



# **VAIHTOEHTOISET MELUNTORJUNTARATKAISUT**

Case: Naistenmatkantien ja Isomäentien  
välinen alue Pirkkalassa

Hanna Kettunen

Opinnäytetyö  
Toukokuu 2011  
Rakennustekniikan koulutusohjelma  
Infrarakentaminen  
Tampereen ammattikorkeakoulu

TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULU  
Tampere University of Applied Sciences

## TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu  
Rakennustekniikan koulutusohjelma  
Infrarakentamisen suuntautumisvaihtoehto

KETTUNEN, HANNA: Vaihtoehtoiset meluntorjuntaratkaisut –  
Case: Naistenmatkantien ja Isomäentien välinen alue Pirkkalassa

Opinnäytetyö 78 s., liitteet 18 s.  
Toukokuu 2011

---

Opinnäytetyössä pohdittiin erilaisia meluntorjuntavaihtoehtoja Pirkkalassa sijaitsevaan kohteeseen, ottaen huomioon rakennuskustannukset, ylläpito ja hoito, ympäristöön sopiminen, rakennettavuus sekä kuntalaisten mielipide.

Vilkaasti liikennöity, Pirkkalan läpi kulkeva Naistenmatkantie on aiheuttanut sen vierellä Isomäentiellä asuvien ihmisten keskuudessa paljon valituksia tieliikennemelusta. Suuren kuntalaispalautteen seurauksena Pirkkalan kunta on käynnistänyt liikennemelun torjuntaohjelman ensimmäisen vaiheen, jonka yhtenä osana on ollut meluntorjunta Naistenmatkantien liikennemelun estämiseksi. Opinnäytetyössä on tehtynä tarkempi yleissuunnitelmallinen tutkimus eri meluntorjuntavaihtoehdoista mainittuun kohteeseen, jonka pohjana ovat Rambollin tekemät meluselvitykset.

Esimerkkikohteen kuvauksen lisäksi opinnäytetyössä on käsitelty liikennemelua sekä meluntorjuntaa yleisesti ja käyden läpi tavallisimmat meluntorjuntamenetelmät sekä meluntorjunnan toimintasuunnitelma vaihekuvaksineen. Alueen maankäyttö ja liikenneennuste vuodelle 2020 ovat seikkoja, jotka on huomioitu myös työssä.

Insinööriyön lopussa on päädytty parhaimpaan meluntorjuntaratkaisuun perusteluineen. Meluvalli osoittautui kohteeseen parhaiten soveltuvaksi meluestevaihtoehdoksi ja ratkaisulle on esitettyä jatkotoimenpiteet sen käyttöään maksimoimiseksi.

## ABSTRACT

Tampereen ammattikorkeakoulu  
Tampere University of Applied Sciences  
Degree Programme in Construction Engineering  
Civil Engineering

Kettunen Hanna: Alternative Types of Noise Barrier: Case the Area between Naistenmatkantie and Isomäentie in Pirkkala

Bachelor's thesis 78 pages, appendices 18 pages  
May 2011

---

The objective of this study was to gather information about alternative types of road traffic noise barriers for an area in Pirkkala. The example area is between two roads, which one of –Naistenmatkantie- is quite busy and thus produces disruptive traffic noise. The traffic noise has induced complaints from the people who are living at Isomäentie to the municipality of Pirkkala.

After the complaints the municipality of Pirkkala started traffic noise control measures and this work is one part of it. With traffic noise survey of the area, done by Ramboll Finland Ltd, this thesis examines the best choice for the area considering costs, inhabitant's voice, architectural aspects, care and maintenance and safety. This study also takes closer look at environmental noise in general and design process.

As a conclusion, the best choice for noise barrier is earth mound and planting.

## SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ .....	2
ABSTRACT .....	3
1. JOHDANTO .....	6
1.1 Aiheen tausta .....	6
1.2 Tavoitteet .....	6
1.3 Rajaukset .....	8
2. TIELIIKENNEMELU .....	9
2.1 Tieliikennemelusta .....	9
2.4 Melutaso ja ohjeavot .....	13
3. MELUSELVITYKSET JA MELUNORJUNTASUUNNITELMAT .....	18
3.1 Meluntorjuntasuunnitelma .....	18
3.2 Meluselvitykset .....	19
3.3 Melumittaukset ja -laskennat .....	20
4. MELUNTORJUNTA ERI KAAVA- JA SUUNNITTELUTASOILLA .....	21
4.1 Meluntorjunta kaavoituksessa .....	21
4.1.1 Maakuntakaava .....	21
4.1.2 Yleiskaava .....	22
4.1.3 Asemakaava .....	23
4.2 Meluntorjunnan suunnittelun vaiheet .....	25
4.2.1 Meluntorjunnan esisuunnitteluvaihe .....	25
4.2.2 Meluntorjunnan yleissuunnittelu .....	26
4.2.3 Meluntorjunnan rakennussuunnittelu .....	28
4.3 Meluesteen rakennuttaminen .....	28
4.4 Tärkeimmät meluntorjuntaan liittyvät lait .....	31
5. MELUNTORJUNTAKEINOT .....	32
5.1 Meluntorjunnan vaihtoehdot .....	32
5.1.1 Äänilähteen vaimentaminen .....	32
5.1.2 Melun leviämisen estäminen .....	35
5.1.3 Toimenpiteet rakennuksiin .....	35
5.2 Meluesteet .....	36
5.2.1 Akustiset ominaisuudet .....	37
5.2.1 Meluvallit .....	38

5.2.2 Meluseinät .....	39
5.2.3 Meluvallin ja -seinän yhdistelmä .....	40
5.2.4 Melukaiteet.....	40
5.2.5 Kivikorit .....	41
5.2.6 Muita ratkaisuja .....	41
6.1 Torjuntaohjelmasta.....	42
6.2 Kohde: Isomäentien ja Naistenmatkantien välinen alue .....	43
6.2.1 Nykytila ja ongelmat .....	43
6.2.2 Suunnittelualan maankäyttö ja kaavoitus .....	43
6.2.3 Liikenne- ja melutilanne-ennuste vuodelle 2020.....	43
6.2.4 Meluntorjunnan kustannusten määräytyminen.....	44
7. TUTKITUT MELUNTORJUNTAVAIHTOEHDOT .....	46
7.1 Vaihtoehto 1: Vaihtoehtomenetelmät .....	46
7.2 Vaihtoehto 2: Meluvalli .....	46
7.3 Vaihtoehto 3: Meluseinä .....	49
7.6 Vaihtoehto 4: Melukaide.....	50
7.4 Vaihtoehto 5: Läpinäkyvä meluste.....	51
7.5 Vaihtoehto 6: Kivikorivalli .....	52
7.6 Vaihtoehto 7: Kivikorivallin ja maavallin yhdistelmä.....	52
7.7 Vaihtoehtojen vertailu ja valinta .....	53
8. MELUNTORJUNTAPROSESSIN KULKU JA JATKOTOIMENPITEET .....	55
9. LOPPUSANAT .....	57
LÄHTEET:.....	58
LIITTEET .....	60

## 1. JOHDANTO

### 1.1 Aiheen tausta

Kesän 2010 työnjohtoharjoittelujakson päätyttyä Pirkkalan kunnalta, toimistoinsinööri Sanna Siukola ehdotti meluntorjuntaan liittyvää suunnittelutehtävää opinnäytetyön aiheeksi. Kuntalaisten valitukset liikennemelusta olivat saaneet aikaan Pirkkalan liikennemelun torjuntaohjelman ensimmäisen vaiheen, jonka yksi osa olisi sopivan meluntorjuntaratkaisun toteutus kohteeseen Isomäentien ja Naistenmatkantien välille Pirkkalan Pereellä. Aihe vaikutti mielenkiintoiselta, sillä kyseessä oli tapauskohtainen suunnittelutehtävä, jossa oikeaa meluntorjuntavaihtoehtoa tulisi miettiä myös muutoin kuin kustannusperustein.

Meluntorjunnan tarve kasvaa jatkuvasti, sillä tekninen kehitys, kaupungistuminen ja kasvava liikenne altistavat yhä useampia ihmisiä melulle. Vuonna 2003 tieliikennemelulle altistuvien ihmisten määrä Suomessa oli noin 350 000 ja nykypäivänä määrä lienee yhä suurempi (Tiehallinto 2004, 4). Liikenneväylien lähelle rakennettaessa ei pystytä vaikuttamaan merkittävästi melun lähteeseen, joten on turvauduttava meluesteisiin.

Työssä käsitellään meluntorjuntaa ja meluntorjunnan suunnittelua yleisesti esimerkkitapahtuman lisäksi sekä itse liikennemelua ja siihen liittyviä käsitteitä. Tulevaisuutta ajatellen tämä työ valmentaa kirjoittajansa hyvin kehittyvän ympäristön viihtyvyyden ja laadun kannalta suurimman ongelman eli melun torjuntaan.

### 1.2 Tavoitteet

Tämän insinöörityön tavoitteena on laatia Pirkkalan kunnalle yleissuunnitelma meluntorjunnasta Isomäentien ja Naistenmatkantien väliselle alueelle käyttäen pohjatietona Ramboll Finland Oy:n laatimaa meluselvitystä. Valmistuva yleissuunnitelma tulee olemaan insinöörityötutkimus, joka mahdollisesti johtaa myös rakennussuunnitteluun ja toteutukseen. Ramboll Finland Oy laatii tieliikennemeluun

keskittyvän melu- ja meluntorjuntaselvityksen, joka sisältää laskennalliset meluselvitykset nykytilanteessa, vuoden 2020 ennustetilanteessa nykyinen rakennuskanta huomioiden sekä vuoden 2020 ennustetilanteessa huomioiden lisäksi suunnitellut rakennukset ja melusteiden tarpeen.

Työ käynnistyi syksyllä 2010 meluselvityksiä tekevien tahojen kilpailutuksena, jossa valintaperusteina käytettiin hintaa ja laaturisteytystä lineaarista interpolointia apuna käyttäen. Kilpailutuksen ja viranhaltijapäätöksen jälkeen kunta toimitti tarvittavat lähtötiedot, kuten Naistenmatkan vuorokausiliikenteen määrät Ramboll Finland Oy:lle. Meluselvityksen valmistuttua alkoi varsinainen opinnäytetyöprosessi.

Opinnäytetyössä on huomioitu myös kuntalaisten mielipiteet ongelma-alueen meluntorjuntaratkaisua pohdittaessa. Mielipiteiden kuuleminen alkoi ensin kuntalaispalautteeseen vastaamisella tiedotustilaisuuden merkeissä sekä myöhemmin meluntorjuntavaihtoehtoja pohdittaessa toisella tiedotustilaisuudella, jossa meluntorjunnasta esitettiin eri vaihtoehdot.

Meluntorjunnan ratkaisuvaihtoehtoja mietittäessä kustannustekijät ovat luonnollisesti avainasemassa, mutta sen lisäksi huomioituina ovat myös esteettiset näkökulmat alueen kaavoituksen ja asukkaiden kannalta sekä melusteiden käytännöllisyys kunnossapidon ja turvallisuuden kannalta. Tulevan esteen tarkoituksena on ensisijaisesti torjua melua, mutta lisäksi se torjuu myös Naistenmatkantieltä kantautuvaa pölyä ja estää liikennevaloista taloihin kantautuvaa häiritsevää valoa. Myös turha läpikulkuliikenne Naistenmatkantieltä Isomäentielle puistomaisen osan lävitse estyy melusteiden avulla.

### 1.3 Rajaukset

Pirkkalan liikennemelun torjuntaohjelman ensimmäiseen vaiheeseen kuuluvat Naistenmatkantien (mt 3022) lisäksi Lentoasemantien ja Kurikantien aiheuttamien melulähteiden kartoitus ja meluongelmien ratkaisu. Tämä työ keskittyy ainoastaan Naistenmatkantieltä kantautuvan melun kartoittamiseen sen vierellä kulkevan Isomäentien asukkaiden viihtyvyyttä tarkastellen. Meluesteen paikka tulee olemaan Naistenmatkan ja Isomäentien välisellä puistomaisella alueella. Alue on pituudeltaan noin 260 metriä, leveydeltään 25-35 metriä ja pinta-alaltaan vajaat 8000 neliömetriä.

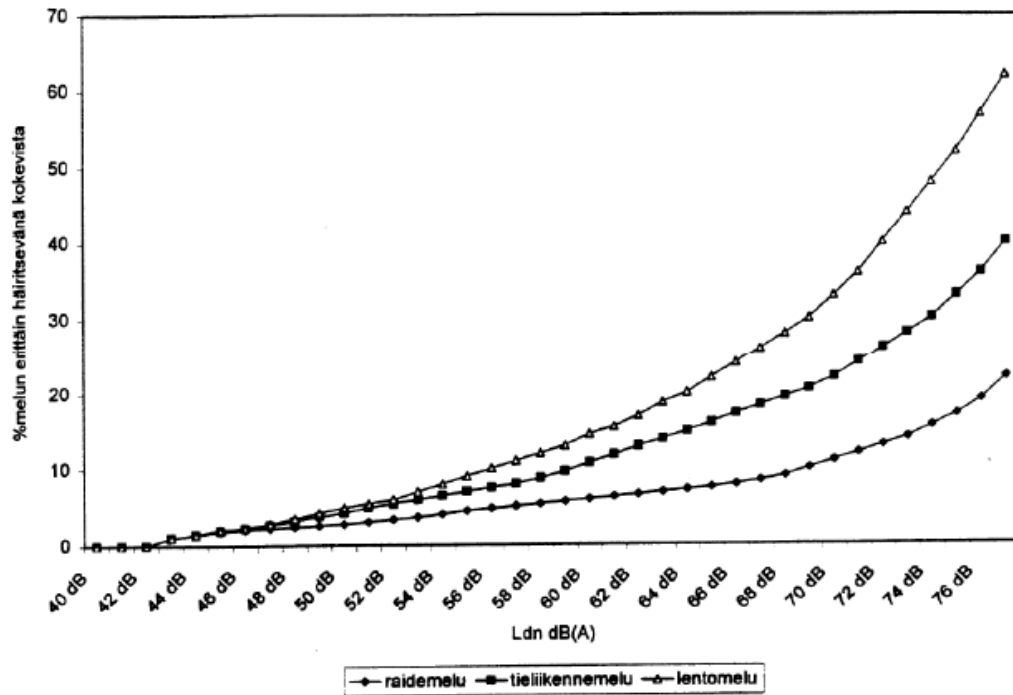


KUVA 1. Meluntorjunnan suunnittelualue merkitty punaisella (<http://kartat.enero.fi>)



## 2. TIELIIKENNEMELU

Ääntä, jonka ihminen kokee epämiellyttäväksi tai häiritseväksi kutsutaan meluksi (Suomen kuntatekniikan yhdistys 1997, 15). Tilanne määrää, kutsutaanko ääntä meluksi vaiko miellyttäväksi ääneksi (kuva 2), mutta tieliikenne on laadultaan aina melua, jolla on vaikutuksensa mm. terveyteen ja luontoon (Tiehallinto 2004, 3).



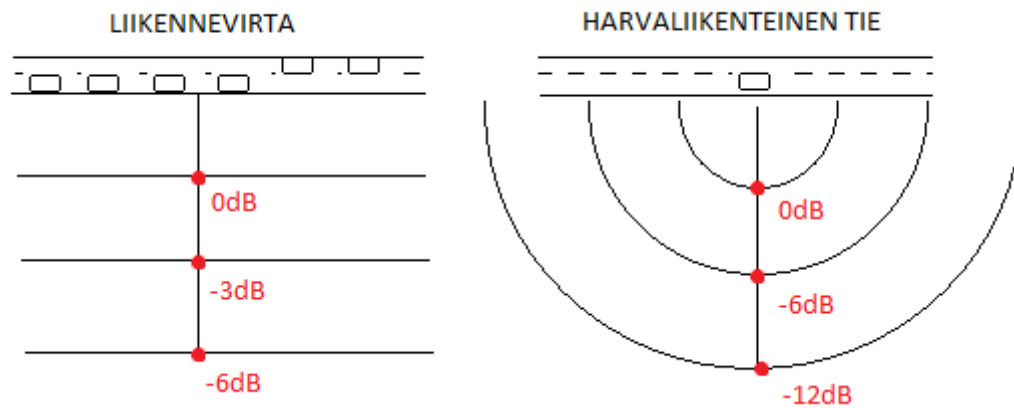
KUVA 2. Pystyakselilla melun erittäin häiritsevästä kokevien osuus ja vaaka-akselilla melutasot välillä 40-76 dB (Ympäristöministeriö 2007, 18)

### 2.1 Tieliikennemelusta

#### Melun leviäminen ja vaimeneminen

Tieliikennemelun syntyyn vaikuttavat ajoneuvojen ja renkaiden rakenne, tienpinnan laatu sekä ympäröivän ilman lämpötila. Tieliikennemelua voidaan käsitellä joko yksittäisestä ajoneuvosta aiheutuvana eli pistemäisenä melulähteenä tai koko liikennevirran aiheuttavana viivalähteenä. Viivalähteestä puhuttaessa tarkoitetaan äänen etenemistä sylinteriaaltona. Etäisyyden kaksinkertaistuessa pistemäinen äänilähde vaimenee 6 dB ja viivamainen puolestaan 3 dB, kun tarkastelupiste on 10 m

melulähteestä (kuva 3). Edullisin tilanne melun vaimenemisen kannalta on, jos tie eli melulähde sijaitsee alhaalla ja havaintopiste tätä ylempänä, jolloin väliin jäävä maasto toimii vaimentajana. Etäisyyden ja maaston muotojen lisäksi melu vaimenee ilman, kasvillisuuden sekä rakenteiden vaikutuksesta joko ääntä absorboiden tai heijastaen. (Sandberg 2001, 39–41.)

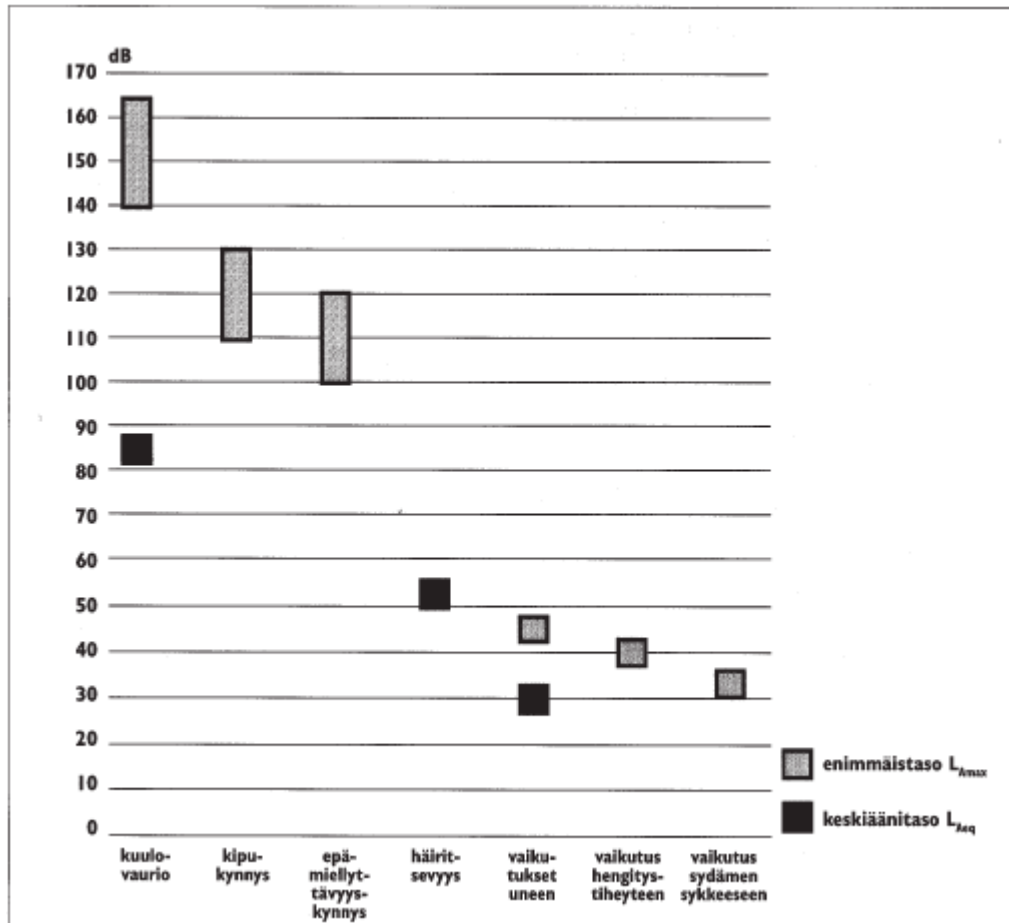


KUVA 3. Melun leviäminen etäisyyden kasvaessa viivamaisella ja pistemäisellä melulähteellä (Sandberg 2001, 39–41)

### Melun vaikutukset

Melua voidaan pitää ympäristösaasteena, sillä se heikentää ja pilaa ympäristömme laatua. Liikennemelun vuoksi ihmiset voivat esimerkiksi välttää ikkunoiden avaamista tai jopa välttää ulkona oleskelua, jolloin melu määrää ympäristön viihtyvyyttä merkittävästi. Fyysisinä oireina liikennemelu voi aiheuttaa mm. stressiä ja erilaisia toimintahäiriöitä ja kasvavilla lapsilla negatiivisia vaikutuksia oppimiseen, oivaltamiseen, muistiin ja ongelmien ratkaisukykyyn. Yön aikainen melu aiheuttaa unihäiriöitä, unen laadun heikkenemistä ja nukahtamisvaikeuksia, jotka puolestaan päivällä aiheuttavat väsymystä, mielialan muutoksia ja suorituskyvyn heikkenemistä (kuva 4). Pahimmillaan melu voi aiheuttaa pysyviä kuulovaurioita tai haitata puheviestintää tai puheen erotuskykyä. (Suomen kuntatekniikan yhdistys 1997, 18; Ympäristöministeriö 2004, 13.)

Melun vaikutukset ovat monesti epäsuoria ja liittyvät useisiin muihin tekijöihin, kuten heikkokuuloisilla kuulo heikkenee normaalikuuloista nopeammin. Osa ihmistä on melulle erityisen herkkiä ja heidän osuus suomalaisista on tutkimusten mukaan noin 38 prosenttia väestöstä. (Suomen kuntatekniikan yhdistys 1997, 18; Ympäristöministeriö 2004, 13.)



KUVA 4. Melun vaikutusten kynnsarvoja (Ympäristöministeriö 2004, 14)

Yksilölle aiheutuvien psyykkisten ja fyysisten oireiden lisäksi liikennemelulla on myös taloudellisia haittavaikutuksia. Meluisten alueiden asuntojen hinnat voivat esimerkiksi laskea ympäristön viihtyvyyden ja laadun laskiessa ja taas toisaalta meluesteet peittävät arvokkaita näkymiä. Erinäisten tahojen (Euroopan komissio, Taloudellisen yhteistyön ja kehityksen järjestö ja Euroopan liikenneministerikonferenssi) arvion mukaan liikennemelu aiheuttaa Suomessa noin 250-700 miljoonan euron suuruiset kustannukset vuosittain. (Ympäristöministeriö 2004, 13.)

Tieliikenteen melua kuvaava keskiäänitaso  $L_{Aeq}$  on melualtistusta kuvaava likiarvo, jota käytetään mm. rakentamisen suunnittelussa. Sen sijaan melun haittatekijöitä ja

ympäristövaikutuksia tarkasteltaessa melun taajuusjakauma, meluhuiput ja melutapahtumien ajoitus ovat merkittävämpiä, sillä ne tarkastelevat melua yksityiskohtaisemmin. (Ympäristöministeriö 2004, 13.)

### Melun lähteet

Tieliikennemelun lisäksi muita yhdyskuntamelun lähteitä ovat raide- ja lentoliikenne, teollisuus- ja rakentamismelu, ampuma- ja moottoriurheiluradat, ulkoilma- ja huvitilaisuudet sekä teiden talvi- ja kesähoidosta aiheutuva melu (Suomen kuntatekniikan yhdistys 1997,17-18) . Näistä lähteistä pahimpia ovat liikennemelun lähteet ja eritoten tieliikenne, jolle altistuu lähes puoli miljoonaa ihmistä vuosittain Suomessa (taulukko 1) ja joka aiheuttaa lähes 90 % kaikesta melusta (Tiehallinto 2004, 4). Pahimpia melualueita ovat suurten kaupunkien kadut sekä sisääntuloteiden varret kuten Pirkkalan Naistenmatkantie.

TAULUKKO 1. Arvio ympäristömelulle altistuvien ihmisten määrästä Suomessa

Melulähde	Melualueella asuvat	Suomalaisten osuus	Altistumisen raja
Yleiset tiet	350 000*	7 %	$L_{Aeq} > 55\text{dB}$
Kadut ja kaavatiet	405 000	8 %	$L_{Aeq} > 55\text{dB}$
Rautatieliikenne	48 500	0,9 %	$L_{Aeq} > 55\text{dB}$ (yöllä > 50dB)
Lentotoiminta yhteensä	22 700	0,45 %	$L_{den} > 55\text{dB}$
Siviililentoliikenne	13 500**	0,25 %	$L_{den} > 55\text{dB}$
Sotilaslentotoiminta	10 400**	0,20 %	$L_{den} > 55\text{dB}$
Vesiliikenne ja satamat	300	< 0,1%	$L_{Aeq} > 55\text{dB}$
Teollisuusmelu	5 000	< 0,1%	$L_{Aeq} > 55\text{dB}$ (yöllä > 50dB)
Siviiliampumaradat	3 000	< 0,1%	$L_{Amax} > 55\text{dB}$
Moottoriurheiluradat	2 500	< 0,1%	$L_{Aeq} > 55\text{dB}$
<b>Yhteensä</b>	<b>838 000</b>	<b>16%</b>	

\*Luvussa ei ole huomioitu meluntorjunnan vaikutusta melualueella asuvien määrään

\*\*Lukuja ei huomioitu kokonaismäärää laskettaessa

Nykytilanteen lisäksi on ennustettavissa, että liikennemäärät ja siten myös liikennemelu on lisääntymässä, sillä ihmisten vapaa-ajan matkustaminen on kasvanut ja työmatkat pidentyneet. Myös tavaraliikenteen pienten erien ja nopeiden kuljetusten tarve on kasvanut viimeisimpien henkilöliikennetutkimusten ja logistiikkaselvitysten mukaan.

Aluerakenteemme keskittyminen ja yhdyskuntarakenteen hajautuminen entisestään viittaa myös siihen, että väestö altistuu yhä enemmän liikennemelulle tulevaisuudessa. (Ympäristöministeriö 2004, 20.)

Yhdyskuntameluun luokiteltavaan tieliikennemeluun vaikuttavat ajoneuvojen nopeudet, liikennemäärät, raskaiden ajoneuvojen osuus, tien pituuskaltevuuden muutokset, liikenteen sujuvuus, autojen renkaat ja nastat sekä tien päällyste (Tiehallinto 2004, 4). Lisäksi säällä ja tien epätasaisuuksilla kuten kuopilla, kaivon renkailla ja sillan liikuntasaumoilla on merkityksensä melun suuruuteen (Suomen kuntatekniikan yhdistys 1997, 17).

#### 2.4 Melutaso ja ohjearvot

Ilmassa etenevä ääni havaitaan painetason poikkeamana vallitsevasta ilmanpaineesta (Suomen kuntatekniikan yhdistys 1997, 14). Äänitaso on logaritminen luku, joka saadaan äänestä johtuvan poikkeavan ilmanpaineen suhteesta vertailuäänepaineeseen eli kuulokynnykseen. Saatu äänitaso ilmoitetaan desibeleinä (dB) ja määritellään seuraavasti:

$$L = 20 \times \log \frac{p}{p_0} \quad (1)$$

jossa

- L on äänitaso
- p on äänenpaine
- $p_0$  on vertailuäänepaine ( $2 \times 10^{-5} Pa$ )

Vertailuäänepaine vastaa nollaa desibeliä (taulukko 2), mikä ei kuitenkaan tarkoita absoluuttisen hiljaista, sillä desibeliasteikko on suhteellinen. Logaritmisuuden vuoksi esimerkiksi 10 dB:n melutaso tarkoittaa äänienergian kymmenkertaistumista lähtötasoon verrattuna ja jokainen 20 dB:n nousu tarkoittaa paineen kymmenkertaistumista.

TAULUKKO 2. Äänenpainetason, äänenpaineen ja äänen intensiteetin vastaavuudet

Äänenpainetaso dB	Äänenpaine Pa	Äänen intensiteetti W/m <sup>2</sup>	Vertailulähde
140	200	100	
130	63,25	10	Kipukynnys
120	20	1	Suihkumoottori
110	6,32	10 <sup>-1</sup>	Voimakas teollisuusmelu
100	2,00	10 <sup>-2</sup>	Paineilmapora
90	0,63	10 <sup>-3</sup>	
80	0,20	10 <sup>-4</sup>	Vilkasliikenteinen katu
70	0,06	10 <sup>-5</sup>	
60	0,02	10 <sup>-6</sup>	Normaali puhe
50	6,3 <sup>10-3</sup>	10 <sup>-7</sup>	
40	2,0 <sup>10-3</sup>	10 <sup>-8</sup>	Taustamelu kotona
30	6,3 <sup>10-4</sup>	10 <sup>-9</sup>	Kuiskaus
20	2,0 <sup>10-4</sup>	10 <sup>-10</sup>	Tikittävä kello
10	6,3 <sup>10-5</sup>	10 <sup>-11</sup>	Lehtien kahina
0	2,0 <sup>10-5</sup>	10 <sup>-12</sup>	Kuulokynnys

Ympäristömelun voimakkuutta kuvataan yleisesti keskiäänitason  $L_{Aeq}$  avulla, jolla tarkoitetaan A-painotetun äänenpaineen tehollisarvoa määritetyllä ajanjaksolla (taulukko 3). Tämä on siis vakio äänitaso, jonka akustinen energia tarkasteluajana on sama kuin tänä aikana esiintyneen vaihtelevan melun energia. Keskiäänitasa käytetään vaihtelevan melun voimakkuuden arviointiin ja A-painotuksella tarkoitetaan kuuloaistin herkkyyttä erikorkuisille äänille. (Ympäristöministeriö 2004, 7,14; Tiehallinto 2004, 2)

TAULUKKO 3. A-painotetun äänenpaineen tehollisarvo määritellyllä ajanjaksolla (T) merkintätavat (Ympäristöministeriö 2004, 7)

$L_{Aeq7-22}$	Päiväajan (klo 7-22) A-painotettu keskiäänitaso
$L_{Aeq22-7}$	Yöajan (klo 22-7) A-painotettu keskiäänitaso
$L_{den}$	Päivä-ilta-yömelutaso, jossa ilta-ajan keskiäänitasa on painotettu +5 dB ja yöajan keskiäänitasa on painotettu +10 dB.
$L_{AImax}$	Impulssivakiolla määritetty A-painotettu enimmäisäänitaso.

Keskiäänitaso on likiarvo, joka kuvaa parhaiten meluallistusta laajoissa ja yleisluonteisissa meluselvityksissä, mutta tarkemmissa tarkasteluissa tulisi ottaa huomioon myös taajuusjakauma, meluhuiput sekä melutapahtumien ajoittuminen. (Ympäristöministeriö 2004, 7,14.)

Keskiäänitasa käytetään yleisesti tieliikennemelun – joka on tasaisesti jakautunutta melua – kuvaamiseen, mutta termi ei ole käyttökelpoinen verrattaessa erilaisia melulähteitä. Myöskään jatkuvan ja jaksottaisen liikennemelun vertailuun keskiäänitasa ei sovellu. (Ympäristöministeriö 2004, 14.)

### Melutason ohjearvot

Jotta voitaisiin turvata terveellinen, viihtyisä ja vähämeluinen ympäristö sekä mahdollisuus nauttia hiljaisuudesta ja kuunnella luonnon ääniä, valtionneuvosto on antanut melulle ohjearvot meluhaitan arvioimiseksi (taulukko 4). Melualueeksi määritellään alue, jossa melutasot ovat yli annettujen ohjearvojen. Valtionneuvoston melutason ohjearvot (993/1992) on annettu meluntorjuntalain (382/1987) nojalla. Meluohjearvot on annettu erikseen sisä- ja ulkotiloille sekä päivä- ja yöajalle, jotka on

jaoteltu klo 7 – 22 ja klo 22–7 jaksoille. Oletuksena on, että ulkomelutason pysyessä 55 dB:ssä, myös sisämelutasot pysyvät sallituissa rajoissa. Tästä huolimatta arvion mukaan joka viides suomalainen altistuu yli 55 dB:n ulkomelutasolle asuessaan melualueella. (Melutason ohjeavot 2011; Tiehallinto 2004, 2.)

TAULUKKO 4. Valtionneuvoston asettamat ohjeavot melulle (Valtionneuvoston päätös 993/1992)

	Keskiäänitaso $L_{Aeq}$ enintään	
	Päivällä klo 7-22	Yöllä klo 22-7
<b>Ulkona</b> Asumiseen käytettävät alueet, virkistysalueet taajamissa ja niiden välittömässä läheisyydessä sekä hoito- tai oppilaitoksia palvelevat alueet	55 dB	45-50 dB <sup>1) 2)</sup>
Loma-asumiseen käytettävät alueet, leirintäalueet, virkistysalueet taajamien ulkopuolella ja luonnonsuojelualueet	45 dB	40 dB <sup>3)</sup>
<b>Sisällä</b> Asuin-, potilas- ja majoitushuoneet	35 dB	30 dB
Opetus- ja kokoontumistilat	35 dB	-
Liike- ja toimistohuoneet	45 dB	-

<sup>1)</sup>Uusilla alueilla melutason yöohjearvo on 45 dB.

<sup>2)</sup>Oppilaitoksia palvelevilla alueilla ei sovelleta yöohjearvoa.

<sup>3)</sup>Yöohjearvoa ei sovelleta sellaisilla luonnonsuojelualueilla, joita ei yleisesti käytetä oleskeluun tai luonnon havainnointiin yöllä.

Annettuja ohjearvoja sovelletaan ympäristölupamenettelyissä, otetaan huomioon maankäytön, rakentamisen ja eri liikennemuotoja koskevassa suunnittelussa sekä rakennusluvuissa. Mittaus- tai laskentatulokseen tulee lisätä 5 dB ennen sen vertaamista ohjearvoon, jos melu on iskumaista tai kapeakaistaista. On lisäksi huomioitava, että joissain tilanteissa ohjearvoja tulee soveltaa kohtuuttomien rakennuskustannuksien vuoksi. (Melutason ohjeavot 2011; Tiehallinto 2004, 2.)

Valtionneuvoston asettamia ohjearvoja käytetään yhä edelleen melulaskennoissa, mutta Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivin (2002/49/EY) mukaisissa laskennoissa laskennat tehdään käyttämällä päivä-ilta-yömelutasoa  $L_{den}$  (kappale 3.2, kaava 2). Päivä-ilta-yömelutaso on tunnusluku, joka huomioi melutasot ja painotukset vuorokauden eri ajoille ja joka arvioidaan 4 metrin korkeudelle maan pinnan tasosta toisin kuin  $L_{Aeq}$ -tasot, jotka on määritelty 2 metrin tasolle.  $L_{den}$ -tasot ovat liikennemelun



osalta 3-4 dB suurempia kuin valtioneuvoston asettamat  $L_{Aeq}$ -tasot suuremman arviointikorkeuden ja vuorokauden aikojen mukaisten painotusten vuoksi. Valtioneuvoston asettamia päivä- ja yöajan keskiäänitasoja ( $L_{Aeq}$ ) käytetään siksi vieläkin, koska päivä-ilta-yömelulle ( $L_{den}$ ) ei ole Suomessa ohjearvoja. (Tiehallinto 2008, 13; Ympäristöministeriö 2006, 4.)

Ympäristöministeriö on asettanut valtakunnallisessa meluntorjuntaohjelmassaan päämääriä ja tavoitteita ympäristömelun suhteen siten, että vuonna 2020 melualueilla asuvien ihmisten määrä on vähintään 20 prosenttia pienempi kuin vuonna 2003 päiväajan 55 desibelin ohjearvoa tarkasteltaessa. Tämä tarkoittaa, että melualueilla asuisi vuonna 2020 noin 200 000 ihmistä vähemmän kuin vertailuvuonna 2003. Tavoitteisiin päästään hyvän maankäytön ja kaavoituksen suunnittelulla uudiskohteissa sekä meluntorjuntaan ja -ehkäisyyn panostamalla nyt ja tulevaisuudessa. Ympäristöministeriön työryhmän mukaan nykyisellä toimintamallin strategialinjauksella meluntorjuntatyöhön käytetään noin 5 miljoonan euron vuotuista panostusta, jotta päästäisiin vuoden 2020 tavoitteisiin. (Ympäristöministeriö 2004, 9–10, 39.)

### 3. MELUSELVITYKSET JA MELUNORJUNTASUUNNITELMAT

#### 3.1 Meluntorjuntasuunnitelma

EU:n ympäristömeludirektiivi (2002/49/EY) velvoittaa jäsenvaltioita laatimaan meluntorjunnan toimintasuunnitelman yli 100 000 asukkaan kunnista, pääliikenneväylistä ja suurista lentokentistä vuoteen 2012 mennessä. Suomessa direktiivi on pantu täytäntöön ympäristösuojelulain muutoksella, joka velvoittaa tiehallinnon lisäksi myös kuntia, joissa on merkittävää ympäristömelulle altistumista, laatimaan meluntorjuntasuunnitelman. Laaditut meluselvitykset ja meluntorjuntasuunnitelmat päivitetään ja tarkistetaan viiden vuoden välein.

Meluntorjunnan toimintasuunnitelma sisältää seuraavia kohtia asetusten mukaan:

- arvio melulle altistuvien henkilöiden määrästä
- toimenpiteitä vaativien ongelmien ja tilanteiden yksilöinti
- tiedot käytössä olevista ja valmisteltavista meluntorjuntatoimista
- tiedot seuraavien viiden vuoden aikana toteutettavista meluntorjuntatoimista
- pitkän ajan suunnitelma melun aiheuttamien haittojen vähentämiseksi
- arvio hiljaisista alueista väestökeskittymissä
- tiedot rahoituksesta
- suunnitelma täytäntöönpanosta ja tulosten arvioinnista
- arvio toimintasuunnitelman mukaisten torjuntatoimien vaikutuksesta melulle altistuvien henkilöiden määrään
- tiedot yleisön kuulemisesta (Tiehallinto 2008, 3, 12; Ympäristöministeriö 2007, 8.)

### 3.2 Meluselvitykset

Meluselvityksiä käytetään meluntorjunnan toimintasuunnitelmien laadinnassa sekä kansalaisille tarkoitettuna tietolähteenä. Selvityksen esitysmuoto voi olla taulukko, kaavio tai kartta joko paperilla tai digitaalisessa muodossa. Meluselvitys sisältää seuraavat kohdat:

- yleiskuvauksen kohteesta tarkoittaen alueen sijainnin, koon, asukasmäärät, liikennemäärät, maankäytön ja melulähteet
- tiedot selvityksen laatijasta
- tiedot mahdollisista aiemmista ja nykyisistä meluntorjuntaohjelmista
- käytetyt arviointimenetelmät
- tiivistelmä selvityksestä

Melulaskennalla voidaan arvioida selvityksessä tieliikenteen aiheuttamaa melua, melualtistumisen laajuutta ja ongelmapaikkojen sijaintia. Ympäristömelu arvioidaan neljän metrin korkeudelle maanpinnasta ulkoseinän kohdalle. Toisin kuin melulaskelmissa, jotka tarkastelevat meluntorjuntaa, meluselvityksissä ei oteta huomiota rakennusten ulkoseinistä heijastuvaa ääntä, vaan ulkona esiintyvää ääntä yleensä. Päivä-ilta-yömelutaso  $L_{den}$  arvioidaan erikseen eri melulähteistä ja laskettujen desibelimäärien perusteella esitetään meluvyöhykkeet välillä 55-75dB. Yömelutasolla  $L_{yö}$  puolestaan kuvataan selvityksissä unihäiriöitä aiheuttavaa yömelua. Päivä-ilta-yömelutaso  $L_{den}$  määritetään kaavalla (2):

$$L_{den} = 10 \cdot \lg \frac{1}{24} \left( 12 \cdot 10^{\frac{L_{päivä}}{10}} + 3 \cdot 10^{\frac{L_{ilta}+10}{10}} + 9 \cdot 10^{\frac{L_{yö}+10}{10}} \right) \quad (2)$$

jossa  $L_{päivä}$  (klo 07.00-19.00),  $L_{ilta}$  (klo 19.00-22.00) ja  $L_{yö}$  (klo 22.00-07.00) ovat A-painotettuja keskiäänitasoja, jotka määritellään vuoden kaikkien päiväaikojen ja sään kannalta keskimääräisen vuoden perusteella. (Liikennevirasto 2010, 15; Valtionneuvoston asetus 801/2004.)

### 3.3 Melumittaukset ja -laskennat

Suunnittelun yhteydessä tieliikennemelua arvioidaan yleensä laskentamallia hyödyntäen. Melutasot selvitetään laajalta alueelta ja tutkitaan melulähteiden vaikutuksia. Melulaskennalla voidaan myös arvioida melutilannetta, vaikka melulähdettä ei olisi edes vielä olemassa. Laskentamallin avulla arvioidaan suunniteltavan meluesteen mitat ja sijainti sekä melun vaimeneminen. Suomessa laskentaohjelmistojen pohjana käytetään pohjoismaista tieliikennemelumallia. (Liikennevirasto 2010, 15; Tiehallinto 2004, 3.)

Melumittauksia käytetään melulaskentatulosten varmistamisessa ja tarkoituksenmukaisella rajatulla alueella melutilanteen selvittämiseksi. Liikennemelun mittauksessa tulee huomioida sääolosuhteet, häiriöäänät, heijastavat pinnat, liikennelaskenta mittausajalta sekä raskaan liikenteen osuus. Mittausajan on oltava tarpeeksi pitkä ja saadut arvot on muutettava vastaamaan mittauspaikan normaalia vuorokausiliikennettä. (Tiehallinto 2004, 3.)

#### 4. MELUNTORJUNTA ERI KAAVA- JA SUUNNITTELUTASOILLA

Ohessa on käsiteltynä meluntorjuntaa eri suunnittelutasoilla, kuten kaavoituksen, liikennesuunnittelun sekä tien ja kadun suunnittelun kannalta. Lisäksi on käsiteltynä meluntorjunta eri suunnitteluvaiheista (yleissuunnittelu- ja rakennussuunnittelu) toteutukseen eli rakennuttamiseen. Kaikki meluntorjuntasuunnitelmat lähtevät liikkeelle meluntorjunnan tarpeellisuuden arvioinnilla, jonka apuna ovat meluselvitykset ja -mittaukset.

##### 4.1 Meluntorjunta kaavoituksessa

Hyvällä kaavoituksella pystytään ennakoimaan melusta aiheutuvia haittoja ja meluntorjunnan toimenpiteitä vaikutuksineen ja havainnollistamaan nämä asukkaille ja päätöksentekijöille. Kaavoituksen keinoin pystytään myös takaamaan ihmisille terveellinen ympäristö melun suhteen, joten täten kaavoitus on merkittävin lähtökohta meluntorjunnassa. Kaavoituksessa pyritään ensisijaisesti torjumaan melua sen lähteessä, vaikuttamaan äänen etenemiseen ja viimeisenä vaihtoehtona turvautua kohteen suojaamiseen eli meluntorjuntaratkaisun rakentamiseen. Yhteistyö maankäytön ja liikenteen suunnittelun sekä viranomaisten ja asukkaiden välillä on yksi meluntorjunnan suunnittelun kulmakivistä kaavoituksen yhteydessä. (Ympäristöministeriö 2001, 22.)

##### 4.1.1 Maakuntakaava

Maakuntakaava on merkityksellinen erityisesti lentoliikenteen meluntorjunnassa. Tieliikenteen meluntorjunnassa keskeisimpiä keinoja melun vähentämiseksi ovat liikkumistarpeen minimointi, liikenneväylien sovittaminen yhdessä muun maankäytön kanssa ja vilkkaiden liikenneväylien sijoittaminen erilleen meluherkistä toiminnoista. Katuverkon ja pääväylien sijoittelun lisäksi joukkoliikenteen jäsentelyllä voidaan myös vaikuttaa meluun yleispiirteisessä kaavoituksessa. (Suomen kuntatekniikan yhdistys 1997, 33; Ympäristöministeriö 2001, 30.)

Kaavan lähtökohdiksi tarvitaan yhteistyötä eri alojen asiantuntijoiden ja viranomaisten kuten liikenneviranomaisten kanssa sekä monitahoisia selvityksiä.

Maakuntakaavatasolla meluselvitys sisältää seuraavia kohtia:

- pääteiden, pääkatujen, lentoasemien ja ratojen meluhaitat tai -alueet
  - muiden melulähteiden aiheuttamat meluhaitat tai -alueet
  - melulle altistuvien asukkaiden määrä
  - muut toiminnot, joille melusta on haittaa
  - liikennettä runsaasti aiheuttavien toimintojen sijainti
  - merkittävien ongelmapaikkojen, kuten ampuma- ja moottoriratojen sijainti sekä suositukset ja määräykset yksityiskohtaisemmalle suunnittelulle
  - hiljaisten alueiden kartoitus ja tavoitteet niiden säilyttämiseksi.
- (Ympäristöministeriö 2001, 30.)

Luetelman hiljaisilla alueilla tarkoitetaan alueita, joita ovat luonnonrauha-alueet tai maaseutumaiset hiljaiset alueet, joilla luonnon äänet ovat hallitsevia alueen äänimaisemassa sekä kaupunkimaiset hiljaiset alueet, joilla luonnon äänet ovat kuultavissa ja ne erottuvat hyvin alueen äänimaisemassa. Erityiskohteita, joissa luonnon äänillä ja äänimaiseman yleisluonteella on sen ominaisuuksiin liittyvä erityismerkitys, kutsutaan myös hiljaisiksi alueiksi. (Hiljaiset alueet 2009.) Väestökeskittymässä hiljaisen alueen melutason ohjearvona voidaan pitää Valtionneuvoston asetuksen mukaan (2004/801) päivällä (klo 7–22) 50 dB:iä ja yöllä (klo 22–7) 45 dB:iä.

#### 4.1.2 Yleiskaava

Yleiskaava, kuten maakuntakaavakin, ovat yleispiirteistä maankäytön suunnittelua, jolla pyritään osoittamaan ne alueet, joiden suunnittelussa on kiinnitettävä erityistä huomiota meluntorjuntaan yksityiskohtaisemmilla kaavatasoilla. Meluntorjunnan kannalta yleiskaava ei poikkea maakuntakaavasta juurikaan, vaan esittää esimerkiksi ohjeistusta ja suosituksia melualueista, meluntorjunnasta ja liikenteestä asema- ja rakennuskaavoja varten. (Suomen kuntatekniikan yhdistys 1997, 33.)

Yleiskaavassa kiinnitetään huomiota seuraaviin seikkoihin meluntorjunnan näkökulmasta:

- asumisen, työpaikkojen, palveluiden ja virkistysalueiden keskinäiseen sijaintiin ja tasapainoon
- pääväylien ja liikenneverkon sijaintiin
- liikenneverkon jäsentelyyn ja porrastettuun nopeusrajoitusjärjestelmään
- pääväylien varsien maankäyttöön
- runsaasti liikennettä aiheuttavien toimintojen sijaintiin
- melua aiheuttavien erityistoimintojen sijaintiin (Ympäristöministeriö 2001, 30-31.)

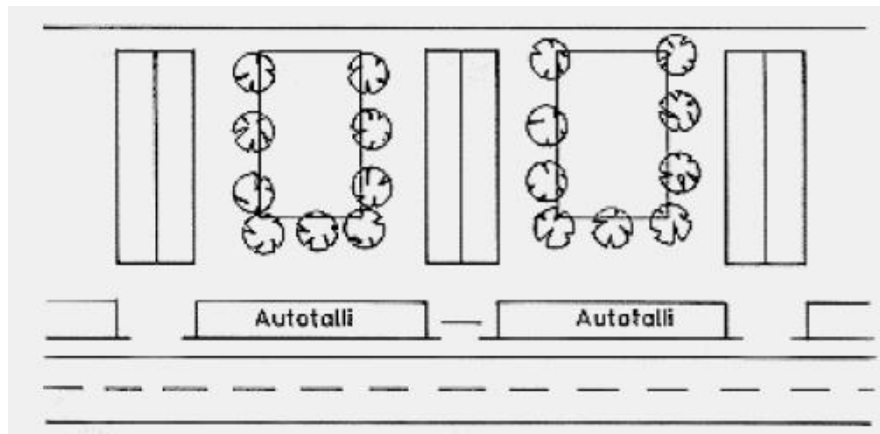
Mikäli koko kunnan kattava yleiskaava on turhan yleispiirteinen, voidaan tietyistä alueesta laatia osayleiskaava, joka mahdollistaa meluongelmien yksityiskohtaisen tarkastelun kaikkine liikenneväylineen ja korttelialueiden käyttötarkoituksineen. Kunnan laatima meluntorjuntaohjelma tarjoaa hyvät lähtökohdat ja tausta-aineiston kaavoituksen meluselvityksille, mutta mikäli ohjelmaa ei ole laadittu, tulee kaikki pysyvät melulähteet selvittää huolellisen kaavoituksen takaamiseksi. (Ympäristöministeriö 2001, 31.)

#### 4.1.3 Asemakaava

Asemakaavatasolla meluntorjuntatarve selvitetään yksityiskohtaisesti ja tarkennetaan yleispiirteisellä kaavatasolla annettuja ohjeita ja määräyksiä. Erityisesti meluasiat tulee ottaa perusteellisesti huomioon, jos yleiskaavatasolla meluun liittyvät ohjeistukset on sivuutettu. Asemakaavaselostuksesta tulee käydä ilmi ainakin melulähteet ja -alueet sekä torjuntakeinot ja tavoiteltu tilanne. Tämä puolestaan edellyttää, että melualueet on määritelty ohjearvoihin perustuen ja ottaen huomioon ongelmien kartoituksen, torjuntatoimenpiteiden alustavan suunnittelun ja vaikutusten sekä tulevan tilanteen arvioinnin ja koko toteutuksen ajoituksen. Myös kokoojakatujen ja korkealuokkaisempien väylien liikenteen melutasot on selvitettävä muiden melulähteiden lisäksi. (Ympäristöministeriö 2001, 31.)

Asemakaavassa on määriteltynä mm. alueen ja rakennusten käyttötarkoitukset, koko, muoto ja sijainti sekä rakennusten ulkokuoren ääneneristävyys ja myös liikenneverkko.

Meluntorjunnan pääpaino tulisi olla toimintojen sijoittelulla, joten asemakaava on merkittävässä roolissa. Esimerkkinä hyvästä toimintojen sijoittelusta on tilanne, jossa liikenneväylän ja asutuksen väliin sijoitetaan vähemmän meluherkkiä rakennelmia, kuten auto- tai roskiskatoksia melusuojaksi (kuva 5). Tällöin rakennusten takana, asutuksen pihalla saavutetaan riittävän alhaiset melutasot. (Suomen kuntatekniikan yhdistys 1997, 33.) Mikäli melukysymykset on sivuutettu asemakaavatasolla, tulee asiat esittää rakennuslupavaiheessa (Ympäristöministeriö 2001, 31).



KUVA 5. Esimerkki hyvästä toimintojen sijoittelusta (Liikennevirasto 2010, 11)

Esimerkkikohteessa Ramboll Finland Oy tekee meluselvityksen, jonka pohjalta kunta voi tehdä asemakaavamääräyksen koskien meluesteen rakentamista, mikäli selvityksen tulokset vaativat sitä. Nykyisessä asemakaavassa ei ole meluntorjuntamerkintöjä, vaan ainoa kaavallinen meluntorjuntatoimenpide Pirkkalan kunnan toimistoarkkitehti Santeri Kortelahden (2011) mukaan on etäisyys Naistenmatkantien ja Isomäentien asutuksen välillä. Myös Pirkkalan kunnan ympäristösihteeri Vesa Vanninen (2011) kommentoi esimerkkikohteen tilannetta asemakaavoituksen suhteen. Hänen mukaansa alueesta on tehty aikoinaan meluselvitykset, joiden mukaan melutasojen ohjearvot eivät asuntojen pihalla ylittyisi. Liikennemäärien noustessa aiemmat meluselvitykset eivät ole kuitenkaan enää paikkaansa pitäviä ja sen lisäksi Isomäentien talojen terassit ovat Naistenmatkantielle päin, mikä kielii osin epäonnistuneesta asemakaavoituksesta toimintojen sijoittelun suhteen. Lisäksi on huomioitava, että kaavakriteerit ovat muuttuneet tiukempaan suuntaan viime tarkastelusta.



## 4.2 Meluntorjunnan suunnittelun vaiheet

Meluntorjunta tulee esiin useissa eri suunnitteluprosesseissa edellisen kappaleen kaavoituksen lisäksi. Meluntorjunnan suunnittelu tulee ottaa esille lisäksi:

- tie- ja katuverkon sekä suurien liikennehankkeiden suunnittelussa
- vanhaa tietä tai katua parannattaessa
- meluntorjunnan seurannan yhteydessä
- taajamien kehittämisessä
- kaavamuutoksissa ja poikkeusluvissa. (Suomen kuntatekniikan yhdistys 1997, 44.)

Itse meluesteen suunnittelun toteuttamista viedään eteenpäin muiden suunnitteluprosessien mukana sekä soveltuessa kunkin työvaiheen näkökulmaan ja tarkkuustasoon (Liikennevirasto 2010, 44).

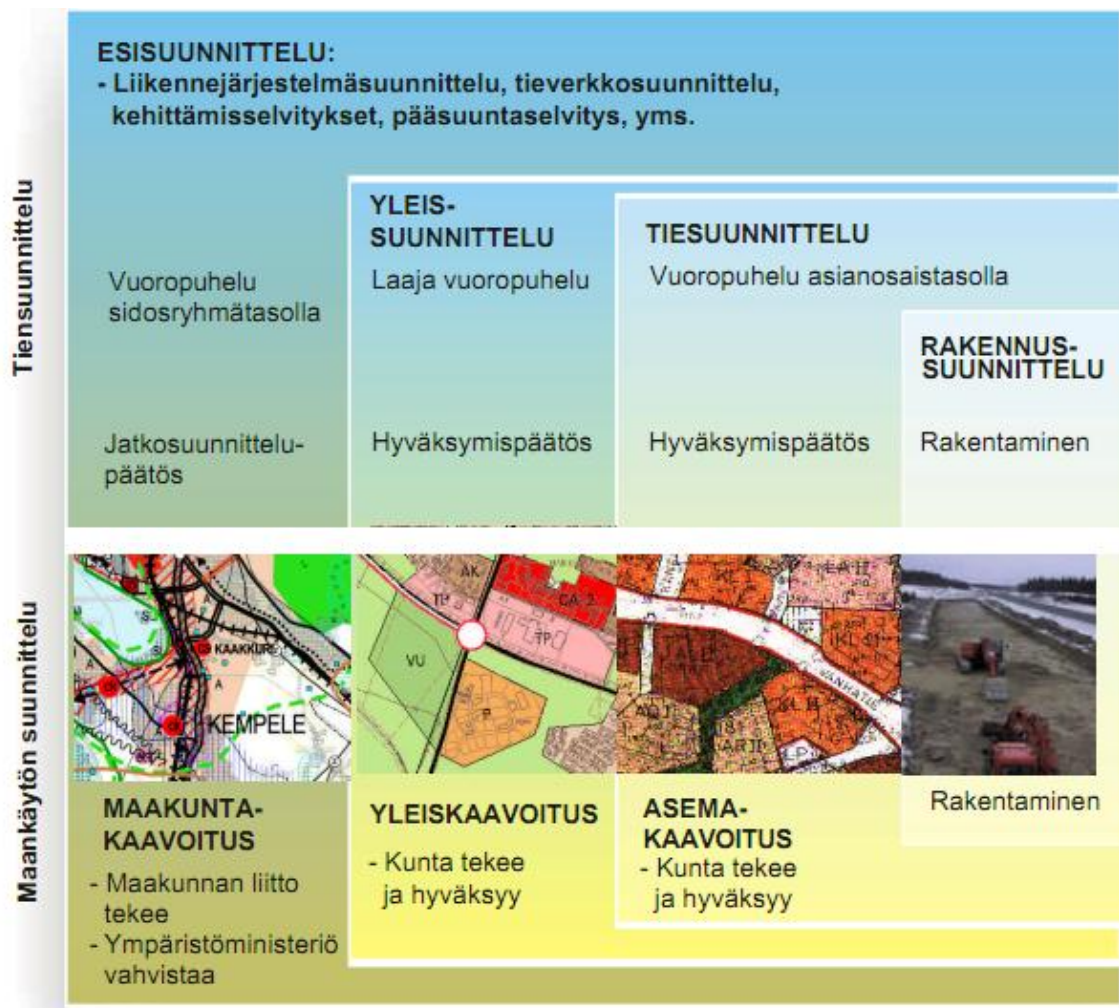
### 4.2.1 Meluntorjunnan esisuunnitteluvaihe

Meluesteet eivät ole ensisijainen keino liikennemelun torjunnassa, vaan ensin pohditaan muita melua alentavia toimenpiteitä, kuten äänilähteen vaimennusta erinäisin keinoin, kaavoituksen, maankäytön, liikenne- ja teiden suunnittelun sekä rakenteiden ääneneristävyyden keinoin. Näitä vaihtoehtoisten menetelmien pohtimista itse meluesteen sijaan voidaan kutsua meluntorjunnan esisuunnitteluvaiheen tarveselvitykseksi. Esisuunnitteluvaiheessa yksityiskohtaista ratkaisua ei vielä kaivata, vaan vaihtoehtoiset toimenpiteet kootaan yhteen arvioituine kustannuksineen. Alustavat meluesteluonnokset voidaan esittää kartalla viitteellisesti tilanteen havainnollistamiseksi. (Suomen kuntatekniikan yhdistys 1997, 44.)

Esisuunnitteluvaiheessa vuorovaikutuksen tarve vaihtelee. Etenkin tilanteessa, jossa meluntorjuntaa ollaan suunnittelemassa kuntalaispalautteen johdosta, on tärkeää ottaa sidosryhmät jo tässä vaiheessa mukaan suunnitteluun kaikkia osapuolia tyydyttävän ratkaisun löytämiseksi. (Liikennevirasto 2010, 46.)

#### 4.2.2 Meluntorjunnan yleissuunnittelu

Meluesteen yleissuunnittelu tapahtuu tien rakentamisen yhteydessä tiesuunnitelmavaiheessa (kuva 6). Myös esteeseen liittyvät lupakäsittelyt kuuluvat tiesuunnitelmavaiheeseen. Lisäksi meluesteen yleissuunnittelua tarvitaan meluntorjuntaohjelmien yhteydessä tai väylä- tai hankekohtaisesti, kun meluntorjunnalle on myöhemmin huomattu tarve meluhaitan poistamiseksi. (Suomen kuntatekniikan yhdistys 1997, 45.)



KUVA 6. Suunnittelun vaiheet maankäytössä ja tiensuunnittelussa (Tiehallinto 2002, 5).

Meluntorjunnan yleissuunnittelussa on tärkeää olla yhteydessä eri sidosryhmiin ja suunnitteluryhmän on oltava monipuolinen, sillä tässä vaiheessa meluusteistä laaditaan arkkitehtisuunnitelmat ja ympäristöön sovittaminen. Ympäristöön ja kaupunkikuvaan

sovittaminen tapahtuu siltapaikkaluokitusohjeen (taulukko 5) eli ympäristön arvoluokituksen mukaisesti. Ympäristön arvoluokat ovat välillä 1-4, jotka määrittyvät sijainnin, kulttuuriarvon ja maisema-arvon perusteella. Tämän luokituksen perusteella meluntorjunnan esteettiset tavoitteet yleissuunnittelussa tulevat määritellyiksi.

TAULUKKO 5. Ympäristön arvoluokitus eli siltapaikkaohje

Luokka I	Erittäin vaativa	Valtakunnallisesti arvokkaat ympäristökohteet, kulttuuriympäristöt tai merkittävät liikenneväylät.
Luokka II	Vaativa	Seudullisesti tai paikallisesti arvokkaat ympäristökohteet, kulttuuriympäristöt tai liikenneväylät. Merkittävät taajamakohteet.
Luokka III	Huomattava	Vilkkaat liikennekohteet ja taajamien reunavyöhykkeet.
Luokka IV	Tavanomainen	Taajamien ulkopuolelle sijoittuvat tavanomaiset maisemat.

Meluesteen mitat ja mahdollisesti myös materiaali ja ulkonäkö määräytyvät yleissuunnitelmassa. Tarvittaessa arkkitehtonista ilmettä edustavia havainnekuvia tai valokuvasovitteita voidaan hyödyntää sidosryhmäkeskusteluissa tai esteiden hyväksyttämisprosesseissa. (Liikennevirasto 2010, 46.) Esimerkkikohteen meluntorjunnan yleissuunnitelman havainnekuvat ovat lopussa liitettynä.

Kohteesta laaditun ympäristöanalyysin pohjalta määritetään esteen arkkitehtuuri ja ympäristöön sovittamisen tavoitteet ja keinot. Myös taloudelliset ja tekniset edellytykset otetaan harkinnassa mukaan, kuten melutasot, haitalle altistuvien määrä ja meluntorjunnan kustannukset. Meluntorjunnan yleissuunnitelmassa tulee esittää mm. seuraavia asioita:

- melumitoituksen ohjeavot ja perusteet
- paikalla olevat johdot, putket ja kaapelit
- meluesteiden sijainti, pituus, korkeus ja tyyppi
- melukäyrät ennen toimenpiteitä ja niiden jälkeen
- melun kannalta ongelmalliseksi jäävät alueet
- julkisivupiirustukset ja esteen sovittaminen ympäristöön

- kustannusarvio
- hyöty-kustannuslaskelma

(Liikennevirasto 2010, 46; Suomen kuntatekniikan yhdistys 1997, 45.)

#### 4.2.3 Meluntorjunnan rakennussuunnittelu

Rakennussuunnitteluvaiheessa melusteiden rakennussuunnitelmien lisäksi laaditaan lähiympäristön ympäristösuunnitelmat. Ympäristösuunnittelija laatii tarvittavat maastonmuotoilu- ja istutussuunnitelmat ja rakennesuunnittelija yhdessä arkkitehdin avustuksella rakenteelliset melustesuunnitelmat. Mikäli meluste rakennetaan tien yhteydessä, on istutussuunnitelmat ja maaperätutkimukset tehty jo aiemmissa suunnitteluvaiheissa. Melusteiden rakentamisasiakirjat sisältävät seuraavat kuvat ja selvitykset:

- rakenne- ja mittakuvat melusteistä
- mittaussuunnitelma
- julkisivukuvat korkeus ja materiaalitietoineen sekä mahdollisesti tiedot absorptiokyvystä
- poikkileikkaukset
- detaljikuvat
- perustamistapaselvitys
- istutussuunnitelma
- työselite
- suoriteluettelo ja kustannusarvio. (Suomen kuntatekniikan yhdistys 1997, 47–48.)

#### 4.3 Melusteen rakennuttaminen

Riippumatta melusteen urakointimuodosta, on melusteen sovelluttava ympäristöönsä ja toteutettava sekä teknisesti että esteettisesti hyvää laatutasoa noudattaen. Rakennuttaja, tällä kohtaa Pirkkalan kunta, huolehtii kyseisten kriteerien täyttymisestä ja varmistaa urakka-asiakirjoissa menettelytavat, joilla varmistetaan esteettisen laadun toteutuminen rakentamisen aikana. Laadun varmistaminen ja hyväksyntämenettely tapahtuu InfraRYL:in ohjeiden mukaisesti. Paikan merkittävyys (taulukko 5) määrittelee melusteen esteettiset reunaehdot, arkkitehtiasiantuntemuksen tarpeen

suunnitteluvaiheessa ja rakentamisen valvonnassa sekä mahdollisen kustannuslisän.  
(Liikennevirasto 2010, 86; Suomen kuntatekniikan yhdistys 1997, 48–49.)

Melueste voidaan rakennuttaa seuraavilla tavoilla:

1. Rakennuttaja määrittelee (joko itse tekemällä tai teettämällä suunnitelman) tarkasti ulkonäön sekä rakenteen ja pyytää tarjoukset. Tämä muoto soveltuu erityisesti vaativaan ympäristöön rakennettaessa. Taulukossa 6 on eriteltyä rakennuttamismuodon hyödyt ja haitat. Tätä rakennuttamismuotoa käytetään esimerkkitilanteissa, sillä kunta rakennuttajana teettää yleissuunnitelmatasoisien melu-estesuunnitelman eri vaihtoehtoja tämän työn tiimoilta.

TAULUKKO 6. Rakennuttamistavan hyödyt ja haitat

+ melu-esteen ulkonäkö ja rakenne saadaan halutunlaiseksi	- kalliimpi kuin samanveroinen sarjavalmisteen tai urakoitsijan suunnittelema ratkaisu
+ tarjouksia on helppo verrata keskenään	- hankekohtaisesti suunnittelussa melu-esteessä voi ilmetä joskus puutteita jos suunnittelijalla ei ole paljoa kokemusta

2. Rakennuttaja määrittelee melu-esteen päämitat, ulkonäön ja tärkeimmät materiaalit sekä laatuvaatimukset, mutta rakenteen yksityiskohtainen suunnittelu sisältyy urakkaan. On harkittava tapauskohtaisesti kuinka tarkasti ulkonäkö määritellään. Taulukossa 7 on kuvattu huonot ja hyvät puolet urakointimuotoon liittyen.

TAULUKKO 7. Rakennuttamistavan hyvät ja huonot ominaisuudet

+ hinta edullisempi kuin ensimmäisessä urakointimuodossa	- rakenneratkaisujen laatu-asteessa voi olla eroja ja täten tarjousten vertailu hankaloituu
--	---

3. Rakennuttaja määrittelee melu-esteeltä vaadittavan vaimennuksen tai sijainnin, tärkeimmät mitat ja laatuvaatimukset, jolloin tarjoajan päätettäväksi jäävät rakenteen ulkonäkö ja mitat. Kilpailutus on helppoa hinnan ja ulkonäön perusteella, mutta hintakilpailutus hankaloituu, mikäli esteelle asetetut vaatimukset ovat väljät. Kustannukset voivat myös nousta, jos rakennuttaja valitsee estemateriaalin ennen tarjouskilpailua.

#### 4.4 Tärkeimmät meluntorjuntaan liittyvät lait

Meluntorjunnan suunnittelussa täytyy ottaa huomioon lakeja, asetuksia ja valtionneuvoston päätöksiä. Tärkeimpiä näistä tieliikennemeluntorjunnan kannalta ovat:

- Ympäristönsuojelulaki (86/2000)
- Ympäristönsuojeluasetus (169/2000)
- Valtioneuvoston päätös melutason ohjearvoista (993/1992)
- Valtioneuvoston asetus Euroopan yhteisön edellyttämistä meluselvityksistä ja meluntorjunnan toimintasuunnitelmista(801/2004)
- Maankäyttö- ja rakennuslaki (132/1999)
- Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2002/49/EY
- Luonnonsuojelulaki (1096/1996)
- Laki ympäristövaikutusten arviointimenettelystä (468/1994)
- Terveystensuojelulaki (763/1994)

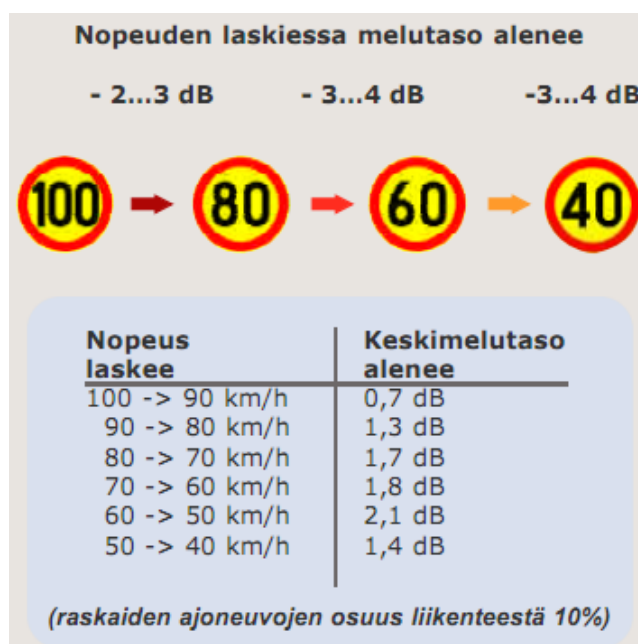
## 5. MELUNTORJUNTAKEINOT

### 5.1 Meluntorjunnan vaihtoehdot

Liikennemelua pyritään torjumaan muilla ratkaisuilla kuin rakentamalla melusteitä jo pelkästään kustannussyiden vuoksi. Tien suunnittelu ja kaavoitus ovat edullisinta meluntorjuntaa ja käsiteltynä tässä työssä jo aiemmin (luku 4).

#### 5.1.1 Äänilähteen vaimentaminen

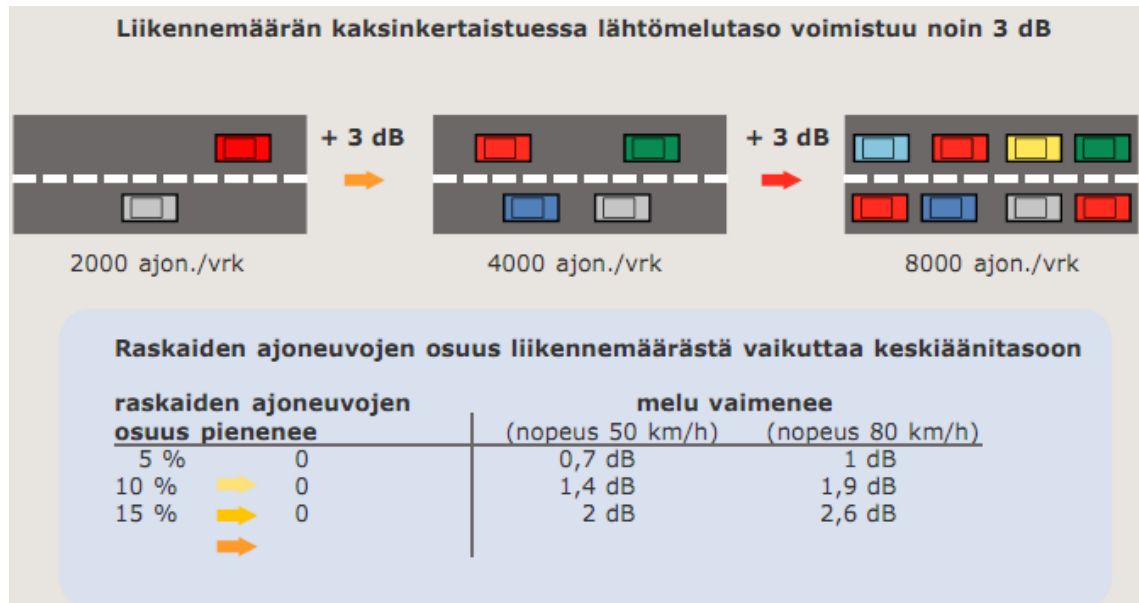
Melulähteen vaimennus on ensisijainen keino meluntorjunnassa. Ajoneuvojen melupäästöjen alentamisella, päällysteiden ja renkaiden melun vaimentamisella ja liikenteen vähentämisellä pyritään pienentämään melutasoja. Myös tien pituuskaltevuudella ja epätasaisuuksilla (päällysteen töyssyt, sadevesikaivojen kannet, siltojen siirtymälaitteet) on merkityksensä äänitasojen nousussa. Esimerkkikohteessa Naistenmatkantiellä nopeusrajoitus on tällä hetkellä 50 km/h ja nopeuden aleneminen 40:een km/h alentaisi melua 1,4 dB Tiehallinnon tietojen mukaan (kuva 7). (Suomen kuntatekniikan yhdistys 1997, 31)



KUVA 7. Liikennenopeuksien vaikutus melun alenemiseen (Tiehallinto 2004, 4)



Vastaavasti esimerkkikohteessa Naistenmatkantien liikennemäärän puolittuminen vähentäisi melua 3 dB ja raskaiden ajoneuvojen osuuden väheneminen nykyisestä viidestä prosentista noltaan vähentäisi melua 0,7dB (kuva 8). Nopeudessa 50 km/h raskaan ajoneuvon melu vastaa noin kymmentä henkilöautoa ja nopeudella 100 km/h noin viittä henkilöautoa. (Liikennevirasto 2010, 12.)



KUVA 8. Liikennemäärien ja raskaiden ajoneuvojen merkitys melutasoon (Tiehallinto 2004, 4).

Hiljaisella päällysteellä tarkoitetaan päällystettä, joka vaimentaa melua paremmin kuin tavanomaisesti käytetyt päällysteet perustuen päällysteessä käytettävään pienempään maksimirakokoon. Päällysteiden vertailussa käytetään CPX-arvoa, joka saadaan renkaan ja päällysteen kosketuksesta syntyvän melun mittausvaunulla. Esimerkiksi hiljainen asfaltti SMA8 saa CPX-arvoksi 3-4 dB pienemmän arvon kuin normaali AB16. Tämä desibelilukuarvo ei tarkoita ympäristömelussa samaa alenemaa, sillä ajoneuvon moottorista ja ilmanvastuksesta syntyvällä melulla on oma vaikutuksensa kokonaismeluun. Naistenmatkantien uudelleen päällystäminen melun vähentämisen kannalta ei ole järkevää, sillä hiljaisen asfaltin hyöty on suurin suurilla nopeuksilla kuten moottoriteillä ja toisena haittapuolena mainittakoon hiljaisen asfaltin nopea kuluminen. (Liikennevirasto 2010, 13.)

Taulukossa (taulukko 8) on kuvattu 5-10 vuoden aikana saavutettavissa olevasta ideaalista vaimennuspotentiaalista muilla keinoin kuin meluusterakenteilla. Taulukko on laadittu vuonna 2007, joten osan tavoiteltavasta vaimennuksesta lienee jo toteutunut.

TAULUKKO 8. Vaimennuspotentiaalit meluntorjunnan vaihtoehtoratkaisuilla (MELUTTA-hankkeen loppuraportti 2007, 170).

Toimenpide	Vaimennuspotentiaali dB(A)
B1 Hiljaisempien renkaiden tutkimus- ja tuotekehittelyn tehostaminen	3
B2 Hiljaisempien päällysteiden tutkimus- ja tuotekehittelyn tehostaminen	3
B3 Melun huomioonottaminen päällysteen laatukriteereissä	2
B4 Optimointi melun suhteen pinnoitteen rakennevaatimusmenettelyissä	2
B5 Melumittausmenetelmien parantaminen raskaan ajoneuvoliikenteen tyyppihyväksyntämenettelyssä	1 - 3
B6 Kriteerit vähämeluisemmalle kevyelle hyötyajoneuvoliikenteelle	1,5 - 3
B7 Melumittausmenetelmien parantaminen moottoripyörille	0 - 3
B8 Ympäristövero ajoneuvoille ja renkailla	2 - 3

### 5.1.2 Melun leviämisen estäminen

Melun leviämisen estäminen tapahtuu parhaiten rakennettavin meluestein, mutta sen lisäksi voidaan hyödyntää maan pinnan huokoisuutta ja kasvillisuutta (kuva 9). Huokoisella maalla kuten nurmella on melua vaimentava vaikutus, kun taas kovat pinnat kuten asfaltti tai kallio heijastavat sitä. Kasvillisuus ja istutukset pehmentävät myös melua heijastaen sitä pois päin, mutta toistaiseksi niillä on todettu olevan enemmän vaikutuksia alueen viihtyvyyteen kuin meluntorjuntaan. (Sandberg 2001, 41.)

Etäisyyden kasvaessa melu vaimenee			
etäisyyden muutos		kova maanpinta	pehmeä maanpinta
10 m → 20 m		3 dB	4 dB
10 m → 50 m		7 dB	12 dB
10 m → 100 m		10 dB	18 dB
10 m → 200 m		13 dB	23 dB
10 m → 500 m		17 dB	29 dB

(Lähtömelutaso määritellään 10m etäisyydellä melulähteestä.)

KUVA 9. Etäisyyden ja maanpinnan vaikutus melun leviämiseen (Tiehallinto 2004, 4)

### 5.1.3 Toimenpiteet rakennuksiin

Mikäli toimintojen sijoittelu järkevästi meluntorjunnan kannalta ei onnistu tai äänilähteeseen ei pystytä vaikuttamaan esimerkiksi tiiviissä kaupunkimiljöössä, on turvauduttava rakennuksen rakenteellisiin ratkaisuihin. Tällöin huonesijoittelu, vanhojen rakennusten käyttötarkoituksen muuttaminen sekä ulkoseinien ja katon ääneneristys ovat keinoja, joilla liikenteen aiheuttamia melutasoja pyritään pienentämään sisätiloissa. Ikkunoiden koolla, korvausilma-aukoilla ja ovilla on myös merkitys ääneneristävyyteen. Kevyet puiset rakenteet eristävät huonommin ääntä kuin raskaammat betoniset rakenteet. Suomen kuntatekniikan yhdistyksen julkaiseman meluestekäsikirjan (1997, 41) mukaan voidaan olettaa, että ikkunan ääneneristävyys kasvaa 3 dB, kun ala pienenee puoleen ja vähenee vastaavasti 3 dB, kun pinta-ala kasvaa kaksinkertaiseksi. Esimerkkikohteessa rakenneratkaisuihin ei voida vaikuttaa, sillä rakennukset ovat asutuskäytössä ja ratkaisut eivät ole tienpitäjän käytettävissä. (Liikennevirasto 2010, 13–14.)

## 5.2 Melusteet

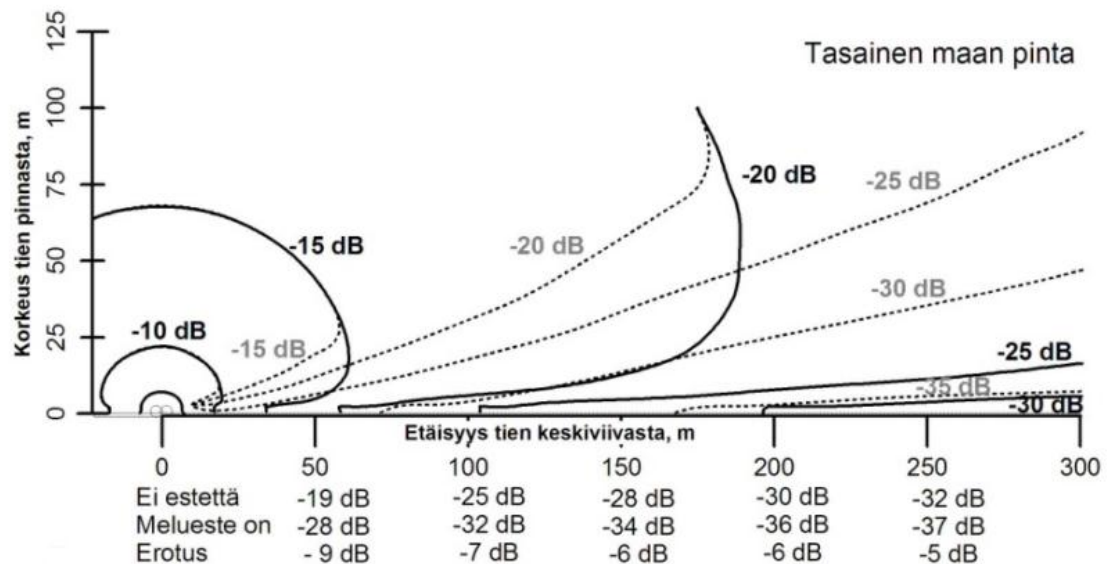
Meluntorjunnan lisäksi melusteilla voi olla muitakin vaikutuksia, kuten pölyn ja kuraroiskeiden leviämisen vähentäminen, läpikulun estäminen pihan poikki tai häiritsevien valojen näkyminen sisätiloihin. Myös muutamat haastattelemi Isomäentien asukkaat kertoivat tulevan melusteen toimivan esimerkiksi pulkkamäkenä alueen lapsille, mikäli meluntorjuntakeinoksi valitaan meluvalli. (Liikennevirasto 2010, 16.)

Melusteet voidaan kokea myös haittoina, kuten näkemäesteenä tai kulkuyhteyden katkaisijana. Pahimmillaan este voi lisätä tien toisella puolella melua äänen heijastumisen vuoksi tai esteen ollessa aivan tien vieressä, jolloin ääni heijastuu ajoneuvon kyljestä takaisin ongelma-alueelle. Heijastusongelmat eli diffraktio voidaan torjua kaarevilla melusteilla tai absorboivien materiaalien käytöllä tai maavallilla. Ikävä ulkonäkö on myös usein mainittu melusteiden haittoiksi. Siksi on tärkeää, että asukkaat otetaan mukaan melusteiden suunnitteluun ja mahdollisten istutusten suunnitteluun. (Liikennevirasto 2010, 16; Sandberg 2001, 47.)

Nyrkkisääntönä melusteen sijoittelulle voidaan pitää liikenneviraston laskelmien (2010, 32) mukaisesti:

- melusteen vaimennus on suurin 10-30 metrin etäisyydellä tien keskiviivasta (pehmeä ympäröivä maa)
- esteen korkeuden vaikutus äänen vaimenemiseen on suurempi tien lähellä kuin kauempana tiestä
- meluste vaimentaa sitä tehokkaammin melua mitä lähemmäksi tien reunaa se on rakennettu

Muita huomioon otettavia asioita ovat liikenneturvallisuus, tien kunnossapito ja lumitila, paloturvallisuus sekä mahdolliset toteuttamista rajoittavat rakenteet unohtamatta materiaalien laatuvaatimuksia (Tiehallinto 2004, 7). Myös rakennetekniset vaatimukset kuten tuuli- ja auraslumikuorma, iskunkestävyys, kestoikä, ekologisuus, osien putoaminen sekä oma, veden (erityisesti huokoisilla materiaaleilla) ja lumen paino tulee huomioida suunnittelussa (Suomen kuntatekniikan yhdistys 1997, 64–67).



KUVA 10. Pehmeän maan ja meluseinän osuus vaimennuksesta. Lihavoiduilla numeroilla ja viivoilla merkittynä vaimennukset ilman estettä ja harmailla tilanteet, jossa tien vieressä on 2 m korkea este. Vaaka-akselilla on esitettyä vaimennukset etäisyyden kasvaessa. (Tiehallinto 2009, 33.)

### 5.2.1 Akustiset ominaisuudet

Äänen eristävyyttä, eli kuinka paljon ääni vaimenee seinän läpi kuljettuaan, kuvataan eristävyysluvulla  $DL_R$ . Laboratoriokokein määritetyt eristävyyslukuarvot eivät päde maastossa samoin vaimennuksen suhteen. Esimerkiksi  $DL_R$  luku 15-40 dB vastaa maastossa 0-15 dB:n äänen vaimennusta, riippuen esteen koosta ja paikasta. Standardin SFS-EN 1793:1997 mukaiset eristävyysluokitukset sarjavalmistetuille melusteille ovat seuraavat:

- luokka B3:  $DL_R \geq 25$  dB
- luokka B2:  $DL_R \geq 15$  dB
- luokka B1:  $DL_R \geq 5$  dB

$DL_R$  arvojen sijaan tulevaisuudessa tullaan käyttämään ulkona mitattavia  $DL_{SI}$  arvoja, jotka ovat noin 0,8 kertaa  $DL_R$  arvoja pienempiä. Osa melusta voi läpäistä esteen, mutta läpitulon äänen on oltava merkityksetöntä melun kannalta. Korkeat äänet ovat ongelmallisempia kuin matalat, sillä matalat vaimenevat paremmin kuin korkeat. (Liikennevirasto 2010, 60-61; Sandberg 2001, 47.)

Eristävyyden lisäksi äänen heijastuminen voi olla joissain kohteissa määräävää, jolloin on käytettävä ääntä imevää meluestettä. Laboratorioissa standardien SFS-EN 1793 ja SFS-EN ISO 354 mukaisesti määritetty absorptioluku  $DL_{\alpha}$  kuvaa rakenteen kykyä imeä ääntä. Äänen absorptio on luokiteltu meluseinille tai pelkälle seinäelementille seuraavasti:

- luokka A0: ei testattu
- luokka A1:  $DL_{\alpha} = 1-3$  dB
- luokka A2:  $DL_{\alpha} = 4-7$  dB
- luokka A3:  $DL_{\alpha} = 8-11$  dB
- luokka A4:  $DL_{\alpha} \geq 12$  dB

Meluvallille luokitusta ei tarvitse määrätä, sillä rakenne katsotaan aina ääntä imeväksi. (Liikennevirasto 2010, 60-61.)

### 5.2.1 Meluvallit

Meluvallit ovat edullisimpia meluesteratkaisuja, mutta vaativat paljon tilaa vaadittavien luiskakaltevuuksien vuoksi. Suuren tilantarpeen vuoksi niitä on helpointa käyttää uusilla alueilla tai uusien teiden rakentamisen yhteydessä. Suositeltavia luiskakaltevuuksia ovat

- 1:6 märille savisille maille
- 1:2 kuiville savisille maille ja moreenille
- 1:1,5 soralle.

Jyrkillä luiskakaltevuuksilla ongelmiksi tulevat istutukset ja niiden hoito ja hoidon kustannukset. Eroosiota jyrkillä luiskilla voidaan estää eroosio- ja sidontamatoilla tai kasvialustoilla. Hoidon kustannusten minimoimiseksi meluvalli voidaan metsittää. (Liikennevirasto 2010, 18.)

Myös maaperän kantavuus tulee ottaa huomioon vallia rakennettaessa. Jos maaperä vaatii pohjanvahvistusmenetelmiä tai käytettävä maa-aines on muuta kuin läheltä saatavaa ylijäämämaata, kohoavat kustannukset myös luonnollisesti. (Liikennevirasto 2010, 18.)

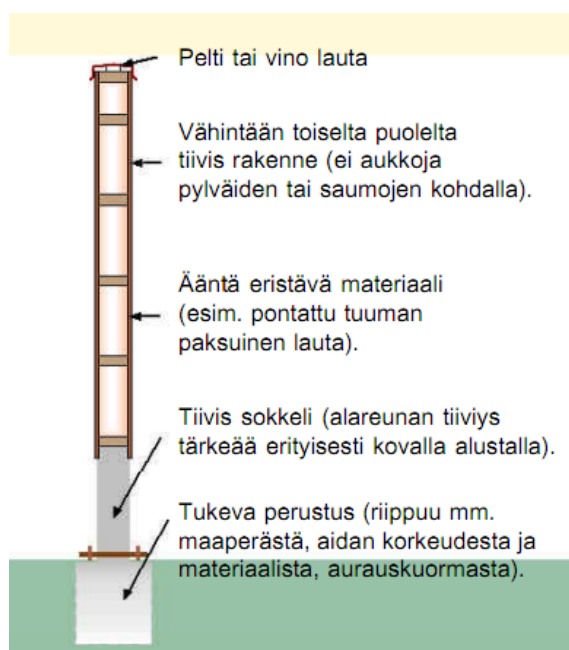
Meluvallit ovat muihin esteratkaisuihin nähden edullisia myös ilkevaltaongelmien, äänen imevyyden, palo- ja liikenneturvallisuuden sekä ulkonäöllisten seikkojen suhteen.

Ulkonäköön vaikuttavat oleellisesti käytettävät istutukset, kuten vuorottelevat tiheet pensas ja puustosaarekkeet ja nurmi. Kasvillisuus on otettava rakenteessa huomioon tarvittavan paksulla mullituksella ja että vesi pääsee nousemaan kapillaarisesti kasvien käyttöön. (Liikennevirasto 2010, 19.)

### 5.2.2 Meluseinät

Meluseinät ovat vähintään kahden metrin korkuisia rakenteita ja käytännöllisiä ahtaissa kaupunkimaisemissa (kuva 11). Materiaali- ja muotoilumahdollisuudet ovat suuret, mutta valmiit elementtiratkaisut ovat niin käytännöllisiä kuin edullisia ja laadulle asetetut vaatimukset täyttyvät. Töhrimistä, korkeusvaikutelmaa ja ikävää ulkonäköä voidaan lieventää kasvillisuuden käytöllä. Halvempia seinärakenteita sekä meluvallin ja -seinän yhdistymiskohtia voidaan myös kätkeä kasvillisuuden joukkoon.

Meluseinän kustannuksia määräävät runkomateriaali, perustamistapa, jännemitta, korkeus, akustiset vaatimukset ja verhoilut. Seinän rungon jännemitta on tavallisesti puurunkoisilla seinämärakenteilla 4-6 m, liima- ja kertopuu- sekä teräs- ja betoniratkaisuilla 4-12 m. Ulkonäköseikkojen vuoksi käytetään valespilareita, joten pilariväli ei kerro aina todellista jännemittaa. Halvin metrihinta meluseinälle saavutetaan noin 8 metrin jänneväliä. (Liikennevirasto 2010, 54.)



KUVA 11. Hyvän meluseinän ominaisuuksia (Tiehallinto 2004, 7)

Laskennallisen tuulikuorman vuoksi meluseinän paksuus mitoitetaan sen verran suureksi, että myös äänen eristävyys saavutetaan. Akustiset ominaisuudet saavutetaan jo ohuella rakenteella. Luokkaan B3 ( $DL_R \geq 25\text{dB}$ ) ylletään esimerkiksi 100 mm paksuisilla betonielementeillä, 20 mm paksulla vanerilla ja 3 mm paksuisella teräslevyllä villoineen ja runkoineen. Eristävyysluvun säilyminen voidaan taata standardein tai käyttökokemuksen perusteella. Parhaimpiin ääntä imeviin tuloksiin (luokka A3/A4) puolestaan päästään puu-, metalli- tai muoviritilöin, joiden reikien osuus pinta-alasta on määritelty. Myös huokoisella betonilla voidaan saavuttaa luokka A3. Hyvin ääntä imeviä meluseiniä käytetään esimerkiksi

- tunneleissa
- diffraktion välttämiseksi asutuksen keskellä ja kevyen liikenteen väylillä
- meluseinälimityksien kulkuaukoissa. (Liikennevirasto 2010, 24, 58, 60–61.)

### 5.2.3 Meluvallin ja -seinän yhdistelmä

Meluvallin ja -seinän yhdistelmä on yleensä järkevä ratkaisu, sillä se on esteettisempi ja liikenneturvallisempi kuin pelkkä seinä ja myös rakennuskustannuksiltaan joissain tapauksissa edullisempi kuin pelkkä seinä tai valli. (Liikennevirasto 2010, 21.)

Yhdistelmärakennetta voidaan käyttää päällekkäin, kun vallilla ei saavuteta tarpeeksi suurta melunvaimennuskorkeutta tai valli ei mahdu kohteeseen tai jos sopivaa maainesta on käytettävissä. Yhdistelmärakennetta rinnakkain käytettäessä on huomioitava putoamissuojaus, sillä tällöin toinen puoli on pystysuora seinämä. (Liikennevirasto 2010, 21.)

### 5.2.4 Melukaiteet

Melukaiteet ovat yleensä noin 1-1,2 m korkuisia betonirakenteita, jotka toimivat meluesteen lisäksi suojakaiteena. Siksi ne soveltuvat penkereille ja silloille, jossa meluntorjunta tulee sijoittaa mahdollisimman lähelle tietä. Sijoituskohdan vuoksi turvallisuus, näkymä kaiteen yli, lumenpoisto ja ulkonäkö sivulta katsoen on otettava



erityisesti huomioon. Kustannuksiltaan, aurauksen kannalta ja näkyvän maiseman kannalta melukaide on meluseinää parempi vaihtoehto, mutta meluntorjunnan kannalta epäedullisempi. Melukaiteisiin voidaan lisätä myös läpinäkyviä elementtejä, jolloin rakenteesta saadaan meluntorjunnan ja esteettisyyden kannalta edullisempi. (Liikennevirasto 2010, 24–25.)

### 5.2.5 Kivikorit

Kivikoreilla ja ankkuroiduilla tukimuuriharkoilla voidaan tehdä vaihtelua vallirakenteeseen tai käyttää niitä seinämänä. Käytettävän kiviaineksen tulee olla helposti kiilautuvaa, jotta tarvittava tiiviys ääneneristävyyden kannalta saavutetaan. Yhden metrin levyisen kivikoriseinämän eristävyysluvuksi  $DL_R$  voidaan olettaa 20dB. Kestävyyden kannalta korirakenteen on hyvä olla sinkittyä ja teräslangan vähintään 3 mm paksu ja mahdollisesti muovipinnoitteinen. (Liikennevirasto 2010, 20.)

### 5.2.6 Muita ratkaisuja

Markkinoilla on innovatiivisia meluntorjuntaratkaisuja, kuten teräsverkkohäkistä ja kumimatosta koostuvia melueteratkaisuja (kuva 12) sekä läpinäkyviä melusteitä, joita voi kiinnittää ja yhdistellä perinteisiin meluntorjuntaratkaisuihin. Esimerkkikohteeseen ne eivät kuitenkaan sovellu – läpinäkyvää meluseinämää lukuun ottamatta – turvallisuustekijöiden, töhrimisvaaran tai Suomen sääolojen vuoksi. Siksi muita meluntorjuntaratkaisuja ei ole käsiteltyä sen enempää.



KUVA 12. Teräsverkkohäkistä ja kumimatosta koostuva melueste (Liikennevirasto 2010, 22.)

## 6. PIRKKALAN KUNNAN LIIKENNEMELUN TORJUNTAOHJELMAN ENSIMMÄINEN VAIHE

### 6.1 Torjuntaohjelmasta

Pirkkalan kunnan liikennemelun torjuntaohjelmassa 2010 selvitetään tiemeluongelman laajuutta nykytilanteessa sekä vuodelle 2020. Selvityksen tarkoituksena on priorisoida tärkeimmät meluntorjuntakohteet ja antaa kohdekohtaiset suositukset soveltuviksi meluntorjuntaratkaisuuksi. Selvityksen perusteella pystytään kohdentamaan meluntorjunta- ja valvontatoimenpiteet oikein sekä ennakoimaan maankäytön suunnittelussa mahdolliset meluhaitat.

Tarkastelu on rajattu koskemaan Naistenmatkantietä, Lentoasemantietä ja Kurikantietä, koska näillä teillä on melko paljon liikennettä ja teiden läheisyydessä on paljon asumiseen käytettäviä alueita ja muita melulle herkkiä toimintoja. Kyseisten teiden melusta on myös tehty kirjallisia valituksia kunnan ympäristönsuojeluviranomaiselle.

Liikennemelun torjuntaohjelma 2010 on tilattu Ramboll Finland Oy:ltä, jolle Pirkkalan kunta toimitti lähtötietoina mm. maastoaineiston, pohjakartat, tulevan maankäytön tiedot, liikenne- ja asukastiedot. Kunta on perustanut hanketta varten eri alojen asiantuntijoista koostuvan ohjausryhmän.

Torjuntaohjelman meluselvitys perustuu maastomallipohjaisiin melulaskentoihin. Selvitys koostuu seuraavista päivä- ja yöajan laskennallisista melutilanteista:

- nykytilanne, nykyiset liikennemäärät ja rakennukset
- ennustetilanne 2020, nykyiset rakennukset
- ennustetilanne 2020, suunnitellut rakennukset ja meluesteiden tarve.

## 6.2 Kohde: Isomäentien ja Naistenmatkantien välinen alue

Kunnan velvoitteena on ohjata, edistää ja valvoa meluntorjuntaa alueellaan ja lisäksi kunnat vastaavat meluntorjuntatoimenpiteistä kaavoittaessaan toimintaa maanteiden melualueille (Tiehallinto 2004, 6). Pirkkalan kunnan strategiana on kehittää aktiivisesti asukkaiden ja elinympäristön hyvinvointia, joten meluntorjunnan voidaan katsoa kuuluvan osaksi kunnan strategiaa.

### 6.2.1 Nykytila ja ongelmat

Naistenmatkantien KVL vuonna 2010 on arviolta 11600 ajoneuvoa vuorokaudessa. Isomäentiellä sijaitsee asutusta (kuinka paljon) sekä päiväkotia, joiden kohdalla sallitut melutasot ylittyvät. Meluntorjunnan katsotaan olevan kiireellinen Liikenneviraston ympäristöohjelman kriteerien mukaisesti. Täten liikennemelun torjuntaohjelma ja meluntorjunnan rakentaminen on perusteltua esimerkkikohteessa.

### 6.2.2 Suunnittelualueen maankäyttö ja kaavoitus

Naistenmatkantie (mt 3022) on valtion omistama ja Pirkanmaan ELY-keskuksen ylläpitämä maantie. Liikennevirasto (entinen Tiehallinto) on selvittänyt Naistenmatkantien melualueita tien uudistamisen suunnittelun yhteydessä 1990-luvulla ja kunta on selvittänyt tien melutasoja melumallinnuksien asemakaavoituksen yhteydessä. Kuitenkaan Pereen asemakaavan laajennuksessa ja Isomäentien puistosuunnitelmassa ei ole esitetty meluvalleja tai puuistutuksia Isomäentien kohdalle. Myöskään muiden rakennusten este- tai heijastusvaikutuksia ei ole otettu huomioon. Kunnassa on tehty ennestään liikenteen ohjausta ja uusia liittymäratkaisuja. Näillä keinoin ollaan pyritty vähentämään Naistenmatkantien vuorokausiliikenteen määrää ja tätä myös liikennemelua.

### 6.2.3 Liikenne- ja melutilanne-ennuste vuodelle 2020

Pirkkalan liikenne-ennusteen vuodelle 2020 on laatinut SITO (liite 1). Kunta toimitti yritykselle tiedot asukasmääristä, Naistenmatkantielle tehdyistä liittymäparannuksista ja

-suunnitelmista, joiden pohjalta KVL-ennuste mallinnettiin. Liikennemääräennuste vuodelle 2020 on 12000 ajoneuvoa vuorokaudessa. Tämä siis tarkoittaa KVL:n nousua 400:lla ajoneuvolla nykytilanteesta.

Ramboll Finland Oy on tehnyt melutilanne-ennusteen vuodelle 2020 (liite 2), jossa on ilmoitettuna keskiäänitason  $L_{Aeq}$  meluvyöhykkeet 5 dB:n välein päiväajalle (klo 7 – 22). Vuoden 2020 melutilanne-ennusteen mukaan Isomäentien ja Naistenmatkantien välinen alue sijoittuu 55-60 dB:n väliselle alueelle eli on luokiteltavissa melualueeksi. Valtionneuvoston ohjearvojen ylittyessä tulee alueelle rakentaa meluntorjunta, jotta ohjearvoihin päästään.

#### 6.2.4 Meluntorjunnan kustannusten määräytyminen

Tiealue on määritelty ulottuvaksi kahden metrin etäisyydelle ojan, tieluiskan tai -leikkauksen ulkosyrjästä. Naistenmatkantie on maantie ja sen tienpitovastuu on Pirkanmaan ELY-keskuksella. Tiealueelle kuuluvat laitteet ja osat kuten meluesteet kuuluvat valtion omistukseen. Täten melukaiteen, joka on kiinni ajoradassa, katsotaan kuuluvan valtion omistukseen, kun taas meluvalli tai seinä kunnan omistukseen. Omistussuhteet määräävät meluesteen hoidon ja ylläpidon. Silti rakennuttamiskustannukset tulevat kunnan vastuulle, vaikka este sijaitsisikin Naistenmatkan tien alueella, sillä meluntorjunnasta huolehtiminen on kunnan velvoite ja asutuksen kaavoitus on tapahtunut Naistenmatkantien rakentamisen jälkeen.

Pirkanmaan ELY-keskuksen ympäristöasiantuntija Eeva-Liisa Arénin (2011) mukaan kunta voi kustannuksellaan tehdä maantielle eli Naistenmatkantielle meluntorjuntasuunnitelman erillisen suunnittelusopimuksen avulla. Kyseinen sopimus on käytetty maankäytön laajentumisesta johtuvassa suunnittelussa. Arénin mukaan myös meluseinän, joka sijaitsee kauempana ajoradasta, hoito maantien puolelta voidaan velvoittaa yleisen käytännön merkeissä ELY-keskuksella, mutta tontin puolen hoito jää kunnalle. Meluseinän hoito sovitaan kuitenkin tapauskohtaisesti ja kirjataan sopimukseen.



## 7. TUTKITUT MELUNTORJUNTAVAIHTOEHDOT

Kuten jo aiemmin mainittu, tämä opinnäytetyö on tutkimus eri meluntorjuntavaihtoehtoista, joiden pohjalta pystytään arvioimaan parhaimman meluesteratkaisun sopivuutta kohteeseen. Olettamuksena on, että kaikilla meluesteratkaisuilla päästään alle 55 dB:n rajan eli ohjearvovaatimukseen. Aikataulullista syistä tähän työhön ei ole mallinnettuna melutilannetta esteellä, mutta jokaisella esteratkaisulla päästään oletettavasti ohjearvovaatimukseen.

Rakentamisvaiheen kustannuksista on keskitytty vain materiaalikuluihin, jotta hinnat eri vaihtoehtojen välillä olisivat vertailukelpoiset. Meluseinää tarkasteltaessa varsinkin on määräävää rakennetaanko se tavanomaisista rakennustuotteista vaiko valmiista elementeistä. On myös määräävää käyttääkö kunta omia työmiehiään rakentamisessa vaiko urakoitsijoita.

### 7.1 Vaihtoehto 1: Vaihtoehtomenetelmät

Nopeusrajoituksen laskemisella nykyisestä nopeudesta 50 km/h 40:een km/h saavutetaan 1,4 dB melutason aleneminen. Raskaiden ajoneuvojen osuuden väheneminen nykyisestä viidestä prosentista nolnaan vähentäisi melua 0,7dB. Lisäksi kasvillisuudella ja istutuksilla voitaisiin pehmentää väliin jäävää maastoa ennestään. Täten vaihtoehtomenetelmillä saavutettaisiin siis vähintään 2,1 dB:n melutason aleneminen nykyisestä. Tarkasteltava melualue sijoittuu 55-60 dB:n välille vuoden 2020 ennusteessa, joten vaihtoehtomenetelmillä päästäisiin oletettuun 57,9 dB:n melutasoon, joka ei kuitenkaan yllä melutasojen ohjearvoihin eli 55 dB:iin. Näin ollen vaihtoehtomenetelmät eivät tule olemaan tulevaisuutta tarkastellen riittävät meluntorjunnan kannalta.

### 7.2 Vaihtoehto 2: Meluvalli

Meluvalli on meluesteratkaisuista edullisin. Valliin käytettävänä maana voidaan käyttää läjitettäviä kaivumassoja kunnan muista maanrakennustöistä, joten rakennusmateriaali on ilmaista, lukuun ottamatta vaadittavaa ruokamultakerrosta vallin istutuksille. Myös kuljetuskustannukset voidaan minimoida kuljettamalla maa-ainekset läheisiltä

työmailta. Laskelmissa on tarkasteltu vain pensasistutuksista ja nurmetuksesta aiheutuvia kustannuksia ja esimerkkipensaana on käytetty tyyppillistä koivuangervoa. Suurimmat kustannukset syntyvät istutuksista ja niiden hoidosta. Nurmetettava ja istutuksin koristeltu valli vaatii ylläpitoa tasaisin väliajoin kesäaikana, joten käyttö- ja hoitokustannukset ovat muita esteratkaisuja suuremmat. Istutuksissa on huomioitava kasvien mahdolliset allergisoivat vaikutukset.

Ylläpidon kannalta meluste on muita edullisempi, sillä se on turvallinen, kestävä, toimiva ja esteettinen, sillä se on helposti maisemoitavissa. Meluvalliin ei voi tulla merkittäviä kolhuja tai vaurioita, jotka huonontaisivat sen ylläpidollisia puolia. Vallin luiskakaltevuus on ainoa määräävä tekijä vaurioiden suhteen, se on rakennettava tarpeeksi loivaksi eroosion välttämiseksi.

Kohteeseen on mallinnettu (liite 5) noin kolme metriä korkea maavalli luiskakaltevuudella 1:1,5 molemmin puolin. Vallin huipun oletetaan olevan noin metrin levyinen kulmien pyöristykset huomioiden, joten yhteensä valli vie noin kymmenen metrin tilan leveydeltään. Vallin oletetaan olevan noin 260 m pitkä. Pensasistutukset ovat noin 20 m:n välein raitoina, joita tulee matkalle 13 kpl. Ylhäältä päin katsottaessa pensasraidat ovat V-muodossa, jotka sopivat kunnan imagoon Pirkkalassa sijaitsevan lentokentän ja Satakunnan lennoston tukikohdan tiimoilta. Rakenteen kustannusarvio on 10 030 euroa poissulkien hoidon kustannukset (taulukko 9).

TAULUKKO 9. Maavallin kustannukset. Tarvittavien multakerrosten paksuudet otettu InfraRYL 2010, 23111.3 kasvualustojen tekeminen ohjeesta ja hinnat Rapal Oy:n ohjehinnoista.

Nimi	Yks.	Määrä	Hinta/€	Yht. €
Maisemanurmi	m <sup>2</sup>	3073	1,41	4332
Kasvualusta lk 1 (50 mm)	m <sup>3</sup>	91	30,80	2803
Spiraea betulifolia koivuangervo, 30-50 cm	kpl	300	6,57	1971
Kasvualusta lk 1 (400 mm)	m <sup>3</sup>	~30	30,80	924
YHT.				10 030





Rakennettavuuden puolesta meluvalli olisi helppo toteuttaa. Rakentaminen tapahtuisi luultavasti Isomäentietä vastapäätä Naistenmatkantien risteävän Kaartotien liittymäparannuksen yhteydessä 2012. Tällöin alueelle tulee luonnollisesti työmaa-ajoa ja rakennettavasta meluvallista aiheutuvat työmaa-ajot olisi hyvä aikatauluttaa samaan ajankohtaan. Tällöin rakentamisesta aiheutuva häiriö olisi asukkaille mahdollisimman vähäinen.

Kuntalaisten mielipidettä kysyessä meluvalli nousi ylivoimaiseksi ykköseksi esteettisen tekijöiden ja helpon rakennettavuuden vuoksi, jolla uskottiin olevan toteutusta jouduttava vaikutus vähäisten kustannusten lisäksi.

### 7.3 Vaihtoehto 3: Meluseinä

Puiselle lautaverhoidulle ja betonilaattaperusteiselle meluseinälle voidaan pitää suuntaa-antavan hintana 350 € neliöltä. Oletetaan kohteessa (liite 6 ja 7) seinän korkeuden olevan 3 metriä, jolloin 260 metriä pitkälle seinälle tulee hinnaksi 273 000 €. Täten meluseinä tulisi jopa 27 kertaa kalliimmaksi kuin vastaavan korkuinen meluvalli. Lisäksi hintaa voi korottaa myös lisärimoitukset ja koristelut. Betoninen seinä olisi kohteessa turhan massiivinen.

Ylläpidon kannalta meluseinä on melko turvallinen. Sen sijaan kestävyys, toimivuus ja esteettisyys voivat kärsiä ajan kuluessa ja varsinkin kolhujen ja vaurioiden vaikutuksesta. Huolellisella rakentamisella estetään rakentamisvirheistä aiheutuvat vauriot. Meluseinissä on myös oma vaaransa töhryjen suhteen, jotka ovat kuitenkin poistettavissa materiaalista riippuen. Mitä absorboivampaa materiaali on, sitä vaikeampaa töhryjen poisto on. Hoidon kustannukset olisivat Pirkanmaan ELY-keskuksen kanssa tehtävän hoitosopimuksen vuoksi alhaiset, jolloin vähäiset tarvittavat hoitotoimenpiteet kuuluisivat kunnan osalta ainoastaan Isomäentien puolelle meluseinää. Kuntalaismielipidettä kysyessä meluseinä koettiin liian massiiviseksi elementiksi alueelle.

## 7.6 Vaihtoehto 4: Melukaide

Melukaide tulisi alkamaan jo pelkästään esteettisyyden ja optisen ohjauksen kannalta kevyen liikenteen ylittävältä sillalta Isomäentien risteysalueelle saakka, eli 267 metrin pituudelle (liite 8). Kuten mainittu aiemmin, melukaide sijoitetaan ajoradan reunaan, jossa se vaihtoehtoista parhaiten poistaa melua sen syntyypisteen läheisyydessä. Lisäarvoa antaa ajoradan selkeästä rajauksesta tuleva vaikutelma kavennetusta ajoradasta, jolla on ajonopeuksia hillitsevä vaikutus.

Näkymäalueiden suhteen Isomäentien risteysalueella melukaide tulisi päättää jo hyvissä ajoin ennen Isomäentien risteysaluetta. Täten se taas aiheuttaisi meluntorjunnallisia ongelmia Isomäentien ensimmäisten asuintalojen suhteen, jolloin ne jäisivät yhä melualueelle. Silloin ratkaisuna jouduttaisiin käyttämään lisämeluntorjunnan rakentamista esimerkiksi vallin tai seinän muodossa. Tämä taas puolestaan voi aiheuttaa esteettisiä ja toiminnallisia ongelmia, kun erilaisia meluateratkaisuja joudutaan yhdistelemään.

On erikseen arvioitava se miten lähelle Isomäentien risteysaluetta melukaide voidaan viedä. Näkemäalueen määrittäminen hankaloituu Kaartotien liittymäparannuksesta aiheutuvien muutosten vuoksi ja meluntorjunnan kannalta alue tulisi tarkastella melulaskennoilla erikorkuisten kaiteiden ja kaidepituuksien kanssa. 267 metrin pituisena ja 1,1 metrin korkuisena melukaiteen kustannusarvio on 88 110 euroa. Lisäksi kustannuksia nostaisi koristerimoitus, joka tehdään melukaiteen julkisivuun asutuksen eli Isomäentien puolelle.

Myös melukaide koettiin kuntalaisten kesken turhan massiiviseksi rakenteeksi meluseinän tavoin.

Muutoin melukaide olisi vartenotettava vaihtoehto, sillä se ei peitä Naistenmatkantieltä avautuvaa maisemaa kohti Perettä ja puistomainen alue jäisi vapaaksi ylimääräisiltä rakenteilta. Melukaiteen hoidosta ei aiheutuisi kustannuksia. Myös melukaiteen rakentaminen olisi järkevintä ajoittaa Kaartotien liittymäparannuksen yhteyteen, kun liittymää levennetään liikennevaloja varten.

#### 7.4 Vaihtoehto 5: Läpinäkyvä melueste

Läpinäkyvä melueste voidaan yhdistää meluseinärakenteeseen tai -kaiteeseen (liite 9). Tällöin on huomattava ettei seinämä ole ääntä absorboiva, vaan heijastaa ääntä takaisin tielle. Heijastuva ääni voi pahentaa melua kevyen liikenteen väylällä, kun liikenteen melu heijastuu ajoradalta meluseinään ja siitä takaisin jalankulkijoille, riippuen absorboivan materiaalin ja heijastavan materiaalin suhteesta. Jalankulkijoille heijastuvaa ääntä on vain tapauksessa, jossa läpinäkyvä melueterakenne yhdistetään meluseinään. Heijastusvaikutusta Naistenmatkan toiselle puolelle tuskin tarvitsee ottaa huomioon melukaiderakenteessa, sillä alueella on pelkästään liiketiloja.

Läpinäkyvän melukaiteen hyvänä ominaisuutena on tienkäyttäjille avautuva esteetön näkymä Pereelle ja Isomäentielle. Taas toisin päin ajateltuna melueste ei toimi haluttuna näkymäesteenä Isomäentien asukkaiden kannalta. Akryylista valmistettu läpinäkyvä este on kevytrakenteinen, joten se ei kaipa massiivisia perustuksia. Akryylilasia on saatavissa kirkkaana sekä eri sävyisinä, joten valinnanvaraa maisemaan sovittamiseksi on. Pleksilasi on käsitelty grafiittisuojauskella, joten ylläpidon kannalta este säilyy näyttävänä. Myös elinkaariajattelun kannalta este on edullinen, sillä lasit ovat kierrätettävää materiaalia. Lasit kiinnitetään teräskehikkoon, joka materiaalina kestää vuosia. Esteellä on pitkä takuu, valmistajasta riippuen. Esimerkiksi Plexiglas Soundstopin valmistaja lupaa tuotteelleen 10 vuoden takuun.

Negatiivisena puolena on läpinäkyvän pinnan sameneneminen UV-valon ja liikenteestä aiheutuvan pölyn seurauksena. Myös risteysalueen näkemä tulisi ottaa tavallisen kaiteen tavoin tässäkin ratkaisussa huomioon. Näin ollen lisämeluntorjunnan rakentaminen ja siitä koituvat ongelmat ilmaantuisivat melukaiderakenteessa, kuten jo yllä mainittu.

Melukaiderakenteeseen yhdistettävä läpinäkyvä este tulee olemaan kohteessa luultavasti 1,2 m korkea yhdistettäessä 1,1 m korkeaan melukaiteeseen. Tällöin rakenne tulee olemaan yhteensä 2,3 m korkea, mikä on varmasti riittävä korkeus meluntorjunnan kannalta, kun este sijoitetaan aivan ajoradan viereen. Läpinäkyvä osuus voi olla paikoitellen myös matalampi ja korkeuden eroilla esteeseen saadaan vaihtelevuutta ja esteettisyyttä. Plexiglas Soundstop akryylilasi (15 mm) teräskehikkoineen maksaa noin 305 euroa metriltä. Koko rakenteen hinnaksi tulisi arviolta 186 900 euroa, jos esteen pituus on 267 metriä.

### 7.5 Vaihtoehto 6: Kivikorivalli

Kivikorivalli voi muodostua erikokoisista kivitörmistä ja korien ladonnalla voidaan saada vaihtelevuutta ulkonäköön, samoin käyttämällä erivärisiä ja -muotoisia kiviä sekä esimerkiksi köynnöskasveja seinämässä (liite 10). Kivikorivalli on helppo rakentaa, sillä korit toimitetaan paikalle joko valmiiksi täytettyinä tai tyhjinä koreina, jotka on vaivatonta täyttää. Kivikorivalmistaja Kaitos Oy:n mukaan arvioitu asennusteho on n. 38–58 m<sup>3</sup> päivässä yhden kaivinkoneen ja kolmen asennusmiehen voimin.

Kivikorirakenne on luja ja se kestää myös routanousun aiheuttamat pinnan tasaisuuden muutokset. Kohteessa on aiemmin ollut maata läjitettynä, joten painumia ei tarvitse tarkastella erikseen. Rakentamisesta ei koituisi ympäristön asukkaille paljoa haittaa, sillä ainoa maanajo syntyy sen perustusten murskearinnan materiaalin ajosta. Maanajoa voi tosin myös syntyä jos korit täytetään vasta paikan päällä. Haittoja voidaan pienentää ajoittamalla rakentaminen edellä mainitun liittymäparannuksen yhteyteen.

Ylläpidon ja hoidon kannalta kivikori on edullinen sillä asennuksen jälkeen se ei tarvitse hoitoa ja lujuutensa vuoksi siihen ei aiheudu kolhuja tai vaurioita helposti. Paksulla korin lankapaksuudella ja kuumasinkityksen sekä PVC-pinnoituksen avulla kivikorin käyttöikäksi voidaan saavuttaa jopa 120 vuotta.

Jos oletetaan 3 metriä korkean kivikoriseinämän pituudeksi 260 metriä ja joka jatketään samalla pituudella 2 metrin korkuisena siten, että rakenteesta tulee vallimainen, tulee rakenteen hinnaksi noin 260 000 euroa. Täten hintaa neliötä kohden tulisi 200 euroa käsin ladottuna. Kustannuksissa voitaisiin säästää valmiiksi koneellisesti ladotuina koreina, jolloin kokonaiskustannukset olisivat 195 000 euroa.

### 7.6 Vaihtoehto 7: Kivikorivallin ja maavallin yhdistelmä

Yhdistelemällä kivikorivalli- ja maavallirakennetta, saadaan kokonaisilmeestä kevyempi ja vaihtelevampi (liite 11). Kyseinen rakenne sijoittui kuntalaisten äänestyksessä toiseksi. Rakenteessa yhdistyvät maavallin ja kivitörmien ominaisuudet eli hoidon ja ylläpidon vaivattomuus ja rakentamisen helppous. Puiston toiminnallisuutta

arvioiden vallit toimivat parhaiten, koska maastolliset muutokset tekevät ympäristöstä miellyttävämmän niiden tuodessa suojaa sekä vaihtelevuutta puistossa oleskeleville enemmän kuin tasainen nurmikenttä, joka tässä kohdin ei palvele juuri ketään.

Rakentamiskustannuksia arvioidessa voidaan olettaa rakenteessa olevan puolet kumpaakin rakennetta, jolloin kustannusarvio on 135 015 euroa. Kustannuksiin on laskettu kivikorien ladonta käsin.

### 7.7 Vaihtoehtojen vertailu ja valinta

Vaihtoehtojen vertailussa on käytettynä ylläpidollisia kriteerejä, rakennuskustannuksia, käyttö- ja hoitokustannuksia, kuntalaisten mielipidettä, rakennettavuutta ja ympäristöön sopivuutta. Ylläpidolla tarkoitetaan vaurioiden, kuten kolhujen aiheuttamia haittoja turvallisuudessa, kestävyudessa, toimivuudessa ja esteettisyydessä. (Liikennevirasto 2010, 85.) Meluseinä, melukaide sekä melukaide akryylilasilla ovat ylläpidon kannalta epäedullisempia kuin muut vaihtoehdot. Taas meluvalli ja kivikorit ovat kestävämpiä ratkaisuja kuin muut.

Rakennuskustannuksissa meluvalli on selkeästi muita vaihtoehtoja edullisempi, kun taas meluseinä tai kivikorivalli ovat muita kalliimpia. Sen sijaan käyttö- ja hoitokustannuksiltaan meluvalli on muita kalliimpi, mutta on huomioitava myös meluvallin pitkä käyttöikä ja muunneltavuus.

Rakennettavuudeltaan kaikki estetyypit ovat suhteellisen vaivattomia, mutta meluvalli on näistä helpoin. Valli sopii ympäristöön myös parhaiten, sillä puistomaiseen alueeseen sijoitettuna se on ikään kuin luonnollinen kumpu. Maaston korkeustasoihin valli soveltuu suhteellisen hyvin, koska sen laki jää tienpinnan tasosta katsoen melko alas. Täten Naistenmatkantieltä kohti Perettä kantautuva näkymä peittyy melko vähän vallin peittäessä lähinnä vain korttelit 1402 ja 1403. Meluseinä ja kivikorivalli puolestaan rikkovat puistomaista vaikutelmaa massiivisuutensa puolesta.

Kaikki kriteerit ja melustevaihtoehdot huomioiden, voidaan meluvalli todeta parhaaksi meluateratkaisuksi (taulukko 10). Toiseksi parhaaksi estevaihtoehdoksi tulee kivikorivallin ja meluvallin yhdistelmä ja melukaide. Meluseinä on tämän tutkimuksen mukaan huonoin vaihtoehto kohteeseen ja toiseksi huonoin läpinäkyvä melukaide. Kolmanneksi huonoin vaihtoehto on käsin ladottu kivikorivalli.

TAULUKKO 10. Eri meluntorjuntavaihtoehtojen vertailu ja pisteytys

	YLLÄPITO	RAKENNUS- KUSTANNUKSET	KÄYTTÖ- HOITOKUSTANNUKSET	JAKUN- TALAISTEN MIELIPIIDE	RAKENNETTAVUUS	MAASTOON SOPIMINEN	YHT.
MELUVALLI	++	<u>10 030 €</u> +++	--	+++	+++	+++	<u>11 p.</u>
MELUSEINÄ	-	273 000 € ---	+	-	--	--	- 8 p.
MELUKAIDE	---	88 110 € ++	0	-	+	++	2 p.
LÄPINÄKYVÄ MELUKAIDE	---	186 900 € --	-	-	+	+	- 5p.
KIVIKORIVALLI	0	260 000 € /195 000 € ---	++	-	++/+	---	-3p./ -4p.
KIVIKORIVALLIN JA MAAVALLIN YHDISTELMÄ	+	135 015 € -	-	+	0	++	2 p.

## 8. MELUNTORJUNTAPROSESSIN KULKU JA JATKOTOIMENPITEET

Kunnan ympäristönsuojelu määrittelee meluntorjuntaohjelmassa kuntaa ohjaavat meluntorjuntatoimenpiteet. Meluntorjuntakohteet on laitettu tärkeysjärjestykseen melumäärän ja melulle altistuvien asukkaiden lukumäärän mukaan. Raportissa esitetään toimenpideohjelma, jossa huomioidaan rakentamisen helppous ja rakentaminen kaavan toteuttamisessa tai muun rakentamisen yhteydessä, esimerkiksi tienrakentamisen yhteydessä.

Kunnallistekniikan investointien määrärahaesityksessä meluntorjuntakohteet huomioidaan sitä mukaa, kun alueella tapahtuu muuta rakentamista. Tavoitteena on melutasojen aleneminen ja melulle altistumisen vähentäminen.

Insinööriyön tuloksena saatu yleissuunnitelmatasoinen vaihtoehtotarkastelu soveltuu budjettiin hanke-esityksenä esitettäväksi ja mahdollisesti tulevaan rakennussuunnitelmaan liitettäväksi lähtöaineistoksi. Parhaan meluestevaihtoehdon valitsemisen takana on tapaamisia kuntalaisten kanssa sekä neuvotteluja kunnan viranomaisten kanssa. Tarkoituksenmukaisen ratkaisun löytäminen hankesuunnittelussa on edellytys laadukkaana lopputuloksen aikaansaamiselle.

Meluntorjunnan hanke etenee kuitenkin vasta, kun määrärahaesitys on hyväksytty valtuustossa ja suunnitelma on hyväksytty teknisessä lautakunnassa. Valitun meluntorjuntaratkaisun vaihtoehdon esityksen edellytys on, että siitä on pyydetty tarvittavat lausunnot kaavapuolelta tai maantien eli Naistenmatkantien alueella Ely-keskukselta. Mikäli hanke etenee päätöksenteossa, tulee se joko puistosuunnitelman muutoksena tai tiesuunnitelmana toteutukseen. Molemmissa tapauksissa todennäköisin ajankohta toteutumiselle on Isomäentien Kaartotien risteysalueiden parannuksen yhteydessä vuonna 2012.

Mikäli tutkitusti parhaaksi vaihtoehdoksi osoittautunut meluvalli toteutetaan, täytyy vallin istutuksia ja nurmetusta hoitaa tasaisin väliajoin. Tällä hetkellä alue kuuluu kunnan puutarhuri Pekka Ponsimaan (2011) mukaan viheralueiden hoitoluokkaan A3. Tämä tarkoittaa Piha-alueiden kasvien hoito KH 85-00271 kortiston mukaan aluetta, jonka hoitovaatimukset ovat vaatimattomat. Yleisilmeen tulee olla siisti, joten nurmen leikkuu ja pensasistutusten hoito riittävät.

Myös käytettävä maalaji tulee painumaan, joten korkeuden alenema tulee olemaan todennäköistä. Meluvallia voidaan korottaa läjittämällä sen päälle lisää maata tai yhdistelemällä siihen myöhemmin muita rakenteita, kuten meluseinän.

Oli meluestevaihtoehto mikä tahansa, voidaan sen elinkaarta ja ennen kaikkea käyttöikää lisätä hyvällä hoidolla ja ylläpidolla sekä huolellisella rakentamisella.



## 9. LOPPUSANAT

Ramboll Finland Oy:ltä saatavat meluselvitykset tulivat neljä kuukautta myöhässä. Viivästyminen johtui liikennemääräennusteiden päivityksestä, jossa ilmeni ongelmia. Täten tähän tutkimustyöhön oleellisena osana kuuluvat lähtötietojen viivästykset aiheuttivat melusteiden rakennuskustannusten arvioissa pientä heittoa. Kustannusten arviointi näet hankaloitui, kun tarvittavia melustekorkeuksia ei tiedetty, vaan korkeudet arvioitiin. Melusteet on arvioitu kolmen metrin korkuisiksi ja laskettu kustannuksissa tämän korkuisiksi. Meluselvitysten valmistuttua esteiden korkeudeksi on mallinnettu 3,3 metriä, joten arvioidut esteet jäivät 30 senttiä matalammiksi. Kustannuksissa tällä ei ole kuitenkaan kovin merkittävää osuutta. Meluvallin luiskakaltevuudet ja harjan leveys arvioitiin kuitenkin oikein, sillä mallinnuksen tiedoissa maavallin strategiset mitat olivat korkeutta lukuun ottamatta samat.

Toinen melumallinnuksissa esiin tullut seikka oli meluntorjunnan tarpeellisuus myös Isomäentien risteyksen vasemmalla länsipuolella. Ilman tätä Isomäentien ensimmäinen kiinteistö jäisi melualueelle. Melusteiden muotoileminen L-malliseksi risteysalueen läheisyydessä voi eliminoida risteyksen toiselle puolelle tulevan melusteiden tarpeen. Tämä tulee kuitenkin tarkistaa melumallinnuksella ja huomioida myös alueella olevan muuntajan sijainti.

## LÄHTEET:

- Henkilökohtainen tiedonanto: Pirkanmaan ELY-keskuksen ympäristöasiantuntija Eeva-Liisa Arén (2011)
- Henkilökohtainen tiedonanto: Pirkkalan kunnan puutarhuri Pekka Ponsimaa (2011)
- Henkilökohtainen tiedonanto: Pirkkalan kunnan toimistoarkkitehti Santeri Kortelahti (2011)
- Henkilökohtainen tiedonanto: Pirkkalan kunnan ympäristösihteeri Vesa Vanninen (2011)
- KH 85-00271 Piha-alueiden kasvien hoito, taulukko 3.
- Liikennevirasto. 2010. Liikenneviraston ohjeita 16/2010. Tien melusteiden suunnittelu 30.9.2010. Helsinki: Liikennevirasto
- Suomen kuntatekniikan yhdistys. 1997. Melustekäsikirja. Jyväskylä: Suomen kuntatekniikan yhdistys.
- Tiehallinto. 2002. Tiensuunnittelun kulku. Helsinki: Tiehallinto.
- Tiehallinto. 2004. Tieliikenteen melu. Perustietoa tieliikenteen melusta ja sen torjunnasta. Helsinki: Tiehallinto.
- Tiehallinto. 2008. Maanteiden meluntorjunnan toimintasuunnitelma 2008-2012. Helsinki: Tiehallinto.
- Tiehallinto. 2009. Tien melusteiden suunnittelu. Helsinki: Tiehallinto.
- Sandberg, H. 2001. Liikennemelun ja -tärinän arviointi ja vaimentaminen. Espoo: Otamedia Oy.
- Ympäristöministeriö. 2001. Liikennemelun huomioon ottaminen kaavoituksessa. Helsinki: Ympäristöministeriö.
- Ympäristöministeriö. 2004. Meluntorjunnan valtakunnalliset linjaukset ja toimintaohjelma. Helsinki: Ympäristöministeriö.
- Ympäristöministeriö. 2006. Ympäristömeludirektiivin mukainen väliaikainen tieliikennemelun laskentamalli. Helsinki: Ympäristöministeriö.
- Ympäristöministeriö. 2007. Ympäristömelun vaikutukset. Helsinki: Ympäristöministeriö.
- Valtioneuvoston asetus 19.8.2004/801
- Valtioneuvoston päätös 29.10.1992/993
- Valtion ympäristöhallinto, 2009. Hiljaiset alueet. Luettu 14.3.2011.
- <http://www.ymparisto.fi/default.asp?contentid=121208>

Ympäristöministeriö, 2007. Ympäristöministeriön raportteja, MELUTTA-hankkeen loppuraportti. Luettu 17.3.2011.

<http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=74109&lan=fi>

## LIITTEET

Liite 1: Naistenmatkantien liikennemäärät 2010 ja 2020 (SITO)

Liite 2: Melutilanne-ennusteluonnos vuodelle 2020, ei meluntorjuntaa (Ramboll Finland Oy)

Liite 3: Melutilanne-ennusteluonnos vuodelle 2020, melustevaihtoehto 1 (Ramboll Finland Oy)

Liite 4: Melutilanne-ennusteluonnos vuodelle 2020, melustevaihtoehto 2 (Ramboll Finland Oy)

Liite 5: Meluvalli havainnekuva

Liite 6: Meluseinä havainnekuva 1

Liite 7: Meluseinä havainnekuva 2

Liite 8: Melukaide havainnekuva

Liite 9: Melukaide + akryylilasi havainnekuva

Liite 10: Kivikorivalli havainnekuva

Liite 11: Kivikorivalli ja maavallin yhdistelmä havainnekuva

Liite 12: Asemakaava

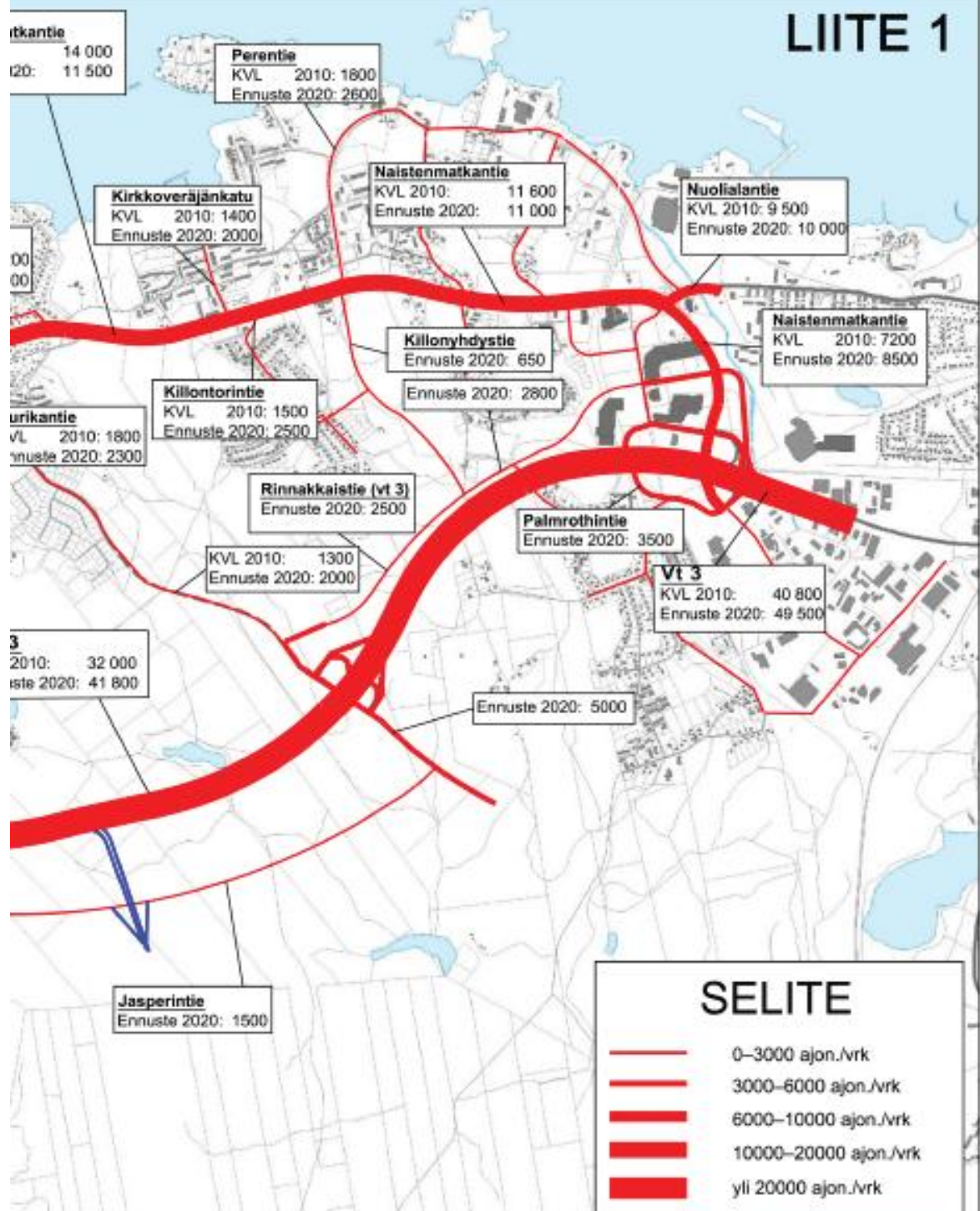
Liite 13: Kaapelikartat

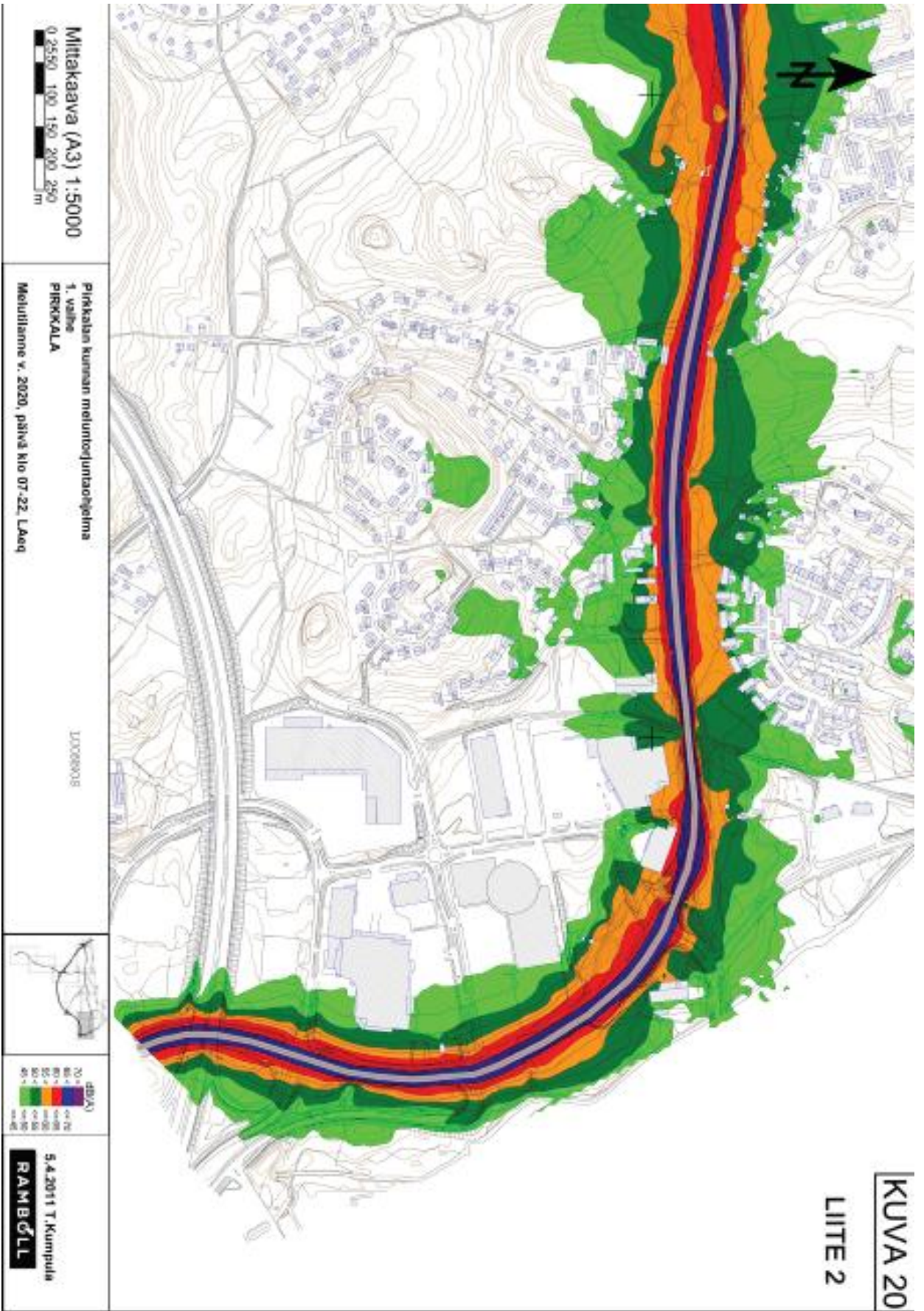
U

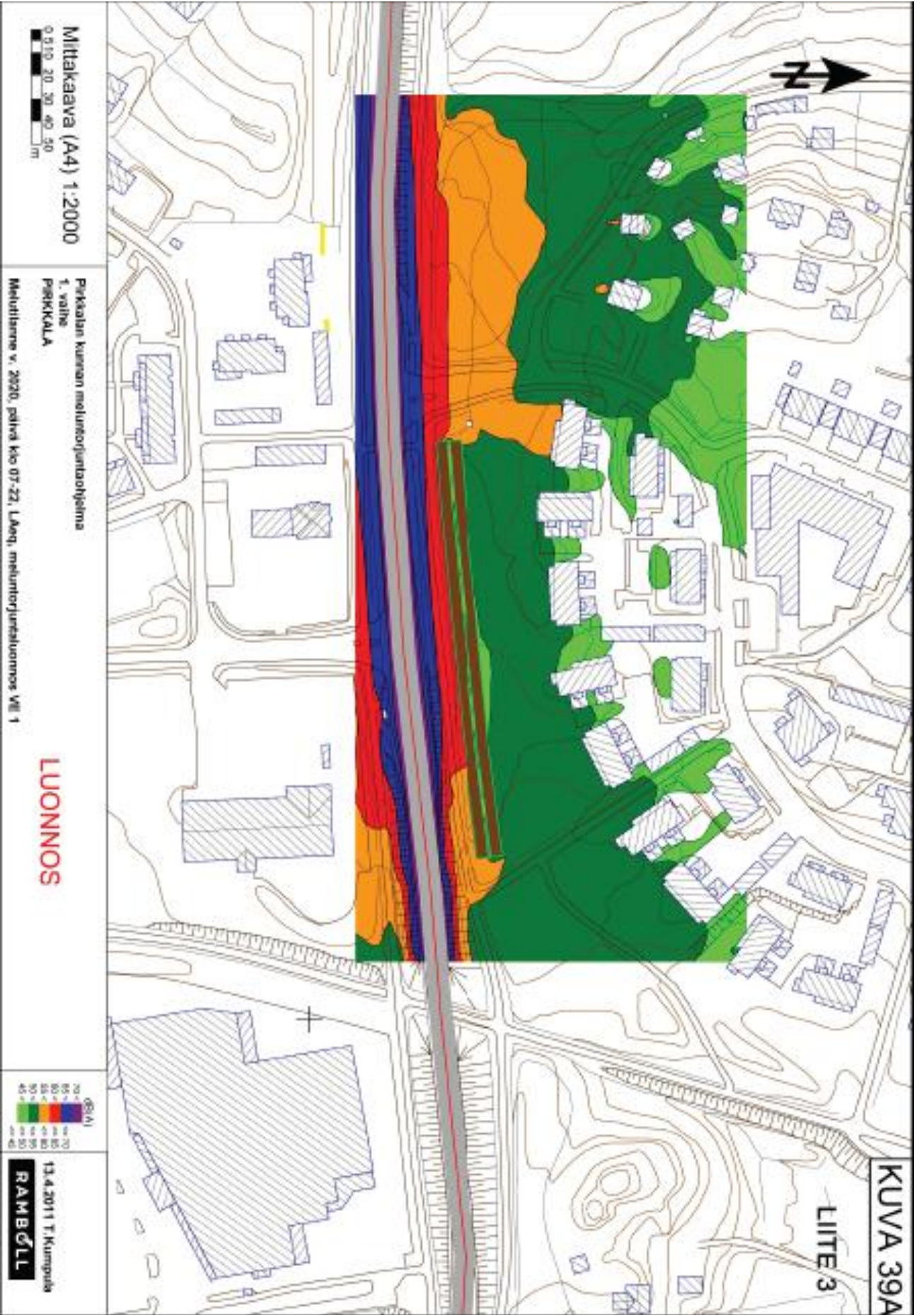
31.3.2011

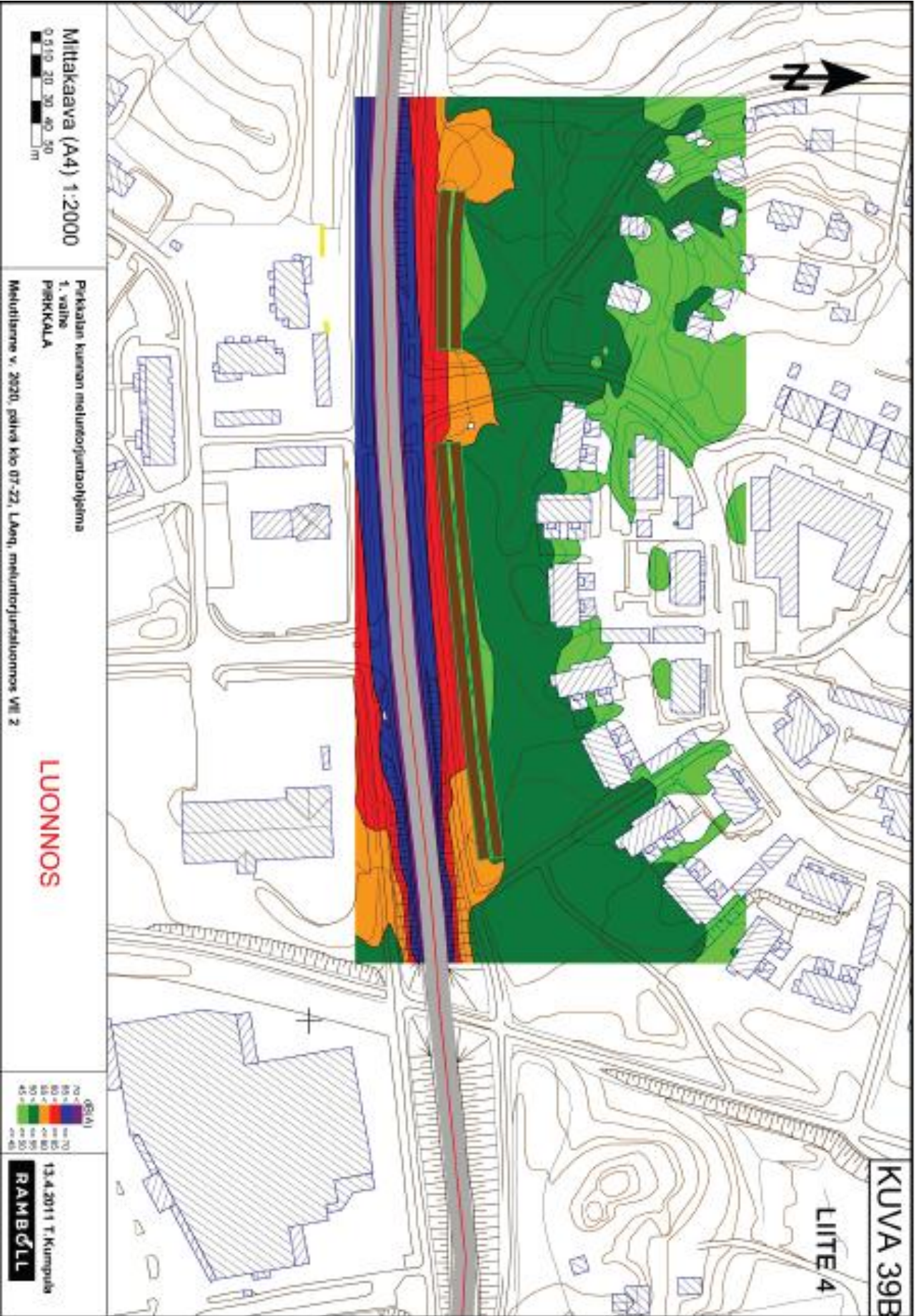
SITO

LIITE 1











LIITE 5



HANNA KETTUNEN 2011

LIITE 6



HANNA KETTUNEN 2011

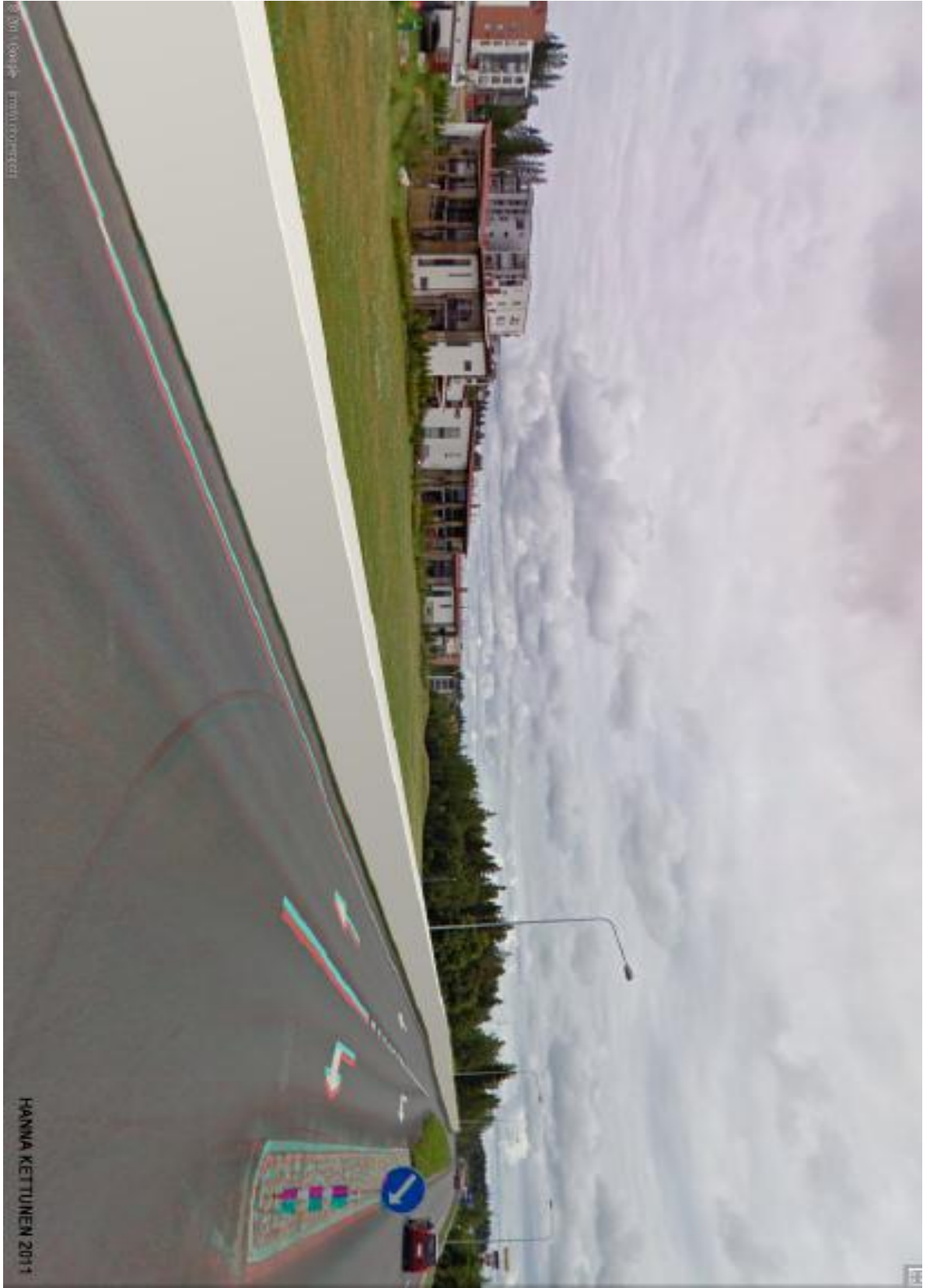
LIITE 7

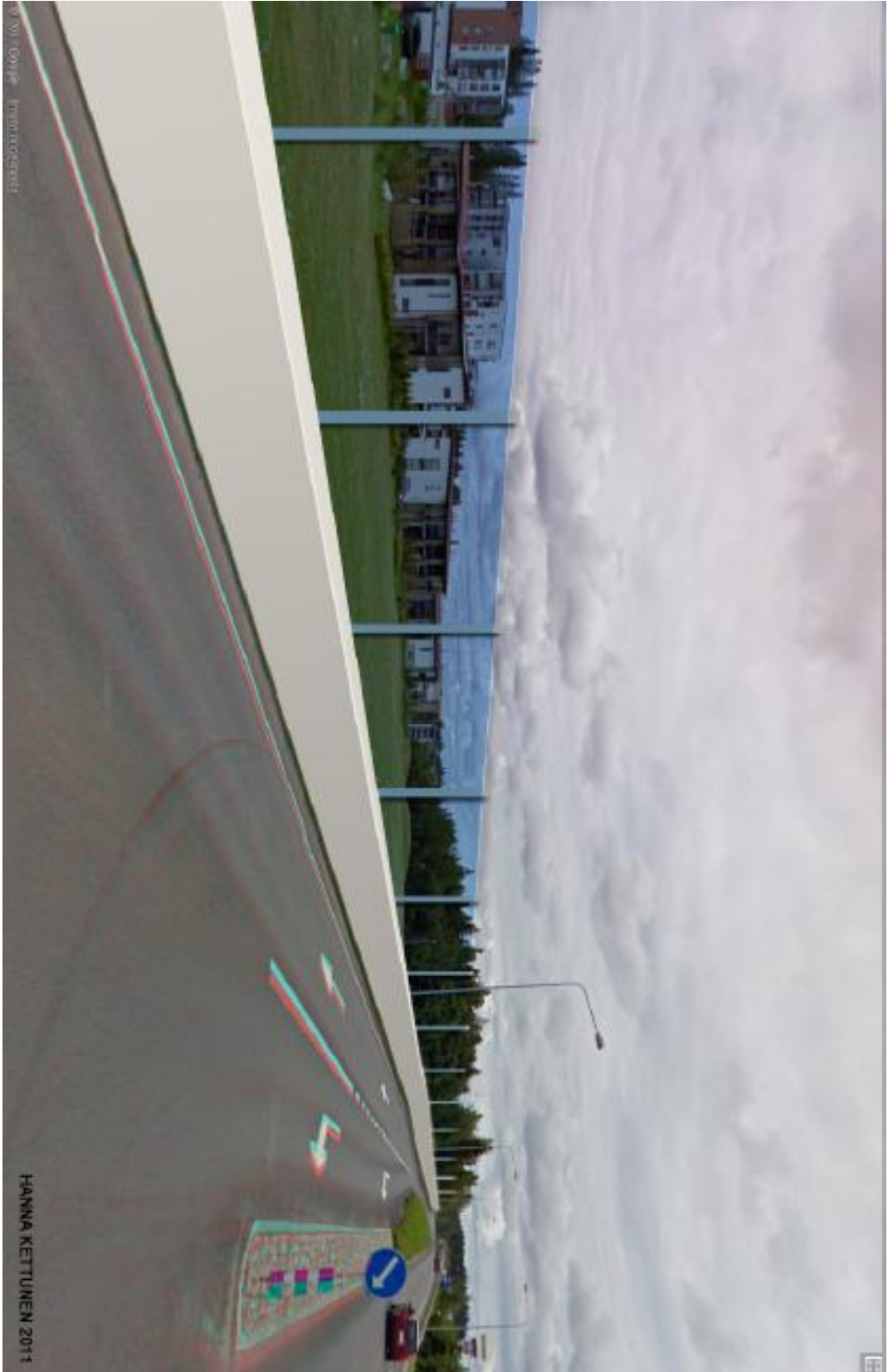


© 2011 Google - from Google Earth

HANNA KETTUNEN 2011

LIITE 8





JATKUU SEURAAVALLA SIVULLA

LIITE 9: 2(2)





HANNA KETTUNEN 2011







## LUOTTAMUKSELLINEN

## LIITE 13: 1(5)

**ASIAKAS:** Hanna Kettunen/

**TYÖMAA:**209266

---

**KAAPELEITA, VOI KAIVAA**

**LISÄTIETOJA:**

Karttaote maanalaisten johtojen ja niihin liittyvien maanpäällisten rakenteiden sijainnista.

Karttaote on TÄTÄ nimettyä kaivua varten. Näytön yhteydessä kartta on oltava kyseisellä työmaalla. Kartta on hävitettävä työn päätyttyä. Mikäli työ estyy tai keskeytyy pidemmäksi aikaa, on haettava uusi karttaote

Johtojen maastonäyttö

Maastonäyttö suoritetaan johdon omistajan toirnesta, mikäli johdon sijaintia ei voida muuten todeta. Näyttö on varattava vähintään kolme arkipäivää ennen työn aloittamista. Näyttö tehdään pääsääntöisesti arkipäivisin 7 - 16 välisenä aikana ja edellyttää asiakkaan paikallaoloa. Asiakas huolehtii, että kaivutyön suorittaja saa näyttötiedot.

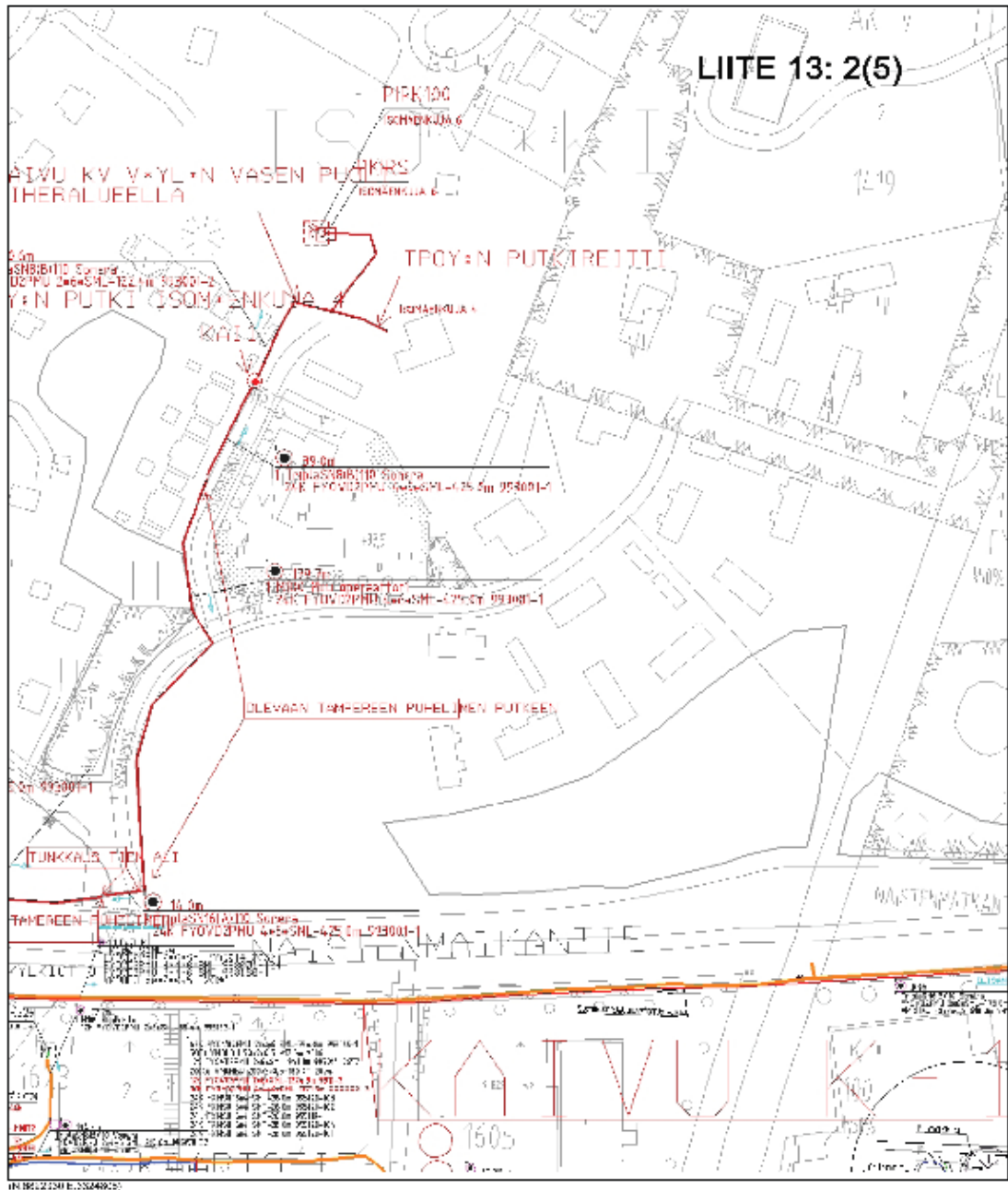
Rakennusten sisällä sekä kiinteistöjen tonteilla olevien reittien sijainnit ovat ainoastaan viitteellisiä ja voivat todellisuudessa sijaita aivan eri paikassa. Kiinteistöjen piha-alueiden johdot ovat yleensä kiinteistön omistamia, joten näyttövelvoite epävarmoissa sijainneissa on kiinteistöllä.

Mikäli kaapeli vaurioituu tai sitä joudutaan siirtämään, on siitä ilmoitettava välittömästi numeroon 02040-78133.






























































Kiireellisissä tapauksissa tai jos näyttö joudutaan suorittamaan uudelleen, on johdon omistajalla oikeus veloittaa työstä hinnastonsa mukaisesti, paitsi hätätapauksissa, joissa kaivutyön siirtäminen aiheuttaisi vaaraa ihmisille tai omaisuudelle.

TeliaSoneran Tammikuun alusta 2010 uuden ohjeen mukaan ei määrätyille alueille katsota tarvittavan kaapelinäyttöä, vaan sijaintieto on saatavilla lähetetystä johtokartasta.

## LUOTTAMUKSELLINEN



## LUOTTAMUKSELLINEN

		LIITE 13: 3(5)	
	Maakaapeli		Jatkos
	Ilmakaapeli		Valejatkos
	Vesikaapeli		Puhelinpylväs
	Romukaapeli		Masto, käytössä
	Kanava / putki		Kieppi
	Kanava / putki, suunniteltu		Laatta
	Oja		Tuppi
	Vaajasyyvinen oja		Maacoitus, käytössä
	Arina		Paalu, käytössä
	Epätarjka oja		Kaapelitaulu,
	Laitasema		Suuntotaulu
	Runkopiste		Sondi
	Laitetila		Kiskomerkki
	Linkkiasema		Peili
	Tukiasema		Paineistuksen mittaus
	Tulojokamo		Paineistuksen perussymboli
	Toisen operaattorin laiteasema		Paineistuksen siltaus
	Asiakkaan laitetila		Paineistuksen syöttö
	Jakamo		Paineistuksen tulppaus
	KTV-jakamo		Tarkekuva
	Pylväspäite		Reitti
	Tilaajapiste		Kaapelireitti vajaa syvyys
	Yleisöpuhelin		Jatkos (kartoitus)
	Kaivo		Kieppi (kartoitus)
	Valettu kaivo		Putki (kartoitus)
	Profiilinmuutos		Pylväs (kartoitus)
			Kytkeäpaikka (kartoitus)
			Kaapelikaivo (kartoitus)
			Paalu (kartoitus)
			Sondi (kartoitus)
			Kaapelitaulu (kartoitus)
			Merkkipöytä (kartoitus)
			Suuntotaulu (kartoitus)
			Masto (kartoitus)
			Kiintopiste (kartoitus)



