

Tärinä ja runkomelu – opas kaavoituksessa



Ammattikorkeakoulututkinnon opinnäytetyö

Riihimäen kampus, liikenneala, insinööri (AMK)

Syksy 2021

Salla Ålander

Liikenneala

Tiivistelmä

Riihimäki

Tekijä Salla Ålander

Vuosi 2021

Työn nimi Tärinä ja runkomelu – opas kaavoituksessa

Ohjaajat Pauliina Kuronen

TIIVISTELMÄ

Opinnäytetyössä tutustutaan liikenteen aiheuttamaan tärinään ja runkomeluun ja laaditaan opas näiden huomioimisesta kaavoituksen ja liikennesuunnittelun yhteydessä. Työn aihe on saatu Espoon kaupunkisuunnittelukeskuksen liikennesuunnitteluyksiköltä ja opas on suunnattu kaupunkisuunnittelukeskuksen sisäiseen käyttöön. Työssä keskitytään raideliikenteen aiheuttamiin häiriöihin.

Tärinän ja runkomelun huomioimiseksi kaavoituksen yhteydessä ei ole virallisia ohjeita ja toimintamallit eivät ole alalla vakiintuneita. Aiheita on tutkittu Suomessa eniten VTT:n toimesta, mutta muutamia muitakin lähteitä on saatavilla.

Työn aikana on käyty läpi kattavasti suomeksi saatavilla olevia lähdemateriaaleja. Opasta varten on käyty läpi myös eri kuntien kaavojen sisältöjä kaavamerkintöjen ja -määräysten osalta. Lähteistä on poimittu kaavoituksen kannalta olennaisimmat seikat ja pyritty laatimaan yhtenäinen opas. Oppaasta on jätetty pois tekniset yksityiskohdat selkeyden ja helpomman omaksuttavuuden saavuttamiseksi.

Tärinän ja runkomelun syntyminen ja vaikutusten kokonaisvaltainen ymmärtäminen vaatii monialaista osaamista. Kaikilla ei ole kuitenkaan mahdollisuutta syventyä aiheeseen, jolloin oppaan avulla on mahdollista saada riittävän hyvä kuva näiden ilmiöiden roolista kaavoituksen yhteydessä.

Avainsanat Kaavoitus, liikenne, runkomelu, tärinä

Sivut 28 sivua

Author Salla Ålander

Year 2021

Subject Traffic induced building vibration and ground borne noise – guide for urban planning

Supervisors Pauliina Kuronen

ABSTRACT

This thesis introduces the concept of vibration and ground borne noise caused by traffic. In the thesis project guidelines were prepared on how to take these into account in urban and traffic planning. The topic was provided by the Transport Planning Unit of the City of Espoo, the City Planning Department. The guidelines are intended for the use of the employees at the City Planning Department to help to mitigate the risks caused these phenomena.

There are no official guidelines on vibration and ground borne noise in relation to urban planning. Furthermore, there are few operating models that are well established in the industry. In Finland the topics have been examined mostly by VTT, but a few other sources are also available.

A comprehensive review of Finnish sources as to the topic was made as part of the work. For the guidelines, the contents of urban plans of various municipalities were also reviewed as to planning markings and regulations. The target was to compile unified guidelines. Technical details were left out from the guidelines for clarity and ease of use.

A comprehensive understanding of forming and effects of vibration and frame noise requires multidisciplinary expertise. With the help of these guidelines, it is possible to get a good enough picture of the role of these phenomena in the context of urban planning.

Keywords Frame noise, traffic, urban planning, vibration

Pages 28 pages

Sisälllys

1	Johdanto	1
2	Liikennetärinä ja liikenteen aiheuttama runkomelu	2
2.1	Liikennetärinä ilmiönä.....	2
2.2	Runkomelu ilmiönä	3
2.3	Tärinän ja runkomelun haitat	4
2.4	Ehkäiseminen teknisin keinoin.....	5
3	Lait ja määräykset.....	6
4	Suositusarvot ja riskiarviointi	7
4.1	Tärinän suositusarvot.....	7
4.2	Tärinän riskiarviointi	8
4.2.1	Turvaetäisyyksien mukainen arviointi.....	8
4.2.2	Mittauksin tarkennettu laskenta.....	11
4.2.3	Rakennuskohtainen arviointi	12
4.3	Runkomelun suositusarvot	12
4.4	Runkomelun riskiarviointi	13
4.4.1	Turvaetäisyyksiin perustuva arviointi	14
4.4.2	Kohdekohtainen laskentamalli.....	15
4.4.3	Mittauksin tarkennettu malli	15
5	Kaavoitus	17
5.1	Tärinän ja runkomelun huomiointi	17
5.2	Kaavamerkinntät	18
5.2.1	Espoo	18
5.2.2	Tampere	19
5.2.3	Oulu – Oritkarin kolmioraide kaavamuutos.....	20
5.2.4	Sipoo – Talma osayleiskaava	22
6	Ohjeen laadinta	24
6.1	Ohjeen tavoite.....	24
6.2	Ohjeen toteutustapa.....	24
7	Pohdinta	25
	Lähteet.....	27

Kuvat, taulukot ja kaavat

Kuva 1. Liikennetärinän syntyminen ja siirtyminen rakennukseen. (Talja & Törnqvist, 2014, s. 4).....	3
Kuva 2. Runkomelun syntyminen ja leviäminen ympäristöön. (Talja & Saarinen, 2009, s. 15)	4
Kuva 3. Esimerkkejä rakennuksen perustukseen asennetuista joustavista eristysratakaisuista. (Talja & Saarinen, 2009, s. 47)	5
Kuva 4. Havainnekuva radan ympäristön tärinävyöhykkeistä, kun alueen maaperäominaisuudet vaihtelevat. (Talja & Törnqvist, 2014, s. 7)	9
Kuva 5. Esimerkki karttatulosteesta, jossa laskentamallilla saatuja tuloksia on tarkennettu tarkkuustaso 2 mittaustulosten avulla. Huomautus: kuvassa mittauslinjan tuloksiin ja mitoittavaan junaan perustuvien alueiden ulkorajat merkitty väärinpäin. (Talja & Törnqvist, 2014, s. 12)	10
Kuva 6. Mittaustuloksilla tarkennettu laskennallista vaimenemiskäyrää. (Talja & Törnqvist, 2014, s. 15)	12
Kuva 7. Raja-arvojen toteutumisyöhykkeet eristetyille (vihreä) ja eristämättömälle (punainen) radalle. (Peltonen & Backholm, 2013)	16
Kuva 8. Tärinäsuojauslinjan kaavamerkintä. (Oulun kaupunki -a, 2021)	21
Kuva 9 Ote kaavakartasta, johon merkitty tärinäsuojauksen linjaus. (Oulun kaupunki- a, 2021).....	21
Kuva 10. Nykytilanteen tärinäolosuhteet. Punaiselle alueelle rakentaminen edellyttää merkittäviä vaimennustoimenpiteitä, keltaiselle alueelle on ehdottomasti tehtävä tarkempi tärinäselvitys ennen uutta asuinrakentamista, vihreällä alueella tärinän lisämittauksen tarve on arvioitava tapauskohtaisesti ennen uutta asuinrakentamista. (Sipoon kunta -a, 2015)	22
Kuva 11. Merkinnät kaavakartassa. (Sipoon kunta -b, 2015).....	23
Kuva 12. Merkintöjen selitteet. (Sipoon kunta -b, 2015)	24
Taulukko 1. Suositus rakennusten värähtelyluokituksesta [NS 8176, 1999]. (Talja, 2004, s. 25)	7
Taulukko 2. Turvaetäisyydet liikennetyypin ja maalajin perusteella. (Talja, 2011, s. 13).9	

Taulukko 3. Suositus runkomelutasojen raja-arvoksi. ² avoradat. (Talja & Saarinen, 2009, s. 18).....	13
Taulukko 4 Väylän ja rakennuksen välinen etäisyys, jota kauempana väylästä tarkempi värähtelytarkastelu ei yleensä ole tarpeen. Maapohja on oletettu samaksi väylän ja rakennuksen alla ja sen paksuuden on oltava vähintään 3 m. (Talja & Saarinen, 2009, s. 25)	14

1 Johdanto

Tämän opinnäytetyön tavoitteena on laatia ohje Espoon kaupunkisuunnittelukeskuksen liikennesuunnitteluyksikölle tärinä- ja runkomeluselvitysten teettämistä sekä tulosten parempaa tulkintaa varten, sekä kaavamääräysten kattavuuden tarkistamiseksi. Työ keskittyy raideliikenteen aiheuttamiin vaikutuksiin, vaikka myös raskas autoliikenne voi joissain tapauksissa saada aikaan samoja ilmiöitä, joskin yleensä heikompana.

Espoon alueella raideliike halkoo erilaisia seutuja, joilta löytyy monenlaista rakennuskantaa ja käyttötarkoitusta. Myös raideväyliä on erilaisia. Metrolinja sijaitsee tiiviisti rakennetuilla asuin- ja toimistoalueilla, keskistä Espoota halkovalla Rantaradalla kulkee runsaasti lähi- ja kaukojunaliikennettä ja pikaraitiolinja eli ns. Raide-Jokeri kulkee itä-Espoossa suurimpien työssäkäyntikeskittymien lomassa. Lisäksi lyhyen ja pitkän tähtäimen suunnitelmissa on useita ratahankkeita, kuten Helsinki-Turku pikarautatie eli niin sanottu Tunnin juna tai pikaraitiolinjojen lisäämisiä asuinalueiden hyödynnettäväksi. Rakentaminen keskittyy yleensäkin voimakkaasti liikenneväylien varsille ja toisaalta uusia väyliä linjatessa, pyritään ne usein sijoittamaan lähelle asuinalueita.

Raideliikenteeseen liittyvä tärinä ja runkomelu ovat siis jatkuvasti kehittyvässä Espoossa säännöllinen osa kaavoitus- ja suunnitteluprosesseja. Selkeät ja ohjeistetut toimintatavat tehostavat osaltaan näitä prosesseja ja auttavat toimimaan yhtenäisesti erilaisissa kohteissa.

Työssä perehdytään aiheista kirjoitettuihin tutkimuksiin ja muihin ohjemateriaaleihin, lakeihin ja säännöksiin. Teknologian tutkimuskeskus VTT Oy on julkaissut laajoja ja seikkaperäisiä tutkimusraportteja sekä tiedotteita, jotka toimivat pääasiallisina lähteinä. Muissa lähteissä on usein viitattu juuri VTT:n materiaaleihin. Tässä opinnäytetyössä tuodaan esille vain oleellimmat peruskäsitteet ja niihin liittyvät seikat. Yhtenä tavoitteena on muodostaa yleistajuisempi ja selkeämpi kuva kaavoittajan näkökulmasta.

Työn tuloksena laadittu ohje keskittyy kiteyttämään tärkeimmät seikat tärinän ja runkomelun huomioimiseksi sekä selvitysten ja riskiarvioiden tekemiseksi. Ohjetta ei ole

liitetty opinnäytetyön dokumentiksi, mutta opinnäytetyössä käsitellään ohjeen sisältöön vaikuttaneet aiheet.

2 Liikennetärinä ja liikenteen aiheuttama runkomelu

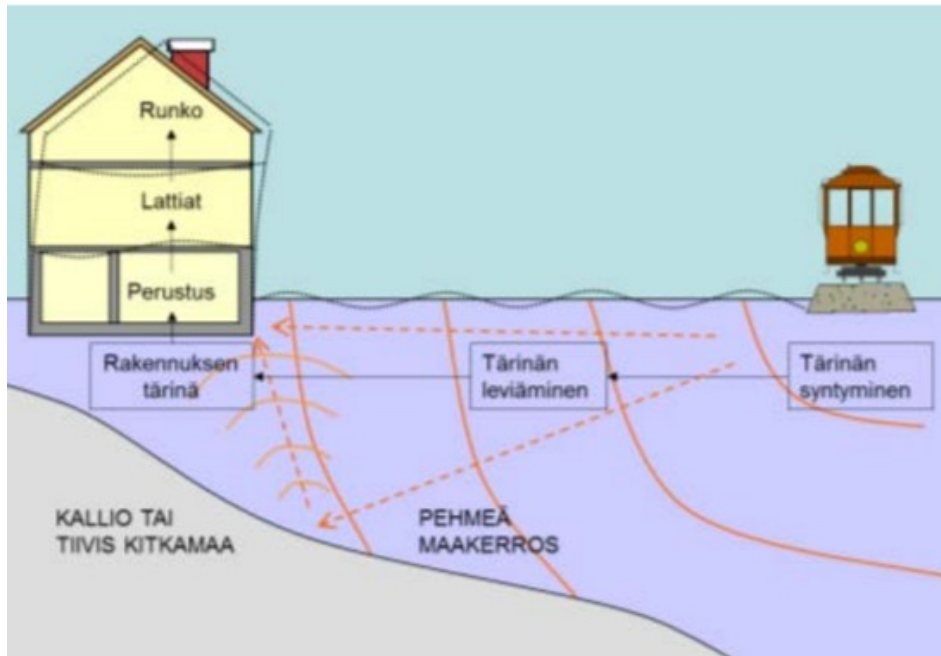
2.1 Liikennetärinä ilmiönä

Liikennetärinä on voimakasta värähtelyä, joka leviää maaperän kautta rakennuksen rakenteisiin saaden ne liikkumaan (kuva 1). Värähtely syntyy junan pyörien ja kiskon pinnan välillä tapahtuvasta tärinästä. Tärinää aiheuttava värähtely välittyy parhaiten pehmeässä maaperässä kuten esimerkiksi savessa. Tärinän syntymiseen ja leviämiseen vaikuttavat erityisesti maaperä sekä liikennöivän kaluston nopeus ja paino.

Äärimmäisissä tapauksissa voimakas tärinä voi aiheuttaa vaurioita rakennusten rakenteisiin tai pintoihin, mutta yleisin vaikutus kohdistuu asumismukavuuteen. Tärinä aistitaan tuntu- tai näköaistien kautta.

Tärinän vaikutukset riippuvat useista rakennuksen rakenteellisista ominaisuuksista sekä värähtelyn ominaisuuksista kuten taajuussisältö ja suunta. Voidaankin sanoa, että tärinän vaikutusten arviointi on varsin epävarmaa ja tarkat tulokset vaativat usein mittausten suorittamista. Raideliikenteen aiheuttama tärinä on huomioitava sekä avoratojen, että ratatunneleiden läheisyydessä rakennettaessa tai uusia rataväyliä suunnitellessa. (Talja, 2011)

Kuva 1. Liikennetärinän syntyminen ja siirtyminen rakennukseen. (Talja & Törnqvist, 2014, s. 4)



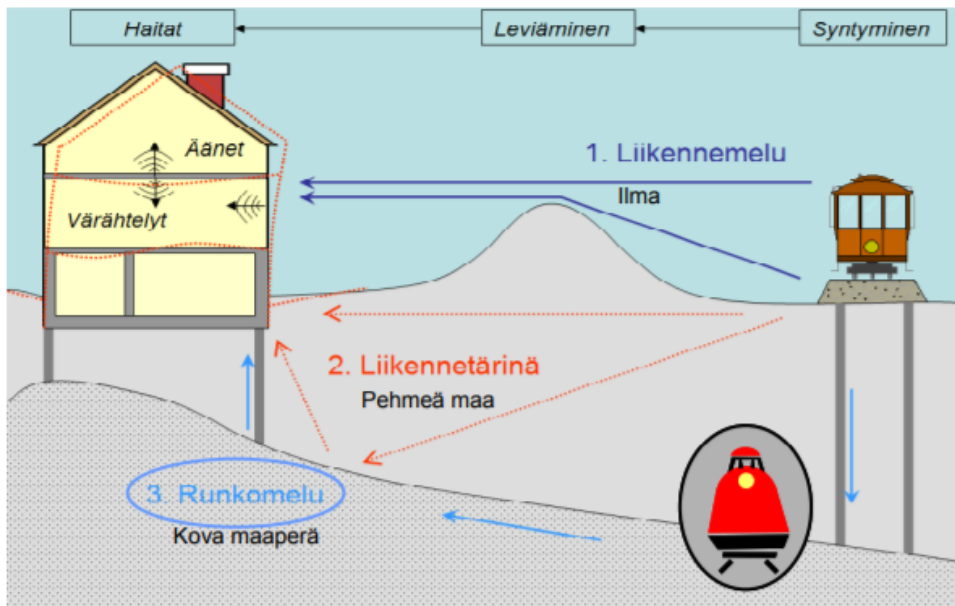
2.2 Runkomelu ilmiönä

Runkomelu on värähtelyä, joka etenee maaperää ja edelleen rakennuksen runkoa pitkin huonetilan rakenteisiin. Osa värähtelyn taajuuksista siirtyy edelleen huonetilan ilmaan ääniaaltoina. Runkomelu aistitaan siis äänenä, mutta sitä ei voida vaimentaa rakennuksen ulkovaipan äänieristykseen keinoin, jolla vaimennetaan ympäristön ilmaääntä. Myös runkomelua aiheuttava värähtely syntyy junan pyörien ja kiskojen kosketuksessa, mutta eroaa ominaisuuksiltaan tärinää aiheuttavasta, voimakkaammasta värähtelystä.

Runkomelua aiheuttava värähtely etenee parhaiten kovassa maaperässä ja siten erityisesti yhtenäisessä kalliassa, mutta toisaalta vaimenee nopeasti pehmeämmässä maassa.

Runkomelu on yksi sisämelun lähde muiden joukossa ja lisää osaltaan mm. asunnoissa haitallista melua. (Talja & Saarinen, 2009)

Kuva 2. Runkomelun syntyminen ja leviäminen ympäristöön. (Talja & Saarinen, 2009, s. 15)



2.3 Tärinän ja runkomelun haitat

Tärinällä ja runkomelulla on yleisimmin asumismukavuutta heikentävä vaikutus. Haitat voivat olla myös terveydellisiä. Häiriöiden kokeminen on subjektiivista, jonka vuoksi niiden vaikutuksetkin vaihtelevat. Fysiologisia oireita voivat olla mm. unihäiriöt, keskittymisen vaikeus, muutokset verenpaineessa ja stressireaktio. Pitkäkestoinen univaje voi lisätä myös esimerkiksi sydänsairauksien riskiä (Terveyden ja hyvinvoinnin laitos, 2021). Voimakas tärinä voi joissain tapauksissa saada aikaan ainakin kosmeettisia vaurioita rakennuksille tai ainakin helposti aiheuttaa pelkoa vaurioista, joka luonnollisesti edelleen saa aikaan stressaantumista. Varsinaiset rakennusta heikentävät vauriot ovat kuitenkin erittäin harvinaisia. (Talja, 2004)

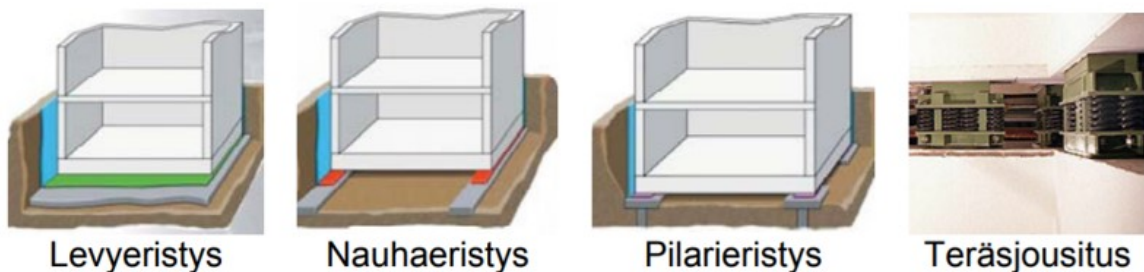
Onkin siis selvää, että liikenteestä peräisin oleva värähtely on huomioitava rakentamisen eri vaiheissa, jotta haitat saataisiin minimoitua ja varmistettua hyvät asumisolosuhteet kaikissa tilanteissa.

2.4 Ehkäiseminen teknisin keinoin

Koska molemmissa haittavaikutuksissa on kyse samasta juurisyystä eli maaperän kautta välittyvästä värähtelystä, ovat myös vaikutusten pienentämisen ja ehkäisemisen keinot samanlaiset. Tärinän ja runkomelun ehkäisykeinoina ovat joko ratarakenteen tai rakennuksen perustuksen eristäminen. Käytännössä rakenteesta tehdään joustavampi erilaisilla materiaalikerroksilla tai rakenne muutetaan kelluvaksi esimerkiksi jousien avulla (kuva 3).

Olemassa olevien rakenteiden tapauksessa vähentämistä voidaan yrittää mm. kiskojen epätasaisuuksia poistamalla tai pienentämällä, rakennuksen ja radan väliin rakennettavalla tärinäseinällä. Tärinäseinän avulla ei kuitenkaan välttämättä päästä kovin suuriin vaimennuksiin. (Talja & Saarinen, 2009), (Talja, 2011)

Kuva 3. Esimerkkejä rakennuksen perustukseen asennetuista joustavista eristysratkaisuista. (Talja & Saarinen, 2009, s. 47)



Mikäli valmiisiin rakenteisiin ei ole mahdollista tai järkevää tehdä muutoksia, on yhtenä keinona nopeuksien laskeminen sopivalla osuudella. Tarpeellinen ja haittoja riittävästi vähentävä muutos on syytä tarkistaa laskennallisesta sekä varmentaa muutoksen jälkeen mittauksin.

Väylävirasto ja A-insinöörit Suunnittelu Oy ovat tutkineet maaperän stabilointia kalkkisementtipilareilla tärinän vaimennuskeinona. Menetelmässä pilarit valetaan maaperään sitä jäykistämään ja näin ehkäisemään värähtelyn leviämistä. Rakenne sijoitettiin lähelle rakennuksia, kun muissa verrokkohteissa vaimennusrakenteet on tehty radan

läheisyyteen. Tutkimuksen tuloksena todettiin, että kokeiltu rakenne ja toteutustapaa toimii vaimennuskeinona vähintäänkin yhtä hyvin, ja erityisesti vaakasuuntaisen tärinän osalta paremmin, kuin verrokkiratkaisut. (Huhtala ym., 2017)

3 Lait ja määräykset

Tärinän ja melun huomiointiin veloitetaan useissa yhteyksissä. Suurin vastuu kohdistuu luonnollisesti maankäytön suunnitteluun ja rakentamiseen. Seuraavassa on lueteltu aiheeseen liittyviä lakeja ja asetuksia:

- Maankäyttö- ja rakennuslaki (132/1999) asettaa suunnittelussa ja rakentamisessa tavoitteeksi turvallisen, terveellisen ja viihtyisän elinympäristön.
- Maankäyttö- ja rakennusasetus (895/1999) velvoittaa tärinän ja liikennemelun vaikutukset selvitettäväksi kaavoituksen yhteydessä.
- Ympäristönsuojelulaki (86/2000) ja ympäristöministeriön asetuksessa pohjarakenteista (465/2014) puolestaan vaaditaan huomioimaan asuntojen ja väylien suunnittelussa sekä kaavoituksessa melu ja tärinä ympäristöhaittana
- Laki ympäristövahinkojen korvaamisesta (737/1994) tuo mahdollisen korvausvastuun kaavoittajalle ja muille vahinkojen aiheuttamisessa osallisena olleille.
- Terveysturvallisuuslaki (763/1994) ja Asumisterveysasetus (545/2015) edellyttävät muun muassa sisämelun huomiointi asuin- ja oleskelutiloissa
- Asetuksessa rakennuksen ääniympäristöstä (796/2017) vaaditaan uudis- ja korjausrakentamisessa huomioitavan tärinän ja melun torjunnan sekä ääniolosuhteet.

Vaikka veloitteet ovatkin selvät, voi kuitenkin huomiointi käytännön tasolla olla puutteellista vähäisen tai olemattoman ohjeistuksen vuoksi. Lisäksi kaavoittamisen, suunnittelun ja rakentamisen pitkäkestoiset sekä monia osapuolia koskevat vaiheet vaikeuttavat kunnollisen lopputuloksen eli terveellisen elinympäristön aikaan saamista, vaikka se onkin lukuisten lakien vaatimus.

4 Suositusarvot ja riskiarviointi

4.1 Tärinän suositusarvot

Rakennuksissa esiintyvälle tärinälle ei ole Suomessa virallisia ohjearvoja. ELY-keskus on päättänyt suosittelemaan VTT:n tiedotteessa esitettyä suositusta rakennusten värähtelyluokista (taulukko 1) (Airola, 2013). VTT:n suositus pohjautuu puolestaan norjalaiseen standardiin NS 8176 [1999]. Standardissa raja-arvot on ilmaistu tilastollisesti muodostettuna tunnuslukuna $V_{w,95}$ (mm/s). Arvot perustuvat kyselytutkimuksella kartoitettuihin kokemuksiin tärinän häiritsevyydestä ja niiden vertaamiseen mittaustuloksiin. (Talja, 2004, s. 25)

Taulukko 1. Suositus rakennusten värähtelyluokituksesta [NS 8176, 1999]. (Talja, 2004, s. 25)

Värähtelyluokka	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 värähtelyä, 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>	$\leq 0,60$

Luokitus kuvaa tärinän Luokka C on kaavoituksessa ja suunnittelussa käytettävä tavoitetaso, jolloin tärinästä ei pääse aiheutumaan liiallista haittaa. Yksittäisen rakennuksen tavoitetaso voi olla suurempi tai pienempi riippuen sen käyttötarkoituksesta. Esimerkiksi sairaalat, konserttitalit yms. rakennukset on syytä asettaa pienempi tavoiteluokka. Muiden kuin

asuinrakennusten tai sellaisten käyttötarkoitusten kohdalla, joissa tärinän ei katsota aiheuttavan haittaa, kuten liikuntatilat, liike- ja kaupparakennukset, voidaan käyttää tavoitetasona luokkaa D myös uusrakentamisen osalta. Myös yksittäinen täydennysrakentamiskohde arvioidaan luokan D mukaisesti. (Talja, 2004, ss. 26-27)

4.2 Tärinän riskiarviointi

VTT on jakanut omassa suosituksessaan arvioinnin suoritettavan hieman eri tavalla riippuen siitä, tarkastellaanko asumismukavuudelle koituvia haittoja vai rakennusten vaurioitumisriskiä. Koska tärinä heikentää asumismukavuutta paljon pienemmillä voimakkuuksilla ennen rakennusten vaurioitumista, on yleisesti syytä toimia asumismukavuuden ehdoilla. Seuraavissa kappaleissa kuvataan kuitenkin molempien ohjeistusten sisällöstä muodostettu yhdistelmä. Näin saadaan muodostettua selkeämpi jako suunnittelun eri vaiheissa käytettäville menetelmille. Ohjeistukset on esitetty VTT:n tiedotteessa 2569: Ohjeita liikennetärinän arviointiin sekä tutkimusraportissa Liikennetärinä: Alueiden tärinäkartoitus ja rakenteiden vaurioitumisalttius. Arviointi jakautuu kolmeen erilaiseen menetelmään riippuen suunnittelun vaiheesta ja tavoitellusta tarkkuustasosta. Arvioinnin tuloksena pyritään saamaan selville tärinän vaikutus rakennuskannan valintaan sekä tarvittaviin ehkäisytoimenpiteisiin.

4.2.1 Turvaetäisyyksien mukainen arviointi

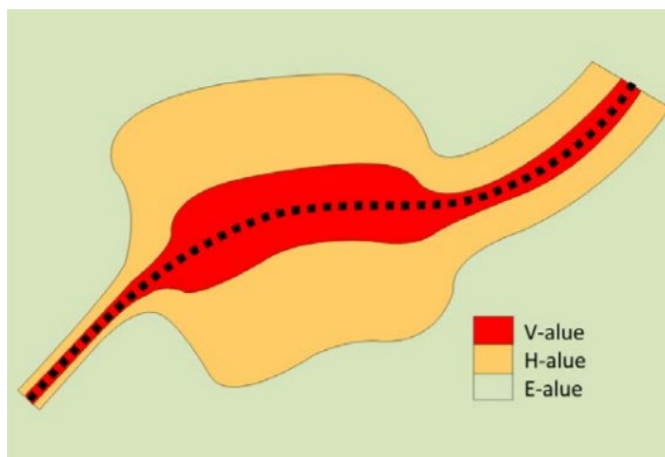
Ensimmäiseksi on syytä kartoittaa yleensäkin arvioinnin tarve. Tätä varten on muodostettu karkeat turvaetäisyydet (taulukko 2), joiden ulkopuolisia alueita ei ole syytä sisällyttää tarkempaan kartoitukseen. Turvaetäisyydet tarkastellaan liikennetyypin ja maalajin perusteella.

Taulukko 2. Turvaetäisyydet liikennetyypin ja maalajin perusteella. (Talja, 2011, s. 13)

Etäisyys väylästä	Liikennetyyppi	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	Tavara- ja pikajunat	Kova maa

Turvaetäisyyksien sisäpuolelle sijoittuville rakennetuille tai rakennettaville alueille määritellään tämän jälkeen laskennallisesti tarkemmilla liikenne- ja maaperätiedoilla riskivyöhykkeet. Havainnekuvasssa (kuva 4) on esitetty kuinka vyöhykkeiden rajat muuttuvat maaperän ominaisuuksien vaihtelun vuoksi. Laskenta suoritetaan jakamalla tarkasteltava alue yhtenäiset olosuhteet sisältäviin lohkoihin, joille lasketaan tärinän huippuarvo eri etäisyyksille radasta.

Kuva 4. Havainnekuva radan ympäristön tärinävyöhykkeistä, kun alueen maaperäominaisuudet vaihtelevat. (Talja & Törnqvist, 2014, s. 7)



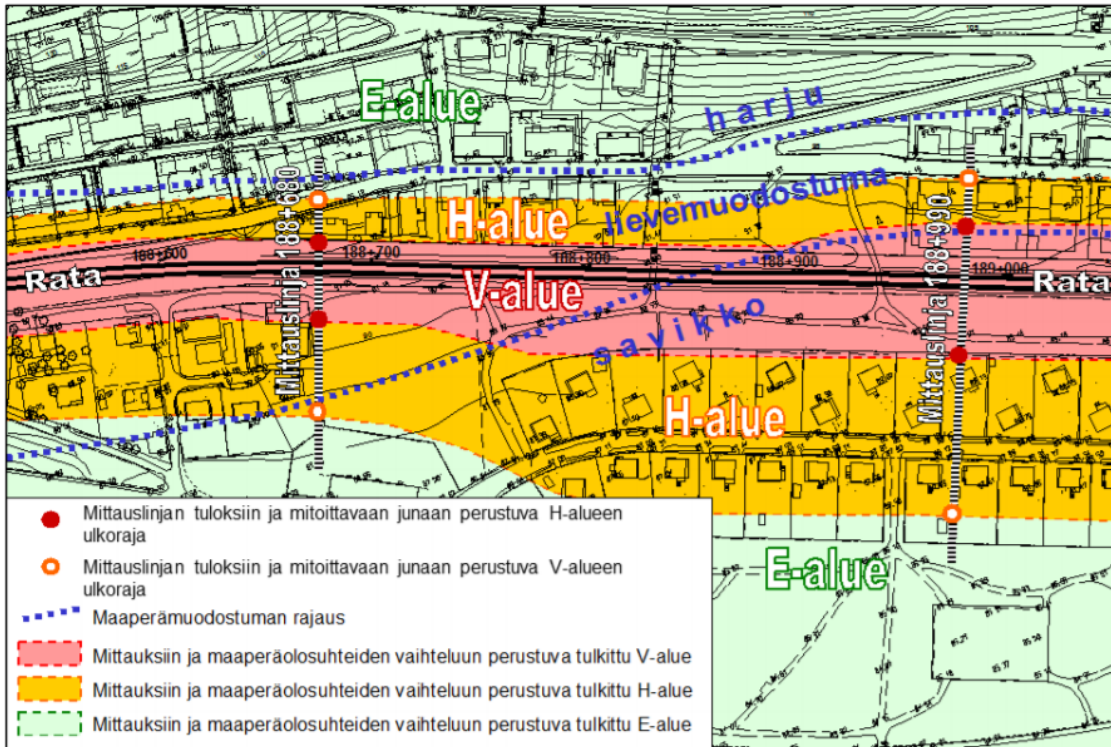
Kuvan 4 vyöhykkeiden selitteet:

- V-alue: Tärinä voi aiheuttaa vaurioriskin rakennuksille
- H-alue: Hyväkuntoisiin rakennukseen ei yleensä aiheuta vaurioita, mutta tärinä on otettava huomioon rakentamisessa. Häiritsee asuinmukavuutta
- E-alue: Tärinä voi häiritä asuinmukavuutta

Laskennan tuloksena syntyvät riskivyöhykkeet esitetään tarkastelualueen kartalla (kuva 5), jolla näkyvät olemassa olevat sekä suunnitellut rakennukset, oleelliset arviointiin vaikuttaneet maaperän ominaisuudet sekä mahdolliset suositeltavat tarkennusmittauksen sijainnit. Lisäksi on syytä dokumentoida arvioinnissa käytetyt liikennetiedot, kuvaus radan ominaisuuksista mahdollisine erityishuomioineen, kuten epäjatkuuskohdat.

Kuva 5. Esimerkki karttatulosteesta, jossa laskentamallilla saatuja tuloksia on tarkennettu tarkkuustaso 2 mittaustulosten avulla. Huomautus: kuvassa mittauslinjan tuloksiin ja

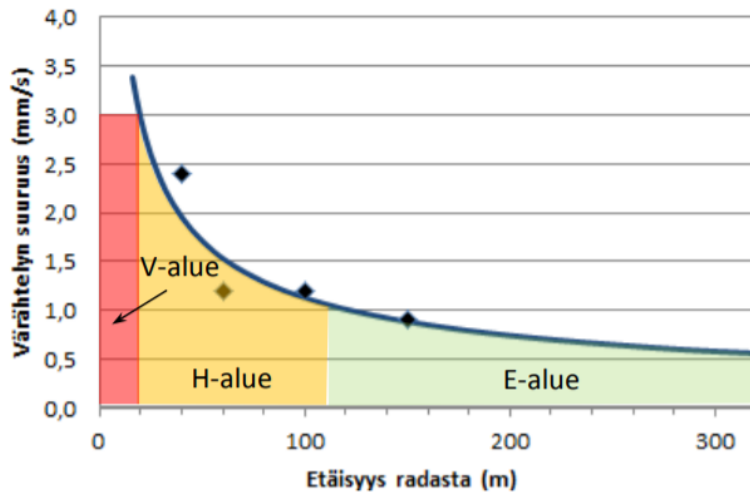
mitoitettavaan junaan perustuvien alueiden ulkorajat merkitty väärinpäin. (Talja & Törnqvist, 2014, s. 12)



4.2.2 Mittauksin tarkennettu laskenta

Ensimmäisen vaiheen tuloksia voidaan tarkentaa suorittamalla maaperän värähtelymittauksia olemassa olevan radan ja liikenteen avulla. Mittauksilla selvitetään liikenteen aiheuttaman värähtelyn ominaisuudet. Mittauspisteiden sijoitus suunnitellaan kohteen mukaan, mutta peruseriaatteena on tehdä mittaukset kohtisuorassa linjassa rataan nähden ja vähintään kolmelta eri etäisyydeltä. Tuloksia on hankittava myös riittävä määrä kutakin liikennöivää junatyyppiä kohti tai vaihtoehtoisesti pidemmältä ajanjaksolta, jotta tuloksista selviää suurimmat esiintyvät värähtelyt. Mittaustuloksia käytetään ensimmäisessäkin vaiheessa hyödynnettyä laskentamallia tarkentamaan. Tuloksena saadaan luotettavampi vaimenemiskäyrä ja sen myötä tarkempi arvio riskivyöhykkeistä (kuva 6). Luonnollisesti värähtelymittausten suorittaminen on mahdollista vain tilanteissa, joissa suunnitellaan rakentamista käytössä olevan radan ympärille.

Kuva 6. Mittaustuloksilla tarkennettu laskennallista vaimenemiskäyrää. (Talja & Törnqvist, 2014, s. 15)



4.2.3 Rakennuskohtainen arviointi

Viimeisessä vaiheessa tehdään tärinäriskin omaaville kiinteistöille rakennussuunnittelun yhteydessä arvio rakennukseen siirtyvästä värähtelystä, jotta osataan varautua mahdollisia ehkäisykeinoja varten. Laskentaa varten tarvitaan tarkkoja rakennetietoja, jonka vuoksi arviointia ei ole mahdollista suorittaa kaavoitusvaiheessa. Rakennuskohtaista arviointia tulee edellyttää riskivyöhykkeille sijoittuvien kiinteistöjen rakennusluvan yhteyteen.

4.3 Runkomelun suositusarvot

Asuntojen ja muiden samankaltaisten tilojen sisämelua rajaaviksi ohjearvoiksi on annettu Sosiaali- ja terveysministeriön Asumisterveysasetuksessa (545/2015) keskiäänitasolle 35dB päiväaikaan ja 30dB yöaikaan. Runkomelun rajaamisessa on tavoiteltava näiden arvojen alittavia tuloksia. Runkomelutason tunnuslukuna käytetään yksikköä L_{prm} (dB), joka on mittaustuloksista tilastollisin menetelmin johdettu (taulukko 3).

Taulukko 3. Suositus runkomelutasojen raja-arvoksi. ² avoradat. (Talja & Saarinen, 2009, s. 18)

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, majoitustilat • päiväkodit, 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 käyttöä • muut kokoontumistilat kuten teatterit ja kirjastot 	35
Toimistot, kaupat, näyttelytilat, museot	40/45 ²

4.4 Runkomelun riskiarviointi

Runkomelun riskiarvioinnissa suositellaan niin ikään kolmetasoisista, tarkkuudeltaan kasvavaa arviointimenettelyä. Suositus on esitetty VTT:n esiselvityksessä Maaliikenteen aiheuttaman runkomelun arviointi. Runkomelun osalta arviointimenetelmien kuvaukset ja suositeltu toimintatapa ovat selkeämmät ja yksiselitteisemmät. Runkomelun riskitason arvioinnissa on tarkoituksena tunnistaa tarkempaa arviointia vaativat alueet ja edelleen yksittäiset rakennukset, jotta ehkäisytoimenpiteisiin voidaan varautua rataväylän tai rakennusten suunnittelussa. Laskennallisiin menetelmiin liittyy epävarmuuksia, jonka vuoksi niiden käyttäminen soveltuu lähinnä asemakaavoitusvaiheeseen ja asemakaavoituksen yhteydessä on syytä hyödyntää mittauksia tai vastaavan referenssikohteen avulla saatuja tarkempia lähtötietoja.

4.4.1 Turvaetäisyyksiin perustuva arviointi

Ensimmäisen vaiheen arviointi suoritetaan VTT:n selvitykseen perustuvien taulukoitujen turvaetäisyyksien avulla (taulukko 4). Myös ELY-keskus esittää oppaassaan Melun- ja tärinätorjunta maankäytön suunnittelussa vastaavien turvaetäisyyksien soveltamista. Tarkastelussa käytetään tietoja liikennetyypistä sekä karkeaa kuvausta maaperän laadusta. (Airola, 2013)

Taulukko 4 Väylän ja rakennuksen välinen etäisyys, jota kauempana väylästä tarkempi värähtelytarkastelu ei yleensä ole tarpeen. Maapohja on oletettu samaksi väylän ja rakennuksen alla ja sen paksuuden on oltava vähintään 3 m. (Talja & Saarinen, 2009, s. 25)

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

Rakennusten ollessa turvaetäisyyksien ulkopuolella, ei runkomelun häiritsevä esiintyminen ole todennäköistä. Taulukon avulla voidaan muodostaa karttapohjalle riskivyyhyke, kuten tärinän arvioinnin yhteydessä.

4.4.2 Kohdekohtainen laskentamalli

Arvioinnin seuraavassa vaiheessa voidaan laskea tarkastelukohteelle esimerkiksi rakennuskohtaiset äänitasoarviot. Laskennassa korjataan ns. peruskäyrää erilaisilla kertoimilla. Näitä tekijöitä ovat;

- Liikenteestä riippuvat korjaustekijät,
- Väylän kunnosta riippuva korjaustekijä,
- radan eristämiskäytöstä riippuva korjaustekijä,
- väylän sijainnista riippuva korjaustekijä,
- rakennuksesta riippuvat korjaustekijät,
- ja syntyvään äänenpainetasoon vaikuttavat korjaustekijät.

(Talja & Saarinen, 2009, ss. 27-28)

Menetelmän avulla voi myös testata eri tekijöiden vaikutusta melutasoon. Tarkemman laskennan käyttäminen tuo sinänsä lisävarmuutta toteutuvan melutason arvioon, mutta sen avulla voidaan rajata riskivyyhykettä ja tarkastella rakennuskohtaista arviota.

4.4.3 Mittauksin tarkennettu malli

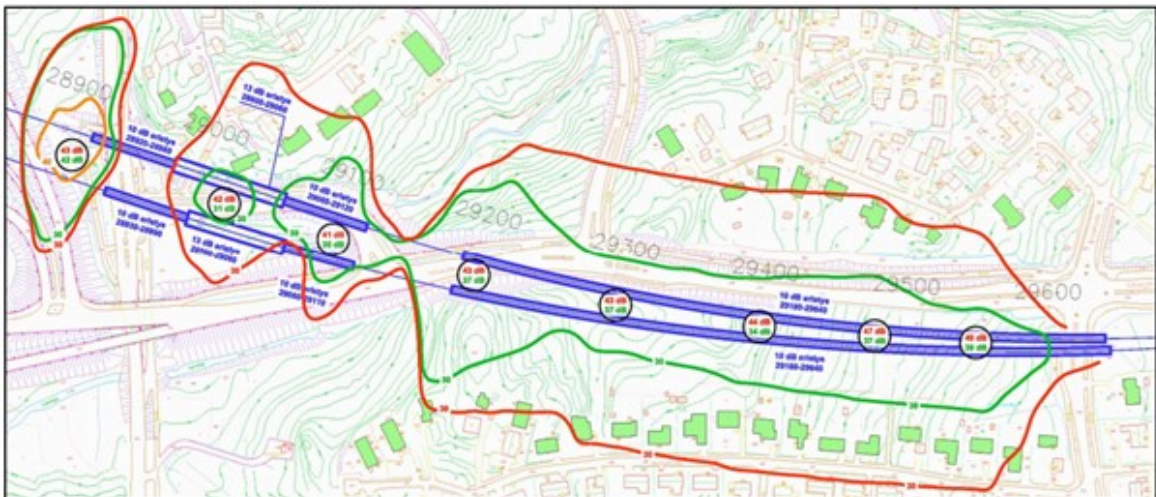
Laskennallisiin menetelmiin liittyy kuitenkin epävarmuuksia, joten tarkempaa arviointia varten suositellaan myös värähtelymittausten suorittamista. Maaperästä mitatuista värähtelyn ominaisuuksista voidaan edelleen laskea luotettavampi arvio rakennuksessa esiintyvistä melutasosta. Mittaustuloksilla korvataan edellisen vaiheen laskentamallin peruskäyrä sekä suuri osa korjauskertoimista.

Toinen tapa hyödyntää mittauksia, on suorittaa ne suunnittelun kohteena olevaa paikkaa vastaavasta kohteesta. Tällöin voidaan mitata maaperän ja perustuksen värähtelyn lisäksi myös rakennuksen sisätiloista toteutuvia äänitasoja. Referenssikohteen tulisi kuitenkin vastata suunnittelukohdetta mahdollisimman hyvin. Referenssikohteisiin perustuvaa arviointia varten tarvittaisiin kenties kattava ja hyvin dokumentoitu kirjasto. Kirjasto toki

muodostuu ajan myötä, jos mittauksia suoritetaan säännöllisesti, ja niiden tulokset ovat saatavilla helposti ja järjestelmällisesti.

Mittaustuloksia hyödyntäviä laskentamalleja ovat esitelleet myös Timo Peltonen ja Mats Backholm. Heidän mukaansa mallin tulokset ovat tarkempia, mutta oletettavasti sen käyttämiseen vaaditaan erityisiä mallinnusohjelmistoja (kuva 7). (Peltonen & Backholm, 2013)

Kuva 7. Raja-arvojen toteutumisyöhykkeet eristetylle (vihreä) ja eristämättömälle (punainen) radalle. (Peltonen & Backholm, 2013)



Myös Benjamin Oksasen diplomityössä Tutkimus runkomelun mallintamismenetelmistä on kuvattu kuinka rakennuksen ja maaperän tarkalla mallinnuksella voidaan saada huomattavasti tarkempia arvioita huonetiloissa syntyvistä äänitasoista verrattuna VTT:n yksinkertaiseen laskentamalliin. Tämä menetelmä vaatii jo tarkan mallinnuksen rakennuksesta, joten se soveltuu enemmänkin rakennussuunnittelun yhteydessä käytettäväksi. (Oksanen, 2021)

On kuitenkin mahdollista, että erilaisten tarkempien menetelmien kautta voidaan muodostaa tarkempia taulukkoarvoja ja parantaa yksinkertaisten arviointitapojen tarkkuutta.

5 Kaavoitus

5.1 Tärinän ja runkomelun huomiointi

Käytettävissä olevat menetelmät riippuvat tietenkin siitä ollaanko suunnittelemassa rataa rakennetun alueen läpi vai suunnittelemassa rakentamista olemassa olevan radan läheisyyteen. Tietysti on myös mahdollista, että suunnitellaan molempia yhtä aikaa.

Kaavoittajan on syytä tunnistaa alueet, joissa tärinä ja/tai runkomelu on erityisesti huomioitava. Nämä alueet tulisi osoittaa kaavassa selkein merkinnöin, jotta tarkemmat selvitykset tulevat tehdyiksi myöhemmissä vaiheissa.

Käytännössä toimintamalli hakee varmasti muotoaan ja kunnilla on erilaisia tapoja soveltaa suosituksia käytäntöön. Voidaan ehkä kärjistää, että kaavoittaja täyttäisi velvollisuutensa merkitsemällä kaikki turvaetäisyyksien sisään jäävät alueet riskivyöhykkeiksi ja edellyttäisi tarkempien selvitysten tekemistä jokaiselta kiinteistöltä erikseen. Kuitenkaan suuressa osassa rakennuspaikoista ei todennäköisesti tarvetta ehkäisykeinojen käytölle, jolloin on luultavasti kokonaistehokkaampaa suorittaa tarkempaa arviointia kaavoitusvaiheessa ja rajata huomautukset koskemaan todellisen riskin omaavia kiinteistöjä.

Turvaetäisyyksiin perustuvat arviointitavat soveltuvat hyvin yleiskaavoituksessa käytettäviksi. Yleiskaavassa on Maankäyttö- ja rakennuslain (1999/132) 39 §:n huomioitava mm. mahdollisuudet turvalliseen, terveelliseen ja eri väestöryhmien kannalta tasapainoiseen elinympäristöön sekä ympäristöhaittojen vähentäminen. Yleiskaavassa merkitään aiemmin esitetyillä tavoilla riskialueet esimerkiksi vyöhykkein tai vastaavasti.

Asemakaavoituksen yhteydessä tärinän ja runkomelun riskiarvioita on syytä tarkentaa mittauksia tai tarkempaa laskennallista arviointimenetelmää hyödyntäen. Kiinteistöt, joilla haittavaikutuksia voi esiintyä, veloitetaan kaavamääräyksin tekemään edelleen tarkemmat arviot rakennussuunnittelun yhteydessä ja esittämään tulokset sekä mahdolliset

ehkäisykeinot rakentamislupahakemuksen yhteydessä. Vastaava käytäntö pätee myös uuden rataväylän osalta.

5.2 Kaavamerkinnät

Kaavamerkinnät on määrätty maankäyttö- ja rakennuslain (132/1999) pohjalta annetussa asetuksessa ”maankäyttö- ja rakennuslain mukaisissa kaavoissa käytettävistä merkinnöistä” (2000). Nykyinen asetus ei kuitenkaan ota huomioon tärinän tai runkomelun merkitsemistä. Samoin nämä puuttuvat myös Ympäristöministeriön julkaisemista oppaista koskien kaavamerkintöjä ja -määräyksiä. (Ympäristöministeriö, 2000) Vakiintuneita käytäntöjä ei ole myöskään muodostunut, joten kunnilla on erilaisia tapoja merkinnöille ja määräyksille. ELY-Keskus on todennut eräässä kaavamutoksesta antamassaan lausunnossa, että kaavamääräyksessä tulisi vähintäänkin viitata vaadittaviin suositusarvoihin. Toisin sanoen ei ole riittävää, että kaavamääräyksessä vain edellytetään seikkojen huomiointi. Seuraavaksi on esitetty muutamia esimerkkitapauksia eri kunnista.

5.2.1 Espoo

Espoossa ei ole toistaiseksi ollut annettuna valmiita ohjetekstejä tärinän ja runkomelun kaavamääräyksille, vaan sopivat määräykset on muodostettu enemmänkin tapauskohtaisesti. Näin ollen niissä on voinut esiintyä tarpeetontakin vaihtelua tai ne eivät ole täyttäneet ELY-keskuksen kehotusta suositusarvoihin viittaamisesta.

Promethor Oy:n tekemässä raideliikenteen tärinä- ja runkomeluselvityksessä (Salmela, 2017) Espoon Perkkäällä Hatsinanpuiston kaavamutosta varten, on annettu suositus kohteessa käytettäväksi kaavamääräyksiksi:

”Asemakaavamääräyksenä suositellaan esitettävän määräysarvo tärinän voimakkuudelle tilojen asumis- ja käyttöiihtyvyyden kannalta esimerkiksi seuraavasti:

- Normaaleissa asuinrakennuksissa ja majoitustiloissa tärinän voimakkuus ei saa ylittää värähtelyluokan C raja-arvoa 0,30 mm/s tai rakennusluvan hakemisen aikana voimassa olevaa määräysarvoa.
- Liike- ja toimistotiloissa tärinän voimakkuus ei saa ylittää värähtelyluokan D raja-arvoa 0,60 mm/s tai rakennusluvan hakemisen aikana voimassa olevaa määräysarvoa.

Lisäksi asemakaavamääräyksenä suositellaan esitettävän määräysarvo runkomelun voimakkuudelle tilojen asumis- ja käyttöviihtyvyyden kannalta esimerkiksi seuraavasti:

- Liikennetärinän aiheuttama runkomelu L_{pr,m} ei saa ylittää asuin- ja majoitustiloissa 35 dB(A) tai voimassa olevaa määräysarvoa.
- Liikennetärinän aiheuttama runkomelu L_{pr,m} ei saa ylittää liike- ja toimistotiloissa 45 dB(A) tai voimassa olevaa määräysarvoa.”

Suosittelut määräykset vaikuttavat selkeiltä ja perustuvat VTT:n suosituksiin raja-arvoista. Kaavaselostuksessa on syytä vielä viitata selventävään lähteeseen, jotta luokitukset, suuret ja niiden määrittäminen ovat rakentajalle selvät. Kyseisessä kohteessa kaavamääräys kuitenkin poikkeaa edellä annetusta suosituksesta: ”Raideliikenteen maaperään aiheuttama tärinä ja runkomelu tulee huomioida rakennusten suunnittelussa ja perustamistavoissa.”

5.2.2 Tampere

ELY-Keskuksen oppaassa Melun- ja tärinätorjunta maankäytön suunnittelussa annetaan esimerkkinä Tampereen kaavoituksessa käytettävät tärinämerkinnät (Airola, 2013):

tär-1: Rakennusluvan yhteydessä on selvitettävä viereisen tärinälähteen mahdollisesti aiheuttama tärinä ja huolehdittava sen vaimentamisesta rakennusten perustamisen yhteydessä

tär-2: Rakennuksen perustamis- ja kantavien rakenteiden ratkaisulla tulee huolehtia viereisen tärinälähteen aiheuttaman tärinän vaimenemisesta. Asiaa selvitetään rakennusluvan yhteydessä.

tär-3: Rakennuslupa-asiakirjoihin on liitettävä rakennushankkeen pohjalta laadittu selvitys, joka sisältää tuoreet tärinämittaukset ja ratkaisut tärinän vähentämiseen tärinän tunnusluvun raja-arvon 0,30 mm/s alle.

Merkinnät on nähtävästi porrastettu riskin todennäköisyyden mukaisesti käytettäväksi. Ainoastaan tär-3 merkintä sisältää maininnan raja-arvosta.

Tampereen Keskusareenan asemakaavamuutoksen kaavamääräyksessä on tärinän ja runkomelun huomioinnista tarkemmin: ”Rakennusten perustus- ja kantavien rakenteiden ratkaisulla tulee huolehtia viereisen tärinälähteen aiheuttaman tärinän vaimentamisesta siten, että asuntorakentamisen korttelialueilla ei tule ylittää värähtelyluokan C raja-arvoa $V_{w,95} < 0,30$ eikä areenarakennuksen korttelialueilla värähtelyluokan D raja-arvoa $V_{w,95} < 0,60$. Selvitys värähtelyluokkien vaatimusten täyttymisestä tulee esittää rakennusluvan yhteydessä.

Hankkeen jatkosuunnittelussa tulee kiinnittää huomiota runkomelun syntymiseen ja pyrkiä vaimentamaan junaliikenteen aiheuttama värähtely siten, että runkomelutasot alimmissa asuin- ja majoituskerroksissa jäävät alle 30 dB (LASmax) tason ja alimmissa toimisto- ja liiketilojen kerroksissa alle 40 dB (LASmax) tason. Vaimennus voidaan kohdistaa raiteiden alapuolisiin rakenteisiin tai rakennusten perustuksiin tai kannen pilareihin.” (Tampereen Kaupunki, 2011)

5.2.3 Oulu – Oritkarin kolmioraide kaavamuutos

Oulun Oritkarissa toteutettavaan rataväylän muutoksen yhteydessä tehdyssä kaavamuutoksessa selvitettiin tärinävaikutuksia ja kaavaan lisättiin merkinnät tärinäsuojauksesta kuvien 8 ja 9 mukaisesti.

Kuva 8. Tärinäsuojauslinjan kaavamerkintä. (Oulun kaupunki -a, 2021)



Alueelle on rakennettava tärinäsuojaus. Merkintä osoittaa suojauksen likimääräisen sijainnin.

Kuva 9 Ote kaavakartasta, johon merkitty tärinäsuojauksen linjaus. (Oulun kaupunki- a, 2021)



Tämän lisäksi on kirjattu erikseen kaavamääräyksenä tarkennus: ”Korttelissa nro 35 radan läheisyydessä saattaa esiintyä sellaista rautatieliikenteestä aiheutuvaa tärinää, joka voi heikentää asumisviihtyisyyttä. Mahdollinen tärinä tulee ottaa huomioon rakennusten ja rakenteiden suunnittelussa.”

Vaikka kyseisissä merkinnöissä ei ole viitattu tavoiteltaviin raja-arvoihin tärinävaikutuksen osalta, on kaavaselostuksessa nämä annettu ja viitattu juuri VTT:n materiaaleihin tärinäluokituksista ja niiden määrittämisestä. Lisäksi selostuksessa kerrotaan tärinän ja runkomelun arviointi tehdyn laskennallisin menetelmin. Tietyn etäisyyden sisälle rataväylästä sijoitettaville rakennuksille on suoritettava tärinämittaukset (Oulun kaupunki -b,

2020). Kortteliin kohdistuva erillinen määräys vaikuttaa hyödylliseltä ja korostaa tärinän huomioimista pelkän merkinnän lisänä.

5.2.4 Sipoo – Talma osayleiskaava

Sipoon Talman alueen 2017 voimaan tulleessa osayleiskaavassa on huomioitu raideliikenteen aiheuttama tärinä seuraavasti:

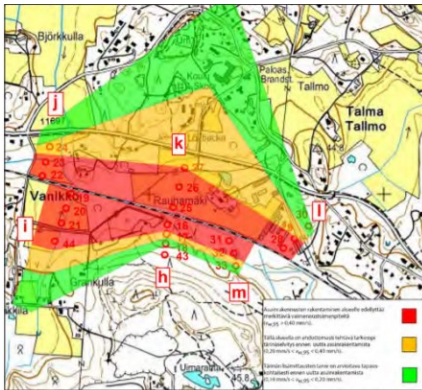
”Talma-Nikkilä-rataosuudella kulkee nykyisin vain säiliöjunakuljetuksia, mutta tulevaisuudessa sille on suunniteltu myös henkilöliikennettä. Raideliikenteen melu- ja tärinähaitoista on tehty selvitys vuonna 2010. Selvitykset on laatinut Promethor Oy.”

”Tärinäselvityksen perusteella raideliikenne aiheuttaa suunnittelualueella merkittävää ja maankäytön suunnittelussa huomioon otettavaa tärinää. Rakennusten vaurioriski rajoittuu lähelle rataa, suojaetäisyyden ollessa suurimmillaan 50 m. Tilojen käyttö- ja asumisviihtyvyyden kannalta tärinän aiheuttaman haitta-alueen etäisyys radasta vaihtelee merkittävästi: asuinrakennusten suojaetäisyyden voidaan arvioida olevan muutamasta kymmenestä metristä satoihin metreihin. Raideyhteydellä mahdollisesti käynnistettävällä henkilöjunaliikenteellä ei ole vaikutusta suojaetäisyyksiin.” (Sipoon kunta -a, 2015)

Kuvassa 10 on esimerkki tärinän riskivyöhykkeiden käytöstä kaavoituksen yhteydessä tehdystä selvityksestä.

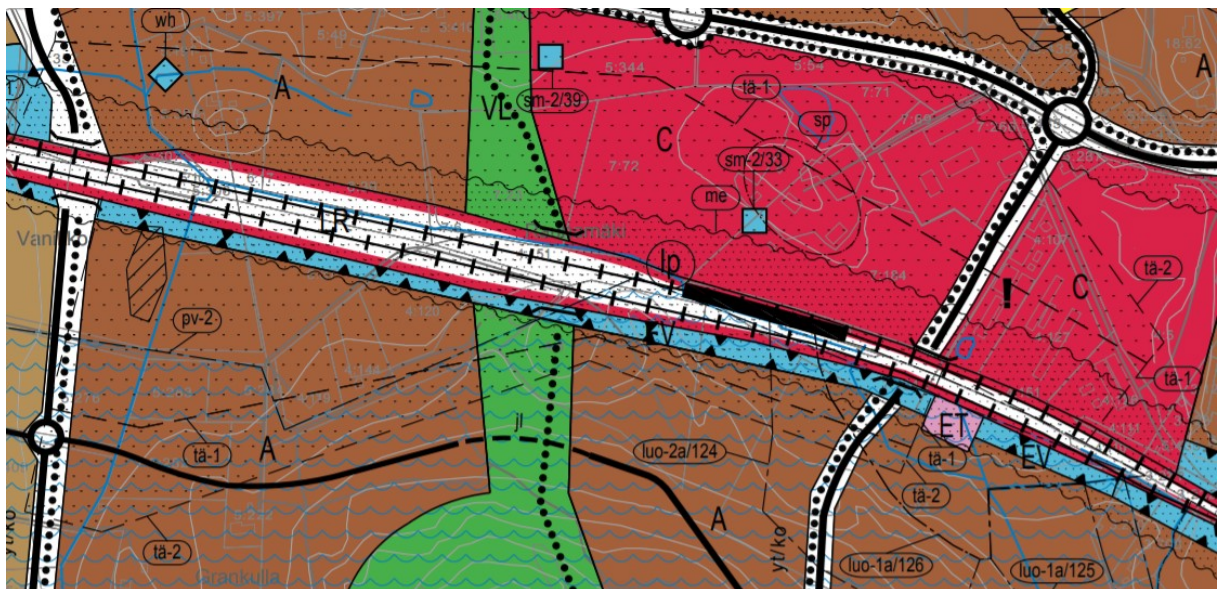
Kuva 10. Nykytilanteen tärinäolosuhteet. Punaiselle alueelle rakentaminen edellyttää merkittäviä vaimennustoimenpiteitä, keltaiselle alueelle on ehdottomasti tehtävä tarkempi

tärinäselvitys ennen uutta asuinrakentamista, vihreällä alueella tärinän lisämittauksen tarve on arvioitava tapauskohtaisesti ennen uutta asuinrakentamista. (Sipoon kunta -a, 2015)

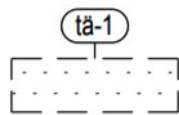


Kuvissa 11 ja 12 ovat valmiiseen kaavaan päätyneet merkinnät tärinäalueista ja niiden selitteet.

Kuva 11. Merkinntä kaavakartassa. (Sipoon kunta -b, 2015)

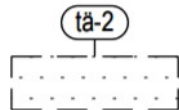


Kuva 12. Merkintöjen selitteet. (Sipoon kunta -b, 2015)



Raideliikenteen tärinäalue.
Rakentaminen edellyttää merkittäviä vaimennustoimenpiteitä.

Område utsatt för spårtrafikens vibrationer.
Byggnad på området förutsätter betydande dämpningsåtgärder.



Raideliikenteen mahdollinen tärinäalue.
Asuinrakentaminen alueelle edellyttää lisätutkimuksia raideliikenteen aiheuttaman tärinän selvittämiseksi.

Område eventuellt utsatt för spårtrafikens vibrationer.
Bostadsbyggnad på området förutsätter tilläggsutredningar för att klarlägga vibrationer föranledda av spårtrafiken.

Huomionarvoista merkinnöissä on myös se, että päinvastoin Tampereen esimerkkiin nähden, suurempi numero ilmentää pienempää tärinäriskiä. Muutoin merkinnät vaikuttavat selkeiltä ja ohjaavat konkreettisiin toimenpiteisiin.

6 Oppaan laadinta

6.1 Oppaan tavoite

Opas on laadittu Espoon kaupunkisuunnittelukeskuksen liikennesuunnitteluosaston tueksi tärinän ja runkomelun huomioimisessa. Materiaalin avulla aihe tulee riittävällä tasolla tutuksi, jotta yhteinen keskustelu ja tarkempi perehtyminen helpottuu. Lähdemateriaaleissa on paljon sisältöä, joka ei ole olennaista tutustumisen yhteydessä, vaan enemmänkin syventävää. Tärinä ja meluselvityksiä teetetään usein ulkoisilla konsulttiyrityksillä. Opas auttaa myös selvitysten raporttien tulkitsemisessa. Opasta tullaan varmasti jatkokehittämään sitä mukaa, kun arviointimenettelylle syntyy rutiineja.

6.2 Oppaan toteutustapa

Oppaan toteutuksesta pidettiin suunnittelupalaveri työn ohjaajan sekä muiden organisaatiossa asiaan liittyvien tahojen kanssa. Tämän jälkeen opasta on katselmoitu ja

kommentoitu ennen sen varsinaista laajempaa esittelyä. Olen myös esittänyt tiedusteluja Espoon naapurikuntiin, onko vastaavaa ohjeistusta olemassa. Ainakaan yhtenäistä, jaettavaksi kelpaavaa ohjeistusta ei ole tiedustelujen perusteella olemassa.

Suurin osa oppaan laatimista varten tehdystä työstä on ollut lähteiden etsimistä ja niihin tutustumista. Tärkeimpien asioiden hahmottaminen nimenomaan kaavoittajan näkökulmasta on vaatinut jonkin verran eri aikoihin tehtyjen ja osin limittäisten materiaalien tulkintaa.

Oppaan muoto on Powerpoint-esitys ja pituus noin 30 sivua. Opas esittelee asiaan liittyvät lähteet, ilmiöiden perusteet ja vaikutukset, suositukset raja-arvoista ja arviointitavoista, selvitysten raportointitavoista sekä esimerkkejä kaavoituskohteista. Rakenne on siis jotakuinkin sama, kuin tällä opinnäytetyön raportilla. Oppaassa ei käydä läpi tarkkoja laskentatapoja tai muita teknisiä menetelmiä, koska ne löytyvät lähdemateriaaleista niille, jotka tarkemmin haluavat perehtyä.

7 Pohdinta

Vaatimukset terveelliselle asuinympäristölle vaikuttavat olevan voimistuneet viimeisten vuosikymmenten aikana sitä mukaa, kun käsitys haittojen vaikutuksista kasvaa. Julkisten tahojen on myös reagoitava tähän suuntaukseen monin tavoin. Lakien ja suositusten muuttaminen käytännöksi voi jäädä kuitenkin joskus puolitiehen, vaikka tavoitteet sinänsä olisivatkin selvät.

Raideliikenteen huomiointi ei ole joka puolella maata samassa roolissa kuin esimerkiksi pääkaupunkiseudulla tai muilla raideliikenteen solmukohtia ympäröivillä alueilla. Tämä saattaa osaltaan selittää, miksi kansallisia ohjeita haittojen ehkäisemiseksi ei ole. Tosin voisi myös kuvitella, että kasvukeskuksissa suoritetaan eniten kaavoittamista ja viranomaisille olisi suurimpien toimijoiden kautta kohdistunut painetta valmistella konkreettisemmat vaatimukset. Lähteiden perusteella liikenteen synnyttämää värähtelyä on kuitenkin tutkittu viimeisen parin kymmenen vuoden aikana ja yhteisymmärrys periaatteista olisi olemassa.

Työn aikana erilaisten kaavoitustapausten läpikäynnistä syntyi käsitys, että raideliikenteen tärinä- ja runkomeluvaikutukset osataan kyllä ottaa selvitykseen suositelluilla tavoilla, mutta ei välttämättä systemaattisesti jokaisella kerralla. Samoin selvityksen tulos näkyy kaavassa vaihtelevasti. Valmistellun oppaan avulla pyritään saamaan huomiontiin rutiinia ja sen myötä myös edelleen tehokkuutta. Vaikka teoria ilmiöiden taustalla onkin monimutkainen, voi käytäntö olla suoraviivaisempi.

Vaikuttaa todennäköiseltä, että riittäväällä järjestelmällisyydellä olisi muodostettavissa lisää hyödyllisiä taulukkoarvoja tai yksinkertaistettumpia arviointitapoja. Esimerkiksi yhteisen referenssikohteiden kirjaston avulla tai riittävän kattavalla tarkempien laskentamenetelmien tulosten analysoinnilla saatettaisiin pystyä vähentämään tapauskohtaisen laskennan tarvetta riittävästi. Samoin yleiset suositukset rakentamistavoille ratojen läheisyydessä voisivat vähentää tarvetta tarkoille värähtelyn arviointimenetelmille.

Aihe osoittautui itselleni haastavaksi. Lähteissä on paljon esimerkiksi rakennus- ja geotekniikkaan sekä akustiikkaan liittyvää sisältöä ja termejä. Lisäksi laskentamallien matemaattinen ymmärtäminen edes perustasolla on tuottanut vaikeuksia. Aiheen yhteys liikennealan ammatillisten opintojen osuuteen liittyy enimmäkseen tärinä- ja melulähteen kautta sekä tietenkin liikenne on oleellinen osa kaavoitusta ja maankäytön suunnittelua. Myös opinnäytetyön raportin sisällön rajaaminen sekä suhde laadittavaan ohjeeseen oli pitkään haasteellista.

Saman tasoista lähdemateriaalia ei ollut saatavilla useasta eri lähteestä varsinkaan suomeksi. Lähteistä useissa myös viitataan toisiinsa. VTT:n tiedotteet ja raportit ovat lähteenä lähes kaikissa muissa asiaa koskevissa julkisissa dokumenteissa. Tämä tietysti johtuu siitä, että ne vaikuttavat olevan erittäin huolellisesti laaditut ja kattavat. Vaihtoehtoisia ja kenties tarkempiakin menetelmiä on kuitenkin olemassa, kuten Benjamin Oksanen tai Peltonen ja Backholm osoittavat.

Työn tuloksena laadittu ohje on luovutettu tilaajalle luonnoksena ja sen kehitys tulee jatkumaan laajemman kommentoinnin ja jalkautuksen yhteydessä.

Lähteet

Airola, H. (2013). *Melun- ja tärinätorjunta maankäytön suunnittelussa.*

https://www.doria.fi/bitstream/handle/10024/90606/Opas_net.pdf

Huhtala, T.; Ruohonen, M.; & Kylliäinen, M. (2017). *Stabilointirakenne liikennetärinän torjuntakeinona.*

<https://f.hubspotusercontent30.net/hubfs/7159986/Kuvat/Infograafit%20ja%20grafii%20kat/Stabilointirakenne-Huhtala-Ruohonen-Kylli%C3%A4inen-raportti.pdf>

Oksanen, Benjamin. (2021). *Runkomelun nykyaikaiset mallinnusmenetelmät.*

<https://www.ely-keskus.fi/documents/10191/43267530/Benjamin+Oksanen+-+Runkomelun+nykyaikaiset+mallinnusmenetelm%C3%A4t.pdf>

Oulun kaupunki -a. (2020). *Oritkarin kolmioraide: kaavaselostus.*

<https://kartta.ouka.fi/kaavaselostukset/s2380.pdf>

Oulun kaupunki -b. (n.d.). *Oulun kaupungin karttapalvelu.*

<https://kartta.ouka.fi/ims/fi?layers=Asemakaava%20Oulu&lon=Voimassa%20olevat%20asemakaavat&cp=7213500,476500&z=4>

Peltonen, T.; & Backholm, M. (2013). *Raideliikenteen runkomelun mallintaminen ja arviointi.*

https://www.akustinenseura.fi/wp-content/uploads/2013/08/29_Peltonen.pdf

Peltonen, T.; Backholm, M.; & Lahti, T. (2013). *Raideliikenteen melu- ja tärinätutkimuksia.*

https://www.akustinenseura.fi/wp-content/uploads/2013/08/peltonen_backholm_lahti.pdf

Salmela, M. (2017). *Raideliikenteen tärinäselvitys.*

<https://www.espoo.fi/download/noname/%7B91AAF8DD-6C39-41E4-93DD-EA3E7738BB2A%7D/102939>

Sipoon kunta -a. (2015). *G 20 Talman osayleiskaavan selostus.* https://www.sipoo.fi/wp-content/uploads/2020/12/G-20-talmaoyk_selostus_oikaisu_hyvaksytty_fi_web.pdf

[https://www.sipoo.fi/wp-content/uploads/2020/12/G-](https://www.sipoo.fi/wp-content/uploads/2020/12/G-20_talma_oyk_kaavakartta_oikaistu_hyv_valtuusto_20150615.pdf)

Sipoon kunta -b. (2015). *G20 Talman osayleiskaavan kaavakartta.* [https://www.sipoo.fi/wp-content/uploads/2020/12/G-](https://www.sipoo.fi/wp-content/uploads/2020/12/G-20_talma_oyk_kaavakartta_oikaistu_hyv_valtuusto_20150615.pdf)

[20 talma_oyk_kaavakartta_oikaistu_hyv_valtuusto_20150615.pdf](https://www.sipoo.fi/wp-content/uploads/2020/12/G-20_talma_oyk_kaavakartta_oikaistu_hyv_valtuusto_20150615.pdf)

Talja, A. (2004). *Suositus liikennetärinän mittaamisesta ja luokituksesta.*

<https://www.vttresearch.com/sites/default/files/pdf/tiedotteet/2004/T2278.pdf>

Talja, A. (2011). *Ohjeita liikennetärinän arviointiin.*

<https://www.vttresearch.com/sites/default/files/pdf/tiedotteet/2011/T2569.pdf>

Talja, A.;& Saarinen, A. (2009). *Maaliikenteen aiheuttaman runkomelun arviointi.*

<https://www.vttresearch.com/sites/default/files/pdf/tiedotteet/2009/T2468.pdf>

Talja, A.;& Törnqvist, J. (2014). *Liikennetärinä: Alueiden tärinäkartoitus ja rakenteiden vaurioitumisalttius, VTT-R-04703-14.*

<https://www.vttresearch.com/sites/default/files/julkaisut/muut/2014/VTT-R-04703-14.pdf>

Tampereen Kaupunki. (2011). *Keskusareenan, liike- ja toimistorakennusten sekä asuinrakennusten rakentaminen liityntäjärestelyineen, rata-alueen kattaminen - asemakaavan muutos.*

https://kartat.tampere.fi/www/authority/asemakaavat_auth.php?nro=008366

Terveyden ja hyvinvoinnin laitos. (n.d.). *Ympäristöterveys - Melu.*

<https://thl.fi/fi/web/ymparistoterveys/melu>

Ympäristöministeriö. (2000). *Ympäristöministeriön asetus maankäyttö- ja rakennuslain mukaisissa kaavoissa käytettävistä merkinnöistä.*

<https://www.edilex.fi/data/rakentamismaaraykset/a5.pdf>

Ympäristöministeriö. (2002). *Ympäristöopas 97: Raideliikennemelun laskentamalli.*

https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/41691/Ymp%C3%A4rist%C3%B6opas_97.pdf