Ratainfran kartoitusdatan käsittelyn kehittäminen

Radan salaojarakenteet

LAB-ammattikorkeakoulu
Insinööri (AMK), rakennus- ja yhdyskuntatekniikka
2024
Jaakko Manni

Tiivistelmä

Tekijä(t)	Julkaisun laji	Valmistumisaika
Jaakko Manni	Opinnäytetyö, AMK	2024
	Sivumäärä 44	

Työn nimi

Ratainfran kartoitusdatan käsittelyn kehittäminen

Radan salaojarakenteet

Tutkinto ja koulutusala

Insinööri (AMK), rakennus- ja yhdyskuntatekniikka

Toimeksiantajaorganisaatio

Destia Rail Oy

Tiivistelmä

Opinnäytetyö tehtiin yhteistyössä Destia Rail Oy:n kanssa. Työn toimeksiantaja oli saanut tehtäväkseen kartoittaa kunnossapitoalueen ratainfraa. Kartoituksen jälkeen ongelmaksi oli muodostunut kartoitusdatan hankala käsittely kartoitusjärjestelmässä. Työn tarkoituksena oli analysoida ja käsitellä ratainfrasta kerättyä kartoitusdataa sekä luoda toimintamalli datan jatkokäsittelylle, jotta ongelmakohteille pystyttäisiin kohdistamaan korjaustoimenpiteitä. Kartoitusdatasta rajattiin jatkokäsittelyyn ainoastaan salaojarakenteet.

Opinnäytetyön teoriaosuudessa käsitellään Suomen rautateitä yleisesti sekä keskeisimpiä radanpitoa ohjaavia lakeja. Teoriaosuudessa tarkastellaan myös radan rakenteita ja kuivatusta sekä radan kunnossapitoa. Tietoa kerättiin pääsääntöisesti perehtymällä alan ohjeisiin ja julkaisuihin. Salaojista kerätty kartoitusdata hankittiin toimeksiantajan käytössä olevasta kartoitusjärjestelmästä.

Kartoitusdatan analysoinnilla saatiin laajasti tietoa kunnossapitoalueen salaojien ongelmakohdista ja selvitettyä yleisimmät korjaustoimenpiteitä vaativat viat. Työn tuotoksena syntyi toimintamalli kartoitusdatan käsittelylle aina työnsuunnitteluun asti sekä työkalu työnsuunnittelun avuksi. Tuloksista voidaan päätellä, että kunnossapitoalueen salaojat ovat pääsääntöisesti toimintakuntoisia, mutta vakavia korjausta vaativia ongelmakohteita on kuitenkin hyvin paljon. Kohteiden kunnostaminen on ehdottoman tärkeää radan kuivatuksen toimivuuden varmistamiseksi.

Asiasanat

rautatiet, rakenteet, kuivatus, kunnossapito, kartoitus, salaojat

Abstract

Author(s)	Type of Publication	Published
Jaakko Manni	Thesis, UAS	2024
	Number of Pages 44	

Title of Publication

Developing the processing of railway infrastructure mapping data

Railway drainage structures

Degree, Field of Study

Bachelor of Engineering, Civil and Construction Engineering

Organisation of the client

Destia Rail Oy

Abstract

The thesis was conducted in collaboration with Destia Rail Oy. The client had been commissioned to map the railway infrastructure in the maintenance area. Following the mapping, the challenging handling of the mapping data in the mapping system became a problem. The purpose of the thesis was to analyze and process the mapping data collected from the railway infrastructure and to create a workflow model for the further processing of the data to target corrective measures to problem areas. Only the drainage structures were selected for further processing of the mapping data.

The theoretical part of the thesis discusses Finnish railways in general and the key laws governing railway maintenance. The theory section also examines track structures, drainage and track maintenance. The information was primarily gathered by studying industry guidelines and publications. The mapping data collected from the drainage systems was obtained from the client's mapping system.

The analysis of the mapping data provided extensive information on the drainage problems in the maintenance area and identified the most common faults requiring corrective measures. As a result of the thesis, a workflow model for processing the mapping data up to work planning and a tool to assist in work planning were developed. Based on the results, it can be concluded that the drainage systems in the maintenance area are generally operational, but there are numerous problem areas requiring serious attention. Rehabilitating these areas is crucial to ensure the effectiveness of track drainage.

Keywords

railways, structures, drainage, maintenance, mapping, drainage

Sisällys

1 Johdanto ... 1
2 Suomen rataverkko ... 3
2.1 Yleistä rataverkosta ... 3
2.2 Rataverkon tekniset ominaisuudet ... 4
2.3 Keskeiset lait ... 4
3 Radan rakenne ja kuivatus ... 6
3.1 Radan rakenne ... 6
3.1.1 Päällysrakenne ... 7
3.1.2 Alusrakenne ... 8
3.2 Radan kuivatus ... 8
3.3 Radan salaojat ... 11
3.4 Radan kuivatuksen parantaminen ... 12
4 Rataverkon kunnossapito ... 13
4.1 Radan kunnossapito ... 13
4.2 Radan kuivatuksen kunnossapito ... 14
4.3 Kunnossapidon tilaaja ... 15
4.4 Kunnossapidon tilaajan vaatimukset radan kuivatukselle ... 15
4.5 Kunnossapitotasot ... 16
4.6 Kunnossapitoalueet ... 19
4.7 Ratainfratiedon hallintajärjestelmä ... 20
5 Kunnossapitoalueen salaojakartoitus ... 22
5.1 Salaojien kartoitus ... 22
5.2 Kartoituksessa havaittuja ongelmakohtia ... 24
6 Kartoitusdatan käsittely ... 30
7 Työnsuunnittelu ... 33
7.1 Yleistä kohteesta ... 33
7.2 Ongelmakohteet ... 34
7.3 Lisäselvitystarpeet ... 37
8 Kartoitusprosessin ongelmat ja kehittäminen ... 38
9 Yhteenveto ja pohdinta ... 40
Lähteet ... 42

Liite 1. Salaojien kartoitustaulukko

Liite 2. Ongelmakohteiden sijainnit ilmakuvassa

1 Johdanto

Ratarakenteen toimiva kuivatusjärjestelmä on tärkeä osa radan toimintaa. Kuivatus vaikuttaa oleellisesti radan rakennekerrosten toimivuuteen ja sitä kautta radalla liikennöivien junien turvallisuuteen sekä ratarakenteen käyttöikään. Kunnossapitourakoitsija on saanut tehtäväkseen suorittaa laajamittaisen ratainfran kartoituksen tilaajan vaatimusten mukaisesti. Kartoitusdata on kerätty karttapohjaiseen järjestelmään ja haasteeksi on syntynyt datan jatkokäsittely, jotta kartoituksessa havaituille ongelmakohdille päästäisiin tekemään toimenpiteitä niiden korjaamiseksi.

Opinnäytetyön toimeksiantajana toimii Destia Rail Oy, joka on Destia Oy:n tytäryhtiö. Destia on Suomen suurin yritys infrastruktuurialalla ja osa maailmanlaajuista Colas-konsernia, joka on yksi maailman johtavimpia liikenneinfrastruktuurin kunnossapitäjiä ja rakentajia. Destian toiminta keskittyy suunnitteluun, rakentamiseen ja ylläpitoon, erityisesti yhteiskunnan olennaisen infrastruktuurin osalta, kuten tiet, sillat, radat ja sähköverkot. Destia on mukana kaupunkien sekä telematiikka- ja valaistusratkaisujen kehittämisessä ja tarjoaa monipuolisia palveluita liikenteen ja infrastruktuurin hallintaan. (Destia Oy 2024b.)

Destia Rail Oy on erikoistunut toteuttamaan ratkaisuja raideliikenneinfrastruktuurille, vastaten kasvaneen rautatieliikenteen kapasiteetin ja nopeusvaatimusten haasteisiin. Destia Rail toimii laajasti koko rautatienpidon parissa, kattamalla rakentamisen, kunnossapidon ja muut raideliikenteen urakoinnit. Destia Rail on merkittävä toimija radan päällysrakenteen ja turvalaitteiden kunnossapidossa Suomessa. Destia Railin asiakaskunta koostuu sekä julkisista organisaatioista, kuten Väylävirasto valtion rataverkon osalta ja kaupungeista raitiotie- ja metrorakentamisen suhteen, että yksityisraiteiden omistajista, kuten satamat ja tehtaat. (Destia Oy 2024a.)

Opinnäytetyön toimeksiantajalla on todellinen tarve kehittää ratainfrasta kerätyn kartoitusdatan analysointia ja jatkokäsittelyä. Kartoitusdata on olemassa järjestelmässä, mutta korjausta vaativille kohteille ei voida tehdä toimenpiteitä, koska datan käsittely on järjestelmätasolla hankalaa.

Tämän opinnäytetyön tavoitteena on analysoida ja käsitellä ratainfrasta kerättyä kartoitusdataa ja luoda toimintamalli kartoitusdatan ulos saamiseen järjestelmästä aina työnsuunnitteluun asti. Työnsuunnittelua varten on kehitettävä työkalu, jotta kartoituksessa kerättyjä tietoja pystytään analysoimaan ja työkalua hyödyntäen suunnitella korjaustoimenpiteet ongelmakohteille.

Opinnäytetyön tekijän tavoitteena on luoda opinnäytetyö, joka ei pelkästään hyödytä työn toimeksiantajaa vaan myös tekijää itseään perehtymään radan kunnossapitoon ja

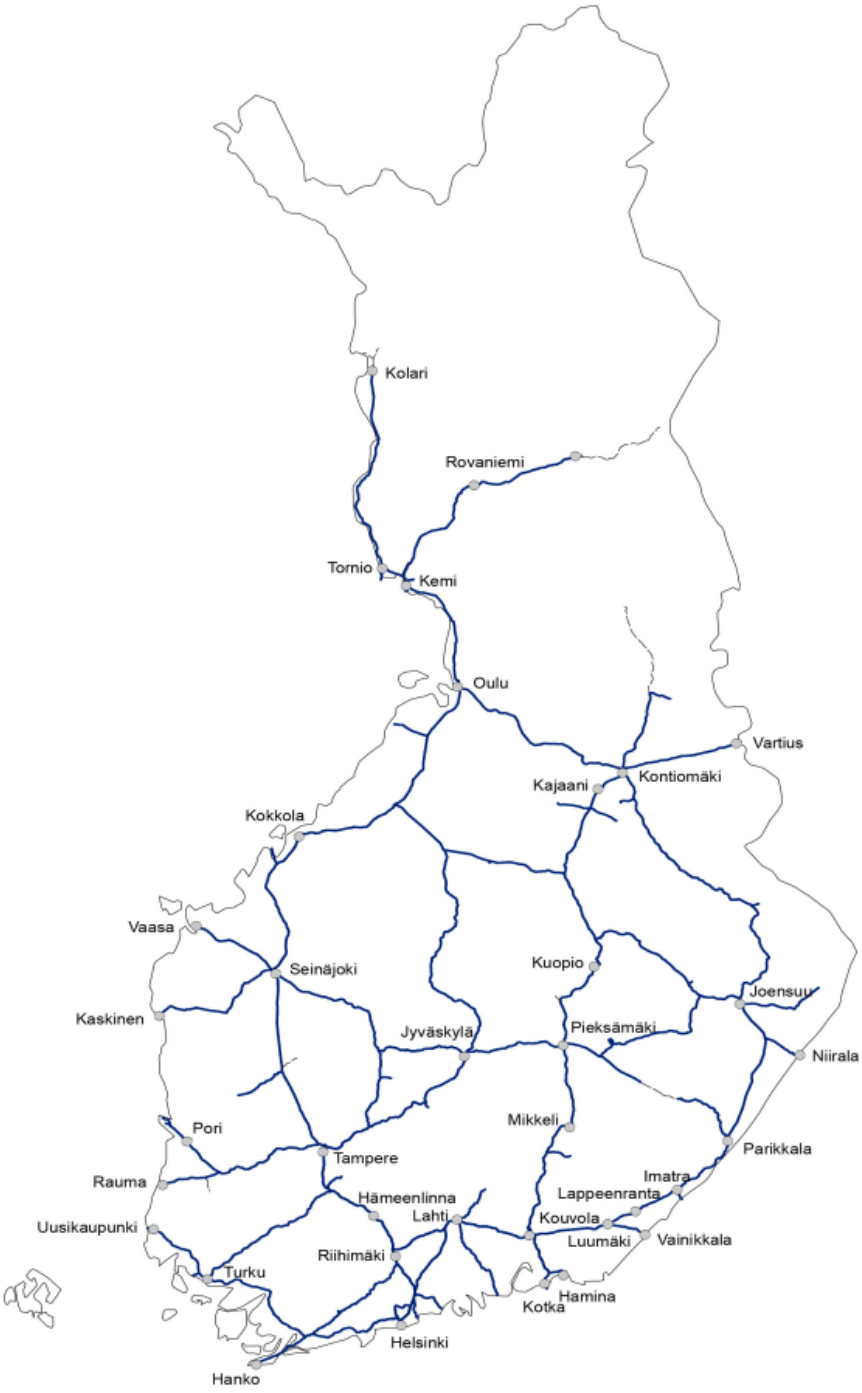
kunnossapidon käytössä olevaan ratainfran kartoitusjärjestelmään. Aihe sekä työssä käytettävä järjestelmä liittyvät vahvasti tekijän tulevaan työnkuvaan radan kunnossapidossa.

Opinnäytetyö keskittyy tarkastelemaan Destia Railin kunnossapitoaluetta seitsemän Etelä-Karjalan osalta ja analysoimaan siltä alueelta saatuja tuloksia kartoitusdatasta. Kartoitusdatasta rajataan jatkokäsittelyyn ainoastaan radan kuivatukseen liittyvät salaojarakenteet. Tulokset ja käytännöt, jotka liittyvät salaojista kerätyn kartoitusdatan käsittelyyn, ovat sovellettavissa myös muilla kunnossapitoalueilla ja kartoitusjärjestelmästä saatavaan muuhun dataan.

2 Suomen rataverkko

2.1 Yleistä rataverkosta

Suomen valtion rataverkosta (kuva 1) vastaa Väylävirasto. Väyläviraston vastuuseen kuuluu rataverkon ylläpito, parannus hankkeet ja kunnossapito. Toiminnan keskeinen tavoite on varmistaa rataverkon jatkuva kunnossapito, jotta liikennöinti on sujuvaa ja mahdollisimman turvallista. (Väylävirasto 2024a.)



Kuva 1. Suomen rataverkko (Traficom 2019, 11)

> *Rautateiden runkoverkko koostuu nopean henkilöliikenteen ja raskaan tavaraliikenteen radoista, joilla on valtakunnallista merkitystä ja jotka palvelevat lisäksi maakuntien välistä pitkämatkaista liikennettä. Runkoverkon tulee tarjota mahdollisuus sekä nopean henkilöliikenteen että tehokkaan tavaraliikenteen harjoittamiseen.* (Ratalaki 110/2007, 4 §.)

Rautatiejärjestelmään sisältyvät rataverkko ja siihen liittyvät rakennukset, järjestelmät ja laitteet, jotka ovat olennaisia liikenteen sujuvuudelle ja turvallisuudelle, mukaan lukien radalla liikkuva kalusto. Rautatiejärjestelmän koko elinkaari käsittää suunnittelun, rakentamisen, käyttöönoton, tarkastuksen ja kunnossapidon. (Väylävirasto 2018b, 6.)

Suomessa on yhteensä viisi rajanylityspaikkaa rautatiekalustolle. Näistä yksi on Ruotsiin Tornion kautta ja loput neljä ylityspaikkaa ovat Venäjälle Vainikkalasta, Imatrankoskelta, Niiralasta ja Vartiuksesta. Kansainväliset yhteydet muodostuvat myös liikenneväylistä merkittäviin henkilö- ja tavaraliikenteen keskuksiin, kuten lentoasemiin, satamiin ja edellä mainittuihin rajanylityspaikkoihin. (Väylävirasto 2023c, 13–14.)

2.2 Rataverkon tekniset ominaisuudet

Vuonna 2022 Suomen valtion rataverkon kokonaispituus oli 5918 kilometriä, ja siitä liikennöitävissä olevan radan pituus oli 5645 kilometriä. Kaksi- tai useampiraiteisia ratoja oli 713 kilometriä ja yksiraiteisia ratoja oli 5205 kilometriä. Yksiraiteisista radoista sähköistettyä rataa oli 2736 kilometriä, kun taas kaksi- tai useampiraiteiset radat olivat sähköistettynä koko pituudeltaan. Sähköistetyn radan jännite Suomessa on 25 kV ja taajuus 50 Hz. (Väylävirasto 2024a.)

Suomen rataverkon raideleveys eroaa suurelta osin Euroopassa yleisesti käytetystä 1435 mm:stä, sillä Suomessa se on 1524 mm. 22,5 tonnin akselipaino sallitaan suurimmassa osassa rataverkkoa, mutta myös 25 tonnin akselipaino on käytössä. Tavarajunien enimmäisnopeus on 120 kilometriä tunnissa, kun taas henkilöjunien enimmäisnopeudet yltävät jopa 220 kilometriin tunnissa. (Väylävirasto 2024a.) Rataverkon palvelutasoa pyritään jatkuvasti kehittämään muun muassa nostamalla 25 tonnin akselipainojen osuutta ja kasvattamalla nopeusrajoituksia pääväyläverkolla (Traficom 2021).

2.3 Keskeiset lait

Euroopan unionin (EU) liikennepolitiikalla taataan ihmisten ja tavaroiden esteetön, turvallinen, tehokas ja vapaa liikkuminen koko EU:n alueella yhtenäisten liikenneverkkojen avulla. Näissä verkostoissa hyödynnetään kaikkia liikennemuotoja, kuten rautatie-, maantie-, lento- ja vesiliikennettä. Politiikan tarkoituksena on tarjota turvallisia, tehokkaita ja

ympäristöystävällisiä liikkumisvaihtoehtoja sekä luoda edellytykset kilpailukykyiselle teollisuudelle, joka tukee kasvua ja työpaikkojen syntymistä. (European Union.)

Suomessa radanpitoa ohjataan lainsäädännöllä. Seuraavassa käydään läpi Suomen radanpidon keskeisimpiä kansallisia lakeja.

Ratalaki

Ratalain päätavoitteena on ylläpitää ja parantaa rautateiden tavara- ja henkilöliikenteen edellyttämiä tehokkaita, turvallisia ja kestävän kehityksen edistämiseen tähtääviä rautatieyhteyksiä osana liikennejärjestelmää. Lailla varmistetaan rautateiden rakentaminen, ylläpitäminen ja kehittäminen valtakunnallisena liikennemuotona sekä takaamaan mahdollisuudet osallistua rautatieliikenteen suunnitteluun samalla edistäen hyvää hallintoa ja oikeusturvaa rataverkkoon liittyvissä asioissa. (Väylävirasto 2023c, 19–20.)

Raideliikennelaki

Raideliikennelaki pyrkii edistämään rataverkon tehokkuutta, raideliikenteen turvallisuutta ja rautatiejärjestelmän yhteen toimivuutta. Raideliikennemarkkinoiden toiminnan tasapuoliset ja syrjimättömät edellytykset kuuluvat myös lain keskeisiin tavoitteisiin. (Väylävirasto 2023c, 20.)

Laki liikennejärjestelmästä ja maanteistä

Lain päätarkoituksena on liikennejärjestelmäsuunnittelun järjestäminen niin, että siinä yhdistetään alueelliset ja valtakunnalliset tavoitteet, mahdollistaen toimivan liikennejärjestelmän luomisen ja sen jatkokehittämisen. Lailla myös edistetään ja ylläpidetään turvallisia, toimivia ja kestävää kehitystä tukevia väyläyhteyksiä vastaamaan kuljetus- ja liikkumistarpeita. (Laki liikennejärjestelmästä ja maanteistä 503/2005, 1 §.)

Laki liikenteen palveluista

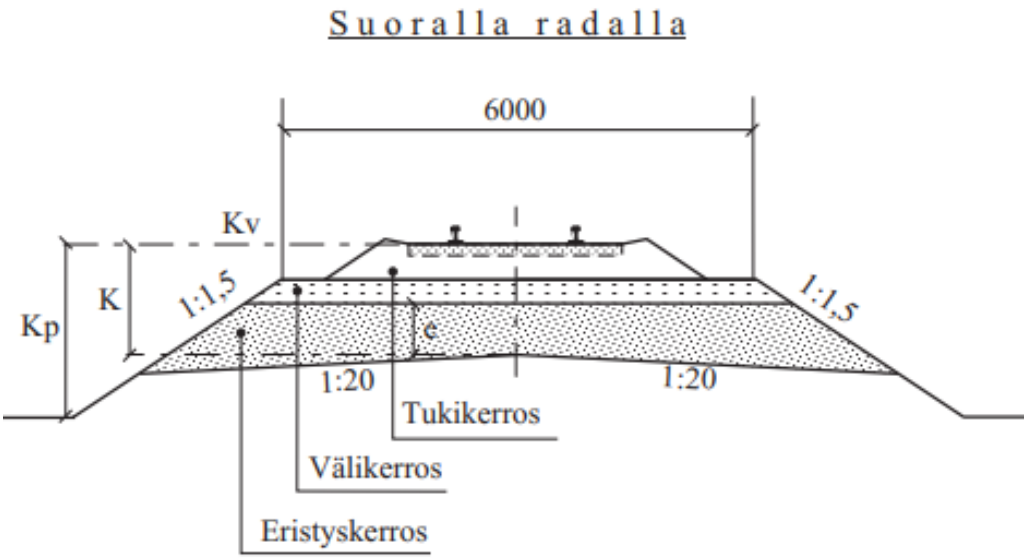
Liikenteen palveluja koskevassa laissa määritellään muun muassa rautatieliikenteen harjoittamisen ehdot, rautatieliikenteen toimiluvan myöntämisen kriteerit ja rautatieliikenteen kuljettajakoulutukset sekä pätevyydet. Lakia sovelletaan Suomessa toimiviin palveluntarjoajiin sekä kuljetuspalvelun tarjoajiin, joiden tarjoama liikennöintipalvelu kulkee Suomen kautta tai palvelun alku- tai loppupää sijaitsee Suomessa. (Väylävirasto 2023c, 20; Laki liikenteen palveluista 320/2017, 1 §.)

3 Radan rakenne ja kuivatus

3.1 Radan rakenne

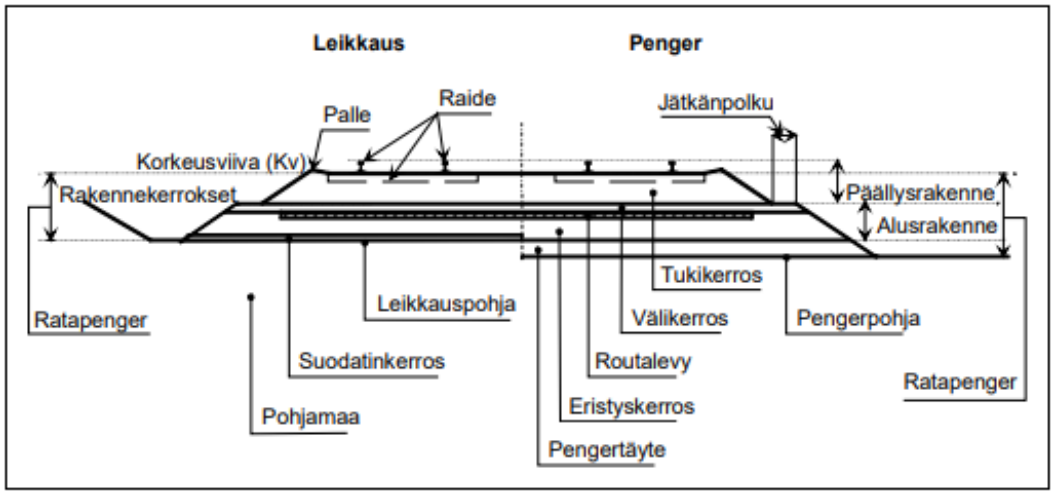
Rautatiejärjestelmän rakenteisiin kuuluu radan päällysrakenne, alusrakenne, pohjarakenteet ja kuivatusrakenteet. Muita oleellisia rakenteita ovat laiturit, asemarakennukset, sillat, sähkörata sekä turva- ja vahvavirtalaitteet. Erilaiset merkit, opasteet, kalusteet ja tukimuurit kuuluvat myös rautatiejärjestelmän rakenteisiin. (Väylävirasto 2018b, 6.)

Väyläviraston ohjeiden (2018c, 6–7) mukaan ratapenger jaetaan päällys- ja alusrakenteeseen sekä pengertäytteeseen. Päällys- ja alusrakenteet muodostuvat radan rakennekerroksista, joihin kuuluu tuki-, väli-, eristys- ja tarvittaessa suodatinkerros (kuva 2). Päällys- ja alusrakenteissa käytettyjen materiaalien paksuudet ja laatuvaatimukset määräytyvät muun muassa sijainnin, pohjamaan, roudan, radan rakennetyypin, käytettyjen ratapölkkyjen ja radan suurimman sallitun nopeuden perusteella. Rakenteissa käytettäväksi sallitut materiaalit ja niiden laatuvaatimukset on esitetty InfraRYL:ssä.



Kuva 2. Radan normaalipoikkileikkaus penkereellä, kun radan nopeus ≤ 200 km/h (Väylävirasto 2018c, liite 2/6)

Ratapenger voidaan perustaa maaleikkaukseen tai pengertämällä (kuva 3). Penkereelle perustettaessa käytetään pengertäytettä tasaamaan pohjamaan pystysuuntaisia korkeuseroja. Pengertäytteessä käytettävät materiaalit ja niiden laatuvaatimukset on määritelty InfraRYL:ssä. (Väylävirasto 2018c, 8.)



Kuva 3. Radan rakenneosien nimityksiä (Väylävirasto 2018c, 8)

Erillistä suodatinkerrosta voidaan tarvittaessa käyttää maaleikkaukseen perustettaessa, jolloin se estää pohjamaan ja eristyskerroksen sekoittumisen. Leikkauksessa pohjamaan yläpintaa kutsutaan leikkauspohjaksi, kun taas penkereessä sitä kutsutaan pengerpohjaksi. (Väylävirasto 2018c, 8.)

3.1.1 Päällysrakenne

Radan päällysrakenteeseen kuuluu tukikerros ja raide. Raide muodostuu kiskoista, kiskojen kiinnitys- ja jatkososista, ratapölkyistä, vaihteista sekä muista raiteen erikoisrakenteista esimerkiksi raideristeyksistä. Raiteen tehtävä on toimia alustana raideliikenteelle sekä ottaa vastaan liikenteen kuormat. (Väylävirasto 2023b, 4.)

Tukikerroksen tärkein tehtävä on pitää raide geometrisesti oikeassa asennossa ja asemassa sekä siirtää kuormat hallitusti alusrakenteelle. Tukikerros muodostaa myös raiteelle kantavan ja tasaisen alustan ja mahdollistaa tehokkaan kuivatuksen. Kerroksen materiaalina käytetään ensisijaisesti raidesepeliä, mutta myös raidesoran käyttö on mahdollista, kun parannetaan olemassa olevaa soratukikerrosta. Tukikerroksen laatua määrittävät tekijät sisältävät kerroksen paksuuden ja leveyden, kiviaineksen laadun, raekoon sekä tiivistymisominaisuudet. (Väylävirasto 2023b, 4, 15.) Kerroksen paksuus ja leveys määräytyy radan nopeuden, tukikerrosmateriaalin, ratapölkkyjen, rataluokan ja kiskopituuden perusteella. Uusi raidesepeli on CE-merkittyä ja sen on täytettävä sille määrätyt laatuvaatimukset, jotka on esitetty standardissa SFS-EN 13450 ja sen kansallisessa soveltamisstandardissa SFS 7007. (InfraRYL 24100. Tukikerrokset ratarakenteissa. Copyright Rakennustietosäätiö 2023c.)

3.1.2 Alusrakenne

Radan alusrakenne koostuu väli-, eristys- ja suodatinkerroksesta. Välikerroksen tehtävänä on tasata ja luoda tukikerrokselle mahdollisimman kantava alusta. Kerros estää myös tukikerroksen sekoittumisen eristyskerrokseen ja muihin alla oleviin rakennekerroksiin. Mahdollinen lisäroutasuojaus asennetaan väli- ja eristyskerroksen väliin. (Väylävirasto 2018c, 6, 8.)

Eristyskerros siirtää ja jakaa hallitusti kuormat pohjamaahan. Kerroksen tehtävänä on myös estää kapillaarisen veden nousun nousemasta kerroksen alaosasta ja siten vähentää tai kokonaan estää alapuolisten maakerrosten routiminen. Eristyskerros toimii myös suodatinkerroksena ja muodostaa välikerrokselle tasaisen ja kantavan alustan. Erillistä suodatinkerrosta ei tarvita, jos pohjaolosuhteet eivät sitä vaadi. (Väylävirasto 2018c, 6, 8.)

Radat luokitellaan viiteen eri alusrakenneluokkaan taulukon 1 mukaisesti siten, että luokka 4 on vaativin. Alusrakenneluokan määrittää joko tavara- tai henkilöliikenne sen perusteella, kumman vaatimustaso on suurempi. (Väylävirasto 2018c, 16.)

Alusrakenne-luokka	Henkilöliikenteen suurin sallittu nopeus, V [km/h]	Tavaraliikenteen suurin sallittu nopeus 225 kN akselipainolla, V [km/h]	Tavaraliikenteen suurin sallittu nopeus 250 kN akselipainolla, V [km/h]
0	≤ 50	≤ 40	≤ 40
1	≤ 120	≤ 100	≤ 60
2	≤ 200	≤ 100	≤ 80
3	≤ 250	≤ 120	≤ 100
4	> 250	> 120	> 100

Taulukko 1. Radan alusrakenneluokat (Väylävirasto 2018c, 16)

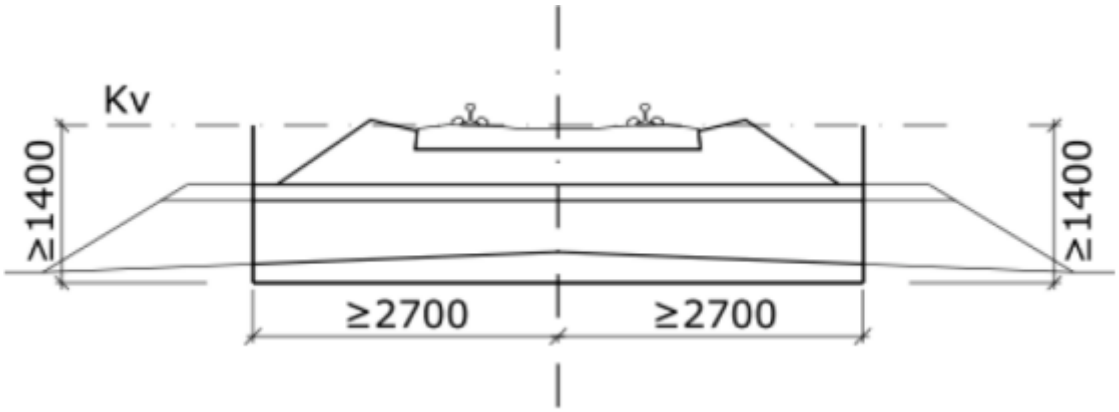
Alusrakenneluokka vaikuttaa muun muassa radan painumamitoitukseen, pengerleveyden mitoitukseen ja routamitoitukseen. Mitä vaativampi alusrakenneluokka, sitä pienemmät toleranssit ja järeämmät alusrakenteet vaaditaan. (Väylävirasto 2018c, 17–23.)

3.2 Radan kuivatus

Toimiva kuivatus on oleellinen asia ratarakenteen toiminnassa. Kuivatuksen päätehtävä on veden johtaminen pois radan pinnalta ja rakennekerroksista. Toimiva kuivatus parantaa rakenteiden kantavuutta ja vähentää niiden routivuutta. (Väylävirasto 2023e, 10.)

Kuivatusjärjestelmän erilaisia vaihtoehtoja tarkasteltaessa, kuten avo-ojan rakentaminen tai sadevesiviemäröinti, on tarpeen huomioida eri vaihtoehtojen hyödyt sekä haitat.

Tarkastelussa tulisi ottaa huomioon kuivatusjärjestelmän kustannukset, kunnossapidon haasteet sekä rahassa mittaamattomat näkökulmat, kuten liikenneturvallisuus ja visuaalinen ilme. Radan kuivatuksessa on huomioitava myös alitusrakenteista vapaa alue (kuva 4), mikä tarkoittaa, että radan alittavia rakenteita ei saa sijoittaa raiteen keskilinjasta 2,7 metrin päähän sivulle ja 1,4 metrin syvyydelle korkeusviivasta. (Väylävirasto 2023e, 10, 103.)



Kuva 4. Radan alitusrakenteista vapaa alue (Väylävirasto 2023e, 103)

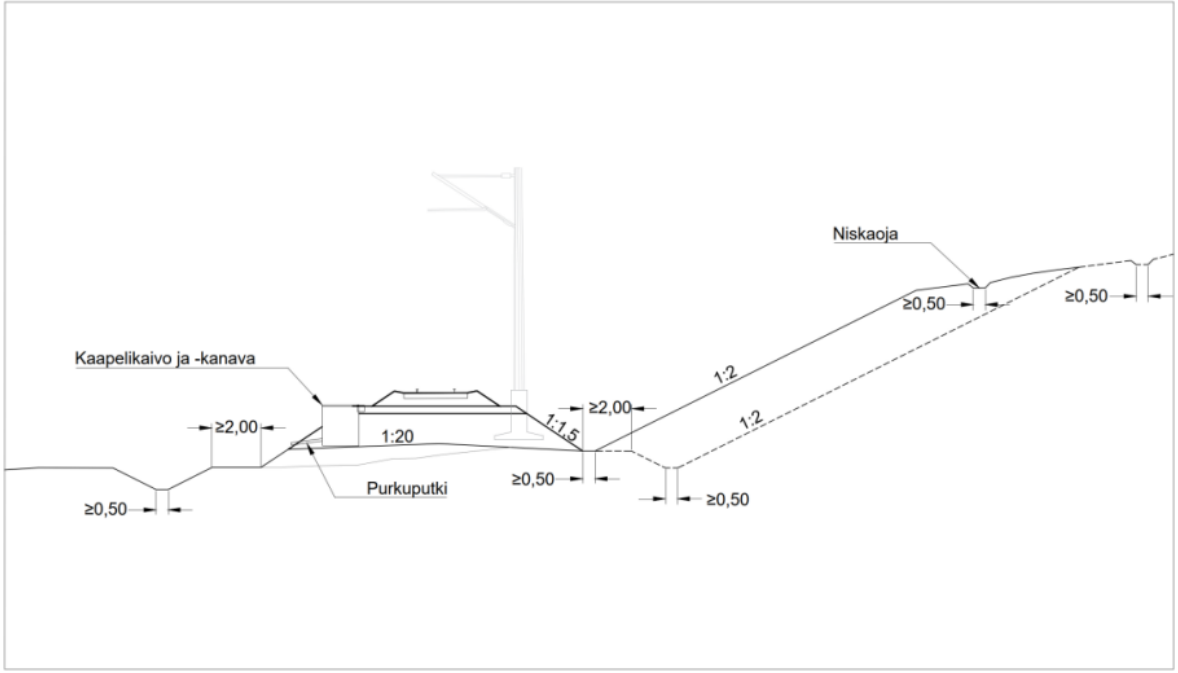
Kuivatus jaetaan kahteen osaan, pintakuivatukseen ja syväkuivatukseen. Pintakuivatuksen avulla pyritään poistamaan radan pinnalle kerääntyvä vesi sekä mahdollinen radan ympäristöstä tuleva hulevesi. Nämä vedet ohjataan sivuojiin, hulevesikaivoihin tai koururakenteisiin. Pintakuivatuksella pyritään myös estämään veden haitallinen kulkeutuminen rakenteen ja penkereen läpi viereisille kiinteistöille. Syväkuivatuksella puolestaan pyritään estämään veden jääminen radan rakenteeseen, mikä mahdollistaisi rakenteen routimisen ja heikentäisi sen kuormituskestävyyttä. Ratarakenteen syväkuivatus toteutetaan aina tilannekohtaisesti. (Väylävirasto 2023e, 10.)

Ratarakenteen kuivatussyvyys on normaalisti rakennekerrosten alapinta ja kallioleikkauksissa alapinta -500 mm. Kuivatussyvyydestä voidaan poiketa tapauksissa missä radan korkeusviiva on suhteessa läheisen vesistön vedenpintaan niin alhaalla, että osa rakennekerroksista jää vedenpinnan alapuolelle tai jos jouduttaisiin tekemään ympäristölle haitallisia laskuojajärjestelyjä kuivatustason saavuttamiseksi. Olemassa olevilla raiteilla on mahdollista käyttää alennettua kuivatussyvyyttä tapauksissa, missä tavoiteltuun kuivatussyvyyteen ei ole teknisistä ja taloudellisista syistä mahdollista päästä. Tällöin kuivatussyvyyden taso määräytyy alusrakenneluokan ja -materiaalin perusteella. (Väylävirasto 2023e, 103.)

Avo-ojat, suoto- ja salaojat sekä hulevesiviemärit ja rummut kuuluvat radan kuivatusrakenteisiin. Ratarakenteen kuivatus toteutetaan lähtökohtaisesti avo-ojilla, mutta esimerkiksi turvallisuuden, tilansäästön tai ulkonäöllisten tekijöiden vuoksi, voidaan joutua käyttämään sala- tai suoto-ojia. Esimerkiksi pehmeikkö alueilla ojan syvyys ja luiskakaltevuus on varmistettava vakavuuslaskelmin, joiden tuloksena avo-oja joudutaan mahdollisesti

korvaamaan muulla kuivatusrakenteella. Avo-ojiin luetaan sivu-, leikkaus-, niska- ja laskuojat. (Väylävirasto 2023e, 104.)

Ratarakenteen kuivatuksen kannalta toimivin ja ylläpitokustannuksiltaan edullisin ratkaisu on käyttää sivu- tai leikkausojia. Ojien viemä tila on otettava huomioon jo ratasuunnitelmavaiheessa ja niiden sijoitukselle on asetettu vaatimukset InfraRYL kohdassa 14340. Radan hulevesien hallinta tapahtuu penkereellä pääsääntöisesti sivuojilla ja maaleikkauksessa leikkausojilla (kuva 5). (Väylävirasto 2023e, 104.)



Kuva 5. Sivu-, leikkaus- ja niskaojan sijoitus maaleikkauksessa ja -penkereellä (Väylävirasto 2023e, 105)

Sivuojat sijaitsevat ratarakenteessa erillään ratapenkereestä. Pengerluiskan alareunan ja sivuojaluiskan yläreunan väliin jätetään 2 metriä leveä tasanne. (InfraRYL 14340. Avo-ojat ja -uomat. Copyright Rakennustietosäätiö 2023b.) Sivuojat sijoitetaan mahdollisimman lähelle rautatiealueen rajaa luiskakaltevuudet huomioon ottaen. Näin saadaan rautatiealueen ulkopuolelta mahdollisesti virtaavat vedet hallintaan heti alueiden rajalla ja samalla estetään rautatiealueelta ympäristöön valuvien vesien haitalliset vaikutukset. (Väylävirasto 2023e, 104.)

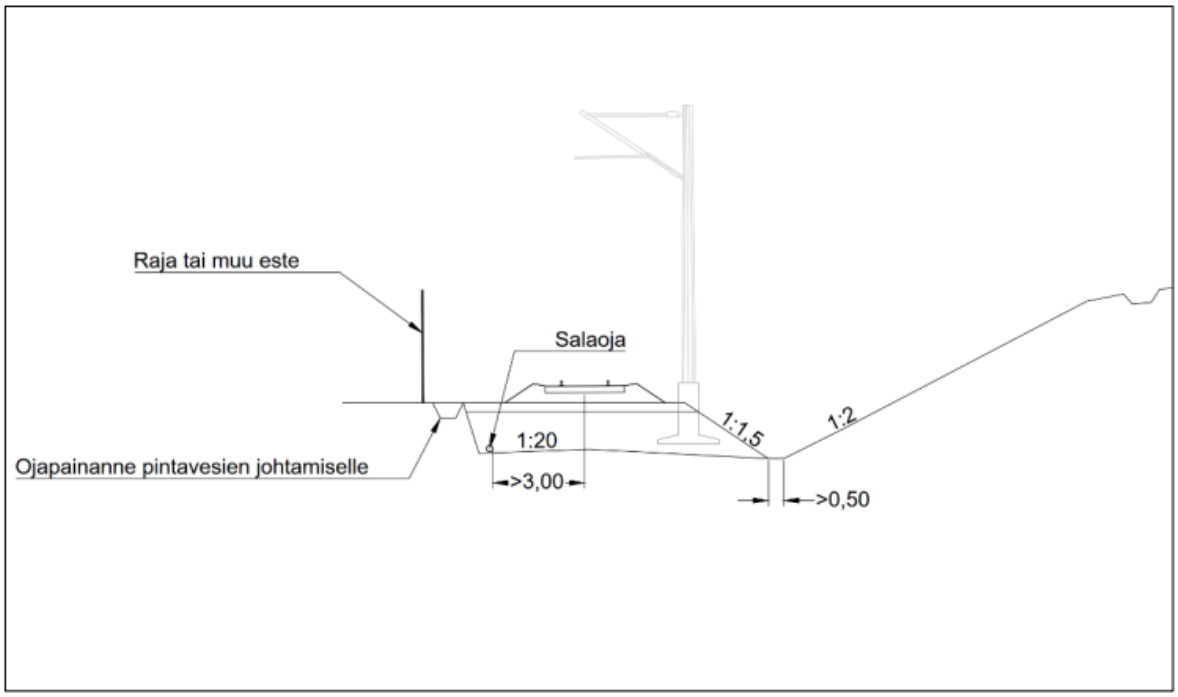
Ratarakenteessa leikkausoja tehdään maaleikkausosuudelle, joka kaivetaan samassa yhteydessä kuin radan leikkauspohja. Leikkausojan sijoitus poikkeaa sivuojasta siten, että se alkaa välittömästi rakennekerrosten vierestä. (InfraRYL 14340. Avo-ojat ja -uomat. Copyright Rakennustietosäätiö 2023b.) Tasanne tarvitaan myös maaleikkauksissa, jos leikkausojan pohja yltää radan alusrakenteen alapuolelle. Maaleikkauksissa on muistettava

ottaa huomioon pintavesien virtauksesta mahdollisesti aiheutuva eroosio. (Väylävirasto 2023e, 104.)

Niskaojan käyttö voi olla tarpeen maaleikkausluiskan yläreunassa, jos maanpinta on luiskan päällä sivukalteva kohti rataa tai jos pohjamaan kerrosrakenne on sivukalteva radan suuntaan. Niskaojalla estetään pintaveden virtaaminen leikkauksen ulkopuolelta. Vesi voi kuitenkin virrata maaperän kerrosrakenteen takia syvemmällä tiiviin maakerroksen tai kallion pintaa pitkin ratarakenteeseen. Kallioleikkauksiin ei lähtökohtaisesti tehdä niskaojaa kallioluiskan sortumisriskin takia. (Väylävirasto 2023e, 105.)

3.3 Radan salaojat

Salaojia käytetään ratarakenteen kuivatukseen lähinnä tapauksissa, missä avo-ojien käyttö ei ole mahdollista. Edellä mainittuja tapauksia tulee yleensä ahtaissa paikoissa, missä avo-ojan sijoittaminen on tilan vähäisyyden vuoksi mahdotonta (kuva 6) tai salaojan käyttö on teknillisistä, turvallisuuteen liittyvistä ja taloudellisista syistä järkevämpää.



Kuva 6. Salaojan käyttö kapealla rautatiealueella (Väylävirasto 2023e, 106)

Ratarakenteiden ali meneviä salaojia ei lähtökohtaisesti käytetä epätasaisen routanousun ja painumien välttämiseksi. On kuitenkin tapauksia, missä esimerkiksi salaojan laskuputki menee radan ali, jolloin putken täytyy olla ratarummun materiaalivaatimuksien mukainen. (InfraRYL 14310. Salaojaputket. Copyright Rakennustietosäätiö 2023a.)

Radan salaojien vähimmäisetäisyys raiteen keskilinjasta on 3–4 metriä ja salaojat asennetaan rakennekerrosten alapinnan tasolle, mutta kuitenkin vähintään 1400 mm syvyydelle.

Näin vältetään kuivatusrakenteiden tuleminen alitusrakenteista vapaana pidettävälle alueelle ja vältetään sähköradan pylväsperustusten ja salaojien yhteen törmääminen sekä saadaan salaojien huoltaminen helpommaksi. Salaojat on varustettava tarkastuskaivoilla- ja putkilla 50 metrin välein. Salaojien materiaalivaatimukset on esitetty InfraRYL:ssä. (Väylävirasto 2023e, 106.)

Ratapihojen kuivatus vaatii yleensä salaojituksen ja hulevesiviemäröinnin, koska avo-ojille ei ole riittävästi tilaa. Lumitilan tarve ja sulamisvesien poistumisreitit ratapihoilla on hyvä ottaa huomioon jo suunnitteluvaiheessa. Lumen varastointialueilla tarvitaan toimivat ritiläkantiset hulevesikaivot lumen sulamisvesiä keräämään. Ratapihan muilla alueilla ei yleensä tarvita hulevesiä keräävää järjestelmää, sillä pintakerrokset ovat vettäläpäisevää materiaalia. Ratapihat ovat yleensä ahtaita, joka tuottaa haasteita salaojien huollettavuudelle. Niin sanotuilla VAK-ratapihoilla eli ratapihoilla, joilla käsitellään vaarallisia aineita, täytyy kuivatusjärjestelmä suunnitella siten, että mahdollisissa onnettomuuksissa sammutusvedet ja salaojiin kulkeutuneet haitta-aineet pystytään keräämään erilliseen altaaseen, mistä ne saadaan siirrettyä asianmukaiseen jatkokäsittelyyn. (Väylävirasto 2023e, 108.)

Laiturialueilla alikulkujen portaiden perustuksien ja hissikuilujen kuivatus hoidetaan salaojilla. Vedet ohjataan salaojia pitkin hulevesiviemäriin. Tapauksissa missä painovoimaista vesien poistoa ei voida toteuttaa, johdetaan vedet pumppaamon kautta viemäriverkostoon. (Väylävirasto 2023e, 109.)

3.4 Radan kuivatuksen parantaminen

Olemassa olevan radan toistuvien kuivatusongelmien ratkaisemiseksi, täytyy ensin selvittää näiden ongelmien juurisyyt. Tätä varten on suoritettava perusteellinen maastotarkastus, jossa tulee kartoittaa radan sivuojat ja laskuojat huolellisesti riittävän laajalta alueelta sekä tarkistaa rumpujen ja mahdollisten salaojien kunto. Näin saadaan kokonaiskuva alueen tilanteesta. Kuivatuksen tehostamiseen tarvittaviin toimenpiteisiin riittää yleensä ojien perkaus ja salaojien huuhtelu. Jos kuivatuksen heikko toimivuus johtuu ratapenkereeseen kiinni rakennetusta vastapenkereestä tai tiestä, voidaan ratapenkereen kuivatusta parantaa rakentamalla radansuuntainen salaoja tai suotosalaojia kuivatusta tukkivan rakenteen läpi. (Väylävirasto 2023e, 110.)

Parannettavan radan kuivatus täytyy pitää vaaditulla tasolla. Radan parantamistoimenpiteitä voi esimerkiksi olla lisäraiteen rakentaminen, pohjanvahvistus toimenpiteet tai radan päällysrakenteen uusiminen. Parannettavan radan kuivatus toteutetaan lähtökohtaisesti avo-ojilla rakennekerrosten alapinnan tasoon. (Väylävirasto 2023e, 110.)

4 Rataverkon kunnossapito

4.1 Radan kunnossapito

Radan kunnossapidolla pyritään luomaan edellytykset rautateiden liikenteen sujuvuudelle ja turvallisuudelle. Tavoitteena on ennaltaehkäistä vikojen ja vaurioiden syntymistä sekä huolehtia päivittäisen kunnossapidon riittävästä tasosta turvallisuuden varmistamiseksi. Mikäli tarvittavia korjaustoimenpiteitä laiminlyödään, päivittäisen kunnossapidon kustannukset nousevat ja liikennerajoitukset lisääntyvät aiheuttaen häiriöitä liikenteen matka- ja kuljetusaikoihin. Merkittävää tarvetta kunnossapidolle aiheuttaa väyläomaisuuden heikentynyt kunto, mikä johtaa korjausvelan kasvuun. Rataverkon rakenteiden ja laitteiden asianmukaista ylläpitoa ei ole viime vuosina pystytty pitämään vaaditulla tasolla. Tästä syystä korjausvelan hallinnasta tulee entistä vaikeampaa, kun suurin osa rataverkosta saavuttaa peruskorjausikänsä. Useissa kohteissa myös kuivatuksen ja routasuojauksen parantaminen on ajankohtaista. (Väylävirasto 2020b, 29.)

Rataverkon kunnossapito kuuluu Väyläviraston perusväylänpidon rahoituksen piiriin. Vuosittain kunnossapitoon käytetään noin 200 miljoonaa euroa. Kunnossapidon lähtökohta on, ettei sen tasosta karsita, vaikka rahoitustasot vaihtelisivat. (Väylävirasto 2023c, 22, 25.)

Väyläviraston (2023c, 22, 25) mukaan, rataverkon kunnossapito käsittää radan hoidon, korjaukset ja parantamisen. Hoidolla varmistetaan rataverkon päivittäinen liikennöitävyys ja turvallisuus. Hoito toteutetaan erilaisilla toimenpiteillä, kuten radan tarkastuksilla, raiteiden tuennalla, talvikunnossapidolla, laitteiden hoidolla ja huollolla, siltojen ja laitureiden hoidolla ja sähköradan ylläpidolla.

Tehokkaalla hoidolla pidennetään ratainfran elinkaarta, mutta sillä ei pelkästään voida ylläpitää ratainfrastruktuuria. Kun ratarakenteet vanhenevat, tarvitaan myös korjaustoimenpiteitä, joiden avulla palautetaan alkuperäinen palvelutaso. Korjaustoimenpiteisiin sisältyy vaurioiden korjaus rataverkon rakenteiden rikkoutumisesta, kulumisesta ja ikääntymisestä johtuen sekä heikkenevien rakenteiden ja laitteiden uusiminen. Kasvaneet liikennemäärät ja muuttunut maankäyttö asettaa vaatimuksia rataverkon liikenneturvallisuudelle ja palvelutasolle. Liikenneturvallisuutta ja palvelutasoa pyritään jatkuvasti ylläpitämään vaaditulla tasolla erilaisilla parannustoimenpiteillä. (Väylävirasto 2023c, 22, 25.)

Radan kunnossapidossa on vältettävä toimenpiteitä, jotka voivat aiheuttaa haitallisia vaikutuksia ympäristölle. Ympäristöriskeistä täytyy olla tietoisia ja niitä pitää voida hallita omalla toiminnalla. Kunnossapitoon liittyvien tarkistusten ja korjaustoimenpiteiden päätarkoitus on varmistaa rautatiealueen moitteeton toimintakunto ja samalla ennaltaehkäistä sekä vähentää ympäristölle mahdollisesti aiheutuvia haittavaikutuksia. Kunnossapidossa on otettava

huomioon myös ihmisten terveyteen ja viihtyvyyteen liittyvät riskit, ja pyrittävä minimoimaan ne. (Väylävirasto 2021d, 6.)

4.2 Radan kuivatuksen kunnossapito

Keskeisimmät lait, jotka ohjaavat kuivatuksen kunnossapitoa, suunnittelua ja rakentamista ovat vesilaki ja ympäristönsuojelulaki, maankäyttö- ja rakennuslaki, ratalaki, laki liikennejärjestelmästä ja maanteistä sekä laki tulvariskien hallinnasta. Ratalaki, vesilaki ja laki liikennejärjestelmästä ja maanteistä määräävät ojituksen toteutettavaksi ja kunnossapidettäväksi siten, että vahingollista vettymistä tai muuta mahdollista edunmenetystä ei ole mahdollista aiheutua toiselle kuuluvalla alueella suoritettavista toimenpiteistä. (Väylävirasto 2023e, 13–14.)

Sivuojat, laskuojat, niskaojat, salaojat sekä leikkausojat on Väyläviraston hallinnoimilla alueilla ylläpidettävä alkuperäisen käyttötarkoituksen vaatimassa kunnossa. Tämä edellyttää sivu- ja muiden ojien pitämistä puhtaana kasvillisuudesta ja muista esteistä, jotka olennaisesti haittaavat virtausta. Pehmeikköalueilla penkereen vakavuus täytyy olla asianmukaisesti tutkittu, ennen kuin sivuojia saa syventää suunnitelmia syvemmäksi. (Väylävirasto 2002, 46.) Lisäksi ratasuunnitelmassa määritellään rasiteoikeudet niille laskuojille, jotka sijoittuvat toisen omistamalle maalle. Rasiteoikeuden myötä radan kunnossapitäjällä on oikeus suorittaa muun omistajan mailla sijaitsevien laskuojien kunnossapitoa. (Väylävirasto 2023e, 11–12.)

Väyläviraston ohjeiden (2021b, 92) mukaan kunnossapidon tehtäviä kuivatusjärjestelmien ylläpidossa on

- hulevesien hallinta- ja ohjausrakenteiden toimivuuden ja kunnon tarkastaminen
- purku-uomien perkaaminen ja siivoaminen kasvijätteistä sekä roskista
- viivytysaltaisiin ja -lammikoihin sekä kosteikkoihin kerääntyneen kasvillisuuden raivaaminen ja niittäminen sekä lietteen poistaminen
- lietteen poistaminen laskeutusaltaista
- rumpujen, patorakenteiden, kaivojen ja kansistojen sekä muiden vesiteknisten rakenteiden kunnon tarkkaileminen ja kunnostaminen
- salaojien huuhteleminen
- kaivojen lietepesien tyhjentäminen.

Rumpujen ylläpito on toteutettava siten, että niiden virtauskapasiteetti säilyy mahdollisimman suurena eikä rummun padottamisesta aiheudu vaaraa radan rakenteelle. Keväällä lumen sulaessa nopeasti, on huolehdittava siitä, että rummut pidetään tarpeeksi auki

sulattamalla tai muilla menetelmillä, jotta vesi ei aiheuta vahinkoa penkereelle tai muille rakenteille. Talvella rumpujen päät voidaan suojata jäätymiseltä. Rummun alitse tai sivuitse penkereen läpi virtaavan veden kulku on estettävä ponttiseinällä tai injektoinnilla. Rummun yhteydessä olevan uoman eroosiovauriot on korjattava. (Väylävirasto 2002, 46.)

4.3 Kunnossapidon tilaaja

Valtion rataverkon haltija ja radanpidosta vastaava Väylävirasto, toimii rataverkon kunnossapitourakoiden tilaajana. Väylävirasto toimii liikenne- ja viestintäministeriön hallinnonalalla keskushallinnon virastona. Se vastaa radanpitäjänä valtion hallinnassa olevien rataväylien palvelutason ylläpidosta ja kehittämisestä. Virasto pyrkii parantamaan väylien liikenneturvallisuutta, liikenneverkon toimivuutta ja automatisaatiota sekä kestävää kehitystä osana laajempaa liikennejärjestelmää. (Laki Väylävirastosta 862/2009, 1 §.)

Väylävirasto kehittää toiminnallaan infra-alaa ja vastuullista rakentamista. Huolehtimalla rataliikenteen palvelutasosta, Väylävirasto tukee elinkeinoelämän kilpailukykyä ja parantaa yhteiskunnan hyvinvointia. Väylän päätehtävänä on reagoida tehokkaasti ja vastuullisesti liikkumisen muutoksen tuomiin asiakastarpeisiin ja tarjota yhteiskunnalle kasvun mahdollisuuksia toimivan ja turvallisen infrastruktuurin muodossa. (Väylävirasto 2024b.)

Väylävirasto toimii tilaajavirastona, joka hankkii palveluja ulkopuolisilta yrityksiltä. Rataverkon osalta tärkeimmät Väylän hankkimat palvelut ovat liikenteenohjaus, käyttökeskuspalvelut, kiinteistönhoito sekä radanpito, johon kuuluu muun muassa ratojen kunnossapito ja korjaukset. (Väylävirasto 2022.)

4.4 Kunnossapidon tilaajan vaatimukset radan kuivatukselle

Ojien kunnossapito

Sivu-, niska- ja laskuojien kunnossapitoon kuuluu säännöllinen tarkastaminen ja puhdistus niin, että säilytetään riittävä virtauskapasiteetti. Ojat on puhdistettava ja raivattava vähintään 10 rd-km matkalta vuodessa, sisältäen kaikki mahdolliset ojat molemmin puolin rataa. Kunnossapitoalueen puhdistus ja raivaus alueet sovitaan yhteistyössä tilaajan kanssa. Lisäksi puut ja kasvillisuus on poistettava radan sivuojista ja rataluiskista vuosittain. Mikäli yhteisymmärrykseen ei päästä, tilaajalla on oikeus määrittää puhdistettavat ja raivattavat alueet. Puhdistus ja raivausalueet määritellään sivuojien katselmointi- ja kävelytarkastus vikojen analysointiraporttien perusteella. (Väylävirasto 2020a, 86.)

Ojien kunnossapitoon kuuluu myös ongelmatilanteiden tarkastelu ja raportointi tilaajalle tilaajan hallitseman alueen ulkopuolisten lasku- ja niskaojien osalta, erityisesti rautatien

kuivatuksen näkökulmasta. Raportointi suoritetaan karttapohjaa hyödyntäen ja sovitun raportointikäytännön mukaisesti, joka on ennalta hyväksytty tilaajan toimesta. (Väylävirasto 2020a, 86.)

Poistettu puhdistusjäte kerätään ja sijoitetaan radan sivuojan ulkopuolelle siten, että se ei haittaa radan kuivatusta tai rautatiealueiden siisteyttä. Leikkausalueilla tai asutuksen näkemäalueilla raivausjätteet tulee kerätä ja kuljettaa muualle läjitettäväksi. (Väylävirasto 2020a, 86.)

Ratarumpujen kunnossapito

Ratarumpujen ja muiden radan kuivatuksen yhteydessä olevien rumpujen kunnossapitoon kuuluu rumpujen päiden puhdistus sekä rumpujen ylläpitäminen siten, että varmistetaan maksimaalinen virtauskapasiteetti ja vältetään rummun tukkeutumisen aiheuttamat riskit radan rakenteelle ja ympäristölle. Rummun aukkokoosta sallitaan enintään 10 % liettymä. (Väylävirasto 2020a, 87.)

Rummut tarkastetaan syksyllä ennen talven saapumista, jotta varmistetaan riittävä virtauskapasiteetti. Rumpujen päät suojataan jäätymiseltä talveksi erityisesti routivilla alueille ja päät sulatetaan keväisin. (Väylävirasto 2020a, 87.)

Salaojien sekä sade- ja jätevesiviemärien kunnossapito

Kaikkien kunnossapitoalueella olevien salaojien kunnon arvioiminen, huuhtelu ja inventointi, jossa kerätään tietoa salaojien sijainnista rataosittain. Salaojien sijaintitiedoista kerätään muun muassa etäisyys radasta, sijainti suhteessa rataan, alku- ja loppupisteet, ratakilometritiedot sekä tyyppitiedot ja valokuvat. Kunnon kartoituksen tuloksena kunnossapitäjän tulee laatia raportti salaojien tilasta ja mahdollisista korjaustarpeista sekä toimitettava tiedot tilaajalle annettuun aikamääreeseen mennessä. Kartoituksen ja vikojen korjaamisen jälkeen salaojien ylläpito kuuluu sopimuskauden loppuun saakka. (Väylävirasto 2020a, 87.)

Sade- ja jätevesiviemäröinnin kunnossapitotehtävät, joihin kuuluu sadevesi- ja tarkastuskaivojen huolto, tukkeutuneiden viemäreiden huuhtelu ja pienet paikallisesti tarvittavat korjaukset. Lisäksi saattolämmityksen kunnonseuranta sekä muiden viemäröinnin laitteiden ylläpito ja huolto. (Väylävirasto 2020a, 87.)

4.5 Kunnossapitotasot

Väylävirasto johtaa ja määrittelee perusteet rataverkon tarkastustoiminnalle. Ratojen tarkastaminen tilataan yleensä radan kunnossapitourakoitsijalta. Tarkastustoiminnan ehdot määritellään kunnossapitosopimuksessa. Tarkastaminen voidaan tilata myös erikseen

radantarkastussopimuksilla tai rakentamisen yhteydessä radan rakentamissopimuksella. (Väylävirasto 2004, 15.)

Radan tarkastamisella varmistetaan liikenteen turvallisuus ja radan käyttökelpoisuus. Sillä pyritään saamaan riittävän aikaisin tietoa radassa olevista vioista ja puutteista, jotta niihin pystytään reagoimaan ennen kuin turvallisuus vaarantuu tai radan käyttöä täytyy rajoittaa. Tarkastamisella huolehditaan myös radan liikenteellisen palvelutason pysymisestä vaaditulla tasolla sekä radanpidon taloudellisuudesta. Tarkastamisesta saatavilla tiedoilla tulee pystyä kohdistamaan ja ohjaamaan kunnossapitotöitä niin, että kunnossapitotöiden taloudellisuus on turvattu sekä radan rakenneosille määritetyt käyttöiät pystytään tavoittamaan. Näin saadaan taattua radalle riittävä elinikä. (Väylävirasto 2004, 15.)

Väylävirasto asettaa rataosille kunnossapitotasot (taulukko 2), jotka määrittävät tarvittavat menetelmät ja tarpeet radan tarkastustoiminnalle. Kunnossapitotasot määräytyvät liikenteen vaatimien tarpeiden, radan päällysrakenteen ja maksiminopeuden perusteella. Erityisesti rataosalla kulkevat bruttotonnit ja henkilöliikenteen määrä vaikuttavat kunnossapitotasoon yhdessä kiskoprofiilin, -pituuden ja tukikerrosmateriaalin kanssa.

Kunnossa-pitotaso	Suurin nopeus V_{max} [km/h], sitä vastaava akselipaino P [kN] [1) 2)], raiteet	Kisko-paino vähintään	Ratapölkyt vähintään	Tukikerros vähintään
1AA	$V_{max} \leq 220$, $P \leq 185$	60E1	Betoni [3)]	Raidesepeli
1A	$V_{max} \leq 200$, $P \leq 185$	54E1	Betoni 1987 tai uudempi [3)]	Raidesepeli
	$V_{max} \leq 180$, $P \leq 185$	54E1	Betoni 1986 tai vanhempi [3)]	Raidesepeli
	$V_{max} \leq 160$, $P \leq 185$	54E1	Betoni /puu	Raidesepeli
	Sn 160 raiteenvaihtopaikat	60E1	Betoni [3)]	Raidesepeli
1	$V \leq 140$, $P \leq 185$	54E1	Betoni/puu	Raidesepeli
	Sn 140 raiteenvaihtopaikat			
2	$V \leq 120$	54E1	Betoni/puu	Raidesepeli
	Sn 110 raiteenvaihtopaikat			
3	$V \leq 110$	K43	Puu/betoni	Raidesepeli
4	$70 < V \leq 100$ pääraiteet	K43	Puu/betoni	Raidesora tai vastaava
	$70 < V \leq 100$ sivuraiteet			
	Sn 80 raiteenvaihtopaikat			
5	$50 < V \leq 70$ pääraiteet	K30	Puu	Raidesora tai vastaava
	$50 < V \leq 70$ sivuraiteet			
	Sn 35 raiteenvaihtopaikat			
6	$V \leq 50$ pääraiteet	K30	Puu	Raidesora tai vastaava
	$V \leq 50$ sivuraiteet			
	Kuormaus- ja seisontaraiteet			

1) Ei koske vetureita junassa.
2) Huomioitava RAMO 11 ”Radan päällysrakenne” mukaiset nopeus-/akselipainorajoitukset eri raiderakenteille.
3) Näissä saa olla enintään lyhyitä osuuksia mänty- tai kovapuuratapölkkyjä (RAMO 11 ”Radan päällysrakenne”) esimerkiksi silloilla tai vaihteissa.

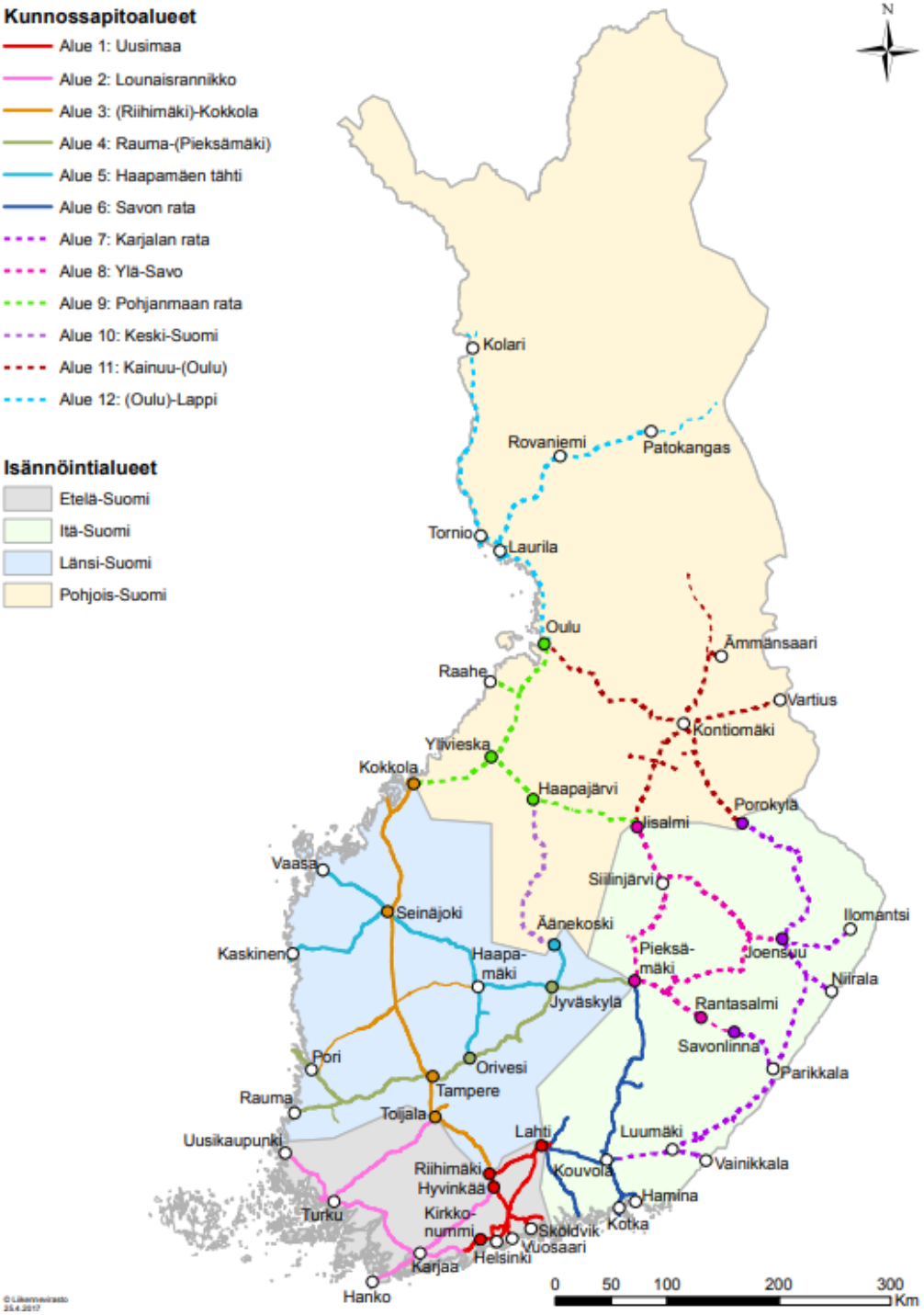
Taulukko 2. Pää- ja sivuraiteiden kunnossapitotasot (Väylävirasto 2004, 17)

Kunnossapitotasot 1AA–3 koskevat pelkästään pääraiteita ja tasot 4–6 koskevat sekä pää- että sivuraiteita. Rataosan sisällä voi olla alemman kunnossapitotason kohteita pienemmän nopeusrajoituksen vuoksi esimerkiksi kaarteiden, työmaiden tai maapohjan ominaisuuksien takia. (Väylävirasto 2004, 16.)

Jokaiselle kunnossapitotasolle on määritetty tarkastustoiminnan toistuvuus ja tarkastusmenetelmät. Eri tarkastusmenetelmiä ovat mittaustarkastusvaunu, tarkastus liikkuvasta kalustosta sekä kävelytarkastus. Suurimman kunnossapitotason pääraiteet tarkastetaan jopa 6 kertaa vuodessa mittausvaunulla ja 2–3 kertaa kävellen. (Väylävirasto 2004, 18.)

4.6 Kunnossapitoalueet

Rataverkko on jaettu neljään isännöintialueeseen (kuva 7). Jokaisella alueella on rataisännöitsijä, jonka tehtäviin kuuluu muun muassa kunnossapito- ja rakentamistöiden valvominen, töiden kilpailutusten valmisteleminen sekä rataverkkoon liittyvät lupa- ja maankäyttöasiat. Kunnossapidosta, rakentamisesta ja rataverkon hallinnasta vastaavat Väyläviraston aluepäälliköt. (Väylävirasto 2023d.)



Kuva 7. Rataverkon kunnossapito- ja isännöintialueet (Väylävirasto 2017)

Väylävirasto hankkii rataverkon kunnossapitoa päällysrakenteelle, turvalaitteille, asema- ja laiturilaitteille, sähköradalle ja sähkövoimatekniikalle, tietoliikennejärjestelmille, kiinteistöille sekä erikoisjärjestelmille. Suomen rataverkko on jaettu 12 kunnossapitoalueeseen, joiden kunnossapito toteutetaan kunnossapitosopimusten kautta eri urakoitsijoilla. Kunnossapitoalueiden kunnossapitourakoitsijat kilpailutetaan hankintalainsäädännön mukaisesti 5–9 vuoden välein riippuen kunnossapitosopimuksien optiokausien pituudesta. (Väylävirasto 2023a.)

4.7 Ratainfratiedon hallintajärjestelmä

Ratainfratiedon hallintajärjestelmä kehitettiin parantamaan rataomaisuuden hallintaa sekä helpottamaan ratakohteiden ja niiden kunnossapitotietojen saatavuutta. Ennen yhtenäistä hallintajärjestelmää, eri toimijoilla oli käytössä omia tietojärjestelmiä mikä loi haasteen kokonaiskuvan luomisen kannalta. Huomattavin kehitys entiseen on se, että nyt kaikki tieto ratakohteista ja kunnossapidosta on saatavilla samasta paikasta rataverkon haltijalta Väylävirastolta, jolloin rataverkon kunnosta saadaan parempi kuva. Järjestelmä yhdenmukaistaa raportointia, helpottaa tiedonkulkua ja parantaa ratatöiden ennakointia. Ennen kaikkea järjestelmän tavoitteena on turvallisuuden, liikenteen täsmällisyyden ja kunnossapidon kustannustehokkuuden parantaminen. (Väylävirasto 2021c.) Ratainfratiedon hallintajärjestelmän keskeisimmät sovellukset kunnossapitourakoitsijan näkökulmasta ovat ratakohteiden kunnossapidon sovellus RAIKU, ratakohteiden hallintasovellus RATKO ja ratakohteiden ylläpidon ohjelmointi sovellus RYHTI. (Väylävirasto 2021a, 7.)

Hallintasovellus RAIKU on kehitetty rataverkon kunnossapitäjille kunnossapitotoimenpiteiden raportointiin ja seurantaan. Työntekijät näkevät RAIKUsta päivittäiset tehtävät ja voivat kirjata sinne työnsä älypuhelimella tai muulla päätelaitteella. Yhteisen sovelluksen ansiosta tiedon tuottaminen on yhdenmukaista, määritelmät ovat yhtenäiset ja tiedon tarkkuus on tasalaatuista kaikkialla. (Väylävirasto 2018a.)

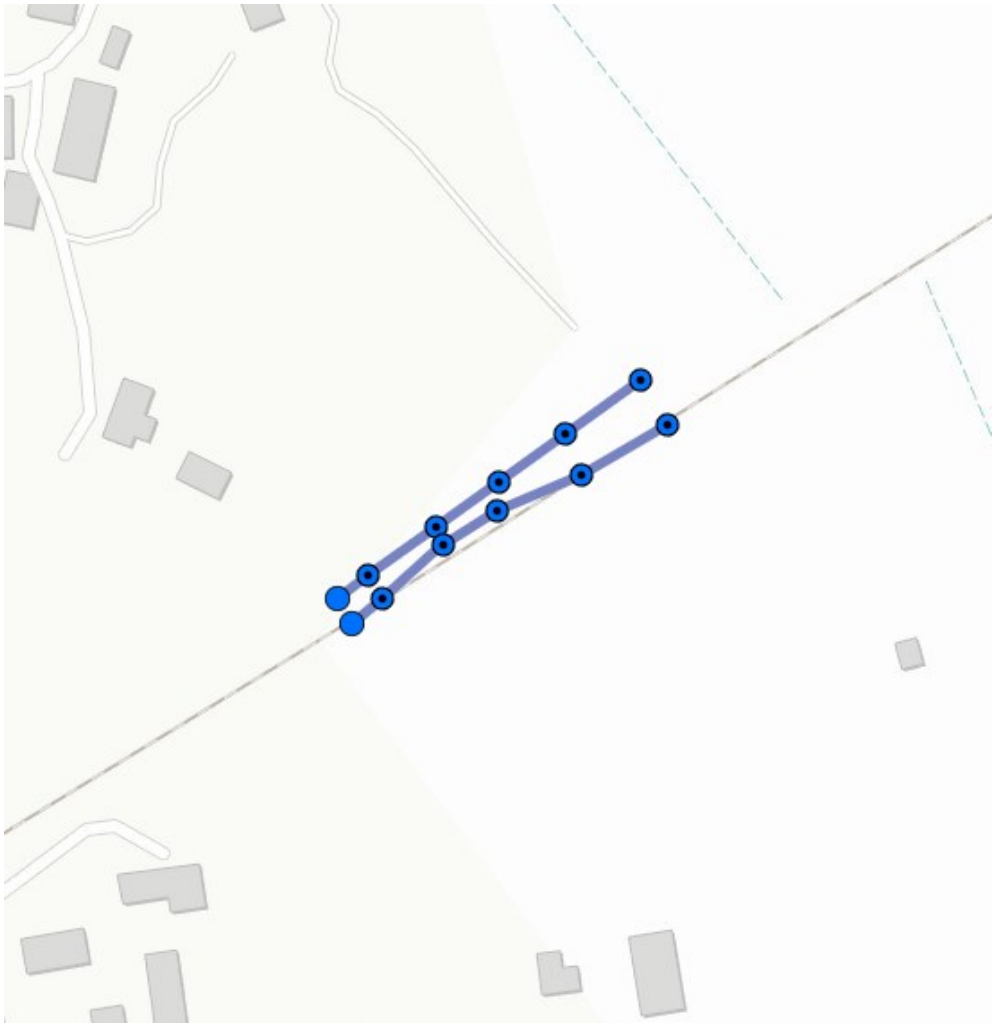
Ratakohteiden hallintasovellus RATKO toimii tiedonhallinnan perustana. RATKO on sähköinen tietopankki rataomaisuudelle ja infrastruktuurille. Sovelluksesta saadaan keskitetysti tietoa urakoitsijoille, kunnossapitäjille ja muille toimijoille esimerkiksi vaihteiden ja raiteiden sijainnista, nopeustiedoista ja muista yleistiedoista kuten tukikerroksen ja ratapölkkyjen materiaalitiedoista. Sovelluksen kautta viedään tietoa suunnitelluista, uusista ja uudistettavista ratakohteista, jolloin mahdollistetaan saman tiedon jakaminen kaikille toimijoille samanaikaisesti, parantaen näin tiedonkulkua osapuolten välillä. Tämä puolestaan tukee rataverkon päivittäistä kunnossapitoa, liikennöintiä ja parannustöiden suunnittelua. (Väylävirasto 2018a.)

RYHTI on ratakohteiden ylläpidon ohjelmointiin luotu sovellus, joka tukee ylläpidon suunnittelua keskipitkällä ja pitkällä aikavälillä. Sovelluksen avulla voidaan tehdä korjausehdotuksia päivittäisiä kunnossapitotoimia suuremmille korjaus- ja uusimiskohteille suoraan järjestelmään älypuhelimella tai muulla päätelaitteella. Ehdotuksia voidaan myöhemmin hyödyntää ja ohjata eri toteutuskanaviin, mukaan lukien laajempien perusparannushankkeiden lähtötiedoiksi. (Väylävirasto 2018a.)

5 Kunnossapitoalueen salaojakartoitus

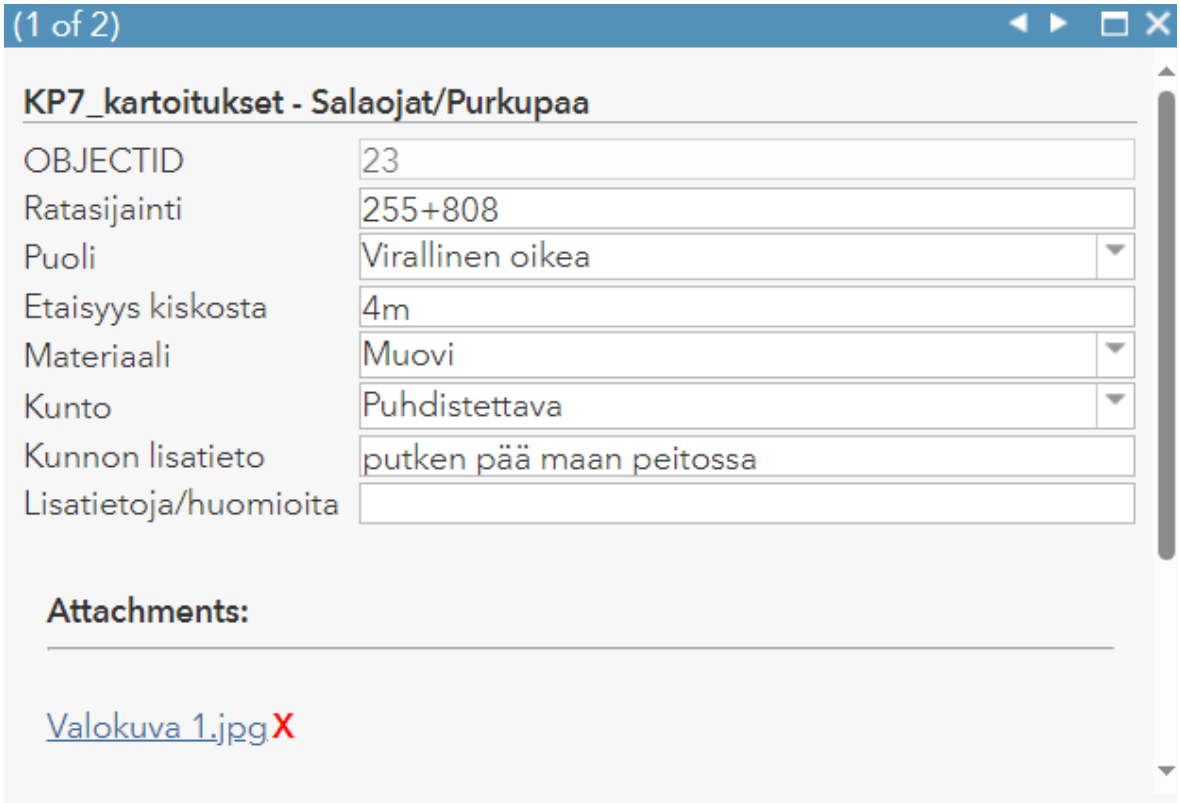
5.1 Salaojien kartoitus

Destia toteutti koko kunnossapitoalueen kattavan salaojakartoituksen vuosien 2022–2023 aikana. Kartoituksessa kerättiin tietoa alueen salaojien kunnosta tilaajaan vaatimusten mukaisesti. Salaojista kartoitettiin muun muassa kaivonkansien kuntotiedot, kaivojen kunto, täyttöaste ja vedenpinnan korkeus sekä putkien ja niiden purkupäiden kunto ja toimivuus. Kartoituksessa kerättiin myös salaojien tyyppi- sekä sijaintitiedot, joihin kuului muun muassa salaojien etäisyys rataan, sijainti suhteessa rataan, alku- ja loppupisteet, ratakilometritiedot ja materiaalitiedot. Tiedot sidottiin koordinaatistoon ja syötettiin Destian käytössä olevaan ArcGIS-paikkatietojärjestelmään (kuva 8). Jokainen salaoja myös kuvattiin ja valokuvat vietiin ArcGIS-järjestelmään, jossa valokuvan voi liittää suoraan sitä koskevaan salaojaan. Tiedot pystytään syöttämään matkapuhelimella suoraan järjestelmään, kun kartoitusta tehdään maastossa. Seuraavissa luvuissa esitetyt kuvat ovat kuvakaappauksia ArcGIS-järjestelmästä.



Kuva 8. Näkymä salaojista ArcGIS-järjestelmässä

ArcGIS-järjestelmän etu on se, että järjestelmästä nähdään suoraan salaojien sijainti karttapohjalla, mikä helpottaa huomattavasti salaojien paikantamista. Myös jokainen erillinen salaojan objekti on yksilöity numeroimalla. Yksittäistä objektia painamalla, avautuu salaojasta kerätyt tiedot sekä valokuvat erilliseen ikkunaan (kuva 9).



Kuva 9. Salaojan tietoikkuna ArcGIS-järjestelmässä

Ikkunasta päästään nopeasti tarkastelemaan salaojasta kerättyjä sijainti- ja tyyppitietoja ja arvioimaan salaojan kuntoa sekä kunnossapitotarvetta. Salaojasta otetut valokuvat listautuvat myös näkymän alalaitaan.

Noin puolet kartoitetuista salaojakaivoista ovat vanhoja betonisia kaivoja ja loput kaivot ovat uudempia muovisia kaivoja. Muovisia kaivoja käytetään salaojan tarkastuskaivona ja ne ovat helpompia sekä nopeampia asentaa kuin suuremmat betoniset kaivonrenkaista tehdyt tarkastuskaivot. Pienemmän kokonsa vuoksi, muoviset kaivot on vaikeampi havaita maastosta. Muovisissa kaivoissa käytetään yleensä valurautakansia, jotka ovat pääosin hyvässä kunnossa. Betonisten kaivojen vanhat puu- ja betonikannet vaativat suurelta osin korjausta.

Salaojaputkien kuntotietojen todentaminen on hyvin haastavaa, sillä putket kulkevat maan sisässä eikä kuvauskalustoa ole käytössä. Putken toimivuuden arviointi tapahtuu lähinnä veden virtauksen perusteella. Jos salaojakaivoissa virtaa vesi aina purkuputken päähän saakka, on salaojaputket hyvin todennäköisesti toimintakuntoisia. Putkien ja niiden ympärystäyttöjen sekä suodatinkankaiden kunto jää kuitenkin todentamatta. Huonokuntoinen

suodatinkangas voi mahdollistaa hienon maa-aineksen pääsyn salaojaputken sisään, mikä voi tulevaisuudessa aiheuttaa putken tukkeutumisen.

Salaojien purkuputkina on käytetty sekä betonisia että muovisia putkia. Purkuputkien päät ovat suurelta osin ehjiä, mutta maa-aineksesta johtuvia veden virtauksen estäviä tai merkittävästi sitä haittaavia tukkeumia esiintyy jonkin verran. Näissä tapauksissa yleisin syy tukkeutumiselle on ratapenkereeltä valunut maa-aines sekä kasvillisuuden liikakasvu.

5.2 Kartoituksessa havaittuja ongelmakohtia

Kokonaisuudessaan kartoituksella saatiin laajasti tietoa kunnossapitoalueen salaojien kuntotasosta, sekä paljon yksityiskohtaista tietoa salaojista kokonaiskuvan hahmottamiseksi. Suurimmalta osin kunnossapitoalueen salaojat ovat toimintakuntoisia, mutta myös korjaustoimenpiteitä vaativia ongelmakohtia on useita varsinkin vanhemmissa betonisissa salaojissa. Seuraavissa kappeleissa käsitellään tarkemmin esimerkkitapauksia toimenpiteitä vaativista ongelmakohdista.

Salaojakaivojen kannet

Salaojakaivojen kannet ovat toimenpiteitä vaativien salaojien yleisin ongelma. Vakavinta vaaraa radalla liikkujille ja välittömiä toimenpiteitä vaativia ongelmia ovat salaojakaivon kannen puuttuminen kokonaan tai kaivon päältä pois paikaltaan liikkunut kansi (kuva 10). Puutteellisia salaojakaivojen kansia löytyi kartoituksessa huomattava määrä betonisten sekä puisten kansien osalta.

Kuva 10. Salaojakaivon päältä pois liikkunut kansi

Avonainen salaojakaivo aiheuttaa vakavan putoamisvaaran radalla ja sen läheisyydessä liikkuville radanpidon työntekijöille sekä myös radalla luvattomasti liikkuville siviileille. Kaivon päältä pois liikkunut kansi mahdollistaa myös roskien, maa-aineksen sekä kasvuston pääsemisen kaivon sisälle, mikä voi johtaa kaivon tukkeutumiseen ja kuivatuksen heikkenemiseen. Toinen yleinen ongelma kansiin liittyen ovat vanhat jo mädäntymään alkaneet puiset salaojakaivojen kannet (kuva 11).

Kuva 11. Mädäntynyt puinen salaojakaivon kansi

Mädäntyneet puiset kannet voivat myös aiheuttaa riskin kaivoon putoamisesta, sillä ne ovat hyvin usein peittyneet kasvuston alle, jolloin radalla liikkujan on vaikea havaita kaivoa. Tämä voi johtaa siihen, että puukannen päälle astutaan tahtomatta, jolloin mädäntynyt kansi pettää ja kaivoon putoaminen on mahdollista.

Tukkeutuneet salaojakaivot

Kartoituksessa havaittiin jonkin verran maa-aineksesta ja kasvillisuudesta tukkeutuneita salaojakaivoja. Osassa kaivoista vedenpinnan taso on merkittävästi yli vesijuoksun, jolloin kaivoon liitettyjä salaojaputkia ei pystytä näkemään kaivon pohjalta (kuva 12).

Kuva 12. Vedestä täyttynyt salaojakaivo

Kuvan kaltaisissa kaivoissa ei tapahdu lainkaan veden virtausta. Veden virtauksen estymisen mahdollisia syitä voivat olla sakka kaivon pohjalla, salaojaputken tukkeutuminen tai purkuputken pään tukkeuma. Kuivatuksen toimivuuden varmistamiseksi, ongelman syy on selvitettävä ja kaivo korjattava toimintakuntoiseksi.

Osa salaojakaivoista on täysin tukkeutunut maa-aineksesta ja kasvillisuudesta (kuva 13). Tällaisia tapauksia ilmenee yleensä silloin, kun ratapenkereen viereen asennetun kaivon kansi on jostain syystä liikkunut pois paikaltaan. Tämän seurauksena penkereeltä on päässyt valumaan maata kaivoon. Kasvillisuuden kasvaminen kaivossa voi merkitä sitä, että kaivo on ollut ilman kantta jo jonkin aikaa.

Kuva 13. Maa-aineksesta ja kasvillisuudesta tukkeutuneet salaojakaivot

Osassa betonisista salaojakaivoista kaivon ympärystäyttö on päässyt varisemaan kaivon sisäpuolelle tukkien kaivon. Näihin tapauksiin on yleensä syynä rikkoutunut tai pois paikaltaan liikkunut kaivonrengas, jolloin maa-aines pääsee veden ja tärinän vaikutuksesta kulkeutumaan kaivoon.

Rikkoutuneet salaojakaivot

Kartoituksessa havaittiin myös rikkoutuneita salaojakaivoja koskien pääosin betonisten kaivojen kaivonrenkaita. Betonisissa kaivonrenkaissa havaittiin murtumia, lohkeamia, pois paikaltaan siirtymiä sekä kuvan 14 kaltaisia hajoamisia. Kyseiset kaivot ovat myös hyvin usein täyttyneet maa-aineksesta ja tukkeutuneet niin, ettei kaivosta lähtevien salaojaputkien toimintakuntoa pystytä tarkastamaan. Todennäköisiä syitä kaivonrenkaiden hajoamisille ovat korroosio, asennusvirheet sekä jo tehtaalla syntyneet valmistusvirheet. Rautatien lähellä sijaitsevat kaivot altistuvat myös jatkuvasti junien aiheuttamalle tärinälle, mikä edesauttaa vaurioiden syntymistä.

Kuva 14. Rikkoutunut betoninen salaojakaivo

Kuten kuvasta nähdään, on kaivon ympärystäyttö päässyt valumaan laajalta alueelta kaivon sisäpuolelle tukkien kaivon ja näin estäen kuivatuksen toimimisen. Kokonaan rikkoutuneet kaivonrenkaat täytyy vaihtaa uusiin tai mahdollisesti korvata koko salaojakaivo uudella kaivolla. Pienemmät murtumat ja lohkeamat pystytään mahdollisesti korjaamaan betonilla valamalla.

Tukkeutuneet salaojien purkuputket

Viimeinen yleisin kartoituksessa havaittu ongelma on salaojan purkuputken pään tukkeuma. Yleisesti näissä tapauksissa purkuputken pään on tukkinut ratapenkereeltä valunut maa-aines (kuva 15). Maa-aines estää veden purkautumisen purkuputkesta ja heikentää salaojan toimintaa. Useasta purkuputken päästä puuttui myös pieneläinverkko, mikä mahdollistaa putken tukkeutumisen eläimen jumiutuessa putken sisään.

Kuva 15. Tukkeutunut salaojan purkuputki

Purkuputken päitä on jonkin verran tukkeutunut lietteestä (kuva 16). Kartoituksessa havaittiin myös padottavia sivuojia, jotka estävät salaojan purkautumisen ojaan kasvillisuuden liikakasvun takia.

Kuva 16. Liettynyt salaojan purkuputki

Salaojan purkuputken toiminta on tärkeä osa koko salaojan toimivuutta. Tukkeutunut purkuputki voi johtaa veden purkautumiseen väärästä paikasta, mikä saattaa aiheuttaa rakenteellisia vikoja sekä routavaurioita ratapenkereeseen.

6 Kartoitusdatan käsittely

Destian käytössä olevaan ArcGIS-paikkatietojärjestelmään syötetty kartoitusdata on sellaisenaan hyvin vaikea lukuista eikä järjestelmä mahdollista tekemään datalle oikein mitään muokkaustoimenpiteitä. Data on siis saatava ulosjärjestelmästä helppolukuisempaan muotoon, jotta sitä pystytään analysoimaan ja tuloksien perusteella toteuttamaan työnsuunnittelua korjaustoimenpiteitä vaativille ongelmakohdille.

Kartoitusdata saadaan ulos järjestelmästä muuntamalla se Excel-tiedostoksi kopioi ja liitä menetelmällä. Toimenpide tapahtuu ArcGIS Pro -työpöytäsovelluksen kautta avaamalla yksittäisen salaojan komponentin, esimerkiksi salaojakaivon, ominaisuustietotaulukko (taulukko 3). Ominaisuustietotaulukkoon listautuvat riveittäin kaikki kyseisestä salaojan komponentista kerätyt tiedot koko kunnossapitoalueelta. Tämä käytännössä tarkoittaa sitä, että esimerkkinä käytetyn salaojakaivon ominaisuustietotaulukkoon listautuu kaikki kunnossapitoalueelta kartoitetut kaivot, jokainen omalle rivilleen.

OBJECTID *	Ratasijainti	Puoli	Etaisyys_kiskosta	Kaivotyyppi	Kaivon materiaali	Kaivon kunto	Kaivon kunnon...
1	369+186 vas	Virallinen vasen	1m	Salaojakaivo	Betoni	Ei tiedossa/tarkastamat	<Null>
2	369+223 vas	Virallinen vasen	2,5m	Salaojakaivo	Betoni	Ei tiedossa/tarkastamat	<Null>
3	369+256 vas	Virallinen vasen	<Null>	Salaojakaivo	Betoni	Kunnossa	<Null>
4	0459+0970	Virallinen vasen	5	Sadevesikaivo	Betoni	Kunnossa	<Null>
5	0460+0983	Virallinen vasen	12	Salaojakaivo	Betoni	Kunnossa	<Null>
6	0460+0942	Virallinen vasen	11m	Salaojakaivo	Betoni	Kunnossa	<Null>
7	0460+0899	Virallinen vasen	11m	Salaojakaivo	Betoni	Kunnossa	<Null>
8	<Null>	Virallinen vasen	23m	Sadevesikaivo	Muovi	Kunnossa	60cm
9	<Null>	Virallinen vasen	43m	Sadevesikaivo	Muovi	Kunnossa	60cm
10	<Null>	Virallinen vasen	30m	Ei tiedossa/tarkastamat	<Null>	Ei tiedossa/tarkastamat	<Null>
11	<Null>	Virallinen vasen	40m	Muu kaivo	Ei tiedossa	Ei tiedossa/tarkastamat	<Null>
12	<Null>	Virallinen vasen	15m	Sadevesikaivo	Betoni	Kunnossa	<Null>
13	<Null>	Virallinen vasen	<Null>	Muu kaivo	Betoni	Ei tiedossa/tarkastamat	<Null>
14	<Null>	Virallinen vasen	<Null>	Ei tiedossa/tarkastamat	Betoni	Ei tiedossa/tarkastamat	<Null>

Taulukko 3. Ominaisuustietotaulukko ArcGIS Pro -työpöytäsovelluksessa

Käyttäen sovelluksen valintatyökalua, saadaan ominaisuustietotaulukon kaikki solut valittua aktiiviseksi ja kopioitua, jonka jälkeen ne pystytään liittämään tyhjälle Excel-työkirjalle. Sama toimenpide täytyy suorittaa jokaiselle salaojan komponentille erikseen.

Excel-taulukko ei vielä sellaisenaan aja asiaansa korjausta vaativien ongelmakohteiden työnsuunnittelun työkaluna (taulukko 4). Taulukko vaatii vielä huomattavan paljon merkityksettömien tietojen poistamista ja sarakkeiden uudelleen järjestämistä, jotta kartoitusdata saadaan selkeään ja ymmärrettävään muotoon.

OBJECTID	Ratasijain	Puoli	Etaisyys_k	Kaivotyypı	Kaivon ma	Kaivon ku	Kaivon ku	Kannen m	Kannen ku	Kannen ku	Vedenpinı	Lisatietoja
1	369+186 va	Virallinen	1m	Salaojaka	Betoni	Ei tiedoss	<Null>	Betoni	Kunnossa	<Null>	<Null>	<Null>
2	369+223 va	Virallinen	2,5m	Salaojaka	Betoni	Ei tiedoss	<Null>	Betoni	Uusittava	raudat nä	vj+30cm	<Null>
3	369+256 va	Virallinen	<Null>	Salaojaka	Betoni	Kunnossa	<Null>	Betoni	Kunnossa	<Null>	vj+10cm, l	<Null>
4	0459+0970	Virallinen	5	Sadevesik	Betoni	Kunnossa	<Null>	<Null>	Korjattava	<Null>	VJ+100cm	kannenka
5	0460+0983	Virallinen	12	Salaojaka	Betoni	Kunnossa	<Null>	Betoni	Kunnossa	<Null>	<Null>	kaivo kuiv
6	0460+0942	Virallinen	11m	Salaojaka	Betoni	Kunnossa	<Null>	Betoni	Kunnossa	kansi lohj	<Null>	kaksi ylint
7	0460+0899	Virallinen	11m	Salaojaka	Betoni	Kunnossa	<Null>	<Null>	<Null>	ritilä kans	vj-20cm	vesi ohjau
8	<Null>	Virallinen	23m	Sadevesik	Muovi	Kunnossa	60cm	<Null>	Kunnossa	metalli ka	VJ+0cm	<Null>
9	<Null>	Virallinen	43m	Sadevesik	Muovi	Kunnossa	60cm	<Null>	<Null>	metalli	vj-0	<Null>
10	<Null>	Virallinen	30m	Ei tiedoss	<Null>	Ei tiedoss	<Null>	Ei tiedoss	Kunnossa	metalli	<Null>	kaivoa ei a
11	<Null>	Virallinen	40m	Muu kaivc	Ei tiedoss	Ei tiedoss	<Null>	Betoni	Kunnossa	murtuma	<Null>	120cm kar
12	<Null>	Virallinen	15m	Sadevesik	Betoni	Kunnossa	<Null>	<Null>	<Null>	metalli ka	<Null>	kaivo kuiv
13	<Null>	Virallinen	<Null>	Muu kaivc	Betoni	Ei tiedoss	<Null>	Betoni	Uusittava	Kannen re	<Null>	Öljysäiliöı
14	<Null>	Virallinen	<Null>	Ei tiedoss	Betoni	Ei tiedoss	<Null>	Betoni	Kunnossa	<Null>	<Null>	<Null>

Taulukko 4. ArcGIS-järjestelmästä tuotu raakadata

Syy siihen, miksi kaikki salaojan komponentit kootaan samaan taulukkoon, on Excelin suodatustoiminnon tarjoama kätevyys. Tällä tavoin halutut tiedot voidaan helposti hakea esille. Tämä on erityisen hyödyllistä, kun halutaan analysoida yksittäisen kohteen, esimerkiksi liikennepaikan, kaikkia salaojia ja niiden mahdollisia ongelmakohtia sekä selvittää kohteen kuivatusongelmien juurisyyt.

Liitteessä 1 on nähtävillä osa siistitystä ja uudelleen järjestetystä salaojien kartoitustaulukosta. Taulukkoon lisättiin manuaalisesti sarakkeet kohde, kohteen tyyppi ja toimenpide.

Salaojien kohdetietojen määrittäminen vaatii lisää manuaalista työtä. Jokainen salaoja on haettava ArcGIS-paikkatietojärjestelmästä objektitunnuksen perusteella, mistä sen sijainti pystytään määrittämään ja lisäämään se kartoitustaulukon kohde sarakkeeseen. Toimenpidettä helpottaa se, että suurin osa salaojista on kartoitettu järjestyksessä, jolloin saman kohteen salaojat ovat taulukossa peräkkäin.

Salaojan komponentti määrittelee kohteen tyypin. Kohteen tyyppi lisättiin taulukkoon, jotta eri komponentit pystytään erottamaan toisistaan. Näin tiedetään, että onko kyseessä salaojakaivo, -linja vai purkupää. Mikäli on tarve tutkia salaojia vain yhden komponentin osalta, pystytään muut suodattamaan suodatustoiminnolla pois näkyvistä.

Alustava toimenpide määritetään salaojasta kerättyjen kuntotietojen ja ArcGIS-järjestelmästä löytyvien valokuvien perusteella. Toimenpidetieto helpottaa määrittämään korjausta vaativat kohteet. Käyttäen suodatustoimintoa, taulukosta voidaan suodattaa pois kaikki kohteet, mitkä eivät vaadi korjaustoimenpiteitä.

Kartoitustaulukkoon lisättiin myös salaojakaivojen kansien kohdalle sarake kansitavaran tilaamista varten (taulukko 5). Tilattava kansitavara on määriteltävä manuaalisesti ArcGIS-järjestelmistä löytyvien kuvien perusteella, minkä takia kannen koon arvioiminen sekä naaras- ja uroshuulloksen selvittäminen on huomattavan vaikeaa.

Kannen materiaa	Kannen kun	Kannen kunnon lisatieto	Tilattava kansitavara
Betoni	Korjattava	Haurastunut, lohkeillut	600mm betonikansi (uroshuullos?)
Betoni	Uusittava		600mm betonikansi (uroshuullos?)
Betoni	Uusittava	Ei mitattu, maita päällä	1000mm betonikansi (naarashuullos?)

Taulukko 5. Salaojakaivojen kansien sarakkeet kartoitustaulukossa

Korjattavien salaojakaivojen kansien määrittäminen on yksi tärkeimmistä ja kiireellisimmistä toimenpiteitä vaativista ongelmakohdista. Kansien korjaaminen on etusijalla myös kunnossapitourakan tilaajan näkökulmasta, sillä rikkinäiset kaivojen kannet aiheuttavat suurta vaaraa radalla liikkujille.

Taulukkoon lisättiin vielä sarake karttapalvelu linkille, mistä päästään tarvittaessa näkemään nopeasti salaojien sijainti. Linkki tehtiin kohteista kerättyjen koordinaattitietojen perusteella ja käyttäen Excelin HYPERLINKKI-funktiota.

Salaojien kartoitustaulukkoa ei ole tarpeellista muokata yhtään sen enempää helppolukuisemmaksi, sillä sen muokkaamiseen kuluu jo huomattava määrä työtunteja. Taulukon tarkoitus on ainoastaan toimia käyttökelpoisena työkaluna ongelmakohteiden tarkemmassa työnsuunnittelussa. Taulukosta saadaan selville tärkeimmät tiedot, kuten kohteen sijainti, kuntotiedot sekä objektitunnuksen, millä salaojan löytää ArcGIS-järjestelmästä ja sitä kautta päästään käsiksi salaojasta otettuihin valokuviin. Taulukon perusteella pystytään myös arvioimaan, tarvitaanko kohteesta lisäselvityksiä vai pystytäänkö kerätyillä tiedoilla toteuttamaan ongelmakohteen kunnossapitotyöt.

7 Työnsuunnittelu

7.1 Yleistä kohteesta

Tässä luvussa käsitellään esimerkin omaisesti yhtä ratakohdetta kunnossapitoalueelta. Opinnäytetyössä ei ole tarkoituksen mukaista käsitellä alueen kaikkia salaojia niiden suuren määrän vuoksi. Toimintamalli on kuitenkin sovellettavissa kunnossapitoalueen muihin ratakohteisiin.

Parikkalassa havaittiin salaojat ratakilometrillä 386+370–387+266 (kuva 17). Salaoja havaintoja tehtiin molemmin puolin rataa Kuutostieltä aina Parikkalan rautatieasemalle asti. Havainnot koostuvat lähinnä salaojakaivoista.

Kuva 17. Parikkalan salaojat ArcGIS-järjestelmässä

Havaituista salaojakaivoista neljä on toimintakuntoisia, kolmen kaivon osalta vaaditaan lisäselvityksiä sekä neljä kaivoa tarvitsevat korjaustoimenpiteitä kuivatuksen toimivuuden varmistamiseksi. Kohteen salaojaputkien ja purkuputkien päiden osalta on kerätty hyvin vähän kartoitusdataa. Todennäköisesti tähän on syynä se, että kaivojen purkusuuntaa ei ole

varmuudella pystytty selvittämään ja sitä kautta yhdistämään salaojalinjoja toisiinsa. Toisaalta myös kasvillisuuden rehevöityminen on hankaloittanut kauan maastossa olleiden kaivonkansien sekä purkuputkien päiden paikantamisessa.

Kohteessa ei ole havaittu kuivatuksen aiheuttamia ongelmia ratapenkereessä eikä radan geometriassa. Kohteessa ei myöskään ole havaittu routavaurioita. Yhteenvetona Parikkalan alueen kuivatus vaikuttaa kokonaisuudessaan toimivan.

7.2 Ongelmakohteet

Ratakilometreittäin katsottuna eteläisin ongelmakohde on objektitunnuksella 29 numeroitu salaojakaivo (kuva 18). Kohteen sijainnista ei ole kirjattu tarkkaa ratakilometriä, mutta se sijaitsee arviolta ratakilometrillä 386+645 Kangaskyläntien ylikulkusillan alapuolella.

Kuva 18. Maa-aineksesta täyttynyt salaojakaivo

Kuten kuvasta nähdään ja liitteessä 1 olevasta salaojien kartoitustaulukosta pystytään todentamaan, salaojakaivo on täynnä sepeliä. Myös kaivonkansi on lohkeillut reunoista, mikä voi olla osasyy maa-aineksen pääsemiselle kaivon sisälle.

Ehdotettavat korjaustoimenpiteet kaivolle ovat kaivon puhdistaminen sekä uuden kannen hankkiminen ja asentaminen. Puhdistuksen jälkeen on mahdollista todentaa kaivon ehjyys, veden virtaus ja mahdolliset lisäkorjaustarpeet.

Seuraavat korjaustoimenpiteitä vaativat kohteet havaittiin ratakilometrillä 386+660 (kuva 19). Molemmat kohteet ovat salaojakaivoja ja niiden objektitunnukset ovat 30 ja 31. Kaivot sijaitsevat hyvin lähellä toisiaan radan itäpuolella.

Kuva 19. Pois paikaltaan siirtyneet salaojakaivojen kaivonrenkaat

Kuvien sekä kartoitustaulukon perusteella molempien kaivojen kaivonrenkaat ovat siirtyneet pois paikaltaan. Tämä on mahdollisesti aiheuttanut maa-aineksen varisemisen kaivoon ja kaivon tukkeutumisen. Siirtyneet kaivonrenkaat mahdollistavat myös veden valumisen siirtymäkohdasta maastoon, mikä ei ole optimaalista salaojan toimivuuden kannalta.

Ehdotettavat korjaustoimenpiteet kaivoille ovat ympärystäyttöjen kaivaminen pois kaivinkoneella ja kaivonrenkaiden siirtäminen takaisin paikalleen. Kaivojen uusiminen kokonaan voi olla tarpeen, jos kaivonrenkaat ovat liian pahasti vaurioituneet. Todennäköisesti myös salaojaputkiin on kulkeutunut maa-ainesta, jolloin putket on huuhdeltava tukosten poistamiseksi ja toiminnan varmistamiseksi.

Viimeinen korjaustoimenpiteitä vaativa salaojakaivo sijaitsee ratakilometrillä 386+769 (kuva 20). Objektitunnuksella 33 numeroitu kaivo sijaitsee lähimpänä Parikkalan ratapihaa.

Kuva 20. Rikkoutunut salaojakaivon kaivonrengas

Salaojakaivon ylin kaivonrengas on pahasti vaurioitunut ja mahdollistanut maa-aineksen sortumisen kaivon pohjalle tukkien kaivon. Kartoitustaulukon mukaan muutkin kaivonrenkaat ovat siirtyneet pois paikaltaan. Kaivo vaatii vähintäänkin ylimmän renkaan uusimisen ja maa-aineksen puhdistamisen kaivon pohjalta. Kaivon vauriot voivat olla niin suuret, että koko kaivo joudutaan uusimaan.

Ehdotettavat korjaustoimenpiteet kaivolle ovat ympärystäyttöjen kaivaminen pois kaivinkoneella, kaivonrenkaiden siirtäminen takaisin paikoilleen ja uuden kaivonrenkaan hankinta ja asennus. Lisäksi maa-aineksen puhdistaminen pohjalta ja tarvittaessa kaivosta lähtevien salaojaputkien huuhtelu tukosten poistamiseksi.

Kaikki korjaustoimenpiteitä vaativat ongelmakohteet sijaitsevat hyvin lähellä toisiaan ja todennäköisesti kuuluvat samaan salaojaverkostoon. Ongelmakohteiden sijainti ilmakuvassa on nähtävissä liitteessä 2. Toimimattomat salaojat voivat hyvin suurella todennäköisyydellä tulevaisuudessa mahdollistaa ongelmien syntymisen radan kuivatukseen, vaikkei niitä tällä hetkellä näyttäisi olevan. Ongelmat kuivatuksessa taas voivat aiheuttaa routavaurioiden ja muiden vaurioiden syntymisen ratapenkereeseen.

7.3 Lisäselvitystarpeet

Kolmen salaojakaivon osalta vaaditaan lisäselvityksiä, jotta kaivojen toimivuus ja mahdolliset korjaustarpeet voidaan selvittää. Lisäselvityksiä vaativat kaivot on merkattu salaojien kartoitustaulukon (liite 1) Kunto-sarakkeeseen tekstillä ”Ei tiedossa/tarkastamatta”. Kahdessa kaivossa on ollut ongelmia ns. sisäkansien kanssa, mitkä sijaitsevat kaivon varsinaisen kannen alapuolella (kuva 21).

Kuva 21. Salaojakaivon sisäkansi

Kuvassa nähtävän objektitunnuksella 39 numeroidun kaivon sisäkansi on pudonnut noin 1 metrin syvyyteen, eikä kantta ole siksi pystytty avaamaan ja kaivon toimintakuntoa tarkastamaan. Objektitunnuksella 34 numeroidun kaivon sisäkansi on jumiutunut, eikä sitä ole pystytty avaamaan. Kolmannen objektitunnuksella 36 numeroidun kaivon varsinainen metallikansi on painunut asfaltin alle, eikä sitä ole saatu auki tarkastusta varten.

Kohde vaatii myös lisäselvityksiä salaojaputkien sekä salaojien purkupäiden sijainnista sekä kuntotasosta. Kohteesta on kokonaisuudessaan kartoitettu vain yksi purkupää ja salaojalinja. Kartoitus on suoritettu alkusyksystä, jolloin todennäköisesti alueella on vielä ollut paljon kasvillisuutta, mikä haittaa salaojien löytämistä. Myös tukkeutuneet kaivot estävät näkemästä salaojakaivojen purkusuuntia, ja sitä kautta salaojalinjojen löytämistä. Kohde olisi syytä uudelleen kartoittaa esimerkiksi keväällä, jolloin kasvillisuutta on vähemmän maastossa estämässä salaojien paikantamista.

8 Kartoitusprosessin ongelmat ja kehittäminen

Korjaustoimenpiteiden määrittäminen vaatii työnsuunnittelua. Työnsuunnittelun kannalta tärkein asia salaojakartoituksia tehtäessä on kerätä mahdollisimman kattavasti laadukasta tietoa kartoituskohteista. Tämä tarkoittaa sitä, että kohteista kerätään kaikki tarvittavat tiedot ensimmäisellä kartoituskerralla, jotta kohteille ei tarvitse mennä uudelleen keräämään puuttuvia tietoja. Tällä parannetaan työn tehokkuutta, optimoidaan resurssien käyttö sekä säästetään kustannuksissa.

Tämän hetken tilanne on se, että kartoituksessa ei ole kerätty riittävästi tietoa kohteista mikä hankaloittaa työnsuunnittelua. Esimerkiksi salaojakaivoista kerätyt tiedot ovat puutteellisia. Kaivojen kansien osalta olisi ehdottomasti saatava tiedot kannen ulkohalkaisijan mitasta sekä huulloksen tyypistä. Korjausta vaativien kansien koon arvioiminen kaivosta otettujen kuvien perusteella on erittäin haastavaa, ja tieto on oleellinen uusia kansia tilattaessa rikkoutuneiden tilalle. Tarkastuksille olisi syytä ottaa mukaan myös kansikoukut ja muut välineet kansien avaamiseksi, jotta päästään tarkastamaan kaivot sisältä. Kunnossapitoalueelta on kartoitettu jonkin verran kaivoja, joiden kansia ei ole saatu auki. Tästä syystä kaivojen toimintakunto ei ole tiedossa.

Useasti kartoitustyötä, kartoitusdatan käsittelyä ja työnsuunnittelua tekevät eri henkilöt. Heidän välisensä yhteydenpito ja tiedonkulku ovat ensisijaisen tärkeitä, jotta kartoituksessa saadaan kerättyä oikeat tiedot kohteista. Ongelmatilanteissa yhteydenpito esimieheen ja yhdessä ratkaisukeinon löytäminen ovat olennaisia tekijöitä, ettei kartoituskohteita jää tarkastamatta.

ArcGIS-järjestelmään pystytään itse määrittämään salaojista kerättävät tiedot. Kartoittaja kerää tiedot kohteista maastossa ja syöttää ne matkapuhelimella kartoitussovellusta käyttäen järjestelmään. Itse kartoitussovelluksen käyttäminen ja tietojen syöttäminen sovellukseen on helppoa, mutta jatkossa olisi tärkeää, että järjestelmään määritetään ennen kartoituksen aloittamista kaikki tarvittavat tiedot siitä, mitä salaojista halutaan kerättävän.

Salaojista on myös jätetty keräämättä oleellisia tietoja syystä tai toisesta. Jatkossa kartoittajilta on vaadittava, että he keräävät jokaisesta kohteesta kaikki määrätyt tiedot. Mikäli tämä ei ole mahdollista, on annettava perustelut puuttuville tiedoille erilliseen lisätietoja kohtaan.

Kartoitustyön yhteyteen olisi ollut hyvä liittää myös salaojakaivojen merkkaaminen maastoon. Tämä helpottaisi huomattavasti salaojien paikantamista maastossa, mikäli kohteille on tarve päästä kunnossapitotöihin. Salaojat voisi merkata esimerkiksi aurausviitoilla tai

maalaamalla kannet. Kansien maalaaminen ei toki ole pitkäaikainen ratkaisu, sillä maali kuluu vähitellen pois.

Kartoitusdatan käsittelyssä syntyy haasteita, kun sitä muokataan Excelissä luettavaan muotoon. Kartoitustaulukon käsin tehtävän muokkaamisen aikana on suuri riski datan katoamiselle inhimillisen virheen takia. Lisäksi jokaisen salaojan komponentin tuominen työkirjalle erikseen ja tietojen järjesteleminen samoille sarakkeille altistaa muokkaajan virheille, mitkä voivat johtaa tietojen katoamiseen. Taulukon käsin muokkaaminen vie myös huomattavan paljon aikaa ja sitoo muokkaustyötä tekevän henkilön pois muista työtehtävistä.

Kartoitusdataa on vielä jatkokäsiteltävä kartoitustaulukossa, sillä ArcGIS-järjestelmään syötetyt tiedot ovat puutteellisia tai eivät pidä paikkaansa. Esimerkiksi monen salaojakaivon kohdalla materiaaliksi tai kaivon kuntotiedoksi on merkattu ”ei tiedossa/tarkastamatta” vaikka kaivosta otetuista kuvista nämä tiedot saadaan selville. Tämä lisää taulukon muokkaajan muokkaustyöhön käytettyä aikaa. Lisäksi kuvien tuominen järjestelmästä suoraan kartoitustaulukolle on liki mahdotonta ja niin aikaa vievää, että siihen ei ole järkevää käyttää työtunteja.

Hyödyllisintä olisi ArcGIS-järjestelmän kehittäminen siten, että kartoitusdatan analysointi onnistuisi järjestelmätasolla paremmin kuin nykyään eikä erillisiä manuaalisesti luotuja Excel-taulukoita tarvittaisi työnsuunnittelun työkaluna. Tätä edesauttaisi se, että järjestelmästä pystyttäisiin hakemaan ja suodattamaan tietoja Excel-taulukon tapaan, jolloin kaikki tiedot ja valokuvat kohteesta olisi saatavilla yhdessä paikassa. Tällä parannettaisiin työn tehokkuutta sekä säästettäisiin kustannuksissa.

9 Yhteenveto ja pohdinta

Salaojakartoituksen päätarkoituksena on tuottaa laaja kokonaiskuva kunnossapitoalueen salaojien nykytilasta ja toimintakunnosta sekä muodostaa tilaajalle listaus salaojien määrästä, sijainnista, kunto- ja tyyppitiedoista. Kerätyn tiedon perusteella kunnossapitäjä esittää tilaajalle korjaustoimenpiteitä vaativat kohteet ja toimenpiteet niiden korjaamiseksi.

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli analysoida ja käsitellä salaojista kerättyä kartoitusdataa sekä luoda toimintamalli kartoitusdatan ulos saamiseen järjestelmästä aina työnsuunnitteluun asti. Työn tavoitteena oli myös kehittää työkalu työnsuunnittelun avuksi helpottamaan ongelmakohteiden analysointia ja korjaustoimenpiteiden suunnittelua.

Salaojien kartoitusdatan analysoinnin perusteella voidaan todeta, että kunnossapitoalueen salaojarakenteet ovat pääsääntöisesti toimintakuntoisia. Opinnäytetyö kuitenkin osoittaa, että toimenpiteitä vaativia korjauskohteita löytyy alueelta useita, jotka vaativat tarkempaa analysointia ja jatkotoimenpiteitä. Työssä luotu toimintamalli salaojien kartoitusdatan käsittelylle mahdollistaa tehokkaamman resurssien käytön ja nopeuttaa datan käsittelyprosessia kokonaisuudessaan. Toimintamalli luo myös valmiin pohjan muiden ongelmakohteiden analysoinnille ja työnsuunnittelulle.

Opinnäytetyössä työnsuunnittelun työkaluksi kehitetyn salaojien kartoitustaulukon avulla, korjausta vaativien salaojakohteiden määrittäminen ja analysointi helpottuu huomattavasti verrattuna kartoitusjärjestelmässä järjestelmätasolla tehtävään salaojien tilan arviointiin. Tämä parantaa kartoitusdatan tehokasta hyödyntämistä ja mahdollistaa nopeamman ja tarkemman päätöksenteon kunnossapitotoimenpiteistä.

Kartoitustaulukon tekemisessä on riski tietojen katoamiselle ja taulukon luominen Exceliin manuaalisesti vie huomattavan paljon työaikaa. Menetetyt työtunnit voitetaan kuitenkin takaisin, kun hyvin organisoitua ja selkeää kartoitustaulukkoa käytetään apuna kohteiden analysoinnissa ja työnsuunnittelussa. Toinen vaihtoehto olisi kokonaan erillisen Excel-listauksen luonti, minne kartoitustiedot kerättäisiin. Tämä tarkoittaisi sitä, että kohteita ei voisi sitoa koordinaatteihin, jolloin salaojien paikantaminen olisi huomattavasti vaikeampaa. Myös kuvien tuominen Exceliin ja kohdistaminen oikeaan salaojaan on haastavampaa kuin nykyisessä järjestelmässä. Erillisen Excel-taulukon luominen olisi myös tässä tapauksessa aikaa vievää, joten mitään ajallista hyötyä ei saavutettaisi.

Salaojista kerätyn kartoitusdatan käsittelylle luodun toimintamallin sekä työnsuunnittelun työkaluksi kehitetyn kartoitustaulukon ansiosta, kartoitusprosessi kehittyy kokonaisuudessaan niin laadullisesta kuin taloudellisesta näkökulmasta katsottuna. Tuotokset luovat myös hyvän pohjan työnsuunnittelun jälkeen tapahtuvalle lisä- ja muutostyötarjousten tekemiselle

sekä kartoitustulosten esittämiselle tilaajalle. Toimintamallia sekä työkalua pystytään hyödyntämään myös muuhun kartoitusjärjestelmästä löytyvään ratainfrasta kerättyyn dataan.

Opinnäytetyön tulokset kartoitusprosessin kehittämisestä tukevat edelleen näkemystä siitä, että tarkan dokumentoinnin ja laadukkaiden valokuvien ottamisen merkitys kartoituksen aikana korostuu työnsuunnittelussa. Jatkossa näihin tekijöihin on kiinnitettävä entistä enemmän huomiota työnjohdollisesti sekä vaadittava kartoitustyötä tekeviltä laadukkaampaa työskentelyä. Työnsuunnittelua helpottaa huomattavasti se, että kohteista kerätään kaikki vaaditut tiedot ja otetaan laadukkaat valokuvat, joista päästään näkemään ongelmakohteiden viat konkreettisesti.

Salaojien kunnossapito on osa laajempaa kokonaisuutta, radan kuivatusta, johon kuuluu myös ojien- ja rumpujen kunnossapito. Salaojista kartoitettu tieto on suoraan hyödyksi salaojille tehtävien kunnossapitotoimenpiteiden suunnittelun lisäksi myös laajempien kuivatusongelmien syiden kartoittamisessa.

Yhteenvetona voidaan todeta, että opinnäytetyölle asetetut tavoitteet saavutettiin. Vahva teoriapohja luo lukijalle hyvän käsityksen opinnäytetyön kehitystyön ymmärtämiseen. Työ oli myös hyvin työelämälähtöinen, mikä edesauttoi työn tekijän omia tavoitteita perehtyä radan kunnossapitoon sekä ratainfran kartoitusjärjestelmään, mitkä liittyvät vahvasti tekijän tulevaan työnkuvaan.

Yksi jatkotutkimustarve olisi ehdottomasti korjaustoimenpiteitä vaativan ongelmakohteen ratapenkereen tarkempi tutkiminen, missä selvitettäisiin, että onko toimimattomat salaojat aiheuttaneet vahinkoa ratarakenteeseen. Useassa kohteessa tilanne voi olla se, että salaojat eivät ole toimineet moniin vuosiin, mutta ratapenkereeseen ei ole syntynyt routavaurioita tai geometriavirheitä. Kyseisten alueiden salaojitus on silloin niin sanotusti turha, eikä kunnossapitourakan tilaaja välttämättä näe tarpeelliseksi kohdistaa alueille toimenpiteitä. Tutkimukseen voisi liittää myös salaojaputkien tarkemman tutkimisen, missä voitaisiin arvioida kuvauskaluston hankintaa kunnossapitourakoitsijan omaan käyttöön.

Toinen kehitysidea olisi jo olemassa olevan ongelmakohteen kuivatuksen kehittäminen. Miten alueen kuivatusta voitaisiin parantaa ja kehittää, ettei routavaurioita ja geometriaongelmia syntyisi ratapenkereeseen. Radan kuivatus ja kuivatuksen kunnossapito on todella laaja-alainen kokonaisuus, joka tarjoaa myös useita muita jatkotutkimus- ja kehittämistarpeita.

Lähteet

Destia Oy. 2024a. Ratapalvelut. Viitattu 31.1.2024. Saatavissa https://www.destia.fi/palvelut/ratapalvelut/

Destia Oy. 2024b. Tietoa meistä. Viitattu 31.1.2024. Saatavissa https://www.destia.fi/tietoa-meista/

European Union. Transport. Viitattu 7.2.2024. Saatavissa https://eur-lex.europa.eu/summary/chapter/32.html?locale=en

InfraRYL 14310. Salaojaputket. Copyright Rakennustietosäätiö 2023a.

InfraRYL 14340. Avo-ojat ja -uomat. Copyright Rakennustietosäätiö 2023b.

InfraRYL 24100. Tukikerrokset ratarakenteissa. Copyright Rakennustietosäätiö 2023c.

Laki liikennejärjestelmästä ja maanteistä 503/2005. Viitattu 6.2.2024. Saatavissa https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2005/20050503

Laki liikenteen palveluista 320/2017. Viitattu 7.2.2024. Saatavissa https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2017/20170320

Laki Väylävirastosta 862/2009. Viitattu 4.3.2024. Saatavissa https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2009/20090862

Ratalaki 110/2007. Viitattu 6.2.2024. Saatavissa https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2007/20070110

Traficom. 2019. Rautatietilasto 2018. Viitattu 6.2.2024. Saatavissa https://www.traficom.fi/sites/default/files/media/publication/Rautatietilasto_2.12_uusi.pdf

Traficom. 2021. 25 t akselipainojen osuus pääväyläverkosta ja TEN-T-ydinverkosta. Viitattu 1.2.2024. Saatavissa https://tieto.traficom.fi/fi/tilastot/25-t-akselipainojen-osuus-paavaylaverkosta-ja-ten-t-ydinverkosta?toggle=L%C3%A4hteet%20ja%20lis%C3%A4tiedot

Väylävirasto. 2002. Ratatekniset ohjeet (RATO) osa 15 Radan kunnossapito. Viitattu 19.2.2024. Saatavissa https://ava.vaylapilvi.fi/ava/Julkaisut/RHK/rato_15_radan_kunnossapito.pdf

Väylävirasto. 2004. Ratatekniset ohjeet (RATO) osa 13 Radan tarkastus. Viitattu 1.3.2024. Saatavissa https://ava.vaylapilvi.fi/ava/Julkaisut/RHK/rato_13_radan_tarkastus.pdf

Väylävirasto. 2017. Väyläviraston kunnossapito- ja isännöintialueet Suomen kartalla. Viitattu 15.2.2024. Saatavissa https://vayla.fi/documents/25230764/35414018/E0076_Kunnossapitoaluekartta.pdf/8b5e1056-0350-4bff-aa2b-6fbba6ee1f35/E0076_Kunnossapitoaluekartta.pdf?t=1493727043469

Väylävirasto. 2018a. Raiteiden kunnossapidon uusi digitaalinen tietopankki sovelluksineen parantaa täsmällisyyttä ja turvallisuutta. Viitattu 16.2.2024. Saatavissa https://vayla.fi/-/raiteiden-kunnossapidon-uusi-digitaalinen-tietopankki-sovelluksineen-parantaa-tasmallisyytta-ja-turvallisuutta

Väylävirasto. 2018b. Ratatekniset ohjeet (RATO) osa 1 Yleiset perusteet. Viitattu 6.2.2024. Saatavissa https://ava.vaylapilvi.fi/ava/Julkaisut/Liikennevirasto/lo_2018-31_rato1_web.pdf

Väylävirasto. 2018c. Ratatekniset ohjeet (RATO) osa 3 Radan rakenne. Viitattu 9.2.2024. Saatavissa https://ava.vaylapilvi.fi/ava/Julkaisut/Liikennevirasto/lo_2018-13_rato3_web.pdf

Väylävirasto. 2020a. Liite 5, Kunnossapitotöiden tehtäväluettelo. Viitattu 14.3.2024. Saatavissa rajoitetusti https://destia.sharepoint.com/teams/projekti-426062/Projektintoteutus/Forms/AllItems.aspx?e=5%3A36ee378756504d01baf32713fd2a48bb&sharingv2=true&fromShare=true&at=9&cid=9cac09fe%2D4909%2D4e94%2D9842%2D5cc6204babe4&FolderCTID=0x012000744832F57626CF40A372E7006A26E6BB&id=%2Fteams%2Fprojekti%2D426062%2FProjektintoteutus%2FSopimusasiat%2FKP7%20sopimus%2Fkaupallinen%2FAlue7%5Fliite5%5Ftehtavaluettelo%2Epdf&viewid=4ea21be5%2Df9cc%2D4ae7%2D9c6a%2D68b0f8c7b161&parent=%2Fteams%2Fprojekti%2D426062%2FProjektintoteutus%2FSopimusasiat%2FKP7%20sopimus%2Fkaupallinen

Väylävirasto. 2020b. Rataverkon tavoiteltava kehityskuva vuoteen 2050. Viitattu 13.2.2024. Saatavissa https://www.doria.fi/bitstream/handle/10024/180412/vj_2020-43_978-952-317-798-7.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Väylävirasto. 2021a. Ratakohteiden tietohuolto Ratainfratietojen hallintajärjestelmässä. Viitattu 16.2.2024. Saatavissa https://ava.vaylapilvi.fi/ava/Julkaisut/Vaylavirasto/vo_2021-25_ratakohteiden_tietohuolto_web.pdf

Väylävirasto. 2021b. Ratatekniset ohjeet (RATO) osa 20 Ympäristö ja rautatiealueet. Viitattu 19.2.2024. Saatavissa https://ava.vaylapilvi.fi/ava/Julkaisut/Vaylavirasto/vo_2021-27_rato20_web.pdf

Väylävirasto. 2021c. Rataverkon reaaliaikaiset tiedot koottiin yhteen - kunnossapito ja kehittäminen jatkossa entistä tehokkaampaa. Viitattu 16.2.2024. Saatavissa https://vayla.fi/-/rataverkon-reaaliaikaiset-tiedot-koottiin-yhteen-kunnossapito-ja-kehittaminen-jatkossa-entista-tehokkaampaa

Väylävirasto. 2021d. RATO 20 Ympäristö ja rautatiealueet ja Radanpidon ympäristöohje. Viitattu 19.2.2024. Saatavissa https://ava.vaylapilvi.fi/ava/Julkaisut/Vaylavirasto/vo_2021-28_kunnossapidon_tiivistelma_web.pdf

Väylävirasto. 2022. Hankintakategoriat. Viitattu 4.3.2024. Saatavissa https://vayla.fi/palveluntuottajat/hankinnat/hankintakategoriat

Väylävirasto. 2023a. Radan kunnossapidon kilpailutus. Viitattu 14.2.2024. Saatavissa https://vayla.fi/palveluntuottajat/hankinnat/rataurakat

Väylävirasto. 2023b. Ratatekniset ohjeet (RATO) osa 11 Radan päällysrakenne. Viitattu 12.2.2024. Saatavissa https://ava.vaylapilvi.fi/ava/Julkaisut/Vaylavirasto/vo_2023-23_rato11_web.pdf

Väylävirasto. 2023c. Rataverkon kokonaiskuva. Viitattu 6.2.2024. Saatavissa https://www.doria.fi/bitstream/handle/10024/188173/vj_2023_80_978-952-405-124-8.pdf?sequence=1&isAllowed=y

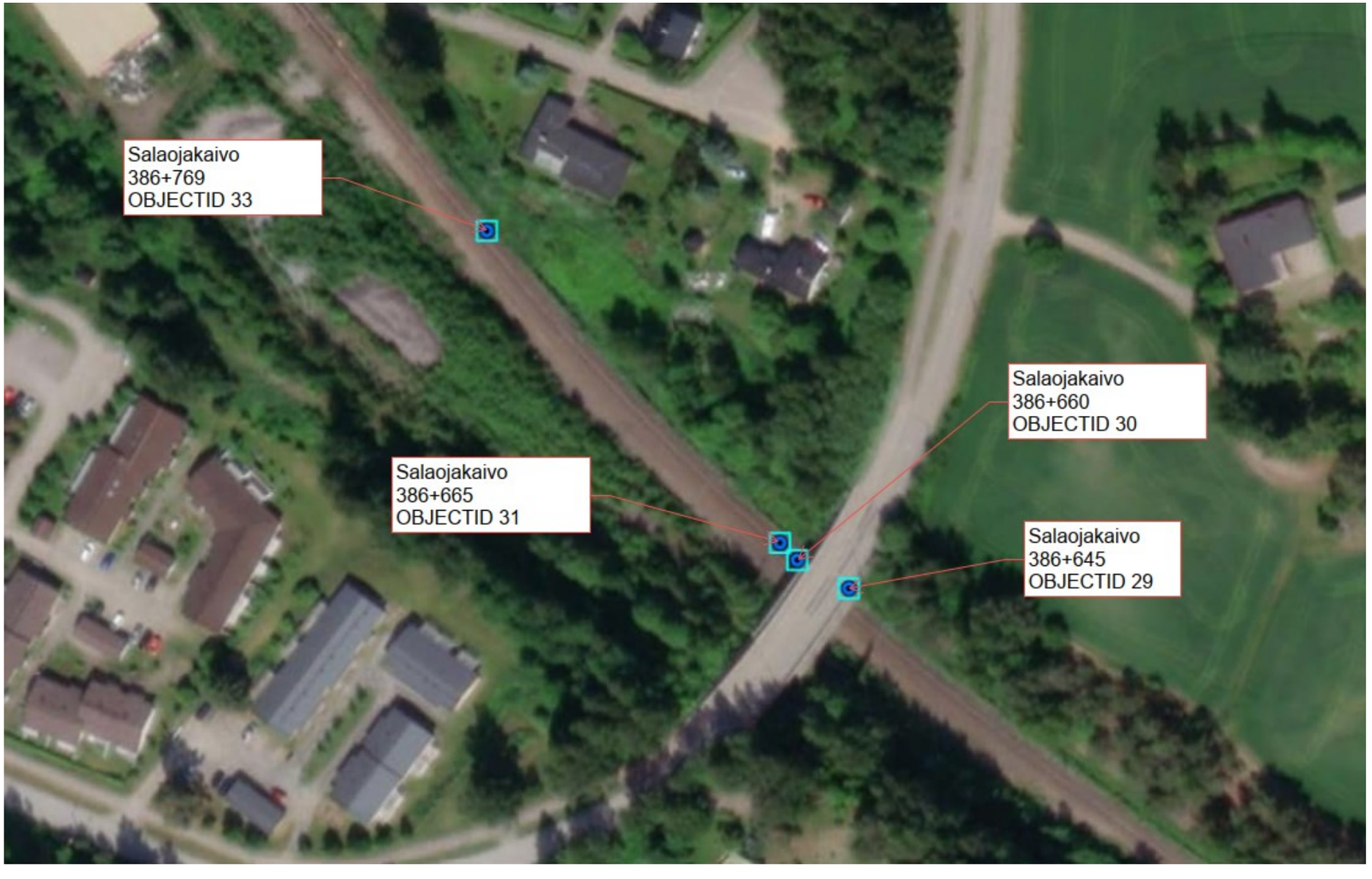
Väylävirasto. 2023d. Ratojen kunnossapidon työnjako. Viitattu 15.2.2024. Saatavissa https://vayla.fi/kunnossapito/rataverkon-kunnossapito/tyonjako

Väylävirasto. 2023e. Teiden ja ratojen kuivatuksen suunnittelu. Viitattu 20.2.2024. Saatavissa https://ava.vaylapilvi.fi/ava/Julkaisut/Vaylavirasto/vo_2023-93_teiden_ratojen_kuivatuksen_suunnittelu_web.pdf

Väylävirasto. 2024a. Rataverkko. Viitattu 1.2.2024. Saatavissa https://vayla.fi/vaylista/rataverkko

Väylävirasto. 2024b. Tapamme toimia. Viitattu 4.3.2024. Saatavissa https://vayla.fi/tietoa-meista/tapamme-toimia

Liite 1. Salaojien kartoitustaulukko

Kohde	Kohteen tyyppi	Toimenpide	OBJECTID *	Ratasijainti	Puoli	Etaisyys kiskosta	Arvioitu purkusuunta	Kaivotyyppi	Materiaali	Kunto	Kunnon lisatieto	Kannen materiaali	Kannen kunto	Kannen kunnon lisatieto	Tilattava kansitavara	Vedenpinnan taso (VJ+-cm)	Lisatietoja/huomioita	Kuva	created_date	x_koordinaatt	y_koordinaat	Karttalinkki
Parikkala, Asema	Salaojat/Salaojakaivo	Puhdistus	29		Virallinen oikea	3		Salaojakaivo	Betoni	Puhdistettava	kaivo täynnä maa-aineksia, sepeliä, kuiva ainakin pinnasta	Betoni	Kunnossa	Hieman lohjennut reunasta.	600mm betonikansi (uroshuullos)			1	14.9.2022 8.30.07	029.50950815	61.55388193	http://maps.google.com/maps?q=61.55388193,029.50950815
Parikkala, Asema	Salaojat/Salaojakaivo	Puhdistus	30	0368+260	Virallinen oikea			Salaojakaivo	Betoni	Puhdistettava	kaivo tukossa n.metrin päästä maantasosta, kaivon rengas siirtynyt paikaltaan.	Betoni	Kunnossa				kuiva, vedet valuneet renkaan siirtymäkohdasta maastoon	1	14.9.2022 8.39.34	029.50928136	61.55394095	http://maps.google.com/maps?q=61.55394095,029.50928136
Parikkala, Asema	Salaojat/Salaojakaivo	Puhdistus	31		Virallinen oikea	1.5m		Salaojakaivo	Betoni	Puhdistettava	kaivon pohjalla roskaa, renkaat pois paikoiltaan, juurikkoa välissä	Betoni	Kunnossa			arvioitu n.100cm	vesi seisoo kaivossa, ei pysty näkemään putkia pohjalta	1	14.9.2022 8.53.07	029.50920863	61.55397647	http://maps.google.com/maps?q=61.55397647,029.50920863
Parikkala, Asema	Salaojat/Salaojakaivo	Ei toimenpiteitä	32		Virallinen oikea	12m		Muu kaivo	Betoni	Kunnossa				metallikansi			muoviputkia lähtee 4 eri suuntaan. ei tietoa mitä putkia	2	14.9.2022 8.53.28	029.50579737	61.55646500	http://maps.google.com/maps?q=61.55646500,029.50579737
Parikkala, Asema	Salaojat/Purkupää	Ei toimenpiteitä	5	0387+0002	Virallinen oikea	12m			Betoni	Kunnossa									14.9.2022 8.57.59	029.50574618	61.55636545	http://maps.google.com/maps?q=61.55636545,029.50574618
Parikkala, Asema	Salaojat/Salaojalinja	Ei toimenpiteitä	25		Virallinen oikea		Laskeville km			Ei tiedossa/tarkastamatta									14.9.2022 8.58.42	029.50573040	61.55636545	http://maps.google.com/maps?q=61.55636545,029.50573040
Parikkala, Asema	Salaojat/Salaojakaivo	Korjattava	33	0386+0769	Virallinen oikea	2		Salaojakaivo	Betoni	Korjattava	ylin rengas halki, muutkin renkaat siirtyneet paikaltaan. pohjalta tukossa.	Betoni	Kunnossa			arvio n.100cm	vesi seisoo kaivossa, ei näy putkia.	3	14.9.2022 9.06.02	029.50793167	61.55462333	http://maps.google.com/maps?q=61.55462333,029.50793167
Parikkala, Asema	Salaojat/Salaojakaivo	Ei toimenpiteitä	34	0387+0266	Virallinen vasen	30		Salaojakaivo	Ei tiedossa	Ei tiedossa/tarkastamatta			Kunnossa	metallikansi			Sisäkansi jumissa, ei saa auki	1	14.9.2022 9.20.38	029.50290833	61.55833500	http://maps.google.com/maps?q=61.55833500,029.50290833
Parikkala, Asema	Salaojat/Salaojakaivo	Ei toimenpiteitä	35		Virallinen vasen	5		Salaojakaivo	Betoni	Kunnossa			Kunnossa	metalli		0		2	14.9.2022 9.24.22	029.50308667	61.55826667	http://maps.google.com/maps?q=61.55826667,029.50308667
Parikkala, Asema	Salaojat/Salaojakaivo	Kansi painunut asfaltin reunan alle, ei saa auki.	36	0387+0255	Virallinen vasen	7		Salaojakaivo	Ei tiedossa	Ei tiedossa/tarkastamatta		Ei tiedossa	Kunnossa	metalli			Kansi painunut asfaltin reunan alle, ei saa auki.	1	14.9.2022 9.28.53	029.50309500	61.55822333	http://maps.google.com/maps?q=61.55822333,029.50309500
Parikkala, Asema	Salaojat/Salaojakaivo	Ei toimenpiteitä	37		Virallinen vasen			Sadevesikaivo	Betoni	Kunnossa			Kunnossa	metalli			Alikulkutunnelissa	1	14.9.2022 9.35.02	029.50300667	61.55832500	http://maps.google.com/maps?q=61.55832500,029.50300667
Parikkala, Asema	Salaojat/Salaojakaivo	Ei toimenpiteitä	38		Virallinen oikea			Sadevesikaivo	Betoni	Kunnossa			Kunnossa	metalli			Alikulkutunnelin suulla, kaksi sadevesikaivoa.	1	14.9.2022 9.37.40	029.50385667	61.55841167	http://maps.google.com/maps?q=61.55841167,029.50385667
Parikkala, Asema	Salaojat/Salaojakaivo	Välikansi pudonnut	39	0386+0370	Virallinen vasen	7		Salaojakaivo	Betoni	Ei tiedossa/tarkastamatta	välikansi pudonnut n.1 päähän, ei näy pohjalle	Betoni	Kunnossa					1	14.9.2022 9.54.28	029.51362667	61.55236500	http://maps.google.com/maps?q=61.55236500,029.51362667

Liite 2. Ongelmakohteiden sijainnit ilmakuvassa