



KOKKOLAN KAUPUNGIN MELUSELVITYS 2014 JA ENNUSTE VUODELLE 2030

9.10.2014

Projektinnumero: 304788

Kannen kuvat: Kokkolan kaupunki

Kokkolan kaupungin meluselvitys 2014
ja ennuste vuodelle 2030

Iikka Niskanen, Tuukka Lyly, Sirpa Lappalainen ja Iikka Rekola
WSP Finland Oy

Sisällysluettelo

1	Johdanto	1
2	Yleistietoa Kokkolasta	2
3	Nykyiset meluntorjuntatoimet ja meluselvitykset	2
4	Melun tunnusluvut ja ohjearvot	3
4.1	Melun tunnusluvut.....	3
4.2	Melualtistumisen arvioiminen.....	3
4.3	Ympäristömelun ohjearvot.....	4
5	Melun laskennallinen arviointi	5
5.1	Akustisen mallin laatiminen.....	5
5.2	Laskentamallit.....	5
5.2.1	Melulaskennan epävarmuudet	6
6	Melun aiheuttajat	8
6.1	Tieliikenne	8
6.2	Raideliikenne ja ratapihojen aiheuttama melu	9
6.3	Teollisuuslaitokset ja tuulivoimalat.....	11
6.4	Kallion louhinta- ja murskaamoalueet.....	12
6.5	Moottoriturheilu- ja ampumaradat.....	13
7	Melulaskentojen tulokset	15
7.1	Tieliikenteen aiheuttama melu	15
7.1.1	Nykytilanne	15
7.1.2	Ennustetilanne 2030.....	16
7.2	Raideliikenteen aiheuttama melu	17
7.2.1	Nykytilanne	17
7.2.2	Ennustetilanne 2030.....	18
7.3	Ratapihatoimintojen aiheuttama melu	19
7.4	Teollisuuden aiheuttama melu	19
7.5	Kallion louhinta- ja murskausaluet	20
7.6	Moottoriturheilualueet	20
7.7	Ampumarata.....	20
7.8	Yhteismelun vyöhykkeet nykyisessä tilanteessa	21
8	Tulosten tarkastelu ja johtopäätökset	24
9	Kirjallisuusluettelo	25

Liiteluettelo

- Liite 1. Tieliikenteen aiheuttamat meluvyöhykkeet nykytilanteessa.
- Liite 2. Tieliikenteen aiheuttamat meluvyöhykkeet ennustetilanteessa vuonna 2030.
- Liite 3. Raideliikenteen aiheuttamat meluvyöhykkeet nykytilanteessa.
- Liite 4. Raideliikenteen aiheuttamat meluvyöhykkeet ennustetilanteessa vuonna 2030.
- Liite 5. Ratapihatoimintojen aiheuttamat melutasot nykytilanteessa.
- Liite 6. Teollisuustoimintojen aiheuttamat meluvyöhykkeet nykytilanteessa.
- Liite 7. Tuulivoimaloiden aiheuttamat melutasot nykytilanteessa ja tulevassa tilanteessa.
- Liite 8. Kallion louhinta- ja murskausalueiden aiheuttamat melutasot nykytilanteessa
- Liite 9. Moottoriurheilualueiden toimintojen aiheuttamat ympäristömelutasot.
- Liite 10. Ampumaradan aiheuttamat melutasot nykytilanteessa.
- Liite 11. Melun yhteisvaikutukset nykytilanteessa.

Liitteet ladattavissa osoitteesta:

http://www.kokkola.fi/palvelut/ymparisto_ja_luonto/meluntorjunta/fi_FI/meluntorjunta/

Tiivistelmä

WSP Finland Oy on toteuttanut Kokkolan kaupungin toimeksiannosta meluselvityksen, jossa on laskennallisesti arvioitu kaupungin eri melulähteistä peräisin oleva melu nyky- ja ennustetilanteessa vuonna 2030.

Laadittu meluselvitys sisältää laskennat tie- ja raideliikenteen, Ykspihlajan teollisuusalueen, rata- ja piha-alueiden (Ykspihlaja, Kokkolan asema, Vaaran alue), murskaamoalueiden, moottoriurheiluratojen, ampumaratojen sekä tuulivoimaloiden aiheuttamista ympäristömelutasoista. Tieliikenteen tapauksessa melutasot on laskettu kaupungin vilkkaimpien katujen ja maanteiden osalta. Meluselvityksessä on ollut mukana yhteensä noin 168 km katuja ja maanteitä ja noin 39 kilometriä rautateitä.

Selvityksen tulokset antavat kattavan kuvan meluallistumisen tasosta ja eri melulähteiden keskinäisistä osuuksista kokonaisallistumisessa. Selvityksen tuloksia voidaankin käyttää hyväksi esimerkiksi meluntorjunnan toimenpiteiden tai kaupungin maankäytön suunnittelussa.

Selvityksen tuloksia tarkasteltaessa on huomioitava, että selvityksen tulokset edustavat vain laskeutuneissa mukana olevien melulähteiden aiheuttamia melutasoja. Selvityksen aineisto kattaa kaupungin tärkeimmät melulähteet, mutta siitä puuttuu osa mm. kaupungin katuliikenteestä ja teollisuuslaitoksista.

Selvityksessä meluallistumista on arvioitu Valtioneuvoston päätöksen 993/1992 mukaisilla ympäristömelun tunnusluvuilla ($L_{Aeq\ 07-22}$ ja $L_{Aeq\ 22-07}$ / keskiäänitaso päivä- ja yöaikana) ja ohjearvoilla. Meluallistumisen rajoina selvityksessä on käytetty päätöksen mukaisia ohjearvotasoja $L_{Aeq\ 07-22} = 55$ dB päiväaikana ja $L_{Aeq\ 22-07} = 50$ dB yöaikana.

Tämän selvityksen perusteella noin 13 % Kokkolan kaupungin asukkaista arvioitiin altistuvan päiväaikaiselle (klo 07-22) melulle, joka on peräisin tieliikenteestä. Raideliikenteen melulle altistuvien asukkaiden määrä vastaavana aikana oli noin 3 %. Teollisuuslaitosten, ratapihojen, murskaamoiden, moottoriurheilu- ja ampumaratojen sekä tuulivoimaloiden aiheuttamalle melulle arvioidut altistujamäärät olivat selkeästi tie- ja raideliikenteen altistujamääriä pienemmät. Melulaskeutuneiden perusteella Kokkolan kaupungissa on 11 hoito- ja oppilaitosta, jotka sijaitsevat päiväaikaisella melualueella $L_{Aeq\ 07-22} > 55$ dB.

Meluselvityksen yhteydessä on laadittu arvio melutilanteesta ennustevuodelle 2030 arvioiduilla tie- ja raideliikennemäärillä. Liikennemäärien kasvaessa tieliikenteen melulle altistuvien määrän arvioitiin kasvavan noin 12 %:lla ja raideliikenteen melulle noin 80 %:lla vuoteen 2030 mennessä nykytilanteeseen verrattuna.

1 Johdanto

Ympäristömelulla on merkittäviä vaikutuksia ihmisten terveyteen ja asuinympäristön viihtyisyyteen. Kunnissa toteutettavan meluntorjunnan päämääränä on terveellinen, viihtyisä ja vähämeluinen elinympäristö. Kuntalaisille halutaan myös säilyttää mahdollisuus nauttia hiljaisuudesta ja kuunnella luonnon ääniä.

Valtioneuvoston vuonna 2006 meluntorjunnasta antaman periaatepäätöksen mukaan ympäristön melutasot ja melulle altistuminen tulee saada merkittävästi alenemaan (Ympäristöministeriö 2007). Periaatepäätöksen tavoitteena on, että vuoteen 2020 mennessä:

- Päiväajan keskiäänitason $L_{Aeq\ 07-22}$ yli 55 dB melualueilla asuvien lukumäärä on vähintään 20 % pienempi kuin vuonna 2003
- Sisämelutasot eivät ylitä päivällä eikä yöllä valtioneuvoston antamia ohjearvotasoja.
- Oleskeluun tarkoitetuilla piha-alueilla valtioneuvoston antamat ohjearvotasot eivät ylity. Mikäli tämä ei ole jo rakennetuilla alueilla kustannusten tai paikallisten olosuhteiden takia mahdollista, tavoitteena on, ettei päivämelutaso, $L_{Aeq\ 07-22}$ ylitä 60 dB tasoa eikä yömelutaso, $L_{Aeq\ 22-07}$ 55 dB tasoa.

Ympäristömelutilanteen selvittämiseksi tarvitaan laaja-alaisia selvityksiä, joilla voidaan arvioida melulle altistuvien asukkaiden lukumääriä sekä tunnistaa merkittävimmät melun aiheuttajat ja meluallistumisen kannalta pahimmat alueet.

Kokkolan kaupungin meluselvityksen on laatinut WSP Finland Oy:n työryhmä, jonka projektipäällikkönä on toiminut Ilkka Niskanen. Konsultin työryhmän muina jäseninä ovat työskennelleet Tuukka Lyly (projektsihteeri ja suunnittelija), Sirpa Lappalainen (suunnittelija) sekä Ilkka Rekola (avustava suunnittelija).

Kokkolan kaupungin tilaamaa työtä on ohjannut tilaajan edustajien ja konsultin muodostama projektiryhmä, joka on kokoontunut työn aikana yhteensä kuusi kertaa. Projektiryhmän työskenteleyn ovat osallistuneet seuraavat henkilöt:

- Risto Koljonen, Kokkolan kaupunki, Tekninen palvelukeskus / Ympäristöpalvelut
- Elina Nissinen, Kokkolan kaupunki, Tekninen palvelukeskus / Kaavoituspalvelut
- Veli-Pekka Koivu, Kokkolan kaupunki, Tekninen palvelukeskus / Kaavoituspalvelut
- Heikki Penttilä, Kokkolan kaupunki, Tekninen palvelukeskus / Yhdyskuntatekniset palvelut
- Juha Hiltula, Kokkolan kaupunki, Tekninen palvelukeskus / Paikkatietopalvelut
- Jukka Harju, Kokkolan kaupunki, Tekninen palvelukeskus / Yhdyskuntatekniset palvelut

Laadittu meluselvitys sisältää laskennallisen arvion tie- ja raideliikenteen, Ykspihlajan teollisuusalueen, ratapiha-alueiden, murskaamoiden, moottoriurheiluratojen, ampumaratojen ja tuulivoimaloiden aiheuttamista ympäristömelutasoista. Tieliikenteen aiheuttamia melutasoja on laskettu kaupungin vilkkaimmille katu- ja maantieosuuksille.

Selvityksen tulokset antavat kattavan kuvan meluallistumisen tasosta ja melulähteiden keskinäisistä osuuksista kokonaisaltistumisessa. Selvityksen tuloksia ja laadittuja aineistoja voidaan käyttää hyväksi mm. meluntorjunnan toimenpiteiden ja kaupungin maankäytön suunnittelussa.

2 Yleistietoa Kokkolasta

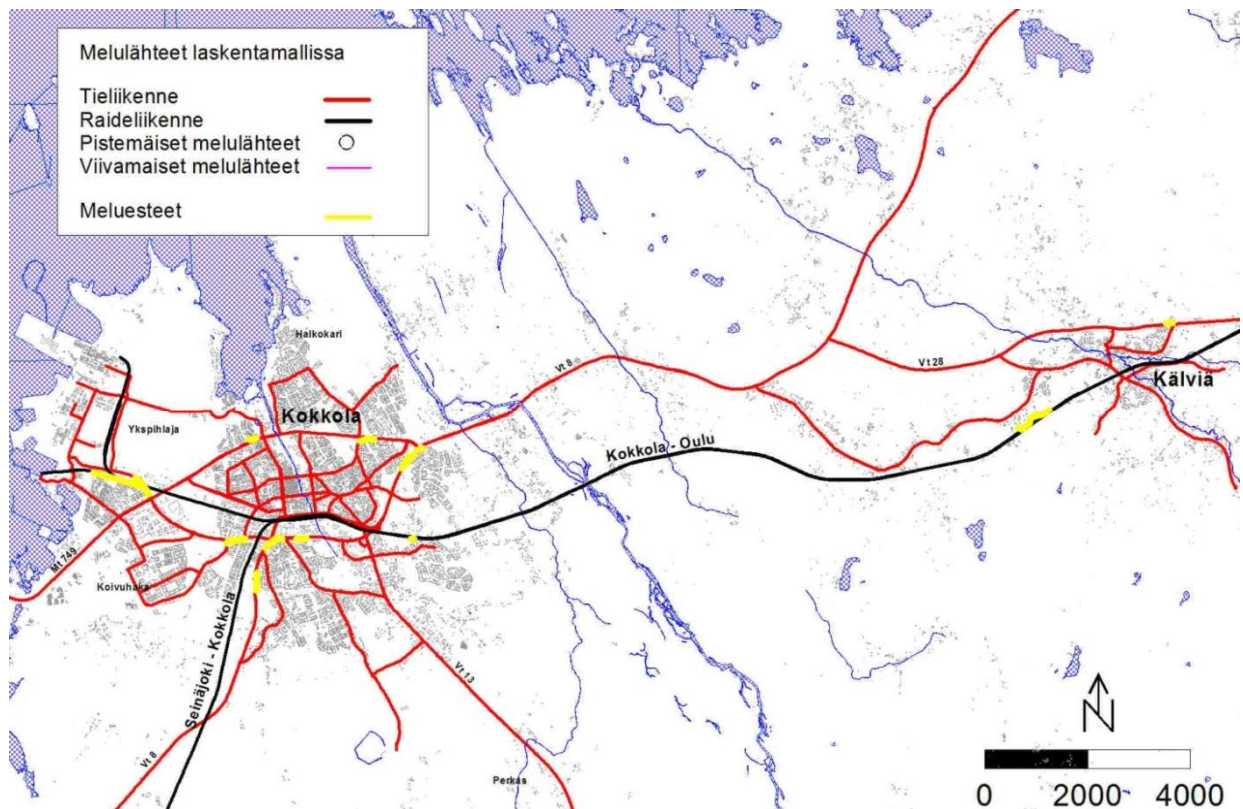
Kokkola (ruots. *Karleby*) on kuningas Kustaa II Adolfin vuonna 1620 perustama, noin 47 000 asukkaan merenrantakaupunki Keski-Pohjanmaalla. Kokkola on Keski-Pohjanmaan maakuntakeskus.

Kokkola on liikenteellisesti vilkas keskus, jossa risteää kolme valtatieta VT8 (Turku-Oulu), VT13 (Kokkola-Lappeenranta) ja VT28 (Kokkola-Kajaani) ja kaupungin läpi kulkee päärata. Rautateiden henkilöliikenne pohjoiseen suuntautuu suurelta osin pääradan kautta. Rahtiliikenteen osalta päärata välillä Tampere – Oulu on Suomen toiseksi vilkkain tavaraliikenteen rataosa (Etelä-Pohjanmaan liitto).

Kokkolalla on pitkät perinteet teollisuuden, kaupan ja merenkulun saroilla. Teollisuus on merkittävä työllistäjä nykyisin Kokkolassa. Yksipihlajaan sijoittuvan Kokkola Industrial Park Oy:n alueella toimii kaikkiaan yli 20 teollisuusyritystä ja alueella työskentelee päivittäin yli 2000 henkilöä (Kokkola Industrial Park: mahdollisuuksien teollisuusalue, <http://www.kip.fi/>). Suurimmat Yksipihlajassa toimivat teollisuuslaitokset toimivat kemian teollisuuden ja metallien jalostuksen alueilla.

3 Nykyiset meluntorjuntatoimet ja meluselvitykset

Kokkolan kaupungin alueella on nykyisessä tilanteessa kaikkiaan 19 erillistä tie- ja raideliikenteen meluestettä. Näiden esteiden yhteenlaskettu pituus on 5,4 kilometriä. Meluesteet ovat suurimmaksi osaksi maameluvalleja, joilla torjutaan tieliikenteen aiheuttamaa melua. Kolmessa kohteessa meluesteet on tarkoitettu raideliikenteen aiheuttaman melun torjuntaan (kuva 1).



Kuva 1. Tie- ja raideliikenteen meluntorjuntaan tarkoitettut meluesteet (keltaiset viivat) nykytilanteessa.

Tie- ja raideliikenteen aiheuttamia ympäristömelutasoja on arvioitu yksittäisten hankkeiden yhteydessä. Kantakaupungin melutilannetta on aikaisemmin selvitetty vuonna 1991 (Kokkolan kaupunki 1991).

Ykspihlajan teollisuusalueen meluselvityksessä on tarkasteltu kaikkiaan 10 teollisuuslaitoksen sekä Kokkolan kanta- ja syväsataman toimintojen aiheuttamia ympäristömelutasoja. Laskennallisessa meluselvityksessä oli mukana yhteensä 105 melulähdettä (Ramboll 2011). Selvityksessä esitetyt Kokkolan kantasataman ja syväsataman melun päästötiedot perustuvat Akukon Oy:n laatimiin meluselvityksiin (Akukon 2003a, Akukon 2003b). Hanhinevan moottoriurheiluradan meluselvitys perustuu vuonna 2011 laadittuun selvitykseen (Sito 2011).

4 Melun tunnusluvut ja ohjearvot

4.1 Melun tunnusluvut

Katu- ja tieliikenteen, raideliikenteen, teollisuuslaitosten, ratapihojen, murskausasemien, moottoriurheiluratojen ja tuulivoimaloiden toimintojen aiheuttamat melutasot on laskettu kansallisilla tunnusluvuilla, päiväaikainen keskiäänitaso $L_{Aeq\ 07-22}$ ja yöaikainen keskiäänitaso $L_{Aeq\ 22-07}$. Melutasot on arvioitu yleisen käytännön mukaisesti 2 metrin korkeudelle maan pinnan tasosta.

Tieliikenteen osalta päiväaikainen keskiäänitaso ($L_{Aeq\ 07-22}$) on pääsääntöisesti mitoittava melun tunnusluku, kun laskentatuloksia verrataan ohjearvotasoihin. Raideliikenteen osalta tilanne on toisenlainen. Raideliikenteen liikennöintimäärät ovat keskimäärin lähes saman suuruiset päiväaikana ja yöaikana. Melutason yöaikaisen ohjearvotason ollessa 5 dB alhaisempi kuin päiväaikainen ohjearvotaso, muodostuu yöaikaisesta melutasosta mitoittava tunnusluku, kun raideliikenteen aiheuttamia melutasoja verrataan ohjearvotasoihin.

Ampumaratojen melutasojen arvioinnissa tunnuslukuna on käytetty hetkellistä impulssiakapainotettua ja A-taajuuspainotettua maksimitasoa L_{AImax} . Tämä ampumaratamelun arvioinnissa käytetty tunnusluku poikkeaa merkittävästi edellä esitetyistä tunnusluvuista, jotka kuvastavat pitkän aikajakson jatkuvaa saman tasoista keskiäänitasoa. L_{AImax} -tunnusluku kuvaa hetkellistä maksimitasoa, jonka yksittäinen laukaus voi aiheuttaa.

4.2 Meluallistumisen arvioiminen

Melun leviämisyöhykkeiden lisäksi melutasoja on laskettu rakennusten julkisivuille, joiden perusteella on pyritty arvioimaan asukkaiden meluallistumista sekä ns. herkkien kohteiden meluallistumista. Meluallistumista on arvioitu rakennuksen julkisivuun kohdistuvan suurimman melutason perusteella.

Meluallistumisen arvioinnissa ja ongelmakohteiden tunnistamisessa on käytetty hyväksi "meluallistumistiheys"-tunnuslukua, joka on muodostettu altistujamäärästä ($L_{Aeq\ 07-22, 2m}$) seuraavalla tavalla.

Rakennukseen kohdistuva melutaso saa päiväaikana seuraavat kertoimet:

- 55 - 60 dB → kerroin "1"
- 60 - 65 dB → kerroin "3"
- yli 65 dB → kerroin "10"

Melun altistumistiheysluku määritetään kuhunkin asuinrakennukseen kaavalla:

altistumistiheysluku = asukasmäärä rakennuksessa * kerroin.

Laskentaruudun (koko 50 x 50 m) alueella sijaitsevien asuinrakennusten altistujatiheydet lasketaan yhteen. Mikäli rakennus sijoittuu kahden ruudun alueelle, otetaan sen altistumistiheys mukaan molempiin laskentaruutuihin, joiden alueella asuinrakennus sijaitsee. Altistumistiheysluku 100 voi tarkoittaa siten:

- 100 asukasta 55 – 60 dB melualueella päiväaikana
- 33 asukasta 60–65 dB melualueella
- 10 asukasta yli 65 dB melualueella

Altistumistiheys-tunnusluku ottaa huomioon melulle altistuvien asukkaiden määrän ja meluallistumisen tason. Tunnuslukua käytetään ongelmakohtien tunnistuksessa.

4.3 Ympäristömelun ohjearvot

Valtioneuvoston päätöksessä 993/1992 on annettu maankäytön ja rakentamisen, liikenteen suunnittelussa ja rakentamisen lupamenettelyissä sovellettavat yleiset melutasojen ohjearvot. Näitä ohjearvoja sovelletaan myös ympäristölupaharkinnassa (taulukko 1).

Melutasojen ohjearvot on annettu erikseen päiväaikaiselle (klo 07-22) ja yöaikaiselle (klo 22-07) keskiäänitasoille. Jos melu on luonteeltaan iskumaista tai kapeakaistaista, mittaus- tai laskentatuloon lisätään 5 dB ennen sen vertaamista ohjearvoon.

Valtioneuvoston päätöksessä (53/1997) on määritetty ampumamelun ohjearvotasot ampumaradan aiheuttamien meluhaittojen ehkäisemiseksi ja ympäristön viihtyisyyden turvaamiseksi maankäytön ja rakentamisen suunnittelussa sekä rakentamisen lupamenettelyissä.

Taulukko 1. Melutason yleiset ohjearvot (Vnp 993/1992).

<i>Alueen kuvaus</i>	<i>Päiväajan (klo 7 – 22) keskiäänitason ohjearvot</i>	<i>Yöajan (klo 22 – 7) keskiäänitason ohjearvot</i>
<i>Ulkona</i>		
<i>Asumiseen käytettävät alueet, virkistysalueet taajamissa ja niiden välittömässä läheisyydessä sekä hoito- ja oppilaitoksia palvelevat alueet</i>	<i>55 dB</i>	<i>45 – 50 dB ^{1) 2)}</i>
<i>Loma-asumiseen käytettävät alueet, leirintäalueet, virkistysalueet taajamien ulkopuolella ja luonnonsuojelualueet</i>	<i>45 dB</i>	<i>40 dB ³⁾</i>
<i>Sisällä</i>		
<i>Asuin-, potilas- ja majoitus-huoneet</i>	<i>35 dB</i>	<i>30 dB</i>
<i>Opetus- ja kokoustilat</i>	<i>35 dB</i>	<i>-</i>
<i>Liike- ja toimistohuoneet</i>	<i>45 dB</i>	<i>-</i>

1. Uusilla alueilla melutason yöohjearvo on 45 dB.
2. Oppilaitoksia palvelevilla alueilla ei sovelleta yöohjearvoa.
3. Yöohjearvoa ei sovelleta sellaisilla luonnonsuojelualueilla, joita ei yleensä käytetä oleskeluun tai luonnon havainnointiin yöllä.

Ampumaradalla tarkoitetaan aluetta, jolla on yksi tai useampi ampumaratapaikka eri aseita ja ampumalajeja varten. Ampumaratana pidetään myös ampuma-aluetta, jolla on pysyvään käyttöön varattuja ampumapaikkoja. Ampumaradan aiheuttamien meluhaittojen ehkäisemiseksi ja ympäristön viihtyisyyden turvaamiseksi on ohjeena, että melutaso ei saa ylittää A-painotettuna enimmäistasona impulssi-ai-kaavakiolla (L_{Amax}) määritettynä taulukon 2 arvoja.

Taulukko 2. Ampumamelun ohjearvot (VnP 53/1997), tunnusluku L_{AImax}

	Melutaso, L_{AImax} [dB]
Asumiseen käytettävät alueet	65 dB
Oppilaitoksia palvelevat alueet	65 dB
Virkistysalueet taajamissa tai taajamien välittömässä läheisyydessä	60 dB
Hoitolaitoksia palvelevat alueet	60 dB
Loma-asumiseen käytettävät alueet	60 dB
Luonnonsuojelualueet	60 dB

5 Melun laskennallinen arviointi

5.1 Akustisen mallin laatiminen

Meluselvityksen laskentamallin akustisen mallin laatiminen on monivaiheinen työosuus, jossa melulaskentaohjelmistoon tuodaan lähtötietoja monista eri lähteistä. Maastomallilla tarkoitetaan aineistoja, jotka sisältävät geometriatietoja mm. maanpinnan korkeuksista, rakennuksista, teiden ja rautateiden sijainneista sekä melusteistä.

Maastomallia täydennetään melulaskentaohjelmistossa lisäämällä objekteille ominaisuuksia. Teille asetetaan mm. liikennemäärät, liikenteen nopeudet, tien pinnoitteen laatu ja raskaan liikenteen osuudet. Rautateille annetaan vastaavasti junien tyypit sekä liikennöintimäärät ja -nopeudet. Melulaskentaohjelmisto laskee näiden annettujen tietojen perusteella melulähteille melun lähtöta-son.

Melulaskentaohjelmistossa maastomallin rakennuksille tuodaan tiedot käyttötarkoituksista ja asukasmääristä. Lisäksi rakennusten pinnoille ja maanpinnalle annetaan akustiset ominaisuudet, jotka otetaan huomioon äänen etenemistä laskettaessa. Akustiseen malliin määritellään lisäksi laskentapisteverkon tiheys.

5.2 Laskentamallit

Melulaskentaohjelmistona Kokkolan kaupungin meluselvityksessä on käytetty CadnaA 4.4-melulaskentaohjelmistoa, jonka laskentamallin pohjana käytettiin Kokkolan kaupungilta saatuja maastomalliaineistoja. Melulaskennoissa käytettiin 10 m laskentapisteverkkoa ja meluvyöhykkeet laskettiin 2 metrin korkeudelle.

Tie- ja katuliikenteen melumalli:

Melulaskennoissa käytetty tieliikennemelun laskentamalli perustuu yhteispohjoismaiseen tieliikennemelun laskentamalliin (Nordic Council of Ministers 1996a). Laskentamalli ottaa huomioon seuraavat muuttujat:

- Ajoneuvomäärät päivä- ja yöaikana
- Raskaiden ajoneuvojen prosentuaalinen osuus
- Liikenteen nopeus
- Etäisyys tien keskilinjaan ja lyhyillä etäisyyksillä myös tien leveys
- Ajoradan korkeus suhteessa ympäröivään maastoon
- Melua estävien rakenteiden sijainti ja korkeus
- Melua estävien rakenteiden paksuus

- Laskentapisteen korkeus suhteessa ympäröivään maastoon ja ajorataan tai esteisiin
- Laskentapisteen sijainti suhteessa pystysuoriin heijastaviin pintoihin
- Maanpinnan laatu
- Tiepäällysteen laatu

Pohjoismaisessa tieliikennemelun laskentamallissa arvioidaan melun lähtötaso ($L_{Aeq, 10m}$) liikennemäärän, raskaan liikenteen osuuden ja ajonopeuden perusteella. Lähtötaso kuvaa vaimentamattomaa äänenpainetasoa 10 metrin etäisyydellä tasaisen, suoran ja äärettömän pitkän tien keskilinjasta. Tähän kokonaistason tehdään etäisyysvaimennuksen, maa- ja estevaimennuksen, muiden poikkeusten ja säätekijöiden mukaisia korjauksia. Mallin sanotaan vastaavan ilmakehän neutraalia tilannetta, jossa tuulen nopeus on noin 1-2 m/s tiestä tarkastelupisteeseen päin (Eurasto 2005).

Raideliikenteen melumalli:

Raideliikenteen aiheuttamaa melua on arvioitu yhteispohjoismaisella raideliikennemelumallilla (Nordic Council of Ministers 1996b). Laskentamalli ottaa huomioon seuraavat muuttujat:

- Liikennöintimäärä junatyypeittäin
- Junatyyppien pituudet
- Liikenteen nopeus
- Lähteen ja tarkastelupisteen välinen etäisyys
- Melua estävien rakenteiden sijainti ja korkeus
- Melua estävien rakenteiden paksuus
- Laskentapisteen korkeus suhteessa ympäröivään maastoon tai esteisiin
- Laskentapisteen sijainti suhteessa pystysuoriin pintoihin
- Ilman absorptio
- Maanpinnan vaikutus ja muut estevaikutukset

Pistemäisten, viivamaisten ja tasomaisten melulähteiden laskentamalli:

Meluselvityksessä on arvioitu pistemäisten, viivamaisten ja tasomaisten melulähteiden aiheuttamia melutasoja Ykspihlajan teollisuuslaitoksen, ratapihojen, murskaamoiden, ampumaratojen, moottoriurheiluratojen ja tuulivoimaloiden ympäristössä standardin ISO 9613-2 mukaisiin algoritmeihin perustuvalla laskentamallilla (ISO 9613-2). Lähtöarvoina laskennassa on käytetty melulähteille annettuja äänitehotasoa oktaavikaistoittain. Standardi sisältää algoritmit etäisyysvaimennuksen, ilmakehän absorption, maan pinnan vaikutusten, esteiden ja sääkorjauksen arvioimiseen.

5.2.1 Melulaskennan epävarmuudet

Melun laskentamallin laatiminen ja melulaskentojen suorittaminen on erittäin monivaiheinen tehtävä, jonka lopullisena tavoitteena on asukkaisiin kohdistuvan melualtistumisen arvioiminen. Lasketut desibelitasot ovat välituloksia asukasmääriä arvioitaessa.

Laskentatulosten tarkkuuteen ja todenmukaisuuteen vaikuttavat seuraavat kokonaisuudet:

- Lähtötiedot ja niiden käsittely
- Meluselvityksessä käytettävät laskentamallit ja niiden algoritmeja soveltavat tietokoneohjelmistot
- Laskentamallin asetusten oikeellisuus
- Asukasmäärätiedot ja niiden käsittely
- Altistumisen arvioinnin menettelyt

Edellä mainituista tekijöistä kolme ensimmäistä vaikuttavat suoraan laskettuihin melutasoihin, toki välillisesti ne vaikuttavat myös asukasmäärien arvioinnin tuloksiin. Kaksi viimeistä tekijää vaikuttavat laskettuihin altistujamääriin, eikä niillä ole vaikutusta laskettuihin melutasoihin.

Tieliikennemelun lähtötasojen arvioinnissa ajoneuvojen nopeus on tärkein tarkkuuteen vaikuttava tekijä. Liikennemäärä arvioidaan tärkeysjärjestyksessä kolmanneksi, sillä jo $\pm 25\%$ liikennemäärän arviointitarkkuudella päästään ± 1 dB tarkkuuteen lasketussa melutasossa (taulukko 3).

Äänilähteen korkeusaseman oikea määrittäminen on melun leviämisen arvioinnin kannalta tärkeämpää kuin sijainnin tarkkuus vaakatasossa. Raideliikenteen melun arvioinnissa korkeusaseman tarkka määrittäminen on tärkeämpää kuin tieliikenteessä, koska raideliikenteen melumallissa lähteen oletetaan sijaitsevan akustisesti pehmeällä pinnalla (sepeli).

Myös maanpinnan absorptio-ominaisuuksien määrittäminen vaikuttaa merkittävästi laskentatuloksiin. Laskennoissa on käytetty karkeita oletuksia maanpinnan ominaisuuksista jakamalla maanpinta kolmeen luokkaan: 0 = kova heijastava pinta, 1 = pehmeä absorboiva pinta, sekä luokka 0,5 näiden kahden välillä. Todellisuudessa maan pinnan absorptio-ominaisuudet jakaantuvat liukuvasti arvojen 0 – 1 välille.

Taulukko 3. Tieliikennemelun ja raideliikennemelun tarkkuuteen vaikuttavien melupäästöihin liittyvien tekijöiden tärkeysjärjestys (tieliikenteen osalta Eurasto 2009).

<i>Tärkeysjärjestys</i>	<i>Tekijä tieliikennemelun arvioinnissa</i>	<i>Tekijä raideliikennemelun arvioinnissa</i>
1	<i>ajoneuvojen nopeus</i>	<i>nopeus</i>
2	<i>tiepäällyste</i>	<i>raiteen kunto ¹⁾</i>
3	<i>liikenteen määrä</i>	<i>junien tyyppi ja pituudet</i>
4	<i>raskaiden ajoneuvojen osuus</i>	<i>junien sijoittuminen eri raiteille ²⁾</i>

Ympäristömeludirektiivin mukaisten meluselvitysten tarkkuuksista tehtyjen tutkimusten mukaan suurin yksittäinen epävarmuus syntyy melulle altistuvien asukkaiden määrän arvioinnissa. Suomessa käytetyllä menettelyllä saadaan noin kaksinkertaisia altistujamääriä verrattuna esimerkiksi Saksassa käytettyyn menettelyyn (Eurasto 2009). Julkisivun *suurimman* $L_{Aeq, 07-22, 2m}$ -tason perusteella arvioidut altistujamäärät voivat olla jopa kolminkertaisia verrattuna altistujamääriin, jotka on arvioitu julkisivuihin kohdistuvien *keskimääräisten* kansallisten tunnuslukujen perusteella (Niskanen ym. 2008).

Edellä mainituista tekijöistä johtuen voidaan arvioida, että melulaskentojen tarkkuus on ± 2 dB tieliikennemelun osalta ja $\pm 3... \pm 5$ dB raideliikennemelun osalta. Teollisuuslaitoksille, murskausasemille, moottoriurheiluradoille ja ampumaradalle tehdyt laskelmat ovat suuntaa-antavia ± 5 dB tarkkuudella. Ratapihan melulaskennan tarkkuudeksi arvioimme ± 3 dB.

6 Melun aiheuttajat

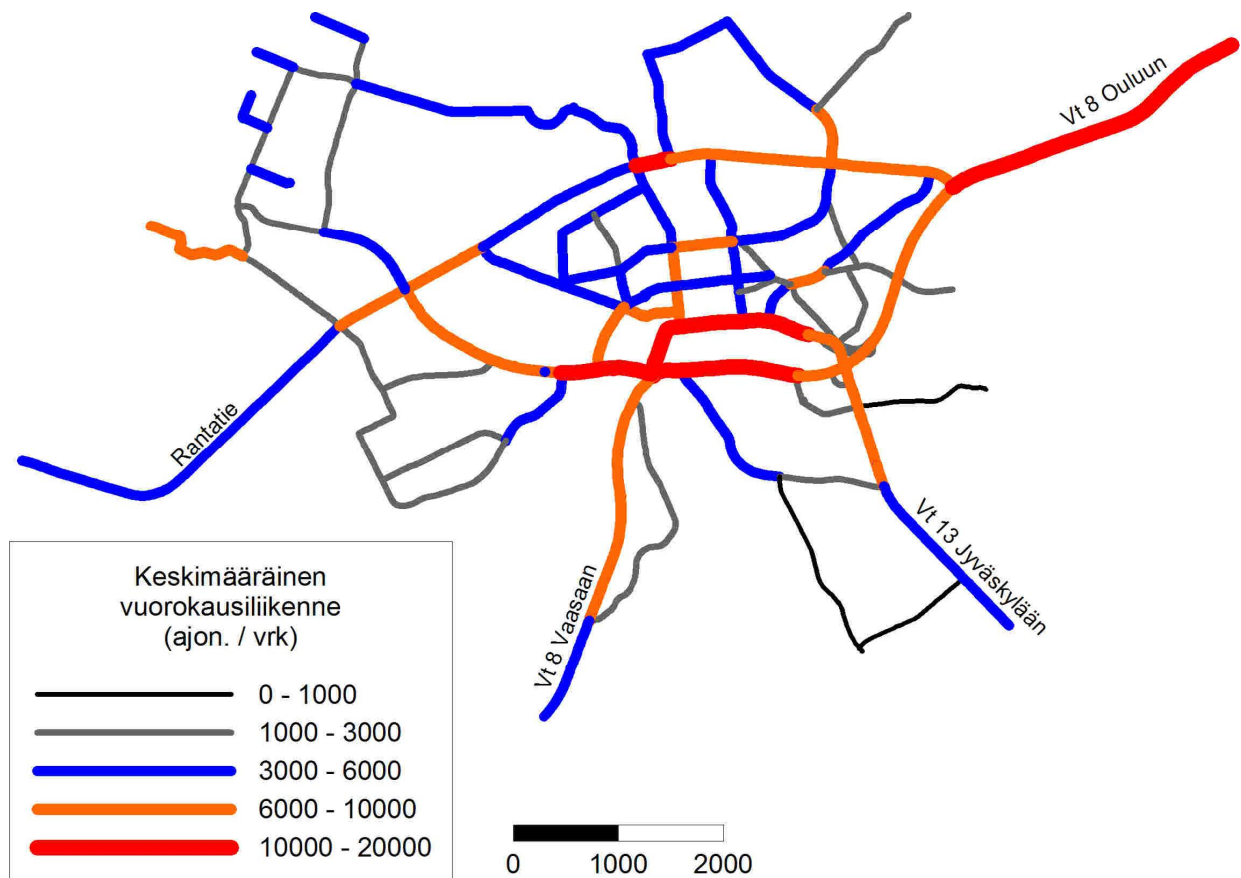
6.1 Tieliikenne

Tieliikenteen aiheuttamien melutasojen laskennassa on ollut mukana liikenteellisesti vilkkaimmat tie- ja katuosuudet. Laskentamallissa oli mukana kaikkiaan 215 erillistä tie- ja katuosuutta, joiden yhteenlaskettu pituus oli noin 168 km.

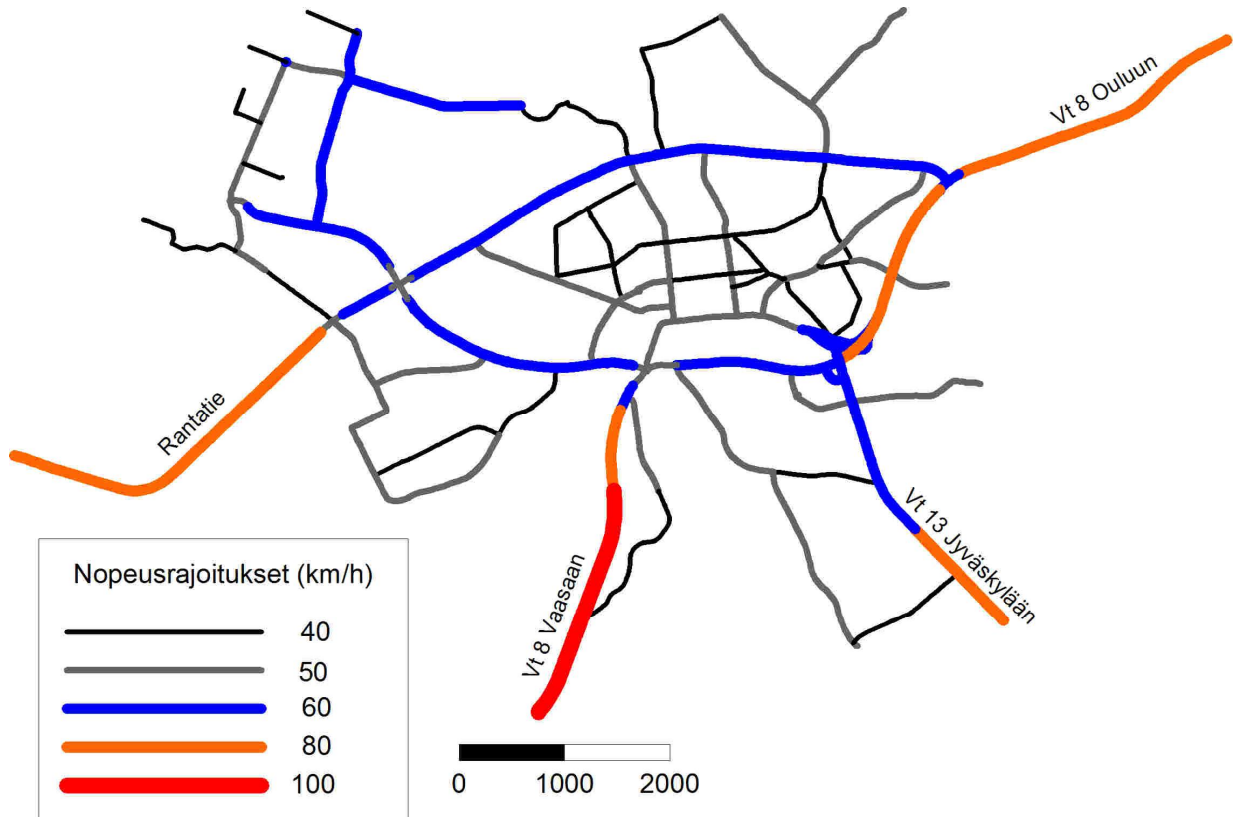
Meluselvityksessä käytetyt liikennemäärät ja raskaan liikenteen osuudet perustuvat Kokkolan kaupungin liikennetutkimukseen (Ramboll 2013). Vilkkaimmat tieosuudet laskenta-alueella sijoittuvat valtatielle 8 Kokkolan keskustan eteläpuolelle, jossa keskimääräiset vuorokausiliikenteen määrät ovat nykytilanteessa noin 13000 – 16000 ajoneuvoa vuorokaudessa (kuva 2).

Ennustetilanteessa tieliikenteen määrien arvioidaan kasvavan keskimäärin 25 % Kokkolan kaupungin liikenneverkon alueella. Liikennemäärien kasvu ei suinkaan tapahdu tasaisesti, vaan joillakin alueilla liikennemäärät saattavat jopa kaksinkertaistua. Melun kannalta liikennemäärän kaksinkertaistuminen tarkoittaa melutasojen 3 dB kasvua tien läheisyydessä.

Melulaskennoissa tieosuuksille on käytetty niiden nopeusrajoitusten mukaista ajonopeutta lukuun ottamatta valtatieosuuksia, joilla käytetään erilisiä talvi- ja kesänopeusrajoituksia (80 km/h talvella, 100 km/h kesällä). Laskennoissa näille tieosuuksille ajonopeutena on käytetty 90 km/h. Näitä tieosuuksia laskenta-alueella on ollut vt8 Kajaanintien liittymän (vt28) jälkeen Oulun suuntaan, vt8 Petinintien liittymän jälkeen Vaasan suuntaan sekä vt13 Topparinmäentien liittymän jälkeen Jyväskylän suuntaan. Kokkolan keskustan alueella nopeusrajoitukset ovat pääsääntöisesti 40 km/h ja 50 km/h (kuva 3).



Kuva 2. Laskennallisessa meluselvityksessä mukana olleet tie- ja katuosuudet ja niiden keskimääräiset vuorokausiliikenteen määrät (ajon. / vrk).



Kuva 3. Laskennallisessa meluselvityksessä mukana olleet tie- ja katuosuudet ja nopeusrajoitukset (km/h, kesänopeudet).

6.2 Raideliikenne ja ratapihojen aiheuttama melu

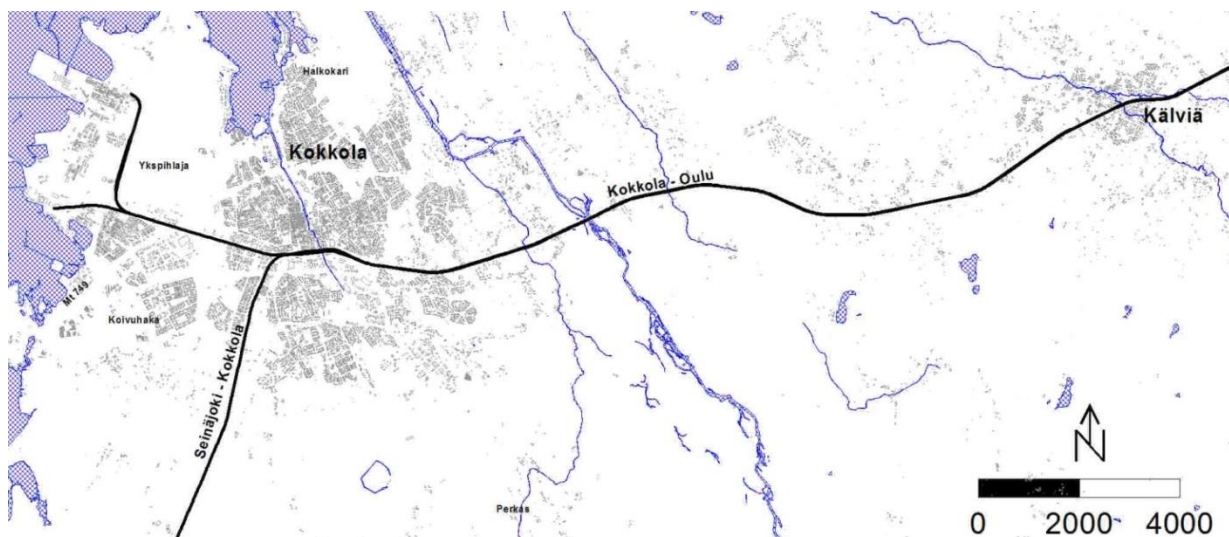
Kokkolan kaupungin alueella sijaitsevalla rataosuudella, Seinäjoki – Oulu, liikennöi nykyisin päiväaikaan 17 henkilöjunaa ja yöaikaan 21 henkilöjunaa. Pohjoiseen suuntaavia tavarajunia on päiväaikaan 14 ja yöaikaan 14. Etelään suuntaan tavarajunia kulkee päiväaikaan 13 ja yöaikaan 7. Junien pituuksina mitattuna pohjoiseen suuntautuva tavaraliikenteen määrä on suurempi kuin henkilöliikenteen määrä. Tavaraliikenteen yöaikainen määrä on yhtä suuri päivä- ja yöaikaan (taulukko 4). Henkilöliikenteen arvioidaan kasvavan Kokkolaan sijoittuvilla rataosuuksilla 25 – 40 %. Tavaraliikenteen määrän arvioidaan kasvavan voimakkaasti Kokkola – Oulu rataosuudella ja pysyvän nykyisellä tasolla Kokkola – Seinäjoki rataosuudella.

Ympäristömelun kannalta on tärkeä havaita, että raideliikenteen määrät ovat yöaikaan useissa tapauksissa lähes yhtä suuria kuin päiväaikainen liikenne. Tavaraliikenteen merkittävä lisääntyminen Kokkola – Oulu rataosuudella tulee lisäämään myös merkittävästi raideliikenteen aiheuttamaa melua.

Taulukko 4. Junaliikenteen määrät nykytilanteessa ja ennustetilanteessa junien yhteenlaskettuina pituuksina (m). Taulukon tiedot perustuvat VR-Track Oy:n ilmoittamiin tietoihin.

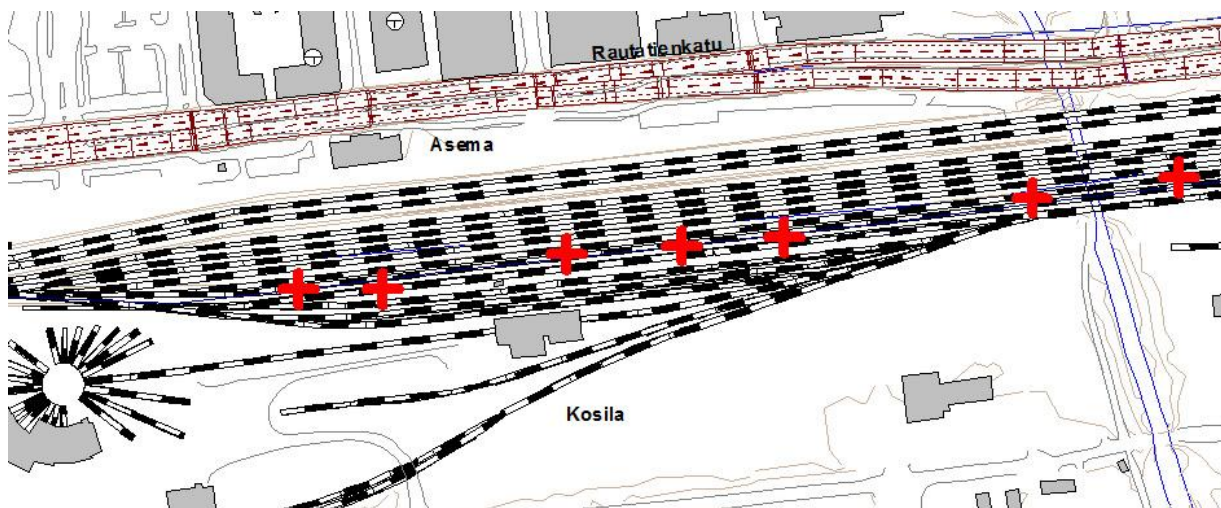
Nykytilanne vuosi 2013	Pohjoinen rata		Eteläinen rata	
	päivä	yö	päivä	yö
Henkilöliikenne	4200	2630	4050	3260
Tavaraliikenne	5930	5930	5770	3110

Ennustetilanne vuosi 2030	Pohjoinen rata		Eteläinen rata	
	päivä	yö	päivä	yö
Henkilöliikenne	5230	3660	5570	4610
Tavaraliikenne	8080	9700	5770	3110



Kuva 4. Melulaskentaan kuuluneet rautatieosuudet.

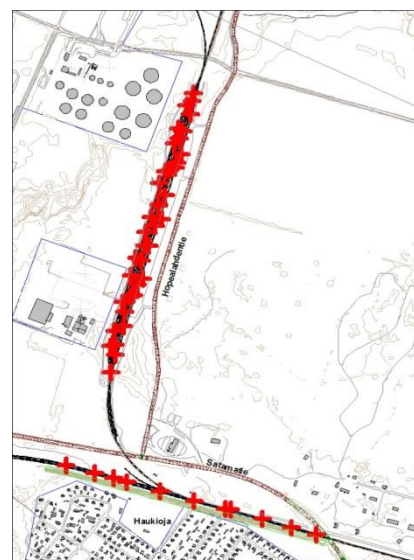
Meluselvityksessä tarkasteltiin myös Kokkolan aseman ratapihan sekä Vaaran ja Ykspihlajan ratapihatoimintojen aiheuttamaa melua. Ratapihatoimintojen melulähteet on sijoitettu laskentamalliin pistelähteinä (kuvat 5 ja 6).



Kuva 5. Laskentamalliin sijoitetut pistelähteet Kokkolan aseman ratapihan melun laskennallisessa arvioinnissa.

Pistemäisillä melulähteillä on kuvattu järjestelyveturin ($L_{WA} = 109$ dB) ja vaunujen kolahduksen aiheuttamaa melua ($L_{WA} = 131$ dB). Ykspihlajan ratapihalla on laskentamalliin lisätty myös puunlastauksen aiheuttamaa melua kuvaavia pistelähteitä ($L_{WA} = 98$ dB). Melulähteiden äänitehotasot perustuvat ratapihoilla 13.2.2013 tehtyihin mittauksiin.

Laskentamallilla on arvioitu ratapihatoimintojen aiheuttamien keskiäänitasojen lisäksi yksittäisten voimakkaiden kolahdusten aiheuttamia hetkellisiä melutasoja (L_{AFmax}).



Kuva 6. Pistemäisten melulähteiden sijainnit Vaaran ja Ykspihlajan ratapihoilla.

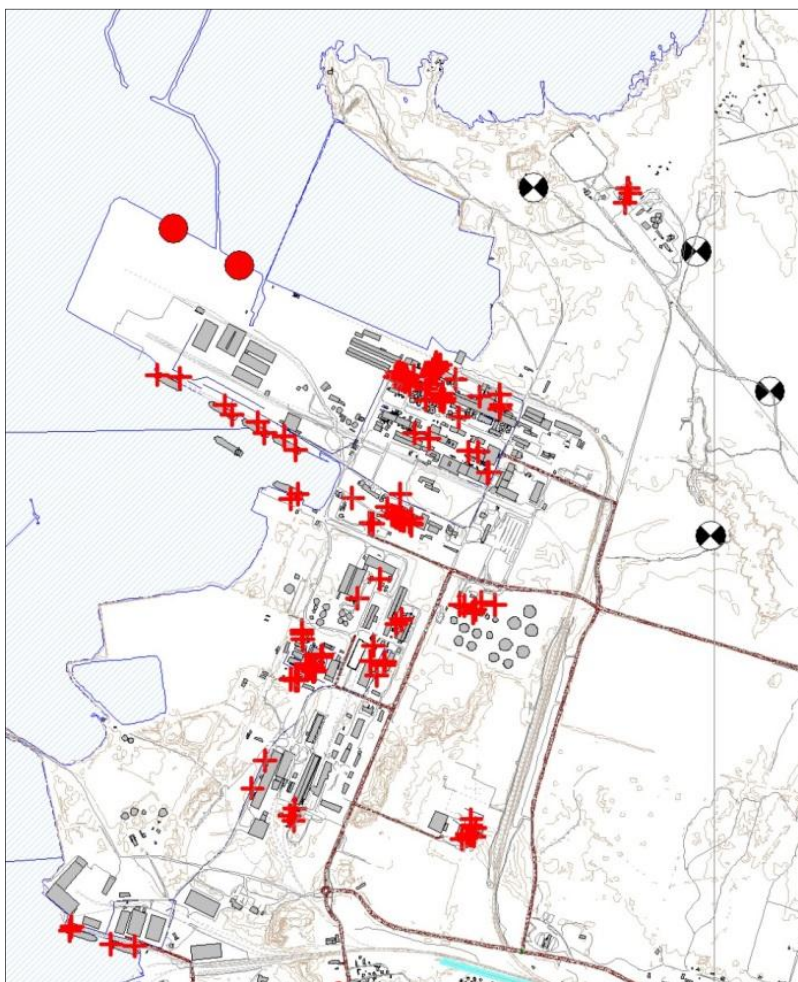
6.3 Teollisuuslaitokset ja tuulivoimalat

Meluselvityksessä oli mukana useita erillisiä teollisuuslaitoksia Kokkola Industrial Parkin alueelta, Ykspihlajan kanta- ja syväsatamat sekä kiviainesmurskaamoja, joiden aiheuttamia ympäristömelutasoja arvioitiin laskennallisesti.

Ykspihlajan teollisuusalueen melulähteet sekä Kokkolan kanta- ja syväsataman melukohteet otettiin laskentamalliin Ramboll Finland Oy:n laatimasta teollisuusmelumallista.

Pistemäisiä melulähteistä Ykspihlajan alueella laskentamallissa oli yhteensä 147 (kuva 7). Teollisuusalueen työkoneet ja kuljettimet on kuvattu akustisessa mallissa viivamaisina melulähteinä. Ykspihlajan alueen laskentamallissa näitä melulähteitä oli yhteensä 19. Teollisuusalueen melulähteiden äänitehotasot on kuvattu Ramboll Finland Oy:n laatimassa raportissa (Ramboll 2011).

Melulaskennoissa on ollut mukana myös Ykspihlajan teollisuusalueella ja sen läheisyydessä sijaitsevat tuulivoimalat. Vuonna 2014 alueella sijaitsee kaksi tuulivoimalaa, joiden napakorkeus on 70 metriä ja melupäästö 105 dB (L_{WA}). Alueelle tullaan rakentamaan neljä tuulivoimalaa lisää, joiden napakorkeus on 144 metriä ja äänitehotaso (L_{WA}) 106,5 dB. Tuulivoimaloiden sijainnit on esitetty kuvassa 7).

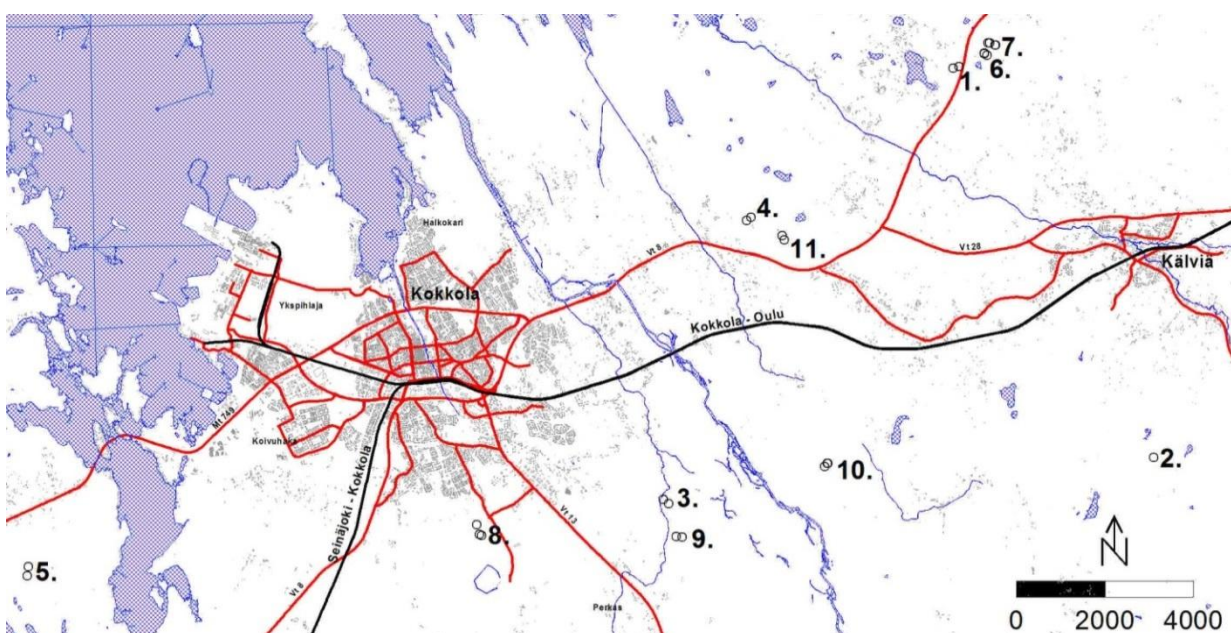


Kuva 7. Ykspihlajan teollisuuslaitosten ja Kokkolan kanta- ja syväsataman pistemäiset melulähteet sekä melulaskennoissa mukana olleet tuulivoimalat (punaiset ympyrät = nykyiset tuulivoimalat, mustavalkoiset ympyrät = tulevat uudet tuulivoimalat).

6.4 Kallion louhinta- ja murskaamoalueet

Meluselvityksessä oli mukana 11 kallion louhinta- ja murskausaluetta, jotka sijaitsevat eri puolilla Kokkolaa:

1. Keski-Pohjanmaan ELY-keskus, Hopiokallio
2. Destia Oy, Korkiakangas, Jokikylä
3. Ingemar Björkgren, Korkvivas
4. Kokkolan Autoilijat, Korpilahti
5. Kokkolan Autoilijat Oy, Säröberget
6. Kälviän Kuljetus Oy, Mansikkamäki
7. Lemminkäinen Infra Oy, Kaakkurinmäki
8. Lemminkäinen Infra Oy, Kallinen
9. Morenia Oy, Björkmossharju
10. Oy Sundströms Entreprenad Ab, Brunniskogen
11. Rudus Oy, Paloharju



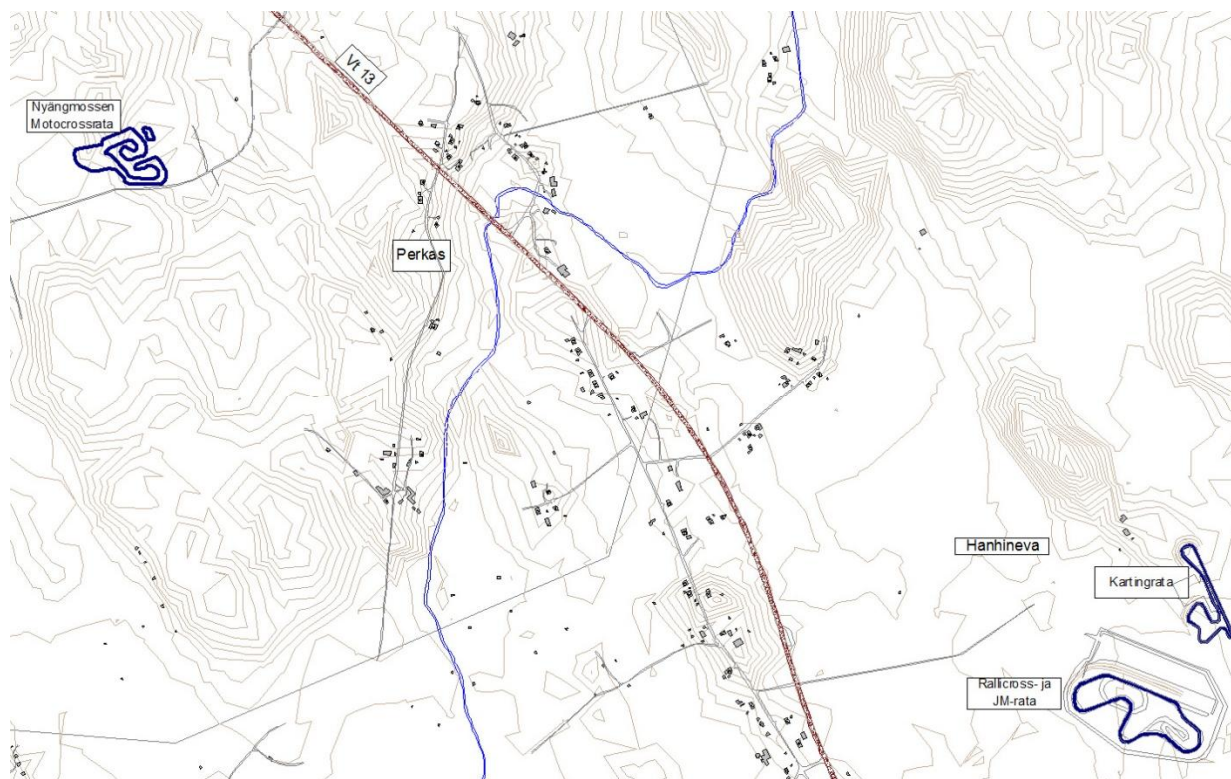
Kuva 8. Melulaskentaan kuuluneet kallion louhinta- ja murskausalueet. Kuvassa esitetty numerointi vastaa kuvan yläpuolella olevassa tekstissä esitettyä numerointia.

Melulaskennassa kallion louhinta- ja murskausalueen aiheuttamaa melua on arvioitu sijoittamalla murskaamon alueelle toimintaa vastaavat melulähteet. Melulaskennoissa murskausalueiden toimintojen äänitehotasoina on käytetty taulukossa seuraavia kokonaisarvoja (L_{WA}):

- Kallion poraus, 122 dB
- Kiviaineksen murskaus, 123 dB
- Louheen rikotus, 117 dB
- Asfalttiasema, 113 dB
- Jätebetonin murskaus, 118 dB.

6.5 Moottoriurheilu- ja ampumaradat

Meluselvityksessä on tarkasteltu Nyängmossenin motocrossradan ja Hanhinevan moottoriurheiluradan toimintojen aiheuttamia melutasoja. Hanhinevan rataa ei ole vielä rakennettu. Moottoriradat sijaitsevat valtatie 13 varrella noin 7 kilometrin etäisyydellä Kokkolan keskustasta (kuva 9).



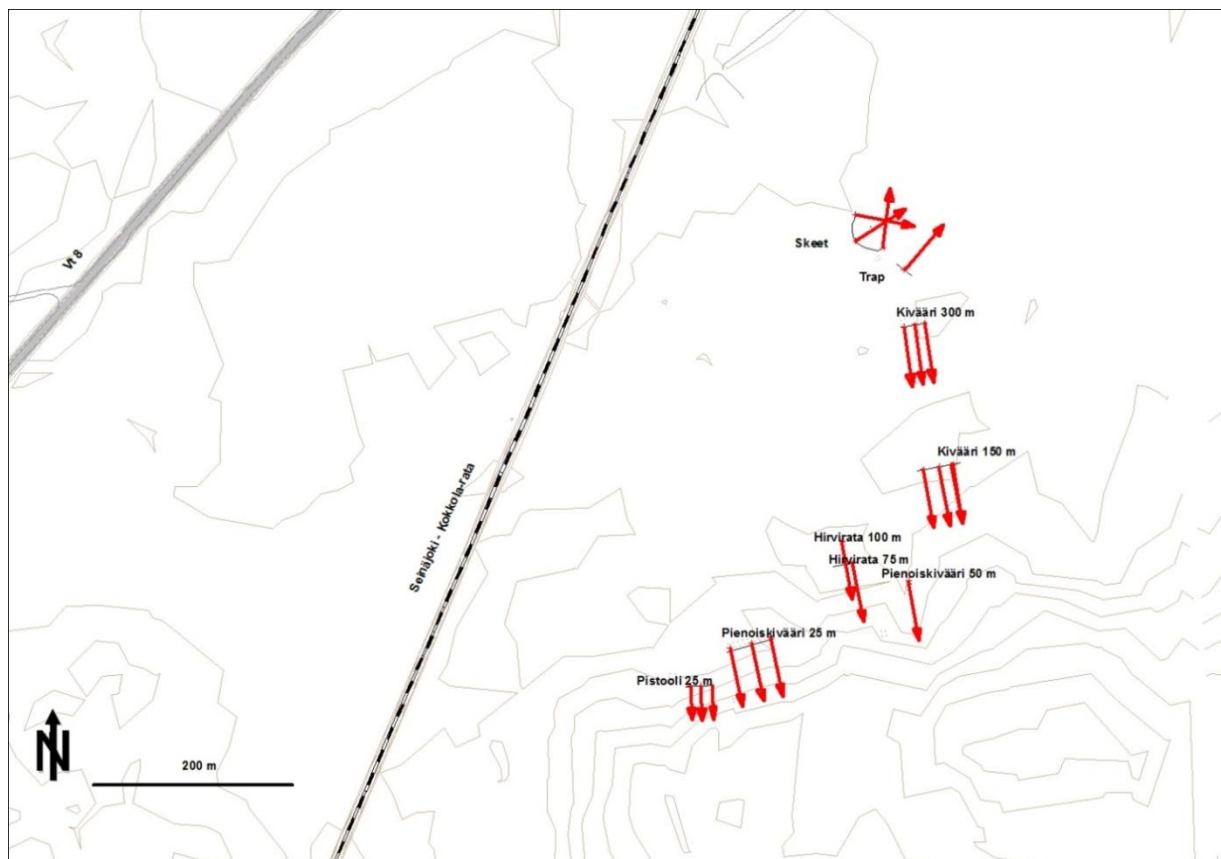
Kuva 9. Nyängmossenin motocrossradan ja Hanhinevaan suunniteltujen moottoriratojen sijainnit.

Hanhinevan moottoriratojen äänitehotasoina on käytetty Hanhinevan moottoriurheiluradoille laaditussa meluselvityksessä käytettyjä äänitehotasoja (L_{WA}), jokamiesluokalle 130 dB ja kartingille 124 dB (Sito 2011).

Vaasantien ampumarata sijaitsee Kokkolan keskustan lounaispuolella Hirvinevan alueella. Ampumaradalla on yhteensä 7 erillistä rataa:

- 1) Skeetrata, jossa 8 ampumapaikka. 7 kaarella ja yksi kaaren keskipisteessä. Skeetiä ammuetaan laajalla sektorilla, joten ampumasuunta laaja. Skeetissä käytetään haulikkoja.
- 2) Traprata. Sektori kapeampi kuin skeetissä. Trapissa käytetään samoja aseita kuin skeetissä.
- 3) Kiväärirata, 300 m ja 150 m. 300 m:n ampumapaikalla ampumakatos betonilaatan päällä, jossa 24 ampumapaikkaa. Katoksessa (kuten loppuissakin katoksissa) umpinainen takaseinä ja sivuseinät. 150 m:n ampumapaikka sijaitsee välivallin päällä, eli on ilman suojia ja katoksia. Käytettävät aseet ja amukset: Kivääri .308 Winchester.
- 4) Pienoishirvirata, 50 m. Katettu ampumakatos, 1 ampuja kerrallaan. Käytettävät amukset: .22 LR high velocity.
- 5) Hirvirata 100m ja 75 m. Ampumakopit molemmilla etäisyyksillä. Käytettävät amukset: 30-06 ja .308.
- 6) Pienoiskiväärirata, 50 m, jossa ampumakatos 30:lle ampujalle. Käytettävät amukset: .22 LR.

- 7) Pistoolirata, 25 m. Isokaliiperiset aseet on kielletty, isoimmat sallitut .38 tai 9 mm. Käytettävät amukset: .38 Special.



Kuva 10. Vaasantien ampumaradat ja niiden ampumasuunnat.

Melulaskennoissa laukausäänten lähtötasoja käytettiin taulukossa esitettyjä impulssiaikapainotettuja laukausäänten lähtötasoja. Melulaskennoissa on arvioitu yksittäisen laukausäänen aiheuttama $L_{A\text{I}max}$ -taso.

Taulukko 5. Melulaskennassa ampumaradoille käytetyt aseet ja niiden impulssipainotetut äänitehotasot ampumasuuntaan ($L_{WA\text{I}max}$) (Ympäristöministeriö 1986, Niskanen & Pirkola 2003).

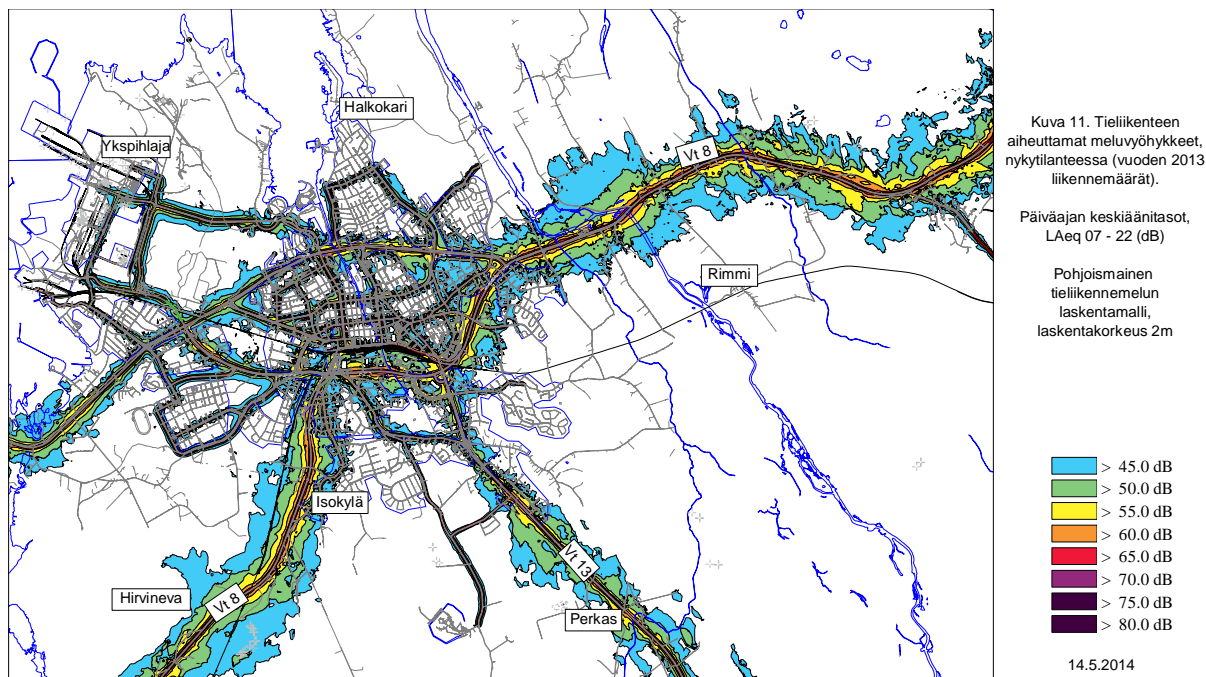
Ase	$L_{WA\text{I}max}$ [dB]
Pienoiskivääri	131.1
Pistooli .38	151.8
Kivääri .338	154.2
Kivääri .308	150.5
Pienoiskivääri	131.1
Haulikko	154.6

7 Melulaskentojen tulokset

7.1 Tieliikenteen aiheuttama melu

7.1.1 Nykytilanne

Tieliikenne aiheuttaa nykytilanteessa laajimmat meluvyöhykkeet vilkkaimpien väylien varrelle, jossa melu pääsee leviämään ilman esteitä ympäristöön. Laajimmat meluvyöhykkeet muodostuvat valtatie 8 varteen Kokkolan ja Kälviän välillä (kuva 11). Kokkolan keskustan alueella katuja reu-
nustavat rakennukset rajoittavat melun leviämistä ja tieliikenteen aiheuttamat melualueet jäävät suppeammiksi. Samalla on toki todettava, että asukkaat altistuvat juuri näissä kohteissa eniten tieliikenteen aiheuttamalle melulle.



Kuva 11. Tieliikennemelun meluvyöhykkeet nykytilanteessa.

Tieliikenteen aiheuttamat meluvyöhykkeet on kuvattu tarkemmin liitteessä 1.

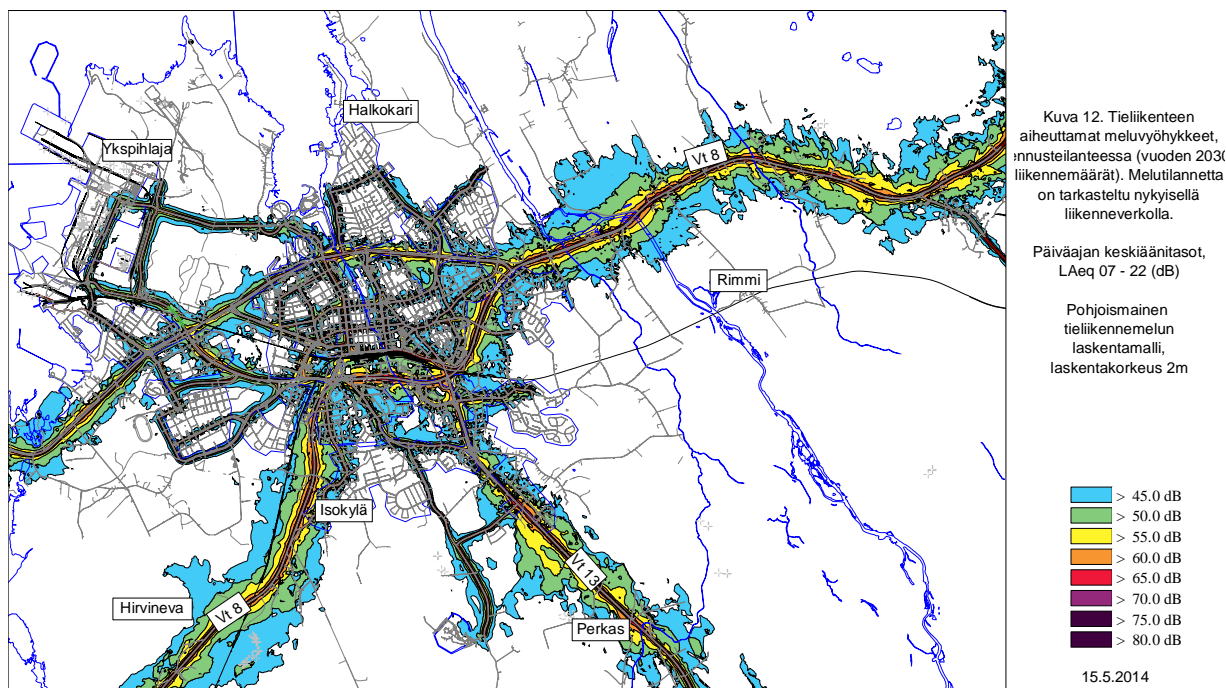
Laskennallisen arvioinnin perusteella vuoden 2013 liikennemääriä vastaavassa tilanteessa tieliikenteen aiheuttamalle päiväaikaiselle yli 55 dB melulle altistuu lähes 6000 asukasta. Tieliikenteen aiheuttamalle yöaikaiselle yli 50 dB melutasolle altistuu noin 4500 asukasta (taulukko 6).

Taulukko 6. Tieliikenteen melulle altistuvien asukkaiden lukumäärät nykytilanteessa.

Melutaso LAeq [dB]	Päiväaika klo 07-22	Yöaika Klo 22-07
45-50	7255	3761
50-55	4558	3156
55-60	3518	1228
60-65	2054	90
65-70	403	0
70-75	0	0
Yli 75	0	0
Yli 55 dB	5974	
	Yli 50 dB	4474

7.1.2 Ennustetilanne 2030

Ennustetilanteessa (vuosi 2030) liikennemäärien arvioidaan lisääntyvän keskimäärin noin 25 % nykytilanteeseen verrattuna. Tämä tarkoittaa myös melun ja melulle altistumisen lisääntymistä. Teoreettisesti tarkasteltuna 25 % liikennemäärien kasvu tarkoittaa melutasojen kasvamista noin 1,2 dB:llä ja melualueiden laajentumista erityisesti teiden läheisyydessä.



Kuva 12. Tieliikennemelun meluvyöhykkeet ennustetilanteessa 2030.

Tieliikenteen lisääntymisen arvioidaan lisäävän melulle altistuvien asukkaiden määriä noin 13 % verrattuna nykyiseen tilanteeseen (taulukko 7).

Taulukko 7. Tieliikenteen melulle altistuvien asukkaiden lukumäärät ennustetilanteessa 2030.

Melutaso LAeq [dB]	Päiväaika klo 07-22	Yöaika Klo 22-07
45-50	8230	4248
50-55	4696	3185
55-60	4052	1667
60-65	1856	207
65-70	804	0
70-75	11	0
Yli 75	0	0
Yli 55 dB	6723	
Yli 50 dB		5059

Ennustetilanteen tieliikennettä on tarkasteltu suppeammalla alueella myös liikenneverkkovaihtoehtolla, jossa on mukana ns. eteläinen ohitustie. Suunnitellun ohitustien kautta pohjoiseen suuntautuvat valtatie 8 liikenne voi ohittaa Kokkolan keskustan sekä yhdistää valtatie 8 ja 13.

Laskennallisen arvioinnin perusteella eteläisen ohitustien liikenteen aiheuttama meluvyöhyke jää varsin suppeaksi ja 55 dB päiväaikaisen meluvyöhykkeen arvioitiin ulottuvan alle 100 metrin etäisyydelle tien keskilinjasta. Eteläinen ohitustie tulisi osaltaan pienentämään tieliikenteen mää-

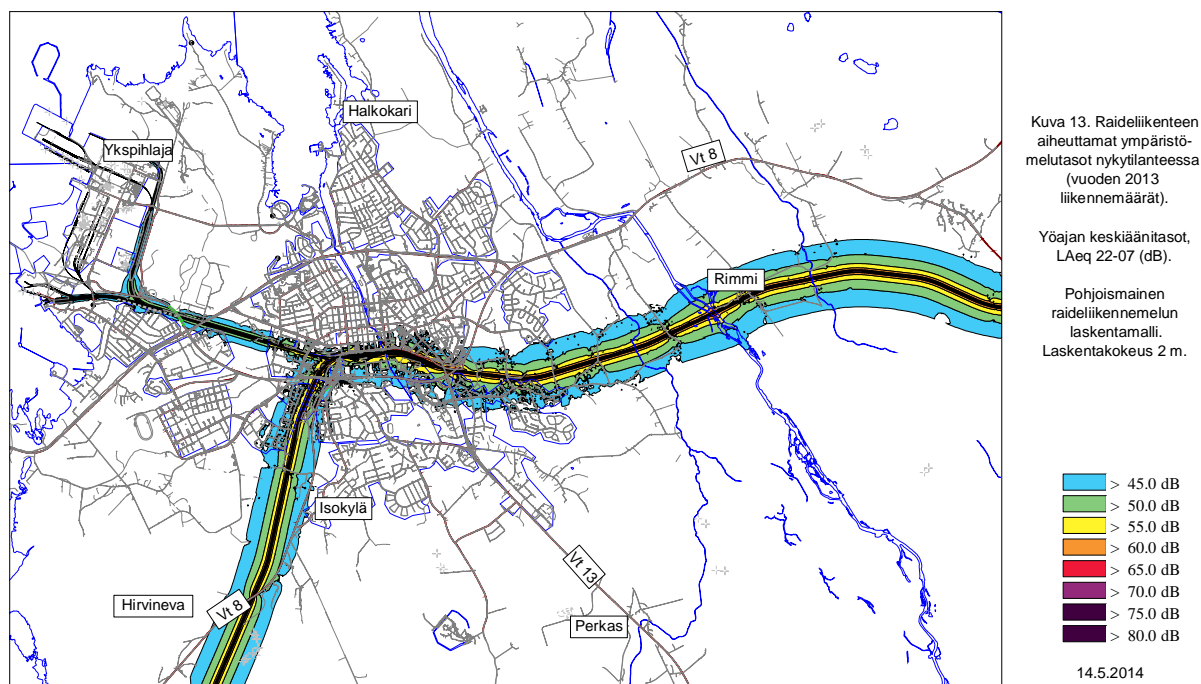
rää Kokkolan keskustan läheisyydessä ja näin myös vähentämään meluallistumisen määrää verrattuna nykytilanteeseen nykyisellä liikenneverkolla.

Liitteessä 2 on esitetty laskennalliset meluvyöhykkeet myös eteläisen ohitustien meluvaikutuksista Kokkolan keskustan eteläpuoleisilla alueilla.

7.2 Raideliikenteen aiheuttama melu

7.2.1 Nykytilanne

Raideliikenteen aiheuttamat meluvyöhykkeet leviävät Kokkola – Oulu rataosuudella päiväaikana 55 dB tasoisina noin 90 m etäisyydelle radasta. Yöaikainen 50 dB meluvyöhyke ulottuu lähes 300 metrin etäisyydelle radasta. Kokkola – Seinäjoki rataosuudella meluvyöhykkeet ovat suppeammat, koska junaliikenteen määrät ovat pienempiä (kuva 13). Raideliikenteen aiheuttamat meluvyöhykkeet on esitetty tarkemmin raportin liitteessä 3.



Kuva 13. Raideliikennemelun yöaikaiset meluvyöhykkeet nykytilanteessa.

Nykyisessä tilanteessa junaliikenteen aiheuttamalle yöaikaiselle melulle arvioidaan altistuvan noin 1600 asukasta. Päiväaikaiselle yli 55 dB melutasolle altistuminen on vähäisempää (taulukko 8).

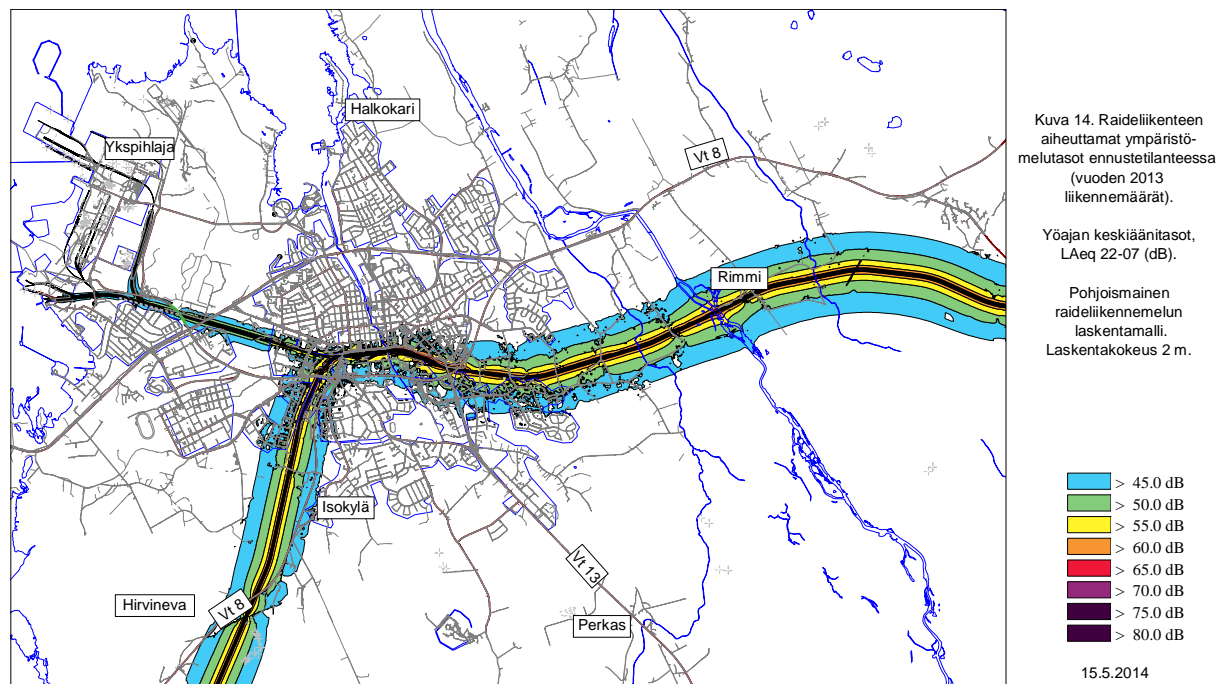
Taulukko 8. Raideliikenteen melulle altistuvien asukkaiden lukumäärät nykytilanteessa.

Melutaso LAeq [dB]	Päiväaika klo 07-22	Yöaika Klo 22-07
45-50	2284	2789
50-55	818	1005
55-60	384	537
60-65	59	72
65-70	0	2
70-75	0	0
Yli 75	0	0
Yli 55 dB	443	
Yli 50 dB		1616

7.2.2 Ennustetilanne 2030

Ennustetilanteessa vuonna 2030 raideliikenteen on arvioitu lisääntyvän erityisesti Kokkola – Oulu rataosuudella. Koko rataosuudella Seinäjoki – Kokkola – Oulu on toteutettu rataosuuden parannukset ja samalla myös junien nopeuksia nostetaan. Raideliikenteen aiheuttama melu lisääntyy kasvavien liikennemäärien ja korkeampien nopeuksien vaikutuksesta.

Ennustetilanteessa Kokkola – Oulu rataosuuden ympäristössä yöaikaisen 50 dB meluvyöhykkeen arvioidaan ulottuvan noin 450 metrin etäisyydelle radasta, mikäli melu pääsee leviämään esteettömästi ympäristöön. Yöaikainen 45 dB vyöhyke ulottuu yli 700 metrin etäisyydelle (kuva 14).



Kuva 14. Raideliikennemelun yöaikaiset meluvyöhykkeet nykytilanteessa.

Taulukko 9. Raideliikenteen melulle altistuvien asukkaiden lukumäärät ennustetilanteessa 2030.

Melutaso LAeq [dB]	Päiväaika klo 07-22	Yöaika Klo 22-07
45-50	3112	3807
50-55	1198	1613
55-60	648	818
60-65	130	238
65-70	19	52
70-75	0	0
Yli 75	0	0
Yli 55 dB	797	
Yli 50 dB		2721

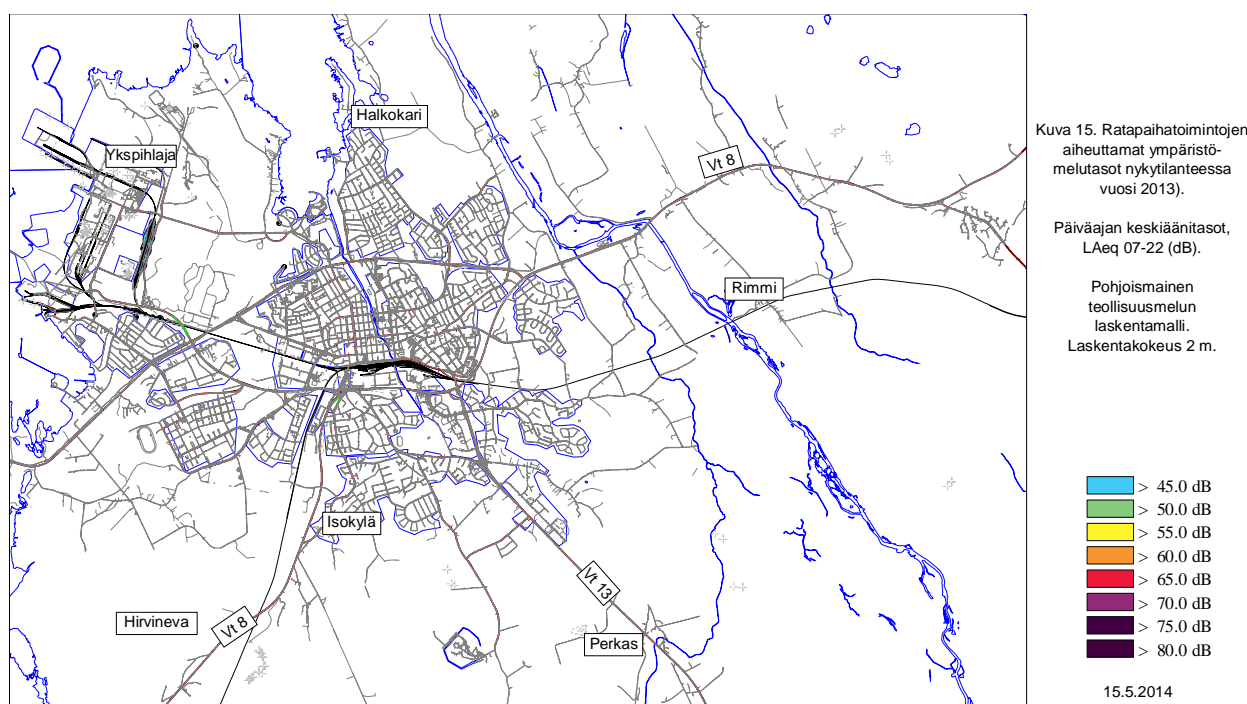
Ennustetilanteessa junaliikenteen melulle altistuvien määrän arvioidaan lisääntyvän yli 1000 asukkaalla nykyiseen tilanteeseen verrattuna. Tässä tarkastelussa ei ole otettu huomioon rataosuudelle mahdollisesti toteutettavia melusuojausrakenteita.

7.3 Ratapihatoimintojen aiheuttama melu

Ratapihoilla tapahtuvat toiminnot aiheuttavat ajoittain selvästi havaittavaa melua niiden läheisyydessä. Vaunujen järjestelyn yhteydessä syntyy hetkellisiä voimakkaita kolahduksia. Laskennallisten arviointien perusteella ratapihatoimintojen aiheuttamat päivä- ja yöaikaiset keskiäänitasot jäävät pieniksi ja alittavat selvästi lähimpien asuinrakennusten piha-alueilla 45 dB tason (kuva 15). Ratapihatoimintojen aiheuttamat melutasot on esitetty tarkemmin liitteessä 5.

Ratapihoilla tapahtuvat hetkelliset kolahdukset aiheuttavat korkeita lyhytaikaisia meluhuippuja Vaaran ja myös aseman ratapihojen läheisyydessä. Junan vaunujen kolahduksesta syntyvät voimakkaat melutasot voivat suunta-antavan arvioinnin perusteella nousta hetkellisesti yli 70 dB tasolle ratapihaa lähimpien asuinrakennusten piha-alueilla.

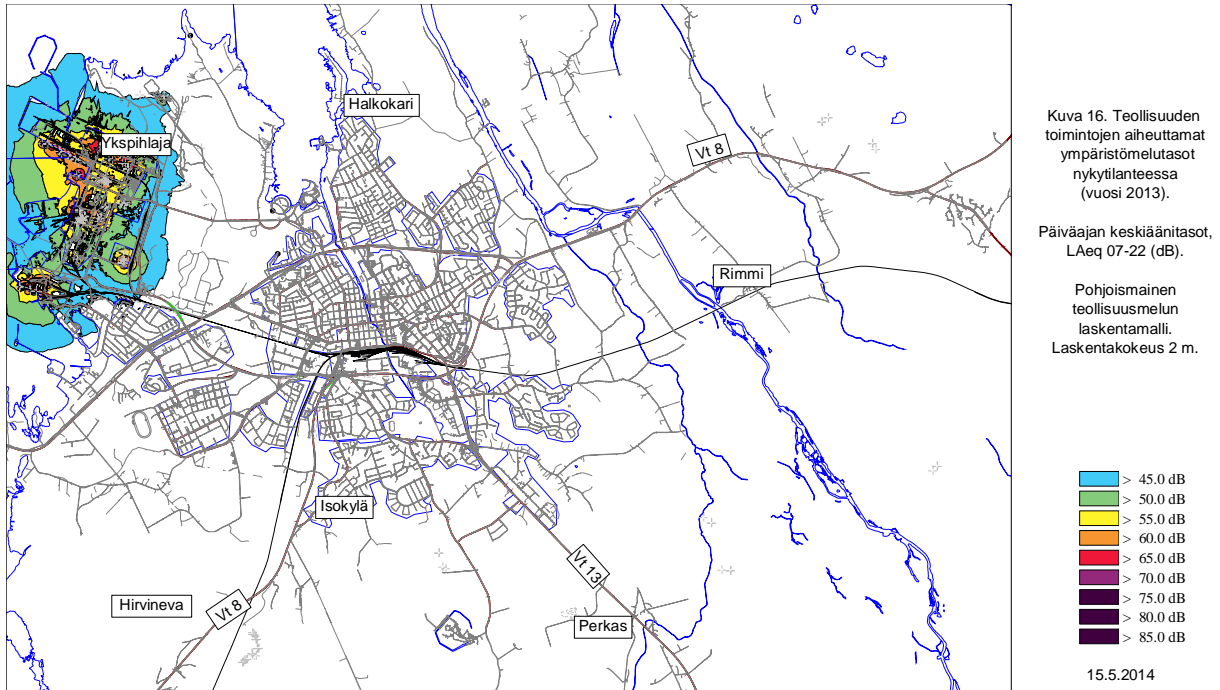
Ennustetilanteessa ratapihojen toimintojen arvioidaan lisääntyvän. Vaaran ratapihan eteläpuolella sijaitsevaa meluvallia on tarkoitus korottaa kaksi metriä korkealla meluaidalla. Myös ennustetilanteessa ratapihojen toimintojen aiheuttamat keskiäänitasot tulevat alittamaan ympäristömelulle asetet ohjearvotason lähimpien asuinrakennusten piha-alueilla. Yksittäisten kolahdusten aiheuttamat meluhuiput tulevat olemaan samalla tasolla kuin nykyisessä tilanteessakin.



Kuva 15. Ratapihatoimintojen meluvyöhykkeet nykytilanteessa

7.4 Teollisuuden aiheuttama melu

Ykspihlajan teollisuusalueen ja satamien toimintojen aiheuttama melu rajoittuu selkeästi Ykspihlajan alueelle. Laskennallisen arvioinnin perusteella teollisuuden toimintojen aiheuttama 55 dB päiväaikaisen melun vyöhyke ja 50 dB yöaikaisen melun vyöhyke sijoittuvat teollisuusalueelle (kuva 16). Teollisuuden meluvyöhykkeet on esitetty tarkemmin liitteessä 6.



Kuva 16. Teollisuuden aiheuttamat meluvyöhykkeet nykytilanteessa.

Ykspihlajan teollisuusalueen tuntumassa sijaitsee nykyisin kaksi tuulivoimalaa ja tulevaisuudessa alueelle rakennetaan 4 uutta voimalaa. Laskennallisen arvioinnin perusteella olemassa olevat tuulivoimalat aiheuttavat ympärilleen säteeltään noin 700 m laajuisen ympyrän muotoisen alueen, jossa tuulivoimalan aiheuttama melutaso ylittää 40 dB. Tuulivoimaloiden aiheuttamat meluvyöhykkeet on esitetty raportin liitteessä 7.

7.5 Kallion louhinta- ja murskausalueet

Kallionlouhinta- ja murskausalueiden toiminnot aiheuttavat tyypillisesti säteeltään noin 500m laajuisen ympyrän muotoisen alueen, jolla toiminta aiheuttaa yli 55 dB päiväaikaisen keskiäänitason. Laskennallisen arvioinnin perusteella louhinta- ja murskaustoiminnan arvioitiin aiheuttavan päiväaikaisen ohjearvotason ylittymisen Hopiokallion murskausalueen läheisyydessä kaikkiaan 6 asuinrakennuksen piha-alueella ja Björmossharjun murskausalueella yhden asuinrakennuksen piha-alueella. Murskaustoiminnan melulle altistuvien asukkaiden määräksi arvioitiin 15. Murskaustoimintaa ei harjoiteta yöaikana.

Liitteessä 8 on esitetty yksittäisten louhinta- ja murskausalueiden meluvyöhykekartat. Murskausalueiden meluvaikutukset näkyvät myös kuvassa 18, jossa on esitetty melun yhteisvaikutukset.

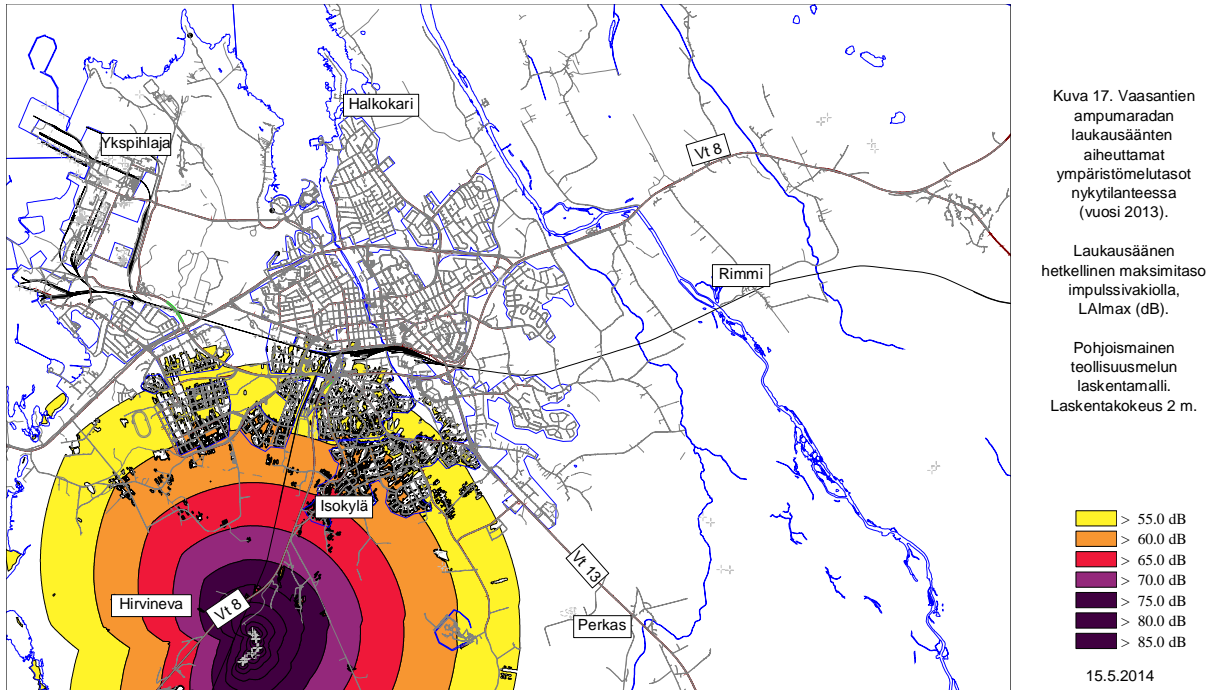
7.6 Moottoriurheilualueet

Nyängmossenin motocrossradan toimintojen arvioitiin aiheuttavan ympärilleen säteeltään noin 900 metrin laajuisen ympyrän muotoisen alueen, jolla päiväaikainen keskiäänitaso ylittää 55 dB. Tälle alueelle sijoittuu kolme asuinrakennusta, joissa asukkaita on yhteensä 17.

Hanhinevaan suunniteltujen moottoriurheiluratojen aiheuttamat 55 dB ($L_{Aeq\ 7-22}$) meluvyöhykkeet ulottuvat laskennallisen arvioinnin perusteella noin 350 metrin etäisyydelle ajoradasta. Tälle melualueelle ei sijoitu asuinrakennuksia. Moottoriurheiluratojen meluvyöhykkeet on esitetty liitteessä 9.

7.7 Ampumarata

Vaasantien ampumaradan laukausäänet ulottuvat laskennallisen arvioinnin perusteella 65 dB (L_{AImax}) tasoisena lähes kahden kilometrin etäisyydelle ampumapaikoista (kuva 17).

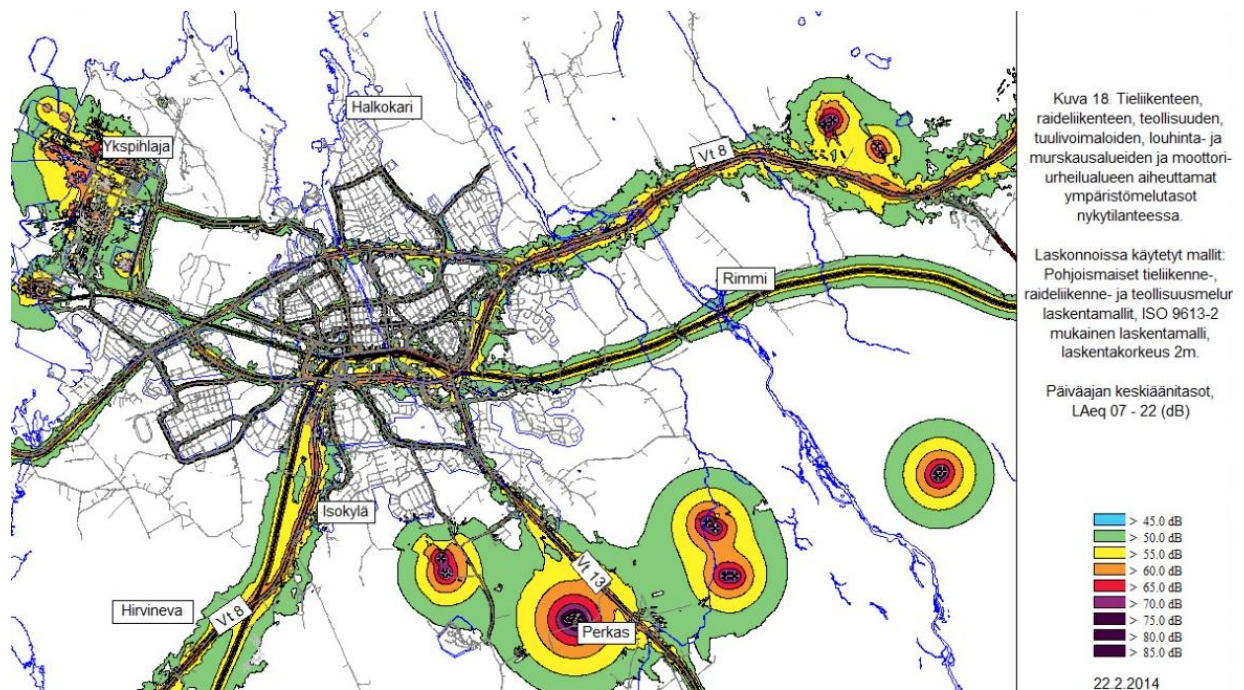


Kuva 17. Vaasantien ampumaradan meluvyöhykkeet (L_{AImax}) nykytilanteessa.

Ampumaradan toimintojen aiheuttama 65 dB meluvyöhyke ulottuu osittain Isokylän asuinalueen suuntaan ja tällä meluvyöhykkeellä arvioitiin asuvan 191 asukasta. Ampumaradan melulaskentojen ratakohtaiset tulokset on esitetty raportin liitteessä 10.

7.8 Yhteismelun vyöhykkeet nykyisessä tilanteessa

Meluvyöhykekartalla yksittäiset murskausaluiden muodostamat melualueet ovat suhteellisen isoja yhteismelun vyöhykekartalla, mutta näillä vyöhykkeillä melulle altistuvia asukkaita on vähän (kuva 18). Laskennallisen tarkastelun perusteella tieliikenne on meluallistumisen kannalta ylivoimaisesti merkittävin aiheuttaja.



Kuva 18. Yhteismeluvyöhykkeet nykytilanteessa.

Meluselvityksen perusteella Kokkolan kaupungin alueella yli 55 dB melualueella arvioitiin asuvan yli 7000 asukasta (taulukko 10). Yöaikaisen 50 dB melualueella asukkaita arvioitiin olevan noin 7300.

Taulukon 10 asukasmäärät perustuvat tarkasteluun, jossa ovat olleet mukana seuraavat melua aiheuttavat toiminnot: tieliikenteen, raideliikenne, ratapihatoiminnot, teollisuuslaitokset, tuulivoimalat, kallionlouhinta- ja murskausaluet ja moottoriurheilualue (Nyängmossenin motocrossrata).

Taulukko 10. Ympäristömelulle altistuvien asukkaiden lukumäärät Kokkolan kaupungin alueella nykytilanteessa.

Melutaso LAeq [dB]	Päiväaika klo 07-22	Yöaika Klo 22-07
45-50	9262	6012
50-55	5319	4145
55-60	3841	1631
60-65	2168	227
65-70	423	21
70-75	4	4
Yli 75	0	0
Yli 55 dB	6436	
	Yli 50 dB	6028

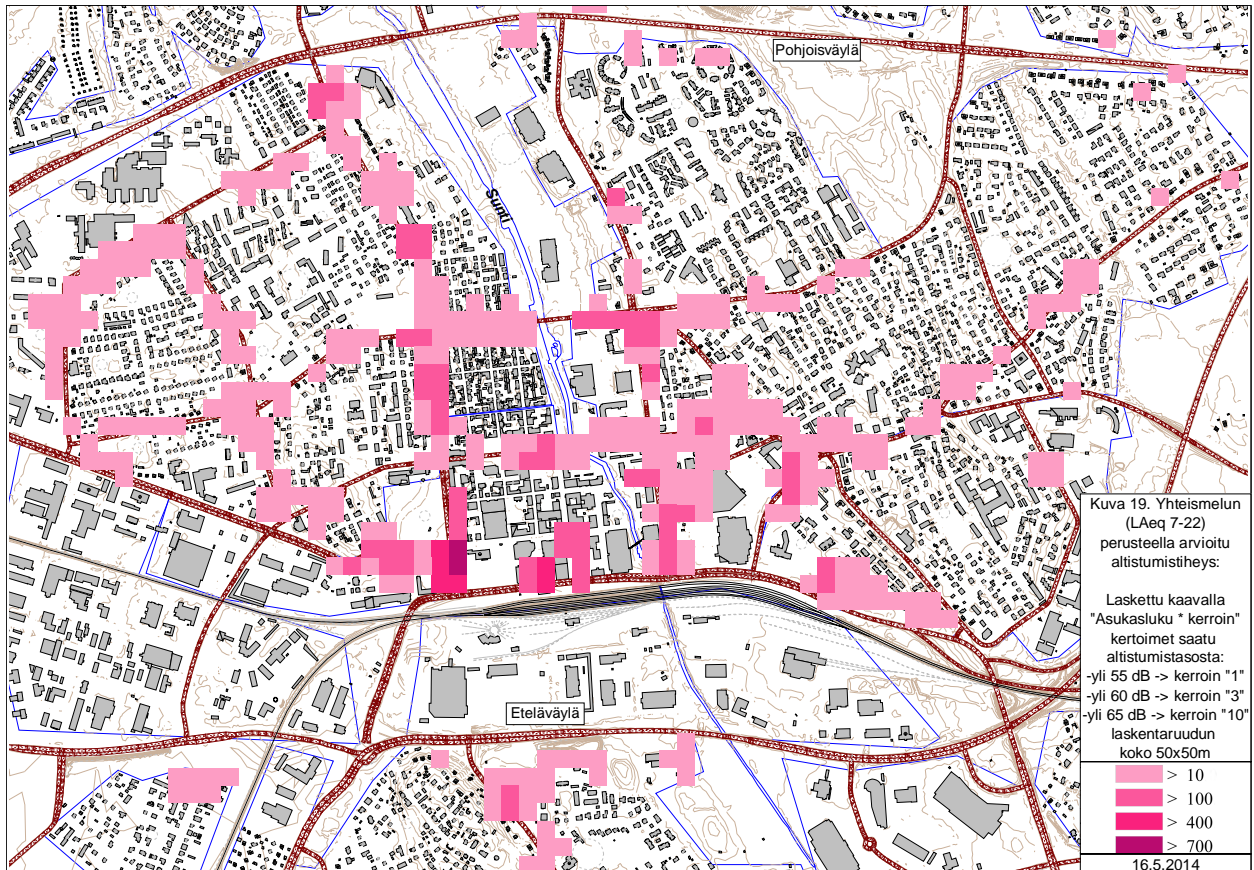
Taulukko 11. Melualueilla sijaitsevien hoito- ja oppilaitosten lukumäärät Kokkolassa (nykytilanne).

Melutaso LAeq [dB]	Päiväaika klo 07-22	Yöaika Klo 22-07
45-50	7	13
50-55	17	7
55-60	7	2
60-65	4	0
65-70	0	0
70-75	0	0
Yli 75	0	0
Yli 55 dB	11	
	Yli 50 dB	9

Laskentamallin perusteella Kokkolassa on 11 ns. herkkää kohdetta, jotka sijaitsevat melualueella (taulukko 11). Herkillä kohteilla tarkoitetaan erilaisia hoito- ja oppilaitoksia, joita ovat esimerkiksi sairaalat, vanhusten palvelutalot, päiväkodit ja koulut.

Melulle altistuviksi herkiksi kohteiksi on arvioitu mm. Länsipuiston vuoropäiväkoti, Länsipuiston koulu, vanhusten palvelukoti (Länsipuisto) sekä Pikiruukin päiväkot. Näiden edellä mainittujen kohteiden rakennusten julkisivuun kohdistuu laskennallisen arvioinnin perusteella yli 60 dB päiväaikainen melutaso ($L_{Aeq\ 07-22}$).

Kokkolan kaupungin alueella asukkaiden melu-altistuminen painottuu suurelta osin kantakaupungin alueelle, jossa asuinkerrostaloja sijaitsee katujen välittömässä läheisyydessä. Myös vilkkaiden pää- ja kokoojakatujen (Antti Chydeniuksenkatu, Kustaa Adolfinkatu, Ouluntie) varressa liikennemelulle altistuvia asukkaita arvioitiin sijoittuvan suhteellisen paljon (kuva 19).



Kuva 19. Yhteismelun perusteella arvioitu altistumistiheyskartta.

8 Tulosten tarkastelu ja johtopäätökset

Laskennallisen arvioinnin perusteella Kokkolan kaupungin asukkaista noin 14 % asuu alueella, jossa päiväaikainen keskiäänitaso ylittää 55 dB tason. Tämä melulle altistuvien asukkaiden osuus ei ole mitenkään poikkeuksellisen suuri. Helsingissä vastaavalle melutasolle altistuu lähes puolet asukkaista. Lahdessa, Tampereella ja Turussa melulle altistuvien määrät ovat noin 30 % ja Oulussa tieliikennemelulle altistuvien osuus oli noin 20 %.

Laskennallisen tarkastelun perusteella melutilanteesta Kokkolassa voidaan todeta seuraavaa:

- Tieliikenne on merkittävin ympäristömelun ja meluallistumisen aiheuttaja Kokkolassa.
- Raideliikenne on toiseksi merkittävin melun aiheuttaja. Ennustetilanteeseen laadittujen arvioiden mukaan raideliikenteen aiheuttama meluallistuminen tulee kasvamaan tulevaisuudessa.
- Ykspihlajan teollisuustoimintojen aiheuttamat meluvyöhykkeet rajoittuvat suurelta osin teollisuusalueiden sisäpuolelle, eikä teollisuusalueen toimintojen melu aiheuta ohjearvotasojen ylityksiä asuinalueilla.
- Kaupungin alueella sijaitsee kaksi louhinta- ja murskausalueita, joiden toiminta saattaa aiheuttaa ympäristömelulle asetettujen ohjearvotasojen ylityksiä lähimpien asuinrakennusten piha-alueilla.
- Laskennallisen arvioinnin perusteella näyttää mahdolliselta, että Nyängmossenin motocrossradan toiminta aiheuttaa ympäristömelun ohjearvotasojen ylityksiä lähimpien asuinrakennusten piha-alueilla.
- Vaasantien ampumaradan toiminta saattaa aiheuttaa ampumaratamelulle asetettujen ohjearvotason ylityksiä lähimpien asuinrakennusten piha-alueilla.

Altistujamäärien perusteella melutilanne Kokkolan kaupungissa on suhteellisen hyvä ja tilanne tulee myös pyrkiä pitämään vähintäänkin nykyisellä tasolla. Tämä edellyttää aktiivista, monialaista toimintaa, jossa ovat mukana paikalliset ja alueelliset viranomaiset, teollisuuslaitokset, muut mahdolliset yhteistyötahot (moottoriurheiluseurat, ampumaurheiluseurat, luonnon- ja ympäristönsuojeluyhdistykset). Meluntorjuntaan ja hyvään ääniympäristöön tähtäävän toiminnan ohjaimiseksi tulisi laatia meluntorjunnan toimintasuunnitelma, johon kirjattaisiin meluntorjunnan tavoitteet pidemmällä aikavälillä sekä konkreettisia meluntorjunnan toimenpiteitä lyhyellä aikavälillä.

Tärkein meluntorjuntatyö tehdään ennen kaikkea tulevaisuuteen tähtäävässä maankäytön suunnittelussa, jossa ympäristömelu tulee ottaa huomioon mahdollisimman aikaisessa vaiheessa. Meluongelmien korjaaminen jälkikäteen on usein erittäin kallista tai jopa mahdotonta. Laaditun meluselvityksen tuloksia on jo otettu käyttöön maankäytön suunnittelussa ja laadittuja laskennallisia arviointeja voidaan helposti myös tarkentaa asemakaavatasoihin meluselvityksiin.

9 Kirjallisuusluettelo

- Akukon 2003a: Kokkolan satamat. Melupäästömittaukset. Insinööritoimisto Akukon 1573-1.
- Akukon 2003b: Kokkolan satamat. Ympäristömeluselvitys. Insinööritoimisto Akukon 1573-2.
- Etelä-Pohjanmaan liitto: Suomen päärata – Pohjoinen linkki Euroopan liikennejärjestelmässä. http://www.epliiitto.fi/upload/files/parataesite_valmis_030608.pdf.
- Eurasto, R. 2005: Ympäristömeludirektiivin täytäntöönpanoon liittyvät laskentamallivertailut – Suomen ympäristö 753. Ympäristöministeriö. Helsinki 2005.
- Eurasto 2009: Meluselvitysten tarkkuuden parantaminen – Suomen ympäristö 26 / 2009. Ympäristöministeriö. Helsinki 2009.
- ISO 9613-2: Acoustics – Attenuation of sound during propagation outdoors – Part 2: General method of calculation
- Kokkolan kaupunki 1991. Kokkolan kantakaupungin meluselvitys.
- Kragh, J 1982: Environmental noise from industrial plants. General prediction method. Lydteknisk Laboratorium. Report no. 32. Lyngby, 1982
- Niskanen, I. & Pirkola, T. 2003: Pohjois-Karjalan rajavartioston Onttolan ja Ilomantsin ampumara-
tojen meluselvitys – Jyväskylän yliopisto, ympäristöntutkimuskeskus. Tutkimusraportti 23 / 2003.
- Niskanen, I., Päivänen, J. Virrankoski, L., Alanko, M., Jokinen, S., Pesu, M., Leppänen, P. ja Gröhn, L. 2008: Helsingin kaupungin meluntorjunnan toimintasuunnitelma 2008 – Helsingin kaupungin ympäristökeskuksen julkaisuja 15 / 2008.
- Nordic Council of Ministers 1996a: Road traffic noise. Nordic Prediction method - TemaNord 1996:525
- Nordic Council of Ministers 1996b: Railway traffic noise. Nordic Prediction method - TemaNord 1996:524
- Ramboll 2011: Kokkolan suurteollisuusalue. Ympäristömeluselvitys, loppuraportti 28.1.2011.
- Ramboll 2013: Kokkolan kaupungin liikennetutkimus (TARKISTA VIITE!)
- SITO 2011: Hanhinevan moottoriurheiluratojen meluselvitys. 3.11.2011.
- Ympäristöministeriö 1986: Ampumaratamelun laskentamalli. Luonnos 1986.