

Kokkolan kaupunki

# KIP-ITÄINEN, RAIDELIIKENTEN TÄRINÄKARTOITUS

10.10.2022

Kokkolan kaupunki

Jouni Laitinen

Envineer Oy

Laura Raerinne

Teea Uusimäki

[etunimi.sukunimi@envineer.fi](mailto:etunimi.sukunimi@envineer.fi)

[www.envineer.fi](http://www.envineer.fi)

Y-tunnus: 2850396-1

Projektinnumero: 11621

# SISÄLLYSLUETTELO

1	Johdanto .....	1
2	Suunnittelualue .....	1
2.1	Sijainti .....	1
2.2	Maankäyttö .....	1
2.3	Kaavaratkaisun kuvaus .....	1
3	Pohjaolosuhteet .....	2
4	Tärinäkartoitus .....	7
4.1	Tärinäalueiden kuvaus .....	7
4.2	Tärinäkartoituksen tarkkuustaso .....	7
4.3	Juna- ja maaperätiedot .....	7
4.4	Rajauksen periaate .....	9
4.5	Laskentamenetelmä .....	9
4.6	Tulokset .....	10
5	Yhteenveto .....	12
6	Lähteet .....	13

# 1 JOHDANTO

KIP-Itäisen asemakaavamuutoksen ja laajennuksen tavoitteena on tehostaa olemassa olevan teollisuusalueen maankäyttöä ja mahdollistaa vaarallisia kemikaaleja valmistavan tai varastoivan teollisen toiminnan harjoittaminen alueella. Kaavan toteutumisen myötä sen arvioidaan tuovan Kokkolaan ja sen lähialueille huomattavasti uusia työpaikkoja. KIP-Itäisen suunnittelualueelle on katsottu tarpeelliseksi laatia asemakaavamuutoksen yhteydessä tärinäkartoitus.

Envineer Oy on arvioinut raideliikenteen tärinävaikutusten suuruutta KIP-Itäisen suunnittelualueella. Tärinä voi joskus olla osasyy vaurioihin tai rajoittaa herkkien instrumenttien käyttöä. Tärinäalueiden kartoitusta hyödynnetään maankäytön suunnittelun yhteydessä. Kartoituksessa kaava-alue rajataan ja luokitellaan normaalikuntoisten rakennusten tärinäalttiuden kannalta kolmeen vyöhykkeeseen, joiden perusteella voidaan arvioida alueen soveltuvuutta eri käyttötarkoituksiin. Tässä tapauksessa kartoitus ja tärinäalueiden rajaaminen perustuu käytettävissä olevien lähtötietojen perusteella laskennallisesti arvioituun maaperän värähtelyyn.

## 2 SUUNNITTELUALUE

### 2.1 Sijainti

Suunnittelualue sijaitsee Kokkolan suurteollisuusalueella (Kokkola Industrial Park), noin 2 km Kokkolan keskustasta länteen. Alue sijoittuu Kemirantien ja Ykspihlajan väliratapihan väliselle alueelle. Etelässä alueen poikki kulkee Kokkola-Ykspihlaja-rataosa Ykspihlaja tavara -liikenneasemalle. Etelässä alue rajautuu Ykspihlajan asuinalueeseen ja pohjoisessa Neste Oil Oy:n varastoalueeseen. Suunnittelualue on kooltaan noin 87 ha. Suunnittelualueen sijainti on esitetty kuvassa 2.

### 2.2 Maankäyttö

Suunnittelualue sijaitsee Kokkolan suurteollisuusalueella ja on maankäytöltään teollisuustoimintavaltainen. Teollisuuden lisäksi alueella on havumetsää.

Kokkola-Ykspihlaja-rataosa jakautuu kahteen osaan ennen suunnittelualueita: toinen osa kulkee suunnittelualueen poikki Ykspihlajan tavara -liikenneasemalle ja toinen osa kulkee suunnittelualueen itäpuolella Ykspihlajan väliratapiha -liikenneasemalle. Suunnittelualueen poikki kulkee myös Satamatie. Suunnittelualueella sijaitsee suojeltu dyynimuodostuma, jota koskien on laadittu kaupungille Envineer Oy:n toimesta vuonna 2020 ekologinen kompensatioselvitys.

### 2.3 Kaavaratkaisun kuvaus

Asemakaavanmuutos ja laajennus tarjoaa kaavaratkaisullaan monipuolisemmat edellytykset teolliselle toiminnalle mahdollistamalla merkittävien, vaarallisten kemikaaleja valmistavien tai varastoivien laitosten sijoittumiselle alueelle. Suunnittelualueelle on osoitettu kaavamerkintä T/kem, jonka alueelle saa sijoittaa merkittävän, vaarallisia kemikaaleja valmistavan tai varastoivan

laitoiksen. T/kem-alueelle saadaan sijoittaa myös muita teollisuus- ja varastorakennuksia, toimintoja tukevia tai palvelevia rakennuksia, rakennelmia, liikenneyhteyksiä ja verkostoja. Tarkempi kaavaratkaisun kuvaus on esitetty kaavaselostuksessa.

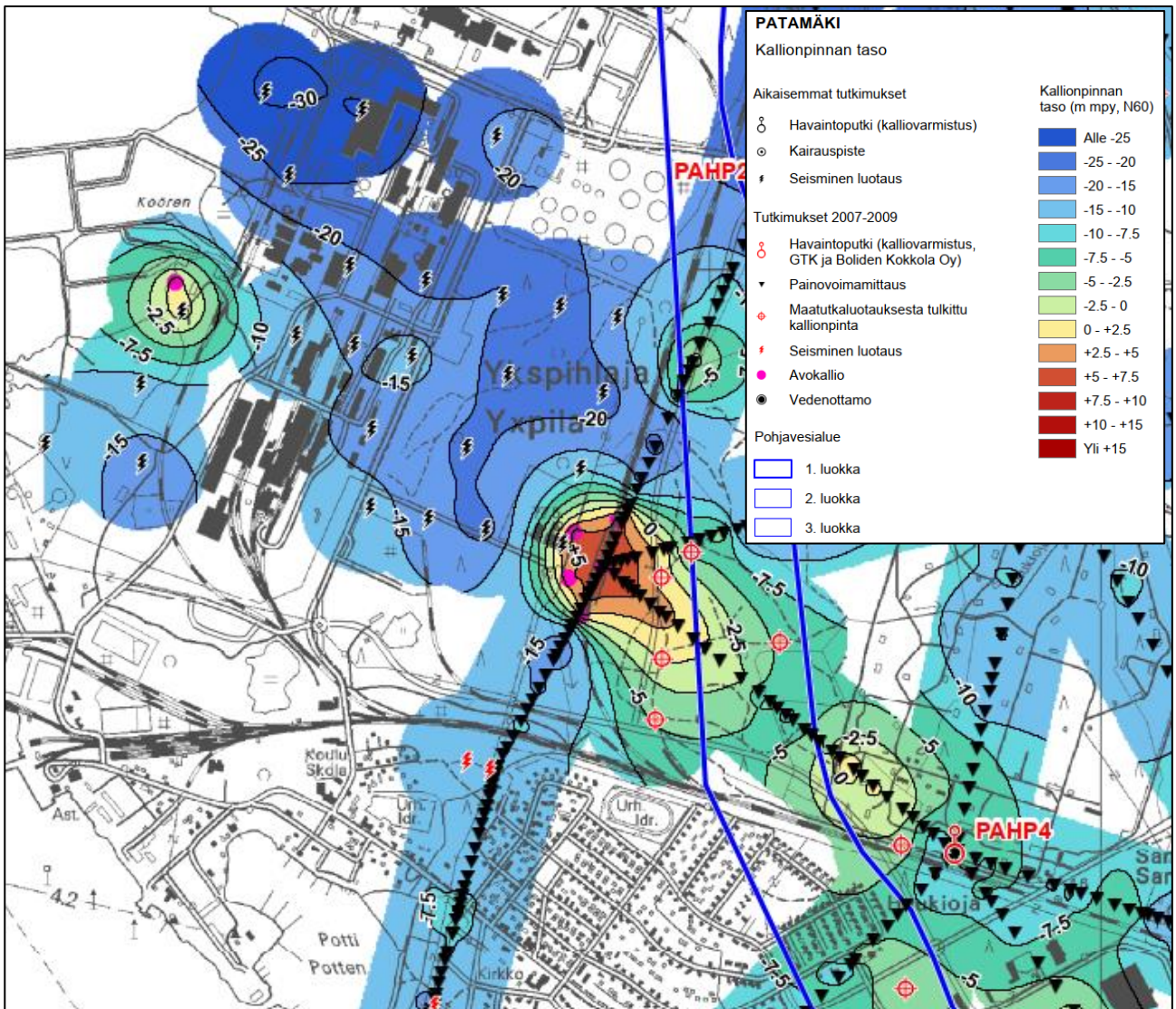
Suunnittelualueelle on asemakaavanmuutoksen yhteydessä laadittu tärinäkartoituksen lisäksi mm. suuronnettomuusselvitys, hulevesisuunnitelma sekä melumallinnus.

### **3 POHJAOLosuhteet**

Alueen pohjaolosuhteita on arvioitu GTK:n maaperäkartan (1:20 000), alueella ja sen läheisyydessä tehtyjen pohjatutkimusten sekä GTK:n Patamäen pohjavesialueen geologisen rakenteen selvitys 2007–2009-raportissa esitettyjen tietojen perusteella.

Maanpinnan korkeus suunnittelualueella vaihtelee noin +5...12,5-tasolla (N2000). Ykspihlaja tavara-liikenneaseman vieressä maanpinnan korkeus on noin +5-tasolla, lukuun ottamatta haarautuvan rataosuuden eteläpuolella olevaa hiekkadyyniä, jonka lakialue on noin 5 m maanpintaa korkeammalla. Ykspihlaja väliratapiha -liikenneaseman vieressä maanpinta on korkeimmillaan kalliokohouman kohdalla noin +10-tasolla, ja muulla alueella noin +5...7-tasolla. Ykspihlaja väliratapihan rataosuus kulkee moreenimäen poikki maaleikkauksessa. Ykspihlaja väliratapihan läheisyydessä kulkee lounaasta koilliseen noin 2,5...5 m ympäröivää maanpintaa korkeampi hiekkadyyni (korkeus noin +7,5...11).

Suunnittelualue on vanhaa merenpohjaa, joka on maan kohoamisen seurauksena paljastunut kokonaisuudestaan merestä viimeisen 2500-3000 vuoden aikana. Kallionpintatasoa on selvitetty GTK:n Patamäen pohjavesialueen geologisen rakenteen selvityksen yhteydessä. Selvitykset ulottuvat suunnittelualueen alueen pohjoisosaan, Ykspihlaja väliratapihan läheisyyteen. Teollisuusalueella sijaitsee suuri, yhtenäinen kalliopainanne, jossa kallionpinta on noin -15...-20-tasolla. Kallionpinta nousee kohti itää, ja on korkeimmillaan noin +5-tasolla alueen itäreunassa sijaitsevan kalliokohouman kohdalla. Kalliokohouman kohdalla on havaittu myös avokallioita. Kallionpinnan taso suunnittelualueella ja sen läheisyydessä on esitetty kuvassa 1. (GTK 2009)



Kuva 1. Kallionpinnan taso suunnittelualueella ja sen läheisyydessä. (GTK 2009)

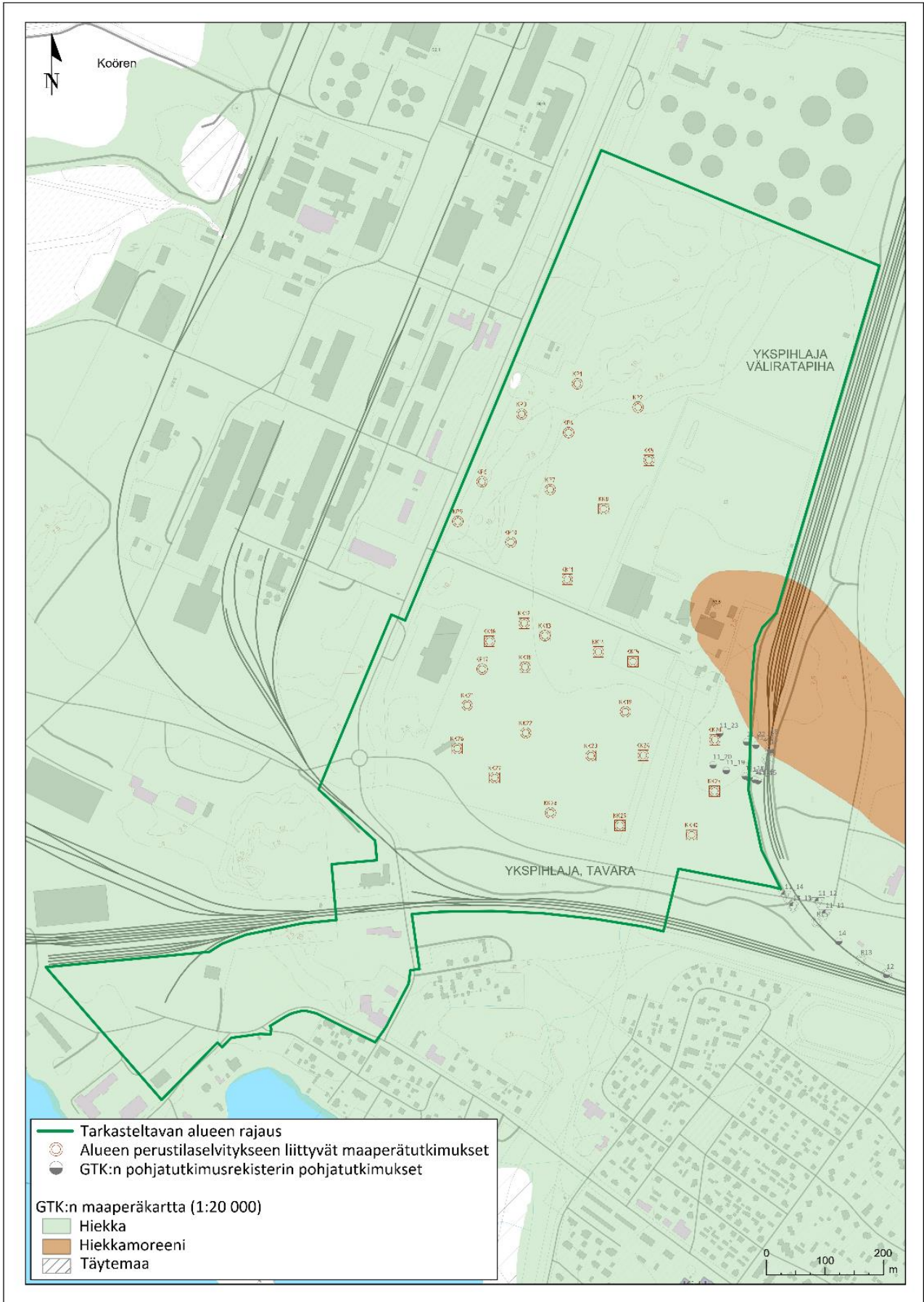
GTK:n maaperäkartan mukaan alueen pinta- ja pohjamaalajina on pääosin hiekka. Ykspihlaja väliratapiha -liikenneaseman kohdalla on muuta ympäristöä korkeampi moreeni- ja kalliomäki, jonka maalajina on GTK:n maaperäkartan mukaan hiekkamoreeni. GTK:n Patamäen pohjavesialueen geologisen rakenteen selvityksen mukaan maaperä suunnittelualueella on enimmäkseen noin 10 metrin syvyyteen saakka ranta- tai tuulikerrostumahiekkää (maalajiltaan hiekkää tai hienoa hiekkää), jonka alapuolella on pääasiassa syvän veden silttejä. Tuuli on muovannut alueen rantavalleja ja -hiekoja edelleen dyynimuodostelmiksi. Maaperän pohjavedenpinnan alapuolisten maakerrosten oletetaan olevan korkeintaan tyydyttävästi vettä johtavia kerrostumia. (GTK 2009) GTK:n Patamäen pohjavesialueelta tekemän virtausmallinnuksen mukaan hiekan vedenjohtavuudeksi suunnittelualueella on arvioitu noin 0,00005 m/s (GTK 2011), joka sijoittuu hiekan ja siltin likimääräisten vedenjohtavuusarvojen välimaastoon (Rantamäki et al. 2009).

Ykspihlaja väliratapihan läheisyydestä on tehty maaperätutkimuksia alueen perustilaselvityksen yhteydessä vuonna 2022. Näytteitä otettiin 30 eri pisteestä, osa kairakoneella ja osa koekuopista. Näytteenotto ulotettiin näytepisteissä noin 3 metrin syvyydelle tai pohjavesipintaan asti. Näytteet otettiin 0–0,5 m, 0,5–1,0 m, 1,0–2,0 m ja 2,0–3,0 m kerrospaksuutta edustavina näytteinä.

Näytteistä kirjattiin mm. maalajia, maaperän kerrosrakennetta, pohjaveden esiintymistä sekä mahdollista haitta-aineiden esiintymistä koskevat aistinvaraiset havainnot. Mahdollisia rakeisuustutkimusten tuloksia ei ollut alueelta käytettävissä, joten maalajiarviot perustuvat vain näytteenottajan havaintoihin. Silmämääräisen arvion mukaan kaikkien näytteiden maalajina oli hiekka ja ne edustivat luonnonmaata.

Suunnittelualueen kaakkoiskulmassa ja sen lähistössä on rautatien läheisyydestä tehty nykyisen Väyläviraston toimesta vuosien 2010-2020 välillä paino- ja puristinheijarikairauksia sekä otettu maaperänäytteitä. Niiden mukaan alueella on tiiviydeltään vaihtelevaa hiekkaa ja siltistä hiekkaa. (GTK 2022)

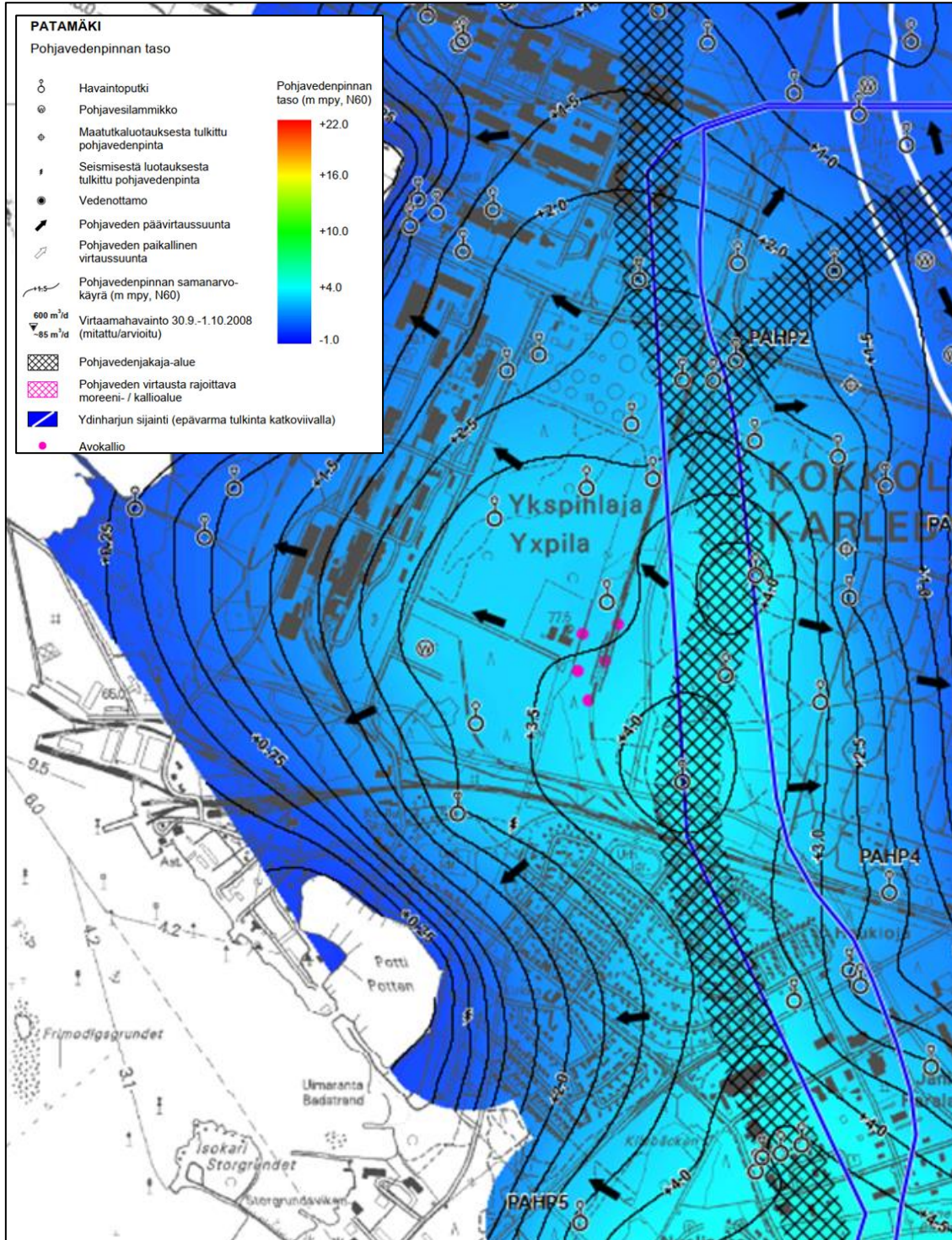
GTK:n maaperäkartta ja alueella ja sen läheisyydessä tehdyt pohjatutkimuspisteet on esitetty **kuvassa 2.**



**Kuva 2.** Suunnittelualueen maaperäolosuhteet (GTK:n maaperäkarta) ja tehdyt maaperä- ja pohjatutkimukset.



Alueen pohjavedenpinnan tasoa on selvitetty GTK:n Patamäen pohjavesialueen geologisen rakenteen selvityksen yhteydessä (**kuva 3**). Pohjavedenpinnan taso suunnittelualueella laskee noin +4-tasosta tasolle +0 kohti merenrantaa. Maanpinnasta lukien tarkasteltuna pohjavedenpinnan taso on Ykspihlaja väliratapiha -radan läheisyydessä alle 1,5 m syvyydellä maanpinnasta ja Ykspihlaja tavara -radan läheisyydessä 1,5...3,0 m syvyydellä maanpinnasta, mutta suunnittelualueella on kuitenkin yksittäisiä alueita, kuten dyynimuodostumat ja kalliokohouma, joiden kohdalla pohjavedenpinta on maanpinnasta lukien syvemmällä.



**Kuva 3.** Pohjavedenpinnan taso suunnittelualueella ja sen läheisyydessä. (GTK 2009)

# 4 Tärinäkartoitus

## 4.1 Tärinäalueiden kuvaus

Tärinäalueiden rajaaminen perustuu maaperän värähtelyyn, jonka pohjalta arvioidaan alueen soveltuvuutta eri käyttötarkoituksiin. Kartoituksessa kaava-alue rajataan ja luokitellaan normaalikuntoisten rakennusten tärinänsiedon perustella kolmeen vyöhykkeeseen (**taulukko 1**).

*Taulukko 1. Tärinävyöhykkeiden jaottelu kaava-alueella. (Törnqvist & Talja 2014)*

Alue	Kuvaus
V	Lähinnä rataa oleva alue, jolla maaperän tärinä on niin voimakasta, että se voi aiheuttaa vahinkoriskin rakennuksille tai rakenteille.
H	Hyväkuntoisiin tai tavanomaisiin rakennuksiin ei yleensä aiheudu käyttökelpoisuutta häiritseviä vaurioita, jos tärinä on huomioitu resonanssille herkkien rakenteiden suunnittelussa. Tärinä on kuitenkin yleensä selvästi havaittavissa ja voi rajoittaa toimintaa.
E	Tärinä ei aiheuta normaalikuntoisten rakenteiden vaurioitumista, mutta voi olla havaittavissa ja huomioitava suunnittelussa, mikäli alueella tärinälle herkkiä toimintoja tai laitteita.

## 4.2 Tärinäkartoituksen tarkkuustaso

Tärinäkartoitusta on tehty tarkastelutasolla 1. Tarkastelutasolla 1 kartoitus perustuu alueen juna- ja maaperätietoihin, ja se tehdään puoliempiirisillä laskentakaavoilla.

Tason 1 kartoituksessa rajataan ja luokitellaan yleispiirteisesti ne alueet, joilla junaliikenteen tärinä voi aiheuttaa haittaa. Tavoitteena on niiden maa-alueiden, rakenteiden, laitteiden sekä kohteiden tunnistaminen, joihin voi olla jatkosuunnittelussa tarpeen tehdä tärinämittauksia ja/tai tärinän vaimentamiseen liittyviä toimenpiteitä.

## 4.3 Juna- ja maaperätiedot

Raideliikenteen aiheuttaman tärinän syntyyn vaikuttavat pääosin junakalusto, ratarakenne sekä radan kunto ja alueen maaperäolosuhteet. Maaperäolosuhteet vaikuttavat sekä värähtelyn leviämisen lisäksi myös ympäristöön välittyvän värähtelyn taajuuteen.

Kokkola-Ykspihlaja-rataosa yhdistää Ykspihlajan liikennepaikan Kokkolan liikennepaikkaan. Ykspihlaja on erillinen liikennepaikka, joka jakautuu kahteen ratapihaan: Ykspihlaja tavaraan ja Ykspihlaja väliratapihaan. Ykspihlajan liikennepaikka raiteineen on esitetty **kuvassa 4**.

Kokkola-Ykspihlaja on yksiraiteinen rataosa, jonka kautta kulkevat mm. Kokkolan sataman kuljetukset, Yaran ja Bolidenin tuotantolaitosten kuljetukset sekä raakapuukuljetukset. Kuljetukset koostuvat pääosin rautapelletin, tuote- ja puolijalosteiden ja raakapuun kuljetuksista. (Liikennevirasto 2017) Keväällä 2022 transitio- eli kauttakulkuliikenne Venäjältä Kokkolan sataman kautta maailmalle keskeytyi pakotteiden vuoksi, mutta tätä ei ole huomioitu vähentävänä tekijänä selvityksessä.



Kuva 4. Ykspihlajan liikennepaikan osat ja Kokkolan satama-alueen yksityisraiteet (merkitty katkoviivalla). (Liikennevirasto 2017)

Ykspihlaja väliratapihalla on yksi sähköistämätön ja viisi sähköistettyä junakulktieraidetta. Lisäksi väliratapihalla on vetureiden ja vaunujen seisontaraiteita. Päällysrakenteen tukikerros on raidesepeliä ja ratapölkyt betonia. Radan suurin sallittu akselipaino on nykytilanteessa 22,5 tonnia. Junien maksiminopeus on 35 km/h. Väliratapiha on rakennettu pääosin vuosien 2009-2012 aikana. (Liikennevirasto 2017; Väylävirasto 2022) Ykspihlaja väliratapihalla liikennöi noin 10-15 tavarajunaa päivittäin (Fintraffic 2022).

Ykspihlaja tavara -ratapihalla on kolme sähköistämätöntä junakulktieraidetta sekä yksi vaunujen seisontaraide. Päällysrakenteen tukikerros on raidesoraa tai vastaavaa ja ratapölkyt puuta. Radan suurin sallittu akselipaino on nykytilanteessa 22,5 tonnia. Junien maksiminopeus on 35 km/h. (Liikennevirasto 2017; Väylävirasto 2022) Ykspihlaja tavara -ratapihalla liikennöi noin 5-10 tavarajunaa päivittäin (Fintraffic 2022).

Ykspihlaja väliratapiha- ja Ykspihlaja tavara -liikenneasemien liikenteen kehitysnäkymiä on arvioitu Liikenneviraston Kokkolan ja Ykspihlajan ratapihojen tarveselvityksen perusteella. Selvityksessä on nostettu esille liikenteen kehittymisen näkökulmasta erityisesti rautapellettikuljetukset Venäjältä Kokkolan satamaan, kotimaan kaivosten toimintaan liittyvät kuljetukset ja raakapuukuljetukset. Erityisesti rautapelletin transiitokuljetuksissa tavoitteena on siirtyä käyttämään ainoastaan täysimittaisia junia (60 vaunua, pituus noin 875 m, paino noin 5 400 t), jolloin maksimijunamäärä pienenee, mutta kuljetusten kokonaistonnimäärät kasvavat. (Liikennevirasto 2017) Kokkolan

strategisessa aluerakenneyleiskaavassa on nostettu esiin Kokkola-Ykspihlajan rataosuuden kehittäminen ja kaksoisraiteen rakentaminen (Kokkolan kaupunki 2022).

Laskelmiin perustuvassa arvioinnissa käytetään rataosan suurinta mahdollista junapainoa ja tämän tarkasteltavan junan suurinta mahdollista nopeutta. Tarkasteltavana junatyypinä käytetään täysmittaista rautapellettijunaa. Laskelmissa on käytetty samaa junatyyppiä molemmilla ratapihoilla, vaikka nykytilanteessa rautapellettikuljetukset kulkevatkin vain Ykspihlaja väliratapihan kautta.

Tärinän leviäminen on merkittäväntä pehmeissä ja vesipitoisissa maalajeissa, kuten savissa, silteissä, liejuissa ja turpeissa. Näiden lisäksi tärinä leviää merkittävästi myös vedellä kyllästyneillä, löyhillä hiekka-alueilla. Tärinän kannalta olennaisia maaparametreja ovatkin maalajin ja rakeisuuden lisäksi maan ja maakerrosten tiiveys ja lujuus sekä vesipitoisuus. (Törnqvist & Talja 2006, Törnqvist & Talja 2014)

Lähtötietojen perusteella arvioitujen maaperäolosuhteiden perusteella määräävänä tärinää johtavana maalajina on laskelmissa käytetty löyhää, hienoa hiekkaa. Pohjavedenpinta on Ykspihlaja väliratapiha -radan vieressä alle 1,5 m syvyydellä maanpinnasta ja Ykspihlaja tavara -radan vieressä 1,5...3,0 m syvyydellä maanpinnasta, joten maakerrokset on oletettu veden kyllästäviksi.

## 4.4 Rajauksen periaate

Radan puoleisten alueiden rajaus eri tärinävyöhykkeisiin perustuu laskennalliseen maaperän värähtelyn huippuarvoon ( $V_{max}$ ) eri etäisyyksillä radasta. Lisäksi rajauksessa on huomioitu oletettu maaperäolosuhteiden muuttuminen tarkasteltavalla alueella em. kappaleen mukaisesti. Taulukossa 2 on esitetty tärinävyöhykkeiden rajauksessa käytettävät värähtelyrajat maaperän värähtelylle.

*Taulukko 2. Tärinävyöhykkeiden rajauksessa käytettävät värähtelyrajat ( $v_{max}$ , mm/s) maaperän värähtelylle. (Törnqvist & Talja 2014)*

Määräävä tärinää johtava maalaji	Värähtelyssä vallitseva taajuus	V-alue	H-alue	E-alue
Löyhä hiekka	10...20 Hz	4,2 mm/s	1,4...4,2 mm/s	alle 1,4 mm/s

## 4.5 Laskentamenetelmä

Laskennallinen arviointi perustuu Norjassa kehitettyyn puoliempiiriseen ennustemalliin, joka pohjautuu sekä tunnettuihin fysikaalisiin lainalaisuuksiin että Norjassa ja Ruotsissa tehtyihin tärinämittauksiin. Laskentamalli on sovitettu Suomen olosuhteisiin Suomessa saatujen kokemusten perusteella mm. huomioimalla junan kokonaismassa yhdeksi muuttujaksi. Laskennallisessa arvioinnissa maaperän värähtely oletetaan samaksi sekä pysty- että vaakasuunnassa, joten se saattaa aliarvioida vaakavärähtelyä erityisesti radan lähellä ja yliarvioida sitä kauempana radasta. Mallissa ei ole myöskään huomioitu pohjamaan pehmeiden kerrosten paksumutta tai niiden alueellista ulottuvuutta, eli malli ei huomioi maaperäolosuhteiden muuttumista siirryttäessä rata-alueelta kauemmaksi tarkastellulle alueelle. Laskentamenetelmiin perustuvia rajauksia tuleekin jatkosuunnittelussa tarkentaa maaperästä ja rakennuksista tehdyillä värähtelymittauksilla. (Törnqvist & Talja 2006; Törnqvist & Talja 2014)

Maanpinnan värähtelyn huippuarvo ( $v_G$ ) halutulla etäisyydellä radasta lasketaan lausekkeella:

$$v_G = v_0 \cdot \left(\frac{D_0}{D}\right)^B \cdot \left(\frac{S}{S_0}\right)^A \cdot \frac{G}{G_0} \cdot k_R \cdot F,$$

jossa

- $v_0$  = värähtelyn perusarvo maassa etäisyydellä  $D_0 = 15$  m raiteen keskilinjasta ja jonka arvo saadaan taulukosta 4
- $D$  = tarkasteltava etäisyys
- $B$  = etäisyyseksponentti, jonka arvo saadaan taulukosta 4
- $S$  = tarkasteltavan junan nopeus
- $S_0 = 70$  km/h
- $A$  = nopeuseksponentti, jonka arvo vaihtelee välillä 0,9...1,1. Arvolla 1,0 junanopeuden ja heilahdusnopeuden yhteys on lineaarinen.
- $G$  = tarkasteltavan junan kokonaispaino
- $G_0 = 2\ 000$  tn
- $k_R$  = radan kunnosta riippuva kerroin, jonka arvo vaihtelee välillä 0,7...1,3 (esimerkiksi vanhalle yksiraiteiselle radalle kerroin on 1,3 ja uudelle moniraiteiselle radalle 0,7)
- $F$  = varmuuskerroin, jonka suositeltava arvo on 2. Jos yhtälö on kalibroitu kohteen maaperän tärinämittauksilla,  $F = 1$ .

**Taulukko 3.** Värähtelyn perusarvo  $v_0$  etäisyydellä  $D_0 = 15$  m sekä etäisyyseksponentti  $B$  eri maalajeille. (Törnqvist & Talja 2014)

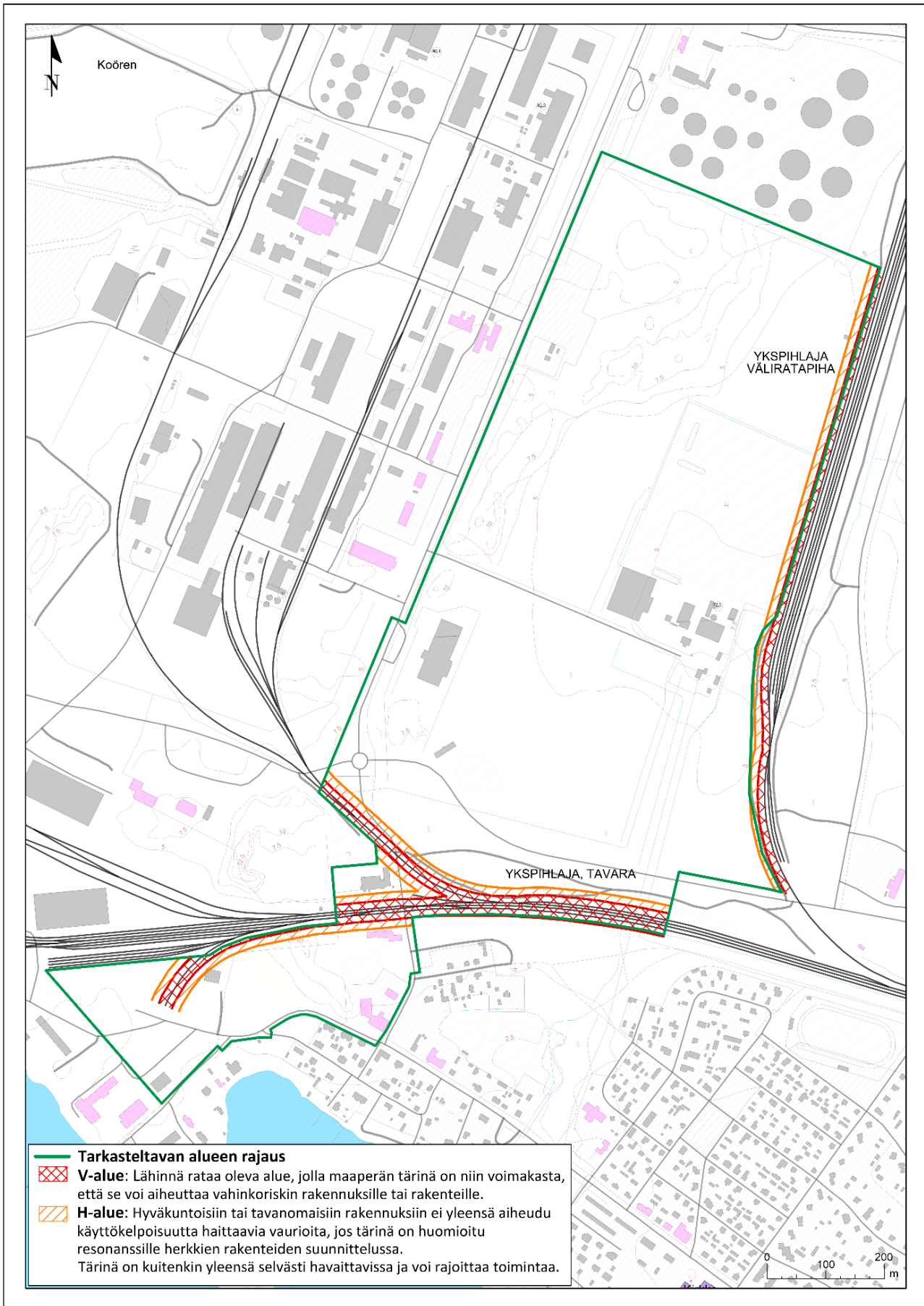
Määrävä tärinää johtava maalaji	Värähtelyn perusarvo $v_0$ tavarajunalle [mm/s]	Etäisyyseksponentti $B$ [-]
Hieno hiekka	0,4...0,9	0,9...1,5

## 4.6 Tulokset

Laskennan tulokset eri maalajeille on esitetty **taulukossa 5**. Tulosten perusteella määritetyt tärinävyöhykkeet on esitetty **kuvassa 5**.

**Taulukko 1.** Tärinävyöhykkeiden ulkorajojen etäisyydet radan keskipisteestä eri maaperäolosuhteissa.

Määrävä tärinää johtava maalaji	V-alueen ulkorajan etäisyys radan keskipisteestä [m]	H-alueen ulkorajan etäisyys radan keskipisteestä [m]
Hieno hiekka	12	25



Kuva 5. Tärinäkartoituksen tuloksena määritetyt tärinävyöhykkeet.

V-vyöhykkeellä tärinä voi aiheuttaa vahinkoriskin rakenteille tai rakennuksille. Tärinäkartoituksen perusteella määritetty vyöhyke jää kuitenkin aivan rata-alueen viereen, jolle ei ole kaavoituksessa suunniteltu rakennuksia tai rakenteita.

H-vyöhykkeellä tärinä voi olla selkeästi havaittavissa, mutta hyväkuntoisiin tai tavanomaisiin rakennuksiin ei yleensä aiheudu käyttökelpoisuutta haittaavia vaurioita. Tärinä voi kuitenkin rajoittaa toimintaa, erityisesti jos vyöhykkeelle suunnitellaan tärinälle herkkiä toimintoja, kuten tärinäherkkiä laitteita. H-vyöhyke sijoittuu kuitenkin vain 25 m päähän radasta, ja kaava-alueelle osoitettujen korttelialueiden reunaan.

H-vyöhykkeen ulkopuolella sijaitsee E-vyöhyke, jolla tärinä ei aiheuta normaalikuntoisten rakenteiden vaurioitumista, mutta voi olla havaittavissa ja huomioitava suunnittelussa, mikäli alueella tärinälle herkkiä toimintoja tai laitteita.

Suunnittelualueen tärinäkartoitukseen liittyy epävarmuustekijöitä, sillä laskennallinen selvitys on tehty asemakaavamuutoksen yhteydessä saatavilla olleiden tietojen pohjalta. Alueelta on ollut saatavilla rajallisesti pohjatutkimustietoja (kuva 2), joten pohjaolosuhteiden tarkennettua tulee alueelta tarvittaessa tehdä jatkosuunnittelun yhteydessä tarkentavia tärinäselvityksiä ja/tai tärinämittauksia.

## 5 YHTEENVETO

Raideliikenteestä aiheutuva merkittävä tärinä kohdistuu rata-alueelle ja sen välittömään läheisyyteen, jolle ei ole asemakaavan muutoksessa ja laajenuksessa osoitettu rakennuksia tai rakenteita. Tärinäkartoituksen tulosten perusteella kaavamerkinnän T/kem mukaisen vaarallisia kemikaaleja käsittelevän ja varastoivan laitoksen sijoittaminen suunnittelualueelle on mahdollista. Tärinäkartoitukseen liittyy epävarmuustekijöitä, sillä selvitys on tehty asemakaavamuutoksen yhteydessä saatavilla olleiden tietojen pohjalta.

## 6 LÄHTEET

Fintraffic. (2022). Avointa dataa liikenteen toimijoiden käyttöön.

GTK. Paalijärvi, M., Valjus T. & Lehtimäki, J. (2009). Patamäen pohjavesialueen geologisen rakenteen selvitys 2007–2009. Geologian tutkimuskeskus (GTK), tutkimusraportti.

GTK:n valtakunnallinen pohjatutkimusrekisteri. (2022).

GTK. Okkonen, J., Pasanen, A. & Ikonen, M. (2011). Patamäen pohjavesialueen virtausmallinnus. Geologian tutkimuskeskus (GTK), tutkimusraportti.

Kokkolan kaupunki. (2022). Kokkolan strateginen aluerakenneyleiskaava (hyväksytty 07.03.2022).

Liikennevirasto. Lapp, T., Iikkanen, P. & Lepistö, A. (2017). Kokkolan ja Ykspihlajan ratapihojen tarveselvitys.

Rantamäki, M., Jääskeläinen, R. & Tammirinne, M. (2009). Geotekniikka. Otatieto Oy.

Törnqvist, J. & Talja, A. (2006). Liikennetärinä: Suositus liikennetärinän arvioimiseksi maankäytön suunnittelussa. VTT:n tutkimusraportti.

Törnqvist, J. & Talja, A. (2014). Liikennetärinä: Alueiden tärinäkarttoitus ja rakenteiden vaurioitumisalttius. VTT:n tutkimusraportti.

Väylävirasto. (2022). Rautateiden verkkoselostuksen karttapalvelu.





envineer.fi