

CNOSSOS-EU-LASKENTAMALLIN KANSALLINEN IMPLEMENTOINTI SEKÄ KÄYTÄNNÖN KOKEMUKSIA UUDESTA LASKENTAMENETTELYSTÄ

Jarno Kokkonen

Sito Oy
Tuulikuja 2
02100 ESPOO
Jarno.Kokkonen@sito.fi

Tiivistelmä

Suomi otti vuonna 2017 ensimmäisenä Pohjoismaana käyttöön CNOSSOS-EU-laskentamallin. CNOSSOS-EU-laskentamallia käytetään ympäristömeludirektiivin mukaisissa meluselvityksissä. Laskentamalli poikkeaa merkittävästi nykyisistä pohjoismaisista laskentamalleista, ja mallia varten tuli määrittää kansalliset lähtöarvot. Lähtöarvojen lisäksi laadittiin kansallinen mallinnusohje, jossa määritettiin laskenta-asetukset ja mallinnusperiaatteet.

Artikkelissa käydään lyhyesti läpi CNOSSOS-EU-laskentamallin keskeiset erot pohjoismaisiin laskentamalleihin (1996), sekä esitellään määritetyt lähtöarvot ja mallinnusperiaatteet

1 JOHDANTO

Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivin 2002/49/EY, ympäristömeludirektiivi, tavoitteena on välttää, ehkäistä ja vähentää ympäristömelulle altistumisen haittavaikutuksia määrittämällä yhteisölle yhteinen toimintamalli. Lisäksi tavoitteena on, että ympäristömelusta saadaan EU:n jäsenvaltioiden kesken vertailukelpoista tietoa. Näiden tavoitteiden toteutumiseksi ympäristömeludirektiivissä on määritetty EU:n jäsenvaltioiden melukartoituksissa yhteiset laskentasuureet, arviointimenetelmät ja perusteet [1].

Vuonna 2009 Euroopan komissio ja jäsenmaat päättivät tavoitteiden saavuttamiseksi yhteisen yleiseurooppalaisen CNOSSOS-EU-laskentamallin (Common NOise aS-Sessment MethOdS) kehittämisestä tie-, raide-, ja lentoliikenteen sekä teollisuuden melukartoitukseen [2]. Euroopan parlamentin ja neuvoston päätöksellä yleiseurooppalaisena yhteisenä laskentamallina käytetään JRC 2012 -raportin [2] pohjalta komission ja jäsenmaiden esittämää laskentamallia. CNOSSOS-EU-laskentamallin (jäljempänä CNOSSOS-malli) leviämisosaa perustuu ranskalaiseen NMPB 2008 -melulaskentamalliin, joka on yksinkertaisempi kuin harkinnassa ollut vaihtoehtoinen Harmonoise-melulaskentamalli. Myös melulähdeosaa on yksinkertaistettu. Uudessa mallissa on melulähdettä kuvaavia osalähteitä tieliikenteen osalta yksi 0,05 m korkeudella ja raideliikenteen osalta kaksi 0,5 m ja 4 m korkeudella.

CNOSSOS-mallin määrittely on direktiivissä [3] osittain tulkinnan varainen eikä sen käyttöönottoon liittyen ole tehty EU-komission puolelta ohjeistusta. Tämän johdosta tuli laatia ohjeistus sekä määrittää yleiset mallinnusperiaatteet, jotta laskennat ovat kansallisella tasolla vertailukelpoiset. Lisäksi direktiivissä esitetyt lähtöarvot poikkeavat merkittävästi Suomen olosuhteista, joten ne määritettiin osittain uudestaan olemassa olevan ai-

neiston avulla. Työtä on ohjannut ja rahoittanut ympäristöministeriö sekä Liikennevirasto. Lisäksi työssä on ollut ohjaamassa VTT ja Uudenmaan ELY-keskus. Kansallisen implementoinnin yhteydessä ei tutkittu, miten CNOSSOS-mallin leviämisosaa vastaa todellisuutta tai käytössä olevia pohjoismaisia malleja. Vuoden 2017 EU-meluselvytskierroksella melumallinnukset tehtiin sekä CNOSSOS-mallilla että vanhoilla pohjoismaisilla laskentamalleilla, jolloin saatiin aiempiin selvityskierroksiin vertailukelpoiset tulokset, sekä aineistoa jolla voidaan tutkia laskentamallien eroavaisuuksia käytännössä.

2 CNOSSOS-MALLIN LÄHTÖARVOT

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

Tieliikennemelun melupäästötiedot

Verrattuna pohjoismaiseen malliin [5] lähtötietoja tarvitaan enemmän ja yksityiskohtaisemmin. Tärkeimmät tarvittavat uudet lähtötiedot ovat ajoneuvojakauma (luokat 1-4), nastarengas-, lämpötilakorjaus sekä kertoimet A ja B moottorimelulle ja vierintämelulle sekä päällysteelle.

Vierintämelun äänitehotaso $L_{WR,i,m}$ määritellään seuraavasti:

Kaava 1 Vierintämelun äänitehotaso [3].

$$L_{WR,i,m} = A_{R,i,m} + B_{R,i,m} \cdot \lg \frac{v_m}{v_{ref}} + \Delta L_{WR,i,m}(v_m) \quad (1)$$

jossa $\Delta L_{WR,i,m}$ on vierintämeluun tehtävien korjausten summa:

Kaava 2 Vierintämeluun tehtävien korjausten summa [3].

$$\Delta L_{WR,i,m} = \Delta L_{WR,road,i,m} + \Delta L_{studdedtyres,i,m} + \Delta L_{WR,acc,i,m} + \Delta L_{W,temp}, \quad (2)$$

$A_{R,i,m}$ ja $B_{R,i,m}$ kertoimet annetaan oktaavikaistoittain (125–4000 Hz) kullekin ajoneuvoluokalle referenssinopeudella $v_{ref} = 70$ km/h. $\Delta L_{WR,road,i,m}$ on päällystekorjaus päällysteelle, jonka ominaisuudet poikkeavat referenssipäällysteestä (SMA8). [2, Eq.2.2.19]:

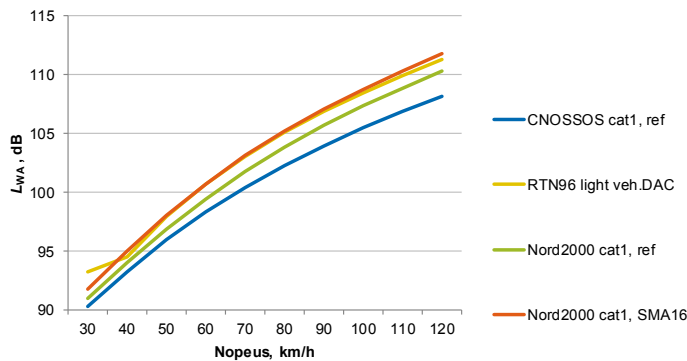
$$\Delta L_{WR,road,i,m} = \alpha_{i,m} + \beta_m \cdot \lg \frac{v_m}{v_{ref}}, \quad (3)$$

Moottoriperäiseen meluun (jatkossa moottorimelu) sisältyy moottorin meluemission lisäksi pakoputken, ilman oton, vaihteiston ja voimansiirron meluemission. Moottorimelun äänitehotaso määritetään oktaavikaistoittain kullekin ajoneuvoryhmälle kaavan (4) mukaisesti [2, Eq.2.2.11]:

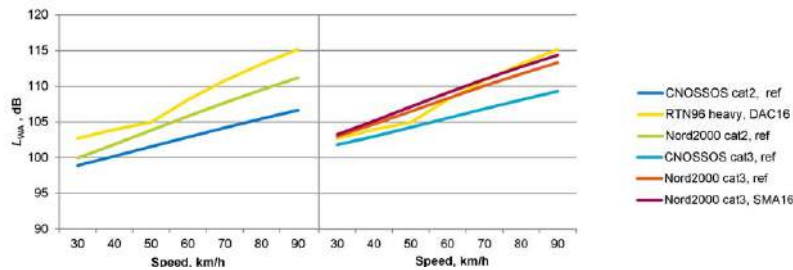
$$L_{WP,i,m} = A_{P,i,m} + B_{P,i,m} \cdot \frac{(v_m - v_{ref})}{v_{ref}} + \Delta L_{WP,i,m} \quad (4)$$

Korjauskertoimella $\Delta L_{WP,i,m}$ huomioidaan kiihdytyksen sekä ylä- ja alamäen vaikutus.

Kuvassa 1 on esitetty nopeuden funktiona direktiivin mukaisilla lähtöarvoilla laskettu kevyen ajoneuvon ääniteho (CNOSSOS cat1 ref) sekä nykyisen pohjoismaisen laskentamallin (RTN96) että tuoreemman Nord2000- laskentamallin mukainen ääniteho. Kevyillä ajoneuvoilla vierintämelu on kokonaisäänitehon kannalta määrävä lähes koko nopeusalueella ja raskailla ajoneuvoilla puolestaan moottorimelu.



Kuva 1 Kevyen ajoneuvon ääniteho nopeuden funktiona



Kuva 2 Raskaiden ajoneuvojen (cat 2 ja cat3) äänitehot. Pohjoismaisessa mallissa (RTN96) vain yksi raskas ajoneuvoluokka

Kuvasta 2 ja taulukosta 1 voidaan havaita, että CNOSSOS-mallissa on vierintämelun lisäksi moottorimelussa merkittävästi pienemmät lähtöarvot. Taajuus- ja nopeusriippuvaisia vierintä- ja moottorimelu korjauksia ei voi sisällyttää päällystekorjaukseen, joten niille tuli määrittää Suomen olosuhteita paremmin vastaavat arvot. Nord2000 mallin lähtöarvot [6] ovat nykyistä käytössä olevaa laskentamallia tuoreemmat ja lähes sellaisenaan käyttökelpoiset, ainoastaan tarvittiin terssikaistaisten arvojen muunto oktaavikaistoille. Ruotsissa on tehty myös tuoreempia mittauksia [7], mutta A-painotetut arvot ovat lähes samat aiempien mittauksien kanssa, eikä niiden hyödyntäminen varsinkaan ilman kansallisia vertailumittauksia ollut mielekäästä.

Taulukko 1 Raskaan ajoneuvon (cat2) moottorimelun erotus mallien välillä (Nord2000-CNOSSOS)

Taajuus, Hz	Nopeus, km/h					
	40	50	60	70	80	90
63	3.6	3.9	4.1	4.4	4.6	4.9
125	6.5	5.7	5	4.2	3.6	3
250	6.6	6.4	6.2	6	5.9	5.7
500	3.5	4	4.5	4.8	5.1	5.4
1000	0.8	2.1	3.3	4.2	4.9	5.6
2000	0.8	1.9	2.9	3.7	4.5	5.2
4000	1.7	2.5	3.3	3.9	4.5	5.1
8000	4.4	4.6	4.7	4.8	4.9	4.9
ΔL_{WA}	1.7	2.3	2.9	3.5	4	4.6

Raideliikennemelun melupäästötiedot

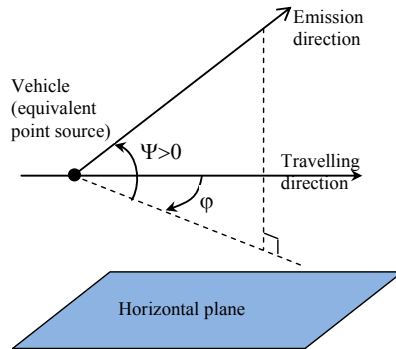
CNOSSOS-mallin junan äänitehon laskennassa kiskon karheus on pakollinen lähtötieto, eikä Suomen rataverkosta ole kyseistä tietoa saatavilla. Vaikka kyseinen tieto olisi ollut saatavilla, niin laskentatulokset olisivat voineet merkittävästi poiketa todellisesta mitatus- ta melupäästöstä. Direktiivissä eikä siihen liittyvissä taustaselvityksissä ei ole annettu työkaluja tai keinoja, joilla mallinnettua äänitehoa voisi korjata, mikäli se merkittävästi poikkeaa todellisesta mitatusta arvosta. Ruotsalaistutkimuksen mukaan ero mallinnuksen ja mittauksen välillä voi olla jopa 10 dB [8]. Vuoden 2017 selvityskierroksella Suomessa päädyttiin laskemaan raideliikenteen ääniteho nykyisin käytössä olevalla pohjoismaisella raideliikennemelun laskentamallilla ja melun leviäminen CNOSSOS-mallilla. CNOSSOS-mallissa raidemelulähteeseen liittyy vaaka- ja pystysuuntaavuustieto, joten sen vaikutus tuli kompensoida, jotta mallinnettu tulos vastaa aiemmin mitattuja arvoja. CNOSSOS-mallissa vaaka- ja pystysuuntaavuuden oletetaan olevan muodoltaan dipoli ja määritetään kaavan (5) mukaisesti:

$$\Delta L_{W,dir,hor,j} = 10 \times \lg(0.01 + 0.99 \cdot \sin^2 \varphi) \quad (5)$$

Pystysuuntaavuus määritetään kaavalla:

$$\Delta L_{W,dir,ver,j} = \left(\frac{40}{3} \times \left[\frac{2}{3} \times \sin(2 \cdot \psi) - \sin \psi \right] \times \lg \left[\frac{f_{c,j} + 600}{200} \right] \right) \quad (6)$$

Kuvassa 3 on havainnollistettu suuntaavuusvektoria.



Kuva 3 Suuntaavuusvektori

Suomen nykyiset junakalustokohtaiset A ja B päästökertoimet perustuvat 7,5 - 26 m etäisyydellä ja 1,2 - 2,0 m korkeudella tehtyihin mittauksiin. Suuntaavuuskorjauksen suuruus mittauspisteestä riippuen on 1,8 - 2,2 dB, joten korjausermiksi asetettiin +2 dB.

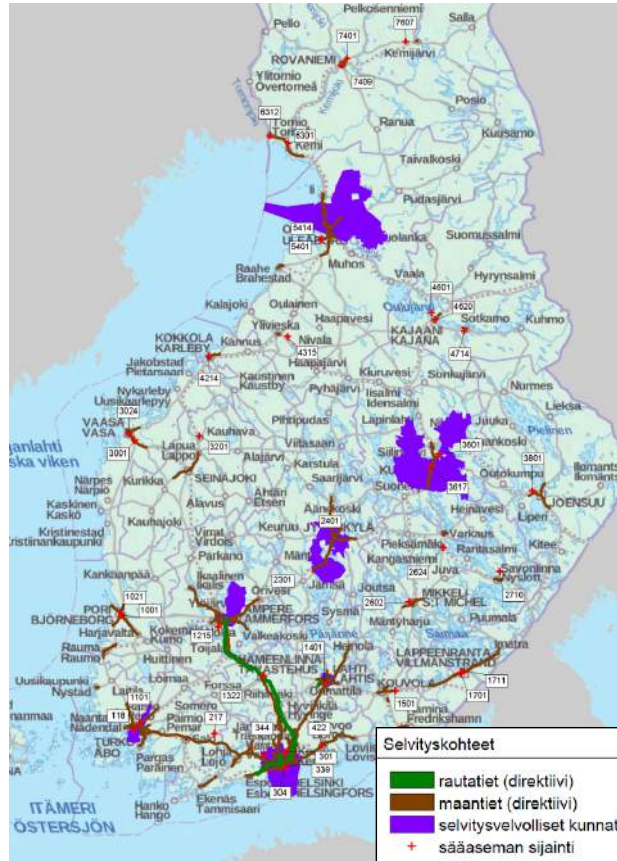
Pohjoismaisella raideliikennemelumallilla laskettu ääniteho sijoitetaan 0,5 m korkeudelle, kun CNOSSOS-mallissa melulähteet on sijoitettu 0,5 ja 4 m korkeudelle kiskon pinnasta. 4 m korkeudella on ainoastaan osa veturin melusta sekä aerodynaaminen melu. Tehtyjen koelaskentojen perusteella melunleviämislaskennassa tulee korkeintaan pieni paikallinen 0,5 dB ero, kun käytetään yhtä 0,5 m korkeutta.

Sääkorjaus

CNOSSOS-mallia varten tuli määrittää äänenleviämisen kannalta suotuisien sääolosuhteiden osuus (p_f -arvot) 20 asteen välein päivä- (7-19), ilta- (19-22) ja yöajalle (22-7). Suotuisilla sääoloilla tarkoitetaan tilanteita, joissa on myötätuuli ja/tai lämpötilainversio.

Suotuisien sääolosuhteiden laskennassa käytettiin ilmatieteenlaitoksen säähavaintoaineistoa. Aineistossa oli lämpötila, tuulen suunta, keskituulen nopeus sekä kokonaispilvisyyssieto tunnin välein viimeisen 10 vuoden ajalta. Auringon kulma määritettiin ajankohdan sekä sääaseman koordinaatin perusteella.

Muokatun sääaineistoanalysoinnissa hyödynnettiin Nord2000 mallin sääkorjausta varten tehtyä Matlab-koodia. Nord2000 mallissa on useampia sääluokkia, jotka yhdistettiin kahdeksi, eli neutraaliin/epäsuotuisaan sekä suotuisaan olosuhteeseen. Sää tiedot muodostettiin kaikkiaan 26 eri paikkakunnalle EU-meluselvitysvelvollisille alueille ympäri Suomea.



Kuva 4 Selvityskohteiden ja Ilmatieteenlaitoksen sääsämien sijainti

3 MELULASKENNA

Laskenta-asetukset ja mallinnusperiaatteet

Uusi CNOSSOS-malli poikkeaa merkittävästi tutuista pohjoismaisista malleista, joten jotta laskentatulokset olisivat eri konsulttien välillä yhtenevät ja vertailukelpoiset, laadittiin ympäristöministeriön ja Liikenneviraston toimeksiannosta mallinnusohje [7]. Mallinnusohjeessa on annettu yksityiskohtaiset ohjeistukset laskenta-asetuksiin ja mallinnusperiaatteisiin, kuten maavaimennuksen huomioisen ja laskentasäteeseen. Tieliikenteen osalta melumallinnus vaatii aiempaa suurempaa tarkkuutta, sillä esim. melulähde 5 cm korkeudella Pohjoismaisen laskentamallin 50 cm sijaan (ei saa sukeltaa maanpintamallin sisään) ja ajoradat tulee mallintaa oikeaan ajosuuntaan, jotta mäkiakorjaus tulee huomioitua oikein.

Merkittävin melulle altistujien määrään vaikuttava tekijä on melulle altistuneen määrittely. Aiemmin rakennuksen kaikki asukkaat tilastoitiin julkisivuun kohdistuva suurimman melutason mukaiselle vyöhykkeelle. Uudella tavalla laskettaessa useamman asunnon rakennuksessa altistujat jaetaan tasaisesti seinustoille ja lisäksi ainoastaan käyttötarkoitukseltaan asuinrakennukset huomioidaan.

Tie- ja raideliikenteen melulaskennat

Liikenneviraston ja pääkaupunkiseudun melulaskennat tehtiin sekä pohjoismaisilla laskentamalleilla että CNOSSOS-mallilla, ja asukaslaskennat vanhalla ja uudella menetelmällä. Aineiston avulla on mahdollista verrata mallinnustuloksia aiempiin vuosiin, sekä tutkia melulaskentamallien eroja.

Yleisesti ei voida sanoa, että CNOSSOS-mallilla lasketut melutasot olisivat yhteispohjoismaisella mallilla laskettuja suuremmat tai pienemmät, vaan muutoksen suuruus ja suunta riippuvat paikallisista olosuhteista sekä vuorokaudenajasta. Paikallisesti saadaan suuriakin eroja, mikä näkyy erityisesti meluvyöhykkeissä, mutta muutosta tapahtuu molempiin suuntiin. Taulukosta 3 voidaan nähdä, että tyypillisesti maanteiden varsilla melulle altistujia on pohjoismaista mallia enemmän.

Sääkorjauksen suuruus riippuu etäisyydestä sekä siitä onko laskentapiste esteen takana. Melulähteen lähietäisyydellä sääkorjauksen suuruus on 0 dB. Kauempana melulähteestä sääkorjauksen vaikutus vaihtelee -2...-4 dB välillä (verrattuna tilanteeseen, jossa on 100 % ajasta suotuisat sääolosuhteet). Sääkorjaus osittain kompensoi erilaisista korjaustermeistä (lämpötila, nastakorjaus...) johtuvaa suurempaa meluemissiota.

Yöaikaiset yleisesti suuremmat melutasot johtuvat siitä, että CNOSSOS-mallissa käytetyt sääolosuhteet ovat melun leviämisen kannalta suotuisimmat kuin päiväaikaan. Tämä johdosta myös päivä-ilta-yömelutason mukaisella tunnusluvulla lasketut altistujamäärät ovat merkittävästi suuremmat kuin viime kierroksella, johtuen yöajan +10 dB painotuksesta.

CNOSSOS-mallilla lasketut melutasot ovat tyypillisesti paikallisesti suuremmat esimerkiksi kovilla pinnoilla (vesialueet ja laajat asfaltoidut alueet), mäkien päällä/takana, sekä maanteillä, liikennevalo-ohjattujen risteysten ja kiertoliittymien kohdalla erityisesti tiiviissä kaupunkirakenteessa. Myös pienet rakennukset suojaavat vähemmän, ja esimerkiksi pientalovaltaisilla asuinalueilla melutasot ovat CNOSSOS-mallilla suuremmat. Ero näkyy selkeämmin siirryttäessä kauemmas melulähteestä. CNOSSOS-mallilla lasketut melutasot ovat pohjoismaista mallia pienemmät niillä katujen varsilla, joilla on alle 40 km/h nopeusrajoitus ja/tai raskas liikenne koostuu hiljaisemmista luokan 2 raskaista-ajoneuvoista. Espoossa oli mukana paljon 30 km/h nopeusrajoituksen katuja ja se näkyy myös taulukon 2 tuloksissa.

Taulukko 2 Tie- ja katuliikenteen päiväajan ekvivalenttimelutason $L_{Aeq,(7-22)}$ yli 55 dB meluvyöhykkeiden asukasmäärät

Yli 55 dB altistajat	Kadut ja maantiet			
	CNOSSOS-EU 2017, uusi laskentatapa	CNOSSOS-EU 2017, vanha laskentatapa	NPM 2017, vanha laskentatapa (suht. ero [%] 2012 selvitykseen)	NPM vuoden 2012 selvitys
Helsinki	103 200	243 500	233 000 (+4 %)	223 500
Espoo	28 900	64 700	65 800 (+7 %)	61 400
Kauniainen	1 100	2 600	2 600 (+9 %)	2 400
Vantaa	25 100	57 200	53 900 (+3 %)	52 200
Yhteensä	158 300	367 900	355 400 (+5 %)	339 400

Taulukko 3 Direktiivin tarkoittamien maanteiden päiväajan ekvivalenttimelutason $L_{Aeq,(7-22)}$ yli 55 dB meluvyöhykkeiden asukasmäärät.

Yli 55 dB altistajat	Direktiivin tarkoittamat maantiet			
	CNOSSOS-EU 2017, uusi laskentatapa	CNOSSOS-EU 2017, vanha laskentatapa	NPM 2017, vanha laskentatapa (suht. ero [%] 2012 selvitykseen)	NPM 2012 selvitys
Helsinki	18 500	42 100	36 700 (-8 %)	40 000
Espoo	10 800	22 700	20 700 (-1 %)	21 000
Kauniainen	170	330	260 (-20 %)	330
Vantaa	10 200	20 000	15 400 (-5 %)	16 100
Yhteensä	39 500	85 200	73 000 (-6 %)	77 500

Taulukko 4 Direktiivin tarkoittamien maanteiden päivä-ilta-yömelutason L_{den} yli 55 dB meluvyöhykkeiden asukasmäärät

Yli 55 dB altistajat	Direktiivin tarkoittamat maantiet		
	Uusi laskentatapa	Vanha laskentatapa	2012 selvitys
Helsinki	51 500	91 800	73 000
Espoo	26 000	46 700	38 300
Kauniainen	480	880	880
Vantaa	29 700	46 400	31 200
Yhteensä	107 700	185 700	143 500

CNOSSOS-EU-raidemelumallilla lasketut päiväajan melutasot ovat tyypillisesti keskimäärin pienemmät kuin pohjoismaisella laskentamallilla lasketut. Tämä selittyy kahdella tekijällä: erilaisella estevaimenuksella ja erilaisella melulähteen suuntaavuudella sekä sääkorjauksella. Alueilla joilla ei ole meluntorjuntaa ja kaupunkirakenne on pientalovaltainen (esim. Espoo) keskimääräiset melualtistusot ovat CNOSSOS-mallilla myös päiväaikaan suuremmat.

Tarkasteltaessa Liikenneviraston koko selvitysaluetta päiväaikaan altistujia on 20 % vähemmän kuin pohjoismaisella mallilla. Yöaikaan altistujia on 33 % enemmän.

CNOSSOS-EU-raidemelumallissa on huomattavasti suurempi estevaimennus kuin pohjoismaisessa raidemelumallissa. CNOSSOS-mallissa esteen tehokkuuteen vaikuttaa myös

sääolosuhteet (lämpötila- ja tuuligradientti). Melun leviämisen kannalta suotuisissa olosuhteissa (esim. yöaikaan) meluesteen tehokkuus on heikompi.

Toinen selittävä tekijä on melulähteen suuntaavuus. CNOSSOS-EU-raideliikennemelumallissa melu leviää vähemmän yläviistoon ja melulähteen etu- ja takapuolelle. Pohjoismaisessa mallissa ei ole lainkaan huomioitu suuntaavuutta, eli junan rungon varjostusta.

Taulukoissa 5 ja 6 on esitetty altistujamäärät päivällä ja yöllä CNOSSOS- mallilla ja yhteispohjoismaisella mallilla (NPM). CNOSSOS-mallilla asukkaat on laskettu kahdella tavalla; vanhalla laskentatavalla, jossa asukkaat kategorisoidaan rakennuksen suurimman melutason perusteella, sekä uudella tavalla, jossa asukkaat jaetaan julkisivuille.

Taulukko 5 Altistujamäärät eri laskentamalleilla päivällä.

Altistujat dB	L _{Aeq,7-22}		
	CNOSSOS-EU 2017, uusi laskentatapa	CNOSSOS-EU 2017, vanha laskentatapa	NPM 2017, vanha laskentatapa
55-59	5800	8880	11360
60-64	2570	4950	5750
65-69	500	1110	1160
70-74	10	30	20
≥ 75 dB	0	0	0
Yhteensä	8890	14960	18300

Taulukko 6 Altistujamäärät eri laskentamalleilla yöllä.

Altistujat dB	L _{Aeq,22-7}		
	CNOSSOS-EU 2017, uusi laskentatapa	CNOSSOS-EU 2017, vanha laskentatapa	NPM 2017, vanha laskentatapa
50-54	12590	19080	14010
55-59	4220	7800	6540
60-64	1020	1850	1160
65-69	120	130	40
≥ 70 dB	2	2	0
Yhteensä	17960	28860	21750

4 JOHTOPÄÄTÖKSET

Ympäristömeludirektiivin liite 2 [3], eli CNOSSOS-EU-laskentamalli, on lähtöarvojen osalta mahdollista virittää vastaamaan Suomen kansallisia olosuhteita. Uudemmat ja tarkemmat tiemelumallin lähtöarvot parantavat melumallinnuksen tarkkuutta. Yhdessä sääkorjauksen kanssa kokonaisaltistuja määrät ovat yllättävän lähellä vanhaa pohjoismais-tamallia. Raideliikennemelumallin suhteen on vielä paljon tehtävää ja selvitettävää, mikäli myös ääniteho halutaan määrittää CNOSSOS-mallin mukaisesti.

Direktiivin yksi tavoite, eli tuottaa EU:n tasolla vertailukelpoista aineistoa melulle altistujista, tuskin tulee toteutumaan. Kukin jäsenvaltio tekee itse oman kansallisen implementoinnin ja ohjeistuksen, jolloin käytännöt ja tulokset todennäköisesti vaihtelevat merkittävästi.

Suurin melulle altistujamäärään vaikuttava tekijä on melulle altistujan määritelmä. Uudella laskentatavalla (asukkaat jaettu tasaisesti julkisivulle) melulle altistuvia on katumelualueella alle puolet, maantiemelualueella noin puolet ja raideliikennemelualueella hiukan yli puolet verrattuna vanhaan laskentatapaan (kaikki asukkaat rakennuksen suurimmalla meluvyöhykearvolla). Uusi laskentatapa antaa huomattavasti todellisemman kuvan altistujamääristä.

Mikäli CNOSSOS-malli otetaan käyttöön kansalliseksi uudeksi laskentamalliksi tai nykyisen pohjoismaisen laskentamallin rinnalle, niin tulee selvittää miten äänenleviämisaosa vastaa todellisuutta. Erityisesti pientaloalueiden sekä raideliikenteen melusteiden osalta meluleviäminen poikkeaa merkittävästi pohjoismaisesta laskentamallista.

VIITTEET

- [1] END-direktiivi 25.6.2002/49. Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi ympäristö-melun arvioinnista ja hallinnasta. Voimaantulo: 18.7.2002. Euroopan unionin säädös-tietopankki EUR-Lex, Voimassa oleva lainsäädäntö. [Viitattu 2.4.2015]. Saatavissa:
<http://eurlex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2002:189:0012:0025:FI:PDF>
- [2] 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%20012.pdf
- [3] 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.
- [4] Kokkonen, J., Kontkanen, O., EU:n CNOSSOS-melumallin käyttöönotto Suomessa. Liikennevirasto ja ympäristöministeriö, Sito, 2015
- [5] Jørgen Kragh, Hans G. Jonasson, Ulf Sandberg, Svein Storheier, and Juhani Parmanen. Road Traffic Noise: Nordic Prediction Method. Number 525. TemaNord, April 1996.
- [6] Hans G. Jonasson. Acoustic Source Modelling of Nordic Road Vehicles. Technical Report 12, SP Swedish National Testing and Research Institute, 2006.
- [7] Larsson K., Hans G. Jonasson, Uppdater beräkningsmodeller för vägtrafikbuller, . SP Report 2015:72, SP Swedish National Testing and Research Institute, 2015
- [8] Ögren, M., Bullerberäkningar med Cnossos-EU i Sverige, VMC 2015
- [9] Kokkonen, J.; Kontkanen, O., CNOSSOS-EU laskentamalli – laskenta-asetukset ja mallinnsperiaatteet, Liikennevirasto ohjeita 4/2017