

**ROADAI-KONENÄKÖSOVELLUKSEN SOVELTUMINEN
PYÖRÄILYVÄYLIEN KUNNOSSAPIDON TYÖVÄLINEEKSI**



Ammattikorkeakoulututkinnon opinnäytetyö

Liikenneala, Riihimäki

Syksy 2020

Mari Mutanen

| | | |
|-----------|---|------------|
| Tekijä | Mari Mutanen | Vuosi 2020 |
| Työn nimi | RoadAI-konenäkösovelluksen soveltuminen pyöräilyväylien kunnossapidon työvälineeksi | |
| Ohjaajat | Teppo Sotavalta, Markus Melander (Vaisala Oyj) | |

TIIVISTELMÄ

Huoli ilmastokysymyksistä ja pyrkimys kasvattaa pyöräilyn määrää ovat synnyttäneet tarpeen kehittää menetelmiä, joilla voidaan kustannustehokkaasti, työtunteja ja resursseja säästäten parantaa pyöräilyväylien kunnossapitoprosessia. Pyöräilyväylien hyvä laatutaso on keskeinen tekijä pyöräilymäärän lisäämisessä ja siksi on tärkeää, että kunnossapidon suunnittelu ja toteutus voi olla pitkäjänteistä. Tässä opinnäytetyössä oli tavoitteena selvittää Vaisala Oyj:n kehittämän RoadAI-sovelluksen avulla konenäkösovellusten käyttötarvetta, käytettävyyttä, soveltuvuutta ja hyödyllisyyttä pyöräilyväylien kunnossapidon työvälineenä. Samalla tarkasteltiin konenäkösovelluksen tuomia etuja hiilineutraaliuden sekä kävelyn ja pyöräilyn edistämistavoitteiden saavuttamiseksi.

RoadAI-sovelluksella kuvattu ja opinnäytetyössä käytetty tutkimusaineisto kerättiin osana Hämeen ammattikorkeakoulun Liikenne 4.0 -hankkeen ja Vaisala Oyj:n yhteisprojektia. Vaisala antoi perehdytyksen kuvausajaja Hämeenlinnassa suorittaneelle kuvausassistentille. RoadAI-sovellus kykenee analysoimaan sillä kerättyä kuvamateriaalia luotettavasti ja saatua dataa voidaan käyttää kunnossapitoprosessin suunnittelussa, väylien laadun tarkkailussa ja seurannassa sekä töiden organisoinnissa. Säännöllinen tiedon kerääminen on Hämeenlinnan kokoisissa kaupungeissa kustannustehokasta, melko nopeaa ja tiedon avulla voidaan ennakoivasti vaikuttaa pyöräilyväylien elinkaareen ja ylläpidon kokonaiskustannuksiin.

Avainsanat Konenäkö, pyöräilyväylät, kunnossapito

Sivut 59 sivua ja liitteitä 5 sivua

| | | |
|-------------|--|-----------|
| Author | Mari Mutanen | Year 2020 |
| Subject | The suitability of RoadAI machine vision application as a tool for bikeway maintenance | |
| Supervisors | Teppo Sotavalta, Markus Melander (Vaisala) | |

ABSTRACT

Concerns about climate issues and efforts to increase cycling have created the need to develop methods that can improve the maintenance process of bikeways in a cost-effective way, saving hours and resources. A good quality level of bikeways is a key factor in increasing the number of people cycling and therefore it is important that maintenance planning and implementation can be long-term. The aim of this thesis was to find out the need for use, usability, suitability and usefulness of machine vision applications as a tool for the maintenance of cycling routes. Vaisala's RoadAI application was used in the study. The benefits of the machine vision application to achieve the goals of promoting carbon neutrality and walking and cycling were also studied.

The research material described using the RoadAI application and used in the thesis was collected as part of a joint project between Häme University of Applied Sciences' Transport 4.0 project and Vaisala Ltd. Vaisala gave an orientation to the assistant who completed the shooting times in Hämeenlinna. The RoadAI application is able to reliably analyze the image material collected with it and the obtained data can be used in the planning of the maintenance process, in the monitoring and follow-up of the quality of the bikeways, and in the organization of work. Regular data collection in towns the size of Hämeenlinna is cost-effective and fairly fast and the data can be used to proactively influence the life cycle and total maintenance costs of cycling routes.

Keywords Machine vision, bikeways, maintenance

Pages 59 pages and appendices 5 pages

Sisällys

| | | |
|-----|--|----|
| 1 | JOHDANTO..... | 1 |
| 2 | PYÖRÄILYN LISÄÄMISEN TARVE JA HAASTEET | 2 |
| 2.1 | Hiilineutraaliustavoitteet, kansallinen strategia sekä kävelyn ja pyöräilyn kulkutapaosuus | 4 |
| 2.2 | Pyöräilyn lisääntyminen henkilöautoliikenteen haittojen vähentäjänä..... | 5 |
| 2.3 | Pyöräilyverkon olosuhteista Suomessa | 6 |
| 2.4 | Työmatkapyöräilyn lisäämisen mahdollisuudet | 8 |
| 2.5 | Pyöräilyn turvallisuus | 8 |
| 2.6 | Valtion ylläpitämien pyöräteiden rahoituksen periaatteita | 9 |
| 3 | SUOMEN PYÖRÄILYVÄYLÄVERKOSTON VAIHEET JA PYÖRÄILYN ASEMA | 10 |
| 3.1 | Pyöräilyn asema ennen 1950-lukua..... | 10 |
| 3.2 | Liikennesuunnittelu ennen 1950-lukua ja pyöräteiden tulo | 11 |
| 3.3 | Itsenäisen liikennesuunnittelun alkuvuosikymmenet ja pyöräilyn asema 1950-1960-luvuilla..... | 12 |
| 3.4 | Liikennesuunnittelun monipuolistumisen aika ja pyöräilyn asema 1970-luvulta eteenpäin | 14 |
| 4 | VÄYLIEN HOITO JA KUNNOSSAPITO | 17 |
| 4.1 | Kunnossapidon merkitys..... | 18 |
| 4.2 | Pyöräilyväylän pinnan laatu | 19 |
| 4.3 | Kävely- ja pyöräilyväylien kunnossapito | 22 |
| 4.4 | Päällysteiden paikkaus, reunan täyttö ja tiemerkinnet | 23 |
| 5 | KONENÄÖN MAHDOLLISUUDET JA VAISALAN SOVELLUS..... | 24 |
| 5.1 | Konenäkömenetelmän kuvaus | 26 |
| 5.2 | Vaisalan käyttämät vaurioluokitukset | 31 |
| 6 | HÄMEENLINNAN PYÖRÄILYVÄYLIEN KUNNOSSAPIDON NYKYTILA..... | 32 |
| 6.1 | Kunnossapidon yleiset periaatteet | 32 |
| 6.2 | Vuosirytmii ja säännölliset työt | 33 |
| 6.3 | Laadun kartoitus | 33 |
| 7 | Koekuvausajot Hämeenlinnassa RoadAI-sovelluksella | 34 |
| 7.1 | Kalusto ja aineistojen lataaminen | 36 |
| 7.2 | Sovelluksen käyttö | 38 |
| 7.3 | Kuvaolosuhteiden vaikutus kuvaustuloksiin | 40 |
| 7.4 | Konenäkö parhaimmillaan kunnossapidon apuna..... | 42 |

| | | |
|-----|---|----|
| 8 | ANALYYSI PYÖRÄILYN LISÄÄMISEN MERKITYKSESTÄ JA LISÄÄMISEN KEINOISTA SEKÄ KONENÄÖN TUOMASTA HYÖDYSTÄ | 45 |
| 8.1 | Laadukkaat pyöräilyväylät..... | 46 |
| 8.2 | Konenäön toiminta | 48 |
| 8.3 | Hämeenlinna ja konenäkösovelluksen mahdollisuudet | 49 |
| 8.4 | Kuvauskalusto tarvitsee jatkokehitystä | 52 |
| 9 | JOHTOPÄÄTÖKSET | 53 |
| | Lähteet..... | 56 |

Kuvat

| | |
|--|----|
| Kuva 1. Esimerkki annotoidusta tiestä (Väylävirasto, 2020b, s. 14)..... | 26 |
| Kuva 2. Vaisalan määrittelyohjeen mallikuva kohtalaisista pituussuuntaisista halkeamista (Vaisala, 2019, s. 4)..... | 31 |
| Kuva 3. Vaisalan määrittelyohjeen mallikuva vakavista poikittaissuuntaisista halkeamista (Vaisala, 2019, s. 5)..... | 32 |
| Kuva 4. Kaikki 23.10.-6.11.2019 kuvatut reitit (Kartta RoadAI-sovelluksesta)..... | 35 |
| Kuva 5. Kamerana toimivan älypuhelimien näyttöä osin peittävä teline RAM X-Grip (Kauppi, 2019, kuvakaappaus Teams-haastattelusta)..... | 36 |
| Kuva 6. Tavoitenäkymä kuvattaessa. (Kauppi, 2019, kuvakaappaus Teams-haastattelusta) | 37 |
| Kuva 7. Käyttäjän RoadAI-sovelluksen karttaan tekemiä merkintöjä (Mutanen, 2019, kartta RoadAI-sovelluksesta). | 38 |
| Kuva 8. RoadAI-sovelluksen näkymä ja sovelluksen tekemää analyysiä valitusta tutkittavasta kohteesta, kartan oranssin nuolen kohdalta (Mutanen, 2019, kartta ja kuvat RoadAI-sovelluksesta). | 39 |
| Kuva 9. Esimerkkejä päällystevaurioista (Mutanen, 2019, kuvat RoadAI-sovelluksesta). | 40 |
| Kuva 10. Päällysteen pinnan peittävät puiden lehdet vaikuttavat syksyllä konenäön tekemään arviointitulokseen (Mutanen, 2019, kuvat RoadAI-sovelluksesta). | 41 |
| Kuva 11. Asfalttiin heijastuva kirkas auringon valo ja kuura sillan kannella estävät päällysteen pinnan näkemisen (Mutanen, 2019, kuvat RoadAI-sovelluksesta). | 41 |
| Kuva 12. Hyvissä kuvausolosuhteissa konenäkö voi vaivatta lukea ja analysoida päällysteen pinnan laatua (Mutanen, 2019, kuvat RoadAI-sovelluksesta). | 42 |

| | |
|---|----|
| Kuva 13. Korjaustöiden jälkeen muutoskohdat voidaan myös tallentaa järjestelmään (Mutanen, 2019, kuvat RoadAI-sovelluksesta). | 43 |
| Kuva 14. Juotokset, niiden kunto ja uusimistarve näkyvät kuvissa ja konenäkö pystyy analysoimaan myös niitä (Mutanen, 2019, kuvat RoadAI-sovelluksesta)..... | 43 |
| Kuva 15. Konenäkö lukee myös päällysteen hienovaraisia muutoksia, kuten asfaltin harventumista (Mutanen, 2019, kuvat RoadAI-sovelluksesta). | 44 |
| Kuva 16. Myös kuntoarvoltaan ja kuntoluokaltaan hyvän päällysteen jaksolta jää merkintä kuvausmateriaaliin (Mutanen, 2019, kuvat RoadAI-sovelluksesta). | 44 |
| Kuva 17. Säännöllisen koko pyöräilyverkon kuvaamisen lisäetuna kunnossapito voi tarkastella sellaisiakin tietoja, joita koneälyä ei ole laitettu mittaamaan, kuten reunakiviä, kaivonkansia tai kaistamerkintöjen kuntoa (Mutanen, 2019, kuvat RoadAI-sovelluksesta). | 45 |
| Kuva 18. Hämeenlinnan kartalta voidaan nähdä erinomaiset olosuhteet kehittää kaupungin pyöräilymahdollisuuksia (Hämeenlinna, 2016). | 51 |

Liitteet

| | |
|---------|--|
| Liite 1 | Sähköpostikysely Kysymyksiä Hämeenlinnan kaupungin pyöräteiden kunnossapidosta vastaaville (10.3.2020) |
| Liite 2 | Hämeenlinnan kuvausajojen ajopäiväkirjat 21.10.2019-6.11.2020 |

1 JOHDANTO

”Oletko kiinnostunut pyöräilystä?”, kysyttiin syksyllä 2019 Hämeen ammattikorkeakoulun (HAMK) liikennealan opiskelijoilta sähköpostilla, kun HAMKin Liikenne 4.0 -hankkeeseen etsittiin projektiassistenttia. Assistentin tehtävänä oli kerätä tutkimusaineistoa Hämeenlinnasta polkupyörällä ajaen ja kuvaten samalla pyöräilyväyliä älypuhelimien kameran ja konenäkösovelluksen avulla. Kerätyn aineiston varassa voisi laatia opinnäytetyön, jossa tarkasteltaisiin konenäön käytön mahdollisuuksia pyöräilyväylien kunnossapidossa. Vastasin heti myöntävästi opiskelijoille esitettyyn kysymykseen ja pääsin ajamaan Hämeenlinnan pyöräilyväylille 170 kilometrin matkan, saamaan käyttäjäkokemusta Vaisalan konenäkösovelluksen käytöstä ja näköhavaintojen lisäksi runsaasti tutkittavaa videomateriaalia.

Huoli ilmastonmuutoksesta, päästöjen vähentämisestä ja kansanterveydestä nostavat esiin kysymyksen viisaan liikkumisen merkityksestä, eli joukkoliikenteen käytöstä, kävelystä ja pyöräilystä autoilun korvaavina liikkumismuotoina. Kun halutaan saada aikaan muutoksia kulkutapaosuuksissa tai ihmisten asenteissa, tarvitaan monien keinojen joukkoon myös käytännön työkaluja, jotta haluttuja tavoitteita voidaan saavuttaa ja siksi konenäkösovellusta pyöräilyväylien kunnossapidon työvälineenä kannattaa tutkia yhtenä keinona tavoitteisiin pääsemiseksi. Turvalliset, sujuvat ja toimivat pyöräilyväylät aiheuttavat rakennuskustannusten lisäksi ylläpito-, korjaus-, ja kunnossapitokustannuksia yhä rajallisemmiksi käyvästä, muidenkin kulkutapojen kilpailemista määrärahoista. Laadukkaiden pyöräilyväylien hoitamisen apuna käytössä täytyy siis olla kustannustehokkaita, korjaustarpeita ennakoivia ja prosessia tehostavia menetelmiä. Konenäkömenetelmät, kehittyvät kuvausmahdollisuudet ja digitaaliset alustat tuovat pyöräiteiden kunnossapitoon uusia, kustannuksia, aikaa ja resursseja säästäviä mahdollisuuksia, joten niiden käyttöönotto olisi tärkeää niin yrityksille kuin valtion ja kuntien kunnossapidollekin.

Tässä opinnäytetyössä on tavoitteena selvittää konenäön käyttötarvetta, käytettävyyttä ja soveltuvuutta pyöräilyväylien kunnossapidon työvälineenä, esimerkkinä Vaisala Oyj:n kehittämä RoadAI-sovellus. Lisäksi tavoitteena on tutkia uuden konenäköteknologian hyödyllisyyttä ajan ja kulujen säästämiseksi kunnossapitotöissä ja kunnossapitotarpeen

arvioinnissa, sekä tarkastella sovelluksen tuomia etuja hiilineutraaliuden sekä kävelyn ja pyöräilyn edistämistavoitteiden saavuttamisessa. Tutkimuskysymyksinä käsitellään sitä, miten konenäköteknologia soveltuu ja miten sitä voidaan hyödyntää pyöräilyväylien kunnossapitotarpeen arvioinnissa. Toisena tutkimuskysymyksenä tarkastellaan sitä, onko konenäköteknologian käyttö hyödyllistä pyöräilyväylien kunnossapidossa ja mikäli näin on, mitä hyötyjä RoadAI-sovelluksen käyttö voi tuoda kunnalle nykytoimintamalliin nähden. Kolmanneksi kysytään, minkälaisia muutoksia ja millaista kehitystä uusi teknologia voisi tuoda pyöräilyväylien kunnossapitotyöhön.

Kyseessä on toiminnallinen opinnäytetyö, jossa on tutkimuspainotteinen pohja.

Opinnäytetyön aihe nousee työelämän kehittämistarpeista, sisältää käytännön näkökulman ja pyrkii kehittämään käytännön toimintaa. Opinnäytetyö perustuu tutkittavasta aiheesta aiemmin julkaistuihin tutkimuksiin, mutta sisältää myös itse kerätyn ja kootun havaintoaineiston, jonka avulla opinnäytetyön tavoitteita ja tutkimuskysymyksiä ratkaistaan ja selitetään. (Hämeen ammattikorkeakoulu, 2020, s. 15–18)

Pyöräilyväylillä tarkoitetaan tässä opinnäytetyössä pyöräilyyn tarkoitettuja väyliä, joita ovat sekaliikenneväylä, yksi- tai kaksisuuntainen pyörätie, pyöräkaista sekä yhdistetty pyörätie- ja jalkakäytävä (Liikennevirasto, 2014, s. 59). Pyöräilyväylien talvikunnossapitoprosessit rajataan pääasiallisesti käsittelyn ulkopuolelle ja opinnäytetyössä keskitytään lähinnä lumettoman kauden kunnossapidon ja korjaustöiden kysymyksiin. Talvikunnossapitoa ja sen kaluston toimintaa kuitenkin sivutaan siltä osin, kuin se vaikuttaa kesäkauden kunnossapitotarpeeseen tai talvipyöräilyn mahdollisuuksiin. Käsittelyn ulkopuolelle rajataan myös RoadAI-sovelluksen teknisen laadun arviointi.

2 PYÖRÄILYN LISÄÄMISEN TARVE JA HAASTEET

Pyöräilyn lukuisat hyödyt ovat vakuuttaneet eurooppalaisia päätöksentekijöitä 2000-luvun alkuvuosikymmeninä ja pyöräilypolitiikkaa on monissa eurooppalaisissa maissa ja kaupungeissa viety eteenpäin. (Vaismaa, 2014, s. 35). Mikäli valtiot ja kaupungit haluavat kasvattaa pyöräilyn kulkutapaosuutta, täytyy liikennepolitiikan olla myönteistä pyöräilyn edistämiseksi. Toimivia pyöräilyolosuhteita ei pystytä toteuttamaan, eikä pyörästä saada

houkuttelevaa liikkumisvälinettä ilman poliittista tahtotilaa ja kokonaisvaltaisen politiikan harjoittamista (Vaismaa, 2014, s. 36).

Aktiivinen pyöräilyn edistäminen tuottaa laadukkaita olosuhteita pyöräilylle ja sen voi huomata myös rahoituksen suuntaamisesta. Mikäli kaupungissa päätetään ensisijaisesti suosia esimerkiksi henkilöautoilua, silloin muiden liikennemuotojen, kuten pyöräilyn, edistämässä ei päästä merkittäviin tuloksiin. Päätöksentekoa ohjaavat siis arvot ja ne tulevat todeksi silloin, kun päätöksiä tehdään. Käytännönratkaisut näyttävät, minkälaisella liikennepolitiikalla päätöksentekoa kaupungeissa ohjataan. (Vaismaa, 2014, s. 37)

Nopea, mukava ja rentouttava pyöräily on mahdollista, kun infrastruktuuri on pyöräilylle suosiollista. Kun kuljettava matka on alle viiden kilometrin mittainen, tulee pyöräilyn olla kilpailukykyinen liikkumistapa suhteessa autoiluun. Viittä kilometriä pidemmällä matkoilla matkaketjun, jonka muodostavat jalankulku, pyöräily ja joukkoliikenne, tulee kilpailla autoliikenteen kanssa nopeudessa ja mukavuudessa. Pyöräily-ystävälliset, pyöräilemään houkuttelevat väylät ovat mukavia ajaa, suorina, yhtenäisinä, turvallisina, pinnaltaan tasaisina sekä kunnoltaan laadukkaita. (Vaismaa, 2014, s. 76) Avainasia pyöräilyn edistämässä on pyöräily-ystävällinen infrastruktuuri. Riippumatta siitä, millainen on vallitseva pyöräilykulttuuri, hyvien pyöräilyolosuhteiden ja pyöräilyn määrän välillä on selkeä vastaavuus, myös Suomessa. (Vaismaa, 2014, s. 82) Vaikka Suomessa on määrällisesti paljon pyöräteitä, tulisi niiden laatutasoa nostaa pyöräilymäärien lisäämiseksi. Pyöräilyväylistä Suomessa noin 90 % on yhdistettyjä jalankulku- ja pyöräteitä, joten pyöräilijät joutuvat usein ajamaan jalankulkijoiden ehdoilla. Pyöräilyväylien hoito on puutteellista, väylillä on epäjatkuvuuskohtia ja pyöräilyn nopeus, sujuvuus ja mukavuus kärsivät. (Vaismaa, 2014, s. 84) Mikäli pyöräilymääriä halutaan kasvattaa, on hyvin tärkeää satsata laadukkaaseen pyöräilyinfrastruktuuriin, sillä laadukkaat väylät vaikuttavat positiivisesti pyöräilyn kulkutapaosuuteen. Pyöräteiden määrää tärkeämpi tekijä on siis pyöräilyväylien laatu. (Vaismaa, 2014, s. 86)

2.1 Hiilineutraaliustavoitteet, kansallinen strategia sekä kävelyn ja pyöräilyn kulkutapaosuus

Noin kolmannes maailman kasvihuonekaasupäästöistä tulee liikenteestä ja siksi liikennepoliittisissa linjauksissa, niin Suomessa kuin kansainvälisestikin, painotetaan pyöräilyn ja kävelyn olosuhteiden kehittämistä ja niiden kulkutapaosuuden lisäämistä. Kun kävelyn ja pyöräilyn määrä kasvaa ja ne korvaavat moottoroitua liikennettä, vähentävät ne samalla moottoriliikenteen haittoja, kuten hiilidioksidipäästöjä, energiankulutusta, liikennemelua ja ruuhkia. Suomen liikennepoliitikassa on jo 1950-luvulta alkaen suosittu autoliikennettä ja sen seurauksena kaupunkien liikennejärjestelmät ovat keskittyneet moottoroidun liikenteen toimivuuteen. Liikenneverkko on autoille kattava ja jatkuva, toisin kuin kävely- ja pyöräliikenteelle. Kaikki matkat kuitenkin alkavat kävelystä ja päättyvät siihen. Kävely siis liittyy liikennejärjestelmän osat toisiinsa ja siten kävely on koko liikennejärjestelmän toimivuuden kannalta perustavin asia. Kävely ja pyöräily ovat menettäneet kulkutapaosuuttaan vähitellen, vaikka niiden lisäämiseksi on tehty monia linjauksia. Nykyisessä liikennejärjestelmässä onkin tehtävä aiempaa isompia muutoksia kulkutapaosuuksien muuttamiseksi kaupungeissa, suosien lihasvoimaista liikkumista ja joukkoliikennettä. (Vaismaa, Mäntynen, Metsäpuro, Luukkonen, Rantala & Karhula, 2011, s. 8)

Kansallinen energia- ja ilmastostrategia linjaa sekä käytännön toimia että tavoitteita, joilla Suomi voisi saavuttaa sekä kansalliset että Euroopan unionin energia- ja ilmastotavoitteet vuoteen 2030 mennessä ja voi jatkaa siitä eteenpäin, vuodelle 2050 asetettuihin tavoitteisiin (Työ- ja elinkeinoministeriö, 2017, s. 13). Liikenteen osalta tavoitteena on tehdä koko liikennejärjestelmästä hyvin vähäpäästöinen. Liikenne tuottaa Suomessa noin 40 % kasvihuonekaasupäästöistä ja vuoteen 2030 mennessä on tarkoitus vähentää päästöjen määrää puoleen nykyisestä määrästä. Päästövähennyspotentiaali on suurin tieliikenteessä, joka tuottaa noin 90 % kotimaan liikenteen päästöistä ja siksi päästövähennystoimenpiteitä suunnataan erityisesti siihen. Päästöjen vähentäminen muilla sektoreilla, kuten esimerkiksi maataloudessa on liikennesektoria vaikeampaa ja siksi liikenteen rooli päästöjen vähentämisessä korostuu. Liikenteen nykyisin käyttämien polttoaineiden korvaaminen uusiutuvilla tai vähäpäästöisemmällä polttoaineilla tai käyttövoimalla nähdään nopeimmaksi keinoksi vähentää kasvihuonekaasupäästöjä. (Työ- ja elinkeinoministeriö, 2017, s. 54)

Vaihtoehtoisten käyttövoimien lisääminen ei pitkällä aikavälillä kuitenkaan riitä liikennesektorin ainoaksi päästövähennyskeinoksi, sillä liikenteessä kulutettavan energiatarpeen määrä on vuositasolla niin suurta, ettei sen kattaminen uusiutuvilla raaka-aineilla ole mahdollista. Siksi myös liikenteen energiankulutusta on vähennettävä ja liikennejärjestelmän energiatehokkuutta parannettava. Yksi osa liikennejärjestelmän energiatehokkuuden lisäämistä on huolehtia liikenteen ja maankäytön yhteensovittamisesta sekä kävelyn ja pyöräilyn toimintaedellytyksistä erityisesti kaupunkiseuduilla. Kaavoituksessa ja pysäköintinormeissa tulee myös varautua liikkumistottumuksien muuttumiseen. (Työ- ja elinkeinoministeriö, 2017, s. 54–55) Jotta liikennejärjestelmä olisi energiatehokas, täytyy sen pohjana olla toimiva yhdyskuntarakenne, jossa liikenne, maankäyttö ja tiivis yhteiskuntarakenne on sovitettu huolellisesti yhteen. Palvelujen saatavuus läheltä, myös ilman tarvetta erilliseen automatkaan, tulisi turvata. Kun joukkoliikennettä parannetaan ja kävelyn ja pyöräilyn mahdollisuuksia edistetään, parantaa se samalla liikenteen energiatehokkuutta, kaupunkiliikenteen sujuvuutta, liikenneturvallisuutta ja ilmanlaatua. Infraa, joka on tarkoitettu muillekin liikennemuodoille kuin henkilöautoille, tulee voida kehittää yhteistyössä valtion ja kuntien kanssa. (Työ- ja elinkeinoministeriö, 2017, s. 56)

Valtioneuvosto vahvisti maaliskuussa 2018 kävelyn ja pyöräilyn edistämistä tukevan periaatepäätöksen ja julkaisi kävelyn ja pyöräilyn edistämishjelman. Periaatepäätöksen avulla on tarkoitus parantaa kävelyn ja pyöräilyn edellytyksiä, vähentää liikenteen kasvihuonekaasupäästöjä ja tukea kansanterveyden kohentamista Suomessa. Kävelyä ja pyöräilyä koskevassa periaatepäätöksessä on sama tavoite kuin kansallisessa energia- ja ilmastostrategiassa, eli kävelyn ja pyöräilytavoite matkamäärien kasvun suhteen vuoteen 2030 mennessä on 30 %. Kun kävelyn ja pyöräilyn kasvavat matkamäärät korvaisivat lyhyimpiä automatkoja, olisi sillä sekä kasvihuonepäästöjä vähentävä, että kansanterveyttä edistävä vaikutus. (Liikenne- ja viestintäministeriö, 2018)

2.2 Pyöräilyn lisääntyminen henkilöautoliikenteen haittojen vähentäjänä

Pyöräilyn mahdollisuuksien parantaminen on tärkeää myös henkilöautoliikenteen vähentämiseksi, sillä lisääntyessään henkilöautoliikenne aiheuttaa monia ongelmia. Tutkimuksissa liikkumiseen päivittäin käytetyn ajan on todettu pysyvän samana, vaikka liikkumisen vauhti nopeutuisikin.

Eli kun liikkuminen nopeutuu, johtaa se pitempiin välimatkoihin ja eri toimintojen sijoittumiseen kauemmas toisistaan. Nopea liikenne aiheuttaa yhdyskuntarakenteen hajaantumista ja liikennesuoritteiden kasvua. Nopea liikenne lisää pitkiä matkoja ja vie paljon tilaa, hajaannuttaen näin yhdyskuntarakennetta. Kun toiminnot sijoittuvat kauas toisistaan, pois joukkoliikenneverkoston ulottuvilta, lisää se henkilöautoliikennettä ja lisääntyvä henkilöautoilu hajaannuttaa yhdyskuntarakennetta edelleen. (Kallioinen, 2002, s. 4)

Lisääntyvä autoliikenne aiheuttaa myös ympäristö- ja turvallisuushaittoja. Mikäli autoliikenteelle rakennetaan lisäkapasiteettia ruuhkien välttämiseksi, vaikuttaa se pitkällä aikavälillä autoliikennettä lisäävästi ja näin syntyy jälleen lisää autoliikenteen aiheuttamia ongelmia. Henkilöautoliikenteen ongelmat liittyvät ensisijaisesti sen määrään, joten ongelmien ratkaisussa olennaista on henkilöautoliikenteen vähentäminen, jota eurooppalaisessa liikennepolitiikassa on jo 1990-luvulta asti painotettu. Matkojen lyhentäminen ja kestävien liikkumistapojen suosiminen ovat tapoja vähentää autoilun aiheuttamia haittoja. (Kallioinen, 2002, s. 5–6)

Pyöräliikenne ei kasvaessaan aiheuta samanlaisia ongelmia kuin henkilöautoliikenne. Koska pyörien nopeus on pienempi kuin autoilla, ei pyöräily vaikuta yhdyskuntarakennetta hajauttavasti. Pyöräliikenne vie myös vähemmän tilaa kuin autoliikenne, niin liikkeellä ollessa kuin pysähdyksissäkin. Kadut voivat välittää moninkertaisen määrän pyöräliikennettä verrattuna samanlaisen kadun välityskykyyn autoliikenteen suhteen, joten pyöräilyn lisääntyessä autoliikenteen ruuhkat vähenevät, eikä teiden lisäkapasiteettia tarvitse rakentaa. Pyörä on etenkin lyhyillä matkoilla ja kaupungissa yhtä nopea tai nopeampi kulkuväline kuin auto, eikä pyöräillessä synny ympäristöhaittoja, joten pyöräilyn lisäämisen edut ovat ilmeisiä. Pyöräilyn liikenneonnettomuuksien määrä riippuu pääasiassa autoliikenteen määrästä, joten henkilöautoliikenteen sijaan kasvava pyöräliikenne vähentäisi liikenneonnettomuuksia. (Kallioinen, 2002, s. 6–7)

2.3 Pyöräilyverkon olosuhteista Suomessa

Jalankulku- ja pyöräilyverkko muodostuu Suomessa jalkakäytävistä, pyöräteistä ja pyöräkaistoista ja noin 80 % pyöräteistä Suomessa on asfalttipintaisia. Maantieverkolla jalankulku- ja pyöräteiden väylänpitäjä on valtio, kuntaverkolla väylänpitäjänä toimii kunta ja yksityisillä teillä tiekunta tai osakkaat. Valtion tienpidosta vastaa Väylävirasto. Alueelliset

elinkeino-, liikenne-, ja ympäristökeskukset toimivat yleensä tienpitoviranomaisena, mutta kadunpidon järjestäminen on kuntien tehtävä, samoin kuin pyörätien ja rakenteellisesti erottamattoman jalankulku- ja pyöräilytien kunnossapito. (Jalkanen, 2013, s. 18)

Vielä vuonna 2012 Suomen jalankulku- ja pyöräilyverkon pituus oli noin 18 000 km ja siitä noin kolmasosa sijoittui tieverkolle ja kaksi kolmannesta katuverkolle. Katuverkon osalta määrä on vain arvio, mutta tieverkolla olevat väylät on tilastoitu tierekisteriin. (Jalkanen, 2013, s. 18–19) Suomen pyöräilyväylien verkko on kaupunkiseuduilla ja taajamien keskeisillä alueilla suurelta osin kattava, vaikka taajamissakin on yksittäisiä epäjatkuvuuskohtia. Väyläpuutteita on etenkin kyläkohteissa ja taajamien reuna-alueilla. Pyöräilyolosuhteiden kehittämisessä tulisi määrän sijasta panostaa pyöräteiden laadun parantamiseen. (Jalkanen, 2013, s. 20)

Vuoden 2010 keväällä toteutettiin laaja *Pyöräilyn olosuhteet Suomen kunnissa* -selvitys, josta Hanna-Mari Maijala vuonna 2011 toimitti Liikunnan ja kansanterveyden edistämissätiö LIKESin julkaisun. Selvitystä varten kerättiin tietoja pyöräilyn olosuhteista Suomen erikokoisissa kunnissa. Aikaisemmin tietoa pyöräilyn olosuhteista ei valtakunnanlaajuisesti ole ollut käytettävissä, mutta selvityksen avulla saatiin kattavasti tietoa pyöräilyn mahdollisuuksista ja haasteista keskenään erilaisissa kunnissa. (Maijala, 2011, s. 15) Selvitykseen vastanneen 138 suomalaisen kunnan pyöräteistä kunnan ylläpitämiä oli 64 prosenttia ja valtion ylläpitämiä 34 prosenttia. Kunnissa oli sitä enemmän kunnan ylläpitämiä pyöräteitä, mitä isompi kunta on ja pyöräilyväylien kokonaispituus kasvoi kuntakoon suurentuessa. Pienissä kunnissa oli asukaslukuun suhteutettuna eniten pyöräteitä ja vähiten niitä oli suurissa kaupungeissa. Selvitykseen vastanneissa kunnissa yhdistettyjä kävely- ja pyöräteitä oli yhteensä 88 % niiden koko pyöräilyväyläverkostosta ja verkostojen pituudesta mopoilu oli sallittu noin 20 % osuudella. Erillisiä pyöräteitä oli vain noin viisi prosenttia pyöräilyväyläverkostosta, kävely- ja pyöräteitä rinnakkain viivalla tai muulla rakenteella erotettuna on kaksi prosenttia ja pyöräkaistoja oli vain noin prosentin verran. (Maijala, 2011, s. 41)

Kun yhden tiekilometrin ylläpitokustannus on vuodessa noin 6200 €, on päällystettyjen väylien, niin maanteiden kuin jalankulku- ja pyöräteidenkin ylläpito kallista. Väylävirasto ja ELY-keskukset kohdentavat korjauskäyttöön tarkoitettut varat väylien hoitoon,

parantamiseen ja korjaukseen. Paikkausurakoinnilla on suuri vaikutus teiden palvelutasoon, liikenneturvallisuuteen ja päälysteen elinkaaren optimointiin. (Väylävirasto, 2020b, s. 8)

2.4 Työmatkapyöräilyn lisäämisen mahdollisuudet

Pyöräilyä työmatkojen kulkutapana voisi hyvin lisätä, sillä vaikka suomalaisten työmatkat yleensä ovat pidentyneet, silti yhä noin puolet olisi pyöräiltävissä. Alle seitsemän kilometrin matkoilla pyöräilyä on pidetty nopeimpana tapana liikkua kaupunkialueilla. Seitsemän kilometrin matkan voi ajaa polkupyörällä noin 25 minuutissa jo 17 km/h ajonopeudella. Yhteensä 46 %:lla kaikista Suomessa työssäkäyvistä työmatkan pituus pyöräillen oli vuonna 2017 alle seitsemän kilometrin pituinen ja niillä, jotka työskentelivät kotikunnissaan, alle seitsemän kilometrin työmatka oli jopa 69 %:lla, eli noin 920 000 henkilöllä. Kestävän liikkumisen tapoja työmatkoilla, kuten pyöräilyä, olisi tilastojen valossa siis mahdollista lisätä reilusti ilman, että työmatka-ajat olennaisesti pitenisivät. (Keva, 2020) Kuitenkin vuoden 2016 Henkilöliikennetutkimuksen mukaan vain joka kolmas työmatkoista tehtiin kävelen, pyörällä tai joukkoliikenteellä (Liikennevirasto, 2016).

2.5 Pyöräilyn turvallisuus

Pyöräilyn osalta tieliikenneonnettomuuksien määrä on viimeisen kymmenen vuoden aikana selvästi vähentynyt. Pyöräilijöiden liikennekuolemien määrä on laskenut lähes kolmanneksella ja pyöräilijöiden loukkaantumiset ovat vähentyneet noin viidenneksellä. Poliisin tietoihin perustuvien tieliikenneonnettomuustilastojen mukaan liikenneonnettomuuksissa kuoli vuosina 2014–2017 vuosittain keskimäärin 27 pyöräilijää, 750 pyöräilijää loukkaantui ja heistä 51 loukkaantui vakavasti. (Mesimäki & Luoma, 2020, s. 6) Pyöräilijöiden onnettomuuksista osa jää kuitenkin tilastojen ulkopuolelle, sillä pyöräilijöiden yksittäisonnettomuuksista ja pyöräilijöiden ja kävelijöiden välisistä onnettomuuksista ei useinkaan ilmoiteta poliisille. Vain noin 26 % kaikista pyöräilijöille liikenteessä tapahtuneista onnettomuuksista päättyi vuonna 2011 Poliisin tieliikenneonnettomuustilastoon. (Mesimäki & Luoma, 2020, s. 7) Suurin osuus pyöräilijöiden onnettomuuksista tapahtuu, kun pyöräilijä ajaa moottoriliikenteen seassa ja toiseksi eniten onnettomuuksia tapahtuu yhdistetyillä kevyen liikenteen väylillä, joilla pyöräilijät jakavat saman tilan kävelijöiden kanssa (Mesimäki & Luoma, 2020, s. 10).

Poliisin tietoon vuonna 2011 Suomessa tulleista jalankulku- ja pyöräilyonnettomuuksista valtaosa tapahtui taajamissa ja vain kymmenesosa taajamien ulkopuolella. Kuntien hoitamalla katuverkolla sattui kolme neljäsosaa jalankulkijoiden ja pyöräilijöiden onnettomuuksista, viidesosa yleisellä tieverkolla ja vain noin 5 % yksityisillä tieosuuksilla. Kaksi kolmesta pyöräilyonnettomuudesta tapahtui liittymissä ja kolmannes niiden ulkopuolella. (Jalkanen, 2013, s. 14)

Kun jalankulun, pyöräilyn ja moottoriajoneuvoliikenteen liikennesuorite kasvaa, kasvaa yleensä myös jalankulun ja pyöräilyn onnettomuuksien määrä. Kuitenkin pyöräilyn turvallisuus suhteessa pyöräilysuoritteeseen paranee, kun pyöräilymäärät kasvavat. Pyöräilyn turvallisuuden kohentuminen voi johtua sekä pyöräilyn näkyvyyden kasvamisesta liikenteessä että pyöräilyinfrastruktuurin parantamisesta. (Jalkanen, 2013, s. 15)

2.6 Valtion ylläpitämien pyöräteiden rahoituksen periaatteita

ELY-keskukset pystyivät 2010-luvun rahoitustasolla rakentamaan vain pienen osan omilla alueillaan todetuista jalankulku- ja pyöräväylätarpeista. Kunnissa on väylien rahoittamiseen erilaisia ohjelmointikäytäntöjä, mutta ELY-keskuksissa väylätarpeet asetetaan tärkeysjärjestykseen niin sanotulla hankekorimenetelmällä, jossa tietoa on kerätty paikkatieto- ja kustannusanalyysien avulla. Väylätarpeet jaetaan kolmeen kiireellisyysluokkaan niiden henkilövahinko-onnettomuuksia vähentävien, jalankulkua, pyöräilyä ja joukkoliikenteen käyttöä edistävien sekä yhteiskuntataloudellista eheytymistä tukevien vaikutusten mukaan. Suuri osa tunnistetuista väylätarpeista sijoittuu kuitenkin alimpaan kiireellisyysluokkaan ja ELY-keskukset toteuttavat ensisijaisesti korkeimman kiireellisyysluokan jalankulku- ja pyöräilyväylähankkeita. (Jalkanen, 2013, s. 26)

Hankekorimenettelyä käytettäessä on tarkoitus, että vähäiselläkin rahoituksella saataisiin mahdollisimman paljon vaikuttavuutta. Silti haja-asutusseudut, joilla on etäisyydet ovat pitkiä ja väestöpohja on heikko, jäävät usein ilman jalankulun ja pyöräilyn tieinvestointeja. Koska kävely ja pyöräily ovat tasa-arvoisia ja lähes kaikille soveltuvia liikkumiskeinoja, eivätkä ne vaadi merkittävää varallisuutta tai ajotaitoa- tai ajokykyä kuten auton käyttö ja hankinta vaatii, voi väylästä puute rajoittaa yksilön liikkumisen vapautta. Jalankulku- ja pyöräväylästä puute aiheuttaa Suomen kaupunkikeskustojen ulkopuolella merkittävän

saavutettavuus- ja turvallisuusongelman, kun esimerkiksi koulukyydit maksavat ja jalankulku- ja pyöräteiden puute aiheuttaa vaaratilanteita. (Jalkanen, 2013, s. 27)

3 SUOMEN PYÖRÄILYVÄYLÄVERKOSTON VAIHEET JA PYÖRÄILYN ASEMA

Kun näyttää siltä, että pyöräilyn edut ovat ilmeisiä ja henkilöautoliikenteen määrää on sekä tarpeellista että tavoiteltua laskea, voidaan kysyä, mitkä tekijät ovat vaikuttaneet siihen, että pyöräliikenne ja pyöräilyväylät ovat aikaisempina vuosikymmeninä jääneet ja jäävät yhä usein henkilöautoliikenteen ja sen infrastruktuuriin investoimisen varjoon. Tässä luvussa lähestytään historiakatsauksen kautta sitä, mitä pyöräilyn, pyöräilyväylien ja liikennesuunnittelun kehitysvaiheita tarkastelemalla voidaan ymmärtää pyöräilyn ja sen infrastruktuurin nykytilanteesta ja tulevaisuuden mahdollisuuksista.

Johanna Kallioinen selvitti diplomityössään *Pyöräilyn institutionaalinen asema liikennesuunnittelussa* sitä, mitkä tiedolliset institutionaaliset rakenteet liikennesuunnittelussa ovat vaikuttaneet siihen, ettei pyöräily ole yhtä paljon huomioitu liikennemuoto, kuin erityisesti moottoroidut liikennemuodot (Kallioinen, 2002, s. 107). Tutkimuksessaan Kallioinen tarkastelee myös sitä, miten pyöräilyyn on liikennemuotona ja liikennesuunnittelun kohteena suhtauduttu pyöräilyn historian eri vaiheissa. Kallioinen jakaa tarkastelunsa kolmeen vaiheeseen:

- Ennen itsenäistä liikennesuunnittelua, eli ennen 1950-lukua
- Itsenäisen liikennesuunnittelun alkuvuosikymmeniin 1950-1960-luvuilla
- Liikennesuunnittelun monipuolistumisen aikaan 1970-luvulta eteenpäin.

(Kallioinen, 2002, s. 30)

3.1 Pyöräilyn asema ennen 1950-lukua

Polkupyörästä kehitettiin kulkuvälineenä toimiva versio vasta 1800-luvulla, yksilöllistä liikkumista nopeuttavista kulkuneuvoista seuraavana hevosen ja hevosvaunujen jälkeen. Ensimmäiset polkupyörät tuotiin Suomeen vuonna 1869 ja vuoteen 1896 mennessä maassa oli noin 4000 pyörää, mutta koska polkupyörät olivat kalliita, oli pyöräily aluksi vain rikkaiden harrastus. (Kallioinen, 2002, s. 36–37) Pyöräiden valmistus kuitenkin tehostui pyöräilyn

kultakaudella 1920-1950 välisenä ajanjaksona, pyörien hinnat laskivat ja polkupyörästä tuli kulkuneuvo keskiluokalle ja työläisille. Pyöräily yleistyi juuri modernin yhteiskunnan rakentamisen alkuvaiheissa, kun kaupungistuminen, tiivis rakentaminen ja teollistuminen alkoivat. Polkupyörä laajensi huomattavasti ennen vain jalkaisin liikkuneiden ihmisten toimintapiiriä ja kun kodin ulkopuolella tehtävä palkkatyö yleistyi, voitiin polkupyörällä taittaa työmatkoja. (Kallioinen, 2002, s. 38–39)

3.2 Liikennesuunnittelu ennen 1950-lukua ja pyöräteiden tulo

Ennen 1950-lukua liikennesuunnittelu ei ollut itsenäinen ammattiala, vaan se oli yksi osa yhdyskuntien ja väylien suunnittelussa. Liikennesuunnitteluun kuuluivat ensinnä alueellisten yhteyksien suunnittelu, jolla pyrittiin ratkaisemaan välimatkojen aiheuttamaa haastetta, toiseksi kaupunkien katuverkon suunnittelu, jolla ratkaistiin liikkumisen sujvuusongelmia, kolmanneksi liikenteen ohjaus ja sääntely, joiden tarpeen kaupunkiliikenne synnytti, sekä neljänneksi väylien tekninen ja rakenteellinen suunnittelu. (Kallioinen, 2002, s. 49–50)

Liikennetekniikka alana syntyi, kun liikenteelliset kysymykset eriytettiin näistä neljästä osa-alueesta ja ne yhdistettiin liikennetekniikan alaksi (Kallioinen, 2002, s. 51–52).

Ajatus pyöräteistä tuli Suomeen 1930-luvulla Tanskasta ja Ruotsista. Pyöräteitä pidettiin ratkaisuna pyöräilijöiden turvallisuusongelmaan ja autoliikenteen sujvuusongelmaan. (Kallioinen, 2002, s. 53) Pyöräilyä ei nähty autoilun rinnalla yhtä tärkeänä liikkumismuotona 1930-luvulla, sillä pyöräilyä pidettiin tuolloin jopa liikennettä haittaavana ja hidastavana tekijänä, joka aiheutti autoilijoille suuria vaikeuksia. Pyöräilijöitä pidettiin kurittomina, arvaamattomina ja huolimattomina liikkujina, jotka häiriötekijänä tuli erottaa muusta liikenteestä, eli käytännössä autoliikenteestä, jotta autoliikenteen sujvuus ja nopeus eivät kärsisi. (Kallioinen, 2002, s. 61–62)

Kallioinen arvelee, että pyöräliikenne ei saanut määrästään huolimatta yhtä paljon huomiota kuin autoliikenne, koska polkupyörän keksimisen ja pyöräilyn yleistymisen ja toisaalta autoilun kehityksen ja yleistymisen välillä ei ollut ehtinyt kulua tarpeeksi aikaa. Pyöräliikenne ei ollut ehtinyt vakiinnuttaa itselleen tarpeeksi vahvaa institutionaalista asemaa, ennen kuin autot tulevaisuuden liikennemuotona valtasivat alaa. Kallioinen päättelee myös, että

liikennemuotojen suhteen tilanne voisi olla toisenlainen, mikäli polkupyörän yleistymisen ja auton yleistymisen välillä olisi ehtinyt kulua esimerkiksi sata vuotta. (Kallioinen, 2002, s. 61)

3.3 Itsenäisen liikennesuunnittelun alkuvuosikymmenet ja pyöräilyn asema 1950-1960-luvuilla

Pyöräilyn kulkutapaosuus kääntyi nopeasti laskuun autoilun yleistyessä. Kun henkilöautoliikenne alkoi Euroopassa kasvaa ennen näkemättömällä tavalla 1950-1960-lukujen vaihteessa, päättyi pyöräilyn kultakausi Euroopassakin. Pyöräilymäärät vähenivät, kun kaupungit kasvoivat ja hajautuivat, liikenteeseen alkoi tulla mopoja, tuotantorakenne- ja tavat muuttuivat ja tulotaso kasvoi. (Kallioinen, 2002, s.42–43)

Itsenäisen liikennesuunnittelun alkuvuosikymmeninä 1950-1960-luvuilla tarvittiin ratkaisuja ja liikenneteknistä osaamista autoliikenteen kasvun aiheuttamiin liikenneongelmiin. Suomessa perustettiin Teknilliseen korkeakouluun liikennetekniikan oppituoli vuonna 1966. Itsenäisen liikennesuunnittelun vaiheen alkaessa siirryttiin myös yhdyskuntasuunnittelussa fyysisestä, *design*-suunnittelusta kohti yhdyskuntien toiminnallisuutta painottavaa *planning*-suunnittelua. Kaupunkeja ja yhdyskuntia alettiin tarkastella järjestelminä, jotka koostuvat toisiinsa yhteyksissä olevista toiminnoista ja niin liikenteen ja sen suunnittelun merkitys alkoi korostua. Samalla kun liikennetekniikan ala kehittyi ja itsenäistyi, liikennesuunnittelun tavoitteina olivat ennen kaikkea liikenteen sujuvuus ja liikenneturvallisuus. Kun aikaisemmin liikenneturvallisuuteen vaikutettiin ihmisten käyttäytymistä ohjaamalla, liikennesuunnittelun itsenäistymisen myötä 1950-1960-luvulla liikenneturvallisuuteen pyrittiin vaikuttamaan suunnittelun, eli liikenneympäristön parantamisen kautta. (Kallioinen, 2002, s. 64–65)

Kun toiminnallisuuden näkökulma alkoi ohjata yhdyskuntasuunnittelua, tuli suunnittelusta myös tieteelliseen tutkimukseen perustuvaa toimintaa, jonka perustana oli 1960-luvulla rationaalinen suunnitteluprosessi. Rationaalisessa suunnitteluprosessissa keskeistä oli suunnitelmien yhteiskuntataloudellisten vaikutusten kvantifioiminen ja vertailu. Näissä arvioinneissa hyötyjä painotettiin kuitenkin enemmän kuin haittoja. Haittoja, kuten pakokaasuja tai melua, pidettiin välttämättöminä ja sopeutumista vaativina asioina, jotka vain seurasivat uutta autoistumiskehitystä. (Kallioinen, 2002, s. 66)

Itsenäisen liikennesuunnittelun alkuvuosikymmenet olivat merkittävää aikaa liikennesuunnittelun kehityksen kannalta ja juuri tuolloin pyöräilyn asema liikennesuunnittelussa oli lähes näkymätön, sillä autoliikenne määritteli vahvasti liikennetekniikkaa ja -suunnittelua, eikä autoliikenteen rajoittamista pidetty tarpeellisena. Suomessa autolla liikkuminen nähtiin liikennesuunnittelussa sekä tavoitteellisena että oletusarvoisena kulkutapana, jonka jälkeen toisena kulkutapavaihtoehtona nähtiin joukkoliikenne ja kolmantena kävely, eikä pyöräilyä kulkutapana huomioitu ollenkaan. (Kallioinen, 2002, s. 67–68)

Jo aiemmin liikennesuunnittelussa yleistynyt yhteiskunnan toimintojen erottelu jatkui ja kehittyi 1950-1960-luvulla. Erottelussa esimerkiksi asumista, teollisuutta ja kauppota eroteltiin omille alueilleen, keskenään erityyppistä liikennettä, kuten paikallis- ja läpikulkuliikennettä, eroteltiin omille väylilleen ja eri liikennemuotoja eroteltiin omille alueilleen tai väylilleen. Toimintojen erottelu eri puolille kaupunkia johti pyöräliikennettä koskien siihen, että matkat toimintojen välillä pidentyivät, eikä pyörä ollutkaan enää niin toimiva kulkutapa. Kun liikennettä erotettiin toiminnoista, se tarkoitti käytännössä moottoriliikenteen erottamista erillisille alueilleen, joka siten saattoi tehdä pyörä- ja jalankulkuliikenteen kulun hankalammaksi tai pidentää niiden reittejä. Pyöräilyn nähtiin sopivan tieverkon jäsentelyssä liikenneverkon alimmille tasoille, eli kaduille, joilla oli vain vähän autoliikennettä. Liikennemuotojen erotteluperiaatteissa pyöräilyllä ei ollut myöskään selkeää asemaa, sillä vaikka pyöräiteitä ohjattiin sijoittamaan jalankulkuväylien yhteyteen, luettiin pyöräily kuitenkin yhteenkuuluvaksi mopoliikenteen kanssa. (Kallioinen, 2002, s. 70–71)

Yksi syy sille, että pyöräliikennettä ei liikennesuunnittelussa huomioitu, oli ajatus siitä, että pyöräily ei ole tulevaisuuden kulkumuoto, vaan se tulee tulevaisuudessa häviämään kokonaan ja että kulkutapana se kuului vain lapsille ja vapaa-ajan harrastuksiin, eikä esimerkiksi työmatkoille. Pyöräilijät nähtiin niin pahasti liikennettä haittaavina tekijöinä, että pyöräilyn toivottiin jopa häviävän liikenteestä kokonaan. Vielä vuonna 1969 Helsingin kaupungin liikennesuunnitteluohjeessa kirjoitettiin, että pyöräiteiden rakentaminen olisi mahdollista vain keskustan rajalle asti ja rajalta pyöräilijöiden tulisi siirtyä jalkaisin tai joukkoliikennevälineillä keskustaan, koska keskustassa ei olisi tilaa pyöräilylle, sillä autojen

piti mahtua sinne. Olisi ollut liian kallista ja monimutkaista rakentaa pyöräkaistoja ja pyöräteitä keskusta-alueelle. (Kallioinen, 2002, 72)

Liikenteen ja talouden kehityksen yhteydestä tuli liikenne- ja yhdyskuntasuunnittelua voimakkaasti ohjaava näkemys 1950-1960-luvulla. Liikenne alettiin nähdä hyödyllisenä tekijänä ja jopa resurssina, eikä liikenteen määrää siksi haluttu rajoittaa, vaan sitä haluttiin lisätä rakentamalla entistä suurempia väyliä ja sijoittamalla toiminnot alueille, joilla niille oli tilaa. Kuitenkin liikenteen tuottama taloudellinen merkitys ja liikenteen sujuvuustavoite nähtiin 1950-1960-luvulla vain moottoriliikenteessä, eikä pyöräilyä yhdistetty talouskasvuun, ihmisten hyvinvointiin tai ajan säästämiseen. (Kallioinen, 2002, s. 75–76)

3.4 Liikennesuunnittelun monipuolistumisen aika ja pyöräilyn asema 1970-luvulta eteenpäin

Turvallisuus- ja ympäristöhaittoihin havahtuminen alkoi muuttaa liikennesuunnittelua monipuolisemmaksi 1970-luvulta lähtien, henkilöautojen suosimista kyseenalaistettiin ja muiden liikkumistapojen asema alkoi parantua. Henkilöautoliikenteen turvallisuus-, terveys- ja ympäristöhaittoihin ja suureen energiankulutukseen alettiin havahtua, kun tieliikenteen määrä nousi voimakkaasti ja liikenneturvallisuusongelmat kasvoivat. Ympäristöongelmat nousivat entistä suuremmaksi huolenaiheeksi 1980-luvun lopussa ja 1990-luvulla, jolloin alettiin puhua kestävästä kehityksestä. Yhdyskuntasuunnittelussa ei enää kiinnitetty huomioita vain saavutettaviin hyötyihin, vaan myös mahdollisiin haittoihin.

Liikenneongelmia ei voinut enää ratkaista väyläkapasiteettia lisäämällä, vaan liikenne- ja yhdyskuntasuunnittelussa täytyi alkaa tehdä muutoksia autoilun vähentämiseksi. (Kallioinen, 2002, s. 82–83) Liikennesuunnittelussa ohjaavaksi tekijäksi tuli sujuvuus- ja turvallisuustavoitteiden lisäksi myös kysynnän hallinnan periaate, eli liikennesuunnittelussa ei vain tyydytä vastaamaan kysyntään kapasiteettia lisäämällä, vaan kysyntään pyritään vaikuttamaan. Liikenteen taloudellisen merkityksen ja toisaalta liikenteen hillitsemistavoitteen välillä oli kuitenkin ristiriitaa. (Kallioinen 2002, s. 84–85)

Liikennesuunnittelussa sekä kävelyn että pyöräilyn rooli alkoi korostua 1970-luvulla, kun pyöräilyn kysyntä kasvoi ja jalankulkijoiden ja liikenneonnettomuuksissa pyöräilijöiden osuus oli suuri. Turvallisuusongelmat synnyttivät Suomessa 1960-luvulla alkaneen käytännön liittää

jalankulku ja pyöräily yhteen ja 1970-luvulla syntyikin käsite *kevyt liikenne* ja jalankulkua ja pyöräilyä alettiin järjestelmällisesti käsittelemään yhdessä. Suomessa yhteen liittämistä selittävät myös talvet, jolloin pyöräily on vähäisempää ja yhdistetyt jalankulku- ja pyöräilyväylät helpottavat myös talvikunnossapitoa. (Kallioinen, 2002, s. 85–86)

Tielakiin tehtiin vuonna 1982 lisäys, jonka mukaan tie- ja vesirakennuslaitoksen ja kuntien tuli mahdollisuuksiensa mukaan järjestää kevyelle liikenteelle tarpeelliset yhteydet kullekin kulkureitille ja samalla laki määräsi kunnat osoittamaan tarpeeksi rahoitusta kevyen liikenteen verkoston toteutukseen. (Kallioinen, 2002, s. 86–87)

Henkilöautolla tehtyjen matkojen muuttamisesta pyöräily-, kävely- tai joukkoliikennematkoiksi tai niiden yhdistelmiksi tuli 1990-luvulla Euroopassa yksi liikennesuunnittelun keskeisistä tavoitteista. Pyöräily, jota oli aiemmin käsitelty häiriötä aiheuttavana ja häviämään tuomittuna liikennemuotona, alettiin 1990-luvulla nähdä hyödyllisenä ja liikenneongelmia ratkaisevana vaihtoehtona. Ajateltiin, että kun pyöräily korvaa henkilöautoliikennettä ja vähentää sen haittoja, synnyttää se samalla myös taloudellisia ja yksilöllisiä hyötyjä. Pyöräilyä edistävä työ 1990-luvulla ei ollut enää vain pyöräteiden ja kevyen liikenteen väylien rakentamista, vaan alettiin pyrkiä sujuvaan ja turvalliseen pyöräilyinfrastruktuuriin, sujuviin pyöräilyn matkaketjuihin, pyöräilytiedon lisäämiseen ja pyöräily otettiin osaksi liikennepolitiikkaa, -suunnittelua ja -tutkimusta. Pyöräilyn sujuvuuden lisäksi myös kevyen liikenteen turvallisuus korostui liikennesuunnittelussa entisestään, mennen osittain jopa autoliikenteen sujuvuuden edelle. (Kallioinen, 2002, s. 90–91) Pyöräilyä alettiin 1990-luvulla käsittelemään omana alueenaan, eikä osana kevyttä liikennettä, toisin kuin 1970-luvulla tehtiin (Kallioinen, 2002, 94).

Kallioisen mukaan pyöräilyn asema ja sen sujuvuustavoitteet eivät vielä 2000-luvun vaihteessakaan olleet riittäviä suhteessa pyöräilyn hyötyihin tai autoilun vähentämistavoitteeseen (Kallioinen, 2002, s. 97). Yhteiskunnan rakentuminen autoilun varaan on Kallioisen mukaan johtanut siihen, että pyöräilyn asema liikennesuunnittelussa on usein ollut olla ”kylkiäisenä” moottoriliikenteen suunnittelussa (Kallioinen, 2002, s. 119). Kallioinen näkee, että autoliikenteen kasvusta on tullut liikenne- ja yhdyskuntasuunnittelussa sellainen luonnollisena ja vääjäämättömänä pidetty asia, jota ei aina ole ymmärretty kyseenalaistaa, vaan autoliikenteen kasvuun on pyritty reagoimaan vain infrastruktuuria

kohentamalla (Kallioinen, 2002, s. 121). Autoliikenteen kasvua Kallioinen ei kuitenkaan näe väistämättömänä luonnollisena ilmiönä, vaan hän sanoo, että suunnittelulla voidaan vaikuttaa siihen, miten ja mitkä liikennemuodot kasvattavat osuuttaan (Kallioinen, 2002, s. 130). Mikäli pyöräliikenteen osuutta halutaan nostaa, tulee ymmärtää, ettei se kasva itsestään, vaan sitä täytyy kasvattaa (Kallioinen, 2002, s. 132–133). Yksilöllisten tekijöiden, kuten sään ja lihasvoiman käytön lisäksi myös kollektiiviset tekijät, kuten infrastruktuurin turvallisuus ja sujuvuus, vaikuttavat kulkutavan valintaan ja niin liikenne- ja yhdyskuntasuunnittelulla voidaan vaikuttaa myös kulkutapaosuuksiin (Kallioinen, 2002, s. 140). Liikennesuunnittelussa eri liikennemuotojen olosuhteiden kehittämisessä kyse on lopulta valinnoista ja liikennemuotojen olosuhteiden erot taas vaikuttavat kunkin liikennemuodon kasvun edellytyksiin (Kallioinen, 2002, s. 143).

Pyöräilyn sujuvuustavoite tuli osaksi liikennesuunnittelua varsinaisesti vasta 1990-luvulla. Kallioinen huomauttaa, että pyöräilyn sujuvuutta ei paranna vain liikennesuunnittelussa korostettu pyöräteiden rakentaminen, mikäli pyöräilyverkon ja matkaketjun kehittämistoimia ei ole tai niitä tehdään vain vähän. (Kallioinen, 2002, s. 99)

Vaikka pyöräliikenteen suunnitteluun tuli 1970-1990-luvuilla lisää resursseja, ei siihen vielä vuosituhaten vaihteessakaan käytetty niin paljon resursseja kuin muihin liikennemuotoihin. (Kallioinen, 2002, s. 101–102) Pyöräilyn ei nähty aiheuttavan yhteiskunnalle suuria kustannuksia, mutta ei myöskään taloudellista hyötyä, sillä kävelyn tapaan pyöräily liitettiin pienituloisuuteen tai köyhyyteen ja köyhien ei ajateltu kykenevän kuluttamaan yhtä paljon kuin autolla ostamaan tulevien. (Kallioinen, 2002, s. 103–105)

Kuitenkin pyöräily tuo huomattavaa taloudellista merkitystä, sillä lyhyillä matkoilla ja kaupungeissa pyöräily on nopein ja edullisin tapa liikkua, pyöräala työllistää ihmisiä, pyöräilyn ja jalankulun olosuhteet vaikuttavat kaupungeissa viihtyvyyteen ja tuovat elinvoimaisuutta. Mikäli pyöräilyn taloudellista merkitystä liikennemuotona ei nähdä, ei pyöräilyn sujuvuustavoitteitakaan nähdä tärkeiksi. (Kallioinen, 2002, s. 106)

Nykyisten kulkutapojen suosion ja liikenneinfrastruktuurin syntymiseen vaikuttaneiden päätösten taustalla on siis ollut monenlaisia tekijöitä, eikä pelkkä mahdollisuus käyttää olemassa olevia varoja tai teknisiä apuvälineitä näytä välttämättä takaavan

pyöräilyolosuhteiden optimaalisuutta. Pyöräilyväylien hyvään kuntotason panostaminen edellyttää valintoja, kuten poliittisia päätöksiä, pyöräilyn arvon ymmärtävää näkemystä sekä oikeaa tietoa valintojen pohjaksi. Pyöräilyn ja pyöräilyinfrastruktuurin historia on vielä melko lyhyt, mutta sitä tutkimalla voidaan nähdä, kuinka politiikka, valinnat, ymmärrys, kokemus ja tieto ovat vaikuttaneet pyöräilyn arvostukseen, sekä halukkuuteen ja aktiivisuuteen rakentaa pyöräilyväylien verkostoa. Moottoriliikenteen ensisijaisena pitäminen liikennesuunnittelussa on ajanut usein pyöräiliikenteen arvostuksen ohi, joten myös kunnossapidon kohdalla olisi hyvä ottaa huomioon valintojen ja arvostusten vaikutukset, etteivät suunnitelmat ja strategiat pyöräilyn kulkutapaosuuden lisäämiseksi jäisi vain hyviksi aikeiksi.

4 VÄYLIEN HOITO JA KUNNOSSAPITO

Väylien hoidon ja kunnossapidon ohjaaminen tapahtuu Suomessa lakisääteisesti.

Maankäyttö- ja rakennuslaissa ilmaistaan kadunpidon olevan kunnalle kuuluva tehtävä ja määrittellään kadunpidon käsittävän ”kadun suunnittelemisen, rakentamisen ja sen kunnossa- ja puhtaanapidon sekä muut toimenpiteet, jotka ovat tarpeen katualueen ja sen yläpuolisten ja alapuolisten johtojen, laitteiden ja rakenteiden yhteen sovittamiseksi” (Maankäyttö- ja rakennuslaki, 132/1999 § 84). Katujen kunnossa- ja puhtaanapitoa ohjataan lailla kadun ja eräiden yleisten alueiden kunnossa- ja puhtaanapidosta (669/1978).

Kunnossapidon osalta siinä todetaan, että ”kadun kunnossapito käsittää ne toimenpiteet, joiden tarkoituksena on pitää katu liikenteen tarpeiden edellyttämässä tyydyttävässä kunnossa” ja samoin pinnan korjaamisesta todetaan, että ”kadun kunnossapito käsittää kadun rikkoutuneen päällysteen korjaamisen tai uudelleen päällystämisen” (Laki kadun ja eräiden yleisten alueiden kunnossa- ja puhtaanapidosta, 669/1978 § 3). Puhtaanapidosta laissa sanotaan, että se ”käsittää ne toimenpiteet, joiden tarkoituksena on pitää katu siistinä ja terveydellisesti tyydyttävänä, kuten kadulle kerääntyneen lian, lehtien, roskien ja irtonaisten esineiden sekä rikkaruohon poistamisen ajoradalta ja jalkakäytävältä” (Laki kadun ja eräiden yleisten alueiden kunnossa- ja puhtaanapidosta (669/1978 § 3).

Kuntatasolla käytetyt termit eivät kuitenkaan ole aina täysin vastaavia lakitermien kanssa, sillä kuntakielessä sekä hoito että kunnossapito katsotaan kuuluviksi katujen ylläpitoon. Talvikunnossapito, katuvalaistus ja puhtaanapito ovat kuntakielessä osa katujen hoitoa ja katujen rakenteellinen kunnossapito sekä laitteiden ja varusteiden kunnossapito kuuluvat

katujen kunnossapitoon. (Vaismaa, 2014, s.118) Eri lähteissä termien käyttöön voi siis kuulua laki- ja kuntakielen erilaisten käyttötapojen vuoksi epätäsmällisyyttä ja siksi myös tässä opinnäytetyössä termien käyttö voi olla osin epätäsmällistä.

4.1 Kunnossapidon merkitys

Reitin sujuvuus, suoruus ja matkanopeus ovat tärkeimpiä perusteita, kun pyöräilijä valitsee ajoreittiään. Ajaessaan pyöräilijät pyrkivät luonnostaankin kulkemaan tasaisella teholla ja välttämään energian tuhlaamista tarpeettomiin jarrutuksiin. Tasaista ja sujuvaa kulkua häiritsevät tekijät, kuten kadunylitykset, epäjatkuvuudet, reunakivet ja näkemäesteet vaikuttavat pyöräilyreitien houkuttelevuuteen. (Voltti, Somerpalo, Ruonakoski, 2010, s. 19–20)

Pyöräilyn sujuvuuteen, nopeuteen, liikennemääriin, toimivuuteen ja turvallisuuteen vaikuttavat myös pyöräteiden kunto ja erityisesti niiden kunnossapito. Pyöräily- ja jalankulkuväylien kunnossapito kertoo siitä, millaista liikennepolitiikkaa valtio tai sen kunnat ja kaupungit harjoittavat. Poliittisilla päätöksillä vaikutetaan rahoitukseen, joka määrittelee kunnossapidon tason ja pyöräily- ja jalankulkuväylien kunnossapidon ongelmiin on usein syynä juuri rahoituksen puute. Mikäli kunnossapidosta halutaan säästää rahaa, saattaa se kostautua moninkertaisilla kuluilla vaikkapa terveyssektorilla, esimerkiksi hiekoituksen puutteen ja liukastumisonnettomuuden seurauksena, kun työntekijä joutuu sairauslomalle ja hoidosta aiheutuu terveydenhoitokuluja. Useassa eurooppalaisessa kaupungissa pyöräilyä ja kävelyä pidetään tasavertaisina liikennemuotoina suhteessa autoiluun ja sillä on vaikutuksensa myös kunnossapidon suunnitteluun ja toteuttamiseen. Autoilua suosivaa liikennepolitiikkaa harjoittavissa maissa taas pyöräily- ja kävelyväyliä hoidetaan usein puutteellisesti ja pyöräilyväylät voidaan rakentaa laatutasoltaan huonommiksi perustuksista päällysteeseen asti. Mikäli autoilu nähdään ensisijaiseksi kulkumuodoksi, talvella tärkeitä pyörä- ja kävelyväyliä voidaan jättää hoitamatta, niille saatetaan aurata lunta autotieltä ja niitä saatetaan pitää lumensäilytyspaikkoina. (Vaismaa ym., 2011, s. 201) Kunnossapidon tulee pyöräily- ja kävelyväylillä siis olla moottoriajoneuvoliikenteen väylien kunnossapidon tasolla, sillä mikäli ajoneuvoliikenteen väylät ovat paremmassa kunnossa kuin pyörä- ja kävelyväylät, antaa se viestin suositeltavammasta kuluttavasta. (Vaismaa ym., 2011, s. 206)

Jalkanen on todennut Liikenneviraston julkaisemassa selvityksessä *Jalankulku- ja pyöräilyväylien edulliset ratkaisut* (Jalkanen, 2013, s. 3), että jalankulku- ja pyöräilyväyläkustannusten vähentämiseen ei ole löydettävissä helppoja keinoja. Mikäli kuluissa säästetään väylästäön laatutasoa laskemalla, ei kulkutavoille asetettujen tavoitteiden ja strategioiden toteutumiseen päästä.

4.2 Pyöräilyväylän pinnan laatu

Pyöräilyväylien kunto, kuten päällysteen laatu, vaikuttaa selkeästi pyöräilyn mukavuuteen ja pyöräilyn määrään. Kuitenkin väylien kunnossapitoa laiminlyödään myös pyöräilyn kannalta edistyneissä maissa, kuten Tanskassa. Suomessakin tehdyissä käyttäjäkyselyissä pyöräilyväylien kuntoa koskevat arvosanat ovat olleet huonoja tai korkeintaan tyydyttäviä ja talvikunnossapidon laadusta kyseltäessä tulokset vielä kehnompia. (Vaismaa, 2014, s. 118–119) Mikäli kunnossapito on heikkoa, pinnat epätasaisia ja liukkaita, pyöräilijöiden onnettomuusriski kasvaa. Talvella lumi ja jää kasvattavat kävelijöiden ja pyöräilijöiden onnettomuusriskiä 5–10-kertaiseksi, vaikka tilastojen valossa talvipyöräily ei näyttäytykään sen vaarallisempana, kuin ajaminen lumettomaankaan aikaan. Tosin tilastot eivät kerro kaikkea talvipyöräilyn turvallisuudesta, koska yksittäisonnettomuuksista suurinta osaa ei kirjata poliisin tai sairaanhoidon tilastoihin. Pyöräily- ja jalankulkuonnettomuuksien torjumista tulisi kuitenkin pitää tärkeänä siksi, että onnettomuudet tulevat yhteiskunnalle kalliiksi. (Vaismaa, 2014, s. 119–120)

Hyvä talvihoito on tärkeä tekijä ympärivuotisen pyöräilyn määrien lisäämisessä. Talvipyöräilyn vähentäessä autoilua pyöräilyn aikaansaamat hyödyt ja säästöt kasvavat, sillä pyöräily tuo talvellakin terveydellisiä, yhteiskunnallisia ja ympäristöä koskevia positiivisia vaikutuksia. (Vaismaa, 2014, s. 120) Talviolosuhteissa väylien pintojen tasaisena pitämiseen tulee omat haasteensa ja arktisten kaupunkien pakkastalvet vaativat paljon väylien rakentamiselta, sillä routa tekee vaurioita väylän pintaan. (Vaismaa, 2014, s. 120–121)

Niin talvi- kuin kesäkeleilläkin pyöräilyväylien hoidossa erottuu kolme keskeistä tekijää, pinnan tasaisuus, kitka ja kuivatus. Perusvaatimuksena laadukkaalle pyöräväylälle on ensimmäisenä vertikaalisessa ja horisontaalisessa suunnassa tasainen pinta, joka ajomukavuuden lisäksi parantaa myös pyöräilyn turvallisuutta. Pyöräilijän kannalta paras

pinnoite on hienorakeinen asfaltti, jolla pyöräväylän ylin kerros pitäisi pyrkiä päällystämään. Tasapintaiseksi pyöräväylä on mahdollista päällystää myös laadukkaalla ja hyvin saumatulla laatoituksella, vaikka laatoituksen kitkaominaisuudet sateella ja talviolosuhteissa ovat asfalttipintaa huonommat. (Vaismaa, 2014, s. 120) Erilaisia kaapelointeja ja putkia rakennetaan usein pyöräväyliä alle katujen sijaan ja kaivantoja tehtäessä pinnoitteet saattavat rikkoutua. Kun kaivantojen ja routavaurioiden jäljiltä pyöräväylän pintaa paikataan, tulee uusi pintamateriaali levittää koko väylän leveydelle, etteivät saumakohtat haittaa pyöräilyä. Minkäänlaisia tasovaihteluita tai epätasaisuuksia ei pyöräilyväylillä tulisi olla. Pyöräilyväylän palvelutasoa vähentävät lisäksi kaikki reunakivet, myös viistetyt reunakivet. (Vaismaa, 2014, s. 121)

Pyöräväylän pinnan kitka on toinen tärkeä seikka pyöräilyväyliä hoidossa, sillä liukkaus on voimakkaasti pyöräilyä estävä tekijä. Liukkaan pintamateriaalin lisäksi väylän pinnalla olevat lehdet, roskat ja hiekka vähentävät pinnan kitkaominaisuuksia. Talvella liukkaus ja väyliä auraamattomuus vähentävät pyöräilyn määrää. Talvella liukkaudentorjunnassa ei väyliä tarvitse olla kokonaan sulia, vaan riittää, että talvikelilläkin pinnalla päästään riittävään, uusilla kitkaa mittaavilla laitteilla mittaavaan kitka-arvoon, joka Suomessa ja Ruotsissa on 0,25. (Vaismaa, 2014, s. 121–122)

Kolmantena, osa laadukasta pyöräteiden ylläpitoa on kuivatus, sillä isot lammikot kasvattavat pyöräilyn onnettomuusriskiä ja lisäävät ajon epämukavuutta, kun pyöräilijä hidastaa lammikon kohdalla tai kiertää sen. Koko tien leveydelle ulottuva lammikko voi tuoda eteen yllättäviä tilanteita, jos veden alla olevat epätasaisuudet eivät näy tai liian syvä lammikko estää reitin käytön ja ajaa pyöräilijän kulkemaan turvattomasti vilkkaan autoliikenteen joukkoon. Hyvällä viemäroinnillä ja väylän pinnan kaatojen toimivalla suunnittelulla voidaan hoitaa väyliä kuivatusta, estäen myös hulevesien pääsy pyöräteille. Erityistä huomiota tulee kiinnittää sulamisvesien valumiseen arktisilla alueilla, joilla vuorokauden lämpötilaerot voivat aiheuttaa liukkaita, jos sulamisvesiä pääsee valumaan pyöräilyväylälle. (Vaismaa, 2014, s. 123)

Suomessa kävely- ja pyöräilyväylät kuuluvat hoitoluokkiin K1 ja K2, joiden laatuvaatimukset talvellakin tekevät kävelystä ja pyöräilystä sujuvaa ja turvallista. Lisäksi on olemassa korkeatasoisemmin hoidettuja laatuvaatimukset koodilla L (Väylävirasto, 2020a, s. 13).

Pyöräilyväylien hoidon taso kuitenkin määräytyy Suomessa usein pyöräilyväylän vieressä olevan kadun hoitoluokan mukaan. Vain harvoin pyöräilyväylien hoitotaso määräytyy niiden oman toiminnallisen luokan mukaan, eli jos pyöräilyn pääväylä sijaitsee alempiarvoisen kadun varrella, määräytyy pyöräilyväylän hoitoluokka vieressä kulkevan kadun hoitoluokan mukaan. Vaikka Suomessa ja muissa arktisissa maissa on osaamista liikennejärjestelmän ympärivuotisen toiminnan ylläpitämiseen, pyöräilyväylien talvihoito ei aina ole niin laadukasta kuin se voisi olla, sillä määrärahat ovat vähäiset, prosessissa on puutteita ja asenteet vaativat hiomista. (Vaismaa, 2014, s. 124)

Suomessa pyörä- ja kävelyväyliä on tapana hoitaa talvisin samalla kunnossapitokalustolla kuin ajoratojakin, joten auraukskaluston koko ja leveys on määritellyt pyörä- ja jalankulkuväylien leveyttä. Liikenneympäristön vaatimusten tulisi määrittää kunnossapitokaluston koko, eikä toisinpäin. Ajoradat tulisi hoitaa niille tarkoitetuilla suuremmilla koneilla ja kapeammat pyörä- ja kävelyväylät omalla kalustollaan, kuten useassa eurooppalaisessa kaupungissa tehdään. (Vaismaa ym., 2011, s. 205) Jopa väylien suunnittelua tehdään joskus kunnossapidon ehdoilla, vaikka tilanteen kuuluisi olla toisin päin, eli että kunnossapito sopeutuu liikenneympäristön vaatimuksiin. Kunnossapito saattaa esimerkiksi edellyttää liikennesuunnittelijoilta, että pyöräilyväylien hoito pitäisi pystyä hoitamaan samalla raskaalla kalustolla, kuin autoväyliäkin hoidetaan. Kuitenkaan pyöräteiden rakenteet ja pinta eivät kestä raskasta kalustoa yhtä hyvin kuin autotiet ja kapeammilla pyöräilyväylillä tarvitaan usein kapeampaa ja ketterämpää kalustoa, kuin autoväylillä. Mikäli raskasta kalustoa kuitenkin käytetään, aiheuttaa se suuria rajoitteita pyöräilyväylien suunnittelulle ja rakentamiselle. Jos kaupungit haluavat parantaa ja kehittää pyöräilyinfrastruktuuriaan, niiden täytyy investoida myös hoitokalustoon. (Vaismaa 2014, s. 125) Pyöräilyväylien puhdistamisessa nopeasti ja tehokkaasti toimivan kaluston tulee vastata väylän leveyden lisäksi myös sen painosuosituksia (Vaismaa ym., 2011, s. 203). Myös pyöräilyväylien kunnan kartoittamiseen tarkoitettun kulkuneuvon tulisi olla oikean kokoinen suhteessa liikenneympäristöön, joten pyöräteiden kartoitus polkupyörällä ajaen, konenäkösovellusta käyttäen on sopivampi tapa, kuin pyöräilyväylien kartoitusajot esimerkiksi autolla, mopolla tai mönkijällä.

Vaikka arktisilla alueilla talvihoito tulee ottaa huomioon infrastruktuuria suunnitellessa ja rakentaessa, ei koko kaupunkia tarvitse suunnitella kunnossapidon ehdoilla.

Pyöräilyinfrastruktuurin heikko taso kuitenkin aiheuttaa Suomessa ongelmia talvihoidolle. Ongelmia aiheuttavat väylien poikkileikkauksen jatkuva vaihtelu ja se, että väylät ovat lähes aina yhdistettyjä tai eroteltuja jalankulku- ja pyöräteitä ja se on esteenä esimerkiksi harjaukselle. Väylän tulisi olla mahdollisimman saman levyinen ja homogeeninen koko matkaltaan, jotta koko pyöräilyreitti voitaisiin hoitaa samalla kalustolla ja talvihoito voisi olla kustannustehokasta. (Vaismaa, 2014, s. 126)

Väylien laadukkaalle hoidolle tärkeää on kokonaisvaltainen suunnittelu ja organisointi. Kaikkien kulkutapojen ja kaikkien, myös liikuntarajoitteisten ihmisten, ympärivuotinen liikennejärjestelmän käyttö tulisi olla väylien hoidon tavoitteena. Samoin pyöräilijöillä on liikkumistarve ympäri vuoden ja siksi pyöräilyverkon tulee olla talvellakin kunnossa. (Vaismaa, 2014, s. 126–127)

Keskeinen osa hyvää ylläpitoa on seuranta ja laaduntarkistusta tulisikin tehdä säännöllisesti niin kesällä kuin talvella. Talvella tulee lumen poistamisen lisäksi kiinnittää huomiota kitkaan, jonka seuraamiseen on olemassa omat mittarinsa. Keväisin on tärkeää tarkastaa roudat aiheuttamat vauriot koko pyöräilyväyläverkostolla ja tarkastuskierros on tulisi tehdä pyörällä ajaen, ainakin kerran vuodessa, erityisesti kevätaikaan. Seurantatietoa kaupunkien ja urakoitsijoiden oman laadunvalvonnan lisäksi voidaan saada myös suoraan asukkailta, esimerkiksi erilaisten sovelluksien kautta. Kaupungilla tulee olla myös riittävästi resursseja saatujen palautteiden käsittelemiseen ja niihin reagoimiseen. (Vaismaa, 2014, s. 127–128)

4.3 Kävely- ja pyöräilyväylien kunnossapito

Väylävirasto on julkaissut 2020 ohjeen *Kävely- ja pyöräilyväylien hoito, menetelmätieto*, jossa kuvataan, kuinka urakoitsijan tehtävä on tarkkailla väylien kuntoa, ympäristön siisteyttä ja sitä, että varusteet ja laitteet toimivat. Voidakseen arvioida väylänpidon loppulaatua urakoitsijan on asetettava väylän käyttäjän, kuten kävelijän tai pyöräilijän osaan. Väylien kunnan tarkastamista varten urakoitsijan on siist mentävä itse kävely- ja pyöräilyväylille ja jalkauduttava autosta tarkastusta tehtäessä. Pyöräilyväylien laadutarkastuksissa polkupyörän käyttö auttaa urakoitsijaa huomaamaan pyöräilijän tarpeet. Jotta voidaan varmistua väylän turvallisuudesta ja sen hoidon tasosta, tulee tarkastustoimien olla säännöllisiä ja riittävän kattavia. Väylillä urakoitsijan tulee liukkauden, lumisuuden,

sohjoutumisen, sulamisvesien, pinnan tasaisuuden, näkemäalueiden, liikennemerkkien, pysäkkien esteettömyyden, alikulkujen, siisteyden, ilkvallan jälkien korjauksen ja hiekoituksen lisäksi vastata kävely- ja pyöräilyväylien päällystevaurioiden seurannasta ja korjaamisesta. (Väylävirasto, 2020a, s. 12)

Kävely- ja pyöräilyreittien hoidossa toimiva poikkeamaraportointi sekä tuotantoprosessiin tehdyt korjaukset parantavat urakan toiminnallista laatua ja toimintamallia (Väylävirasto, 2020a, s.14). Maanteiden hoitourakoiden valvonnassa ja sopimusten sekä palautteiden hallinnassa on käytössä tietojärjestelmä Harja, johon hoitourakoiden raportointikin kirjataan (Väylävirasto, 2020a, s.11). Väylien hoitotiedon seurantajärjestelmänä toimiva Harja mahdollistaa tiedon analysoinnin ja hyödyntämisen, kun toimintaa kehitetään. Keskitetysti tallennettu ja jaettu tieto tekee mahdolliseksi arvioida huoltotoimien oikea-aikainen suorittaminen ja toimenpiteen kesto, arvioida laadun toteutumista ja mahdollisia korjaustarpeita työn organisoinnissa tai työntekijöiden perehdyttämisessä. Työn edistymistä tulee seurata ja uudelleen resursoimalla voidaan välttää mahdollisia viivästyksiä. (Väylävirasto, 2020a, s. 15)

4.4 Päällysteiden paikkaus, reunan täyttö ja tiemerkinnet

Halkeamat päällysteissä, painaumat, kohoumat, reiät ja muut epätasaiset kohdat saavat liikkumisen tuntumaan epämiellyttävältä, lisäävät kaatumisriskiä ja törmäysten vaaraa. Väyläviraston vuonna 2020 julkaiseman ohjeen (Väylävirasto 2020a, s. 49–50) mukaan sellaiset isokokoiset reiät, kynnykset, kohoumat tai pituussuuntaiset halkeamat joihin kapea rengas voi mennä, tulee korjata viipymättä. Saumauksiin tulee käyttää tarpeeksi kovaa bitumia, johon kulkuvälineiden pyörät eivät kesän kuumimmillakaan helteillä uppoa. Paras aika saumausten tekemiseen on keväällä, kun vauriotkin ovat suurimpia. Reikien reunat tulee suoristaa, märkä alusta kuivata ja paikat tulee tiivistää huolellisesti. Päällysteiden paikkausmassan tulee olla hienorakeista ja sisältää runsaasti sideainetta. Kävely- ja pyöräilyväylillä päällysteen reuna murtuu herkästi ja halkeamien lailla rikkinäiset reunat voivat suistaa pyöräilijän tieltä tai saada rullaluistelijan kaatumaan. Väylien reunojen murtumat johtuvat usein joko reunan täytön puutteellisuudesta tai koneiden suuresta painosta. (Väylävirasto, 2020a, s. 49)

Tiemerkinnät tulee kävely- ja pyöräilyväylillä pitää hyvässä kunnossa ja ymmärrettävinä. Tiemerkinnät, joista turvallisuuden kannalta tärkeimpiä ovat suojatiemerkinnät sekä alikulkukäytävien ajosuuntien nuolet, kunnostetaan keväällä harjauksen jälkeen. Suojateiden massamerkinnot voivat olla liukkaita, kun ne uusina ovat kuuraisia ja jäisiä ja siksi näiden massamerkintöjen pintaan voidaan tehdä esimerkiksi karhennuskuvio. (Väylävirasto, 2020a, s. 50)

5 KONENÄÖN MAHDOLLISUUDET JA VAISALAN SOVELLUS

Tekoälystä, konenäöstä ja niitä käyttävistä sovelluksista on etsitty apua ja tehostamishyötyä teiden kunnossapitoon ja parantamiseen. Parhaimmillaan päällysteen kunnan analysointia voidaan konenäön avulla suorittaa myös oheistoimintona esimerkiksi tiettyjä autoreittejä ajettaessa ja konenäkö jakaa analysoida kuvaamaansa tien pintaa väsymättä, tuottaen samalla arvokasta tietoa, joka voi tuottaa säästöjä väylien ylläpito- ja korjauskuluissa.

Tekoäly ja konenäkö

Tekoälyllä ei käsitteenä ole yleisesti hyväksyttyä määritelmää. Tutkimusaiheena tekoäly määritellään aina uudelleen, kun uusia tekoälyn piiriin laskettavia erikoisalueita syntyy tai toisia aihepiirejä ei enää lasketa tekoälyn joukkoon kuuluviksi. Tekoälylle tyypillisiä ominaisuuksia ovat autonomisuus ja adaptiivisuus. Autonomisuus tarkoittaa kykyä suorittaa tehtäviä haastavassa ympäristössä ilman käyttäjän jatkuvaa ohjaamistarvetta. Adaptiivisuus merkitsee suorituskyvyn parantamista kokemuksista oppimalla. Tietojenkäsittelytieteen piiriin kuuluvasta tekoälystä tulisi puhua tieteenalana, jossa on kyse joukosta käsitteitä, ongelmia, sekä menetelmiä ongelmien ratkaisemiseksi. Yksi tekoälyn osa-alue on koneoppiminen, jonka avulla tekoälysovelluksista voidaan tehdä adaptiivisia. Koneoppiminen tarkoittaa järjestelmiä, jotka parantavat suorituskykyään kertyneen kokemuksen tai datan kertyessä. Koneoppimisen eri kategorioiden rajat jakautuvat yleensä ratkaistavien ongelmien mukaan. Vaikka kategorioiden määrittely ei aina ole selkeää, jaetaan koneoppiminen usein ohjattuun, ohjaamattomaan tai vahvistusoppimisen kategorioihin. (Helsingin yliopisto & Reaktor, n.d.)

Konenäkö tuottaa tyypistetyssä muodossa esitettävää, kuvaan pohjautuvaa uutta tietoa. Konenäkö voi esimerkiksi tulkita kuvan sisältöä kyllä tai ei -tulkinalla tai konenäkö voi kategorisoida kuvia, tuottaen johtopäätöksenä kuvasta kokoelman lukuja. Kirjallisuudessa konenäköä käsitellään tietokonenäkönä (computer vision) ja konenäkönä (machine vision). Tietokonenäkö on yleensä keskittynyt teoreettiseen ohjelmointimenetelmien tutkimiseen, kun taas konenäön avulla voidaan kameroita, tietokoneita ja tietokonenäön tutkimustuloksia hyödyntäen rakentaa vaikkapa koneita tuotantolaitosten linjastoille. Kuitenkin molemmilla termeillä tarkoitetaan nykyisin usein sekä kone- että tietokonenäön moninaista kenttää. (Sandelin, 2020)

Konenäkö paikkausurakan käytössä

Kuvamateriaalia tiestöstä on kerätty jo pitkään tiellä liikkuvista autoista ja sitä tulkitsevia konenäkösovelluksia ollaan jo kehittämässä (Väylävirasto, 2019, 6). Alkuvuodesta 2020 julkaistiin Väyläviraston ja Pirkanmaan ELY-keskuksen toimesta laadittu selvitys *Päällysteen paikkausurakan kehittäminen konenäköä hyödyntäen*. Selvitys on osa Väyläviraston digitalisaatiohanketta, jossa pyritään väylänpidon kehittämiseen digitaalisten järjestelmien ja toimintamallien kehitystyön kautta. Selvityksen laatimisesta on vastannut Mikko Haavisto Vaisala Oyj:stä. (Väylävirasto, 2020b, s. 6) Tässä opinnäytetyössä esiteltävän pyöräteiden kunnossapitokartoituksiin tarkoitetun konenäkösovelluksen tekniikka perustuu Vaisalan ohjeistuksen mukaisesti Väyläviraston selvityksen (Väylävirasto, 2020b) kuvaukseen konenäkömenetelmästä, sillä siinä on käytetty juuri Vaisalan tekniikkaa.

Väyläviraston julkaiseman selvityksen kokeilussa tutkittiin, kuinka konenäköteknologia sopii teiden inventointiin ja ylläpitämään tilannekuvaa tieverkon kunnosta. Samalla tunnusteltiin myös paikkausurakan hankintamallin kehittämistä uuden teknologian avulla, sekä paikkausurakoiden toiminnan ja laadunhallinnan tehostamisen kehittämistä uutta teknologiaa avuksi käyttäen. Kokeilun tavoitteena oli päästä reagoimaan vaurioihin mahdollisimman aikaisessa vaiheessa, nopeasti ja pienin kustannuksin. (Väylävirasto, 2020b, s. 8–9)

5.1 Konenäkömenetelmän kuvaus

Konenäköjärjestelmässä on kolme osatekijää:

- video- ja sijaintitiedon kerääminen älypuhelimella
- konenäköanalyysi, joka tapahtuu palvelimilla
- käyttöliittymä, joka mahdollistaa videoiden ja analyysin tulosten esittämisen ja raporttien generoinnin.

Konenäön tekemät analyysit perustuvat tilastolliseen menetelmään, joka on koulutettu esimerkkikuvien avulla. Menetelmä pystyy tunnistamaan konenäkömallille opetettuja kategorioita myös sellaisesta kuvamateriaalista, jota sille ei ole aikaisemmin näytetty. Konenäkömallin kouluttamiseen käytetty materiaali, joka koostuu kuva- ja annotointipareista, määrittelee mallin suorituskyvyn tunnistaa näkemäänsä. Annotointi tarkoittaa tässä kuvatasolle piirrettyä aluetta, joka rajaa sisällensä jonkun tietyn merkityksen, kuten esimerkiksi tien tai kaistamerkin, liikennemerkkejä, halkeamat, tiessä olevat reiät, paikkaukset tai kasvuston. (Väylävirasto, 2020b, s. 13) Esimerkkikuvassa annotoidusta tiestä (Kuva 1) esitetään merkitykseltään erilaisia kohteita eri väreillä.

Kuva 1. Esimerkki annotoidusta tiestä (Väylävirasto, 2020b, s. 14).



Vaurioille on olemassa ohjeelliset raja-arvonsa, joiden mukaan esimerkkikuvissa on määritelty vaurioiden vakavuuskategoriat ja konenäkö opettelee kategoriat sille näytetyistä kuvista. Konenäkömallin testauksessa käytetty järjestelmä ottaa päällystevauriokartoitusta

tehdessään automaattisesti huomioon paikkatiedon ja kuvaolosuhteiden vaihtelut. Tärkeää on, että paikkatieto voidaan sitoa luotettavasti paikkansa pitävään tiegeometriaan ja tieosoitteeseen. Väyläviraston kokeilussa järjestelmä tuotti ja lähetti palvelimelle video- ja GPS-tiedot viiden minuutin mittaisissa pätkissä, jotta materiaali olisi eheää ja toimitusprosessi olisi helpommin hallittavissa. Lisäksi järjestelmä tunnisti GPS-tiedon kautta reitit, jotka olivat valtion päällystetyn tieverkon ulkopuolella. Järjestelmä poisti koko viiden minuutin jakson, mikäli 75 % reitistä oli muualla kuin valtion tieverkolla, jolloin myös osa käyttökelpoisista inventointivideoista saattoi samalla poistua palvelimelta. (Väylävirasto, 2020b, s. 16) Konenäkömallin uudessa versiossa tietojen tallennusta kehitetään niin, että tieto tallennetaan tieverkolla lyhyille jaksoille, eli tiesegmenteille ja inventointikuvaus voidaan katkaista valtion päällystetyn tieverkon päättymiskohtiin. Näin riski menettää kelpoista inventointitietoa vähenee. (Väylävirasto, 2020b, s. 16)

Kokeilun vauriotunnistusmenetelmä on kehitetty käytettäväksi päällystetyillä teillä ja menetelmälle parhaat inventointiolosuhteet ovat kuiva tienpinta ja tarpeeksi suuri määrä päivänvaloa. Menetelmän tiedonkeruualustaan on kehitetty konenäköön perustuva sääolosuhteiden tunnistamistekniikka, jota voidaan soveltaa niin talvikunnossapidossa kuin myös suodatettaessa päällystevauriokartoituksen kuva-aineistoa. Huonosti päällystevauriokartoitukseen soveltuva kuvamateriaali jätetään automaattisesti teknisen analyysin ulkopuolelle, eikä esimerkiksi liian pimeässä kuvattua materiaalia yritetäkään tunnistaa. (Väylävirasto, 2020b, s. 17) Hämeenlinnan pyöräteillä tätä opinnäytetyötä varten tehdyissä kuvausajoissa tämä tuli esille siten, että sovellus poisti kuvatun viiden minuutin jakson aina silloin, kun se tunnisti materiaalissa puolet tai enemmän tien pinnasta laadultaan tunnistamattomaksi tai kelpaamattomaksi. Näin kävi, mikäli esimerkiksi auringon valoa hämärän laskiessa oli liian vähän tai jos syksyisellä säällä kadulla oli liikaa puiden lehtiä, eikä tien pinta näkynyt.

Mikäli vauriokartoitusta tehdään autolla ajaen, voivat tuulilasista aiheutuvat heijastukset etenkin kirkkaalla kelillä aiheuttaa haasteita kuvatun materiaalin laadulle. Kirkkaalla säällä voidaan käyttää puhelimen kameran päälle asennettavaa polarisaatio-suodatinta, jolloin tuulilasin tai kojelaudalla olevien esineiden heijastukset eivät pääse heikentämään analysoitavan kuvan laatua. (Väylävirasto, 2020b, s. 17)

Autolla ajaen kerätyissä materiaaleissa konenäkö-tunnistus pyritään ajamaan jokaiselle pysäytyskuvalle, joka siis on videon ruutu (frame). Mikäli ajetaan esimerkiksi nopeudella 80 km/h ja videota kerätään nopeudella 15 fps (frames per second), tulokseksi syntyy noin puolentoista metrin tiheydellä olevaa kuvasarjaa. Konenäöllä poimitaan kuvatasosta vaurioita noin 2–5 metrin väliseltä alueelta auton etupuolelta, sillä tunnistustarkkuus heikentyy sitä enemmän, mitä kauempana kamerasta kuvattavat kohteet ovat.

Tunnistusalueella olevat vauriot luokitellaan ja määritellään vaurioluokakohtaisesti ja vaurioiden koko suhteutetaan tien leveyteen. Lopuksi kartoituksesta saadut tulokset tallennetaan tietokantaan 10 metrin mittaisina osuuksina, joista kukin osuus saa alku- ja päättymiskohdan, joka on sidottu tieosoitteeseen. Nykyisellä tekniikalla vaurioiden tunnistus tehdään koko ajoradan leveydeltä ja tunnistusalueeseen kuulumattomat alueet, kuten tässä kevyen liikenteen väylät, suodatetaan tunnistusalueesta automaattisesti pois. Tekniikkaa kehitettäessä tunnistusaluetta voidaan rajoittaa myös kaistakohtaiseksi, jolloin suhteellisen leveyden arvojen vertailtavuus ja toistettavuus paranee. Kaistakohtainen tunnistus toisaalta nostaisi kuitenkin lukumääräisesti tiedonkeräämisajojen tarvetta. (Väylävirasto, 2020b, s. 18–19)

Väyläviraston julkaisussa todetaan, että toimivassa päällysteurakassa kaikilla urakan osapuolilla tulee olla pääsy ajan tasalla pidettyyn videopalveluun ja vaurioiden ja paikkojen visualisointiin karttasovelluksessa. Näin on mahdollista arvioida videoiden ja karttojen avulla korjaustyötarpeet ja sijoittaa tehdyt toimenpiteet kartalle, ilman tarvetta erilliseen maastokäyntiin. Kun korjaustöitä on tehty, on ne tarkoitus raportoida järjestelmään kuvaamalla korjauksessa ollut tieosuus toimenpiteen jälkeen ja siten vaikkapa havainnot rei'istä tiessä korvautuvat paikkatunnistuksilla. Videoille voidaan luoda myös havaintomerkintöjä toimenpiteiden ohjaamiseksi, mikäli halutaan esimerkiksi tietyt kohdat korjattaviksi välittömästi tai esimerkiksi joitakin reikähavaintokohtia halutaan seurata pidemmän aikaa. Järjestelmä pystyy tuottamaan helposti työohjeen PDF-raportin muodossa sähköisesti tai paperilla maastossa toimiville työntekijöille. (Väylävirasto, 2020b, s. 20)

Samasta videoaineistosta voidaan tunnistaa erilaisia vaurioluokkia niin paikkaus-, hoito-, kuin päällysteurakkaankin, jolloin laajempi vaurioluokkien tunnistaminen ja videomateriaali mahdollistavat toimenpidevalintojen suunnittelua myös ilman maastokäyntejä. Videoaineiston ja konenäön avulla tieverkon omistajalle voi syntyä merkittäviä

tehostamishyötyjä verrattuna nykyiseen, eri tarkoituksiin erillään tuotettuihin tiedonhankkimisprosesseihin. Konenäköjärjestelmän kapasiteettia voitaisiin hyödyntää myös esimerkiksi kaistamerkintöjen kuntoarvioiden tekemiseen, teiden lätköitymiseen, vieraslajien ja vesakointitarpeiden tunnistamiseen ja ojien kuivatuspuutteiden havainnointiin. (Väylävirasto, 2020b, s. 20)

Konenäön suorituskyvyn arviointia tehtiin vertaamalla kolmen ihmisen erikseen tekemiä havaintoja konenäön tuottamiin tuloksiin. Vertailun tuloksissa nähtiin, että jo ihmisten välillä määritelmässä oli selkeitä eroja. Kuitenkin esimerkiksi kohtalaisten reikien tunnistuksessa ihmisten tekemät havainnot olivat keskenään vähän yhteneväisempiä kuin konenäön ja ihmisen välillä. Tosin kohtalaisia reikiä etsittäessä konenäön tulokset olivat noin 90 % osalta yhteneväisiä ihmisten tekemien havaintojen kanssa. (Väylävirasto, 2020b, s. 25, 27)

Konenäön reikien ja halkeamien tunnistaminen oli kokeilun tulosten perusteella hyvällä tasolla, vaikka tunnistustarkkuudessa esiintyikin vaihtelua vakavan ja kohtalaisen kategorian välillä. Konenäkö ei toisaalta huomannut tai tunnistanut kaikkia ihmisten tekemiä havaintoja esimerkiksi vakavien tai kohtalaisten reikien osalta. Väyläviraston selvityksen mukaan menetelmäkehityksessä tulisi jatkossa kiinnittää huomiota konenäön kykyyn erotella vaurioiden vakavuusasteita. Silloin myös paikkausurakoiden priorisointi voisi toimia paremmin. (Väylävirasto, 2020b, s. 30)

Korjaustöiden jälkeisten muutosten seuranta voi tarkastella sovelluksessa vaurio- tai verkkotasolla. Vauriotasolla yksittäisiä vaurioita on hankalampaa seurata, etenkin jos esimerkiksi alkavat reiät sijaitsevat lähellä toisiaan, samalla kymmenen metrin segmentillä. Muutosten seuranta on helpompaa, jos analyysiä tehdään verkkotasolla, eli tarkastellaan ennalta määritettyä tiesegmenttiä. Tiesegmenttien jako voidaan tehdä halutun resoluution mukaan, esimerkiksi tallentamalla vauriotietoa 10 metrin tai 100 metrin tarkkuudella. Resoluution valinnassa vaikuttavat useat eri tekijät, kuten kuvien tiheys eli mittausmenetelmän resoluutio, tallennusmenetelmän skaalautuvuus ja GPS/Glonass/Galileon tarkkuus ajokertojen välillä. (Väylävirasto, 2020b, s. 31–32)

Väyläviraston kokeilussa tutkittiin myös paikkausurakan kehittämistä konenäköä hyödyntämällä. Kun kartoituksen tapa muuttuu, myös urakoiden hankintamallin kehittämiseen tulee kiinnittää huomiota. Selvityksestä käy ilmi, että mikäli kuntokartoitusta

tehdessä käytössä on konenäköä hyödyntävä sovellus, nykyisen yksikköhintaisen paikkausurakan sijaan voidaan päällysteiden paikkaaminen ostaa kokonaan tai osittain tavoite- tai kokonaishintaisessa palvelusopimuksessa. (Väylävirasto, 2020b, s. 33)

Jatkokehityksen kannalta Väyläviraston selvityksessä todettiin, että kokeilu osoitti teknologian olevan jo toimivaa ja lähellä ihmisen tunnistus- ja luokittelukykyä. Konenäön laatu ja sen kyvykkyyden auditointi tulee pohjautua menetelmään, josta myös ihminen selviää manuaalisesti, eikä konenäköä käsitellä vain omana erillisenä menetelmänään. Näin laadunosoitusprosessissa ei tarvitsisi sitoutua liikaa tietyn toimittajan tekniseen ratkaisuun, vaan ihmisen tekemä manuaaliratkaisu voisi toimia auditoinnin regulointimenetelmänä ja samalla voitaisiin varmistaa, että menetelmä on tarpeeksi yksinkertainen. Kokeilussa käytetty järjestelmä tarjosi mahdollisuuden tallentaa tietoa csv/excel-tiedostoiksi, varmistaa käyttöliittymän tietojen oikeellisuus ja katsella tievideoita. Tulevaisuudessa tiedon lopullisen tallennuspaikan tulisi kuitenkin olla kansallisissa järjestelmissä, kuten esimerkiksi kunnossapidon raportointi- ja seurantajärjestelmä Harjassa. (Väylävirasto, 2020b, s. 33–34)

Jotta paikkausurakoihin voi laatia uudenlaisia hankintamalleja, tulee käytössä olla toimiva kuntotason tai vaurioiden mittausmenetelmä. Tieverkon nykyinen kunto ja kunnan muutokset pitää pystyä osoittamaan luotettavalla tavalla. Tavoitteena on menettelytapa, jossa urakoitsijan paikkaustyö on tehokasta, laadukasta ja oikea-aikaista. Konenäkö on kustannustehokas ja helposti käyttöön otettava ratkaisu ja sen avulla voidaan tuottaa lisäarvoa ajantasaisilla tievideoilla ja tunnistustarkkuudella, vaikka järjestelmä ei vielä olekaan soveltuva täydelliseen pistekohtaiseen seurantaan. Väyläviraston julkaisun mukaan konenäköteknologian käytön jatkaminen paikkausurakoissa sekä ihmisen ja konenäön tulkintaerojen harmonisointiprosessien luominen varmistaisivat laadukkaan menetelmän kehitystä. Kokeilussa selvisi, että videomateriaalia voidaan käyttää niin paikkausurakan laadunvalvontaan kuin päällysteohjelmointiinkin ja olemassa olevan toiminnan yhteydessä syntyessään tievideot tuottavat samalla myös merkittävää taloudellista lisäarvoa. (Väylävirasto, 2020b, s. 35) Kustannustehokkuutta tavoiteltaessa Väyläviraston selvitys suosittaa siirtymistä tutkimus- ja kokeilutoiminnasta operatiiviseen käyttöön, jossa konenäköä jatkuvasti opetetaan ihmisen validointiprosessi rinnallaan niin kauan, kunnes voidaan saavuttaa objektiivinen ja laadukas sovellusrobotti, joka pystyy valvomaan itsenäisesti päällystetyn tieverkon kuntoa (Väylävirasto, 2020b, s. 36).

5.2 Vaisalan käyttämät vaurioluokitukset

Vaisalan käyttämälle, tekoälyyn perustuvalla konenäkötekniikalla teiden päällysteiden arvioimisessa on laadittu oma määrittelyohje *Vaisala RoadAI Pavement Defect Definitions* (Vaisala, 2019). Konenäkö opetetaan määrittelemään päällysteiden vauriot, kuluminen ja niiden paikkaus sille annettujen parametrien mukaan. Vaurioista määritelmät esimerkkikuvien kanssa ovat saaneet halkeamat, reiät, purkaumat, kuluminen, vajoamat, reunan rikkoutuminen ja bitumin pintaan nousu. Tien korjaus- ja hoitomalleista esimerkkeinä ovat pituus- ja poikittaissuuntaiset juotokset, isommat ja pienemmät paikat, sekä kitkapäällysteen kunto ja kuluminen.

Kuva 2. Vaisalan määrittelyohjeen mallikuva kohtalaisista pituussuuntaisista halkeamista (Vaisala, 2019, s. 4).

- Moderate Longitudinal Cracking
- Crack along the driving direction, between 1-5 cm



Halkeamista esimerkkeinä esitetään lyhyillä kuvauksilla, mitoilla ja kuvilla verkkohalkeamat ja lievät, kohtalaiset ja vakavat pituussuuntaiset halkeamat (Kuva 2), sekä kohtalaiset ja vakavat poikittaishalkeamat (Kuva 3).

Kuva 3. Vaisalan määrittelyohjeen mallikuva vakavista poikittaissuuntaisista halkeamista (Vaisala, 2019, s. 5).



6 HÄMEENLINNAN PYÖRÄILYVÄYLIEN KUNNOSSAPIDON NYKYTILA

Hämeenlinnan kaupungin pyöriteiden kunnossapidon ja laadun kartoituksen nykytilasta tehtiin tätä opinnäytetyötä varten kirjallinen sähköpostikysely kaupungin kunnossapidosta vastaavalle 10.3.2020. Kyselyyn vastasivat kunnossapitopäällikkö 20.3.2020 ja tarkentavien lisäkysymysten jälkeen vastauksia täydensi kunnossapitomestari 24.3.2020. Seuraavissa kappaleissa on esitetty Hämeenlinnan kaupungin pyöriteiden hoidon nykytilan kuvaus kyselyn vastausten perusteella. Lähetetyt kysymykset löytyvät liitteestä 1.

6.1 Kunnossapidon yleiset periaatteet

Kunnossapitotoimissaan Hämeenlinnan kaupunki noudattaa Suomen Kuntaliiton vuonna 2003 julkaisemaa ohjetta *Alueurakointi, yleinen tehtäväluettelo*, joten laatukriteerit, toimenpideaajat ja lähtöajat kaikille kunnossapitotöille ovat Hämeenlinnassa pääasiassa kyseisen ohjeen mukaisia. Hämeenlinnan keskustan ruutukaava-alueen pyöriteiden ja torien, sekä Lammin, Hauhon ja Tuuloksen väylien kunnossapito on urakoitu, mutta muut alueet Hämeenlinnassa hoidetaan omana tai omajohtoisena työnä. Kaikilla kaupungin pyöriteilyväylillä pyritään periaatteessa pitämään samaa kunnan tasoa, vaikka vilkkaimmilla väylillä kuntotasoa silti pyritään pitämään muita väyliä parempana. Hämeenlinnan

keskustassa ja rantaraitin alueella noudatetaan normaalia parempaa talvikunnossapitoa. Hiekanpoisto suoritetaan kaikilla väylillä, mutta muuten puhtaanapitoon kuuluvat vain kaupungin hoitovastuulla olevat alueet, puhtaanapitolain sekä Ympäristöministeriön ja Suomen Kuntaliiton vuonna 2005 julkaiseman Kadut kuntoon -julkaisun ohjeiden mukaisesti. (Hämeenlinna, 2020)

6.2 Vuosirytmii ja säännölliset työt

Laatumääritykset vaihtelevat kesällä ja talvella, sillä eri kausilla on omat kunnossapitotyönsä. Säännölliseen, vuosittaiseen kunnossapitorytmiin Hämeenlinnan pyöräteillä kuuluvat erityisesti talviolosuhteisiin liittyvät toimet kuten auraus, lumensiirto ja -kuljetus, polanteiden poisto, hiekoitushiekan poisto ja sen jälkeinen pesu, sekä liukkaudentorjunta tarvittaessa. Talvikauden jälkeen korjataan vaurioita, kuten päällysteitä ja reunakiviä. Kuitenkin joskus myös talvella joudutaan tekemään pääasiallista kesäajan työtä, kuten reikien paikkausta. Auravahingot kierretään ja korjataan keväällä. Asfaltointi ei sisälly urakointiin, sillä se on korjaustoimi. Talvella kävely- ja pyöräilyväyliä tarkastetaan lähes päivittäin, säätilojen mukaisesti. Pyöräilyväylät aurataan, kun lunta tai loskaa on kertynyt noin 4 cm, mutta mikäli lunta olisi satanut esimerkiksi vasta 3 cm, voidaan arkipäivinä jo silloin lähteä auraamaan kävely- ja pyöräilyväyliä. (Hämeenlinna, 2020)

6.3 Laadun kartoitus

Kaupungin kunnossapitohenkilöstöllä on käytössään paikannuksen sisältävä mobiiliseurantajärjestelmä, josta voidaan nähdä esimerkiksi aurausten ja hiekoitusten ajankohdat ja jonka avulla havaitut vauriokohdat merkitään. Mikäli urakoitsijat tai työntekijät huomaavat vaikkapa irronneita reunakiviä tai korkealla olevia kaivonkansia, ilmoittavat he havainnoistaan työnjohdolle. Pyöräilyväylien laadun tarkastaminen tehdään silmämääräisesti, käyttäen arviossa Yleinen Alueurakointi 2003 -ohjetta. Kaikki sellaiset kohteet, jotka vaarantavat liikennettä, merkitään ja eristetään, mikäli niiden paikkaamista ei ehditä tekemään heti. Reikien paikkaaminen pyritään tekemään viikon sisällä reikähavainnosta. (Hämeenlinna, 2020)

Kysymykseen siitä, miten ja kuinka usein pyöräteiden laadun kartoitus hoidetaan, vastattiin että kunnossapitomestarit tarkkailevat väyliä ja ajavat verkoston lävitse ajoittain, pääosin autolla. Ne väylät, jotka sijaitsevat pääreittien varrella, tarkastetaan useammin. Tarkkailua tehdään päivittäin ympäri vuoden, mutta koko verkkoa ei ajeta kerralla. Tarvittaessa pyöräilyväylille jalkaudutaan ja vapaa-ajallaan pyöräilevät kaupungin työntekijät kertovat huomaamistaan puutteista työnjohdolle. Samoin muilta pyöräilijöiltä tulleet ilmoitukset tarkastetaan. Kunnossapidossa pyritään muutoinkin ottamaan huomioon pyöräilijöiden kaupungille esittämiä tarpeita ja palautteita. Lisäksi joihinkin pyöräilyväyliä koskeviin kokouksiin osallistuu myös aktiivipyöräilijöitä. Kaupungin kunnossapidosta kerrottiin myös, että viime vuosina päällystysrahoja on pyritty kohdistamaan entistä enemmän kävely- ja pyöräilyväyliin. Pyöräilyväylien kunnossapidon kustannukset sisältyvät katujen kunnossapidon kustannuksiin, joten tätä opinnäytetyötä varten ei selvitetty erikseen pyöräilyväylien kustannuksia. (Hämeenlinna, 2020)

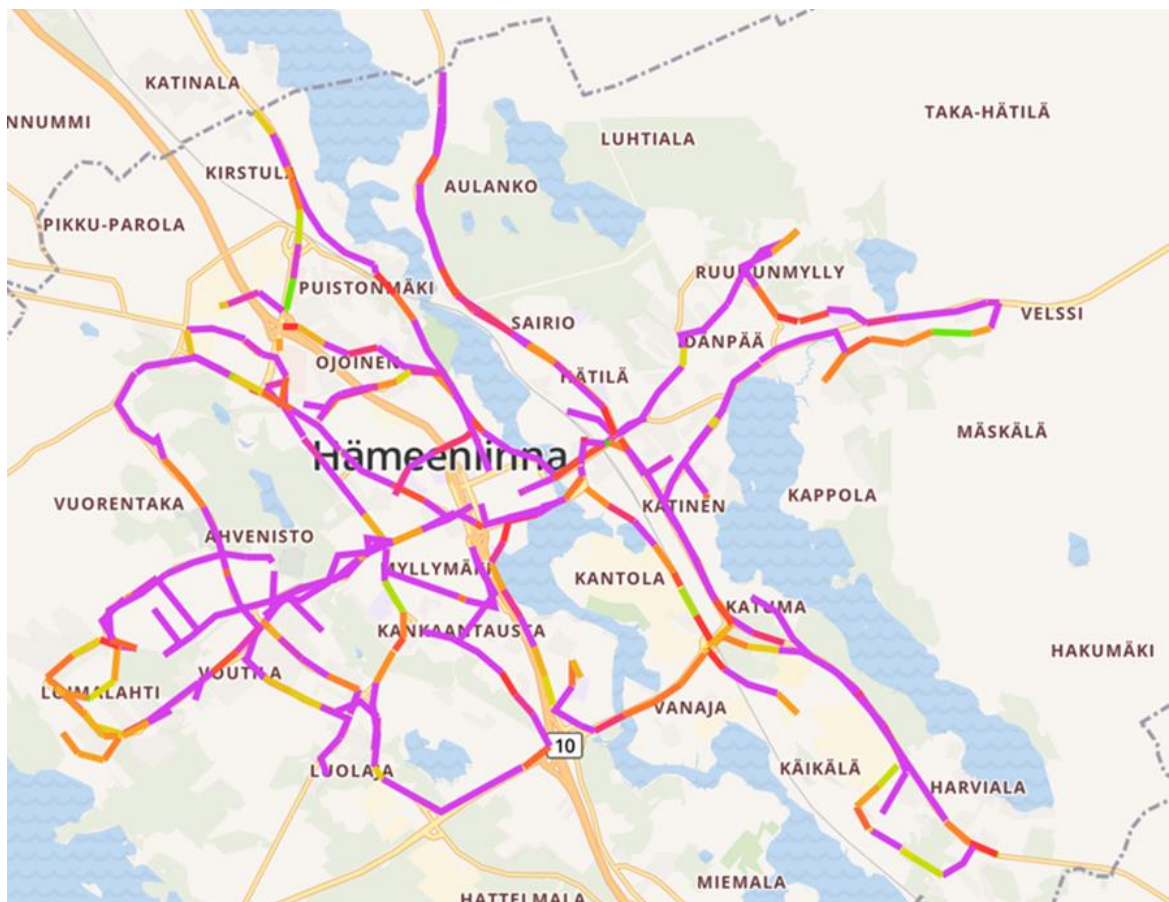
7 Koekuvasajot Hämeenlinnassa RoadAI-sovelluksella

Syyskuussa 2019 etsittiin projektiassistenttia Hämeen ammattikorkeakoulun Liikenne 4.0-hankkeen ja Vaisalán yhteiseen projektiin, jossa testattaisiin Vaisalán tieliikenteen kunnossapitotarpeen seurantaan varten kehittämän konenäkösovelluksen soveltuvuutta pyöräteiden kunnossapitotarpeen kartoittamiseen. Projektissa Vaisalán RoadAI-konenäkösovelluksella, älypuhelimien kameraa hyödyntäen, kuvatut osiot toimivat tämän opinnäytetyön Hämeenlinna-osuuden aineistona. Perehdytystä sovelluksen toimintaan ja käyttöön saatiin Microsoft Teams-sovelluksella toteutettujen etäpalaverien ja sähköpostien kautta Vaisalán edustajien kanssa (Kauppi, 2019 ja 2020; Melander, 2020). Tässä luvussa kerrotaan aineistonkeruuprosessista ja sen tuloksista.

Aineistonkeruu suoritettiin tutkimuskohteiksi valituilta Hämeenlinnan pyöräteiltä polkupyörällä ajaen ja samalla Vaisalán sovelluksella kuvaten, älypuhelimien kameraa käyttäen. Pyöräteiden kuvausajot suoritettiin Hämeenlinnassa 21.10.–6.11.2019 välisenä aikana, kuudella eri ajokerralla, sekä kaupungin että ELY-keskuksen ylläpitämillä pyöräteillä. Ajojen yhteispituudeksi tuli 178 kilometriä, joista kuvattuja osuuksia on noin 150 kilometriä (Kuva 4). Hämeenlinnassa on kaupungin omistamia pyöräteitä noin 220 kilometriä ja lisäksi valtion omistamia, ELY-keskuksen ylläpitämiä pyöräteitä noin 50 kilometriä.

Kuvausajot suunniteltiin ja ajettiin säteittäin eri kulkusuuntiin lähtöpaikaltaan Hämeenlinnan rautatieasemalta. Ajot ulottuivat noin 6–7 kilometrin päähän asemalta tai kunnan rajalle asti. Projektiin käytetyt mahdolliset ajoajat määräytyivät pääasiassa R-junien aikataulujen ja keliolosuhteiden mukaan. Projektiassistenttina toimiessaan tämän opinnäytetyön kirjoittaja kulki pyörän kanssa Hämeenlinnaan junalla. Sovelluksella kuvattavien pyöräteiden ja kilometrien määrä sovittiin HAMKin ja Vaisalan edustajien kanssa aluksi niin, että tarkoituksena ei ollut ajaa systemaattisesti kaikkia Hämeenlinnan pyöräteitä, eikä tehdä Hämeenlinnan kaupungille täydellistä kartoitusta, vaan saada tarpeeksi suuri ja kattava määrä aineistoa kuvattua analysoitavaksi ja käytettäväksi HAMKin projektin tarpeisiin.

Kuva 4. Kaikki 23.10.-6.11.2019 kuvatut reitit (Kartta RoadAI-sovelluksesta).



Kuvausajoissa keskimääräinen liikkumisnopeus oli noin 17 km/h ja kuvausjälki on riittävän tasoista tavallisella kaupunkipyöräilyn nopeudella. Yhteenlasketusta ajomäärästä pieni osa oli siirtoajoa, olosuhteiden takia kahteen kertaan ajettuja jaksoja tai edestakaisia matkoja, sillä aina ei ollut mahdollista ajaa ympyränmuotoista reittiä.

RoadAI-ohjelma huolehtii yksityisyydensuojasta ”mustaamalla” havaitsemansa autot ja matkalla kohdatut ihmiset, mutta hahmojen muuttaminen anonyymeiksi merkitsee myös pitkältä tuntuvaan latausaikaan, kun kuvattua dataa tallennetaan ajojen jälkeen palvelimelle.

7.1 Kalusto ja aineistojen lataaminen

Ajamiseen käytettiin rengaskooltaan 27.5 x 2.80 -tuumaista, pyöräteillä melko raskasajoista 14 kg painavaa maastopyörää. Pyörän ohjaustankoon oli kiinnitetty RAM® X-Grip teline (with RAM® Tough Claw™ Mount), jossa oli kiinni projektin kamerana toiminut ja HAMKin hankkeelle ostettu, uutena kuvauskäyttöön otettu HUAWEI P30 Pro -matkapuhelin (

Kuva 5). Teline toimi kohtalaisesti, ruuvi välillä löystyi ja kuvakulmaa piti ajon aikana seurata ja säätää. Telineen ongelma on, että se peittää suuren osan puhelimen ruudusta, jolloin puhelimen operointi, hyvän kuvan varmistaminen ja havaintopainikkeen painaminen on hankalaa. Lisäksi sovelluksen yläpalkki peittää kuvan yläosan ja tavoitteena olevan maiseman näkymisen, eli horisontin säätäminen vaikeutuu. Lisäksi ongelmana kylmällä kelillä oli se, että kännykän kosketusnäyttö reagoi vain paljaan sormen kosketukseen ja hanskat kädessä ajaessa säätäminen vei aikaa ja tuntui hankalalta.

Kuva 5. Kamerana toimivan älypuhelimien näyttöä osin peittävä teline RAM X-Grip (Kauppi, 2019, kuvakaappaus Teams-haastattelusta).



Matkapuhelimeen oli asennettuna Vaisalan RoadAI-sovellus, jonka avulla kuvattiin ajettua asfalttipintaa (Kuva 6), josta sovellus osaa itse tunnistaa tien kunnon ja sen mahdolliset vauriot esiasteineen. Tavoitenäkymässä kamera kuvaa pyöräilyväylää koko sen leveydeltä niin, että reunakiveys ja sen vierellä autotie tai viherkaista näkyy, sillä kuvassa vaurioiden koko suhteutetaan tien leveyteen. Myös horisontin näkyminen on olennaista kuvan tulkinnan kannalta.

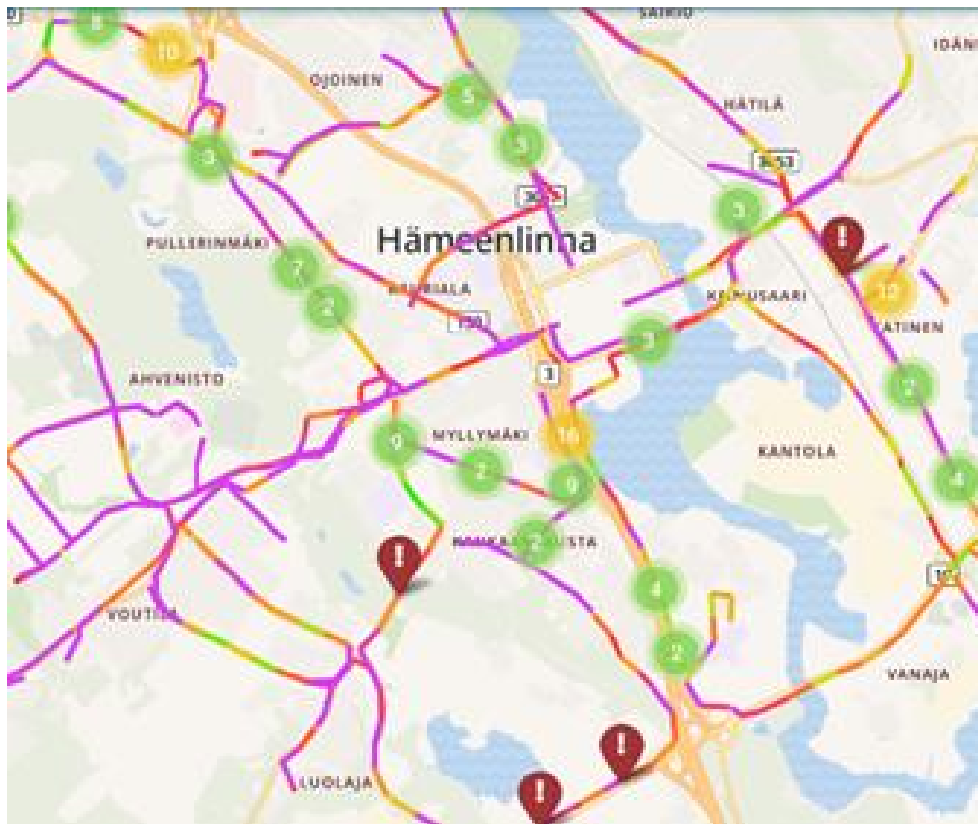
Kuva 6. Tavoitenäkymä kuvattaessa. (Kauppi, 2019, kuvakaappaus Teams-haastattelusta)



Kunnossapitäjä voi hakea ja tarkastaa sovelluksen avulla kuvatusta materiaalista tai kartalta suoraan kohdat, joissa on esimerkiksi alkavia vaurioita, halkeamia, päällysteen painumista tai harventumista ja katsoa videolta, miltä vaurio näyttää ja arvioida korjaustilanteen.

Täsmällinen tieto auttaa kunnossapitoa hoitamaan pyöräteillä tarvittavat kohdat suoraan, aikaa ja vaivaa säästäen, jolloin myös vaurioiden ennaltaehkäisy mahdollistuu entistä paremmin ja siten voidaan saavuttaa myös taloudellista etua. Sovelluksen käyttäjä voi merkitä itse omia huomioitaan suoraan sovelluksen kartalle ja niin halutut kohteet ovat helposti löydettävissä ja seurattavissa ohjelman kautta. Kartalla (Kuva 7) olevat vihreät ja keltaiset pallot, sekä punapohjaiset huutomerkilliset kohdat ovat käyttäjähuomioita, joita voidaan merkitä ohjelmaan ajon aikana puhelimen kautta tai tietokoneella ajon jälkeen.

Kuva 7. Käyttäjän RoadAI-sovelluksen karttaan tekemiä merkintöjä (Mutanen, 2019, kartta RoadAI-sovelluksesta).



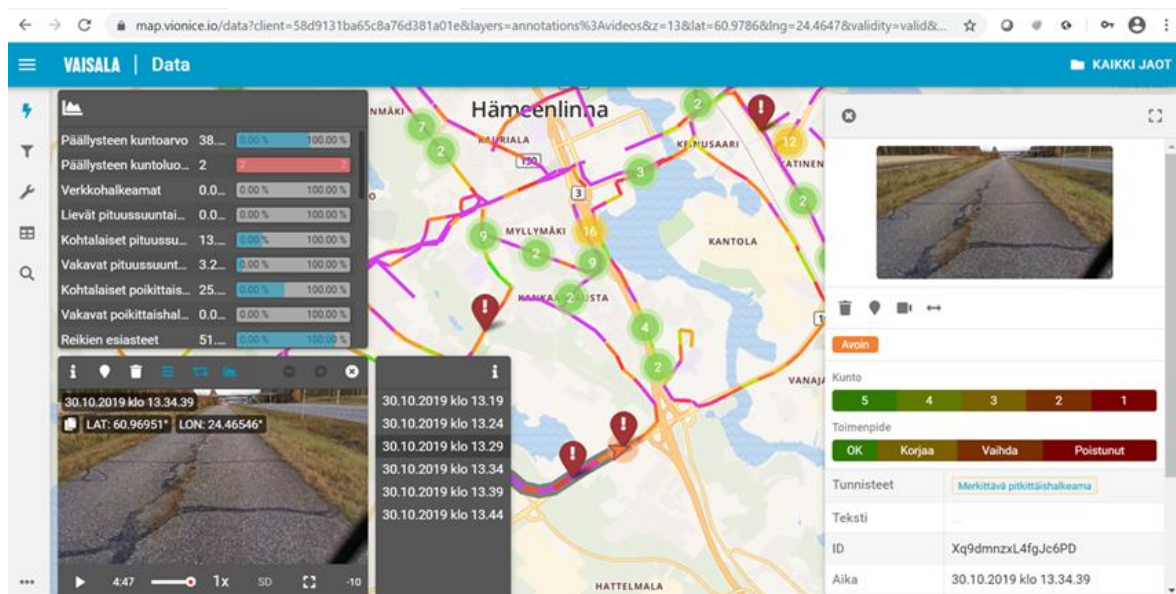
Sovelluksella kuvattu materiaali latautuu automaattisesti RoadAI-ohjelmaan, kun puhelin liitetään wifi-verkkoon. Lataukset sujuivat pääosin hyvin. Vain yhdellä kerralla latauksessa ilmeni ongelmia ja mahdollisesti pieni osa kuudennen ajokerran ajoista jäi saamatta videolle. Latausongelmat saattoivat johtua sovelluksen tai puhelimen päivityksistä, mutta ongelmat olivat luonteeltaan poikkeuksellisia ja uusia, sillä Vaisalassakaan ei tiedetty vastaavaa tapahtuneen aikaisemmin. Ongelmia tuli myös siitä, että välillä kuvaus meni itsekseen pois päältä ja joitakin pätkiä jäi siksi kuvaamatta. Syy katkeamisiin ei varmistunut, mutta niiden taustalla saattoi olla se, että sovellus on alun perin testattu Samsung S-sarjan puhelimille. Kuvauksen katkeilu saattoi siis johtua kuvausajoissa käytetystä puhelimesta tai ehkä puhelin myös reagoi kylmään ulkoilmaan ja viimaan.

7.2 Sovelluksen käyttö

RoadAI-sovelluksella kuvattuja kohteita voidaan katsella ja tarkastella suoraan videomateriaalista tai tehdä havaintoja myös sovelluksen omista analyyseistä ja sitten siirtyä

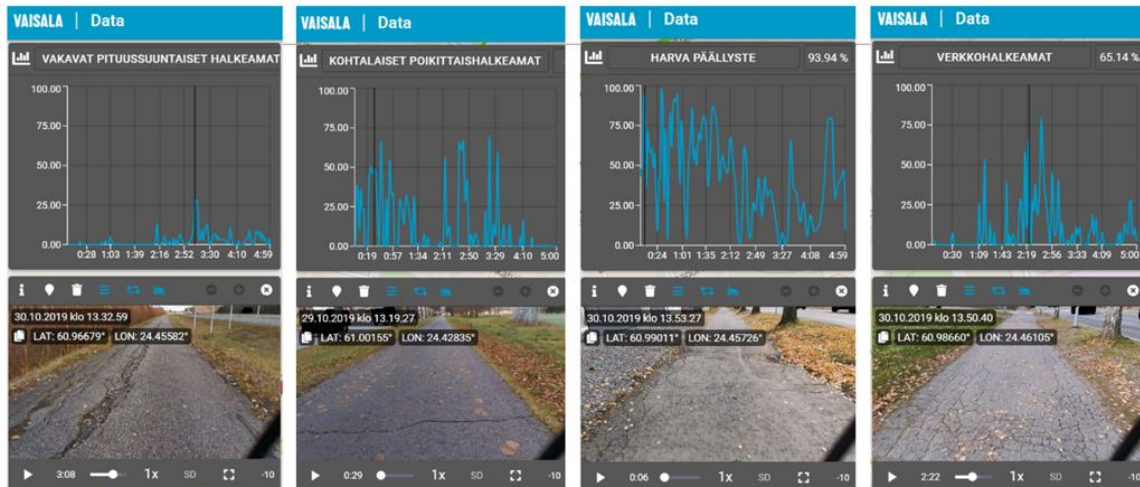
tarkastelemaan haluttuja ongelmakohtia. Sovelluksen yksi vahvuuksista on juuri siinä, että kuvamateriaalia on mahdollista arvioida sekä suoraan ammattilaisen silmin että tietokoneen analyysiä seuraten. Manuaalinen tarkastus näyttäytyy vahvuutena siitäkin huolimatta, että konenäön toiminnasta pyritään tekemään täysin itsenäistä.

Kuva 8. RoadAI-sovelluksen näkymä ja sovelluksen tekemää analyysiä valitusta tutkittavasta kohteesta, kartan oranssin nuolen kohdalta (Mutanen, 2019, kartta ja kuvat RoadAI-sovelluksesta).



Valittaessa tietty kohta sovelluksen kartalta, sen kuvatulta pyöräilyväylältä, tulee karttakuvan ja sijaintitiedon lisäksi näkyviin pysäytetty videokuva ja sovellus näyttää analyysin paikan kuntoarvosta sekä eri vauriotyypeistä vaurioasteineen (Kuva 8). Kun sitten valitsee haluamansa vauriotyypin, avautuu näkymä kyseisen vaurion esiintymispaikkoihin ja vaurioasteisiin käsiteltävän viiden minuutin mittaisen videon matkalta, jolloin halutut vauriokohdat ovat heti löydettävissä ja tarkasteltavissa videolta. Näin haluttuja kohtia voidaan paikallistaa jo ennen maastoon lähtemistä etukäteen koneelta, tiedot voidaan toimittaa urakoitsijalle ja tämä voi lähettää kunnossapitoryhmän suoraan tiettyyn pisteeseen maastossa, ilman turhaa etsiskelyä. Koontikuvaan (Kuva 9) on poimittu esimerkkejä siitä, miltä videokuva ja sovelluksen analyysi erilaisissa vaurio-tilanteissa voivat näyttää.

Kuva 9. Esimerkkejä päällystevaurioista (Mutanen, 2019, kuvat RoadAI-sovelluksesta).



7.3 Kuvaolosuhteiden vaikutus kuvaustuloksiin

Kuvaukset suoritettiin HAMKin hankkeen puitteissa loppusyksystä, joka ei ole paras mahdollinen aika kuntoarvion tekemiselle olosuhteidensa takia, joten projektin kannalta kuvausajoja ei päästy tekemään täysin kelvollisissa olosuhteissa. Kuvausajojen kelit vaihtelivat kevyestä vesisateesta poutapäiviin, jolloin asfaltti saattoi olla kokonaan tai osittain kuivaa, kostea tai märkää ja loppuvaiheessa pikkupakkasella myös paikoitellen huurteessa tai jäässä. Voimakas auringonvalon heijastus märältä asfaltilta, liian hämärä valaistus, runsas puiden lehtien määrä, runsas hiekoitushiekka, lumi ja jää tai vesimärkä asfaltti vaikeuttavat ja estävät RoadAI-ohjelmaa lukemasta ja tulkitsemasta tien pintaa oikein. Pääsääntönä on, että sovellus pystyy tulkitsemaan tien pintaa samoissa olosuhteissa kuin ihminen silmilläänkin, eli esimerkiksi paksu lehtimatto estää näkyvyyden (Kuva 10). Siksi kartoitusajot tulee suorittaa sopivalla kelillä.

Kuva 10. Päällysteen pinnan peittävät puiden lehdet vaikuttavat syksyllä konenäön tekemään arviointitulokseen (Mutanen, 2019, kuvat RoadAI-sovelluksesta).



Kuvaustoiminnon ollessa päällä RoadAI-ohjelma kuvaa viiden minuutin mittaisia videopätkiä, joista se laskee luettavissa ja selkeästi näkyvissä olevan, kelvollisen osuuden, prosentuaalisen määrän. Kelvollista materiaalia kullakin videolla tulee olla vähintään 50 % tai ohjelma hylkää kokonaan kuvatun viiden minuutin jakson.

Hämeenlinnan kartoitusajojen tuloksissa näkyivät erityisesti syksyiset lehdet, märkä tienpinta, heijastukset ja kuura, jolloin ohjelma sulki automaattisesti osan ajetuista reiteistä pois varsinaisista tuloksista. Tämä on yksi syy siihen, miksi Hämeenlinnassa kuvattujen reittien varrelta puuttuu osia ajetuista reiteistä, kun ajoreittikarttoja ja RoadAI:n reittikarttoja verrataan toisiinsa. Kirkas, matalalta paistava syksyinen tai keväinen aurinko voi saada märän asfaltin kiiltämään niin, että konenäköanalyysikin vaikeutuu.

Kuva 11. Asfalttiin heijastuva kirkas auringon valo ja kuura sillan kannella estävät päällysteen pinnan näkemisen (Mutanen, 2019, kuvat RoadAI-sovelluksesta).



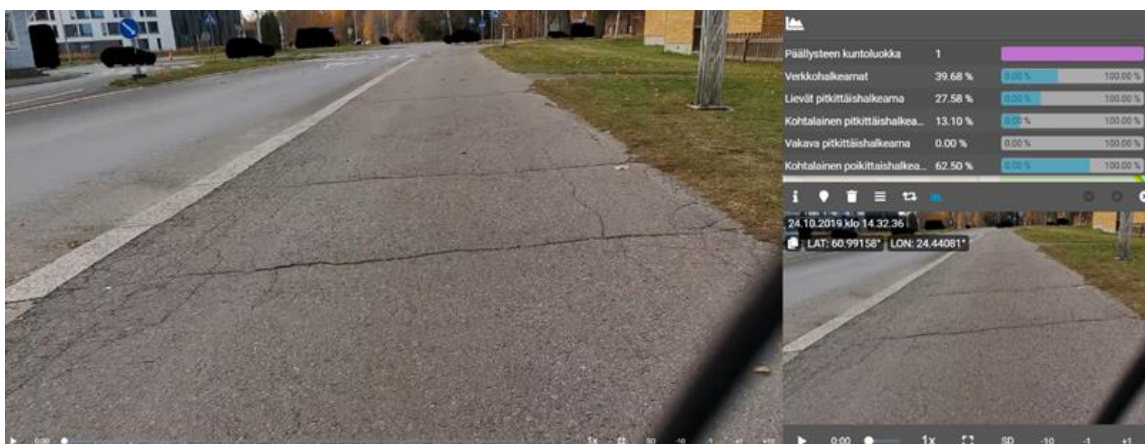
Voimakas auringon heijastus märältä asfaltilta vaikeuttaa tienpinnan lukemista ja sillankansille ilmestynyt huuru ja kuura peittää päällystettä näkymästä (Kuva 11).

7.4 Konenäkö parhaimmillaan kunnossapidon apuna

Kun kuvaolosuhteet ovat konenäön toiminnalle sopivat, voi kuvamateriaalista nähdä hyvin päällysteen kunnan, välittömän korjaustarpeen sekä ennakoida pidemmän aikavälin parantamisprosessia. Tässä luvussa käydään läpi muutamia esimerkkejä Hämeenlinnassa kuvatusta materiaalista, josta on apua kunnossapitotöiden suunnittelussa.

Kuva 12 **Virhe. Viitteen lähde ei löytnyt.** on pysäytyskuva Hämeenlinnan Turuntieltä kuvatusta videosta. Isommassa kuvassa vasemmalla voidaan nähdä pyöräilyväylän molempien reunojen painuminen ja verkkohalkeamat, sekä koko väylän levyiset kohtalaiset poikittaishalkeamat. Oikeassa reunassa näkyy yksityiskohtaisempaa tietoa sisältävä konenäön analyysiruutu, josta voidaan lukea osa konenäön tuottamista päällysteen laatutiedoista. Konenäkö on rekisteröinyt verkkohalkeamat, pitkittäis- ja poikittaishalkeamat, sekä antaa kyseiselle kohdalle päällysteen kuntoluokaksi 1, eli huonoimman arvosanan asteikolla 1-5. Konenäkö tekee kuvauksen aikaa jatkuvasti analyysiä myös useista muista parametreista, jotka näkyvät analyysiruutua selattaessa.

Kuva 12. Hyvissä kuvaolosuhteissa konenäkö voi vaivatta lukea ja analysoida päällysteen pinnan laatua (Mutanen, 2019, kuvat RoadAI-sovelluksesta).



Kun muutostöitä on tehty, voidaan muutokset, kuten uudet asfalttipaikat tai täytettyjen kaivantojen päällystetyt kohdat kuvata uudelleen ja uusi tieto voidaan liittää tallennettuihin

kuvamateriaaleihin. Näin saadaan ajan tasalla olevaa tietoa kunnossapitotöiden suunnitteluun ja organisointiin. Konenäkö osaa lukea ja analysoida myös paikkauksia, sekä niiden ominaisuuksia, kuten analyysiruudun tiedoista voidaan todeta (Kuva 13).

Kuva 13. Korjaustöiden jälkeen muutoskohdat voidaan myös tallentaa järjestelmään (Mutanen, 2019, kuvat RoadAI-sovelluksesta).



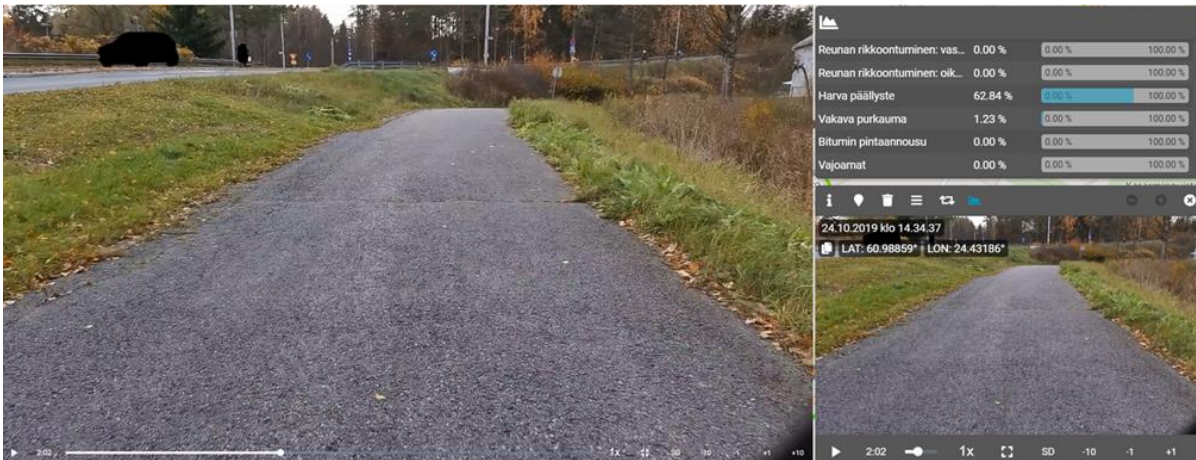
Korjauskohdista myös juotokset näkyvät konenäön analysoitavissa parametreissa (Kuva 14), jolloin kuvamateriaalista voidaan seurata niin uusien kuin vanhojenkin juotosten kuntoa ja nähdä mahdollisesti niihin syntyneitä repeämiä, halkeamia tai uuden juotoksen tarvetta.

Kuva 14. Juotokset, niiden kunto ja uusimistarve näkyvät kuvissa ja konenäkö pystyy analysoimaan myös niitä (Mutanen, 2019, kuvat RoadAI-sovelluksesta).



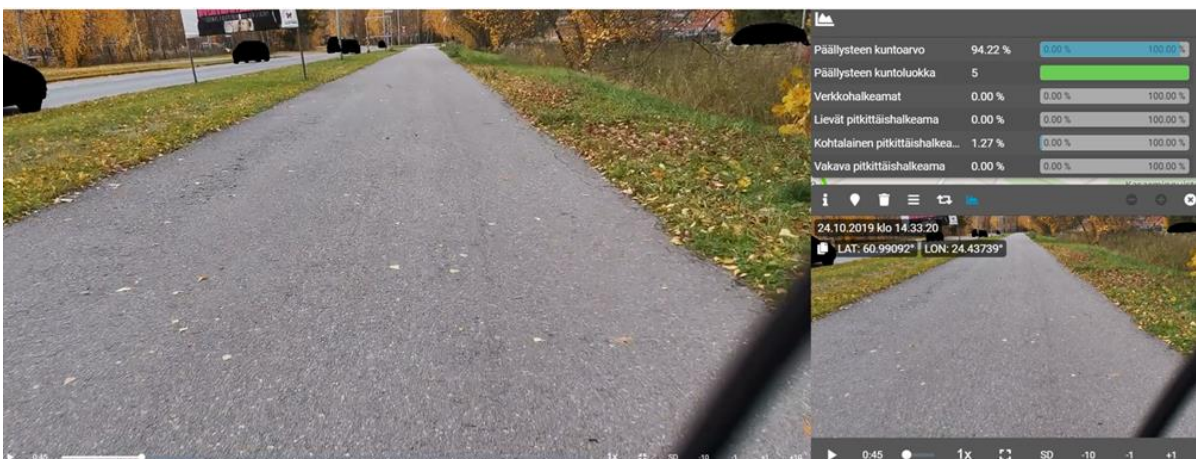
Konenäkö on hyvä apu erityisesti päällysteen harvenemisen arvioinnin mittaamisessa, tosin tällöin on erityisen tärkeää tehdä inventointia hyvissä olosuhteissa. Mikäli asfaltti on osittain kostea, voi konenäön tulkintaan tulla ongelmia, mutta hyvällä kelillä kuvattuna konenäkö jaksaa väsymättä analysoida mahdollisesti ihmissilmääkin tarkemmin sitä, onko asfaltin pinta päässyt harventumaan (Kuva 15).

Kuva 15. Konenäkö lukee myös päällysteen hienovaraisia muutoksia, kuten asfaltin harventumista (Mutanen, 2019, kuvat RoadAI-sovelluksesta).



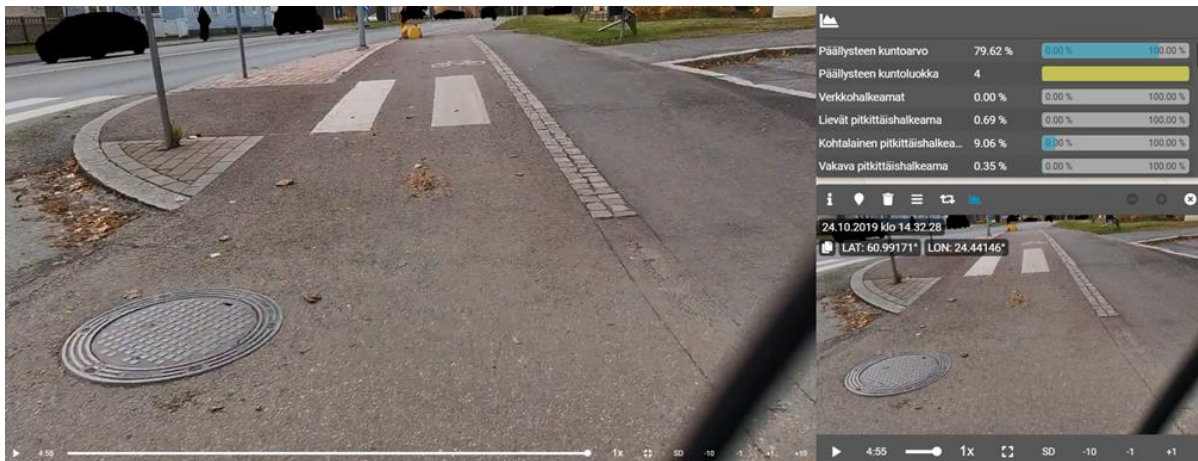
Kun päällysteen pinta on ehjä, ilmoittaa konenäkö päällysteen hyvästä kuntoluokasta ja hyvästä kuntoarvosta. Kuva 16 voidaan nähdä, että päällysteen pinnassa ei näy harventumaa ja se on sileä ja ehjä.

Kuva 16. Myös kuntoarvoltaan ja kuntoluokaltaan hyvän päällysteen jaksolta jää merkintä kuvausmateriaaliin (Mutanen, 2019, kuvat RoadAI-sovelluksesta).



Koko pyöräilyverkon säännöllisen kuvaamisen lisäetuna on, että kunnossapidosta vastaavat henkilöt voivat nähdä videomateriaalista muutakin, kuin mitä konenäkö on varsinaisesti ohjelmoitu mittaamaan. Kuva 17 voidaan todeta, että kunnossapito voi samalla tarkkailla esimerkiksi reunakivien, kaistojen erotusviivan tai -kivien ja kaivonkansien tilannetta. Kuvista voidaan nähdä samalla vaikkapa maalatut merkinnät, kuten esimerkiksi suoja- ja maalauskäsitteet ja niiden kunto.

Kuva 17. Säännöllisen koko pyöräilyverkon kuvaamisen lisäetuna kunnossapito voi tarkastella sellaisiakin tietoja, joita koneälyä ei ole laitettu mittaamaan, kuten reunakiviä, kaivonkansia tai kaistamerkintöjen kuntoa (Mutanen, 2019, kuvat RoadAI-sovelluksesta).



Konenäön kapasiteettia voitaisiin haluttaessa tosin hyödyntää esimerkiksi juuri kaistamerkintöjen kuntoarvion tekemiseen. Hämeenlinnassa kaistamerkintöjä arvioidaan ja korjataan juuri keväisin, katujen harjauksen jälkeen.

8 ANALYYSI PYÖRÄILYN LISÄÄMISEN MERKITYKSESTÄ JA LISÄÄMISEN KEINOISTA SEKÄ KONENÄÖN TUOMASTA HYÖDYSTÄ

Pyöräilyn määrän lisääminen on yksi keino ilmastotavoitteiden saavuttamiseksi. Pyöräilyn kulkutapaosuuden nostamiseksi tulee harjoitettavan liikennepolitiikan olla pyöräilylle myönteistä ja sitä edistävää. Suomen kansallisessa energia- ja ilmastostrategiassa linjataan käytännön toimia ja tavoitteita, joiden avulla voidaan saavuttaa sekä kansalliset että Euroopan unionin energia- ja ilmastotavoitteet. Valtioneuvosto on vahvistanut vuonna 2018 kävelyn ja pyöräilyn edistämistä tukevan periaatepäätöksen ja julkaissut kävelyn ja pyöräilyn

edistämishjelman. Periaatepäätöksen avulla on tarkoitus parantaa kävelyn ja pyöräilyn edellytyksiä, vähentää liikenteen aiheuttamia kasvihuonekaasupäästöjä ja samalla tukea kansanterveyden kohentamista Suomessa. Kun liikenteen energiankulutusta pyritään vähentämään ja liikennejärjestelmän energiatehokkuutta parantamaan, on tärkeää, että huolehditaan myös liikenteen ja maankäytön yhteensovittamisesta sekä kävelyn ja pyöräilyn toimintaedellytyksistä.

8.1 Laadukkaat pyöräilyväylät

Kun liikenne pyöräilyllä on sujuvaa, väylät ovat turvallisia, suoria, yhtenäisiä, pinnaltaan laadukkaita ja mukavia ajaa, houkuttelevat laadukkaat olosuhteet yhä useampia ihmisiä pyöräilemään. Hyvien pyöräilyolosuhteiden ja pyöräilyn määrän välillä on nähtävissä selkeä korrelaatio riippumatta siitä, millainen pyöräilykulttuuri maassa vallitsee. Vaikka Suomessa on määrällisesti paljon pyöräteitä, tulee pyöräteiden laatutason parantamiseen investoida pyöräilyn määrän kasvattamiseksi, sillä pyöräteiden kohdalla laatu on kilometrimäärää tärkeämpi tekijä. Pyöräilyn turvallisuus paranee, kun pyöräilymäärät nousevat, sillä pyöräilyn lisääntyessä sen näkyvyys liikenteessä kasvaa ja pyöräilyinfrastruktuuria parannetaan. Siitäkin huolimatta, että suomalaisten työmatkat ovat pidentyneet, olisi työmatkoista edelleenkin noin puolet pyöräiltävissä ilman, että työmatka-ajat tulisivat olennaisesti pidemmiksi. Koska työmatkapyöräilyn määrää olisi siis matkojen puolesta mahdollista lisätä, tulisi toimivista reitistöistä ja niiden laadusta huolehtia erityisen hyvin.

Suomessa noin 80 % pyöräteistä on asfalttipintaisia ja lähes 90 % pyöräteistä on yhdistettyjä jalankulku- ja pyöräteitä. Päälystettyjen väylien ylläpito on kallista, mutta ylläpidolla, esimerkiksi paikkausurakoinnilla, on suuri vaikutus teiden palvelutasoon, liikenneturvallisuuteen ja päälysteen koko elinkaareen. Vaikka teiden ja pyöräilyväylien ylläpidon hinta on suuri, ei kustannusten vähentämiseen ole löydettävissä helppoja keinoja. Pyöräilyn tavoitteisiin ei päästä, mikäli väylien kuluista yritetään säästää laskemalla niiden laatutasoa.

Pyöräilyllä on lyhyt historia ja pyöräilyn tappioksi on luettava autoliikenteen kehittyminen melko samanaikaisesti pyöräilyn yleistymisen kanssa. Kun autoilu vähitellen alkoi lisääntyä, laski pyöräilyn kulkutapaosuus samalla selvästi. Pyöräily nähtiin 1930-luvulta lähtien usein

autoilua haittaavana ja hidastavana kulkumuotona. Kuitenkin havahtuminen turvallisuus- ja ympäristöhaittoihin muutti liikennesuunnittelua 1970-luvulta lähtien monipuolisemmaksi, kävelyn ja pyöräilyn rooli alkoi korostua ja muidenkin liikkumistapojen, kuin autoilun asema, alkoi parantua.

Yhdeksi liikennesuunnittelun keskeiseksi tavoitteeksi Euroopassa 1990-luvulla tuli henkilöautolla kuljettujen matkojen muuttaminen viisaan liikkumisen kulkutavoiksi. Pyöräily alettiin jo nähdä hyödyllisenä liikkumisen tapana ja vaihtoehtona, joka ratkaisee liikenneongelmia, eikä enää vain häviävänä tai häiriötä tuottavana tekijänä. Kuitenkaan pyöräilyn sujuvuustavoitteet ja pyöräilyn asema eivät edes 2000-luvun vaihteessa olleet riittäviä suhteessa pyöräilyn hyötyihin ja tavoitteeseen vähentää autoilua. Suunnittelulla voidaan kuitenkin vaikuttaa eri liikennemuotojen kasvuun. Mikäli pyöräilyn määrää halutaan kasvattaa, on tärkeää muistaa, että sitä täytyy tietoisesti kasvattaa, eikä pyöräilyn määrä kasva itsestään. Kun liikennesuunnittelussa kehitetään eri liikennemuotojen olosuhteita, on kyse valinnoista, sillä olosuhteiden erot selittävät liikennemuotojen kasvun edellytyksiä.

Liikennesuunnittelun lisäksi myös valinnat pyöräteiden kunnon ja kunnossapidon suhteen vaikuttavat pyöräilemisen mukavuuteen, reittien toimivuuteen ja turvallisuuteen, ja siten pyöräilyn määrään. Pyöräilijät valitsevat usein reittejä, jotka ovat suorina ja sujuvia, sekä reittejä, joilla matkanopeus pysyy hyvänä, eikä turhia jarrutuksia tarvitse tehdä.

Pyöräilyreitit, joilla esiintyy sujuvaa ja tasaista kulkua haittaavia tekijöitä kuten reunakiviä, kadunlityksiä, näkemäesteitä ja epäjatkuvuutta, ovat vähemmän houkuttelevia.

Pyöräilyväylien hoidossa kolme tärkeintä asiaa niin talven kuin kesänkin keliolosuhteissa ovat pinnan tasaisuus, kitka ja kuivatus. Käyttäjäkyselyistä on käynyt ilmi, etteivät pyöräilyväylien saamat kuntoarvosanat ole kehuttavia Suomessa tai muuallakaan Euroopassa.

Pyöräilyväylien kunnossapitoa saatetaan laiminlyödä myös pyöräilyn suhteen Suomea edistyneemmissä maissa, vaikka tavoitteet ja hyödyt pyöräilyn suhteen ovat samoja tai samansuuntaisia kuin Suomessa.

Pyöräilyväylien talvihoidon toimintatapoja tarkastellessa on käynyt ilmi, kuinka Suomessa on usein tapana hoitaa pyörä- ja kävelyväyliä samalla kunnossapitokalustolla kuin ajoratojakin, jolloin auraukskaluston koko ja leveys on määritellyt pyörä- ja jalankulkuväylien leveyttä, eikä toisinpäin. Tilanne voi kertoa käytännöstä, jossa valitaan edullinen ja käytännöllinen

ratkaisu, mutta toisaalta valinnan taustalla voi olla pyöräilyn, kävelyn ja niiden väylästöjen autoteitä vähäisempi arvostus, joka näkyy myös työtavoissa ja investoinneissa. Mikäli pyöräteiden laadun ylläpito todella nähdään tärkeänä seikkana, ei tulisi käyttää vääränlaista ja pahimmassa tapauksessa jopa väyliä vahingoittavaa kalustoa.

Tärkeä osa hyvää pyöräilyväylien ylläpitoa on säännöllinen laaduntarkastus ja kunnon seuranta niin kesällä kuin talvella, riittävän säännöllisesti ja kattavasti. Vaaratilanteita aiheuttavat reiät, kynnykset, kohoumat tai halkeamat joihin polkupyörän kapea rengas voi mennä, pitääkin korjata viipymättä. Keväällä tulee roudan aiheuttamat vauriot tarkastaa koko pyöräilyväyläverkolla ja tärkeää on, että ainakin kerran vuodessa tapahtuva pyöräteiden tarkastuskierros tehtäisiin pyörällä ajaen, jolloin väylän pinta ja kunto voidaan nähdä tai kuvata tarpeeksi läheltä ja tarkasti, sekä saada ajajalta kokemusperäisiä havaintoja, sillä pyöräillen voi helpommin huomata pyöräilijän tarpeet. Urakoitsijan tulisi asettua kävelijän tai pyöräilijän osaan, jalkautuen autosta kävely- tai pyöräilyväylälle, kyetäkseen arvioimaan väylän laatua.

Seurantatietoa ja havaintoja olisi hyvä kerätä kaupunkien ja urakoitsijoiden laadunvalvonnan lisäksi myös kansalaispalautteena ja palautteiden käsittelemiseen ja niihin reagoimiseen tulisi varata riittävästi resursseja. Väylien hoitotiedon tallentamista varten jo olemassa seurantajärjestelmä Harja, jonka kautta tallennettua tietoa voidaan jakaa ja huoltotöitä on mahdollista organisoida.

8.2 Konenäön toiminta

Konenäkö toimii vaurioiden mittaamisessa ihmissilmän tavoin niin, että senkin tunnistustarkkuus heikentyy, mitä kauempana kuvattavat kohteet kamerasta ovat. Vaikka konenäkösovellusten testejä on tehty aiemmin auton kyydistä nopealla ajovauhdilla, Hämeenlinnassa pyöräillen tehtyjen koeajojen tuloksena huomattiin, että polkupyörän hidas vauhti tai kameran heiluminen esimerkiksi ylämäkiä ajaessa ei estä saamasta hyvää kuvaustulosta, joten ainakaan tasaiseen kyytiin tai suureen vauhtiin vetoaminen eivät riitä perusteluksi pyöräväylien kuvaamiseen autosta käsin. Vaisalan pyöräteiden kartoitukseen tarkoitettussa konenäkösovelluksessa voi urakan eri osapuolilla olla pääsy ajan tasalla oleviin tietoihin vaurioista, korjaustarpeista, työn ohjeista ja aikatauluista. Korjaustarpeet sekä

korjatut kohteet voidaan visualisoida kartalle ja niitä voidaan tutkia videoiden avulla ja siksi maastokäyntejä ei enää tarvita niin paljon kuin ennen. Polkupyörää ajava kuvaaja voi merkitä videolle ajon aikana kokemukseräisiä huomioita, jotka eivät välttämättä muuten välittyisi katsojalle pelkän videokuvan kautta.

Konenäön suorituskyky on jo sillä tasolla, että se voi tunnistaa erilaisia vaurioluokkia ja konenäön tekemiin havaintoihin voidaan pääosin luottaa. Konenäkö toimii tällä hetkellä siten, että se tuottaa lisäarvoa tilanteessa, jossa ihminen validoi tulokset ennen kuin päätöksiä toimenpiteistä tehdään. RoadAI-konsepti on siten, että konenäkö toimii asiantuntijan apuna, kunnes se voi ottaa koko prosessin haltuunsa. Lopulta tekoäly voi tilata korjaustoimetkin itsenäisesti ja optimaaliseen aikaan.

Tekniikka vaatii silti edelleen kehitystyötä, sillä konenäön ja ihmisten tekemien havaintojen välillä on vielä erilaisuutta. Konenäön analyysin laadun ja sen arvioinnin tulee kuitenkin perustua sellaiseen menetelmään, josta myös ihminen selviää manuaalisesti ja ihmisen tekemät ratkaisut voivat toimia analyysin arviointimenetelmänä, ettei jouduta tilanteeseen, jossa täytyisi sitoutua liikaa tietyn toimittajan teknisiin ratkaisuihin. Kehitystyön tavoitteena on lopulta päällystetyn pyöräilyväyläverkon kuntoa itsenäisesti valvova sovellusrobotti, mutta toistaiseksi konenäköä tulisi opettaa ihmisen validointiprosessi rinnallaan, kunnes konenäkö selviää itsenäisesti, ilman ihmisen apua.

8.3 Hämeenlinna ja konenäkösovelluksen mahdollisuudet

Tässä opinnäytetyössä esimerkkitilanteena olleen Hämeenlinnan kaupungin kunnossapidon haastattelusta kävi ilmi, että vilkkaimmilla pyöräilyillä kuntotasoa pidetään parempana kuin muilla väylillä, eli pääreittien varrella olevat pyöräilyt tarkastetaan useammin kuin muut reitit. Auravahingot kierretään ja korjataan keväällä, samoin kuin muutkin vauriot, ja lisäksi reunakivet ja päällysteet korjataan talven jälkeen. Pyöräilyväylien laadun tarkastamiseen on olemassa yhtenäiset ohjeet. Tarkastukset tehdään silmämääräisesti, verkostoa ajetaan läpi ajoittain, pääosin autolla, mutta pyöräilyväylille jalkaudutaan tarvittaessa. Lisäksi mainittiin, että vaikka tarkkailua tehdään ympäri vuoden ja päivittäin, koko verkkoa ei ajeta kerralla. Henkilökunnan kerrottiin tekevän myös havaintoja vapaa-ajalla pyöräillessään ja raportoivan huomaamistaan puutteista.

Huomatut korjaustarpeet sekä muiden pyöräilijöiden antama palaute ilmoitetaan työnjohdolle. Kunnossapitohenkilöstöllä on jo nyt käytössään paikannuksen sisältävä mobiiliseurantajärjestelmä, johon havaitut vauriot sekä tehdyt korjaustyöt voidaan merkitä.

RoadAI-konenäkösovellus voi toimia pyörävylien kunnossapitoon tervetulleena lisänä, sillä pyöriteiden jatkuvaan kunnon kartoittamiseen on toistaiseksi olemassa vain rajallisesti toimivia keinoja. Kartoitustietojen hankkiminen ja niiden käyttö voi jäädä satunnaisesti, osittaiseksi ja laadullisesti heikoksi, mikäli kuntotietoja ei kerätä tai niitä ei saada kerättyä koko pyöräilyväyläverkolta säännöllisesti ja laadullisesti korkeatasoisina niin, että tiedot olisivat myös helposti jaettavissa ja käytettävissä. Siinä missä nykyisin pyöriteiden kunto- ja korjaustarpeita saatetaan keväisin routatarkastusten jälkeen ja pitkin vuotta merkitä ylös yksittäisinä huomioina, muuttaisi konenäkökuvausten käyttö huoltotöiden laatua, suunnittelua ja ennakoitavuutta, kun ajan tasalla olevaa tietoa olisi jatkuvasti käytettävissä. Taulukko 1 on hahmoteltuna konenäkösovelluksen käytön tuomia muutoksia pyörävylien kunnossapitotyöhön, tiedon keräämisen tapaan ja mahdollisuuksiin käsitellä tietoa työn suunnittelussa ja organisoinnissa. Suurin muutos on ajantasaisen ja koko verkostoa koskevan tiedon kerääminen keväisin ja korjaustöiden jälkeen, sekä tietojen jatkuva käyttömahdollisuus pidemmän aikavälin suunnittelu- ja ylläpitotöissä.

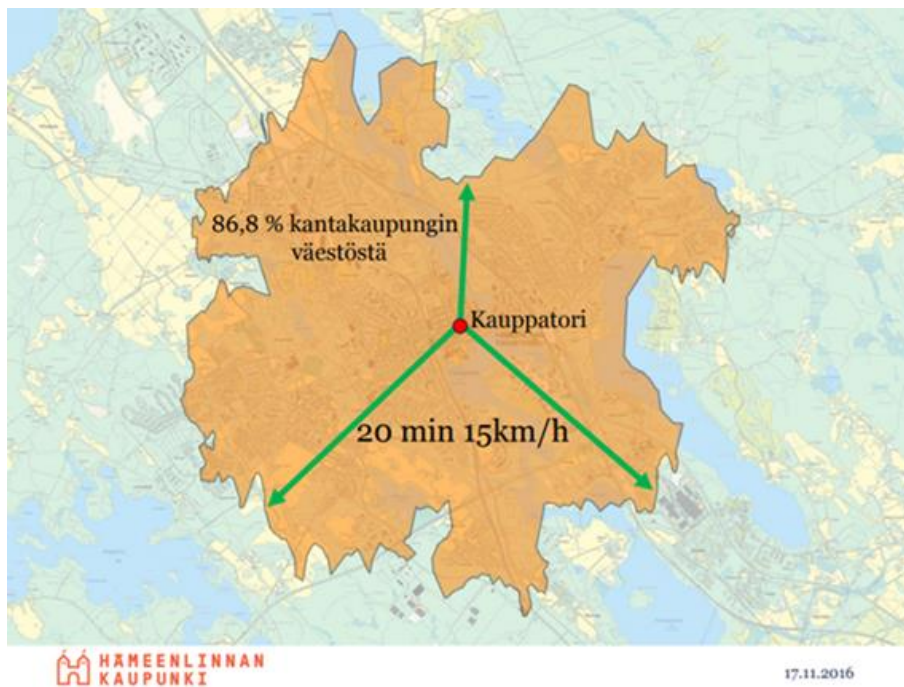
Taulukko 1. Yksinkertaistettu kaavio konenäkösovelluksen tuomasta muutoksesta pyöräilyväylien kunnossapitoprosessiin (Mutanen, 2020).

| | TALVI | KEVÄT | KESÄ | SYKSY |
|------------------------------------|--|--|---|--|
| ILMAN KONENÄKÖ-SOVELLUSTA | Talvikauden kunnossapito ja ajoittaiset korjaustyöt. Yksittäiset huomiot seurantajärjestelmään. | Kausityöt, katujen puhdistus, routavaurioiden tarkastus ja korjaus. Huomiot seurantajärjestelmään. | Kausi-, kunnossapito-, korjaus- ja paikkaustyöt. Yksittäiset huomiot seurantajärjestelmään. | Kausi-, kunnossapito-, korjaus- ja paikkaustyöt. Yksittäiset huomiot seurantajärjestelmään. |
| KONENÄKÖ-SOVELLUKSEN KANSSA | Talvikauden kunnossapito ja ajoittaiset korjaustyöt. Ennakointimahdollisuus edellisen vuoden kuvamateriaalin pohjalta. | Kausityöt, katujen puhdistus, routavaurioiden korjaus. Koko pyöräilyväyläverkon kuvaaminen. Töiden suunnittelu, aikataulutus ja organisointi kuvamateriaalin pohjalta. | Kausi-, kunnossapito-, korjaus- ja paikkaustyöt. Korjaustöiden toteuttaminen kuvamateriaalin pohjalta tehdyn suunnitelman mukaisesti. Uusi kuvamateriaali korjatuista kohdista. | Kausi-, kunnossapito-, korjaus- ja paikkaustyöt. Uusi kuvamateriaali korjatuista kohdista, seuraavan vuoden ylläpidon ja korjaustarpeiden kartoitus. |

Hämeenlinnan kaupungin pyöräilyn edistämishjelman karttaesityksessä havainnollistetaan (Kuva 18), kuinka kaupungin pyöräilymahdollisuudet ovat suurimmalle osalle kaupunkilaisia

sekä ajallisesti että etäisyyksien puolesta melko optimaaliset kaupungin alueen sisällä. Mikäli myös väylien jatkuvuus, ulottuvuus ja laatu ovat korkeatasoisia, on pyöräilyn kulkutapaosuuden nostamiseen ja työmatkapyöräilyn lisäämiseen entistä parempia mahdollisuuksia. (Hämeenlinna, 2016)

Kuva 18. Hämeenlinnan kartalta voidaan nähdä erinomaiset olosuhteet kehittää kaupungin pyöräilymahdollisuuksia (Hämeenlinna, 2016).



Koeajot osoittivat, että esimerkiksi Hämeenlinnan kokoisessa kaupungissa pyöräteiden kuvausajot olisivat ajettavissa polkupyörällä melko helposti, nopeasti ja kustannustehokkaasti. Siten Hämeenlinnan kokoisten kaupunkien tilanne sopii hyvin vertailtavaksi, kun mietitään RoadAI:n mahdollista soveltuvuutta käytettäväksi muissakin kaupungeissa. Hämeenlinnassa suoritetuista koeajoista, joissa 178 km matka ajettiin kuudella eri ajokerralla, yhden ajajan voimin ja lihasvoimaa pyöräillessä käyttäen, voitiin huomata, että vastaavan tyyppiset kuvausajot kannattaa suunnitella huolellisesti, erityisesti vuodenajan ja muiden kuvaukselle edullisten olosuhteiden mukaisesti. Paras ajankohta koko väylästön kuvaamiseen on kevät, sillä keväällä on joka tapauksessa tarkoitus selvittää mahdollisia routavaurioita ja silloin voidaan myös suunnitella tulevan kesäkauden korjaustöitä. Lisäksi keväällä katujen harjauksen jälkeen olosuhteet kuivalla säällä ovat sopivat ja valon määrä riittää kuvausten menestykselliseen suorittamiseen. Huomiota tulee

kiinnittää kuvausreittien suunnitteluun niin, että kaikki reitit tulevat kuvatuiksi ilman turhia edestakaisia ajoja ja että ajomatkan pituus ja ajankäyttö optimoidaan. Haluttujen reittien ajamiseen apukeinona voitaisiin käyttää polkupyörän ohjaustankoon kiinnitettävää ajotietokonetta tai toista matkapuhelinta, jonka karttaohjelmaan on ladattu haluttu reitti. Karttaohjelma hoitaisi navigoinnin pyöräilijän puolesta ja hän voisi keskittyä pyöräilyväylän kunnan tarkkailuun, eikä tulisi turhaa tarvetta pysähtyä katsomaan karttaa ja tarkastamaan tai miettimään reittiä.

Esimerkiksi kahdensadan kilometrin matkan voi ajaa yksikin henkilö kustannustehokkaasti muutamalla ajokerralla ja mikäli käytetään sähköavusteista polkupyörää tai useampaa ajajaa, taittuu huomattavasti pidempikin matka kohtuullisen ajan kuluessa. Mikäli kunnassa on huomattavasti enemmän pyörätiekilometrejä, kuten Helsingissä, jossa niitä on 1200 km (Helsinki, 2019), voisi kuvausajoja suorittavan joukon kokoonpanoa mahdollisesti miettiä esimerkiksi yhteistyössä paikallisen pyöräilyseuran kanssa. Tällöin kuvaamiseen tulisi laatia selkeät ohjeet ja reunaehdot, jotta tiedonkeräys voitaisiin toteuttaa luotettavasti. Kuitenkin Helsinginkin pyöräteiden määrä on vielä melko kohtuullinen ja siten palkatun henkilökunnan tai kausiyöntekijöiden ajettavissa, mikäli ajojen suunnittelu ja kaluston valinta suoritetaan viisaasti. Vaikka koeajoissa todettiin RoadAI-sovelluksen sopivan ainakin Hämeenlinnan kokoisille kaupunkiseuduille, näyttää siltä, että sovellus voi sopia käytettäväksi myös pienempien tai isompien kuntien tai valtion ylläpitämien pyöräteiden kuntoarvioiden tekemisessä.

8.4 Kuvauskalusto tarvitsee jatkokehitystä

Hämeenlinnan koeajoissa selvisi, että vaikka kuvauksissa käytettävä kalusto on yksinkertainen, tulee senkin toimia optimaalisesti, jotta kuvausajot voidaan suorittaa sujuvasti. Kamerana toimivan älypuhelimien tulee kestää vallitsevia sääolosuhteita ja telineen, johon puhelin kiinnitetään, tulee mahdollistaa oikea kuvakulma ja olla helposti säädettävissä. Koeajoissa havaittiin myös, että manuaalisten lisähuomioiden tekemistä varten olisi hyvä olla käytössä tekniikkaa, joka mahdollistaa merkintöjen tekemisen myös käsineet kädessä, sillä Suomessa ajokelit vaativat usein keväälläkin pitkään käsineiden käyttöä. Koeajojen viileissä keleissä puhelimen kosketusnäytön käyttö vaati aina käsineen

riisumisen ja usein vielä pysähtymisen, sillä kylmä kosketusnäyttö ei reagoanut kosketukseen tavallisen herkästi.

Kuvausajaja varten tulisi kehittää kamerana toimivalle puhelimelle teline, jossa olisi huomioitu kameran ulottuvuuden säätömahdollisuudet, painonapeilla toimiva huomioiden merkitsemismahdollisuus ja kiinnitystapa, joka ei peitä puhelimen näyttöruutua, kuten Hämeenlinnan koeajoissa käytössä ollut teline peitti. Telineen kiinnitys ei myöskään saa löystyä ja telineen korkeus valua, vaan kuvakulman pitäisi pysyä luotettavasti haluttuna ja olla tarvittaessa helposti säädettävissä niin, että kuvaruudulta voidaan koko ajan nähdä kuvattava näkymä ilman, että teline estää sitä näkymästä. Toimivan telineen prototyypin kehittäminen voisi olla potentiaalinen jatkotutkimuskohde, sillä mikäli konenäkösovellus halutaan laajasti käyttöön, olisi käytännöllistä samalla myydä erinomaisesti kuvausajoihin soveltuva teline, ettei sovelluksen käyttöönotto jäisi tekemättä vaillinaisen kaluston aiheuttamien hankaluuksien vuoksi.

9 JOHTOPÄÄTÖKSET

Pyöräilyn kulkutapaosuuden kasvattamiseksi on olemassa selvä tarve, tahtotila ja päätöksiä asian edistämiseksi on tehty niin Euroopan unionin tasolla kuin Suomessakin.

Ilmastotavoitteet ja päästövähennysten tarve kannustavat lihasvoimaisen liikkumisen suosimiseen, joka samalla voi parantaa kansanterveyttä ja vähentää sairauenhoidon kustannuksia. Pyöräily edullisena ja useimmille sopivana liikkumisen muotona on kävelyn ohella tasa-arvoa tukeva liikkumisen muoto lyhyiden tai kohtuullisten etäisyyksien matkoilla ja taajamissa.

Suomessa on pituudeltaan melko laaja kevyen liikenteen väyläverkko, jonka laatuun investoiminen nähdään jopa tärkeämmäksi kuin pelkästään sen määrän lisääminen.

Pyöräilyväylien suunnittelun ja rakentamisen lyhyestä historiasta voidaan nähdä, että väylien rakentamiseen ja laatuun eivät vaikuta ainoastaan käytettävissä olevat varat ja varusteet, vaan myös ymmärrys asian merkittävydestä, asenteet ja poliittinen tahtotila.

Pyöräilyinfrastruktuurin laadun parantaminen ei myöskään tapahdu itsestään, vaan siihen tulee tietoisesti vaikuttaa. Laadukkaat pyöräilyväylät lisäävät pyöräilyn määrää, sen

houkuttelevuutta, sujuvuutta sekä turvallisuutta ja siksi laadun kustannustehokkaaseen parantamiseen tulisi löytää toimivia, koko maahan sopivia toimintatapoja ja työkaluja.

Vaisalan RoadAI-sovelluksella on mahdollista kuvata kohtuullisin resurssein tallennettavaa, hyvätasoista kuvamateriaalia, jota voidaan maastokäyntien lisäksi tutkia myös toimistosta käsin ja näin väylien kunnossapitoa voidaan seurata tehokkaasti ja suunnitella pitkäjänteisesti. Sovellus myös mahdollistaa tiedon sujuvan, yhtäaikaisen jakamisen niin huoltotyöntekijöille kuin työn suunnittelijoille ja johtajillekin. Konenäkösovelluksella voidaan kerätä yhtenäistä tietoa koko pyöräväylästä kunnosta säännöllisin väliajoin ja aina tarvittaessa. Vaikka routavaurioita tarkistetaan jo nyt vuosittain, tapahtuu tarkkailu usein pääasiassa autosta käsin. Muu havainnointi saattaa olla epäsäännöllistä ja satunnaista ja havaintoja tehdään usein muun huoltotyön ohessa. Tarvittavaa, tallennettua systemaattista tietoa pyöräväylien vuosittaisesta kunnosta ei kunnilla tai ELY-keskuksilla monestikaan ole olemassa. RoadAI-sovelluksen tyyppinen havainnointityökalu voisi tuoda kunnossapidolle kustannustehokkaan edun töiden ennakoitavuuteen, aikataulutukseen, priorisointiin ja organisointiin.

Opinnäytetyötä varten polkupyörällä ajettuja koekuvausajot RoadAI-sovelluksen kanssa Hämeenlinnassa osoittivat, että sovellus pystyy tuottamaan käyttökelpoista dataa, joskin tiedonkeräämisessä olosuhteiden täytyy olla sopivat, eli vuodenaika ja säätilat tulee kuvauksissa huomioida. Sovelluksen koekuvausajoissa todettiin, että tutkimusten suositus pyöräväylien tarkastamisesta polkupyörällä ajaen, autolla ajamisen sijaan, on tarpeen. Lisäetuna konenäön analysoiman kuvamateriaalin lisäksi on kuvaajan kokemukseräisesti saama tieto. Konenäön ominaisuuksia ei ole vielä kehitetty täysin itsenäiseen analysointitarkkuuteen, joten toistaiseksi tekniikka vaatii ihmistä sekä tiedon keruun että analysoinnin tueksi. Konenäön käyttämiseen pyöräteiden laadun tarkastelussa tarvitaan vain kevyt ja edullinen kalusto, sisältäen vähintään polkupyörän, älypuhelimien, telineen puhelimelle ja itse sovelluksen, joten kustannukset eivät nouse tavoittamattomiksi. RoadAI-sovelluksen tekniikka on toimivaa ja on helposti otettavissa käyttöön, sovelluksen analyysin tarkkuus riittää toistaiseksi tavoitetarkkuuteen ja samalla sovelluksen kehitystyö jatkuu. Toimivan sovelluksen lisäksi käyttäjät tarvitsevat myös toimivan kuvaustelineen, jonka kehittäminen voi olla jatkotutkimuksen aihe.

Konenäköä hyödyntävän sovelluksen käyttö voisi antaa suomalaisille kunnille ja ELY-keskuksille kustannustehokkaan ja laadukkaan välineen pyöräilyinfrastruktuurin parantamiseen ja näin sovellus tukisi myös ilmasto- ja hiilineutraaliustavoitteiden saavuttamista. Hämeenlinnassa suoritettujen koeajojen perusteella näyttää siltä, että ainakin Hämeenlinnan kokoisille kaupungeille sovelluksen käyttö ja sen tuoma tieto toisi selkeitä etuja, sillä polkupyörällä ajettava ja kuvattava matka ei ole kohtuuttoman pitkä, ei ainakaan sähköavusteisella pyörällä ajettuna, useammalle henkilölle jaettuna ja reitti huolellisesti suunniteltuna. Mikäli kuvausprosessi toteutettaisiin vuosittain, saataisiin materiaalista kunnalle kattava poikkileikkausaineisto ja luotettava arviointityökalu tulevien vuosien korjaus- ja huoltotöihin sekä kustannusten laskentaan, jolloin pyöräteiden elinkaareen ja niiden kokonaiskustannuksiin voitaisiin vaikuttaa ennakoivasti. Suurin muutos nykytoimintamalliin nähden olisi mahdollisuus pitkäjänteiseen kehitys- ja kunnostustyöhön, kun ajantasaista tietoa olisi koko ajan saatavilla, käytettävissä ja jaettavissa. Satunnaisuuden ja yksittäisten korjauksien sijaan sovellus toisi edullisen mahdollisuuden aiempaa ehyempään kunnossapitoprosessiin ja pyöräilymäärän kasvattamiseen.

Lähteet

- Helsingin yliopisto & Reaktor. (n.d.). Elements of AI. Tekoälyn perusteet -verkkokurssi. Haettu 10.10.2020 sivustolta <https://course.elementsofai.com/fi/>
- Helsinki. (2019). Tulossa 160 kilometriä Baanoja. Haettu 14.11.2020 sivustolta <https://www.uuttahelsinki.fi/fi/keskusta/liikenne>
- Hämeen ammattikorkeakoulu. (2020). Opinnäytetyöopas. Toimintaohje opinnäytetyöprosesseihin. Haettu 21.11.2020 sivustolta <https://www.hamk.fi/wp-content/uploads/2018/06/HAMK-Opinn%C3%A4ytety%C3%B6opas.docx>
- Hämeenlinna. (2016). Hämeenlinnan pyöräilyn edistämishjelma 2016-2021. Haettu <https://www.hameenlinna.fi/wp-content/uploads/2019/01/Pyorailyn-edistamisohjelma.pdf>
- Hämeenlinna. (2020). Sähköpostikysely Hämeenlinnan kaupungin pyöräteiden kunnossapidon ja laadun kartoituksen nykytilasta. Kunnossapitopäällikön ja kunnossapitomestarin vastaukset sähköpostiviestinä Mari Mutaselle 20.3.2020 ja 24.3.2020.
- Jalkanen, R. (2013). *Jalankulku- ja pyöräilyväylien edulliset ratkaisut*. Liikenneviraston tutkimuksia ja selvityksiä 28/2013. Helsinki: Liikennevirasto. Haettu 24.2.2020 Sivustolta <https://www.doria.fi/handle/10024/121037>
- Kallioinen, J. (2002). *Pyöräilyn institutionaalinen asema liikennesuunnittelussa*. VATT-keskustelualoitteita 267. Helsinki: Valtion taloudellinen tutkimuskeskus. Haettu 11.6.2020 sivustolta <https://www.doria.fi/bitstream/handle/10024/148217/k267.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Keva, J. (2020). Työmatkat ovat pidentyneet mutta puolet on hyvin pyöräiltävissä. Tilastokeskus. Haettu 18.10.2020 sivustolta <http://www.stat.fi/tietotrendit/artikkelit/2020/tyomatkat-ovat-pidentyneet-mutta-puolet-on-hyvin-pyorailtavissa/>
- Laki kadun ja eräiden yleisten alueiden kunnossa- ja puhtaanapidosta 669/1978. Haettu 15.9.2020 sivustolta <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1978/19780669>
- Liikenne- ja viestintäministeriö. (2018). Valtioneuvoston periaatepäätös kävelyn ja pyöräilyn edistämisestä. Haettu 19.2.2020 sivustolta <https://valtioneuvosto.fi/paatokset/paatos?decisionId=0900908f8059d525>

- Liikenne- ja Viestintäministeriö. (2018) Kävelyn ja pyöräilyn edistämishjelma. Liikenne- ja viestintäministeriön julkaisuja 5/2018. Haettu 10.8.2020 sivustolta http://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/160720/LVM_5_2018.pdf
- Liikennevirasto. (2014). *Jalankulku- ja pyöräilyväylien suunnittelu*. Liikenneviraston ohjeita 11/2014. Haettu 22.11.2020 sivustolta https://julkaisut.vayla.fi/pdf8/lo_2014-11_jalankulku_pyorailyvaylien_web.pdf
- Liikennevirasto. (2016). Joka kolmas työmatka kestäväillä liikkumismuodoilla. Henkilöliikennetutkimus 2016. Työssäkäynti ja liikkuminen. Faktakortti. Haettu 18.10.2020 sivustolta <https://www.traficom.fi/sites/default/files/media/file/Faktakortti-HLT2016-tyomatkat.pdf>
- Maankäyttö- ja rakennuslaki 132/1999. Haettu 15.9.2020 sivustolta <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1999/19990132>
- Maijala, H-M. Toim. (2011). *Pyöräilyn olosuhteet Suomen kunnissa* -selvitys. Liikunnan ja kansanterveyden julkaisuja 243. Liikunnan ja kansanterveyden edistämissätiö LIKES. Jyväskylä 2011. Haettu 20.10.2020 sivustolta https://www.kkiohjelma.fi/filebank/1302-pyorailyselvitys_netti.pdf
- Melander, M. (2020). Kommentoitu Melander_Raportti ONT-palaverista 4.2.2020. Vaisala Oy:n asiantuntija Markus Melanderin kommentointi opinnäytetyöstä. Sähköpostiviesti Mari Mutaselle 17.2.2020.
- Mesimäki, J. & Luoma, J. (2020) *Jalankulkijoiden ja pyöräilijöiden väliset onnettomuudet ja vaaratilanteet*. Traficomin tutkimuksia ja selvityksiä 3/2020. Helsinki: Liikenne- ja viestintävirasto Traficom. Haettu 25.9.2020 sivustolta <https://www.traficom.fi/sites/default/files/media/publication/Jalankulkijoiden%20ja%20py%C3%B6r%C3%A4ilij%C3%B6iden%20v%C3%A4liset%20onnettomuudet%20ja%20vaaratilanteet.pdf>
- Sandelin, J-E. (2020). Mitä konenäkö on? LAB University of Applied Sciences, Lahti & Lappeenranta. Blogijulkaisu 9.4.2020. Haettu 17.10.2020 sivustolta <https://blogit.lab.fi/health/2020/04/09/mita-konenako-on/>
- Työ- ja elinkeinoministeriö. (2017). *Valtioneuvoston selonteko kansallisesta energia- ja ilmastostrategiasta vuoteen 2030*. Työ- ja elinkeinoministeriön julkaisuja 4/2017. Helsinki: Työ- ja elinkeinoministeriö. Haettu 25.2.2020 sivustolta

- <https://valtioneuvosto.fi/documents/1410877/3506436/Valtioneuvoston+selonteko+kansallisesta+energia-+ja+ilmastostrategiasta+vuoteen+2030.pdf>
- Vaismaa, K. (2014). *Aloittelijasta mestariksi. Pyöräilyn kasvuun vaikuttavat toimenpiteet eurooppalaisissa kaupungeissa*. Tampereen teknillinen yliopisto - Tampere University of Technology Tampere 2014. Haettu 15.8.2020 sivustolta <https://trepo.tuni.fi/bitstream/handle/10024/113990/vaismaa.pdf?sequence=2&isAllowed=y>
- Vaismaa, K., Mäntynen, J., Metsäpuro, P., Luukkonen, T., Rantala, T. & Karhula, K. (2011). *Parhaat eurooppalaiset käytännöt pyöräilyn ja kävelyn edistämiseksi*. Tampere: Tampereen teknillinen yliopisto. Liikenteen tutkimuskeskus Verne.
- Vaisala. (2019). *Vaisala RoadAI Pavement Defect Definitions*. Vaisala Oyj.
- Voltti, V., Somerpalo, S. & Ruonakoski, A. (2010). *HLJ 2011 Kävely ja pyöräily Helsingin seudulla*. Helsingin seudun liikenteen julkaisuja 24/2010. (2010). Helsinki: HSL Helsingin seudun liikenne. Haettu 1.6.2020 sivustolta https://www.hsl.fi/sites/default/files/uploads/kavely_ja_pyoraily_helsingin_seudulla_hlj2011_raportti.pdf
- Väylävirasto. (2019). *Konenäön vakiintuva hyödyntäminen tieomaisuuden hallinnassa*. Pohjaesitys maanteiden hoidossa ja ylläpidossa käytettävän annotoidun kuva-aineiston hallinnan, tietosisällön ja terminologian standardoimiseksi. Väyläviraston julkaisuja 13/2019. Haettu 17.10.2020 sivustolta https://julkaisut.vayla.fi/pdf12/vj_2019-13_konenaon_vakiintuva_web.pdf
- Väylävirasto. (2020a). *Kävely- ja pyöräilyväylien hoito*. Menetelmätieto. Väyläviraston ohjeita 2/2020. Haettu 27.2.2020 sivustolta https://julkaisut.vayla.fi/pdf11/vo_2020-02_kavely_pyorailyvaylien_web.pdf
- Väylävirasto. (2020b). Haavisto M., Valkonen, A., Jurkkola, V., Hannuksela, A. *Päällysteen paikkausurakan kehittäminen konenäköä hyödyntäen*. Pirkanmaan ELY-keskuksen paikkausurakan kehittämisen konenäköpilotti. Väyläviraston julkaisuja 9/2020. Haettu 27.2.2020 sivustolta https://www.doria.fi/bitstream/handle/10024/176301/VJ%2009-2020_978-952-317-762-8.pdf?sequence=3&isAllowed=y

HAASTATTELUT

Kauppi, A. Sovelluspäällikkö. Vaisala. RoadAI-sovelluksen toiminta- ja käyttöohjeita.

Microsoft Teams -puhelut 10.10.2019; 1.11.2019; 22.11.2019 ja 4.2.2020.

Liite 1: Sähköpostikysely Kysymyksiä Hämeenlinnan kaupungin pyöräteiden kunnossapidosta vastaaville (10.3.2020)

Kysymyksiä Hämeenlinnan kaupungin pyöräteiden kunnossapidosta vastaaville (10.3.2020)

Nämä kysymykset on laadittu Hämeen ammattikorkeakoulun Liikennealan opiskelija Mari Mutasen opinnäytetyötä varten. Opinnäytetyössä tutkin Vaisalán kehittämän konenäkösovelluksen käytettävyyttä pyöräteiden kunnossapidon työvälineenä. Suoritin testiajoja Hämeenlinnan pyöräteillä sovellusta käyttäen syksyllä 2019. Lämmin kiitos vastauksistanne.

Vastausten palautusosoite: mari.mutanen@Tstudent.hamk.fi puh. xxx-xxxxxxx

KUNNOSSAPITO

- Minkälainen on säännöllinen vuosittainen kunnossapitorytmi ja mitkä ovat säännölliset kunnossapitotoimet Hämeenlinnan pyöräteillä?
- Tekeekö Hämeenlinnan kaupunki itse pyöräteiden kaiken kunnossapidon – onko pyöräteiden kunnossapitoa kilpailutettu?
- Jos on kilpailutettu, niin millaisia laatuksiteerejä on asetettu? Entä onko kesälle omat ja talvelle omat kriteerit?

LAATUTASO JA LAADUN KARTOITUS

- Onko Hämeenlinnassa määritelty pyöräteiden kunnolle laatutasotavoitteet (kuten ehjä tien pinta, halkeamat ja murtuneet reunat korjataan ym.)? Jos on, niin millaisia laatutasotavoitteita kaupungilla on?
- Ovatko kaikki pyörätiet saman laatutasotavoitteen piirissä vai onko erilaisia laatutasotavoitteita?
- Miten ja kuinka usein pyöräteiden laadun kartoitus Hämeenlinnassa hoidetaan nykyisin? Eli mistä tiedetään tämänhetkinen laatutaso ja miten arvioidaan tulevat, tarvittavat toimet?

SEURANTA JA PALAUTTEEN MERKITYS

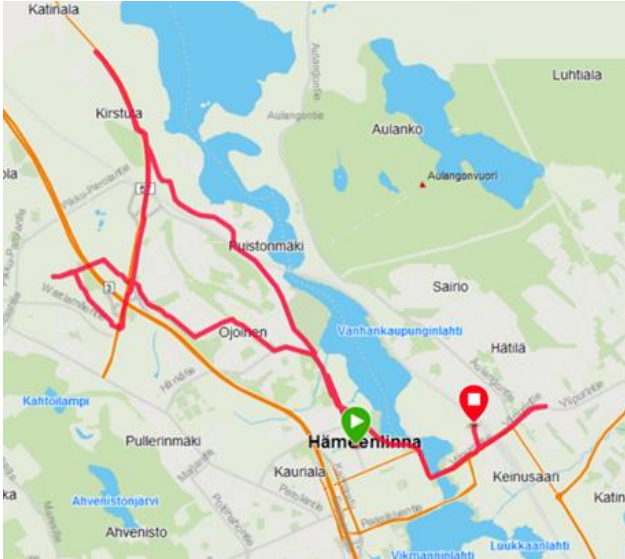
- Onko kunnossapidolla koko ajan olemassa reaaliaikaiset tiedot pyörätieverkon kunnosta ja korjaustarpeista? Eli onko käytössä jokin seuranta- tai tietojärjestelmä?
- Minkälainen rooli pyöräilijöiden palautteella on pyöräteiden kunnossapidon ja kunnostamisen suhteen?

KUSTANNUKSET

- Mikä on pyöräteiden kunnossapidon ja kunnostamisen vuosittainen hinta-arvio ja työpanoksen tarve Hämeenlinnassa tällä hetkellä?
- Miten vuosittainen pyöräteiden kunnossapidon budjetti tehdään ja mitä tekijöitä siihen otetaan mukaan, mistä budjetti siis koostuu?

Liite 2: Hämeenlinnan kuvausajojen ajopäiväkirjat 21.10.2019-6.11.2020

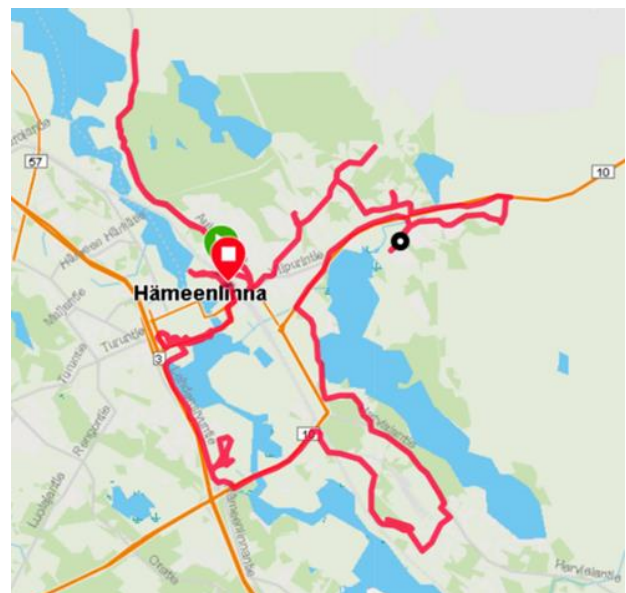
Ensimmäinen ajokerta 21.10.2019 klo 15.23-16.19, n. 15 km

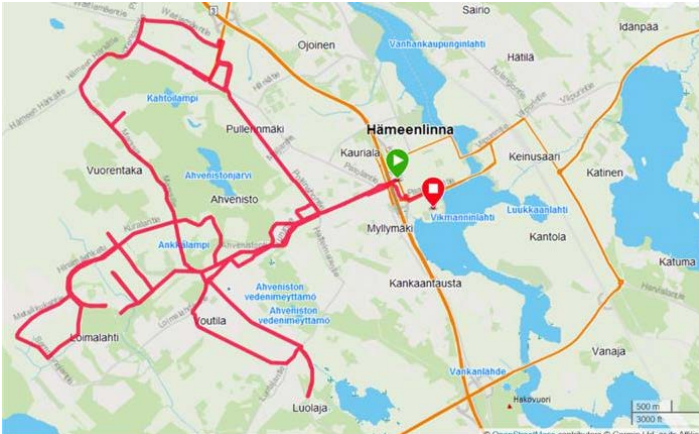


Kuvaaminen: Ensimmäinen ajokerta oli koeajoluonteinen. Laitteiden virittely, oikean kuvauskulman etsiminen, koeajoihin sopivan kelin, reittien ja olojen miettiminen sävyttivät ajoa. **Keli:** Maanantain ajossa kelin piti säätiedotuksen mukaan olla poutainen ja sateeton, mutta perillä asfaltti oli vielä melko märkää ja tihkusade kasteli tien pintaa ja puhelinta lähes koko ajan. Reitin varrella oli melko paljon lehtipuita, joten välillä lehtimatto asfaltilla oli niin paksu, ettei asfalttia näkynyt läpi. Välillä ajoihin erehdyksissä myös hiekkatiepätkiä.

Toinen ajokerta 23.10. klo 9.18-14.40, n. 45 km

Keli: Aloitin aamusta, joten vaikei ollut satanutkaan, asfaltti oli yön jäljiltä monin paikoin kostea. Auringon noustessa ja paistaessa kuvausjälki oli monin paikoin turhan pahasti kiiltelevää. Myös lehtiä oli monin paikoin runsaahkosti tiellä. **Kuvaaminen:** Kuvauslaitteen mahdollinen itsekseen sammuminen epäilytti, eikä kaikkia osuuksia tullut näkyviin Vaisalan RoadAI-palveluun. Välillä pyöräilyväylän yhtäkkinen loppuminen tai uudet pyöräteiden linjaukset aiheuttivat yllätyksiä ja haasteita reitinvalintaan. Pelkän paperikartan ja GoogleMaps:n käyttö suunnistusvälineinä sekä etukäteen luodun gpx-reitin puuttuminen hidastivat suunnistusta.



Kolmas ajokerta 24.10.2019 klo 14.27-16.45, matka n. 36 km

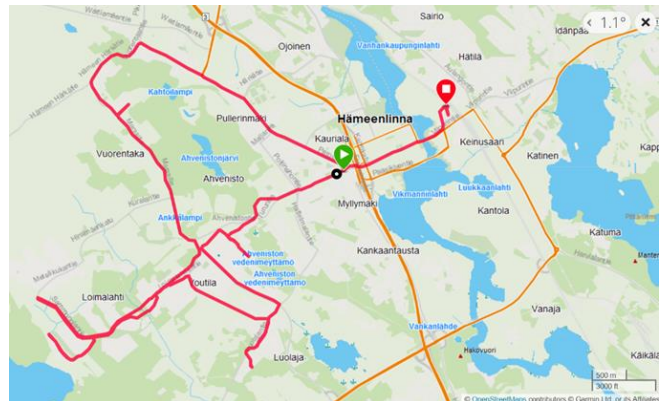
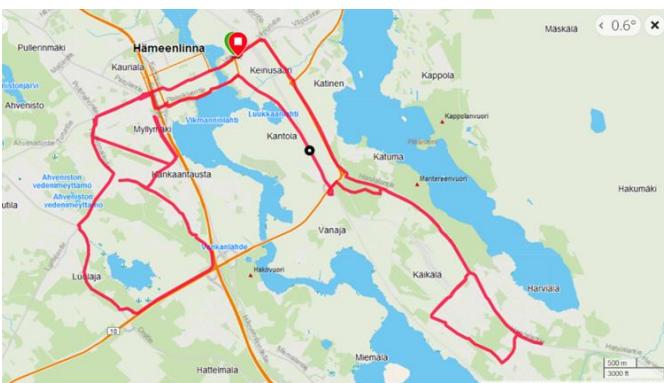
Keli ja kadut: Oli kolmas peräkkäinen sateeton päivä ja siksi asfaltti oli pääosin kuivaa. Lehtiä melko paljon tiellä yhä.

Kuvaaminen: Kännykkätelineen ruuvi löystyi välillä ja kuvakulma putosi välillä liian alas. Kamera myös meni itsestään välillä pois päältä ja joitain osioita saattoi jäädä kuvaamatta.

Neljäs ajokerta 29.10.2019 klo 13-15, n. 26 km

Keli ja kadut: Oli jälleen sateeton päivä ja asfaltti pääosin kuivaa. Lehtiä oli yhä melko paljon tiellä ja kadut puhdistamatta.

Kuvaaminen: Kännykkätelineen ruuvi löystyi välillä ja edelleen kuvakulma putosi välillä liian alas. Kamera myös meni itsestään välillä pois päältä ja joitain osioita saattoi jäädä kuvaamatta.

**Viides ajokerta 30.10.2019 klo 13-16.30, n. 33 km**

Keli ja kadut: Oli sateeton päivä, jota oli edeltänyt pakkasyö ja -aamu. Asfaltti oli pääosin kuivaa. Lehtiä melko paljon tiellä. Loppumatkasta aurinko alkoi laskea, ilma kylmentyä ja kellojen kääntäminen talviaikaan hankaloitti sopivan kuvausajoajan löytymistä suhteessa R-junan aikatauluihin.

Kuvaaminen: Kuvaaminen sujui jo melko rutiininomaisesti. Harmillista oli se, että uudelleen ajamillani tieosuuksilla makasivat samat märät ja jäätyneet syksyn lehdet kuin aiemminkin, eikä pienen ensilumenkaan jälkeen tien kunnossapitäjällä näyttänyt olevan edes aietta pyöräteiden puhdistukseen. Lisäksi hiekoitus oli moni paikoin jo aloitettu. Vaiva oli yleinen etenkin ELY-keskuksen hoitamilla pyöräteillä.

Kuudes ajokerta 6.11.2019 klo 13-16, n. 23 km

Keli ja kadut: Oli sateeton päivä ja asfaltti pääosin kuivaa, oli huurteessa, kun asteet olivat vähän pakkasella (-2 c°). Lehtiä melko paljon tiellä yhä.

Reitti: Tarkoituksena ajaa keskeiset puuttuvat reitit ja ajaa uudelleen ne, jotka ohjelma oli aiemmin hylännyt huonolaatuisina.



Kaikki ajopäiväkirjan kartat ovat Garmin gps-laitteen jälkiä, karttapohjana OpenStreetMaps.