

Asemakaavan muutoksen tärinä- ja runkomeluselvitys. Suonenjoki.



Päiväys	26.9.2022
Tekijä	Vesa Vähäkuopus
Tarkastaja	Tiina Kumpula
Projektinumero	YKK67365

Sisällys

1	Lähtökohdat.....	1
1.1	Johdanto	1
1.2	Suunnittelualaue.....	1
2	Lähtötiedot	2
2.1	Pohjasuhteet	2
2.2	Tärinän lähteet	2
3	Menetelmät ja laskentaperusteet	3
3.1	Tärinän ja runkomelun synty.....	3
3.2	Selvitysalueen tärinäalttiusluokitus	3
3.3	Tärinätasot laskennallisesti arvioituna.....	4
3.4	Runkomelutasot laskennallisesti arvioituna	5
4	Johtopäätökset ja yhteenveto	9
5	Lähteet ja kirjallisuus	9



1 Lähtökohdat

1.1 Johdanto

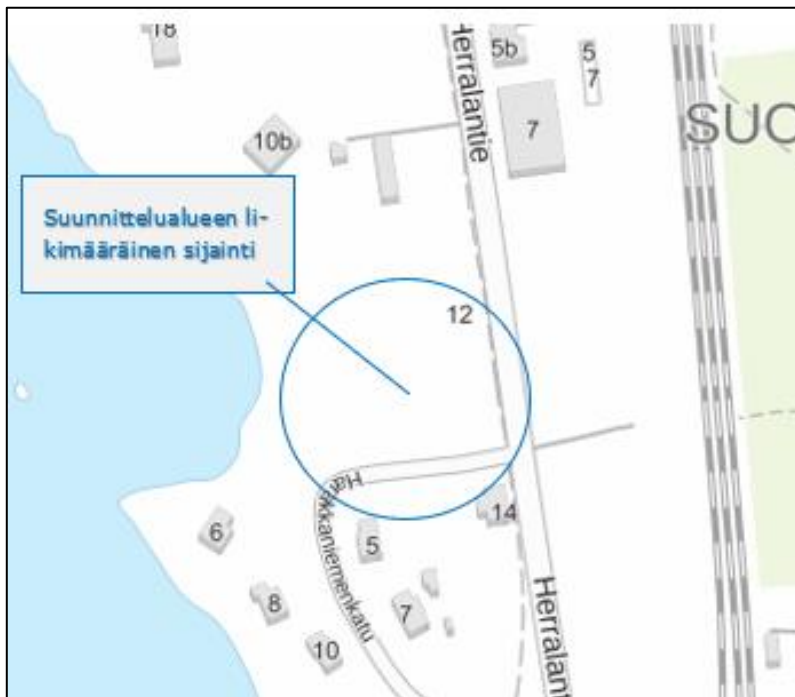
Suonenjoen kaupunki on laatimassa asemakaavan muutosta osalle korttelia 212 Suonenjoen keskustassa. Alueelle suunnitellaan palvelukodin rakentamista noin 3600 k-m² laajuudessa ja loppuosa alueesta kaavoitetaan asuinkerrostalorakentamiseen.

Tässä selvityksessä on tarkasteltu laskennallisesti kaavan suunnittelualueen tärinä- ja runkomelutilannetta.

Työn tilaajana on Suonenjoen kaupunki, jossa yhteyshenkilönä on toiminut kaavoittaja Timo Kortelainen. Selvityksen on laatinut Sitowise Oy, jossa vastuusuunnittelijana sekä projektipäällikkönä on toiminut DI Vesa Vähäkuopus ja laadunvarmistajana B. Env. Man, Ins. AMK Tiina Kumpula.

1.2 Suunnittelualue

Kaavan suunnittelualueen likimääräinen sijainti on esitetty kuvassa 1.



Kuva 1. Kaavan suunnittelualueen likimääräinen sijainti on merkitty sinisellä ympyrällä (kartta.paikkatietoikkuna.fi).



2 Lähtötiedot

2.1 Pohjasuhteet

Geologian tutkimuskeskuksen maaperäkarttojen mukaan tarkasteltavan alueen maaperä (pohjamaalaji, 2 m syvyys) on karkeaa hietaa (KHT). Maanpeitteen paksuus kallion päällä on edellä mainitun lähteen mukaan 10-30 metriä. Olosuhteet eivät ole erityisen otollisia tärinän leviämiseksi. Kuvassa 2 on esitetty tarkastelualueen maaperä perustuen geologian tutkimuskeskuksen pohjatutkimuksiin.



Kuva 2. Kaavan suunnittelualueen pohjasuhteet (gtkdata.gtk.fi/maankamara).

2.2 Tärinän lähteet

Alueen ainoa tiedossa oleva tärinänlähde on tarkasteltavan alueen itäpuolella oleva rautatie ja siinä liikennöivä junakalusto. Etäisyys rautatien ja suunnittelualueen välillä on noin 100 metriä. Radalla liikennöi säännöllisesti henkilö- ja tavarajunaliikennettä. Tavarajunat ohittavat tarkastelualueen noin 90 km/h nopeudella (juliadata.fi), jota käytettiin laskennallisen tarkastelun lähtötietona niiden osalta.

Pääosa henkilöliikenteestä pysähtyy asemalla, mutta suurin mahdollinen henkilöliikenteen nopeus tarkastelualueen kohdalla on 140 km/h, jota käytettiin lähtötietona laskennallisessa tarkastelussa.

Suunnittelualueen itäpuolella kulkee Herralantie, jolla on 40 km/h nopeusrajoitus ja jonka liikennemäärä on vähäinen. Raskaan liikenteen osuudesta liikennöinnistä ei ollut tarkasteluhetkellä tietoa.



3 Menetelmät ja laskentaperusteet

3.1 Tärinän ja runkomelun synty

Tärinäna koetun ilmiön aiheuttaa liikenneväylän epätasaisuus tai väylän pintaan kulkuneuvosta aiheutuvat muodonmuutokset. Liikennöintivälineen, liikennöintiväylän ja liikennöintiväylän alla olevan maaperän vuorovaikutuksessa maaperä joutuu värähtelytilaan, jonka ilmenemisen ihminen havaitsee liikennetärinäna. Rakennuksien kohdalla värähtely siirtyy rakennuksen perustusten kautta runkoon ja lattioihin, joissa vaimenemista ja voimistumista voi tapahtua.

Tärinähaitat ovat tyypillisiä pehmeikköalueiden ongelmia ja niitä voidaan tarkastella joko asumismukavuuden tai rakenteiden kestävyuden kannalta. Tyypillisesti liikennetärinäna vaikutukset rajoittuvat asumismukavuuden heikentymiseen, joka muodostuu mitoittavaksi tekijäksi. Tarkasteltavana suureena toimii maan heilahdusnopeuden huippu- tai tehollisarvo. Värähtelyn tapahtuessa korkeammalla taajuustasolla kykenee ihminen aistimaan värähtelyn myös pinnoista säteilevänä runkomeluna.

3.2 Selvitysalueen tärinäalttiusluokitus

Julkaisussa *”Liikennetärinä: Alueiden tärinäkartoitus ja rakenteiden vaurioitumisalttius”* [1] esitetään kolme eri tarkastelutasoa käytettäväksi eri olosuhteissa:

1. Alustava juna- ja maaperätietoihin perustuva rajausta perustuen puoliempiiriin laskentakaavoihin.
2. Tarkennettu tärinämittauksiin perustuva rajausta, joka perustuu tunnetusta junaliikenteestä mitattuun maaperän värähtelyyn
3. Rakennuksessa esiintyvän värähtelyn arviointi, jolloin arvioidaan tarkat vaikutukset alueella olevaan tai suunniteltavaan rakennuskantaan.

Tämä tärinäselvitys on laadittu 1. tarkastelutason mukaisesti.

Tärinäna asumismukavuuden häiritsevyyden arviointiin käytetään VTT:n julkaisussa *”Suositus liikennetärinäna mittauksesta ja luokitukselta”* [2] esitettyä rakennusten värähtelyluokitusta, mikä on esitetty taulukossa 1.

Taulukko 1. Suositus rakennusten värähtelyluokitukselta.

Värähtelyluokka	Kuvaus värähtelyolosuhteista	$v_{w,95}$ (mm/s)
A	Hyvät asuinolosuhteet (Ihmiset eivät yleensä havaitse värähtelyitä)	$\leq 0,10$
B	Suhteellisen hyvät asuinolosuhteet (Ihmiset voivat havaita värähtelyitä, mutta ne eivät ole häiritseviä)	$\leq 0,15$
C	Suositus uusien rakennusten ja väylien suunnittelussa (Keskimäärin 15 % asukkaista pitää värähtelyitä häiritsevinä ja voi valittaa häiriöistä)	$\leq 0,30$
D	Olosuhteet, joihin pyritään vanhoilla asuinalueilla (Keskimäärin 25 % asukkaista pitää värähtelyitä häiritsevinä ja voi valittaa häiriöistä)	$\leq 0,60$



Ympäristöministeriön ohjeessa rakennuksen ääniympäristöstä [3] esitetyt asuntojen, majoitus- ja potilashuoneiden tärinän ohjearvot vastaavat VTT esittämää luokkaa C.

Rakennusten värähtelyluokituksessa rakennukset on jaettu luokkiin A-D tärinän tunnusluvun $v_{w,95}$ perusteella. Tunnusluku perustuu yksittäisten liikennetapahtumien suurimpiin värähtelyn taajuuspainotettuihin tehollisarvoihin. Taulukoituja tunnuslukuja sovelletaan asuinrakennuksille.

3.3 Tärinätasot laskennallisesti arvioituna

Tärinän leviämistä alueelle tutkittiin VTT:n julkaisussa *”Liikennetärinä: Alueiden tärinäkartoitus ja rakenteiden vaurioitumisalttius”* [1] esitetyn laskentamallin avulla. Malli on yksinkertaistettu likimääräismenetelmä, jossa oletetaan vaaka- ja pystysuuntaiset värähtelyt yhtä suuriksi.

Laskentamallin avulla voidaan huomioida radalla liikkuvan kaluston ominaisuudet (massa, nopeus), maaperän ominaisuudet sekä raiteiston kunnan vaikutus tärinään. Laskennassa on lisäksi huomioitu VTT:n julkaisun mukaisesti varmuuskerroin 2, koska arviointi perustuu laskentakaavaan, jota ei ole kalibroitu paikallisiin tärinäolosuhteisiin mittausten avulla.

Laskentamalli on esitetty kaavassa 1:

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

missä laskentaparametreinä on käytetty seuraavia:

$v_{z,max}$ = laskennallinen tärinän pystyheilahdusnopeus maan pinnalla halutussa tarkastelupisteessä.

$v_{z,15}$ = pystysuora vertailuheilahdusnopeus maassa etäisyydellä D=15 metriä raiteen keskilinjasta

k_D = etäisyyskerroin

k_S = junan nopeuskerroin (tavarajuna 90 km/h / henkilöjuna 140 km/h)

k_G = junan painokerroin (tavarajuna 3500 t / henkilöjuna 800 t)

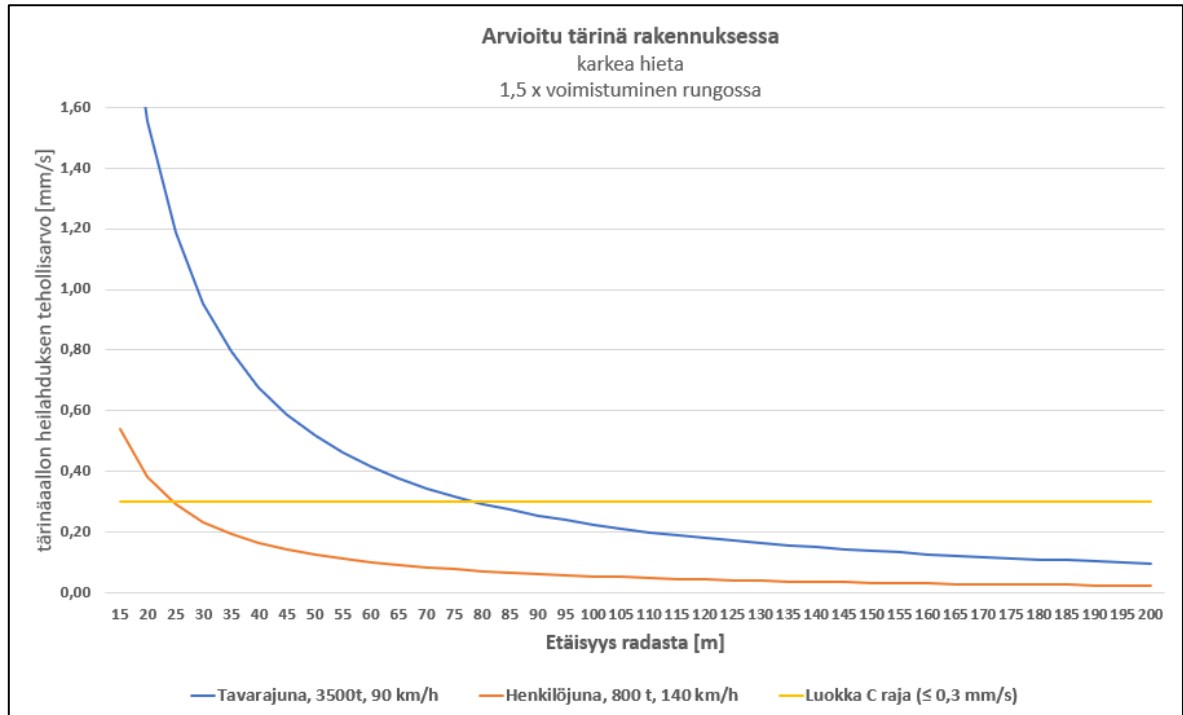
k_R = radan kuntokerroin (1, hyväkuntoinen raide)

F = varmuuskerroin (2, ei kalibrointia)

Tässä tarkastelussa värähtely oletetaan siirtyvän täydellä vaikutuksella rakennusten perustuksiin, jonka jälkeen se voimistuu 1,5 kertaiseksi ns. yleisen voimistumisen kautta.

Kuvassa 3 on esitetty koetun tärinän vaimeneminen liikuttaessa ulospäin radasta.





Kuva 3. Arvioitu tärinä rakennuksessa eri etäisyyksillä radasta.

Laskennallinen tarkastelu suoritettiin henkilöjunalla sekä painavammalla, mutta hitaammin etenevällä tavarajunalla. Tavarajuna osoittautui laskennallisesti suuremman tärinän tuottavaksi junatyypiksi. Yläpuolen kuvassa 3 on esitetty laskennan tulos, minkä perusteella tavarajunan aiheuttama tärinäkuormitus rakennukseen alittaa $v_{w,95}$ 0,3 mm/s arvon liikuttaessa noin 80 m etäisyydelle radasta. Kevyempi henkilöjuna alittaa ohjearvon noin jo noin 30 metrin etäisyydellä lähimmästä raiteesta. Tärinäaltistusluokkien mukaiset vyöhykkeet on esitetty liitekuvassa 1.

Rakenteiden vaurioituminen tapahtuu huomattavasti suuremmalla tärinärasituksella kuin millä asumismukavuus häiriintyy. Näin ollen voidaan todeta, että laskennallisen tarkastelun perusteella ohittava rautatieliikenne ei kykene vaurioittamaan suunnittelualueelle sijoitettavia rakennuksia.

Herralantien kumipyöräliikenteen ei arvioida laskennallisesti aiheuttavan häiritsevää liikennetärinää suunniteltavien rakennusten kohdalla.

3.4 Runkomelutasot laskennallisesti arvioituna

Runkomelun arviointi on laadittu VTT:n julkaisussa "Maaliikenteen aiheuttaman runkomelun arviointi" [4] esitetyn arviointitason 2 perusteella. Menetelmä perustuu arvioitua värähtelyn nopeustasoon, mutta se ei kuitenkaan edellytä tarkkaa tietoa värähtelyn taajuusspektristä eikä spektrin muuttumisesta värähtelyn siirtymisreitillä.



Julkaisun mukaan värähtelyn perustaso saadaan kaavasta 2:

$$L_v[dB] = 103 - 14 \cdot \log_{10} \left(\frac{d}{d_0} \right) - 0,8 \cdot \left(\frac{d}{d_0} \right) \quad (2)$$

etäisyydellä d tarkasteltavan raiteen reunasta, missä d_0 on vertailuetäisyys 10 m.

Arvio sisätilojen runkomelutasosta (L_{prm}) saadaan kaavasta 3:

$$L_{prm}[dB] = L_v[dB] + \Sigma \Delta L_{v,i}[dB] \quad (3)$$

jossa värähtelyn perustasoon lisätään liikenteestä riippuvat korjaustekijät koskien

- Liikennettä (junatyyppi, nopeus, ajoneuvon ominaisuudet)
- Väylän kuntoa
- Radan eristämistapaa
- Väylän sijaintia (avorata, tunneli, ilmarata)
- Kohderakennusta (tyyppi, perustus, resonanssi)
- Syntyvää äänenpainetta (muunto äänenpainetasoksi, maaperän vaikutus)

Runkomelun arvioinnissa käytettiin seuraavia korjaustekijöitä ΔL_v :

Taulukko 2. Käytetyt korjaustekijät

Korjaustekijä	Määrittely	korjaustekijä, [dB]
Liikennetyyppi	Veturivetoiset junat	+11 dB
Ajonopeus	140 km/h	+ 3 dB
Kaluston ominaisuudet	Normaali jousitus	+ 0 dB
Väylän kunto	Hyväkuntoinen rata	+ 0 dB
Radan eristämistapa	Ei eristystä	+ 0 dB
Väylän sijainti	Avorata	+ 0 dB
Rakennuksen tyyppi	Kerrostalo	- 10 dB
Rakenneosien resonanssi	Vakiokorjaus	+ 6 dB
Muutos äänenpainetasoksi	Vakiokorjaus	- 28 dB
Muutos A-painotetuksi äänepainetasoksi	Värähtelyn hallitseva taajuus 30-60 Hz	- 35 dB
Varmuusmarginaali	Ohjeen mukainen vakiokorjaus	+ 6 dB
$\Sigma \Delta L_v$		-47 dB



Saatu tulosta verrataan julkaisuissa [3] & [4] esitettyihin suosituksiin runkomelutason ohjearvoista.

Taulukko 3. Suositus runkomelutasojen ohjearvoiksi

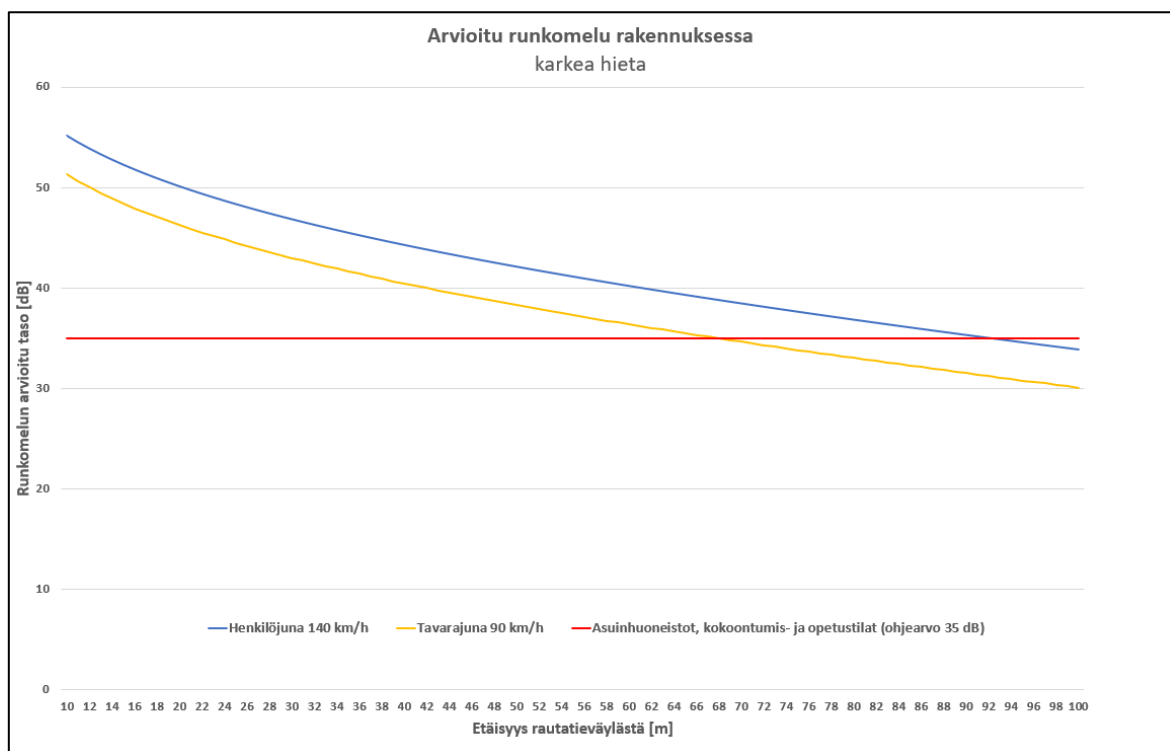
Rakennustyyppi	L_{prm} [dB]
Radio-, tv- ja äänitysstudiot, konserttisalit	25–30
Asuinhuoneistot	30/35 ²
Hoito- ja sosiaalihuollon laitokset, majoitustilat, potilashuoneet, majoitustilat päiväkodit, lasten ja henkilökunnan oleskeluun tarkoitetut huoneet	30/35 ²
Kokoontumis- ja opetustilat, luokahuoneet, 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.	

Tässä selvityksessä sovelletaan 35 dB runkomelun ohjearvoa majoitustiloille ja asuinhuoneistoille.

Laskennallisen arvion perusteella runkomelutason 35 dB asumiskäytön ohjearvo alitetaan noin 90 m etäisyydellä radasta, jolloin uudet rakennukset sijoittuvat runkomelun riskialueen ulkopuolelle. Laskennallinen arviointi ei huomioi liikennöivän junan massaa, mistä syystä kevyempi, mutta nopeammin etenevä henkilöliikenne on runkomelun kannalta määräävää liikennöintityyppi. Runkomelun arvioitu taso rakennuksessa eri etäisyyksillä on esitetty kuvassa 3.

Herralantien kumipyöräliikenne ei aiheuta laskennallisen tarkastelun perusteella runkomelua suunniteltavien rakennuksien kohdalla.





Kuva 4. Arvioitu runkomelu rakennuksessa eri etäisyyksillä radasta.



4 Johtopäätökset ja yhteenveto

Liikennetärinä

Laskennallisen arvion perusteella luokan C raja-arvo alitetaan noin 80 etäisyydellä lähimmästä raiteesta. Näin ollen koko suunnittelualue kuuluu luokkaan C "Suositus uusien rakennusten ja väylien suunnittelussa", eikä arvion perusteella liikennetärinää tarvitse erikseen huomioida suunnittelussa. Myöskään rakenteiden kestävyys ei vaarannu suunnittelualueella. Herralantien kumipyöräliikenne ei arvion mukaan aiheuta häiritsevää liikennetärinää suunnittelualueella.

Runkomelu

Laskennallisen arvion perusteella runkomelutason 35 dB asumiskäytön ohjearvo alitetaan noin 90 m etäisyydellä radasta. Arvio on laskennallinen ja jokseenkin karkea, mutta runkomelua aiheuttava värähtely ei tyypillisesti etene otollisesti pienirakeisten tai välimaalajien alueilla. Herralantien kumipyöräliikenne ei arvion mukaan aiheuta häiritsevää runkomelua suunnittelualueella.

5 Lähteet ja kirjallisuus

- [1] Talja & Törnqvist, J. 2014. Liikennetärinä: Alueiden tärinäkartoitus ja rakenteiden vaurioitumisalttius. VTT.
- [2] Asko Talja. 2005. Suositus liikennetärinän mittaamisesta ja luokitukselta. VTT.
- [3] Ympäristöministeriö. 2018. Ääniympäristö: Ympäristöministeriön ohje rakennuksen ääniympäristöstä. Ympäristöministeriö.
- [4] Talja & Saarinen, A. 2009. Maaliikenteen aiheuttaman runkomelun arviointi. VTT.

Liite 1: Värähtelyalueet esitettynä kartalla





Runkomelun riskialue

Runkomelun riskialue

Asemakaavan muutosalue

Tärinän ja runkomelun riskialue

Tärinän ja runkomelun riskialue

Rautatie

HERRALANIEKI

Herakkaniemi

Pumpposäiliö

HARAKKANIEKI

23.9.2022

Tilaja Suonenjoen kaupunki		Hänke talonosa Kortteli 212	
Toimittaja SITOWISE		Suunniteluvaihe Asemakaavamuutos	
Pliit. Vesa		Päivityksen sisältö Tärinä- ja runkomeluselvytys	
Suunn. Vesa		Kuumitus	
Tark. Hyy.		Mittakaava 1:1000	
Yhteinen tarkastaja		Koordinaatti- ja korkeusjärjestelmä ETRS-GK27	
Tark. Hyy.		KTM:n Pakka Laji Numero Muut. Lehti Lehtiä	
		1 1	