

Vastaanottaja
Ylivieskan kaupunki

Päivämäärä
17.09.2021

SALMI PERÄN ASEMAKAAVA, YLIVIESKA SELVITYS LIIKENTEESTÄ AIHEUTUVASTA TÄRINÄSTÄ



SALMI PERÄN ASEMAKAAVA, YLIVIESKA SELVITYS LIIKENTEESTÄ AIHEUTUVASTA TÄRINÄSTÄ

Päivämäärä	17/09/2021
Laatija	Kirsi Koivisto
Kuvaus	Tärinäselvitys
Kaavan nimi	Salmiperän asemakaava

SISÄLTÖ

1.	Tehtävä.....	1
2.	Tutkimuskohde	1
	2.1 Tutkimuskohteen sijainti	1
	2.2 Pohjasuhteet	1
	2.3 Liikenne tarkastelukohdalla	2
3.	Tärinän suositusarvot	4
	3.1 Tärinän ja runkomelun syntyminen	4
	3.2 Ihmistä häiritsevä tärinä	4
	3.3 Tärinän kartoitus rakennusten vaurioriskin kannalta	5
	3.4 Rakennuksen herkkyys tärinälle	6
4.	Tärinän arviointi	7
	4.1 Arviointitaso 1	7
	4.2 Arviointitaso 2	7
5.	Johtopäätökset ja suositukset jatkotoimenpiteiksi	8

1. TEHTÄVÄ

Ramboll Finland Oy on tehnyt selvityksen liikenteen aiheuttamista tärinävaikutuksista ja arvioinut mahdollisesti tarvittavia suojaustoimenpiteitä Ylivieskassa Salmiperän asemakaavan alueella.

Selvitys on toteutettu noudattaen Teknologian tutkimuskeskus VTT:n ohjeita "Ohjeita liikennetärinän arviointiin", "Suositus liikennetärinän arvioimiseksi maankäytön suunnittelussa" ja "Suositus liikennetärinän mittaamisesta ja luokituksesta".

2. TUTKIMUSKOHDE

2.1 Tutkimuskohteen sijainti

Tarkasteltava alue sijaitsee Ylivieskan keskustasta lounaaseen, Salmiperäntien länsipuolella ja Kokkola-Ylivieska –radan pohjoispuolella ratakilometreillä 627+430...627+920.

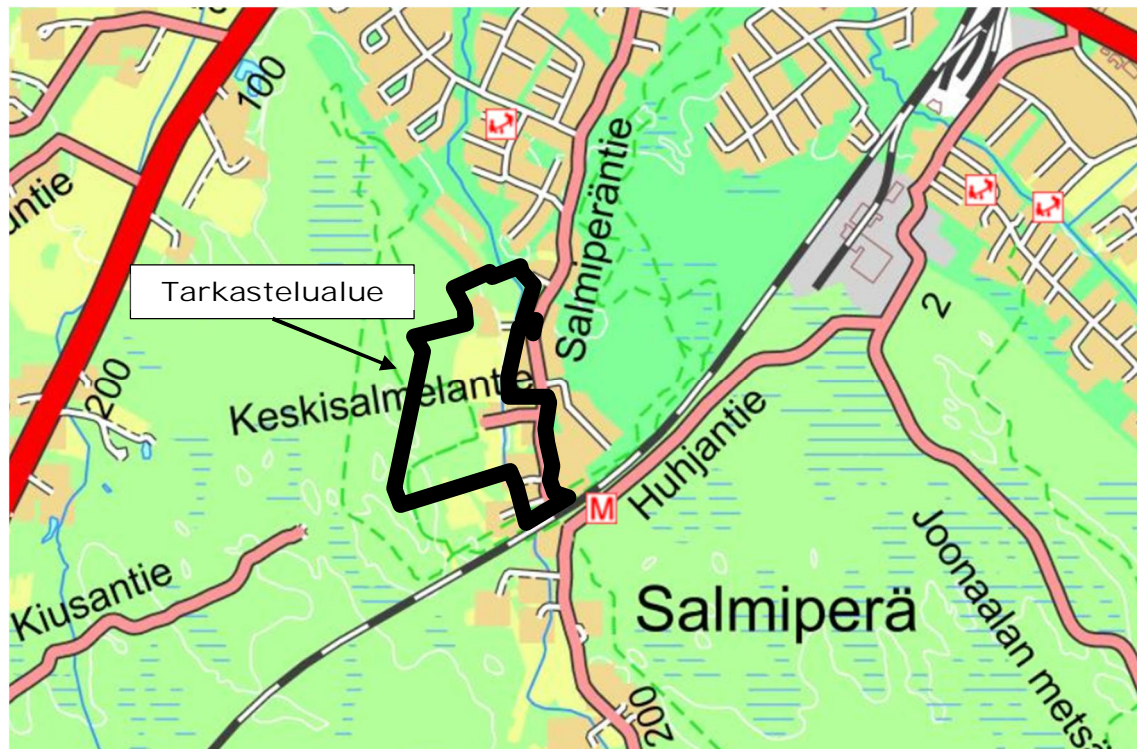
Selvitysalueelle on suunniteltu rakennettavaksi 1- ja 1½-kerroksisia asuinrakennuksia.

Tutkimuskohteen sijainti on esitetty kuvassa 1.

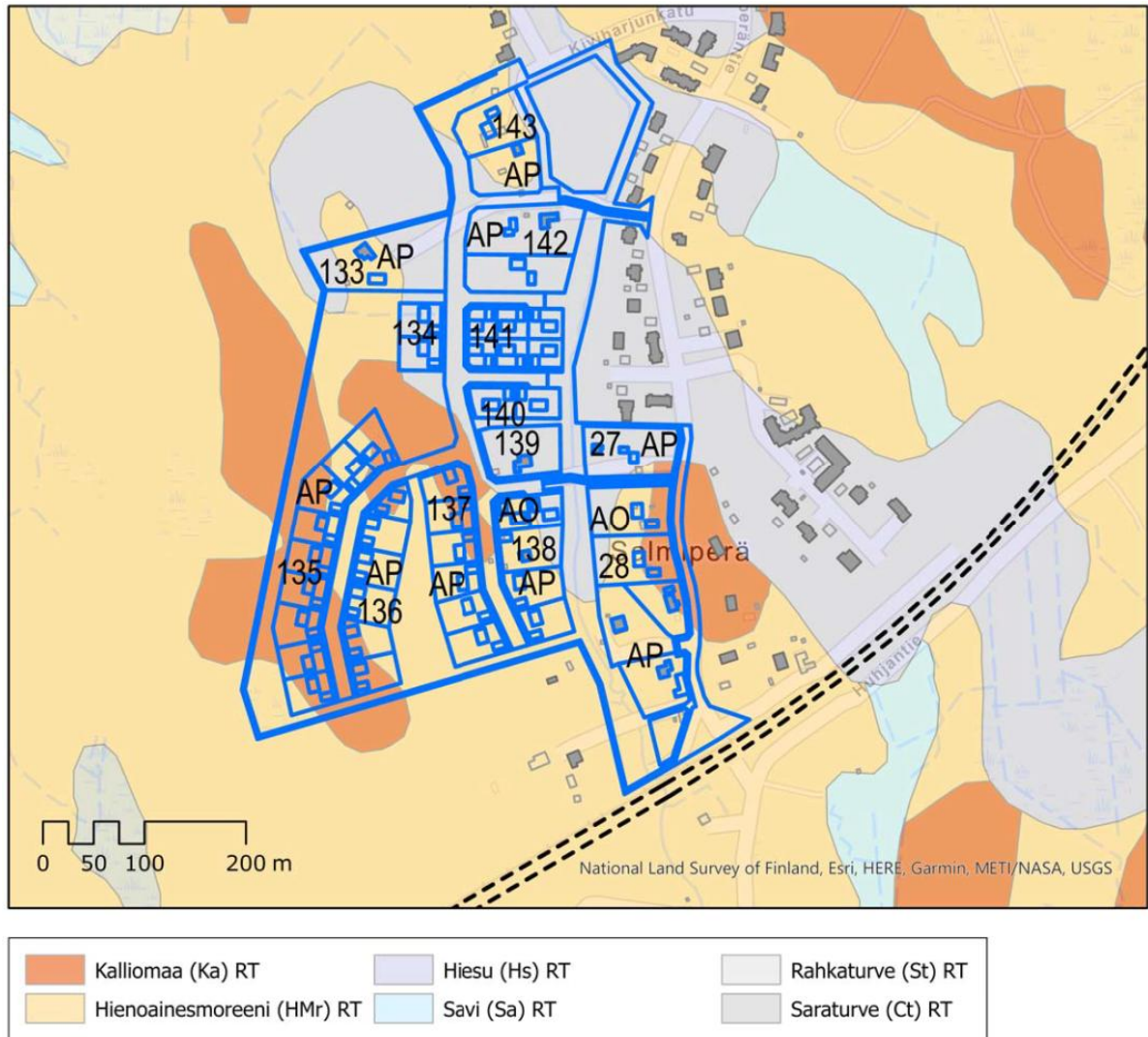
2.2 Pohjasuhteet

Tarkastelualueen länsi- ja eteläosan maaperä koostuu vaihtelevista siltti- ja hiekkamooreni- sekä kallioalueista. Pohjois- ja itäosassa maaperä on pääosin savista silttiä, joka jatkuu tarkastelualueen itäpuolella yhtenäisenä alueena ratalinjalle asti.

Alueen maaperäkarta on esitetty kuvassa 2.



Kuva 1. Salmiperän asemakaava, Ylivieska. Tärinäselvityksen tarkastelualue, Kokkola-Ylivieska–rata: km 627+430...627+920. Kuva: Ylivieskan kaupungin karttapalvelu.



Kuva 2. Salmiperän asemakaava, Ylivieska. Maaperäkartta. Lähde: GTK.

2.3 Liikenne tarkastelukohdalla

Tarkastelualueen katuliikenne koostuu Salmiperäntiellä liikkuvasta, pääosin henkilöautoista koostuvasta liikenteestä. Nopeusrajoitus alueella on 40 km/h.

Tarkastelukohdalla rataliikenne koostuu sekä henkilö- että tavaraliikenteestä. Osa tavaraliikenteestä on venäläisestä vaunukalustosta koostuvia tavarajunia. Venäläisen kaluston pyörästä on huonommassa kunnossa, sisältäen runsaasti ns. lovipyöriä, mikä kasvattaa ko. junien aiheuttamaa tärinävaikutusta.

Tarkastelukohdan ohi liikennöivien junien liikennemäärät vuoden 2035 ennustetilanteessa on esitetty taulukossa 1.

Ennustetilanteessa radan nopeusrajoitus henkilöjunille on 140 km/h. Suomalaisesta kalustosta koostuvien tavarajunien nopeusrajoitus on 100 km/h ja venäläisestä kalustosta koostuvien 70 km/h.

Taulukko 1. Salmiperän asemakaava, Ylivieska. Tarkastelukohdan ohi liikennöivät junat vuoden 2035 ennustetilanteessa. Lähde: VR-Track Oy.

ENNUSTETILANNE 2035					
Tyyppi	Selitys	Päivä klo. 7-22 [kpl]	Yö klo. 22-7 [kpl]	Pituus [m]	Suosittu nopeus/ nopeusrajoitus [km/h]
Sr	Sr1- tai Sr2-veturin vetämät henkilöliikenteen junat (punaiset, siniset tai yksikerroksiset IC-vaunut)	2	6	205	140
Sm3	Pendolino	10	3	162	140
IC2	Sr2-veturin vetämät kaksikerroksisista IC-vaunuista koostuvat junat	10	6	250	140
F-TaJu	suomalaisista tavaravaunuista koostuvat tavarajunat	9	12	460	100
R-TaJu	venäläisistä tavaravaunuista koostuvat tavarajunat	1	2	600	70

3. TÄRINÄN SUOSITUSARVOT

3.1 Tärinän syntyminen

Liikenne tuottaa ympäristöönsä värähtelyä, joka aiheutuu pyörien ja päällysrakenteen/kiskojen epätasaisuuksista. Värähtely etenee kiskojen ja ratarakenteiden kautta kallioperään, josta se johtuu edelleen maaperän ja perustusten kautta rakennuksiin ja rakenteisiin. Värähtelyjen eteneminen ja johtuminen riippuu monesta osatekijästä ja on paikkariippuvaista. Eri osatekijät vaikuttavat sekä värähtelyn suuruuteen että taajuussältöön. Värähtely voidaan havaita rakennuksissa runkomeluna tai tärinä.

Tärinä on tuntoaistilla havaittavaa matalataajuista värähtelyä. Tärinähaittoja esiintyy tyypillisesti pehmeikköalueilla liikenneväylien ympäristössä. Kallio- ja moreeni- maassa tärinä vaimenee nopeasti eikä yleensä aiheuta haittoja.

3.2 Ihmistä häiritsevä tärinä

Tärinän arvioinnissa on käytetty VTT:n (2004) tärinäsuositusta. Suositusarvo esitetään ihmisen kokemuksen mukaan taajuuspainotettuna tehollisarvona, joka toteutuu 95 % tilastollisella todennäköisyydellä (taulukko 2).

Taulukon 2 luokitus perustuu ihmisen kokeman tärinän häiritsevyyteen. Luokitusta ei sovelleta rakennuksille, joissa ihmiset ovat pääasiassa liikkeessä tai muut kuin liikenteestä aiheutuvat häiriöt voivat olla merkittävämpiä (esim. toimistot, kaupat, kahvilat, ostoskeskukset, tavaratalot, liikuntatilat).

Tehollisarvo, jossa yksittäiset huippuarvot tasoittuvat, kuvaa paremmin tärinän aiheuttamaa haittaa ihmisen häiriintymiselle kuin huippuarvo, joka soveltuu paremmin rakenteiden vaurioitumistarkasteluihin. Yleensä rautatietärinän taajuuspainotettu heilahdusnopeuden tehollisarvo on noin 50 % tärinän huippuarvosta. Mikäli hallitseva värähtelytaajuus on tiedossa, voidaan heilahdusnopeuden huippuarvot muuntaa taajuuspainotetuiksi tehollisarvoiksi yhtälöllä 1 (VTT 2004).

$$v_w \leq 0,55 \cdot v_{max} \cdot \sqrt{1 + \left(\frac{f_0}{f}\right)^2} \quad (1)$$

missä v_w on taajuuspainotettu tehollisarvo
 v_{max} heilahdusnopeuden huippuarvo
 f_0 3,5 Hz
 f hallitseva värähtelytaajuus

Taulukko 2. Suositus rakennusten värähtelyluokituksista (VTT 2004).

Värähtelyluokka	Kuvaus värähtelyolosuhteista	Värähtelyn tunnusluku $v_{w,95}$ [mm/s]
A	Hyvät asuinolosuhteet	$\leq 0,10$
B	Suhteellisen hyvät olosuhteet	$\leq 0,15$
C	Suositus uusien rakennusten ja väylien suunnittelussa	$\leq 0,30$
D	Olosuhteet, joihin pyritään vanhoilla asuinalueilla	$\leq 0,60$

Tärinän laskennalliset tarkastelut on tehty rautatieliikenteen tärinän arvioimiseen kehitetyllä ennustusmallilla (VTT 2006).

Suosittelava tavoiteraja värähtelyn enimmäisarvolle rakennuksen sisätiloissa on uusilla asuinalueilla 0,3 mm/s ja vanhoilla asuinalueilla 0,6 mm/s. Tämä VTT:n esittämä suositus enimmäisarvoksi (VTT 2006) on otettu käyttöön myös Liikenneviraston ohjeistuksessa (Liikennevirasto 2016). Tavoitteen tulee toteutua pystyvärähtelyn osalta rakennuksen kaikissa lattioissa ja vaakavärähtelyn osalta rakennuksen jokaisessa kerroksessa. Mikäli kyse ei ole asuinrakennuksesta ja tilojen käyttötarkoitus on sellainen, että liikenteen ei katsota aiheuttavan lepoa, tavoiteraja voi olla kaksinkertainen esitettyihin arvoihin nähden.

3.3 Tärinän kartoitus rakennusten vaurioriskin kannalta

Suomessa rakennusten rakenteiden vaurioriskille ei ole toistaiseksi annettu virallisia raja-arvoja. Ihmisten häiriintymiskynnys kuitenkin yleensä ylittyy merkittävästi pienemmillä värähtelyn arvoilla kuin ne, joilla rakenteiden vaurioriski alkaa kasvamaan. Näin ollen pysyttäessä asuinviihtyvyyden kannalta sallituissa värähtelyrajoissa, ei rakennusten vaurioitumisriski ole yleensä merkitsevänä tekijänä tarkasteluissa.

VTT:n raportin ”Liikennetärinä: Alueiden tärinäkarttoitus ja rakenteiden vaurioitumisalttius, 2014” mukaan tarkastelussa oleva alue voidaan rajata ja luokitella normaalikuntoisten rakennusten tärinänsiedon perusteella kolmeen vyöhykkeeseen:

- V-alue: Lähinnä rataa oleva alue, jolla maaperän tärinä on niin voimakasta, että se voi aiheuttaa vahinkoriskin rakennuksille tai rakenteille.
- H-alue: Hyväkuntoisiin ja tavanomaisiin rakennuksiin ei yleensä aiheudu niiden käyttökelpoisuutta haittaavia vaurioita, jos liikennetärinä on huomioitu resonanssille herkkien rakenteiden suunnittelussa. Tärinä on kuitenkin yleensä selvästi havaittavaa ja häiritsee usein asumismukavuutta.
- E-alue: Tärinä ei aiheuta normaalikuntoisten rakenteiden vaurioitumista, mutta voi häiritä asumismukavuutta.

Eri alueiden rajaus tärinävyöhykkeisiin perustuu maaperän värähtelyn huippuarvoon v_{max} . Eri alueiden värähtelyrajat on esitetty taulukossa 3. Maanpinnan värähtely ei saa pystysuunnassa eikä kummassakaan vaakasuunnassa ylittää taulukossa esitettyjä arvoja.

Taulukko 3. Tärinäalueiden (V, H ja E) rajauksessa käytettävät värähtelyrajat (v_{max} , mm/s) maaperän värähtelylle (VTT 2014).

Maalaji	Maalajin värähtelyn hallitseva taajuus	Tärinäalueiden värähtelyrajat v_{max} (mm/s)		
		V-alue	H-alue	E-alue
Pehmeä savi, $s_u < 25 \text{ kN/m}^2$	alle 10 Hz	> 3	1...3	< 1
Sitkeä savi, siltti, löyhä hiekka	10...20 Hz	> 4,2	1,4...4,2	< 1,4
Tiivis hiekka, sora, moreeni, rikkonainen tai löyhä kallio	20...50 Hz	> 6	2...6	< 2
Kiinteä kallio	yli 50 Hz	> 7,2	2,4...7,2	< 2,4

3.4 Rakennuksen herkkyys tärinälle

Rakennuksen tärinäherkkyys riippuu merkittävästi sen rakenteista ja mittasuhteista. Tavallisesti mitä jäykempi rakenne, sitä vähemmän rakennus reagoi tärinään. Yksikerroksisessa rakennuksessa resonanssi aiheuttaa ongelmia harvemmin kuin monikerroksisissa. Erityisen herkkiä resonanssille ovat 1½- ja 2-kerroksiset rakennukset.

Rakennuksen perustaminen paaluille tavallisesti lisää rakenteen jäykkyyttä ja vähentää tärinäherkkyttä. On kuitenkin huomattavaa, että maaperän vaakasuuntaisen tärinän ollessa merkittävää, saattaa paalutus lisätä tärinää paalujen ottaessa vaakätärinän vastaan maaperässä ja siirtäessä sitä rakennuksen runkoon.

Puurakenteinen 1½- tai 2-kerroksinen pientalo on tyypillisesti erittäin tärinäherkkä. Betonirakenteista yli 2-kerroksista kerrostaloa voidaan taas pitää ei-tärinäherkkänä, kunhan vältetään rungon ja lattian resonanssitaajuuksia, eikä rakennuksen ominaistaajuus osu maaperän kanssa samalle ominaistaajuudelle.

4. TÄRINÄN ARVIOINTI

4.1 Arviointitaso 1

Liikennetärinän selvitystarvetta on alustavasti tarkasteltu arviointitasolla 1, jossa selvitystarvetta arvioidaan väylän alapuolisen maaperän, väylän sijainnin ja tarkastelukohteen ja väylän välisen etäisyyden perusteella. Arviointi perustuu VTT:n (2011, s. 13) julkaisussa esitettyyn taulukkoon 1.

Arviointitason 1 tarkastelulla arvioidaan, onko kohteessa mahdollista riskiä tärinän esiintymiselle, jolloin tärinän tarkempi, arviointitason 2 mukainen laskennallinen selvitys tulee tehdä. Arviointitason 1 tarkastelun lähtökohdat ja lopputulos on esitetty taulukossa 4.

Arviointitason 1 perusteella tärinälle on tehtävä tarkentava arviointitason 2 mukainen selvitys Kokkola-Ylivieska -radan osalta.

Taulukko 4. Salmiperän asemakaava, Ylivieska. Tarkastelukohteita lähimpien väylien riski aiheuttaa rakennuksissa häiritsevän tärinän esiintymistä, sekä arviointitason 1 mukaiseen selvitystarpeen tarkasteluun vaikuttavat tekijät.

Väylä	Pienin etäisyys väylästä	Maaperä väylän alla	Häiriön esiintymisriski
Salmiperäntie, 40 km/h, vain tilapäisesti raskasta liikennettä	10 m	siltti-/hiekkamoreeni / kallio	Ei
	100 m	savinen siltti ¹⁾	Ei
Kokkola-Ylivieska rata, tavarajunaliikenne	70 m	siltti-/hiekkamoreeni ²⁾	Kyllä
	270 m	savinen siltti ³⁾	Kyllä

Liikennetärinän tarkastelu on tarpeen kun rakennus sijaitsee:

- 1) < 50 m etäisyydellä väylästä.
- 2) < 100 m etäisyydellä väylästä.
- 3) < 500 m etäisyydellä väylästä.

4.2 Arviointitaso 2

Tärinän leviämistä ympäristöön pystytään arvioimaan värähtelyn pystysuuntaisen komponentin avulla, johon myös tärinäluokkien ohjearvoalueiden määrittely perustuu. Tärinän leviäminen esitetään värähtelyn tunnuslukuna $V_{W,95}$.

Junien aiheuttaman tärinän leviäminen on laskettu suomalaisten ja venäläisten tavarajunien lukumäärien suhteessa, huomioiden erilaiset junapainot ja -nopeudet.

Venäläisillä tavarajunilla usein ilmenevien lovipyörien tärinävaikutus otettiin laskennassa huomioon perustuen Liikenneviraston julkaisussa "Raskaiden kuormitusvaikutusten monitorointi" esitettyihin Veikkolassa tehtyjen koeajojen mittaustuloksiin, joiden perusteella venäläisen kaluston aiheuttama heilahdusnopeuden huippuarvo 20 m etäisyydellä radasta oli noin 2,1-kertainen suhteessa suomalaiseen tavarajunaan.

Rautatieliikenteen aiheuttaman tärinän leviämisen laskentaparametrit on esitetty taulukossa 5.

Laskennan perusteella määritetyt ohjearvoalueet on esitetty kartalla liitteessä 1. Ohjearvoalueiden määrittelyssä on huomioitu erikseen 1-kerroksiset asuintalot sekä 1½- ja 2-kerroksiset asuintalot.

Taulukko 5. Salmiperän asemakaava, Ylivieska. Tärinäarvioinnin laskentaparametrit.

Parametri	Tunnus	Yksikkö	Arvo
Junien vertailupaino	G_0	tn	2000
Junien vertailunopeus	s_0	km/h	70
Junan kokonaispaino	G	tn	5000 / 2500
Junan nopeus	s	km/h	70 / 100
Vertailuetaisyys	D_0	m	15
Vertailuheilahdusnopeus, suomalaiset tavarajunat ¹⁾	v_0	mm/s	1,1 / 0,7 / 0,4 / 0,3
Vertailuheilahdusnopeus, venäläiset tavarajunat ¹⁾	v_0	mm/s	2,3 / 1,5 / 0,9 / 0,6
Nopeuseksponentti	A	-	1
Etäisyys eksponentti ¹⁾	B	-	0,73 / 1,2 / 1,67 / 2
Radan kunnosta johtuva kerroin	k_R	-	0,7
Vahvistuserroin rakennuksessa ²⁾	k_B	-	1,3 / 2
Arviointiriskikerroin	k_A	-	2

¹⁾ Arvo riippuu maaperätyypistä: koheesiomaat / välimaalajit / karkearakeiset maalajit / kallio

²⁾ Arvo riippuu rakennustyypistä: 1-kerroksiset pien- ja rivitalot / 1½- ja 2-kerroksiset pien- ja rivitalot

5. JOHTOPÄÄTÖKSET JA SUOSITUKSET JATKOTOIMENPITEIKSI

Arvioinnin perusteella katuliikenteestä ei arvioida aiheutuvan häiritsevää tärinää kaava-alueen rakennuksille.

Kuten liitteessä 1 on esitetty, rautatieliikenteen osalta kaavasuunnitelman mukaiset asuinrakennukset sijoittuvat kokonaisuudessaan alueille, joilla tärinän suositusarvojen ko. rakennuksille arvioidaan toteutuvan ($v_{w,95} < 0,3$ mm/s), eikä tärinä niiden osalta täten vaadi erillistä huomioimista.

LÄHDEVIITTEET

Liikennevirasto 2018. Raskaiden junien kuormitusvaikutusten monitorointi. Liikenneviraston tutkimuksia ja selvityksiä 21/2018.

https://julkaisut.vayla.fi/pdf8/lts_2018-21_raskaiden_junien_web.pdf

Liikennevirasto 2016. Ratatekniset ohjeet (RATO) osa 3 Radan rakenne. Liikenneviraston ohjeita 6/2016.

http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf8/lo_2016-06_rato3_web.pdf

VTT 2014. Liikennetärinä: Alueiden tärinäkartoitus ja rakenteiden vaurioitumisalttius. Tutkimusraportti VTT-R-04703-14. 33 s. + liitt. 25 s.

<http://www.vtt.fi/inf/julkaisut/muut/2014/VTT-R-04703-14.pdf>

VTT 2011. Ohjeita liikennetärinän arviointiin. VTT Tiedotteita 2569. Espoo. 35 s. + liitteet 9 s.

<http://www.vtt.fi/inf/pdf/tiedotteet/2011/T2569.pdf>

VTT 2006. Suositus liikennetärinän arvioimiseksi maankäytön suunnittelussa

<http://www.vtt.fi/inf/pdf/workingpapers/2006/W50.pdf>

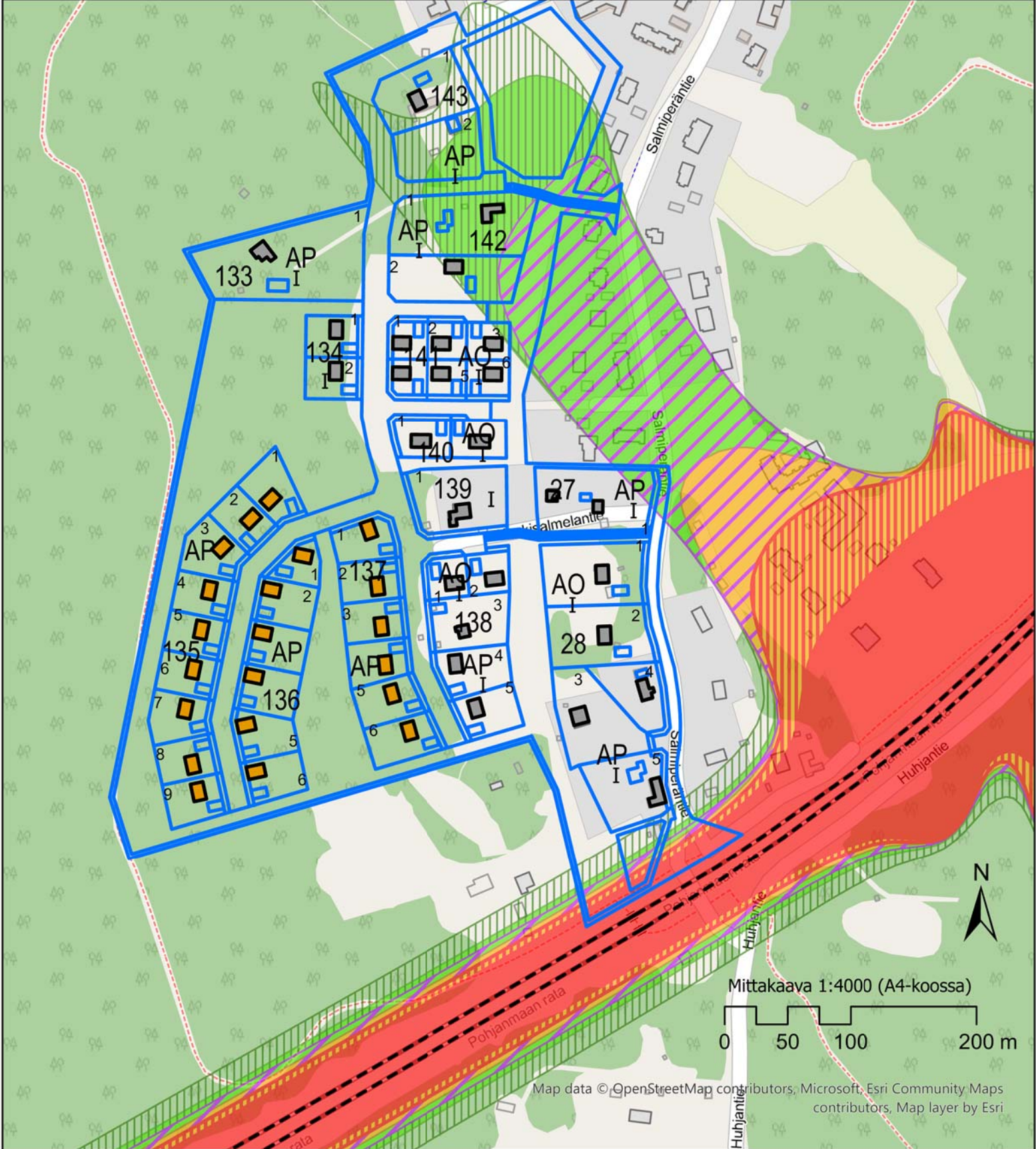
VTT 2004. Suositus liikennetärinän mittaamisesta ja luokituksesta. VTT Tiedotteita 2278. Espoo. 50 s. + liitteet 15 s.

<http://www.vtt.fi/inf/pdf/tiedotteet/2004/T2278.pdf>

LIITTEET

Liitteiden keskeinen sisältö on kerrottu tärinäselvityksen luvuissa 4 ja 5.

LIITE 1 Salmiperän asemakaava, radan tärinäalueet.



Salmenperän asemakaava, rautatieliikenteen aiheuttama värinä

Värähtelyn taso, asuintalot:

- > 0,6 mm/s (1-kerroksiset)
- > 0,6 mm/s (1½- ja 2-kerroksiset)
- 0,3-0,6 mm/s (D-alue, 1-kerroksiset)
- 0,3-0,6 mm/s (D-alue, 1½- ja 2-kerroksiset)
- 0,15-0,3 mm/s (C-alue, 1-kerroksiset)
- 0,15-0,3 mm/s (C-alue, 1½- ja 2-kerroksiset)

- Ratalinja
- Kaavoitetut 1-kerroksiset asuintalot
- Kaavoitetut 1½-kerroksiset asuintalot