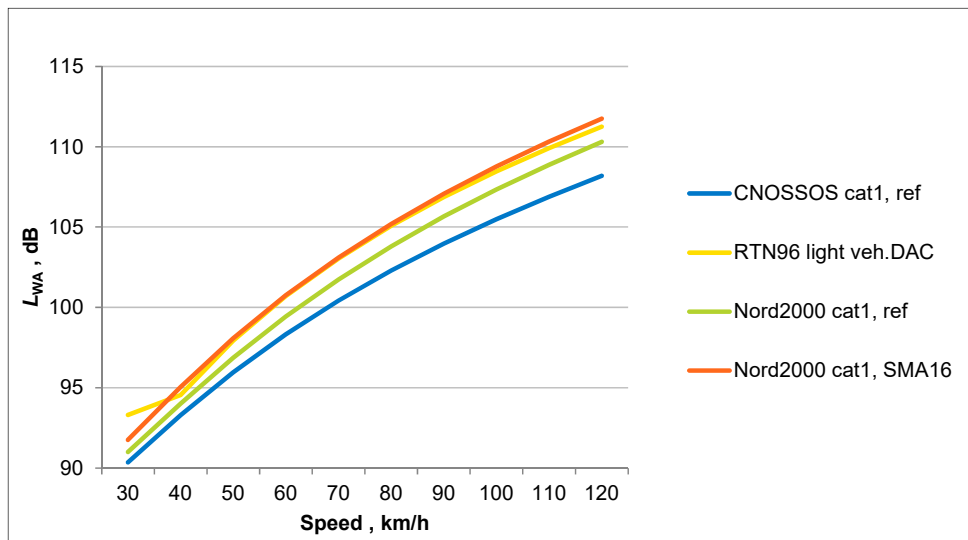
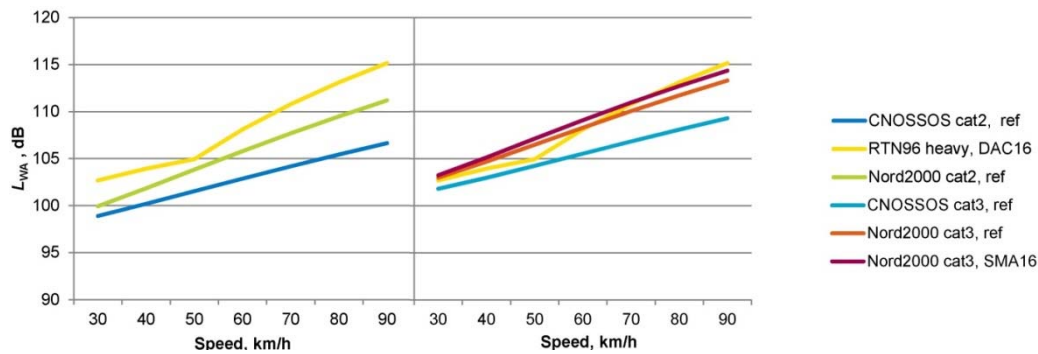


Figure 1. CNOSSOS, Nord2000, and RTNg6 light vehicle  $L_{WA}$ .

## CNOSSOS-EU-laskentamalli – Laskenta-asetukset ja mallinnusperiaatteet

Table 3. Nord2000 light vehicle (cat1) - CNOSSOS-EU light vehicle (cat1).

| Nord2000_ref(FI,SE,NO)-CNOSSOS cat1_SMA16 |                  |       |       |       |       |       |       |        |        |        |  |
|---|------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|--|
| cat1_LW,i,m                               | speed            | 40,00 | 50,00 | 60,00 | 70,00 | 80,00 | 90,00 | 100,00 | 110,00 | 120,00 |  |
|   | Octave frequency |       |       |       |       |       |       |        |        |        |  |
|   | 63               | 3,89  | 4,26  | 4,61  | 4,95  | 5,28  | 5,59  | 5,87   | 6,12   | 6,35   |  |
|   | 125              | 6,55  | 5,71  | 4,89  | 4,12  | 3,45  | 2,88  | 2,42   | 2,05   | 1,75   |  |
|   | 250              | 3,38  | 3,26  | 3,14  | 3,02  | 2,92  | 2,83  | 2,76   | 2,69   | 2,64   |  |
|   | 500              | 2,98  | 3,29  | 3,53  | 3,71  | 3,86  | 3,99  | 4,08   | 4,16   | 4,22   |  |
|   | 1000             | 2,07  | 2,54  | 2,93  | 3,26  | 3,54  | 3,78  | 4,00   | 4,19   | 4,37   |  |
|   | 2000             | 0,62  | 0,98  | 1,30  | 1,58  | 1,81  | 2,02  | 2,20   | 2,36   | 2,51   |  |
|   | 4000             | 1,12  | 1,34  | 1,52  | 1,66  | 1,77  | 1,86  | 1,94   | 2,02   | 2,09   |  |
|   | 8000             | 1,76  | 2,28  | 2,74  | 3,10  | 3,39  | 3,62  | 3,80   | 3,95   | 4,07   |  |
| <b>LW</b>                                 | tot              | 3,58  | 3,52  | 3,46  | 3,44  | 3,45  | 3,49  | 3,54   | 3,60   | 3,67   |  |
| <b>LW,A</b>                               | tot              | 1,77  | 2,12  | 2,43  | 2,69  | 2,91  | 3,11  | 3,28   | 3,43   | 3,57   |  |

Figure 2. CNOSSOS, Nord2000, and RTN96 heavy vehicles  $L_{WA}$ .

The sound power levels of the Nordic and the CNOSSOS-EU heavy vehicles are shown in the Figure 2. The category 2 in the Figure 2 and the Table 4 show that at Nordic countries the heavy vehicles have much higher propulsion sound power levels. Also, the higher rolling noise emission has a significant effect on the total sound power level at higher speeds. In Sweden new measurements has been made in 2015, and based on these measurements, new Nord2000 coefficients has been proposed [4]. Differences between new [4] and older data [2] total sound power level  $L_{WA}$  is small (cat1 -0,5 ... 0,08 dB and cat2 -1,4...-0,5 dB) and use of new coefficients would also require own national measurements so these new results are not take into account.

Table 4. Propulsion noise medium heavy vehicle (cat2) Nord2000 - CNOSSOS.

| Nord2000_cat2(FI,SE,NO)-CNOSSOS cat2 |                  |       |       |       |       |       |       |
|--------------------------------------|------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| cat2_LWP,i,m                         | speed            | 40,00 | 50,00 | 60,00 | 70,00 | 80,00 | 90,00 |
|                                      | Octave frequency |       |       |       |       |       |       |
|                                      | 63               | 3,63  | 3,90  | 4,17  | 4,44  | 4,71  | 4,98  |
|                                      | 125              | 6,58  | 5,91  | 5,24  | 4,57  | 3,90  | 3,23  |
|                                      | 250              | 6,76  | 6,65  | 6,55  | 6,45  | 6,34  | 6,24  |
|                                      | 500              | 2,81  | 3,09  | 3,38  | 3,66  | 3,95  | 4,24  |
|                                      | 1000             | -1,30 | -0,44 | 0,42  | 1,28  | 2,13  | 2,99  |
|                                      | 2000             | 0,16  | 1,02  | 1,87  | 2,73  | 3,59  | 4,44  |
|                                      | 4000             | 1,65  | 2,50  | 3,36  | 4,22  | 5,07  | 5,93  |
|                                      | 8000             | 4,52  | 4,81  | 5,09  | 5,38  | 5,67  | 5,95  |
| <b>LW</b>                            | tot              | 4,02  | 4,11  | 4,21  | 4,33  | 4,48  | 4,68  |
| <b>LW,A</b>                          | tot              | 1,28  | 1,76  | 2,29  | 2,86  | 3,47  | 4,11  |

**CNOSSOS-EU-laskentamalli – Laskenta-asetukset ja mallinnusperiaatteet**

Table 5. Total sound power level medium heavy vehicle (cat2) Nord2000 - CNOSSOS.

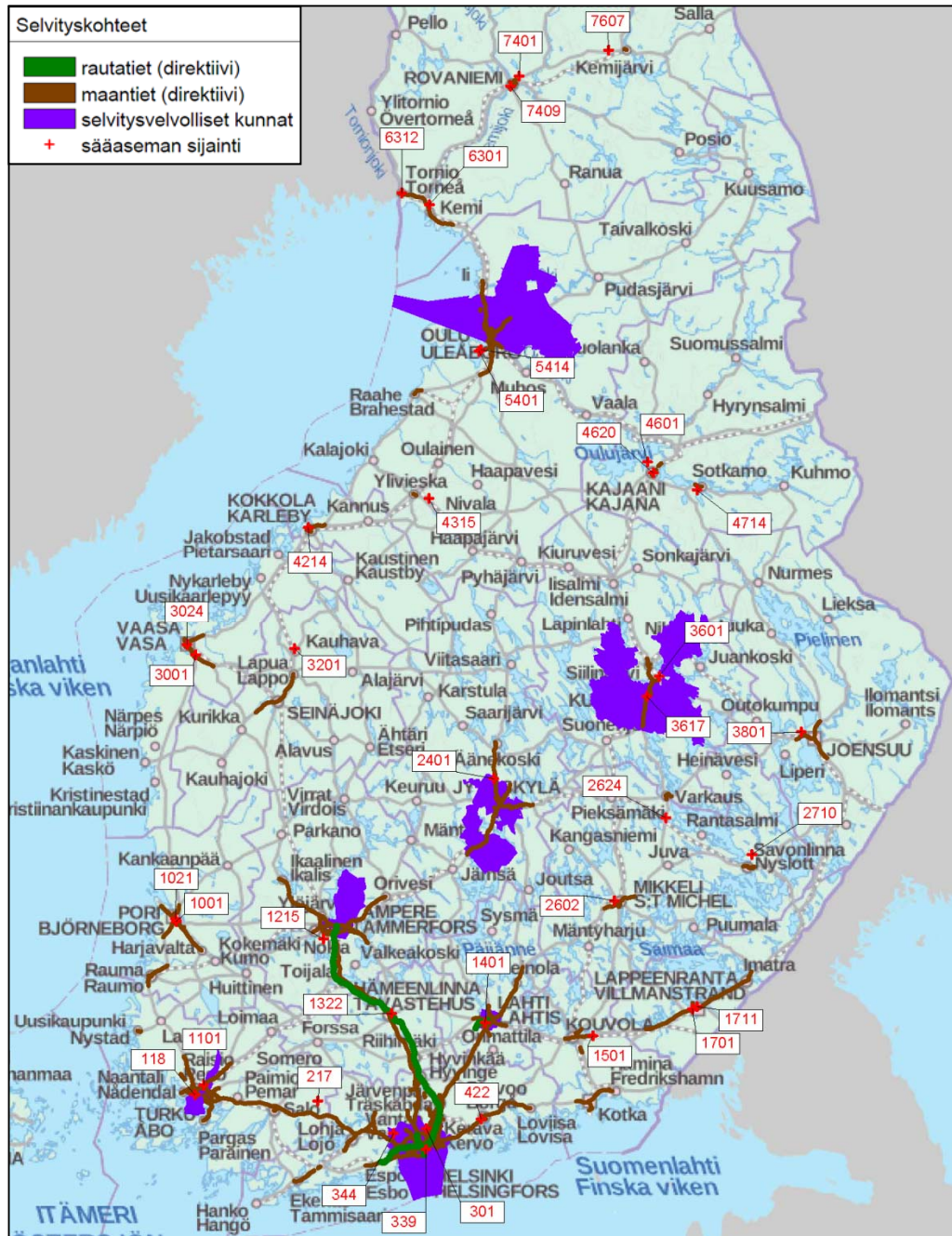
| Nord2000_cat2_ref-(FI,SE,NO)-CNOSSOS cat2_ref |                  |            |       |       |       |       |       |      |
|---|------------------|------------|-------|-------|-------|-------|-------|------|
| cat1_LW,i,m                                   | speed            | 40,00      | 50,00 | 60,00 | 70,00 | 80,00 | 90,00 |      |
|   | Octave frequency |            |       |       |       |       |       |      |
|   | 63               | 3,62       | 3,89  | 4,15  | 4,40  | 4,64  | 4,87  |      |
|   | 125              | 6,47       | 5,71  | 4,96  | 4,24  | 3,57  | 2,98  |      |
|   | 250              | 6,59       | 6,39  | 6,20  | 6,02  | 5,87  | 5,74  |      |
|   | 500              | 3,54       | 4,03  | 4,46  | 4,82  | 5,13  | 5,41  |      |
|   | 1000             | 0,77       | 2,15  | 3,26  | 4,17  | 4,92  | 5,56  |      |
|   | 2000             | 0,75       | 1,86  | 2,86  | 3,73  | 4,50  | 5,18  |      |
|   | 4000             | 1,71       | 2,52  | 3,25  | 3,92  | 4,53  | 5,10  |      |
|   | 8000             | 4,42       | 4,59  | 4,72  | 4,80  | 4,87  | 4,93  |      |
|   | <b>LW,A</b>      | <b>tot</b> | 1,65  | 2,30  | 2,92  | 3,51  | 4,05  | 4,55 |

**References**

- [1] Jørgen Kragh, Hans G. Jonasson, Ulf Sandberg, Svein Storheier, and Juhani Parmanen. Road Traffic Noise: Nordic Prediction Method. Number 525. TemaNord, April 1996.
- [2] Hans G. Jonasson. Acoustic Source Modelling of Nordic Road Vehicles. Technical Report 12, SP Swedish National Testing and Research Institute, 2006.
- [3] Hans G. Jonasson, Ulf Sandberg, Gijsjan van Blokland, Jurek Ejsmont, Grek Watts, and Marcello Luminari. Source Modelling of Road Vehicles. Technical Report HAR11TR-041210-SP10, December 2004
- [4] Larsson K., Hans G. Jonasson, Uppdater beräkningsmodeller för vägtrafikbuller, SP Report 2015:72, SP Swedish National Testing and Research Institute, 2015



## Melulaskennassa käytettävät $p_f$ sääparametrit



Kuva 1. Sellaisten sääasemien sijainti ja id-numero, joista on määritetty melulaskentaan käytettävät  $p_f$  arvot. Sisältää Maanmittauslaitoksen Taustakarttasarjan 05/2016 aineistoa.

## CNOSSOS-EU-laskentamalli – Laskenta-asetukset ja mallinnusperiaatteet

Taulukko 1. Vuoden 2017 EU-meluselvituskierroksella Suomessa käytettävät paikalliset sääolosuhteet huomioivat  $p_f$  arvot.

Salon (id: 217)

| direction [°]     | 20 | 40 | 60 | 80 | 100 | 120 | 140 | 160 | 180 | 200 | 220 | 240 | 260 | 280 | 300 | 320 | 340 | 360 |
|-------------------|----|----|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| $p_f$ day [%]     | 18 | 21 | 24 | 26 | 29  | 32  | 35  | 37  | 39  | 38  | 36  | 33  | 30  | 26  | 22  | 19  | 17  | 17  |
| $p_f$ evening [%] | 27 | 30 | 33 | 35 | 38  | 41  | 44  | 48  | 50  | 49  | 47  | 44  | 41  | 38  | 33  | 30  | 28  | 27  |
| $p_f$ night [%]   | 42 | 46 | 49 | 52 | 55  | 59  | 62  | 64  | 65  | 63  | 60  | 56  | 53  | 49  | 46  | 43  | 41  | 41  |

Espoo, Kauniainen, Helsinki, Vantaa (id: 301, 339, 344)

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

Porvoo (id: 422)

| direction [°]     | 20 | 40 | 60 | 80 | 100 | 120 | 140 | 160 | 180 | 200 | 220 | 240 | 260 | 280 | 300 | 320 | 340 | 360 |
|-------------------|----|----|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| $p_f$ day [%]     | 25 | 24 | 22 | 22 | 23  | 28  | 34  | 40  | 41  | 40  | 39  | 38  | 33  | 30  | 27  | 27  | 27  | 26  |
| $p_f$ evening [%] | 32 | 31 | 31 | 31 | 31  | 34  | 40  | 46  | 49  | 49  | 48  | 46  | 44  | 42  | 36  | 34  | 34  | 33  |
| $p_f$ night [%]   | 48 | 46 | 44 | 43 | 42  | 44  | 50  | 54  | 57  | 58  | 59  | 59  | 58  | 58  | 55  | 52  | 51  | 50  |

Pori (id: 1021, 1001)

| direction [°]     | 20 | 40 | 60 | 80 | 100 | 120 | 140 | 160 | 180 | 200 | 220 | 240 | 260 | 280 | 300 | 320 | 340 | 360 |
|-------------------|----|----|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| $p_f$ day [%]     | 22 | 21 | 24 | 29 | 33  | 35  | 37  | 39  | 40  | 37  | 34  | 33  | 34  | 33  | 29  | 26  | 24  | 23  |
| $p_f$ evening [%] | 31 | 29 | 32 | 36 | 39  | 41  | 43  | 45  | 46  | 45  | 43  | 42  | 42  | 41  | 39  | 37  | 35  | 33  |
| $p_f$ night [%]   | 42 | 45 | 49 | 56 | 60  | 62  | 63  | 64  | 64  | 61  | 55  | 49  | 47  | 46  | 45  | 43  | 43  | 42  |

Turku (id: 1101, 118)

| direction [°]     | 20 | 40 | 60 | 80 | 100 | 120 | 140 | 160 | 180 | 200 | 220 | 240 | 260 | 280 | 300 | 320 | 340 | 360 |
|-------------------|----|----|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| $p_f$ day [%]     | 24 | 25 | 26 | 28 | 29  | 31  | 35  | 37  | 38  | 38  | 38  | 36  | 34  | 28  | 25  | 24  | 23  | 23  |
| $p_f$ evening [%] | 34 | 34 | 34 | 36 | 36  | 40  | 44  | 48  | 49  | 49  | 49  | 48  | 46  | 42  | 38  | 36  | 35  | 34  |
| $p_f$ night [%]   | 50 | 51 | 52 | 53 | 55  | 58  | 61  | 62  | 61  | 60  | 60  | 58  | 56  | 54  | 51  | 48  | 47  | 48  |

Tampere (id: 1215)

| direction [°]     | 20 | 40 | 60 | 80 | 100 | 120 | 140 | 160 | 180 | 200 | 220 | 240 | 260 | 280 | 300 | 320 | 340 | 360 |
|-------------------|----|----|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| $p_f$ day [%]     | 21 | 22 | 24 | 25 | 28  | 32  | 38  | 41  | 43  | 44  | 42  | 39  | 35  | 30  | 26  | 23  | 21  | 21  |
| $p_f$ evening [%] | 30 | 31 | 33 | 35 | 38  | 41  | 46  | 50  | 53  | 54  | 53  | 50  | 47  | 42  | 37  | 34  | 31  | 30  |
| $p_f$ night [%]   | 45 | 47 | 49 | 52 | 56  | 60  | 66  | 69  | 70  | 69  | 67  | 63  | 60  | 54  | 50  | 47  | 46  | 45  |

Hämeenlinna (id: 1322)

| direction [°]     | 20 | 40 | 60 | 80 | 100 | 120 | 140 | 160 | 180 | 200 | 220 | 240 | 260 | 280 | 300 | 320 | 340 | 360 |
|-------------------|----|----|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| $p_f$ day [%]     | 15 | 15 | 16 | 18 | 20  | 23  | 26  | 29  | 32  | 33  | 32  | 31  | 30  | 27  | 23  | 19  | 17  | 16  |
| $p_f$ evening [%] | 31 | 30 | 32 | 34 | 36  | 39  | 42  | 46  | 49  | 51  | 51  | 50  | 48  | 45  | 40  | 36  | 34  | 32  |
| $p_f$ night [%]   | 51 | 50 | 51 | 53 | 55  | 58  | 61  | 65  | 68  | 69  | 69  | 68  | 67  | 64  | 60  | 56  | 54  | 53  |

Lahti (id: 1401)

| direction [°]     | 20 | 40 | 60 | 80 | 100 | 120 | 140 | 160 | 180 | 200 | 220 | 240 | 260 | 280 | 300 | 320 | 340 | 360 |
|-------------------|----|----|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| $p_f$ day [%]     | 17 | 15 | 13 | 14 | 17  | 22  | 27  | 31  | 33  | 32  | 29  | 27  | 24  | 22  | 21  | 21  | 21  | 20  |
| $p_f$ evening [%] | 38 | 36 | 36 | 38 | 40  | 44  | 48  | 51  | 53  | 54  | 51  | 49  | 46  | 44  | 44  | 44  | 43  | 41  |
| $p_f$ night [%]   | 65 | 63 | 63 | 65 | 65  | 68  | 71  | 74  | 76  | 77  | 75  | 74  | 72  | 70  | 70  | 70  | 69  | 67  |



**CNOSSOS-EU-laskentamalli – Laskenta-asetukset ja mallinnusperiaatteet**

## Kouvola (id: 1501)

|                   |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|-------------------|----|----|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| direction [°]     | 20 | 40 | 60 | 80 | 100 | 120 | 140 | 160 | 180 | 200 | 220 | 240 | 260 | 280 | 300 | 320 | 340 | 360 |
| $p_f$ day [%]     | 24 | 24 | 25 | 26 | 30  | 34  | 38  | 41  | 41  | 41  | 40  | 38  | 35  | 31  | 28  | 26  | 25  | 24  |
| $p_f$ evening [%] | 32 | 33 | 34 | 36 | 39  | 43  | 48  | 52  | 51  | 51  | 49  | 46  | 43  | 39  | 35  | 33  | 32  | 32  |
| $p_f$ night [%]   | 46 | 47 | 48 | 49 | 51  | 55  | 59  | 61  | 59  | 57  | 56  | 55  | 53  | 50  | 46  | 44  | 44  | 44  |

## Lappeenranta (id: 1701, 1711)

|                   |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|-------------------|----|----|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| direction [°]     | 20 | 40 | 60 | 80 | 100 | 120 | 140 | 160 | 180 | 200 | 220 | 240 | 260 | 280 | 300 | 320 | 340 | 360 |
| $p_f$ day [%]     | 22 | 21 | 21 | 21 | 22  | 24  | 30  | 34  | 37  | 37  | 36  | 32  | 29  | 26  | 24  | 23  | 23  | 22  |
| $p_f$ evening [%] | 33 | 32 | 33 | 33 | 35  | 38  | 44  | 48  | 49  | 49  | 48  | 45  | 41  | 38  | 35  | 33  | 33  | 32  |
| $p_f$ night [%]   | 45 | 45 | 47 | 48 | 50  | 53  | 59  | 62  | 63  | 62  | 60  | 57  | 55  | 53  | 49  | 46  | 44  | 44  |

## Jyväskylä (id: 2401)

|                   |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|-------------------|----|----|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| direction [°]     | 20 | 40 | 60 | 80 | 100 | 120 | 140 | 160 | 180 | 200 | 220 | 240 | 260 | 280 | 300 | 320 | 340 | 360 |
| $p_f$ day [%]     | 25 | 23 | 22 | 24 | 29  | 34  | 37  | 39  | 39  | 36  | 34  | 32  | 31  | 30  | 30  | 30  | 29  | 27  |
| $p_f$ evening [%] | 33 | 30 | 30 | 34 | 39  | 42  | 44  | 45  | 46  | 46  | 44  | 42  | 41  | 40  | 39  | 39  | 38  | 36  |
| $p_f$ night [%]   | 44 | 39 | 38 | 42 | 48  | 52  | 54  | 56  | 57  | 59  | 59  | 58  | 56  | 54  | 53  | 53  | 51  | 48  |

## Mikkeli (id: 2602)

|                   |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|-------------------|----|----|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| direction [°]     | 20 | 40 | 60 | 80 | 100 | 120 | 140 | 160 | 180 | 200 | 220 | 240 | 260 | 280 | 300 | 320 | 340 | 360 |
| $p_f$ day [%]     | 18 | 17 | 16 | 17 | 19  | 23  | 29  | 34  | 39  | 42  | 43  | 43  | 40  | 36  | 32  | 26  | 22  | 20  |
| $p_f$ evening [%] | 27 | 27 | 26 | 25 | 27  | 32  | 38  | 43  | 48  | 50  | 52  | 51  | 48  | 43  | 40  | 36  | 34  | 30  |
| $p_f$ night [%]   | 41 | 40 | 39 | 40 | 43  | 46  | 50  | 56  | 62  | 65  | 67  | 66  | 65  | 61  | 57  | 52  | 48  | 45  |

## Varkaus (id: 2624)

|                   |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|-------------------|----|----|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| direction [°]     | 20 | 40 | 60 | 80 | 100 | 120 | 140 | 160 | 180 | 200 | 220 | 240 | 260 | 280 | 300 | 320 | 340 | 360 |
| $p_f$ day [%]     | 23 | 25 | 27 | 29 | 31  | 33  | 35  | 37  | 37  | 38  | 37  | 36  | 35  | 34  | 32  | 30  | 27  | 25  |
| $p_f$ evening [%] | 35 | 36 | 37 | 40 | 42  | 44  | 46  | 47  | 48  | 49  | 46  | 45  | 44  | 43  | 42  | 41  | 39  | 37  |
| $p_f$ night [%]   | 52 | 52 | 53 | 55 | 57  | 59  | 60  | 62  | 64  | 64  | 62  | 62  | 62  | 61  | 60  | 59  | 56  | 53  |

## Savonlinna (id: 2710)

|                   |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|-------------------|----|----|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| direction [°]     | 20 | 40 | 60 | 80 | 100 | 120 | 140 | 160 | 180 | 200 | 220 | 240 | 260 | 280 | 300 | 320 | 340 | 360 |
| $p_f$ day [%]     | 20 | 21 | 23 | 25 | 27  | 31  | 33  | 34  | 34  | 35  | 35  | 33  | 29  | 27  | 25  | 23  | 21  | 20  |
| $p_f$ evening [%] | 30 | 31 | 34 | 36 | 39  | 43  | 45  | 47  | 47  | 46  | 46  | 44  | 41  | 39  | 36  | 35  | 33  | 31  |
| $p_f$ night [%]   | 45 | 46 | 48 | 50 | 54  | 57  | 60  | 62  | 63  | 62  | 61  | 60  | 58  | 55  | 51  | 49  | 47  | 46  |

## Vaasa (id: 3001, 3024)

|                   |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|-------------------|----|----|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| direction [°]     | 20 | 40 | 60 | 80 | 100 | 120 | 140 | 160 | 180 | 200 | 220 | 240 | 260 | 280 | 300 | 320 | 340 | 360 |
| $p_f$ day [%]     | 26 | 27 | 28 | 27 | 27  | 31  | 36  | 39  | 40  | 40  | 40  | 38  | 34  | 31  | 30  | 29  | 27  | 25  |
| $p_f$ evening [%] | 34 | 35 | 37 | 35 | 34  | 38  | 42  | 46  | 48  | 49  | 49  | 47  | 43  | 38  | 36  | 36  | 35  | 34  |
| $p_f$ night [%]   | 42 | 44 | 46 | 48 | 52  | 56  | 60  | 61  | 62  | 60  | 58  | 54  | 49  | 45  | 43  | 43  | 43  | 42  |

## Kauhava (id: 3201)

|                   |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|-------------------|----|----|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| direction [°]     | 20 | 40 | 60 | 80 | 100 | 120 | 140 | 160 | 180 | 200 | 220 | 240 | 260 | 280 | 300 | 320 | 340 | 360 |
| $p_f$ day [%]     | 24 | 24 | 25 | 28 | 32  | 37  | 42  | 45  | 46  | 46  | 44  | 41  | 38  | 33  | 28  | 26  | 25  | 24  |
| $p_f$ evening [%] | 32 | 32 | 32 | 34 | 37  | 40  | 45  | 48  | 50  | 51  | 49  | 46  | 45  | 43  | 39  | 37  | 35  | 33  |
| $p_f$ night [%]   | 44 | 45 | 47 | 49 | 53  | 56  | 60  | 61  | 61  | 60  | 57  | 54  | 51  | 48  | 44  | 43  | 43  | 44  |

## CNOSSOS-EU-laskentamalli – Laskenta-asetukset ja mallinnusperiaatteet

Kuopio (id: 3601, 3617)

|                   |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|-------------------|----|----|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| direction [°]     | 20 | 40 | 60 | 80 | 100 | 120 | 140 | 160 | 180 | 200 | 220 | 240 | 260 | 280 | 300 | 320 | 340 | 360 |
| $p_f$ day [%]     | 22 | 21 | 22 | 26 | 32  | 36  | 38  | 40  | 41  | 40  | 38  | 35  | 34  | 34  | 31  | 28  | 25  | 24  |
| $p_f$ evening [%] | 29 | 28 | 29 | 33 | 38  | 42  | 44  | 46  | 48  | 48  | 46  | 44  | 42  | 40  | 38  | 35  | 33  | 32  |
| $p_f$ night [%]   | 39 | 38 | 39 | 43 | 48  | 52  | 55  | 58  | 59  | 59  | 57  | 55  | 54  | 51  | 48  | 44  | 42  | 40  |

Joensuu (id: 3801)

|                   |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|-------------------|----|----|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| direction [°]     | 20 | 40 | 60 | 80 | 100 | 120 | 140 | 160 | 180 | 200 | 220 | 240 | 260 | 280 | 300 | 320 | 340 | 360 |
| $p_f$ day [%]     | 24 | 25 | 25 | 27 | 34  | 39  | 41  | 43  | 43  | 45  | 43  | 38  | 34  | 32  | 30  | 29  | 28  | 26  |
| $p_f$ evening [%] | 33 | 32 | 33 | 36 | 42  | 46  | 47  | 49  | 49  | 50  | 50  | 46  | 42  | 39  | 38  | 37  | 37  | 35  |
| $p_f$ night [%]   | 46 | 45 | 46 | 50 | 55  | 58  | 59  | 60  | 60  | 60  | 60  | 57  | 53  | 50  | 48  | 47  | 46  | 46  |

Kokkola (id: 4214)

|                   |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|-------------------|----|----|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| direction [°]     | 20 | 40 | 60 | 80 | 100 | 120 | 140 | 160 | 180 | 200 | 220 | 240 | 260 | 280 | 300 | 320 | 340 | 360 |
| $p_f$ day [%]     | 16 | 16 | 16 | 19 | 25  | 30  | 35  | 38  | 38  | 36  | 31  | 26  | 21  | 20  | 19  | 19  | 18  | 18  |
| $p_f$ evening [%] | 24 | 25 | 27 | 31 | 35  | 41  | 45  | 47  | 48  | 47  | 43  | 38  | 34  | 30  | 26  | 25  | 25  | 25  |
| $p_f$ night [%]   | 35 | 37 | 41 | 46 | 54  | 60  | 63  | 65  | 65  | 62  | 57  | 51  | 44  | 38  | 35  | 34  | 33  | 33  |

Ylivieska (id: 4315)

|                   |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|-------------------|----|----|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| direction [°]     | 20 | 40 | 60 | 80 | 100 | 120 | 140 | 160 | 180 | 200 | 220 | 240 | 260 | 280 | 300 | 320 | 340 | 360 |
| $p_f$ day [%]     | 19 | 18 | 20 | 25 | 31  | 35  | 38  | 40  | 41  | 39  | 35  | 30  | 28  | 26  | 25  | 23  | 22  | 20  |
| $p_f$ evening [%] | 29 | 27 | 30 | 36 | 41  | 45  | 47  | 48  | 49  | 49  | 45  | 40  | 37  | 37  | 35  | 34  | 32  | 31  |
| $p_f$ night [%]   | 38 | 39 | 43 | 52 | 58  | 61  | 63  | 65  | 67  | 67  | 62  | 55  | 49  | 46  | 44  | 43  | 41  | 39  |

Kajaani (id: 4620, 4601)

|                   |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|-------------------|----|----|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| direction [°]     | 20 | 40 | 60 | 80 | 100 | 120 | 140 | 160 | 180 | 200 | 220 | 240 | 260 | 280 | 300 | 320 | 340 | 360 |
| $p_f$ day [%]     | 19 | 21 | 24 | 27 | 30  | 32  | 35  | 37  | 39  | 40  | 41  | 40  | 37  | 33  | 29  | 25  | 21  | 18  |
| $p_f$ evening [%] | 29 | 31 | 34 | 37 | 40  | 44  | 47  | 48  | 50  | 50  | 50  | 49  | 46  | 43  | 38  | 34  | 32  | 30  |
| $p_f$ night [%]   | 42 | 44 | 47 | 51 | 54  | 59  | 63  | 65  | 66  | 66  | 64  | 62  | 59  | 55  | 49  | 44  | 42  | 41  |

Sotkamo (id: 4714)

|                   |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|-------------------|----|----|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| direction [°]     | 20 | 40 | 60 | 80 | 100 | 120 | 140 | 160 | 180 | 200 | 220 | 240 | 260 | 280 | 300 | 320 | 340 | 360 |
| $p_f$ day [%]     | 19 | 19 | 21 | 25 | 30  | 34  | 36  | 38  | 39  | 40  | 38  | 34  | 32  | 28  | 26  | 24  | 23  | 21  |
| $p_f$ evening [%] | 28 | 27 | 28 | 32 | 38  | 43  | 46  | 47  | 49  | 49  | 49  | 46  | 42  | 38  | 35  | 33  | 31  | 30  |
| $p_f$ night [%]   | 36 | 35 | 36 | 41 | 49  | 55  | 58  | 60  | 62  | 62  | 63  | 59  | 54  | 47  | 44  | 41  | 39  | 38  |

Oulu (id: 5414, 5401)

|                   |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|-------------------|----|----|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| direction [°]     | 20 | 40 | 60 | 80 | 100 | 120 | 140 | 160 | 180 | 200 | 220 | 240 | 260 | 280 | 300 | 320 | 340 | 360 |
| $p_f$ day [%]     | 24 | 23 | 25 | 29 | 34  | 38  | 40  | 41  | 40  | 38  | 34  | 31  | 30  | 29  | 28  | 27  | 25  | 24  |
| $p_f$ evening [%] | 30 | 31 | 33 | 38 | 42  | 45  | 46  | 47  | 48  | 48  | 44  | 40  | 39  | 38  | 36  | 34  | 33  | 30  |
| $p_f$ night [%]   | 38 | 40 | 46 | 51 | 56  | 60  | 62  | 63  | 62  | 60  | 53  | 47  | 43  | 40  | 38  | 37  | 37  | 37  |

Kemi-Tornio (id: 6301, 6312)

|                   |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|-------------------|----|----|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| direction [°]     | 20 | 40 | 60 | 80 | 100 | 120 | 140 | 160 | 180 | 200 | 220 | 240 | 260 | 280 | 300 | 320 | 340 | 360 |
| $p_f$ day [%]     | 29 | 30 | 31 | 32 | 34  | 37  | 41  | 45  | 46  | 44  | 41  | 36  | 31  | 25  | 23  | 24  | 26  | 28  |
| $p_f$ evening [%] | 37 | 38 | 38 | 41 | 41  | 44  | 48  | 51  | 52  | 52  | 49  | 45  | 42  | 37  | 34  | 33  | 34  | 36  |
| $p_f$ night [%]   | 50 | 52 | 53 | 56 | 55  | 57  | 59  | 60  | 60  | 58  | 55  | 52  | 49  | 47  | 46  | 46  | 47  | 49  |

**CNOSSOS-EU-laskentamalli – Laskenta-asetukset ja mallinnusperiaatteet**

Rovaniemi (id: 7409, 7401)

|                   |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|-------------------|----|----|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| direction [°]     | 20 | 40 | 60 | 80 | 100 | 120 | 140 | 160 | 180 | 200 | 220 | 240 | 260 | 280 | 300 | 320 | 340 | 360 |
| $p_f$ day [%]     | 30 | 30 | 31 | 32 | 34  | 36  | 39  | 41  | 42  | 41  | 40  | 38  | 37  | 32  | 26  | 24  | 26  | 28  |
| $p_f$ evening [%] | 37 | 38 | 38 | 39 | 40  | 43  | 47  | 50  | 51  | 50  | 49  | 48  | 47  | 42  | 35  | 33  | 34  | 36  |
| $p_f$ night [%]   | 47 | 49 | 48 | 50 | 51  | 53  | 56  | 57  | 57  | 55  | 53  | 52  | 51  | 48  | 43  | 41  | 43  | 46  |

Kemijärvi (id: 7607)

|                   |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|-------------------|----|----|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| direction [°]     | 20 | 40 | 60 | 80 | 100 | 120 | 140 | 160 | 180 | 200 | 220 | 240 | 260 | 280 | 300 | 320 | 340 | 360 |
| $p_f$ day [%]     | 28 | 28 | 26 | 25 | 26  | 31  | 36  | 41  | 43  | 44  | 44  | 43  | 41  | 39  | 34  | 29  | 28  | 28  |
| $p_f$ evening [%] | 35 | 35 | 32 | 29 | 31  | 35  | 41  | 47  | 50  | 50  | 50  | 50  | 49  | 47  | 43  | 38  | 36  | 36  |
| $p_f$ night [%]   | 44 | 43 | 39 | 37 | 38  | 41  | 46  | 51  | 53  | 53  | 54  | 56  | 56  | 54  | 50  | 47  | 45  | 44  |



## Meteorological $p_f$ values in Finland – methodology

### Meteorological data in the CNOSSOS-EU sound propagation model

The sound propagation model of the CNOSSOS-EU [1] method is taking into account the calculation of the long-term sound level for each path in *favourable* and *homogeneous* meteorological conditions based on an yearly average of local meteorological data. Long-term level  $L_{LT}$  is calculated [2][3] as a sum of levels in favourable conditions  $L_F$  and homogenous conditions  $L_H$  weighted by the *probability of occurrence of favourable conditions* (1):

$$L_{LT} = 10 \times \lg \left( p \cdot 10^{\frac{L_F}{10}} + (1 - p) \cdot 10^{\frac{L_H}{10}} \right) \quad (1)$$

where  $p_f$  is the probability of occurrence of downward-refraction conditions in the long term. The  $p_f$  values are expressed in percentages for day (7:00–19:00), evening (19:00–22:00), and night (22:00–7:00) periods. Typically, the  $p_f$  values are determined to 18 source-receiver directions (20° sectors). Currently, no generic guidance is available for determination of the  $p_f$  values. At present, the only known pre-defined values of the probability of occurrence exist for 41 locations across Metropolitan France [2].

### Meteorological data available in Finland

The method to calculate  $p_f$  values uses weather station data. Weather station data includes air temperature at height of 2 m, wind direction and velocity at varying heights between 10–40 metre level, and cloudiness. All the meteorological data included also date, time at one hour interval, and geographical position of the weather station. All the data was validated, and only the valid data was used for deriving the occurrence values. Weather stations have a good coverage through Finland. The meteorological data was provided by the Finnish Meteorological Institute. [4].

### Modeling approach – stability classes

Statistical weights were calculated for favourable conditions by using local meteorological data. The statistical weights of favourable conditions describe the frequency of occurrence of downward-refraction conditions. Method is described in WP3 of Harmonoise project [5][6][7]. The meteorological conditions are divided into stability classes and furthermore in 25 classes with different sound speed profiles. These 25 classes were reduced to favourable conditions and to homogenous conditions. This simplification method was derived from the method described by Delta in [8], where the number of meteo-classes was reduced to four classes: unfavourable, neutral, favourable, and very favourable. A Matlab program developed by Nord2000Road project was modified and used to calculate the  $p_f$  values.

The wind speed was converted to the height of 10 metres. Conversion is based on a constant value of the roughness length  $z_0$  [7]. The conversion was made with value  $z_0 = 0.5$ . Only minor deviations to  $p_f$  values were found, when considering the roughness length. There is a comment in the Matlab script of Nord2000Road project, which says that the calculation method is valid for a roughness length  $z_0 = 0.025$  m. Roughness length can be utilised in generation of the  $p_f$  values. As a limitation, the  $p_f$  values are valid only for certain environments that meet the assumptions required by the micro-meteorological models used to establish these values. For example, these weather values cannot be used for the street canyons in an urban environment. For such an urban environment it is recommended to use the maximum of  $p_f$  values for each period and direction.

### **Sensitivity to meteorological value changes**

The sensitivity of the CNOSSOS-EU sound propagation model to the changes of meteorological conditions were evaluated and reported in BNAM 2016 conference proceeding: *CNOSSOS-EU Sensitivity to Meteorological Value Changes* [9]. The results showed that the use of the default  $p_f$  values, day 50%, evening 75%, and night 100%, increase the immission levels and thus the number of people exposed to noise. The local  $p_f$  values, derived from local weather stations data, should be used in national noise calculations. It is not recommended to use default weather values.

### **References**

- [1] Directive, EN. 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, May 2015.
- [2] François Abbaléa, Savine Andry, Marine Baulac, Michel C. Bérengier, Bernard Bonhomme, Jérôme Defrance, Jean Pierre Deparis, Guillaume Dutilleux, David Ecotière, Benoît Gauvreau, Vincent Guizard, Fabrice Junker, Hubert Lefèvre, Vincent Steimer, Dirk van Maercke, and Vadim Zouboff. Road Noise Prediction, 2—Noise Propagation Computation Method Including Meteorological Effects (NMPB 2008). Technical Report EQ-SETRA-09-ED32-FR+ENG, Sétra report, June 2009.
- [3] Stylianos Kephelopoulou, Marco Paviotti, and Fabienne Anfosso-Lédée. Common Noise Assessment Methods in Europe (CNOSSOS-EU). Technical Report EUR 25379 EN, Institute for Health and Consumer Protection, aug 2012.
- [4] Finnish Meteorological Institute 2016. Scientific themes, Observations, Observation stations. [Website]. <http://en.ilmatieteenlaitos.fi/observation-stations>
- [5] Renez Nota, Robert Barelds, and Dirk van Maercke. Engineering Method for Road Traffic and Railway Noise after Validation and Fine-tuning. Technical Report HAR32TR-040922-DGMR20, January 2005.
- [6] Raimo Eurasto. NORD2000 for Road Traffic Noise Prediction, Weather Classes and Statistics. Technical Report VTT-R-02530-06, VTT Technical Research Centre of Finland, April 2006.
- [7] Raimo Eurasto. Sääolot ympäristömelun laskentamalleissa [‘Weather Conditions in Environmental Noise Prediction Models’]. Technical Report 655, Ympäristöministeriö, November 2003.

**CNNOSSOS-EU-laskentamalli – Laskenta-asetukset ja mallinnusperiaatteet**

---

- [8] Birger Plovsing. Noise Mapping by Use of Nord2000, Reduction of Number of Meteorological Classes from Nine to Four. Technical Report 18, DELTA Danish Electronics Light & Acoustics, 2007.
- [9] Kontkanen, O., Kokkonen, J., Majjala, P. 2016. CNNOSSOS-EU Sensitivity to Meteorological Value Changes. Published in Baltic-Nordic Acoustic Meeting conference proceedings.





## Tieverkon liikennetiedot

### LAM ja yleisen liikennelaskennan otoslaskennat

Tieverkon liikennetietojen keräämisessä hyödynnetään tieverkolla sijaitsevia LAM-pisteitä, yleisen liikennelaskennan otoslaskentoja sekä pääasiassa näiden pohjalta tierekisteriin tuotettuja liikennemääriin liittyviä keskeisimpiä tunnuslukuja (tietolaji 201). Tierekisteristä on saatavilla koko tieverkolle keskimääräiset vuorokautiset liikennemäärätiedot erikseen koko liikenteelle (KVL), raskaalle liikenteelle (KVLras) ja yhdistelmäajoneuvoliikenteelle (KVLyhd). Nopeustiedon osalta tierekisteristä on hyödynnettävissä tieverkon nopeusrajoitustieto. Erillisenä tietolajina tierekisteristä on muodostettu KVLyhd-tietolajille suurempaa vierintämelun vaikutusta kuvaavat arvot, joissa KVLyhd-tietolaji on kerrottu luvulla 1,333 kohteissa, joissa nopeusrajoitus on 70 km/h tai enemmän ja luvulla 1,15 kohteissa, joissa nopeusrajoitus on 30–60 km/h. Korjaustermi on laskettu Nord2000- mallin mukaisesti, olettaen että yhdistelmäajoneuvoissa on keskimäärin vähintään kuusi akselia.

LAM-pisteitä on tieverkolla noin 450 kappaletta ja niiltä on saatavissa tarkkaa ajoneuvokohtaista liikennetietoa käytännössä vuoden ympäri. Jokaisesta pisteen ohiajavasta ajoneuvosta tallentuu LAM-pisteelle ohituksen kellonaika, ajosuunta, ajonopeus ja ajoneuvoluokka. LAM-pisteet luokittelevat ajoneuvot seitsemään luokkaan:

1. henkilö- ja pakettiautot
2. kuorma-autot
3. linja-autot
4. puoliperävaunulliset kuorma-autot
5. täysperävaunulliset kuorma-autot
6. peräkäräiset henkilö- ja pakettiautot
7. asuntovaunua tai pitkää peräkärä kuljettavat henkilö- ja pakettiautot.

LAM-pisteiden lisäksi liikennetietojen keräämisessä hyödynnetään vuosien 2013–2015 yleisen liikennelaskennan (YL) otoslaskentatietoja. Otolaskentoja suoritetaan vuosittain tieverkolla 3200–3600 kappaletta noin viikon mittaisessa jaksossa kerrallaan. Otolaskennoista on saatavilla LAM-pisteiden tapaan liikennemäärien ajallinen jakauma otoslaskennan ajalta. Otolaskennoissa ajoneuvot jaetaan viiteen luokkaan:

1. moottoripyörät ja mopot
2. henkilö- ja pakettiautot sekä niiden vetämät peräkäräyt
3. linja-autot
4. kuorma-autot
5. puoli- ja täysperävaunulliset kuorma-autot.

Liikennetietojen osalta hyödynnetään tarvittaessa kaikkia niiltä LAM- tai otoslaskentapisteitä, joiden voidaan katsoa riittävän tarkasti edustavan tarkastelussa mukana olevia direktiivinmukaisia tieosuuksia. Laajemman otosaineiston vuoksi LAM-pisteitä hyödynnetään ensisijaisesti kaikilla tarkasteluväleillä, joilla se on mahdollista.

### **Muodostusperiaatteet**

Tarkastelun pohjana on käytetty vuoden 2016 tieverkkoaineistoa, johon on tuotu tierekisteristä osoitetietojen lisäksi tieto nopeusrajoituksista, liikennemääristä ja tietyyppistä. Tarkasteltavat direktiivinmukaiset tieosuudet (716 kpl) on yhdistetty tieverkkoaineistoon, jolloin keskeisimmät lähtötietona käytetyt tietolajit (ensisijaisesti nopeusrajoitus ja KVL-tiedot) on saatu tuotettua tarkasteluväleille. Vuoden 2016 tierekisterin liikennemäärätiedot on määritetty vuoden 2015 laskentojen perusteella.

CNOSSOS-tarkasteluvälit on määritetty alun perin vuoden 2015 tieosoiteverkolle, jolloin vuoden 2016 tierekisteriaineistoa käytettäessä joitain vähäisiä epätasällisyyksiä esiintyy esimerkiksi KVL-rajojen muutoskohdissa alkuperäiseen aineistoon nähden. Lisäksi joillakin tarkasteluväleillä (rd524, rd590, rd658, rd683, rd702) KVL-arvo on pudonnut vuoden 2015 aineistosta vuoteen 2016 siirryttäessä niukasti alle vaaditun 8219 ajon/vrk -rajan. Lisäksi kaksi tarkasteluväliä (rd581 ja rd663) on muutettu vuoden 2016 tierekisteriaineistossa kuuluvaksi katuverkolle, jolloin niille ei ole saatavilla päivitettyjä liikennemäärätietoa.

Tarkemmat liikennemäärän vaihteluun ja jakautumiseen liittyvät tiedot on tuotettu tapauskohtaisesti tarkasteluvälin kohdalle tai riittävän lähelle osuvan LAM- tai YL-otoslaskentapisteen avulla. Jakaumatietojen laskentaa varten kaikista LAM-pisteistä on tuotettu vuodelta 2015 ajoneuvoluokittaiset tiedot keskimääräisistä liikennemääristä päivä- (07–19), iltä- (19–22) ja yöajalle (22–07). Pistejoukosta on karsittu pois ne pisteet, joiden edustavuus koko vuodelta on ollut alle 100 päivää. Vastaava ajoneuvoluokittainen jaottelu on tuotettu rajatusta joukosta yleisen liikennelaskennan vuosien 2013–2015 syksyn otoslaskentoja. Otsoslaskentapisteen edustavat noin viikon mittaista laskentajaksoa, joten niitä on painotettu siten, että viikonlopun (pe-su) edustavuus koko liikennemäärästä on kaikissa vakio, eli 3/7 koko viikon liikenteestä.

Tarkasteluvälien jakaumatietojen selvittämiseksi jokainen tarkasteluväli on yhdistetty sijaintiin perustuen kohdalle osuvaan LAM- tai YL-laskentapisteeseen. Mikäli tarkasteluvälin kohdalle ei osu yhtään pistettä, on referenssipisteinä käytetty kyseistä väliä riittävällä tarkkuudella edustavaa samalla tiellä sijaitsevaa LAM- tai YL-pistettä (määritetty tapauskohtaisesti). Mikäli minkään yksittäisen pisteen ei voitu katsoa edustavan kyseistä tarkasteluväliä riittävän luotettavasti, on referenssinä käytetty jakaumatietojen keskiarvoa perustuen nopeusrajoitukseen, tieluokitukseen (moottoritie, moottoriliikennetie, 2-ajoratainen maantie yms.) ja sijaintiin joko kaupunkialueella tai sen ulkopuolella. Suoraan kohdalle osuvia referenssipisteitä oli aineistossa yhteensä 447 kappaletta ja tarkasteluvälin ulkopuolella, mutta riittävällä etäisyydellä sijaitsevia 246 kappaletta. Lopuille 23 välille jakaumatiedot tuotettiin keskiarvojen avulla.

Jakaumatiedot sekä LAM- että YL-pisteistä tuotettiin neljälle ajoneuvoluokalle: kevyille ajoneuvoille, kuorma-autoille, linja-autoille ja yhdistelmäajoneuvoille. Kevyet ajoneuvot vastaavat suoraan CNOSSOS-mallin ajoneuvoluokkaa 1, mutta raskaiden ajoneuvojen osalta on joitain eroavaisuuksia. CNOSSOS-ajoneuvoluokan 4 eli moottoripyörien tietoja ei saada riittävän luotettavasti LAM-pisteistä. Moottoripyörien osuus kokonaisliikennemäärästä Suomessa on vuositasolla hyvin marginaalinen (alle 0,5 %), joten niiden osalta asiantuntija-arvioon perustuva liikennemäärätieto on riittävä meluvaikutusten arvioimiseen. CNOSSOS-mallin mukaiset ajoneuvoluokat on esitetty taulukossa 1.

**CNOSSOS-EU-laskentamalli – Laskenta-asetukset ja mallinnusperiaatteet**

Taulukko 1. CNOSSOS-mallin ajoneuvoluokat.

| Ajoneuvoluokka                   | Kuvaus   |
|----------------------------------|--|
| Luokka 1: Kevyet ajoneuvot       | Henkilöautot, pakettiautot ≤ 3,5 tonnia, urheiluautot, monikäyttöautot (esim. pikkubussit, asuntoautot ja matkailuvaunut).                   |
| Luokka 2: Keskiraskaat ajoneuvot | Pakettiautot > 3,5 tonnia, bussit, matkailuautot, 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.<br>4b Sivuvaunulliset ja sivuvaunuttomat moottoripyörät, kolmi- ja nelipyöräiset moottoripyörät. |
| Luokka 5: Avoin luokka           | Määritetään tarvittaessa.  |

LAM- tai YL-pisteistä ei ole mahdollista erottaa raskaan liikenteen osalta kaikkia CNOSSOS-luokkien 2 ja 3 ajoneuvoja, sillä osa lasketuista raskaista ajoneuvoista kuuluu akselien lukumäärän perusteella CNOSSOS-luokkaan 3. Näitä ajoneuvoja ovat kolme- tai useampiakseliset bussit ja kuorma-autot. Tarkastelussa on käytetty raskaan liikenteen osalta taulukon 2 mukaista jakaumaa CNOSSOS-luokkien 2 ja 3 välillä ja hyödynnetty ainoastaan raskaan liikenteen kokonaismäärää referenssipisteistä.

Taulukko 2. Raskaiden ajoneuvojen luokkien 2 ja 3 keskinäisestä jakaumasta käytettäväksi tilanteissa, joissa parempaa tietoa ei ole saatavilla.

| Tien kuvaus   | Raskaiden ajoneuvoluokkien 2 ja 3 keskinäinen jakauma |                             |
|---|---|-----------------------------|
|   | Luokka 2<br>(keskiraskaat<br>ajon.)                   | Luokka 3<br>(raskaat ajon.) |
| Päätie, jolla raskaan liikenteen osuus on suuri (esim. moottoritie)               | 10 %  | 90 %                        |
| Tie kaupungissa (pois lukien tiet, joilla on merkittävästi läpikulku-liikennettä) | 90 %  | 10 %                        |
| Muut tiet   | 40 %  | 60 %                        |

Raskaan liikenteen luokittelua varten tarkasteluvälit on jaettu referenssipisteen ajoneuvojakauman perusteella taulukossa 2 esitettyihin kolmeen luokkaan alustavasti seuraavin periaatein:

- Mikäli yhdistelmäajoneuvojen osuus on yli 40 %, kuuluu väli luokkaan ”päätie” (1)

**CNOSSOS-EU-laskentamalli – Laskenta-asetukset ja mallinnusperiaatteet**

- Mikäli raskaan liikenteen osuus on alle 5 % tai yhdistelmäajoneuvojen osuus raskaista alle 10 %, kuuluu väli luokka ”tie kaupungissa” (2)
- Muussa tapauksessa väli kuuluu luokkaan ”muu tie” 3

Alustavan jaottelun jälkeen luokitusta on tarkistettu tapauskohtaisesti esimerkiksi rajatapausten osalta sekä alueelliseen sijaintiin perustuen ja luokkaa on päivitetty tarvittaessa. Tämän jälkeen luokittelu on muodostettu kunkin tarkasteluvälin koko vuorokauden liikenteelle taulukon 2 jakaumien perusteella. Kaikista tarkasteluväleistä 69 % katsottiin kuuluvaksi luokka 1, 22 % luokkaan 2 ja 9 % luokkaan 3. Päivän, illan ja yön osalta raskaiden ajoneuvojen keskinäisiä osuuksia on tämän jälkeen painotettu siinä suhteessa, miten referenssipisteessä yhdistelmäajoneuvojen osuus kaikista raskaista ajoneuvoista muuttuu eri vuorokaudenaikoina.

Nopeustiedon osalta tarkastelussa on hyödynnetty vuoden 2015 LAM-aineistosta kerättyjä ajoneuvoluokittaisia keskinopeuksia eri vuorokaudenajoille. Toisin kuin jakaumatieto, nopeustieto on kuitenkin pistekohtaista eikä yksittäisen LAM-pisteen nopeustason voida suoraan katsoa edustavan kohdalle osuvaa CNOSSOS-tarkasteluväliä.

Nopeustiedon osalta LAM-pisteistä on muodostettu ajoneuvoluokittaiset keskiarvot tietyypin ja nopeusrajoituksen mukaan. Aineistona on käytetty vastaavia pisteitä, joita on käytetty talven 2014–2015, kesän 2015 ja talven 2015–2016 ajonopeuksien indikaattorien laskennassa

([http://www.liikennevirasto.fi/documents/20473/23678/2016\\_autojen\\_nopeudet.pdf](http://www.liikennevirasto.fi/documents/20473/23678/2016_autojen_nopeudet.pdf)), joten joukosta on karsittu pois epäedustavat pisteet muun muassa datapuutteiden, tietyömaan tai muuttuneen nopeusrajoituksen takia. Keskinopeuksia laskettaessa tarkasteluun on otettu mukaan ne luokat, joiden edustavuus on vähintään 5 pistettä, jolloin yhteensä mukaan saatiin 269 LAM-pistettä. LAM-pisteistä muodostetut luokat (12 kpl) ja luokittaiset keskinopeudet kevyelle ja raskaalle liikenteelle eri vuorokaudenaikoina on esitetty taulukossa 3.

Taulukko 3. LAM-pisteistä muodostetut luokat keskinopeuksien laskentaan.

| Tietyyppi                     | N  | Nopeuskeskiarvo (km/h) |                      |                      |                       |                      |                       |
|-------------------------------|----|------------------------|----------------------|----------------------|-----------------------|----------------------|-----------------------|
|                               |    | Ke-<br>vyet<br>7-19    | Ras-<br>kaat<br>7-19 | Ke-<br>vyet<br>19-22 | Ras-<br>kaat<br>19-22 | Ke-<br>vyet<br>22-07 | Ras-<br>kaat<br>22-07 |
| Moottoritie 120/100           | 16 | 110,9                  | 87,2                 | 111,7                | 87,4                  | 111,0                | 86,1                  |
| Moottoritie 100/100           | 22 | 99,7                   | 85,6                 | 101,0                | 86,0                  | 101,7                | 85,0                  |
| Moottoritie 80/80             | 8  | 83,0                   | 79,3                 | 84,3                 | 80,4                  | 85,8                 | 80,8                  |
| Moottoriliikennetie 100/80    | 5  | 89,3                   | 83,7                 | 91,5                 | 84,1                  | 93,4                 | 83,9                  |
| 2-ajoratainen maantie 100/100 | 13 | 98,7                   | 85,0                 | 99,3                 | 85,1                  | 99,5                 | 84,1                  |
| 2-ajoratainen maantie 100/80  | 19 | 87,6                   | 82,9                 | 89,2                 | 83,7                  | 91,6                 | 83,8                  |
| 2-ajoratainen maantie 80/80   | 9  | 81,3                   | 77,5                 | 82,8                 | 78,7                  | 83,8                 | 79,7                  |
| 2-ajoratainen maantie 70/70   | 5  | 67,8                   | 64,2                 | 68,7                 | 64,7                  | 70,8                 | 66,7                  |
| 1-ajoratainen maantie 100/100 | 17 | 96,3                   | 86,7                 | 97,0                 | 86,4                  | 97,1                 | 84,4                  |
| 1-ajoratainen maantie 100/80  | 96 | 90,2                   | 83,7                 | 91,8                 | 84,0                  | 93,6                 | 83,5                  |
| 1-ajoratainen maantie 80/80   | 53 | 81,9                   | 80,1                 | 83,3                 | 80,8                  | 85,3                 | 81,4                  |
| 1-ajoratainen maantie 60/60   | 6  | 63,8                   | 63,6                 | 65,0                 | 64,7                  | 67,7                 | 66,4                  |

**CNOSSOS-EU-laskentamalli – Laskenta-asetukset ja mallinnusperiaatteet**

Vastaava luokitus tietyypin ja nopeusrajoituksen mukaan on tehty CNOSSOS-tarkasteluväleille, jolloin päiväajan, ilta-ajan ja yöajan keskinopeudet kevyelle ja raskaalle liikenteelle on saatu yhdistettyä vastaavaan tarkasteluväliin. Mikäli tarkasteluvälille ei ollut saatavilla riittävän edustavaa pistejoukkoa nopeusjakaumien laske-  
miseksi (esimerkiksi alle 60 km/h nopeusrajoitusalueet, joilla ei ole LAM-pisteitä), on nopeustaso laskettu kertomalla välin nopeusrajoitus suhdeluvulla (laskettu aineiston keskiarvona), joka kuvaa nopeustason keskimääräistä muutosta eri vuorokauden-  
aikoina eri ajoneuvoryhmille (kevyt/raskas).

**Tuotettu paikkatietoaineisto**

Vuoden 2016 tierekisteriaineisto on tuotettu paikkatietomuodossa (shape) koko tie-  
verkolle. Huomioitavaa on, että tuotettu paikkatietoaineisto ei sisällä korkeustietoa  
eikä vastaa vaakaresoluutioltaan vaadittua tarkkuutta. Eli sen tiedot on yhdistettävä  
tarkempaan geometriatietoon. Aineisto sisältää seuraavat tietolajit:

*Taulukko 4. CNOSSOS-tarkasteluväleiltä Shape-tiedostoon kerätyt tiedot.*

| Tietolajin nimi | Selite   |
|-----------------|--|
| tilannepvm      | tierekisterin tieosoitetiedot                            |
| piiri           |  |
| tie             |  |
| ajr             |  |
| kaista          |  |
| aosa            |  |
| aet             |  |
| losa            |  |
| let             |  |
| pituus          |  |
| tiety           | tien tyyppi (1 = maantie)                                |
| kunta           | kunta, johon väli kuuluu                                 |
| maakunta        | maakunta, johon väli kuuluu                              |
| nopraj_1        | suunnan 1 nopeusrajoitus                                 |
| nopraj_2        | suunnan 2 nopeusrajoitus                                 |
| nopralla_1      | suunnan 1 nopeusrajoitusalue                             |
| nopralla_2      | suunnan 2 nopeusrajoitusalue                             |
| noptaaja_1      | suunnan 1 kuulumisen taajaman nopeusrajoituksen alueelle |
| noptaaja_2      | suunnan 2 kuulumisen taajaman nopeusrajoituksen alueelle |
| talvinop        | talvinopeusrajoitus                                      |
| kvl             | liikennemäärä (ajon/vrk)                                 |
| kvlras          | raskaan liikenteen liikennemäärä (ajon/vrk)              |
| kvlyhd          | yhdistelmäajoneuvojen liikennemäärä (ajon/vrk)           |

## CNOSSOS-EU-laskentamalli – Laskenta-asetukset ja mallinnusperiaatteet

|            |  |
|------------|--|
| momol      | moottoritie/moottoriliikennetie-luokitus tierekisteristä (tl 135), 1=moottoritie, 2=moottoriliikennetie (useita virheitä 2016-verkolla) yhdistetty aineistoon jälkepäin, käyty läpi virheitä manuaalisesti (tietolaji poistettu CNOSSOS-välien ulkopuoliselta tieverkolta)   |
| akselikorj | akselikorjattu KVLyhd melulaskentaa varten<br>nopeusrajoitus 70 km/h tai enemmän -> akselikorjattu KVLyhd = 1,333 * KVLyhd<br>nopeusrajoitus 30-60 km/h -> akselikorjattu KVLyhd = 1,15 * KVLyhd   |
| akselik_2  | vastaava kuin edellinen suunnan 2 nopeusrajoituksen perusteella  |
| tyyppi     | tierekisteritiedon perusteella määritetty luokitus tietyyppin ja nopeusrajoituksen mukaan (vastaava kuin nopeusindikaattorien laskennassa)<br>HUOM. tierekisterissä ei tietoa esim. muuttuvista nopeusrajoituksista  |
| tyyppi_2   | vastaava kuin edellinen suunnan 2 nopeusrajoituksen perusteella  |
| CNOSSOS    | CNOSSOS-tarkasteluvälin koodi (716 väliä)  |
| CNOSSOS_ti | CNOSSOS-tarkasteluvälin tieosoite  |
| CNOSSOS_ao | CNOSSOS-tarkasteluvälin tieosoite  |
| CNOSSOS_ae | CNOSSOS-tarkasteluvälin tieosoite  |
| CNOSSOS_lo | CNOSSOS-tarkasteluvälin tieosoite  |
| CNOSSOS_le | CNOSSOS-tarkasteluvälin tieosoite  |
| CNOSSOS_pi | CNOSSOS-tarkasteluvälin pituus   |
| kaupunkial | kertoo sijaitseeko tarkasteluväli selvityskaupunkien kaupunkialueella (muodostettu Arcissa sijaintiin perustuen)   |
| referenssi | kertoo mistä referenssipisteestä (LAM tai YL) jakaumatiedot on tuotettu suoraan (piste sijaitsee tarkasteluvälillä) tai epäsuoraan (piste sijaitsee lähellä tarkasteluväliä, etuliite "ref") <ul style="list-style-type: none"> <li>• LAM-pisteeltä tieto suoraan 206 tarkasteluvälille</li> <li>• YL-pisteeltä tieto suoraan 241 tarkasteluvälille</li> <li>• LAM-pisteeltä tieto epäsuoraan 127 tarkasteluvälille</li> <li>• YL-pisteeltä tieto epäsuoraan 119 tarkasteluvälille</li> <li>• 23 välille ei tietoa mistään referenssipisteestä, jakaumatiedot tuotettu luokiteltuna keskiarvona</li> </ul> |
| luokka_nim | tieluokitus, joka kertoo keskiraskaiden (luokka 2) ja raskaiden raskaiden (luokka 3) ajoneuvojen keskinäisestä jakaumasta (päätie, tie kaupungissa, muu tie)   |
| RASKOS     | Raskaan liikenteen osuus (ajoneuvoluokat 2. ja 3. yhteensä)  |
| RASKOS_D   | Raskaan liikenteen osuus päivällä klo 7–19; EU:n tarkoittama päiväaika (Day); ajoneuvoluokat 2. ja 3. yhteensä   |
| RASKOS_E   | Raskaan liikenteen osuus illalla klo 19–22; EU:n tarkoittama ilta-aika (Evening); ajoneuvoluokat 2. ja 3. yhteensä   |
| RASKOS_N   | Raskaan liikenteen osuus yöllä klo 22–7 (Night); ajoneuvoluokat 2. ja 3. yhteensä  |

**CNOSSOS-EU-laskentamalli – Laskenta-asetukset ja mallinnusperiaatteet**

|           |  |
|-----------|--|
| RASKOS_2D | Ajoneuvoluokan 2. keskiraskaat ajoneuvot liikenteen osuus päivällä klo 7–19; EU:n tarkoittama päiväaika (Day)                  |
| RASKOS_2E | Ajoneuvoluokan 2. keskiraskaat ajoneuvot liikenteen osuus illalla klo 19–22; EU:n tarkoittama ilta-aika (Evening)              |
| RASKOS_2N | Ajoneuvoluokan 2. keskiraskaat ajoneuvot liikenteen osuus yöllä klo 22–7 (Night)   |
| RASKOS_3D | Ajoneuvoluokan 3. raskaat ajoneuvot liikenteen osuus päivällä klo 7–19; EU:n tarkoittama päiväaika (Day)                       |
| RASKOS_3E | Ajoneuvoluokan 3. raskaat ajoneuvot liikenteen osuus illalla klo 19–22; EU:n tarkoittama ilta-aika (Evening)                   |
| RASKOS_3N | Ajoneuvoluokan 3. raskaat ajoneuvot liikenteen osuus yöllä klo 22–7 (Night)  |
| HEAVY2_D  | Ajoneuvoluokan 2. keskiraskaat ajoneuvot osuus kaikista raskaista ajoneuvoista, päiväaika klo 7–19 (Day)                       |
| HEAVY2_E  | Ajoneuvoluokan 2. keskiraskaat ajoneuvot osuus kaikista raskaista ajoneuvoista, ilta-aika klo 19–22 (Evening)                  |
| HEAVY2_N  | Ajoneuvoluokan 2. keskiraskaat ajoneuvot osuus kaikista raskaista ajoneuvoista, yöaika klo 22–7 (Night)                        |
| HEAVY3_D  | Ajoneuvoluokan 3. raskaat ajoneuvot osuus kaikista raskaista ajoneuvoista, päiväaika klo 7–19 (Day)                            |
| HEAVY3_E  | Ajoneuvoluokan 3. raskaat ajoneuvot osuus kaikista raskaista ajoneuvoista, ilta-aika klo 19–22 (Evening)                       |
| HEAVY3_N  | Ajoneuvoluokan 3. raskaat ajoneuvot osuus kaikista raskaista ajoneuvoista, yöaika klo 22–7 (Night)                             |
| OSUUS_D   | Liikenteen osuus päivällä klo 7–19; EU:n tarkoittama päiväaika (Day)   |
| OSUUS_E   | Liikenteen osuus illalla klo 19–22; EU:n tarkoittama ilta-aika (Evening)   |
| OSUUS_N   | Liikenteen osuus yöllä klo 22–7 (Night)  |
| AJONH_D   | Liikennemäärä ajoneuvoa tunnissa päivällä klo 7–19; EU:n tarkoittama päiväaika (Day), kaikki ajoneuvoluokat yhteensä           |
| AJONH_E   | Liikennemäärä ajoneuvoa tunnissa illalla klo 19–22 (Evening), kaikki ajoneuvoluokat yhteensä                                   |
| AJONH_N   | Liikennemäärä ajoneuvoa tunnissa yöllä klo 22–7 (Night), kaikki ajoneuvoluokat yhteensä  |
| AJONH_1D  | Liikennemäärä ajoneuvoa tunnissa päivällä klo 7–19; EU:n tarkoittama päiväaika (Day), ajoneuvoluokka 1. Kevyet ajoneuvot       |
| AJONH_1E  | Liikennemäärä ajoneuvoa tunnissa illalla klo 19–22 (Evening), ajoneuvoluokka 1. Kevyet ajoneuvot                               |
| AJONH_1N  | Liikennemäärä ajoneuvoa tunnissa yöllä klo 22–7 (Night), ajoneuvoluokka 1. Kevyet ajoneuvot                                    |
| AJONH_2D  | Liikennemäärä ajoneuvoa tunnissa päivällä klo 7–19; EU:n tarkoittama päiväaika (Day), ajoneuvoluokka 2. keskiraskaat ajoneuvot |
| AJONH_2E  | Liikennemäärä ajoneuvoa tunnissa illalla klo 19–22 (Evening), ajoneuvoluokka 2. keskiraskaat ajoneuvot                         |
| AJONH_2N  | Liikennemäärä ajoneuvoa tunnissa yöllä klo 22–7 (Night), ajoneuvoluokka 2. keskiraskaat ajoneuvot                              |

**CNOSSOS-EU-laskentamalli – Laskenta-asetukset ja mallinnusperiaatteet**

|            |   |
|------------|---|
| AJONH_3D   | Liikennemäärä ajoneuvoa tunnissa päivällä klo 7–19; EU:n tarkoittama päiväaika (Day), ajoneuvoluokka 3. raskaat ajoneuvot |
| AJONH_3E   | Liikennemäärä ajoneuvoa tunnissa illalla klo 19–22 (Evening), ajoneuvoluokka 3. raskaat ajoneuvot                         |
| AJONH_3N   | Liikennemäärä ajoneuvoa tunnissa yöllä klo 22–7 (Night), ajoneuvoluokka 3. raskaat ajoneuvot                              |
| NOP_D      | Ajoneuvoluokan 1. päiväajan (7–19) nopeuden vuoden keskiarvo, nopeusrajoitustietona suunta 1                              |
| NOP_E      | Ajoneuvoluokan 1. ilta-ajan (19–22) nopeuden vuoden keskiarvo, nopeusrajoitustietona suunta 1                             |
| NOP_N      | Ajoneuvoluokan 1. yöajan (22–7) nopeuden vuoden keskiarvo, nopeusrajoitustietona suunta 1                                 |
| NOPRAS_D   | Raskaiden ajoneuvojen päiväajan (7–19) nopeuden vuoden keskiarvo, nopeusrajoitustietona suunta 1                          |
| NOPRAS_E   | Raskaiden ajoneuvojen ilta-ajan (19–22) nopeuden vuoden keskiarvo, nopeusrajoitustietona suunta 1                         |
| NOPRAS_N   | Raskaiden ajoneuvojen yöajan (22–7) nopeuden vuoden keskiarvo, nopeusrajoitustietona suunta 1                             |
| NOP_D_2    | Ajoneuvoluokan 1. päiväajan (7–19) nopeuden vuoden keskiarvo, nopeusrajoitustietona suunta 2                              |
| NOP_E_2    | Ajoneuvoluokan 1. ilta-ajan (19–22) nopeuden vuoden keskiarvo, nopeusrajoitustietona suunta 2                             |
| NOP_N_2    | Ajoneuvoluokan 1. yöajan (22–7) nopeuden vuoden keskiarvo, nopeusrajoitustietona suunta 2                                 |
| NOPRAS_D_2 | Raskaiden ajoneuvojen päiväajan (7–19) nopeuden vuoden keskiarvo, nopeusrajoitustietona suunta 2                          |
| NOPRAS_E_2 | Raskaiden ajoneuvojen ilta-ajan (19–22) nopeuden vuoden keskiarvo, nopeusrajoitustietona suunta 2                         |
| NOPRAS_N_2 | Raskaiden ajoneuvojen yöajan (22–7) nopeuden vuoden keskiarvo, nopeusrajoitustietona suunta 2                             |



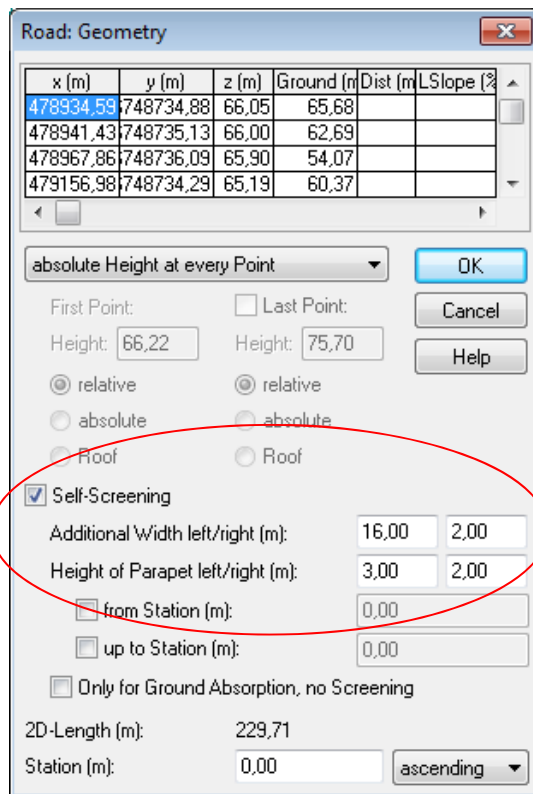
## Käytännön melumallinnusohjeistuksia

### Siltaobjektin mallinnus CadnaA:lla

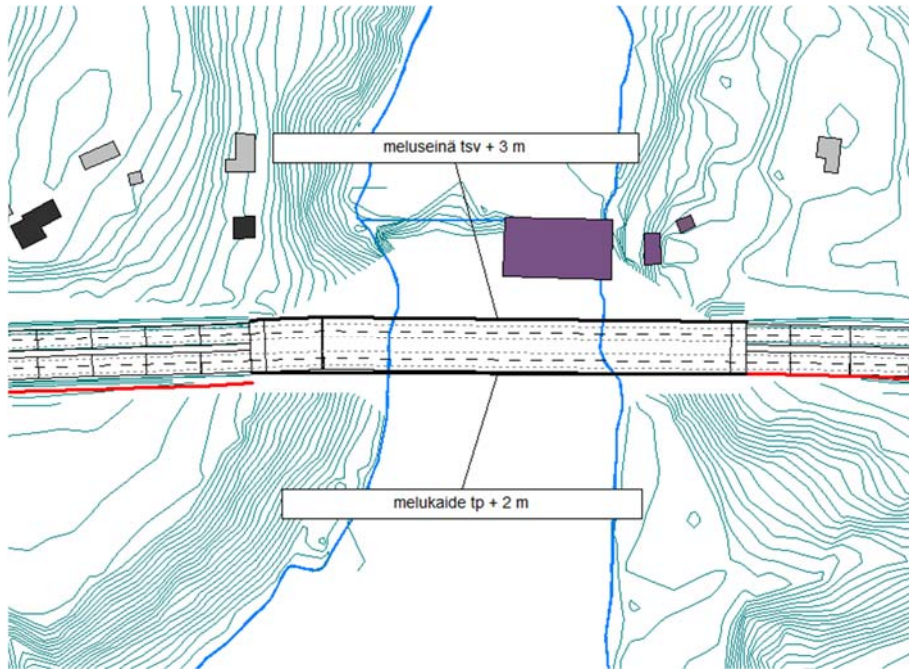
Sillan ominaisuustiedot mallinnetaan tieobjektiin:

- CadnaA-valikko: *Road > Geometry > Self-Screening*

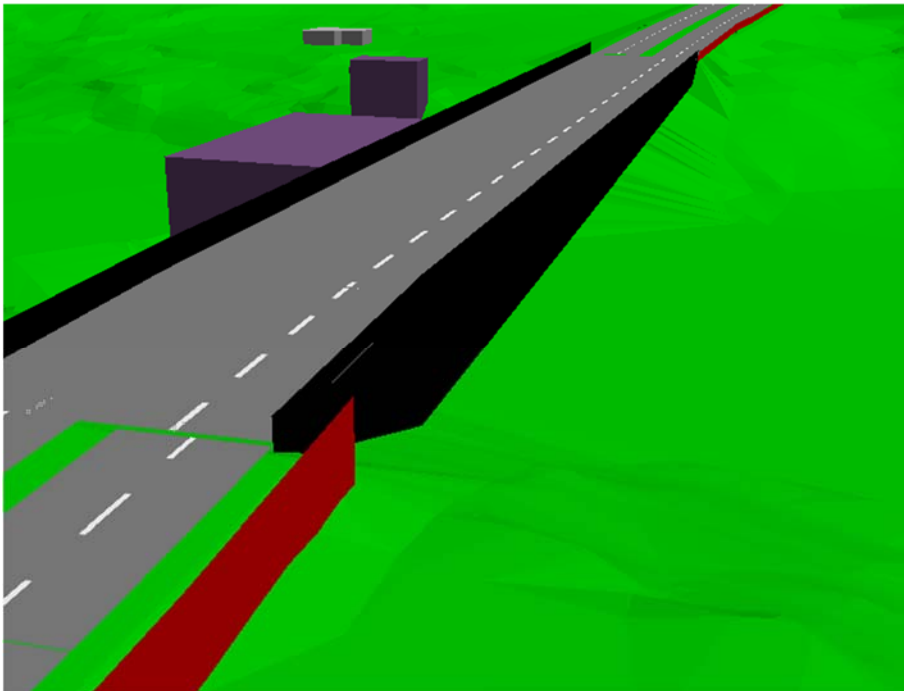
Mikäli useampikaistainen tie on mallinnettu erillisin tieobjektein, tulee huomata, etteivät tieobjektit ”näe” toistensa ominaisuuksia, joten kummankin objektin on sisällettävä toistensa ominaisuudet. Mikäli siltojen välissä on rako, voidaan se jättää huomioida. Sillalla olevat melukaiteet sisällytetään siltaobjektiin (*Height of Parapet left/right (m)*). Hankalissa mallinnustilanteissa voidaan käyttää myös melusteobjektia. Mikäli sillan alapuolella ei ole toista melulähdettä, mallinnetaan melukaide jatkuvaan maahan/veteen asti. Menettelytapa on tarpeen esimerkiksi tilanteessa, jossa sillalla on kullakin ajoradalla melukaiteet molemmin puolin eli yhteensä neljä kaidetta.



Kuva 1. Siltaobjektin ja melusteiden mallinnus nelikaistaiselle tielle CadnaA-melulaskentaohjelmalla.

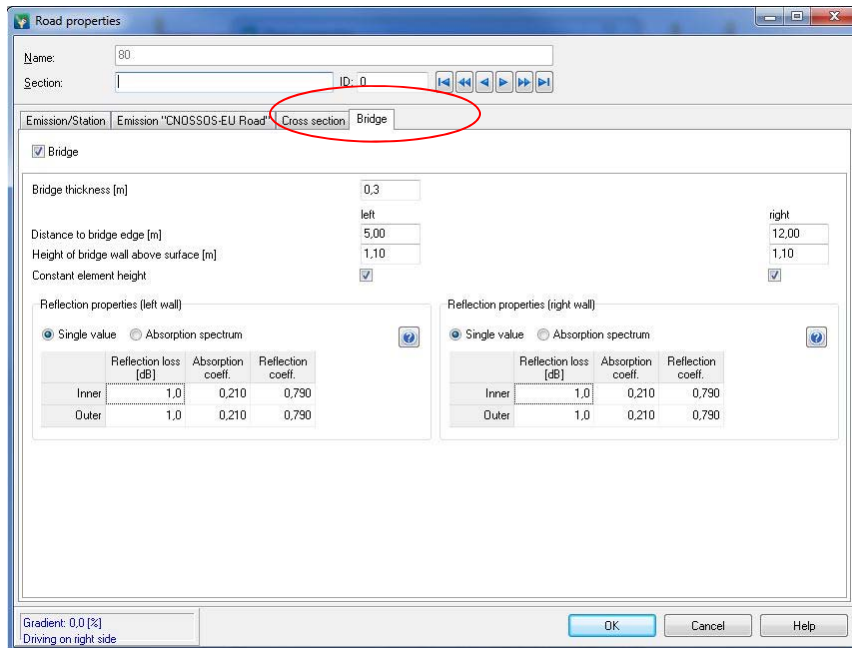


Kuva 2. Siltaobjektin ja melusteiden mallinnus nelikaistaiselle tielle CadnaA-melulaskentaohjelmalla.



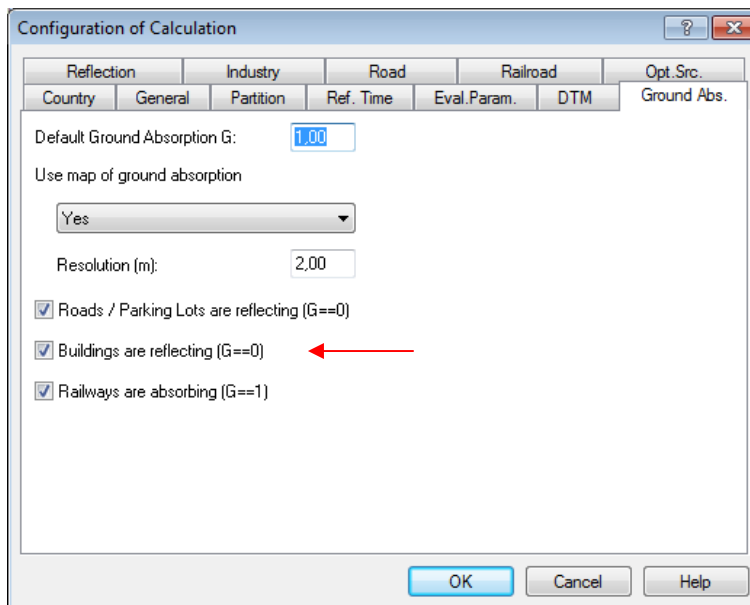
Kuva 3. Siltaobjektin ja melusteiden mallinnus nelikaistaiselle tielle CadnaA-melulaskentaohjelmalla.

### Siltaobjektin mallinnus SoundPLAN:lla



Kuva 4. Sillan ominaisuustiedot löytyvät omalta välilehdeltä.

### Kovat alueet rakennusten alla CadnaA:lla



Kuva 5. Rakennuksien kohdalla maanpinta mallinnetaan akustisesti kovana alueena ( $G=0$ ).

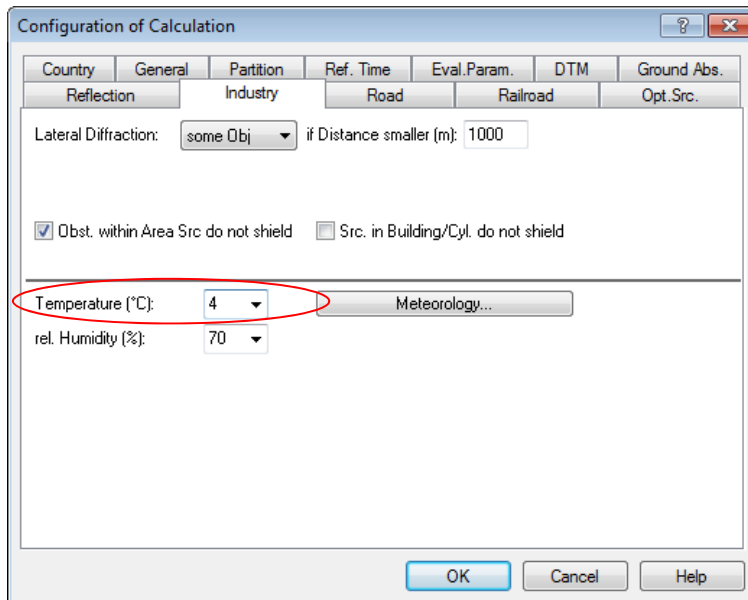
### Kovat alueet rakennusten alla SoundPLAN:lla

SoundPLAN ohjelmassa ei ole erikseen asetusta, jolla voidaan määrittää maavaimennus rakennuksien kohdalla. Rakennuksista voidaan kuitenkin suoraan kopioida kova-alue rinnakkaisobjektiksi.

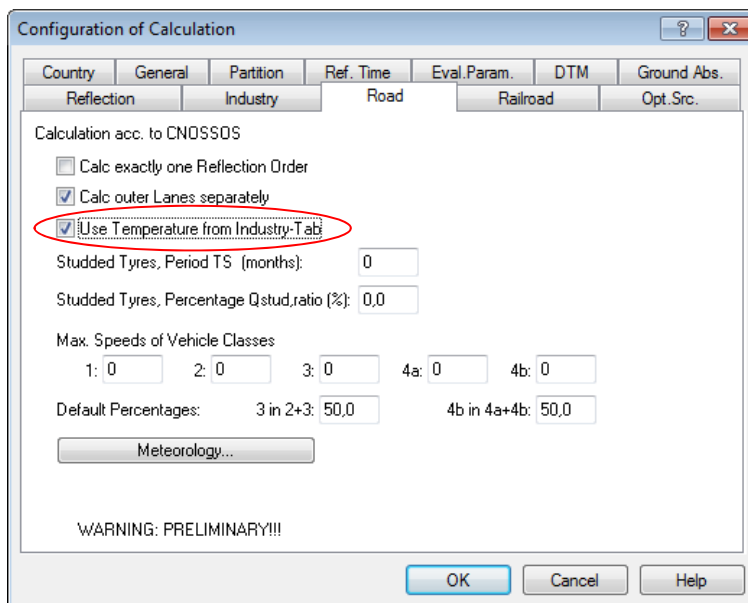
### Lämpötilakorjaus CadnaA:lla

Lämpötilakorjaus:

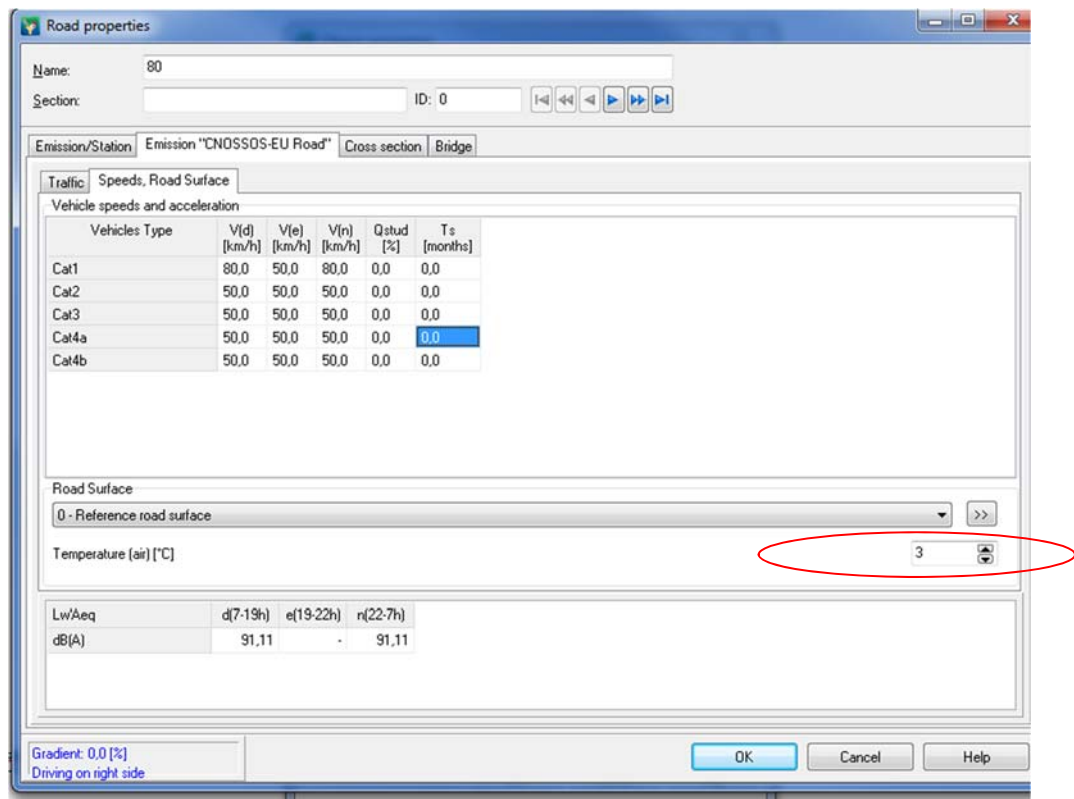
- CadnaA-valikko: *Calculation > Configuration of Calculation > Industry-välilehti > Temperature-valikko*
- CadnaA-valikko: *Calculation > Configuration of Calculation > Road-välilehti > Use Temperature from Industry-Tab*



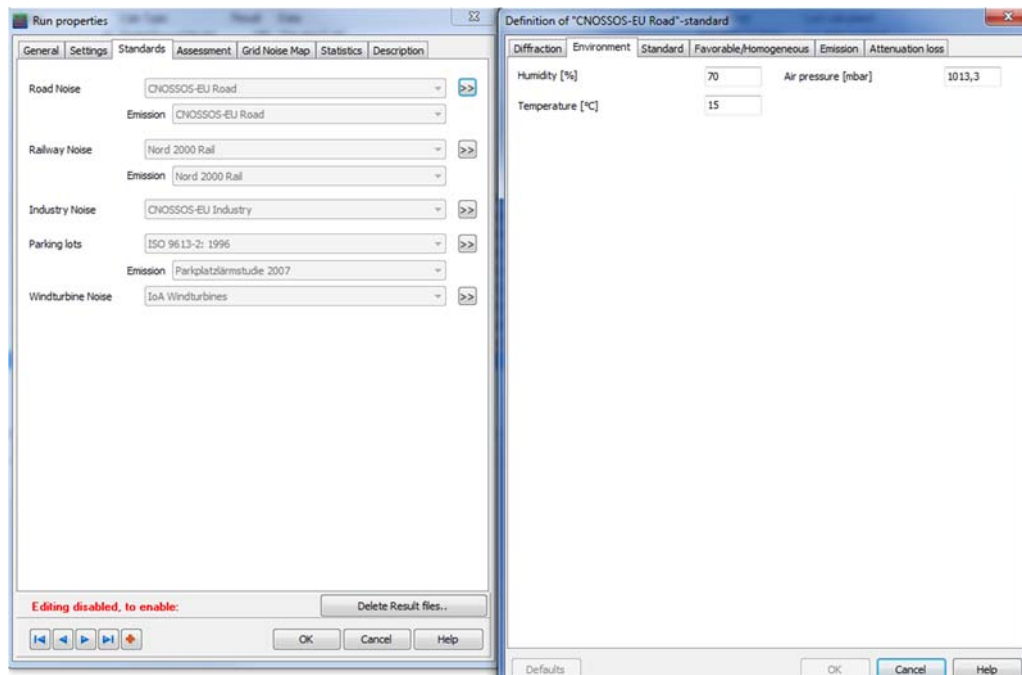
Kuva 6. Vuoden keskilämpötila syötetään Temperature-kenttään.



Kuva 7. Lämpötilakorjaus laskenta-asetusten Road-välilehdellä.

**Lämpötilakorjaus SoundPLAN:lla**

Kuva 8. Tiemelulähteen vierintämeluun vaikuttava lämpötila löytyy päällystetiedon yhteydestä.



Kuva 9. Melunleviämiseen vaikuttavat säätiedot löytyvät laskenta-asetuksista. Huom! Lämpötila ei vaikuta vierintämelun äänitehotasoon

## Asukkaiden laskenta

Asukaslaskenta perustuu *Building*-objektiin syötettyyn asukasmäärään (*Residents-kenttä*; Attribute EINW) sekä *Building Evaluation* -objektiin laskettuihin julkisivumelutasoihin. Automaattinen asukaslaskenta edellyttää CadnaA:n XL-version Object Scan -ominaisuutta.

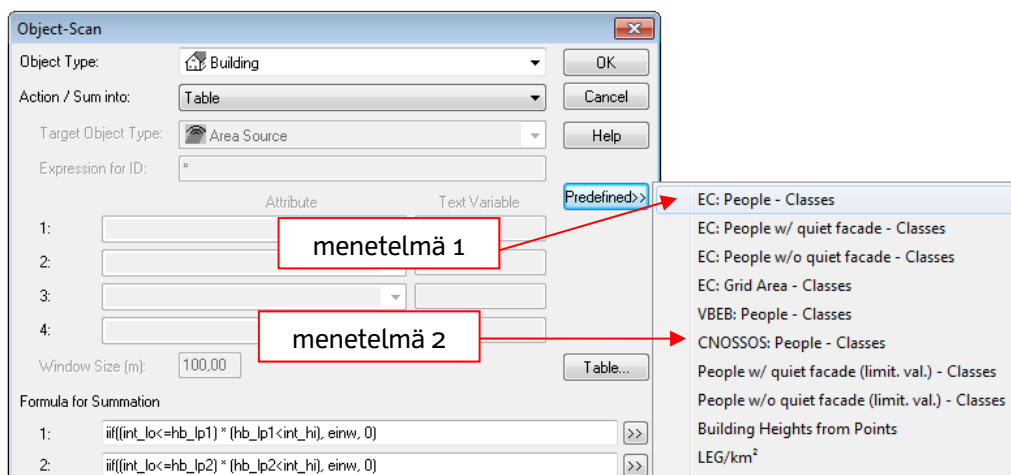
Menetelmä 1: Asukkaiden sijoittuminen tietylle meluvyöhykkeelle määritetään rakennukseen kohdistuvan suurimman julkisivuäänitason perusteella:

- CadnaA-valikko: *Grid > Object-Scan > Predefined > EC: People - Classes*

Menetelmä 2: Rakennuksen asukasmäärä jaetaan kaikkiin julkisivuäänitason laskentapisteisiin siten, että kunkin laskentapisteen asukasmäärää painotetaan kyseisen julkisivulohkon pituuden mukaan:

- CadnaA-valikko: *Grid > Object-Scan > Predefined > CNOSSOS: People - Classes*

Sellaiset rakennukset, joiden asukkaita ei haluta laskea, voidaan esimerkiksi inaktiivoida melumallissa asukaslaskennan ajaksi. Tällöin inaktiivisten rakennusten asukkaat jätetään laskematta.



Kuva 10. Asukaslaskenta CadnaA-melulaskentaohjelmalla.

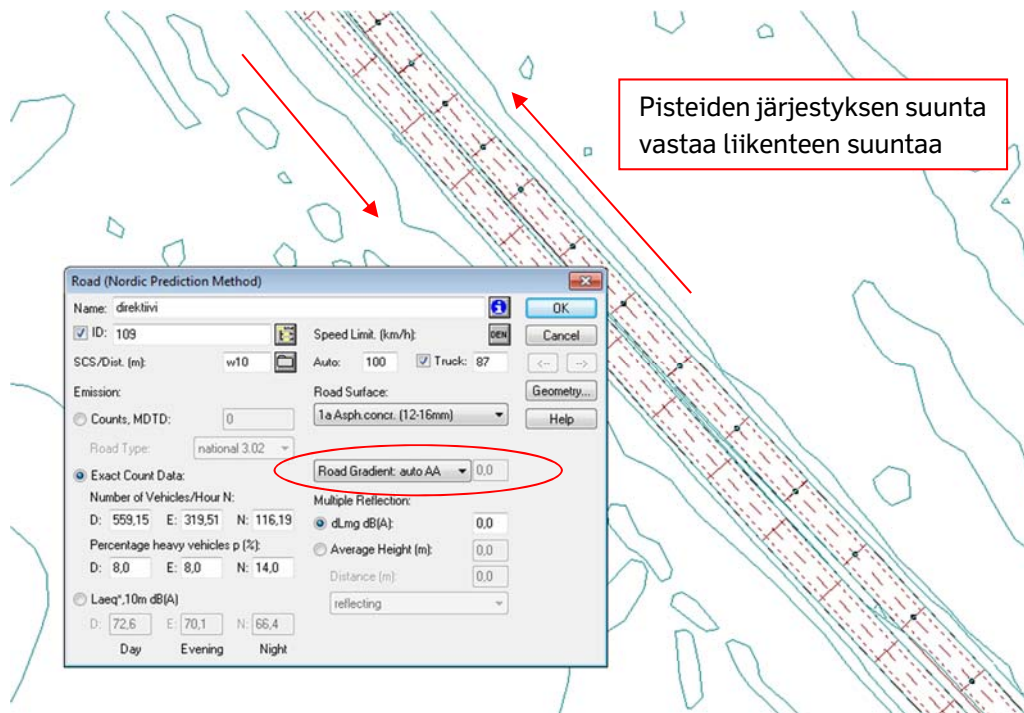
## Mäkikorjaus

1+1 ajoradan tilanteessa:

- CadnaA-valikko: *Road > Road Gradient: auto VA*

2+2 ajoradan tilanteessa, kun tieobjektin pisteiden järjestys vastaa liikenteen suuntaa:

- CadnaA-valikko: *Road > Road Gradient: auto AA*



Kuva 11. Mäkikorjaus CadnaA-melulaskentaohjelmalla.



Kuva 12. Melumallin laatimisen yhteydessä on syytä varmistaa, että tien pystygeometria ei sisällä "töyssyjä" tai muita virheellisiä mäkiä, jotka aiheuttavat virheellisiä mäkikorjauksia.







ISSN-L 1798-663X  
ISSN 1798-6648  
ISBN 978-952-317-355-2  
[www.liikennevirasto.fi](http://www.liikennevirasto.fi)

Liik  
enne  
vira  
sto

# Tämä asiakirja on allekirjoitettu

Lista allekirjoittajista

Allekirjoittaja

Todennus