

**RUMPUJEN KUNNOSSAPITOSUUNNITELMA**  
Radan kunnossapitoalue 12 (Oulu)-Lappi

Tolonen, Antti

Opinnäytetyö  
Tekniikka ja liikenne  
Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka  
Insinööri (AMK)

2018

Tekniikka ja liikenne  
Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka  
Insinööri (AMK)

---

<b>Tekijä</b>	Antti Tolonen	Vuosi	2018
<b>Ohjaaja</b>	Ari Romakkaniemi		
<b>Toimeksiantaja</b>	Destia Rail Oy, Antti Vierimaa		
<b>Työn nimi</b>	Rumpujen kunnossapitosuunnitelma, radan kunnossapitoalue 12 (Oulu)-Lappi		
<b>Sivu- ja liitesivumäärä</b>	38 + 2		

---

Radan kuivatus vaikuttaa radan toimivuuteen, turvallisuuteen ja käyttöikänsä. Ratarummut ovat olennainen osa radan kuivatusjärjestelmää. Kunnossapitaja tekee ratarummuille vähintään kerran vuodessa vuositarkastuksen. Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli kehittää rumpujen vuositarkastuksilla tehtävää havainnointia sekä rumputarkastushavaintojen analysoinnin työkaluja, ja sitä kautta helpottaa rumpuihin liittyvää työsuunnittelua. Opinnäytetyön tavoitteena oli tuottaa kehittyneempi kunnossapitosuunnitelma kunnossapitoalueen 12 ratarummuille.

Opinnäytetyössä suunniteltiin rummuille tehtäviä toimenpiteitä, eli tehtiin työsuunnittelua käytännössä. Opinnäytetyön tuotoksena syntynyt rumpujen kunnossapitosuunnitelma on otettu käyttöön ja rumpujen kunnossapitotoimenpiteitä on kohdistettu rataosan rummuille kunnossapitosuunnitelman perusteella.

Rumputarkastustoimintaan liittyvää prosessia tulisi jatkossa parantaa valtakunnallisesti rumputarkastajia kouluttamalla ja rumputarkastustulosten raportointia kehittämällä. Kunnossapitajan kannattaisi ottaa kaikkien rumpujen valokuvaus osaksi rumpujen tarkastustoimintaa rumpujen työsuunnittelun helpottamiseksi. Tulevaisuudessa RATA-järjestelmää olisi hyvä kehittää siten, että tiedon analysointi järjestelmätasolla onnistuisi nykyistä paremmin eikä erillisiä Excel-taulukoita tarvittaisi nykyisessä mittakaavassa.

Avainsanat

rumpu, rautatie, raiteet, kunnossapito

Technology, Communication and  
Transport  
Degree Programme in Civil  
Engineering  
Bachelor of Engineering

---

<b>Author</b>	Antti Tolonen	Year	2018
<b>Supervisor</b>	Ari Romakkaniemi		
<b>Commissioned by</b>	Destia Rail Oy, Antti Vierimaa		
<b>Subject of thesis</b>	Culvert Maintenance Plan for the Maintenance Area 12 (Oulu)-Lappi		Railway
<b>Number of pages</b>	38 + 2		

---

Railway track drainage affects the functionality, safety and operational life of the track. Culverts are an essential part of the track drainage system. The culverts are inspected yearly. The purpose of this thesis was to improve the observation made in the yearly inspections and the tools for analyzing the information gathered, thus making it easier to plan the work related to the culverts. The aim was to make a maintenance plan for the culverts in the maintenance area 12.

The maintenance plan generated as the result of this thesis has been introduced, and the maintenance procedures based on the plan have already been performed on the culverts.

In the future the culvert inspection process should be improved at the national level by educating culvert inspectors and developing the reporting of the results. The maintenance company should include photographing the culverts a part of the culvert maintenance operation to help planning the culvert work. In the future, RATA system should be improved so that the data management and analyzing would be easier at system-level, and separate Excel tables would not be needed in the current extent.

Key words

culvert, railway, tracks, maintenance

## SISÄLLYS

1 JOHDANTO .....	6
2 RADAN KUNNOSSAPITO .....	8
3 RADAN RAKENNE .....	10
4 RATARUMMUT .....	13
4.1 Määritelmä .....	13
4.2 Rumpujen tarkastustoiminta .....	14
4.3 Rumpujen peruskunnossapito .....	15
4.4 Rumpujen kunnossapito kunnossapitosopimuksessa .....	18
5 RUMPUTARKASTUSTOIMINTA KÄYTÄNNÖSSÄ .....	19
5.1 Rumpujen tarkastustoiminnan haasteet valtakunnallisesti .....	19
5.2 Rumputarkastukset radan kunnossapitoalueella 12 .....	19
6 RUMPUJEN KUNNOSSAPITOSUUNNITELMA .....	23
7 KUNNOSSAPITOTOIMENPITEIDEN MÄÄRITTÄMINEN .....	27
7.1 Yleistä kunnossapitotoimenpiteiden määrittämisestä .....	27
7.2 Esimerkki 1 .....	27
7.3 Esimerkki 2 .....	28
7.4 Esimerkki 3 .....	30
8 RUMPUTARKASTUSTEN KEHITTÄMINEN TYÖNSUUNNITTELUN NÄKÖKULMASTA .....	32
9 POHDINTA .....	34
LÄHTEET .....	36
LIITTEET .....	38

## ALKUSANAT

Haluan kiittää Destia Railia mahdollisuudesta suorittaa insinööriopintoihin liittyvä harjoittelu yrityksessä. Erikseen haluan mainita, että olen päässyt harjoittelun aikana kattavasti osallistumaan radan kunnossapidon työtehtäviin ja minulla on itselläni ollut mahdollisuus vaikuttaa siihen, minkälaisista työtehtävistä harjoitteluni koostuu. Mielekkäiden harjoittelupaikkojen tarjoaminen opiskelijoille on erittäin tärkeää, jotta siirtyminen koulusta työelämään sujuu jouhevasti.

Pääsin osallistumaan kesällä 2018 kunnossapitoalueen 12 rumputarkastusten tekkoon ja sitä kautta opinnäytetyön aihe löytyi luontevasti rumpujen parista. Haluan kiittää tämän opinnäytetyön ohjaamiseen osallistuneita henkilöitä kaikesta avusta ja tuesta työn tekemiseen liittyen.

Lapin ammattikorkeakoulu on opiskelupaikkana ottanut hyvin huomioon aikuisopiskelijan tarpeet ja opintojen sovittaminen osaksi työ- ja perhe-elämää on onnistunut joustavasti. Etäopinnot ovat mahdollistaneet opiskelun pääasiassa toiselta paikkakunnalta käsin.

Tärkeimmän ja suurimman kiitoksen ansaitsee kuitenkin perhe, joka on joutanut omissa menoissaan näiden insinööriopintojen ajan.

Suomussalmella 12.9.2018

Antti Tolonen

## 1 JOHDANTO

Toimiva kuivatus vaikuttaa merkittävästi radan toimivuuteen, turvallisuuteen ja käyttöikään. Ratarummut kuuluvat olennaisena osana radan kuivatusjärjestelmään. Tämän opinnäytetyön tilaajana on toiminut Destia Rail Oy, joka on kunnossapitänyt Lapissa sijaitsevaa radan kunnossapitoalue 12:ta maaliskuusta 2015 alkaen. Kunnossapitoalueella on noin 500 ratarumpua.

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli kehittää rumpujen vuositarkastuksilla tehtävää havainnointia sekä rumputarkastushavaintojen analysoinnin työkaluja ja sitä kautta helpottaa rumpuihin liittyvää työnsuunnittelua. Opinnäytetyön tavoitteena oli tuottaa työsuunnitelma rumpujen kunnossapitoon kunnossapitoalue kahdelletoista. Kunnossapitosuunnitelman avulla on tarkoitus kohdistaa oikeat ja tehokkaat kunnossapitotoimenpiteet kunnossapitoalueen ratarumpuihin.

Opinnäytetyön tekijän omana tavoitteena oli edellä mainittujen tavoitteiden lisäksi tehdä opinnäytetyö, joka hyödyttää radan kunnossapitoa ja liittyy mahdollisimman tiiviisti käytännön toimintaan. Opinnäytetyön raportti on tarkoitus pitää selkeänä ja ytimekkäänä.

Opinnäytetyön toimeksiantajalla oli tarve kehittää rumpujen vuositarkastuksilla tehtävää havainnointia ja rumpuihin liittyvää kunnossapidon työnsuunnittelua. Opinnäytetyön tavoitteena oli tuottaa rumpujen kunnossapitosuunnitelma, jonka avulla pystyttäisiin helposti analysoimaan rumpujen vuositarkastuksista saatua tietoa ja suunnittelemaan rummuille tehtäviä toimenpiteitä. Osana opinnäytetyötä opinnäytetyön tekijän oli tarkoitus suunnitella rummuille tehtäviä toimenpiteitä, eli tehdä työnsuunnittelua käytännössä. Opinnäytetyön tavoitteena oli tuottaa tuote, joten opinnäytetyön muodoksi valikoitui toiminnallinen opinnäytetyö.

Työn kirjallisessa osuudessa käsitellään lyhyesti radan kunnossapitoa ja radan rakennetta (luvut 2 ja 3). Tarkemmin perehdytään ratarumpuihin liittyvään ohjeistukseen ja teoriaan (luku 4). Ratarumpujen tarkastamisen käytäntöjä ja tilaa pohditaan sekä valtakunnallisesti että kunnossapitoalueen 12 kannalta (luku 5). Työn kirjallisessa raportissa perustellaan myös rumpujen kunnossapitosuunnitelman toteutustapa ja kunnossapitotoimenpiteiden määrittäminen (luvut 6 ja 7).

Opinnäytetyössä on oma lukunsa rumputarkastustoiminnan kehittämiseksi työs suunnittelun näkökulmasta (luku 8). Luvun tarkoitus on tuoda ilmi asioita, joita opinnäytetyön tekijä on havainnut opinnäytetyötä tehdessään ja joihin mahdollisesti kannattaisi kiinnittää huomiota rumputarkastuksia tulevaisuudessa tehtäessä.

Opinnäytetyön pohdintaosiossa (luku 9) pohditaan tuotetun rumpujen kunnossapitosuunnitelman toimivuutta käytännössä ja opinnäytetyön onnistumista yleisesti sekä pohditaan jatkotutkimus- ja kehitystarpeita.

## 2 RADAN KUNNOSSAPITO

Rataverkko vaatii jatkuvaa kunnossapitoa, jotta liikennöinti radalla on mahdollista ja turvallista. Kunnossapidon tehtäviä ovat esimerkiksi erilaiset tarkastukset, määräaikaishuollot, viankorjaukset ja lumityöt. (Liikennevirasto 2018a.) Rataverkon kunnossapitoon käytetään rahaa lähes 200 miljoonaa euroa vuodessa (Liikennevirasto 2018b).

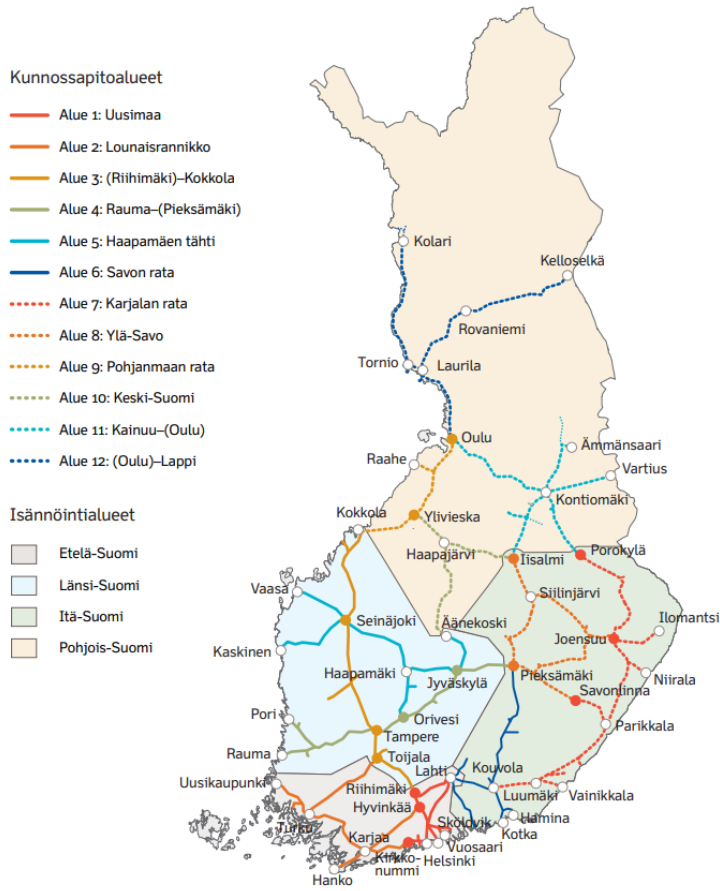
Rataverkko on jaettu neljään eri alueeseen, joista jokaiselle on nimetty oma rataisännöitsijä. Rataisännöitsijä valvoo isännöintialueen kunnossapito- ja rakentamistoita, vastaa maankäyttöasioista, rataverkon hallintaan liittyvistä lupa-asioista ja töiden kilpailutusten valmistelusta. Liikenneviraston aluepäälliköt vastaavat rataverkon hallinnasta, kunnossapidosta ja rakentamisesta. (Liikennevirasto 2018c.)

Liikennevirasto hankkii radan kunnossapitoa radan päällysrakenteen ja turvalaitteiden, sähköradan ja sähkövoimatekniikan, tietoliikennejärjestelmien, asema- ja laiturilaitteiden, kiinteistöjen ja erikoisjärjestelmien osalta. Rataverkko on jaettu 12 kunnossapitoalueeseen, joiden kunnossapito kilpailutetaan viiden vuoden välein hankintalainsäädännön mukaisesti. (Liikennevirasto 2018d.)

Kuviossa 1 on rataverkon jako neljään isännöintialueeseen ja 12 kunnossapitoalueeseen. Vuodesta 2017 lähtien Destian hoidossa on ollut yli puolet Suomen rataverkon kunnossapitoalueista (Liikennevirasto 2018e; Destia 2018).



## Liikenneviraston kunnossapito- ja isännöintialueet

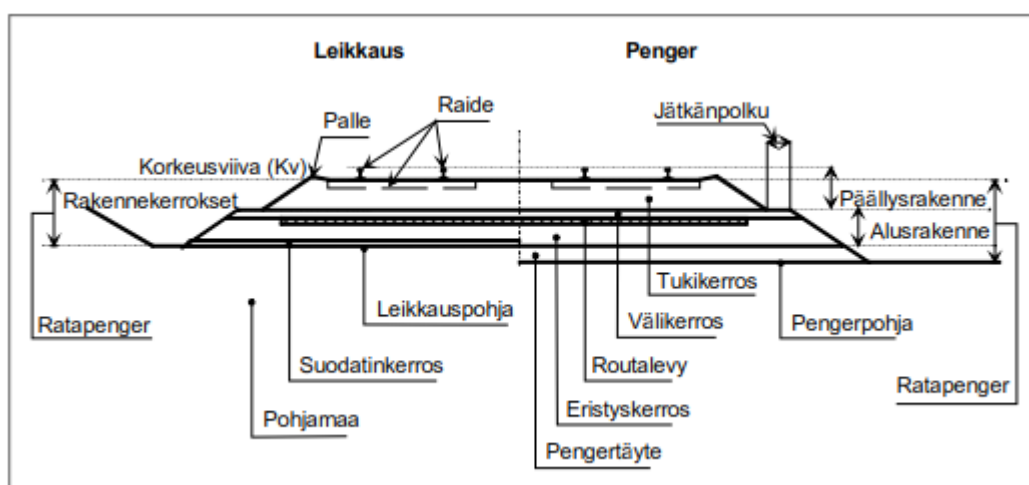


Kuvio 1. Radan kunnossapito- ja isännöintialueet (Liikennevirasto 2018e)

### 3 RADAN RAKENNE

Rata-nimitys kattaa yhden tai useamman raiteen varusteineen ja laitteineen. Rataan kuuluvat ratapenger, pohjarakenteet, kuivatuksen vaatimat rakenteet, sillat, sähköistysrakenteet sekä junaliikenteen hoitamiseen tarvittavat rakenteet ja laitteet mukaan lukien ympäristörakenteet. (RIL 2006, 459.)

Radan rakenneosien nimitykset ovat nähtävissä alla olevassa kuviossa 2. Radan osien tarkoitusta on avattu tarkemmin seuraavissa kappaleissa.



Kuvio 2. Radan rakenneosien nimityksiä (Liikennevirasto 2018, 8)

Päälysrakenteeseen kuuluvat ratapenkereen ylimpänä osana oleva tukikerros ja raide. Raiteen osia ovat ratapölkkyt, ratakiskot, kiskojen kiinnitykset ja jatkokset sekä vaihteet ja muut raiteen erikoisrakenteet. Ratakiskojen ja ratapölkkyjen tehtävä on välittää junien pyöräkuorma tukikerrokseen. Yleensä tukikerros on raidesepeä, joskin vähempiarvoisilla radoilla tukikerros voi olla myös soraa. Tukikerroksen tärkein tehtävä on pitää raide geometrisesti oikeassa asemassa ja asennossa sekä jakaa kuormia alusrakenteelle. Tukikerros muodostaa raiteelle tasaisen ja kantavan alustan. (RATO 3 2014, 7–8; RIL 2006, 459.)

Tukikerroksen paksuus vaihtelee puupölkkyratojen 350-450 mm:stä betonipölkkyratojen 550 mm:iin. Käytettävät pölkkyt ovat kooltaan samoja riippumatta radan tavoitenopeudesta tai sallitusta akselipainosta. Kantavuuteen vaikuttaa lähinnä käytettävä kiskopaino. Suomessa käytettäviä kiskotyyppisiä ovat K30, K33, K43,

K60, 54E1 ja 60E1, joissa lukuarvo tarkoittaa kiskopainoa (kg/m) ja kirjaintunnus materiaalityyppiä. (RIL 2006, 456.)

Rata voidaan jakaa päällysrakenteen perusteella rataluokkiin A, B1, B2, C1, C2 ja D, joista A edustaa heikointa ja D parasta rataluokkaa. Esimerkiksi betonipölkkyrata sepelitukikerroksella ja 60E1 kiskolla on rataluokkaa D, jonka suurin sallittu akselipaino on 250 kN ja suurin sallittu nopeus 220 km/h. (RIL 2006, 456–457.)

Päällysrakenteen kestoikä on liikenteestä ja käytetyistä teknisistä ratkaisuista riippuen 25-40 vuotta (RIL 2006, 451).

Radan alusrakenne on päällysrakenteen alapuolinen rakennekerros. Siihen kuuluvat välikerros, eristyskerros sekä mahdollinen suodatinkerros ja routalevyt. Alusrakenteen tehtävä on antaa riittävä kantavuus ja routasuojaus radalle. (Liikennevirasto 2018a, 6; RIL 2006, 457.)

Välikerroksen tehtävä on muodostaa tukikerrokselle tasainen ja kantava alusta sekä estää tukikerroksen sekoittumista alla oleviin rakennekerroksiin. Eristyskerroksen tehtävä on vähentää tai estää alla olevien maakerrosten routimista, jakaa kuormat pohjamaalle ja muodostaa välikerrokselle tasainen ja kantava alusta. Suodatinkerroksen tehtävä on estää pohjamaan ja eristyskerroksen sekoittumista. Routalevyjen tehtävä on lisätä rakenteen lämmöneristystä ja näin estää ja vähentää alla olevien maakerrosten routimista. (RATO 3 2014, 6–8.)

Uusien ratojen osalta alusrakenteiden ja näihin liittyvien pohjanvahvistus- ja pohjarakenteiden käyttöikävaatimus on 100 vuotta, lukuun ottamatta routalevyjen 40-vuoden käyttöikävaatimusta (RATO 3 2014, 11; RIL 2006, 457).

Radat voidaan jakaa alusrakenteen perusteella viiteen luokkaan (luokat 0-4). Alusrakenneluokat eroavat toisistaan penkereen leveyden ja routamitoituksen osalta. (RIL 2006, 457.)

Kuivatusrakenteisiin kuuluvat sivu- ja laskuojat sekä radan alittavat rummut. Kuivatusrakenteiden tarkoitus on suojata radan ratarakenteita pohja- ja pintavesien

vaikutukselta sekä estää kuivatusvesiä olemasta haitaksi ympäristölle. Kuivatusrakenteet eivät saa haitata radan kantavuutta ja vakavuutta. (RIL 2006, 461–462.)

## 4 RATARUMMUT

### 4.1 Määritelmä

Rummulla tarkoitetaan siltamaista tai putkimaista rakennetta, jonka vapaa-aukko on alle 2 m. Ratarummut johtavat vedet hallitusti junaradan ali. Kaiken kaikkiaan Suomen rataverkolla on noin 6000 rumpua. Suurin osa rummuista on rakennettu radan rakentamisen yhteydessä, joten rummut ovat keski-ikänsä vanhoja. Merkittävä osa rummuista on rakennettu 1800-luvulla tai 1900-luvun alussa. Varhaisimmat rummut ovat kivirakenteisia ja kivirakenteiset rummut ovatkin yleisimpiä Suomen rataverkolla. Toisin kuin tierummut, rautatierummut liikennevirasto katsoo kuuluvaksi taitorakenteisiin, koska vaurioituessaan rautatierumpu voi aiheuttaa merkittäviä taloudellisia seurauksia sekä henkilövahinkoja. (Taitorakenteiden tarkastusohje 2013, 12; RUMKO 2006, osa 3; Rautatierumpujen hallintaraportti 2017, 6.)

InfraRYL:n kohdan 14340 mukaan ratapenkereen alla voidaan käyttää ainoastaan betoni-, teräs- tai kivirumpuja. Muovirumpuja voidaan käyttää ainoastaan radan sivuojarummuissa. Sivuojarummulla tarkoitetaan rakennetta, jolla vesi-uoma johdetaan tasoristeyksen tai muun sivuojan esteen ali ja joka on aukoltaan alle 2 m leveä. (InfraRYL 14340; InfraRYL 32240.)

Rumpuja mitoitettaessa on huomioitava, ettei rumpu aiheuta tulvavaaraa rummun yläpuoliselle alueelle tai aiheuta estettä yläpuolisen alueen maan kuivumiselle. Rumpu ei saa supistaa uomaa siten, että padotus aiheuttaa eroosiota väylän rakenteissa. Rummun vesiaukkoa suunniteltaessa on otettava huomioon se, että rummun kunnossapito on mahdollista. (Teiden ja ratojen kuivatuksen suunnittelu 2013, 73.)

Rummun pohjan korkeussijaintia määritettäessä on huomioitava rummun riittävä peitesyvyys tien pinnan ja rummun laen välissä, yläpuolisen maan kuivatustarve sekä rummun riittävä pituuskaltevuus. InfraRYL:n kohdan 14340 mukaan rummun pituuskaltevuuden on oltava 1 %, poikkeustapauksissakin vähintään 0,5 %. Riittävä pituuskaltevuus vähentää rummun liettymistä. Liettymistä vähennetään myös laskuojan riittävällä vietolla sekä rummun yläpäässä olevalla lietealtaalla. (Teiden ja ratojen kuivatuksen suunnittelu 2013, 73–75.)

Rummun koko tulee mitoittaa valuma-alueen mitoitusvirtaaman perusteella. Rautateilla ei kuitenkaan sallita halkaisijaltaan alle 800 mm rumpuja, joskin vanhoja ratarumpuja korjattaessa voidaan käyttää riskiarvioinnin tulosten perusteella myös 600 mm rumpuja. (Teiden ja ratojen kuivatuksen suunnittelu 2013, 76.)

Ratarummut voidaan perustaa sora-arinan, teräsbetonilaatan tai tasausbetonilla tasatun kallion varaan. Perustuksen paksuutta määritettäessä otetaan huomioon roudan eteneminen siten, että pohjamaa rummun alla ei pääse routimaan. (Nevalainen 2011, 11.)

#### 4.2 Rumpujen tarkastustoiminta

Tavoitteena rumpujen kunnossapidossa on taata rataliikenteen turvallisuus, rumpujen toimintakunto ja kantavuus. Näiden tavoitteiden toteutumiseksi rummuille tehdään tarkastuksia. Tarkastustoiminta voidaan jakaa **vuositarkastuksiin, jatkuvaan tarkkailuun ja erikoistarkastuksiin**. (RUMKO 2006, osa 1, 3.)

Rumpujen **vuositarkastus** voidaan tehdä joko yhdessä radan kävelytarkastuksen kanssa tai rumputarkastukset voidaan suorittaa erillisenä tarkastuksena. Vuositarkastuksessa radan kaikki rummut tarkastetaan. Tavoite on löytää toimivuudeltaan puutteelliset rummut sekä saattaa tieto puutteellisista rummuista kunnossapitäjälle ja tarvittaessa vakavien tapausten osalta myös rummun omistajalle. (RUMKO 2006, osa 1, 3.)

Rautatierumpujen hallintaraportin mukaan kunnossapitäjän suorittaman vuositarkastuksen merkitys on suuri (Rautatierumpujen hallintaraportti 2017, 8). Rummun kuntoa ja toimivuutta arvioidaan nk. rumpukorttiin (Liite 1). Rumpukortista ilmenevät rummun perustiedot. Rumputarkastuksessa tarkastaja täyttää rumpukorttiin päivämäärän, täyttöasteen, ojien kunnan, rumpuvauriotyypit, vaurion vakavuuden, kiireellisyysasteen, toimenpide-ehdotuksen ja tehdyt huomiot. (RUMKO 2006, osa 1, 3.) Erityistä huomiota tarkastuksissa tulee kiinnittää pengermateriaalin vuotoihin, penkereen tai raiteen painaumiin sekä uoman tukkeutumisiin (Rautatierumpujen hallintaraportti 2017, 8). Vuoden 2001 alusta rumputietoja on kerätty tietokantapohjaiseen rumpurekisteriin (Rautatierumpujen hallintaraportti 2017, 4; RUMKO 2006, osa 1, 3).

RUMKO-ohjeessa suositellaan vakavien vaurioiden valokuvaamista. Mikäli saatavilla on valokuvia useammasta peräkkäisestä tarkastuksesta, pystytään kuvien avulla arvioimaan vaurion kehittymistä. Nopeasti etenevästä vaurioitumisesta tulee raportoida rummun omistajaa. (RUMKO 2006, osa 1, 4.)

**Jatkuvalla tarkkailulla** tarkoitetaan sitä, että rummun mittaukset tai seuranta on toistuvaa ”tehostettua tarkkailua”. Tehostettuun tarkkailuun siirrytään rumpujen omistajan päätöksestä. Rumpujen omistaja päätyy tehostettuun tarkkailuun joko kunnossapitäjän, rumpujen suunnittelijan tai asiantuntijan suosituksen perusteella. Tarkoitus on mahdollistaa rummun käyttäminen vaurioista tai puutteista huolimatta aina rummun korjaukseen asti. Tehostettuun tarkkailuun voidaan päätyä joko toiminnallisten ongelmien takia tai sen vuoksi, ettei rummun kapasiteettia tai toimivuutta saada laskennallisesti osoitettua. (RUMKO 2006, osa 1, 11–12.)

Tehostetusta tarkkailusta tehdään erillinen mittausohje. Mittaamalla voidaan seurata esimerkiksi kivirumpujen tai reunapalkkien siirtymiä. Tehostetussa tarkkailussa tarkastuskertojen määrä voi vaihdella kahdesta kuuteen, tai jopa useampaan tarkastuskertaan vuosittain. Tehostetun tarkkailun avulla pyritään määrittämään kunnossa tapahtuvan muutoksen nopeutta. Tehostetun tarkkailun perusteella voidaan päätyä esimerkiksi siihen, että rummun vaurion eteneminen kiihtyy ja sen korjaaminen on kiireellistä. Toisaalta voidaan todeta, ettei vaurio etene ja vähintään kolme vuotta kestäneestä tehostetusta tarkkailusta voidaan luopua. (RUMKO 2006, osa 1, 11–12.)

**Rummun erikoistarkastuksella** tarkoitetaan rummun perusteellista kuntotarkastusta. Erikoistarkastukseen päädytään silloin, kun vuositarkastus, jatkuva tarkkailu tai muu rataselvitys aiheuttavat tarpeen tarkempien kuntotietojen selvittämiseksi. Useimmiten erikoistarkastus tilataan erilliseltä tutkimuskonsultilta, jolla on pitkä kokemus rumpujen tarkastamisesta ja erikoistarkastuksessa käytettävä tutkimuskalusto. (RUMKO 2006, osa 1, 14.)

#### 4.3 Rumpujen peruskunnossapito

Rumpujen korjausohjeessa rummuille tehtävät toimenpiteet on jaoteltu peruskunnossapitoon ja rumpujen korjaustoimenpiteisiin. Peruskunnossapidon tarkoitus on ylläpitää rummun toimintaa. Toimenpiteitä ovat rummun puhdistus, rummun

pään puhdistus, ojan puhdistus/perkaus ja luiskaverhousten korjaus. Tarkoitus on säilyttää mahdollisimman hyvä virtauskapasiteetti ja estää rummun padottaminen siten, että radan rakenne ei vaarannu. Ennen kunnossapitotöitä on aina varmistuttava siitä, ettei radan vakavuus vaarannu myöskään työskentelyn vuoksi. (RUMKO 2006, osa 2, 3–10; Rautatierumpujen hallintaraportti 2017, 10.)

Rummun puhdistustarve voi aiheutua rummun liettymisestä tai tukkeutumisesta. Toisaalta rumpu voidaan joutua puhdistamaan myös rummulle tehtävän tarkastuksen tai toimenpiteen vuoksi. Rummun puhdistaminen koneellisesti on usein mahdotonta rummun sijainnin, korkeusaseman ja aukkokoon vuoksi. Työ joudutaan tekemään usein miestyönä kuokan ja lapion avulla. (RUMKO 2006, osa 2, 3.) Kuviossa 3 on liettynyt rumpu.



Kuvio 3 Liettynyt rumpu

Rummun pään puhdistustarpeen voi aiheuttaa uomaan kertynyt liete tai muu maa-aines, kuten raidesepeli. Rummun päässä voi olla myös uoman toimintaa haittaavaa kasvillisuutta. (RUMKO 2006, osa 2, 5.) Kuviossa 4 näkyy tukkeutunut rummun pää, johon on valunut maa-ainesta.





Kuvio 4 Tukkeutunut rummun pää

Ojan puhdistustarve voi aiheutua ojien liettymisestä tai maa-aineksen päätymisestä ojaan esimerkiksi liian jyrkkien luiskien vuoksi. Ojissa voi myös olla kasvillisuutta, joka haittaa uoman toimintaa. Mikäli puhdistetaan radan suhteen poikittaista ojaa, joudutaan työstä sopimaan usein maanomistajan kanssa. (RUMKO 2006, osa 2, 6–7.)

Luiskaverhouksia joudutaan tekemään tai korjaamaan silloin, kun uoman syöpyminen tai sortuminen aiheuttaa ongelmia ja luiskan vakavuutta halutaan parantaa. Kuviossa 5 näkyy viimeistelty luiskaverhous betoniputkirummussa. (RUMKO 2006, osa 2, 8.)



Kuvio 5 Viimeistelty betoniputkirumpu (RUMKO 2006, osa 2, 9)

#### 4.4 Rumpujen kunnossapito kunnossapitosopimuksessa

Radan kunnossapitosopimuksessa määritetään, mitkä toimenpiteet kuuluvat viisivuotiseen radan kunnossapitosopimukseen. Sopimuksen sisältö voi vaihdella, joten yleispätevästi ei voida sanoa mitkä toimenpiteet kuuluvat radan kunnossapitäjälle ja mitkä tilaaja hankkii erikseen lisätöinä tai kilpailutuksen kautta.

Rumpujen korjausohje luettelee 13 erilaista rumpujen korjaustoimenpidettä. Näitä ovat esimerkiksi kivi- ja betonirakenteiden saumaus, vuotavan raon tukkiminen, ruiskubetonointi ja reunapalkin korottaminen. (RUMKO 2006, osa 3, 1.) Tässä opinnäytetyössä ei kuitenkaan perehdytä tarkemmin rummun korjaustoimenpiteisiin.

## 5 RUMPUTARKASTUSTOIMINTA KÄYTÄNNÖSSÄ

### 5.1 Rumpujen tarkastustoiminnan haasteet valtakunnallisesti

Rautatierumpujen hallintaraportissa todetaan, että rumpujen tarkastustoiminnan laatu on jatkanut heikentymistään. Useilla kunnossapitoalueilla rumpujen tarkastustulokset eivät ole kovinkaan luotettavia. Rumpujen hallinnassa erikoistarkastukset ovat nousseet merkittävään asemaan, mutta niitä ei ole tehty vuosina 2016-2017. Hallintaraportin mukaan tulevina vuosina tärkein kehityskohde on tarkastajien kouluttaminen, jotta tarkastusten luotettavuus paranisi. (Rumpujen hallintaraportti 2017, 2.)

Rautatierumpujen hallintaraportin mukaan nykyisen tarkastustoiminnan avulla onnistutaan kyllä hyvin kartoittamaan huonokuntoiset ja liikenteelle riskiä aiheuttavat rummut. Suunnitelmallista ylläpitoa ajatellen tarkastusten tulisi kuitenkin olla tämän hetkistä monipuolisempia ja ongelmien syitä pitäisi analysoida nykyistä tarkemmin. (Rumpujen hallintaraportti 2017, 9.)

### 5.2 Rumputarkastukset radan kunnossapitoalueella 12

Destia Raililla on käytössään RATA-järjestelmä, johon rumputarkastusten tiedot syötetään. Tietoja pystytään syöttämään tabletilla maastossa tai vaihtoehtoisesti merkinnät voidaan tehdä maastossa paperilomakkeelle ja havainnot voidaan siirtää RATA-järjestelmään myöhemmin tietokoneen avulla. RATA-järjestelmässä on mahdollisuus tallentaa rumpun valokuvia tabletilla maastosta suoraan tietokantaan. Rumputarkastuksilla tätä toimintoa ei ole kuitenkaan käytetty systemaattisesti. Kuvien paremman laadun ja käytettävyyden vuoksi kuvat on otettu puhelimella tai digitaalikameralla ja tallennettu tarkastusten jälkeen esimerkiksi verkkokiintolevylle myöhempää tarkastelua varten.

Maastossa tablettitietokoneella tapahtuva rumputarkastustietojen tallentaminen RATA-järjestelmään vähentää tarkastajan toimistotyön määrää. Toisaalta tablettitietokoneella kirjattaessa ei jää käsin kirjoitettuja muistiinpanoja tarkastuksesta ja mikäli esimerkiksi tietojen tallentamisessa tulee ongelmia, on riskinä tarkastustietojen häviäminen.

Kunnossapitäjä käyttää rumputarkastuskierroksella kerättyä tietoa oman työnsuunnittelunsa apuna. Rumpujen kunnossapito on osa suurempaa kokonaisuutta, radan kuivatusta, johon kuuluu myös sivuojien kunnossapito. Rumputarkastuksilla kerätty tieto on hyödyllistä suoraan rummuille tehtävien toimenpiteiden suunnittelun lisäksi esimerkiksi sivuojien kaivuupaikkoja tai raivausten paikkoja määritettäessä.

Kesän 2017 rumputarkastuskierroksella osa rummuista valokuvattiin rumputarkastuksen yhteydessä rumputarkastusten kirjaamisen avuksi sekä kunnossapidon omaa työnsuunnittelua ajatellen. Rumpujen kuvaamista jatkettiin kesällä 2018 ja joillain rummuilla oli käytössä kokeiluluontoisesti myös videota tallentava, kypärään kiinnitetty GoPro-kamera.

Rumpujen kuvaaminen on osoittautunut teknisesti haastavaksi rumpujen pimeyden vuoksi. Käytännössä rummun sisältä otetut kuvat tulee ottaa salaman tai muun keinovalon avulla. Käytetyn kameran hämäräkuvausominaisuudet vaikuttavatkin merkittävästi kuvien laatuun.



Kuvio 6 Kuvakaappaus GoPro-videosta, käytössä ainoastaan luonnonvalo



Kuvio 7 Kamerapuhelimella ja salamalla otettu kuva saman rummun toisesta päästä

Valon puutteen vuoksi rumpujen videokuvaaminen rumpujen sisäpuolelta kypäräkameran kanssa ei ole kesällä 2018 saatujen kokemusten mukaan kovinkaan hyödyllistä. Ahtaissa rummuissa kuljettaessa kypäräkamera myös hankaloittaa jonkin verran liikkumista tullessaan selvästi henkilön pään yläpuolelle. Suurin hyöty videosta olisi mahdollisesti siinä tapauksessa, että rummun ulkopuolisia olosuhteita voitaisiin arvioida videon perusteella. Videolta voitaisiin mahdollisesti arvioida esimerkiksi telakaivinkoneen pääsyä rummun suuaukon läheisyyteen. Videon etuna kuvaan verrattuna on myös äänen tallentuminen, jolloin rumputar-kastaja voisi tarvittaessa sanella huomiota ääniraidalle.

Videoinnin käyttöä vaikeuttaa osaltaan tiedostojen suuri koko. Viiden minuutin mittainen GoPro -kameralla tallennettu video resoluutiolla 1280x720 vie tilaa noin yhden gigatavun. Tiedostojen suuren koon vuoksi videoiden siirtäminen kamerasta tietokoneen omalle tai ulkoiselle kiintolevyille kestää kauan. Mikäli videoita

halutaan pyörittää suoraan ulkoiselta kiintolevyllä, täytyy kiintolevyn tiedonsiirtonopeuden olla riittävä.

## 6 RUMPUJEN KUNNOSSAPITOSUUNNITELMA

Destian käytössä olevassa RATA-järjestelmässä on ominaisuus, jonka avulla rumputarkastustiedot voidaan viedä Excel-tiedostoksi. Taulukko ei kuitenkaan ole sellaisenaan kovin helppolukuinen kuivatuksen ja rumpujen kunnossapidon työnsuunnittelua ajatellen. Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli tuottaa kunnossapitoalueen käyttöön vaihtoehtoinen rumpujen kunnossapitosuunnitelma, josta rumputarkastustiedot ja rummulle suunnitellut toimenpiteet ovat helposti luettavissa rumpukohtaisesti.

Rumpujen kunnossapitosuunnitelma päädyttiin toteuttamaan Excel-tilukko-muodossa, koska Excelissä halutut tiedot pystytään suodatustoiminnon avulla hakemaan helposti esille. Suodatustoiminnon avulla saadaan näkyviin helposti esimerkiksi ne rataosan rummut, jotka on rumputarkastuksen yhteydessä todettu paljon liettyneiksi.

Tarkastus- ja toimenpidetiedoilla varustettua kunnossapitosuunnitelmaa ei julkaista osana tätä opinnäytetyötä, koska rumpukohtaiset tiedot on tarkoitettu ainoastaan Destia Railin omaan käyttöön. Opinnäytetyöraportissa esitetystä kunnossapitosuunnitelmassa esitetään muutamia kuvitteellisia rumpuja, jotta lukija saa käsityksen kunnossapitosuunnitelman käyttöperiaatteesta. Taulukko on nähtävissä kokonaisuudessaan opinnäytetyön liitteessä 2.

Rumputarkastushavainnot on koottu taulukon vasempaan reunaan (Kuvio 8). Havaintojen numerot ovat liikenneviraston rumpukortin mukaiset (Liite 1). Täyttöaste merkataan vasemmalle numerolla ja solun taustaväri muuttuu automaattisen muotoilutoiminnon avulla täyttöasteen mukaan.

Liikenneviraston rumpukortissa ei ole selkeästi omaa kohtaa, johon kokonaan hävinneet, esimerkiksi ratapenkan sisään hautautuneet rummut merkattaisiin. Käytännössä hävinneet rummut on ainakin kunnossapitoalueen 12 osalta merkattu rumputarkastuksilla pääasiassa tukossa (täyttöaste 3) tai veden peitossa oleviksi (täyttöaste 4) rummuiksi lisähuomiolla "ei löydy". Kokonaan hävinneiden rumpujen rivit on korostettu taulukossa punaisella, jotta ne ovat helposti näkyvillä.

Rumpujen kunnossapitosuunnitelma												
9999 Rataosa												
Havainnot												
	Rummun täyttöaste	1. Rummun päät tukossa	2. Täyttömateriaali valunut rummun sisään	3. Rummu liian lyhyt/eunakivi liian matala	4. Reunakivet/sipimuurit siirtyneet	5. Putket siirtyneet	7. Vesi virtaa rummun ohi tai rummu vuotaa	8. Teräsbetonirakenteen vaurioituminen	9. Muu vaurio	Ojat liettyneet	Ojat padottavat	Ojat pusikoituneet
Rumpu												
111+123	1											X
111+566	4											
112+522	3	Rumpua ei löydy										
123+400	2								X	X	X	
123+658	0											X
123+987	0											X
124+007	2		1					1		X		
124+600	1		1			1				X	X	
124+892	0			1				1				

Kuvio 8 Rumputarkastushavainnot rumpujen kunnossapitosuunnitelmassa

Rumpujen kunnossapitosuunnitelma on jaettu harmaalla sarakkeella kahteen eri osioon. Oikeanpuoleinen osio koskee rummulle tehtäviä toimenpiteitä (kts. kuvio 9). Oikeiden toimenpiteiden määrittämisessä voidaan käyttää tähän taulukkoon kerättyjen 2018 rumputarkastustietojen lisäksi aiempien vuosien rumputarkastustietoja, rummuista otettuja valokuvia ja muita mahdollisia tietolähteitä. Kaikkien rataosien rumpuja ei ole kuvattu 2017 tai 2018 rumputarkastusten yhteydessä, joten yhtenä toimenpiteenä taulukkoon on laitettu rummun kuvaus.



Toimenpiteet														
Kuvattava	Ei toimenpiteitä	Ojien vesonta	Rumpu tai rummun pää puhdistetaan käsin 2018	Rumpu tai rummun pää puhdistetaan koneellisesti 2018	Ojien aukaisu 2018	Rumpu puhdistetaan myöhemmin ojien aukaisun yhteydessä	Ojien aukaisu myöhemmin	Rummun uusinta	Purkien uudelleen asentaminen	Reunapalkin korotus	Kaiteet puuttuu	Rummun jatkaminen	Rummun korjaus	Jatkuva tarkkailu
Ei	Toimenpiteet vielä määrittämättä, koska kuvaus alueelta puuttuu													
K														
K														
Ei		X				X	X							
Ei		X												
Ei	X													
Ei				X			X							
Ei		X					X		X					
Ei										X	X			

Kuvio 9 Toimenpiteet rumpujen kunnossapitosuunnitelmassa

Viimeiset sarakkeet rumpujen kunnossapitosuunnitelmassa ovat "Lisätietoja" ja "Perustelut kuvaus" -sarakkeet (kts. kuvio 10). Lisätietoja-kohtaan on laitettu tarvittaessa 2018 vuoden rumputarkastuksen huomioita, tai lisätietoa määritettyyn toimenpiteeseen. Perustelut kuvaus – sarakkeesta löytyy perustelu siihen, minkä takia rumpu on määritetty kunnossapitosuunnitelmaan kuvattavaksi.

Rummun korjaus	Jatkuva tarkkailu	Lisätietoja:	Perustelut kuvaus:
uuttuu			
			Kuvattava, rumpu ollut 2017 ja 2018 veden peitossa
			Kuvattava, rumpua ei ole löytynyt 2 edellisessä tarkastuksessa
		Rumpu vetää, liettyminen johtuu ojien kunnosta.	
		Ojat vetävät ja pusikoituminen lievää	
		Rummun ja lietekuoppien aukaisu (telakoneella pääsee, ei yllä radalta, rassi?)	
		Kannen alapinnassa pinta hieman irti	

Kuvio 10 Tekstisarakeet rumpujen kunnossapitosuunnitelmassa

## 7 KUNNOSSAPITOTOIMENPITEIDEN MÄÄRITTÄMINEN

### 7.1 Yleistä kunnossapitotoimenpiteiden määrittämisestä

Tässä opinnäytetyöraportissa ei käsitellä erikseen kaikkien rumpujen toimenpiteiden määrittäystä rumpujen suuren määrän vuoksi. Toisaalta rumpukohtaiset tiedot on tarkoitettu ainoastaan kunnossapitoalueen omaan käyttöön, eikä niitä senkään vuoksi julkaista. Raportissa käsitellään kuitenkin muutama esimerkkirumpu, jotta lukija ymmärtää peruseriaatteen siitä, kuinka rumpujen kunnossapitosuunnitelmataulukkoa käytetään työsuunnittelun apuna.

Osana opinnäytetyötä opinnäytetyön tekijä on tehnyt toimenpide-ehdotukset 114 rummulle ja lisäksi mahdollisen ylimääräisen lisäkuvauskierroksen tarvetta on arvioitu 316 rummun osalta. Opinnäytetyön tekijän alustavia toimenpide-ehdotuksia on pohdittu yhdessä kunnossapidon muun henkilöstön kanssa ja tiedon hyödyntäminen käytännön työssä on aloitettu. Kunnossapitosuunnitelman pohjalta on tehty työmääräyksiä 40 rummun pään vesonnan osalta ja työt maastossa on aloitettu.

### 7.2 Esimerkki 1

Rumputarkastuksessa rumpuun liittyvien ojien on havaittu pusikoituneen (Kuvio 11). Muuta vikaa rummussa ei ole rumputarkastuksella havaittu. Rummusta otettujen kuvien ja rumputarkastustiedon perusteella toimenpiteeksi on laitettu ojien vesonta ja tämä tieto on merkattu myös kunnossapitotaulukkoon. (Kuvio 12).



Kuvio 11 Rummun päässä ja ojassa pusikoitumista

Havaitut ongelmat		Toimenpiteet	
Rumpu	Rummun täyttösele	Kuvattava	Ojien vesorota
0	1. Rummun päät tukossa	Ei toimenpiteitä	Rumpu tai rummun pää puhdistetaan käsin 2018
	2. Täyttömateriaali valunut rummun sisään		Rumpu tai rummun pää puhdistetaan koneellisesti 2018
	3. Rumpu liian lyhyt/eräkkä liian matala		Ojien aukaisu 2018
	4. Reunakivet/sijainti siirtyneet		Rumpu puhdistetaan myöhemmin ojien aukaisun yhteydessä
	5. Putket siirtyneet		Ojien aukaisu myöhemmin
	7. Vesi virtaa rummun ohi tai rumpu vuotaa		Rummun uusinta
	8. Teräsbetonikanteen vaurioituminen		Putkien uudelleen asentaminen
	9. Muu vaurio		Reunapalkin korotus
	Ojat liettyneet		Kalteet puuttuu
	Ojat pehottavat		Rummun jatkaminen
	Ojat pusikoituneet		Rummun korjaus
			Jelkava tarkkailu

Kuvio 12 Rumpu kunnossapitosuunnitelmassa

### 7.3 Esimerkki 2

Rumputarkastuksella rummun on todettu liettyneen paljon, lisäksi ojat ovat liettyneet ja pusikoituneet. (Kuviot 13 ja 14). Rummun toisessa päässä viimeinen putki on siirtynyt ja rummun sisään on valunut täyttömateriaalia (Kuvio 13). Putkien

siirtymisen ja täyttömateriaalien valumisen johdosta rumputarkastaja on suositellut rummun uusimista. Näistä vaurioista on raportoitu rummun omistajaa.

Kunnossapitotaulukkoon on merkattu kunnossapidon omiksi toimenpiteiksi ojien vesonta ja lietekuoppien kaivaminen rummun päihin. Kunnossapitotaulukkoon on myös merkattu tarve ojien aukaisulle myöhemmässä vaiheessa (Kuvio 15).



Kuvio 13 Liettynyt rumpu, jossa putket siirtyneet ja täyttömateriaali valunut rummun sisään





## 8 RUMPUTARKASTUSTEN KEHITTÄMINEN TYÖNSUUNNITTELUN NÄKÖKULMASTA

Tämä luku perustuu pääasiassa opinnäytetyön tekijän omaan näkemykseen siitä, kuinka rumputarkastuksia kannattaisi kehittää yrityksen sisällä. Opinnäytetyöntekijän näkemykset ovat muodostuneet yhden kesän mittaiseen kokemukseen rumputarkastuksista ja rumpuihin liittyvästä työn suunnittelusta. Lisäksi kehittämissuhteita on tehty toisten työntekijöiden kanssa käytyjen keskustelujen perusteella.

Rumputarkastuksia tehtäessä pelkästään rumpukortissa olevien tietojen täyttäminen ei palvele parhaalla mahdollisella tavalla rumpuihin liittyvää työsuunnittelua. Esimerkiksi ojien tietojen osalta rumpukortissa ei ole eritelty erikseen niskalasku- ja sivuojia millään tavalla. Mikäli rumputarkastustiedoista käy ilmi ojien olevan pusikoituneet, olisi hyvä tietää tarkemmin, mitkä ojista ovat pusikoituneet. Lisäksi olisi hyvä tietää, onko pusikoitumisella merkitystä veden virtauksen kannalta. Nämä tiedot olisi hyvä täyttää RATA-järjestelmän lisätieto -kohtiin rumputarkastustietoja tallennettaessa. Näin esimerkiksi raivaussahan kanssa käsipelissä suoritettavat rummun päiden vesonnat saataisiin kohdennettua paremmin niille rummuille, jotka oikeasti hyötyvät vesonnasta.

Mikäli rummussa havaitaan kunnossapitoa tai rummun korjauksia vaativia puutteita, olisi rumputarkastuksella hankituista tiedoista hyvä käydä ilmi, pääseekö rummulle kaivinkoneella ja kuinka helposti.

On toivottavaa, että liikennevirasto kehittää rumputarkastustoimintaa kokonaisuudessaan esimerkiksi kouluttamalla rumputarkastajia. Kunnossapitäjä pystyy kuitenkin parantamaan omien rumputarkastustensa laatua ja hyödyllisyyttä kohtalaisen helposti ainakin rumpujen ja rumpuun liittyvien ojien valokuvauksella. Hyvät valokuvat vastaavat useissa tapauksessa ainakin luvun alussa esitettyihin kysymyksiin ja näin ollen helpottavat rumpuihin liittyvää työsuunnittelua.

Mikäli rumpujen kuvaus saadaan osaksi rumpujen vuositarkastustoimintaa, säästytään mahdollisesti turhilta lisäkynneiltä rummulla. Kuvien avulla työtä suunniteltaessa työpanos saadaan suunnattua parhaiten juuri niille rummuille, jotka eniten kunnossapitoa vaativat. Laadukkaiden kuvien avulla kunnossapitäjä pystyy



myös raportoimaan rummun omistajalle tarvittavia tietoja rummussa todetuista vaurioista. Erityisen tärkeää tämä on niissä tilanteissa, joissa vauriot ovat vakavia. Kaikkien rumpujen järjestelmällinen valokuvaus tulisi ottaa osaksi rumpujen vuositarkastusta jo seuraavalla tarkastuskierroksella.

Erityistä huomiota kannattaa kiinnittää rumputarkastuksilla käytettäviä kameroita tai kamerapuhelimia hankittaessa kameran hämäräkuvausominaisuuksiin. Kesällä saatujen kokemusten perusteella kaikkien rumputarkastusten videointi ei ole suuren työmäärän takia järkevää, mutta joidenkin ongelmarrumpujen kohdalla tarkastuksen videoinnista esimerkiksi GoPro -kameralla voisi olla hyötyä. Mikäli ennen rumputarkastuksen suorittamista arvioidaan vaikkapa edellisen vuoden tarkastuksen perusteella, että rummulle tullaan tekemään toimenpiteitä tulevaisuudessa, voisi kuvaaminen olla kannattavaa. Kuvauksen yhteydessä videolle kannattaisi pyrkiä sanelemaan esimerkiksi arvio siitä, kuinka rummulle kulku kairavinkoneella mahdollisesti järjestyy.

Tällä hetkellä rumputarkastusten kirjaus vaikuttaisi toimivan varmimmin siten, että tiedot syötetään RATA-järjestelmään tietokoneella rumputarkastuksella kuvattujen valokuvien ja käsin täytetyn rumpukortin avulla. Näin toimittaessa tarkastuksilta jää käsin tehdyt "varmuuskopiot" tarkastustiedoista ja rumpukuvat myöhempää tarkastelua varten. Mikäli kirjaukset tehdään jatkossa maastosta tabletilla, tulisi RATA-järjestelmän toimintavarmuutta parantaa nykyisestä. Tällä hetkellä mahdollisesti toimimattomat datayhteydet maastossa aiheuttavat katkoksia tablettia käytettäessä.

## 9 POHDINTA

Opinnäytetyön tavoitteena oli tuottaa helposti luettava työsuunnitelma rumpujen kunnossapitoon radan kunnossapitoalue 12:lle. Kunnossapitosuunnitelma päädyttiin toteuttamaan Excel-taulukkona, koska taulukkomuotoisesta suunnitelmasta pystytään helposti suodattamaan tietoa Excelin suodatustoimintojen avulla. Rataosalta pystytään suodattamaan esimerkiksi kaikki rummut, joihin on suunniteltu toteutettavaksi ojien vesonta.

Kunnossapitosuunnitelmataulukon avulla rumputarkastustietojen ja suunniteltujen toimenpiteiden hyödyntäminen käytännön työssä on helpottunut. Ongelmana on se, että tietojen syöttö RATA-järjestelmästä Exceliin vie paljon aikaa. Tulevaisuudessa olisi hyödyllistä, että RATA-järjestelmää kehitettäisiin siten, että tiedon analysointi järjestelmätasolla onnistuisi nykyistä paremmin ja erillisiä Excel-taulukkoja ei tarvittaisi nykyisessä mittakaavassa.

Tämä opinnäytetyö osoittaa, että rumputarkastustoiminnassa on kehittämisen tarvetta ja rumputarkastusten yhteydessä voitaisiin kerätä nykyistä enemmän tietoa kunnossapidon suunnittelua varten. Kunnossapidon näkökulmasta olisi toivottavaa, että tilaaja päivittäisi tarkastustoiminnan ohjeistusta ja järjestäisi koulutusta rumputarkastajille ja parantaisi toiminnan prosessinomaisuutta. Tämä parantaisi tarkastusten luotettavuutta ja helpottaisi osaltaan myös tietojärjestelmien kehittämistä toimiviksi työkaluiksi.

Opinnäytetyön havainnot rumputarkastusten kehittämisestä vahvistavat edelleen sitä käsitystä, että radan tarkastusten tarkka dokumentointi ja laadukkaat valokuvat ovat hyödyllisiä työnsuunnittelun kannalta.

Loppuyhteenvedona voi todeta, että opinnäytetyön aihe oli työelämälähtöinen ja opinnäytetyö liittyi läheisesti käytännön työhön. Opinnäytetyö helpotti opinnäytetyön tekijän työskentelyä rumpujen parissa sitä kautta, että rumpuihin liittyvään teoriaan tuli perehdyttyä tarkemmin opinnäytetyön raportin kirjoittamisen takia. Opinnäytetyön raportista tuli tavoitteiden mukaisesti selkeä ja ytimekäs.

Radan kunnossapitoon liittyvässä tarkastustoiminnassa, muidenkin kuin rumputarkastusten osalta, on edelleen kehitettävää ja siltä saralta voisi löytyä useita

opinnäytetyöaiheita. Usein maastossa tehtäviä tarkastuksia, tilaajalle tehtävää raportointia ja työnsuunnittelua tekevät yrityksessä eri henkilöt. Jatkossa joku voisi opinnäytetyönään tutkia ja kehittää tiedonkulkua tarkastajien ja raportoinnin/työnsuunnittelun välillä, jotta tarkastuksilta saataisiin talteen oleelliset tiedot.

Radan kuivatus on laaja kokonaisuus, johon liittyen Destia Rail on antanut toisellekin opiskelijalle toimeksiannon opinnäytetyöhön. Liikennevirastolla ja Tampereen yliopistolla on lisäksi meneillään monivuotinen tutkimus liittyen radan kuivatukseseen ja radan geometrian pysyvyyteen. Tutkimuksen valmistuttua voisi opinnäytetyöaiheena vertailla kuivatuksen parantamista ja tuentatietoja käytännön kohteissa ja tutkia onko nähtävissä tuennan parempi pysyvyys kuivatuksen parantamisen jälkeen. (Tampereen yliopisto 2018.)

## LÄHTEET

Destia 2018. Destian hoidossa yli puolet Suomen rataverkon kunnossapitoalueista. Viitattu 12.9.2018 <https://www.destia.fi/referenssit/destian-hoidossa-yli-puolet-suomen-rataverkon-kunnossapitoalueista.html>.

Liikennevirasto 2018a. Rataverkon kunnossapito. Viitattu 5.9.2019 <https://www.liikennevirasto.fi/rataverkko/kunnossapito#.W5ADt-gzZaQ>.

– 2018b. Rataverkko. Viitattu 5.9.2018 <https://www.liikennevirasto.fi/rataverkko#.W5ALZ-gzZaS>.

– 2018c. Ratojen kunnossapidon työnjako. Viitattu 5.9.2018 <https://www.liikennevirasto.fi/rataverkko/kunnossapito/tyonjako#.W5AK0ugzZaS>.

– 2018d. Radan kunnossapidon kilpailutus. Viitattu 5.9.2018 <https://www.liikennevirasto.fi/palveluntuottajat/hankinnat/rataurakat#.W5AL8ugzZaT>.

– 2018e. Liikenneviraston kunnossapito- ja isännöintialueet. Viitattu 5.9.2018 <https://www.liikennevirasto.fi/documents/20473/24110/Rataurakoiden+kunnossapitoalueet/67978ef8-f19d-4a97-b72a-25a74e502e60>.

Nevalainen, E-P. 2011. Ratarumpujen korjausmenetelmät Tornio-Kolari rataosuudella. Oulun seudun ammattikorkeakoulu. Rakennustekniikan koulutusohjelma. Opinnäytetyö.

Taitorakenteiden tarkastusohje 2013. Liikenneviraston ohjeita 17/2013. Helsinki: Liikennevirasto. Viitattu 5.9.2018 [https://julkaisut.liikennevirasto.fi/pdf3/lo\\_2013-17\\_taitorakenteiden\\_tarkastusohje\\_web.pdf](https://julkaisut.liikennevirasto.fi/pdf3/lo_2013-17_taitorakenteiden_tarkastusohje_web.pdf).

Tampereen yliopisto 2018. Radan kuivatuksen parantaminen ja seurantavaikutusten mittaaminen. Viitattu 13.9.2018 <http://www.tut.fi/fi/tietoa-yliopistosta/uutiset-ja-tapahtumat/arkisto/X264875C2>.

Teiden ja ratojen kuivatuksen suunnittelu 2013. Liikenneviraston ohjeita 5/2013. Helsinki: Liikennevirasto. Viitattu 4.10.2018 [https://julkaisut.liikennevirasto.fi/pdf3/lo\\_2013-05\\_teiden\\_ja\\_ratojen\\_web.pdf](https://julkaisut.liikennevirasto.fi/pdf3/lo_2013-05_teiden_ja_ratojen_web.pdf).

RATO 2014. Ratatekniset ohjeet (RATO) osa 3. Radan rakenne. Helsinki: Liikennevirasto. Viitattu 6.9.2018 [https://julkaisut.liikennevirasto.fi/pdf8/lo\\_2014-17\\_rato3\\_web.pdf](https://julkaisut.liikennevirasto.fi/pdf8/lo_2014-17_rato3_web.pdf).

Rautatierumpujen hallintaraportti 2017. VR Track. Helsinki: 2017. Ei julkinen.

RIL 2006. Liikenne ja väylät II 165-2-2006. 2006. Suomen rakennusinsinöörien liitto RIL ry.

RUMKO 2006. Rumpujen korjausohje. Helsinki: Ratahallintokeskus. Viitattu 5.9.2018 [https://julkaisut.liikennevirasto.fi/pdf4/rhk\\_o1-2006\\_rumko.pdf](https://julkaisut.liikennevirasto.fi/pdf4/rhk_o1-2006_rumko.pdf).

## LIITTEET

Liite 1. Rumpukortti (Lähde RUMKO 1-5. 2006, 19)

Liite 2. Rumpujen kunnossapitosuunnitelma

.

**RUMPUKORTTI****VUOSITARKASTUS****Rummun paikka- ja ominaistiedot**

<b>Raide nro:</b>	<b>Rataosa:</b>	<b>km+m:</b>	<b>Liikennepaikka:</b>
<b>Rummun nimi:</b>		<b>Omistaja/kunn.pitäjä:</b>	
<b>Rumputyyppi:</b>		<b>Perustus:</b>	
<input type="checkbox"/> Kivirumpu	<input type="checkbox"/> Betonivalu	<input type="checkbox"/> Paaluperustus	<input type="checkbox"/> Ei tiedossa
<input type="checkbox"/> Betoniputki	<input type="checkbox"/> Muovi	<input type="checkbox"/> Teräsbetilaat	<input type="checkbox"/> Hirsiarina
<input type="checkbox"/> Kivi / betoniputki	<input type="checkbox"/> Kivirump+betkansi	<input type="checkbox"/> Sora-arina	
<input type="checkbox"/> Teräspeltti	<input type="checkbox"/> Teräsputki	<input type="checkbox"/> Stabilointi	
<b>Rummun rak.vuosi:</b>		<b>Maatukien valm.vuosi:</b>	
<b>Rummunkoko:</b>		<b>Rummun pituus (m):</b>	
Aukon leveys (m): _____		Raideluku: _____	
Aukon korkeus (m): _____			
TAI aukon halkaisija (m): _____			
<b>Rummun pää, vasen:</b>		<b>Rummun pää, oikea:</b>	
Etäisyys KL:stä (m): _____		Etäisyys KL:stä (m): _____	
Vesijuoksun ja Kv:n korkeusero: _____		Vesijuoksun ja Kv:n korkeusero: _____	
Jatkosmateriaali: _____		Jatkosmateriaali: _____	
Jatkosvuosi: _____		Jatkosvuosi: _____	
<b>Reunapalkki, vasen:</b>		<b>Reunapalkki, oikea:</b>	
Pituus (m): _____		Pituus (m): _____	
Korotettu (kyllä/ei): _____		Korotettu (kyllä/ei): _____	
Reunapalkin korkeus (m): _____		Reunapalkin korkeus (m): _____	
Materiaali: _____		Materiaali: _____	
Lisätiedot: _____			

**Rummun vuositarkastus:**

Päivämäärä ja tarkastaja:

<b>Rummun täyttöaste:</b>		<b>Ojien kunto:</b>	
<input type="checkbox"/> 0 Rumpu tyhjä		<input type="checkbox"/> 0 Ojat kunnossa	
<input type="checkbox"/> 1 Liettynt hieman (alle 10 cm)		<input type="checkbox"/> 1 Ojat liettyneet	
<input type="checkbox"/> 2 Liettynt paljon (10-25 cm)		<input type="checkbox"/> 2 Ojat pusikoituneet	
<input type="checkbox"/> 3 Rumpu tukossa		<input type="checkbox"/> 3 Ojat padottavat	
<input type="checkbox"/> 4 Rumpu veden peitossa ei voida tarkastaa			
<b>Rummun kunto:</b>	<b>VA</b>	<b>Kiir.</b>	<b>Toimenpide-ehdotus</b>
1 Rummun päät tukossa	_____	_____	_____
2 Täyttömateriaali valunut rummun sisään	_____	_____	_____
3 Rumpu liian lyhyt / reunakivi liian matala	_____	_____	_____
4 Reunakivet/siipimuurit siirtyneet	_____	_____	_____
5 Putket siirtyneet	_____	_____	_____
6 Rumpu painunut keskeltä	_____	_____	_____
7 Vesi virtaa rummun ohi tai rumpu vuotaa	_____	_____	_____
8 Teräsbetonirakenteen vaurioituminen	_____	_____	_____
9 Muu vaurio. Mikä? _____	_____	_____	_____
<b>Tarkastuksen huomiot:</b>			
1: _____			
2: _____			
<b>Tehdyt toimenpiteet:</b>			
<b>Rumputarkastuksissa käytetyt parametrit:</b>			
<b>Vaurioaste (VA)</b>	<b>Korjaustoimenpide-ehdotukset</b>		
0 kunnossa	00 Ei Toimenpiteitä	21 Reunapalkin uusiminen	
1 lievä	01 Jatkuva tarkkailu	22 Reunapalkin korotus	
2 kohtuullinen	02 Rummun puhdistus	23 Siipimuurien jatkaminen	
3 vakava	03 Rummun pään puhdistus	24 Rummun jatkaminen betoniputkilla tai vastaavilla	
4 junaturvallisuusvaara	04 Ojan puhdistus /perkaus	25 Reunapalkin tuenta ojan suunnasta	
	05 Luiskaverhousten teko	26 Reunakivien sidonta penkereen läpi	
		27 Kivien uudelleen asentaminen	
<b>Korjauksen kiireellisyys</b>	11 Kivi- / bet.rakenteiden saumaus	30 Rummun uusiminen	
0 ei toimenpiteitä	12 Vuotavan raon tukkiminen	31 Rumpuputken asentaminen vanhan sisään	
1 vaatii peruskunnossapitoa	13 Laastipaikkaus	32 Kivirummun kannenvaihto betonkanneksi	
2 korjaus 3-5 v. kuluessa	14 Ruiskubetonointi	33 Putkien uudelleen asentaminen	
3 korjaus 1-2 v. kuluessa	15 Putkien sidonta	34 Perustusten parantaminen	
4 korjattava HETI / Uusittava	16 Rummun sukkasujutus		

