

Pietu Tuovinen

Rataverkon kunnossapitoalueen vastaanottotarkastus videoimalla

Aineiston tarkastelu ja menetelmän kehittäminen

Rataverkon kunnossapitoalueen vastaanottotarkastus videoimalla

Aineiston tarkastelu ja menetelmän kehittäminen

Pietu Tuovinen
Opinnäytetyö
Kevät 2022
Rakennustekniikan tutkinto-ohjelma
Oulun ammattikorkeakoulu

TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu
Rakennustekniikan tutkinto-ohjelma, yhdyskuntatekniikka

Tekijä: Pietu Tuovinen

Opinnäytetyön nimi: Rataverkon kunnossapitoalueen vastaanottotarkastus videoimalla -
Aineiston tarkastelu ja menetelmän kehittäminen

Opinnäytetyön englanninkielinen nimi: Acceptance inspection of railway network maintenance area
using video recording – Material review and method development

Työn ohjaajat: Jere Kangas, Petri Nevanperä

Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: Kevät 2022

Sivumäärä: esim. 27 + 2 liitettä

Opinnäytetyön tavoitteena oli tarkastella videokuvan soveltuvuutta rataverkon kunnossapitoalueen vastaanottotarkastuksessa. Työ tehtiin rataverkon kunnossapitoalue 12:n vastaanottotarkastuksen yhteydessä. Tavoitteena oli analysoida ja raportoida löydökset työn tilaajalle, NRC Group Finland Oy:lle, ja esittää ehdotuksia menetelmän kehittämiseksi.

Opinnäytetyössä videokuvattiin kunnossapitoalueen radat, luettelointiin videokuvan perusteella kasvillisuuteen ja tasoristeysten kansiin liittyvät puutteet ja vertailtiin havaintojen yhtenevyyttä paikan päältä tehtyihin havaintoihin. Opinnäytetyössä esitettiin korjaus- ja parannusehdotuksia, joilla videokuvasta saataisiin laadultaan parempi, jotta sen käyttöä voitaisiin hyödyntää nykyistä laajemmin.

Opinnäytetyössä todettiin, että videokuvaamalla toteutettu vastaanottotarkastus ja videokuvan käyttäminen puutteiden kartoittamiseen soveltuu nykymuodossaan kasvillisuuden määrän ja riskipuiden arviointiin, mutta se ei sovellu tasoristeyskansien kunnan arvioimiseen. Menetelmän parannusehdotuksina esitettiin kameran parempaa sijoittamista kuvauksen aikana ja parempien kameroiden käyttämistä. Lisäksi työssä pohdittiin videokuvan muita mahdollisia käyttökohteita.

Asiasanat: rataverkko, kunnossapito, kuntokartoitus, videokuvaus, ratatyö, menetelmäkehitys

ABSTRACT

Oulu University of Applied Sciences
Degree Programme in Civil Engineering, Option of Municipal Engineering

Author: Pietu Tuovinen

Title of thesis: Acceptance inspection of railway network maintenance area using video recording – Material Review and Method Development

Supervisors: Jere Kangas, Petri Nevanperä

Term and year when the thesis was submitted: Spring 2022

Number of pages: 27 + 2 appendices

The purpose of the thesis was to examine the applicability of video recording from rolling stock for conducting acceptance inspection of a railway network maintenance area. The research was made in connection with the actual acceptance inspection of the railway network maintenance area 12 of the Finnish railway network. The objective was to collect and analyze the findings from the video recording and produce a report to the assigner, NRC Group Finland Ltd. Further, the thesis aimed at elaborating proposals to improve the inspection method and evaluate the potential uses of video recording in track condition assessment and other track maintenance activities.

For the thesis work, the tracks of the maintenance area were videotaped. The deficiencies related to the track and track side vegetation as well as the decks of the level crossings were listed to produce a report on the basis of the video image, and further, the consistency of the observations from video image was compared with the observations made on site.

The conclusions of the thesis showed that the acceptance inspection carried out by video recording and the use of video recording in its current form are suitable for mapping deficiencies and assessing the amount of track and track side vegetation and risk trees, but it is not suitable for assessing the condition of structures such as level crossing decks.

The thesis proposed for corrections and improvements to the video recording equipment and settings that would improve the quality of the video image so that it could be utilized more widely for maintenance area inspection. In addition, other possible uses of video image for the maintenance work were considered.

Keywords: railway network, maintenance, condition assessment, video recording, railway works, method development

ALKULAUSE

Haluan kiittää toimeksiantajaani NRC Group Finland Oy:tä ja Petri Nevanperää mielenkiintoisesta aiheesta ja kaikesta avusta. Erityiskiitos myös Mikko Karjalaiselle opinnäytetyön aiheen ehdottamisesta ja kaikesta avusta opinnäytetyön parissa.

Kiitos myös opinnäytetyöni ohjaajalle Jere Kankaalle Oulun ammattikorkeakoulusta kaikesta ohjauksesta työtä tehtäessä.

Oulussa 10.1.2022

Pietu Tuovinen

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	8
2	KUVAMATERIAALIN HYÖDYNTÄMINEN VALMISTAUTUMISJAKSOLLA	9
2.1	Inventoinnin merkitys.....	10
2.2	Ohjeistukset ja laatuksiteerit	12
3	HEINÄKUUN 2021 INVENTOINTI.....	13
3.1	Tarkastusajon ja inventoinnin suorittaminen.....	13
3.2	Inventoinnin löydökset.....	14
3.2.1	Riskipuut.....	14
3.2.2	Ratapenkereen kasvillisuus (vesakot).....	15
3.2.3	Kasvillisuus radalla	15
3.2.4	Tasoristeyskannet.....	16
4	MENETELMÄN SOVELTUVUUS JA KEHITTÄMINEN	18
4.1	Soveltuvuus nykyisessä käytössä	18
4.2	Epävarmuustekijät ja virhetulkinnat.....	21
4.3	Kuvausmenetelmän kehittäminen	21
4.4	Mahdollisia muita käyttökohteita.....	24
5	YHTEENVETO	26
	LÄHTEET.....	27

Liite 1 KPA12 Vastaanottotarkastus kasvillisuus (yrityksen sisäisessä käytössä)

Liite 2 KPA12 Vastaanottotarkastus tasoristeukset (yrityksen sisäisessä käytössä)

SANASTO

Baliisi	kiskojen välissä oleva, junien automaattiseen kulunvalvontaan kuuluva, elektroninen lähetin
Inventointi	kunnossapitoalueen kohteiden tilan kartoitus
Laippaurakumi	tasoristeyskannen ja kiskon väliin asennettava kumirakenne, joka estää mm. roskien ja lumen kertymistä kannen ja kiskon väliin
Mittausperusta	alueelle rakennetuista pysyvistä kiintopisteistä ja niille geodeettisin mittauksin tuotetuista tasokoordinaateista ja korkeuksista muodostuva mittaustietokanta
Radan tukikerros	raidesepelistä tai raidesorasta koostuva kerros, jonka päällä ratarakenteet lepäävät
Raiku	ratojen kunnossapitotyöntekijöille kehitetty Väyläviraston sovellus, josta ratatyöntekijät löytävät päivittäiset tehtävänsä ja jonne he kirjaavat tekemänsä työt
Ratakilometri	kahden radan kilometrimerkkin välinen osa rataa, jonka todellinen pituus vaihtelee 100 ja 1 800 metrin välillä
Rato	ratatekniset ohjeet
RoadAI	Vaisala Oyj:n tarjoama verkkopalvelu tie- ja raideverkosta tallennettua kuvamateriaalia varten
Tasoristeyskansi	tasoristeuksen kohdalla ratapölkkyjen päälle asennettu kansi, jonka avulla tieliikenne voi ylittää raiteet
Virkatarvevaunu	ei-kaupallisessa tavaraliikenteessä oleva, radan kunnossapidossa käytettävä tavaravaunu

1 JOHDANTO

Suomen rataverkko on jaettu kahteentoista kunnossapitoalueeseen, joiden kunnossapito on Väyläviraston vastuulla. Väylävirasto hankkii kunnossapidon siihen erikoistuneilta yrityksiltä kilpailuttamalla alueiden kunnossapidon määräajoin. Valmistautumisjakso edeltää kunnossapitovastuun siirtymistä yritykseltä toiselle. Sen aikana uusi urakoitsija perehtyy tulevaan urakkaan ja tekee urakkaan liittyviä henkilöstö- ja kalustojärjestelyjä. (1.)

Rataverkon kunnossapitoalue numero 12 siirtyi marraskuun alussa 2021 NRC Group Finland Oy:n kunnossapidettäväksi. Kunnossapitoalueen valmistautumisjaksolla, vastaanottotarkastuksen yhteydessä, suoritettiin alueelle liikkuvasta kalustosta tarkastusajo, jonka aikana kunnossapitoalueen radat kuvattiin videolle myöhempää tarkastelua varten. Videokuvan avulla kartoitettiin kunnossapitoalueen tilanne sekä mahdollisesti olevat puutteet. Tällaisia puutteita ovat esimerkiksi riskipuut, vesakoituminen ja radan rakenteiden kunto. (1.)

Tässä opinnäytetyössä videokuvataan kunnossapitoalueen radat, luetellaan videokuvan perusteella kasvillisuuteen ja tasoristeysten kansiin liittyvät puutteet ja vertaillaan havaintojen yhtenevyyttä paikan päältä tehtyihin havaintoihin. Tämän perusteella arvioidaan videokuvan avulla tehtävää vastaanottotarkastusta menetelmänä ja sen soveltuvuutta eri kohteiden ja löydösten arviointiin. Lisäksi pohditaan menetelmän kehitysmahdollisuuksia ja muita mahdollisia käyttökohteita.

Opinnäytetyön aineiston hankintaa ja analyysiä varten haastatellaan NRC Group Finland Oy:n kunnossapitoyksikön työntekijöitä, joilta saadaan tietoa valmistautumisjakson aikana suoritettavista toimenpiteistä ja toimintatavoista (1). Opinnäytetyössä käytetään Vaisalan RoadAI-palvelua (2) videokuvan tarkastelussa, Microsoft Excel -ohjelmistoa puutteiden luetteloinnissa sekä Väyläviraston Raiku-järjestelmästä (3) löytyviä havaintoja vertailukohteiden tarkastelussa.

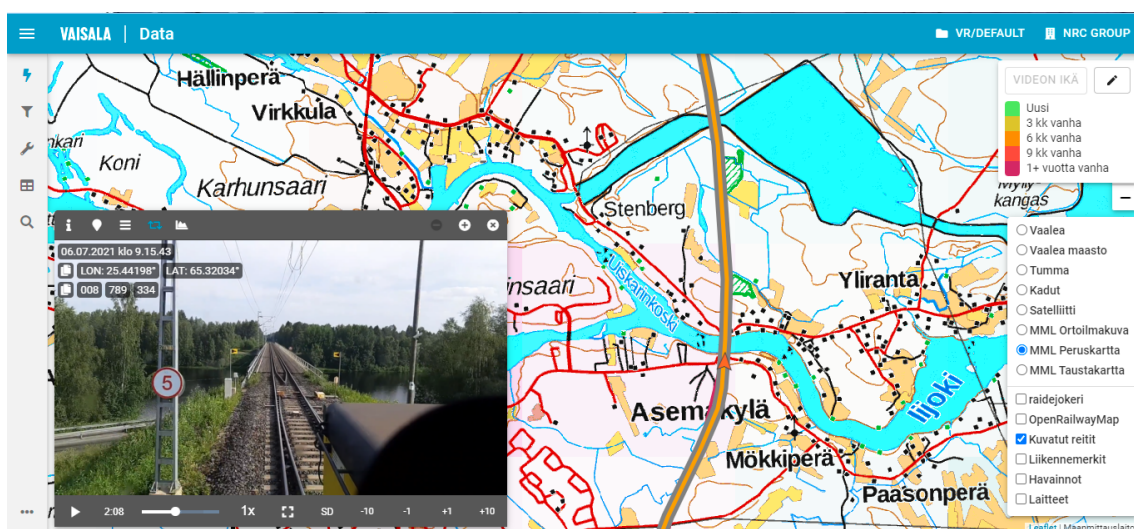
Työn tilaajana on suomalainen rauta- ja raitioteiden rakentaja- ja kunnossapitoyhtiö NRC Group Finland Oy, joka on osa norjalaista NRC Group-konsernia. Yhtiön toimialueensa kattaa koko Suomen rataverkon. NRC Group Finland Oy on myös merkittävä raideinfran sähköverkkojen ja turvalaitejärjestelmien rakentaja ja kunnossapittäjä sekä rautatiemateriaalien toimittaja. (1.)

2 KUVAMATERIAALIN HYÖDYNTÄMINEN VALMISTAUTUMISJAKSOLLA

Valmistautumisjaksolla kunnossapitovastuun ottava yritys perehtyy kunnossapitoalueeseen saamalla tietoja kunnossapitovastuun luovuttavalta yritykseltä ja toisaalta tekemällä omia tiedustelujaan alueelle ennen vastuun virallista vaihtumista. Tehtävät tiedustelut voivat olla esimerkiksi pistokokeina tai järjestelmällisesti tehtäviä tarkastuksia erilaisille ratarakenteille, kuten vaihteille, silloille ja tasoristeyksille. (1.)

Koska kunnossapitoalueet ovat varsin laajoja ja erilaisia ratarakenteita on paljon, voidaan rataosat myös videokuvata liikkuvasta kalustosta. Videokuvasta voi kunnossapitovastuun ottava yritys, sekä toisaalta rataverkon omistava Väylävirasto, helposti saada tulevasta vastuualueesta selkeämmän kokonaiskuvan. (1.)

Videokuvaus tapahtuu puhelimeen saatavalla sovelluksella ja kuvamateriaali ladataan Vaisalan ylläpitämään RoadAI-palveluun (kuva 1).



KUVA 1. Kuvakaappaus videokuvasta RoadAI-palvelussa (2)

Sovellus tallentaa videokuvan lisäksi GPS-koordinaatit sekä ratakilometrit. Sovellus ei tallenna ääntä. Palvelusta löytyvät myös aiempien kuvauskertojen kuvamateriaalit. Näin paitsi Väylävirasto, myös vastuun ottava kunnossapitäjä saa selkeän kokonaiskuvan heidän vastuulleen tulevasta alu-

eesta. Kuvaaminen toteutetaan aloittavan kunnossapitäjän kalustolla. Kuvasajolla kuvataan jokainen rataosa kertaalleen yhteen suuntaan käyttäen pääradoilla ratatyökonetta ja sivu- ja teollisuusradoilla kiskopyörillä varustettua autoa. (1.)

NRC Group Finland Oy käyttää kuvausajoilla pääasiassa Tka7- (kuva 2) tai Tka8-ratakuorma-autoja sekä kiskopyöräautoja. Tällä hetkellä kuvatusta materiaalista NRC tarkastelee kaikkia silmämääräisesti puutteiksi tai vioiksi tulkittavia asioita, kuten riskipuita, vesakoitumista ja sepelöinnin tilannetta. (1.)



KUVA 2. Tka7-ratakuorma-auto Oulun ratapihalla

2.1 Inventoinnin merkitys

Kunnossapidon kannalta inventoinnin merkitys on varsin suuri, sillä sen avulla saadaan tietoa kunnossapidettävien kunnossapitoalueiden ja rataosien kunnosta. Tämä korostuu nimenomaan kunnossapitäjän vaihtuessa, jolloin kunnossapitovastuun ottavalla yrityksellä ei ole tarkkaan tiedossa, missä kunnossa tuleva kunnossapitoalue käytännössä on. (1.)

Suomen rataverkko on jaettu kahteentoista kunnossapitoalueeseen, joista jokainen käsittää useita rataosia (kuva 3). Jokaiselle rataosalle suoritetaan kunnossapitosopimuksen mukaisesti kävelytarkastus vähintään kerran vuodessa. Kävelytarkastuksessa kartoitetaan kävelemällä mahdolliset viat

ja puutteet, joita radalla ja rata-alueella voi olla. Kävelytarkastuksen suorittaa kulloinkin kunnossa-pitovastuussa oleva yritys. Viat kirjataan Väyläviraston ylläpitämään Raiku-järjestelmään (3), jonne myös kirjataan kaikki tehdyt korjaukset, huollot ja muut työt. (1.)

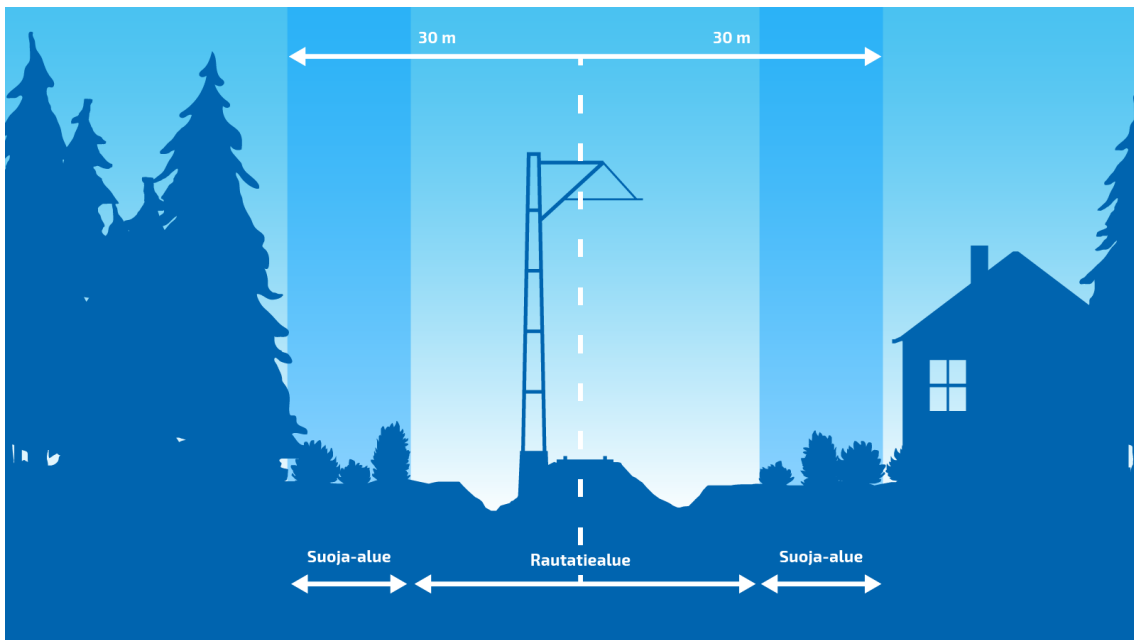
Vaikka Raiku-järjestelmästä löytyvätkin kaikkien kunnossapitäjien tekemät merkinnät ja ne ovat kaikkien saatavilla, ei niistä kuitenkaan saa kovinkaan helposti muodostettua kokonaiskuvaa ko- alueesta. Siksi rataverkon kuvaaminen erityisesti kunnossapitovastuun vaihtuessa on tarpeellinen toimenpide. Kuvamateriaalista löytyneiden ja jalkaisin tehtyjen tiedustelujen perusteella vastuun ottava yritys reklamoi vastuun luovuttavaa yritystä havaituista kunnossapitosopimuksen loppukun- tovaatimuksen puutteista, mikäli niitä ei korjata kunnossapitovastuun vaihtumiseen mennessä. Vastuun ottava yritys voi varmistaa tehdyt korjaukset Raiku-järjestelmästä tai tekemällä toisen tar- kastuskierroksen alueelle ennen vastuun vaihtumista. (1.)



KUVA 3. Rataverkon kunnossapito- ja isännöinti-alueet (4)

2.2 Ohjeistukset ja laatukriteerit

Väylävirasto määrittelee kunnossapitokohteet ja kunnossapitomenetelmät, laatukriteerit ja tehtävien taajuuden. Tehtävänimikkeiden sisältö, suoritus-, mittaus- ja raportointikäytännöt määritetään kunnossapitosopimuksen tehtäväluettelossa. Inventoinnin arvioperusteina käytetään näitä määritelmiä. Osaan tehtävänimikkeistä on olemassa hyvinkin yksityiskohtaiset ohjeet ja määritelmät, kun taas toiset on määritelty vain suuntaa antavasti. Esimerkiksi riskipuiden arviointia varten on rautatiealueella määritelty rautatiealueen viereiset suoja-alueet (5). Riskipuulla tarkoitetaan puuta, joka kaatuessaan ylittää radalle tai ajojohtoihin. Suoja-alueiden ulkoreuna on yleensä 30 metrin päässä radan keskilinjasta (kuva 4). (1.)



KUVA 4. Havainnekuva rautatiealueesta ja suoja-alueista (5)

3 HEINÄKUUN 2021 INVENTOINTI

Heinäkuussa 2021 NRC Group Finland Oy suoritti tarkastusajon rataverkon kunnossapitoalueelle 12. Kyseisen kunnossapitoalueen kunnossapitovastuu siirtyi marraskuun 2021 alussa NRC Group Finland Oy:lle ja tarkastusajo suoritettiin osana vastaanottotarkastusta. Kunnossapitoalue 12 käsittää Väyläviraston omistamat radat Oulusta pohjoiseen, joista tällä tarkastusajolla ajettiin rataosat Oulu-Laurila, Laurila-Kolari, ja Laurila-Patokangas. Ajo suoritettiin Tka7-sarjan ratauorma-autolla.

3.1 Tarkastusajon ja inventoinnin suorittaminen

Tarkastusajolla kuvattiin jokainen edellä mainittu rataosa yhden kerran, kuvaussuunnan ollessa pohjoiseen. Radat kuvattiin seuraavassa järjestyksessä: 6.7. Oulu-Laurila, Laurila-Kolari sekä Tornion kolmioraide ja 7.7. Laurila-Patokangas sekä Kemijärven kolmioraide. Keli oli tarkastusta ajatellen molempina päivinä hyvä.

Kuvaukseen käytettiin älypuhelimta ja siinä olevaa sovellusta (kuva 5). Puhelin kiinnitettiin ratauorma-auton tuulilasiin imukupitelineen avulla. Kamera oli 6.7. sijoitettu Tka7:n etupään tuulilasiin ja 7.7. takapäähän tuulilasiin. Virran riittämiseksi puhelinta varten oli myös varavirtalähde.



KUVA 5. Sovellusnäkyä älypuhelimessa

Ajon aikana puhelimen kuvaussovellus tallensi videokuvan lisäksi koordinaatit sekä ratakilometrit, joita käytetään paikannuksessa. Kummankin ajopäivän päätteeksi kuvaussovellus siirsi tallennetun datan Vaisalan RoadAI-palveluun. Kuvaaminen ja datan siirto RoadAI-palveluun toimivat ajon aikana hyvin, eikä ongelmia ilmennyt. Myöhemmin tosin paljastui, että Tornion kolmioraiteesta oli palveluun tallentunut ainoastaan Laurilan suunnasta Kolarin suuntaan johtava haara.

Tarkastusajon jälkeen kuvattu materiaali käytiin läpi paitsi vastaanottotarkastusta myös tätä opinnäytetyötä varten. Viimeksi mainitussa tarkastelussa käytiin läpi riskipuut, kasvillisuus ratapenkeleillä (vesakoituminen), kasvillisuus radalla sekä tasoristeysten kansiin ja laippaurakumien kunto. Videokuvan perusteella kasvillisuuteen ja tasoristeysten kansiin liittyvät puutteet luetteloitiin.

3.2 Inventoinnin löydökset

RoadAI-palvelussa olevasta videokuvasta (2) tehtiin kaksi tarkastelua, joita verrattiin keskenään. Tarkastelut olivat opinnäytetyötä varten tehty tarkastelu ja NRC Group Finland Oy:n työntekijän vastaanottotarkastusta varten tekemä tarkastelu. Vertailussa kasvillisuudesta ja riskipuista tehdyt havainnot (liite 1; liite 2) ovat määrien ja sijaintien osalta pääosin yhteneviä Raiku-järjestelmään kasvillisuuden ja riskipuiden havainnoinnista ja raivauksista tehtyjen kirjausten kanssa (3).

Sen sijaan tasoristeyskansien kuntoa oli kuitenkin hyvin vaikea tarkastella tarkasti, ja laippaurakumien kuntoa ei käytännössä pystynyt tarkastelemaan lainkaan. Kameran sijoittelusta johtuen etupää edellä ajettaessa puuttuvia laippaurakumeja pystyi näkemään vain toisen laippauran osalta, ja peräpää edellä ajettaessa laippaurakumien puuttumista ei voi varmasti havaita.

3.2.1 Riskipuut

Löytyneistä puutteista suurin osa oli riskipuita (liite 1). Riskipuu on radan varressa oleva puu, joka kaatuessaan ylittää radalle, tai sähköistetyllä radalla ajojohtoihin. Eniten riskipuita oli Oulu - Kemi, Laurila - Tornio - Pello, ja Laurila - Vaarala -rataosilla. Suurin osa riskipuista oli radan varressa metsäalueiden kohdalla, joilla ei ollut vielä tehty raivaustyötä. Monin paikoin raivaustyöt olivat vasta aluillaan tai kesken. Myöhemmin kesällä ja syksyllä tehtyjen Raiku-kirjausten perusteella (3) suurin osa näistä riskipuista oli poistettu ennen kunnossapitovastuun siirtymistä. Suurin osa riskipuista,

jotka vielä 12.11.2021 olivat Raiku-järjestelmässä aktiivisena, on puita, jotka sijaitsevat yksityisten maanomistajien mailla. Esimerkkinä tällaisesta ovat Haukiputaan asema-alueella sijaitsevat suuri-kokoiset puut (kuva 6).



KUVA 6. Esimerkki yksityisen mailla olevista riskipuista, jotka kuvassa vasemmalla (2)

3.2.2 Ratapenkereen kasvillisuus (vesakot)

Toinen kasvillisuuteen liittyvä puute oli kasvillisuus ratapenkereellä, eli toisin sanoen vesakoituminen (liite 1). Kriteerinä oli, että ratapenkereellä oleva kasvillisuus on puuvartista. Vesakoitumista oli havaittavissa pääasiassa samoissa paikoissa kuin riskipuitakin, mutta lisäksi peltoaukeiden kohdalla. Erityisen vesakoituneita rataosia olivat erityisesti Simo - Kemi - Laurila, Laurila - Tornio sekä Laurila - Rovaniemi -rataosat. Näillä reiteillä vesakot tulivat hyvin lähelle rataa, ja paikoin hipovat jo ohikulkevia junia. Paikoitellen ajon aikaan olivat raivaustyöt kuitenkin käynnissä riskipuiden taapaa, ja 12.11. tehdyssä Raiku-kirjausten tarkastelussa (3) suuri osa vesakoista oli raivattu pois.

3.2.3 Kasvillisuus radalla

Kolmas kasvillisuuteen liittyvä löydös oli radalla oleva kasvillisuus (liite 1). Radalla oleva kasvillisuus on usein merkki siitä, että radan tukikerros on jauhautunut pienirakeiseksi, mikä mahdollistaa kasvien kasvun tukikerroksen päällä. Kasvillisuutta radalla oli enemmän näkyvissä Oulun aseman

ja Tuiran alueella, Simo - Kemi - Laurila -rataosalla, Laurila - Tornio -rataosalla sekä Laurilan ja Törmän välillä ja Kemijärven kolmioraiteella. Muissa paikoissa kasvillisuutta oli radalla hyvin vähäisiä määriä. Radalla olevaan kasvillisuuteen liittyviä korjaustoimenpidekirjauksia, kuten kemiallista torjuntaa, ei Raikuun ollut kirjattu tarkasteluhetkellä (3), joten kasvillisuutta on todennäköisesti edelleen mainituilla alueilla.

Toisaalta, vaikka kemiallisella torjunnalla voidaankin estää jonkin verran kasvillisuuden muodostumista radalle, se ei poista tukikerroksen huonoa kuntoa. Tukikerros on raidesepelistä tai raidesorasta koostuva kerros, ja sen tarkoitus on kannatella ratarakenteita. Radalla oleva kasvillisuus kertoo siitä, että tukikerroksen kiviaines on jauhautunut liian hienojakoiseksi ja mahdollistaa näin kasvien juurtumisen. Tukikerroksen liian hienojakoinen kiviaines aiheuttaa routimista ja kantavuuden heikentymistä. Näin ollen, näillä alueilla, missä kasvillisuutta on radalla, tulisi tehdä tukikerroksen vaihto.

3.2.4 Tasoristeyskannet

Tasoristeyskansien kunnan määrittystä varten ei rautatieohjeissa tai -laeissa (6; 7; 8) ole määritelty mitään virallista asteikkoa tai kriteerejä, vaan kannen kunto arvioidaan paikalla tapauskohtaisesti. Koska videokuvasta ei pysty tutkimaan esimerkiksi kannen pehmeyttä, piti kansien kunto yrittää arvioida silmämääräisesti. Koska virallista asteikkoa kansien kunnolle ei ole, käytettiin tässä työssä kansien arviointiin neliportaista asteikkoa; hyvä, melko hyvä, kohtalainen, huono. Lisäksi kirjattiin muistiin kansien materiaali kuvan perusteella.

Suurin osa kansista oli silmämääräisesti tarkasteltuna hyviä tai melko hyviä, mutta myös kohtalaiseksi arvoituja oli jonkin verran. Huonoja kansia löytyi vain yksi. (Liite 2.) Kun kansien kuntoarvioita vertailtiin Raiku-järjestelmässä oleviin kirjauksiin (3), kävi ilmi, että ne eivät juuri lainkaan korreloineet keskenään. Monet kannet, jotka oli videon perusteella arvioitu kohtalaisiksi, olivatkin hyväkuntoisia, ja toisaalta videon perusteella hyväksi merkattuja kansia oli vaihdettu uusiin.

Muutamissa tapauksissa kansi oli vaihdettu tarkastusajon jälkeen, jolloin tällainen havainto on selitettävissä, mutta suurin osa tapauksista, missä hyväksi arvioitu kansi olikin vaihdettu uuteen, oli

vaihto tapahtunut tarkastusajon jälkeen. Syynä vaihdolle on, että monille tasoristeyksille on kunnossapidossa aikataulutettu kansien vaihto, vaikka ne eivät olisivatkaan käytännössä huonossa kunnossa. Tätä tehdään erityisesti puukansille, sillä puu pehmenee ja lahoaa aikaa myöten. Puukansia joudutaan vaihtamaan myös, mikäli tasoristeuksen yli kulkeva maantieliikenne syystä tai toisesta moninkertaistuu tavanomaisesta, esimerkiksi hakkuutyömaan vuoksi. Vilkasliikenteisillä teillä ja kaduilla käytetäänkin usein betonista, asfaltista tai kumista valmistettuja tasoristeyskansia.

Vertaamalla tehtyjä tasoristeyskuntoarvioita (liite 2) Raiku-järjestelmään tehtyihin kirjauksiin (3) tasoristeyskansista ja niiden vaihdoista päädyttiin siihen tulokseen, ettei videokuvan perusteella pysty tekemään luotettavaa arviota kansien kunnosta. Vaikka videokuvan pystyy pysäyttämään kannen kohdalle, ei kuva ole riittävän tarkka arvion luotettavaa tekemistä varten ja esimerkiksi puukannen halkeilua tai pehmeyttä ei pysty kuvasta tarkastelemaan.

4 MENETELMÄN SOVELTUVUUS JA KEHITTÄMINEN

Videokuvan hyödyntäminen radan vastaanottotarkastusta varten on varsin hyvä menetelmä nykyisessä käytössä. Tarkastelussa havaittiin, että menetelmässä on silti parantamisen varaa, varsinkin jos videokuvausmenetelmän käyttöä halutaan laajentaa. Näitä parannus- ja kehityskohteita käsitellään tarkemmin luvuissa 4.1 - 4.4.

4.1 Soveltuvuus nykyisessä käytössä

Tällä hetkellä NRC tutkii kuvamateriaalista riskipuita, vesakoitumista, sepelin määrää ja laatua. Lisäksi tutkitaan jonkin verran radan merkkien kuntoa ja asentoa ja ylimääräisten esineiden määrää rata-alueella.

Riskipuiden, vesakoiden ja kasvillisuuden määrän arviointi videokuvan perustella toimii hyvin. Kuvasta voi selvästi arvioida, voiko radan varressa kasvava puu kaatuessaan yltyä radalle tai ajojohdoin. Vesakon määrää ratapenkereillä pystyy myös hyvin arvioimaan ja se on helppo erottaa ruohovartisesta kasvillisuudesta, joka ei ratapenkereellä kasvaessaan muodostu ongelmaksi, sillä se ei kasva kovin pitkäksi ja lakastuu kasvukauden jälkeen. Myös radalla, tukikerroksen päällä, kasvavat kasvit ovat helposti erotettavissa.

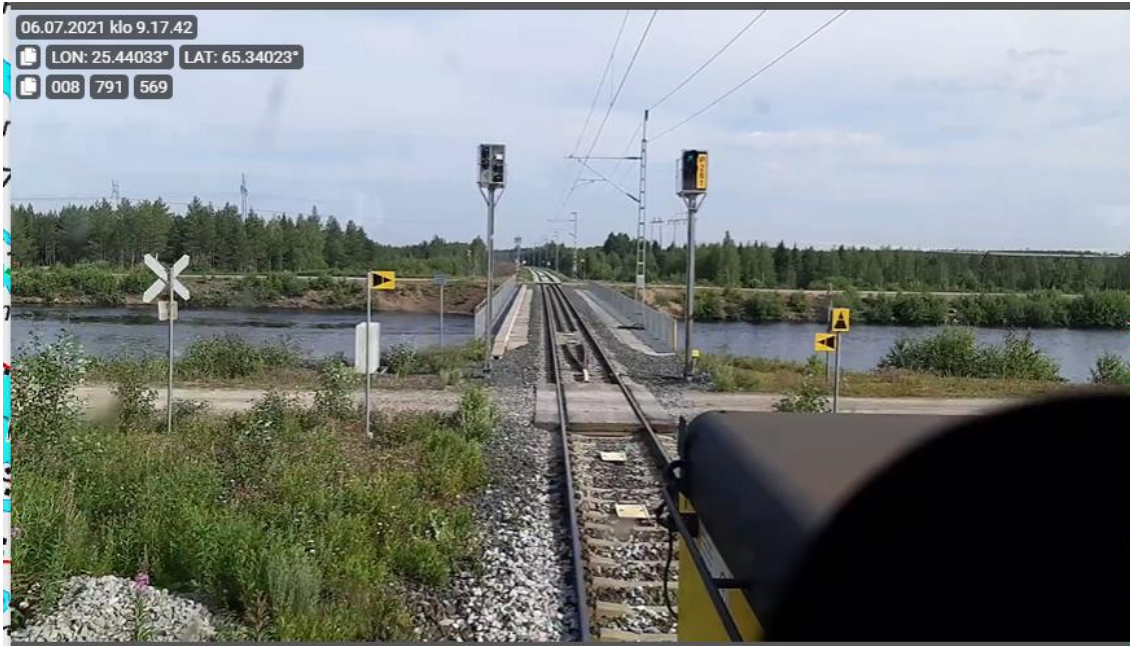
Sepelin määrää ja laatua on tietyiltä osin mahdollista tarkastella videosta. Uusi, vasta levitetty sepele erottuu selvästi (kuva 7) ja sepelin määrän pystyy kuvasta arvioimaan varsin hyvin.



KUVA 7. Uusi sepeli erottuu selvästi vanhaa sepeliä vaaleampana (2)

Sepelin laatua taas voi tarkastella lähinnä silmämääräisesti sen perustella, kasvaako tukikerroksen päällä kasveja. Videokuvasta ei tarkemmin pysty arvioimaan sepelinä käytetyn kiviaineksen laatua, vaan tämä edellyttää lähempää, paikalla tehtävää tarkastelua.

Myös radan merkkien tarkastukseen videokuvaukseen soveltuisi nykyiselläänkin varsin hyvin (kuva 8), mutta ongelmana on nykyinen käytäntö, jossa rataosat kuvataan vain yhteen suuntaan. Tästä seuraa, että merkeistä nähdään käytännössä vain noin puolet, sillä vastakkaisen suunnan merkeistä näkyy kuvassa vain selkäpuoli. Jos rataosat kuvattaisiin kahteen suuntaan tai kahdella kameralla siten, että toinen kuvaa eteen- ja toinen taaksepäin, saataisiin kaikki radan merkit kuvattua ja niiden kunto arvioitua. Kahteen suuntaan kuvaamalla saadaan myös muita mahdollisia puutteita kartoitettua tarkemmin, kun käytössä on useampia kuvakulmia.



KUVA 8. Radan merkkien kuntoa on helppo arvioida, mutta baliisien ja tasoristeyskannen kuntoa ei kuvasta pysty luotettavasti arvioimaan (2)

Tasoristeyskansien, laippaurakumien ja baliisien kunnan arviointiin videokuvaamalla toteutettu tarkastus ei sovellu. Kuten luvussa 3.2.4 todettiin, videokuvan perusteella ei saa riittävän hyvää kuvaa tasoristeyskannen kunnosta, sillä vaikka kansi näkyisikin pysäytyskuvassa selkeästi, ei kuvasta pysty päättämään kannen kiinnitysten kuntoa tai kannen rakenteellista kuntoa. Laippaurakumien tai baliisien kuntoa ei niin ikään pysty kuvasta arvioimaan, sillä ne näkyvät videokuvassa niin pienellä, että arviointi on mahdotonta (kuva 8).

Kameran saaminen riittävän lähelle kohdetta ei myöskään ole ratkaisu, sillä tasoristeyskansien kunnan arvioinnissa on tärkeää tietää, kestävätkö kannet ajoneuvoliikenteen painoa. Esimerkiksi puurakenteinen tasoristeyskansi voi päällisin puolin näyttää hyvältä, mutta todellisuudessa se onkin täysin lahonnut eikä kestä ajoneuvoliikenteen alla. Kannen kantavuutta ja kuntoa ei voi kuvan perusteella arvioida vaan se täytyy tehdä jalkautumalla kohteeseen lähempää tarkastelua varten. Sama koskee myös kannen kiinnityksiä sekä laippaurakumeja ja baliiseja.

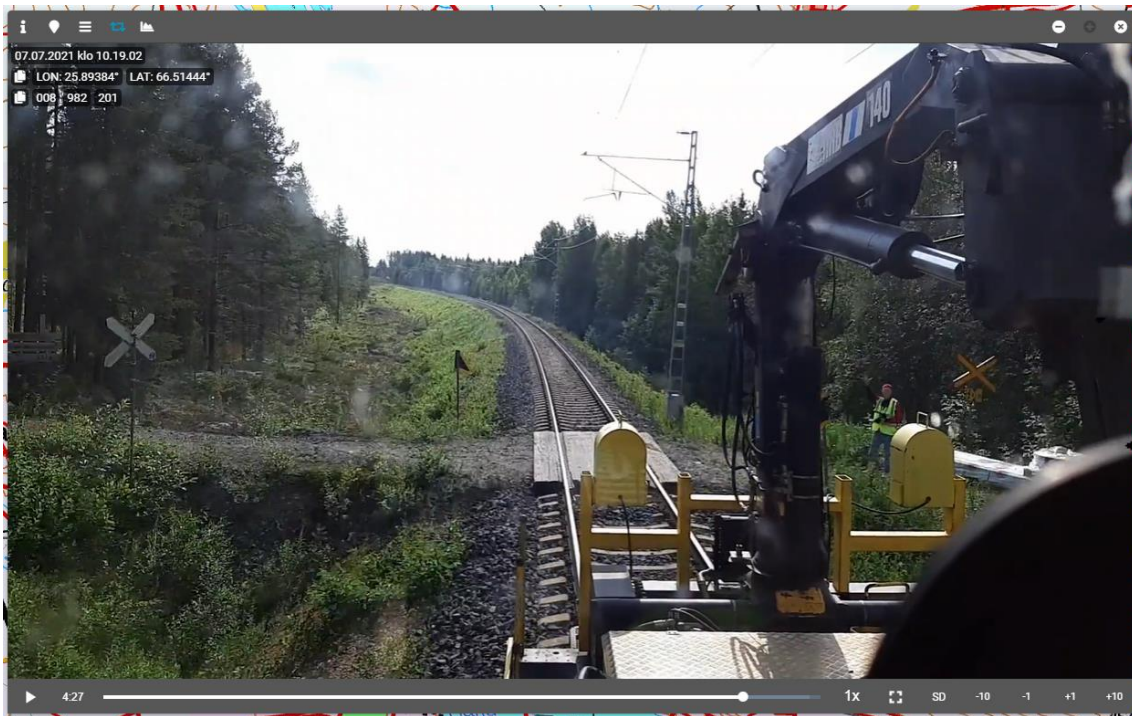
4.2 Epävarmuustekijät ja virhetulkinnat

Nykyisessä käytössä ongelmia tulee erityisesti aineiston tulkinnassa, sillä rautatieohjeissa tai -laeissa (6; 7; 8) ei määritellä selkeitä raja-arvoja tai kriteereitä, joihin arvioinnin voisi perustaa. Kuten aiemmin todettiin, tasoristeyskansia ja niiden kuntoa varten ei ole olemassa mitään virallista arviointiasteikkoa. Myös kasvillisuuden määrää arvioidaan pitkälti silmämääräisesti. Riskipuistakin ainoa määritelmä on se, yltääkö puu kaatuessaan radalle ja/tai ajojohtoihin. Jos arviot perustuvat videolta tehtyihin silmämääräisiin havaintoihin, tulisi arviointia varten vähintään olla Väyläviraston tai edes kunnossapitäjän itse kehittämä arviointiasteikko tai ohjeistus erilaisista puutteista ja niiden arvioinnista.

Yksi huomionarvoinen epävarmuustekijä on myös järjestelmän luotettava toiminta videomateriaalia kuvattaessa sekä tiedonsiirron varmistaminen siirrettäessä videomateriaalia RoadAI-järjestelmään. Esimerkiksi heinäkuun 2021 tarkastusajolla kuvatusta materiaalista RoadAI-järjestelmässä puuttuvat Tornion kolmioraitteen Kolarista Tornion asemalle tulevan sivun sekä Kemistä Tornion asemalle tulevan sivun kuvamateriaalit (2). Kuvauksen aikana tulisi siis aika ajoin tarkistaa, että kaikki laitteet toimivat suunnitellusti ja kuvauksen jälkeen valmis materiaali tulisi pyrkiä siirtämään järjestelmään vasta kun käytössä on riittävän hyvä internet-yhteys. Materiaalista kannattaa myös olla olemassa varmuuskopio siltä varalta, että tiedonsiirrossa tulee ongelmia.

4.3 Kuvausmenetelmän kehittäminen

Kuvaamiseen ja kameran sijoittamiseen tulisi myös kiinnittää huomiota. Nykyinen käytäntö, jossa kamera (älypuhelin) sijoitetaan käytettävän kalustoyksikön tuulilasiin, toimii kunnolla vain, jos kalustoyksikön rakenteet eivät peitä kuva-alaa. Heinäkuun 2021 ajolla kuvatun materiaalin tulkintaa haittasi varsin paljon se, että osassa videokuvasta kuvausajolla käytetyn ratakuorma-auton nosturi peitti häiritsevästi kuvan oikeaa reunaa (kuva 9). Tämä vaikeutti kasvillisuuden määrän ja radan merkkien kunnan arviointia. Kuvausajoja suunniteltaessa tulisikin kiinnittää huomiota kameran tai kameroiden sijoitteluun ja mahdollisuuksien mukaan pyrkiä käyttämään kuvausajoilla sellaisia kalustoyksiköitä, joissa ei ole kameran sijainnin kannalta sellaisia rakenteita, jotka peittäisivät kuva-alaa.



KUVA 9. Ratakuorma-auton nosturi peittää suuren osan kuvan oikeasta reunasta (2)

Tarkastusajolla kuvattavan materiaalin laatua voidaan parantaa käyttämällä parempaa kuvauskalustoa. Nykyisellään kuvaamiseen käytetään älypuhelinia. Yksinkertaisin tapa parantaa kuvalaatua on valita sellainen älypuhelin, jonka kamera tuottaa mahdollisimman hyvälaatuisen kuvan.

Jos kuvalaatua halutaan edelleen parantaa, on kuvaamiseen järkevin käyttää videokameraa. Videokamera voi tallentaa kuvamateriaalin omaan muistikorttiinsa tai suoraan siihen yhdistetylle tietokoneelle. Jälkimmäinen tapa on parempi siinä mielessä, että tietokoneelta kuvamateriaali on helppo siirtää suoraan RoadAI-järjestelmään. Jos käytössä on säänkestävä kamera, voidaan se sijoittaa käytettävän kalustoyksikön ohjaamon ulkopuolelle sellaiseen kohtaan, että kalustoyksikössä mahdolliset olevat nosturit tai muut laitteet eivät peitä kuvattavaa aluetta.

Kuten jo luvussa 4.1 mainittiin, radan merkkien kunnon arviointia voi kattavasti tehdä vain, jos rataosat kuvataan kahteen suuntaan. Tämä voidaan tehdä esimerkiksi kuvaamalla rataosa erikseen kumpaankin suuntaan. Toinen vaihtoehto on kuvata rataosa yhtä aikaa kahdella kameralla niin, että toinen kamera kuvaa eteen ja toinen taakse. Kamerat kannattaa sijoittaa esimerkiksi ratakuorma-auton konesuojan päälle tai lavalle.

Kolmas vaihtoehto on käyttää 360°-kameraa, joka kuvaa kaikkiin suuntiin. Kuvaamiseen käytettävän kameramallin mukaisesti 360°-kameran kuvaa voi käännellä joko ainoastaan vaakasuunnassa tai sekä vaaka- että pystysuunnassa. Kuvan suuntaaminen ylöspäin mahdollistaa esimerkiksi sähköratarakenteiden tai radan ylittävien siltojen tarkastelun (kuva 10). Suomessa on 360°-kameraa hyödyntämällä kuvattu jo kaksi rataosaa: Äänekoski - Haapajärvi ja Kontiomäki - Ämmänsaari. Näiltä rataosilta kuvattu kuvamateriaali on ladattuna Google Maps -palveluun (9) ja on siellä vapaasti katsottavissa.



KUVA 10. Kiskopyörin varustetun auton katolle asennetulla 360°-kameralla otettu kuva käännettynä osittain ylöspäin, jolloin radan ylittävän sillan rakenteita voi tarkastella (10)

360°-kamera kannattaa sijoittaa sellaisen kalustoyksikön katolle, mistä on mahdollisimman esteetön näkymä joka suuntaan. Kiskopyöräauto on pienen kokonsa puolesta erittäin sopiva vaihtoehto ja sitä onkin jo käytetty rataosien kuvaamiseen (kuva 10). Ratakuorma-autossa kamera voidaan sijoittaa katolle, mikäli autossa ei ole nosturia eikä kameraan tarvitse jatkuvasti päästä käsiksi. Katolle sijoitettaessa on huomioitava, että kamera ei ulotu sähkörataraturvallisuuden kannalta liian korkealle.

Toinen vaihtoehto on asentaa kamera BUI-v sarjan virkatarvevaunun lavalle. Kyseistä vaunumallia voidaan paitsi vetää, myös työntää ratakuorma-auton edessä. Lisäksi vaunu on tavallista tavaravaunua matalampi, joten vaunun rakenteet eivät peitä kameran näkymää yhtä paljon kuin tavallinen avotavaravaunu. 360°-kamera tulisi sijoittaa vaunun pätyyn, jotta saadaan mahdollisimman laaja

kuvakulma. BUi-v-virkatarvevaunuun asennettuna kameralla ei saada täydellistä 360°-kuvaa, vaan kuvakulma jää noin 300 asteeseen.



KUVA 11. BUi-v-tyypin virkatarvevaunu kytkettynä Tka7-sarjan ratakuorma-autoon

Kustannusten puolesta 360°-kamerat ovat jonkin verran tavallisia videokameroita kalliimpia, mutta niiden hinta on kuitenkin laskenut tasaisesti samaan aikaan kun niiden laatu on parantunut.

4.4 Mahdollisia muita käyttökohteita

Nykyisen käytön lisäksi videokuvasta on mahdollista tarkastella mm. radan varren suoja-aitojen kuntoa, töhryjen ja ilkivallan määrää ja sijaintia, luvattomien radanylityspaikkojen sijaintia, matkustajalaitureiden kuntoa ja siisteyttä, siltojen kaiteiden ja muiden rakenteiden silmämääräistä kuntoa, kaapelikanavien kuntoa ja siisteyttä ja kallioleikkausten kuntoa. Myös tunneleiden kuntoa voi videokuvasta tarkastella, jos tunneli voidaan valaista kuvausta varten esimerkiksi ratakuorma-auton työvalojen avulla.

Videokuvaa voitaisiin hyödyntää myös mittausperustan ylläpidossa. Jos radan varressa olevat mitauspisteet ovat riittävän selkeästi merkitty esimerkiksi auraskepeillä eikä radanvarressa ole niitä peittävää kasvillisuutta, voidaan mittauspisteiden olemassaolo tarkistaa videosta. Tämä tosin edellyttää kuvauskaluston ja sen sijoittelun parantamista, kuten jo todettiin luvussa 4.3. Nykyisin mitauspisteiden olemassaolon tarkistus tehdään henkilöautolla ja jalkaisin.

Sen lisäksi, että videokuvaa hyödynnetään rataosien kunnan tarkastamiseen, videokuvaa voitaisiin hyödyntää myös suunniteltaessa tulevia rakennus- ja huoltotöitä. Usein esimerkiksi kunnossapito-työntekijät eivät tiedä kovinkaan tarkasti, millaiseen työkohteeseen he ovat menossa. Kartta- ja ilmakuviin ei loppujen lopuksi selviä kovinkaan tarkasti millainen maasto työkohteessa todellisuudessa on. Rataosalta kuvatusista videoista he voisivat tarkistaa tulevan työkohteen paremmin ennakoon.

Reaaliaikaista tietoa videokuvasta ei luonnollisesti saa, mutta se voi antaa silti huomattavasti paremman yleiskuvan paikasta kuin kartta- tai ilmakuvat. Jos kuvamateriaalia ei haluta vapaasti saataville, voidaan se julkaista tälläkin hetkellä käytössä olevassa Vaisalan RoadAI-palvelussa. Jos materiaali sen sijaan halutaan vapaasti saataville, julkaisu kannattaa tehdä Google Maps -palveluun.

5 YHTEENVETO

Opinnäytetyön tavoitteena oli tutkia videokuvan soveltuvuusmahdollisuuksia rataverkon kunnossapitoalueen vastaanottotarkastuksessa. Opinnäytetyössä videokuvattiin kunnossapitoalueen radat, luettelointiin videokuvan perusteella kasvillisuuteen ja tasoristeysten kansiin liittyvät puutteet ja vertailtiin havaintojen yhtenevyyttä paikan päältä tehtyihin havaintoihin. Tämän perusteella arvioitiin videokuvan avulla tehtävää vastaanottotarkastusta menetelmänä ja sen soveltuvuutta eri kohteiden ja löydösten arviointiin. Lisäksi pohdittiin menetelmän kehitysmahdollisuuksia ja muita mahdollisia käyttökohteita.

Haasteena videokuvan löydösten luetteloinnissa, vertailussa ja tarkastelussa oli yksityiskohtaisten arviointikriteereiden puuttuminen. Tästä syystä tulosten vertailukelpoisuus jäi osin vaillinaiseksi. Löydösten luetteloinnissa ongelmia aiheuttivat myös videokuvassa haitallisesti näkyvät ratakuorma-auton rakenteet, jotka peittivät näkyvyyttä. Tältä olisi osin vältytty, jos kameran sijoittelua olisi ollut mahdollista suunnitella paremmin ennen varsinaista kuvausajoa.

Opinnäytetyössä todettiin, että videokuvaamalla toteutettu vastaanottotarkastus ja videokuvan käyttäminen puutteiden kartoittamiseen soveltuu nykyisessä käytössään kasvillisuuden määrän ja riskipuiden arviointiin, mutta se ei sovellu tasoristeyskansien kunnan arvioimiseen. Tasoristeyskansien kuntoa ei videokuvasta pystynyt luotettavasti selvittämään, sillä kannen rakenteellista kuntoa ei videokuvasta voinut tarkastella.

Opinnäytetyössä esitettiin korjaus- ja parannusehdotuksia, joilla voitaisiin tuottaa laadultaan korkeatasoisempaa videokuva, jota voitaisiin hyödyntää nykyistä laajemmin. Korjausehdotuksena ehdotettiin kiinnittämään huomiota kameran sijoittamiseen, jotta käytettävän kaluston rakenteet eivät peittäisi kuva-alaa. Myös useampien ja entistä tarkempien ja kehittyneempien kameroiden käyttöä suositeltiin. Lisäksi työssä pohdittiin videokuvan muita mahdollisia käyttökohteita huoltotoiminnassa. Näitä olivat nykyistä useampien kohteiden tarkastelu, hyödyntäminen töiden suunnittelussa sekä mittausperustaan kuuluvien mittauspisteiden olemassaolon tarkastaminen.

LÄHTEET

1. Haastatellut työntekijät 2021. NRC Group Finland Oy. Haastattelut toukokuu – marraskuu 2021.
2. Vaisala Oyj 2021. Vaisala RoadAI. Hakupäivä 5.12.2021. <https://map.vionice.io/data>. Vaatii kirjautumisen.
3. Väylävirasto 2021. RAID-e Raiku. Hakupäivä 12.11.2021. <https://extranet.vayla.fi/web/extranet>. Vaatii kirjautumisen.
4. Väylävirasto 2021. Rataverkon kunnossapito- ja isännöintialueet. Hakupäivä 9.12.2021. <https://vayla.fi/documents/25230764/35414298/rataverkon+kunnossapitoalueet.jpg/f85cb373-36d9-41cc-927a-da5fe61d09eb?t=1460986875381>.
5. Väylävirasto 2022. Riskipuiden poistaminen. Hakupäivä 7.1.2022. <https://vayla.fi/kunnossapito/rataverkko/riskipuiden-poistaminen>.
6. Oikeusministeriö 2021. Finlex. Rautatielaki. Hakupäivä 29.11.2021 <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2011/20110304>.
7. Oikeusministeriö 2021. Finlex. Ratalaki. Hakupäivä 29.11.2021 <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2007/20070110>.
8. Väylävirasto 2021. Rato. Hakupäivä 28.11.2021. https://julkaisut.vayla.fi/pdf7/rautatieohjeet_web.pdf.
9. Google LLC 2021. Google Maps. Hakupäivä 9.12.2021 <https://www.google.fi/maps>.
10. Google LLC 2021. Google Maps kuva. Hakupäivä 9.12.2021. <https://www.google.fi/maps/@64.4960587,28.2205476,3a,75y,289.37h,106.22t/data=!3m7!1e1!3m5!1sAF1QipMxz7HLV9-xBmwHSq2E258F4ZiqhE9KAMKZmXM!2e10!3e11!7i7680!8i3840?hl=fi>.