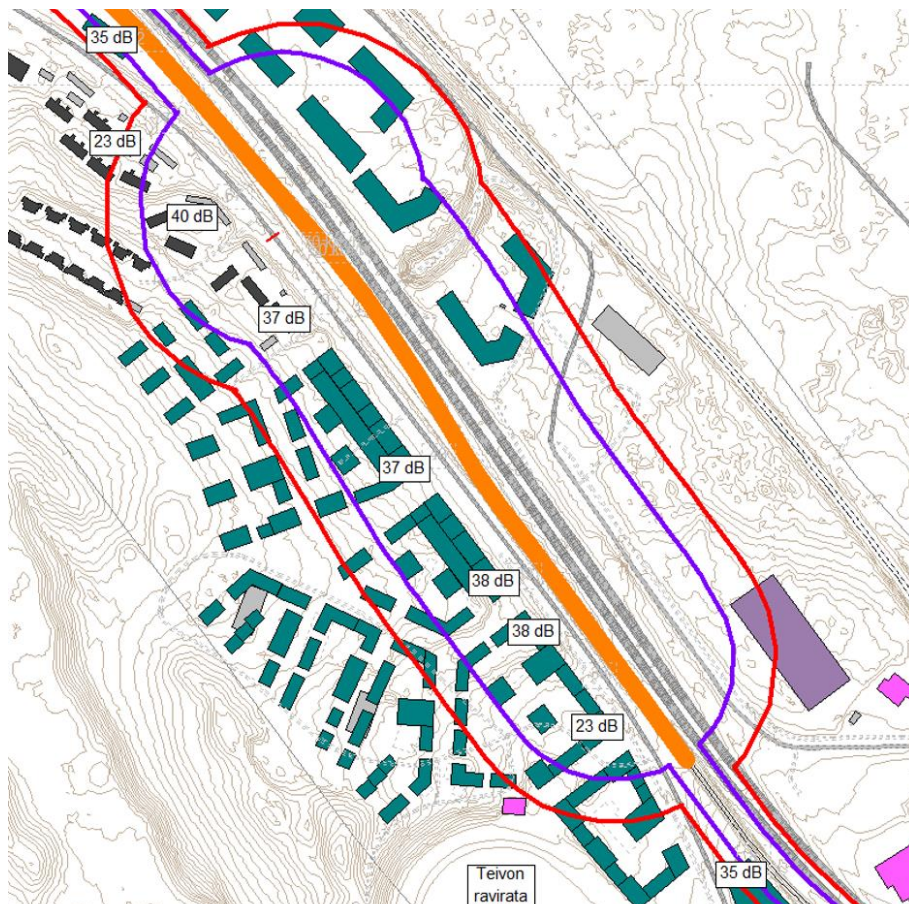


HIEDANRANTA – YLÖJÄRVI, LEIJAPUISTO RAITIOTIEN TARKENTAVA YLEISSUUNNITELMA RUNKOMELUSELVITYS

16.12.2022



315970

Sisällysluettelo

1. Johdanto.....	3
2. Lähtötiedot ja menetelmät.....	3
2.1. Runkomelun laskennassa käytetyt lähtötiedot	3
2.2. Runkomelun arviointimenetelmä.....	4
3. Ohje- ja suositusarvot	5
4. Runkomelulaskentojen tulokset.....	6
5. Johtopäätökset	10
6. Viitteet.....	11

Liite 1. Laskennallisesti arvioidut runkomeluvyöhykkeet.

1. Johdanto

Raitiotieliikenteen aiheuttamalla runkomelulla tarkoitetaan maaperän kautta leviävän värähtelyn aikaan saamaa sisätiloissa havaittavaa ääntä, joka syntyy raitiovaunun pyörän ja kiskon kosketuksen aiheuttamasta värähtelystä. Runkomelu kuullaan tyypillisesti sisätiloissa matalataajuisena jyrinän tyyppisenä äänenä, joka on kuultavissa raitiovaunun ohituksen aikana.

WSP Finland Oy on laatinut arvioinnin raitiovaunuliikenteen aiheuttamista runkomelutasoista Leijapuisto - Ylöjärvi raitiotien hankesuunnitelmaa varten. Laskennallisen tarkastelun perusteella on määritetty raitiotieosuudet, joilla runkomelua tulisi vaimentaa. Selvityksen on laatinut Ilkka Niskanen WSP Finland Oy:stä.

2. Lähtötiedot ja menetelmät

2.1. Runkomelun laskennassa käytetyt lähtötiedot

Runkomelun laskennallisessa arvioinnissa on käytetty hyväksi raitiotielinjaukselta ja sen ympäristössä tehtyjen pohjatutkimusten tietoja sekä yleisesti saatavilla olevaa tietoa alueen maaperäolosuhteista.

Pohjatutkimustiedoista on selvitetty maanpintakerroksen paksuuksia sekä pintamaakerrosten maalajeja. Laskennallisessa tarkastelussa nämä tiedot vaikuttavat värähtelyn etenemisen arvioinnissa käytettäviin korjaustekijöihin.

Laskennallinen arviointi on tehty raitiovaunulle, jonka akselipaino on 9–15 tn. Tampereella käytettävän raitiovaunumallin suurin sallittu akselipaino on 10 tn (Tampereen ratikka:

[Vaunujen tekniset tiedot | Tampereen Ratikka](#)).

Raitiovaunujen nopeutena on käytetty tarkentavan yleissuunnitelman mukaisia nopeuksia raitiotieosuuksille. Runkomeluvyöhykkeen (35 dB) arvioinnissa rakennustyyppin korjauskertoimena on käytetty -5 dB arvoa, joka vastaa 1–2 kerroksiselle puutalolle käytettävää arvoa. Runkomelun ongelmakohtissa laskentoja on tehty myös rakennuskohtaisesti, jolloin laskennassa on otettu huomioon arvioitavan rakennuksen tyyppi.

2.2. Runkomelun arviointimenetelmä

Raitiotieliikenteen aiheuttamaa runkomelua on arvioitu VTT:n ohjeen ”Maaliikenteen aiheuttaman runkomelun arviointi – Esiselvitys” arviointitason 2 mukaisella menetelmällä, värähtelyn siirtotiehen perustuva arviointi (VTT 2009).

Menetelmässä arvioinnin lähtökohtana on peruskäyrältä saatu maaperän värähtelyn nopeustaso (L_v), jota korjataan värähtelyn aiheuttajasta, siirtotiestä ja rakennuksesta riippuvilla nopeustason korjaustekijöillä (ΔL_v) siten, että lopputuloksena saadaan runkomelua kuvaava sisätilan äänitaso (L_pA).

Arvioinnin korjaustekijöinä on käytetty seuraavia arvoja:

- liikennetyyppi, raitiovaunu,
 - korjausarvo 0 dB,
- ajoneuvon nopeuden vaikutus on huomioitu seuraavan kaavan mukaisesti, $\Delta L = 20 \times \log(v_s/v_{s,0})$, jossa $v_{s,0} = 100 \text{ km/h}$,
 - korjauksen arvo on määritetty tarkasteltavan raitiotieosuuden nopeusrajoituksen mukaisesti nopeuden vaihdellessa välillä 40 km/h ... 70 km/h
- ajoneuvon ominaisuuksista riippuva tekijä, pääjousituksen ominaistajuus. Ohjeen vaihtoehdot 0 dB (normaali jousitus, jossa pääjousituksen ominaistajuus on alle 15 Hz) tai 8 dB (jäykkä jousitus, jossa pääjousituksen ominaistajuus on yli 15 Hz),
 - korjauksen arvo 0 dB,
- hyväkuntoinen rata,
 - korjauksen arvo 0,
- radan eristämiskäytäntö,
 - ei eristystä, korjauksen arvo 0 dB,
- väylän sijainti,
 - avorata, korjauksen arvo 0 dB,
- rakennuksen tyyppi,
 - perustuksen ja kallion välillä oletetaan olevan maa-ainesta vähintään 3 m
 - korjauksen arvo pientaloille -5 dB ja
 - korjauksen arvo kerrostalolle -10 dB,
 - perustuksen ja kallion välillä oletetaan olevan maa-ainesta vähemmän kuin 3 m, raitiotie ja rakennus sijoittuvat kallioalueelle, korjauksen arvo 0 dB

16.12.2022

- tarkastettava asuinkerros, toinen kerros,
 - korjauksen arvo – 2 dB
- rakenneosien resonanssin vaikutus,
 - korjauksen arvo 6 dB
- muunto äänenpainetasoksi,
 - korjauksen vakio arvo -28 dB
- muunto A-painotetuksi äänenpainetasoksi, maaperästä riippuva korjaus
 - matalataajuusalue, alle 30 Hz, tyypillinen pehmeille savi-, siltti- ja hiekkamaille (vs <200 m/s), kun pehmeän kerroksen paksuus väylän ja rakennuksen alla on yli 3 m, korjauksen arvo -50 dB
 - keskitaajuusalue, 30 Hz – 60 Hz, tyypillinen taajuusalue kovalle savi, siltti ja moreenimaille (200 m/s < vs < 500 m/s), korjaus -35 dB
 - korkea taajuusalue, > 60 Hz, tyypillinen taajuusalue kalliolla ja iskostuneilla moreenimaille (vs > 200 m/s), korjaus -20 dB
- arviointimenetelmälle annettu varmuusmarginaali,
 - korjauksen arvo +6 dB

Tulosten tarkastelussa on syytä ottaa huomioon, että laskennalliset tulokset on esitetty tilanteelle, jossa raitiotierakenteessa ei ole runkomelua vaimentavia eristeitä.

Raitiotielinjaukselle tulevat pohjanvahvistukset on tarkastelussa otettu huomioon siten, että pehmeillä maaperäosuuksilla maaperä on arvioitu sijoittuvat luokkaan keskitaajuusalue, 30 Hz – 60 Hz, tyypillinen taajuusalue kovalle savi, siltti ja moreenimaille.

3. Ohje- ja suositusarvot

Raitiovaunujen aiheuttama runkomelun jyrinä on viihtyisyys- ja mahdollisesti myös terveydellinen haitta. Talja ja Saarinen ovat esittäneet julkaisussaan (VTT 2009) runkomelulle suositellut raja-arvot. Suositukset raja-arvoista on annettu laskentasuurena (L_{prm}), joka ottaa huomioon yksittäisten runkomelutapahtumien hetkellisten melutasojen (L_{pASmax}) vaihtelun (taulukko 1). Ohjearvoon verrannollinen runkomelun laskentasuure määritetään mittaustuloksista seuraavan yhtälön mukaisesti:

$$L_{prm} = L_{pASmax, mean} + 1,65 \cdot s, \text{ jossa}$$

$L_{pASmax, mean}$ on melutason hetkellisten maksimitasojen (L_{ASmax}) keskiarvo ja s on mittaustulosten keskihajonta. Runkomelun ohjearvot on annettu erikseen avorata- ja

16.12.2022

umpirataosuuksille. Umpirataosuuksille (tunneli) tulisi soveltaa runkomelutason tiukempaa raja-arvoa. VTT:n julkaisussa suositellaan tiukemman ohjearvon käyttämistä myös kohteissa, joille on annettu kaavamääräyksiä julkisivun ääneneristävyydestä.

Taulukko 1. Suositukset runkomelutasojen raja-arvoiksi (VTT 2009).

Rakennustyyppi	Runkomelutaso, L_{prm} (dB)
Radio-, tv- ja äänitysstudio, konserttisalit	25–30
Asuinhuoneistot	30 / 35 ²
Hoito- ja sosiaalihuollon laitoksen, majoitustilat - potilashuoneet ja majoitustilat - päiväkodit, lasten ja henkilökunnan oleskeluun tarkoitetut huoneet	30 / 35 ²
Kokoontumis- ja opetustilat - luokahuoneet, luentosalit, kirkot ja muut huonetilat, joissa edellytetään yleisön saavan hyvin puheesta selvän ilman äänentoistolaitteiden käyttöä - muut kokoontumistilat kuten teatterit ja kirjastot	35
Toimistot, kaupat, näyttelytilat, museot	40–45 ²

²⁾ Avoradat. Mikäli kaavamääräyksessä on annettu ohje julkisivun ilmajääneneristävyydestä, on suositeltavaa käyttää runkomelutason tiukempaa raja-arvoa.

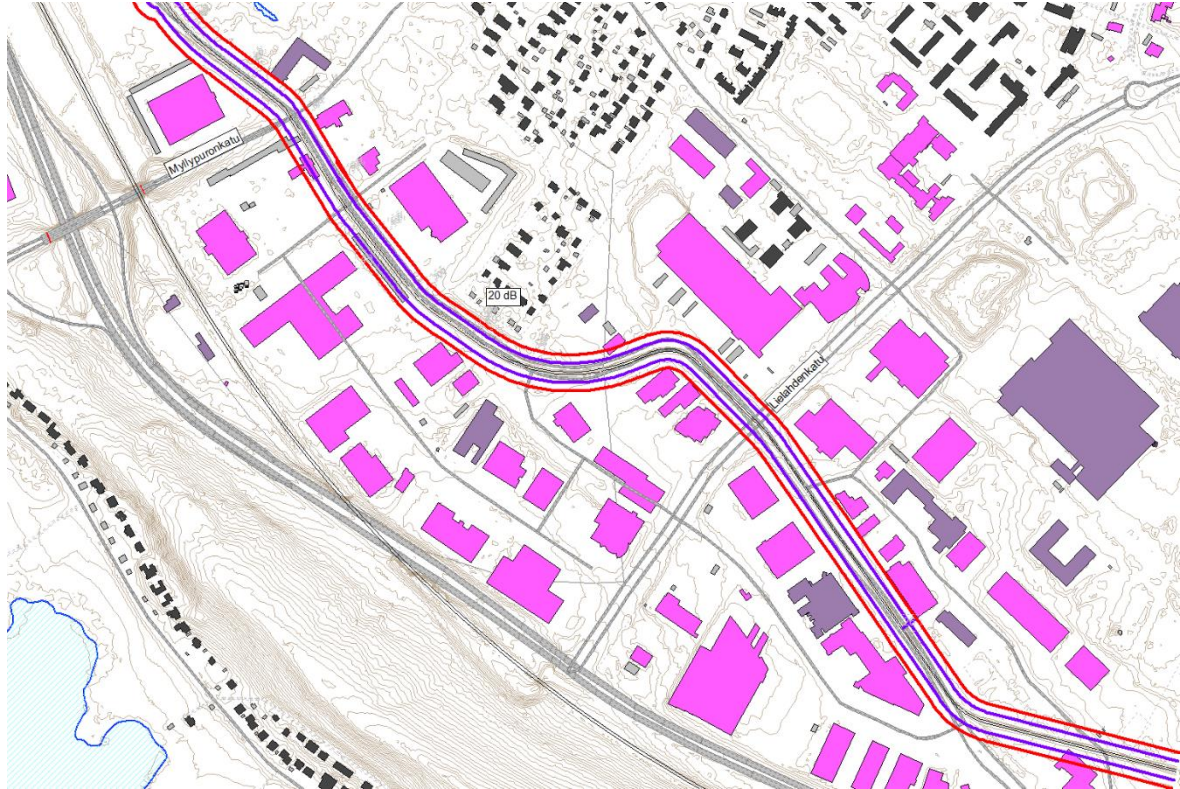
Tässä selvityksessä runkomelutasojen ohjearvoja on sovellettu edellä mainitulla tavalla, jolloin tarkastelualueella sijaitseviin asemakaavakohteiden asuinrakennuksissa runkomelun ohjearvona on 30 dB runkomelutasoa. Olemassa oleville asuinrakennuksille runkomelun ohjearvona on käytetty 35 dB runkomelutasoa.

4. Runkomelulaskentojen tulokset

Pohjaltaan vahvistettavilla rataosuuksilla ja kovilla maaperäalueilla 35 dB runkomelualue ulottuu 12 metrin etäisyydelle lähimmästä kiskosta, kun raitiovaunujen nopeus on 40 km/h. Näillä alueilla 30 dB runkomelualue ulottuu vastaavasti noin 24 metrin etäisyydelle lähimmästä kiskosta. Edellä mainitut arviot koskevat pien- ja rivitalorakennuksia, joissa on 1–2 kerrosta ja ovat puurakenteisia. Kerrostalojen osalta melutasot näillä alueilla ovat 5 dB pienemmät kuin pien- ja rivitaloissa. Raitiolinjauksen alkupäässä edellä mainitut runkomeluvyöhykkeet ulottuvat Myllypuroinkadun pohjoispuolelle paalulle 1900 saakka (kuva 1). Possilanrinteen kohdalla lähimpiin asuinrakennuksiin arvioidaan kohdistuvan

16.12.2022

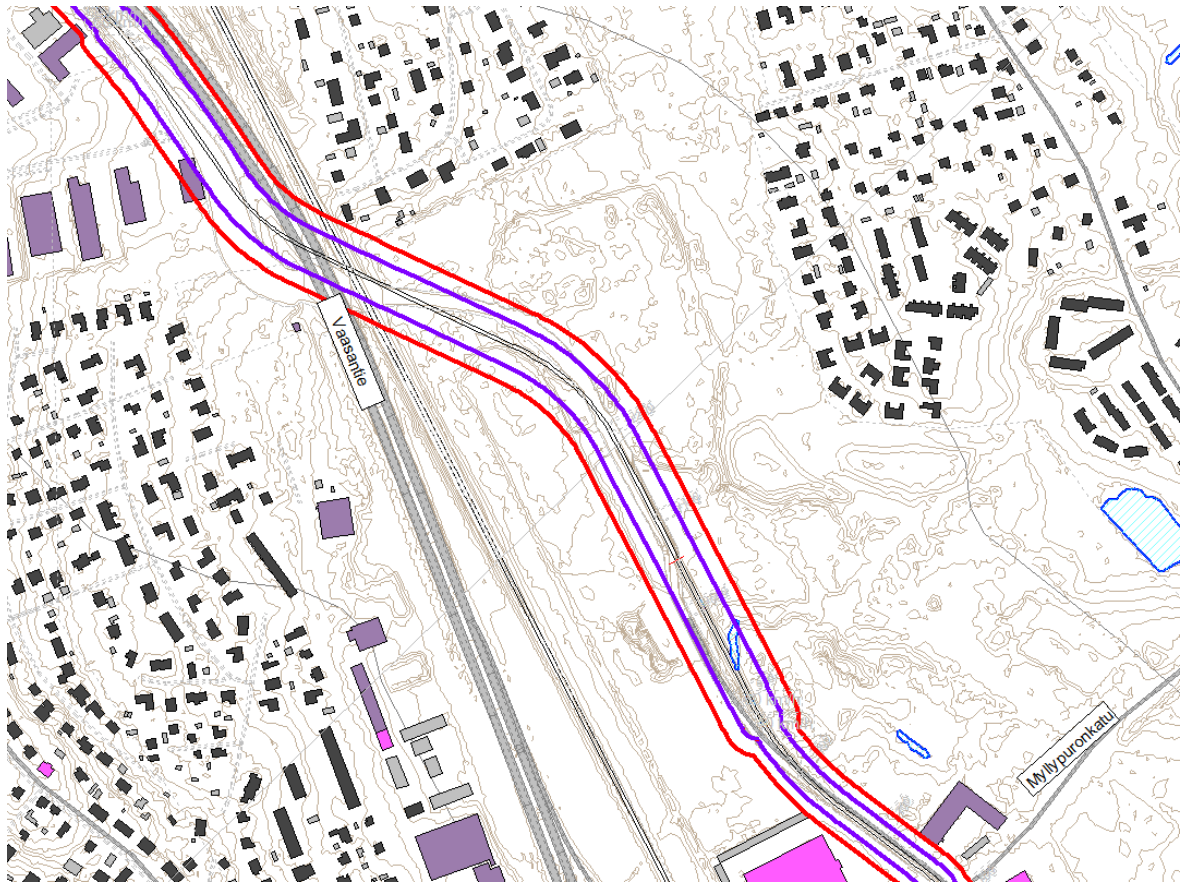
noin 20 dB runkomelutaso eli arvioitu taso alittaa selvästi asumisviihtyisyydelle suositellun ohjearvotason 35 dB. Joihinkin liikerakennuksiin arvioidaan kohdistuvan noin 30 dB runkomelutaso (kuva 1).



Kuva 1. Raitiovaunuliikenteen aiheuttamat runkomeluvyöhykkeet paaluvälillä 0–1900. Punaisella viivalla on esitetty 30 dB runkomelualue ja violetilla viivalla 35 dB runkomelualue.

Paaluvälillä 1900–2900 raitiovaunujen nopeusrajoitus on 60 km/h, jolloin runkomeluvyöhykkeet muodostuvat vähän laajemmiksi kuin nopeusdella 40 km/h. Yhden teollisuusrakennuksen arvioidaan jäävän 35 dB runkomeluvyöhykkeelle ja yhden 30 dB runkomelualueelle. Olemassa olevat asuinrakennukset jäävät 30 dB runkomelualueen ulkopuolelle (kuva 2).

16.12.2022

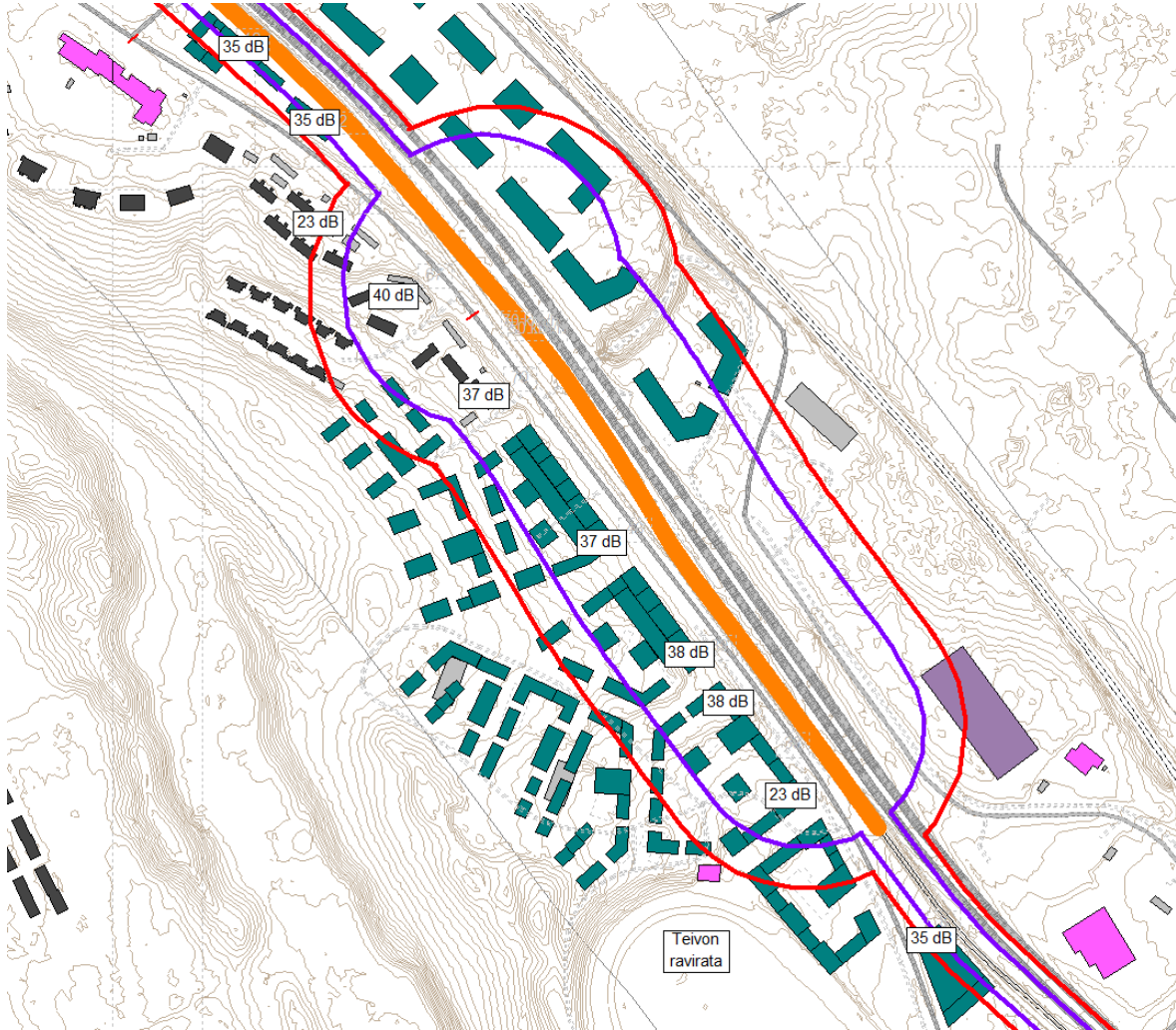


Kuva 2. Raitiovaunuliikenteen aiheuttamat runkomeluvyöhykkeet paaluvälillä 1900–2900. Punaisella viivalla on esitetty 30 dB runkomelualue ja violetilla viivalla 35 dB runkomelualue.

Teivon raviradan pohjoispuolella on kallioalue, jolla kallion päälliset maakerrokset ovat ohuita. Tämä alue on runkomelun esiintymisen riskialuetta. Tällä alueella raitiovaunujen nopeusrajoitukset ovat 50 km/h ja 70 km/h. Runkomelun 35 dB vyöhyke ulottuu 50 km/h alueella noin 115 metrin etäisyydelle lähimmästä kiskosta ja 70 km/h nopeusrajoituksen alueella, jopa 155 metrin etäisyydelle.

Teivon alueelle kaavailtujen asuinkerrostalojen arvioidaan jäävän suurelta osin 35 dB ja 30 dB runkomelualueille, minkä vuoksi raitiotieosuudelle tulee sijoittaa runkomelua aiheuttavaa värähtelyä vaimentavaa eristystä. Ilman runkomelun vaimennusta suunniteltuihin asuinrakennuksiin arvioidaan kohdistuvan 23–38 dB runkomelutasoja. Kallioalueen läheisyydessä sijaitsee myös olemassa olevia asuinrakennuksia, joihin arvioidaan kohdistuvan 37–40 dB runkomelutasoja (kuva 3).

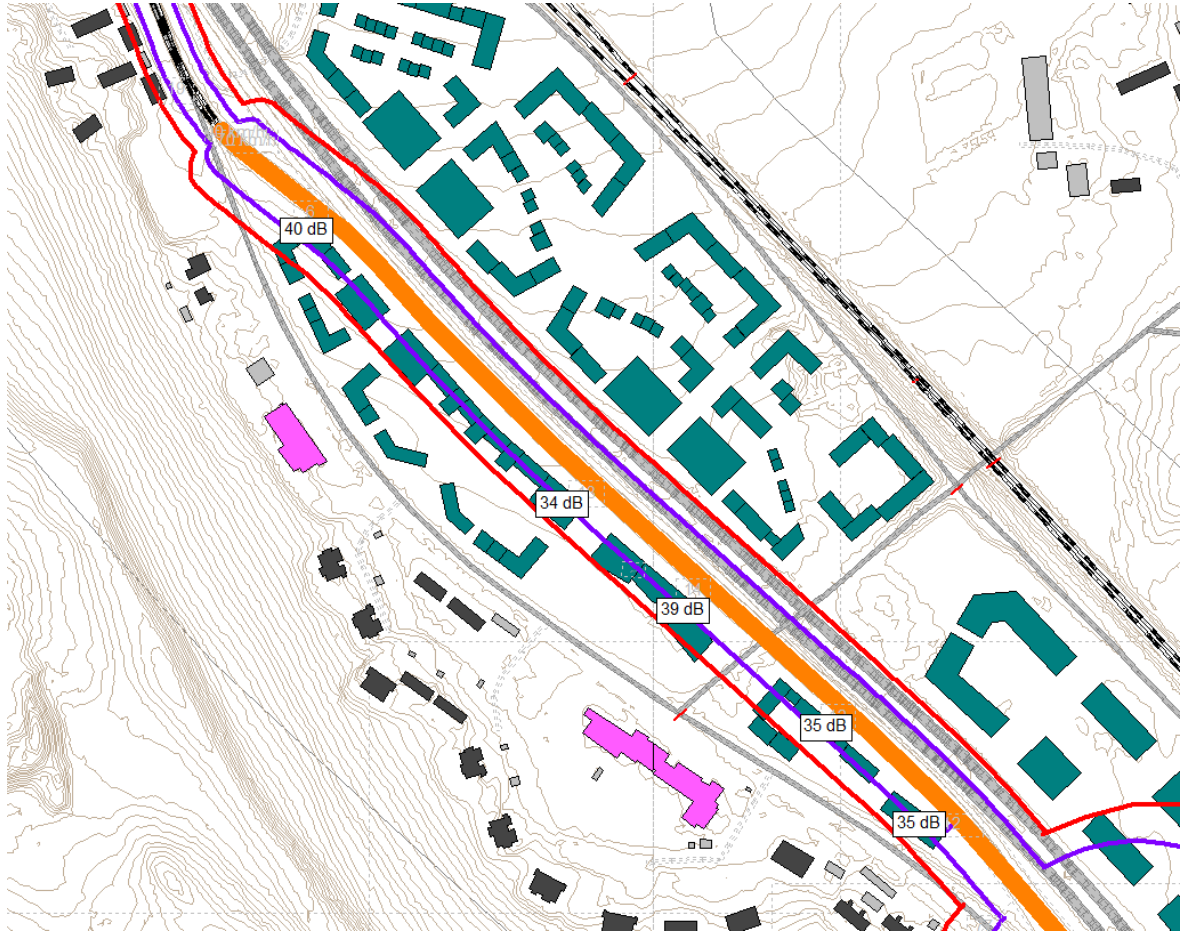
16.12.2022



Kuva 3. Raitiovaunuliikenteen aiheuttamat runkomeluvyöhykkeet paaluvälillä 3400–4700 ja yksittäisiin rakennuksiin arvioidut runkomelutasot. Punaisella viivalla on esitetty 30 dB runkomelualue ja violetilla viivalla 35 dB runkomelualue. Oranssi paksu viiva osoittaa raitiotieosuutta, jolle tulisi sijoittaa runkomeluvaimennus.

Kallioalueen pohjoispuolella paaluväliä 4700 eteenpäin raitiovaunujen nopeusrajoitus on 70 km/h. Raitiotielinjaus sijoittuu maaperältään pehmän ja kovemman maaperän raja-alueelle, tarkastelussa maaperä on oletettu kovaksi. Raitiotielinjauksen läheisyyteen on suunniteltu asuinrakentamista alle 20 metrin etäisyydelle lähimmästä kiskosta. Laskennallisen tarkastelun perusteella lähimpiin asuinrakennuksiin arvioidaan kohdistuvan 34 dB ... 40 dB runkomelutasoja, minkä vuoksi raitiotieosuudelle esitetään runkomeluvaimennusta paalulle 5300 saakka (kuva 4).

16.12.2022



Kuva 4. Raitiovaunuliikenteen aiheuttamat runkomeluvyöhykkeet paaluvälillä 4700–5300 ja yksittäisiin rakennuksiin arvioidut runkomelutasot. Punaisella viivalla on esitetty 30 dB runkomelualue ja violetilla viivalla 35 dB runkomelualue. Oranssi paksu viiva osoittaa raitiotieosuutta, jolle tulisi sijoittaa runkomeluvaimennus.

Paaluvälillä 5300–6300 raitiovaunuliikenteen aiheuttamalle 30 dB ja 35 dB runkomeluvyöhykkeille sijoittuu joitakin liike- ja julkisten palvelujen rakennuksia. Kuruntien varrella paaluvälillä 6800–7900 muutamia asuin- ja liikerakennuksia arvioidaan jäävän 30 dB runkomelualueelle.

5. Johtopäätökset

Laskennallisen tarkastelun perusteella raitiotielinjauksen paaluvälillä 3600–5300 raitiotierakenteeseen tulee sijoittaa runkomelua vaimentaavaa materiaalia. Tarkastelussa on otettu huomioon Teivo – Mäkkylän alueelle suunniteltujen asuinkorttelit ja

16.12.2022

runkomelusuojaus on tarpeen pääosin juuri suunniteltuihin kohteisiin vaikuttavien rataosuuksien osalta.

Laskennallisen arvioinnin tuloksia tarkasteltaessa on syytä ottaa huomioon, että tarkastelussa ei ole otettu huomioon ratarakenteeseen mahdollisesti sijoitettavan routaeristeen värähtelyä vaimentavaa vaikutusta. Hankkeen jatkosuunnittelussa tulee tarkentaa runkomeluvaimennuksen tarvetta sekä materiaaleja, joilla riittävä vaimennus voidaan saavuttaa.

Tampereella 16.12.2022



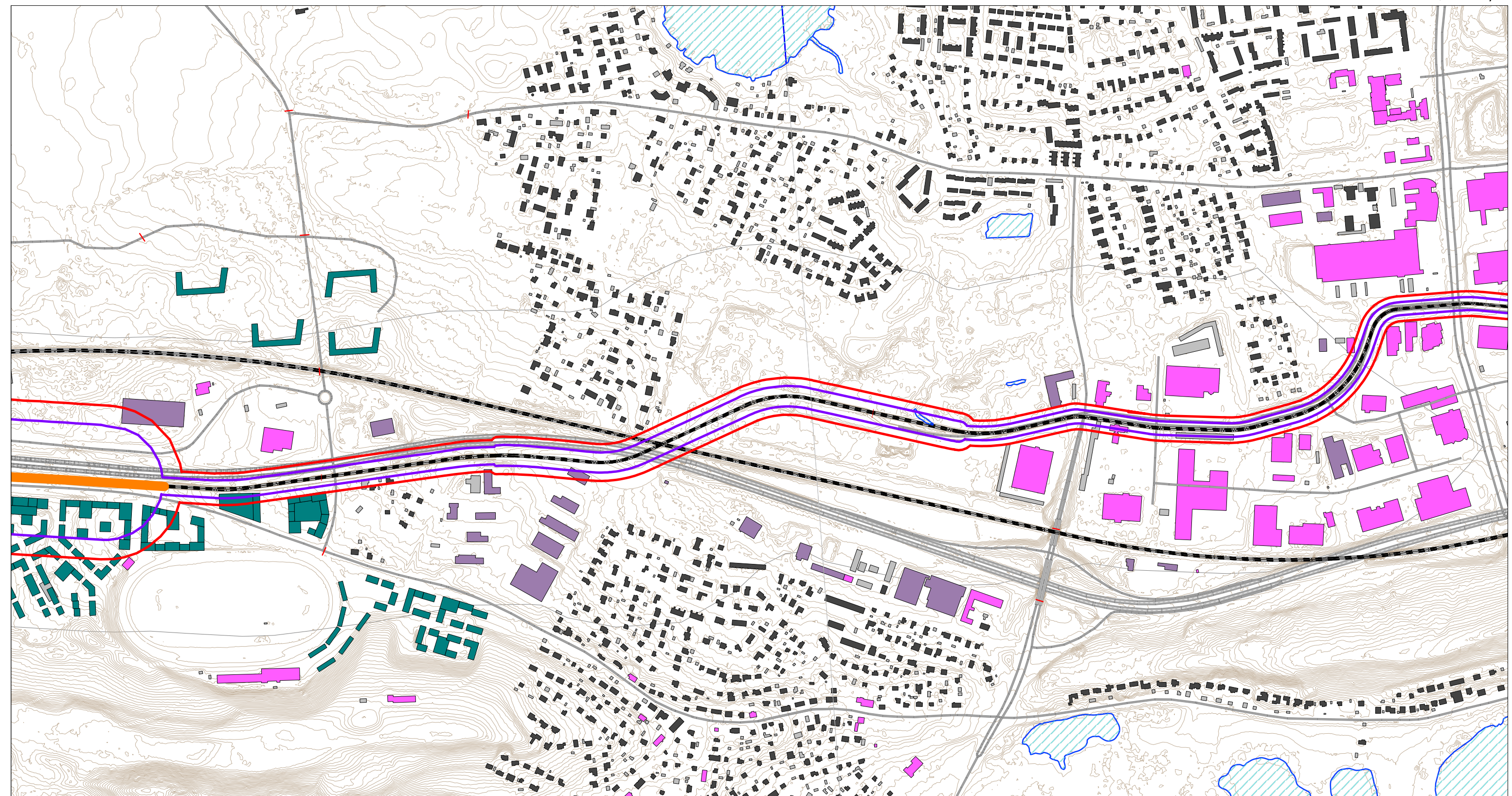
Ilkka Niskanen

Meluasiantuntija

WSP Finland Oy

6. Viitteet

VTT 2009: Maaliikenteen aiheuttaman runkomelun arviointi – Esiselvitys. VTT Tiedotteita 2468.



RAITIOTIEN TARKENTAVA YLEISSUUNNITELMA

RUNKOMELUSELVITYS
TAMPERE, HIEDANRANTA –
YLÖJÄRVI, LEIJAPUISTO

Runkomelutaso dB

Vaimennettava osuus

Runkomelutaso
30 dB

Runkomelutaso
35 dB

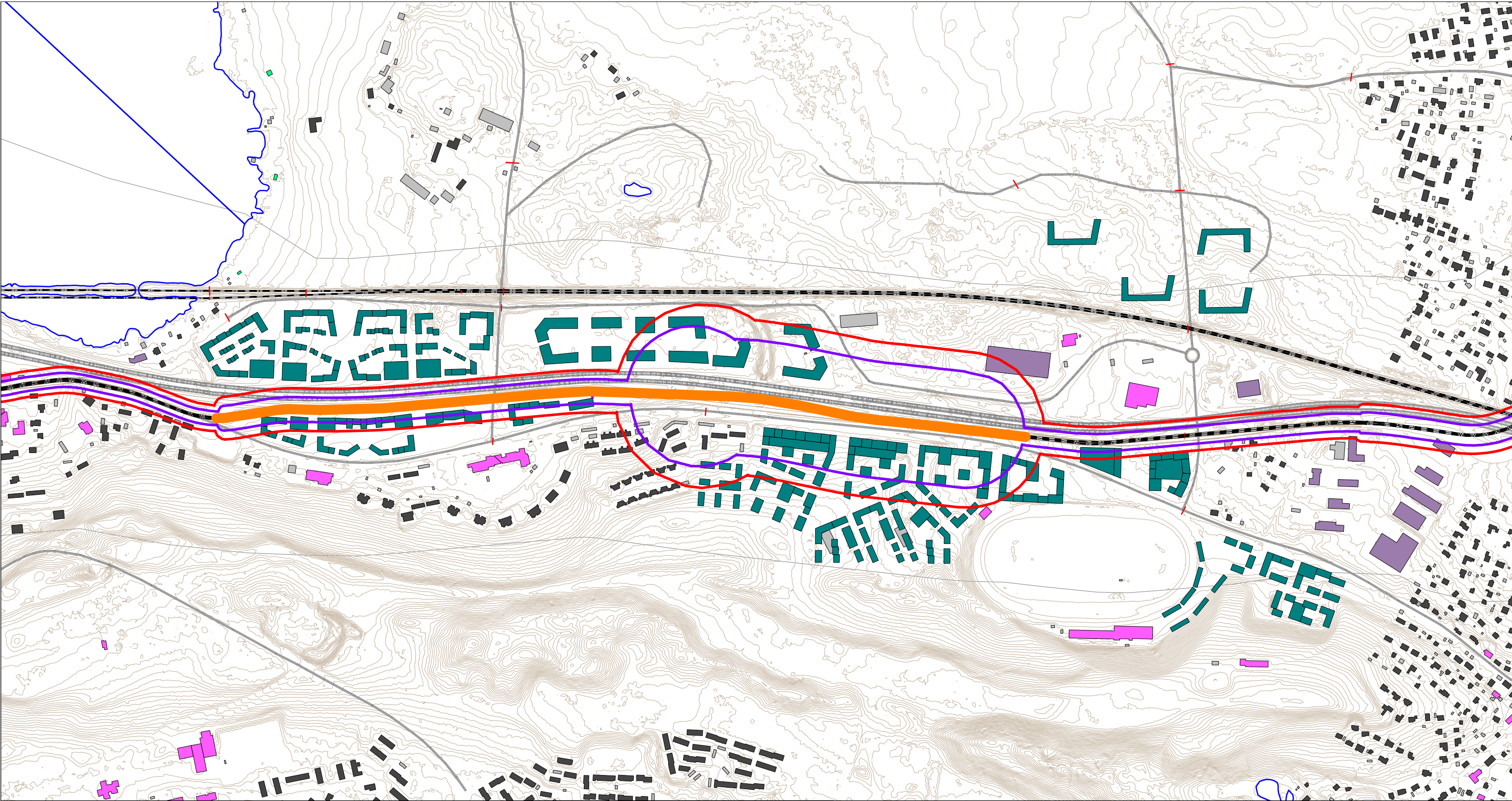
- Asuinrakennus
- Liike- tai julkinen rakennus
- Lomarakennus
- Teollinen rakennus
- Kirkollinen rakennus
- Muu rakennus
- Suunnitellut rakennukset



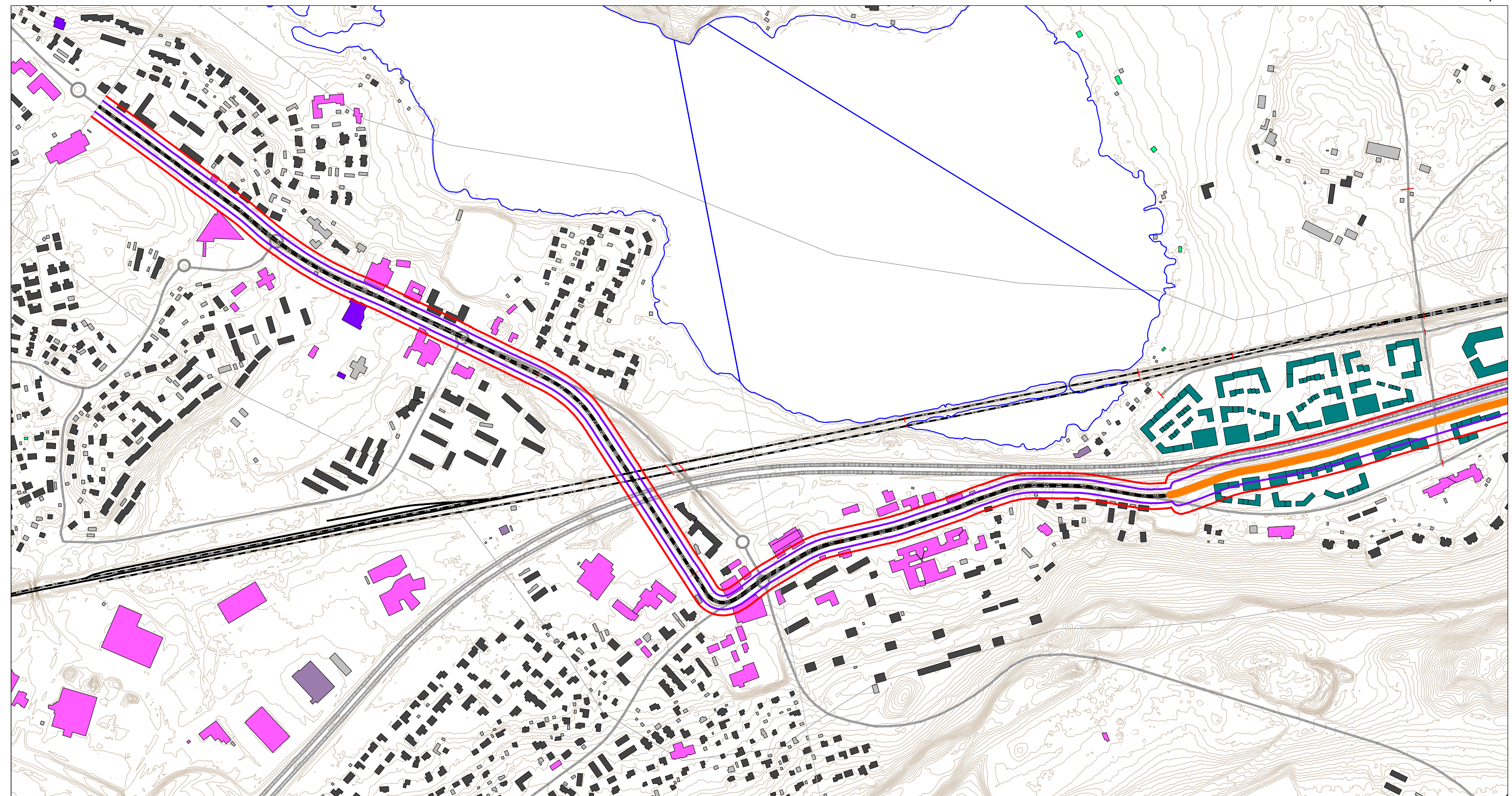
VTT 2009: Maaliikenteen aiheuttaman
runkomelun arviointi. Arviontitason 2
mukainen laskenta.

Mittakaava: 1:7500 (A3)

WSP Finland Oy
16.12.2022



	RAITIOTIEN TARKENTAVA YLEISSUUNNITELMA RUNKOMELUSELVITYS TAMPERE, HIEDANRANTA – YLÖJÄRVI, LEIJAPUISTO	Runkomelutaso dB  Vaimennettava osuus  Runkomelutaso 30 dB  Runkomelutaso 35 dB	 Asuinrakennus  Liike- tai julkinen rakennus  Lomarakennus  Teollinen rakennus  Kirkollinen rakennus  Muu rakennus  Suunnitellut rakennukset	 VTT 2009: Maaliikenteen aiheuttaman runkomelun arviointi. Arviontitason 2 mukainen laskenta. Mittakaava: 1:7500 (A3) WSP Finland Oy 16.12.2022
--	---	---	--	--



RAITIOTIEN TARKENTAVA YLEISSUUNNITELMA

RUNKOMELUSELVITYS
TAMPERE, HIEDANRANTA -
YLÖJÄRVI, LEIJAPUISTO

Runkomelutaso dB

Vaimennettava osuus

Runkomelutaso
30 dB

Runkomelutaso
35 dB

- Asuinrakennus
- Liike- tai julkinen rakennus
- Lomarakennus
- Teollinen rakennus
- Kirkollinen rakennus
- Muu rakennus
- Suunnitellut rakennukset



VTT 2009: Maaliikenteen aiheuttaman
runkomelun arviointi. Arviontitason 2
mukainen laskenta.

Mittakaava: 1:7500 (A3)

WSP Finland Oy
16.12.2022