

Oulunlahti liikennepaikka, ratasuunnitelma, Oulu

C-2 Tärinäselvitysten yhteenvetoraportti

Proxion noudattaa DNV:n sertifioimaa laatustandardin ISO 9001 mukaista toimintajärjestelmää. Toimintajärjestelmän edellytysten mukaisesti alla olevassa taulukossa on esitetty dokumentin tekijä, katselmoija ja hyväksyjä, jotka takaavat dokumentin laadunmukaisuuden.

Versio	Sisältö	Päivämäärä	Tekijä	Tarkastaja	Hyväksyjä
1.0	Tärinäselvitysten yhteenveto	13.10.2017	Elina Malassu	Jorma Immonen	Mikko Saarinen

Sisällysluettelo

1	JOHDANTO.....	3
2	AIEMMAT TÄRINÄSELVITYKSET	5
2.1	Seinäjoki–Oulu-radan palvelutason parantaminen.....	5
2.1.1	Yleissuunnitelma ja ympäristövaikutusten arviointiselostus, 2006	5
2.1.2	Ympäristötärinämittaukset, 2008.....	7
2.2	Kaksoisraide Liminka–Oulu, yleissuunnittelu.....	10
2.2.1	Ympäristötärinän täydentävä tärinäselvitys Oulun alueella.....	10
2.2.2	Ympäristötärinän vähentäminen.....	14
2.3	Ratahanke Seinäjoki–Oulu	16
2.3.1	Finnrock Consulting 2013-2014.....	16
2.3.2	Finnrock Consulting 2015.....	19
3	YHTEENVETO	21
4	KAAVAPROSESSI.....	23
5	JOHTOPÄÄTÖKSET	25
6	LÄHDELUETTELO	26

1 JOHDANTO

Tässä yhteenvetoraportissa keskitytään vain Oulunlahden liikennepaikan suunnittelualueelta kmv 746+170–747+530 tai sen läheisyydestä tehtyihin tutkimuksiin. Suunnittelualueella on tärinärajoitus 50 km/h yli 3000 tonnin junille (Nopeuskaavio Ylivieska–Oulu, 2016 rev B). Muille junille nopeusrajoitukset ovat suunnittelualueella seuraavat:

- | | |
|-------------------------------------|-----------|
| - kallistuvakorinen kalusto | 200 km/h |
| - tavanomainen kalusto | 160 km/h |
| - tavarajunat 250 kN akselipainolla | 100 km/h. |

Suunnittelualueelle on myös määrätty asemakaavassa tärinäsuojaus radan itäpuolelle km 747+200 alkaen kohti pohjoista.

Oulunlahden liikennepaikan suunnittelualueelta ja sen läheisyydestä on tehty useita tärinäselvityksiä vuosien varrella. Seinäjoki–Oulu palvelutason parantamishankkeen yhteydessä tehdyssä ympäristövaikutusten arviointiselostuksessa (YVA) on määritetty tärinäriskialueet, joihin myöhemmän tärinämittaukset ja -raportit perustuvat. Yleissuunnitelmaan ja ympäristövaikutusten arviointiin liittyviä selvityksiä on käsitelty tarkemmin kappaleessa 2.1.

Tärinämittauksilla määritetään tyypillisesti tärinän painotettu tehollisarvo v_{wj} , jonka avulla lasketaan tärinän tunnusluku laskemalla 15 mittauskerran suurimman tehollisarvon keskiarvo ja lisäämällä tähän otoksen keskihajonta 1,8-kertaisena. Kaava $v_{w,95} = \bar{v}_w + 1,8 * \sigma$

Tärinähaittojen arvioinnissa käytetään tyypillisesti VTT:n suosittelemaa, norjalaiseen standardiin perustuvaa värähtelyluokitusta, joka on esitetty taulukossa 1. Luokituksen perusteella arvioidaan tärinän vaikutusta asumismukavuuteen.

Oulunlahti liikennepaikka, ratasuunnitelma, Oulu
C-2 Tärinäselvitysten yhteenveto

Taulukko 1. VTT:n suosittelema luokittelu tärinän vaikutuksista asumismukavuuteen.

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 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>	$\leq 0,60$

Ratateknisten ohjeiden osan 3 (RATO 3) mukaan vanhoilla radoilla sovelletaan värähtelyluokkaa D. Uusilla radoilla tai radoilla, joiden akselipainoa tai liikennöintinopeutta nostetaan, noudatetaan värähtelyluokkaa C. Hankkeissa voidaan kuitenkin arvioida sovellettavat tunnusluvut hanke- ja aluekohtaisesti.

Rakenteiden vaurioitumisen kannalta tärinän arvioimisessa käytetään usein taulukossa 2 esitettyä, VTT:n tiedotteen ”Suositus rakennusten vaurioitumisen kannalta, 2004” mukaista luokittelua.

Taulukko 2. VTT:n suosittelema luokittelu tärinän vaikutuksista rakennuksiin.

Alue	Alueen kuvaus	Heilahdusnopeuden resultantin huippuarvo rakennuksen perustassa v_{res} (mm/s)
V	Vauriot ovat mahdollisia <i>Kohonneen tärinäalttiuden alue</i>	$> 3,0$
H	Haitat ovat mahdollisia, vauriot epätodennäköisiä <i>Vähäisen tärinäalttiuden alue</i>	1,0 ... 3,0
E	Haitat epätodennäköisiä <i>Tärinä voidaan havaita, mutta vaurioriski on merkityksetön</i>	$< 1,0$

Rakenteiden vaurioitumista arvioidaan värähtelymittauksen kolmen suunnan resultantin huippuarvolla.

2 AIEMMAT TÄRINÄSELVITYKSET

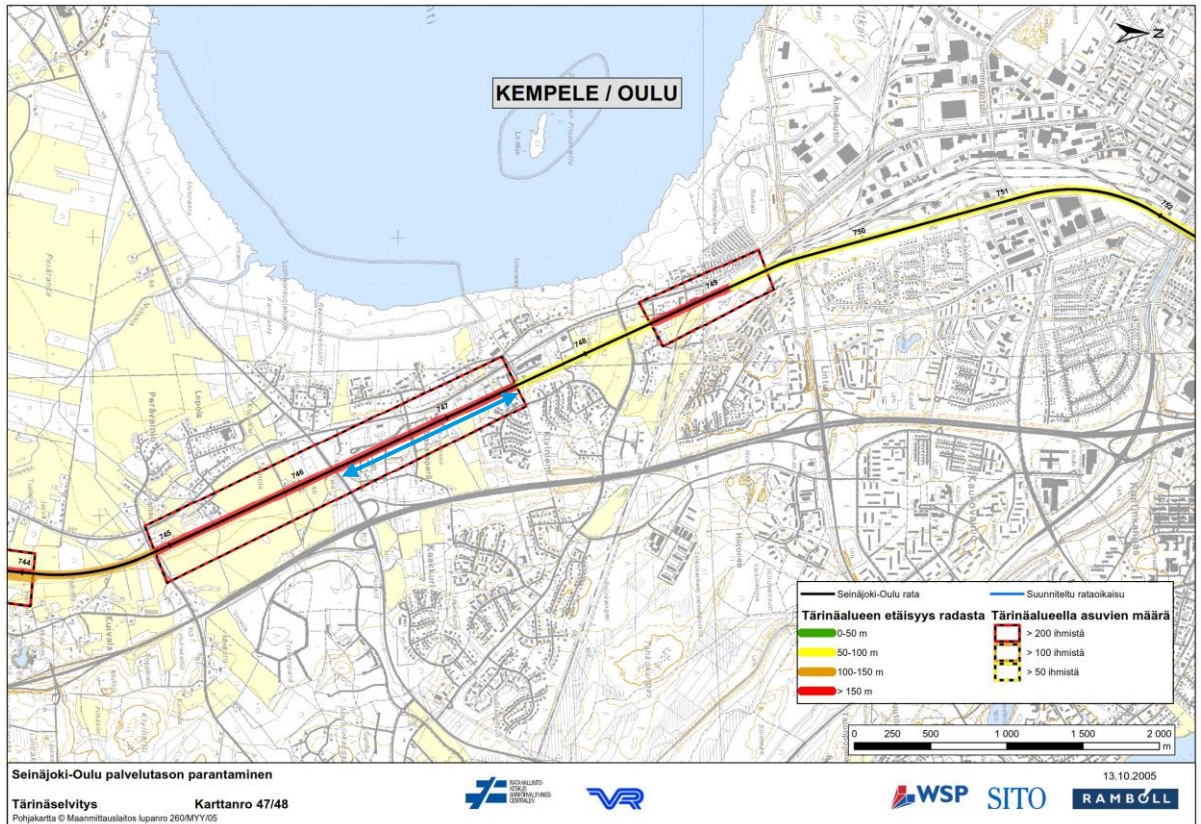
2.1 Seinäjoki–Oulu-radan palvelutason parantaminen

2.1.1 Yleissuunnitelma ja ympäristövaikutusten arviointiselostus, 2006

Seinäjoki–Oulu -radan palvelutason parantamisen yleissuunnitelman yhteydessä on tehty ympäristövaikutusten arviointi (YVA) vuonna 2006. YVA-selostuksessa on määritetty Seinäjoki–Oulu-rataosan merkittävät tärinäriskialueet. Tärinäriskialueet on määritetty laskennallisesti Madshusin menetelmällä, eikä alueiden määrityksessä ole otettu huomioon yleissuunnitelmavaiheen kohdekohtaisia mittauksia.

YVA-selostuksessa on määritetty Kempele–Oulu-välille kaksi tärinäriskialuetta: kmv 745+000–747+500 ja kmv 748+500–749+000. Nyt suunniteltava Oulunlahden liikennepaikka sijoittuu valtaosin ensin mainitulle tärinäriskialueelle. YVA-selostuksessa on arvioitu tärinäluokan D ulottuvan kyseisellä tärinäriskialueella 170–1200 m etäisyydelle radasta. Nykytilanteessa D-luokan tärinälle altistuvia ihmisiä arvioitiin olevan 150 ja vaihtoehdon 1 (VE1) toteutuessa 200. Tarkasteluvaihtoehdossa VE1 tavarajunien sallittu nopeusrajoitus nostettaisiin hankkeen toteuduttua tasolle 100 km/h, kun suurin sallittu nopeus lähtötilanteessa oli 80 km/h. Tärinäriskialueet Oulunlahden liikennepaikalla on esitetty kuvassa 1.

Oulunlahti liikennepaikka, ratasuunnitelma, Oulu
C-2 Tärinäselvitysten yhteenveto



Kuva 1. YVA-vaiheen tärinäriskialueet Oulunlahden liikennepaikan alueella. Sinisellä nuolella kuvattu Oulunlahden LP suunnittelualue.

Yleissuunnitelman yhteydessä on tarkasteltu mahdollisia tärinävaimennusratkaisuja. Tärinäriskialueelle kmv 745+000–747+500 on tarkasteltu vaihtoehtoina paalulaattaa, radan stabilointia, vaimennusseinää ja vastapenkereitä. Laskelmien tulokset on esitetty tiivistettynä taulukossa 3.

Oulunlahti liikennepaikka, ratasuunnitelma, Oulu
C-2 Tärinäselvitysten yhteenveto

Taulukko 3. Tärinävaimennusmenetelmien tiivistetty vertailu tärinäriskialueelle kmv 745+000–747+500 (Ympäristötärinän vaimennusratkaisujen optimointi, Ramboll, 2006).

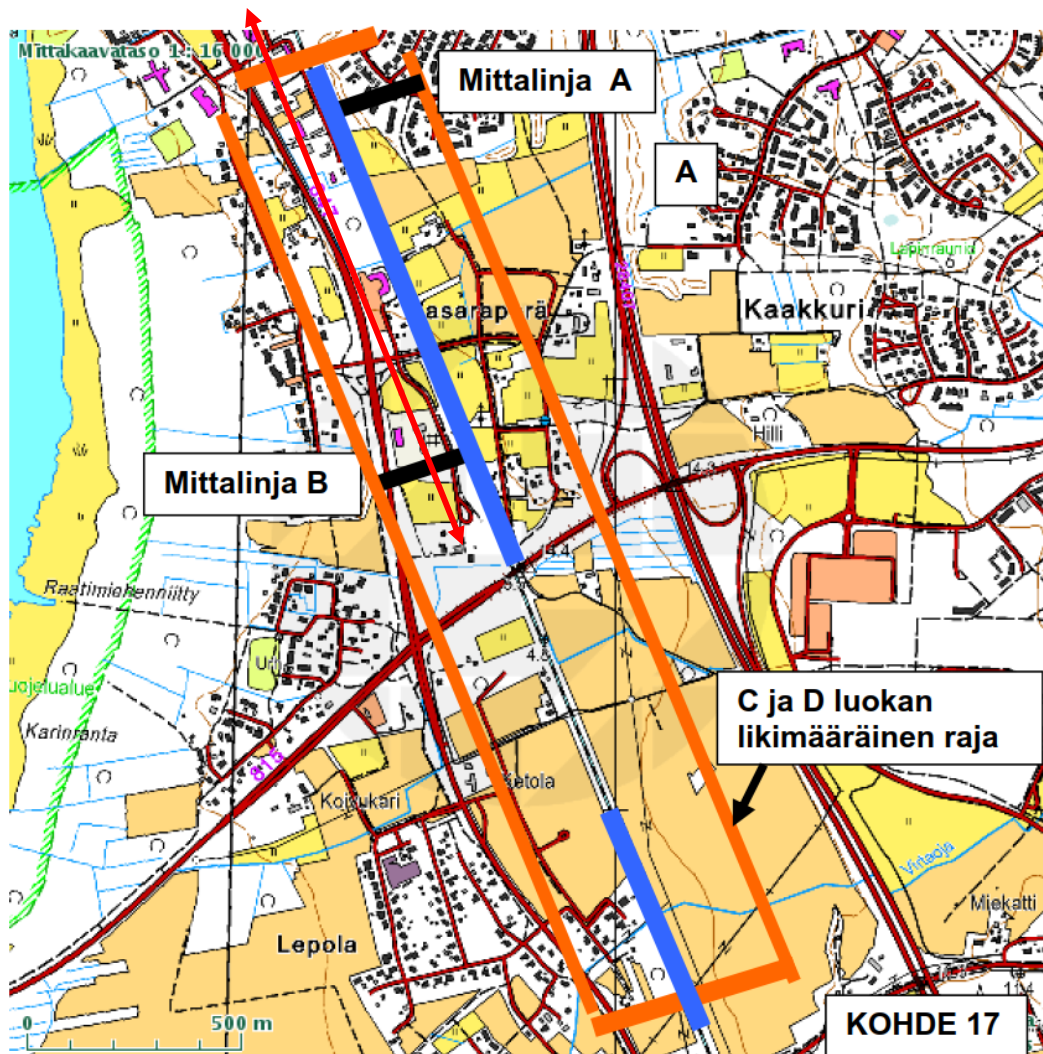
Tarkasteltu ratkaisu	Alueella ihmisiä kaikkiaan	Onnellisia ihmisiä	Onnellisten osuus kaikista	Yksikkökustannus €/hlö	Kustannus €
Paalulaatta vanhan radan alle	2810	2248	80 %	3371	7 578 869
Stabilointi vanhan radan alle	2810	1124	40 %	5396	6 065 625
Tärinävaimennusseinä radan vasemmalle puolelle	2810	360	13 %	2778	1 000 000
Tärinävaimennusseinä radan vasemmalle puolelle	2810	764	27 %	1309	1 000 000
Tärinävaimennusseinä radan molemmille puolille	2810	1124	40 %	1779	2 000 000
Vastapenger radan vasemmalle puolelle	2810	90	3 %	1750	157 500
Vastapenger radan oikealle puolelle	2810	191	7 %	825	157 500
Vastapenger radan molemmille puolille	2810	281	10 %	1121	315 000

Tärinävaimennusratkaisut on myös optimoitu yleissuunnitelman yhteydessä ja parhaaksi menetelmäksi on valittu tärinävaimennusseinä radan molemmille puolille.

2.1.2 Ympäristötärinämittaukset, 2008

Geomatti Oy on tehnyt Oy VR-Rata Ab: toimeksiannosta ympäristötärinätarkastelut välillä Ylivieska–Oulu vuonna 2008. Mittauskohteet on valittu hankkeen YVA:ssa määrättyjen tärinäriskialueiden pohjalta. Suunniteltavan Oulunlahden liikennepaikan alueelle sijoitettiin kaksi mittauslinjaa, joiden sijainti on esitetty kuvassa 2. Mittalinjojen sijainti valittiin yhteistyössä Oulun kaupungin kanssa. Molemmilla mittalinjoilla tärinää mitattiin maasta kolmesta pisteestä, joiden etäisyydet rataan olivat 75, 125 ja 175 m. Mittauksissa käytettiin Instatel MiniMate Plus -tärinämittareita, jotka mittaavat heilahdusnopeutta kolmiakselisesti. Mittarit kiinnitettiin kiinteästi maahan. Mittaukset tehtiin 31.3.2008.

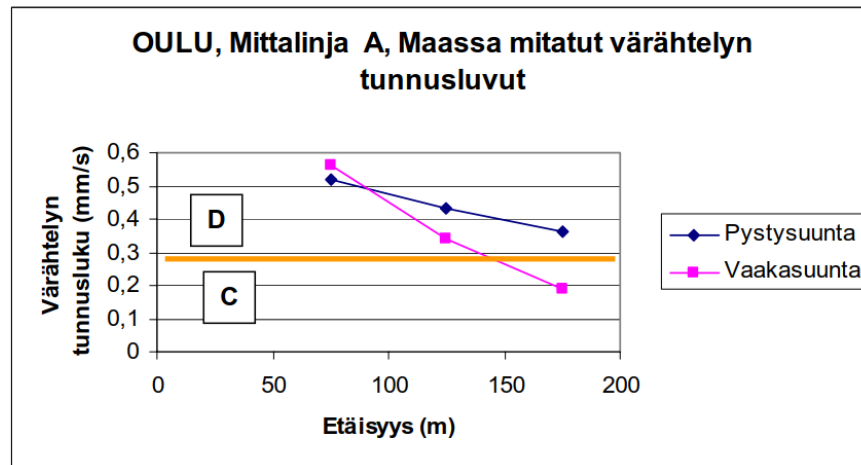
Oulunlahti liikennepaikka, ratasuunnitelma, Oulu
C-2 Tärinäselvitysten yhteenveto



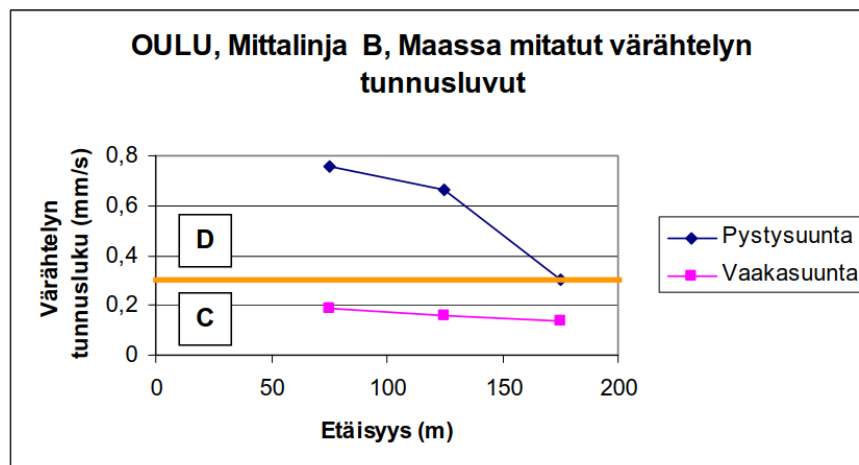
Kuva 2. Oulunlahden LP suunnittelualueella tehtiin ympäristötärinämittaukset vuonna 2008 mittalinjoilta A ja B (kuvassa mustalla, paksulla viivalla). Oranssilla viivalla on kuvattu likimääräisesti värähtelyluokkien C ja D välistä rajaa. Sinisellä viivalla on esitetty ehdotus tärinän vaimentamistoimenpiteiden sijoittamisesta. (Geomatti 2008). Punaisella nuolella on esitetty Oulunlahden LP suunnittelualue.

Suurin tärinän huippuarvo (1,21 mm/s) mitattiin mittalinjalta B mittapisteessä, jonka etäisyys rataa oli 75 m. 175 m etäisyydellä suurin mitattu huippuarvo oli 0,89 mm/s mittalinjalla A. Värähtelyn tunnusluvut mittalinjoilla A ja B on esitetty graafisesti kuvissa 3 ja 4.

Oulunlahti liikennepaikka, ratasuunnitelma, Oulu
C-2 Tärinäselvitysten yhteenveto



Kuva 3. Maasta mitatut värähtelyn tunnusluvut mittalinjalla A. Oranssilla viivalla on kuvattu värähtelyluokkien C ja D rajaa (0,3 mm/s). (Geomatti 2008)



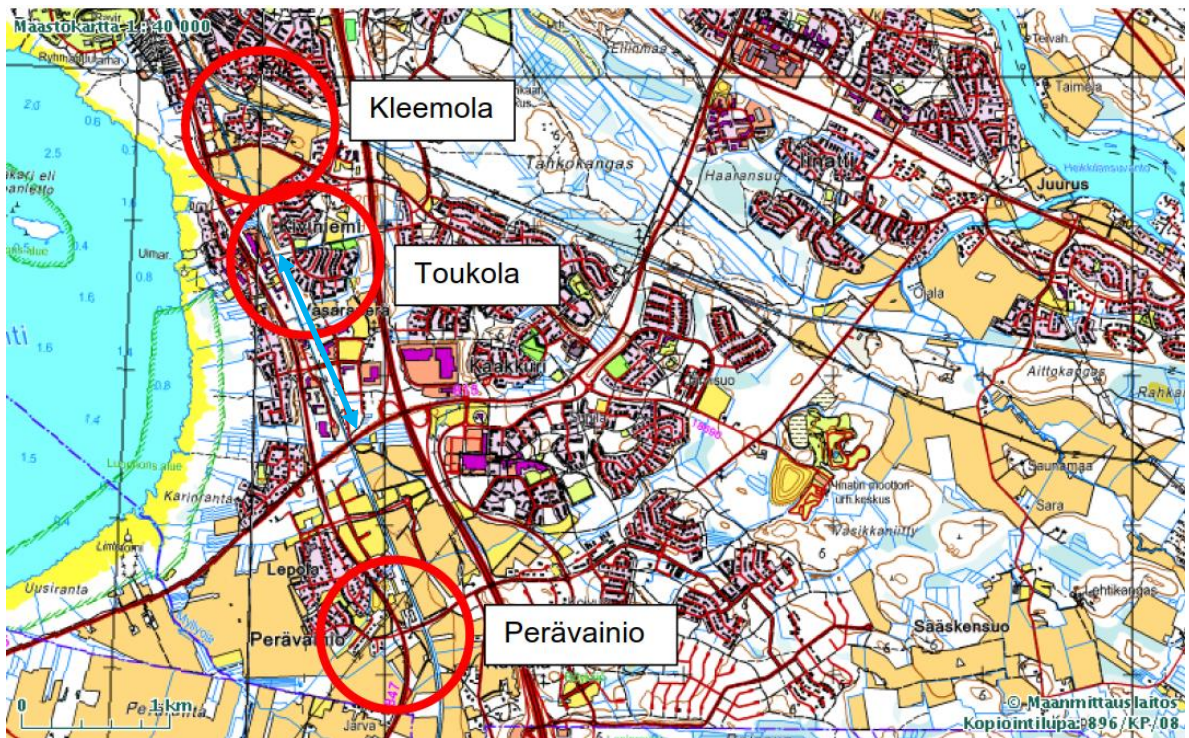
Kuva 4. Maasta mitatut värähtelyn tunnusluvut mittalinjalla B. Oranssilla viivalla on kuvattu värähtelyluokkien C ja D rajaa (0,3 mm/s). (Geomatti 2008)

Raportissa arvioidaan, että Oulunlahdessa D-värähtelyluokan raja on noin 200–300 m etäisyydellä radasta. Värähtelyluokan D alueella asuu noin 150–200 asukasta. RATO 3:n mukaisesti tulisi tavoitella värähtelyluokkaa C, jos radan liikennenopeutta tai akselipainoa nostetaan, tai jos rakennetaan uusi rata. Jotta värähtelyluokkaan C päästäisiin, ehdotetaan raportissa tärinävaimennusta paalulaatan avulla.

2.2 Kaksoisraide Liminka–Oulu, yleissuunnittelu

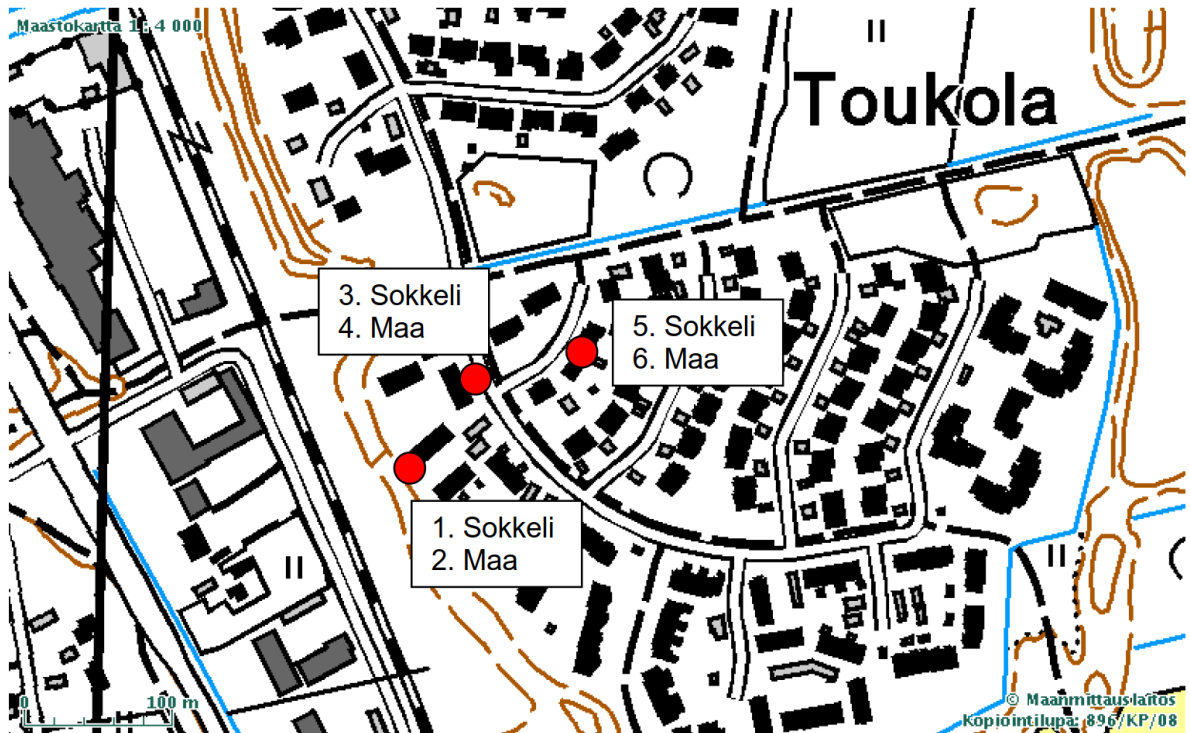
2.2.1 Ympäristötärinän täydentävä tärinäselvitys Oulun alueella

Liminka–Oulu kaksoisraiteen yleissuunnittelun yhteydessä Ratahallintokeskus on teettänyt Geomatti Oy:llä täydentäviä tärinätarkasteluja Oulussa. Tutkittavat kohteet olivat Kleemolan, Toukolan ja Perävainion asuinalueet (kuva 5), jotka valittiin tutkimuskohteiksi aiemmassa ympäristövaikutusten arviointiselostuksessa määritettyjen tärinäriskialueiden pohjalta. Näistä kohteista Toukolan alue sijoittuu Oulunlahden liikennepaikan suunnittelualueen pohjoisosaan, radan itäpuolelle. Kleemolan alue sijoittuu suunnittelualueen pohjoispuolelle ja Perävainio suunnittelualueen eteläpuolelle.



Kuva 5. Vuoden 2009 tutkimuskohteet (Geomatti 2010). Sinisellä nuolella on merkitty Oulunlahden LP suunnittelualue.

Toukolassa mittauksia tehtiin kolmessa kohteessa, jotka on esitetty kuvassa 3. Kohteet olivat rivi- ja omakotitaloja. Mittauksia tehtiin kuudesta pisteestä, joista 3 tehtiin rakennuksen sokkelista ja 3 maasta talojen läheisyydestä. Kuvan 6 mukaisten mittapisteiden 1 ja 2 etäisyys radasta oli noin 60 metriä, mittapisteiden 3 ja 4 etäisyys noin 110 metriä ja pisteiden 5 ja 6 etäisyys oli noin 200 metriä. Mittauksissa käytettiin Instatel MiniMate Plus -tärinämittareita, jotka mittaavat tärinää kolmeen suuntaan. Mittaukset tehtiin 17.10.–19.10.2009.



Kuva 6. Toukolan mittauspisteet 2009 (Geomatti 2010).

Lyhyestä mittausjaksosta ja määrätystä mittauksen käynnistävistä kynnysarvosta 0,3 mm/s johtuen yksikään tärinämittari ei rekisteröinyt vaadittua 15 mittaustapahtumaa. Värähtelyluokan laskennallinen määrittely vaatisi 15 mittaustapahtumaa. Raportissa on kuitenkin määritetty epäviralliset värähtelyluokat saatujen mittaustulosten perusteella. Tulokset on koottu taulukkoon 4.

Taulukko 4. Mittaustulokset Toukolan vuoden 2009 tärinämittauksista.

Mittauspiste	Mittarin sijainti	Etäisyys radasta [m]	Värähtelyarvo [mm/s]	Värähtelyluokitus (asumismukavuus)
MP1	Sokkeli	60	0,15	C
MP2	Maa	60	0,20	C
MP3	Sokkeli	110	0,12	B
MP4	Maa	110	0,15	C
MP5	Sokkeli	200	0,13	B
MP6	Maa	200	0,13	B

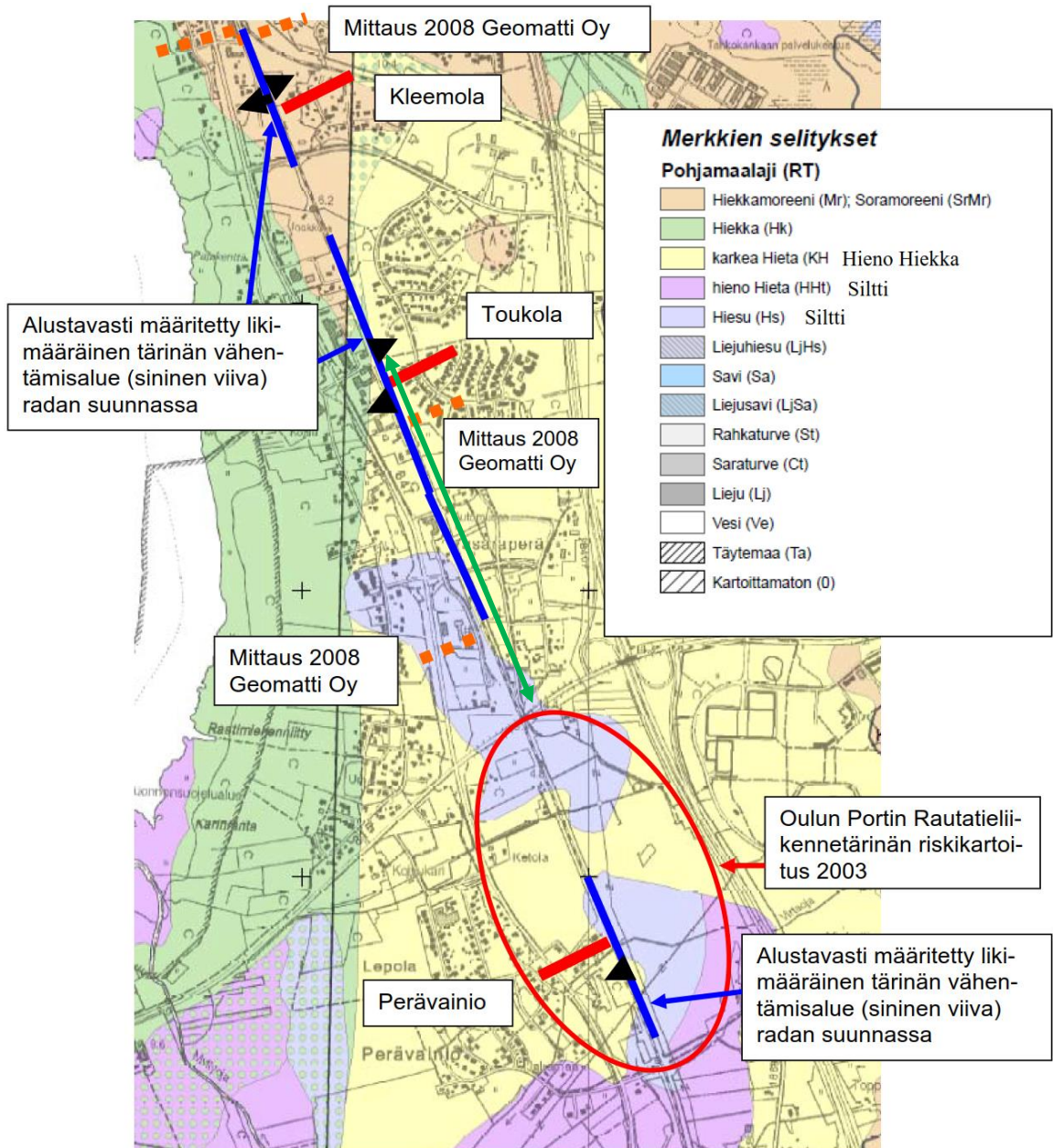
Raportissa arvioitiin tulosten perusteella, että yksikerroksisilla pientaloilla värähtelyluokkien C- ja D-raja on noin 50 m etäisyydellä radasta. Laskennallisesti määritettiin myös värähtelytasot kaksikerroksisessa asuinrakennuksessa. Värähtely tyypillisesti vahvistuu rakennuksen yläkerroksissa noin 1,5–2,5-kertaiseksi. Raportissa käytettiin vahvistumiskerrointa 2,5. Tällöin

Oulunlahti liikennepaikka, ratasuunnitelma, Oulu
C-2 Tärinäselvitysten yhteenveto

vastaava värähtelyluokkien C ja D välinen raja on noin 130 m etäisyydellä radasta. Laskelmien perusteella Toukolan mittauskohteissa tärinän arvioitiin olevan luokkaa D kaksikerroksisissa asuinrakennuksissa. Raportissa kuitenkin todetaan, että C- ja D-värähtelyluokkien rajaan liittyy lukuisia epävarmuuksia (mm. pohjasuhteet), joten rajaa ei ole esitetty kartalla edes likimääräisesti.

Raportissa on määritetty likimääräisesti alueet, joilla nähtiin tarve tärinän vaimentamistoimenpiteille. Alueet on esitetty kuvassa 7.

Oulunlahti liikennepaikka, ratasuunnitelma, Oulu
C-2 Tärinäselvitysten yhteenveto



Kuva 7. Kuvassa on yhtenäisellä punaisella viivalla kuvattu vuoden 2009 mittauslinjat. Oranssilla katkoviivalla on esitetty vuoden 2008 mittalinjat. Sinisellä, radansuuntaisella viivalla on merkitty likimääräiset alueet, joilla on tarve tärinän vaimentamiselle. Mustalla kolmiolla on merkitty radan puoli, jolla tärinäsuojausta tarvitaan. (Geomatti 2010). Vihreällä nuolella on merkitty Oulunlahden LP suunnittelualaue.

Tärinän vaimentamistoimenpiteistä on tarkasteltu paalulaattaa ja tärinän eristysseinää. Ratapölkkyjen ja radan alle asennettavista vaimennuselementeistä todetaan, että ne eivät ole tehokkaita junaliikenteen alhaisesta taajuusalueesta johtuen.

Paalulaatan todetaan vähentävän ympäristöön leviävää tärinää noin 60...80 %. Oulunlahden pohjamaan ollessa suurelta osin hiekkaa, ovat paalulaatan hyödyt todennäköisesti arvion alarajoilla. Paalulaatan kustannusten arvioidaan olevan uudella radalla noin 2000...3000 €/ratametri ja vanhoilla, liikennöitävillä raiteilla noin kaksinkertainen. Oulunlahdessa paalulaatan arvioidaan siirtävän värähtelyluokkien C- ja D rajaa kaksikerroksisilla asuinrakennuksilla noin 50 m etäisyydelle radasta (ilman paalulaattaa raja noin 130 m). Yksikerroksisilla rakennuksilla raja olisi noin 20 m (ilman paalulaattaa noin 50 m).

Tärinäneristysseinä voidaan rakentaa pilaristabiloimalla tai teräsponsittiseinä, joista teräsponsittiseinä olisi Oulunlahden hiekkamaalla mahdollinen ratkaisu. Seinän pitäisi ulottua tärinän aallonpituuden syvyydelle ollakseen tehokas. Oulunlahdessa tämä tarkoittaisi noin 15 m syvyyttä seinää. Hinnaksi arvioidaan 1000...1500 €/ratametri. Tärinä vähenee noin 50 % seinän välittömässä läheisyydessä, mutta vaikutus on vähäinen jo 50–80 metrin etäisyydellä.

Raportissa todetaan, että mittauksen perusteella junien aiheuttama tärinä ei aiheuta haittaa rakennuksille ja rakenteille.

2.2.2 Ympäristötärinän vähentäminen

Geomatti on tehnyt vuonna 2010 raportin ympäristötärinän vähentämisestä Liminka–Oulu kaksoisraiteen yleissuunnitelmaan. Raportissa on valittu tarkasteltavaksi menetelmäksi tärinäneristysseinä, jonka todetaan olevan selvästi edullisempi ratkaisu kuin paalulaatta. Eristysseinä voidaan myös rakentaa tarvittaessa vain toiselle puolelle rataa, mikä alentaa kustannuksia. Oulunlahden kohteessa ongelmaksi voi kuitenkin muodostua tiiviin pohjamaan ulottuminen lähelle maanpintaa. Tällöin tärinäneristysseinän syvyys voi jäädä vaillinaiseksi, jolloin sen tehokkuus heikkenee.

Vaihtoehtolaskelmat on kuitenkin tehty sekä paalulaatalle että sponsittiseinälle. Taulukkoon 5 on kerätty laskelman tulokset Toukolan kohdalta kmv 747+200–747+950. Paalulaatan yksikköhinnaksi on määritetty 2 500 €/raidemetri/raide ja sponsittiseinän hinnaksi 1 000 €/raidemetri/puoli.

Oulunlahti liikennepaikka, ratasuunnitelma, Oulu
C-2 Tärinäselvitysten yhteenveto

Taulukko 5. Tärinävaimennusratkaisujen hintavertailu Toukolan alueella, kmv 747+200–747+950.

	Tärinän vaimennustapa	Pituus [m]	Yksikköhinta paalulaatta [€/rd-m]	Yksikköhinta ponttiseinä/puoli [€/rd-m]	Hinta [€]
VE1	paalulaatta molempien raiteiden alle	750	2*2 500		3 750 000
VE2	ponttiseinä kaksoisraiteen molemmille puolille	750		2*1 000	1 500 000
VE3	ponttiseinä vain suojattavalle puolelle	750		1*1 000	750 000

Toukolan tutkimusalueella tärinäneristysseinää esitetään vertailun perusteella vain radan itäpuolelle. Laskelmissa on arvioitu, että alueella on 55 asuntoa ja asukasmäärä on keskimäärin 3 asukasta/asunto, jolloin alueella olisi 165 asukasta. Tällöin radan itäpuolelle rakennettavan eristysseinän kustannus olisi noin 4545 €/asukas.

2.3 Ratahanke Seinäjoki–Oulu

2.3.1 Finnrock Consulting 2013-2014

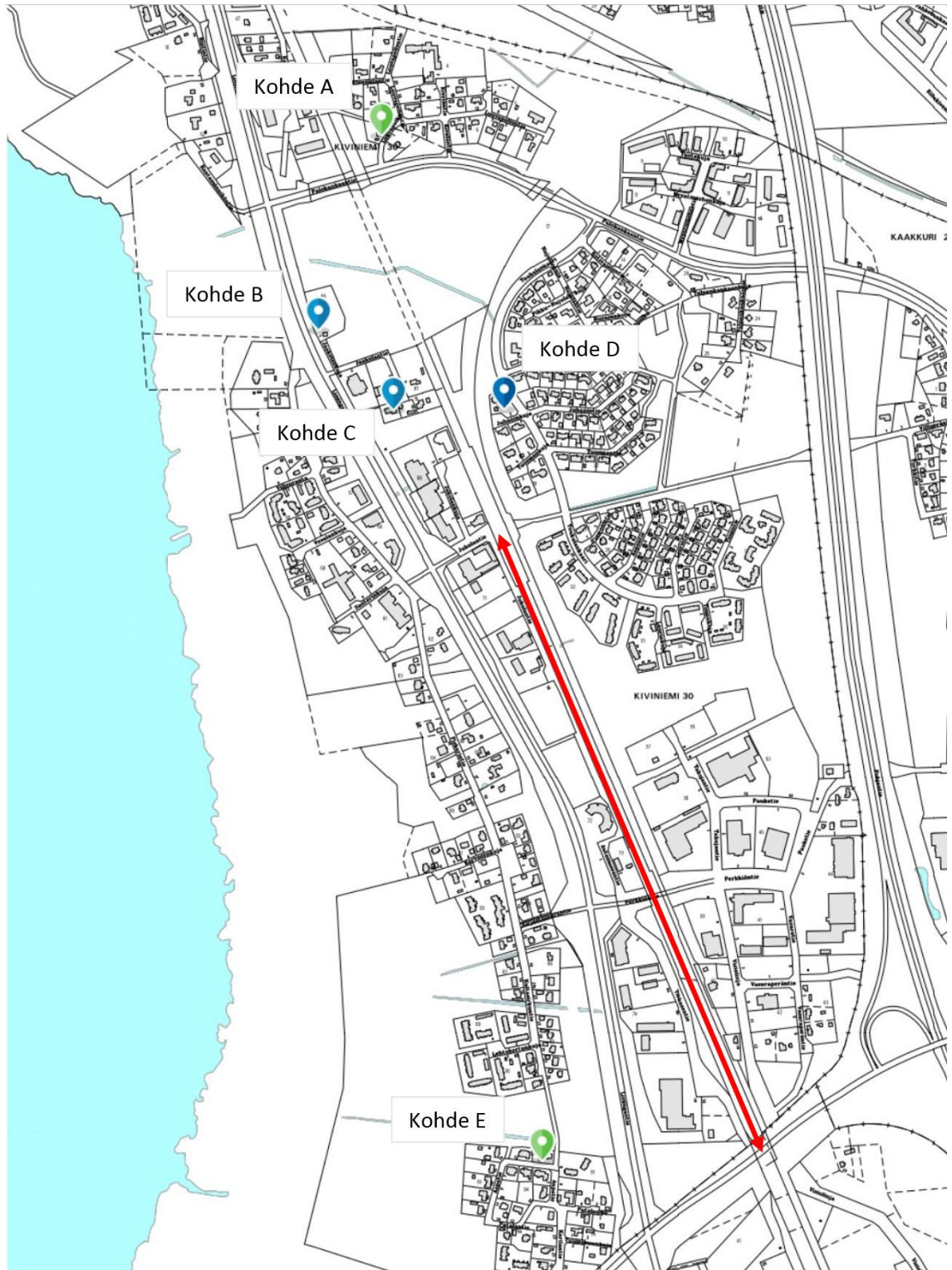
Finnrock Consulting on tehnyt Liikenneviraston toimeksiannosta vuonna 2014 liikennetärinämittauksia Seinäjoki–Oulu-ratahankkeen yhteydessä. Mittauksilla selvitettiin tärinätasot ennen radan perusparannusta. Mittauskohteita oli yhteensä 13 ja ne sijaitsivat Liminka–Oulu-rataosuudella. Näiden lisäksi raporttiin on yhdistetty vuonna 2013 tehtyjen mittausten tulokset, joista raportissa on otettu huomioon vain talon sokkelista tehdyt mittaukset. Oulunlahteen suunniteltavan liikennepaikan läheisyydessä tehtiin tärinämittauksia yhteensä viidestä kohteesta vuosina 2013–2014:

- Kohde A (2014),
- Kohde B (2014),
- Kohde C (2013),
- Kohde D (2014) ja
- Kohde E (2013).

Näiden mittauspisteiden sijainti on esitetty kartalla kuvassa 8.

Kaikki mittauskohteet olivat omakotitaloja. Vuoden 2014 mittaukset tehtiin kiinnittämällä etäluettavat Sigicon Infra -tärinämittarit messinkiankkureilla tutkittavien talojen sokkeleihin. Vuoden 2013 mittauksissa käytettiin etäluettavia Sigicon Infra Mini -tärinämittareita tai InstanTel Mimate plus -tärinämittareita. Vuoden 2014 mittauksissa mittausaika oli noin 10 vuorokautta.

Oulunlahti liikennepaikka, ratasuunnitelma, Oulu
C-2 Tärinäselvitysten yhteenveto



Kuva 1. Seinäjoki–Oulu-hankkeen tärinämittauskohteet Oulunlahden liikennepaikan läheisyydessä vuodelta 2014. (karttapohja Oulun Kaupunki, kartta.ouka.fi). Punaisella nuolella on merkitty Oulunlahden LP suunnittelualue.

Kohteissa mitattiin kolmiaksisiaisesti junien aiheuttamaa heilahdusnopeuden taajuuspainotettua tehollisarvoa. Mitatuista arvoista määritettiin värähtelyn tunnusluku johdantoluvussa esitetyn kaavan avulla. Arvoja verrattiin VTT:n ohjeissa esitettyihin luokkiin asumisviihtyvyyden ja rakenteiden vaurioitumisen kannalta. Tulokset on esitetty kootusti taulukossa 6.

Taulukko 6. Tärinämittaustulokset vuosilta 2013-2014 ennen radan perusparannusta (Finnrock Consulting).

Kohde	Mittauspisteet	Etäisyys radasta [m]	Värähtelyluokitus (asumisviihtyvyys)	Värähtelyarvo [mm/s]	Tärinäalttiuden luokka (rakennusten vaurioituminen)	Värähtelyarvo [mm/s]	Huomioita
Kohde A	sokkeli	70	B	0,15	H	0,57	
Kohde B	sokkeli	155	C	0,25	H	1,41	
Kohde C	2 kerros, sokkeli, piha	90	C	0,20	E	0,75	
Kohde D	sokkeli	80	D	0,33	E	0,98	
Kohde E	2 kerros, sokkeli, piha	400	B; >D	0,15; 0,68	E	0,52	Rakennus todennäköisesti resonoi: yläkerrassa yli D-luokan ohjearvon, maassa ja sokkelissa arvot luokkaa B

Raportissa kohteet on luokiteltu riskikohteisiin ja kohteisiin, joihin ei kohdistu tärinän kannalta suurta riskiä. Tärinä voi voimistua esimerkiksi rakennuksen resonoinnin vuoksi kohteissa, joissa on enemmän kuin yksi kerros. Riskikohteiksi on luokiteltu kohteet, joissa rakennuksen ensimmäisen kerroksen tärinäluokka oli vähintään tasoa D, jolloin tunnusluku ylemmissä kerroksissa voi ylittää D-luokan ohjearvon 0,60 mm/s. Kohde D on raportin mukaan luokiteltu riskikohteeksi. Kohde B ja kohde C on puolestaan luokiteltu kohonneen riskin kohteiksi.

Kohdetta E ei ole luokiteltu riskikohteeksi tai edes kohonneen riskin kohteeksi. D-luokan ohjearvon ylittävät tulokset saatiin toisen kerroksen mittauspisteestä, joka oli sijoitettu autokatoksen päälle. Kohteen mittausraportissa syyksi epäiltiin rakennuksen resonoinnista. Raportissa arvioidaan, että rakenteiden jäykistämällä esimerkiksi autokatoksen kohdalta voitaisiin vähentää värähtelyn vahvistumista rakennuksen yläkerrassa. Pihasta ja rakennuksen ensimmäisestä kerroksesta mitatut arvot olivat merkittävästi pienempiä kuin toisesta kerroksesta mitatut arvot.

2.3.2 Finnrock Consulting 2015

Vuonna 2015 Finnrock Consulting on tehnyt seurantamittauksia Seinäjoki–Oulu-ratahankkeelle. Tärinämittaukset ovat jatkoa vuosien 2013 ja 2014 mittauksille, jotka tehtiin ennen Liminka–Oulu-välin perusparannusta. Vuoden 2015 mittaukset on tehty perusparannuksen jälkeen. Mittausten tarkoituksena oli selvittää perusparannuksen vaikutuksia junaliikenteestä aiheutuvaa tärinään.

Mittaukset tehtiin samoista kohteista kuin vuosina 2013 ja 2014. Kohteiden sijainti on esitetty kuvassa 8. Kohteita oli suunniteltavat Oulunlahden liikennepaikan läheisyydessä viisi. Mittaukset tehtiin kuten vuonna 2014, eli etäluettavat Sigicom Infra -tärinämittarit kiinnitettiin messinkiankkureilla rakennusten sokkeleihin. Myös mitatut suureet olivat samoja.

Taulukossa 7 on esitetty Oulunlahden alueen tulokset.

Taulukko 7. Tärinämittaustulokset vuodelta 2015 radan perusparannuksen jälkeen (Finnrock Consulting).

Kohde	Mittauspisteet	Etäisyys radasta [m]	Värähtelyluokitus (asumisviihtyvyys)		Värähtelyarvo [mm/s] (asumisviihtyvyys)		Tärinäalttisuuden luokka (rakennusten vaurioituminen)		Värähtelyarvo [mm/s] (rakennusten vaurioituminen)	
			ennen	jälkeen	ennen	jälkeen	ennen	jälkeen	ennen	jälkeen
Kohde A	sokkeli	70	B	B	0,15	0,15	H	E	0,57	0,42
Kohde B	sokkeli	155	C	C	0,25	0,17	H	H	1,41	0,85
Kohde C	sokkeli	90	C	C	0,20	0,29	E	E	0,75	0,89
Kohde D	sokkeli	80	D	C	0,33	0,29	E	H	0,98	1,09
Kohde E	sokkeli	400	B	C	0,15	0,16	E	E	0,52	0,46

Taulukossa on verrattu vuoden 2015 tuloksia vuosien 2013–2014 mittauksiin. Positiiviset muutokset on kuvattu vihreällä ja negatiiviset muutokset punaisella tekstillä.

Raportissa on todettu kohteen A tilanteen pysyneen samana ennen ja jälkeen radan perusparannuksen. Kohteissa B ja D tilanne on parantunut perusparannuksen jälkeen. Kohteissa C ja E tärinä näyttää pahentuneen perusparannuksen jälkeen.

Raportissa on tarkasteltu myös sitä, millaiset junat aiheuttivat suurimmat tärinäherätteet tutkimuspisteissä vuosina 2014 ja 2015.

Raportissa on todettu, että koko tutkimusvälillä Liminka–Oulu vuonna 2014 mittauksissa merkittävintä tärinää aiheuttivat 2600–5200 tonnia painavat junat, jotka menivät kohti etelää. Vuoden 2015 tutkimuksissa merkittävimpien junien painot vaihtelivat enemmän kuin vuonna 2014. Esimerkiksi alle 3000 tonnia painavia junia oli enemmän ja jopa yksi IC aiheutti merkittäviä tärinätuloksia. Merkittävin osa junista oli kuitenkin myös vuonna 2015 tavarajunia, jotka painoivat 2700–5300 tonnia ja suuntasivat kohti etelää. Raportissa epäillään, että kevyiden tavarajunien suurempi osuus merkittävien junien listalla johtuu nopeusrajoituksista, jotka ovat riippuvaisia junan painosta. Suurimmat tärinätulokset aiheuttaneet junat vaihtelivat kohteittain.

3 YHTEENVETO

Oulunlahden liikennepaikan suunnittelualueella ja sen läheisyydessä on tehty useita tärinämittauksia vuosina 2008–2015. Mittaustuloksia on tarkasteltu asumismukavuuden kannalta ja luokiteltu tulokset VTT:n luokituksen mukaisesti luokkiin A–D, joista A edustaa parhaita olosuhteita ja D heikoimpia. RATO osan 3 mukaan uusilla radoilla ja niillä vanhoilla radoilla, joilla nostetaan liikennöintinopeutta tai sallittuja akselipainoja, noudatetaan kyseisen luokituksen tasoa C. Vanhoilla radoilla noudatetaan luokkaa D. Karttakuvassa 11 on esitetty vuosien 2008–2015 mittaustulosten luokittelu.

Tähdellä on merkitty Finnrock Consultingin mittauskohteet. Ensimmäinen kirjain kuvaa rakennuksen sokkelista tehtyjen mittaustulosten luokkaa ennen perusparannusta ja kauttaviivan jälkeinen kirjain perusparannuksen jälkeistä mittauksia.

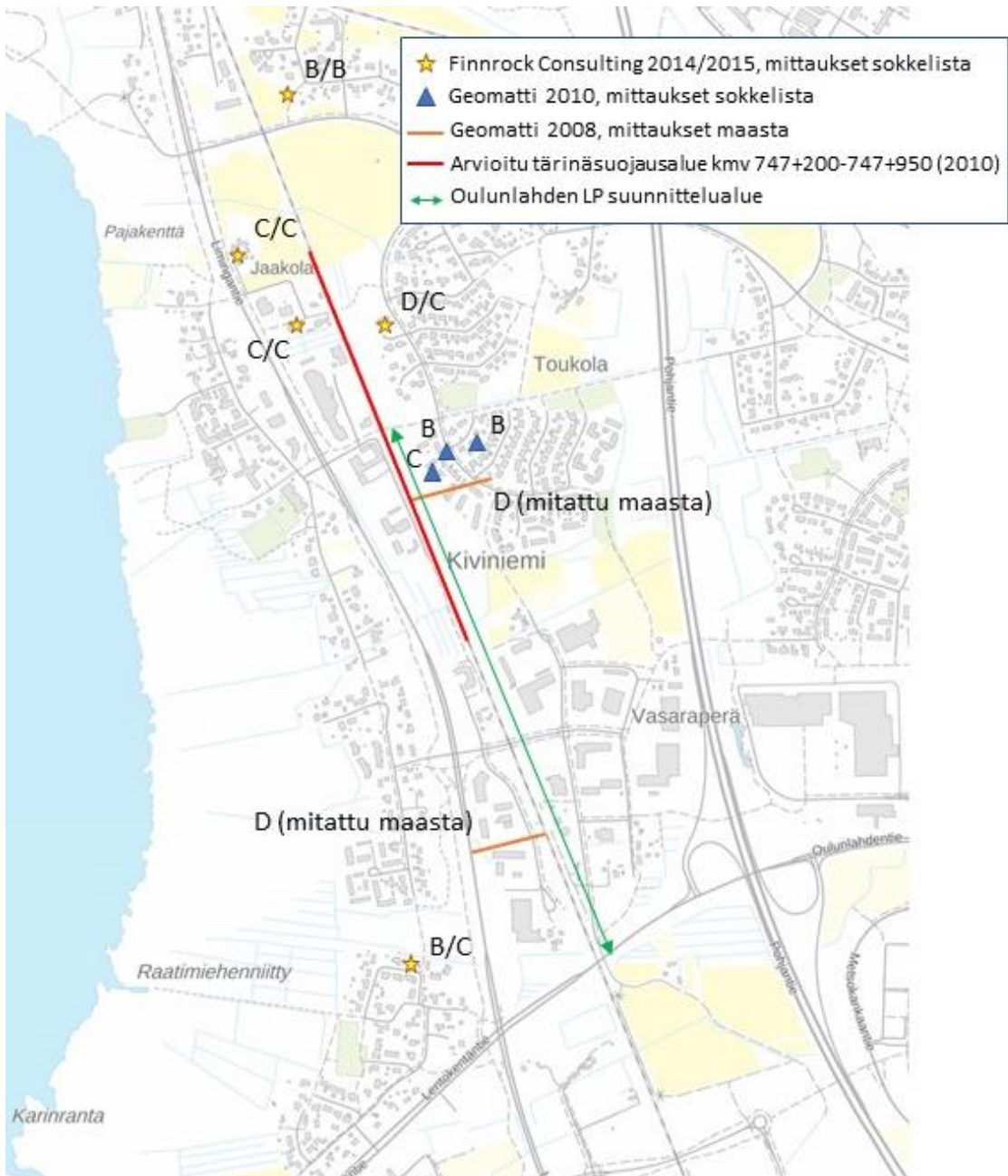
Sinisellä kolmiolla on merkitty Geomatti Oy:n mittauskohteita vuodelta 2010. Kartalla on esitetty rakennuksen sokkelista tehtyjen mittausten värähtelyluokat.

Oranssilla viivalla on kuvattu Geomatti Oy:n mittauslinjoja vuodelta 2008. Mittaukset tehtiin maasta 75 m, 125 m ja 175 m etäisyydeltä radasta. Kaikissa mittapisteissä tulokset sijoittuvat värähtelyluokkaan D.

Geomatti Oy:n vuoden 2010 selvityksessä tärinäsuojausta esitetään Toukolan alueelle kmv 747+200–747+950. Kustannusvertailun pohjalta tärinänvaimennusmenetelmäksi esitetään tärinäseinää radan itäpuolelle. Kustannusarvio noin 750 m pitkälle seinälle on noin 750 000 €.

Vuonna 2006 tärinänvaimennusta esitettiin YVA:n yhteydessä kmv 747+000–747+500. Tärinänvaimennusmenetelmiä verrattiin kustannusten ja menetelmästä saatavan hyödyn perusteella. Parhaaksi menetelmäksi todettiin tärinänvaimennusseinä radan molemmille puolille. Tärinänvaimennusseinän kustannuksiksi arvioitiin noin 2 000 000 €.

Oulunlahti liikennepaikka, ratasuunnitelma, Oulu
C-2 Tärinäselvitysten yhteenveto



Kuva 2. Vuosien 2008–2015 tärinämittauskohteet ja tulokset asumismukavuuden suhteen.

4 KAAVAPROSESSI

Liikennevirasto on hakenut kaavamuutosta asemakaavaan Liminka–Oulu kaksoisraidetta ja Oulun kolmioraidetta varten vuonna 2010. Kaavaprosessi on kuvattu tarkemmin asemakaavan selostuksessa, ks. lähdeluettelo.

Kaavaselostuksessa todetaan seuraavaa (s. 11):

Yleissuunnitteluvaiheessa tärinäselvitykset ovat suuntaa antavia. Vaikka ympäristötärinän vähentämistä koskevassa raportissa on käsitelty tärinän vähentämiskeinon esimerkkinä tärinäseinää, laaditaan yleissuunnittelun jälkeisessä, toteutusta edeltävässä ratasuunnitteluvaiheessa tarkemmat tärinä- ja maaperäselvitykset ja samalla laaditaan tarkemmat tärinän suojaussuunnitelmat.

Viranomaisneuvottelussa todettiin seuraavaa (s.15):

4.3.4 Viranomaisyhteistyö

Viranomaisneuvottelu pidettiin 22.8.2012. Neuvottelussa käsiteltiin alustava kaavaehdotus, josta todettiin mm. seuraavasti:

- Liikennevirasto / Ehdottomien raja-arvojen asettaminen melun ja tärinän suhteen ei ole tavoite. Kolmioraidteen merkitys liittyy ennen kaikkea ratapiha-alueen käytettävyyteen, jota koskien käynnistetään tarveselvitys. Uusia meluvaimennuskokeiluja on parhaillaan meneillään. Myös kaluston kunto paranee koko ajan, millä on merkitystä meluhaitan määrälle.

- ELY-keskus / Melu- ja tärinävaikutukset on arvioitava, erityisesti Kiviniemessä, Mäntylässä ja Toukolassa, kyseiset arviot on tehty. Alueen jatkosuunnittelussa on varattava rautatiealueen ulkopuolelle mahdollisuus tehdä melu- ja tärinäsuojauksia, mikä on mainittava kaavaselostuksessa. Raideliikenteen melu- ja tärinäasioissa Liikennevirasto on asiantuntija. Myös olevien meluvallien kohdalle tulisi laittaa puuttuvat meluntorjuntamerkinnot. Kaksoisraide on kestävä kehityksen ja Oulun seudun yhdyskuntarakenteen kehittämisen kannalta merkittävä hanke. Alustavassa kaavaehdotuksessa esitetyn kaltaiset määräykset koskien melua ja tärinää ovat liian tiukkoja, koska selvitysten mukaan niitä ei voida toteuttaa. Vaikutusten arviointi on tärkeä. Siinä voidaan tuoda ilmi, etteivät kaavassa esitetyt suojaukset poista ongelmaa melun ja tärinän osalta. Kaavaratkaisu tulee perustella hyvin. Hankkeen merkitys on suuri koko kaupungille ja suhteessa isolle määrälle ihmisiä ja elinkeinoja.

- Oulun kaupunki / Raskas liikenne voidaan ohjata uudelle, perustustavaltaan tärinän huomioon ottavalle raiteelle, jolloin haitat pienenevät. Kaupunki esittää nopeusrajoituksen asettamista raskaalle junaliikenteelle tärinä- ja meluhaitan vähentämiseksi siihen asti, kunnes uusi raide on rakennettu ja otettu käyttöön.

Neuvottelussa sovittiin jatkotoimina, että kaavakarttaa täydennetään yleissuunnitelman mukaisilla melu- ja tärinäsuojauksia koskevilla kaavamerkinnoilla. Tehtyjä selvityksiä ei tarvitse täydentää. Kolmioraidteen osalta tarkempi tärinäsuojaus tulee määrittellä jatkosuunnittelussa, mikä asia tulee kirjata kaavaselostukseen. Kaavaselostukseen tulee kirjata myös tärinäselvityksen laatimistilannetta koskeva tieto ja perustelut, miksi selvitystä ei ole laadittu (mikäli tärinäselvitystä ei nykyisin puuttuvan raiteen vuoksi voida tehdä).

Lausunnot pyydetään ehdotuksesta kuten luonnosvaiheessa. Tarvittaessa voidaan pitää palaveri ehdotusvaiheen jälkeen.

Pohjois-Pohjanmaan ELY-keskus esitti liikennetärinään liittyvän lausunnon kaavaluonnoksesta sen nähtävillä olon aikana vuonna 2011 (s. 19):

Oulunlahti liikennepaikka, ratasuunnitelma, Oulu
C-2 Tärinäselvitysten yhteenveto

Ympäristönsuojeluyksikkö

Kaksoisraiteen ja kolmioraiteen rakentamisen aiheuttamien melu- ja tärinähaittojen vaikutukset on arvioitava, erityisesti Kiviniemessä (Toukolankarintie, Luuvapellontie, Kleemolantie), Mäntylässä ja Nokelassa. Alueen jatkosuunnittelussa on varattava rautatiealueen (LR) ulkopuolelle mahdollisuus tehdä selvitysten pohjalta melu- ja tärinäsuojausta. Tästä olisi hyvä laittaa maininta kaavaselostukseen.

Liikenneviraston lausunnossa ei otettu kantaa tärinään.

Asemakaavoitus vastasi ELY-keskuksen ja Liikenneviraston lausuntoihin seuraavaa (s. 20):

Asemakaavoituksen vastine lausuntoihin:

Asemakaavaehdotukseen lisätään yleissuunnitelman mukaisesti melu- ja tärinäsuojausta edellyttävät alueet radan varressa. Melusuojausten vaatimaan tilantarpeeseen on kaavassa varauduttu siten, että ne on mahdollista rakentaa joko rautatiealueelle tai siihen rajoittuvalle viheralueelle.

Kaavaselostuksen kohtaan 5.2 Ympäristön laatua koskevien tavoitteiden toteutuminen lisätään maininta siitä, että alueen jatkosuunnittelussa on varattava rautatiealueen (LR) ulkopuolelle mahdollisuus tehdä selvitysten pohjalta melu- ja tärinäsuojausta.

Kaavaprosessin aikana radan aiheuttamat tärinähaitat herättivät mielipiteitä ja huolta lähiseudun asukkaissa. Kaavoittajan vastineissa todetaan, että tarkemmat tärinäselvitykset tehdään ratasuunnitteluvaiheessa. Kaavoittaja toteaa myös, että uuden raiteen rakentaminen laadukkaasti voi jo itsessään vähentää tärinähaittoja. (s. 45, 46–47, 48)

Melu- ja tärinähaitat:

Asemakaavassa osoitetaan radan yleissuunnitelman mukaiset melu- ja tärinäsuojausta edellyttävät ratasuunnitelmat. Radan yleissuunnitelman jälkeen laadittavassa tarkemmassa, radan rakentamista edeltävässä ratasuunnitelmassa tarkentuvat suunnitelmat melu- ja tärinäsuojauksen osalta. Ratalain mukaan, joka ohjaa rautatien rakentamista, edellytetään että ratasuunnitelmaan on liitettävä arvio rautatien vaikutuksista sekä esitettävä ne toimenpiteet, jotka ovat tarpeen radan rakentamisen tai junaliikenteen haitallisten vaikutusten poistamiseksi tai vähentämiseksi. Lähtökohtana on, että uudet raiteet rakennetaan aiempaa laadukkaammin ja koska tärinää aiheuttava raskas liikenne on mahdollista ohjata uudelle raiteelle ongelmalueilla, voidaan olettaa että tärinähaitat voivat sen takia lieventyä. Tärinäongelmien hallinta on vaikeaa ja sen vuoksi saattaa tietysti jäädä myös ongelmapaikkoja. Myös asemakaavan jälkeen laadittava ratasuunnitelma laaditaan vuorovaikutuksessa asukkaiden kanssa eli ratasuunnitelmat tulevat nähtävillä ja niistä on mahdollisuus antaa mielipiteitä. Ratasuunnitteluvaiheeseen liittyviä tarkempia selvityksiä ja suunnitelmia ei päästä tekemään ennen kuin radan yleissuunnitelma on hyväksytty, ja yleissuunnitelmaa taas ei pystytä hyväksymään ennen kuin asemakaava on hyväksytty.

5 JOHTOPÄÄTÖKSET

Uuden raiteen suunnitteleminen nykyisen raiteen itäpuolelle tuo rataa lähemmäs asutusta, mikä voi vaikuttaa havaittuihin tärinähaittoihin. Uuden ja vanhan raiteen raideväli tulee olemaan 9,0 m, joten etäisyysmuutos on verrattain pieni. Myös suunniteltavat vaihteet voivat lisätä tärinää. Uuden raiteen rakennepaksuus taas on suurempi, käytetyt materiaalit ovat parempia ja suurin sallittu nopeus on alhaisempi kuin nykyisellä raiteella, jolloin uudelta raiteelta syntyvät tärinähaitat ovat pienempiä kuin nykyisellä raiteella. Uusi raide mahdollistaa tiheämmän liikennöinnin radalla, mikä voi lisätä tärinähaittojen esiintymistiheyttä. Ratasuunnitelmassa todetaan, että uusi liikennepaikan raide ei kasvata junaliikenteestä aiheutuvan tärinän suuruusluokkaa nykyiseen verrattuna. Uuden liikennepaikan ratasuunnitelman mukainen sijainti mahdollistaa tärinäsuojaustarpeiden tarkastelun ja tarvittavien tärinäsuojusrakenteiden suunnittelun. Liikennepaikan siirtäminen esimerkiksi Oulunlahden ylikulkusillan eteläpuolelle pitäisi nykyiset tärinähaitat ennallaan, mutta mahdollistaisi silti tiheämmän liikennöinnin radalla.

Aiempien tärinäselvitysten perusteella ratasuunnitelman laatimisen yhteydessä todettiin mahdollinen tärinäsuojaustarve radan itäpuolella asemakaavaankin merkityllä alueella kmv 746+200–Villiperänpolun alikäytävä. Aiempien tärinämittausten ja -selvitysten perusteella tärinäsuojaustarvetta ja sen laajuutta ei voida kuitenkaan määrittää riittävällä tarkkuudella ja varmuudella koko suunnittelualueen osalta. Lopulliset tärinäsuojauskohteet määritetään lisämittausten perusteella. Tärinämittaukset tehdään suunnittelualueella syys–lokakuussa 2017. Mittauksista laaditaan erillinen raportti.

6 LÄHDELUETTELO

Ratatekniset ohjeet osa 3 Radan rakenne

Nopeuskaavio Ylivieska–Oulu, 2016 revisio B, VR Track

Asemakaava 564-2096 Kaksoisraide Liminka–Oulu, 2017, Oulun Kaupunki

Asemakaavan selostus, kaava 564-2096 Kaksoisraide Liminka–Oulu, 2017, Oulun Kaupunki

Seinäjoki–Oulu palvelutason parantaminen, Yleissuunnitelma, 2006, VR, Jaakko Pöyry Infra/JP-Transplan, Sito, Ramboll

- Ympäristövaikutusten arviointiselostus, 2006, JP-Transplan Oy, Ramboll Finland Oy, Sito Oy, Oy VR-Rata Ab, WSP LT-konsultit Oy
- Tärinäselvityskartat Vihanti–Oulu, 2005, VR, WSP, Sito, Ramboll
- Tärinävaimennusratkaisujen optimointi Vihanti–Oulu, 2006, Ramboll
- Tärinävaimennusratkaisujen optimointi Vihanti–Oulu, kohdekohtaiset vertailut, 2006, Ramboll
- Ympäristötärinämittaukset Ylivieska–Oulu, 2008, Geomatti Oy

Kaksoisraide Liminka–Oulu, yleissuunnittelu, 2010

- Ympäristötärinän täydentävä tärinäselvitys Oulun alueella, 2010, Geomatti Oy
- Ympäristötärinän vähentäminen, 2010, Geomatti Oy

Ratahanke Seinäjoki–Oulu

- Liikennetärinämittaus, ratahanke Seinäjoki–Oulu, 2014, Finnrock Consulting Oy
- Liikennetärinämittaus, ratahanke Seinäjoki–Oulu, seurantamittausraportti, 2015, Finnrock Consulting Oy
 - kohdekohtaiset mittauskortit