

MALLINNUSRAPORTTI

Muutoslista

	15.2.2019	FIMIKM	FIMIKM	FILAHD	VALMIS
	31.1.2019	FIMIKM	FIMIKM	FILAHD	LUONNOS
MUUTOS	PÄIVÄYS	HYVÄKSYNYT	TARKASTANUT	LAATINUT	HUOMAUTUS

Sisältö

1	HANKKEEN KUVAUS	1
2	MELUN MATEMAATTINEN MALLINTAMINEN	1
2.1	Yleistä tietoa melusta	1
2.2	CadnaA -ohjelmisto	2
2.3	Lähtötiedot	2
2.4	Melukarttojen ominaisuudet	4
2.5	Sallitut äänitasot	4
3	MELUMALLINNUKSEN TULOKSET JA PÄÄTELMÄT	5
3.1	Melutilanne nykytilanteessa	6
3.2	Melutilanne vuoden 2050 ennustetilanteen liikennemäärillä	6
3.3	Lastauksesta aiheutuva melu	6
3.4	Päätelmät	6
4	LÄHTEET	7

Liitteet:

Liite 1	Nykyinen liikennemäärä, päiväaikaan klo 07-22
Liite 2	Nykyinen liikennemäärä, yöaikaan klo 22-07
Liite 3	Nykyinen liikennemäärä, puun ja soran lastaus, päiväaikaan klo 07-22
Liite 4	Nykyinen liikennemäärä, puun ja soran lastaus, yöaikaan klo 22-07
Liite 5	2050 liikennemäärä, kaavan rakennukset, päiväaikaan klo 07-22
Liite 6	2050 liikennemäärä, kaavan rakennukset, yöaikaan klo 22-07
Liite 7	2050 liikennemäärä, lisäksi soran lastaus, päiväaikaan klo 07-22
Liite 8	2050 liikennemäärä, lisäksi soran lastaus, yöaikaan klo 22-07

Taulukot:

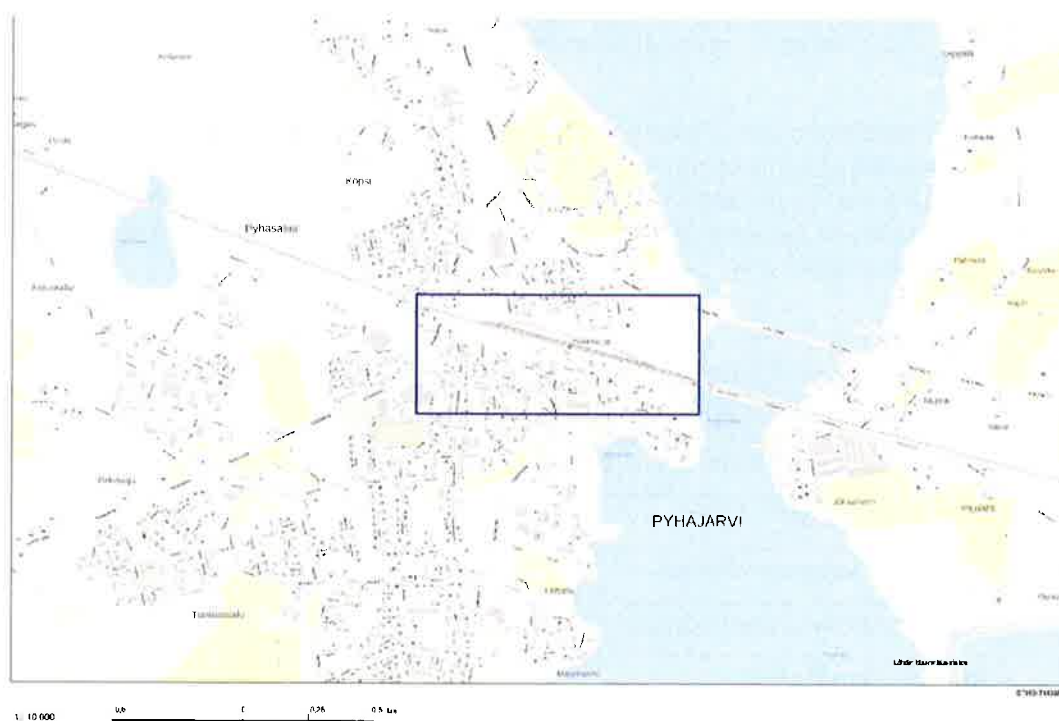
Taulukko 2.1 Laskenta-asetukset	2
Taulukko 2.2 Liikennemelumallinnuksessa käytetyt tieliikenteen (2017/2050) lähtötiedot. 3	
Taulukko 2.3 Raideliikennemelumallinnuksessa käytetyt (nykytilanne/2050) lähtötiedot. . 3	
Taulukko 2.4 Valtioneuvoston päätös melutason ohjearvoista (993/1992).	5

Kuvat:

Kuva 1. Hankealueen sijainti	1
------------------------------------	---

1 HANKKEEN KUVAUS

Suunnittelualue sijaitsee Pyhäjärven kaupungissa Pyhäsalmen keskustassa. Seuraavassa kuvassa (Kuva 1) on esitetty hankealueen sijoittuminen Pyhäjärvellä (sininen raja). Meluselvityksessä on tarkasteltu kahta eri liikennemäärävaihtoehtoa, nykytilannetta sekä ennustetilannetta nykyisillä ja asemakaavamuutoksen jälkeisillä rakennuksilla. Molemmissa tilanteissa on mukana myös uusi junaradan viertä kulkeva tielinjaus.



Kuva 1. Hankealueen sijainti.

2 MELUN MATEMAATTINEN MALLINTAMINEN

2.1 Yleistä tietoa melusta

Melu on ääntä, jonka ihminen kokee häiritseväksi. Se heikentää elinympäristön laatua ja viihtyisyyttä, sekä vaikuttaa ihmisen viestintäkykyyn ja uneen. Melun kokeminen on yksilöllistä ja ihmisten meluherkkyydessä on eroja (Tiehallinto, 2006).

Tien tai katuosan melu muodostuu useiden ajoneuvojen yhteisvaikutuksesta, mutta myös yksittäisen ajoneuvon melua joudutaan tarkastelemaan varsinkin yöaikana. Tieliikenteen melu riippuu nopeudesta, liikenteen määrästä ja koostumuksesta, ajo-olosuhteista, tien pi-

tuuskaltevuudesta, tien pinnasta, renkaista, säästä, tarkastelupaikasta jne. Alhaisilla nopeuksilla (alle 50 km/h) moottorin ja pakoputken ääni on vallitseva, kun taas suuremmilla nopeuksilla on vallitsevana renkaiden ja korin ilmanvastuksen aiheuttama ääni. Sillan epätasaiset liikuntasaumamat, epätasossa olevat kaivot ja tien kuopat aiheuttavat voimakkaita meluhuippuja (Suomen kuntatekniikan yhdistys, 1997).

2.2 CadnaA -ohjelmisto

Liikenteen aiheuttamia äänitasoja on arvioitu ympäristömelulaskentaohjelmalla CadnaA 2018, joka sisältää tie- ja raideliikennemelun sekä teollisuusmelun pohjoismaiset laskentamallit.

Melun leviämisen ympäristöön ohjelma laskee kolmiulotteisen maastomallin perusteella. Ohjelma ottaa huomioon mm. maastomuodot, liikenneväylien liikennemäärät, rakennusten sijainnin ja korkeuden sekä heijastukset rakenteista ja maasta niille määriteltujen absorptio-ominaisuuksien perusteella. Mallinnuksen laskenta-asetukset on esitetty seuraavassa taulukossa (Taulukko 2.1).

Taulukko 2.1 Laskenta-asetukset.

Parametri	Käytetty arvo
Laskentaruudun koko	10 m x 10 m
Laskentakorkeus	2 m
Melutason laskentaetäisyys	2 000 m
Maanpinnan akustinen kovuus	0,5
Rakennusten heijastus	0 (täysin heijastava)
Heijastusten lukumäärä	2

2.3 Lähtötiedot

Pohjakartta, jossa on alueen tie- ja raideverkko, rakennukset sekä mallinnuksessa käytetyt korkeuskäyrät, on MML:n aineistosta. Kaavaluonnoksessa keskustaan on suunniteltu liike- ja asuinrakennuksia. Rakennusten korkeus kaava-alueella määritettiin kerrosluvun mukaan. Kaava-alueen ulkopuolisten rakennusten korkeudesta ei ollut tarkempaa tietoa ja ne asetettiin vakiokorkeuteen 5 m.

2.3.1 Ajoneuvoliikenteen melumallinnus

Nopeusrajoitus mallinnusalueella on 40 - 50 km/h. Mallinnuksessa on käytetty lähtöoletusta, että liikenteestä 90 % tapahtuu päiväaikaan (klo 7-22) ja loput 10 % yöaikaan (klo 22-7).

Seuraavassa taulukossa (Taulukko 2.2) on esitetty mallinnuksessa käytetyt liikennemäärät nykytilanteessa sekä ennustetilanteessa vuodelle 2050. Liikennemäärät perustuvat kaa-voituksen yhteydessä tehtyyn liikenneselvitykseen.

Taulukko 2.2 Liikennemelumallinnuksessa käytetyt tieliikenteen (nykytilanne/2050) lähtötiedot.

	KVL nykytilanne (ajoneu- voa/vrk)	Raskas liikenne osuus (%)	KVL 2050 (ajoneu- voa/vrk)	Raskas liikenne osuus (%)
Emolahdentie (p)	4 571	4	6 235	3
Emolahdentie (k)	3 772	4	4 801	3
Emolahdentie (e)	2 184	5	2 979	5
Ollintie (l)	4 808	2	6 555	2
Ollintie (i)	2 151	3	2 934	3
Asematie (uusi tie)	3 237	2	4 168	2
Pyhäjärventie	1 546	2	2 109	2

2.3.2 Junaliikenteen melumallinnus

Kaava-alue rajoittuu pohjoispuolella itä-länsi-suuntaiseen junarataan, jossa kulkevien junien tiedot on saatu NRC Group Oy:stä. Seuraavassa taulukossa (Taulukko 2.3) on esitetty melumallinnuksessa käytetyt lähtötiedot.

Taulukko 2.3 Raideliikennemelumallinnuksessa käytetyt (nykytilanne/2050) lähtötiedot.

	Päivä (07-22) (kpl)	Yö (22-07) (kpl)	Nopeus (km/h)	Pituus (m)
Dm 12 -kiskobussi ¹⁾	4	-	80	26
IC2 ²⁾	4	-	80	26
Tavarajunat ¹⁾²⁾	4	4	80	388

¹⁾ Nykytilanne

²⁾ Ennustetilanne 2050

2.3.3 Lastaustoiminnan melumallinnus

Nykytilanteessa mallinnuksessa on otettu huomioon puun lastaus juniin raidelinjan pohjoispuolella ja soran lastaus raidelinjan eteläpuolella. Ennustetilanteessa puunkuormaus on loppunut radan sähköistyksen seurauksena ja mallinnuksessa on mukana enää soran kuormaus. Kummastakaan toiminnasta ei ollut saatavissa tarkkoja lähtötietoja. Molemmissa on käytetty arviota 90 dB lähtömelutasoa koko alueelle.

2.4 Melukarttojen ominaisuudet

Meluvyöhykkeet on merkitty liitteen melukartoille seuraavasti:

- vaalean vihreä osoittaa alueen, jolla keskiäänitaso ylittää 40 dB
- vihreä osoittaa alueen, jolla keskiäänitaso ylittää 45 dB
- tumman vihreä osoittaa alueen, jolla keskiäänitaso ylittää 50 dB
- keltainen osoittaa alueen, jolla keskiäänitaso ylittää valtioneuvoston päätöksen mukaisen pihan oleskelualueen ohjearvon 55 dB
- tumma oranssi osoittaa alueen, jolla keskiäänitaso ylittää 60 dB
- punainen osoittaa alueen, jolla keskiäänitaso ylittää 65 dB
- tumman punainen osoittaa alueen, jolla keskiäänitaso ylittää 70 dB

Meluvyöhykkeet on merkitty melukartoille 5 dB:n portain em. värein eroteltuna.

2.5 Sallitut äänitasot

Keskiäänitasojen merkittävyyden arviointi perustuu Valtioneuvoston päätökseen melutason ohjearvoista (993/1992) seuraavan taulukon (Taulukko 2.4) mukaisesti.

Taulukko 2.4 Valtioneuvoston päätös melutason ohjearvoista (993/1992).

Keskiaänitaso L_{Aeq} enintään		
Ohjearvot ulkona	Päivällä	Yöllä
Asumiseen käytettävät alueet	55 dB	50 dB (uudet alueet 45 dB)
Virkistysalueet taajamissa ja taajamien välittömässä läheisyydessä	55 dB	50 dB (uudet alueet 45 dB)
Hoitolaitoksia palvelevat alueet	55 dB	50 dB (uudet alueet 45 dB)
Oppilaitoksia palvelevat alueet	55 dB	-
Loma-asumiseen käytettävät alueet ja leirintäalueet	45 dB	40 dB
Virkistysalueet taajamien ulkopuolella ja luonnonsuojelualueet	45 dB	40 dB
Ohjearvot sisällä	Päivällä	Yöllä
Asuin-, potilas- ja majoitushuoneet	35 dB	30 dB
Opetus- ja kokoontumistilat	35 dB	-
Liike- ja toimistohuoneistot	45 dB	-

3 MELUMALLINNUKSEN TULOKSET JA PÄÄTELMÄT

Melumallinnuksen tulokset on esitetty liitteissä 1 - 8. Liitteissä 1 – 2 on esitetty nykytilanteen liikennemäärillä ja rakennuskannalla liikennemelumallinnus päivä- ja yöajalle. Liitteissä 3 - 4 on esitetty sama tilanne ja lisäksi mukana on myös puun ja soran lastauksesta aiheutuva melu päivä- ja yöajalle.

Liitteissä 5 – 6 on esitetty vuoden 2050 ennustetilanteen liikennemäärillä ja kaavan mukaisella rakennuskannalla liikennemelumallinnus päivä- ja yöajalle. Liitteissä 7 – 8 on esitetty sama tilanne ja lisäksi mukana on myös soran lastauksesta aiheutuva melu päivä- ja yöajalle.

3.1 Melutilanne nykytilanteessa

Nykytilanteen liikennemäärillä melun päiväajan ohjearvo (55 dB) ja yöajan melun ohjearvo (50 dB) eivät ylitä asuinrakennusten piha-alueilla. Päiväajan 55 dB ja yöajan 50 dB melu-alueet rajoittuvat tielinjojen läheisyyteen, eikä niillä sijaitse asuinrakennusten piha-alueita. Nykytilanteen mallinnuksessa on mukana myös uusi, junaradan suuntainen tielinja.

3.2 Melutilanne vuoden 2050 ennustetilanteen liikennemäärillä

Ennustetilanteen 2050 liikennemäärillä melutaso kaava-alueella kasvaa verrattuna nykytilanteeseen. Uudet rakennukset kuitenkin suojaavat piha-alueita niin, että niiden melutaso on pienempi kuin nykytilanteessa. Täten myöskään ennustetilanteessa päiväajan ohjearvo (55 dB) ja yöajan melun ohjearvo (50 dB) eivät ylitä kaava-alueen uusien asuinrakennusten piha-alueilla.

Ennustetilanteen ajoneuvoliikenteen lähtömelutasossa ei ole otettu huomioon mahdollista sähköautojen yleistymistä. Ajoneuvojen liikenteen melutaso voi olla pienempi keskusta-alueilla, joissa liikennenopeudet ovat matalat ja moottorista aiheutuva melu pääasiallinen melunlähde. Suuremmilla nopeuksilla rengasmelu on merkittävämpi tekijä melun aiheuttajana.

3.3 Lastauksesta aiheutuva melu

Nykytilanteessa puun ja soran lastauksesta sekä ennustetilanteessa soran lastauksesta ei arvioida aiheutuvan merkittävää lisäystä kaava-alueen melutasoon. Ajoneuvo- ja raideliikenne ovat kaava-alueen melutasoon merkittävimmin vaikuttavat tekijät. Lastaustoiminnasta voi kuitenkin ajoittain aiheutua melua, joka luonteeltaan eroa liikennemelusta ja on siksi helpommin tunnistettavaa. Lastaustoiminnasta aiheutuva melu ei ole myöskään taasaista vaan toiminnasta voi aiheutua melupiikkejä, jotka aiheuttavat normaalista poikkeavaa melua.

3.4 Päätelmät

Päivä- ja yöajan melun ohjearvot eivät ylitä nykytilanteen tai ennustetilanteen liikennemäärillä. Erityisiä määräyksiä melun suhteen ei kaavaan katsota melumallinnuksen perusteella tarpeelliseksi.

Mallinnuksessa kaavoituksessa esitetyt uudet rakennusmassat estävät tehokkaasti melun leviämistä piha-alueelle. Puun ja soran lastauksesta ei arvioida aiheutuvan merkittävää melun lisäystä kaava-alueella. Ennustetilanteessa ei ole otettu huomioon puun lastausta, sillä se loppuu Pyhäjärven keskusta-alueella, kun junarata sähköistetään.

4 LÄHTEET

Lahti, T., 2003. Ympäristömelun arviointi ja torjunta. Ympäristöministeriö.

Suomen kuntatekniikan yhdistys, 1997. Meluestekäsikirja, julkaisu 18/97.

Tiehallinto, 2006. Tieliikenteen melu - perustietoa tieliikenteen melusta ja sen torjunnasta, tiehallinnon julkaisu

Valtakunnallinen tieliikenne-ennuste 2030, Liikenneviraston tutkimuksia ja selvityksiä 13/2014

Valtioneuvoston periaatepäätös meluntorjunnasta, Ympäristöministeriön raportteja 7/2007

Valtioneuvoston päätös melutason ohjearvoista (993/1992)

Turku, 15. helmikuuta 2019

Sweco Ympäristö Oy

Mika Manninen

Projektipäällikkö

M.Sc.

Pekka Lähde

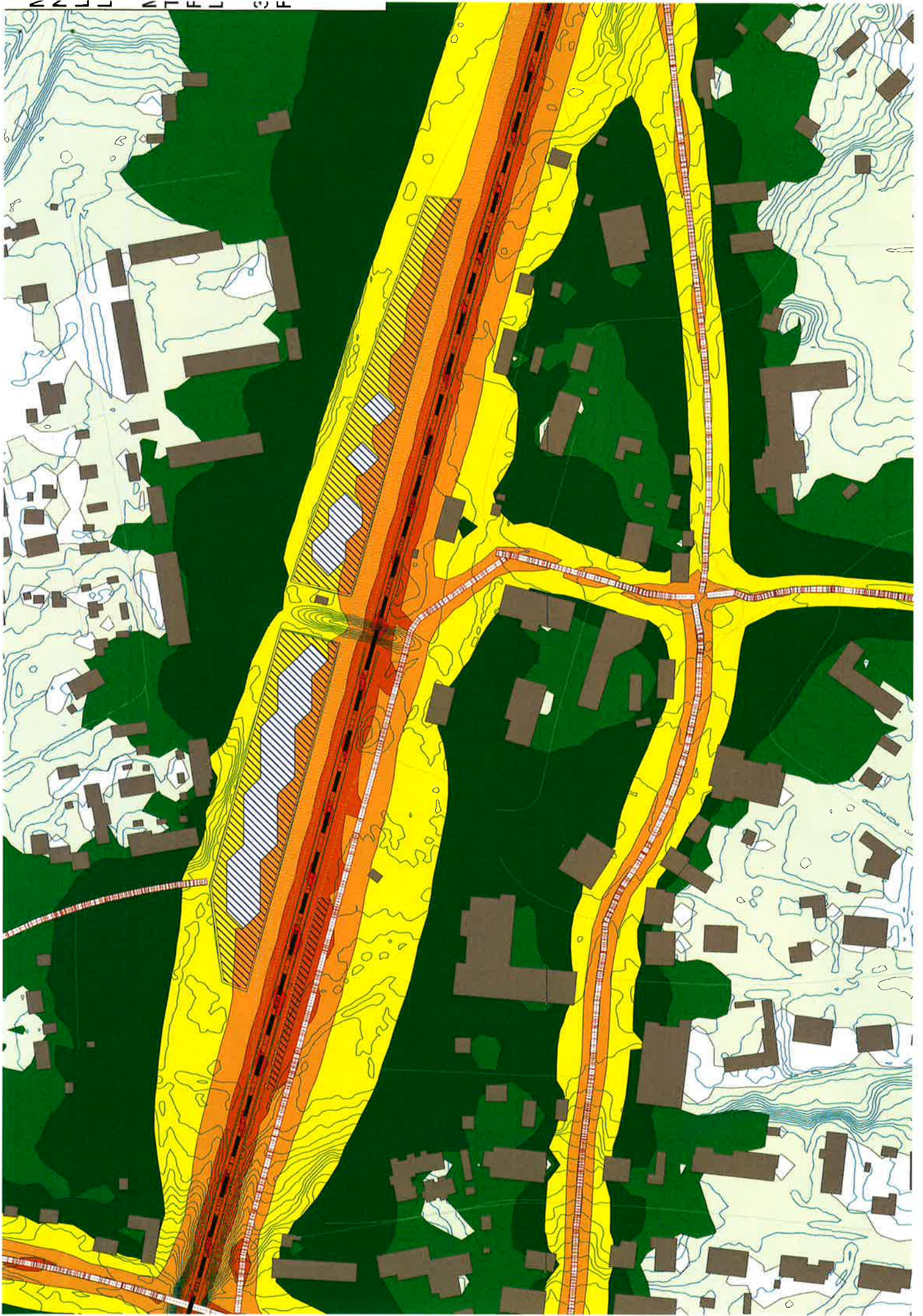
Ympäristöasiantuntija

Ympäristösuunnittelija (AMK)

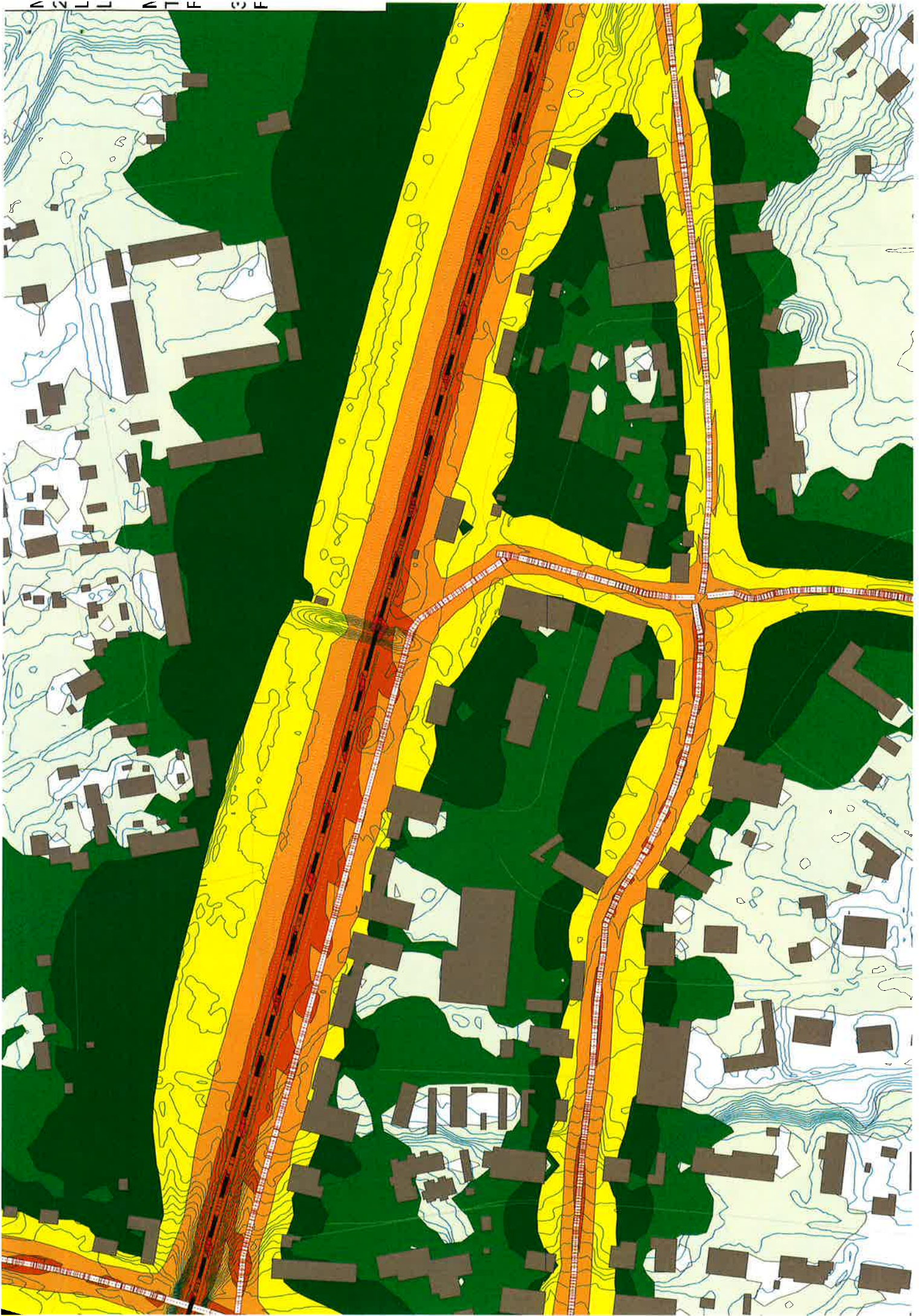
















SELVITYSRAPORTTI

TYÖNUMERO: 20602193

PYHÄJÄRVEN KAUPUNKI

PYHÄSALMEN ASEMAKAAVAN MUUTOKSEN TÄRINÄ- JA RUNKOMELUSELVITYS



15.2.2019

SWECO YMPÄRISTÖ OY
TURKU

Muutoslista

	15.2.2019	FIMIKM	FIMIKM	FIJOAM	VALMIS
	5.2.2019	FIMIKM	FIMIKM	FIJOAM	LUONNOS
MUUTOS	PÄIVÄYS	HYVÄKSYNYT	TARKASTANUT	LAATINUT	HUOMAUTUS

Sisältö

1	HANKKEEN KUVAUS.....	2
1	TÄRINÄSELVITYS.....	3
1.1	Tärinän arviointi kohteessa.....	3
1.2	Suositus liikennetärinän värähtelyluokista.....	3
1.3	Arviointitaso 2.....	5
1.4	Tulokset.....	7
2	RUNKOMELU.....	9
2.1	Runkomelun arviointi kohteessa.....	9
2.2	Suositus maaperäisen runkomelun ohjearvoiksi.....	9
2.3	Arviointitaso 2.....	11
2.4	Tulokset.....	12
3	PÄÄTELMÄT TÄRINÄ.....	13
4	PÄÄTELMÄT RUNKOMELU.....	14
5	YHTEENVETO.....	15
6	LÄHTEET.....	17

Kuvat

Kuva 1.	Hankealueen sijainti.....	2
Kuva 2.	Hankealueen pohjamaa ja kairauspisteet. (GTK).....	6
Kuva 3.	Määräävien tärinän aiheuttajien laskennallinen pystyheilahduksenmaksimi mm/s eri etäisyyksillä.....	7
Kuva 4.	Määräävien tärinän aiheuttajien laskennallinen tehollisarvo mm/s eri etäisyyksillä.....	8
Kuva 5.	Runkomelun arvot eri etäisyyksillä ja eri lähtötieto-oletuksilla.....	12
Kuva 6.	Periaatekuva värähtelyn tunnusluvun määrittämisestä.....	14

Taulukot

Taulukko 1.	Suositus rakennuksen värähtelyluokituksesta (NS 8176E, 1999).....	4
Taulukko 2.	Rakennusten värähtelyluokitus (ISO 2631-2).....	4
Taulukko 3.	Sisä- ja ulkomelutasojen ohjearvot.....	10
Taulukko 4.	Suositus runkomelutasojen raja-arvoiksi.....	10

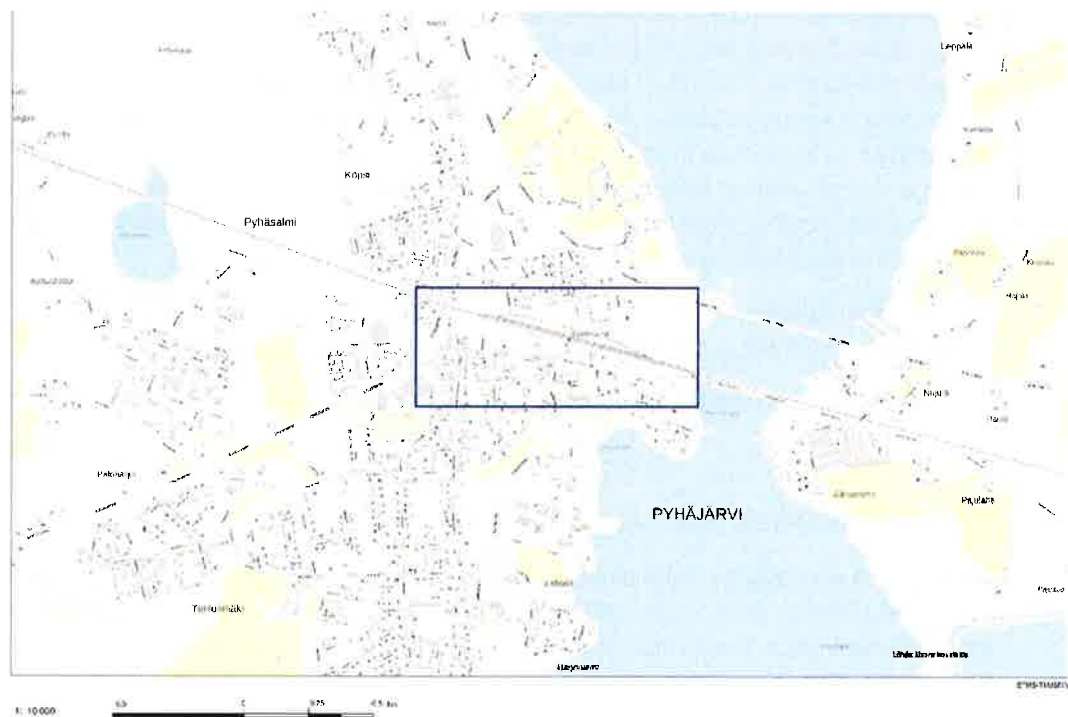
Liitteet

Liite 1	Turvaetäisyydet tärinälle kuvattuna asemakaavaluonnoksessa.
Liite 2	Turvaetäisyydet runkomelulle kuvattuna asemakaavaluonnoksessa.

1 HANKKEEN KUVAUS

Pyhäjärven kaupunki on aloittanut asemakaava-alueen muutostyön Pyhäsalmen keskustassa. Asemakaavoitus koskee useita kunnan omistuksessa ja yksityisessä omistuksessa olevia kiinteistöjä ja valtion rautatiealuetta. Tämä tärinäselvitys liittyy tähän kaavatyöhön. Tärinäselvityksessä on arvioitu rautatieliikenteen aiheuttaman tärinän suuruutta ja laajuutta suunnittelualueella. Tärinäselvitykseen liittyy runkomelun arviointi, joka on tärinästä aiheutuva usein nopeasti kulkevien tärinäaaltojen aiheuttamaa rakenteiden värähtelystä syntyvää ääntä.

Seuraavassa kuvassa (Kuva 1) on esitetty hankealueen sijoittuminen Pyhäjärvellä.



Kuva 1. Hankealueen sijainti.

1 TÄRINÄSELVITYS

1.1 Tärinän arviointi kohteessa

Tärinän arviointiin on käytetty VTT:n julkaisua Suositus liikennetärinän arvioimiseksi maankäytön suunnittelussa, 2006. Julkaisussa on jaettu arviointitasot kolmeen (3) eri luokkaan. Luokassa 1 arviointi perustuu GTK:n ylläpitämään maaperäkartaan (1:20 000), josta voidaan karkeasti arvioida pohjamaan herkkyyttä ja välityskykyä tärinälle. Tasolla 1 määritetään, onko tarpeellista arvioida alueen tärinää tarkemmilla menetelmillä, eli onko suunniteltavia tai olemassa olevia rakennuksia vaikutusvyöhykkeellä.

Arviointitasolla 2 maaperä ja rakennusten sijainti määritetään tarkemmin ja arvioidaan eri tärinän aiheuttajien vaikutuksia kohteessa. Arviointitaso 2 perustuu laskentakaavoilla tehtävään asiantuntija-arviointiin. Laskentakaavat pohjautuvat tehtyihin tärinämittauksiin eri maalajeilla ja kohteilla, sekä empiirisiin havaintoihin. Kaavoilla voidaan arvioida eri tärinän aiheuttajien aiheuttamaa tärinän suuruutta eri etäisyyksillä. Kaavat ovat suhteellisen epätarkkoja, mutta antavat käsityksen onko tarpeen käyttää tarkempaa tärinäarviointitasoa. Tasolla 2 tärinäarviointiin liittyy myös mahdollinen kyselytutkimus olemassa olevalta alueelta. VTT:n tiedotteessa on kyselypohja.

Tasolla 3 tärinäarviointi perustuu konkreettisiin tärinämittauksiin, jolloin tärinän todelliset arvot saadaan arvioitua nykyisissä rakennuksissa ja maastossa.

Tässä työssä on käytetty arviointitasoja 1 ja 2, mutta ilman kyselytutkimusta.

1.2 Suositus liikennetärinän värähtelyluokista

Arvioinnissa on käytetty tunnuslukua $V_{w,95}$ (mm/s). Luokitus perustuu VTT:n tiedotteessa 2278 (Talja2004e) annettuihin värähtelyluokkiin. Luokitus perustuu tiedotteen 2278 tehtyjen mittausten sekä Norjan standardiin (NS 8176E, 1999). Myös ohjeet (DIN 4150-2, 1999, Banverket 1997, FRA 1998) tukevat esitettyä suositusta.

Värähtelyluokituksen suositukset on esitetty seuraavassa taulukossa (Taulukko 1).

Taulukko 1. Suositus rakennuksen värähtelyluokituksesta (NS 8176E, 1999).

Värähtely-luokka	Kuvaus olosuhteista	$v_{w,95}$ [mm/s]
A	Hyvät asuinolosuhteet. <i>Ihmiset eivät yleensä havaitse tärinää.</i>	$\leq 0,10$
B	Suhteellisen hyvät olosuhteet. <i>Ihmiset voivat havaita tärinän, mutta se ei ole yleensä häiritsevää.</i>	$\leq 0,15$
C	Suositus uusien rakennusten ja väylien suunnittelussa. <i>Keskimäärin 15 % asukkaista pitää tärinää häiritseväenä ja voi valittaa häiriöstä.</i>	$\leq 0,30$
D	Olosuhteet, joihin pyritään vanhoilla asuinalueilla. <i>Keskimäärin 25 % asukkaista pitää tärinää häiritseväenä ja voi valittaa häiriöstä.</i>	$\leq 0,60$

Värähtelyluokkia A ja B käytetään uusien asuinalueiden suunnittelun pohjana, missä pyritään tärinän puolesta täysin tai lähes häiriöttömään tilaan. Raideliikenteen suunnittelussa tai raideliikenteen aiheuttamissa muutoksissa hyödynnetään uusilla alueilla luokkaa C ja vanhoilla alueilla luokkaa D (RATO 3). Täten luokkaa C voidaan pitää asuinrakentamiseen soveltuvana värähtelyluokkana.

Taulukkoa 1 ei sovelleta rakennuksille, joissa ihmiset ovat pääasiassa liikkeessä tai muut kuin liikenteestä aiheutuvat häiriöt voivat olla merkittävämpiä (esim. toimistot, kaupat, kahvilat, ostoskeskukset, tavaratalot, liikuntatilat). Näille muille toiminnoille voidaan soveltaa seuraavan taulukon (Taulukko 2) arvoja.

Taulukko 2. Rakennusten värähtelyluokitus (ISO 2631-2).

Värähtelyolosuhteet	v_{rms} (mm/s)
Sairaalat, teatterit, laboratoriot	$< 0,10$
Asuinalueet	$< 0,20 \dots 0,40$
Toimistot	$< 0,40$
Työtilat, teollisuus	$< 0,80$

Vaikka teollisuudelle ja työtiloille on yhden standardin mukaan määritetty $< 0,8$ mm/s värähtelytaso, niin tässä raportissa suositellaan teollisuusrakennuksille $< 0,6$ mm/s alitavia arvoja, joka vastaa standardia [DIN 4150-2, 1999] mukaista tärinätasoa uusille teollisuusrakennuksille.

1.3 Arviointitaso 2

Tärinän värähtelytaso on laskettu oletettavasti suurimman tärinänaiheuttajan mukaan, eli arvioon huomioitiin läheisen junaradan aiheuttama tärinä. Tärinä on laskettu junaradalla liikennöivän kaluston mukaisesti, jossa suurimmat tärinänaiheuttajat on arvioitu olevan alueella liikennöivät tavarajunat. Kiskobussin tai ennusteen mukaisen Sr-2 veturin vaikutus tärinän syntymiseen on hyvin mitätön alhaisen nopeuden, massan ja junan pituuden takia.

Liikennetietojen perusteella tavarajunien maksiminopeus alueella on 80 km/h ja suurimmillaan junan kokonaismassa on arvioitu olevan tavaravaunuilla 1400 t.

Laskenta on suoritettu kaavan 1 mukaisesti.

$$v_{z,\max} = v_{z,15} \cdot k_D \cdot k_S \cdot k_G \cdot k_R \cdot k_B, \quad (1)$$

missä

$v_{z,\max}$	on laskennallinen tärinän pystyheilahdusnopeus maan pinnalla halutussa tarkastelupisteessä
$v_{z,15}$	pystysuora vertailuheilahdusnopeus maassa etäisyydellä $D = 15$ m raiteen keskilinjasta
k_D	etäisyyskerroin
k_S	junan nopeudesta riippuva kerroin
k_G	junan painosta riippuva kerroin
k_R	radan kunnosta riippuva kerroin.

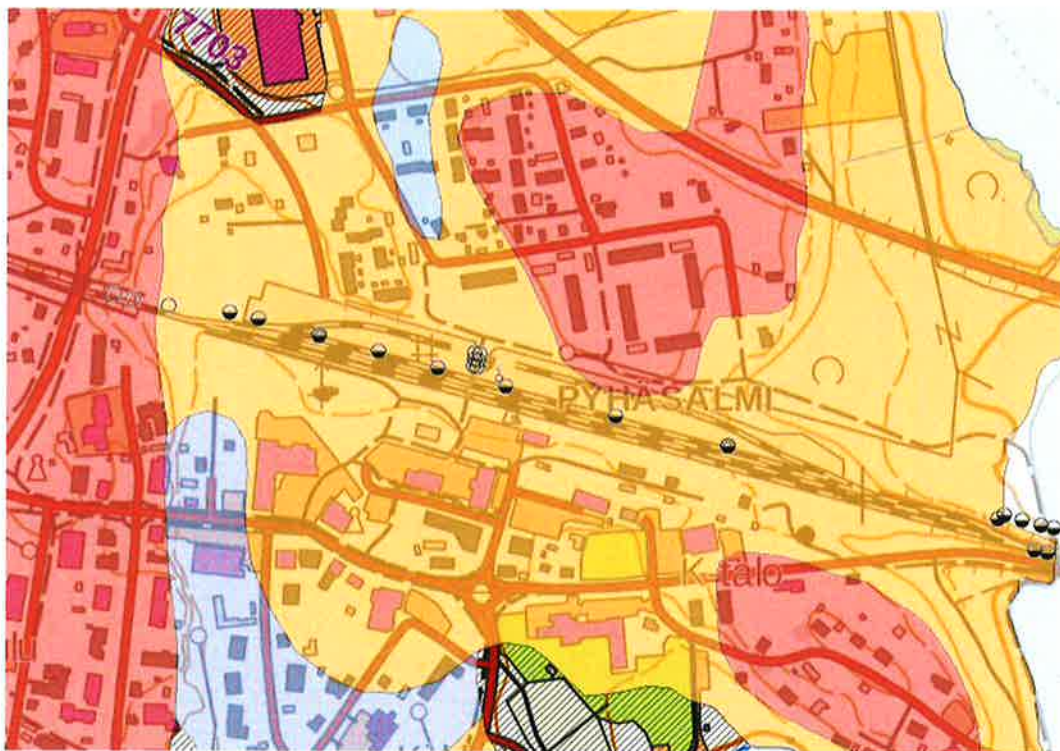
Laskenta suoritettiin yhdelle junatyypille eri materiaaliparametreilla: tavarajuna 1400 t, välimaa ja tavarajuna 1400 t, karkeamaa ja tavarajuna 1400 t, kallio. Pystyheilahdusnopeuden laskennan jälkeen arvo on muutettu vastaamaan arvioitavaa arvoa $V_{w,95}$. Tavanomaisesti arvo $V_{w,95}$ on noin 0,4...0,6 kertainen verrattuna laskettuun pystyheilahdusnopeuden maksimiin. Tässä arvioinnissa $V_{w,95}$ on laskettu näiden arvojen keskiarvona eli 0,5 kertaa $V_{z,\max}$.

Kertoimien valinnassa on käytössä eri junatyypeille ja pohjamaille arvojen ylä- ja alaraja-arvoja. Teoriassa tärinän laskennallinen ero on erittäin suuri, riippuen valitaanko parametrit taulukoiden ylä- vai alarajoilta.

Kerroin K_R on radan kunnosta riippuva kerroin, jossa annetaan hyvälle radalle arvo 0,7 ja vastaavasti huonokuntoiselle radalle 1,3. Tutkimuksissa on huomattu, että hyväkuntoisella radalla kerroin on alhaisempi ja vastaavasti erittäin huonokuntoisella radalla kerroin on määritettyä suurempi. Tässä työssä on käytetty vanhan yksiraiteisen radan arvoa 1,3.

Kerroin k_B on rakennuksen vahvistuskerroin tärinälle. Maanvaraisilla yksikerroksisilla rakennuksilla ja yli 5-kerroksisilla rakennuksilla kerroin on 1,0 ja muilla rakennuksilla se on 1,5. Tässä laskennassa on käytetty molempia arvoja, sillä rakennusten korkeuksia tai tyyppejä ei ole vielä tiedossa ja niitä voidaan vielä kaavoituksella ohjata. Koska alueelta ei ole konkreettisia tärinämittauksia, pystyheilahdusnopeuden maksimiarvo kerrotaan varmuuskertoimella $F = 2,0 (V_{z,max} * F)$.

Tärinän laskentaan vaikuttavien parametrien valinnat on tehty pohjamaatietojen (Kuva 2) perusteella. Alueelta on käytettävissä GTK ylläpitämä maaperäkartta sekä GTK:n valtakunnallinen pohjatutkimusrekisteri (ptr). Pohjakartan perusteella maaperä on pääosin hienoaainesmoreenia, joka tarkoittaa moreenia, jossa on suuri osa hienoaainesta eli silttiä tai savea. Radalta tehtyjen kairauksen ja maanäytteiden perusteella pohjamaa on ollut hiekkamoreenia. Kairauksen perusteella pohjamaa on radan alueella keskitiivistä tai tiivistä hiekkamoreenia. Tarkastelualueen länsipäädyssä pohjamaa muuttuu kokonaisuudessaan kallioiseksi ja Emolahdentien sillalla junarata kulkee kallioleikkauksessa. Radan eteläpuolella lähempänä länsipäätä on savisen/ silttisen pohjamaan sekoitus moreenin ja kallion välissä. Tämä alue on vaikeasti mallinnettava, sillä se sijaitsee kauempana tärinälähteestä, mutta tärinän kulkeutuminen ja voimistuminen ei aina noudata laskevaa käyrää, varsinkaan kun maalaji vaihtuu tärinän vaikutusalueella tärinäherkemmäksi.



Kuva 2. Hankealueen pohjamaa ja kairauspisteet. (GTK)

Laskennassa arvioituun pohjamaa kahden eri vaihtoehdon perusteella:

- Välimaa: tiiviiksi ja tärinää vaimentavaksi välimaaksi, joka tässä esimerkissä kuvaa moreenin suurta hienoainespitoisuutta. Materiaaliparametrin valittiin parhaiten tärinää vaimentavaksi.
- Karkeamaa: löyhäksi ja heikosti tärinää vaimentavaksi, joka tässä esimerkissä kuvaa moreenin suurta hienoainespitoisuutta. Materiaaliparametrit valittiin heikoiden tärinää vaimentavaksi.

1.4 Tulokset

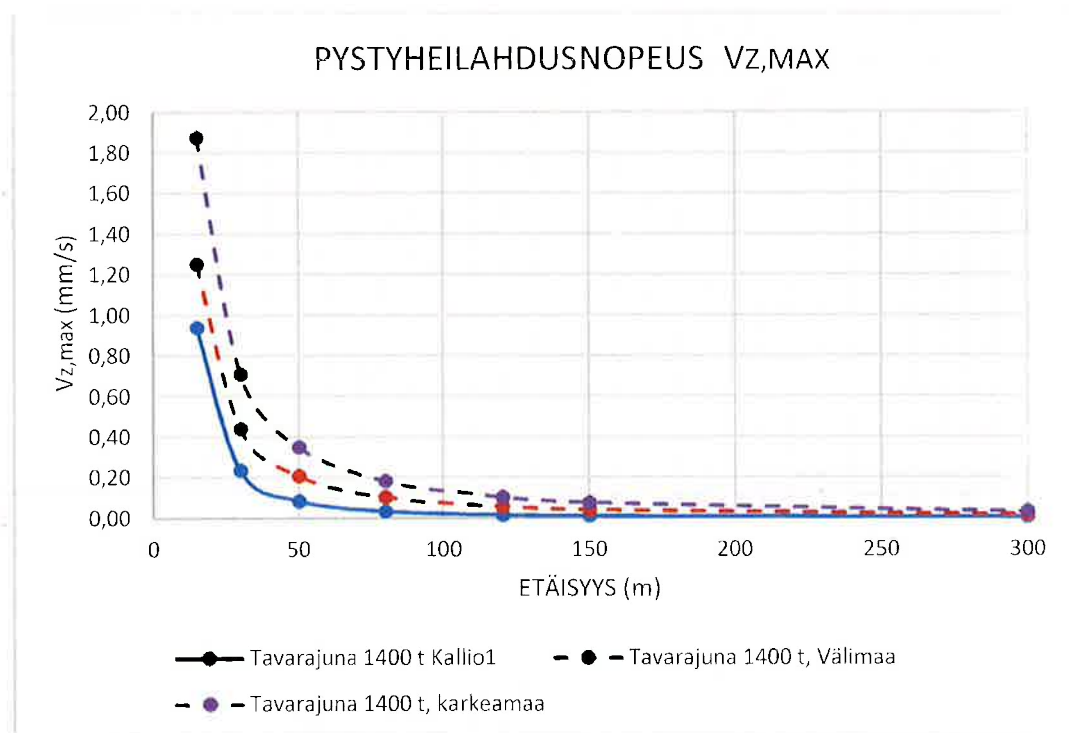
Laskennan tulokset on esitetty samassa kuvaajassa, johon on koottu merkitsevät tärinän aiheuttajat ja niiden tasot eri etäisyyksillä.

Seuraavissa kuvissa (Kuva 3 ja Kuva 4) on esitetty heilahdusnopeuden maksimiarvot ja heilahdusnopeuden tehollisarvot eri etäisyyksillä ja laskentaparametreilla. Alla on esitetty määräävät värähtelytasot.

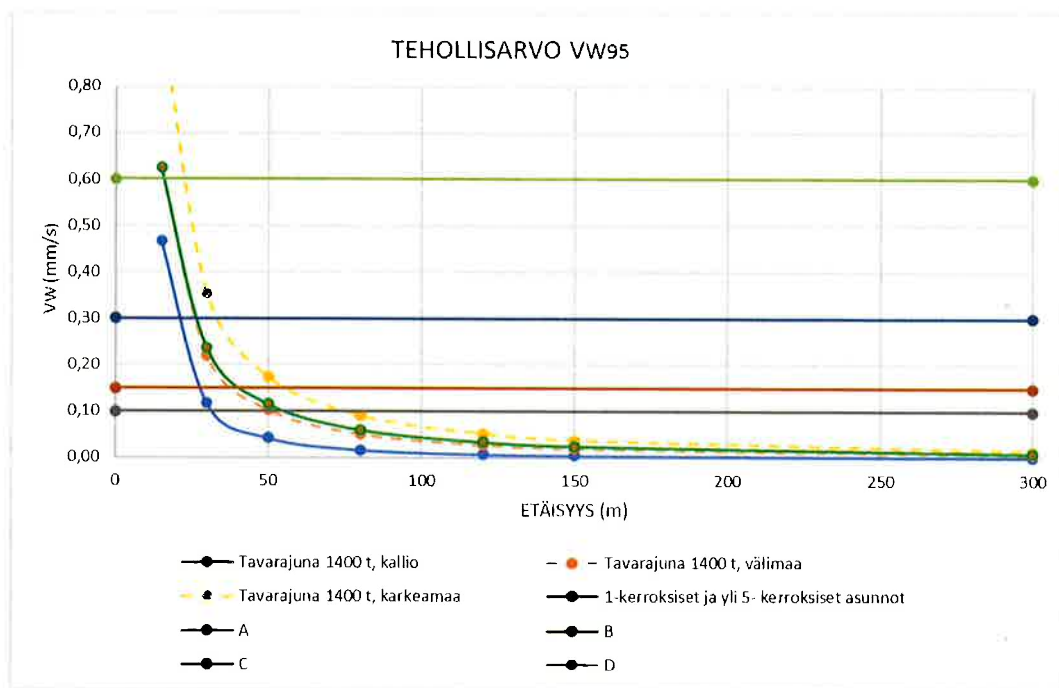
C: Värähtelytaso 0,30 mm/s → Uudet asuinrakennukset

Värähtelytaso 0,40 mm/s → Toimistorakennukset, kaupat, liikuntahallit jne...

D: Värähtelytaso 0,60 mm/s → Teollisuusrakennukset, vanhat rakennukset



Kuva 3. Määräävien tärinän aiheuttajien laskennallinen pystyheilahduksenmaksimi mm/s eri etäisyyksillä.



Kuva 4. Määräavien värähtelyn aiheuttajien laskennallinen tehollisarvo mm/s eri etäisyyksillä.

Määräavilla värähtelytasoilla voidaan määrittää haitallisimman värähtelyn aiheuttajan perusteella suojaetäisyys eri rakennuksille ja toiminnoille:

1-kerroksiset maanvaraiset rakennukset sekä yli 5 kerroksiset rakennukset:

Luokka C: Värähtelytaso 0,30 mm/s → Uudet asuinrakennukset → 27 m

Värähtelytaso 0,40 mm/s → Toimistorakennukset → 23 m

Luokka D: Värähtelytaso 0,60 mm/s → Teollisuusrakennukset → 16 m

Muut rakennukset:

Luokka C: Värähtelytaso 0,30 mm/s → Uudet asuinrakennukset → 34 m

Värähtelytaso 0,40 mm/s → Toimistorakennukset → 29 m

Luokka D: Värähtelytaso 0,60 mm/s → Teollisuusrakennukset → 23 m

Suojaetäisyyksiin on huomioitu karkeanmaan laskentaparametrit, sillä suotuisat välimaan parametrit antavat parempia tuloksia kuin heikkolaatuisen karkeanmaan parametrit.

2 RUNKOMELU

2.1 Runkomelun arviointi kohteessa

Runkomelun arviointi on tehty samoilla periaatteilla kuin tärinäselvitys eli laskennallisena asiantuntija-arviona. Runkomelun arvioinnissa käytetään samanlaista arviointiasteikkoa kuin tärinässä. Täten tämä runkomeluselvitys perustuu arviointitasoihin 1 ja 2, ilman konkreettisia mittauksia. Runkomelumittaukset voidaan tehdä kolmella eri tavalla (VTT TIEDOTTEITA 2468, A.Talja ja A.Saarinen):

1. Liikenteen aiheuttama värähtely tai sisätilojen äänenpainetaso mitataan olemassa olevasta vertailukohteesta ja tuloksia käytetään apuna uusien kohteiden suunnittelussa.
2. Maaperän värähtely mitataan olemassa olevasta liikenteestä ja mitattua värähtelytasoa käytetään A-painotetun äänenpainetason arvioimisessa.
3. Maaperän värähtely arvioidaan keinotekoisen herätteen avulla ja mitattua värähtelytasoa käytetään A-painotetun äänenpainetason arvioimisessa.

Eli tärinämittauksia voidaan hyödyntää runkomeluarvioinnissa (tapa 2. ja 3.), jolloin laskennassa voidaan poistaa epävarmoja parametreja. Varmin keino arvioida runkomelua on tehdä tavan 1 mukaiset äänenpainetason mittaukset olemassa olevasta kohteesta.

Tällöin runkomelun arviointi on verrattavissa tärinän arviointiin, eli jokainen kohde, rakennetyyppi, perustustapa, kerroskorkeus jne. on yhteydessä haitallisen runkomelun (tai tärinän) syntymiseen tai ilmentymiseen.

2.2 Suositus maaperäisen runkomelun ohjearvoiksi

Runkomelun suositusarvo vaihtelee eri rakennuksissa tärinäarvojen tavoin. Arviointiin käytetään arvoa L_{pASmax} , jota käytetään yleisimmin kuvaamaan runkomelun häiriövaikutusta. Arvo L_{pASmax} on ns. A-painotettu sekä "Slow"-aikavakioon perustuva enimmäisäänitaso, josta voidaan määrittää tärinämittausten tavoin äänitaso joka 95% todennäköisyydellä alittaa raja-arvon. Tämä arvo merkitään L_{prm} .

Seuraavassa taulukossa (Taulukko 3) on esitetty valtioneuvoston, sosiaali- ja terveystieteiden ja Suomen rakennusmääräyskokoelmassa annetut suurimmat sallitut äänitasot asunnossa.

Taulukko 3. Sisä- ja ulkomelutasojen ohjearvot.

Sisämelutaso	Ulkomelutaso
VNP 1992³, STM 2003⁴: Liikennemelu $L_{Aeq, 07-22h} \leq 35$ dB ja $L_{Aeq, 22-07h} \leq 30$ dB • verrannollinen melun terveys- ja viihtyvyyshaittoihin • tavoite häiriöttömän levon tuottaminen varsinkin yöaikaan	VNP 1992³, STM 2003⁴: Liikennemelu $L_{Aeq, 07-22h} \leq 55$ dB ja $L_{Aeq, 22-07h} \leq 50$ dB • ohjearvon toteutuessa rakennuksen sisäpuolelle kantautuvan melun ohjearvot eivät yleensä ylity • ohjearvot eivät yleensä toteudu taajamissa
RaMK 1998⁵: Rakennuksen LVIS-laitteiden ja muiden niihin rinnastettavien laitteiden aiheuttama suurin sallittu äänitaso asunnossa. Keittiö: $L_{Aeq,T} \leq 33$ dB ja $L_{A, max} \leq 38$ dB Muut asuinhuoneet: $L_{Aeq,T} \leq 28$ dB ja $L_{A, max} \leq 33$ dB	

Alla (Taulukko 4) on esitetty suositellut runkomelutasojen raja-arvot eri kohteissa.

Taulukko 4. Suositus runkomelutasojen raja-arvoiksi.
(VTT TIEDOTTEITA 2468, A.Talja ja A.Saarinen)

Rakennustyyppi	Runkomelutaso L_{pm} [dB]
Radio-, tv- ja äänitysstudiot, konserttisalit	25–30
Asuinhuoneistot	30/35 ²
Hoito- ja sosiaalihuollon laitokset, majoitustilat • potilashuoneet, majoitustilat • päiväkodit, lasten ja henkilökunnan oleskeluun tarkoitetut huoneet	30/35 ²
Kokoontumis- ja opetustilat • luokkahuoneet, luentosalit, kirkot ja muut huonetilat, joissa edellytetään yleisön saavan hyvin puheesta selvän ilman äänentoistolaitteiden käyttöä • muut kokoontumistilat kuten teatterit ja kirjastot	35
Toimistot, kaupat, näyttelytilat, museot	40/45 ²

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

³ Valtioneuvoston päätös melutason ohjearvoista (VNP 1992)

⁴ Sosiaali- ja terveysministeriön ohjearvot (STM 2003)

⁵ Rakennusmääräyskokoelma C1 (RaMK 1998)

Tässä arvioinnissa käytetään asuintaloille määritettyä runkomelun arvoa 35 dB, joka soveltuu avoradoille.

2.3 Arviointitaso 2

Laskennallisessa arviossa runkomelun arviointi perustuu peruskäyrältä saatuun maaperän värähtelyn nopeustasosta L_v , jota korjataan riippuen lähtötietojen tarkkuudesta. Määrittäviä parametrejä ovat radan rakenne, maaperä, liikennöivä kalusto ja nopeus, rakennusten tyypit ja materiaalit sekä kerrokset.

Peruskäyrän arvoa kasvatetaan tai pienennetään lähtötietojen perusteella. Tässä tarkastelussa radasta ja pohjamaasta on saatu seuraavat lähtötiedot ja niistä tehtyjä tulkintoja:

Rata/kiskot:

- Jatkuvakiskoiset vaihteet ja raiteet → oletetaan hyväkuntoisiksi (tasaisiksi)
- Tukikerros vanhaa ja jauhautunutta → tiivis, ei joustoa
- Päällysrakenne uusittu vuonna 2002
- Alusrakenteesta ei ole tarkempaa tietoa → kaksi vaihtoehtoa: tiivis rakennekerros ilman joustoa (routimaton paksu täyttö) tai ohut rakennekerros + routaeristys (eristys toimii joustavana kerroksena)

Pohjamaa:

- Pohjamaa kairausten, näytteiden ja pohjamaakartan perusteella hienoainesmoreenia ja hiekkamoreenia → vallitseva nopeustaso $V_s = 200-500$ m/s.

Liikennöivä kalusto:

- Määräävä kalusto on tavarajunaliikennettä, jota vetää dieselveturit.
- Tarkasteltava nopeus 80 km/h → nopeakorjattu vertailuarvoon 100 km/h
- Kaluston jousituksesta tai muusta kunnosta ei tietoa → normaali jousitus

Tarkasteltavat rakennustyypit:

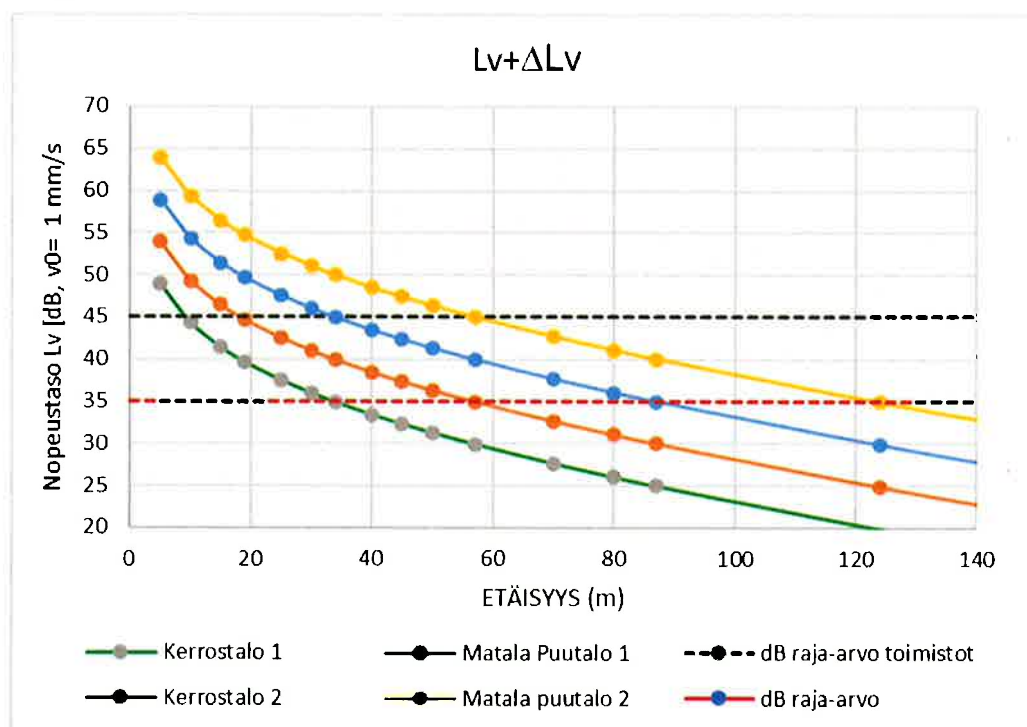
- Matala 1-2 krs puusta tehtyjä rakennuksia tai kerrostalo → puutaloille korjaus on pienempi kuin kerrostaloille.

2.4 Tulokset

Tulokset on esitetty runkomelun arvioituna tasoina eri etäisyyksille ja eri rakennetyypeille määritettyjen lähtötietojen perusteella. Koska lähtötietojen tarkkuudella on suuri merkitys arvion luotettavuuteen, on laskennassa tehty kaksi vaihtoehtoa varioimalla yhtä muuttujaa, joka ei lähtötietojen perusteella ole tarkkaan tiedossa. Kahta eri laskentatapaa on merkitty tavoilla 1 ja 2, joiden ero on selitetty alla:

- Laskentatapa 1: Tukikerroksen alla on käytetty routaeristystä, joka toimii joustavana kerroksena radan ja pohjamaan välissä.
- Laskentatapa 2: Radan alusrakenne on tehty roudattomaan syvyyteen routimattomalla täytöllä (murskeella/hiekalla tukikerroksen alla).
- Laskentatapojen lisäksi tarkastellaan kahta eri rakennustyyppiä oletetun tulevan rakennuskannan mukaisesti eli 1-2 kerroksinen puutalo (Matala puutalo) ja kerrostalo. Täten laskentatapoja on yhteensä 4.

Seuraavassa kuvassa (Kuva 5) on esitetty runkomelun laskennalliset arvot eri etäisyyksillä ja eri lähtötieto-oletuksilla.



Kuva 5. Runkomelun arvot eri etäisyyksillä ja eri lähtötieto-oletuksilla.

Kuvasta voidaan määrittää raja-arvon 35 dB (asuinrakennukset) täyttävä suojaetäisyys eri variaatioille:

- Matala puutalo 1: 57 m
- Matala puutalo 2: 124 m
- Kerrostalo 1: 34 m
- Kerrostalo 2: 87 m.

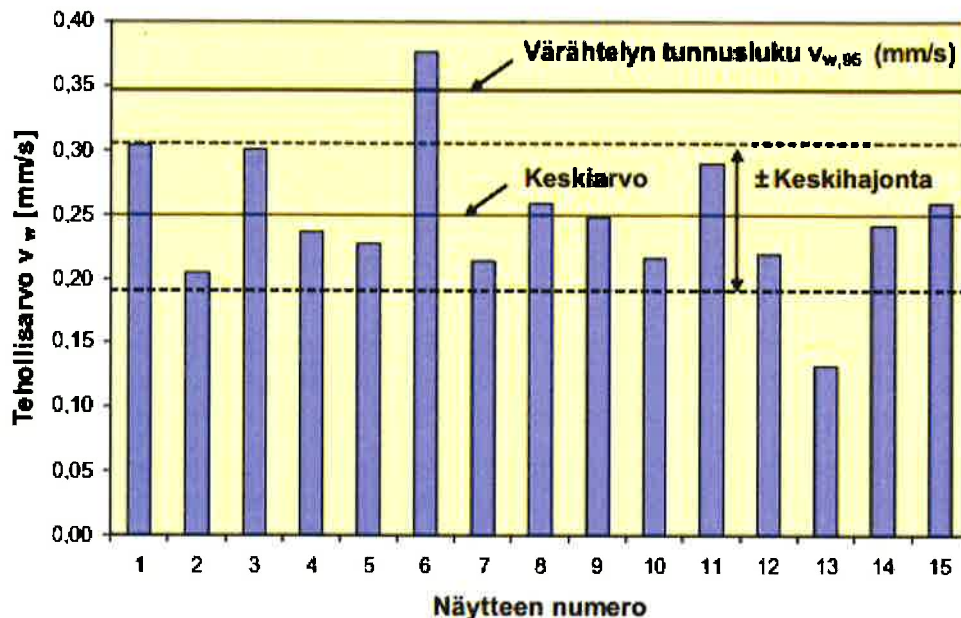
Sekä raja-arvon 45 dB (toimistorakennus, kauppa, museo tai näyttelytila) täyttävä suojaetäisyys eri variaatioille:

- Matala puutalo 1: 19 m
- Matala puutalo 2: 57 m
- Kerrostalo 1: 9 m
- Kerrostalo 2: 34 m.

3 PÄÄTELMÄT TÄRINÄ

Koska laskennallisessa arvioinnissa tulosten eroavaisuus on hyvin suurta, voidaan laskennallisella menetelmällä arvioida suojaetäisyys, joka voidaan suurella todennäköisyydellä olettaa riittäväksi. Todellisuudessa värinän voimakkuus rakennuksissa on riippuvainen pohjarakenteista, rakennetyypistä, interferenssivaikutuksesta, värinäaallon heijastumisesta, mahdollisesta resonanssista jne. Täten todellisen värinän arviointi on yksilöllistä jokaisessa rakennuksessa ja vaatii konkreettisia mittauksia valmiista rakennuksesta. Laskennallisella arvioinnilla ohjataan maankäyttöä ja voidaan varautua mahdollisiin värinähäiriöihin, joita voidaan esimerkiksi huomioida rakentamista rajoittavilla tekijöillä, kuten rakennusten maksimi/minimi kerrokorkeuksina. Esimerkiksi yksikerroksiset maanvaraiset rakennukset ja yli 5 kerroksiset rakennukset kärsivät vähemmän värinähäiriöistä, niiden rakenteen/ massan takia.

Värinän laskennallisessa arvioinnissa tulee huomata, että tehollinen arvo $V_{W,95}$, kuvaa ensisijaisesti asuinmukavuuteen vaikuttavan värinän määrää ihmisen kokemana. Talojen värinöihin vaikuttaa värinän aiheuttama maksimiheilahdusnopeus, jonka arviointi on erittäin vaikeaa ilman mittauksia. Laskennallisessa arvioinnissa lasketaan heilahdusnopeuden maksimi, mutta se antaa vain karkean arvion todellisesta arvosta. Mittauksiin perustuvassa laskennassa huomioidaan 15 suurinta värinänaiheuttajaa, joista tehollinen värähtelyn tunnusluku määritetään seuraavan kuvan (Kuva 6) periaatteiden mukaisesti. Tällöin tunnusluku sisältää 95% todennäköisyydellä tarkasteltujen suurimpien värinänaiheuttajien taajuuskorjatun tehollisarvon. Tulee huomata, että tehollisarvo on taajuuskorjattu, joko nopeus- tai kiihtyvyyssignaalista 1 sekunnin ajalle. Mutta kuten laskennallisessakin arviossa, niin heilahdusnopeuden maksimi on noin 1,67-2,5-kertainen tehollisarvoon nähden.



Kuva 6. Periaatekuva värähtelyn tunnusluvun määrittämisestä.

Asuntojen rakenteellinen kestävyys on yleensä huomattavasti suurempi kuin ihmisen häiritseväksi kokema tärinä. Tällöin voidaan olettaa, että jos rakennukset sijoitellaan tai rakennetaan tärinää vaimentaviksi siten, että ihminen ei koe niistä häiriötä, ne voidaan olettaa kestävän myös rakenteellisesti tärinää.

Alla vielä tämän lähtötietojen ja arviointi tason tarkkuudella määritetyt turvalliset suojaetäisyydet tärinälle eri rakennuksille ja toiminnoille.

- Luokka C: Värähtelytaso 0,30 mm/s → Uudet asuinrakennukset → 34 m
- Luokka C: Värähtelytaso 0,30 mm/s → Uudet 1-kerroksiset maanvaraiset asuinrakennukset tai yli 5- kerroksiset asunnot → 27 m
- Värähtelytaso 0,40 mm/s → Toimistorakennukset → 29 m
- Luokka D: Värähtelytaso 0,60 mm/s → Teollisuusrakennukset → 23 m

4 PÄÄTELMÄT RUNKOMELU

Koska laskennallisessa arvioinnissa tulosten eroavaisuus on suurta ja luotettavuuden arviointi on vaikeaa, täytyy runkomelun suojaetäisyyksiin suhtautua varovaisesti. Runkomelun esiintyminen on jokseenkin tärinän suhteen vastakkainen, sillä tärinähäiriöille alttiit maalajit ovat yleensä hyviä suodattamaan runkomelun aiheuttamaa nopeakulkuista tärinääaltoa.

Täten hyvin tärinää vaimentavilla maalajeilla ongelmaksi muodostuu runkomelu, sillä tiiviit

maalajit välittävät korkeita taajuuksia ja nopeita värinäaalloja tehokkaasti. Tämä eroavaisuus korostuu erityisesti kalliolla, mutta tasoittuu muissa pohjamaalajeissa.

Runkomelun arviointi ja mittaaminen on yksilöllistä värinämittausten tavoin, jolloin jokainen kohde on oma yksilönsä häiriöiden suhteen. Ihmisen on vaikea erottaa äänilähteen alkuperää, jos kohde sijaitsee lähellä junarataa ja ilman kautta leviävä melu sekoittuu runkomeluun. Tämä ilmiö on ongelmallinen varsinkin avoradoilla, mutta esimerkiksi tunnelissa kulkeva metro/juna ei aiheuta ilman kautta leviävää melua kohteeseen, jolloin äänihäiriö on pääasiassa värinästä syntyvää runkomelua ja siten helpommin havaittavissa ja kohdennettavissa.

Siksi esimerkiksi tunnelissa kulkevan värinänaiheuttajan raja-arvo (tunneli 30 dB vrt. avorata 35 dB) runkomelulle on pienempi verrattuna avoradalla sijaitsevaan kohteeseen, sillä melu koetaan häiritsevämmäksi pienemmillä arvoilla, kun muuta meluhaittaa ei havaita.

Kahdella eri oletuksella suoritettu arvio runkomelusta johtaa tulokseen, jossa tulevat ja nykyiset rakennukset sijaitsevat osittain tai kokonaan runkomeluraja-arvot ylittävällä alueella. Laskennan epävarmuus voidaan todeta suureksi, sillä tulosten eroavaisuus on suurta johtuen määräävien lähtötietojen epätarkkuudesta.

5 YHTEENVETO

Värinän suojaetäisyyksiä voidaan pitää kohtuullisen luotettavina, sillä suojaetäisyyksien arvot ovat laskentaparametrien ylärajoilta (huonoimman mahdollisen) sekä varmuuskerroin on 2,0. Värinähaitta on kuitenkin aina mahdollinen, tiedostaen arviointimenetelmän epätarkkuuden sekä värinän ilmentyminen rakenteessa on aina yksilöllinen ilmiö.

Runkomelun osalta tulokset ovat lähimpien rakennusten osalta ristiriitaisia, sillä parhaimmillaan ja heikoimmillaan suojaetäisyyden arvo voi olla 3-4 –ertainen. Arviointitason epävarmuus sekä laaja suojaetäisyyden skaala antaa viitteitä mahdollisesta ongelma-alueesta, mutta tarkkoja rajoituksia sen perusteella ei voi vielä tehdä.

Kaavoituksella on monia keinoja huomioida värinää tai runkomelua, joista yksi on toimintojen ja rakennusten sijoittaminen mahdollisimman kauas värinälähteestä (junaraiteista) sekä sijoittaa suurempaa runkomelua ja värinää sallivia toimintoja epävarmalle alueelle.

Värinän tai runkomelun vaimentaminen on rakenteellisten ratkaisujen ja rakennustyyppien valinnalla mahdollista, mutta ilman konkreettisia mittauksia niiden määrääminen tai veloitaminen on vaikeaa. Runkomelun vaimentaminen tehdään yleensä jonkinlaisella joustavalla kerroksella esim. paksulla täytöllä / eristyksellä tai joustokerroksella ja suurissa kohteissa jousituksella.

Värinän vaimentamiseksi pitäisi olla tietoinen vallitsevasta haitallisesta värinätaajuudesta, jolloin rakenteiden ominaistajuudet voitaisiin mitoittaa mahdollisimman kauas tästä haitallisesta taajuudesta, jolloin ainakin vältetään värinää vahvistavasta resonanssi-ilmiöstä. Optimaalisinta olisi mitoittaa rakenteiden ominaistajuus yli vallitsevan värinätaajuuden, jolloin

resonanssikertoimen arvo laskee alle 1, eli rakenne vaimentaa tärinää. Korkeilla taajuuksilla tämä on kuitenkin vaikeaa, Lähtökohtaisesti voidaan ajatella, että karkearakeisella pohjamaalla (moreeni) ominaistajuuks on yleensä välillä 20-100 Hz. Haitalliseksi muodostuva tärinä on yleensä kovilla pohjamailla taajuusalueella 8-40 Hz, sillä korkeat taajuudet vaimentuvat nopeammin (VTT, 2006, Working paper 50). Yleensä normaalien omakotitalojen ominaistajuuks on luokkaa alle 10 Hz.

Vaimennusratkaisuja suunniteltaessa on ensiarvoisen tärkeää tuntea tärinän taajuudet ja suunnat (xyz-koordinaatisto). Yleensä runkomelua vaimentava ratkaisu vastaavasti kasvattaa tärinän haitallisuutta, jolloin ilman konkreettista tietoa saatetaan mitoittaa ratkaisu, joka korjaa yhden ongelman, mutta aiheuttaa toisen.

Tämän selvityksen perusteella suositellaan jatkotutkimuksia erityisesti runkomelun arviointiin, mutta myös todellisen tärinän arviointiin. Suositeltava menetelmä on kuvattu kohdassa 2.1 ja mittaustapa 2 runkomelulle.

Alla on vielä olemassa olevien lähtötietojen tarkkuudella määritetyt suojaetäisyydet tärinälle ja runkomelulle.

Tärinä:

- Luokka C: Värähtelytaso 0,30 mm/s → Uudet asuinrakennukset → 34 m
- Luokka C: Värähtelytaso 0,30 mm/s → Uudet 1-kerroksiset maanvaraiset asuinrakennukset tai yli 5- kerroksiset asunnot → 27 m
- Värähtelytaso 0,40 mm/s → Toimistorakennukset → 29 m
- Luokka D: Värähtelytaso 0,60 mm/s → Teollisuusrakennukset → 23 m

Runkomelu 35 dB:

- Matala puutalo 1: 57 m
- Matala puutalo 2: 124 m
- Kerrostalo 1: 34 m
- Kerrostalo 2: 87 m.

Runkomelu 45 dB:

- Matala puutalo 1: 19 m
- Matala puutalo 2: 57 m
- Kerrostalo 1: 9 m
- Kerrostalo 2: 34 m.

Turvaetäisyydet tärinän osalta ovat lisäksi kuvattuna liitteessä 1 ja runkomelun liitteessä 2 alueen asemakaavaluonnoksessa.

6 LÄHTEET

VTT, 2004. Suositus liikennetärinän mittaamisesta ja luokituksesta, VTT TIEDOTTEITA 2278, Asko Talja, 2004.

VTT, 2006. Suositus liikennetärinän arvioimiseksi maankäytön suunnittelussa, VTT WORKING PAPER 50. Jouko Törnqvist & Asko Talja, 2006.

VTT, 2008. Rakennukseen siirtyvän liikennetärinän arviointi, VTT TIEDOTTEITA 2425. Asko Talja, Ari Vepsä, Juha Kurkela & Matti Halonen, 2008.

VTT, 2009. Maaliikenteen aiheuttaman runkomelun arviointi, VTT TIEDOTTEITA 2468. Asko Talja & Ari Saarinen, 2009.

Turku, 15. helmikuuta 2019

Sweco Ympäristö Oy

Jouni Marjaniemi

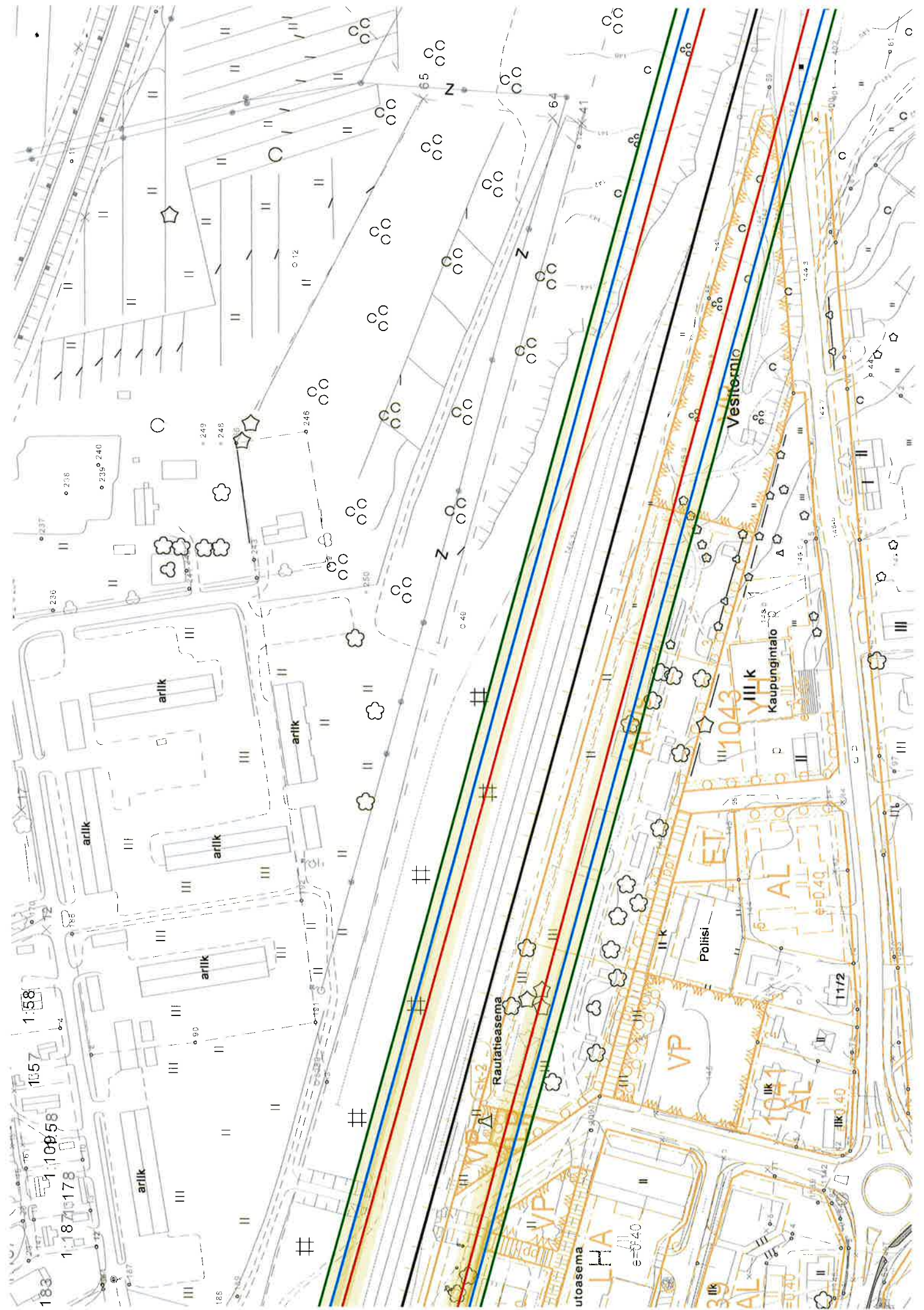
Suunnittelija

DI

Mika Manninen

Projektipäällikkö

M.Sc.



N

Vestimä

Rautatieasema

Kaupungintalo

Politi

utoasema

arlik

arlik

arlik

arlik

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

AL

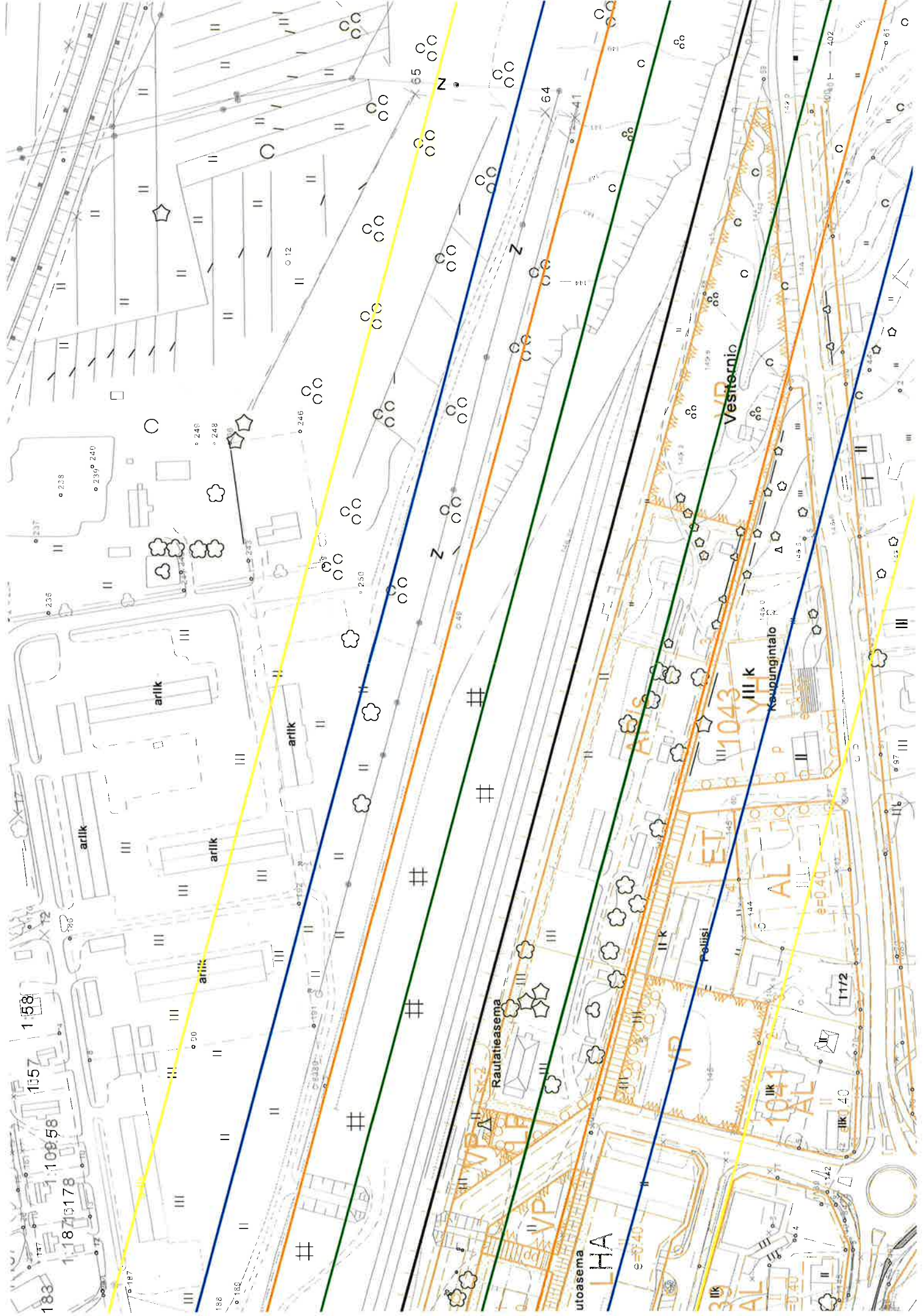
AL

AL

AL

AL

AL



Pyhäjärvi 2019

Pyhäsalmen keskustan asemakaavan
arkeologinen inventointi



Jaana Itäpalo 19.6.2019



KESKI-POHJANMAAN ARKEOLOGIAPALVELU



Tiivistelmä

Keski-Pohjanmaan Arkeologiapalvelu suoritti arkeologisen inventoinnin Pyhäjärven Pyhäsalmen keskustan asemakaavan alueella. Inventointi liittyi asemakaavan muutoksen laatimiseen. Kohdealue sijaitsee Pyhäjärven keskustassa rautatieradan eteläpuolella Tikkalansalmen länsipuolella ja se on n. 15 ha. Siltä tunnettiin ennen inventointia Tikkalan kivikautinen löytöpaikka (id-tunnus 1000015703) ja lisäksi kaavan lähistöllä eteläpuolella sijaitsee Niemen kivikautinen asuinpaikka ja pohjoispuolella Simunan kivikautinen löytöpaikka. Maastotyön suoritti FM Jaana Itäpalo 15.5.2019 vajaan 1 kenttätyöpäivän aikana. Työn tilaaja on Pyhäjärven kaupunki ja kaavoittaja Sweco Ympäristö Oy.

Inventoinnissa ei löytynyt merkkejä arkeologisista kohteista. Muita havaintoja olivat radan varrella rakennuksen betoniperus ja rakennusten purkujäte.

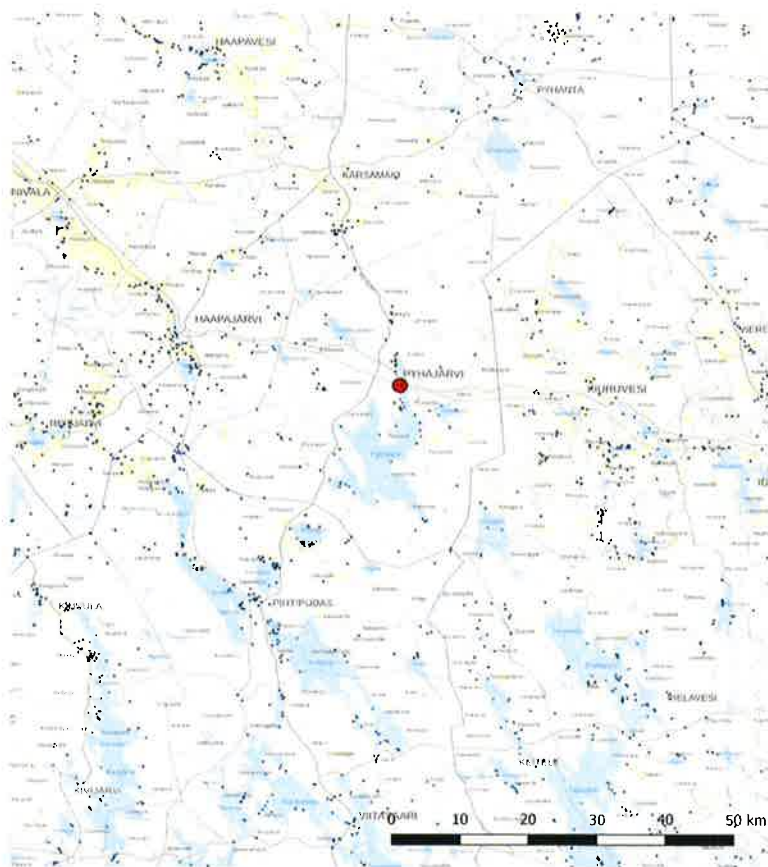
Sisällysluettelo

	S.
1. Perustiedot.....	3
2. Lähtökohdat ja menetelmät.....	3
2.1. Yleiskartta.....	4
2.2. Tutkimushistoria.....	4
2.3. Menetelmä.....	4
3. Maisema, topografia ja geologia.....	5
4. Alueen maankäytön historiaa	8
5. Tulokset.....	11
6. Aineistoluetelo.....	12



1. Perustiedot

Selvitysalue: Pyhäsalmen keskustan asemakaava
Tilaaajat: Pyhäjärven kaupunki ja Sweco Ympäristö Oy
Laji: osainventointi
Kenttätöaika: 15.5.2019 vajaa 1 kenttätöpäivä
Karttanumerot: TM35-lehtijako MML Q4313R, Q4314R (mk 1:20000)
vanha yleislehtijako MML 332109, 332112 (mk 1:20000)
Korkeus: n. 142,50-155 m mpy
Koordinaattijärjestelmä: ETRS-TM35 FIN -tasokoordinaatisto
Aiemmat löydöt: Tikkala KM 3170:2 taltta
Aiemmat tutkimukset: 1995 Mika Sarkkinen inventointi, Tikkala

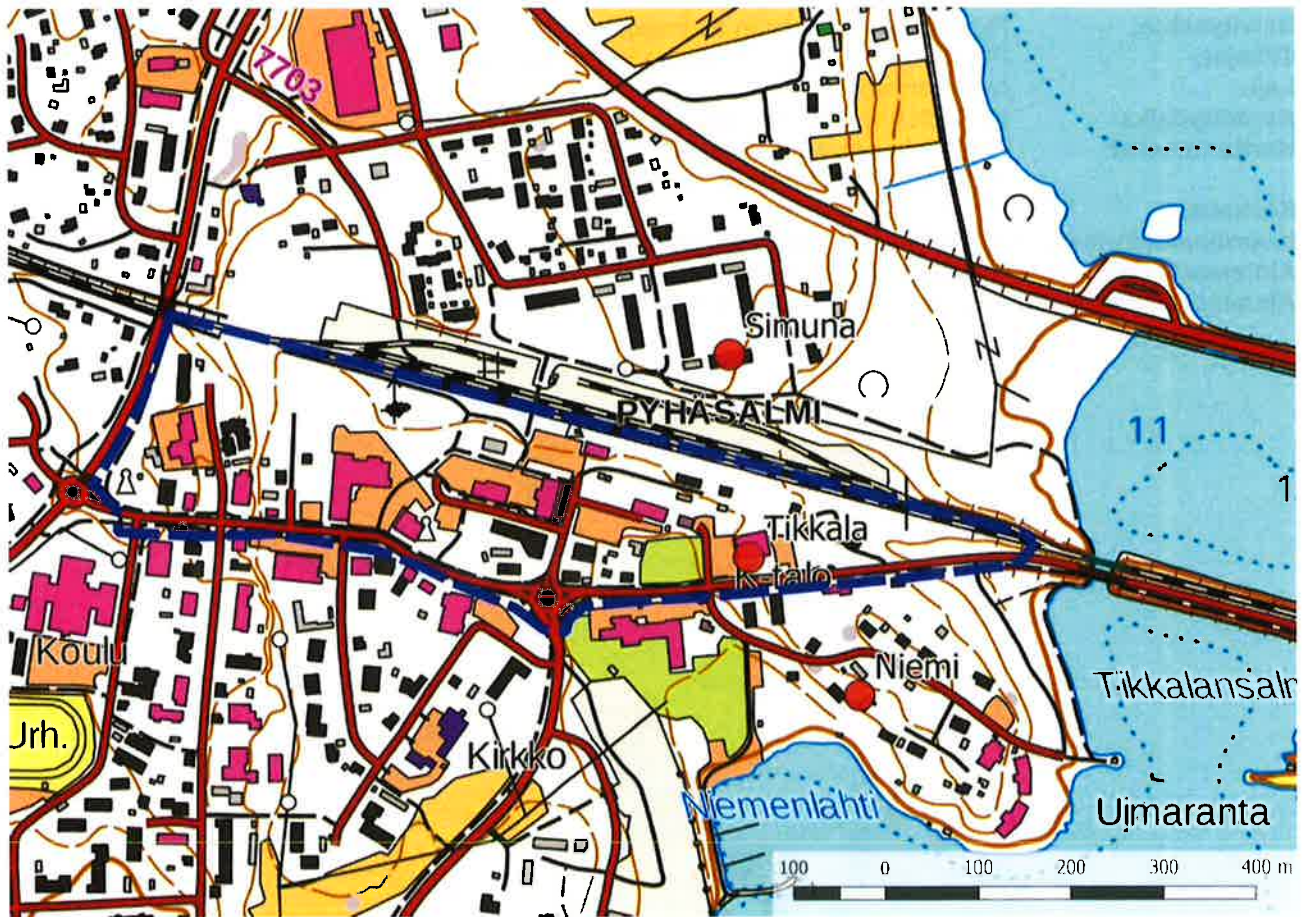


Kohdealueen yleissijainti merkitty ympyrällä. Tunnetut arkeologiset kohteet sinisenä pisteenä, kohdetiedot Museoviraston rekisteriportaalin mukaan. Taustakartta Mml 4/2019.

2. Lähtökohdat ja menetelmät

Pyhäjärvellä on käynnistetty Pyhäsalmen keskustan asemakaavan muutoksen suunnittelutyö. Suunnittelualue on n. 15 ha laaja. Alueelta tunnetaan Tikkalan kivikautisen taltan löytöpaikka nykyisen kaupungintalon vaiheilta. Lisäksi n. 150 metrin etäisyydellä kaavan eteläpuolella sijaitsee Niemen kivikautinen asuinpaikka, mistä on useita esinelöytöjä ja 100 m pohjoispuolella Simunan kohde, jonka kvartsilöydöt viittaavat kivikautiseen asuin- tai muuhun toimintapaikkaan. Museoviraston 25.1.2019 antaman lausunnon mukaan arkeologinen inventointi kohdistettiin kaavan itäosaan, missä tehtiin paikoin koekuopitusta. Myös muualla kaavan alueella huomioitiin arkeologinen potentiaali.

2.1. Yleiskartta



Kaavan alueen likimääräinen raja- ja lähtötilanne ennen inventointia. Tausta-kartta Mml 4/2019. Tunnetut arkeologiset kohteet kaavan alueella Tikkala sekä lähistöllä Niemi ja Simuna merkitty punaisilla ympyröillä, kohdetiedot Museoviraston rekisteriportaalin mukaan.

2.2. Tutkimushistoria

Pyhäjärvellä on tehty koko kuntaa koskeva perusinventointi vuonna 1995 (Mika Sarkkinen, Pohjois-Pohjanmaan liitto, Pohjois-Pohjanmaan museon ja Museovirasto). Sen jälkeen koko kuntaa koskevaa arkeologista perusselvitystä ei ole laadittu. Pyhäjärvellä viime aikoina tehtyt kattavimmat arkeologiset selvitykset ovat liittyneet Metsähallituksen kulttuuriperintöinventointeihin, jotka ovat olleet osa koko Suomen aluetta koskevista metsätalousmaiden kulttuuriperintöinventoinneista. Nämä kuten muutamat muut Pyhäjärvellä tehtyt inventoinnit eivät kuitenkaan ole koskeneet kohdealuetta.

2.3. Menetelmä

Selvitys ja maastoinventointi perustui esiselvitykseen, alueella ja lähistöllä tehtyjen aiempien arkeologisten selvitysten tuloksiin, Museoviraston arkeologisista kohteista ylläpitämään digitaaliseen tietokantaan, maape-räkarttoihin, korkeusmalliin, korkeusprofiiliin, ortokuvaan ja laserkeilausaineistoon. Asutushistorian pääpiirteet ja historialliset elinkeinot sekä maankäyttöä selvitettiin 1800-luvun pitäjänkarttojen ja yleiskarttaesitysten sekä vanhimpien vuonna 1964 laadittujen peruskarttojen avulla. Lisäksi käytettiin kirjallisuutta.

Kaavan itäosassa alkuperäiset maakerrokset ovat asfaltoitujen ja rakennettujen alueiden ulkopuolella pääosin yli metrin vahvuisten täyttömaakerrosten alla, paikoin radan varressa täyttömaakerros voi olla arviolta yli 1,5 m. Maata on myös läjitetty ja radan eteläpuolisia alueita pengerretty. Maaperä todettiin liejuiseksi. Koe-kuoppia oli siten mahdollista kaivaa vain muutamassa kohdassa. Muuten inventointi tehtiin pintahavain-



noimalla tien ja ojien avonaisia reunamia ja paikoin hieman kasvillisuutta poistamalla. Muu kaavan alue tarkastettiin yleispiirteisesti.

3. Maisema topografia ja geologia

Maaperä alueella on hienoa moreenia, pieneltä osin hietaa ja kalliota. Alue on melkein kokonaan rakennettua ja maaperä muokattua, vain itäosassa ja pohjoisreunan tonteilla on rakentamatonta aluetta. Alkuperäisiä maan pintakerroksia niillä ei kuitenkaan inventoinnissa havaittu. Pohjoisreunalla maisemaa hallitsee rautatie-rata ja lastausalueet ympäristöineen. Pohjoisreunalla radan varrella on kaavan itä- ja länsiosassa pienet metsiköt, laajoja viheralueita ei ole. Maaston korkokuva vaihtelee, korkein kohta sijaitsee länsiosassa. Itäosassa maasto laskee melko nopeasti Tikkalansalmelle. Kaavan kaakkoispuolella Niemen kivikautiset asuinpaikkalöydöt ovat tulleet lähinnä Niemen tilan järvelle viettävältä rantavyöhykkeeltä.



Rakentamatonta aluetta poiskäytöstä jääneen muuntamon ympäristössä alueen itäosassa, sen vieritse kulkee syvä oja. Kuva luoteeseen.



Rakennuksen betoniperustus radan varrella alueen itäosassa. Kuva pohjoiseen. Radan varrella on sijainnut useita rakennuksia, jotka on purettu.



Itäosan maakerrokset ovat kokonaan sekoittuneet oijen ja penkereiden tekemisessä.



Itäosassa havaittiin mm. rakennusjätettä ja erilaista romua.



Kaavan alue rajautuu pohjoisessa rautatierataan. Kuva länteen.



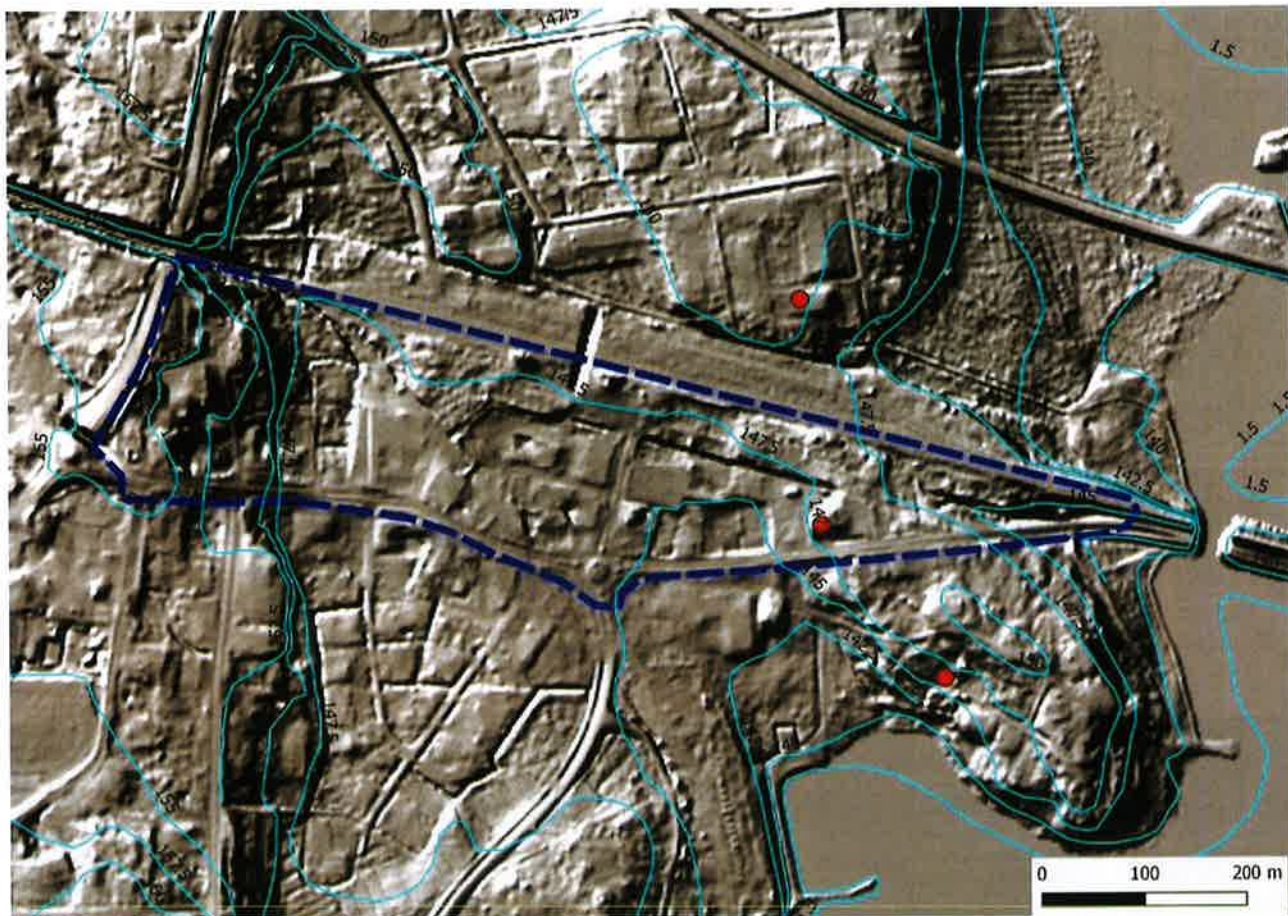
Rakentamaton alue kaavan länsiosassa on entistä peltoa, kuva lounaaseen.



Keskustassa toriaukealla on hiihtäjä Helena Takalon pronssipatsas.



Suunnittelualue ja arkeologiset kohteet ortokuvalla. Tausta-aineistot MML (4/2019).



Kaavan suunnittelualue vinovalovarjosterasteria vasten 2 m DEM sekä korkeuskäyrät. Tausta-aineistot MML (4/2019) ja <http://www.syke.fi/avoindata>. Tunnetut arkeologiset kohteet punaisina ympyröinä Museoviraston kulttuuriympäristön palveluikkunan mukaan.

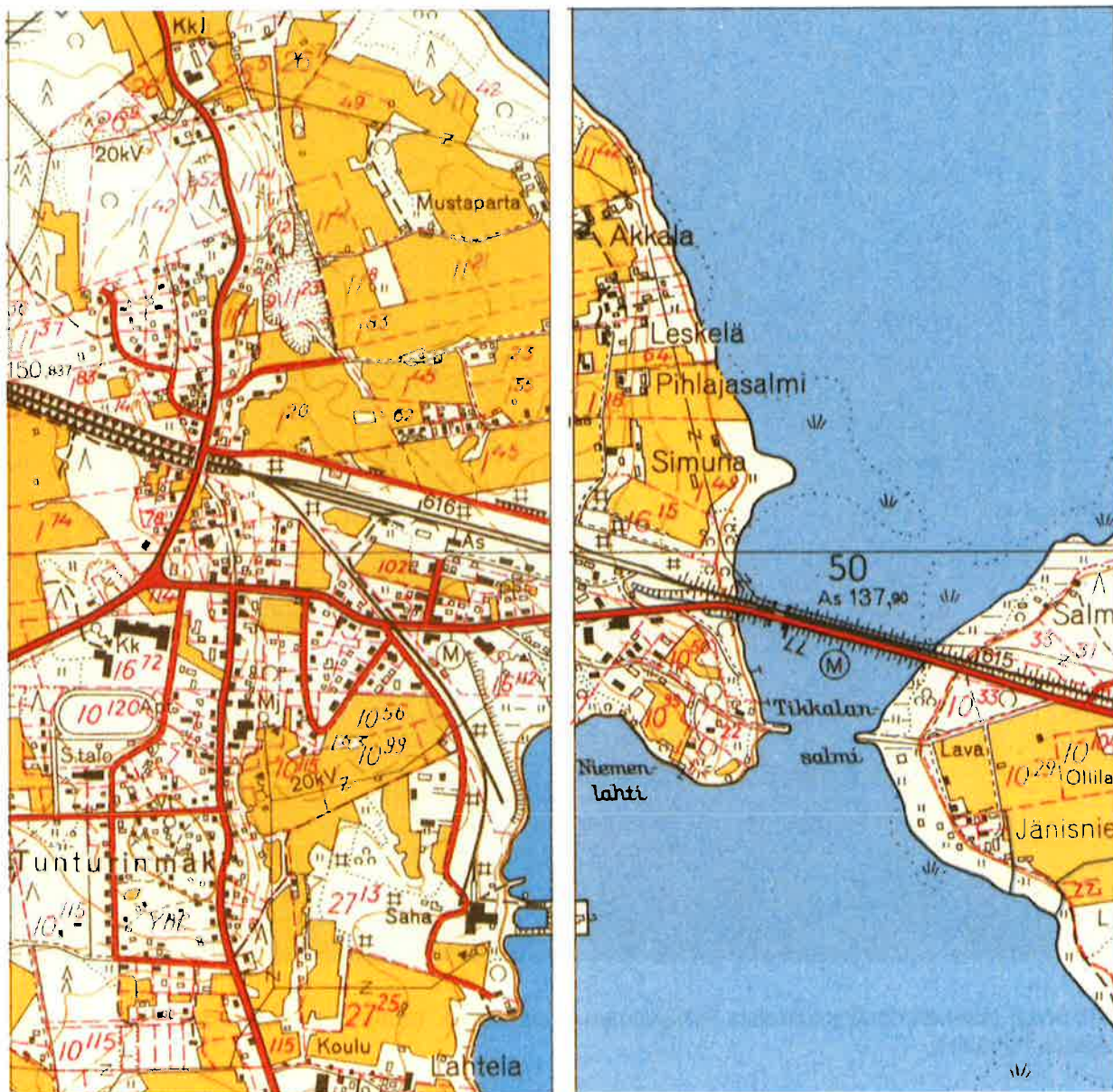
4. Alueen maankäytön historiaa

Alueen sijaintikorkeus n. 142,50-155 m mpy vastaa kivikauden mesoliittisen ajan vaihetta yli 9000 vuotta sitten. Useat löydöt Tikkalansalmen ja Juntiselän länsirannalta ovat merkkejä kivikauden eri jaksoille ajoittuvasta asutuksesta. Mm. kaavan eteläpuolelta Niemen kohteesta on tasa- ja kourutalttojen lisäksi löytynyt muita esineitä, jotka ovat kuitenkin hukkaantuneet.

Pyhäsalmen keskustan alueella on sijainnut vanhaa historiallista asutusta. Vielä vuoden 1964 peruskartoille on merkitty myös useita peltoja, nykyisin kaikki pellot ovat rakennettuja tai hävinneet muun maankäytön seurauksena.



Ote 1800-luvun puolivälin pitäjänkartoista Pyhäsalmen ympäristöstä. Kartta: Arkistolaitoksen digitaaliarkisto, pitäjänkartat, Pyhäjärvi.



Pyhäsalmen aluetta vuosien 1964 peruskartoilla. Kohdealue oli jo tuolloin tiiviisti rakennettua. Sillä sijaitsi vielä useita peltoja. Kartta: Maanmittauslaitos, avoimien aineistojen tiedostopalvelu, <http://vanhatpainetutkattat.maanmittauslaitos.fi/>



Pyhäjärvi vuoden 1863 C. W. Gyldeénin kartalla, Karta öfver Finland : Sektionen D3 : nordvestra delen af Uleåborgs län med tillgränsande delar af Wasa och Kuopio län. Karta Vanha kartta, <http://urn.fi/URN:NBN:fi:ju-200806175486>

5. Tulokset

Inventoinnissa ei havaittu merkkejä kivikautisesta asutuksesta tai muista arkeologisista kohteista. Alue on ollut hyvin potentiaalista kivikautiselle asutukselle. Maaperää on kaavan alueella ja sen tarkemmin inventoidussa itäosassa voimakkaasti muokattu ja on mahdollista, että sillä ehkä sijainneet kiinteät muinaisjäännökset olisivat tässä hävinneet. Alueelta on edelleenkin mahdollista löytää esim. yksittäisiä esineitä.

19.6.2019

Jaana Itäpalo

Jaana Itäpalo



6. Aineistoluettelo

Digitaalinen aineisto

Geologian tutkimuskeskus,
<http://gtkdata.gtk.fi/Maankamara/index.html>

Maanmittauslaitos, avoimien aineistojen tiedostopalvelu,
<https://tiedostopalvelu.maanmittauslaitos.fi/tp/kartta>
<http://vanhatpainetutkartat.maanmittauslaitos.fi/>

Museovirasto, Kulttuuriympäristön palveluikkuna, arkeologiset kohteet ja kulttuuriympäristön tutkimusraportit arkeologia, <https://www.kyppi.fi/palveluikkuna/portti/read/asp/default.aspx>

Vanha kartta, <https://expo.oscapps.jyu.fi/s/vanhakartta/page/etusivu>

Kirjallisuus:

Tulkku Jorma, Pyhä- ja Kalajokilaaksojen varhaishistoria. Asukkaat ja kulkijat. Pyhäjärvi-Seura XIV. 1998

Julkaisematon aineisto

Pyhäsalmen keskustan asemakaavan muutos. Kaavaselostus, luonnos 12/2018. Pyhäjärven kaupunki ja Sweco Ympäristö Oy.

Shulz Hans-Peter, Rannasiirtymistaulukko