A-INSINÖÖRIT

Pyyryväisen osayleiskaava, Oulu

TÄRINÄ- JA RUNKOMELUSELVITYS

15-1519.2

2.7.2026

Tiivistelmä

Tässä selvityksessä arvioidaan raideliikenteen aiheuttamia tärinä- ja runkomelutasoja kohteessa Pyyryväisen osayleiskaava-alue. Kohteeseen on tarkoitus kaavoittaa suuren mittakaavan vihreän siirtymän teollisuutta. Alueelle on suunniteltu varaus teollisuusraiteelle. Selvitys on tehty osayleiskaavaa varten.

Tärinän ja runkomelun arviointi on tehty Vibmapper®-ohjelmistolla. Ohjelmisto pohjautuu VTT:n julkaisuissa esitettyihin laskentamalleihin, joita on tarkennettu referenssikohteiden mittauksien avulla. Tärinän arvioinnissa huomioidaan etäisyys radasta, junaliikenteen nopeus, junien paino, radan kunto sekä maaperä. Runkomelun arvioinnissa huomioidaan radan ja talojen perustamistapa, radan kunto, maaperä, etäisyys junarataan, sekä junan tyypin ja nopeuden vaikutus.

Kohteen tavoitearvona ihmisen kokemalle tärinälle käytetään tunnuslukua $v_{\mathrm{w},95}$ enintään 0,60 mm/s ja vaurioitumisriskin määritettynä raja-arvona $v_{\max}$ enintään 3,25 mm/s, joka edustaa pahinta mahdollista tilannetta. Runkomelun tavoitearvona käytetään tunnuslukua L_{prm} enintään 40 dB toimistorakennuksissa.

Rataosan liikennetiedot sekä alueen maaperä ja kohteen perustamistavat on kuvattu kappaleessa 4. Käytetty laskennallinen arviointimenetelmä on kuvattu tarkemmin kappaleessa 5. Kappaleessa 6 on esitetty tulokset sekä liitteissä 1–2 tärinä- ja runkomelukartat.

Tulosten perusteella ihmisen kokema tärinä ja runkomelu tarvitsee ottaa huomioon kohteen jatkosuunnittelussa. Lisäksi kaavaan on tarpeen merkitä määräyksiä tärinään ja runkomeluun liittyen. Suositukset kaavamääräyksiksi on esitetty kappaleessa 7. Tärinän aiheuttama rakenteiden vaurioitumisriski kohteessa on erittäin pieni, jos rakennukset eivät sijaitse radan välittömässä läheisyydessä, muutamien metrien etäisyydellä.

Espoossa 2.7.2026

A-INSINÖÖRIT SUUNNITTELU OY

Pyyryväisen osayleiskaava

SISÄLLYSLUETTELO

1 Johdanto 4
1.1 Tilaaja 4
1.2 Tekijä 4
1.3 Kohde ja selvityksen tarkoitus 4
1.4 Käytetyt merkinnät ja lyhenteet 5
2 Tärinän ja runkomelun leviäminen maa- ja kallioperässä 6
3 Tärinää ja runkomelua koskevat ohjearvot 7
3.1 Kohteessa sovellettavat vaatimukset 8
3.2 Vaurioitumisriski 8
4 Lähtötiedot 10
4.1 Karttatiedot ja rakennukset 10
4.2 Rata ja liikennöinti 10
4.3 Maaperä 10
5 Arviointimenetelmät 10
5.1 Tärinän laskentamalli 11
5.2 Runkomelun laskentamalli 13
5.3 Epävarmuudet 14
6 Tulokset 14
6.1 Ihmisen kokema tärinä 14
6.2 Runkomelu 15
6.3 Vaurioitumisriski 15
7 Loppupäätelmä ja jatkosuunnittelu 16
LIITTEET 16
LÄHTEET 16

1 Johdanto

1.1 Tilaaja

Oulun kaupunki
Yhdyskunta- ja ympäristöpalvelut

Sami Puuperä
sami.puupera@ouka.fi

1.2 Tekijä

A-Insinöörit Suunnittelu Oy
Bertel Jungin aukio 9, 02600 Espoo
puh. 0207 911 888

TkT Juho Liski
juho.liski@ains.fi

Dipl.ins Benjamin Oksanen
benjamin.oksanen@ains.fi

Dipl.ins Timo Huhtala
timo.huhtala@ains.fi

1.3 Kohde ja selvityksen tarkoitus

Rakennuskohde: Pyyryväisen osayleiskaava, Oulu
Tehtävä: Tärinä - ja runkomeluselvitys osayleiskaavaa varten

Pyyryväisen osayleiskaavan tavoitteena on mahdollistaa suunnittelualueelle suuren mittakaavan vihreän siirtymän teollisuutta, ja siihen sisältyy muun muassa varaus soveltuvasta maastokäytävästä mahdolliselle tulevaisuuden teollisuusraiteelle sekä mahdollisuus vaarallisia kemikaaleja valmistavan tai varastoivan suurteollisuuden sijoittamisesta alueelle. Kaava-alueeseen sisältyy Välikylän yrityspuisto ja osin valtatien 20 parantamiseen kuuluva yhteysväli. Osayleiskaava laaditaan oikeusvaikutteisena ja se ohjaa tarkempaa suunnittelua. Kohteen sijainti on esitetty kartalla kuvassa 1.1.



Kuva 1.1. Kohteen sijainti kartalla. (lähde: kartta.paikkatietoikkuna.fi)

Tässä selvityksessä arvioidaan raideliikenteen tuottamia tärinä- ja runkomelutasoja kaava-alueella. Selvitys perustuu laskennallisiin tärinän ja runkomelun arviointimalleihin. Tärinää on arvioitu rakennusten rakennusrunkoon ilman resonanssivaikutuksia ja runkomelua rakennusten alimpaan kerrokseen. Ihmisen kokeman tärinän laskennallinen tulos vastaa värähtelyn tunnuslukua $v_{\mathrm{w},95}$ ja vaurioitumisriskin tulos maksimiheilahdusnopeutta v_{max}. Runkomelun laskennallinen tulos vastaa runkomelun tilastollista tunnuslukua L_{prm}.

Koko alueelle on laskettu tärinä- ja runkomelukartat, joissa esitetään arvioidut tärinä- ja runkomeluvyöhykkeet.

1.4 Käytetyt merkinnät ja lyhenteet

Akustisista tunnusluvuista käytetään taulukon 1.1 mukaisia merkintöjä.

Taulukko 1.1. Akustiset tunnusluvut.

Merkintä	Selitys
$v_{\mathrm{w},95}$	Ohjearvoon verrannollinen tärinän tilastollinen enimmäisarvo [mm/s]
v_{max}	Vaurioitumisriskiä kuvaava tärinän maksimiheilahdusnopeus [mm/s]

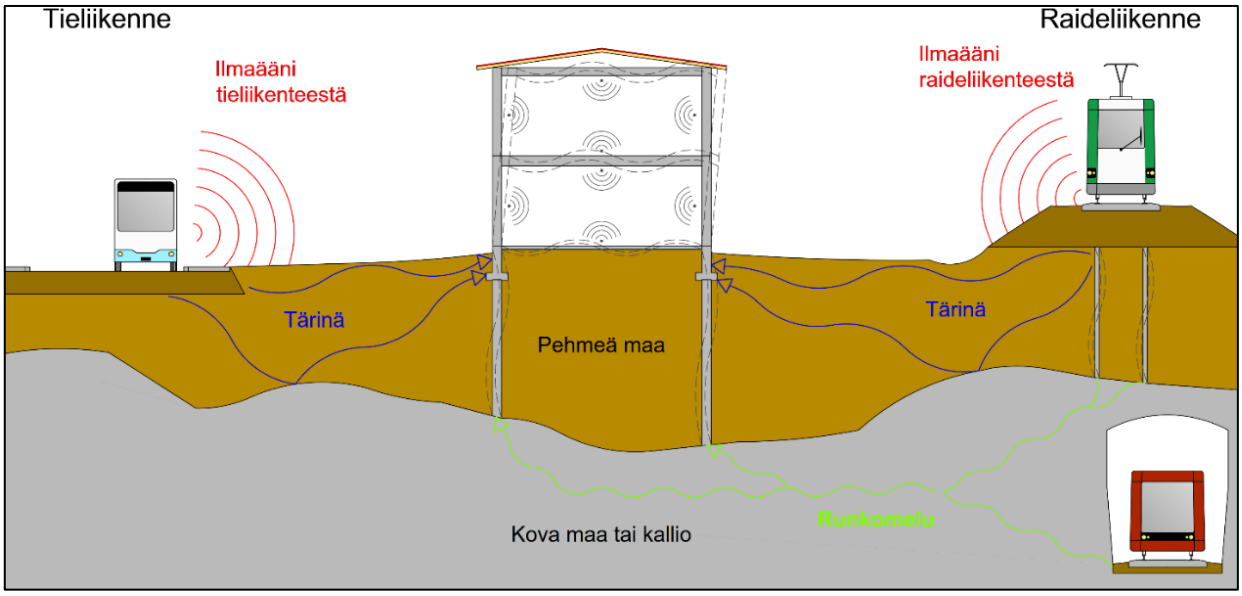
Merkintä	Selitys
L_{prm}	Ohjearvoon verrannollinen runkomelun laskentasuure [dB]

2 Tärinän ja runkomelun leviäminen maa- ja kallioperässä

Raideliikenteen maaperään aiheuttama värähtely ilmenee pehmeiden maalajien alueilla rakenteiden liikkeenä, jonka ihminen aistii tuntoaistinsa välityksellä tärinänä (kuva 2.1). Tärinän kannalta ongelmallisimpia ovat yleensä raskaimmat tavarajunat. Kovilla maalajeilla maaperän värähtelysisältö on suurempitaajuista ja amplitudiltaan pienempää, jolloin tärinä ei yleensä ylitä ihmisen havaintokynnystä.

Rakenteiden värähtely saattaa ilmetä rakennuksissa runkoäänenä silloin, kun maalaji on kovaa. Runkoäänen ihminen aistii kuuloaistinsa välityksellä pienitaajuisena meluna. Runkomelu leviää tehokkaimmin ratarakenteesta ympäristöön kalliota pitkin. Mikäli ratarakenne sekä rakennukset on paalutuksin tuettu kallioperään, runkomelua voi ilmetä myös pehmeiden maalajien alueilla. Hyvin lyhyillä etäisyyksillä sekä tärinä että runkomelu voivat olla häiritseviä.

Maaperän lisäksi tärinä- ja runkomelutasoihin voivat paikallisesti vaikuttaa huomattavasti ratarakenteen mahdolliset kaarteet, kallistukset sekä epäjatkuvuuskohdat kuten esimerkiksi vaihteet tai tukirakenteen muutokset siltojen ja alikäytävien yhteydessä.



Kuva 2.1. Periaatekuva raideliikenteen aiheuttaman tärinän ja runkomelun etenemisestä eri maalajeissa.

3 Tärinää ja runkomelua koskevat ohjearvot

Alueidenkäyttölaki (132/1999) sekä maankäyttö- ja rakennusasetus (895/1999) ohjaavat alueiden käytön suunnittelua. Kaavoituksessa tulee tarvittaessa selvittää tärinä- ja runkomeluvaikutukset kaavoitettavalla alueella. Tärinän ja runkomelun sovellettavina ohjearvoina voidaan käyttää standardissa SFS 5907:2022 *Rakennusten akustinen suunnittelu ja luokitus* (SFS, 2022) esitettyjä ohjearvoja akustiselle luokalle A2. Akustinen luokka A2 vastaa uudisrakennuksille asetettuja vaatimuksia. Runkomelun ohjearvot on esitetty tietyille tilatyypeille sekä tunneliliikenteelle että avoradalle, joista tunnelin ohjearvo on 5 dB pienempi. Standardissa esitettyjen ohjearvojen lisäksi liiketiloille voidaan soveltaa ohjearvona L_{prm} 45 dB avoradalla (Talja & Saarinen, 2009). Runkomelun ja tärinän ohjearvot eri rakennustyypeille on esitetty taulukossa 3.1.

Tärinän tunnusluku $v_{\mathrm{w},95}$ ja runkomelun tunnusluku L_{prm} on määritelty siten, että 95 % mittaustuloksista alittaa kyseisen arvon.

Taulukko 3.1. Runkomelun ja tärinän ohjearvot eri rakennustyypeille.

Rakennustyyppi	**Runkomelutaso L_{prm} [dB]**	**Tärinäarvo $v_{\mathrm{w},95}$ [mm/s]**
Asuinhuoneistot	30 / 35*	0,30
Hotellit	35	0,30
Palvelutalot	30 / 35*	0,30
Toimistot	35 / 40*	0,60
Liiketilat	45	-
Oppilaitokset	35 / 40*	0,60
Päiväkodit, opetus- ja lepotilat	35 / 40*	0,30
Päiväkodit, ympärivuorokautiset tilat	30 / 35*	0,30
Liikuntatilat	-	-
Terveydenhuollon rakennukset: hoitotilat	35 / 40*	0,30
Terveydenhuollon rakennukset: potilashuoneet ym. herkät tilat	30 / 35*	
Leikkaussalit, hammashoidon vastaanottotilat, lääketieteelliset kuvantamistilat	-	0,10

**avoradat, tunnelin osalta pienempi esitetyistä arvoista*

3.1 Kohteessa sovellettavat vaatimukset

Kohteeseen kaavoitetaan teollisuus- ja varastoalueita. Teollisuus- ja varastorakennuksille ei ole määritetty ohjearvoja ihmisen kokemalle tärinälle tai runkomelulle, mutta teollisuus- ja varastoalueet sallivat myös esimerkiksi toimistotilojen rakentamisen. Toimistoille voidaan soveltaa taulukon 3.1 ohjearvoja: tärinän tunnusluku $v_{\mathrm{w},95}$ saa olla enintään 0,6 mm/s ja runkomelun tunnusluku L_{prm} enintään 40 dB.

3.2 Vaurioitumisriski

Rakennusten vaurioitumisriskiä voidaan tarkastella VTT:n tekemän tutkimusraportin (Talja & Törnqvist, 2014) mukaisesti. Vaurioitumisriskin ohjearvoina suositellaan käytettävän RIL 253:ssa (RIL, 2024) esitettyjä maa- ja pohjarakennustöiden arvoja. Näiden ohjearvojen käyttö on perusteltua, sillä kyseisistä työmenetelmistä aiheutuva värähtely on luonteeltaan lähellä junaliikenteestä aiheutuvaa pitkäkestoista tärinää.

Tärinän ohjearvo v_{max} määritetään kertomalla värähtelyrajan perusarvo v_0 rakennustapakertoimella F_{k}, jolloin ohjearvo on $F_{\mathrm{k}}v_0$. Värähtelyrajan perusarvo v_0 määrittää rajan, jolla hyväkuntoisiin ja tavanomaisiin rakennuksiin ei yleensä aiheudu niiden käyttökelpoisuutta haittaavia vaurioita. Tärinän ohjearvo ei kuitenkaan ota huomioon tärinän voimistumista ylärakenteissa mahdollisen resonanssin vaikutuksesta. Perusarvo riippuu hallitsevasta värähtelytaajuudesta taulukon 3.2. mukaisesti. Perusarvossa pyritään ottamaan huomioon sekä värähtelyspektrin hallitseva taajuus että värähtelyspektrin muoto. Pehmeillä ja sitkeillä savi- ja silttialueilla ja kaukana radasta hallitsevat yleensä matalat 5–15 Hz taajuudet ja värähtely on kapeakaistaista. Tiiviillä hiekka- ja moreenialueilla hallitsevat yleensä tätä korkeammat taajuudet ja värähtelyt esiintyvät savimaita laajemmalla taajuusalueella.

Taulukko 3.2. Värähtelyn perusarvo perustuksessa (Talja & Törnqvist, 2014).

Värähtelyssä hallitseva taajuus f [Hz]	<10	10–20	20–50	>50
Heilahdusnopeuden perusarvo v_0 [mm/s]	5	7	10	12

Rakennustyyppi ja -materiaali otetaan huomioon rakennustapakertoimella F_{k}. Taulukossa 3.3. on esitetty arvot hyväkuntoisille rakenteille. Taulukossa esitetyistä rakenteista poikkeavien, kuten esim. huonossa kunnossa olevien rakenteiden tärinäkestävyys on arvioitava tapauskohtaisesti. Tukipaaluille perustetulle hyväkuntoiselle rakennukselle taulukon arvoja voidaan korottaa 20 %.

Taulukko 3.3. Rakennustapakertoimet tärinän ohjearvojen määrittämiseksi perustuksissa (Talja & Törnqvist, 2014).

Rakenneluokka (hyväkuntoinen rakenne)	Rakennustapakerroin F_{k}
1. Raskaat teräsbetoni- ja teräsrakenteet kuten sillat ja laiturit	2,00
2. Teräsbetoniset, teräksiset ja puurakenteiset teollisuus- ja varastorakennukset, ruiskubetonoidut kalliotilat (vrt. kovettuva betoni), yleensä staattisesti määrätyt rakenteet, joissa ei asuta tai työskennellä	1,50
3. Pilariperustuksille rakennetut elementtirakenteiset teräsbetonirakenteet, teräs- ja puurakenteiset toimisto- ja asuinrakennukset, muut puu- ja teräsrakennukset, johdot ja maakaapelit (vrt. kovettuva betoni)	1,20
4. Massiiviseinäiset tiili- ja kevytsoraharkko- ja teräsbetonirunkoiset teollisuus-, toimisto- ja asuinrakennukset, lasiseinäiset teräsrunkoiset sekä tiiliverhotut puurunkoiset rakennukset, ruiskubetonoimattomat kalliotilat (vrt. kovettuva betoni)	1,00
5. Rakennukset, joissa on kevytbetoni- tai kalkkihiekkatiilirakenteita, tai muuta vaurioherkkää materiaalia, tärinä- ja värähtelyherkät vanhat rakennukset, kuten kirkot tai korkeita holveja käsittävät rakenteet	0,65

Varovaisuusperiaatteen mukaisesti voidaan arvioida, että hallitseva taajuussisältö on alle 10 Hz taajuuskaistoilla. Tämän mukaan valitaan värähtelyn perusarvoksi $v_0 = 5$ mm/s taulukon 3.2 mukaisesti. Jos rakennusten luokaksi arvioidaan luokka 5, saadaan tarkastelun alle pahin tilanne. Tämän mukaan valitaan taulukosta 3.3 rakennustapakerroin $F_{\mathrm{k}} = 0{,}65$. Värähtelyn perusarvo ja rakennustapakerroin kerrotaan yhteen ja saadaan tärinän maksimiheilahdusnopeuden ohjearvoksi $v_{\max} = 3{,}25$ mm/s.

4 Lähtötiedot

4.1 Karttatiedot ja rakennukset

Selvitys perustuu Maanmittauslaitokselta ladattuun avoimeen pohjakartta-aineistoon, joka sisältää alueen korkeustiedot ja liikenneväylien sijainnit. Selvityksessä on käytetty seuraavia Maanmittauslaitoksen CC BY 4.0 -lisenssin alaisia aineistoja:

- Maastotietokanta (sisältäen vesistöt), haettu 20.4.2026
- Taustakartat, haettu 20.4.2026.

Kaava-alue perustuu tilaajan 24.6.2026 ja 30.6.2026 toimittamiin suunnitelma-aineistoihin.

4.2 Rata ja liikennöinti

Kohteeseen on suunniteltu teollisuusraide, jonka sijainti ja liikennetiedot perustuvat tilaajan toimittamiin suunnitelma-aineistoihin. Saatujen tietojen perusteella teollisuusraiteella voisi kulkea tavarajuna, jonka kokonaismassa on 1253 t ja nopeus 35 km/h.

4.3 Maaperä

Maaperän lähtötietona toimi Geologian Tutkimuskeskuksen GTK:n maaperäkartta-aineistoa. Selvityksessä on käytetty seuraavaa GTK:n CC BY 4.0 -lisenssin alaista aineistoa:

- Maaperä 1:20 000/50 000, haettu 20.4.2026.

5 Arviointimenetelmät

Tärinän ja runkomelun laskenta toteutettiin Vibmapper®-ohjelmistolla. Vibmapper:in laskenta perustuu VTT:n julkaisuissa esitettyihin laskentamalleihin, joita on tarkennettu tutkimuskirjallisuuden, mittaustulosten sekä toisista hankkeista saatujen kokemuksien perusteella. Laskentamalleilla arvioidaan raideliikenteestä aiheutuvat tärinä- ja runkomelutasot rakennuksissa, jotka sijaitsevat radan läheisyydessä. Laskennassa hyödynnetään edellisessä kappaleessa esiteltyjä lähtötietoja.

5.1 Tärinän laskentamalli

Tärinätasoja maaperässä ja rakennuksissa on arvioitu laskentamallilla, joka pohjautuu julkaisussa *Suositus liikennetärinän arvioimiseksi maankäytön suunnittelussa* esitettyyn laskentamalliin (Törnqvist & Talja, 2006) avulla. Käytetty laskentamalli arvioi pystysuuntaisen heilahdusnopeuden maksimin odotusarvon maaperässä kaavalla

$$v_{z,max} = v_{z,15} k_{\mathrm{D}} k_{\mathrm{S}} k_{\mathrm{G}} k_{\mathrm{R}} k_{\mathrm{E}} F. \quad (1)$$

Laskentamallin muuttujat ovat

- pystysuora vertailuheilahdusnopeus 15 m etäisyydellä raiteen keskilinjasta $v_{z,15}$.
- etäisyyskerroin k_{D}. Värähtelyn vaimeneminen riippuu maalajin ominaisuuksista.
    - $k_{\mathrm{D}} = \left(\frac{D_0}{D}\right)^B$, missä $D_0 = 15$ ja etäisyyseksponentti B:n arvo riippuu maalajista
- nopeudesta riippuva kerroin $k_{\mathrm{S}} = \left(\frac{S}{S_0}\right)^{A_S}$. Laskentamallissa yli 70 km/h nopeudet kasvattavat tärinätasoja.
    - Laskentamalli ei lähteessä (Törnqvist & Talja, 2006) esitetyssä muodossa tunne alle 70 km/h nopeuksia. Alle 70 km/h nopeuksissa tärinätasot voivat pienentyä, mutta niiden arviointi on epävarmaa. Tässä selvityksessä on siten käytetty korjaustermin arvoa 1.
- painosta riippuva kerroin $k_{\mathrm{G}} = 0{,}6265$
- radan kunnosta riippuva kerroin $k_{\mathrm{R}} = 1$
- vaihteista ja eristysjatkoksista aiheutuvaa tärinän vahvistumista kuvaava kerroin $k_{\mathrm{E}} = 1{,}33$ (AINS, 2023)
- varmuuskerroin F.

Edellä mainittujen muuttujien arvot on esitetty taulukossa 5.1.

Taulukko 5.1. Tärinän laskentaparametrit.

	Maalaji				
	1 (lieju yms.)	2 (savi yms.)	3 (hieta yms.)	4 (moreeni yms.)	5 (kallio)
$v_{z,15}$ [mm/s]	1,7	1,2	0,9	0,6	0,6
B	0,6	1,0	1,5	2,0	2,0

Maalaji-indeksit luokittelevat maalajit eri luokkiin niiden ominaisuuksien perusteella. Luokkaan 1 kuuluu esimerkiksi lieju, luokkaan 2 savi, luokkaan 3 karkea hieta, luokkaan 4 hiekka ja luokkaan 5 kallio.

Tärinän vaimentuminen radalta rakennukseen päin on laskettu rakennuksen ja radan välillä sijaitsevien maalajien perusteella. Rakennuksissa esiintyvä tärinä on arvioitu maaperän pystysuuntaisesta heilahdusnopeudesta. Ihmisen kokeman tärinän arviointia varten pystysuuntaisen tärinän tehollisarvon suuruus on arvioitu huippuarvosta kertoimella 0,55 (Törnqvist & Talja, 2006).

Maaperästä rakennuksen perustuksiin siirtyminen on arvioitu kertoimella (Talja *et al*., 2008)

$$k_{\mathrm{per}} = -\frac{\log_{10}\left(\frac{f_0}{80}\right)}{\log_{10}(8)}, 0 \leq\ k_{per} \leq 1, \tag{2}$$

missä f_0 on maaperästä riippuva värähtelyn ominaistaajuus.

Tärinä voi ilmetä rakennuksessa esitettyä lukuarvoa vielä suurempana, mikäli rakennuksen resonanssit vahvistavat värähtelyä. Rungon resonanssi voi voimistaa tärinätasoja 1–10 kertaiseksi. Rakennuksen resonanssin vaikutuksen arviointi on epävarmaa ja sitä ei tässä sen suuren epävarmuuden vuoksi ole sisällytetty laskentaan.

5.2 Runkomelun laskentamalli

Runkomelun laskentamalli perustuu VTT:n julkaisuun (Talja & Saarinen, 2009). Laskennassa oletetaan, että runkomelun herätetaso vaimenee etäisyyden suhteen seuraavasti:

$$L_v = A - B\log_{10}\left(\frac{d}{d_{\mathrm{ref}}}\right) - C(d - d_{\mathrm{ref}}), \tag{3}$$

missä d on tarkasteluetäisyys radan keskipisteestä ja $d_{\mathrm{ref}} = 15$ m on referenssietäisyys. Kertoimet $A = 56$ dB ja $B = 14$ dB ovat vakioita ja kerroin C riippuu radan alla sijaitsevasta maaperästä. Tässä esitetty laskentakaava (3) poikkeaa VTT:n ohjeesta viimeisen termin osalta. Viimeinen termi vaikuttaa kaukokentässä tapahtuvaan vaimenemiseen.

Lopullinen runkomelun äänitaso lasketaan etäisyysvaimennuksen ja korjaustekijöiden summana:

$$L_p = L_v + \sum \Delta L_{v,i}\,, \tag{4}$$

missä $\Delta L_{v,i}$ korjaustermit määräytyvät rakennuksen, radan, maaperän ja kaluston kunnon mukaan (Talja & Saarinen, 2009).

Laskenta on suoritettu seuraavilla oletuksilla:

- vaihteiden ja eristinjatkosten kohdalla on epäjatkuvuuskohta, joka tuottaa $D = 6$ dB:n suuruisen, runkomelutasoa korottavan vaikutuksen 15 m etäisyydellä epäjatkuvuuspisteestä; tätä kauempana vaikutus vaimenee pistelähteen tavoin (lasketaan käyttäen (3) ja asettamalla $B = 20$ dB) (AINS, 2023)
- junan nopeus ja tyyppi sekä talojen perustustapa ja maaperä vaikuttavat runkomelutasoon kuten on esitetty lähteessä (Talja & Saarinen, 2009).

Edellä mainittujen laskentaparametrien arvot on esitetty taulukossa 5.2. Arvot on saatu aikaisemmista mittauksista, jotka on tehty samankaltaisissa maaperäolosuhteissa vastaavalla junaliikenteellä.

Taulukko 5.2. Runkomelun laskentaparametrit.

	Maalaji				
	1 (lieju yms.)	2 (savi yms.)	3 (hieta yms.)	4 (moreeni yms.)	5 (kallio)
C [dB/m]	0,5	0,5	0,5	0,17	0,17

5.3 Epävarmuudet

Epävarmuudet värähtelyn laskennallisessa arvioinnissa liittyvät maaperän ominaisuuksien vaihteluun, tärinälähteen etäisyyteen, kalustoon ja radan kuntoon, sekä värähtelyn siirtymisen arviointiin rakennustyypin mukaan.

Värähtelyn laskennallisessa arvioinnissa maaperän ominaisuudet ja niiden vaihtelu radan ja tarkasteltavan kohteen välillä vaikuttavat suuresti värähtelyn esiintymiseen rakennuksessa. Maaperän ominaisuudet voivat mallissa poiketa hyvinkin paljon todellisista ominaisuuksista.

Runkomelun tapauksessa kalliomailla sijaitsevat rakennukset on oletettu kalliolle perustetuiksi, mikä vastaa runkomelun kannalta pahinta tilannetta. Lisäksi on oletettu, että radan kohdalla pohjamaa ei erityisesti vaimenna värähtelyn kytkeytymistä koviin maakerroksiin tai kallioperään.

Värähtelyn vaimeneminen etäisyyden kasvaessa on suuresti riippuvainen maaperäolosuhteista. Suuremmilla etäisyyksillä arvioinnin epävarmuus kasvaa.

Liikennöivän kaluston tärinään vaikuttavia asioita ovat erityisesti junien paino ja kaluston kunto. Runkomeluun vastaavasti vaikuttavia tekijöitä ovat junien nopeus ja junatyyppi.

6 Tulokset

6.1 Ihmisen kokema tärinä

Tärinätulokset on esitetty tärinäkartassa liitteessä 1 tärinävyöhykkeinä. Merkitsevän tavarajunan aiheuttama, ohjearvoa 0,60 mm/s vastaava vyöhyke yltää kohteen kohdalla karkealla hiedalla ja hiekkamoreenilla noin 11–13 m etäisyydelle radasta ja saraturpeen

kohdalla noin 30 m etäisyydelle. Näitä etäisyyksiä lähempänä rataa on ainoastaan saraturvealueen läheisyydessä radan itäpuolella sijaitsevan teollisuus- ja varastoalueen luoteinen nurkka. Jos tälle alueelle sijoittuu toimistoja, on riski tärinän ohjearvon ylittymiselle.

Jos rakennusten rungon resonanssit huomioidaan tarkastelussa, tärinätasot rakennuksissa voivat olla arvioitua suurempia. Tärinätasot nousevat silloin, kun rakennuksen rungon resonanssi voimistaa tärinää. Mahdollinen tärinän voimistuminen riippuu rakennuksen rungon dynaamisista ominaisuuksista, maaperästä sekä tärinän taajuussisällöstä.

6.2 Runkomelu

Runkomelutulokset on esitetty runkomelukartassa liitteessä 2 runkomeluvyöhykkeinä. Ohjearvoa 40 dB vastaava vyöhyke yltää kohteen alueella noin 49 m etäisyydelle radasta hiekkamoreenilla ja noin 32 m etäisyydelle karkealla hiedalla. Pehmeiden maalajien tapauksessa arvioinnissa oletetaan värähtelyn tehokas kytkeytyminen esimerkiksi paaluperustusten kautta rakennuksiin, joka vastaa runkomelun kannalta pahinta tilannetta.

Runkomelun ohjearvoa 40 dB vastaava vyöhyke yltää kohteessa yhden radan itäpuolella sijaitsevalle teollisuus- ja varastoalueelle sekä kahden radan itäpuolella sijaitsevalle T/kem-alueelle. Jos näihin sijoittuu toimistoja radan läheisyyteen, on riski runkomelun ohjearvon ylittymiselle.

6.3 Vaurioitumisriski

Arvioitu värähtelyn maksimitaso kaava-alueella ylittää vaurioitumisriskille määritetyn raja-arvon 3,25 mm/s maksimissaan noin 5 m etäisyydellä radasta pehmeillä maaperillä. Näin ollen riski rakenteiden vaurioitumiselle kohteessa on olemattoman pieni, ellei rakennukset sijaitsevat radan välittömässä läheisyydessä, muutamien metrien etäisyydellä.

7 Loppupäätelmä ja jatkosuunnittelu

Laskennallisen selvityksen perusteella runkomelu ja tärinä tulee ottaa kohteen jatkosuunnittelussa huomioon. Tärinälle ja runkomelulle on syytä asettaa kaavavaatimukset. Toimistorakennusten kaavan esimerkkimääräys on

”*Toimistoissa rautatiestä aiheutuva runkomelu L_{prm} saa olla enintään 40 dB.*”

ja

”*Toimistoissa rautatiestä aiheutuva tärinä $v_{\mathrm{w},95}$ saa olla enintään 0,6 mm/s.*”

LIITTEET

1. Tärinäkartta (4 s.)
2. Runkomelukartta (4 s.)

LÄHTEET

A-Insinöörit Suunnittelu Oy. 2023. AINS 1620260.6 Tampereen henkilöratapiha. Eristysjatkosten akustiset mittaukset.

Alueidenkäyttölaki (132/1999). https://www.finlex.fi/fi/lainsaadanto/1999/132

Maankäyttö- ja rakennusasetus (895/1999). https://www.finlex.fi/fi/lainsaadanto/1999/895

RIL 253-2024. 2024. Rakentamisen aiheuttamat tärinät.

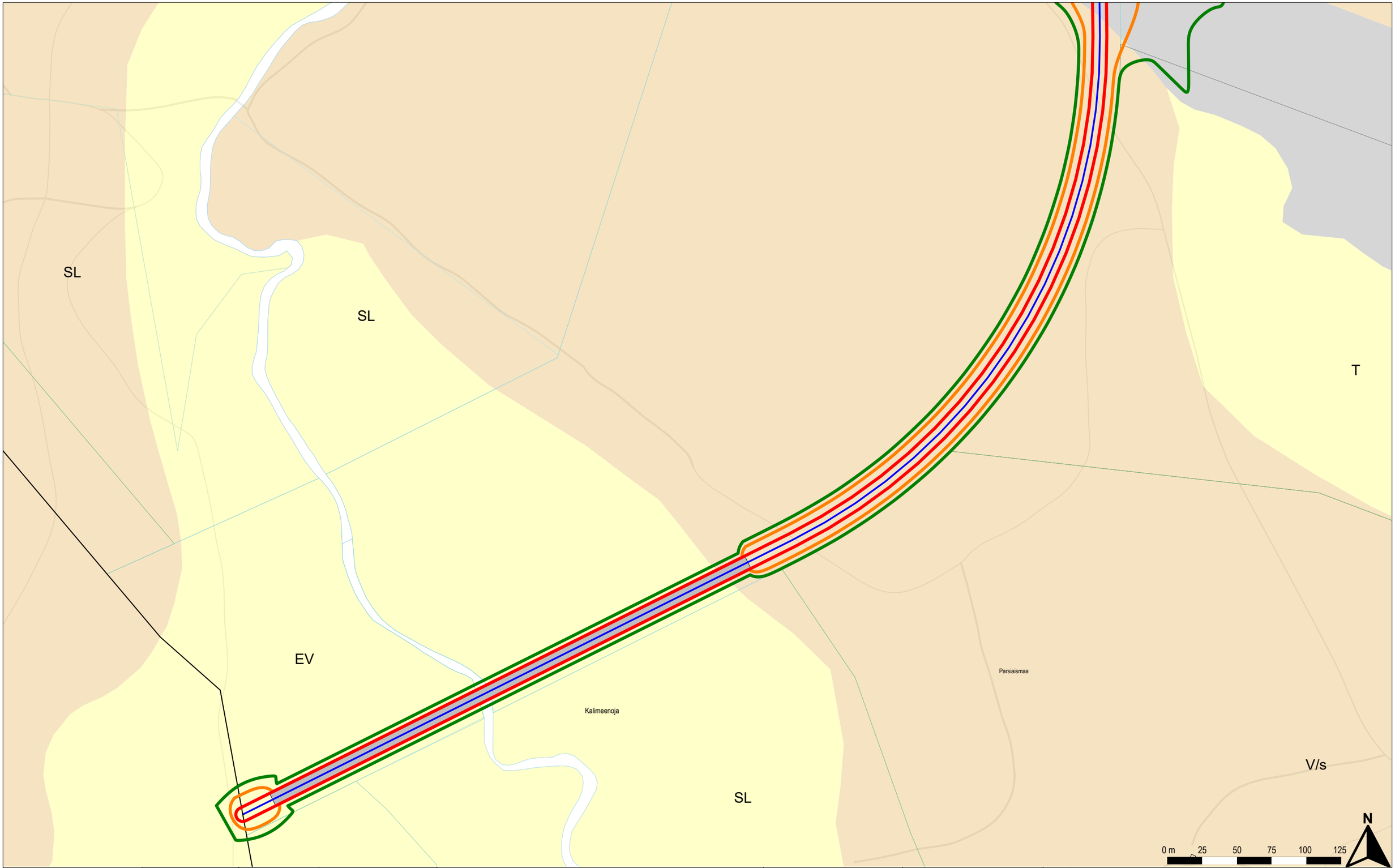
SFS 5907. 2022. Rakennusten akustinen suunnittelu ja laatuluokitus. Helsinki, Suomen Standardisoimisliitto SFS ry.

Talja, A., Vepsä, A., Kurkela, J. ja Halonen, M. 2008. Rakennukseen siirtyvän liikennetärinän arviointi. Espoo, VTT tiedotteita 2425.

Talja, A. ja Saarinen, A. 2009. Maaliikenteen aiheuttaman runkomelun arviointi. Esiselvitys. Espoo, VTT Tiedotteita 2468.

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

Törnqvist, J. ja Talja, A. 2006. Suositus liikennetärinän arvioimiseksi maankäytön suunnittelussa. Espoo, VTT Working papers 50.



Tärinäkartta
Liite 1

Tärinävyöhyke
- Raja: 0.3 mm/s
- Raja: 0.6 mm/s
- Raja 3.25 mm/s (vaurioitumisriski)

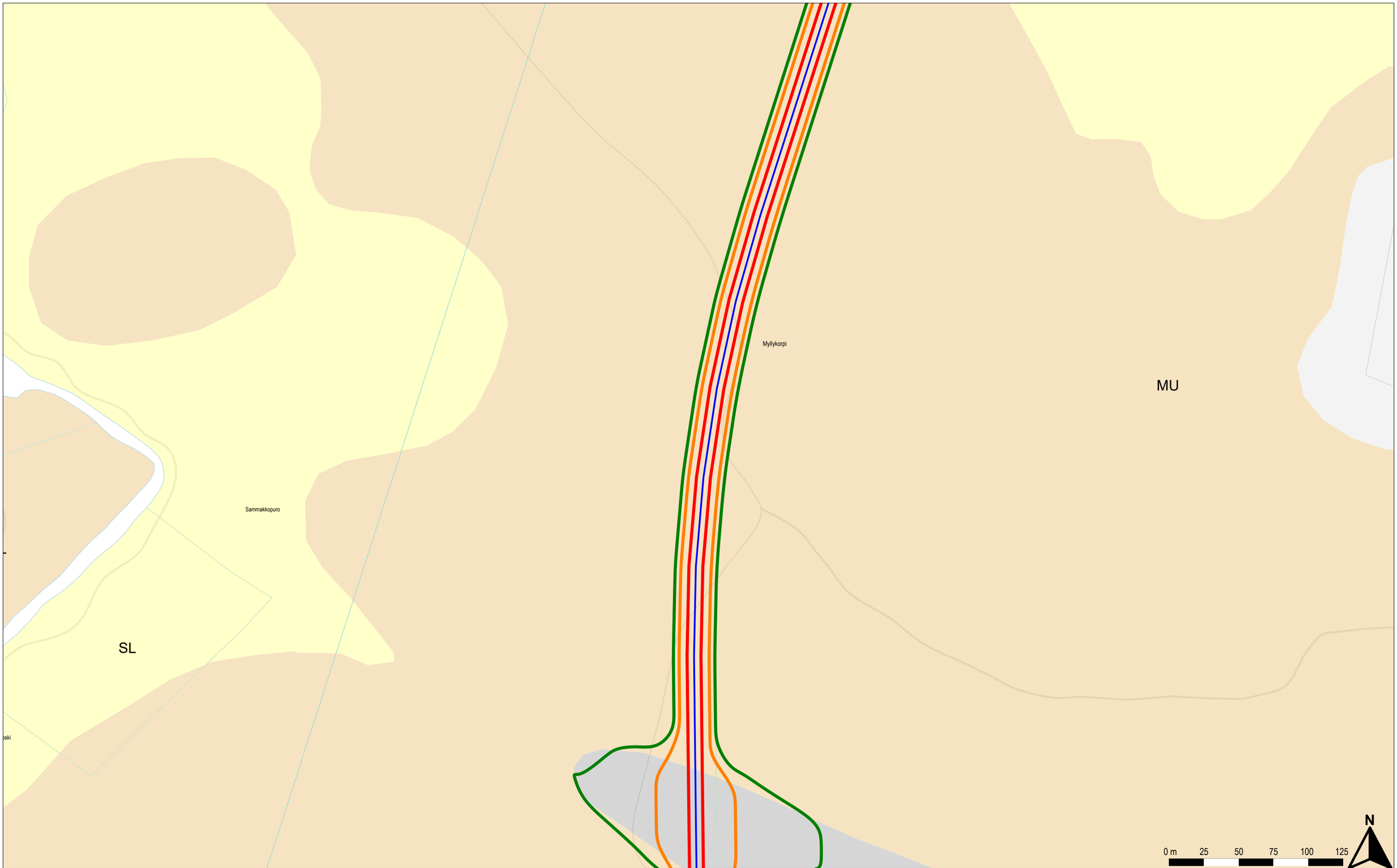
Maaperä
- Hiekkamoreeni
- Karkea hieta
- Rahkaturve
- Saraturve
- Vesi

Raiteet ja maankäyttö
- Suunniteltu raidegeometria
- Kaava
- Silta

TILAAJA	Oulun kaupunki
SUUNNITTELIJA	A-INSINÖÖRIT
PIIRT.	1.7.2026 Juho Liski
SUUN.	1.7.2026 Juho Liski
TARK.	1.7.2026 Benjamin Oksanen
HYV.	1.7.2026 Benjamin Oksanen

SUUNNITTELUVAIHE	Kaavoitus
MITTAKAAVA	1:2500
RATAOSAN NRO	-
KOORDINAATTI- JA KORKEUSJÄRJ.	ETRS-TM35-FIN/N2000

HANKE
Pyyryväisen osayleiskaava
Tärinä- ja runkomeluselvitys



Tärinäkartta

Liite 1

Tärinävyöhyke
- Raja: 0.3 mm/s
- Raja: 0.6 mm/s
- Raja 3.25 mm/s (vaurioitumisriski)

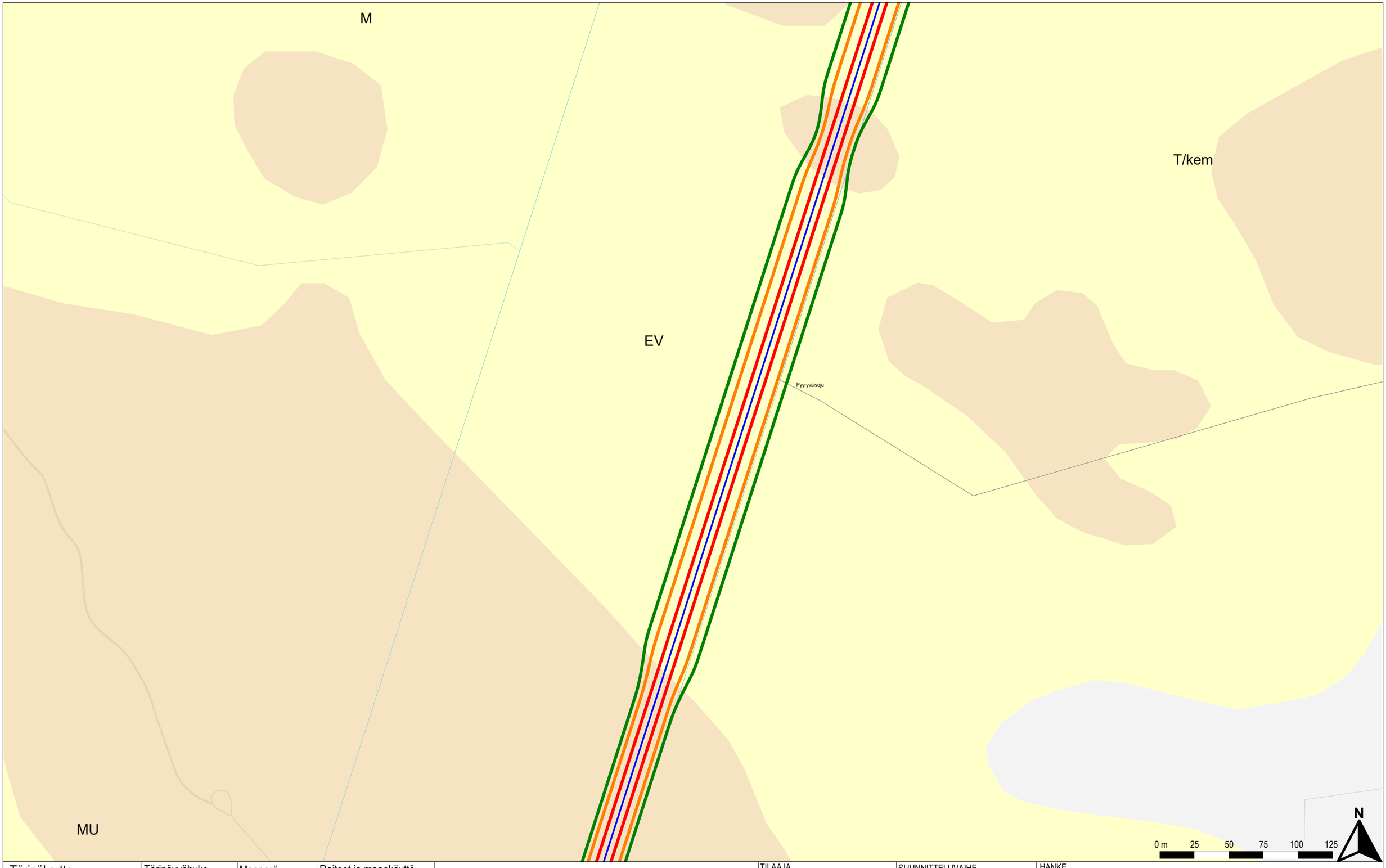
Maaperä
- Hiekkamoreeni
- Karkea hieta
- Rahkaturve
- Saraturve
- Vesi

Raiteet ja maankäyttö
- Suunniteltu raidegeometria
- Kaava
- Silta

TILAAJA	Oulun kaupunki
SUUNNITTELIJA	A-INSINÖÖRIT
PIIRT.	1.7.2026 Juho Liski
SUUN.	1.7.2026 Juho Liski
TARK.	1.7.2026 Benjamin Oksanen
HYV.	1.7.2026 Benjamin Oksanen
SUUNNITTELUVAIHE	Kaavoitus
MITTAKAAVA	1:2500
RATAOSAN NRO	-
KOORDINAATTI- JA KORKEUSJÄRJ.	ETRS-TM35-FIN/N2000

HANKE

Pyyryväisen osayleiskaava
Tärinä- ja runkomeluselvitys



Tärinäkartta

Liite 1

Tärinävyöhyke
- Raja: 0.3 mm/s
- Raja: 0.6 mm/s
- Raja 3.25 mm/s (vaurioitumisriski)

Maaperä
- Hiekkamoreeni
- Karkea hieta
- Rahkaturve
- Saraturve
- Vesi

Raiteet ja maankäyttö
- Suunniteltu raidegeometria
- Kaava
- Silta

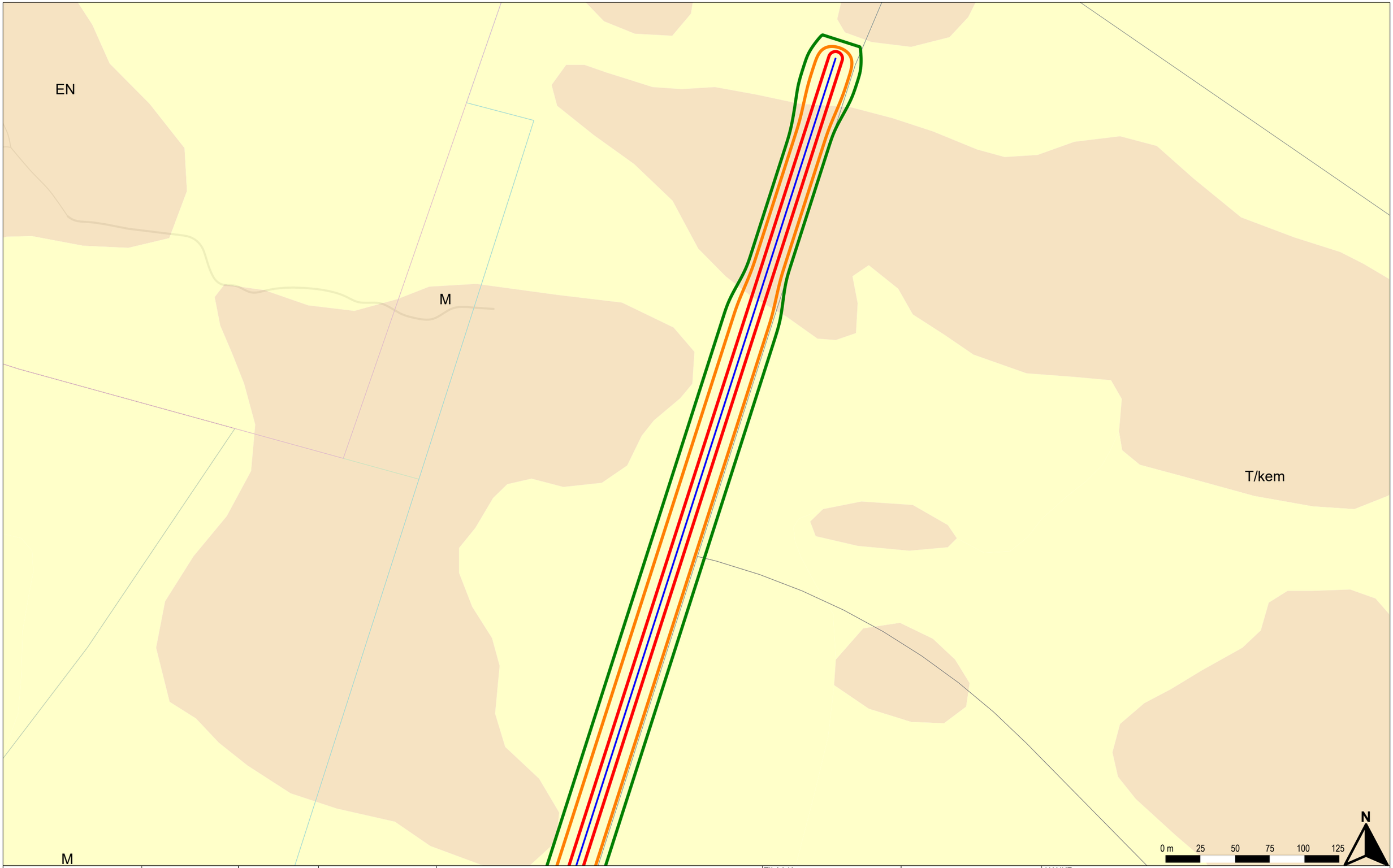
TILAAJA	Oulun kaupunki	
SUUNNITTELIJA	A-INSINÖÖRIT	
PIIRT.	1.7.2026	Juho Liski
SUUN.	1.7.2026	Juho Liski
TARK.	1.7.2026	Benjamin Oksanen
HYV.	1.7.2026	Benjamin Oksanen

SUUNNITTELUVAIHE	Kaavoitus
MITTAKAAVA	1:2500
RATAOSAN NRO	-
KOORDINAATTI- JA KORKEUSJÄRJ.	ETRS-TM35-FIN/N2000

HANKE

Pyyryväisen osayleiskaava

Tärinä- ja runkomeluselvitys



Tärinäkartta

Liite 1

Tärinävyöhyke
- Raja: 0.3 mm/s
- Raja: 0.6 mm/s
- Raja 3.25 mm/s (vaurioitumisriski)

Maaperä
- Hiekkamoreeni
- Karkea hieta
- Rahkaturve
- Saraturve
- Vesi

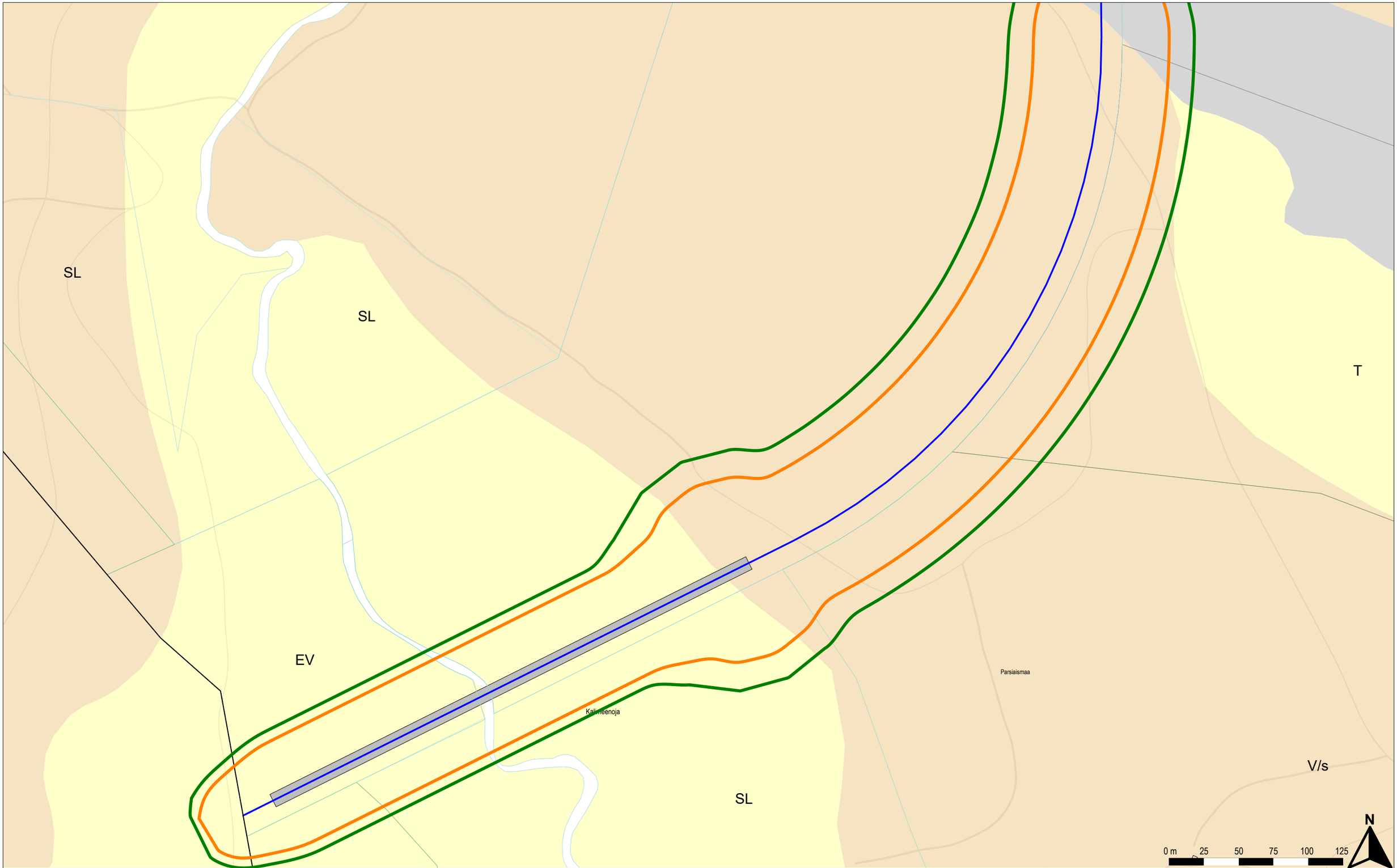
Raiteet ja maankäyttö
- Suunniteltu raidegeometria
- Kaava
- Silta

TILAAJA	Oulun kaupunki	
SUUNNITTELIJA	A-INSINÖÖRIT	
PIIRT.	1.7.2026	Juho Liski
SUUN.	1.7.2026	Juho Liski
TARK.	1.7.2026	Benjamin Oksanen
HYV.	1.7.2026	Benjamin Oksanen

SUUNNITTELUVAIHE	Kaavoitus
MITTAKAAVA	1:2500
RATAOSAN NRO	-
KOORDINAATTI- JA KORKEUSJÄRJ.	ETRS-TM35-FIN/N2000

HANKE

Pyyryväisen osayleiskaava
Tärinä- ja runkomeluselvitys



Runkomelukartta

Liite 2

Runkomeluvyöhyke
- Raja: 35 dB
- Raja: 40 dB

Maaperä
- Hiekkamoreeni
- Karkea hieta
- Rahkaturve
- Saraturve
- Vesi

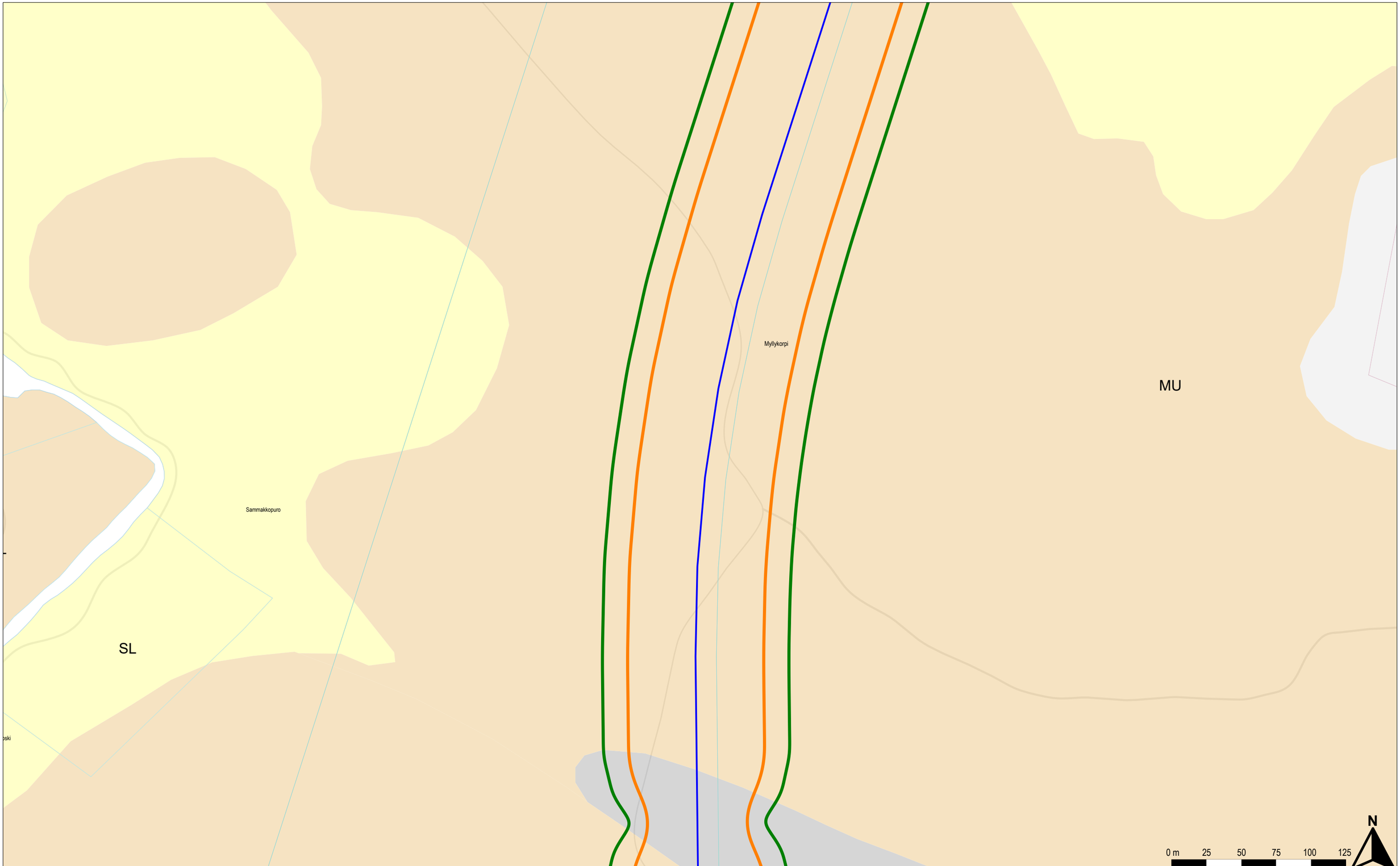
Raiteet ja maankäyttö
- Suunniteltu raidegeometria
- Kaava
- Silta

TILAAJA	Oulun kaupunki
SUUNNITTELIJA	A-INSINÖÖRIT
PIIRT.	1.7.2026 Juho Liski
SUUN.	1.7.2026 Juho Liski
TARK.	1.7.2026 Benjamin Oksanen
HYV.	1.7.2026 Benjamin Oksanen
SUUNNITTELUVAIHE	Kaavoitus
MITTAKAAVA	1:2500
RATAOSAN NRO	-
KOORDINAATTI- JA KORKEUSJÄRJ.	ETRS-TM35-FIN/N2000

HANKE

Pyyryväisen osayleiskaava

Tärinä- ja runkomeluselvitys



Runkomelukartta

Liite 2

Runkomeluvyöhyke
- Raja: 35 dB
- Raja: 40 dB

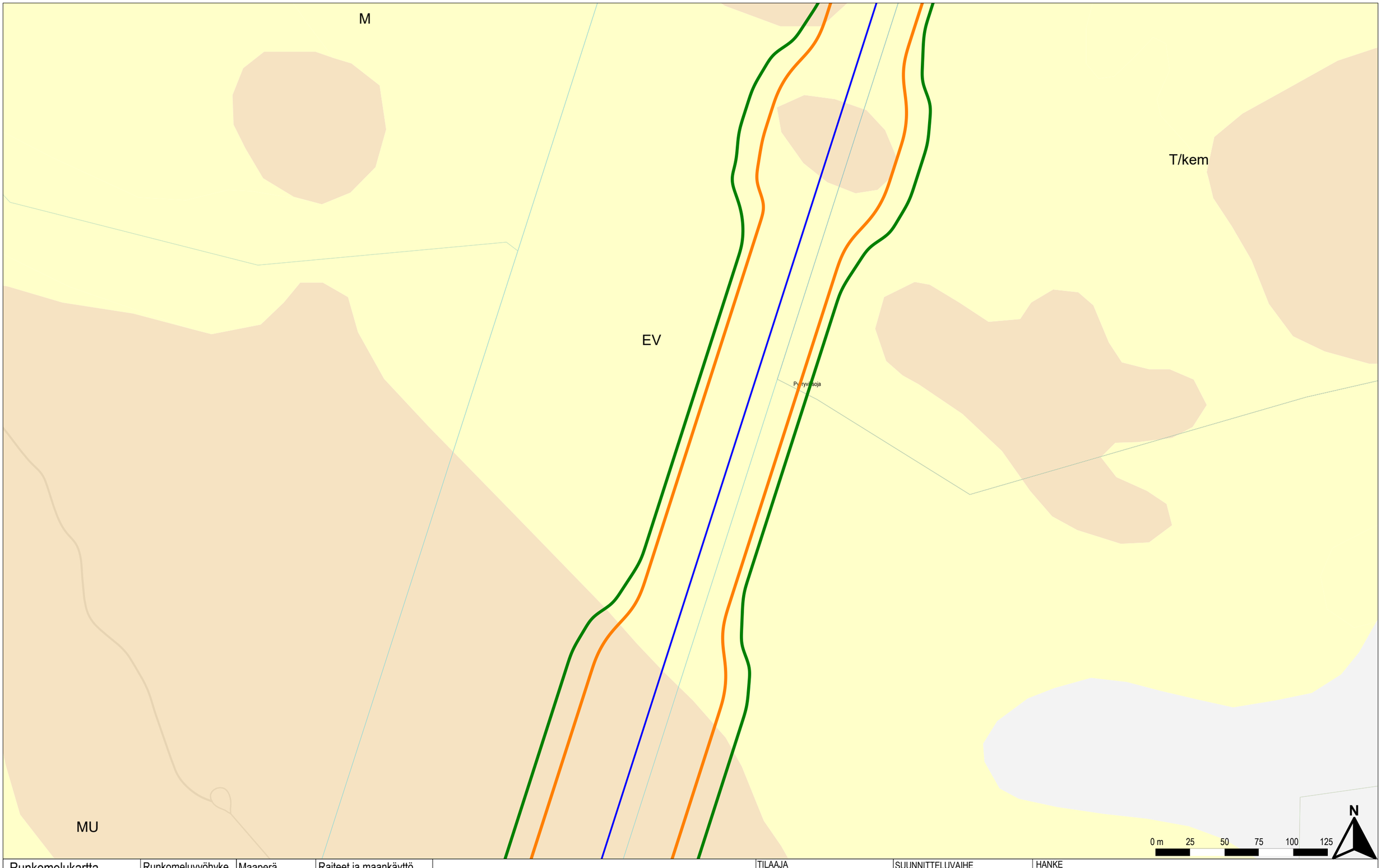
Maaperä
- Hiekkamoreeni
- Karkea hieta
- Rahkaturve
- Saraturve
- Vesi

Raiteet ja maankäyttö
- Suunniteltu raidegeometria
- Kaava
- Silta

TILAAJA	Oulun kaupunki
SUUNNITTELIJA	A-INSINÖÖRIT
PIIRT.	1.7.2026 Juho Liski
SUUN.	1.7.2026 Juho Liski
TARK.	1.7.2026 Benjamin Oksanen
HYV.	1.7.2026 Benjamin Oksanen
SUUNNITTELUVAIHE	Kaavoitus
MITTAKAAVA	1:2500
RATAOSAN NRO	-
KOORDINAATTI- JA KORKEUSJÄRJ.	ETRS-TM35-FIN/N2000

HANKE

Pyyryväisen osayleiskaava
Tärinä- ja runkomeluselvitys



Runkomelukartta
Liite 2

Runkomeluvyöhyke
- Raja: 35 dB
- Raja: 40 dB

Maaperä
- Hiekkamoreeni
- Karkea hieta
- Rahkaturve
- Saraturve
- Vesi

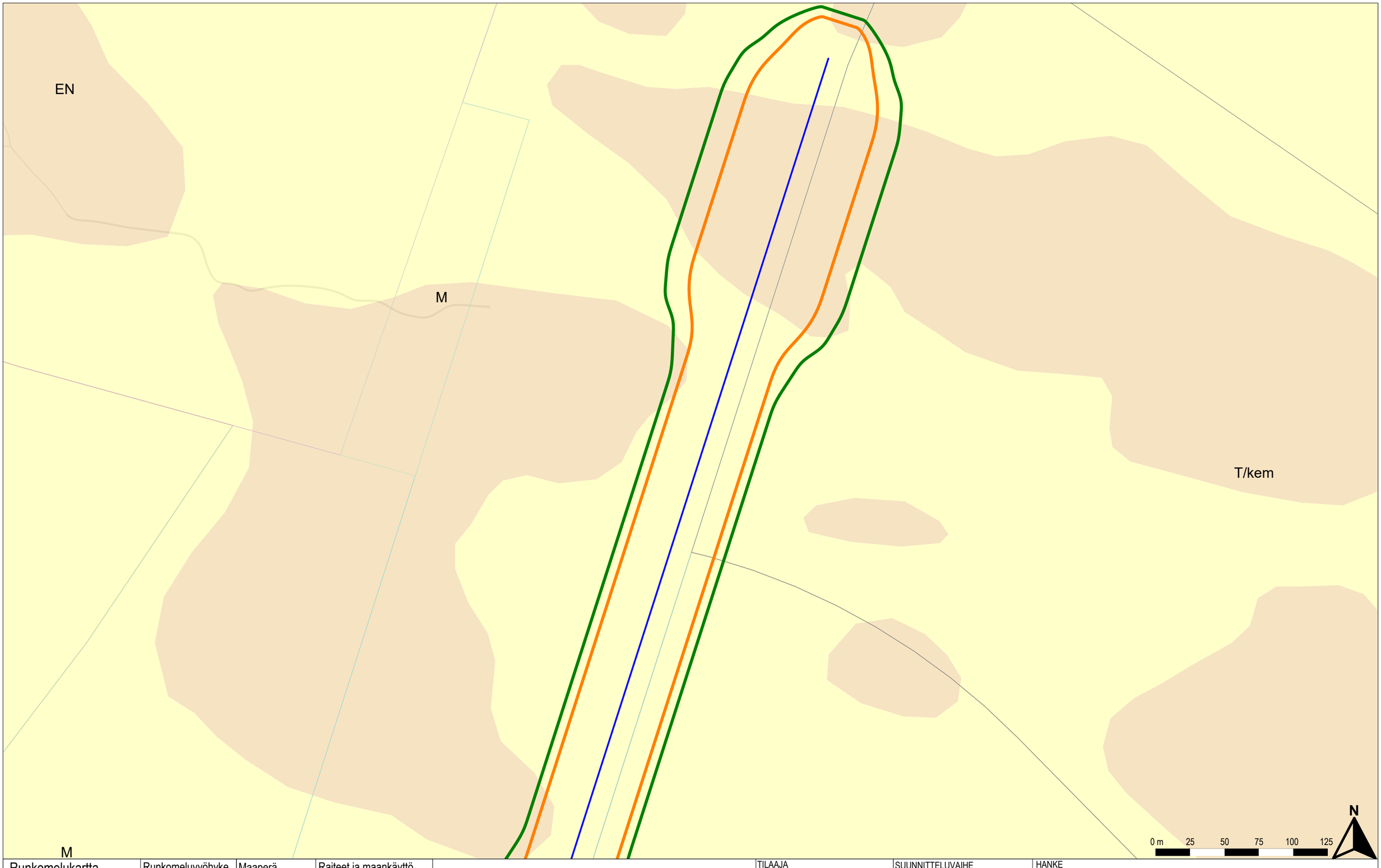
Raiteet ja maankäyttö
- Suunniteltu raidegeometria
- Kaava
- Silta

TILAAJA	Oulun kaupunki	
SUUNNITTELIJA	A-INSINÖÖRIT	
PIIRT.	1.7.2026	Juho Liski
SUUN.	1.7.2026	Juho Liski
TARK.	1.7.2026	Benjamin Oksanen
HYV.	1.7.2026	Benjamin Oksanen

SUUNNITTELUVAIHE	Kaavoitus
MITTAKAAVA	1:2500
RATAOSAN NRO	-
KOORDINAATTI- JA KORKEUSJÄRJ.	ETRS-TM35-FIN/N2000

HANKE
Pyyryväisen osayleiskaava
Tärinä- ja runkomeluselvitys

LEHTI	LEHTIÄ
3	4



Runkomelukartta Liite 2	**Runkomeluvyöhyke** Raja: 35 dB Raja: 40 dB	**Maaperä** Hiekkamoreeni Karkea hieta Rahkaturve Saraturve Vesi	**Raiteet ja maankäyttö** Suunniteltu raidegeometria Kaava Silta

TILAAJA	Oulun kaupunki	
SUUNNITTELIJA	A-INSINÖÖRIT	
PIIRT.	1.7.2026	Juho Liski
SUUN.	1.7.2026	Juho Liski
TARK.	1.7.2026	Benjamin Oksanen
HYV.	1.7.2026	Benjamin Oksanen

SUUNNITTELUVAIHE	Kaavoitus
MITTAKAAVA	1:2500
RATAOSAN NRO	-
KOORDINAATTI- JA KORKEUSJÄRJ.	ETRS-TM35-FIN/N2000

HANKE

Pyyryväisen osayleiskaava

Tärinä- ja runkomeluselvitys

LEHTI	LEHTIÄ
4	4