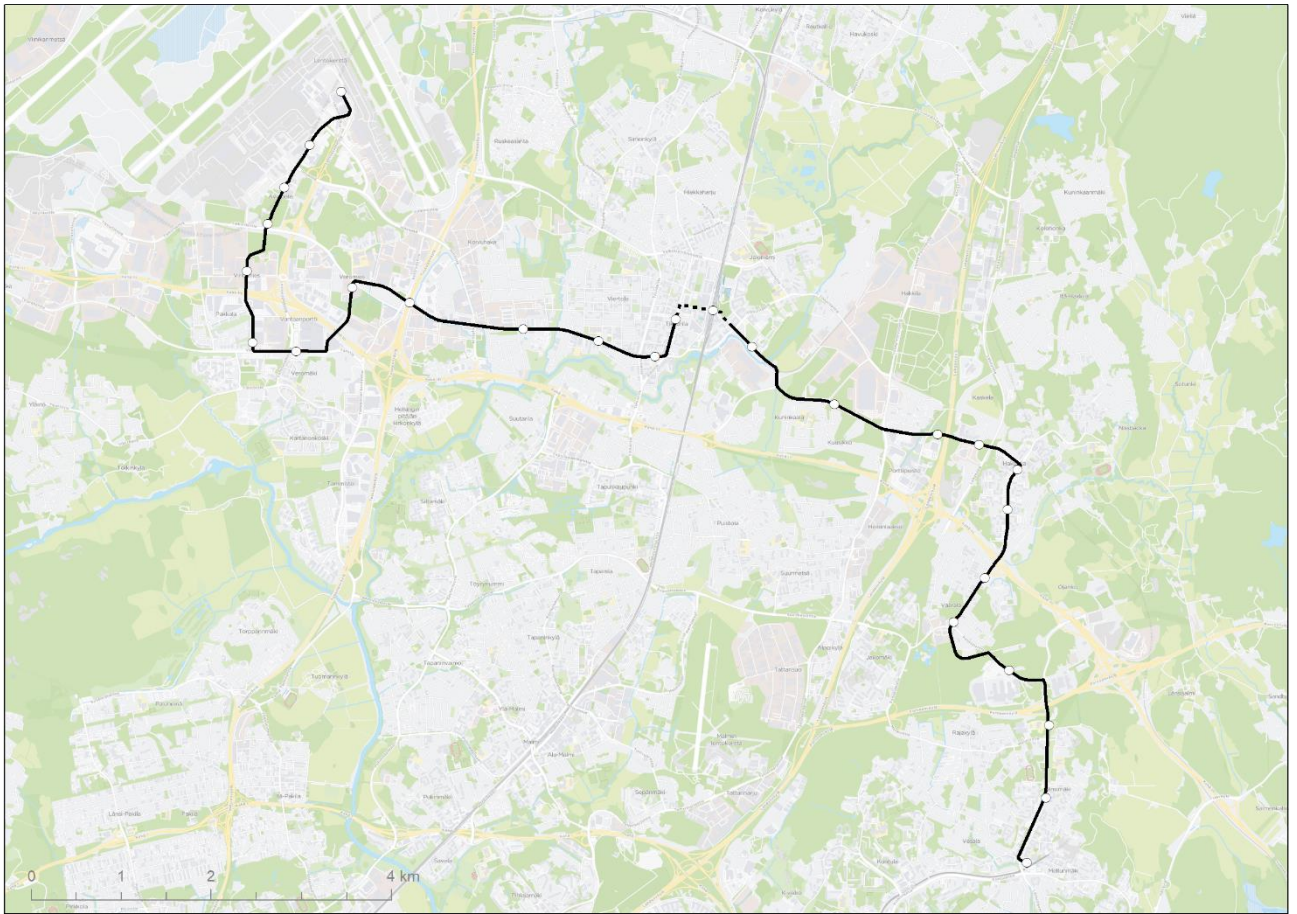


Vantaan ratikka

Ratikkaliikenteen tärinät

Seloste ratalinjauksen tärinäarvioinnista
18.9.2019



Vantaan ratikan linjaus

SISÄLLYSLUETTELO

1 YLEISTÄ.....	4
2 LÄHTÖTIETOJA.....	4
3 KISKOLIIKENTEEN TÄRINÄT	6
4 SUUNNITELLUN LINJAUKSEN OSA-ALUEIDEN KUVAUS.....	7
4.1 YLEISTÄ	7
4.2 ALUE 1.....	8
4.3 ALUE 2.....	9
4.4 ALUE 3.....	9
4.5 ALUE 4.....	10
4.6 ALUE 5.....	11
4.7 ALUE 6.....	11
4.8 ALUE 7.....	12
4.9 ALUE 8.....	12
4.10 ALUE 9	14
6 YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET	15
KIRJALLISUUTTA	15
LIITE (LINJAUKSEN ONGELMA-ALUEET).....	16

1 YLEISTÄ

Työn tavoitteena on alustavasti arvioida Vantaan alueelle suunnitellun raitiotieliikenteen tärinävaikutuksia. Kaavaillun linjauksen lähiympäristön nykytila selvitetään rakennusten ja asukkaiden kannalta siten, että mahdolliset ongelmakohteet tärinän ja värähtelyn kannalta voidaan tunnistaa. Vantaan ratikan linjauksen pituus on noin 19 km välillä Länsimäki – Hakunila - Tikkurila - Aviapolis - Lentoasema.

Raitiovaunuliikenteen tärinävaikutuksien arviointi perustuu osaltaan muissa projekteissa tehtyjen raitiovaunuliikenteen tärinämittaustuloksiin. Arvioinnissa otetaan huomioon maaperän ominaisuudet ja raiteiden etäisyys rakennuksista. Arviointi perustuu olemassa olevaan maaperäaineistoon sekä maastokatselmuksen yhteydessä laaditun alustavan rakennuskantaselvityksen (nykytilan rakennusten perustamistavat, rakennusten käyttötarkoitukset) havaintoihin. Tilaaja luovuttaa selvityksen tekijän käyttöön maaperätiedot linjauksen läheisyydestä valmiina kartta-aineistona sekä tarvittaessa perustamistapatiedot maastokatselmuksen havaintojen perusteella erikseen määritettyjen rakennusten osalta. Tärinähaitta-arvioinnista laaditaan erillinen yhteenvetoteksti sekä yleissuunnitelman julkaisuun laadittu lyhennelmä.

Tarkastelu on toteutettu empiirisen mallinnustiedon ja kirjallisuuteen perustuvan aineiston sekä osittaisen numeerisen mallinnuksen avulla. Johtopäätökset on muodostettu saatujen havaintojen perusteella.

2 LÄHTÖTIEDOJA

Liikenneperäisen tärinän ohjearvot perustuvat mitatun tärinän heilahdusnopeuden $v_{w,95}$ taajuuspainotetun tehollisarvon perusteella tilastollisesti määritettyyn tunnuslukuun $v_{w,95}$ [mm/s]. Suositus asuinrakennusten ja niitä vastaavien asuintilojen värähtelyluokituksesta (VTT Tiedotteita 2278, 2004) on esitetty taulukossa 1. Luokitus perustuu ihmisen kokeman tärinän häiritsevyyteen. Kun kyseessä on muu kuin asumistarkoitus, tavoiteraja voi olla kaksinkertainen.

Taulukko 1. Suositus asuinrakennusten ja vastaavien asuintilojen värähtelyluokituksesta (VTT 2006).

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

Rakenteiden perustusten vaurioalttiutta kuvataan taulukon 2 luokituksella. Esitettyjä raja-arvoja pienempien värähtelytasojen ei katsota aiheuttavan rakennuksen käyttöarvoa pienentäviä vaurioita.

Taulukko 2. Rakennusten perustusten vaurioalttiuden rajaamisessa käytettävät kriteerit (VTT 2001).

Värähtely-luokka	Kuvaus värähtelyolosuhteista	Heilahdus-nopeuden huippuarvo v_{max} [mm/s]	Tunnusluku $v_{rms,95}$ [mm/s]
V	Kohonneen tärinäalttiuden alue <i>Rakenteiden vauriot mahdollisia</i>	$\geq 3,0$	$\geq 5,0$
H	Vähäisen tärinäalttiuden alue <i>Rakenteiden haitat mahdollisia</i>	$\leq 3,0$	$\leq 5,0$
E	Rakenteiden vaurioriski epätodennäköinen	$\leq 1,0$	$\leq 1,6$

Tärinän tuottamaa haittaa asumismukavuudelle maankäytön suunnittelussa arvioidaan tunnusluvun perusteella. Tämä perustuu yksittäisten liikennetapahtumien suurimpiin värähtelyn tehollisarvoihin ja näiden perusteella laskettuun keskiarvoon sekä hajontaan siten,

että $v'_{rms'95}$ on viidentoista suurimman yksittäisen tapahtuman keskiarvo lisättynä 1.8 kertaa viidentoista suurimman yksittäisen tapahtuman hajonta.

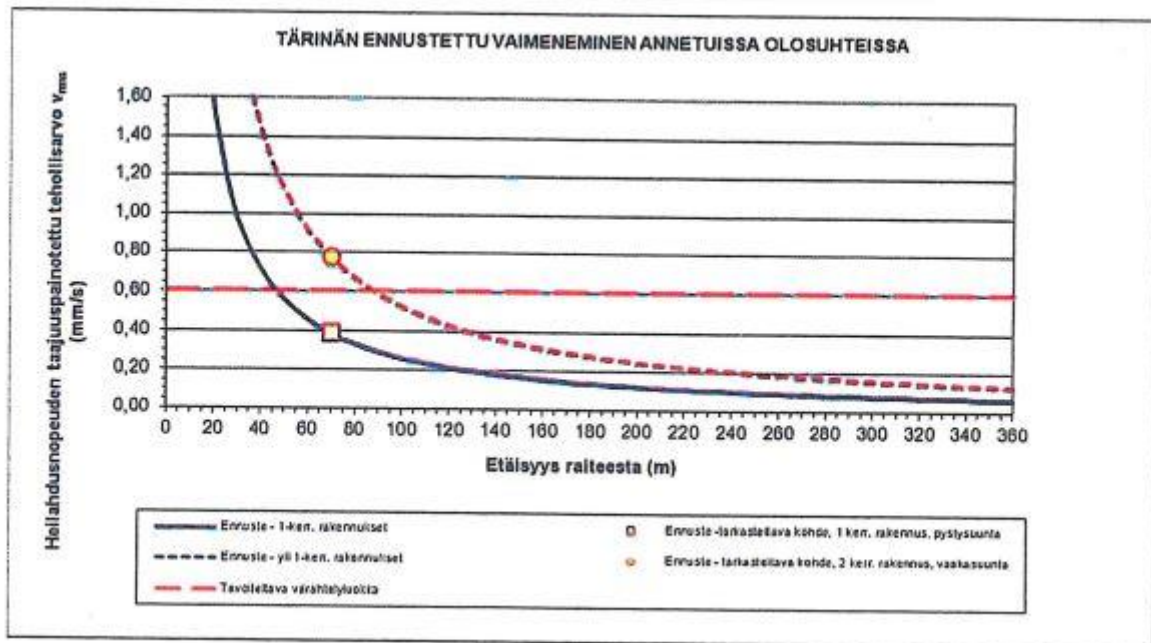
3 KISKOLIIKENTEN TÄRINÄT

Tärinähaitat on otettava huomioon yhdyskuntasuunnittelussa. Liikennetärinä voi olla asuinrakennusten lisäksi häiritsevää esimerkiksi julkisissa tiloissa, joissa on tärinäherkkiä laitteistoja. Valitusten lisääntyminen voi olla seurausta esimerkiksi liikenteellisistä muutoksista ja radan rakenteissa tapahtuneista muutoksista sekä myös ilmastollisista sääolosuhteista, kuten roudasta ja pohjaveden pinnan muutoksista. Uudet asukkaat reagoivat usein herkemmin tärinään, kuin tärinään jo tottuneet asukkaat. Tärinäriskiä pidetään yleensä suurehkona, mikäli maaperä koostuu pehmeistä maalajeista tai löyhistä kerroksista, kun pohjavesi on läsnä. Kuitenkin paikallisesti kaltevat tiiviit karkearakeiset kerrokset ja erityisesti kallio saattaa nostaa heijastusten kautta tärinän vastetta.

Pohjasuhteet laskentaan on valittu saatavissa olleiden maaperätietojen perusteella. Tarkastelussa on käsitelty kohdittain paikalliset pohjasuhteet ja empiirisen, kirjallisen sekä laskennallisen tiedon pohjalta arvioitu vastaavassa kohdassa esiintyvä värähtelyn eteneminen.

Ominaistaajuudet ja –muodot määritetään dynaamisissa analyyseissä rakenteellisen systeemin resonanssitilanteen selvittämiseksi. Resonanssitilanteessa systeemi menettää rakenteellisen toimintakykynsä. Useimmiten kuitenkin junaliikenteen tuottama resonanssitilanne vaatii pitkähköön raskaan kaluston muodostaman syklistarjan (10...15 toistuvaa harmonista herätettä). Voidaan havaita, että epäedullisimmat tilanteet muodostuvat korkealla rakennuksella vaakasuuntaisiin värähtelyihin. Useimmissa rakennesysteemeissä riittää 10 alimman ominaistaajuuden määrittäminen. On kuitenkin yleensä pääteltävissä, että radan liikenne ei muodosta riittävän pitkää ja energialtaan korkeata herätettä näiden ominaismuotojen heräämiseksi.

VTT:n ohje (2006) suosittelee käytettäväksi ns. arviointitasoa 2 yleiskaava- ja asemakaavavaiheessa, kun alue on arvioitu ns. riskikohteeksi. Tässä tarkastelussa kuitenkin pyritään havaitsemaan lähinnä riskitasoa edustavat kohteet. Tärinän leviäminen ympäristössä herätelähteestä (tässä ratikkaliikenne) on mahdollista arvioida alustavasti esimerkiksi oheisen kuvan 1 mukaisella mallilla. VTT:n ohje ”Suositus liikennetärinän arvioimiseksi maankäytön suunnittelussa” esittää tällaisten ennustekäyrien arviointiperiaatetta.



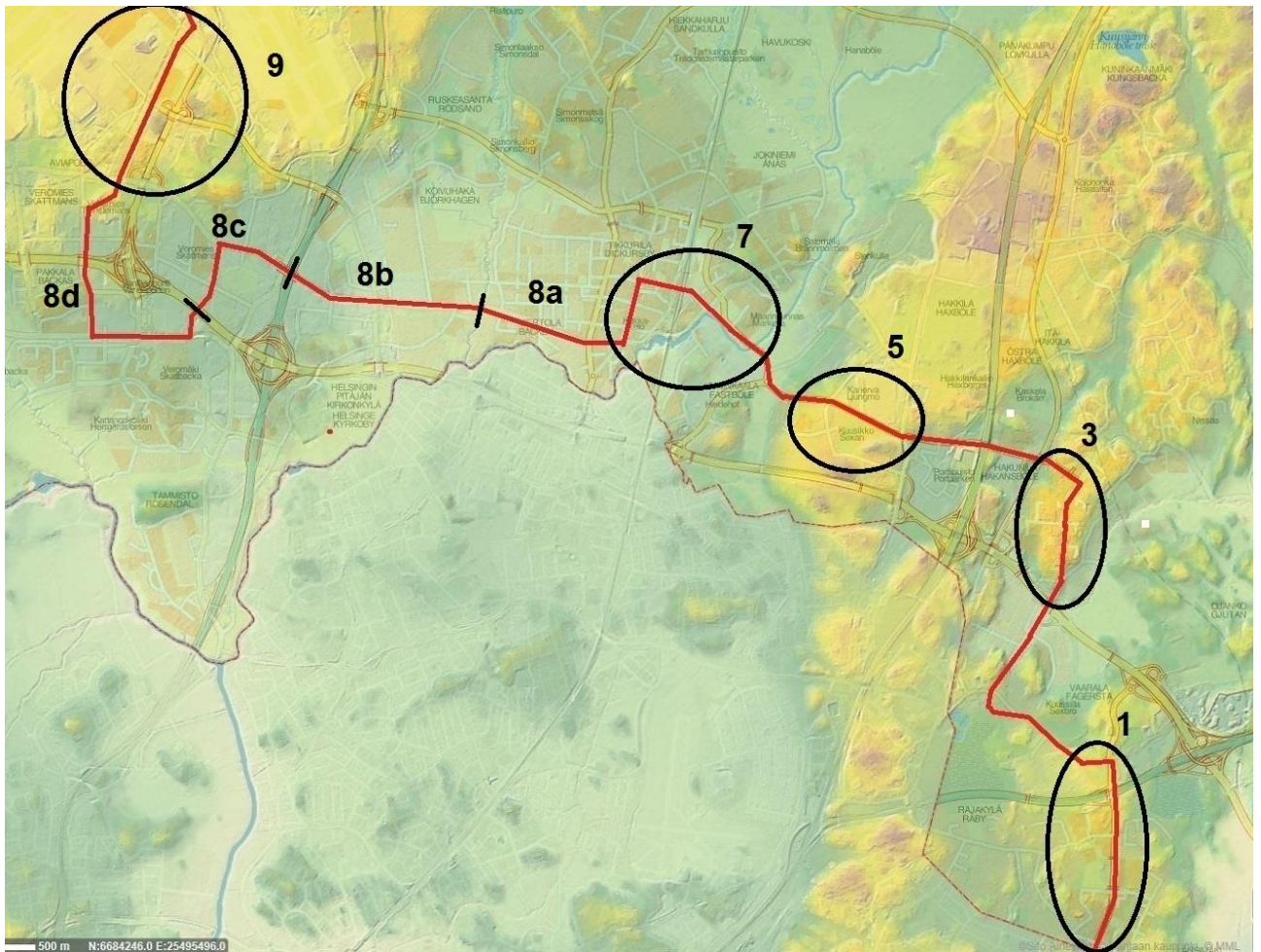
Kuva 1. Esimerkki värähtelyn leviämisestä värähtelystä ympäristöön.

4 SUUNNITELLUN LINJAUKSEN OSA-ALUEIDEN KUVAUS

4.1 YLEISTÄ

Vantaan ratikan linjauksen pituus on noin 19 km välillä Länsimäki – Hakunila - Tikkurila - Aviapolis - Lentoasema. Suunniteltu linjaus on esitetty kuvassa 2. Alueiden selkeän esitystavan vuoksi on linjaus jaettu yhdeksään osa-alueeseen. Nämä ovat maasto-olosuhteiltaan aluekohtaisesti pääosin samanlaiset. Tikkurilan alueen linjaus saattaa muuttua vielä yksityiskohtaisen suunnittelun edetessä.

Raitiotieliikenteen osalta uusille liikerakennuksille hyväksyttävä värähtelyluokka täyttyy silttialueilla liikerakennuksissa yli 50 m etäisyydellä ja korkeampien rakennusten osalta 90 m etäisyydellä. Jos raiteita on useampi, tulee määrittäminen tehdä korkeamman nopeuden omaavasta raiteesta. Arvioidut värähtelyn tunnuslukujen etäisyydet ovat 0.6 mm/s 35 m ja 0.3 mm/s 50 m. Merkittävin taajuusalue on noin 8 ... 13 Hz, mutta voi nousta huomattavasti korkeammaksikin (< 50 Hz). Todennäköisesti pystyvärähtely on määräävä. Koska savikerroksen paksuus ei ole suuri, tulee merkittäväksi tekijäksi kohdittain perustamistapa, rummut jne. Savikerroksen paksuuntuessa sen kerrosominaisuudet merkitykseltään kasvavat. Selvitysalueen pohjamaa koostuu vain alkupäässä värähtelyn kannalta ongelmallisista savialueista. Mahdollisesti tulevien rakennusten osalta tulee tehdä pohjavahvistuksia (stabilointi, paalutus, massanvaihto), jolloin värähtelyenergian siirtyminen lievenee.



Kuva 2. Suunnitellun linjauksen jako osa-alueisiin.

4.2 ALUE 1

Alue- ja maaperäkuvaus, rakennuskanta ja tärinän ongelmakohtat

Alue 1 on linjauksen alkupäässä Mellunkylässä ja on pituudeltaan noin 2 km. Linjaus kulkee Vantaan puolella Länsimäentietä, ylittää Porvoonväylän ja kääntyy tämän jälkeen Fazerintielle luoteeseen. Maanpinta (tien pinta) vaihtelee alkupäässä välillä +18 ...+30 ja loppupäässä välillä +40 ...+43.

Maanpinnan korkeus nousee pääsääntöisesti kohti pohjoista. Maaperäkartan mukaan alue on pääosin merkitty hiekkakerroksiksi. Maaperä koostuu eteläosassa pääosin savikerrostumista ja heti siirryttäessä pohjoisemmaksi – maanpinnan noustessa selkeästi - kitkamaista. Kallioisia kohtia on näkyvissä jonkin verran. Syvemmällä on kitkamaita ja kallio, jonka syvyys vaihtelee +10 ... +12. Rakennetut kohdat ovat luonnollisesti ohjeen mukaisia kitkamaakerroksia. Pohjaveden korkeus on eteläosalla arviolta tasolla noin +15 ja alueen loppuosalla noin +25.

Alueella on vilkasta bussi- ja autoliikennettä. Nopeusrajoitus on 50 km/h. Ajouradan kunto on hyvä. Alueen rakennukset on sijoitettu lähimmillään noin 25 m tielinjauksesta (tuleva

raidelinjaus). Noin 60 % alueesta (Länsimäentie) on kerrostalo- ja toimitilarakennuksia. Porvoonväylän ylityksen jälkeen pohjoisempana ja lounaassa on metsäistä ja toisaalta laajempaa teollista aluetta. Alueen loppupää luoteessa on suhteellisen tiivistä ok-taloaluetta.

Tärinän kannalta ongelmallisia kohtia on alueen alussa oleva matalahko Länsimäentien alkupää. Mentäessä pohjoista kohti ja alueen loppupää on hyvää aluetta tärinän vaimentumisen kannalta. On ennustettavissa, että rakenteiden vaurioriski on pieni rakennusten osalta sijaiten yli 50 m tulevasta raidelinjauksesta. Paalutus pienentää pääsääntöisesti vain pystysuuntaisia värähtelyjä. Mittauksilla voidaan tarkentaa rajoja värähtelyluokille, mutta tässä tutkimuksessa ei mittauksia ole suunniteltu tehtäväksi.

4.3 ALUE 2

Alue- ja maaperäkuvaus, rakennuskanta ja tärinän ongelmakohdat

Alue 2 alkaa hieman ennen kohtaa, jossa Fazerintie muuttuu Kuusisillantieksi ja tällöin linjaus muuttuu Hopeatien suuntaiseksi. Alueen 2 loppuosa kulkee Hakunilantietä ja on pituudeltaan noin 1.8 km ulottuen Kehä 3 asti. Maanpinta (tien pinta) vaihtelee alkupäässä välillä +41 ...+33 ja loppupäässä välillä +20 ...+25. Alueella on suhteellisen suuria korkeuseroja.

Maaperäkartan mukaan alue on alkuosiltaan pääosin merkitty kitkamaa-alueeksi kuitenkin siten, että Hopeatien poikkeavan linjauksen alueella on lyhyehkö siltti- ja turvealue. Kallioisia kohtia on näkyvissä jonkin verran. Alueen viimeinen noin 0.5 km on matalahkoa savi-aluetta. Kova pohja on alueen alkuosalla noin 5...8 m syvyydessä ja loppuosalla (viimeinen 0.5 km) kairaukset ovat loppuneet noin 15 ... 20 m syvyyteen. Rakennetut kohdat ovat luonnollisesti ohjeen mukaisia kitkamaakerroksia. Pohjaveden korkeus on alkuosalla arviolta 2...3 m maanpinnasta ja loppuosalla 1...2 m maanpinnasta.

Alueella on vilkasta bussi- ja autoliikennettä. Nopeusrajoitus on 40 km/h. Ajouradan kunto on hyvä. Alueen rakennukset on sijoitettu lähimmillään noin 25 m tielinjauksesta (tuleva raidelinjaus). Alueen alkuosalla on teollista aluetta ja loppuosalla asuinrakennuskantaa.

Tärinän kannalta ongelmallisia kohtia on alueen lopussa oleva (noin 0.5 km) matalahko Hakunilantien osuus. Alueen alkupää on hyvää aluetta (poikkeuksena lyhyt turve- ja silttialue Hopeatien poikkeavan linjauksen alueella) tärinän vaimentumisen kannalta. On ennustettavissa, että rakenteiden vaurioriski on pieni rakennusten osalta sijaiten yli 50 m tulevasta raidelinjauksesta. Paalutus pienentää pääsääntöisesti vain pystysuuntaisia värähtelyjä. Mittauksilla voidaan tarkentaa rajoja värähtelyluokille, mutta tässä tutkimuksessa ei mittauksia ole suunniteltu tehtäväksi.

4.4 ALUE 3

Alue 3 alkaa hieman kehä III jälkeen. Alue kulkee suurimman osan Hakunilantietä ja on pituudeltaan noin 1.5 km jatkuen Kyytitietä Lahdentielle asti. Maanpinta (tien pinta) vaihtelee

alkupään tasauksesta +25 loppupään samaan tasaukseen käyden kuitenkin puolivälissä korossa +47. Alueella on suhteellisen suuria korkeuseroja.

Maaperäkartan mukaan alue on alkuosiltaan pääosin merkitty kitkamaa-alueeksi kuitenkin siten, että alueen alussa ja lopussa on lyhyehkö savialue. Kallioisia kohtia on näkyvissä jonkin verran. Kova pohja on syvimmillään noin tasolla +10, jonne syvimmat kairaukset ovat loppuneet. Rakennetut kohdat ovat luonnollisesti ohjeen mukaisia kitkamaakerroksia. Pohjaveden korkeus on arviolta 2...3 m maanpinnasta ja alku- sekä loppuosalla 1...2 m maanpinnasta.

Alueella on vilkasta bussi- ja autoliikennettä. Nopeusrajoitus on 40 km/h. Ajouradan kunto on hyvä. Alueen rakennukset on sijoitettu lähimmillään noin 25 m tielinjauksesta (tuleva raidelinjaus). Alueella on teollista aluetta.

Tärinän kannalta ongelmallisia kohtia on alueen alussa (Hakunilantie) ja lopussa (Kyytitie) oleva (noin 0.15 km) matalahko osuus. Alueen keskiosa on hyvää aluetta tärinän vaimentumisen kannalta. On ennustettavissa, että rakenteiden vaurioriski on pieni rakennusten osalta sijaiten yli 50 m tulevasta raidelinjauksesta. Paalutus pienentää pääsääntöisesti vain pystysuuntaisia värähtelyjä. Mittauksilla voidaan tarkentaa rajoja värähtelyluokille, mutta tässä tutkimuksessa ei mittauksia ole suunniteltu tehtäväksi.

4.5 ALUE 4

Alue 4 kulkee Kyytitietä Lahdentieltä alkaen Lahdenväylän yli Vanhan Porvoontien liittymään asti ja on pituudeltaan noin 1.1 km. Maanpinta (tien pinta) vaihtelee alkupään tasauksesta (keskimäärin) +23 loppupään tasaukseen +29 ... +30.

Maaperäkartan mukaan alue on merkitty pohjasuhteiltaan vaihtelevaksi. Alueen alussa on Kyytitien pohjoispuolella pitkähkö savialue leveydeltään noin 50 m. Maaperäkartan mukaan on myös turve-, siltti-, hiekka- ja pienehköjä savialueita reitillä. Kallioisia kohtia on näkyvissä jonkin verran. Kova pohja vaihtelee noin tasolla +8 ... +12, jonne kairaukset ovat loppuneet. Rakennetut kohdat ovat luonnollisesti ohjeen mukaisia kitkamaakerroksia. Pohjaveden korkeus on arviolta 1...2 m maanpinnasta.

Alueella on vilkasta bussi- ja autoliikennettä. Nopeusrajoitus on 50 km/h. Ajouradan kunto on hyvä. Alueen rakennukset on sijoitettu lähimmillään noin 25 m tielinjauksesta (tuleva raidelinjaus). Alueella on asuinrakennuskantaa.

Tärinän kannalta ongelmallisia kohtia on alueen alussa Kyytitien pohjoispuolen savialue (pituus noin 0.35 km) ja loppuosalla Kyytitien eteläpuolella oleva (pituus noin 0.18 km) turvealue. Alueen keskiosa on hyvää aluetta tärinän vaimentumisen kannalta. On ennustettavissa, että rakenteiden vaurioriski on pieni rakennusten osalta sijaiten yli 50 m tulevasta raidelinjauksesta. Paalutus pienentää pääsääntöisesti vain pystysuuntaisia värähtelyjä.

4.6 ALUE 5

Alue 5 alkaa Vanhalta Porvoontieltä kulkiessa Kyytitietä päättyen heti Markkulantien jälkeen ja on pituudeltaan noin 1.1 km. Maanpinta (tien pinta) vaihtelee alkupään tasauksesta (keskimäärin) +28 loppupään tasaukseen +25 käyden kuitenkin linjauksen puolivälissä lähes korkeudessa +47.

Maaperäkartan mukaan alue on merkitty pohjasuhteiltaan vaihtelevaksi. Alueen alussa on Kyytitien ympäristössä valtaosaltaan hiekkaisa aluetta. Maaperäkartan mukaan on myös moreeni- ja turvealueita. Kallioisia kohtia on näkyvissä jonkin verran. Kova pohja vaihtelee noin tasolla +8 (alkupää) ... +18 (loppupää), jonne kairaukset ovat loppuneet. Rakennetut kohdat ovat ohjeen mukaisia kitkamaakerroksia. Pohjaveden korkeus on arviolta 1...2 m maanpinnasta.

Alueella on vilkasta bussi- ja autoliikennettä. Nopeusrajoitus on 50 km/h. Ajouradan kunto on hyvä. Alueen rakennukset on sijoitettu lähimmillään noin 25 m tielinjauksesta (tuleva raidelinjaus). Alueen alkuosalla on teollista aluetta ja loppuosalla asuinrakennuskantaa.

Tärinän kannalta ongelmallisia kohtia on alueen alussa Kyytitien eteläpuolen turvealue (pituus noin 0.45 km). Alueen keskiosa on hyvää aluetta tärinän vaimentumisen kannalta. On ennustettavissa, että rakenteiden vaurioriski on pieni rakennusten osalta sijaiten yli 50 m tulevasta raidelinjauksesta. Paalutus pienentää pääsääntöisesti vain pystysuuntaisia värähtelyjä.

4.7 ALUE 6

Alue 6 alkaa heti Markkulantieltä Kuninkaalan alueella päättyen Tutkijanpellon kohdalla kulkevaan Yläkouku-nimiseen jokeen. Alueen linjaus on pituudeltaan noin 0.5 km. Maanpinta (tien pinta) kulkee keskimäärin korkeudessa +19 ... +20.

Maaperäkartan mukaan alue on merkitty pohjasuhteiltaan savialueeksi. Kallioisia kohtia ei ole näkyvissä. Kova pohja on syvimmillään noin tasolla -16, jonne kairaukset ovat loppuneet. Rakennetut kohdat ovat ohjeen mukaisia kitkamaakerroksia. Pohjaveden korkeus on arviolta 1...2 m maanpinnasta.

Alueella on vilkasta bussi- ja autoliikennettä. Nopeusrajoitus on 50 km/h. Ajouradan kunto on hyvä. Alueen rakennukset on sijoitettu lähimmillään noin 25 m tielinjauksesta (tuleva raidelinjaus). Alueen lounaispuolella on teollista aluetta.

Tärinän kannalta ongelmallisia kohtia on käytännössä koko alue. On ennustettavissa, että rakenteiden vaurioriski on pieni rakennusten osalta sijaiten yli 50 m tulevasta raidelinjauksesta. Paalutus pienentää pääsääntöisesti vain pystysuuntaisia värähtelyjä.

4.8 ALUE 7

Alue 7 alkaa heti Markkulantietä Kuninkaalan alueella päätyen Tutkijanpellon kohdalla kulkevaan Yläkoukku-nimiseen jokeen. Alueen linjaus on pituudeltaan noin 1.8 km. Maanpinta (tien pinta) kulkee keskimäärin korkeudessa +18 ... +20.

Maaperäkartan mukaan alue on merkitty pohjasuhteiltaan savialueeksi. Kallioisia kohtia ei ole näkyvissä. Kova pohja on syvimmillään noin tasolla -12.5, jonne kairaukset ovat loppuneet. Rakennetut kohdat ovat ohjeen mukaisia kitkamaakerroksia. Pohjaveden korkeus on arviolta 1...2 m maanpinnasta.

Alueella on vilkasta bussi- ja autoliikennettä. Nopeusrajoitus on 50 km/h. Ajouradan kunto on hyvä. Alueen rakennukset on sijoitettu lähimmillään noin 25 m tielinjauksesta (tuleva raidelinjaus). Alueen lounaispuolella on teollista aluetta.

Tärinän kannalta ongelmallisia kohtia on linjauksen ensimmäinen 0.5 km eli joen (Yläkoukku) varsi. On ennustettavissa, että rakenteiden vaurioriski on pieni rakennusten osalta sijaiten yli 50 m tulevasta raidelinjauksesta. Paalutus pienentää pääsääntöisesti vain pystysuuntaisia värähtelyjä.

4.9 ALUE 8

Osa-alue 8a

Alue 8a alkaa Talvikkitien kohdalta kulkien Tikkurilantietä noin Kylmäojan tienoille. Alueen linjaus on pituudeltaan noin 1 km. Maanpinta (tien tasaus) kulkee keskimäärin korkeudessa +15.

Maaperäkartan mukaan alue on merkitty pohjasuhteiltaan saviseksi. Kova pohja on syvimmillään noin tasolla +11, jonne kairaukset ovat loppuneet. Rakennetut kohdat ovat ohjeen mukaisia kitkamaakerroksia. Pohjaveden korkeus on arviolta 1...2 m maanpinnasta.

Alueella on bussi- ja autoliikennettä. Nopeusrajoitus on 50 km/h. Ajouradan kunto on hyvä. Alueen rakennukset on sijoitettu lähimmillään noin 25 m tielinjauksesta (tuleva raidelinjaus). Alueella on pääosin asuinrakennuskantaa.

Tärinän kannalta ongelmallisia kohtia on käytännössä lähes koko linjauksen alue. On ennustettavissa, että rakenteiden vaurioriski on pieni rakennusten osalta sijaiten yli 50 m tulevasta raidelinjauksesta. Paalutus pienentää pääsääntöisesti vain pystysuuntaisia värähtelyjä.

Osa-alue 8b

Alue 8b alkaa Kylmäojan kohdalta kulkien Tikkurilantietä Tuusulanväylälle. Alueen linjaus on pituudeltaan noin 1.2 km. Maanpinta (tien tasaus) kulkee keskimäärin korkeudessa +20... +27.

Maaperäkartan mukaan alue on merkitty pohjasuhteiltaan saviseksi. Kova pohja on syvimmillään noin tasolla -2, jonne kairaukset ovat loppuneet. Rakennetut kohdat ovat ohjeen mukaisia kitkamaakerroksia. Pohjaveden korkeus on arviolta 1...2 m maanpinnasta.

Alueella on bussi- ja autoliikennettä. Nopeusrajoitus on 50 km/h. Ajouradan kunto on hyvä. Alueen rakennukset on sijoitettu lähimmillään noin 25 m tielinjauksesta (tuleva raidelinjaus). Alueella on pääosin asuinrakennus- sekä jonkin verran teollista rakennuskantaa.

Tärinän kannalta ongelmallisia kohtia on käytännössä lähes koko linjauksen alue pois lukien loppuosalla oleva hiekka-, moreeni- ja kallioalue. On ennustettavissa, että rakenteiden vaurioriski on pieni rakennusten osalta sijaiten yli 50 m tulevasta raidelinjauksesta. Paalutus pienentää pääsääntöisesti vain pystysuuntaisia värähtelyjä.

Osa-alue 8c

Alue 8c alkaa Tuusulanväylältä länteen Kehä III koillispuolelle asti. Linjaus kääntyy Tikkurilantieltä Rälssitielle Manttaalitien kohdalla. Alueen linjaus on pituudeltaan noin 1.6 km. Maanpinta (tien tasaus) kulkee keskimäärin alkuosaltaan korkeudessa +20 päättyen loppuosaltaan korkeuteen +21.

Maaperäkartan mukaan alue on merkitty pohjasuhteiltaan saviseksi. Kova pohja on syvimmillään noin tasolla +12, jonne kairaukset ovat loppuneet. Rakennetut kohdat ovat ohjeen mukaisia kitkamaakerroksia. Pohjaveden korkeus on arviolta 1...2 m maanpinnasta.

Alueella on bussi- ja autoliikennettä. Nopeusrajoitus on 50 km/h. Ajouradan kunto on hyvä. Alueen rakennukset on sijoitettu lähimmillään noin 25 m tielinjauksesta (tuleva raidelinjaus). Alueella on teollista sekä jonkin verran asuinrakennuskantaa.

Tärinän kannalta ongelmallisia kohtia on käytännössä lähes koko linjauksen alue. On ennustettavissa, että rakenteiden vaurioriski on pieni rakennusten osalta sijaiten yli 50 m tulevasta raidelinjauksesta. Paalutus pienentää pääsääntöisesti vain pystysuuntaisia värähtelyjä.

Osa-alue 8d

Alue 8d alkaa Kehä III kohdalla, sen lounaispuolelta Rälssitietä Tasetielle ja edelleen Väinö Tannerin tietä kääntyen Osuustietä pohjoiseen päättyen Plootukallion tienoille (missä linjaus tekee mutkan). Alueen linjaus on pituudeltaan noin 2.5 km. Maanpinta (tien tasaus) kulkee alkuosaltaan korkeudessa +22 ... +28 päättyen loppuosaltaan korkeuteen +43.

Maaperäkartan mukaan alue on merkitty pohjasuhteiltaan Kehä III eteläpuolisilta osiltaan pääosin saviseksi. Kehä III pohjoispuolinen osa on alkuosaltaan savea ja loppuosaltaan kallioista, lopussa on kuitenkin havaittavissa savi-, siltti- ja moreenityyppinen kaista. Noin 100 m ... 300 m Kehä III eteläpuolella on kuitenkin havaittavissa siltti-, hiekka- ja moreenityyppinen alue. Kova pohja on syvimmillään noin tasolla +15, jonne kairaukset ovat loppuneet. Rakennetut kohdat ovat ohjeen mukaisia kitkamaakerroksia. Pohjaveden korkeus on arviolta 1...3 m maanpinnasta.

Alueella on bussi-, auto- sekä muuta teknistä liikennettä. Nopeusrajoitus on 50 km/h. Ajouradan kunto on hyvä. Alueen rakennukset on sijoitettu lähimmillään noin 25 m tielinjauksesta (tuleva raidelinjaus). Alueella on paljolti teollista rakennuskantaa.

Tärinän kannalta ongelmallisia kohtia on Kehä III eteläpuolinen lähes koko linjaus (pois lukien kohdat 1 Kehä III eteläpuolella oleva lyhyt hiekka- ja moreeni- sekä kallioinen kaista ja

2 linjauksen alussa oleva Kehä III eteläpuolen siltti-, hiekka- ja moreenittyypinen alue pituudeltaan noin 0.35 km) ja Kehä III pohjoispuolen alussa ja lopussa oleva noin 50 m pituinen savi/silttikaista. On ennustettavissa, että rakenteiden vaurioriski on pieni rakennusten osalta sijaiten yli 50 m tulevasta raidelinjauksesta. Paalutus pienentää pääsääntöisesti vain pystysuuntaisia värähtelyjä.

4.10 ALUE 9

Alue 9 alkaa Plootukalliolta Tikkurilantien eteläpuolelta päättyen Terminaalitielle. Alueen linjaus on pituudeltaan noin 2 km. Maanpinta (tien taseaus) kulkee keskimäärin korkeudessa +42 ... +48 ...+45.

Maaperäkartan mukaan alue on merkitty pohjasuhteiltaan vaihtelevaksi. Linjauksen matkalla on havaittavissa siltti-, hiekka- ja moreenialueita. Ilmakehätien kohdalla on myös turvealue. Kallioisia kohtia on näkyvissä suhteellisen paljon. Kova pohja on syvimmillään noin tasolla +32 ... +34, jonne kairaukset ovat loppuneet. Rakennetut kohdat ovat ohjeen mukaisia kitkamaakerroksia. Pohjaveden korkeus on arviolta 2...3 m maanpinnasta.

Alueella on bussi-, auto- sekä muuta teknistä liikennettä. Nopeusrajoitus on 50 km/h. Ajouradan kunto on hyvä. Alueen rakennukset on sijoitettu lähimmillään noin 25 m tielinjauksesta (tuleva raidelinjaus). Alueella on teollista sekä pääosin ilmailuun liittyvää rakennuskantaa.

Tärinän kannalta ongelmallisia kohtia on linjauksen puolivälin tienoilla oleva noin 0.35 km pituinen savi/turvealue ja Tikkurilantien kohdalla oleva lyhyt savi/silttikaista. On ennustettavissa, että rakenteiden vaurioriski on pieni rakennusten osalta sijaiten yli 50 m tulevasta raidelinjauksesta. Paalutus pienentää pääsääntöisesti vain pystysuuntaisia värähtelyjä.

4.11 HELSINGIN PUOLI

Osio alkaa Vantaan ja Helsingin rajalta Länsimäentietä etelään päättyen Mellunmäen metroasemalle. Kaupungin raja sijaitsee Keihästien/Pallastunturintien ja Laakavuorentien välialueella. Alueen linjaus on pituudeltaan noin 0.5 km. Maanpinta (kadun taseaus) kulkee keskimäärin korkeudessa +16.5 ... +17.

Maaperäkartan mukaan alue on merkitty pohjasuhteiltaan pääosin savialueeksi. Kallioisia kohtia on linjauksen ympäristössä, mutta ei varsinaisesti linjauksen matkalla. Kova pohja on syvimmillään noin tasolla +10 ... +12, jonne kairaukset ovat loppuneet. Rakennetut kohdat ovat ohjeen mukaisia kitkamaakerroksia. Pohjaveden korkeus on arviolta 1.5 ...2 m maanpinnasta alaspäin.

Alueella on bussi-, auto- sekä muuta teknistä liikennettä. Nopeusrajoitus on 50 km/h. Ajouradan kunto on hyvä. Alueen rakennukset on sijoitettu lähimmillään noin 25 ... 30 m nykyisen katulinjauksen keskeltä. Alueella on lähinnä asuinrakennuskantaa.

Tärinän kannalta ongelmallisia kohtia voidaan olettaa olevan pääosin koko linjauksen matkalla, koska alue on varsinaisilta pohjasuhteiltaan merkitty savialueeksi. On ennustettavissa, että rakenteiden vaurioriski on pieni rakennusten osalta sijaiten yli 50 m tulevasta raidelinjauksesta, koska maaperä on selkeästi parempaa linjauksen ulkopuolella. Pohjavahvistustoimenpitein voidaan edelleen pienentää tärinäriskiä.

6 YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET

Tässä tarkastelussa on arvioitu tehtävämäärittelyn mukaisesti ihmisen tärinänä tunteman värähtelyn tasoa ja vaimentumista radan ja tien läheisyydessä. Pyrkimyksenä on ollut tarkastella hyväksyttävä tärinän taso ($v=0.3$ mm/s) radanvarren linjalla. Laskennallista arviointia ei ole tehty.

Radanvarren nopeuskomponenttien (pystysuunta) vastearviolinjaus, $v = 0.3$ mm/s, antaa käsityksen siitä, mille etäisyydelle voidaan toteuttaa asuinkäyttöön tarkoitettavaa rakennuskantaa. On kuitenkin huomioitava, että lovipyöräheräte on ongelma, joka tuottaa joissakin tapauksissa 5...10 kertaisen impulssin normikalustoon nähden.

Korkeat rakennukset perustetaan pääsääntöisesti kallion tai tukipaaluperustuksen varaan. Tällöin pystysuuntaiset värähtelyt hoituvat lähes automaattisesti hyväksyttävään tasoon. Suurin vaara korkeassa rakennuksessa on yläosien vaakasuuntaiset värähtelyt.

Arviointiin liittyviä epävarmuustekijöitä ovat vajavaiset tiedot lähistön rakennusten rakenteellisista yksityiskohdista, kuten jäykistys, perustamistapa ja tarkat pohjasuhdetiedot. Näillä voi olla merkittävä vaikutus rakennuksessa koettavaan tärinään. Tärinän vaikutuksia arvioitaessa mallinnuksen avulla voi olla perusteltua hieman ylikorostaa yksittäisiä vaikutteita johtuen epävarmuustekijöistä. Jännemitoiltaan pitkät ja joustavat lattiarakenteet voivat pitkien junien vaikutuksesta resonoidessaan aiheuttaa merkittävää tärinäefektiä rakennuksessa. Rakennussuunnittelun yhteydessä tulee suorittaa laskennallista arviointia.

KIRJALLISUUTTA

1. VTT 2006, Suositus liikennetärinän arvioimiseksi maankäytön suunnittelussa. Espoo. 46 s. Liitteitä 33 s. (VTT Working papers 50). ISBN 951 – 38 – 660 – 5. ISSN 1459 – 7683.
2. VTT 2005, Suositus liikennetärinän mittaamisesta ja luokituksesta. Espoo. 50 s. Liitteitä 15 s. (VTT tiedotteita 2278). ISBN 951 – 38 – 6523 – 1. ISSN 1235 – 0605.
3. VTT 2001, Rautatieliikenteen tärinän vaikutus rakenteisiin – vaurioalttiuden kartoittaminen ja mittaaminen. Luonnos 47 s.
4. VTT 2011, Ohjeita liikennetärinän arviointiin. Espoo 35 s. Liitteitä 9 s. (VTT tiedotteita 2569). ISBN 978 – 951 – 38 – 7685 – 2. ISSN 1455 – 0865.

LIITE (LINJAUKSEN ONGELMA-ALUEET)

