

Vastaanottaja
Porin kaupunki

Asiakirjatyyppi
Raportti

Päivämäärä
18.4.2016

Viite
1510025834

PORIN MATKAKESKUSHANKE TÄRINÄSELVITYS

PORIN MATKAKESKUSHANKE TÄRINÄSELVITYS

Päivämäärä 18.4.2016
Laatija Ville Lehtonen
Tarkastaja Jouko Noukka, Jari Hosiokangas
Kuvaus Tärinäselvitys

Viite 1510025834

SISÄLTÖ

1.	Yleistä	1
2.	Lähtökohdat	2
2.1	Maankäytön suunnittelu	2
2.2	Maaperä ja rakennusten perustamistapa	2
2.3	Liikenne	3
3.	Tärinän arviointiin liittyvä ohjeistus ja menettelytavat	4
3.1	Yleistä	4
3.2	Suojaetäisyydystarkastelu	4
3.3	Tärinähaitan arviointiperusteet	5
4.	Tärinätarkastelut	6
4.1	Arviointitaso 1	6
4.2	Arviointitaso 2	7
5.	Tulosten arviointi ja johtopäätökset	10
5.1	Tulosten arviointi	10
5.2	Johtopäätökset	10

1. YLEISTÄ

Tässä työssä on selvitetty laskennallisen tarkastelun perusteella katuliikenteestä aiheutuvan tärinän voimakkuus Porin rautatieasemalle suunniteltavan matkakeskuksen ympäristössä. Suunnittelualueen sijainti on esitetty kuvassa 1.1.



Kuva 1.1. Suunnittelualueen viitteellinen sijainti. Tehdyt johtopäätökset pätevät myös lähialueelle, jos pohjamaan ominaisuudet ovat samat kuin suunnittelualueella (ks. kohta 2.2)

Työn tarkoituksena on tutkia Porin SAMK:n keskustakampuksesta ja kaukoliikenteen linja-autojen terminaalien siirrosta rautatieaseman yhteyteen mahdollisesti aiheutuvia liikennetärinävaikutuksia lähialueen kiinteistöille. Hankkeen liikenteellisiä yksityiskohtia on esitelty esimerkiksi Ramboll Finland Oy:n laatimassa raportissa "Porin matkakeskuksen ja kampuksen liikenteen toimivuustarkastelu" (3.3.2015).

Työn on tilannut Porin kaupunki, jossa yhteyshenkilönä on toiminut liikenneinsinööri Sanna Välimäki. Ramboll Finland Oy:ssä työn projektipäällikkönä on toiminut FM Jari Hosiokangas. Suunnittelijana työssä toimi TKT Ville Lehtonen. Laadunvarmistajana toimi DI Jouko Noukka.

2. LÄHTÖKOHDAT

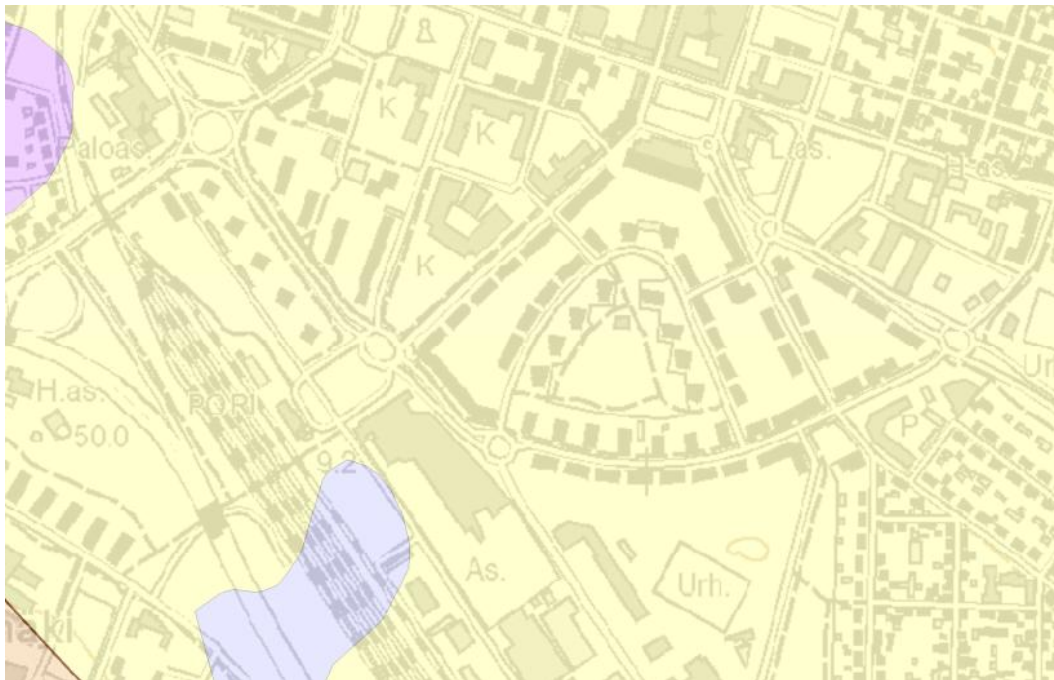
2.1 Maankäytön suunnittelu

Suunnittelualue sijaitsee rakennetussa kaupunkiympäristössä. Lounaassa alue rajautuu rautatiehen ja rautatieasemaan, jonka aukiolle suunnitellaan uutta linja-autoliikenteen matkakeskusta. Aseman kaakkoispuolella sijaitsevalle tontille kaavaillaan SAMK:n uutta kampusrakennusta.

Liikennetärinälle potentiaalisesti herkimvät rakennukset ovat 3-6 kerroksiset asuinrakennukset Satakunnankadun-Rautatiepuistonkadun-Tasavallankadun kiertoliittymän ympäristössä. Rakennukset ovat karttatarkastelun perusteella lähimmillään noin 10 m päässä kadun reunasta.

2.2 Maaperä ja rakennusten perustamistapa

GTK:n Maankamara-palvelusta tulostetun maaperäkartan (Kuva 2.2) perusteella maaperä alueella on karkeaa hietaa (hienoa hiekkaa, raekoko 0,06-0,2 mm). Näin ollen alueen pohjamaa voidaan määritellä karkearakaiseksi (verrattuna hienorakeisiin savi- ja silttimaihin).



Kuva 2.2. Kohdealueen maaperä. Keltainen väri on karkeaa hietaa. (GTK:n maaperäkartta 1:20 000)

Rakennusten perustamistavasta ei ole tarkkaa tietoa. Olosuhteista ja rakennusten kerroskorkeudesta riippuen rakennukset on voitu perustaa maanvaraisille anturoille tai paaluille. On oletettavaa, että katujen rakennekerrosten sekä rakennusten perustusten ja piha-alueiden alla on josain määrin tehty massanvaihtoja routimattomista karkearakaisista maakerroksista.

2.3 Liikenne

Katuliikenne suunnittelualueella on tyypillistä kaupunkikeskustan liikennettä. Raskaan liikenteen osuus on noin 2-3 % (Porin matkakeskuksen ja kampuksen liikenteen toimivuustarkastelu, tausta-aineistot, Ramboll 2015).

Suunnittelualueella potentiaaliset liikennetärinähaitat syntyvät pääasiallisesti raskaasta tieliikenteestä. Raskaan liikenteen määrän oletetaan lisääntyvän suunnittelualueella erityisesti linja-autoliikenteen keskittyessä asema-aukiolle. Lisäksi SAMK:n kampus aiheuttanee osaltaan henkilöautoliikennesuorituksen kasvua sekä mahdollisesti lisääntynyttä linja-autoliikennettä.

Liikennetärinän näkökulmasta liikenteen voi olettaa pysyvän laadultaan samana kuin nykytilanteessa, eli yksittäiset suurimmat tärinäherätteet eivät voimistu nykytilanteeseen verrattuna.

Nopeusrajoitus alueen kaduilla on 40 km/h.

Rautatieliikenteen osalta on oletettu, että junien kulkunopeus aseman kohdalla on riittävän hiljainen, siten että niistä ei aiheudu merkittävää tärinähaittaa ympäristöön.

3. TÄRINÄN ARVIOINTIIN LIITTYVÄ OHJEISTUS JA MENNETTELYTAVAT

3.1 Yleistä

VTT:n julkaisua "Suositus liikennetärinän arvioimiseksi maankäytön suunnittelussa, VTT Working Papers 50, Espoo 2006" käytetään Suomessa yleisesti liikennetärinän arvioinnissa. Julkaisussa esitetään tärinän arviointimenettely kolmella eri tarkkuustasolla. Liikennetärinän siirtymistä rakennuksiin voidaan arvioida VTT:n julkaisuilla "Rakennukseen siirtyvän liikennetärinän arviointi" (VTT Tiedotteita 2425, Espoo 2008) ja "Ohjeita liikennetärinän arviointiin" (VTT Tiedotteita 2569, Espoo 2011)

Arviointitasolla 1 tarkastelu perustuu kokemusperäisiin turvaetäisyyksiin, jossa huomioidaan maaperän ominaisuudet ja liikenteen tyyppi. Tarkastelulla selvitetään onko varsinainen värähtelytarkastelu lainkaan tarpeen.

Arviointitaso 2 perustuu laskennallisiin arvoihin tai tarkistusluonteisiin tärinämittauksiin, jolloin liikenteen ja maaperän ominaisuudet voidaan ottaa tarkemmin huomioon. Arviointitasoa 2 suositellaan käytettäväksi, kun yleiskaavassa tai asemakaavassa rakentamista ohjataan yksityiskohdaisesti määrättyllä alueella ja arviointitason 1 perusteella alue on riskialuetta.

Arviointitason 3 tarkastelu perustuu aina riittävän pitkäaikaisiin tärinämittauksiin. Tason 3 käyttöä tarvitaan, mikäli arviointitason 2 laskennallisella tarkastelulla ei saada riittävän luotettavaa kuvaa maaperän pystyvärähtelyn suuruudesta, tai halutaan rakentaa alueelle, jolla arviointitason 2 mukaan tärinä voi ylittää suositusarvon.

3.2 Suojaetäisyydeltä tarkastelu

Arviointitason 1 mukaiset turvaetäisyydet esitetään taulukossa 3.1. Jos suunniteltu asutus sijoittuu taulukon turvaetäisyyden ulkopuolelle, ei tarkempaa tärinäselvitystä tarvita.

Taulukko 3.1 VTT:n ohjeen W 50 mukaiset turvaetäisyydet

Suosittelava turvaetäisyys	Liikennetyyppi	Pehmein maalaji väylän alla
500 m	Tavarajunaliikenne (3500 tn, 90 km/h)	Pehmeä maa
200 m	Pikajunaliikenne (140 km/h)	Pehmeä maa
100 m	Tavara- ja pikajunat	Kova maa
100 m	Raskas maantieliikenne (100 km/h, sileä)	Pehmeä maa
100 m	Hidastetöyssyt, raskas liikenne (40 km/h)	Pehmeä maa
50 m	Raskas katuliikenne (40 km/h, sileä)	Pehmeä maa
15 m *	Raskas maantie- ja katuliikenne (myös töyssyt)	Kova maa

* Ei koske väyliä, joilla on vain tilapäisesti raskasta liikennettä

3.3 Tärinähaitan arviointiperusteet

Tärinän aiheuttamaa mahdollista haittaa asuinmukavuudelle maankäytön suunnittelussa arvioidaan tunnusluvun $v_{w,95}$ perusteella. Tunnusluku perustuu yksittäisten liikennetapahtumien suurimpiin värähtelyn tehollisarvoihin ja niiden perusteella laskettuun keskiarvoon ja hajontaan seuraavasti:

Määritelmältään $v_{w,95} = (15 \text{ suurimman yksittäisen tapahtuman keskiarvo}) + (1,8 \times 15 \text{ suurimman yksittäisen tapahtuman hajonta})$. Tilastollisesta luonteestaan johtuen se voidaan tarkasti määrittää vain pitkäaikaisten mittausten avulla. Pelkässä laskennallisessa tarkastelussa tällaista tunnuslukua ei voida suoraan määrittää, vaan arvioinnissa käytetään suoraan laskennallista värähtelyn nopeuden tehollista odotusarvoa, jossa on kokemuseräisillä kertoimilla huomioitu värähtelyn siirtyminen rakennuksiin.

Tunnusluvun perusteella rakennuksille on annettu suositus rakennusten värähtelyluokitukselta, joka esitetään taulukossa 3.2.

Taulukko 3.2 Rakennusten värähtelyluokitus häiritsevyyden arvioinnissa

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 värähtelyt, 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)	$\leq 0,60$

4. TÄRINÄTARKASTELUT

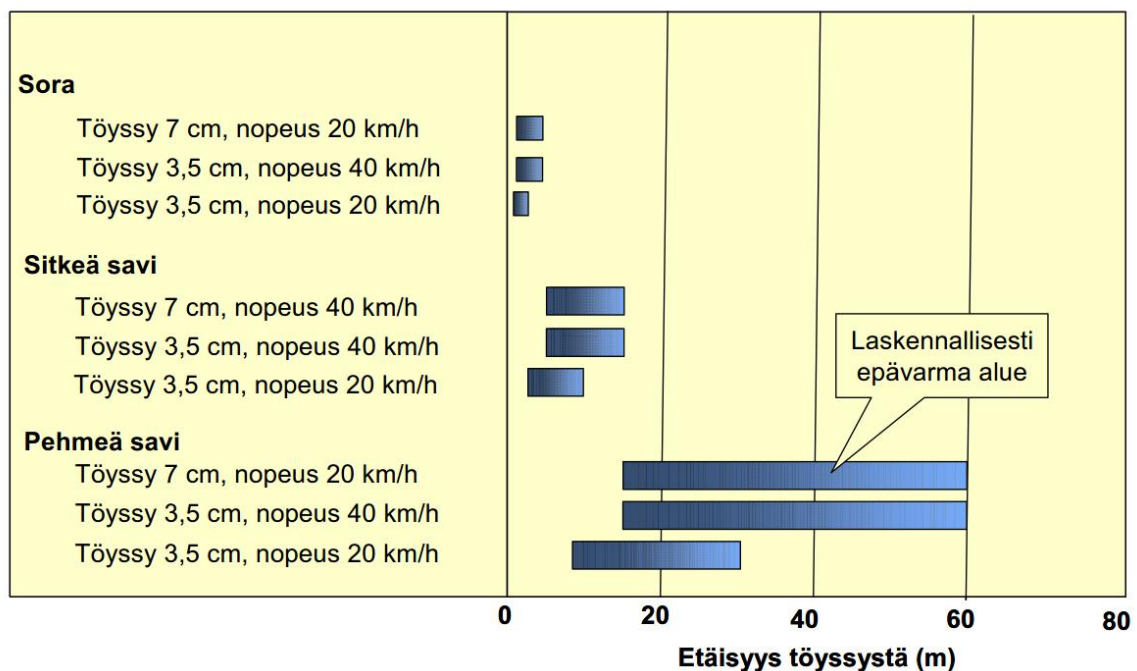
4.1 Arviointitaso 1

Liikennetärinä leviää ympäristöön erityisesti pehmeillä pohjamailla, kuten savi- ja turvemilla. Vastaavasti karkearakeisilla mailla liikennetärinän vaikutus jää hyvin paikalliseksi.

GTK:n maaperäkartan mukaan suunnittelualueen maaperä on pääosin hienoa hiekkaa. Lisäksi on erittäin oletettavaa, että nykyinen katualue sekä rakennusten perustukset ja piha-alueet on rakennettu huomattavilta osin erilaisille karkearakeisille täytöille. Tällöin pohjamaa voidaan olettaa taulukon 2 mukaan "kovaksi". Lisäksi oletetaan, että junien liikennöintinopeus asema-alueella on niin hiljainen, että niistä aiheutuva tärinäheräte jää pieneksi. Taulukon 2 tapauksista voidaan tällöin valita "Raskas maantie- ja katuliikenne (myös töyssyt), kova maa", jolloin riittävä suojaetäisyys olisi 15 metriä.

Suunnittelualueella on 15 metriä lähempänä katua sijaitsevia kiinteistöjä Satakunnankadun pohjoispuolella, Tasavallankadulla ja Rautatiepuistonkadulla (etäisyys väylän reunasta n. 10m), jolloin arviointitason 2 mukainen laskennallinen tärinäselvitys on tarpeen.

Julkaisussa "Suositus liikennetärinän arvioimiseksi maankäytön suunnittelussa" on myös esitetty värähtelyluokkaa D (suositus vanhoille asuinalueille) vastaava etäisyystarkastelu hidastetöyssyn aiheuttamalle liikennetärinälle (kuva 4.1).



Kuva 4.1. Värähtelyluokkaa D vastaava suojaetäisyystarkastelu hidastetöyssyille (Törnqvist & Talja 2006)

Tiedossa ei ole hidastetöyssyjä tai korotettuja suojateitä niiden kiinteistöjen kohdalla, jotka ovat lähimpänä katualuetta. Kuvasta voidaan kuitenkin huomata, että värähtelyluokkaa D vastaava laskennallinen turvaetäisyys olisi soralla noin 5 metriä ja sitkeällä savella noin 15 metriä. Maaperä alueella on pääosin hienoa hiekkaa, jolloin luokkaa D vastaava suojaetäisyys hidastetöyssyille voidaan karkeasti arvioida noin 5-10 m suuruiseksi.

4.2 Arviointitaso 2

Arviointitason 2 mukainen laskennallinen tarkastelu tehdään julkaisussa Törnqvist & Talja 2006, "Suositus liikennetärinän arvioimiseksi maankäytön suunnittelussa" esitetyn tie- ja katuliikenteelle tarkoitetun laskentakaavan avulla. Rakennuksissa esiintyvää liikennetärinää arvioidaan julkaisun Talja et al 2008, "Rakennukseen siirtyvän liikennetärinän arviointi" mukaisesti.

On huomattava, että laskenta perustuu huomattavaan määrään yleistäyksiä ja oletuksia, ja sen tuloksia on pidettävä lähinnä suuntaa-antavina.

Perusyhtälö tie- ja katuliikenteen aiheuttaman tärinän heilahdusnopeuden maksimiarvolle:

$$v_{z,\max} = 0,006 \cdot a \cdot v \cdot g \cdot p \cdot \left(\frac{r}{6}\right)^x \cdot M$$

missä

- a epätasaisuuden suurin arvo, mm (taulukko 4.1)
- g maaperäkerroin (taulukko 4.2)
- p epätasaisuuden leveys (p=1, jos epätasaisuus osuu molempien pyörien alle; p=0,75 jos se osuu vain toisen pyörän alle)
- v ajoneuvon nopeus, km/h
- r tarkastelupisteen etäisyys epätasaisuudesta, m
- x maaperästä riippuva tärinän vaimentumisen eksponentti (taulukko 4.2)
- M suurennuskerroin maasta rakennukseen

Taulukko 4.1. Laskennassa käytettävät epätasaisuuskertoimet (Törnqvist & Talja 2006)

Tien ja kadun laatu	Epätasaisuus a, mm
Uusi AB-päällyste	1...2
Kulunut reikiintymätön AB-päällyste	2...4
Reikiintynyt AB-päällyste	5...10
Nupukivipäällyste	3...8
Sorapäällyste, hyväkuntoinen	4...8
Sorapäällyste, huonokuntoinen	5...15
Kohollaan oleva rumpu kadussa, kohollaan oleva taikka painunut kaivon kansi kadussa (suurin ero 5 m:n oikolaudalla mitattuna)	10...20

Taulukko 4.2. Laskennassa käytettävät maaperäparametrit (Törnqvist & Talja 2006)

Maalajityyppi katualueella ja sen vierellä	Maaperäkerroin g	Maaperäeksponentti x
Pehmeät savet	1,2	-1,1
Kovat savet	0,5	-1,05
Hiekat, sorat	0,3	-0,75
Moreeni	0,2	-0,95
Kallio	0,1	-1,1

Ensin voidaan määrittää maaperän pystyvärähtelyn maksimiarvo. Valitaan seuraavat parametrit:

$a = 2$ mm, 4 mm ja 10 mm (oletetaan kohtalaisessa kunnossa oleva AB-päällyste sekä poikkeustilanteeksi yksittäinen suurempi epätasaisuus)

$v = 50$ km/h (alueen kaduilla pääosin 40 km/h rajoitus, huomioidaan mahdolliset ylinopeudet)

$g = 0,3$ (oletetaan, että rakennetulla alueella maaperä koostuu pääosin karkearakeisista täytöistä, pohjamaan ollessa karkeaa hietaa eli hienoa hiekkaa)

$x = -0,75$

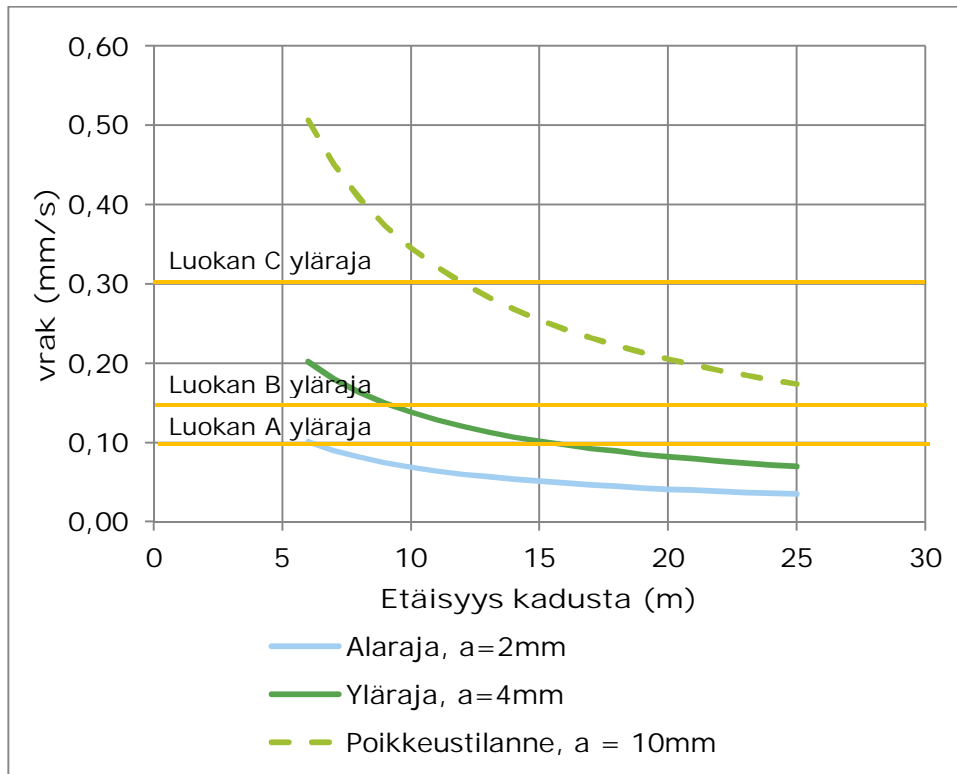
$p = 0,75$ (oletus, paikallinen epätasaisuus)

Värähtelyn nopeuden laskennallinen huippuarvo $v_{z,max}$ muutetaan tehollisarvoksi v_w kertomalla se 0,5:llä.

Tämän jälkeen asuintiloissa esiintyvä värähtely arvioidaan kertomalla maaperän värähtelyn laskennallinen tehollisarvo v_w rakennustyyppin mukaan määräytyvällä kertoimella. Julkaisun "Rakennukseen siirtyvän liikennetärinän arviointi" mukaan asuintiloissa esiintyvä värähtely arvioidaan kertomalla laskettu maaperän värähtelyn tehollisarvo kertoimella $M = 1,5$ (Talja et al 2008). Tämä kokemusperäinen kerroin huomioi värähtelyn mahdollista voimistumista resonanssi-ilmiön vaikutuksesta. Värähtelyn todellinen siirtyminen rakenteisiin riippuu sekä värähtelyn taajuussisälöstä että rakennuksen rungon ja lattian ominaistaajuuksista ja vaimennuskertoimista.

Kuvassa 4.2 on esitetty yllä esitetyillä oletuksilla laskettu arvio asuintilojen värähtelystä. Tärinän arvioidut ylä- ja alarajat vastaavat epätasaisuuden arvoja 4 ja 2 mm. Näistä merkitsevä arvo on pidetään tilannetta $a=4$ mm, joka kuvaa kulunutta, mutta reikiintymätöntä AB-päällystettä.

Katkoviivalla on lisäksi piirretty "poikkeustilanne", jossa kadussa on yksittäinen epätasaisuuskoh- ta ($a = 10$ mm). Kadun pinnan epätasaisuuden lisääntyminen nostaisi tärinän suuruutta samassa suhteessa.



Kuva 4.2. Laskennallinen rakennuksissa esiintyvä liikennetärinä etäisyyden funktiona erilaisilla kadun pinnan kuntoa kuvaavilla epätasaisuuden arvoilla

5. TULOSTEN ARVIOINTI JA JOHTOPÄÄTÖKSET

5.1 Tulosten arviointi

Tässä raportissa arvioitiin liikennetärinän suuruutta Porin rautatieaseman lähialueella. Tarkastelu liittyy suunniteltuun asemakeskushankkeeseen sekä SAMK:n kampushankkeeseen.

Suojaetäisyystarkastelun perusteella laskennallinen tärinätarkastelu oli tarpeen, sillä kovalla maaperällä lähimmät asuinkiinteistöt suunnittelualueella ovat alle 15 m päässä kadun reunasta.

Laskennallisen tarkastelun perusteella 10 metrin etäisyydellä kadun reunasta kiinteistöissä esiintyvä liikenteen aiheuttama tärinä asettuu luokkaan B, "Suhteellisen hyvät asuinolosuhteet (Ihmiset voivat havaita värähtelyt, mutta ne eivät ole häiritseviä)", kun oletetaan reikiintymätön AB-päällyste. Tätä voidaan pitää tärinän suhteen hyvänä asiantilana.

Yksittäiset kadun epätasaisuudet voivat kuitenkin aiheuttaa liikennetärinähaittoja. Laskennallisessa poikkeustilanteessa (paikallinen 10 mm epätasaisuus), 10 m päässä kadun reunasta, tärinä voi nousta luokkaan D, "Olosuhteet, joihin pyritään vanhoilla asuinalueilla". Tämä tulos ei kuitenkaan sinänsä liity käynnissä oleviin hankkeisiin, vaan pätee jo nykytilanteessa kadun päällysteen kuntoon.

Vaikka raskaan liikenteen määrän arvioidaankin kasvavan, ei yksittäisten suurten tärinäherätteiden (raskas katuliikenne) laatu muutu jo nyt vallitsevasta. Ei ole tiedossa, että alueen kiinteistöistä olisi valitettu nykyisen liikennetärinän mahdollisesti aiheuttamista haitoista (suunnitteluinsinööri Markku Rantamäen kanssa 1.4.2016 käyty puhelinkeskustelu sekä liikenneinsinööri Sanna Välimäen kanssa 4.4.2016 käyty sähköpostikeskustelu). Täten voidaan varovaisesti olettaa, että suurimpien tärinäherätteiden pysyessä laadullisesti samana, ei raskaan liikenteen määrän lisääntyminen lisää kiinteistöissä havaittavia tärinähaittoja nykytasosta.

On kuitenkin huomioitava, että tietyt liikennesuunnittelun ratkaisut (esim. mahdolliset uudet hidastustyösyys ja korotetut suojatiet) saattavat aiheuttaa liikennetärinän leviämistä ympäristöön siten, että tärinä on havaittavissa kiinteistöissä. Sama pätee yksittäisille kunnossapidosta johtuville epätasaisuuksille, kuten painuneet kaivonkannet, riittämättömästi tiivistetyt asfalttipaikkauksen pohjat jne. Näin ollen kadun pinnan epätasaisuuksia lisääviä suunnitteluratkaisuja tulisi liikennetärinän näkökulmasta välttää mahdollisuuksien mukaan. Kadun pinnan huolellisella kunnossapidolla voidaan ehkäistä osaltaan liikennetärinän syntymistä.

5.2 Johtopäätökset

Laskennallisen, arviointitason 2 mukaisen tärinätarkastelun perusteella liikennetärinä lähimpänä suunnittelualueen katuja sijaitsevilla kiinteistöissä ($D = 10$ m) asettuu luokkaan B, "Suhteellisen hyvät asuinolosuhteet (Ihmiset voivat havaita värähtelyt, mutta ne eivät ole häiritseviä)". Tätä kauempana liikennetärinän vaikutus laskee etäisyyden kasvaessa. Laskennan perusteella liikennetärinästä ei aiheudu alueen kiinteistöissä merkittävää haittaa.

Lisäksi yksittäisten tärinäherätteiden pysyessä laadullisesti samanlaisina kuin nykytilanteessa, voidaan olettaa että raskaan liikenteen määrän lisääntyminen ei aiheuttaisi huomattavaa lisäystä liikennetärinän koetuissa haitoissa nykytilaan verrattuna.

Katujen tehokkaalla kunnossapidolla sekä epätasaisuuksien tietoisella välttämällä ja korjaamisella voidaan estää tärinähaittoja tehokkaasti.