

Raksilan joukkoliikennereitin asemakaava, Oulu

TÄRINÄ- JA RUNKOMELUSELVITYS

15-1522.2

30.6.2026

Tiivistelmä

Tässä selvityksessä arvioidaan raideliikenteen ja kumipyöräliikenteen aiheuttamia tärinä- ja runkomelutasoja kohteessa Raksilan joukkoliikennereitin asemakaava. Kohteeseen suunnitellaan asemakaavamuutosta, joka mahdollistaa joukkoliikenteen reitin.

Tärinän ja runkomelun arviointi on tehty Vibmapper®-ohjelmistolla. Ohjelmisto pohjautuu VTT:n julkaisuissa esitettyihin laskentamalleihin, joita on tarkennettu referenssikohdeiden mittauksien avulla. Raideliikenteen tärinän arvioinnissa huomioidaan etäisyys radasta, raitiovaunuliikenteen nopeus, raitiovaunujen paino, radan kunto sekä maaperä. Kumipyöräliikenteen tärinän arvioinnissa huomioidaan tarkasteltavan rakennusten etäisyys tiestä, tien epätasaisuus, epätasaisuuden leveys, liikenteen nopeus sekä maaperä. Raideliikenteen runkomelun arvioinnissa huomioidaan radan ja talojen perustamistapa, radan kunto, maaperä, etäisyys raitiotiehen, sekä raitiovaunun tyypin ja nopeuden vaikutus. Kumipyöräliikenteen runkomelun arvioinnissa huomioidaan tien ja talojen perustamistapa, maaperä talon alla, etäisyys tiehen sekä liikenteen nopeuden vaikutus.

Kohteen tavoitearvoina ihmisen kokeman tärinän osalta käytetään tunnuslukua $v_{w,95}$ enintään 0,30 ja 0,60 mm/s ja vaurioitumisriskin määritettynä raja-arvona v_{max} enintään 3,25 mm/s, joka edustaa pahinta mahdollista tilannetta. Runkomelun tavoitearvoina käytetään tunnuslukua L_{prm} enintään 35 ja 40 dB.

Rataosan liikennetiedot, kadun liikennetiedot sekä alueen maaperä on kuvattu kappaleessa 4. Käytetty laskennallinen arviointimenetelmä on kuvattu tarkemmin kappaleessa 5. Kappaleessa 6 on esitetty tulokset tärinän ja runkomelun osalta sekä liitteissä 1–4 tärinä- ja runkomelukartat.

Tulosten perusteella ihmisen kokemaa tärinää ja runkomelua ei tarvitse ottaa huomioon kohteen jatkosuunnittelussa. Tärinän aiheuttama rakenteiden vaurioitumisriski kohteessa on erittäin pieni.

Espoossa 30.6.2026

A-INSINÖÖRIT SUUNNITTELU OY

Raksilan joukkoliikennereitin asemakaava

SISÄLLYSLUETTELO

1	Johdanto	5
1.1	Tilaaaja	5
1.2	Tekijä	5
1.3	Kohde ja selvityksen tarkoitus	5
1.4	Käytetyt merkinnät ja lyhenteet	6
2	Tärinän ja runkomelun leviäminen maa- ja kallioperässä.....	8
3	Tärinää ja runkomelua koskevat ohjeavot	9
3.1	Kohteessa sovellettavat vaatimukset	10
3.2	Vaurioitumisriski	10
4	Lähtötiedot.....	12
4.1	Karttatiedot ja rakennukset	12
4.2	Rata ja liikennöinti	12
4.3	Kadut ja liikenne.....	12
4.4	Maaperä.....	13
5	Arviointimenetelmät.....	14
5.1	Raideliikenteen tärinän laskentamalli	14
5.2	Kumipyöräliikenteen tärinän laskentamalli	16
5.3	Raideliikenteen runkomelun laskentamalli	18
5.4	Kumipyöräliikenteen runkomelun laskentamalli.....	19
5.5	Epävarmuudet.....	20
6	Tulokset.....	21
6.1	Ihmisen kokema tärinä, raideliikenne	21
6.2	Runkomelu, raideliikenne	21
6.3	Vaurioitumisriski, raideliikenne	21
6.4	Ihmisen kokema tärinä, kumipyöräliikenne	22

6.5	Runkomelu, kumipyöräliikenne	22
6.6	Vaurioitumisriski, kumipyöräliikenne	22
7	Loppupäätelmä ja jatkosuunnittelu	22
	LIITTEET	22
	LÄHTEET	23

1 Johdanto

1.1 Tilaaja

Oulun kaupunki
Yhdyskunta- ja ympäristöpalvelut

Saija Räinen
saija.raina@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: Raksilan joukkoliikennereitin asemakaava, Oulu

Tehtävä: Tärinä - ja runkomeluselvitys asemakaavaamuutosta varten

Asemakaavan muutoksen tavoitteena on muuttaa asemakaavaa Raksilanraitin, Väkky-länpolun ja Ylioppilaantien alueilla ja ympäristössä joukkoliikenteen reitin mahdollistamiseksi. Asemakaavan muutoksen rinnalla laaditaan alueen yleissuunnitelmat ja alustavat katusuunnitelmat sekä vaadittavat taustaselvitykset.

Tässä selvityksessä arvioidaan raideliikenteen ja kumipyöräliikenteen tuottamia tärinä- ja runkomelutasoja kaava-alueen osalta. Selvitys perustuu laskennallisiin tärinän ja runkomelun arviointimalleihin. Tärinää on arvioitu rakennusten rakennusrunkoon ilman resonanssivaikutuksia ja runkomelua rakennusten alimpaan kerrokseen. Tärinän laskennallinen tulos vastaa värähtelyn tunnuslukua $v_{w,95}$ ja vaurioitumisriskin osalta maksimi-

heilahdusnopeutta $v_{\max}$. Runkomelun laskennallinen tulos vastaa runkomelun tilastollista tunnuslukua L_{prm} .

Runkomelun ja tärinän osalta on koko alueella laskettu tärinä- ja runkomelukartat, joissa esitetään arvioidut tärinä- ja runkomeluvyöhykkeet. Kartat on laskettu erikseen raideliikenteelle ja kumipyöräliikenteelle.

Kohde on esitetty kartalla kuvassa 1.1.

1.4 Käytetyt merkinnät ja lyhenteet

Akustisista tunnusluvuista käytetään taulukon 1.1 mukaisia merkintöjä.

Taulukko 1.1. Akustiset tunnusluvut.

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



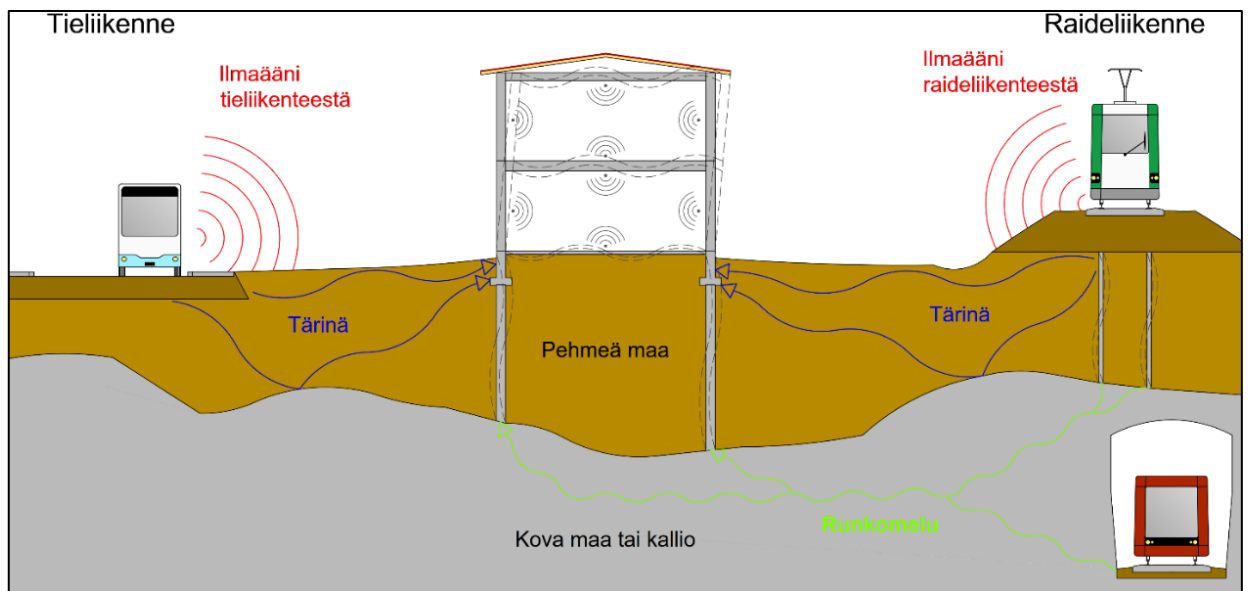
Kuva 1.1. Kohteen sijainti kartalla. (lähde: kartta.paikkatietoikkuna.fi)

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 maala-jeilla maaperän värähtelysisältö on suurempitaajuista ja amplitudiltaan pienempää, jol-loin 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 ra-tarakenne sekä rakennukset on paalutuksin tuettu kallioperään, runkomelua voi ilmetä myös pehmeiden maalajien alueilla. Hyvin lyhyillä etäisyyksillä sekä tärinä että runko-melu voivat olla häiritseviä.

Maaperän lisäksi tärinä- ja runkomelutasoihin voivat paikallisesti vaikuttaa huomatta-vasti 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 osalta sovellettavina ohjearvoina voidaan käyttää standardissa SFS 5907:2022 *Rakennusten akustisen suunnittelu ja luokitus* (SFS, 2022) esitettyjä ohjearvoja akustiselle luokalle A2. Akustinen luokka A2 vastaa uudisrakennuksille asetettuja vaatimuksia. Runkomelun osalta ohjearvot on esitetty tietyille tilatyypeille sekä tunneliliikenteen että avoradan osalta, joista tunnelin osalta ohjearvo on 5 dB pienempi. Standardissa esitettyjen ohjearvojen lisäksi liiketiloille voidaan soveltaa ohjearvona $L_{pr m}$ 45 dB avoradan osalta (Talja & Saarinen, 2009). Runkomelun ja tärinän ohjearvot eri rakennustyypeille on esitetty taulukossa 3.1.

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

Taulukko 3.1. Runkomelun ja tärinän ohjearvot eri rakennustyypeille.

Rakennustyyppi	Runkomelutaso $L_{pr m}$	Tärinäarvo $v_{w,95}$
	[dB]	[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	-	-
Terveystenhuollon rakennukset: hoitotilat	35 / 40*	0,30
Terveystenhuollon rakennukset: potilashuoneet ym. herkäät tilat	30 / 35*	
Leikkaussalit, hammashoidon vastaanottotilat, lääketieteelliset kuvantamistilat	-	0,10

*avoradat, tunnelin osalta pienempi esitetystä arvoista

3.1 Kohteessa sovellettavat vaatimukset

Kohteen ympäristössä sijaitsee liikuntatiloja, joille ei ole määritetty ohjearvoja ihmisen kokemalle tärinälle tai runkomelulle. Lisäksi alueen lähistöllä on asuinrakennuksia, oppilaitoksia sekä päiväkotia, jolloin voidaan soveltaa taulukon 3.1 ohjearvoja: asuinrakennuksille tärinän tunnusluku $v_{w,95}$ saa olla enintään 0,3 mm/s ja runkomelun tunnusluku L_{prn} enintään 35 dB, oppilaitoksille tärinän tunnusluku $v_{w,95}$ saa olla enintään 0,6 mm/s ja runkomelun tunnusluku L_{prn} enintään 40 dB ja päiväkodille tärinän tunnusluku $v_{w,95}$ saa olla enintään 0,3 mm/s ja runkomelun tunnusluku L_{prn} enintään 40 dB.

3.2 Vaurioitumisriski

Olemassa olevien 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 $F_k v_0$. 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 tai tiestä 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)	Rakennustapakertoimen 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 maa-kaapelit (vrt. kovettuva betoni)	1,20
4. Massiiviseinäiset tiili- ja kevytsoraharkko- ja teräsbetonirunkoiset teollisuus-, toimisto- ja asuinrakennukset, lasiseinäiset teräsrunkoiset sekä tiiliverhotut puurunkoiset rakennukset, ruiskubetonimattomat kalliotilat (vrt. kovettuva betoni)	1,00
5. Rakennukset, joissa on kevytbetoni- tai kalkkiahiekkatiilirakenteita, 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 <10 Hz taajuuskaistoilla. Tämän mukaan valitaan värähtelyn perusarvoksi $v_0 = 5$ mm/s

taulukon 3.2 mukaisesti. Jos rakennusten luokaksi arvioidaan luokka 5, saadaan tarkasteltavaksi pahin tilanne. Tämän mukaan valitaan taulukosta 3.3 rakennustapakerroin $F_k = 0,65$. 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 2.6.2026
- Taustakartat, haettu 2.6.2026.

Kaava-alue on ladattu Oulun kaupungin karttapalvelusta ([karta.ouka.fi](#)).

4.2 Rata ja liikennöinti

Kohteeseen on suunniteltu raitiotie, jonka sijainti perustuu A-Insinöörien Oulun tie-, katu- ja aluesuunnittelun yksikön 8.6.2026 toimittamiin suunnitelma-aineistoihin. Suunnitelma-aineistossa on esitettyä suunnitellun raitiotien keskilinja, joten mallinnusta varten kyseistä keskilinjaa on siirretty 1,6 m molempiin suuntiin vastaamaan kaksien raiteiden keskilinjajoja.

Raitiotien liikennetiedot perustuvat aikaisempaan selvitykseen (AINS, 2023b), jonka mukaan liikenteenä käytetään Tampereen raitiovaunujen tietoja. Raitiovaunujen kokonaismassa siten on 72 t ja nopeus 40 km/h.

4.3 Kadut ja liikenne

Selvityksen kumipyöräliikenteen osuus perustuu A-Insinöörien Oulun tie-, katu- ja aluesuunnittelun yksikön 25.5.2026 toimittamiin suunnitelma-aineistoihin. Kumipyöräliikenteen merkitsevä ajoneuvo on linja-auto ja sen nopeus on 40 km/h.

4.4 Maaperä

Maaperän lähtötietona toimi Geologian Tutkimuskeskuksen GTK:n maaperäkarta-aineisto sekä A-Insinöörien ja Geobotnian kaavaselostusta varten tekemä maaperäkuvaus. Selvityksessä on käytetty seuraavaa GTK:n [CC BY 4.0](#) -lisenssin alaista aineistoa:

- Maaperä 1:20 000/50 000, haettu 2.6.2026.

Raksilan joukkoliikennereitin yleispiirteinen maaperäkuvaus on:

”Suunniteltavan Raksilan joukkoliikennereitin alueella nykyisillä liikenneväylillä ovat ylimpänä päällysrakennekerrokset ja puistoissa nurmen kasvualustat.

Ylin pohjamaakerros on löyhää hiekkamoreenia, siltistä hiekkamoreenia, hienoa hiekkaa ja siltistä hiekkaa, jonka kerrospaksuus on noin 1,0...4,2 metriä. Tutkitut näytteet ovat pääasiassa routivia, mutta pohjamaakerroksen pintaosasta otetut näytteet (hieno hiekka, hiekkamoreeni) ovat paikoin routimattomia.

Osassa tarkasteltavaa aluetta löyhän kerroksen alla on pehmeä kerros, joka on rakeisuudeltaan savista silttiä. Kerrospaksuus on noin 0,4...2,2 metriä. Savisen silttikerroksen on havaittu olevan paksuimmillaan alueen itäosassa. Kaikissa tutkimuspisteissä ei ole havaittu pehmeää savista silttikerrosta. Savinen siltti on routivaa.

Pohjatutkimukset ovat päättyneet moreeni- tai hiekkakerrokseen, joka on tutkittujen näytteiden perusteella rakeisuudeltaan savista silttimoreenia, hiekkamoreenia, keskihiekkaa tai hienoa hiekkaa. Kerroksen tiiveys vaihtelee löyhästä tiiviiseen. Alueella tehdyt kairaukset ovat päättyneet kiveen. Kallionpinnan tasoa ei ole varmistettu.

Vuonna 2026 tehtyjen tutkimusten yhteydessä pohjavesipinta on havaittu tutkimusrei'istä olevan 1,8...3,0 metrin syvyydellä maanpinnasta.

Tutkimusten perusteella alueella esiintyy paikoin potentiaalisesti happamia sulfaattimaita noin 2–4 metrin syvyydessä maanpinnasta sulfidipitoisessa silttikerroksessa. Pintaosien karkearakeisimmissa (hiekkajamoreeni) maakerroksissa ei havaittu viitteitä happamista sulfaattimaista. Esiintyminen on alueella paikallista ja rajoittuu syvempiin hienorakeisiin maakerroksiin.”

5 Arviointimenetelmät

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

Vibmapper:in kumipyörälaskennalla arvioidaan kumipyöräliikenteestä aiheutuvat tärinä- ja runkomelutasot rakennuksissa, jotka sijaitsevat kadun läheisyydessä. Laskennassa hyödynnetään edellisessä kappaleessa esiteltyjä lähtötietoja. Laskennassa oletetaan, että ajoradalla ajoneuvot kulkevat asfaltilla. Upotettujen reunakivien kohdalla oletetaan, että ajoneuvot saattavat ajaa reunakivien yli, mikä tuottaa suurimman värähtelyherätteen.

5.1 Raideliikenteen tärinän laskentamalli

Raideliikenteen 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

$$v_{z,max} = v_{z,15} k_D k_S k_G k_R k_E F. \quad (1)$$

Laskentamallin muuttujat ovat

- pystysuora vertailuheilahdusnopeus 15 m etäisyydellä raiteen keskilinjasta $v_{z,15}$.
- etäisyyskerroin k_D . Värähtelyn vaimeneminen riippuu maalajin ominaisuuksista.
 - $k_D = \left(\frac{D_0}{D}\right)^B$, missä $D_0 = 15$ ja etäisyys eksponentti B :n arvo riippuu maalajista
- nopeudesta riippuva kerroin $k_S = \left(\frac{S}{S_0}\right)^{A_S} = \left(\frac{40}{30}\right)^1$. Laskentamallissa yli 70 km/h nopeudet kasvattavat tärinätasoja.

- Laskentamalli ei lähteessä (Törnqvist & Talja, 2006) esitettyssä muodossa tunne alle 70 km/h nopeuksia.
- Tasojen kalibrointi perustuu mittauksiin, joissa raitiovaunujen nopeus oli 30 km/h.
- painosta riippuva kerroin $k_G = \frac{72}{57} = 1,267606$
- radan kunnosta riippuva kerroin $k_R = 1$
- vaihteista ja eristysjatkoksista aiheutuvaa tärinän vahvistumista kuvaava kerroin $k_E = 1,33$ (AINS, 2023a)
- varmuuskerroin F .

Edellä mainittujen muuttujien arvot on esitetty taulukossa 5.1.

Taulukko 5.1. Raideliikenteen tärinän laskentaparametrit.

	Maalaji				
	1	2	3	4	5
	(lieju yms.)	(savi yms.)	(hieta yms.)	(moreeni yms.)	(kallio)
$v_{z,15}$ [mm/s]	0,30	0,25	0,20	0,15	0,15
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)

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

missä f_0 on maaperästä riippuva värähtelyn ominaistajuus.

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 Kumipyöräliikenteen tärinän laskentamalli

Kumipyöräliikenteen tärinätasoja maaperässä ja rakennuksissa on arvioitu julkaisussa *Suositus liikennetärinän arvioimiseksi maankäytön suunnittelussa* esitetyn laskentamallin (Törnqvist & Talja, 2006) avulla. Laskentamalli arvioi pystysuuntaisen heilahdusnopeuden maksimin odotusarvon maaperässä kaavalla

$$v_{z,max} = 0.006avgp \left(\frac{r}{6}\right)^x M. \quad (3)$$

Laskentamallin muuttujat ovat

- epätasaisuuden suurin arvo a , mm
 - asfaltti: 2 mm
 - upotettu kiveys: 6 mm
- maaperäkerroin g (kts. taulukko 5.2)
- epätasaisuuden leveys p
 - $p = 1$, jos molempien pyörien alla; $p = 0.75$, jos vain toisen pyörän alla
- ajoneuvon nopeus v , km/h
 - nopeutena käytettiin 40 km/h
- tarkastelupisteen etäisyys epätasaisuudesta r , m
- vaimentumiseen vaikuttava, maaperästä riippuva eksponentti x (kts. taulukko 5.2)
- suurennuskerroin maasta rakennukseen M .

Muuttujien arvot kalibroitiin aiempien selvitysten mittaustuloksiin. Tärinän herätepiste sijaitsee asfalttialueilla 10 cm kadun reunasta kohti tien keskilinjaa. Upotetussa kiveyksessä tärinän lähtöpiste sijaitsee kiveyksen kohdalla.

Taulukko 5.2. Kumipyöräliikenteen tärinän maaperästä riippuvat laskentaparametrit (Törnqvist & Talja, 2006).

	Maalajityyppi				
	Pehmeät savet	Kovat savet	Hiekat, sorat	Moreeni	Kallio
g	1,2	0,5	0,3	0,2	0,1
x	-1,1	-1,05	-0,75	-0,95	-1,1

Tärinän vaimentuminen ajoradalta rakennukseen päin on laskettu rakennuksen ja ajoradan välillä sijaitsevien maalajien perusteella. Rakennuksissa esiintyvä tärinä on arvioitu maaperän pystysuuntaisesta heilahdusnopeudesta. Pystysuuntaisen tärinän tehollisarvon suuruus on arvioitu huippuarvosta kertoimella 0,55 (Törnqvist & Talja, 2006).

Maaperästä rakennuksen perustuksiin siirtyminen on arvioitu kertoimella M , joka riippuu rakennustyyppistä. Kerroin on 2,0 lukuun ottamatta seuraavia tapauksia, joille kerroin on 1.0:

- Rakennuksen lattiat ovat maanvaraiset.
- Rakennus on yksikerroksinen ja perustettu paaluille.
- Rakennus on vähintään 5-kerroksinen.

Tärinä voi ilmetä rakennuksessa esitettyä lukuarvoa vielä suurempana, jos 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 tarkasteluun.

Laskennassa upotettujen reunakivien oletetaan tuottavan suurempia tasoja asfalttiin verrattuna. Upotettujen reunakivien kohdalla laskennassa oletetaan pahin tilanne, jossa raskas ajoneuvo ajaa koko ajan kiveyksen reunan yli.

5.3 Raideliikenteen runkomelun laskentamalli

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

$$L_v = A - B \log_{10} \left(\frac{d}{d_{\text{ref}}} \right) - C(d - d_{\text{ref}}), \quad (4)$$

missä d on tarkasteluetaisyys radan keskipisteestä ja $d_{\text{ref}} = 15$ m on referenssietäisyys. Kertoimet $A = 48$ dB, $B = 18$ dB ja $C = 0,3$ dB/m ovat vakioita. Tässä esitetty laskenta-kaava (4) poikkeaa VTT:n ohjeesta viimeisen termin osalta. Viimeinen termi vaikuttaa kaukokentässä tapahtuvaan vaimenemiseen.

Lopullinen runkomelun äänitaso lasketaan etäisyysvaimennuksen ja korjaustekijöiden summana:

$$L_p = L_v + \sum \Delta L_{v,i}, \quad (5)$$

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 (4) ja asettamalla $B = 20$ dB) (AINS, 2023a)
- raitiovaunun nopeus ja tyyppi sekä talojen perustustapa ja maaperä vaikuttavat runkomelutasoon kuten on esitetty lähteessä (Talja & Saarinen, 2009)
- raitiotien rakenteeksi kohteen kohdalla on oletettu asvaltoitu kiintoraidelaatta, eristekerros ja jatkuva kiskon tuenta, jonka korjausterminä käytetään -9 dB.

Laskentaparametrien arvot on saatu aikaisemmista mittauksista, jotka on tehty samankaltaisissa maaperäolosuhteissa vastaavalla junaliikenteellä.

5.4 Kumipyöräliikenteen runkomelun laskentamalli

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

$$L_v = A - B \log_{10} \left(\frac{d}{d_{\text{ref}}} \right) - C \left(\frac{d}{d_{\text{ref}}} \right), \quad (6)$$

missä d on tarkasteluetaisyys ajoneuvon lähimmästä renkaasta ja $d_{\text{ref}} = 10$ m on referenssietäisyys. Kertoimet $A = 103$ dB, $B = 14$ dB ja $C = 0,8$ dB ovat vakioita.

Lopullinen runkomelun äänitaso lasketaan etäisyysvaimennuksen ja korjaustekijöiden summana:

$$L_p = L_v + \sum \Delta L_{v,i}, \quad (4)$$

missä $\Delta L_{v,i}$ korjaustermit sisältävät:

- liikennetyyppikorjaus kumipyöräliikenteelle -6 dB
- nopeuskorjaus $\Delta L_v = 20 \log_{10} \left(\frac{v_s}{100} \right)$, missä $v_s = 40$ km/h on ajoneuvon nopeus
- muunto äänenpainetasoksi -28 dB
- A-painotus riippuen maapohjan hallitsevasta taajuusalueesta:
 - korjaus kiveykselle -35 dB
 - korjaus asfaltille -35 dB
- varmuusmarginaali 6 dB
- rakennuksen tyypistä riippuva korjaus:
 - kerrostalo -10 dB
 - puutalo 1–2 krs. -5 dB
 - betonitalo 1–2 krs. -7 dB

- rakenneosien resonanssin vaikutus 6 dB.

Korjaustermien arvot on arvioitu aikaisempien selvitysten mittaustuloksista.

Runkomelun herätepiste on määritetty samalla periaatteella kuin tärinän. Asfalttialueilla herätepiste sijaitsee 10 cm kadun reunasta kohti tien keskilinjaa, ja upotetussa kiveyksessä lähtöpiste sijaitsee kiveyksen kohdalla.

5.5 Epävarmuudet

Epävarmuudet värähtelyn laskennallisessa arvioinnissa liittyvät maaperän ominaisuuksien vaihteluun, tärinälähteen etäisyyteen, kalustoon ja radan kuntoon, sekä värähtelyn siirtymisen arviointiin rakennustyyppin mukaan. Lisäksi kumipyöräliikenteen tärinän arvioinnin epävarmuutta lisää eri katumateriaalien pinnantasaisuuksien vaihtelu, joiden perusteella tärinän herätettä arvioidaan.

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

Rakennusten rungon resonansseja ei ole otettu tärinän arvioinnissa huomioon. Tärinätasot rakennuksissa voivat olla arvioitua suurempia silloin, kun rakennuksen rungon resonanssi voimistaa tärinää. Mahdollinen tärinän voimistuminen riippuu rakennuksen rungon dynaamisista ominaisuuksista, maaperästä sekä tärinän taajuussisällöstä.

Runkomelun mallinnuksessa on oletettu, että radan ja kadun kohdalla pohjamaa ei erityisesti vaimenna värähtelyn kytkeytymistä koviin maakerrokseen tai kallioperään.

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

6 Tulokset

6.1 Ihmisen kokema tärinä, raideliikenne

Tärinätulokset on esitetty tärinäkartassa liitteessä 1 kohteen osalta tärinävyöhykkeinä. Ohjearvoa 0,30 mm/s vastaava vyöhyke ylittää kohteen kohdalla noin 16 m etäisyydelle raitiotien keskilinjasta. Tätä etäisyyttä lähempänä raitiotien keskilinjaa ei ole yhtään rakennusta. Ohjearvoa 0,60 mm/s vastaava vyöhyke sijaitsee lähempänä raitiotien keskilinjaa, joten sekään ei yllä rakennusten kohdalle. Näin ollen kohteessa riski tärinän ohjearvojen 0,30 ja 0,60 mm/s ylittymiselle raideliikenteen takia on pieni.

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

6.2 Runkomelu, raideliikenne

Runkomelutulokset on esitetty runkomelukartassa liitteessä 2 kohteen osalta runkomeluvyöhykkeinä. Ohjearvoa 35 dB vastaava vyöhyke ylittää kohteen kohdalla noin 10 m etäisyydelle raitiotien keskilinjasta. Tätä etäisyyttä lähempänä raitiotien keskilinjaa ei ole yhtään rakennusta. Ohjearvoa 40 dB vastaava vyöhyke sijaitsee lähempänä raitiotien keskilinjaa, joten sekään ei yllä rakennusten kohdalle. Näin ollen kohteessa riski runkomelun ohjearvojen 35 ja 40 dB ylittymiselle raideliikenteen takia on pieni.

6.3 Vaurioitumisriski, raideliikenne

Arvioitu värähtelyn maksimitaso kaava-alueella ylittää vaurioitumisriskille määritetyn raja-arvon 3,25 mm/s maksimissaan noin 5 m etäisyydellä raitiotien keskilinjasta. Näin ollen riski rakenteiden vaurioitumiselle kohteessa raideliikenteen takia on olemattoman pieni.

6.4 Ihmisen kokema tärinä, kumipyöräliikenne

Tärinätulokset on esitetty tärinäkartassa liitteessä 3 kohteen osalta tärinävyöhykkeinä. Korkeimmat värähtelytasot esiintyvät arvioinnin perusteella upotettujen reunakivien kohdalla, ja ohjearvon 0,30 mm/s:n vyöhykkeen raja ylittää noin 11 m etäisyydelle. Asfaltilla raja on alle 5 m etäisyydellä. Näitä etäisyyksiä lähempänä ei ole yhtään rakennusta. Ohjearvoa 0,60 mm/s vastaava vyöhyke sijaitsee puolestaan lähempänä kadun reunaa, joten sekään ei yllä rakennusten kohdalle. Näin ollen kohteessa riski tärinän ohjearvojen 0,30 ja 0,60 mm/s ylittymiselle kumipyöräliikenteen takia on pieni.

6.5 Runkomelu, kumipyöräliikenne

Runkomelutulokset on esitetty runkomelukartassa liitteessä 4 runkomeluvyöhykkeenä. Ohjearvoa 35 dB vastaava vyöhyke ylittää kohteen kohdalla noin 8 m etäisyydelle raitiotien keskilinjasta. Tätä etäisyyttä lähempänä kadun reunaa ei ole yhtään rakennusta. Ohjearvoa 40 dB vastaava vyöhyke sijaitsee lähempänä kadun reunaa, joten sekään ei yllä rakennusten kohdalle. Näin ollen kohteessa riski runkomelun ohjearvojen 35 ja 40 dB ylittymiselle kumipyöräliikenteen takia on pieni.

6.6 Vaurioitumisriski, kumipyöräliikenne

Arvioitu värähtelyn maksimitaso kaava-alueella ylittää vaurioitumisriskille määritetyn raja-arvon 3,25 mm/s maksimissaan alle 2 m etäisyydellä kadusta pehmeillä maaperillä. Näin ollen riski rakenteiden vaurioitumiselle kohteessa kumipyöräliikenteen takia on ole-mattoman pieni.

7 Loppupäätelmä ja jatkosuunnittelu

Laskennallisen selvityksen perusteella raideliikenteen tai kumipyöräliikenteen runkomelua ja tärinää ei tarvitse ottaa kohteen jatkosuunnittelussa huomioon.

LIITTEET

1. Tärinäkartta, raideliikenne (2 s.)
2. Runkomelukartta, raideliikenne (2 s.)
3. Tärinäkartta, kumipyöräliikenne (3 s.)

4. Runkomelukartta, kumipyöräliikenne (3 s.)

LÄHTEET

A-Insinöörit Suunnittelu Oy. 2023a. AINS 1620260.6 Tampereen henkilöra-tapiha. Eristysjatkosten akustiset mittaukset.

A-Insinöörit Suunnittelu Oy. 2023b. AINS 1619657.1 Oulun OP. Kaavavai-heen liikennemeluselvitys.

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

Maankäyttö- ja rakennusasetus (895/1999). <https://www.finlex.fi/fi/lainsaa-danto/1999/895>

RIL 253-2024. 2024. Rakentamisen aiheuttamat tärinät.

SFS 5907. 2022. Rakennusten akustinen suunnittelu ja laatuluokitus. Hel-sinki, Suomen Standardisoimisliitto SFS ry.

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

Talja, A. ja Saarinen, A. 2009. Maaliikenteen aiheuttaman runkomelun arvi-ointi. Esiselvitys. Espoo, VTT Tiedotteita 2468.

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

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



Tärinäkartta Liite 1 Raideliikenne: raitiovaunu	Rakennusten tärinä Alle 0.3 mm/s 0.3–0.6 mm/s Yli 0.6 mm/s	Maaperä Hiekkamoreeni Karkea hieta Täytemaa	Raiteet ja maankäyttö Suunniteltu raidegeometria Kaava-alue Tärinävyöhyke Raja: 0.3 mm/s	TILAAJA Oulun kaupunki SUUNNITTELIJA A-INSINÖÖRIT PIIRT. 30.6.2026 Juho Liski SUUN. 30.6.2026 Juho Liski TARK. 30.6.2026 Benjamin Oksanen HYV. 30.6.2026 Timo Huhtala	SUUNNITTELUVAIHE Kaavoitus MITTAKAAVA 1:1000 RATAOSAN NRO - KOORDINAATTI- JA KORKEUSJÄRJ. ETRS-TM35-FIN/N2000	HANKE Raksilan joukkoliikennereitin asemakaava Tärinä- ja runkomeluselvitys LEHTI 1 LEHTIÄ 2
--	--	---	---	--	--	---



0 m 10 20 30 40 50



Tärinäkartta Liite 1 Raideliikenne: raitiovaunu	Rakennusten tärinä Alle 0.3 mm/s 0.3–0.6 mm/s Yli 0.6 mm/s	Maaperä Hiekkamoreeni Karkea hieta Täytemaa	Raiteet ja maankäyttö Suunniteltu raidegeometria Kaava-alue Tärinävyöhyke Raja: 0.3 mm/s		TILAAJA Oulun kaupunki SUUNNITTELIJA A-INSINÖÖRIT PIIRT. 30.6.2026 Juho Liski SUUN. 30.6.2026 Juho Liski TARK. 30.6.2026 Benjamin Oksanen HYV. 30.6.2026 Timo Huhtala	SUUNNITTELUVAIHE Kaavoitus MITTAKAAVA 1:1000 RATAOSAN NRO - KOORDINAATTI- JA KORKEUSJÄRJ. ETRS-TM35-FIN/N2000	HANKE Raksilan joukkoliikennereitin asemakaava Tärinä- ja runkomeluserelvitys		



Runkomelukartta Liite 2 Raideliikenne: raitiovaunu	Rakennusten runkomelu Alle 35 dB 35–45 dB Yli 45 dB	Maaperä Hiekkamoreeni Karkea hieta Täytemaa	Raiteet ja maankäyttö Suunniteltu raidegeometria Kaava-alue Runkomeluvyöhyke Raja: 35 dB		TILAAJA Oulun kaupunki SUUNNITTELIJA A-INSINÖÖRIT PIIRT. 30.6.2026 Juho Liski SUUN. 30.6.2026 Juho Liski TARK. 30.6.2026 Benjamin Oksanen HYV. 30.6.2026 Timo Huhtala	SUUNNITTELUVAIHE Kaavoitus MITTAKAAVA 1:1000 RATAOSAN NRO - KOORDINAATTI- JA KORKEUSJÄRJ. ETRS-TM35-FIN/N2000	HANKE Raksilan joukkoliikennereitin asemakaava Tärinä- ja runkomeluselvitys LEHTI 1LEHTIÄ 2
---	---	---	--	--	---	---	--



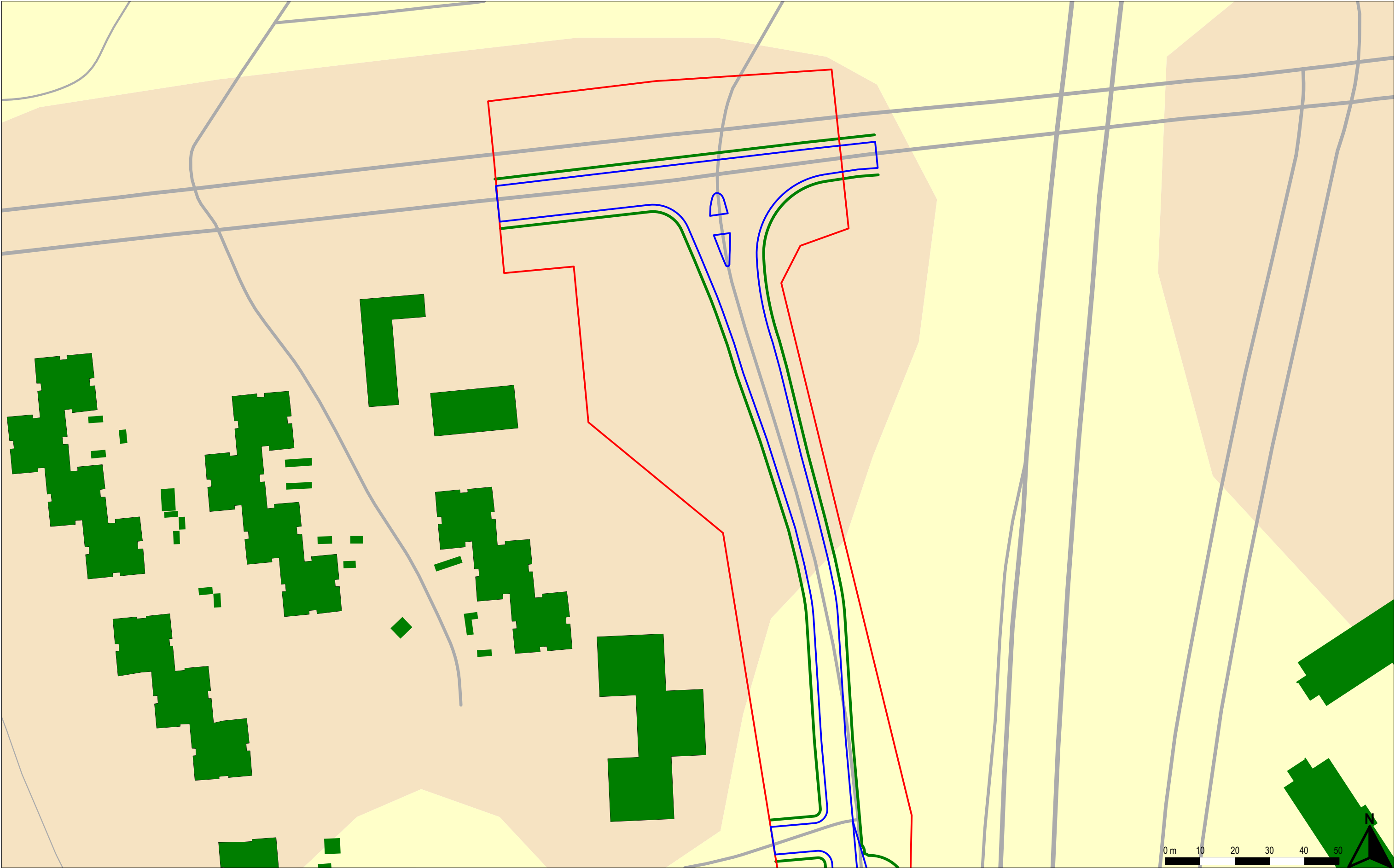
Runkomelukartta Liite 2 Raideliikenne: raitiovaunu		Rakennusten runkomelu Alle 35 dB 35–45 dB Yli 45 dB		Maaperä Hiekkamoreeni Karkea hieta Täytemaa		Raiteet ja maankäyttö Suunniteltu raidegeometria Kaava-alue Runkomeluvyöhyke Raja: 35 dB		TILAAJA Oulun kaupunki SUUNNITTELIJA A-INSINÖÖRIT PIIRT. 30.6.2026 Juho Liski SUUN. 30.6.2026 Juho Liski TARK. 30.6.2026 Benjamin Oksanen HYV. 30.6.2026 Timo Huhtala		SUUNNITTELUVAIHE Kaavoitus MITTAKAAVA 1:1000 RATAOSAN NRO - KOORDINAATTI- JA KORKEUSJÄRJ. ETRS-TM35-FIN/N2000		HANKE Raksilan joukkoliikennereitin asemakaava Tärinä- ja runkomeluselvitys		LEHTI 2 LEHTIÄ 2	
---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	---	--	--	--	------------------	--



Tärinäkartta Liite 3 Kumipyöräliikenne: linja-auto	Rakennusten tärinä Alle 0.3 mm/s 0.3–0.6 mm/s Yli 0.6 mm/s	Maaperä Hiekkamoreeni Karkea hieta Täytemaa	Tiet ja maankäyttö Tien/kiveyksen reuna Kaava-alue Tärinävyöhyke Raja: 0.3 mm/s	TILAAJA Oulun kaupunki SUUNNITTELIJA A-INSINÖÖRIT PIIRT. 30.6.2026 Juho Liski SUUN. 30.6.2026 Juho Liski TARK. 30.6.2026 Benjamin Oksanen HYV. 30.6.2026 Timo Huhtala	SUUNNITTELUVAIHE Kaavoitus MITTAKAAVA 1:1000 RATAOSAN NRO - KOORDINAATTI- JA KORKEUSJÄRJ. ETRS-TM35-FIN/N2000	HANKE Raksilan joukkoliikennereitin asemakaava Tärinä- ja runkomeluselvitys LEHTI 1 LEHTIÄ 3
---	---	--	--	--	---	---



Tärinäkartta Liite 3 Kumipyöriäliikenne: linja-auto	Rakennusten tärinä Alle 0.3 mm/s 0.3–0.6 mm/s Yli 0.6 mm/s	Maaperä Hiekkamoreeni Karkea hieta Täytemaa	Tiet ja maankäyttö Tien/kiveyksen reuna Kaava-alue Tärinävyöhyke Raja: 0.3 mm/s		TILAAJA Oulun kaupunki SUUNNITTELIJA A-INSINÖÖRIT PIIRT. 30.6.2026 Juho Liski SUUN. 30.6.2026 Juho Liski TARK. 30.6.2026 Benjamin Oksanen HYV. 30.6.2026 Timo Huhtala	SUUNNITTELUVAIHE Kaavoitus MITTAKAAVA 1:1000 RATAOSAN NRO - KOORDINAATTI- JA KORKEUSJÄRJ. ETRS-TM35-FIN/N2000	HANKE Raksilan joukkoliikennereitin asemakaava Tärinä- ja runkomeluserveys LEHTI 2LEHTIÄ 3
--	--	---	---	--	---	---	---

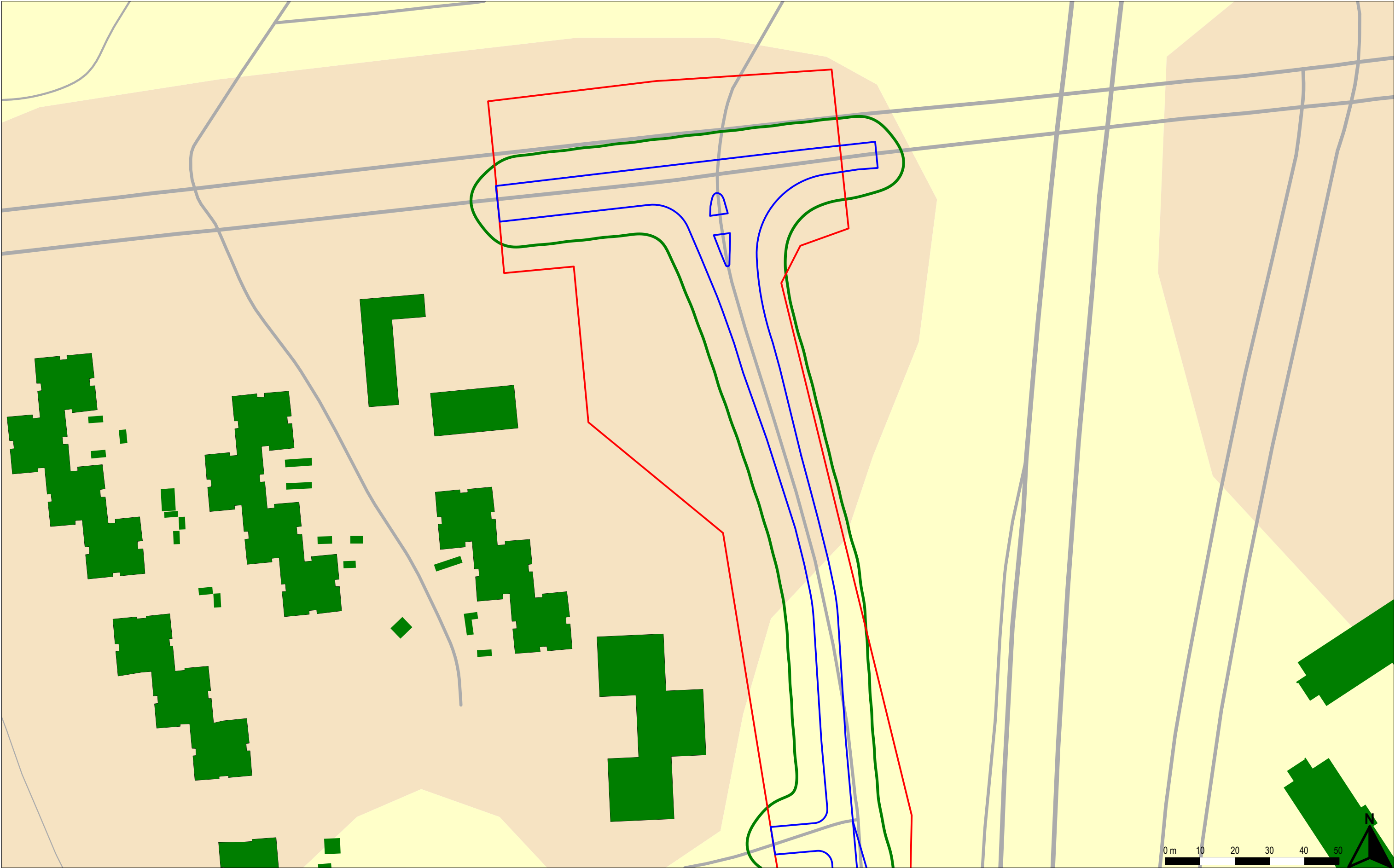


Tärinäkartta Liite 3 Kumipyöräliikenne: linja-auto	Rakennusten tärinä Alle 0.3 mm/s 0.3–0.6 mm/s Yli 0.6 mm/s	Maaperä Hiekkamoreeni Karkea hieta Täytemaa	Tiet ja maankäyttö Tien/kiveyksen reuna Kaava-alue Tärinävyöhyke Raja: 0.3 mm/s		TILAAJA Oulun kaupunki SUUNNITTELIJA A-INSINÖÖRIT PIIRT. 30.6.2026 Juho Liski SUUN. 30.6.2026 Juho Liski TARK. 30.6.2026 Benjamin Oksanen HYV. 30.6.2026 Timo Huhtala	SUUNNITTELUVAIHE Kaavoitus MITTAKAAVA 1:1000 RATAOSAN NRO - KOORDINAATTI- JA KORKEUSJÄRJ. ETRS-TM35-FIN/N2000	HANKE Raksilan joukkoliikennereitin asemakaava Tärinä- ja runkomeluserelvitys LEHTI 3LEHTIÄ 3
---	--	---	---	--	---	--	--



Runkomelukartta Liite 4 Kumipyöraliikenne: linja-auto	Rakennusten runkomelu Alle 35 dB 35–45 dB Yli 45 dB	Maaperä Hiekkamoreeni Karkea hieta Täytemaa	Tiet ja maankäyttö Tien/kiveyksen reuna Kaava-alue Runkomeluvyöhyke Raja: 35 dB		TILAAJA Oulun kaupunki SUUNNITTELIJA A-INSINÖÖRIT PIIRT. 30.6.2026 Juho Liski SUUN. 30.6.2026 Juho Liski TARK. 30.6.2026 Benjamin Oksanen HYV. 30.6.2026 Timo Huhtala	SUUNNITTELUVAIHE Kaavoitus MITTAKAAVA 1:1000 RATAOSAN NRO - KOORDINAATTI- JA KORKEUSJÄRJ. ETRS-TM35-FIN/N2000	HANKE Raksilan joukkoliikennereitin asemakaava Tärinä- ja runkomeluselvitys LEHTI 1LEHTIÄ 3
--	---	---	---	--	---	---	--





Runkomelukartta Liite 4 Kumipyöraliikenne: linja-auto		Rakennusten runkomelu Alle 35 dB 35–45 dB Yli 45 dB	Maaperä Hiekkamoreeni Karkea hieta Täytemaa	Tiet ja maankäyttö Tien/kiveyksen reuna Kaava-alue Runkomeluvyöhyke Raja: 35 dB	TILAAJA Oulun kaupunki SUUNNITTELIJA A-INSINÖÖRIT PIIRT. 30.6.2026 Juho Liski SUUN. 30.6.2026 Juho Liski TARK. 30.6.2026 Benjamin Oksanen HYV. 30.6.2026 Timo Huhtala	SUUNNITTELUVAIHE Kaavoitus MITTAKAAVA 1:1000 RATAOSAN NRO - KOORDINAATTI- JA KORKEUSJÄRJ. ETRS-TM35-FIN/N2000	HANKE Raksilan joukkoliikennereitin asemakaava Tärinä- ja runkomeluselvitys
						LEHTI 3	LEHTIÄ 3