

Pyöräteiden kunto ja mittausmenetelmät



Ylemmän ammattikorkeakoulututkinnon opinnäytetyö

Tulevaisuuden liikennejärjestelmät

Syksy 2022

Matias Pikkarainen

TIIVISTELMÄ

Työn tavoitteena oli tutkia pyörräteiden ylläpitoa nykyisten menetelmien ja toimenpiteiden pohjalta. Tavoitteena oli myös löytää uusia näkökulmia ja suosituksia nykyisen ylläpidon suunnittelun ja ohjauksen kehittämiseksi. Ylläpidon nykyisiin menetelmiin ja toimenpiteisiin haettiin referenssiä ulkomailta sekä tieliikenteen puolelta. Työn tarkoituksena oli myös selvittää pyörräteiden ylläpitotarpeiden laajuutta sekä arvioida pyörräteiden korjausvelan määrää Uudenmaan ELY-keskuksen alueella. Työn toimeksiantajana toimi Uudenmaan ELY-keskus.

Työn pohjatietoina käytettiin pyörräliikenteeseen liittyviä selvityksiä, ohjeita, julkaisuja, aikaisempia opinnäytetöitä, internet-sivustoja sekä tierakenteiden ylläpidon hallintajärjestelmän rekisteritietoja. Työn tutkimusmenetelmät perustuivat maastokäynteihin, joissa pilotoitiin uusia potentiaalisia pyörräteiden kuntoa määrittäviä mittausmenetelmiä.

Suurin kysymys on se, että miten nykyisiä toimintatapoja voidaan kehittää nykyisten luokituksien ja menetelmien vallitessa. Toiminnan suunnittelun näkökulmasta vakiintunut ja riittävä määräraha on tärkeää, jotta korjausvelkakierre saadaan kääntymään. Korjausvelkaa voidaan parhaiten kuroa kiinni rakentamalla uudet pyörrätiet kestävämpään paremmin aikaa ja osoittamalla merkittävä määrärahan tasonnosto pyörräteiden asfaltointeihin ja muihin korjauksiin vuosittain. Uusissa mittausmenetelmissä on potentiaalia ja näitä tulisi pyrkiä edistämään sekä kehittämään erilaisten pilotointien avulla.

Avainsanat pyörräliikenne, pyörrätie, ylläpito, mittausmenetelmä

Sivut 98 sivua ja liitteitä 19 sivua

Riihimäki

Author Matias Pikkarainen

Year 2022

Subject Condition of Cycle Paths and Measurement Methods

Supervisors Niko Palo, Herkko Jokela, Heikki Ruohomaa

ABSTRACT

The aim of the study was to investigate the maintenance of cycle paths based on existing methods and measures. The aim was also to find new perspectives and recommendations for the development of existing maintenance planning and control. The aim was to find a reference for the current methods and measures of maintenance from abroad and from the road transport side. The purpose of the work was also to find out the extent of the maintenance needs of bicycle paths and to estimate the amount of debt for repairing bicycle paths in the Uusimaa ELY Center. The work was commissioned by the Uusimaa ELY Center.

The basic data of the work were studies related to bicycle traffic, instructions, publications, previous theses, Internet sites and the register data of the road structure maintenance management system. The research methods of the work were based on field visits, in which new potential measurement methods for determining the condition of cycle paths were piloted.

The biggest question is how current methods can be developed with current classifications and methods prevailing. From an operational planning point of view, a well-established and sufficient budget is important to reverse the debt cycle. The best way to catch up with the repair debt is to start building new cycle paths to take better time and to allocate a significant increase in the level of funding for cycle paving and other repairs each year. There is potential in new measurement methods and efforts should be made to promote and develop them through various pilots.

Keywords bicycle traffic, bicycle path, maintenance, measurement method

Pages 98 pages and appendices 19 pages

Sisällysluettelo

1	Johdanto	1
2	Työn toteutus.....	2
2.1	Työn lähtökohdat ja rajaus	2
2.2	Työn tutkimuskysymykset	3
2.3	Tutkimusmenetelmät.....	3
2.4	Työn aineisto	4
2.5	Keskeiset määritelmät ja käsitteet	4
3	Pyöräliikenteen ominaisuudet ja väyläverkosto.....	6
3.1	Polkupyörä on ajoneuvo	6
3.2	Pyöräilyn tarpeita ja eri käyttäjäryhmiä.....	7
3.3	Pyöräliikenteen turvallisuus	8
3.4	Pyörämatkat	10
3.5	Väyläverkon laajuus Suomessa.....	11
3.6	Pyöräliikenteen kasvunäkymät tulevaisuudessa	13
4	Pyörätien kuntoa ja laatua määrittävät tekijät	16
4.1	Pyörätien pinta ja rakenne	17
4.1.1	Pyörätien pinta	17
4.1.2	Pyörätien rakenne	18
4.2	Toimintaympäristö ja väylän verkollinen merkitys.....	19
4.2.1	Toimintaympäristö	19
4.2.2	Liikennemäärät ja käyttöaste.....	19
5	Pyöräteiden kunnossapito Suomessa	20
5.1	Lainsäädäntö ja asetukset	20
5.2	Pyöräteiden kunnossapito.....	21
5.2.1	Pyöräteiden kunnossapidon tavoitteet sekä vastuukysymykset	21
5.2.2	Kunnossapidon ohjaus, hallinta ja suunnittelu	23
5.3	Pyöräteiden hoitoluokitukset	23
5.4	Hoitokalusto	24
6	Pyörätien kunnan mittausmenetelmiä Suomessa.....	26
6.1	Päällystevauriokartoitukset (PVK)	27
6.1.1	Pituus- ja poikkihalkeamat.....	30
6.1.2	Verkkohalkeamat.....	31
6.1.3	Reikä.....	32

6.1.4	Haitallinen epätasaisuus	33
6.1.5	Paikatut päällystevauriot	34
6.2	Palvelutasomittaukset (PTM)	35
6.3	Käyttäjälähtöiset mittausmenetelmät	36
6.3.1	Asiakaspalautteet	36
7	Pyöriteiden ylläpito ulkomailla	37
7.1	Käytössä olevia mittausmenetelmiä	37
8	Valtion väylärahoitus	39
8.1	Perusväylänpito	40
8.2	Väylien rahoitustasot	41
8.2.1	Pyöriteiden rahoitustaso.....	41
8.2.2	Moottoriajoneuvoliikenteen rahoitustaso	42
8.3	Korjausvelan arviointi.....	43
8.3.1	Pyöriteiden korjausvelan arvion periaatteet	44
9	Kunnossapidon ohjaus ja hallinta Uudenmaan ELY-keskuksen alueella.....	47
9.1	Tierakenteiden (ylläpidon) hallintajärjestelmä (YHA).....	47
9.2	Pyöriteiden ylläpito	47
9.2.1	Väylän ylläpito ja käytössä olevat mittausmenetelmät.....	47
9.2.2	Pyöriteiden hoitoluokitukset.....	49
10	Potentiaaliset lähestymistavat kunnossapidon kehittämiseksi.....	50
10.1	Hoitoluokitusten kehittäminen ja yhtenäistäminen	51
10.2	Konenäön hyödyntäminen mittausmenetelmänä	52
10.2.1	Konenäköanalyysin kuvaus	53
10.2.2	Vaurioluokat	54
10.2.3	Vaurioiden mittaaminen	55
11	Tutkimusmenetelmät ja tutkimuskohteet	57
11.1	Tutkimusmenetelmät.....	58
11.1.1	Päällystevauriokartoitus (PVK)	58
11.1.2	Vaisala RoadAI	59
11.1.3	Waywize VIBE	65
11.2	Tutkimuskohteet ja inventointien tulokset.....	72
11.2.1	Espoo (tiennumero: 70050)	72
11.2.2	Riihimäki (tiennumero: 72850)	74
11.2.3	Nurmijärvi (tiennumero: 1321)	76

11.2.4	Orimattila (tienumero: 70167)	78
11.2.5	Kirkkonummi (tienumero: 70110)	80
11.2.6	Sipoo (tienumero: 81697)	82
11.2.7	Loviisa (tienumero: 70170)	84
12	Työn tulokset ja johtopäätökset	86
12.1	Yleiset suositukset.....	86
12.2	Suosituksat pyöräteiden kunnossapidon kehittämislle	86
12.2.1	Väylien ylläpito	86
12.2.2	Väylien hoitoluokitukset	87
12.3	Suosituksat mittausmenetelmien päivittämiseksi.....	87
12.3.1	RoadAI-konenäkösovellus	88
12.3.2	Waywize VIBE-sovellus	89
12.4	Karkea arvio pyöräteiden kunnosta Uudenmaan ELY-keskuksen alueella	90
12.5	Karkea arvio tulevien vuosien korjaustarpeesta ja korjausvelan määrästä...	91
13	Yhteenveto ja jatkotoimenpiteet.....	93
	Lähteet	95

Liitteet

Liite 1	Espoo, maastokäynti
Liite 2	Riihimäki, maastokäynti
Liite 3	Nurmijärvi, maastokäynti
Liite 4	Orimattila, maastokäynti
Liite 5	Kirkkonummi, maastokäynti
Liite 6	Sipoo, maastokäynti
Liite 7	Loviisa, maastokäynti

1 Johdanto

Väylien kunnossapito voidaan jakaa karkeasti väylän hoitoon ja ylläpitoon. Väylien hoito voidaan jakaa talvi- ja kesähoitoon, jolloin pyrkimyksenä on turvata väylän käyttökunto eri vuodenaikoina erilaisilla hoitotoimenpiteillä. Väylän ylläpito tarkoittaa väylien rakenteellisen kunnan varmistamista erilaisin toimenpitein. Kunnossapito ja ylläpito ovat termeinä hyvin lähellä toisiaan ja termien sisältö ja tarkoitus voi vaihdella riippuen siitä puhutaanko väylästä, joka sijaitsee maantieverkolla tai katuverkolla. Termien osalta tässä työssä viitataan maantieverkon termistöön.

Valtion tieverkolla pyörätiet jaetaan lähtökohtaisesti kahteen eri hoitoluokkaan K1 ja K2. Tämän lisäksi on olemassa myös korkeatasoisemmin hoidettuja laatukäytäviä, jotka kuuluvat hoitoluokkaan L. Nämä ovat kuntien kanssa yhteistyössä hoidettuja pyöräteitä. Luokitukset ohjaavat väylien ylläpidontarvetta ja antavat käsitystä väylän merkittävydestä. Pyöräteille tehdään noin kolmen vuoden välein silmämääräisiä päällystevauriokartoituksia, joiden tavoitteena on kartoittaa väylän kuntoa sekä määrittää väylän korjaustarve. Työssä on tutkittu pyöräteiden ylläpitoa nykyisten menetelmien ja toimenpiteiden pohjalta, mutta myös pyritty löytämään uusia näkökulmia ylläpidon suunnittelun tueksi. Työssä on tutkittu muun muassa uusia potentiaalisia mittausmenetelmiä pyöräteiden korjaustarpeen määrittämiseksi. Työssä näitä menetelmiä on pilotoitu ennalta määritettyjen pyöräteiden kohdalla.

Kansalliset strategiat sekä yhteiset tavoitteet tukevat pyöräliikenteen kasvua tulevaisuudessa. Kulutapaosuuden kasvu vaatii kuitenkin pyöräliikenteen näkökulmasta edistämistoimenpiteitä, kuten esimerkiksi infrastruktuurin ja maankäytön kehittämistä. Pyöräteiden kohdalla kunnossapidon rahoitus on ollut viime vuosien aikana vaihtelevaa. Ylläpidon rahoituksen vähäisyys johtaa ajan saatossa myös pyöräteiden kohdalla väylien laatutason heikkenemiseen sekä korjausvelan kasvamiseen. Työssä on pyritty arvioimaan pyöräteiden korjausvelan määrää Uudenmaan ELY-keskuksen alueella.

2 Työn toteutus

2.1 Työn lähtökohdat ja rajaus

Valtakunnalliset sekä suomalaisten kaupunkien tavoitteet tähtäävät merkittävään pyöräliikenteen matkamäärän kasvuun tulevaisuudessa. Suomessa tavoitellaan noin 30 prosentin kasvua jalankulun ja pyöräliikenteenmatkoissa vuoteen 2030 mennessä. (Väylävirasto, 2020a, s.17) Voidaan sanoa, että pyöräliikenne on kestävästä kulkumuotona myös keskeisessä osassa ilmastotavoitteiden osalta. Myös pyöräliikenteen suunnittelu on murroksessa ja uusi pyöräliikenteen suunnitteluohje julkaistiin vuonna 2020. Pyöräliikenteen kasvua edistävät strategisten ja ilmastotavoitteiden lisäksi myös se, että pyöräliikenteeseen käytettävä budjetti on ollut kasvussa. Tämä ilmenee pyöräliikennettä edistävinä hankkeina erityisesti kaupunkiympäristöissä.

Uudenmaan elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskuksen strategiassa 2020–2023 on määritetty keskeisinä tavoitteina edistää kestävästä liikkumisen infraa sekä turvata liikkumisen saavutettavuutta. Saavutettavuuden turvaamiseen kuuluu olennaisena osana tieverkon sekä jalankulun ja pyöräliikenteen väylien kunnossapito eri vuodenaikoina. Tavoitteena on myös parantaa päivittäisiä kestäviä liikkumismahdollisuuksia poistamalla jalankulun ja pyöräliikenteen yhteyspuutteita. (Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus, n.d)

Työssä on tutkittu pyöräteiden ylläpitoa nykyisten menetelmien ja toimenpiteiden pohjalta sekä pyritty löytämään uusia näkökulmia ja tarpeita nykyiselle hoitoluokitukselle. Työssä on tutkittu myös uusia potentiaalisia menetelmiä pyöräteiden korjaustarpeen määrittämiselle sekä näitä menetelmiä on pilotoitu ennalta määritettyjen pyöräteiden kohdalla. Työn lähtökohtana oli myös arvioida pyöräteiden mahdollista korjaustarvetta sekä löytää ratkaisuja, miten väylien kunnossapidosta saadaan ennakoitavampaa. Pyörätien laadullisia tekijöitä on useita kuten esimerkiksi: pinnoitteen laatu, väylän valaistus, väylän opastus tai väylän geometria. Työ rajattiin niin, että pyörätien laadussa keskitytään erityisesti päällysteen laatutekijöihin.

2.2 Työn tutkimuskysymykset

Työn keskeisimmiksi tutkimuskysymyksiksi määritettiin:

” Pyörateiden laadun mittaamisessa, nykyisessä kuntoluokituksessa sekä sen laatuksiteeristössä on kehitettävää”

”Kunnossapidon ohjaamisessa ja toteuttamisessa tulisi ottaa paremmin huomioon käyttäjälähtöinen näkökulma sekä käyttäjien tarpeet”

Pyörateiden kuntoon liittyviä laatuksiteereitä olisi hyvä päivittää sekä tarkastella asiaa esimerkiksi käyttäjälähtöisestä näkökulmasta. Ennalta määritettyjen laatumittareiden avulla voidaan arvioida ja suunnitella pyörateiden kunnossapidon tarvetta pidemmällä aikavälillä. Näin pyörateiden kunnossapidon ohjauksesta voidaan tehdä ennakoitavampaa. Laatuksiteeristöä tulisi mahdollisesti muuttaa niin, että se huomioisi paremmin käyttäjäkokemuksen sekä käyttäjän tarpeet. Pyritään myös tutkimaan uusia potentiaalisia mittaus- ja seurantamenetelmiä, joiden avulla pyörateiden ylläpidon suunnittelua ja ohjausta voitaisiin kehittää.

2.3 Tutkimusmenetelmät

Työssä käytettiin lähtöaineistona tierakenteiden ylläpidon hallintajärjestelmää (YHA). Ylläpidon hallintajärjestelmän avulla pystyimme määrittämään pyörätieverkoston laajuutta sekä valitsemaan itse työssä inventoitavia pyörateita. Työn alussa tutkittiin pyörateiden kunnossapidon periaatteita, olemassa olevia hoitoluokituksia sekä näiden laatuksiteerejä. Työssä toteutettiin maastokäyntejä, joiden avulla pyrittiin vertailemaan nykyisiä ja uusia potentiaalisia mittausmenetelmiä. Mittausmenetelmien avulla pyrittiin arvioimaan tarkasteltavan pyörätien kuntoa. Mittausmenetelminä käytettiin tällä hetkellä käytössä olevaa silmämääräistä päällystevauriokartoitusta, konenäköön perustuvaa Vaisalan RoadAI-konenäkösovellusta sekä äärimittaukseen perustuvaa Rambollin Waywise VIBE-sovellusta.

2.4 Työn aineisto

Työssä käytettiin lähdemateriaalina pyöräilyyn liittyviä selvityksiä, ohjeita, julkaisuja, aikaisempia opinnäytetöitä, internet-sivustoja sekä YHA:n rekisteritietoja. Työn aikana materiaalia sekä vuorovaikutusta saatiin luotua yhteisien tilannepalaverien aikana Rambollin ja Uudenmaan ELY-keskuksen asiantuntijoiden välillä.

2.5 Keskeiset määritelmät ja käsitteet

Pyörä

Tässä yhteydessä polkupyörä eli yhden tai useamman henkilön tai tavaran kuljettamiseen valmistettu polkimin tai käsikammin varustettu ajoneuvo. Sähköavusteinen polkupyörä voi olla enintään 250 W:n tehoisella sähkömoottorilla varustettu ajoneuvo.

Yhdistetty pyörätie ja jalkakäytävä

Jalankululle ja pyöräliikenteelle tarkoitettu erillinen tie tai tien osa. Yhdistetty pyörätie ja jalkakäytävä on liikennemerkillä osoitettu ja ajoradasta rakenteellisesti erotettu.

Pyörätie

Pyöräliikenteelle tarkoitettu tai soveltuva väylä. Pyörätie on liikennemerkillä osoitettu ja ajoradasta rakenteellisesti erotettu. Tämän työn yhteydessä pyörätiellä tarkoitetaan lähtökohtaisesti yhdistettyjä pyöräteitä ja jalkakäytäviä.

Kunnossapito

Työn yhteydessä kunnossapidon termi pitää sisällään niin väylän hoidon kuin myös väylän ylläpidon.

Ylläpito

Työn yhteydessä väylän ylläpidolla tarkoitetaan väylän rakenteellisia korjaustoimenpiteitä. Näitä ovat esimerkiksi väylien uudelleenpäällystykset, tiemerkintöjen päivitykset tai muut väylän rakenteelliset korjaukset.

Hoito

Työn yhteydessä väylän hoidolla tarkoitetaan väylälle toteutettavia hoitotoimenpiteitä, joiden pyrkimyksenä on turvata väylän käyttökunto eri vuodenaikoina. Näitä ovat esimerkiksi lumen aeraus tai väylän hiekoitus.

Tierakenteiden (ylläpidon) hallintajärjestelmä (YHA)

Väylän ylläpitämä tierakenteiden hallintajärjestelmä, johon on kerätty päällystettyjen teiden ominaisuustietoja.

Korjausvelka

Korjausvelalla tarkoitetaan rahasummaa, joka tarvittaisiin väyliä saamiseksi nykytarpeita vastaavaan hyvään kuntoon.

Mittausmenetelmä

Mittausmenetelmällä tarkoitetaan menetelmää, jonka avulla pyritään mittaamaan tietyn väylän tai väyläosuuden kuntotaso.

Päällystevauriokartoitus (PVK)

Päällystevauriokartoituksen on yksi mittausmenetelmä, joka avulla voidaan arvioida väylä kuntotaso. Päällystevauriokartoitus suoritetaan ajoneuvolla ajaen arvioiden silmämääräisesti väyliä päällysteiden eri vauriotyyppien vakavuutta.

Korjaustarve

Väylän korjaustarve inventoidaan päällystevauriokartoituksen yhteydessä. Väylälle merkitään joko korjaustarve tai ei korjaustarvetta.

3 Pyöräliikenteen ominaisuudet ja väyläverkosto

3.1 Polkupyörä on ajoneuvo

Ajoneuvolain mukaan polkupyörä on yhden tai useamman henkilön tai tavarankuljettamiseen valmistettu polkimin tai käsikammin varustettu ajoneuvo (Ajoneuvolaki 82/2021 § 28). Pyörällä liikkuminen voidaan mieltää hyvinkin vaativaksi ja haastavaksi kulkumuodoksi verrattuna, vaikka autoliikenteeseen. Pyöräliikenne on jatkuvasti vuorovaikutuksessa muiden kulkumuotojen kanssa ja pyöräliikennettä voidaankin pitää muita kulkumuotoja riskialttiimmaksi. Tähän vaikuttaa muun muassa pyöräliikenteen nopeus sekä pyöräliikenteen paikka katutilassa. Pyörän paikka on ajoradalla tai ajoradan reunassa, ellei sitä erikseen liikennemerkein kielletä. Pyöräilijää koskevia liikennesääntöjä sovelletaan myös pyöräilijään, joka käyttää sähköavusteista tai moottorilla varustettua polkupyörää. (Väylävirasto, 2020a, ss. 13, 15)

Kuva 1. Pyörien ja kevyiden sähköajoneuvojen pituuksia ja leveyksiä, esimerkkimittoja (Väylävirasto, 2020a, s. 16).

Peruspyörät ja yhdistelmät



polkupyörä
1,8 m / 0,6 m (0,8 m)



polkupyörä ja perävaunu
2,6 m / 0,8 m (1,25 m)



polkupyörä ja lasten
kuljetusvaunu
3,0 m / 0,8 m (1,25 m)



polkupyörä ja peräpyö
3,0 m / 0,6 m (1,25 m)

Tavarapyörät



tavarapyörä (kolmipyöräinen
etulaatikolla)
2,0 m / 0,9 m (1,25 m)



tavarapyörä (kolmipyöräinen
etulaatikolla)
2,1 m / 0,9 m (1,25 m)



tavarapyörä (kaksipyöräinen
etulaatikolla)
2,5 m / 0,6 m (0,8 m)



konttipyörä
4,6 m / 0,9 m (1,25 m)

Erikoispyörät



tandempolkupyörä
2,5 m / 0,6 m (0,8 m)



nojapyörä
1,8 m - 2,1 m / 0,6 - 0,8 m (1,25 m)



kolmipyöräinen polkupyörä
1,7 m / (1,25 m)



riksa 3,0 m / (1,25 m)

Sähköiset liikkumisvälineet



sähköavusteinen pyörä
1,8 m / 0,6 m (0,8 m)



L1e-a
Max. 1000W
moottorilla varustettu
polkupyörä
1,8 m / 0,6 m (1,0 m)



kevyt sähköajoneuvo
0,6 m / 0,6 m (0,8 m)



kevyt sähköajoneuvo
1,9 m / (0,8 m)

Lastenpyörät



lasten pyörä apupyörällä
1,1 m / 0,55 m (0,8 m)



lasten kolmipyörä
0,7 m / 0,5 m (0,8 m)



lasten pyörä
1,5 m / 0,55 m (0,8 m)

3.2 Pyöräilyn tarpeita ja eri käyttäjäryhmiä

Pyöräilijöitä voidaan jakaa erilaisiin käyttäjäryhmiin, joilla on tunnuksenomaisia tarpeita ja odotuksia esimerkiksi liikenneympäristöllisestä näkökulmasta. Pyöräilijöiden erilaisia käyttäjäryhmiä voi olla esimerkiksi arki-, työmatka -, harraste- tai koulupyöräilijät. Jokaiselle käyttäjäryhmälle on ominaista, että pyöräilijän tarpeet ja odotukset väylää kohtaan ovat erilaisia. Käyttäjäryhmien sisällä sekä välillä voi olla myös merkittäviä eroja esimerkiksi pyörän ominaisuuksissa tai matkan pituudessa. Työmatkapyöräilijä voi käyttää työmatkalla hyödyksi kaupunkipyörää tai sitten tulla pidemmän matkan kodin ja työpaikan välillä esimerkiksi sähköpyörällä. Käyttäjäryhmille on myös ominaista, että he pyöräilevät hyvinkin erilaisissa liikenneympäristöissä. Kaupunkiympäristössä pyöräily on yksi monista mahdollista kulkumuodoista ja usein myös hyvinkin nopea ja tehokas liikkumismuoto erityisesti lyhyillä matkoilla. Maantieympäristössä matkan pituudet yleensä kasvavat, mutta painoarvo väyläverkoston jatkuvuudelle ja tarpeellisuudelle vain kasvavat.

Kaikille käyttäjäryhmille on kuitenkin ominaista, että he arvostavat turvallista, sujuvaa, vaivatonta ja esteetöntä etenemistä pyörällä. Pyöräilijälle on tärkeää pyörätieverkon jatkuvuus, päällysteen tasaisuus ja sen hyvä laatu. Mahdollisimman turvallinen ja rauhallinen liikenneympäristö voi olla hyvinkin tärkeää pyörällä ajavalle lapselle tai koululaiselle. Arkipyöräilijät taas haluavat muun muassa minimoida matkan pituuksia ja liikkua mahdollisimman nopeasti kodin työn tai koulun välillä. He suosivat myös toimivia matkaketjuja muiden liikennemuotojen kanssa, jolloin pyörän voi jättää pyöräparkkiin esimerkiksi joukkoliikennepysäkin yhteyteen. Harrastepyöräilijät taas liikkuvat yleensä maantiepyörillä tai maastopyörillä pitkiäkin matkapituuksia. Tällöin pyöräilyväylän ei välttämättä tarvitse olla se lyhyin mahdollinen vaihtoehto, vaan he voivat etsiä ihan tarkoituksella geometrisesti haastavia maastoja ja reittejä. Harrastepyöräilijät voivat olla pyöräilemässä tuntemattomassa kaupungissa tai reitillä, jolloin pyörätien viitoitus ja verkollinen jatkuvuus voi noista tärkeään asemaan. Kaupunkiympäristössä voi nähdä myös tavarapyöriä liikenteessä, jolloin pyörän tilantarve väylällä on suurempi kuin normaalilla arkipyöräilijällä. Tavarapyörät vievät enemmän tilaa linjaosuuksilla sekä käännöksissä, jolloin arvostetaan suoraa, selkeitä ja ajopinnaltaan tasaisia reittejä. Suurella kuormalla kulkevia

tavarapyörien kohdalla epätasainen väylän pinta voi tuntua erityisen epämiellyttävältä. (Väylävirasto, 2020a, ss. 13–14)

Yhdistetyn pyörätien ja jalkakäytävän kohdalla käyttäjäryhmien laajuus voi tuottaa väyläkohtaisia haasteita. Pyöräilijän ja rullaluistelijan näkökulmasta väylän tulisi olla mahdollisimman tasainen. Väylällä esiintyvät vauriot, liukkaus ja epätasaisuudet vaikuttavat välittömästi väylän turvallisuuteen, joka voi pahimmassa tapauksessa tarkoittaa erityisesti suurissa nopeuksissa vaaratilanteita ja kaatumisia. Jalankulkijan näkökulmasta väylälle asetetaan lähtökohtaisesti erilaisia odotuksia ja tarpeita. Jalankulkijan näkökulmasta suuremman painoarvon saa esimerkiksi väylän valaistus, risteämisten turvallisuus, pintakuivatuksen toimivuus sekä liikkumisympäristön puhtaus ja siisteys. (Tiehallinto, 2006, s. 49)

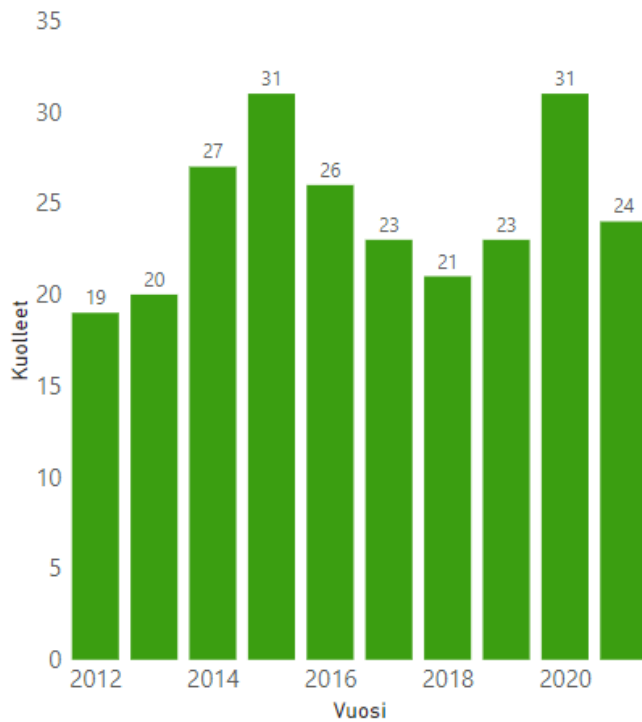
3.3 Pyöräliikenteen turvallisuus

Pyörällä liikkuvalla ei ole suojakuorta kuten esimerkiksi autoilijalla istuessaan sisällä ajoneuvon suojassa. Pyöräliikenne on aina kulkumuotona onnettomuustilanteessa haavoittuvainen. Pyörällä ajavan kaatuessaan lasketaan se aina liikenneonnettomuudeksi. Pyörää taluttavan henkilön kaatumista ei lasketa liikenneonnettomuudeksi. Pyöräliikenteen onnettomuuksia on tilastoitu jo vuosikymmeniä. (Väylävirasto, 2020a, s. 20)

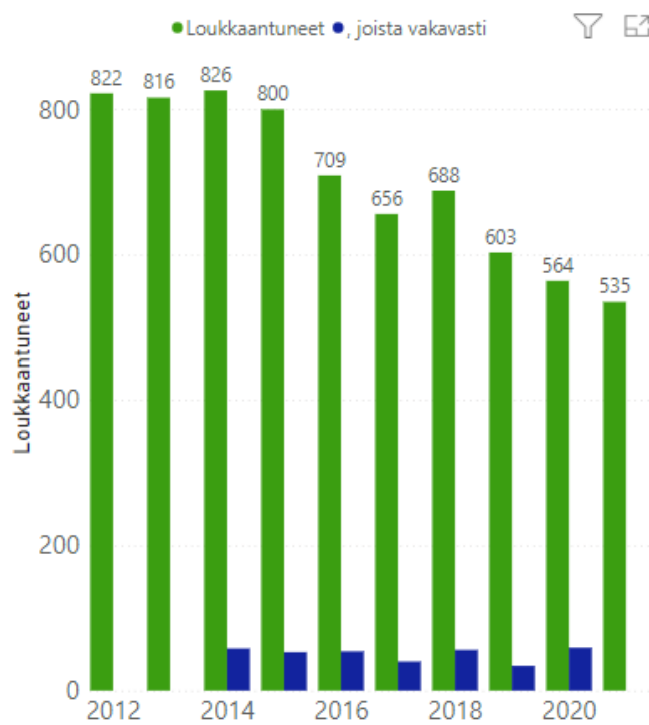
Liikenneturvan tutkimuksen mukaan liikenteessä kuolleiden pyöräilijöiden määrä on noussut neljänneksellä viimeisen kymmenen vuoden aikana ja loukkaantuneiden määrä on taas vähentynyt kolmanneksella vastaavana aikana. Huomioitavaa on myös, että osa pyöräliikenteen onnettomuuksista ei jää poliisin tilastoihin vaan suurin osa näistä on pyöräilijöiden yksittäisiä kaatumisia tai ulosajoja. Onnettomuudet, jotka tapahtuvat kahden eri kulkumuodon välillä ovat yleensä vakavampia. Noin joka toisessa pyöräilijän kuolemantapauksissa osallisena oli auto. Henkilövahinkoon liittyvissä onnettomuuksissa tyypillisintä oli, että onnettomuus tapahtui risteyksissä tai pyörätien jatkeella risteyksissä. Kuolemantapauksissa osallisena olevista pyöräilijöistä lähes kaksi kolmesta oli ikääntyneitä

eli 65-vuotiaita tai siitä vanhempia. Noin 16 prosenttia loukkaantuneista pyöräilijöistä oli lapsia eli 0–14-vuotiaita. (Liikenneturva, n.d.)

Taulukko 1. Kuolleet pyöräilijät 2012- 2021 (Liikenneturva, n.d.).



Taulukko 2. Loukkaantuneet pyöräilijät 2012-2021 (Liikenneturva, n.d.).

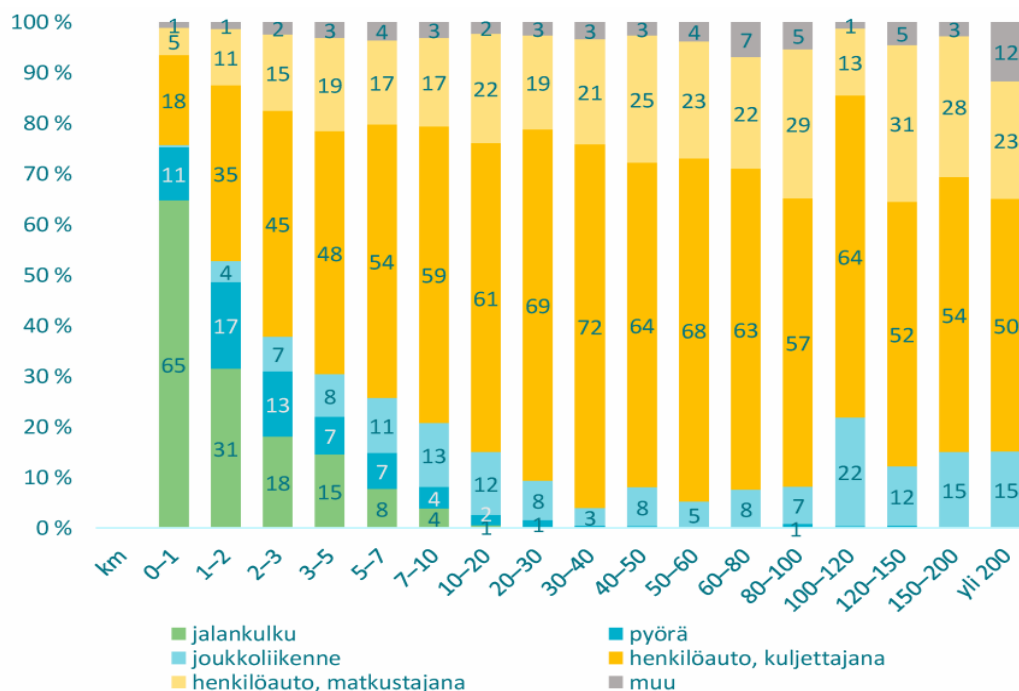


3.4 Pyörämatkat

Valtiolla on korkeat tavoitteet jalankulun ja pyöräliikenteen matkojen kasvattamisesta vuoteen 2030 mennessä. 30 prosentin kasvu jalankulun ja pyöräliikennematkojen määrässä tarkoittaisi noin 450 miljoonaa uutta jalankulun ja pyöräliikennematkaa vuoteen 2030 mennessä (Väylävirasto, 2020a, s. 17). Suuria tavoitteita on asetettu, koska pyöräliikenteen hyödyt on tunnistettu niin Suomessa kuin ulkomailla.

Liikenneviraston pyöräliikenneanalyysin mukaan kaikista pyörämatkoista 74 % on alle kolmen kilometrin pituisia ja 88 % alle viiden kilometrin pituisia. Yli 15 km pituisia matkoja on vain noin 2 % matkoista ja näistä suurin osa on liikunta- ja ulkoilumatkoja. (Liikennevirasto, 2015, s. 34) Tänä päivänä pyöräliikenne sijoittuu kulkumuotona vahvasti lyhyille matkapituuksille. Myös tulevaisuudessa suurin pyöräliikenteen kasvupotentiaali on tunnistettu juuri lyhyiden matkapituuksien kohdalla. Tämä perustuu vahvasti pyöräliikenteen infrastruktuurin laadun parantamiseen erityisesti kaupunkiympäristöissä. Yli kymmenen kilometrin pituisia pyörämatkoja ei enää tällä hetkellä juurikaan tehdä, mutta tulevaisuudessa sähköpyörien yleistymisen voi nostattaa myös pyöräliikenteen kulkutapaosuutta pidemmällä matkoilla. (Väylävirasto, 2020a, s. 17)

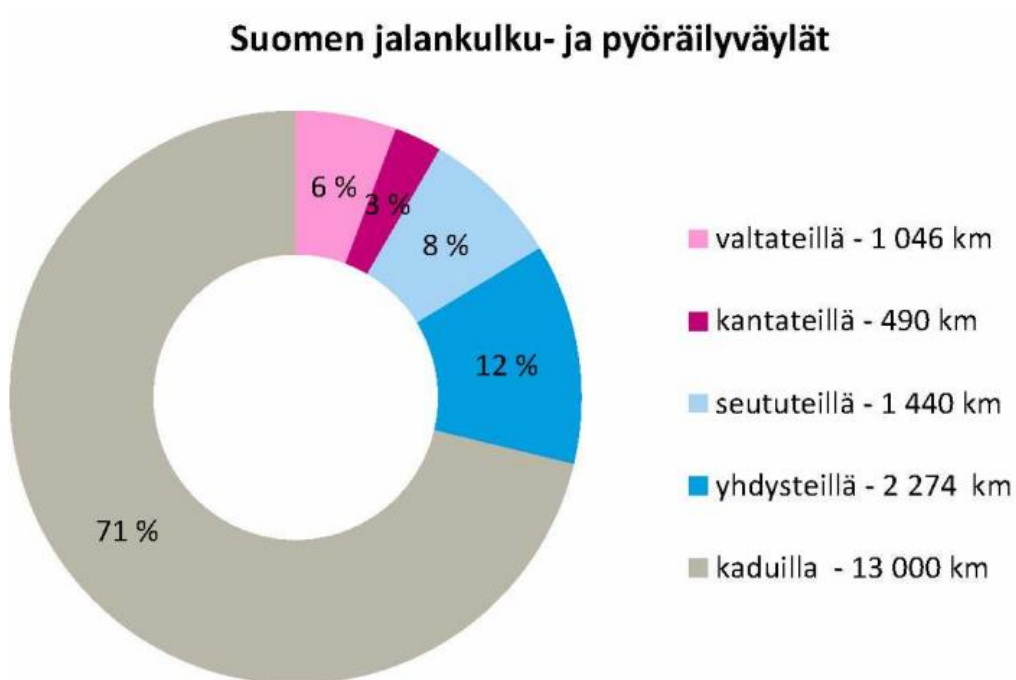
Taulukko 3. Kulkumuotojen jakautuminen eri matkanpituuksilla (Väylävirasto, 2020a, s. 17).



3.5 Väyläverkon laajuus Suomessa

Suurin osa Suomen pyöräteistä on yhdistettyjä pyöräteitä ja jalkakäytäviä. Tämä tarkoittaa sitä, että jalankulku ja pyöräliikenne on osoitettu samalle väylälle. Yhdistettyjä pyöräteitä ja jalkakäytäviä on valtion tieverkolla noin 6 000 kilometriä (Väylävirasto, n.d.). Tieverkolle sijoittuvien väylien ominaisuustietoja on vuosien saatossa tilastoitu tarkasti tierekisteriin. Katuverkolla sijaitsevien yhdistettyjen pyöräteiden ja jalkakäytävien kokonaispituus on arvioitu olevan noin 13 000 kilometriä. Tämän lisäksi katuverkolla on satoja kilometrejä myös pyöräkaistoja sekä pyöräkatuja, joissa pyöräliikenne on osoitettu ajoradalle. Katuverkolla yhdistettyjen pyöräteiden ja jalkakäytävien väyläverkoston pituus perustuu vahvasti arvioon. Pyöräliikenteen olosuhteet kunnissa-selvityksen mukaan noin 80 prosenttia Suomen kaikista pyöräteistä on asfalttipintaisia. (Liikennevirasto, 2013a, s. 18)

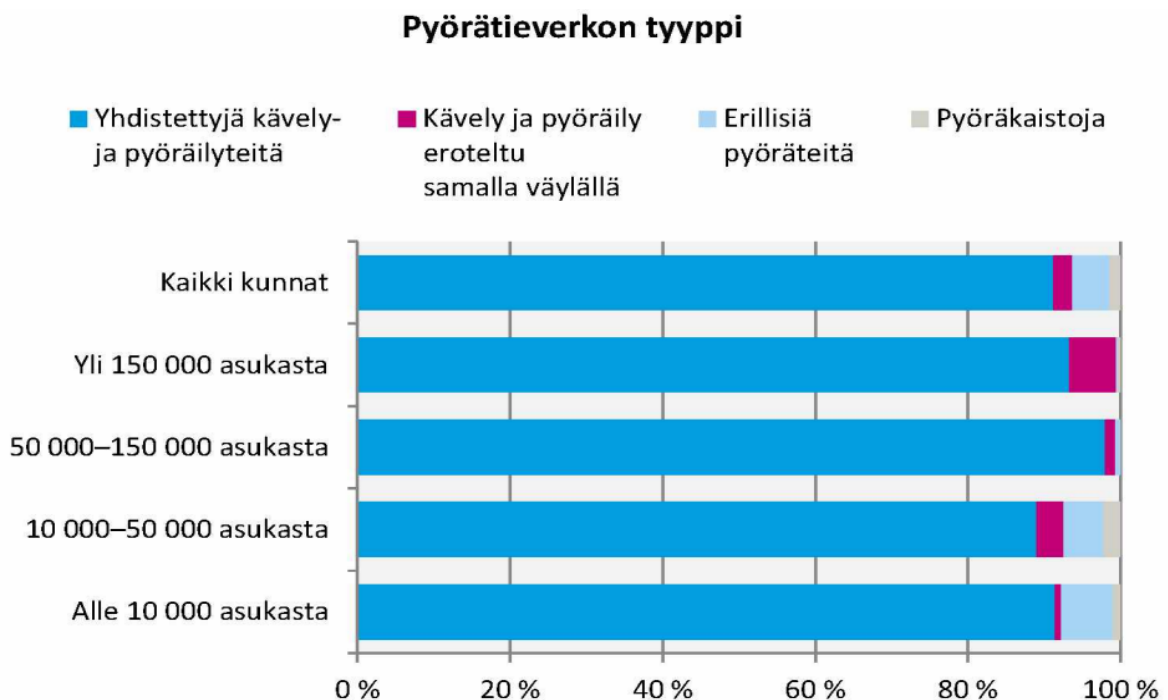
Taulukko 4. Yhdistettyjen jalkakäytävien ja pyöräteiden sijoittuminen tie- ja katuverkolle (Liikennevirasto, 2013a, s. 19).



Viime vuosien aikana erityisesti kaupunkiympäristöissä on pyritty edistämään pyöräliikenteen asemaa katukuvassa. Väyläverkkoon liittyviä puutteita ei enää juurikaan esiinny, vaan pyöräliikenteen verkosta on saatu hyvinkin kattava. Suurimmat väyläkohtaiset puutteet sijoittuvatkin erityisesti kyläkohteisiin sekä kaupunkialueiden reuna-alueille. Tulevaisuudessa pyöräteiden kohdalla pyritäänkin panostamaan nimenomaan väylän laatuun eikä niinkään väyläverkkoston laajentamiseen. (Liikennevirasto, 2013a, s. 20) Yleensä yhdistetty pyörätie ja jalkakäytävä mielletään yhdeksi väyläksi, joka hankaloittaa erityisesti kaupunkiympäristössä pyöräliikenteen kehittämistä ja edistämistä. Pyöräliikenteen kehittämisen näkökulmasta olisi tärkeää luoda pyöräliikenteelle oma tila erotettuna muista kulkumuodoista.

Taulukossa 5 on esitetty Liikenneviraston (2013a, s. 19) mukaan Maijalan (2011) toimittamaan kyselytutkimukseen vastanneiden liikenneinsinöörien arvio omien kuntiensä pyöräteiden tyypittelystä. Kunnan koosta riippumatta voidaan todeta, että vielä vuonna 2011 noin 90 prosenttia pyöräteistä oli yhdistettyjä pyöräteitä ja jalkakäytäviä.

Taulukko 5. Arvio pyörätieverkon eri tyypeistä erikokoisissa kunnissa (Liikennevirasto, 2013a, s. 19).

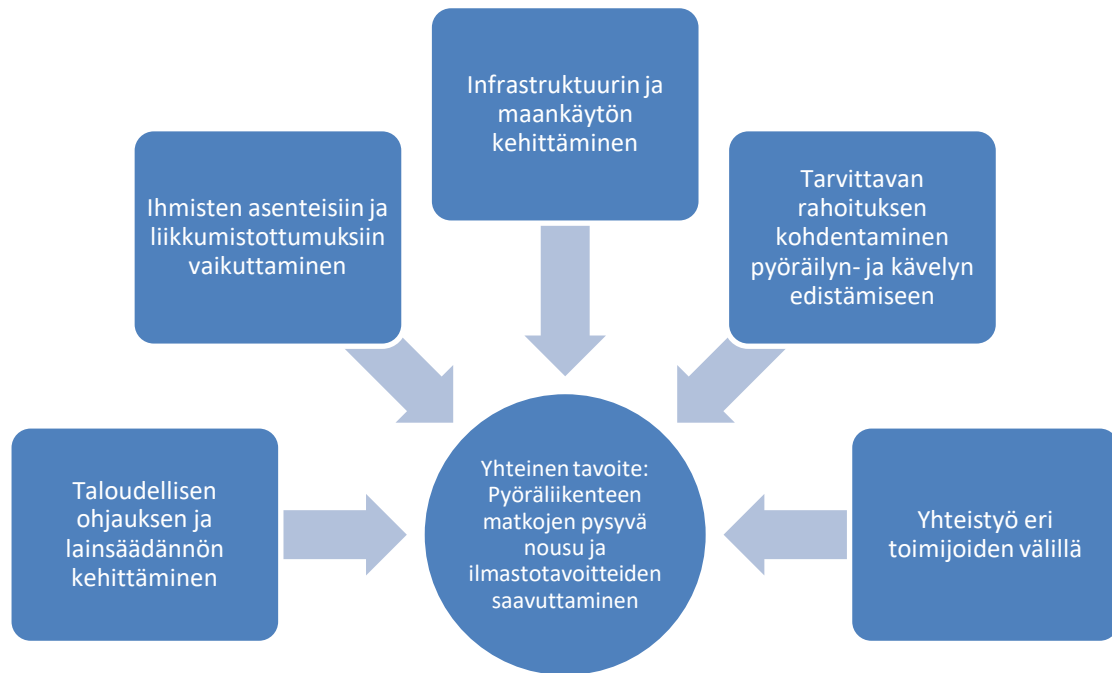


3.6 Pyöräliikenteen kasvunäkymät tulevaisuudessa

Kansalliset strategiat ja ilmastotavoitteet tukevat pyöräliikenteen kasvua tulevaisuudessa. Vuonna 2018 laaditussa Liikenne ja viestintäministeriön: Kävelyn ja pyöräilyn kehittämissuunnitelmassa on asetettu tavoitteeksi 30 prosentin kasvu kävely- ja pyörämatkojen määrissä vuoteen 2030 mennessä. Sama tavoite ja lähtökohta on nostettu myös esille erilaisissa jalankulun ja pyöräliikenteen liittyvissä edistämishankkeissa. Kaiken taustalla vaikuttavat kansainväliset ilmiöt kuten esimerkiksi ilmastonmuutos. Ilmiöt ja näistä aiheutuvat toimenpiteet luovat tulevaisuudessa perustan kestävien liikkumismuotojen suosion kasvuksi. Erityisesti kaupunkiympäristössä pyöräliikenne on noussut näkyväksi osaksi katukuvaa. Tällä hetkellä pyöräliikenteen kohdalla on meneillään vahvasti nouseva trendi, joka tarkoittaa sitä, että pyöräliikenteen edistämiseksi on yhteiskunnallista tilausta sekä sen poliittinen tuki. Pyöräliikenteeseen käytettävä budjetti on ollut myös kasvussa, joka ilmenee erilaisina pyöräliikennettä edistävinä hankkeina erityisesti kaupunkiympäristöissä. (Liikenne- ja viestintäministeriö, 2018, s. 1)

Tavoitteisiin pääseminen vaatii kuitenkin monipuolisia pyöräliikenteeseen liittyvien edistystoimenpiteiden selvittämistä, käyttöönottoa sekä toteuttamista. Tärkeimpiä edistämistoimenpiteitä ovat esimerkiksi infrastruktuurin ja maankäytön kehittäminen, tarvittavan rahoituksen kohdentaminen jalankulun ja pyöräliikenteen edistämiseen ja ihmisten asenteisiin ja liikkumistottumuksiin vaikuttaminen. Tärkeänä nähdään myös taloudellisen ohjauksen ja lainsäädännön kehittämistä sekä yhteistyön kehittämistä eri toimijoiden välillä. Edistämistoimenpiteitä yhdistää pyrkimys yhteiseen tavoitteeseen, joka on pyöräliikennematkojen pysyvä nousu. Pyöräliikenteen matkojen kasvu auttaa osaltaan saavuttamaan pitkän aikavälin ilmastotavoitteet. (Liikenne- ja viestintäministeriö, 2018, s. 1)

Kuva 2. Pyöräliikennematkojen edistämistoimenpiteitä.



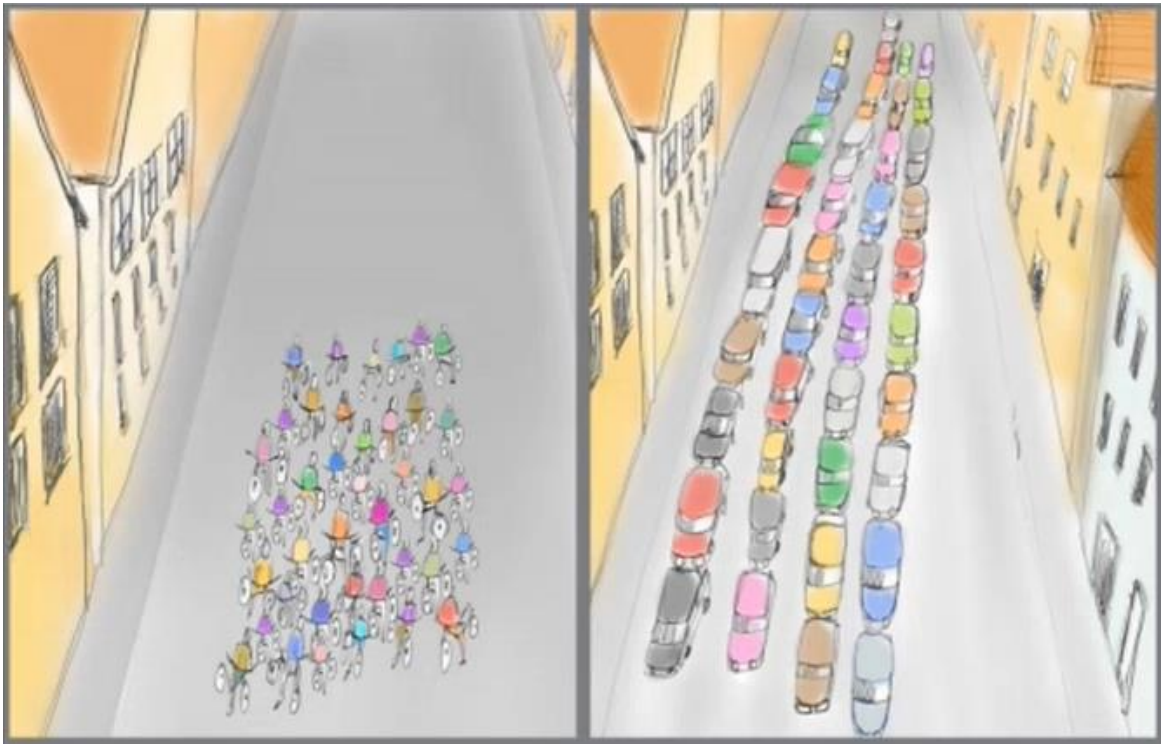
Väylien ylläpidon näkökulmasta pyritään varmistamaan pyöräteiden hyvä laatutaso.

Tavoitteena on myös vähentää kasvavaa korjausvelkaa sekä valtion tieverkolla kuin myös kaupungeissa. Tärkeää on myös varmistaa pyöräteiden laadukas hoitotaso eri vuodenaikoina sekä kehittää keskinäistä yhteistyötä eri tien- ja kadunpitäjien kesken. Erityisesti kaupunkiseuduilla haasteita luo väylaverkon sijoittuminen eri tienpitäjien vastuurajojen sisäpuolelle. Näin palvelutaso voi vaihdella yksittäisen väylän eri osissa riippuen tienpitäjästä sekä hoidon laatueroista. (Väylävirasto, 2020b, ss. 9–10)

Pyöräliikenteen edistämisellä on todettu hyötyjä niin yksilötasolla kuin myös yhteiskunnallisella tasolla. Yksilötasolla pyöräliikenteen edistämisellä on suuria kansanterveydellisiä hyötyjä. Voidaan todeta, että pyöräliikenteen suosion kasvu lisää myös ihmisten säännöllistä liikuntaa. Tämä vähentää liikunnan puutteesta johtuvia suoria sekä epäsuoria kansantaloudellisia kustannuksia. Kansantaloudelliset kustannukset voivat ilmetä esimerkiksi sairaanhoitomenoina, työkyvyttömyytenä tai jopa ennenaikaisina kuolemantapauksina. (Liikenne- ja viestintäministeriö, 2018, ss. 8–9)

Kaupunkikeskustoja pyritään kehittämään , jotta ne vastaisivat pyöräliikenteen kasvavia tarpeita. Toisinaan edellytyksenä on osoittaa uudet liikennejärjestelyt nykyisin autoliikenteen käytössä olevaan tilaan. Autoliikenteen ajokaistoja vähennetään ja pysäköintiä viedään maan alle, jolloin voidaan luoda tilaa esimerkiksi uusille pyöräliikenteen väylille. Yhteiskunnallisella tasolla pyöräliikenteen edistäminen on kaupunkitilan näkökulmasta tilatehokkaampi ratkaisu, jolloin käytettävissä olevaa maa pinta-alaa voidaan yksinkertaisesti käyttää tehokkaammin liikkumiseen tai kokonaan muuhun tarkoitukseen. Pyöräliikenteen kulkutapaosuuden nousulla voidaan vähentää kasvihuonepäästöjen lisäksi myös ilmanlaadun kannalta haitallisia päästöjä, ruuhkia sekä liikenteen melua. Ympäristön näkökulmasta jalankulun ja pyöräliikenteen edistämällä voidaan parantaa kaupunkikeskustojen viihtyisyyttä sekä liikenteen turvallisuutta.

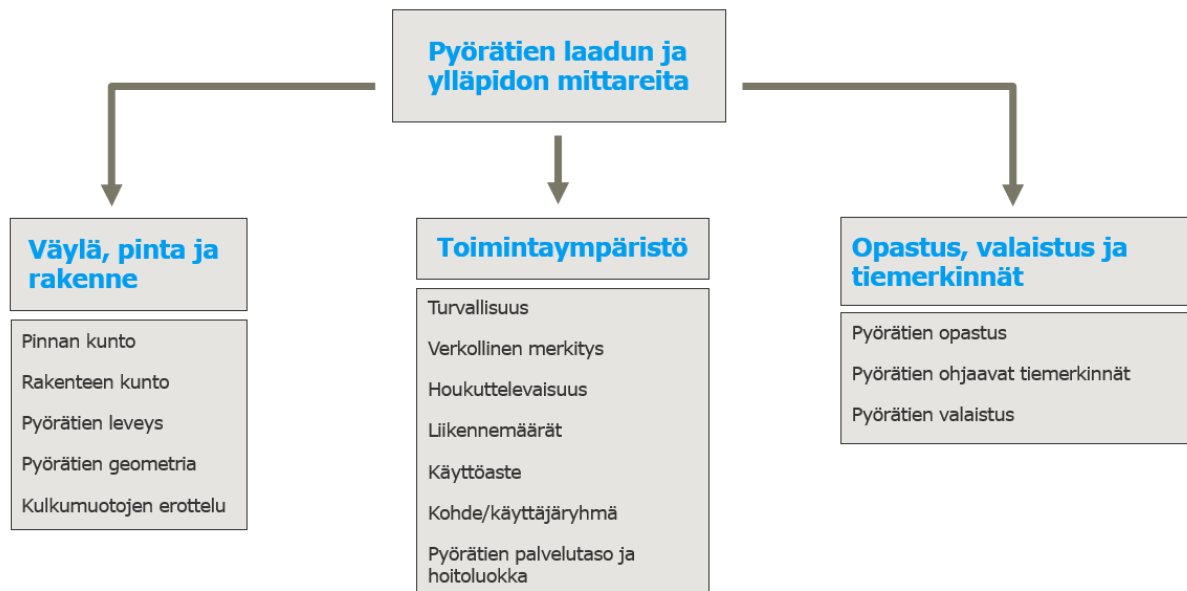
Kuva 3. Tilantarpeen havainnollistaminen katutilassa: 40 pyöräilijää tai 40 autoa (Helsingin kaupunki, 2014, s.6).



4 Pyörätien kuntoa ja laatua määrittävät tekijät

Pyörätien kuntoa ja laatua voidaan mitata eri näkökulmista sekä erilaisten menetelmien avulla. Pyörätie voidaan mieltää kokonaisuudeksi, joka koostuu kolmen eri kategorian summasta. Kategoriat ovat listattuna alapuolisessa kuvassa 4. Ensimmäinen kategoria liittyy vahvasti väylän pinnan kuntoon ja sen rakenteeseen. Toinen kategoria liittyy enemmänkin väylän toimintaympäristöön, jolloin pyörätien laatua voidaan mitata muun muassa sen toiminnallisesta näkökulmasta. Tähän liittyy olennaisesti pyörätien turvallisuus, verkollinen merkitys sekä sen houkuttelevaisuus. Kolmas kategoria liittyy enemmänkin väylää tukevaan infraan, johon kuuluvat olennaisena osana pyörätien viitoitus, valaistus tai ohjaavat tiemerkinnot. Pyöräliikenteelle on ominaista, että pyörän asema ja sijainti katukuvassa vaihtelee liikenneympäristön mukaan. Voidaan todeta, että pyöräliikenne on liikkumuotona lähempänä autoa kuin jalankulkijaa. Merkittävin pyörätien palvelutasoa kuvaava tekijä on kuitenkin väylän pinnan kunto ja sen myötä käyttäjälle luotu väylän ajomukavuus.

Kuva 4. Pyörätien laadun ja ylläpidon mittareita.



4.1 Pyörätien pinta ja rakenne

4.1.1 Pyörätien pinta

Pyörätien pinnan kunto on käyttäjän näkökulmasta konkreettisin palvelutasoa kuvaava tekijä. Pyörätien hoidon tason riittämättömyys tai pinnan huono kunto voi johtaa käyttäjän kohdalla reitin tai jopa kulkumuodon vaihtamiseen. Pyörällä liikkuvien onnettomuusriski kasvaa, mikäli pyörätien pinta on vaurioilla, epätasainen, liukas tai muulla tapaa kunnossapidon taso on riittämättömällä tasolla.

Pyörätien pinnan laatua voidaan arvioida kolmen eri vaatimuksen näkökulmasta. Näitä ovat pinnan tasaisuus, liukkaus ja kuivatus. Tasaista väylän pintaa voidaan pitää pyörätien ylläpidon perusvaatimuksena. Pyörätiellä ei tulisi lähtökohtaisesti esiintyä epätasaisuuksia tai tasonvaihteluita. Pyörätien tasainen pinta edistää väylän ajomukavuutta sekä parantaa näin myös väylän ajoturvallisuutta. Pyörätien liukkaus voidaan helposti mieltää vain talvikauden ongelmaksi, mutta pyörätien pinnoitteen kitkaominaisuuksilla voidaan vähentää pinnoitteen liukkautta myös kesäkaudella. Pinnan liukkauteen vaikuttavat myös pyöräväylällä olevat lehdet, roskat ja irtohiekka. Väylän epätasainen pinta lisää myös puhtaanapidon näkökulmasta ongelmia, jolloin roska ja irtohiekka kertyvät epätasaisen pinnan uriin, halkeamiin ja painanteisiin. (Vaismaa, 2014, ss. 120–123)

Kuivatus on tärkeä osa pyöräteiden ylläpitoa. Hyvin suunniteltu pyörätien kuivatus voi tarkoittaa merkittäviä säästöjä väylän ylläpidossa. Pinnan kaatojen suunnittelulla ja hyvällä viemäröinnillä voidaan välttää vesilammikoiden ja purojen synty väylälle. (Vaismaa, 2014, s. 123) Tavoiteltavaa on, että pyörätielle ei pääse hulevesiä. Hulevesien poispääsyä pyöräteiden pinnalta voidaan tehostaa poistamalla pyöräteiden reunapalteleitä säännöllisesti. Tärkeää on myös estää hulevesien tulo pyörätien pinnan ulkopuolelta. Pinnoitteen elinkaari pitenee, kun väylän kuivatus on kunnossa. Vesisateen jälkeiset purot ja lammikot muodostavat väylälle lammikoita, jotka vaikuttavat myös ajomukavuuteen ja turvallisuuteen. Jo ennalta vaurioituneet pyörätiet keräävät halkeamiin vettä, jolloin pyöräilijän on niitä entistä vaikeampia havainnoida. Keväisin ja syksyisin väylälle kerääntynyt vesi voi jäätyä ja

näin muodostaa väylälle liukkautta. Väylien kuivatuksessa tulee huomioida myös kuivatuselementtien sijainti pyöräliikenteen ajolinjojen näkökulmasta. Kaivon kannen yli ajaminen voi aiheuttaa tärähdyksen ja kaivon kannet voivat painua ajan saatossa, jolloin väylän pintaan muodostuu merkittävää epätasaisuutta. Väylän poikkisuunnassa kulkevat kuivatuskouraratkaisut ovat jo lähtökohtaisesti merkittävä heikennys pyöräliikenteen ajomukavuuden näkökulmasta.

4.1.2 Pyörätien rakenne

Huonosti suunniteltu rakenne vaikuttaa suoraan väylän päällysteen kulumiseen ja näin edesauttaa vaurioiden syntymistä ja laajentumista. Tämän takia väylän rakenteeseen sekä niiden tarkempaan suunnitteluun olisi tärkeää kiinnittää enemmän huomiota. Pyöräliikenne ei lähtökohtaisesti kuluta väylän rakennetta samalla tavalla kuin esimerkiksi autoliikenne. Pyöräteiden rakenteet ovat yleensä kapeita ja ohuita, jonka takia myös itse väylän rakenne on herkempi erilaiselle kuormitukselle. Uudelleenpäällystyksien yhteydessä tulisi korjata myös mahdolliset rakennevauriot, jolla voidaan ehkäistä uusien vaurioiden syntymistä. Hyvin suunniteltu rakenne pidentää väylän päällysteen elinkaarta.

Pyöräteiden suunnittelussa tulisi ottaa huomioon rakenteen routamitoitus.

Pyöräteiden liikennekuormitus on vähäistä, jonka johdosta suurin syy väylän vaurioitumiseen juontaa juurensa väylän routimisesta. Vaihtoehtoina on joko rajoittaa väylän routimista tai vaihtoehtoisesti suunnitella väylälle routimista kestävä rakenne. Routimista rajoittavina tekijöinä voidaan käyttää esimerkiksi massanvaihtoa tai lämpöeristettä. Routimista kestävä rakenne saadaan lujittamalla rakenne teräsverkolla. Kivituhkapintaisilla väylillä routiminen ei ole yleensä ongelma, mutta se ei yleensä sovellu pyöräliikenteen merkittävien reittien pintamateriaaliksi. Kustannuksien näkökulmasta routimista kestävä rakenne on yleensä edullisempi vaihtoehto. Rakennushankkeesta riippuen teräsverkkorakenne tulee yleensä halvemmaksi kuin routasuojarakenteen kaivu ja täyttö. Väylän rakenteen vahvistaminen teräsverkolla ei ole aina lähtökohtaisesti se paras ratkaisu. Teräsverkolla vahvistettuun väylärakenteeseen on tulevaisuudessa vaikea sijoittaa esimerkiksi johtoja, kaapeleita ja putkia. Tämän johdosta teräsverkon käyttö väylärakenteen vahvistamisessa on

taajamaympäristössä haastavampi kuin esimerkiksi maantieympäristössä. (Väylävirasto, 2013, ss. 54–55)

4.2 Toimintaympäristö ja väylän verkollinen merkitys

4.2.1 Toimintaympäristö

Toimintaympäristön arvioinnilla voidaan arvioida liikkumisympäristön laatua. Kulkumuotoa valittaessa kiinnitetään erityistä huomiota matkan pituuteen sekä siihen käytettävissä olevaan aikaan. Pyöräilijällä voi olla erilaisia tarpeita ja odotuksia reitille, mutta yleensä pyöräilijä arvostaa mahdollisimman suoraa, nopeaa sekä turvallista yhteyttä. Eli lyhyesti sanottuna kohteiden tulee olla helposti saavutettavissa. Reitit tulisi sisältää mahdollisimman vähän pyöräliikennettä haittaavia tekijöitä kuten esimerkiksi kadun puolenvaihtoja tai korkeita reunakiviylityksiä. Mikäli yhteys täyttää edellä mainitut elementit niin pyörätiestä saadaan luotua myös sen käyttäjälle houkutteleva vaihtoehto. Pyöräliikenteen verkkoon kuuluvat kaikki pyöräilijöiden käyttämät väylät kuten esimerkiksi erilliset pyörätiet, kadut ja tiet sekä tarvittaessa puistokäytävät ja vastaavat. (Väylävirasto, 2020a, ss. 25–26)

4.2.2 Liikennemäärät ja käyttöaste

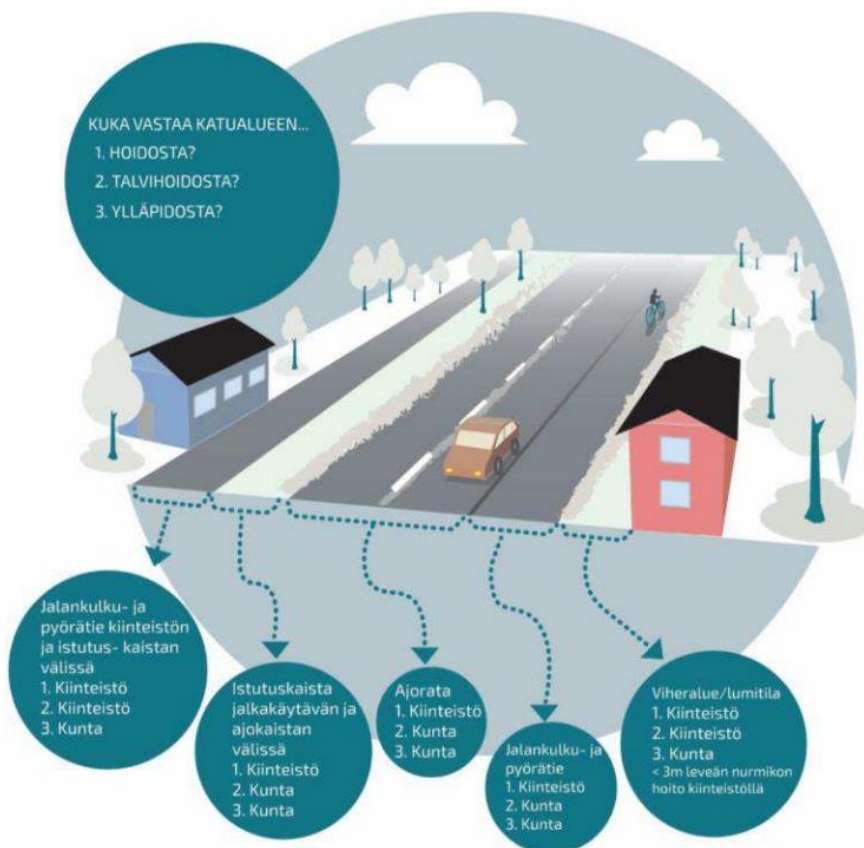
Pyörätien liikennemääriä ja käyttöastetta arvioidessa saadaan käsitystä väylän verkollisesta merkityksellisyydestä. Suomessa pyöräteiden liikennemääriä on vielä tänä päivänä verrattaen vähän saatavissa. Näin on haastavaa muodostaa käsitystä tiettyjen väylien käyttöasteista. Huomioitavaa on, että pyöräteiden liikennemäärien laskennat ovat Suomessa vielä hyvin alkutekijöissään verrattuna esimerkiksi moneen muuhun Euroopan maahan. Pyöräliikenteen liikennemääriä mitataan laskentojen avulla. Laskenta voi tapahtua käsin laskentana tai laskentaa voi tehdä automaattisilla laskureilla. Laskennoista saatavia liikennemäärä tietoja voitaisiin hyödyntää esimerkiksi pyöräteiden verkollisessa suunnittelussa. Pyöräliikenteestä on saatavilla myös GPS-peräistä dataa, joka kuvaa vain rajatun käyttäjäryhmän tuottamaa aineistoa.

5 Pyöräteiden kunnossapito Suomessa

5.1 Lainsäädäntö ja asetukset

Väylien ylläpitoa ohjataan Suomessa lakisääteisesti. Väylän ylläpitäjä riippuu ensisijaisesti siitä mihin tieverkkoon väylä sijoittuu. Maantieverkolla yhdistettyjen pyöräteiden ja jalkakäytävien kunnossapidosta vastaa valtio. Katuverkolla väylän kunnossapidosta vastaa kunta tai kaupunki ja yksityisteillä tiekunta tai tieosakkaat. Väylävirasto vastaa valtion teiden tienpidosta ja ELY-keskukset toimivat taas alueellisena tienpitoviranomaisena. Kadunpidon järjestäminen kuuluu pääosin kunnille. (Liikennevirasto, 2013a, s. 18) Kadun eri osien kunnossa- ja puhtaanapitovastuu jakautuu kuitenkin kunnossapitolain mukaan kunnan ja kiinteistön omistajien kesken. Eli lähtökohtaisesti kiinteistön omistaja on vastuussa kiinteistön kohdalla olevien jalkakäytävien talvihoidosta ja puhtaanapidosta ellei toisin ole päätetty. (Väylävirasto, 2020a, s. 210)

Kuva 5. Kunnossa- ja puhtaanapitovastuut kadulla (Väylävirasto, 2020a, s. 211).



5.2 Pyöräteiden kunnossapito

Kunnossapidon termi pitää sisällään niin väylän hoidon kuin myös väylän ylläpidon. Väylien hoito voidaan jakaa talvi- ja kesähoitoon, jolloin pyrkimyksenä on turvata väylän käyttökunto eri vuodenaikoina erilaisilla hoitotoimenpiteillä. Talvella väylän hoitotoimenpiteet koostuvat useimmiten lumen ja sohjon aurauksesta sekä liukkauden torjunnasta. Muina vuodenaikoina hoito pitää sisällään väylän puhtaanapidon esimerkiksi hiekoitushiekasta tai irtolehdistä. Myös väylän kasvillisuuteen, valaistukseen ja kuivatukseen kiinnitetään huomiota, ja pyritään näin huolehtimaan väylän toiminnallisuudesta ja turvallisuudesta. Eli väylän hoito käsittää enemmänkin sitä, että väylä pyritään pitämään hoitotoimenpiteillä mahdollisimman toiminnallisena ja turvallisena eri vuodenaikoina. Väylälle tehdään myös ajoittain rakenteellisia korjaustoimenpiteitä, jotka liittyvät väylän ylläpitoon. Näitä ovat esimerkiksi väylien uudelleenpäällystykset, tiemerkitöjen päivitykset tai muut väylän rakenteelliset korjaukset. Ylläpidon toimenpiteet voivat olla väylästä riippuen joko suuria rakenteellisia korjauksia tai pienempiä yksittäisiä korjaustoimenpiteitä. Suuremmat kokonaisuudet voivat pitää sisällään väyläosuuden uudelleenpäällystykseen monen kilometrin osuudelta. Pienemmät ylläpidon toimenpiteet voivat liittyä väylän laitteiden ja varusteiden päivittämiseen tai korjaukseen.

5.2.1 Pyöräteiden kunnossapidon tavoitteet sekä vastuukysymykset

Suomessa pyöräteiden liikenneverkko on verraten laaja. Pyöräteiden kunnossapidon hoitoluokituksessa, suunnittelussa ja ohjauksessa esiintyy aluekohtaisia eroja. Pyöräteiden kunnossapidon tavoitteena on pyrkimys turvata väylän päivittäinen liikennöitävyys sekä luoda edellytykset turvalliselle liikkumiselle. Tavoitteena on ylläpitää väylillä ennalta määritetty palvelutaso, joka voidaan saavuttaa erilaisilla väylään kohdistuvilla kunnossapidon hoitotoimenpiteillä.

Maantie- ja katuverkolla voi olla eroavaisuuksia pyöräteiden kunnossapidon laadullisissa kriteereissä, joka voi ilmetä pyöräilijälle pyörätien laatutason vaihteluna. Lisäksi kaupungeissa väylien kunnossapito voi olla jaettu alueittain, joka tarkoittaa sitä, että

kaupungin eri osilla voi olla eri urakoitsijat sekä tietyt urakkarajat. Pyöräliikenteen näkökulmasta tämä voi ilmetä niin, että kaikki matkan varrella olevat väylän eivät ole yhtä hyvässä kunnossa. Tavoitteena voidaankin pitää sitä, että tienpitäjien vastuulla on pitää väylät liikenteen tarvetta ja väylän liikenteellistä merkitystä vastaavassa kunnossa tienpitäjästä riippumatta.

Pyöräliikenteelle on ensisijaisen tärkeää, että väyliä hoidetaan ympärivuotisesti. Pyörällä liikkuva ei välttämättä ole tietoinen siitä kuka on väylän virallinen tienpitäjä, mutta voi huomata kuitenkin väyläkohtaisia eroja väylän kunnossapitoon liittyen. Erityisesti pidemmällä matkapituuksilla pyöräilijä voi kulkea useamman eri tienpitäjän vastuulla olevan väylän kautta. Näin väylän kunto voi vaihdella kunnossapidontasosta riippuen hyvinkin merkittävästi. Talvella ongelmana voi olla lumien aeraus tai syksyisin ja keväisin liukkauden esto. Pyöräilijä ei välttämättä voi liikkua haluamaansa kohteeseen, ellei väylä ole koko matkanpituudelta siinä kunnossa, että siinä voidaan päivittäin liikennöidä turvallisesti. Voidaan todeta, että väylien ympärivuotisella ylläpidon tasolla on suuri vaikutus myös ihmisten asenteisiin sekä liikkumismuodon valintaan. Hyvä ympärivuotinen kunnossapito on keskeisessä roolissa siinä, että pyöräliikenteen kulkutapaosuutta voidaan tulevaisuudessa kasvattaa ja valtion asettamisiin kasvutavoitteisiin päästään. Talvihoidon kunnossapitomenetelmiin on kiinnitettävä entistä enemmän huomioita, jotta pyöräliikenteestä saadaan varteenotettava liikkumismuoto myös talviolosuhteisiin. Myös väylien talvikunnossapidon merkitys tulee kasvamaan tulevaisuudessa. Lämpötilojen tiheät muutokset aiheuttavat väylille entistä enemmän haasteita, jolloin väylällä oleva vesi tai lumi jäätyy ja sulaa vuorotellen. Tämä lisää väylien kunnossapidon tarvetta erityisesti syksyllä, talvella ja keväällä. Oulua on pidetty jo useamman vuoden talvipyöräilyn mallikaupunkina. Oulussa on muun muassa otettu käyttöön reaaliaikainen seurantajärjestelmä, joka kertoo reaaliaikaisesti auratut reitit sekä aura-autojen sijainnit.

Väylän huono kunto tai hoidon puute vaikuttaa myös suoraan tienkäyttäjän asenteeseen, joka voi johtaa lopulta jopa kulkumuodon vaihtamiseen. Hyvällä väylän laatutasolla ja hoidolla voidaan siis vaikuttaa suoraan käyttäjien liikkumistottumuksiin ja asenteisiin. Tavoitteena on kuitenkin pyöräliikenteen kohdalla se, että väylän palvelutasosta riippumatta

keskeisten reittien tulee olla käytettävissä keliolosuhteista ja vuodenajoista riippumatta. Puutteellisen hoidon tai epäkohdan huomattessaan tienkäyttäjä voi olla yhteydessä vastuussa olevaan tienpitäjään. Vahingon sattuessa tienkäyttäjä hakee vahingonkorvausta siltä taholta, joka on vastuussa väylän ylläpidosta. (Kävely- ja pyöräilyväylien hoito. s. 17).

5.2.2 Kunnossapidon ohjaus, hallinta ja suunnittelu

Kunnossapidon hallintaa ja suunnittelua ohjaavat erilaiset väyläverkkoa koskevat odotukset ja tarpeet. Tietyn väylän ylläpitoa suunnitellaan vahvasti väyläkohtaisesti ottaen huomioon väylän toiminnallinen luokitus, liikenteen määrä ja liikenteen luonne. Kunnossapidon suunnittelussa myös tiedon ja seurannan rooli on kasvanut. Maantieverkon hoitourakoissa tienpitäjä edellyttää jo nyt sähköistä seurantajärjestelmää sekä työn raportointia omaan järjestelmäänsä sähköisen rajapinnan kautta. Seurantajärjestelmissä olevan ajantasaisen hoitotiedon avulla voidaan kehittää toimintamalleja tai arvioida työn kestoja ja resurssivaatimuksia. Työn raportointi ja sähköisen seurantajärjestelmän päivittäminen helpottaa myös urakoitsijan ja tilaajan välistä yhteistyötä. (Väylävirasto, 2020b, s. 15)

5.3 Pyöräteiden hoitoluokitukset

Suomessa pyöräteiden luokituksista sekä hoidon tarpeen määrittelyssä esiintyy hallinta- ja vastuukohtaisia eroja. Käytössä olevat toimintamallit ja hoitoluokitukset eivät ole täysin yhtenäisiä ja niistä puuttuu tietynlainen loogisuus. Kuntien kohdalla väylien hoitotaso voi perustua luokittelun osalta esimerkiksi siihen, että kaikkien pyöräilyväylien kohdalla pyritään ylläpitämään samaa kunnan tasoa. Vilkkaimpia pyöräteitä toki pyritään tarpeen mukaan priorisoimaan erityisesti talvikunnossapidon näkökulmasta. Pyöräväyliä hoidetaan myös useasti viereisen kadun hoitoluokan mukaan. (Vaismaa, 2014, s. 124) Talvikunnossapidon näkökulmasta tämä tarkoittaa sitä, että mikäli pyöräväylä kuuluu alemmepitasoisen kadun varrella, niin se yleensä aurataan vasta autoliikenteen käytössä olevan kadun jälkeen. Näin pyöräteitä ei ainakaan talvihoidon suhteen käsitellä sen toiminnallisen luokan perusteella. Näkökulma voi olla myös se, että autoliikenteen palvelutasoa pyritään priorisoimaan erityisesti tässä tapauksessa.

Suomessa on myös kaupunkeja, jotka ovat ottaneet käyttöön väylähierarkiaan perustuvat luokittelun. Tampereella on esimerkiksi käytössä kaksiportainen hoitotasoluokittelu A ja B. Jyväskylässä on taas käytössä viisiportainen hoitotasoluokittelu AA, A, B, C ja D. AA-hoitoluokkaan kuuluva väylä on pyöräväylänä erittäin merkittävä ja D-hoitoluokkaan ei edes kuulu talvikunnossapito. Hoitoluokkien lisääminen tavoittelee ensisijaisesti sitä, että väyliä voidaan tarpeen mukaan luokitella sen toiminnallisen ja merkittävyyden perusteella. (Vaismaa, 2014, s. 124) Vaikka hoitoluokituksia on erilaisia niin niiden yhteinen tavoite on kuitenkin sama. Tavoitteena jakaa väyliä eri lokeroihin, jotta voidaan tunnistaa palvelutason näkökulmasta merkittävät ja ei niin merkittävä pyöräväylät.

Maantieverkolla jalankulun- ja pyöräliikenteen väylät jaetaan lähtökohtaisesti kahteen eri hoitoluokkaan K1 ja K2. Tämän lisäksi on olemassa myös korkeatasoisemmin hoidettuja laatukäytäviä, jotka kuuluvat hoitoluokkaan L. L-hoitoluokkaan kuuluvilla väylillä valtion ja kuntien yhteistyöllä voidaan toteuttaa parempaa hoitotasoa kuin K1-hoitoluokan väylillä. (Väylävirasto, 2020b, s. 13)

5.4 Hoitokalusto

Pyöräteiden hoito vaatii erilaisten hoitokalustojen hyödyntämistä eri vuodenaikoina. Hoidossa käytettävien kaluston ja lisälaitteiden tulee olla turvallisia sekä soveltuvia hoitotehtäväänsä. Pyöräteiden väyläkohtaiset eroavaisuudet aiheuttavat rajoitteita myös hoitokaluston näkökulmasta. Liian suuri kaluston koko voi aiheuttaa vaaratilanteita tienkäyttäjien näkökulmasta ja näin heikentää väylän turvallisuutta. Vääränlainen hoitokalusto tai sen lisälaitteet voivat vaurioittaa myös väylän päällystettä ja rakenteita. Mikäli talvihoidossa käytetään ei soveltuvaa hoitokalustoa niin se voi näkyä vaurioituneena päällysteenä kesällä, jolloin sopimatonta työtä joudutaan paikkaamaan uudestaan. Pyöräteiden yleisimmät kalustorajoitteet liittyvät väylän kapeuteen sekä väylän varrelle sijoittuviin alikulkuihin. Alikulut ovat yleensä liian matalia suurelle kalustolle kuten esimerkiksi pyöräkuormaajille ja traktoreille, koska ne ovat lähtökohtaisesti suunniteltu jalankulkijoille ja pyöräilijöille. (Väylävirasto, 2020b, s. 21)

Tiiviissä kaupunkirakenteessa on rajalliset mahdollisuudet suunnitella turvallisia pyöräliikenteen väyliä ilman, että sillä olisi vaikutusta talvihoidon menetelmiin. Tämä voi vaatia konekannan tarkistamista ja tietyn kaluston keskittämistä tietyille väylille. Tämä ilmenee esimerkiksi kapeilla osuuksilla vähäisinä lumitiloina, jolloin kunnossapidolta voidaan edellyttää tiheämpää lumen pois viemistä. Uudenlainen infrastruktuuri voi myös edellyttää uusien hoitomenettelyiden käyttöönottoa.

Kuva 6. Traktori, jossa lisälaitteena kiinnitettynä hiekoituskauha ja alueaura (Väylävirasto, 2020b, ss. 25, 28).



Väylien hoitotarve korostuu talvella, jolloin talviolosuhteet asettavat erilaisia haasteita ja vaatimuksia väylän hoidon näkökulmasta. Väylien talvihoito liittyy yleensä väylien lumen- ja sohjonpoistoon, auraukseen, liukkauden- ja sulamisvesihaittojen torjuntaan. Hoitokalustona käytetään useasti traktoria, johon on saatavilla useita lisälaitteita. Traktori soveltuu myös ajoneuvona hyvin talviolosuhteisiin. Haastavissa kohteissa voidaan myös käyttää pientraktoreita, jotka soveltuvat myös paremmin kapeiden väylien ja alikulkujen kunnossapitoon. Kesän, kevään ja syksyn tärkeimmät hoitotoimenpiteet ovat väylien yleinen puhtaanapito, vihertyöt, päällysteiden vaurioiden korjaaminen sekä kuivatusjärjestelmien toimivuuden tarkastaminen. Hoitokalustona käytetään yleensä hieman pienempää kalustoa kuten esimerkiksi monitoimipyöräkuormaajaa tai imulakaisukonetta. Siisti ja turvallinen

ympäristö edistävät myös pyöräliikennettä, joten ympärivuotisella hoidolla voidaan vaikuttaa jopa käyttäjien liikkumistottumuksiin. (Väylävirasto, 2020b, ss. 22–23)

Kuva 7. Monitoimipyöräkuormaaja ja imulakaisukone (Väylävirasto, 2020b, ss. 23, 30).



6 Pyörätien kunnan mittausmenetelmiä Suomessa

Väylän ylläpitoon sisältyy olennaisena osana väylän laatutason tarkkailu. Väylän kuntoa ja laatua voidaan mitata erilaisin mittausmenetelmin ja sen tavoitteena on luoda käsitystä väylän tämänhetkisestä kunnosta. Maantieverkolla pyöriteiden kunto- ja laatutasoa mitataan lähtökohtaisesti päällystevauriokartoitusten (PVK) avulla. Pyöriteille on myös tehty vuosien saatossa muutamia päällysteiden palvelutasomittauksia (PTM).

Molempien mittausmenetelmien tavoitteena on määrittää väylän päällyste- tai rakennevaurioiden laajuus. Teknisten mittausmenetelmien lisäksi on myös olemassa

käyttäjälähtöisiä mittausten menetelmiä. Näitä ovat muun muassa tienkäyttäjiltä saadut palautteet väylän kuntotasosta.

Jalankulku tai pyöräliikenne ei itsessään kuluta pinnoitetta vaan merkittävin syy päällyste- ja rakennevaurioiden syntyyn on eri sääolosuhteiden vaihtelut eri vuodenaikoina. Moni vauriotyyppi saa alkunsa myös väylän rakenteen painumisen tai heikentymisen johdosta. Vauriot voivat saada myös alkunsa väylän alapuolelle sijoitettavan maanalaisen infrastruktuurin vuoksi. Pyöräteiden alle sijoitettavat putket ja johdot vaativat ajansaatossa huoltotarvetta, jolloin väylän pinta joudutaan kaivamaan auki. Väylän rakenteet muuttuvat, jolloin siihen herkästi syntyy epätasaisuuksia sekä muita vaurioita. Tämä on tunnistettu merkittäväksi ongelmaksi erityisesti kaupunkialueilla. Vaurioiden synnylle tai niiden laajentumiselle ei aina ole kuitenkaan yksiselitteistä syytä, vaan syy muodostuu yleensä monen eri tekijän summasta. Ilmastokuormituksen ja rakennepuutteiden lisäksi väylälle muodostuu liikennekuormitusta myös väylän kunnossapidon yhteydessä. Väylän päällyste tai rakennevaurio ilmenee pyörän selässä yleensä yksittäisenä tärähdyksenä, notkahduksena, epätasaisuutena tai tärinä. Riippuen tietysti vaurion vakavuudesta. Tärähdyksen, epätasaisuuden tai notkahduksen takana voi olla useita syitä kuten esimerkiksi, paikkaussauma, pituus- tai poikkihalkeama, jyrkkä luiskaus tai jopa kaivon kansi. Tiedetyt vauriotyypit ja niiden vakavuus liitettynä pyörän ajonopeuteen voivat olla hyvinkin vaarallinen yhtälö. Päällyste- ja rakennevauriot aiheuttavat selkeän turvallisuusongelman ja näin kasvaneen onnettomuusriskin. Erityisesti väylän ajosuunnan suuntaiset pituushalkeamat ovat vaarallisia, koska niihin polkupyörän rengas voi helposti upota. Pyörällä liikkuva pyrkii myös luonteisesti väistämään vauriota tai puutteellisia rakenteita, joka voi johtaa myös vaarallisiin tilanteisiin. Päällyste- ja rakennevaurioille on kuitenkin tyypillistä, että ne vaikuttavat pyöräilijän ajomukavuuteen vakavuusasteesta riippumatta.

6.1 Päällystevauriokartoitukset (PVK)

Pyörätien kuntoa voidaan tarkkailla väylille suoritettavilla päällystevauriokartoituksilla, joita on tarkoituksena suorittaa noin kolmen vuoden välein. Päällystevauriokartoitukset toteutetaan lähtökohtaisesti kesällä. Tänä päivänä päällystevauriokartoitus eli PVK

suoritetaan ajoneuvolla ajaen arvioiden silmämääräisesti väylien päällysteiden eri vauriotyyppien vakavuutta. Päällystevauriokartoituksen pohjalta väylälle merkitään joko korjaustarve tai ei korjaustarvetta. Inventoinnit suoritetaan silmämääräisesti eli voidaan puhua subjektiivisesta tutkimusmenetelmästä. Arviointi ja tulkinnot perustuvat lähtökohtaisesti tekijän havainnointikykyyn. Eli voidaan todeta, että vaikka työ toteutettaisiin samoin perustein ja samalla toimintamallilla niin siinä voi esiintyä subjektiivisia eroja henkilöstä riippuen esimerkiksi vaurion määrittämisessä tai havainnoinnissa. (Väylävirasto, henkilökohtainen tiedonanto, 24.8.2021) Tässä työssä päällystevauriokartoitusten lähtötietona on käytetty Väyläviraston sopimuksissa käytettävää jalankulun- ja pyöräilyväylien inventointiohjetta, joka on tehty vuonna 2017. Inventointiohje on toiminut ohjeistuksena päällystysvauriokartoitusten toteutukselle vuosina 2018 -2021.

Päällystevauriokartoituksen tavoitteena on inventoida väylältä vaurioita, jolloin voidaan määrittää väylän korjaustarve. Päällystevaurioiden vauriotyyppejä ovat pituus- ja poikkihalkeamat, verkkohalkeamat, reiät, haitalliset epätasaisuudet sekä paikatut päällystevauriot. Vaurioille on myös määritetty tarkat raja-arvot, joiden perusteella väylälle voidaan merkitä korjaustarvetta. Mikäli vaurio ei ylitä tiettyjä määritettyjä raja-arvoja niin väylälle ei tule merkitä korjaustarvetta. Mikäli väylällä esiintyy useampia vauriotyyppejä niin korjaustarve merkitään, mikäli yksikin vauriotyypeistä ylittää raja-arvot. (Väylävirasto, henkilökohtainen tiedonanto, 24.8.2021)

Päällystevauriokartoitus suoritetaan aina kahden henkilön voimin, jolloin toinen ajaa ajoneuvoa ja toinen merkitsee tiedonkeruulaitteelle korjaustarpeessa olevia jaksoja. Vauriokartoituksessa hyödynnetään kuitenkin molempien henkilöiden havainnointia. Tavoitteena on arvioida korjaustarvetta koko päällysteen leveydeltä. Jalankulku- ja pyörätien ja ajoradan välissä olevan reunakiven kuntoa ei arvioida päällystevauriokartoituksessa. Rinnalla tai vieressä kulkevat kivetetyt alueet jätetään myös pois päällystevauriokartoituksesta. Päällystevauriokartoitukseen ei myös lasketa risteävien väylien päällysteitä. Eli mikäli jalankulku- ja pyöräilyväylä tekee puolenvaihdoksen niin

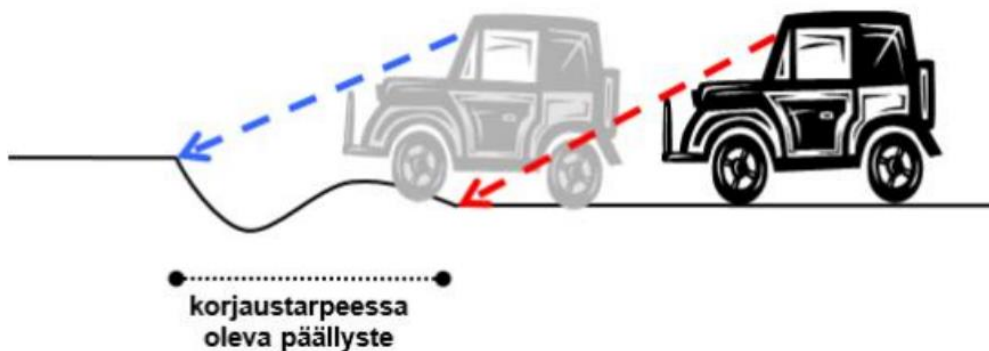
inventointia jatketaan vasta kun risteävä tie on ylitetty. (Väylävirasto, henkilökohtainen tiedonanto, 24.8.2021)

Kuva 8. Tavoitteellinen inventointileveys.



Päällystevauriokartoitus suoritetaan sähköisellä tiedonkeruulaitteella, joka käyttää GPS-paikannusta. Ideana on se, että korjaustarpeessa oleva osuus alkaa, kun korjaustarpeessa olevan jakson alkuosuus katoaa ajoneuvon keulan alle. Merkintä lopetetaan kun, korjaustarpeessa oleva osuus katoaa auton keulan alle. Toimintaperiaatetta on esitetty tarkemmin kuvassa 9. (Väylävirasto, henkilökohtainen tiedonanto, 24.8.2021)

Kuva 9: Esimerkki korjaustarpeen merkitsemisestä inventoinnin aikana (Väylävirasto, henkilökohtainen tiedonanto, 24.8.2021)



6.1.1 Pituus- ja poikkihalkeamat

Pituushalkeama on tien suuntainen halkeama tai vinohalkeama. Poikkihalkeama on taas tien poikkisuuntainen halkeama tai päällysteen levyinen pakkaskatko. Lähtökohtaisia syitä pituus- ja poikkihalkeamien synnylle ovat epätasainen routanousu tai vaihtoehtoisesti tien rakenteen painuminen. Pituus- ja poikkihalkeamat ovat hyvin tavanomainen vauriotyyppi pyöräteillä. (Väylävirasto, henkilökohtainen tiedonanto, 24.8.2021)

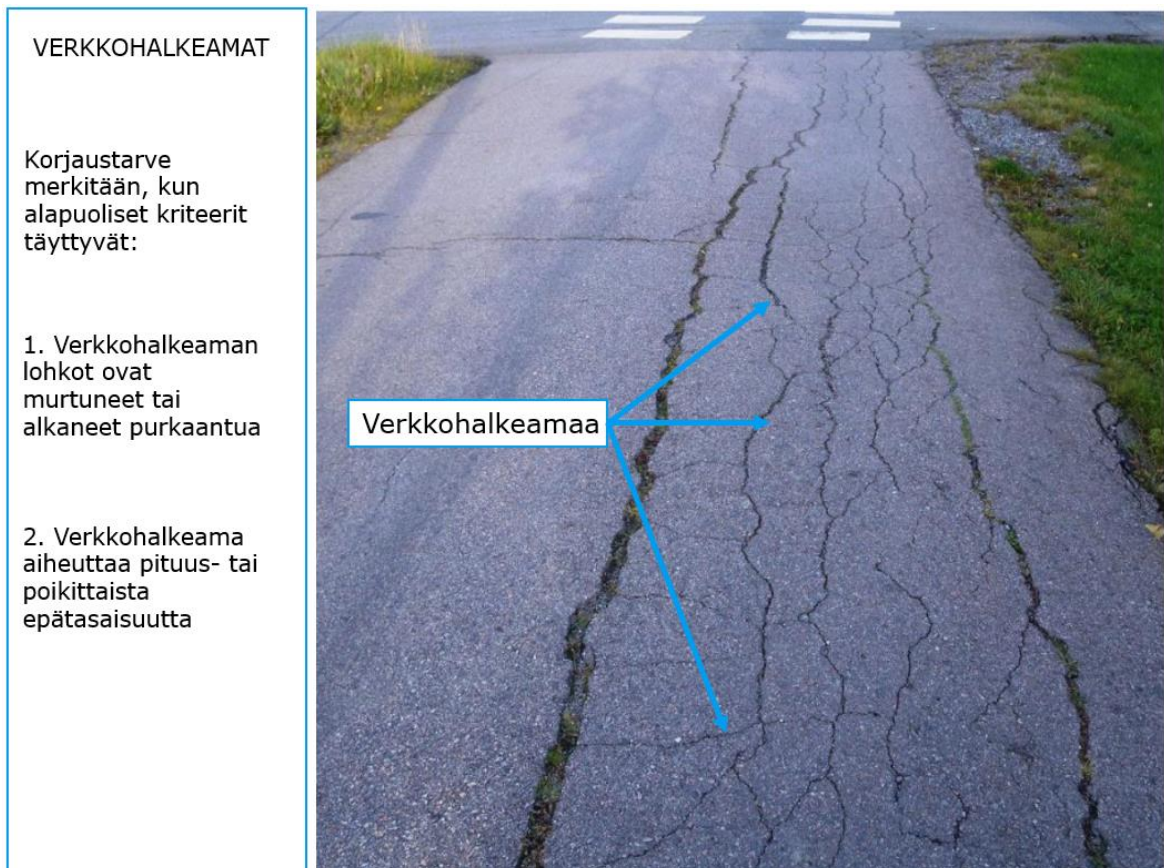
Kuva 10. Esimerkki pituus- ja poikkihalkeamasta (Kriteerit: Väylävirasto, henkilökohtainen tiedonanto, 24.8.2021).



6.1.2 Verkkohalkeamat

Verkkohalkeamat ovat monikulmiomaisia halkeamia. Tyypillistä on, että halkeaman verkkohalkeaman reunalla kulkee laajempi pituus- tai poikkihalkeama. Verkkohalkeaman synty juontaa juurensa väylän rakenteen heikon kantavuuden seurauksena. Rakenteen kuormitus johtuu yleensä raskaasta tienpidonkalustosta. Verkkohalkeamat ovat myös hyvin yleinen vauriotyyppi pyöräteillä. (Väylävirasto, henkilökohtainen tiedonanto, 24.8.2021)

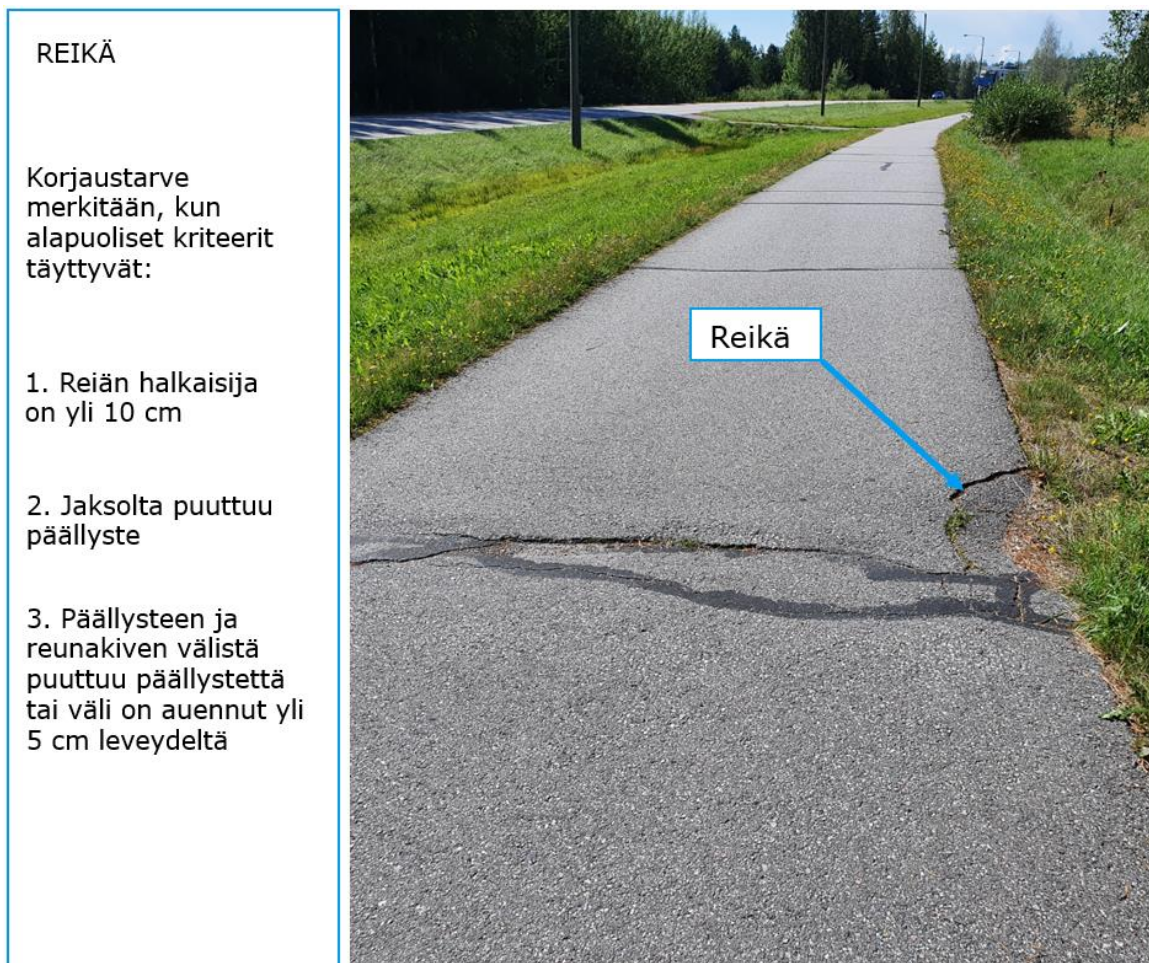
Kuva 11. Esimerkki verkkohalkeamasta (Kriteerit: Väylävirasto, henkilökohtainen tiedonanto, 24.8.2021).



6.1.3 Reikä

Reiät ovat jyrkkäreunaisia painaumia. Reiäksi luetaan myös sellaiset osuudet, jotka eivät ole päällystettyjä tai päällyste jostain syystä puuttuu. Reikä voi olla myös pituushalkeama, jolloin vaurion leveyden tulee olla yli 10 cm. Reiät syntyvät usein päällysteiden lajittuma- ja purkaumakohtiin, jolloin päällysteen alle päässyt vesi pääsee pehmentämään alustaa. Reikien syntyyn vaikuttavat tienpidonkaluston kuormitus sekä toistuva väylän sulaminen ja jäätyminen. Vauriotyyppinä reikä on kuitenkin harvinainen pyöräteillä, koska liikenteen painokuormitus ei ole niin suurta kuin esimerkiksi tieliikenteessä. (Väylävirasto, henkilökohtainen tiedonanto, 24.8.2021)

Kuva 12. Esimerkki reiästä (Kriteerit: Väylävirasto, henkilökohtainen tiedonanto, 24.8.2021).



6.1.4 Haitallinen epätasaisuus

Haitallinen epätasaisuus syntyy usein väylän rakenteen puutteista. Epätasaisuus voi näkyä pituus- tai poikkisuuntaisina epätasaisuuksina. Yksittäisiä syitä ovat muun muassa päällysteen väsyminen tai epätasainen päällystystyö. Haitallisen epätasaisuuden vauriokohdassa päällyste voi olla kuitenkin täysin ehjä. Väylän geometriaan tai käytännön rakenteeseen liittyviä epätasaisuuksia ei kuitenkaan inventoida päällystevaurioiksi. Näitä voivat olla muun muassa väylän reunalle luiskatut suojatiet. Haitallisiin epätasaisuuksiin törmää pyöräteillä, mutta vauriotyyppinä se ei ole kovin yleinen. Pyöräliikenteen näkökulmasta haitallinen epätasaisuus on kuitenkin hyvinkin vaarallinen. Epätasaisuutta on hyvin vaikea erottaa päällysteen pinnasta, mikäli päällyste on vauriokohdasta ehjä. Suurempien epätasaisuuksien kohdalla voidaan puhua liikenneturvallisuuden näkökulmasta jo hyvinkin vaarallisesta vauriotyypistä. (Väylävirasto, henkilökohtainen tiedonanto, 24.8.2021)

Kuva 13. Esimerkki haitallisesta epätasaisuudesta (Kriteerit: Väylävirasto, henkilökohtainen tiedonanto, 24.8.2021).



6.1.5 Paikatut päällystevauriot

Paikatut päällystevauriot täyttävät myös korjaustarpeen kriteerit, mikäli vauriolle on suoritettu tilapäispaikkaus. Tilapäispaikkaus tarkoittaa lähtökohtaisesti päällystevauriota, joka on juotettu bitumilla. Kaikki bitumilla juotetut vauriot inventoidaan korjaustarpeeksi riippumatta siitä, onko korjattu vaurio ylittänyt tai alittanut korjaustarpeen kriteerit. Päällystevaurioita paikataan myös lisäämällä päällystemassaa vaurioituneisiin kohtiin. Vaurioiden korjauksia tehdään myös massalla, jolloin lisätään päällystemassaa vaurioituneisiin kohtiin. Massalla tehdyt korjaukset ovat yleensä lapiolla tehtyjä, jolloin niissä esiintyy useasti myös epätasaisuuksia. Yleensä nämä käsin korjatut vauriot luetaan myös tilapäispaikkauksiksi, jolloin ne inventoidaan korjaustarpeessa oleviksi kohteiksi. Pysyväpaikkausta voidaan pitää poikkeuksena, jolloin vaurion korjaus on suoritettu koneella. Koneella korjattu vaurio luetaan yleensä korjatuksi, jolloin sitä ei katsota kuuluvaksi tilapäispaikkaukseksi. Mikäli koneella korjatussa vauriossa kuitenkin esiintyy haitallista epätasaisuutta, luetaan se korjaustarpeessa olevaksi kohteeksi. (Väylävirasto, henkilökohtainen tiedonanto, 24.8.2021)

Kuva 14. Esimerkki paikatusta päällystevauriosta (Kriteerit: Väylävirasto, henkilökohtainen tiedonanto, 24.8.2021).

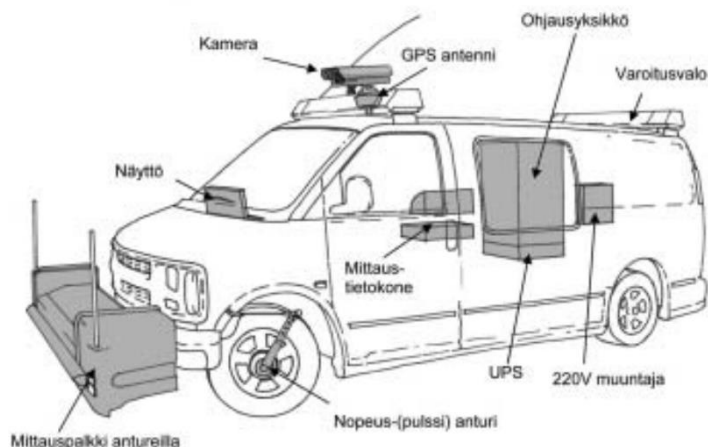


6.2 Palvelutasomittaukset (PTM)

Palvelutasomittauksia eli PTM-mittauksia tehdään ajoneuvoon sijoitettujen mittalaitteiden avulla, jotka tuottavat yksityiskohtaista tietoa tienpinnoitteesta mekaniikan, optiikan ja lasertekniikan avulla. Tekniikan ansiosta tiestön kunnosta saadaan muodostettua tarkkoja analyysyjä tien kunnosta. Palvelutasomittauksen lähtökohtana on pyrkimys mitata tiestön tasaisuutta sekä urasyvyyttä. Tätä kuvataan yleensä IRI-muuttujan avulla. Muita mitattavia kuntotekijöitä on myös muun muassa päällystevauriot, asfaltin karkeus sekä vesiurat. PTM-mittauksien avulla voidaan myös seurata tien kunnan muuttumista ja näin varautua tuleviin toimenpiteisiin ajoissa. PTM-mittauksia on myös käytetty vuodesta 1995 lähtien päällystetoimenpiteiden laadunvalvonnassa. (Tiehallinto, 2007, s. tiivistelmä)

PTM-mittaukset perustuvat täysin automatisoituun tiedonkeruuseen, jonka avulla myös kuntotietoa voidaan helpommin vertailla eri kohteiden välillä. PTM-mittauksien avulla saadaan myös mitattua useampia kuntomuuttujia verrattuna silmämääräiseen PVK-mittaukseen. PTM-mittaukset ovat kuitenkin harvinaisempia pyöräteillä, vaikka tekniikka on ollut jo vuosikymmeniä käytössä tieliikenteen päällysteiden kuntomittauksissa. Syitä tähän voivat olla mittauksien kustannukset, mittauskaluston koko sekä mittauksessa käytettävä ajonopeus. Mittauksen aikana noin 40 km/h suositeltu ajonopeus sekä leveähkö mittausajoneuvo vaikuttavat suoraan väylän turvallisuuteen. Yksi syy on myös se, että perinteisesti ei ole nähty tarpeelliseksi tehdä näin korkean laatutason mittauksia pyöräteille.

Kuva 15: Havainnekuva PTM-mittauksissa käytettävästä mittausautosta (Tiehallinto, 2007, s.13).



6.3 Käyttäjälähtöiset mittausmenetelmät

Uusi pyöräliikenteen suunnitteluohje sekä lain mukana tulleet uudet pyöräliikennetkaisuohjeet ohjaavat pyöräliikenteen suunnittelua entistä enemmän ottamaan huomioon suunnittelussa käyttäjälähtöistä lähestymistapaa. Pyöräliikenteen suunnittelussa käyttäjälähtöinen lähestymistapa voi tarkoittaa pyöräliikenteen tai esimerkiksi jonkin käyttäjäryhmän erityistarpeiden huomioimista pyöräliikennetkaisuissa. Väylän ylläpidon näkökulmasta käyttäjälähtöinen mittausmenetelmä tarkoittaa enemmänkin tienkäyttäjän tuntemuksia ja kokemuksia väylän laatuun ja kuntoon liittyen. Tienkäyttäjän kokemukset voivat liittyä väylän päällystevaurioihin, epätasaiseen ajokokemukseen tai epäselviin järjestelyihin. Käyttäjälähtöisiä mittausmenetelmiä tulisi tulevaisuudessa painottaa, koska niiden avulla voidaan kerätä tietoa reaaliaikaisesti. Käyttäjälähtöinen mittausmenetelmä tarkoittaakin tällä hetkellä enemmänkin käyttäjän palautetta asiakaspalautteen muodossa tienpitäjälle.

6.3.1 Asiakaspalautteet

Pyöräiteiden kuntoa voidaan mitata myös väylän käyttäjiltä saadun palautteen avulla. Asiakaspalautteiden avulla tienpitäjä saa reaaliaikaista tietoa väylän nykytilasta sekä sen ongelmakohdista. Asiakaspalautteet ovat hyvinkin hyödyllisiä siinä tapauksessa, mikäli väylältä havaitaan, vaikka väylän turvallisuuteen vaikuttava vaurio. Käyttäjien saamat kokemukset ja havainnot liikkumisympäristöstä ovat kuitenkin konkreettisempia verrattuna muihin liikennemuotoihin. Myös käyttäjien saama kokemus liikkumisympäristöstä ja sen palvelutasosta voivat vaikuttaa hyvin pitkälle siihen minkä kulkumuodon käyttäjä lopulta valitsee. Asiakaspalautteiden avulla saadaan myös luotua käsitystä tienkäyttäjien tarpeista, jolloin väylän kehittämisessä sekä ylläpidossa voidaan reagoida käyttäjien muodostumiin tarpeisiin.

Asiakaspalautteen avulla tienkäyttäjä voi halutessaan lähettää palautetta tienpitäjälle väylän kuntoon, turvallisuuteen ja toimivuuteen liittyen. Mikäli palaute nähdään väylän toiminnallisuuteen tai turvallisuuteen liittyen merkittäväksi niin kohteesta tehdään asiantuntija-arvio, jonka avulla ongelmaa lähdetään ratkomaan. Yleensä asiakaspalautteet liittyvät selkeästi väylän turvallisuuteen tai toiminnallisuuteen liittyvistä ongelmista.

Palautteet voivat johtua esimerkiksi väylän pinnoitteen vaurioitumisesta tai riittämättömästä ylläpidosta. Asiantuntija-arvion avulla pyritään luomaan käsitystä ongelman laajuudesta sekä siitä mikä olisi sopiva toimenpide. Pienellä alueella esiintyvät tai yksittäiset pinnoitevauriot ovat helpommin toteuttavissa, jolloin pinnoitteelle tehdään tarvittavat vain paikkaukset. Yleensä asiakaspalautteet koskevat kuitenkin nimenomaan yksittäisiä vaurioita, jolloin myös toimenpiteiden toteuttaminen on mahdollista lyhyellä aikataululla. Asiakaspalautteella voi olla myös merkittävä rooli väylän ylläpidon ohjaamisen näkökulmasta.

7 Pyöräteiden ylläpito ulkomailla

Tässä kappaleessa esitellään pyöräteiden ylläpidon hallintamenetelmiä Hollannista. Hollannissa pyöräteiden ylläpito nähdään erittäin tärkeäksi tekijäksi, kun mietitään pyöräliikennettä edistäviä tekijöitä. Pyörätien pinta ja rakenne näyttelee erittäin suurta roolia pyöräliikenteen infrastruktuurissa. Suomen tapaan pyöräteiden kuntoa tarkkaillaan myös Hollannissa erilaisten mittausmenetelmien avulla. Pyöräteiden kuntoa tarkastellaan neliportaisen tarkastelumallin pohjalta. Tavoitteena on tunnistaa ja arvioida näkyviä vaurioita silmämääräisesti. Vaurioita arvioidaan vaurioiden määrän ja vakavuuden mukaan, jolloin arvioinnin tulokset antavat osviittaa pyörätien kunnosta. Väylän kunnan tarkastelumalleja ovat väylän yleistarkastus, väylän suppea- ja laaja vauriokartoitus sekä väylän turvallisuustarkastus. (CROW, n.d.)

7.1 Käytössä olevia mittausmenetelmiä

Väylän yleistarkastuksen tavoitteena on kerätä tietoa päällysteen kunnosta verkkotasolla. Yleistarkastuksia suoritetaan vähintään kerran kahdessa vuodessa. Yleistarkastukset tulee suorittaa samana vuodenaikana, jotta tuloksia voidaan vertailla. Yleistarkastuksessa vauriotyyppien osalta kiinnitetään erityisesti huomiota pinnoitteen kulumiseen, epätasaisuuteen ja halkeamiin. Lisäksi on tärkeää huomioida, että erityisesti pinnoitteen tasaisuuteen liittyviin vauriotyypeihin suhtaudutaan hyvin kriittisesti ja ne arvioidaan tiukemmin kuin esimerkiksi tieverkon ajoradan vauriot. Tämä perustuu siihen näkemykseen,

että pieni vaurio autoliikenteen väylällä voi tarkoittaa pyöräliikenteen väylällä kohtalaista tai vakavaa vauriota. (CROW, n.d.)

Kuva 16. Väylän yleistarkastuksessa tarkasteltavia vauriotyyppejä (CROW, n.d.).

Table 8-2. Relevant damage groups and damage types in the outline inspection [1]

Damage group	Damage type		
	Asphalt concrete surfacing	Block paving	Cement concrete surfacing
Texture	Wear		
Evenness	Lateral unevenness	Lateral unevenness	
	Unevenness	Unevenness	Unevenness
Cohesion	Cracking		Cracking
Impermeability			Joint filler

Suppean vauriokartoituksen tavoitteena on havaita väylien rakenteellisia puutteita. Tarkoituksena on havainnoida nimenomaan lieviä tai kohtalaisia pinta- ja rakennevaurioita. Havaitut vauriot tulee korjata kuluvan budjettikauden aikana. Nopealla reagoinnilla voidaan ehkäistä vakavien vaurioiden synty sekä pitkittää koko väyläverkon elinkaarta. On suositeltavaa, että väylän rakenteellisia tarkastuksia toteutetaan pyöräliikenteen pääverkolla noin kolme kertaa vuodessa. Toteutusajankohdat ovat yleensä ennen talvea, talven jälkeen sekä kesällä. Laaja vauriokartoitus on olemassa olevista tarkastelumalleista kattavin. Tämä tarkastus tehdään, kun tienpitäjä katsoo sen vakavasta syystä tarpeelliseksi. Tarkastuksen tavoitteena on kirjata ylös kaikki väylän vauriot. Laajempi vauriokartoitus sisältää enemmän tarkasteltavia vaurioluokkia sekä vauriotyyppejä, jotka on esitetty kuvassa 17. (CROW, n.d.)

Pyöräteille tehdään myös säännöllisiä turvallisuustarkastuksia ympäri vuoden.

Turvallisuustarkastuksien painopiste on edistää tienkäyttäjien turvallisuutta sekä ennalta ehkäistä liikenneturvallisuuspuutteita. Turvallisuustarkastuksissa pyritään asennoitumaan käyttäjänäkökulmaan, jolloin kiinnitetään huomiota sellaisiin tekijöihin, jotka voivat aiheuttaa vaaratilanteita pyöräliikenteen näkökulmasta. (CROW, n.d.)

Kuva 17. Laajassa vauriokartoituksessa tarkasteltavia vauriotyyppejä (CROW, n.d.).

Table 8-3. Damage groups and damage types in the detailed inspection [1]

Damage group	Damage type		
	Asphalt concrete surfacing	Block paving	Cement concrete surfacing
Texture	Wear Greasiness		Deterioration
Evenness	Lateral unevenness Unevenness	Lateral unevenness Unevenness	Unevenness
Cohesion	Cracking	Joint width Quality of elements	Cracking
Impermeability			Joint filler
Surfacing edge	Edge damage Kerbing	Kerbing	
Miscellaneous	Drainage Verge Lateral cracks/Lateral welds Longitudinal welds Holes Subsidence	Drainage Verge Holes Subsidence	Drainage Verge Joint filler Joint damage Joint width Slab corner damage Holes Subsidence
Repairs	Repair		Repair

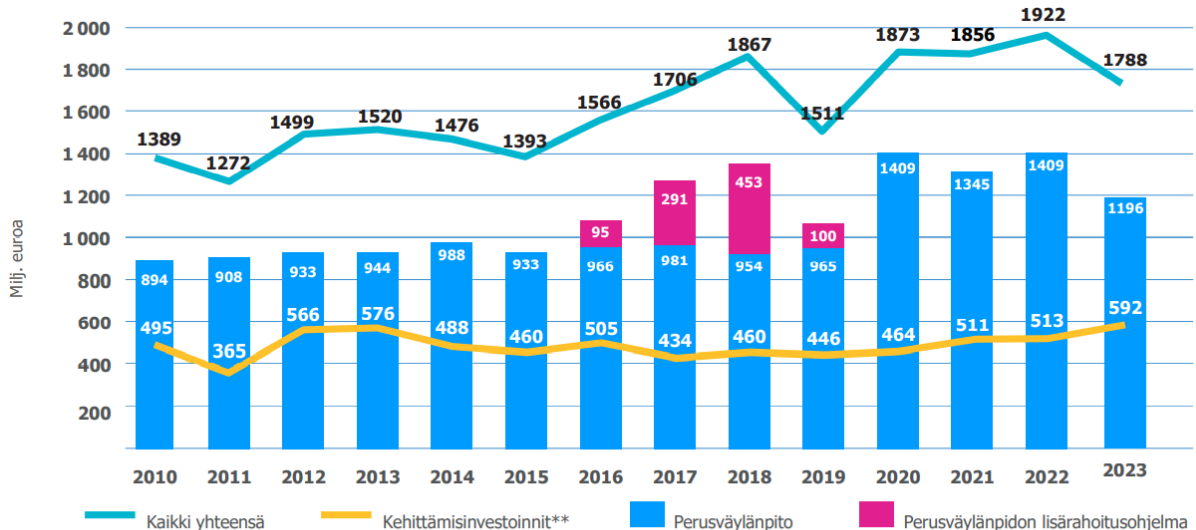
8 Valtion väylärahoitus

Väyläviraston selvityksen mukaan Suomen maantieverkon pituus on noin 78 000 kilometriä. Päällystettyjä maanteitä on tästä noin 51 000 kilometriä. Lisäksi maanteihin kuuluvia päällystettyjä väyliä ovat yhdistetyt pyörätiet ja jalkakäytävät, joita on noin 6 000 kilometriä. (Väylävirasto, 2021, s. 9) Päällystettyjen teiden korjauksessa on noudatettu ylläpitoluokitusta, jolloin uudelleenpäällystyksissä on priorisoitu vilkasliikenteisiä väyliä. Näin vilkasliikenteisiä väyliä on saatu pidettyä hyvässä kunnossa, mutta vähäliikenteisten päällystettyjen teiden päällystysmäärät ovat jääneet vähäisiksi. Vaikka jalankulun ja pyöräliikenteen painoarvo on viime vuosina ollut liikennepolitiikassa nousussa niin ylläpidon rahoitus on vaihdellut vuosittain yhdistettyjen jalkakäytävien ja pyöräteiden kohdalla. Tämä johtuu osittain siitä, että rahoituksen osalta ei ole olemassa vakiintunutta tai systemaattista tapaa. Samaa on huomattavissa myös tieliikenteen puolella. Tämä vaikuttaa suoraan väylien ylläpidon suunnitteluun ja ohjaukseen, koska ei ole tarkkaa tietoa tulevaisuudesta tai käytettävästä budjetista.

8.1 Perusväylänpito

Väyläviraston (2019, n.d.) mukaan valtion väylärahoituksen on arvioitu olleen hieman alle kaksi miljardia euroa vuonna 2020. Väylärahoituksen vuosittainen kehitys näkyy tarkemmin taulukossa 6. Tällä summalla on pyritty varmistamaan Suomen tie- ja rataverkon sekä meriväylien laatutaso sekä näiden kehitys. Valtaosa kokonaisbudjetista eli noin 1,40 miljardia euroa käytetään perusväylänpitoon. Pienempi osa valtion väylärahoituksesta kohdistuu muun muassa väylien kehittämisinvestointeihin. Perusväylänpidolle osoitettiin merkittävä tasokorotus vuonna 2016, jolloin pyrittiin tietoisesti reagoimaan maantieverkon korjausvelkaan. Perusväylänpidon lisärahoituksella on pyritty vaikuttamaan myös siihen, että maantieverkon uudelleenpäällystyksiä saataisiin kasvatettua.

Taulukko 6. Valtion väylärahoitus: tiet, radat ja vesiväylät (Väylävirasto, 2019, n.d.).



* määrärahat ilman lisätalousarvioita

** kehittämisinvestoinnit sisältää momentit 77 ja 79

Perusväylänpidon avulla pyritään huolehtimaan tie- ja rataverkosta sekä vesiväylien toiminnallisuudesta sekä kunnosta. Suurin osa perusväylänpidon rahoituksesta jakautuu tie- ja rataverkon välillä. Väyläviraston selvityksestä ilmenee, että keskiarvoisesti vuosien 2013–2017 aikana perusväylänpidon rahoitusta jaettiin 54 % tieverkolle ja rataverkolle 39 %. Vesiväylien kohdalla rahoitus oli selkeästi pienempi eli noin 9 %. Perusväylänpidon rahoitus jakaantuu vuosittain eri toimintojen kesken. Nykytrendi on ollut se, että perusväylänpidon

rahoituksen jakautuminen on yhä vahvemmin kohdistunut väylän kunnossapitoon. Viime vuosien aikana perusväylänpidon rahoituksesta on mennyt noin 90 % väylien päivittäiseen kunnossapitoon sekä väylän peruskorjauksiin. Tämä tarkoittaa sitä, että yhä pienempi määrä rahoitusta sijoittuu väyläverkon parantamiselle sekä rakentamiselle. (Liikennevirasto, 2013b, ss.4–5)

8.2 Väylien rahoitustasot

8.2.1 Pyöräteiden rahoitustaso

Suomessa pyöräteiden rahoitustaso sekä siihen käytettävä budjetti on hyvinkin aluekohtaisesti eroavainen. Katuverkolla pyöräliikennettä edistetään kohdentamalla yhä enemmän rahaa pyöräliikenteen infrastruktuurin rakentamiseen. Esimerkiksi Helsingissä pyöräliikenteen budjetti on vakiintunut 20 miljoonan tasolle ja Oulussa se on noin 4 miljoonan luokkaa. Lisäksi trendi on ollut kuitenkin kasvava viime vuosien aikana. Myös valtion pyöräliikenteeseen kohdistuva budjetti on ollut kasvussa, mutta se on ollut hitaampaa. Maantieverkolla pyöräteiden rahoitustaso on ollut jo pidemmän aikaa riittämätöntä suhteessa asetettuihin tavoitteisiin nähden. Tämänhetkisellä rahoitustasolla voitaneen pitää pyöräliikenteen pääreitit hyvässä kunnossa, jolloin voitaisiin turvata tärkeimpien pyöräteiden liikennöitävyys ja turvallisuus. (Väylävirasto, 2013, ss. 22–24) Pyöräteiden uudelleenpäällystyksille ei ole olemassa yhtenäisiä tavoitteita tai siihen kohdennettavaa rahoitusta.

Väyläviraston (2013, s. 24) mukaan tekijöitä, jotka tukevat perusväylänpidon rahoituksen kasvua ovat väylärakenteiden korjaustarpeen- ja liikennemäärien kasvu sekä väyläinfrastruktuurin määrän ja laatuvaatimuksien nousu. Tulevaisuuden valtakunnalliset ilmasto- ja strategiatavoitteet muodostavat painetta myös pyöräliikenteen rahoitukselle ja budjettien kasvattamiselle. Kasvualueilla pyöräliikenteen kulkutapaosuudet ovat kasvussa ja näillä alueilla on selkeästi tunnistettavissa myös käyttäjäpotentiaalia. Tämä tarkoittaa sitä, että väylien laatutasoon tulisi kiinnittää entistä enemmän huomiota, kun uutta väyläverkostoa rakennetaan. Laatutasoon on myös kiinnitettävä huomiota siinä

tapauksessa, kun nykyistä väyläverkkoa parannetaan. Pyöräteiden hyvällä laatutasolla voidaan vaikuttaa ja luoda edellytyksiä kulkutapaosuuden kasvulle.

Nykyinen väyläverkko myös vanhenee, jonka myötä väylien korjaustarve kasvaa. Jos korjaustarpeeseen ei voida niukan rahoituksen vuoksi vastata niin sitä myötä myös väyläverkon korjausvelka kasvaa. Pyöräteiden kohdalla perusväylänpidon ostoarvo on pienentynyt eli tänä päivänä samalla rahalla ei voida ylläpitää väylää siinä laajuudessa kuin mitä voitiin esimerkiksi kymmenen vuotta sitten. Ongelmaa on pyritty hallitsemaan entistä tarkemmalla rahoituksen kohdentamisella sekä toteuttamalla kunnossapito väylän laatuvaatimusten näkökulmasta sen minimitasolla. (Liikenne- ja viestintäministeriö, 2012, s. 17) Tämä voi ilmetä uudelleenpäällystyskohteissa niin, että väylän pinnalle tehdään kunnossapidon näkökulmasta minimitoimenpiteitä kuten esimerkiksi paikkauksia tai täsmähoitoja laajan uudelleenpäällystyksen sijaan.

Kansantalouden näkökulmasta väestön ikääntyminen sekä väestön huoltosuhteen kasvaminen aiheuttavat haasteita valtion ja kuntien kohdalla. Yksinkertaisesti sanottuna valtion ja kuntien menot suhteessa tuloihin ovat kasvamassa. Peruspalveluiden tuottaminen nousee tulevaisuudesta rahoituksen näkökulmasta entistä suurempaan rooliin. Näin liikenneverkon kehittämiseksi ja väylien ylläpidolle saatetaan osoittaa entistä vähemmän rahoitusta. (Väylävirasto, 2013, ss. 22–26) Maantieverkolla kiireellisimpiä pyöräliikenteen hankkeita edistetään yleensä valtion ja kuntien yhteisrahoituksella. Maantieverkon muita hankkeita, joihin valtiolla ei ole osoittaa rahoitusta voivat myös kunnat edistää itsenäisesti suunnittelu- ja toteutumissopimusten kautta.

8.2.2 Moottoriajoneuvoliikenteen rahoitustaso

Pyöräteiden rakentamista sekä niiden kunnossapitoa voidaan pitää edullisena, mikäli kustannuksia vertaa moottoriajoneuvoliikenteen väylään. Moottoriajoneuvoliikenteen väylän laatu- ja palvelutasovaatimukset ovat korkeammat, joka ilmenee siinä, että väylät ovat rakenteellisesti ja geometrisesti suunniteltu kestämään suuria ajokuormia ja

ajonopeuksia. Laatu- ja palvelutasovaatimuksien sekä tilantarpeen kasvaessa myös kustannukset nousevat. (Väylävirasto, 2013, s.22)

Moottoriajoneuvoliikenteen väylien uudelleenpäällystyksiä ohjaavat Väyläviraston toimintalinjat. Moottoriajoneuvoliikenteen väylien kohdalla prioriteettina ovat vilkkaat väylät sekä niiden kuntotason pitäminen nykyisellä tasolla. Tieliikenne väylät jaetaan lähtökohtaisesti kolmeen eri luokkaan Y1, Y2 ja Y3. Tavoitteena on ehkäistä huonokuntoisten väylien kasvu Y2- luokassa. Väylän puolelta ei tule vuosittain suoranaisia uudelleenpäällystystavoitteita, vaan tavoitteena on pyrkimys seurata huonokuntoisten päällysteiden määrää tieverkolla.

8.3 Korjausvelan arviointi

Korjausvelalla tarkoitetaan rahasummaa, joka tarvittaisiin väylien saamiseksi nykytarpeita vastaavaan hyvään kuntoon (Liikennevirasto, 2017, s.6). Perusväylänpidolla pyritään hillitsemään väylien korjausvelan kasvua. Valtion väyläverkolla oli korjausvelkaa noin 2,8 miljardia euroa vuonna 2020, joka on seurausta väylien alimitoitetusta rahoituksesta (Wihlman, 2020). Liikenneturvallisuuden ja raskaan liikenteen mitoitukseen liittyvät tavoite- ja vaatimustasot nostavat myös osaltaan korjausvelan määrää. Myös muuttuvat olosuhteet kuormittavat teiden päällysteitä ja rakenteita ja aiheuttavat haasteita teiden ylläpidolle.

Liikenneviraston selvityksestä ilmenee, että korjausvelan määrä jakautuu lähtökohtaisesti tieverkon ja rataverkon välillä. Vesiväylien osuus korjausvelasta on vain noin 2 %.

(Liikennevirasto, 2017, s. 18)

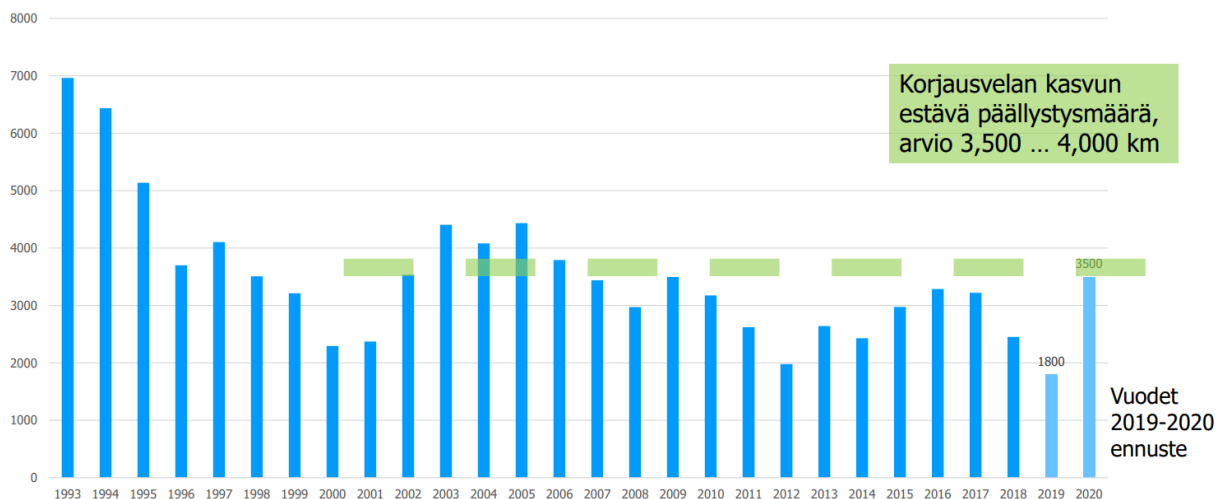
Kuva 18. Korjausvelan määrä väyläomaisuustyypeittäin (M€) (Liikennevirasto, 2017, s. 18).

Väyläomaisuustyyppi	Tieverkko	Rataverkko	Vesiväylät	Yhteensä
linjaosuudet	1033	808	8	1848
taitorakenteet	225	80	11	316
laitteet	0	219	19	238
varusteet	39	30	3	71
Yhteensä	1297	1137	40	2473

Korjausvelan jatkuvaan kasvamiseen on pyritty reagoimaan viime vuosien aikana ja tilanne näyttääkin paremmalta kuin viime vuosikymmenen alussa. Perusväylänpidon kohdalla rahoitusta on pyritty kohdentamaan tarkemmin ja perusväylänpidolle on osoitettu lisärahoitusta muun muassa maanteiden uudelleenpäällystyksiä varten. Väylien perusväylänpitoon on tehty pysyvä 300 miljoonan tasokorotus vuonna 2018. Lisärahoituksen avulla voidaan vaikuttaa ainakin siihen, että korjausvelka ei enää kasvaisi. On arvioitu, että päällysteitä koskevan korjausvelan kasvun estävä päällystysmäärä olisi noin 4 000 kilometriä. Tämä myös toteutui maanteiden osalta vuonna 2020. (Wihlman, 2020)

Vuonna 2021 Uudenmaan ELY-keskuksen toimialueella uudelleen päällystettiin yhdistettyjä pyöräteitä ja jalkakäytäviä noin 70 km. Tätä, keskiarvoa selkeästi korkeampaa päällystysmäärää selittää paljolti erillinen ja kertaluonteinen rahamyöntö pyöräteiden päällystyksiin vuodelle 2021.

Taulukko 7. Maanteiden päällystysmääriä vuosilta 1993–2020 (Väylävirasto, 2019, n.d.).



8.3.1 Pyöräteiden korjausvelan arvion periaatteet

Nykyinen liikennepolitiikka sekä sen myötä tulevat ilmastotavoitteet tähtäävät pyöräliikenteen kulkutapaosuuden kasvuun tulevaisuudessa. Nämä tavoitteet vaativat myös tienpitäjiltä tekoja väylärakentamisen sekä nykyisen väylästä ylläpidon näkökulmasta.

Liikenneviraston vuonna 2017 tehdyn selvityksen mukaan pyöräteiden korjausvelan arvioksi muodostui 32 miljoonaa euroa. Pyöräteille ei ole määritetty tarkkoja kuntoluokkarajoja, joten huonokuntoisen päällysteen arvioinnin perustana käytettiin korjaustarpeen raja-arvoa 50 %. Eli mikäli 100 metrin väyläosuudesta oli 50 metriä huonokuntoista osuutta niin merkittiin se kuntatavoitteen alla olevan väyläomaisuuden määrään. Vielä vuonna 2011 huonokuntoisten päällysteiden määrät saatiin asiantuntija-arvioina ja väylien huonokuntoisuutta ei mitattu vain vaurioiden laajuuteen perustuen. Huomioon otettiin muun muassa väylien rakenteen kunto sekä kuivatus- ja sivukaltevuuspuutteet. Kuvassa 19 on esitetty korjausvelka omaisuusryhmittäin palvelutasoluokissa. Ylläpitoluokitus Y1-Y5 kuvaavat maanteiden ylläpitoluokituksia, missä Y1-luokka on merkittävin. Jalankulun ja pyöräliikenteen väylät on merkitty Y5-luokan alle. (Liikennevirasto, 2017, s. 15)

Kuva 19. Liikenneväylien korjausvelka omaisuusryhmittäin (Liikennevirasto, 2017, s. 19).

Omaisuu- styyppi	Omaisuu- sryhmä	Korjau- svel- ka yhteensä	Y4 Y5				
			Y1	Y2	Y3	(Sora- tiet)	(Kevliik- väylät)
linjaosuudet	pintakuntopuute	637	83	127	263	137	27
	rakenteellinen kunto	290		36	255		
	sivukaltevuuspuute	68	12	19	36		
	kuivatus	38		13	25		
tairakenteet	sillat	217	90	53	61	9	4
	putkisillat	8	1	1	4	2	0
	tunnelit	-	-	-	-	-	-
	laiturit	0	-	-	-	-	-
laitteet	telematiikkajärjestelmät						
varusteet	vakioliikennemerkki	6	1	1	2	1	1
	opastusmerkki	14	4	4	4	2	0
	kaiteet	15	10	3	2	0	0
	pysäkkikatokset	3	-	-	-	-	-
Yhteensä		1297	200	257	652	151	32

- = korjausvelkaa ei eritelty palvelutasoluokkiin

o = korjausvelka alle 500 000 €

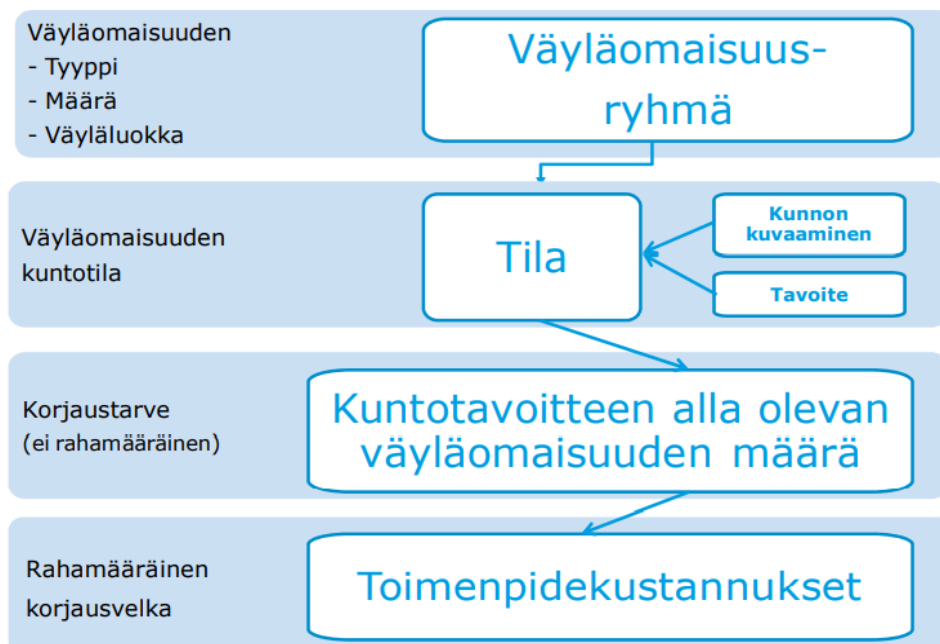
tyhjä ruutu = ei korjausvelkaa

Väyläviraston selvityksessä esitettävä korjausvelan laskentamalli perustuu vuonna 2011 kehitettyyn laskentamalliin. Laskentamallia käytettäessä on tärkeä huomioida nykypäivän kunnossapidonkäytännöt, väyläverkon laajuus ja kuntotila sekä sen hetkinen kustannustaso.

Laskentamallin periaatteen ja eri vaiheiden tavoitteena on selvittää tarkasteltavan väyläverkon rahamääräinen korjausvelka. Ensimmäinen askel on tunnistaa tarkasteltavan väyläverkon laajuus. Kun väyläverkon laajuus tunnetaan, niin voidaan tarkastella väyläverkon kuntotilaa. Kuntotilan selvittämiseksi voidaan käyttää lähtötietona väylille tehtyjä päällystevauriokartoituksia. Olennaista korjausvelan määrittämisessä on määrittää väylälle, jokin tietty kuntotavoite. Kuntotavoite voi olla jokin kriteeri tai raja-arvo, jonka avulla voidaan todeta tietyn osuuden olevan huonokuntoista. (Liikennevirasto, 2017, s.11)

Tässä työssä raja-arvona käytettiin korjausvelan määrän arvioimiseksi tiettyä (%) korjaustarpeen määrästä, joka saatiin laskettua YHA-aineistosta väyläkohtaisesti. Eli laskentaperiaate oli pyöräteiden korjaustarpeen osalta yhteneväinen Väyläviraston selvitykseen verrattuna. Kun huonokuntoisen väyläosuuden määrä selviää, niin saadaan selville kuntotavoitteen alapuolella olevan väyläverkoston pituus. Toimenpidekustannuksien avulla päästään lopulta kiinni rahamääräiseen korjausvelkaan.

Kuva 20: Korjausvelan laskentamallin periaate ja eri vaiheet (Liikennevirasto, 2017, s. 11)



9 Kunnossapidon ohjaus ja hallinta Uudenmaan ELY-keskuksen alueella

9.1 Tierakenteiden (ylläpidon) hallintajärjestelmä (YHA)

Tierakenteiden ylläpidon hallintajärjestelmä (YHA) on Väylän ylläpitämä tierakenteiden hallintajärjestelmä, johon on kerätty päällystettyjen teiden ominaisuustietoja.

Hallintajärjestelmä kattaa valtakunnallisen tieverkon ja sinne on kerätty muun muassa väylien ominaisuustietoja sekä mitattuja kuntotietoja 100 metrin jaksoina.

Hallintajärjestelmä kattaa myös yhdistetyt pyörätiet ja jalkakäytävät. Kuntotiedot päivittyvät hallintajärjestelmään yleensä vuoden jäljessä, koska kuntomittauksia tehdään yleensä kesäaikana. Tämä tarkoittaa sitä, että väylien kuntotietoja voidaan yleensä hyödyntää vasta seuraavan vuoden päällystysohjelman laadinnassa. (Väylävirasto, 2021, s. 27)

Hallintajärjestelmä on hyödyllinen tietopankki erityisesti niissä tapauksissa, kun pyritään määrittämään väyläosuuksien kuntotarvetta. 100 metrin jaksojen pohjalta voidaan helposti seuloa potentiaalisia toimenpidettä vaativia kohteita tulevalle päällystyskaudelle sekä pidemmälle tulevaisuuteen. Hallintajärjestelmän avulla voidaan myös laskea kuntoennusteita. Ylläpidon suunnittelun kannalta on tärkeää kartoittaa huonokuntoisten päällysteiden sijainnit sekä niiden laajuus. Väylien ominaisuustietojen avulla päästään myös kiinni siihen, milloin viimeisimmät toimenpiteet väylille on tehty ja kuinka vanha väylän päällyste on. Näin saadaan osviittaa myös siitä, mihin suuntaan päällysteiden kunto on kehittymässä tietyn ajanjakson aikana. Tierakenteiden hallintajärjestelmää tietoja hyödynnettiin myös tässä työssä. Hallintajärjestelmän avulla saatiin olennaista lähtötietoa pyöräteiden ominaisuus- ja kuntotietoihin liittyen.

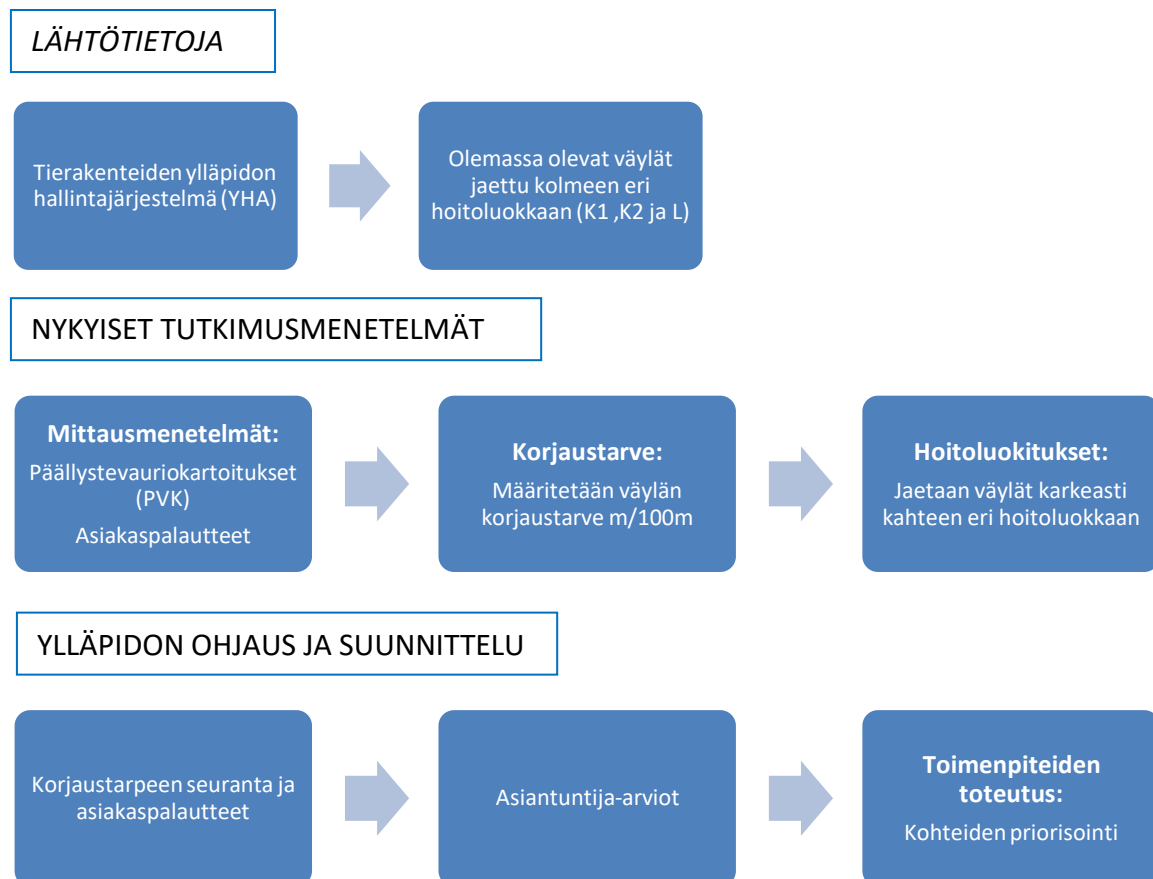
9.2 Pyöräteiden ylläpito

9.2.1 Väylän ylläpito ja käytössä olevat mittausmenetelmät

Väylän ylläpito tarkoittaa väylien rakenteellisen kunnon varmistamista erilaisin toimenpitein. Tierakenteiden ylläpidon hallintajärjestelmän (YHA) avulla voidaan pyrkiä määrittämään

ennusteita väylien päällystystarpeesta pidemmällä tähtäimellä. Pyöräteiden kuntotasoa mitataan noin kolmen vuoden välein suoritettavien päällystevauriokartoitusten avulla. Päällystevauriokartoitusten avulla saadaan tietoa väylän korjaustarpeesta, jonka avulla voidaan ohjata ja arvioida tulevien vuosien päällystystoimenpiteitä. Palvelutasomittauksia eli PTM-mittauksia ei ole ollut tapana toteuttaa pyöräteille Uudenmaan ELY-keskuksen alueella, koska niin ei ole ollut tapana toimia. Tienkäyttäjiltä saadaan myös asiakaspalautteita pyöräteiden kuntoon liittyen. Saatu asiakaspalaute toimii käyttäjälähtöisenä mittaamenetelmänä. Tienkäyttäjien palautteet ovat kuitenkin vain satunnaisotantaa ja antavat osaltaan täydentävää tietoa mitatun tiedon tueksi.

Kuva 21. Havainnekuva nykyisestä toimintaprosessista.



9.2.2 Pyöräteiden hoitoluokitukset

Uudenmaan ELY-keskuksen alueella pyörätiet on lähtökohtaisesti jaettu kahteen hoitoluokkaan K1 ja K2. Uudenmaan ELY-keskuksen alueella on myös pieni väyläosuus Helsingin ja Espoon rajalla, joka sijoittuu pyöräteiden hoitoluokkaan L. Hoitoluokituksia voidaan kutsua myös talvikunnossapitoluokiksi, koska luokitusten laatuvaatimukset liittyvät vahvasti talvihoidonpitoon. Hoitoluokka L on korkeampi hoitoluokitus kuin K1-hoitoluokka. L-hoitoluokkaa käytetään, mikäli kunnalla on korkeammat hoitoluokkavaatimukset katuverkollaan ja pyörätie jatkuu maantieverkon puolelle. K1-hoitoluokassa palvelutason laatuvaatimukset ovat lähtökohtaisesti korkeammat kuin K2-hoitoluokan väylillä. K1 ja K2-hoitoluokkien välillä ei ole kuitenkaan merkittävää eroa hoitotason kohdalla. Väylien hoitoluokituksista käytetään yleisesti myös sanontaa talvihoitoluokat tai talvikunnossapitoluokat, koska laatuvaatimukset pohjautuvat väylän talvihoitoon. (Väylävirasto, 2020b, s. 13)

K1-hoitoluokkaan kuuluvat ne pyörätiet, jotka sijaitsevat rakennetulla alueella tai niiden läheisyydessä. Tämä tarkoittaa sitä, että väylät ovat useimmiten vilkkaasti liikennöityjä ja toimivat näin pyöräliikenteen pääreitteinä. K1-hoitoluokkaan voi kuulua myös väyliä, jotka palvelevat vain jotain tiettyä merkittävää yhteyttä esimerkiksi joukkoliikenteen vaihtoyhteyttä tai koulumatkaliikennettä. K2-hoitoluokkaan luokitellaan lähtökohtaisesti väylät, jotka ovat vähäliikenteisiä. Näiden väylien kohdalla liikenne on yleensä epäsäännöllistä ja väylän merkittävyys on pienempi verrattaessa K1-hoitoluokan väyliin. Laatuvaatimusten näkökulmasta K1 ja K2-hoitoluokkien välillä ei ole suuria palvelutason eroja. (Väylävirasto, 2020a, s. 211–212)

Laatukäytävien eli L-hoitoluokan verkollinen määrittely tapahtuu ELY-keskuksien ja kuntien yhteistyönä. Osuuksia on kuitenkin todella harvassa, joten vain näitä ei voida yleistää merkittävimiksi väyliksi. Laatukäytävän palvelutason määrittävät kunnossapidon hyvä laatutaso, työmenetelmät sekä riittävä laadunvarmistus. Laatukäytäväksi määritetään yleensä merkittävät väylät, jotka palvelevat koulu-, työ- ja vapaa-ajan matkojen tarpeita. Laatutason näkökulmasta lähtökohtana on se, että laatukäytävien laatutaso ylittää ainakin

joltain osin K1-luokan vaatimukset. (Väylävirasto, 2020b, s. 13) Laatukäytävillä voidaan käyttää liukkauden torjunnassa esimerkiksi harjasuolausta.

Kuva 22. K1 ja K2 hoitoluokituksen laatuvaatimuksia (Liikennevirasto, 2018, s. 23).

Luokka	Laatuvaatimukset K1 klo 06-22 ja K2 klo 07-22
K1	<ul style="list-style-type: none"> * Hoidetaan ennen liikenteen alkua klo 06:00 mennessä * Päätien vieressä olevat väylät aurataan heti päätien jälkeen * Max. irtolumen syvyys sateen aikana 3 cm * Toimenpideaika lumenpoistoon 3 h * Yli 2 cm syviä jyrkkiä tai muuten haittaavia epätasaisuuksia ei saa olla * Riittävä kitka turvalliseen kävelyyn ja pyöräilyyn * Toimenpideaika liukkaudentorjuntaan 2 h * Pysäkkiyhteydet hoidetaan kuten muu kävely- ja pyöräilyväylä * Suojatiet hoidetaan niin että pinta on turvallinen käyttää
K2	<ul style="list-style-type: none"> * Hoidetaan ennen liikenteen alkua klo 07:00 mennessä * Max. irtolumen syvyys sateen aikana 4 cm * Toimenpideaika liukkaudentorjuntaan 3 h * Toimenpideaika lumenpoistoon 4 h * Muut laatuvaatimukset ovat samat kuin luokassa K1.

10 Potentiaaliset lähestymistavat kunnossapidon kehittämiseksi

Maantieverkolla pyöräteiden hoitoluokitus on yhteneväinen. Pyrkimyksenä on noudattaa samoja laatukriteerejä hoitoluokituksen sisällä. Maantie- ja katuverkon risteämäkohdissa ongelmaksi muodostuvat kuitenkin hoidon vastuurajat sekä laadulliset hoitoerot. Väylä voi kulkea monen eri tienpitäjän vastualueen läpi, jolloin tienpitäjä voi olla ELY-keskus, kunta, kiinteistön omistaja tai vaikka yksityistiekunta. Väylän palvelutaso voi muuttua paljon, joka voi ilmetä esimerkiksi väylän pinnan heikkona kuntona tai kuivatuksen huonona suunnitteluna. Väylälle asetettujen laatuvaatimuksien ja palvelutason kohdalla voi myös esiintyä suuria eroja. Tämä voi ilmetä esimerkiksi talvihoidon priorisoinnissa. Väyläviraston (2020, s. 10) mukaan katuverkolla on hoidon tason yhtenäistämiseksi pyritty luomaan laatukäytäviä sekä yhteisurakoita eri tienpitäjien kesken. Näin on pyritty varmistamaan väylän yhteneväinen laatutaso koko väylän pituudella.

Hoitoluokitusten lisäksi kehittävää riittää myös mittausmenetelmien kohdalla, joiden avulla pyritään arvioimaan väylän nykykuntoa sekä seuraamaan kunnan kehittymistä pidemmällä aikavälillä. Mittausmenetelmissä voi esiintyä eroavaisuuksia tienpitäjästä riippuen. Mittausmenetelmien tulisi olla yhteneväisiä sekä riippumattomia mittauksen tekijästä, jotta mittauksen tuloksia sekä laaduntasoa voitaisiin konkreettisesti vertailla toisiinsa. Mittausmenetelmiä arvioidessa tulisi myös ottaa huomioon mittausmenetelmän tapa, tehokkuus ja taloudellisuus. Suurehko mittausajoneuvo ei ole aina turvallisin tai käytännöllisin valinta ahtaille ja kapeille jalankulun ja pyöräliikenteen väylille. Pyöräteiden kohdalla väylän kunnan arvioiminen voi vaatia asennoitumista liikkumismuodon asemaan, jolloin saadaan luotua omakohtaisia kokemuksia väylän toiminnallisuudesta. Väylän kuntoa tulisi siis mitata myös enemmän käyttäjälähtöisestä näkökulmasta, jolloin väylän arvioinnissa painottuisivat tienkäyttäjän odotukset sekä tarpeet.

10.1 Hoitoluokitusten kehittäminen ja yhtenäistäminen

Pyöräliikennematkojen kasvu aiheuttaa omalta osaltaan paineita myös hoitoluokituksen kehittämiseksi. Strategisesti merkittävässä asemassa olevien kulkumuotojen väylät tulisi olla yleisesti sellaisen hoitoluokituksen alla, jolla voidaan turvata päivittäinen turvallinen liikkuminen. Pyöräliikenteen kasvaessa ja kehittyessä myös hoitoluokituksen tulisi kehittyä sekä osaltaan pyrkiä vastaamaan kulkumuodon kasvutavoitteita. Hoitoluokitusten kehittämistä ohjaavat myös osaltaan eri käyttäjäryhmät sekä heidän tarpeensa. Käyttäjäryhmien kasvu heijastuu myös siinä, että väylään kohdistuu entistä enemmän huomioitavia laadullisia tekijöitä.

Pyöräteiden hoitoluokitukset eivät ole yhteneväisiä maantieverkolla ja katuverkolla. Maantieverkolla pyörätiet jaetaan kolmeen eri hoitoluokkaan, mutta katuverkolla jaottelu voi olla pelkistetympi tai hoitoluokitus voi pohjautua suoraan pyöräteiden väylähierarkiaan. Tämän takia hoitoluokitusten ja palvelutason yhtenäistäminen ja kehittäminen maantie- ja katuverkon risteämäkohdissa on hyvin tärkeää. Hoitoluokitusten yhtenäistämällä saavutettaisiin väylän hyvä ja johdonmukainen palvelutaso koko väylän osalta. Koko Suomen mittakaavalla hoitoluokitusten yhtenäistäminen on tuskin realistista. Useampiportainen

luokittelu ei välttämättä toimisi maantieverkolla, koska väylähierarkia on lähtöisesti yksinkertaisempi ja väylät ovat merkityksellisyyden ja palvelutason näkökulmasta hyvin lähellä toisiaan.

Useampiportainen hoitoluokitus jakaa väyliä useampaan lokeroon, joka osaltaan kasvattaa väylien välisiä eroja esimerkiksi rahan jaon ja kunnossapidon näkökulmasta. Eli väylien palvelutaso voi heitellä hyvin paljon eri luokkien välillä ja väylään käytettävä rahoitus voi suuntautua suurimmalta osin väyliin, jotka kuuluvat ylimpiin luokituksiin. Tämä voi johtaa siihen, että palvelutason näkökulmasta parhaimpia väyliä kunnossapidetään todella hyvin, mutta alempien hoitoluokituksien alla olevien väyliä ei hoideta juurikaan. Vaihtoehtona on myös kehittää hoitoluokituksien sisäisiä laatuksiteerejä, jolloin laatuksiteeristön tarkemmalla priorisoinnilla voitaisiin vaikuttaa suoraan väylän hoidon tarpeeseen.

10.2 Konenäön hyödyntäminen mittausmenetelmänä

Konenäköön perustuva teknologia on yksi vaihtoehto, jolloin pyöriteiden kunnonmittausta suoritettaisiin objektiivisesti. Konenäköä on jo pitkään käytetty hyödyksi tieliikenteessä ja tiestön erinäisissä mittauksissa sekä kunnon arvioinnissa sekä seurannassa. Teknologia on jo tällä hetkellä hyvällä tasolla, mutta seuraava askel on ottaa tekoälysovellukset osaksi jokapäiväistä operatiivista toimintaa. Pilotointien avulla konenäköteknologiaa voitaisiin hyödyntää pyöriteiden kuntomittauksissa ja näin kehittää toimintaa operatiivisen toiminnan kautta.

Väylävirasto ja Pirkanmaan ELY-keskus julkaisivat vuonna 2020 selvityksen päällysteen paikkausurakan kehittämisestä konenäköä hyödyntäen. Selvityksen laatimisesta vastasi Mikko Haavisto Vaisala Oy:stä. Selvityksen tavoitteena oli tutkia, kuinka konenäköteknologia soveltuu tiestön inventointiin sekä mahdollistaako teknologia ylläpitämään tilannekuvaa tieverkon kunnosta. Selvityksessä tutkittiin myös paikkausurakan hankintamallin kehittämistä konenäköteknologian avulla. Konenäköteknologialla haettiin apukeinoja paikkausurakoiden toimintaan ja laadunhallintaan. Kokeilun tavoitteena oli reagoida

paikkaustarpeisiin nopeasti mahdollisimman varhaisessa vaiheessa, mutta kuitenkin kustannustehokkaasti. (Väylävirasto, 2020c, s. 3)

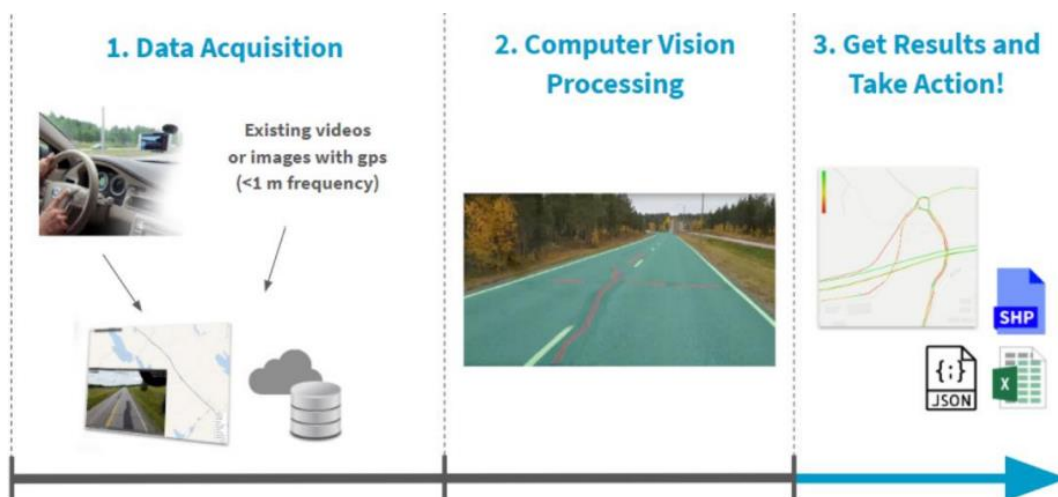
Tekoälylle tyypillisiä ominaisuuksia ovat sen autonomisuus sekä adaptiivisuus. Autonomisuus tarkoittaa sitä, että sillä on kykyä suorittaa sille määritettyjä tehtäviä automaattisesti ilman käyttäjän jatkuvaa ohjaustarvetta. Adaptiivisuus tarkoittaa tekoälyn näkökulmasta sitä, että sillä on kyky parantaa suorituskykyä sekä tarkkuutta kokemuksista oppimalla.

Parhaimmillaan väylän kunnan analysointia voitaisiin suorittaa niin sanottuna oheistoimintona, jolloin väylän kuntoa voitaisiin arvioida säännöllisemmin sekä kustannustehokkaasti. (Mutanen, 2020, s. 24) Yhtenä skenaariona voisi olla myös tekoälysovelluksen joukkoistaminen, jolloin väylän kunnan arvioinnissa käytettäisiin hyödyksi itse tienkäyttäjiä. Tämä voisi parhaimmillaan tarkoittaa sitä, että tienkäyttäjien avulla voitaisiin hahmottaa väylän nykytilaa sekä sen kunnossapidontarvetta.

10.2.1 Konenäköanalyysin kuvaus

Konenäköjärjestelmän kokonaiskuva koostuu kolmesta eri osa-alueesta. Ensimmäinen osa-alue koostuu video- ja sijaintitiedon keräämisestä älypuhelimella. Tämän jälkeen konenäköanalyysi tapahtuu palvelimilla. Analyysin tuloksia voidaan tarkastella lopulta käyttöliittymässä. Käyttöliittymän kautta voidaan halutessaan saada ulos yksityiskohtaisempaa tietoanalyysia. (Väylävirasto, 2020c, s. 13)

Kuva 23. Konenäköjärjestelmän kolme eri osa-alueita (Väylävirasto, 2020c, s. 13).



Konenäkömenetelmä on täysin riippuvainen sen koulutukseen käytetystä materiaalista. Analyysit perustuvat esimerkkikuvien avulla koulutettuun tilastolliseen menetelmään. Eli konenäkö opetetaan tunnistamaan ja havainnoimaan asioita sille opetetun kuvamateriaalin kautta. Koulutusmateriaali koostuu kuva- ja annotointipareista. Annotoinnilla tarkoitetaan kuvatasolle piirrettyä aluetta, joka rajaa tietyn merkityksen sisäänsä. Tiestökuvissa nämä merkitykset voivat olla itse tie, kaistamerkinnyt, kasvillisuus, vauriot tai liikennemerkit. Merkityksiä voidaan havainnollistaa kuvissa eri väreillä. (Väylävirasto, 2020, s. 13)

Kuva 24. Havainnekuva annotoidusta tiekuvasta, jossa eri väreillä korostetaan merkitykseltään eri kohteita (Väylävirasto, 2020c, s. 14).



10.2.2 Vaurioluokat

Konenäön avulla tiestön vaurioita voidaan lokeroida ohjeellisten raja-arvojen avulla. Raja-arvojen kautta vaurioiden tunnistusta voidaan painottaa esimerkiksi liikenneturvallisuuden näkökulmasta kriittisimpien vaurioiden kohdalla. Lähtökohtaisesti vauriot jaetaan vakavuusasteen mukaisesti kohtalaisiin tai vakaviin vaurioihin. Vakavan kategorian vauriot tarkoittavat liikenneturvallisuudelle vaarallista tai ajoneuvolle potentiaalisesti vahinkoa aiheuttavaa vauriota. Kohtalaisen kategorian pienemmän luokan vaurioita, jotka todennäköisesti kehittyvät hoitamattomina vakavan kategorian vaurioksi. Voidaan todeta,

että vakavan vaurion kohdalla ollaan jo myöhässä ja se tulisi lähtökohtaisesti paikata kiireellisesti. Kohtalaisen vaurion kohdalla on kuitenkin vielä aikaa reagoida, jolloin vauriolle voidaan jo miettiä ennaltaehkäisevää toimenpidettä. (Väylävirasto, 2020c, ss. 14, 16)

Konenäön näkökulmasta haasteita vaurioiden tunnistuksessa tuottavat vaurioiden moninaisuus sekä eri vakavuusasteiden tunnistus. Tämän takia on tärkeää saada teknologia mukaan operatiiviseen toimintaan, jolloin konenäköä voidaan kehittää toiminnan yhteydessä oikeaan suuntaan.

Kuva 25. Havainnekuva vaurioiden luokituksesta: vakava- ja kohtalainen reikä
(Väylävirasto, 2020c, s. 15)

Vaurio

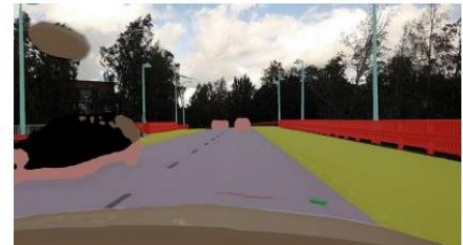
Alkuperäinen kuva

Tunnistuskuva

Vakava reikä
(vihreä)



Kohtalainen reikä
(vihreä)

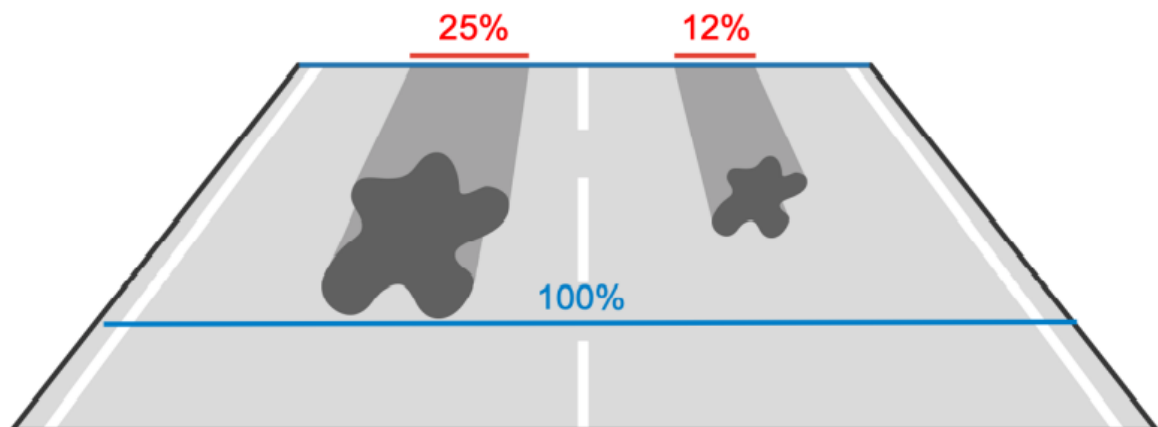


10.2.3 Vaurioiden mittaaminen

Vauriotunnistus toimii parhaimmillaan tienpinnan ollessa kuiva. Mittausajankohdan tulisi olla myös sellainen, että mittauksen hetkellä olisi tarpeeksi päivänvaloa. Sateinen sää, irtohiekka tai pudonneet lehdet muodostavat haasteita vauriotunnistukselle. Vauriot voivat jäädä lammikoiden tai lehtien alle piiloon tai toisessa tapauksessa konenäkö voi virheellisesti analysoida muuttuvia tekijöitä vaurioiksi. Vauriotunnistus voi myös jättää tienpintaa analysoimatta, mikäli se tunnistaa pinnan tunnistamattomaksi tai kelpaamattomaksi.

Konenäkötunnistus suoritetaan jokaiselle pysäytyskuvalle eli videon ruudulle (frame). Mikäli liikutaan autolla niin ajonopeuden ollessa 80 km/h ja videon keruun tapahtuessa 15 fps niin kuvasarjaa syntyy noin 1,5 metrin tiheydellä. Vaurioiden tunnistus tapahtuu yleensä noin 2–5 metrin väliseltä alueelta ajoneuvon etupuolelta. Tämä tarkoittaa sitä, että vauriotunnistus on juuri optimaalisimmillaan näillä etäisyyksillä. Tunnistustarkkuus heikkenee mitä kauempana kamera sijaitsee vauriosta. Kaksiajokaistaisten teiden kohdalla vaurioiden mittausta tulisi suorittaa molempien ajokaistojen kohdalla. Tunnistusalueesta voidaan myöskin tarvittaessa suodattaa alueita pois, mikäli halutaan tarkastella vain jotain tiettyä ajokaistaa. Konenäkö tunnistaa tunnistusalueelta vauriot ja luokittelee ne eri vaurioluokituksen mukaan. Vauriotunnistuksessa vaurion tai vaurioalueen laajuus suhteutetaan tien leveyteen. Vaurion mittakaavan avulla se voidaan luokitella eri vakavuuskategoriaan. (Väylävirasto, 2020c, s. 18)

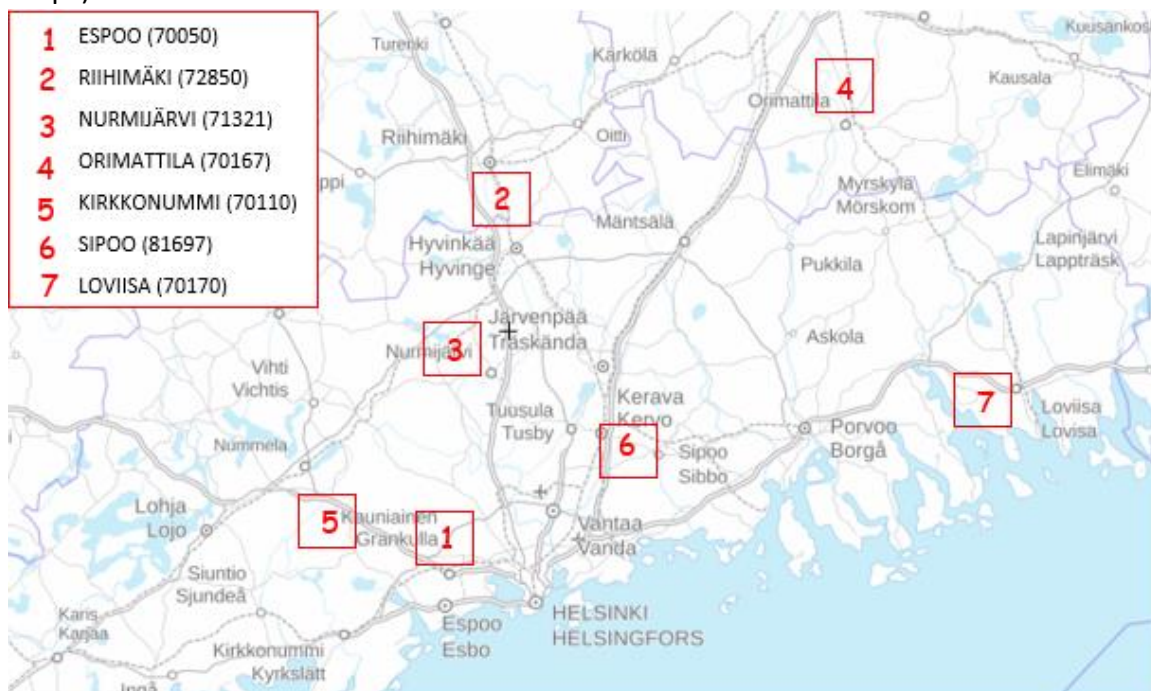
Kuva 26. Havainnekuva vaurion leveydestä tien leveyden suhteen (Väylävirasto, 2020c, s. 18).



11 Tutkimusmenetelmät ja tutkimuskohteet

Työn toiminnallinen osuus liittyi pyöräteiden inventointeihin, joiden avulla pyrittiin tutkimaan erilaisia väylän kuntoa mittaavia mittausmenetelmiä. Inventoinnit suoritettiin pyörällä ja maastokäynnit toteutettiin kesällä ja alkusyksystä vuonna 2021. Pyöräteiden inventointeja oli useampi ja ne suoritettiin Uudenmaan ELY-keskuksen alueella. Inventoitavien pyöräteiden välillä oli eroavaisuuksia pyörätien päällysteen iässä. Näin pyrittiin muodostamaan käsitystä ja arviota siitä, miten pyörätien päällyste kuluu vuosien aikana. Tuorein päällyste oli noin kuusi vuotta vanha ja vanhimmassa kohteessa päällysteen ikä oli 31 vuotta vanha. Inventointien tavoitteena oli myös luoda yleiskäsitystä siitä mikä on laatutason näkökulmasta huonoa päällystettä ja vastaavasti hyvää päällystettä. Eri ikäisiä päällysteitä tutkimalla voidaan myös luoda arviota tietyn väylän kunnossapidontarpeesta pidemmällä aikavälillä. Tämä luo mahdollisuuksia ylläpidon ohjaukselle ja suunnittelulle tulevaisuudessa. Päällysteen ikää ei voida kuitenkaan lähtökohtaisesti pitää ainoana kriteerinä, kun tarkastellaan pyöräteiden kuntoa pitkällä aikavälillä. Muuttuvia tekijöitä ovat muun muassa päällystekerroksien toteutustapa, rakenne sekä väylän maaperän olosuhteet.

Kuva 27. Maastokäyntien kohteet kartalla, tienumero esitetty suluissa (Karttapohja: Google Maps).



11.1 Tutkimusmenetelmät

Työssä pyrittiin luomaan vastakkainasettelua nykyisten sekä uusien potentiaalisten mittausmenetelmien välillä. Mittausmenetelminä käytettiin tällä hetkellä käytössä olevaa silmämääräistä päällystevauriokartoitusta, konenäköteknologiaan perustuvaa Vaisalan RoadAI-konenäkösovellusta sekä tärinämittaukseen perustuvaa Rambollin Waywise VIBE-sovellusta. Eri mittausmenetelmien vastakkainasettelulla pyrittiin saamaan käsitystä siitä, onko nykyteknologiasta hyötyä väylien kunnan laatutason arvioimiselle. Tavoitteena oli myös selvittää olisiko konenäkö-teknologiasta apua ja lisäarvoa väylien ylläpidon ohjaukseen ja suunnitteluun tulevaisuudessa.

11.1.1 Päällystevauriokartoitus (PVK)

Inventointien lähtötietona käytettiin tehtyjä päällystevauriokartoituksia, joiden tiedot olivat helposti saatavissa YHA-järjestelmästä. Päällystevauriokartoituksia tehdään noin kolmen vuoden välein, joten päällystysvauriotietoja oli saatavissa jokaisen väylän kohdalta. Inventoitujen osuuksien kohdalla tuoreimpia päällystevauriokartoitus tietoja löytyi Orimattilasta, johon oli tehty päällystysvauriokartoitus kesällä 2020. Vanhimmat päällystysvauriotiedot löytyivät Riihimäeltä ja Nurmijärveltä, joihin oli tehty päällystysvauriokartoitus vuonna 2018. Suurin osa päällystevauriokartoitusten tiedoista olivat kuitenkin kesältä 2019. Tierakenteiden ylläpidon hallintajärjestelmästä (YHA) ilmeni jokaisen väylän korjaustarve muodossa m/100 m. Näin pystyttiin arvioimaan tarkasteltavien osuuksien keskimääräistä korjaustarpeen määrää, kun se jaetaan tarkasteltavan osuuden kokonaispituudella.

11.1.2 Vaisala RoadAI

Toisena mittausmenetelmänä käytettiin konenäköteknologiaan perustuvaa Vaisalan RoadAI-konenäkösovellusta. Vaisalan RoadAI-konenäkösovellus on alun perin kehitetty tieliikenteen kunnossapitotarpeen seurantaan varten. Tässä työssä pyrittiin testaamaan kyseisen sovelluksen käytettävyyttä ja soveltuvuutta pyöräteiden kunnossapitotarpeen kartoittamiseen. RoadAI-konenäkösovellusta käytettiin hyödyksi kaikissa työssä esitettävissä maastokäynneissä. Vaisalan puolesta perehdytystä sovellukseen käyttöön ja toimintaan liittyen antoi Aleksi Kauppi. Vaisalan RoadAI-konenäkösovellus perustuu toimintamalliltaan ja teknologialtaan samaan konenäkömenetelmään, jota pilotoitiin vuoden 2020 Väyläviraston selvityksessä päällysteen paikkausurakan kehittäminen konenäköä hyödyntäen.

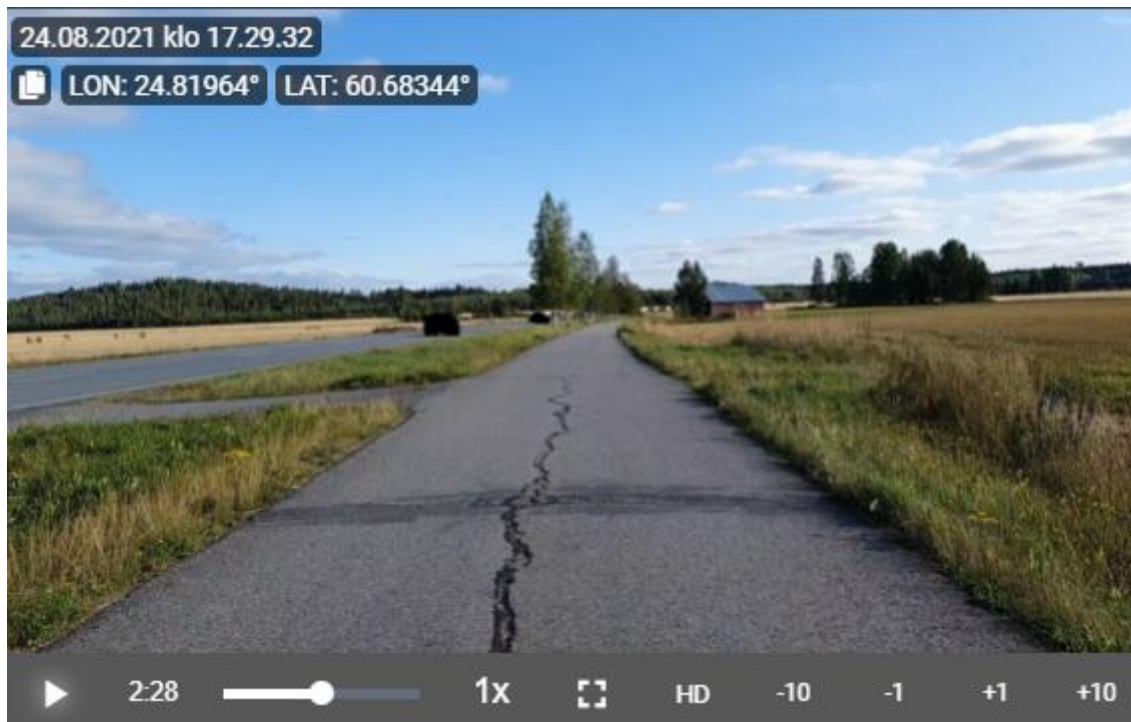
Aineistonkeruu tapahtui polkupyörällä älypuhelinta kameraa hyödyntäen. Inventoinnissa käytettiin normaalia kaupunkipyörää. RoadAI-konenäkösovellus asennettiin älypuhelimeen ja älypuhelin kiinnitettiin polkupyörään poikittain polkupyörän ohjaustankoon kiinni. Älypuhelin kiinnitettiin ohjaustankoon RAM® X-Grip Mount- telineellä. Kyseinen teline soveltuu kaikenkokoisille älypuhelimille ja se on suunniteltu nimenomaan pyöräilyn tarpeisiin. Teline sopii hyvin kuvaamiseen, koska se oli hyvin jäykkä. Itse älypuhelimien asettaminen telineeseen oli ensimmäisillä kerroilla haastavaa. Älypuhelin asetettiin niin, että näyttö osoitti ohjaustankoa päin, jolloin oli haastavaa seurata itse sovelluksen toimintaa. Älypuhelimien näyttö jäi telineen taakse suurimmaksi osaksi piiloon, joka muodosti haasteita kuvauksen käynnistämisen sekä lopettamisen suhteen. Näytön piiloutumisen johdosta haasteena oli myös oikean kuvausnäkökulman löytäminen. Tarkoituksena oli sijoittaa kuvausnäkyminen niin, että horisontti jäi kuvausnäkökulman yläkulmaan. Näin kamerakulma ei sijoittuisi liian alas tai liian ylös vaan suoraan eteenpäin. Kuvauksissa käytettiin älypuhelimena Samsungin S10-sarjan matkapuhelinta.

Kuva 28. Kuvausmenetelmä esitettynä. RAM® X-Grip Mount- teline sijoitettuna pyörän ohjaustankoon, johon älypuhelin kiinnitetään.



Itse kuvaaminen oli toimenpiteenä hyvin käytännöllinen ja helppo. RoadAI-konenäkösovellus kuvasi asfaltinpintaa väsymättä arvioiden väylän kuntoa sekä tunnistaa siinä esiintyviä vaurioita. Maastokäynnillä pystyi myös itse asennoitumaan liikkumismuodon eli pyöräilijän asemaan, joka helpotti myös saadun aineiston analysointia. Tavoitteena oli kuvata väylä koko sen leveydeltään, jolloin konenäkö pystyy suhteuttamaan vaurioiden laajuudet kuvattavan väylän leveyteen. Kuvauksen aikana pyrittiin ajamaan väylän keskilinjaa pitkin, väistämättä mahdollisia vaurioita tai epätasaisuuksia. Näin luotiin teknologialle mahdollisimman optimaaliset olosuhteet vaurioiden tunnistukselle ja tulkinalle.

Kuva 29. Kuvausnäkömään tavoitteellinen näkymä, kuva käyttöliittymästä.



Vaisalan RoadAI-konenäkötekniikan päällysteiden vaurioiden arvioinnille on määritetty oma määrittelyohjeistus: RoadAI pavement condition analysis. Periaatteena on se, että konenäkö opetetaan tunnistamaan ja arvioimaan vauriotyyppejä sille opettujen parametrien mukaan. Opetusmenetelmänä käytetään vaurioiden esimerkkikuvia. RoadAI-konenäkösovellus tunnistaa yli 15 erilaista vauriotyppiä. Näitä voidaan jakaa eri vauriokategorioihin. Kategorioista esimerkkeinä ovat pituus- ja poikkihalkeamat, reiät, paikkaukset ja reunavauriot. Muutamissa vauriokategorioissa vauriot voidaan jakaa erilaisiin vauriotyyppeihin riippuen vaurioon vakavuusasteesta. Esimerkiksi pituushalkeamat jaetaan vakavuusasteen pohjalta kolmeen eri vauriotyyppiin: lievä-, kohtalainen- ja vakavapituushalkeama. Vaurion vakavuusaste määritellään, kun sen leveys suhteutetaan väylän leveyteen. Kuvassa 30 on esitetty pituushalkeaman erittely kolmeen eri vakavuusasteeseen. Lievässä pituushalkeamassa vaurion leveys on vähemmän kuin 1 cm. Kohtalainen pituushalkeama leveys on vähintään 1–5 cm ja vakava pituushalkeaman leveys on suurempi kuin 5 cm. (Vaisala, henkilökohtainen tiedonanto, 16.9.2021)

Kuva 30. Pituushalkeaman eri vakavuusasteista. Ylhäältä alaspäin järjestyksessä: lievä, kohtalainen ja vakava.



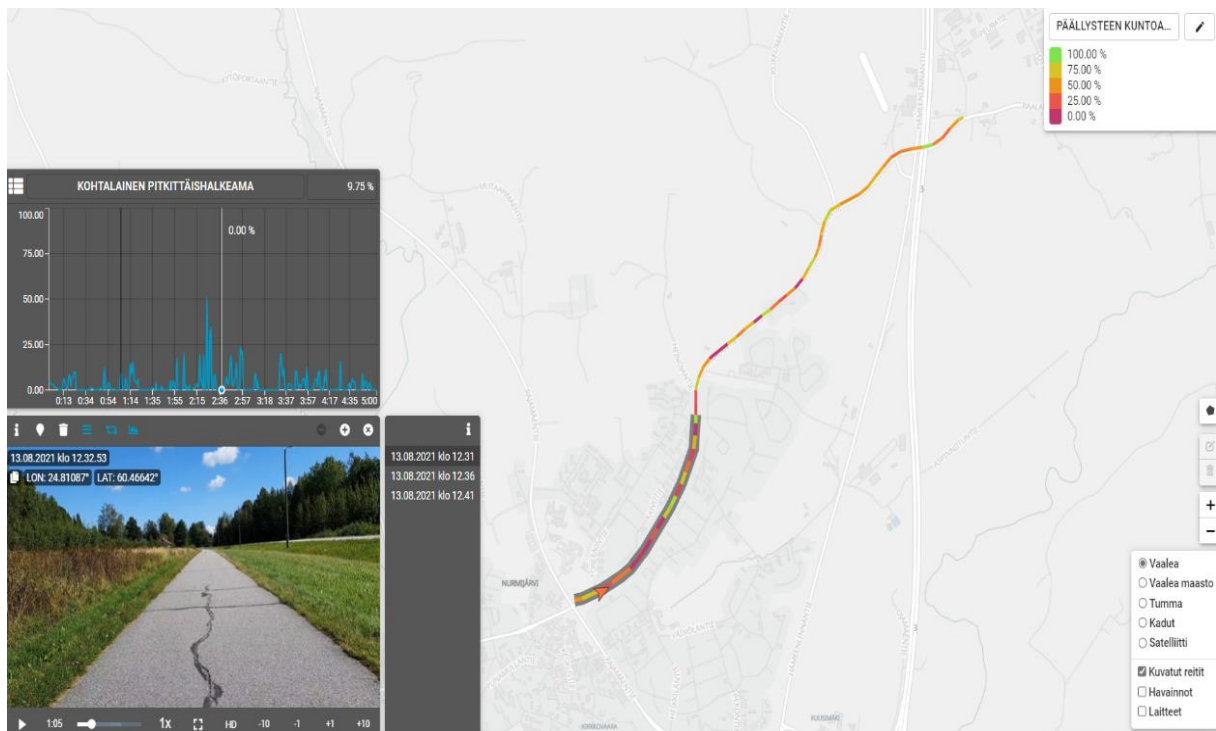


Tienpitäjän ja alueen urakoitsijan näkökulmasta RoadAI-konenäkösovellus luo mahdollisuuksia ylläpitourakoiden optimoinnille, väylän nykytilan kartoittamiselle sekä väylän ylläpitotarpeen suunnittelulle ja ohjaukselle. Kuvattu materiaali siirtyy automaattisesti RoadAI-käyttöliittymään, mikäli älypuhelin on yhdistettynä verkkoon kuvaushetkellä. Kuvausaineiston siirto on riippuvainen kuvatun aineiston laajuudesta.

Käyttöliittymän kautta on mahdollista analysoida saatuja tuloksia karttanäkymässä. Karttanäkymässä ilmenevät kuvatut osuudet ja mahdollisuutena on tutkia yksityiskohtaisemmin vaurioiden sijoittumista sekä laajuutta. Aineistosta voidaan esimerkiksi tarkastella väylän päällysteen yleistä kuntoilaa tai sitten tarkastella yksityiskohtaisemmin tiettyjen vauriotyyppien esiintymistä. Sovelluksen avulla voidaan myös tutkia eri pintavaurioiden tai väylän rakenne vaurioiden esiintymistä ja laajuutta. Sovellus tunnistaa myös väylälle tehdyt paikkaukset ja korjaukset, jolloin myös olemassa olevia paikkauksien kehittymistä voidaan tutkia. Sovelluksen selkeä vahvuus on se, että sen avulla voidaan kerätä paljon tietoa, joka on myös helposti käytettävissä ja analysoitavissa. Tämä auttaa merkittävästi myös ylläpidon ohjauksessa sekä pidemmän aikavälin ylläpitotarpeen suunnittelussa.

Käyttöliittymän vahvuus on myös sen selkeys ja helppokäyttöisyys. Vauriokohdat ovat helposti löydettävissä ja erilaisia vaurioanalyyskejä voidaan tutkia lämpökartan avulla. Kone näkö tunnistaa vaurioiden ohella myös tehtyjä paikkauksia, juotoksia sekä esimerkiksi päällysteen harvenemista. Tämä on hyvää lähtötietoa toimenpiteiden suunnittelussa, jolloin seurata paikattujen vaurioiden kehittymistä. Mittausmenetelmänä kuvaaminen on myös kustannustehokas menetelmä. Tienpitäjä tai urakoitsija voi aina palata kuvattuun materiaaliin helposti käyttöliittymän kautta. Käyttöliittymään voidaan myös merkitä omia merkintöjä havainnoista tai esimerkiksi kunnostustarpeen vaativista kohteista. Tämä voi helpottaa myös tienpitäjän ja urakoitsijan välistä kommunikaatiota ja vähentää virheen mahdollisuuksia toimenpiteiden suunnittelussa. Kuvatun materiaalin vahvuutena on se, että väylää voidaan analysoida myös muiden laatutekijöiden kautta. Samasta aineistosta voidaan tutkia tiemerkintöjen-, reunakivien tai kaivonkansien kuntoa. Mittausta tehdessä tai aineistoa läpikäydessä voidaan myös havainnoida reitin varrella olevia mahdollisia liikenneturvallisuuspuutteita. Pyörällä ajaessa voidaan mukautua liikkumismuodon asemaan mikä auttaa analysoimaan väylän toimivuutta myös käyttäjälähtöisestä näkökulmasta.

Kuva 31. Havainnekuva käyttöliittymästä.



RoadAI-sovelluksen toiminnan näkökulmasta on tärkeää, että kuvaolosuhteet ovat optimaaliset. Työssä esitettävät maastokäynnit suoritettiin kesällä ja alkusyksystä, jolloin kuvaolosuhteet olivat lähtökohtaisesti hyvät. Maastokäynnit toteutettiin sellaisina päivinä, jolloin ei satanut. Märkä asfaltti, lammikot, auringonvalon vähäisyys, lehdet tai keväältä jäänyt hiekoitushiekka luovat haasteita vaurioiden tulkinnalle.

Kuva 32. Vaurioiden tulkinta vaikeutuu kuvaolosuhteiden myötä (Mari Mutanen, 2020, s. 41).



11.1.3 Waywise VIBE

Mittausmenetelmänä käytettiin myös Rambollin kehittämää Waywise VIBE- nimistä älypuhelinsovellusta, jonka avulla voidaan analysoida vaurioiden vaikutusta ajomukavuuteen. Älypuhelimeen asennetun VIBE-sovelluksen kautta pystytään mittaamaan vaurioista aiheutuvaa tärinää. Väylillä esiintyvät vauriot ja epätasaisuudet heijastuvat pyörän selässä tärinäefektinä, joka vaikuttaa suoraan matkustusmukavuuteen. Ruotsissa VIBE-sovellusta on käytetty matkustusmukavuutta mittaavana menetelmänä joukkoliikennepalveluiden yhteydessä. Erityisesti bussiliikenteessä tärinää tapahtuu ajon aikana paljon. Joukkoliikenteessä on kiinnitettävä entistä enemmän huomiota matkustajien matkustusmukavuuteen, kuljettajien terveyteen sekä kaluston kulumiseen. (Ramboll, n.d.)

Kuva 33. Havainnekuva tärinämittauksesta Ruotsin bussiliikenteessä (Ramboll, n.d.).

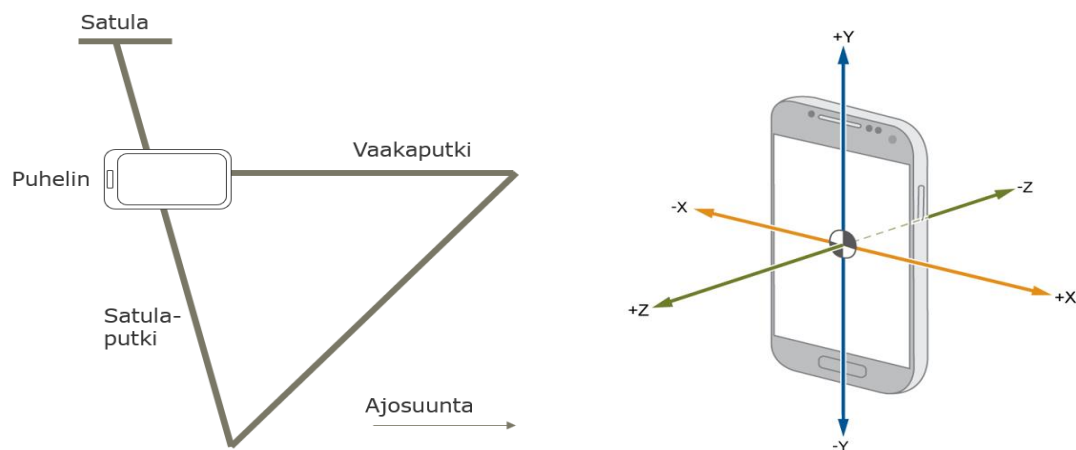


Tärinämittaus on lähtökohtaisesti periaatteellisesti erilainen mittausmenetelmä kuin esimerkiksi päällystevauriokartoitus. VIBE-sovellus on mittausmenetelmänä lähempänä käyttäjälähtöistä menetelmää kuin muut edellä mainitut menetelmät, koska sen avulla pyritään analysoimaan enemmänkin vaurioiden vaikutusta eikä vaurioiden laajuutta tai vakavuutta. Pyöräliikenteessä ajon aikana esiintyvä tärinä johtuu lähtökohtaisesti pyörätien epätasaisuudesta tai vaurioituneisuudesta päällysteestä. Huonolla päällysteellä on sen vakavuusaste huomioiden aina suora vaikutus ajomukavuuteen. VIBE-sovellusta ei ole juurikaan käytetty pyöräteiden kunnon mittaamisen aikaisemmin, joka aiheutti haasteita erityisesti mittausdatan tulkinnassa. Kun aikaisempia kokemuksia ei juurikaan ole niin saatujen tuloksien analysointi on vaikeampaa, kun vertailupohjaa ei ole.

Ennen mittauksen aloitusta, älypuhelin kiinnitetään pyörän oikealle puolelle tukevasti pyörän runkoon kiinni, lähelle satulaputken ja vaakaputken yhtymäkohtaa. On tärkeää, että älypuhelin on kiinnitetty aina samalla periaatteella näin eri maastokäyntien tulokset ovat vertailukelpoisia. Mittauksen aikana on tärkeää, että pyritään noudattamaan sellaista nopeutta, joka väylägeometria sallii. Tarkoituksena on ajaa normaalia ajolinjaa, eikä pyritä väistelemään väylällä olevia vaurioita tai epätasaisuuksia. Tässä työssä mittaukset toteutettiin niin, että pyrittiin ajamaan pyörätien keskilinjan mukaisesti. Mittausdataa

tuotetaan jokaisen sekunnin ajalta ajon aikana. Sovellus mittaa myös kiihtyvyyttä, jolloin se tallentaa kantaan suurimman kiihtymisarvon jokaisen sekunnin ajalta. Mittausdataa voidaan analysoida X, Y ja Z-koordinaatiston mukaisesti. Kun älypuhelin on kiinnitetty yläpuolisen kuvan mukaisesti, niin X-akselin suuntaisella muutoksella voidaan kuvata pystysuuntaista tärinää. Pystysuuntainen tärinä tapahtuu suunnassa ylös ja alas. Y-akselin suuntaisella muutoksella voidaan kuvata pituussuuntaista tärinää eli tärinää tapahtuu suunnassa eteen ja taakse. Z-akselilla kuvataan taas sivusuuntaista tärinää eli tärinän suunta on oikealle ja vasemmalle. Voidaan todeta, että pyörän selässä päällysteiden vauriot ja epätasaisuudet tuntuvat erityisesti X- ja Y- suuntaisella koordinaatistolla eli tärinä luonne on pysty- tai pituussuuntaista. (Ramboll, henkilökohtainen tiedonanto, 24.8.2021)

Kuva 34. Havainnekuva älypuhelimien kiinnityksestä ja mittausperiaate X, Y ja Z-koordinaatistolla (Ramboll, henkilökohtainen tiedonanto, 24.8.2021).



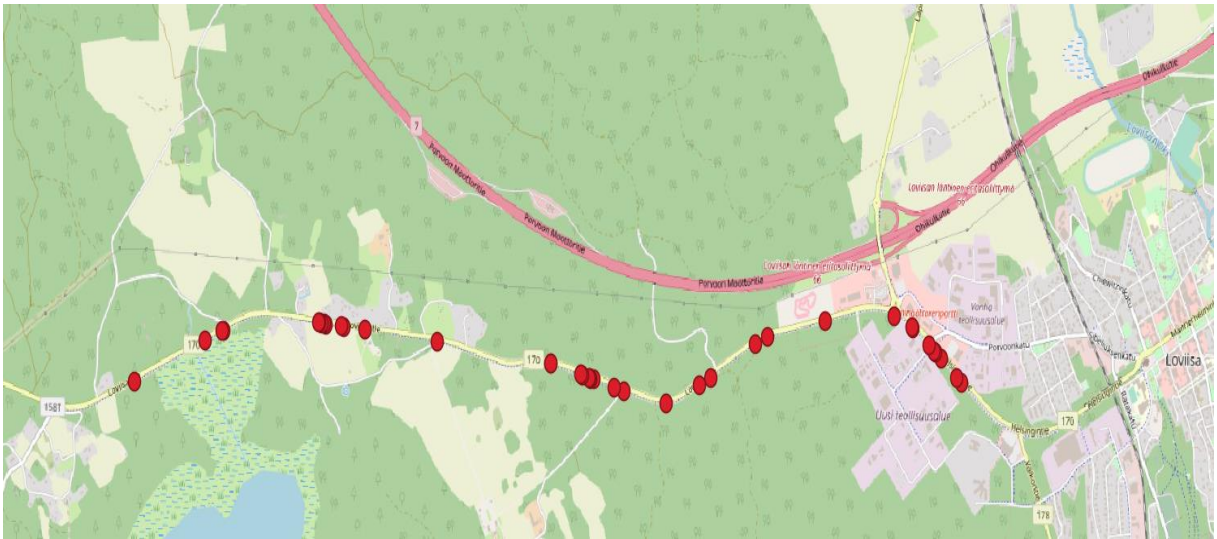
Mittausaineisto saadaan ulos CSV-tiedostomuodossa. Dataa voidaan analysoida joko paikkatieto-ohjelmistossa tai suoraan Excelissä. Tässä työssä mittausdataa pyrittiin analysoimaan molempien ohjelmistojen kautta, jotta saataisiin parempaa käsitystä mittausmenetelmän potentiaalista. Mittausdatan analysointi perustui lähtökohtaisesti omaan tulkintaan. VIBE-sovellusta käytettiin tässä työssä kahdessa kohteessa, jotka olivat Loviisa ja Orimattila. Loviisassa päällysteen ikä oli vanhin kaikista inventoitavista kohteista.

Mitattujen havaintojen määrä aiheutti datan analysoinnissa haasteita, koska sovellus tuotti mittausdataa joka sekunti. X- suuntaisella koordinaatistolla tärinän voimakkuus ilmeni positiivisina lukuina. Mitatun datan pohjalta voidaan todeta, että väylän suurimmat vauriokohdat ilmenivät lukuina, jotka ylittivät arvon 10. Näissä kohdissa on ollut selkeä päällystevaurio, joka on aiheuttanut suurta tärinää pyörän selässä pystysuunnassa. Kun pyörä oli pysähdyksissä niin X-akselilla se ilmeni arvona -10. Eli siinä tietyllä hetkellä ei tapahtunut minkäänlaista tärinää. X-akselin kohdalla mittaushavaintojen keskiarvo koko inventoidun osuuden kohdalla sijoittui arvon -6 kohdalle.

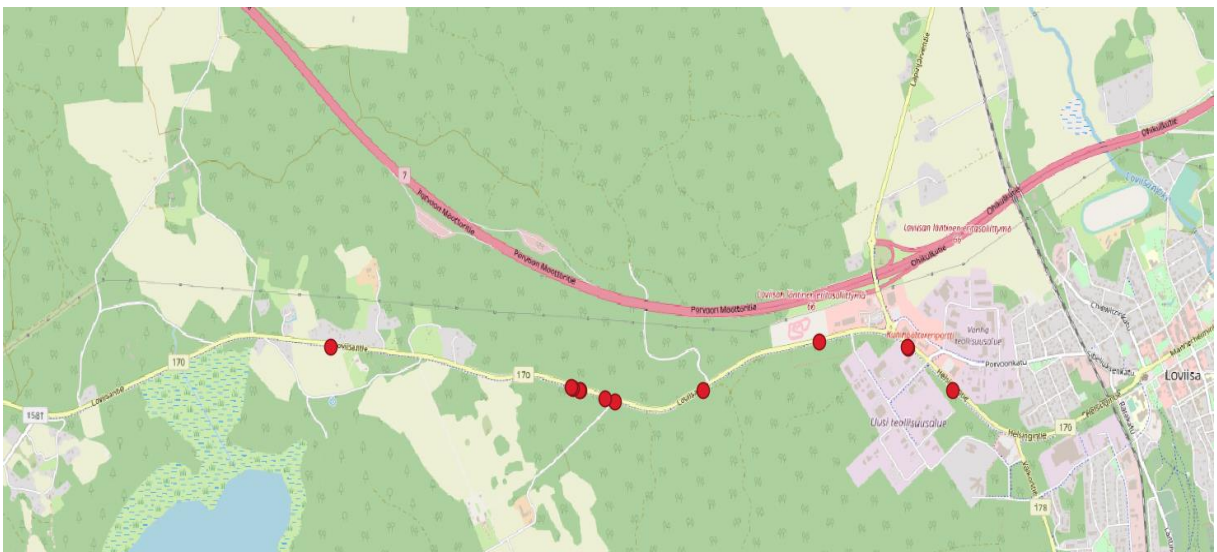
Tässä työssä on käytetty hyödyksi QGIS-paikkatieto-ohjelmistoa, jonne mitattu aineisto saadaan siirrettyä vaivattomasti. QGIS-paikkatieto-ohjelmisto lukee CSV-tiedostomuotoa, jolloin mitattu data saadaan siirrettyä luettavampaan muotoon. Paikkatieto-ohjelmistossa erilaisten raja-arvojen avulla mittausdataa voidaan kuitenkin suodata, jolloin karttanäkymälle saadaan esimerkiksi tiettyjen raja-arvojen ylittävät havainnot. Mikäli halutaan tutkia pystysuuntaista tärinää, niin X-akselille voidaan määrittää jokin tietty raja-arvo.

Kuvissa 35 ja 36 on esitetty tärinähavaintojen laajuutta eri raja-arvojen avulla Loviisan tapauksessa. Kuvassa 35 on pyritty suodattamaan havaintojen määrää niin, että kuvassa näkyy vain ne tapaukset, jotka ylittävät X-akselilla arvon 0. Kuvassa 36 raja-arvona on taas käytetty arvoa 5. Eri raja-arvoja käyttämällä pahimpia tärinäkohtia voidaan suhteellisen nopeasti paikantaa. Havaintojen määrä tietenkin laskee sitä myötä mitä suurempaa raja-arvoa käyttää.

Kuva 35. Paikkatieto-ohjelmiston avulla voidaan suodattaa tärinähavaintoja. Havaintojen määrä X-akselilla, kun raja-arvona on käytetty lukua 0 (Loviisa).



Kuva 36. Paikkatieto-ohjelmiston avulla voidaan suodattaa tärinähavaintoja. Havaintojen määrä X-akselilla, kun raja-arvona on käytetty lukua 5 (Loviisa).

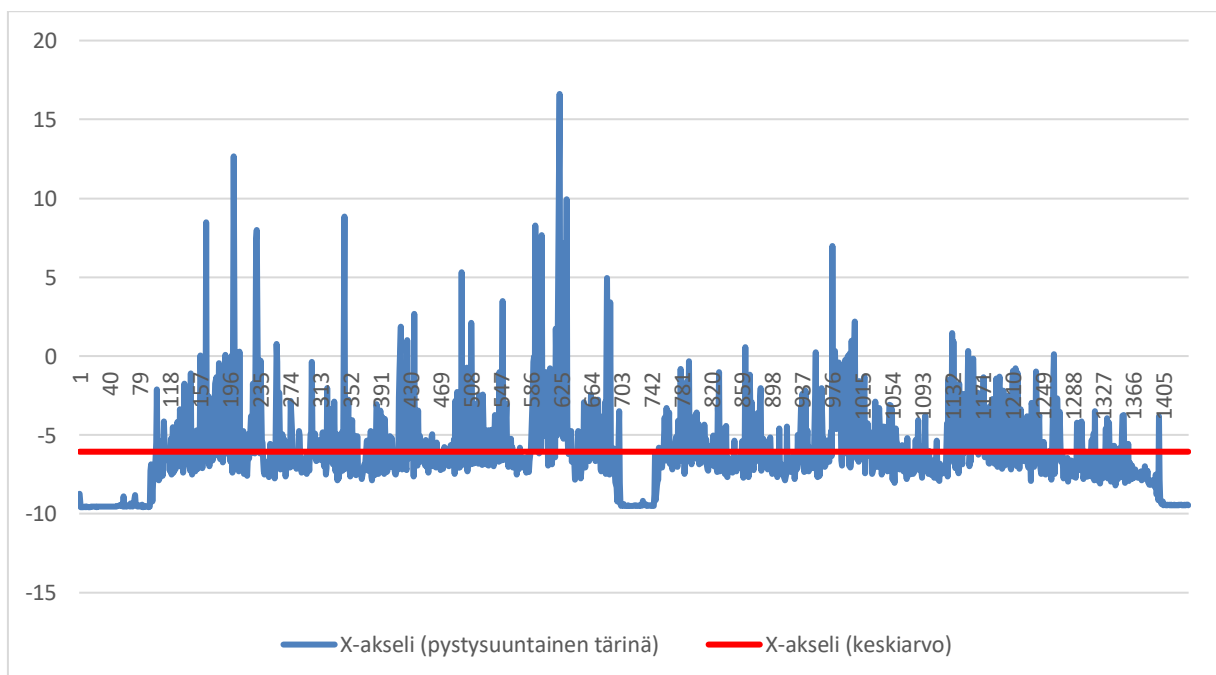


Mittausdataa voidaan analysoida myös Excelissä, jolloin tärinän muutosta voidaan kuvata esimerkiksi viivadiagramissa. Tärinän muutoksen tulkinta on kuitenkin haasteellista, koska mitattua dataa on runsaasti. Mittausdatan tulkinna periaate on kuitenkin sama eli suurin negatiivinen arvo kertoo siitä, että pyörä on ollut pysähdyksissä. Suurimmat arvot kertovat taas selkeistä päällystevaurioista tai epätasaisuuksista. Taulukossa 8 on esitetty

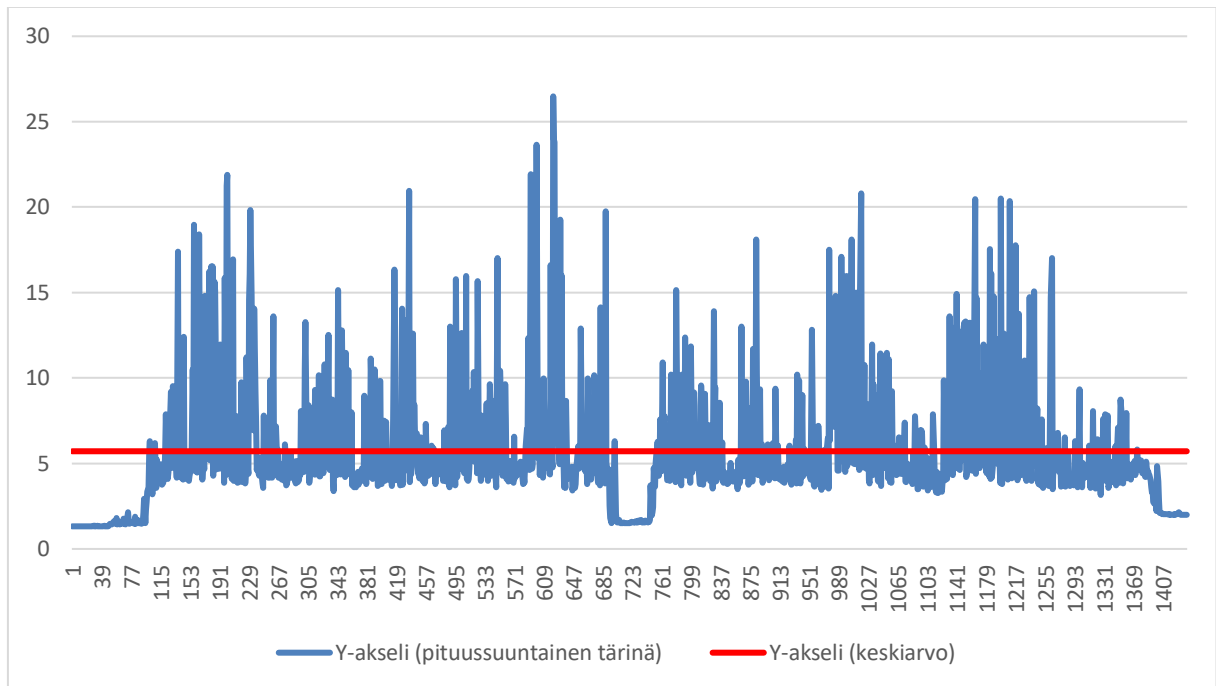
viivadiagrammin avulla tärinän vaihtelua X-akselilla. Viivadiagrammin avulla voidaan nähdä konkreettisesti tärinän vaihtelut inventoidulla osuudella, koska siihen on saatu sisällytettyä kaikki havainnot. Taulukossa 9 on esitetty tärinän muutosta Y-akselilla. Y-akselilla ei esiinny negatiivisia arvoja vaan pysähdyksissä oleva pyörä antaa arvon 0–1. Suurin tärinäefekti tuottaa taas vastaavasti suurimman positiivisen arvon myös Y-akselilla. Keskiarvon avulla voidaan havainnollistaa, sitä kuinka voimakasta tärinä on ollut keskiarvoisesti koko osuudella. Alla olevissa taulukoissa keskiarvoon on laskettu mukaan myös pysähdyksissä ollut aika, joten se ei anna täysin realistista kuvaa.

VIBE-sovellusta käytettiin Orimattilan ja Loviisan maastokäyntien yhteydessä. Näitä tuloksia pystyttiin tässä työssä vertailemaan, joka auttoi myös tiedon analysoinnissa. Loviisassa päällysteen ikä oli jo 31 vuotta, jolloin VIBE-sovellus oli hyvä työkalu mittamaan jo hyvin vaurioitunutta päällystettä. Orimattilassa väylän kunto oli jonkin verran parempi, joka ilmeni myös tärinämittauksissa. Taulukossa 10 on esitetty molempien maastokäyntien pystysuuntainen tärinä x-akselilla, jolloin tuloksia olisi helpompi vertailla. Orimattilan inventoitu pituus oli lyhyempi.

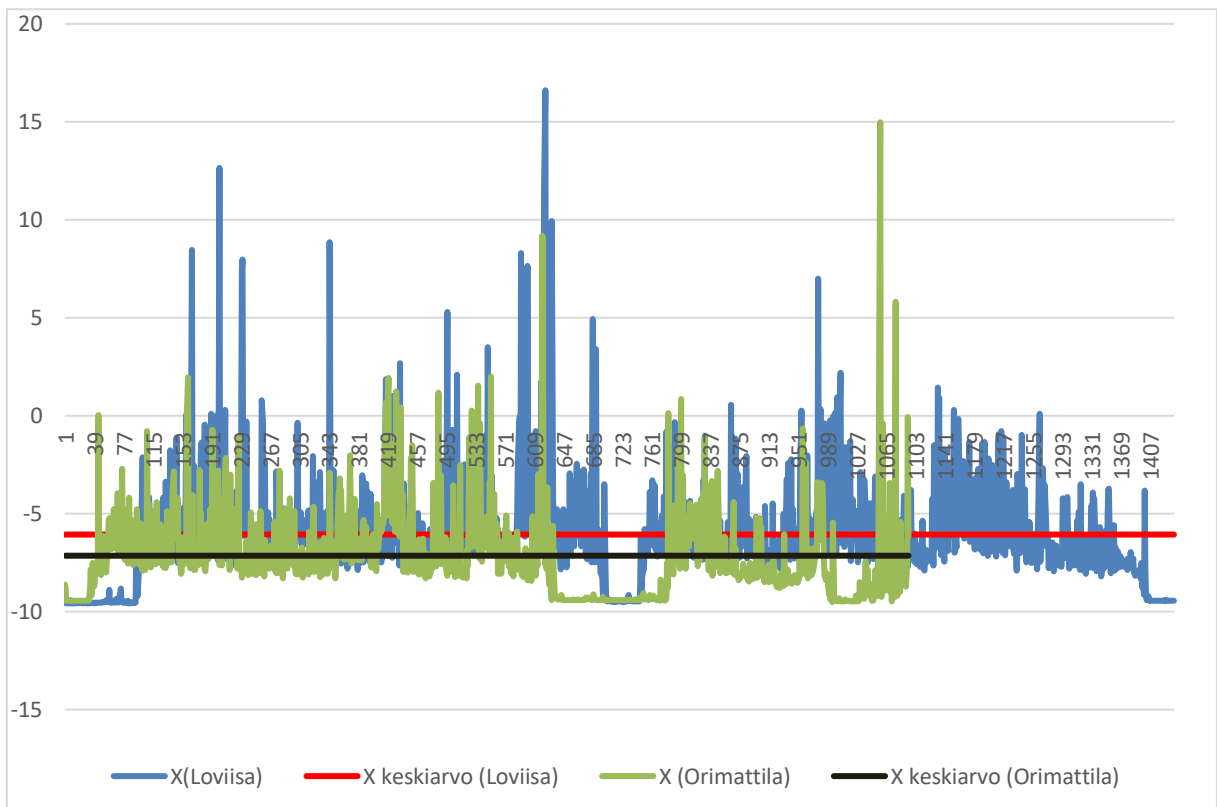
Taulukko 8. Pystysuuntaisen tärinän vaihtelu X- akselilla, Loviisa.



Taulukko 9. Pituussuuntaisen värinän vaihtelu Y-akselilla, Loviisa.



Taulukko 10. Pystysuuntaisen värinän vertailua: Loviisa ja Orimattila.



11.2 Tutkimuskohteet ja inventointien tulokset

11.2.1 Espoo (tiennumero: 70050)

Kuva 37. Inventoidun osuuden ominaisuustietoja (Karttapohja: Väyläviraston karttapalvelu).

Espoo	5,8 km 19 min	
Tiennumero ja (alueosa):	70050 (121)	
Rakennettu vuonna:	1995	
Päällysteen ikä:	7 vuotta	
Väylän kuntoluokka:	K1	
Viimeisin tehty toimenpide/korjaus:	2015	
Viimeisin tehty päällystevauriokartoitus (PVK):	2019	
Käytetyt mittausten menetelmät:	PVK (lähtötieto) ja RoadAI	

Inventoidun pyörätien pituus oli noin 7,0 kilometriä. Tarkasteltu alueosa kulkee valtatie 18 eli Kehä III eteläpuolella Koskelosta Bemböleen. Kyseinen osuus on rakennettu vuonna 1995, mutta viimeisin toimenpidekorjaus sille on tehty vuonna 2015. Pyörätien päällysteen ikä oli seitsemän vuotta vanha. Päällysteen ikä oli verrattaessa uusin, kun ikää verrataan muihin tässä työssä inventoituihin osuuksiin. Kyseinen alueosa kuuluu K1-hoitoluokkaan.

Inventoinnin lähtötietona käytettiin viimeisintä päällystevauriokartoitusta, joka oli suoritettu kesällä 2019. Pyörätie inventointiin myös Vaisalan RoadAI-konenäkösovelluksella.

Inventoidulle osuudelle oli suoritettu viimeisin päällystevauriokartoitus kesällä 2019.

Korjaustarpeen määräksi oli arvioitu koko alueosuudelta noin 274 metriä, joten voidaan todeta, että korjaustarpeessa olevaa päällystettä oli inventoidulla osuudella noin 4,7 %.

Kyseinen osuus oli hyvin pitkälti todella hyvässä kunnossa ja siinä ei esiintynyt juurikaan päällystevauriota. RoadAI-konenäkösovellus arvioi osuuden keskiarvoisesti kuntotasolle 4–5 eli osuus oli lähes moitteettomassa kunnossa. Työn liitteessä 1 on esitetty havainnekuvin RoadAI-konenäkösovelluksen käyttöliittymästä saatua väylän nykytila-analyysiä. RoadAI-konenäkösovelluksesta saatu vaurioanalyysin yleiskuva tuki myös silmämääräistä havaintoa väylän kunnosta.

Kuva 38. Kuva maastokäynniltä 11.08.2021, Espoo.



11.2.2 Riihimäki (tienumero: 72850)

Kuva 39. Inventoidun osuuden ominaisuustietoja (Karttapohja: Väyläviraston karttapalvelu).

Riihimäki	7,9 km 23 min	
Tienumero ja (alueosa):	72850 (131)	
Rakennettu vuonna:	2000	
Päällysteen ikä:	10 vuotta	
Väylän kuntoluokka:	K1	
Viimeisin tehty toimenpide/korjaus:	2012	
Viimeisin tehty päällystevauriokartoitus (PVK):	2018	
Käytetyt mittausmenetelmät:	PVK (lähtötieto) ja RoadAI	

Inventoidun pyörätien pituus oli noin 8,0 kilometriä. Tarkasteltu alueosa kulkee Arolammintien länsipuolelle Riihimäen ja Hyvinkään välillä. Kyseinen alueosa on rakennettu vuonna 2000 ja viimeisin toimenpidekorjaus on tehty sille vuonna 2012. Pyörätien päällysteen ikä oli kymmenen vuotta vanha. Kyseinen alueosa kuuluu K1-hoitoluokkaan.

Inventoinnin lähtötietona käytettiin viimeisintä päällystevauriokartoitusta, joka oli suoritettu kesällä 2018. Pyörätie inventoitiin myös Vaisalan RoadAI-konenäkösovelluksella.

Korjaustarpeen määräksi oli arvioitu koko alueosuudelta noin 2,16 kilometriä, joten voidaan todeta, että korjaustarpeessa olevaa päällystettä oli inventoidulla osuudella noin 27 %.

Yhteenvetona voidaan todeta, että osuus oli kokonaisuudessaan melko hyvässä kunnossa. Osuudella ilmeni kuitenkin säännöllisesti kohtalaisia ja vakavia päällystevaurioita. Tyypillisimmät päällystevauriot olivat kohtalaiset- ja vakavat pituushalkeamat. RoadAI-konenäkösovellus arvioi osuuden suurimmaksi osaksi kuntotasolle 3–4. Työn liitteessä 2 on esitetty havainnekuvien RoadAI-konenäkösovelluksen käyttöliittymästä saatua väylän nykytila-analyysiä. RoadAI-konenäkösovelluksesta saatu vaurioanalyysin yleiskuva tuki myös silmämääräistä havaintoa väylän kunnosta.

Kuva 40. Kuvat maastokäynniltä 24.08.2021, Riihimäki.



11.2.3 Nurmijärvi (tiennumero: 1321)

Kuva 41. Inventoidun osuuden ominaisuustietoja (Karttapohja: Väyläviraston karttapalvelu).

Nurmijärvi	4,0 km 13 min	
Tiennumero ja (alueosa):	71321 (156)	
Rakennettu vuonna:	1991	
Päällysteen ikä:	12 vuotta	
Väylän kuntoluokka:	K1	
Viimeisin tehty toimenpide/korjaus:	2010	
Viimeisin tehty päällystevauriokartoitus (PVK):	2018	
Käytetyt mittausmenetelmät:	PVK (lähtötieto) ja RoadAI	

Inventoidun pyörätien pituus oli noin 4,0 kilometriä. Tarkasteltu alueosa kulkee Raalantien pohjoispuolella Nurmijärven keskustasta Karhukorven suuntaan Riihimäen ja Hyvinkään välillä. Kyseinen alueosa on rakennettu vuonna 1991 ja viimeisin toimenpidekorjaus on tehty sille vuonna 2010. Päällysteen ikä oli 12-vuotta vanha. Kyseinen alueosa kuuluu K1-hoitoluokkaan.

Inventoinnin lähtötietona käytettiin viimeisintä päällystevauriokartoitusta, joka oli suoritettu kesällä 2018. Pyörätie inventoitiin myös Vaisalan RoadAI-konenäkösovelluksella.

Korjaustarpeen määräksi oli arvioitu koko alueosuudelta noin 1,64 kilometriä, joten voidaan todeta, että korjaustarpeessa olevaa päällystettä oli inventoidulla osuudella noin 41 %.

Yhteenvetona voidaan todeta, että koko osuus oli yleisesti ottaen melko huonossa kunnossa. Osuudella esiintyi päällystevaurioita säännöllisesti koko ajetun osuuden pituudelta. Tyypillisimmät päällystevauriot olivat kohtalaiset- ja vakavat pituushalkeamat sekä muutamat verkkohalkeamat. Ajettu osuus sisälsi myös paljon paikattuja pituus- ja poikkihalkeamia. Tämä kertoo siitä, että osuudelle on jo tehty vuosien saatossa vaurioiden paikkauksia. RoadAI-konenäkösovellus arvioi osuuden keskiarvoisesti kuntotasolle 2–3. Tuloksista oli kuitenkin selkeästi nähtävissä todella huonossa kunnossa oleva päällyste, joka oli luokiteltu kuntoluokkaan 1. Työn liitteessä 3 on esitetty havainnekuvin RoadAI-konenäkösovelluksen käyttöliittymästä saatua väylän nykytila-analyysiä.

Kuva 42. Kuvia maastokäynniltä 13.08.2021, Nurmijärvi.



11.2.4 Orimattila (tiennumero: 70167)

Kuva 43. Inventoidun osuuden ominaisuustietoja (Karttapohja: Väyläviraston karttapalvelu).

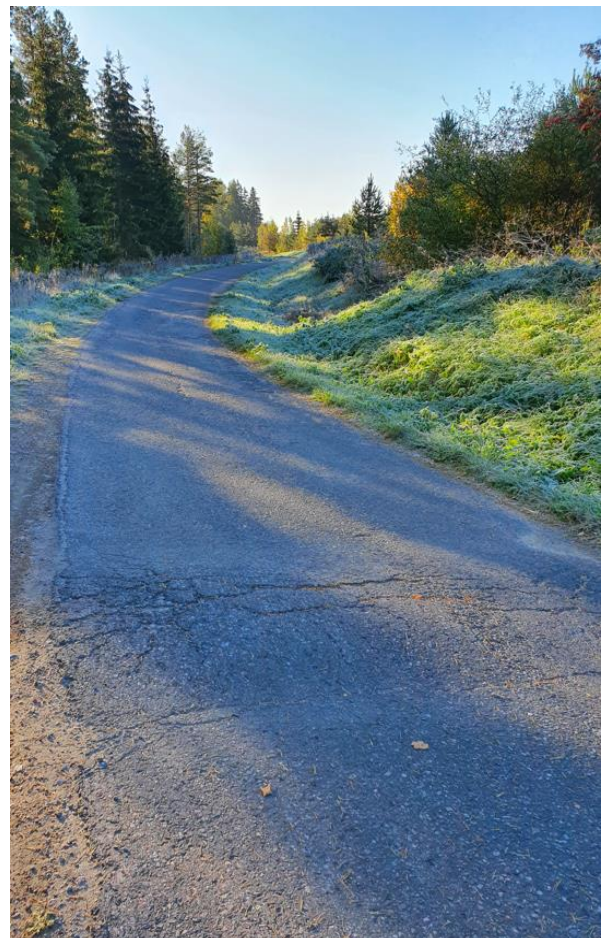
Orimattila	3,6 km 11 min	
Tiennumero ja (alueosa):	70167 (463)	
Rakennettu vuonna:	2005	
Päällysteen ikä:	17 vuotta	
Väylän kuntoluokka:	K1	
Viimeisin tehty toimenpide/korjaus:	-	
Viimeisin tehty päällystevauriokartoitus (PVK):	2020	
Käytetyt mittausmenetelmät:	PVK (lähtötieto), RoadAI ja Vibe	

Inventoidun pyörätien pituus oli noin 3,6 kilometriä. Tarkasteltu alueosa kulkee Lahdentien (167) itäpuolella Orimattilan keskustan pohjoispuolella. Kyseinen alueosa on rakennettu vuonna 2005. Osuudelle ei ole sen jälkeen tehty uudelleenpäällystyksiä. Päällysteen ikä oli 17-vuotta vanha. Kyseinen alueosa kuuluu K1-hoitoluokkaan.

Inventoinnin lähtötietona käytettiin viimeisintä päällystevauriokartoitusta, joka oli suoritettu kesällä 2020. Mittausmenetelminä käytettiin myös Vaisalan RoadAI-konenäkösovellusta sekä Rambollin tärinämittaukseen perustuvaa Vibe-sovellusta. Korjaustarpeen määräksi oli arvioitu koko alueosuudelta noin 904 metriä, joten voidaan todeta, että korjaustarpeessa olevaa päällystettä oli inventoidulla osuudella noin 25 %.

Yhteenvetona voidaan todeta, että koko osuus oli yleisesti ottaen melko hyvässä kunnossa. Inventoidun osuuden keskiosalla sijaitsi noin 400 metrin pituinen osuus, joka oli selkeästi muuta väylää huonommassa kunnossa. Tuloksien ja maastokäynnin pohjalta voidaan todeta, että päällysteen kunto vaihteli aika paljon alueosan sisällä. Tyypillisimmät vauriotyypit olivat kohtalaiset pituus- ja poikkihalkeamat sekä päällysteen hetkelliset epätasaisuudet. RoadAI-konenäkösovellus analysoi osuuden keskiarvoisesti kuntotasolle 3–4. Työn liitteessä 4 on esitetty havainnekuvin RoadAI-konenäkösovelluksen käyttöliittymästä saatua väylän nykytila-analyysiä. Mittausmenetelmänä käytettiin myös Vibe-sovellusta, joka mittasi ajon aikana tapahtuvaa tärinää. Mittausdatan analysointi muodostui hankalaksi, koska vastaavia mittauksia ei ole juurikaan tehty. Saadun mittausdatan perusteella voidaan kuitenkin todeta, että mittaukset olivat onnistuneet. Vibe-sovellus tunnisti selkeästi vakavat vauriokohdat, jolloin datassa ilmeni selkeä muutos. Liitteessä 4 on myös esitelty yksityiskohtaisemmin Vibe-sovelluksesta saatuja tuloksia.

Kuva 44. Kuvia maastokäynniltä 22.09.2021, Orimattila.



11.2.5 Kirkkonummi (tiennumero: 70110)

Kuva 45. Inventoidun osuuden ominaisuustietoja (karttapohja: Väyläviraston karttapalvelu).

Kirkkonummi	2,7 km 8 min	
Tiennumero ja (alueosa):	70110 (131)	
Rakennettu vuonna:	1989	
Päällysteen ikä:	22 vuotta	
Väylän kuntoluokka:	K1	
Viimeisin tehty toimenpide/korjaus:	2000	
Viimeisin tehty päällystevauriokartoitus (PVK):	2019	
Käytetyt mittausmenetelmät:	PVK (lähtötieto) ja RoadAI	

Inventoidun pyörätien pituus oli noin 2,7 kilometriä. Tarkasteltu alueosuus kulkee Turuntien (110) pohjoispuolella Veikkolan keskustan läpi. Väylä on rakennettu vuonna 1989. Kyseinen alueosuus on uudelleenpäällystetty vuonna 2000. Päällysteen ikä oli 22-vuotta vanha. Alueosuus kuuluu K1-hoitoluokkaan.

Inventoinnin lähtötietona käytettiin viimeisintä päällystevauriokartoitusta, joka oli suoritettu kesällä 2020. Pyörätie inventointiin myös Vaisalán RoadAI-konenäkösovelluksella. Inventoidulle osuudelle oli suoritettu viimeisin päällystevauriokartoitus kesällä 2020. Korjaustarpeen määräksi oli arvioitu koko alueosuudella noin 313 metriä, joten voidaan todeta, että korjaustarpeessa olevaa päällystettä oli inventoidulla osuudella noin 11,5 %.

Yhteenvetona voidaan todeta, että osuus oli kokonaisuudessaan melko hyvässä kunnossa. Osuudella ei ollut toistuvia päällystevaurioita vaan vauriot esiintyivät enimmäkseen ryppäissä, jolloin merkittäviä päällystevaurioita esiintyi lyhyen matkan sisällä useampia. RoadAI-konenäkösovellus analysoi osuuden keskiarvoisesti kuntotasolle 3–5. Merkittävät vauriosumat oli kuitenkin helposti todettavissa myös RoadAI-konenäkösovelluksesta. Merkittävimpiä vauriotyyppejä alueosuudella olivat kohtalaiset- ja vakavat pituushalkeamat sekä muutamat verkkohalkeamat. Työn liitteessä 5 on esitetty havainnekuvoin RoadAI-konenäkösovelluksen käyttöliittymästä saatua väylän nykytila-analyysiä.


Kuva 46. Kuvia maastokäynniltä 11.08.2021, Veikkola.



11.2.6 Sipoo (tiennumero: 81697)

Kuva 47. Inventoidun osuuden ominaisuustietoja (Karttapohja: Väyläviraston karttapalvelu).

Sipoo	1,9 km 7 min
Tiennumero ja (alueosa):	81697 (121)
Rakennettu vuonna:	1995
Päällysteen ikä:	26 vuotta
Väylän kuntoluokka:	K1
Viimeisin tehty toimenpide/korjaus:	-
Viimeisin tehty päällystevauriokartoitus (PVK):	2019
Käytetyt mittausmenetelmät:	PVK (lähtötieto) ja RoadAI



Inventoidun pyörätien pituus oli noin 3,0 kilometriä. Tarkasteltu alueosuus kulkee Martinkyläntien eteläpuolella Keravan itäpuolella. Väylä on rakennettu vuonna 1995. Kyseiselle alueosuudelle ei ole tehty tämän jälkeen uudelleenpäällystystä. Päällysteen ikä oli 26- vuotta vanha. Kyseinen alueosuus kuuluu K1-hoitoluokkaan.

Inventoinnin lähtötietona käytettiin viimeisintä päällystevauriokartoitusta, joka oli suoritettu kesällä 2019. Pyörätie inventointiin myös Vaisalan RoadAI-konenäkösovelluksella Korjaustarpeen määräksi oli arvioitu koko alueosuudella noin 772 metriä, joten voidaan todeta, että korjaustarpeessa olevaa päällystettä oli inventoidulla osuudella noin 40,5 %.

Yhteenvetona voidaan kuitenkin todeta, että osuus oli päällysteen ikään nähden melko hyvässä kunnossa. Tyypillisimmät päällystevauriot olivat kohtalaiset poikkihalkemat, joita esiintyi alueosuudella hyvin säännöllisin väliajoin. Poikkihalkeamat olivat sen verran syviä, että ne vaikuttivat jo selkeästi ajomukavuuteen. RoadAI-konenäkösovellus analysoi osuuden keskiarvoisesti kuntotasolle 3–5. Merkittävimmät vauriosumat olivat sovelluksesta myös helposti todennettavissa, joka tukee myös silmämääräisiä havaintoja väylän kunnosta. Työn liitteessä 6 on esitetty havainnekuvin RoadAI-konenäkösovelluksen käyttöliittymästä saatua väylän nykytila-analyysiä.


Kuva 48. Kuvia maastokäynniltä 24.06.2021, Sipoo.



11.2.7 Loviisa (tiennumero: 70170)

Kuva 49. Inventoidun osuuden ominaisuustietoja (Karttapohja: Väyläviraston karttapalvelu).

Loviisa		6,3 km 18 min
Tiennumero ja (alueosa):	70170 (143)	
Rakennettu vuonna:	1990	
Päällysteen ikä:	32 vuotta	
Väylän kuntoluokka:	K2	
Viimeisin tehty toimenpide/korjaus:	-	
Viimeisin tehty päällystevauriokartoitus (PVK):	2019	
Käytetyt mittausmenetelmät:	PVK (lähtötieto), RoadAI ja Vibe	



Inventoidun pyörätien pituus oli noin 6,3 kilometriä. Tarkasteltu alueosuus kulkee Loviisiantien (170) eteläpuolella Loviisan keskustan länsipuolella. Väylä on rakennettu vuonna 1990. Kyseiselle alueosuudelle ei ole tehty tämän jälkeen uudelleenpäällystystä. Päällysteen ikä 32-vuotta vanha. Kyseinen alueosuus oli ainoa inventoitavista pyöräteistä, joka kuuluu K2-hoitoluokkaan.

Inventoinnin lähtötietona käytettiin viimeisintä päällystevauriokartoitusta, joka oli suoritettu kesällä 2020. Mittausmenetelminä käytettiin myös Vaisalán RoadAI-konenäkösovellusta ja Rambollin tärinämittaukseen perustuvaa Vibe-sovellusta. Korjaustarpeen määräksi oli arvioitu koko alueosuudella noin 3,4 kilometriä, joten voidaan todeta, että korjaustarpeessa olevaa päällystettä oli inventoidulla osuudella noin 53 %.

Yhteenvetona voidaan todeta, että osuus oli kokonaisuudessaan huonossa kunnossa. Huomioitavaa on se, että päällysteen ikä oli inventoinnin aikana jo 31 vuotta vanha, joka ilmeni myös selkeästi päällystevaurioiden laajuudessa. Inventoitavalla osuudella esiintyi useita erilaisia päällystevaurioita. Vaurioiden lisäksi alueosuudella ilmeni pinnan epätasaisuutta sekä havaittavissa oli selkeästi myös asfaltin päällysteen harvenemista. Inventoidulle osuudelle oli tehty vuosien saatossa päällysteen paikkauksia, jotka olivat jo lähteneet selkeästi uudelleen purkautumaan. Mitä kauemmas Loviisan keskustasta mentiin, niin lähtökohtaisesti sitä huonommaksi väylän kunto muuttui. RoadAI-konenäkösovellus analysoi osuuden kuitenkin keskiarvoisesti kuntotasolle 3–2. Työn liitteessä 7 on esitetty havainnekuvin RoadAI-konenäkösovelluksen käyttöliittymästä saatua väylän nykytila-analyysiä. Mittausmenetelmänä käytettiin myös Vibe-sovellusta, joka mittasi ajon aikana tapahtuvaa tärinää. Mitattu tärinä ja sen vaihtelu oli voimakkaampaa Loviisassa, kun mittausdataa verrataan esimerkiksi Orimattilassa ajettuun osuuteen. Tärinän vaikutus ajomukavuuteen oli myös selkeästi havaittavissa myös inventoinnin aikana, joten mittauksien tulokset tukevat myös inventoinnin aikana koettuja havaintoja. Liitteessä 7 on esitelty myös yksityiskohtaisemmin Vibe-sovelluksesta saatuja tuloksia.

Kuva 50. Kuvia maastokäynniltä 22.09.2021, Loviisa.



12 Työn tulokset ja johtopäätökset

12.1 Yleiset suositukset

Korjausvelkaa voidaan parhaiten kuroa kiinni rakentamalla uusia väyliä kestävämpään paremmin aikaa sekä osoittamalla merkittävä määrärahan tason nosto nykyisten pyöräteiden asfaltointeihin ja muihin korjauksiin vuosittain. Riittävä rakentamistapa, joka kestää nykyisen 20-40 vuoden kierron rikkoutumatta tulee selvittää ja ohjeistaa tienpitäjää sitovasti. Näin korjausvelan määrää saadaan tulevaisuudessa vähennettyä. Vakiintunut käytäntö rahanjaosta helpottaisi myös väylän ylläpidon suunnittelua ja ohjausta. Investointirahoja tulisi myös lisätä nykyisestä tasosta, jolloin lisämäärärahat voitaisiin kohdentaa esimerkiksi pyöräteiden laatuasioiden kehittämiseen. Laatuasioiden kehittämällä voidaan tarkoittaa muun muassa sitä, että pyöräteiden ylläpitotoimenpiteitä pyritään kehittämään. Väylien ylläpitotoimenpiteiden paremmalla ohjauksella ja suunnittelulla voidaan vaikuttaa väylien elinkaareen ja sitä myötä myös suoraan tulevaisuuden korjausvelan määrään. Laatuvaatimuksien kehittämällä pyritään osaltaan myös vastaamaan pyöräliikenteen tulevaisuuden edistämistoimenpiteisiin sekä valmistautumaan siihen, että pyöräliikenne on tulevaisuudessa merkittävä strateginen kulkumuoto.

12.2 Suositukset pyöräteiden kunnossapidon kehittämiseksi

12.2.1 Väylien ylläpito

Tällä hetkellä hoitoluokitusten laatuvaatimukset kohdentuvat talvihoidon tarpeisiin, joka jättää tietynlaisen aukon siihen mitä ylläpidon laatuvaatimuksia vaaditaan ja noudatetaan muina vuodenaikoina. Tällä hetkellä väylien kuntotaso tarkkaillaan määritetyn korjaustarpeen avulla. Kohteita tutkitaan asiantuntija-arviolla ja toimenpiteitä keskitetään ensisijaisesti vilkkaimmille väylille.

Väylän ylläpidon tueksi olisi kehitettävä toimivat laatukriteerit tai jonkinlainen laatumittaristo, jonka avulla väylän ylläpidon suunnittelua voitaisiin seurata, kehittää ja suunnitella pidemmällä aikavälillä. Työssä tehdyt maastokäynnit todistivat sen, että väylän päällysteen kuntotaso ei ole suoraan verrannollinen päällysteen ikään nähden. Päällysteen ikää ei voida pitää ainoana mittarina, kun tarkastellaan väylän kuntotasoa. Oleellista on myös määritellä, mitä tarkoittavat laatukriteerit, kun huomioidaan pyöräliikenteen edistämistavoitteet 2020-luvulla. Mittariston tai laatukriteeristön tulisi antaa vastauksia siitä mitä tarkoitetaan, kun väylän kunto on hyvä, välttävä, heikko tai vaarallinen.

12.2.2 Väylien hoitoluokitukset

Väylien hoitoluokitusten määrät sekä niitä ohjaavat laatuvaatimukset vaihtelevat hyvin aluekohtaisesti. Koko valtakunnan kattavaa yhtenäistä väylien hoitoluokitusta ei ole mahdollista saavuttaa, koska toimintaympäristöt ovat hyvin vaihtelevia. Tällä hetkellä maantieverkolla käytössä olevat kolme eri hoitotasoluokitusta riittävät hyvin. Sen sijaan hoitoluokitusten ohjaavia laatuvaatimuksia pitäisi terävöittää sekä yhtenäistää. Kriteerejä katsotaan hyvin pitkälti tapauskohtaisesti, joka voi johtaa myös siihen, että kunnan hoitomenetelmiä pyritään ostamaan myös maantieverkolle. Pyöräliikenteen määrän kasvu aiheuttaa erityisesti painetta kehittää L-hoitoluokan laatuvaatimuksia. K1 ja K2-luokan laatuvaatimuksia oli myös hyvä tarkastella uudestaan.

12.3 Suositukset mittausmenetelmien päivittämiseksi

Väylän kunnan arvioinnissa sekä siihen perustuvissa väylän kunnan mittauksissa tulisi huomioida uudet potentiaaliset mittausmenetelmät. Uusilla mittausmenetelmillä viitataan esimerkiksi konenäköön perustuviin tiedonkeruumenetelmiin, jossa mittaustoimenpide on automatisoitu. Väylän kuntotasosta voidaan saada kerättyä entistä tarkempaa tietoa, joka auttaa erityisesti väylän ylläpidon suunnittelussa ja ohjauksessa. Tällä hetkellä konenäköön perustuvia mittausmenetelmiä ei ole ollut juurikaan käytössä maantieverkolla, koska lähtökohtaisesti ei ole ollut tarvetta mitata pyöräteiden kuntotasoa niin laadukkaasti. Mittausajoneuvon koko on myös nähty liian suureksi, kun mietitään asiaa

liikenneturvallisuuden näkökulmasta. Konenäköön perustuvia mittausmenetelmiä on toki ollut käytössä, mutta lähtökohtaisesti niillä on mitattu vain ajoratojen kuntoa tieverkolla.

Suositus olisi se, että uusia mittausmenetelmiä pyrittäisiin tuomaan tietoisuuteen konkreettisten pilotointien avulla myös pyöräteille. Konkreettisten pilotointien avulla saataisiin arvokasta tietoa uusien mittausmenetelmien eduista, haitoista ja mahdollisista mittausajan riskitekijöistä. Itse mittaustavan tulisi olla turvallinen väylän liikenneympäristö huomioon ottaen. Mittausmenetelmän avulla tulisi saada kaikki tarvittava tieto vaivattomasti ja luotettavasti. Kartoitustyöt ovat yleensä suuritöisiä, joten menetelmän tulisi olla mahdollisimman suoraviivainen. Tärkeintä uusien mittausmenetelmien kohdalla on se, että mitattuun tietoon voidaan luottaa ja sitä voidaan tarvittaessa vertailla. Mittauksien avulla tulisi myös saada kaikki tarvittava tieto helposti ja vaivattomasti. Mittausmenetelmien laajempi käyttöönotto vaatisi myös erilaisten standardien käyttöönottoa. Standardit voisivat asettaa mittausajankohdalle tai tekniikalle tietynlaisia vaatimuksia. Näitä voisivat olla esimerkiksi mittauksiin käytettävä kalusto tai mittauksen aikana vallitseva sääolosuhde. Tavoitteena olisi se, että tulevaisuudessa pyrittäisiin minimoimaan virhemarginaalia, jotka johtuvat esimerkiksi mittaajan inhimillisyydestä. Tämä voi olla haastavaa, koska tällä hetkellä mittausmenetelmät perustuvat hyvin pitkälti mittaajan arviokykyyn ja asiantuntemukseen. Uuden mittausmenetelmän käyttöön ei voida tukeutua vain aluekohtaisesti vaan mittausmenetelmä sekä sen standardit tulisivat olla käytössä laajemmalla alueella. Tämä mahdollistaisi aineistojen vertailun sekä ylläpidon suunnittelun ja ohjauksen pidemmällä aikavälillä.

12.3.1 RoadAI-konenäkösovellus

RoadAI-konenäkösovellus soveltuisi hyvin kuntotason mittausmenetelmäksi myös pyöräteiden kohdalla. Konenäköön perustuva tekniikka ei olisi enää riippuvainen mittaajan asiantuntemuksesta, vaan mittauksia voitaisiin tehdä myös muun henkilökunnan toimesta automatisoidummin. Sovelluspohjaiseen tekniikkaan perustuva mittausmenetelmä mahdollistaa mittauksien toteuttamisen pyörällä, jolloin mittaamisen ei tarvittaisi mittausajoneuvoja. Näin mittaaja asettuu niin sanotusti käyttäjän asemaan ja voi

mittaamisen aikana tehdä muita havaintoja pyöräliikenteen näkökulmasta. RoadAI-konenäkösovellus tuottaa todella paljon tietoa väylän kuntosilasta. Tämä tarkoittaa sitä, että tarvittavan tiedon suodatus ja käsittely sekä siihen varattavat resurssit ovat kriittisen tärkeitä. RoadAI-sovelluksesta saadaan myös sivutuotteena arvokasta video- ja kuvamateriaalia. Tämän avulla tarkastelua voidaan tehdä myös jälkikäteen tai sitten kuva-aineistoa voidaan verrata viime vuosiin. Internetpohjainen käyttöliittymä auttaa myös siihen, että tieto on yhdessä paikassa ja se on kaikkien sitä tarvitsevien käytössä.

RoadAI-sovellus mahdollistaa sen, että väylien kuntokartoituksia voidaan tehdä helpommin, useammin ja kustannustehokkaammin. Tämä luo mahdollisuuksia ylläpitourakoiden suunnitellulle ja ohjaukselle. Tärkeää olisi pyrkiä tunnistamaan vauriota siinä vaiheessa, kun niiden toimenpidekustannukset olisivat vielä pienempiä. RoadAI-sovelluksen avulla vaurioita voidaan tarkastella niiden vakavuusasteiden pohjalta. Vakavien vaurioiden välilliset vaikutukset ja kustannukset voivat olla moninkertaisia eikä niitä pitäisi päästä syntymään. Ajantasaisella seurannalla vaurioiden vakavuusasteiden kehitystä voidaan jollain tasolla ennustaa. Tämä antaa mahdollisuuksia siihen, että vakavien vaurioiden syntyä voidaan estää toteuttamalla toimenpiteitä etupainotteisesti, jolloin säästöä tulee myös kustannuksissa.

RoadAI-konenäkösovelluksen laajempi käyttöönotto vaatisi selkeitä uusia standardeja, jotka liittyisivät muun muassa mittauksen periaatteisiin. Toistaiseksi konenäkötekniikkaa ei ole hyödynnetty pyöräteiden kuntomittauksissa, jonka takia tekniikan käyttöönotto vaatisi myös kehitystyötä. Pilotointien avulla voidaan löytää esimerkiksi ratkaisuja pyöräteiden erilaisten vaurioiden tunnistamiseen.

12.3.2 Waywize VIBE-sovellus

Mittausmenetelmänä VIBE-sovellus on hyvin ainutlaatuinen, koska sen avulla päästään selkeästi lähemmäs käyttäjäkokemusta. Tämänkaltaista tietoa ei saada irti muista tämänhetkisistä mittausmenetelmistä. Väylän ajettavuus ja sitä myötä muodostuva ajokokemus on hyvin tärkeitä tekijöitä myös väylän ylläpidon näkökulmasta. VIBE-sovelluksen laajempi käyttöönotto mittausmenetelmänä vaatisi sovelluksen joukkoistamisen. Joukkoistaminen tarkoittaisi konkreettisesti sitä, että sovellus

asennettaisiin esimerkiksi kaupunkipyöriin. Näin menetelmän avulla väylien kuntotasoista saataisiin parhaimmillaan muodostettua reaaliaikaista tilannetietoa.

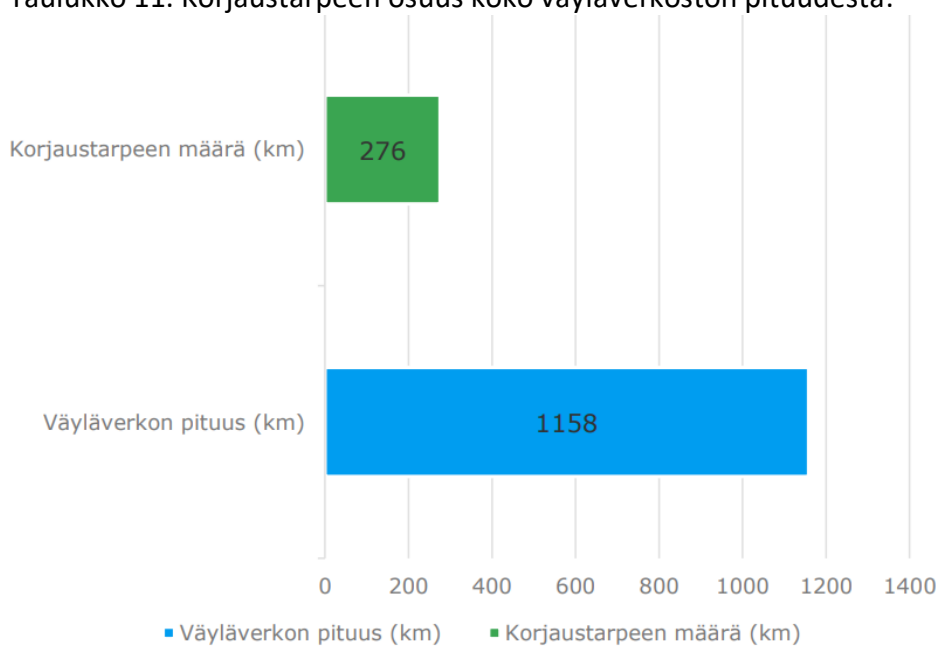
Tärinämittaus menetelmänä on hyvin herkkä siitä, miten itse mittaustapahtuma toteutetaan. Standardit voisivat liittyä esimerkiksi mittausajoneuvoon tai mittausajankohtaan liittyen. Tekniikkaa käytettäessä sääolosuhteet tulisi olla lähes optimaaliset. Työn aikana tehdyt inventoinnit antoivat myös vahvistusta tälle asialle. Menetelmän laajempi käyttöönotto vaatisi myös selkeitä standardeja, jotka liittyisivät mittauksen periaatteisiin. Muun muassa pyörän renkaiden paine tai sääolosuhteet voivat tehdä merkittäviä eroja mittauksien välille. Tällä hetkellä tekniikkaa ei ole juurikaan testattu pyöräteiden kohdalla, joten haasteena on aineistojen tulkinta ja niiden keskinäinen vertailu. VIBE-sovelluksen avulla pyritäänkin analysoimaan enemmänkin vaurioiden vaikutusta ja vakavuutta eikä vaurioiden laajuutta. Tämä ilmenee siinä, että konkreettista mittaustietoa saadaan vain siitä kohdasta mistä pyörällä ajetaan. Mittausmäärien kasvaessa on toki mahdollista saada tärinätietoa väylältä myös useammasta kohdasta.

12.4 Karkea arvio pyöräteiden kunnosta Uudenmaan ELY-keskuksen alueella

Ylläpidon hallintajärjestelmässä olevien väylien ominaisuustietojen avulla voidaan tehdä karkeaa arviota pyöräteiden väyläverkoston pituudesta sekä korjaustarpeen laajuudesta. Tässä työssä käytetyt väyläkohtaiset ominaisuustiedot ovat vuodelta 2021. Pyöräteiden nykytilasta saadaan muodostettua käsitystä suhteuttamalla korjaustarpeen määrää koko tieosuuden pituuteen. Korjaustarve tarkoittaa sitä, että kuinka monta metriä tietyllä väylällä on todettu olevan korjaustarpeessa olevaa osuutta. Korjaustarve itsessään ei ota kantaa vaurion vakavuuteen tai laajuuteen. Korjaustarpeen määrä ei kerro sitä onko väylällä 10 % tai 50 % huonokuntoista osuutta, vaan väylällä on todettu jokin vaurio, joka täyttää korjaustarpeen merkitsemiseen vaadittavat raja-arvot. Korjaustarpeen määritelmää ei kuitenkaan pidä väheksyä, koska pienikin vaurio voi olla liikenneturvallisuuden kannalta vaarallinen.

Pyörätieverkon kokonaispituus on Uudenmaan ELY-keskuksen alueella lähes 1160 kilometriä. Korjaustarpeen määrä on tästä lähes 276 kilometriä. Eli voidaan arvioida, että noin neljäsosa koko väyläverkosta korjaustarpeen alaista väylää. K1-hoitoluokkaan kuuluvaa väyläosuutta on noin 1000 kilometriä ja K2-hoitoluokkaan kuuluvaa väyläosuutta noin 135 kilometriä. Laatuluokkaan L kuuluvaa väyläosuutta on tällä hetkellä 3,2 kilometriä. Aineistossa oli myös noin 13 kilometriä väyläverkostoa, jolle ei ollut määritelty hoitoluokkaa.

Taulukko 11. Korjaustarpeen osuus koko väyläverkoston pituudesta.



12.5 Karkea arvio tulevien vuosien korjaustarpeesta ja korjausvelan määrästä

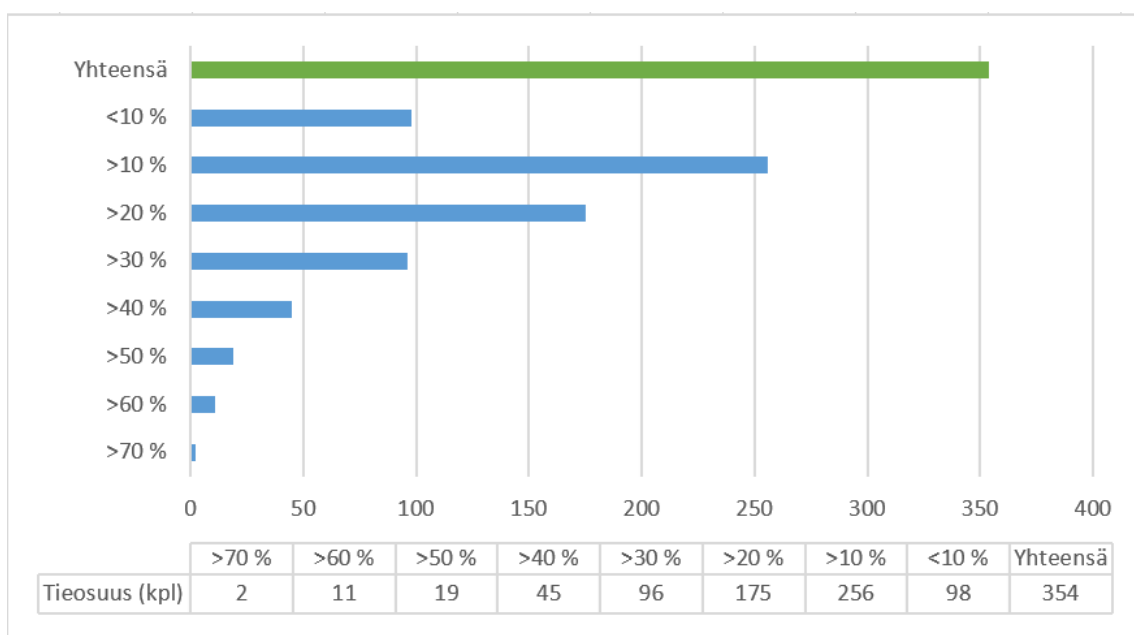
Laskelmien avulla on myös mahdollista arvioida korjaustarpeen prosentuaalista osuutta tietyn tieosuuden pituudesta. Voidaan esimerkiksi selvittää tieto siitä, että kuinka monella tieosuudella korjaustarpeen määrä ylittää 50 % tai vastaavasti 20 % koko tieosuuden pituudesta. Tämän avulla saadaan osviittaa siitä, kuinka monella tieosuudella korjaustarpeen määrä on suuri verrattuna tieosuuden pituuteen. Tämä on hyödyllinen tieto, kun mietitään tulevaisuuden uudelleenpäällystettäviä kohteita.

Pyöräteillä on oma tienumero ja tienumeroita on Uudenmaan ELY-keskuksen alueella noin 354 kappaletta. Tieosuuksien pituudet ovat hyvin vaihtelevia ja osuuksien pituudet voivat vaihdella muutamista sadoista metreistä kymmenien kilometrien pituisiin osuuksiin.

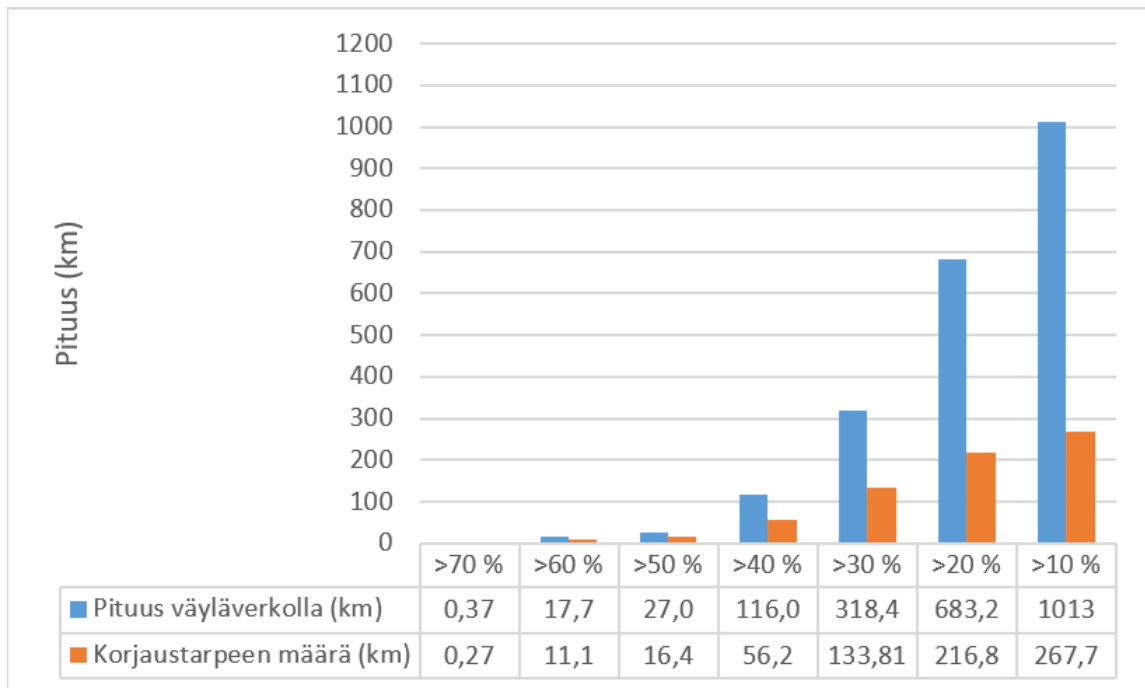
Taulukossa 12 on esitetty prosentuaalisesti korjaustarpeen osuutta suhteutettuna tieosuuden pituuteen. Taulukosta voidaan todeta, että valtaosassa tieosuuksista on noin 10 – 20 % päällystettä, joka täyttää korjaustarpeen kriteerit. Useammalla tieosuudella on myös paljon huonokuntoista osuutta, jolloin korjaustarpeen alainen osuus on jopa 40 – 50 % koko tieosuuden pituudesta. Tieosuuksien pituudet ovat hyvin vaihtelevia, joten korjaustarpeen alaisen osuuden pituuksista saadaan luotua arviota laskemalla yhteen tieosuuksien pituuksia. Korjaustarpeen yhteenlaskettu pituus väyläverkolla on esitetty taulukossa 13.

Korjausvelan karkeaa rahamäärällistä arviota voidaan arvioida, kun uudelleenpäällystyksele määritetään esimerkinomainen kustannustaso. Pyöräteiden päällystykset riippuvat monesta eri tekijästä, kuten esimerkiksi väylän leveydestä ja siitä joudutaanko korjauksen yhteydessä tekemään rakenteellisia hoitotoimenpiteitä. Tässä työssä uudelleenpäällystykseen kustannusarviona käytettiin 30 000 €/km. Oletustasona oli, että väylän leveys on noin kolme metriä. Mikäli kaikki yli 50 % korjaustarvetta sisältävät tieosuudet uudelleen päällystettäisiin niin uudelleenpäällystykseen kustannusarvio olisi noin 500 000 €. Yli 40 % korjaustarvetta sisältävien tieosuuksien uudelleenpäällystykseen kustannusarvio olisi taas noin 3 500 000 €. Mikäli koko korjaustarpeen alainen päällyste korjattaisiin koko väyläverkolta niin kustannusarvio olisi 82 800 000 €.

Taulukko 12. Korjaustarpeen prosentuaalinen määrä suhteutettuna tieosuuden pituuteen.



Taulukko 13. Korjaustarpeen määrä verrattuna tieosuuden pituuteen.



13 Yhteenveto ja jatkotoimenpiteet

Suurin kysymys on se, että miten mittausmenetelmiä ja hoitoluokituksia voidaan kehittää nykyisten toimintatapojen ja rahanjakoperiaatteen vallitessa. Toiminnan suunnittelun näkökulmasta vakiintunut ja riittävä määräraha on tärkeää, jotta korjausvelkakierre saadaan kääntymään. Nykyinen korjausvelka on pyörätieverkon osalta tiedossa. Mikäli laatuvaatimuksia nostetaan tulevaisuudessa linjaan kestävä kehityksen tavoitteiden kanssa, korjausvelka kasvaa entisestään. Jo nykyisin on tiedossa, että määrärahat ovat riittämättömät. Erilliset lisäpanostukset ovat tervetulleita, mutta ilman vakiintunutta rahoitusta kunnostusten suunnittelu on haastavaa eikä korjausvelan kuolettamiselle ole kokonaissuunnitelmaa.

Uusia mittausmenetelmiä tulisi pyrkiä edistämään sekä kehittämään erilaisten pilotointien avulla. Menetelmän soveltuvuutta sen käyttötarkoitukseen pystytään arvioimaan pilotointien jälkeen. Väylävirasto on teettänyt viime vuosien aikana useita pilotointeja konenäköön perustuviin tekniikoihin, joten digitalisaatio on nousussa ja sille on kannatusta.

Uusien menetelmien käyttöönotolle ei ole asetuksellisia esteitä, mutta rahoituksen löytyminen on suurin haaste.

Pyöräteiden kuntomittauksiin olisi myös tarpeellista toteuttaa vakiintunut rahoitus, jonka avulla mittausmenetelmiä pyrittäisiin kehittämään. Kuntomittauksia voitaisiin toteuttaa useammin, koska uudet menetelmät ovat toteutettavissa helpommin ja kustannustehokkaasti. Kuntomittauksia olisi mahdollista toteuttaa niille osuuksille painotetummin, joilla korjaustarpeen määrä olisi kasvussa. Myös vilkkaimpien väylien tarkasteluherkkyys voisi olla korkeampi. Tieto siitä milloin korjataan ja missä laajuudessa on myös elintärkeää budjettinäkökulmasta. Näin pysytään ajan tasalla pyöräteiden ylläpidontarpeesta myös pidemmällä aikavälillä.

Valtion asettamien kestävä liikunnan tavoitteiden saavuttaminen edellyttää investointien lisäksi myös panostuksia nykyisen pyöräliikenneverkon ylläpidolle. Lähtökohta on se, että uudet pyörätiet tulisi rakentaa kestävämpään parempaan aikaan. Tämä tarkoittaa sitä, että väylien tulisi kestää paremmin eri sääolosuhteiden muutoksia ja ilmiöitä sekä kulutusta. Nykyisen pyöräliikenneverkon kohdalla päällystyskierron pituutta tulisi tarpeen mukaan lyhentää, jotta pyöräliikenteen pääverkko voitaisiin pitää laatutasoltaan hyvässä kunnossa. Samaan aikaan myös muu väyläverkosto tulisi säilyä turvallisena ja miellyttävänä ajaa.

Systemaattisen rahoituksen puuttuminen heikentää pyöräliikenteenverkon tilaa, joka on ristiriidassa kestävä liikunnan tavoittelemien tavoitteiden kanssa. Jatkotoimenpiteenä tulisi arvioida uusien mittausmenetelmien jalkautumista, suunnittelukriteerien tarkistusta, resursseja ja rahoituksen riittävää tasoa tulisi arvioida tarkemmin, jotta edellä mainittuja toimenpiteitä voitaisiin esittää toteutettavaksi.

Lähteet

Ajoneuvolaki 82/2021. [Ajoneuvolaki 82/2021 - Ajantasainen lainsäädäntö - FINLEX®](#)

CROW. (n.d.). Design manual for bicycle roads.

Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus. (n.d.). Uudenmaan ELY-keskuksen strategia 2020-2023. [Uudenmaan ELY-keskuksen strategia 2020-2023](#)

Helsingin kaupunki. (2014). *Pyöräilyn edistämishjelma [kuva]*. Haettu 1.6.2022 osoitteesta [los_2014-4.pdf \(hel.fi\)](#)

Liikenneturva. (n.d.). Tutkimukset. Pyöräilijöiden henkilövahingot tieliikenteessä. Haettu 17.5.2022 osoitteesta [Pyöräilijöiden henkilövahingot liikenteessä - Liikenneturva](#)

Liikenneturva. (n.d.). *Tutkimukset [taulukot]*. Pyöräilijöiden henkilövahingot tieliikenteessä. Haettu 17.5.2022 osoitteesta [Pyöräilijöiden henkilövahingot liikenteessä - Liikenneturva](#)

Liikenne- ja viestintäministeriö. (2012). Kilpailukykyä ja hyvinvointia vastuullisella liikenteellä. [Kilpailukykyä ja hyvinvointia vastuullisella liikenteellä.pdf \(valtioneuvosto.fi\)](#)

Liikenne- ja viestintäministeriö. (2018). Kävelyn ja pyöräilyn edistämishjelma. [\[nimiösivu\] \(valtioneuvosto.fi\)](#)

Liikennevirasto. (2013a). Jalankulku- ja pyöräilyväylien edulliset ratkaisut. [Microsoft Word - LTS 28-2013 Jalankulku- ja pyöräilyväylien edulliset ratkaisut 28.6.2013 \(doria.fi\)](#)

Liikennevirasto. (2013a). *Jalankulku- ja pyöräilyväylien edulliset ratkaisut [taulukot]*. [Microsoft Word - LTS 28-2013 Jalankulku- ja pyöräilyväylien edulliset ratkaisut 28.6.2013 \(doria.fi\)](#)

Liikennevirasto. (2013b). Perusväylänpito 2013-2017. [perusvaylanpito_2013-2017_08-2013_web.pdf](#)

Liikennevirasto. (2015). Pyöräilyanalyysi henkilöliikennetutkimuksen aineistosta. [Its_2015-32_pyorailyanalyysi_henkiloliikennetutkimuksen_web.pdf](#) (vayla.fi)

Liikennevirasto. (2017). Liikenneväylien korjausvelka 2017. [Microsoft Word - LTS 44-2017 Liikenneväylien korjausvelka_6.9.2017](#) (vayla.fi)

Liikennevirasto. (2017). *Liikenneväylien korjausvelka [kuvat]*. Haettu 1.6.2022 osoitteesta [Microsoft Word - LTS 44-2017 Liikenneväylien korjausvelka_6.9.2017](#) (vayla.fi)

Liikennevirasto. (2018). *Maanteiden talvihoito-Laatuvaatimukset [kuva]*. Haettu 1.6.2022 osoitteesta [lo_2018-33_maanteiden_talvihoito_web.pdf](#) (vayla.fi)

Mutanen, M. (2020). *RoadAI-konenäkösovelluksen soveltuminen pyöräilyväylien kunnossapidon työvälineeksi [opinnäytetyö, Hämeen ammattikorkeakoulu]*. [HAMK Opinnäytetyön asiakirjamalli](#) (theseus.fi)

Mutanen, M. (2020). *RoadAI-konenäkösovelluksen soveltuminen pyöräilyväylien kunnossapidon työvälineeksi [kuva]*. *Opinnäytetyö, Hämeen ammattikorkeakoulu*. Haettu 1.6.2022 osoitteesta [HAMK Opinnäytetyön asiakirjamalli](#) (theseus.fi)

Ramboll. (n.d.). Digital mobility lab – safety-vibe. Haettu 1.6.2022 osoitteesta [Vibe - Ramboll Group](#)

Ramboll. (n.d.). *Digital mobility lab – safety-vibe [kuva]*. Haettu 1.6.2022 osoitteesta [Vibe - Ramboll Group](#)

Tiehallinto. (2006). Hyvä väyläomaisuuden hallinta kevyen liikenteen väylillä. [Hyvä väyläomaisuuden hallinta kevyen liikenteen väylillä - PDF Ilmainen lataus \(docplayer.fi\)](#)

Tiehallinto. (2007). Käsikirja päällysteiden pinnan kunnon mittaamiseen. [Microsoft Word - Julkaisu K.sikirja p..llysteiden pinnan kunnon mittaamiseen. \(vayla.fi\)](#)

Vaismaa, K. (2014). *Aloittelijasta mestariksi. Pyöräilyn kasvuun vaikuttavat toimenpiteet eurooppalaisissa kaupungeissa [väitöskirja, Tampereen teknillinen yliopisto]*. [vaismaa.pdf \(tuni.fi\)](#)

Väylävirasto. (2019). Millaisella väyläverkolla liikut ja kuljetat vuonna 2020 – budjetti ja toimenpiteet. [Väylävirasto 1.1.2019 \(tieyhdistys.fi\)](#)

Väylävirasto. (2019). *Millaisella väyläverkolla liikut ja kuljetat vuonna 2020 – budjetti ja toimenpiteet [kuva]*. Haettu 1.6.2022 osoitteesta [Väylävirasto 1.1.2019 \(tieyhdistys.fi\)](#)

Väylävirasto. (2019). *Millaisella väyläverkolla liikut ja kuljetat vuonna 2020 – budjetti ja toimenpiteet [taulukot]*. Haettu 1.6.2022 osoitteesta [Väylävirasto 1.1.2019 \(tieyhdistys.fi\)](#)

Väylävirasto. (2020a). Pyöräiliikenteen suunnittelu. [Pyöräiliikenteen suunnittelu \(vayla.fi\)](#)

Väylävirasto. (2020a) *Pyöräiliikenteen suunnittelu [kuvat]*. Haettu 1.6.2022 osoitteesta [Pyöräiliikenteen suunnittelu \(vayla.fi\)](#)

Väylävirasto. (2020a). *Pyöräiliikenteen suunnittelu [taulukko]*. Haettu 1.6.2022 osoitteesta [Pyöräiliikenteen suunnittelu \(vayla.fi\)](#)

Väylävirasto. (2020b). Kävely- ja pyöräilyväylien hoito. Menetelmätieto. [vo 2020-02 kavely pyorailyvaylien web.pdf \(vayla.fi\)](#)

Väylävirasto. (2020b). *Kävely- ja pyöräilyväylien hoito [kuvat]*. Menetelmätieto. Haettu 1.6.2022 osoitteesta. [vo 2020-02 kavely pyorailyvaylien web.pdf \(vayla.fi\)](#)

Väylävirasto. (2020c). Päälysteen paikkausurakan kehittäminen konenäköä hyödyntäen. Pirkanmaan ELY-keskuksen paikkausurakan kehittämisen konenäköpilotti. Päälysteen paikkausurakan kehittäminen konenäköä hyödyntäen (doria.fi)

Väylävirasto. (2020c). *Päälysteen paikkausurakan kehittäminen konenäköä hyödyntäen [kuvat]*. Pirkanmaan ELY-keskuksen paikkausurakan kehittämisen konenäköpilotti. Haettu 1.6.2022 osoitteesta Päälysteen paikkausurakan kehittäminen konenäköä hyödyntäen (doria.fi)

Väylävirasto. (n.d.). Valtion tieverkko. Haettu 1.6.2022 osoitteesta Valtion tieverkko - Väylävirasto (vayla.fi)

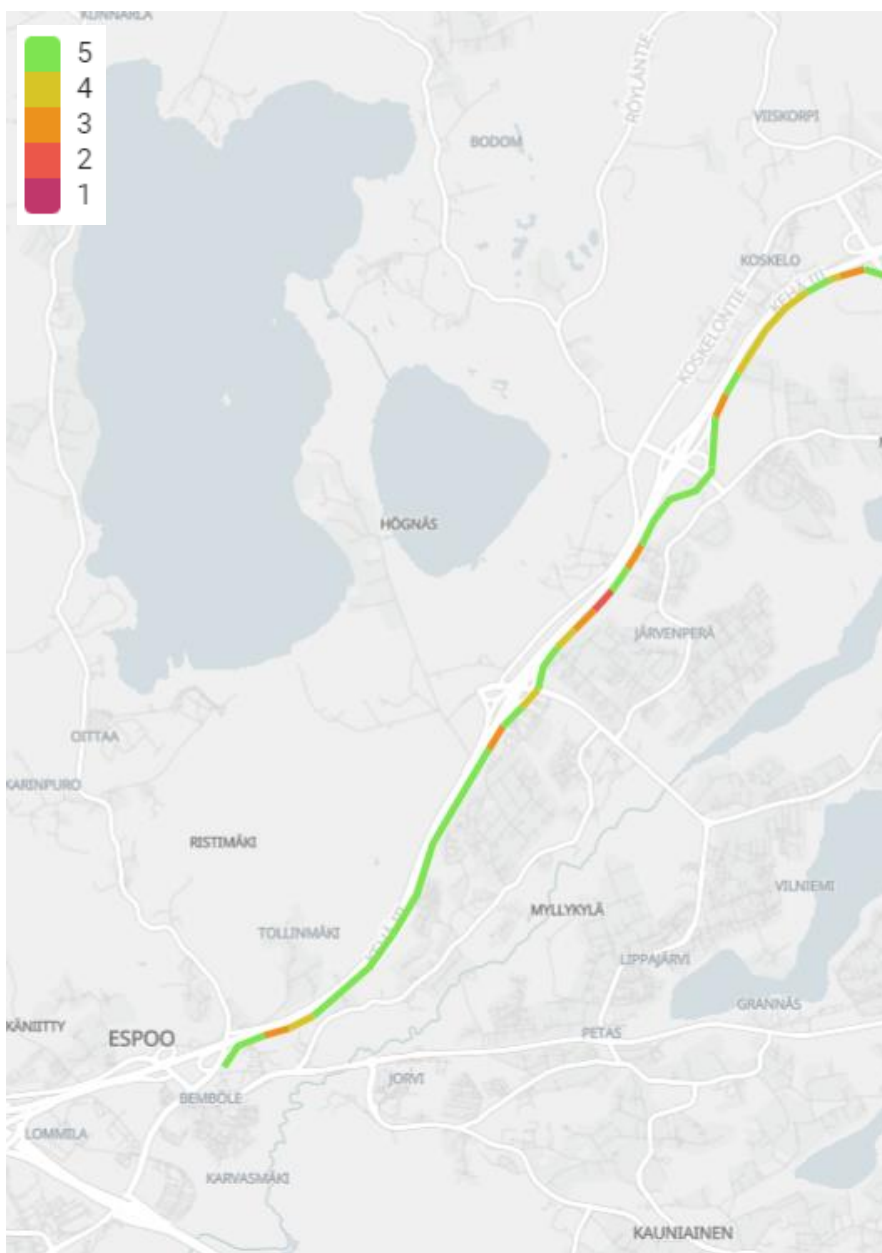
Väylävirasto. (n.d.). *Karttapalvelu [kuvat]*. Haettu 1.6.2022 osoitteesta Väylävirasto (vayla.fi)

Väylävirasto. (2021). Päälystettyjen teiden korjauksen toimintalinjat. Päälystettyjen teiden korjauksen toimintalinjat (vayla.fi)

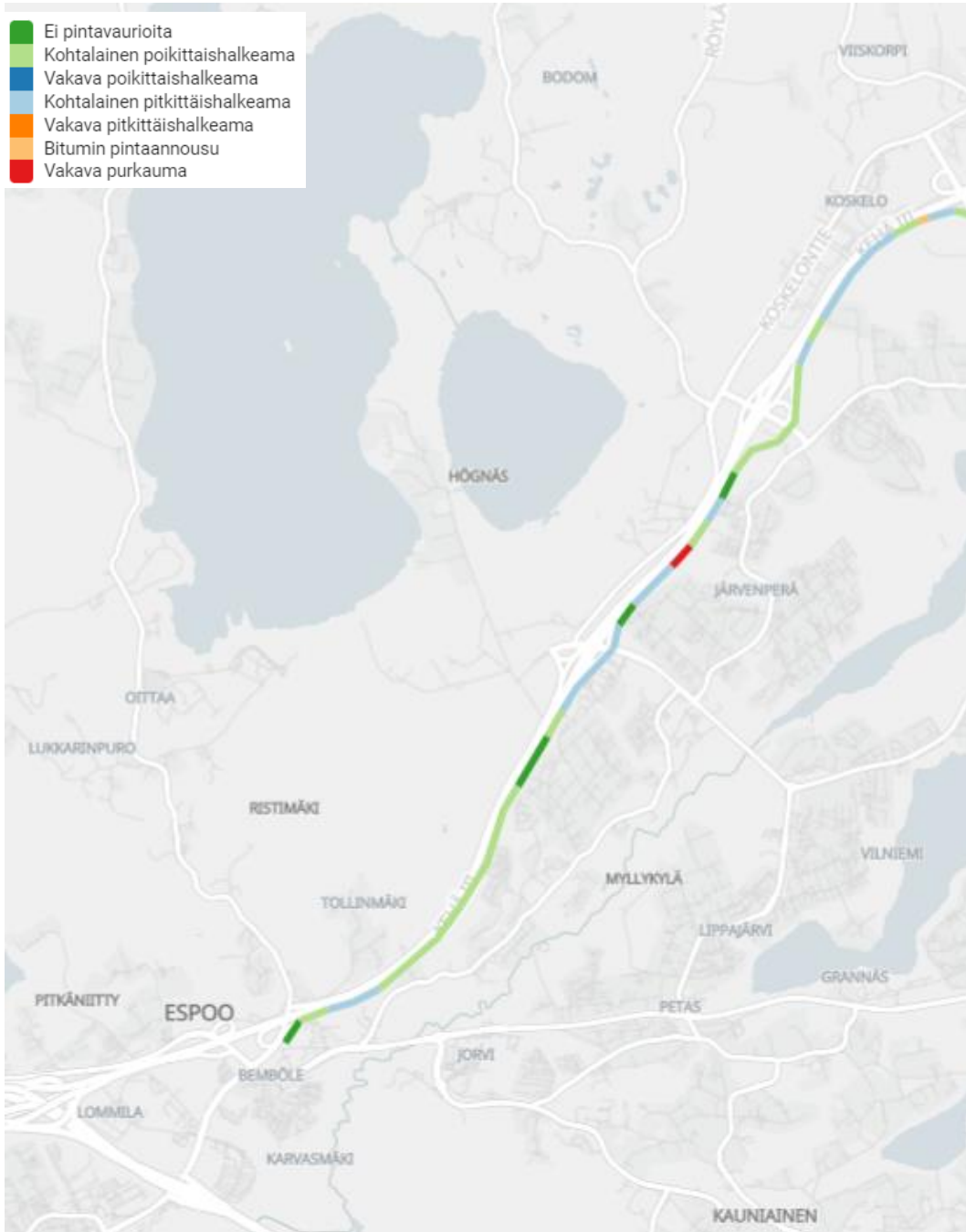
Wihlman. (23.10.2020). Väyläviraston uutinen. Miltä liikenneväylien rahoitus näyttää ensi vuonna? Haettu 1.6.2022 osoitteesta Miltä liikenneväylien rahoitus näyttää ensi vuonna? - Väylävirasto (vayla.fi)

Liite 1: Espoo (tienumero: 70050)

Kuvassa on esitetty RoadAI-konenäkösovelluksen avulla saatu kuntoarviota inventoidun osuuden nykytilasta. Lämpökartan avulla pystytään hahmottamaan yleiskuvaa siitä, missä kunnossa väylän päällyste on ollut inventoinnin aikana. Vihreällä näkyvä osuus esittää kuntoluokkaa 5, joka tarkoittaa sitä, että päällysteen kunto on lähes moitteeton. Kuntoluokkaan 1 ja 2 kuuluvat osuudet ovat jo hyvin huonoa päällystettyä, joissa ilmenee hyvin paljon erilaisia vaurioita niin väylän päällysteessä kuin rakenteessakin.



Kuvassa on esitetty RoadAI-konenäkösovelluksesta saatua analyysiä alueosuudella esiintyvien erilaisten pintavaurioiden laajuudesta.



Liite 2: Riihimäki (tiennumero: 72850)

Kuvassa on esitetty RoadAI-konenäkösovelluksen avulla saatua kuntoarviota inventoidun osuuden nykytilasta. Lämpökartan avulla pystytään hahmottamaan yleiskuvaa siitä, missä kunnossa väylän päällyste on ollut inventoinnin aikana. Vihreällä näkyvä osuus esittää kuntoluokkaa 5, joka tarkoittaa sitä, että päällysteen kunto on lähes moitteeton. Kuntoluokkaan 1 ja 2 kuuluvat osuudet ovat jo hyvin huonoa päällystettä, joissa ilmenee hyvin paljon erilaisia vaurioita niin väylän päällysteessä kuin rakenteessakin.

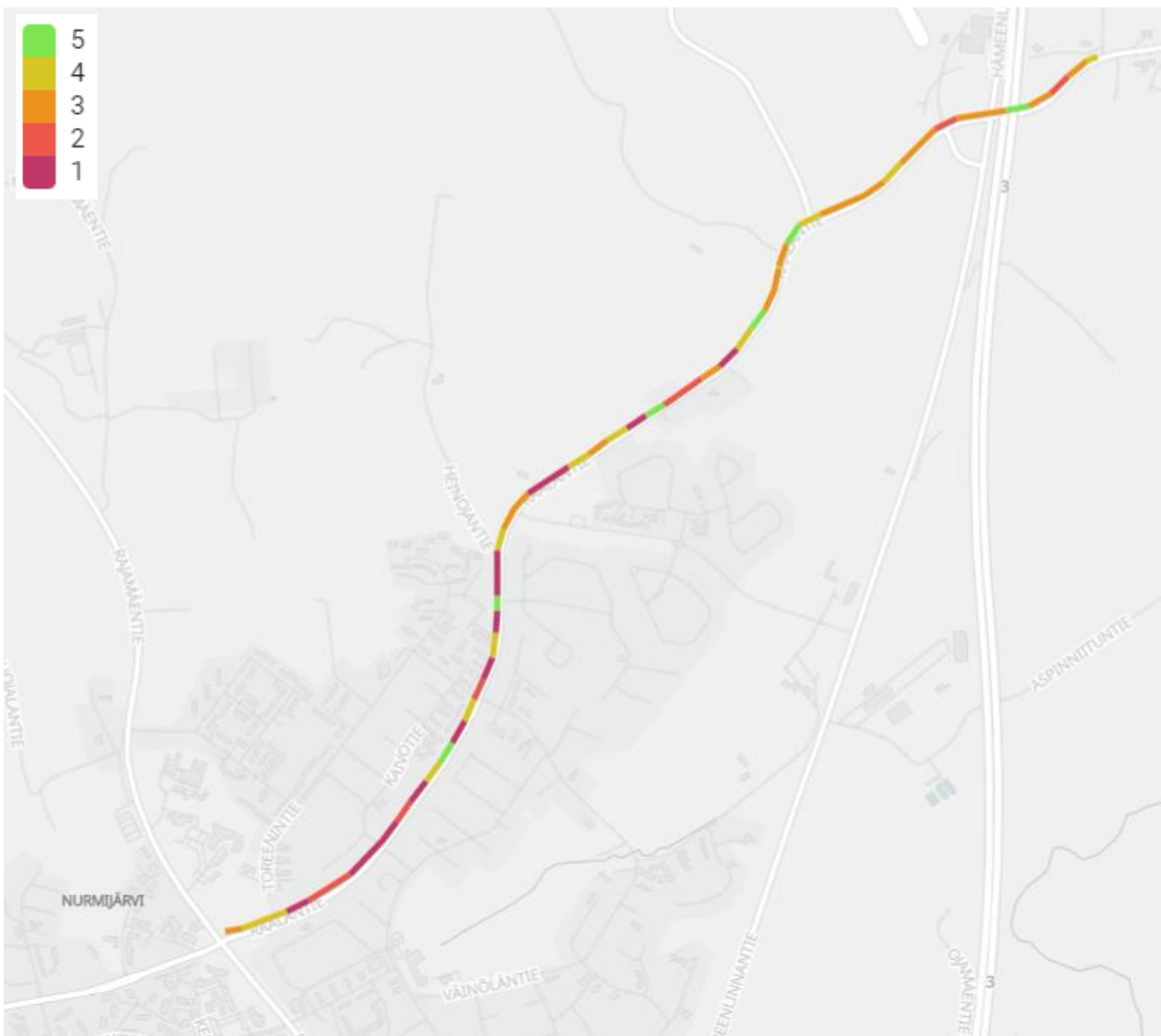


Kuvassa on esitetty RoadAI-konenäkösovelluksesta saatua analyysiä alueosuudella esiintyvien erilaisten pintavaurioiden laajuudesta.



Liite 3: Nurmijärvi (tiennumero: 1321)

Kuvassa on esitetty RoadAI-konenäkösovelluksen avulla saatua kuntoarviota inventoidun osuuden nykytilasta. Lämpökartan avulla pystytään hahmottamaan yleiskuvaa siitä, missä kunnossa väylän päällyste on ollut inventoinnin aikana. Vihreällä näkyvä osuus esittää kuntoluokkaa 5, joka tarkoittaa sitä, että päällysteen kunto on lähes moitteeton. Kuntoluokkaan 1 ja 2 kuuluvat osuudet ovat jo hyvin huonoa päällystettä, joissa ilmenee hyvin paljon erilaisia vaurioita niin väylän päällysteessä kuin rakenteessakin.

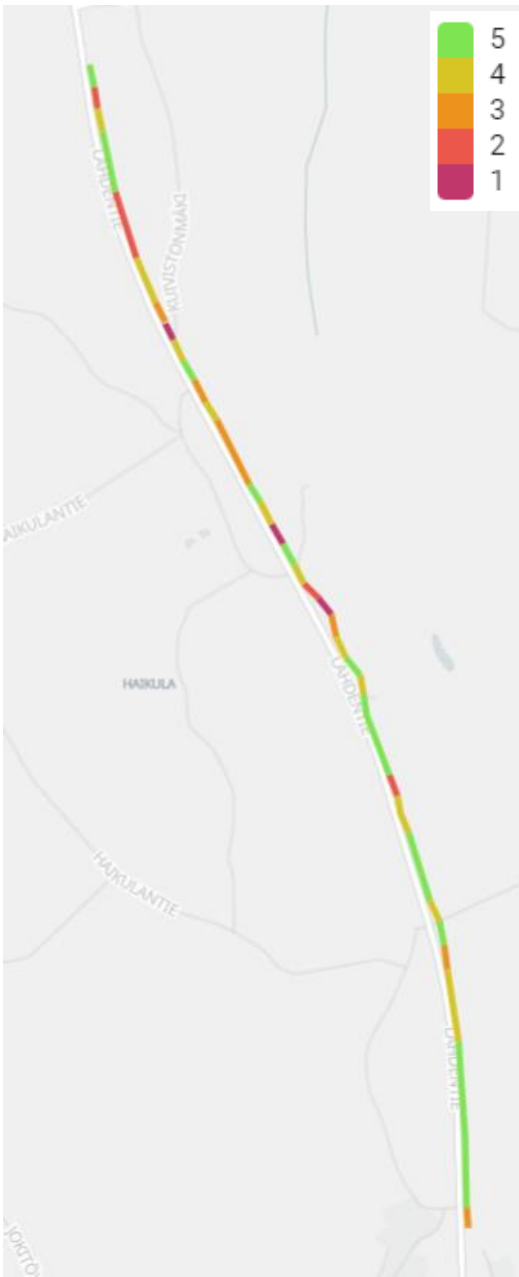


Kuvassa on esitetty RoadAI-konenäkösovelluksesta saatua analyysiä alueosuudella esiintyvien erilaisten pintavaurioiden laajuudesta

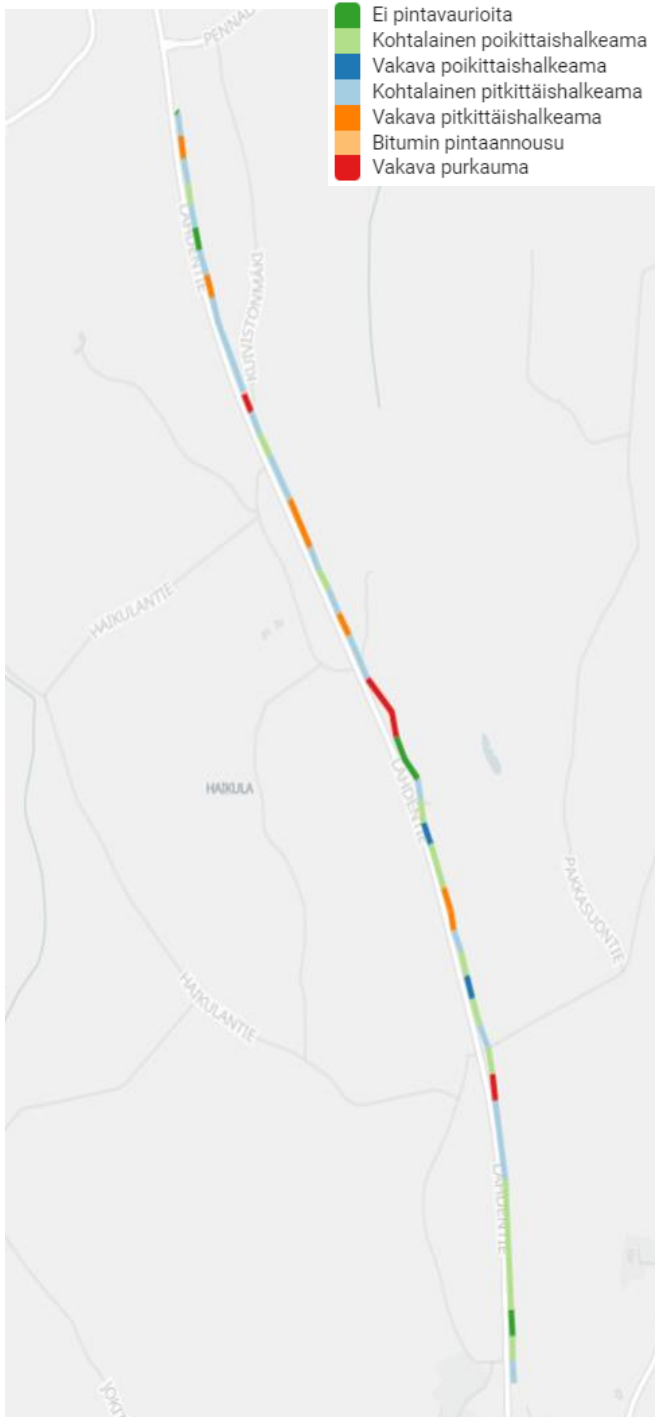


Liite 4: Orimattila (tienumero: 70167)

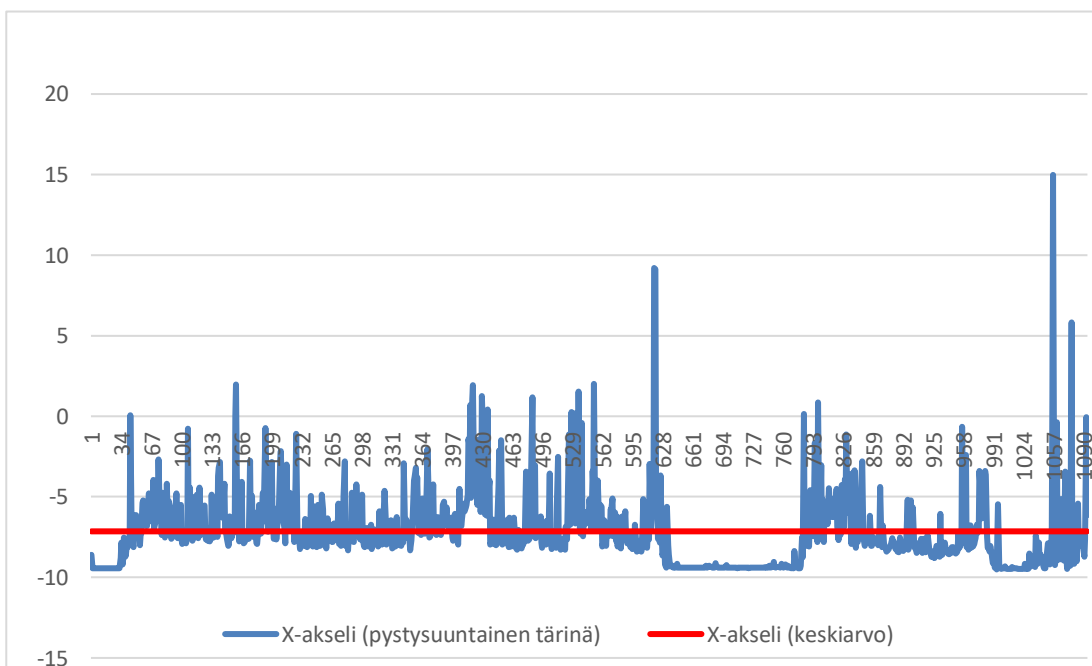
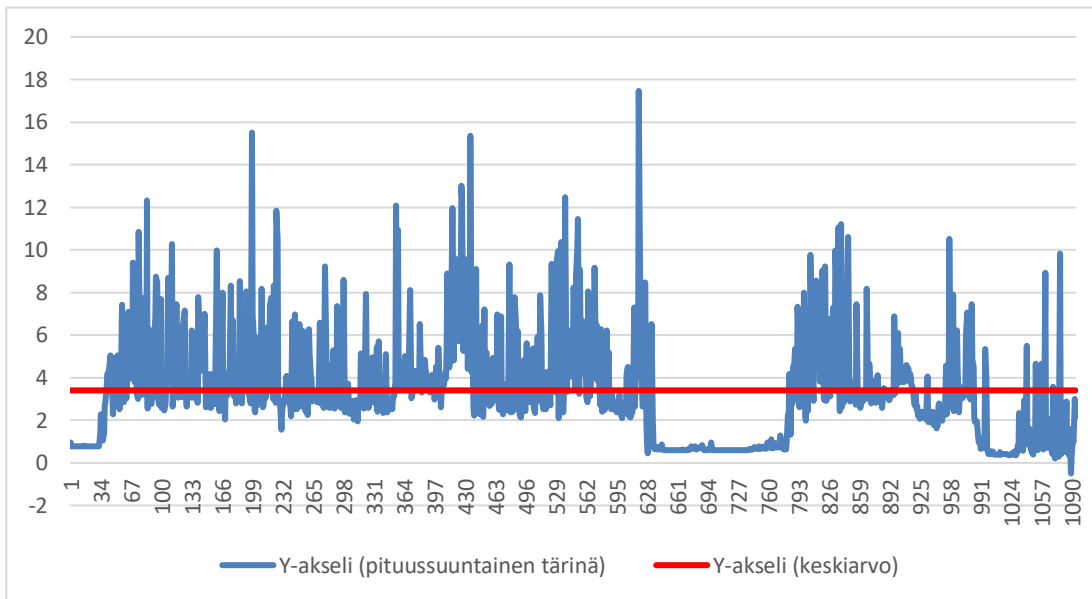
Kuvassa on esitetty RoadAI-konenäkösovelluksen avulla saatua kuntoarviota inventoidun osuuden nykytilasta. Lämpökartan avulla pystytään hahmottamaan yleiskuvaa siitä, missä kunnossa väylän päällyste on ollut inventoinnin aikana. Vihreällä näkyvä osuus esittää kuntoluokkaa 5, joka tarkoittaa sitä, että päällysteen kunto on lähes moitteeton. Kuntoluokkaan 1 ja 2 kuuluvat osuudet ovat jo hyvin huonoa päällystettä, joissa ilmenee hyvin paljon erilaisia vaurioita niin väylän päällysteessä kuin rakenteessakin



Kuvassa on esitetty RoadAI-konenäkösovelluksesta saatu analyysiä alueosuudella esiintyvien erilaisten pintavaurioiden laajuudesta.



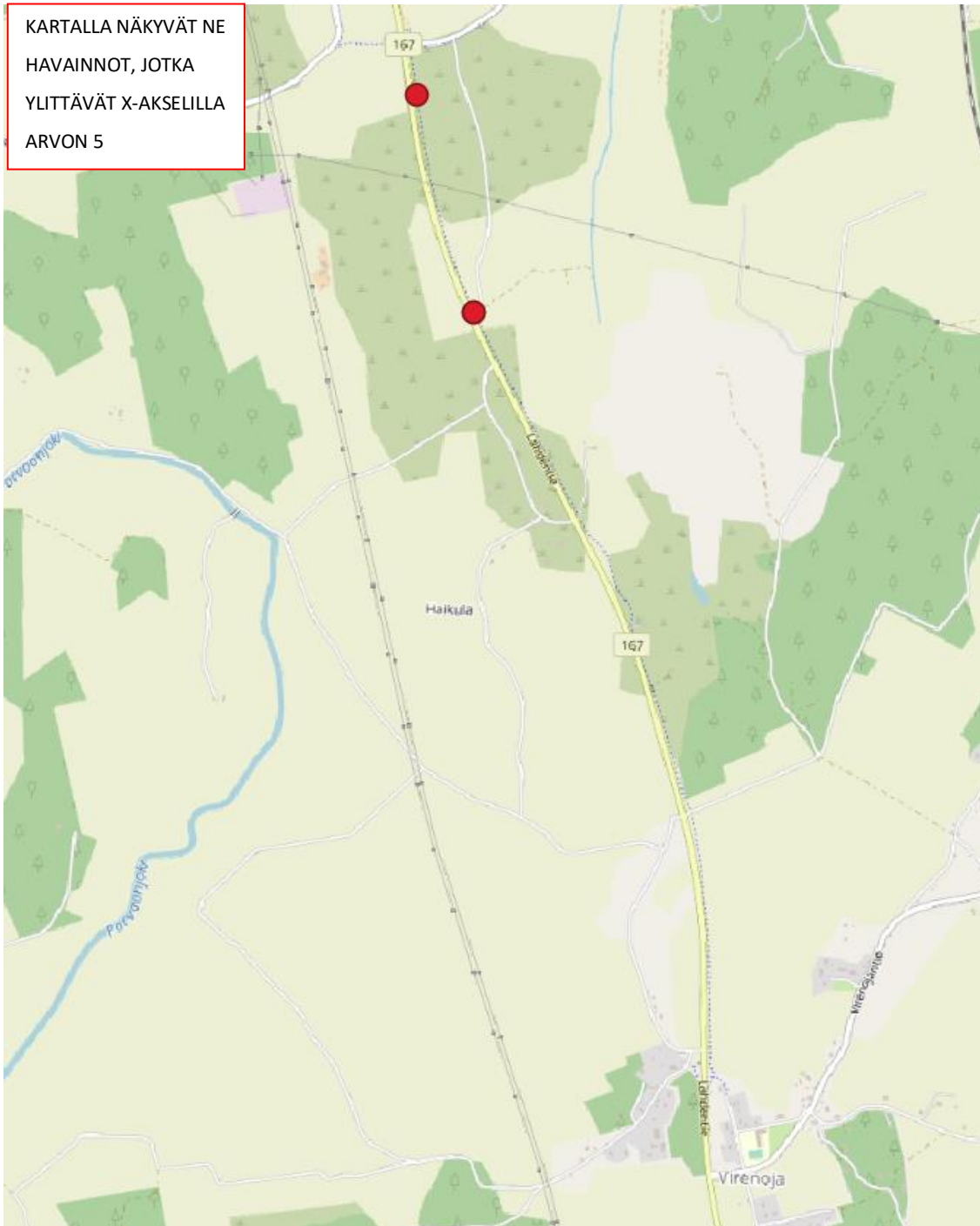
Taulukoissa on esitetty Vibe-sovelluksesta saatua värinän muutosta viivadiagrammin muodossa. Mitatun datan pohjalta voidaan todeta, että suurimmat arvot kuvastavat selkeitä vakavia vauriokohtia. Näissä kohdissa on ollut selkeä päällystevaurio, joka on aiheuttanut suurta värinää pyörän selässä pituus- tai pystysuunnassa. Arvot olivat pieniä, kun pyörä oli pysähdyksissä eli sillä ei hetkellä ei tapahtunut minkäänlaista värinää. Molemmista viivadiagrammeissa on esitetty myös värinän keskiarvo.



Kuvissa on havainnollistettu paikkatieto-ohjelmiston avulla tärinähavaintojen esiintymistä inventoidulla osuudella. Asetettujen raja-arvojen avulla mittausdataa voidaan suodataa, jolloin kartalle saadaan esimerkiksi tiettyjen raja-arvojen ylittävät havainnot.

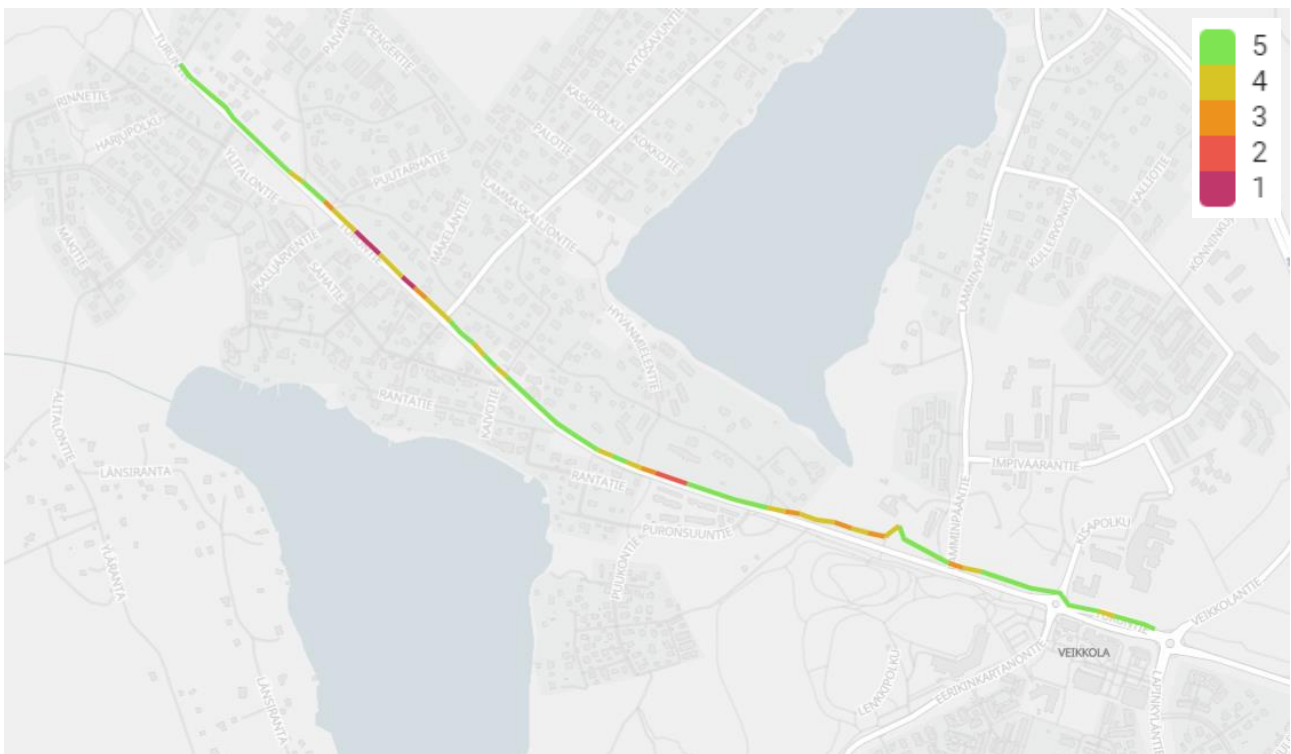


KARTALLA NÄKYVÄT NE
HAVAINNOT, JOTKA
YLITTÄVÄT X-AKSELILLA
ARVON 5

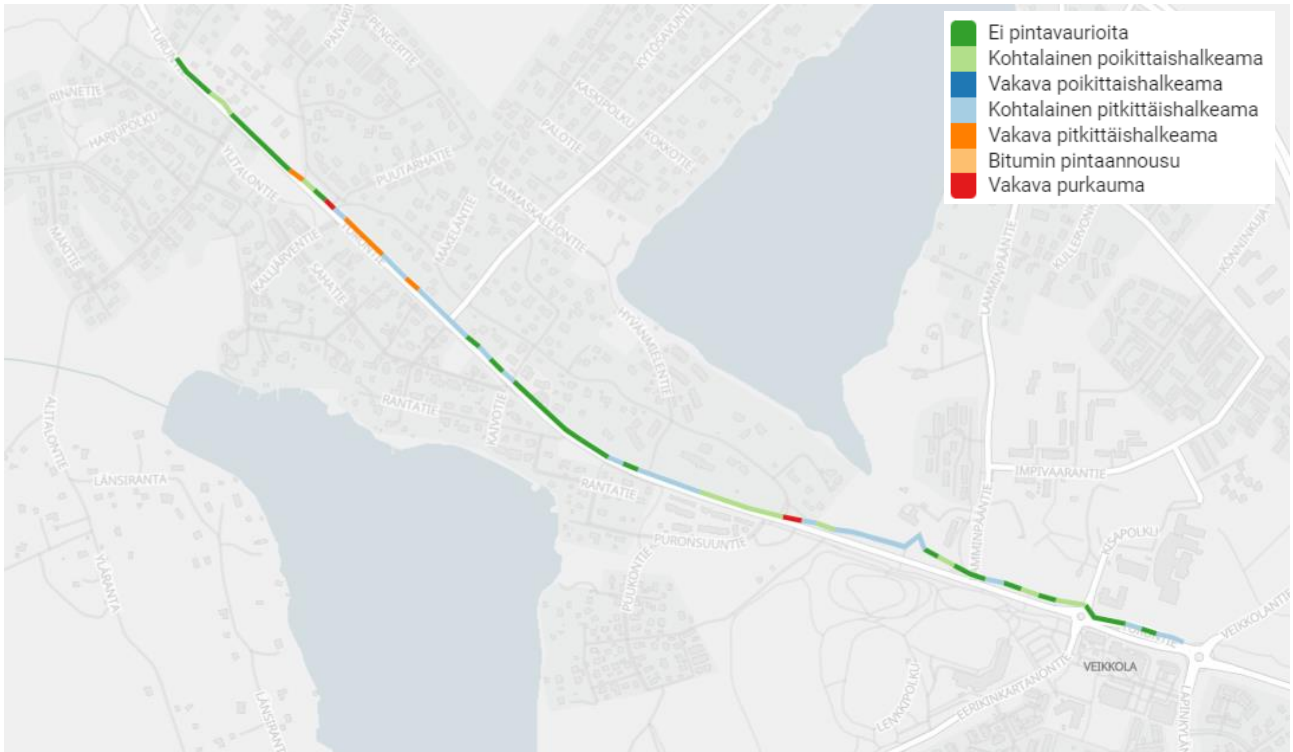


Liite 5: Kirkkonummi (tienumero: 70110)

Kuvassa on esitetty RoadAI-konenäkösovelluksen avulla saatua kuntoarviota inventoidun osuuden nykytilasta. Lämpökartan avulla pystytään hahmottamaan yleiskuvaa siitä, missä kunnossa väylän päällyste on ollut inventoinnin aikana. Vihreällä näkyvä osuus esittää kuntoluokkaa 5, joka tarkoittaa sitä, että päällysteen kunto on lähes moitteeton. Kuntoluokkaan 1 ja 2 kuuluvat osuudet ovat jo hyvin huonoa päällystettä, joissa ilmenee hyvin paljon erilaisia vaurioita niin väylän päällysteessä kuin rakenteessakin.

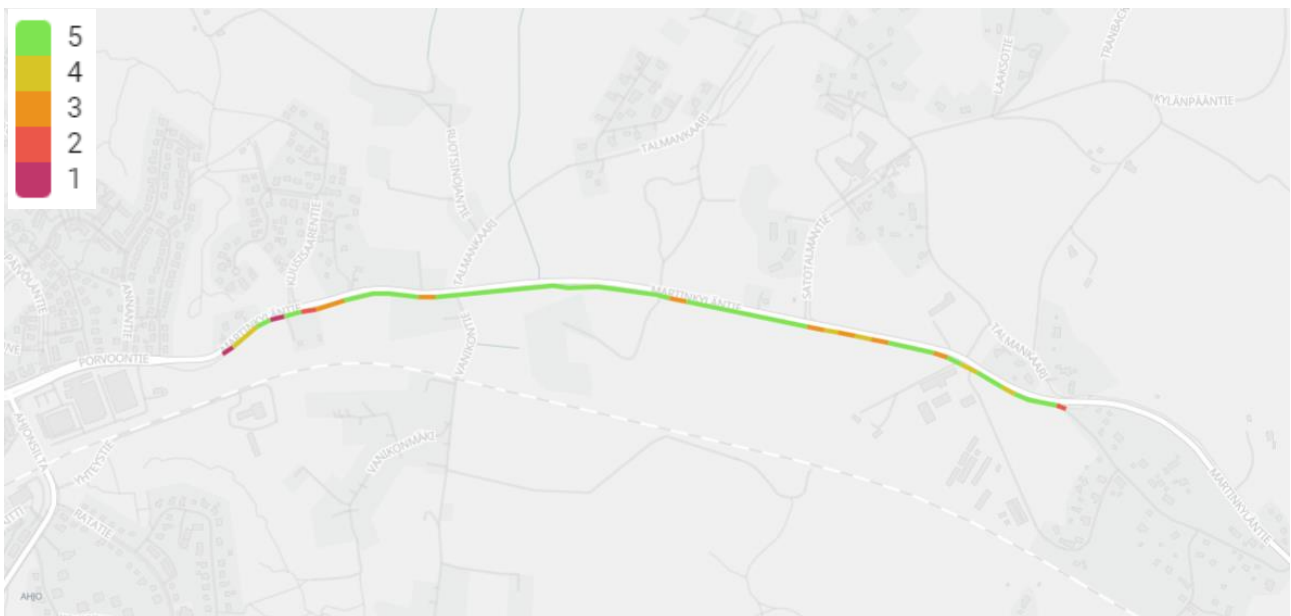


Kuvassa on esitetty RoadAI-konenäkösovelluksesta saatu analyysiä alueosuudella esiintyvien erilaisten pintavaurioiden laajuudesta.



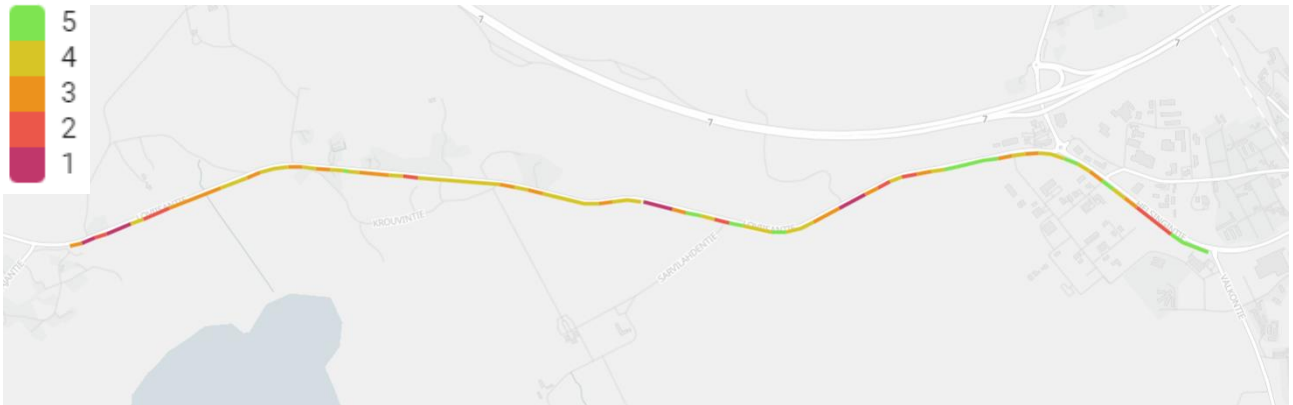
Liite 6: Sipoo (tiennumero: 81697)

Kuvassa on esitetty RoadAI-konenäkösovelluksen avulla saatu kuntoarviota inventoidun osuuden nykytilasta. Lämpökartan avulla pystytään hahmottamaan yleiskuvaa siitä, missä kunnossa väylän päällyste on ollut inventoinnin aikana. Vihreällä näkyvä osuus esittää kuntoluokkaa 5, joka tarkoittaa sitä, että päällysteen kunto on lähes moitteeton. Kuntoluokkaan 1 ja 2 kuuluvat osuudet ovat jo hyvin huonoa päällystettä, joissa ilmenee hyvin paljon erilaisia vaurioita niin väylän päällysteessä kuin rakenteessakin.



Liite 7: Loviisa (tiennumero: 70170)

Kuvassa on esitetty RoadAI-konenäkösovelluksen avulla saatu kuntoarviota inventoidun osuuden nykytilasta. Lämpökartan avulla pystytään hahmottamaan yleiskuvaa siitä, missä kunnossa väylän päällyste on ollut inventoinnin aikana. Vihreällä näkyvä osuus esittää kuntoluokkaa 5, joka tarkoittaa sitä, että päällysteen kunto on lähes moitteeton. Kuntoluokkaan 1 ja 2 kuuluvat osuudet ovat jo hyvin huonoa päällystettä, joissa ilmenee hyvin paljon erilaisia vaurioita niin väylän päällysteessä kuin rakenteessakin.

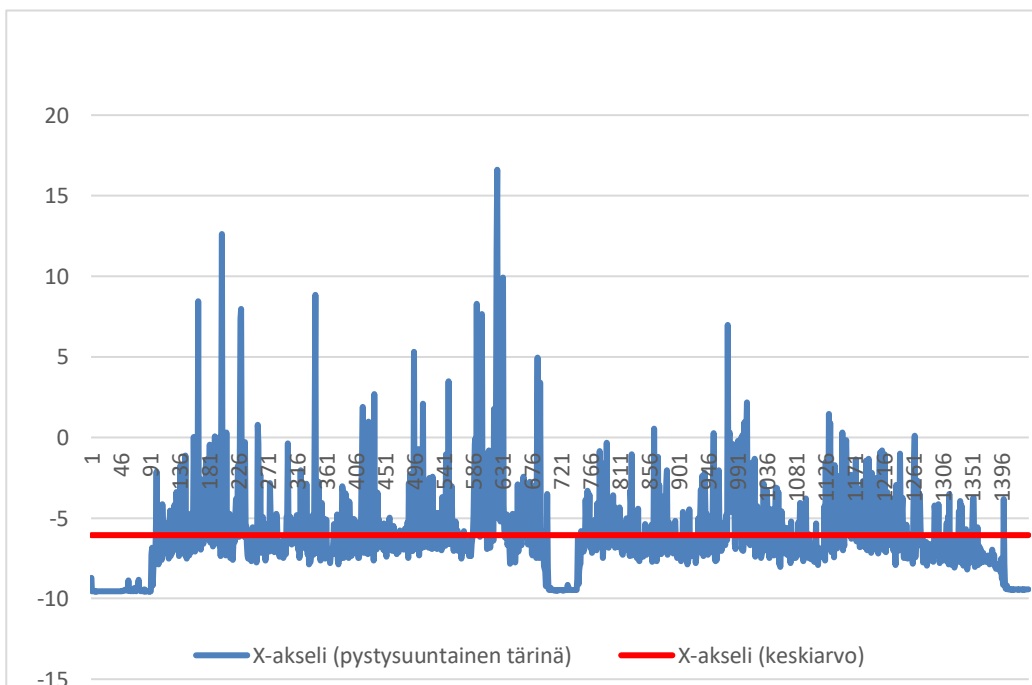
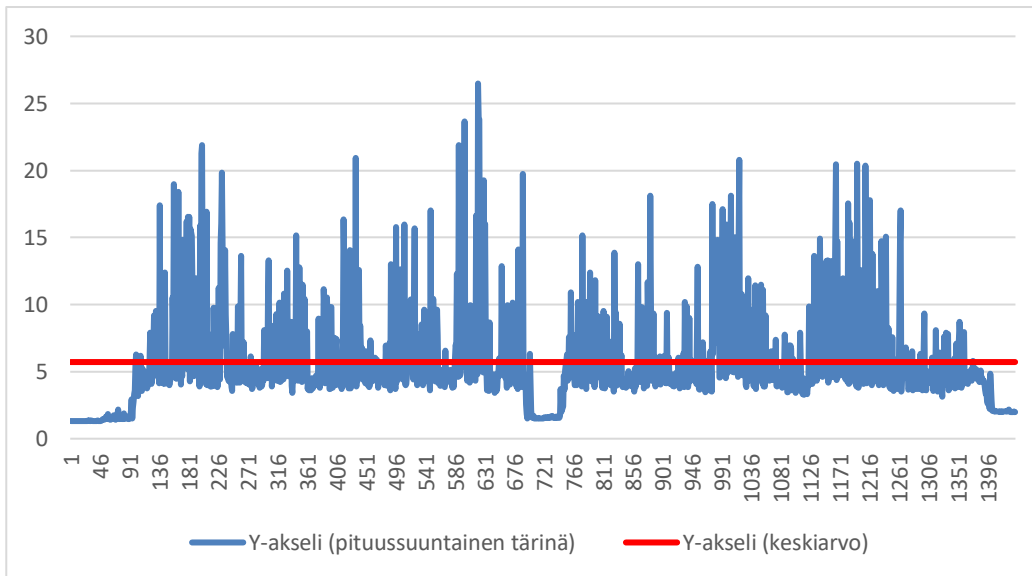


Kuvassa on esitetty RoadAI-konenäkösovelluksesta saatua analyysiä alueosuudella esiintyvien erilaisten pintavaurioiden laajuudesta.



- Ei pintavaurioita
- Kohtalainen poikittaishalkeama
- Vakava poikittaishalkeama
- Kohtalainen pitkittäishalkeama
- Vakava pitkittäishalkeama
- Bitumin pintaannousu
- Vakava purkauma

Taulukoissa on esitetty Vibe-sovelluksesta saatua tärinän muutosta viivadiagrammin muodossa. Mitatun datan pohjalta voidaan todeta, että suurimmat arvot kuvastavat selkeitä vakavia vauriokohtia. Näissä kohdissa on ollut selkeä päällystevaurio, joka on aiheuttanut suurta tärinää pyörän selässä pituus- tai pystysuunnassa. Arvot olivat pieniä, kun pyörä oli pysähdyksissä eli sillä ei hetkellä ei tapahtunut minkäänlaista tärinää. Molemmissa viivadiagrammeissa on esitetty myös tärinän keskiarvo.



Kuvissa on havainnollistettu paikkatieto-ohjelmiston avulla tärinähavaintojen esiintymistä inventoidulla osuudella. Asetettujen raja-arvojen avulla mittausdataa voidaan suodataa, jolloin kartalle saadaan esimerkiksi tiettyjen raja-arvojen ylittävät havainnot.

