

TAMPEREEN RAITIOTIE
KAS-vaihe

RUNKOMELU JA TÄRINÄMUISTIO

9.6.2016

SISÄLLYS

TEHTÄVÄ 3

RUNKOMELU 4

Runkomelun synty 4

Runkomelun ohjearvot 4

Runkomelun arvioiminen 5

Runkomelun riskiarviointi raitiotielinjalla 9

TÄRINÄ 10

Tärinän synty 10

Tärinän suositusarvot 11

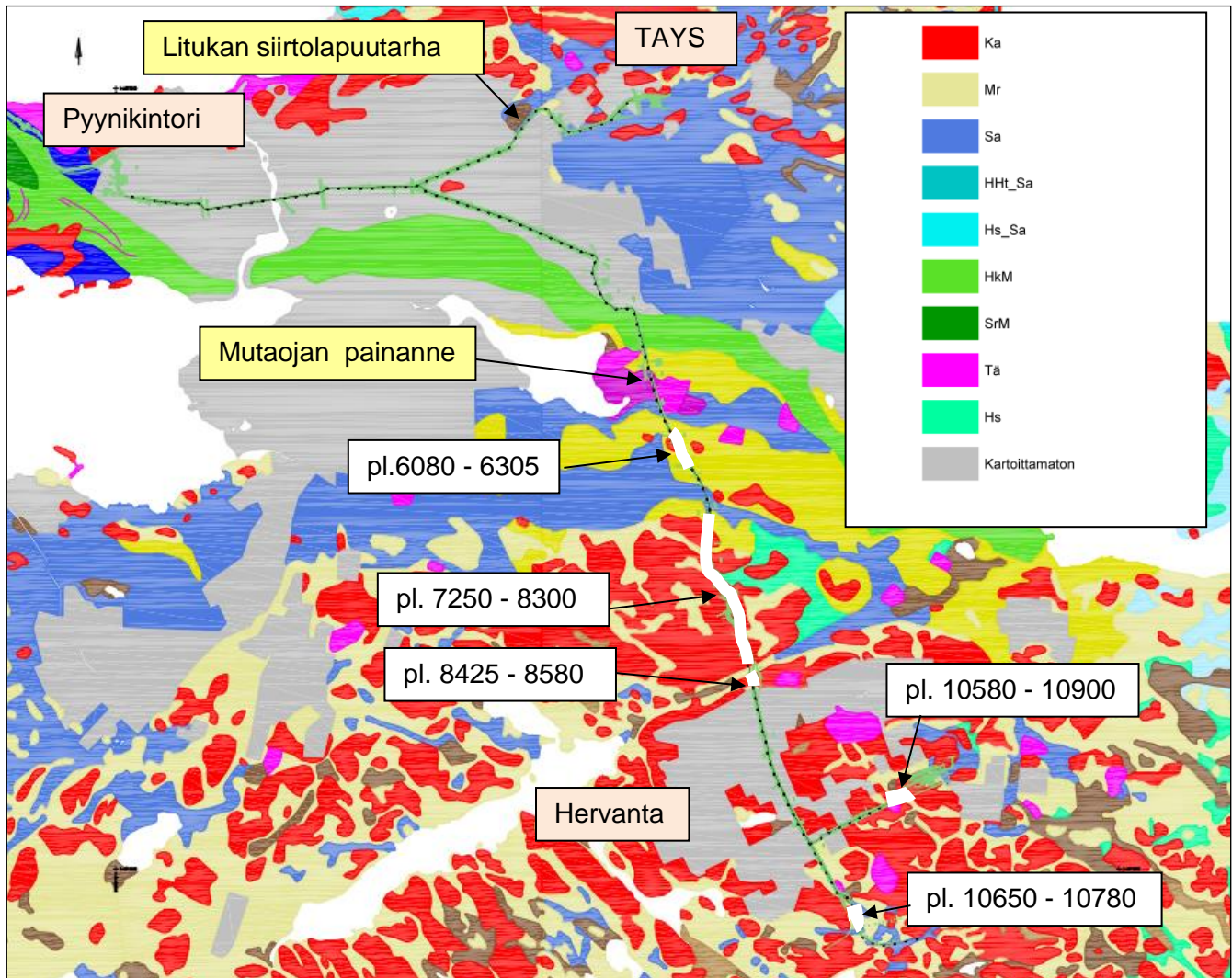
Tärinän arvioiminen 12

Tärinän riskiarviointi raitiotielinjalla 12

YHTEENVETO JA JATKOTOIMET TOTEUTUSVAIHEESSA 14

TEHTÄVÄ

Muistiossa käsitellään Tampereen raitiotiehankkeen KAS-vaiheen runkomelu- ja tärinäriskialueita. Linjan suunnitelma on esitetty maaperäkarttapohjalla kuvassa 1.



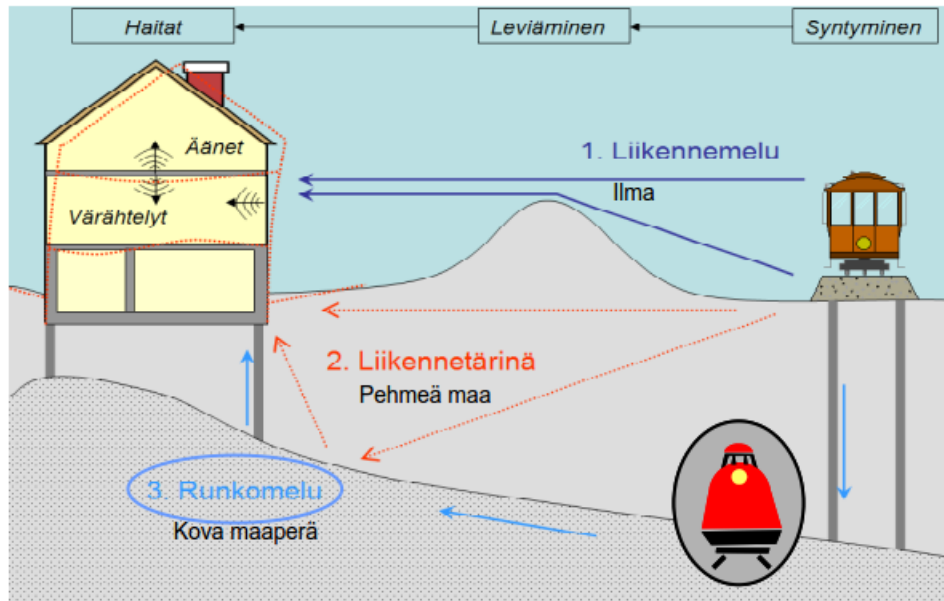
Kuva 1. Tampereen raitiotiehankkeen linjaus maaperäkarttapohjalla. Valkoisella viivalla on merkitty pölkkyraiteen runkomelun riskialueet tulevassa maankäytön suunnittelussa. Hervannan alueella on runkomeluriskiä suositeltavaa tarkentaa toteutus suunnittelussa. Keltaisella taustoituksella on esitetty tärinän arvioidut riskialueet.

Työ pohjautuu runkomelun osalta julkaisuun: Talja, A. ja Saarinen, A. Maaliikenteen aiheuttaman runkomelun arviointi, I Esiselvitys, VTT:n tiedotteita 2468, 2009 ja tärinän osalta VTT tärinään liittyviin julkaisuihin ja suosituksiin sekä muistion laatijan kokemuksiin arvioitavista asioista.

RUNKOMELU

Runkomelun synty

Runkomelu tai runkoääni on maankamaran kautta rakennukseen siirtyvää värähtelyä, joka muuttuu ihmisen aistimaksi ääneksi (kuva 2). Koska ihmisen kuulokynnyksen alin taajuus on yleensä 16 Hz, on runkomelun taajuusalue verrattain korkea 16 – 250 Hz verrattuna yleensä haitalliseksi koettuun matalataajuiseen liikennetärinä, noin 3 – 50 Hz.



Kuva 2. Runkomelun syntyminen maankamaran värähtelystä eli tärinästä (VTT 2009).

Runkomelun taajuusalueella värähtely syntyy kiskon ja junan pyörien kosketuksen aiheuttamasta värähtelystä. Värähtely siirtyy maankamarasta läheisten rakennusten perustuksiin. Perustuksesta ääni etenee rakennuksen runkorakenteita pitkin huonetilojen seinä-, välipohja- ja yläpohjarakenteisiin. Rakenneosien värähtely synnyttää huonetilan pinnoista äänen säteilyä, joka etenee ilmassa paineaaltoina ja joka on aistittavissa äänenä.

Rakenneosien värähtely voi aiheuttaa myös asunnossa olevien varusteluosien ja kalusteiden kilinää, helinää tai kolinaa, mutta näitä välillisiä vaikutuksia ei lueta runkoääneksi, vaan niitä pidetään tärinän ilmenemismuotoina. Runkomeluun liittyvä värähtely on voimakkuudeltaan niin pientä, ettei sitä voi havaita rakennuksen tärinä, eikä se aiheuta vaaraa rakenteille.

Runkomelun verrattain korkean taajuuden (16 – 250 Hz) vuoksi pehmeissä maapohjissa, kuten savissa ja silteissä, runkomelu vaimenee nopeasti. Runkomeluriski on suurin kalliolle ja tiiviille moreenille perustetuissa rakennuksissa.

Runkomelun ohjearvot

Maaperäinen runkoääni kuuluu kumuna, joka voi muistuttaa kaukana olevan ukkosen aiheuttamaa jylinää. Asuinrakennuksissa runkomelu voi riittävän voimakkaana ja toistuvana häiritä etenkin yöunta. Se voi olla myös muuten häiritsevää, jos esimerkiksi liikenteen tai sisätilojen taustamelu ei peitä sen vaikutusta. Runkomelu voi olla

erityisen häiritsevää konsertti- ja juhlasaleissa tai muissa erityistä hiljaisuutta vaativissa kohteissa (Taulukko 1).

Taulukko 1. Runkomelun häiriövaikutus (VTT 2009).

Äänenpainetaso (dB) ¹	Subjekttiivinen kokemus
alle 25	Ääni ei ole yleensä havaittavaa.
25–35	Pieni häiriövaikutus. Melu voi olla hyväksyttävissä nukkumiseen tarkoitetuissa tiloissa (mm. asunnot, hotellit, sairaalat).
35–45	Kohtalainen häiriövaikutus. Äänet ovat liian voimakkaita nukkumiseen tarkoitettuihin tiloihin.
yli 45	Suuri häiriövaikutus. Melu koetaan häiritsevänä useimmissa häiriöttömyyttä vaativissa tiloissa.

Suomessa ei ole runkomelulle annettu raja- tai ohjearvoja. Taulukossa 2 on esitetty suositus Suomessa käytettävistä runkomelutasojen raja-arvoista. Suosituksen raja-arvoja asetettaessa tavoitteena on ollut häiriövaikutuksen rajoittaminen minimiin. Arvot täyttävät valtioneuvoston, sosiaali- ja terveysministeriön ja Suomen rakennusmääräyskokoelmassa annetut suurimmat sallitut äänitasot asunnossa.

Taulukko 2. Suositus runkomelutasojen ohjearvoiksi (VTT 2009). Yläindeksi 2 viittaa avoratoihin.

Rakennustyyppi	Runkomelutaso $L_{p_{rm}}$ [dB]
Radio-, tv- ja äänitysstudiot, konserttisalit	25–30
Asuinhuoneistot	30/35 ²
Hoito- ja sosiaalihuollon laitokset, majoitustilat <ul style="list-style-type: none"> potilashuoneet, majoitustilat päiväkodit, lasten ja henkilökunnan oleskeluun tarkoitettut huoneet 	30/35 ²
Kokoontumis- ja opetustilat <ul style="list-style-type: none"> 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

Avoradoilla ohjearvo on korkeampi kuin tunneliradoilla. Tämä johtuu siitä, että avoratojen ympäristössä on yleensä muutakin ääntä, kun vastaavasti tunneliradoilla runkomelu voi olla hallitsevampaa muihin ääniin verrattuina.

Runkomelun arvioiminen

Runkomeluriskit korostuvat pohjoismaisissa maankamaraolosuhteissa, joissa luja kallio nousee monin paikoin maanpinnalle ja joissa maa-aines jäätyy roudaksi erityisesti lumipeitteettömien väylien kohdilla.

Kalliolle perustetuilla avoradoilla värähtelyn siirtotie katkeaa useammin kuin tunneleissa maankamaran epäjatkuvuuskohdissa. Harvoin radan alusrakenne on

välittömästi kalliolla, koska kallionpinta vaihtelee ja sen pintaosissa on lisäksi enemmän halkeamia ja heikkousvyöhykkeitä kuin yleensä tunneliradan yläpuolella. Merkittävät halkeamat, kallionpinnan vaihtelu ja heikkousvyöhykkeet vähentävät runkomelun aiheuttavaa värähtelyä: Avoradan runkomeluriskin arviointi on tunnelirataa vaativampaa.

Pääosa linjauksesta tehdään kiintoraiteena. Routivilla mailla kiintoraiteen alle tehdään routaeristys, joka vähentää merkittävästi runkomelua. Toisaalta routivat maat ovat varsin hienorakeisia, joilla runkomeluriski on muuten pieni.

VTT julkaisussa runkomelun arviointi voidaan tehdä kolmella tavalla. Arviointitaso 1 perustuu turvaetäisyyksiin. Arviointitaso 2 perustuu värähtelyn siirtotien arviointiin ja arviointitaso 3 mittauksiin. Tässä muistiossa arviointi on tehty tason 1 ja 2 mukaisesti.

Arviointitaso 1

Taulukossa 3 on esitetty turvaetäisyyksiä liikennetyypin ja maankamaran laadun perusteella. Tampereen raitiotien aiheuttama runkomelu sijoittunee taulukon raitiovaunun ja metron välille.

Taulukko 3. Väylän ja rakennuksen välinen etäisyys, jota kauempana väylästä tarkempi tarkastelu ei ole yleensä tarpeen. Maapohja on oletettu samaksi väylän ja rakennuksen alla ja sen paksuudeksi vähintään 3 metriä VTT 2009).

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

Taulukon 3 perusteella pehmeillä maapohjilla ei ole yleensä häiritsevän runkomelun riskiä. Suoraan kalliolle perustettujen rakennusten riskialue voi ulottua radasta jopa 150 metrin etäisyydelle.

Arviointitaso 2

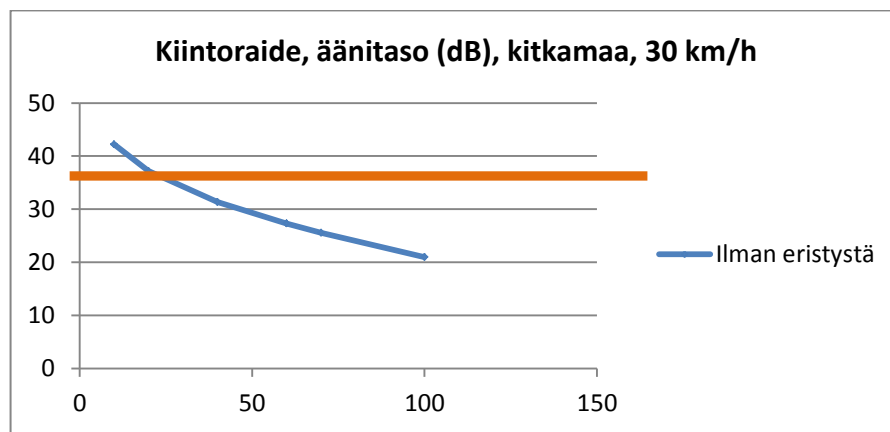
Arviointitason 2 käyttö on perusteltua, jos runkomeluriski arviointitason 1 perusteella kohoaa suureksi. Tason 2 värähtelyn siirtotiehen perustuva arviointi on

yksityiskohtaisesti esitetty VTT:n julkaisussa. Tässä esitetään ainoastaan arvioinnin perusteet ja tulokset.

Tässä muistiossa arviointi perustuu normaalijousitettuun sähkömoottoriajoneuvoon. Radan kunto on hyvä ja kiskojen alla on joustavat aluslevyt. Arvioinnit on tehty suunniteltujen ajonopeuksien 20 - 70 km/h mukaan. Alhaisemmilla ajonopeuksilla runkomelutasot alenevat. Nopeudella 40 km/h runkomelun voidaan arvioida alenevan noin 3 dB ja nopeudella 20 km/h vastaavasti 5 dB verrattuna ajonopeuteen 70 km/h.

Kiintoraide

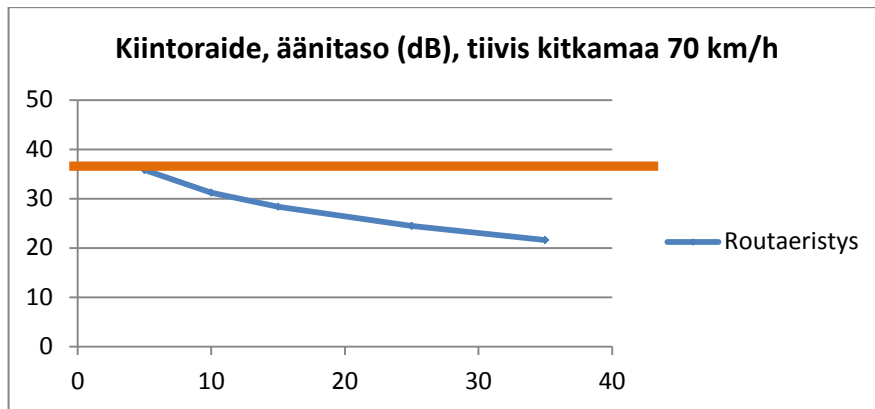
Kun rakennukset ja kiintoraide on perustettu routimattomalle tiiviille maapohjalle ilman routaeristystä, ulottuu arvioitu riskialue radasta noin 25 – 30 metriin (kuva 3).



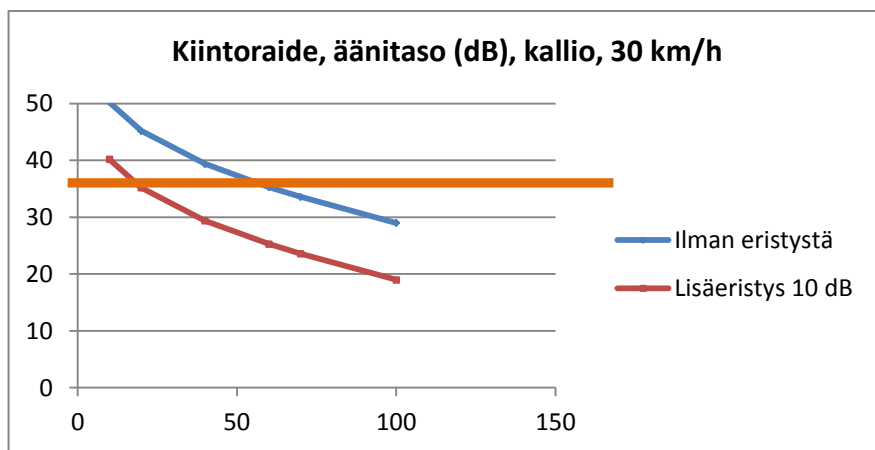
Kuva 3. Arviointitasoon 2 perustuva runkomelun riskialue, kun kiintoraide on tehty kitkamaan varaan ilman routaeristystä. Suositusohjearvo on 35 dB. Vaaka-akselilla on etäisyys (m).

Routivilla kiinteillä maapohjilla kiintoraiteen alla on 100 mm routaeristys, joka vähentää runkomelua noin 10 dB, tällöin runkomelun riskialue supistuu ja ulottuu radasta noin 5 – 10 metriin (kuva 4). Routaeristeen eristysvaikutukseen vaikuttaa radan rakenteen lisäksi pohjamaa ja tarkasteltava taajuusalue.

Runkomeluriskialttiilla kalliolla ei kiintoradan alle tule routaeristystä. Tällöin runkomelunriskialue ulottuu radasta noin 60 metrin etäisyydelle. Routaeristeen tasoisella lisäeristyksellä riskialue supistuu radasta noin 20 metrin etäisyydelle (kuva 5).



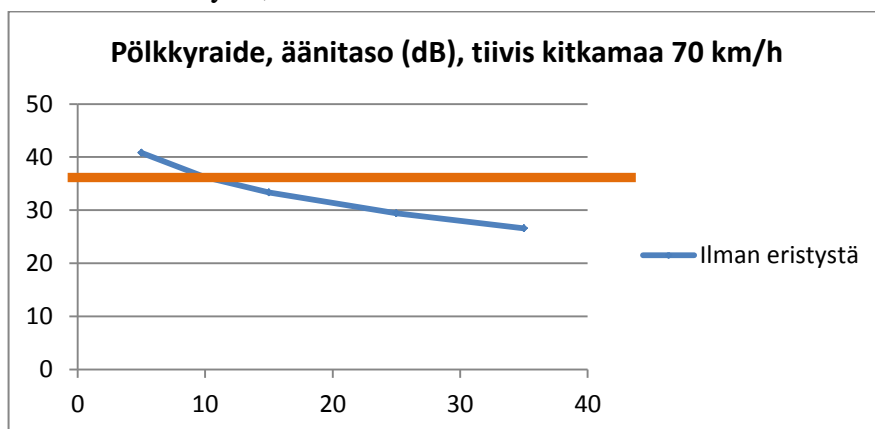
Kuva 4. Arviointitasoon 2 perustuva runkomelun riskialue, kun kiintoraide on tehty kitkamaan varaan ja sen alla on routaeristys. Suositushjearvo on 35 dB. Vaaka-akselilla on etäisyys (m).



Kuva 5. Arviointitasoon 2 perustuva runkomelun riskialue, kun kiintoraide on tehty kallion varaan. Suositushjearvo on 35 dB. Vaaka-akselilla on etäisyys (m).

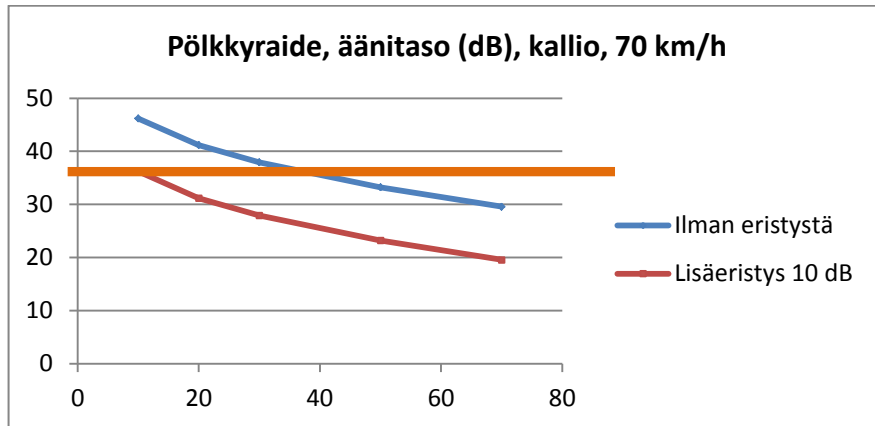
Pölkkyraide

Kun rakennukset ja kiintoraide on perustettu routimattomalle tiiviille maapohjalle ilman routaeristystä, ulottuu arvioitu riskialue radasta noin 10 metriin (kuva 6).



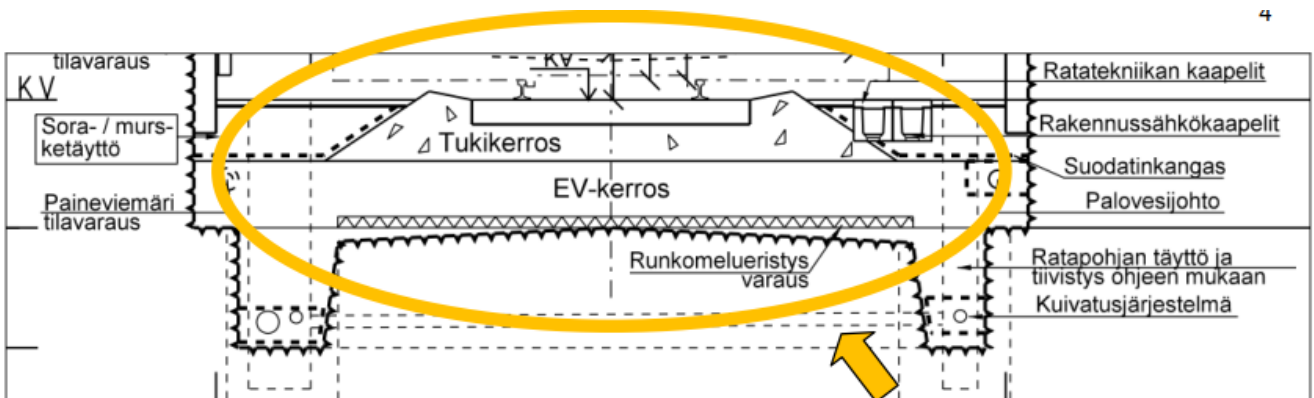
Kuva 6. Arviointitasoon 2 perustuva runkomelun riskialue, kun pölkkyraide on tehty tiiviin kitkamaan varaan ilman eristystä. Suositushjearvo on 35 dB. Vaaka-akselilla on etäisyys (m).

Kun rakennukset ja pölkkyraide on perustettu kalliolle (rakennekerrosten alla kallio) metriä), on arvioitu riskialue radasta noin 40 – 50 metriä (kuva 7).



Kuva 7. Arviointitasoon 2 perustuva runkomelun riskialue, kun pölkkyraide on tehty kallion varaan. Suositusohjearvo on 35 dB. Vaaka-akselilla on etäisyys (m).

Tarvittaessa käytetään tehokkaampaa eristämistä, joilla voidaan päästä noin 15 – 20 dB eristysvaikutukseen. Kuvassa 8 on pölkkyraiteen alle tehty eristys Kehäradalla. Sen eristysvaikutus on noin 10 dB ja kustannus noin 50 €/m².



Kuva 7. Periaatteellinen eristysratkaisu; RockBallast 3515, paksuus 50 mm, paino 11 kg/m². Tätä eristystapaa on käytetty Kehäradan tunneleissa.

Runkomelun riskiarviointi raitiotielinjalla

Raitiotie ei arvioiden mukaan aiheuta merkittävää runkomeluriskiä nykyisissä asuinrakennuksissa. Näin ollen tässä suunnitteluvaiheessa runkomeluriskin huomioon ottaminen ei vaadi erityistoimia. Suurimmat riskialueet ovat Hämeenkadulla ja Hervannan valtavyhlän läheisyydessä ja Hervannassa.

Kiintoraide

Hämeenkadulla runkomeluriskiä vähentää pääosin ohuiden irtorakeisten maakerrosten varaan tehdyn kiintoraiteen alla oleva routaeristys ja alhainen 20 km/h ajonopeus.

Hervannassa raitotie tehdään pääosin kiintoraiteena. Routimattomilla maapohjilla runkomelua eristävä routasuojaus puuttuu (pl. 8560 – 8700, 9390 – 9775 ja 9970 – 10480). Näiden kohdalla maankamaraolosuhteet vastaavat pohjatutkimusten mukaan lähinnä kuvan 3 tilannetta, jolloin riskialue ulottuu radasta noin 20 metrin etäisyyteen. Toteutussuunnitteluvaiheessa on tarpeen tutkia näillä alueilla radan alla olevan kalliopinnan asemaa tarkemmin ja tarkentaa runkomeluriskialueen laajuutta.

Pölkkyraide

Osa linjauksesta tehdään pölkkyraiteena, jonka alle ei tule routaeristystä. Pölkkyraiteen alle rakennettava murskekerros vähentää runkomelua, noin 5 – 10 dB, ja se on arvioinnissa otettu huomioon.

Maankäytön suunnittelussa on runkomeluriski otettava huomioon suunniteltaessa asuinrakennuksia kallioalueille väylän, jota ei ole routaeristetty tai muuten runkomelueristetty, läheisyyteen. Vaadittava turvaetäisyys on tällöin noin 60 metriä väylästä (kuva 4).

Näitä kohteita on lähinnä pölkkyraideosuudella Hervannan valtaväylän läheisyydessä ja Hervannassa (taulukko 4). Nämä väyläosuudet on esitetty likimääräisesti myös kuvan 1 kartassa.

Taulukko 4. Väyläosuudet, joilla on maankäytön suunnittelussa otettava runkomeluriski huomioon. Katso myös kuva 1.

Alkupaalu	Loppupaalu	pituus (m)
6080	6305	225
7250	8300	1050
8425	8580	155
10580	10900	320
10650	10780	130

TÄRINÄ

Tärinän synty

Tärinä on maankamaran kautta rakennukseen siirtyvää värähtelyä, joka aistitaan tuntoaistilla (kuva 2). Häiritsevän liikennetärinän taajuus on yleensä 3 – 50 Hz.

Kulkuneuvon akselit aiheuttavat ”ohitustaajuudella” tärinää taajuudella noin 3 – 12 Hz. Tämä alhaisella taajuudella maassa liikkuva tärinä voi vahvistua hienorakeisissa maapohjissa ja aiheuttaa 1 – 2 kerroksisen pientalon koko rungon resonanssivärähtelyn vaakasuunnassa.

Taajuudeltaan noin 10 – 50 Hz tärinä syntyy ratapölkkyjen, ajoneuvon jousitusten, ajoradan epäjatkuvuuskohtien yms. aiheuttamista herätteistä. Tämä keskitaajuuksilla maassa liikkuva tärinä voi vahvistua kiinteissä irtorakeisissa maapohjissa ja aiheuttaa erityisesti rakennusten välipohjien värähtelyä pystysuunnassa.

Suurimman tärinän aiheuttaa raskasliikenne ja pitkät kulkuneuvot kuten tavarajunat. Tärinää kasvattavat suuret ajonopeudet erityisesti pehmeillä maapohjilla.

Liikennetärinä ei aiheuta rakenteellisia vaurioita tavanomaisessa kunnossa olevissa rakennuksissa tai rakenteissa. Sen sijaan se voi olla haitallista herkille laitteille tai toiminnoille.

Tärinän suositusarvot

Suomessa noudatetaan liikennetärinälle yleensä VTT:n ohjeita ja suositusarvoja (taulukko 5). Niiden laadinnassa on otettu huomioon ihmisten kokema häiriö asuinrakennuksissa. Suurin tärinähäiriö koetaan yleensä öisin. Uusien väylien rakentamisen yhteydessä noudatetaan yleensä värähtelyluokan C arvoja. Taulukon arvoja ei sovelleta rakennuksiin, joissa ihmiset ovat liikkeessä kuten esimerkiksi toimisto, kahvilat, ostoskeskukset ym.

Taulukko 5. Suositus tärinän ohjearvoiksi ja luokituksiksi ohjearvoiksi (Suositus liikennetärinän mittaamisesta ja luokituksesta, VTT Tiedotteita 2278, Espoo 2004).

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>	$\leq 0,60$

Tärinän arvioiminen

Liikennetärinän suuruutta arvioidaan uusien väylähankkeiden suunnittelussa 1. turvaetäisyyksien, 2. laskentamallien tai 3. vertailukelpoisissa olosuhteissa tehtyjen mittausten perusteella.

Arviointitaso 1

Arviointitaso 1 perustuu VTT:n määrittelemiin turvaetäisyyksiin. VTT:n julkaisuissa ei ole esitetty turvaetäisyyttä raitiotieliikenteelle. Kevyin arvioitu kulkuneuvo on pikajuna (40 km/h, 500 tn). Pikajunan aiheuttaman tärinän turvaetäisyys on kiinteillä maapohjilla noin 20 metriä ja pehmeillä vastaavasti noin 50 metriä. Huomattavasti kevyemmän ja lyhyemmän raitiovaunun aiheuttama tärinätaaso voidaan arvioida selvästi pikajunan aiheuttamaa tärinätaasoa alhaisemmaksi, jolloin myös turvaetäisyydet ovat selvästi pienempiä.

Arviointitasoa 1 käytetään maakuntakaavan tai yleiskaavan tärinäriskitarkasteluissa ja myös muissa alustavissa tarkasteluissa.

Arviointitaso 2

Arviointitaso 2 käyttö perustuu turvaetäisyyksien lisäksi laskennallisiin tarkasteluihin ja paikan päällä tehtäviin tarkentaviin mittauksiin. Arviointitasoa 2 voidaan käyttää, kun yleiskaavassa tai asemakaavassa rakentamista ohjataan yksityiskohtaisesti ja arviointitaso 1 perusteella alue on riskialuetta. Arviointitasoon 2 laskennallisiin menetelmiin sisältyy usein niin suuria epävarmuuksia, että tärinämittauksiin perustuva arviointitaso 3 on usein perusteltua.

Arviointitaso 3

Arviointitasoa 3 käytetään erityisesti silloin, kun tärinän arvioidaan vahvistuvan merkittävästi rakennuksissa. Arviointitaso 3 perustuu tarkempiin rakennuspaikkakohtaisiin tärinämittauksiin ja rakennusten värähtelytarkasteluihin.

Viime vuosina on liikennetärinämittauksia tehty Suomessa runsaasti. Ne ovat liittyneet rautatie- ja katuliikennetärinään ja katuliikennetärinässä erityisesti hidasteisiin. Raitiotieliikennetärinämittauksia on tehty vähän Suomen olosuhteissa. Osaltaan tämä kuvastaa paitsi sitä, että raitiotieliikennettä on Suomessa verrattain vähän, myös sitä että raitiotieliikenne aiheuttaa vähän tärinähaittaa. Raitiovaunut ovat keveitä ja lyhyitä verrattuna raskaisiin tavarajuniin ja lisäksi niiden ajonopeus on yleensä varsin alhainen.

Tärinän riskiarviointi raitiotielinjalla

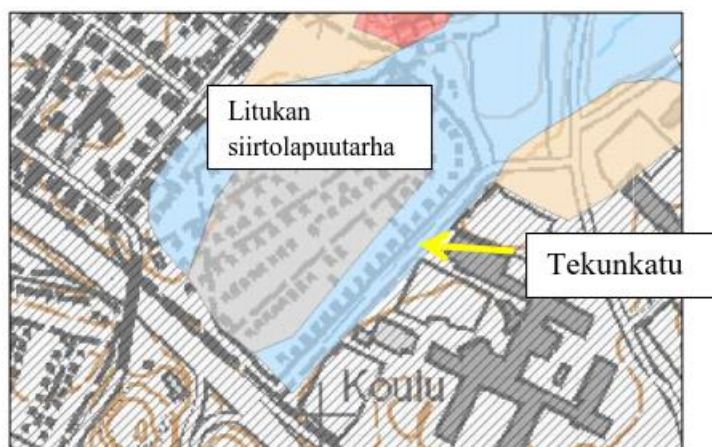
Koska raitiotietärinämittauksia on tehty vähän, VTT:n ohjeissa ei ole annettu raitiotieliikenteelle turvaetäisyyksiä ja ei myöskään esitetty laskentamallia tärinän arvioimiseksi. Raitiovaunuliikenteen tärinän arvioinnin täytyisi siis tapahtua vertailukelpoisissa olosuhteissa tehtyjen mittausten perusteella. Kun tärinämittauksiakaan ei ole käytössä, arviointi perustuu asiantuntijan näkemykseen. Asiantuntijan arviointi perustuu kokemuksiin, mittauksiin ja tutkimuksiin liikennetärinän luonteesta ja ominaisuuksista: lähinnä tärinän syntyisestä, leviämisestä maankamarassa ja siirtymisestä rakenteisiin ja rakenteissa.

Raitiotieliikenteen aiheuttama tärinä ei aiheuta rajoituksia myöskään tulevaisuuden maankäytön suunnittelussa. Raitiotieväylä sijoittuu pääosin kantavalle maankamaralle, joissa runkomeluriski on tärinäriskiä suurempi.

Tärinäriskialueiksi on arvioitu kaksi pehmeikkö aluetta: Mutaojan painanteen alue Hervannan valtaväylän kohdalla ja Litukan siirtolapuutarhan alue Tekunkadulla.

Mutaojan tärinäriskiin vaikuttaa väylän perustaminen ja mahdollisten uudisrakennusten sijoittuminen väylään nähden. Tällä hetkellä ei suunnitellun väylän lähistöllä ole rakennuksia tärinäriskialueella (lähimmän rakennuksen etäisyys väylästä noin 50 metriä). Väylän perustaminen esimerkiksi sillalle poistaa tärinäriskin.

Litukan siirtolapuutarhan vieressä raitiotieväylä sijoittuu Tekunkadulla hienorakeisen maakerrostuman (kartassa sininen väri) ja koulurakennusten täyttömaa kerrostumien (vinoviivoitus) raja-alueelle (kuva 8). Hienorakeisten kerrostumien paksuus Tekunkadulla on suurimmillaan noin 6 – 7 metriä. Tekunkadulta siirtolapuutarhan keskialueelle siirryttäessä maapohja muuttuu kartan perusteella liejuksi (harmaa väri).



Kuva 8. Litukan siirtolapuutarhan alue GTK:n maaperäkartalla.

Tiedossa ei ole Tekunkadun kaltaisissa maaperäolosuhteiden tehtyjä raitiotietärinämittauksia. Kun raitiotietärinää ei ole juurikaan tutkittu, suurin epävarmuus on tärinän synnyssä ja tällöin lähinnä syntyvän tärinän suuruudessa erilaisilla maapohjilla. Tärinän siirtyminen maankamarassa ja siirtyminen rakenteisiin noudattaa samoja fysikaalisia lainalaisuuksia kuin muukin liikennetärinä ja niiden vaikutukset ovat paremmin arvioitavissa.

Raitiovaunuliikenne voi aiheuttaa tärinää, joka voidaan aistia Tekunkatua lähimmissä siirtolapuutarharakennuksissa. Tärinän suuruuden arvioidaan tällöin olevan alle 0,6 mm/s ($v_{w,95}$, taulukko 5). Tämä vastaa olosuhteita, joihin pyritään olemassa olevilla asuinalueilla olemassa olevien väylien vieressä. Tällöin noin 25 % asukkaista kokee tärinän häiriöksi (Taulukko 5). Kauemmissa rakennuksissa tärinä on vähäisempää ja sen voidaan olettaa olevan alle 0,3 mm/s ($v_{w,95}$, taulukko 5) noin 30 metrin etäisyydellä raitiotieväylästä. Suositusarvoja sovellettaessa voi olla tarpeen selvittää rakennusten tarkoituksenmukaisuus asumiseen (taulukko 5).

Mikäli Litukan alueen tärinää halutaan selvittää tarkemmin, on suositeltavaa tehdä raitotien valmistuttua tärinämittauksia. Tämän kaltaisissa olosuhteissa kustannustehokkain tapa vähentää tärinää on yleensä yöaikaisten ajonopeuksien alentaminen.

YHTEENVETO JA JATKOTOIMET TOTEUTUSVAIHEESSA

Tässä kirjoituksessa on esitetty runkomelu- ja tärinäriskialueet ja niiden hallinnan yleiset periaatteet. Toteutusvaiheen suunnittelussa on tarpeen tarkentaa runkomeluriskien hallintaa. Riskialueet on esitetty kuvassa 1.

Runkomelu

Raitiotie ei arvioiden mukaan aiheuta merkittävää runkomeluriskiä nykyisissä asuinrakennuksissa. Näin ollen tässä suunnitteluvaiheessa runkomeluriskin huomioon ottaminen ei vaadi erityistoimia. Suurimmat riskialueet ovat Hämeenkadulla ja Hervannan valtaväylän läheisyydessä ja Hervannassa.

Erityisesti Hervannan alueella olisi toteutusvaiheessa tarpeen varmistaa kallionpinnan asema riittävän tarkasti runkomeluriskiarvion tarkentamiseksi. Mikäli radan rakennekerrokset suunnitellaan suoraan kalliolle, voi olla tarpeen tehdä näillä riskialueilla tarkentavia runkomeluriskiarviointeja. Tällöin kyseeseen tulisivat vertailukelpoisissa olosuhteissa esimerkiksi Norjan Bergenissä tehtyjen mittausten analysointi ja/tai kenttämittaukset keinoitekoista herätettä käyttäen. Keinoitekoisen herätteen perustuvia mittauksia on kuvattu VTT:n tiedotteessa 2468: Maaliikenteen aiheuttaman runkomelun arviointi, I Esiselvitys. Suomessa on esimerkiksi VTT:llä valmius tehdä näitä mittauksia.

Runkomeluriskin arviointi perustuu asunnoille suositeltuun ohjearvoon 35 dB (taulukko 2). Arvioinnissa ei ole otettu huomioon vaativia toimintoja tai tiloja, jotka ovat erityisen herkkiä runkomelulle.

Tärinä

Raitotien lähialueella ei ole merkittäviä tärinäriskialueita. Tärinä ei myöskään rajoita tulevaa tavanomaista asuinrakentamista raitiotien ympäristössä. Vähäisiksi tärinäriskialueiksi on arvioitu kaksi pehmeikköaluetta: Mutaajan painanteen alue Hervannan valtaväylän kohdalla ja Litukan siirtolapuutarhan alue Tekunkadulla.

Tärinäriskin arviointi perustuu VTT:n suositusarvoihin (taulukko 5). Arvioinnissa ei ole otettu huomioon laitteita, toimintoja tai tiloja, jotka ovat erityisen herkkiä tärinälle.

Raitovaunutärinä ei aiheuta vaurioita normaalikuntoisissa rakenteissa.

Lappeenrannassa 9. kesäkuuta 2016



Matti Hakulinen
Geotekninen erityisasiantuntija, TkL

Pöyry Finland Oy