

Vastaanottaja
Utajärven kunta

Asiakirjatyyppi
Raportti

Päivämäärä
1.7.2020

AK MUSTIKKAKANGAS I JA II

TÄRINÄ- JA RUNKOMELUSELVITYS

AK MUSTIKKAKANGAS I JA II

Päivämäärä **1.7.2020**
Laatija **Ville Lehtonen**
Kuvaus **Tärinä- ja runkomeluselvitys**

Viite 1510056837

SISÄLTÖ

1.	Yleistä	1
2.	Lähtökohdat	1
2.1	Yleistä kohteesta	1
2.2	Maaperäolosuhteet	3
2.3	Raideliikenne	4
2.4	Tieliikenne	4
3.	Tärinän arviointiin liittyvä ohjeistus ja menettelytavat	5
3.1	Yleistä	5
3.2	Tärinähaitan arviointiperusteet	5
4.	Tärinätarkastelut	7
4.1	Tavarajunat	7
4.2	Matkustajajunat	8
4.3	Tieliikenne	9
5.	Runkomelutarkastelut	10
5.1	Ohjearvot ja arviointiperusteet	10
5.2	Runkomelutarkastelut, arviointitaso 1	10
5.3	Runkomelutarkastelut, arviointitaso 2	11
6.	Tulosten arviointi ja johtopäätökset	13
6.1	Yleistä	13
6.2	Tärinä	13
6.3	Runkomelu	14
7.	Tärinän ja runkomelun arvioinnissa käytetty ohjeistus	15

1. YLEISTÄ

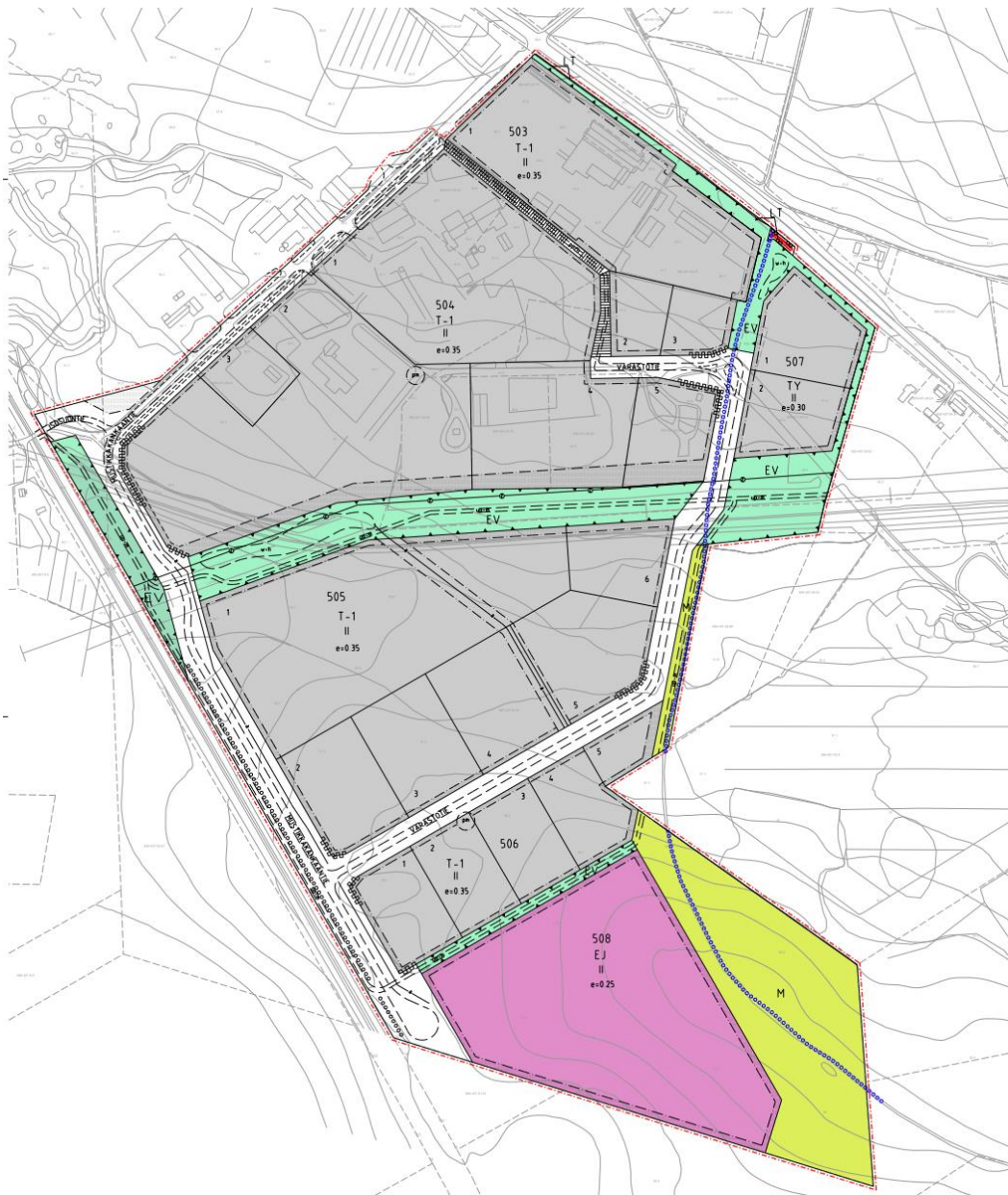
Utajärven kunnassa on käynnissä asemakaavojen Mustikkakangas I ja Mustikkakangas II laatiminen. Molemmat asemakaava-alueet ovat teollisuusalueita. Tässä työssä on selvitetty laskennallisten tarkastelujen perusteella raide- ja katuliikenteestä aiheutuvan tärinän ja runkomelun voimakkuus suunnittelualueella.

Työn on tilannut Utajärven kunta. Selvityksen on tehnyt Ramboll Finland Oy, vastuuhenkilö TkT Ville Lehtonen.

2. LÄHTÖKOHDAT

2.1 Yleistä kohteesta

Suunnittelualueen sijainti on esitetty karttaotteissa (kuvat 2.1 ja 2.2).

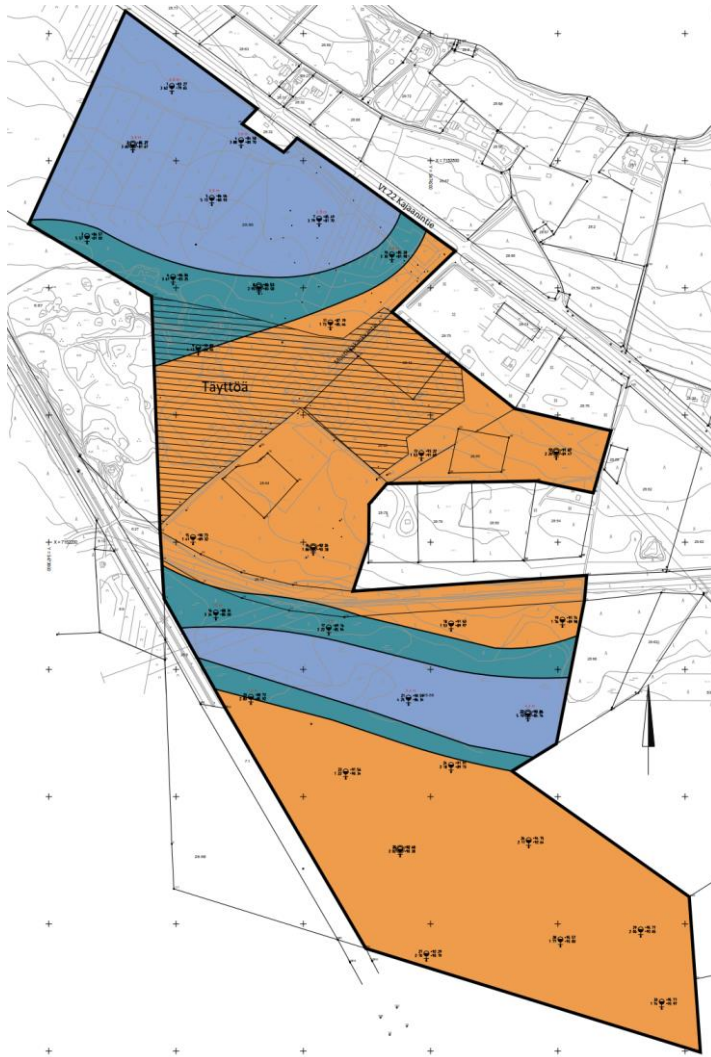


Kuva 2.1. Mustikkakangas I (etelä), kaavaehdotus 28.11.2019. (Kartta: Ramboll Finland Oy)



Kuva 2.2. Mustikkakangas II (pohjoinen), kaavaluonnos 20.1.2020. (Kartta: Ramboll Finland Oy)

Alueelle kaavoitettavat toiminnot ovat lähes yksinomaan teollisuutta. Kaavojen detaljit päivittyvät tässä esityksestä, mutta yleisellä tasolla toiminnot vastaavat osapuilleen tässä esitettyjä luonnoksia.



Kuva 2.4. Rakennettavuusselvitys, karttaote. Kuvassa siniset alueet ovat turvepehmeikköjä, sinivihreä silttiä/hiekkaa ja ruskea moreenia. (Kartta: Ramboll 2020)

2.3 Raideliikenne

Suunnittelualue sijaitsee Oulu-Kontiomäki -radan varressa noin kmv 812+700...814+150. Rata rajoittuu alueen länsireunaan.

Liikenne radalla koostuu raskaista tavarajunista (n. 10-15 kpl/vrk) ja henkilöjunista (n. 6-8 kpl/vrk). Lisäksi radalla voi liikennöidä yksittäisiä vetureita ja työkoneita. Tavarajunista suuri osa on venäläistä kalustoa, joka tyypillisesti aiheuttaa suurempaa tärinää kuin vastaava suomalainen kalusto.

Junien nopeusrajoitus suunnittelualueen kohdalla on akselipainosta riippuen 100-140 km/h. Juna-tietojen (juliadata.fi) mukaan tavarajunien toteutunut liikennöintinopeus suunnittelualueen kohdalla on noin 55-85 km/h ja henkilöjunilla 120-140 km/h.

Tulevaisuudessa mahdollisesti tapahtuvista junaliikenteen muutoksista on vaikea muodostaa arviota. Tavarajunaliikenteen muutokset riippuvat monista seikoista, kuten yleinen taloustilanne. Väyläviraston selvitys (Liikenneviraston tutkimuksia ja selvityksiä 57/2018) ennustaa tavaraliikenteen volyymin kasvua vuosiin 2030 ja 2050 mennessä (erityisesti Vartiuksen ja Kokkolan välinen transitoliikenne). Tavarajunien määrän ei juuri ennusteta kasvavan, joten volyymin kasvu toteutuisi junien painon kasvuna. Henkilöliikenteelle ennustetaan lievää kasvua.

2.4 Tieliikenne

Suunnittelualue rajautuu koillisessa Kajaanintiehen (VT 22), jonka nopeusrajoitus on 100 km/h.

3. TÄRINÄN ARVIOINTIIN LIITTYVÄ OHJEISTUS JA MENETTELYTAVAT

3.1 Yleistä

VTT:n julkaisua "Suositus liikennetärinän arvioimiseksi maankäytön suunnittelussa" (VTT Working Papers 50, Espoo 2006) käytetään Suomessa yleisesti liikennetärinän arvioinnissa. Julkaisussa esitetään tärinän arviointimenettely kolmella eri tarkkuustasolla. Liikennetärinän siirtymistä rakennuksiin voidaan arvioida VTT:n julkaisuilla "Rakennukseen siirtyvän liikennetärinän arviointi" (VTT Tiedotteita 2425, Espoo 2008) ja "Ohjeita liikennetärinän arviointiin" (VTT Tiedotteita 2569, Espoo 2011).

Arviointitasolla 1 tarkastelu perustuu kokemuseräisiin turvaetäisyyksiin, jossa huomioidaan maaperän ominaisuudet ja liikenteen tyyppi. Tarkastelulla selvitetään, onko varsinainen värähtelytarkastelu lainkaan tarpeen. Arviointitaso 2 perustuu laskennallisiin arvoihin tai tarkistusluonteisiin tärinämittauksiin, jolloin liikenteen ja maaperän ominaisuudet voidaan ottaa tarkemmin huomioon. Arviointitasoa 2 suositellaan käytettäväksi, kun yleiskaavassa tai asemakaavassa rakentamista ohjataan yksityiskohtaisesti määrättyllä alueella ja arviointitason 1 perusteella alue on riskialuetta. Arviointitason 3 tarkastelu perustuu aina riittävän pitkäaikaisiin tärinämittauksiin. Tason 3 käyttöä tarvitaan, mikäli arviointitason 2 laskennallisella tarkastelulla ei saada riittävän luotettavaa kuvaa maaperän pystyvärähtelyn suuruudesta, tai halutaan rakentaa alueelle, jolla arviointitason 2 mukaan tärinä voi ylittää suositusarvon.

3.2 Tärinähaitan arviointiperusteet

Tärinän aiheuttamaa mahdollista haittaa asuinmukavuudelle maankäytön suunnittelussa arvioidaan tunnusluvun $v_{w,95}$ perusteella. Tunnusluku perustuu yksittäisten liikennetapahtumien suurimpiin värähtelyn tehollisarvoihin ja niiden perusteella laskettuun keskiarvoon ja hajontaan seuraavasti:

Määritelmältään $v_{w,95} = (15 \text{ suurimman yksittäisen tapahtuman keskiarvo}) + (1,8 \times 15 \text{ suurimman yksittäisen tapahtuman hajonta})$. Tilastollisesta luonteestaan johtuen se voidaan tarkasti määrittää vain pitkäaikaisten mittausten avulla.

Tunnusluvun perusteella rakennuksille on annettu suositus rakennusten värähtelyluokitukselta, joka esitetään taulukossa 3.1.

Taulukko 3.1 Rakennusten värähtelyluokitus häiritsevyyden arvioinnissa

Värähtelyluokka	Kuvaus värähtelyolosuhteista	$v_{w,95}$ (mm/s)
A	Hyvät asuinolosuhteet (Ihmiset eivät yleensä havaitse värähtelyitä)	$\leq 0,10$
B	Suhteellisen hyvät asuinolosuhteet (Ihmiset voivat havaita värähtelyt, mutta ne eivät ole häiritseviä)	$\leq 0,15$
C	Suositus uusien rakennusten ja väylien suunnittelussa (Keskimäärin 15 % asukkaista pitää värähtelyitä häiritsevinä ja voi valittaa häiriöistä)	$\leq 0,30$
D	Olosuhteet, joihin pyritään vanhoilla asuinalueilla (Keskimäärin 25 % asukkaista pitää värähtelyitä häiritsevinä ja voi valittaa häiriöistä)	$\leq 0,60$

Luokkaan C pyritään uusien asuinrakennusten suunnittelussa. Muussa käytössä (mm. liike- ja toimistorakennukset) olevilla rakennuksilla pyritään tyypillisesti luokkaan D.

Taulukossa 3.2 on esitetty arviointitason 1 mukaiset suojaetäisyydet luokkaa C vastaavalle asuinmukavuudelle.

Taulukko 3.2 Arviointitason 1 mukaiset turvaetäisyydet

Suosittelava turvaetäisyys	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	Tavara- ja pikajunat	Kova maa
100 m	Raskas maantieliikenne (100 km/h, sileä)	Pehmeä maa
100 m	Hidastetöyssyt, raskas liikenne (40 km/h)	Pehmeä maa
50 m	Raskas katuliikenne (40 km/h, sileä)	Pehmeä maa
15 m ^{*)}	Raskas maantie- ja katuliikenne (myös töyssyt)	Kova maa

^{*)} Ei koske väyliä, joilla on vain tilapäisesti raskasta liikennettä.

Taulukon 3.1 luokittelu koskee asumismukavuutta. Tärinän aiheuttamaa rakenteiden vaurioitumisalttiutta luokitellaan julkaisun Liikennetärinä: Alueiden tärinäkartoitus ja rakenteiden vaurioitumisalttiut (VTT R 04703-14) mukaisesti:

- V Lähinnä rataa oleva alue, jossa maaperän tärinä on niin voimakasta, että se voi aiheuttaa vahinkoriskin rakennuksille tai rakenteille.
- H Hyväkuntoisiin ja tavanomaisiin rakennuksiin ei yleensä aiheudu niiden käyttökelpoisuutta haittaavia vaurioita, jos liikennetärinä on huomioitu resonanssille herkkien rakenteiden suunnittelussa. Tärinä on kuitenkin selvästi havaittavaa ja häiritsee usein asumismukavuutta. Vaurioriskin arvioinnissa tulee ottaa huomioon rakennuskanta ja käytetyt rakennusmateriaalit.
- E Tärinä ei aiheuta normaalikuntoisten rakenteiden vaurioitumista, mutta voi häiritä asumismukavuutta. Vaikutus asumismukavuuteen on tarkistettava erikseen VTT tiedotteen 2569 mukaan.

Taulukko 3.3. Rakenteiden vaurioitumisalttiutta kuvaava luokitus

Maalaji ja hal- litseva taajuus	Pehmeä savi <10 Hz	Sitkeä savi, siltti, löyhä hiekka 10-20 Hz	Tiiviit kitkamaat, rikko- nainen kallio 20-50 Hz	Kiinteä kal- lio >50 Hz
	v _{max} (mm/s)			
V-alue	3	4,2	6	7,2
H-alue	1-3	1,4-4,2	2-6	2,4 – 7,2
E-alue	< 1	< 1,4	< 2	< 2,4

Taulukon 3.3 luokitus perustuu värähtelyn huippuarvoon, eikä tehollisarvoon kuten asumismukavuuden yhteydessä. Tyypillisesti huippuarvo on noin kaksinkertainen 1s tehollisarvoon verrattuna.

4. TÄRINÄTARKASTELUT

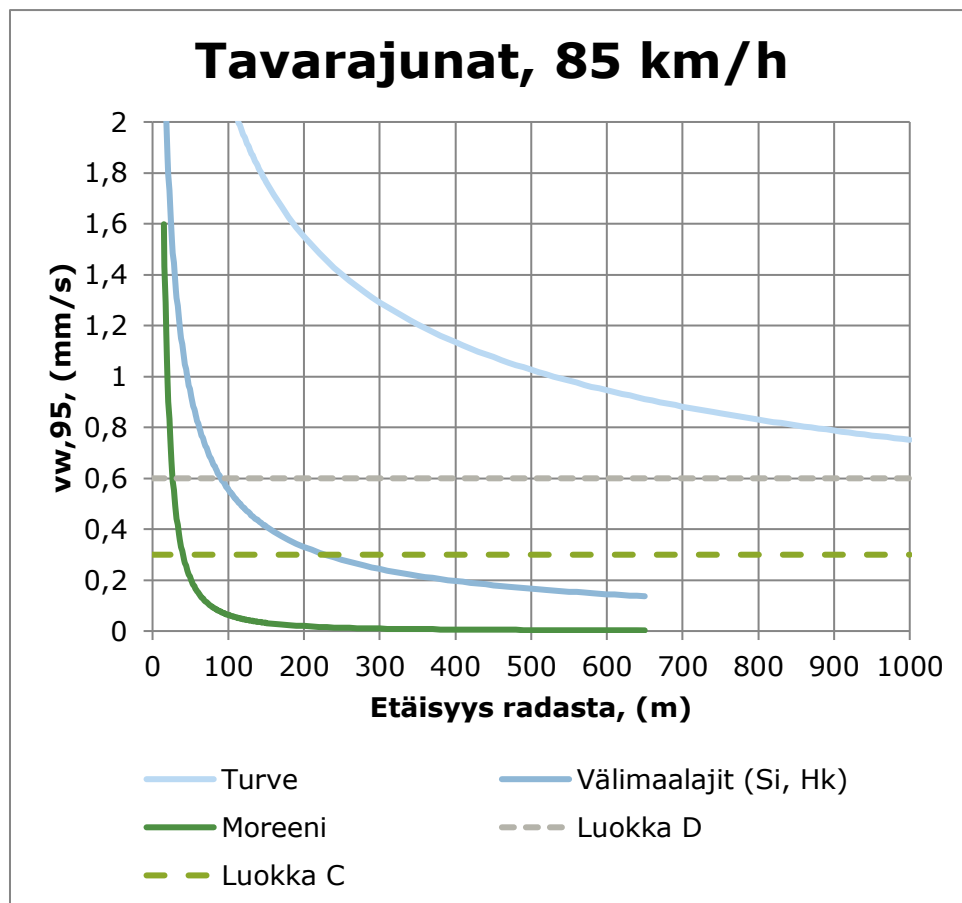
Laskennalliset värinätarkastelut tehtiin VTT:n ohjeen W50 mukaisella, tason 2 laskentatarkastelulla. Tarkastelut tehtiin erikseen tavarajunille, matkustajajunille ja katuliikenteelle. Maaperään liittyvät parametrit valittiin ohjeessa annetun vaihteluvälin puolivälistä.

4.1 Tavarajunat

Tavarajunille tehdyssä laskennassa tehtiin seuraavat oletukset:

- Tarkasteltavat maalajit:
 - o Turve; $v_{z15} = 1,4$ mm/s; etäisyyskseenponentti 0,45
 - o Välimaalajit; $v_{z15} = 0,65$ mm/s; etäisyyskseenponentti 0,75
 - o Moreeni; $v_{z15} = 0,45$ mm/s; etäisyyskseenponentti 1,7
- Nopeus 85 km/h (toteutuva nopeus) -> nopeuskkeroin $k_s = 1,21$
- Junan kokonaismassa 4000 t -> massakeroin $k_g = 2,0$
- Vanha yksiraiteinen rata -> kuntokeroin $k_r = 1,3$ (ottaa myös huomioon venäläisen kauston ominaisuuksia)
- Voimistumiskkeroin rakenteisiin $k = 1,5$
- Muunnos huippuarvosta tehollisarvoon $k = 0,5$
- Varmuuskkeroin $F = 1,5$

Näillä oletuksilla lasketut rakennusten värinän suuruudet on esitetty kuvassa 4.1.



Kuva 4.1. Tavarajunaliikenteen aiheuttama värinä, laskennallinen tarkastelu.

Laskennallisesti turvepehmeiköillä esiintyvä värinä ei vaimene luokkaan D edes 1 km etäisyydellä radasta. Tämä oletus on kuitenkin luultavimmin hyvin konservatiivinen, sillä turvepehmeiköt eivät ole yhtenäisiä, ja rakennusten perustaminen ja esirakentaminen luultavasti edellyttävät massavaihtoja. Tulosta voi myös verrata arviointitasoon 1 (taulukko 3.2), missä luokan C suojaetäisyys pehmeiköllä on 500 m. On silti mahdollista, että alueen turvepehmeiköillä esiintyy kauttaaltaan häiritsevää värinää. Värinä saattaa pahimmillaan olla myös rakenteille vaarallista. Jos värinän huippuarvon raja-arvona käytetään $v_{max} = 3$ mm/s (kts. taulukko 3.3), voidaan arvioida

että tämä arvo voi ylittyä vielä noin 220 m etäisyydellä (huippuarvon saamiseksi kuvan 4.1 laskennallinen tehollisarvokäyrä kerrotaan kertoimella 2). Tätäkin kauempana tärinä voi aiheuttaa vaurioita huonokuntoiselle tai resonoivalle rakennukselle.

Välimaalajeilla laskennallinen etäisyys, jolla tärinä täyttää luokan D vaatimukset, on noin 100 m. Tähänkin vaikuttaa myös tonteilla mahdollisesti tehtävä esirakentaminen. Tärinä välimaalajeilla (siltti, hiekka) ei lähtökohtaisesti aiheuta rakenteellisia vaurioita yli noin yli 50 m päässä radasta.

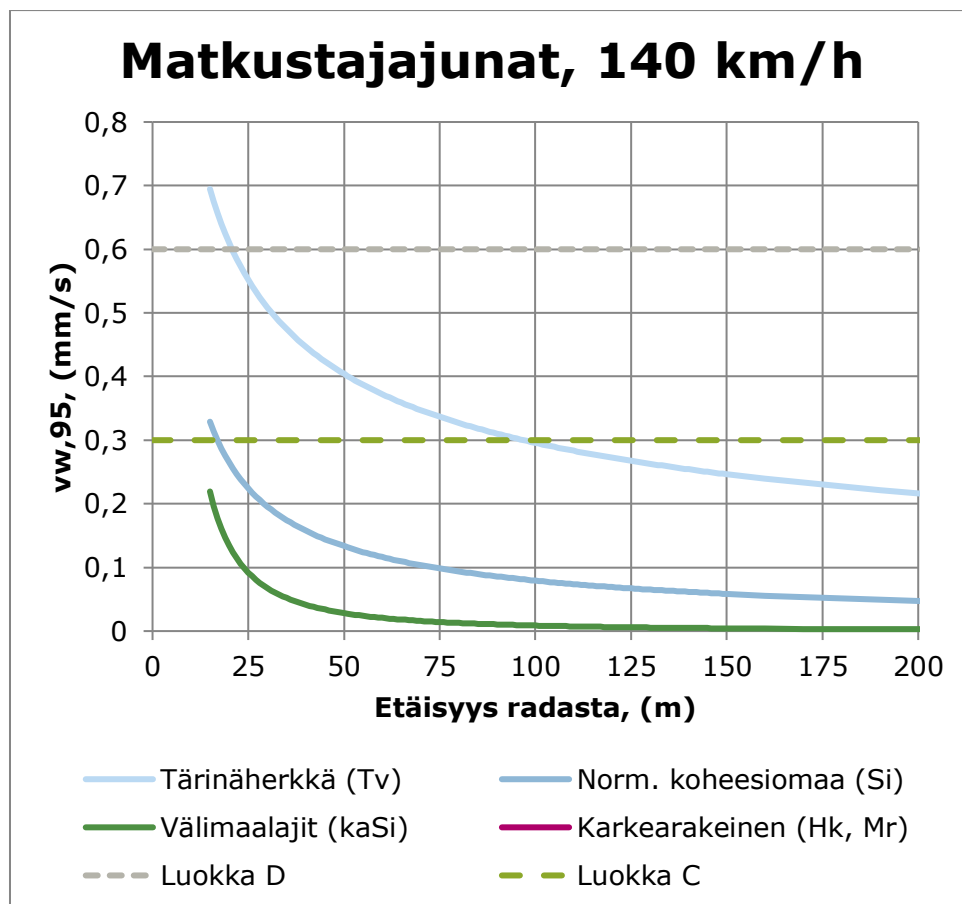
Karkeilla moreenimailla laskennallinen etäisyys on vastaavasti noin 30 m. Tärinä moreenimailla ei käytännössä voi aiheuttaa rakenteellisia vaurioita.

4.2 Matkustajajunat

Matkustajajunille tehdyssä laskennassa tehtiin seuraavat oletukset:

- Tarkasteltavat maalajit:
 - o Turve; $v_{z15} = 0,95$ mm/s; etäisyysseksponentti 0,45
 - o Välimaalajit; $v_{z15} = 0,45$ mm/s; etäisyysseksponentti 0,75
 - o Moreeni; $v_{z15} = 0,3$ mm/s; etäisyysseksponentti 1,7
- Nopeus 140 km/h (toteutuva nopeus) -> nopeuskerroin $k_s = 2$
- Junan kokonaismassa 500 t -> massakerroin $k_g = 0,25$
- Vanha yksiraiteinen rata -> kuntokerroin $k_r = 1,3$
- Voimistumiskerroin rakenteisiin $k = 1,5$
- Muunnos huippuarvosta tehollisarvoon $k = 0,5$
- Varmuuskerroin $F = 1,5$

Näillä oletuksilla lasketut rakennusten tärinän suuruudet on esitetty kuvassa 4.1.



Kuva 4.2. Matkustajajunaliikenteen aiheuttama tärinä, laskennallinen tarkastelu.

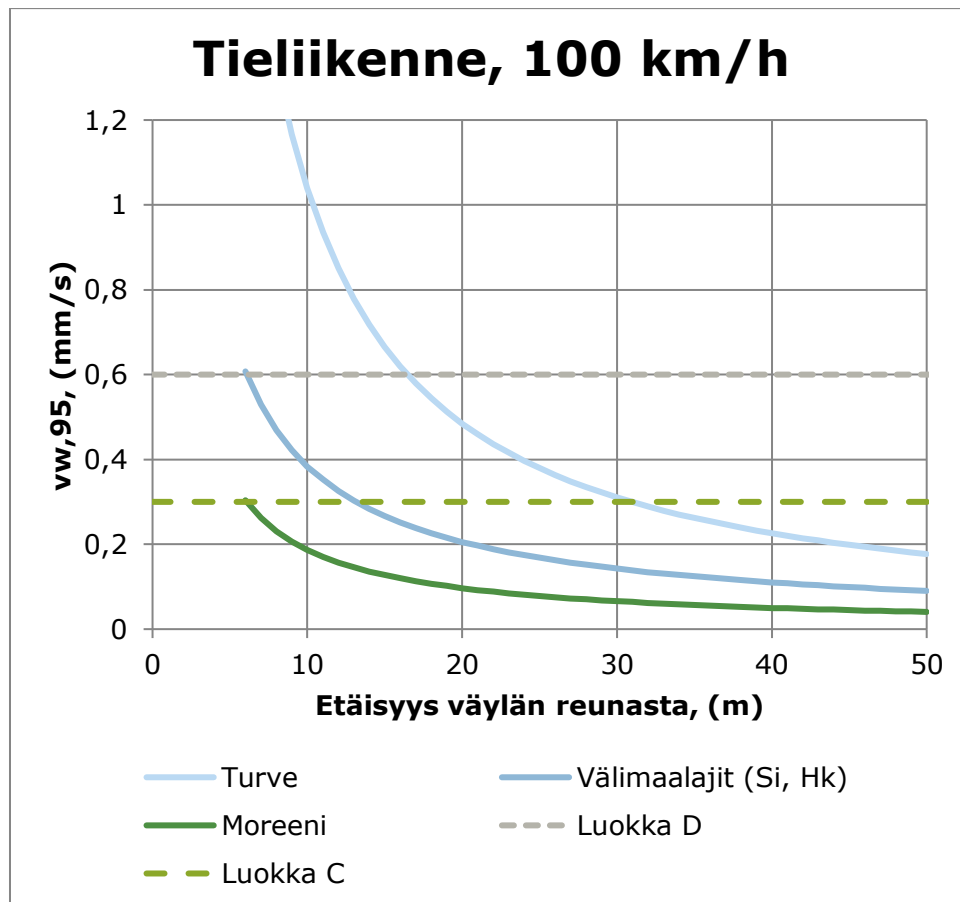
Matkustajajunien aiheuttama laskennallinen tärinä on pienempää kuin tavarajunilla, joten se ei ole tässä tapauksessa mitoittavaa.

4.3 Tieliikenne

Tieliikenteelle tehdyssä laskennassa tehtiin seuraavat oletukset:

- Tarkasteltavat maalajit:
 - o Turve; maaperäkerroin $g = 1,2$; maaperäeksponentti $-1,1$
 - o Välimaalajit; maaperäkerroin $g = 0,4$; maaperäeksponentti $-0,9$
 - o Moreeni; maaperäkerroin $g = 0,2$; maaperäeksponentti $-0,95$
- Kulunut reikiintymätön päällyste; Epätasaisuuskerroin $a = 3 \text{ mm}$
- Epätasaisuuden leveyskerroin $p = 0,75$
- Ajoneuvon nopeus $v = 100 \text{ km/h}$
- Voimistumiskerroin rakenteisiin $k = 1,5$
- Muunnos huippuarvosta tehollisarvoon $k = 0,5$
- Varmuuskerroin $F = 1,5$

Näillä oletuksilla lasketut rakennusten värinän suuruudet on esitetty kuvassa 4.1.



Kuva 4.3. Tieliikenteen aiheuttama värinä, laskennallinen tarkastelu.

Turvemailla luokan D raja-arvo alitetaan noin 18 m päässä tien reunasta. Muilla pohjamailla vastaava etäisyys on alle 10 m. Tieliikenteen värinä ei käytännössä voi aiheuttaa rakenteellisia vaurioita.

5. RUNKOMELUTARKASTELUT

5.1 Ohjearvot ja arviointiperusteet

Runkomelun esiintymistä rakenteissa voidaan arvioida julkaisun Talja & Saarinen (2009): "Maaliikenteen aiheuttaman runkomelun arviointi" (VTT T2468).

Runkomelu on ulkoisen värinäherätteen aiheuttamaa rakennuksen rungon värähtelyä, joka on kuultavissa äänenä. Runkomelun aiheuttava värähtely siirtyy rakenteisiin maaperän kautta, erityisesti kallion ja kovien maakerrosten välityksellä. Liikennetärinään verrattuna runkomelun värähtely on selvästi korkeampitaajuuksista. Merkittävin runkomelun aiheuttaja on raideliikenne.

Suomessa ei ole annettu varsinaisia ohjearvoja rakennusten runkomelulle. VTT:n julkaisussa on kuitenkin esitetty suositukset runkomelun ohjearvoista, jotka mukailevat yleisiä melutasosta annettuja ohjearvoja. Suositukset runkomelun ohjearvoista on annettu taulukossa 5.1.

Taulukko 5.1. Suositukset runkomelun raja-arvoista. (Talja & Saarinen 2009, VTT T2468)

Rakennustyyppi	Runkomelutaso L_{prm} [dB]
Radio-, tv- ja äänitysstudiot, konserttitalit	25–30
Asuinhuoneistot	30/35 ²
Hoito- ja sosiaalihuollon laitokset, majoitustilat - potilashuoneet, majoitustilat - päiväkodit, lasten ja henkilökunnan oleskeluun tarkoitetut huoneet	30/35 ²
Kokoontumis- ja opetustilat - 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

² Avoradat. Mikäli kaavamääräyksessä on annettu ohje julkisivun ilmaääneneristävyydestä, on suositeltavaa käyttää runkomelutason tiukempaa raja-arvoa.

Tässä oletetaan asuinrakennuksille ja herkkyydeltään vastaaville toiminnoille sovellettavan 30 dBA ohjearvosuosituksen, sillä radan läheisyydessä myös julkisivun ääneneristävyys on kaavassa määritetty.

Teollisuuden ja kaupan rakennuksille voidaan soveltaa rajaa 40/45 dBA.

Kuten liikennetärinälle, myös runkomelulle on esitetty kolme eri arviointitasoa. Arviointitaso 1 perustuu turvaetäisyyden käyttöön. Kokemusperäisesti on voitu määrittää etäisyys, jota kauempana tarkempi runkomelutarkastelu ei enää ole tarpeen.

Arviointitasossa 2 tehdään värähtelyn siirtotiehen perustuva laskennallinen arviointi. Laskelma on hyvin empiirinen ja perustuu kokemuksiin tyypillisistä mittaustuloksista.

Arviointitasossa 3 runkomelu todennetaan mittaamalla.

5.2 Runkomelutarkastelut, arviointitaso 1

Julkaisussa Talja & Saarinen (2009): "Maaliikenteen aiheuttaman runkomelun arviointi" (VTT T2468) on esitetty arviointitaso 1 etäisyydet (taulukko 5.2). Taulukon avulla voidaan määrittää etäisyys väylästä, jota kauempana runkomelutason voidaan ilman tarkempaa laskennallista tai mittauksiin perustuvaa tarkastelua katsoa olevan alle 35dB (pintaväylä) tai alle 30 dB (kalliotunneli). Taulukon etäisyyksiä lähempänä vaaditaan tarkempi tarkastelu.

Taulukko 5.2. Runkomelun turvaetäisyydet (Talja & Saarinen 2009, VTT T2468)

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

Tässä lähimmät tapaukset ovat IC-juna 160 km/h ja tavarajuna 100 km/h. Näin voidaan arvioida, että noin yli 150 m etäisyydellä radasta ei esiinny runkomeluongelmia (huom. tässä tapauksessa sovellettava ohjearvosuositus on 45 dBA, jolloin arvio on konservatiivinen).

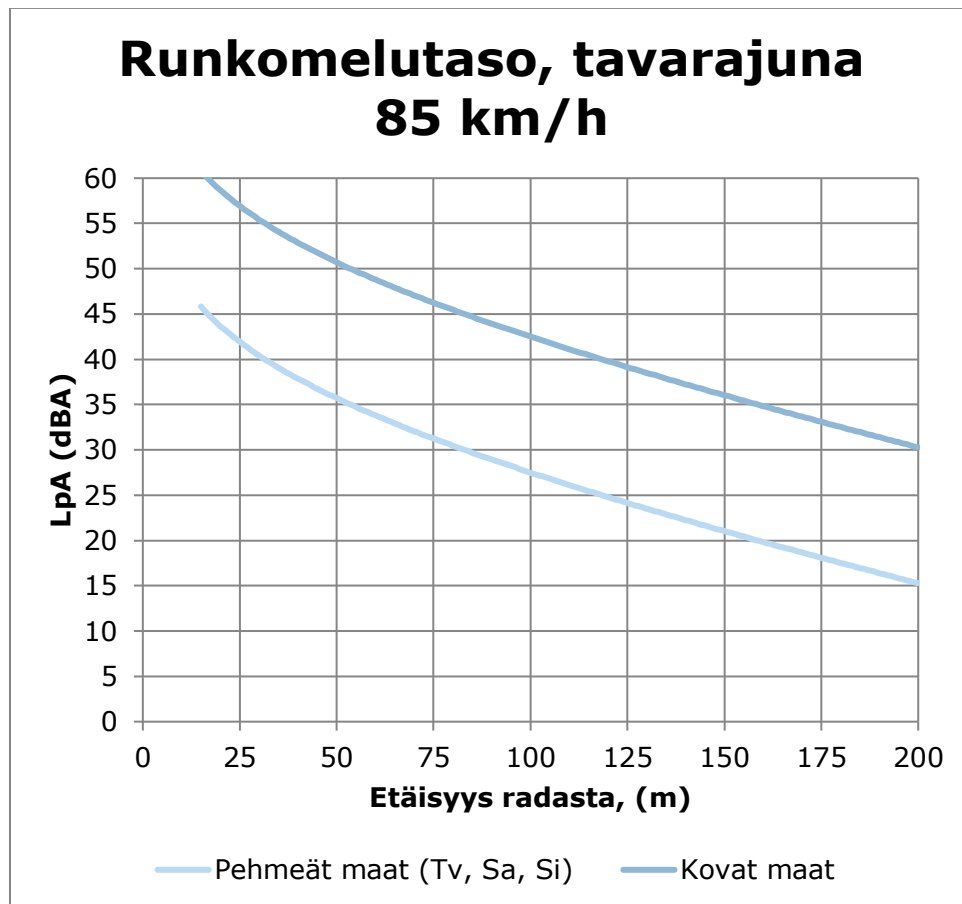
5.3 Runkomelutarkastelut, arviointitaso 2

Julkaisussa VTT T2468 esitetyssä laskennallisessa runkomelun arviointimenetelmässä junan kokonaispaino ei vaikuta laskennalliseen runkomelutasoon. Sen sijaan vaikutukseltaan suuria tekijöitä ovat junan nopeus, onko juna veturivetoinen vai ei, sekä kaluston kunto. Tässä tapauksessa tavarajunat kulkevat hieman hitaammin kuin IC-junat, mutta tavarajunien kunto on tyypillisesti huonompi (sekä venäläisellä kalustolla erilainen jousitus ja poikkeava akselileveys), millä on suurempi vaikutus korjaustekijöihin. Mitoittavaksi kalustoksi oletetaan huonokuntoinen tavarajuna.

Julkaisussa VTT T2468 on esitetty runkomelun ns. peruskäyrä, joka antaa runkomelua aiheuttavan värähtelyn tason etäisyyden funktiona radasta. Peruskäyrään lisätään laskennalliset korjaustekijät, joilla huomioidaan mm. kaluston, radan ja pohjamaan ominaisuudet:

- nopeuskorjaus (85 km/h) -1,4 dB
- veturivetoinen juna +11 dB
- kuluneet pyörät +10 dB (osin tämä huomioi venäläisen kaluston ominaisuuksia)
- normaali jousitus 0 dB
- hyväkuntoinen rata 0 dB
- radassa ei värähtelystä 0 dB
- avorata 0 dB
- rakennus betonitalo 1-2 krs -7 dB ("keskimääräinen" rakennus)
- rakenneosien resonanssi +6 dB
- muunto äänenpainetasoksi -28,1 dB
- varmuusmarginaali +6 dB
- A-painotus:
 - o pehmeät savi- ja silttimaat, hallitseva taajuusalue alle 30 Hz: -50 dB
 - o kovat savi- siltti- ja moreenimaat, hallitseva taajuusalue 30-60 Hz: -35 dB

Laskennallinen runkomelutaso on esitetty kuvassa 5.1.



Kuva 5.1. Tavarajunaliikenteen aiheuttama runkomelu, laskennallinen tarkastelu.

Laskennallisen tarkastelun perusteella runkomelutason ohjearvosuositus 45 dBA alitetaan kovilla mailla (moreeni) noin 80 m etäisyydellä radasta, ja pehmeiköillä noin 20 m etäisyydellä.

6. TULOSTEN ARVIOINTI JA JOHTOPÄÄTÖKSET

6.1 Yleistä

Ramboll Finland Oy on Utajärven kunnan toimeksiannosta tehnyt liikennetärinä- ja runkomeluselvityksen laadittavana oleviin asemakaavoihin Mustikkakangas I ja II. Selvitys perustuu suojaetäisyystarkasteluun ja laskennallisiin tarkasteluihin. Liikennetärinää ja runkomelua arvioitiin yleisesti käytössä olevien VTT:n julkaisujen mukaisesti.

6.2 Tärinä

Merkittävin tärinälähde alueella on tavarajunaliikenne, erityisesti venäläinen kalusto, jonka tiedetään aiheuttavan merkittäviä tärinäongelmia esim. Pohjois-Pohjanmaan rataverkolla.

Sovellettava tärinän raja-arvo on luokkaa D vastaava, $v_{w,95} \leq 0,6 \text{ mm/s}$.

Laskennallisen tarkastelun perusteella tämä raja-arvo saattaa ylittyä seuraavilla etäisyyksillä radasta:

Turvemaat >1000 m
Siltit ja hiekat n. 100 m
Moreeni n. 30 m

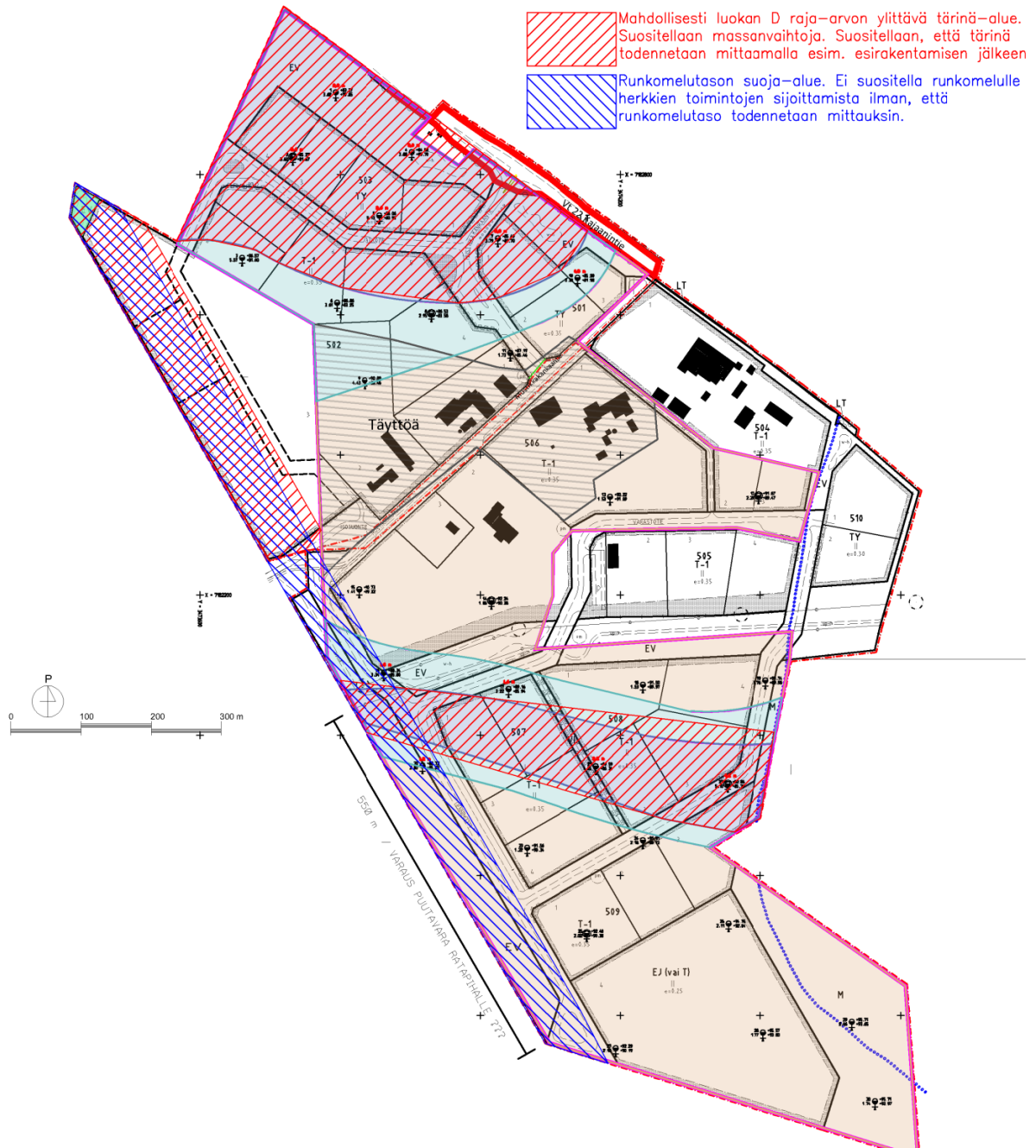
Lisäksi on mahdollista, että tärinä voi aiheuttaa rakenteellisia vaurioita turvemaiden noin 220 m etäisyydelle asti ja silteillä/hiekoilla noin 50 m etäisyydelle asti. Vaurioita syntyy todennäköisimmin silloin, jos rakennuksissa tapahtuu resonanssi-ilmiö. Tätä voidaan välttää huolellisella rakennusten värähtelysuunnittelulla. Pehmeiköillä resonanssi-ilmiölle alttiimpia ovat tyypillisesti 1,5-2-kerroksiset rakennukset, joiden rungon ominaistajuuks on noin 5-10 Hz.

Käytännössä tärinä tulee mitä luultavimmin olemaan laskettua pienempää, johtuen erityisesti turvealueilla muutenkin tarvittavasta esirakentamisesta (erityisesti massanvaihdot). Pehmeiden kerrosten korvaaminen karkeilla maa-aineksilla vähentää tärinää huomattavasti "puhtaaseen" turvepehmeikköön verrattuna. On siis mahdollista, että laajoilla massanvaihdolla pehmeikköalueet ovat tärinän suhteen rakennettavissa.

Kuvassa 6.1 on esitetty mahdolliset haitallisen tärinän alueet, joille suositellaan myöhemmissä suunnitteluvaiheissa tarkempia mittauksiin perustuvia tärinäselvityksiä, joilla voidaan todentaa tärinän suuruus. Luotettavin tulos tärinän esiintymisestä saadaan mittaamalla tärinää esirakentamistoimien (erityisesti alueelliset massanvaihdot) jälkeen, sillä ennen esirakentamista esiintyvä tärinä saattaa erota lopputilanteesta huomattavasti.

Suositellaan, että kaavoihin sisällytetään vaatimus: "Rakennusten vaadittava tärinäluokka D, $v_{w,95} \leq 0,6 \text{ mm/s}$ ". Tällä vaatimuksella pyritään sekä käyttäjien viihtyvyyteen että sen varmistamiseen, että tärinä ei missään tilanteissa aiheuttaisi rakenteellisia vaurioita.

Tieliikenne ei käytännössä aiheuta merkittävää tärinää. Poikkeuksena saattaa olla erittäin huonokuntoinen päällyste, jonka epätasaisuuksiin ajetaan suurella nopeudella. Käytännössä tieliikenteen tärinää hallitaan normaalilla kunnossapidolla.



Kuva 6.1. Alueet, joilla tärinää ja runkomelua tulee tarkastella erityisen huolellisesti. Aluejako perustuu tehtyihin laskennallisiin tarkasteluihin ja rakennettavuusselvitykseen (kts. kuva 2.4).

6.3 Runkomelu

Merkittävin runkomelun aiheuttaja alueella on junaliikenne.

Sovellettava runkomelutason ohjearvosuositus on 45 dBA.

Laskennallisen tarkastelun perusteella moreenialueilla tämä raja alittuu noin 80 m päässä radasta, pehmeikköalueilla etäisyys on pienempi. Tässä tapauksessa tätä 80 m suojaetäisyyttä (kuva 6.1) voidaan soveltaa kaava-alueiden koko rataan rajoittuvalla sivulla. Pehmeikköillä luultavasti tarvittavat massanvaihdot saattavat muuttaa tilanteen moreenialueita vastaavaksi (ts. pehmeikköillä massanvaihto parantaa tilannetta matalataajuuksisen tärinän suhteen, mutta saattaa heikentää tilannetta korkeampitaajuuksisen runkomelun suhteen).

Kaavoihin suositellaan vaatimusta: "Rakennusten vaadittava runkomelutaso $L_{prm} \leq 45$ dBA". Tästä voidaan kuitenkin poiketa tapauskohtaisesti, jos rakennusten käyttötarkoitus ei ole lainkaan herkkä runkomelulle (esim. varastot, muutenkin äänekäs teollisuustoiminta yms.).

7. TÄRINÄN JA RUNKOMELUN ARVIOINNISSA KÄYTETTY OHJEISTUS

Talja, A. 2011: Ohjeita liikennetärinän arviointiin, VTT T2569

Talja, A. & Saarinen, A. 2009: Maaliikenteen aiheuttaman runkomelun arviointi, VTT T2468

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

Talja, A, Vepsä, A, Kurkela, J & Halonen, M. 2008: Rakennukseen siirtyvän liikennetärinän arviointi, VTT T2425

Törnqvist, J & Talja, A. 2006: Suositus liikennetärinän arvioimiseksi maankäytön suunnittelussa, VTT W50