

SITOWISE

Tärinän, runkomelun ja ilmaäänien hallinta ratahankkeissa

Liminka-Oulu kaksoisraide

11.4.2023

Esityksen sisältö

- Tärinä, runkoääni ja melu ilmiöinä
- Tärinä ratahankkeissa
 - synty, leviäminen ja havaitseminen
 - tärinän arviointi ratahankkeissa
 - tärinän torjuntakeinot
- *Kysymyksiä /keskustelua*

- Melu ratahankkeissa
 - melun leviäminen ja siihen vaikuttavat tekijät
 - torjuntakeinot ja torjunnan teho
 - torjunnan kustannukset
- *Kysymyksiä /keskustelua*

Miten värinä, runkomelu ja ilmaääni eroavat toisistaan?

1. Värinä on liikettä, joka aistitaan tuntoaistilla

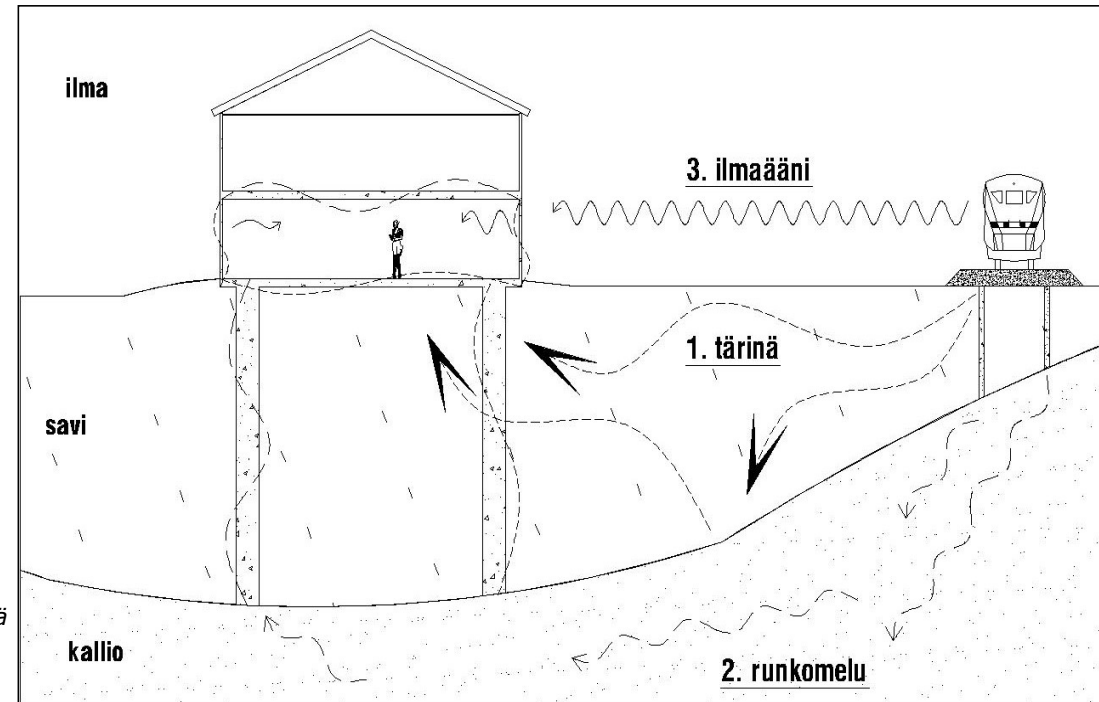
- Värinän ihminen aistii herkimmin alle 10 Hz taajuuksilla
- Merkitsevimmät taajuudet yleensä välillä 1...80 Hz
- Pehmeät ja paksut maakerrokset siirtävät tehokkaimmin värinää

2. Runkomelu on ääntä, joka aistitaan kuuloaistilla

- Pienitaajuisia ääntä, joka muistuttaa kaukana olevan ukkosen jyryää
- Merkitsevimmät taajuudet yleensä välillä 16...250 Hz
- Kallio ja kovat maaperät siirtävät tehokkaimmin runkomelua. Runkomelu siirtyy aaltoliikkeenä maaperästä rakennuksen rakenteisiin ja laittaa ne liikkumaan. Liikkuvat rakenteet laittavat ilman värähtelemään ja näin ääni saavuttaa korvan.

3. Ilmaääni on ääntä, joka aistitaan kuuloaistilla

- Jos ääni koetaan epämiellyttäväksi, käytetään termiä melu
- Liikennemelun tapauksessa ääntä on tyypillisesti laajalla taajuusalueella
Laaja taajuusalue = ääni on yhdistelmä matalampia ja korkeampia yksittäisiä ääniä
- Ilmaääni etenee ilmateitse liikenneväylältä rakennukselle, ja osin myös julkisivun läpi rakennuksen sisään



Kuulijan on vaikeaa/mahdotonta erottaa tilaan maaperän kautta siirtynyttä ääntä rakennuksen ulkovaipan läpi tulleesta äänestä.

Tärinän ohjearvot (VTT tiedotteita 2278)

Värähtely-luokka	Kuvaus värähtelyolosuhteista	$v_{w,95}$ [mm/s]
A	Hyvät asuinolosuhteet. <i>Ihmiset eivät yleensä havaitse värähtelyitä.</i>	$\leq 0,10$
B	Suhteellisen hyvät olosuhteet. <i>Ihmiset voivat havaita värähtelyt, mutta ne eivät ole häiritseviä.</i>	$\leq 0,15$
C	Suositus uusien rakennusten ja väylien suunnittelussa. <i>Keskimäärin 15 % asukkaista pitää värähtelyitä häiritsevinä ja voi valittaa häiriöistä</i>	$\leq 0,30$
D	Olosuhteet, joihin pyritään vanhoilla asuinalueilla. <i>Keskimäärin 25 % asukkaista pitää värähtelyitä häiritsevinä ja voi valittaa häiriöistä</i>	$\leq 0,60$

Huom! Nykyrakentamisessa sovellettava suositus (luokka C) tarkoittaa siis sitä, että ihmiset voivat havaita värähtelyn, ja osa pitää sitä häiritseväenä!

Lisäksi lähellä rataa tutkitaan rakennusten vaurioriskiä, jolle annettu taajuudesta riippuvat ohjearvot tutkimusraportissa VTT-R-04703-14.

Runkomelun ohjearvot (VTT tiedotteita 2468)

Rakennustyyppi	Runkomelutaso L_{prm} [dB]
Radio-, tv- ja äänitysstudiot, konserttitalit	25–30
Asuinhuoneistot	30/35 ²
Hoito- ja sosiaalihuollon laitokset, majoitustilat <ul style="list-style-type: none">potilashuoneet, majoitustilatpäiväkodit, lasten ja henkilökunnan oleskeluun tarkoitetut huoneet	30/35 ²
Kokoontumis- ja opetustilat <ul style="list-style-type: none">luokkahuoneet, luentosalit, kirkot ja muut huonetilat, joissa edellytetään yleisön saavan hyvin puheesta selvän ilman äänentoistolaitteiden käyttöämuut kokoontumistilat kuten teatterit ja kirjastot	35
Toimistot, kaupat, näyttelytilat, museot	40/45 ²

Huom! Talonrakentamisessa runkomelun ohjearvot on esitetty ympäristöministeriön ääniympäristöohjeessa 30 dB / 35 dB (avoradat).

Tärinän ja runkomelun turvaetäisyydet

VTT tiedotteita 2569, VTT tiedotteita 2468

Tärinä

Etäisyys väylästä	Liikennetyyppi yöaikaan	Pehmein maalaji väylän alla
500 m	Tavarajunaliikenne (3 500 tn, 90 km/h)	Pehmeä maa
200 m	Pikajunaliikenne (140 km/h)	Pehmeä maa
100 m	Metro- ja sähkömoottorijunat (80 km/h)	Pehmeä maa
100 m	Raskas maantieliikenne (100 km/h, sileä)	Pehmeä maa
100 m	Hidastetöyssyt, raskas liikenne (40 km/h)	Pehmeä maa
50 m	Raskas katuliikenne (40 km/h, sileä)	Pehmeä maa
100 m	Tavara- ja pikajunat	Kova maa
15 m	Raskas maantie- ja katuliikenne (ml. töyssyt)	Kova maa

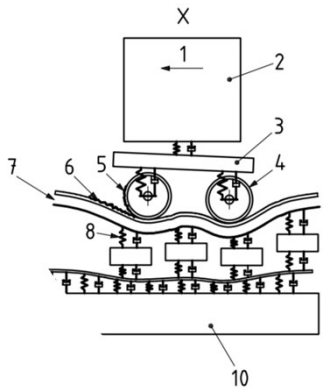
Runkomelu

Liikennetyyppi	Maapohja, väylän sijainti ja runkomelutason raja			
	pehmeä maa, pintaväylä, 35 dB	kova maa, pintaväylä, 35 dB	kallio, tunneli, 30 dB	kallio, pintaväylä, 35 dB
Tieliikenne, 50 km/h	< 5 m	< 5 m	< 5 m	< 5 m
Tieliikenne, 100 km/h	< 5 m	< 5 m	< 5 m	5 m
Raitiovaunu, 40 km/h	< 5 m	15 m	50 m	120 m
Metro tai lähijuna, 80 km/h	< 5 m	30 m	90 m	160 m
Lähijuna, 160 km/h	10 m	60 m	130 m	200 m
Sähkömoottorijuna, 220 km/h	15 m	70 m	150 m	>200 m
IC-juna, 160 km/h	40 m	130 m	200 m	>200 m
Tavarajuna, 100 km/h	60 m	160 m	>200 m	>200 m

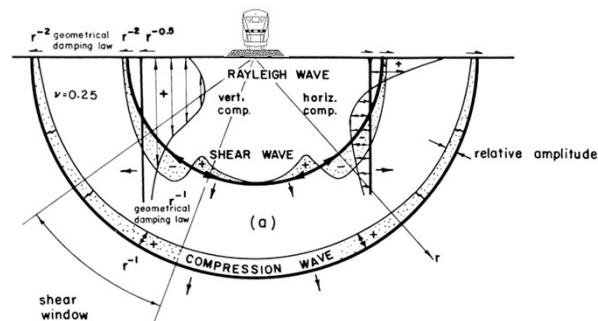
Tyypillisesti tärinää esiintyy pääasiassa pehmeillä maaperillä ja runkomelua kallioisilla alueilla

Tärinän synty, leviäminen ja havaitseminen

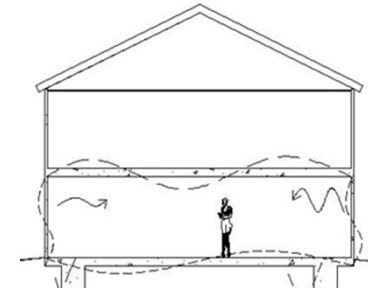
Junan ja ratarakenteen kontaktissa syntyy heräte



Värähtely kytkeytyy maaperään, jossa se etenee useina aaltotyyppeinä



Värähtely kytkeytyy maaperästä rakennukseen, jossa ihminen havaitsee sen tuntoaistimuksena



Mekanismi todellisuudessa on hyvin monimutkainen

Tärinän laskennallinen arviointi

$$v_G = v_0 \cdot \left(\frac{D_0}{D}\right)^B \cdot \left(\frac{S}{S_0}\right)^A \cdot \frac{G}{G_0} \cdot k_R \cdot F$$

- Suomessa yleisesti käytössä VTT alunperin vuonna 2006 julkaisema malli (VTT Working papers 50)
 - Huomioidaan junatyyppi, paino, nopeus, radan kunto, maaperätiedot, etäisyys ja varmuuskerroin
- Tärinän synty ja leviäminen on todellisuudessa huomattavasti monimutkaisempi ilmiö, mutta tarkempi arviointi on haastavaa
 - Ilmääni etenee ilmassa puristusaaltona ja tyypillisen 1000 Hz aallon pituus on 34 cm.
 - Tärinä etenee maaperässä useina eri aaltotyyppeinä, aallon pituus riippuu aaltotyypistä ja maaperän ominaisuuksista. Tyypillisen 4 Hz aallon pituus voi olla yli 20 metriä.
 - Maaperän ominaisuudet ovat erittäin merkittävä tekijä tärinäarvioinnissa, mutta lähtötieto usein hyvin yleisellä tasolla ennen pohjatutkimuksia.
 - Tärinälaskentaa on vähemmän tutkittu kuin melulaskentaa ja hankkeisiin soveltuvia kaupallisia ohjelmistoja ei ole olemassa
 - Lisäksi: laajoissa hankkeissa maaperä vaihtelevaa, kytkeytyminen rakennuksiin riippuu rakennustyypistä, rakenteiden resonanssit voivat voimistaa tärinää merkittävästi.

Tärinän mittaaminen

- Mittaaminen on tarkin tapa arvioida tärinää ja sillä voidaan tarkentaa laskelmia
- Voidaan suorittaa maaperästä, rakennuksen perustuksista tai rakennuksesta
- Mittaaminen kuitenkin on mahdotonta, mikäli
 - Tutkittava alue on laaja, tai
 - Tärinälähdettä (esim. junarata) ei ole olemassa

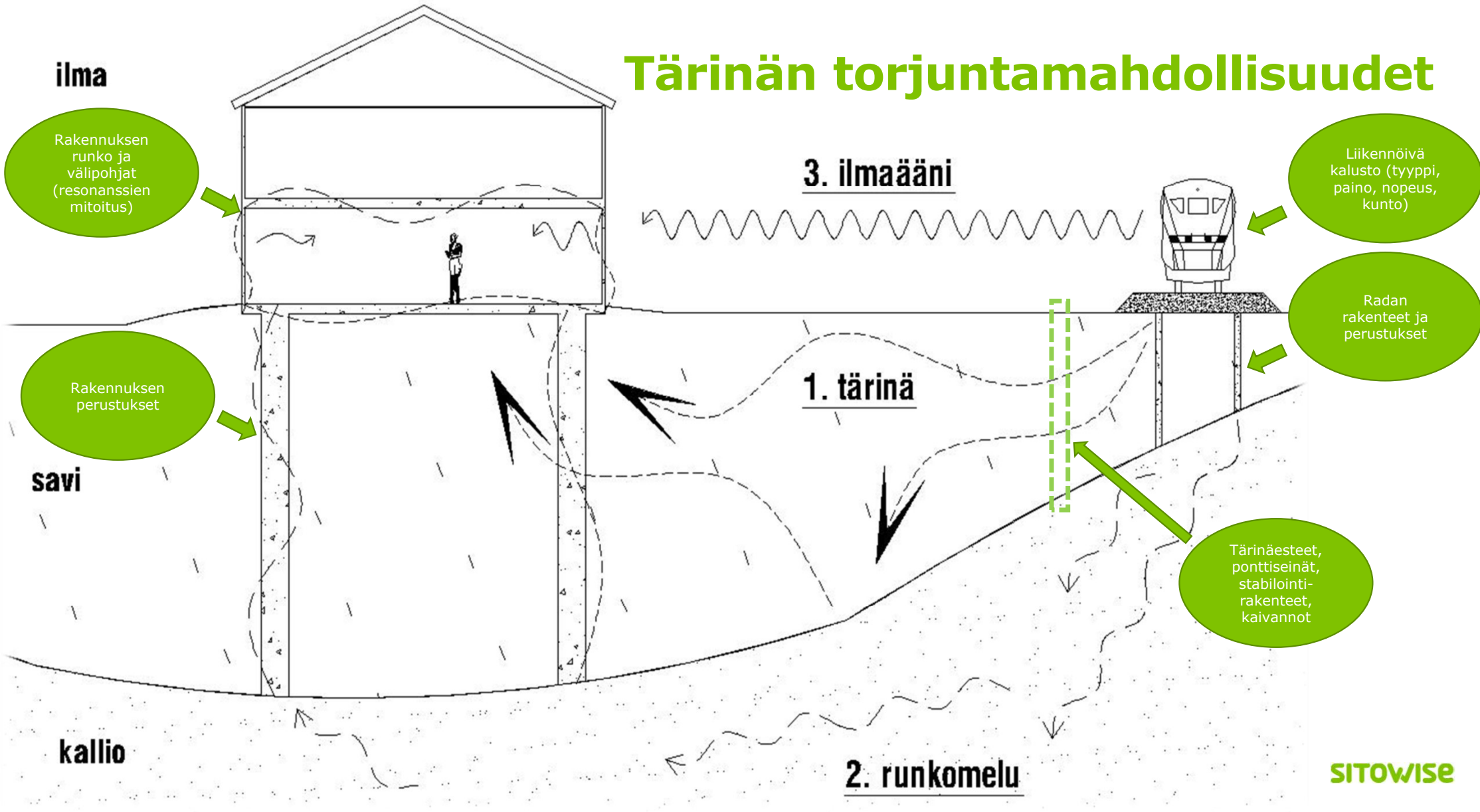


Tärinän arviointi ratahankkeissa



- Tutkitaan aiemmin tehdyt selvitykset ja niissä esitetyt riskialueet
- Arvioidaan laskennallisesti rakennusten vaurioitumisriski sekä asumisviihtyvyys
- Tutkitaan liikennöinnin osalta nykytilanne ja ennuste (ennuste erityisen tärkeä)
- Käytetään myös mittausdataa vuosien varrelta, jota pyritään sovittamaan laskentaan
 - Usein mittaukset suoritettu rakennuksesta, jolloin myös rakennusten resonanssit mukana tuloksissa
- Esitetään vaimennustarve ja ratkaisuvaihtoehdot suunnitelmiin
- Ratahankkeet tuottavat tietoa tärinätasoista myös maankäytön suunnitteluun, jossa
 - Voidaan varautua radan vaikutuksiin ja tehdä lisäselvityksiä (mittaukset)
 - Esittää torjuntaratkaisuja (esim. rakennusten sijoittelu, kerroslukumäärät, resonanssimitoitukset, vaimennukset)
- LimO-hankkeen yhteydessä todettu, tavarajunien liikennöinnin muuttuneen radikaalisti vuonna 2022
 - Tavarajunan painon muuttuessa 6000tn -> 4500tn, laskennassa myös tärinätaso pienenee 25%

Tärinän torjuntamahdollisuudet



Tärinän torjunnasta

- Tärinän torjuntaratkaisun mitoittamisessa toistaiseksi runsaasti epävarmuuksia ja torjuntaratkaisun kustannukset tyypillisesti erittäin suuria
 → Jos kaikkeen ei ole rahoitusta tai jos vaimennusteho ei riitä, tehdäänkö vähän useammalle vai paljon harvoille?
- Torjuntaa voidaan em. keinojen lisäksi tehdä maankäytön suunnittelulla, varsinkin tilanteissa, joissa torjuntaa ei kyetä kokonaan järjestämään muutoin

Sijainti	Arvioitu tärinän vaimennus	Ratkaisuesimerkkejä
Rata	30 %	Ratapenkereen kasvattaminen (Hakulinen 1999)
	ei arviota	Suihkujektointi radan alla penkereen läpi pohjamaahan (Ranin 2009)
	0 % ... 25 %	Pohjainpölkky (Oksanen et al. 2022)
	50 %	Stabilointi radan alla kalkki/sementtipilareilla (Hakulinen 1999)
	60 % ... 80 %	Maanvarainen teräsbetonilaatta (Hakulinen 1999)
	90 %	Paalulaatta (Hakulinen 1999)
Maaperä	0 % ... 50 %	Teräsponttiseinä (Liisanantti 2021, Leimi 2022)
	30 % ... 60 %	Stabilointi radan vieressä (Hakulinen 1999, Talja et al. 2014, Huhtala et al. 2017, Auvinen 2010)
Rakennus	30 % ... 80 %	Lattian värähtelymitoitus (Talja et al. 2008)
	30 % ... 75 %	Rakenteen värähtelymitoitus (Talja et al. 2008)

Talonrakentamisen akustiikka (Tampereen yliopisto, 2023)

Tutkittu vaimennusratkaisu	Kustannukset, €/km
Teräsponttiseinä, 12 m	448 000 €
Teräsponttiseinä, 18 m	658 000 €
Paalulaatta yhden raiteen alla	3 104 000 €
Paalulaatta kahden raiteen alla	6 380 000 €
Massanvaihto 5 m syvyyteen	3 266 000 €
Massanvaihto 11 m syvyyteen	6 911 000 €
Pilaristabilointi 13 pilarilla	3 990 000 €
Pilaristabilointi 7 pilarilla	1 565 000 €
Stabilointiseinä	1 050 000 €

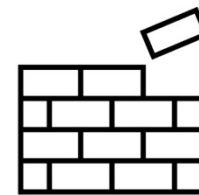
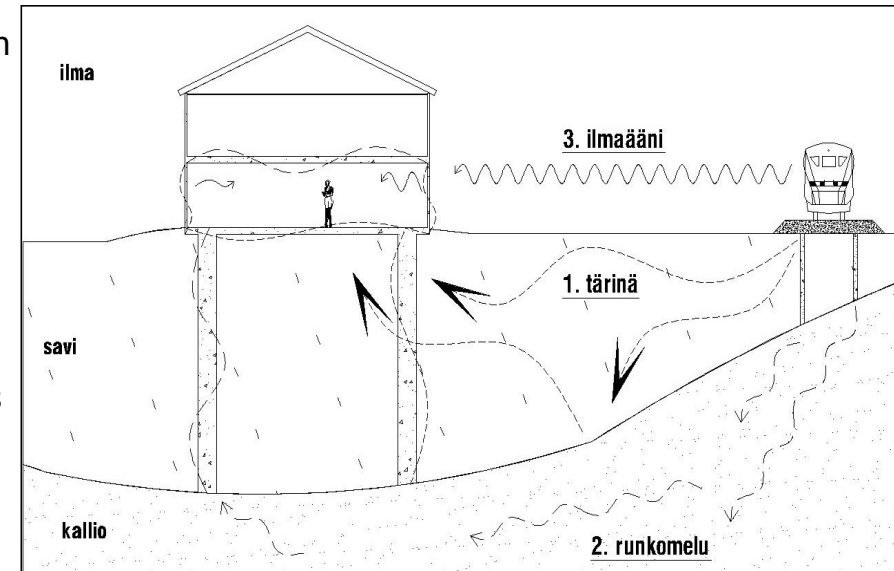
Rautatietärinän vaimennusmenetelmien vertailu ja soveltuvuustarkastelu (Väylävirasto, 2022)

Tärinän torjuntaa tutkitaan aktiivisesti

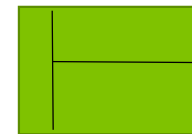
- Sitowisellä on parhaillaan vireillä Väyläviraston rahoittama tutkimushanke, jossa selvitetään uuden kaksoisraiteen perustusten toimintaa tärinäesteenä
- Väylävirasto tutkinut tärinään liittyen aktiivisesti, mm.
 - Liikennetärinää aiheuttavan voiman karakterisointi (Vesa Vähäkuopus, diplomityö 2023)
 - Seismisten tutkimusmenetelmien hyödyntäminen geoteknisessä suunnittelussa (Väyläviraston oppaita 2/2023)
 - Komposiitti- ja pohjainratapölkkyjen vaikutus liikennetärinään Pori–Mäntyluoto-rataosalla: Vuosien 2020 ja 2021 tärinä- ja ratarakenteen mittaukset (Väyläviraston julkaisu 17/2023)
 - Ponttiseinän toiminnan mallintaminen ratatärinän vaimentamiseksi (Paula Liisanantti, diplomityö 2022)
 - Rautatietärinän vaimennusmenetelmien vertailu ja soveltuvuustarkastelu (Sanni Leimi, diplomityö 2022)
- Tärinätutkimusta tehty Suomessa muutenkin jo pitkään, mutta lisätutkimusta edelleen tarvitaan
- Maailmalla vireillä myös aktiivista tutkimusta, mm. tärinän vaimentaminen sijoittamalla raskaita massoja radan viereen

Takaisin ilmaääneen eli meluun

- Melu on epämiellyttäväksi koettua ääntä
- Väyläsuunnittelussa tavoitteena on hallita melua siten, että altistuvien kohteiden alueella laskennallinen keskiäänitaso alittaa Valtioneuvoston päätöksen 993/92 mukaiset melutaso-ohjeet.
- Keskiäänitaso tarkoittaa käytännössä sitä, että lasketaan valitun aikavälin, esim. klo 7-22, aikana syntyvä kokonaisäänenergia vastaanottopisteessä ja jaetaan se kyseisen aikavälin ajalla. Kokonaisäänenergiaan lasketaan äänitapahtumien voimakkuus ja kesto eli sama tulos voi syntyä hyvin erityyppisissä "äänimaisemissa". Vrt. vilkas tie (jatkuva liikenne) tai vilkas rautatie (kaksi junaa per tunti).
- Keskiäänitason suuruuteen vaikuttavat melutapahtumien määrä ja voimakkuus. Voimakkuuteen vaikuttavat raideliikenteessä eniten junatyppi ja ajonopeus. Melutapahtumien määrällinen väheneminen esim. 10 % ei vaikuta kovin suuresti keskiäänitasoon.



Kokonaisäänenergia
14 eri äänitapahtumasta

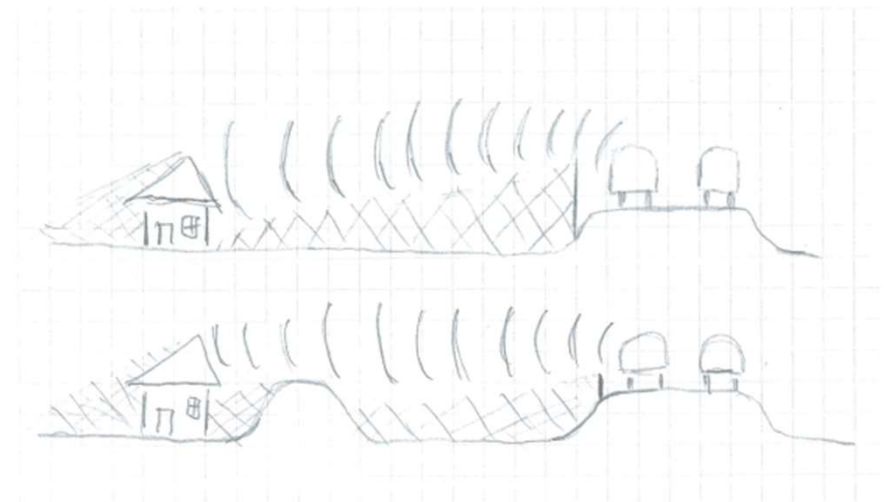
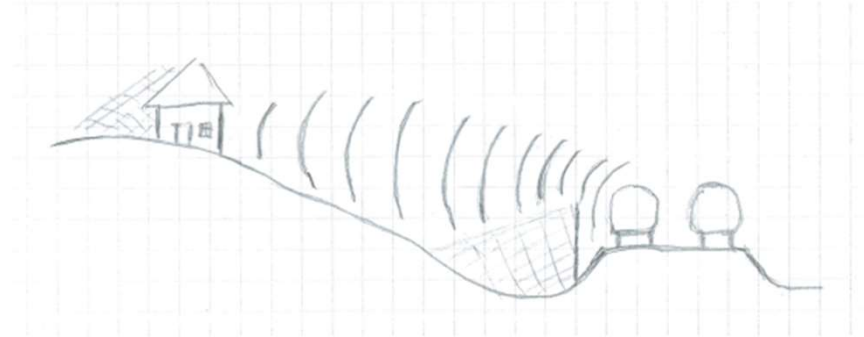


Kokonaisäänenergia
kolmesta isommasta
äänitapahtumasta

SITOWISE

Melun leviäminen ja torjunta

1. Melun leviämistä estävä rakenne toimii tehokkaimmin, kun este sijaitsee
 - A. lähellä melun aiheuttajaa tai**
 - B. lähellä melulle altistuvaa kohdetta.**
2. Melueste toimii tehokkaasti esteen lähialueella, jonne muodostuu "äänivarjo".
3. Meluesteen tulisi peittää suojattava kohde riittävän pitkältä matkalta. Käytännössä radan varrella ihan lyhyestä esteestä ei ole juurikaan hyötyä.



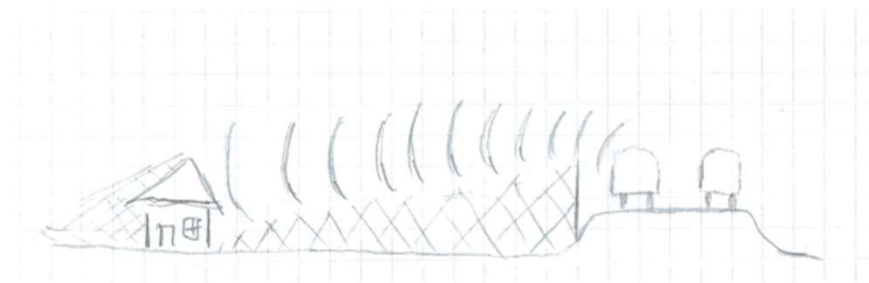
Piirrosten idea kopioitu WSP:ltä

Raideliikennemelun torjunnasta

Liikkuva juna aiheuttaa karkeasti jaoteltuna kolmenlaista ääntä

1. Ääni joka syntyy junan pyörien ja kiskon vuorovaikutuksesta, vierintämelu. Syntyy matalalla.
2. Ääni joka syntyy esimerkiksi jarruista tai junan moottorista.
3. Aerodynaaminen ääni, joka syntyy junan ja ilmamassan kontaktista. Osa äänestä syntyy verrattain korkealla. Vaikea esteillä torjua.

Pohjoismainen laskentamalli jakaa junan meluntuoton oikealla esitetyn kuvan mukaisesti. Kuvasta voidaan päätellä, että mataliin taajuuksiin (63-125 Hz) alle 1.5 m korkealla melusteella ei ainakaan laskennallisesti ole kovin hyvää vastetta.



Osälähde	Oktaavikaistan keskitajuus (Hz)						
	63	125	250	500	1000	2000	4000
Kiskot			-----				
Pyörät					-----		
Moottori ym.	-----						
Kaarrekirskunta						-----	
Vaunut	-----						
Jarrutus						-----	
Lähteen korkeus (m kiskosta)	2	1,5	0,8	0,3	0,4	0,5	0,6

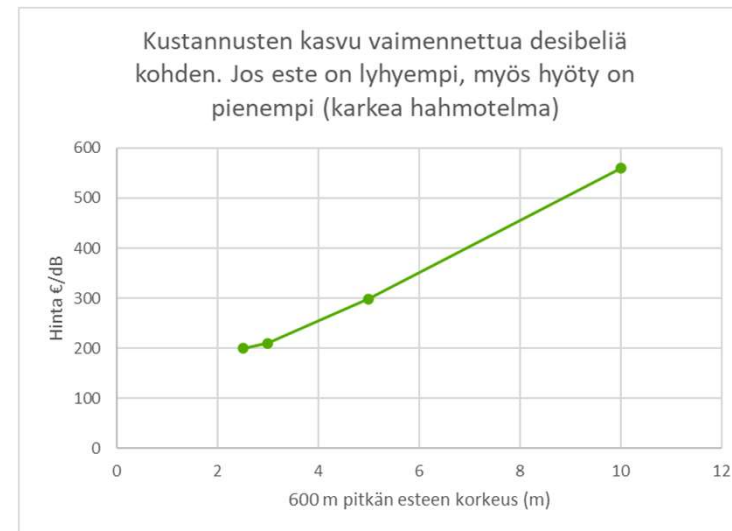
Kuva 2. Laskentamallissa käytetyt pisteosälähteiden korkeudet. Kiskojen pinta on yleensä 0,2 m radan tukikerroksen yläpuolella.

Meluntorjunnan kustannuksista

Tämän hetkisen hintatiedon perusteella absorboivan rautatiemeluseinän hinta on noin 800 €/näkyvä neliömetri.

Jos meluseinän pituus on 600 m:

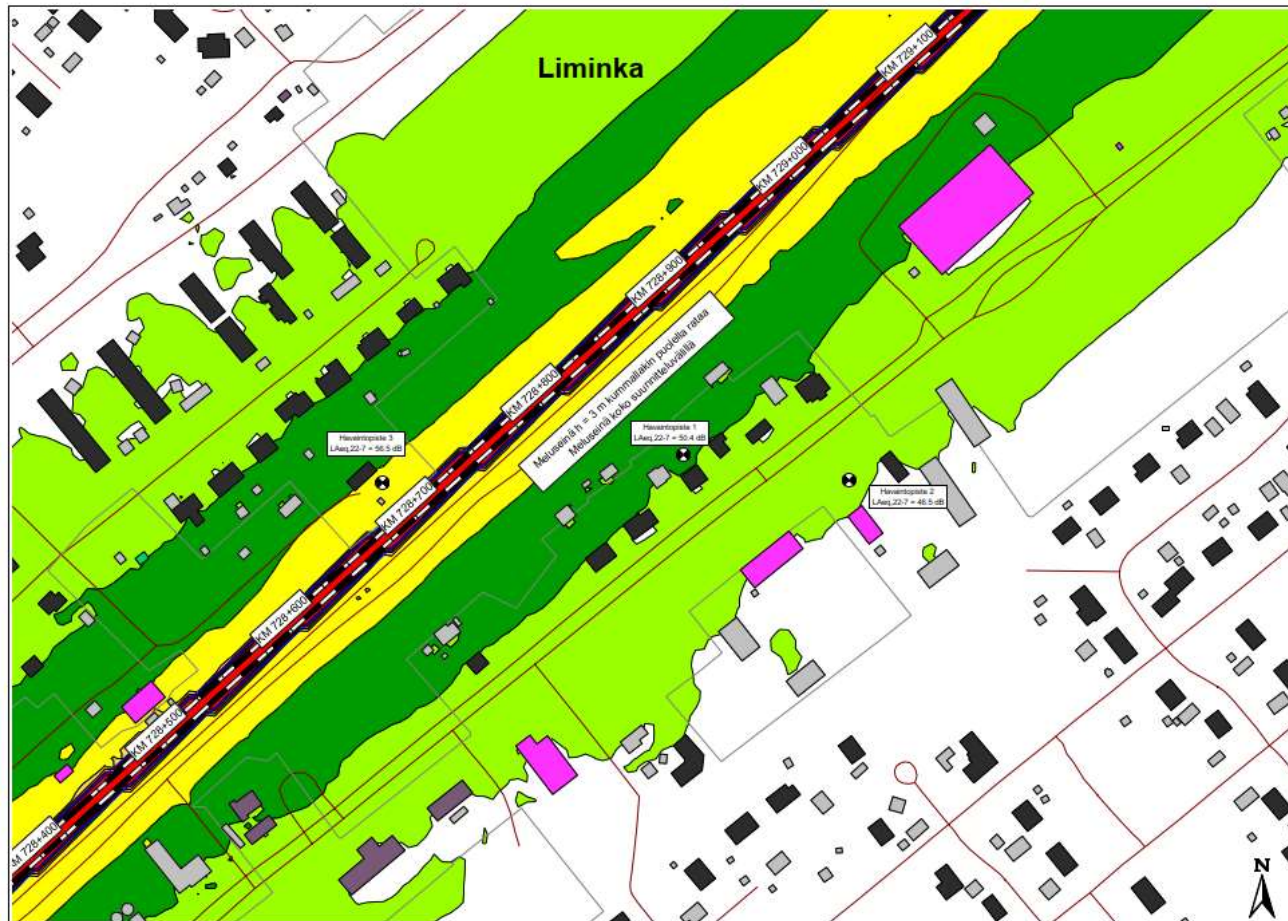
- 2.5 m korkeana kustannus on noin 1,20 M€
- 3 m korkeana kustannus on noin 1,44 M€
- 4.5 m korkeana kustannus on noin 2,16 M€.



Kolme rajoitetta

1. Osa äänestä kaartuu aina esteen yli ja ohi -> esteellä huono vaste etenkin mataliin keskiäänitasoihin.
2. Yhteispohjoismaisella melulaskentamallilla maksimivaimentuma on 20 dB.
 - Eli jos rata-alueella keskiäänitaso on vaikka 80 dB, on äärettömän kokoisen seinän takana keskiäänitaso 60 dB.
3. Raha. Esteet ovat usein huomattavasti kalliimpia kuin esim. yksittäinen asuinkiinteistö.

Tutkielma: radan molemmin puolin yhtenäiset 3 m korkeat meluseinät radan molemmin puolin

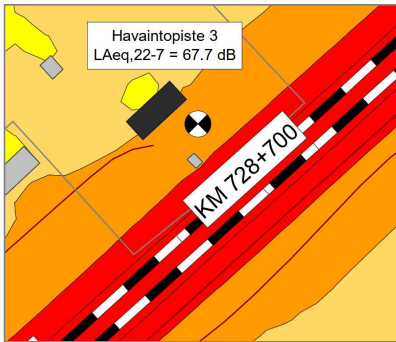


Kuvassa yöajan tilanne.

3 m seinien jälkeen yöajan 50 dB keskiäänitaso (tumman vihreä alue) leviää rataa lähinnä olevien asuinrakennusten alueelle

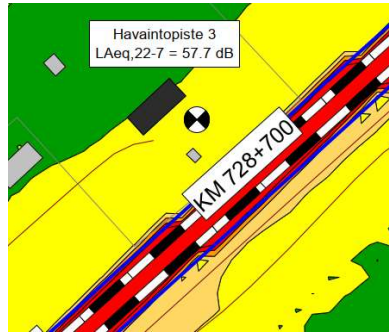
Meluntorjuntaesimerkejä yöajalta

Ei meluestettä



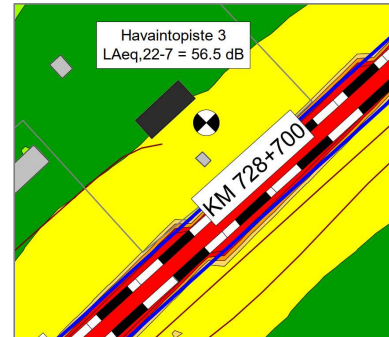
Äärettömän mittainen este: 67,7 dB
600 m pituinen este: 67,7 dB

2.5 m korkea melueste



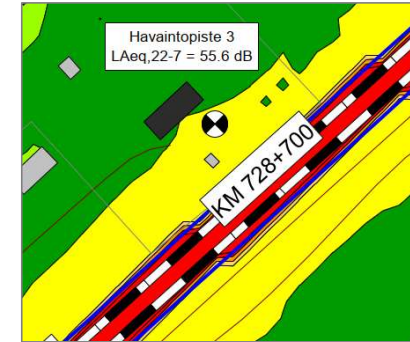
- 10,0 dB

3 m korkea melueste



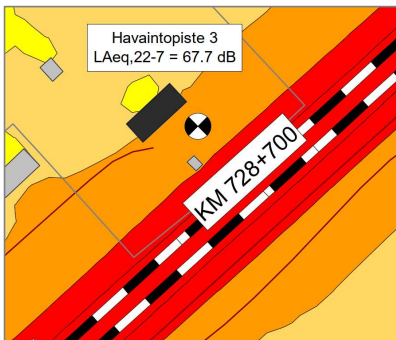
- 11,2 dB
- 11,4 dB

3.5 m korkea melueste



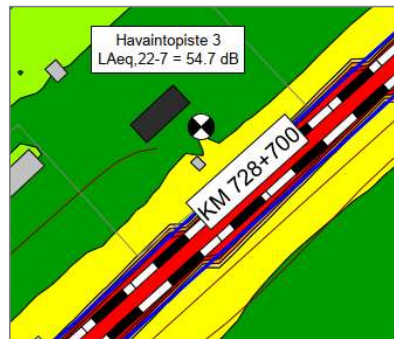
- 12,1 dB

Ei meluestettä



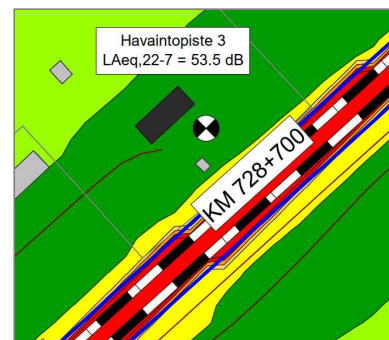
Äärettömän mittainen este: 67,7 dB
600 m pituinen este: 67,7 dB

4 m korkea melueste



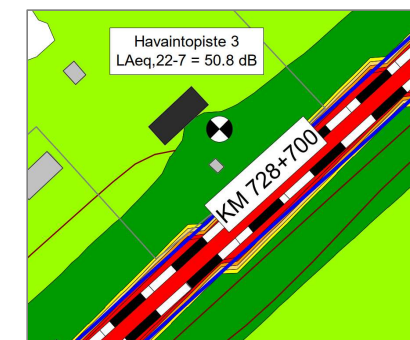
- 13,0 dB

5 m korkea melueste



- 14,2 dB
- 13,4 dB

10 m korkea melueste



- 16,9 dB
- 14,3 dB

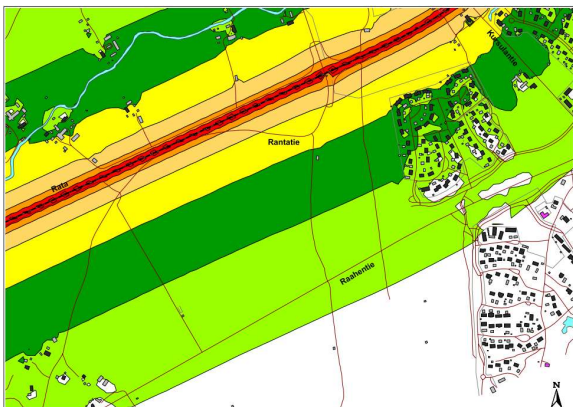
Valtioneuvoston päätöksen 993/92 mukaiset melutason ohjearvot

- Liminka-Oulu hankealueella merkittävin ohjearvo on yöajan 50 dB. Kun yöajan keskiäänitaso on 50 dB, alittaa päiväajan keskiäänitaso selvästi tason 55 dB.
- Yöajan ohjearvona käytetään 50 dB, koska rata on olemassa oleva.
- Jos kunta kaavoittaa uudeksi asuinalueeksi tulkittavaa aluetta, on yöajan ohjearvo tiukempi, 45 dB.
- Päiväajan ohjearvo 55 dB on sama nykyisille ja uusille alueille.

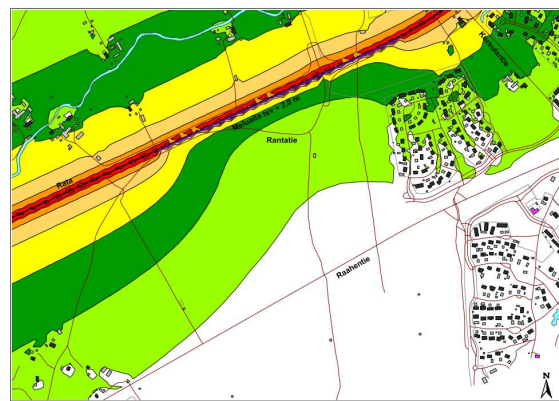
Ulkona	L _{Aeg} , klo 7- *22	L _{Aeg} , klo 22-7
Asumiseen käytettävät alueet, virkistysalueet taajamissa ja niiden välittömässä läheisyydessä sekä hoito- tai oppilaitoksia palvelevat alueet	55 dB	50 dB ¹⁾²⁾
Loma-asumiseen käytettävät alueet, leirintäalueet, taajamien ulkopuoliset virkistysalueet ja luonnonsuojelualueet	45 dB	40 dB ³⁾⁴⁾
Sisällä		
Asuin, potilas ja majoitushuoneet	35 dB	30 dB
Opetus ja kokoontumistilat	35 dB	-
Liike ja toimistohuoneet	35 dB	-

1) Uusilla alueilla on melutason yöohjearvo kuitenkin 45 dB
2) Oppilaitoksia palvelevilla alueilla ei sovelleta yöohjearvoa.
3) Yöohjearvoa ei sovelleta sellaisilla luonnonsuojelualueilla, joita ei yleisesti käytetä oleskeluun tai luonnon havainnointiin yöllä.
4) Loma-asumiseen käytettävillä alueilla taajamassa voidaan kuitenkin soveltaa asumiseen käytettävien alueiden ohjearvoja.

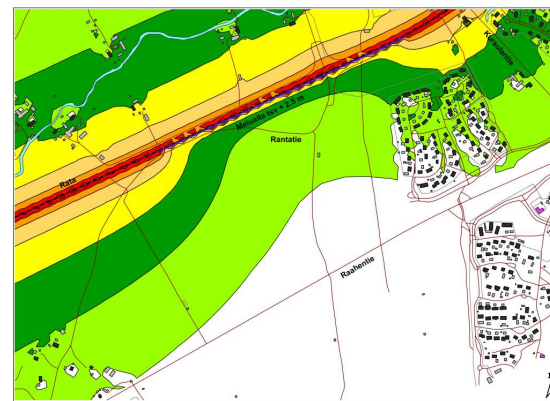
Meluntorjunnan tehokkuustarkastelu, esimerkki, yö 2050



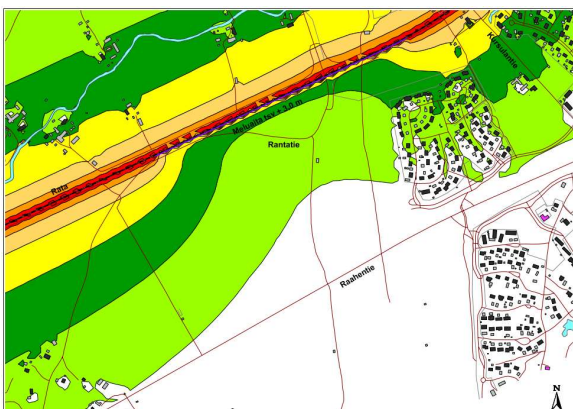
Ei meluestettä



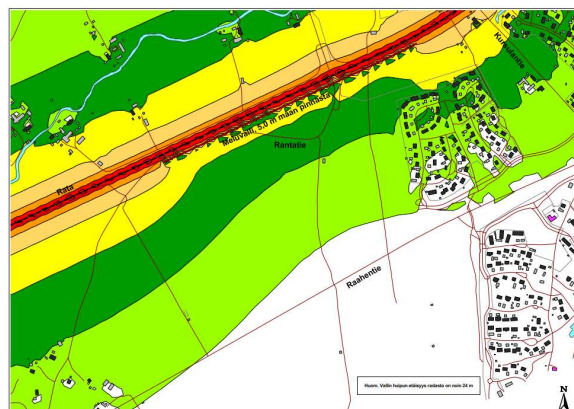
Meluseinä 2 m



Meluseinä 2,5 m



Meluseinä 3 m



Meluvalli maanpinta +5 m

2-3 m korkeilla meluseinillä saadaan hyvä vaste eli torjuntateho suuriin keskiäänitasoihin. Vaikutus matalampiin tasoihin (esim. 45-50 dB) on selvästi pienempi johtuen siitä, että äänienergiaa leviää esteen sivuista ja yli, osin myös "läpi".

Meluesteen mitta esimerkissä on 930 m.

Esimerkkinä vilkaisu Liminka-Oulu yleissuunnitelmaan

- Yleissuunnitelmavaiheessa rataosalle on osoitettu yhteensä noin 9,9 km meluntorjuntaa:
 - 3,5 km meluseiniä
 - 2,7 km valleja kantavalla maaperällä
 - 3,7 km valleja pehmeiköllä
 - Vallien toteuttaminen pehmeikölle edellyttää pohjamaan stabilointia tai vallin kevennystä tai molempia -> varsin kallista.
- Nykykustannustasossa, jos stabiloitavat/kevennettävät vallit ajatellaan toteutettavan meluaitoina (800 €/näkyvä neliö), yleissuunnitelman meluntorjunnan kustannusarvio olisi noin 15 M€ plus kantavan maan meluvallien kulut.
- *Esitetyllä meluntorjunnalla ei saavuteta yöajan ohjearvoa 50 dB.*
- Ratasuunnitelman meluntorjuntaluonnosta päivittyneellä liikenne-ennusteella ei vielä ole laadittu, mutta jo yleissuunnitelman pohjalta tiedetään, että torjuntatarve on merkittävä.

Kysely

Mikäli meluntorjuntaa on priorisoitava, minkä valitsisit:

A) Jaetaan vähemmän kaikille tai liki kaikille

- Toteutetaan kaikki toteuttamiskelpoiset vallit, vaikka rata-alue laajenee ja peltoakin voi mennä
- Tehdään pitkästi matalaa (max. 1.5 m) meluestettä. Useampi hyötyy, mutta juuri missään ei päästä ohjearvotasoon. Tilanne kuitenkin paranee nykyisestä.

B) Jaetaan enemmän harvemmille

- Toteutetaan kaikki toteuttamiskelpoiset vallit, vaikka rata-alue laajenee ja peltoakin saattaa mennä
- Toteutetaan korkeampia meluseiniä, mutta vain muutamaan kohtaan.

C) Oletetaan että priorisointia ei tarvita ja toivotaan, että rahaa löytyy riittävästi hankkeen toteuttamiseen. Riskinä on, että hanke tulee niin kalliiksi, että se ei toteudu.

Laita valitsemasi vaihtoehdon kirjain kokouksen Chat-keskusteluun. Kiitos!

Kiitos!

Kysymyksiä / keskustelua!