



Hattulan kunta
Yllitynmäen kaavamuutos, tärinäselvitys

Mauno Aho

FCG Finnish Consulting Group Oy

Raportti P49606 26.2.2024

Sisällys

| | | |
|-----|---|---|
| 1 | Taustaa | 2 |
| 2 | Lähtötiedot ja menetelmät | 3 |
| 2.1 | Maasto- maaperä- ja liikennetiedot | 3 |
| 2.2 | Tärinän arviointi | 3 |
| 3 | Arviointiperusteet | 5 |
| 3.1 | Tärinän aiheuttamat vauriot | 5 |
| 3.2 | Tärinän haitta asumisviihtyvyydelle | 6 |
| 4 | Tulokset | 7 |
| 4.1 | Vaurioriski..... | 7 |
| 4.2 | Haitat asumisviihtyvyydelle..... | 7 |
| 4.3 | Epävarmuusarvio..... | 7 |
| 5 | Johtopäätökset..... | 7 |

Liitteet:

Liite 1 Maaperä (A3 1:1000)

Liite 2 Vaurioriskialueet (A3 1:1000)

Liite 3 Tärinäluokat (A3 1:1000)

*FCG Finnish Consulting Group Oy ("FCG") on laatinut tämän raportin FCG:n asiakkaan ("Asiakas", eli Kiteen kaupungin) toimeksiannon ja ohjeiden mukaisesti. Tämä raportti on laadittu FCG:n ja Asiakkaan välisen sopimuksen ehtojen mukaisesti. **FCG ei ole vastuussa tästä raportista tai sen käytöstä suhteessa mihinkään muuhun tahoon kuin Asiakkaaseen.***

Tämä raportti voi perustua kokonaan tai osaksi kolmansien osapuolten FCG:lle antamiin tietoihin tai julkisiin lähteisiin ja näin ollen tietoihin, joihin FCG:llä ei ole ollut vaikutusmahdollisuuksia. FCG toteaa nimenomaisesti, ettei sillä ole vastuuta sille annettujen virheellisten tai puutteellisten tietojen perusteella.

Kaikki oikeudet (mukaan lukien tekijänoikeudet) tähän raporttiin kuuluvat FCG:lle, tai Asiakkaalle, mikäli niin on sovittu FCG:n ja Asiakkaan välillä. Tätä raporttia tai sen osaa ei saa muokata tai käyttää uudelleen toiseen tarkoitukseen ilman FCG:n kirjallista lupaa.

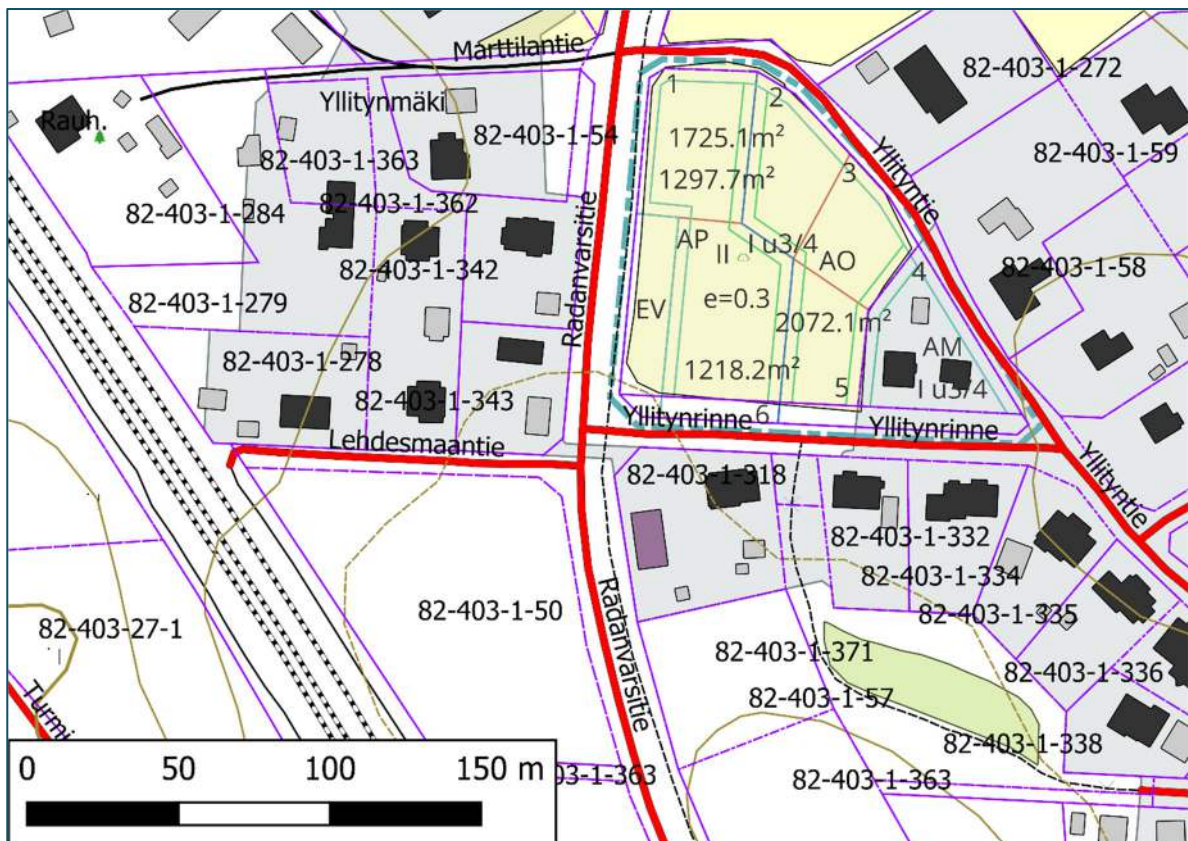
Yllitynmäen kaavamuutos, tärinäselvitys

1 Taustaa

Tämä selvitys on laadittu Hattulan kunnan Yllitynmäen asemakaavamuutoksen alueesta käyttäen lähtötietoina Geologian Tutkimuskeskuksen avointa maaperäkartta-aineistoa, Maanmittalaitoksen paikkatietokantaa sekä Väyläviraston avointa dataa rautatieliikenteestä ja ratainfrastrasta.

Konsultin yhteyshenkilönä toimi projektiarkkitehti Risto Ala-aho ja selvityksen laati insinööri Mauno Aho.

Asemakaavan muutoksen alue on rajattu seuraavassa kuvassa turkoosilla katkoviivalla.



Kuva 1: Kaava-alue ja alustava kaavatutkielma sekä rata.

2 Lähtötiedot ja menetelmät

2.1 Maasto- maaperä- ja liikennetiedot

Kartta-aineisto luotiin käyttäen Maanmittauslaitoksen avointa aineistoa, kuten Maastotietokantaa sekä kiinteistötietoja. Maaperätietoina käytettiin Geologian tutkimuskeskuksen avointa maaperäkartta-aineistoa. Kohteen alueella aineistoa oli saatavilla 1:20 000 mittakaavan tarkkuudella. Junien nopeudet selvitettiin Juliadatan avoimen aineiston avulla. Junien suurin paino arvioitiin historiatietojen avulla.

2.2 Tärinän arviointi

Tärinäarviointi tehtiin tarkkuustasolla 1, eli pelkän maaperätiedon ja laskentakaavojen avulla.

VTT:n julkaisun T2569 Ohjeita liikennetärinän arviointiin (Asko Talja 2011) mukaan asemakaavoituksen yhteydessä tärinäselvitys tulee pehmeällä maapohjalla laatia radasta 500 m etäisyydelle. Kokemuseräisen tiedon mukaan tällä etäisyydellä tärinä voi haitata asumista. Tämä raja on esitetty liitteinä olevissa kartoissa.

Raskaan maantieliikenteen osalta tärinähaittoja voi esiintyä pehmeällä maalla maantienopeuksilla noin 100 m etäisyydelle tiestä ja taajamanopeuksilla (40 km/h) noin 50 m etäisyydelle. Kovalla maalla mahdolliset haitat rajoittuvat noin 15 m etäisyyteen nopeudesta riippumatta.

Maaperä- ja liikennetietojen perusteella voidaan karkealla tasolla arvioida etäisyydet, joiden ulkopuolella tärinähaitat ovat epätodennäköisiä. Tarkempaan tulokseen päästään, kun tärinän laskennan parametrit sovitetaan mittaustulosten mukaan. Laskentamenettelyt on kuvattu VTT raportissa VTT-R-04703-14 Liikennetärinä: Alueiden tärinäkartoitus ja rakenteiden vaurioitumisalttius (Talja & Törnqvist 2014).

Maanpinnan värähtelyn huippuarvo lasketaan seuraavalla lausekkeella:

$$v_g = v_o * \left(\frac{D_o}{D}\right)^B * \left(\frac{S}{S_o}\right)^A * \frac{G}{G_o} * k_r * F, \text{ jossa}$$

- v_o = värähtelyn perusarvo maassa etäisyydellä $D_o = 15$ m raiteen keskilinjasta
- D = tarkasteltava etäisyys ja B sen etäisyydeksponentti
- S = junan nopeus, jos se on yli $70 \frac{km}{h} = S_o$, nopeuseksponentti $A = 0,9 \dots 1,1$, keskim. 1,0
- G = junan kokonaispaino t , $G_o = 2000$ t
- k_r = radan kunnosta riippuva kerroin, keskim. 1,0, Vanha yksiraiteinen rata $k_r = 1,3$, uusi moniraiteinen $k_r = 0,7$
- F = 2, käytetty varmuuskerroin, Jos perusyhtälö olisi kalibroitu tärinämittauksin $F = 1$.

Taulukko 1: Värähtelyn perusarvo v_0 ja etäisyyskseenponentti B maalajeittain

| Määrävä tärinää johtava maalaji | v_0 [mm/s], henkilöjunat suluissa | | B | |
|---|--|-----------|---------|---------|
| | Alaraja | Yläraja | Alaraja | Yläraja |
| Tärinäherkkä koheesiomaa (ljSa, ljSi, Lj) | 1,1 (0,7) | 1,7 (1,2) | 0,3 | 0,6 |
| Normaali koheesiomaa (Sa, saSi, Si) | 0,7 (0,5) | 1,2 (0,9) | 0,5 | 1 |
| Välimalajit (karkeaSi ja hkSi =hieta, hienoHk, KHT) | 0,4 (0,3) | 0,9 (0,6) | 0,9 | 1,5 |
| Karkearakeinen (Hk, Sr, HkMr, SrMr) | 0,3 (0,2) | 0,6 (0,4) | 1,4 | 2 |
| Kallio | - | - | 2 | 2 |

Maaperäkartan (Liite 1) mukaan maaperä radan alla on kaava-alueen kohdalla hiekkamoreenia ja alueen eteläpuolella karkeaa hietaa. Karkean hiedan alue jatkuu kaava-alueelle, mutta lounaispuolella on radan ja kaava-alueen väli pääosin savimaata. Kaava-alueen pohjoisosassa on myös savimaata. Ratapohjan kaivaustiedosta ilmeni, että myös radan alla on 2-4 metrin savikerros.

Ratakuntokertoimeksi oletettiin 1, joka vastaa jonkin verran kulunutta rataa.

Asumismukavuus arvioitiin VTT julkaisun T2569 mukaisin menetelmin. Koska mittauksia ei ole saatavilla, oletettiin tärinän tehollisarvoksi $v_{w,95} = 0,45 * v_{max}$. Edelleen oletettiin tärinän vahvistuskertoimeksi rakennuksen rungossa $k=1,5$.

3 Arviointiperusteet

3.1 Tärinän aiheuttamat vauriot

Voimakas tärinä voi aiheuttaa rakenteille vaurioriskin. Tyypillisimmillään tärinän aiheuttamat vauriot ovat halkeamia kivirakenteissa. Liikennetärinän aiheuttamalle vaurioitumisalttiudelle on annettu ohjearvot Rakennustiedon ohjeessa RIL253-2010 ja VTT julkaisussa VTT-R-04703-14. Koska uusilla alueilla ei ole vielä tiedossa rakennusten ominaisuuksia, tehdään alueiden rajaukset maaperän värähtelyn huippuarvon v_{max} perusteella.

Taulukko 2 Raideliikenteen aiheuttaman tärinän vaurioriski (VTT-R-04703-14).

| Alue | Alueen kuvaus | Heilahdusnopeuden huippuarvo (suurin komponentti) maaperässä v_{max} (mm/s) | | | |
|------|--|---|----------------------------------|--|----------------|
| | | Pehmeä savi, leikkauslujuus <25 kN/m ² | Sitkeä savi, silti, löyhä hiekka | Tiivis hiekka, sora, moreeni, rikkon. tai löyhä kallio | kiinteä kallio |
| | Värähtelyssä hallitseva taajuus | < 10 Hz | 10 -20 Hz | 20-50 Hz | >50 Hz |
| | Vauriot ovat mahdollisia | | | | |
| V | Lähinnä rataa oleva alue, jossa on vaurioriski rakennuksille ja rakenteille | 3 | 4,2 | 6 | 7,2 |
| | Haitat ovat mahdollisia, vauriot epätodennäköisiä | | | | |
| H | Hyväkuntoisiin ja tavanomaisiin rakennuksiin ei yleensä aiheudu niiden käyttökelpoisuutta haittaavia vaurioita, jos liikennetärinä on huomioitu resonanssille herkkien rakenteiden suunnittelussa. Tärinä on yleensä selvästi havaittavaa ja usein asumismukavuutta häiritsevää. | 1 - 3 | 1,4 – 4,2 | 2 -6 | 2,4 – 7,2 |
| | Haitat epätodennäköisiä | | | | |
| E | Tärinä voidaan havaita, mutta tärinä ei yleensä aiheuta normaalikuntoisten rakenteiden vaurioitumista. | < 1 | <1,4 | <2 | <2,4 |

3.2 Tärinän haitta asumisviihtyvyydelle

VTT on julkaisussaan Asko Talja: ”Suositus liikennetärinän mittaamisesta ja luokituksesta”, VTT tiedotteita 2278, (2004) esittänyt asuinrakennuksille käytettäväksi norjalaisen standardin NS 8176:1999 mukaista luokittelua:

Taulukko 3: Värähtelyluokitus ihmisille aiheutuvan haitan mukaan (VTT 2278)

| Värähtely-luokka | Kuvaus värähtelyolosuhteista | $V_{w,95}$ [mm/s] |
|------------------|---|-------------------|
| A | Hyvät asuinolosuhteet <i>Ihmiset eivät yleensä havaitse värähtelyitä.</i> | $\leq 0,10$ |
| B | Suhteellisen hyvät olosuhteet <i>Ihmiset voivat havaita värähtelyt, mutta ne eivät ole häiritseviä.</i> | $\leq 0,15$ |
| C | Suositus uusien rakennusten ja väylien suunnittelussa <i>Keskimäärin 15 % asukkaista pitää värähtelyitä häiritsevinä ja voi valittaa häiriöistä.</i> | $\leq 0,30$ |
| D | Olosuhteet, joihin pyritään vanhoilla asuinalueilla. <i>Keskimäärin 25 % asukkaista pitää värähtelyitä häiritsevinä ja voi valittaa häiriöistä.</i> | $\leq 0,60$ |

Värähtelyluokan C mukaan arvioitaviksi alueiksi katsotaan olemassa olevien väylien varsien alueet, joissa kaavaa laaditaan tai merkittävästi muutetaan ja alueet, joihin kohdistuvat ympäristövaikutukset muuttuvat uuden väylän vuoksi.

Yksittäiset olemassa olevien väylien varrella sijaitsevat uudisrakennukset tai väylän vähäiset muutokset arvioidaan luokan D mukaan. Yleisellä tasolla Suomessa junien aiheuttama tärinä nykyisillä asuinalueilla ylittää usein luokan D rajan ja haitan arviointi tulee tehdä tapauskohtaisesti.

Yllä oleva taulukko koskee normaaleja asuinrakennuksia. Jos rakennus on tarkoituksellisesti suunniteltu häiriöttömäksi (esimerkiksi korkeatasoiset asuinrakennukset, lepokodit, sairaalat), värähtelyluokan tulee olla yhtä luokkaa korkeampi.

Taulukon arvoja ei sovelleta rakennuksiin, joissa ihmiset ovat pääasiassa liikkeessä tai muut kuin liikenteestä aiheutuvat häiriöt voivat olla merkittävämpiä (esimerkiksi toimistot, kaupat, kahvilat, ostoskeskukset, tavaratalot, liikuntatilat).

4 Tulokset

4.1 Vaurioriski

Tärinäalueet rakennusten vaurioriskin suhteen on esitetty liitteessä 2. Kartalla on esitetty rautatieliikenteen tärinä vaurioriskialueet V ja H viivarasterein. Muu alue täyttää alueen E vaatimukset.

V-alue ulottuu radan itäpuolella noin 7 m etäisyydelle radasta.

H-alue ulottuu moreenin ja karkean hiedan alueella noin 16 m etäisyydelle radasta, mutta kaava-alueen lounaisosan kohdalla savikkoalueella noin 47 m etäisyydelle radasta. Kauempana, eli koko asemakaavamutoksen alueella vaurioluokka on E eli vauriot ovat epätodennäköisiä.

4.2 Haitat asumisviihtyvyydelle

Tärinä saattaa voimistua rakennuksessa riippuen rakennuksen ominaisuuksista. Tässä selvityksessä oletettiin rakennuksen vahvistavan maaperän värähtelyä 1,5-kertaiseksi. Kaksikerroksisissa ja korkeammissa rakennuksissa värähtely voi olla tätä voimakkaampaa, joten se on huomioitava perustus- ja rakennesuunnittelussa. Tärinä täyttää alueen lounaiskulmassa luokan D vaatimukset ja muualla kaava-alueella luokan C.

Uusien rakennusten perusvaatimuksena on tärinäluokka C.

4.3 Epävarmuusarvio

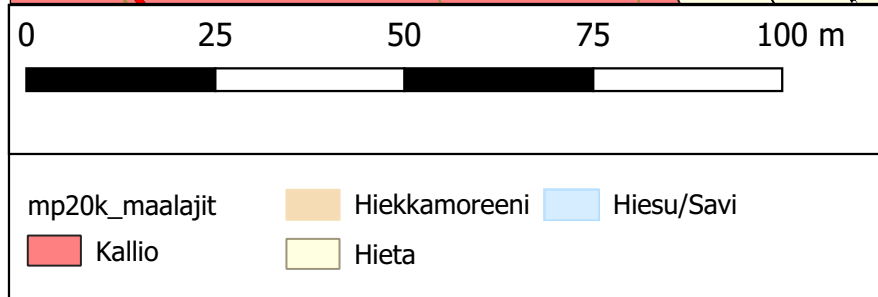
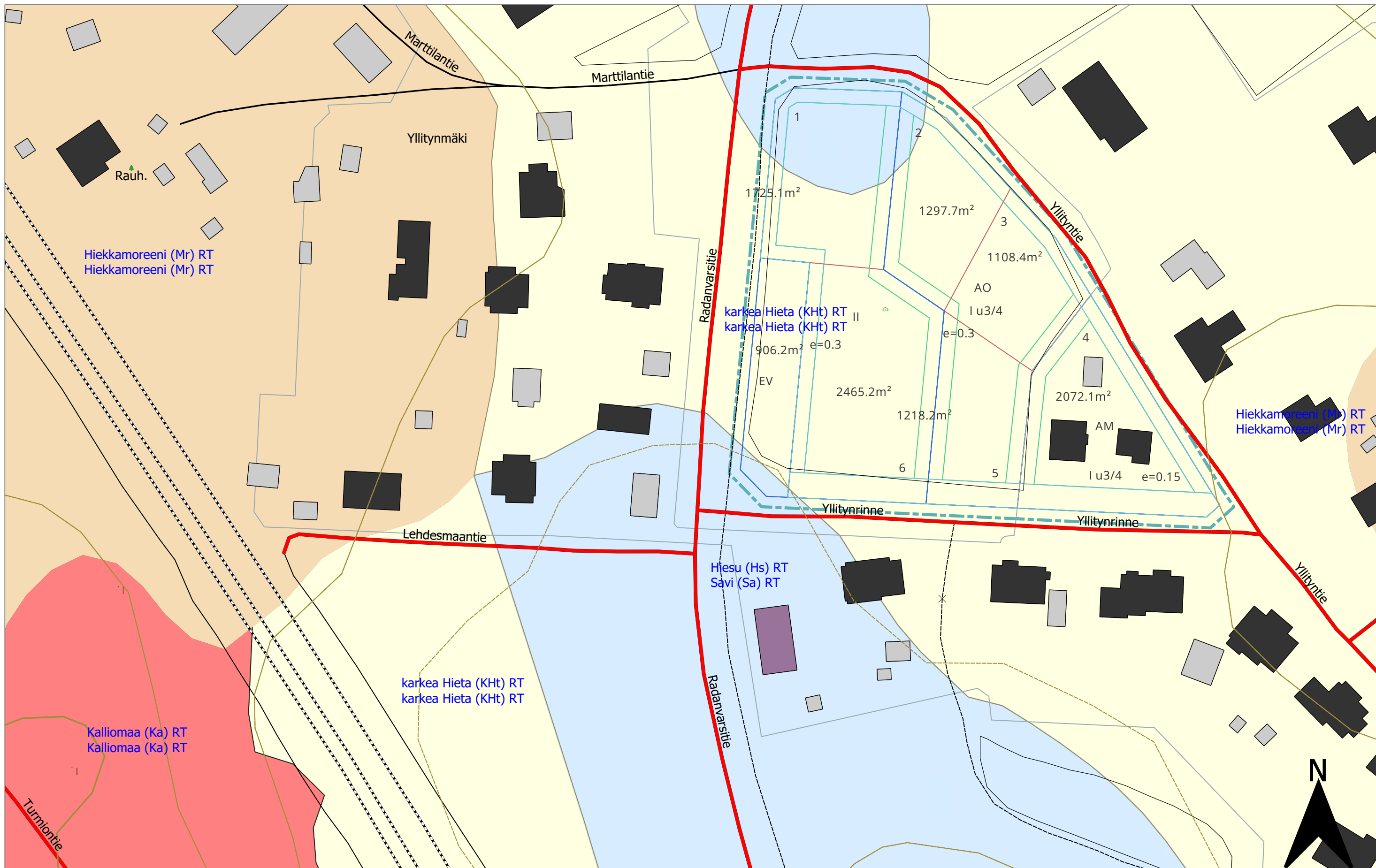
Tärinän vaurioriskiin sekä mukavuushaittaan vaikuttavat kunkin rakennuksen perustamistapa, kerrosluku sekä rakenteet. Esitetty arvio sisältää tärinän vahvistumiselle rakennuksessa kertoimen 1,5, mikä kattaa useimmat rakennukset. Erityistapauksissa, etenkin 2-5 kerroksisissa rakennuksissa tärinän voimistuminen rakenteissa voi olla tätäkin voimakkaampaa. Koska selvityksen lähtöaineistona on käytetty vain maaperätietoja ilman tarkentavia tärinämittauksia, on laskennassa lisäksi käytetty varmuuskerrointa 2.

Siten rakennusten suunnittelussa tulee huomioida tärinäselvityksen tulos epävarmuustekijöineen.

5 Johtopäätökset

Asemakaavan muutoksen alue soveltuu uusien rakennusten rakentamiseen lukuun ottamatta alueen lounaiskulmaa, jossa tärinäluokaksi arvioitiin D. Alustavassa kaavatutkielmassa tämä alue käsittää noin puolet suojaviheralueesta (EV) sekä noin 27 % tontin 6 pinta-alasta sen lounaiskulmassa. Muualla asemakaavan muutosalueella täyttyy luokan C vaatimukset. Luokka C on täyttää uusille rakennuksille suositellut minimivaatimukset tärinän suhteen.

FCG Finnish Consulting Group Oy



| Rakennukset | |
|--|------------------|
| | Asuin |
| | Liike- tai julk. |
| | Loma-as. |
| | Teollinen |
| | Kirkollinen |
| | Muu |
| | Kirkko |

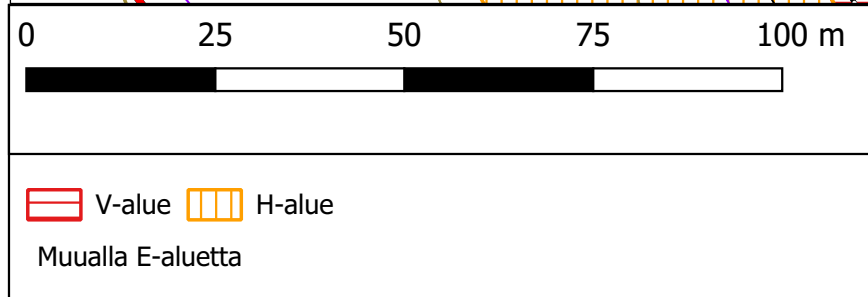
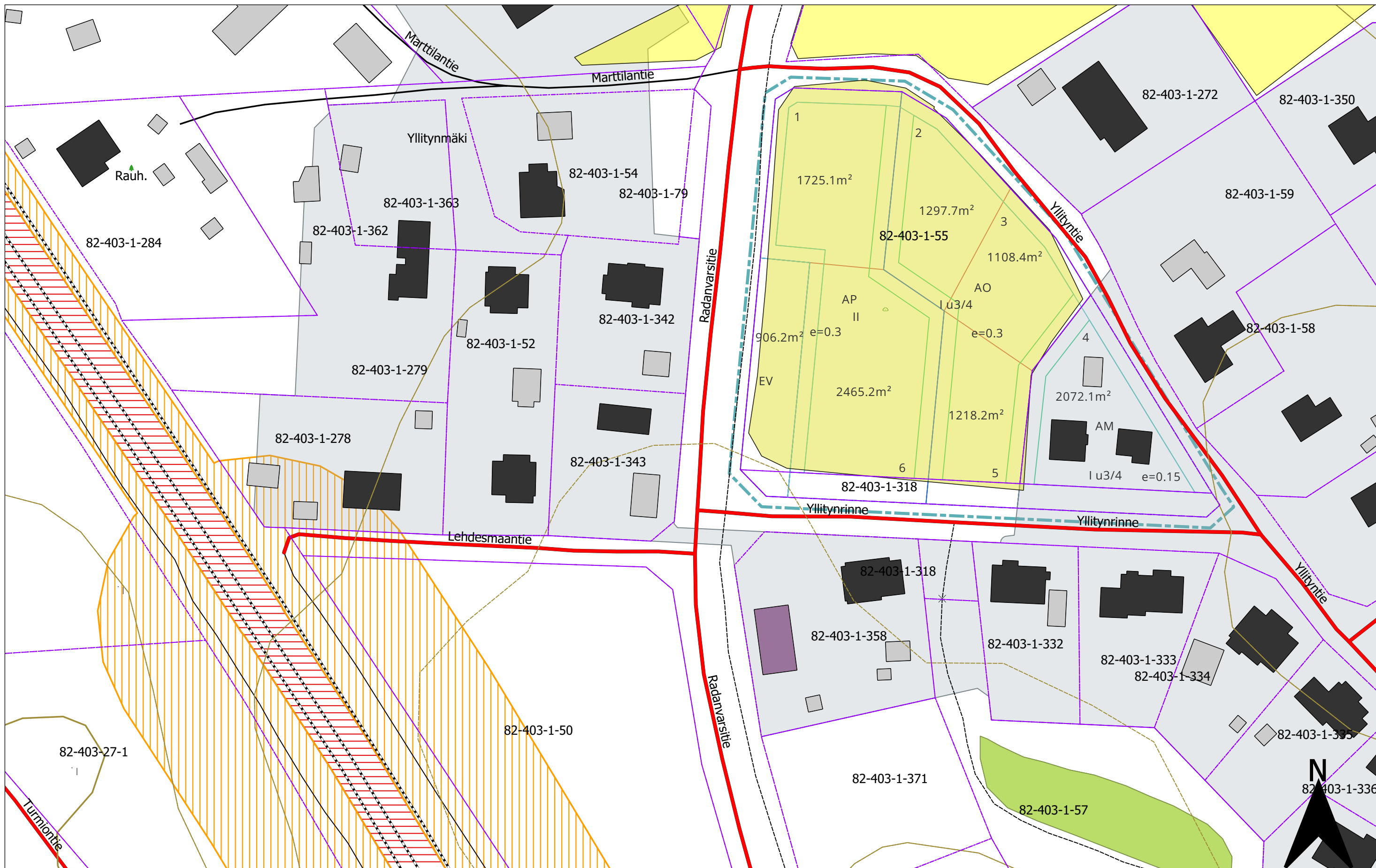
FCG FCG Finnish Consulting Group Oy
 Osmontie 34, PL 950
 00601 Helsinki
 www.fcg.fi

Päiväys 26.2.2024
 Suunnittelija Mauno Aho, insinööri
 Hyväksynyt

Hattulan kunta
 Yllitynmäen asemakaavan muutos
 Tärinäselvitys
 Maaperä

1:1000

AKU P49606 1



| Rakennukset | |
|-------------|------------------|
| | Asuin |
| | Liike- tai julk. |
| | Loma-as. |
| | Teollinen |
| | Kirkollinen |
| | Muu |
| | Kirkko |

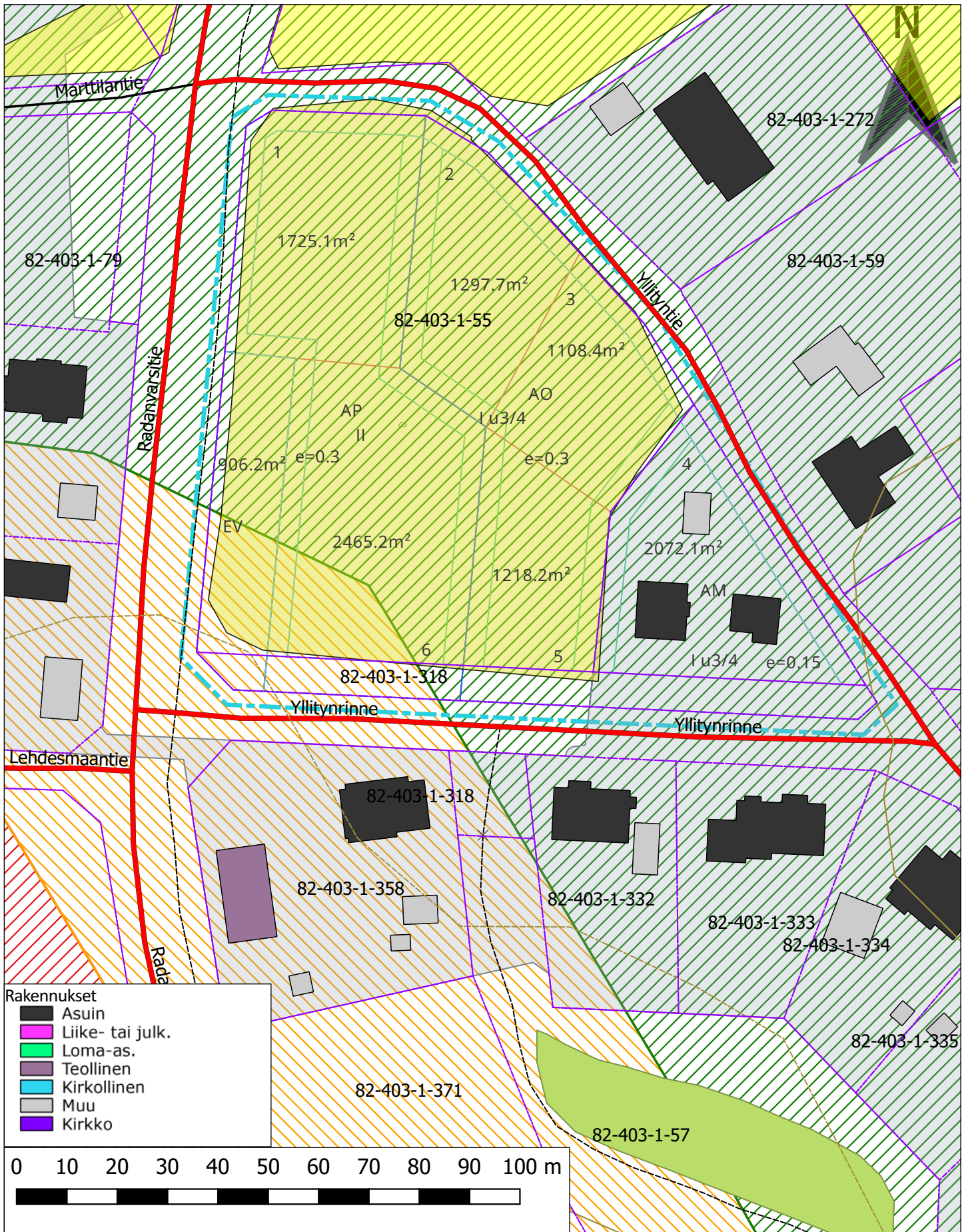
FCG FCG Finnish Consulting Group Oy
 Osmontie 34, PL 950
 00601 Helsinki
 www.fcg.fi

Päiväys 26.2.2024
 Suunnittelija Mauno Aho, insinööri
 Hyväksynyt

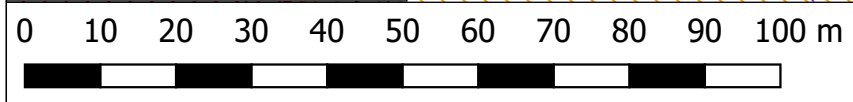
Hattulan kunta
 Yllitynmäen asemakaavan muutos
 Tärinäselvitys
 Vaurioriskialueet

1:1000

AKU P49606 2



- Rakennukset**
- Asuin
 - Liike- tai julk.
 - Loma-as.
 - Teollinen
 - Kirkollinen
 - Muu
 - Kirkko



- Ei täytä luokan D vaatimuksia
- D-luokka
- C-luokka

FCG FCG Finnish Consulting Group Oy
 Osmontie 34, PL 950
 00601 Helsinki
 puh. 0104090
 www.fcg.fi

Päiväys 23.2.2024
 Suunnittelija Mauno Aho, insinööri
 Hyväksynyt

Hattulan kunta
 Yllitynmäen asemakaavan muutos
 Tärinäselvitys
 Tärinäluokat

1:1000

AKU P49606 **3**