
Kajaanin meluselvitys

Kajaanin kaupunki, Pohjois-Pohjanmaan ELY-keskus



12.3.2014

S **SITO**

SISÄLTÖ

1	JOHDANTO	2
	1.1 Hankkeen tarkoitus	2
	1.2 Selvitysalue	2
2	LÄHTÖTIEDOT	3
	2.1 Liikennetiedot	3
	2.2 Maasto- ja melumalli	3
	2.3 Melumittaukset	4
3	MELULASKENNAT	7
	3.1 Melun tunnusluvut ja sovelletut ohjearvot	7
	3.2 Laskennan suoritus	7
	3.3 Käytetyt laskenta-asetukset	7
	3.4 Laskentatulokset	8
4	MELUNTORJUNTA KOHTEET	10
	4.1 Valitut kohteet	10
	4.2 Torjunnan suunnittelun periaatteet	10
	4.3 Torjuntatoimet ja niiden vaikutukset kohteittain	11
	4.4 Torjuntatoimien vaikutusten yhteenveto ja kohteiden alustava priorisointi	16
5	YHTEENVETO	19
6	LÄHTEET	20
7	LIITTEET	21

1 Johdanto

1.1 Hankkeen tarkoitus

Tässä työssä on melumallinnuksen avulla selvitetty Kajaanin kaupungin keskustaa-
jaman lähialueen merkittävimpien melulähteiden aiheuttamat melutasot nyky- ja en-
nustetilanteessa. Lisäksi on määritetty alustava meluntorjunta sellaisille kohteille,
joissa melu aiheuttaa eniten ongelmia. Osasta kohteita kaupunki tai ELY-keskus on
saanut valituksia melusta. Selvityksen laatiminen aloitettiin elokuussa 2013 ja raportti
valmistui helmikuussa 2014.

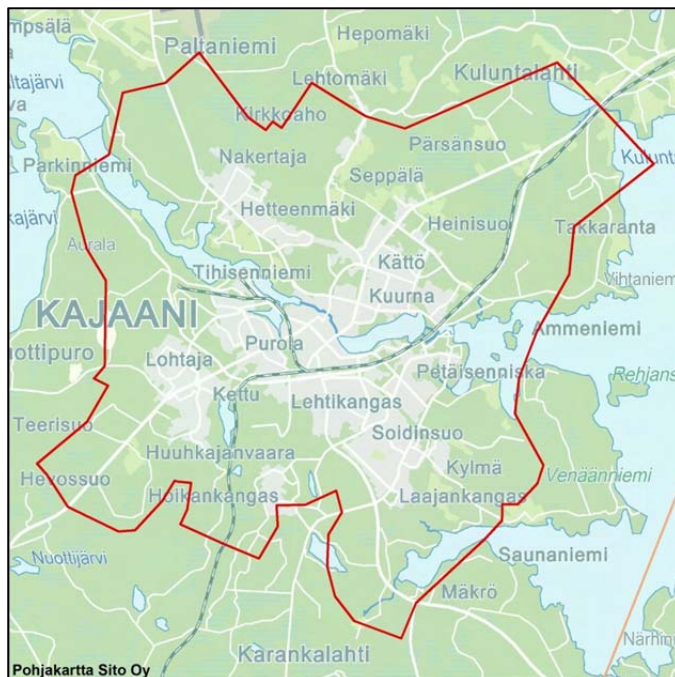
Työn tilaajina toimivat Kajaanin kaupunki ja Pohjois-Pohjanmaan elinkeino-, liikenne-
ja ympäristökeskus (jäljempänä ELY-keskus). Selvityksen laati Sito Oy. Työtä ohjasi
hankeryhmä, jonka työskentelyyn osallistuivat Irmeli Hanka, Jari Kauppinen, Paula
Malinen ja Anne Siltavuori Kajaanin kaupungilta, Samuli Kallio ja Jussi Sääskilähti
Pohjois-Pohjanmaan ELY-keskuksesta sekä Sito Oy:stä Jarno Kokkonen (konsultin
projektipäällikkö) ja Siru Parviainen (projektsihteeri). Sito Oy:ssä työhön osallistuivat
myös meluasiantuntijat Tuomas Pärnänen, Juha Korhonen ja Olli Kontkanen, maas-
tomalliasiantuntija Olli Hänninen, liikenneasiantuntijat Juha Vikiö ja Mika Tuominen
sekä laadunvarmistaja Kari Kuvaja.

1.2 Selvitysalue

Melutasot on selvitetty Kajaanin keskustaa-
jaman lähialueilla seuraaville melulähteille:

- pää- ja kokoojakadut rampeineen
- maantiet rampeineen
- rautatiet sekä
- Tihisenniemen teollisuusalue (saha ja lämpövoimala).

Edellä mainittujen melulähteiden lisäksi yhteismelukuvissa on esitetty aiemmasta sel-
vityksestä [1] saatu Kajaanin varuskunnan ampumamelualue. Kuvassa 1 on esitetty
selvitysalue.



Kuva 1 Selvitysalue.

2 Lähtötiedot

2.1 Liikennetiedot

Liikennetietoja saatiin useammasta eri lähteestä. Maanteiden liikennemäärät perustuvat Liikenneviraston tierekisterin vuoden 2012 tietoihin. Nykytilanteessa käytettiin tierekisterin viimeisintä tietoa ja ennusteliikennemäärät vuodelle 2040 saatiin käyttämällä liikenteelle kasvukerrointa 1,25. Kasvukerroin saatiin Pohjois-Pohjanmaan ELY-keskukselta. Raskaan liikenteen osuudet maanteilla arvioitiin LAM-pisteiden tietojen perusteella. Liikenteen nopeutena käytettiin nopeusrajoituksia.

Katuverkolla lähtökohtana käytettiin Kajaanin kaupungin toimittamia mittauspisteiden tietoja. Tiedot sisälsivät liikenteen kokonaismäärän sekä raskaan liikenteen osuuden. Joidenkin mittauspisteiden kohdalla raskaasta liikenteestä saatavilla oleva tieto oli puutteellista, ja näillä kohdin käytettiin raskaan liikenteen osuutena katuverkon keskiarvoa. Mittauspisteverkko ei myöskään ollut täysin kattava. Niille kaduille, joille ei ollut olemassa mittaustietoa, liikennemäärä arvioitiin konsultin toimesta. Ennustetilanteen liikennemäärälle käytettiin kasvukerrointa 1,2. Kasvu perustuu autoistumisen lisääntymiseen ja keskustan tiivistymiseen. Ennusteen teki konsultin liikenneasiantuntija. Maanteiden ja katujen liikennemäärät nykytilanteessa on esitetty liitteessä A1 ja ennustetilanteessa liitteessä A2.

Melumallissa käytetty liikenteen nopeus katuverkolla laskettiin Riksroad Oy:n toimittamasta liikenteen mittaustiedoista. Osasta mittauspisteistä oli saatavilla liikenteen nopeusjakamatiedot. Näistä tiedoista laskettiin liikenteelle pohjoismaisen tieliikennemelulaskentamallin mukainen efektiivinen nopeus, joka vastaa paremmin todellista melupäästöä. Katuosuuksilla, joilla ei ollut käytettävissä nopeusjakamatietoa, nopeutena käytettiin nopeusrajoitusta. Käytetyt nopeudet on esitetty liitteen B kartalla. Lisäksi liitteen C taulukossa on esitetty kaduittain melumallissa käytetty nopeus ja nopeusrajoitus.

Raideliikennetiedot perustuvat VR:n toimittamiin liikennetietoihin. VR:n liikenneennuste on laadittu vuodelle 2030. Junien kulkusuunnat on tarkistettu syksyllä 2013 voimassa olleista aikatauluista. Liikennetietojen syöttämisessä on huomioitu junien kiihdytys- ja jarrutusmatka erikseen kullekin junatyypille. Selvityksessä käytetyt raide-liikennetiedot sekä kiihdytys- ja jarrutusmatkat on esitetty liitteessä D.

2.2 Maasto- ja melumalli

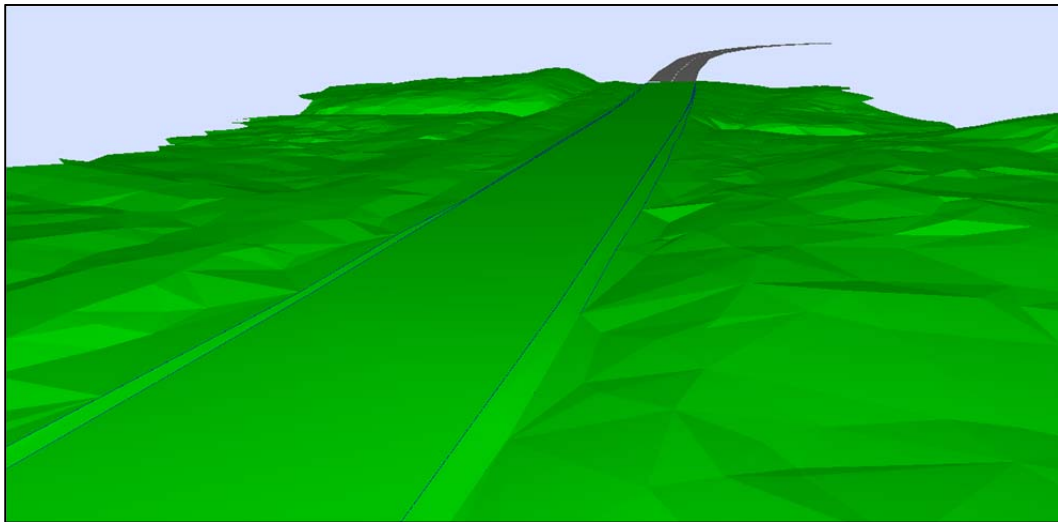
Maastomallin maanpinta on pääosin muodostettu Kajaanin kaupungilta saadusta laserkeilausaineistosta. Laserkeilausaineiston pistepilvestä suodatettiin hajapistearineistoa 20 cm korkeustarkkuudella. Teiden ja rautateiden alueilla 50 metrin säteellä käytettiin tarkempaa 10 cm korkeustarkkuutta. Maanpintamalli tarkistettiin sekä virheellisen luokituksen saaneet korkeuspisteet siivottiin pois. Tästä poikkeuksena Tihiseniemen teollisuusalueen puupinot, jotka tarkoituksellisesti sisällytettiin maanpintamalliin. Kaupungin keilausaineistot eivät aivan kattaneet koko selvitysalueetta, joten selvitysalueen reuna-alueilla käytettiin Maanmittauslaitoksen 2 m korkeusmallia (pisteiden välinen etäisyys 2 m). Meluvyöhykekartoilla maaston korkeusvaihtelu on kuvattu korkeuskäyrillä maaston havainnollistamiseksi. Käyriä ei ole käytetty melumallin korkeustietona.

Maanpinnan lisäksi melumalli sisältää muut melun leviämiseen vaikuttavat kohteet ja pinnat. Meluesteet ja niihin verrattavat maastonmuodot lisättiin malliin pohjakartta-aineiston ja maastokäynneillä kerättyjen tietojen perusteella. Nykyiset meluesteet saatiin pääosin pohjakartta-aineistosta sekä laserkeilausaineistosta. Uusien, keilauksen jälkeen valmistuneiden esteiden korkeudet määritettiin maastossa tehtyjen mittauksien perusteella.

Vesialueet määritettiin akustisesti koviksi ($G=0$), ja ne saatiin maanmittauslaitoksen maastotietokannasta. Muut kovat pinnat, kuten merkittävän kokoiset pysäköintialueet, piirrettiin malliin Googlen (Google Maps) ja Microsoftin (Bing Maps) kartta-aineistojen ilma- ja viistokuvien sekä Maanmittauslaitoksen ortoilmakuvien perusteella. Muutoin maanpinta on mallinnettu akustisesti pehmeänä ($G=1$). Liitteessä B on esitetty melumallissa olevat kovat alueet.

Rakennukset tuotiin melumalliin kaupungin toimittamasta pohjakartta-aineistosta. Aineistoa täydennettiin Maanmittauslaitoksen maastotietokannan rakennuksilla, mikäli pohjakartasta löydettiin puutteita. Rakennusten korkeus määritettiin laserkeilausaineistosta, josta oli ensin suodatettu puusto ja muu kasvillisuus pois. Melumallissa rakennuksen katon korkeus on rakennuksen sisällä olevan pistepilviaineiston keskiarvo. Mikäli rakennukselle ei ollut riittävästi luotettavia korkeuspisteitä esimerkiksi kasvillisuudesta johtuen, korkeutena käytetään rakennusluokkaan perustuvaa tilastollista korkeustietoa. Oletusarvoisesti katokset jätettiin huomioimatta melumallissa. Kaupungilta saatiin tieto umpinaisista, melua torjuvina rakenteina toimivista katoksista, ja nämä otettiin mukaan malliin.

Maantiet tuotiin malliin Liikenneviraston vektorimuotoisesta tierekisteristä. Maanteiden pystygeometria määrättiin tarkan laserkeilausaineiston maanpintamallin avulla. Katuverkko vektoroitiin melumalliin käyttäen hyväksi pohjakartta-aineiston teiden reunaviivoja sekä tarkkaa laserkeilausaineistoa. Teille, kaduille ja silloille annettiin leveystieto ja tuotettiin yhtenäiset reuna- ja pengerviivat. Hajapisteaineisto siivottiin pois tien alta. Pohjakartta-aineiston ratalinjaa tarkennettiin ja täydennettiin laserkeilausaineiston avulla. Kuvassa 2 on esimerkki maastomallista tien kohdalla.



Kuva 2 Esimerkki maastomallista tien kohdalla.

Teollisuusalueen mallinnuksen tärkeimpänä lähteenä oli pohjakartta-aineisto, josta malliin tuotiin rakennusten ääriviivat. Teollisuusrakennukset mallinnettiin useana objektina, mikä mahdollisti korkeudeltaan epätasaiset rakennukset. Rakennusten korkeudet saatiin laserkeilausaineistosta. Suhteellisten korkeuksien paikkansapitävyys tarkistettiin Bing Maps -viistokuvista.

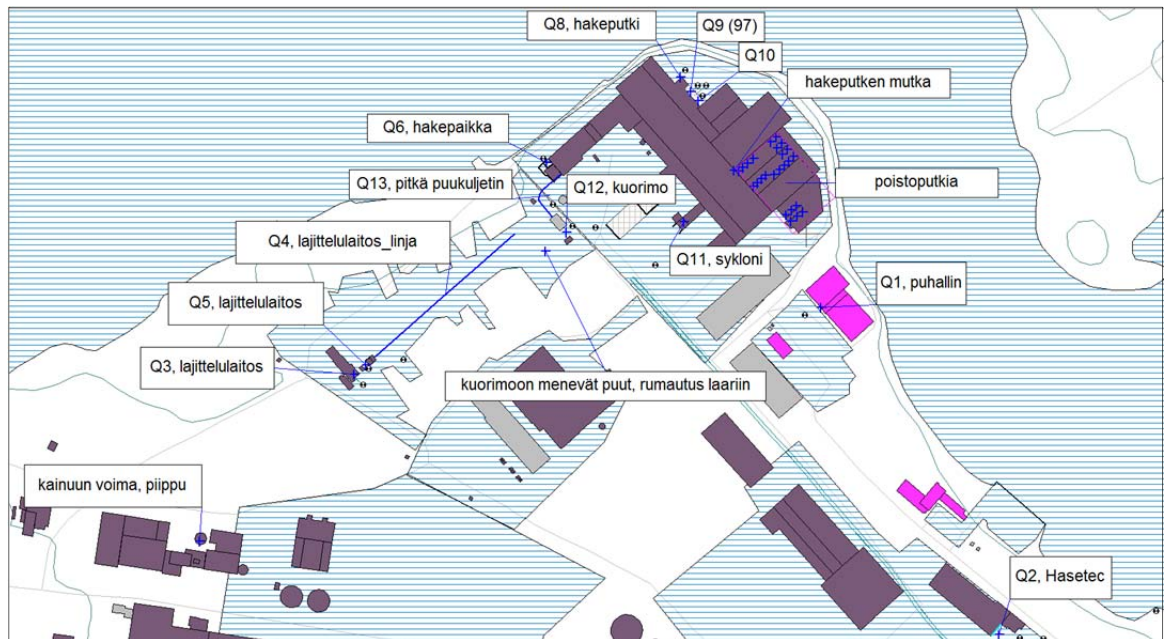
Maastomallin oikeellisuus tarkastettiin sekä konsultin että tilaajan toimesta 3D-tarkastelun avulla ja havaitut puutteet tai virheet korjattiin.

2.3 Melumittaukset

Tihisenniemen teollisuuslaitoksen toiminnan tarkastelussa huomioitiin alueen merkittävimmät melulähteet. Lähtötietona hyödynnettiin aiemmin valmistunutta meluselvi-

tystä [2]. Aiemman selvityksen jälkeen alueen toiminnot ovat oleellisesti muuttuneet, joten tässä työssä on suoritettu tarkistusluontoisia melupäästömittauksia sekä varmistettiin eri toimintojen toiminta-ajat.

Melupäästömittaukset suoritettiin 14.–15.8.2013. Melulähteet on esitetty kuvassa 3.



Kuva 3 Teollisuusalueen melulähteet.

Melupäästömittauksissa sovellettiin pohjoismaista NT 080 -mittausmenetelmää [3]. Mittauspisteet pyrittiin valitsemaan siten että mittaustulos edustaa parhaiten kyseisen melulähteen melupäästöä. Melualtistusmittauksia mahdollisesti häiriintyvissä kohteissa ei suoritettu.

Voimalaitos ei ollut mittaushetkellä päällä, joten sille ja osalle vähemmän merkittäviä melulähteitä hyödynnettiin suoraan aiemman selvityksen mittaustuloksia. Taulukossa 1 on esitetty uudet mitatut äänitehotasot sekä melulaskennoissa hyödynnetyt aiemman selvityksen tulokset. Liitteessä H on esitetty melulähteiden oktaavispektrit.

Taulukko 1 Mitatut (Q-kirjaimella merkityt) ja aiemmasta selvityksestä saadut äänitehotasot.

Melulähde	Ääniteho	Toiminta-aika		Sijainti melumallissa		
	L_WA	päivällä	yöllä	X	Y	Z
	(dBA)	(h)	(h)	(m)	(m)	(m)
Q1, puhallin	100,7	13,5	2,5	534013,2	7123430,8	134,7
Q2, Hasetec	104,7	15,0	0,0	534181,3	7123121,8	128,5
Q3, lajittelulaitos	109,5	13,5	2,5	533572,8	7123367,6	130,0
Q4, lajittelulaitos_linja	113,3	13,5	2,5	(viivalähde)		
Q5, lajittelulaitos	104,8	13,5	2,5	533584,1	7123376,1	129,1
Q6, hakepaikka	104,1	13,5	2,5	533754,7	7123567,2	134,5
Q8, hakeputki	105,9	14,7	2,5	533881,2	7123648,0	130,4
Q9 (97)	105,7	14,7	2,5	533890,4	7123634,3	131,8
Q10	101,8	14,7	2,5	533897,9	7123625,7	131,9
Q11, sykloni	113,8	13,5	2,5	533884,2	7123511,1	146,0
Q12, kuorimo	107,9	13,5	2,5	533773,2	7123501,6	131,2
Q13, pitkä puukuljetin	120,0	13,5	2,5	(viivalähde)		
kuorimoon menevät puut, rumautus laariin	105,0	13,5	2,5	533753,2	7123483,8	129,3
Kainuun voima, piippu	114,5	15,0	9,0	533427,6	7123210,0	229,0
poistoputki (89)	83,3	13,5	2,5	533971,4	7123591,1	141,5
poistoputki (89)	83,3	13,5	2,5	533976,9	7123585,1	141,5
poistoputki (89)	83,3	13,5	2,5	533982,1	7123579,3	141,5
poistoputki (89)	83,3	13,5	2,5	533988,1	7123573,0	141,5
poistoputki (89)	83,3	13,5	2,5	533983,4	7123568,4	141,5
poistoputki (89)	83,3	13,5	2,5	533977,6	7123575,2	141,5
poistoputki (89)	83,3	13,5	2,5	533972,2	7123581,0	141,5
poistoputki (89)	83,3	13,5	2,5	533966,4	7123586,7	141,5
poistoputki (89)	83,3	13,5	2,5	533936,1	7123558,8	141,5
poistoputki (89)	83,3	13,5	2,5	533940,2	7123562,6	141,5
poistoputki (89)	83,3	13,5	2,5	533944,7	7123566,4	141,5
poistoputki (89)	83,3	13,5	2,5	533949,5	7123571,3	141,5
poistoputki (90)	83,2	13,5	2,5	533979,4	7123564,6	141,5
poistoputki (91)	88,0	13,5	2,5	533974,5	7123560,3	141,5
poistoputki (92)	101,8	13,5	2,5	533969,2	7123555,6	141,5
poistoputki (92)	101,8	13,5	2,5	533961,9	7123555,5	141,5
poistoputki (92)	101,8	13,5	2,5	533957,6	7123551,9	141,5
poistoputki (93)	105,7	13,5	2,5	533953,6	7123547,7	141,5
hakeputken mutka (94)	111,4	13,5	2,5	533931,6	7123559,7	143,3
poistoputki (95)	100,6	13,5	2,5	533950,0	7123544,6	141,5
poistoputki (96)	80,3	13,5	2,5	533980,5	7123517,7	138,5
poistoputki (96)	80,3	13,5	2,5	533985,6	7123522,1	138,5
poistoputki (96)	80,3	13,5	2,5	533990,4	7123526,5	138,5
poistoputki (96)	80,3	13,5	2,5	533996,3	7123520,7	138,5
poistoputki (96)	80,3	13,5	2,5	533991,1	7123516,2	138,5
poistoputki (96)	80,3	13,5	2,5	533985,5	7123511,7	138,5

3 Melulaskennat

3.1 Melun tunnusluvut ja sovelletut ohjearvot

Melutasot on laskettu valtioneuvoston päätöksen 993/92 mukaisilla tunnusluvuilla (päivä- ja yöajan keskiäänitasot L_{Aeq}). Valtioneuvoston päätöksessä on myös annettu melutason ohjearvot keskiäänitasoille. Ohjearvot on määritetty erikseen päivä- (klo 7–22) ja yöajalle (klo 22–7), ja ne on esitetty taulukossa 2. Ulkoalueille päiväajan ohjearvo on 55 dB ja yöajan ohjearvo on 50 dB olemassa oleville asuinalueille ja 45 dB uusille asuinalueille. Pääosin tässä selvityksessä on sovellettu korkeampaa yöajan ohjearvoa.

Taulukko 2 Melun ohjearvot.

Melun keskiäänitason L_{Aeq} enimmäisarvo	Päivällä klo 7–22	Yöllä klo 22–7
Asumiseen käytettävät alueet, virkistysalueet taajamissa ja niiden välittömässä läheisyydessä sekä hoito- ja oppilaitoksia palvelevat alueet.	55 dB	50 dB
Uudet asumiseen käytettävät alueet, virkistysalueet taajamissa ja hoitolaitoksia palvelevat alueet.	55 dB	45 dB
Loma-asumiseen käytettävät alueet, virkistysalueet taajamien ulkopuolella ja luonnonsuojelualueet.	45 dB	40 dB
Ohjearvot sisällä	Päivällä klo 7–22	Yöllä klo 22–7
Asuin-, potilas- ja majoitushuoneet	35 dB	30 dB
Opetus- ja kokoontumistilat	35 dB	-
Liike- ja toimistohuoneistot	45 dB	-

3.2 Laskennan suoritus

Melulaskennat suoritettiin Datakustik Cadna/A 4.3 -ohjelman pohjoismaisilla melumalleilla [4][5][6]. Myös melulle altistuvien ja melulta suojattujen asukkaiden määrät laskettiin samalla ohjelmalla perustuen julkisivuille laskettuihin melutasoihin. Asukkaat määrättiin kuuluvaksi siihen meluvyöhykkeeseen, johon julkisivulle laskettu suurin melutaso kuului. Asukasmäärät laskettiin koko laskenta-alueelle nyky- ja ennustetilanteissa. Meluntorjuntakohteissa laskettiin melulle altistuvien määrät ilman torjuntaa ja suunnitellulla meluntorjunnalla, jolloin saadaan selville ohjearvot ylittävältä melulta suojattujen asukkaiden määrä. Suojattujen lisäksi laskettiin meluntorjunnan toteuttamisesta hyötyvien asukkaiden määrä. Hyötyviä ovat ilman torjuntaa ohjearvot ylittävälle melulle altistuvat asukkaat, joiden melutilanne esitetyn torjunnan vaikutuksesta paranee vähintään 3 dB (tällainen muutos melutasossa on selkeästi havaittavissa). Näin saadaan selville sellaisten asukkaiden määrä, joiden melutilanteeseen torjunnalla on selkeä vaikutus, vaikka he eivät välttämättä pääse ohjearvot alittavaan melutasoon.

Melulaskennat koko kaupungin alueella tehtiin pääosin loka–marraskuussa 2013 ja meluntorjunnan suunnittelu ja melulaskennat meluntorjunnan kanssa marraskuussa 2013–tammikuussa 2014.

3.3 Käytetyt laskenta-asetukset

Melulaskennassa käytetyt tärkeimmät laskenta-asetukset on lueteltu alla.

- Laskentaruudun koko 5 x 5 metriä. Jokainen ruutu on laskettu ilman ruutujen interpolointia.
- Meluvyöhykkeiden laskentakorkeus on 2 metriä.

- Laskentasäde 1500 metriä (teollisuusmelunmallinnuksessa 2500 m).
- Laskennassa mukana 1. kertaluvun heijastukset.
- Rakennukset heijastavia 1 dB heijastusvaimennuksella.
- Kukin melulähde on mallinnettu yksittäisenä emissiolähteenä* (pohjoismaisen tiemelumallin mukaisesti).
*Raideliikenteenmelun laskennassa emissio on laskentaohjelmassa jaettu pohjoismaisen raideliikennemelumallin mukaisesti oktaavikaistoittain eri korkeuksille.
- Heijastustason määrittelyssä suurin sallittu poikkeama on 0,5 metriä.
- Julkisivujen melutasot on laskettu 2 m korkeudella rakennukset kivijalasta. Rakennuksen kivijalan korkeus on määritetty rakennuksen kulmapisteiden korkeuden keskiarvona.
- Julkisivulaskennassa pisteväli vaakasuunnassa 1–5 metriä.
- Lämpötila 10 °C ja ilman kosteus 70 %

Melulaskennoissa ei ole huomioitu kasvillisuuden vaikutusta. Etäisyyden ollessa alle 300 m ja merkittävien melulähteiden ollessa näkyvillä nykyisien pohjoismaisten laskentamallien tarkkuus on tyypillisesti noin 2–3 dB.

3.4 Laskentatulokset

Melulaskennan tuloksena saadut meluvyöhykkeet ilman uutta meluntorjuntaa on esitetty liitteen F kartoilla 1–13. Meluvyöhykkeet on esitetty päivällä ja yöllä nyky- ja ennustetilanteessa 2040 erikseen kaikille melulähteille (tieliikenne, rautatieliikenne ja teollisuus). Lisäksi on esitetty yhteismelutilanne, jossa on huomioitu kaikki mallinnetut melulähteet sekä ampumamelualue aiemmasta selvityksestä [1]. Tie- ja rautatieliikenteen meluvyöhykkeistä kaikissa tilanteissa on esitetty koko alue yhdellä kartalla (A3 mittakaava 1:40 000) sekä keskustan alueelta tarkempi kartta (A3 mittakaava 1:15 000).

Laskentatuloksia arvioitaessa tulee huomioida, että laskentamallissa on äänen leviämisen kannalta suotuisat olosuhteet jokaiseen laskentapisteeseen. Lasketut tilanteet edustavatkin paremmin pitkän aikavälin tilannetta, kuin tietyn hetken tai päivän melutilannetta. Myös eri melulähteiden häiritsevyydessä on eroja. Teollisuus- ja ampumamelu on häiritseväämpää kuin liikenteen aiheuttama melu. Osa Tihisenniemen teollisuusalueen melulähteistä on impulssimaisia. Impulssimaisuus pienenee etäisyyden kasvaessa, mutta mikäli melu on myös häiriintyvässä kohteessa impulssimaista, tulee laskentatulokseen tehdä 5 dB korjaus. Ampumamelussa on käytetty 10 dB impulssikorjausta, eli 45 dB ampumamelualue vastaa 55 dB päiväohjearvoa.

Torjuntakohteista on laadittu tarkemmat kartat (liite F, 14–28), joilla on esitetty kohteen melutasot ennustetilanteessa 2040 päivällä ilman meluntorjuntaa sekä suunnitellulla meluntorjunnalla. Kohteessa T15 on esitetty meluvyöhykkeet myös yöajalle, koska meluntorjunta on mitoitettu suojaamaan myös uutta maankäyttöä, jolloin uusin asuinalueiden yöajan ohjearvoa 45 dB on mitoitettavampi.

Melulle altistuvien asukkaiden määrät laskettiin tie- ja rautatieliikenteelle yhteensä koko selvitysalueelta nyky- ja ennustetilanteissa. Tieliikenne on selkeästi merkittävämpi tekijä, sillä pelkkää rautatieliikennettä tarkasteltaessa ohjearvot ylittävälle melulle altistuvia ei juuri ole. Päivällä rautatieliikenteelle ei altistu yhtään asukasta, ja yöllä yli 50 dB altistujia nykytilanteessa on 7 ja ennustetilanteessa 58. Teollisuusmelulle altistuu alle 10 asukasta.

Tie- ja rautatieliikenteen melulle altistuneiden määrät päivällä on esitetty taulukossa 3 ja yöllä taulukossa 4. Taulukoissa on esitetty melulle altistuvien kokonaismäärät, sekä sellaisten altistujien määrät, jotka asuvat rakennuksissa, joissa on hiljainen julkisivu. Hiljaisen julkisivun rakennukseksi tilastoidaan rakennus, jonka hiljaisin julkisivu on

vähintään 20 dB hiljaisempi kuin voimakkaimman melun julkisivu. Tällaisista asukkaista ainakin osa on todellisuudessa suojattu melulta, vaikka he tilastoituvat melulle altistuviksi. Luvussa 4 on esitetty torjuntakohteissa altistuvien ja suojattujen asukkaiden määrät.

Taulukko 3 Tie- ja rautatieliikenteen melulle altistuvat asukkaat päivällä.

Tilanne	55–60 dB	60–65 dB	65–70 dB	yli 70 dB	yli 55 dB yhteensä
Nykytilanne	4544	2182	495	0	7221
Nykytilanne, hiljainen julkisivu	1119	1126	376	0	2621
Ennustetilanne 2040	4684	2740	706	40	8170
Ennustetilanne 2040, hiljainen julkisivu	901	1172	536	40	2649

Taulukko 4 Tie- ja rautatieliikenteen melulle altistuvat asukkaat yöllä.

Tilanne	50–55 dB	55–60 dB	60–65 dB	yli 65 dB	yli 50 dB yhteensä
Nykytilanne	3011	1009	41	0	4061
Nykytilanne, hiljainen julkisivu	1006	621	41	0	1668
Ennustetilanne 2040	3782	1418	42	0	5242
Ennustetilanne 2040, hiljainen julkisivu	907	852	42	0	1801

4 Meluntorjuntakohteet

4.1 Valitut kohteet

Tilaajan hankeryhmän edustajat valitsivat kohteet, joihin suunniteltiin meluntorjunta. Kohteita oli yhteensä 16 kappaletta:

- T01: Paltaniementie Hetteenmäentien kohdalla
- T02: Paltaniementie Metsäpellontien kohdalla
- T03: Puutavarantie Heinisuontien ja Kisatien välillä
- T04: Puutavarantie Kisatien ja Eino Leinon tien välillä
- T05: Puutavarantie Eino Leinon tien ja Linnantaustien välillä
- T06: Vt 5 Kuurnantien ja Takkarannantien välillä
- T07: Rautatiekohde vanhan Huparin kohdalla
- T08: Mainuantie Puistolän ja Purolan kohdalla
- T09: Vt 6 Opintien ja Tornitien välillä
- T10: Vt 6 Hauholän koulu
- T11: Vt 6 Rinnekadun ja Kehräämöntien välillä
- T12: Kehräämöntie Laajankankaankadun ja Tuiskutien välillä
- T13: Varistie Timperintien ja Kehräämöntien välillä
- T14: Rinnekatu Kiurunpolun ja Käpykadun välillä
- T15: Vt 5:n ja Vuoreslahdentien risteys
- T16: Lönnotinkatu Pikku-Ketun kohdalla

4.2 Torjunnan suunnittelun periaatteet

Edellä lueteltuihin kohteisiin suunniteltiin meluntorjunta yleissuunnitelmatasolla. Konsultti suunnitteli alustavan meluntorjuntaratkaisun. Torjuntaratkaisut käytiin läpi hankeryhmän kokouksessa joulukuussa 2013, ja kokouksessa saatujen kommenttien perusteella suunniteltiin lopullinen meluntorjunta.

Meluntorjuntavaihtoehtoina käytettiin seuraavia estetyyppejä, joita käytettiin esitetysssä ensisijaisuusjärjestyksessä:

- 1 Valli
- 2 Kaide
- 3 Seinä
- 4 Tonttiaita

Maavallit meluesteinä ovat yleisesti edullisimpia, erityisesti jos käytössä on ylijäämämaata, ja ne on helppo maisemoida. Vallit vievät esteistä eniten tilaa, ja vaativat tukevan maaperän. Melukaide sijoittuu aivan tien reunaan kaidelinjalle, ja on yleisesti korkeudeltaan 1–1,4 metriä. Osa kaiteesta voi olla läpinäkyvää. Meluseinä on yleensä kaidetta korkeampi ja sijoittuu kauemmas tiestä. Se vaatii perustuksen ja sen on kestävä lumikuorma. Tonttiaita on meluseinä, joka sijoittuu asuintontille tai sen välittömään läheisyyteen tie- tai katualueen sijaan.

Listasta valittiin ensimmäinen estetyyppi, joka mahtui kohteeseen ja alensi melun alle ohjearvon oleskelualueilla. Näin varmistettiin riittävän tehokkaan ja edullisimman torjuntavaihtoehdon valinta jokaiseen kohteeseen. Tästä suunnitteluperiaatteesta poikettiin ainoastaan tilaajan toivomuksesta esimerkiksi maisemallisista syistä.

Kohteisiin suunnitellulle meluntorjunnalle tehtiin karkea kustannusarvio käyttämällä taulukossa 5 esitettyjä yksikköhintoja meluntorjunnalle. Kustannusarviossa ei ole huomioitu paikallisia olosuhteita, joita voivat olla esimerkiksi pehmeä maaperä, joka vaatii enemmän perustukselta. Näin ollen meluntorjunnan sijoittelu ja kustannusarvio voi jatkosuunnittelussa muuttua merkittävästikin.

Taulukko 5 Melusteiden yksikköhinnat.

Estetyyppi	€	Yksikkö
Kaide ≤ 1,2 m	500	m
Kaide > 1,2 m	500	m ²
Seinä/aita	550	m ²
Valli	15	m ³

Niissä kohteissa, joissa meluntorjunta sijoittuu maantien varteen, on sovittava kustannusjaosta ELY-keskuksen ja kaupungin välillä. Yleisesti on käytetty periaatteena, että mikäli kyseessä on vanha asuinalue, ELY-keskuksen osuus kustannuksista on 75 % ja kaupungin osuus 25 %. Mikäli kyseessä on uusi asuinalue meluvyöhykkeellä, kaupunki vastaa kustannuksista.

4.3 Torjuntatoimet ja niiden vaikutukset kohteittain

Tässä luvussa on kuvattu torjuntatoimet ja niiden vaikutukset kohteittain, ja yhteenve-to on tehty luvussa 4.4. Niistä kohteista, jotka sijoittuvat maanteiden varteen (T06, T09, T10, T11 ja T15) on tehty vielä erilliset hankekortit, jotka ovat raportin liitteenä G.

T01: Paltaniementie Hetteenmäentien kohdalla

Kohde sijoittuu kaupungin katuverkolle. Kohteen melutilanne on nyky- ja ennustetilanteessa välttävä; noin 26 asukasta altistuu päivällä yli 55 dB melulle. Paltaniementietä lähimmillä kiinteistöillä oleskelualueet sijaitsevat tien puolella ja siten melualueella. Kohteen rakennukset ovat rivi- ja pientaloja. Kohteessa ei ole nykyistä meluntorjuntaa.

Meluntorjunnaksi suunniteltiin kaksi melukaidetta korkeudeltaan 1,2 metriä ja pituudeltaan yhteensä 360 metriä. Melukaiteelle on tien varressa hyvin tilaa lukuun ottamatta Hetteenmäentien risteuksen kohdalla olevaa bussipysäkkiä. Pysäkillä kulkua joudutaan siirtämään tai esteeseen tulee tehdä lomitettu läpikulku. Suunniteltu meluntorjunta riittää alentamaan kohteen melutasot ohjearvojen mukaiseksi, eli kaikki 26 altistuvaa asukasta suojataan. Torjunnasta vähintään 3 dB hyötyviä asukkaita on kohteessa 26. Meluntorjunnan kustannusarvio suojattua asukasta kohden on noin 7000 € ja kokonaiskustannusarvio on 181 000 €.

T02: Paltaniementie Metsäpellontien kohdalla

Kohde sijoittuu kaupungin katuverkolle. Kohteen melutilanne on välttävä tai heikko sekä nyky- että ennustetilanteessa; noin 61 asukasta altistuu päivällä yli 55 dB melulle. Näistä 19 altistuu yli 60 dB melulle. Kohteen kiinteistöjen oleskelualueet ovat Paltaniementien puolella tai muuten altistuvat melulle. Rakennukset kohteessa ovat rivitai paritaloja. Keskiosan paritalojen pihojen ja tien välissä on aita, joka on sen verran matala ja perustuksestaan vuotava, että se ei käytännössä toimi melua torjuvana rakenteena.

Meluntorjunnaksi suunniteltiin kaksi melukaidetta korkeudeltaan 1,4 metriä sekä nykyisen tonttiaidan korotus ja tiivistys. Esteiden yhteispituus on 408 metriä, josta 310 metriä on uutta kaidetta. Kohteessa on riittävästi tilaa esteille. Esteen numero 3 kohdalla on turvakaide, joka korvataan osittain melukaiteella. Meluntorjunta riittää alentamaan kohteen melutasot ohjearvojen mukaiseksi lukuun ottamatta paritalojen oleskelualueita, missä ohjearvot ylittyvät hieman tien lähellä. Laskennallisesti kaikki 61 asukasta tulee suojattua ohjearvot ylittävältä melulta. Torjunnasta vähintään 3 dB

hyötyviä asukkaita on kohteessa noin 61. Meluntorjunnan kustannusarvio suojattua asukasta kohden on noin 5800 € ja kokonaiskustannusarvio on 352 000 €.

T03: Puutavarantie Heinisuontien ja Kisatien välillä

Kohde sijoittuu kaupungin katuverkolle. Kohteen melutilanne on välttävä tai heikko sekä nyky- että ennustetilanteessa, noin 63 asukasta altistuu päivällä yli 55 dB melulle, ja näistä 20 altistuu yli 60 dB melulle. Oleskeluun tarkoitettut ulkoalueet ovat pääosin melualueella. Kohteessa on muutamia meluntorjuntaa vaikeuttavia risteysalueita. Kohteen rakennukset ovat pientaloja, eikä kohteessa ei ole nykyistä meluntorjuntaa.

Kohteeseen suunniteltiin torjunnaksi pääosin 1,4 metriä korkeaa melukaidetta. Lisäksi tien länsipuolella sijaitsevan nykyisen tonttiaidan kohdalle suunniteltiin 2,5 metriä korkea meluseinä. Esteiden yhteispituus on 1230 metriä. Komiahontien pohjoispuolella esteillä on hyvin tilaa. Komiahontien eteläpuolella risteysalueet ja bussipysäkit hankaloittavat yhtenäisten esteiden sijoittelua. Erityisesti Varsipolku tuottaa haasteita. Puutavarantien ja Komiahontien risteyksessä bussipysäkillä menevä reitti jää meluesteen alle, joten reittiä on siirrettävä lähemmän Komiahontietä tai esteeseen on tehtävä lomitus. Esteet tehoavat paikoitellen erittäin hyvin ja 30 asukasta saadaan suojattua ohjearvot ylittävältä melulta. Torjunnasta vähintään 3 dB hyötyviä asukkaita on noin 37. Meluntorjunnan kustannusarvio suojattua asukasta kohden on noin 33 900 €, ja kokonaiskustannusarvio on 1 016 000 €.

T04: Puutavarantie Kisatien ja Eino Leinon tien välillä

Kohde sijoittuu kaupungin katuverkolle. Kohteen melutilanne on välttävä tai heikko sekä nyky- että ennustetilanteessa; noin 212 asukasta altistuu päivällä yli 55 dB melulle, ja näistä 22 altistuu yli 60 dB melulle. Kaikista altistuvista noin puolet asuu länsipuolen kerrostaloissa, joiden oleskelualueet ovat suojassa melulta, eikä näille rakennuksille ole suunniteltu meluntorjuntaa. Kohteen itäpuolella rakennukset ovat pientaloja, joiden oleskelualueet ovat tien puolella. Lisäksi kohteessa sijaitsee vanhustentalo. Kohteessa ei ole nykyistä meluntorjuntaa.

Kohteen suojaamiseksi suunniteltiin pääosin 1,2 metriä korkeaa kaidetta. Lisäksi Eino Leinon tien ja Puutavarantien kulmaan suunniteltiin 3 metriä korkea meluseinä suojaamaan risteuksen kiinteistöjä. Esteiden yhteispituus on 720 metriä. Melukaiteille on hyvin tilaa, mutta eteläpään meluseinä tulee lähelle tontin rajaa viettävään maastoon, jossa on vähän tilaa esteelle. Jatkosuunnittelussa tuleekin varmistaa esteiden sovitaminen, ja huomioitava, että maaston muodot voivat korottaa meluntorjunnan kustannuksia huomattavasti tässä arvioidusta. Suunnitellulla torjunnalla saadaan suojattua 53 asukasta ohjearvot ylittävältä melulta ja torjunnasta vähintään 3 dB hyötyviä asukkaita on noin 55. Meluntorjunnan kustannusarvio suojattua asukasta kohden on noin 9000 €, ja kokonaiskustannusarvio on 498 000 €.

T05: Puutavarantie Eino Leinon tien ja Linnantaustien välillä

Kohde sijoittuu kaupungin katuverkolle. Kohteen melutilanne on heikko tai huono sekä nyky- että ennustetilanteessa; noin 82 asukasta altistuu päivällä yli 55 dB melulle ja näistä 27 altistuu yli 60 dB melulle. Kohteen rakennukset ovat pientaloja, joiden oleskelualueet ovat tien puolella ja meluvyöhykkeellä. Lisäksi kohteessa sijaitsee koulu, jonka pihat ovat melulta suojassa. Kohteessa ei ole nykyistä meluntorjuntaa.

Kohteen suojaamiseksi suunniteltiin 1,2 metriä korkeaa kaidetta sekä tonttiaitaa risteysalueille. Esteiden yhteispituus on 770 metriä. Kohteessa on melko vähän tilaa meluntorjunnalle bussipysäkkien ja risteysten vuoksi. Tämän takia kohteeseen suunniteltiin yhdelle esteelle kaksi vaihtoehtoa. Ensimmäinen vaihtoehto VE1 on risteuksen Puutavarantien ja Eino Leinon tien risteuksen kohdalle tuleva 0,8 metriä korkea kai-

de, joka madaltaa oleskelualueiden melua noin 3 dB. Toinen vaihtoehto VE2 on 3,5 metriä korkea tonttiaita, jolla saavutetaan ohjearvojen mukainen melutaso oleskelualueilla. Aita tulee lähelle tontin rajaa viettävään maastoon, jossa on vähän tilaa esteelle. Vaihtoehdon 1 torjunnalla saadaan suojattua 44 asukasta ja vaihtoehdon 2 torjunnalla saadaan suojattua 55 asukasta ohjearvot ylittävältä melulta. Torjunnasta vähintään 3 dB hyötyviä asukkaita on kohteessa noin 64 molemmilla torjuntavaihtoehdoilla. Meluntorjunnan kustannusarvio suojattua asukasta kohden on noin 11 800 € (VE1) tai 12 100 € (VE2) riippuen vaihtoehdosta. Kokonaiskustannusarvio on 520 000 € (VE1) tai 664 000 € (VE2).

T06: Vt 5 Kuurnantien ja Takkarannantien välillä

Kohde sijoittuu maantien varteen. Kohteen melutilanne on välttävää tai huono sekä nyky- että ennustetilanteessa; noin 41 asukasta altistuu päivällä yli 55 dB melulle, ja näistä 14 altistuu yli 60 dB melulle ja 1 yli 65 dB melulle. Kohteen rakennukset ovat pientaloja, joiden oleskelualueet ovat osittain tien puolella ja melualueella. Kohteessa ei ole nykyistä meluntorjuntaa.

Kohteen suojaamiseksi suunniteltiin pääosin 3 metriä korkeaa valliä. Kohteen keskellä ei ole tilaa vallille tontin ja tien välissä, ja voimalinja kulkee kohteen yli tällä alueella. Tälle kohdalle suunniteltiin meluseinä. Esteiden yhteispituus on 620 metriä. Eteläpäässä meluseinä tulee lähelle tontin rajaa viettävään maastoon, jossa on vähän tilaa esteelle. Suunnitellulla torjunnalla saadaan suojattua 20 asukasta ohjearvot ylittävältä melulta, ja torjunnasta vähintään 3 dB hyötyviä asukkaita on kohteessa noin 20. Meluntorjunnan kustannusarvio suojattua asukasta kohden on noin 38 200 €, ja kokonaiskustannusarvio on 764 000 €.

T07: Rautatiekohde vanhan Huparin kohdalla

Kohde sijoittuu rautatien ja maantien varteen. Kohteessa ei tällä hetkellä ole asukkaita eikä rakennuksia, mutta sitä ollaan kaavoittamassa asutuskäyttöön, minkä vuoksi kohteen melutilanne selvitettiin ja meluntorjunta suunniteltiin alustavasti. Kohteeseen suunniteltiin 320 metriä pitkä matala melukaide radan varteen. Ratapenger kohdalla on jyrkkä, joten meluesteen sijoittaminen on haastavaa. Yksinkertaisin vaihtoehto olisi suojata mahdollisen asuinalueen oleskelualueet rakennusmassoilla. Mikäli kohteeseen tarvitaan kaavan valmistuttua meluntorjuntaa radan varteen, on se suunniteltava yhdessä Liikenneviraston kanssa. Kaiteelle ei ole määritetty hintaa, sillä se riippuu penkereen levennystarpeesta ja kaidetyypistä.

T08: Mainuantie Puistolän ja Purolän kohdalla

Kohde sijoittuu kaupungin katuverkolle. Kohteen melutilanne on välttävää tai heikko sekä nyky- että ennustetilanteessa, noin 376 asukasta altistuu päivällä yli 55 dB melulle, ja näistä 68 altistuu yli 60 dB melulle. Mainuantien pohjoispuolen rakennukset ovat pientaloja ja eteläpuolella pääosin kerrostaloja. Oleskelualueet ovat osin melualueella. Kohteessa ei ole nykyistä meluntorjuntaa.

Meluntorjunnaksi suunniteltiin neljä melukaidetta korkeudeltaan 1,4 metriä. Esteiden yhteispituus on 780 metriä. Osa kohteesta jää kuitenkin suojaamatta tilanpuutteen vuoksi, esimerkiksi Purolantien kohdalla torjunnan sijoittaminen vaatisi tieratkaisujen muutosta. Suunnitelluille esteille kohteessa on riittävästi tilaa. Suunnitellulla meluntorjunnalla saadaan suojattua 175 asukasta ohjearvot ylittävältä melulta ja torjunnasta vähintään 3 dB hyötyviä asukkaita on noin 189. Meluntorjunnan kustannusarvio suojattua asukasta kohden on noin 3100 €. Kokonaiskustannusarvio on 543 000 €.

T09: Vt 6 Opintien ja Tornitien välillä

Kohde sijoittuu maantien varteen. Kohteen melutilanne on välttävä tai heikko sekä nyky- että ennustetilanteessa; noin 65 asukasta altistuu päivällä yli 55 dB melulle. Kohteen rakennukset ovat pien- ja rivitaloja. Oleskelualueet ovat osin melualueella. Kohteessa ei ole nykyistä meluntorjuntaa.

Meluntorjunnaksi suunniteltiin kaksi 1,4 metriä korkeaa melukaidetta. Esteiden yhteispituus on 340 metriä. Suunnitelluille esteille kohteessa on riittävästi tilaa. Suunnitellulla meluntorjunnalla saadaan suojattua 26 asukasta ohjearvot ylittävältä melulta, ja torjunnasta vähintään 3 dB hyötyviä asukkaita on 26. Meluntorjunnan kustannusarvio suojattua asukasta kohden on noin 9200 €, ja kokonaiskustannusarvio on 239 000 €.

T10: Vt 6 Hauholan koulu

Kohde sijoittuu maantien varteen. Hauholan koulun kentällä sekä länsipuolella melutasot ylittävät ohjearvot. Sisäpihalla ei ole meluongelmaa. Meluntorjunnalla suojataan koulun kenttää valtatie 6 ja Rinne-kadun melulta. Kohteeseen suunniteltiin meluntorjunnaksi kolme melukaidetta sekä meluvalli. Meluesteiden yhteispituus on noin 550 metriä. Valtatien varren meluesteille on hyvin tilaa. Rinnekadun melukaiteille tilaa on vähemmän, eikä sen varteen ei saada yhtenäistä meluntorjuntaa koululle menevän tien vuoksi. Lisäksi Rinnekadulla on alikulku, joka tulee ottaa huomioon esteitä rakentaessa. Kokonaiskustannusarvio on 327 000 €.

T11: Vt 6 Rinnekadun ja Kehräämöntien välillä

Kohde sijoittuu maantien varteen. Kohteen melutilanne on välttävä sekä nyky- että ennustetilanteessa; noin 365 asukasta altistuu päivällä yli 55 dB melulle, ja näistä 5 altistuu yli 60 dB melulle. Kohteen rakennukset ovat pien-, rivi- ja kerrostaloja. Oleskelualueet ovat osin melualueella. Kohteessa ei ole nykyistä meluntorjuntaa.

Kohteeseen suunniteltu meluntorjunta koostuu yhdestä 900 metriä pitkästä melukaiteesta ja 280 metriä pitkästä vallista. Kohteessa on riittävästi tilaa suunnitellulle meluntorjunnalle. Suunnitellulla meluntorjunnalla saadaan suojattua ohjearvot ylittävältä melulta 120 asukasta ja torjunnasta vähintään 3 dB hyötyviä asukkaita on noin 120. Meluntorjunnan kustannusarvio suojattua asukasta kohden on noin 4300 €, ja kokonaiskustannusarvio on 520 000 €.

T12: Kehräämöntie Laajankankaankadun ja Tuiskutien välillä

Kohde sijoittuu kaupungin katuverkolle. Kohteen melutilanne on välttävä tai heikko sekä nyky- että ennustetilanteessa; noin 79 asukasta altistuu päivällä yli 55 dB melulle, ja näistä 7 altistuu yli 60 dB melulle. Kohteen rakennukset ovat rivitaloja. Oleskelualueet ovat osin melualueella. Kohteessa ei ole nykyistä meluntorjuntaa.

Suunniteltu meluntorjunta koostuu kahdesta kaiteesta ja yhdestä vallista. Kohteessa on riittävästi tilaa suunnitellulle meluntorjunnalle, lukuun ottamatta yhtä bussipysäkkiä. Bussipysäkin kohdalle täytyy jättää aukko kaiteeseen, mutta tällä ei ole merkittävää vaikutusta meluntorjunnan tehokkuuteen. Suunnitellun meluntorjunnan yhteispituus on noin 765 metriä. Torjunnalla suojataan kaikki oleskelualueet ja 79 asukasta ohjearvot ylittävältä melulta, ja torjunnasta vähintään 3 dB hyötyviä asukkaita on noin 79. Meluntorjunnan kustannusarvio suojattua asukasta kohden on noin 3500 €, ja kokonaiskustannusarvio on 273 000 €.

T13: Varistie Timperintien ja Kehräämöntien välillä

Kohde sijoittuu kaupungin katuverkolle. Kohteen melutilanne on välttävä tai heikko sekä nyky- että ennustetilanteessa; noin 124 asukasta altistuu päivällä yli 55 dB melulle, ja näistä 44 altistuu yli 60 dB melulle. Kohteen rakennukset ovat rivitaloja. Tietä lähimpien kiinteistöjen oleskelualueet ovat melualueella. Kohteessa ei ole nykyistä meluntorjuntaa.

Kohteeseen suunniteltu meluntorjunta koostuu viidestä tonttiaidasta, sillä kohteessa ei ole kunnolla tilaa tien varren meluntorjunnalle. Melusteiden yhteispituus on noin 895 metriä. Tonttiaidoilla on hyvä vaikutus ja niillä saadaan suojattua kaikki oleskelualueet ja 75 asukasta ohjeavot ylittävältä melulta. Torjunnasta vähintään 3 dB hyötyviä asukkaita on noin 115. Meluntorjunnan kustannusarvio suojattua asukasta kohden on noin 15 700 €, ja kokonaiskustannusarvio on 1 181 000 €.

T14: Rinnekatu Kiurunpolun ja Käpykadun välillä

Kohde sijoittuu kaupungin katuverkolle. Kohteen melutilanne on välttävä tai heikko sekä nyky- että ennustetilanteessa; noin 121 asukasta altistuu päivällä yli 55 dB melulle, ja näistä 68 altistuu yli 60 dB melulle. Kohteen rakennukset ovat rivitaloja. Tietä lähimpien kiinteistöjen oleskelualueet ovat melualueella. Kohteessa ei ole nykyistä meluntorjuntaa.

Suunniteltu meluntorjunta koostuu pääosin meluvallista. Ahtaissa paikoissa turvaututtiin meluseinään ja -kaiteeseen. Kohteen eteläpäässä Käpykadun ja Rinnekadun risteykseen suunniteltiin tonttiaita pihan suojaksi. Melusteiden yhteispituus on noin 645 metriä. Kohteessa on riittävästi tilaa suunnitellulle meluntorjunnalle, mutta meluvallin kohdalla on runsaasti puita. Suunnitellulla meluntorjunnalla saadaan suojattua 32 asukasta ohjeavot ylittävältä melulta ja torjunnasta vähintään 3 dB hyötyviä asukkaita on noin 40. Meluntorjunnan kustannusarvio suojattua asukasta kohden on noin 12 300 €, ja kokonaiskustannusarvio on 394 000 €.

T15: Vt 5:n ja Vuoreslahdentien risteys

Kohde sijoittuu maantien varteen. Kohteen melutilanne on välttävä sekä nyky- että ennustetilanteessa; noin 23 asukasta altistuu päivällä yli 55 dB melulle. Kohteen rakennukset ovat pientaloja. Tietä lähimpien kiinteistöjen oleskelualueet ovat melualueella. Kohteeseen on kaavoitettu uusi asuinalue Vuoreslahdentien itäpuolelle. Kohteessa on nyt 1,5 - 2,5 metriä korkea meluvalli, joka kuitenkin on liian matala.

Suunniteltu meluntorjunta koostuu meluvallista, meluseinästä ja kahdesta melukaiteesta. Nykyistä meluvallia korotetaan neljä metriä korkeaksi ja täytetään keskellä oleva aukko. Vuoreslahdentien varteen suunniteltiin meluseinä uuden asuinalueen yömeluohjeavon vaatimusten (45 dB) vuoksi. Karjalankatu suljetaan tulevaisuudessa, joten melukaide suunniteltiin kulkemaan sen yli. Melusteiden yhteispituus on noin 1025 metriä. Kohteessa on riittävästi tilaa suunnitellulle meluntorjunnalle. Suunnitellulla torjunnalla saadaan suojattua 23 asukasta ohjeavot ylittävältä melulta ja torjunnasta vähintään 3 dB hyötyviä asukkaita on kohteessa noin 23. Meluntorjunnan kustannusarvio suojattua asukasta kohden on noin 28 800 €. Kustannusarvio asukasta kohden kuitenkin pienenee, jos otetaan uudet asukkaat huomioon. Kokonaiskustannusarvio on 662 000 €.

T16: Lönnrotinkatu Pikku-Ketun kohdalla

Kohde sijoittuu kaupungin katuverkolle. Kohteen melutilanne on välttävä sekä nyky- että ennustetilanteessa; noin 79 asukasta altistuu päivällä yli 55 dB melulle. Kohteen rakennukset ovat rivitaloja. Oleskelualueet ovat osin melualueella. Kohteessa ei ole nykyistä meluntorjuntaa.

Kohteeseen suunniteltu meluntorjunta koostuu neljästä melukaiteesta, yhtenäistä meluntorjuntaa ei voi rakentaa risteysten vuoksi. Melukaiteilla saadaan oleskelualueet pääosin suojattua. Melusteiden yhteispituus on noin 570 metriä. Suunnitellulla meluntorjunnalla saadaan suojattua 60 asukasta ohjearvot ylittävältä melulta, ja torjunnasta vähintään 3 dB hyötyviä asukkaita on noin 45. Meluntorjunnan kustannusarvio suojattua asukasta kohden on noin 5200 €. Kokonaiskustannusarvio on 312 000 €.

4.4 Torjuntatoimien vaikutusten yhteenveto ja kohteiden alustava priorisointi

Alla olevaan taulukkoon 6 on vielä koottu kohteittain ohjearvot ylittävälle melulle altistuvien määrät sekä meluntorjunnasta hyötyvien määrät. Torjuntakohteissa nykytilanteen meluntorjunnalla melulle altistuu yhteensä 1717 asukasta. Mikäli meluntorjunta toteutetaan suunnitellun kaltaisena, näistä saadaan suojattua noin 830 asukasta. Meluntorjunnasta merkittävästi hyötyviä asukkaita on 900.

Taulukko 6 Torjuntakohteissa melulle altistuvien ja meluntorjunnasta hyötyvien määrät.

Kohde	Nykytilanteessa yli 55 dB altistujat	Suunnitellulla meluntorjunnalla yli 55 dB altistujat	Ohjearvot ylittävältä melulta suojatut	Meluntorjunnasta vähintään 3 dB hyötyjät
T01	26	0	26	26
T02	61	0	61	61
T03	63	30	33	37
T04	212	159	53	55
T05 VE1	82	38	44	64
T05 VE2	82	27	55	64
T06	41	21	20	20
T07	ei asukkaita	ei asukkaita	ei asukkaita	ei asukkaita
T08	376	201	175	189
T09	65	39	26	26
T10	ei asukkaita	ei asukkaita	ei asukkaita	ei asukkaita
T11	365	245	120	120
T12	79	0	79	79
T13	124	49	75	115
T14	121	89	32	40
T15	23	0	23	23
T16	79	19	60	45
Yhteensä	1717	890 (VE1) tai 879 (VE2)	827 (VE1) tai 838 (VE2)	900

Taulukossa 7 on esitetty meluntorjunnan kustannukset kohteittain sekä suhteutettuna hyötyvien asukkaiden määrään. Lisäksi taulukossa on maininta siitä, sijoittuuko kohde kaupungin katuverkolle vai maantien varteen.

Taulukko 7 Meluntorjunnan kustannukset kohteittain ja suojattua asukasta kohti.

Kohde	Meluntorjunnan kustannukset kohteessa, €	Kustannukset suojattua asukasta kohden, €	Katu/maantie
T01	181 000 €	7 000 €	Katu
T02	352 000 €	5 800 €	Katu
T03	1 016 000 €	33 900 €	Katu
T04	498 000 €	9 000 €	Katu
T05 VE1	520 000 €	11 800 €	Katu
T05 VE2	664 000 €	12 100 €	Katu
T06	764 000 €	38 200 €	Maantie
T07	ei määritetty	ei määritetty	Rautatie
T08	543 000 €	3 100 €	Katu
T09	239 000 €	9 200 €	Maantie
T10	327 000 €	ei asukkaita	Maantie
T11	520 000 €	4 300 €	Maantie
T12	273 000 €	3 500 €	Katu
T13	1 181 000 €	15 700 €	Katu
T14	394 000 €	12 300 €	Katu
T15	662 000 €	28 800 €	Maantie
T16	312 000 €	5 200 €	Katu
Yhteensä	7 942 000 €(VE1) tai 8 087 000 €(VE2)	9 600 €(VE1) tai 9 700 € (VE2)	

Torjuntakohteet voidaan priorisoida monien eri ominaisuuksien mukaiseen järjestykseen. Perusteena priorisoinnille voi olla esimerkiksi suojattujen tai hyötyvien asukkaiden määrä, kustannustehokkuus suojattua asukasta kohden tai kokonaiskustannukset. Taulukossa 8 kohteille on annettu sijaluvut edellä mainittujen ominaisuuksien mukaan, ja viimeiseen sarakkeeseen on laskettu keskiarvo sijaluvuista. Mitä pienempi luku, sen paremmin kohde sijoittuu kunkin ominaisuuden suhteen. Kohteille T07 ja T10 ei ole määritetty sijoitusta kaikkien ominaisuuksien perusteella, sillä niissä ei ole asukkaita. Huomioitava on myös se, että kohde T15 on kustannustehokkuudeltaan parempi kuin lasketut luvut osoittavat, sillä kohteeseen on kaavoitettu uusi asuinalue. Yksittäisten kohteiden kustannukset voivat myös muuttua merkittävästi jatkosuunnittelussa. Näin ollen tätä priorisointia on pidettävä suuntaa antavana.

Taulukko 8 Kohteiden alustavan priorisoinnin sijaluvut eri ominaisuuksien mukaan.

Kohde	Suojatut asukkaat	3 dB hyöty- vät asukkaat	Kokonaiskus- tannukset	Kustannuste- hokkuus	Keskiarvo (sijaluku)
T01	12	12	1	6	7,75 (6)
T02	5	7	6	5	5,75 (4)
T03	10	11	15	14	12,5 (13)
T04	8	8	8	7	7,75 (6)
T05 VE1	9	5	9	9	8 (8)
T05 VE2	7	5	13	10	8,75 (10)
T06	15	15	14	15	14,75 (15)
T07	-	-	-	-	-
T08	1	1	11	1	3,5 (2)
T09	12	12	2	8	8,5 (9)
T10	-	-	4	-	-
T11	2	2	9	3	4 (3)
T12	3	4	3	2	3 (1)
T13	4	3	16	12	8,75 (10)
T14	11	10	7	11	9,75 (12)
T15	14	14	12	13	13,25 (14)
T16	6	9	5	4	6 (5)

5 Yhteenveto

Selvitysalueella tieliikenne on selkeästi merkittävin melulähde ja aiheuttaa eniten viihtyisyys- ja terveyshaittaa. Siihen verrattuna raideliikenteestä ja teollisuudesta aiheutuu vain vähän haittaa. Yksittäisistä teistä merkittävimmät melulähteet ovat valtatie 5 ja 6. Teistä ja kaduista, joiden varrella on tiheässä asutusta, merkittävimmät ovat Mainuantie, Puutavarantie, Lönnrotinkatu sekä Paltaniementie.

Nykytilanteessa tie- ja rautatieliikenteen ohjearovot ylittävälle melulle altistuu päivällä noin 7200 asukasta ja yöllä noin 4100 asukasta. Pelkälle rautatieliikenteen melulle altistuu yöllä alle 10 asukasta. Päivällä rautatieliikenteen melulle altistujia ei ole. Teollisuusmelun ohjearovot ylittävällä vyöhykkeellä sijaitsee yksi asuinrakennus. Selvitysalueella asuu yhteensä alle 32 000 asukasta (Kajaanin kaupungissa lähes 38 000). Näin ollen ohjearovot ylittävälle melulle altistuu nykytilanteessa päivällä noin 23 % alueen asukkaista.

Melulaskentatuloksia arvioitaessa tulee huomioida että laskentatulokset edustavat melutilannetta melunleviämisen kannalta suotuisissa olosuhteissa kesäaikaan. Meluvyöhykekuvissa esitetty tilanne ei siis ole jatkuvasti vallitseva melutilanne, vaan paremmin edustaa pitkän aikavälin keskiäänitasoa. Teollisuusmelun osalta vielä todetakaan että mallinnettu tilanne edustaa maksimituotantotilannetta, jossa myös lämpövoimalaitos on maksimi teholla käynnissä. Paperitehtaan sulkemisen myötä kyseisiä tilanteita voi olla hyvin harvoin.

Ennustetilanteessa tie- ja rautatieliikenteen ohjearovot ylittävälle melulle altistuu päivällä noin 8200 asukasta ja yöllä noin 5200 asukasta. Rautatieliikenteen melulle altistuu yöllä noin 60 asukasta. Päivällä rautatieliikenteen melulle altistujia ei ole myöskään ennustetilanteessa. Ennustetilanteessa lähes 26 % selvitysalueen asukkaista altistuu ohjearovot ylittävälle melulle päiväsaikaan.

Meluntorjuntaa suunniteltiin 16 kohteeseen yhteensä hieman yli 11 km. Suunnitelluilla toimenpiteillä ohjearovot ylittävältä melulta suojataan reilut 800 asukasta. Meluntorjunnasta merkittävästi hyötyviä (melutaso torjunnalla ainakin 3 dB pienempi) on yhteensä 900 asukasta. Alustava kustannusarvio suunnitellulle meluntorjunnalle on noin 8 miljoonaa euroa. Näin ollen kustannus on keskimäärin hieman alle 10 000 euroa jokaista suojattavaa asukasta kohden.

6 Lähteet

- [1] Markula T., Lahti T., Kajaanin varuskunnan ampumatoiminta, ympäristömeluselvitys, Akukon, Helsinki, 2009
- [2] Niskanen I., Pirkola T., Lylyjärvi T., UPM-Kymmene Oyj:n Kajaanin paperitehtaan ja sahan sekä Kainuun Voima Oy:n voimalaitoksen ympäristömeluselvitys, Jyväskylän yliopisto, Tutkimusraportti 29, Jyväskylä, 2004
- [3] NT ACOU 080. Noise emission. Industrial plants. Nordtest, Espoo 1991.
- [4] Kragh J, Andersen B & Jacobsen J, Environmental noise from industrial plants. General prediction method. Danish Acoustical Laboratory, report 32. Lyngby 1982.
- [5] Railway traffic noise. Nordic prediction method. TemaNord 1996:524, Nordic Council of Ministers, Kööpenhamina, 1996
- [6] Road traffic noise. Nordic prediction method. TemaNord 1996:525, Nordic Council of Ministers, Kööpenhamina, 1996

7 Liitteet

Liite A1: Teiden ja katujen liikennemäärät (KVL) nykytilanteessa

Liite A2: Teiden ja katujen liikennemäärät (KVL) ennustetilanteessa 2040

Liite B: Melumallissa käytetyt nopeudet ja mallinnetut akustisesti kovat alueet

Liite C: Taulukko melumallissa käytetyistä ajonopeuksista

Liite D: Melumallissa käytetyt junien liikennemäärät ja nopeudet

Liite E: Torjuntakohteet

Liite F: Meluvyöhykekartat

- 1 Tie- ja katuliikenteen melu, nykytilanne päivällä ja yöllä
- 2 Tie- ja katuliikenteen melu, ennustetilanne 2040 päivällä ja yöllä
- 3 Tie- ja katuliikenteen melu keskustassa, nykytilanne päivällä ja yöllä
- 4 Tie- ja katuliikenteen melu keskustassa, ennustetilanne 2040 päivällä ja yöllä
- 5 Raideliikenteen melu, nykytilanne päivällä ja yöllä
- 6 Raideliikenteen melu, ennustetilanne 2040 päivällä ja yöllä
- 7 Raideliikenteen melu keskustassa, nykytilanne päivällä ja yöllä
- 8 Raideliikenteen melu keskustassa, ennustetilanne 2040 päivällä ja yöllä
- 9 Tihisenniemen teollisuusmelu, nykytilanne päivällä ja yöllä
- 10 Yhteismelu (liikenne, teollisuus ja ampumatoiminta), nykytilanne päivällä ja yöllä
- 11 Yhteismelu (liikenne, teollisuus ja ampumatoiminta), ennustetilanne 2040 päivällä ja yöllä
- 12 Yhteismelu (liikenne ja teollisuus) keskustassa, nykytilanne päivällä ja yöllä
- 13 Yhteismelu (liikenne ja teollisuus) keskustassa, ennustetilanne 2040 päivällä ja yöllä
- 14 Torjuntakohde T01, tie- ja raideliikenteen melu ilman meluntorjuntaa ja ehdotetulla meluntorjunnalla, ennustetilanne 2040 päivällä
- 15 Torjuntakohde T02, tie- ja raideliikenteen melu nykyisellä meluntorjunnalla ja ehdotetulla meluntorjunnalla, ennustetilanne 2040 päivällä
- 16 Torjuntakohde T03, tie- ja raideliikenteen melu ilman meluntorjuntaa ja ehdotetulla meluntorjunnalla, ennustetilanne 2040 päivällä
- 17 Torjuntakohteet T04 ja T05, tie- ja raideliikenteen melu ilman meluntorjuntaa ja ehdotetulla meluntorjunnalla (VE1 ja VE2), ennustetilanne 2040 päivällä
- 18 Torjuntakohde T06, tie- ja raideliikenteen melu ilman meluntorjuntaa ja ehdotetulla meluntorjunnalla, ennustetilanne 2040 päivällä
- 19 Torjuntakohde T07, tie- ja raideliikenteen melu ilman meluntorjuntaa ja ehdotetulla meluntorjunnalla, ennustetilanne 2040 päivällä
- 20 Torjuntakohde T08, tie- ja raideliikenteen melu ilman meluntorjuntaa ja ehdotetulla meluntorjunnalla, ennustetilanne 2040 päivällä
- 21 Torjuntakohde T09, tie- ja raideliikenteen melu ilman meluntorjuntaa ja ehdotetulla meluntorjunnalla, ennustetilanne 2040 päivällä
- 22 Torjuntakohde T10, tie- ja raideliikenteen melu ilman meluntorjuntaa ja ehdotetulla meluntorjunnalla, ennustetilanne 2040 päivällä
- 23 Torjuntakohde T11, tie- ja raideliikenteen melu ilman meluntorjuntaa ja ehdotetulla meluntorjunnalla, ennustetilanne 2040 päivällä
- 24 Torjuntakohde T12, tie- ja raideliikenteen melu ilman meluntorjuntaa ja ehdotetulla meluntorjunnalla, ennustetilanne 2040 päivällä
- 25 Torjuntakohde T13, tie- ja raideliikenteen melu ilman meluntorjuntaa ja ehdotetulla meluntorjunnalla, ennustetilanne 2040 päivällä

26 Torjuntakohde T14, tie- ja raideliikenteen melu ilman meluntorjuntaa ja ehdotetulla meluntorjunnalla, ennustetilanne 2040 päivällä

27 Torjuntakohde T15, tie- ja raideliikenteen melu ilman meluntorjuntaa ja ehdotetulla meluntorjunnalla, ennustetilanne 2040 päivällä ja yöllä

28 Torjuntakohde T16, tie- ja raideliikenteen melu nykyisellä meluntorjunnalla ja ehdotetulla meluntorjunnalla, ennustetilanne 2040 päivällä

Liite G: Hankekortit kohteista T06, T09, T10, T11 ja T15

Liite H: Teollisuusmelulähteet